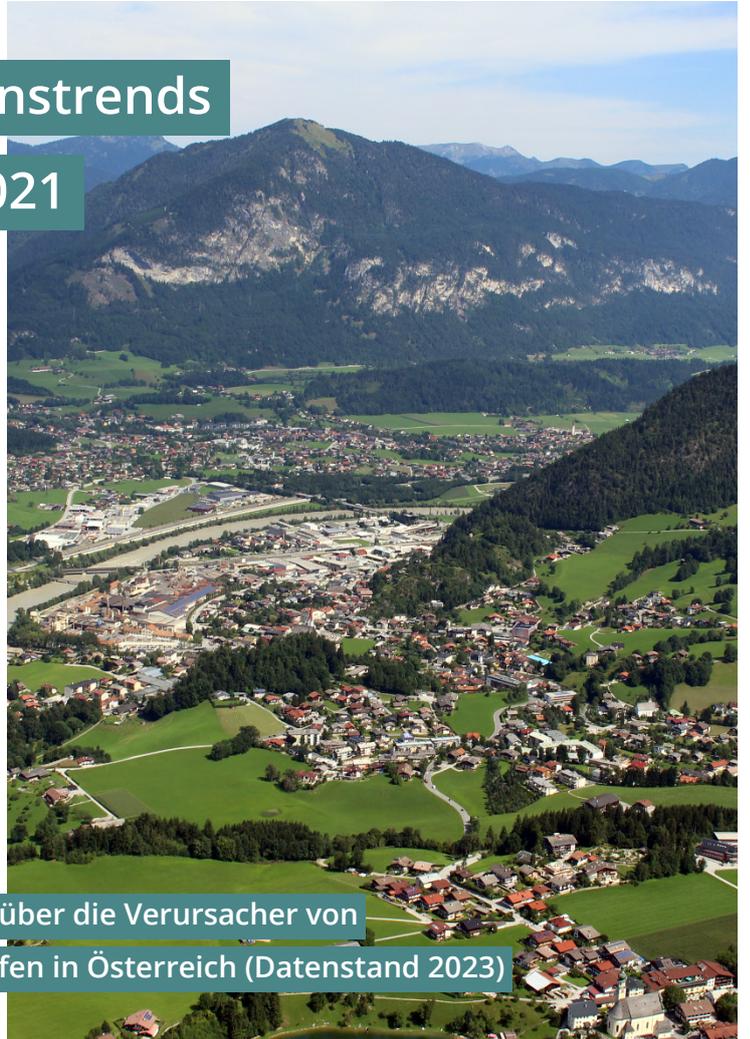


Emissionstrends

1990–2021

Ein Überblick über die Verursacher von
Luftschadstoffen in Österreich (Datenstand 2023)



EMISSIONSTRENDS 1990–2021

***Ein Überblick über die Verursacher von
Luftschadstoffen in Österreich***

(Datenstand 2023)

Michael Anderl
Marion Gangl
Lisa Makoschitz
Simone Mayer
Katja Pazdernik
Daniela Perl
Stephan Poupa
Wolfgang Schieder
Gudrun Stranner
Manuela Wieser
Andreas Zechmeister

REPORT
REP-0862

WIEN 2023

Projektleitung Daniela Perl

AutorInnen Michael Anderl, Marion Gangl, Lisa Makoschitz, Simone Mayer, Katja Pazdernik, Daniela Perl, Stephan Poupa, Wolfgang Schieder, Gudrun Stranner, Manuela Wieser, Andreas Zechmeister

Lektorat Maria Deweis

Satz/Layout Thomas Lössl

Umschlagfoto © Stefanie Grüssl/Mit Dank an die BMI-Flugpolizei

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, 2023

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-700-2

VORWORT

Der vorliegende Bericht präsentiert die neuesten Ergebnisse der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI). Es handelt sich hierbei um die Emissionsdaten für die Jahre 1990–2021. Es werden die Trends der folgenden anthropogenen Luftschadstoff-Emissionen¹ dargestellt: Staub (TSP, PM₁₀, PM_{2,5}), Stickstoffoxide (NO_x), Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC), Schwefeldioxid (SO₂), Ammoniak (NH₃), Kohlenstoffmonoxid (CO) sowie Schwermetalle (HM) und Persistente Organische Schadstoffe (POP).

Österreich ist aufgrund von internationalen Übereinkommen und EU-Recht dazu verpflichtet, über die Emissionen dieser Luftschadstoffe zu berichten. Für Stickstoffoxide, Kohlenwasserstoffe ohne Methan, Schwefeldioxid, Ammoniak und Feinstaub (PM_{2,5}) gibt es nationale Emissionsreduktionsverpflichtungen, die jährlich einzuhalten sind. Die Zielerreichung wird ebenso erörtert wie Trends und Ursachen der Emissionen. Anhand der vorliegenden NEC-Projektionen (Datenstand 2023) wird ein Ausblick auf die weitere Entwicklung bis 2030 gegeben.

Die zur Ermittlung der Daten angewandte Methodik entspricht den einschlägigen Richtlinien des EMEP/EEA²-Handbuches (EEA 2019) und kann im Austria's Informative Inventory Report³ (Umweltbundesamt, 2023b) nachgelesen werden.

Eine ausführliche Darstellung der Treibhausgas-Emissionen erfolgt im Klimaschutzbericht des Umweltbundesamtes (Umweltbundesamt, 2023c).

¹ Anthropogene Emissionen sind vom Menschen verursachte Emissionen.

² European Monitoring and Evaluation Programme/European Environment Agency

³ <https://www.umweltbundesamt.at/emiberichte>

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	3
INHALTSVERZEICHNIS	4
ZUSAMMENFASSUNG	7
SUMMARY	11
1 GRUNDLAGEN DER INVENTUR	14
1.1 Berichtswesen	14
1.2 Akkreditierte Inspektionsstelle	15
1.3 Emissionsermittlung	17
1.4 Aktualisierte Emissionsdaten (Revision).....	17
1.5 Verursachersektoren	20
2 LUFTSCHADSTOFFE UND UMWELTPROBLEME	23
3 KLASSISCHE LUFTSCHADSTOFFE	26
3.1 Übereinkommen und Rechtsnormen	26
3.1.1 Einhaltungsstand Emissionsreduktionsverpflichtungen	29
3.1.2 NEC-Projektionen – Ausblick 2030	32
3.2 Stickstoffoxide (NO_x)	32
3.2.1 Emissionstrend 1990–2021	32
3.2.2 Verursacher	34
3.2.3 Ausblick 2030	34
3.3 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)	36
3.3.1 Emissionstrend 1990–2021	36
3.3.2 Verursacher	37
3.3.3 Ausblick 2030	38
3.4 Schwefeldioxid (SO₂)	39
3.4.1 Emissionstrend 1990–2021	39
3.4.2 Verursacher	40
3.4.3 Ausblick 2030	41
3.5 Ammoniak (NH₃)	41
3.5.1 Emissionstrend 1990–2021	41
3.5.2 Verursacher	43
3.5.3 Ausblick 2030	43
3.6 Kohlenstoffmonoxid (CO)	44

3.6.1	Emissionstrend 1990–2021	44
3.6.2	Verursacher	45
4	STAUB	47
4.1	Übereinkommen und Rechtsnormen	48
4.2	Emissionstrend 1990–2021	49
4.2.1	Verursacher	50
4.2.2	Ausblick bis 2030	52
5	SCHWERMETALLE	53
5.1	Übereinkommen und Rechtsnormen	53
5.2	Kadmium (Cd)	54
5.2.1	Emissionstrend 1990–2021	55
5.2.2	Verursacher	56
5.3	Quecksilber (Hg)	56
5.3.1	Emissionstrend 1990–2021	56
5.3.2	Verursacher	57
5.4	Blei (Pb).....	58
5.4.1	Emissionstrend 1990–2021	58
5.4.2	Verursacher	59
6	PERSISTENTE ORGANISCHE SCHADSTOFFE	61
6.1	Übereinkommen und Rechtsnormen	61
6.2	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).....	62
6.2.1	Emissionstrend 1990–2021	63
6.2.2	Verursacher	64
6.3	Dioxine und Furane	64
6.3.1	Emissionstrend 1990–2021	65
6.3.2	Verursacher	66
6.4	Hexachlorbenzol (HCB)	66
6.4.1	Emissionstrend 1990–2021	67
6.4.2	Verursacher	68
6.5	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	68
6.5.1	Emissionstrend 1990–2021	69
6.5.2	Verursacher	70
7	EMISSIONEN NACH SEKTOREN	71
7.1	Energieversorgung	71
7.1.1	Hauptschadstoffe	72
7.1.2	Ausblick 2030	76

7.2	Kleinverbrauch	76
7.2.1	Hauptschadstoffe	79
7.2.2	Ausblick 2030	84
7.3	Industrieproduktion	85
7.3.1	Hauptschadstoffe	86
7.3.2	Ausblick 2030	91
7.4	Verkehr	91
7.4.1	Hauptschadstoffe	92
7.4.2	Ausblick 2030	97
7.5	Landwirtschaft	98
7.5.1	Hauptschadstoffe	98
7.5.2	Ausblick 2030	103
7.6	Sonstige	103
7.6.1	Hauptschadstoffe	103
7.6.2	Ausblick 2030	106
8	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	107
9	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	109
10	LITERATURVERZEICHNIS.....	112
11	ANNEX: EMISSIONSTABELLEN.....	122

ZUSAMMENFASSUNG

Das Umweltbundesamt ermittelt jährlich die Emissionen einer Reihe von Luftschadstoffen im Rahmen der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI). Die aktuellen Ergebnisse daraus zeigen für das Jahr 2021 rückläufige Emissionen sämtlicher Schadstoffe gegenüber 1990:

Emissionstrends 1990–2021

SO₂
-85 % seit 1990
+4,4 % gegenüber 2020

- Seit 1990 konnten die Schwefeldioxid-Emissionen (SO₂) um 85 % reduziert werden; seit 2005 um 58 %. Diese starke Emissionsminderung konnte durch die Absenkung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten, den Einbau von Entschwefelungsanlagen in Kraftwerken sowie die verstärkte Nutzung schwefelärmerer Brennstoffe erzielt werden. Von 2020 auf 2021 sind die SO₂-Emissionen um 4,4 % gestiegen, was im Wesentlichen auf den Kleinverbrauch durch den höheren Einsatz von Heizöl, Kohle und Brennholz aufgrund der kühleren Witterung gegenüber dem Vorjahr zurückzuführen ist. Auch in der Eisen- und Stahlindustrie (Zunahme Stahl- und Roheisenproduktion) und in der Erdölraffinerie (Anstieg Rohöleinsatz) nahmen die SO₂-Emissionen zu.

NO_x
-44 % seit 1990
-1,5 % gegenüber 2020

- Die österreichischen Stickstoffoxid-Emissionen (NO_x) gehen seit 2005 kontinuierlich zurück. Für den rückläufigen Trend sind insbesondere Fortschritte in der Automobiltechnologie verantwortlich. Verglichen mit 2020 haben sich die NO_x-Emissionen (inklusive Kraftstoffexport) im Jahr 2021 um 1,5 % reduziert. Hierfür verantwortlich ist die Flottenerneuerung mit emissionsärmeren Pkw und Lkw, die das Emissionsniveau trotz Fahrleistungssteigerungen sinken lässt. Zwischen 1990 und 2021 wurden die Emissionen um insgesamt 44 % verringert.

NMVOC
-67 % seit 1990
+0,3 % gegenüber 2020

- Im langfristigen Trend konnten die NMVOC-Emissionen (Kohlenwasserstoffe ohne Methan) vor allem im Sektor Verkehr und bei der Lösemittelanwendung (Sektor Sonstige) reduziert werden: seit 1990 um 67 %; seit 2005 um 29 %. Von 2020 bis 2021 sind die NMVOC-Emissionen jedoch um 0,3 % gestiegen, was im Wesentlichen auf den Sektor Kleinverbrauch zurückzuführen ist. Hier nahm aufgrund der kühlen Witterung 2021 der Biomasseeinsatz deutlich zu. Vor allem veraltete Holzfeuerungsanlagen („Allesbrenner“) sind in diesem Sektor weiterhin hauptverantwortlich für die relativ hohen Emissionen. Aber die Zunahme im Kleinverbrauch wurde durch eine deutliche Abnahme im Bereich der Lösemittel nahezu kompensiert. Die Verwendung von Desinfektionsmitteln ist nach dem Covid-19-Pandemiejahr 2020 wieder deutlich zurückgegangen.

NH₃
-4,9 % seit 1990
+0,5 % gegenüber 2020

- Der Trend der Ammoniak-Emissionen (NH₃) Österreichs verläuft von 1990 bis 2005 abnehmend, seither ist allerdings eine Trendumkehr und ein Anstieg um 5,0 % zu verzeichnen. Sie stammen nahezu ausschließlich aus dem Sektor Landwirtschaft (94 %). Im Jahr 2021 sind sie gegenüber 2020 um ca. 0,5 % gestiegen, wofür maßgeblich der erhöhte Rinderbestand im Sektor Landwirtschaft verantwortlich ist.

TSP, PM₁₀, PM_{2,5}
-26 %, -35 %, -49 %
seit 1990
+5,0 %, +4,5 %, +4,5 %
gegenüber 2020

CO
-58 % seit 1990
+10 % gegenüber 2020

Cd, Hg, Pb
-48 %, -59 %, -95 %
seit 1990
+7,1 %, -2,7 %, +5,3 %
gegenüber 2020

PAK
-61 % seit 1990
+11 % gegenüber 2020

Dioxin
-70 % seit 1990
+9,8 % gegenüber 2020

- Die Staub-Emissionen (TSP, PM₁₀, PM_{2,5}) gehen seit 1990 zurück. Hierfür verantwortlich sind im Wesentlichen Reduktionsmaßnahmen in der Industrie, insbesondere der Eisen- und Stahlindustrie, der starke Rückgang des Kohleverbrauchs, Effizienzverbesserungen sowie Verbesserungen der Verbrennungstechnologien im Hausbrand und der Antriebs- und Abgasnachbehandlungstechnologien im Sektor Verkehr. Von 2020 auf 2021 erhöhten sich die Feinstaub-Emissionen wieder nach einem Covid-19 bedingten Rückgang. Vor allem im Sektor Industrieproduktion sind die Emissionen durch die wieder verstärkten Bautätigkeiten gestiegen. Aber auch der erhöhte Einsatz von Biomasse zur Wärmegewinnung im Sektor Kleinverbrauch als Folge der kühleren Witterung trägt zum Emissionsanstieg bei.
- Die wesentlichen Verursacher der Kohlenmonoxid-Emissionen (CO) sind die Sektoren Kleinverbrauch, Industrieproduktion und Verkehr. In allen drei Sektoren konnten seit 1990 deutliche Emissionsreduktionen erzielt werden: im Verkehrssektor durch Optimierung der Verbrennungsvorgänge im Motor und Einführung des Katalysators; im Sektor Kleinverbrauch durch den Umstieg auf verbesserte Technologien und den reduzierten Einsatz von Kohle für Heizzwecke und im Sektor Industrie durch die Optimierung von Industriefeuerungen und die Restrukturierung der Stahlwerke. Im Jahr 2021 nahmen die CO-Emissionen, insbesondere in den Sektoren Kleinverbrauch, aufgrund der kühleren Witterung, und Industrieproduktion, durch die gestiegene Eisen- und Stahlproduktion, zu.
- Die Schwermetall-Emissionen (Kadmium – Cd, Quecksilber – Hg, Blei – Pb) konnten seit 1990 durch die verstärkte Nutzung von Rauchgasreinigungstechnologien und den verringerten Einsatz von Kohle, Koks sowie schwerem Heizöl deutlich reduziert werden. Die besonders hohe Reduktion von Blei-Emissionen konnte bis Mitte der 1990er-Jahre durch ein Verbot von bleihaltigem Benzin erreicht werden. Im Zeitraum von 2020 bis 2021 sanken die Hg-Emissionen, während die Cd- und Pb-Emissionen stiegen. Vorwiegend trug der Sektor Kleinverbrauch durch den witterungsbedingten Anstieg des Heizbedarfs und des Biomasseeinsatzes zum jeweiligen Anstieg bei.
- Der Rückgang der PAK-Emissionen (Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe) seit 1990 beruht überwiegend auf Reduktionsmaßnahmen in den Sektoren Industrieproduktion und Kleinverbrauch. Die Einstellung der Primär-Aluminiumproduktion im Jahr 1992 sowie verbesserte Verbrennungstechnologien und die Reduktion der Menge an eingesetzten festen Brennstoffen waren bedeutende Faktoren. Im Jahr 2021 nahm der PAK-Ausstoß gegenüber dem Vorjahr zu. Hierzu trug der Kleinverbrauch wesentlich bei, bedingt durch die kühlere Witterung und den damit verbundenen erhöhten Heizbedarf sowie die stärkere Nutzung von Holz-Einzelöfen (als Zusatzheizung bzw. in der Übergangszeit).
- Die größten Emissionsreduktionen bei Dioxinen fanden bereits am Beginn der 1990er-Jahre durch umfangreiche Maßnahmen in der Industrieproduktion und den Abfallverbrennungsanlagen statt. 2021 stammte rund die Hälfte der gesamten Dioxin-Emissionen Österreichs aus dem Sektor Klein-

verbrauch durch Verwendung von Biomasse als Brennstoff in Heizungsanlagen. Von 2020 auf 2021 stieg der Ausstoß um insgesamt 9,8 %, maßgeblich bedingt durch gestiegene Emissionen aus der Sekundäraluminiumproduktion und dem erhöhten Biomasseeinsatz im Sektor Kleinverbrauch in Folge der kühleren Witterung.

HCB

-81 % seit 1990

+11 % gegenüber 2020

- Die HCB-Emissionen (Hexachlorbenzol) konnten vor allem in den 1990er-Jahren durch Verbote von bestimmten Stoffen in Pestiziden stark gesenkt werden. Außerdem waren ein geringerer Kohleeinsatz und die Erneuerung von Holzheizungen sowie u. a. Maßnahmen in der Eisen- und Stahlindustrie, der Sekundärkupferproduktion und die Einstellung der Produktion von chlorierten Kohlenwasserstoffen entscheidend. Von 2020 auf 2021 nahm der HCB-Ausstoß um 11 % zu, was auf höhere Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion sowie der Aluminiumproduktion zurückzuführen ist. Im Kleinverbrauch kam es ebenfalls zu einem gestiegenen HCB-Ausstoß als Folge des witterungsbedingt erhöhten Biomasseeinsatzes.

PCB

-92 % seit 1990

-4,5 % gegenüber 2020

- Seit 1990 konnte durch gezielte umweltpolitische Maßnahmen ein Rückgang der Neueinträge von PCB (Polychlorierte Biphenyle) in die Umwelt erreicht werden. Der Großteil der Emissionen stammte 2021 aus der Eisen- und Stahlproduktion, deren Produktionszahlen den Trend der Emissionen bestimmen. Von 2020 auf 2021 nahm der PCB-Ausstoß um 4,5 % ab.

Stand der Einhaltung der Emissionsreduktionsverpflichtungen ab 2020

Seit dem Jahr 2020 gelten entsprechend der Richtlinie über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe (Emissionshöchstmengenrichtlinie; NEC-RL EU 2016/2284) bzw. dem Emissionsgesetz-Luft 2018 (EGL 2018; BGBl. I Nr. 75/2018) spezifische Emissionsreduktionsverpflichtungen für die anthropogenen Emissionen von NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃ und Feinstaub (PM_{2,5}). Diese wurden im Jahr 2021 für die Luftschadstoffe NO_x, SO₂, NMVOC und PM_{2,5} eingehalten. Die Emissionsmenge von NH₃ liegt hingegen um rund 6 Prozentpunkte über dem Reduktionsziel.

Ausblick 2030

Entsprechend der NEC-Richtlinie (2016/2284/EG; Artikel 8 und 10) sind von den Mitgliedstaaten in einem zweijährigen Intervall nationale Emissionsprojektionen zu erstellen.

Die Ergebnisse des Szenarios "mit bestehenden Maßnahmen" (WEM – With Existing Measures) wurden am 15. März 2023 an die Europäische Kommission berichtet. Sie zeigen bis 2030 Emissionsminderungen für alle NEC-Schadstoffe (NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃ und PM_{2,5}). Die stärkste Reduktion von 2005 bis 2030 wird für NO_x projiziert – vorausgesetzt, dass die Straßenfahrzeuge die aktuellen und neuen Emissionsstandards unter realen Fahrbedingungen erfüllen. Die deutlich geringste Emissionsabnahme bis 2030 wird für NH₃ erwartet (Umweltbundesamt, 2023e).

Das Szenario „mit zusätzlichen Maßnahmen“ (WAM – With Additional Measures) wird zusätzlich die im Nationalen Luftreinhalteprogramm sowie die im Nationalen Energie- und Klimaplan verankerten Maßnahmen berücksichtigen. Das

WAM-Szenario wird erstellt, sobald die beiden aktualisierten Programme, zuletzt 2019 (BMNT, 2019a, BMNT, 2019b) an die Europäische Kommission übermittelt, vorliegen.

SUMMARY

Every year, *Umweltbundesamt* (Environment Agency Austria) estimates emissions of a number of air pollutants within the framework of the Austrian Air Emission Inventory (*Österreichische Luftschadstoff-Inventur*; OLI). The latest results of the Austrian Air Emission Inventory show a downward trend in all air pollutant emissions between 1990 and 2021:

Emission trends 1990–2021

<p>SO₂ -85 % since 1990 +4.4 % compared to 2020</p>	<ul style="list-style-type: none"> • SO₂ emissions have been reduced by 85 % since 1990; since 2005 by 58 %. This large emission reduction has been achieved by lowering the sulphur content of petroleum products, installing desulphurisation equipment in power plants and increasing the use of low-sulphur fuels. From 2020 to 2021, SO₂ emissions increased by 4.4 %, which is mainly due to small-scale consumption as a result of the higher use of heating oil, coal and firewood due to the cooler weather compared to the previous year. SO₂ emissions also increased in the iron and steel industry (increase in steel and pig iron production) and in the oil refinery (increase in crude oil use).
<p>NO_x -44 % since 1990 -1.5 % compared to 2020</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Austria's NO_x emissions have been falling steadily since 2005. This downward trend is mostly driven by technological advances in the automotive industry. Compared with 2020, NO_x emissions (including fuel exports) decreased by 1.5 % in the year 2021. This is due to the fleet renewal to lower-emission cars and trucks, which reduced the emission level despite increases in mileage.
<p>NM VOC -67 % since 1990 +0.3 % compared to 2020</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Looking at the long-term trend since 1990, the largest NM VOC emission reductions were achieved primarily in the transport sector and in solvent use and application (included in the 'other' sector): by 67 % since 1990 and by 29 % since 2005. From 2020 to 2021, however, NM VOC emissions increased by 0.3 %, which is due to the small-scale consumption sector. Here, biomass use increased significantly due to the cool weather in 2021. Especially outdated wood-burning systems ("all-fuel burners") are still mainly responsible for the relatively high emissions in this sector. However, the increase in small-scale consumption was almost compensated by a significant decrease in the use of solvents. The use of disinfectants has decreased significantly again after the Covid 19 pandemic year 2020.
<p>NH₃ -4.9 % since 1990 +0.5 % compared to 2020</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Austria's NH₃ emissions show a downward trend over the period 1990 to 2021. Since 2005, however, there has been an increase of 5.0 %. They originate almost entirely from the agricultural sector (94 %). In 2021, total emissions were approx. 0.5 % higher than in 2020, due to the increased cattle population.
<p>TSP, PM₁₀, PM_{2.5} -26 %, -35 %, -49 % since 1990 +5.0 %, +4.5 %, +4.5 % compared to 2020</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Emissions of particulate matter (TSP, PM₁₀, PM_{2.5}) have decreased since 1990. This is mainly due to air pollution reduction measures introduced by industry, in particular the iron and steel industry, along with a sharp decline in the use of coal, efficiency improvements, improvements in combustion technology for domestic heating, and improvements in engine and

exhaust aftertreatment technology in the transport sector. From 2020 to 2021, TSP, PM_{2.5} and PM₁₀ emissions have increased again after a COVID-19-induced decline. Emissions increased above all in the industrial production sector due to increased construction activities. However, the increased use of biomass of domestic and small consumers as a result of the cooler weather also contributes to the rise in emissions.

CO
-58 % since 1990
+10 % compared to
2020

- The main sources of CO emissions are domestic and small consumers, industrial production and transport. In all three sectors, significant emission reductions have been achieved since 1990 through: optimisation of combustion processes in engines and the introduction of catalytic converters in the transport sector; switching to improved technologies and reducing the consumption of coke for small-scale domestic heating; and optimisation of industrial furnaces and restructuring of steelworks in the industrial sector. In 2021, CO emissions increased, especially in the domestic and small consumption sector, due to the cooler weather, and in the industrial production sector, due to increased iron and steel production.

Cd, Hg, Pb
-48 %, -59 %, -95 %
since 1990
+7,1 %, -2.7 %, +5.3 %
compared to 2020

- Heavy metal emissions have been significantly reduced since 1990 through increased use of flue gas cleaning technologies and reduced coal, coke and heavy fuel oil consumption. A remarkable reduction in lead (Pb) emissions was achieved in the mid-1990s through a ban on leaded petrol. In the period from 2020 to 2021, Hg emissions decreased, while Cd and Pb emissions increased. The small and domestic consumers were mainly responsible for the increase due to the weather-related increase in heating demand and biomass use.

PAH
-61 % since 1990
+11 % compared to
2020

- The decrease in PAH emissions since 1990 has mainly been due to air pollution reduction measures in the sectors industrial production and small and domestic consumers. The end of primary aluminium production in 1992 as well as improved combustion technologies and reductions in solid fuel use were significant factors behind the decrease. In 2021, PAH emissions increased compared to the previous year. Small-scale consumption contributed significantly to this, due to the cooler weather and the associated increase in heating demand, as well as the greater use of wood-burning stoves (as supplementary heating or in the transitional period).

Dioxin
-70 % since 1990
+9.8 % compared to
2020

- The largest dioxin emission reductions were achieved as early as 1994 through extensive measures in industrial production and waste incineration plants. In 2021, around half of Austria's total dioxin emissions came from domestic sources and small consumers using biomass fuels for heating. From 2020 to 2021, emissions increased by a total of 9.8 %, mainly due to increased emissions from secondary aluminium production and the increase in biomass use in the small-scale consumption sector as a result of the cooler weather.

HCB
-81 % since 1990
+11 % compared to
2020

- HCB emissions were particularly reduced during the 1990s when bans on the use of certain substances in pesticides were introduced. In addition, less use of coal and the renovation of wood heating systems, as well as emission reduction measures in the iron and steel industry and secondary copper production, and the discontinuation of chlorinated hydrocarbon manufacture were, among others, decisive factors behind this decrease.

PCB
-92 % since 1990
-4.5 % compared to
2019

HCB emissions increased from 2020 to 2021 due to higher emissions from the iron and steel industry, as well as aluminium production. Emissions from small and domestic consumers also increased because of an increased use of biomass for heating, due to cold weather.

- Since 1990, releases of PCBs into the environment have been reduced through targeted environmental policies and measures. Emissions in 2020 came almost entirely from iron and steel production, the reduction 2020–2021 is caused by production declines in this area.

Status of compliance with new emission reduction obligations as of 2020

From 2020 onwards, new emission reduction obligations will apply to anthropogenic emissions of NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃ and, for the first time, particulate matter (PM_{2.5}). These are set out in the EU Directive on the Reduction of National Emissions of Certain Atmospheric Pollutants (EU 2016/2284) and the national Air Emissions Act 2018 (EG-L 2018; BGBl. I Nr. 75/2018). These were met in 2021 for the air pollutants NO_x, SO₂, NMVOC and PM_{2.5}. For ammonia (NH₃), the national emission reduction commitment for 2021 was not met, with emissions about 6 percentage points above the emission reduction commitment.

Outlook to 2030

Under Articles 8 and 10 of the NEC Directive, Member States are required to prepare and update national emission projections every two years. The results of the national projections for Austria reported in submission 2023 show possible trends in NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃ and PM_{2.5} emissions for the years up to 2030.

The results of the scenario "with existing measures" were reported to the European Commission on 15th of March 2023. They show emission reductions for all NEC pollutants (NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃ and PM_{2.5}) until 2030. The largest reduction from 2005 to 2030 is projected for NO_x – assuming that road vehicles meet current and new emission standards under real driving conditions. The smallest decrease is expected for NH₃ (Umweltbundesamt, 2023e).

The scenario "with additional measures" will also take into account the measures anchored in the National Clean Air Programme and the National Energy and Climate Plan. The WAM scenario will be prepared as soon as the two updated programmes, most recently submitted to the European Commission in 2019 (BMNT, 2019a, BMNT, 2019b), are available.

1 GRUNDLAGEN DER INVENTUR

Österreichische Luftschadstoff- Inventur

Im Rahmen der Umweltkontrolle wird jährlich am Umweltbundesamt die Österreichische Luftschadstoff-Inventur (OLI) gemäß Umweltkontrollgesetz (UKG; BGBl. I Nr. 152/1998; § 6 (2) Z. 15) erstellt. Diese umfasst sowohl die Treibhausgase (gemäß Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen – UNFCCC⁴) als auch sämtliche Luftschadstoffe, über die gemäß UNECE⁵-Übereinkommen über weitreichende grenzüberschreitende Luftverunreinigung (CLRTAP⁶) sowie gemäß diverser Protokolle zu diesem Übereinkommen und gemäß der Richtlinie über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe (NEC-RL; RL (EU) 2016/2284) zu berichten ist. Neben den Treibhausgasen CO₂, CH₄, N₂O und fluorierten Gasen (im vorliegenden Report nicht behandelt, da im Klimaschutzbericht detailliert dargestellt – siehe Umweltbundesamt, 2023c) werden somit die Emissionen von NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃ und CO (klassische Luftschadstoffe⁷) sowie von Staub (TSP, PM₁₀, PM_{2,5}), den persistenten organischen Schadstoffen (POP) und den Schwermetallen (HM) erfasst.

Die Ergebnisse der OLI dienen u. a. als Datengrundlage zur Erfüllung sämtlicher internationaler Berichtspflichten Österreichs zu Luftschadstoff-Emissionen.

Im vorliegenden Report werden die neuesten Ergebnisse der Emissionsberechnungen für die Luftschadstoffe präsentiert (Datenstand: 15. März 2023; Umweltbundesamt, 2023b); diese ersetzen somit die publizierten Daten in vorhergehenden Berichten. Abweichungen zu den Emissionsdaten früher publizierter Berichte sind mit dem kontinuierlichen Verbesserungsprozess der Inventur und den damit revidierten Emissionswerten zu erklären (siehe Kapitel 1.4).

1.1 Berichtswesen

Zur Erfüllung der internationalen Berichtspflichten (UNFCCC, UNECE, EU) werden vom Umweltbundesamt jährlich bzw. zwei- oder vierjährlich die in Tabelle 1 aufgelisteten Berichte erstellt.⁸

⁴ United Nations Framework Convention on Climate Change

⁵ United Nations Economic Commission for Europe

⁶ Convention on Long Range Transboundary Air Pollution

⁷ Es ist zu beachten, dass die Bezeichnung „klassische Luftschadstoffe“ für NO_x, NMVOC, SO₂, NH₃ und CO keiner offiziellen Definition entspricht.

⁸ Die aktuellen Emissionsberichte sind unter <https://www.umweltbundesamt.at/emiberichte> zu finden.

*Tabelle 1:
Vom Umweltbundesamt
regelmäßig veröffent-
lichte Berichte zur Erfül-
lung der Berichtspflich-
ten für Luftemissionen.*

Bericht	Datum
Austria's Annual Greenhouse Gas Inventory (Treibhausgase) – "Short NIR"	Jänner
Austria's Informative Inventory Report (Methodikbericht Luftschadstoffe) – „IIR“	März
Austria's National Inventory Report (Methodikbericht Treibhausgase) – „NIR“	April
GHG Projections and Assessment of Policies and Measures in Austria (EU-Governance Regulation)	alle zwei Jahre, zuletzt März 2023
Austria's National Air Emission Projections (Projektionsbericht für Luftschadstoffe)	alle zwei Jahre, zuletzt März 2023 unter der NEC-RL und alle vier Jahre ab 2015 unter UNECE/CLRTAP

**weitere Berichte des
Umweltbundesamtes**

Darüber hinaus werden vom Umweltbundesamt im Rahmen der Umweltkontrolle und des Qualitätsmanagements folgende weitere Berichte jährlich erstellt und auf der Internetseite des Umweltbundesamtes veröffentlicht:

- Austria's Annual Air Emission Inventory (Luftschadstoffe) – „Short IIR“ mit einer Zusammenfassung der NEC-Emissionen;
- Klimaschutzbericht – Analyse der THG-Emissionen;
- Emissionstrends in Österreich – Analyse der Luftemissionen (dieser Bericht);
- Bundesländer-Luftschadstoff-Inventur (BLI) – die Emissionen auf Ebene der Bundesländer.

1.2 Akkreditierte Inspektionsstelle

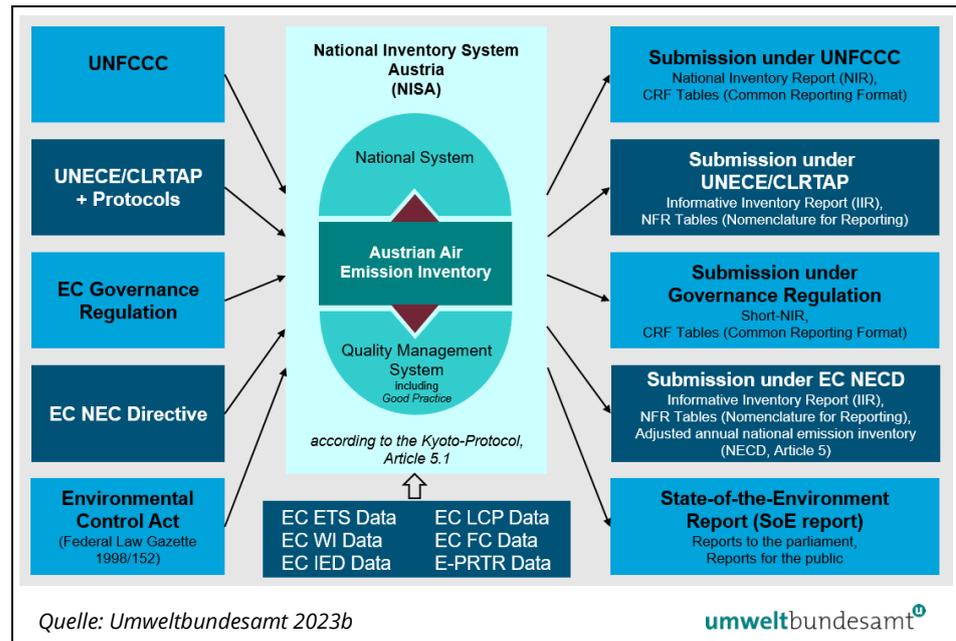
Als Vertragsstaat der Klimarahmenkonvention hat sich Österreich verpflichtet, seine Treibhausgas-Emissionen korrekt und vollständig zu erheben und an das Klimasekretariat der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) zu berichten.

Eine analoge Verpflichtung besteht für Österreich in Bezug auf die jährliche Berichterstattung der Luftschadstoffe im Rahmen des UNECE-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (CLRTAP) sowie gemäß der Emissionshöchstmengenrichtlinie (NEC-RL; RL (EU) 2016/2284).

**Nationales
Inventursystem NISA**

Um die hohen Anforderungen erfüllen zu können, wurde das Nationale Inventursystem Austria (NISA) eingerichtet. Es baut auf der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) als zentralem Kern auf und gewährleistet Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit der Inventur.

Abbildung 1:
Nationales Inventursystem Austria (NISA) im internationalen Kontext.



**QMS nach
EN ISO/IEC 17020
akkreditiert**

Wichtiger Teil des NISA ist das Qualitätsmanagementsystem nach EN ISO/IEC 17020. Das Umweltbundesamt ist als weltweit einzige Stelle für die Erstellung einer nationalen Luftschadstoff-Inventur akkreditiert.⁹

Eine Akkreditierung nach EN ISO/IEC 17020 bedeutet den Nachweis

1. eines wirksamen Qualitätsmanagementsystems,
2. der technischen Kompetenz aller Personen, die an der Emissionsinventur beteiligt sind,
3. der Unabhängigkeit, Unparteilichkeit und Integrität bei der Erstellung der Emissionsinventur.

Dieser Nachweis wurde erstmalig im Dezember 2005 im Zuge der Begutachtung für die Erstakkreditierung gegenüber einem Vertreter des damaligen Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) sowie einem von der Akkreditierungsstelle („Akkreditierung Austria“) benannten Sachverständigen erbracht und in den Jahren 2011, 2015 und 2020 bestätigt („Re-Akkreditierungen“). Seitdem ist das Umweltbundesamt berechtigt, das Akkreditierungslogo auf den jährlichen Inventurberichten zu tragen. Zusätzlich zu den genannten, alle rund fünf Jahre stattfindenden, Wiederholungsbegutachtungen werden in rund 20-monatigen Abständen weitere Begutachtungen zum Nachweis der fortwährenden Kompetenz durch Sachverständige der Akkreditierungsstelle durchgeführt, zuletzt im Juni 2023.

⁹ Seit dem 23. Dezember 2005 ist das Umweltbundesamt als Inspektionsstelle Typ A (ID-Nr. 0241) für die Erstellung der nationalen Emissionsinventur für Treibhausgase und Luftschadstoffe gemäß ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020 und Österreichischem Akkreditierungsgesetz von der Akkreditierung Austria akkreditiert. Der im aktuellen Bescheid angeführte Akkreditierungsumfang ist auf der Homepage der Akkreditierung Austria veröffentlicht (<https://akkreditierung-austria.gv.at/overview>).

1.3 Emissionsermittlung

OLI-Datenbank für nationale Emissionen

In der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) werden die nationalen Emissionen in der SNAP-Systematik der Europäischen Umweltagentur erfasst und mittels einer Transfer-Matrix in die international standardisierten Berichtsformate CRF und NFR überführt.

Emissionsfaktoren

Die Emissionsmeldungen großer Industrieanlagen und Kraftwerke werden nach einer Qualitätskontrolle direkt in die OLI aufgenommen. Bei den unzähligen kleinen Einzelquellen (Haushalte, Verkehr etc.) muss auf verallgemeinerte Ergebnisse von Einzelmessungen (Emissionsfaktoren) zurückgegriffen werden. Diese werden in Rechenmodellen mittels statistischer Hilfsgrößen auf jährliche Emissionen hochgerechnet. Bei den statistischen Hilfsgrößen handelt es sich zum überwiegenden Teil um den Energieverbrauch, der in der Energiebilanz als energetischer Endverbrauch bezeichnet wird (z. B. Benzinverbrauch). In allgemein gültiger Form werden diese Daten als Aktivitäten bezeichnet.

internationale Vergleichbarkeit

Aus Gründen der Transparenz sind für die Emissionsberechnungen publizierte Werte von Emissionsfaktoren und Aktivitäten zu verwenden. Falls solche Daten für bestimmte Emissionsfaktoren in Österreich nicht zur Verfügung stehen, wird auf international vorgegebene Werte aus den Kompendien der Berechnungsvorschriften (z. B. IPCC 2006, IPCC 2019, EEA 2019) zurückgegriffen. Ein Vorteil dieser international standardisierten Vorgehensweise ist u. a. die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Ländern.

Beschreibung der Methodik im NIR und IIR

Eine detaillierte Beschreibung der Methode (inklusive methodischer Änderungen) wird vom Umweltbundesamt jährlich in Form zweier Berichte veröffentlicht: Austria's National Inventory Report (NIR; Umweltbundesamt, 2023a) und Austria's Informative Inventory Report (IIR; Umweltbundesamt, 2023b). Diese Berichte sind auf der Homepage des Umweltbundesamtes¹⁰ publiziert.

1.4 Aktualisierte Emissionsdaten (Revision)

jährliche Revision

Emissionsfaktoren sowie Aktivitäten und Rechenmodelle werden laufend verbessert und aktualisiert. Sämtliche Änderungen bei der Berechnung (bedingt z. B. durch Weiterentwicklung von Modellen oder Revisionen von Primärstatistiken) müssen in Form einer jährlichen Revision auf die gesamte Zeitreihe angewendet werden. Nur so kann eine Zeitreihenkonsistenz der Emissionsdaten gewährleistet werden. Insbesondere der Emissionswert des letzten Jahres der Zeitreihe muss jährlich aufgrund von Änderungen vorläufiger Primärstatistiken revidiert werden.

¹⁰ <http://www.umweltbundesamt.at/emiberichte>

Änderung von Emissionsdaten Für das Inventurjahr 2020 sind folgende Revisionen gegenüber der Vorjahresinventur zu verzeichnen:

NO_x: +0,29 %, NMVOC: -0,27 %, SO₂: -1,24 %, NH₃: +0,17 %, PM_{2,5}: +0,73 %.

sektorale Änderungen Die wesentlichsten Änderungen sind im Folgenden, gegliedert nach Sektoren, zusammengefasst:

- **Revisionen der Nationalen Energiebilanz:**
 - Revisionen und Korrekturen in der nationalen Energiebilanz führten im Jahr 2020 zu leicht höheren Emissionen aus dem Erdgasverbrauch in den Sektoren Industrieproduktion und Kleinverbrauch.
- **Revisionen im Sektor Energieversorgung:**
 - Revidierte Abschätzung der Schwermetall-Emissionen aus Abfallverbrennungsanlagen ergeben höhere Emissionen.
 - Vereinheitlichte Abschätzung der Quecksilber-Emissionen aus Erdgas führen zu insgesamt leicht höheren Emissionen.
 - Revidierte NMVOC-Emissionen aufgrund der Berücksichtigung der aktuellen Erdgaszusammensetzung in der Erdgasverteilung sowie einer Revision der Emissionen aus der Erdgas- und Erdölförderung für das Jahr 2020.
- **Revisionen im Sektor Industrieproduktion:**
 - Revision der Kadmium-Emissionen aus der Papierindustrie nach unten.
 - Tätigkeitsdaten für Kupfer- und Bleiproduktion, Asphaltierung und Feuerwerke wurden aktualisiert.
 - Für Feuerwerke wurden neue, aus aktuellen Messungen abgeleitete Emissionsfaktoren angewandt.
 - PAH-Emissionen der Kupferproduktion wurden neu abgeschätzt, außerdem wurden für diese Quelle Dioxin-, Pb- und Hg-Emissionsfaktoren aktualisiert.
 - Für die Bitumen-Dachschindelproduktion wurde ein weiterer Messwert eines Betriebes in den Emissionsfaktor eingearbeitet.
 - Prozessspezifische Staub-Emissionen der Glasproduktion sowie NMVOC-Emissionen der Zucker- und Futtermittelproduktion wurden neu aufgenommen.
 - Aufgrund der Korrektur kleinerer Fehler bei der Auswertung der Eingangsdaten für die Berechnung der Lösemittel-Emissionen aus industriellen Quellen hat sich die gesamte Zeitreihe ab 2003 geringfügig geändert.
 - Staub-Emissionen aus Bau- und Abrisstätigkeiten wurden neu abgeschätzt, da sich bei einer internen Überprüfung ein bisher für Straßenbau verwendeter Emissionsfaktor als für diese Quelle nicht anwendbar herausgestellt hatte.
 - Für PCB-Emissionen der Eisen- und Stahlwerke wurden erstmalig verfügbare Messergebnisse eingearbeitet, die Emissionen gegen Ende der

Zeitreihe sind nun deutlich niedriger. Auch für PAH und PM₁₀ werden für die aktuellen Jahre nun Messergebnisse verwendet.

- **Revisionen im Sektor Kleinverbrauch:**

- Die Luftschadstoff-Emissionen aus Kleinf Feuerungsanlagen der privaten Haushalte sowie von öffentlichen und privaten Dienstleistungen ändern sich von 1990 bis 2020 geringfügig. Gründe dafür sind aktualisierte Heizungsbestandsdaten und neu zugewiesene Anteile von Verbrennungstechnologien pro Energieträger aus dem aktualisierten Energiebedarfsmodell für Raumheizung.

- **Revisionen im Sektor Verkehr/Straßenverkehr:**

- **Aktualisierung der spezifischen Fahrzeugkilometer pro Jahr**

Für Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Omnibusse und Zweiräder wurde eine statistische Auswertung der spezifischen Jahresfahrleistung aus der zentralen Bewertungsdatenbank (ZBD – jährlicher „Plakettencheck“ nach §57a KFG) für die Jahre 2018, 2019 und 2020 durchgeführt. Die Überarbeitung dieser Daten führte zu einer Verschiebung zwischen Inlandskilometern und Fahrleistungen von Fahrzeugen in der Kategorie Kraftstoffexport (hauptsächlich Lkw). Im Detail zeigen die ZBD-Daten, dass es in den Jahren 2018 und 2019 zu einer Überschätzung der Binnenfahrzeugkilometer durch das Modell und zu einer Unterschätzung der Binnenfahrzeugkilometer im Pandemiejahr 2020 kam. Dies wurde in der diesjährigen Vorlage entsprechend korrigiert.

- **Aktualisierung der Emissionsfaktoren und Motorkennlinien für EURO 6 Pkw und EURO VI Lkw**

Anpassung der Flottendaten an HBEFA V4.2 (HDV EUROVI_ABC_DE). Aktualisierung der Alterungsfaktoren für Pkw und schwere Nutzfahrzeuge.

- **Revisionen im Sektor Landwirtschaft:**

- Auf Grundlage der finalen Ergebnisse der Agrarstrukturerhebung 2020 (Statistik Austria, 2022d) wurden aktualisierte Tierzahlen für Geflügel und Wild in die OLI implementiert. Die letzten verfügbaren Daten stammten aus der Agrarstrukturerhebung 2016 (Statistik Austria, 2018). Um Sprünge in der Zeitreihe zu vermeiden, wurden die Jahre 2017, 2018 und 2019 interpoliert.
- Der Eiweißgehalt von Milch für die Jahre 2019 und 2020 sowie der Fettgehalt der Milch für 2020 wurden rückwirkend aktualisiert (AMA, 2021). Des Weiteren wurde die Aufteilung nach Rinderrassen für die Jahre 1996–2004 und 2014–2020 leicht angepasst. Diese Revisionen führten zu marginalen Änderungen der Brutto-Energieaufnahme, der Stickstoffausscheidungsmengen ($N_{\text{excretion}}$) und potenziell flüchtigen Kohlenstoffverbindungen ($VS_{\text{excretion}}$) für Milch- und Mutterkühe.
- Für die landwirtschaftliche Biogaserzeugung wurden aktualisierte Daten für das Jahr 2020 eingearbeitet (E-CONTROL, 2022).
- Es wurde erstmals für den Zeitraum ab 2017 der rückläufige Trend in der Anbindehaltung bei Rindern berücksichtigt (zuvor fortgeschrieben), was insbesondere zu höheren NH₃-Emissionen führte.

- Aufgrund von Anpassungen der Acker- und Grünlandflächen im LULUCF-Sektor wurden die Staub- und NMVOC-Emissionen der landwirtschaftlichen Böden für die Jahre 2014–2020 aktualisiert.
- Die Emissionen aus der offenen Verbrennung von Rebholz (bis zur OLI 2021 im Sektor Landwirtschaft berichtet) werden nun aufgrund einer Anmerkung aus dem NEC-Review 2022 dem Abfallsektor zugeteilt. Dies führte im Sektor Landwirtschaft zu niedrigeren Emissionen aller Schadstoffe in der gesamten Zeitreihe.
- **Revisionen im Sektor Sonstige:**
 - Aufgrund von neuen Informationen zu Österreichs Biogasanlagen (E-Control, 2022) wurden die NH₃-Emissionen aus der anaeroben Vergärung in Biogasanlagen überarbeitet.
 - Das Aufkommen von in Hausgärten kompostierten biogenen Abfällen wurde neu abgeschätzt (Bundesabfallwirtschaftsplan 2023; BMK, 2023). Dadurch haben sich die NH₃-Emissionen aus dieser Quelle um fast ein Viertel reduziert. Darüber hinaus wurden NMVOC-Emissionen aus der industriellen Abwasserbehandlung erstmals abgeschätzt, wenn auch der Anteil dieser Quelle an der nationalen Gesamtemission nur sehr gering ist (0,01 %).
 - Die Emissionswerte für Feinstaub und andere Luftschadstoffe aus Gebäudebränden wurden aufgrund der Verfügbarkeit der Brandschadenstatistik 2020 revidiert.

1.5 Verursachersektoren

internationales Berichtsformat

Die sektorale Zuordnung der Emittenten leitet sich vom international standardisierten UNECE-Berichtsformat NFR¹¹ ab und folgt dem international festgelegten „quellenorientierten“ Ansatz. Die Erfassung der Emissionen erfolgt somit in jenem Sektor, in dem sie entstehen – unabhängig vom Ort des Endverbrauches (z. B. Fernwärme, Strom: beim Kraftwerk, nicht beim Abnehmer). Dieser Grundsatz gilt auch zwischen den Staaten: Wird z. B. Strom importiert, so werden die mit der Stromgewinnung verbundenen Emissionen nicht Österreich, sondern dem Staat des Kraftwerkstandortes zugerechnet.

Anpassung Sektoreinteilung 2017

Im Jahr 2017 wurde die sektorale Gliederung dieses Berichtes an die sektorale Gliederung des Klimaschutzberichtes angepasst. Sie erfolgt nun in Anlehnung an die Systematik des Klimaschutzgesetzes für Treibhausgase. Somit können die sektoralen Daten beider Berichte besser miteinander verglichen werden. Eine hundertprozentig idente Sektoreinteilung ist aufgrund der unterschiedlichen Bedeutung der Sektoren für die Schadstoff- und Treibhausgas-Bilanz jedoch nicht möglich.

¹¹ **Nomenclature For Reporting (NFR):** Berichtsformat der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (UNECE).

In den insgesamt sechs Verursachersektoren dieses Berichtes sind folgende Emittenten enthalten:

Energieversorgung¹²

- Kalorische Kraftwerke (inklusive energetische Verwertung von Abfall),
- Raffinerie, Energieeinsatz bei Erdöl- und Erdgasgewinnung,
- Emissionen von Pipeline-Kompressoren,
- Kohle-, Erdgas- und Erdölförderung und -verteilung – flüchtige Emissionen.

Industrieproduktion¹³

- Pyrogene Emissionen der Industrie,
- Prozessemissionen der Industrie,
- Offroad-Geräte der Industrie (Baumaschinen etc.),
- Feinstaub-Emissionen des Bergbaus (ohne Brennstoffförderung).

Verkehr

- Straßenverkehr (inklusive der Emissionen aus Kraftstoffexport),
- Bahnverkehr, Schifffahrt, Flugverkehr (Start- und Landezyklen),
- militärische Flug- und Fahrzeuge,
- Emissionen am Flughafengelände für Flugzeugabfertigung am Boden.

Kleinverbrauch¹⁴

- Kleinf Feuerungsanlagen privater Haushalte, privater und öffentlicher Dienstleister (öffentliche Gebäude, Bürogebäude, Hotellerie, Krankenhäuser etc.), die überwiegend der Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser¹⁵ dienen,
- mobile Geräte privater Haushalte und privater und öffentlicher Dienstleister,
- Feinstaub aus Brauchtumsfeuer und Holzkohlegrills.

Landwirtschaft

- Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement,
- Düngung mit organischem und mineralischem Stickstoff- und Harnstoffdünger,
- offene Verbrennung von Pflanzenresten auf dem Feld,
- land- und forstwirtschaftliche mobile und stationäre Geräte,

¹² Vom Klimaschutzbericht abweichende sektorale Abgrenzung

¹³ Vom Klimaschutzbericht abweichende sektorale Abgrenzung

¹⁴ Vom Klimaschutzbericht abweichende sektorale Abgrenzung, da bei Staub auch Quellen enthalten sind, die nichts mit Gebäuden zu tun haben (Brauchtumsfeuer, Holzkohlegrills, ...)

¹⁵ Eine klare Trennung der Verwendungszwecke „Warmwasserbereitung“ und „Prozesswärme“ ist in der Nutzenergieanalyse derzeit nicht möglich (Statistik Austria, 2022c).

- Feinstaub aus Viehhaltung und der Bearbeitung landwirtschaftlicher Flächen,
- Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (HCB),
- Emissionen aus der Bepflanzung mit Feldfrüchten (NMVOC).

Sonstige¹⁶

- Abfallwirtschaft,
- Abfalldeponien,
- Abfallverbrennung (exklusive Abfallverbrennung in Energieanlagen),
- Kompostierung und mechanisch-biologische Abfallbehandlung,
- Abwasserbehandlung und -entsorgung,
- Abfallvergärung (landwirtschaftliche Biogasanlagen),
- Auto- und Gebäudebrände,
- Lösemittelanwendung und Sonstiges,
- Farb- und Lackanwendung, auch im Haushaltsbereich,
- Reinigung, Entfettung,
- Herstellung und Verarbeitung chemischer Produkte,
- Tabakrauch und Feuerwerke.

***internationaler
Flugverkehr nicht
berücksichtigt***

Die Emissionen aus dem internationalen Flugverkehr werden zwar gemäß den internationalen Konventionen berichtet, sind aber – mit Ausnahme der Start- und Landezyklen gemäß UNECE-Berichtspflicht – nicht in den nationalen Gesamtemissionen inkludiert.

***natürliche
Emissionsquellen nicht
berücksichtigt***

Bei allen Emissionswerten ist zu beachten, dass es sich stets nur um anthropogene (vom Menschen verursachte) Emissionen handelt. Nicht-anthropogene Emissionen (aus der Natur) werden in diesem Bericht nicht behandelt, da sie nicht Teil der internationalen Berichtspflichten sind.

¹⁶ Vom Klimaschutzbericht abweichende sektorale Abgrenzung.

2 LUFTSCHADSTOFFE UND UMWELTPROBLEME

Luftschadstoffe können sehr unterschiedliche Auswirkungen auf Mensch und Umwelt haben. So können sie die menschliche Gesundheit direkt beeinträchtigen, Schäden an der Umwelt sowie an Sach- und Kulturgütern verursachen oder aber auch indirekt wirken, indem sie beispielsweise das Klima (Treibhauseffekt) beeinflussen.

gesundheitliche Auswirkungen

Beim Menschen können Schadstoffe in der Luft Entzündungen der Atemwege verursachen und Erkrankungen, wie Allergien und Asthma, fördern bzw. ungünstig beeinflussen: Feinstaub kann die durchschnittliche Lebenserwartung je nach Wohnort um mehrere Monate verringern, zudem können Kurzzeiteffekte und Langzeitschädigungen der Atemwege sowie Herz-Kreislauf-Erkrankungen auftreten. Stickstoffdioxid kann die Lungenfunktion beeinträchtigen, Entzündungsreaktionen auslösen und die Anfälligkeit für Infektionen erhöhen. Das aus seinen Vorläufersubstanzen (u. a. Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen) in der Atmosphäre gebildete bodennahe Ozon kann Husten und Atemwegsprobleme verursachen und zu frühzeitigen Todesfällen führen (WHO, 2008).

Kanzerogene Substanzen, wie Benzol oder verschiedene Persistente Organische Schadstoffe, können die Erbsubstanz schädigen und das Krebsrisiko erhöhen. Schwermetalle üben ab gewissen Konzentrationen eine toxische Wirkung auf Lebewesen aus.

Auswirkungen auf Ökosysteme

Einträge von Schwefel- und Stickstoffverbindungen in die Umwelt können eine Versauerung von Böden und Gewässern hervorrufen und Ökosysteme negativ beeinflussen. Der übermäßige Eintrag von Stickstoffverbindungen wirkt darüber hinaus eutrophierend (überdüngend).

Rückgang seit 2005

Durch etliche Maßnahmen konnte die Belastung durch bestimmte Luftschadstoffe bereits deutlich reduziert werden. In der EU-27 wird seit 2005 ein Rückgang aller wichtigen Luftschadstoffe beobachtet, obwohl das Bruttoinlandsprodukt im selben Zeitraum gestiegen ist. Besonders deutlich sind die SO₂-Emissionen (-79 % gegenüber 2005) und NO_x-Emissionen (-48 % gegenüber 2005) zurückgegangen. Die Emissionen von PM₁₀ und PM_{2,5} haben sich im Zeitraum von 2005 bis 2020 um 30 % bzw. 32 % verringert. Der geringste Emissionsrückgang (-8 %) auf europäischer Ebene ist bei NH₃ zu verzeichnen, das hauptsächlich aus der Landwirtschaft stammt (EEA, 2022a).

Dennoch stellt die Luftverschmutzung nach wie vor das größte umweltbedingte Gesundheitsrisiko in Europa dar und hat erhebliche Auswirkungen auf die Gesundheit der europäischen Bevölkerung, insbesondere in städtischen Gebieten. In der Europäischen Union sind 96 % der urbanen Bevölkerung einer höheren Feinstaubbelastung ausgesetzt als von der WHO empfohlen (EEA, 2022b).

weitere Reduktions- maßnahmen sind nötig

Auch in Österreich können manche Schadstoffe weiterhin über einschlägigen Grenzwerten liegen. Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5}), Ozon und Stickstoffoxide (NO_x: NO und NO₂) treten nach wie vor in Konzentrationen auf, die über den (2021 aktu-

alisierten) Richtwerten der Weltgesundheitsorganisation liegen und zu Beeinträchtigungen der Gesundheit führen bzw. sich negativ auf Ökosysteme auswirken. Bei diesen Schadstoffen sind in den nächsten Jahren noch weitere Maßnahmen auf nationaler und internationaler Ebene notwendig. Auch bei NH_3 , das eine Vorläufersubstanz für die Bildung von gesundheitsschädlichem Feinstaub ist, besteht Handlungsbedarf.

Tabelle 2: In der OLI erfasste Luftschadstoffe und deren Zuordnung zu verschiedenen Umweltproblemen.

Emissionen	Bezeichnung	Direkte Auswirkungen	Ozonvorläufer- substanz	Versauerung	Eutrophierung	Schwebestaub
SO ₂	Schwefeldioxid und -trioxid (SO ₂ und SO ₃), angegeben als SO ₂	X		X		X**
NO _x	Stickstoffoxide (NO und NO ₂), angegeben als NO _x	X	X	X	X	X**
NMVOC	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan und ohne Substanzen, die im Montreal Protokoll geregelt werden	X*	X			X**
CH ₄	Methan		X			
CO	Kohlenstoffmonoxid	X	X			
NH ₃	Ammoniak	X		X	X	X**
Cd	Kadmium	X				(X)
Hg	Quecksilber	X				(X)
Pb	Blei	X				(X)
PAK	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	X				(X)
Dioxine	Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD)	X				(X)
HCB	Hexachlorbenzol	X				
PCB	Polychlorierte Biphenyle	X				(X)
Staub	Staub (TSP, PM ₁₀ , PM _{2,5})	X				X

* nur bestimmte Substanzen dieser Gruppe, z. B. Benzol

** sekundäre Partikelbildung

3 KLASSISCHE LUFTSCHADSTOFFE

In diesem Kapitel sind die Luftschadstoffe Stickstoffoxide (NO_x), Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC), Schwefeldioxid (SO₂), Ammoniak (NH₃) und Kohlenstoffmonoxid (CO) dargestellt. Im Rahmen dieses Berichtes werden diese fünf Schadstoffe als "klassische" Luftschadstoffe bezeichnet, wenngleich das keiner offiziellen Definition entspricht.

Diese Schadstoffe können sowohl die Gesundheit beeinträchtigen als auch zu negativen Auswirkungen auf empfindliche Ökosysteme führen, da sie teilweise zur Bildung von Ozon sowie zur Versauerung und Überdüngung von Böden und Gewässern beitragen.

Bildung von Ozon Ozon (O₃) wird in bodennahen Luftschichten durch die Einwirkung von Sonnenlicht aus Ozonvorläufersubstanzen gebildet. Zu diesen Substanzen zählen vor allem flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Stickstoffoxide. Darüber hinaus tragen großräumig auch die Schadstoffe Kohlenstoffmonoxid (CO) und Methan (CH₄) zur Ozonbildung bei. Der Großteil der in Österreich gemessenen Ozonbelastung ist dem mitteleuropäischen bzw. dem kontinentalen Hintergrund zuzuordnen. Zu den erhöhten Spitzenwerten in den Sommermonaten (z. B. Überschreitungen der Informations- und Alarmschwelle) liefern aber auch lokale bzw. regionale Emissionen von Vorläufersubstanzen – v. a. in Nordostösterreich – einen wesentlichen Beitrag.

Versauerung von Böden und Gewässern Die Versauerung durch säurebildende Luftschadstoffe bewirkt eine Herabsetzung des pH-Wertes von Böden und Gewässern. Hauptverantwortlich hierfür sind der Niederschlag und die trockene Deposition von SO₂, NO_x und NH₃ sowie deren atmosphärische Reaktionsprodukte.

Eutrophierung von Ökosystemen Als Eutrophierung (Überdüngung) wird der übermäßige Eintrag von Stickstoff in Ökosysteme bezeichnet, wodurch ein Düngeeffekt entsteht. Eutrophierung kann durch die Luftschadstoffe NO_x und NH₃ sowie deren atmosphärische Reaktionsprodukte verursacht werden. Diese Stickstoffverbindungen sind normalerweise als Nährstoffe für Pflanzen unerlässlich. Bei erhöhtem Eintrag kann es jedoch zu schädigenden Wirkungen auf die Vegetation und auf Ökosysteme sowie zur Verdrängung bestimmter Arten kommen (Einfluss auf die Biodiversität).

3.1 Übereinkommen und Rechtsnormen

Um den Schadstoffeintrag in Ökosysteme und die Belastung der menschlichen Gesundheit zu verringern, gibt es auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene rechtliche Festlegungen zur Begrenzung und Reduktion der Emissionen.

UNECE-Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (Genf, 1979)

Genfer Luftreinhaltekonvention

In dem Bestreben, negative Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit durch Luftschadstoff-Emissionen zu minimieren bzw. zu verhindern, hat die Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (United Nations Economic Commission for Europe, UNECE) im Jahr 1979 das Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, CLRTAP) verabschiedet.

Unter dem auch als Genfer Luftreinhaltekonvention bezeichneten Übereinkommen wurde in den 1980er- und 1990er-Jahren eine Reihe von stoffspezifischen Protokollen zur Begrenzung der Emissionen und zur Festlegung von Maßnahmen beschlossen.

UNECE-Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon (Göteborg, 1999)

Göteborg-Protokoll

Im Rahmen des UNECE-Übereinkommens wurde am 1. Dezember 1999 von Österreich das Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon¹⁷ (Göteborg-Protokoll, 1999) unterzeichnet. Das Protokoll enthält absolute Emissionshöchstmengen für 2010 und trat am 17. Mai 2005 in Kraft.

Im Mai 2012 wurde eine Revision des Göteborg-Protokolls¹⁸ mit neuen Reduktionszielen ab dem Jahr 2020 verabschiedet. Die nationalen Ziele ab 2020 (bezogen auf das Basisjahr 2005 NO_x: -37 %, VOC: -21 %, SO₂: -26 %, NH₃: -1 %, PM_{2,5}: -20 %¹⁹) entfalten aber keine bindende Wirkung, da Österreich das Göteborg-Protokoll nicht ratifiziert hat. Sie bilden jedoch die Grundlage für die revidierte NEC-Richtlinie der EU (RL 2016/2284/EU), die seit Dezember 2016 in Kraft ist.

„Clean Air Programme“ der EU

„Clean Air Programme“ der EU

Im Dezember 2013 veröffentlichte die Europäische Kommission ein Maßnahmenpaket für saubere Luft mit dem Ziel, die Luftverschmutzung in der EU zu verringern. Diese Strategie enthält Zielvorgaben für die Verringerung der gesundheitlichen und ökologischen Auswirkungen der Luftverschmutzung bis 2030 sowie Gesetzesvorschläge zur Umsetzung strengerer Normen für Emissionen und Luftverschmutzung.

Im Rahmen des Clean Air Programmes wurde die Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen (NEC-RL) überarbeitet, die am 31. Dezember 2016 in Kraft getreten ist. Des Weiteren wurde eine neue Richtlinie zur Verringerung der Verschmutzung durch mittelgroße Feuerungsanlagen am 25. November 2015 verabschiedet.

¹⁷ Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone

¹⁸ <https://unece.org/environment-policy/air/protocol-abate-acidification-eutrophication-and-ground-level-ozone>

¹⁹ http://www.unece.org/fileadmin/DAM/press/pr2012/GothenburgProtocol_Table_Eng.pdf

EU NEC-Richtlinie und Emissionsgesetz-Luft 2018 (EG-L 2018)**EU NEC-Richtlinie und Emissionsgesetz-Luft**

Ende 2016 trat auf europäischer Ebene die neue Richtlinie über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe (Emissionshöchstmengengerichtlinie; NEC-RL; 2016/2284/EG) in Kraft. Sie ersetzt die frühere NEC-Richtlinie (NEC-RL; 2001/81/EG), die nationale Emissionshöchstmengen für die Schadstoffe NO_x , SO_2 , NMVOC und NH_3 von 2010 bis 2019 definierte. Nach der englischen Bezeichnung National Emission Ceilings wurde diese auch NEC-Richtlinie (NEC-RL) genannt. Diese Abkürzung wird auch für die revidierte Version beibehalten, obwohl sie im Gegensatz zu den bisherigen absoluten Emissionshöchstmengen relative Reduktionsverpflichtungen festlegt.

Die für 2030 vereinbarten ehrgeizigeren Reduktionsverpflichtungen zielen darauf ab, die gesundheitlichen Auswirkungen der Luftverschmutzung im Vergleich zu 2005 um die Hälfte zu reduzieren.

Zur Umsetzung in nationales Recht wurde in Österreich eine Neufassung des Emissionshöchstmengengesetzes-Luft (EG-L), das Emissionsgesetz-Luft 2018 (EG-L 2018; BGBl. I Nr. 75/2018), verabschiedet.

Entsprechend der NEC-Richtlinie bzw. dem EG-L gelten für die Jahre von 2020 bis 2029 und ab 2030 die in Tabelle 3 dargestellten Reduktionsverpflichtungen. Neben den Schadstoffen NO_x , SO_2 , NMVOC, NH_3 gilt diese Verpflichtung auch für die Emissionen von Feinstaub ($\text{PM}_{2,5}$). Basisjahr für die Berechnungen der Emissionsreduktionsverpflichtungen ist das Jahr 2005.

*Tabelle 3:
Emissionsreduktionsverpflichtungen Österreichs
entsprechend
NEC-RL bzw. EG-L.*

	Reduktionsverpflichtung gegenüber 2005 in jedem Jahr zwischen 2020 und 2029	Reduktionsverpflichtung gegenüber 2005 in jedem Jahr ab 2030
NO_x	-37 %	-69 %
SO_2	-26 %	-41 %
NMVOC	-21 %	-36 %
NH_3	-1 %	-12 %
$\text{PM}_{2,5}$	-20 %	-46 %

nationale Maßnahmenprogramme

Um die Zielerreichung sicherzustellen, sind nationale Maßnahmenprogramme festzulegen und umzusetzen. Das erste nationale Luftreinhalteprogramm wurde 2010 erstellt (Bundesregierung, 2010) und 2012 evaluiert (Umweltbundesamt, 2012). Gemäß der revidierten NEC-Richtlinie 2016/2284/EG mussten Österreich sowie alle anderen Mitgliedstaaten bis 2019 ein nationales Luftreinhalteprogramm erstellen und an die Europäische Kommission übermitteln (BMNT, 2019b). Dieses ist mindestens alle vier Jahre zu aktualisieren. Die nächste Überarbeitung ist 2023 fällig und befindet sich derzeit in Ausarbeitung. Die Entwicklung der Emissionen ist weiterhin im Rahmen von jährlichen Emissionsinventuren zu überwachen.

Ammoniakreduktionsverordnung

Mit den bisherigen Maßnahmen ist eine Zielerreichung für die meisten Schadstoffe in Österreich zu erwarten. Ammoniak stellt jedoch eine Herausforderung dar. Um die Emissionsreduktionsverpflichtung gewährleisten zu können, wurde die Verordnung über Maßnahmen zu Ammoniak im Bereich der Luftreinhaltung (Ammoniakreduktionsverordnung; BGBl. II Nr. 24/2023) im Jahr 2022 erlassen. Die Verordnung enthält die Einarbeitungspflicht von Düngemitteln, die Abdeckungsverpflichtung von Güllelagern, Harnstoff darf nur noch entweder unter Zugabe eines Ureasehemmstoffes ausgebracht werden oder muss unverzüglich eingearbeitet werden (< 4 h) und es besteht eine Aufzeichnungsverpflichtung über die vorgeschriebenen Einarbeitungsvorgaben für Düngemittel und Harnstoff. Die Verordnung wird bis spätestens Ende 2025 evaluiert und falls nötig novelliert.

EU-Aktionsplan „Schadstofffreiheit von Luft, Wasser und Boden**EU-Aktionsplan**

Im European Green Deal hat sich die Europäische Kommission das Ziel einer schadstofffreien Umwelt gesetzt. Dieses Ziel hat sie im Mai 2021 unter anderem mit einem EU-Aktionsplan „Schadstofffreiheit von Luft, Wasser und Boden“ (KOM(2021) 400 final) konkretisiert.

Dieser Aktionsplan sieht allgemein vor, dass die Verschmutzung von Luft, Wasser und Boden bis 2050 auf ein Niveau gesenkt wird, das als nicht mehr schädlich für die Gesundheit und die natürlichen Ökosysteme gilt.

Im Bereich der Luftqualität wurde als Etappenziel bis 2030 die Reduktion der gesundheitlichen Auswirkungen der Luftverschmutzung (vorzeitige Todesfälle) um mehr als 55 % (im Vergleich zum Basisjahr 2005) festgelegt. Dominierender Faktor dabei ist die Belastung durch Feinstaub (PM_{2,5}).

Für Land- und Süßwasserökosysteme ist das Ziel, die Zahl der Ökosysteme, in denen die biologische Vielfalt durch luftverschmutzungsbedingte Eutrophierung gefährdet ist, bis 2030 um 25 % zu verringern.

Die Europäische Kommission wird bis 2025 eine Bestandsaufnahme des Grads der Umsetzung dieses Aktionsplans vornehmen und ermitteln, ob weitere Maßnahmen erforderlich sind. Sie wird außerdem die bisher festgelegten Ziele, Leitinitiativen und Maßnahmen überprüfen, um sicherzustellen, dass die EU-Mitgliedstaaten den Weg zur Erreichung des Null-Schadstoff-Ziels einhalten.

3.1.1 Einhaltungstand Emissionsreduktionsverpflichtungen**nationale Emissionsmengen**

Zur Überprüfung der Einhaltung der Emissionsreduktionsverpflichtungen entsprechend der NEC-RL und dem EG-L werden die nationalen Emissionsmengen inklusive Kraftstoffexport (berechnet auf Basis der verkauften Treibstoffmenge) herangezogen. Die Emissionsmengen aus Kraftstoffexport werden daher nicht von der Gesamtemissionsmenge abgezogen. Die Emissionen von NO_x und NMVOC aus Tätigkeiten, die unter die Kategorien 3.B (Düngewirtschaft) und 3.D

(landwirtschaftliche Böden) fallen, sind im Rahmen der Reduktionsverpflichtungen nicht zu berücksichtigen und im Zielvergleich somit von den jeweiligen Gesamtemissionen abzuziehen.

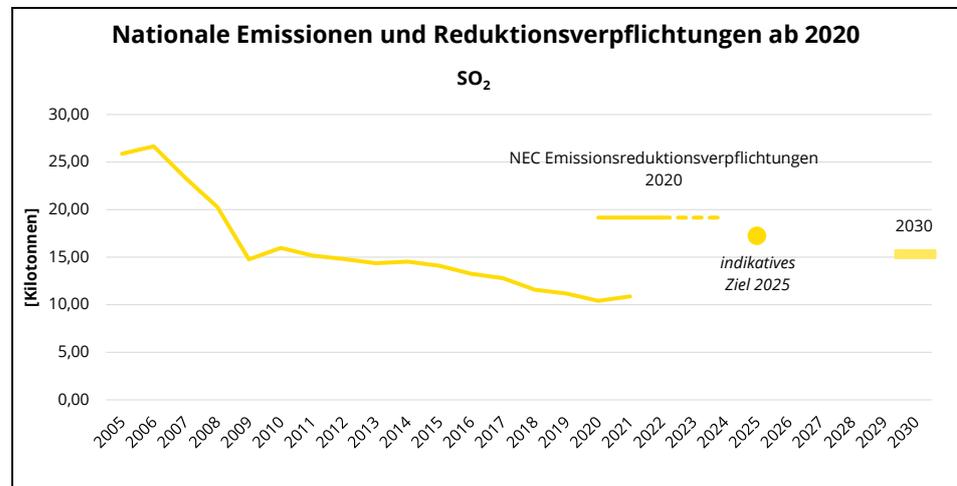
Für das Jahr 2021 stellt sich der Zielvergleich wie folgt dar:

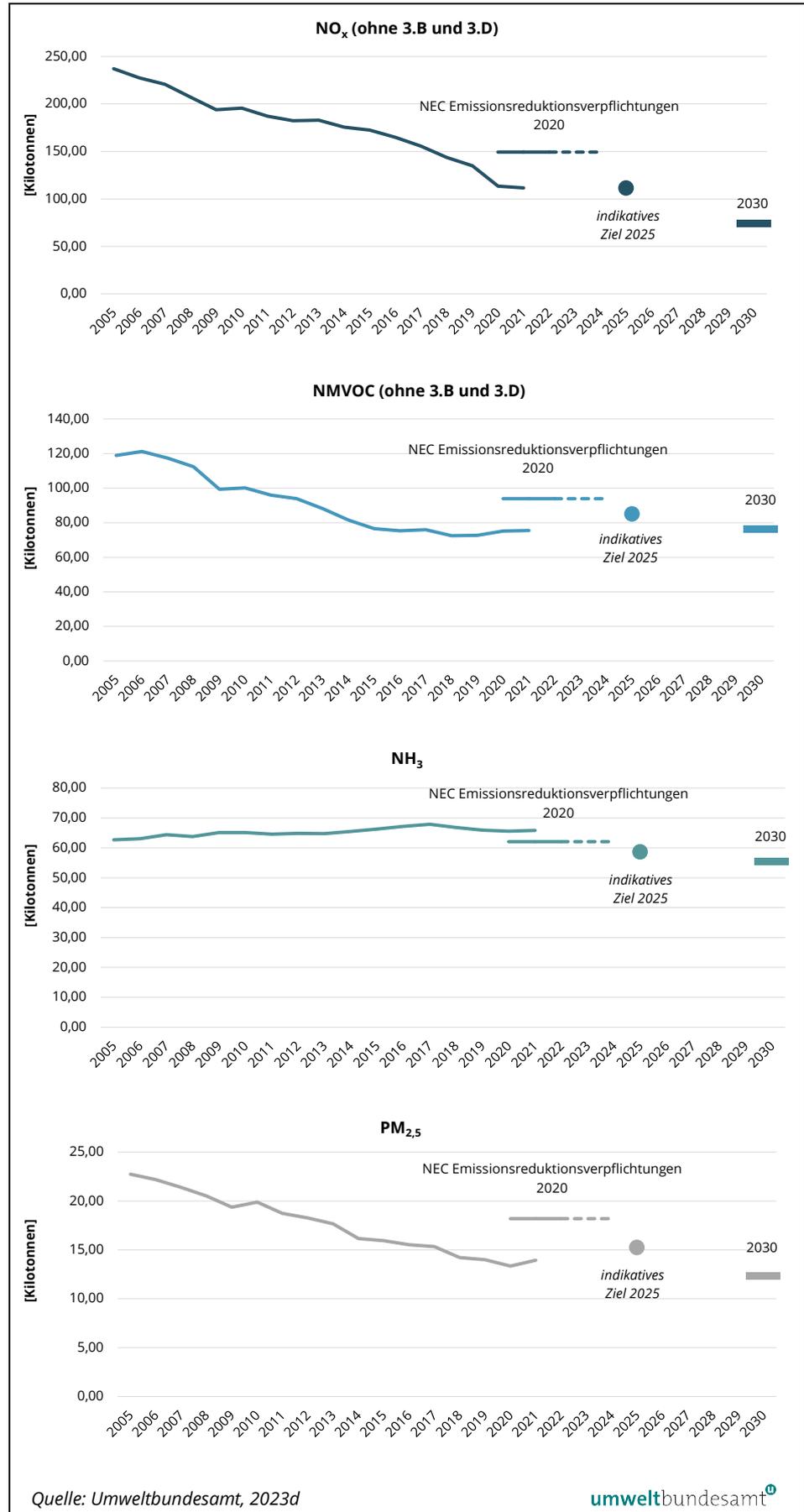
- Die Emissionsreduktionsverpflichtungen für die Luftschadstoffe NO_x, SO₂, NMVOC und PM_{2,5} werden eingehalten.
- Das Reduktionsziel für Ammoniak (NH₃) wird nicht erreicht (+5 % anstatt – 1 %, verglichen mit dem Basisjahr 2005).

Tabelle 4: Emissionen und prozentuelle Änderung von 2005 bis 2021 (Quelle: Umweltbundesamt, 2023d).

	2005	2021	2005–2021
NO_x (ohne 3.B und 3.D)	237,09	111,63	-52,9 %
NMVOC (ohne 3.B und 3.D)	118,82	75,47	-36,5 %
SO₂	25,89	10,87	-58,0 %
NH₃	62,70	65,85	+5,0 %
PM_{2,5}	22,75	13,94	-38,7 %

Abbildung 2:
Gegenüberstellung der
Emissionen und der
Emissionsreduktionsver-
pflichtungen ab 2020.





3.1.2 NEC-Projektionen – Ausblick 2030

Entsprechend der NEC-Richtlinie (Artikel 8 und 10) sind von den Mitgliedstaaten in einem zweijährigen Intervall Nationale Emissionsprojektionen zu erstellen und an die Europäische Kommission und Umweltagentur zu übermitteln.

WEM-Szenario Eine aktuell vorliegende Version wurde vom Umweltbundesamt Anfang 2023 erstellt (Umweltbundesamt, 2023e) und enthält ein Emissionsszenario, das alle Maßnahmen, die bis zum 1. Januar 2022 umgesetzt wurden, berücksichtigt. In diesem sogenannten Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (with existing measures – WEM) wurde die Entwicklung der Emissionen der Schadstoffe NO_x-, SO₂-, NMVOC-, NH₃- und PM_{2,5} bis 2030 modelliert.

WAM-Szenario Ein Szenario „mit zusätzlichen Maßnahmen“ (with additional measures – WAM) befindet sich derzeit in Ausarbeitung und wird auch geplante Maßnahmen, die im Nationalen Luftreinhalteprogramm und im Integrierten Nationalen Energie- und Klimaplan für Österreich vorgesehen sind, beinhalten. Nachdem diese beiden Maßnahmenprogramme derzeit überarbeitet und aktualisiert werden, liegt auch das WAM-Szenario, das parallel dazu erstellt wird, noch nicht vor.

In den folgenden Kapiteln der einzelnen NEC-Schadstoffe (NO_x-, SO₂-, NMVOC-, NH₃- und PM_{2,5}) und Sektoren werden die Ergebnisse des WEM-Szenarios jeweils im Absatz „Ausblick 2030“ zusammenfassend dargestellt. Weitere methodische Details, Datenquellen und die zugrundeliegenden Annahmen sind dem Projektionsbericht des Umweltbundesamtes (Umweltbundesamt, 2023e) zu entnehmen.

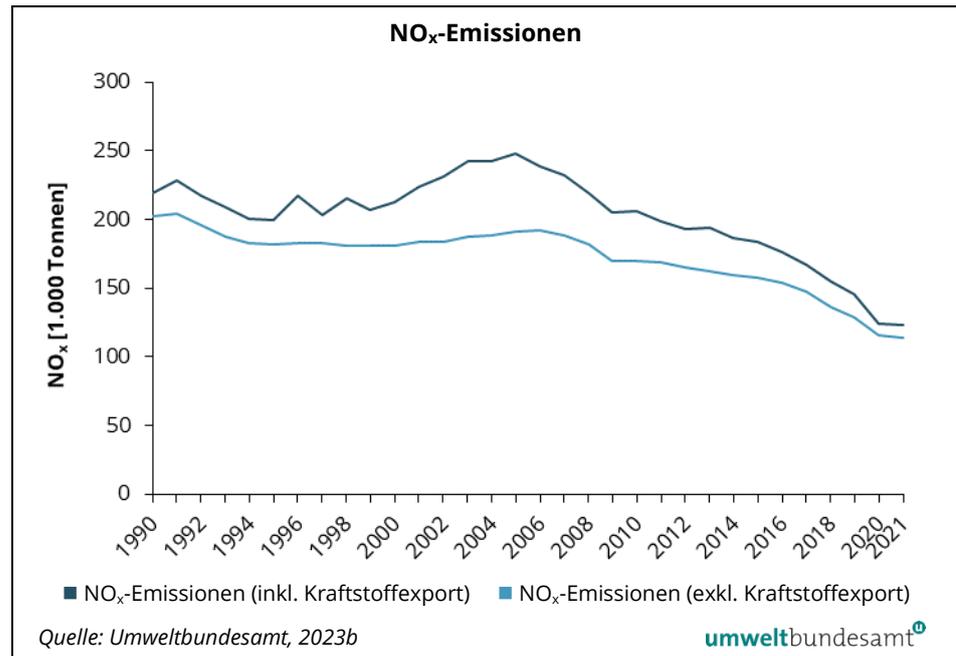
3.2 Stickstoffoxide (NO_x)

Emissionsquellen NO_x-Emissionen entstehen vorwiegend als unerwünschtes Nebenprodukt bei der Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen bei hoher Temperatur. Der Verkehrssektor ist in Österreich für rund die Hälfte des NO_x-Ausstoßes verantwortlich.

3.2.1 Emissionstrend 1990–2021

Abnahme um 1,5 % gegenüber 2020 Von 1990 bis 2021 konnte der Stickstoffoxid-Ausstoß um insgesamt 44 % auf rund 122.600 Tonnen gesenkt werden, wobei 2021 um 1,5 % weniger NO_x emittiert wurde als im Jahr zuvor. Abzüglich der Emissionen aus dem Kraftstoffexport (im Fahrzeugtank exportierte Kraftstoffmengen) lagen die Emissionen 2021 bei rund 114.100 Tonnen NO_x (-44 % seit 1990 bzw. -1,3 % gegenüber 2020). Von dem in Österreich getankten Kraftstoff wurden somit im Jahr 2021 NO_x-Emissionen im Ausmaß von rund 8.500 Tonnen bei Fahrten im Ausland (d. h. in Folge von Kraftstoffexport) verursacht.

Abbildung 3:
Trend der Stickstoffoxid-
Emissionen (inklusive
und exklusive NO_x aus
Kraftstoffexport).



trendbestimmende Faktoren

Seit 2005 ist für die österreichischen NO_x -Emissionen ein kontinuierlicher Rückgang zu verzeichnen, vorwiegend bedingt durch die Fortschritte in der Automobiltechnologie, insbesondere bei schweren Nutzfahrzeugen im Sektor Verkehr. Vor allem die Fortschritte bei der Abgasnachbehandlung schwerer Nutzfahrzeuge (Lkw und Busse) zeigten hier Wirkung. Die spezifischen NO_x -Emissionen pro Fahrzeugkilometer sind v. a. bei Benzin-Pkw sowie Sattel- und Lastzügen stark gesunken. In den übrigen Sektoren konnte der NO_x -Ausstoß seit 2005 ebenfalls gesenkt werden.

In der Industrieproduktion kam es durch den krisenbedingten Einbruch der industriellen Produktion und durch eine Änderung des Produktionsverfahrens bei der Ammoniakherstellung von 2008 auf 2009 zu einem deutlichen Emissionsrückgang. In den letzten Jahren verlaufen die NO_x -Emissionen kontinuierlich abnehmend, was im Wesentlichen auf Emissionsminderungen in der Kategorie Offroad-Maschinen und -Geräte der Industrie und auf einen Emissionsrückgang aus der Holzverarbeitenden Industrie zurückzuführen ist. Entgegen dieser Entwicklung kam es jedoch 2021 zu einer leichten Emissionszunahme, bedingt durch die gestiegene Produktion vor allem von Eisen- und Stahl sowie Zement und Kalk.

Im Sektor Energieversorgung sind die Neuinbetriebnahme einer Rauchgasreiniigungsanlage zur Reduzierung der Schwefel- und Stickstoffoxid-Emissionen (S NO_x -Anlage) in der Raffinerie Schwechat sowie ein geringerer Kohle- und Gaseinsatz in Kraftwerken die wesentlichen Gründe für die Emissionsabnahmen seit 2007.

Der NO_x -Ausstoß aus dem Sektor Kleinverbrauch ist stark abhängig von der Witterung. Der verstärkte Einsatz von effizienter Brennwerttechnik bei Öl- und Gaskesseln (Heizkesseltausch), die Reduktion von organischem Stickstoff in Heizöl (durch Entschwefelung), die Verdrängung von Kohle aus dem Energieträgermix,

die teilweise milden Winter der letzten Jahre sowie die thermische Gebäudesanierung sind die Ursachen für den Rückgang der NO_x-Emissionen aus dem Kleinverbrauch. Zu beobachten sind allerdings auch gegenläufige Trends durch den höheren Anteil von Biomasse-Verbrennung, die in der Regel mit höheren spezifischen NO_x-Emissionen als Öl- und Gas-Technologien einhergeht.

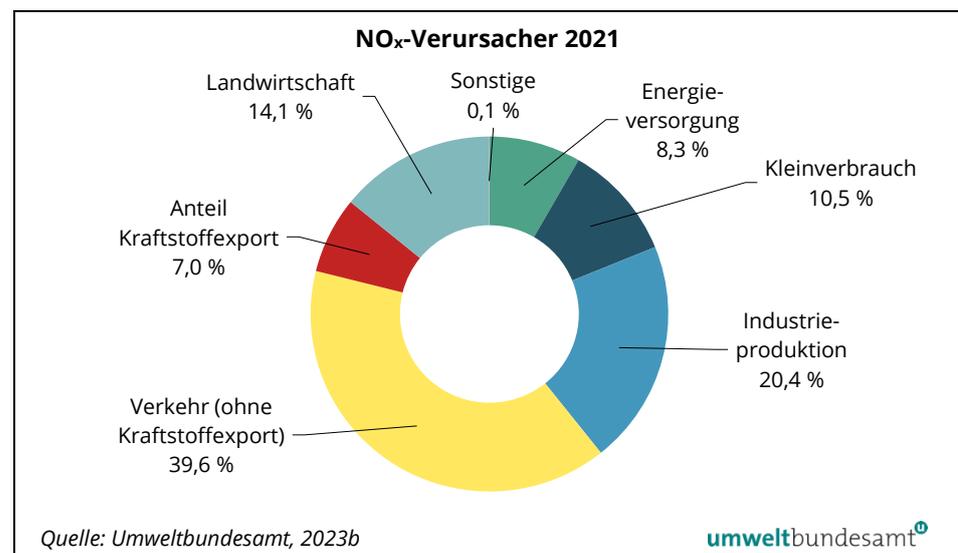
In der Landwirtschaft ist vor allem der Rückgang der Emissionen aus den mobilen Offroad-Geräten für den sinkenden Trend verantwortlich. Die reduzierte Stickstoffdüngung auf landwirtschaftlichen Böden (Mineraldünger und Wirtschaftsdünger) wirkte sich ebenfalls emissionsmindernd aus.

Von 2020 auf 2021 kam es zu einem Rückgang der nationalen NO_x-Emissionen um -1,5 %, bedingt durch Abnahmen im Verkehr. Hierfür verantwortlich ist die Flottenerneuerung auf emissionsärmere Kfz im Pkw- und Lkw-Verkehr, die das Emissionsniveau trotz Fahrleistungssteigerungen sinken lässt.

3.2.2 Verursacher

Hauptemittenten Im Jahr 2021 verursachte der Verkehrssektor 47 % der NO_x-Emissionen, gefolgt von den Sektoren Industrieproduktion und Landwirtschaft.

Abbildung 4:
Anteile der Verursachersektoren an den Stickstoffoxid-Emissionen in Österreich.



Eine detaillierte Beschreibung der NO_x-Verursachertrends ist bei jenen Verursachersektoren, deren Anteil an den NO_x-Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt, im Kapitel 7 zu finden.

3.2.3 Ausblick 2030

WEM-Szenario Die nationalen Projektionen (Umweltbundesamt, 2023e) zeigen, dass mit den bestehenden, bis 2022 umgesetzten Maßnahmen (WEM) die NO_x-Emissionen

von 2021 bis 2030 um 33 % auf rund 82 Kilotonnen sinken (-67 % gegenüber 2005).

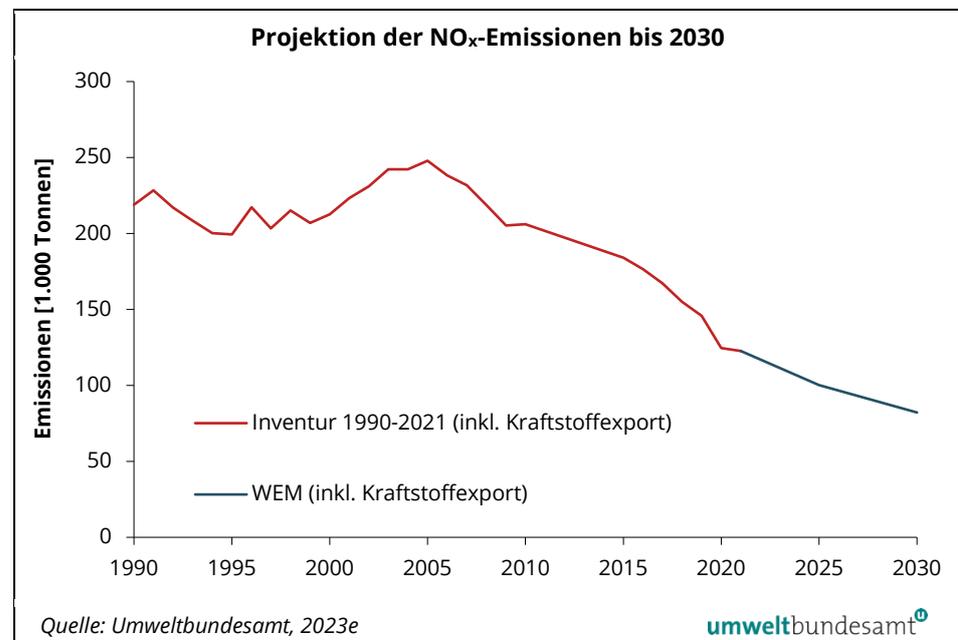
Entsprechend dem WEM-Szenario sind die Treiber des Emissionsrückgangs vor allem der Straßenverkehr, die Haushalte und die kalorischen Kraftwerke.

Die NO_x-Emissionen aus dem Straßenverkehr (vor allem aus dem Personen- und dem Schwerverkehr) werden von 2021 bis 2030 um 64 % sinken. In den Berechnungen wird von einer Modernisierung der Fahrzeugflotte ausgegangen. Durch die Einführung der neuen Emissionsklassen für schwere Nutzfahrzeuge (Euro VI) und Pkw (Euro 6d_{temp} und Euro 6d) sowie dem Anstieg der E-Mobilität als Ersatz konventioneller Antriebssysteme werden geringere Emissionen aus diesem Sektor erwartet.

Ein Rückgang der NO_x-Emissionen in den Bereichen der Haushalte und der Landwirtschaft ergibt sich hauptsächlich durch die Modernisierung von mobilen Maschinen und Geräten (sog. Offroad-Geräte) und deren Umstellung auf emissionsärmere Technologien. Die Emissionen aus stationären Quellen werden bis 2030 ebenfalls zurückgehen – durch einen verminderten Einsatz von Heizöl, den Ersatz alter Anlagen durch Gas-Brennwertgeräte und moderne Biomasse-Heizungen, thermische Sanierung der Gebäudehülle (verringerte Heizlast) sowie die Effekte der Ökodesign-Durchführungsverordnungen (EU) betreffend neu installierte Kleinfeuerungen.²⁰

Ein Rückgang des Einsatzes von Erdöl und Erdgas in Kraftwerken trägt ebenfalls zur Reduktion der NO_x-Emissionen bis 2030 bei. Es wird von einer Stilllegung sämtlicher öffentlicher Ölkraftwerke bis 2022 ausgegangen.

Abbildung 5:
Entwicklung der NO_x-
Emissionen bis 2021 und
WEM-Szenario bis 2030.



²⁰ Verordnung (EU) 813/2013, Verordnung (EU) 814/2013, Verordnung (EU) 2015/1185, Verordnung (EU) 2015/1188, Verordnung (EU) 2015/1189.

3.3 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)

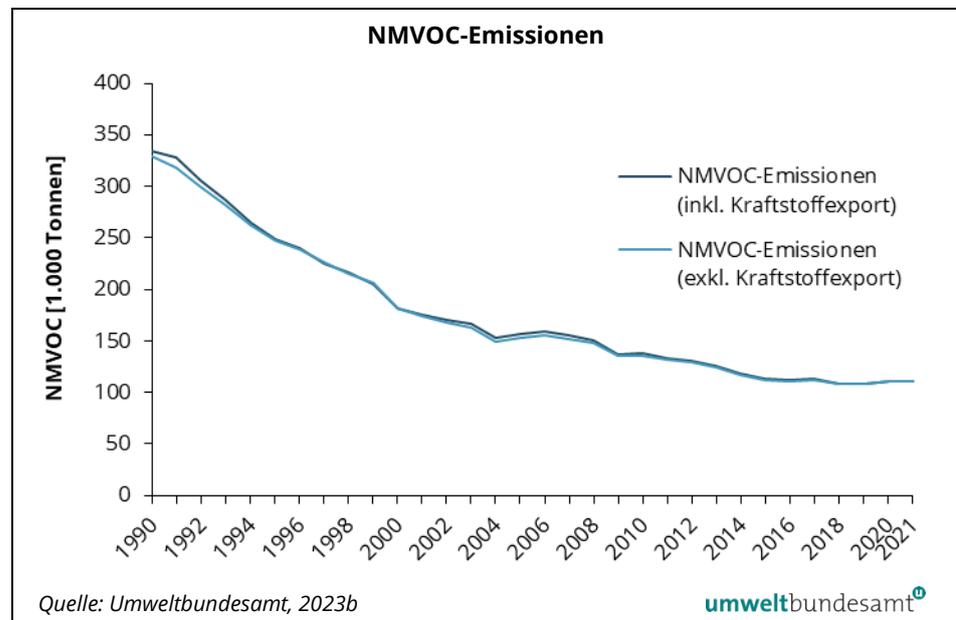
Emissionsquellen Flüchtige Kohlenwasserstoffe entstehen beim Verdunsten von Lösemitteln und Treibstoffen sowie durch unvollständige Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen. Sie wirken als Ozonvorläufersubstanzen. Einige Stoffe dieser Gruppe haben auch direkte Auswirkungen auf die Gesundheit.

3.3.1 Emissionstrend 1990–2021

Von 1990 bis 2021 konnten die NMVOC-Emissionen in Österreich um 67 % auf rund 110.800 Tonnen reduziert werden, wobei es von 2020 auf 2021 zu einer Zunahme von 0,3 % kam. Ohne Einrechnung der Emissionen aus dem Kraftstoffexport lag die Emissionsmenge 2021 bei 110.400 Tonnen NMVOC (-66 % seit 1990 bzw. +0,2 % gegenüber 2020).

Zunahme um 0,3 % gegenüber Vorjahr

Abbildung 6:
Trend der NMVOC-Emissionen (inklusive und exklusive NMVOC aus Kraftstoffexport).



trendbestimmende Faktoren

Die mit Abstand größten Reduktionen seit 1990 wurden in den Sektoren Verkehr und Lösemittelanwendung erzielt. Beim Verkehr gelang dies durch den verstärkten Einsatz von Katalysatoren und Diesel-Kfz in Kombination mit verschärften Emissionsstandards. Im Jahr 2021 nahm der Verkehrssektor nur noch einen Anteil von 3,9 % an den gesamten NMVOC-Emissionen ein (1990: 29 %). Bei der Lösemittelanwendung konnten durch diverse gesetzliche Regelungen (wie insbesondere die Lösungsmittelverordnung (LMV; BGBl. II Nr. 398/2005), Deco Paint Directive (Directive 2004/42/EC) sowie die VOC-Anlagen-Verordnung (VAV; BGBl. II 301/2002 i.d.F. BGBl. II Nr. 42/2005) die NMVOC-Emissionen merklich reduziert werden. Sinkende Viehbestände (insbesondere Rinder) waren im Bereich der Landwirtschaft für die NMVOC-Abnahme verantwortlich. Im Sektor Kleinverbrauch kam es vorwiegend durch einen starken Rückgang bei der Ver-

wendung von Kohle als Brennstoff und bei mobilen Quellen der Haushalte sowie durch eine verbesserte Heizungstechnologie bei Biomasseheizungen zu deutlichen Emissionsreduktionen seit 1990. Der NMVOC-Ausstoß der übrigen Sektoren konnte in diesem Zeitraum ebenfalls gesenkt werden.

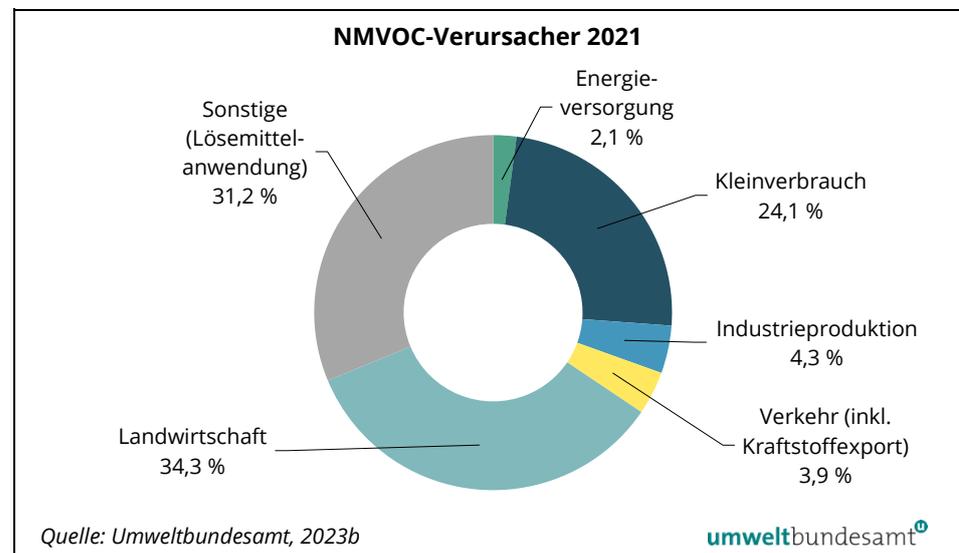
Die leichte Emissionszunahme von 0,3 % zwischen 2020 und 2021 ist vorwiegend auf den Kleinverbrauch zurückzuführen. Aufgrund der kühlen Witterung 2021 nahm der Biomasseeinsatz deutlich zu. Vor allem veraltete Holzfeuerungsanlagen („Allesbrenner“) sind in diesem Sektor weiterhin hauptverantwortlich für die relativ hohen Emissionen. Die Zunahme im Kleinverbrauch wurde jedoch durch eine deutliche Abnahme im Bereich der Lösemittel nahezu kompensiert. Die Verwendung von Desinfektionsmitteln ist nach dem Covid-19-Pandemiejahr 2020 wieder deutlich zurückgegangen.

3.3.2 Verursacher

Hauptemittenten

Ein Großteil der österreichischen NMVOC-Emissionen wurde 2021 von den Sektoren Landwirtschaft, Sonstige und Kleinverbrauch verursacht. Die NMVOC-Emissionen des Sektors Sonstige stammen nahezu vollständig aus der Lösemittelanwendung, da die Abfallbehandlung keine nennenswerten NMVOC-Emissionen verursacht.

Abbildung 7:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den
NMVOC-Emissionen in
Österreich.



Eine detaillierte Beschreibung der NMVOC-Verursachertrends ist bei jenen Verursachersektoren, deren Anteil an den NMVOC-Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt, im Kapitel 7 zu finden.

3.3.3 Ausblick 2030

WEM-Szenario

Im Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) wird ein Rückgang der NMVOC-Emissionen erwartet: Von 2021 bis 2030 beträgt dieser 11 %, von 2005 bis 2030 sind es rund 37 % (Umweltbundesamt, 2023e).

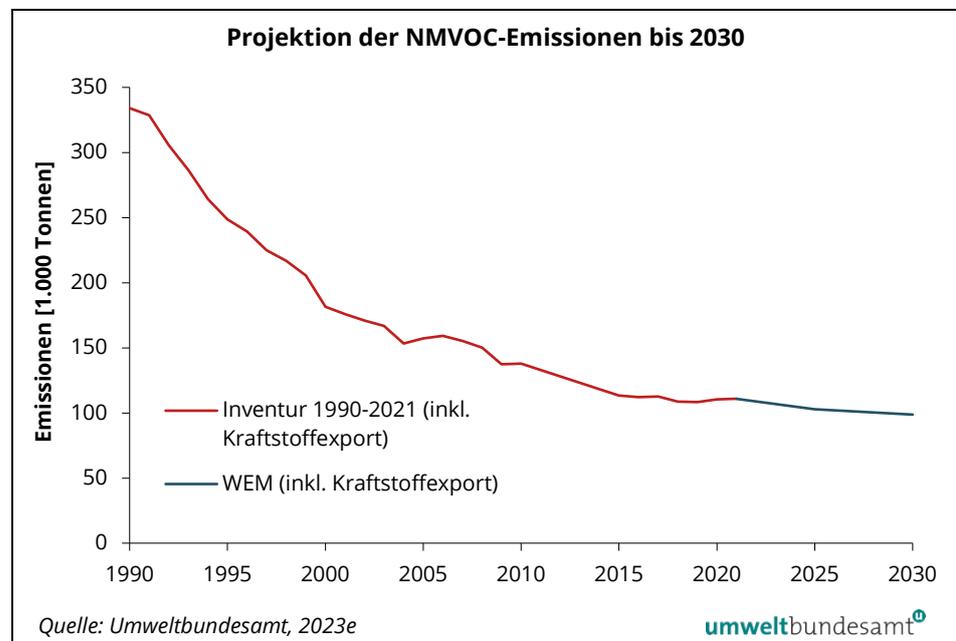
Die größten Reduktionen von NMVOC-Emissionen werden im Bereich der Haushalte (Sektor Kleinverbrauch) mit -27 % (d. h. -7,2 Kilotonnen) zwischen 2021 und 2030 erwartet, wobei der Trend zu effizienten und emissionsarmen Heizungs-technologien sowie der Rückgang von Scheitholz als Brennstoff relevant ist.

Auch im Bereich des Straßenverkehrs werden bis 2030 die NMVOC-Emissionen um 23 % (d. h. -0,9 Kilotonnen) sinken, vor allem aufgrund der modernen Abgasbehandlung (geregelter Katalysator) und eines steigenden Anteils von Elektrofahrzeugen.

Die Emissionen aus der Lösemittelanwendung werden bis 2030 um 5,1 % (d. h. 1,8 Kilotonnen) zunehmen, da entsprechend der Wirtschaftsprognosen der Verbrauch von Lösemitteln durch eine gesteigerte Nachfrage zunehmen wird. Eine weitere Verschärfung der Emissionsstandards in den bestehenden rechtlichen Grundlagen ist allerdings weder auf nationaler noch auf europäischer Ebene vorgesehen.

Durch die projizierte Abnahme des Rinderbestands (WIFO & BOKU, 2023) sinken die NMVOC-Emissionen in der Landwirtschaft bis 2030 voraussichtlich um 15 % (d. h. 5,8 Kilotonnen).

Abbildung 8:
Entwicklung der NMVOC-
Emissionen bis 2021 und
WEM-Szenario bis 2030.



3.4 Schwefeldioxid (SO₂)

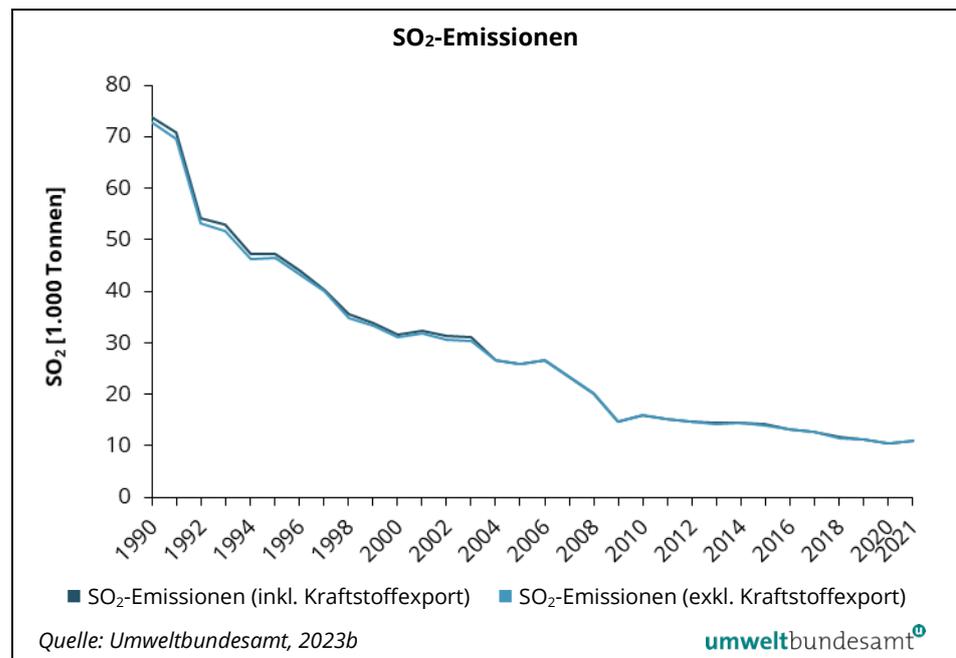
Emissionsquellen SO₂-Emissionen entstehen vorwiegend beim Verbrennen von schwefelhaltigen Brenn- und Treibstoffen. Sie werden hauptsächlich von Feuerungsanlagen im Bereich der Industrieproduktion, der Energieversorgung und des Kleinverbrauchs verursacht.

3.4.1 Emissionstrend 1990–2021

Zunahme um 4,4 % gegenüber Vorjahr

Von 1990 bis 2021 kam es insgesamt zu einem Rückgang der SO₂-Emissionen von 85 %. Seit 2005 sind sie um 58 % zurückgegangen. 2021 wurden rund 10.900 Tonnen SO₂ emittiert, das entspricht einer Emissionszunahme von 4,4 % gegenüber dem Vorjahr. Die Emissionsmenge ohne Berücksichtigung der Emissionen aus dem Kraftstoffexport betrug 2021 10.800 Tonnen, sie hat gegenüber 2020 um 4,4 % abgenommen.

Abbildung 9:
Trend der Schwefeldioxid-Emissionen (inklusive und exklusive SO₂ aus Kraftstoffexport).



trendbestimmende Faktoren

Die starke Emissionsminderung seit 1990 konnte durch die Absenkung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten und Treibstoffen (gemäß Kraftstoffverordnung; BGBl. II Nr. 168/2009), den Einbau von Entschwefelungsanlagen in Kraftwerken (gemäß Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen; LRG-K; BGBl. Nr. 380/1988) sowie die verstärkte Nutzung schwefelärmerer Brennstoffe, wie z. B. Erdgas, erzielt werden. Im Sektor Kleinverbrauch kam es zusätzlich durch einen starken Rückgang bei der Verwendung von Kohle als Brennstoff zu deutlichen Emissionsreduktionen seit 1990.

Die Stilllegung eines Braunkohlekraftwerks und der verringerte Heizölabsatz im Jahr 2007 sind die Hauptgründe für den Emissionsrückgang in jenem Jahr. 2008

konnte durch die Neuinbetriebnahme einer Rauchgasreinigungsanlage zur Reduzierung der Schwefel- und Stickstoffoxid-Emissionen (SNO_x-Anlage) bei der Erdölraffinerie sowie durch einen verringerten Kohleeinsatz eine weitere Abnahme erzielt werden. Die Finanz- und Wirtschaftskrise und der damit verbundene Einbruch der industriellen Produktion sowie der verringerte Brennstoffeinsatz sind die wesentlichen Gründe für den Rückgang der SO₂-Emissionen von 2008 auf 2009. Der Emissionsanstieg im darauffolgenden Jahr war durch die Erholung der Wirtschaft bedingt. In den anschließenden Jahren verliefen die Emissionen leicht abnehmend.

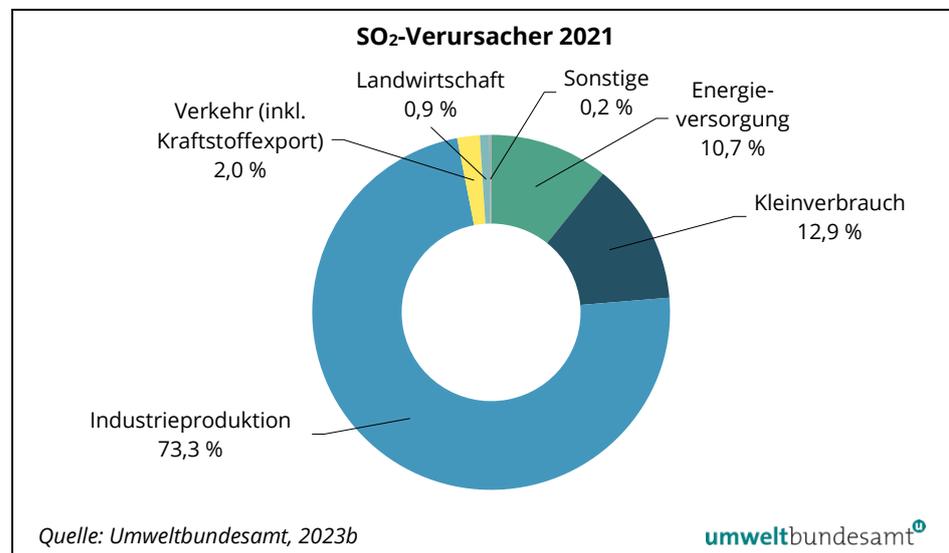
Die Abnahme der SO₂-Emissionen von 2019 auf 2020 wurde maßgeblich durch den auf die Covid-19-Pandemie zurückzuführenden Einbruch der Industrieproduktion verursacht. 2021 kam es wieder zu einer Emissionszunahme, die wesentlich auf den Kleinverbrauch durch den höheren Einsatz von Heizöl, Kohle und Brennholz aufgrund der kühleren Witterung gegenüber dem Vorjahr zu erklären ist. Auch in der Eisen- und Stahlindustrie (Zunahme Stahl- und Roheisenproduktion) und in der Erdölraffinerie (Anstieg Rohöleinsatz) nahmen die Emissionen zu.

3.4.2 Verursacher

Hauptemittenten

Der Sektor Industrieproduktion war im Jahr 2021 für fast drei Viertel der österreichischen SO₂-Emissionen verantwortlich, gefolgt von den Sektoren Kleinverbrauch und Energieversorgung.

Abbildung 10:
Anteile der Verursachersektoren an den Schwefeldioxid-Emissionen in Österreich.



Eine detaillierte Beschreibung der SO₂-Verursachertrends ist bei jenen Verursachersektoren, deren Anteil an den SO₂-Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt, im Kapitel 7 zu finden.

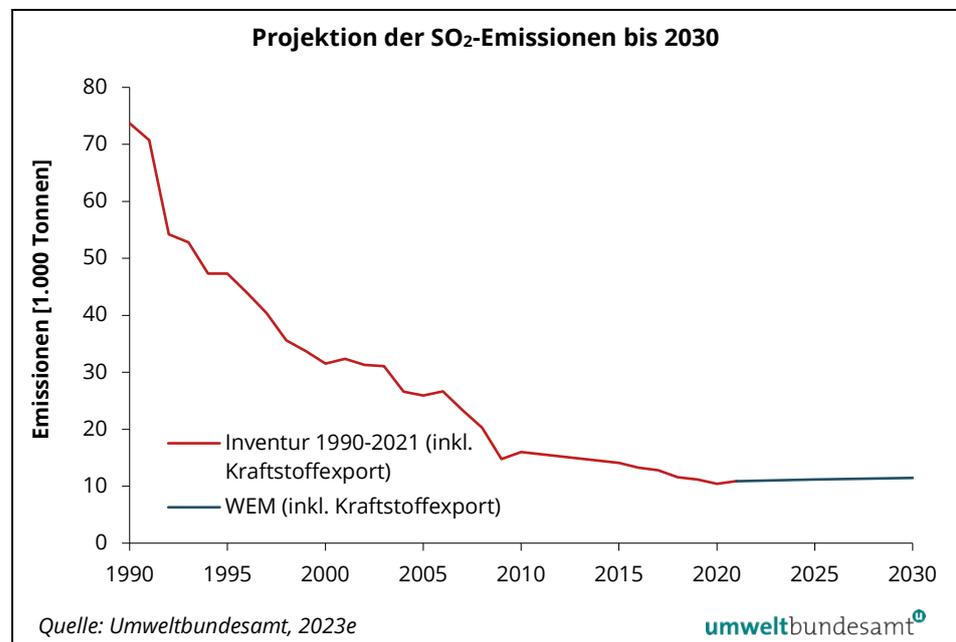
3.4.3 Ausblick 2030

WEM-Szenario

Die Ergebnisse der aktuellen Emissionsprojektionen (Umweltbundesamt, 2023e) zeigen, dass die gesamten SO₂-Emissionen im Zeitraum von 2021 bis 2030 leicht ansteigen werden (Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ um 5,3 % bzw. 0,6 Kilotonnen). Ein Großteil der entsprechenden Minderungsmaßnahmen (z. B. Reduzierung des Schwefelgehalts in flüssigen Brennstoffen, Abgasbehandlung) wurde bereits umgesetzt, das verbleibende Reduktionspotenzial ist daher gering. Die Emissionszunahme lässt sich mit dem Wachstum der wirtschaftlichen Aktivitäten erklären.

Nachdem im Jahr 2005, dem Basisjahr entsprechend der NEC-Richtlinie, die SO₂-Emissionen höher als 2021 waren, ergibt das Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) eine Reduktion von 56 % bis 2030.

Abbildung 11:
Entwicklung der Schwefeldioxid-Emissionen bis 2021 und WEM-Szenario bis 2030.



3.5 Ammoniak (NH₃)

Emissionsquellen

In Österreich entstehen NH₃-Emissionen vorwiegend bei der Viehhaltung, der Lagerung von Gülle und Mist sowie beim Abbau von organischem und mineralischem Dünger. Der Sektor Landwirtschaft ist somit für den überwiegenden Teil der nationalen NH₃-Emissionen verantwortlich.

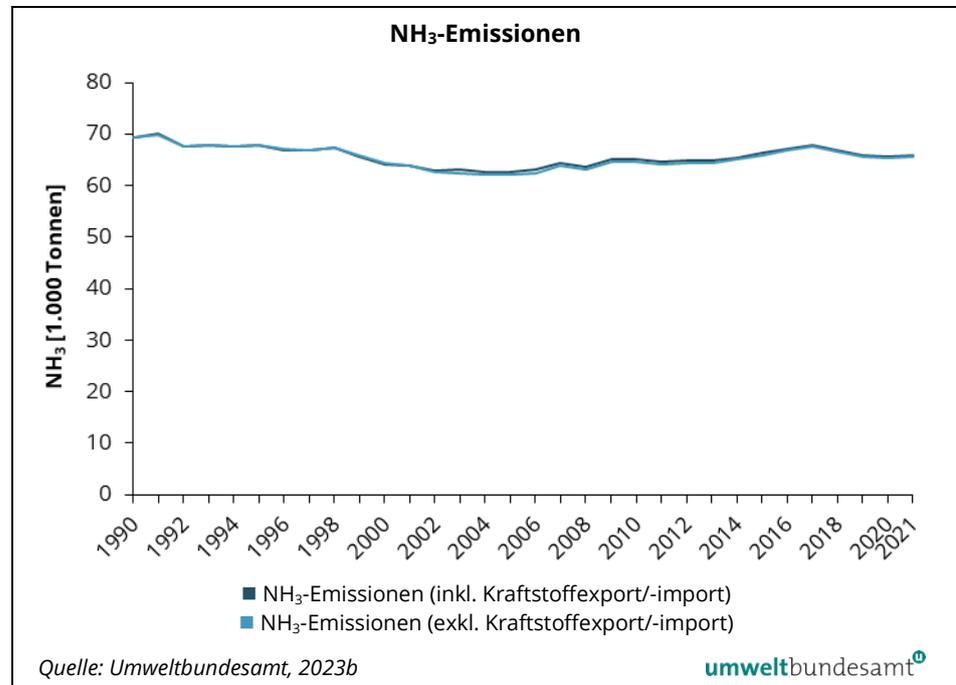
3.5.1 Emissionstrend 1990–2021

Zunahme um 0,5 % gegenüber Vorjahr

Von 1990 bis 2021 kam es zu einer Abnahme der gesamten österreichischen NH₃-Emissionen um insgesamt 4,9 % auf 65.800 Tonnen. Von 2020 auf 2021 ist

der NH_3 -Ausstoß um 0,5 % gestiegen. Ohne Einrechnung der Emissionen aus dem Kraftstoffexport lag die Emissionsmenge 2021 bei 65.700 Tonnen (-5,1 % seit 1990 bzw. +0,5 % gegenüber 2020).

Abbildung 12:
Trend der Ammoniak-
Emissionen (inklusive
und exklusive NH_3 aus
Kraftstoffexport²¹).



trendbestimmende Faktoren

Die NH_3 -Emissionen lagen 2021 niedriger als 1990, es zeigen sich jedoch zwei unterschiedliche Trends: von 1990 bis 2005 eine deutliche Abnahme, ab 2005 eine Trendumkehr und eine Zunahme. Die Emissionen stammen nahezu ausschließlich aus dem Sektor Landwirtschaft (2021: 94 %). Abnahme und Zunahme sind somit auf diesen Sektor zurückzuführen. Neben dem rückläufigen Viehbestand wirkt sich die effizientere Fütterung der Tiere sowie der verstärkte Einsatz bodennaher Ausbringungstechniken von Wirtschaftsdünger (u. a. Schleppschlauch, Schleppschuh, rasche Einarbeitung von Gülle und Mist) günstig auf das Emissionsniveau aus. Die aus Gründen des Tierwohls nach der Jahrtausendwende zunehmende Rinderhaltung in Freilaufställen (anstelle der Anbindehaltung) bewirkt hingegen höhere Emissionen.

Für die leichte Zunahme der NH_3 -Emissionen von 2020 bis 2021 ist ebenfalls maßgeblich die Landwirtschaft verantwortlich. Hauptgrund ist der um 0,8 % erhöhte Rinderbestand.

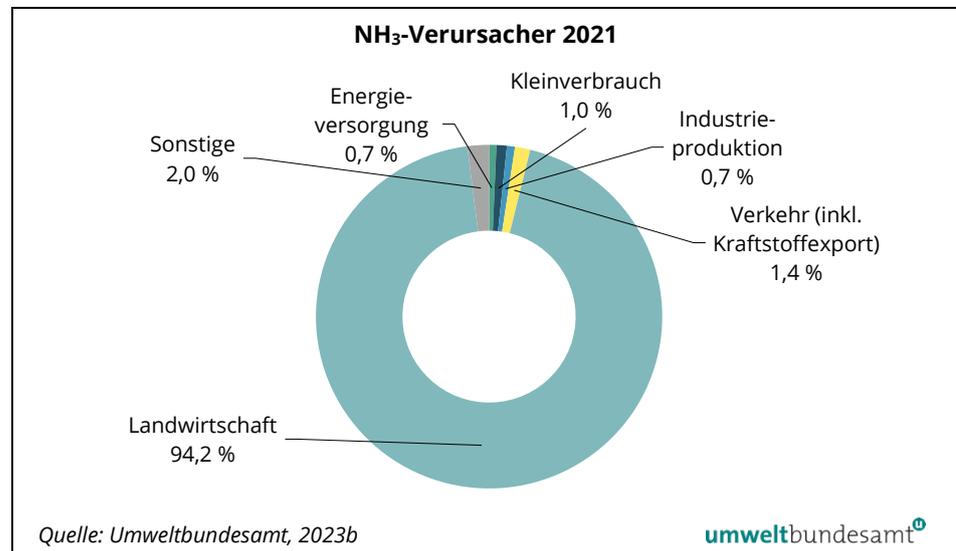
²¹ In vereinzelt Jahren kam es bei Benzin zu Netto-Kraftstoffimporten, der Inlandverbrauch war demnach höher als die im Inland verkaufte Kraftstoffmenge. Da die spezifischen NH_3 -Emissionen aus Benzinmotoren mit Katalysator wesentlich höher sind als aus Dieselmotoren, können die Emissionen aus dem im Inland verbrauchten Kraftstoff höher liegen als die Emissionen aus dem im Inland verkauften Kraftstoff.

3.5.2 Verursacher

Hauptemittent

Der Sektor Landwirtschaft emittierte 2021 den mit Abstand größten Teil der NH₃-Emissionen Österreichs.

Abbildung 13:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den Ammo-
niak-Emissionen in
Österreich.



Eine detaillierte Beschreibung der NH₃-Verursachertrends ist für jene Verursachersektoren, deren Anteil an den NH₃-Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt, im Kapitel 7 zu finden.

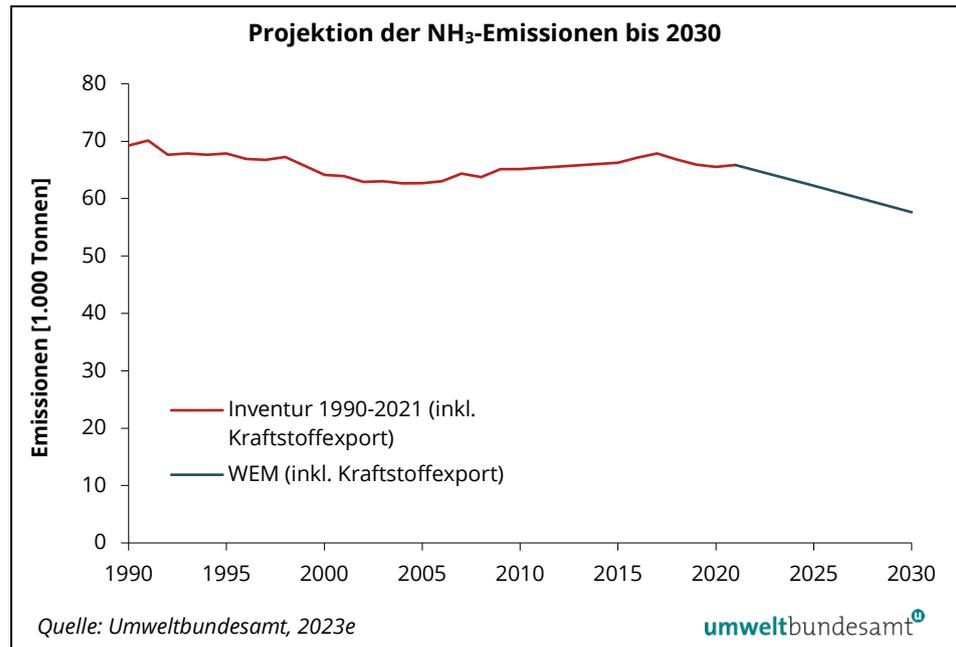
3.5.3 Ausblick 2030

WEM-Szenario

Entsprechend den Ergebnissen des Szenarios „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) werden die NH₃-Emissionen zwischen 2021 und 2030 um rund 12 % sinken (-8,1 % gegenüber 2005). Wichtigste Treiber für diese Entwicklung sind die projizierten sinkenden Viehbestände und die im GAP-Strategieplan enthaltenen Maßnahmen (BML, 2022), wie etwa die bodennahe Gülleausbringung.

Nachdem rund 94 % der Ammoniak-Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft stammen, ist dieser für die zukünftige Emissionsentwicklung ausschlaggebend (Umweltbundesamt, 2023e).

Abbildung 14:
Entwicklung der Ammoniak-Emissionen bis 2021 und Szenario bis 2030.



3.6 Kohlenstoffmonoxid (CO)

Emissionsquellen

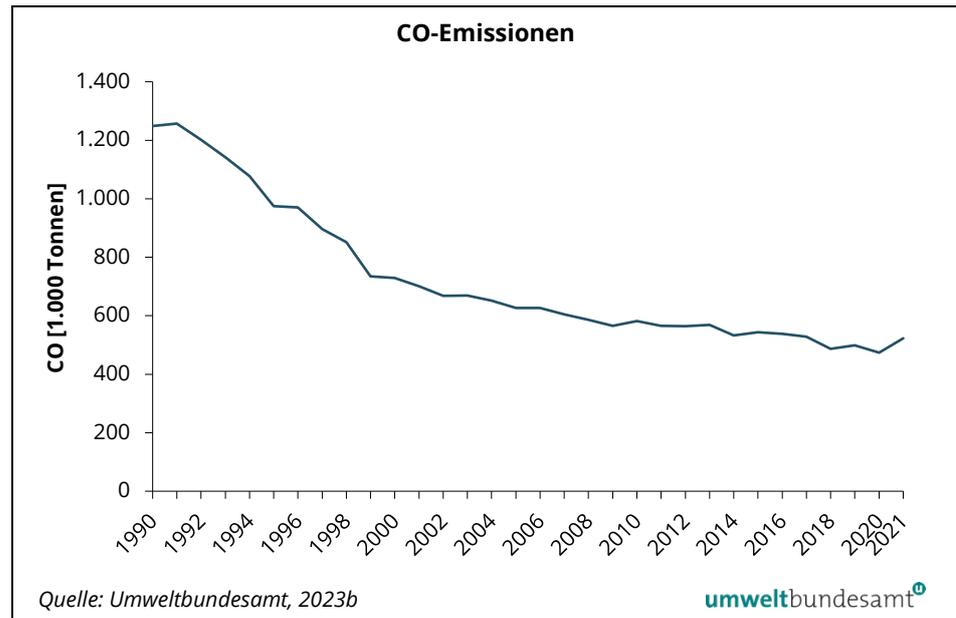
CO-Emissionen entstehen hauptsächlich bei der unvollständigen Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen. Ein Großteil der CO-Emissionen wird von den Sektoren Kleinverbrauch, Industrieproduktion und Verkehr freigesetzt.

3.6.1 Emissionstrend 1990–2021

Zunahme um 10 % gegenüber Vorjahr

Von 1990 bis 2021 kam es zu einem Rückgang der CO-Emissionen von insgesamt 58 % auf rund 523.000 Tonnen. Im Jahr 2021 wurde um 10 % mehr Kohlenstoffmonoxid emittiert als im Jahr zuvor.

Abbildung 15:
Trend der Kohlenstoff-
monoxid-Emissionen.



trendbestimmende Faktoren

Der größte Emissionsrückgang seit 1990 ist für den Verkehrssektor zu verzeichnen. Die Gründe hierfür sind die Optimierung der Verbrennungsvorgänge im Motor sowie die Einführung des Katalysators. Im Sektor Kleinverbrauch konnten wesentliche Reduktionen bei den mobilen Quellen der Haushalte, durch den Umstieg auf emissionsärmere Verbrennungstechnologien (moderne Biomasseheizungen) sowie aufgrund des reduzierten Einsatzes von Kohle für Heizzwecke erzielt werden. Durch die Optimierung von Industriefeuerungen und die Restrukturierung der Stahlwerke konnte auch der Sektor Industrieproduktion im selben Zeitraum seinen CO-Ausstoß deutlich senken.

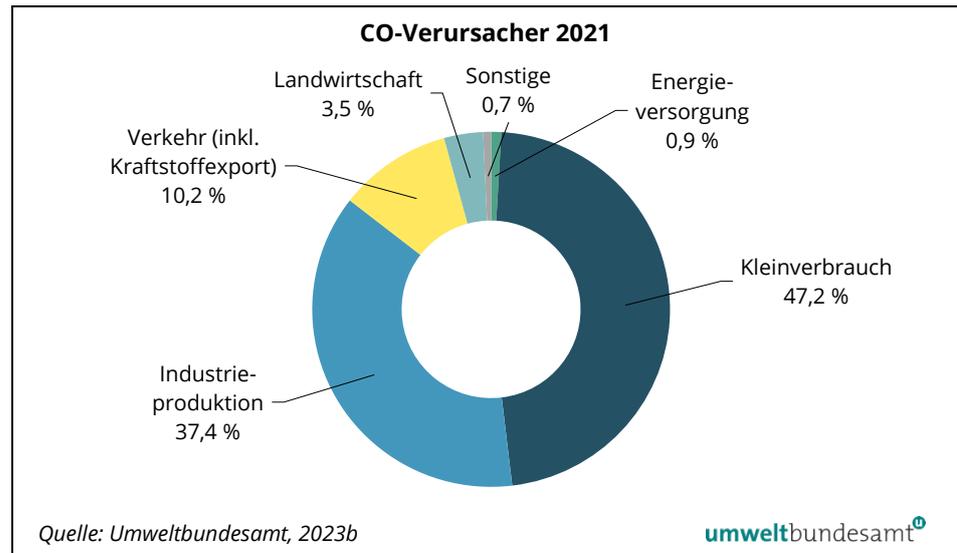
Die Emissionsschwankungen im letzten Jahrzehnt sind vorwiegend auf witterungsbedingte Unterschiede im Raumwärmebedarf und auf Schwankungen in der Eisen- und Stahlproduktion zurückzuführen. Im Jahr 2020 sanken die CO-Emissionen, vorwiegend aufgrund pandemiebedingter Rückgänge im Verkehr (verringertes fossiles Kraftstoffabsatz und Einbruch der Fahrleistung) und in der Industrieproduktion (geringere Produktion in der Eisen- und Stahlindustrie). Im Vergleich zum vorangegangenen Jahr 2020 kam es 2021 wieder zu einer Emissionszunahme, die vorwiegend auf den Kleinverbrauch und die Industrieproduktion zurückzuführen ist. Aufgrund der kühleren Witterung 2021 und dem dadurch erhöhten Heizbedarf kam es zu einem Anstieg der Biomassenutzung in privaten Wohngebäuden. Die gestiegene Eisen- und Stahlproduktion ist der Grund für den erhöhten CO-Ausstoß in der Industrieproduktion.

3.6.2 Verursacher

Hauptemittenten

Der Großteil der CO-Emissionen wurde 2021 von den Sektoren Kleinverbrauch, Industrieproduktion und Verkehr emittiert.

Abbildung 16:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den Kohlen-
stoffmonoxid-Emissio-
nen in Österreich.



Eine detaillierte Beschreibung der CO-Verursachertrends ist bei jenen Verursachersektoren, deren Anteil an den CO-Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt, im Kapitel 7 zu finden.

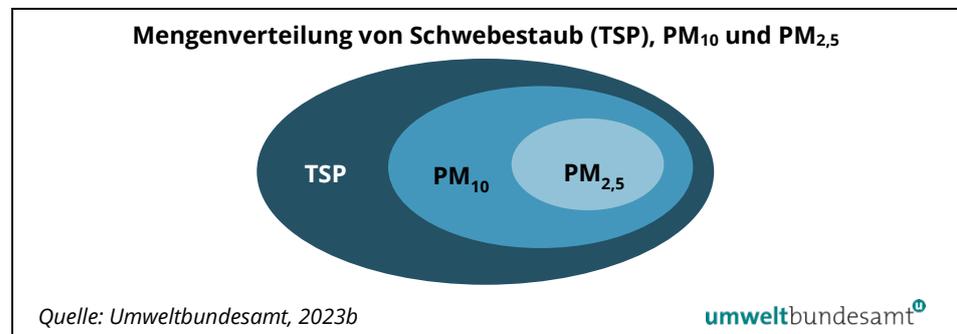
4 STAUB

Partikelgröße beeinflusst gesundheitliche Auswirkungen

Bei Staub ist aus gesundheitlicher Sicht neben der Zusammensetzung vor allem die Partikelgröße von Bedeutung, denn sie bestimmt die Eindringtiefe in den Atemwegstrakt. Die Belastung mit PM₁₀- und PM_{2,5}-Emissionen kann zu Schädigungen der Atemwege sowie zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen führen (UNECE, 2009, WHO, 2006), die durchschnittliche Lebenserwartung kann sich um mehrere Monate reduzieren (Umweltbundesamt, 2005, 2010). Staub wird aus diesem Grund üblicherweise über die Größenverteilung der erfassten Partikel definiert.

Der Schwebestaub, im Englischen als Total Suspended Particulates (TSP) bezeichnet, umfasst alle luftgetragenen Partikel. Teilmengen davon mit jeweils kleineren Teilchen sind PM₁₀ und PM_{2,5}²² (siehe Abbildung 17).

Abbildung 17:
Schematische Darstellung der Mengenverteilung von TSP, PM₁₀ und PM_{2,5}.



primär und sekundär gebildete Partikel

Es wird zwischen primär und sekundär gebildeten Partikeln unterschieden: Primäre Partikel werden direkt emittiert, sie können aus gefassten oder diffusen Emissionsquellen stammen. Gefasste Quellen haben einen definierten, relativ kleinen Austrittsquerschnitt (z. B. Schornstein, Auspuff). Beispiele für diffuse Quellen sind die Feldbearbeitung in der Landwirtschaft oder der Umschlag von Schüttgütern. Nur die primären Emissionen werden in der OLI erfasst.

Neben den anthropogenen Staubquellen gibt es auch natürliche Quellen; diese sind in der Regel diffus. Beispiele sind Bodenerosion, Vegetation (durch die Absonderung von Pollen, Sporen oder organischen Verbindungen), Waldbrände oder Vulkanismus.

Sekundär gebildete Partikel entstehen in der Atmosphäre aus Gasen (z. B. aus SO₂, NO_x und NH₃).

²² PM = Particulate Matter (der Zahlenwert bezieht sich auf den mittleren aerodynamischen Partikeldurchmesser in µm). Im deutschen Sprachgebrauch hat sich für PM₁₀ und PM_{2,5} die Bezeichnung Feinstaub eingebürgert.

In Tal- und Beckenlagen (z. B. im Grazer Becken)²³ kann es zu besonders hohen Staubbelastungen kommen. Durch die Kombination aus ungünstigen meteorologischen Bedingungen, hohen lokalen Emissionen und eventuell mit dem Wind herantransportierten Schadstofffrachten können aber überall Überschreitungen der in Verordnungen und Gesetzen festgelegten Grenzwerte erfolgen. Die Jahresberichte der Luftgütemessungen (Umweltbundesamt, 2023f)²⁴ bieten einen Überblick über die Luftgütesituation in Österreich.

4.1 Übereinkommen und Rechtsnormen

Im Rahmen der OLI werden die Feinstaub-Emissionen jährlich als Teil der Berichterstattung gemäß dem UNECE-Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (LRTAP-Konvention)²⁵ sowie der NEC-Richtlinie (2016/2284/EG) erhoben (siehe Kapitel 3.1).

neue NEC-Richtlinie mit Reduktionszielen für PM_{2,5}

In der revidierten NEC-Richtlinie, die Ende 2016 in Kraft trat, wurden erstmals auch nationale Emissionsreduktionsziele ab 2020 für primäre PM_{2,5}-Emissionen festgelegt (siehe Tabelle 3). Die Ziele für 2020 sind ident mit jenen des revidierten Göteborg-Protokolls aus dem Jahr 2012 und beziehen sich auf das Basisjahr 2005. Die für 2030 festgelegten Ziele erfordern weitreichende Verringerungen der Emissionsmengen. Die EU-Richtlinie wurde mit dem Emissionsgesetz-Luft 2018 (EG-L 2018, BGBl. I Nr. 75/2018) in nationales Recht umgesetzt. Zudem musste von allen Mitgliedstaaten ein nationales Maßnahmenprogramm beschlossen und an die Europäische Kommission übermittelt werden (BMNT, 2019b). Dieses Programm ist mindestens alle vier Jahre zu aktualisieren. Die nächste Überarbeitung ist im Jahr 2023 durchzuführen.

Immissionsschutz- gesetz-Luft

Im Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L; BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.g.F.), der wichtigsten nationalen Umsetzung der Luftqualitätsrichtlinie (Richtlinie 2008/50/EG), sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit Immissionsgrenzwerte u. a. für PM₁₀ und PM_{2,5} festgelegt.

Immissionsgrenzwerte für PM₁₀

Die Immissionsgrenzwerte für PM₁₀ sind seit 2005 einzuhalten, mit Fristerstreckung gemäß Artikel 22 der Luftqualitätsrichtlinie seit Mitte 2011. Der Grenzwert der Luftqualitätsrichtlinie – 50 µg/m³ als Tagesmittelwert, wobei maximal 35 Überschreitungen zulässig sind – wurde 2021 nicht überschritten. Der Grenzwert gemäß IG-L – 50 µg/m³ als Tagesmittelwert, 25 Überschreitungen sind zulässig – wurde im Jahr 2021 an den Messstellen Wiener Neudorf und Köflach überschritten. Die meisten Überschreitungen (16 Tage) wurden an der Messstelle Graz Don Bosco registriert (Umweltbundesamt, 2023f).

²³ Nähere Informationen zu den Einflussfaktoren der Feinstaub-Belastung sind im Bericht „Analyse der Feinstaub-Belastung 2009–2017“ zu finden (Umweltbundesamt 2018).

²⁴ <https://www.umweltbundesamt.at/luft-jahresberichte>

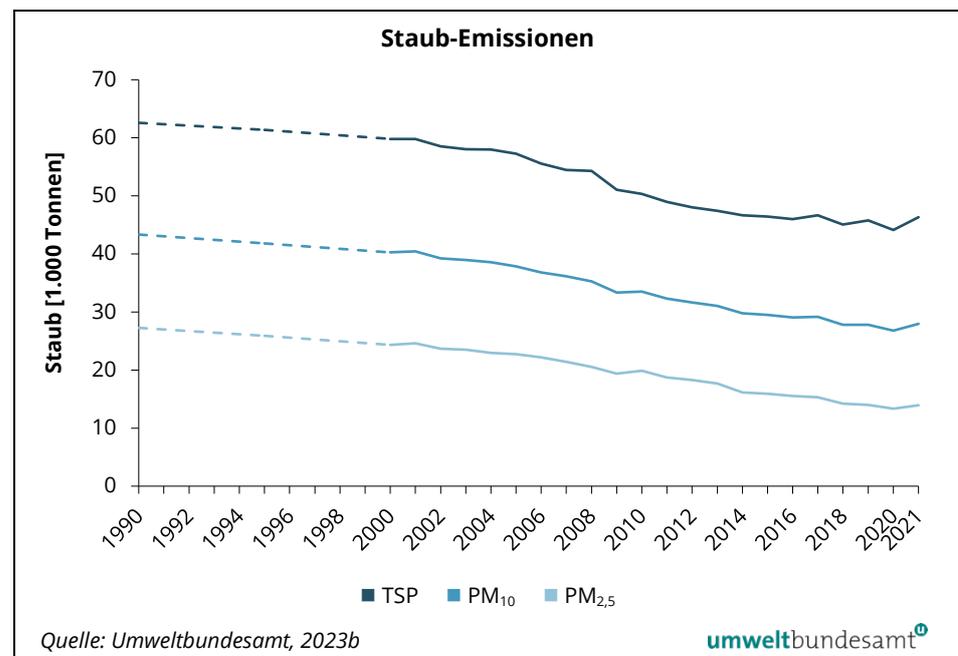
²⁵ Convention on Long Range Transboundary Air Pollution (Genfer Luftreinhaltekonvention)

4.2 Emissionstrend 1990–2021

Staub-Emissionen sind rückläufig

Der TSP-Ausstoß Österreichs konnte von 1990 bis 2021 um 26 % auf 46.300 Tonnen gesenkt werden. Für die PM₁₀-Emissionen ist im selben Zeitraum eine Reduktion von 35 % auf 28.000 Tonnen zu verzeichnen, die PM_{2,5}-Emissionen gingen um 49 % auf 13.900 Tonnen zurück.

Abbildung 18:
Trend der Emissionen
von TSP, PM₁₀ und PM_{2,5}.



Anmerkung: Daten der Jahre 1991–1994 und 1996–1999 sind interpoliert und daher gestrichelt dargestellt.

trendbestimmende Faktoren

Seit 1990 gingen sowohl die TSP-Emissionen als auch die PM₁₀- und PM_{2,5}-Emissionen deutlich zurück. Für diese Emissionsreduktion seit 1990 verantwortlich sind im Wesentlichen Reduktionsmaßnahmen in der Industrie (v. a. Eisen- und Stahlindustrie), der starke Rückgang des Kohleverbrauchs, Effizienzverbesserungen sowie Verbesserungen der Verbrennungstechnologien im Sektor Kleinverbrauch und Verbesserungen der Antriebs- und Abgasnachbehandlungstechnologien (z. B. Partikelfilter) im Sektor Verkehr.

Von 2008 auf 2009 kam es zu einem deutlichen Rückgang sowohl der TSP- als auch der PM₁₀- und der PM_{2,5}-Emissionen, im Wesentlichen bedingt durch die wirtschaftliche Krise. Im darauffolgenden Jahr nahmen die PM₁₀- und PM_{2,5}-Emissionen aufgrund der leicht steigenden wirtschaftlichen Aktivitäten wieder zu.

Als Folge der Covid-Pandemie kam es zu einem Emissionsrückgang im Jahr 2020, bedingt durch Abnahmen im Straßenverkehr (Pkw) und in der Industrieproduktion. Von 2020 auf 2021 erhöhte sich der Feinstaub-Ausstoß wieder – die TSP-Emissionen nahmen um 5,0 %, die PM₁₀-Emissionen um 4,5 % und die PM_{2,5}-Emissionen ebenfalls um 4,5 % zu. Dieser kurzfristige Anstieg ist haupt-

sächlich auf den Sektor Industrieproduktion aufgrund einer gestiegenen Bautätigkeit nach der Pandemie sowie den in Folge kühlerer Witterung gestiegenen Einsatz von Biomasse im Sektor Kleinverbrauch zurückzuführen.

4.2.1 Verursacher

Hauptemittenten

Die Sektoren Industrieproduktion, Kleinverbrauch, Verkehr und Landwirtschaft sind für den Großteil der österreichischen Staub-Emissionen verantwortlich. In der Industrieproduktion und im Sektor Kleinverbrauch entstehen die Staub-Emissionen bei Verbrennungsprozessen (Öfen, Heizungen), wobei im Sektor Kleinverbrauch die Emissionen v. a. von manuell bedienten Kleinfeuerungsanlagen für feste Brennstoffe verursacht werden. In der Industrieproduktion tragen auch die mineralverarbeitende Industrie und der Bergbau bzw. der Schüttgutumschlag sowie der Bausektor wesentlich zur Staubbelastung bei. Im Verkehrssektor gelangt einerseits Feinstaub aus Motoren – vorrangig aus Dieselmotoren – in die Luft, andererseits entsteht Staub aber auch durch Brems- und Reifenabrieb. In der Landwirtschaft wird Staub durch die Bearbeitung landwirtschaftlicher Nutzflächen und die Tierhaltung sowie beim Betrieb von land- und forstwirtschaftlichen mobilen und stationären Geräten freigesetzt.

Abbildung 19:
Anteile der Verursachers
sektoren an den TSP-
Emissionen Österreichs.

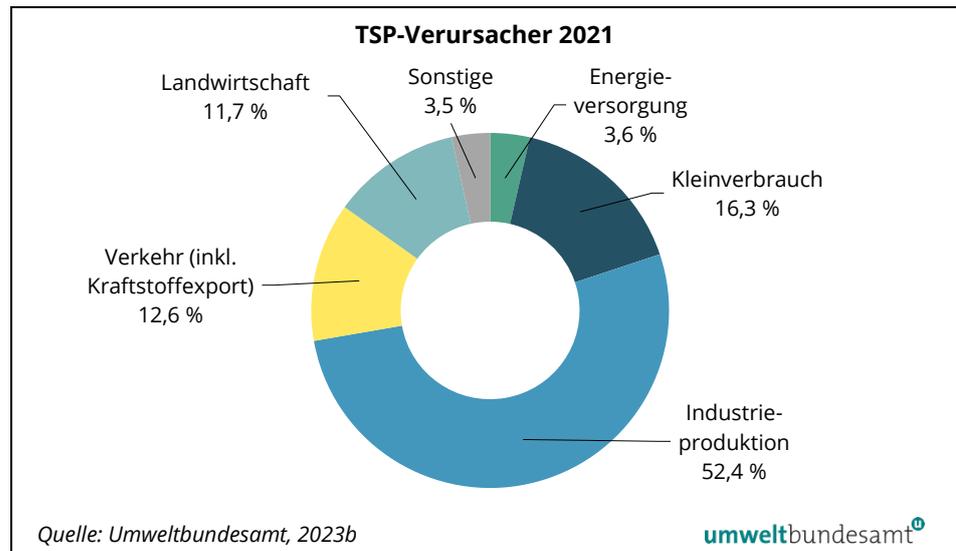


Abbildung 20:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den PM₁₀-
Emissionen Österreichs.

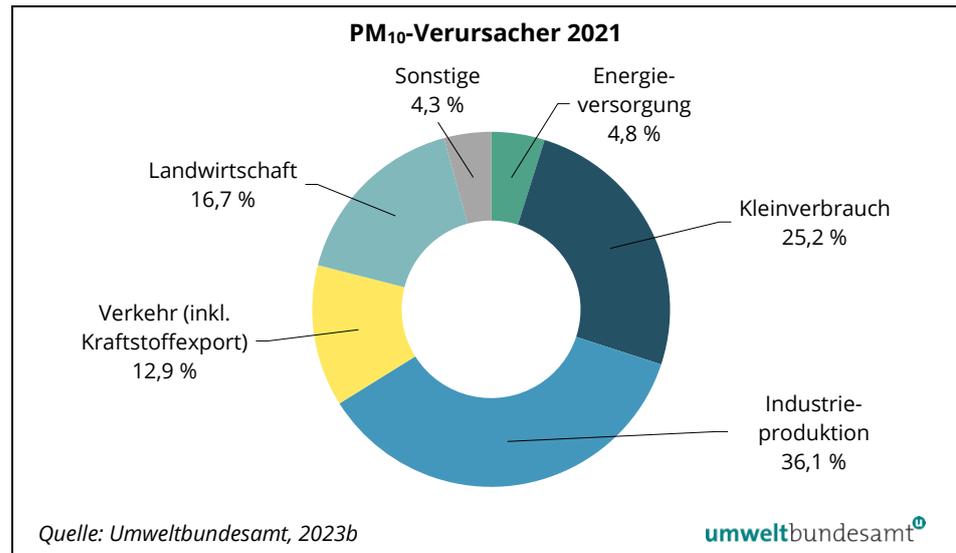
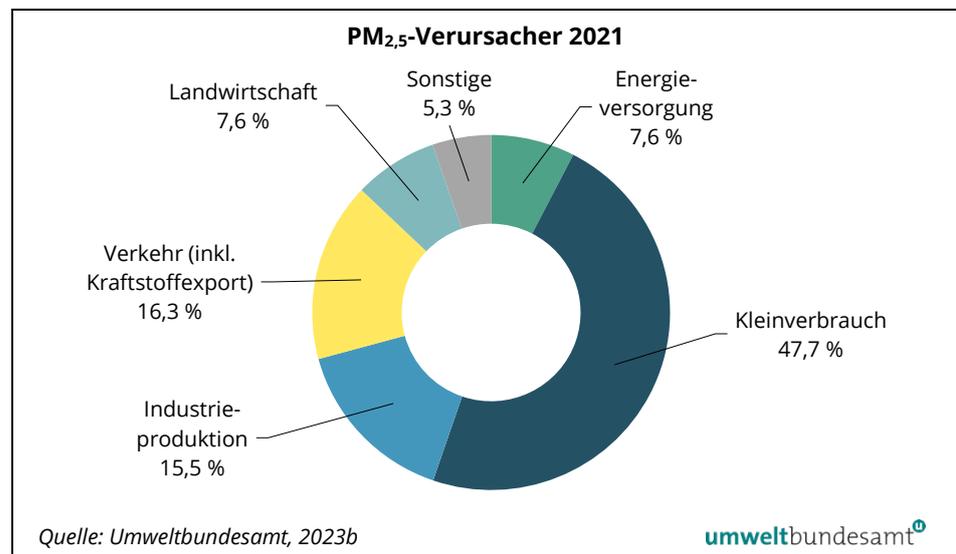


Abbildung 21:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den PM_{2,5}-
Emissionen Österreichs.



Maßnahmen zur Staubreduktion

In allen Bundesländern wurden zur Senkung der Feinstaubbelastung Verordnungen gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L) erlassen und Maßnahmenprogramme erarbeitet. Emissionsmindernde Maßnahmen gemäß IG-L umfassen Geschwindigkeitsbeschränkungen, Partikelfilterpflicht für Offroad-Maschinen, Emissionshöchstwerte für Industrieanlagen, Fahrverbote, Vorgaben für den Winterdienst und anderes (Umweltbundesamt, 2006, 2022).²⁶

Eine detailliertere Beschreibung der PM₁₀- und PM_{2,5}-Verursachertrends ist bei jenen Verursachersektoren, deren Anteil an den jeweiligen Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt, im Kapitel 7 zu finden.

²⁶ Siehe auch Internetseite des Umweltbundesamtes:
<https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/luft/daten-luft>

4.2.2 Ausblick bis 2030

Beginnend mit dem Jahr 2020 sind auch für PM_{2,5} unter der NEC-Richtlinie und dem EG-L 2018 Emissionsreduktionsverpflichtungen bis 2030 festgelegt.

WEM-Szenario

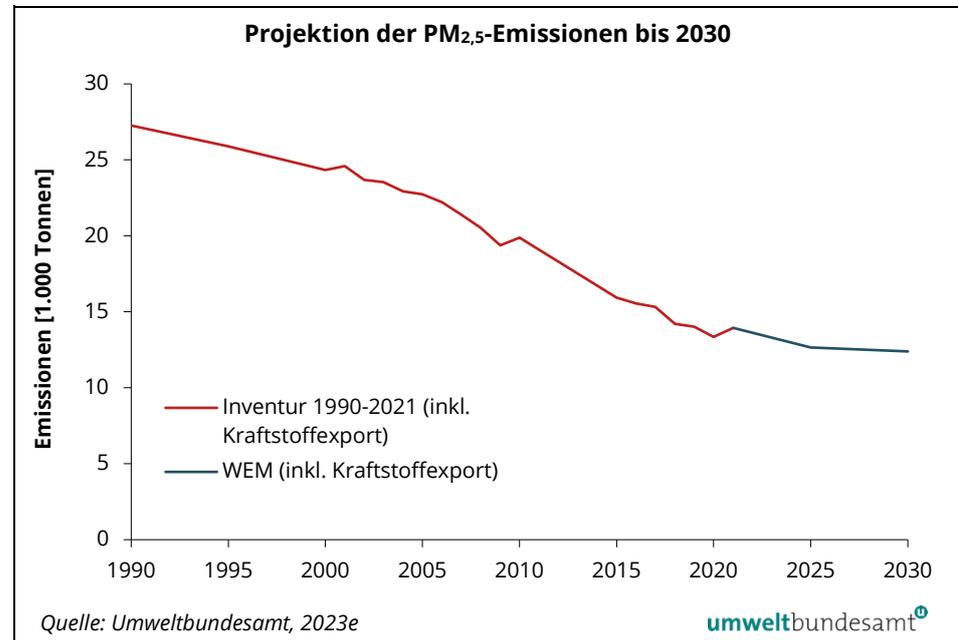
In den aktuellen Emissionsprojektionen (Umweltbundesamt, 2023e) wurde auch ein Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) für die Entwicklung der PM_{2,5}-Emissionen bis 2030 erstellt. In diesem werden die PM_{2,5}-Emissionen bis 2030 voraussichtlich auf 12,4 Kilotonnen sinken (-46 % gegenüber 2005).

Die Reduktionen werden hauptsächlich im Sektor Kleinverbrauch beim Hausbrand stattfinden. Eine höhere Effizienz von Gebäuden und Heizungssystemen sowie ein Trend weg von manuell beschickten Holzkesseln und Öfen wird wesentlich zur Reduktion der PM_{2,5}-Emissionen beitragen. Auch die Anforderungen der Ökodesign-Richtlinie werden zu geringeren Emissionen führen.

Die PM_{2,5}-Emissionen vom Sektor Verkehr werden durch den Einsatz von Partikelfiltern und die Zunahme der Elektromobilität insgesamt abnehmen. Die PM_{2,5}-Emissionen aus dem Straßen- und Bremsabrieb werden wegen der Zunahme der gefahrenen Fahrzeugkilometer allerdings zunehmen.

Im Sektor Energiewirtschaft ist der leichte Rückgang der PM_{2,5}-Emissionen bis 2030 vor allem auf die geringere Biomassenutzung zur Strom- und Wärmeerzeugung zurückzuführen.

Abbildung 22:
Entwicklung der PM_{2,5}-
Emissionen bis 2021
und WEM-Szenario bis
2030.



5 SCHWERMETALLE

Schwermetall-Emissionen können einerseits direkt über die Luft eine schädliche Wirkung auf den Menschen und die Umwelt haben. Andererseits kann es aber auch über Anreicherung in der Nahrungskette sowie durch Akkumulation von Schwermetallen im Boden und in Ökosystemen zu schädlichen Auswirkungen kommen.

5.1 Übereinkommen und Rechtsnormen

Aarhus-Protokoll Schwermetalle

Auf Basis des UNECE²⁷-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (LRTAP-Konvention) trat im Jahr 2003 das Aarhus-Protokoll über Schwermetalle in Kraft (Schwermetall-Protokoll).

Sein Ziel ist die Begrenzung, Verringerung oder völlige Verhinderung der Ableitung, Emission und unbeabsichtigten Freisetzung von Schwermetallen. Aufgrund ihres besonders hohen Gesundheitsgefährdungspotenzials werden die Emissionen von Kadmium (Cd), Quecksilber (Hg) und Blei (Pb) in der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) erfasst und unter der LRTAP-Konvention an die UNECE sowie unter der NEC-Richtlinie (RL 2016/2284/EG) an die EU berichtet. Ergänzend und fakultativ ist die Berichterstattung von Daten zu Arsen (As), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Selen (Se) und Zink (Zn). Für diese Schwermetalle erhebt Österreich momentan keine Emissionsdaten. Im Dezember 2012 wurde das Aarhus-Protokoll novelliert und an den Stand der Technik angepasst.

Quecksilberkonvention

Im Jänner 2013 hat sich die Staatengemeinschaft im Rahmen des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) auf ein umfassendes internationales Abkommen zur Reduzierung der Quecksilber-Emissionen geeinigt. Formal wurde das „Minamata-Abkommen“²⁸ im Oktober 2013 verabschiedet und ist mit 16. August 2017 in Kraft getreten. Österreich hat dieses Übereinkommen 2013 unterzeichnet und im Juni 2017 ratifiziert. Es ist für Österreich nun seit 10. September 2017 völkerrechtlich verbindlich, Österreich ist als Vertragspartei verpflichtet, Emissionsminderungs- und Monitoring-Maßnahmen auf nationaler Ebene zu implementieren. Die EU hat das Abkommen im Mai 2017 im Vorfeld der ersten Vertragsstaatenkonferenz ratifiziert und durch die Neufassung der ab 01.01.2018 geltenden Quecksilberverordnung (VO 2017/852/EU)²⁹ umgesetzt. Die Durchführung dieser Verordnung in Österreich erfolgte durch das österreichische Bundesgesetz über den Schutz des Menschen und der Umwelt vor

²⁷ Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (United Nations Economic Commission for Europe)

²⁸ <http://www.mercuryconvention.org/>

²⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0852&from=DE>

Chemikalien (Chemikaliengesetz 1996 – ChemG 1996, BGBl. I Nr. 53/1997, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 140/2020).

Derzeit hält das „Minamata-Abkommen“ bei 128 Unterzeichnungen und 144 Ratifikationen.

Die „Minamata-Convention on Mercury“ (Quecksilberkonvention) ist das erste weltweite Regelinstrument, mit dem zukünftig der Primärbergbau von Quecksilber eingedämmt sowie die Herstellung und der Handel mit quecksilberhaltigen Produkten wie Batterien, elektronischen Bauteilen, Seifen, Pestiziden und Messinstrumenten beschränkt werden.

Berichtspflicht

Von den Vertragsstaaten sind in regelmäßigen Abständen die erzielten Fortschritte und neuen Schwerpunkte in einem Bericht vorzulegen. Bisher gab es vier Vertragsstaatenkonferenzen (2017, 2018, 2019 und 2021/2022), wobei die vierte Konferenz zweigeteilt stattfand – im Herbst 2021 online und im Frühjahr 2022 in Präsenz in Bali. Die nächste Konferenz findet im Oktober 2023 in Genf statt.

Implementierung der Konvention

Es sind mittlerweile zahlreiche Formulare und Leitlinien zur Implementierung der Konvention erhältlich.³⁰ Unter anderem gibt es auch Leitfäden zu den „besten verfügbaren Techniken“ für die Industriebranchen Kohle-Kraftwerke/-Dampfkessel, Zementwerke, Nichteisen-Metallhütten und Müllverbrennungsanlagen. Diese Leitlinien sollen die Vertragsstaaten bei der Festlegung geeigneter Umweltschutztechniken und Emissionsgrenzwerte unterstützen.

5.2 Kadmium (Cd)

Emissionsquellen

In Österreich entstehen Kadmium-Emissionen vorwiegend bei der Verbrennung von Brennstoffen, hauptsächlich zusammen mit Staubpartikeln. Hierbei sind vor allem die Verfeuerung fester Brennstoffe – sowohl biogener als auch fossiler Herkunft (Holz, Koks, Kohle) – sowie die thermische Verwertung von Hausmüll und Industrieabfällen relevant. Bei der Nachverbrennung von Raffinerierückständen treten ebenfalls Cd-Emissionen auf.

Die Eisen- und Stahlerzeugung, insbesondere das Schrottreycling mit kadmiumhaltigen Farb- und Lackanhaftungen, ist eine weitere bedeutende Quelle für Emissionen dieses Metalls. Bei der Kupfer- und Bleiproduktion, in der Papierproduktion sowie bei der Zementherstellung fallen ebenfalls Cd-Emissionen an. Im Verkehrssektor wird Kadmium durch Reifen- und Bremsabrieb, v. a. im Schwerlastbereich, freigesetzt.

Kadmium und seine Verbindungen sind als „eindeutig als krebserregend ausgewiesene Arbeitsstoffe“ klassifiziert (Grenzwerteverordnung 2007, BGBl. II

³⁰ <http://www.mercuryconvention.org/Implementationsupport/Formsandguidance/tabid/5527/language/en-US/Default.aspx>

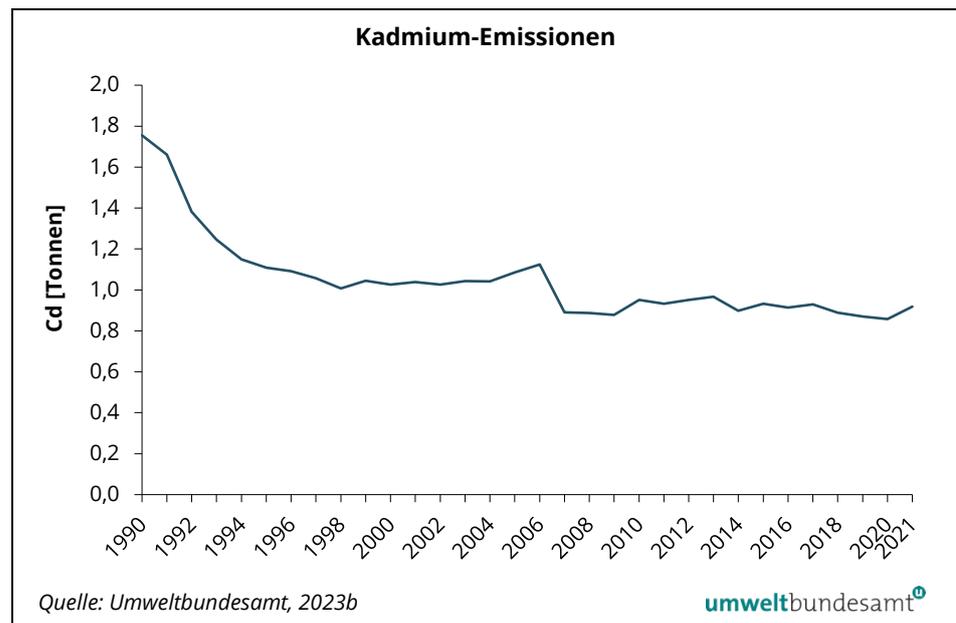
Nr. 243/2007; Anhang III). Für den Menschen ist neben dem Tabakrauchen die Nahrung der bedeutendste Aufnahmepfad.

5.2.1 Emissionstrend 1990–2021

**Zunahme um 7,1 %
gegenüber Vorjahr**

Im Zeitraum von 1990 bis 2021 konnte der Kadmium-Ausstoß um 48 % auf 0,9 Tonnen gesenkt werden. Von 2020 auf 2021 erhöhten sich die Cd-Emissionen um 7,1 %.

Abbildung 23:
Trend der österreichischen Kadmium-Emissionen.



trendbestimmende Faktoren

Bis Ende der 1990er-Jahre konnte der Kadmium-Ausstoß vor allem in der Industrieproduktion und Energieversorgung durch die verstärkte Nutzung von Rauchgasreinigungstechnologien und den verringerten Einsatz von Kohle, Koks sowie schwerem Heizöl als Brennstoff gesenkt werden.

Zwischen 2006 und 2007 kam es zu einem merklichen Emissionsrückgang, der auf Staubminderungsmaßnahmen in der Eisen- und Stahlproduktion zurückzuführen ist. Das Emissionsniveau blieb dann bis 2009 auf diesem niedrigen Niveau, bedingt durch den Einbruch der industriellen Produktion als Folge der Wirtschaftskrise. Im Jahr 2010 nahmen die Emissionen durch die wirtschaftliche Erholung wieder zu.

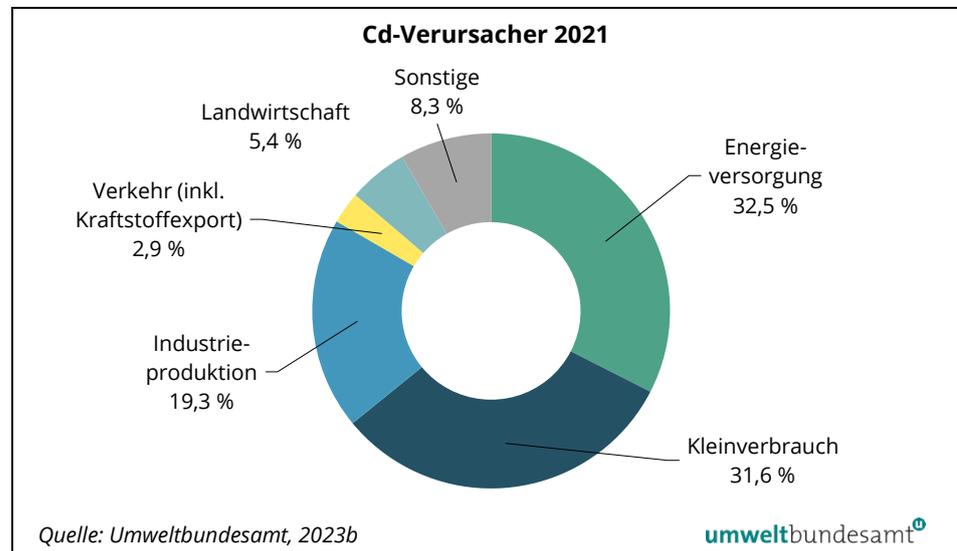
Im Zeitraum von 2020 bis 2021 erhöhte sich der Cd-Ausstoß um 7,1 %. Hierfür verantwortlich war vorwiegend der höhere Einsatz von Biomasse (aufgrund der kühleren Witterung 2021) im Sektor Kleinverbrauch und zu einem geringeren Anteil auch durch die gestiegene Eisen- und Stahlproduktion.

5.2.2 Verursacher

Hauptemittenten

Der Großteil der österreichischen Cd-Emissionen wird von den Sektoren Energieversorgung, Industrieproduktion und Kleinverbrauch verursacht.

Abbildung 24:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den
Kadmium-Emissionen
Österreichs.



Eine detaillierte Beschreibung der Cd-Verursachertrends ist bei jenen Verursachersektoren, deren Anteil an den Cd-Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt, im Kapitel 7 zu finden.

5.3 Quecksilber (Hg)

Emissionsquellen

Der Großteil der österreichischen Quecksilber-Emissionen entsteht bei der industriellen Produktion sowie bei der Verbrennung von Koks, Kohle, Raffinerierückständen und Brennholz. Die Industrieproduktion, vorwiegend die Eisen- und Stahlindustrie, sowie die Zement- und Papierindustrie, ist die bedeutendste Quelle für den Quecksilber-Ausstoß.

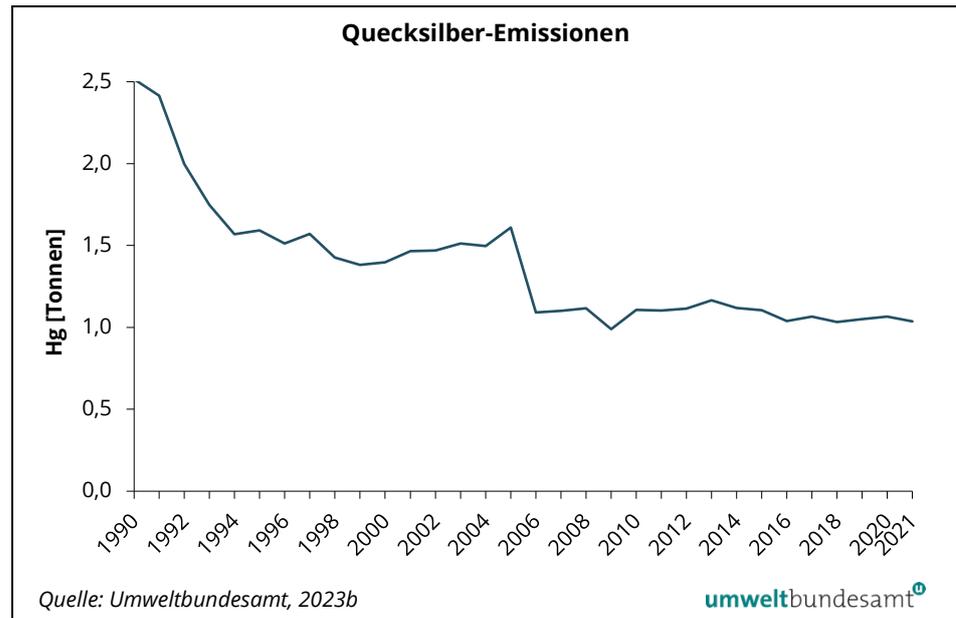
Die Dämpfe des Metalls sind gesundheitsschädlich, bei lang andauernder Einwirkung kann es zu irreversiblen und somit chronischen Schäden kommen. Entscheidender sind aber der weiträumige Transport und die Anreicherung in der Nahrungskette.

5.3.1 Emissionstrend 1990–2021

Abnahme um 2,7 % gegenüber Vorjahr

Von 1990 bis 2021 kam es zu einem Rückgang der Hg-Emissionen von insgesamt 59 % auf rund 1,0 Tonnen. Im Jahr 2021 wurde um 2,7 % weniger Quecksilber emittiert als im Jahr zuvor.

Abbildung 25:
Trend der österreichischen Quecksilber-Emissionen.



trendbestimmende Faktoren

Für den deutlich verminderten Quecksilber-Ausstoß seit 1990 sind die verstärkte Nutzung von Rauchgasreinigungstechnologien, der verringerte Einsatz von Kohle, Koks und schwerem Heizöl als Brennstoff sowie eine Verfahrensumstellung bei der einzigen Anlage zur Herstellung von Chlor in Österreich hauptverantwortlich.

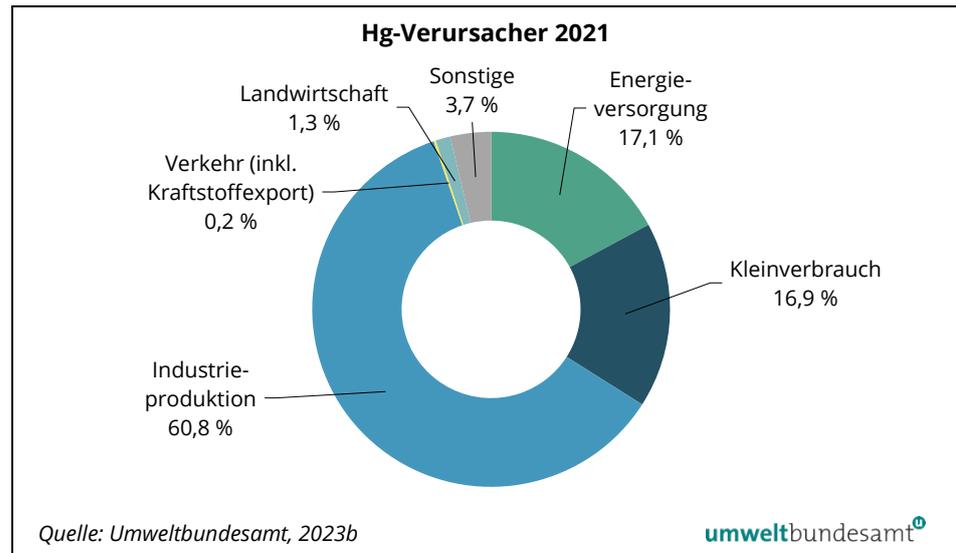
Zwischen 2005 und 2006 kam es zu einer signifikanten Emissionsreduktion, zurückzuführen auf die Inbetriebnahme einer Hg-Abscheidung in der Eisen- und Stahlproduktion. Die Emissionsmenge bewegt sich seitdem annähernd auf diesem Niveau. Durch den Einbruch der industriellen Produktion als Folge der Wirtschaftskrise kam es von 2008 auf 2009 zu einer deutlichen Abnahme der Hg-Emissionen. Im darauffolgenden Jahr nahmen die Emissionen, bedingt durch einen industriellen Aufschwung, wieder zu. Für den Anstieg von 2012 auf 2013 sind Emissionszunahmen aus der Eisen- und Stahlproduktion sowie aus der Zementindustrie verantwortlich. Von 2015 auf 2016 ging der Hg-Ausstoß merklich zurück, vorwiegend aufgrund von Reduktionen in der Industrieproduktion (insbesondere in der Zementproduktion) und in der Energieversorgung (verringertes Kohle- und Biomasseinsatz bei Kraftwerken). Der vorübergehende Rückgang der Hg-Emissionen 2017 auf 2018 war die Folge von wartungsbedingten Produktionsrückgängen in der Eisen- und Stahlindustrie. Die Abnahme von 2020 auf 2021 ist ebenso bedingt durch die Eisen- und Stahlindustrie wobei hier jedoch lediglich verfahrens- und messtechnisch bedingte Schwankungen der wichtigsten Einzelquelle durchschlagen.

5.3.2 Verursacher

Hauptemittenten

Die meisten Quecksilber-Emissionen werden in Österreich vom Sektor Industrieproduktion verursacht, gefolgt von den Sektoren Energieversorgung und Kleinverbrauch.

Abbildung 26:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den Queck-
silber-Emissionen
Österreichs.



Eine detaillierte Beschreibung der Hg-Verursachertrends ist bei jenen Verursachersektoren, deren Anteil an den Hg-Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt, im Kapitel 7 zu finden.

5.4 Blei (Pb)

Emissionsquellen

Die Eisen- und Stahlindustrie, der Reifen- und Bremsabrieb, der Hausbrand sowie die gewerblichen und industriellen Verbrennungsanlagen zählen in Österreich zu den größten Verursachern von Blei-Emissionen. Weitere Quellen sind die sekundäre Kupfer- und Bleierzeugung sowie die Feuerwerkskörper.

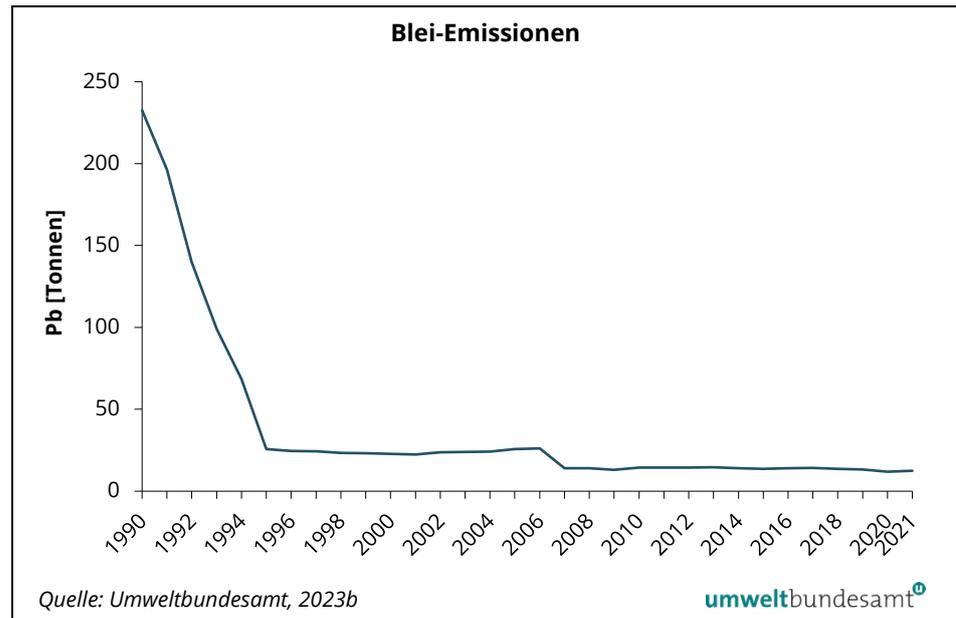
Durch die Bleibelastung von Luft, Wasser und Boden gelangt das Metall in die Nahrungskette des Menschen. Es reichert sich im Blut, in den Knochen und im Weichteilgewebe an und kann Nieren, Leber, Nervensystem und andere Organe schädigen.

5.4.1 Emissionstrend 1990–2021

Zunahme um 5,3 % gegenüber Vorjahr

Im Zeitraum von 1990 bis 2021 gingen die Blei-Emissionen um 95 % auf 12,5 Tonnen zurück. Im Jahr 2021 wurde um 5,3 % mehr Blei emittiert als im Jahr zuvor.

Abbildung 27:
Trend der österreichischen Blei-Emissionen.



trendbestimmende Faktoren

Die signifikante Reduktion der Blei-Emissionen bis zur Mitte der 1990er-Jahre wurde vor allem durch das Verbot von bleihaltigem Benzin erreicht. Durch die verstärkte Nutzung von Emissionsminderungsmaßnahmen und den verringerten Einsatz von Kohle, Koks sowie schwerem Heizöl als Brennstoff konnten auch in den restlichen Sektoren, mit Ausnahme der Energieversorgung, deutliche Reduktionen erzielt werden. Für den Sektor Energieversorgung ist von 1990 bis 2021 insgesamt ein Anstieg zu verzeichnen, bedingt durch den steigenden Einsatz von Holz und Holzabfällen in kleineren Heizwerken.

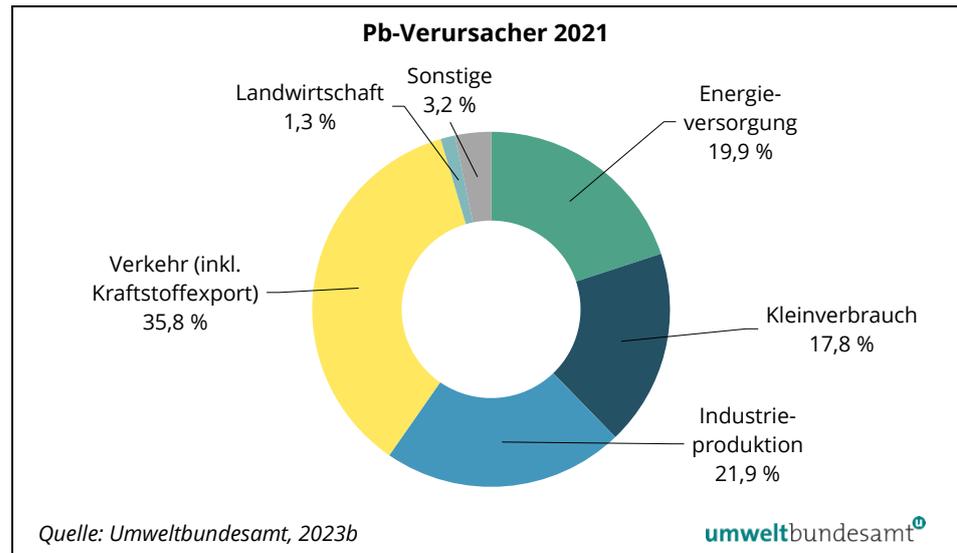
Die signifikante Emissionsabnahme zwischen 2006 und 2007 konnte durch verbesserte Stauberfassung und Abscheidung in der Eisen- und Stahlindustrie erreicht werden. Seitdem verlaufen die Blei-Emissionen relativ konstant auf diesem Niveau. Durch den Einbruch der industriellen Produktion als Folge der Wirtschaftskrise kam es von 2008 auf 2009 zu einer Abnahme der Pb-Emissionen. Im darauffolgenden Jahr nahmen die Emissionen, verursacht durch einen industriellen Aufschwung, wieder zu. Die etwas höheren Emissionen im Jahr 2013 sind maßgeblich auf Emissionszunahmen aus der Eisen- und Stahlproduktion zurückzuführen. Im Zeitraum von 2020 bis 2021 stieg der Pb-Ausstoß um 5,3 %. Hierfür verantwortlich waren vorwiegend die Emissionen aus dem Kleinverbrauch und dem Straßenverkehr. Witterungsbedingt stieg der Einsatz von Biomasse deutlich an, insbesondere in privaten Wohngebäuden.

5.4.2 Verursacher

Hauptemittenten

Der Sektor Verkehr ist für ein Drittel der österreichischen Blei-Emissionen verantwortlich. Weitere bedeutende Verursacher sind die Sektoren Industrieproduktion, Energieversorgung und Kleinverbrauch.

Abbildung 28:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den Blei-
Emissionen Österreichs.



Eine detaillierte Beschreibung der Pb-Verursachertrends ist bei jenen Verursachersektoren, deren Anteil an den Pb-Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt, im Kapitel 7 zu finden.

6 PERSISTENTE ORGANISCHE SCHADSTOFFE

untersuchte POP Als Persistente Organische Schadstoffe (Persistent Organic Pollutants, POP) werden sehr langlebige organische Substanzen bezeichnet, die für die Umwelt und die menschliche Gesundheit besonders schädlich sind. In diesem Bericht werden die Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK), Dioxine und Furane, Hexachlorbenzol (HCB) und polychlorierte Biphenyle (PCB) näher erörtert.

Die Entstehung von POP ist stark abhängig von der Brennstoffart, der Verbrennungstechnologie sowie den verschiedenen industriellen Prozessen. Für die Eisen- und Stahlindustrie sowie für die Abfallverbrennungsanlagen werden zur Emissionsermittlung Messwerte herangezogen, bei den übrigen Emissionsquellen werden Emissionsfaktoren verwendet.

6.1 Übereinkommen und Rechtsnormen

Aarhus-Protokoll POP Im Rahmen des UNECE-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung³¹ trat im Jahr 2003 das Aarhus-Protokoll über Persistente Organische Schadstoffe (POP; POP-Protokoll) in Kraft. Es hat die Begrenzung, Verringerung oder völlige Verhinderung der Ableitung, Emission und unbeabsichtigten Freisetzung bestimmter Persistenter Organischer Schadstoffe in Europa, einigen Ländern der ehemaligen Sowjetunion und den Vereinigten Staaten zum Ziel. Die vom Protokoll erfassten Stoffe dürfen – von einigen Ausnahmen abgesehen – nicht mehr hergestellt und verwendet werden. Für Dioxine, Furane, Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Hexachlorbenzol (HCB) sieht das Protokoll eine Emissionsreduktion vor. Das Aarhus-Protokoll wurde 2009 novelliert und um sieben Stoffe erweitert. Jedoch trat diese Version nicht in Kraft. Das Aarhus-Protokoll wurde 2013 von 13 EU Staaten ratifiziert.

Stockholmer Übereinkommen Auf Basis des Aarhus-Protokolls wurde 2001 unter der Federführung des UN-Umweltprogramms (UNEP)³² das Stockholmer Übereinkommen ausgehandelt (POP-Konvention). Damit war es nun das Ziel, besonders gefährliche Dauergifte weltweit zu beseitigen. Das Stockholmer Übereinkommen wurde 2002 von Österreich ratifiziert und trat 2004 in Kraft. Bisher sind über 180 Staaten diesem Abkommen beigetreten. Alle zwei Jahre findet die Vertragsstaatenkonferenz statt, wo unter anderem über die Aufnahme weiterer Stoffe entschieden wird. Unter den in der Konvention genannten Substanzen befinden sich auch Hexachlorbenzol, polychlorierte Biphenyle und die Gruppe der Dioxine. Jeder Vertragsstaat des Stockholmer Übereinkommens ist dazu verpflichtet, einen Nationalen Durchführungsplan (NIP) vorzulegen und diesen bei Änderungen des

³¹ Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (LRTAP)

³² <http://www.pops.int>

Übereinkommens zu aktualisieren. Insgesamt gab es bereits zehn Vertragsstaatenkonferenzen, auf denen die Aufnahmen weiterer POP in die Verbotsliste beschlossen wurden. Es handelt sich dabei u. a. um Stoffe, die als Flammschutzmittel und Pestizide eingesetzt wurden, sowie um Substanzen, die in Verpackungsmaterialien, Textilien, Reinigungsmitteln etc. zum Einsatz kamen. Auch in der elften Vertragsstaatenkonferenz, die im Mai 2023 stattfand, wurden weitere Schadstoffe aufgenommen und ein Beschluss über Verfahren und Mechanismen zur Einhaltung des Übereinkommens verabschiedet.³³

POP-Verordnung der EU

Die 2004 in Kraft getretene und 2019 neu gefasste Verordnung über Persistente Organische Schadstoffe (POP-Verordnung; VO EG Nr. 2019/1021) setzt das Stockholmer Übereinkommen und das Protokoll zum Genfer Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend POP in der Europäischen Union um. Diese POP-Verordnung verbietet die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von gezielt hergestellten POP-Substanzen, die im Aarhus-Protokoll und Stockholmer Übereinkommen gelistet sind. Darüber hinaus sind die Mitgliedstaaten verpflichtet, umfassende Verzeichnisse über die Freisetzung von POP zu führen und nationale Aktionspläne zu übermitteln.

Die Maßnahmen zur praktischen Umsetzung des Stockholmer Übereinkommens über Persistente Organische Schadstoffe in Österreich sind im 2008 erstmals veröffentlichten und 2012 revidierten Nationalen Durchführungsplan (NIP) (BMLFUW, 2012) festgelegt. Seit 27. April 2022 ist der österreichische NIP 2021 über POP veröffentlicht.³⁴ Der bereits erwähnte Nationale Aktionsplan (NAP) ist Teil davon und beinhaltet Strategien zur Vermeidung und Eliminierung der Freisetzung der in Anhang C genannten Chemikalien (Umweltbundesamt, 2022).

6.2 Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Emissionsquellen

Die Substanzgruppe der Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe umfasst über 100 Einzelverbindungen unterschiedlicher Flüchtigkeit. Sie sind in Erdöl, Kohle und Tabaktee enthalten und entstehen hauptsächlich bei unvollständiger Verbrennung kohlenstoffhaltiger Materialien (z. B. Öl, Holz, Kohle und Abfälle).

Entsprechend den Vorgaben des POP-Protokolls werden in der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur die Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe für die folgenden vier Leitsubstanzen sowohl einzeln also auch als Summe erfasst (Σ PAK4): Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen und Indeno(1,2,3-cd)pyren.

³³ Siehe <http://www.pops.int/TheConvention/ThePOPs/AllPOPs/tabid/2509/Default.aspx>

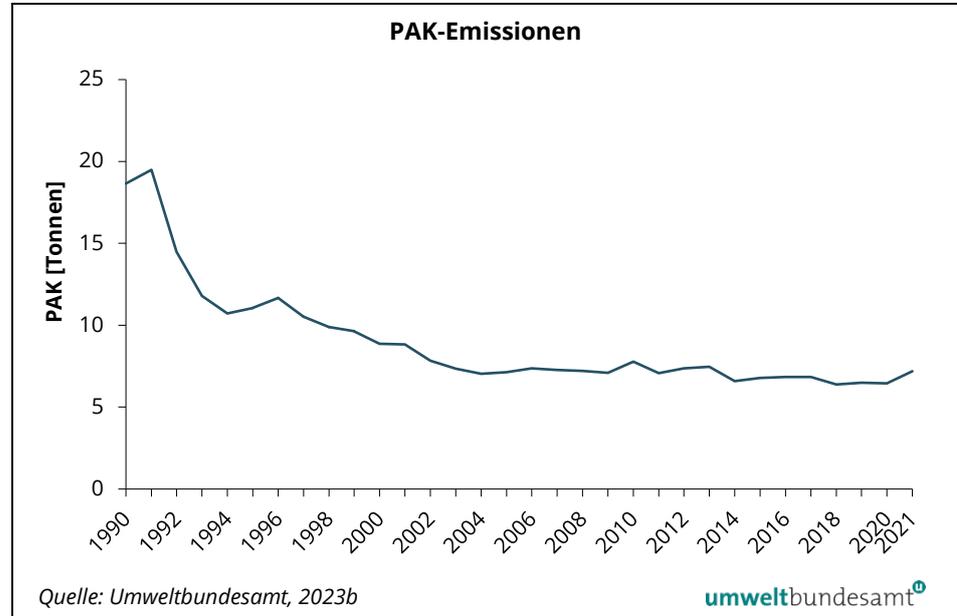
³⁴ Siehe Stockholm Convention National Implementation Plans (NIPs) <http://chm.pops.int/implementation/NationalImplementationPlans/NIPTransmission/tabid/253/default.aspx>

6.2.1 Emissionstrend 1990–2021

**Zunahme um 11 %
gegenüber Vorjahr**

Der österreichische PAK-Ausstoß konnte von 1990 bis 2021 um insgesamt 61 % auf 7,2 Tonnen gesenkt werden. Von 2020 auf 2021 kam es zu einem Anstieg von 11 %.

Abbildung 29:
Trend der PAK-
Emissionen (Σ PAK4).



trendbestimmende Faktoren

Der Emissionsrückgang seit 1990 beruht überwiegend auf Reduktionsmaßnahmen in den Sektoren Industrieproduktion und Kleinverbrauch. Im Sektor Industrieproduktion spielte die Einstellung der Primär-Aluminiumproduktion im Jahr 1992 für diese Entwicklung eine bedeutende Rolle. Beim Kleinverbrauch wurde der Rückgang durch eine verbesserte Verbrennungstechnologie und durch die Reduktion der Menge an eingesetzten festen Brennstoffen (sehr starker Rückgang von Kohle, vermehrter Einsatz von Biomasse) erreicht.

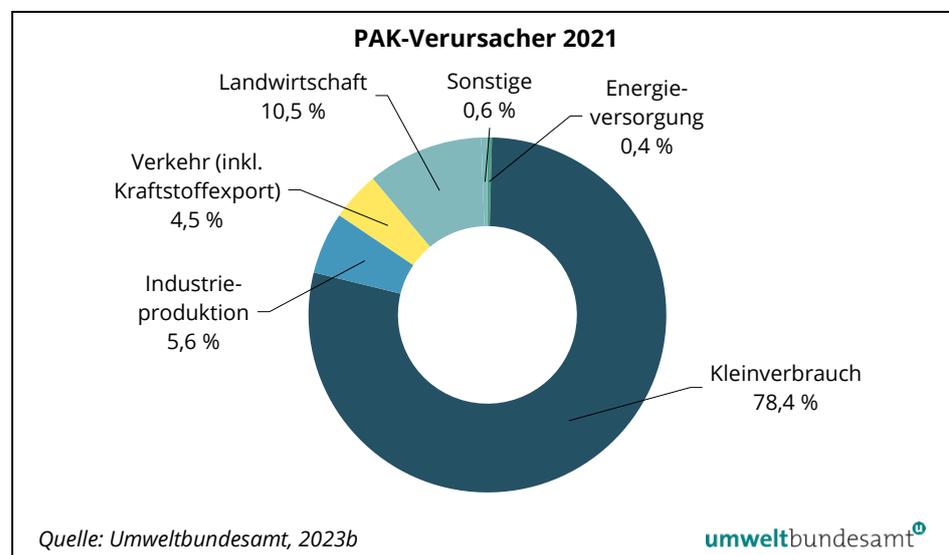
Bereits Ende der 1980er-Jahre konnte durch das Verbot der offenen Strohverbrennung am Feld im Landwirtschaftssektor eine sehr starke Abnahme der PAK-Emissionen erreicht werden. Die PAK-Emissionsmenge aus diesem Sektor ist heutzutage vorwiegend den stationären landwirtschaftlichen Anlagen zuzuordnen. Sie ist abhängig von der Menge der eingesetzten festen Brennstoffe (Biomasse und Kohle) sowie der Verbrennungstechnologie. Im Bereich der mobilen Quellen, die einen wesentlich geringeren Anteil der landwirtschaftlichen PAK-Emissionen ausmachen, sowie bei den PAK-Emissionen des Verkehrssektors korrelieren die Emissionen mit dem Treibstoffverbrauch.

Seit 2002 bleibt der Trend der PAK-Emissionen auf relativ konstantem Niveau, zeigt aber immer wieder geringfügige Schwankungen nach oben und unten. Im Vergleich zu 2020 waren die Emissionen im Jahr 2021 um 11 % höher. Hierzu trug der Kleinverbrauch wesentlich bei, bedingt durch die kühlere Witterung und den damit verbundenen erhöhten Heizbedarf sowie die stärkere Nutzung von Holz-Einzelöfen (als Zusatzheizung bzw. in der Übergangszeit).

6.2.2 Verursacher

Hauptemittent Der Großteil der österreichischen PAK-Emissionen wird vom Sektor Kleinverbrauch verursacht.

Abbildung 30:
Anteile der Verursachersektoren an den PAK-Emissionen in Österreich.



Eine detaillierte Beschreibung der PAK-Verursachertrends ist bei jenen Verursachersektoren, deren Anteil an den PAK-Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt, im Kapitel 7 zu finden.

6.3 Dioxine und Furane

Zur Gruppe der Dioxine und Furane gehören 75 polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD) und 135 polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) mit ähnlichen Eigenschaften (Kongenere). Im Säugetierorganismus – und damit auch im Menschen – wirken 17 von diesen 210 Substanzen besonders toxisch.

Emissionsquellen Dioxine und Furane entstehen als Nebenprodukt zahlreicher industrieller Prozesse und Verbrennungsvorgänge, da sie sich bei der Verbrennung von organischem kohlenstoffhaltigem Material in Anwesenheit von organischen oder anorganischen Halogen-Verbindungen in einem bestimmten Temperaturbereich (300–600 °C) bilden können. Die meisten Emissionen werden durch den Hausbrand, in Sinteranlagen, bei der Sekundär-Aluminiumerzeugung, bei der Gewinnung und Produktion von Eisen und Stahl sowie in jenen Branchen, die Holz und Holzreststoffe thermisch verwerten, verursacht.

Auch natürliche Prozesse, wie z. B. durch Blitzschlag verursachte Waldbrände, Steppenbrände oder Vulkanausbrüche, können zur Bildung von Dioxinen führen.

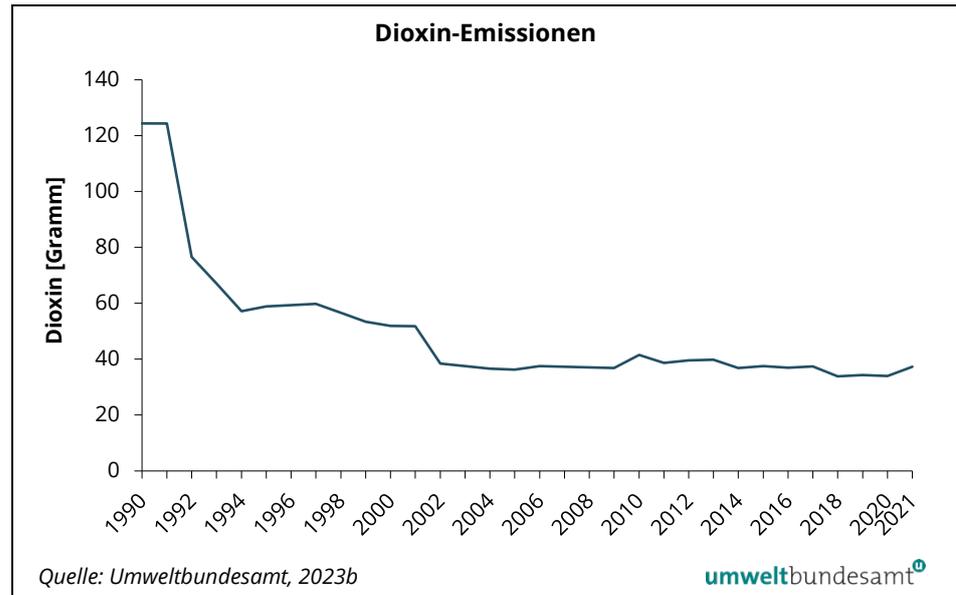
Im Folgenden wird diese Schadstoffgruppe verkürzt als „Dioxine“ bezeichnet.

6.3.1 Emissionstrend 1990–2021

**Zunahme um 10 %
gegenüber Vorjahr**

Von 1990 bis 2021 kam es in Österreich zu einem Rückgang der Dioxin-Emissionen um insgesamt 70 %. Im Jahr 2021 wurden rund 37 Gramm Dioxin emittiert, der Ausstoß hat im Vergleich zum Vorjahr um 10 % zugenommen.

Abbildung 31:
Trend der
Dioxin-Emissionen.



**trendbestimmende
Faktoren**

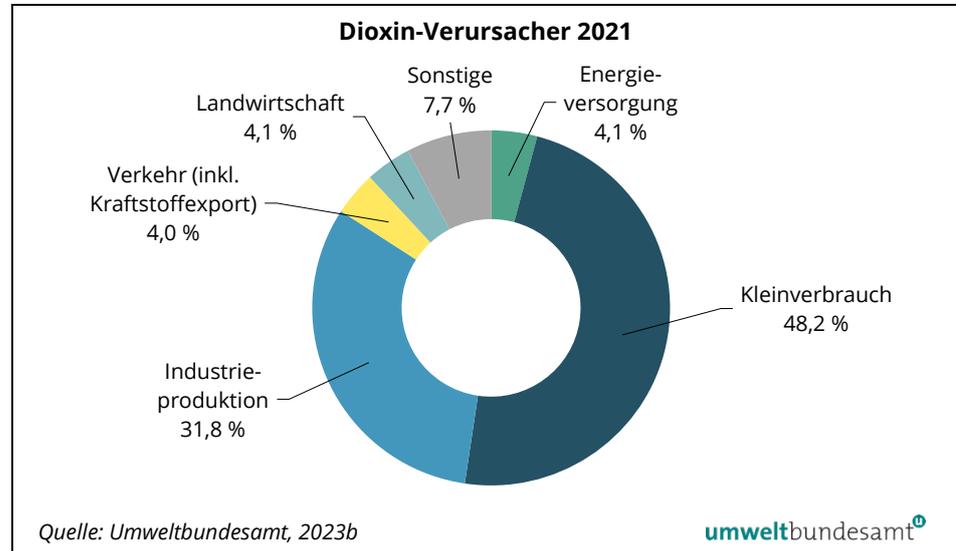
Durch umfangreiche Maßnahmen zur Emissionsminderung in der Industrieproduktion und bei Abfallverbrennungsanlagen konnten bis zum Jahr 1994 sehr große Emissionsreduktionen erzielt werden. Von 2001 auf 2002 kam es v. a. in der Eisen- und Stahlindustrie zu einem weiteren großen Emissionsrückgang, bedingt durch den Einbau einer Gewebefilteranlage. Im Sektor Kleinverbrauch sank der Dioxin-Ausstoß seit 1990 ebenfalls deutlich, vorwiegend aufgrund des reduzierten Einsatzes von Kohle. Aus diesem Sektor kommt noch immer rund die Hälfte der gesamten Dioxin-Emissionen Österreichs, bedingt durch die Verwendung von fester Biomasse als Brennstoff in den Heizungsanlagen. Die Zu- und Abnahmen der Dioxin-Emissionen in den Jahren ab 2010 sind maßgeblich beeinflusst durch die Witterung und den damit im Zusammenhang stehenden heizbedingten Brennstoffeinsatz. Von 2017–2018 kam es durch die milde Witterung (reduzierter Einsatz von Biomasse in Heizungsanlagen), wartungsbedingt verringerte Emissionen aus der Eisen- und Stahl- sowie Aluminiumproduktion und durch eine geringere Anzahl an Gebäudebränden zu einer deutlichen Emissionsreduktion. Von 2020 auf 2021 stieg der Ausstoß um insgesamt 10 %, maßgeblich bedingt durch den in Folge kühlerer Witterung gestiegenen Einsatz von Biomasse zur Wärmegewinnung im Sektor Kleinverbrauch. In der Industrieproduktion kam es vor allem aufgrund der gestiegenen Sekundäraluminiumproduktion zu einem höheren Dioxin-Ausstoß.

6.3.2 Verursacher

Hauptemittenten

Der Sektor Kleinverbrauch war 2021 für rund die Hälfte der gesamten Dioxin-Emissionen Österreichs verantwortlich, gefolgt von der Industrieproduktion.

Abbildung 32:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den Dioxin-
Emissionen in Öster-
reich.



Eine detaillierte Beschreibung der Dioxin-Verursachertrends ist bei jenen Verursachersektoren, deren Anteil an den Dioxin-Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt, im Kapitel 7 zu finden.

6.4 Hexachlorbenzol (HCB)

Emissionsquellen

Hexachlorbenzol gehört zur Gruppe der polychlorierten Benzole. HCB ist eine von zwölf Chlorverbindungen, die mit der Stockholmer Konvention weltweit verboten wurden. Anwendungsgebiete für HCB waren der Einsatz als Pestizid und Fungizid zur Saatgutbeize (1992 wurde der Einsatz von HCB als Pflanzenschutzmittel in Österreich verboten), als Weichmacher- und Flammschutzadditiv für Kunststoffe und Schmiermittel, als Flussmittel in der Aluminiumherstellung und als Zwischenprodukt zur Synthese von anderen Verbindungen (z. B. Farben). HCB kann auch unerwünscht als Nebenprodukt verschiedener Prozesse entstehen (Chlorierungsprozesse oder thermische Prozesse). Ebenso können heute noch immer Altlasten (Deponien) als Quelle für Einträge in die Umwelt fungieren.

Nach dem deutlichen Rückgang der Produktion und der Anwendung in der Chlorchemie Ende der 1980er- und Anfang der 1990er-Jahre gewannen Emissionen von Chlorbenzolen aus thermischen Prozessen an Bedeutung. Die meisten österreichischen HCB-Emissionen stammen aktuell aus Verbrennungsvorgängen in Haushalten, obgleich der reduzierte Kohleinsatz und modernisierte Holzheizungen für einen fallenden Emissionstrend verantwortlich sind. Jedoch

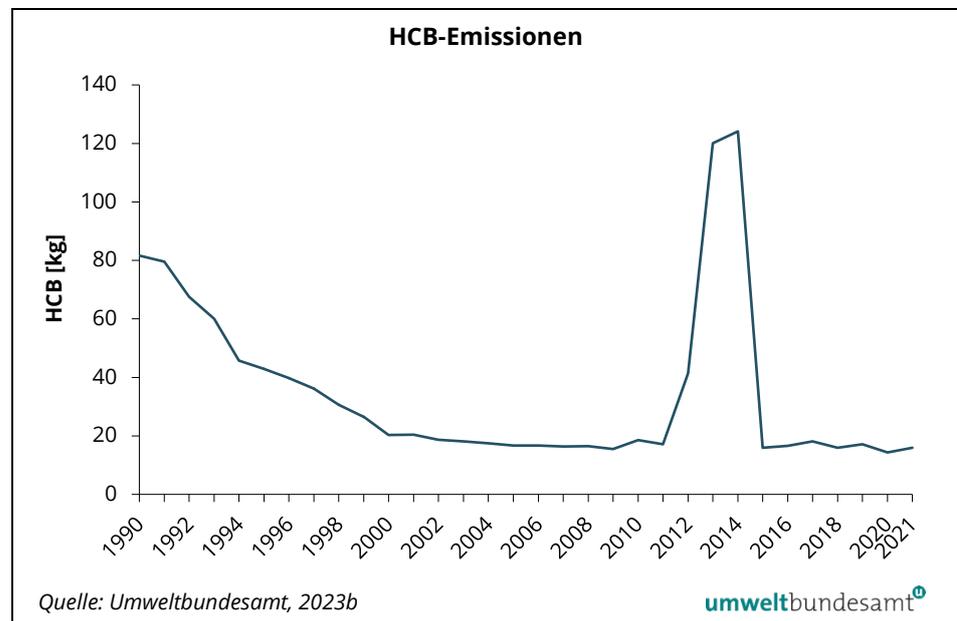
entstehen bei der verbotenen Mitverbrennung von häuslichen Abfällen oder behandeltem Holz (Baurestholz) in händisch beschickten Einzelöfen und Festbrennstoff-Kesseln (z. B. in sogenannten „Allesbrennern“) HCB-Emissionen. Die zweitgrößte Emissionsquelle war 2021 die Eisen- und Stahlindustrie, gefolgt von der Aluminiumherstellung.

6.4.1 Emissionstrend 1990–2021

Zunahme um 11 % gegenüber Vorjahr

Die HCB-Emissionen Österreichs konnten von 1990 bis 2021 um insgesamt 81 % auf rund 16 Kilogramm gesenkt werden. Von 2020 auf 2021 nahm der Ausstoß um 11 % zu.

Abbildung 33:
Trend der HCB-Emissionen.



trendbestimmende Faktoren

In den Sektoren Landwirtschaft und Sonstige konnten vor allem in den 1990er-Jahren durch Verbote von bestimmten Stoffen in Pestiziden für Pflanzenschutz und Holzimprägnierungsmitteln die HCB-Emissionen stark gesenkt werden.

Über die gesamte Zeitreihe konnte der HCB-Ausstoß aus den Sektoren Kleinverbrauch um 85 % und aus der Industrieproduktion um 39 % reduziert werden. Verantwortlich hierfür waren ein geringerer Kohleeinsatz und die Erneuerung von Holzheizungen sowie Maßnahmen in der Eisen- und Stahlindustrie, der Sekundär-Kupferproduktion und die Einstellung der Produktion von chlorierten Kohlenwasserstoffen.

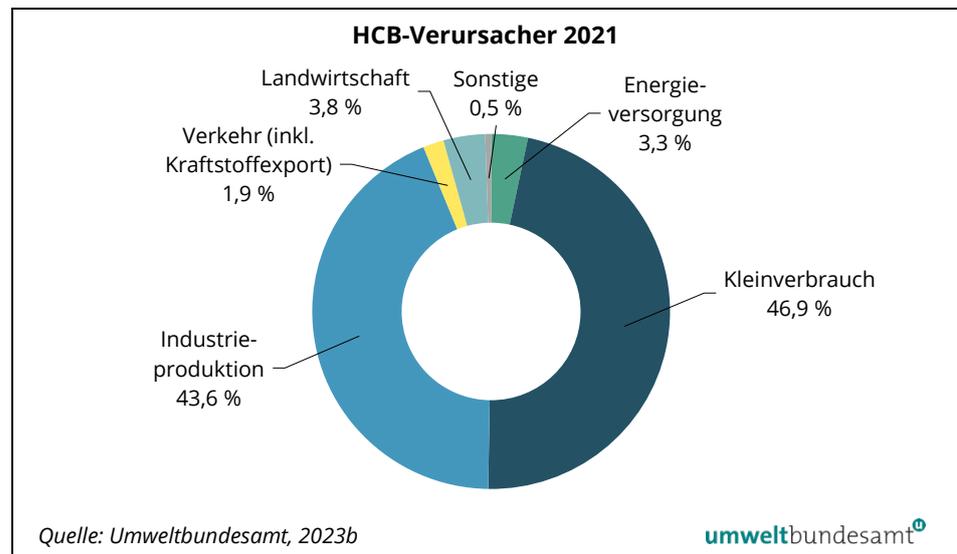
Die signifikante Zunahme der Emissionen von 2012 bis 2014 ist auf einen unbeabsichtigten HCB-Ausstoß eines österreichischen Zementwerkes zurückzuführen. HCB-kontaminiertes Material (Kalk) wurde mit zu niedrigen Temperaturen verbrannt, wodurch das HCB in die Luft freigesetzt wurde. Ab dem Jahr 2015 lagen die Emissionen wieder auf vorigem Niveau.

Der Rückgang der HCB-Emissionen von 2017 bis 2018 war vorwiegend auf die milde Witterung (reduzierter Einsatz von Biomasse in Heizungsanlagen) sowie die verringerten Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion zurückzuführen. Der reduzierte Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft sowie pandemiebedingte Reduktionen in der Eisen- und Stahlproduktion sind die Gründe für die Abnahme 2019/2020. Von 2020 auf 2021 nahm der HCB-Ausstoß um 11 % zu, was auf höhere Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion sowie der Aluminiumproduktion zurückzuführen ist. Im Kleinverbrauch kam es ebenso zu einem gestiegenen HCB-Ausstoß als Folge des witterungsbedingt erhöhten Biomasseeinsatzes.

6.4.2 Verursacher

Hauptemittent Die meisten HCB-Emissionen werden in Österreich von den Sektoren Kleinverbrauch und Industrieproduktion verursacht.

Abbildung 34:
Anteile der Verursachensektoren an den HCB-Emissionen in Österreich.



Eine detaillierte Beschreibung der HCB-Verursachertrends ist bei jenen Verursachensektoren, deren Anteil an den HCB-Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt, im Kapitel 7 zu finden.

6.5 Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Zu den polychlorierten Biphenylen (PCB) zählen insgesamt 209 Verbindungen (Kongeneren). Sie sind langlebige chlorierte Kohlenwasserstoffe, die sich in der Nahrungskette anreichern können und im Verdacht stehen, krebserregend zu sein.

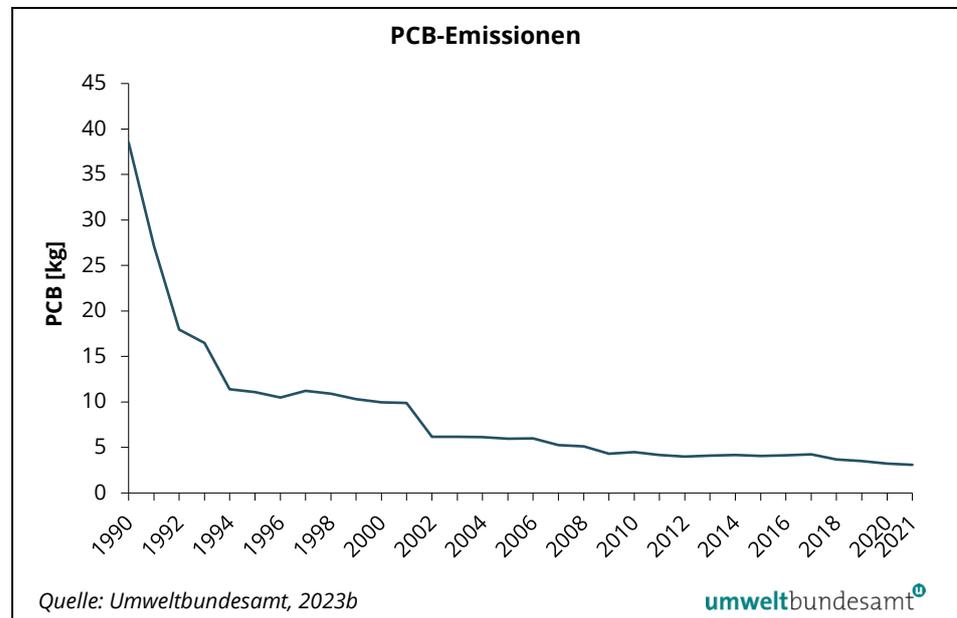
Emissionsquellen PCB wurden in der Vergangenheit in großer Menge produziert, sind aber durch die Stockholmer Konvention mittlerweile verboten. Sie fanden vielfältige Anwendung in der Bau-, Elektro- und Kunststoffindustrie (z. B. in Transformatoren, elektrischen Kondensatoren, in Hydraulikanlagen als Hydraulikflüssigkeit sowie als Weichmacher in Kunststoffen, Lacken, Isoliermitteln). PCB gehören in bestehenden Gebäuden zu den bedeutendsten Gebäudeschadstoffen, da sie als Fugendichtungsmassen in Betonbauten zum Einsatz kamen. Sie werden u. a. über den Luftpfad freigesetzt und sind in der Atmosphäre, in den Gewässern, im Boden und auch in Pflanzen und Tieren nachweisbar. Die PCB-Belastung des Menschen stammt zu einem Großteil aus der Nahrung, insbesondere aus Lebensmitteln tierischer Herkunft.

PCB sind mittlerweile in der EU verboten, werden aber noch immer als unbeabsichtigtes Nebenprodukt bei industriellen Prozessen und Verbrennungsvorgängen freigesetzt. Eine signifikante Verminderung der Belastung der Umwelt ist aufgrund der Langlebigkeit dieser Stoffe in der Umwelt nicht zu erkennen.

6.5.1 Emissionstrend 1990–2021

Abnahme um 4,5 % gegenüber Vorjahr Für den Zeitraum 1990–2021 ist in Österreich insgesamt eine Abnahme der PCB-Emissionen um 92 % auf rund 3,1 Kilogramm zu verzeichnen. Von 2020 auf 2021 sank der Ausstoß um 4,5 %.

Abbildung 35:
Trend der PCB-Emissionen.



trendbestimmende Faktoren Der Sektor Industrieproduktion (überwiegend die Metallproduktion) emittierte im Jahr 2021 96 % der PCB-Emissionen. Generell ist die Emissionsmenge abhängig von den Produktionszahlen. Seit 1990 konnte durch gezielte umweltpolitische Maßnahmen (technische Anforderungen, Verbote) ein Rückgang der Neueinträge von PCB in die Umwelt erreicht werden.

Die starke Abnahme von 1990 bis 1992 war in erster Linie durch rückläufige Emissionen aus der Bleiproduktion bedingt. In dieser Zeit wurde die Primärbleiproduktion auf Sekundärblei umgestellt (1993 abgeschlossen). Von 2001 auf 2002 kam es in der Eisen- und Stahlindustrie zu einem weiteren großen Emissionsrückgang, bedingt durch den Einbau einer Gewebefilteranlage. Der Emissionsrückgang von 2008 auf 2009 ist der Wirtschaftskrise zuzuschreiben.

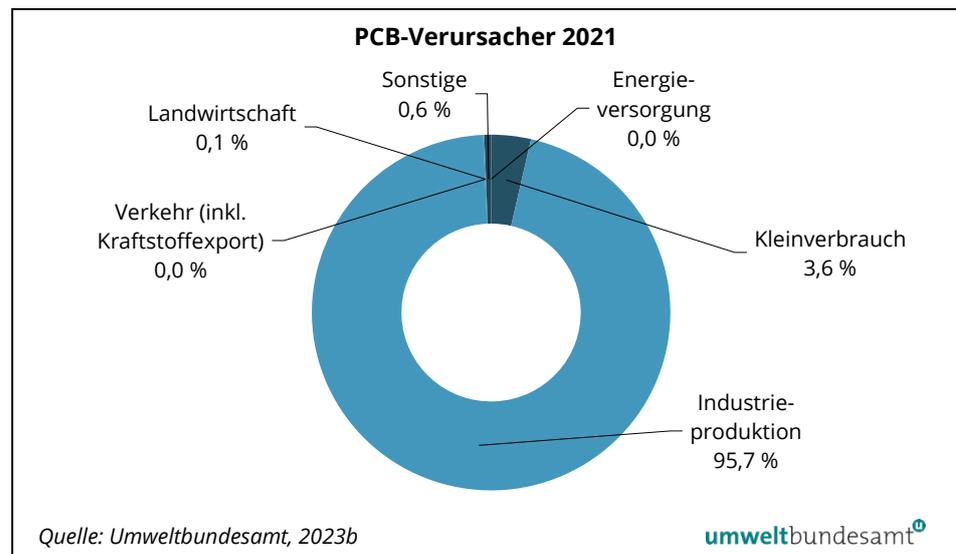
Die Emissionszunahme 2017 sowie die Rückgänge in den darauffolgenden Jahren sind auf veränderte Emissionsmengen aus der Eisen- und Stahlproduktion zurückzuführen.

Der PCB-Ausstoß aus dem Sektor Kleinverbrauch konnte seit 1990 durch die rückläufige Verwendung von Kohle und schwerem Heizöl um 98 % gesenkt werden. Im Jahr 2021 entfielen nur noch 3,6 % der PCB-Emissionen auf diesen Sektor.

6.5.2 Verursacher

Hauptemittent Österreichs PCB-Emissionen werden fast ausschließlich vom Sektor Industrieproduktion verursacht.

Abbildung 36:
Anteile der Verursachensektoren an den PCB-Emissionen in Österreich.



Eine Beschreibung des PCB-Trends ist bei jenen Verursachensektoren, deren Anteil an den PCB-Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt, im Kapitel 7 zu finden.

7 EMISSIONEN NACH SEKTOREN

In diesem Kapitel wird näher auf die Emissionen der sechs Verursachersektoren Energieversorgung, Kleinverbrauch, Industrieproduktion, Verkehr, Landwirtschaft und Sonstige (siehe Kapitel 1.5) eingegangen.

Es werden für jeden Sektor allerdings nur jene Luftschadstoffe dargestellt, deren Anteil an den österreichischen Gesamtemissionen im Jahr 2021 mindestens 5 % betrug. Die Anteile < 10 % werden mit einer Kommastelle angegeben, Absolutwerte sind den Tabellen im Anhang zu entnehmen.

Zu beachten ist, dass auch in diesem Kapitel nicht auf Treibhausgas-Emissionen eingegangen wird. Detaillierte Informationen zu den Verursachern von Treibhausgasen sind im Klimaschutzbericht 2023 (Umweltbundesamt, 2023c) zu finden.

7.1 Energieversorgung

Emissionsquellen

Die Emissionen dieses Sektors entstehen in kalorischen Kraftwerken zur öffentlichen Strom- und Fernwärmeerzeugung, bei der Förderung und Verarbeitung von Kohle, Erdgas und Erdöl (Raffinerien), bei sonstigem Eigenverbrauch der Energieindustrie (u. a. Erdöl-/Erdgasförderung, Gasspeicherbewirtschaftung) sowie bei der Brennstoffverteilung (Gasnetz, Tanklager, Tankstellennetz). Die Emissionen der mit Gasturbinen betriebenen Gaspipeline-Kompressoren sind ebenfalls im Sektor Energieversorgung enthalten. Die Emissionen aus der Strom- und Fernwärmeerzeugung der produzierenden Industrie sind dem Sektor Industrieproduktion zugeordnet.

Die Emissionsmenge aus öffentlichen Kraft- und Fernwärmewerken ist wesentlich von den eingesetzten Energieträgern abhängig.

öffentliche Stromerzeugung

Die öffentliche Stromerzeugung Österreichs erfolgte im Jahr 2021 zu 65 % in Wasserkraftwerken und zu 16 % aus Windkraft und Photovoltaik (Statistik Austria, 2022a). Die Strommenge aus Wasserkraftwerken variiert jährlich, bedingt durch die schwankende Wasserführung der Flüsse. Wenn viel Energie aus Wasserkraftwerken gewonnen werden kann, muss wenig Energie in kalorischen Kraftwerken erzeugt werden und umgekehrt. Die Dynamik des internationalen Strommarktes beeinflusst noch zusätzlich die Aktivitäten des österreichischen Kraftwerksparks und dessen Luftschadstoff-Emissionen.

Stromverbrauch in Österreich

Von 1990 bis 2021 ist der Stromverbrauch in Österreich um 53 % gestiegen, er belief sich im Jahr 2021 auf rund 75 Terawattstunden (TWh). Im Zeitraum 2011–2014 war die Produktion aus kalorischen Kohle- und Gaskraftwerken stark rückläufig. Im Jahr 2021 hat die Erzeugung aus Wasserkraft um 8 % und die Erzeugung aus Windkraft um 1 % abgenommen. Die Erzeugung aus Gaskraftwerken

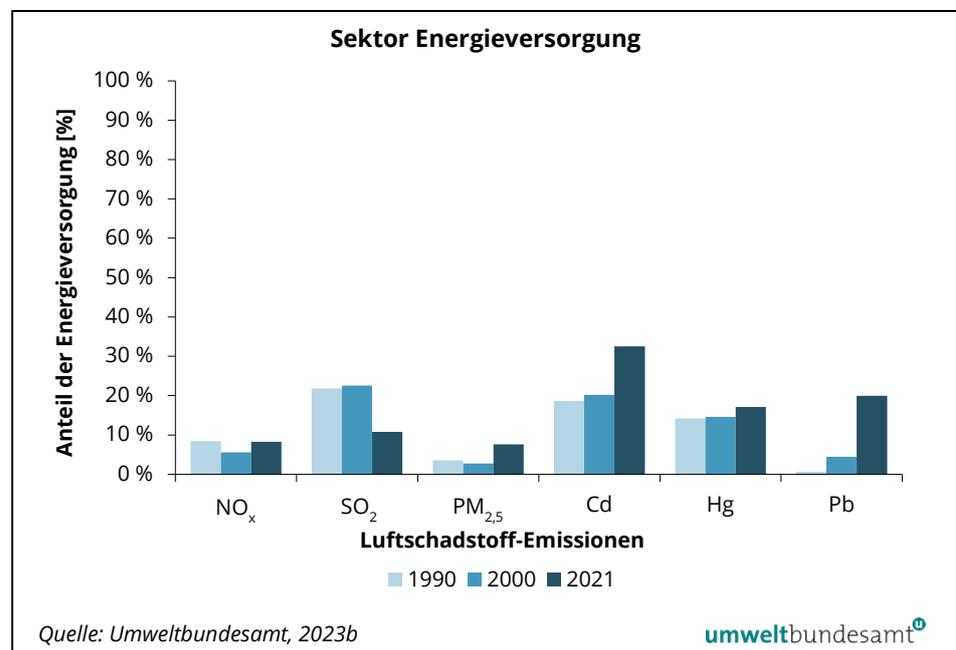
hat um 6 % zugenommen. Die Gesamtstromproduktion des Jahres 2021 war damit um insgesamt 2,5 TWh niedriger als im Vorjahr. Die Nettoimporte sind um 5 TWh auf insgesamt 7,5 TWh gestiegen, was etwa 10 % des Inlandsstromverbrauchs entsprach (Statistik Austria, 2022a). Vor der Liberalisierung des Strommarktes im Jahr 2001 war Österreich noch Strom-Nettoexporteur.

7.1.1 Hauptschadstoffe

Emissionsanteile

Im Jahr 2021 verursachte der Sektor Energieversorgung 8,3 % der NO_x -, 11 % der SO_2 -, 7,6 % der $\text{PM}_{2,5}$ -, 33 % der Cd-, 17 % der Hg- und 20 % der Pb-Emissionen Österreichs.³⁵

Abbildung 37:
Anteil des Sektors Energieversorgung an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.



Emissionsquellen

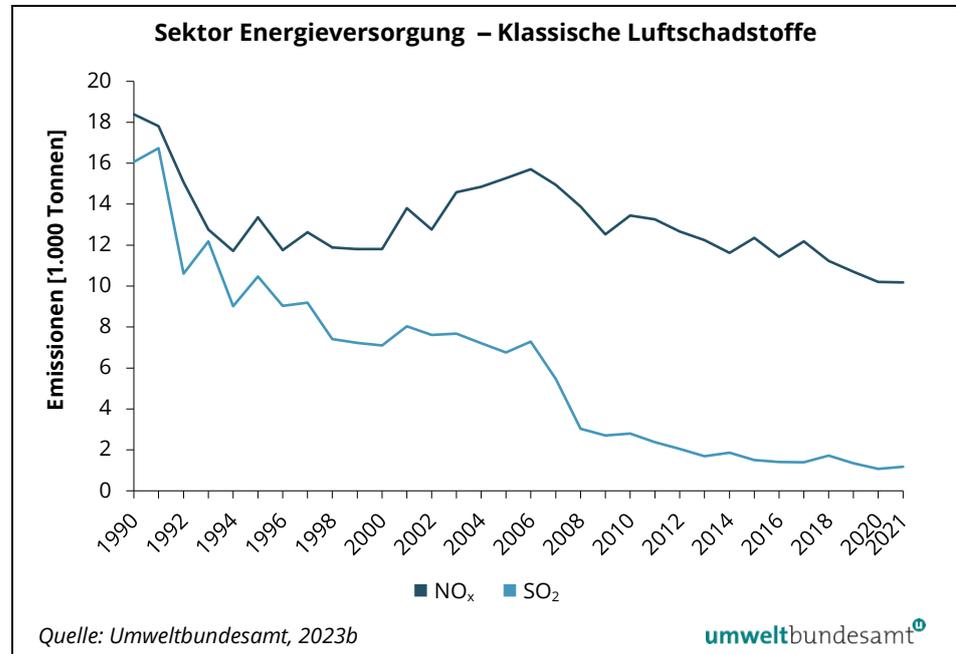
Der Großteil der NO_x -, SO_2 -, Hg- und Pb-Emissionen der Energieversorgung wird von kalorischen Kraftwerken verursacht. Für die Cd-Emissionen dieses Sektors sind vorwiegend die Erdölraffination sowie Biomasseanlagen verantwortlich. Die Feinstaub-Emissionen ($\text{PM}_{2,5}$) werden hauptsächlich von einer Vielzahl kleinerer Biomasseanlagen, die ohne entsprechende Filter ausgestattet sind, emittiert.

³⁵ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Energieversorgung angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt.

7.1.1.1 Klassische Luftschadstoffe

Die klassischen Luftschadstoff-Emissionen NO_x und SO_2 der Energieversorgung konnten von 1990 bis 2021 deutlich gesenkt werden.

Abbildung 38:
Trend der NO_x - und SO_2 -
Emissionen des Sektors
Energieversorgung.



NO_x -Emissionen

trendbestimmende Faktoren

Von 1990 bis 2021 konnte der NO_x -Ausstoß aus dem Sektor Energieversorgung um 45 % reduziert werden, wobei insbesondere bis zum Ende der 1990er-Jahre ein rückläufiger bzw. stagnierender Trend zu erkennen ist. Effizienzsteigerungen und der Einbau von Entstickungsanlagen und stickstoffarmen (Low- NO_x) Brennern in den Kraftwerken waren für diesen Trend verantwortlich. Ab dem Jahr 2000 kam es zu einem Anstieg der jährlichen Emissionsmenge. Diese Entwicklung ist mit einer erhöhten Stromproduktion in kalorischen Kraftwerken bzw. dem verstärkten Einsatz von Kohle und Erdgas zur Stromproduktion sowie von Biomasse zur Fernwärmeerzeugung erklärbar. Der neuerliche Emissionsrückgang ab 2007 ist vorwiegend auf die Neuinbetriebnahme einer SNO_x -Anlage bei der Raffinerie zurückzuführen. Die vergleichsweise niedrigen NO_x -Emissionen 2009 wurden durch die relativ geringe Auslastung der Kohlekraftwerke in jenem Jahr verursacht. Für die Abnahme ab 2012 war ein rückläufiger Kohle- und Gaseinsatz in den Kraftwerken hauptverantwortlich. Im Jahr 2014 kam es, bedingt durch eine niedrige Anzahl an Heizgradtagen und die entsprechend geringere Fernwärmeproduktion aus Biomasse-KWK-Anlagen, zu einer zusätzlichen Emissionsreduktion. Von 2014 auf 2015 stieg der NO_x -Ausstoß wieder an, verursacht durch eine Zunahme der Heizgradtage und die damit erhöhte Fernwärmeerzeugung sowie einen Zuwachs des Eigenverbrauchs der Erdöl- und Erdgasförder-Unternehmen. Für den Rückgang 2016 ist die Stilllegung bzw. Teilabschaltung zweier Kohlekraftwerke die Hauptursache. Der Anstieg der NO_x -Emissionen im Jahr 2017 wurde durch die stark erhöhte Stromproduktion in Gas-

kraftwerken und die höhere Fernwärmeproduktion in Biomasseanlagen verursacht. Die Abnahme des NO_x-Ausstoßes aus diesem Sektor im Jahr 2018 erfolgte aufgrund der geringeren Stromerzeugung aus Gas- und Ölkraftwerken sowie eines reduzierten Brennstoffeinsatzes in Biogasanlagen. 2019 kam es zu einem Emissionsrückgang, bedingt durch den verringerten Ausstoß von Großkraftwerken, Pipelinekompressoren sowie kleinen Biomasseanlagen. 2020 nahm die NO_x-Emissionsmenge, hauptsächlich aufgrund der Stilllegung der letzten verbliebenen Kohlekraftwerke, ab.

**Abnahme um 0,3 %
gegenüber Vorjahr**

Von 2020 auf 2021 kam es zu einem geringfügigen Rückgang der NO_x-Emissionen aus der Energieversorgung um 0,3 %.

Rund 47 % der NO_x-Emissionen dieses Sektors wurden im Jahr 2021 durch kleine Biomasse-Nahwärme- und KWK-Anlagen verursacht.

SO₂-Emissionen

**trendbestimmende
Faktoren**

Von 1990 bis 2021 konnte der SO₂-Ausstoß aus dem Sektor Energieversorgung um insgesamt 93 % gesenkt werden. Die große Emissionsreduktion in den 1990er-Jahren, insbesondere in den Heiz- und Wärmekraftwerken, ist vorwiegend auf den vermehrten Einsatz von Entschwefelungsanlagen aufgrund des Luftreinhaltegesetzes für Kesselanlagen (LRG-K; BGBl. Nr. 380/1988) und seines Vorläufers, dem Dampfkesselemissionsgesetz, zurückzuführen. Die Umstellung auf schwefelärmere bzw. schwefelfreie Brennstoffe, wie z. B. Erdgas, trug zusätzlich zur Reduktion bei. Der Emissionsrückgang seit 2007 beruht hauptsächlich auf der Neuinbetriebnahme einer SNO_x-Anlage bei der Raffinerie sowie auf einem geringeren Kohleeinsatz in Kraftwerken. Der Anstieg der SO₂-Emissionen im Jahr 2014 wurde durch einen erhöhten Ausstoß der Raffinerie verursacht, der im Jahr 2013 weit unter dem Niveau der Vorjahre lag. Die SO₂-Abnahme im Jahr 2015 ist wiederum vorwiegend auf einen Emissionsrückgang bei der Raffinerie zurückzuführen. Aufgrund von nahezu verdoppelten Emissionen aus der Erdölraffinerie kam es 2018 zu einem deutlichen Anstieg des SO₂-Ausstoßes. Von 2018 auf 2019 ging die SO₂-Emissionsmenge zurück, bedingt durch den geringeren Ausstoß der Erdölraffinerie sowie den verringerten Einsatz von Steinkohle in Kraftwerken. Von 2019 auf 2020 sanken die SO₂-Emissionen, hauptsächlich aufgrund der Stilllegung der letzten verbliebenen Kohlekraftwerke sowie eines Rückgangs bei der Erdölraffinerie.

**Zunahme um 9,1 %
gegenüber Vorjahr**

Von 2020 auf 2021 kam es zu einer Zunahme der SO₂-Emissionen von insgesamt 9,1 %, hauptsächlich aufgrund eines höheren Erdöleinsatzes in der Erdölraffinerie.

7.1.1.2 Feinstaub

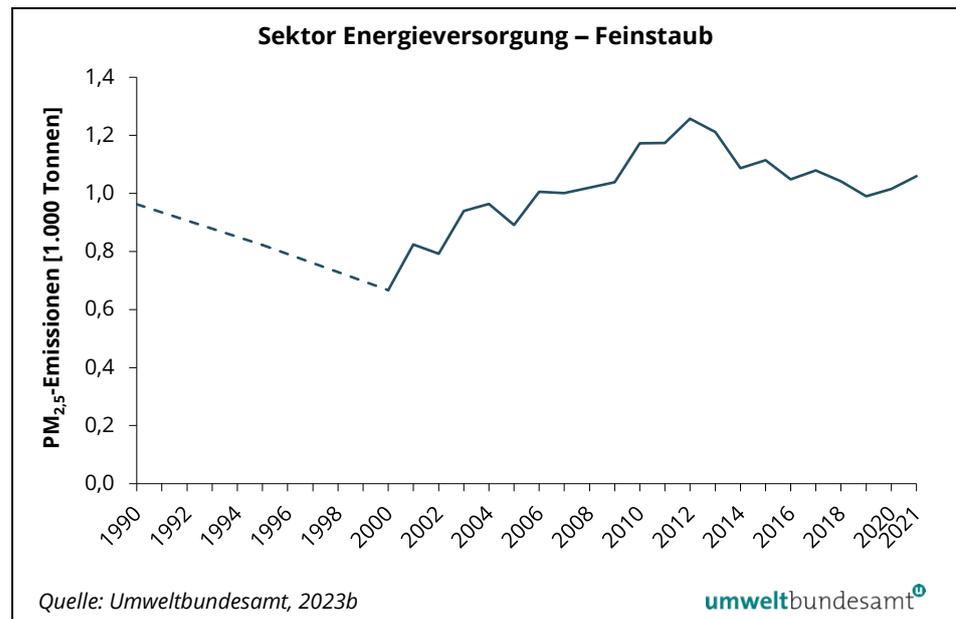
Im Sektor Energieversorgung verursachen die Strom- und Fernwärmekraftwerke einen Großteil der Feinstaub-Emissionen. Rund 80 % der gesamten PM_{2,5}-Emissionen des Jahres 2021 stammten aus kleinen Biomasse-Nahwärme- und KWK-Anlagen mit einem Anteil von ca. 30 % am gesamten Primärenergiebedarf

der kalorischen Kraftwerke. Etwa 4 % der gesamten PM_{2,5}-Emissionen des Sektors Energieversorgung stammten aus der Raffinerie und 9 % werden für die Holzkohleherstellung (Holzkohlemeiler) abgeschätzt.

**trendbestimmende
Faktoren**

Bereits in den 1980er-Jahren konnte eine deutliche Reduktion der Staub-Emissionsfrachten aus kalorischen Kraftwerken erzielt werden. Dies gelang durch die Umstellung von aschereichen Brennstoffen, wie Kohle und schweres Heizöl, auf aschearme oder -freie Brennstoffe, wie Erdgas, sowie durch den Einbau von Staubabscheidern und den Einsatz von kombinierten Staub-Schwefel-Reduktionsverfahren.

Abbildung 39:
Trend der PM_{2,5}-
Emissionen des Sektors
Energieversorgung.³⁶



Anmerkung: Die Daten der Jahre 1991–1994 und 1996–1999 wurden mittels Interpolation ermittelt und sind daher gestrichelt dargestellt.

Von 1990 bis 2021 hat der PM_{2,5}-Ausstoß der Energieversorgung um insgesamt 10 % zugenommen, wobei von 2000 bis 2012 ein fast durchgehender Anstieg zu verzeichnen ist. Dieser Trend ist auf die starke Zunahme kleinerer Biomasse-Nahwärmanlagen zurückzuführen. Der deutliche Rückgang seit 2012 wurde vorwiegend durch den verminderten Einsatz von Kohle verursacht. Der Trend ab dem Jahr 2014 wird hauptsächlich durch den jährlich schwankenden Biomasse-Einsatz bestimmt. Von 2020 auf 2021 haben die PM_{2,5}-Emissionen der Energieversorgung aufgrund der höheren Fernwärmeerzeugung aus Biomasseheizwerken um 4,2 % zugenommen.

**Zunahme um 4,2 %
gegenüber Vorjahr**

³⁶ Aufgrund des geringen Anteils der PM₁₀-Emissionen des Sektors an den Gesamtemissionen wird auf eine Darstellung verzichtet.

7.1.1.3 Schwermetalle

Kadmium-Emissionen

**Abnahme
gegenüber 1990**

Die Kadmium-Emissionen aus dem Sektor Energieversorgung nahmen von 1990 bis 2021 um 8,9 % ab. Von 2020 auf 2021 kam es zu einem Anstieg der Kadmium-Emissionen um 2,2 %. Hauptverantwortlich für den Emissionsanstieg ist die Zunahme der Fernwärmeerzeugung aus Biomasse.

Der Grund für den Anstieg der Cd-Anteile der Energieversorgung an den Gesamtemissionen von Cd (siehe Abbildung 37) liegt am verhältnismäßig stärker abnehmenden gesamtösterreichischen Emissionsniveau.

Quecksilber-Emissionen

**Abnahme
gegenüber 1990**

Die Quecksilber-Emissionen konnten durch die Schließung von Kohlekraftwerken sowie durch eine verbesserte Abgasreinigung bei älteren Abfallverbrennungsanlagen seit 1990 um 50 % reduziert werden. Trendbestimmend für die letzten Jahre waren der sukzessive Rückgang des Kohleeinsatzes bei Kraftwerken sowie der gestiegene Biomasse-Einsatz für die Fernwärmeerzeugung. Von 2020 auf 2021 nahm der Quecksilber-Ausstoß durch die Stilllegung von Kohlekraftwerken um 1,5 % ab.

Blei-Emissionen

**Anstieg
gegenüber 1990**

Bei den Blei-Emissionen aus dem Sektor Energieversorgung ist von 1990 bis 2021 ein Anstieg von 73 % zu verzeichnen, bedingt durch den steigenden Einsatz von Holz und Holzabfällen in kleineren Heizwerken. Von 2020 auf 2021 nahm der Blei-Ausstoß durch die Zunahme der Fernwärmeerzeugung aus Biomasse um 3,8 % zu.

7.1.2 Ausblick 2030

Das vorliegende Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) für den Sektor Energieversorgung im Jahr 2030 (Umweltbundesamt, 2023e) geht von einer Stilllegung sämtlicher öffentlicher Kohle- und Ölkraftwerke bis 2022 sowie von einem stetigen Rückgang bei der Stromproduktion aus Erdgas bis 2030 aus. Damit verbunden ist ein Rückgang der NO_x-Emissionen auf 10,8 Kilotonnen, der SO₂-Emissionen auf ca. 1,4 Kilotonnen und der PM_{2,5}-Emissionen auf 1,4 Kilotonnen.

7.2 Kleinverbrauch

Emissionsquellen

Im Sektor Kleinverbrauch werden die Luftschadstoff-Emissionen aus Kleinfeuerungsanlagen der privaten Haushalte und von öffentlichen und privaten Dienstleistungen (öffentliche Gebäude, Bürogebäude, Hotellerie, Krankenhäuser etc.), die überwiegend der Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser dienen,

berücksichtigt. Außerdem beinhaltet dieser Sektor auch die in privaten Haushalten verwendeten mobilen Arbeitsgeräte, wie zum Beispiel Rasenmäher. Zusätzlich werden hier auch Brauchtuftsfeuer, wie Sonnwend-, Oster-, Adventfeuer, und Holzkohlegrills als relevante Emissionsquellen berücksichtigt.

In Österreich wurden 2021 mit rund 17.100 Anlagen mehr Holz-Zentralheizungen (effiziente und emissionsarme Stückholz-, Hackschnitzel- und Pelletskessel) installiert als in den vergangenen 7 Jahren davor. Seit dem Höchststand 2012 – gemessen an rund 632 MW thermischer Leistung (22.400 Anlagen) – ist die neu installierte Leistung 2021 mit einem Absinken um 32 % (Anlagen um 24 %) jedoch rückläufig. Die Anteile der Pelletskessel an den Installationszahlen sind größer geworden, weshalb diese absolut einen Anstieg verzeichnen (LKNÖ, 2013–2022).

Der Trend zum Stückholz-Kaminofen als Zusatzheizung („Wohlfühlöfen“) hat sich gemäß den sinkenden Verkaufszahlen abgeschwächt, ist aber weiterhin in einer relevanten Größenordnung. Im internationalen Vergleich gesehen weist Österreich im Bereich der Haushalte einen hohen Anteil an Holzfeuerungen auf. Dies ist zwar günstig für die CO₂-Bilanz, vielfach noch bestehende veraltete Anlagen bewirken aber hohe spezifische Emissionen von NMVOC, CO, Cd, Hg, PAK, Dioxinen, HCB und Feinstaub.

**Energieträger Kohle
und Öl verlieren an
Bedeutung**

Kohle verliert als Brennstoff für Heizungen sehr stark an Bedeutung. Auch der Anteil von Ölkesseln im Bestand ist stark abnehmend. Die Neuanlagen zeigen seit dem Jahr 2017 mit einem Absatz von rund 5.100 Stück einen Rückgang und haben sich auf 2.240 Stück im Jahr 2021 verringert. Zum Vergleich lag der Absatz im Jahr 1999 noch bei rund 31.500 Stück (LKNÖ, 2013–2022).

Bei neu installierten Erdgas-Zentralheizungskesseln sind emissionsarme und energieeffiziente Niedertemperatur- bzw. Brennwertgeräte mittlerweile Standard. Der Anteil von Brennwertgeräten am Gesamtbestand ist aber vor allem in Großstädten noch relativ gering und lag 2015 österreichweit knapp unter 50 % (E7 Energie Markt Analyse, 2017). Die jährlichen Absatzzahlen der Gaskessel sind in den Jahren seit 2017 bis 2019 von rund 43.500 Stück auf 44.000 Stück im Jahr 2021 gestiegen (LKNÖ, 2013–2022).

**elektrische Energie
und Erneuerbare
vermehrt eingesetzt**

Seit 1990 ist bei den Privathaushalten ein stetiger Anstieg des gesamten Einsatzes von elektrischer Energie bis 2021 bemerkbar (+77 %), gegenüber 2005 ist die Energiemenge um 24 % größer. Die Dienstleistungen zeigen seit 2005 mit -3,7 % bis 2021 einen sinkenden Einsatz von Strom (bei einem Anstieg von 33 % gegenüber 1990) (Statistik Austria, 2022a).

Der Stromeinsatz im Sektor Kleinverbrauch hat im Jahr 2021 mit 27 % (2020: 28 %) den größten Anteil an den eingesetzten Energieträgern. Folgende Nutzungszwecke werden für 2021 erfasst (Statistik Austria, 2022b):

- Im Dienstleistungssektor ist Strom mit 39 % Gesamtanteil der dominante Energieträger. Etwa ein Fünftel davon wurde 2021 für Raumwärme, Warmwasserbereitung und Klimatisierung verwendet. Weitere zwei Fünftel des Stromeinsatzes entfallen auf Prozesswärme³⁷.
- Bei den Privathaushalten liegt der Stromanteil mit 23 % des Energieeinsatzes knapp hinter der Biomasse an zweiter Stelle. Etwa ein Drittel davon wurde 2021 für Raumwärme, Warmwasserbereitung und Klimatisierung verwendet. Ein weiteres Zehntel entfällt auf Kochen.

Umgebungswärme etc.

Die Nutzung von Geothermie, Umgebungswärme (für Wärmepumpen) und Solarthermie stieg 2021 unter dem Trend der Heizgradtage um 3,8 % gegenüber dem Vorjahr an (v. a. durch den Einsatz von Wärmepumpen im Neubau bei sinkender Nutzung von Geothermie und Solarthermie). Gegenüber 1990 ist die Nutzung von Umgebungswärme etc. um ein Vielfaches (+1.012 %) angestiegen. Der Anteil von Umgebungswärme etc. ist 2021 auf 5,8 % (2020: 6,1 %) abgesunken. Diese erneuerbaren Technologien verursachen keine direkten Treibhausgas- und Luftschadstoff-Emissionen (Statistik Austria, 2022a, 2022b, 2022c).

Ausbau der Fernwärme

Neben dem stetigen Ausbau der großen städtischen Fernwärmenetze tragen auch kleinere, mit Biomasse betriebene Fern- und Nahwärmanlagen in kleineren Städten und im ländlichen Raum zur Wärmeversorgung der Haushalte bei. Der energetische Anteil von Fernwärme am gesamten Endenergieeinsatz der Privathaushalte und Dienstleistungen ist von 1990 bis 2021 fast kontinuierlich von rund 6,7 % auf rund 16 % gestiegen (Statistik Austria, 2022b). Zu beachten ist, dass die Emissionen der Aufbringung von Strom und Fernwärme (aus kalorischen Heizwerken, Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und Kraftwerken) nicht dem Sektor Kleinverbrauch, sondern dem Sektor Energieversorgung zugeordnet werden.

trendbestimmende Faktoren

Emissionsmindernd für den Sektor Kleinverbrauch sind neben der verbesserten Energieeffizienz der Gebäude (thermische Sanierung, energieeffizienter Neubau) hauptsächlich die Verdrängung von Kohleheizungen aus dem Bestand und die fortschreitende Verlagerung der Energieträgeranteile in Richtung Erdgas, Fernwärme und Wärmepumpen. Der zunehmende Einsatz effizienter, emissionsärmerer Verbrennungstechnologien (v. a. bei Biomasse-Heizungen, Brennwertgeräten) wirkt tendenziell emissionsenkend im Vergleich zu konventioneller Technologie. Auch die zunehmend mildere Witterung trägt zur Emissionsreduktion seit 1990 bei (sinkender Trend der Heizgradtage).

³⁷ Eine klare Trennung der Verwendungszwecke „Warmwasserbereitung“ und „Prozesswärme“ ist in der Nutzenergieanalyse derzeit nicht möglich (Statistik Austria, 2022b).

Der anhaltende Trend zu mehr und größeren Wohnungen sowie höherem Komfort (z. B. Warmwasserverbrauch, höhere Raumtemperaturen, mehr Luftwechsel, größerer Anteil der beheizten Nutzfläche) wirkt sich jedoch emissionserhöhend³⁸ aus.

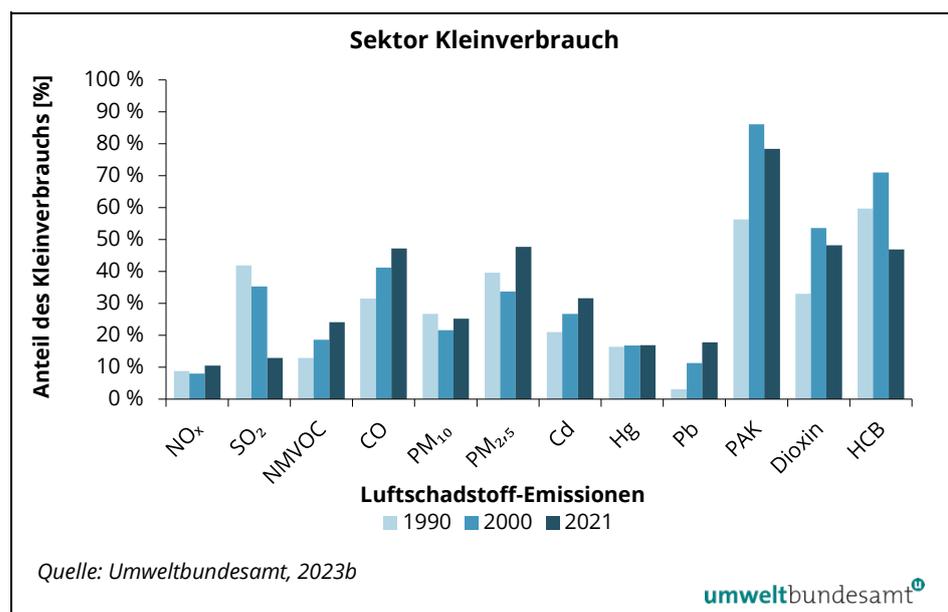
7.2.1 Hauptschadstoffe

Die Unsicherheit der Emissionsabschätzungen ist im Sektor Kleinverbrauch mangels aktueller und repräsentativer Feldmessungen (abgesehen für CO₂, SO₂ und NO_x) vergleichsweise hoch. Vor allem bei manuell bestückten Heizungen, insbesondere älterer Bauart, haben das Heizverhalten, die Qualität des Brennstoffes sowie die Dimensionierung und Wartung einer Heizanlage großen Einfluss auf die Bildung von Kohlenstoffmonoxid, unverbrannten Kohlenwasserstoffen, Feinstaub und Persistenten Organischen Schadstoffen.

Emissionsanteile

Im Jahr 2021 betrug der Anteil des Sektors Kleinverbrauch an den Gesamtemissionen Österreichs für NO_x 11 %, SO₂ 13 %, NMVOC 24 %, CO 47 %, PM₁₀ 25 %, PM_{2,5} 48 %, Cd 32 %, Hg 17 %, Pb 18 %, PAK 78 %, Dioxin 48 % und HCB 47 %.³⁹

Abbildung 40:
Anteil des Sektors
Kleinverbrauch an den
Gesamtemissionen der
jeweiligen Schadstoffe.



³⁸ Insbesondere bei geringer Wärmelast (Übergangszeit, Sommerbetrieb mit Warmwasserbereitung) wird bei vielen Kleinfeuerungsanlagen ohne Pufferspeicher der Modulationsbereich der Leistungsregelung verlassen und der Kessel wird mit einer Ein/Aus-Taktung betrieben, die für die Energieeffizienz und insbesondere für die Luftschadstoff-Emissionen ungünstig ist (Stichwort „Kaltstartemissionen“). Es wurden bei Gas- und Ölkesseln Taktzahlen mit über 20.000 Starts pro Jahr gemessen.

³⁹ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Kleinverbrauch angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt.

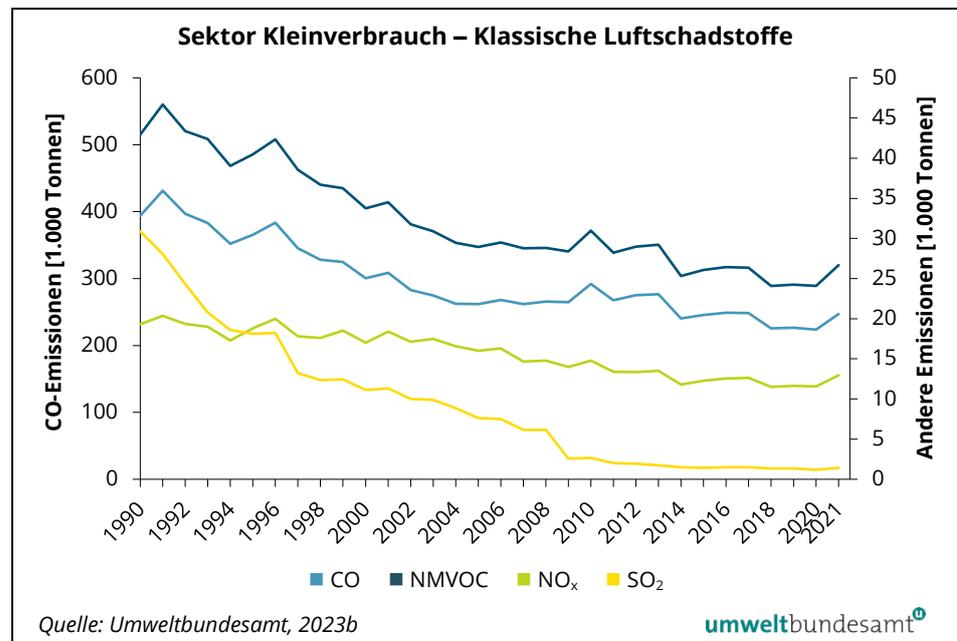
Heizgradtage Der Energieeinsatz für die Raumwärme während der Heizperiode ist witterungsabhängig. Der Brennstoffeinsatz und die Emissionen sind stark von der Dauer und Intensität der Heizperioden im jeweiligen Kalenderjahr geprägt. Ein gängiger Indikator für diesen Einflussfaktor ist die Jahressumme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

Die Jahressumme der Heizgradtage ist 2021 gegenüber dem Vorjahr 2020 um 12 % angestiegen und lag um rund 0,1 % unter dem langjährigen Mittelwert bzw. um rund 1,6 % über dem Wert von 1990. Das Jahr 2021 war ein historisch durchschnittlich warmes Jahr mit dem 19. Rang seit Beginn der Datenerfassung 1980 (bis inklusive 2021) (Statistik Austria, 2022c) und wirkte sich gegenüber 2020 steigernd auf den Brennstoffeinsatz und die Emissionen aus stationären Quellen im Sektor Kleinverbrauch aus.

7.2.1.1 Klassische Luftschadstoffe

Die Emissionsmengen der klassischen Luftschadstoffe des Sektors Kleinverbrauch konnten von 1990 bis 2021 generell reduziert werden. Von 2020 auf 2021 kam es durch witterungsbedingt erhöhten Heizbedarf und damit verbundenem erhöhten Brennstoffeinsatz tendenziell zu einem Emissionsanstieg. Zusätzlich wurde mit dem fortschreitenden Energieträgerwechsel weg vom Heizöl erneuerbare Biomasse verstärkt eingesetzt. Für den langfristigen Emissionstrend sind neben dem veränderten Brennstoffeinsatz auch der Stand der Heizungstechnologie (Verringerung der spezifischen Emissionen) und eine verbesserte Energieeffizienz der Gebäude von Bedeutung.

Abbildung 41:
Trend der CO-, NMVOC-,
NO_x- und SO₂-Emissionen des Sektors Kleinverbrauch.



CO-Emissionen

**Zunahme um 10 %
gegenüber Vorjahr**

Die CO-Emissionen des Sektors Kleinverbrauch konnten von 1990 bis 2021 um 37 % gesenkt werden, bedingt durch die Verdrängung von Kohle aus dem Energieträgermix, unterstützt durch eine starke Reduktion bei mobilen Quellen der Haushalte sowie höhere Anteile emissionsarmer Verbrennungstechnologien (moderne Biomasseheizungen). Der CO-Ausstoß ist von 2020 auf 2021 um 10 % gestiegen, bedingt durch einen Anstieg der Biomassenutzung (aufgrund der kühleren Heizperiode 2021). Die Zunahme des CO-Anteils seit 1990 (siehe Abbildung 40) – trotz eigentlicher Abnahme der CO-Emissionen aus diesem Sektor – lässt sich durch die verhältnismäßig stärkere CO-Reduktion in anderen Sektoren erklären. Für die noch immer relativ hohen CO-Emissionen des Kleinverbrauchs sind schlechte Verbrennungsvorgänge in veralteten Heizungsanlagen, insbesondere in Holz-„Allesbrennern“ und Holz-Einzelöfen, verantwortlich.

NMVOC-Emissionen

**Zunahme um 11 %
gegenüber Vorjahr**

Von 1990 bis 2021 kam es zu einem Rückgang des NMVOC-Ausstoßes aus dem Sektor Kleinverbrauch um insgesamt 38 %. Die Vermeidung des Einsatzes von Kohle, starke Reduktionen bei den mobilen Quellen der Haushalte sowie die vermehrte Nutzung moderner Biomasseheizungen sind für diese Entwicklung maßgeblich. Von 2020 auf 2021 stieg die Emissionsmenge um 11 %. Der Anteil des Kleinverbrauchs an den gesamten NMVOC-Emissionen war 2021 größer als im Jahr 1990 (siehe Abbildung 40). Die Ursache hierfür ist die wesentlich stärkere NMVOC-Abnahme in anderen Sektoren. Veraltete Holzfeuerungsanlagen verursachen auch bei den NMVOC-Emissionen des Kleinverbrauchs noch immer relativ hohe Emissionswerte.

NO_x-Emissionen

**Zunahme um 12 %
gegenüber Vorjahr**

Die NO_x-Emissionen des Sektors Kleinverbrauch gingen von 1990 bis 2021 um insgesamt 33 % zurück, wobei im Jahr 2021 um 12 % mehr NO_x emittiert wurde als 2020. Die Umstellung von Anlagen für Heizöl Leicht auf emissionsärmere Öl-Brennstoffe (Reduktion von organischem Stickstoff in Heizöl durch Entschwefelung) bzw. emissionsarme Verbrennungstechnologien (Öl-Blaubrenner, Öl-Brennwertgeräte bzw. andere Energieträger) sowie die Verdrängung von Kohleheizungen aus dem Bestand sind maßgeblich für die Entwicklung seit 1990. Die NO_x-Emissionen im Sektor Kleinverbrauch sind von 2020 auf 2021 um 12 % gestiegen, bedingt durch einen Anstieg des Brennstoffeinsatzes (aufgrund der kühleren Heizperiode 2021). Davon verursachten 2021 mobile Quellen der Haushalte rund 2,5 %, das entspricht 7,7 % weniger als 2020.

SO₂-Emissionen

**Zunahme um 19 %
gegenüber Vorjahr**

Durch die Absenkung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten (flächendeckende Einführung von Heizöl Extra Leicht schwefelfrei seit 2009) sowie die verstärkte Nutzung schwefelärmerer Brennstoffe (unter Verdrängung von Kohle), wie z. B. Erdgas, konnten die SO₂-Emissionen des Kleinverbrauchs sehr stark reduziert werden. Von 1990 bis 2021 kam es insgesamt zu einer Abnahme um 95 %, wobei von 2020 auf 2021 neben der kühleren Witterung durch den erhöhten Einsatz von Heizöl Leicht im Dienstleistungssektor eine Zunahme um 19 %

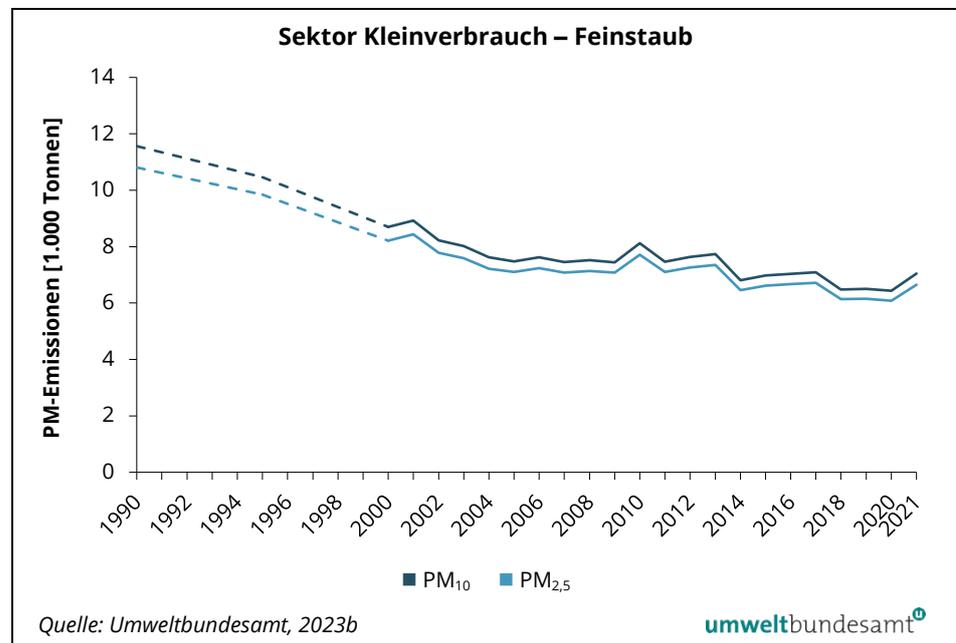
zu verzeichnen war. Mobile Quellen der Haushalte haben keinen relevanten Anteil an den SO₂-Emissionen im Kleinverbrauch.

7.2.1.2 Feinstaub

Zunahme gegenüber Vorjahr

Durch die verstärkte Anbindung an das öffentliche Erdgas- und Fernwärmenetz, den Ersatz alter Heizungsanlagen durch neue Technologien und den Wechsel zu emissionsärmeren Brennstoffen (unter Verdrängung von Kohle) konnten sowohl der PM₁₀-Ausstoß als auch die PM_{2,5}-Emissionen von 1990 bis 2021 um 39 % gesenkt werden. Von 2020 auf 2021 nahmen der PM₁₀-Ausstoß und der PM_{2,5}-Ausstoß zu (PM₁₀: 9,6 %, PM_{2,5}: 9,3 %). Die Zunahmen sind überwiegend bedingt durch einen Anstieg der Biomassenutzung (aufgrund der kühleren Heizperiode 2021).

Abbildung 42:
Trend der PM₁₀- und
PM_{2,5}-Emissionen des
Sektors Kleinverbrauch.



Anmerkung: Die Daten der Jahre 1991–1994 und 1996–1999 wurden mittels Interpolation ermittelt und sind daher gestrichelt dargestellt.

Emissionsquellen

Für die Staub-Emissionen aus dem Sektor Kleinverbrauch sind in erster Linie technisch veraltete oder überdimensionierte Holzfeuerungen (z. B. sogenannte „Allesbrenner“-Kessel) in Verbindung mit falscher Bedienung und dem Einsatz ungeeigneter Brennstoffe verantwortlich. Auch manuell betriebene Holzöfen neueren Datums können bei falscher Betriebsweise und/oder Verwendung von nicht zugelassenen Brennstoffen unnötig viel Staub und andere aus der unvollständigen Verbrennung gebildete Schadstoffe (NMVOC, CH₄, CO) emittieren.

Mobile Quellen (unterschiedliche Verbrennungsmaschinen), die in privaten Haushalten im Einsatz sind, verursachen rund 0,1 % der PM₁₀-Emissionen und rund 0,1 % der PM_{2,5}-Emissionen des Kleinverbrauchs (Umweltbundesamt, 2023b). Der Anteil von Brauchtumsfeuern, wie Sonnwend-, Oster-, Adventfeuer

sowie von Holzkohlegrills an den Feinstaub-Emissionen im Sektor Kleinverbrauch lag im Jahr 2021 bei den PM₁₀-Emissionen bei rund 13 % sowie bei den PM_{2,5}-Emissionen bei rund 14 %. Die Unsicherheit dieser Emissionsabschätzungen ist mangels jährlicher, standardisierter Datenerfassung der Aktivitäten jedoch hoch.

7.2.1.3 Schwermetalle

Emissionsquellen

Schwermetall-Emissionen werden in diesem Sektor überwiegend durch den Hausbrand verursacht, sie entstehen hier bei der Verfeuerung fester Brennstoffe sowohl biogener als auch fossiler Herkunft. Von 1990 bis 2021 konnten sowohl bei den Kadmium-Emissionen (-21 %) als auch den Quecksilber-Emissionen (-58 %) und den Blei-Emissionen (-69 %) deutliche Reduktionen erzielt werden. Dieser langfristige Trend ist auf einen verminderten Einsatz von Kohle, Koks und Briketts als Brennstoff zurückzuführen.

Abnahmen gegenüber 1990

Von 2020 auf 2021 stieg der Ausstoß bei Kadmium, Quecksilber und Blei um jeweils 13% an. Die Ursache ist der höhere Einsatz von Biomasse (aufgrund der kühleren Witterung 2021).

Die nach wie vor hohen Anteile dieses Sektors an den gesamten Cd-, Hg- und Pb-Emissionen Österreichs (siehe Abbildung 40) sind bedingt durch stärkere Emissionsreduktionen dieser Schwermetalle in anderen Sektoren.

7.2.1.4 Persistente Organische Verbindungen (POP)

Emissionsquellen

Der Sektor Kleinverbrauch verursacht einen Großteil der österreichischen PAK-Emissionen und ungefähr die Hälfte der Dioxin- und HCB-Emissionen (siehe Abbildung 40). Besonders hohe Emissionen an PAK, Dioxinen und HCB entstehen bei der verbotenen Mitverbrennung von häuslichen Abfällen oder behandeltem Holz (Baurestholz) in händisch beschickten Einzelöfen und Festbrennstoff-Kesseln (z. B. in sogenannten „Allesbrennern“). Insgesamt wirkt im Bereich der Biomasseheizungen die fortdauernde energieanteilmäßige Verschiebung dieser alten Stückholz- und Kohle-Kessel zu modernen Biomasseheizungen, wie Pelletsheizungen, langfristig emissionsmindernd.

PAK-Emissionen

Abnahme um 46 % gegenüber 1990

Die PAK-Emissionsmenge ist abhängig von der Menge der eingesetzten festen Brennstoffe (Biomasse und Kohle) sowie der Verbrennungstechnologie. Der PAK-Ausstoß aus dem Sektor Kleinverbrauch konnte von 1990 bis 2021 um insgesamt 46 % gesenkt werden.

Dioxin-Emissionen

Abnahme um 56 % gegenüber 1990

Die Dioxin-Emissionen entstehen insbesondere durch die Verbrennung fester Brennstoffe in Heizungs- und Kleinfeuerungsanlagen. Seit 1990 konnten sie um 56 % reduziert werden.

HCB-Emissionen**Abnahme um 85 %
gegenüber 1990**

Durch einen geringeren Kohleeinsatz und die Modernisierung von Holzheizungen konnte der HCB-Ausstoß des Kleinverbrauchs von 1990 bis 2021 um 85 % verringert werden.

POP-Emissionen**Trend POP-Emissionen
2020–2021**

Von 2020 auf 2021 nahm der PAK-Ausstoß aus dem Kleinverbrauch um 13 % zu, die Dioxin-Emissionen stiegen um 11 % und die HCB-Emissionsmenge um 9,9 %. Der Anstieg ist überwiegend Folge des größeren Biomasseeinsatzes.

Der Einsatz von Biomasse ist 2021 witterungsbedingt gegenüber dem Vorjahr um 13 % angestiegen. Die Anteile der eingesetzten Biomasse-Verbrennungstechnologien mit hoher Emissionswirkung haben sich verschoben. Die Nutzung veralteter Festbrennstoff-Zentralheizungen („Allesbrennern“) ist gesunken, wohingegen manuell beschickte Raumheizgeräte (Holz-Einzelöfen und Holz-Speicheröfen) 2021 vermehrt in Verwendung standen. Das unterschiedliche Emissionsverhalten hat Auswirkung auf die Veränderung der POP-Emissionen gegenüber dem Vorjahr:

- Die spezifischen PAK-Emissionen von Holz-Einzelöfen und Holz-Speicheröfen sind beide höher als jene von „Allesbrennern“.
- Die spezifischen Dioxin-Emissionen von Holz-Einzelöfen sind höher, jene von Holz-Speicheröfen sind geringer als jene von „Allesbrennern“.
- Die spezifischen HCB-Emissionen von Holz-Einzelöfen und Holz-Speicheröfen sind beide geringer als jene von „Allesbrennern“.

Der Grund für den Anstieg der Anteile des Sektors Kleinverbrauch an den Gesamtemissionen von PAK und Dioxin (siehe Abbildung 40) liegt am jeweils verhältnismäßig stärker abnehmenden gesamtösterreichischen Emissionsniveau.

7.2.2 Ausblick 2030

Die vorliegenden Emissionsprojektionen (Umweltbundesamt, 2023e) zeigen sinkende Emissionen sämtlicher Schadstoffe aus dem Sektor Kleinverbrauch bis 2030.

NO_x-Emissionen**WEM-Szenarios**

Die NO_x-Emissionen vom Sektor Kleinverbrauch werden gemäß Emissionsprojektionen (Szenario WEM, mit bestehenden Maßnahmen) bis 2030 um 25 % sinken. Der Rückgang im Einsatz von Heizöl, der fortschreitende Umstieg auf Gas-Brennwertgeräte und moderne Biomasse-Heizungen, thermische Sanierung der Gebäudehülle (verringerte Heizlast) sowie die Effekte der Ökodesign-Durchführungsverordnungen (EU) betreffend neu installierte Kleinfeuerungen⁴⁰ sind

⁴⁰ Verordnung (EU) 813/2013, Verordnung (EU) 814/2013, Verordnung (EU) 2015/1185, Verordnung (EU) 2015/1188, Verordnung (EU) 2015/1189

maßgeblich dafür. Die Verbrennungstechnologie für mobile Quellen der Haushalte (Arbeitsgeräte) wird verbessert und sukzessive auf Betrieb mit elektrischer Energie umgestellt.

SO₂-Emissionen

Die SO₂-Emissionen vom Sektor Kleinverbrauch werden unter Fortführung bestehender Maßnahmen (Szenario WEM) bis 2030 voraussichtlich um 28 % zurückgehen. Hauptursachen sind der starke Rückgang der Nutzung fossiler Brennstoffe (Kohle, Heizöl) und der Umstieg von veralteten Technologien auf moderne Biomasse-Heizungen.

NMVOEmissionen

Die Emissionsprojektion für NMVOC aus dem Sektor Kleinverbrauch zeigt bis 2030 einen Rückgang um 27 %, wenn die derzeitigen Maßnahmen zu Energieeffizienz und Umstieg auf moderne Heizungen mit Erneuerbaren fortgesetzt werden (Szenario WEM). Der Trend zu effizienten und emissionsarmen Heizungs-technologien sowie der Rückgang von Scheitholz als Brennstoff sind dabei relevant. Die spezifischen Emissionswerte der modernen Biomasse-Heizungen werden weiter verbessert durch erwartete Effekte der Ökodesign-Durchführungsverordnungen (EU) betreffend neu installierte Kleinfeuerungen.

PM_{2,5}-Emissionen

Die PM_{2,5}-Emissionen vom Sektor Kleinverbrauch werden gemäß Emissionsprojektion (Szenario WEM, mit bestehenden Maßnahmen) bis 2030 um 22 % zurückgehen. Wichtig ist dabei der Trend weg von manuell beschickten Heizungen für Scheitholz hin zu modernen Biomasse-Heizungen mit geringen Emissionen (Wirkung unterstützt durch Ökodesign-Durchführungsverordnungen (EU)). Die Umstellung auf Erneuerbare und Effizienzverbesserung von Gebäuden und Heizungen führt zu insgesamt geringerer Nutzung fossiler Brennstoffe (Kohle, Heizöl) und trägt in geringerem Maße zur erwarteten Entwicklung bei.

7.3 Industrieproduktion

Emissionsquellen

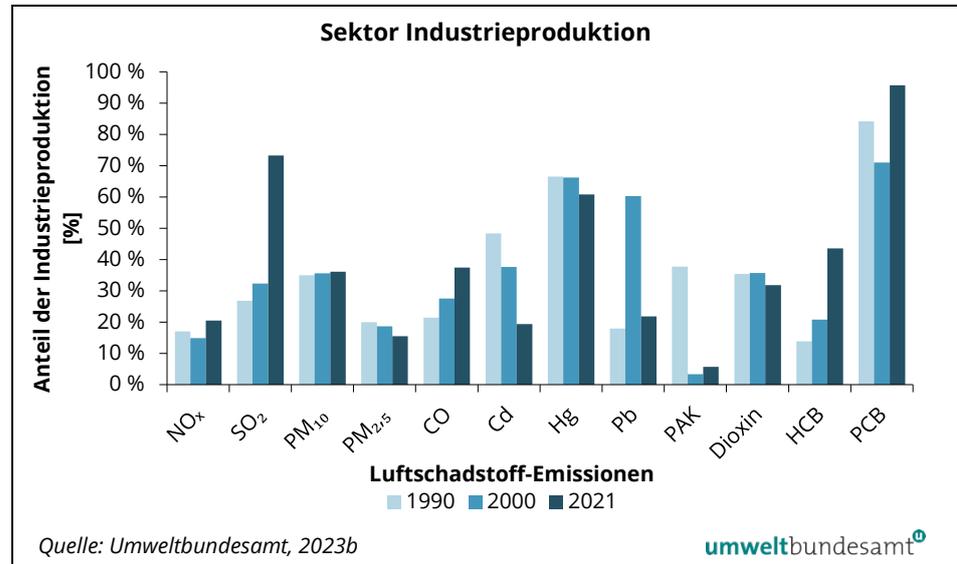
Im Sektor Industrieproduktion werden die verschiedensten Verursacher zusammengefasst dargestellt – z. B. die Schwerindustrie (Eisen- und Stahlindustrie), die chemische Industrie, die Papierindustrie, die industrielle Nahrungsmittelproduktion, die mineralverarbeitende Industrie sowie der Bergbau (ohne Brennstoffförderung). Dieser Sektor beinhaltet pyrogene und prozessbedingte Emissionen aus Industrieanlagen sowie die Emissionen mobiler Offroad-Maschinen (z. B. Baumaschinen) der Industrie.

7.3.1 Hauptschadstoffe

Emissionsanteile

Im Jahr 2021 betrug der Emissionsanteil der Industrieproduktion an den Gesamtemissionen Österreichs für NO_x 20 %, SO₂ 73 %, PM₁₀ 36 %, PM_{2,5} 16 %, CO 37 %, Cd 19 %, Hg 61 %, Pb 22 %, PAK 5,6 %, Dioxin 32 %, HCB 44 % und PCB 96 %.⁴¹

Abbildung 43:
Anteil des Sektors
Industrieproduktion an
den Gesamtemissionen
der jeweiligen
Schadstoffe.



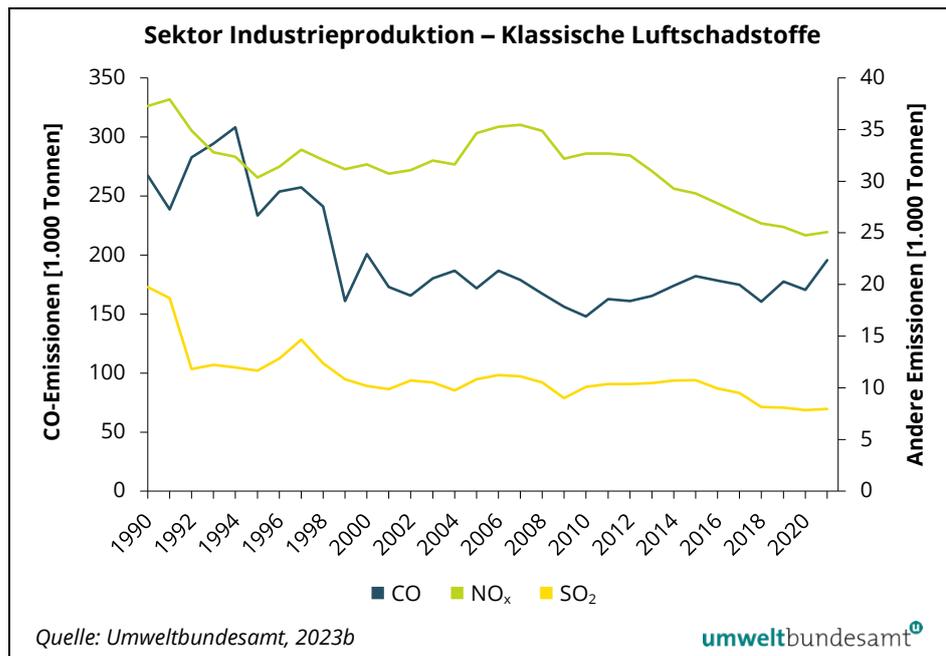
Seit 1990 haben die NO_x- SO₂-, CO-, PM₁₀-, HCB- und PCB-Emissionen der Industrieproduktion (wie alle anderen Schadstoffe auch) abgenommen. Der Anteil des Sektors Industrieproduktion an den Gesamtemissionen dieser Luftschadstoffe ist allerdings gestiegen – dies ist zum Teil auf das jeweils verhältnismäßig stärker abnehmende gesamtösterreichische Emissionsniveau zurückzuführen. Bei den Pb-Emissionen ist der hohe sektorale Emissionsanteil 2000 durch den noch stärkeren Rückgang der Pb-Emissionen im Sektor Verkehr bedingt. Der Anteil ist im Jahr 2021 wieder geringer, aufgrund weiterer Minderungsmaßnahmen in der Eisen- und Stahlindustrie.

7.3.1.1 Klassische Luftschadstoffe

Für die klassischen Luftschadstoffe CO sowie NO_x und SO₂ aus dem Sektor Industrieproduktion ist von 1990 bis 2021 eine Emissionsabnahme zu verzeichnen.

⁴¹ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Industrie angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt.

Abbildung 44:
Trend der CO-, NO_x- und
SO₂-Emissionen des Sek-
tors Industrieproduktion.



CO-Emissionen

trendbestimmende Faktoren

Der CO-Ausstoß aus der Industrieproduktion konnte von 1990 bis 2021 um insgesamt 27 % gesenkt werden. Die Eisen- und Stahlindustrie ist wesentlich für die Entstehung von CO-Emissionen in diesem Sektor verantwortlich. Die Emissionsabnahme vom Beginn der Zeitreihe bis um das Jahr 2000 wurde durch die Optimierung von Industriefeuerungen und die Restrukturierung der Stahlwerke ermöglicht.

Zunahme um 15 % gegenüber Vorjahr

2021 emittierte der Sektor Industrieproduktion um 15 % mehr CO als im Jahr zuvor, im Wesentlichen bedingt durch einen Produktionsanstieg in der Eisen- und Stahlindustrie.

NO_x-Emissionen

trendbestimmende Faktoren

Der NO_x-Ausstoß der Industrieproduktion nahm von 1990 bis 2021 um 33 % ab. Dies konnte durch den Einbau von Entstickungsanlagen und stickstoffarmen (Low-NO_x-)Brennern, einen verminderten Einsatz von Heizöl schwer und Effizienzsteigerungen vor allem in der Zement- und Papierindustrie erreicht werden. Auch in der chemischen Industrie konnten die Emissionen durch die Implementierung von Minderungsmaßnahmen gesenkt werden.

Die Emissionen aus Offroad-Maschinen und -Geräten der Industrie und der Holzverarbeitung sind hingegen bis um das Jahr 2010 gestiegen, was sich in den Jahren davor auf den Gesamttrend durchschlug. Durch eine Flottenerneuerung sowie der NO_x-Grenzwert-Gesetzgebung für den Offroad-Bereich konnte auch in dieser Emissionskategorie seither eine Minderung erzielt werden.

Zunahme um 1,3 % gegenüber Vorjahr

Von 2020 auf 2021 nahm die Menge der von der Industrieproduktion emittierten NO_x-Emissionen um 1,3 % zu – vor allem aufgrund höherer Emissionen aus der Eisen-, und in geringerem Maße auch der Zement- und Kalkproduktion.

SO₂-Emissionen

trendbestimmende Faktoren

Der SO₂-Ausstoß aus der Industrieproduktion wurde bereits mit Beginn der 1980er-Jahre bis zu den 1990er-Jahren stark reduziert (u. a. mit Hilfe strenger Umweltauflagen). Von 1990 bis 2021 kam es insgesamt zu einem Emissionsrückgang von 60 %. Änderungen des Brennstoffmix (Umstellung auf Erdgas und Absenkung des Schwefelgehalts im Heizöl) sowie der Einsatz von Entschwefungsanlagen waren hierfür hauptverantwortlich; die größten Reduktionen konnten dabei in der Papierindustrie erzielt werden. Wichtigste Emissionsquelle und trendbestimmend insbesondere für das letzte Jahrzehnt ist die Eisen- und Stahlindustrie.

Zunahme um 1,6 % gegenüber Vorjahr

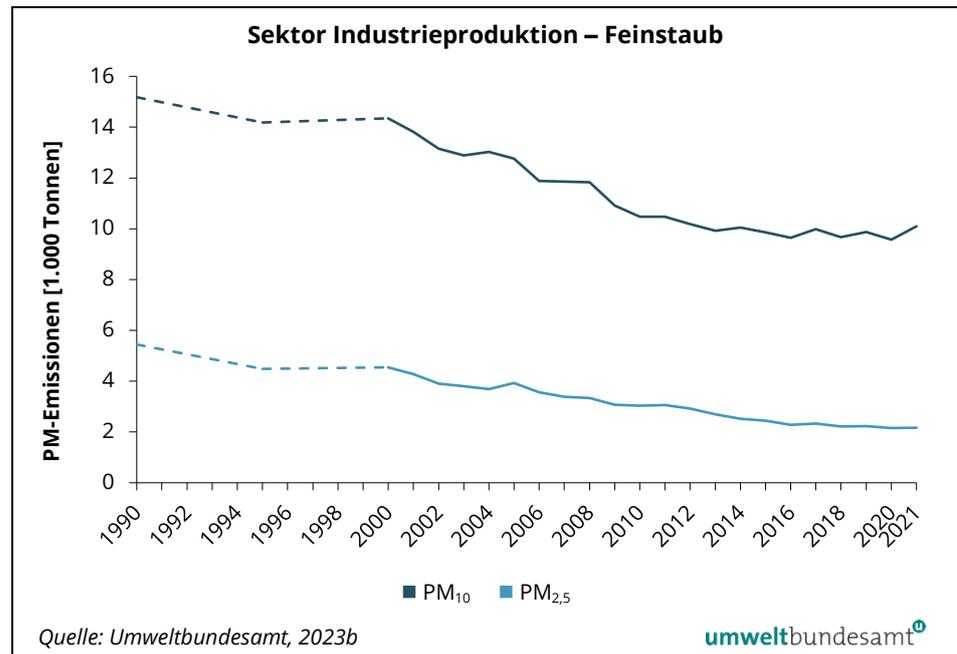
Von 2020 auf 2021 nahm der SO₂-Ausstoß um 1,6 % zu. Hauptverantwortlich hierfür war ein Produktionsanstieg in der Eisen- und Stahlindustrie.

7.3.1.2 Feinstaub

Abnahmen gegenüber 1990

Der PM₁₀-Ausstoß der Industrieproduktion konnte 1990–2021 um 33 % reduziert werden, der PM_{2,5}-Ausstoß nahm im selben Zeitraum um 60 % ab. Von 2020 auf 2021 nahmen die PM₁₀-Emissionen um 5,5 % zu, der PM_{2,5}-Ausstoß stieg um 0,5 %.

Abbildung 45:
Trend der PM₁₀- und der PM_{2,5}-Emissionen des Sektors Industrieproduktion.



Anmerkung: Die Daten der Jahre 1991–1994 und 1996–1999 wurden mittels Interpolation ermittelt und sind daher gestrichelt dargestellt.

Emissionsquellen

Die mineralverarbeitende Industrie und der Bausektor sind heute die wichtigsten Staubquellen der Industrieproduktion. In diesen Bereichen fallen Staub-Emissionen neben der eigentlichen Produktherstellung bei Transporteinrichtungen, Übergabestellen und Verladeeinrichtungen an – besonders, wenn diese

nicht eingehaust sind. Bei diesen Prozessen werden in erster Linie gröbere Partikel emittiert.

Im Jahr 1990 noch ebenso bedeutsam, konnten in der Eisen- und Stahlindustrie in der Zwischenzeit durch Minderungsmaßnahmen (Gießhallenentstaubung, Abgasreinigung) die Staub-Emissionen drastisch gesenkt werden.

Betrachtet man die Staubfraktion PM_{2,5}, so spielen im Sektor Industrieproduktion auch die Emissionen von Verbrennungsmotoren industrieller Offroad-Maschinen eine Rolle. Diese Emissionen konnten im letzten Jahrzehnt deutlich gesenkt werden.

7.3.1.3 Schwermetalle

Abnahme gegenüber 1990

Seit 1990 konnten sowohl die Kadmium- (-79 %) als auch die Quecksilber- (-62 %) und Blei-Emissionen (-93 %) deutlich reduziert werden. Von 2020 auf 2021 kam es zu einer Zunahme der Cd- und Pb-Emissionen um 8,7 % bzw. 3,9 %, bedingt durch Produktionssteigerungen in der Eisen- und Stahlindustrie und einem vermehrten Einsatz von industriellen Abfällen als Brennstoff in der Chemischen Industrie. Bei den Hg-Emissionen wurde eine Abnahme von 7,3 % verzeichnet. Dies ist auf verfahrens- und messtechnisch begründete Schwankungen der dominanten Einzelquelle – die Eisen- und Stahlindustrie – zurückzuführen.

Kadmium-Emissionen

Emissionsquellen

Kadmium-Emissionen werden im Sektor Industrieproduktion von der Eisen- und Stahlerzeugung, vor allem beim Schrottreycling mit Farb- und Lackanhaftungen, die Kadmium enthalten, verursacht. Außerdem fällt das Schwermetall noch in relevanten Mengen in der Papier-, Blei- und Glasproduktion sowie bei der Zementherstellung an. Zu Beginn der 1990er-Jahre haben Maßnahmen zur verbesserten Staubabscheidung zu einer deutlichen Reduktion der Cd-Emissionen aus diesem Sektor geführt. Die bei weitem größten Reduktionen konnten in der Eisen- und Stahlindustrie erreicht werden, aber auch die anderen Branchen konnten die Emissionen deutlich reduzieren.

Quecksilber-Emissionen

Emissionsquellen

Die Quecksilber-Emissionen der Industrieproduktion werden hauptsächlich von der metallverarbeitenden Industrie und der Zementproduktion verursacht. Zu Beginn der 1990er-Jahre war außerdem eine Anlage zur Herstellung von Chlor noch eine relevante Emissionsquelle, aufgrund einer Verfahrensumstellung kommt es hier seit 2000 zu keinen Emissionen mehr. In der Zementproduktion konnten durch den Einbau von Filtern die Hg-Emissionen drastisch reduziert werden, auch bei der Eisen- und Stahlproduktion kam es zu Minderungen, wenngleich in geringerem Umfang, weshalb diese Branche nun als größte Einzelquelle verblieben ist. Übliche verfahrens- und messtechnisch bedingte Schwankungen der Hg-Emissionen schlagen sich deshalb auf den Gesamttrend des Sektors Industrieproduktion durch (z. B. Anstieg von 2019 auf 2020).

Blei-Emissionen

Emissionsquellen Bezüglich der Blei-Emissionen der Industrieproduktion weist die Inventur die Papierindustrie, die Bleiproduktion, die Eisen- und Stahlindustrie, aber auch die Holzverarbeitende Industrie als Hauptverursacher aus. Zu Beginn der 1990er-Jahre konnte durch den Einsatz von Emissionsminderungsmaßnahmen (z. B. Elektrofilter, Nasswäschanlagen) in Feuerungs- und sonstigen Industrieanlagen der Ausstoß an Blei deutlich reduziert werden. Bei der im Jahr 1990 bei Weitem wichtigsten Einzelquelle – der Eisen- und Stahlproduktion – wurden dabei über die Zeitreihe die größten Reduktionen verzeichnet: um etwa 99 % im Vergleich zu 1990.

7.3.1.4 Persistente Organische Verbindungen (POP)

Abnahme von POP seit 1990 Im Sektor Industrieproduktion konnte der Ausstoß der Persistenten Organischen Schadstoffe PAK, Dioxin, HCB und PCB von 1990 bis 2021 größtenteils stark reduziert werden.

PAK-Emissionen

trendbestimmender Faktor Anfang der 1990er-Jahre wurde durch die Einstellung der Primär-Aluminiumproduktion eine sprunghafte Abnahme der PAK-Emissionsmenge erzielt, die Kokelei der Eisenproduktion ist nun die größte Emissionsquelle im Sektor Industrieproduktion. Insgesamt ging der PAK-Ausstoß der Industrieproduktion von 1990 bis 2021 um 94 % zurück, von 2020 auf 2021 stieg der Ausstoß um 4,5 %, vorwiegend bedingt durch eine höhere Eisen- und Stahlproduktion.

Zunahme um 4,5 % gegenüber Vorjahr

Dioxin-Emissionen

trendbestimmende Faktoren Der Dioxin-Ausstoß der Industrieproduktion konnte zu Beginn der 1990er-Jahre durch umfangreiche Maßnahmen signifikant reduziert werden: In der Eisen- und Stahlerzeugung, der damals bei weitem wichtigsten Quelle, konnten, u. a. durch den Einbau einer Gewebefilteranlage, die Emissionen um 96 % gesenkt werden. Im Sektor Industrieproduktion insgesamt konnten u. a. dadurch die Dioxin-Emissionen von 1990 bis 2021 um 73 % gesenkt werden. Von 2020 auf 2021 erhöhte sich die Emissionsmenge um 12 %, vorwiegend bedingt durch eine gestiegene (sekundär) Aluminiumproduktion.

Zunahme um 12 % gegenüber Vorjahr

HCB-Emissionen**störfallbedingte
Erhöhung****Zunahme um 18 %
gegenüber Vorjahr**

Die HCB-Emissionsmenge aus der Industrieproduktion konnte von 1990 bis 2021 um insgesamt 39 % gesenkt werden. Hierfür waren vor allem Maßnahmen in der Eisen- und Stahlindustrie verantwortlich. Zusätzlich fiel HCB als Nebenprodukt bei der Produktion von chlorierten Kohlenwasserstoffen an; diese Produktion wurde jedoch zu Beginn der 1990er-Jahre schrittweise eingestellt. Von 2012 bis 2014 kam es zu stark erhöhten Emissionsmengen. Die Ursache hierfür war ein Störfall in einem Zementwerk, wo durch unsachgemäße Verbrennung von stark HCB-haltigem Blaukalk die beabsichtigte Zerstörung des darin enthaltenen HCB nur unvollständig erfolgte. Im Jahr 2015 normalisierte sich der HCB-Ausstoß wieder. 2021 wurde um 18 % mehr HCB emittiert als im Jahr zuvor, bedingt durch sowohl gestiegene Eisen- und Stahl- als auch Aluminiumproduktion.

PCB-Emissionen**trendbestimmende
Faktoren**

Der Sektor Industrieproduktion verursachte 2021 96 % der PCB-Emissionen Österreichs (siehe Abbildung 43). 1990 entstanden zwei Drittel der Emissionen bei der 1994 eingestellten Primär-Bleiproduktion. Beim zweitwichtigsten Emittenten, der Eisen- und Stahlproduktion, konnten die Emissionen durch den Einbau von Gewebefiltern um 96 % gesenkt werden. Diese ist mit einem jetzigen Anteil von etwa zwei Dritteln noch immer die wichtigste Einzelquelle für PCB-Emissionen in Österreich. Daneben liefern die Papier- und die Zementindustrie relevante Anteile. Im Vergleich zum Vorjahr sind die Emissionen wegen eines Rückgangs des Einsatzes von Kohle in der Papierindustrie um insgesamt 4,7 % gesunken.

7.3.2 Ausblick 2030**WEM-Szenario**

Dem Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) (Umweltbundesamt, 2023e) ist ein durchschnittliches Wirtschaftswachstum von 1,4 % pro Jahr mit einem Produktionswachstum in allen Branchen unterlegt. Für industrielle Anlagen wird bis 2030 ein zunehmender Energieverbrauch mit insgesamt steigenden Luftschadstoff-Emissionen erwartet.

7.4 Verkehr**Emissionsquellen**

Der Sektor Verkehr umfasst die Emissionen aus dem Straßen-, Eisenbahn-, Schiffs- und Flugverkehr, der Fahr- und Flugzeuge des Österreichischen Bundesheeres sowie Emissionen für die bodenseitige Flugzeugabfertigung am Flughafengelände (siehe Kapitel 1.5). Die Emissionen der Offroad-Geräte aus Industrie, Land- und Forstwirtschaft sowie privaten Haushalten sind gemäß den internationalen Vorgaben den entsprechenden Sektoren zugeordnet.

Alle Aussagen zu Emissionen inkludieren immer den Kraftstoffexport, sofern nicht anders erläutert.

Für den Großteil der Emissionen dieses Sektors ist der Straßenverkehr verantwortlich; die NO_x-Emissionen stammen zu 63,9 % vom Pkw-Verkehr und zu 35,8 % aus dem Einsatz von schweren und leichten Nutzfahrzeugen inklusive Bussen, die vorwiegend mit Diesel angetrieben werden. 0,3 % werden von Mopeds und Motorrädern verursacht.

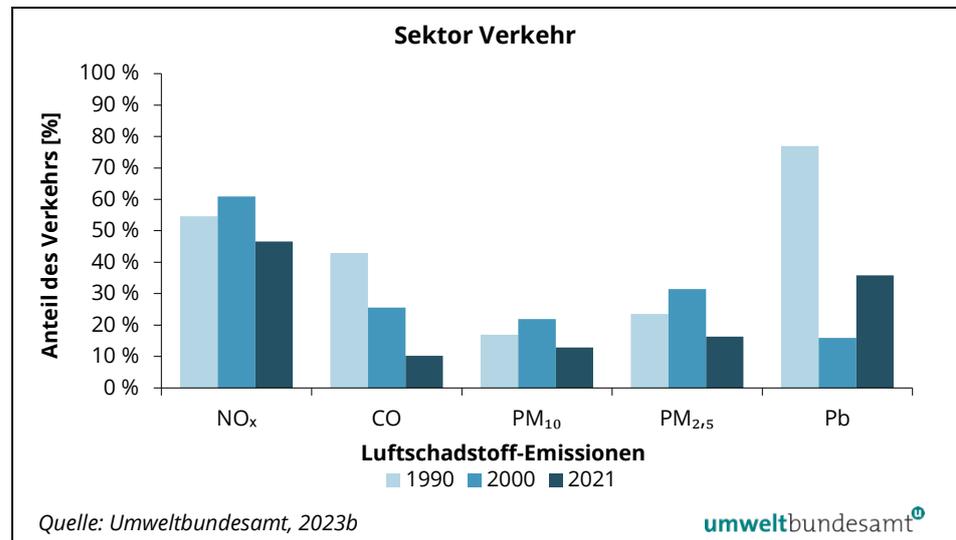
7.4.1 Hauptschadstoffe

Emissionsanteile

Der Anteil des Sektors Verkehr an den Gesamtemissionen Österreichs betrug im Jahr 2021 für NO_x 47 %, CO 10 %, PM₁₀ 13 %, PM_{2,5} 16 % und Pb 36 %.⁴²

Durch die Einführung strengerer Schwefelgrenzwerte für Treibstoffe konnte der SO₂-Ausstoß aus dem Verkehrssektor seit 1990 um 96 % gesenkt werden. Im Jahr 2021 wurden nur noch 2,0 % der gesamten SO₂-Emissionen vom Verkehr verursacht.

Abbildung 46:
Anteil des Sektors Verkehr an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.



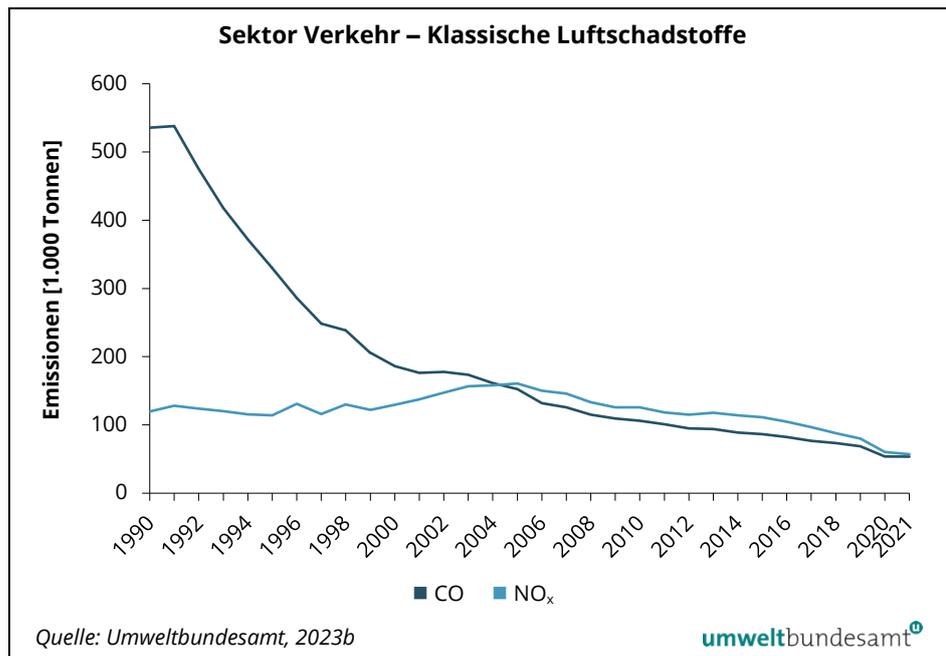
7.4.1.1 Klassische Luftschadstoffe

Die CO-Emissionen aus dem Verkehr konnten durch die in europäischen Richtlinien festgelegten Emissionsgrenzwerte für Personenkraftwagen und Lastkraftwagen seit 1990 deutlich gesenkt werden.

Der NO_x-Ausstoß stieg bis 2005 an, seitdem zeigt sich ebenfalls ein abnehmender Trend.

⁴² Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Verkehr angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt.

Abbildung 47:
Trend der CO- und NO_x-
Emissionen des Sektors
Verkehr.



CO-Emissionen

**Abnahme um 0,6 %
gegenüber Vorjahr**

Von 1990 bis 2021 konnte der CO-Ausstoß des Verkehrs um insgesamt 90 % reduziert werden. Optimierte Verbrennungsvorgänge im Motor und die Einführung des Katalysators sind für die deutlich gesunkenen CO-Emissionen hauptverantwortlich. Im Jahr 2021 wurde um 0,6 % weniger CO emittiert als im Jahr zuvor. Grund für diesen Rückgang sind v.a. die geringeren spezifischen CO-Emissionen des Schwerverkehrs.

NO_x-Emissionen

**trendbestimmender
Faktor**

**Abnahme um 5,4 %
gegenüber Vorjahr**

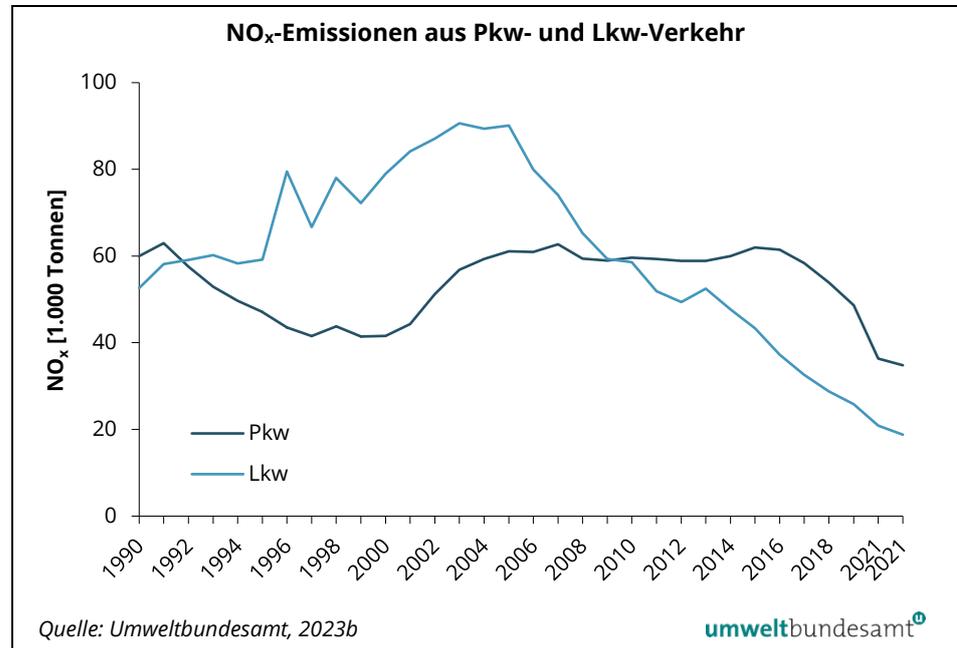
Für die NO_x-Emissionen aus dem Verkehrssektor sind vorwiegend dieselbetriebene Kraftfahrzeuge aus dem Straßenverkehr verantwortlich. Seit 2005 ist ein abnehmender Trend zu verzeichnen. Dieser ist hauptsächlich auf geringere Emissionen des Schwerverkehrs zurückzuführen. Vor allem die Fortschritte bei der Abgasnachbehandlung schwerer Nutzfahrzeuge (Lkw und Busse) zeigten hier Wirkung. Die spezifischen NO_x-Emissionen pro Fahrzeugkilometer sind v. a. bei Benzin-Pkw sowie Sattel- und Lastzügen stark gesunken.⁴³ Von 1990 bis 2021 kam es insgesamt zu einem Rückgang der NO_x-Emissionen aus dem Verkehrssektor um 52 %. Im Jahr 2021 wurde um 5,4 % weniger NO_x emittiert als im Jahr zuvor. Einer der Gründe dafür ist die Erneuerung der Flotte mit emissionsarmen Fahrzeugen im Pkw- und Lkw-Verkehr (1.A.3.b), was trotz steigender Fahrleistung die Emissionen gesenkt hat.

Der Verkehrssektor emittierte im Jahr 2021 47 % der gesamten NO_x-Emissionen Österreichs (siehe Abbildung 46). 1990 betrug dieser Anteil 55 %.

⁴³ NO_x-Emissionen von Benzin-Pkw sind seit der Einführung des Drei-Wege-Katalysators vernachlässigbar gering.

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der NO_x-Emissionen des Pkw- und jene des Straßengüterverkehrs (leichte und schwere Nutzfahrzeuge).⁴⁴

Abbildung 48:
Trend der NO_x-Emissionen des Lkw- und Pkw-Verkehrs.



NO_x-Emissionen aus Pkw reduziert

Von 1990 bis 2021 kam es insgesamt zu einem Rückgang der NO_x-Emissionen aus dem Pkw-Verkehr um 42 %, bedingt durch die Einführung der Katalysatorpflicht und eine Verschärfung der Abgasgrenzwerte, der sogenannten EURO-Normen. 2020 kam es zu einer weiteren kurzfristigen Abnahme durch die Pandemie. Von 2020 auf 2021 emittierte der Pkw-Verkehr um 4,3 % weniger NO_x. Grund für diesen deutlichen Rückgang sind die geringeren spezifischen NO_x-Emissionen je Pkw-km (-0,01 g NO_x bei Pkw Otto, -0,05 g NO_x bei Pkw Diesel).

Abgasnachbehandlungssysteme

Die spezifischen NO_x-Emissionen pro Fahrzeugkilometer von Diesel-Pkw waren im Flottendurchschnitt 2021 rund siebeneinhalb-mal höher als jene von Benzinern und zeigen bei Diesel-Pkw bis inklusive Abgasklasse Euro 5 keine markante Reduktion. Eine wesentliche Verringerung des Flottendurchschnitts ist in den kommenden Jahren mit der Durchdringung von Diesel-Pkw mit spezifischen Abgasnachbehandlungssystemen, wie beispielsweise NO_x-Speicherkatalysatoren oder Systemen für die selektive katalytische Reduktion von NO_x (SCR) für Diesel-fahrzeuge, zu erwarten. Der Einsatz dieser Technologien war für die Grenzwert-erreichung ab der Abgasklasse Euro 6d temp erstmals seit September 2017 erforderlich.

⁴⁴ Aufgrund der laufenden Implementierung neuester NO_x-Messwerte, die die ganze Zeitreihe verändern, können die im Vorjahr berichteten Werte höher/tiefer liegen.

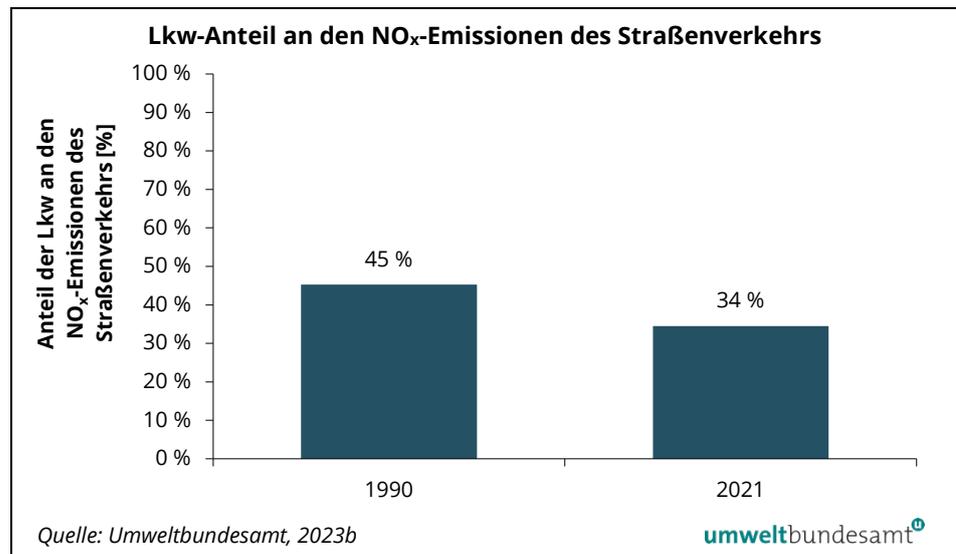
Die Verbesserung besteht darin, dass eine reale Straßenfahrt mit einem portablen Emissionsmessgerät Teil der Typprüfung ist. Nachmessungen diverser Labors zeigen, dass der Grenzwert auch im Realbetrieb tatsächlich erreicht bzw. unterschritten wird.

NO_x-Emissionen aus Lkw reduziert

trendbestimmende Faktoren

Die NO_x-Emissionen des Lkw-Verkehrs (leichte und schwere Nutzfahrzeuge) sind seit 2005 – trotz steigender jährlicher Fahrleistungen – deutlich zurückgegangen. Das Inkrafttreten der Abgasnorm EURO 4 im Jahr 2005 und EURO 5 (2008/2009) ist hierfür verantwortlich. Von 1990 bis 2021 kam es insgesamt zu einer Reduktion der Emissionsmenge um 64 %, wobei von 2020 auf 2021 um 9,9 % weniger NO_x vom Lkw-Verkehr emittiert wurde. Dies gelang einerseits durch die voranschreitende Flottenerneuerung und funktionierende NO_x-Abgasnachbehandlungssysteme und andererseits wegen des pandemiebedingten kurzfristigen Rückgangs des Kraftstoffabsatzes von 2019 auf 2020. Die spezifischen NO_x-Emissionen je Lkw-km sind von 2020 auf 2021 ebenfalls wieder gesunken (-0,14 g NO_x bei leichten Nutzfahrzeugen, -0,24 g NO_x im Durchschnitt bei schweren Nutzfahrzeugen). Der Anteil des Kraftstoffexports (hauptsächlich Dieselmotoren in Lkw) an den gesamten NO_x-Emissionen des Verkehrs lag 2021 bei rund 15 % (17 % im Vorjahr). Nur 34 % der gesamten Stickstoffoxid-Emissionen des Straßenverkehrs (inklusive Kraftstoffexport) wurden 2021 vom Lkw-Verkehr verursacht (siehe Abbildung 49).

Abbildung 49:
Lkw-bedingter Anteil an den NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs.



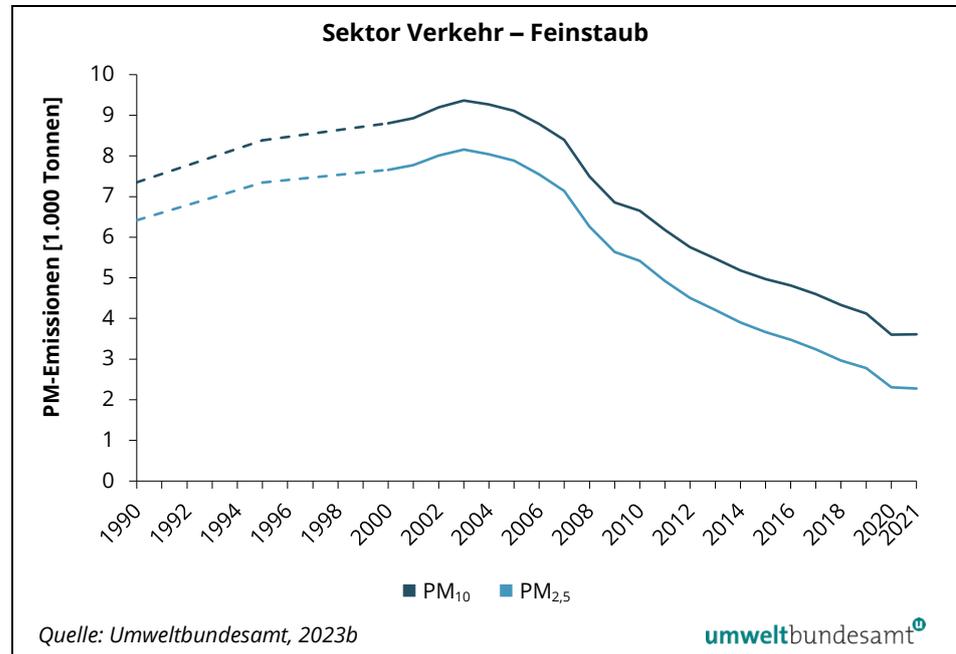
7.4.1.2 Feinstaub

Emissionsquellen

Die Feinstaub-Emissionen des Verkehrs setzen sich aus Verbrennungsemissionen sowie Emissionen durch Abrieb (Reifen- und Bremsabrieb sowie Straßenabrieb) zusammen. Das Verhältnis ist bei PM₁₀ 41% zu 59%; bei PM_{2,5} 49% zu 51%. Nur die Verbrennungsemissionen sind vom Antriebssystem des Fahrzeugs abhängig, wobei Dieselmotoren für die Feinstaub-Emissionen hauptverantwortlich

sind. Sie weisen bei Pkw viermal höhere spezifische Emissionen⁴⁵ pro Fahrzeugkilometer auf als Ottomotoren.

Abbildung 50:
Trend der PM₁₀- und
PM_{2,5}-Emissionen des
Sektors Verkehr.



Anmerkung: Die Daten der Jahre 1991–1994 und 1996–1999 wurden mittels Interpolation ermittelt und sind daher gestrichelt dargestellt.

Von 1990 bis 2021 ging der PM₁₀-Ausstoß aus dem Verkehrssektor um 51 % zurück, der PM_{2,5}-Ausstoß nahm um 65 % ab. Im Jahr 2021 wurden um 0,3 % mehr PM₁₀-Emissionen und um 1,1 % weniger PM_{2,5}-Emissionen verursacht als im Jahr zuvor. Bei PM₁₀-Emissionen ist der Anteil des Abriebs an Straße gesamt mit 72 % höher als bei PM_{2,5} (59 %). Da 2021 wieder mehr gefahren wurde, wirkt sich dies bei PM₁₀ leicht emissionserhöhend aus.

trendbestimmende Faktoren

Durch den überwiegenden Anteil von Diesel-Pkw in der Flotte sowie durch die gestiegene Fahrleistung (Personen und Fracht) kam es von 1990 bis 2003 zu einem allgemeinen Anstieg der Feinstaub-Emissionen. Der danach folgende Emissionsrückgang ist auf Verbesserungen der Antriebs- und Abgasnachbehandlungstechnologien (wie Partikelfilter) zurückzuführen. Die Novellierung der NOVA-Regelung im Zuge des Ökologisierungsgesetzes 2007 hatte ebenfalls einen maßgeblichen Einfluss. Seit Jänner 2018 werden zudem wieder mehr benzinbetriebene als dieselbetriebene Pkw neu zugelassen. Die Zulassung von rein elektrischen Fahrzeugen ohne direkte Verbrennungsemissionen steigt seit 1.1.2016 aufgrund von Steuererleichterungen sowie unterstützt durch die Kaufpreisförderung seit 1.3.2017.

Der PM₁₀- und der PM_{2,5}-Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen sind rückläufig. 2021 beliefen sie sich auf 13 % (PM₁₀) und 16 % (PM_{2,5}).

⁴⁵ reine Verbrennungsemissionen bei PM₁₀

7.4.1.3 Schwermetalle

Pb-Emissionen

trendbestimmende Faktoren

Von 1990 bis 2021 kam es bei den Blei-Emissionen aus dem Verkehr zu einem Rückgang von insgesamt 97 %. Diese Entwicklung wurde durch die in europäischen Richtlinien festgelegten Emissionsgrenzwerte für Personenkraftwagen und Lastkraftwagen sowie strengere Qualitätsanforderungen an Treibstoffe ermöglicht. Der Pb-Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen ist seit 1990 deutlich zurückgegangen und betrug 2021 rund 36 %. Seit 2019 werden Pb-Emissionen auch aus Reifen- und Bremsabrieb für die ganze Zeitreihe berechnet. Dadurch kam es national zu erheblichen Mehremissionen und zu einem höheren Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen.

7.4.2 Ausblick 2030

WEM-Szenario

Die vorliegenden WEM-Emissionsprojektionen (Umweltbundesamt, 2023e) zeigen sinkende Emissionen aus dem Sektor Verkehr bis 2030.

Schadstoffemissionen aus dem Verkehr entstehen neben dem Abrieb an Straßen und Bremsen vor allem bei der Verbrennung fossiler Kraftstoffe, insbesondere des Dieselmotors. Kurzfristig ist mit der Flottendurchdringung der Emissionsklasse Euro 6d und den damit in Verbindung stehenden Schadstoffgrenzwerten eine nennenswerte Reduktion der wesentlichen Schadstoffe im Verkehr zu erwarten – auch weil durch die Messung von Real Drive Emissions die Einhaltung der Grenzwerte auch im realen Fahrbetrieb gewährleistet ist.

Darüber hinaus werden die Schadstoffgrenzwerte mit der geplanten Emissionsklasse Euro 7 (Personenkraftwagen) bzw. Euro VII (Schwere Nutzfahrzeuge) und damit die Schadstoffmengen aus dem Verkehr weiter reduziert werden.

Ergänzend dazu verzeichnen die lokal emissionsfreien batterieelektrischen Fahrzeuge im Bereich der Pkw einen kontinuierlichen Anstieg bei den Neuzulassungen. Im Jahr 2022 waren 13,9 % aller neu zugelassenen Pkw rein elektrisch angetriebene Pkw (exkl. Plug-in Hybride) (Statistik Austria, 2023). Dieser Trend wird mittelfristig eine signifikante Reduktion aller Hauptschadstoffe aus dem Verkehr zur Folge haben.

Eine zeitverzögerte, aber ähnliche Entwicklung ist vor dem Hintergrund nationaler und internationaler Klimaziele auch im Bereich der Schwere Nutzfahrzeuge zu erwarten.

Langfristig ist davon auszugehen, dass Schadstoffemissionen im Verkehrsbe-
reich – ausgenommen Straßen- und Bremsabrieb – nur noch bei Verbrennung
synthetischer Kraftstoffe emittiert werden. Diese Kraftstoffe werden vorwie-
gend in jenen Bereichen Anwendung finden, in denen eine Elektrifizierung des
Antriebsstranges nur bedingt möglich ist (z. B. Luftverkehr).

7.5 Landwirtschaft

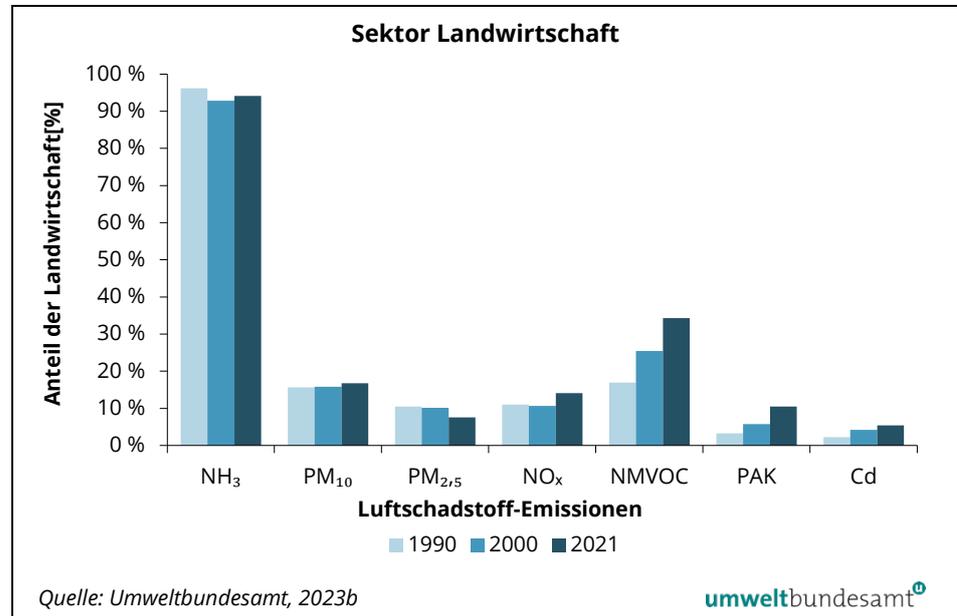
Dieser Sektor umfasst nicht-energetisch und energetisch verursachte Emissionen aus der Landwirtschaft. Die Emissionen entstehen bei der Viehhaltung und Grünlandwirtschaft, bei ackerbaulichen Tätigkeiten sowie beim Gebrauch von land- und forstwirtschaftlichen mobilen und stationären Geräten.

7.5.1 Hauptschadstoffe

Emissionsanteile

Der Sektor Landwirtschaft verursachte 2021 94 % der NH₃-, 34 % der NMVOC-, 14 % der NO_x-, 17 % der PM₁₀-, 7,6 % der PM_{2,5}-, 11 % der PAK- und 5,4 % der Kadmium-Emissionen Österreichs.⁴⁶

Abbildung 51:
Anteil des Sektors
Landwirtschaft an den
Gesamtemissionen der
jeweiligen Schadstoffe.

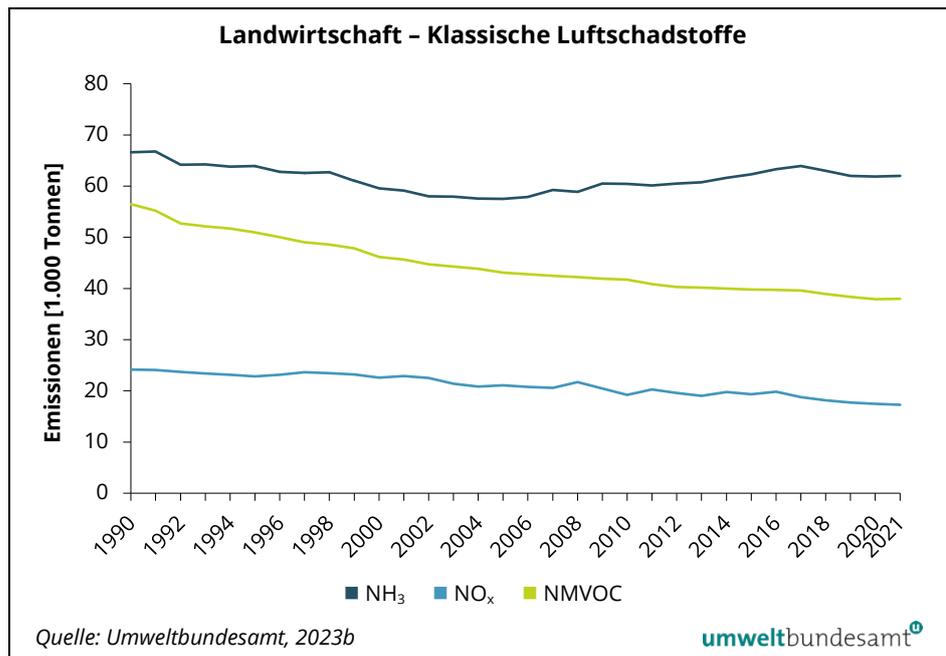


7.5.1.1 Klassische Luftschadstoffe

Für die NO_x- und NMVOC-Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft ist seit 1990 ein deutlich sinkender Trendverlauf zu verzeichnen. Die NH₃-Emissionsmenge hat in diesem Zeitraum ebenso abgenommen, jedoch fällt die Reduktion wesentlich moderater aus.

⁴⁶ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Landwirtschaft angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt.

Abbildung 52:
Trend der NH₃-, NO_x-
und NMVOC-Emissionen
des Sektors Landwirt-
schaft.



NH₃-Emissionen

Emissionsquellen

Die Ammoniak-Emissionen aus der Viehhaltung entstehen im Stall, im Auslauf und auf der Weide, bei der Lagerung von Gülle und Mist sowie bei der Ausbringung des Wirtschaftsdüngers. Neben dem Entmistungssystem spielen auch die Haltungsform des Viehs sowie die Ausbringungstechnik des Düngers eine Rolle. Die Anwendung von mineralischen Stickstoffdüngern, insbesondere von Harnstoff, ist ebenfalls mit Ammoniak-Emissionen verbunden.

Zunahme um 0,2 % gegenüber Vorjahr

Von 1990 bis 2021 nahm die NH₃-Emissionsmenge aus dem Sektor Landwirtschaft um 7,0 % ab, wobei im Jahr 2021 um 0,2 % mehr NH₃ emittiert wurde als 2020.

trendbestimmende Faktoren

Die Reduktion der NH₃-Emissionen seit 1990 lässt sich im Wesentlichen durch den abnehmenden Tierbestand erklären. Neben dem rückläufigen Viehbestand wirkt sich die effizientere Fütterung der Tiere sowie der verstärkte Einsatz bodennaher Ausbringungstechniken von Wirtschaftsdünger (u. a. Schleppschlauch, Schleppschuh, rasche Einarbeitung von Gülle und Mist) günstig auf das Emissionsniveau aus.

Hauptgrund für die leichte Zunahme der NH₃-Emissionen von 2020 bis 2021 ist der erhöhte Rinderbestand (Milchkühe: +0,3 %; andere Rinder: +1,0 %; Rinder insgesamt: +0,8 %).

NO_x-Emissionen

Emissionsquellen

Die NO_x-Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft entstehen vorwiegend bei Verbrennungsvorgängen in stationären Feuerungsanlagen, beim Gebrauch von mobilen Offroad-Geräten (z. B. Traktoren) und bei der Düngung mit Stickstoff.

**trendbestimmende
Faktoren****Abnahme um 1,2 %
gegenüber Vorjahr**

Von 1990 bis 2021 gingen die NO_x-Emissionen aus diesem Sektor um 28 % zurück. Hauptgründe hierfür sind die Flottenerneuerung und der technische Fortschritt bei den mobilen Geräten (Traktoren). Die reduzierte Stickstoffdüngung auf landwirtschaftlichen Böden (Mineraldünger und Wirtschaftsdünger) beeinflusst den insgesamt sinkenden Trend ebenfalls. Von 2020 bis 2021 nahmen die NO_x-Emissionen durch geringere Emissionen aus den mobilen Offroad-Geräten um 1,2 % ab.

Der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten NO_x-Emissionen Österreichs ist, trotz eigentlichem Emissionsrückgang, seit 1990 leicht gestiegen (siehe Abbildung 51). Die Erklärung dafür liegt in der vergleichsweise stärkeren Emissionsabnahme anderer Sektoren.

NMVOEmissionen**Emissionsquellen**

Der überwiegende Anteil der NMVOC-Emissionen der Landwirtschaft kommt aus der Rinderhaltung, wobei die Fütterung mit Silage ein bedeutender Faktor ist. Weitere Emissionsquellen mit deutlich geringeren Emissionen sind der Anbau von Feldfrüchten und die offene Verbrennung am Feld. Für das Jahr 2021 fanden jedoch erstmalig keine Verbrennungen von Stroh mehr statt.

**Zunahme um 0,3 %
gegenüber Vorjahr**

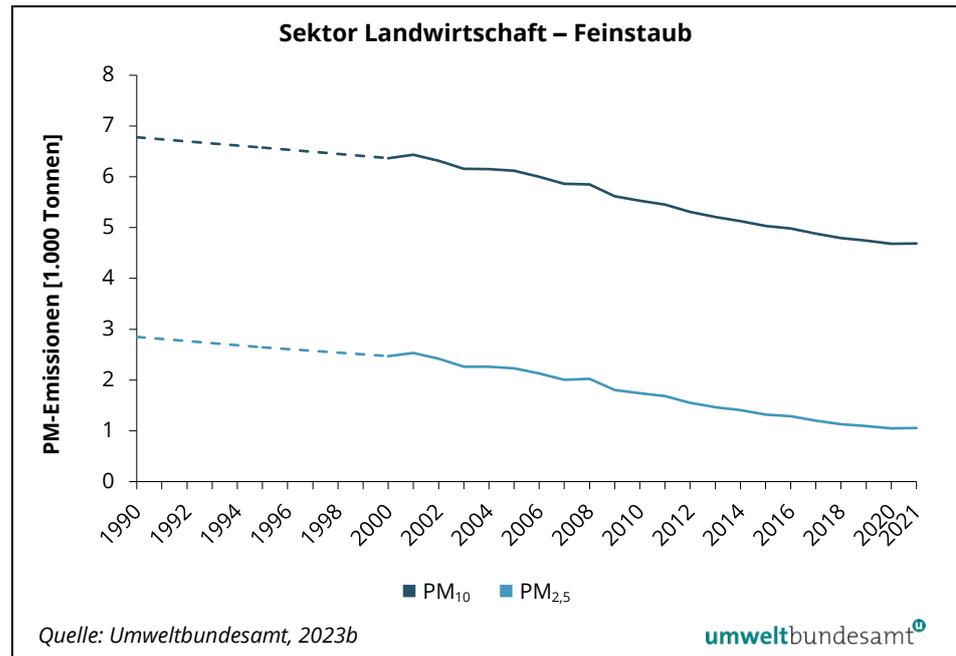
Von 1990 bis 2021 sanken die sektoralen NMVOC-Emissionen um 33 %. Die abnehmenden Viehbestände (insbesondere Rinder) sind hierfür verantwortlich. Im Jahr 2021 wurden, insbesondere bedingt durch höhere Emissionen aus stationären landwirtschaftlichen Anlagen aufgrund des gestiegenen Biomasseeinsatzes und dem leicht gestiegenen Rinderbestand, um 0,3 % mehr NMVOC-Emissionen von der Landwirtschaft emittiert als im Jahr zuvor.

Der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten NMVOC-Emissionen Österreichs ist, trotz eigentlichem Emissionsrückgang, seit 1990 deutlich gestiegen (siehe Abbildung 51). Die Erklärung dafür liegt in der vergleichsweise stärkeren Emissionsabnahme anderer Sektoren.

7.5.1.2 Feinstaub**Zunahme gegenüber
Vorjahr**

Die PM₁₀-Emissionen der Landwirtschaft nahmen von 1990 bis 2021 um insgesamt 31 % ab, die PM_{2,5}-Emissionen konnten um 63 % reduziert werden. Von 2020 auf 2021 kam es zu einer leichten Zunahme der Feinstaub-Emissionen (PM₁₀: +0,1 %, PM_{2,5}: +0,7 %).

Abbildung 53:
PM₁₀- und PM_{2,5}-
Emissionen des Sektors
Landwirtschaft.



Anmerkung: Die Daten der Jahre 1991–1994 und 1996–1999 wurden mittels Interpolation ermittelt und sind daher gestrichelt dargestellt.

Emissionsquellen

Die Feinstaub-Emissionen der Landwirtschaft entstehen sowohl bei der maschinellen Bearbeitung von Grün- und Ackerland als auch beim Betrieb von land- und forstwirtschaftlichen mobilen und stationären Geräten. Im Jahr 2021 stammten rund 18 % der PM₁₀-Emissionen und rund 76 % der PM_{2,5}-Emissionen aus dem Betrieb land- und forstwirtschaftlicher Geräte.

trendbestimmende Faktoren

Für den Rückgang der sektoralen Feinstaub-Emissionen seit 1990 sind die Flottenenerneuerung und der technologische Fortschritt bei den mobilen land- und forstwirtschaftlichen Geräten hauptverantwortlich. Messungen zeigen, dass die realen Emissionen der zumeist dieselbetriebenen mobilen Geräte und Maschinen (Traktoren) durchwegs im Bereich der in den Abgasnormen festgelegten Grenzwerte liegen (Schwingshackl und Rexeis, 2017; Schwingshackl et al., 2020). Mit der Abgasnorm „Stufe V“ wurde ein neuer Grenzwert „Partikelanzahl im Abgas“ eingeführt. Dieser kann jedoch nur mit speziellen Dieselpartikelfiltern (DPF) eingehalten werden und soll sicherstellen, dass diese auch in allen betroffenen Motorkategorien eingesetzt werden. Die Stufe-V-Verordnung verschärft auch den Masse-PM-Grenzwert für mehrere Motorklassen.⁴⁷

Weitere Ursachen für die Emissionsabnahme seit 1990 sind der kontinuierliche Rückgang bewirtschafteter landwirtschaftlicher Nutzflächen sowie die rückläufigen Tierzahlen (Rinder und Schweine).

⁴⁷ Bei Neuzulassungen von dieselbetriebenen Maschinen im Offroad-Bereich müssen die stufenweise verschärften Europäischen Abgasnormen („NRMM Regulation“ 2016/1628 mit zahlreichen Ergänzungen) für CO, NO_x, HC und PM in Abhängigkeit vom Leistungsbereich erfüllt werden. Mit Jänner 2019 trat die Abgasnorm „Stufe V“ in Kraft, 2020 für Motoren mit mehr als 130 kW.

Die Abluft aus Ställen kann zwar als Beeinträchtigung für die lokale Luftsituation gesehen werden, für die regionale Feinstaubbelastung ist sie jedoch als Emissionsquelle von geringer Bedeutung. Bei der offenen Verbrennung am Feld, die in Österreich nur mit behördlicher Genehmigung erlaubt ist, werden insgesamt nur geringe Mengen an Feinstaub freigesetzt.

In Abbildung 51 ist ersichtlich, dass der relative Anteil der Landwirtschaft an den PM₁₀-Emissionen Österreichs, trotz eigentlichem Emissionsrückgang, gestiegen ist. Vergleichsweise stärkere Emissionsabnahmen in anderen Sektoren sind hierfür verantwortlich.

7.5.1.3 Schwermetalle

Im Sektor Landwirtschaft wurden 2021 5,4 % der nationalen Kadmium-Emissionen verursacht (siehe Abbildung 51). Fast ausschließlich werden die Emissionen durch Verbrennungsvorgänge in stationären Feuerungsanlagen verursacht. Sie entstehen hier bei der Verfeuerung fester Brennstoffe sowohl biogener als auch fossiler Herkunft.

Die Kadmium-Emissionen aus den stationären Quellen sind abhängig von der Menge eingesetzter fester Brennstoffe. Die Emissionsmenge aus dem Sektor Landwirtschaft hat sich zwischen 1990 und 2021 um insgesamt 27 % erhöht, zurückzuführen auf die vermehrte Nutzung von Biomasse in stationären Quellen (+76 %), gedämpft durch die weitgehende Verdrängung von Kohlebrennstoffen (-97 %). Im Vergleich zum Vorjahr hat sich die Emissionsmenge 2021 um 12 % erhöht, bedingt durch den Anstieg der energetischen Biomassenutzung.

Die mobilen Quellen machen nur einen marginalen Anteil der landwirtschaftlichen Kadmium-Emissionen aus (0,4 % im Jahr 2021). Das Emissionsniveau wird vom Treibstoffverbrauch beeinflusst.

7.5.1.4 Persistente Organische Verbindungen (POP)

Emissionsquellen

Der Sektor Landwirtschaft verursachte im Jahr 2021 11 % der PAK-Emissionen Österreichs (siehe Abbildung 51). Verantwortlich dafür sind vor allem Verbrennungsvorgänge in stationären Feuerungsanlagen, die für rund 90 % des landwirtschaftlichen PAK-Ausstoßes verantwortlich sind. Besonders hohe PAK-Emissionen entstehen bei der verbotenen Mitverbrennung von häuslichen Abfällen oder behandeltem Holz (Baurestholz) in händisch bestickten Einzelöfen und Festbrennstoff-Kesseln (z. B. in sogenannten „Allesbrennern“).

PAK-Emissionen

Zunahme PAK-Emissionen

Die PAK-Emissionsmenge der stationären landwirtschaftlichen Quellen ist abhängig von der Menge der eingesetzten festen Brennstoffe (Biomasse und Kohle) sowie der Verbrennungstechnologie. Der PAK-Ausstoß aus dem Sektor Landwirtschaft nahm von 1990 bis 2021 um insgesamt 26 % zu. Verantwortlich hierfür ist der vermehrte Biomasseeinsatz in den stationären Feuerungsanlagen.

gen. Bei den mobilen Quellen, die einen wesentlich geringeren Anteil der landwirtschaftlichen PAK-Emissionen ausmachen, hängt die Höhe der Emissionen vom Treibstoffverbrauch ab.

**trendbestimmende
Faktoren**

Im Vergleich zum Vorjahr nahmen die PAK-Emissionen im Jahr 2021 um 9,9 % zu. Diese Emissionszunahme ist auf die stationären land- und forstwirtschaftlichen Geräte durch den gestiegenen Biomasseeinsatz zurückzuführen.

7.5.2 Ausblick 2030

Als Hauptverursacher von Ammoniak wird die zukünftige Entwicklung der NH₃-Emissionen vorwiegend von der Landwirtschaft beeinflusst. Für alle anderen Schadstoffe ist der Einfluss dieses Sektors vergleichsweise gering.

WEM-Szenario

Die vorliegenden Berechnungen ergaben für das Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (Umweltbundesamt, 2023e) eine Abnahme der NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft um 6,3 % bis zum Jahr 2030 im Vergleich zu 2005. Wesentlicher Treiber ist dabei der projizierte Rückgang des Rinderbestandes bis 2030 (WIFO und BOKU, 2023).

7.6 Sonstige

Emissionsquellen

Der Sektor Sonstige beinhaltet die Emissionen aus den Bereichen Lösemittelanwendung, Asphaltierung, Feuerwerk und Tabakrauch, sonstiger Produktverwendung, aus Abfalldeponien, der aeroben und anaeroben biologischen Abfallbehandlung (Kompostierung, mechanisch-biologische Abfallbehandlung, Vergärung), der Abwasserbehandlung und -entsorgung, aus Bränden von Autos und Gebäuden sowie der Müllverbrennung ohne energetische Nutzung (siehe Kapitel 1.5).

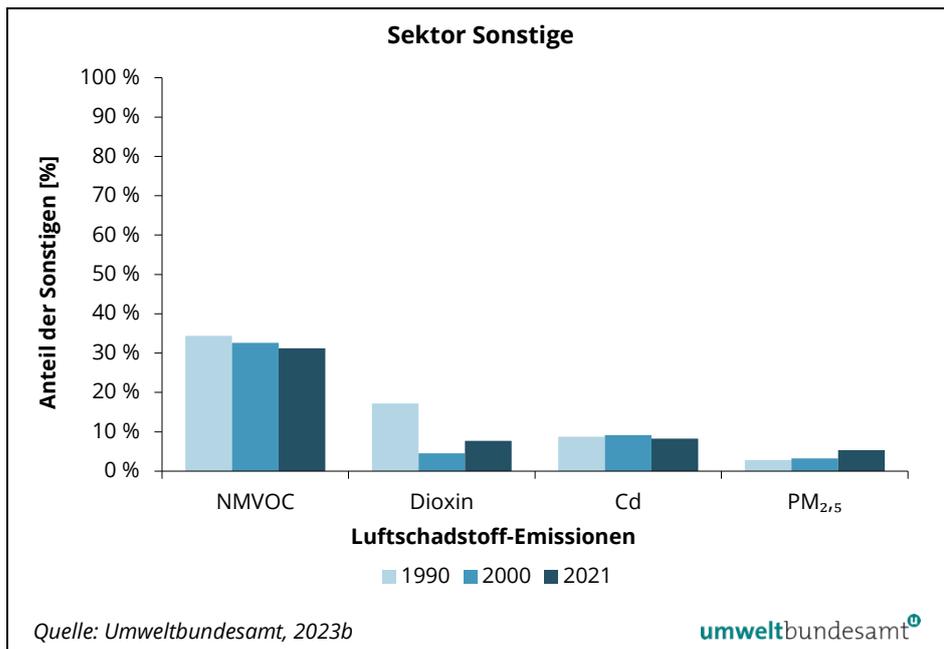
7.6.1 Hauptschadstoffe

Emissionsanteile

Der Sektor Sonstige verursachte 2021 31 % der NMVOC-, 7,7 % der Dioxin-, 8,3 % der Cd- und 5,3 % der PM_{2,5}-Emissionen in Österreich.⁴⁸

⁴⁸ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Sonstige angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2021 zumindest 5 % beträgt.

Abbildung 54:
Anteil des Sektors
Sonstige an den
Gesamtemissionen der
jeweiligen Schadstoffe.

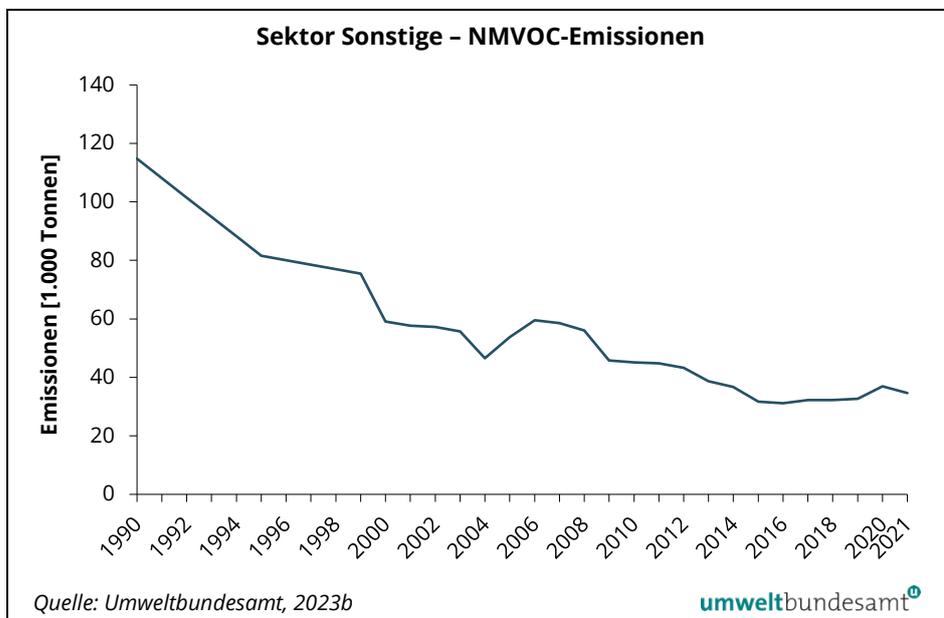


7.6.1.1 Klassische Luftschadstoffe

Emissionsquellen

Im Sektor Sonstige entstehen NMVOC-Emissionen vorwiegend bei der Verwendung von Lösemitteln und lösemittelhaltigen Produkten. Die größten Verursacher sind der Haushaltsbereich (Anwendung von Reinigungsmitteln, Kosmetika etc.) sowie die Verwendung von lösemittelhaltigen Farben und Lacken.

Abbildung 55:
Trend der NMVOC-
Emissionen des Sektors
Sonstige.



Abnahme um 6,2 % gegenüber Vorjahr

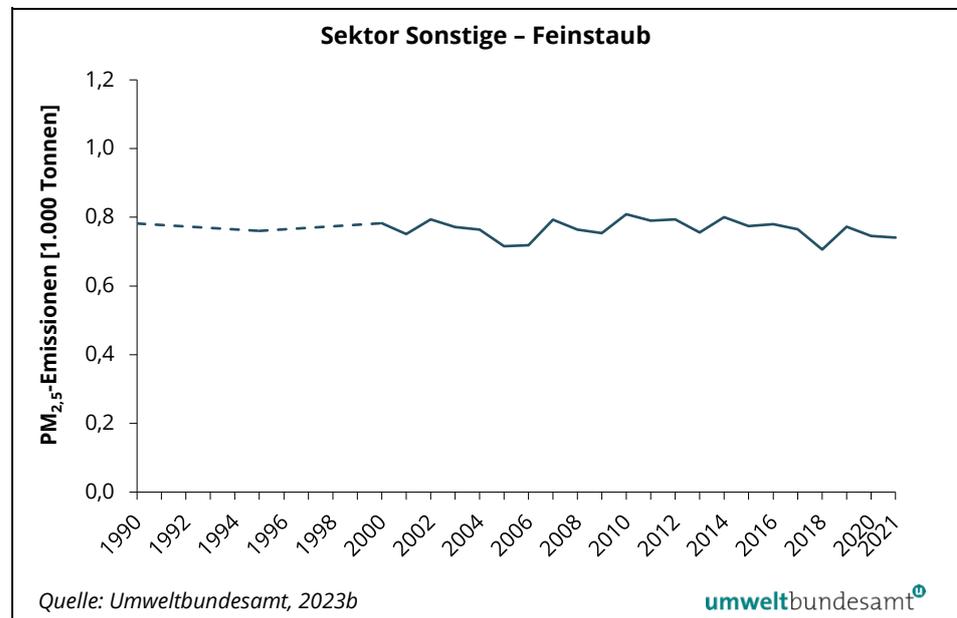
Der NMVOC-Ausstoß aus dem Sektor Sonstige ging von 1990 bis 2021 um insgesamt 70 % zurück, von 2020 auf 2021 kam es zu einem Rückgang von 6,2 % aufgrund der pandemiebedingten, im Jahr 2020 stark erhöhten und nunmehr wieder rückläufigen, Anwendung von Desinfektionsmitteln.

trendbestimmende Faktoren Mit Hilfe legislativer Instrumente konnte vor allem Anfang der 1990er-Jahre insbesondere mit der Lösungsmittelverordnung (LMV; BGBl. II Nr. 398/2005) sowie Anfang der 2000er-Jahre mit der Deco Paint Directive (Directive 2004/42/EC), der VOC-Anlagen-Verordnung VAV; BGBl. II 301/2002 i.d.F. BGBl. II Nr. 42/2005) etc. eine deutliche Reduktion der NMVOC-Emissionen erreicht werden. Die Maßnahmen setzten sowohl auf der Primärseite (Begrenzung der Lösemittelgehalte) als auch auf der Sekundärseite (Ablufferfassung und -behandlung) an.

7.6.1.2 Feinstaub

konstant gegenüber Vorjahr Der PM_{2,5}-Ausstoß aus dem Sektor Sonstige nahm von 1990 bis 2021 um insgesamt 5,2 % ab. Die Emissionen blieben im Vergleich zum Vorjahr auf etwa gleichem Niveau.

Abbildung 56:
Trend der PM_{2,5}-Emissionen des Sektors Sonstige.



Anmerkung: Die Daten der Jahre 1991–1994 und 1996–1999 wurden mittels Interpolation ermittelt und sind daher gestrichelt dargestellt.

Emissionsquellen Ein Großteil der Feinstaub-Emissionen aus dem Sektor Sonstige wird durch Feuerwerke sowie durch den Brand von Gebäuden verursacht, auch Emissionen aus Deponien (Ablagerung von Abfällen) werden hier subsumiert. Letztere sind allerdings nur bei den größeren Staubfraktionen relevant. Emissionen, die beim Asphaltieren von Straßen und der Produktion von Bitumendachbahnen entstehen, sind ebenfalls in diesem Sektor inkludiert, der Beitrag dieser Quellen ist allerdings sehr gering.

trendbestimmende Faktoren Trendbestimmend sind dementsprechend der Inlandsverbrauch an Feuerwerken, der über die Jahre gesunken ist, was durch stark gestiegene Emissionen aus der Deponierung kompensiert wurde. Auch die Anzahl an Gebäudebränden, die naturgemäß von Jahr zu Jahr schwanken, schlägt sich in einzelnen Jahren auf den Gesamttrend durch.

7.6.1.3 Schwermetalle

Kadmium-Emissionen

Emissionsquellen Die Emissionen von Kadmium entstehen in diesem Sektor heutzutage fast ausschließlich durch Tabakkonsum. Anfang der 1990er-Jahre war die Abfallverbrennung ohne energetische Nutzung noch ebenso relevant, diese Emissionen konnten bis 1995 durch Modernisierung der Verbrennungsanlagen um etwa 94 % gesenkt werden.

trendbestimmende Faktoren Insgesamt ergibt sich damit eine Reduktion des Cd-Ausstoßes aus dem Sektor Sonstige von 1990 bis 2021 von 51 %. Seit Mitte der 1990er-Jahre ist der Tabakkonsum in Österreich trendbestimmend.

7.6.1.4 Persistente Organische Verbindungen (POP)

Dioxin-Emissionen

Emissionsquellen 85 % der Dioxin-Emissionen dieses Sektors stammen heute aus Gebäudebränden. Der Rest kommt nahezu ausschließlich aus der Einäscherung (Feuerbestattung). Im Jahr 1990 war die Müllverbrennung ohne energetische Nutzung die weitaus größere Emissionsquelle. Die betroffenen Anlagen wurden nach 1992 modernisiert sowie mit Fernwärmeauskopplung ausgestattet. Abfallverbrennungsanlagen mit energetischer Nutzung werden im Sektor „Energieversorgung“ berücksichtigt.

trendbestimmender Faktor Insgesamt ergab sich damit ein Rückgang des Dioxin-Ausstoßes aus dem Sektor Sonstige von 1990 bis 2021 um 87 %. Trendbestimmend ist seit der Modernisierung der Müllverbrennung ohne energetische Nutzung in erster Linie die jährlich schwankende Anzahl an Gebäudebränden.

7.6.2 Ausblick 2030

Der Sektor Sonstige, vor allem die Lösemittelanwendung, ist hauptsächlich für die NMVOC-Emissionen entscheidend. Für alle anderen NEC-Schadstoffe ist sein Einfluss gering.

WEM-Szenario Entsprechend den vorliegenden WEM-Emissionsprojektionen (Umweltbundesamt, 2023e) werden die NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelanwendung bis 2030 um 5,1 % (d. h. 1,8 Kilotonnen) zunehmen, da der Verbrauch von Lösemitteln durch eine gesteigerte Nachfrage aufgrund des Wachstums in einigen Branchen zunehmen wird, und diese Zunahme voraussichtlich nicht durch einen weiteren technischen Fortschritt kompensiert wird. Neue Emissionsminderungsmaßnahmen sind weder auf nationaler noch auf EU-Ebene geplant bzw. in Umsetzung.

8 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

CH ₄	Methan
CLRTAP	Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution
CO	Kohlenstoffmonoxid
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CRF	Common Reporting Format
EG-L	Emissionshöchstmengengesetz Luft
EHM	Emissionshöchstmenge
HCB	Hexachlorbenzol
IG-L	Immissionsschutzgesetz Luft
IIR	Informative Inventory Report
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
N ₂ O	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
NEC-RL	Emissionshöchstmengenrichtlinie
NFR	Nomenclature For Reporting
NH ₃	Ammoniak
NIR	National Inventory Report
NISA	Nationales Inventursystem
NM VOC	flüchtige organische Verbindungen ohne Methan
NO _x	Stickstoffoxide
OLI	Österreichische Luftschadstoff-Inventur
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	polychlorierte Biphenyle
PCDD	polychlorierte Dibenzo-p-dioxine
PCDF	polychlorierte Dibenzofurane
PM ₁₀ , PM _{2,5}	Particulate Matter, Zahlenwert bezieht sich auf den Partikeldurchmesser in µm (Feinstaub)
POP	Persistente Organische Schadstoffe
SO ₂	Schwefeldioxid

TSP.....	Total Suspended Particulates (Schwebestaub)
UNECE.....	United Nations Economic Commission for Europe
UNEP.....	Umweltprogramm der Vereinten Nationen
UNFCCC.....	United Nations Framework Convention on Climate Change

9 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Nationales Inventursystem Austria (NISA) im internationalen Kontext.....	16
Abbildung 2: Gegenüberstellung der Emissionen und der Emissionsreduktionsverpflichtungen ab 2020.....	30
Abbildung 3: Trend der Stickstoffoxid-Emissionen (inklusive und exklusive NO _x aus Kraftstoffexport).....	33
Abbildung 4: Anteile der Verursachersektoren an den Stickstoffoxid-Emissionen in Österreich.....	34
Abbildung 5: Entwicklung der NO _x -Emissionen bis 2021 und WEM-Szenario bis 2030.....	35
Abbildung 6: Trend der NMVOC-Emissionen (inklusive und exklusive NMVOC aus Kraftstoffexport).....	36
Abbildung 7: Anteile der Verursachersektoren an den NMVOC-Emissionen in Österreich.....	37
Abbildung 8: Entwicklung der NMVOC-Emissionen bis 2021 und WEM-Szenario bis 2030.....	38
Abbildung 9: Trend der Schwefeldioxid-Emissionen (inklusive und exklusive SO ₂ aus Kraftstoffexport).....	39
Abbildung 10: Anteile der Verursachersektoren an den Schwefeldioxid-Emissionen in Österreich.....	40
Abbildung 11: Entwicklung der Schwefeldioxid-Emissionen bis 2021 und WEM-Szenario bis 2030.....	41
Abbildung 12: Trend der Ammoniak-Emissionen (inklusive und exklusive NH ₃ aus Kraftstoffexport).....	42
Abbildung 13: Anteile der Verursachersektoren an den Ammoniak-Emissionen in Österreich.....	43
Abbildung 14: Entwicklung der Ammoniak-Emissionen bis 2021 und Szenario bis 2030.....	44
Abbildung 15: Trend der Kohlenstoffmonoxid-Emissionen.....	45
Abbildung 16: Anteile der Verursachersektoren an den Kohlenstoffmonoxid-Emissionen in Österreich.....	46
Abbildung 17: Schematische Darstellung der Mengenverteilung von TSP, PM ₁₀ und PM _{2,5}	47
Abbildung 18: Trend der Emissionen von TSP, PM ₁₀ und PM _{2,5}	49

Abbildung 19: Anteile der Verursachersektoren an den TSP-Emissionen Österreichs.	50
Abbildung 20: Anteile der Verursachersektoren an den PM ₁₀ -Emissionen Österreichs.	51
Abbildung 21: Anteile der Verursachersektoren an den PM _{2,5} -Emissionen Österreichs.	51
Abbildung 22: Entwicklung der PM _{2,5} -Emissionen bis 2021	52
Abbildung 23: Trend der österreichischen Kadmium-Emissionen.	55
Abbildung 24: Anteile der Verursachersektoren an den Kadmium-Emissionen Österreichs.	56
Abbildung 25: Trend der österreichischen Quecksilber- Emissionen.	57
Abbildung 26: Anteile der Verursachersektoren an den Quecksilber-Emissionen Österreichs.	58
Abbildung 27: Trend der österreichischen Blei-Emissionen.	59
Abbildung 28: Anteile der Verursachersektoren an den Blei-Emissionen Österreichs.	60
Abbildung 29: Trend der PAK-Emissionen (Σ PAK4).	63
Abbildung 30: Anteile der Verursachersektoren an den PAK-Emissionen in Österreich.	64
Abbildung 31: Trend der Dioxin-Emissionen.	65
Abbildung 32: Anteile der Verursachersektoren an den Dioxin-Emissionen in Österreich.	66
Abbildung 33: Trend der HCB-Emissionen.	67
Abbildung 34: Anteile der Verursachersektoren an den HCB-Emissionen in Österreich.	68
Abbildung 35: Trend der PCB-Emissionen.	69
Abbildung 36: Anteile der Verursachersektoren an den PCB-Emissionen in Österreich.	70
Abbildung 37: Anteil des Sektors Energieversorgung an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.	72
Abbildung 38: Trend der NO _x - und SO ₂ -Emissionen des Sektors Energieversorgung.	73
Abbildung 39: Trend der PM _{2,5} -Emissionen des Sektors Energieversorgung.	75
Abbildung 40: Anteil des Sektors Kleinverbrauch an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.	79

Abbildung 41: Trend der CO-, NMVOC-, NO _x - und SO ₂ -Emissionen des Sektors Kleinverbrauch.	80
Abbildung 42: Trend der PM ₁₀ - und PM _{2,5} -Emissionen des Sektors Kleinverbrauch.	82
Abbildung 43: Anteil des Sektors Industrieproduktion an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.	86
Abbildung 44: Trend der CO-, NO _x - und SO ₂ -Emissionen des Sektors Industrieproduktion.	87
Abbildung 45: Trend der PM ₁₀ - und der PM _{2,5} -Emissionen des Sektors Industrieproduktion.	88
Abbildung 46: Anteil des Sektors Verkehr an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.	92
Abbildung 47: Trend der CO- und NO _x -Emissionen des Sektors Verkehr.	93
Abbildung 48: Trend der NO _x -Emissionen des Lkw- und Pkw-Verkehrs.	94
Abbildung 49: Lkw-bedingter Anteil an den NO _x -Emissionen des Straßenverkehrs.	95
Abbildung 50: Trend der PM ₁₀ - und PM _{2,5} -Emissionen des Sektors Verkehr.	96
Abbildung 51: Anteil des Sektors Landwirtschaft an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.	98
Abbildung 52: Trend der NH ₃ -, NO _x - und NMVOC-Emissionen des Sektors Landwirtschaft.	99
Abbildung 53: PM ₁₀ - und PM _{2,5} -Emissionen des Sektors Landwirtschaft.	101
Abbildung 54: Anteil des Sektors Sonstige an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.	104
Abbildung 55: Trend der NMVOC-Emissionen des Sektors Sonstige.	104
Abbildung 56: Trend der PM _{2,5} -Emissionen des Sektors Sonstige.	105

10 LITERATURVERZEICHNIS

- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2023). Bundesabfallwirtschaftsplan 2023. Wien.
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/abfall/aws/bundes_awp/bawp_2023.html
- BML – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft, 2022. GAP-Strategieplan Bericht 2021. Selbstverlag, BML, Wien 2022.
- BMFLUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012. Nationaler Durchführungsplan 2012 samt Nationalem Aktionsplan für das Stockholmer Übereinkommen über Persistente Organische Schadstoffe sowie die EU-Verordnung über Persistente Organische Schadstoffe Österreich, ISBN: 3-902338-83-0.
- 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. Nationales Luftreinhalteprogramm gemäß § 6 Emissionsgesetz-Luft 2018
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/luft/luftguete/luftreinhalteprogramm.html.
- BUNDESREGIERUNG, 2010. Programm der österreichischen Bundesregierung zur Einhaltung der nationalen Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe gemäß § 6 Emissionshöchstmengengesetz-Luft.
- E7 ENERGIE MARKT ANALYSE, 2017. Jahresendenergieeinsatz nach Brennstoff, Technologie und Sektor. Analyse des Raumwärmeenergiebedarfs in Abhängigkeit der Heizungstechnologie. Endbericht. März 2017. Auftraggeber: Umweltbundesamt. Wien.
- EEA – European Environment Agency, 2019. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2019. EEA Report No 13/2019.
<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>.
- EEA – European Environment Agency, 2022a. Sources and emissions of air pollutants in Europe, December 2022
<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022/sources-and-emissions-of-air>
- EEA – European Environment Agency, 2022b. Europe's air quality status 2022 – update, December 2022
<https://www.eea.europa.eu/publications/status-of-air-quality-in-Europe-2022/europes-air-quality-status-2022>

- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2000. Report on Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Japan.
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/index.html>.
- 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. Buendia, K. Miwa, T. Ngara und K. Tanabe (eds). IGES, Japan.
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>
- LKNÖ – Landwirtschaftskammer Niederösterreich, 2013–2022. Biomasse – Heizungserhebung 2012–2021. St. Pölten.
- SCHWINGSHACKL, M. und M. REXEIS, 2017. Emissionsauswirkung von stufenweisen Einsatzbeschränkungen für mobile Maschinen und Geräte in österreichischen PM- und NO₂-Sanierungsgebieten. Erstellt im Auftrag des BMLFUW. Bericht Nr. I-23/17/Schwings Em 14/2017-679 vom 03.11.2017.
- SCHWINGSHACKL, M., M. REXEIS und K. WELLER, 2020. Update der Emissionsfaktoren und Aktivitätsdaten von NRMM (Non-Road Mobile Machinery) für die Inventur (OLI2020), Erstellt im Auftrag der Umweltbundesamt GmbH. Bericht Nr. I-18/20/Schwings EM 20/05/679 vom 09.12.2020.
- STATISTIK AUSTRIA, 2018: Agrarstrukturerhebung: Stichprobenerhebung 2016. Schnellbericht 1.17, Wien.
- STATISTIK AUSTRIA, 2022a. Energiebilanzen Österreich 1970–2021. Wien.
<https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/energiebilanzen>
- STATISTIK AUSTRIA, 2022b. Nutzenergieanalyse für Österreich 1993–2021. Wien.
<https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/nutzenergieanalyse>
- STATISTIK AUSTRIA, 2022c. Absolutwerte der Heizgradsummen auf aktuellem Stand und Abweichungen gegenüber dem langjährigen Durchschnitt; kostenpflichtiger Abonnementdienst der Statistik Austria.
- STATISTIK AUSTRIA, 2022d: Agrarstrukturerhebung 2020. Land- und forstwirtschaftliche Betriebe und deren Strukturdaten. Endgültige Ergebnisse.
[Agrarstrukturerhebung_2020_20221117 \(statistik.at\)](https://www.statistik.at/agrarstrukturerhebung_2020_20221117)

- STATISTIK AUSTRIA, 2023. Pkw-Neuzulassungen, Pressemitteilung Statistik Austria 12.711-009/22;
<https://www.statistik.at/fileadmin/announcement/2022/05/20220117PkwNeu2021.pdf>, 17.4.2023.
- UMWELTBUNDESAMT, 2005. Schneider, J., K. Placer und L. Moosmann: Abschätzung der Gesundheitsauswirkungen von Schwebestaub in Österreich. Reports, Bd. REP-0020. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2006. Spangl, W., J. Schneider, C. Nagl und A. Kaiser: Herkunftsanalyse der PM₁₀-Belastung in Österreich. Ferntransport und regionale Beiträge. Reports, Bd. REP-0034. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2010. Spangl, W., J. Schneider, L. Moosmann, C. Ansorge und C. Gassner: Gesundheitsauswirkungen der PM_{2,5}-Exposition – Steiermark. Reports, Bd. REP-0283. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2012. Anderl, M., T. Gallauner, T. Krutzler, B. Schodl, G. Stranner, K. Pazdernik, S. Poupa, M. Purzner und A. Zechmeister: NEC-Programm Umsetzungsbericht. Monitoring des Nationalen Programms. Reports, Bd. REP-0362. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2018. Buxbaum, I., C. Nagl, W. Spangl, W. Schieder, M. Anderl, S. Haider und K. Pazdernik: Analyse der Feinstaub-Belastung 2009–2017. Im Auftrag der Plattform Saubere Luft. Reports, Bd. REP-0646. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2022. Winter, B., S. Böhmer, H. Brielmann, E. Rauscher-Gabernig, W. Friesl-Hanl, I. Hauzenberger, K. Lenz, S. Mayer, W. Moche, C. Nagl, D. Reiterer, J. Svehla-Stix und M. Uhl: Nationaler Aktionsplan POP; 3. Review, 2022; REP-0836. Wien 2022.
- UMWELTBUNDESAMT, 2023a. Pazdernik, K., M. Anderl, J. Colson, M. Gangl, V. Kuschel, L. Makoschitz, B. Matthews, M. Mayer, S. Mayer, E. Moldaschl, S. Poupa, M. Purzner, A. Rockenschaub, M. Roll, W. Schieder, G. Schmidt, B. Schodl, E. Schwaiger, B. Schwarzl, G. Stranner, P. Weiss, M. Wieser und A. Zechmeister: Austria's National Inventory Report 2023. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Reports, Bd. REP-0852. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2023b. S. Mayer, M. Anderl, C. Brendle, J. Colson, M. Gangl, L. Makoschitz, K. Pazdernik, S. Poupa, M. Purzner, M. Roll, W. Schieder, G. Schmidt, G. Stranner, M. Wieser, R. Wankmüller, R und A. Zechmeister: Austria's Informative Inventory Report 2023. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution and Directive (EU) 2016/2284 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants. Reports, Bd. REP-0855. Umweltbundesamt, Wien.

- UMWELTBUNDESAMT, 2023c. Zechmeister, A., M. Anderl, A. Bartel, J. Bürger, M. Gössl, M. Haydn, H. Heinfellner, C. Heller, A. Heuber, T. Köther, T. Krutzler, V. Kuschel, L. Makoschitz, M. Mayer, S. Mayer, E. Moldaschl, K. Pazdernik, D. Perl, S. Poupá, M. Purzner, E. Rigler, K. Rockenschaub, M. Roll, W. Schieder, C. Schmid, G. Schmidt, B. Schodl, A. Storch, G. Stranner, S. Svehla-Stix, E. Schwaiger, B. Schwarzl, J. Vogel, P. Weiss, H. Wiesenberger und M. Wieser. Klimaschutzbericht 2023. Reports, Bd. REP-0871. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2023d. Mayer, S., M. Anderl, J. Colson, M. Gangl, L. Makoschitz, K. Pazdernik, D. Perl, S. Poupá, M. Purzner, M. Roll, W. Schieder, G. Schmidt, G. Stranner und M. Wieser: Austria's Annual Air Emission Inventory 1990–2021, Emissions of SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ and PM_{2.5}. Reports, Bd. REP-0849. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2023e. Zechmeister, A., M. Anderl, S. Mayer, T. Krutzler, S. Poupá, M. Purzner, M. Roll, W. Schieder, B. Schodl, G. Stranner und M. Wieser: Austria's National Air Emission Projections 2023 for 2025 and 2030, derzeit noch unveröffentlicht. Umweltbundesamt, Wien 2023.
- UMWELTBUNDESAMT, 2023f. Spangl, W. und C. Nagl: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2021. Reports, Bd. REP-0799. Umweltbundesamt, Wien.
- UNECE – United Nations Economic Commission for Europe, 2009. Indicators and targets for air pollution effects. Executive body for the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. ECE/EB.AIR/WG.1/2009/16, 9 July 2009. <https://unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2009/EB/wge/ece.eb.air.wg.1.2009.16.e.pdf>
- UNECE – United Nations Economic Commission for Europe, 2015. Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions. United Nations Economic Commission for Europe, 2015. <https://unece.org/environment-policy/publications/framework-code-good-agricultural-practice-reducing-ammonia>.
- WHO – World Health Organization, 2006. Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. Joint WHO/Convention Task Force on the Health effects of air pollution. European Center of Environment and Health. Bonn. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/78657/E88189.pdf.
- WHO – World Health Organization, 2008. Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution. Regional Office for Europe, Copenhagen. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78647/E91843.pdf.
- WIFO & BOKU, 2023. F. Sinabell, K. Falkner, G. Streicher, M. Schönhart und E. Schmid: Austrian Agriculture 2030–2040–2050. Scenarios with existing (WEM) and additional (WAM) policy measures. Wirtschaftsforschungsinstitut (WIFO) und Universität für Bodenkultur (BOKU), Vienna.

Rechtsnormen und Leitlinien

Ammoniakreduktionsverordnung (BGBl. II Nr. 24/2023): Verordnung der Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie über Maßnahmen im Bereich der Luftreinhaltung zur Erreichung der nationalen Emissionsreduktionsverpflichtungen für Ammoniak (Ammoniakreduktionsverordnung)

Akkreditierungsgesetz (AkkG; BGBl. Nr. 28/2012): Bundesgesetz über die Akkreditierung von Konformitätsbewertungsstellen (Akkreditierungsgesetz 2012 sowie Änderung des Maß- und Eichgesetzes und des Kesselgesetzes).

Änderung des Chemikaliengesetzes 1996, des Wasserrechtsgesetzes 1959 und des Abfallwirtschaftsgesetzes 2002 (BGBl. I Nr. 44/2018): Bundesgesetz, mit dem das Chemikaliengesetz 1996, das Wasserrechtsgesetz 1959 und das Abfallwirtschaftsgesetz 2002 geändert werden.

Chemikaliengesetz 1996 (ChemG 1996; BGBl. I Nr. 53/1997); Bundesgesetz über den Schutz des Menschen und der Umwelt vor Chemikalien.

Deco Paint Directive: Directive 2004/42/EC of the European Parliament and of the Council of 21 April 2004 on the limitation of emissions of volatile organic compounds due to the use of organic solvents in decorative paints and varnishes and vehicle re-finishing products and amending Directive 1999/13/EC.

Emissionsgesetz-Luft (EG-L; BGBl. I Nr. 75/2018): Bundesgesetz über nationale Emissionsreduktionsverpflichtungen für bestimmte Luftschadstoffe.
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20010426>.

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.

Emissionshöchstmengenrichtlinie (NEC-RL; RL 2001/81/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe. ABl. Nr. L 309/22.

Emissionshöchstmengenrichtlinie (NEC-RL; RL 2016/2284/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG. ABl. Nr. L 344/1.
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20010426>.

Emissionsschutzgesetz für Kesselanlagen (EG-K; BGBl. I Nr. 150/2004 i.d.g.F.): Bundesgesetz über die integrierte Vermeidung und Verminderung von Emissionen aus Dampfkesselanlagen.

- EN ISO/IEC 17020, 2004. Allgemeine Kriterien für den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen.
- Göteborg-Protokoll, 1999. Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon. (The 1999 Gothenburg Protocol to abate acidification, eutrophication and ground-level ozone).
<https://unece.org/gothenburg-protocol>.
- Grenzwerteverordnung 2007 (GKV 2007; BGBl. II Nr. 243/2007 i.d.g.F.): Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über Grenzwerte für Arbeitsstoffe und über krebserzeugende Arbeitsstoffe.
- 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.
- ISO/IEC 17020:2012 für Inspektionsstellen: „Anforderungen an den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen.“
- Klimarahmenkonvention (BGBl. Nr. 414/1994): United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC. Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen. <http://unfccc.int/>
- Klimaschutzgesetz (KSG; BGBl. I Nr. 106/2011 i.d.F. BGBl. I Nr. 128/2015): Bundesgesetz zur Einhaltung von Höchstmengen von Treibhausgasemissionen und zur Erarbeitung von wirksamen Maßnahmen zum Klimaschutz.
- KOM (2005) 20: Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament (2005): Gemeinschaftsstrategie für Quecksilber.– ABl. C 52 vom 2. März 2005. Brüssel. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0020&from=DE>.
- KOM (2021) 400: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Auf dem Weg zu einem gesunden Planeten für alle. EU-Aktionsplan: „Schadstofffreiheit von Luft, Wasser und Boden“ 12.5.2021. Brüssel. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM%3A2021%3A400%3AFIN>.
- Kraftfahrgesetz 1967 (KFG 1967; BGBl. 267/1967 i. d. F. BGBl I Nr. 134/2020): Bundesgesetz, mit dem für Kraftfahrzeuge und Anhänger Bestimmungen auf Straßen mit öffentlichem Verkehr angewendet werden.
- Kraftstoffrichtlinie (RL 98/70/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über die Qualität von Otto- und Dieselmotoren und zur Änderung der Richtlinie 93/12/EWG des Rates. ABl. Nr. L 284/1.

- Kraftstoffverordnung (BGBl. II Nr. 168/2009): Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Festlegung der Qualität von Kraftstoffen.
- Lösungsmittelverordnung (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 Lösemittel in bestimmten Farben und Lacken; Umsetzung der Richtlinie 2004/42/EG; Novelle der LMV 1995 (BGBl. Nr. 872/1995) bzw. LMV 1991 (BGBl. Nr. 492/1991).
- Luftqualitätsrichtlinie (RL 2008/50/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. ABl. Nr. L 152/1.
- Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen (LRG-K; BGBl. Nr. 380/1988): Bundesgesetz vom 23. Juni 1988 zur Begrenzung der von Dampfkesselanlagen ausgehenden Luftverunreinigungen.
- Luftreinhalteverordnung (LRV 1989; i.d.F. BGBl. II Nr. 324/1997): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten, mit der die Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen 1989 (LRV-K 1989) geändert wird.
- Montreal-Protokoll (United Nations, 1987): Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. United Nations Environment Programme.
<https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol>
- Normverbrauchsabgabegesetz (NoVAG; BGBl. 695/1991 i.d.g.F.): Bundesgesetz, mit dem das Einkommensteuergesetz 1988, das Umsatzsteuergesetz 1972, das Alkoholabgabegesetz 1973 geändert werden, mit dem Maßnahmen auf dem Gebiet des Bewertungsrechtes und der Vermögensteuer getroffen werden und das Pensionskassengesetz geändert wird, mit dem eine Abgabe für den Normverbrauch von Kraftfahrzeugen eingeführt wird, mit dem weiters das Kraftfahrzeuggesetz 1967, das Bundesbehindertengesetz, das Mineralölsteuergesetz 1981, das Gasöl-Steuerbegünstigungsgesetz, das Schaumweinsteuergesetz 1960 und das Biersteuergesetz 1977 geändert werden und mit dem der Zeitpunkt der Personenstands- und Betriebsaufnahme verschoben wird (Abgabenänderungsgesetz 1991).
- Ökologisierungsgesetz (ÖkoG 2007; BGBl. Nr. 46/2008): Bundesgesetz, mit dem das Normverbrauchsabgabegesetz und das Mineralölsteuergesetz 1995 geändert werden.
- ÖNORM B 8110-5: Wärmeschutz im Hochbau – Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile.
- POP-Konvention: Stockholmer Übereinkommen über Persistente Organische Schadstoffe. <http://www.pops.int/>.

- POP-Protokoll, 1998. Das Aarhus Protokoll über Persistente Organische Verbindungen (POPs) der Konvention über weiträumig grenzüberschreitende Luftschadstoffe. (The 1998 Aarhus Protocol on Persistent Organic Pollutants (POPs) of the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (LRTAP)).
- POP-Verordnung (VO (EU) 2019/1021): Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über persistente organische Schadstoffe.
- RL 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte.
- RL 2010/79/EU: Richtlinie der Kommission vom 19. November 2010 zur Anpassung des Anhangs III der Richtlinie 2004/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen an den technischen Fortschritt.
- RL (EU) 2015/2193: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2015 zur Begrenzung der Emissionen bestimmter Schadstoffe aus mittelgroßen Feuerungsanlagen in die Luft.
- Schwermetall-Protokoll, 1998. Das Aarhus Protokoll über Schwermetalle der Konvention über weiträumig grenzüberschreitende Luftschadstoffe. (The 1998 Aarhus Protocol on Heavy Metals of the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (LRTAP)).
- UNECE-Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung, 1979. (Convention on long-range transboundary air pollution, CLRTAP)
- 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.
- Umweltkontrollgesetz (UKG; BGBl. I Nr. 152/1998): Bundesgesetz über die Umweltkontrolle und die Einrichtung einer Umweltbundesamt Gesellschaft mit beschränkter Haftung. 20. August 1998.
- Umweltrechtsanpassungsgesetz (BGBl. II Nr. 34/2006): Bundesgesetz, mit dem das Personenkraftwagen-Verbraucherinformationsgesetz, das Abfallwirtschaftsgesetz 2002, das Emissionszertifikatengesetz und das Immissionsschutzgesetz-Luft geändert werden.

- VO (EG) Nr. 715/2007: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2007 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge.
- VO (EG) Nr. 1102/2008: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2008 über das Verbot der Ausfuhr von metallischem Quecksilber und bestimmten Quecksilberverbindungen und -gemischen und die sichere Lagerung von metallischem Quecksilber.
- VO (EG) Nr. 1005/2009: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. September 2009 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen.
- VO (EU) 813/2013: Verordnung der Kommission vom 2. August 2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumheizgeräten und Kombiheizgeräten.
- VO (EU) 814/2013: Verordnung der Kommission vom 2. August 2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Warmwasserbereitern und Warmwasserspeichern (Text von Bedeutung für den EWR).
- VO (EU) 2015/1185: Verordnung der Kommission vom 24. April 2015 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Festbrennstoff-Einzelraumheizgeräten (Text von Bedeutung für den EWR).
- VO (EU) 2015/1188: Verordnung der Kommission vom 28. April 2015 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Einzelraumheizgeräten (Text von Bedeutung für den EWR).
- VO (EU) 2015/1189: Verordnung der Kommission vom 28. April 2015 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Festbrennstoffkesseln (Text von Bedeutung für den EWR).
- VO (EU) Nr. 2016/1628: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. September 2016 über die Anforderungen in Bezug auf die Emissionsgrenzwerte für gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel und die Typgenehmigung für Verbrennungsmotoren für nicht für den Straßenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte, zur Änderung der Verordnungen (EU) Nr. 1024/2012 und (EU) Nr. 167/2013 und zur Änderung und Aufhebung der Richtlinie 97/68/EG.

VO (EU) 2017/852: Verordnung (EU) 2017/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2017 über Quecksilber und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1102/2008.

VOC-Anlagen-Verordnung (VAV; BGBl. II 301/2002 i.d.F. BGBl. II Nr. 42/2005):
Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit zur Umsetzung der Richtlinie 1999/13/EG über die Begrenzung der Emissionen bei der Verwendung organischer Lösemittel in gewerblichen Betriebsanlagen.

Anmerkung: Bitte beachten Sie, dass die Internetadressen von Dokumenten häufig verändert werden. In diesem Fall empfehlen wir, die angegebene Adresse auf die Hauptadresse (z. B. [umweltbundesamt.at](https://www.umweltbundesamt.at)) zu reduzieren und von dort aus das Dokument zu suchen. Die nicht mehr funktionierende, lange Internetadresse kann Ihnen dabei als Orientierungshilfe dienen.

11 ANNEX: EMISSIONSTABELLEN

Emissionstabelle 1: SO₂-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieversorgung	16,07	10,47	7,10	8,03	7,61	7,68	7,21	6,75	7,29	5,47	3,02	2,70	2,79	2,37	2,04	1,70	1,87	1,50	1,41	1,39	1,71	1,34	1,07	1,17
Kleinverbrauch	30,88	18,13	11,13	11,32	10,00	9,90	8,84	7,63	7,51	6,16	6,14	2,57	2,63	2,01	1,94	1,75	1,49	1,44	1,48	1,50	1,33	1,34	1,19	1,41
Industrieproduktion	19,76	11,65	10,18	9,88	10,71	10,53	9,73	10,84	11,23	11,12	10,53	9,00	10,09	10,35	10,36	10,46	10,72	10,73	9,93	9,49	8,14	8,09	7,84	7,97
Verkehr*	5,14	5,99	2,51	2,56	2,46	2,44	0,39	0,36	0,33	0,33	0,32	0,31	0,32	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,29	0,30	0,21	0,22
davon Kraftstoffexport	0,78	0,94	0,53	0,64	0,69	0,74	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
Landwirtschaft	1,79	1,01	0,52	0,52	0,44	0,43	0,34	0,25	0,23	0,21	0,22	0,14	0,14	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12	0,14	0,11	0,09	0,08	0,08	0,09
Sonstige	0,08	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Gesamt* (anthropogen)	73,70	47,31	31,52	32,38	31,28	31,05	26,57	25,89	26,66	23,34	20,27	14,75	15,99	15,17	14,79	14,35	14,52	14,10	13,27	12,79	11,59	11,17	10,41	10,87
exkl. Kraftstoffexport	72,92	46,36	30,99	31,75	30,60	30,31	26,51	25,84	26,62	23,30	20,24	14,71	15,95	15,13	14,76	14,31	14,48	14,07	13,23	12,75	11,55	11,13	10,38	10,84

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 2: *NO_x-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].*

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieversorgung	18,39	13,35	11,82	13,81	12,76	14,59	14,84	15,28	15,71	14,95	13,88	12,52	13,45	13,26	12,67	12,25	11,62	12,36	11,43	12,18	11,23	10,70	10,21	10,18
Kleinverbrauch	19,32	18,80	17,03	18,38	17,14	17,48	16,56	16,00	16,31	14,64	14,79	13,98	14,77	13,38	13,33	13,50	11,79	12,28	12,55	12,63	11,51	11,65	11,56	12,94
Industrieproduktion	37,28	30,37	31,63	30,74	31,06	32,00	31,64	34,65	35,29	35,45	34,87	32,17	32,67	32,68	32,48	30,98	29,29	28,82	27,85	26,85	25,91	25,57	24,76	25,07
Verkehr*	119,6	113,9	129,5	137,4	147,5	156,6	158,2	160,7	150,2	145,9	133,4	126,0	125,9	118,5	115,2	117,9	114,2	111,2	104,8	96,77	88,11	80,10	60,39	57,11
davon Kraftstoffexport	16,88	17,37	31,82	39,46	47,79	54,41	54,19	57,01	46,21	43,12	36,68	35,75	36,15	29,08	28,02	31,46	27,45	26,24	22,54	20,27	18,70	17,00	8,87	8,54
Landwirtschaft	24,16	22,84	22,61	22,87	22,53	21,40	20,86	21,11	20,77	20,55	21,67	20,45	19,21	20,27	19,58	19,02	19,80	19,32	19,82	18,75	18,15	17,69	17,49	17,27
Sonstige	0,16	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Gesamt* (anthropogen)	218,9	199,4	212,6	223,3	231,1	242,2	242,2	247,8	238,3	231,6	218,7	205,2	206,0	198,1	193,3	193,8	186,7	184,0	176,5	167,2	155,0	145,8	124,5	122,6
exkl. Kraftstoffexport	202,1	182,0	180,8	183,8	183,3	187,8	188,0	190,8	192,1	188,5	182,0	169,4	169,9	169,0	165,3	162,3	159,3	157,8	154,0	147,0	136,3	128,8	115,6	114,1

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 3: NMVOC-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieversorgung	15,91	9,83	5,98	4,19	4,34	4,30	3,92	3,70	3,74	3,39	3,20	3,03	2,93	2,90	2,90	2,80	2,89	2,83	2,77	2,79	2,66	2,71	2,34	2,33
Kleinverbrauch	42,95	40,45	33,75	34,50	31,76	30,88	29,44	28,92	29,49	28,77	28,82	28,37	30,97	28,21	28,99	29,20	25,33	26,07	26,43	26,37	24,08	24,25	24,10	26,68
Industrieproduktion	6,04	5,91	5,29	5,08	5,10	5,28	5,39	5,62	5,77	5,73	5,72	5,66	5,66	6,00	5,94	5,47	5,41	5,44	5,32	5,38	5,07	4,91	4,81	4,82
Verkehr*	97,90	59,88	31,14	28,72	27,79	26,21	24,33	22,07	17,86	16,29	14,13	12,66	11,56	10,37	9,38	8,72	8,02	7,55	6,81	6,32	5,70	5,48	4,47	4,37
davon Kraftstoffexport	4,50	1,44	0,29	1,48	3,46	4,46	4,44	4,50	3,37	3,09	2,44	2,25	1,99	1,53	1,32	1,21	1,00	0,97	0,88	0,78	0,75	0,67	0,35	0,38
Landwirtschaft	56,47	50,95	46,15	45,63	44,69	44,28	43,82	43,11	42,78	42,50	42,21	41,92	41,70	40,83	40,29	40,18	39,95	39,79	39,71	39,64	38,95	38,35	37,91	38,00
Sonstige	114,8	81,59	59,09	57,68	57,19	55,76	46,54	53,75	59,57	58,57	56,02	45,74	45,08	44,76	43,29	38,63	36,74	31,71	31,16	32,23	32,26	32,64	36,92	34,63
Gesamt* (anthropogen)	334,1	248,6	181,4	175,8	170,9	166,7	153,4	157,2	159,2	155,2	150,1	137,4	137,9	133,1	130,8	125,0	118,3	113,4	112,2	112,7	108,7	108,3	110,5	110,8
exkl. Kraftstoffexport	329,6	247,2	181,1	174,3	167,4	162,3	149,0	152,7	155,8	152,2	147,7	135,1	135,9	131,5	129,5	123,8	117,3	112,4	111,3	111,9	108,0	107,7	110,2	110,4

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 4: NH_3 -Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieversorgung	0,20	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Kleinverbrauch	0,59	0,64	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Industrieproduktion	0,60	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Verkehr*	0,80	1,98	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51
davon Kraftstoffexport	0,05	0,04	-0,13	0,01	0,35	0,54	0,58	0,63	0,59	0,60	0,51	0,51	0,49	0,40	0,36	0,32	0,28	0,29	0,29	0,28	0,29	0,29	0,15	0,17
Landwirtschaft	66,64	63,92	59,53	59,14	58,00	57,95	57,55	57,51	57,87	59,27	58,89	60,51	60,43	60,15	60,53	60,72	61,61	62,33	63,28	63,96	63,00	62,00	61,86	62,00
Sonstige	0,44	0,68	0,81	0,83	0,86	0,88	1,06	1,15	1,18	1,22	1,22	1,21	1,24	1,23	1,24	1,18	1,22	1,23	1,28	1,26	1,25	1,26	1,29	1,33
Gesamt* (anthropogen)	69,27	67,88	64,15	63,92	62,93	63,02	62,66	62,70	63,01	64,37	63,73	65,15	65,15	64,57	64,82	64,77	65,47	66,26	67,17	67,88	66,84	65,90	65,53	65,85
exkl. Kraftstoffexport	69,22	67,84	64,28	63,91	62,58	62,48	62,08	62,07	62,42	63,77	63,22	64,64	64,66	64,17	64,46	64,45	65,20	65,97	66,88	67,61	66,54	65,60	65,38	65,67

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 5: CO-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieversorgung	6,14	2,42	2,61	3,01	3,15	3,49	3,35	3,10	3,70	3,53	4,03	4,36	4,81	4,83	5,03	4,89	4,41	4,67	4,80	4,70	4,49	4,36	4,38	4,80
Kleinverbrauch	393,9	365,3	300,7	308,6	282,8	274,6	262,1	262,1	268,2	262,1	265,8	264,8	291,8	267,3	275,1	276,5	240,2	245,6	248,8	248,6	225,7	226,4	223,7	246,8
Industrieproduktion	267,2	233,5	200,8	172,9	165,6	180,2	186,7	171,8	186,6	178,8	167,1	156,1	147,9	162,7	161,1	165,3	174,1	182,0	178,2	174,8	160,6	177,6	170,3	195,6
Verkehr*	535,6	329,8	186,4	176,4	177,8	173,3	161,5	152,7	132,1	125,7	115,0	109,5	106,4	100,8	94,86	94,08	88,91	86,49	82,43	76,81	73,35	68,99	53,93	53,58
Landwirtschaft	34,09	32,52	30,00	30,97	29,70	29,02	28,86	29,15	28,56	26,85	26,97	24,45	24,95	23,47	22,91	22,24	20,35	20,19	19,72	19,22	18,31	17,93	17,47	18,45
Sonstige	11,79	10,91	8,91	8,61	8,59	8,55	8,64	8,17	7,86	7,48	7,15	6,76	6,43	6,06	5,77	5,46	5,15	4,86	4,62	4,41	4,18	4,01	3,88	3,73
Gesamt (anthropogen)	1.249	974,5	729,4	700,5	667,7	669,1	651,2	626,9	627,0	604,4	586,1	565,9	582,3	565,2	564,7	568,5	533,1	543,8	538,5	528,5	486,6	499,3	473,7	523,0

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 6: Cd-Emissionen in Tonnen [Megagramm, Mg].

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieversorgung	0,33	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,22	0,23	0,25	0,25	0,26	0,28	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,30
Kleinverbrauch	0,37	0,31	0,27	0,28	0,25	0,25	0,24	0,23	0,25	0,25	0,25	0,25	0,28	0,26	0,27	0,27	0,24	0,25	0,26	0,27	0,25	0,26	0,26	0,29
Industrieproduktion	0,85	0,44	0,39	0,38	0,39	0,40	0,41	0,46	0,48	0,24	0,22	0,20	0,21	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,20	0,18	0,16	0,18
Verkehr*	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Landwirtschaft	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05
Sonstige	0,15	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08
Gesamt (anthropogen)	1,76	1,11	1,03	1,04	1,03	1,04	1,04	1,08	1,12	0,89	0,89	0,88	0,95	0,93	0,95	0,97	0,90	0,93	0,91	0,93	0,89	0,87	0,86	0,92

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 7: Hg-Emissionen in Tonnen [Megagramm, Mg].

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieversorgung	0,36	0,21	0,20	0,23	0,22	0,24	0,22	0,22	0,23	0,21	0,21	0,20	0,23	0,24	0,23	0,23	0,21	0,22	0,20	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18
Kleinverbrauch	0,41	0,32	0,24	0,24	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,18	0,17	0,19	0,17	0,18	0,17	0,15	0,16	0,16	0,17	0,15	0,16	0,16	0,18
Industrieproduktion	1,67	1,02	0,92	0,96	1,01	1,03	1,05	1,17	0,65	0,68	0,69	0,58	0,64	0,65	0,66	0,71	0,71	0,68	0,63	0,65	0,63	0,66	0,68	0,63
Verkehr*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Landwirtschaft	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sonstige	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
Gesamt (anthropogen)	2,52	1,59	1,40	1,47	1,47	1,51	1,50	1,61	1,09	1,10	1,12	0,99	1,11	1,10	1,11	1,17	1,12	1,10	1,04	1,07	1,03	1,05	1,07	1,04

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 8: Pb-Emissionen in Tonnen [Megagramm, Mg].

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieversorgung	1,45	0,76	1,02	1,18	1,35	1,55	1,58	1,53	1,71	1,89	2,02	2,09	2,45	2,44	2,55	2,62	2,39	2,50	2,45	2,47	2,45	2,33	2,41	2,50
Kleinverbrauch	7,13	3,31	2,59	2,58	2,32	2,23	2,15	2,02	2,09	2,06	2,09	2,02	2,27	2,06	2,13	2,15	1,87	1,99	2,01	2,08	1,93	1,99	1,97	2,24
Industrieproduktion	41,77	17,25	13,76	13,77	14,49	14,65	14,90	16,35	16,77	4,02	3,95	3,33	3,92	4,07	4,02	4,12	3,90	3,86	3,74	3,90	3,64	2,82	2,64	2,74
Verkehr*	178,9	3,17	3,64	3,71	3,82	3,92	3,99	4,00	4,07	4,12	4,03	3,98	4,04	4,12	4,11	4,15	4,27	4,38	4,52	4,62	4,61	4,56	4,33	4,49
Landwirtschaft	0,99	0,13	0,13	0,14	0,13	0,14	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,15	0,14	0,16	0,17	0,16	0,16	0,16	0,17	0,16	0,14	0,15	0,16
Sonstige	2,27	1,12	1,71	1,09	1,69	1,47	1,42	1,60	1,40	1,90	1,78	1,51	1,52	1,67	1,51	1,44	1,41	0,78	1,21	0,94	0,86	1,32	0,41	0,41
Gesamt (anthropogen)	232,5	25,74	22,84	22,47	23,80	23,95	24,19	25,64	26,18	14,12	13,99	13,06	14,35	14,50	14,48	14,65	13,98	13,67	14,08	14,17	13,64	13,17	11,90	12,53

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 9: PAK-Emissionen in Tonnen [Megagramm, Mg].

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieversorgung	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Kleinverbrauch	10,50	9,69	7,64	7,56	6,57	6,06	5,72	5,67	5,90	5,84	5,76	5,66	6,23	5,59	5,80	5,90	5,11	5,28	5,33	5,31	4,89	4,99	5,01	5,65
Industrieproduktion	7,05	0,32	0,29	0,28	0,28	0,30	0,31	0,34	0,36	0,39	0,39	0,38	0,39	0,40	0,44	0,40	0,38	0,37	0,35	0,37	0,39	0,39	0,39	0,41
Verkehr*	0,29	0,37	0,37	0,38	0,40	0,41	0,41	0,41	0,40	0,39	0,36	0,35	0,35	0,34	0,33	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,36	0,31	0,32
Landwirtschaft	0,60	0,59	0,51	0,55	0,53	0,53	0,55	0,66	0,66	0,61	0,64	0,65	0,73	0,70	0,73	0,76	0,70	0,73	0,74	0,74	0,68	0,69	0,69	0,76
Sonstige	0,20	0,08	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Gesamt (anthropogen)	18,65	11,06	8,87	8,82	7,83	7,36	7,04	7,13	7,37	7,28	7,21	7,09	7,77	7,08	7,36	7,46	6,59	6,78	6,84	6,83	6,38	6,49	6,46	7,20

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 10: Dioxin- und Furan-Emissionen in Gramm [g].

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieversorgung	12,14	0,34	0,51	0,55	0,61	0,64	0,69	0,70	0,79	0,90	0,99	1,07	1,37	1,32	1,36	1,42	1,29	1,34	1,35	1,41	1,39	1,35	1,44	1,55
Kleinverbrauch	41,09	35,71	27,85	28,29	25,20	24,16	22,66	21,75	22,05	21,47	21,47	20,77	22,82	20,34	20,78	21,23	18,21	18,51	18,53	18,71	16,68	16,60	16,25	17,97
Industrieproduktion	43,95	16,47	18,53	17,87	7,56	7,56	8,07	8,99	9,82	9,55	9,18	9,49	11,24	11,21	11,35	11,27	11,30	11,43	11,13	11,41	10,37	10,73	10,59	11,86
Verkehr*	4,15	2,43	1,38	1,33	1,35	1,34	1,28	1,32	1,35	1,37	1,39	1,50	1,58	1,51	1,54	1,60	1,58	1,65	1,62	1,59	1,60	1,60	1,43	1,49
Landwirtschaft	1,66	1,56	1,35	1,48	1,40	1,42	1,51	1,43	1,47	1,42	1,52	1,46	1,64	1,50	1,65	1,70	1,48	1,66	1,53	1,52	1,47	1,40	1,40	1,54
Sonstige	21,40	2,32	2,35	2,36	2,39	2,40	2,41	2,09	2,07	2,58	2,52	2,51	2,93	2,85	2,91	2,56	2,94	2,93	2,76	2,78	2,37	2,70	2,86	2,87
Gesamt (anthropogen)	124,4	58,84	51,98	51,87	38,50	37,52	36,63	36,26	37,56	37,29	37,06	36,80	41,58	38,73	39,60	39,78	36,81	37,52	36,93	37,43	33,88	34,39	33,96	37,28

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 11: HCB-Emissionen in 1.000 g [Kilogramm, kg].

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieversorgung	0,28	0,21	0,24	0,26	0,26	0,25	0,28	0,28	0,30	0,32	0,33	0,36	0,45	0,45	0,47	0,49	0,50	0,50	0,52	0,51	0,50	0,50	0,51	0,53
Kleinverbrauch	48,75	31,84	14,43	14,58	12,76	12,16	11,37	10,52	10,45	9,90	9,95	9,36	10,33	8,97	9,15	9,15	7,83	7,90	7,91	8,02	7,13	7,08	6,80	7,47
Industrieproduktion	11,31	3,96	4,23	4,09	4,25	4,27	4,40	4,79	4,85	5,10	5,07	4,70	5,94	6,11	30,27	108,71	114,11	6,35	6,20	6,80	5,82	6,23	5,90	6,94
Verkehr*	0,83	0,49	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,30	0,32	0,30	0,31	0,32	0,32	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,29	0,30
Landwirtschaft	11,04	6,37	1,11	1,13	1,04	1,12	1,11	0,76	0,79	0,79	0,83	0,76	1,45	1,19	1,16	1,35	1,29	0,79	1,51	2,37	2,07	2,89	0,76	0,60
Sonstige	9,46	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
Gesamt (anthropogen)	81,65	42,90	20,34	20,36	18,62	18,11	17,46	16,65	16,70	16,43	16,51	15,53	18,54	17,08	41,42	120,08	124,11	15,94	16,54	18,08	15,91	17,09	14,33	15,92

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 12: PCB-Emissionen in 1.000 g [Kilogramm, kg].

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieversorgung	1,16	1,50	1,11	1,36	0,79	1,13	1,13	0,97	0,83	0,57	0,57	0,52	0,55	0,28	0,17	0,18	0,14	0,25	0,36	0,22	0,00	0,00	0,01	0,00
Kleinverbrauch	4,83	3,13	1,74	1,67	1,32	1,18	1,08	0,80	0,73	0,62	0,60	0,44	0,49	0,31	0,30	0,23	0,19	0,16	0,15	0,16	0,14	0,14	0,10	0,11
Industrieproduktion	32,44	6,38	7,07	6,84	4,06	3,85	3,92	4,16	4,43	4,04	3,92	3,33	3,44	3,58	3,50	3,66	3,83	3,64	3,62	3,83	3,53	3,36	3,11	2,96
Verkehr*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Landwirtschaft	0,09	0,07	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sonstige	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Gesamt (anthropogen)	38,53	11,09	9,95	9,90	6,19	6,18	6,15	5,96	6,02	5,26	5,13	4,31	4,49	4,19	4,00	4,09	4,19	4,07	4,15	4,24	3,69	3,52	3,24	3,09

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 13: TSP-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieversorgung	1,91	1,57	1,38	1,60	1,59	1,78	1,72	1,61	1,74	1,71	1,73	1,64	1,89	1,91	1,98	1,93	1,74	1,80	1,69	1,75	1,65	1,60	1,59	1,65
Kleinverbrauch	12,45	11,23	9,32	9,56	8,79	8,57	8,14	7,98	8,15	7,96	8,03	7,94	8,68	7,96	8,15	8,27	7,26	7,45	7,52	7,58	6,93	6,96	6,89	7,56
Industrieproduktion	30,32	29,75	30,04	29,19	28,43	27,95	28,45	28,19	26,61	26,13	26,86	24,80	23,31	23,19	22,57	22,26	22,96	22,68	22,42	23,26	22,80	23,66	22,84	24,27
Verkehr*	9,09	10,25	10,81	10,95	11,24	11,44	11,36	11,21	10,91	10,54	9,62	8,95	8,77	8,31	7,89	7,62	7,36	7,18	7,05	6,87	6,60	6,39	5,80	5,86
Landwirtschaft	7,55	7,31	7,04	7,12	6,98	6,83	6,82	6,79	6,67	6,55	6,53	6,31	6,23	6,14	6,00	5,90	5,82	5,73	5,68	5,59	5,50	5,45	5,39	5,40
Sonstige	1,26	1,25	1,22	1,39	1,49	1,48	1,51	1,48	1,48	1,58	1,52	1,44	1,47	1,47	1,47	1,42	1,55	1,59	1,64	1,62	1,58	1,73	1,62	1,60
Gesamt (anthropogen)	62,59	61,37	59,82	59,81	58,51	58,05	58,00	57,25	55,55	54,47	54,28	51,08	50,34	48,98	48,06	47,40	46,68	46,42	46,00	46,67	45,06	45,77	44,13	46,34

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 14: PM₁₀-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieversorgung	1,40	1,16	0,98	1,17	1,15	1,33	1,32	1,22	1,35	1,34	1,36	1,34	1,52	1,53	1,62	1,57	1,41	1,45	1,36	1,40	1,34	1,28	1,30	1,35
Kleinverbrauch	11,56	10,46	8,70	8,93	8,22	8,01	7,62	7,47	7,63	7,46	7,52	7,44	8,12	7,46	7,63	7,74	6,80	6,97	7,04	7,09	6,48	6,50	6,43	7,05
Industrieproduktion	15,18	14,18	14,35	13,81	13,15	12,88	13,02	12,76	11,88	11,85	11,84	10,92	10,48	10,47	10,18	9,92	10,05	9,86	9,64	9,98	9,67	9,87	9,57	10,10
Verkehr*	7,35	8,38	8,80	8,93	9,19	9,36	9,27	9,11	8,79	8,40	7,49	6,86	6,65	6,18	5,76	5,47	5,18	4,97	4,81	4,60	4,33	4,12	3,60	3,61
Landwirtschaft	6,78	6,58	6,37	6,44	6,31	6,16	6,15	6,12	6,00	5,86	5,85	5,62	5,53	5,45	5,31	5,21	5,13	5,03	4,98	4,88	4,79	4,74	4,68	4,69
Sonstige	1,07	1,05	1,06	1,15	1,23	1,21	1,22	1,18	1,18	1,27	1,22	1,17	1,20	1,19	1,18	1,13	1,21	1,21	1,23	1,22	1,17	1,27	1,20	1,19
Gesamt (anthropogen)	43,34	41,81	40,26	40,44	39,26	38,96	38,60	37,85	36,83	36,17	35,28	33,34	33,51	32,28	31,67	31,03	29,78	29,49	29,06	29,17	27,79	27,79	26,79	27,98

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 15: *PM_{2,5}-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].*

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieversorgung	0,96	0,82	0,67	0,82	0,79	0,94	0,96	0,89	1,01	1,00	1,02	1,04	1,17	1,17	1,26	1,21	1,09	1,11	1,05	1,08	1,04	0,99	1,02	1,06
Kleinverbrauch	10,81	9,84	8,21	8,43	7,78	7,59	7,22	7,10	7,24	7,07	7,14	7,07	7,71	7,10	7,26	7,35	6,46	6,62	6,67	6,71	6,14	6,15	6,08	6,64
Industrieproduktion	5,44	4,48	4,54	4,28	3,90	3,81	3,68	3,92	3,56	3,38	3,33	3,07	3,03	3,06	2,92	2,69	2,52	2,45	2,28	2,34	2,22	2,22	2,15	2,16
Verkehr*	6,42	7,35	7,66	7,77	8,01	8,16	8,04	7,89	7,55	7,14	6,26	5,64	5,42	4,93	4,51	4,21	3,90	3,67	3,47	3,24	2,97	2,78	2,30	2,28
Landwirtschaft	2,85	2,64	2,47	2,53	2,42	2,26	2,26	2,23	2,13	2,00	2,02	1,81	1,74	1,68	1,55	1,46	1,41	1,32	1,29	1,20	1,13	1,09	1,05	1,06
Sonstige	0,78	0,76	0,78	0,75	0,79	0,77	0,76	0,72	0,72	0,79	0,76	0,75	0,81	0,79	0,79	0,76	0,80	0,77	0,78	0,76	0,71	0,77	0,75	0,74
Gesamt inkl. Kraftstoffexport (anthropogen)	27,26	25,90	24,33	24,59	23,69	23,53	22,94	22,75	22,20	21,39	20,53	19,38	19,89	18,74	18,28	17,68	16,17	15,93	15,55	15,33	14,21	14,01	13,35	13,94
Gesamt exkl. Kraftstoffexport	26,71	25,21	23,56	23,62	22,41	22,02	21,42	21,16	20,88	20,17	19,55	18,48	19,02	18,07	17,70	17,10	15,69	15,50	15,18	15,01	13,93	13,77	13,23	13,83

* inklusive Kraftstoffexport

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

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

office@umweltbundesamt.at
www.umweltbundesamt.at

Im Report „Emissionstrends 1990—2021“ gibt das Umweltbundesamt einen Überblick über die anthropogenen, d. h. vom Menschen verursachten, Luftschadstoffemissionen in Österreich:

- Staub – Gesamtschwebstaub und Feinstaub
- Ozonvorläufersubstanzen – Stickstoffoxide, flüchtige Kohlenwasserstoffe ohne Methan und Kohlenmonoxid
- versauernd und überdüngend wirkende Luftschadstoffe – Schwefeldioxid, Ammoniak und Stickstoffoxide
- Schwermetalle – Kadmium, Quecksilber und Blei
- persistente organische Schadstoffe

Trends und Hauptverursacher werden analysiert und aktuelle Emissionsdaten verpflichtenden Umweltzielen gegenübergestellt. Datengrundlage sind die Ergebnisse der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur, die das Umweltbundesamt jährlich erstellt.