

Emissionstrends

1990–2020

Ein Überblick über die Verursacher von
Luftschadstoffen in Österreich (Datenstand 2022)



EMISSIONSTRENDS 1990–2020

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

(Datenstand 2022)

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

REPORT
REP-0813

WIEN 2022

Projektleitung Daniela Perl

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

Lektorat Ira Mollay

Satz/Layout Doris Weismayr

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, 2022

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-638-8

VORWORT

Der vorliegende Bericht präsentiert die neuesten Ergebnisse der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI). Es handelt sich hierbei um die Emissionsdaten für die Jahre 1990–2020. 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 2021) wird ein Ausblick auf die weitere Entwicklung bis 2030 gegeben.

Die zur Ermittlung der Daten angewandte Methodik entspricht den einschlägigen Richtlinien des EMEP/EEA²-Handbuchs (EEA, 2019a) und kann ausführlich im Austria's Informative Inventory Report³ (Umweltbundesamt, 2022b) nachgelesen werden.

Eine ausführliche Darstellung der Treibhausgas-Emissionen erfolgt im Klimaschutzbericht des Umweltbundesamts (Umweltbundesamt, 2022c).

¹ Anthropogene Emissionen sind vom Menschen verursachte Emissionen.

² European Monitoring and Evaluation Programme/European Environment Agency

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

INHALTSVERZEICHNIS

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 Einhaltungstand Emissionsreduktionsverpflichtungen	29
3.1.2 NEC-Projektionen – Ausblick 2030	31
3.2 Stickstoffoxide (NO_x)	32
3.2.1 Emissionstrend 1990–2020	32
3.2.2 Verursacher	33
3.2.3 Ausblick 2030	34
3.3 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)	36
3.3.1 Emissionstrend 1990–2020	36
3.3.2 Verursacher	37
3.3.3 Ausblick 2030	37
3.4 Schwefeldioxid (SO₂)	39
3.4.1 Emissionstrend 1990–2020	39
3.4.2 Verursacher	40
3.4.3 Ausblick 2030	40
3.5 Ammoniak (NH₃)	41
3.5.1 Emissionstrend 1990–2020	42
3.5.2 Verursacher	43
3.5.3 Ausblick 2030	43
3.6 Kohlenstoffmonoxid (CO)	45
3.6.1 Emissionstrend 1990–2020	45
3.6.2 Verursacher	46

4	STAUB	47
4.1	Übereinkommen und Rechtsnormen	48
4.2	Emissionstrend 1990–2020	49
4.2.1	Verursacher	50
4.2.2	Ausblick bis 2030	52
5	SCHWERMETALLE	54
5.1	Übereinkommen und Rechtsnormen	54
5.2	Kadmium (Cd)	55
5.2.1	Emissionstrend 1990–2020	56
5.2.2	Verursacher	57
5.3	Quecksilber (Hg)	57
5.3.1	Emissionstrend 1990–2020	57
5.3.2	Verursacher	58
5.4	Blei (Pb)	59
5.4.1	Emissionstrend 1990–2020	59
5.4.2	Verursacher	60
6	PERSISTENTE ORGANISCHE SCHADSTOFFE	62
6.1	Übereinkommen und Rechtsnormen	62
6.2	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	63
6.2.1	Emissionstrend 1990–2020	64
6.2.2	Verursacher	65
6.3	Dioxine und Furane	65
6.3.1	Emissionstrend 1990–2020	66
6.3.2	Verursacher	67
6.4	Hexachlorbenzol (HCB)	67
6.4.1	Emissionstrend 1990–2020	68
6.4.2	Verursacher	69
6.5	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	69
6.5.1	Emissionstrend 1990–2020	70
6.5.2	Verursacher	71
7	EMISSIONEN NACH SEKTOREN	72
7.1	Energieversorgung	72
7.1.1	Hauptschadstoffe	73
7.1.2	Ausblick 2030	77
7.2	Kleinverbrauch	77
7.2.1	Hauptschadstoffe	79

7.2.2	Ausblick 2030	85
7.3	Industrieproduktion	87
7.3.1	Hauptschadstoffe	87
7.3.2	Ausblick 2030	92
7.4	Verkehr	93
7.4.1	Hauptschadstoffe	93
7.4.2	Ausblick 2030	99
7.5	Landwirtschaft	100
7.5.1	Hauptschadstoffe	100
7.5.2	Ausblick 2030	105
7.6	Sonstige	106
7.6.1	Hauptschadstoffe	106
7.6.2	Ausblick 2030	109
8	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	110
9	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	112
10	LITERATURVERZEICHNIS	115
11	ANNEX: EMISSIONSTABELLEN	126

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 Pandemiejahr 2020 rückläufige Emissionen sämtlicher Schadstoffe gegenüber 1990:

Emissionstrends 1990–2020

SO₂
-86 % seit 1990
-5,5 % gegenüber 2019

- Seit 1990 konnten die Schwefeldioxid-Emissionen (SO₂) um 86 % reduziert werden; seit 2005 um 59,4 %. 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 2019 auf 2020 sind die SO₂ Emissionen um 5,5 % gesunken, vor allem aufgrund des durch die COVID-19-Pandemie bedingten Einbruchs der Industrieproduktion. Auch in der öffentlichen Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung und in der Erdölraffinerie gingen die SO₂-Emissionen im Vergleich zum Vorjahr zurück. Wirkung zeigt hier unter anderem der Ausstieg aus der Verbrennung von Kohle.

NO_x
-43 % seit 1990
-14 % gegenüber 2019

- Die österreichischen Stickstoffoxid-Emissionen (NO_x) gehen seit 2005 kontinuierlich zurück. Für den rückläufigen Trend sind insbesondere Fortschritte in der Automobiltechnologie verantwortlich. Verglichen mit 2019 sind die NO_x-Emissionen (inklusive Kraftstoffexport) im Jahr 2020 um signifikante 14 % zurückgegangen, bedingt durch den Einbruch der Fahrleistung im Pkw-Verkehr und den damit verringerten fossilen Kraftstoffabsatz als Folge der COVID-19-Pandemie.

NMVOC
-67 % seit 1990
+2,1 % gegenüber 2019

- 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 29,3 %. Von 2019 bis 2020 sind die NMVOC-Emissionen jedoch um 2,1 % gestiegen. 2020 stammen die NMVOC-Emissionen überwiegend aus der Landwirtschaft, der Lösemittelanwendung und der Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser in Privathaushalten. Der Verkehrssektor nimmt nur mehr einen geringen Anteil ein. Während die Emissionen 2020 aus der Landwirtschaft und den Privathaushalten leicht zurückgegangen sind, zeigten sie im Bereich der Lösemittelanwendung (Sektor Sonstige) einen Anstieg.

NH₃
-5,6 % seit 1990
-0,8 % gegenüber 2019

- Der Trend der Ammoniak-Emissionen (NH₃) Österreichs verläuft von 1990 bis 2020 zwar insgesamt abnehmend, seit 2005 ist allerdings ein Anstieg um 3,7 % zu verzeichnen. Sie stammen nahezu ausschließlich aus dem Sektor Landwirtschaft (94 %). Im Jahr 2020 sind sie gegenüber 2019 um ca. 0,8 % leicht gesunken, wofür der niedrigere Rinderbestand, der reduzierte Harnstoffdüngereinsatz (trotz insgesamt steigender Mineräldüngerzahlen) sowie die pandemiebedingt geringere Fahrleistung im Straßenverkehr maßgeblich verantwortlich sind.

TSP, PM₁₀, PM_{2,5}**-31 %, -38 %, -51 %****seit 1990****-4,7 %, -4,8 %, -5,4 %****gegenüber 2019**

- 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 2019 auf 2020 sind die Staub-Emissionen ebenso gesunken, hauptsächlich aufgrund von geringeren Emissionen aus dem Straßenverkehr (Pkw) und der Industrieproduktion als Folge der COVID-19-Pandemie.

CO**-62 % seit 1990****-4,5 % gegenüber 2019**

- 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 2020 sanken die CO-Emissionen, vorwiegend aufgrund pandemiebedingter Rückgänge in den Sektoren Verkehr (verringertes fossiles Kraftstoffabsatz und Einbruch der Fahrleistung) und Industrieproduktion (geringere Produktion in der Eisen- und Stahlindustrie).

Cd, Hg, Pb**-46 %, -59 %, -95 %****seit 1990****-2,1 %, +1,4 %, -11 %****gegenüber 2019**

- Die Schwermetall-Emissionen (Kadmium – Cd, Quecksilber – Hg, Blei – Pb) konnten seit 1990 durch verstärkte Nutzung von Rauchgasreinigungstechnologien und 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 2019 bis 2020 stiegen die Hg-Emissionen durch etwas höhere Emissionen aus der Eisen- und Stahlindustrie leicht an. Die Cd-Emissionen sanken im selben Zeitraum durch eine geringere Aktivität in der Papier- und Holzverarbeitenden Industrie (bedingt durch die COVID-19-Pandemie). Die Pb-Emissionen gingen ebenfalls pandemiebedingt zurück, hierfür verantwortlich waren vorwiegend die reduzierten Emissionen aus dem Straßenverkehr und aus Feuerwerken.

PAK**-65 % seit 1990****+0,4 % gegenüber 2019**

- 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 2020 nahm der PAK-Ausstoß gegenüber dem Vorjahr leicht 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).

Dioxin**-73 % seit 1990****-1,0 % gegenüber 2019**

- Die größten Emissionsreduktionen bei Dioxinen fanden bereits am Beginn der 1990er Jahre durch umfangreiche Maßnahmen in der Industrieproduktion und den Abfallverbrennungsanlagen statt. 2020 stammte rund die

Hälfte der gesamten Dioxin-Emissionen Österreichs aus dem Sektor Kleinverbrauch durch Verwendung von Biomasse als Brennstoff in Heizungsanlagen. Von 2019 auf 2020 sank der Ausstoß um insgesamt 1,0 %, maßgeblich bedingt durch verringerte Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion und dem Straßenverkehr. Auch im Kleinverbrauch kam es durch verbesserte Verbrennungstechnologien zu einer Abnahme in diesem Zeitraum.

HCB
-82 % seit 1990
-15 % gegenüber 2019

- 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 2019 auf 2020 nahm der HCB-Ausstoß um 15 % ab. Die Gründe hierfür waren der reduzierte Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft sowie pandemiebedingte Reduktionen in der Eisen- und Stahlproduktion.

PCB
-57 % seit 1990
-7,8 % gegenüber 2019

- 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 2020 aus der Eisen- und Stahlproduktion, die Abnahme von 2019 auf 2020 ist auf den pandemiebedingten Produktionsrückgang in diesem Bereich zurückzuführen.

Stand der Einhaltung der Emissionsreduktionsverpflichtungen ab 2020

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

Ausblick 2030

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

In Folgendem sind die möglichen Verläufe der NO_x-, SO₂-, NMVOC-, NH₃- und PM_{2,5}- Emissionen bis 2030 auf Basis der letzten Berichtspflicht zu Projektionen am 15. März 2021 zusammenfassend beschrieben (Umweltbundesamt, 2021c). Eine Aktualisierung der Emissionsprojektionen für die kommende Berichtspflicht am 15. März 2023 ist derzeit in Ausarbeitung.

Das Szenario "mit bestehenden Maßnahmen" führt demnach bis 2030 zu erheblichen Emissionsminderungen für alle Schadstoffe außer NH₃. 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 NH₃-Emissionen werden entsprechend diesem Szenario aber bis 2030 um 10 % steigen.

Das Szenario „mit zusätzlichen Maßnahmen“ berücksichtigt zusätzlich die im Nationalen Luftreinhalteprogramm 2019 (BMNT 2019b) sowie im nationalen Energie- und Klimaplan (BMNT 2019a) verankerten Maßnahmen. Es zeigt ebenfalls für alle Schadstoffe z. T. deutliche Emissionsminderungen bis 2030. Die NO_x-Emissionen werden geringfügig stärker reduziert als im Szenario mit bestehenden Maßnahmen. Die NH₃-Emissionen gehen in diesem Szenario zwar um ca. 1 % zurück, dies ist jedoch für das Erreichen des Reduktionsziels gemäß NEC-Richtlinie zu wenig.

Derzeit werden daher weitere Maßnahmen ausgearbeitet und aktualisierte Emissionsprojektionen erstellt.

SUMMARY

Every year, the Umweltbundesamt (Environment Agency Austria) estimates emissions of a number of air pollutants within the framework of the Austrian Air Emission Inventory (OLI). The latest results of the Austrian Air Emission Inventory show a downward trend in all air pollutant emissions between 1990 and 2020:

Emission trends 1990–2020

- | | |
|---|--|
| <p>SO₂
 -86 % since 1990
 -5.5 % compared to 2019</p> | <ul style="list-style-type: none"> • SO₂ emissions have been reduced by 86 % since 1990; since 2005 by 59.4 %. 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 2019 to 2020, SO₂ emissions decreased by 5.5 %, mainly in the sectors energy and industrial production due to the pandemic. SO₂ emissions also decreased in the public electricity and heat generation sector and in the oil refinery sector. Among others, the phase-out of coal is having an effect here. |
| <p>NO_x
 -43 % since 1990
 -14 % compared to 2019</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 2019, emissions (including fuel exports) in the year 2020 were 14 % lower due to the pandemic. The main reasons were the reduction of passenger car mileage and the associated lower fossil fuel sales as a result of the COVID-19 restrictions. |
| <p>NM VOC
 -67 % since 1990
 +2.1 % compared to 2019</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Looking at the long-term trend since 1990, the largest NMVOC 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 29.3 % since 2005. From 2019 to 2020, NMVOC emissions increased by 2.1 %. In 2020, NMVOC emissions arose mostly from the agriculture and the solvent sector and from the provision of space heating and hot water in private households. The transport sector only accounted for a small share. While emissions from agriculture and private households decreased slightly, solvent use ('other' sector) saw an increase in emissions in 2020. |
| <p>NH₃
 -5.6 % since 1990
 -0.8 % compared to 2019</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Austria's NH₃ emissions show a downward trend over the period 1990 to 2020. Since 2005, however, there has been an increase of 3.7 %. They originate almost entirely from the agricultural sector (94 %). In 2020, total emissions were approx. 0.8 % lower than in 2019, due to a smaller number of cattle, a lower consumption of urea and the reduction of mileage in road transport as a result of the COVID-19 pandemic. |
| <p>TSP, PM₁₀, PM_{2.5}
 -31 %, -38 %, -51 % since 1990
 -4.7 %, -4.8 %, -5.4 % compared to 2019</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. TSP, PM_{2.5} and |

CO
-62 % since 1990
-4.5 % compared to
2019

Cd, Hg, Pb
-46 %, -59 %, -95 %
since 1990
-2.1 %, +1.4 %, -11 %
compared to 2019

PAH
-65 % since 1990
+0.4 % compared to
2019

Dioxin
-73 % since 1990
-1.0 % compared to
2019

HCB
-82 % since 1990
-15 % compared to
2019

PM₁₀ emissions decreased over the period 2019 to 2020, mainly due to reductions in road transport and industrial production as a result of the COVID-19 pandemic.

- 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. Emissions decreased over the period 2019 to 2020, mainly due to reductions in the transport sector (reduction of mileage and lower fossil fuel sales) and the industrial production sector (lower emissions from the iron and steel industry) as a result of the COVID-19 pandemic.
- 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. Between 2019 and 2020 Hg emissions increased, mainly due to higher emissions from the iron and steel industry. Cd emissions decreased over the same period due to lower emissions from the paper and wood processing industry. Pb emissions decreased because of lower emissions from road transport and fireworks as a result of the COVID-19 pandemic.
- 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 2020, PAH emissions were higher than in the previous year. This is mainly attributable to an increase in heating demand due to cooler temperatures and an increased use of wood-burning single stoves.
- The largest emission reductions were achieved as early as 1994 through extensive measures in industrial production and waste incineration plants. In 2020, around half of Austria's total dioxin emissions came from domestic sources and small consumers using biomass fuels for heating. Compared to 2019, dioxin emissions were lower in 2020 due to a decrease in emissions from iron and steel production and road transport. Small and domestic consumers also produced less emissions through optimisation of combustion processes in the same period.
- 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. HCB emissions decreased from 2019 to 2020 as less pesticides were used

PCB
-57 % since 1990
-7.8 % compared to
2019

in agriculture and emissions from iron and steel production were lower as a result of the COVID-19 pandemic.

- 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 2019 – 2020 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 (NEC Directive for short) (EU 2016/2284) and the national Air Emissions Act 2018 (EG-L 2018; BGBl. I Nr. 75/2018). These were met in 2020 for the air pollutants NO_x, SO₂, NMVOC and PM_{2.5}. For ammonia (NH₃), the national emission reduction commitment for 2020 was not met, with emissions about 5 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 2021 show possible trends in NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃ and PM_{2.5} emissions for the years up to 2030 (UMWELTBUNDESAMT 2021 c).

The scenario "with existing measures" predicts significant emission reductions for all pollutants except NH₃ by 2030, with the largest reduction from 2005 to 2030 projected for NO_x, assuming that road vehicles meet the current and new emission standards under real driving conditions. On the other hand, NH₃ emissions are predicted to increase by 10 % under this scenario.

The scenario "with additional measures" takes into account additional measures included in the National Clean Air Programme 2019 (BMNT 2019b) and the National Energy and Climate Plan (BMNT 2019a). Like the scenario "with existing measures", it predicts significant emission reductions for all pollutants by 2030. Reductions of NO_x emissions are expected to be slightly larger than in the scenario "with existing measures". NH₃ emissions are expected to fall by 1 % in this scenario, but this will not be sufficient for compliance with the reduction target set by the NEC Directive.

Further measures are currently being developed and updated projections are being prepared for NEC submission on 15 March 2023.

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, 2022c) 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 (Datenstand: 15. März 2022) präsentiert; 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
jährlich veröffentlichte
Berichte zur Erfüllung
der Berichtspflichten 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-Monitoring)	alle zwei Jahre, zuletzt März 2021
Austria's National Air Emission Projections (Projektionbericht für Luftschadstoffe)	alle zwei Jahre, zuletzt März 2021 unter der NEC-RL und alle vier Jahre ab 2015 unter UNECE/CLRTAP

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

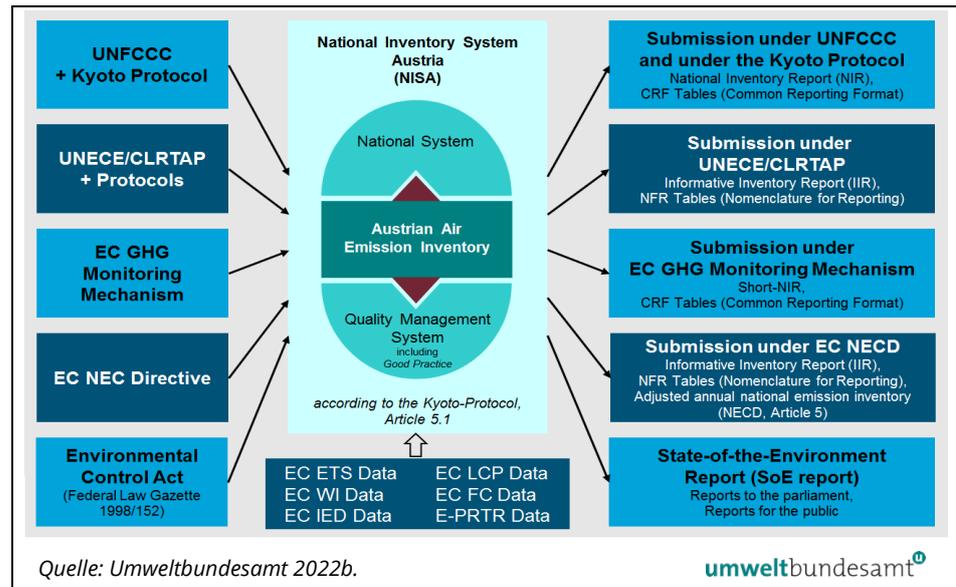
Als Vertragsstaat der Klimarahmenkonvention hat sich Österreich verpflichtet, seine Treibhausgas-Emissionen korrekt und vollständig zu erheben und an das Klimasekretariat der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) zu berichten.

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 (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 in-
ternationalen 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 Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMDW), ehemals Ministerium für Wirtschaft und Arbeit, 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 von geringerem Umfang zum Nachweis der fortwährenden Kompetenz durch Sachverständige der Akkreditierungsstelle durchgeführt.

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 (Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort) akkreditiert. Der im aktuellen Bescheid angeführte Akkreditierungsumfang ist auf der Homepage der Akkreditierung Austria veröffentlicht (www.bmdw.gv.at/akkreditierung).

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, EEA 2019a) 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 Methodik (inklusive methodischer Änderungen) wird vom Umweltbundesamt jährlich in Form zweier Berichte veröffentlicht: Austria's National Inventory Report (NIR; Umweltbundesamt, 2022a) und Austria's Informative Inventory Report (IIR; Umweltbundesamt, 2022b). 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 2019 sind folgende Revisionen gegenüber der Vorjahresinventur zu verzeichnen:

NO_x: +0,24 %, NMVOC: -0,08 %, SO₂: +2,07 %, NH₃: +3,35 %, PM_{2,5}: -0,39 %

Die wichtigsten Neuberechnungen in der aktuellsten Emissionsinventur wurden im Sektor Landwirtschaft vorgenommen. Hier wurden die Ergebnisse einer länderspezifischen Studie über Fütterung und Ernährung ("Mi-NutE"-Studie) angewandt, die zu aktualisierten Werten von Stickstoff- und Energieaufnahme, Ausscheidung von Stickstoff (N_{excretion}) und flüchtigen Feststoffen (VS_{excretion}) führte. Infolgedessen wurden in der Inventur die Emissionen von NH₃, NMVOC und NO_x überarbeitet.

sektorale Änderungen

Die wesentlichsten sektoralen Änderungen sind im Folgenden zusammengefasst:

- **Revisionen im Sektor Energieversorgung:**
 - Revisionen und Korrekturen in der nationalen Energiebilanz führten speziell für das Jahr 2019 zu Verschiebungen des Erdgasverbrauchs vom Kraftwerks-Sektor zur Industrieproduktion und zum Sektor Kleinverbraucher.
 - Änderungen im Biomasse-Verbrauch führten vor allem zu Änderungen der NO_x and PM_{2,5}-Emissionen.
 - Die SO₂-Emissionen waren hauptsächlich von Änderungen des Heizöl- und Biomasseverbrauchs betroffen.
 - Das Berechnungsmodell für die NMVOC-Emissionen aus dem Erdöltransport wurde für die gesamte Zeitreihe überarbeitet, was zu insgesamt höheren Emissionen führte.
- **Revisionen im Sektor Industrieproduktion:**
 - Eine Aktualisierung von Tätigkeitsdaten führte zu Verschiebungen und Revisionen von Emissionen der Quellen Ammoniakproduktion, Straßenbau, Holzverarbeitung sowie Eisen- und Stahlerzeugung.
 - Für den Straßenbau und die Eisen- und Stahlerzeugung wurden Emissionen zusätzlicher Luftschadstoffe erstmalig abgeschätzt, die Bitumen-Dachschindelproduktion wurde als neue Emissionsquelle erfasst.
 - Messdaten zu den Schwermetall-Emissionen aus den beiden Stahlwerken wurden eingearbeitet. Dies führte zu aktualisierten Emissionen von Cd, Hg und Pb. Die PCB der Eisen- und Stahlproduktion wurden im Rahmen einer methodischen Überprüfung nach unten revidiert.
- **Revisionen im Sektor Kleinverbrauch:**
 - Die Luftschadstoffemissionen aus Kleinfeuerungsanlagen der privaten Haushalte sowie von öffentlichen und privaten Dienstleistungen ändern sich von 1990 bis 2019 geringfügig. Gründe dafür sind aktualisierte Heizungsbestandsdaten und neu zugewiesene Anteile von Verbrennungstechnologien pro Energieträger aus dem aktualisierten Energiebedarfsmodell für Raumheizung.

- **Revisionen im Sektor Verkehr:**

- **Sonstiges (Flughafenbodenaktivitäten)**

Basierend auf einer Empfehlung der UNFCCC im Rahmen des Reviews 2020 wurden Treibstoffverbrauchsdaten von mobilen Quellen, die für die Flugzeugabfertigung an österreichischen Flughäfen verwendet werden, erstmals abgeschätzt und ausgewiesen. Die Emissionen aus dieser Quelle waren zuvor Teil des Straßenverkehrs. Diese Mengen stellen aber nur einen sehr geringen Anteil am gesamten nationalen Kraftstoffabsatz dar (0,01 % Benzin; 0,03 % Diesel; 0,3 % Erdgas). Der Fracht- und Pkw-Verkehr zum und vom Flughafen gehört nicht zu den sogenannten „Airport Ground Activities“.

- **Straßenverkehr**

Durch die oben erwähnte gesonderte Berichterstattung der Emissionen aus der Flugzeugabfertigung am Boden mussten alle Zeitreihen der gesamten jährlichen Treibstoffverkäufe, die in die allgemeine Emissionsmodellierung des Straßenverkehrs einfließen, aktualisiert werden, was zu geringfügigen jährlichen Überarbeitungen führte.

Weiters wurde der Bestand an Motorrädern ab 2017 aktualisiert.

Im Jahr 2021 wurden gemäß CO₂-Monitoring in der Kategorie der leichten Nutzfahrzeuge erstmals 10 Plug-in-Hybrid-Elektrofahrzeuge (PHEVs) gemeldet.

Aufgrund der relativ starken Rückgänge der Aktivitätsdaten im Jahr 2020 nach Verkehrszählstellen war eine Kalibrierung der Fahrleistung der schweren Lkw im Jahr 2019 (hin zu etwas geringeren Gesamtfahrleistungsanteilen Stadt und Land) erforderlich. Dadurch konnte die relativ konstante Aktivität auf Autobahnen besser abgebildet werden.

- **Militär**

Als Reaktion auf eine Empfehlung des UNFCCC 2020 zur österreichischen Methodik zur Abschätzung der Emissionen der Militärluftfahrt 2000–2018 wurden die Daten zum Kerosinverbrauch in diesem Bereich neu bewertet.

- **Revisionen im Sektor Landwirtschaft:**

- Auf Grundlage der vorläufigen Ergebnisse der Agrarstrukturerhebung 2020 (Statistik Austria, 2021) 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.

- Die Fütterung von Rindern und Schweinen hat sich in den letzten 20 Jahren wesentlich geändert. Deshalb wurde 2020–2021 das Forschungsprojekt „Minderungspotenziale zu Treibhausgas- und Luftschadstoff-Emissionen aus der Nutztierhaltung unter besonderer Berücksichtigung ernährungsbezogener Faktoren“ (MiNutE) (Hörtenhuber et al., 2022) von der Universität für Bodenkultur durchgeführt. Die Studienergebnisse sind aktualisierte und repräsentative Werte zur Stickstoff- und Energieaufnahme (Fütterung), sowie zur Ausscheidung

von Stickstoff ($N_{\text{excretion}}$) und potenziell flüchtigen Kohlenstoffverbindungen ($VS_{\text{excretion}}$), welche in die vorliegende OLI implementiert wurden. Die neue Rohstoffbilanz 2019 aus dem Ökostrombericht 2021 (E-Control, 2021) wurde für den Bereich der landwirtschaftlichen Biogaserzeugung eingearbeitet.

- Aufgrund von Anpassungen der Ackerflächen im LULUCF-Sektor wurden die Staub- und NMVOC-Emissionen der landwirtschaftlichen Böden für die Jahre 2008–2012 aktualisiert.
- In den vergangenen Jahren wurden NO_x -Emissionen aus der Weidehaltung nicht als eigene Quelle berichtet. Im Rahmen des NEC Review 2021 wurde die Empfehlung ausgesprochen, diese Emissionen in die aktuelle Inventur aufzunehmen. Die Emissionen wurden mit der Tier 1-Methodik aus dem EMEP/EEA Guidebook 2019 berechnet.
- **Revisionen im Sektor Sonstige:**
 - Aufgrund von neuen Informationen zu Österreichs Biogasanlagen (E-Control, 2021) wurden die NH_3 -Emissionen aus der anaeroben Vergärung in Biogasanlagen überarbeitet.
 - Außerdem wurden die häuslichen Abwässer auf Basis aktualisierter Daten zur Abwassermenge 2019 sowie zum Anschlussgrad an die Kanalisation 2020 neu berechnet.

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

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, ...)

Sonstige¹⁵

- Abfallwirtschaft,
- AbfalldPONen,
- 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.

¹⁵ 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).

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 (-76 % gegenüber 2005) und NO_x-Emissionen (-43 % gegenüber 2005) zurückgegangen. Die Emissionen von PM₁₀ und PM_{2,5} sind im Zeitraum von 2005 bis 2019 um 27 % bzw. 29 % zurückgegangen. Der geringste Emissionsrückgang (-8 %) auf europäischer Ebene ist bei NH₃ zu verzeichnen, das hauptsächlich aus der Landwirtschaft stammt. (EEA, 2021a).

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 den 27 Mitgliedstaaten der Europäischen Union waren 307.000 vorzeitige Todesfälle auf die Belastung durch Feinstaub zurückzuführen (EEA, 2021b).

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 und auch bei NH_3 sind in den nächsten Jahren noch weitere Maßnahmen auf nationaler und internationaler Ebene notwendig.

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 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 bis 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 Düngeneffekt 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.

**Genfer Luftreinhalte-
konvention****UNECE-Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (Genf, 1979)**

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.

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

Im Rahmen des UNECE-Übereinkommens wurde am 1. Dezember 1999 von Österreich das Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon¹⁶ (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-Protokolls¹⁷ mit neuen Reduktionszielen für das Jahr 2020 verabschiedet. Die nationalen Ziele für 2020 (bezogen auf das Basisjahr 2005 NO_x: -37 %, VOC: -21 %, SO₂: -26 %, NH₃: -1 %, PM_{2,5}: -20 %¹⁸) entfalten aber keine bindende Wirkung, da Österreich das Göteborg-Protokoll nicht ratifiziert hat. Sie bilden jedoch die Grundlage für die neue NEC-Richtlinie der EU (RL 2016/2284/EU), die seit Dezember 2016 in Kraft ist.

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

Ende 2016 trat auf europäischer Ebene die neue Richtlinie über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe (2016/2284/EG) in Kraft. Sie ersetzt die frühere NEC-Richtlinie (Richtlinie 2001/81/EG), die nationale Emissionshöchstmengen für die Schadstoffe NO_x, SO₂, NMVOC und NH₃ 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.

¹⁶ Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone

¹⁷ http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.html

¹⁸ http://www.unece.org/fileadmin/DAM/press/pr2012/GothenburgProtocol_Table_Eng.pdf

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 nun für die Jahre von 2020 bis 2029 und ab 2030 für die Schadstoffe NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃ und erstmals auch für Feinstaub (PM_{2,5}) die in Tabelle 3 dargestellten Reduktionsverpflichtungen. 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 %
SO₂	-26 %	-41 %
NMVOC	-21 %	-36 %
NH₃	-1 %	-12 %
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 Entwicklung der Emissionen ist weiterhin im Rahmen von jährlichen Emissionsinventuren zu überwachen.

EU-Aktionsplan „Schadstofffreiheit von Luft, Wasser und Boden

EU-Aktionsplan „Schadstofffreiheit von Luft, Wasser und Boden

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 nun 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 den Weg zur Erreichung des Null-Schadstoff-Ziels einhält.

3.1.1 Einhaltungstand Emissionsreduktionsverpflichtungen

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 nicht mehr wie bisher von der Gesamtemissionsmenge abgezogen. Die Emissionen von NO_x und NMVOC aus Tätigkeiten, die unter die Kategorien 3B (Düngewirtschaft) und 3D (landwirtschaftliche Böden) fallen, sind im Rahmen der Reduktionsverpflichtungen nicht zu berücksichtigen und im Zielvergleich daher von den jeweiligen Gesamtemissionen abzuziehen.

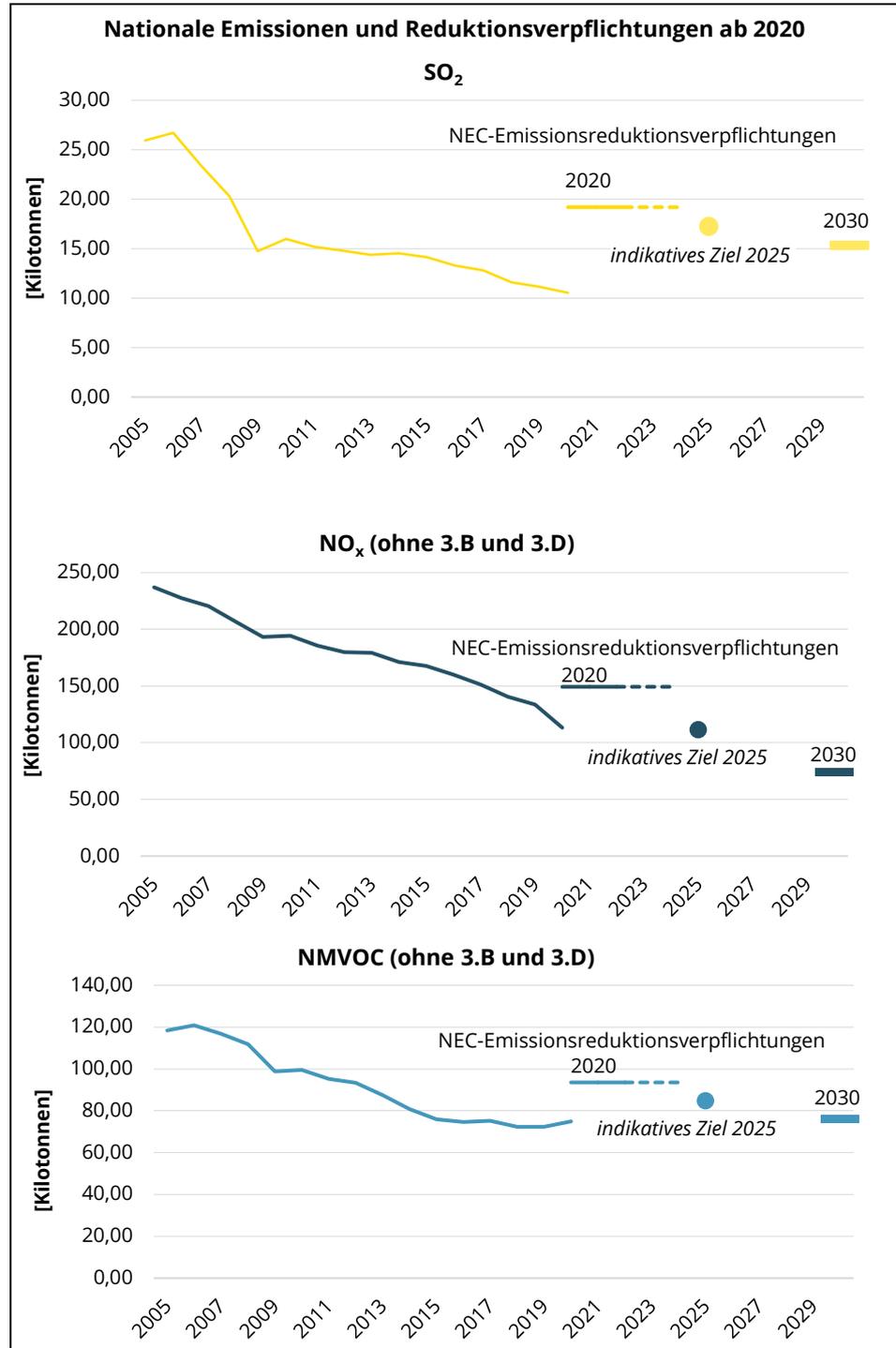
Für das Jahr 2020 stellt sich der Zielvergleich wie folgt dar:

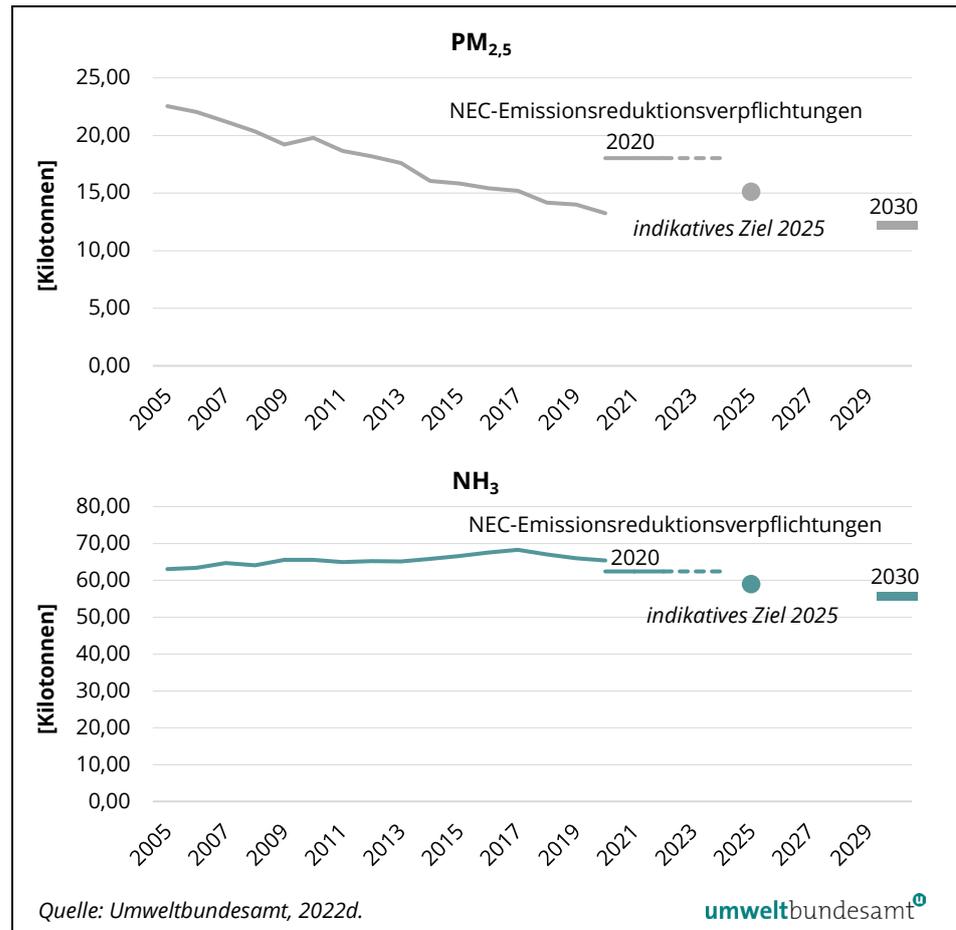
- Die Emissionsreduktionsverpflichtungen für die Luftschadstoffe NO_x, SO₂, NMVOC und PM_{2,5} werden eingehalten.
- Das Reduktionsziel für Ammoniak (NH₃) wird nicht erreicht (+3,7 % anstatt -1,0 % verglichen mit dem Basisjahr 2005).

Tabelle 4: Emissionen und prozentuelle Änderung von 2005 bis 2020 (Quelle: Umweltbundesamt, 2022d).

	2005	2020	2005–2020
NO_x (ohne 3.B und 3.D)	237,04	113,24	-52,2 %
NMVOC (ohne 3.B und 3.D)	118,41	74,86	-36,8 %
SO₂	25,94	10,54	-59,4 %
NH₃	63,06	65,42	+3,7 %
PM_{2,5}	22,55	13,25	-41,2 %

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. Die aktuell vorliegende Version wurde vom Umweltbundesamt 2021 erstellt (Umweltbundesamt, 2021d).

In zwei Szenarien wurde die Entwicklung der Emissionen der Schadstoffe NO_x-, SO₂-, NMVOC-, NH₃- und PM_{2,5} bis 2030 modelliert. Das Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (with existing measures – WEM) berücksichtigt alle Maßnahmen, die bis zum 1. Januar 2018 umgesetzt wurden. Das Szenario „mit zusätzlichen Maßnahmen“ (with additional measures – WAM) beinhaltet auch noch geplante Maßnahmen, die im Nationalen Luftreinhaltprogramm (BMNT, 2019b) und im Integrierten Nationalen Energie- und Klimaplan (BMNT, 2019a) für Österreich vorgesehen sind.

Die Auswirkungen der aktuellen Gesundheitskrise (COVID-19-Pandemie) konnten in dieser Szenarienanalyse nicht berücksichtigt werden, da zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch keine endgültigen Daten für 2020 vorlagen.

Zu beachten ist, dass die aktuellsten Strategien und Beschlüsse, z. B. die „Fit for 55“-Vorschläge der Europäischen Kommission im Rahmen des Green Deal oder die als Ziel der Bundesregierung für Österreich festgelegte Klimaneutralität bis 2040, in den bisherigen Szenarien noch nicht berücksichtigt sind.

In den folgenden Kapiteln der einzelnen NEC-Schadstoffe (NO_x -, SO_2 -, NMVOC-, NH_3 - und $\text{PM}_{2,5}$) und Sektoren werden die Ergebnisse der Projektionen jeweils im Absatz „Ausblick 2030“ zusammenfassend dargestellt. Weitere methodische Details, Datenquellen und die zugrunde liegenden Annahmen sind dem Projektionsbericht des Umweltbundesamts (Umweltbundesamt, 2021c) zu entnehmen.

3.2 Stickstoffoxide (NO_x)

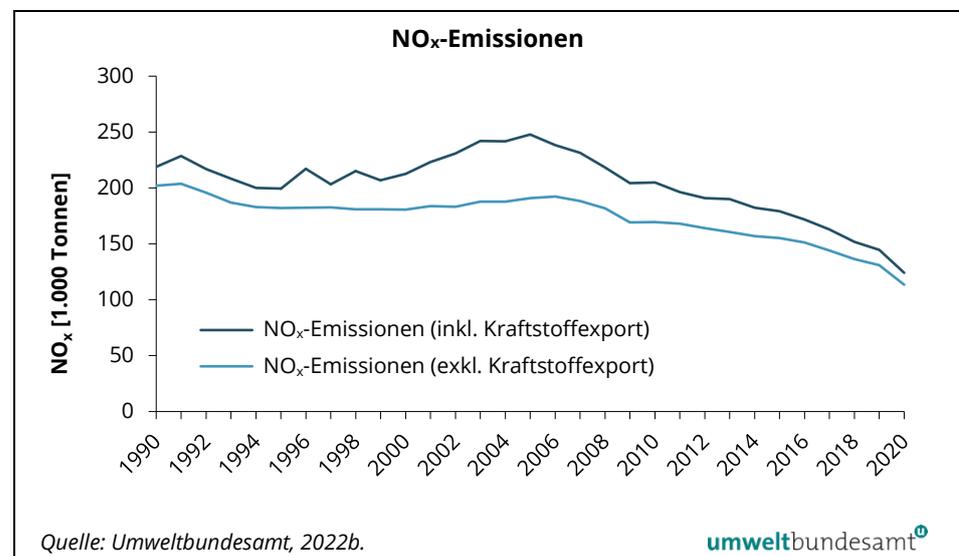
Emissionsquellen NO_x -Emissionen entstehen vorwiegend als unerwünschtes Nebenprodukt bei der Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen bei hoher Temperatur. Der Verkehrssektor ist in Österreich für rund die Hälfte des NO_x -Ausstoßes verantwortlich.

3.2.1 Emissionstrend 1990–2020

**Abnahme um 14 %
gegenüber 2019**

Von 1990 bis 2020 konnte der Stickstoffoxid-Ausstoß um insgesamt 43 % auf rund 124.100 Tonnen gesenkt werden, wobei 2020 um 14 % weniger NO_x emittiert wurde als im Jahr zuvor. Abzüglich der Emissionen aus dem Kraftstoffexport (im Fahrzeugtank exportierte Kraftstoffmengen) lagen die Emissionen 2020 bei rund 113.400 Tonnen NO_x (-44 % seit 1990 bzw. -13 % gegenüber 2019). Von dem in Österreich getankten Kraftstoff wurden somit im Jahr 2020 NO_x -Emissionen im Ausmaß von rund 10.700 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 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.

Im Sektor Energieversorgung sind die Neuinbetriebnahme einer Rauchgasreinigungsanlage zur Reduzierung der Schwefel- und Stickstoffoxid-Emissionen (SNO_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 Brennwertechnik bei Öl- und Gaskesseln (Heizkesseltausch), die teilweise milden Winter der letzten Jahre sowie die Gebäudesanierung sind die Ursachen für den Rückgang der NO_x-Emissionen aus dem Kleinverbrauch.

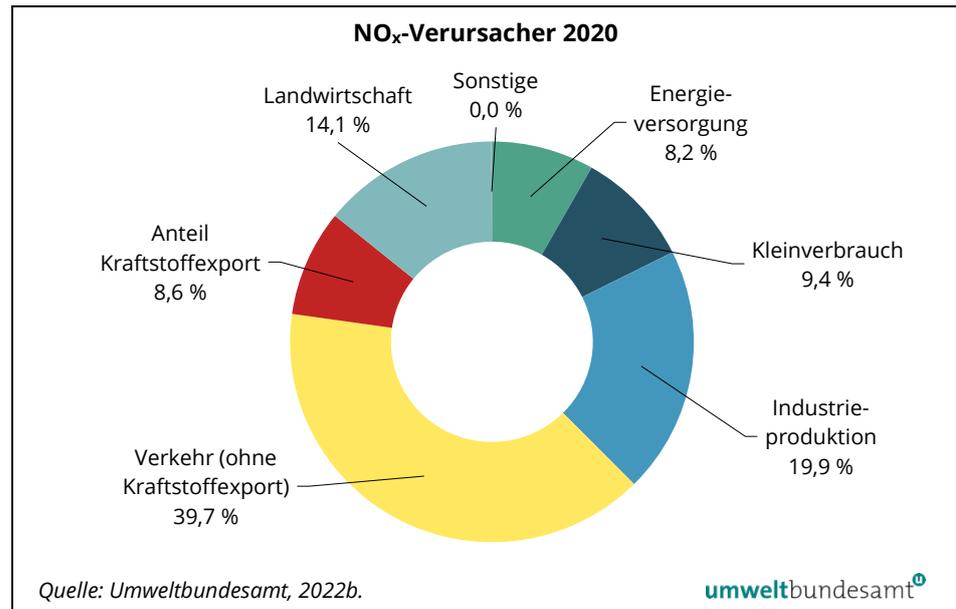
In der Landwirtschaft ist vor allem der Rückgang der Emissionen aus den mobilen Offroad-Geräten für den sinkenden Trend verantwortlich. Die reduzierte Stickstoffdüngung auf landwirtschaftlichen Böden wirkte sich ebenfalls emissionsmindernd aus.

Von 2019 auf 2020 kam es durch die COVID-Pandemie zu einem signifikanten Rückgang der nationalen NO_x-Emissionen mit einer Reduktion um -14 %. Hierfür ist vor allem der Einbruch der Fahrleistung im Pkw-Verkehr und der damit verringerte fossile Kraftstoffabsatz hauptverantwortlich.

3.2.2 Verursacher**Hauptemittenten**

Im Jahr 2020 verursachte der Verkehrssektor 48 % der NO_x-Emissionen, gefolgt von den Sektoren Industrieproduktion und Landwirtschaft.

Abbildung 4:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den Stick-
stoffoxid-Emissionen in
Österreich.



Eine detaillierte Beschreibung der NO_x-Verursachertrends ist bei den jeweiligen Verursachersektoren im Kapitel 7 zu finden.

3.2.3 Ausblick 2030

Die nationalen Projektionen (Umweltbundesamt, 2021c) zeigen, dass mit den bestehenden, bis 2018 umgesetzten Maßnahmen (WEM) die NO_x-Emissionen von 2019 bis 2030 um 23 % auf rund 87,2 Kilotonnen sinken (-64,7 % gegenüber 2005). Ohne Kraftstoffexport werden sie bis 2030 voraussichtlich auf 82,0 Kilotonnen sinken (-56,1 % im Vergleich zu 2005).

Im Szenario „mit zusätzlichen Maßnahmen“ (WAM) aus dem Nationalen Luftreinhaltprogramm (BMNT, 2019b) und dem Integrierten Nationalen Energie- und Klimaplan (BMNT, 2019a) gehen die NO_x-Emissionen von 2019 bis 2030 lediglich um ein Prozent mehr zurück und werden voraussichtlich auf 83 Kilotonnen sinken (-66,4 % gegenüber 2005). Ohne Kraftstoffexport werden die Emissionen im WAM-Szenario voraussichtlich auf 78,3 Kilotonnen sinken (-58,8 % gegenüber 2005).

Entsprechend den beiden Szenarien sind die Treiber des Emissionsrückgangs vor allem der Straßenverkehr, die Haushalte und die Kraftwerke.

Die NO_x-Emissionen aus dem Verkehr (vor allem aus dem Personen- und dem Schwerverkehr) werden von 2019 bis 2030 um 65 % sinken. In den Berechnungen wird von einer Modernisierung der Fahrzeugflotte ausgegangen. Durch die Einführung der neuen Emissionsklassen Euro VI (HDV), Euro 6d_{temp} und Euro 6d (PC) sowie den 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 eine Modernisierung der Off-road-Geräte und durch die 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 Kleinfeuerungen¹⁹.

Ein Rückgang des Einsatzes von Erdöl in Kraftwerken trägt ebenfalls zur Reduktion der NO_x-Emissionen bis 2030 bei. Es wird von einer Stilllegung sämtlicher Ölkraftwerke bis 2025 ausgegangen.

Abbildung 5:
Entwicklung der NO_x-
Emissionen inklusive
Kraftstoffexport bis 2019
und Szenarien bis 2030.

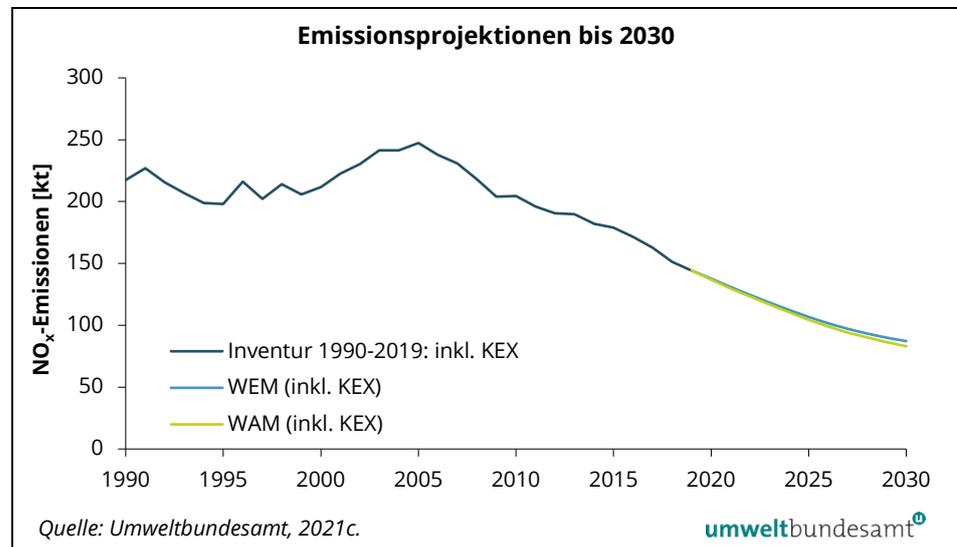
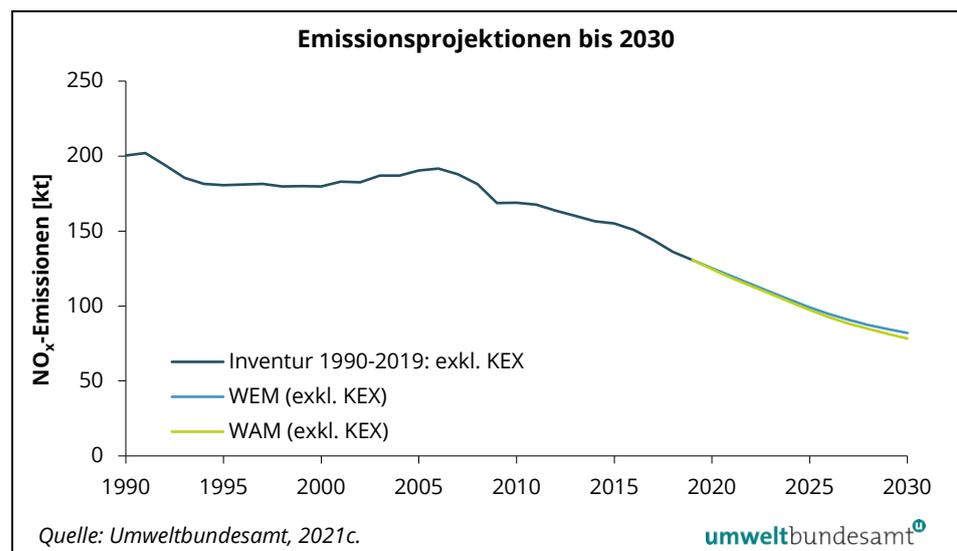


Abbildung 6:
Entwicklung der NO_x-
Emissionen exklusive
Kraftstoffexport bis 2019
und Szenarien bis 2030.



¹⁹ VO (EU) 813/2013, Verordnung (EU) 814/2013, Verordnung (EU) 215/1185, Verordnung (EU) 2015/1188, Verordnung (EU) 2018/1189.

Die nationalen Projektionen werden derzeit auf Basis neuer Studien und Informationen für die NEC-Emissionsberichtspflicht am 15. März 2023 überarbeitet; in diesen werden auch aktuelle Pläne, wie das Verbot von Verbrennungsmotoren bei Neuzulassungen im Straßenverkehr ab 2035, berücksichtigt werden. Die neuen Ergebnisse werden für die Analyse im nächsten Bericht vorliegen.

3.3 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)

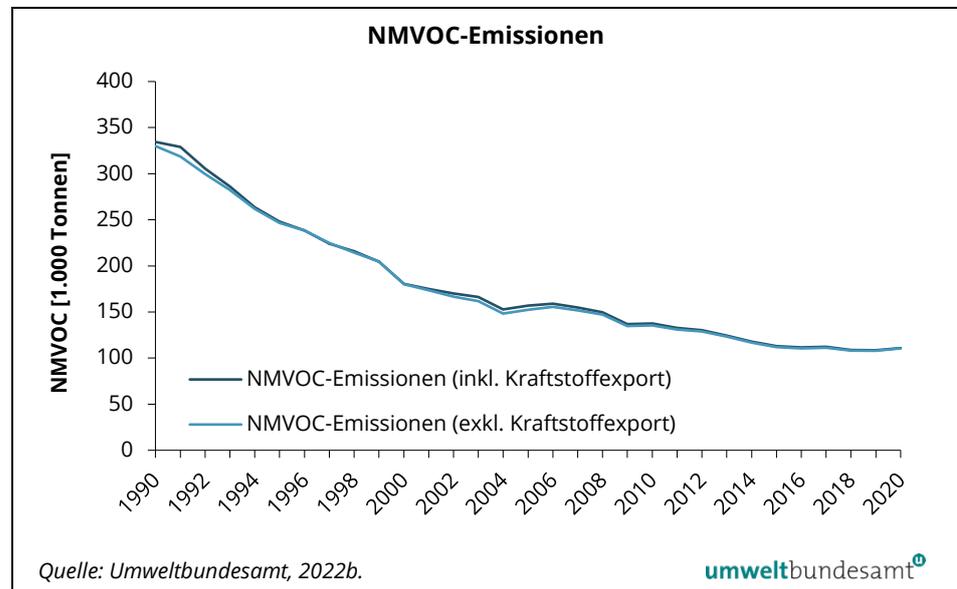
Emissionsquellen Flüchtige Kohlenwasserstoffe entstehen beim Verdunsten von Lösemitteln und Treibstoffen sowie durch unvollständige Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen. Sie wirken als Ozonvorläufersubstanzen. Einige Stoffe dieser Gruppe haben auch direkte Auswirkungen auf die Gesundheit.

3.3.1 Emissionstrend 1990–2020

Von 1990 bis 2020 konnten die NMVOC-Emissionen in Österreich um 67 % auf rund 110.800 Tonnen reduziert werden, wobei es von 2019 auf 2020 zu einer Zunahme von 2,1 % kam. Ohne Einrechnung der Emissionen aus dem Kraftstoffexport lag die Emissionsmenge 2020 bei 110.400 Tonnen NMVOC (-67 % seit 1990 bzw. +2,3 % gegenüber 2019).

Zunahme um 2,1 % gegenüber Vorjahr

Abbildung 7:
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 2020 nahm der Verkehrssektor nur mehr einen Anteil von 4,1 % an den gesamten NMVOC-Emissionen ein (1990: 29 %).

Bei der Lösemittelanwendung konnten durch diverse gesetzliche Regelungen (wie insbesondere die Lösungsmittelverordnung, Deco Paint Directive sowie die VOC-Anlagen-Verordnung) 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 Verwendung von Kohle als Brennstoff und durch eine verbesserte Heizungstechnologie bei Biomasseheizungen zu deutlichen Emissionsreduktionen seit 1990. Der NMVOC-Ausstoß der übrigen Sektoren konnte in diesem Zeitraum ebenfalls gesenkt werden.

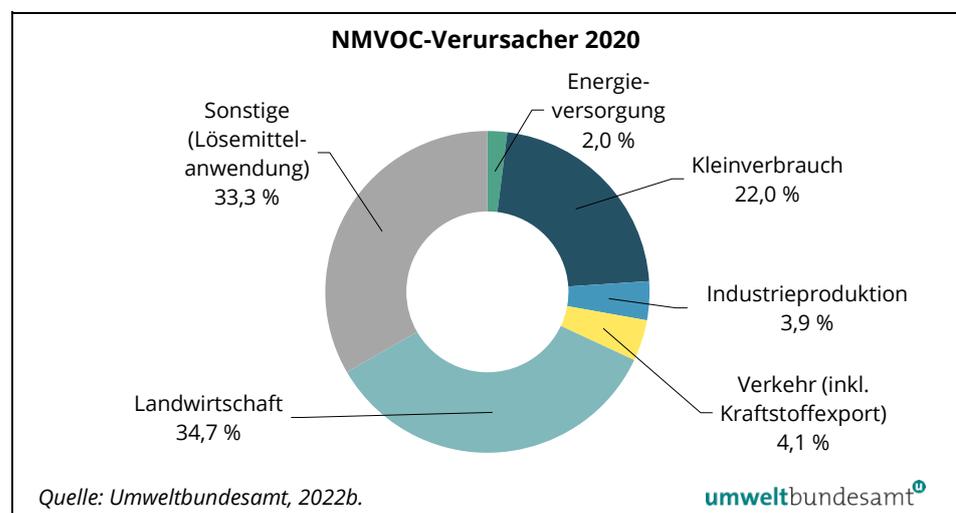
Die Emissionszunahme von 2019 auf 2020 ist in erster Linie auf den gestiegenen Verbrauch an Desinfektionsmitteln im ersten Pandemiejahr 2020 zurückzuführen.

3.3.2 Verursacher

Hauptemittenten

Ein Großteil der österreichischen NMVOC-Emissionen wurde 2020 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 8:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den
NMVOC-Emissionen in
Österreich.



Eine detaillierte Beschreibung der NMVOC-Verursachertrends ist bei den jeweiligen Verursachersektoren im Kapitel 7 zu finden.

3.3.3 Ausblick 2030

Im Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) wird ein Rückgang der NMVOC-Emissionen erwartet: Von 2019 bis 2030 beträgt dieser 5,2 %, von 2005 bis 2030 sind es rund 34,8 % (Umweltbundesamt, 2021c).

Im Szenario „mit zusätzlichen Maßnahmen“ (WAM) werden die nationalen Gesamtemissionen bis 2030 voraussichtlich auf 102,3 Kilotonnen sinken (-35,2 % gegenüber 2005).

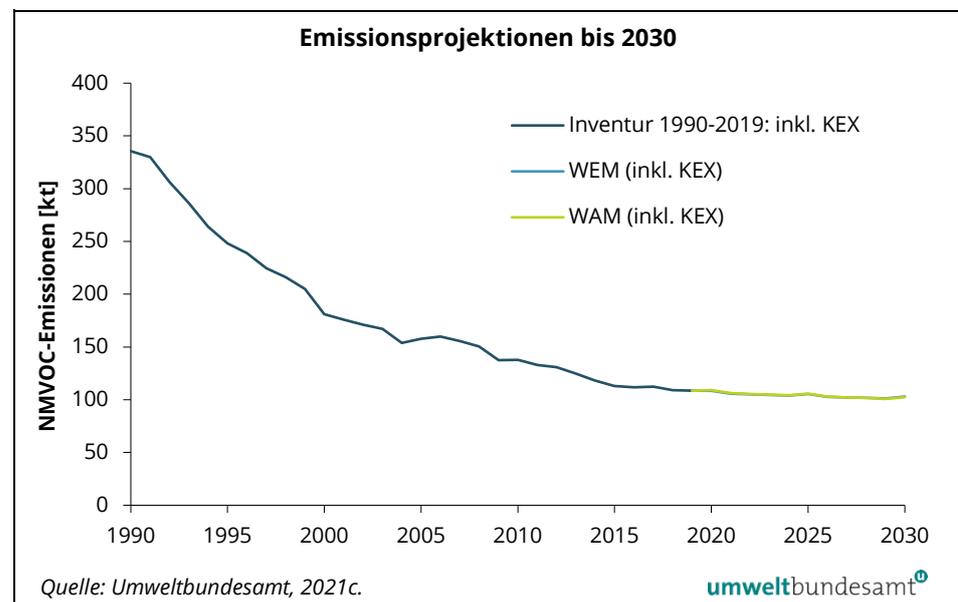
Die größten Reduktionen von NMVOC-Emissionen werden im Bereich der Haushalte erwartet, wobei der Trend zu effizienten und emissionsarmen Heizungs-technologien sowie der Rückgang von Scheitholz als Brennstoff relevant sind.

Auch im Bereich des Straßenverkehrs werden bis 2030 die NMVOC-Emissionen um 27,5 % (d. h. 1,29 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 4,9 % (d. h. 1,59 Kilotonnen) zunehmen, da entsprechend der Wirtschaftsprognosen der Verbrauch von Lösemitteln durch eine gesteigerte Nachfrage zunehmen wird. Im Gegensatz dazu ist eine weitere Verschärfung der Emissionsstandards in den bestehenden rechtlichen Grundlagen weder auf nationaler noch auf europäischer Ebene vorgesehen.

Durch den projizierten Zuwachs beim Rinderbestand (WIFO & BOKU, 2018) steigen die NMVOC-Emissionen in der Landwirtschaft bis 2030 voraussichtlich geringfügig um 0,8 % (d. h. 0,30 kt) an.

Abbildung 9:
Entwicklung der NMVOC-
Emissionen bis 2019 und
Szenarien bis 2030.



Anmerkung: Nachdem der Kraftstoffexport (KEX) bei den NMVOC-Emissionen keine bedeutende Rolle spielt, wurde in der Abbildung zur besseren Lesbarkeit auf dessen Darstellung verzichtet.

Die nationalen Projektionen werden derzeit auf Basis neuer Studien und Informationen für die NEC-Emissionsberichtspflicht am 15. März 2023 überarbeitet. Die neuen Ergebnisse werden für die Analyse im nächsten Bericht vorliegen.

3.4 Schwefeldioxid (SO₂)

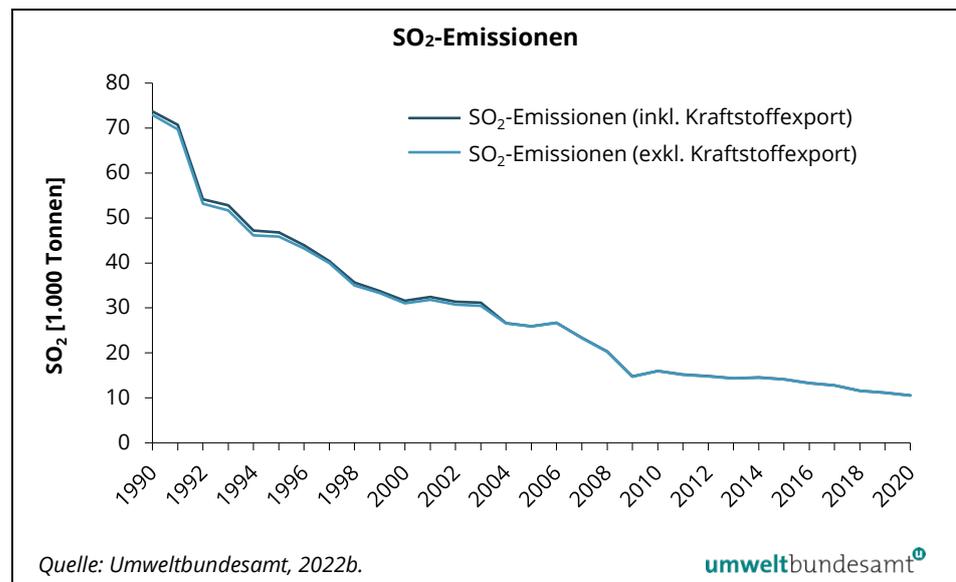
Emissionsquellen SO₂-Emissionen entstehen vorwiegend beim Verbrennen von schwefelhaltigen Brenn- und Treibstoffen. Sie werden hauptsächlich von Feuerungsanlagen im Bereich der Industrieproduktion, der Energieversorgung und des Kleinverbrauchs verursacht.

3.4.1 Emissionstrend 1990–2020

Abnahme um 5,5 % gegenüber Vorjahr

Von 1990 bis 2020 kam es insgesamt zu einem Rückgang der SO₂-Emissionen von 86 %. Seit 2005 sind sie um 59,4 % zurückgegangen. 2020 wurden rund 10.500 Tonnen SO₂ emittiert, das entspricht einer Emissionsabnahme von 5,5 % gegenüber dem Vorjahr. Die Emissionsmenge ohne Berücksichtigung der Emissionen aus dem Kraftstoffexport betrug 2020 ebenfalls 10.500 Tonnen, auch sie hat gegenüber 2019 um 5,5 % abgenommen.

Abbildung 10:
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), den Einbau von Entschwefelungsanlagen in Kraftwerken (gemäß Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen) sowie die verstärkte Nutzung schwefelärmerer Brennstoffe, wie z. B. Erdgas, erzielt werden.

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 verbun-

dene 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 weitgehend konstant.

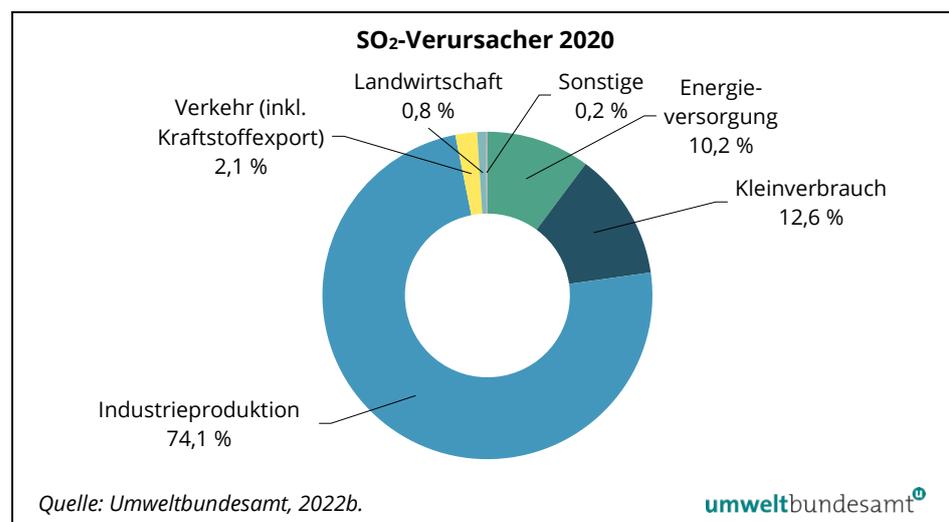
Die Abnahme der SO₂-Emissionen von 2019 auf 2020 wurde maßgeblich durch den auf die COVID-19-Pandemie zurückzuführenden Einbruch der Industrieproduktion verursacht. Auch in der öffentlichen Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung und in der Erdölraffinerie gingen die SO₂-Emissionen im Vergleich zum Vorjahr zurück. Wirkung zeigt hier unter anderem der Ausstieg aus der Verwendung von Kohle. Anfang 2020 hat das letzte Kohlekraftwerk Österreichs in Mellach in Graz-Umgebung den Betrieb eingestellt.

3.4.2 Verursacher

Hauptemittenten

Der Sektor Industrieproduktion war im Jahr 2020 für fast drei Viertel der österreichischen SO₂-Emissionen verantwortlich, gefolgt von den Sektoren Energieversorgung und Kleinverbrauch.

Abbildung 11:
Anteile der Verursachensektoren an den Schwefeldioxid-Emissionen in Österreich.



Eine detaillierte Beschreibung der SO₂-Verursachertrends ist bei den jeweiligen Verursachensektoren im Kapitel 7 zu finden.

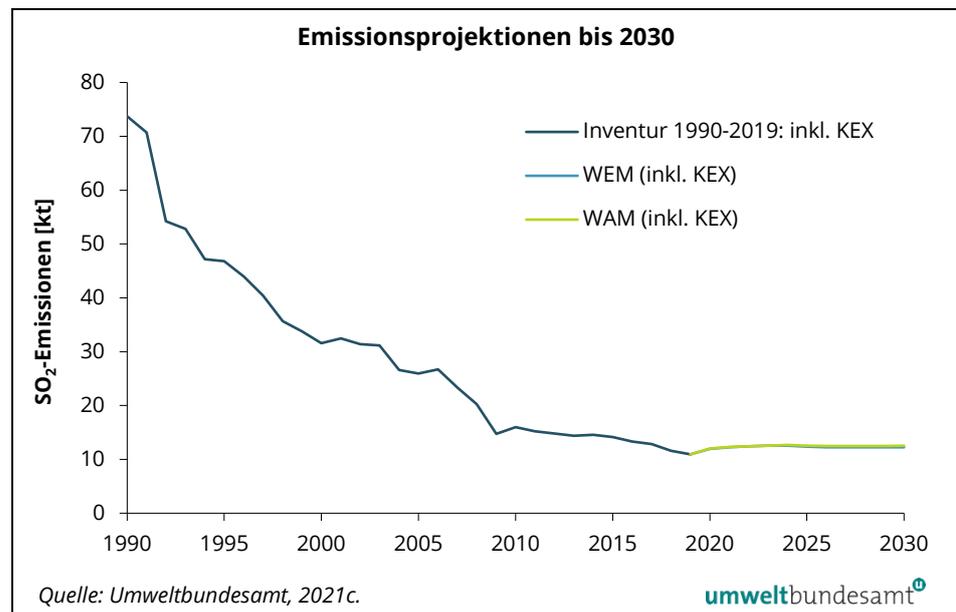
3.4.3 Ausblick 2030

Die Ergebnisse der aktuellen Emissionsprojektionen (Umweltbundesamt, 2021c) zeigen, dass die gesamten SO₂-Emissionen im Zeitraum von 2019 bis 2030 leicht ansteigen werden (Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ um 0,3 kt). 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 noch höher waren, errechnet sich im Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) eine Reduktion von 52,8 % und im Szenario „mit zusätzlichen Maßnahmen“ (WAM) von 51,7 % bis 2030. Durch den vermehrten Einsatz biogener Brenn- und Treibstoffe ist die Emissionsreduktion im WAM nicht so hoch wie im WEM. Dennoch ist davon auszugehen, dass das Reduktionsziel von -41 % bis 2030 eingehalten werden kann.

Abbildung 12:
Entwicklung der Schwefeldioxid-Emissionen bis 2019 und Szenarien bis 2030.



Anmerkung: Nachdem der Kraftstoffexport (KEX) bei den SO₂-Emissionen keine bedeutende Rolle spielt, wurde in der Abbildung zur besseren Lesbarkeit auf dessen Darstellung verzichtet.

Die nationalen Projektionen werden derzeit auf Basis neuer Studien und Informationen für die NEC-Emissionsberichtspflicht am 15. März 2023 überarbeitet. Die neuen Ergebnisse werden für die Analyse im nächsten Bericht vorliegen.

3.5 Ammoniak (NH₃)

Emissionsquellen

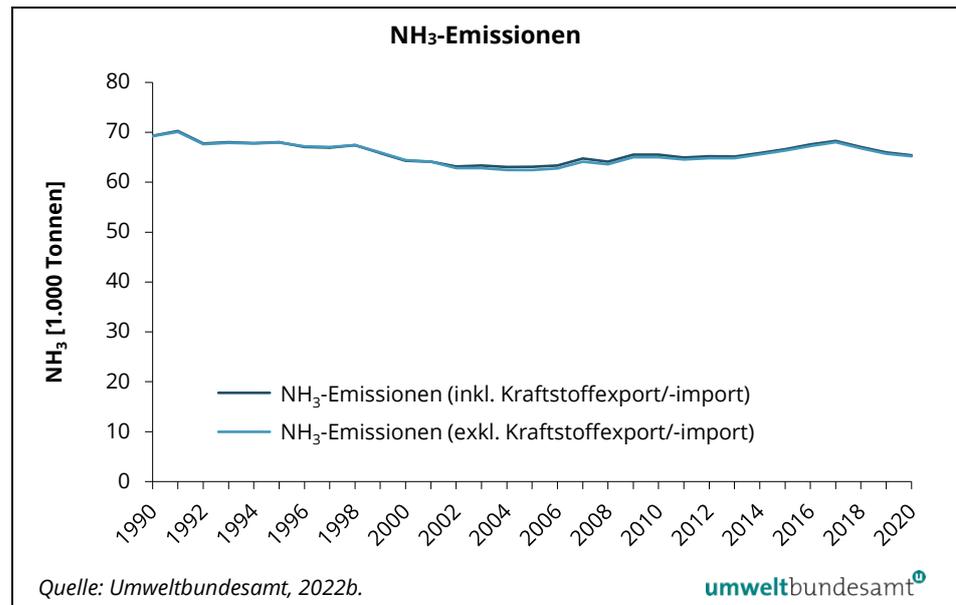
In Österreich entstehen NH₃-Emissionen vorwiegend bei der Viehhaltung, der Lagerung von Gülle und Mist sowie beim Abbau von organischem und mineralischem Dünger. Der Sektor Landwirtschaft ist somit für den überwiegenden Teil der NH₃-Emissionen verantwortlich.

3.5.1 Emissionstrend 1990–2020

**Abnahme um 0,8 %
gegenüber Vorjahr**

Von 1990 bis 2020 kam es zu einer Abnahme der gesamten österreichischen NH_3 -Emissionen um insgesamt 5,6 % auf 65.400 Tonnen. Von 2019 auf 2020 ist der NH_3 -Ausstoß um 0,8 % gesunken. Ohne Einrechnung der Emissionen aus dem Kraftstoffexport lag die Emissionsmenge 2020 bei 65.200 Tonnen (-5,8 % seit 1990 bzw. -0,8 % gegenüber 2019).

Abbildung 13:
Trend der Ammoniak-
Emissionen (inklusive
und exklusive NH_3 aus
Kraftstoffexport²⁰).



**trendbestimmende
Faktoren**

Die NH_3 -Emissionen lagen 2020 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 (2020: 94 %). Abnahme und Zunahme sind somit auf den Sektor Landwirtschaft 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 Abnahme der NH_3 -Emissionen von 2019 bis 2020 sind vorwiegend die Landwirtschaft und der Sektor Verkehr verantwortlich. Hauptgründe sind der niedrigere Rinderbestand (Milchkühe: +0,1 %; andere Rinder: -1,8 %;

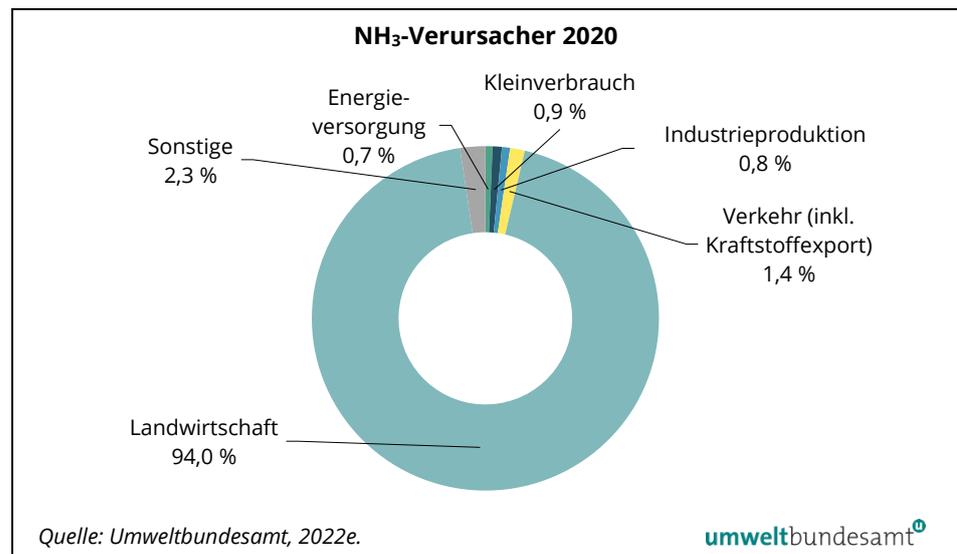
²⁰ In vereinzelt Jahren kam es bei Benzin zu Netto-Kraftstoffimporten, der Inlandverbrauch war demnach höher als die im Inland verkaufte Kraftstoffmenge. Da die spezifischen NH_3 -Emissionen aus Benzinmotoren mit Katalysator wesentlich höher sind als aus Dieselmotoren, können die Emissionen aus dem im Inland verbrauchten Kraftstoff höher liegen als die Emissionen aus dem im Inland verkauften Kraftstoff.

Rinder insgesamt: -1,3 %) sowie die reduzierte Ausbringung von Harnstoffdünger (trotz insgesamt steigender Mineraldüngerzahlen) im Jahr 2020. Im Verkehr kam es aufgrund der pandemiebedingten geringeren Fahrleistung (reduzierter Kraftstoffabsatz) zu einem Emissionsrückgang.

3.5.2 Verursacher

Hauptemittent Der Sektor Landwirtschaft emittierte 2020 den mit Abstand größten Teil der NH₃-Emissionen Österreichs.

Abbildung 14:
Anteile der Verursachersektoren an den Ammoniak-Emissionen in Österreich.



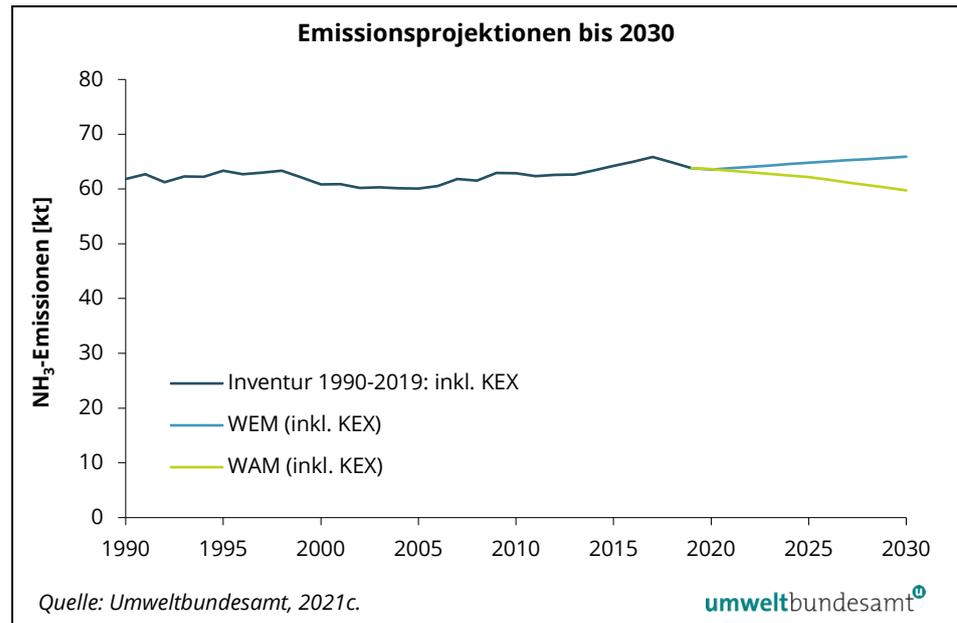
Eine detaillierte Beschreibung der NH₃-Verursachertrends ist bei den jeweiligen Verursachersektoren im Kapitel 7 zu finden.

3.5.3 Ausblick 2030

Entsprechend den Ergebnissen des Szenarios „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) werden die NH₃-Emissionen bis 2030 um rund 3,3 % ansteigen (+10 % gegenüber 2005). Im WAM Szenario wird ein Rückgang um 6,4 % erwartet (-0,6 % gegenüber 2005).

Nachdem 94 % der Ammoniak-Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft stammen, ist dieser für die zukünftige Emissionsentwicklung ausschlaggebend (Umweltbundesamt, 2021c).

Abbildung 15:
Entwicklung der Ammoniak-Emissionen
bis 2019 und Szenarien
bis 2030.



Anmerkung: Nachdem der Kraftstoffexport (KEX) bei den NH_3 -Emissionen keine bedeutende Rolle spielt, wurde in der Abbildung zur besseren Lesbarkeit auf dessen Darstellung verzichtet.

Die nationalen Projektionen werden derzeit auf Basis neuer Studien und Informationen für die NEC-Emissionsberichtspflicht am 15. März 2023 überarbeitet. Die neuen Ergebnisse werden für die Analyse im nächsten Bericht vorliegen.

3.6 Kohlenstoffmonoxid (CO)

Emissionsquellen

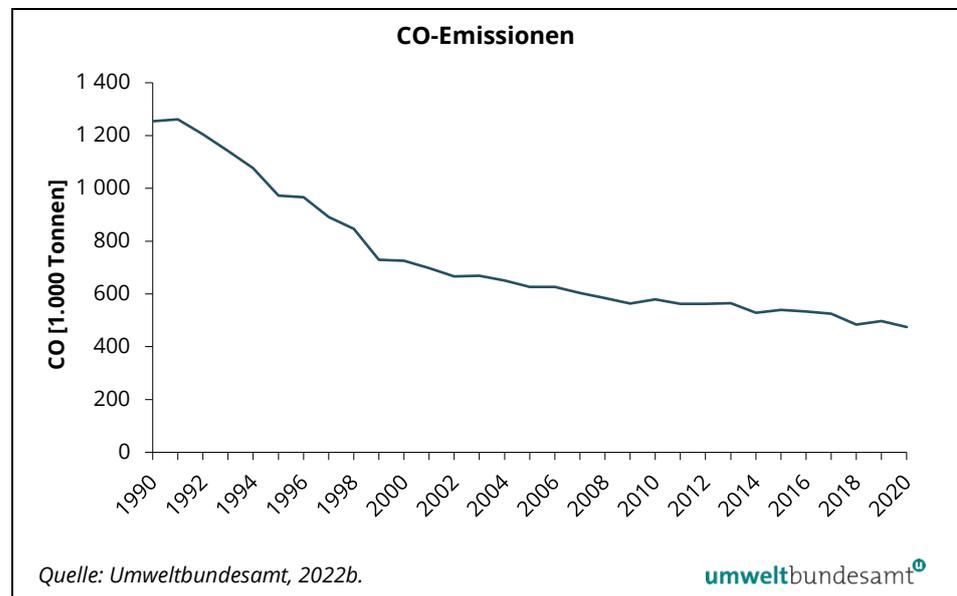
CO-Emissionen entstehen hauptsächlich bei der unvollständigen Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen. Ein Großteil der CO-Emissionen wird von den Sektoren Kleinverbrauch, Industrieproduktion und Verkehr freigesetzt.

3.6.1 Emissionstrend 1990–2020

Abnahme um 4,5 % gegenüber Vorjahr

Von 1990 bis 2020 kam es zu einem Rückgang der CO-Emissionen von insgesamt 62 % auf rund 474.700 Tonnen. Im Jahr 2020 wurde um 4,5 % weniger Kohlenstoffmonoxid emittiert als im Jahr zuvor.

Abbildung 16:
Trend der Kohlenstoffmonoxid-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 durch den Umstieg auf verbesserte Technologien und durch den reduzierten Einsatz von Kohle für Heizzwecke erzielt werden. Durch die Optimierung von Industrieheizungen und die Restrukturierung der Stahlwerke konnte auch der Sektor Industrieproduktion im selben Zeitraum seinen CO-Ausstoß deutlich senken.

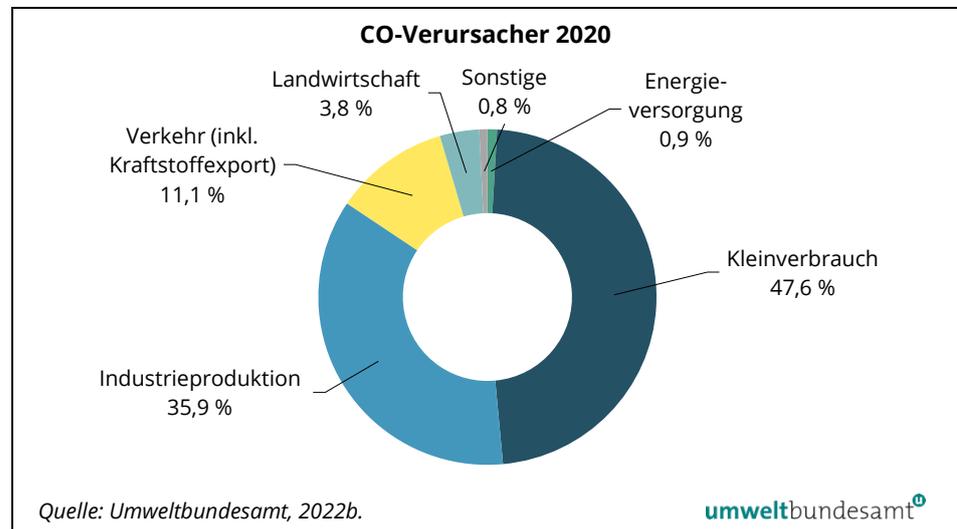
Die Emissionsschwankungen im letzten Jahrzehnt sind vorwiegend auf witterungsbedingte Unterschiede im Raumwärmebedarf und auf Schwankungen in der Eisen- und Stahlproduktion zurückzuführen. Im Jahr 2020 sanken die CO-Emissionen, vorwiegend aufgrund pandemiebedingter Rückgänge in den Sektoren Verkehr (verringertes fossiles Kraftstoffabsatz und Einbruch der Fahrleistung) und Industrieproduktion (geringere Produktion in der Eisen- und Stahlindustrie).

3.6.2 Verursacher

Hauptemittenten

Der Großteil der CO-Emissionen wurde 2020 von den Sektoren Kleinverbrauch, Industrieproduktion und Verkehr emittiert.

Abbildung 17:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den Kohlen-
stoffmonoxid-Emissionen in Österreich.



Eine detaillierte Beschreibung der CO-Verursachertrends ist bei den jeweiligen Verursachersektoren im Kapitel 7 zu finden.

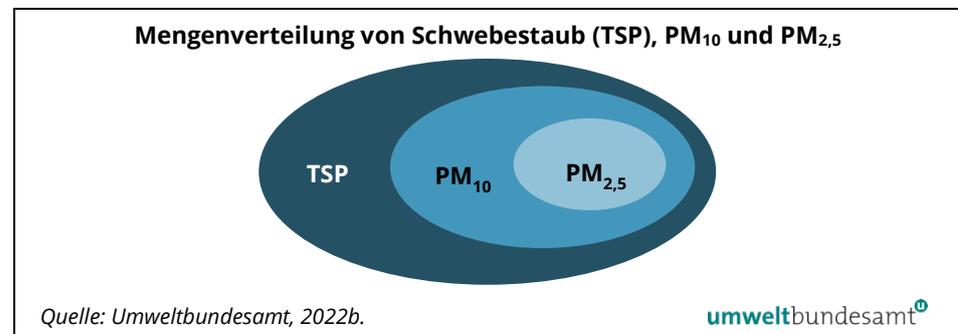
4 STAUB

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}²¹ (siehe Abbildung 18).

Abbildung 18:
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).

²¹ 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)²² 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, 2021a)²³ 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)²⁴ 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 alle vier Jahre zu aktualisieren.

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. Nach § 24 dieses Gesetzes sind für jene Luftschadstoffe, für die Immissionsgrenzwerte vorgeschrieben sind, Emissionsbilanzen zu erstellen.

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 2020 nicht überschritten. Der Grenzwert gemäß IG-L – 50 µg/m³ als Tagesmittelwert, 25 Überschreitungen sind zu-

²² Nähere Informationen zu den Einflussfaktoren der Feinstaub-Belastung sind im Bericht „Analyse der Feinstaub-Belastung 2009–2017“ zu finden (UMWELTBUNDESAMT 2018).

²³ <https://www.umweltbundesamt.at/luft-jahresberichte>

²⁴ Convention on Long Range Transboundary Air Pollution (Genfer Luftreinhaltekonvention)

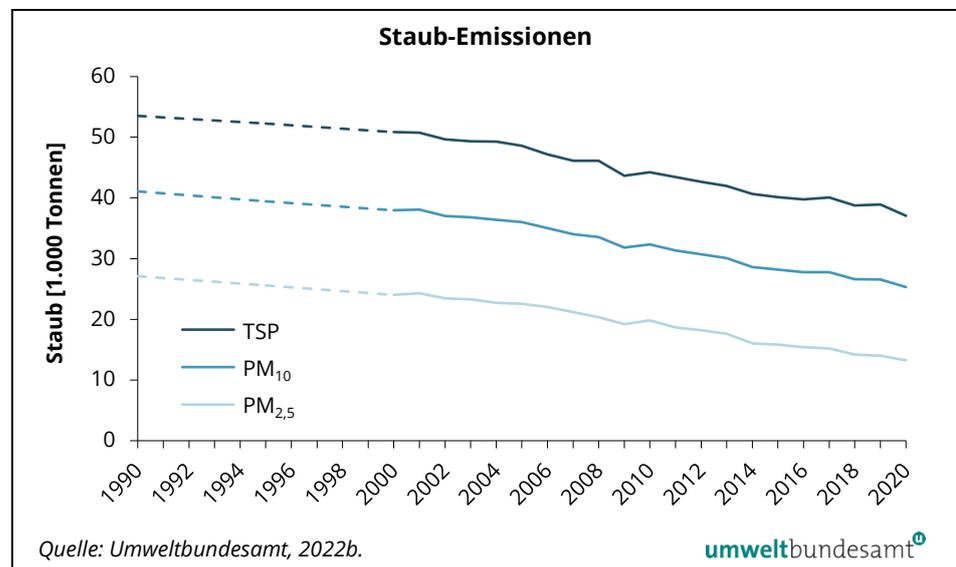
lässig – wurde 2020 ebenfalls nicht überschritten. Die meisten Überschreitungen (17 Tage) wurden an der Messstelle Graz Don Bosco registriert (Umweltbundesamt, 2022a).

4.2 Emissionstrend 1990–2020

Staub-Emissionen sind rückläufig

Der TSP-Ausstoß Österreichs konnte von 1990 bis 2020 um 31 % auf 37.100 Tonnen gesenkt werden. Für die PM₁₀-Emissionen ist im selben Zeitraum eine Reduktion von 38 % auf 25.300 Tonnen zu verzeichnen, die PM_{2,5}-Emissionen gingen um 51 % auf 13.300 Tonnen zurück.

Abbildung 19:
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 Emissionen aufgrund der leicht steigenden wirtschaftlichen Aktivitäten wieder zu.

Von 2019 auf 2020 verringerte sich der Feinstaub-Ausstoß – die TSP-Emissionen nahmen um 4,7 %, die PM₁₀-Emissionen um 4,8 % und die PM_{2,5}-Emissionen um

5,4 % ab. Dieser kurzfristige Rückgang ist hauptsächlich auf geringere Emissionen aus dem Straßenverkehr (Pkw) und aus der Industrieproduktion zurückzuführen als Folge der COVID-Pandemie.

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 20:
Anteile der Verursachensektoren an den TSP-Emissionen Österreichs.

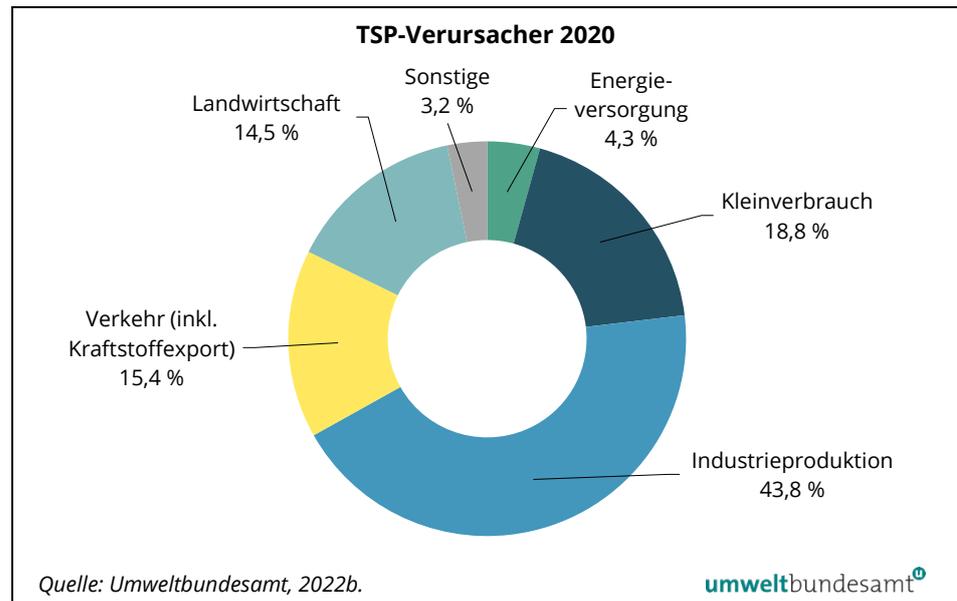


Abbildung 21:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den PM₁₀-
Emissionen Österreichs.

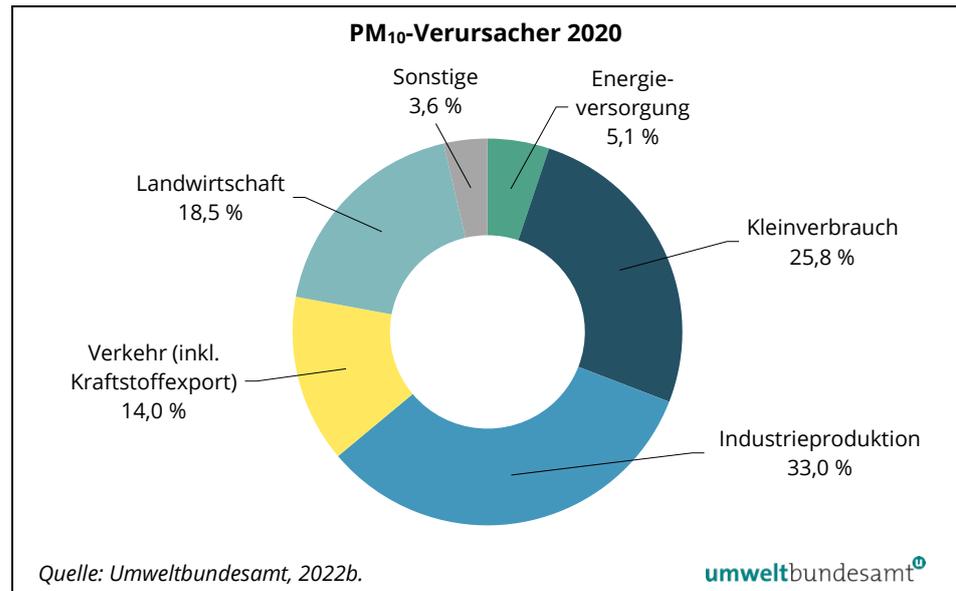
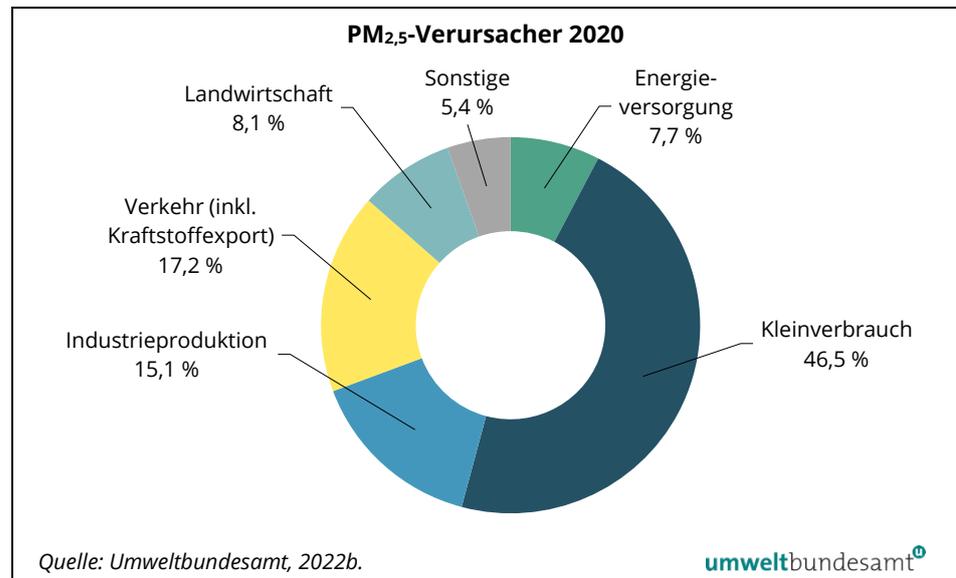


Abbildung 22:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den PM_{2,5}-
Emissionen Österreichs.



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, 2021a).²⁵

Eine detailliertere Beschreibung der PM₁₀- und PM_{2,5}-Verursachertrends ist bei den jeweiligen Verursachersektoren im Kapitel 7 zu finden.

²⁵ Siehe auch Internetseite des Umweltbundesamtes:
<https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/luft/daten-luft>

4.2.2 Ausblick bis 2030

Ab 2020 gelten auch für PM_{2,5} neue Emissionsreduktionsverpflichtungen gemäß NEC-Richtlinie und EG-L 2018.

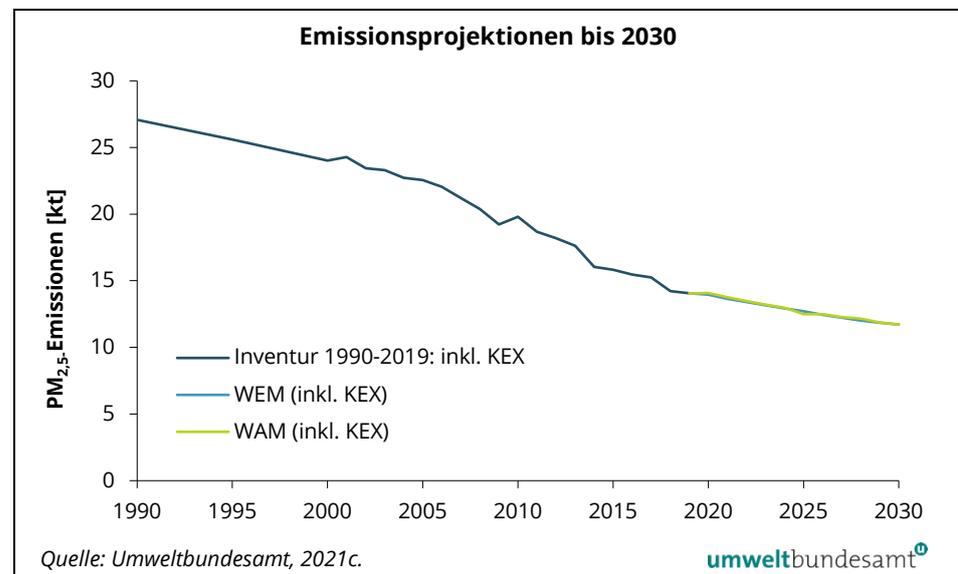
In den aktuellen Emissionsprojektionen (Umweltbundesamt, 2021c) wurden auch Szenarien für die Entwicklung der PM_{2,5}-Emissionen bis 2030 erstellt. Sowohl im Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) als auch im Szenario „mit zusätzlichen Maßnahmen“ (WAM) werden diese inklusive Kraftstoffexport bis 2030 voraussichtlich auf 11,7 Kilotonnen sinken (-48,0 % gegenüber 2005). Ohne Kraftstoffexport werden sie voraussichtlich auf 11,6 Kilotonnen sinken (-4,6 % 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 des Sektors 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 ein leichter Rückgang der PM_{2,5}-Emissionen bis 2030 im Allgemeinen auf einen Rückgang der Biomassenutzung zur Strom- und Wärmeerzeugung zurückzuführen.

Abbildung 23:
Emissionsprojektionen
für PM_{2,5}-Emissionen bis
2030.



Anmerkung: Nachdem der Kraftstoffexport (KEX) bei den PM_{2,5}-Emissionen keine bedeutende Rolle spielt, wurde in der Abbildung zur besseren Lesbarkeit auf dessen Darstellung verzichtet.

Die nationalen Projektionen werden derzeit auf Basis neuer Studien und Informationen für die NEC-Emissionsberichtspflicht am 15. März 2023 überarbeitet.

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 UNECE²⁶-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) 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“²⁷ 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)²⁸ umgesetzt. Die Durchführung dieser Verordnung in Österreich erfolgte durch das österreichische Bundesgesetz über den Schutz des Menschen und der Umwelt vor

²⁶ Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (United Nations Economic Commission for Europe)

²⁷ <http://www.mercuryconvention.org/>

²⁸ <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 137 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.

Implementierung der Konvention

Es sind mittlerweile zahlreiche Formulare und Leitlinien zur Implementierung der Konvention erhältlich.²⁹ 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 (Grenzwertverordnung 2007, BGBl. II

²⁹ <http://www.mercuryconvention.org/Implementationsupport/Formsandguidance/tabid/5527/language/en-US/Default.aspx>

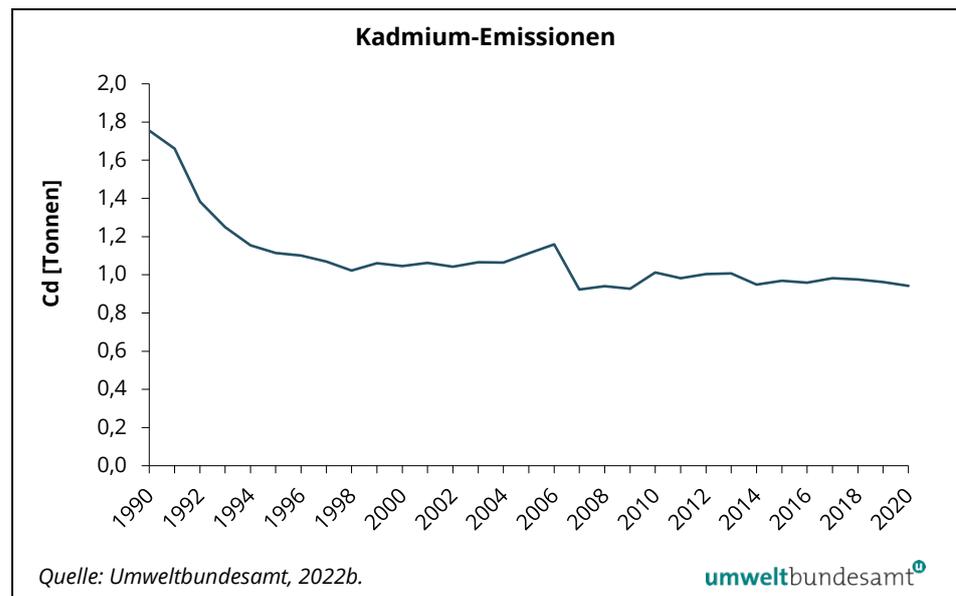
Nr. 243/2007; Anhang III). Für den Menschen ist neben dem Tabakrauchen die Nahrung der bedeutendste Aufnahmepfad.

5.2.1 Emissionstrend 1990–2020

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

Im Zeitraum von 1990 bis 2020 konnte der Kadmium-Ausstoß um 46 % auf 0,9 Tonnen gesenkt werden. Von 2019 auf 2020 verringerten sich die Cd-Emissionen um 2,1 %.

Abbildung 24:
Trend der österreichischen Kadmium-Emissionen.



**trendbestimmende
Faktoren**

Bis Ende der 90er 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.

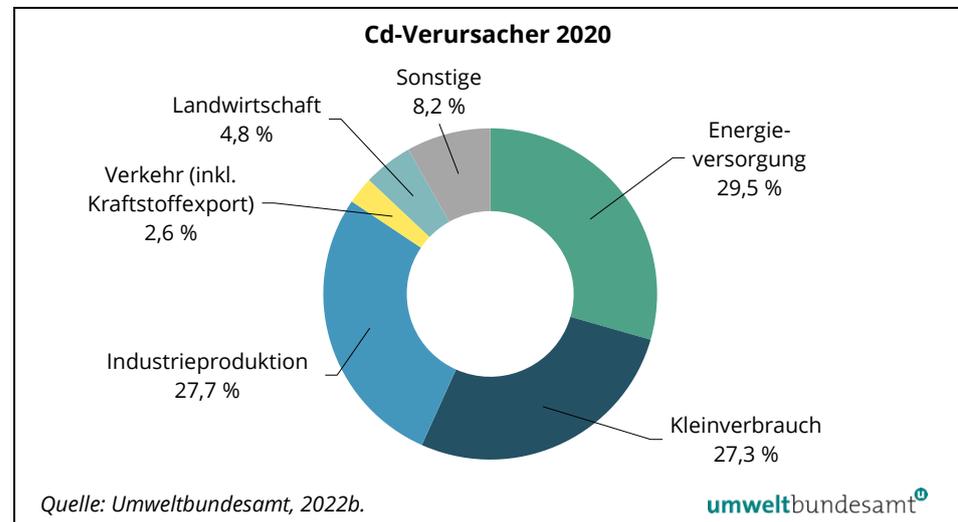
Im Zeitraum von 2019 bis 2020 nahm der Cd-Ausstoß um 2,1 % ab. Hierfür verantwortlich waren vorwiegend die geringere Produktion bzw. Aktivität in der Papier- und Holzverarbeitenden Industrie, bedingt durch die COVID-19-Pandemie.

5.2.2 Verursacher

Hauptemittenten

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

Abbildung 25:
Anteile der Verursachensektoren an den Kadmium-Emissionen Österreichs.



Eine detaillierte Beschreibung der Cd-Verursachertrends ist bei den jeweiligen Verursachern 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.

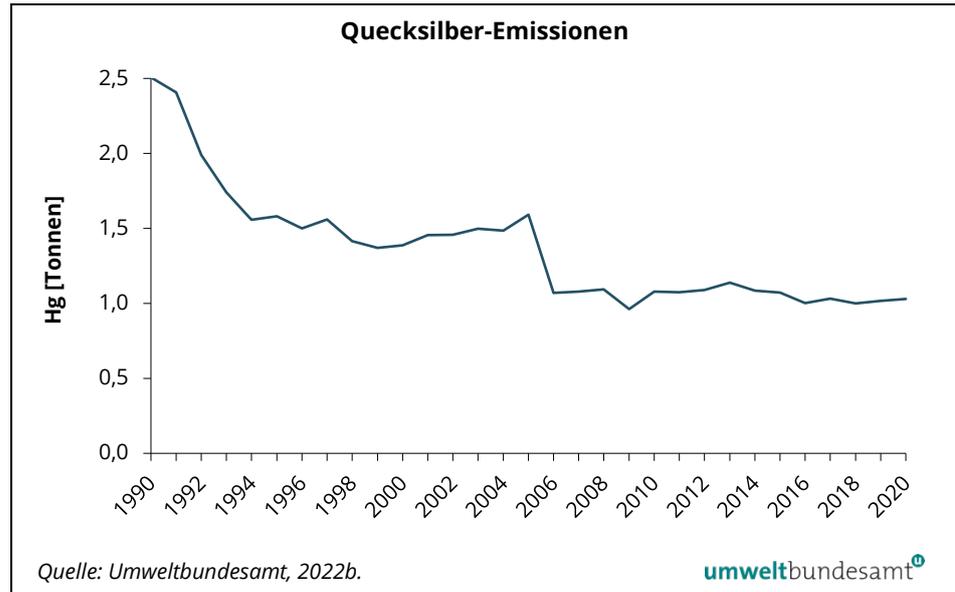
Die Dämpfe des Metalls sind gesundheitsschädlich, bei lang andauernder Einwirkung kann es zu irreversiblen und somit chronischen Schäden kommen. Entscheidender sind aber der weiträumige Transport und die Anreicherung in der Nahrungskette.

5.3.1 Emissionstrend 1990–2020

Zunahme um 1,4 % gegenüber Vorjahr

Von 1990 bis 2020 kam es zu einem Rückgang der Hg-Emissionen von insgesamt 59 % auf rund 1,0 Tonnen. Im Jahr 2020 wurde um 1,4 % mehr Quecksilber emittiert als im Jahr zuvor.

Abbildung 26:
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.

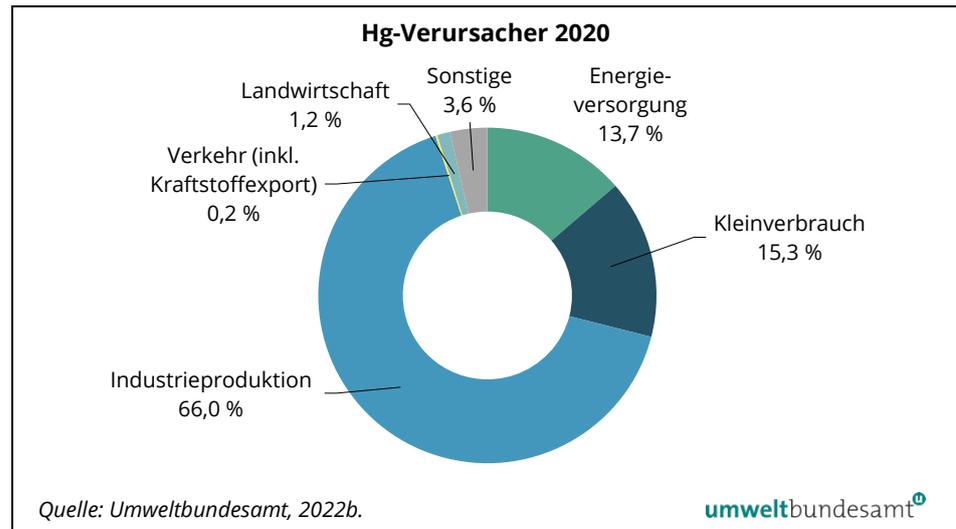
Zwischen 2005 und 2006 kam es zu einer signifikanten Emissionsreduktion, zurückzuführen auf die Inbetriebnahme einer Hg-Abscheidung in der Eisen- und Stahlproduktion. Die Emissionsmenge bewegt sich seitdem annähernd auf diesem Niveau. Durch den Einbruch der industriellen Produktion als Folge der Wirtschaftskrise 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 Biomasseeinsatz bei Kraftwerken). Der vorübergehende Rückgang der Hg-Emissionen 2017 auf 2018 war die Folge von wartungsbedingten Produktionsrückgängen in der Eisen- und Stahlindustrie.

5.3.2 Verursacher

Hauptemittenten

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

Abbildung 27:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den Queck-
silber-Emissionen
Österreichs.



Eine detaillierte Beschreibung der Hg-Verursachertrends ist bei den jeweiligen Verursachern 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.

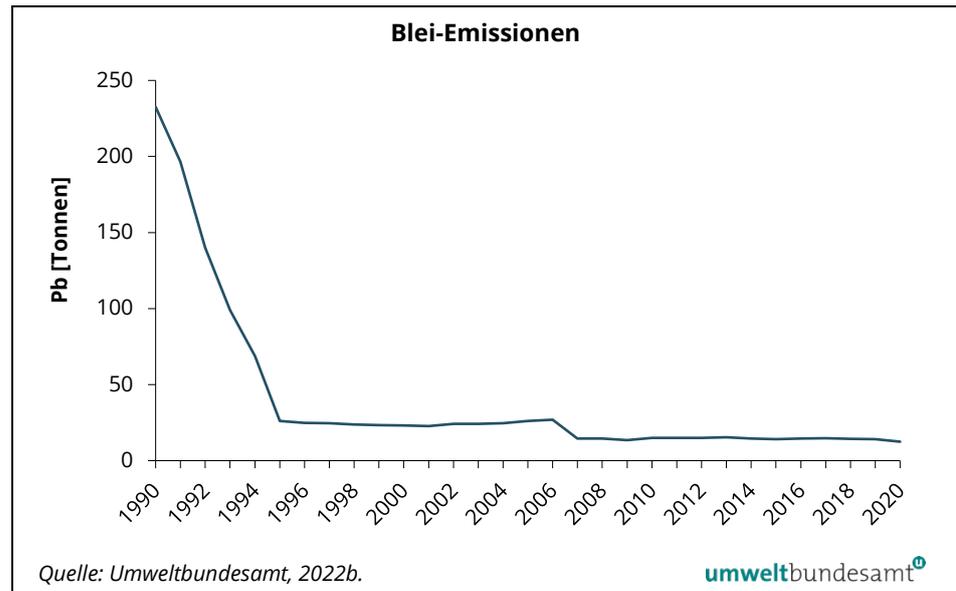
Durch die Bleibelastung von Luft, Wasser und Boden gelangt das Metall in die Nahrungskette des Menschen. Es reichert sich im Blut, in den Knochen und im Weichteilgewebe an und kann Nieren, Leber, Nervensystem und andere Organe schädigen.

5.4.1 Emissionstrend 1990–2020

Abnahme um 11 % gegenüber Vorjahr

Im Zeitraum von 1990 bis 2020 gingen die Blei-Emissionen um 95 % auf 12,5 Tonnen zurück. Im Jahr 2020 wurde um 11 % weniger Blei emittiert als im Jahr zuvor.

Abbildung 28:
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 2020 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 2019 bis 2020 sank der Pb-Ausstoß um 11 %. Hierfür verantwortlich waren vorwiegend die Emissionen aus dem Straßenverkehr und aus Feuerwerken, die pandemiebedingt stark zurück gegangen sind.

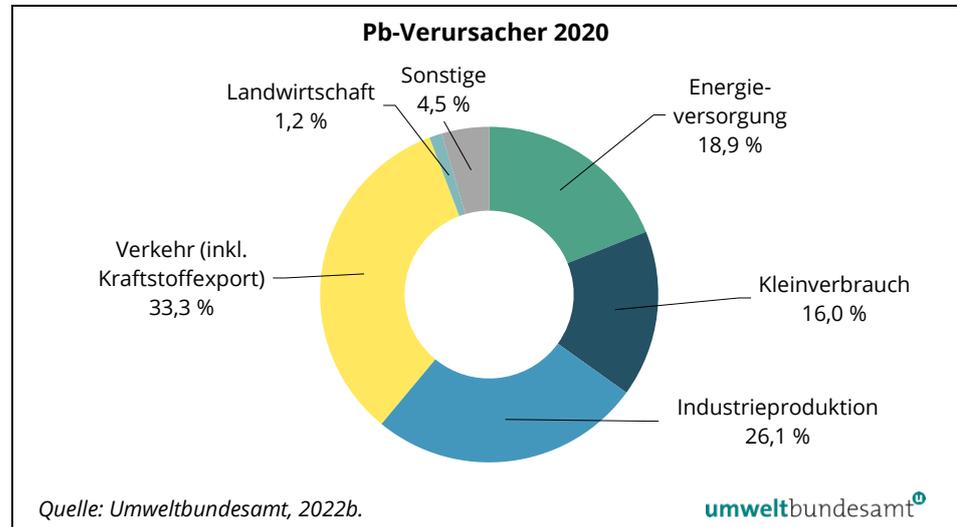
5.4.2 Verursacher

Hauptemittenten

Der Sektor Verkehr ist für ein Drittel der österreichischen Blei-Emissionen verantwortlich. Weitere bedeutende Verursacher sind die Sektoren Industrieproduktion, Energieversorgung und Kleinverbrauch. Anzumerken ist, dass erst seit der Vorjahresinventur die Pb-Emissionen aus Reifen- und Bremsabrieb für die ganze Zeitreihe berechnet werden. Dies führte national zu erheblichen Mehr-

emissionen im Sektor Verkehr und zu einem höheren Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen. Außerdem wurden Messwerte für Pb-Emissionen der Eisen-Stahlproduktion in die Inventur eingearbeitet, wodurch der Anteil der Industrieproduktion an den gesamten Blei-Emissionen im Vergleich zur Vorjahresinventur gesunken ist.

Abbildung 29:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den Blei-
Emissionen Österreichs.



Eine detaillierte Beschreibung der Pb-Verursachertrends ist bei den jeweiligen Verursachern im Kapitel 7 zu finden.

6 PERSISTENTE ORGANISCHE SCHADSTOFFE

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

Auf Basis des UNECE-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung trat im Jahr 2003 das Aarhus-Protokoll über POP (POP-Protokoll; LRTAP-Konvention) in Kraft. Es hat die Begrenzung, Verringerung oder völlige Verhinderung der Ableitung, Emission und unbeabsichtigten Freisetzung bestimmter Persistenter Organischer Schadstoffe 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), Hexachlorbenzol (HCB) und polychlorierte Biphenyle (PCB) sieht das Protokoll eine Emissionsreduktion vor. Das Aarhus-Protokoll wurde 2009 novelliert, um die Aufnahme neuer Stoffe zu ermöglichen.

Stockholmer Übereinkommen

Mit der POP-Konvention des UN-Umweltprogramms (UNEP)³⁰ – auch bekannt als Stockholmer Übereinkommen – wurde ein Prozess in Gang gesetzt, der die weltweite Beseitigung von besonders gefährlichen Dauergiften zum Ziel hat. Es 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 Übereinkommens zu aktualisieren. Insgesamt gab es bereits neun Vertragsstaatenkonferenzen, auf denen die Aufnahmen weiterer POP in die Verbotliste beschlossen wurden. Es handelt sich dabei u. a. um Stoffe, die als Flammenschutzmittel und Pestizide eingesetzt wurden, sowie um Substanzen, die in Verpackungsmaterialien, Textilien, Reinigungsmitteln etc. zum Einsatz kamen.

³⁰ <http://www.pops.int>

In der zehnten Vertragsstaatenkonferenz, die im Juli 2021 und Juni 2022 stattfand, wurden zusätzlich zu den bereits gelisteten Stoffen weitere Chemikalien aufgenommen.³¹

POP-Verordnung der EU

Die 2004 in Kraft getretene und 2019 neugefasste Verordnung über Persistente Organische Schadstoffe (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. Die POP-Verordnung verbietet einerseits die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von gezielt hergestellten POP-Substanzen, gelistet im Aarhus Protokoll und dem Stockholmer Übereinkommen. Andererseits sind die Mitgliedstaaten verpflichtet, umfassende Verzeichnisse über die Freisetzung von POPs 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 POPs veröffentlicht³². 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, 2017b).

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 Tabakteer 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 als Summe der folgenden vier Leitsubstanzen erfasst (Σ PAK4): Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene und Indeno(1,2,3-cd)pyren.

³¹ Siehe <http://www.pops.int/TheConvention/ThePOPs/AllPOPs/tabid/2509/Default.aspx>

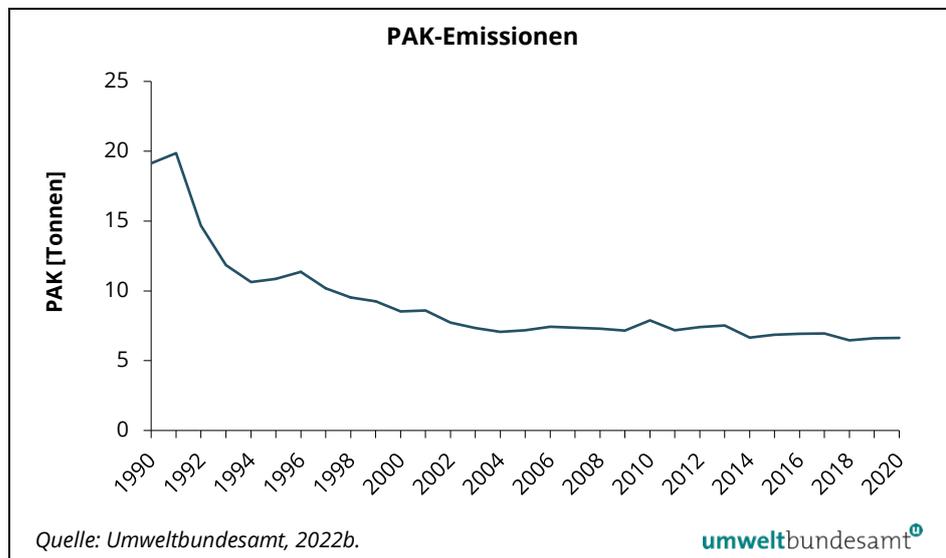
³² Siehe Stockholm Convention National Implementation Plans (NIPs) <http://chm.pops.int/implementation/NationalImplementationPlans/NIPTransmission/tabid/253/default.aspx>

6.2.1 Emissionstrend 1990–2020

**Zunahme um 0,4 %
gegenüber Vorjahr**

Der österreichische PAK-Ausstoß konnte von 1990 bis 2020 um insgesamt 65 % auf 6,6 Tonnen gesenkt werden. Von 2019 auf 2020 kam es zu einem leichten Anstieg von 0,4 %.

Abbildung 30:
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.

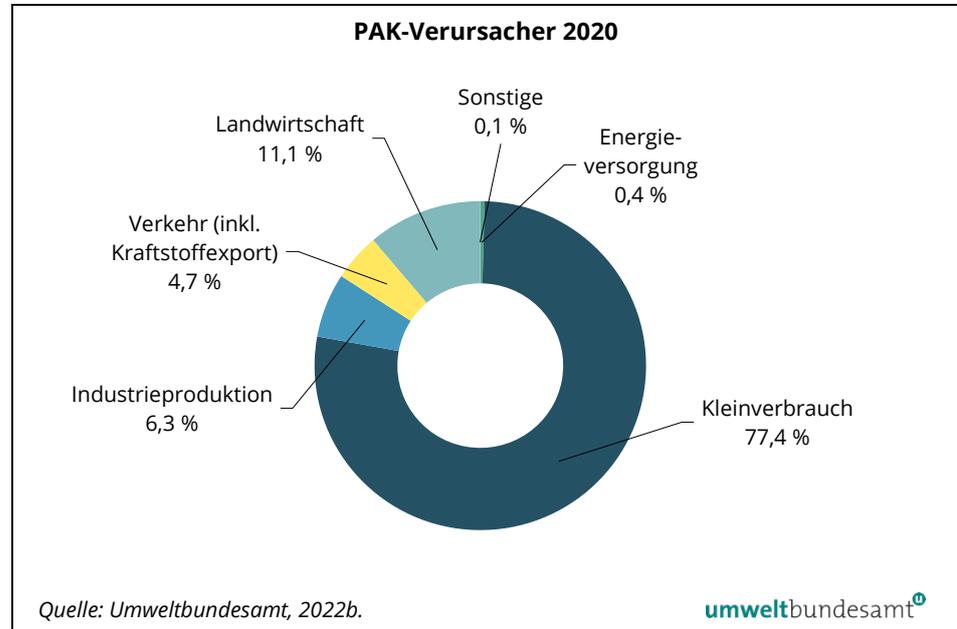
Seit 2002 bleibt der Trend der PAK-Emissionen auf relativ konstantem Niveau, zeigt aber immer wieder geringfügige Schwankungen nach oben und unten. Im Vergleich zu 2019 sind die Emissionen im Jahr 2020 um 0,4 % geringfügig höher. Hierzu trug der Kleinverbrauch wesentlich bei, bedingt durch die kühlere 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 31:
Anteile der Verursachertoren an den PAK-Emissionen in Österreich.



Eine detaillierte Beschreibung der PAK-Verursachertrends ist bei den jeweiligen Verursachern im Kapitel 7 zu finden.

6.3 Dioxine und Furane

Zur Gruppe der Dioxine und Furane gehören 75 polychlorierte Dibenzop-dioxine (PCDD) und 135 polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) mit ähnlichen Eigenschaften (Kongeneren). 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-Aluminiumherzeugung, bei der Gewinnung und Produktion von Eisen und Stahl sowie in jenen Branchen, die Holz und Holzreststoffe thermisch verwerten, verursacht.

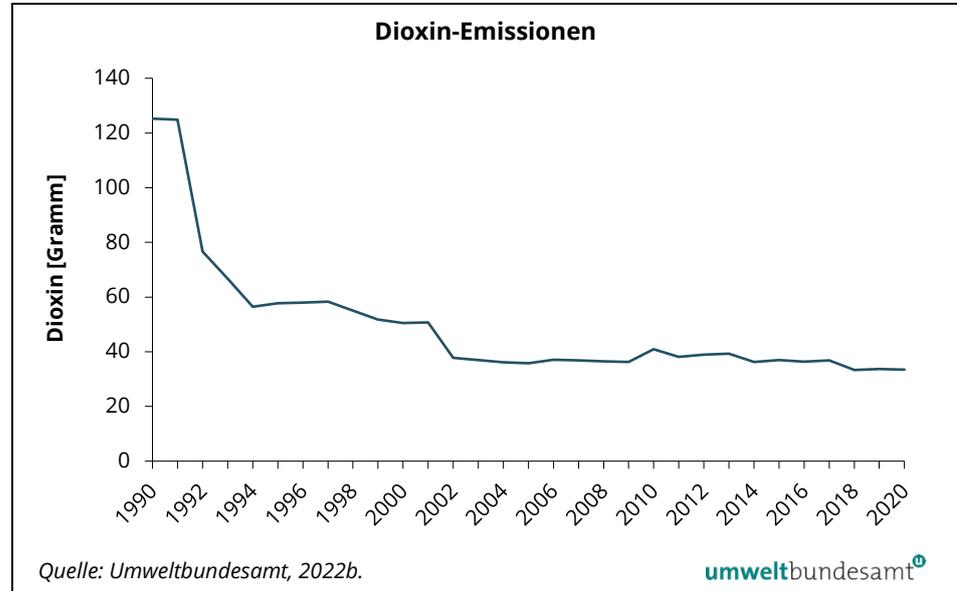
Auch natürliche Prozesse, wie z. B. durch Blitzschlag verursachte Waldbrände, Steppenbrände oder Vulkanausbrüche, können zur Bildung von Dioxinen führen.

6.3.1 Emissionstrend 1990–2020

**Abnahme um 1,0 %
gegenüber Vorjahr**

Von 1990 bis 2020 kam es in Österreich zu einem Rückgang der Dioxin-Emissionen um insgesamt 73 %. Im Jahr 2020 wurden rund 33 Gramm Dioxin emittiert, der Ausstoß hat im Vergleich zum Vorjahr um 1,0 % abgenommen.

Abbildung 32:
Trend der
Dioxin-Emissionen.



**trendbestimmende
Faktoren**

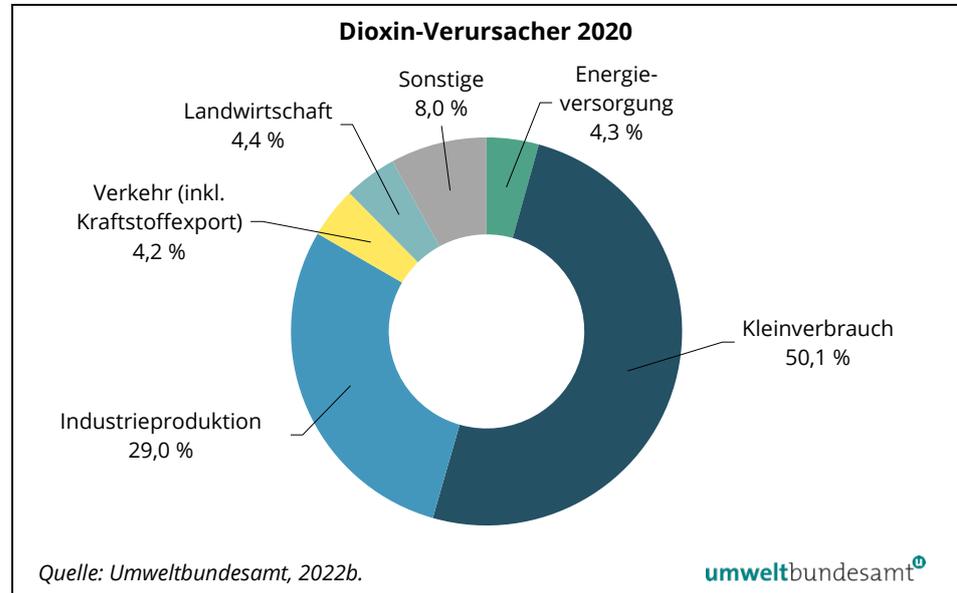
Durch umfangreiche Maßnahmen zur Emissionsminderung in der Industrieproduktion und bei Abfallverbrennungsanlagen konnten bis zum Jahr 1994 sehr große Emissionsreduktionen erzielt werden. Von 2001 auf 2002 kam es v. a. in der Eisen- und Stahlindustrie zu einem weiteren großen Emissionsrückgang, bedingt 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 2019 auf 2020 sank der Ausstoß um insgesamt 1,0 %, maßgeblich bedingt durch verringerte Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion und dem Straßenverkehr. Auch im Kleinverbrauch kam es durch verbesserte Verbrennungstechnologie zu einer Abnahme in diesem Zeitraum.

6.3.2 Verursacher

Hauptemittenten

Der Sektor Kleinverbrauch war 2020 für rund die Hälfte der gesamten Dioxin-Emissionen Österreichs verantwortlich, gefolgt von der Industrieproduktion.

Abbildung 33:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den Dioxin-
Emissionen in Öster-
reich.



Eine detaillierte Beschreibung der Dioxin-Verursachertrends ist bei den jeweiligen Verursachern 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 Kohleeinsatz und modernisierte Holzheizungen für einen fallenden Emissionstrend verantwortlich sind. Jedoch

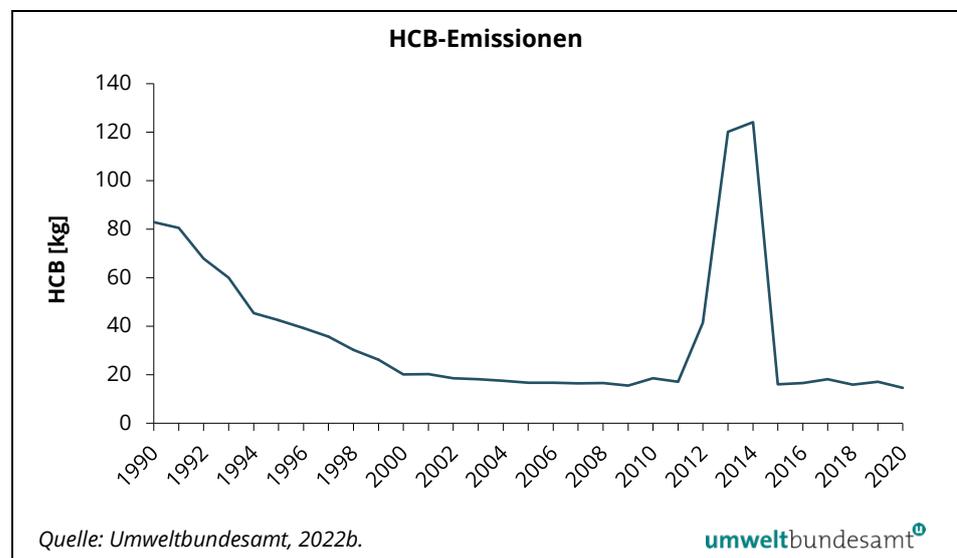
entstehen bei der verbotenen Mitverbrennung von häuslichen Abfällen oder behandeltem Holz (Baurestholz) in händisch beschickten Einzelöfen und Festbrennstoff-Kesseln (z. B. in sogenannten „Allesbrennern“) HCB-Emissionen. Die zweitgrößte Emissionsquelle war 2020 die Eisen- und Stahlindustrie, gefolgt von der Aluminiumherstellung.

6.4.1 Emissionstrend 1990–2020

**Abnahme um 15 %
gegenüber Vorjahr**

Die HCB-Emissionen Österreichs konnten von 1990 bis 2020 um insgesamt 82 % auf rund 15 Kilogramm gesenkt werden. Von 2019 auf 2020 nahm der Ausstoß um 15 % ab.

Abbildung 34:
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 86 % und aus der Industrieproduktion um 48 % 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

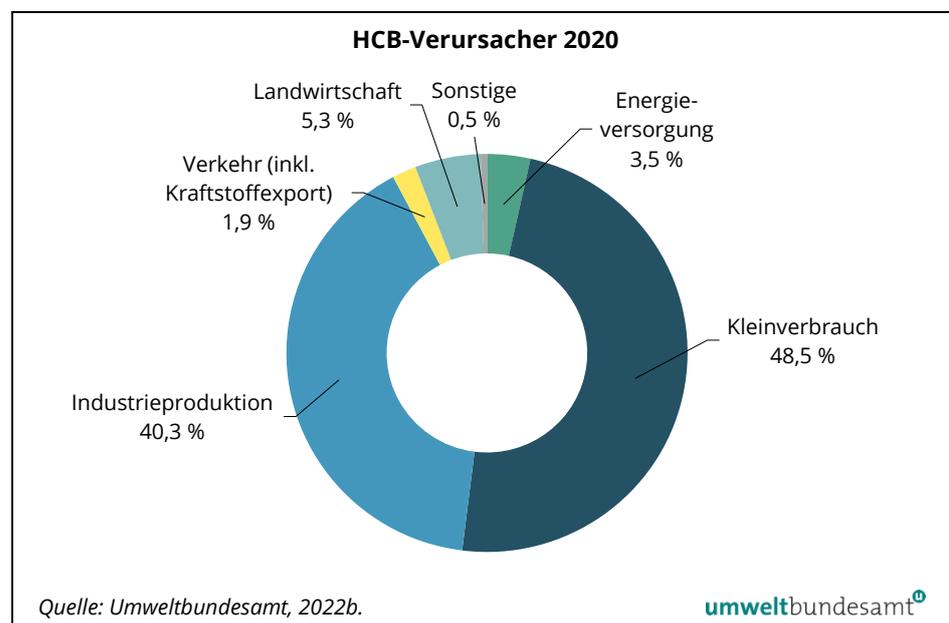
die verringerten Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion zurückzuführen. Von 2019 auf 2020 nahm der HCB-Ausstoß um 15 % ab. Die Gründe hierfür waren der reduzierte Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft, in denen HCB als Verunreinigung enthalten ist, sowie pandemiebedingte Reduktionen in der Eisen- und Stahlproduktion.

6.4.2 Verursacher

Hauptemittent

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

Abbildung 35:
Anteile der Verursachers
sektoren an den HCB-
Emissionen in Öster-
reich.



Eine detaillierte Beschreibung der HCB-Verursachertrends ist bei den jeweiligen Verursachern 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.

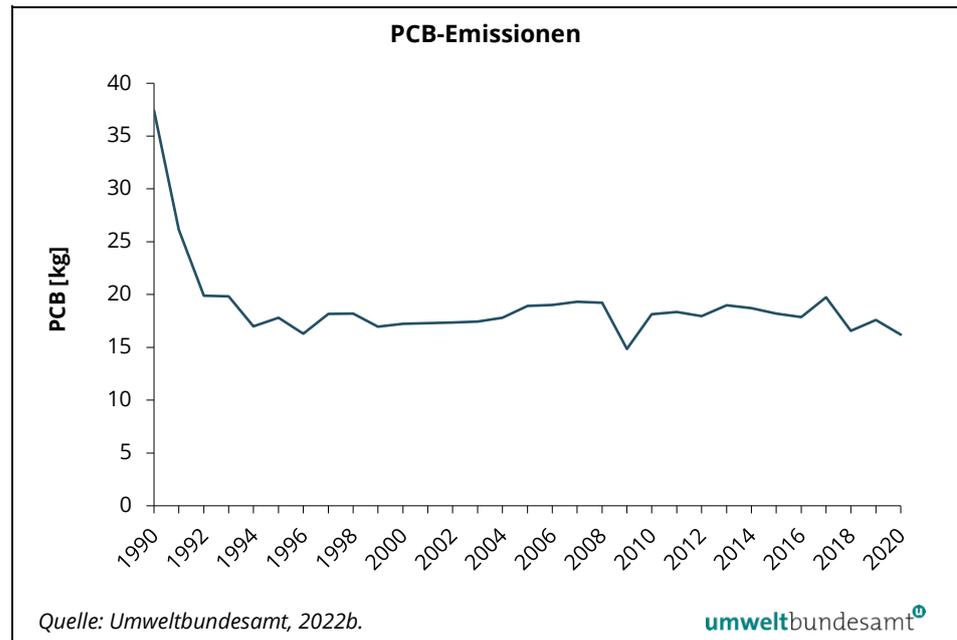
PCB sind mittlerweile in der EU verboten, werden aber noch immer als unbeabsichtigtes Nebenprodukt bei industriellen Prozessen und Verbrennungsvorgängen freigesetzt. Eine signifikante Verminderung der Belastung der Umwelt ist aufgrund der Langlebigkeit dieser Stoffe in der Umwelt nicht zu erkennen.

6.5.1 Emissionstrend 1990–2020

**Abnahme um 7,8%
gegenüber Vorjahr**

Für den Zeitraum 1990–2020 ist in Österreich insgesamt eine Abnahme der PCB-Emissionen um 57 % auf rund 16 Kilogramm zu verzeichnen. Von 2019 auf 2020 sank der Ausstoß um 7,8 %.

Abbildung 36:
Trend der PCB-
Emissionen.



**trendbestimmende
Faktoren**

Der Sektor Industrieproduktion (überwiegend die Metallproduktion) emittierte im Jahr 2020 99 % 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 Primär-

Bleiproduktion auf Sekundärblei umgestellt (1993 abgeschlossen). Der Emissionsrückgang von 2008 auf 2009 ist der Wirtschaftskrise zuzuschreiben. Danach stiegen die PCB-Emissionen durch den industriellen Aufschwung wieder auf das vorherige Niveau.

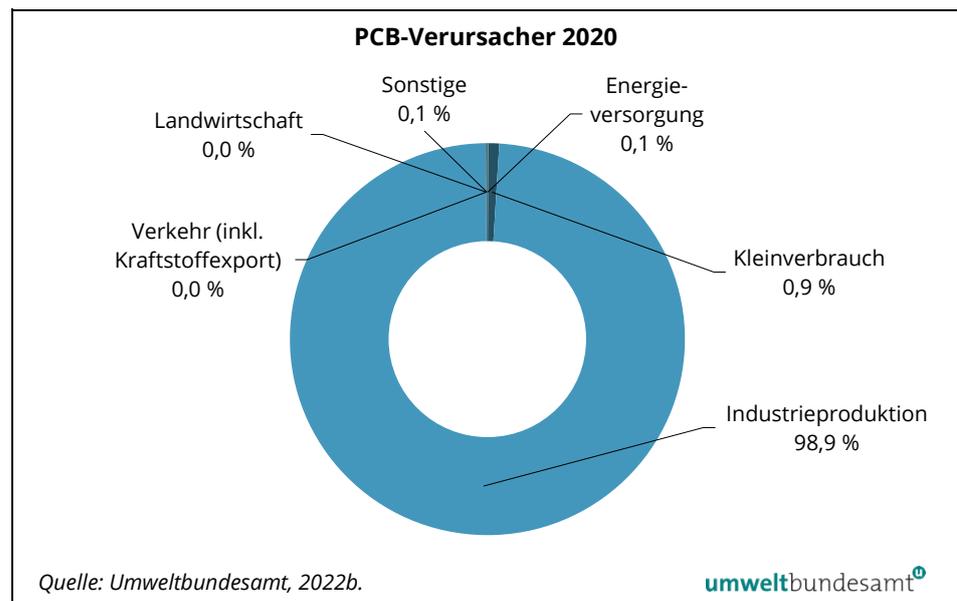
Die Emissionszunahmen 2017 und 2019 sowie der Rückgang 2018 sind auf veränderte Emissionsmengen aus der Eisen- und Stahlproduktion zurückzuführen. Die Abnahme im Jahr 2020 ist ebenso auf die Eisen- und Stahlproduktion zurückzuführen, wo es durch die COVID-Pandemie zu Produktionsrückgängen kam.

Der PCB-Ausstoß aus dem Sektor Kleinverbrauch konnte seit 1990 durch die rückläufige Verwendung von Kohle und schwerem Heizöl um 97 % gesenkt werden. Im Jahr 2020 entfielen nur noch 0,9 % der PCB-Emissionen auf diesen Sektor.

6.5.2 Verursacher

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

Abbildung 37:
Anteile der Verursachensektoren an den PCB-Emissionen in Österreich.



Eine Beschreibung des PCB-Trends der Industrieproduktion ist im Kapitel 7.3 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 2020 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 2022 (Umweltbundesamt, 2022c) 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 2020 zu 68 % in Wasserkraftwerken und zu 14 % aus Windkraft (Statistik Austria, 2021a). 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

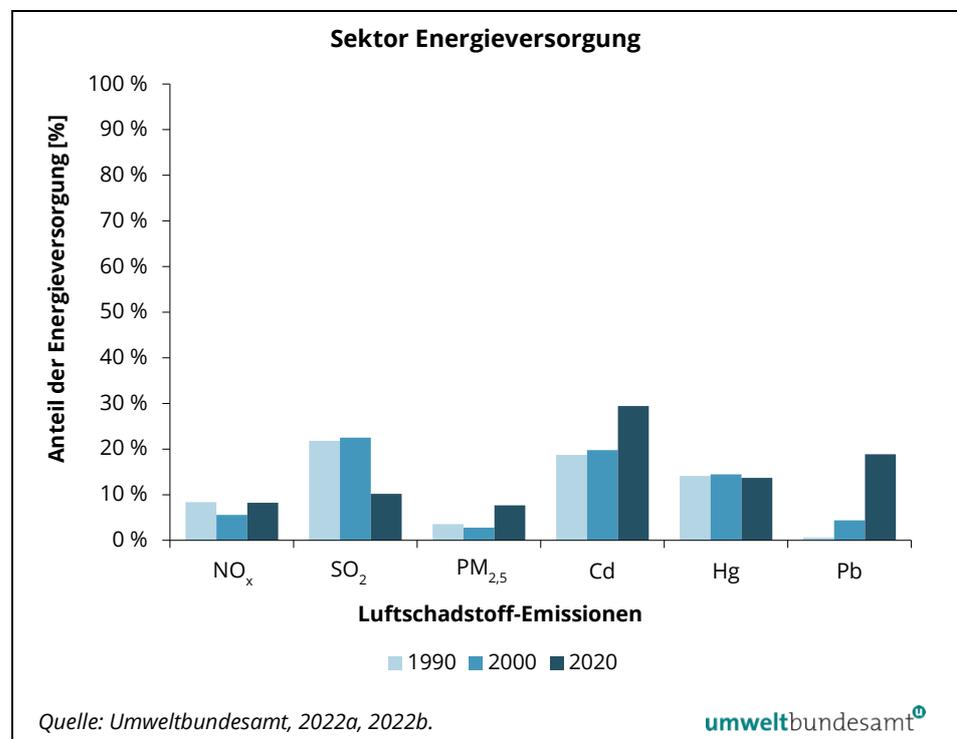
Von 1990 bis 2020 ist der Stromverbrauch in Österreich um 46 % gestiegen, er belief sich im Jahr 2020 auf rund 71 Terawattstunden (TWh). Im Zeitraum 2011–2014 war die Produktion aus kalorischen Kohle- und Gaskraftwerken stark rückläufig. Im Jahr 2020 hat die Erzeugung aus Wasserkraft um 3,1 % zugenommen und die Erzeugung aus Windkraft um 8,8 % abgenommen. Die Erzeugung aus Gaskraftwerken hat um 14 % und die Erzeugung aus Kohlekraftwerken um 71 %

abgenommen. Die Gesamtstromproduktion des Jahres 2020 war damit um insgesamt 1,5 TWh niedriger als im Vorjahr. Die Nettoimporte sind um 0,9 TWh auf 2,2 TWh gesunken, was etwa 3 % des Inlandsstromverbrauchs entsprach (Statistik Austria, 2021a). Vor der Liberalisierung des Strommarktes im Jahr 2001 war Österreich noch Strom-Nettoexporteur.

7.1.1 Hauptschadstoffe

Emissionsanteile Im Jahr 2020 verursachte der Sektor Energieversorgung 8,2 % der NO_x-, 10 % der SO₂-, 7,7 % der PM_{2,5}-, 29 % der Cd-, 14 % der Hg- und 19 % der Pb-Emissionen Österreichs.³³

Abbildung 38:
Anteil des Sektors Energieversorgung an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.



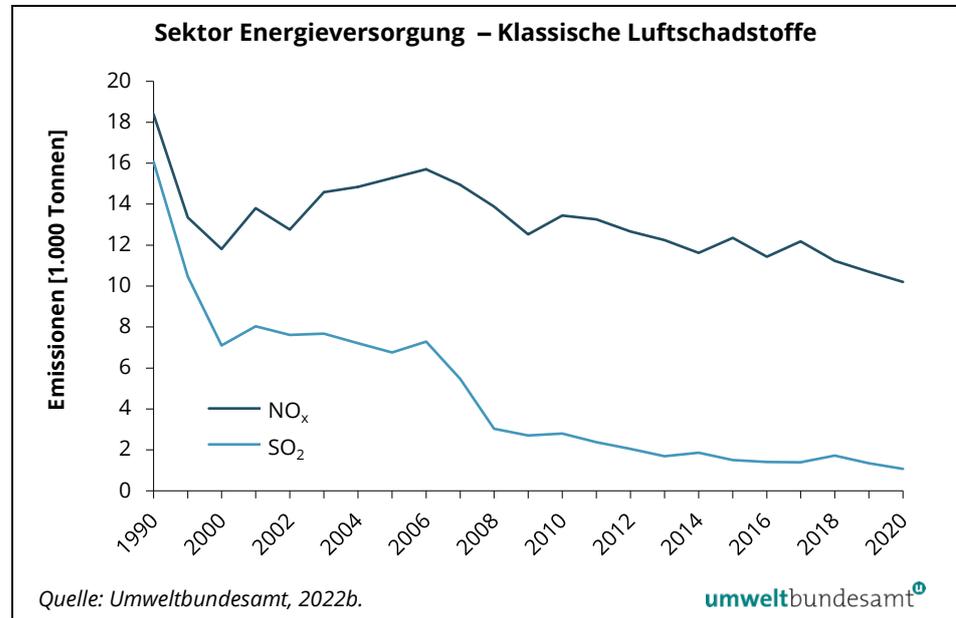
Emissionsquellen Der Großteil der NO_x-, SO₂-, Hg- und Pb-Emissionen der Energieversorgung wird von kalorischen Kraftwerken verursacht. Für die Cd-Emissionen dieses Sektors sind vorwiegend die Erdölraffination sowie Biomasseanlagen verantwortlich. Die Feinstaub-Emissionen (PM_{2,5}) werden hauptsächlich von einer Vielzahl kleinerer Biomasseanlagen, die ohne entsprechende Filter ausgestattet sind, emittiert.

³³ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Energieversorgung angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2020 zumindest 5 % beträgt.

7.1.1.1 Klassische Luftschadstoffe

Die klassischen Luftschadstoff-Emissionen NO_x und SO_2 der Energieversorgung konnten von 1990 bis 2020 deutlich gesenkt werden.

Abbildung 39:
Trend der NO_x - und SO_2 -
Emissionen des Sektors
Energieversorgung.



NO_x -Emissionen

trendbestimmende Faktoren

Von 1990 bis 2020 konnte der NO_x -Ausstoß aus dem Sektor Energieversorgung um 45 % reduziert werden, wobei insbesondere bis zum Ende der 90er 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 Gas-einsatz 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 Gaskraftwerken

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.

**Abnahme um 4,6 %
gegenüber Vorjahr**

Von 2019 auf 2020 nahm die NO_x-Emissionsmenge, hauptsächlich auf Grund der Stilllegung der letzten verbliebenen Kohlekraftwerke, um 4,6 % ab.

Rund 46 % der NO_x-Emissionen des Sektors Energieversorgung wurden im Jahr 2020 durch kleine Biomasse-Nahwärme- und KWK-Anlagen verursacht.

SO₂-Emissionen

**trendbestimmende
Faktoren**

Von 1990 bis 2020 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 (und seines Vorläufers, dem Dampfkesselmissionsgesetz) 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. Die Hauptursache für die Emissionsreduktion 2016 war die Teilabschaltung eines großen Kohlekraftwerks. 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.

**Abnahme um 20 %
gegenüber Vorjahr**

Von 2019 auf 2020 kam es zu einer Abnahme der SO₂-Emissionen von insgesamt 20 %, hauptsächlich aufgrund der Stilllegung der letzten verbliebenen Kohlekraftwerke sowie eines Rückgangs bei der Erdölraffinerie.

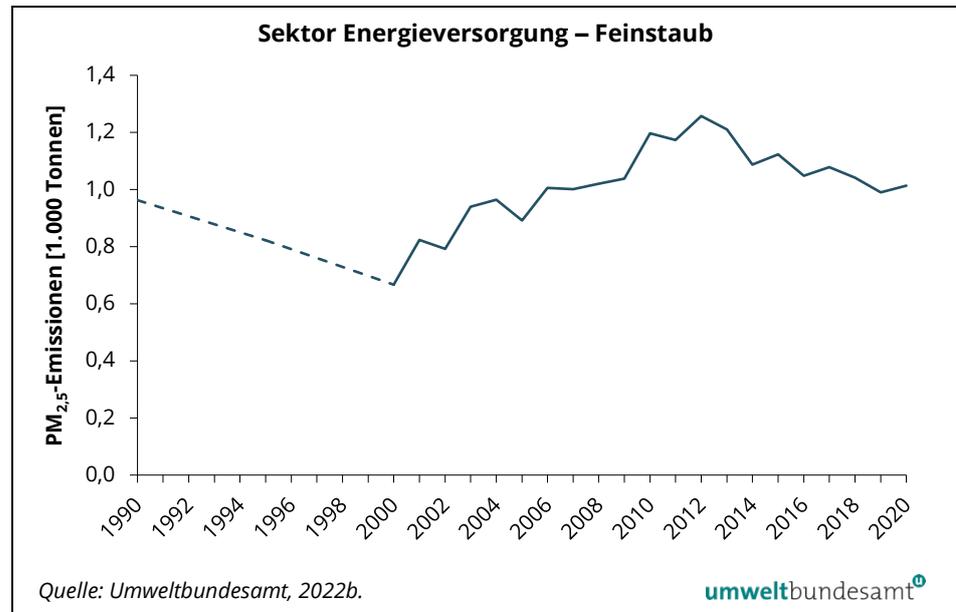
7.1.1.2 Feinstaub

Im Sektor Energieversorgung verursachen die Strom- und Fernwärmekraftwerke einen Großteil der Feinstaub-Emissionen. Rund 80 % der gesamten PM_{2,5}-Emissionen des Jahres 2020 stammten aus kleinen Biomasse-Nahwärme- und KWK-Anlagen mit einem Anteil von 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 Holz Kohleherstellung (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 40:
Trend der PM_{2,5}-
Emissionen des Sektors
Energieversorgung.³⁴



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

Von 1990 bis 2020 hat der PM_{2,5}-Ausstoß der Energieversorgung um insgesamt 5,3 % 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 2019 auf 2020 haben die PM_{2,5}-Emissionen der Energieversorgung aufgrund der höheren Fernwärmeerzeugung aus Biomasse-Heizwerken um 2,4 % zugenommen.

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

7.1.1.3 Schwermetalle

Kadmium-Emissionen

**Abnahme gegenüber
1990**

Die Kadmium-Emissionen aus dem Sektor Energieversorgung nahmen von 1990 bis 2020 um 15 % ab. Von 2019 auf 2020 kam es zu einem Anstieg der Kadmium-Emissionen um 0,9 %. Hauptverantwortlich für den Emissionsanstieg ist die Zunahme der Fernwärmeerzeugung aus Biomasse.

³⁴ Aufgrund des geringen Anteils der PM₁₀-Emissionen des Sektors an den Gesamtemissionen wird auf eine Darstellung verzichtet.

Der Grund für den Anstieg der Cd-Anteile der Energieversorgung an den Gesamtemissionen von Cd (siehe Abbildung) 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 60 % reduziert werden. Trendbestimmend für die letzten Jahre waren der sukzessive Rückgang des Kohleeinsatzes bei Kraftwerken sowie der gestiegene Biomasse-Einsatz für die Fernwärmeerzeugung. Von 2019 auf 2020 nahm der Quecksilber-Ausstoß durch die Stilllegung von Kohlekraftwerken um 8,1 % ab.

Blei-Emissionen

**Anstieg
gegenüber 1990**

Bei den Blei-Emissionen aus dem Sektor Energieversorgung ist von 1990 bis 2020 ein Anstieg von 63 % zu verzeichnen, bedingt durch den steigenden Einsatz von Holz und Holzabfällen in kleineren Heizwerken. Von 2019 auf 2020 nahm der Blei-Ausstoß durch die Zunahme der Fernwärmeerzeugung aus Biomasse um 3,0 % zu.

7.1.2 Ausblick 2030

Das derzeitige Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) der vorliegenden Emissionsprojektionen (Umweltbundesamt, 2021c) für die Energieindustrie im Jahr 2030 geht von einer Stilllegung sämtlicher Kohle- und Ölkraftwerke bis 2025 sowie von einem stetigen Rückgang bei der Stromproduktion aus Erdgas bis 2030 aus. Damit verbunden wäre ein Rückgang der NO_x-Emissionen auf 8,2 Kilotonnen (exklusive Pipeline-Kompressoren), der SO₂-Emissionen auf ca. 1 Kilotonne und der PM_{2,5}-Emissionen auf 0,9 Kilotonnen.

7.2 Kleinverbrauch

Emissionsquellen

Im Sektor Kleinverbrauch werden die Luftschadstoffemissionen 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 Brauchtumsfeuer, wie Sonnwend-, Oster-, Adventfeuer, und Holzkohlegrills als relevante Emissionsquellen berücksichtigt.

In Österreich wurden in den letzten fünf betrachteten Jahren mit durchschnittlich rund 10.200 Anlagen weit weniger Holz-Zentralheizungen (effiziente und

emissionsarme Stückholz-, Hackschnitzel- und Pelletskessel) installiert als in den Jahren davor. Seit dem Höchststand 2012 mit rund 632 MW thermischer Leistung (22.400 Anlagen) ist die neu installierte Leistung mit einem Absinken um 53 % (Anlagen um 46 %) stark rückläufig. Die Anteile der Pelletskessel an den Installationszahlen sind größer geworden, weshalb diese absolut seit 2016 einen Anstieg verzeichnen (LKNÖ, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021).

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. Der Anteil von Ölkesseln im Bestand ist stark abnehmend. Die Neuanlagen zeigen im Absatz seit dem Jahr 2017 mit rund 5.100 Stück (LKNÖ, 2018) einen Rückgang auf 4.800 Stück im Jahr 2018 (LKNÖ, 2019), 4.400 Stück im Jahr 2019 (LKNÖ, 2020) und auf 2.900 Stück im Jahr 2020 (LKNÖ, 2021). Zum Vergleich lag der Absatz im Jahr 1999 noch bei rund 31.500 Stück (LKNÖ, 2014).

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 Absatzzahlen der Gas-Kessel sind in den Jahren seit 2017 jährlich bis 2019 auf rund 43.500 Stück etwas gestiegen und haben 2020 noch rund 42.500 Stück erreicht (LKNÖ, 2017, LKNÖ, 2018, LKNÖ, 2019, LKNÖ, 2020, LKNÖ, 2021).

**elektrische Energie
und Erneuerbare
vermehrt eingesetzt**

Seit 1990 ist bei den Privathaushalten ein stetiger Anstieg des gesamten Einsatzes von elektrischer Energie bis 2020 bemerkbar (+57,1 %), gegenüber 2005 ist die Energiemenge um 9,7 % größer. Die Dienstleistungen zeigen seit 2005 mit -5,3 % bis 2020 einen sinkenden Einsatz von Strom (bei einem Anstieg von 30,6 % gegenüber 1990) (Statistik Austria, 2021a).

Der Stromeinsatz im Sektor Gebäude hat im Jahr 2020 mit 27,5 % (2019: 28,4 %) den größten Anteil an den eingesetzten Energieträgern. Folgende Nutzungszwecke werden für 2020 erfasst (Statistik Austria, 2021b):

- Im Dienstleistungssektor ist Strom mit 39,1 % Gesamtanteil der dominante Energieträger. Etwa ein Fünftel davon wurde 2020 für Raumwärme, Warmwasserbereitung und Klimatisierung verwendet. Weitere zwei Fünftel des Stromeinsatzes entfallen auf Prozesswärme³⁵.

³⁵ Eine klare Trennung der Verwendungszwecke „Warmwasserbereitung“ und „Prozesswärme“ ist in der Nutzenergieanalyse derzeit nicht möglich (Statistik Austria, 2021b).

- Bei den Privathaushalten liegt der Stromanteil mit 23,2 % des Energieeinsatzes knapp hinter der Biomasse an zweiter Stelle. Etwa ein Drittel davon wurde 2020 für Raumwärme, Warmwasserbereitung und Klimatisierung verwendet. Ein weiteres Zehntel entfällt auf Kochen.

Solarthermie und Umgebungswärme

Die Nutzung von Geothermie, Umgebungswärme (für Wärmepumpen) und Solarthermie stieg 2020 über den Trend der Heizgradtage hinaus um 5,9 % gegenüber dem Vorjahr an (v. a. durch den Einsatz von Wärmepumpen im Neubau). Gegenüber 1990 ist die Nutzung von Umgebungswärme etc. um ein Vielfaches (+973,7 %) angestiegen. Der Anteil von Umgebungswärme etc. ist auf 6,2 % (2019: 5,8 %) angewachsen. Diese erneuerbaren Technologien verursachen keine direkten Treibhausgas- und Luftschadstoff-Emissionen (Statistik Austria, 2021b, 2021c).

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 2019 fast kontinuierlich von rund 6,9 % auf rund 15,7 % gestiegen (Statistik Austria, 2021b). Zu beachten ist, dass die Emissionen der Fernwärme und der stromerzeugenden kalorischen Kraftwerke nicht dem Sektor Kleinverbrauch, sondern dem Sektor Energieversorgung zugeordnet werden.

trendbestimmende Faktoren

Emissionsmindernd für den Sektor Kleinverbrauch sind u. a. die durch thermische Sanierung verbesserte Gebäudequalität im Bestand, der Einsatz effizienterer Heizsysteme, emissionsärmerer Verbrennungstechnologien und der Wechsel zu kohlenstoffärmeren oder CO₂-neutralen Brennstoffen. 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 emissionserhöhend³⁶ 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 Brenn-

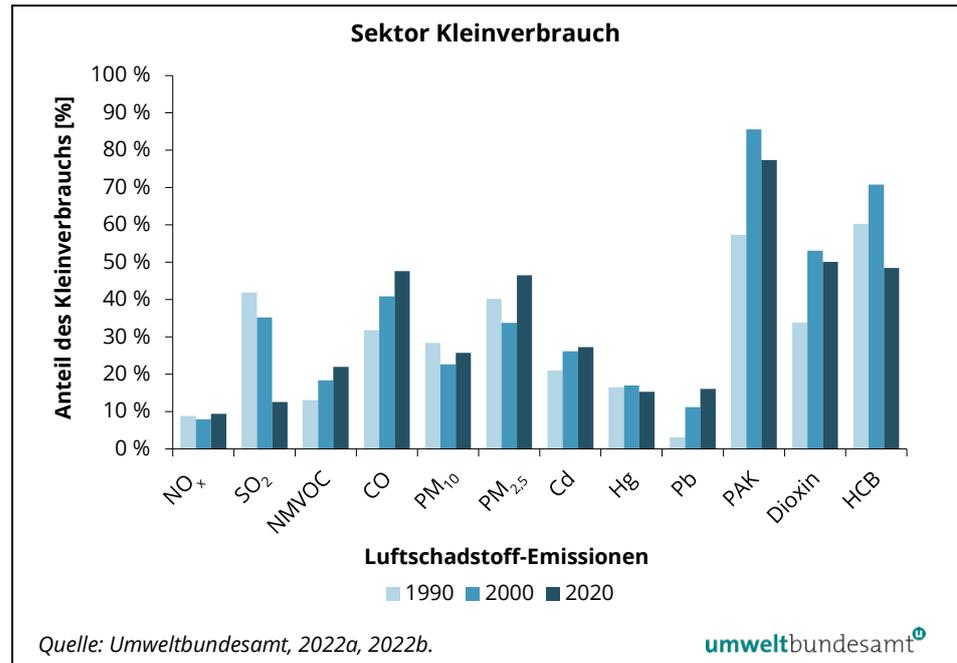
³⁶ Insbesondere bei geringer Wärmelast (Übergangszeit, Sommerbetrieb mit Warmwasserbereitung) wird bei vielen Kleinfeuerungsanlagen ohne Pufferspeicher der Modulationsbereich der Leistungsregelung verlassen und der Kessel wird mit einer Ein/Aus-Taktung betrieben, die für die Energieeffizienz und insbesondere für die Luftschadstoffemissionen ungünstig ist (Stichwort „Kaltstartemissionen“). Es wurden bei Gas- und Ölkesseln Taktzahlen mit über 20.000 Starts pro Jahr gemessen.

stoffes sowie die Dimensionierung und Wartung einer Heizanlage großen Einfluss auf die Bildung von Kohlenstoffmonoxid, unverbrannten Kohlenwasserstoffen, Feinstaub und Persistenten Organischen Schadstoffen.

Emissionsanteile

Im Jahr 2020 betrug der Anteil des Sektors Kleinverbrauch an den Gesamtemissionen Österreichs für NO_x 9,4 %, SO₂ 13 %, NMVOC 22 %, CO 48 %, PM₁₀ 26 %, PM_{2,5} 47 %, Cd 27 %, Hg 15 %, Pb 16 %, PAK 77 %, Dioxin 50 % und HCB 48 %.³⁷

Abbildung 41:
Anteil des Sektors Kleinverbrauch an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.



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).

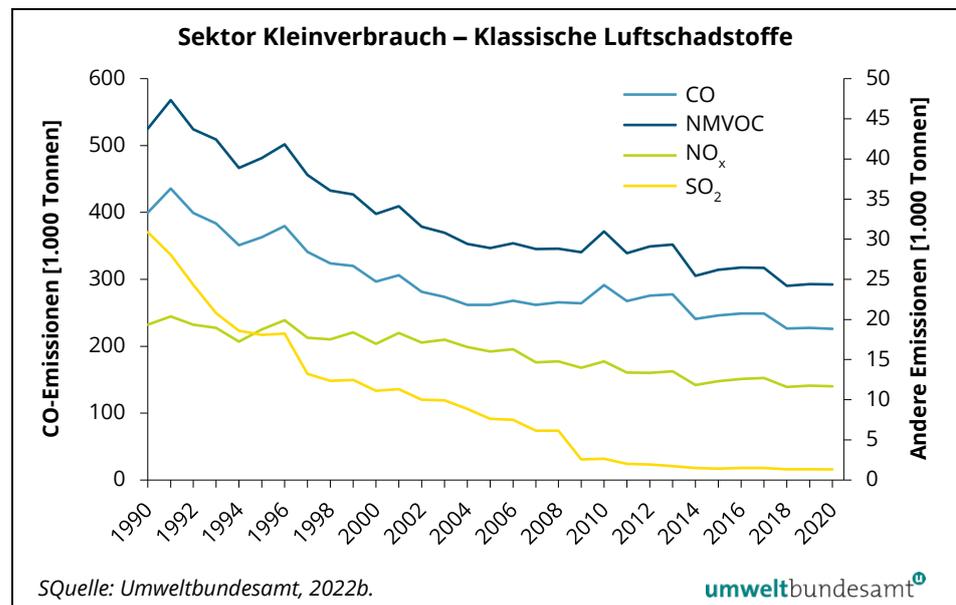
Die Jahressumme der Heizgradtage 2020 ist gegenüber dem Vorjahr 2019 um 1,8 % angestiegen und lag um rund 11,5 % unter dem langjährigen Mittelwert oder um rund 9,6 % unter dem Wert von 1990. Das Jahr 2020 war das historisch viertwärmste Jahr seit Beginn der Datenerfassung 1980 (bis inklusive 2020) (Statistik Austria, 2021c) und wirkte sich gegenüber 2019 steigernd auf den Brennstoffeinsatz und die Emissionen aus stationären Quellen im Sektor Kleinverbrauch aus.

³⁷ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Kleinverbrauch angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2020 zumindest 5 % beträgt.

7.2.1.1 Klassische Luftschadstoffe

Die Emissionsmengen der klassischen Luftschadstoffe des Sektors Kleinverbrauch konnten von 1990 bis 2020 generell reduziert werden. Von 2019 auf 2020 kam es durch witterungsbedingt erhöhten Heizbedarf und damit verbundenem erhöhten Brennstoffeinsatz tendenziell zu einem Emissionsanstieg. Zusätzlich wurde mit dem fortschreitenden Energieträgerwechsel weg von Heizöl hin zu Erneuerbaren 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 42:
Trend der CO-, NMVOC-,
NO_x- und SO₂-Emissionen
des Sektors Kleinverbrauch.



CO-Emissionen

**Abnahme um 0,7 %
gegenüber Vorjahr**

Die CO-Emissionen des Sektors Kleinverbrauch konnten von 1990 bis 2020 um 43 % gesenkt werden, wobei der CO-Ausstoß von 2019 auf 2020 um 0,7 % zurückging, bedingt durch höhere Anteile emissionsarmer Verbrennungstechnologien (moderne Biomasseheizungen) und nur geringen Anstieg der Biomasse-nutzung (aufgrund der kühleren Heizperiode 2020). Die Zunahme des CO-Anteils seit 1990 (siehe Abbildung) – 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

**Abnahme um 0,2 %
gegenüber Vorjahr**

Von 1990 bis 2020 kam es zu einem Rückgang des NMVOC-Ausstoßes aus dem Sektor Kleinverbrauch um insgesamt 44 %. Von 2019 auf 2020 sank die Emissionsmenge geringfügig um 0,2 %. Der Anteil des Kleinverbrauchs an den gesamten NMVOC-Emissionen war 2020 größer als im Jahr 1990 (siehe Abbildung).

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

***Abnahme um 0,8 %
gegenüber Vorjahr***

Die NO_x-Emissionen des Sektors Kleinverbrauch gingen von 1990 bis 2020 um insgesamt 40 % zurück, wobei im Jahr 2020 um 0,8 % weniger NO_x emittiert wurde als 2019. Stationäre Quellen wiesen durch höhere Anteile emissionsarmer Biomasse-Verbrennungstechnologien sowie geringerem Brennstoffeinsatz von Erdgas 2020 rund 0,6 % niedrigere NO_x-Emissionen auf als im Vorjahr. Mobile Quellen der Haushalte verursachten 2020 rund 3,0 % der NO_x-Emissionen des Kleinverbrauchs, das entspricht 7,9 % weniger als 2019.

SO₂-Emissionen

***Abnahme um 0,5 %
gegenüber Vorjahr***

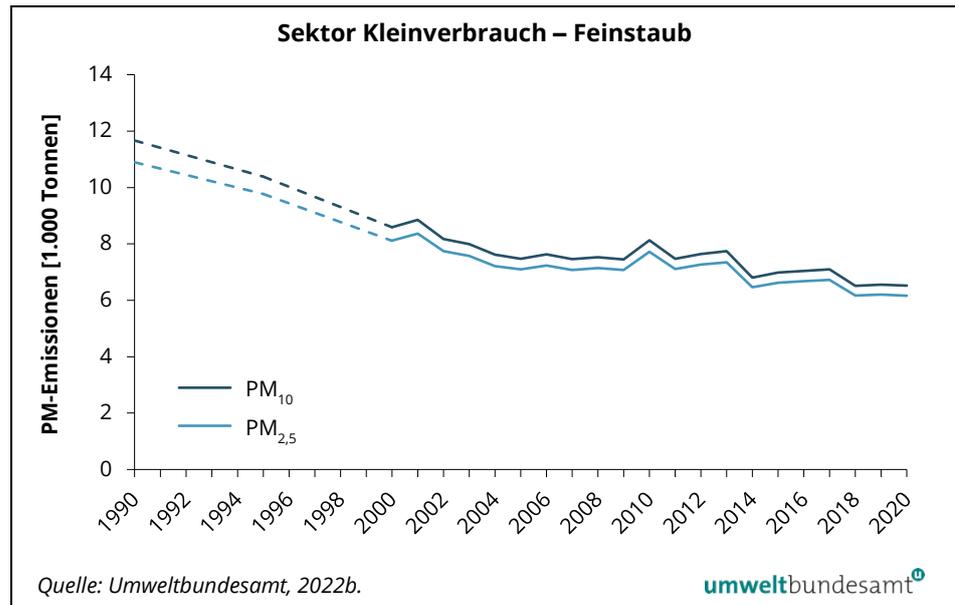
Durch die Absenkung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten (flächendeckende Einführung von Heizöl Extraleicht schwefelfrei seit 2009) sowie die verstärkte Nutzung schwefelärmerer Brennstoffe, wie z. B. Erdgas, konnten die SO₂-Emissionen des Kleinverbrauchs sehr stark reduziert werden. Von 1990 bis 2020 kam es insgesamt zu einer Abnahme um 96 %, wobei von 2019 auf 2020 durch den verringerten Einsatz von sonstigen Brennstoffen (brennbare Abfälle, Torf) im Dienstleistungssektor eine Abnahme um 0,5 % zu verzeichnen war.

7.2.1.2 Feinstaub

***Abnahme 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 konnte der PM₁₀-Ausstoß von 1990 bis 2020 um 44 % gesenkt werden, die PM_{2,5}-Emissionen gingen im selben Zeitraum um 43 % zurück. Von 2019 auf 2020 nahmen sowohl der PM₁₀-Ausstoß als auch der PM_{2,5}-Ausstoß ab (PM₁₀: -0,5 %, PM_{2,5}: -0,6 %). Die Hauptursachen hierfür waren die Effizienzverbesserungen durch thermische Sanierung und der Austausch von alten auf moderne Biomasseheizungen (Verbesserung der Verbrennungstechnologie). Der Emissionswirkung der leichten Zunahme des Brennstoffeinsatzes (Biomasse) für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser aufgrund der kälteren Witterung in der Heizperiode 2020 wurde dadurch entgegengewirkt.

Abbildung 43:
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, 2022b). Der Anteil von Brauchtumsfeuern, wie Sonnwend-, Oster-, Adventfeuer sowie von Holzkohlegrills an den Feinstaub-Emissionen im Sektor Kleinverbrauch lag im Jahr 2020 bei den PM₁₀-Emissionen bei rund 14 % sowie bei den PM_{2,5}-Emissionen bei rund 15 %. 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 2020 konnten sowohl bei den Kadmium-Emissionen (-30 %) als auch den Quecksilber-Emissionen (-62 %) und den Blei-Emissionen (-72 %) deutliche Reduktionen erzielt werden. Dieser langfristige Trend ist auf einen verminderten Einsatz von Kohle, Koks und Briketts als Brennstoff zurückzuführen.

Abnahmen gegenüber 1990

Von 2019 auf 2020 blieb der Schwermetall-Ausstoß annähernd konstant.

Die nach wie vor hohen Anteile dieses Sektors an den gesamten Cd-, Hg- und Pb-Emissionen Österreichs (siehe Abbildung) 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). 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-Kesseln zu modernen Biomasseheizungen, wie Pelletsheizungen, langfristig emissionsmindernd.

PAK-Emissionen

Abnahme um 53 % 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 2020 um insgesamt 53 % gesenkt werden.

Dioxin-Emissionen

Abnahme um 61 % gegenüber 1990

Die Dioxin-Emissionen entstehen insbesondere durch die Verbrennung fester Brennstoffe in Heizungs- und Kleinf Feuerungsanlagen. Seit 1990 konnten sie um 61 % reduziert werden.

HCB-Emissionen

Abnahme um 86 % gegenüber 1990

Durch einen geringeren Kohleeinsatz und die Modernisierung von Holzheizungen konnte der HCB-Ausstoß des Kleinverbrauchs von 1990 bis 2020 um 86 % verringert werden.

POP-Emissionen

Trend POP-Emissionen 2019–2020

Von 2019 auf 2020 nahm der PAK-Ausstoß aus dem Kleinverbrauch um 1,5 % zu, die Dioxin-Emissionen gingen um 0,7 % zurück und die HCB-Emissionsmenge sank um 1,3 %.

Der Einsatz von Biomasse ist 2020 witterungsbedingt gegenüber dem Vorjahr leicht 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) 2020 vermehrt in Verwendung standen. Das unterschiedliche Emissionsverhalten hat Auswirkung auf die Veränderung der POP-Emissionen gegenüber dem Vorjahr:

- Die spezifischen PAH-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) liegt am jeweils verhältnismäßig stärker abnehmenden gesamtösterreichischen Emissionsniveau.

7.2.2 Ausblick 2030

Die vorliegenden Emissionsprojektionen (Umweltbundesamt, 2021c) zeigen sinkende Emissionen sämtlicher Schadstoffe aus dem Sektor Kleinverbrauch bis 2030.

NO_x-Emissionen

Die NO_x-Emissionen im Sektor Kleinverbrauch werden gemäß Emissionsprojektionen (Szenario WEM, mit bestehenden Maßnahmen) bis 2030 um 21,7 % 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 Kleinfeuerungen³⁸ sind 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 im Sektor Kleinverbrauch werden unter Fortführung bestehender Maßnahmen (Szenario WEM) bis 2030 voraussichtlich um 31,3 % 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 im Sektor Kleinverbrauch zeigt bis 2030 einen Rückgang um 21,5 %, wenn die derzeitigen Maßnahmen zu Energieeffizienz und Umstieg auf moderne Heizungen mit Erneuerbaren fortgesetzt werden (Szenario WEM). Der Trend zu effizienten und emissionsarmen Heizungstechnologien sowie der Rückgang von Scheitholz als Brennstoff sind dabei relevant. Die Emissionswerte der modernen Biomasse-Heizungen werden weiter verbessert durch erwartete Effekte der Ökodesign-Durchführungsverordnungen (EU) betreffend neu installierte Kleinfeuerungen.

³⁸ VO (EU) 813/2013, Verordnung (EU) 814/2013, Verordnung (EU) 215/1185, Verordnung (EU) 2015/1188, Verordnung (EU) 2018/1189

PM_{2,5}-Emissionen

Die PM_{2,5}-Emissionen im Sektor Kleinverbrauch werden gemäß Emissionsprojektion (Szenario WEM, mit bestehenden Maßnahmen) bis 2030 um 26,3 % 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

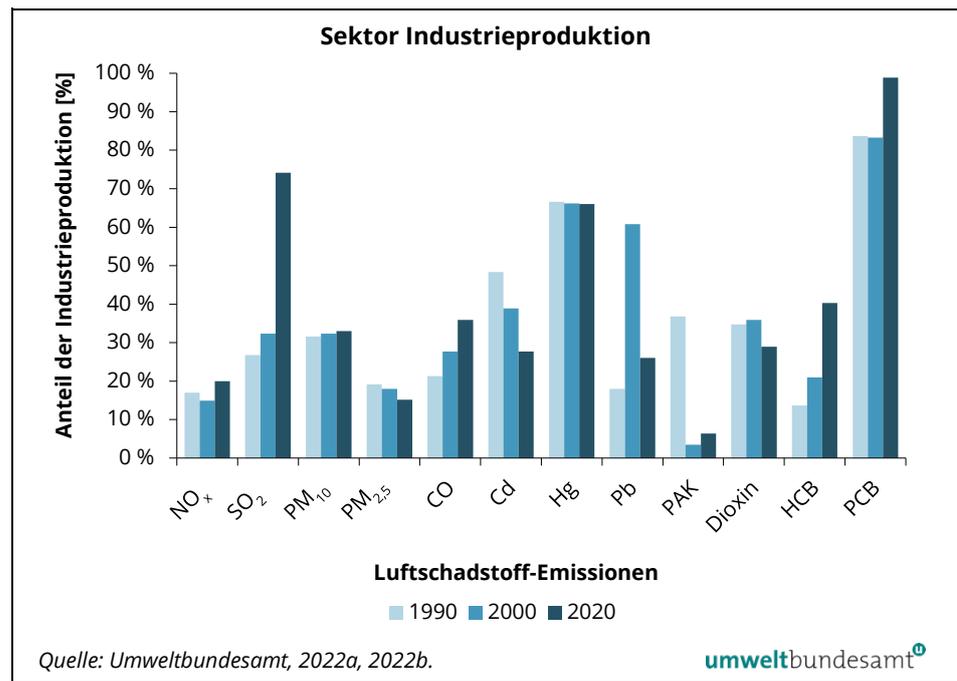
Im Sektor Industrieproduktion werden die verschiedensten Verursacher zusammengefasst dargestellt – z. B. die Schwerindustrie (Eisen- und Stahlindustrie), die chemische Industrie, die Papierindustrie, die industrielle Nahrungsmittelproduktion, die mineralverarbeitende Industrie sowie der Bergbau (ohne 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 2020 betrug der Emissionsanteil der Industrieproduktion an den Gesamtemissionen Österreichs für NO_x 20 %, SO₂ 74 %, PM₁₀ 33 %, PM_{2,5} 15 %, CO 36 %, Cd 28 %, Hg 66 %, Pb 26 %, PAK 6,3 %, Dioxin 29 %, HCB 40 % und PCB 99 %.³⁹

Abbildung 44:
Anteil des Sektors
Industrieproduktion an
den Gesamtemissionen
der jeweiligen Schad-
stoffe.



Seit 1990 haben die NO_x- SO₂-, CO-, PM₁₀-, Hg-, HCB- und PCB-Emissionen der Industrieproduktion abgenommen. Der Anteil des Sektors Industrieproduktion an den Gesamtemissionen dieser Luftschadstoffe ist allerdings gestiegen oder gleich geblieben – dies ist zum Teil auf das jeweils verhältnismäßig stärker abnehmende gesamtösterreichische Emissionsniveau zurückzuführen. Bei den

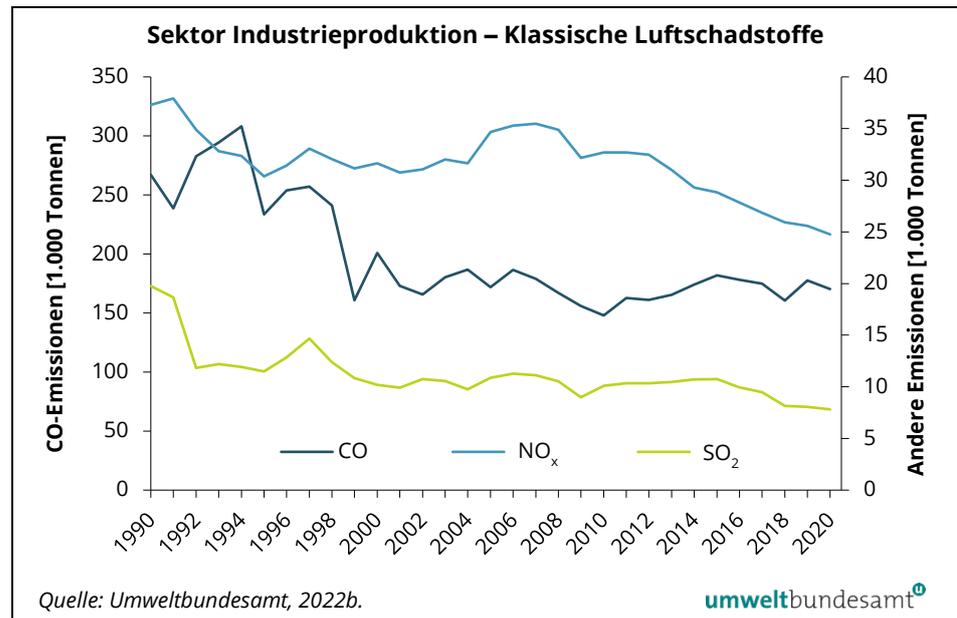
³⁹ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Industrie angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2020 zumindest 5 % beträgt.

Pb-Emissionen ist der hohe sektorale Emissionsanteil 2000 durch den noch stärkeren Rückgang der Pb-Emissionen im Sektor Verkehr bedingt. Der Anteil sinkt im letzten Inventurjahr wieder durch weitere 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 2020 eine Emissionsabnahme zu verzeichnen.

Abbildung 45:
Trend der CO-, NO_x- und SO₂-Emissionen des Sektors Industrieproduktion.



CO-Emissionen

trendbestimmende Faktoren

Der CO-Ausstoß aus der Industrieproduktion konnte von 1990 bis 2020 um insgesamt 36 % 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.

Abnahme um 4,1 % gegenüber Vorjahr

2020 emittierte der Sektor Industrieproduktion um 4,1 % weniger CO als im Jahr zuvor, im Wesentlichen bedingt durch einen Produktionsrückgang in der Eisen- und Stahlindustrie.

NO_x-Emissionen

trendbestimmende Faktoren

Der NO_x-Ausstoß der Industrieproduktion nahm von 1990 bis 2020 um 34 % ab. Dies konnte durch den Einbau von Entstickungsanlagen und stickstoffarmen (Low-NO_x-)Brennern, einen verminderten Einsatz von Heizöl schwer und Effi-

zizienzsteigerungen 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.

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

Von 2019 auf 2020 ging die Menge der von der Industrieproduktion emittierten NO_x-Emissionen um 3,3 % zurück – vor allem aufgrund von geringeren Emissionen von Offroad-Maschinen und -Geräten der Industrie. Auch in der Eisen-, Stahl- und Papierindustrie war ein Rückgang der NO_x-Emissionen zu verzeichnen.

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 2020 kam es insgesamt zu einem Emissionsrückgang von 60 %. Änderungen des Brennstoffmixes (Umstellung auf Erdgas und Absenkung des Schwefelgehalts im Heizöl) sowie der Einsatz von Entschwefelungsanlagen 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.

**Abnahme um 3,1 %
gegenüber Vorjahr**

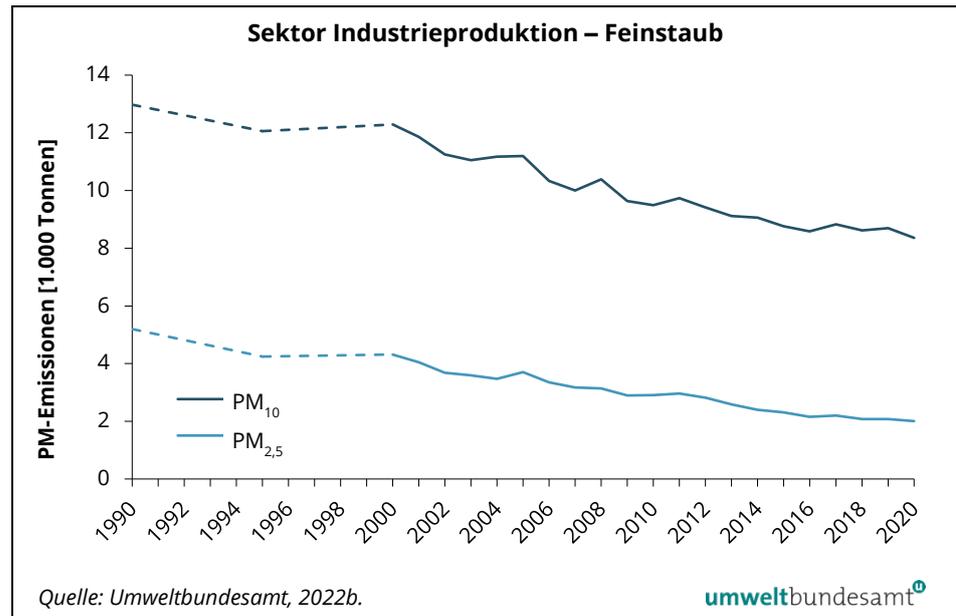
Von 2019 auf 2020 nahm der SO₂-Ausstoß um 3,1 % ab. Hauptverantwortlich hierfür war ein Produktionsrückgang in der Eisen- und Stahlindustrie.

7.3.1.2 Feinstaub

**Abnahmen gegenüber
1990**

Der PM₁₀-Ausstoß der Industrieproduktion konnte 1990–2020 um 36 % reduziert werden, der PM_{2,5}-Ausstoß nahm im selben Zeitraum um 61 % ab. Von 2019 auf 2020 gingen die PM₁₀-Emissionen um 3,9 % zurück, der PM_{2,5}-Ausstoß sank um 3,2 %.

Abbildung 46:
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 hier im letzten Jahrzehnt deutlich gesenkt werden.

7.3.1.3 Schwermetalle

Abnahme gegenüber 1990

Seit 1990 konnten sowohl die Kadmium- (-69 %) als auch die Quecksilber- (-59 %) und Blei-Emissionen (-92 %) deutlich reduziert werden. Von 2019 auf 2020 kam es zu einer Abnahme der Cd- und Pb-Emissionen um 7,5 % bzw. 6,1 % aufgrund weiterer Optimierungen der Stauberfassung in der Eisen- und Stahlindustrie. Bei den Hg-Emissionen wurde ein Anstieg von 3,6 % verzeichnet. Dies ist auf verfahrens- und messtechnisch begründete Schwankungen der dominanten Einzelquelle – ebenfalls 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 2020 größtenteils stark reduziert werden.

PAK-Emissionen**trendbestimmender
Faktor****Abnahme um 3,6 %
gegenüber Vorjahr**

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. Insgesamt ging der PAK-Ausstoß der Industrieproduktion von 1990 bis 2020 um 94 % zurück, von 2019 auf 2020 sank der Ausstoß um 3,6 %, vorwiegend bedingt durch eine geringere Eisen- und Stahlproduktion.

Dioxin-Emissionen**trendbestimmende
Faktoren****Abnahme um 1,6 %
gegenüber Vorjahr**

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 97 % gesenkt werden. Insgesamt kam es bei den Dioxin-Emissionen von 1990 bis 2020 zu einem Emissionsrückgang von 78 %. Von 2019 auf 2020 sank die Emissionsmenge um 1,6 %, vorwiegend bedingt durch eine geringere Eisen- und Stahlproduktion.

HCB-Emissionen**störfallbedingte
Erhöhung****Abnahme um 5,3 %
gegenüber Vorjahr**

Die HCB-Emissionsmenge aus der Industrieproduktion konnte von 1990 bis 2020 um insgesamt 48 % 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. 2020 wurde um 5,3 % weniger HCB emittiert als im Jahr zuvor, bedingt durch eine geringere Eisen- und Stahlproduktion.

PCB-Emissionen**trendbestimmende
Faktoren**

Der Sektor Industrieproduktion verursachte 2020 99 % der PCB-Emissionen Österreichs (siehe Abbildung). 1990 entstanden zwei Drittel der Emissionen bei der später eingestellten Primär-Bleiproduktion. Daraus resultiert die Abnahme von 59 % für diesen Sektor. Die Inventur weist nun die Eisen- und Stahlproduktion als bei weitem wichtigste Quelle aus, der Trend folgt der Roheisenproduktion.

7.3.2 Ausblick 2030

Das derzeit vorliegende Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) der aktuellen Emissionsprojektionen (Umweltbundesamt, 2021c) hat ein durchschnittliches Wirtschaftswachstum von 1,5 % p.a. hinterlegt. Für industrielle Anlagen

wird daher bis 2030 ein Produktionswachstum in allen Branchen, damit verbundene Prozessemissionen, ein damit einhergehender höherer Energieverbrauch und dementsprechend steigende Luftschadstoffemissionen 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 68,1 % vom Pkw-Verkehr und zu 31,5 % aus dem Einsatz von schweren und leichten Nutzfahrzeugen inklusive Bussen, die vorwiegend mit Diesel angetrieben werden. 0,4 % werden von Mopeds und Motorrädern verursacht.

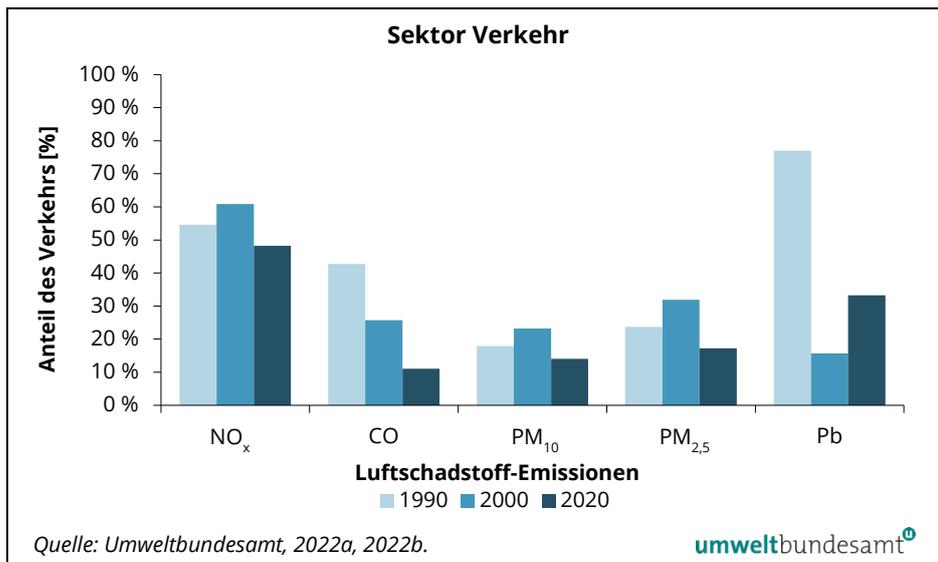
7.4.1 Hauptschadstoffe

Emissionsanteile Der Anteil des Sektors Verkehr an den Gesamtemissionen Österreichs betrug im Jahr 2020 für NO_x 48 %, CO 11 %, PM₁₀ 14 %, PM_{2,5} 17 % und Pb 33 %.⁴⁰

Durch die Einführung strengerer Schwefelgrenzwerte für Treibstoffe konnte der SO₂-Ausstoß aus dem Verkehrssektor seit 1990 um 96 % gesenkt werden. Im Jahr 2020 wurden nur noch 2,1 % der gesamten SO₂-Emissionen vom Verkehr verursacht.

⁴⁰ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Verkehr angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2020 zumindest 5 % beträgt.

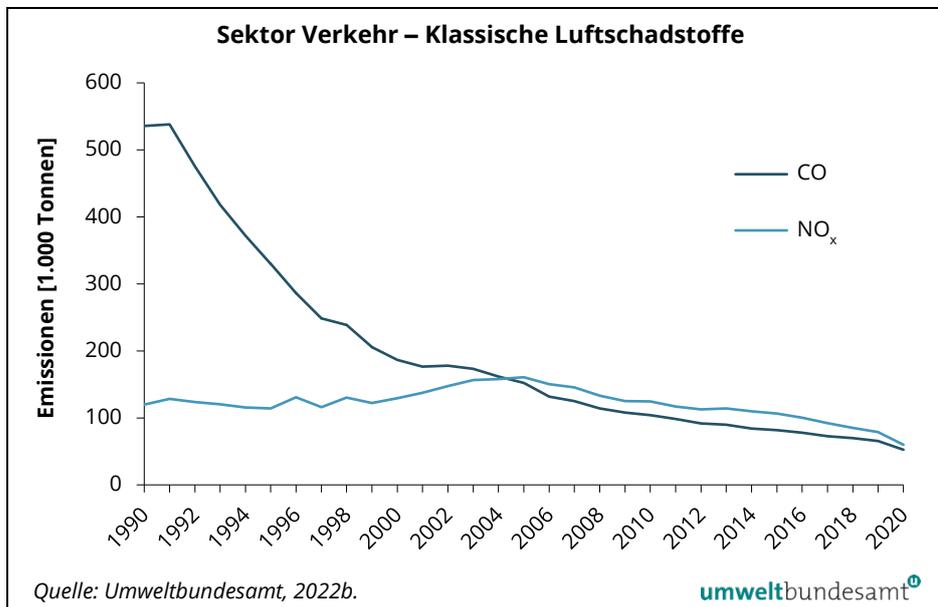
Abbildung 47:
Anteil des Sektors Verkehr an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.



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.

Abbildung 48:
Trend der CO- und NO_x-Emissionen des Sektors Verkehr.



CO-Emissionen

Abnahme um 20 % gegenüber Vorjahr

Von 1990 bis 2020 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 2020 wurde um 20 % weniger CO emittiert als im Jahr

zuvor. Grund für diesen deutlichen Rückgang ist der Einbruch der Fahrleistungen v. a. bei Pkw in Folge der COVID-19-Pandemie und der dadurch verringerte fossile Kraftstoffabsatz.

NO_x-Emissionen

trendbestimmender Faktor

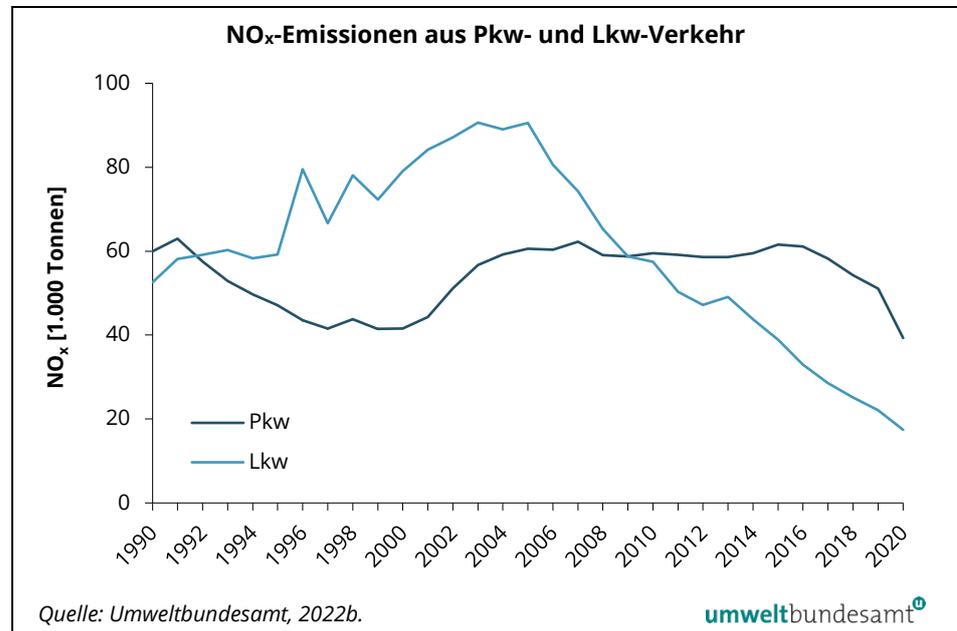
Für die NO_x-Emissionen aus dem Verkehrssektor sind vorwiegend dieselbetriebene Kraftfahrzeuge aus dem Straßenverkehr verantwortlich. Seit 2005 ist ein abnehmender Trend zu verzeichnen. Dieser ist hauptsächlich auf geringere Emissionen des Schwerververkehrs zurückzuführen. Vor allem die Fortschritte 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.⁴¹ Von 1990 bis 2020 kam es insgesamt zu einem Rückgang der NO_x-Emissionen aus dem Verkehrssektor um 50 %. Im Jahr 2020 wurde um 24,0 % weniger NO_x emittiert als im Jahr zuvor. Grund für diesen deutlichen Rückgang ist der Einbruch der Fahrleistungen v. a. bei Pkw in Folge der COVID-19-Pandemie und der dadurch verringerte fossile Kraftstoffabsatz.

Abnahme um 24,0 % gegenüber Vorjahr

Der Verkehrssektor emittierte im Jahr 2020 48 % der gesamten NO_x-Emissionen Österreichs (siehe Abbildung 50). 1990 betrug dieser Anteil 55 %.

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der NO_x-Emissionen des Pkw- und jene des Straßengüterverkehrs (leichte und schwere Nutzfahrzeuge).⁴²

Abbildung 49:
Trend der NO_x-Emissionen des Lkw- und Pkw-Verkehrs.

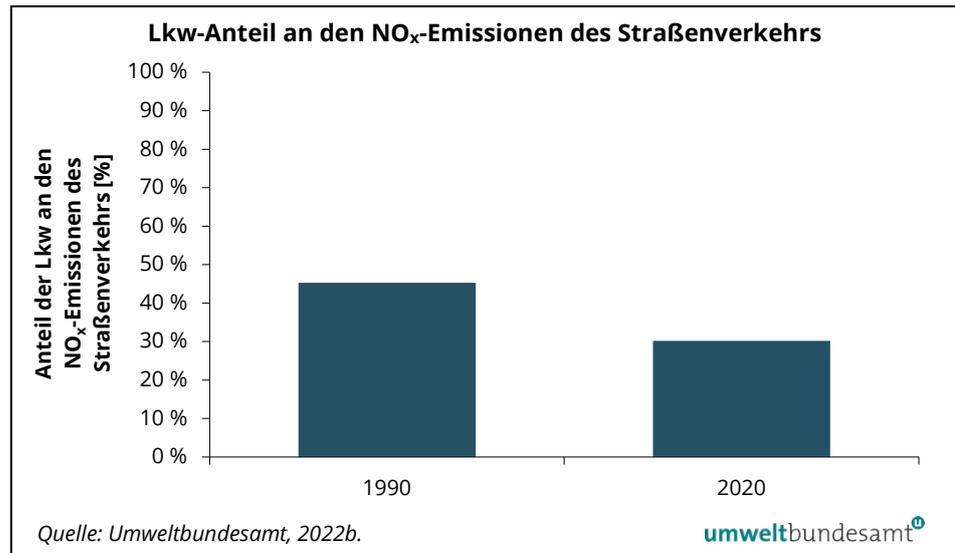


⁴¹ NO_x-Emissionen von Benzin-Pkw sind seit der Einführung des Drei-Wege-Katalysators vernachlässigbar gering.

⁴² Aufgrund der laufenden Implementierung neuester NO_x-Messwerte, die die ganze Zeitreihe verändern, können die im Vorjahr berichteten Werte höher/tiefer liegen.

- NO_x-Emissionen aus Pkw reduziert*** Von 1990 bis 2020 kam es insgesamt zu einem Rückgang der NO_x-Emissionen aus dem Pkw-Verkehr um 34 %, bedingt durch die Einführung der Katalysatorpflicht und eine Verschärfung der Abgasgrenzwerte, der sogenannten EURO-Normen, sowie die kurzfristige Abnahme durch die Pandemie. Von 2019 auf 2020 emittierte der Pkw-Verkehr um 23 % weniger NO_x. Grund für diesen deutlichen Rückgang ist der Einbruch der Fahrleistungen v. a. bei Pkw in Folge der COVID-19-Pandemie und der dadurch verringerte fossile Kraftstoffabsatz.
- Abgasnachbehandlungssysteme*** Die spezifischen NO_x-Emissionen pro Fahrzeugkilometer von Diesel-Pkw waren im Flottendurchschnitt 2020 rund siebenmal höher als jene von Benzinern und zeigen bei Diesel-Pkw bis inklusive Abgasklasse Euro 5 keine markante Reduktion. Eine wesentliche Verringerung des Flottendurchschnittes 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 Dieselfahrzeuge, zu erwarten. Der Einsatz dieser Technologien war für die Grenzwerterreicherung ab der Abgasklasse Euro 6d temp erstmals seit September 2017 erforderlich.
- 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*** 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 2020 kam es insgesamt zu einer Reduktion der Emissionsmenge um 67 %, wobei von 2019 auf 2020 um 21 % weniger NO_x vom Lkw-Verkehr emittiert wurde. Dies gelang einerseits durch die voranschreitende Flottenerneuerung und funktionierende NO_x-Abgasnachbehandlungssysteme. Andererseits hat es pandemiebedingt einen Rückgang des Kraftstoffabsatzes von 2019 auf 2020 gegeben. Der Anteil des Kraftstoffexports (hauptsächlich Dieselmotorkraftstoff in Lkw) an den gesamten NO_x-Emissionen des Verkehrs lag 2020 wie gehabt bei rund 17,7 % (17,2 % im Vorjahr). Nur 30 % der gesamten Stickstoffoxid-Emissionen des Straßenverkehrs (inklusive Kraftstoffexport) wurden 2020 vom Lkw-Verkehr verursacht (siehe Abbildung 50).
- trendbestimmende Faktoren***

Abbildung 50:
Lkw-bedingter Anteil an
den NO_x-Emissionen des
Straßenverkehrs.



NO_x-Emissionen weiter reduzieren

In Hinblick auf die seit dem Jahr 2010 einzuhaltende NO_x-Emissionshöchstmenge (siehe Kapitel 3.1.1) wird es im Verkehrssektor notwendig sein, bestehende Programme zur Minderung der Stickstoffoxid-Emissionen weiterzuentwickeln und zügig umzusetzen. Mit den im NEC-Programm beschlossenen Maßnahmen wurde die Abweichung zur Emissionshöchstmenge 2010 gemäß Emissionsschutzgesetz-Luft zwar verringert, aber nicht gänzlich geschlossen. Die im NEC-Programm enthaltenen Maßnahmen sind in Österreich zum Gutteil umgesetzt, das Reduktionsziel wurde jedoch nicht bei allen Maßnahmen erreicht. Von den drei untersuchten Bereichen „Mobile Quellen“, „Stationäre Anlagen“ und „Hausheizungen“ weist ersterer die größte Abweichung auf. Somit ergibt sich im Verkehrssektor der größte Handlungsbedarf (Umweltbundesamt, 2012). Zielführend sind hier insbesondere Maßnahmen wie generell die Reduktion der Fahrleistung von Diesel-Kfz ohne NO_x Abgasnachbehandlungssysteme.

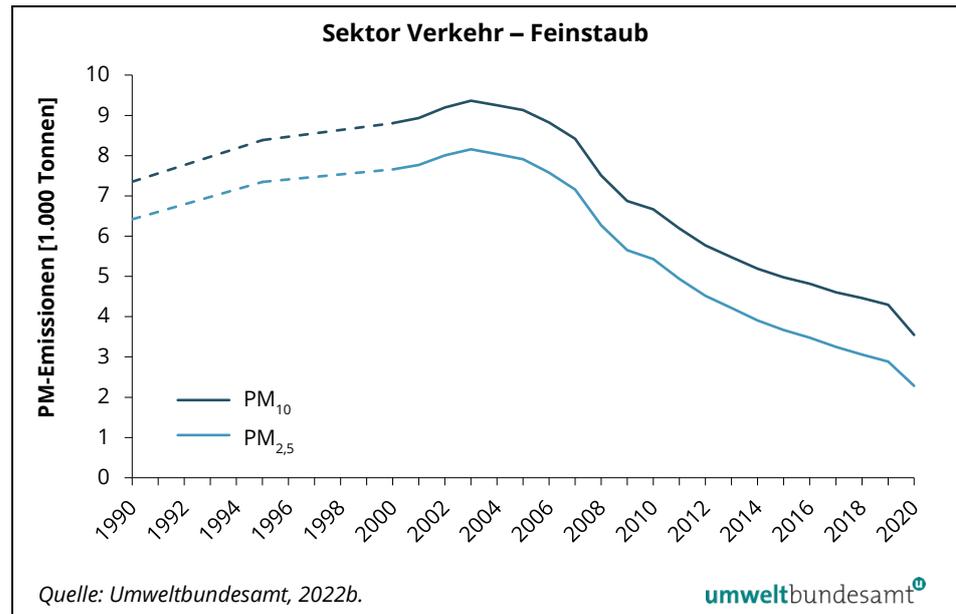
7.4.1.2 Feinstaub

Emissionsquellen

Die Feinstaub-Emissionen des Verkehrs setzen sich aus Verbrennungsemissionen (32 % bei PM₁₀, 46 % bei PM_{2,5}) sowie Emissionen durch Abrieb (Reifen- und Bremsabrieb) (68 % bei PM₁₀, 54 % bei PM_{2,5}) zusammen. Nur die Verbrennungsemissionen sind vom Antriebssystem des Fahrzeugs abhängig, wobei Dieselmotoren für die Feinstaub-Emissionen hauptverantwortlich sind. Sie weisen bei Pkw fast fünfmal höhere spezifische Emissionen⁴³ pro Fahrzeugkilometer auf als Ottomotoren.

⁴³ reine Verbrennungsemissionen bei PM₁₀

Abbildung 51:
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.

**Abnahme gegenüber
Vorjahr**

Von 1990 bis 2020 ging der PM₁₀-Ausstoß aus dem Verkehrssektor um 52 % zurück, der PM_{2,5}-Ausstoß nahm um 64 % ab. Im Jahr 2020 wurden aufgrund des pandemiebedingten Einbruches der Fahrleistungen um 17 % weniger PM₁₀-Emissionen und um 21 % weniger PM_{2,5}-Emissionen verursacht als im Jahr zuvor.

**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.

Der PM₁₀- und der PM_{2,5}-Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen sind rückläufig. 2020 beliefen sie sich auf 14 % (PM₁₀) und 17 % (PM_{2,5}).

7.4.1.3 Schwermetalle

Pb-Emissionen

**trendbestimmende
Faktoren**

Von 1990 bis 2020 kam es bei den Blei-Emissionen aus dem Verkehr zu einem Rückgang von insgesamt 98 %. 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 2020 rund 33 %. 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

Die vorliegenden Emissionsprojektionen (Umweltbundesamt, 2021c) zeigen sinkende Emissionen aus dem Sektor Verkehr bis 2030.

Sämtliche Schadstoffe aus dem Verkehr entstehen aus dem Einsatz bzw. 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 2021 waren bereits 13,9 % (2020: 6,4 %) aller neuzugelassenen Pkw batterieelektrische Fahrzeuge (Statistik Austria, 2022a). 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 im Verkehr Schadstoffe nur mehr durch die Verbrennung synthetischer Kraftstoffe emittiert werden. Diese Kraftstoffe werden vorwiegend in jenen Bereichen Anwendung finden, in denen eine Elektrifizierung des Antriebsstranges nur bedingt möglich ist (z. B. Luftverkehr).

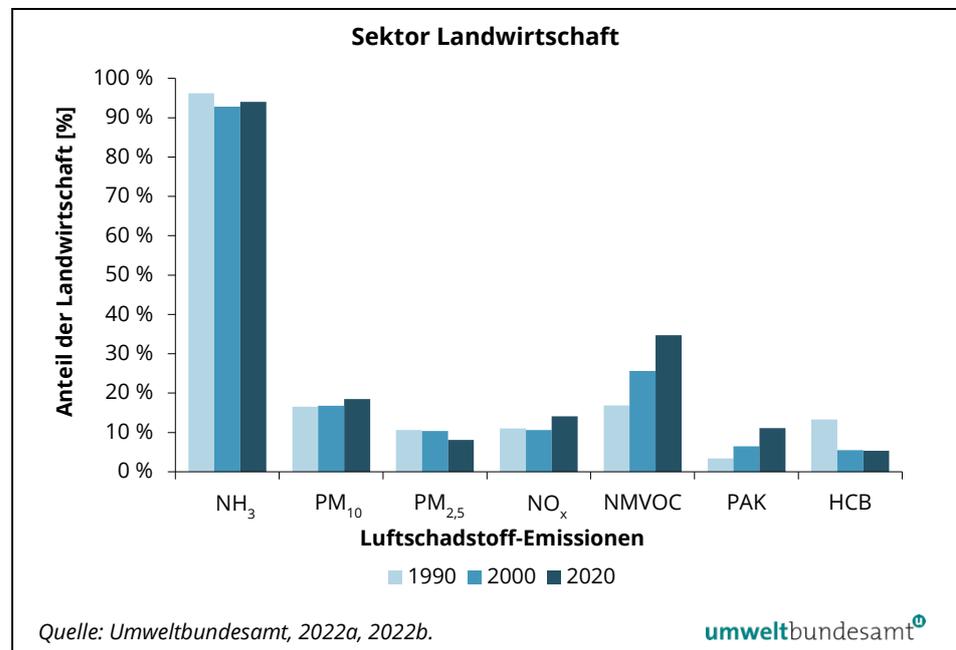
7.5 Landwirtschaft

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 2020 94 % der NH_3 -, 35 % der NMVOC-, 14 % der NO_x -, 18 % der PM_{10} -, 8,1 % der $\text{PM}_{2,5}$ -, 11 % der PAK- und 5,3 % der HCB-Emissionen Österreichs.⁴⁴

Abbildung 52:
Anteil des Sektors Landwirtschaft an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.

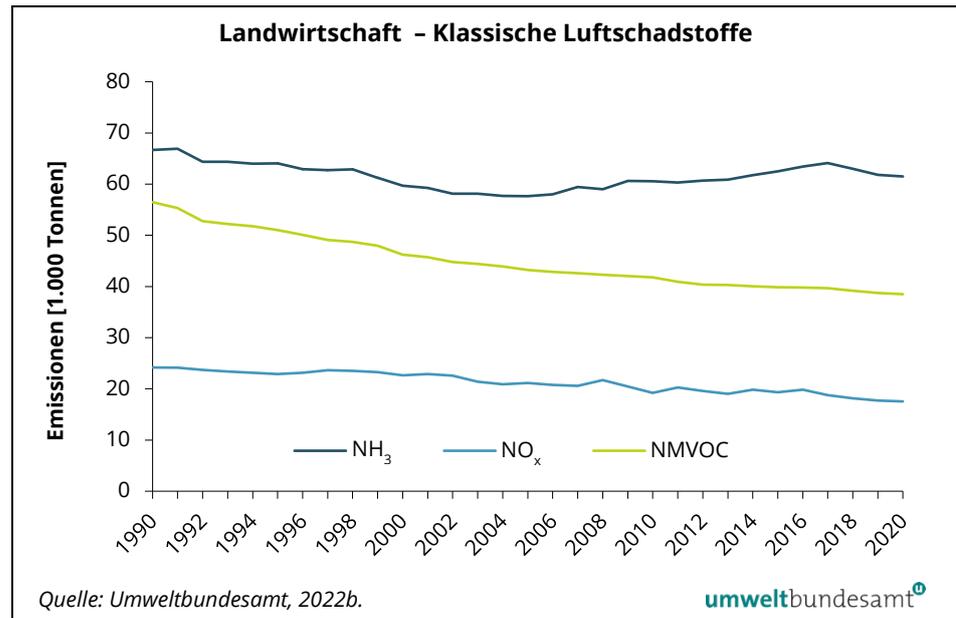


7.5.1.1 Klassische Luftschadstoffe

Für die NO_x - und NMVOC-Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft ist seit 1990 ein sinkender Trendverlauf zu verzeichnen, die NH_3 -Emissionsmenge hat in diesem Zeitraum geringfügig zugenommen.

⁴⁴ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Landwirtschaft angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2020 zumindest 5 % beträgt.

Abbildung 53:
Trend der NH_3 -, NO_x -
und NMVOC-Emissionen
des Sektors Landwirt-
schaft.



NH_3 -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.

Abnahme um 0,5 % gegenüber Vorjahr

Von 1990 bis 2020 nahm die NH_3 -Emissionsmenge aus dem Sektor Landwirtschaft um 7,7 % ab, wobei im Jahr 2020 um 0,5 % weniger NH_3 emittiert wurde als 2019.

trendbestimmende Faktoren

Die Reduktion der NH_3 -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.

Hauptgründe für die leichte Abnahme der NH_3 -Emissionen von 2019 bis 2020 sind der niedrigere Rinderbestand (Milchkühe: +0,1 %; andere Rinder: -1,8 %; Rinder insgesamt: -1,3 %) sowie die reduzierte Ausbringung von Harnstoffdünger (trotz insgesamt steigender Mineraldüngerzahlen) im Jahr 2020.

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 Von 1990 bis 2020 gingen die NO_x-Emissionen aus diesem Sektor um 27 % 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 2019 bis 2020 nahmen die NO_x-Emissionen durch geringere Emissionen aus den mobilen Offroad-Geräten um 1,1 % ab.

Abnahme um 1,1 % gegenüber Vorjahr

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

NMVOE-Emissionen

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.

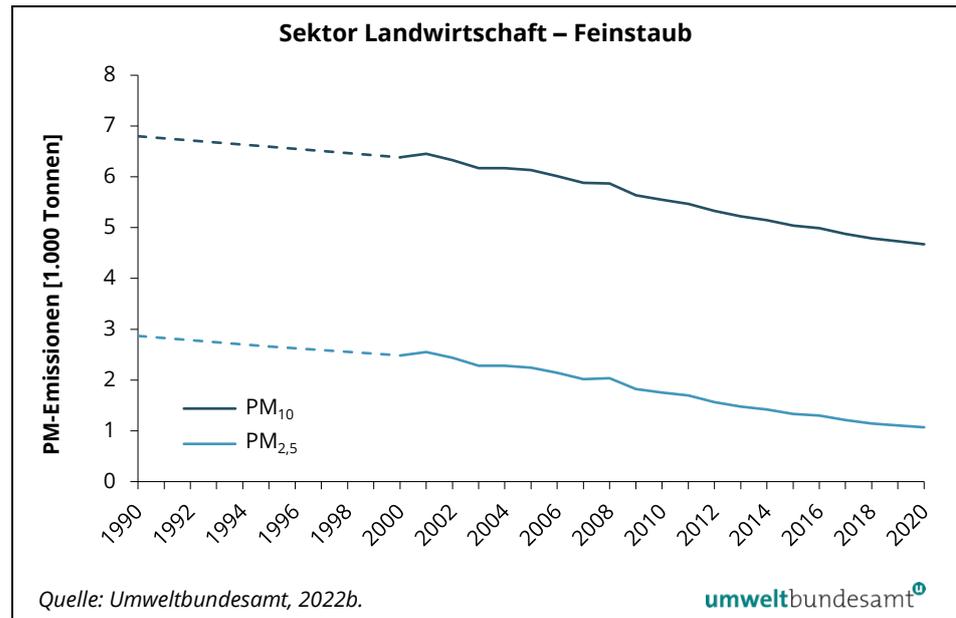
Abnahme um 0,7 % gegenüber Vorjahr Von 1990 bis 2020 sanken die sektoralen NMVOC-Emissionen um 32 %. Die abnehmenden Viehbestände (insbesondere Rinder) sind hierfür verantwortlich. Im Jahr 2020 wurden, bedingt durch einen reduzierten Rinderbestand, um 0,7 % weniger NMVOC-Emissionen von der Landwirtschaft 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). Die Erklärung dafür liegt in der vergleichsweise stärkeren Emissionsabnahme anderer Sektoren.

7.5.1.2 Feinstaub

Abnahme gegenüber Vorjahr Die PM₁₀-Emissionen der Landwirtschaft nahmen von 1990 bis 2020 um insgesamt 31 % ab, die PM_{2,5}-Emissionen konnten um 63 % reduziert werden. Von 2019 auf 2020 kam es ebenfalls zu einem Rückgang der Feinstaub-Emissionen (PM₁₀: -1,3 %, PM_{2,5}: -3,5 %).

Abbildung 54:
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 2020 stammten rund 18 % der PM₁₀-Emissionen und rund 75 % 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 der reale Emissionsausstoß der zumeist dieselbetriebenen mobilen Geräte und Maschinen (Traktoren) durchwegs im Bereich der in den Abgasnormen festgelegten Grenzwerte liegt (Schwingshackl und Rexeis, 2017). 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.⁴⁵

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

⁴⁵ 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 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 Persistente Organische Verbindungen (POP)

Emissionsquellen Der Sektor Landwirtschaft verursachte im Jahr 2020 11 % der PAK- und 5,3 % der HCB-Emissionen Österreichs (siehe Abbildung). Verantwortlich dafür sind vor allem Verbrennungsvorgänge in stationären Feuerungsanlagen sowie bei den HCB-Emissionen auch der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Besonders hohe PAK- und HCB-Emissionen entstehen bei der verbotenen Mitverbrennung von häuslichen Abfällen oder behandeltem Holz (Baurestholz) in händisch beschickten Einzelöfen und Festbrennstoff-Kesseln (z. B. in sogenannten Allesbrennern).

Zunahme PAK- und Abnahme HCB-Emissionen 2019–2020

PAK-Emissionen

trendbestimmende Faktoren Die PAK-Emissionsmenge der stationären 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 2020 um insgesamt 14 % zu. Verantwortlich hierfür ist der vermehrte Biomasseeinsatz in den stationären Feuerungsanlagen. Bei den mobilen Quellen, die einen wesentlich geringeren Anteil der landwirtschaftlichen PAK-Emissionen ausmachen, hängt die Höhe der Emissionen vom Treibstoffverbrauch ab.

Im Vergleich zum Vorjahr nahmen die PAK-Emissionen im Jahr 2020 um 1,5 % zu. Sowohl bei den stationären als auch mobilen land- und forstwirtschaftlichen Geräten kam es in diesem Zeitraum zu Emissionszuwächsen.

HCB-Emissionen

Die HCB-Emissionsmenge ging im Sektor Landwirtschaft zwischen 1990 und 2020 deutlich zurück (-93 %). Der Emissionstrend wird bestimmt durch den Pestizideinsatz im Pflanzenschutz.

2020 wurden deutlich weniger Pflanzenschutzmittel eingesetzt, was zu einer Reduktion um 73 % im Vergleich zu 2019 führte.

7.5.2 Ausblick 2030

Als Hauptverursacher von Ammoniak wird die zukünftige Entwicklung der NH_3 -Emissionen vorwiegend von der Landwirtschaft beeinflusst. Für alle anderen Schadstoffe ist der Einfluss dieses Sektors vergleichsweise gering.

Die vorliegenden Berechnungen ergaben für das Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (Umweltbundesamt, 2021c) einen Anstieg der NH_3 -Emissionen aus der Landwirtschaft um 12,7 % bis zum Jahr 2030 im Vergleich zu 2005. Wesentlicher Treiber ist dabei der dem Szenario zugrundeliegende projizierte weitere Anstieg des Rinderbestands bis 2030 (WIFO und BOKU, 2018).

Das Szenario „mit zusätzlichen Maßnahmen“, welches die im Nationalen Luftreinhalteprogramm 2019 (BMNT, 2019b) sowie im nationalen Energie- und Klimaplan (BMNT, 2019a) verankerten Maßnahmen zusätzlich berücksichtigt, zeigt für denselben Zeitraum einen leichten Emissionsrückgang um 0,4 % (Umweltbundesamt, 2021c). Diese Abnahme ist jedoch für das Erreichen des Reduktionsziels gemäß EU NEC-Richtlinie von -12 % (siehe Kapitel 3.1) bei weitem nicht ausreichend, weshalb aktuell an weiteren Maßnahmen gearbeitet wird.

Die oben genannten nationalen Programme umfassen zusätzliche Maßnahmen für die Bereiche Fütterung, Systeme für Tierhaltung und Wirtschaftsdüngerlagerung, Wirtschaftsdüngerausbringung und Mineraldüngeranwendung.

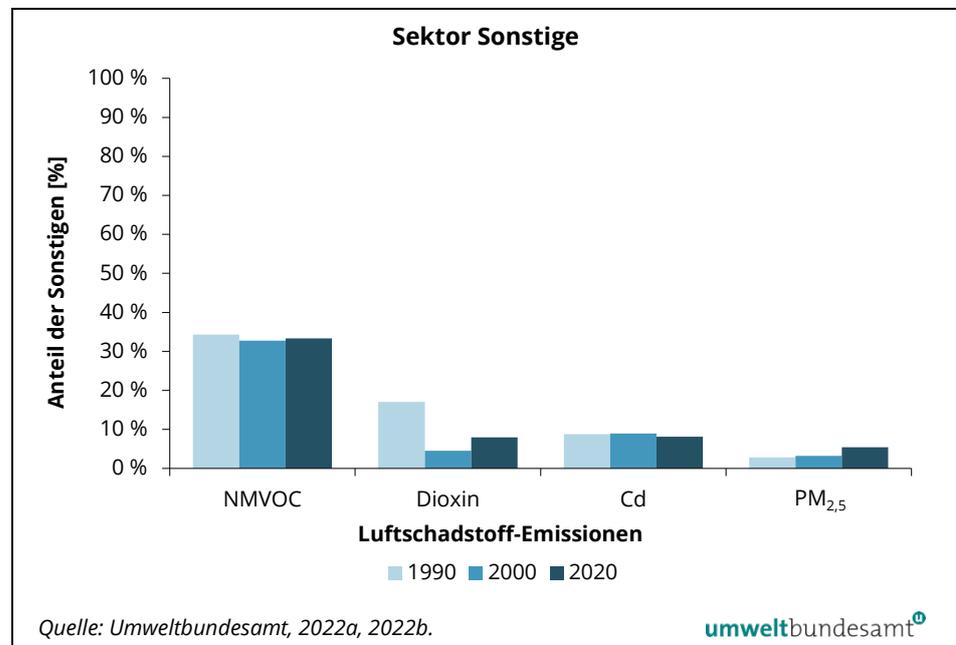
7.6 Sonstige

Emissionsquellen Der Sektor Sonstige beinhaltet die Emissionen aus den Bereichen Lösemittelanwendung, 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 2020 33 % der NMVOC-, 8,0 % der Dioxin-, 8,2 % der Cd- und 5,4 % der PM_{2,5}-Emissionen in Österreich.⁴⁶

Abbildung 55:
Anteil des Sektors
Sonstige an den
Gesamtemissionen der
jeweiligen Schadstoffe.

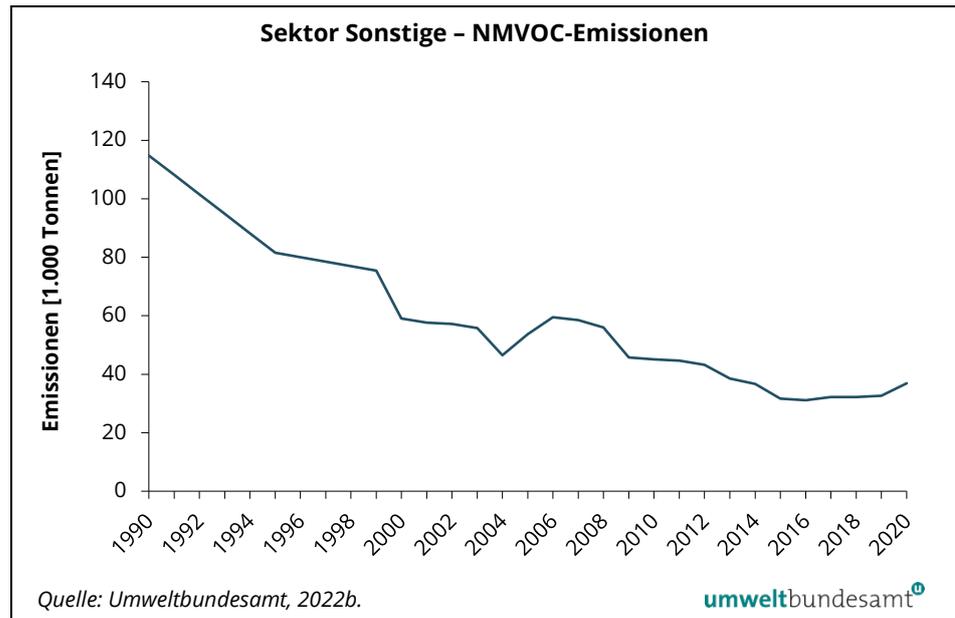


7.6.1.1 Klassische Luftschadstoffe

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.

⁴⁶ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Sonstige angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2020 zumindest 5 % beträgt.

Abbildung 56:
Trend der NMVOC-
Emissionen des Sektors
Sonstige.



**Zunahme um 13 %
gegenüber Vorjahr**

Der NMVOC-Ausstoß aus dem Sektor Sonstige ging von 1990 bis 2020 um insgesamt 68 % zurück, von 2019 auf 2020 kam es zu einem Anstieg von 13 % aufgrund der pandemiebedingten stark gestiegenen Anwendung von Desinfektionsmitteln.

**trendbestimmende
Faktoren**

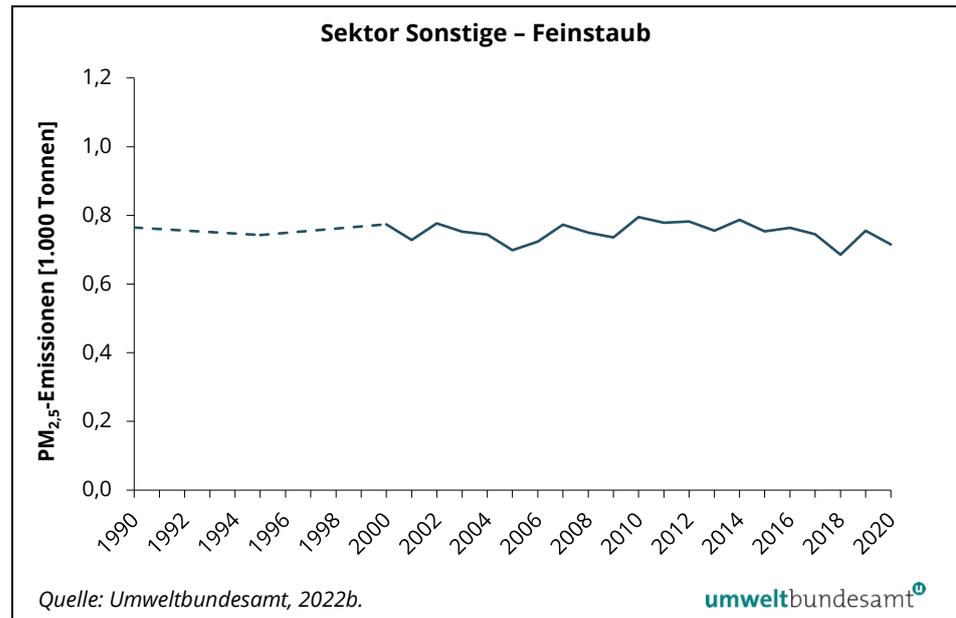
Mit Hilfe legislativer Instrumente konnte vor allem Anfang der 90er Jahre insbesondere mit der Lösungsmittelverordnung sowie Anfang der 2000er Jahre mit der Deco Paint Directive, der VOC-Anlagen-Verordnung etc. eine deutliche Reduktion der NMVOC-Emissionen erreicht werden. Die Maßnahmen setzten sowohl auf der Primärseite (Begrenzung der Lösemittelgehalte) als auch auf der Sekundärseite (Ablufferfassung und -behandlung) an.

7.6.1.2 Feinstaub

**Abnahme gegenüber
Vorjahr**

Der PM_{2,5}-Ausstoß aus dem Sektor Sonstige nahm von 1990 bis 2020 um insgesamt 6,5 % ab. Der Rückgang im letzten Jahr ist auf die pandemiebedingte Einschränkung von Feuerwerken 2020 zurückzuführen.

Abbildung 57:
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 Feinstaubmissionen 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.

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 2020 von 50 %. Seit 1996 ist der Tabakkonsum in Österreich trendbestimmend.

7.6.1.4 Persistente Organische Verbindungen (POP)

Dioxin-Emissionen

Emissionsquellen	89 % 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, diese wurde 1992 eingestellt.
trendbestimmender Faktor	Insgesamt ergab sich damit ein Rückgang des Dioxin-Ausstoßes aus dem Sektor Sonstige von 1990 bis 2020 um 88 %. Trendbestimmend ist seither 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.

Entsprechend den vorliegenden Emissionsprojektionen (Umweltbundesamt, 2021c) werden die NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelanwendung bis 2030 um 4,9 % (d. h. 1,59 Kilotonnen) zunehmen, da der Verbrauch von Lösemitteln durch eine gesteigerte Nachfrage aufgrund des Wachstums der jeweiligen Branchen zunehmen wird. Neue Emissionsminderungsmaßnahmen sind jedoch 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
NF ₃	Stickstofftrifluorid
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

SF ₆	Schwefelhexafluorid
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).	32
Abbildung 4: Anteile der Verursachersektoren an den Stickstoffoxid-Emissionen in Österreich.	34
Abbildung 5: Entwicklung der NO _x -Emissionen inklusive Kraftstoffexport bis 2019 und Szenarien bis 2030.	35
Abbildung 6: Entwicklung der NO _x -Emissionen exklusive Kraftstoffexport bis 2019 und Szenarien bis 2030.	35
Abbildung 7: Trend der NMVOC-Emissionen (inklusive und exklusive NMVOC aus Kraftstoffexport).	36
Abbildung 8: Anteile der Verursachersektoren an den NMVOC-Emissionen in Österreich.....	37
Abbildung 9: Entwicklung der NMVOC-Emissionen bis 2019 und Szenarien bis 2030.....	38
Abbildung 10: Trend der Schwefeldioxid-Emissionen (inklusive und exklusive SO ₂ aus Kraftstoffexport).....	39
Abbildung 11: Anteile der Verursachersektoren an den Schwefeldioxid-Emissionen in Österreich.....	40
Abbildung 12: Entwicklung der Schwefeldioxid-Emissionen bis 2019 und Szenarien bis 2030.....	41
Abbildung 13: Trend der Ammoniak-Emissionen (inklusive und exklusive NH ₃ aus Kraftstoffexport).	42
Abbildung 14: Anteile der Verursachersektoren an den Ammoniak-Emissionen in Österreich.	43
Abbildung 15: Entwicklung der Ammoniak-Emissionen bis 2019 und Szenarien bis 2030.	44
Abbildung 16: Trend der Kohlenstoffmonoxid-Emissionen.	45
Abbildung 17: Anteile der Verursachersektoren an den Kohlenstoffmonoxid-Emissionen in Österreich.....	46
Abbildung 18: Schematische Darstellung der Mengenverteilung von TSP, PM ₁₀ und PM _{2,5}	47

Abbildung 19: Trend der Emissionen von TSP, PM ₁₀ und PM _{2,5}	49
Abbildung 20: Anteile der Verursachersektoren an den TSP-Emissionen Österreichs.	50
Abbildung 21: Anteile der Verursachersektoren an den PM ₁₀ -Emissionen Österreichs.	51
Abbildung 22: Anteile der Verursachersektoren an den PM _{2,5} -Emissionen Österreichs.....	51
Abbildung 23: Emissionsprojektionen für PM _{2,5} -Emissionen bis 2030.....	52
Abbildung 24: Trend der österreichischen Kadmium-Emissionen.....	56
Abbildung 25: Anteile der Verursachersektoren an den Kadmium-Emissionen Österreichs.....	57
Abbildung 26: Trend der österreichischen Quecksilber- Emissionen.....	58
Abbildung 27: Anteile der Verursachersektoren an den Quecksilber-Emissionen Österreichs.....	59
Abbildung 28: Trend der österreichischen Blei-Emissionen.	60
Abbildung 29: Anteile der Verursachersektoren an den Blei-Emissionen Österreichs.	61
Abbildung 30: Trend der PAK-Emissionen (Σ PAK4).	64
Abbildung 31: Anteile der Verursachersektoren an den PAK-Emissionen in Österreich.	65
Abbildung 32: Trend der Dioxin-Emissionen.....	66
Abbildung 33: Anteile der Verursachersektoren an den Dioxin-Emissionen in Österreich.....	67
Abbildung 34: Trend der HCB-Emissionen.	68
Abbildung 35: Anteile der Verursachersektoren an den HCB-Emissionen in Österreich.....	69
Abbildung 36: Trend der PCB-Emissionen.....	70
Abbildung 37: Anteile der Verursachersektoren an den PCB-Emissionen in Österreich.....	71
Abbildung 38: Anteil des Sektors Energieversorgung an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.....	73
Abbildung 39: Trend der NO _x - und SO ₂ -Emissionen des Sektors Energieversorgung.	74
Abbildung 40: Trend der PM _{2,5} -Emissionen des Sektors Energieversorgung.....	76

Abbildung 41: Anteil des Sektors Kleinverbrauch an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.....	80
Abbildung 42: Trend der CO-, NMVOC-, NO _x - und SO ₂ -Emissionen des Sektors Kleinverbrauch.....	81
Abbildung 43: Trend der PM ₁₀ - und PM _{2,5} -Emissionen des Sektors Kleinverbrauch.....	83
Abbildung 44: Anteil des Sektors Industrieproduktion an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.....	87
Abbildung 45: Trend der CO-, NO _x - und SO ₂ -Emissionen des Sektors Industrieproduktion.....	88
Abbildung 46: Trend der PM ₁₀ - und der PM _{2,5} -Emissionen des Sektors Industrieproduktion.....	90
Abbildung 47: Anteil des Sektors Verkehr an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.....	94
Abbildung 48: Trend der CO- und NO _x - Emissionen des Sektors Verkehr.....	94
Abbildung 49: Trend der NO _x -Emissionen des Lkw- und Pkw-Verkehrs.....	95
Abbildung 50: Lkw-bedingter Anteil an den NO _x -Emissionen des Straßenverkehrs.....	97
Abbildung 51: Trend der PM ₁₀ - und PM _{2,5} -Emissionen des Sektors Verkehr.....	98
Abbildung 52: Anteil des Sektors Landwirtschaft an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.....	100
Abbildung 53: Trend der NH ₃ -, NO _x - und NMVOC-Emissionen des Sektors Landwirtschaft.....	101
Abbildung 54: PM ₁₀ - und PM _{2,5} -Emissionen des Sektors Landwirtschaft.....	103
Abbildung 55: Anteil des Sektors Sonstige an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.....	106
Abbildung 56: Trend der NMVOC-Emissionen des Sektors Sonstige.....	107
Abbildung 57: Trend der PM _{2,5} -Emissionen des Sektors Sonstige.....	108

10 LITERATURVERZEICHNIS

- BMLFUW – 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.
- E-CONTROL, 2021. Ökostrombericht 2021. Unsere Energie für eine sichere Zukunft.
https://www.e-control.at/documents/1785851/1811582/E-Control_Oekostrombericht_2021_Final.pdf/d04142ba-cd89-5422-2972-fe721f90cd2a?t=1635952429306.
- EEA – European Environment Agency, 2009. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2009. Technical report No 6/2009. Copenhagen.
<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>.
- EEA – European Environment Agency, 2013a. Status of black carbon monitoring in ambient air in Europe. EEA Technical report No. 18/2013.
<http://www.eea.europa.eu/publications/status-of-black-carbon-monitoring>.
- EEA – European Environment Agency, 2017. Comprehensive Technical Review of National Emission Inventories pursuant to the Directive on the Reduction of National Emissions of Certain Atmospheric Pollutants (Directive (EU) 2016/2284). Final Review Report 2017.
- EEA – European Environment Agency, 2018. Final Review Report 2018 – Second Phase of review of national air pollution emission inventory data pursuant to the Directive on the Reduction of National Emissions of Certain Atmospheric Pollutants (Directive (EU) 2016/2284 or 'NECD') – Austria. Reference: 070203/2017/765105/SER/ENV.C.3.

- EEA – European Environment Agency, 2019a. 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, 2019b. Final Review Report 2019 – Third Phase of review of national air pollution emission inventory data pursuant to the Directive on the Reduction of National Emissions of Certain Atmospheric Pollutants (Directive (EU) 2016/2284 or 'NECD') – Austria. Reference: Service Request No 4 under Framework Contract No ENV.C.3/FRA/2017/0012.
- EEA – European Environment Agency, 2020. Final Review Report 2020 – Review of National Air Pollutant Emission Inventory Data 2020 under Directive 2016/2284 (National Emission reduction Commitments Directive) – Austria. Reference: Service Contract No. 070201/2019/8159797/SER/ENV.C.3.
- EEA – European Environment Agency, 2021a. Sources and emissions of air pollutants in Europe, December 2021
<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2021/sources-and-emissions-of-air>
- EEA – European Environment Agency, 2021b. Europe's air quality status 2021 – update, December 2021
<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2021/air-quality-status-briefing-2021>
- HÖRTENHUBER, S., V. GRÖßBACHER, R. WEISSENSTEINER und W. ZOLLITSCH, 2022. Minderungspotenziale zu Treibhausgas- und Luftschadstoff-Emissionen aus der Nutztierhaltung unter besonderer Berücksichtigung ernährungsbezogener Faktoren (MiNutE). Wien: Universität für Bodenkultur.
- 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/>.
- LKNÖ – Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2013): Biomasse – Heizungserhebung 2012. St. Pölten.
- LKNÖ – Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2014): Biomasse – Heizungserhebung 2013. St. Pölten.

- LKNÖ – Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2015): Biomasse – Heizungserhebung 2014. St. Pölten.
- LKNÖ – Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2016): Biomasse – Heizungserhebung 2015. St. Pölten.
- LKNÖ – Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2017): Biomasse – Heizungserhebung 2016. St. Pölten.
- LKNÖ – Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2018): Biomasse – Heizungserhebung 2017. St. Pölten.
- LKNÖ – Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2019): Biomasse – Heizungserhebung 2018. St. Pölten.
- LKNÖ – Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2020): Biomasse – Heizungserhebung 2019. St. Pölten.
- LKNÖ – Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2021): Biomasse – Heizungserhebung 2020. 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, 2021a. Energiebilanzen Österreich 1970–2020. Wien.
<https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/energiebilanzen>
- STATISTIK AUSTRIA, 2021b. Nutzenergieanalyse für Österreich 1993–2020. Wien.
<https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/nutzenergieanalyse>
- STATISTIK AUSTRIA, 2021c. Absolutwerte der Heizgradsummen auf aktuellem Stand und Abweichungen gegenüber dem langjährigen Durchschnitt; kostenpflichtiger Abonnementdienst der Statistik Austria.
- UMWELTBUNDESAMT, 2005. Schneider, J., K. Placer und L. Moosmann: Abschätzung der Gesundheitsauswirkungen von Schwebstaub 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, 2017a. Anderl, M. und M. Kriech: Austria's Informative Adjustment Report 2017. Austria's applications for inventory adjustment pursuant to Article 5 (1) of the NEC Directive 2016/2284 (Addendum to Austria's IIR 2017). Reports, Bd. REP-0613. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2017b. Winter, B., G. Moser, M. Purzner, M. Clara, K. Fallmann, T. Gallauner, D. Müller-Grabherr, C. Nagl, W. Schieder, B. Schodl, J. Svehla-Stix, P. Thielen, M. Uhl, P. Weiss, H. Wiesenberger: National Action Plan pursuant to article 5 of the Stockholm Convention on POPs and article 6 of the EU-POP Regulation; Second review, 2017; REP-0633. Wien 2017.
- 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, 2021a. Spangl, W. und C. Nagl: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2020. Reports, Bd. REP-0755. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2021b. Haider, S., M. Anderl, M. Gangl, T. Köther, C. Lampert, K. Pazdernik, D. Perl, M. Pinterits, S. Poupa, M. Purzner, W. Schieder, G. Schmidt, B. Schodl, M. Titz, M. Wieser und A. Zechmeister: Austria's Informative Inventory Report 2021. 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-0762. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2021c. Titz, M., M. Anderl, S. Haider, T. Krutzler, C. Lampert, S. Poupa, M. Purzner, W. Schieder, B. Schodl, M. Wieser und A. Zechmeister: Austria's National Air Emission Projections 2021 for 2020, 2025 and 2030, Bd. REP-0769. Umweltbundesamt, Wien 2021.
- UMWELTBUNDESAMT, 2022a. Pazdernik, K., M. Anderl, A. Friedrich, M. Gangl, M. Kriech, V. Kuschel, C. Lampert, N. Mandl, B. Matthews, S. Mayer, E. Moldaschl, S. Poupa, M. Purzner, A. Rockenschaub, W. Schieder, C. Schmid, G. Schmidt, B. Schodl, E. Schwaiger, B. Schwarzl, G. Stranner, P. Weiss, M. Wieser und A. Zechmeister: Austria's National Inventory Report 2022. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Reports, Bd. REP-0811. Umweltbundesamt, Wien.

- UMWELTBUNDESAMT, 2022b. Mayer, M. Anderl, C. Brendle, M. Gangl, C. Lampert, N. Mandl, K. Pazdernik, S. Poupa, M. Purzner, D. Reiterer, W. Schieder, G. Schmidt, B. Schodl, G. Stranner, M. Wieser, R. Wankmüller, R und A. Zechmeister: Austria's Informative Inventory Report 2022. 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-0809. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2022c. Zechmeister, A., M. Anderl, A. Bartel, E. Frei, B. Gugele, M. Gössl, S. Haider, H. Heinfellner, C. Heller, A. Heuber, T. Köther, T. Krutzler, V. Kuschel, C. Lampert, M. Miess, K. Pazdernik, D. Perl, S. Poupa, A. Prutsch, M. Purzner, E. Rigler, K. Rockenschaub, W. Schieder, C. Schmid, G. Schmidt, S. Schnirzer, B. Schodl, A. Storch, G. Stranner, S. Svehla-Stix, b. Schwarzl, E. Schwaiger, J. Vogel, P. Weiss, H. Wiesenberger und M. Wieser: Klimaschutzbericht 2022. Reports, REP-0816. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2022d. Perl, D., M. Anderl, M. Gangl, S. Haider, C. Lampert, K. Pazdernik, S. Poupa, M. Purzner, W. Schieder, G. Schmidt, B. Schodl, G. Stranner und M. Wieser: Austria's Annual Air Emission Inventory 1990–2020, Emissions of SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ and PM_{2.5}. Reports, Bd. REP-0807. 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, 2018. Sinabell, F., M. Schönhart und E. Schmid: Austrian Agriculture 2020–2050. Scenarios and sensitivity analyses on land use, production, livestock and production systems. Wirtschaftsforschungsinstitut (WIFO) und Universität für Bodenkultur (BOKU), Vienna.

Rechtsnormen und Leitlinien

- 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.
- 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.
- Entscheidung Nr. 5247/2009 endgültig: Entscheidung der Kommission vom 2. Juli 2009 über die von Österreich eingereichte Mitteilung einer Ausnahme von der vorgeschriebenen Anwendung der PM₁₀-Grenzwerte.

- Feuerungsanlagen-Verordnung (FAV; BGBl. II Nr. 331/1997): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Bauart, die Betriebsweise, die Ausstattung und das zulässige Ausmaß der Emission von Anlagen zur Verfeuerung fester, flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe in gewerblichen Betriebsanlagen.
- Gaspendelverordnung (BGBl. Nr. 793/1992): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Ausstattung von Tankstellen mit Gaspendelleitungen.
- 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.
- HKW-Anlagen-Verordnung (HAV; BGBl. II Nr. 411/2005): Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über die Begrenzung der Emissionen bei der Verwendung halogener organischer Lösemittel in gewerblichen Betriebsanlagen. Novelle der CKW-Anlagen-Verordnung 1994 (BGBl. Nr. 865/1994).
- 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>.

Kraftstoffbehälterverordnung (BGBl. Nr. 558/1991): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Ausstattung gewerblicher Betriebsanlagen mit Gaspendelleitungen für ortsfeste Kraftstoffbehälter.

Kraftstoffrichtlinie (RL 98/70/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über die Qualität von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen 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.

Lackieranlagen-Verordnung (BGBl. Nr. 873/1995): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Begrenzung der Emission von luftverunreinigenden Stoffen aus Lackieranlagen in gewerblichen Betriebsanlagen.

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).

ÖNORM B 8110-5: Wärmeschutz im Hochbau – Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile.

Ökologisierungsgesetz (ÖkoG 2007; BGBl. Nr. 46/2008): Bundesgesetz, mit dem das Normverbrauchsabgabegesetz und das Mineralölsteuergesetz 1995 geändert werden.

Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/1992): Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung und die Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen, mit dem das Smogalarmgesetz, BGBl. Nr. 38/1989, geändert wird.

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 97/68/EG: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Verbrennungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte.

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)).
- 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 Emissionszertifikatgesetz und das Immissionschutzgesetz-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.
2. Schwefelprotokoll (BGBl. III Nr. 60/99): Protokoll zur Konvention von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend die weitere Verringerung von Schwefel-Emissionen.

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) 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
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
Kleinverbrauch	30,88	18,10	11,14	11,33	10,01	9,91	8,84	7,63	7,52	6,16	6,14	2,57	2,64	2,01	1,94	1,75	1,49	1,44	1,48	1,50	1,33	1,34	1,33
Industrieproduktion	19,76	11,50	10,20	9,91	10,74	10,57	9,75	10,86	11,26	11,12	10,53	9,00	10,10	10,35	10,36	10,46	10,71	10,74	9,94	9,49	8,14	8,06	7,81
Verkehr*	5,14	5,99	2,52	2,57	2,47	2,45	0,39	0,36	0,33	0,33	0,32	0,31	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	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
Landwirtschaft	1,79	0,70	0,55	0,56	0,49	0,50	0,35	0,28	0,25	0,21	0,22	0,14	0,14	0,12	0,13	0,14	0,13	0,13	0,14	0,11	0,09	0,09	0,09
Sonstige	0,08	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	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
Gesamt* (anthropogen)	73,70	46,81	31,58	32,46	31,39	31,18	26,60	25,94	26,71	23,34	20,27	14,75	15,99	15,18	14,80	14,37	14,53	14,13	13,29	12,81	11,59	11,16	10,54
exkl. Kraftstoffexport	72,92	45,86	31,05	31,82	30,71	30,44	26,55	25,89	26,67	23,30	20,24	14,71	15,95	15,15	14,77	14,33	14,49	14,09	13,26	12,77	11,56	11,12	10,51

* 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
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	10,20
Kleinverbrauch	19,37	18,74	16,96	18,33	17,11	17,47	16,55	15,99	16,30	14,65	14,80	13,98	14,78	13,40	13,35	13,54	11,82	12,32	12,59	12,70	11,60	11,76	11,66
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	25,92	25,59	24,76
Verkehr*	119,7	113,9	129,4	137,4	147,4	156,4	157,8	160,7	150,2	145,7	132,9	125,2	124,6	116,7	112,7	114,2	109,7	106,3	100,1	92,36	84,81	78,73	59,89
davon Kraftstoffexport	16,88	17,38	31,82	39,47	47,78	54,38	54,13	56,95	46,14	42,95	36,54	35,32	35,42	28,22	26,84	29,49	25,33	24,02	20,73	18,75	15,33	13,53	10,67
Landwirtschaft	24,18	22,86	22,63	22,89	22,55	21,42	20,88	21,12	20,79	20,57	21,69	20,46	19,23	20,29	19,59	19,04	19,82	19,34	19,84	18,77	18,18	17,73	17,54
Sonstige	0,13	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
Gesamt* (anthropogen)	219,0	199,3	212,6	223,2	231,0	242,0	241,8	247,8	238,3	231,4	218,2	204,4	204,8	196,4	190,9	190,0	182,3	179,1	171,8	162,9	151,8	144,6	124,1
exkl. Kraftstoffexport	202,1	181,9	180,7	183,7	183,2	187,6	187,6	190,8	192,2	188,4	181,7	169,1	169,3	168,1	164,0	160,5	156,9	155,1	151,1	144,2	136,4	131,0	113,4

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 3: *NMVOE-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
Energieversorgung	15,88	9,80	5,96	4,17	4,31	4,27	3,89	3,67	3,71	3,35	3,16	2,99	2,89	2,86	2,86	2,75	2,83	2,76	2,69	2,72	2,59	2,63	2,18
Kleinverbrauch	43,77	40,11	33,15	34,12	31,55	30,80	29,42	28,91	29,48	28,76	28,82	28,37	30,97	28,26	29,08	29,32	25,44	26,18	26,45	26,43	24,19	24,41	24,35
Industrieproduktion	5,70	5,52	4,92	4,59	4,61	4,78	4,88	5,10	5,27	5,22	5,15	5,10	5,16	5,35	5,33	4,81	4,78	4,81	4,63	4,75	4,61	4,45	4,32
Verkehr*	97,91	59,88	31,15	28,72	27,80	26,22	24,26	22,24	18,09	16,44	14,26	12,75	11,65	10,45	9,44	8,77	8,05	7,57	6,83	6,33	6,00	5,62	4,58
davon Kraftstoffexport	4,50	1,45	0,29	1,48	3,46	4,46	4,46	4,46	3,34	3,07	2,43	2,26	2,00	1,54	1,34	1,23	1,02	0,99	0,89	0,80	0,68	0,58	0,48
Landwirtschaft	56,48	51,03	46,23	45,72	44,79	44,39	43,92	43,20	42,87	42,58	42,29	42,01	41,79	40,91	40,38	40,26	40,03	39,87	39,77	39,69	39,19	38,76	38,49
Sonstige	114,8	81,58	59,08	57,67	57,18	55,75	46,52	53,72	59,54	58,53	55,97	45,70	45,03	44,70	43,22	38,56	36,67	31,62	31,11	32,21	32,25	32,63	36,90
Gesamt* (anthropogen)	334,5	247,9	180,5	175,0	170,2	166,2	152,9	156,8	158,9	154,9	149,6	136,9	137,5	132,5	130,3	124,5	117,8	112,8	111,5	112,1	108,8	108,5	110,8
exkl. Kraftstoffexport	330,0	246,5	180,2	173,5	166,8	161,8	148,4	152,4	155,6	151,8	147,2	134,7	135,5	131,0	129,0	123,2	116,8	111,8	110,6	111,3	108,2	107,9	110,4

* inklusive Kraftstoffexport

Emissionstabelle 4: NH₃-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
Energieversorgung	0,20	0,22	0,23	0,26	0,25	0,28	0,29	0,33	0,35	0,37	0,40	0,42	0,47	0,46	0,46	0,44	0,41	0,44	0,44	0,47	0,44	0,43	0,43
Kleinverbrauch	0,59	0,64	0,63	0,67	0,64	0,66	0,63	0,63	0,65	0,60	0,62	0,60	0,65	0,59	0,60	0,62	0,54	0,58	0,59	0,60	0,55	0,56	0,57
Industrieproduktion	0,60	0,44	0,44	0,44	0,39	0,42	0,42	0,50	0,50	0,59	0,54	0,48	0,51	0,50	0,52	0,48	0,49	0,50	0,44	0,48	0,47	0,54	0,49
Verkehr*	0,80	1,98	2,51	2,58	2,78	2,82	2,71	2,57	2,46	2,32	2,06	1,93	1,85	1,64	1,48	1,34	1,22	1,17	1,14	1,11	1,11	1,09	0,90
davon Kraftstoffexport	0,05	0,04	-0,13	0,01	0,35	0,54	0,59	0,62	0,58	0,59	0,50	0,51	0,49	0,41	0,36	0,33	0,29	0,30	0,29	0,28	0,26	0,25	0,21
Landwirtschaft	66,65	64,06	59,67	59,28	58,14	58,12	57,70	57,64	58,00	59,41	59,03	60,65	60,57	60,28	60,66	60,86	61,75	62,47	63,43	64,12	62,97	61,82	61,49
Sonstige	0,43	0,67	0,80	0,89	0,98	1,05	1,29	1,39	1,42	1,46	1,45	1,45	1,47	1,47	1,48	1,41	1,45	1,47	1,52	1,50	1,49	1,50	1,54
Gesamt* (anthropogen)	69,27	68,01	64,27	64,12	63,18	63,36	63,05	63,06	63,37	64,73	64,10	65,53	65,52	64,94	65,19	65,15	65,85	66,64	67,56	68,29	67,05	65,96	65,42
exkl. Kraftstoffexport	69,22	67,97	64,41	64,11	62,84	62,81	62,46	62,44	62,79	64,14	63,60	65,01	65,03	64,54	64,83	64,82	65,57	66,34	67,26	68,00	66,79	65,71	65,21

* 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
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
Kleinverbrauch	399,5	362,9	296,5	306,0	281,4	274,0	262,0	261,8	267,9	261,7	265,4	264,3	291,3	267,3	275,5	277,3	240,9	246,3	248,9	249,0	226,5	227,6	226,0
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	170,4
Verkehr*	535,6	329,9	186,4	176,4	177,9	173,4	161,6	152,4	131,7	125,0	113,9	108,0	104,1	98,16	91,55	89,55	84,08	81,46	77,67	72,40	69,60	65,52	52,46
Landwirtschaft	34,32	32,71	30,16	31,16	29,90	29,23	29,08	29,35	28,76	27,05	27,16	24,65	25,15	23,66	23,10	22,43	20,54	20,38	19,90	19,41	18,51	18,12	17,86
Sonstige	11,52	10,65	8,67	8,38	8,36	8,32	8,42	7,95	7,64	7,27	6,94	6,54	6,21	5,84	5,55	5,25	4,93	4,65	4,41	4,19	3,97	3,79	3,66
Gesamt (anthropogen)	1 254	972,0	725,1	697,9	666,3	668,5	651,2	626,4	626,3	603,4	584,5	563,9	579,5	562,5	561,9	564,8	528,9	539,4	533,8	524,5	483,6	497,0	474,7

* 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
Energieversorgung	0,33	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,28
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	0,26	0,26	0,27	0,25	0,26	0,26
Industrieproduktion	0,85	0,45	0,41	0,40	0,40	0,42	0,43	0,49	0,51	0,27	0,28	0,25	0,28	0,28	0,29	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,30	0,28	0,26
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	0,02
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
Sonstige	0,15	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09	0,08	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
Gesamt (anthropogen)	1,76	1,11	1,05	1,06	1,04	1,07	1,06	1,11	1,16	0,92	0,94	0,93	1,01	0,98	1,00	1,01	0,95	0,97	0,96	0,98	0,98	0,96	0,94

* 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
Energieversorgung	0,35	0,20	0,20	0,22	0,21	0,23	0,22	0,21	0,21	0,19	0,19	0,18	0,21	0,22	0,21	0,21	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14
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
Industrieproduktion	1,67	1,01	0,92	0,96	1,00	1,03	1,04	1,17	0,64	0,67	0,68	0,57	0,64	0,65	0,66	0,71	0,71	0,68	0,63	0,65	0,63	0,66	0,68
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
Landwirtschaft	0,02	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	0,05	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
Gesamt (anthropogen)	2,51	1,58	1,39	1,46	1,46	1,50	1,48	1,59	1,07	1,08	1,09	0,96	1,08	1,07	1,09	1,14	1,09	1,07	1,00	1,03	1,00	1,02	1,03

* 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
Energieversorgung	1,45	0,76	1,02	1,18	1,35	1,55	1,58	1,52	1,70	1,88	2,00	2,07	2,43	2,41	2,53	2,59	2,35	2,46	2,40	2,43	2,41	2,29	2,36
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	2,28	2,06	2,13	2,15	1,87	1,99	2,01	2,08	1,93	2,00	2,00
Industrieproduktion	41,77	17,50	14,10	14,11	14,80	14,98	15,25	16,75	17,22	4,46	4,47	3,83	4,48	4,60	4,57	4,63	4,46	4,36	4,27	4,43	4,26	3,46	3,25
Verkehr*	178,9	3,17	3,64	3,71	3,82	3,92	3,99	4,01	4,08	4,13	4,03	3,98	4,04	4,12	4,11	4,15	4,27	4,38	4,52	4,62	4,81	4,86	4,15
Landwirtschaft	1,00	0,14	0,13	0,14	0,13	0,14	0,15	0,14	0,14	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,17	0,16	0,16	0,17	0,17	0,16	0,15	0,15
Sonstige	2,26	1,12	1,70	1,08	1,69	1,46	1,42	1,60	1,77	1,78	1,78	1,48	1,51	1,67	1,51	1,63	1,40	0,77	1,21	0,94	0,85	1,28	0,57
Gesamt (anthropogen)	232,5	25,99	23,18	22,81	24,11	24,28	24,53	26,04	27,00	14,45	14,50	13,51	14,89	15,00	15,00	15,33	14,51	14,12	14,57	14,66	14,42	14,03	12,47

* 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
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
Kleinverbrauch	10,98	9,49	7,30	7,33	6,44	6,02	5,72	5,68	5,91	5,86	5,79	5,71	6,30	5,62	5,81	5,88	5,10	5,28	5,35	5,33	4,93	5,06	5,14
Industrieproduktion	7,05	0,32	0,29	0,29	0,30	0,31	0,33	0,38	0,41	0,44	0,45	0,40	0,44	0,45	0,46	0,47	0,46	0,45	0,43	0,46	0,42	0,44	0,42
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	0,36	0,34	0,33	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,36	0,31
Landwirtschaft	0,65	0,64	0,55	0,59	0,57	0,57	0,59	0,69	0,69	0,65	0,68	0,68	0,76	0,73	0,77	0,79	0,73	0,76	0,78	0,78	0,72	0,73	0,74
Sonstige	0,16	0,04	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
Gesamt (anthropogen)	19,13	10,86	8,52	8,60	7,73	7,33	7,07	7,18	7,43	7,36	7,30	7,16	7,89	7,17	7,40	7,52	6,66	6,86	6,94	6,95	6,46	6,61	6,63

* 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
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
Kleinverbrauch	42,40	35,07	26,82	27,60	24,81	24,01	22,64	21,75	22,07	21,49	21,50	20,83	22,91	20,40	20,82	21,24	18,24	18,55	18,57	18,81	16,85	16,86	16,74
Industrieproduktion	43,47	16,06	18,14	17,48	7,18	7,19	7,63	8,53	9,36	9,03	8,50	8,89	10,52	10,49	10,61	10,75	10,74	10,80	10,50	10,71	9,68	9,83	9,68
Verkehr*	4,15	2,43	1,38	1,33	1,35	1,34	1,27	1,33	1,38	1,39	1,41	1,51	1,59	1,52	1,55	1,61	1,59	1,66	1,62	1,59	1,59	1,57	1,41
Landwirtschaft	1,71	1,60	1,39	1,52	1,44	1,46	1,56	1,47	1,51	1,46	1,56	1,50	1,68	1,54	1,69	1,73	1,52	1,70	1,57	1,55	1,51	1,44	1,46
Sonstige	21,35	2,27	2,31	2,32	2,35	2,36	2,37	2,05	2,03	2,54	2,48	2,47	2,89	2,81	2,87	2,52	2,90	2,89	2,72	2,74	2,32	2,66	2,67
Gesamt (anthropogen)	125,2	57,78	50,54	50,78	37,73	37,00	36,17	35,82	37,13	36,80	36,44	36,27	40,96	38,08	38,90	39,26	36,28	36,93	36,33	36,82	33,34	33,72	33,40

* 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
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
Kleinverbrauch	50,02	31,42	14,27	14,48	12,70	12,13	11,37	10,52	10,45	9,90	9,96	9,37	10,33	8,99	9,18	9,18	7,86	7,93	7,90	8,03	7,19	7,17	7,07
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	30,26	108,7	114,1	6,36	6,21	6,80	5,83	6,21	5,88
Verkehr*	0,83	0,49	0,28	0,27	0,27	0,27	0,25	0,27	0,28	0,28	0,28	0,30	0,32	0,30	0,31	0,32	0,32	0,33	0,32	0,32	0,32	0,31	0,28
Landwirtschaft	11,05	6,37	1,12	1,14	1,05	1,13	1,12	0,77	0,80	0,80	0,84	0,77	1,46	1,20	1,17	1,36	1,30	0,80	1,51	2,38	2,07	2,90	0,77
Sonstige	9,45	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Gesamt (anthropogen)	82,92	42,47	20,17	20,25	18,56	18,09	17,46	16,66	16,71	16,43	16,52	15,54	18,55	17,10	41,44	120,12	124,13	15,98	16,53	18,10	15,97	17,15	14,59

* 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
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
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	0,15
Industrieproduktion	31,34	13,10	14,34	14,21	15,21	15,10	15,56	17,11	17,43	18,09	18,02	13,87	17,07	17,72	17,47	18,55	18,37	17,76	17,32	19,32	16,39	17,42	16,03
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
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	0,00	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
Gesamt (anthropogen)	37,43	17,81	17,22	17,28	17,34	17,44	17,79	18,91	19,02	19,30	19,22	14,85	18,12	18,33	17,97	18,97	18,72	18,19	17,85	19,73	16,55	17,58	16,21

* 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
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	1,92	1,91	1,98	1,93	1,74	1,81	1,69	1,75	1,65	1,60	1,59
Kleinverbrauch	12,57	11,15	9,20	9,48	8,74	8,55	8,14	7,98	8,15	7,97	8,04	7,95	8,69	7,97	8,16	8,27	7,27	7,46	7,52	7,59	6,96	7,01	6,98
Industrieproduktion	21,41	21,00	21,42	20,70	20,10	19,75	20,22	19,99	18,67	18,25	19,15	17,80	17,52	17,97	17,47	17,11	17,26	16,72	16,55	17,02	16,68	16,88	16,22
Verkehr*	9,09	10,25	10,81	10,95	11,24	11,44	11,35	11,23	10,94	10,56	9,63	8,96	8,78	8,33	7,90	7,62	7,37	7,18	7,06	6,88	6,78	6,63	5,71
Landwirtschaft	7,57	7,33	7,06	7,14	7,00	6,84	6,84	6,81	6,68	6,56	6,54	6,32	6,24	6,15	6,02	5,91	5,83	5,74	5,69	5,59	5,49	5,44	5,38
Sonstige	0,98	0,96	0,97	0,88	0,99	0,97	0,99	0,97	1,01	1,09	1,03	0,99	1,07	1,09	1,13	1,11	1,20	1,19	1,26	1,23	1,18	1,35	1,20
Gesamt (anthropogen)	53,52	52,26	50,84	50,75	49,66	49,33	49,27	48,59	47,20	46,13	46,12	43,66	44,22	43,42	42,65	41,97	40,66	40,11	39,77	40,06	38,75	38,91	37,06

* 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
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	1,55	1,53	1,62	1,56	1,41	1,46	1,36	1,40	1,34	1,28	1,30
Kleinverbrauch	11,67	10,39	8,59	8,86	8,17	8,00	7,62	7,47	7,63	7,46	7,52	7,45	8,13	7,47	7,64	7,75	6,81	6,98	7,04	7,10	6,51	6,55	6,52
Industrieproduktion	12,97	12,06	12,29	11,86	11,25	11,05	11,18	11,19	10,34	10,00	10,38	9,63	9,49	9,73	9,41	9,11	9,06	8,76	8,59	8,83	8,62	8,69	8,36
Verkehr*	7,35	8,39	8,80	8,93	9,19	9,36	9,25	9,13	8,82	8,41	7,51	6,87	6,67	6,19	5,77	5,48	5,19	4,98	4,82	4,61	4,46	4,30	3,55
Landwirtschaft	6,80	6,59	6,38	6,45	6,33	6,17	6,17	6,13	6,02	5,88	5,87	5,64	5,55	5,47	5,33	5,22	5,14	5,04	4,99	4,88	4,79	4,73	4,67
Sonstige	0,89	0,86	0,91	0,82	0,91	0,88	0,88	0,86	0,89	0,95	0,91	0,88	0,95	0,95	0,96	0,95	0,99	0,95	0,99	0,96	0,90	1,02	0,92
Gesamt (anthropogen)	41,08	39,44	37,96	38,10	37,02	36,79	36,42	36,01	35,04	34,03	33,55	31,80	32,34	31,35	30,73	30,07	28,59	28,17	27,79	27,78	26,62	26,58	25,31

* 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
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	1,20	1,17	1,26	1,21	1,09	1,12	1,05	1,08	1,04	0,99	1,01
Kleinverbrauch	10,90	9,77	8,11	8,37	7,74	7,57	7,21	7,10	7,24	7,08	7,14	7,08	7,72	7,10	7,26	7,35	6,46	6,62	6,67	6,73	6,17	6,20	6,16
Industrieproduktion	5,20	4,24	4,32	4,05	3,68	3,59	3,47	3,70	3,36	3,18	3,13	2,89	2,90	2,96	2,82	2,59	2,39	2,31	2,16	2,20	2,08	2,07	2,01
Verkehr*	6,42	7,35	7,66	7,77	8,01	8,16	8,03	7,91	7,58	7,16	6,27	5,65	5,43	4,94	4,52	4,22	3,91	3,67	3,48	3,25	3,06	2,88	2,28
Landwirtschaft	2,87	2,66	2,48	2,55	2,44	2,28	2,28	2,25	2,14	2,02	2,04	1,82	1,75	1,70	1,57	1,48	1,42	1,33	1,30	1,21	1,14	1,11	1,07
Sonstige	0,76	0,74	0,77	0,73	0,78	0,75	0,74	0,70	0,72	0,77	0,75	0,74	0,79	0,78	0,78	0,76	0,79	0,75	0,76	0,75	0,69	0,76	0,71
Gesamt inkl. Kraftstoffexport (anthropogen)	27,11	25,59	24,01	24,29	23,43	23,29	22,71	22,55	22,04	21,20	20,35	19,22	19,80	18,65	18,20	17,60	16,06	15,82	15,42	15,21	14,18	14,01	13,25
Gesamt exkl. Kraftstoffexport	26,56	24,90	23,24	23,32	22,15	21,78	21,18	20,97	20,73	19,98	19,37	18,31	18,93	17,98	17,61	17,02	15,58	15,38	15,05	14,88	13,93	13,80	13,09

* 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—2020“ 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.