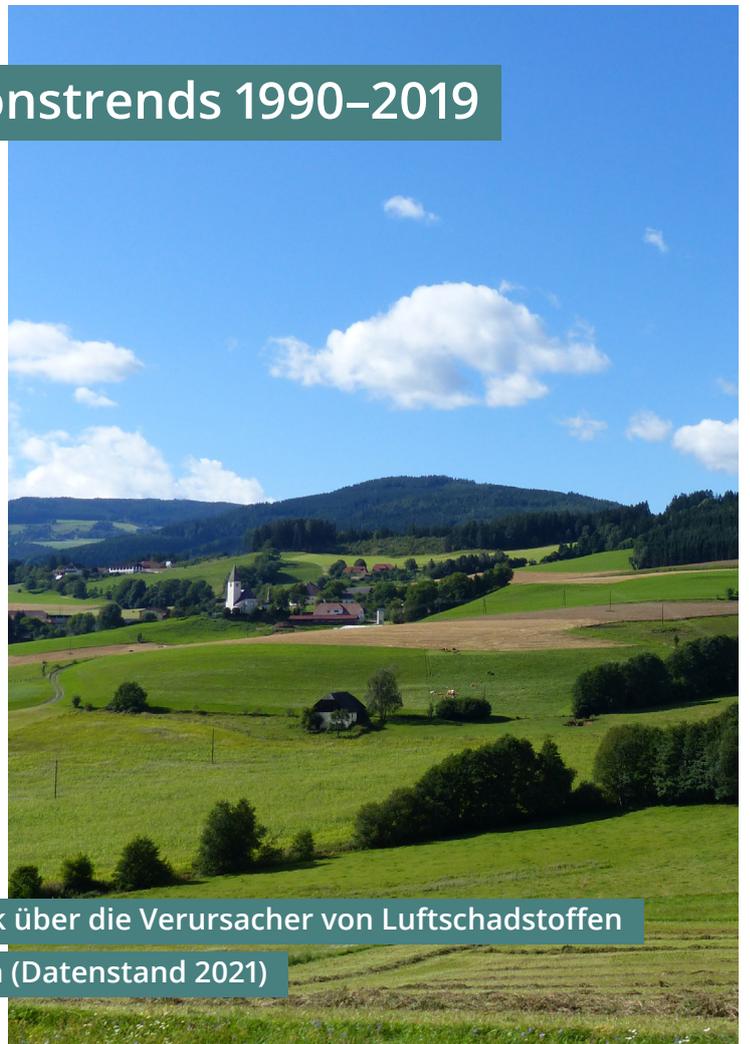


Emissionstrends 1990–2019

Ein Überblick über die Verursacher von Luftschadstoffen
in Österreich (Datenstand 2021)



EMISSIONSTRENDS 1990–2019

*Ein Überblick über die Verursacher von
Luftschadstoffen in Österreich*

(Datenstand 2021)

Michael Anderl
Marion Gangl
Simone Haider
Holger Heinfellner
Christoph Lampert
Daniela Perl
Stephan Poupa
Maria Purzner
Wolfgang Schieder
Michaela Titz
Andreas Zechmeister

REPORT
REP-0770

WIEN 2021

Projektleitung Daniela Perl

AutorInnen Michael Anderl
Marion Gangl
Simone Haider
Holger Heinfellner
Christoph Lampert
Daniela Perl
Stephan Poupa
Maria Purzner
Wolfgang Schieder
Michaela Titz
Andreas Zechmeister

Lektorat Ira Mollay

Satz/Layout Thomas Lössl

Umschlagfoto © Maria Deweis

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

Impressum

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

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

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2021

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-593-0

VORWORT

Der vorliegende Bericht präsentiert die neuesten Ergebnisse der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI). Es handelt sich hierbei um die Emissionsdaten für die Jahre 1990–2019. 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 Emissionshöchstmengen, die jährlich einzuhalten sind. Die Zielerreichung wird ebenso erörtert wie Trends und Ursachen der Emissionen. Anhand der jüngsten Ergebnisse der NEC-Projektionen 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 2021b) nachgelesen werden.

Die Darstellung und Beschreibung der Luftschadstoff-Emissionen erfolgt in diesem Bericht inklusive der Emissionen aus dem Kraftstoffexport. Eine Ausnahme bildet die Diskussion zur Erreichung der Ziele gemäß Emissionshöchstmengesetz-Luft (EG-L); hier werden nur die im Inland emittierten NO_x-, NMVOC-, SO₂- und NH₃-Emissionen (d. h. ohne Emissionen aus Kraftstoffexport) betrachtet.

Eine ausführliche Darstellung der Treibhausgas-Emissionen erfolgt im Klimaschutzbericht des Umweltbundesamts (UMWELTBUNDESAMT 2021c).

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	10
1 GRUNDLAGEN DER INVENTUR	13
1.1 Berichtswesen	13
1.2 Akkreditierte Inspektionsstelle	14
1.3 Emissionsermittlung	16
1.4 Aktualisierte Emissionsdaten (Revision)	16
1.5 Verursachersektoren	19
2 LUFTSCHADSTOFFE UND UMWELTPROBLEME	22
3 KLASSISCHE LUFTSCHADSTOFFE	24
3.1 Übereinkommen und Rechtsnormen	24
3.1.1 Einhaltung der nationalen Emissionshöchstmengen.....	27
3.1.2 NEC Projektionen – Ausblick 2030.....	29
3.2 Stickstoffoxide (NO_x)	31
3.2.1 Emissionstrend 1990–2019.....	31
3.2.2 Verursacher.....	32
3.2.3 Ausblick 2030.....	33
3.3 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)	35
3.3.1 Emissionstrend 1990–2019.....	35
3.3.2 Verursacher.....	36
3.3.3 Ausblick 2030.....	36
3.4 Schwefeldioxid (SO₂)	38
3.4.1 Emissionstrend 1990–2019.....	38
3.4.2 Verursacher.....	39
3.4.3 Ausblick 2030.....	39
3.5 Ammoniak (NH₃)	41
3.5.1 Emissionstrend 1990–2019.....	41
3.5.2 Verursacher.....	42
3.5.3 Ausblick 2030.....	42
3.6 Kohlenstoffmonoxid (CO)	44
3.6.1 Emissionstrend 1990–2019.....	44
3.6.2 Verursacher.....	45

4	STAUB	46
4.1	Übereinkommen und Rechtsnormen	47
4.2	Emissionstrend 1990–2019	48
4.2.1	Verursacher	49
4.2.2	Ausblick bis 2030	51
5	SCHWERMETALLE	52
5.1	Übereinkommen und Rechtsnormen	52
5.2	Kadmium (Cd)	54
5.2.1	Emissionstrend 1990–2019	54
5.2.2	Verursacher	55
5.3	Quecksilber (Hg)	56
5.3.1	Emissionstrend 1990–2019	56
5.3.2	Verursacher	57
5.4	Blei (Pb)	58
5.4.1	Emissionstrend 1990–2019	58
5.4.2	Verursacher	59
6	PERSISTENTE ORGANISCHE SCHADSTOFFE	60
6.1	Übereinkommen und Rechtsnormen	60
6.2	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	62
6.2.1	Emissionstrend 1990–2019	62
6.2.2	Verursacher	63
6.3	Dioxine und Furane	64
6.3.1	Emissionstrend 1990–2019	64
6.3.2	Verursacher	65
6.4	Hexachlorbenzol (HCB)	66
6.4.1	Emissionstrend 1990–2019	66
6.4.2	Verursacher	67
6.5	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	69
6.5.1	Emissionstrend 1990–2019	69
6.5.2	Verursacher	70
7	EMISSIONEN NACH SEKTOREN	71
7.1	Energieversorgung	71
7.1.1	Hauptschadstoffe	72
7.1.2	Ausblick 2030	76
7.2	Kleinverbrauch	76
7.2.1	Hauptschadstoffe	78

7.2.2	Ausblick 2030	83
7.3	Industrieproduktion	84
7.3.1	Hauptschadstoffe	84
7.3.2	Ausblick 2030	89
7.4	Verkehr	90
7.4.1	Hauptschadstoffe	90
7.4.2	Ausblick 2030	95
7.5	Landwirtschaft	97
7.5.1	Hauptschadstoffe	97
7.5.2	Ausblick 2030	102
7.6	Sonstige	103
7.6.1	Hauptschadstoffe	103
7.6.2	Ausblick 2030	106
8	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	107
9	LITERATURVERZEICHNIS	109
10	ANNEX: EMISSIONSTABELLEN	120

ZUSAMMENFASSUNG

Das Umweltbundesamt ermittelt jährlich die Emissionen einer Reihe von Luftschadstoffen im Rahmen der Österreichischen Luftschadstoffinventur (OLI). Nachfolgend werden die aktuellen Ergebnisse dargestellt.

Emissionstrends 1990–2019

Die aktuellen Ergebnisse der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur zeigen 2019 rückläufige Emissionen sämtlicher Schadstoff-Emissionen gegenüber 1990 mit Ausnahme von NH_3 :

**SO_2 – 85 % seit 1990
– 5,9 % gegenüber 2018**

- Seit 1990 konnten die SO_2 Emissionen um 85 % reduziert werden. 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 2018 auf 2019 sind die SO_2 Emissionen um 5,9 % gesunken, vor allem in der Zellstoffindustrie und den stationären Verbrennungsanlagen von verarbeitendem Gewerbe und Bauwesen. Außerdem trugen der geringere Kohleverbrauch in der Öffentlichen Elektrizitäts- und Wärmeherzeugung sowie die Erdölraffinerie zur Reduktion bei.

**NO_x – 34 % seit 1990
– 4,8 % gegenüber 2018**

- Die österreichischen NO_x -Emissionen gehen seit 2005 kontinuierlich zurück. Für den rückläufigen Trend sind insbesondere Fortschritte in der Automobiltechnologie verantwortlich. Verglichen mit 2018 sind die NO_x -Emissionen (inklusive Kraftstoffexport) im Jahr 2019 um ca. 4,8 % zurückgegangen.

**NM VOC
– 68 % seit 1990
– 0,4 % gegenüber 2018**

- Im langfristigen Trend seit 1990 konnten vor allem im Sektor Verkehr und im Sektor Lösemittelanwendung die größten Reduktionen der NMVOC-Emissionen erzielt werden. Von 2018 bis 2019 sind die NMVOC-Emissionen um 0,4 % gesunken. 2019 stammen die NMVOC-Emissionen überwiegend aus der Landwirtschaft, dem Lösemittelsektor und der Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser in Privathaushalten. Der Verkehrssektor nimmt nur mehr einen geringen Anteil ein. Während die Emissionen 2019 aus der Landwirtschaft leicht zurückgegangen sind, zeigten sie im Lösemittelsektor und bei den Privathaushalten einen Anstieg.

**NH_3 + 3,2 % seit 1990
– 1,6 % gegenüber 2018**

- Der Trend der NH_3 -Emissionen Österreichs verläuft von 1990 bis 2019 relativ stabil. Sie stammen nahezu ausschließlich aus dem Sektor Landwirtschaft (94 %). Im Jahr 2019 sind sie gegenüber 2018 um ca. 1,6 % gesunken, wofür der merklich reduzierte Mineräldüngereinsatz sowie der niedrigere Rinderbestand im Jahr 2019 verantwortlich waren.

**TSP, PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$
– 28 %, – 35 %, – 48 %
seit 1990
+ 0,4 %, – 0,1 %, – 1,2 %
gegenüber 2018**

- Die Staub-Emissionen (TSP, PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$) gehen seit 1990 zurück. Hierfür verantwortlich sind im Wesentlichen Reduktionsmaßnahmen in der Industrie und Eisen- und Stahlindustrie, der starke Rückgang des Kohleverbrauchs, Effizienzverbesserungen sowie Verbesserungen der Verbrennungstechnologien im Hausbrand und der Antriebs- und Abgasnachbehandlungstechnologien im Sektor Verkehr. Von 2018 auf 2019 sind die

**CO – 60 % seit 1990
+ 2,9 % gegenüber 2018**

- PM_{2,5}- und PM₁₀-Emissionen gesunken, hauptsächlich aufgrund von Reduktionen im Straßenverkehr und in der Öffentlichen Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung. Die TSP-Emissionen stiegen im Vergleich zum Vorjahr leicht an, da die Emissionsmenge aus dem Industriesektor zunahm.
- Die wesentlichen Verursacher der CO-Emissionen 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 Koks für Heizzwecke; und im Sektor Industrie durch die Optimierung von Industriefeuerungen und die Restrukturierung der Stahlwerke. Nach kurzfristigen, wartungsbedingten Produktionsreduktionen in der Eisen- und Stahlindustrie und einem milden Winter im Jahr 2018 sind die Emissionen 2019 etwas höher.

**Cd, Hg, Pb
– 34 %, – 54 %, – 91 %
seit 1990
+ 2,2 %, + 2,7 %, + 5,9 %
gegenüber 2018**

- Die Schwermetall-Emissionen 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 2018 bis 2019 stiegen die Schwermetall-Emissionen an. Hierfür waren vorwiegend die Emissionen aus der Eisen- und Stahlindustrie verantwortlich, die im Jahr 2019 nach wartungsbedingten Produktionsrückgängen im Jahr zuvor wieder höher waren.

**PAK – 66 % seit 1990
+ 0,8 % gegenüber 2018**

- Der Rückgang der PAK-Emissionen 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 2019 nahm der PAK-Ausstoß gegenüber dem Vorjahr zu. Hierzu trugen vor allem der erhöhte Heizbedarf aufgrund der kühleren Witterung sowie ein Emissionsanstieg in der Eisen- und Stahlproduktion und bei den Off-Road Maschinen und Geräten der Industrie bei.

**Dioxin – 73 % seit 1990
+ 0,3 % gegenüber 2018**

- Die größten Emissionsreduktionen fanden bereits bis 1994 durch umfangreiche Maßnahmen in der Industrieproduktion und den Abfallverbrennungsanlagen statt. 2019 stammte rund die Hälfte der gesamten Dioxin-Emissionen Österreichs aus dem Sektor Kleinverbrauch durch Verwendung von Biomasse als Brennstoff in Heizungsanlagen. Im Vergleich zu 2018 stieg der Dioxin-Ausstoß bedingt durch erhöhte Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion und der Aluminiumproduktion an.

**HCB – 79 % seit 1990
+ 7,6 % gegenüber 2018**

- Die HCB Emissionen 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 2018 auf 2019 stieg der

**PCB – 26 % seit 1990
+ 8,5 % gegenüber 2018**

HCB-Ausstoß an, da in der Landwirtschaft mehr Pestizide eingesetzt wurden und die Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion nach wartungsbedingten Reduktionen im Vorjahr wieder höher waren.

- Seit 1990 konnte durch gezielte umweltpolitische Maßnahmen ein Rückgang der Neueinträge von PCB in die Umwelt erreicht werden. Nahezu die gesamten Emissionen stammten 2019 aus der Eisen- und Stahlproduktion.

Stand der Einhaltung der NEC Emissionshöchstmengen

Die in der NEC-Richtlinie (EU 2016/2284) festgesetzten Emissionshöchstmengen ab 2010 wurden bisher von den Luftschadstoffen SO₂, NMVOC und NH₃ in allen Jahren unterschritten. Für NO_x wird der in der NEC-Richtlinie festgelegte Zielwert überschritten, weshalb Österreich die gemäß der NEC-Richtlinie zulässigen Flexibilitätsregelungen in Anspruch nimmt. Unter Berücksichtigung dieser Regelungen wird die festgesetzte Emissionshöchstmenge für NO_x seit 2014 formal eingehalten.

Ausblick 2030

Entsprechend der NEC-Richtlinie (Artikel 8 und 10) sind von den Mitgliedstaaten in einem zweijährigen Intervall nationale Emissionsprojektionen zu erstellen. Die Ergebnisse der aktuellen Version für Österreich zeigen mögliche Verläufe der NO_x-, SO₂-, NMVOC-, NH₃- und PM_{2,5}- Emissionen bis 2030 (UMWELT-BUNDESAMT 2021e).

Das Szenario "mit bestehenden Maßnahmen" führt 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 jedoch entsprechend diesem Szenario 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 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 1 % zurück, was jedoch nicht für das Erreichen des Reduktionsziels gemäß NEC-Richtlinie ausreicht.

Weitere Maßnahmen befinden sich derzeit in Ausarbeitung.

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 are presented below:

Emission trends 1990–2019

The latest results of the Austrian Air Emission Inventory show a downward trend in all air pollutant emissions between 1990 and 2019, except for NH₃:

- SO₂ – 85 % since 1990**
– 5.9 % compared to 2018

 - SO₂ emissions have been reduced by 85 % since 1990. 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 2018 to 2019, SO₂ emissions decreased by 5.9 %, mainly in the pulp industry and in stationary combustion plants in the manufacturing industries and construction. This will also have been due to lower use of coal in Public Power and Heat Generation and the Petroleum Refinery.

- NO_x – 34 % since 1990**
– 4.8 % compared to 2018

 - Austria's NO_x emissions have been falling steadily since 2005. This downward trend is mostly driven by technological advances in the automotive industry. In 2019, NO_x emissions (including fuel exports) were approx. 4.8 % lower than in 2018.

- NM VOC**
– 68 % since 1990
– 0.4 % compared to 2018

 - Looking at the long-term trend since 1990, the largest NMVOC emission reductions were achieved primarily in the transport sector and in the solvent use and application sector. From 2018 to 2019, NMVOC emissions decreased by 0.4 %. In 2019, 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 decreased slightly, the solvent sector and private households saw an increase in emissions in 2019.

- NH₃ + 3.2 % since 1990**
– 1.6 % compared to 2018

 - Austria's NH₃ emissions remained relatively stable over the period 1990 to 2019. They came almost entirely from the agricultural sector (94 %). In 2019, they were approx. 1.6 % lower than in 2018, due to a noticeably reduced use of mineral fertiliser and lower numbers of cattle in 2019.

- TSP, PM₁₀, PM_{2.5}**
– 28 %, – 35 %, – 48 %
since 1990
+ 0.4 %, – 0.1 %, – 1.2 %
compared to 2018

 - 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. PM_{2.5} and PM₁₀ emissions decreased over the period 2018 to 2019, mainly due to reductions in road transport and public electricity and heat generation. TSP emissions were slightly higher than in the previous year due to an increase in the amount of emissions from the industrial sector.

**CO – 60 % since 1990
+ 2.9 % compared to
2018**

- 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. After short-term maintenance-related cuts in production in the iron and steel industry and a mild winter in 2018, emissions were slightly higher in 2019.

**Cd, Hg, Pb
– 34 %, – 54 %, – 91 %
since 1990
+ 2.2 %, + 2.7 %, + 5.9 %
compared to 2018**

- 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 2018 and 2019 heavy metal emissions increased, mainly due to emissions from the iron and steel industry which were higher in 2019, after maintenance-related cuts in production in the previous year.

**PAH – 66 % since 1990
+ 0.8 % compared to
2018**

- 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 2019, 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 increase in emissions from iron and steel production and off-road industrial machinery and equipment.

**Dioxin
– 73 % since 1990
+ 0.3 % compared to
2018**

- The largest emission reductions were achieved as early as 1994 through extensive measures in industrial production and waste incineration plants. In 2019, around half of Austria's total dioxin emissions came from domestic sources and small consumers using biomass fuels for heating. Compared to 2018, dioxin emissions were higher in 2019 due to an increase in emissions from iron and steel production and aluminium production.

**HCB – 79 % since 1990
+ 7.6 % compared to
2018**

- 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 increased from 2018 to 2019 as more pesticides were used in agriculture and emissions from iron and steel production were higher after maintenance-related reductions in the previous year.

**PCB – 26 % since 1990
+ 8.5 % compared to
2018**

- Since 1990, new releases of PCBs into the environment have been reduced through targeted environmental policies and measures. Emissions in 2019 came almost entirely from iron and steel production.

Status of compliance with NEC emission ceilings

Emissions of SO₂, NMVOC and NH₃ have been below the emission ceilings set by the NEC Directive (EU 2016/2284) for all years since 2010. The target for NO_x set by the NEC Directive has been exceeded, which is why Austria makes use of the flexibility provisions available under the NEC Directive. With these provisions, Austria has been formally compliant with the emission ceiling for NO_x since 2014.

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 current projections for Austria show possible trends in NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃ and PM_{2.5} emissions for the years up to 2030 (UMWELTBUNDESAMT 2021e).

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.

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 diverser Protokolle zu diesem Übereinkommen und gemäß der Emissionshöchstmengenrichtlinie (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 2021c) 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 2021) 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 jährlich bzw. zwei- oder vierjährlich die in Tabelle 1 aufgelisteten Berichte vom Umweltbundesamt 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 2 Jahre, zuletzt März 2021
Austria's National Air Emission Projections (NEC-RL)	alle 2 Jahre, zuletzt März 2021
Austria's National Air Emission Projections (UNECE/CLRTAP)	alle 4 Jahre, zuletzt März 2021

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

- Austria's Annual Air Emission Inventory (Luftschadstoffe) – "Short IIR"
- Klimaschutzbericht
- Emissionstrends in Österreich
- Bundesländer Luftschadstoff-Inventur (BLI)

1.2 Akkreditierte Inspektionsstelle

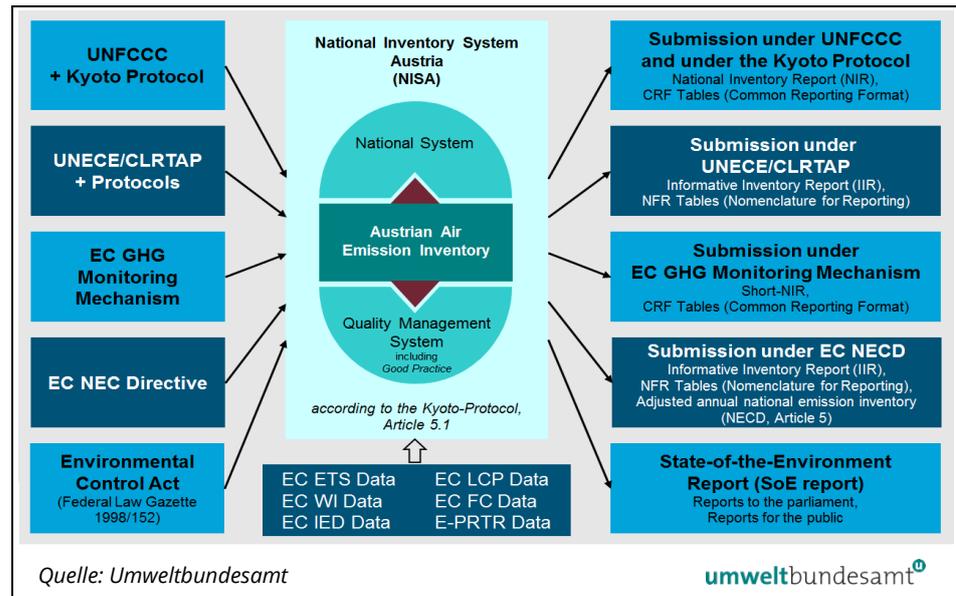
Durch die Ratifizierung des Kyoto-Protokolls und dem Übereinkommen von Paris ist Österreich verpflichtet, seine Treibhausgas-Emissionen korrekt und vollständig zu erheben und an das Klimasekretariat der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) zu berichten.

Eine analoge Verpflichtung besteht für Österreich in Bezug auf die jährliche Berichterstattung der Luftschadstoffe im Rahmen der UNECE LRTAP-Konvention (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution of the United Nations Economic Commission for Europe) 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 internationalen Kontext.



QMS nach EN ISO/IEC 17020 akkreditiert

Wichtiger Teil des NISA ist das Qualitätsmanagementsystem nach EN ISO/IEC 17020; Österreich 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 5 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, ...) 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: dem Austria's National Inventory Report (NIR; UMWELTBUNDESAMT 2021a) und dem Austria's Informative Inventory Report (IIR; UMWELTBUNDESAMT 2021b). 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 2018 sind folgende Revisionen gegenüber der Vorjahresinventur zu verzeichnen:

NO_x: + 0,4 %, NMVOC: + 1,7 %, SO₂: – 1,3 %, NH₃: + 0,4 %, PM_{2,5}: – 2,0 %

Die größten Änderungen ergaben sich im Sektor Lösemittelverwendung. Hier wurde eine neue Bottom-up-Studie durchgeführt, die zu Änderungen der NMVOC-Emissionen aus diesem Sektor führte. Weiters wurden die Ergebnisse einer neuen Studie zu den Emissionsfaktoren von Off-Road Geräten und Maschinen eingearbeitet (SCHWINGSHACKL 2020). Das führte zu Änderungen im Sektor Verkehr und bei den Off-Road Geräten und Maschinen der Sektoren Industrieproduktion und Landwirtschaft. Die nationale Schifffahrt, für die bisher nur wenige Daten verfügbar waren, konnte aktualisiert werden. Im Bereich der Landwirtschaft wurde ein neuer Emissionsfaktor für N-stabilisierte Düngemittel implementiert, wodurch sich die NH₃ Emissionen über die gesamte Zeitreihe erhöhten.

sektorale Änderungen

Die wesentlichsten sektoralen Änderungen sind im Folgenden zusammengefasst:

- **Revisionen im Sektor Energieversorgung:**
 - Revisionen und Korrekturen in der nationalen Energiebilanz führten zu Verschiebungen in der Zuordnung des Bruttoinlandsverbrauchs von Erdgas und des Endenergieverbrauchs.
 - Bei den festen Brennstoffen und festen Biomassebrennstoffen wurde der Bruttoinlandsverbrauch revidiert.
 - Weiters wurden erhebliche Mengen an LPG-Kraftstoff, die im Zeitraum 1990–2018 verbraucht wurden, von der Öffentlichen Elektrizitäts- und Wärmezeugung zur Ö raffinerie verschoben. Die Emissionen aus LPG wurden daher über die gesamte Zeitreihe korrigiert, was hauptsächlich die NO_x-Emissionen betraf.
- **Revisionen im Sektor Industrieproduktion:**
 - Im Sektor Industrieproduktion wurden die Aktivitätsdaten einiger Emissionsquellen anhand neu verfügbarer statistischer Daten aus der Energiebilanz und den Emissionshandelsdaten sowie anderer Literatur, wie dem Österreichischen Bergbauhandbuch, aktualisiert. Dadurch kam es vor allem zu Änderungen der Staub-Emissionen.
 - Für die mobilen Maschinen und Geräte der Bauwirtschaft und sonstigen Industrie wurden spezifische Emissionsfaktoren der Emissionsstandards Stufe IIIB–V entsprechend der neuen Off-Road-Studie angewendet.
- **Revisionen im Sektor Kleinverbrauch:**
 - Sowohl die Aktivitätsdaten als auch die Emissionsfaktoren für Gartengeräte wurden entsprechend der Off-Road-Studie angepasst. Die Aktualisierung führte zu einer deutlichen Veränderung des Kraftstoffverbrauchs und zu revidierten Emissionen über die gesamte Zeitreihe.

- **Revisionen im Sektor Verkehr:**
 - Das Fahrleistungsmodell wurde anhand der Energiedaten (LPG, Biogas) aus der Energiebilanz aktualisiert. Dies hat zu geringen Änderungen der Aktivitätsdaten und Emissionen für jede Fahrzeugkategorie über die gesamte Zeitreihe geführt.
 - Der Kraftstoffverbrauch wurde auf Basis der neuen Studie zu den Off-Road-Emissionen Österreichs aktualisiert. Ein besonderes Augenmerk wurde auf den Schiffsverkehr gelegt, insbesondere auf Fahrgastschiffe, die bisher aufgrund der schlechten Datenlage nicht ausreichend berücksichtigt und analysiert wurden. Die Aktivitätsdaten wurden nach oben revidiert, wodurch sich die Emissionen über die gesamte Zeitreihe erhöht haben.
 - Auch für den Güter- und Personenverkehr wurden spezifische Emissionsfaktoren entsprechend der neuen Off-Road-Studie angewendet.
- **Revisionen im Sektor Landwirtschaft:**
 - Für die landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte wurden neue spezifische Emissionsfaktoren für die Emissionsstandards Stufe IIIB–V gemäß der Off-Road-Studie eingearbeitet.
 - Die neue Rohstoffbilanz 2018 vom Ökostrombericht 2020 (E-CONTROL 2020) wurde für den Bereich der landwirtschaftlichen Biogaserzeugung eingearbeitet.
 - Ein neuer NH₃-Emissionsfaktor für stabilisierte Harnstoffdünger wurde in die Ammoniak-Inventur implementiert. Grund dafür sind aktuelle Informationen zur Zuordnung von stabilisierten Harnstoffdüngern in Österreich in die Düngemittelkategorien „Einzeldünger (N-stabilisiert)“ und „Mehrnährstoffdünger (N-stabilisiert)“. Der bisher verwendete Emissionsfaktor war daher zu niedrig. Stabilisierte Harnstoffdünger sind aufgrund von Urease-Inhibitoren effizienter als Harnstoffdünger, wodurch die Ammoniakverluste gemäß (UNECE 2015) um 70 % geringer sind. Der Emissionsfaktor für Harnstoffdünger, entsprechend angepasst, wird daher aktuell verwendet. Diese Revision führte zu höheren NH₃-Emissionen aus der Ausbringung von Mineraldüngern über die gesamte Zeitreihe.
 - Aufgrund von Anpassungen der Grünland- und Ackerflächen im LULUCF-Sektor wurden die Staub und NMVOC-Emissionen der landwirtschaftlichen Böden für die meisten Jahre zwischen 1991 und 2018 aktualisiert.
- **Revisionen im Sektor Sonstige:**
 - Im Sektor Abfallwirtschaft sind die Neuberechnungen der NH₃-Emissionen aus der anaeroben Vergärung in Biogasanlagen auf neue Informationen zu den Inputstoffen in Österreichs Biogasanlagen zurückzuführen (E-CONTROL 2020).
 - Auch für die NMVOC aus den häuslichen Abwässern waren Neuberechnungen notwendig, da neue Daten zur Abwassermenge für 2018

und neue Daten zum Anschlussgrad an die Kanalisation in 2018 vorlagen, die sich auch auf die Emissionsdaten für 2017 auswirkten (aufgrund von Interpolation).

- Das Berechnungsmodell für Deponiegas wurde als Reaktion auf einen Hinweis im Rahmen der umfassenden Überprüfung des Treibhausgasinventars durch die ESD im Jahr 2020 überarbeitet. Es wurde der Anteil von CH₄ im Deponiegas für 2009 und die Folgejahre angepasst. Darüber hinaus wurde die Methode zur Hochrechnung der erfassten Deponiegasmenge verbessert. Diese Verbesserungen führten zu reduzierten Deponiegasmengen und damit zu einer Abwärtskorrektur der NMVOC- und NH₃-Emissionen.
- Im Sektor Lösemittelanwendung wurde in diesem Berichtsjahr eine Bottom-up-Erhebung bei allen Bezirksämtern durchgeführt. Anhand der Ergebnisse konnte die Zuordnung der Unternehmen und deren Aktivitätsdaten zu den einzelnen Lösemittelkategorien im Berechnungsmodell verbessert werden. Daraus resultierten Änderungen in den NMVOC-Emissionen über die gesamte Zeitreihe.

Weiterführende Informationen sind in den Methodik-Berichten¹¹ des Umweltbundesamtes zu finden.

1.5 Verursachersektoren

internationales Berichtsformat

Die sektorale Zuordnung der Emittenten leitet sich vom international standardisierten UNECE Berichtsformat NFR¹² 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 <http://www.umweltbundesamt.at/emiberichte>

¹² **Nomenclature For Reporting (NFR):** Berichtsformat der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (UNECE).

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

Energieversorgung¹³

- 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.

Industrieproduktion¹⁴

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

Verkehr

- Straßenverkehr (inklusive der Emissionen aus Kraftstoffexport),
- Bahnverkehr, Schifffahrt, Flugverkehr (Start- und Landezyklen),
- Militärische Flug- und Fahrzeuge.

Kleinverbrauch¹⁵

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

Landwirtschaft

- Emissionen vom Wirtschaftsdüngermanagement,
- Düngung mit organischem und mineralischem Stickstoff- und Harnstoffdünger,
- Offene Verbrennung von Pflanzenresten am Feld,
- Land- und forstwirtschaftliche mobile und stationäre Geräte,
- Feinstaub aus Viehhaltung und Bearbeitung landwirtschaftlicher Flächen,
- Anwendung von Pflanzenschutzmitteln,
- Emissionen aus der Bepflanzung mit Feldfrüchten (NMVOC).

¹³ Vom Klimaschutzbericht abweichende sektorale Abgrenzung

¹⁴ Vom Klimaschutzbericht abweichende sektorale Abgrenzung

¹⁵ Vom Klimaschutzbericht abweichende sektorale Abgrenzung, da bei Staub auch Quellen enthalten sind, die nichts mit Gebäuden zu tun haben (Brauchtumsfeuer, Holzkohlegrills, ...)

Sonstige¹⁶

- Abfallwirtschaft,
 - AbfalldPONien,
 - 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 in den internationalen Konventionen berichtet, sind aber – mit Ausnahme der Start- und Landezyklen gemäß UNECE-Berichtspflicht – nicht in den nationalen Gesamtemissionen inkludiert.

***natürliche
Emissionsquellen nicht
berücksichtigt***

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

¹⁶ Vom Klimaschutzbericht abweichende sektorale Abgrenzung.

2 LUFTSCHADSTOFFE UND UMWELTPROBLEME

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

gesundheitliche Auswirkungen

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

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

Auswirkungen auf Ökosysteme

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

weitere Reduktions- maßnahmen sind nötig

Durch zahlreiche Maßnahmen in Österreich und Europa konnte die Belastung durch bestimmte Luftschadstoffe bereits deutlich reduziert werden, bei manchen Schadstoffen liegt sie allerdings weiterhin über einschlägigen Grenz- und Zielwerten. Besonders Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5}), Ozon und Stickstoffoxide (NO_x: NO und NO₂) können in Konzentrationen auftreten, die zu Beeinträchtigungen der Gesundheit führen und sich negativ auf empfindliche Ökosysteme auswirken. Bei diesen Schadstoffen 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 Dibenz-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 es 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.

UNECE Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (Genf, 1979)

Genfer Luftreinhaltekonvention

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

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

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

Göteborg-Protokoll

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

Im Mai 2012 wurde eine Revision des Göteborg-Protokolls¹⁸ mit neuen Reduktionszielen 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 %¹⁹) entfalten aber keine bindende Wirkung, da Österreich das Göteborg-Protokoll nicht ratifiziert hat. Sie bilden jedoch die Grundlage für die 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)

Parallel zum Göteborg-Protokoll wurde in der Europäischen Union zur Umsetzung der Versauerungsstrategie und zur Bekämpfung des bodennahen Ozons die Emissionshöchstmengenrichtlinie (NEC-RL 2001/81/EG) beschlossen. Nach der englischen Bezeichnung National Emission Ceilings wird sie auch NEC-Richtlinie (NEC-RL) genannt. Sie legt für die einzelnen Mitgliedstaaten nationale Emissionshöchstmengen fest²⁰, die ab dem Jahr 2010 verbindlich einzuhalten sind. Mit dem Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) wurde sie im Jahr 2003 in nationales Recht umgesetzt. Zum aktuellen Stand der Einhaltung siehe Kapitel 3.1.1.

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

¹⁸ http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.html

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

²⁰ Diese weichen vereinzelt vom Göteborg-Protokoll ab.

Ende 2016 trat die revidierte NEC-Richtlinie (2016/2284/EG) in Kraft. In ihr sind weitere Emissionsreduktionsziele für 2020 und 2030 festgelegt, erstmals auch für Feinstaub (PM_{2,5}). Zur Umsetzung in nationales Recht wurde eine Neufassung des Emissionshöchstmengengesetzes-Luft (EG-L), das Emissionsgesetz-Luft 2018 (EG-L 2018; BGBl. I Nr. 75/2018), verabschiedet.

Ab 2010 dürfen die jährlichen Emissionsmengen der Schadstoffe NO_x, SO₂, NH₃ und NMVOC die im EG-L festgelegten Emissionshöchstmengen (EHM) nicht überschreiten.

Ab dem Jahr 2020 gelten für diese Schadstoffe und erstmals auch für Feinstaub (PM_{2,5}) neue Reduktionsverpflichtungen entsprechend dem EG-L 2018. Im Gegensatz zu den bisherigen absoluten NEC-Emissionshöchstmengen sind die neuen Ziele als Relativwerte festgelegt. Basisjahr für die Berechnungen der Emissionsreduktionsverpflichtungen der Jahre 2020 und 2030 ist das Jahr 2005.

Für Österreich sind folgende Emissionshöchstmengen bzw. Emissionsreduktionsverpflichtungen festgelegt:

*Tabelle 3:
Emissionshöchstmengen
bzw. Emissionsreduktionsverpflichtungen
Österreichs.*

Jahr	ab 2010*	ab 2020**	ab 2030**
Europäische rechtliche Grundlage	NEC-Richtlinie (2001/81/EG)	NEC-Richtlinie (2016/2284/EG)	
Nationale rechtliche Grundlage	Emissionshöchstmengengesetz-Luft (BGBl. I Nr. 34/2003)	Emissionsgesetz-Luft 2018 (BGBl. I Nr. 75/2018)	
NO _x	103 kt	- 37 %	- 69 %
SO ₂	39 kt	- 26 %	- 41 %
NMVOC	159 kt	- 21 %	- 36 %
NH ₃	66 kt	- 1 %	- 12 %
PM _{2,5}	-	- 20 %	- 46 %

* absolute Emissionshöchstmenge in kt pro Jahr

** Emissionsreduktionsziel in % gegenüber dem Basisjahr 2005

nationale Maßnahmen- programme

Um die Zielerreichung sicherzustellen, sind nationale Maßnahmenprogramme festzulegen und umzusetzen. Das erste nationale Luftreinhalteprogramm wurde 2010 erstellt (BUNDESREGIERUNG 2010) und 2012 evaluiert (UMWELT-BUNDESAMT 2012). Bis 2019 mussten Österreich sowie alle anderen Mitgliedstaaten 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.

3.1.1 Einhaltung der nationalen Emissionshöchstmengen

Kraftstoffexport im Fahrzeugtank

Für den Vergleich mit den nationalen Emissionshöchstmengen 2010–2019 werden für Österreich die Emissionen ohne Kraftstoffexport herangezogen. Die im Ausland emittierte Schadstoffmenge von in Österreich gekauftem Kraftstoff wird für die Zielerreichung nicht berücksichtigt.

Flexibilitätsregelungen

Außerdem nimmt Österreich die Flexibilitätsregelungen der NEC-Richtlinie in Anspruch. Diese können bei Überschreitung der NEC-Emissionshöchstmengen von den EU-Mitgliedstaaten unter bestimmten, detailliert zu begründenden Umständen für die Zielerreichung genutzt werden. Österreich hat in den Jahren 2017 und 2018 (UMWELTBUNDESAMT 2017a, 2018b) Vorschläge zur Anpassung spezifischer Inventurdaten für die NO_x- und NH₃-Zielerreichung bei der Europäischen Kommission eingereicht. Ausschlaggebend dafür waren die mangelnde Wirksamkeit der auf EU-Ebene erlassenen Kfz-Abgasvorschriften (NO_x) sowie der Umstand, dass bestimmte Emissionsquellen im Landwirtschaftssektor bei der Festlegung der Zielwerte nicht berücksichtigt wurden (NO_x, NH₃). Die eingereichten Anpassungsvorschläge wurden von der Europäischen Kommission bewilligt, wodurch es für Österreich legitim ist, bei Überschreitung der Höchstmengen diese von der nationalen Emissionsmenge abzuziehen. Die jährlich aktualisierten Anpassungswerte werden im Rahmen des EU NEC-Reviews jährlich geprüft und genehmigt (EEA 2017, 2018, 2019b, 2020).

Im Berichtsjahr 2021 wurden von Österreich nur für NO_x Anpassungen für den Zielevergleich vorgenommen. Aufgrund von methodischen Änderungen in der Berechnung der Ammoniak-Emissionen liegen die nationalen NH₃-Emissionsmengen in allen Jahren von 2010 bis 2019 unter der in der NEC-Richtlinie festgesetzten Höchstmenge. Somit sind für NH₃ keine Anpassungen notwendig und zulässig.

Emissionshöchstmenge für NO_x

Die zulässige Emissionshöchstmenge gemäß EG-L beträgt 103 Kilotonnen ab 2010. Im Jahr 2019 wurden in Österreich rund 130,7 Kilotonnen NO_x (ohne Kraftstoffexport) emittiert.

Österreich nimmt Flexibilitätsregelung in Anspruch

Diese hohe NO_x-Emissionsmenge ist neben dem großen Anteil an Diesel-Pkw in Österreich und der gestiegenen Fahrleistung v. a. auf die mangelnde Wirksamkeit der EU-Abgasgesetzgebung für Kraftfahrzeuge zurückzuführen. Bei der Festlegung der Emissionshöchstmengen war vorausgesetzt worden, dass sich die spezifischen Emissionen von Kraftfahrzeugen im gleichen Verhältnis verringern wie die Grenzwerte für die Kfz-Typprüfung. Im Realbetrieb übersteigen die NO_x-Emissionen von Diesel-Pkw und leichten Nutzfahrzeugen die gesetzlich zugelassenen Werte laut Typenprüfzyklus jedoch deutlich. Die Differenz zwischen der Entwicklung der spezifischen NO_x-Emissionen, wie sie ursprünglich für die Zielfestsetzung angenommen wurden, und jenen, wie sie tatsächlich eingetreten sind, lag im Jahr 2016 in einer ähnlichen Größenordnung wie die Überschreitung der gesetzlich zulässigen Emissionshöchstmenge. Österreich nahm daher für die Zielerreichung bei NO_x die Flexibilitätsregelungen gemäß NEC-

Richtlinie in Anspruch und reichte im Berichtsjahr 2017 angepasste NO_x-Inventurdaten, sogenannte „Adjustments“, ein (UMWELTBUNDESAMT 2017a, 2018b, 2019, 2020b). Die Anpassungsvorschläge Österreichs wurden von der Europäischen Kommission bewilligt und werden jährlich im Rahmen der „NEC-Reviews“ (Inventurprüfung unter der EU-Richtlinie) überprüft (EEA 2017, EEA 2018 & EEA 2019b).

2018 reichte Österreich einen weiteren Anpassungsvorschlag für die NO_x-Emissionen ein. Grund dafür waren methodische Änderungen in der Emissionsinventur für den Sektor Landwirtschaft im Vergleich zu jener Inventur, die bei der Festsetzung der Emissionshöchstmenge gültig war. Dieser Anpassungsvorschlag Österreichs wurde von der Europäischen Kommission ebenfalls bewilligt (EEA 2018 & EEA 2019b).

EHM für NO_x seit 2014 unterschritten

Unter Berücksichtigung der bewilligten Anpassungen wird die festgesetzte Emissionshöchstmenge für NO_x (103 Kilotonnen ab 2010) in den Jahren 2010–2013 überschritten und seit 2014 unterschritten.

Emissionshöchstmenge für NMVOC

EHM für NMVOC unterschritten

Im Jahr 2019 wurden in Österreich 108,0 Kilotonnen NMVOC (ohne Kraftstoffexport) emittiert. Die im EG-L ab 2010 zulässige Emissionshöchstmenge von 159 Kilotonnen wurde somit deutlich unterschritten. Dies gilt auch für die Jahre 2010–2018.

Emissionshöchstmenge für SO₂

EHM für SO₂ unterschritten

Die gemäß EG-L ab 2010 zulässige Höchstmenge von 39 Kilotonnen SO₂ wurde in den Jahren 2010–2019 deutlich unterschritten. Im Jahr 2019 wurden rund 10,9 Kilotonnen SO₂ (ohne Kraftstoffexport) emittiert.

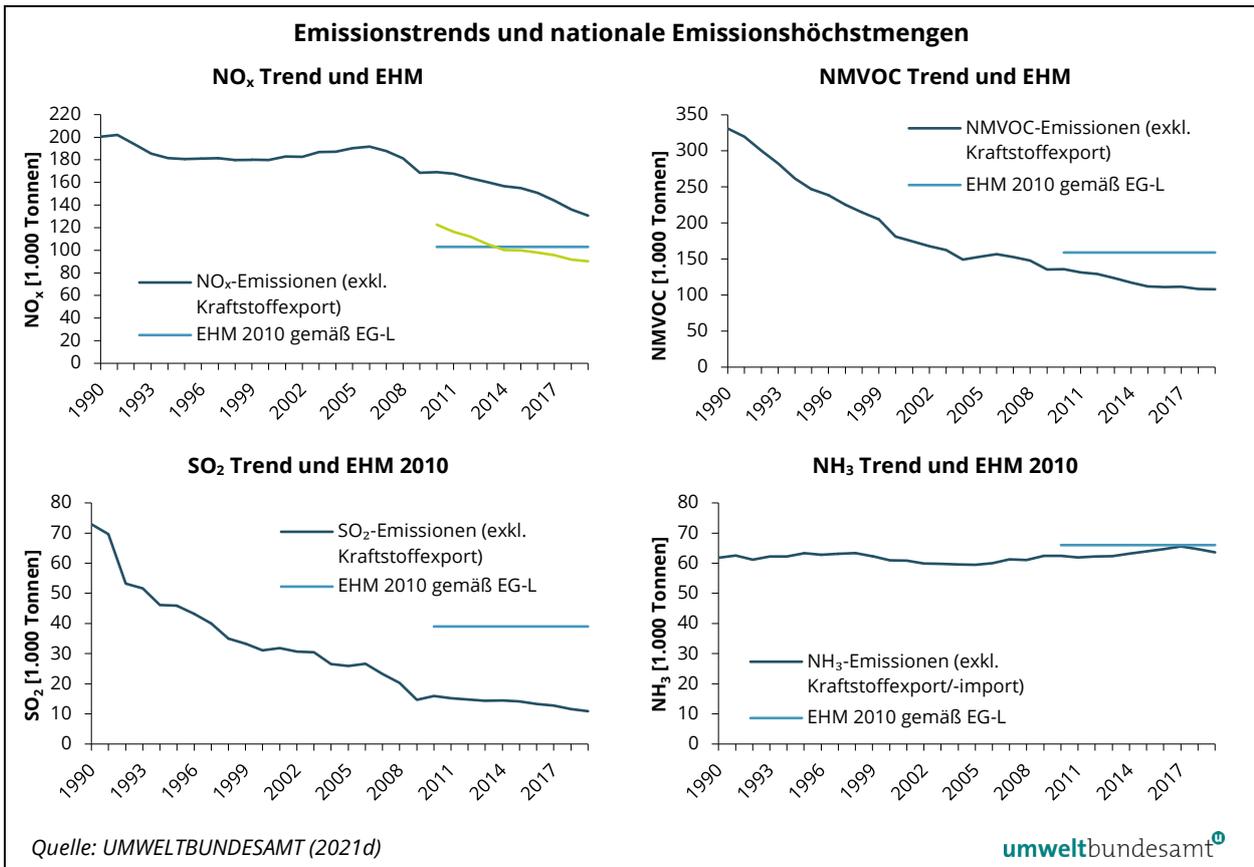
Emissionshöchstmenge für NH₃

EHM für NH₃ unterschritten

Die ab 2010 maximal zulässige Höchstmenge für Ammoniak gemäß EG-L beträgt 66 Kilotonnen. In Österreich wurden im Jahr 2019 rund 63,6 Kilotonnen NH₃ (ohne Kraftstoffexport) emittiert.

Die nationalen Emissionsmengen liegen in allen Jahren von 2010 bis 2019 unter der in der NEC-Richtlinie festgesetzten Höchstmenge von 66 Kilotonnen.

Abbildung 2: Emissionstrends und nationale Emissionshöchstmengen (EHM).



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 jüngste Version wurde vom Umweltbundesamt 2021 erstellt (UMWELTBUNDESAMT 2021e).

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.

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 zugrundeliegenden Annahmen sind den beiden Projektionenberichten des Umweltbundesamts (UMWELTBUNDESAMT 2021a, b) zu entnehmen.

3.2 Stickstoffoxide (NO_x)

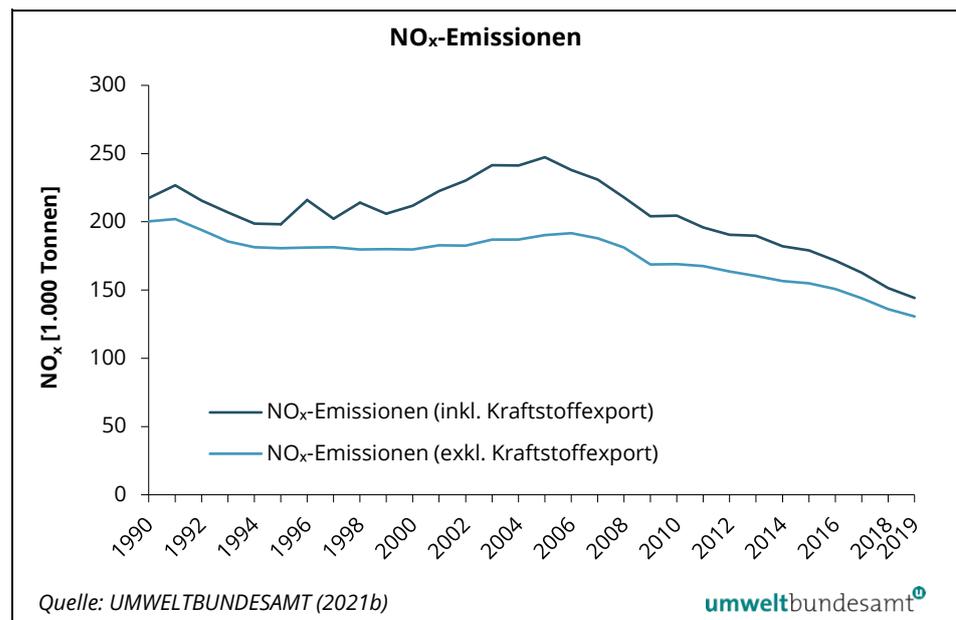
Emissionsquellen NO_x-Emissionen entstehen vorwiegend als unerwünschtes Nebenprodukt bei der Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen bei hoher Temperatur. Der Verkehrssektor ist in Österreich für rund die Hälfte des NO_x-Ausstoßes verantwortlich.

3.2.1 Emissionstrend 1990–2019

**Abnahme um 4,8 %
gegenüber 2018**

Von 1990 bis 2019 konnte der Stickstoffoxid-Ausstoß um insgesamt 34 % auf rund 144.200 Tonnen gesenkt werden, wobei 2019 um 4,8 % weniger NO_x emittiert wurde als im Jahr zuvor. Abzüglich der Emissionen aus dem Kraftstoffexport (im Fahrzeugtank exportierte Kraftstoffmengen) lagen die Emissionen 2019 bei rund 130.700 Tonnen NO_x (– 35 % seit 1990 bzw. – 4,0 % gegenüber 2018). Durch Kraftstoffexport wurden im Jahr 2019 somit NO_x-Emissionen im Ausmaß von rund 13.500 Tonnen freigesetzt.

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 einer 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 Off-road-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 Brennwerttechnik 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.

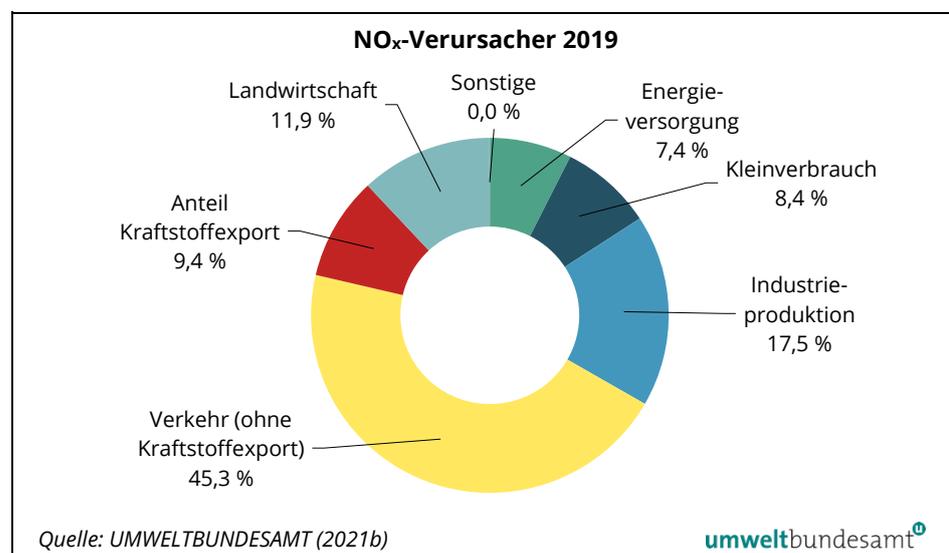
Von 2018 auf 2019 gingen die NO_x-Emissionen Österreichs um 4,8 % zurück. Hierfür verantwortlich waren vor allem wieder die Rückgänge im Straßenverkehr, insbesondere im Bereich der Personenkraftwagen und der schweren Kraftfahrzeuge

3.2.2 Verursacher

Hauptemittenten

Im Jahr 2019 verursachte der Verkehrssektor 55 % der NO_x-Emissionen, gefolgt von den Sektoren Industrieproduktion und Landwirtschaft.

Abbildung 4:
Anteile der Verursachensektoren an den Stickstoffoxid-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 2021e) 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 Personenverkehr 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 die Umstellung auf emissionsärmere Technologien. Die Emissionen aus stationären Quellen werden bis 2030 ebenfalls zurückgehen durch einen verminderten Einsatz von Heizöl, dem 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 Kleinf Feuerungen²¹.

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.

²¹ VO (EU) 813/2013, Verordnung (EU) 814/2013, Verordnung (EU) 215/1185, Verordnung (EU) 2015/1188, Verordnung (EU) 2018/1189

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

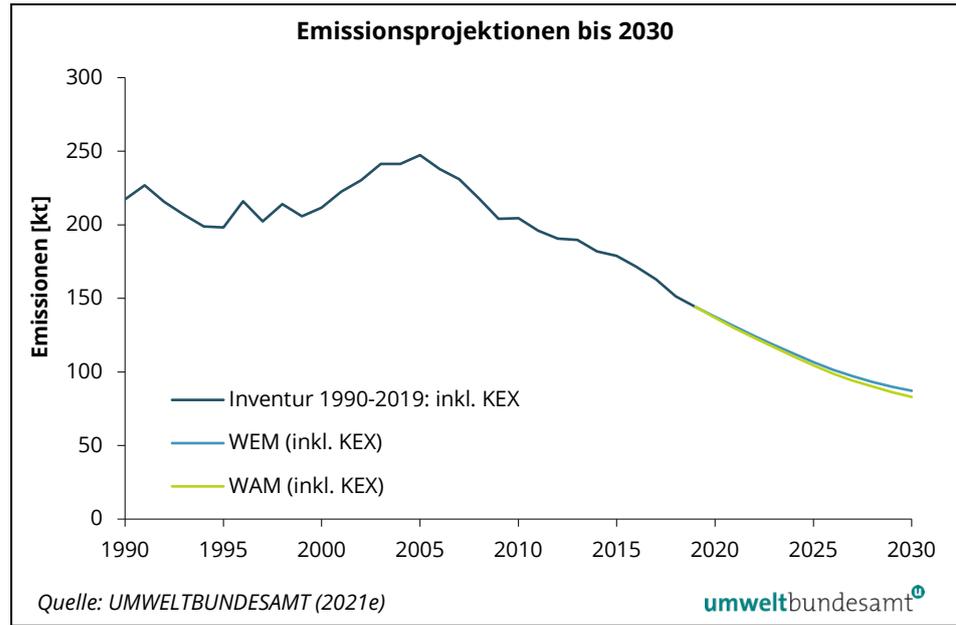
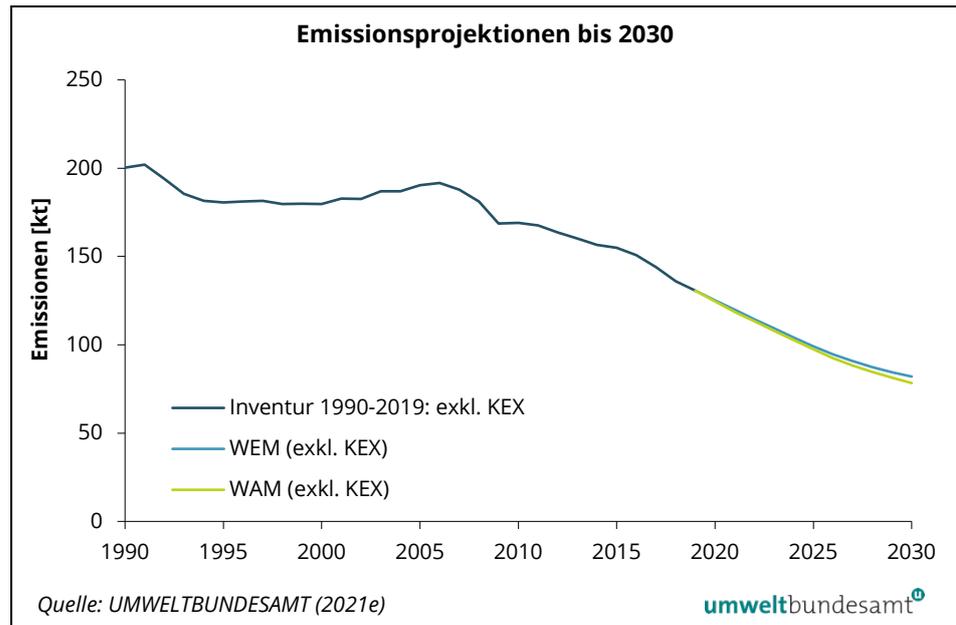


Abbildung 6:
Entwicklung der NO_x-
Emissionen exklusive
Kraftstoffexport bis 2019
und Szenarien bis 2030.



3.3 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)

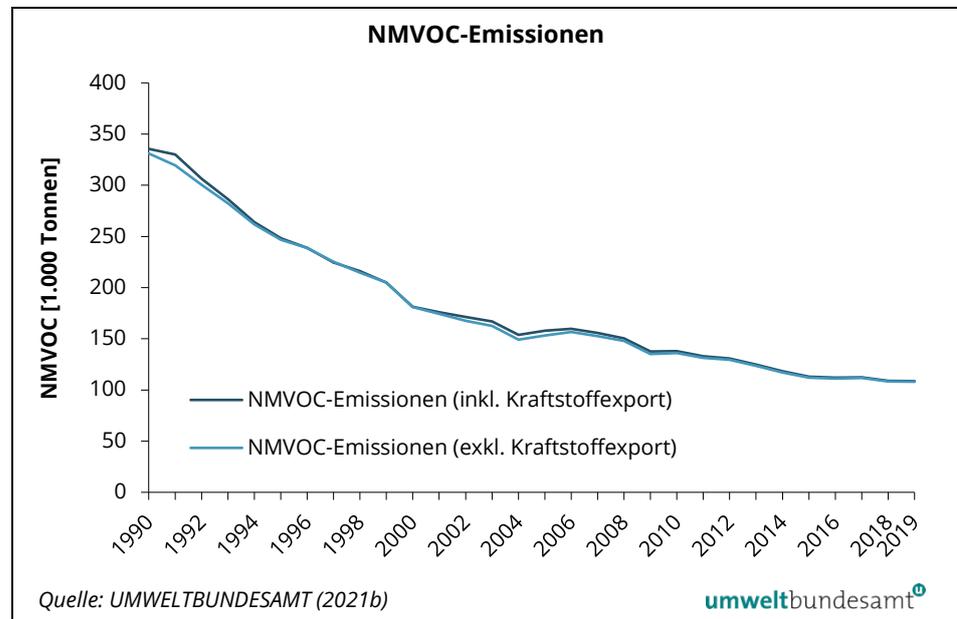
Emissionsquellen Flüchtige Kohlenwasserstoffe entstehen beim Verdunsten von Lösemitteln und Treibstoffen sowie durch unvollständige Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen. Sie wirken als Ozonvorläufersubstanzen. Einige Stoffe dieser Gruppe haben auch direkte Auswirkungen auf die Gesundheit.

3.3.1 Emissionstrend 1990–2019

Abnahme um 0,4 % gegenüber Vorjahr

Von 1990 bis 2019 konnten die NMVOC-Emissionen in Österreich um 68 % auf rund 108.600 Tonnen reduziert werden, wobei es von 2018 auf 2019 zu einem Rückgang von 0,4 % kam. Ohne Einrechnung der Emissionen aus dem Kraftstoffexport lag die Emissionsmenge 2019 bei 108.000 Tonnen NMVOC (– 67 % seit 1990 bzw. – 0,3 % gegenüber 2018).

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 2019 nahm der Verkehrssektor nur mehr einen Anteil von 5,2 % an den gesamten NMVOC Emissionen ein (1990: 29 %). Bei der Lösemittelanwendung konnten durch diverse gesetzliche Regelungen (Lösungsmittelverordnung, HKW-Anlagen-Verordnung, Deco Paint Directive sowie VOC-Anlagen-Verordnung) die NMVOC-Emissionen merklich reduziert werden. Sinkende Viehbestände (insbesondere Rinder) waren im Bereich der Landwirtschaft für den NMVOC-Rückgang verantwortlich. Im Sektor Kleinverbrauch kam es vorwiegend durch einen starken Rückgang bei der Verwendung von

Kohle als Brennstoff und eine verbesserte Heizungstechnologie bei Biomasseheizungen zu deutlichen Emissionsreduktionen seit 1990. Der NMVOC-Ausstoß der übrigen Sektoren konnte ebenfalls gesenkt werden.

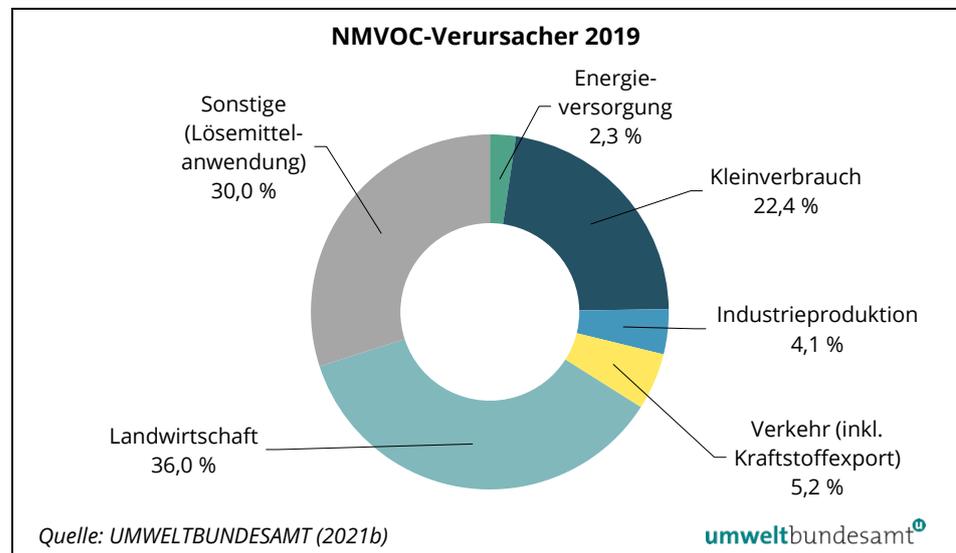
Die geringe Emissionsabnahme von 2018 auf 2019 wurde vorwiegend durch die Sektoren Landwirtschaft und Verkehr verursacht.

3.3.2 Verursacher

Hauptemittenten

Ein Großteil der österreichischen NMVOC-Emissionen wurde 2019 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 2021e)

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

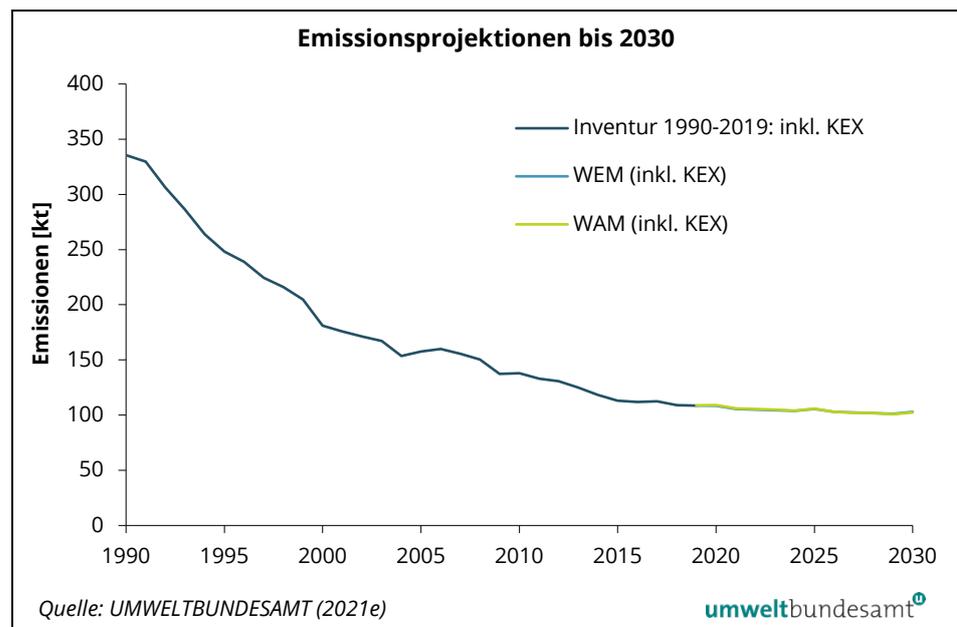
Die größten Reduktionen von NMVOC Emissionen werden im Bereich der Haushalte erwartet, wobei der Trend zu effizienten und emissionsarmen Heizungs-technologien sowie der Rückgang von Scheitholz als Brennstoff relevant sind.

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 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.

3.4 Schwefeldioxid (SO₂)

Emissionsquellen

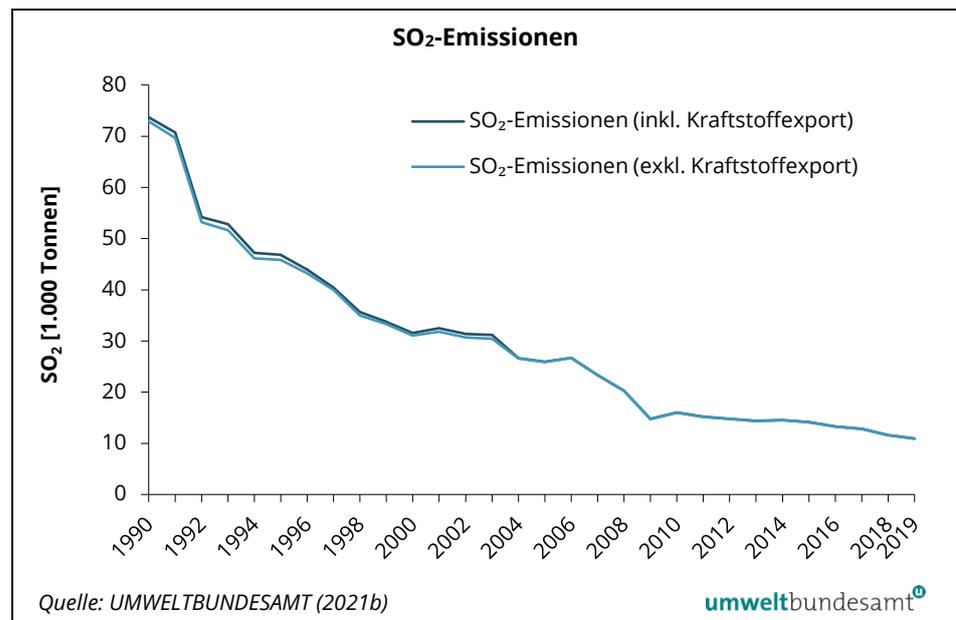
SO₂-Emissionen entstehen vorwiegend beim Verbrennen von schwefelhaltigen Brenn- und Treibstoffen. Sie werden hauptsächlich von Feuerungsanlagen im Bereich der Industrieproduktion, der Energieversorgung und des Kleinverbrauchs verursacht.

3.4.1 Emissionstrend 1990–2019

Von 1990 bis 2019 kam es insgesamt zu einem Rückgang der SO₂-Emissionen von 85 %. 2019 wurden somit noch rund 10.900 Tonnen SO₂ emittiert, das entspricht einer Emissionsabnahme von 5,9 % gegenüber dem Vorjahr. Die Emissionsmenge ohne Berücksichtigung der Emissionen aus dem Kraftstoffexport betrug 2019 ebenfalls 10.900 Tonnen, auch sie hat gegenüber 2018 um 5,9 % abgenommen.

Abnahme um 5,9 % gegenüber Vorjahr

Abbildung 10:
Trend der Schwefeldio-
xid-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 diesem 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 Kohleinsatz eine weitere Ab-

nahme erzielt werden. Die Finanz- und Wirtschaftskrise und der damit verbundene Einbruch der industriellen Produktion sowie der verringerte Brennstoffeinsatz sind die wesentlichen Gründe für den Rückgang der SO₂-Emissionen von 2008 auf 2009. Der Emissionsanstieg im darauffolgenden Jahr war durch die Erholung der Wirtschaft bedingt. In den anschließenden Jahren verliefen die Emissionen weitgehend konstant.

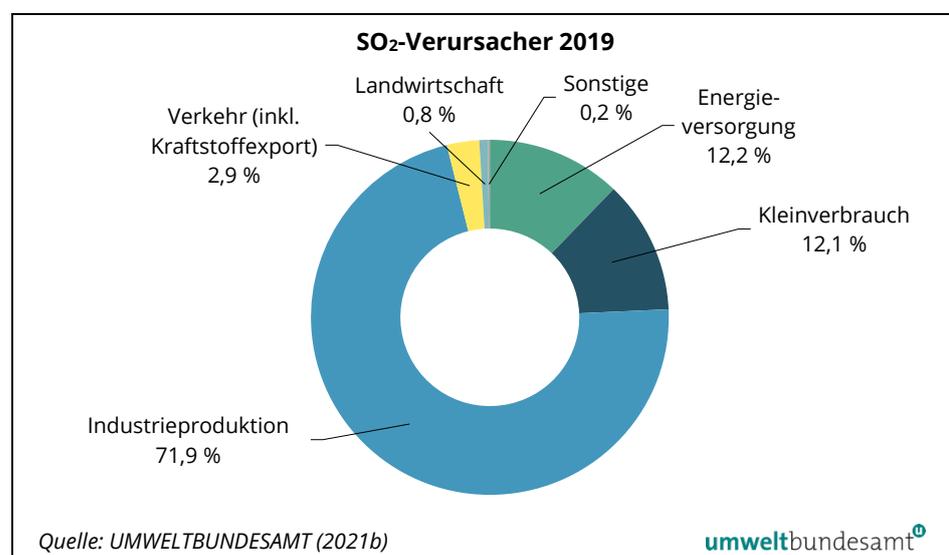
Die Abnahme der SO₂-Emissionen von 2018 auf 2019 wurde durch die Sektoren Industrieproduktion und Energieversorgung verursacht und ist bedingt durch einen Rückgang in der Zellstoffindustrie und bei den stationären Verbrennungsanlagen von verarbeitendem Gewerbe und Bauwesen. Außerdem trugen ein geringerer Kohleverbrauch in der Öffentlichen Elektrizitäts- und Wärmeherzeugung sowie die Erdölraffinerie zur Reduktion der SO₂-Emissionen im letzten Jahr der Inventur bei.

3.4.2 Verursacher

Hauptemittenten

Der Sektor Industrieproduktion war im Jahr 2019 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 Verursachersektoren im Kapitel 7 zu finden.

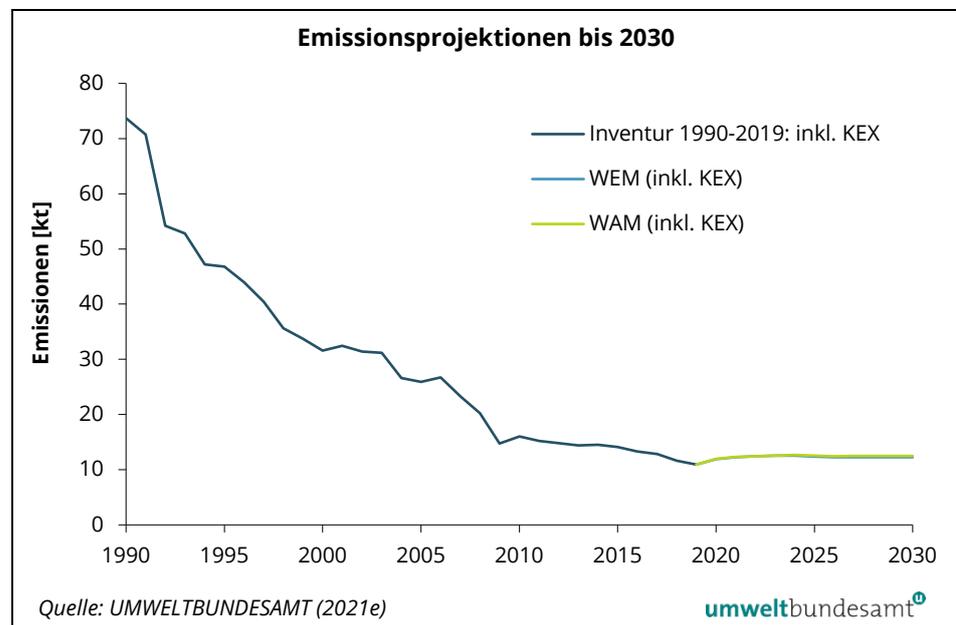
3.4.3 Ausblick 2030

Die Ergebnisse der aktuellen Emissionsprojektionen (UMWELTBUNDESAMT 2021e) 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.

3.5 Ammoniak (NH₃)

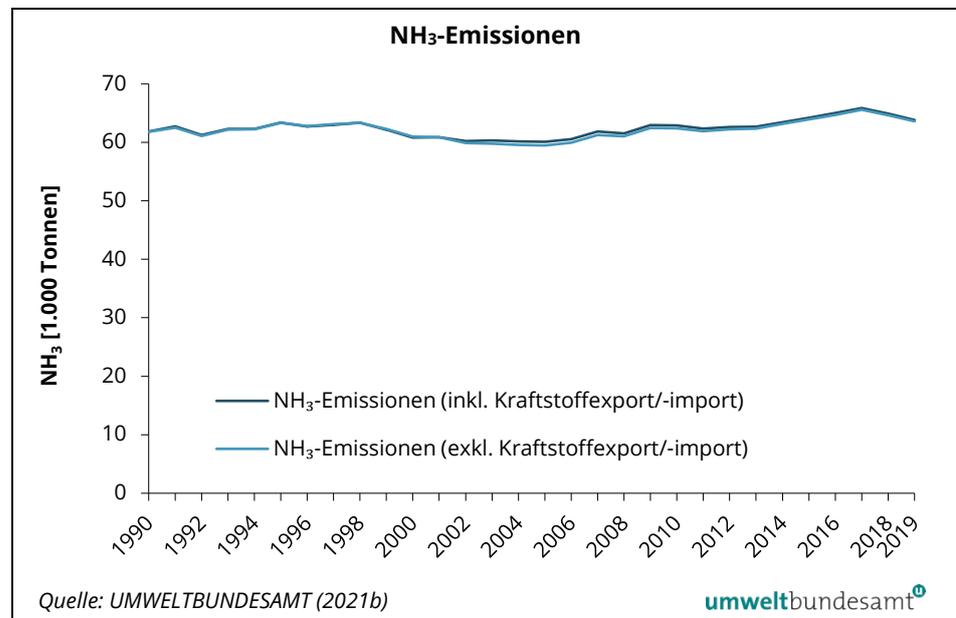
Emissionsquellen In Österreich entstehen NH₃-Emissionen vorwiegend bei der Viehhaltung, der Lagerung von Gülle und Mist sowie beim Abbau von organischem und mineralischem Dünger. Der Sektor Landwirtschaft ist somit für den überwiegenden Teil der NH₃-Emissionen verantwortlich.

3.5.1 Emissionstrend 1990–2019

Abnahme um 1,6 % gegenüber Vorjahr

Von 1990 bis 2019 kam es zu einer Zunahme der gesamten österreichischen NH₃-Emissionen um insgesamt 3,2 % auf 63.800 Tonnen. Von 2018 auf 2019 ist der NH₃-Ausstoß um 1,6 % gesunken. Ohne Einrechnung der Emissionen aus dem Kraftstoffexport lag die Emissionsmenge 2019 bei 63.600 Tonnen (+ 2,9 % seit 1990 bzw. – 1,6 % gegenüber 2018).

Abbildung 13:
Trend der Ammoniak-Emissionen (inklusive und exklusive NH₃ aus Kraftstoffexport²²).



trendbestimmende Faktoren

Der NH₃-Trend Österreichs verläuft von 1990 bis 2019 relativ stabil. Die Emissionen stammen nahezu ausschließlich aus dem Sektor Landwirtschaft (2019: 93 %). Die seit 1990 insgesamt leichte Zunahme der Ammoniak-Emissionen ist vorwiegend auf einen merklichen Anstieg der Emissionen aus dem Sektor Sonstige zurückzuführen. Der NH₃-Ausstoß aus der biologischen Abfallbehandlung

²² In vereinzelt Jahren kam es bei Benzin zu Netto-Kraftstoffimporten, der Inlandverbrauch war demnach höher als die im Inland verkaufte Kraftstoffmenge. Da die spezifischen NH₃-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.

hat bis 2005 deutlich und in den Folgejahren in geringerem Ausmaß zugenommen.

Die leichte Zunahme der Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft – trotz eines etwas sinkenden Rinderbestandes – lässt sich durch die vermehrte Haltung in Laufställen (aus Gründen des Tierschutzes und EU-rechtlich vorgeschrieben), die steigende Anzahl leistungsstärkerer Milchkühe sowie den verstärkten Einsatz von Harnstoff als Stickstoffdünger (kostengünstiges, aber wenig effizientes Düngemittel) erklären.

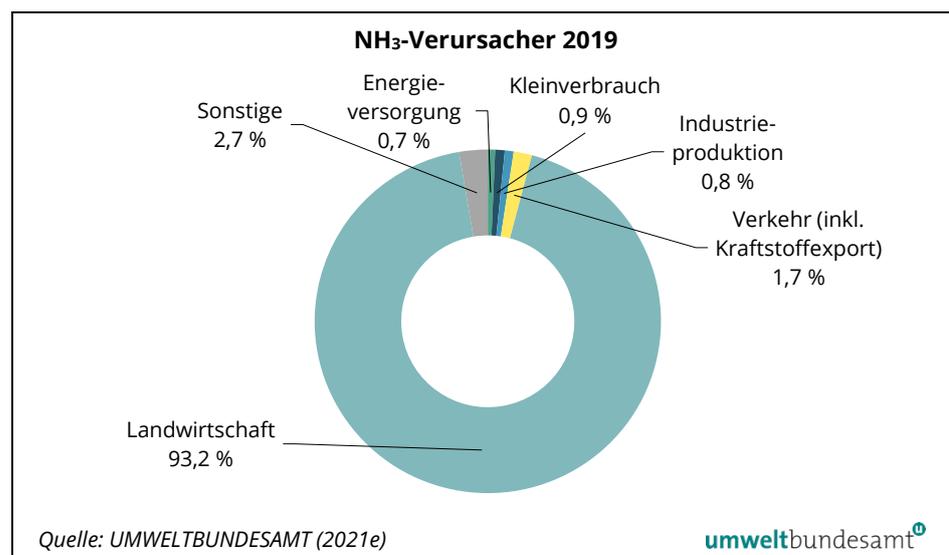
Für die Abnahme der NH₃-Emissionen von 2018 bis 2019 ist vorwiegend der Sektor Landwirtschaft verantwortlich. Hauptgründe sind die merklich reduzierte Ausbringung von Mineraldünger sowie der geringere Rinderbestand.

3.5.2 Verursacher

Hauptemittent

Der Sektor Landwirtschaft emittierte 2019 den mit Abstand größten Teil der NH₃-Emissionen Österreichs.

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



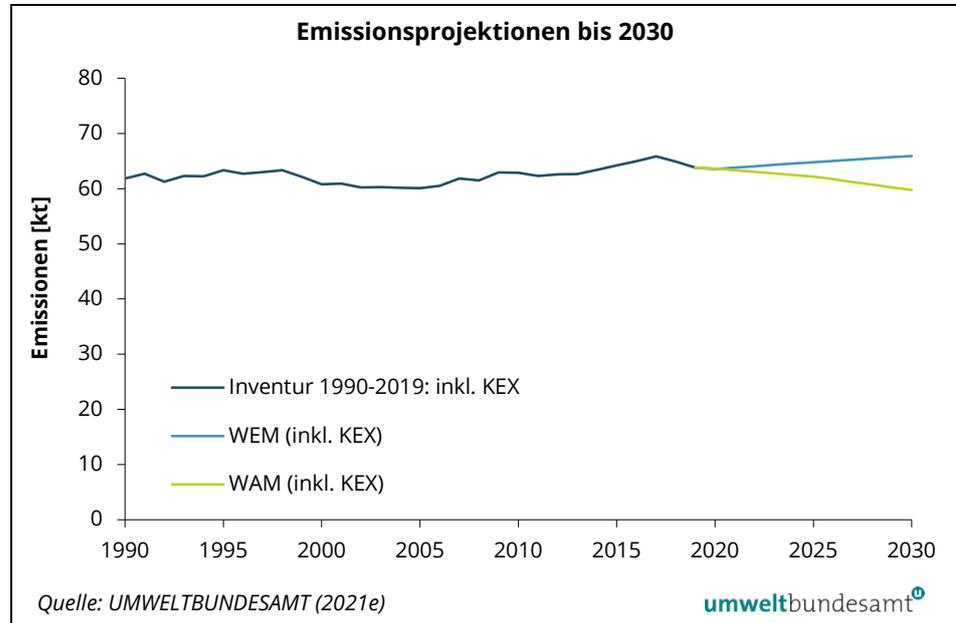
Eine detaillierte Beschreibung der NH₃-Verursachertrends ist bei den jeweiligen Verursachensektoren im Kapitel 7 zu finden.

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 93 % der Ammoniak-Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft stammen, ist dieser für die zukünftige Emissionsentwicklung ausschlaggebend. (UMWELTBUNDESAMT 2021e)

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.

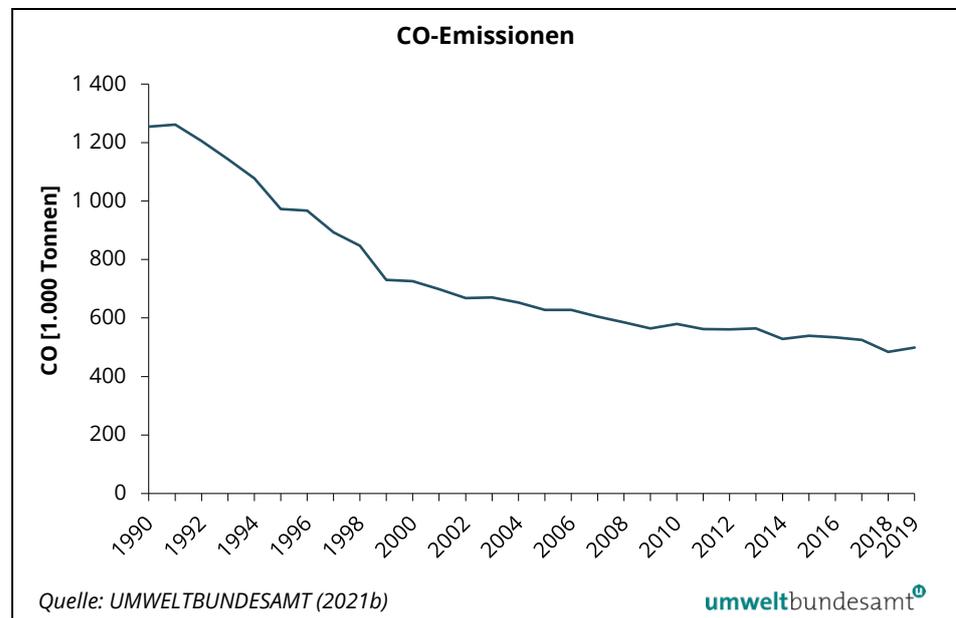
3.6 Kohlenstoffmonoxid (CO)

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 1990–2019

Zunahme um 2,9 % gegenüber Vorjahr Von 1990 bis 2019 kam es zu einem Rückgang der CO-Emissionen von insgesamt 60 % auf rund 498.500 Tonnen. Im Jahr 2019 wurde um 2,9 % mehr 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 den reduzierten Einsatz von Koks 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.

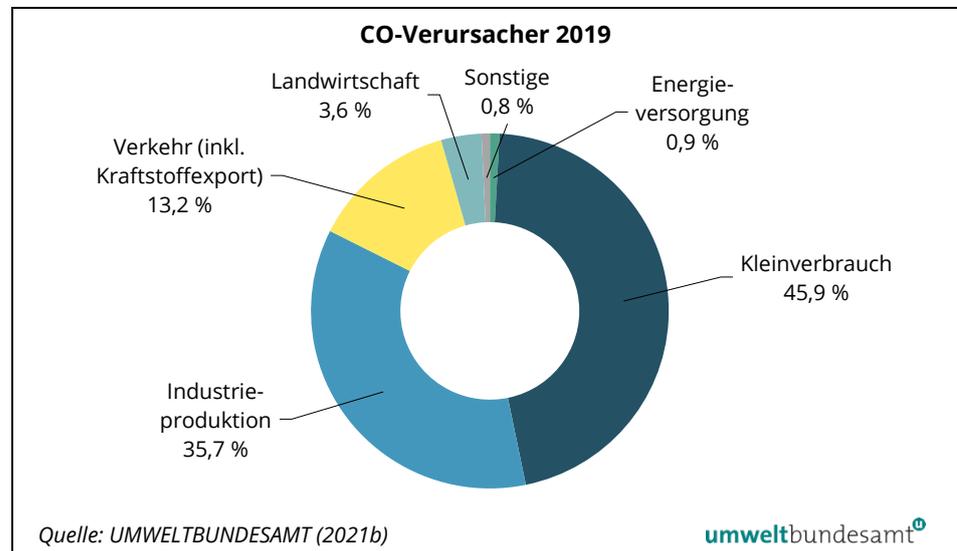
Die Emissionsschwankungen im letzten Jahrzehnt sind vorwiegend auf witterungsbedingte Unterschiede im Raumwärmebedarf und auf Schwankungen in der Eisen- und Stahlproduktion zurückzuführen. Im Jahr 2019 stiegen die CO-Emissionen, nach kurzfristigen, witterungsbedingten Produktionsreduktionen in der Eisen- und Stahlindustrie und einem milden Winter im Jahr 2018, an.

3.6.2 Verursacher

Hauptemittenten

Der Großteil der CO-Emissionen wurde 2019 von den Sektoren Kleinverbrauch, Industrieproduktion und Verkehr emittiert.

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



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

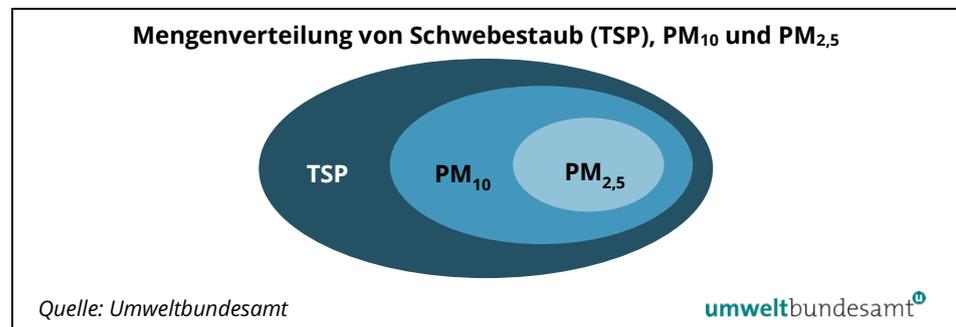
4 STAUB

Partikelgröße beeinflusst gesundheitliche Auswirkungen

Bei Staub ist neben der Zusammensetzung aus gesundheitlicher Sicht 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}²³ (siehe Abbildung 18).

Abbildung 18:
Schematische Darstellung der Mengenverteilung von TSP, PM₁₀ und PM_{2,5}.



primär & 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.

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).

²³ 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)²⁴ 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 2020a)²⁵ 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)²⁶ 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 2019 nicht überschritten. Der Grenzwert gemäß IG-L – 50 µg/m³ als Tagesmittelwert, 25 Überschreitungen sind zulässig – wurde 2019 – erstmals seit Beginn der Messungen im Jahr 2000

²⁴ Nähere Informationen zu den Einflussfaktoren der Feinstaub-Belastung sind im Bericht „Analyse der Feinstaub-Belastung 2009–2017“ zu finden (UMWELTBUNDESAMT 2018a).

²⁵ <https://www.umweltbundesamt.at/luft-jahresberichte>

²⁶ Convention on Long Range Transboundary Air Pollution (Genfer Luftreinhaltekonvention)

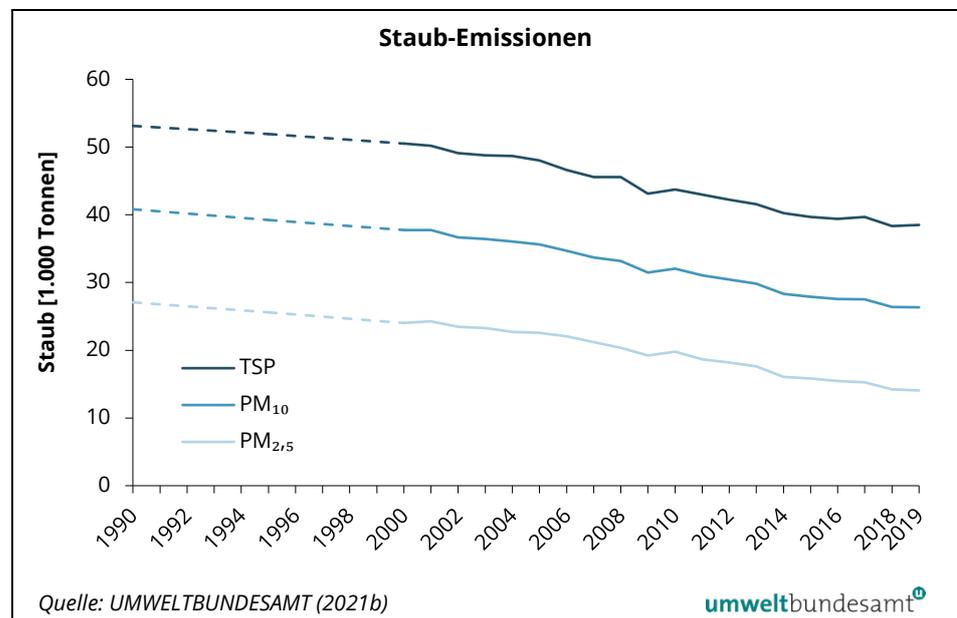
– nicht überschritten. Die meisten Überschreitungen (15 Tage) wurden an der Messstelle Graz Don Bosco registriert (UMWELTBUNDESAMT 2020a).

4.2 Emissionstrend 1990–2019

Staub-Emissionen sind rückläufig

Der TSP-Ausstoß Österreichs konnte von 1990 bis 2019 um 28 % auf 38.500 Tonnen gesenkt werden. Für die PM₁₀-Emissionen ist im selben Zeitraum eine Reduktion von 35 % auf 26.300 Tonnen zu verzeichnen, die PM_{2,5}-Emissionen gingen um 48 % auf 14.100 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 die TSP-Emissionen um 28 % zurück, die PM₁₀-Emissionen lagen etwa 35 % unter dem Niveau von 1990, und die PM_{2,5}-Emissionen sanken um rund 48 %. Für den Emissionsrückgang seit 1990 verantwortlich sind im Wesentlichen Reduktionsmaßnahmen in der Industrie und Eisen- und Stahlindustrie, der starke Rückgang des Kohleverbrauchs, Effizienzverbesserungen sowie Verbesserungen der Verbrennungstechnologien im Hausbrand 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 2018 auf 2019 gingen die PM₁₀-Emissionen um 0,1 % und die PM_{2,5}-Emissionen um 1,2 % zurück. Der kurzfristige Rückgang der PM₁₀- und PM_{2,5}-Emissionen ist hauptsächlich auf geringere Emissionen aus dem Straßenverkehr (Pkw) zurückzuführen.

Der TSP-Ausstoß stieg 2019 im Vergleich zum Vorjahr um 0,4 % an, da die Emissionsmenge aus dem Sektor Industrie (Mineralische Produkte und Chemische Industrie) zunahm.

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 Kleinf Feuerungsanlagen 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.

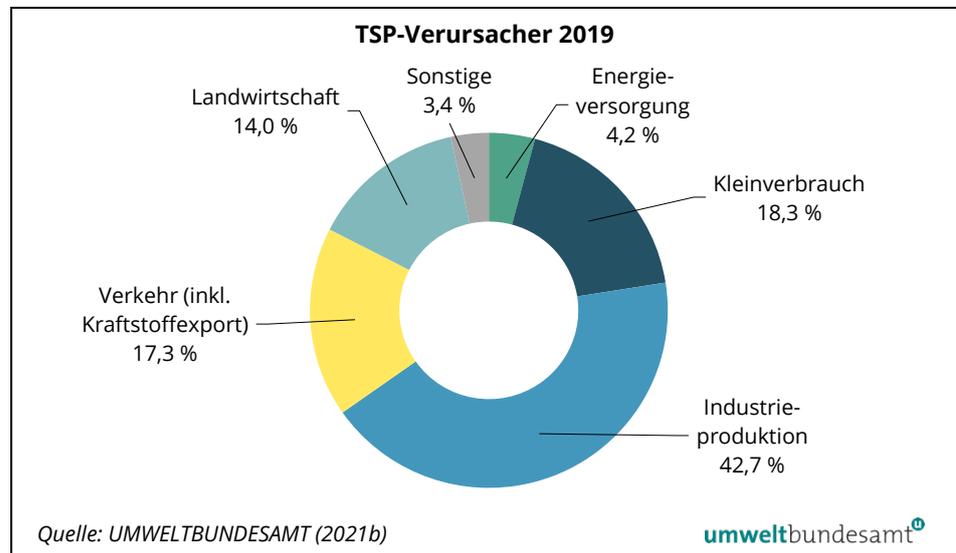


Abbildung 21:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den PM₁₀-
Emissionen Österreichs.

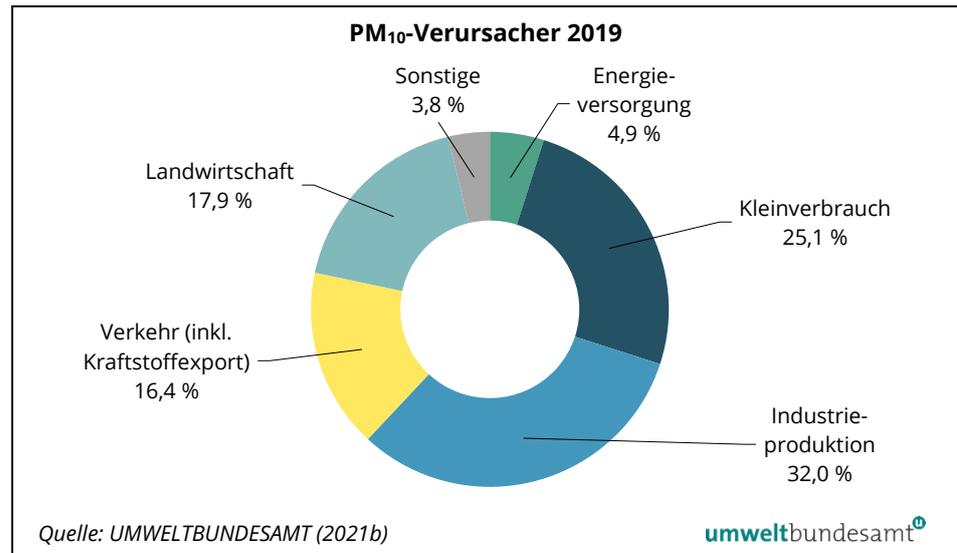
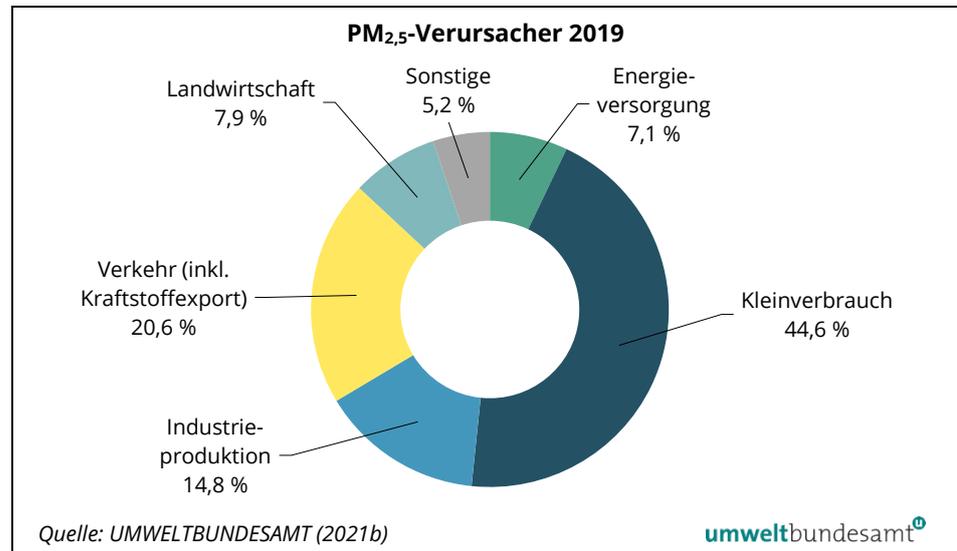


Abbildung 22:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den PM_{2,5}-
Emissionen Österreichs.



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, 2020a).²⁷

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

²⁷ 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.

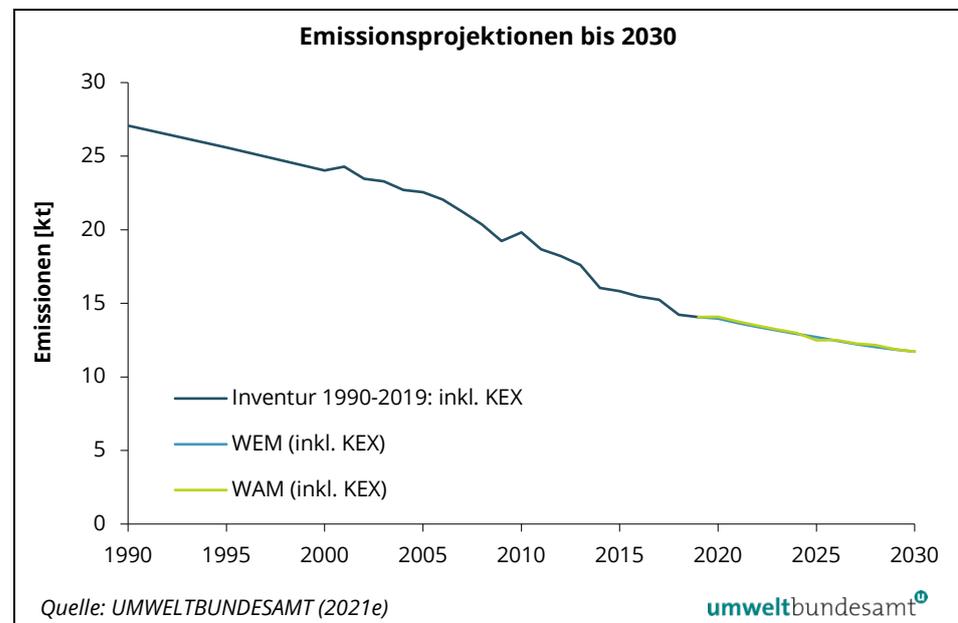
In den aktuellen Emissionsprojektionen (UMWELTBUNDESAMT 2021e) wurden auch Szenarien für die Entwicklung der PM_{2,5}-Emissionen bis 2030 erstellt. Sowohl im Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) als auch im Szenario „mit zusätzlichen Maßnahmen“ (WAM) werden diese inklusive Kraftstoffexport bis 2030 voraussichtlich auf 11,7 Kilotonnen sinken (– 48,0 % gegenüber 2005). Ohne Kraftstoffexport werden sie voraussichtlich auf 11,6 Kilotonnen sinken (– 44,6 % 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 Verkehrs werden durch den Einsatz von Partikelfiltern und die Zunahme der Elektromobilität abnehmen. Durch eine Zunahme der gefahrenen Fahrzeugkilometer werden die PM_{2,5}-Emissionen aus dem Straßen- und Bremsabrieb 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.

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 UNECE²⁸-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“²⁹ im Oktober 2013 verabschiedet. Österreich hat dieses Übereinkommen 2013 unterzeichnet und im Juni 2017 ratifiziert. Es ist für Österreich nun seit 10. September 2017 völkerrechtlich verbindlich. 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)³⁰ umgesetzt. Die Durchführung dieser Verordnung in Österreich erfolgte durch die Novelle des Chemikaliengesetzes (ChemG-Novelle 2018, BGBl. I Nr. 44/2018).

Derzeit hält das „Minamata-Abkommen“ bei 128 Unterzeichnungen und 131 Ratifikationen.

²⁸ Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (United Nations Economic Commission for Europe)

²⁹ <http://www.mercuryconvention.org/>

³⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0852&from=DE>

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.

**Implementierung der
Konvention**

Es sind mittlerweile zahlreiche Formulare und Leitlinien zur Implementierung der Konvention erhältlich.³¹ 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.

³¹ <http://www.mercuryconvention.org/Implementationsupport/Formsandguidance/tabid/5527/language/en-US/Default.aspx>

5.2 Kadmium (Cd)

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

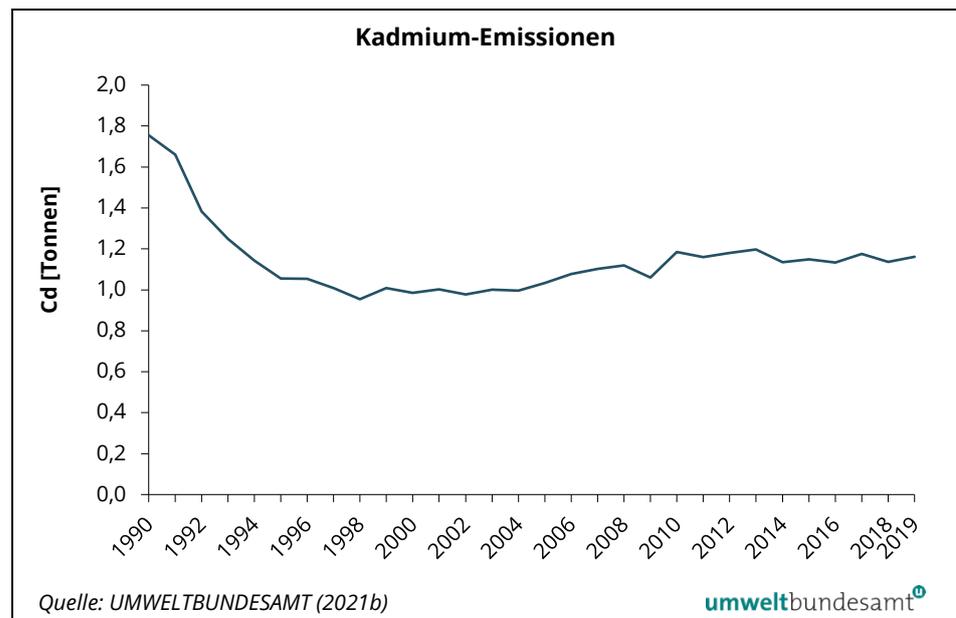
Die Eisen- und Stahlerzeugung, insbesondere das Schrottreycling mit kadmiumhaltigen Farb- und Lackanhaftungen, ist eine weitere bedeutende Quelle für Emissionen dieses Metalls. Bei der Kupfer- und Bleiproduktion, in der Papierproduktion sowie bei der Zementherstellung fallen ebenfalls Cd-Emissionen an.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

Kadmium und seine Verbindungen sind als „eindeutig als krebserregend ausgewiesene Arbeitsstoffe“ klassifiziert (Grenzwerteverordnung 2007, BGBl. II Nr. 243/2007; Anhang III). Für den Menschen ist neben dem Tabakrauchen die Nahrung der bedeutendste Aufnahmepfad.

5.2.1 Emissionstrend 1990–2019

Zunahme um 2,2 % gegenüber Vorjahr Im Zeitraum von 1990 bis 2019 konnte der Kadmium-Ausstoß um 34 % auf 1,2 Tonnen gesenkt werden. Von 2018 auf 2019 stiegen die Cd-Emissionen um 2,2 % an.

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.

Durch den Einbruch der industriellen Produktion als Folge der Wirtschaftskrise kam es von 2008 auf 2009 zu einer deutlichen Abnahme der Cd-Emissionen. Im darauffolgenden Jahr nahmen die Emissionen, bedingt durch einen industriellen Aufschwung, wieder zu.

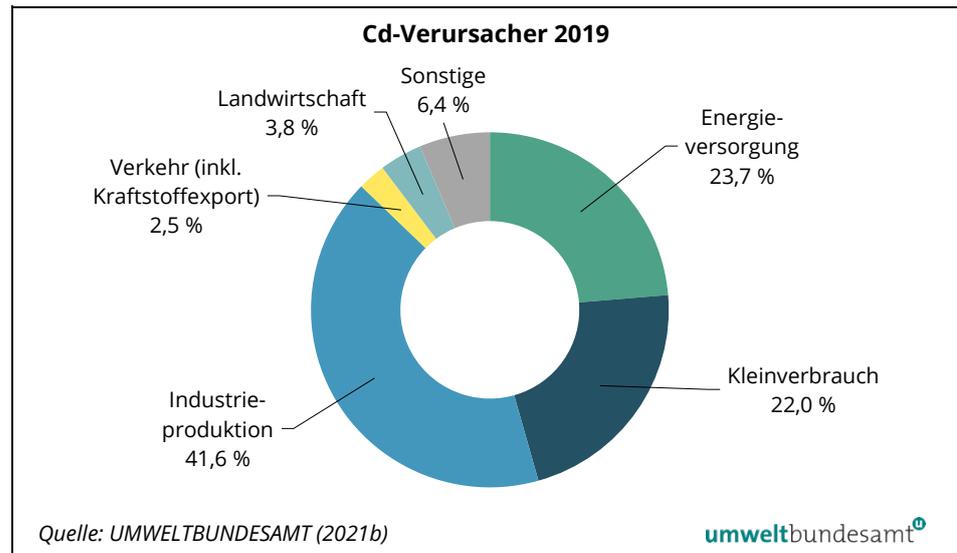
Im Zeitraum von 2018 bis 2019 nahm der Cd-Ausstoß um 2,2 % zu. Hierfür verantwortlich waren die Emissionen aus der Eisen- und Stahlindustrie, die nach den wartungsbedingten Produktionsreduktionen wieder angestiegen sind, sowie ein höherer Biomasseeinsatz in der Papierindustrie und dem Hausbrand.

5.2.2 Verursacher

Hauptemittenten

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

Abbildung 25:
Anteile der Verursachertoren 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.

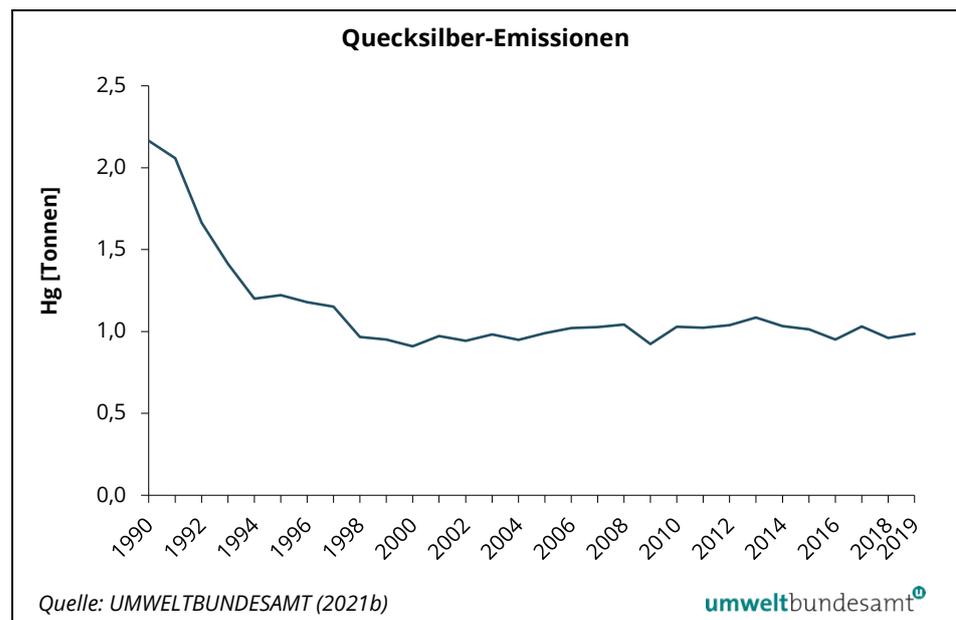
Die Dämpfe des Metalls sind gesundheitsschädlich, bei lang andauernder Einwirkung kann es zu irreversiblen und somit chronischen Schäden kommen. Entscheidender sind aber der weiträumige Transport und die Anreicherung in der Nahrungskette.

5.3.1 Emissionstrend 1990–2019

Zunahme um 2,7 % gegenüber Vorjahr

Von 1990 bis 2019 kam es zu einem Rückgang der Hg-Emissionen von insgesamt 54 % auf rund 1,0 Tonnen. Im Jahr 2019 wurde um 2,7 % mehr Quecksilber emittiert als im Jahr zuvor.

Abbildung 26:
Trend der österreichischen Quecksilber-Emissionen.



trendbestimmende Faktoren

Für den deutlich verminderten Quecksilber-Ausstoß 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.

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. Das ist vorwiegend auf Reduktionen in der Industrieproduktion (insbesondere in der Zementproduktion) und in der Energieversorgung (verringertes Kohle- und Biomasseeinsatz bei Kraftwerken) zurückzuführen. Der Anstieg 2017 war überwiegend bedingt durch eine gestiegene Eisen- und Stahlproduktion sowie eine Emissionszunahme aus der Zementindustrie.

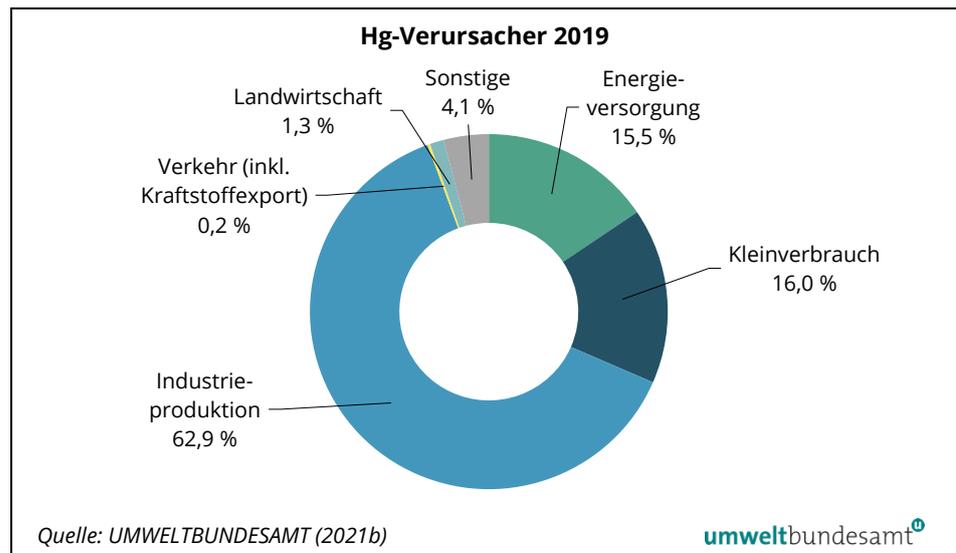
Während der Hg-Ausstoß im Zeitraum von 2017–2018 hauptsächlich durch wartungsbedingte Produktionsreduktionen aus der Eisen- und Stahlindustrie abnahm, stieg er von 2018 auf 2019 durch wieder zunehmende Emissionen aus der Eisen- und Stahlindustrie erneut an (+ 2,7 %).

5.3.2 Verursacher

Hauptemittenten

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

Abbildung 27:
Anteile der Verursachers
sektoren an den
Quecksilber-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.

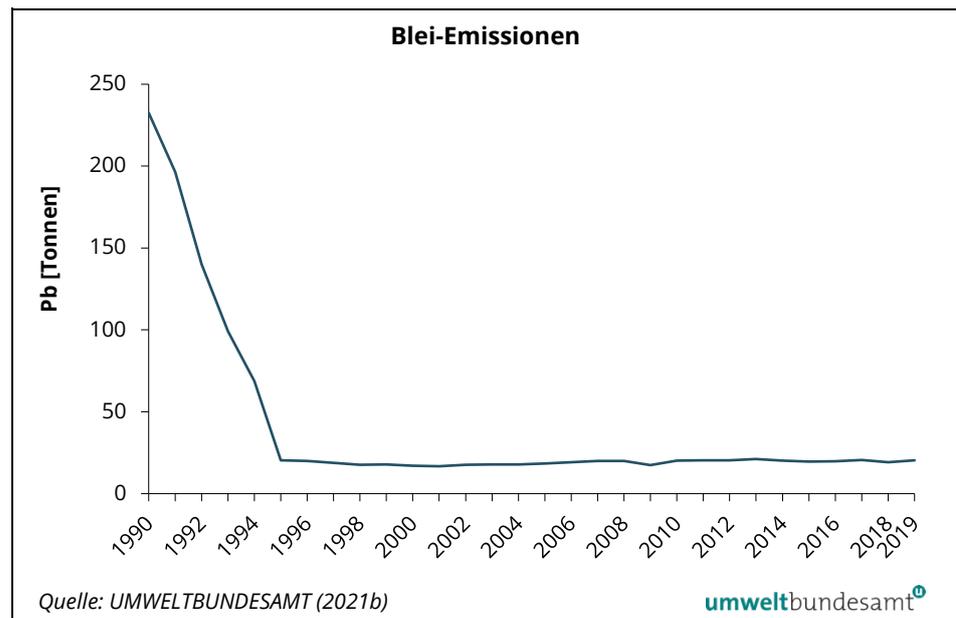
Durch die Bleibelastung von Luft, Wasser und Boden gelangt das Metall in die Nahrungskette des Menschen. Es reichert sich im Blut, in den Knochen und im Weichteilgewebe an und kann Nieren, Leber, Nervensystem und andere Organe schädigen.

5.4.1 Emissionstrend 1990–2019

Zunahme um 5,9 % gegenüber Vorjahr

Im Zeitraum von 1990 bis 2019 gingen die Blei-Emissionen um 91 % auf 20,4 Tonnen zurück. Im Jahr 2019 wurde um 5,9 % mehr 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 2019 insgesamt ein Anstieg zu verzeichnen, bedingt durch den steigenden Einsatz von Holz und Holzabfällen in kleineren Heizwerken.

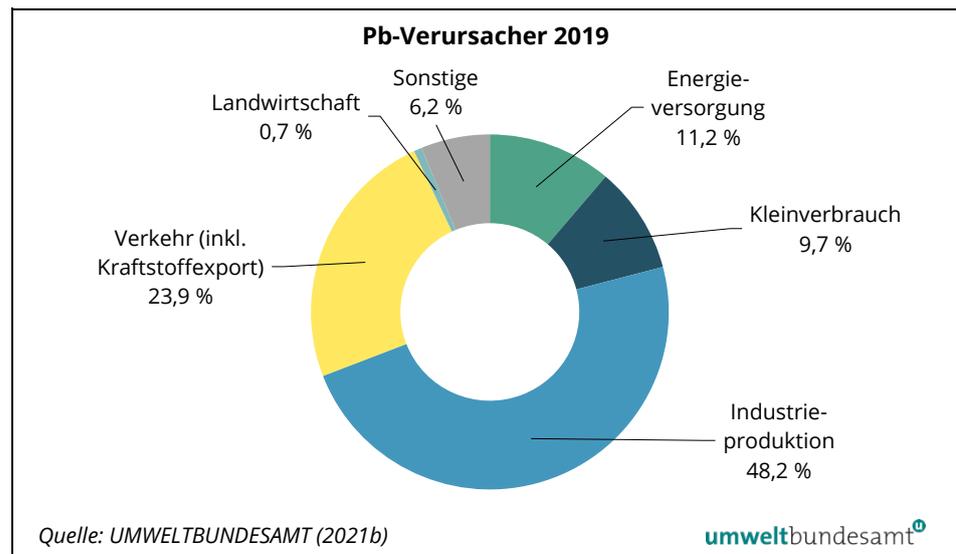
Durch den Einbruch der industriellen Produktion als Folge der Wirtschaftskrise kam es von 2008 auf 2009 zu einer merklichen Abnahme der Pb-Emissionen. Im

darauffolgenden Jahr nahmen die Emissionen, verursacht durch einen industriellen Aufschwung, wieder zu. Die höheren Emissionen im Jahr 2013 sind maßgeblich auf Emissionszunahmen aus der Eisen- und Stahlproduktion zurückzuführen. Im Zeitraum von 2018 bis 2019 stieg der Pb-Ausstoß um 5,9 % an. Hierfür verantwortlich waren vorwiegend die Emissionen aus der Eisen- und Stahlindustrie, die nach wartungsbedingten Rückgängen im Jahr 2018 wieder höher waren, sowie die Feuerwerkskörper.

5.4.2 Verursacher

Hauptemittenten Der Sektor Industrieproduktion ist für fast die Hälfte der österreichischen Blei-Emissionen verantwortlich. Weitere bedeutende Verursacher sind die Sektoren Verkehr, 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 Mehrmissionen im Sektor Verkehr und zu einem höheren Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen.

Abbildung 29:
Anteile der Verursachers
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 & 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.

Stockholmer Übereinkommen

Mit der POP-Konvention des UN-Umweltprogramms (UNEP)³² – auch bekannt als Stockholmer Übereinkommen – wurde ein Prozess in Gang gesetzt, der die weltweite Beseitigung von besonders gefährlichen Dauergiften zum Ziel hat. Sie 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. Bei der 4. und 5. Vertragsstaatenkonferenz des Stockholmer Übereinkommens wurde die Aufnahme von zehn weiteren POP in die Verbotliste beschlossen (UNEP 2009, 2011). Es handelt sich dabei v. a. um Stoffe, die als Flammenschutzmittel und Pestizide eingesetzt wurden, sowie um Substanzen, die in Verpackungsmaterialien, Textilien, Reinigungsmitteln etc. zum Einsatz kamen (Perfluorooctansulfonsäure und ihre Verbindungen). Im Rahmen der 6., 7. und 8. Vertragsstaatenkonferenzen 2013, 2015 und 2017 wurden weitere Chemikalien,

³² <http://www.pops.int>

u. a. Hexabromcyclododecan (HBCD; Flammschutzmittel), Hexachlorbutadien, Pentachlorphenol (PCP) und polychlorierte Naphthaline (PCN) ergänzt. Derzeit unterliegen insgesamt 29 gefährliche Chemikalien den strengen Bestimmungen der Konvention.³³ Bei der 9. Vertragsparteienkonferenz im Mai 2019 wurden PFOA (Perfluorooctansäure) (und damit verwandte Substanzen) sowie Dicofol in das Übereinkommen aufgenommen.

Die 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 Maßnahmen zur praktischen Umsetzung des Stockholm Übereinkommens über Persistente Organische Schadstoffe in Österreich sind im 2008 erstmals veröffentlichten und 2012 revidierten Nationalen Durchführungsplan (NIP) (BMLFUW 2012) festgelegt. Der Nationale Aktionsplan (NAP) ist Teil davon und beinhaltet Strategien zur Vermeidung und Eliminierung der Freisetzung der in Anhang C genannten Chemikalien (UMWELTBUNDESAMT 2017b).

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

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 Tabakteeer enthalten und entstehen hauptsächlich bei unvollständiger Verbrennung kohlenstoffhaltiger Materialien (z. B. Öl, Holz, Kohle und Abfälle).

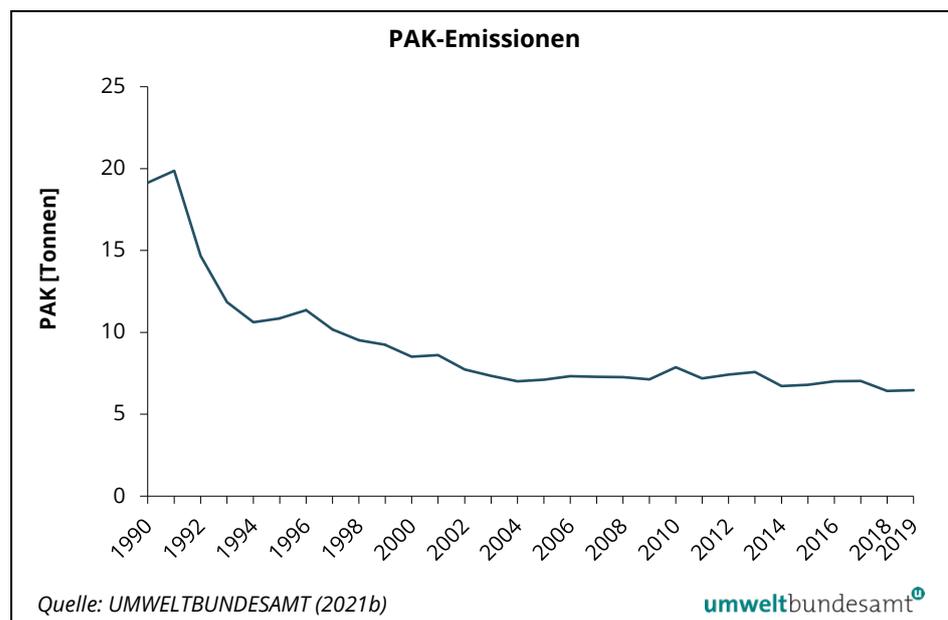
Entsprechend den Vorgaben des POP-Protokolls werden in der Österreichischen Luftschadstoff Inventur die Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe als Summe der folgenden vier Leitsubstanzen erfasst (Σ PAK4): Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen und Indeno(1,2,3-cd)pyren.

6.2.1 Emissionstrend 1990–2019

Zunahme um 0,8 % gegenüber Vorjahr

Der österreichische PAK-Ausstoß konnte von 1990 bis 2019 um insgesamt 66 % auf 6,5 Tonnen gesenkt werden. Von 2018 auf 2019 kam es zu einem Anstieg von 0,8 %.

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 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 stationären Quellen 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.

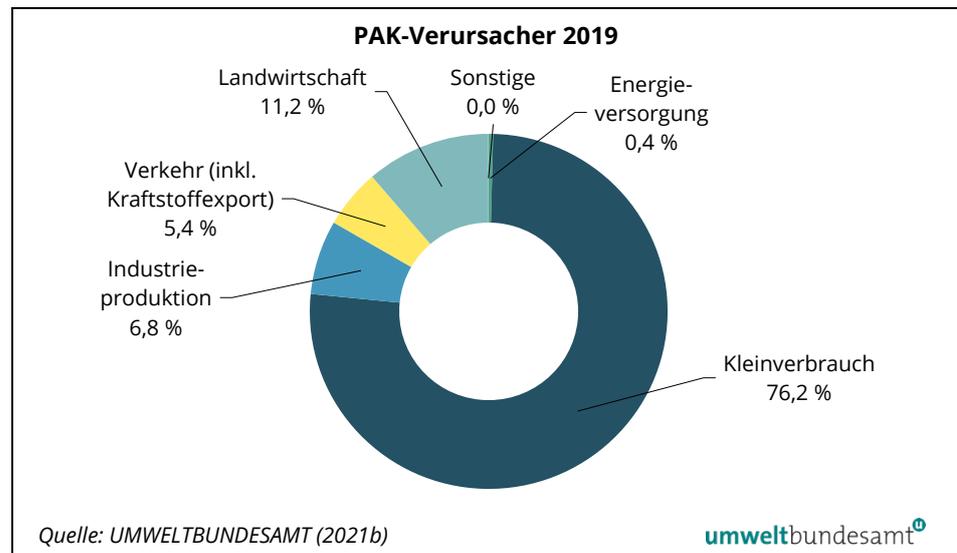
Seit 2002 bleibt der Trend der PAK-Emissionen auf relativ konstantem Niveau, zeigt aber immer wieder geringfügige Schwankungen nach oben und unten. Im Vergleich zu 2018 sind die Emissionen im Jahr 2019 um 0,8 % höher. Hierzu trugen die geringfügig kühlere Witterung und der damit verbundene erhöhte Heizbedarf sowie die Off-Road Maschinen und Geräte der Industrie bei. Auch die Emissionen der Eisen- und Stahlindustrie waren nach wartungsbedingten Rückgängen im Jahr 2018 wieder höher.

6.2.2 Verursacher

Hauptemittent

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

Abbildung 31:
Anteile der Verursachers
sektoren an den PAK-
Emissionen in Öster-
reich.



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 Dibenz-p-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-Aluminiumerzeugung, bei der Gewinnung und Produktion von Eisen und Stahl sowie in jenen Branchen, die Holz und Holzreststoffe thermisch verwerten, verursacht.

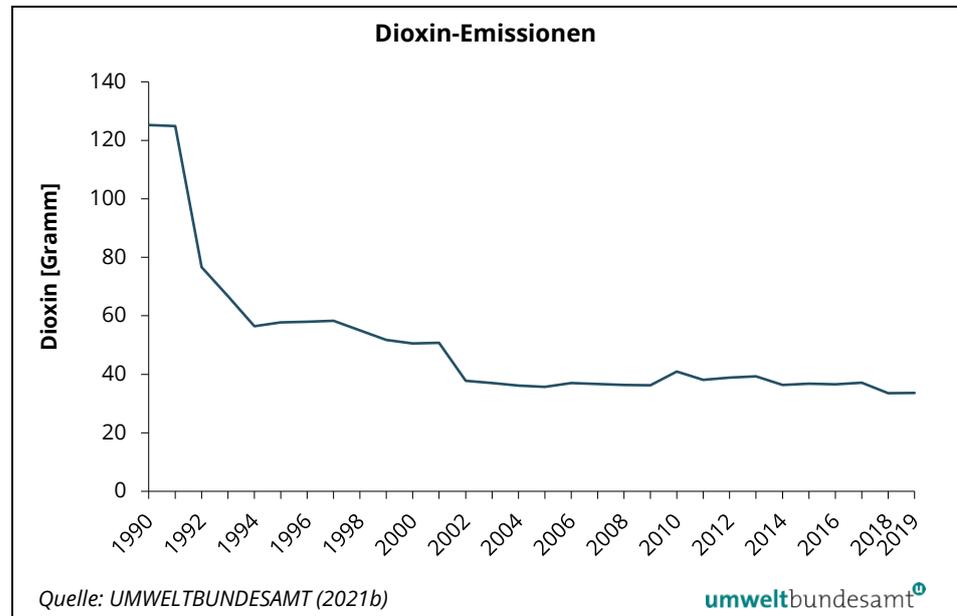
Auch natürliche Prozesse, wie z. B. durch Blitzschlag verursachte Waldbrände, Steppenbrände oder Vulkanausbrüche, können zur Bildung von Dioxinen führen.

6.3.1 Emissionstrend 1990–2019

Zunahme um 0,3 % gegenüber Vorjahr

Von 1990 bis 2019 kam es in Österreich zu einem Rückgang der Dioxin-Emissionen um insgesamt 73 %. Im Jahr 2019 wurden rund 34 Gramm Dioxin emittiert, der Ausstoß hat im Vergleich zum Vorjahr um 0,3 % zugenommen.

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

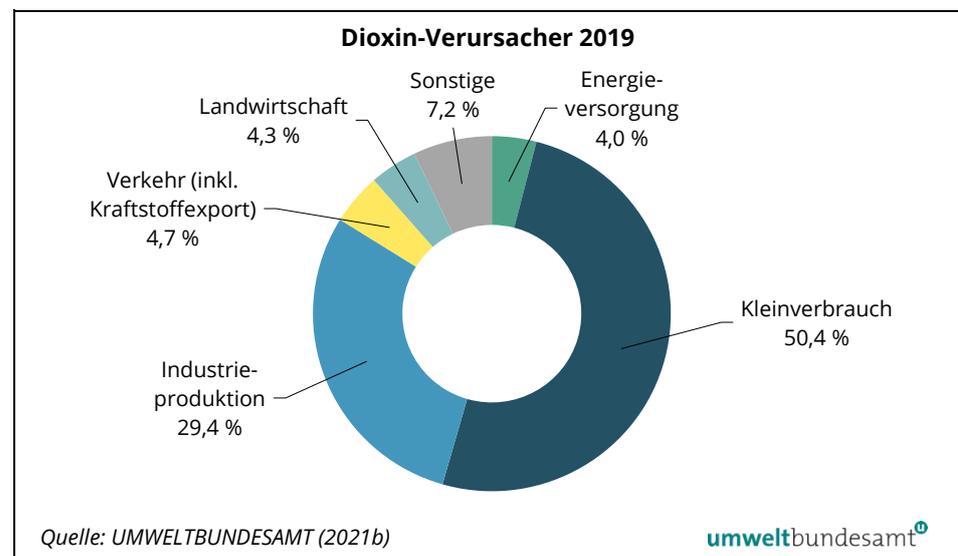
der Eisen- und Stahlindustrie zu einem weiteren großen Emissionsrückgang, bedingt durch den Einbau einer Gewebefilteranlage. Im Sektor Kleinverbrauch sank der Dioxin-Ausstoß seit 1990 ebenfalls deutlich, vorwiegend aufgrund des reduzierten Einsatzes von Kohle. Aus diesem Sektor kommt noch immer rund die Hälfte der gesamten Dioxin-Emissionen Österreichs, bedingt durch die Verwendung von 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 Stahlproduktion sowie Aluminiumproduktion und durch eine geringere Anzahl an Gebäudebränden zu einer deutlichen Emissionsreduktion. Von 2018 auf 2019 stieg der Ausstoß um insgesamt 0,3 % an, bedingt durch erhöhte Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion sowie aus der Aluminiumproduktion.

6.3.2 Verursacher

Hauptemittenten

Der Sektor Kleinverbrauch war 2019 für rund die Hälfte der gesamten Dioxin-Emissionen Österreichs verantwortlich, gefolgt von der Industrieproduktion.

Abbildung 33:
Anteile der Verursachensektoren an den Dioxin-Emissionen in Österreich.



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

6.4 Hexachlorbenzol (HCB)

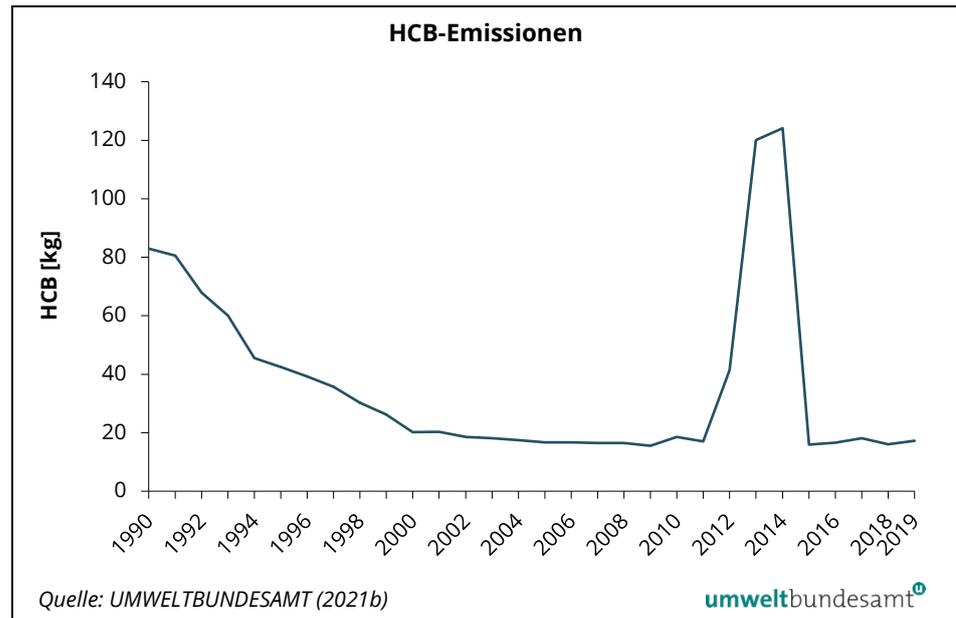
Emissionsquellen Hexachlorbenzol gehört zur Gruppe der polychlorierten Benzole. HCB ist eine von zwölf Chlorverbindungen, die mit der Stockholmer Konvention weltweit verboten wurden. Anwendungsgebiete für HCB waren der Einsatz als Pestizid und Fungizid zur Saatgutbeize (1992 wurde der Einsatz von HCB als Pflanzenschutzmittel in Österreich verboten), als Weichmacher- und Flammschutzadditiv für Kunststoffe und Schmiermittel, als Flussmittel in der Aluminiumherstellung oder 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 2019 die Eisen- und Stahlindustrie, gefolgt vom Pestizideinsatz in der Landwirtschaft, wo HCB nach wie vor als Verunreinigung oder als Nebenprodukt in bestimmten Schädlingsbekämpfungsmitteln oder bestimmten Chemikalien vorhanden ist, und der Aluminiumherstellung.

6.4.1 Emissionstrend 1990–2019

Zunahme um 7,6 % gegenüber Vorjahr Die HCB-Emissionen Österreichs konnten von 1990 bis 2019 um insgesamt 79 % auf rund 17 Kilogramm gesenkt werden. Von 2018 auf 2019 nahm der Ausstoß um 7,6 % zu.

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 45 % reduziert werden. Verantwortlich hierfür waren ein geringerer Kohleeinsatz und die Erneuerung von Holzheizungen sowie Maßnahmen in der Eisen- und Stahlindustrie, der Sekundärkupferproduktion und die Einstellung der Produktion von chlorierten Kohlenwasserstoffen.

Die signifikante Zunahme der Emissionen von 2012–2014 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 normalem Niveau.

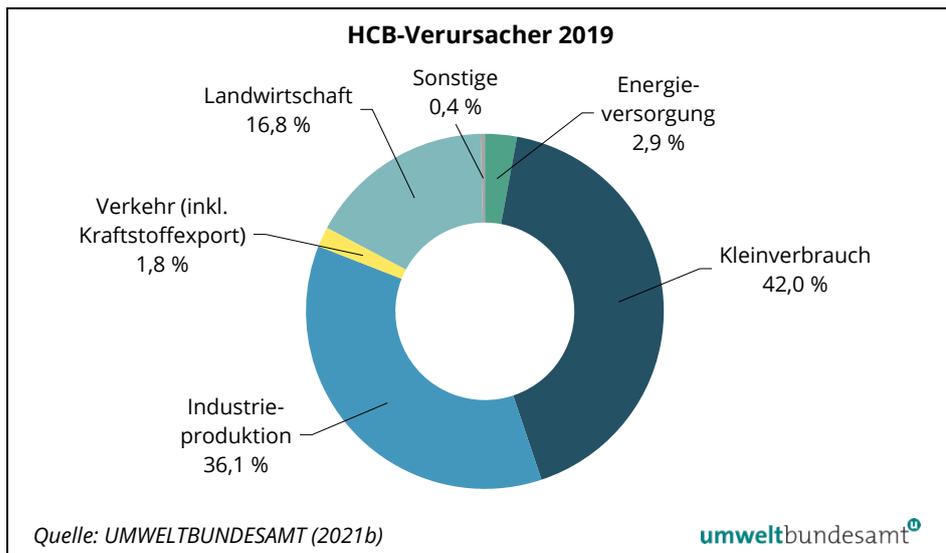
Der Rückgang der HCB-Emissionen von 2017–2018 war vorwiegend bedingt durch die milde Witterung (reduzierter Einsatz von Biomasse in Heizungsanlagen) sowie durch verringerte Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion. Von 2018 auf 2019 stieg der HCB-Ausstoß um 7,6 % an. Die Gründe hierfür waren der verstärkte Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft sowie eine nach wartungsbedingten Reduktionen wieder höhere Eisen- und Stahlproduktion.

6.4.2 Verursacher

Hauptemittent

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

Abbildung 35:
Anteile der Verursacher-
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 (Kongenere). 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, 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.

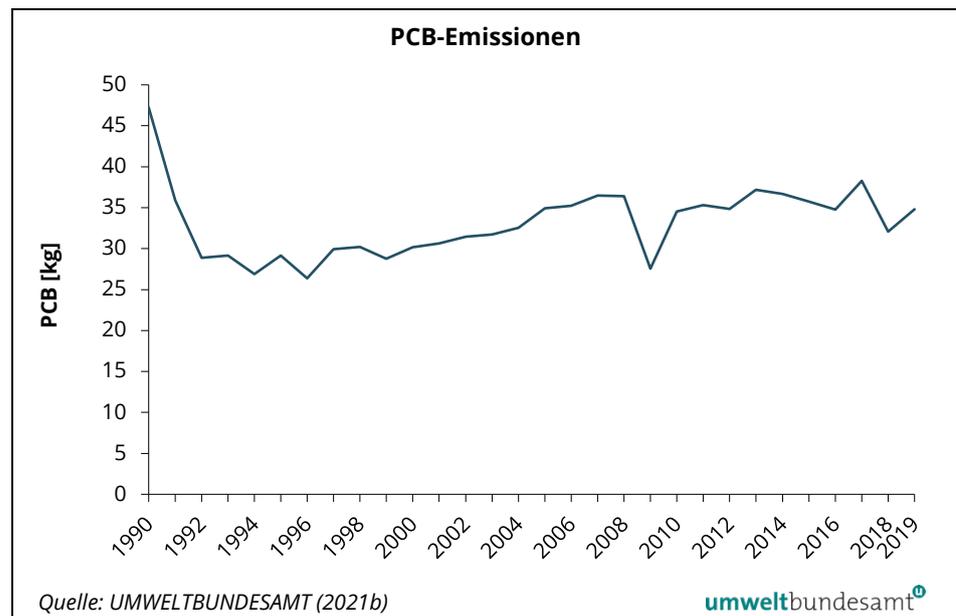
PCB sind mittlerweile in der EU verboten, werden aber noch immer als unbeabsichtigtes Nebenprodukt bei industriellen Prozessen und Verbrennungsvorgängen freigesetzt. Eine signifikante Verminderung der Belastung der Umwelt ist aufgrund der Langlebigkeit dieser Stoffe in der Umwelt nicht zu erkennen.

6.5.1 Emissionstrend 1990–2019

Zunahme um 8,5% gegenüber Vorjahr

Für den Zeitraum 1990–2019 ist in Österreich insgesamt eine Abnahme der PCB-Emissionen um 26 % auf rund 35 Kilogramm zu verzeichnen. Von 2018 auf 2019 stieg der Ausstoß um 8,5 % an.

Abbildung 36:
Trend der PCB-Emissionen.



**trendbestimmende
Faktoren**

Der Sektor Industrieproduktion (überwiegend die Metallproduktion) emittierte im Jahr 2019 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 Primärbleiproduktion auf Sekundärblei umgestellt (1993 abgeschlossen). Der Emissionsrückgang von 2008 auf 2009 ist der Wirtschaftskrise zuzuschreiben. Danach nahmen die PCB-Emissionen durch den industriellen Aufschwung wieder deutlich zu.

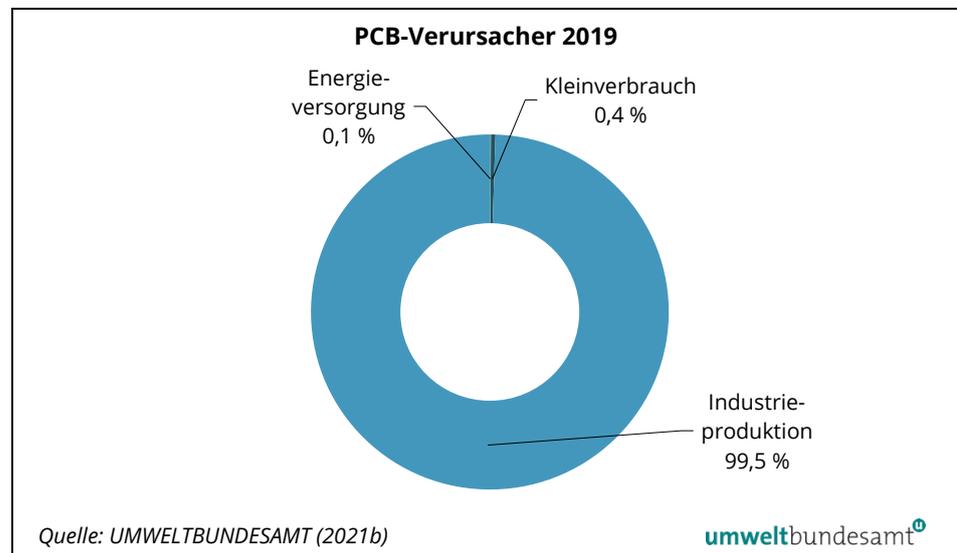
Die Emissionszunahmen 2017 und 2019 sowie der Rückgang 2018 sind auf veränderte Emissionsmengen aus der Eisen- und Stahlproduktion zurückzuführen.

Der PCB-Ausstoß aus dem Sektor Kleinverbrauch konnte seit 1990 durch die rückläufige Verwendung von Kohle und schwerem Heizöl um 97 % gesenkt werden. Im Jahr 2019 entfielen nur noch 0,4 % 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 Verursachers
sektoren an den PCB-
Emissionen in Öster-
reich.



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 2019 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 2021 (UMWELTBUNDESAMT 2021c) 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 2019 zu 63 % in Wasserkraftwerken und zu 12 % aus Windkraft (STATISTIK AUSTRIA 2020a). 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

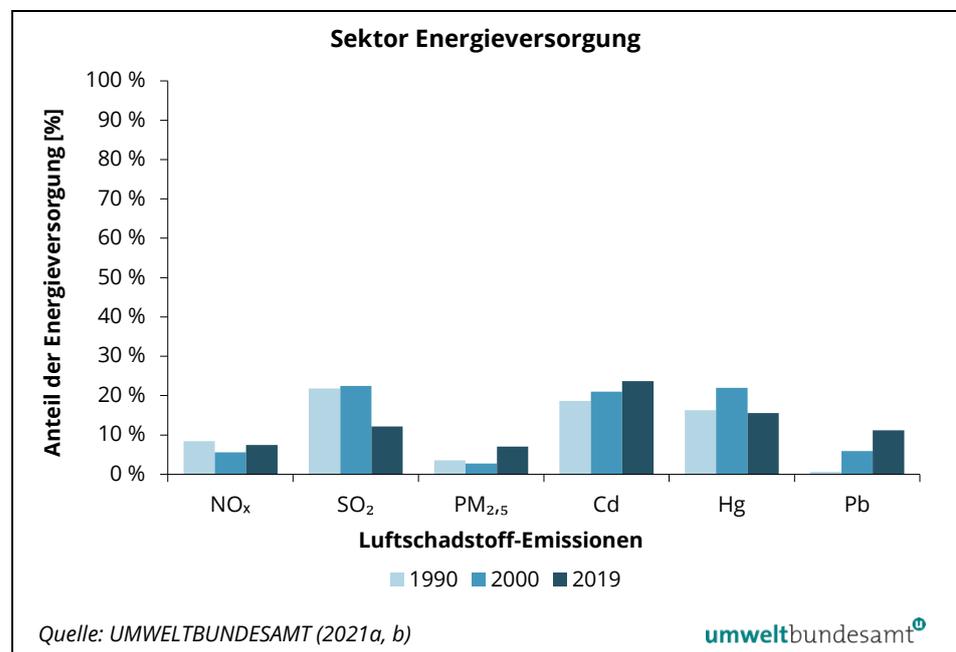
Von 1990 bis 2019 ist der Stromverbrauch in Österreich um 51,5 % gestiegen, er belief sich im Jahr 2019 auf rund 74,0 Terawattstunden (TWh). Im Zeitraum 2011–2014 war die Produktion aus kalorischen Kohle- und Gaskraftwerken stark rückläufig. Im Jahr 2019 hat die Erzeugung aus Wasserkraft um 7,4 % und die Erzeugung aus Windkraft um 24 % zugenommen. Die Erzeugung aus Gaskraftwerken hat um 21 % zugenommen, die Erzeugung aus Kohlekraftwerken um 17 %

abgenommen. Die Gesamtstromproduktion des Jahres 2019 war damit um insgesamt 5,8 TWh höher als im Vorjahr. Die Nettoimporte sind um 5,8 TWh auf 3,1 TWh gesunken, was etwa 4 % des Inlandsstromverbrauchs entsprach (STATISTIK AUSTRIA 2020a). Vor der Liberalisierung des Strommarktes im Jahr 2001 war Österreich noch Strom-Nettoexporteur.

7.1.1 Hauptschadstoffe

Emissionsanteile Im Jahr 2019 verursachte der Sektor Energieversorgung 7,4 % der NO_x -, 12 % der SO_2 -, 7,1 % der $\text{PM}_{2,5}$ -, 24 % der Cd-, 16 % der Hg- und 11 % der Pb-Emissionen Österreichs.³⁴

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



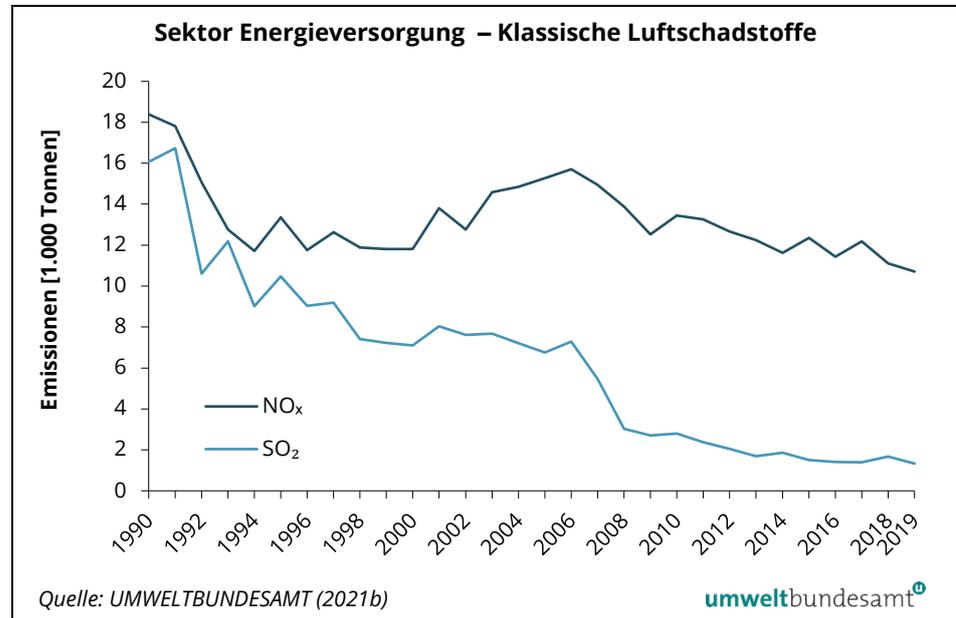
Emissionsquellen Der Großteil der NO_x -, SO_2 -, Hg- und Pb-Emissionen der Energieversorgung wird von kalorischen Kraftwerken verursacht. Für die Cd-Emissionen dieses Sektors sind vorwiegend die Erdölraffination sowie Biomasseanlagen verantwortlich. Die Feinstaub-Emissionen ($\text{PM}_{2,5}$) werden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

³⁴ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Energieversorgung angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2019 zumindest 5 % beträgt.

7.1.1.1 Klassische Luftschadstoffe

Die klassischen Luftschadstoff-Emissionen NO_x und SO_2 der Energieversorgung konnten von 1990 bis 2019 deutlich gesenkt werden.

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



NO_x -Emissionen

trendbestimmende Faktoren

Von 1990 bis 2019 konnte der NO_x -Ausstoß aus dem Sektor Energieversorgung um 42 % 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 Gaseinsatz in den Kraftwerken hauptverantwortlich. Im Jahr 2014 kam es, bedingt durch eine niedrige Anzahl an Heizgradtagen und der entsprechend geringeren Fernwärmeerzeugung 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 der damit erhöhten 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.

**Abnahme um 3,6 %
gegenüber Vorjahr**

2019 kam es zu einem Emissionsrückgang um 3,6 % bedingt durch den verringerten Ausstoß von Großkraftwerken, Pipelinekompressoren sowie kleinen Biomasseanlagen.

Rund 41 % der NO_x-Emissionen des Sektors Energieversorgung wurden im Jahr 2019 durch kleine Biomasse-Nahwärme- und KWK-Anlagen verursacht.

SO₂-Emissionen

**trendbestimmende
Faktoren**

Von 1990 bis 2019 konnte der SO₂-Ausstoß aus dem Sektor Energieversorgung um insgesamt 92 % 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 Dampfkesselemissionsgesetz) zurückzuführen. Die Umstellung auf schwefelärmere bzw. schwefelfreie Brennstoffe, wie z. B. Erdgas, trug zusätzlich zur Reduktion bei. Der Emissionsrückgang seit 2007 beruht hauptsächlich auf der Neuinbetriebnahme einer SNO_x-Anlage bei der Raffinerie sowie auf einem geringeren Kohleeinsatz in Kraftwerken. Der Anstieg der SO₂-Emissionen im Jahr 2014 wurde durch einen erhöhten Ausstoß der Raffinerie verursacht, der im Jahr 2013 weit unter dem Niveau der Vorjahre lag. Die SO₂-Abnahme im Jahr 2015 ist wiederum vorwiegend auf einen Emissionsrückgang bei der Raffinerie zurückzuführen. 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.

**Abnahme um 21 %
gegenüber Vorjahr**

Von 2018 auf 2019 ging die SO₂-Emissionsmenge um insgesamt 21 % zurück, bedingt durch den geringeren Ausstoß der Erdölraffinerie sowie den verringerten Einsatz von Steinkohle in Kraftwerken.

7.1.1.2 Feinstaub

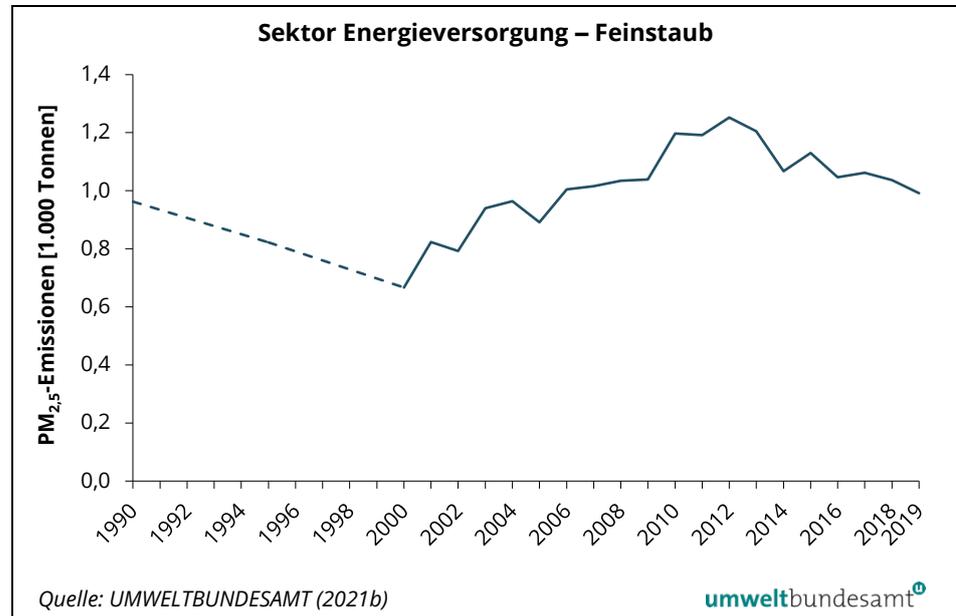
Im Sektor Energieversorgung verursachen die Strom- und Fernwärmekraftwerke einen Großteil der Feinstaub-Emissionen. Rund 77 % der gesamten PM_{2,5}-Emissionen des Jahres 2019 stammten aus kleinen Biomasse-Nahwärme- und KWK-Anlagen mit einem Anteil von 31 % am gesamten Primärenergiebedarf der kalorischen Kraftwerke. Etwa 4 % der gesamten PM_{2,5}-Emissionen des Sektors Energieversorgung stammten aus der Raffinerie und 9 % werden für die Holzkohleherstellung (Holzkohlemeiler) abgeschätzt.

**trendbestimmende
Faktoren**

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

Staubabscheidern und den Einsatz von kombinierten Staub-Schwefel-Reduktionsverfahren.

Abbildung 40:
Trend der PM_{2,5}-
Emissionen des Sektors
Energieversorgung.³⁵



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

Von 1990 bis 2019 hat der PM_{2,5}-Ausstoß der Energieversorgung um insgesamt 3,0 % zugenommen, wobei von 2000–2012 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 2018 auf 2019 sind die PM_{2,5}-Emissionen der Energieversorgung, wiederum vorwiegend bedingt durch einen niedrigeren Biomasse-Einsatz, um 4,4 % zurückgegangen.

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

7.1.1.3 Schwermetalle

Kadmium-Emissionen

**Abnahme gegenüber
1990**

Die Kadmium-Emissionen aus dem Sektor Energieversorgung nahmen von 1990 bis 2019 um 16 % ab. Von 2018 auf 2019 sanken die Kadmium-Emissionen um 1,8 %. Hauptverantwortlich für die Reduktionen sind die Stilllegung von Kohlekraftwerken und der geringere Ausstoß aus Abfallverbrennungsanlagen.

Der Grund für den Anstieg der Cd-Anteile der Energieversorgung an den Gesamtemissionen von Cd (siehe Abbildung 38) liegt am verhältnismäßig stärker abnehmenden gesamtösterreichischen Emissionsniveau.

³⁵ Aufgrund des geringen Anteils der PM₁₀-Emissionen des Sektors an den Gesamtemissionen wird auf eine Darstellung verzichtet.

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 57 % reduziert werden. Trendbestimmend für die letzten Jahre waren einerseits der sukzessive Rückgang des Kohleeinsatzes bei Kraftwerken sowie der gestiegene Biomasseeinsatz für die Fernwärmeerzeugung. Von 2018 auf 2019 nahmen der Quecksilber-Ausstoß um 6,2 % ab.

Blei-Emissionen

Anstieg gegenüber 1990

Bei den Blei-Emissionen aus dem Sektor Energieversorgung ist von 1990 bis 2019 ein Anstieg von 58 % zu verzeichnen, bedingt durch den steigenden Einsatz von Holz und Holzabfällen in kleineren Heizwerken. Von 2018 auf 2019 ging der Blei-Ausstoß um 5,0 % zurück.

7.1.2 Ausblick 2030

Das derzeitige Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) der aktuellen Emissionsprojektionen (UMWELTBUNDESAMT 2021e) 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 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 Jahren mit durchschnittlich rund 10.000 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 59 % (Anlagen um 54 %) 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). Außerdem hat sich der Trend zu Stückholz-Einzelöfen oder Kachelöfen als Zusatzheizung in Haushalten

abgeschwächt. 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) und auf 4.400 Stück im Jahr 2019 (LKNÖ 2020). 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 2017–2019 jährlich etwas gestiegen und haben 2019 rund 43.500 Stück erreicht (LKNÖ 2017, LKNÖ 2018, LKNÖ 2019, LKNÖ 2020).

**elektrische Energie
und Erneuerbare
vermehrt eingesetzt**

Seit 1990 ist bei den Privathaushalten ein stetiger Anstieg des gesamten Einsatzes von elektrischer Energie bis 2019 bemerkbar (+ 60,4 %), gegenüber 2005 ist die Energiemenge um 12,0 % größer. Die Dienstleistungen zeigen seit 2005 mit + 2,4 % bis 2019 einen vergleichsweise gering wachsenden Einsatz von Strom (bei einem Anstieg von 41,2 % gegenüber 1990) (STATISTIK AUSTRIA 2020a).

Der Stromverbrauch für Raumwärme, Klimaanlage und Warmwasser in Privathaushalten hat witterungsbereinigt seit 2005 (+ 32,6 %) und gegenüber dem Vorjahr 2018 (+ 4,1 %) zugenommen. Im Dienstleistungssektor zeigt sich im Jahr 2019 für den Einsatzzweck Raumklima und Warmwasser witterungsbereinigt gegenüber 2005 eine Zunahme des Stromverbrauches von 16,0 % und im Vergleich zum Vorjahr 2018 eine Erhöhung von 2,4 % (STATISTIK AUSTRIA 2020b, c).

**Solarthermie und
Umgebungswärme**

Solarthermie und Umgebungswärme (Wärmepumpen) werden ebenfalls verstärkt eingesetzt und trugen 2019 insgesamt 7,4 % zur Deckung des Energiebedarfes für Wärmebereitstellung des Sektors (exklusive Prozesswärme) bei. Diese erneuerbaren Technologien verursachen keine direkten Treibhausgas- und Luftschadstoff-Emissionen (STATISTIK AUSTRIA 2020b).

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 15,6 % gestiegen (STATISTIK AUSTRIA 2020b). Zu beachten ist, dass die Emissionen der Fernwärme und der Strom erzeugenden 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 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.

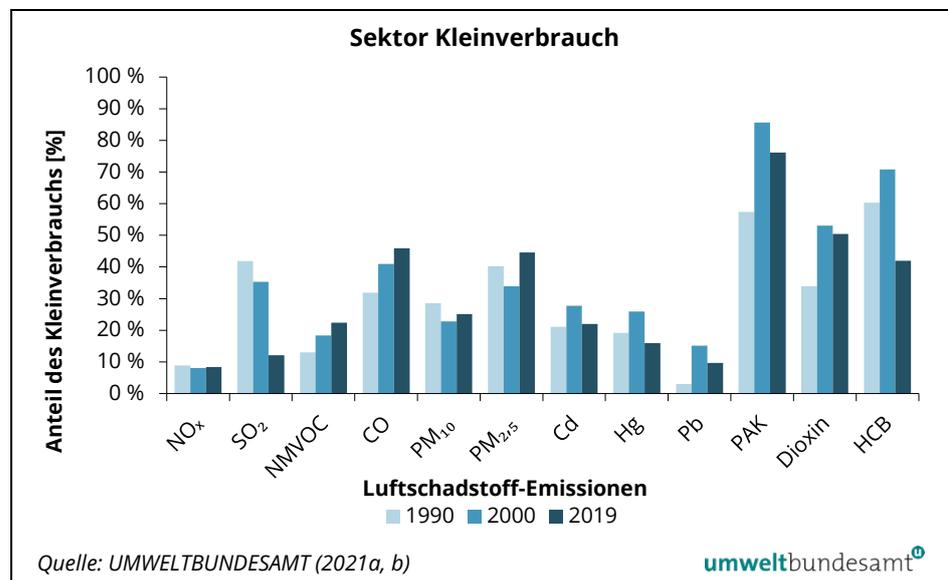
7.2.1 Hauptschadstoffe

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

Emissionsanteile

Im Jahr 2019 betrug der Anteil des Sektors Kleinverbrauch an den Gesamtemissionen Österreichs für NO_x 8,4 %, SO₂ 12 %, NMVOC 22 %, CO 46 %, PM₁₀ 25 %, PM_{2,5} 45 %, Cd 22 %, Hg 16 %, Pb 9,7 %, PAK 76 %, Dioxin 50 % und HCB 42 %.³⁷

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



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.

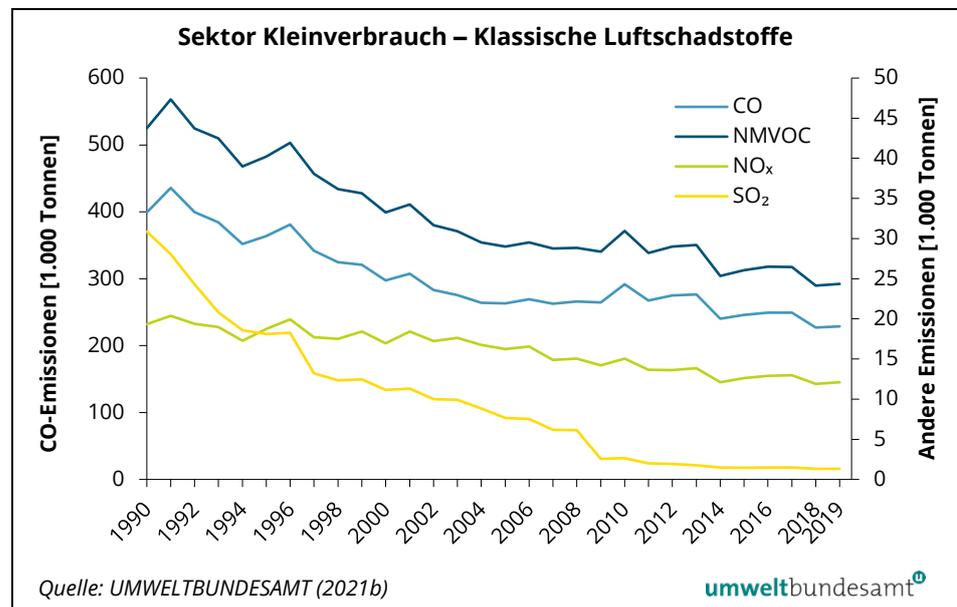
³⁷ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Kleinverbrauch angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2019 zumindest 5 % beträgt.

Der Brennstoffverbrauch und damit die Emissionen eines Jahres in diesem Sektor (stationäre Quellen) sind grundsätzlich von der Dauer und der Intensität der Heizperiode des Kalenderjahres abhängig. Im Jahr 2019 gab es einen geringen Anstieg der Heizgradtage um 1,4 % gegenüber dem Vorjahr. Der Wert lag dabei 2019 um 11,2 % unter dem Vergleichswert von 1990 bzw. 11,4 % unter dem Durchschnittswert der letzten 30 Jahre. Das Jahr 2019 war seit 1990 das drittwärmste Jahr (STATISTIK AUSTRIA 2020c) und wirkte sich gegenüber 2018 steigend auf den Brennstoffeinsatz und die Emissionen aus stationären Quellen im Sektor Kleinverbrauch aus.

7.2.1.1 Klassische Luftschadstoffe

Die Emissionsmengen der klassischen Luftschadstoffe des Sektors Kleinverbrauch konnten von 1990 bis 2019 generell reduziert werden. Von 2018 auf 2019 kam es durch witterungsbedingt erhöhten Heizbedarf und damit verbundenem erhöhten Brennstoffeinsatz 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 und eine verbesserte Energieeffizienz der Gebäude von Bedeutung.

Abbildung 42:
Trend der CO-, NMVOC-,
NO_x- und SO₂-
Emissionen des Sektors
Kleinverbrauch.



CO-Emissionen

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

Die CO-Emissionen des Sektors Kleinverbrauch konnten von 1990 bis 2019 um 43 % gesenkt werden, wobei der CO-Ausstoß von 2018 auf 2019 um 0,8 % anstieg, überwiegend bedingt durch den kälteren Winter und den damit verbundenen gestiegenen Heizbedarf (Brennstoffeinsatz von Biomasse). Die Zunahme des CO-Anteils seit 1990 (siehe Abbildung 41) – trotz eigentlicher Abnahme der

CO-Emissionen aus diesem Sektor – lässt sich durch die verhältnismäßig stärkere CO-Reduktion in anderen Sektoren erklären. Für die noch immer relativ hohen CO-Emissionen des Kleinverbrauchs sind schlechte Verbrennungsvorgänge in veralteten Heizungsanlagen, insbesondere in Holz-Allesbrennern und Holz-Einzelöfen, verantwortlich.

NMVOC-Emissionen

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

Von 1990 bis 2019 kam es zu einem Rückgang des NMVOC-Ausstoßes aus dem Sektor Kleinverbrauch um insgesamt 44 %. Von 2018 auf 2019 stieg die Emissionsmenge um 0,8 % an, überwiegend bedingt durch einen erhöhten Heizbedarf aufgrund des kälteren Winters (Brennstoffeinsatz von Biomasse). Der Anteil des Kleinverbrauchs an den gesamten NMVOC-Emissionen war 2019 größer als im Jahr 1990 (siehe Abbildung 41). Die Ursache hierfür ist die wesentlich stärkere NMVOC-Abnahme in anderen Sektoren. Veraltete Holzfeuerungsanlagen verursachen auch bei den NMVOC-Emissionen des Kleinverbrauchs noch immer relativ hohe Emissionswerte.

NO_x-Emissionen

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

Die NO_x-Emissionen des Sektors Kleinverbrauch gingen von 1990 bis 2019 um insgesamt 37 % zurück, wobei im Jahr 2019 um 1,7 % mehr NO_x emittiert wurde als 2018. Stationäre Quellen wiesen durch zunehmenden Brennstoffeinsatz von Biomasse und Erdgas 2019 rund 2,1 % höhere NO_x-Emissionen auf als im Vorjahr. Mobile Quellen der Haushalte verursachten 2019 rund 3,1 % der NO_x-Emissionen des Kleinverbrauchs, das entspricht 8,2 % weniger als 2018.

SO₂-Emissionen

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

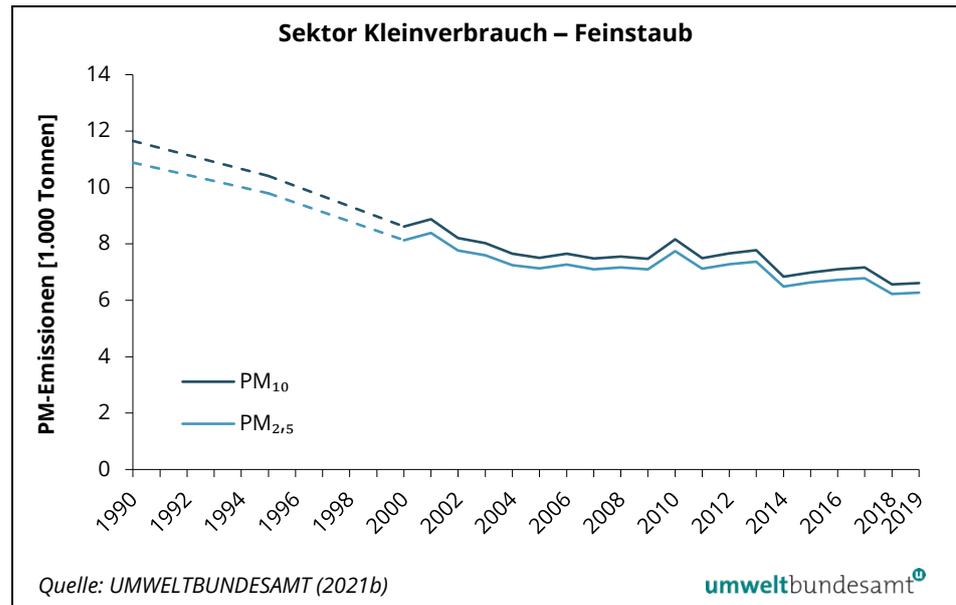
Durch die Absenkung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten (flächendeckende Einführung von Heizöl Extraleicht schwefelfrei seit 2009) sowie die verstärkte Nutzung schwefelärmerer Brennstoffe, wie z. B. Erdgas, konnten die SO₂-Emissionen des Kleinverbrauchs sehr stark reduziert werden. Von 1990 bis 2019 kam es insgesamt zu einer Abnahme von 96 %, wobei von 2018 auf 2019 durch den erhöhten Einsatz von Biomasse und Kohle in Heizungsanlagen ein Anstieg um 0,8 % zu verzeichnen war.

7.2.1.2 Feinstaub

**Zunahme gegenüber
Vorjahr**

Durch die verstärkte Anbindung an das öffentliche Erdgas- und Fernwärmenetz, den Ersatz alter Heizungsanlagen durch neue Technologien und den Wechsel zu emissionsärmeren Brennstoffen konnte der PM₁₀-Ausstoß von 1990 bis 2019 um 43 % gesenkt werden, die PM_{2,5}-Emissionen gingen im selben Zeitraum um 42 % zurück. Von 2018 auf 2019 nahmen sowohl der PM₁₀-Ausstoß als auch der PM_{2,5}-Ausstoß um jeweils 0,7 % zu. Die Hauptursache hierfür war eine Zunahme des Brennstoffeinsatzes (Biomasse) für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser aufgrund der kälteren Witterung in der Heizperiode 2019. Zu einem geringen Teil wirkten Effizienzverbesserungen durch thermische Sanierung und der Austausch von alten auf moderne Biomasseheizungen (Verbesserung der Verbrennungstechnologie) emissionsenkend.

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 der 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 0,2 % der PM_{2,5}-Emissionen des Kleinverbrauchs (UMWELTBUNDESAMT 2021b). Der Anteil von Brauchtumsfeuern, wie Sonnwend-, Oster-, Adventfeuer, und Holzkohlegrills an den Feinstaub-Emissionen im Sektor Kleinverbrauch lag im Jahr 2019 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 2019 konnten sowohl bei den Kadmium-Emissionen (– 31 %) als auch den Quecksilber-Emissionen (– 62 %) und den Blei-Emissionen (– 72 %) deutliche Emissionsreduktionen erzielt werden. Dieser langfristige Trend ist auf einen verminderten Einsatz von Kohle, Koks und Briketts als Brennstoff zurückzuführen.

Abnahmen gegenüber 1990

Von 2018 auf 2019 kam es zu einem Anstieg des Schwermetall-Ausstoßes, bedingt durch einen erhöhten Einsatz von Biomasse (Cd: 3,0 %; Hg: 2,8 %; Pb: 3,1 %).

Die nach wie vor hohen Anteile dieses Sektors an den gesamten Cd-, Hg- bzw. Pb-Emissionen Österreichs (siehe Abbildung 41) 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 die Hälfte der Dioxin-Emissionen (siehe Abbildung 41). 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 55 % 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 2019 um insgesamt 55 % gesenkt werden.

Dioxin-Emissionen

Abnahme um 60 % gegenüber 1990

Die Dioxin-Emissionen entstehen insbesondere durch die Verbrennung fester Brennstoffe in Heizungs- und Kleinfeuerungsanlagen. Seit 1990 konnten sie um 60 % 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 2019 um 86 % verringert werden.

POP-Emissionen

Trend POP-Emissionen 2018–2019

Von 2018 auf 2019 nahm der PAK-Ausstoß aus dem Kleinverbrauch um 0,6 % zu, die Dioxin-Emissionen gingen um 0,2 % zurück und die HCB-Emissionsmenge stieg um 0,1 % an.

Der Grund für den Anstieg der Anteile des Sektors Kleinverbrauch an den Gesamtemissionen von PAK und Dioxin (siehe Abbildung 41) liegt am jeweils verhältnismäßig stärker abnehmenden gesamtösterreichischen Emissionsniveau.

7.2.2 Ausblick 2030

Die aktuellen Emissionsprojektionen (UMWELTBUNDESAMT 2021e) 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 Kleinf Feuerungen³⁸ 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.

NMVOC-Emissionen

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 Kleinf Feuerungen.

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.

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

7.3 Industrieproduktion

Emissionsquellen

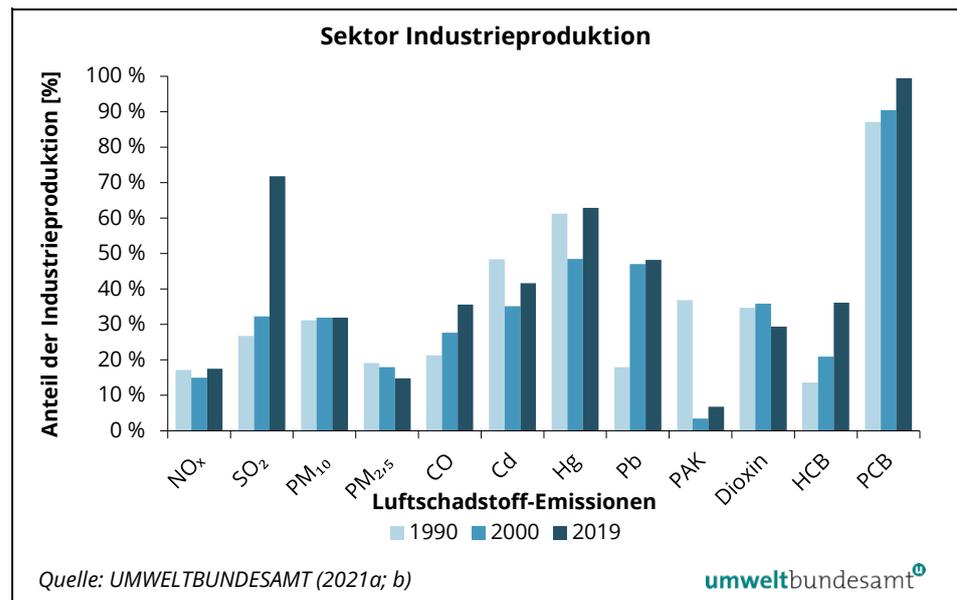
Im Sektor Industrieproduktion werden die verschiedensten Verursacher zusammengefasst dargestellt – z. B. die Schwerindustrie (Eisen- und Stahlindustrie), die chemische Industrie, die Papierindustrie, die industrielle Nahrungsmittelproduktion, die mineralverarbeitende Industrie sowie der Bergbau (ohne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

7.3.1 Hauptschadstoffe

Emissionsanteile

Im Jahr 2019 betrug der Emissionsanteil der Industrieproduktion an den Gesamtemissionen Österreichs für NO_x 17 %, SO₂ 72 %, PM₁₀ 32 %, PM_{2,5} 15 %, CO 36 %, Cd 42 %, Hg 63 %, Pb 48 %, PAK 6,8 %, Dioxin 29 %, HCB 36 % und PCB 99 %.³⁹

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



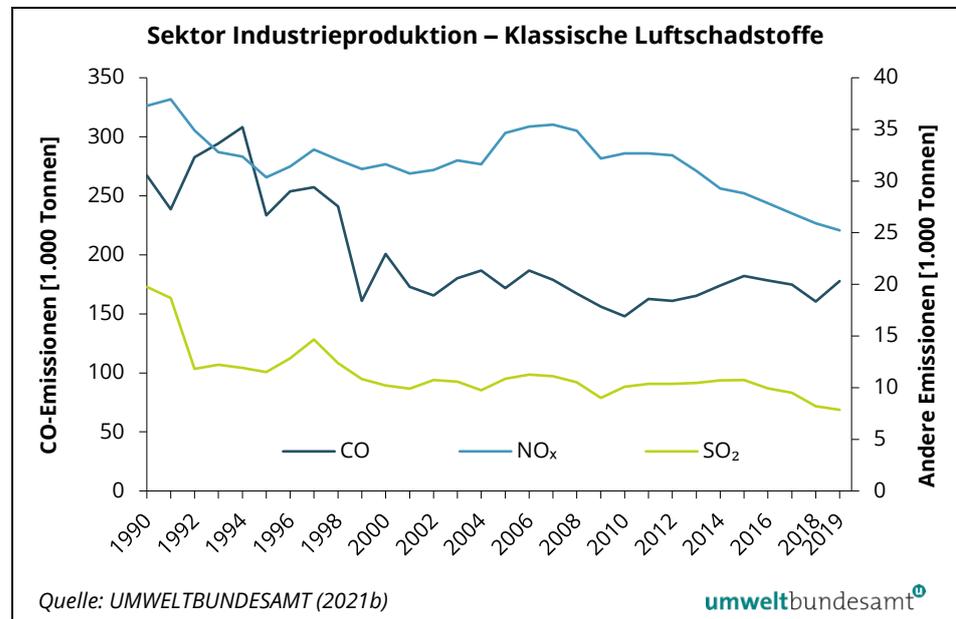
Seit 1990 haben die NO_x- SO₂-, CO-, PM₁₀-, Hg-, HCB- und PCB-Emissionen der Industrieproduktion abgenommen. Der Anteil des Sektors Industrieproduktion an den Gesamtemissionen dieser Luftschadstoffe ist allerdings gestiegen oder gleich geblieben – dies ist zum Teil auf das jeweils verhältnismäßig stärker abnehmende gesamtösterreichische Emissionsniveau zurückzuführen. Bei den Pb-Emissionen ist der starke relative Anstieg des sektoralen Emissionsanteils durch den noch stärkeren Rückgang der Pb-Emissionen im Sektor Verkehr bedingt.

³⁹ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Industrie angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2019 zumindest 5 % beträgt.

7.3.1.1 Klassische Luftschadstoffe

Für die klassischen Luftschadstoffe CO sowie NO_x und SO₂ aus dem Sektor Industrieproduktion ist von 1990 bis 2019 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 2019 um insgesamt 33 % gesenkt werden. Die Eisen- und Stahlindustrie ist wesentlich für die Entstehung von CO-Emissionen in diesem Sektor verantwortlich. Die Emissionsabnahme seit 1990 wurde durch die Optimierung von Industriefeuernungen und die Restrukturierung der Stahlwerke ermöglicht. Der Emissionsanstieg von 2010 auf 2011 war bedingt durch eine Produktionssteigerung nach der Wirtschaftskrise 2009. Von 2012–2015 nahm die CO-Emissionsmenge ebenfalls zu, verantwortlich hierfür war die Eisen- und Stahlproduktion.

Zunahme um 11 % gegenüber Vorjahr

2019 emittierte der Sektor Industrieproduktion um 11 % mehr CO als im Jahr zuvor, bedingt durch einen Emissionsanstieg aus der Eisen- und Stahlindustrie.

NO_x-Emissionen

trendbestimmende Faktoren

Der NO_x-Ausstoß der Industrieproduktion nahm von 1990 bis 2019 um 32 % ab. Der Einbau von Entstickungsanlagen und stickstoffarmen (Low-NO_x-)Brennern, der verminderte Einsatz von Heizöl schwer und Effizienzsteigerungen waren hierfür verantwortlich. Vor allem in der Produktion von Dünger und Salpetersäure konnten die Emissionen durch Verfahrensumstellung gesenkt werden, aber auch die Papierindustrie und die mineralverarbeitende Industrie trugen durch Optimierung der Verbrennungstechnik und den Einsatz von Katalysatoren zur Reduktion der Emissionen bei. Von 2008 auf 2009 kam es durch den krisenbedingten Einbruch der industriellen Produktion und eine Änderung des

Produktionsverfahrens bei der Ammoniakherstellung zu einem deutlichen Emissionsrückgang.

**Abnahme um 2,6 %
gegenüber Vorjahr**

Die Abnahme ab dem Jahr 2013 ist auf einen Rückgang der pyrogenen Emissionen der Holzverarbeiteten Industrie und auf Emissionsminderungen in der Kategorie Offroad-Maschinen und -Geräte der Industrie, resultierend aus der Flottenerneuerung sowie der NO_x-Grenzwert-Gesetzgebung für den Offroad-Bereich, zurückzuführen. Von 2018 auf 2019 ging die Menge der von der Industrieproduktion emittierten NO_x-Emissionen um 2,6 % zurück.

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 2019 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. Der deutliche Emissionsrückgang von 2008 auf 2009 wurde durch den Einbruch der industriellen Produktion verursacht. Im darauffolgenden Jahr stiegen die Emissionen wieder an. Die SO₂-Abnahme von 2017 auf 2018 war vorwiegend bedingt durch einen Rückgang bei den pyrogenen Emissionen in der Eisen- und Stahlindustrie.

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

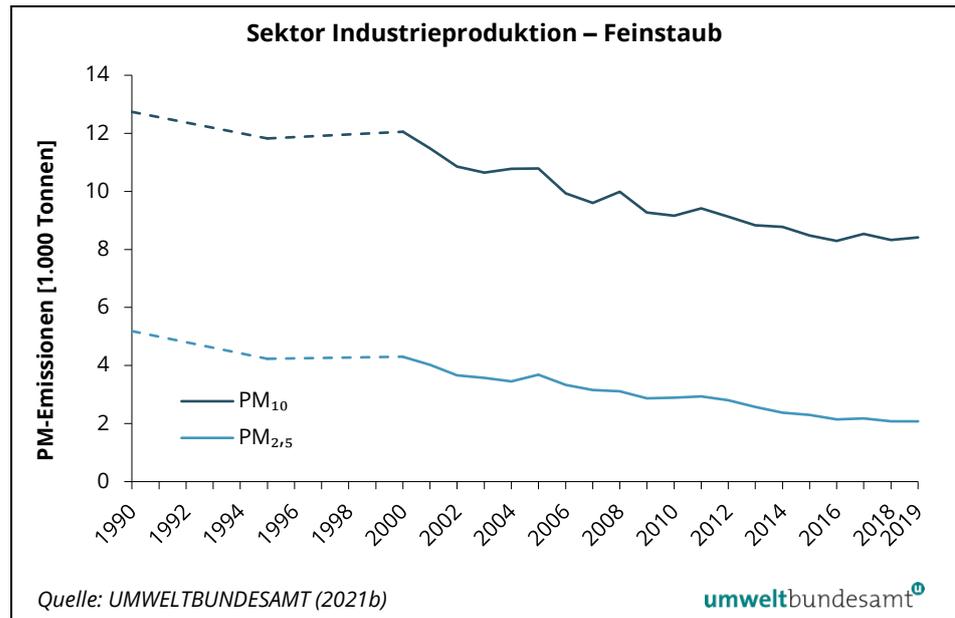
Von 2018 auf 2019 nahm der SO₂-Ausstoß um 4,4 % ab. Hauptverantwortlich hierfür war ein Rückgang bei den pyrogenen Emissionen in der Papierindustrie und in der sonstigen produzierenden Industrie.

7.3.1.2 Feinstaub

**Abnahmen gegenüber
1990**

Der PM₁₀-Ausstoß der Industrieproduktion konnte 1990–2019 um 34 % reduziert werden, der PM_{2,5}-Ausstoß nahm im selben Zeitraum um 60 % ab. Von 2018 auf 2019 stiegen die PM₁₀-Emissionen um 1,0 % an, der PM_{2,5}-Ausstoß sank um 0,1 %.

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 wichtige 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.

In der Eisen- und Stahlindustrie haben Minderungsmaßnahmen (Gießhallenentstaubung, Abgasreinigung) zu einem Rückgang der Staub-Emissionen geführt.

Die Verbrennungsmotoren industrieller Offroad-Maschinen weisen nach wie vor hohe spezifische Emissionen auf, da sie weitestgehend noch nicht mit Partikelfiltern ausgestattet sind.

7.3.1.3 Schwermetalle

Abnahme gegenüber 1990 und Zunahme gegenüber dem Vorjahr

Seit 1990 konnten sowohl die Kadmium- (– 43 %) als auch die Quecksilber- (– 53 %) und Blei-Emissionen (– 76 %) deutlich reduziert werden. Von 2018 auf 2019 kam es, hauptsächlich durch vermehrte Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion, zu einer Zunahme der Schwermetall-Emissionen der Industrieproduktion (Cd: + 5,7 %, Hg: + 5,3 %, Pb: + 7,8 %).

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. Zusätzlich fällt das Schwermetall in der Kupfer- und Bleiproduktion, in der Papierproduktion sowie bei der Zementherstellung und der sonstigen produzierenden Industrie an. Zu Beginn der 1990er Jahre haben Einzelmaßnahmen, z. B. zur verbesserten Staubabscheidung bei Verbrennungsanlagen, zu einer deutlichen Reduktion der Cd-Emissionen aus diesem Sektor geführt.

Quecksilber-Emissionen

Emissionsquellen Die Quecksilber-Emissionen der Industrieproduktion werden hauptsächlich von der metallverarbeitenden Industrie, der Zementproduktion und der Papierindustrie verursacht. Durch eine Verfahrensumstellung bei der einzigen Anlage zur Herstellung von Chlor in Österreich konnte die Hg-Emissionsmenge im Vergleich zu 1990 halbiert werden.

Blei-Emissionen

Emissionsquellen Die Blei-Emissionen der Industrieproduktion werden vorwiegend von der Eisen- und Stahlindustrie sowie den industriellen Verbrennungsanlagen und der sekundären Kupfer- und Bleierzeugung produziert. 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.

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 2019 größtenteils stark reduziert werden.

PAK-Emissionen

trendbestimmender Faktor Anfang der 1990er Jahre wurde durch die Einstellung der Primär-Aluminiumproduktion eine starke Abnahme der PAK-Emissionsmenge erzielt. Insgesamt ging der PAK-Ausstoß der Industrieproduktion von 1990 bis 2019 um 94 % zurück, von 2018 auf 2019 stieg der Ausstoß um 3,9 %, vorwiegend bedingt durch eine erhöhte Emissionsmenge aus der Eisen- und Stahlproduktion.

Zunahme um 3,9 % gegenüber Vorjahr

Dioxin-Emissionen

trendbestimmende Faktoren Der Dioxin-Ausstoß der Industrieproduktion konnte zu Beginn der 1990er Jahre durch umfangreiche Maßnahmen in der metallverarbeitenden Industrie deutlich reduziert werden. Eine signifikante Verringerung der Dioxin-Emissionen fand zu Beginn dieses Jahrtausends statt, bedingt durch den Einbau einer Gewebefilteranlage in der Eisen- und Stahlerzeugung. Insgesamt kam es bei den Dioxin-Emissionen von 1990 bis 2019 zu einem Emissionsrückgang von 77 %. Von 2018 auf 2019 stieg die Emissionsmenge um 2,4 %. Eine erhöhte Emissionsmenge aus der Eisen- und Stahlproduktion und der Aluminiumproduktion ist hierfür verantwortlich.

Zunahme um 2,4 % gegenüber Vorjahr

HCB-Emissionen

**störfallbedingte
Erhöhung**

**Zunahme um 6,7 %
gegenüber Vorjahr**

Die HCB-Emissionsmenge aus der Industrieproduktion konnte von 1990 bis 2019 um insgesamt 45 % 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 2012–2014 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. 2019 wurde um 6,7 % mehr HCB emittiert als im Jahr zuvor, bedingt durch eine erhöhte Eisen- und Stahlproduktion.

PCB-Emissionen

**trendbestimmende
Faktoren**

**Zunahme um 8,7 %
gegenüber Vorjahr**

Der Sektor Industrieproduktion verursachte 2019 99 % der PCB-Emissionen Österreichs (siehe Abbildung 37). Der Emissionstrend wird überwiegend von der metallproduzierenden Industrie beeinflusst. Seit 1990 kam es insgesamt zu einem Rückgang von 16 %. Für die starke Abnahme von 1990 bis 1993 war in erster Linie das Auslaufen der Primärbleiproduktion verantwortlich. Der Emissionsrückgang von 2008 auf 2009 ist der Wirtschaftskrise zuzuschreiben. Von 2018 auf 2019 stieg die PCB-Emissionsmenge der Industrieproduktion um 8,7 % an, bedingt durch erhöhte Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion.

7.3.2 Ausblick 2030

Das derzeitige Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) der aktuellen Emissionsprojektionen (UMWELTBUNDESAMT 2021e) 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 Straßenverkehr, Eisenbahnverkehr, Schiffsverkehr, Flugverkehr sowie der Fahr- und Flugzeuge des Österreichischen Bundesheeres (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 (siehe auch Vorwort).

Für den Großteil der Emissionen dieses Sektors ist der Straßenverkehr verantwortlich; die NO_x-Emissionen stammen zu 68 % vom Pkw-Verkehr und zu 31 % aus dem Einsatz von schweren und leichten Nutzfahrzeugen inklusive Bussen, die vorwiegend mit Diesel angetrieben werden, 1 % wird von Mopeds und Motorrädern verursacht.

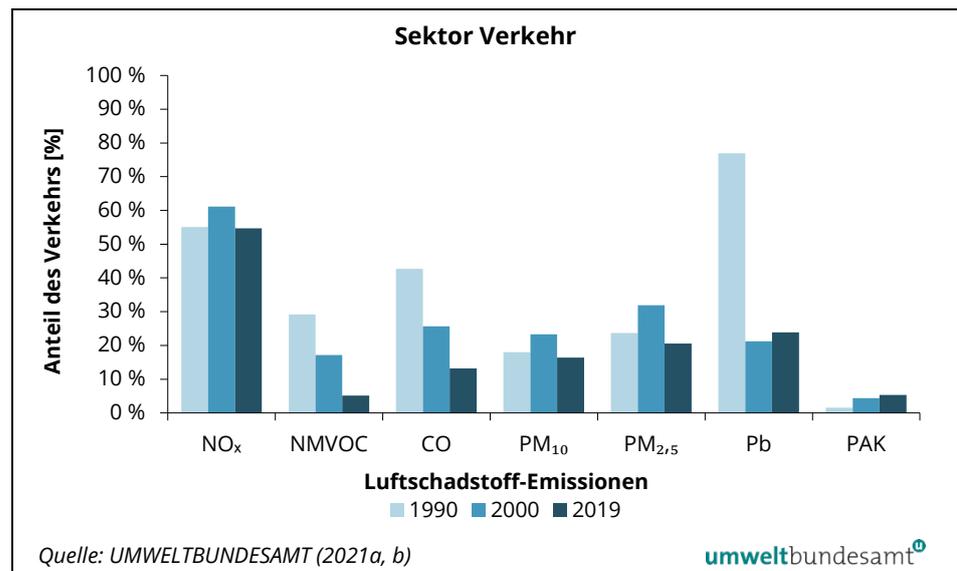
7.4.1 Hauptschadstoffe

Emissionsanteile

Der Anteil des Sektors Verkehr an den Gesamtemissionen Österreichs betrug im Jahr 2019 für NO_x 55 %, NMVOC 5,2 %, CO 13 %, PM₁₀ 16 %, PM_{2,5} 21 %, Pb 24 % und PAK 5,4 %.⁴⁰

Durch die Einführung strengerer Schwefelgrenzwerte für Treibstoffe konnte der SO₂-Ausstoß aus dem Verkehrssektor seit 1990 um 94 % gesenkt werden. Im Jahr 2019 wurden nur noch 2,9 % der gesamten SO₂-Emissionen vom Verkehr verursacht.

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

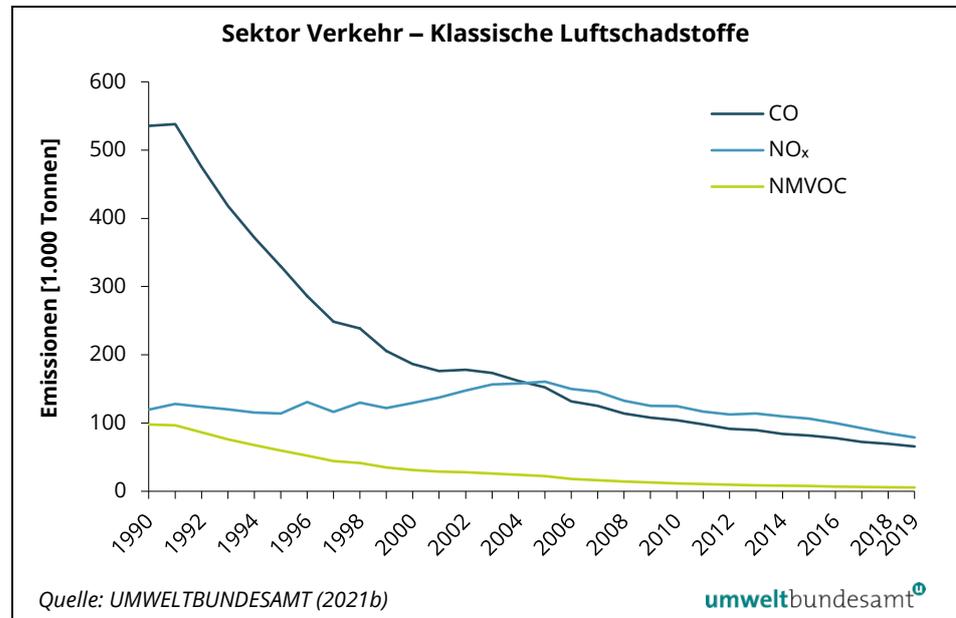


⁴⁰ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Verkehr angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2019 zumindest 5 % beträgt.

7.4.1.1 Klassische Luftschadstoffe

Die NMVOC- und 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-, NO_x- und
NMVOC-Emissionen des
Sektors Verkehr.



CO-Emissionen

**Abnahme um 5,7 %
gegenüber Vorjahr**

Von 1990 bis 2019 konnte der CO-Ausstoß des Verkehrs um insgesamt 88 % reduziert werden. Im Jahr 2019 wurde um 5,7 % weniger CO emittiert als im Jahr zuvor. Optimierte Verbrennungsvorgänge im Motor und die Einführung des Katalysators sind für die deutlich gesunkenen CO-Emissionen hauptverantwortlich.

NMVOC-Emissionen

**Abnahme um 6,3 %
gegenüber Vorjahr**

**trendbestimmende
Faktoren**

Seit 1990 ist eine Abnahme der NMVOC-Emissionen des Verkehrs um 94 % zu verzeichnen, wobei im Jahr 2019 um 6,3 % weniger NMVOC emittiert wurde als im Jahr zuvor. Für diese Entwicklung sind die Einführung strengerer Abgasgrenzwerte für Pkw gemäß dem Stand der Technik (geregelter Katalysator) sowie der verstärkte Einsatz von Diesel-Kfz im Pkw-Sektor maßgeblich verantwortlich.

NO_x-Emissionen

trendbestimmender Faktor

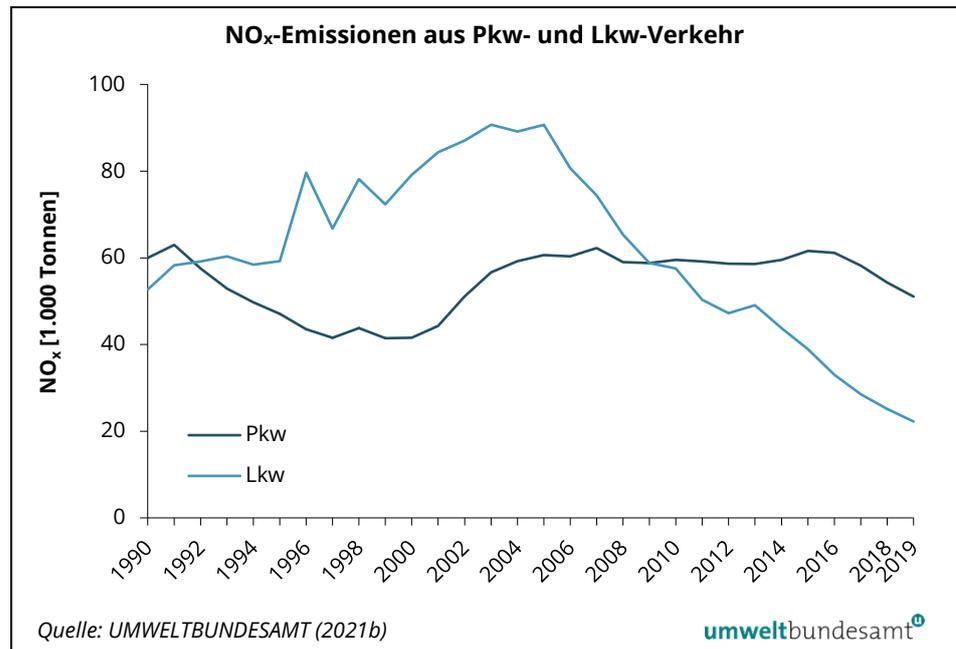
Abnahme um 7,0 % gegenüber Vorjahr

Für die NO_x-Emissionen aus dem Verkehrssektor sind vorwiegend dieselbetriebene Kraftfahrzeuge aus dem Straßenverkehr verantwortlich. Seit 2005 ist ein abnehmender Trend zu verzeichnen. Dieser ist hauptsächlich auf geringere Emissionen des 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 und Sattel- und Lastzügen stark gesunken.⁴¹ Von 1990 bis 2019 kam es insgesamt zu einem Rückgang der NO_x-Emissionen aus dem Verkehrssektor um 34 %. Im Jahr 2019 wurde um 7,0 % weniger NO_x emittiert als im Jahr zuvor, bedingt durch die vermehrte Flottendurchdringung von Neufahrzeugen, welche niedrigere spezifische Emissionen pro Kilometer emittieren als Altfahrzeuge (Lkw und Pkw). Funktionierende NO_x-Abgasnachbehandlungssysteme (SCR und AGR)⁴² sind hierfür hauptverantwortlich.

Der Verkehrssektor emittierte im Jahr 2019 55 % der gesamten NO_x-Emissionen Österreichs (siehe Abbildung 47). 1990 betrug dieser Anteil ebenfalls 55 %.

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der NO_x-Emissionen des Pkw- und jene des Straßengüterverkehrs (leichte und schwere Nutzfahrzeuge).⁴³

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 Selektive katalytische Reduktion und Abgasrückführung

⁴³ 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 2019 kam es insgesamt zu einem Rückgang der NO_x-Emissionen aus dem Pkw-Verkehr um 15 %, bedingt durch die Einführung der Katalysatorpflicht und eine Verschärfung der Abgasgrenzwerte, der sogenannten EURO-Normen. Von 2018 auf 2019 emittierte der Pkw-Verkehr um 5,9 % weniger NO_x. Verantwortlich hierfür ist, wie oben angeführt, die jährliche Flottenerneuerung.

Abgasnachbehandlungssysteme

Die spezifischen NO_x-Emissionen pro Fahrzeugkilometer von Diesel-Pkw waren im Flottendurchschnitt 2019 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 ist für die Grenzwernerreichung ab der Abgasklasse Euro 6d temp (seit September 2017) erforderlich.

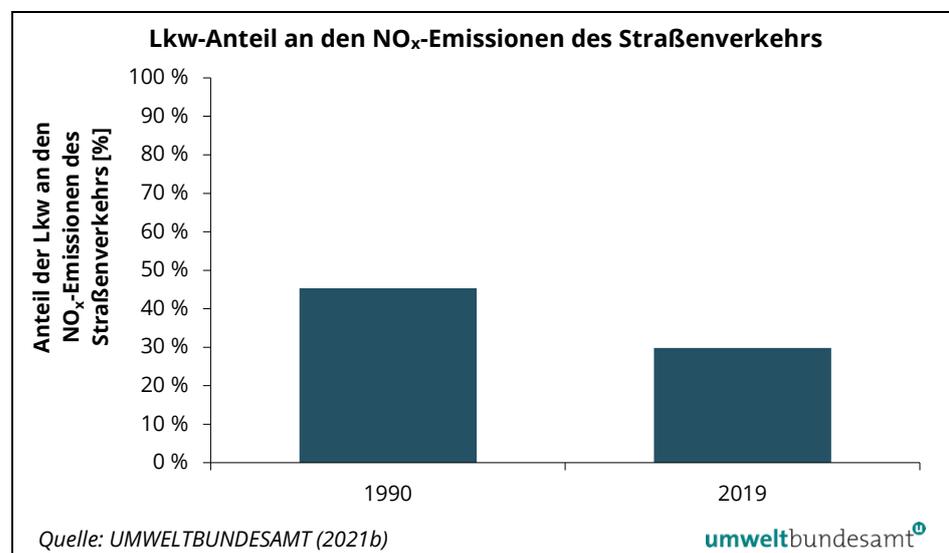
Die Verbesserung besteht darin, dass eine reale Straßenfahrt mit einem portablen Emissionsmessgerät Teil der Typprüfung ist. Nachmessungen diverser Labors zeigen, dass der Grenzwert auch im Realbetrieb tatsächlich erreicht bzw. unterschritten wird.

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 2019 kam es insgesamt zu einer Reduktion der Emissionsmenge um 58 %, wobei von 2018 auf 2019 um 12 % weniger NO_x vom Lkw-Verkehr emittiert wurde. Dies gelang durch die voranschreitende Flottenerneuerung und funktionierende NO_x-Abgasnachbehandlungssysteme. Der Anteil des Kraftstoffexports (hauptsächlich Dieseldieselfahrzeuge) an den gesamten NO_x-Emissionen des Verkehrs lag 2019 bei rund 17,2 % und war somit etwas geringer als in den Vorjahren. Nur 30 % der gesamten Stickstoffoxid-Emissionen des Straßenverkehrs (inklusive Kraftstoffexport) wurden 2019 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

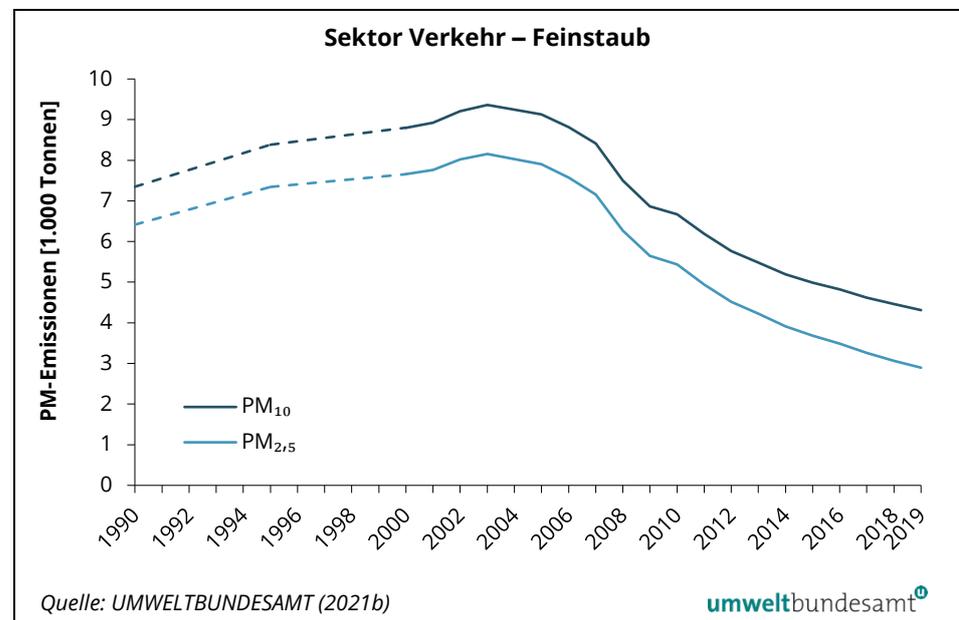
In Hinblick auf die ab dem Jahr 2010 einzuhaltende NO_x-Emissionshöchstmenge (siehe Kapitel 3.1.1) wird es im Verkehrssektor notwendig sein, bestehende Programme zur Minderung der Stickstoffoxid-Emissionen weiterzuentwickeln und zügig umzusetzen. Mit den im NEC-Programm beschlossenen Maßnahmen wurde 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 (49 % bei PM₁₀, 59 % bei PM_{2,5}) sowie Emissionen durch Abrieb (Reifen- und Bremsabrieb) (51 % bei PM₁₀, 41 % 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 fünfmal höhere spezifische Emissionen⁴⁴ pro Fahrzeugkilometer auf als Ottomotoren.

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.

⁴⁴ reine Verbrennungsemissionen bei PM₁₀

Abnahme gegenüber Vorjahr Von 1990 bis 2019 ging der PM₁₀-Ausstoß aus dem Verkehrssektor um 41 % zurück, der PM_{2,5}-Ausstoß nahm um 55 % ab. Im Jahr 2019 wurden um 3,4 % weniger PM₁₀-Emissionen und um 5,5 % 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 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. 2019 beliefen sie sich auf 16 % (PM₁₀) und 21 % (PM_{2,5}).

7.4.1.3 Schwermetalle

Pb-Emissionen

trendbestimmende Faktoren Von 1990 bis 2019 kam es bei den Blei-Emissionen aus dem Verkehr zu einem Rückgang von insgesamt 97 %. Diese Entwicklung wurde durch die in europäischen Richtlinien festgelegten Emissionsgrenzwerte für Personenkraftwagen und Lastkraftwagen sowie strengere Qualitätsanforderungen an Treibstoffe ermöglicht. Der Pb-Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen ist seit 1990 deutlich zurückgegangen und betrug 2019 24 %. In der Inventur 2019 wurden erstmalig die Pb-Emissionen aus Reifen- und Bremsabrieb für die ganze Zeitreihe berechnet. Dies führte national zu erheblichen Mehremissionen und zu einem höheren Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen.

PAK-Emissionen

trendbestimmende Faktoren Von 1990 bis 2019 kam es durch den zunehmenden Treibstoffverbrauch zu einem Anstieg der PAK-Emissionen aus dem Verkehr um 20 %. Der PAK-Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen hat seit 1990 ebenfalls zugenommen und betrug 2019 5,4 %.

7.4.2 Ausblick 2030

Die aktuellen Emissionsprojektionen (UMWELTBUNDESAMT 2021e) zeigen sinkende Emissionen aus dem Sektor Verkehr bis 2030.

Sämtliche Schadstoffe aus dem Verkehr entstehen aus dem Einsatz bzw. der Verbrennung fossiler Kraftstoffe, insbesondere dem Dieselmotorkraftstoff. 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 ersten Quartal 2021 waren bereits mehr als 10 % aller neuzugelassenen Pkw rein elektrische Fahrzeuge – was mittelfristig eine signifikante Reduktion aller Hauptschadstoffe aus dem Verkehr zur Folge haben wird.

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

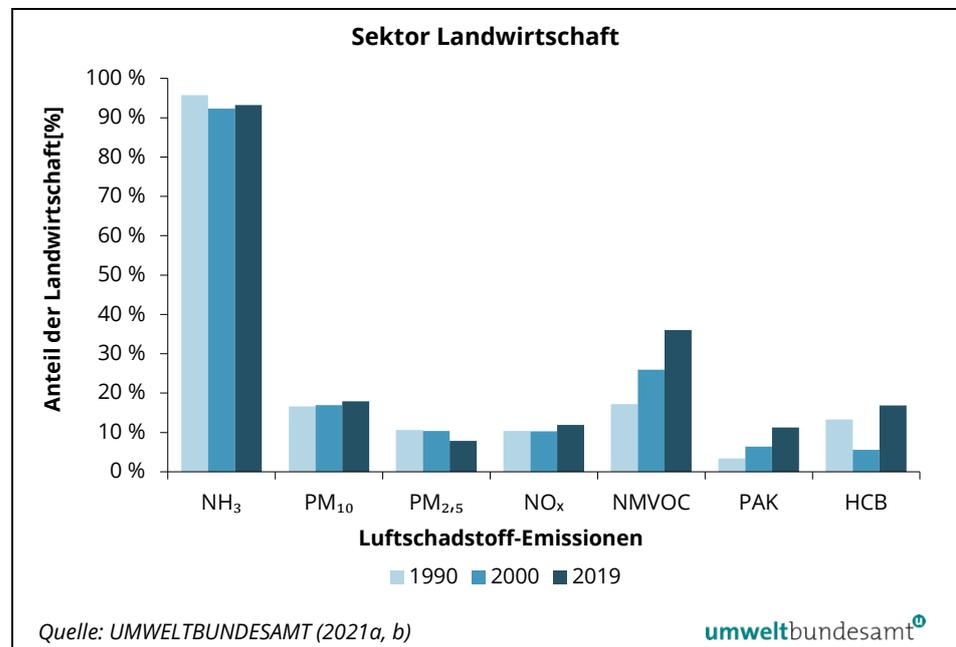
Dieser Sektor umfasst nicht-energetisch und energetisch verursachte Emissionen aus der Landwirtschaft. Die Emissionen entstehen bei der Viehhaltung und Grünlandwirtschaft, bei ackerbaulichen Tätigkeiten sowie beim Gebrauch von land- und forstwirtschaftlichen mobilen und stationären Geräten.

7.5.1 Hauptschadstoffe

Der Sektor Landwirtschaft verursachte 2019 93 % der NH_3 -, 36 % der NMVOC-, 12 % der NO_x -, 18 % der PM_{10} -, 7,9 % der $\text{PM}_{2,5}$ -, 11 % der PAK- und 17 % der HCB-Emissionen Österreichs.⁴⁵

Emissionsanteile

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

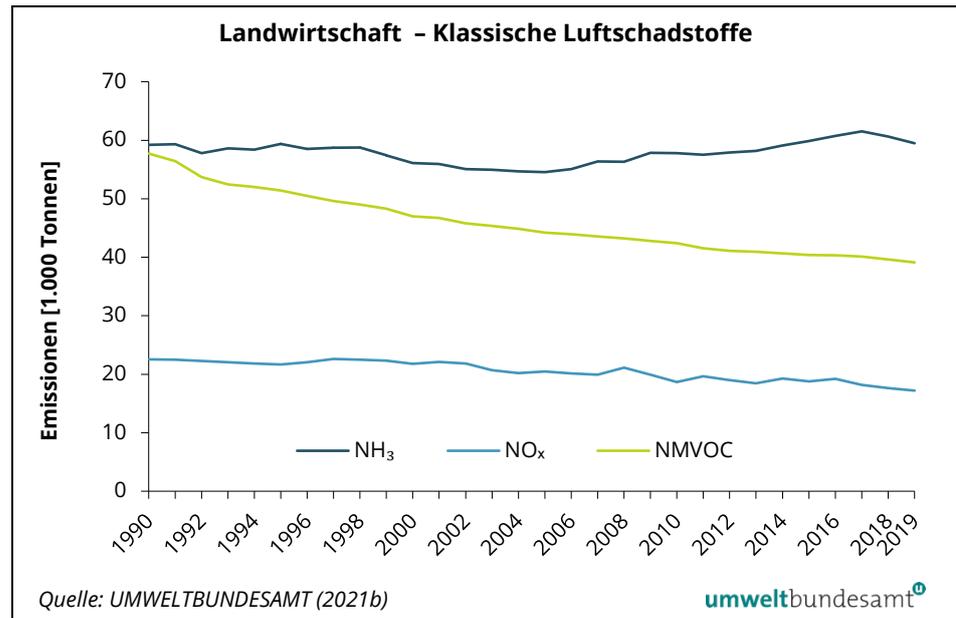


7.5.1.1 Klassische Luftschadstoffe

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.

⁴⁵ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Landwirtschaft angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2019 zumindest 5 % beträgt.

Abbildung 53:
Trend der NH₃-, NO_x-
und NMVOC-Emissionen
des Sektors Landwirt-
schaft.



NH₃-Emissionen

Emissionsquellen

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

Abnahme um 1,9 % gegenüber Vorjahr

Von 1990 bis 2019 nahm die NH₃-Emissionsmenge aus dem Sektor Landwirtschaft um 0,5 % leicht zu, wobei im Jahr 2019 um 1,9 % weniger NH₃ emittiert wurde als 2018.

trendbestimmende Faktoren

Der Anstieg der NH₃-Emissionen seit 1990 trotz des sinkenden Rinderbestandes lässt sich im Wesentlichen durch die vermehrte Haltung in Laufställen (aus Gründen des Tierschutzes und EU-rechtlich vorgeschrieben), die steigende Anzahl leistungsstärkerer Milchkühe sowie den verstärkten Einsatz von Harnstoff als Stickstoffdünger (kostengünstiges, aber wenig effizientes Düngemittel) erklären. Bei der Harnstoffdüngung geht ein beachtlicher Teil des Stickstoffs als Ammoniak-Emission verloren.

Hauptgründe für die Abnahme der NH₃-Emissionen von 2018 bis 2019 sind der merklich reduzierte Einsatz von Mineraldüngern sowie der geringere Rinderbestand.

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 2019 gingen die NO_x-Emissionen aus diesem Sektor um 24 % 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 2018 bis 2019 nahmen die NO_x-Emissionen durch einen verringerten Mineraldüngereinsatz um 2,5 % ab.

**Abnahme um 2,5 %
gegenüber Vorjahr**

Der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten NO_x-Emissionen Österreichs ist, trotz eigentlichem Emissionsrückgang, seit 1990 leicht gestiegen (siehe Abbildung 52). Die Erklärung dafür liegt in der vergleichsweise stärkeren Emissionsabnahme anderer Sektoren.

NMVOC-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 1,3 %
gegenüber Vorjahr**

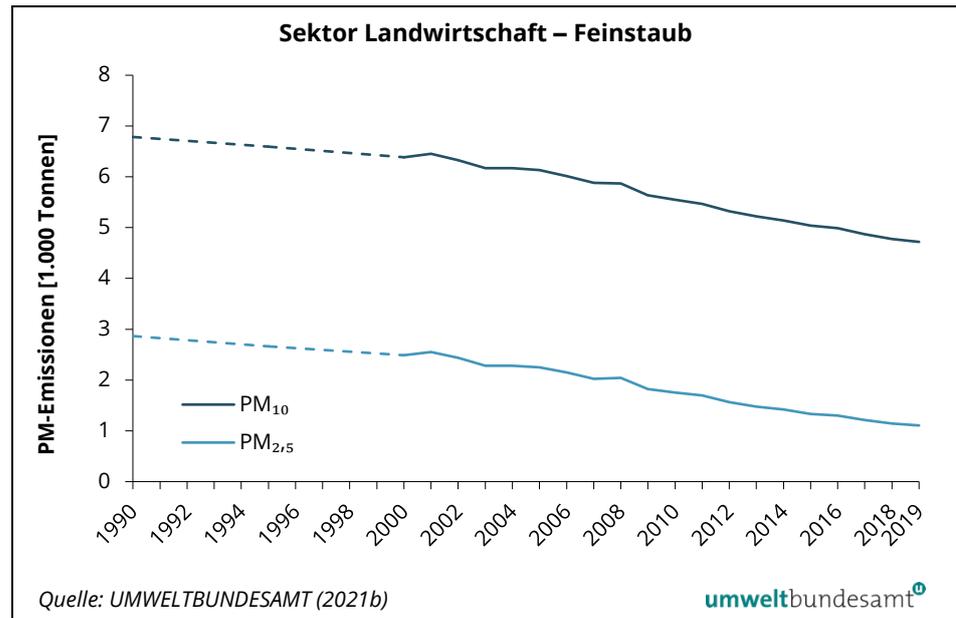
Von 1990 bis 2019 sanken die sektoralen NMVOC-Emissionen um 32 %. Die abnehmenden Viehbestände (insbesondere Rinder) sind hierfür verantwortlich. Im Jahr 2019 wurden, bedingt durch einen reduzierten Rinderbestand, um 1,3 % weniger NMVOC-Emissionen von der Landwirtschaft emittiert als im Jahr zuvor.

Der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten NMVOC-Emissionen Österreichs ist, trotz eigentlichem Emissionsrückgang, seit 1990 deutlich gestiegen (siehe Abbildung 52). 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 2019 um insgesamt 30 % ab, die PM_{2,5}-Emissionen konnten um 61 % reduziert werden. Von 2018 auf 2019 kam es ebenfalls zu einem Rückgang der Feinstaub-Emissionen (PM₁₀: – 1,2 %, PM_{2,5}: – 3,2 %).

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 2019 stammten rund 19 % der PM₁₀-Emissionen bzw. rund 76 % der PM_{2,5}-Emissionen aus dem Betrieb land- und forstwirtschaftlicher Geräte.

trendbestimmende Faktoren

Für den Rückgang der sektoralen Feinstaub-Emissionen seit 1990 sind die Flottenenerneuerung und der technologische Fortschritt bei den mobilen land- und forstwirtschaftlichen Geräten hauptverantwortlich. Messungen zeigen, dass der reale Emissionsausstoß der i.d.R. dieselbetriebenen mobilen Geräte und Maschinen (Traktoren) durchwegs im Bereich der in den Abgasnormen festgelegten Grenzwerte liegt (SCHWINGSHACKL & 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.⁴⁶

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

⁴⁶ 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 52 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 2019 11 % der PAK- und 17 % der HCB-Emissionen Österreichs (siehe Abbildung 52). 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 HCB-Emissionen 2018–2019

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 2019 um insgesamt 13 % 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 2019 um 1,2 % 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 2019 deutlich zurück (- 74 %). Der Emissionstrend wird bestimmt durch den Pestizideinsatz im Pflanzenschutz.

2019 wurden wieder mehr Pflanzenschutzmittel eingesetzt, was zu einem Anstieg um 40 % im Vergleich zu 2018 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 jüngsten Berechnungen ergaben für das Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (UMWELTBUNDESAMT 2021e) einen Anstieg der NH_3 -Emissionen aus Landwirtschaft bis zum Jahr 2030 um 12,7 % im Vergleich zu 2005. Wesentlicher Treiber ist dabei der dem Szenario zugrundeliegende projizierte weitere Anstieg des Rinderbestands bis 2030 (WIFO & BOKU 2018).

Das Szenario „mit zusätzlichen Maßnahmen“, welches die im Nationalen Luftreinhaltprogramm 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 2021e). 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.

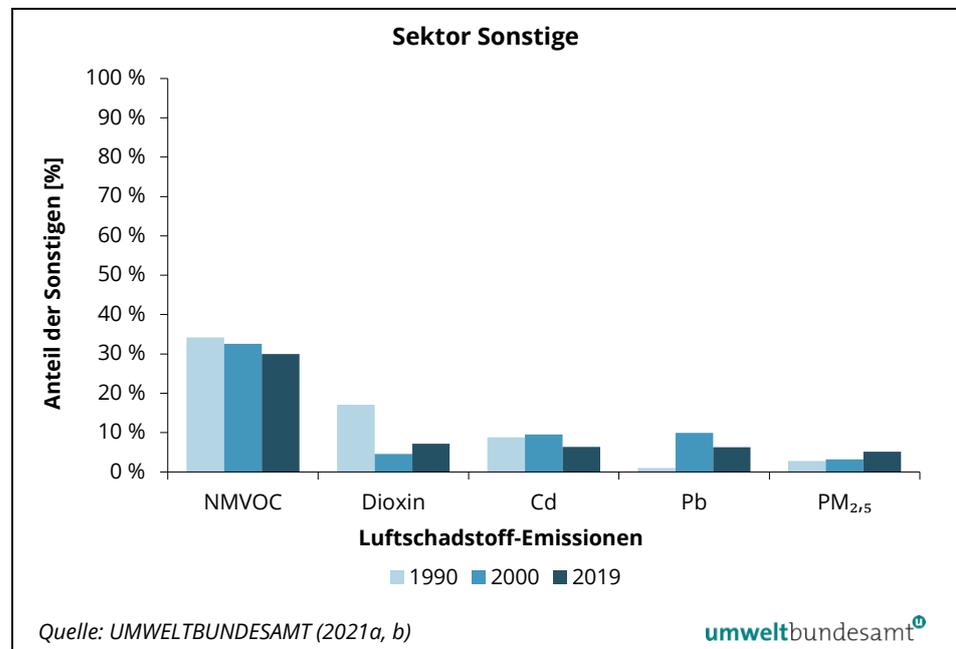
7.6 Sonstige

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 2019 30 % der NMVOC-, 7,2 % der Dioxin-, 6,4 % der Cd-, 6,2 % der Pb- und 5,2 % der PM_{2,5}-Emissionen in Österreich.⁴⁷

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

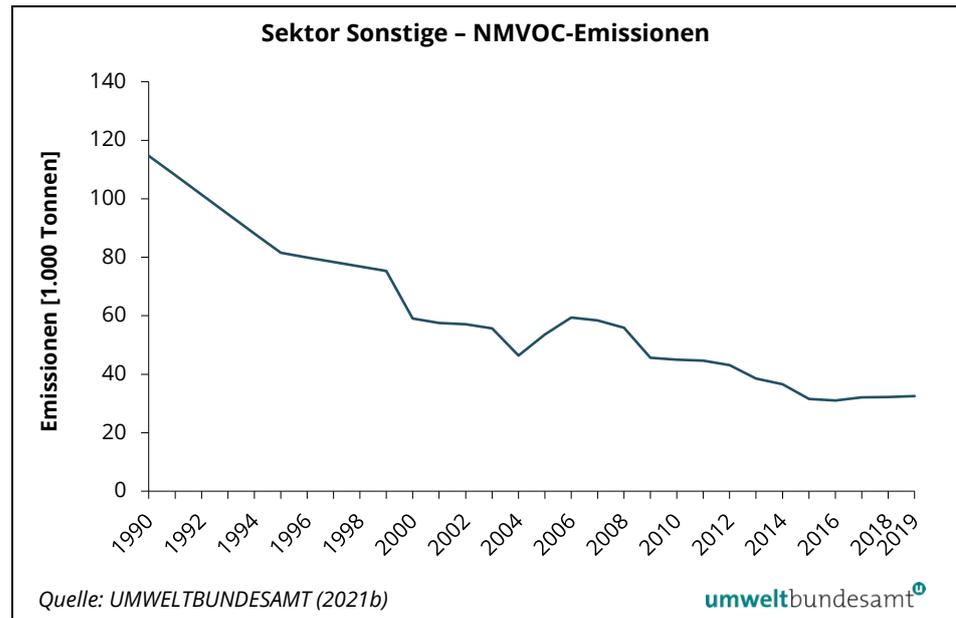


7.6.1.1 Klassische Luftschadstoffe

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.

⁴⁷ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exklusive Treibhausgase) aus dem Sektor Sonstige angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2019 zumindest 5 % beträgt.

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



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

Der NMVOC-Ausstoß aus dem Sektor Sonstige ging von 1990 bis 2019 um insgesamt 72 % zurück, von 2018 auf 2019 kam es zu einem Anstieg von 1,2 %.

Das neue Berechnungsmodell, das im Jahr 2018 abgeschlossen wurde und im Jahr 2020 mit Zahlen aus dem Jahr 2019 aktualisiert wurde, orientiert sich an Emissionsfaktoren, die den Lösemittelbilanzen aus der VOC-Anlagen-Verordnung entnommen werden. Diese Informationen wurden mit Informationen aus älteren Studien gekoppelt. Die Aktivitätsdaten, also der Einsatz an Lösemitteln, sind im Vergleich zum Jahr 1990 nur leicht gesunken (- 14 %), die Emissionen sanken dagegen (im Bereich Lösemittelanwendungen) um 72 %. Dieser Trend ist nur durch Maßnahmen aus diversen legislativen Instrumenten zu erklären.

**trendbestimmende
Faktoren**

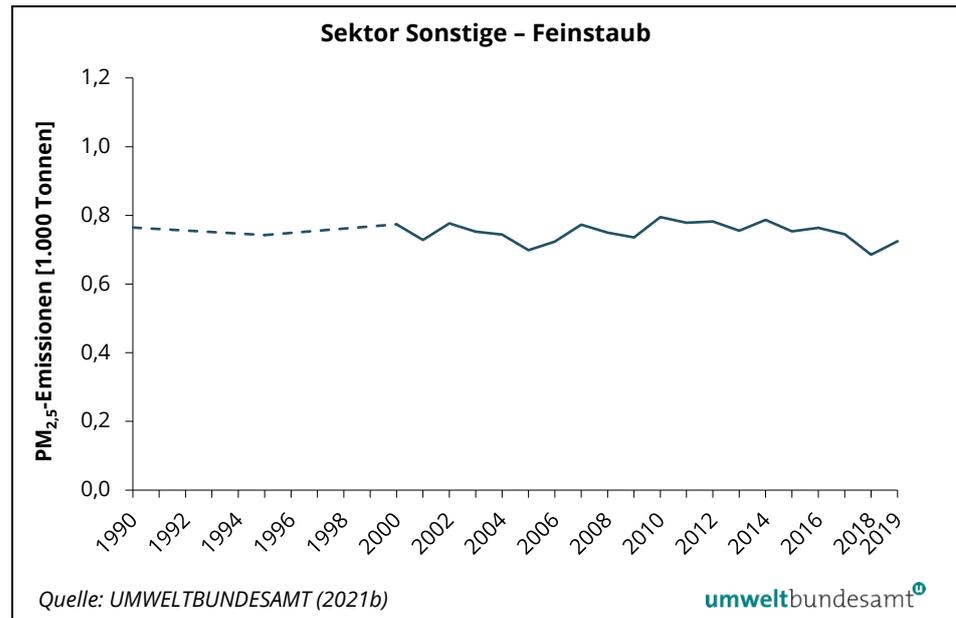
Mit Hilfe legislativer Instrumente konnte vor allem Anfang der 90er Jahre (Lösungsmittelverordnung, HKW-Anlagen-Verordnung etc.) sowie Anfang der 2000er-ahre (Deco Paint Directive, VOC-Anlagen-Verordnung etc.) eine deutliche Reduktion der NMVOC-Emissionen erreicht werden. So kommt es, dass der Gesamteinsatz an Lösemitteln in Österreich zwar nur leicht gesunken ist, jedoch die Emissionen durch Verbesserungen auf der Maßnahmensseite (insbesondere durch sekundäre Maßnahmen wie Abluftbehandlung) stark gesenkt werden konnten.

7.6.1.2 Feinstaub

**Zunahme gegenüber
Vorjahr**

Der PM_{2,5}-Ausstoß aus dem Sektor Sonstige nahm von 1990 bis 2019 um insgesamt 5,2 % ab. Von 2018 auf 2019 kam es zu einem Anstieg der PM_{2,5}-Emissionen um 5,7 %, nachdem die Emissionen von 2017 auf 2018, vor allem bedingt durch weniger Gebäudebrände, um 8,0 % gesunken waren. Der Anstieg von 2018 auf 2019 ist vor allem auf eine Zunahme der Emissionen durch Feuerwerke, und hier durch eine Steigerung der Importe um 51 % in Bezug auf 2018, bedingt.

Abbildung 57:
Trend der PM_{2,5}-
Emissionen des Sektors
Sonstige.



Emissionsquellen

Ein Großteil der Feinstaubmissionen aus dem Sektor Sonstige wird durch Feuerwerke sowie durch den Brand von Gebäuden verursacht.

trendbestimmende Faktoren

Die Emissionen bewegen sich im betrachteten Zeitraum 1990–2019 leicht schwankend auf einem sehr ähnlichen Niveau. Bei Feuerwerkskörpern kommt es zu Schwankungen im Import/Export und der Produktion. Es kann angenommen werden, dass dies mit Marktpreisen und der Nachfrage zusammenhängt. In der Abfallwirtschaft bestimmen im Wesentlichen die Anzahl der Gebäudebrände die Emissionen. Bei diesen ist jedoch kein Trend erkennbar. Bei den Emissionen aus Deponien kam es zu einem starken Anstieg von sehr niedrigem Niveau aus, bedingt durch eine starke Zunahme der abgelagerten Mengen an staubhaltigen Abfällen.

7.6.1.3 Schwermetalle

Kadmium-Emissionen

Emissionsquellen

Die Emissionen von Kadmium entstehen in diesem Sektor zu einem deutlich größeren Teil beim Tabakkonsum und der Anwendung von Feuerwerkskörpern und zu einem kleineren Teil bei der Produktion chemischer Produkte. Zu Beginn der 90er Jahre spielte für die Entstehung der Cd-Emissionen aus diesem Sektor auch die Abfallverbrennung ohne energetischen Nutzen eine bedeutende Rolle.

trendbestimmende Faktoren

Der Cd-Ausstoß aus dem Sektor Sonstige konnte von 1990 bis 2019 um 52 % reduziert werden, bedingt durch eine starke Emissionsabnahme bei der Abfallverbrennung ohne energetischen Nutzen in den Jahren 1990 bis 1992 und einen Rückgang der verkauften Tabakwaren und Feuerwerkskörper in Österreich.

Blei-Emissionen

Emissionsquellen

Die Emissionen von Blei entstehen in diesem Sektor vorwiegend bei der Anwendung von Feuerwerkskörpern und zu einem kleinen Teil bei der Herstellung chemischer Produkte. Zu Beginn der 90er Jahre spielte für die Entstehung der Pb-Emissionen aus diesem Sektor auch die Abfallverbrennung ohne energetischen Nutzen eine bedeutende Rolle.

trendbestimmender Faktor

Der Pb-Ausstoß aus dem Sektor Sonstige konnte von 1990 bis 2019 um 43 % reduziert werden. Durch Emissionsminderungsmaßnahmen kam es zu einer starken Emissionsabnahme bei der Abfallverbrennung ohne energetischen Nutzen. Von 2018 auf 2019 ist eine Zunahme von 49 % zu verzeichnen, bedingt durch eine Zunahme der Importe/Produktion von Feuerwerkskörpern um 51 % im Vergleich zu 2018. Da detailliertere Daten nicht vorhanden sind, wird angenommen, dass alle Feuerwerkskörper in dem Jahr verbraucht werden, in dem sie gekauft werden.

7.6.1.4 Persistente Organische Verbindungen (POP)

Dioxin-Emissionen

Emissionsquellen

Fast 90 % der Dioxin-Emissionen dieses Sektors stammen aus Gebäudebränden. Der Rest kommt nahezu ausschließlich aus der Einäscherung (Feuerbestattung) und zu einem sehr kleinen Teil aus dem Tabakkonsum.

trendbestimmender Faktor

Von 1990 bis 2019 konnte der Dioxin-Ausstoß aus dem Sektor Sonstige um 89 % gesenkt werden, vorwiegend bedingt durch den Einbau von Emissionsminderungsmaßnahmen in einer großen Anlage für Abfallverbrennung ohne energetischen Nutzen im Jahr 1992. Seit 1992 bewegen sich die Emissionen leicht schwankend auf einem sehr ähnlichen Niveau.

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 dessen Einfluss gering.

Entsprechend der aktuellen Emissionsprojektionen (UMWELTBUNDESAMT 2021e) 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 zunehmen wird. Im Gegensatz dazu ist aber eine weitere Verschärfung der Emissionsstandards in den bestehenden rechtlichen Grundlagen sowohl auf nationaler als auch europäischer Ebene nicht vorgesehen.

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 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 (bmk.gv.at) 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 (2020): Ökostrombericht 2020. Unsere Energie für eine sichere Zukunft.
https://www.e-control.at/documents/1785851/1811582/E-Control-Oekostrombericht_2020.pdf/053b8bbf-402e-c568-cb07-7315a6573c32?t=1600782405474.
- 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.
- 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.; Buendia L.; Miwa, K.; Ngara, T. & Tanabe, K. (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.

- SCHWINGSHACKL, M. & REXEIS, M. (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.; REXEIS, M.; WELLER, K. (2020): Update der Emissionsfaktoren und Aktivitätsdaten von NRMM (None 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 (2020a): Energiebilanzen Österreich 1970–2019. Wien.
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html.
- STATISTIK AUSTRIA (2020b): Nutzenergieanalyse für Österreich 1993–2019. Wien.
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/nutzenergieanalyse/index.html.
- STATISTIK AUSTRIA (2020c): Absolutwerte der Heizgradsummen auf aktuellem Stand und Abweichungen gegenüber dem langjährigen Durchschnitt; kostenpflichtiger Abonnementdienst der Statistik Austria.
- UMWELTBUNDESAMT (2005): Schneider, J.; Placer, K. & Moosmann, L.: Abschätzung der Gesundheitsauswirkungen von Schwebestaub in Österreich. Reports, Bd. REP-0020. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006): Spangl, W.; Schneider, J.; Nagl, C. & Kaiser, A.: Herkunftsanalyse der PM₁₀-Belastung in Österreich. Ferntransport und regionale Beiträge. Reports, Bd. REP-0034. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2010): Spangl, W.; Schneider, J.; Moosmann, L.; Ansorge, C. & Gassner, C.: Gesundheitsauswirkungen der PM_{2,5}-Exposition – Steiermark. Reports, Bd. REP-0283. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2012): Anderl, M.; Gallauner, T.; Krutzler, T.; Schodl, B.; Stranner, G.; Pazdernik, K.; Poupa, S.; Purzner, M. & Zechmeister, A.: NEC-Programm Umsetzungsbericht. Monitoring des Nationalen Programms. Reports, Bd. REP-0362. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2017a): Anderl, M. & Kriech, M.: 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.; Moser, G.; Purzner, M.; Clara, M.; Fallmann, K.; Gallauner, Th.; Müller-Grabherr, D.; Nagl, Ch.; Schieder, W.; Schodl, B.; Svehla-Stix, J.; Thielen, P.; Uhl, M.; Weiss, P.; Wiesenberger, H.: 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 (2018a): Buxbaum, I.; Nagl, Ch.; Spangl, W.; Schieder, W.; Anderl, M.; Haider, S.; Pazdernik, K.: Analyse der Feinstaub-Belastung 2009–2017. Im Auftrag der Plattform Saubere Luft. Reports, Bd. REP-0646. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2018b): Anderl, M.; Haider, S.; Kriech, M. & Stranner, G.: Austria´s Inventory Adjustment Report 2018. Austria´s applications for inventory adjustment pursuant to Article 5 (1) of the NEC Directive 2016/2284 (Addendum to Austria´s IIR 2018). Reports, Bd. REP-0648. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2019): Anderl, M.; Haider, S.; Kriech, M. & Stranner, G.: Austria´s Inventory Adjustment Report 2019. Austria´s applications for inventory adjustment pursuant to Article 5 (1) of the NEC Directive 2016/2284 (Addendum to Austria´s IIR 2019). Reports, Bd. REP-0683. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2020a): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2019. Reports, Bd. REP-0713. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2020b): Anderl, M., Kriech, M.: Austria´s Inventory Adjustment Report 2020. Austria´s applications for inventory adjustment pursuant to Article 5 (1) of the NEC Directive 2016/2284 (Addendum to Austria´s IIR 2020). Reports, Bd. REP-0722. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2021a): Pazdernik, K.; Anderl, M.; Friedrich, A.; Gangl, M.; Haider, S.; Köther, T.; Kriech, M.; Kuschel, V.; Lampert, C.; Mandl, N.; Matthews, B.; Pinterits, M.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Schmid, C.; Schmidt, G.; Schodl, B.; Schwaiger, E.; Schwarzl, B.; Titz, M.; Weiss, P.; Wieser, M. & Zechmeister, A.: Austria's National Inventory Report 2021. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Reports, Bd. REP-0761. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2021b): Haider, S.; Anderl, M.; Gangl, M.; Köther, T.; Lampert, Ch.; Pazdernik, K.; Perl, D.; Pinterits, M.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Schmidt, G.; Schodl, B.; Titz, M.; Wieser, M.; Zechmeister, A.: 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): Zechmeister, A.; Anderl, M.; Geiger, K.; Gugele, B.; Gössl, M.; Haider, S.; Heller, C.; Köther, T.; Krutzler, Th.; Kuschel, V.; Lampert, C.; Neier, H.; Pazdernik, K.; Perl, D.; Poupa, S.; Purzner, M.; Rigler, E.; Schieder, W.; Schmidt, G.; Schodl, B.; Storch, A.; Stranner, G.; Vogel, J.; Wiesenberger, H.: Klimaschutzbericht 2021. Reports, derzeit in Vorbereitung. Umweltbundesamt, Wien.

- UMWELTBUNDESAMT (2021d): Perl, D.; Anderl, M.; Haider, S.; Lampert, Ch.; Pinterits, M.; Poupa, St.; Purzner, M.; Schieder, W.; Schmidt, G.; Schodl, B.; Titz, M.; Wieser M.: Austria's Annual Air Emission Inventory 1990–2019, Emissions of SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ and PM_{2.5}. Reports, Bd. REP-0760. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2021e): Titz, M.; Anderl, M.; Haider, S.; Krutzler, T.; Lampert, C.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Schodl, B.; Wieser, M.; Zechmeister, A.: Austria's National Air Emission Projections 2021 for 2020, 2025 and 2030, Bd. REP-Draft. Umweltbundesamt, Wien 2021.
- 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. <http://www.unece.org/env/documents/2009/EB/wge/ece.eb.air.wg.1.2009.16.e.pdf>.
- UNECE (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>
- UNEP – United Nations Environment Programme (2009): The nine new POPs. An introduction to the nine chemicals added to the Stockholm Convention by the Conference of the Parties at its fourth meeting. Secretariat of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Switzerland.
- UNEP – United Nations Environment Programme (2011): Endosulfan – An introduction to the chemical added to the Stockholm Convention at the fifth meeting of the Conference of the Parties. Secretariat of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Switzerland.
- WHO – World Health Organization (2006): Health risks of particulate matter from long range trans-boundary 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 trans-boundary 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.; Schönhart, M. & Schmid, E.: 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 halogenierter 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.](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0020&from=DE)

- 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 Dieseldieselkraftstoffen 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).

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 Immissionsschutzgesetz-Luft geändert werden.
- VO (EG) Nr. 715/2007: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2007 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge.
- VO (EG) Nr. 1102/2008: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2008 über das Verbot der Ausfuhr von metallischem Quecksilber und bestimmten Quecksilberverbindungen und -gemischen und die sichere Lagerung von metallischem Quecksilber.
- VO (EG) Nr. 1005/2009: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. September 2009 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen.
- VO (EU) 813/2013: Verordnung der Kommission vom 2. August 2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumheizgeräten und Kombiheizgeräten.
- VO (EU) 814/2013: Verordnung der Kommission vom 2. August 2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Warmwasserbereitern und Warmwasserspeichern (Text von Bedeutung für den EWR).

- VO (EU) 2015/1185: Verordnung der Kommission vom 24. April 2015 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Festbrennstoff-Einzelraumheizgeräten (Text von Bedeutung für den EWR).
- VO (EU) 2015/1188: Verordnung der Kommission vom 28. April 2015 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Einzelraumheizgeräten (Text von Bedeutung für den EWR).
- VO (EU) 2015/1189: Verordnung der Kommission vom 28. April 2015 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Festbrennstoffkesseln (Text von Bedeutung für den EWR).
- VO (EU) Nr. 2016/1628: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. September 2016 über die Anforderungen in Bezug auf die Emissionsgrenzwerte für gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel und die Typgenehmigung für Verbrennungsmotoren für nicht für den Straßenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte, zur Änderung der Verordnungen (EU) Nr. 1024/2012 und (EU) Nr. 167/2013 und zur Änderung und Aufhebung der Richtlinie 97/68/EG.
- VO (EU) 2017/852: Verordnung (EU) 2017/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2017 über Quecksilber und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1102/2008.
- VOC-Anlagen-Verordnung (VAV; BGBl. II 301/2002 i.d.F. BGBl. II Nr. 42/2005): Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit zur Umsetzung der Richtlinie 1999/13/EG über die Begrenzung der Emissionen bei der Verwendung organischer Lösemittel in gewerblichen Betriebsanlagen.
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.

10 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
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	1,68	1,33
Kleinverbrauch	30,88	18,10	11,14	11,33	10,01	9,92	8,85	7,64	7,52	6,16	6,14	2,57	2,64	2,01	1,94	1,75	1,49	1,44	1,48	1,50	1,31	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	8,21	7,85
Verkehr*	5,14	5,99	2,52	2,57	2,47	2,45	0,37	0,35	0,33	0,33	0,32	0,31	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,32
davon Kraftstoffexport	0,78	0,95	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	0,03
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
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
Gesamt* (anthropogen)	73,70	46,81	31,58	32,46	31,39	31,18	26,60	25,93	26,71	23,33	20,27	14,75	15,99	15,19	14,80	14,38	14,53	14,14	13,30	12,82	11,62	10,93
exkl. Kraftstoffexport	72,92	45,86	31,05	31,82	30,71	30,44	26,54	25,88	26,67	23,30	20,23	14,72	15,96	15,15	14,76	14,34	14,50	14,10	13,26	12,78	11,58	10,89

* 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
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	11,11	10,71
Kleinverbrauch	19,36	18,76	16,97	18,41	17,24	17,64	16,77	16,22	16,55	14,87	15,06	14,23	15,06	13,65	13,63	13,84	12,09	12,63	12,91	12,99	11,90	12,11
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	26,88	25,91	25,23
Verkehr*	119,7	113,9	129,4	137,3	147,4	156,4	157,7	160,7	150,2	145,7	132,9	125,2	124,6	116,7	112,7	114,2	109,7	106,4	100,1	92,47	84,82	78,92
davon Kraftstoffexport	16,95	17,46	31,92	39,61	47,76	54,46	54,22	57,04	46,23	43,04	36,63	35,39	35,48	28,29	26,90	29,50	25,36	23,99	20,78	18,74	15,37	13,54
Landwirtschaft	22,54	21,68	21,75	22,09	21,81	20,69	20,19	20,45	20,13	19,90	21,09	19,91	18,65	19,67	18,99	18,46	19,24	18,77	19,21	18,17	17,64	17,20
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
Gesamt* (anthropogen)	217,4	198,1	211,7	222,5	230,4	241,4	241,3	247,3	237,9	230,9	217,9	204,1	204,5	196,0	190,5	189,8	182,0	179,0	171,5	162,7	151,4	144,2
exkl. Kraftstoffexport	200,4	180,7	179,8	182,8	182,6	187,0	187,0	190,3	191,7	187,9	181,2	168,7	169,0	167,7	163,6	160,2	156,6	155,0	150,7	144,0	136,0	130,7

* inklusive Kraftstoffexport

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

Verursacher	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Energieversorgung	15,80	9,72	5,87	4,08	4,22	4,18	3,80	3,58	3,62	3,27	3,07	2,90	2,81	2,77	2,77	2,67	2,74	2,67	2,61	2,63	2,50	2,54
Kleinverbrauch	43,74	40,20	33,24	34,25	31,67	30,92	29,52	29,00	29,53	28,78	28,83	28,37	30,97	28,21	28,99	29,21	25,36	26,06	26,50	26,46	24,14	24,33
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
Verkehr*	97,89	59,87	31,14	28,70	27,80	26,21	24,25	22,23	18,08	16,43	14,24	12,74	11,64	10,44	9,43	8,77	8,05	7,58	6,83	6,34	5,99	5,61
davon Kraftstoffexport	4,50	1,45	0,30	1,49	3,46	4,46	4,47	4,46	3,34	3,07	2,43	2,26	2,00	1,54	1,34	1,23	1,02	0,99	0,90	0,80	0,68	0,58
Landwirtschaft	57,72	51,40	47,01	46,71	45,77	45,34	44,88	44,22	43,93	43,57	43,24	42,80	42,41	41,55	41,09	40,91	40,66	40,41	40,31	40,10	39,64	39,12
Sonstige	114,7	81,49	59,00	57,53	57,04	55,61	46,38	53,59	59,41	58,40	55,84	45,58	44,92	44,60	43,14	38,48	36,58	31,53	31,02	32,12	32,16	32,54
Gesamt* (anthropogen)	335,5	248,2	181,2	175,9	171,1	167,0	153,7	157,7	159,8	155,7	150,4	137,5	137,9	132,9	130,7	124,8	118,2	113,1	111,9	112,4	109,0	108,6
exkl. Kraftstoffexport	331,0	246,8	180,9	174,4	167,7	162,6	149,2	153,3	156,5	152,6	147,9	135,2	135,9	131,4	129,4	123,6	117,1	112,1	111,0	111,6	108,4	108,0

* 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
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	0,44
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	0,57
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	0,53
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
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	0,37	0,33	0,29	0,30	0,29	0,28	0,26	0,25
Landwirtschaft	59,22	59,37	56,11	55,95	55,06	54,94	54,70	54,55	55,04	56,40	56,30	57,86	57,78	57,51	57,91	58,19	59,12	59,84	60,72	61,52	60,62	59,49
Sonstige	0,44	0,71	0,89	0,99	1,09	1,17	1,41	1,50	1,53	1,58	1,60	1,63	1,63	1,62	1,65	1,59	1,64	1,67	1,66	1,66	1,67	1,70
Gesamt* (anthropogen)	61,84	63,36	60,81	60,89	60,22	60,29	60,16	60,08	60,53	61,84	61,51	62,93	62,89	62,32	62,61	62,67	63,41	64,21	64,98	65,85	64,88	63,82
exkl. Kraftstoffexport	61,79	63,32	60,95	60,87	59,87	59,75	59,57	59,46	59,95	61,25	61,01	62,42	62,39	61,92	62,24	62,34	63,13	63,91	64,69	65,56	64,62	63,57

* 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
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	4,45	4,36
Kleinverbrauch	399,1	363,7	297,3	307,2	282,9	275,6	263,8	263,2	269,2	262,6	266,0	264,7	291,7	267,2	275,1	276,5	240,1	245,9	249,1	249,4	227,0	228,8
Industrieproduktion	267,2	233,5	200,8	172,9	165,6	180,2	186,7	171,8	186,6	178,8	167,1	156,1	147,9	162,7	161,1	165,3	174,1	182,0	178,2	174,8	160,6	177,7
Verkehr*	535,6	329,9	186,4	176,4	178,0	173,4	161,6	152,4	131,7	125,0	113,9	108,0	104,1	98,19	91,58	89,64	84,16	81,60	77,74	72,57	69,70	65,70
Landwirtschaft	34,32	32,82	30,31	31,29	30,01	29,34	29,19	29,46	28,86	27,13	27,22	24,69	25,18	23,69	23,13	22,46	20,57	20,42	19,94	19,45	18,55	18,16
Sonstige	11,52	10,65	8,67	8,38	8,36	8,32	8,41	7,94	7,62	7,25	6,91	6,52	6,18	5,81	5,51	5,20	4,88	4,62	4,36	4,15	3,92	3,74
Gesamt (anthropogen)	1 254	973,0	726,1	699,2	668,0	670,3	653,1	627,9	627,6	604,3	585,1	564,4	579,9	562,4	561,4	564,1	528,2	539,2	534,2	525,0	484,2	498,5

* 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
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	0,28
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	0,25	0,26	0,27	0,25	0,26
Industrieproduktion	0,85	0,39	0,35	0,34	0,34	0,36	0,36	0,41	0,43	0,45	0,45	0,39	0,45	0,46	0,46	0,47	0,46	0,45	0,44	0,47	0,46	0,48
Verkehr*	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	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
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
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
Gesamt (anthropogen)	1,76	1,06	0,99	1,00	0,98	1,00	1,00	1,03	1,08	1,10	1,12	1,06	1,18	1,16	1,18	1,20	1,13	1,15	1,13	1,18	1,14	1,16

* 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
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
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
Industrieproduktion	1,33	0,65	0,44	0,47	0,49	0,51	0,50	0,56	0,59	0,62	0,63	0,54	0,59	0,60	0,61	0,66	0,66	0,62	0,57	0,65	0,59	0,62
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
Landwirtschaft	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	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
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	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Gesamt (anthropogen)	2,16	1,22	0,91	0,97	0,94	0,98	0,95	0,99	1,02	1,03	1,04	0,92	1,03	1,02	1,04	1,09	1,03	1,01	0,95	1,03	0,96	0,99

* 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
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
Kleinverbrauch	7,13	3,31	2,59	2,58	2,32	2,23	2,15	2,02	2,08	2,06	2,09	2,02	2,28	2,06	2,13	2,16	1,88	1,99	2,01	2,08	1,92	1,98
Industrieproduktion	41,77	11,83	8,07	8,04	8,30	8,50	8,50	9,07	9,37	9,90	9,89	7,86	9,68	9,97	9,89	10,36	10,09	9,83	9,56	10,28	9,13	9,85
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	4,88
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
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
Gesamt (anthropogen)	232,5	20,32	17,15	16,74	17,61	17,80	17,78	18,36	19,15	19,88	19,92	17,54	20,09	20,38	20,33	21,06	20,15	19,59	19,87	20,52	19,29	20,42

* 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
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
Kleinverbrauch	10,98	9,49	7,29	7,34	6,46	6,03	5,67	5,62	5,82	5,80	5,77	5,69	6,28	5,64	5,84	5,94	5,18	5,22	5,44	5,42	4,91	4,93
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
Verkehr*	0,29	0,36	0,37	0,37	0,40	0,41	0,40	0,40	0,39	0,38	0,36	0,34	0,35	0,33	0,32	0,34	0,33	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35
Landwirtschaft	0,65	0,64	0,55	0,59	0,57	0,56	0,59	0,69	0,70	0,65	0,68	0,68	0,76	0,74	0,77	0,80	0,73	0,76	0,78	0,78	0,72	0,73
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
Gesamt (anthropogen)	19,13	10,86	8,52	8,61	7,74	7,34	7,02	7,11	7,33	7,29	7,27	7,14	7,87	7,19	7,42	7,57	6,73	6,80	7,02	7,03	6,42	6,48

* 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
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
Kleinverbrauch	42,43	35,08	26,82	27,61	24,84	24,03	22,59	21,67	21,94	21,40	21,47	20,80	22,88	20,41	20,84	21,31	18,33	18,44	18,81	19,09	17,01	16,97
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	9,90
Verkehr*	4,15	2,43	1,37	1,33	1,35	1,34	1,27	1,33	1,37	1,38	1,41	1,51	1,59	1,51	1,55	1,60	1,59	1,65	1,62	1,59	1,59	1,57
Landwirtschaft	1,71	1,61	1,39	1,52	1,44	1,46	1,56	1,47	1,51	1,47	1,56	1,50	1,68	1,54	1,69	1,74	1,52	1,70	1,57	1,56	1,51	1,45
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	2,92	2,76	2,78	2,37	2,41
Gesamt (anthropogen)	125,2	57,79	50,55	50,80	37,77	37,02	36,12	35,75	37,00	36,72	36,40	36,25	40,93	38,09	38,92	39,34	36,38	36,86	36,61	37,15	33,55	33,66

* 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
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
Kleinverbrauch	50,04	31,43	14,28	14,49	12,71	12,15	11,41	10,55	10,47	9,91	9,96	9,36	10,33	8,97	9,14	9,14	7,83	7,88	7,94	8,09	7,22	7,23
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	6,22
Verkehr*	0,83	0,49	0,27	0,27	0,27	0,27	0,25	0,27	0,27	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
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
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
Gesamt (anthropogen)	82,95	42,48	20,18	20,26	18,57	18,11	17,50	16,69	16,73	16,44	16,52	15,53	18,54	17,08	41,40	120,1	124,1	15,94	16,58	18,16	16,00	17,22

* 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
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	0,09	0,04
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
Industrieproduktion	41,14	24,45	27,30	27,58	29,33	29,37	30,31	33,13	33,65	35,27	35,20	26,56	33,49	34,69	34,34	36,77	36,33	35,31	34,24	37,85	31,85	34,62
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
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
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
Gesamt (anthropogen)	47,23	29,16	30,18	30,64	31,46	31,71	32,54	34,93	35,24	36,48	36,40	27,54	34,55	35,30	34,83	37,20	36,69	35,74	34,77	38,26	32,09	34,81

* 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
Energieversorgung	1,91	1,57	1,38	1,60	1,59	1,78	1,72	1,61	1,74	1,72	1,75	1,64	1,92	1,93	1,97	1,92	1,71	1,82	1,69	1,73	1,65	1,60
Kleinverbrauch	12,56	11,17	9,23	9,51	8,77	8,58	8,17	8,00	8,17	7,99	8,06	7,97	8,71	8,00	8,18	8,30	7,29	7,46	7,58	7,66	7,01	7,06
Industrieproduktion	21,05	20,64	21,07	20,13	19,50	19,15	19,62	19,39	18,07	17,65	18,55	17,26	17,02	17,49	17,04	16,69	16,83	16,29	16,10	16,58	16,24	16,45
Verkehr*	9,08	10,25	10,80	10,94	11,26	11,44	11,34	11,23	10,94	10,56	9,63	8,96	8,78	8,33	7,90	7,63	7,37	7,20	7,06	6,89	6,79	6,66
Landwirtschaft	7,54	7,33	7,06	7,14	7,00	6,84	6,84	6,80	6,68	6,56	6,54	6,32	6,24	6,15	6,01	5,91	5,83	5,74	5,68	5,57	5,47	5,41
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	1,32
Gesamt (anthropogen)	53,12	51,92	50,51	50,19	49,10	48,76	48,69	48,01	46,61	45,57	45,55	43,14	43,75	42,99	42,24	41,57	40,24	39,70	39,38	39,66	38,33	38,49

* 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
Energieversorgung	1,40	1,16	0,98	1,17	1,15	1,33	1,32	1,22	1,35	1,35	1,37	1,34	1,55	1,55	1,61	1,56	1,38	1,47	1,36	1,38	1,33	1,29
Kleinverbrauch	11,65	10,41	8,62	8,88	8,20	8,03	7,65	7,50	7,65	7,48	7,55	7,47	8,16	7,50	7,66	7,77	6,83	6,99	7,09	7,16	6,56	6,61
Industrieproduktion	12,74	11,82	12,05	11,48	10,85	10,65	10,78	10,79	9,94	9,60	9,98	9,27	9,16	9,41	9,12	8,83	8,77	8,47	8,29	8,53	8,33	8,42
Verkehr*	7,35	8,38	8,80	8,92	9,21	9,36	9,25	9,13	8,82	8,41	7,51	6,87	6,67	6,19	5,77	5,49	5,19	4,99	4,82	4,62	4,46	4,31
Landwirtschaft	6,78	6,59	6,39	6,46	6,33	6,17	6,17	6,14	6,02	5,88	5,87	5,64	5,55	5,47	5,32	5,22	5,14	5,04	4,99	4,87	4,78	4,72
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	0,99
Gesamt (anthropogen)	40,81	39,23	37,75	37,73	36,66	36,42	36,05	35,64	34,66	33,67	33,19	31,46	32,04	31,07	30,45	29,82	28,31	27,91	27,54	27,53	26,37	26,34

* 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
Energieversorgung	0,96	0,82	0,67	0,82	0,79	0,94	0,96	0,89	1,01	1,02	1,03	1,04	1,20	1,19	1,25	1,21	1,07	1,13	1,05	1,06	1,04	0,99
Kleinverbrauch	10,88	9,79	8,13	8,39	7,76	7,60	7,24	7,13	7,26	7,10	7,16	7,10	7,74	7,12	7,28	7,37	6,48	6,63	6,72	6,78	6,22	6,27
Industrieproduktion	5,19	4,23	4,30	4,03	3,66	3,57	3,45	3,68	3,34	3,16	3,11	2,88	2,89	2,94	2,80	2,57	2,38	2,30	2,14	2,18	2,08	2,08
Verkehr*	6,41	7,34	7,66	7,76	8,02	8,15	8,03	7,90	7,57	7,16	6,27	5,65	5,43	4,94	4,52	4,23	3,91	3,69	3,48	3,26	3,06	2,90
Landwirtschaft	2,87	2,66	2,49	2,55	2,44	2,28	2,28	2,25	2,15	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
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	0,72
Gesamt inkl. Kraftstoffexport (anthropogen)	27,07	25,60	24,02	24,28	23,45	23,30	22,71	22,56	22,05	21,22	20,37	19,22	19,81	18,67	18,20	17,62	16,05	15,83	15,46	15,25	14,23	14,06
Gesamt exkl. Kraftstoffexport	26,52	24,90	23,25	23,31	22,17	21,79	21,19	20,97	20,73	20,00	19,39	18,31	18,94	18,00	17,61	17,03	15,57	15,39	15,08	14,92	13,98	13,86

* inklusive Kraftstoffexport

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

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

Fax: +43-(0)1-313 04/5400

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at

Im Report „Emissionstrends 1990—2019“ gibt das Umweltbundesamt einen Überblick über die anthropogen, 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.