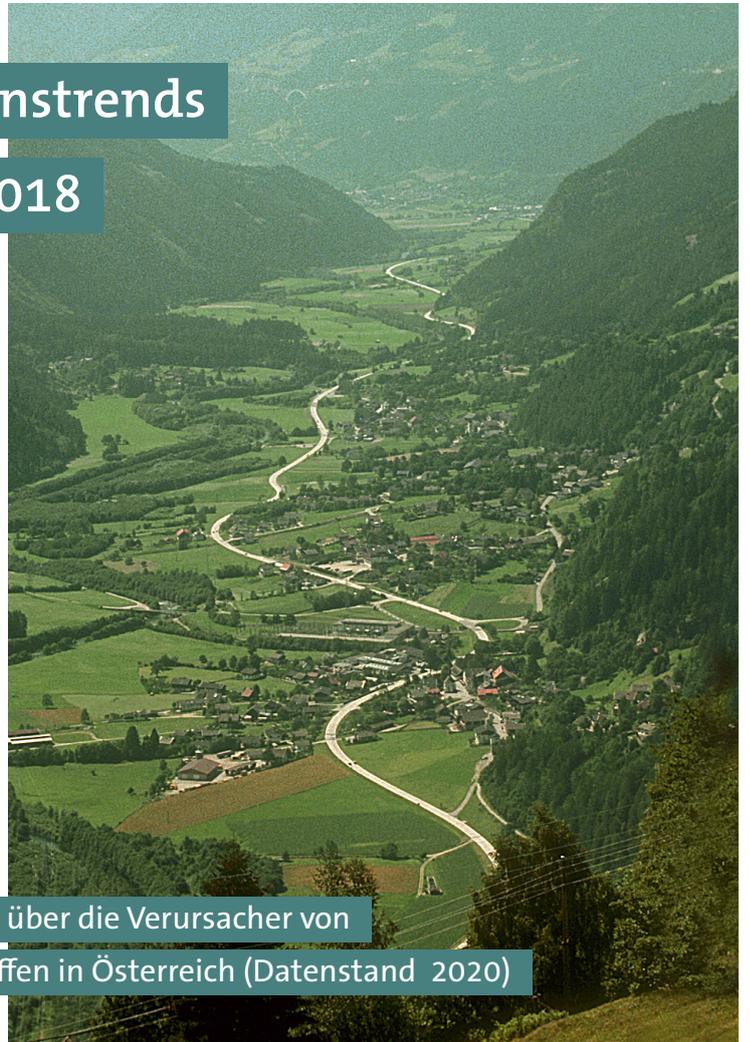


Emissionstrends

1990–2018

Ein Überblick über die Verursacher von
Luftschadstoffen in Österreich (Datenstand 2020)



EMISSIONSTRENDS

1990–2018

Ein Überblick über die Verursacher von
Luftschadstoffen in Österreich
(Datenstand 2020)

REPORT
REP-0736

Wien 2020

Projektleitung

Daniela Perl

AutorInnen

Michael Anderl

Marion Gangl

Christoph Lampert

Daniela Perl

Stephan Poupa

Maria Purzner

Alexander Storch

Barbara Schodl

Michaela Titz

Andreas Zechmeister

Lektorat

Christiane Edegger-Asel

Satz/Layout

Thomas Lössl

Umschlagbild

© Andrea Bulfon

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

Impressum

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

Das Umweltbundesamt druckt seine Publikationen auf klimafreundlichem Papier.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2020

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-556-5

VORWORT

Der vorliegende Bericht präsentiert die neuesten Ergebnisse der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI). Es handelt sich hierbei um die Emissionsdaten für die Jahre von 1990–2018. Es werden die folgenden anthropogenen Luftschadstoff-Emissionen¹ dargestellt: Staub, Stickstoffoxide, Kohlenwasserstoffe ohne Methan, Schwefeldioxid, Ammoniak, Kohlenstoffmonoxid sowie Schwermetalle und Persistente Organische Schadstoffe.

Österreich ist aufgrund von internationalen Übereinkommen und EU-Recht dazu verpflichtet, die Emissionen dieser Luftschadstoffe zu berichten. Für Stickstoffoxide, Kohlenwasserstoffe ohne Methan, Schwefeldioxid und Ammoniak gibt es nationale Emissionshöchstmengen, die jährlich einzuhalten sind. Die Zielerreichung wird ebenso erörtert wie Trends und Ursachen der Emissionen.

Die zur Ermittlung der Daten angewandte Methodik entspricht den einschlägigen Richtlinien des EMEP/EEA²-Handbuches (EEA 2013a, 2016, 2019).

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 Emissionshöchstmengegesetz-Luft (EG-L); hier werden nur die im Inland emittierten NO_x-, NMVOC-, SO₂- und NH₃-Emissionen (d. h. ohne Emissionen aus Kraftstoffexport) betrachtet.

Auf die Darstellung der Treibhausgas-Emissionen wird verzichtet, da sie im jährlich erstellten Klimaschutzbericht (UMWELTBUNDESAMT 2020c) ausführlich behandelt werden.

¹ Anthropogene Emissionen sind vom Menschen verursachte Emissionen.

² European Monitoring and Evaluation Programme/European Environment Agency

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	3
INHALTSVERZEICHNIS	5
ZUSAMMENFASSUNG	7
SUMMARY	8
1 GRUNDLAGEN DER INVENTUR	9
1.1 Berichtswesen	9
1.2 Akkreditierte Inspektionsstelle	10
1.3 Emissionsermittlung	11
1.4 Aktualisierte Emissionsdaten (Revision)	12
1.5 Verursachersektoren	14
2 LUFTSCHADSTOFFE UND UMWELTPROBLEME	17
3 STAUB	19
3.1 Übereinkommen und Rechtsnormen	20
3.2 Emissionstrend 1990–2018	21
4 KLASSISCHE LUFTSCHADSTOFFE	24
4.1 Übereinkommen und Rechtsnormen	24
4.2 Stickstoffoxide (NO _x)	27
4.3 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC).....	29
4.4 Schwefeldioxid (SO ₂)	30
4.5 Ammoniak (NH ₃)	32
4.6 Zielerreichung.....	34
4.7 Kohlenstoffmonoxid (CO)	37
5 SCHWERMETALLE	39
5.1 Übereinkommen und Rechtsnormen	39
5.2 Emissionstrend 1990–2018	40
5.3 Kadmium (Cd).....	42
5.4 Quecksilber (Hg)	43
5.5 Blei (Pb).....	44
6 PERSISTENTE ORGANISCHE SCHADSTOFFE	45
6.1 Übereinkommen und Rechtsnormen	45
6.2 Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) .	46
6.3 Dioxine und Furane.....	48

6.4	Hexachlorbenzol (HCB)	50
6.5	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	52
7	EMISSIONEN NACH SEKTOREN	55
7.1	Energieversorgung	55
7.2	Kleinverbrauch	60
7.3	Industrieproduktion	66
7.4	Verkehr	71
7.5	Landwirtschaft.....	76
7.6	Sonstige	81
8	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	84
9	LITERATURVERZEICHNIS	85
	ANNEX: EMISSIONSTABELLEN	94

ZUSAMMENFASSUNG

Die aktuellen Ergebnisse der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur zeigen, dass die gemäß Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) ab 2010 zulässigen Höchstmengen für die **Emissionen von NMVOC, SO₂, und NH₃** in den Jahren 2010–2018 unterschritten wurden. Die festgesetzte Emissionshöchstmenge für NO_x wird unter Berücksichtigung der bewilligten Anpassungen im Rahmen der Flexibilitätsregelungen der NEC-Richtlinie seit dem Jahr 2013 unterschritten.

Die **NMVOC-Emissionen** nahmen von 1990–2018 um rund 68 % ab (inkl. und exkl. Kraftstoffexport). Die größten Reduktionen seit 1990 resultieren aus dem Einsatz von Katalysatoren im Verkehrssektor und Einschränkungen der Anwendung von Lösemitteln.

Auch die **SO₂-Emissionen** konnten seit 1990 deutlich, um rund 84 % (inkl. und exkl. Kraftstoffexport) reduziert werden, vorwiegend durch Verringerung von Schwefel in Mineralölprodukten und Entschwefelungsanlagen in Kraftwerken.

Damit liegen sowohl die NMVOC als auch SO₂-Emissionen klar unter den Emissionshöchstmengen.

Die **NH₃-Emissionen** stammen nahezu ausschließlich aus dem Sektor Landwirtschaft (94 %) und unterliegen über die gesamte Zeitreihe nur wenigen Veränderungen. Seit 1990 sind sie um + 4,7 % inkl. Kraftstoffexport (+ 4,4 % exkl. Kraftstoffexport) angestiegen. In Österreich wurden im Jahr 2018 rund 64,4 Kilotonnen Ammoniak (ohne Kraftstoffexport) emittiert. Damit wird die ab 2010 maximal zulässige Höchstmenge für Ammoniak gemäß EG-L von 66 Kilotonnen unterschritten.

Die **NO_x-Emissionen** konnten von 1990–2018 um 30,5 % gesenkt werden, abzüglich des Kraftstoffexports nahmen die Emissionen im selben Zeitraum um 32,1 % ab. Im Jahr 2018 wurden in Österreich rund 135,7 Kilotonnen NO_x (ohne Kraftstoffexport) emittiert. Die zulässige Emissionshöchstmenge für NO_x ab 2010 gemäß EG-L beträgt 103 Kilotonnen. Österreich nimmt für die Zielerreichung die Flexibilitätsregelungen gemäß NEC-Richtlinie in Anspruch und unterschreitet mit den angepassten Inventurdaten die festgesetzte Emissionshöchstmenge seit dem Jahr 2013. Die generell hohen NO_x-Emissionen sind unter anderem auf den hohen Anteil an Diesel-Pkw und die steigende Fahrleistung zurückzuführen. Dazu kommt, dass nach wie vor die NO_x-Emissionen von Diesel-Pkw und leichten Nutzfahrzeugen im Realbetrieb deutlich höher sind als die gesetzlich zugelassenen Werte laut Typenprüfzyklus. Für den dennoch rückläufigen Trend sind insbesondere Fortschritte in der Abgasnachbehandlung im Schwerverkehr entscheidend.

Die Emissionen der **Schwermetalle Cd, Hg und Pb** sowie jene der **Persistenten Organischen Schadstoffe PAK, Dioxine, HCB und PCB** gingen im Zeitraum von 1990–2018 in Österreich zurück. Die größten Emissionsreduktionen wurden bei diesen Luftschadstoffen in den 1990er-Jahren aufgrund diverser legislativer Instrumente (z. B. Beschränkungen und Verbote) erzielt.

Die Sektoren Industrieproduktion, Kleinverbrauch, Verkehr und Landwirtschaft sind für den Großteil der österreichischen **Staub-Emissionen (TSP, PM₁₀, PM_{2,5})** verantwortlich. Seit 1990 konnte ein deutlicher Rückgang der jährlich emittierten Staubmengen aus diesen Sektoren verzeichnet werden.

NEC Höchstmengen für alle Schadstoffe 2018 eingehalten

Schwermetall- und POP-Emissionen reduziert

Staub-Emissionen verringert

SUMMARY

Emissions of all NEC pollutants below the 2018 emission ceilings

Looking at the results of the current Austrian Air Emission Inventory, emissions of **NM VOC, SO₂ and NH₃** in the years 2010–2018 were below the ceilings which have been applicable according to the Emissions Ceilings Act since 2010. Taking into account the approved adjustments used by Austria under the flexibility provisions of the NEC Directive, **NO_x** emissions have remained below the established emission ceiling since 2013.

NM VOC emissions decreased by about 68% from 1990 to 2018 (including and excluding 'fuel exports'). The most significant reductions since 1990 are due to the use of catalytic converters in the transport sector and to restrictions on the use of solvents.

SO₂ emissions have also been significantly reduced (by about 84%, including and excluding 'fuel exports') since 1990, mainly by reducing the sulphur content in mineral oil products, and by installing desulphurisation units in power plants.

This means that both NM VOC and SO₂ emissions have remained well below the emission ceilings.

NH₃ emissions arise almost entirely from the agricultural sector (94 %), with only small changes over the whole time series. Since 1990 they have increased by + 4.7% including 'fuel exports' (+ 4.4% excluding 'fuel exports'). In 2018, NH₃ emissions amounted to 64.4 kilotonnes (excluding 'fuel exports'), which is below the emission ceiling for NH₃ of the Emission Ceilings Act (66 kilotonnes).

NO_x emissions declined by 30.5% from 1990 until 2018, while emissions not including 'fuel exports' dropped by 32.1%. In 2018, NO_x emissions in Austria amounted to 135.7 kilotonnes (excluding 'fuel exports'); the emission ceiling for NO_x which has been applicable since 2010 under the Emission Ceilings Act is 103 kilotonnes. Austria makes use of the flexibility provisions according to the NEC Directive to achieve its targets and, with the adjusted inventory data, emissions have remained below the established emission ceiling since 2013. The generally high NO_x emissions are due to the high share of diesel passenger cars and the increase in vehicle-kilometres driven. In addition, the NO_x emissions of diesel passenger cars and light duty vehicles under real world driving conditions are still significantly higher than the legally permitted values according to the type-approval test cycles. The fact that NO_x emissions show a downward trend nevertheless is mainly due to advances in exhaust aftertreatment in heavy goods vehicles.

Emissions of heavy metals and POP reduced

Emissions of **heavy metals (Cd, Hg, Pb)** as well as **persistent organic pollutants (PAHs, dioxins, HCBs, PCBs)** decreased in Austria between 1990 and 2018. The largest reductions in the emissions of these air pollutants were achieved in the 1990s as a result of various legal instruments (e.g. bans and restrictions).

Dust emissions reduced

The sectors industrial production, small-scale combustion, transport and agriculture are responsible for most of Austria's emissions of **particulate matter (TSP, PM₁₀, PM_{2.5})**. Since 1990, a significant decrease in the annual emissions of particulate matter from these sectors has been observed.

1 GRUNDLAGEN DER 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. Die Inventur umfasst sowohl die Treibhausgase (gemäß Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen – UNFCCC³) als auch sämtliche Luftschadstoffe, die gemäß UNECE⁴-Übereinkommen über weitreichende grenzüberschreitende Luftverunreinigung (CLRTAP⁵) sowie diverser Protokolle zu diesem Übereinkommen und gemäß der Emissionshöchstmengenrichtlinie (NEC-RL; RL (EU) 2016/2284) zu berichten sind. Neben den Treibhausgasen CO₂, CH₄, N₂O und fluorierten Gasen (im vorliegenden Report nicht behandelt, da im Klimaschutzbericht detailliert dargestellt, siehe UMWELTBUNDESAMT 2020c) werden somit die Emissionen von NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃ und CO (klassische Luftschadstoffe⁶) sowie von Staub, POP und Schwermetallen erfasst.

Österreichische Luftschadstoff- Inventur

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 2020) 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.⁷

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 National Inventory Report (Methodikbericht Treibhausgase) – „NIR“	April
Austria's Informative Inventory Report (Methodikbericht Luftschadstoffe) – „IIR“	März
GHG Projections and Assessment of Policies and Measures in Austria (EU-Monitoring)	alle 2 Jahre, zuletzt März 2019
Austria's National Air Emission Projections (NEC-RL)	alle 2 Jahre, zuletzt März 2019
Austria's National Air Emission Projections (UNECE/CLRTAP)	alle 4 Jahre, zuletzt März 2019

³ United Nations Framework Convention on Climate Change

⁴ United Nations Economic Commission for Europe

⁵ Convention on Long Range Transboundary Air Pollution

⁶ Es ist zu beachten, dass die Bezeichnung „klassische Luftschadstoffe“ für NO_x, NMVOC, SO₂, NH₃ und CO keiner offiziellen Definition entspricht.

⁷ Die aktuellen Emissionsberichte sind unter <https://www.umweltbundesamt.at/emiberichte> zu finden.

Darüber hinaus werden vom Umweltbundesamt im Rahmen der Umweltkontrolle und dem Qualitätsmanagement folgende weitere 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

1.2 Akkreditierte Inspektionsstelle

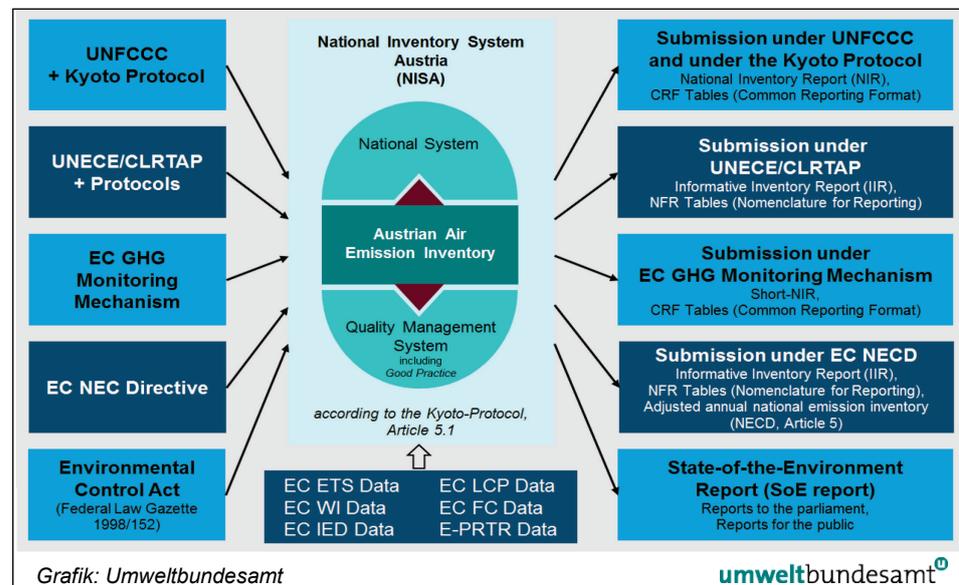
Durch die Ratifizierung des Kyoto-Protokolls ist Österreich verpflichtet, seine Treibhausgas-Emissionen korrekt und vollständig zu erheben und an das Klimasekretariat der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) zu berichten.

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 Emissionshöchstmengengerichtlinie (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



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.⁸

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

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 im Zuge eines Akkreditierungsaudits durch einen Vertreter des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMDW), ehemals Ministerium für Wirtschaft und Arbeit, sowie einen von der Akkreditierungsstelle („Akkreditierung Austria“) benannten Sachverständigen im September 2005 erbracht („Erstakkreditierung“) und in den Jahren 2011, 2015 und 2020 (Audit erfolgreich bestanden aber Verfahren formal noch nicht abgeschlossen) („Re-Akkreditierungen“) bestätigt. Seitdem ist das Umweltbundesamt berechtigt, das Akkreditierungslogo auf den jährlichen Inventurberichten zu tragen. Des Weiteren wird in rund 20-monatigen Abständen eine periodische Überwachung der Akkreditierungsstelle durchgeführt.

1.3 Emissionsermittlung

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.

**OLI-Datenbank für
nationale
Emissionen**

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.

Emissionsfaktoren

⁸ 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).

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 (IPCC 1997, 2000, 2006, EEA 2009, 2013a, 2016, 2019) zurückgegriffen. Ein Vorteil dieser international standardisierten Vorgehensweise ist u. a. die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Ländern.
Beschreibung der Methodik im NIR und IIR	Eine detaillierte Beschreibung der Methodik (inkl. methodischer Änderungen) wird vom Umweltbundesamt jährlich in Form zweier Berichte veröffentlicht: dem Austria's National Inventory Report (NIR; UMWELTBUNDESAMT 2020a) und dem Austria's Informative Inventory Report (IIR; UMWELTBUNDESAMT 2020b). Diese Berichte sind auf der Homepage des Umweltbundesamtes ⁹ 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.
Änderung von Emissionsdaten	Für das Inventurjahr 2017 sind folgende Revisionen gegenüber der Vorjahresinventur zu verzeichnen: NO _x : + 11,9 %, NMVOC: – 7,9 %, SO ₂ : + 0,3 %, NH ₃ : – 4,9 %, PM _{2,5} : – 2,0 %. Die größten Änderungen verzeichneten die NO _x -, NMVOC- und NH ₃ - Emissionen. Im Verkehrssektor wurde das neue Handbuch für Emissionsfaktoren (INFRAS 2019) berücksichtigt, das zu erhöhten Emissionsfaktoren für alle Fahrzeugkategorien und zu überarbeiteten NO _x -Emissionen über die gesamte Zeitreihe führte. Im Landwirtschaftssektor wurden die neuen Leitlinien des EMEP/EEA-Guidebooks 2019 (EEA 2019a) umgesetzt, was zu geringeren NH ₃ -Emissionen über die gesamte Zeitreihe führte. Weiters wurden Inkonsistenzen im Berechnungsmodell der Lösungsmittelverwendung beseitigt und damit die NMVOC-Emissionen nach unten revidiert.
sektorale Änderungen	Die wesentlichsten sektoralen Änderungen sind im Folgenden zusammengefasst. <ul style="list-style-type: none"> ● Revisionen im Sektor Energieversorgung: <ul style="list-style-type: none"> ● Revisionen der nationalen Energiebilanz führten zu Verschiebungen der Energieeinsätze von Erdgas und Heizöl zwischen den energierelevanten Sektoren und damit zu Revisionen der Emissionszahlen. Zusätzlich wurden die Biomasseeinsätze der Haushalte (Aktualisierung der Mikrozensusauswertungen) ab dem Jahr 2005 stark nach oben revidiert und die der produzierenden Industrie nach unten (2017) bzw. nach oben (2005) korrigiert.

⁹ <http://www.umweltbundesamt.at/emiberichte>

- Die Cadmium Emissionen der Raffinerie wurden nach einer aktuelleren Methodik der Europäischen Ölorganisation für Umwelt, Gesundheit und Sicherheit (CONCAWE 2017) berechnet. Die Cadmium Emissionen sind nun im Jahr 1990 höher und im Jahr 2017 geringer.
- Die Emissionsfaktoren der in der Papierindustrie eingesetzten Energieträger wurden auf Basis einer neuen Studie (Windsperger et al 2020) überarbeitet. Das führte zu geringeren NO_x- und leicht höheren Feinstaub-Emissionen im Jahr 2017.
- Die Emissionen von NO_x, SO₂ und PM₁₀ einer großen industriellen Müllverbrennungsanlage wurden anhand von gemessenen Daten aktualisiert und nach unten revidiert.
- Revisionen im Sektor **Kleinverbrauch**:
 - Die Revisionen im Sektor **Kleinverbrauch** sind auf Änderungen in der nationalen Energiebilanz (v. a. bei Biomasse, Erdgas und Ölbrennstoffen) zurückzuführen. Weiters wurden der Heizungsbestand und der Brennstoffverbrauch neu modelliert. Hierfür wurden aktuelle Verkaufszahlen der unterschiedlichen Brennstofftechnologien und Expertenwissen herangezogen. Die Holzheizkessel mit gemischten Brennstoffen wurden erstmals entsprechend ihrer Technologie (fortschrittliche oder bisherige) in den Berechnungen berücksichtigt. Anlagen mit fortschrittlicher Technologie emittieren niedrigere NO_x-, NMVOC- und PM_{2,5}-Emissionen.
- Revisionen im Sektor **Verkehr**:
 - Im Sektor **Verkehr** wurden in diesem Jahr die Emissionsfaktoren aller Fahrzeugkategorien auf Grundlage des neuen Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA Version 4.1, INFRAS 2019) aktualisiert. Durch den Abgasskandal und den entsprechend der Euronorm Euro 6d_{temp} nun verpflichtenden Analysen der Abgasemissionen von Kraftfahrzeugen während einer realen Straßenfahrt (PEMS Messungen) sind nun große Mengen an neuen Messdaten verfügbar. Neue Erkenntnisse daraus, wie Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Funktionstüchtigkeit der NO_x Abgasnachbehandlungssysteme (wie SCR), neue Alterungsfunktionen solcher Anlagen, neue verbesserte Verkehrssituationen verbunden mit überarbeiteten Dynamikparametern, führten zu einem Anstieg der spezifischen Emissionen je Fahrzeugkategorie.
 - Außerdem wurde der nationale Kraftstoffverbrauch grundlegend anhand neuer spezifischer Fahrleistungsdaten pro Fahrzeugkategorie aktualisiert. Zum ersten Mal wurden die Daten aus der zentralen Begutachtungsdatenbank (§57a - Pickerlüberprüfung) herangezogen, was zu neuen altersbezogenen Fahrleistungsdaten und einer verbesserten Datengenauigkeit führte. Dies betrifft die Kategorien Pkw, Leichte Nutzfahrzeuge, Busse und Motorräder.
- Revisionen im Sektor **Landwirtschaft**:
 - Im **Landwirtschaftssektor** wurden neue Berechnungsmethoden und Emissionsfaktoren aus dem EMEP/EEA-Guidebook 2019 (EEA 2019a) implementiert. Bei der Berechnung der NH₃-Emissionen aus der Anwendung von Mineraldüngern wurden erstmals Praxisdaten zum raschen Einarbeiten von Harnstoffdünger in den Boden berücksichtigt. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Agrarstrukturerhebung 2016 wurden die Aktivitätsdaten für das

Geflügel aktualisiert. Die Revisionen führten in der gesamten Zeitreihe zu geringeren NH₃-Emissionsmengen, auch kam es zu Änderungen bei den sektoralen NO_x- und NMVOC-Emissionen.

Für HCB wurde eine Empfehlung aus dem NEC-Review 2019 umgesetzt: die Emissionen aus der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln wurden gemäß der neuen Methodik im EMEP/EEA-Guidebook 2019 (EEA 2019a) erstmals abgeschätzt.

- Revisionen im Sektor **Sonstige**:
 - Im Sektor **Sonstige** wurde der Emissionsfaktor für die Berechnung der NH₃-Emissionen aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen gemäß dem neuen EMEP/EEA Guidebook 2019 angepasst.
 - Weitere Revisionen dieses Sektors bei Feinstaub und NMVOC sind auf die Einarbeitung aktueller Aktivitätsdaten zurückzuführen.
 - Nach eingehender Qualitätskontrolle wurden Inkonsistenzen in den Zeitreihen im Lösungsmittelmodell beseitigt: (i) die Berichtskategorien der Import-/Exportstatistik für verschiedene Ether haben sich im Laufe der Zeit geändert und werden nun einheitlich berücksichtigt; (ii) Im Haushaltsbereich werden nach erneuter Durchsicht der Posten der Außenhandelsbilanz nicht VOC relevante Mengen nicht mehr berücksichtigt.
 - Detailliertere statistische Daten über in Österreich verkaufte Zigaretten, losen Tabak und Zigarren waren erstmals verfügbar und wurden zur Überarbeitung der Zeitreihe herangezogen.

Weiterführende Informationen sind in den Methodik-Berichten¹⁰ des Umweltbundesamtes zu finden.

1.5 Verursachersektoren

internationales Berichtsformat

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

Anpassung Sektoreinteilung 2017

Im Jahr 2017 wurde die sektorale Gliederung dieses Berichtes an die sektorale Gliederung des Klimaschutzberichtes angepasst. Sie erfolgt nun in Anlehnung an die Systematik des Klimaschutzgesetzes für Treibhausgase. Somit können die sektoralen Daten beider Berichte besser miteinander verglichen werden. Eine 100%ig idente Sektor-Einteilung ist aufgrund der unterschiedlichen Bedeutung der Sektoren für die Schadstoff- und Treibhausgas-Bilanz nicht sinnvoll oder möglich.

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

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

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

Energieversorgung¹²

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

Industrieproduktion¹³

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

Verkehr

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

Kleinverbrauch¹⁴

- Kleinfeuerungsanlagen 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 Brauchtuftsfeuer 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)

Sonstige¹⁵

- Abfallwirtschaft,
 - Abfalldeponien,
 - Abfallverbrennung (exkl. Abfallverbrennung in Energieanlagen),

¹² Zum Klimaschutzbericht abweichende sektorale Abgrenzung

¹³ Zum Klimaschutzbericht abweichende sektorale Abgrenzung

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

¹⁵ Zum Klimaschutzbericht abweichende sektorale Abgrenzung.

- Kompostierung und mechanisch-biologische Abfallbehandlung,
- Abwasserbehandlung und -entsorgung,
- Abfallvergärung (landwirtschaftliche Biogasanlagen)
- Auto- und Gebäudebrände
- Lösemittelanwendung,
 - 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.

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.

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.

**gesundheitliche
Auswirkungen**

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

**Auswirkungen auf
Ökosysteme**

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.

**weitere Reduktions-
maßnahmen sind
nötig**

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**
NM VOC	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan und ohne Substanzen, die im Montreal Protokoll geregelt werden	X*	X			X**
CH ₄	Methan		X			
CO	Kohlenstoffmonoxid	X	X			
NH ₃	Ammoniak	X		X	X	X**
Cd	Kadmium	X				(X)
Hg	Quecksilber	X				(X)
Pb	Blei	X				(X)
PAK	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	X				(X)
Dioxine	Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD)	X				(X)
HCB	Hexachlorbenzol	X				
PCB	Polychlorierte Biphenyle	X				(X)
Staub	Staub (TSP, PM ₁₀ , PM _{2,5})	X				X

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

** sekundäre Partikelbildung

3 STAUB

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}¹⁶ (siehe Abbildung 2).

Partikelgröße beeinflusst gesundheitliche Auswirkungen

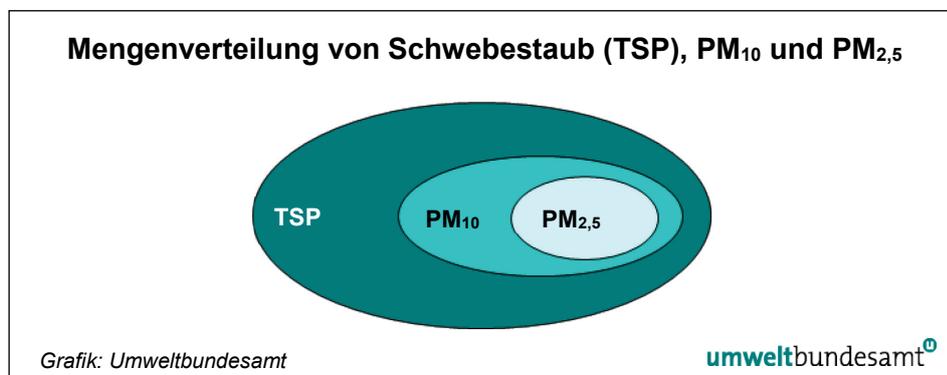


Abbildung 2:
Schematische Darstellung der Mengenverteilung von TSP, PM₁₀ und PM_{2,5}.

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).

primär & sekundär gebildete Partikel

¹⁶ 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)¹⁷ 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 2019a)¹⁸ bieten einen Überblick über die Luftgütesituation in Österreich.

Black Carbon

Black Carbon ist ein Licht-absorbierender, kohlenstoffhaltiger Bestandteil von Feinstaub. Er stellt vor allem auf lokaler Ebene ein gesundheitliches Risiko für die Bevölkerung dar.¹⁹ Auf globaler Ebene gilt Black Carbon insbesondere durch seinen Einfluss auf die Strahlungsbilanz der Erde als wichtiger Faktor im Klimageschehen.

Black Carbon entsteht bei unvollständiger Verbrennung von fossilen Energieträgern, Biomasse und Biokraftstoff. Hauptquellen in Österreich sind die Sektoren Kleinverbrauch (kleine Kohle- und Holzöfen) und Verkehr (dieselbetriebene Kraftfahrzeuge) (EEA 2013b). Unter Artikel 6 der NEC Richtlinie (2016/2284/EC) sind die Länder angehalten, wenn sie Maßnahmen zur Einhaltung der Feinstaubziele setzen, Maßnahmen gegen Black Carbon zu priorisieren.

3.1 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)²⁰ sowie der revidierten NEC-Richtlinie (2016/2284/EG) erhoben (siehe Kapitel 4.1).

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

In der revidierte NEC-Richtlinie, die Ende 2016 in Kraft trat, werden 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, 2019). Dieses Programm ist alle vier Jahre zu aktualisieren.

¹⁷ Nähere Informationen zu den Einflussfaktoren der Feinstaub-Belastung sind im Bericht „Analyse der Feinstaub-Belastung 2009–2017“ zu finden (UMWELTBUNDESAMT 2018a).

¹⁸ <https://www.umweltbundesamt.at/klima/luftguete-daten/luft-jahresberichte>

¹⁹ <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2012/health-effects-of-black-carbon>

²⁰ Convention on Long Range Transboundary Air Pollution (Genfer Luftreinhaltekonvention)

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.²¹ Nach § 24 dieses Gesetzes sind für jene Luftschadstoffe, für die Immissionsgrenzwerte vorgeschrieben sind, Emissionsbilanzen zu erstellen.

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 2018 an einer Messstelle in Graz überschritten. Der Grenzwert gemäß IG-L – 50 µg/m³ als Tagesmittelwert, 25 Überschreitungen sind zulässig – wurde 2018 an drei gemäß IG-L betriebenen Messstellen in Graz (Graz Don Bosco, Graz Ost Petersgasse und Graz Süd Tiergartenweg) überschritten (UMWELTBUNDESAMT 2019a).

Immissionsschutzgesetz-Luft

Immissionsgrenzwerte für PM₁₀

3.2 Emissionstrend 1990–2018

Der TSP-Ausstoß Österreichs ist von 1990–2018 um 28 % auf 38.300 Tonnen zurückgegangen. Bei den PM₁₀-Emissionen ist im selben Zeitraum eine Reduktion von 35 % auf 26.400 Tonnen zu verzeichnen, die PM_{2,5}-Emissionen sanken um 48 % auf 14.300 Tonnen.

Staub-Emissionen sind rückläufig

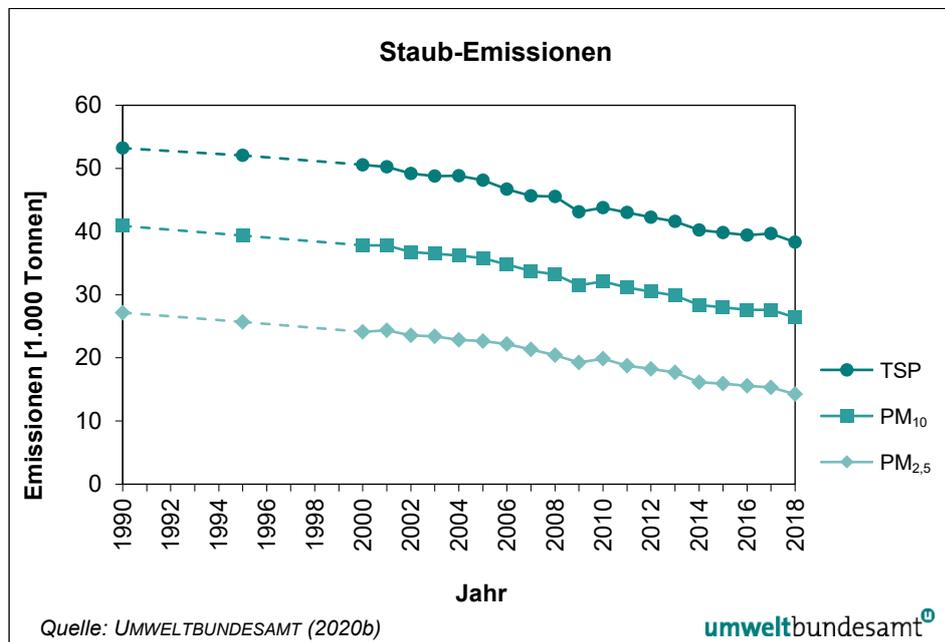


Abbildung 3:
Trend der Emissionen von TSP, PM₁₀ und PM_{2,5}.

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

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

trendbestimmende Faktoren

²¹ <https://www.umweltbundesamt.at/klima/luftguete-daten/luft-grenzwerte>

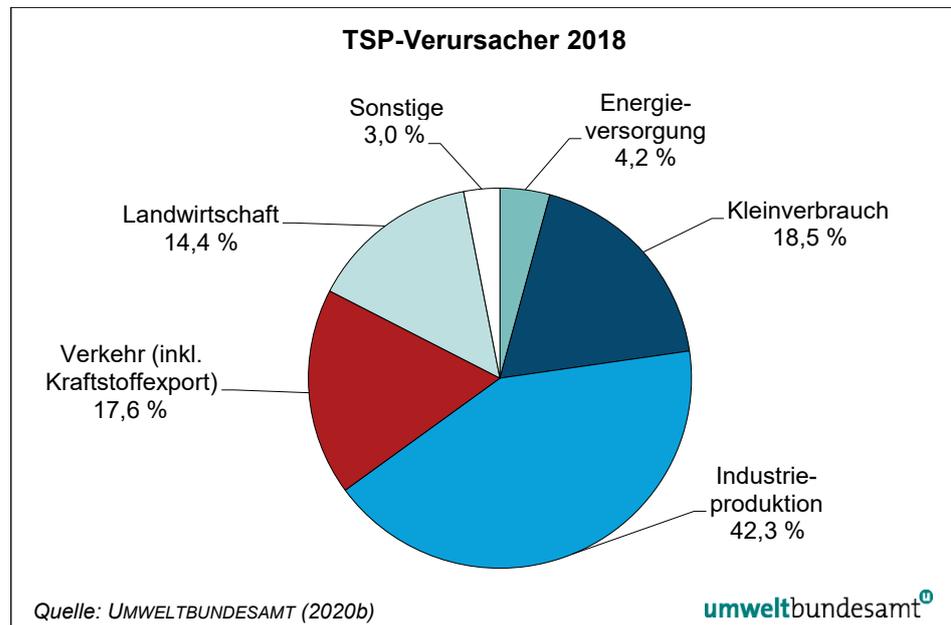
der leicht steigenden wirtschaftlichen Aktivitäten wieder zu. Von 2017 auf 2018 nahmen die TSP-Emissionen um 3,4 % ab, die PM₁₀-Emissionen gingen um 4,3 % und die PM_{2,5}-Emissionen um 6,8 % zurück. Die Hauptursache hierfür waren Reduktionen im Hausbrand aufgrund der milden Witterung 2018 und einem Rückgang des Biomasseeinsatzes in den Heizungen. Zu einem geringen Teil kann die aktuelle Emissionsreduktion auch auf Effizienzverbesserungen durch thermische Sanierung und auf eine Umstellung auf moderne Biomasseheizungen (Verbesserung der Verbrennungstechnologie) zurückgeführt werden.

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 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 freigesetzt.

Abbildung 4:
Anteile der
Verursachersektoren an
den TSP-Emissionen
Österreichs.



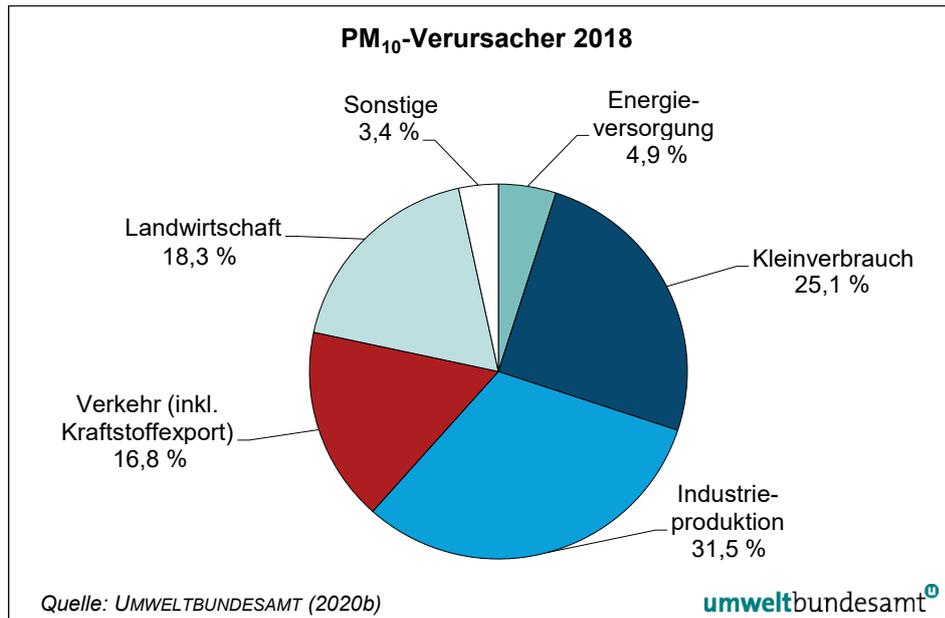


Abbildung 5:
Anteile der
Verursachersektoren an
den PM₁₀-Emissionen
Österreichs.

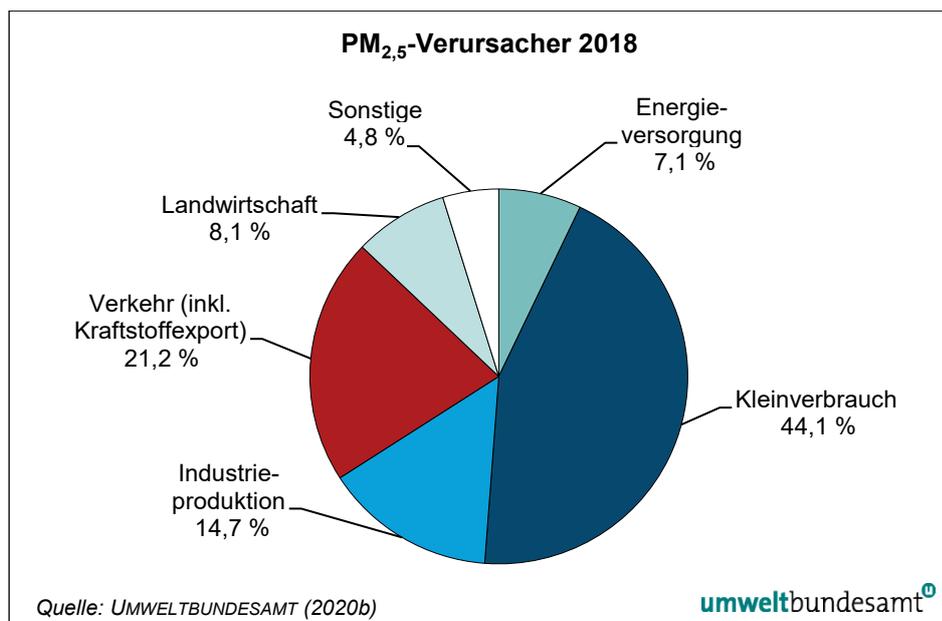


Abbildung 6:
Anteile der
Verursachersektoren an
den PM_{2,5}-Emissionen
Österreichs.

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, 2019a).²²

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

Maßnahmen zur Staubreduktion

²² Siehe auch Internetseite des Umweltbundesamtes:
<https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/luft/daten-luft>

4 KLASSISCHE LUFTSCHADSTOFFE

In diesem Kapitel sind die Luftschadstoffe Stickstoffoxide (NO_x), Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC), Schwefeldioxid (SO₂), Ammoniak (NH₃) und Kohlenstoffmonoxid (CO) dargestellt.²³

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 durch Luftschadstoffe

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 durch Stickstoffverbindungen

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

4.1 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.

²³ Es ist zu beachten, dass die Bezeichnung „klassische Luftschadstoffe“ für NO_x, NMVOC, SO₂, NH₃ und CO keiner offiziellen Definition entspricht.

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)

Im Rahmen des Übereinkommens wurde am 1. Dezember 1999 von Österreich das Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon²⁴ (Göteborg-Protokoll, 1999) unterzeichnet. Das Protokoll enthält absolute Emissionshöchstmengen für 2010 und trat am 17. Mai 2005 in Kraft.

Göteborg-Protokoll

Im Mai 2012 wurde eine Revision des Göteborg-Protokolls²⁵ 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 %²⁶) entfalten aber keine bindende Wirkung, da Österreich das Göteborg-Protokoll nicht ratifiziert hat. Sie bilden jedoch die Grundlage für die überarbeitete 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 fest²⁷, 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 4.6.

nationale Emissionshöchstmengen

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. Die in der alten NEC-Richtlinie festgelegten Emissionshöchstmengen ab 2010 gelten bis Ende 2019. Danach, im Jahr 2020, werden die neuen Reduktionsverpflichtungen anwendbar. Im Gegensatz zu der bisherigen NEC-Richtlinie sind die Ziele nicht mehr als Absolut- sondern als Relativwerte festgelegt. Basisjahr für die Berechnungen der Emissionsreduktionsverpflichtungen der Jahre 2020 und 2030 ist das Jahr 2005.

revidierte NEC-Richtlinie

Für Österreich sind folgende Emissionshöchstmengen bzw. Emissionsreduktionsziele festgelegt:

²⁴ Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone

²⁵ http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.html

²⁶ http://www.unece.org/fileadmin/DAM/press/pr2012/GothenburgProtocol_Table_Eng.pdf

²⁷ Diese weichen vereinzelt vom Göteborg-Protokoll ab.

Tabelle 3:
Emissionshöchst­mengen bzw.
Emissionsreduktionsziele
Österreichs.

Jahr	ab 2010*	2020–2029**	ab 2030**
Europäische rechtliche Grundlage	NEC-Richtlinie (2001/81/EG)	neue NEC-Richtlinie (RL (EU) 2016/2284)	
Nationale rechtliche Grundlage	Emissionshöchst­mengen­gesetz-Luft (BGBl. I Nr. 34/2003)	Emissionsgesetz-Luft 2018 (BGBl. I Nr. 75/2018)	
NO_x	103 kt	37 %	69 %
SO₂	39 kt	26 %	41 %
NMVO	159 kt	21 %	36 %
NH₃	66 kt	1 %	12 %
PM_{2,5}	–	20 %	46 %

* absolute Emissionshöchst­menge in kt pro Jahr

** Emissionsreduktionsziel in % gegenüber dem Basisjahr 2005

nationale Programme

Um die Zielerreichung sicherzustellen, sind nationale Maßnahmenprogramme festzulegen und umzusetzen. Das erste nationale Luftreinhalteprogramm wurde 2010 erstellt (BUNDESREGIERUNG 2010) und 2012 evaluiert (UMWELTBUNDESAMT 2012). Unter der neuen Richtlinie mussten Österreich sowie alle andern Mitgliedstaaten ein Maßnahmenprogramm erstellen und an die Europäische Kommission übermitteln (BMNT 2019). Dieses ist alle vier Jahre zu aktualisieren. Die Entwicklung der Emissionen ist weiterhin im Rahmen von regelmäßigen Emissionsinventuren und Emissionsprognosen zu überwachen.

Kraftstoffexport im Fahrzeugtank

In den gültigen Richtlinien zur Emissionsberichterstattung²⁸ ist bei den klassischen Luftschadstoffen einzelnen Staaten die Möglichkeit gegeben, die Emissionen vom Straßenverkehr sowohl auf Basis des verkauften Treibstoffs (fuel sold) als auch auf Basis des verbrauchten Treibstoffs (fuel used) zu berichten. Für den Vergleich mit den zulässigen nationalen Emissionshöchst­mengen 2010–2019 werden für Österreich die Emissionen ohne Kraftstoffexport herangezogen. Die im Ausland emittierte Schadstoffmenge von in Österreich gekauftem Kraftstoff wird somit für die Zielerreichung nicht berücksichtigt.

Flexibilitätsregelungen

Eine Neuerung im Rahmen der revidierten NEC-Richtlinie sind Flexibilitätsregelungen, die von den EU-Mitgliedstaaten unter bestimmten, detailliert zu begründenden Umständen bei einer Überschreitung der NEC-Emissionshöchst­mengen für die Zielerreichung genutzt werden können. Österreich nutzt diese seit 2017 für die NO_x- und NH₃-Zielerreichung. Für das Berichtsjahr 2020 wurden nur für NO_x Anpassungsvorschläge eingereicht. Nach Revision der NH₃-Emissionen liegen diese in allen Jahren von 2010 bis 2018 unter der in der NEC-Richtlinie festgesetzten Höchst­menge (siehe Kapitel 4.6.).

Zur Bewahrung der Konsistenz mit der Treibhausgas-Inventur werden in diesem Bericht die Emissionsmengen sowohl inklusive als auch exklusive der Emissionen aus Kraftstoffexport dargestellt und beschrieben.

²⁸ Guidelines for Reporting Emission Data under the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (LRTAP) (ECE/EB.AIR/125)

4.2 Stickstoffoxide (NO_x)

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

Emissionsquellen

Emissionstrend 1990–2018

Von 1990–2018 konnte der Stickstoffoxid-Ausstoß um insgesamt 31 % auf rund 150.900 Tonnen gesenkt werden, wobei 2018 um 6,8 % weniger NO_x emittiert wurde als im Jahr zuvor. Abzüglich der Emissionen aus dem Kraftstoffexport (im Fahrzeugtank exportierte Kraftstoffmengen) lagen die Emissionen 2018 bei rund 135.700 Tonnen NO_x (– 32 % seit 1990 bzw. – 5,4 % gegenüber 2017). Durch Kraftstoffexport wurden im Jahr 2018 somit NO_x-Emissionen im Ausmaß von rd. 15.100 Tonnen freigesetzt.

Abnahme um 6,8 % gegenüber Vorjahr

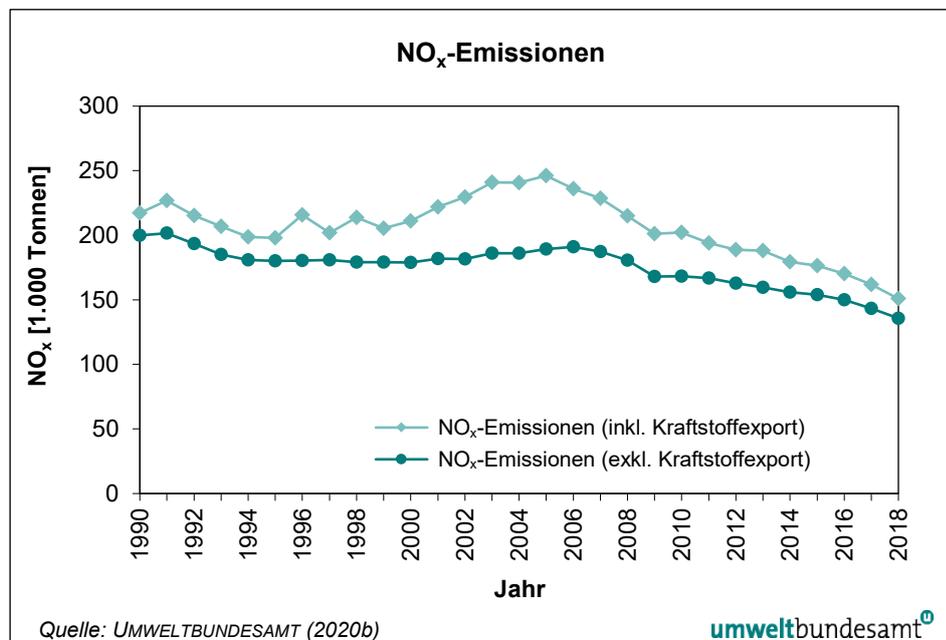


Abbildung 7:
Trend der Stickstoffoxid-Emissionen (inkl. und exkl. NO_x aus Kraftstoffexport).

Die österreichischen NO_x-Emissionen gehen seit 2005 kontinuierlich zurück, 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.

trendbestimmende Faktoren

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 Offroad-Maschinen und Geräte der Industrie und auf einen Emissionsrückgang aus der Holzverarbeitenden Industrie zurückzuführen ist.

Die Neuinbetriebnahme einer Rauchgasreinigungsanlage zur Reduzierung der Schwefel- und Stickstoffoxid-Emissionen (SNO_x-Anlage) in der Raffinerie Schwachat sowie ein geringerer Kohle- und Gaseinsatz in Kraftwerken sind im **Sektor Energieversorgung** die wesentlichen Gründe für die Emissionsabnahmen seit 2007.

Der NO_x-Ausstoß aus dem **Sektor Kleinverbrauch** ist stark abhängig von der Witterung. Die teilweise milden Winter der letzten Jahre, der verstärkte Einsatz von effizienter Brennwertechnik bei Öl- und Gaskesseln (Heizkesseltausch) sowie die Gebäudesanierung sind die Ursachen für den Rückgang der NO_x-Emissionen aus dem Kleinverbrauch.

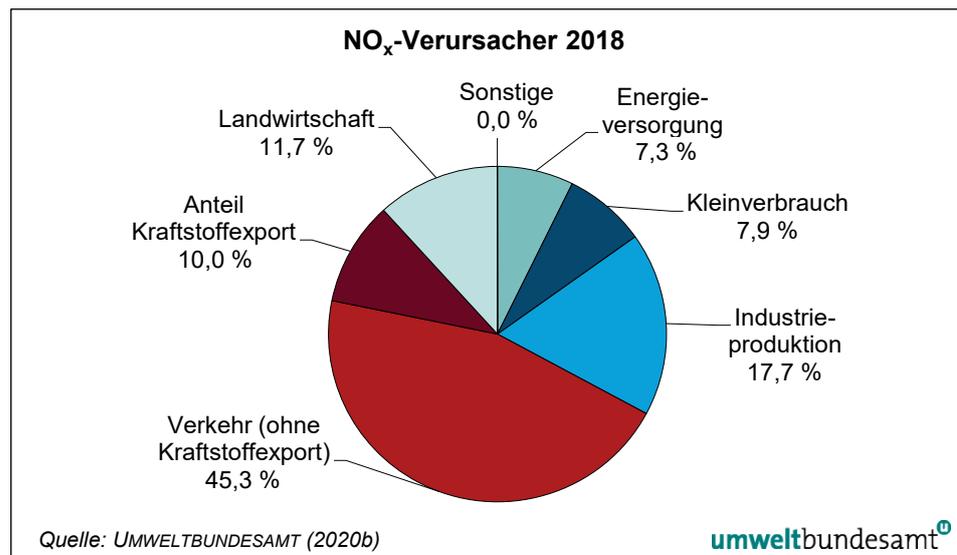
In der **Landwirtschaft** ist vor allem der Rückgang der Emissionen aus den mobilen Offroad-Geräten für den sinkenden Trend verantwortlich. Die reduzierte Stickstoffdüngung auf landwirtschaftlichen Böden wirkte sich ebenfalls emissionsmindernd aus.

Verursacher

Hauptemittenten

Im Jahr 2018 verursachte der Verkehrssektor 55 % der NO_x-Emissionen, gefolgt von den Sektoren Industrieproduktion und Landwirtschaft.

Abbildung 8:
Anteile der Verursachersektoren an den Stickstoffoxid-Emissionen in Österreich.



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

4.3 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)

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.

Da die Abfallbehandlung keine nennenswerten NMVOC-Emissionen verursacht, wird in diesem Kapitel der Sektor Sonstige direkt als Sektor Lösemittelanwendung bezeichnet.

Emissionstrend 1990–2018

Von 1990–2018 konnten die NMVOC-Emissionen in Österreich um 68 % auf rund 107.200 Tonnen reduziert werden, wobei es von 2017 auf 2018 zu einem Rückgang von 3,2 % kam. Ohne Einrechnung der Emissionen aus dem Kraftstoffexport lag die Emissionsmenge 2018 bei 106.600 Tonnen NMVOC (– 68 % seit 1990 bzw. – 3,1 % gegenüber 2017).

Emissionsquellen

Abnahme um 3,2 % gegenüber Vorjahr

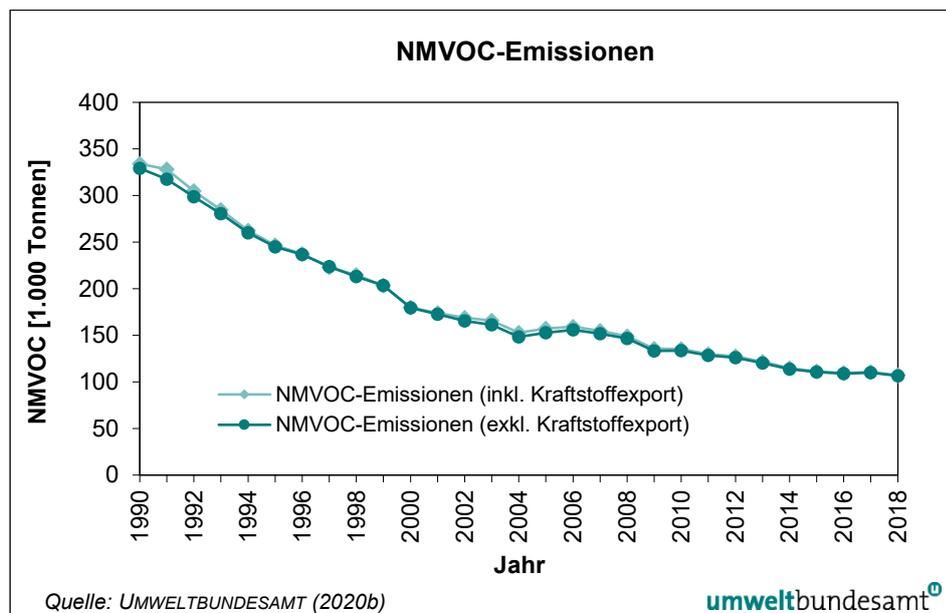


Abbildung 9:
Trend der NMVOC-Emissionen (inkl. und exkl. NMVOC aus Kraftstoffexport).

In den Sektoren Verkehr und Lösemittelanwendung konnten seit 1990 die mit Abstand größten Reduktionen erzielt werden. Beim **Verkehr** gelang dies durch den verstärkten Einsatz von Katalysatoren und Diesel-Kfz in Kombination mit verschärften Emissionsstandards. Im Jahr 2018 nahm der Verkehrssektor nur mehr einen Anteil von 5,3 % 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 gesenkt werden. Im Bereich der **Landwirtschaft** waren sinkende Viehbestände für den NMVOC-Rückgang verantwortlich. Im Sektor **Kleinverbrauch** kam es vorwiegend durch einen starken Rückgang bei der Verwendung von Kohle als Brennstoff und einer verbesserten Heizungstechnologie bei Biomasseheizungen zu deutlichen Emissionsreduktionen seit 1990. Der NMVOC-Ausstoß der übrigen Sektoren konnte ebenfalls reduziert werden.

trendbestimmende Faktoren

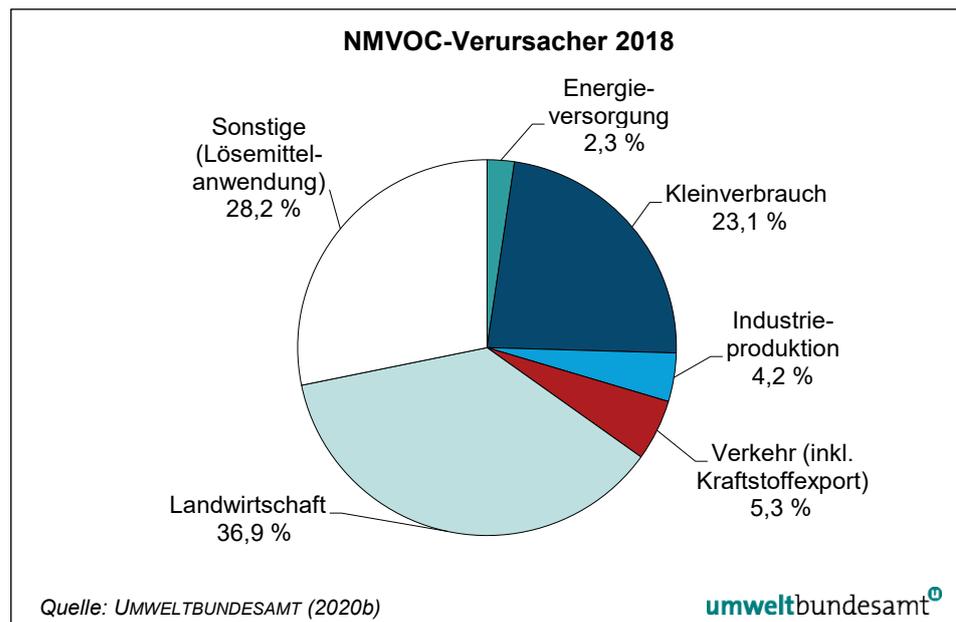
Die Emissionsabnahme von 2017 auf 2018 wurde ebenfalls überwiegend vom Sektor Kleinverbrauch verursacht, bedingt durch die milde Witterung und den damit verbundenen geringeren Heizbedarf.

Verursacher

Hauptemittenten

Ein Großteil der österreichischen NMVOC-Emissionen wurde 2018 von den Sektoren Landwirtschaft, Sonstige (Lösemittelanwendung) und Kleinverbrauch verursacht.

Abbildung 10:
Anteile der
Verursachensektoren an
den NMVOC-
Emissionen in
Österreich.



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

4.4 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.

Emissionstrend 1990–2018

Abnahme um 8,4 % gegenüber Vorjahr

Die österreichischen SO₂-Emissionen sind von 1990–2018 um 84 % zurückgegangen. 2018 wurden somit noch rund 11.800 Tonnen SO₂ emittiert, das entspricht einer Emissionsabnahme von 8,4 % gegenüber dem Vorjahr. Die Emissionsmenge ohne Berücksichtigung der Emissionen aus Kraftstoffexport betrug 2018 11.700 Tonnen, auch sie hat gegenüber 2017 um 8,4 % abgenommen.

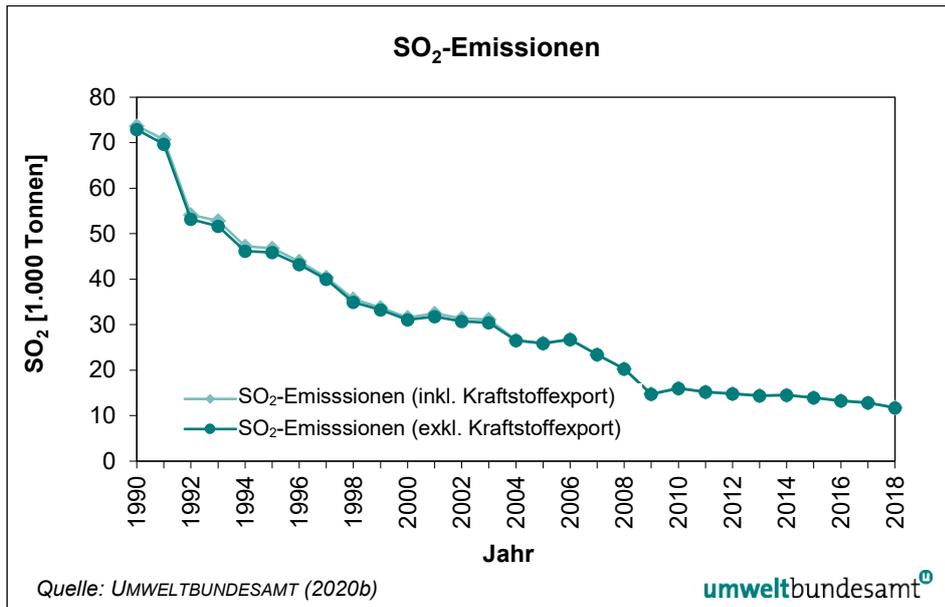


Abbildung 11:
Trend der
Schwefeldioxid-
Emissionen (inkl. und
exkl. SO₂ aus
Kraftstoffexport).

Die starke Emissionsminderung seit 1990 konnte durch die Absenkung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten und Treibstoffen (gemäß Kraftstoffverordnung), den Einbau von Entschwefelungsanlagen in Kraftwerken (gemäß Luftreinhaltengesetz 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 Kohleeinsatz eine weitere Abnahme erzielt werden. Die Finanz- und Wirtschaftskrise und der damit verbundene Einbruch der industriellen Produktion sowie der verringerte Brennstoffeinsatz sind die wesentlichen Gründe für den Rückgang der SO₂-Emissionen von 2008 auf 2009. Der Emissionsanstieg im darauffolgenden Jahr war bedingt durch die Erholung der Wirtschaft. In den anschließenden Jahren verliefen die Emissionen weitgehend konstant.

Die leichte Abnahme der SO₂-Emissionen von 2017 auf 2018 wurde vorwiegend durch einen Rückgang bei den pyrogenen Emissionen in der Eisen- und Stahlindustrie verursacht.

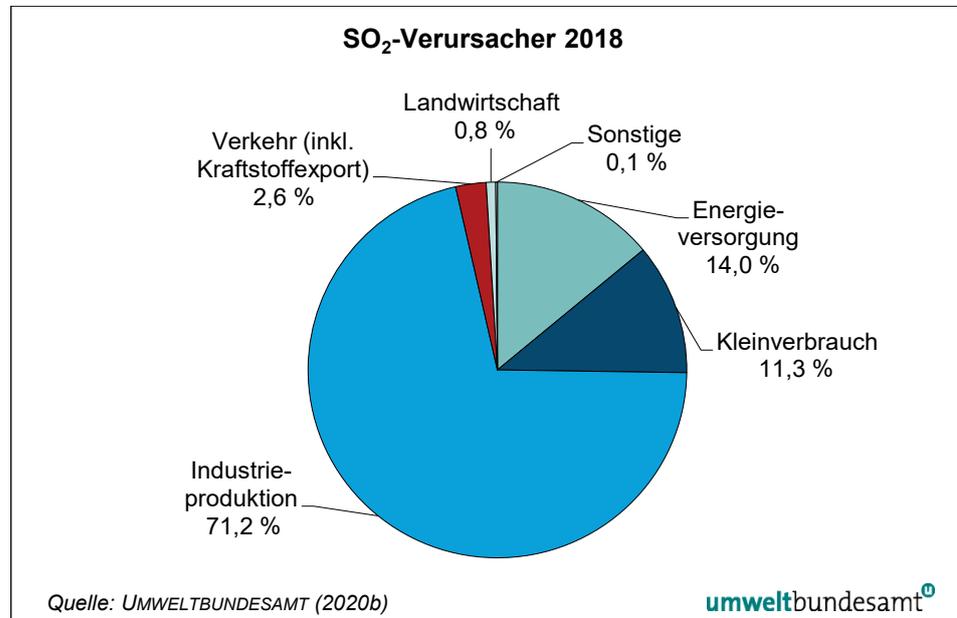
trendbestimmende Faktoren

Verursacher

Hauptemittenten

Der Sektor Industrieproduktion war im Jahr 2018 für fast drei Viertel der österreichischen SO₂-Emissionen verantwortlich, gefolgt von den Sektoren Energieversorgung und Kleinverbrauch.

Abbildung 12:
Anteile der
Verursachensektoren an
den Schwefeldioxid-
Emissionen in
Österreich.



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

4.5 Ammoniak (NH₃)

Emissionsquellen

Die österreichischen NH₃-Emissionen entstehen 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 Großteil der NH₃-Emissionen verantwortlich.

Emissionstrend 1990–2018

Abnahme um 1,6 % gegenüber Vorjahr

Von 1990–2018 kam es zu einer Zunahme der gesamten österreichischen NH₃-Emissionen um insgesamt 4,7 % auf 64.600 Tonnen. Von 2017 auf 2018 ist der NH₃-Ausstoß um 1,6 % gesunken. Ohne Einrechnung der Emissionen aus dem Kraftstoffexport lag die Emissionsmenge 2018 bei 64.400 Tonnen (+ 4,4 % seit 1990 bzw. - 1,5 % gegenüber 2017).

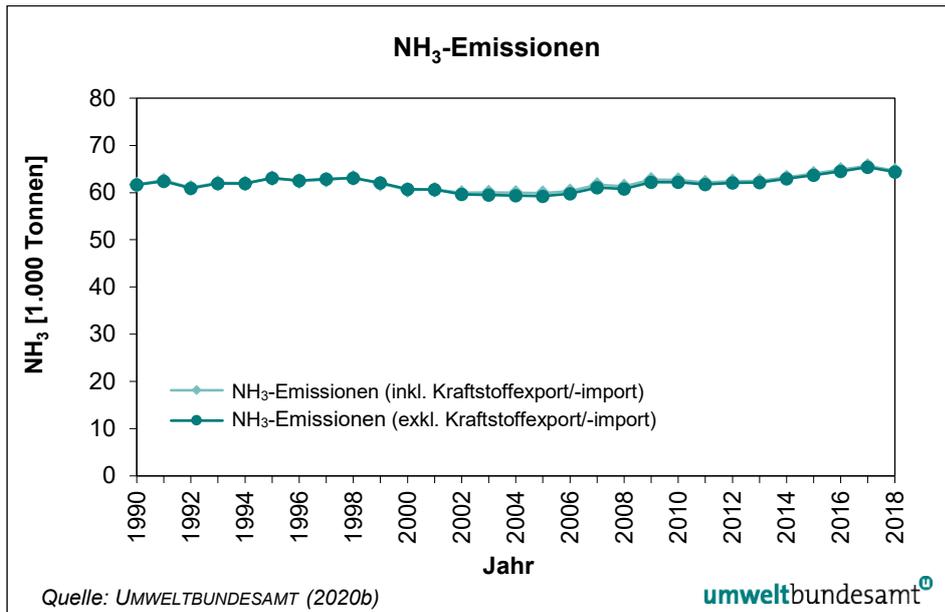


Abbildung 13:
Trend der Ammoniak-
Emissionen (inkl. und
exkl. NH₃ aus
Kraftstoffexport²⁹).

Der NH₃-Trend Österreichs verläuft von 1990–2018 relativ stabil. Die österreichischen NH₃-Emissionen stammen nahezu ausschließlich aus dem Sektor Landwirtschaft (93,4 %). Die Emissionen unterliegen seit 1990 nur wenigen Veränderungen. Die seit 1990 insgesamt leichte Zunahme der Ammoniak-Emissionen – trotz eines etwas sinkenden Rinderbestandes – lässt sich durch die vermehrte Haltung in Laufställen (aus Gründen des Tierschutzes und EU-rechtlich vorgeschrieben) und die steigende Anzahl leistungsstärkerer Milchkühe erklären. Außerdem kam es zu einem verstärkten Einsatz von Harnstoff als Stickstoffdünger (kostengünstiges, aber wenig effizientes Düngemittel). Bei den NH₃-Emissionen aus der biologischen Abfallbehandlung ist seit 1990 ein merklicher Anstieg der Emissionen bis 2005 und in deutlich geringerem Ausmaß in den Folgejahren zu verzeichnen.

Für die Abnahme der NH₃-Emissionen von 2017–2018 sind die geringere Minereraldüngermenge und vor allem der Rückgang von Harnstoffdünger, der auf den landwirtschaftlichen Böden ausgebracht wurde, hauptverantwortlich. Auch der niedrigere Rinder- und Schweinebestand wirkte sich emissionsmindernd aus. Der kleinere Milchkuhbestand wurde allerdings mit der gestiegenen Milchleistung und der dadurch höheren Emissionsrate pro Kuh kompensiert.

trendbestimmende Faktoren

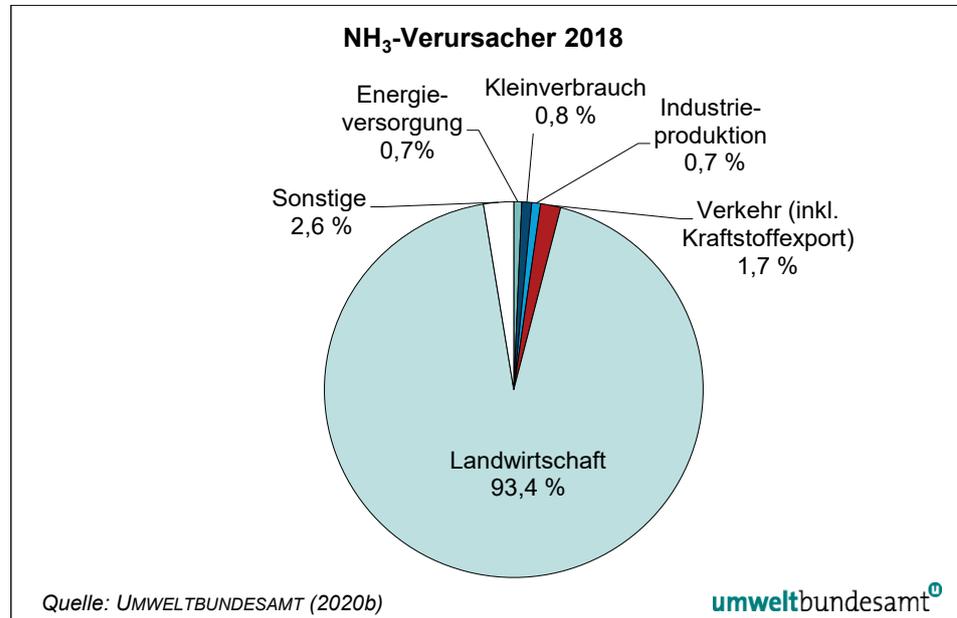
²⁹ In vereinzelten Jahren kam es bei Benzin zu Netto-Kraftstoffimporten, der Inlandverbrauch war demnach höher als die im Inland verkaufte Kraftstoffmenge. Da die spezifischen NH₃-Emissionen aus Benzinmotoren mit Katalysator wesentlich höher sind als aus Dieselmotoren, können die Emissionen aus dem im Inland verbrauchten Kraftstoff höher liegen als die Emissionen aus dem im Inland verkauften Kraftstoff.

Verursacher

Hauptemittent

Der Sektor Landwirtschaft emittierte 2018 den mit Abstand größten Teil der NH₃-Emissionen Österreichs.

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



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

4.6 Zielerreichung

Wie bereits in Kapitel 4.1 beschrieben, sind in der NEC-Richtlinie für die einzelnen Mitgliedstaaten der Europäischen Union verbindliche nationale Emissionshöchstmengen für NO_x, NMVOC, SO₂ und NH₃ festgelegt, welche seit dem Jahr 2010 einzuhalten sind. Entsprechend Artikel 2 der NEC-Richtlinie sind alle anthropogenen Emissionsquellen dieser Luftschadstoffe auf dem Gebiet der Mitgliedstaaten zu erfassen. Die im Ausland durch Kraftstoffexport emittierten Emissionsanteile werden bei der Bemessung der in Österreich für den Zeitraum 2010 bis 2019 einzuhaltenden Emissionshöchstmengen nicht berücksichtigt.

Flexibilitätsregelungen

Gemäß der NEC-Richtlinie 2016/2284 können die EU-Mitgliedstaaten unter bestimmten Umständen Flexibilitätsregelungen für die Zielerreichung anwenden. Diese werden von Österreich genutzt. Dafür ausschlaggebend sind 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).

In den Jahren 2017 und 2018 wurden daher von Österreich Vorschläge zur Anpassung spezifischer Inventurdaten für den NO_x- und NH₃-Zielevergleich bei der Europäischen Kommission eingereicht (UMWELTBUNDESAMT 2017b, 2018b).

Die Anpassungsvorschläge wurden bewilligt, wodurch es für Österreich legitim ist, bei Überschreitung der Höchstmengen diese Anpassungswerte von der nationalen Emissionsmenge abzuziehen.

Im Berichtsjahr 2020 wurden von Österreich nur für NO_x Anpassungen für den Zielevergleich vorgenommen (UMWELTBUNDESAMT 2020e), da aufgrund von methodischen Änderungen in der Berechnung der Ammoniak-Emissionen die nationalen NH₃-Emissionsmengen in allen Jahren von 2010 bis 2018 unter der in der NEC-Richtlinie festgesetzten Höchstmenge liegen und somit keine Anpassungen notwendig und zulässig sind.

NO_x-Ziele

Die zulässige Emissionshöchstmenge gemäß EG-L beträgt 103 Kilotonnen ab 2010. Im Jahr 2018 wurden in Österreich rund 135,7 Kilotonnen NO_x (ohne Kraftstoffexport) emittiert.

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 2017b, 2018b, 2019b, 2020e). 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).

Unter Berücksichtigung der bewilligten Anpassungen wird die festgesetzte Emissionshöchstmenge für NO_x (103 kt ab 2010) in den Jahren 2010–2012 überschritten und seit 2013 unterschritten.

Österreich nimmt Flexibilitätsregelung in Anspruch

EG-L-Ziel für NO_x seit 2013 erreicht

NMVOC-Ziel

EG-L-Ziel für NMVOC erreicht

Im Jahr 2018 wurden in Österreich 106,6 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 2010–2017.

SO₂-Ziel

EG-L-Ziel für SO₂ erreicht

Die gemäß EG-L ab 2010 zulässige Höchstmenge von 39 Kilotonnen SO₂ wurde in den Jahren 2010–2018 deutlich unterschritten. Im Jahr 2018 wurden rund 11,7 Kilotonnen SO₂ (ohne Kraftstoffexport) emittiert.

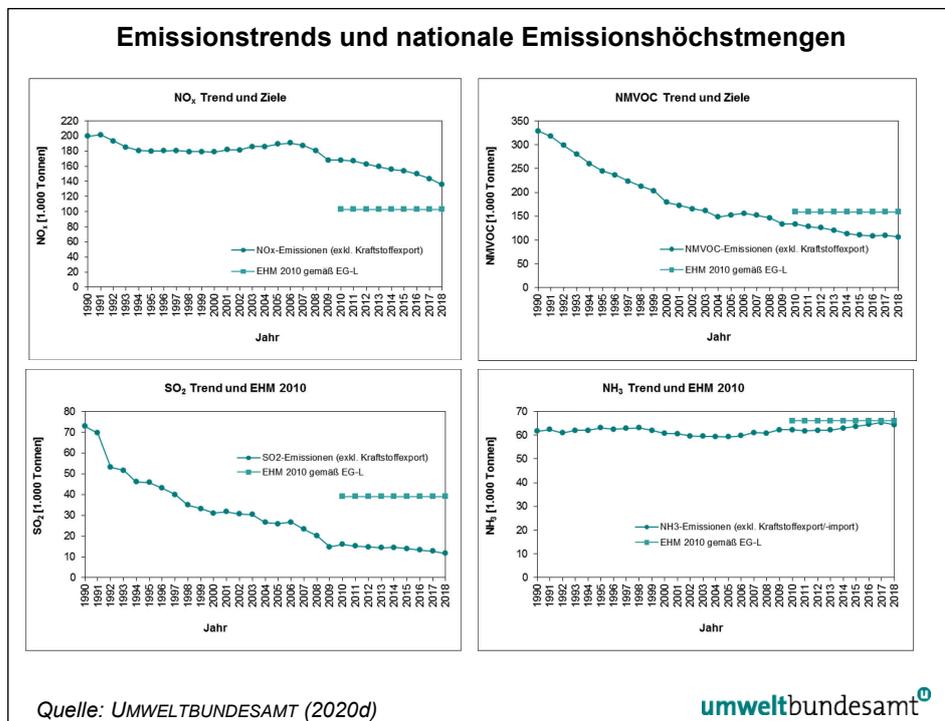
NH₃-Ziel

EG-L Ziel für NH₃ erreicht

Die ab 2010 maximal zulässige Höchstmenge für Ammoniak gemäß EG-L beträgt 66 Kilotonnen. In Österreich wurden im Jahr 2018 rund 64,4 Kilotonnen NH₃ (ohne Kraftstoffexport) emittiert.

Durch methodische Verbesserungen der NH₃ Inventur, die erstmals für das Berichtsjahr 2020 eingearbeitet wurden, liegen die nationalen Emissionsmengen in allen Jahren von 2010 bis 2018 unter der in der NEC-Richtlinie festgesetzten Höchstmenge von 66 kt. Es wurden 2020 daher keine Anpassungsvorschläge unter der NEC-RL (2016/2284/EU) eingereicht.

Abbildung 15: Emissionstrends und nationale Emissionshöchstmengen (NEH)



4.7 Kohlenstoffmonoxid (CO)

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.

Emissionsquellen

Emissionstrend 1990–2018

Von 1990–2018 kam es zu einem Rückgang der CO-Emissionen von insgesamt 61 % auf rund 490.100 Tonnen. Im Jahr 2018 wurde um 7,4 % weniger Kohlenstoffmonoxid emittiert als im Jahr zuvor.

Abnahme um 7,4 % gegenüber Vorjahr

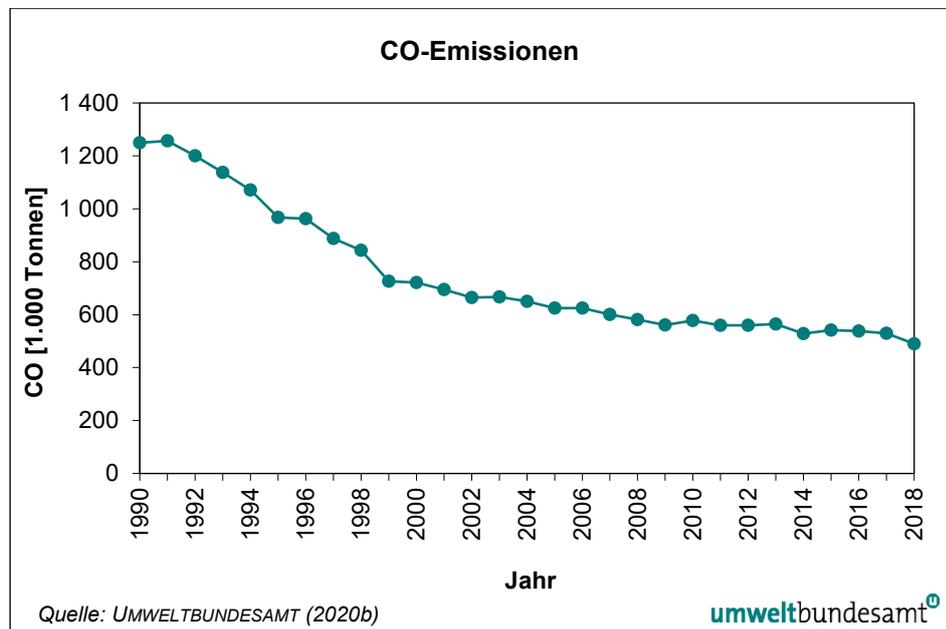


Abbildung 16:
Trend der
Kohlenstoffmonoxid-
Emissionen.

Seit 1990 kam es im **Verkehrssektor** zu den größten Emissionsrückgängen. Dies gelang durch 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 Industriefeuerungen und die Restrukturierung der Stahlwerke konnte auch der **Sektor Industrieproduktion** im selben Zeitraum seinen CO-Ausstoß deutlich senken.

trendbestimmende Faktoren

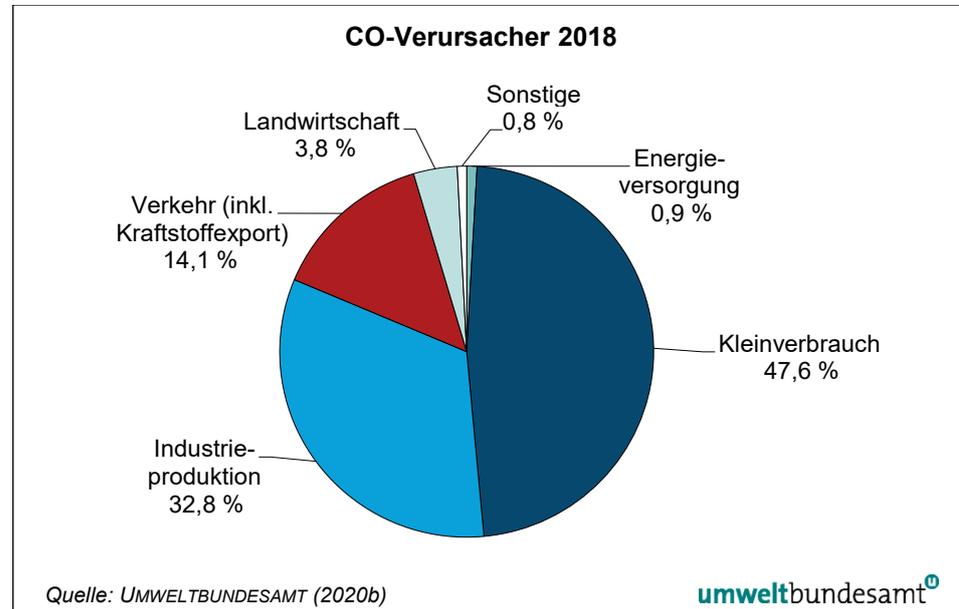
Der Emissionsrückgang von 2013 auf 2014 ist dem Sektor Kleinverbrauch zuzuordnen und wurde durch den milden Winter und damit geringerem Heizbedarf verursacht. Von 2014 auf 2015 kam es – hauptsächlich bedingt durch einen höheren Biomasseeinsatz im Kleinverbrauch und durch die höheren Emissionen aus den Eisen- und Stahlwerken – zu einem neuerlichen Anstieg des CO-Ausstoßes. Im Jahr 2018 wurden in Österreich um insgesamt 7,4 % weniger CO-Emissionen verursacht als im Vorjahr, maßgeblich beeinflusst durch einen reduzierten CO-Ausstoß aus dem Sektor Kleinverbrauch, aufgrund der milden Witterung, und aus der Eisen- und Stahlindustrie.

Verursacher

Hauptemittenten

Der Großteil der CO-Emissionen wurde 2018 von den Sektoren Kleinverbrauch, Industrieproduktion und Verkehr emittiert.

Abbildung 17:
Anteile der
Verursachensektoren an
den Kohlenstoff-
monoxid-Emissionen in
Österreich.



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

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

Auf Basis des UNECE³⁰-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 neuen NEC-Richtlinie 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.

Aarhus-Protokoll Schwermetalle

Im Jahr 2005 wurde von der Europäischen Kommission eine Gemeinschaftsstrategie für Quecksilber³¹ erstellt, die eine Verringerung der Auswirkungen dieses Metalls und seiner Risiken auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit zum Ziel hat. 2010 formulierte die Europäische Kommission eine Empfehlung an den Europäischen Rat über die Teilnahme der Europäischen Gemeinschaft an Verhandlungen über ein Rechtsinstrument für Quecksilber im Anschluss an den Beschluss 25/5 des Verwaltungsrats des UN-Umweltprogramms (UNEP). Seit 2011 sind durch die Verordnung (EG) Nr. 1102/2008³² unter anderem der Export von metallischem Quecksilber und bestimmten Quecksilberverbindungen und –gemischen aus der EU geregelt und Quecksilber in Erzeugnissen beschränkt; außerdem enthält die Verordnung auch abfallrechtliche Bestimmungen zur sicheren Lagerung.

Gemeinschafts- strategie für Hg

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“ 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

Quecksilber- konvention

³⁰ Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (United Nations Economic Commission for Europe)

³¹ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0020&from=DE>

³² <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1102&from=DE>

das Abkommen im Mai 2017 im Vorfeld der ersten Vertragsstaatenkonferenz³³ ratifiziert. Zur Vorbereitung auf die Ratifikation wurden, basierend auf einem Impact Assessment durch die Neufassung der ab 01.01.2018 geltenden Quecksilberverordnung (VO 2017/852/EU³⁴ und Aufhebung der VO 1102/2008/EU), umsetzende legislative Maßnahmen getroffen. Die Durchführung dieser Verordnung in Österreich erfolgte durch die Novelle des Chemikaliengesetzes (ChemG-Novelle 2018, BGBl. I Nr. 44/2018).

Grenzwerte und Richtlinien zu Quecksilber-verunreinigten Standorten aus dem Abfallbereich und die Abfallverbrennung waren Themen der zweiten Vertragsstaatenkonferenz³⁵. Die dritte Vertragsstaatenkonferenz zum Minamata Übereinkommen (COP 3) fand vom 25. bis 29. November 2019 in Genf statt³⁶. Derzeit hält das „Minamata-Abkommen“ bei 128 Unterzeichnungen und 119 Ratifikationen.

Diese „Minamata-Convention on Mercury“³⁷ (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.³⁸ 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.

In Anlehnung an das oben angeführte Protokoll über Schwermetalle der UNECE (LRTAP Konvention) werden in diesem Kapitel die Emissionstrends von Kadmium, Quecksilber und Blei diskutiert.

5.2 Emissionstrend 1990–2018

Emissionsquellen

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

Für Kadmium sind die Eisen- und Stahlproduktion, die Erdölraffination, die energetische Nutzung von Biomasse in Kraftwerken und der Kleinverbrauch die Hauptemissionsquellen.

Die Industrieproduktion, vorwiegend die Eisen- und Stahlindustrie sowie die Zementindustrie, ist die bedeutendste Quelle für den Quecksilber-Ausstoß.

Bei den Blei-Emissionen bestimmt die Eisen- und Stahlindustrie maßgeblich den Trend. Ein beachtlicher Teil der österreichischen Pb-Emissionen wird auch durch

³³ <http://www.mercuryconvention.org/Negotiations/COP1/tabid/5544/Default.aspx>

³⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0852&from=DE>

³⁵ <http://www.mercuryconvention.org/Meetings/COP2/tabid/6355/language/en-US/Default.aspx>

³⁶ <http://www.mercuryconvention.org/Meetings/COP3>

³⁷ <http://www.mercuryconvention.org/>

³⁸ <http://www.mercuryconvention.org/Implementationsupport/Formsandguidance/tabid/5527/language/en-US/Default.aspx>

den Reifen- und Bremsabrieb verursacht, der in der aktuellen Inventur erstmalig berechnet wurde. Kraftwerks-, Fernwärme- und Biomasseanlagen nahmen vor allem in den letzten Jahren ebenfalls auf das Emissionsgeschehen Einfluss.

Die Verursacherstruktur hat sich jedoch, verglichen mit 1990, teilweise verändert, da mit Emissionsminderungen in einzelnen Bereichen andere, bisher weniger bedeutende Bereiche (z. B. die Mineralölverarbeitung) an Bedeutung gewonnen haben.

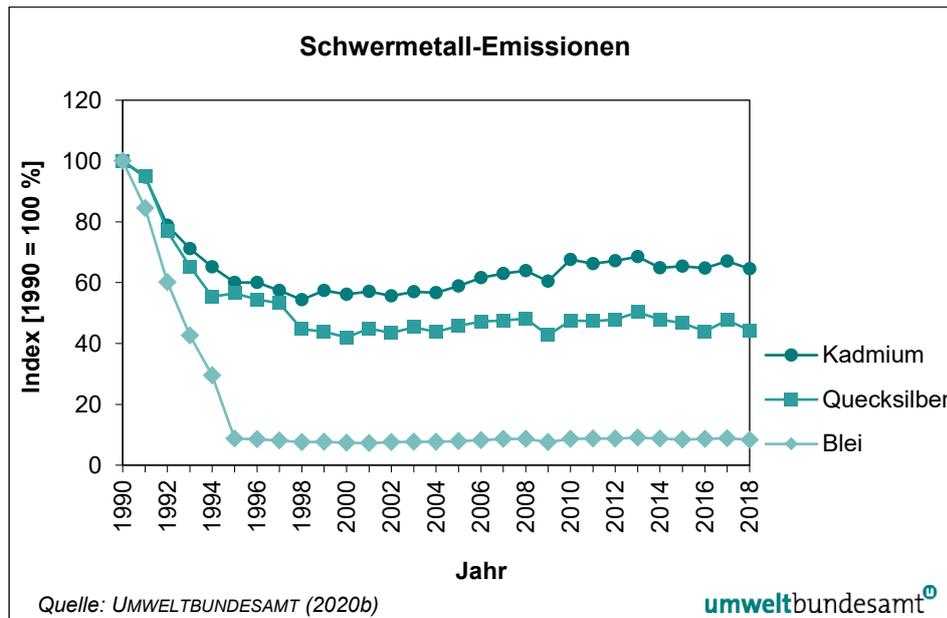


Abbildung 18:
Index-Verlauf der
österreichischen
Schwermetall-
Emissionen (Cd, Hg
und Pb).

Im Zeitraum von 1990–2018 konnte der Kadmium-Ausstoß um 35 % auf 1,1 Tonnen gesenkt werden, die Quecksilber-Emissionen nahmen um 56 % auf 1,0 Tonnen ab und die Blei-Emissionen gingen um 92 % auf 19,3 Tonnen zurück.

Für den deutlich verminderten Schwermetall-Ausstoß sind die verstärkte Nutzung von Rauchgasreinigungstechnologien und der verringerte Einsatz von Kohle, Koks sowie schwerem Heizöl als Brennstoff hauptverantwortlich. Die signifikante Reduktion der Blei-Emissionen bis zur Mitte der 1990er-Jahre wurde vor allem durch das Verbot von bleihaltigem Benzin erreicht.

Durch den Einbruch der industriellen Produktion als Folge der Wirtschaftskrise kam es von 2008 auf 2009 zu einer deutlichen Abnahme der Cd-, Hg- und Pb-Emissionen. Im darauffolgenden Jahr nahmen die Emissionen aller drei Schwermetalle, bedingt durch einen industriellen Aufschwung, wieder zu. Die höheren Emissionen im Jahr 2013 sind maßgeblich auf die kältere Witterung und den dadurch gesteigerten Heizbedarf sowie auf Emissionszunahmen aus der Eisen- und Stahlproduktion zurückzuführen. Bei den Hg-Emissionen kam es in diesem Jahr auch zu einem höheren Ausstoß aus der Zementindustrie. Von 2015 auf 2016 ging der Hg-Ausstoß merklich zurück, das ist auf Reduktionen in der Industrieproduktion (insbesondere in der Zementproduktion) und in der Energieversorgung (verringertes Kohle- und Biomasseinsatz bei Kraftwerken) zurückzuführen. Von 2016 auf 2017 kam es generell zu einem Anstieg der Schwermetall-Emissionen, überwiegend bedingt durch einen erhöhten Ausstoß aus dem Sektor Industrieproduktion (gestiegene Eisen- und Stahlproduktion, bei den Hg-Emissionen zusätzliche Emissionszunahme aus der Zementindustrie).

**deutliche Emissions-
rückgänge**

**trendbestimmende
Faktoren**

Im Zeitraum von 2017–2018 nahm der Schwermetall-Ausstoß ab (Cd: – 3,7 %, Hg: – 7,0 %, Pb: – 6,2 %). Hierfür verantwortlich waren vorwiegend reduzierte Emissionen aus der Eisen- und Stahlindustrie. Bei den Cd-Emissionen spielte der rückläufige Brennstoffeinsatz aufgrund der milden Witterung auch eine wesentliche Rolle.

5.3 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 Zementherstellung und in der Nichteisen-Metallindustrie (Zink- und Bleiproduktion) fallen ebenfalls Cd-Emissionen an. Im Verkehrssektor wird Kadmium durch Reifen- und Bremsabrieb, v. a. im Schwerlastbereich, freigesetzt.

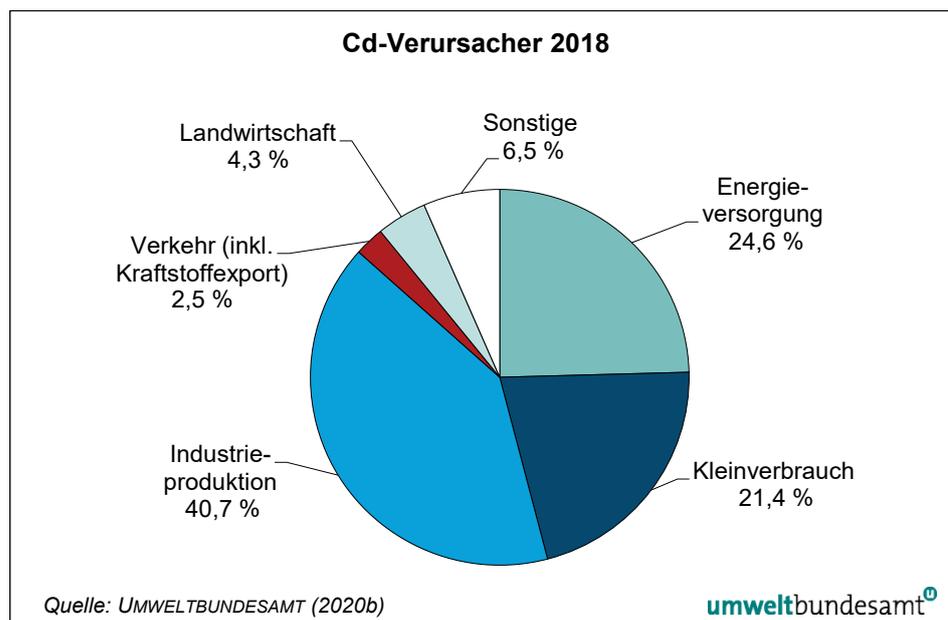
Kadmium und seine Verbindungen sind als „*eindeutig als krebserregend ausgewiesene Arbeitsstoffe*“ klassifiziert (Grenzwertverordnung 2007; Anhang III). Für den Menschen ist neben dem Tabakrauchen die Nahrung der bedeutendste Aufnahmepfad.

Verursacher

Hauptemittenten

Der Großteil der österreichischen Cd-Emissionen wird von den Sektoren Industrie- und Energieerzeugung, Kleinverbrauch und Verkehr emittiert.

Abbildung 19: Anteile der Verursachensektoren an den Kadmium-Emissionen Österreichs.



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

5.4 Quecksilber (Hg)

Der Großteil der österreichischen Quecksilber-Emissionen entsteht bei der industriellen Produktion sowie bei der Verbrennung von Koks, Kohle, Raffinerierückständen und Brennholz.

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.

Verursacher

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

Emissionsquellen

Hauptemittenten

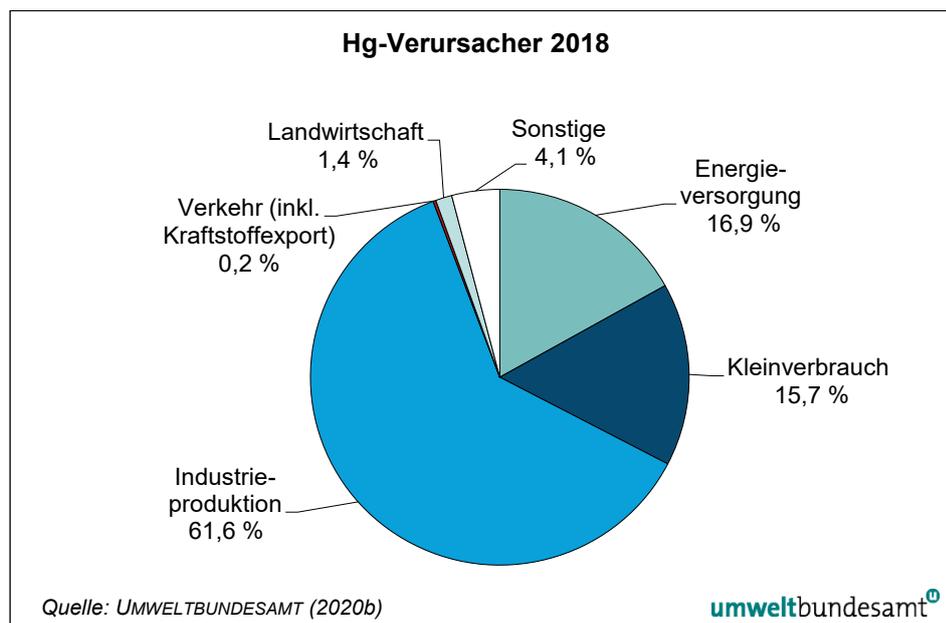


Abbildung 20:
Anteile der
Verursachersektoren an
den Quecksilber-
Emissionen Österreichs.

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

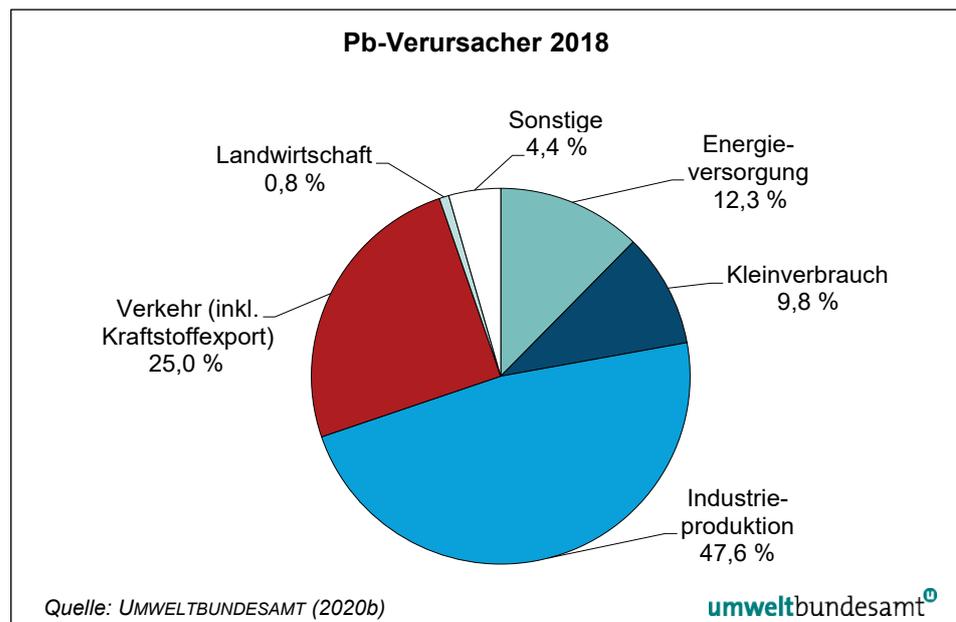
5.5 Blei (Pb)

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 bedeutende Quellen sind die sekundäre Kupfer- und Bleierzeugung, die Verbrennung von Raffinerie-Rückständen und die Glaserzeugung.

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 in der aktuellen Inventur erstmalig die Pb-Emissionen aus Reifen- und Bremsabrieb für die ganze Zeitreihe berechnet wurden, dies führte national zu erheblichen Mehremissionen im Sektor Verkehr (+4.798 kg im Jahr 2018) und zu einem höheren Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen.

Abbildung 21:
Anteile der
Verursachersektoren 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

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.

**Aarhus-Protokoll
POP**

Mit der POP-Konvention des UN-Umweltprogramms (UNEP)³⁹ – auch bekannt als Stockholmer Übereinkommen – wurde ein Prozess in Gang gesetzt, der die weltweite Beseitigung von besonders gefährlichen Dauergiften zum Ziel hat.⁴⁰ Es wurde 2002 von Österreich ratifiziert und trat 2004 in Kraft. Bisher sind über 180 Staaten diesem Abkommen beigetreten. Alle zwei Jahre findet die Vertragsstaatenkonferenz statt, wo unter anderem über die Aufnahme weiterer Stoffe entschieden wird. Unter den in der Konvention genannten Substanzen befinden sich auch Hexachlorbenzol, polychlorierte Biphenyle und die Gruppe der Dioxine. Bei der 4. und 5. Vertragsstaatenkonferenz des Stockholmer Übereinkommens wurde die Aufnahme von zehn weiteren POP in die Verbotsliste beschlossen (UNEP 2009, 2011). Es handelt sich dabei v. a. um Stoffe, die als Flammschutzmittel 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, u. a. Hexabromcyclododecan (HBCD; Flammschutzmittel), Hexachlorbutadien, Pentachlorphenol (PCP) und po-

**Stockholmer
Übereinkommen**

³⁹ <http://www.pops.int>

lychlorierte Naphthaline (PCN) ergänzt. Derzeit unterliegen insgesamt 28 gefährliche Chemikalien den strengen Bestimmungen der Konvention.⁴¹ Bei der 9. Vertragsparteienkonferenz im Mai 2019 wurden PFOA (Perfluorooctansäure) (und damit verwandte Substanzen) sowie Dicofol in das Übereinkommen aufgenommen; diese Änderung wird im Dezember 2020 in Kraft treten.

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 2017c).

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)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren und Indeno(1,2,3-cd)pyren.

Emissionstrend 1990–2018

Abnahme um 8,1 % gegenüber Vorjahr

Von 1990–2018 kam es zu einem Rückgang des österreichischen PAK-Ausstoßes um insgesamt 64 % auf 6,8 Tonnen. Von 2017 auf 2018 betrug die Abnahme 8,1 %.

⁴¹ siehe <http://www.pops.int/TheConvention/ThePOPs/AllPOPs/tabid/2509/Default.aspx>

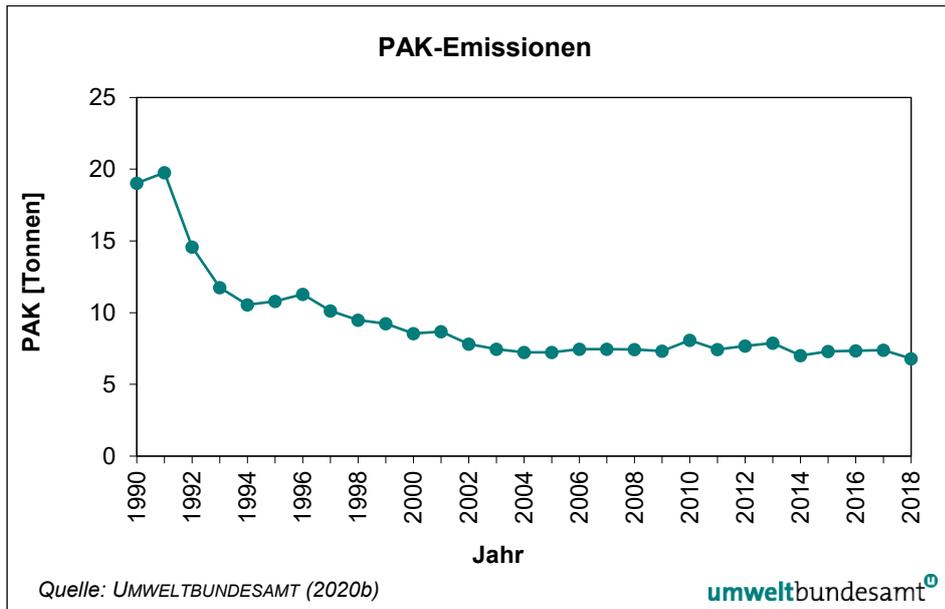


Abbildung 22:
Trend der PAK-
Emissionen (Σ PAK4).

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.

trendbestimmende Faktoren

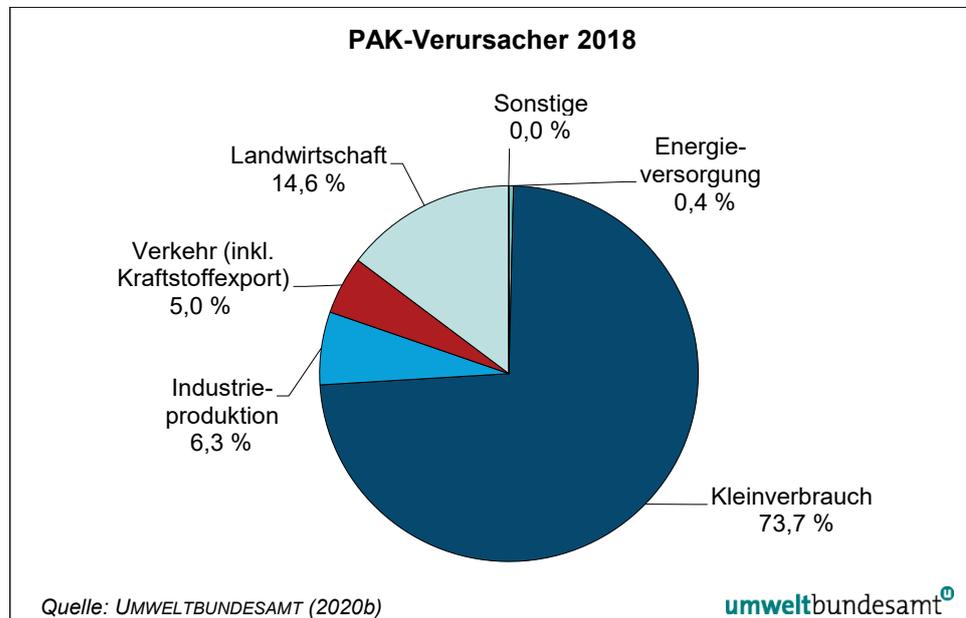
Bereits Ende der 1980er-Jahre konnte durch das Verbot der offenen Strohverbrennung am Feld im Landwirtschaftssektor eine sehr starke Abnahme der PAK-Emissionen erreicht werden. Die PAK-Emissionsmenge aus diesem Sektor ist heutzutage vorwiegend stationären Quellen zuzuordnen. Sie ist abhängig von der 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.

Im Jahr 2018 ging der PAK-Ausstoß aufgrund des milden Winters und dem damit verbundenen geringeren Heizbedarfs des Sektors Kleinverbrauch um 8,1 % zurück.

Verursacher

Hauptemittent Ein Großteil der österreichischen PAK-Emissionen kommt aus dem Sektor Kleinverbrauch.

Abbildung 23:
Anteile der Verursachensektoren an den PAK-Emissionen in Österreich.



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

6.3 Dioxine und Furane

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

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

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

Emissionstrend 1990–2018

Von 1990–2018 kam es in Österreich zu einem Rückgang der Dioxin-Emissionen um insgesamt 73 %. Im Jahr 2018 wurden rund 34 Gramm Dioxin emittiert, der Ausstoß hat im Vergleich zum Vorjahr um 7,5 % abgenommen.

Abnahme um 7,5 % gegenüber Vorjahr

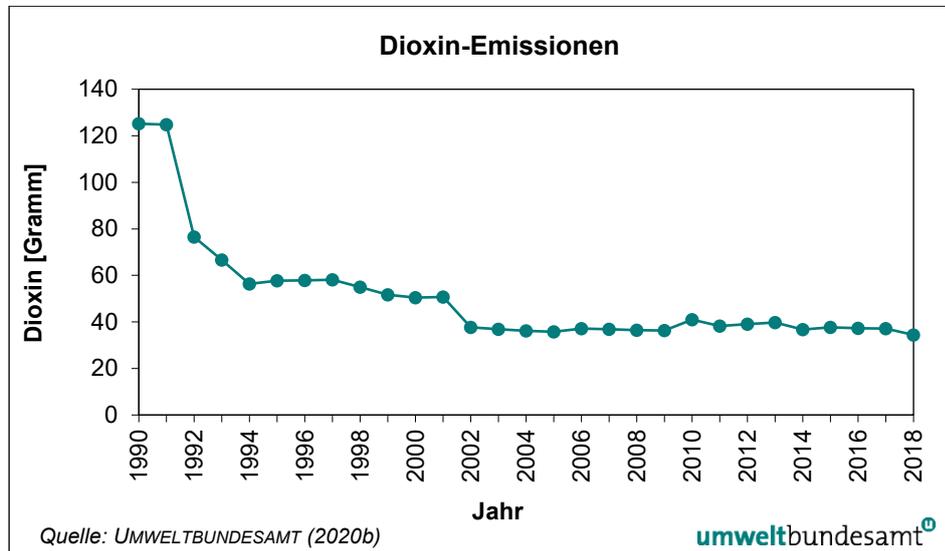


Abbildung 24:
Trend der Dioxin-Emissionen.

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 kommen noch immer mehr als 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), verringerte Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion sowie durch eine geringere Anzahl an Gebäudebränden zu einer Emissionsreduktion von insgesamt 7,5 %.

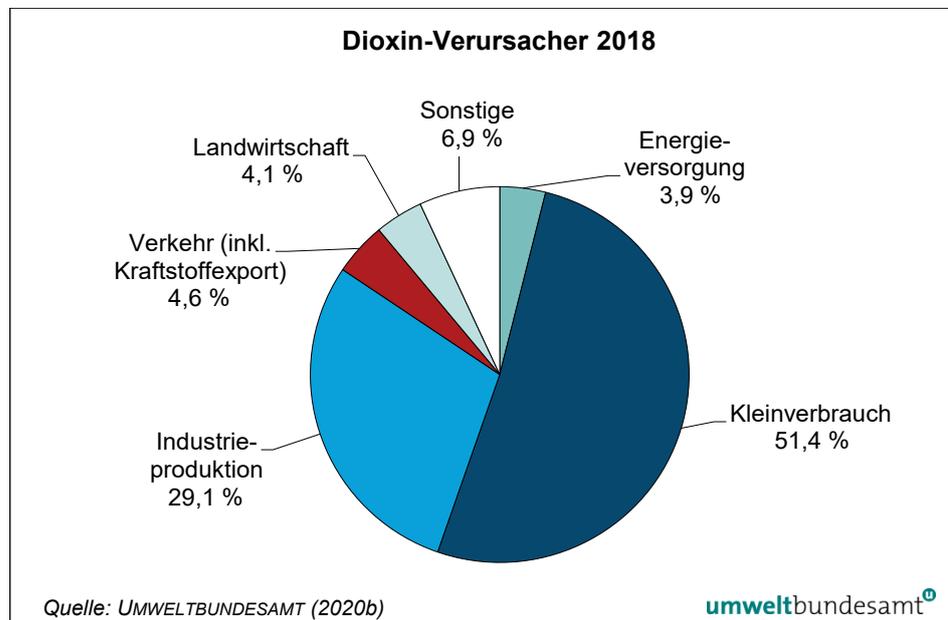
trendbestimmende Faktoren

Verursacher

Hauptemittenten

Der Sektor Kleinverbrauch war 2018 für etwas mehr als die Hälfte der gesamten Dioxin-Emissionen Österreichs verantwortlich, gefolgt von der Industrieproduktion.

Abbildung 25:
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 12 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. Der Großteil der österreichischen HCB-Emissionen stammt aktuell aus Verbrennungsvorgängen in Haushalten, obgleich der reduzierte Kohleinsatz und modernisierte Holzheizungen für einen fallenden Emissionstrend verantwortlich sind. Jedoch entstehen bei der verbotenen Mitverbrennung von häuslichen Abfällen oder behandeltem Holz (Baurestholz) in händisch beschickten Einzelöfen und Festbrennstoff-Kesseln (z. B. in sogenannten Allesbrennern) HCB-Emissionen.

Emissionstrend 1990–2018

Die HCB-Emissionen Österreichs konnten von 1990–2018 um insgesamt 58 % auf rund 36 Kilogramm gesenkt werden. Von 2017 auf 2018 ging der Ausstoß um 9,6 % zurück.

Abnahme um 9,6 % gegenüber Vorjahr

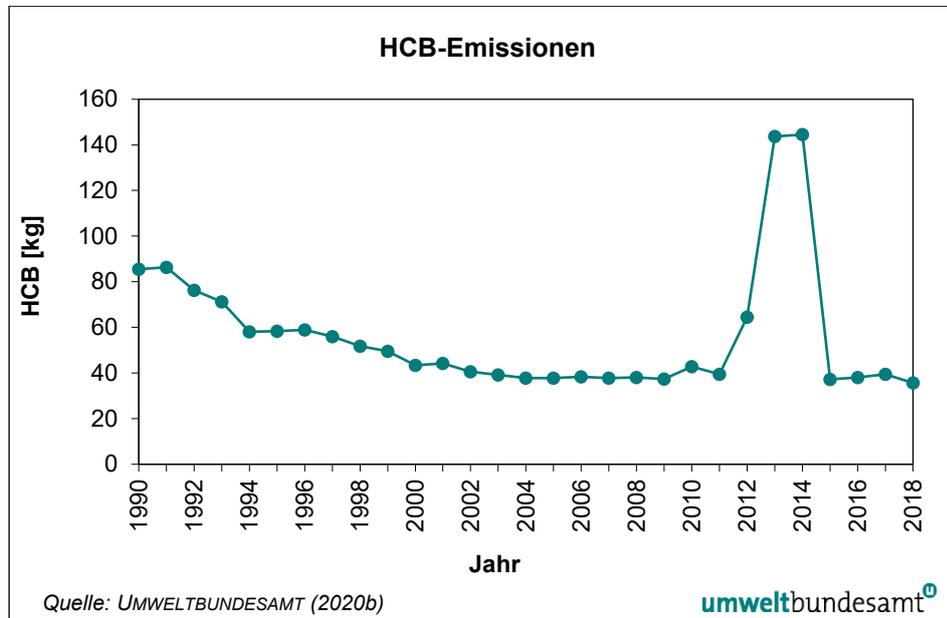


Abbildung 26:
Trend der HCB-
Emissionen.

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 reduziert werden.

trendbestimmende Faktoren

Über die gesamte Zeitreihe konnte der HCB-Ausstoß aus den Sektoren Kleinverbrauch und Industrie um jeweils rund 50% reduziert werden. Verantwortlich hierfür war 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.

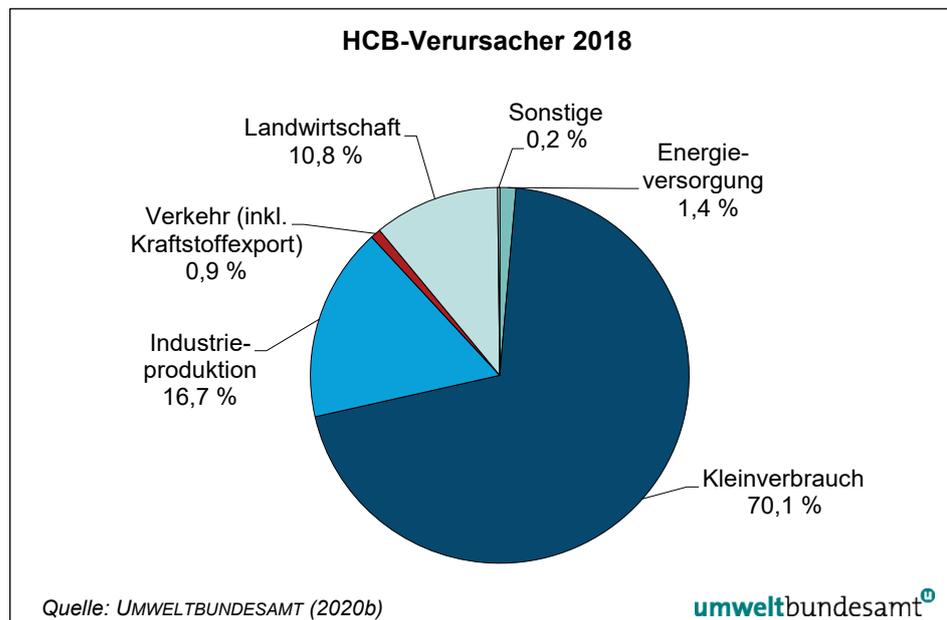
Der Rückgang der HCB-Emissionen von 2017–2018 war bedingt durch die milde Witterung (reduzierter Einsatz von Biomasse in Heizungsanlagen) sowie durch verringerte Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion.

Verursacher

Hauptemittent

Der Sektor Kleinverbrauch emittierte im Jahr 2018 mit Abstand die meisten HCB-Emissionen.

Abbildung 27:
Anteile der Verursachersektoren an den HCB-Emissionen in Österreich.



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.

Emissionstrend 1990–2018

Für den Zeitraum 1990–2018 ist in Österreich insgesamt eine Abnahme der PCB-Emissionen um 32 % auf rund 32 Kilogramm zu verzeichnen. Von 2017 auf 2018 ging der Ausstoß um 16 % zurück.

Abnahme um 16% gegenüber Vorjahr

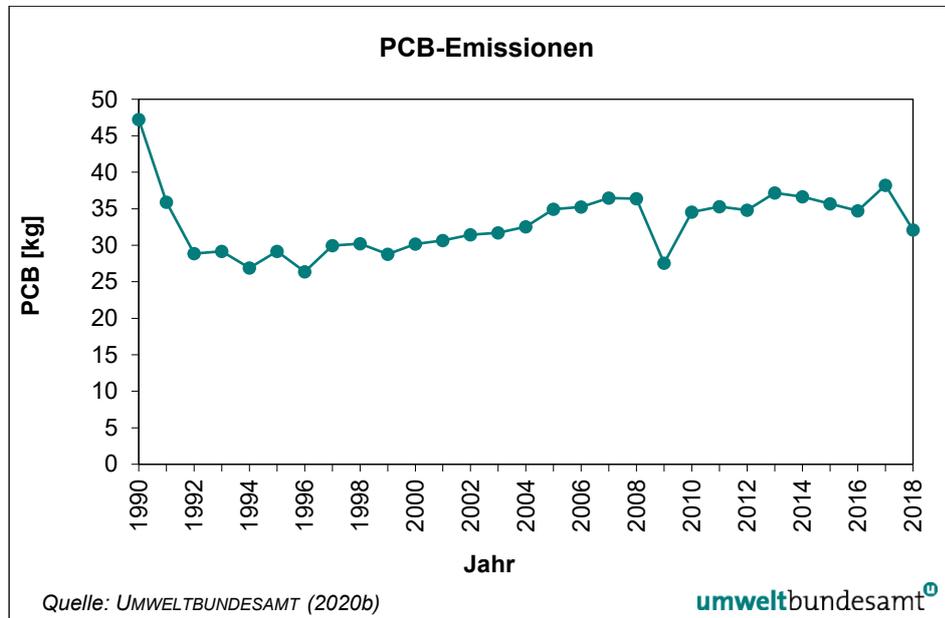


Abbildung 28:
Trend der PCB-Emissionen.

Der Sektor Industrieproduktion (Metallproduktion) emittierte im Jahr 2018 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.

trendbestimmende Faktoren

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 sie durch den industriellen Aufschwung wieder deutlich zu.

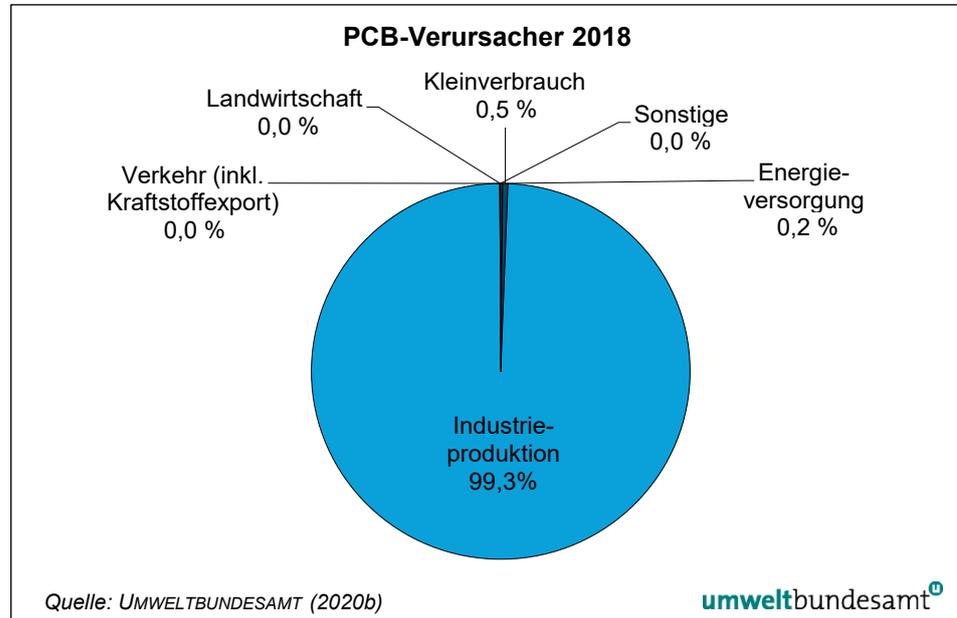
Der Emissionsanstieg 2017 sowie der Rückgang 2018 sind auf veränderte Emissionsmengen aus der Eisen- und Stahlproduktion zurückzuführen.

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 2018 entfielen nur noch 0,5 % der PCB-Emissionen auf diesen Sektor.

Verursacher

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

Abbildung 29:
Anteile der
Verursachersektoren an
den PCB-Emissionen in
Österreich.



Eine Beschreibung des PCB-Trends der Industrie-
produktion 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 2018 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 2020 (UMWELTBUNDESAMT 2020c) zu finden.

7.1 Energieversorgung

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.

Die öffentliche Stromerzeugung Österreichs erfolgte im Jahr 2018 zu 65 % in Wasserkraftwerken und zu 13 % aus Windkraft (STATISTIK AUSTRIA 2019a). 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.

Von 1990–2018 ist der Stromverbrauch in Österreich um 51,5 % gestiegen, er belief sich im Jahr 2018 auf rund 74,0 Terawattstunden (TWh). Im Zeitraum 2011–2014 war die Produktion aus kalorischen Kohle- und Gaskraftwerken stark rückläufig. Im Jahr 2018 ist die Erzeugung aus Wasserkraft um 1,7 % und erstmalig seit dem Jahr 2005 auch die Erzeugung aus Windkraft um 8,2 % zurückgegangen. Die Erzeugung aus Gaskraftwerken war ebenfalls um 12 % rückläufig, die Erzeugung aus Kohlekraftwerken war weitgehend konstant. Die Gesamtstromproduktion des Jahres 2018 war damit um insgesamt 2,2 TWh niedriger als im Vorjahr und die Nettoimporte sind um 2,4 TWh auf rund 8,9 TWh gestiegen, was etwa 12 % des Inlandsstromverbrauchs entsprach (STATISTIK AUSTRIA 2019a). Vor der Liberalisierung des Strommarktes im Jahr 2001 war Österreich noch Strom-Nettoexporteur.

Emissionsquellen

öffentliche Stromerzeugung

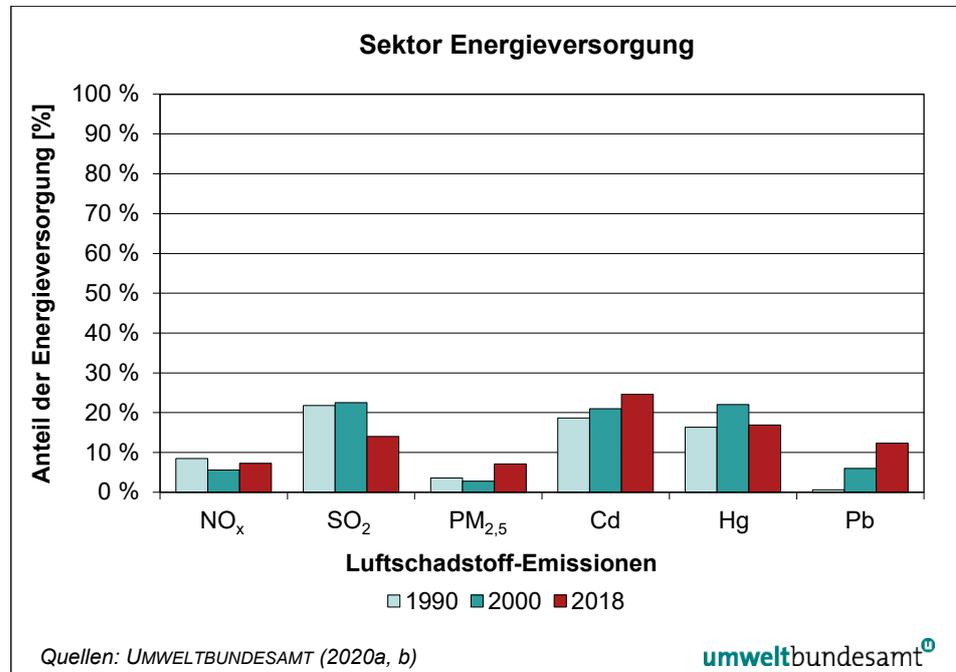
Stromverbrauch in Österreich

Hauptschadstoffe

Emissionsanteile

Im Jahr 2018 verursachte der Sektor Energieversorgung 7,3 % der NO_x-, 14 % der SO₂-, 7,1 % der PM_{2,5}-, 25 % der Cd-, 17 % der Hg- und 12 % der Pb-Emissionen Österreichs.⁴²

Abbildung 30:
Anteil des Sektors
Energieversorgung an
den Gesamtemissionen
der jeweiligen
Schadstoffe.



Emissionsquellen

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

⁴² Es werden nur jene Luftschadstoffe (exkl. Treibhausgase) aus dem Sektor Energieversorgung angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2018 zumindest 5 % beträgt.

Klassische Luftschadstoffe

Von 1990–2018 kam es zu einem deutlichen Rückgang der klassischen Luftschadstoff-Emissionen NO_x und SO₂ der Energieversorgung.

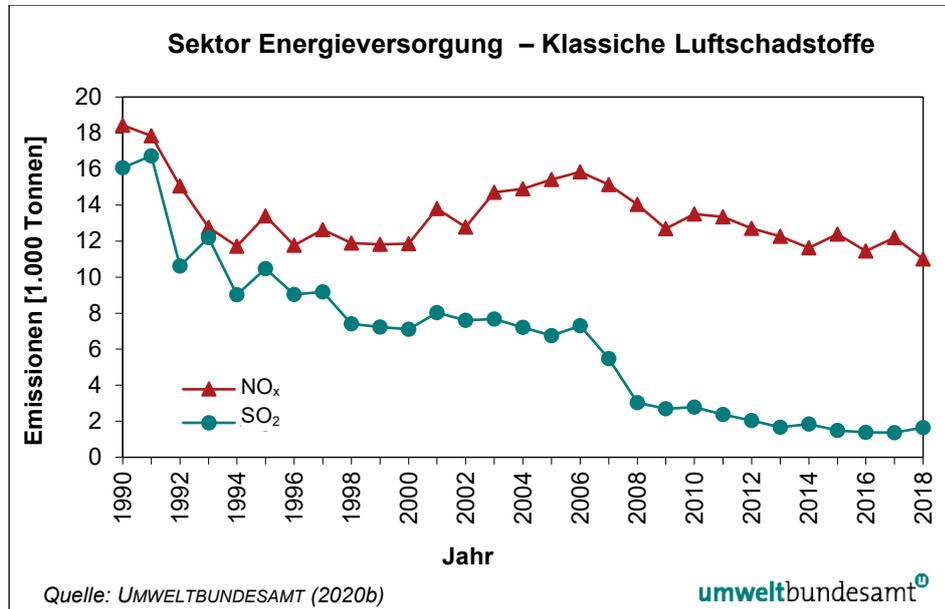


Abbildung 31:
Trend der NO_x- und
SO₂-Emissionen des
Sektors
Energieversorgung.

NO_x-Emissionen

Von 1990–2018 konnte der NO_x-Ausstoß aus dem Sektor Energieversorgung um 40 % gesenkt 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 diesem 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 Fernwärmeproduktion aus Biomasse KWK-Anlagen, zu einer zusätzlichen Emissionsreduktion. Von 2014 auf 2015 stieg der NO_x-Ausstoß wieder an, verursacht durch eine Zunahme der Heizgradtage und der damit erhöhten Fernwärmeproduktion 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. 2018 kam es zu einer Abnahme des NO_x-Ausstoßes aus diesem Sektor um 9,8 % auf Grund der zurückgegangenen Stromerzeugung aus Gas- und Ölkraftwerken sowie eines geringeren Brennstoffeinsatzes in Biogasanlagen.

trendbestimmende Faktoren

**Abnahme um 9,8 %
gegenüber Vorjahr**

Rund 52 % der NO_x-Emissionen des Sektors Energieversorgung wurden im Jahr 2018 durch kleine Biomasse-Nahwärme- und KWK-Anlagen verursacht.

SO₂-Emissionen

trendbestimmende Faktoren

Der SO₂-Ausstoß aus dem Sektor Energieversorgung ging von 1990–2018 um insgesamt 90 % zurück. Die große Emissionsreduktion in den 1990er-Jahren, insbesondere in den Heiz- und Wärmekraftwerken, ist zum Großteil auf den vermehrten Einsatz von Entschwefelungsanlagen aufgrund des Luftreinhaltegesetzes für Kesselanlagen (und seines Vorläufers, dem Dampfkesselsemissionsgesetz) 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 Emissionsreduktion 2016 war die Teilabschaltung eines großen Kohlekraftwerks.

Zunahme um 20 % gegenüber Vorjahr

Von 2017 auf 2018 stieg der SO₂-Ausstoß des Sektors auf Grund der nahezu verdoppelten Emissionen der Erdölraffinerie um insgesamt 20 % an

Feinstaub

Emissionsquellen

Im Sektor Energieversorgung verursachen die Strom- und Fernwärmekraftwerke einen Großteil der Feinstaub-Emissionen. Rund 82 % der gesamten PM_{2,5}-Emissionen des Jahres 2018 stammten aus kleinen Biomasse-Nahwärme- und KWK-Anlagen mit einem Anteil von 37 % am gesamten Primärenergiebedarf der kalorischen Kraftwerke. Etwa 2 % der gesamten PM_{2,5}-Emissionen des Sektors Energieversorgung stammten aus einem großen Steinkohlekraftwerk, 4 % von 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.

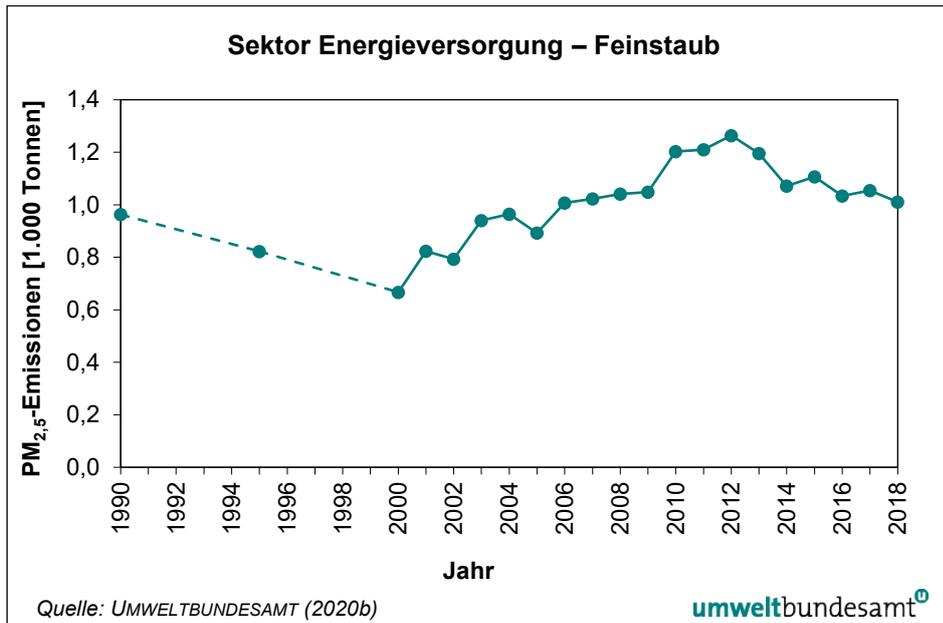


Abbildung 32:
Trend der PM_{2,5}-
Emissionen des Sektors
Energieversorgung.⁴³

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

Von 1990–2018 hat der PM_{2,5}-Ausstoß der Energieversorgung um insgesamt 4,9 % zugenommen, wobei von 2000–2012 ein fast durchgehender Anstieg der PM_{2,5}-Emissionen 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 verursacht. Von 2017 auf 2018 sind die PM_{2,5}-Emissionen der Energieversorgung, wiederum vorwiegend bedingt durch einen niedrigeren Biomasse-Einsatz, um 4,2 % zurückgegangen.

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

Schwermetalle

Die **Kadmium-Emissionen** aus dem Sektor Energieversorgung nahmen von 1990–2018 um 15 % ab, hauptverantwortlich hierfür sind die Stilllegung von Kohlekraftwerken und der geringere Ausstoß aus Abfallverbrennungsanlagen.

**Gründe für die Cd-
und Hg-Abnahme**

Der Grund für den Anstieg der Cd-Anteile der Energieversorgung an den Gesamtemissionen von Cd (siehe Abbildung 30) liegt am verhältnismäßig stärker abnehmenden gesamtösterreichischen Emissionsniveau.

Die **Quecksilber-Emissionen** konnten durch die Schließung von Kohlekraftwerken sowie durch eine verbesserte Abgasreinigung bei älteren Abfallverbrennungsanlagen seit 1990 um 54 % reduziert werden. Trendbestimmend für die letzten Jahre waren einerseits der sukzessive Rückgang des Kohleeinsatzes bei Kraftwerken sowie der gestiegene Biomasseeinsatz für die Fernwärmeerzeugung.

⁴³ Aufgrund des geringen Anteils der PM₁₀-Emissionen des Sektors an den Gesamtemissionen wird auf eine Darstellung verzichtet.

**Grund für den
Pb-Anstieg**

Der Quecksilber-Anteil des Sektors Energieversorgung an den gesamten Quecksilber-Emissionen ist seit 1990 (siehe Abbildung 30) leicht angestiegen – trotz eigentlicher Abnahme der Quecksilber-Emissionen in diesem Sektor. Das ist vorwiegend auf die verhältnismäßig stärkere Reduktion der Quecksilber-Emissionen im Sektor Industrieproduktion zurückzuführen.

Bei den **Blei-Emissionen** aus dem Sektor Energieversorgung ist von 1990–2018 ein Anstieg von 62 % zu verzeichnen, bedingt durch den steigenden Einsatz von Holz und Holzabfällen in kleineren Heizwerken.

Von 2017 auf 2018 nahmen die Kadmium-Emissionen um 1,8 % ab, der Quecksilber-Ausstoß sank um 1,4 % und der Blei-Ausstoß ging um 2,1 % zurück. Diese Emissionsrückgänge sind auf den geringeren Biomasseeinsatz 2017–2018 zurückzuführen.

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 weniger Holz-Zentralheizungen (effiziente und emissionsarme Stückholz-, Hackschnitzel- und Pelletskessel) installiert als in den Jahren davor. Seit dem Höchststand 2012 ist die neu installierte Leistung mit einem Absinken um 60 % stark rückläufig. Einzig die Installationszahlen der Pelletskessel zeigen 2016–2018 wieder einen leichten Anstieg. Zusätzlich 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
verschwindet und
Erdöl nimmt ab**

Kohle verliert als Brennstoff für Heizungen sehr stark an Bedeutung. Der Anteil von Ölkesseln im Bestand ist stark abnehmend, die Neuanlagen zeigen zwischen den Jahren 2016 und 2017 im Absatz einen geringen Anstieg von rund 4.900 (LKNÖ 2017) auf 5.100 (LKNÖ 2018) und für 2018 einen Rückgang auf 4.800 (LKNÖ 2019) Stück. 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 liegt österreichweit knapp unter 50 % (E7 ENERGIE MARKT ANALYSE 2017). Die Absatzzahlen der Gas-Kessel sind in den Jahren 2016 – 2018 jährlich etwas gestiegen (LKNÖ 2017, LKNÖ 2018, LKNÖ 2019).

Seit 1990 ist bei den Privathaushalten ein stetiger Anstieg des gesamten Einsatzes von elektrischer Energie bemerkbar (+ 54,5 %) (STATISTIK AUSTRIA 2019a). Der Stromverbrauch für Raumwärme, Klimaanlage, Warmwasser und Kochen in Privathaushalten hat seit 2010 Heizgradtag-bereinigt etwas zugenommen (+ 13,7 %) und gegenüber 2017 deutlich zugenommen (+ 5,3 %). Die Dienstleistungen zeigen seit 1996 einen vergleichsweise moderat wachsenden Einsatz von Strom (bei einem Anstieg von 34,9 % gegenüber 1990). Im Dienstleistungssektor zeigt sich im Jahr 2018 für den Einsatzzweck Raumwärme, Klimaanlage und Industrieöfen gegenüber 2010 Heizgradtag-bereinigt ein Zunahme des Stromverbrauches von 54 % und im Vergleich zum Vorjahr eine Erhöhung von 10,4 % (STATISTIK AUSTRIA 2019b, c).

**elektrische Energie
und Erneuerbare
vermehrt eingesetzt**

Solarthermie und Umgebungswärme (Wärmepumpen) werden ebenfalls verstärkt eingesetzt und trugen 2018 insgesamt 5,7 % zur Deckung des Energiebedarfes für Wärmebereitstellung des Sektors bei. Diese erneuerbaren Technologien verursachen keine direkten Treibhausgas- und Luftschadstoff-Emissionen (STATISTIK AUSTRIA 2019b).

**Solarthermie und
Umgebungswärme**

Neben dem stetigen Ausbau der großen städtischen Fernwärmenetze tragen auch kleinere, mit Biomasse betriebene Fern- und Nahwärmanlagen in kleineren Städten und im ländlichen Raum in zunehmendem Maße zur Wärmeversorgung der Haushalte bei. Der energetische Anteil von Fernwärme am gesamten Endenergieeinsatz der Privathaushalte und Dienstleistungen ist von 1990 bis 2018 fast kontinuierlich von rund 7 % auf rund 16 % gestiegen (STATISTIK AUSTRIA 2019b). Zu beachten ist, dass die Emissionen der Fernwärme und der Strom erzeugenden kalorischen Kraftwerke nicht dem Sektor Kleinverbrauch sondern dem Sektor Energieversorgung zugeordnet werden.

**Ausbau der
Fernwärme**

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 zu mehr Komfort (z. B. Warmwasserverbrauch, höhere Raumtemperaturen und mehr Luftwechsel, größerer Anteil der beheizten Nutzfläche, sowie die Verlängerung der Heizperiode) wirkt sich jedoch emissionserhöhend ⁴⁴aus.

**trendbestimmende
Faktoren**

Hauptschadstoffe

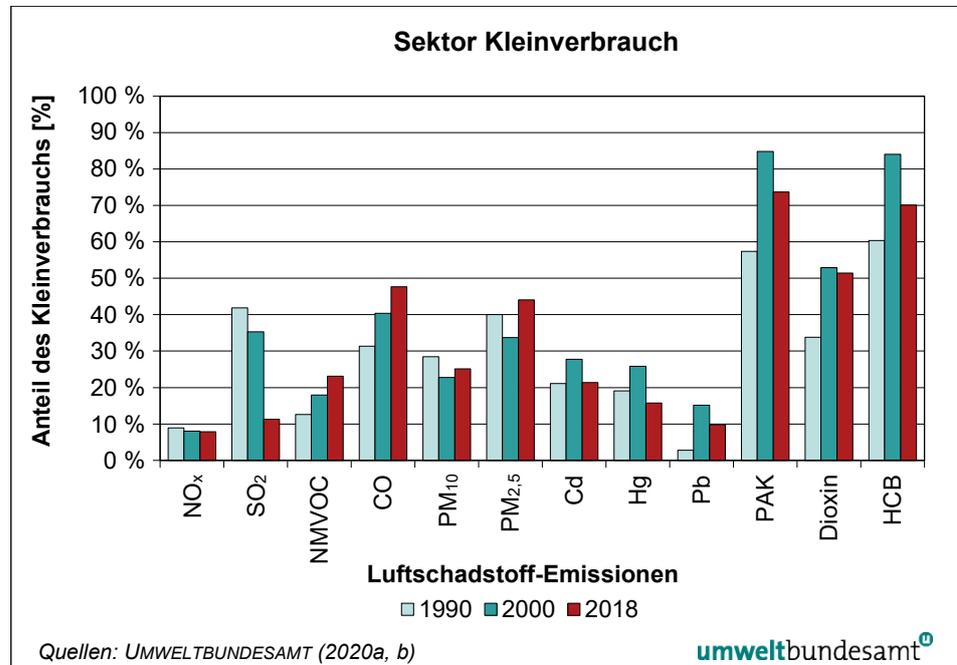
Die Unsicherheit der Emissionsabschätzungen ist im Sektor Kleinverbrauch mangels aktueller und repräsentativer Feldmessungen (abgesehen für CO₂, SO₂ und NO_x) vergleichsweise hoch. Vor allem bei manuell bestückten Heizungen, insbesondere älterer Bauart, haben das Heizverhalten, die Qualität des Brennstoffes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

⁴⁴ Insbesondere bei geringer Wärmelast (Übergangszeit, Sommerbetrieb mit Warmwasserbereitung) wird bei vielen Kleinf Feuerungsanlagen 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 Ölkessel Taktzahlen mit über 20.000 Starts pro Jahr gemessen.

Emissionsanteile

Im Jahr 2018 betrug der Anteil des Sektors Kleinverbrauch an den Gesamtemissionen Österreichs für NO_x 7,9 %, SO₂ 11 %, NMVOC 23 %, CO 48 %, PM₁₀ 25 %, PM_{2,5} 44 %, Cd 21 %, Hg 16 %, Pb 9,8 %, PAK 74 %, Dioxin 51 % und HCB 70 %.⁴⁵

Abbildung 33:
Anteil des Sektors
Kleinverbrauch an den
Gesamtemissionen der
jeweiligen Schadstoffe.



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 2018 gab es in der erweiterten Heizperiode einen deutlichen Rückgang der Heizgradtage um 7,5 % gegenüber dem Vorjahr. Der Wert lag dabei 2018 um 9,9 % unter dem Vergleichswert von 1990 bzw. 10,6 % unter dem Durchschnittswert der letzten 29 Jahre. Das Jahr 2018 war seit 1990 während der Heizmonate das zweitwärmste Jahr nach 2014 (STATISTIK AUSTRIA 2019c) und wirkte gegenüber 2017 verringierend auf den Brennstoffeinsatz und die Emissionen aus stationären Quellen im Sektor Kleinverbrauch aus.

Klassische Luftschadstoffe

Von 1990–2018 konnten die Emissionsmengen der klassischen Luftschadstoffe des Sektors Kleinverbrauch generell reduziert werden. Von 2017 auf 2018 kam es zu deutlichen Emissionsminderungen, bedingt durch einen geringeren Heizbedarf und damit verbunden einen geringeren Brennstoffeinsatz (v. a. von Biomasse). Für den langfristigen Emissionstrend sind neben dem veränderten Brennstoffeinsatz auch der Stand der Heizungstechnologie und eine verbesserte Energieeffizienz der Gebäude von Bedeutung.

⁴⁵ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exkl. Treibhausgase) aus dem Sektor Kleinverbrauch angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2018 zumindest 5 % beträgt.

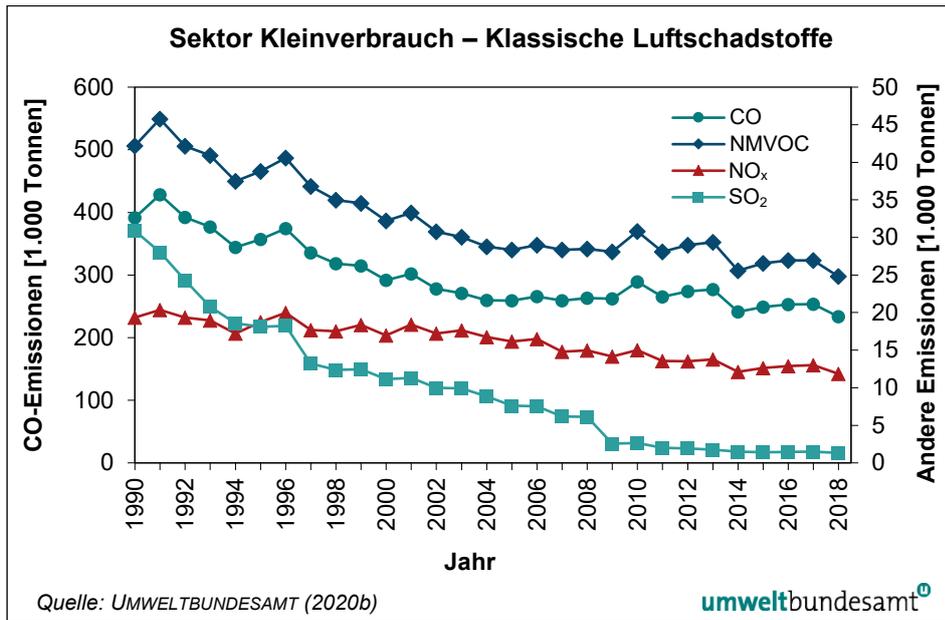


Abbildung 34:
Trend der CO-,
NMVOC-, NO_x- und
SO₂-Emissionen des
Sektors Kleinverbrauch.

CO-Emissionen

Die CO-Emissionen des Sektors Kleinverbrauch konnten von 1990–2018 um 40 % gesenkt werden, wobei der CO-Ausstoß von 2017 auf 2018 um 8,0 % zurückging, bedingt durch den milden Winter und den damit verbundenen geringeren Heizbedarf. Die Zunahme des CO-Anteils seit 1990 (siehe Abbildung 33) – 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.

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

NMVOC-Emissionen

Von 1990–2018 ging der NMVOC-Ausstoß aus dem Sektor Kleinverbrauch um insgesamt 41 % zurück. Von 2017 auf 2018 verringerte sich die Emissionsmenge um 7,9 %, dieser Rückgang ist auf einen verringerten Heizbedarf aufgrund des milden Winters zurückzuführen. Der Anteil des Kleinverbrauchs an den gesamten NMVOC-Emissionen war 2018 größer als im Jahr 1990 (siehe Abbildung 33). 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.

**Abnahme um 7,9 %
gegenüber Vorjahr**

NO_x-Emissionen

Die NO_x-Emissionen des Sektors Kleinverbrauch nahmen von 1990–2018 um insgesamt 39 % ab, wobei im Jahr 2018 um 8,8 % weniger NO_x emittiert wurde als 2017. Stationäre Quellen wiesen durch rückläufigen Brennstoffeinsatz von Biomasse und Heizöl 2018 rund 8,9 % geringere NO_x-Emissionen auf als im Vorjahr. Mobile Quellen der Haushalte verursachten 2018 3,3 % der NO_x-Emissionen des Kleinverbrauchs, das entspricht 1,2 % mehr als 2017.

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

SO₂-Emissionen

Abnahme um 11 % gegenüber Vorjahr

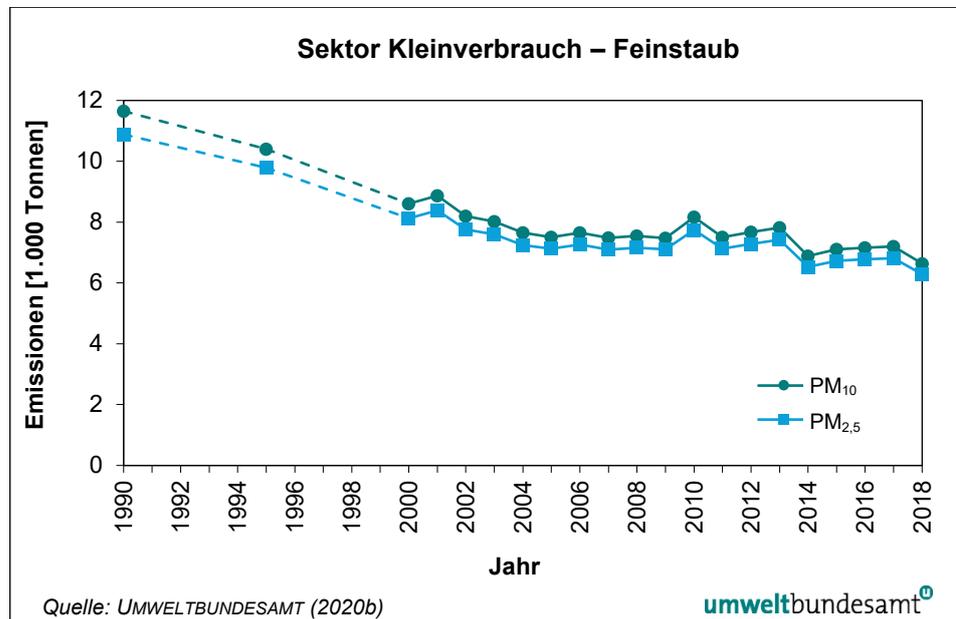
Durch die Absenkung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten (flächendeckende Einführung von Heizöl Extraleicht schwefelfrei seit 2009) sowie die verstärkte Nutzung schwefelärmerer Brennstoffe, wie z. B. Erdgas, konnten die SO₂-Emissionen des Kleinverbrauchs sehr stark reduziert werden. Von 1990–2018 kam es insgesamt zu einer Abnahme von 96 %, wobei von 2017 auf 2018 durch den verringerten Einsatz von Biomasse und Heizöl in Heizungsanlagen ein Rückgang um 11 % zu verzeichnen war.

Feinstaub

Abnahme gegenüber Vorjahr

Durch die verstärkte Anbindung an das öffentliche Erdgas- und Fernwärmenetz, den Ersatz alter Heizungsanlagen durch neue Technologien und den Wechsel zu emissionsärmeren Brennstoffen konnte der PM₁₀-Ausstoß von 1990–2018 um 43 % gesenkt werden, die PM_{2,5}-Emissionen gingen im selben Zeitraum um 42 % zurück. Von 2017 auf 2018 nahmen sowohl der PM₁₀-Ausstoß als auch der PM_{2,5}-Ausstoß um jeweils 7,7 % ab, die Hauptursachen hierfür waren Reduktionen des Brennstoffeinsatzes für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser aufgrund der milden Witterung in der Heizperiode 2018 und ein verstärkter Rückgang des Biomasseeinsatzes in den Heizungsanlagen. Zu einem geringen Teil kann die aktuelle Emissionsreduktion auch auf Effizienzverbesserungen durch thermische Sanierung und auf einen Austausch von alten auf moderne Biomasseheizungen (Verbesserung der Verbrennungstechnologie) zurückgeführt werden.

Abbildung 35:
Trend der PM₁₀- und PM_{2,5}-Emissionen des Sektors Kleinverbrauch.
Anm.: 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 0,2 % der Feinstaub-Emissionen des Kleinverbrauchs (UMWELTBUNDESAMT 2020b). Der Anteil von Brauchtumsfeuern, wie Sonnwend-/Oster-/Adventfeuer, und Holzkohlegrills an den Feinstaub-Emissionen im Sektor Kleinverbrauch lag im Jahr 2018 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.

Schwermetalle

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 1990–2018 konnten sowohl bei den **Kadmium-Emissionen** (– 34 %) als auch den **Quecksilber-Emissionen** (– 64 %) und den **Blei-Emissionen** (– 70 %) deutliche Emissionsreduktionen erzielt werden. Dieser langfristige Trend ist auf einen verminderten Einsatz von Kohle, Koks und Briketts als Brennstoff zurückzuführen.

Von 2017 auf 2018 nahmen der Cd- und auch der Pb-Ausstoß, bedingt durch einen geringeren Einsatz von Biomasse, um jeweils 9,2 % ab, der Hg-Ausstoß reduzierte sich um 9,0 %.

Die nach wie vor hohen Anteile dieses Sektors an den gesamten Cd-, Hg- bzw. Pb-Emissionen Österreichs (siehe Abbildung 33) sind bedingt durch stärkere Emissionsreduktionen dieser Schwermetalle in anderen Sektoren.

Emissionsquellen

Abnahme gegenüber 1990

Persistente Organische Verbindungen (POP)

Der Sektor Kleinverbrauch verursacht einen Großteil der österreichischen PAK- und HCB-Emissionen und mehr als die Hälfte der Dioxin-Emissionen (siehe Abbildung 33). 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).

Emissionsquellen

PAK-Emissionen

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 1990–2018 um insgesamt 54 % gesenkt werden.

Dioxin-Emissionen

Die Dioxin-Emissionen entstehen insbesondere durch die Verbrennung fester Brennstoffe in Heizungs- und Kleinf Feuerungsanlagen. Seit 1990 konnten sie um 58 % reduziert werden.

HCB-Emissionen

Durch einen geringeren Kohleeinsatz und die Modernisierung von Holzheizungen konnte der HCB-Ausstoß des Kleinverbrauchs von 1990–2018 um 52 % verringert werden.

Abnahme der POP gegenüber Vorjahr

Von 2017 auf 2018 nahm der POP-Ausstoß aus dem Kleinverbrauch deutlich ab (PAK: - 8,7 %, Dioxin: - 8,5 %, HCB: - 9,1 %). Im Vergleich zum Vorjahr wurde aufgrund des milden Winters weniger Biomasse eingesetzt, woraus geringere Emissionen resultierten. Insgesamt wirkt im Bereich der Biomasseheizungen die fortdauernde energieanteilmäßige Verschiebung von alten Stückholz- und Kohle-Kesseln (sog. „Allesbrenner“) zu modernen Biomasseheizungen, wie Pelletsheizungen, langfristig emissionsmindernd.

Der Grund für den Anstieg der Anteile des Sektors Kleinverbrauch an den Gesamtemissionen von PAK, Dioxin und HCB (siehe Abbildung 33) liegt am jeweils verhältnismäßig stärker abnehmenden gesamtösterreichischen Emissionsniveau.

7.3 Industrieproduktion

Emissionsquellen

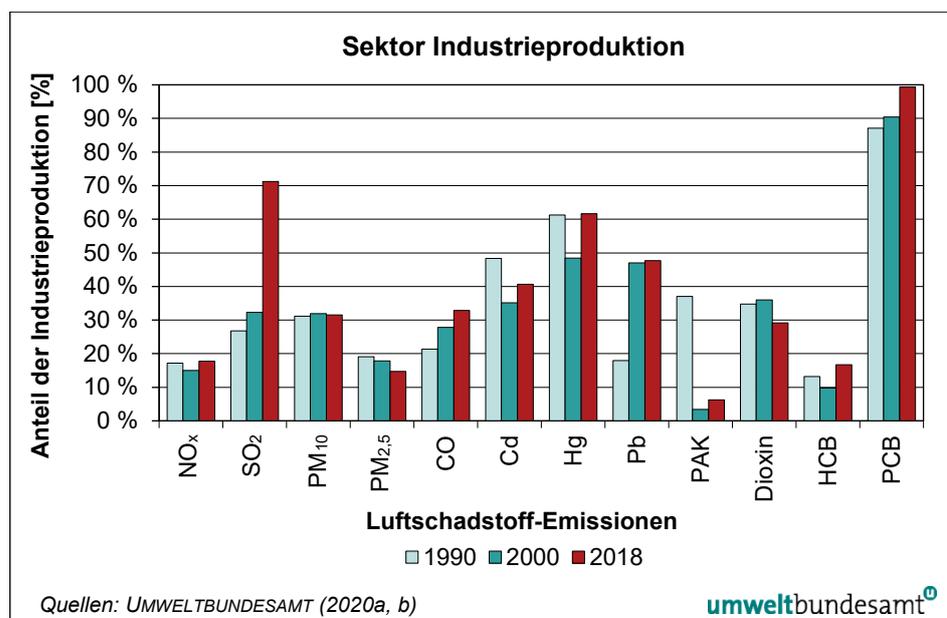
Im Sektor Industrieproduktion werden die verschiedensten Verursacher zusammengefasst dargestellt – z. B. die Schwerindustrie (Eisen- und Stahlindustrie), die chemische Industrie, die Papierindustrie, die industrielle Nahrungsmittelproduktion, die mineralverarbeitende Industrie sowie der Bergbau (ohne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

Hauptschadstoffe

Emissionsanteile

Im Jahr 2018 betrug der Emissionsanteil der Industrieproduktion an den Gesamtemissionen Österreichs für NO_x 18 %, SO₂ 71 %, PM₁₀ 32 %, PM_{2,5} 15 %, CO 33 %, Cd 41 %, Hg 62 %, Pb 48 %, PAK 6,3 %, Dioxin 29 %, HCB 17 % und PCB 99 %.⁴⁶

Abbildung 36:
Anteil des Sektors
Industrieproduktion an
den Gesamtemissionen
der jeweiligen
Schadstoffe.



⁴⁶ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exkl. Treibhausgase) aus dem Sektor Industrie angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2018 zumindest 5 % beträgt.

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.

Klassische Luftschadstoffe

Bei den klassischen Luftschadstoffen CO sowie NO_x und SO₂ aus dem Sektor Industrieproduktion kam es von 1990–2018 zu einer Emissionsabnahme.

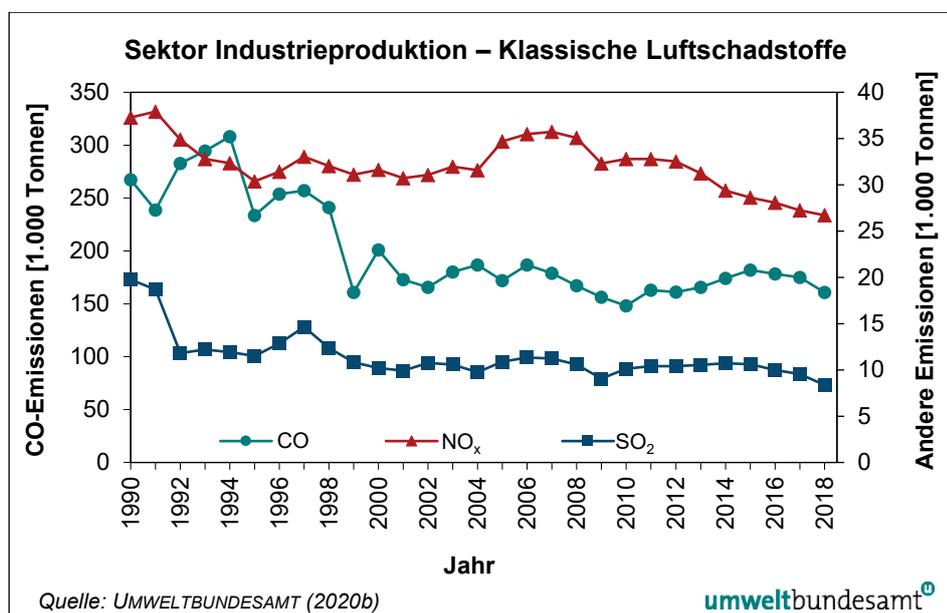


Abbildung 37:
Trend der CO-, NO_x-
und SO₂-Emissionen
des Sektors
Industrieproduktion.

CO-Emissionen

Der CO-Ausstoß aus der Industrieproduktion konnte von 1990–2018 um insgesamt 40 % gesenkt werden. Die Eisen- und Stahlindustrie ist eine Hauptquelle für die Entstehung von CO-Emissionen in diesem Sektor. Die Emissionsabnahme seit 1990 wurde durch die Optimierung von Industriefeuerungen 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.

2018 emittierte der Sektor Industrieproduktion um 8,1 % weniger CO als im Jahr zuvor, überwiegend bedingt durch einen Emissionsrückgang aus der Eisen- und Stahlindustrie.

**trendbestimmende
Faktoren**

**Abnahme um 8,1 %
gegenüber Vorjahr**

NO_x-Emissionen

Der NO_x-Ausstoß der Industrieproduktion nahm von 1990–2018 um 28 % ab. Der Einbau von Entstickungsanlagen und stickstoffarmen (Low-NO_x-)Brennern, der verminderte Einsatz von Heizöl schwer und Effizienzsteigerungen waren hierfür

**trendbestimmende
Faktoren**

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.

Die Abnahme ab dem Jahr 2013 ist auf einen Rückgang der pyrogenen Emissionen der Holzverarbeitenden 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 2017 auf 2018 ging die Menge der von der Industrieproduktion emittierten NO_x-Emissionen um 2,0 % zurück.

Abnahme um 2,0 % gegenüber Vorjahr

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 1990–2018 kam es insgesamt zu einem Emissionsrückgang von 58 %. 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.

Abnahme um 12 % gegenüber Vorjahr

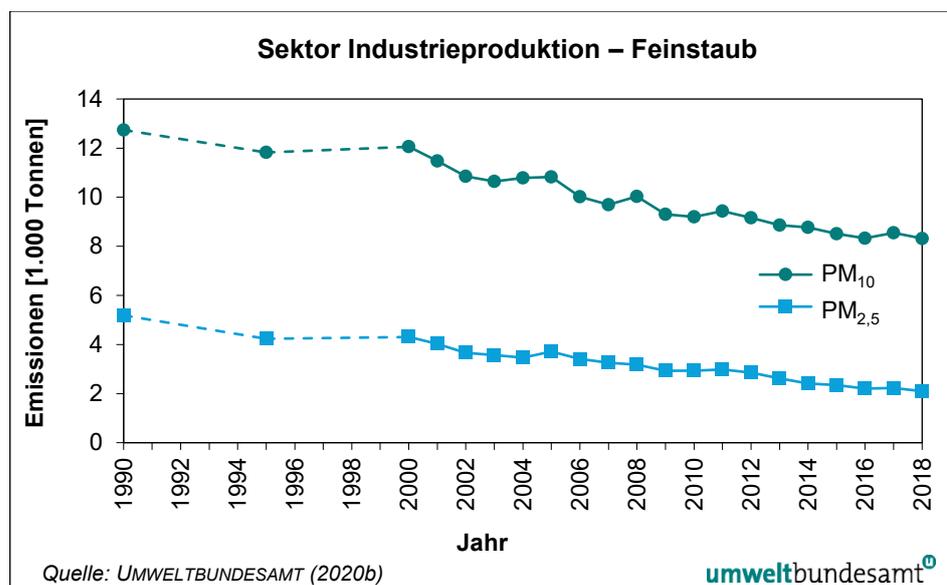
Von 2017 auf 2018 nahm der SO₂-Ausstoß um 12 % ab, vorwiegend bedingt durch einen Rückgang bei den pyrogenen Emissionen in der Eisen- und Stahlindustrie.

Feinstaub

Abnahmen gegenüber 1990

Der PM₁₀-Ausstoß der Industrieproduktion konnte von 1990–2018 um 35 % reduziert werden, der PM_{2,5}-Ausstoß nahm im selben Zeitraum um 60 % ab. Von 2017 auf 2018 gingen die PM₁₀-Emissionen um 2,7 % zurück, der PM_{2,5}-Ausstoß sank um 5,7 %.

Abbildung 38: Trend der PM₁₀- und der PM_{2,5}-Emissionen des Sektors Industrieproduktion. Anm.: Die Daten der Jahre 1991–1994 und 1996–1999 wurden mittels Interpolation ermittelt und sind daher gestrichelt dargestellt.



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.

Emissionsquellen

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.

Schwermetalle

Seit 1990 konnten sowohl die Kadmium- (– 46 %) als auch die Quecksilber- (– 55 %) und Blei-Emissionen (– 78 %) deutlich reduziert werden. Von 2017 auf 2018 kam es durch einen Emissionsrückgang aus der Eisen- und Stahlproduktion zu einer Abnahme der Schwermetall-Emissionen der Industrieproduktion (Cd: - 1,5 %, Hg: - 8,5 %, Pb: - 11 %).

Abnahme gegenüber 1990 und gegenüber dem Vorjahr

Kadmium-Emissionen

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 Zink- und Bleiproduktion, in der Papierproduktion sowie bei der Zementherstellung 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.

Emissionsquellen

Quecksilber-Emissionen

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

Emissionsquellen

Blei-Emissionen

Die Blei-Emissionen der Industrieproduktion werden 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.

Emissionsquellen

Persistente Organische Verbindungen (POP)

Im Sektor Industrieproduktion konnte der Ausstoß der Persistenten Organischen Schadstoffe PAK, Dioxin, HCB und PCB von 1990–2018 größtenteils stark reduziert werden.

Abnahme von POP seit 1990

PAK-Emissionen

**trendbestimmender
Faktor**

**Abnahme um 7,4 %
gegenüber Vorjahr**

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 1990–2018 um 94 % zurück, von 2017 auf 2018 sank der Ausstoß um 7,4 %, bedingt durch eine reduzierte Emissionsmenge aus der Eisen- und Stahlproduktion.

Dioxin-Emissionen

**trendbestimmende
Faktoren**

**Abnahme um 4,9 %
gegenüber Vorjahr**

Der Dioxin-Ausstoß der Industrieproduktion konnte zu Beginn der 1990er-Jahre durch umfangreiche Maßnahmen in der Kupferindustrie deutlich reduziert werden. Eine weitere 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 1990–2018 zu einem Emissionsrückgang von 77 %. Von 2017 auf 2018 sank die Emissionsmenge um 4,9 %, eine reduzierte Emissionsmenge aus der Eisen- und Stahlproduktion ist hierfür verantwortlich.

HCB-Emissionen

**störfallbedingte
Erhöhung**

**Abnahme um 11 %
gegenüber Vorjahr**

Die HCB-Emissionsmenge aus der Industrieproduktion konnte von 1990–2018 um insgesamt 47 % gesenkt werden. Hierfür waren vor allem Maßnahmen in der Eisen- und Stahlindustrie sowie in der Sekundärkupferproduktion 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. 2018 wurde um 11 % weniger HCB emittiert als im Jahr zuvor, bedingt durch die gesunkene Eisen- und Stahlproduktion.

PCB-Emissionen

**trendbestimmende
Faktoren**

**Abnahme um 16 %
gegenüber Vorjahr**

Der Sektor Industrieproduktion verursachte 2018 99 % der PCB-Emissionen Österreichs (siehe Abbildung 29). Der Emissionstrend wird überwiegend von der metallproduzierenden Industrie beeinflusst. Seit 1990 kam es insgesamt zu einem Rückgang von 23 %. Für die starke Abnahme von 1990–1993 war in erster Linie das Auslaufen der Primärbleiproduktion verantwortlich. Der Emissionsrückgang von 2008 auf 2009 ist der Wirtschaftskrise zuzuschreiben. Von 2017 auf 2018 sank die PCB-Emissionsmenge der Industrieproduktion um 16 %, bedingt durch reduzierte Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion.

7.4 Verkehr

Der Sektor Verkehr umfasst die Emissionen aus dem Straßenverkehr, Eisenbahnverkehr, Schiffsverkehr, Flugverkehr sowie die 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 67 % vom Pkw-Verkehr und zu 33 % aus dem Einsatz von schweren und leichten Nutzfahrzeugen inkl. Bussen, die vorwiegend mit Diesel angetrieben werden, 1 % stammt von Mopeds und Motorrädern.

Hauptschadstoffe

Der Anteil des Sektors Verkehr an den Gesamtemissionen Österreichs betrug im Jahr 2018 für NO_x 55 %, NMVOC 5,3 %, CO 14 %, PM₁₀ 17 %, PM_{2,5} 21 % und Pb 25 %.⁴⁷

Der SO₂-Ausstoß aus dem Verkehrssektor konnte durch die Einführung strengerer Schwefelgrenzwerte für Treibstoffe seit 1990 um 94 % gesenkt werden. Im Jahr 2018 wurden nur noch 2,6 % der gesamten SO₂-Emissionen vom Verkehr verursacht.

Emissionsquellen

Emissionsanteile

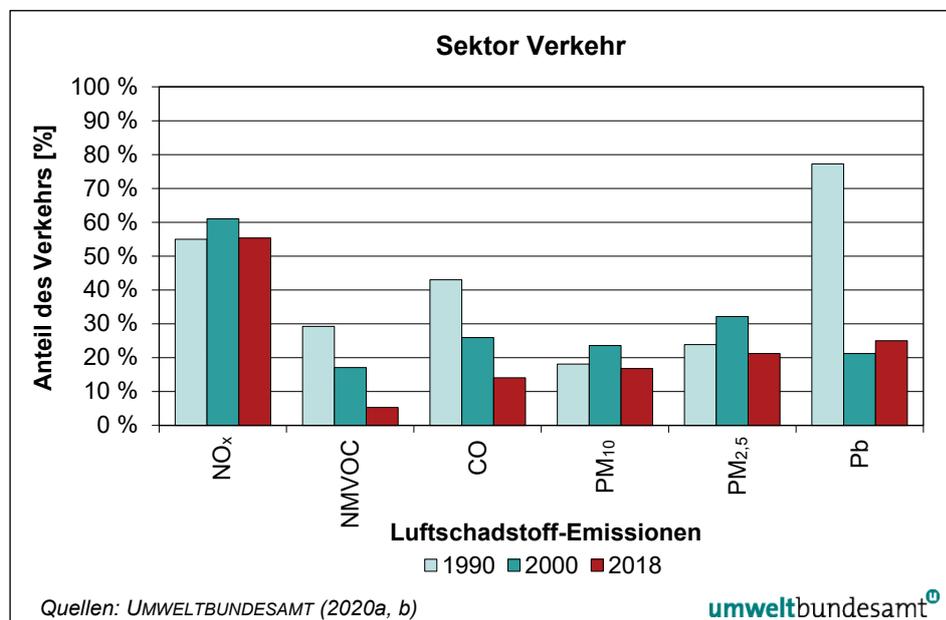


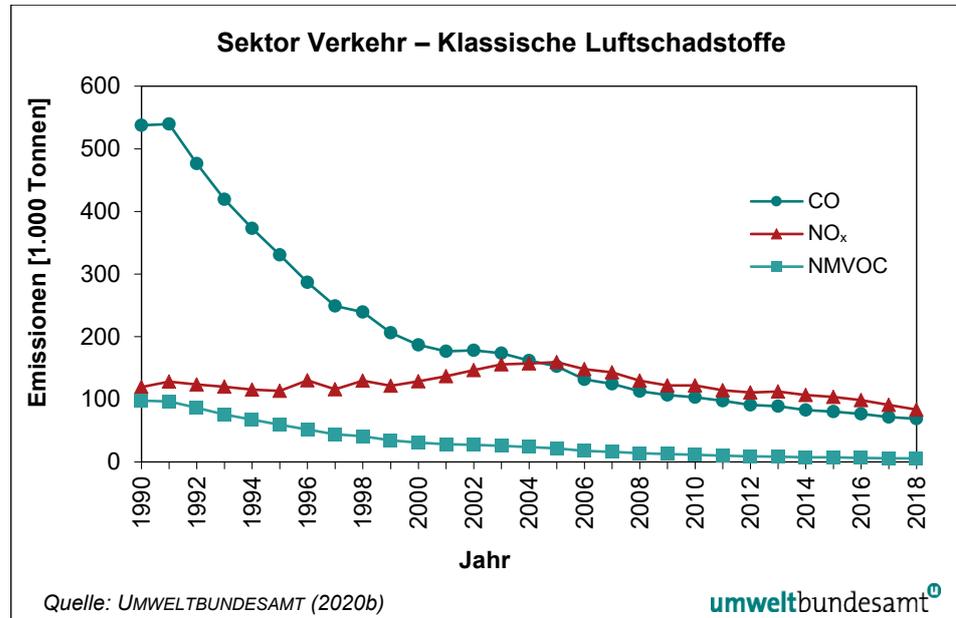
Abbildung 39:
Anteil des Sektors
Verkehr an den
Gesamtemissionen der
jeweiligen Schadstoffe.

⁴⁷ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exkl. Treibhausgase) aus dem Sektor Verkehr angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2018 zumindest 5 % beträgt.

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 40:
Trend der CO-, NO_x-
und NMVOC-
Emissionen des Sektors
Verkehr.



CO-Emissionen

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

Von 1990–2018 kam es zu einem Rückgang des CO-Ausstoßes des Verkehrs um insgesamt 87 %. Im Jahr 2018 wurde um 4,0 % 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 5,6 %
gegenüber Vorjahr**

**trendbestimmende
Faktoren**

Seit 1990 ist eine Abnahme der NMVOC-Emissionen des Verkehrs um 94 % zu verzeichnen, wobei im Jahr 2018 um 5,6 % 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**

Für die NO_x-Emissionen aus dem Verkehrssektor sind vorwiegend dieselbetriebene Kraftfahrzeuge aus dem Straßenverkehr verantwortlich. Seit 2005 ist ein abnehmender Trend zu verzeichnen, was hauptsächlich auf geringere Emissionen des Schwerverkehrs zurückzuführen ist. 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.⁴⁸ Von 1990–2018 kam es insgesamt zu einem Rückgang der NO_x-Emissionen aus dem Verkehrssektor um 33 %. Im Jahr 2018 wurde um 5,9 % 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)⁴⁹ sind hierfür hauptverantwortlich.

55 % der gesamten NO_x-Emissionen Österreichs wurden 2018 vom Verkehrssektor emittiert (siehe Abbildung 39). 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).⁵⁰

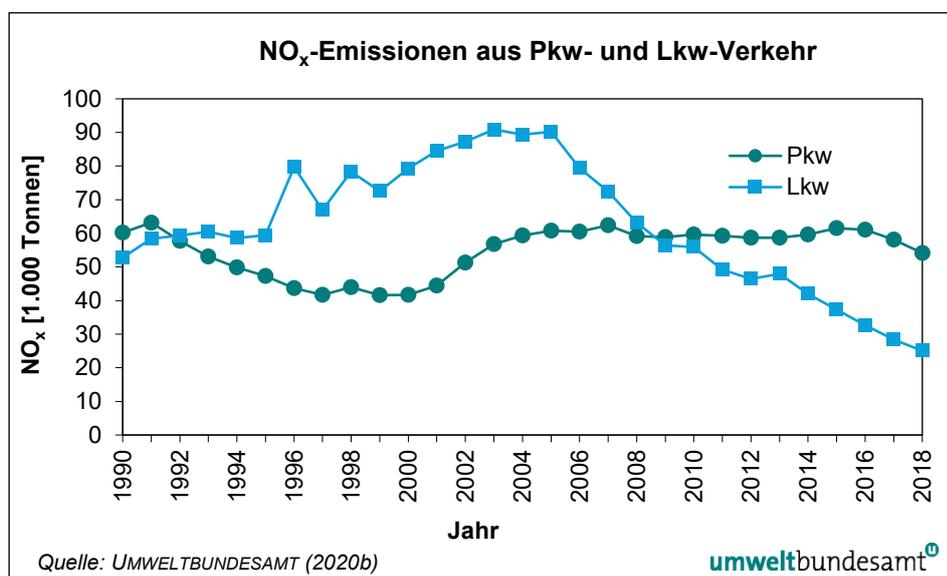


Abbildung 41:
Trend der NO_x-
Emissionen des Lkw-
und Pkw-Verkehrs.

Die NO_x-Emissionen aus dem Pkw-Verkehr gingen von 1990–2018 um insgesamt 10 % zurück, bedingt durch die Einführung der Katalysatorpflicht und eine Verschärfung der Abgasgrenzwerte, der sogenannten EURO-Normen. Von 2017 auf 2018 wurde um 6,8 % weniger NO_x vom Pkw-Verkehr emittiert, verantwortlich hierfür ist wie oben angeführt die jährliche Flottenerneuerung.

Die spezifischen NO_x-Emissionen pro Fahrzeugkilometer von Diesel-Pkw sind im Flottendurchschnitt fast 6-mal höher als jene von Benzinern und zeigen bei Diesel-Pkw bis inklusive Euro 5 keine markante Reduktion. Eine wesentliche Verringerung des Flottendurchschnittes ist erst mit der Durchdringung von Diesel-Pkw mit spezifischen Abgasnachbehandlungssystemen, wie bspw. NO_x-Speicherkatalysatoren oder Systemen für die selektive katalytische Reduktion von NO_x (SCR) für Dieselfahrzeuge zu erwarten. Der Einsatz dieser Technologien wird für die Grenzwertenerreichung der Abgasklasse Euro 6 (seit September 2014) erforderlich.

**NO_x-Emissionen aus
Pkw reduziert**

**Abgasnachbehand-
lungssysteme**

⁴⁸ NO_x-Emissionen von Benzin-Pkw sind seit der Einführung des 3-Wege-Kats vernachlässigbar gering.

⁴⁹ Selektive katalytische Reduktion und Abgasrückführung

⁵⁰ Aufgrund der laufenden Implementierung neuester NO_x-Messwerte, die die ganze Zeitreihe verändern, können die im Vorjahr berichteten Werte höher/tiefer liegen.

Es hat sich jedoch bei vielen Pkw-Modellen gezeigt, dass es in realen Fahrsituationen zu keiner effektiven NO_x-Reduktion kommt. So wurden etwa EURO 6 Diesel Pkw unter realen Fahrsituationen vermessen, die den NO_x-Grenzwert gemäß Typprüfung um das 20-Fache überschreiten (BMVI 2016). In einer Studie des Umweltbundesamtes für das Europäische Parlament wurde das Versagen des europäischen Typprüf-Prozesses beleuchtet (HEINFELLNER et al. 2016).

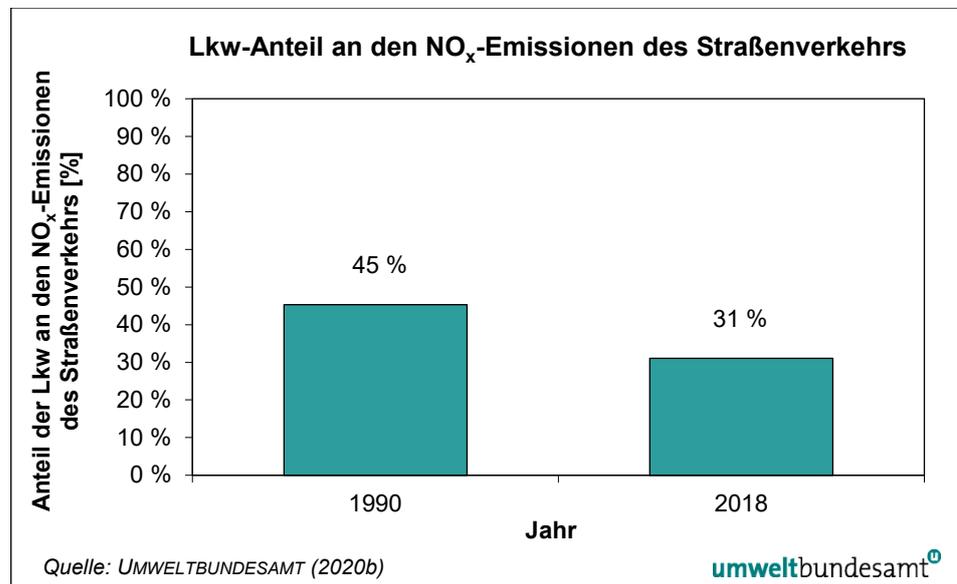
Erst mit der seit September 2017 geltenden Abgasstufe EURO 6d_{temp} und der seit September 2019 geltenden Abgasstufe EURO 6d ist eine Verbesserung der spezifischen NO_x-Emissionen bei Diesel-Pkw in Richtung verpflichtendem NO_x-Grenzwert erkennbar. Die Verbesserung besteht darin, dass eine reale Straßenfahrt mit einem portablen Emissionsmessgerät Teil der Typprüfung ist. Nachmessungen diverser Labors zeigen, dass der Grenzwert auch im Realbetrieb tatsächlich erreicht bzw. unterschritten wird.

NO_x-Emissionen aus Lkw reduziert

trendbestimmende Faktoren

Die NO_x-Emissionen des Lkw-Verkehrs (leichte und schwere Nutzfahrzeuge) sind seit 2005 – trotz steigender jährlicher Fahrleistungen – deutlich zurückgegangen. Das Inkrafttreten der Abgasnorm EURO 4 im Jahr 2005 und EURO 5 (2008/2009) ist hierfür verantwortlich. Von 1990–2018 kam es insgesamt zu einer Reduktion der Emissionsmenge von 53 %, wobei von 2017 auf 2018 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 Dieselkraftstoff in Lkw) an den gesamten NO_x-Emissionen lag 2018 bei rund 10 % und war somit etwas geringer als in den Vorjahren. Nur 31 % der gesamten Stickstoffoxid-Emissionen des Straßenverkehrs (inkl. Kraftstoffexport) wurden 2018 vom Lkw-Verkehr verursacht (siehe Abbildung 42).

Abbildung 42:
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 4.1) 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.

Feinstaub

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 5-mal höhere spezifische Emissionen⁵¹ pro Fahrzeugkilometer auf als Ottomotoren.

Emissionsquellen

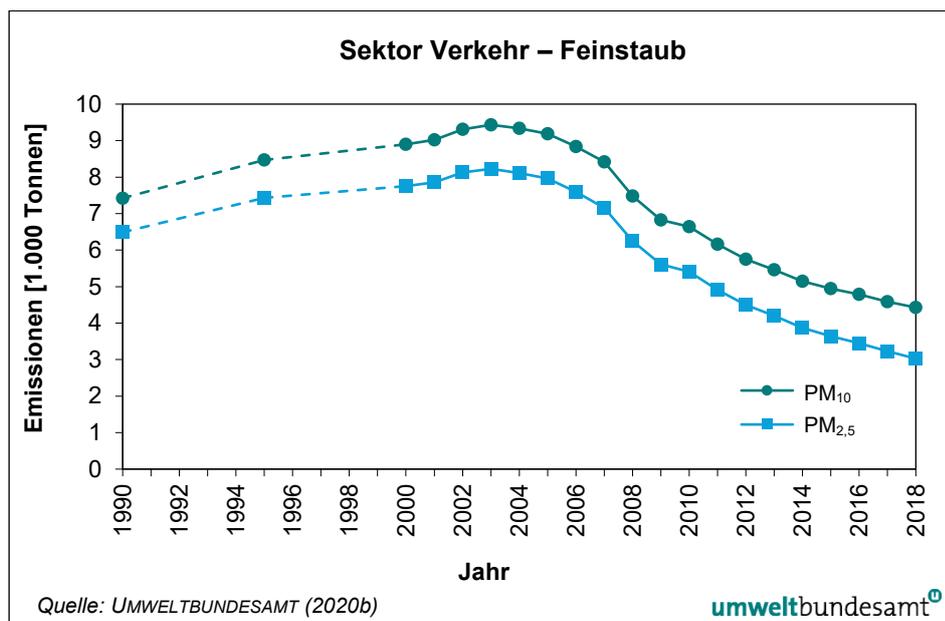


Abbildung 43:
Trend der PM₁₀- und
PM_{2,5}-Emissionen des
Sektors Verkehr.

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

Der PM₁₀-Ausstoß aus dem Verkehrssektor konnte von 1990–2018 um 40 % reduziert werden, der PM_{2,5}-Ausstoß ging um 53 % zurück. Im Jahr 2018 wurden um 3,5 % weniger PM₁₀-Emissionen und um 6,3 % weniger PM_{2,5}-Emissionen verursacht als im Jahr zuvor.

Abnahme gegenüber Vorjahr

Durch den überwiegenden Anteil von Diesel-Pkw in der Flotte sowie durch die gestiegene Fahrleistung (Personen und Fracht) kam es von 1990–2003 zu einem allgemeinen Anstieg der Feinstaub-Emissionen. Der folgende Emissionsrückgang ist trotz des ungebrochenen Trends zu Diesel-Pkw auf Verbesserungen der An-

trendbestimmende Faktoren

⁵¹ reine Verbrennungsemissionen bei PM₁₀

triebs- und Abgasnachbehandlungstechnologien (wie Partikelfilter) zurückzuführen. Die Novellierung der NOVA-Regelung im Zuge des Ökologisierungsgesetzes 2007 hatte ebenfalls einen maßgeblichen Einfluss.

Der PM₁₀- und der PM_{2,5}-Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen sind rückläufig, 2018 beliefen sie sich auf 17 % (PM₁₀) und 21 % (PM_{2,5}).

Schwermetalle

Pb-Emissionen

trendbestimmende Faktoren

Die Blei-Emissionen aus dem Verkehr nahmen von 1990–2018 um insgesamt 97 % ab. 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 2018: 25 %. In der Inventur 2019 wurden erstmalig die Pb-Emissionen aus Reifen- und Bremsabrieb für die ganze Zeitreihe berechnet, dies führte national zu erheblichen Mehremissionen (+4.798 kg im Jahr 2018) und zu einem höheren Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen.

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 dem Gebrauch von land- und forstwirtschaftlichen mobilen und stationären Geräten.

Hauptschadstoffe

Emissionsanteile

Der Sektor Landwirtschaft verursachte 2018 93 % der NH₃-, 37 % der NMVOC-, 12 % der NO_x-, 18 % der PM₁₀-, 8,1 % der PM_{2,5}-, 15 % der PAK- und 11 % der HCB-Emissionen Österreichs.⁵²

⁵² Es werden nur jene Luftschadstoffe (exkl. Treibhausgase) aus dem Sektor Landwirtschaft angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2018 zumindest 5 % beträgt.

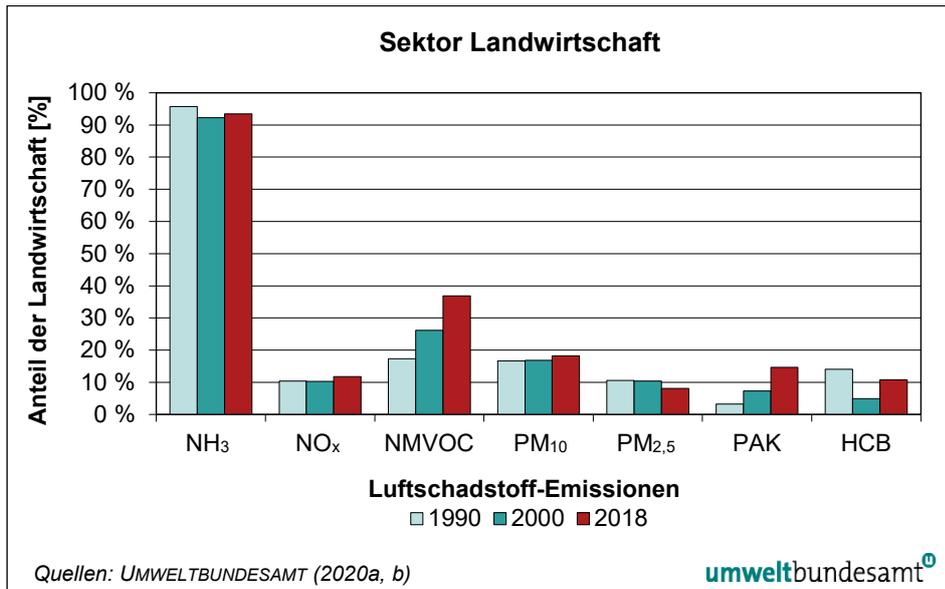


Abbildung 44:
Anteil des Sektors Landwirtschaft an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.

Klassische Luftschadstoffe

Die NO_x- und NMVOC-Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft weisen seit 1990 einen sinkenden Trendverlauf auf, die NH₃-Emissionsmenge hat in diesem Zeitraum leicht zugenommen.

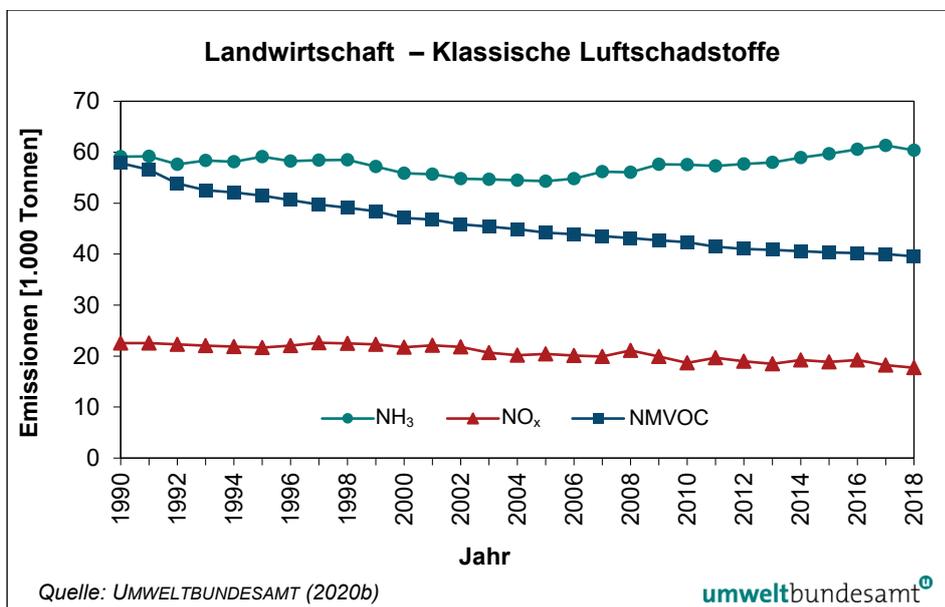


Abbildung 45:
Trend der NH₃-, NO_x- und NMVOC-Emissionen des Sektors Landwirtschaft.

NH₃-Emissionen

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.

Emissionsquellen

Abnahme um 1,5 % gegenüber Vorjahr Von 1990–2018 kam es zu einer leichten Zunahme der NH₃-Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft (+ 2,2 %), wobei im Jahr 2018 um 1,5 % weniger NH₃ emittiert wurde als 2017.

trendbestimmende Faktoren Der Anstieg der NH₃-Emissionen seit 1990, trotz eines etwas sinkenden Rinderbestandes, lässt sich im Wesentlichen durch die vermehrte Haltung in Laufställen (aus Gründen des Tierschutzes und EU-rechtlich vorgeschrieben) und die steigende Anzahl leistungsstärkerer Milchkühe erklären. Außerdem kam es zu einem verstärkten Einsatz von Harnstoff als Stickstoffdünger (kostengünstiges, aber wenig effizientes Düngemittel). Diese Entwicklung trägt zum steigenden Emissionstrend bei, da bei der Harnstoffdüngung ein beachtlicher Teil des Stickstoffs als Ammoniak-Emission verloren geht.

Hauptgrund für die Abnahme der NH₃-Emissionen von 2017–2018 ist die geringere Mineraldüngermenge und vor allem der Rückgang von Harnstoffdünger, der auf den landwirtschaftlichen Böden ausgebracht wurde. Auch der niedrigere Rinder- und Schweinebestand wirkte sich emissionsmindernd aus. Der kleinere Milchkuhbestand wurde allerdings mit der gestiegenen Milchleistung und der dadurch höheren Emissionsrate pro Kuh kompensiert.

NO_x-Emissionen

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

trendbestimmende Faktoren Von 1990–2018 nahmen die NO_x-Emissionen aus diesem Sektor um 21 % ab. Hauptgrund hierfür ist 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 2017–2018 gingen die NO_x-Emissionen durch Emissionsabnahmen bei den mobilen Geräten und durch einen reduzierten Mineraldüngereinsatz zurück (- 2,9 %).

Abnahme um 2,9 % gegenüber Vorjahr

Der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten NO_x-Emissionen Österreichs ist, trotz eigentlichem Emissionsrückgang, seit 1990 leicht gestiegen (siehe Abbildung 44). Die Erklärung dafür liegt in der vergleichsweise stärkeren Emissionsabnahme anderer Sektoren.

NM VOC-Emissionen

Emissionsquellen Der überwiegende Anteil der NM VOC-Emissionen vom Sektor 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 1,2 % gegenüber Vorjahr Von 1990–2018 kam es zu einem Rückgang der sektoralen NM VOC-Emissionen um 32 %. Die sinkenden Viehbestände sind hierfür verantwortlich. Im Jahr 2018 wurden um 1,2 % weniger NM VOC-Emissionen von der Landwirtschaft emittiert als im Jahr zuvor.

Der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten NM VOC-Emissionen Österreichs ist, trotz eigentlichem Emissionsrückgang, seit 1990 deutlich gestiegen (siehe Abbildung 44). Die Erklärung dafür liegt in der vergleichsweise stärkeren Emissionsabnahme anderer Sektoren.

Feinstaub

Die PM₁₀-Emissionen der Landwirtschaft nahmen von 1990–2018 um insgesamt 29 % ab, die PM_{2,5}-Emissionen konnten um 60 % reduziert werden. Von 2017 auf 2018 kam es ebenfalls zu einem Rückgang der Feinstaub-Emissionen (PM₁₀: – 1,9 %, PM_{2,5}: – 6,5 %).

Abnahme gegenüber Vorjahr

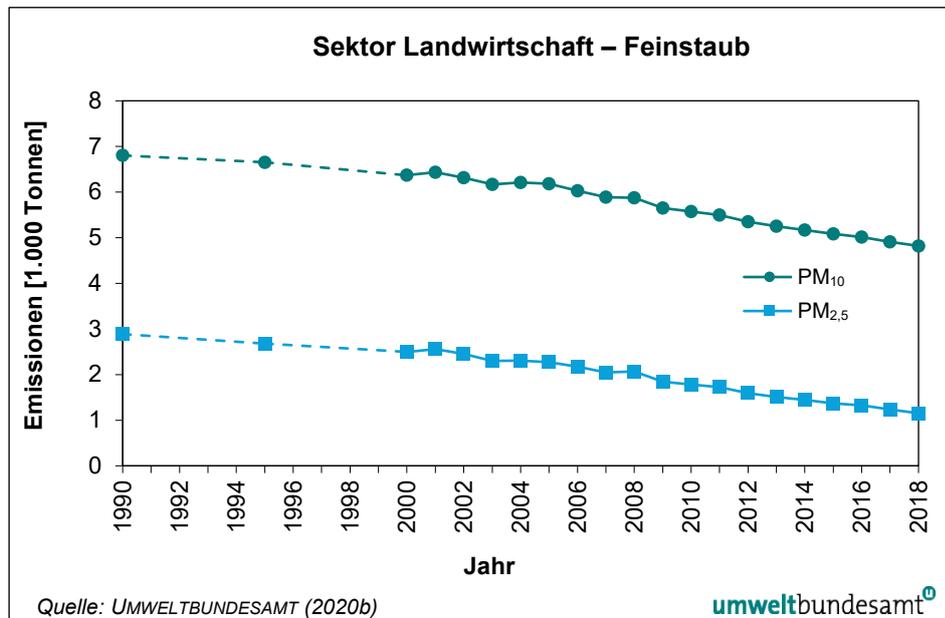


Abbildung 46: PM₁₀- und PM_{2,5}-Emissionen des Sektors Landwirtschaft.

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

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 2018 stammten rund 19 % der PM₁₀-Emissionen bzw. rund 76 % der PM_{2,5}-Emissionen aus dem Betrieb land- und forstwirtschaftlicher Geräte.

Emissionsquellen

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.⁵³

trendbestimmende Faktoren

Eine weitere Ursache für die Emissionsabnahme seit 1990 ist der kontinuierliche Rückgang bewirtschafteter landwirtschaftlicher Nutzflächen.

⁵³ 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, für Motoren mit mehr als 130 kW 2020.

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 44 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.

Persistente Organische Verbindungen (POP)

Emissionsquellen

Der Sektor Landwirtschaft verursachte im Jahr 2018 15 % der PAK- und 11 % der HCB-Emissionen Österreichs (siehe Abbildung 44). Hauptverantwortlich dafür sind die Verbrennungsvorgänge in stationären Feuerungsanlagen. Bei den HCB-Emissionen spielt auch der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln eine Rolle. 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).

Abnahme PAK- und HCB-Emissionen 2017–2018

2017 auf 2018 sanken die PAK-Emissionen um 8,0 % und die HCB-Emissionen gingen um 12 % zurück. Im Vergleich zum Vorjahr wurde 2018 aufgrund des milden Winters weniger Biomasse eingesetzt, woraus geringere Emissionen resultierten.

trendbestimmende Faktoren

PAK-Emissionen

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 1990–2018 um insgesamt 64 % zu. Verantwortlich hierfür ist der vermehrte Biomasseinsatz 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.

HCB-Emissionen

Insgesamt ging im Sektor Landwirtschaft von 1990–2018 die HCB-Emissionsmenge deutlich zurück (- 68 %). Der starke Rückgang der HCB-Emissionen beim Einsatz von Pestiziden im Pflanzenschutz dominiert den Trend. Die HCB-Emissionen aus den stationären Feuerungsanlagen nahmen im selben Zeitraum zu.

7.6 Sonstige

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).

Emissionsquellen

Hauptschadstoffe

Der Sektor Sonstige verursachte 2018 28 % der NMVOC-, 6,9 % der Dioxin- und 6,5 % der Cd-Emissionen in Österreich.⁵⁴

Emissionsanteile

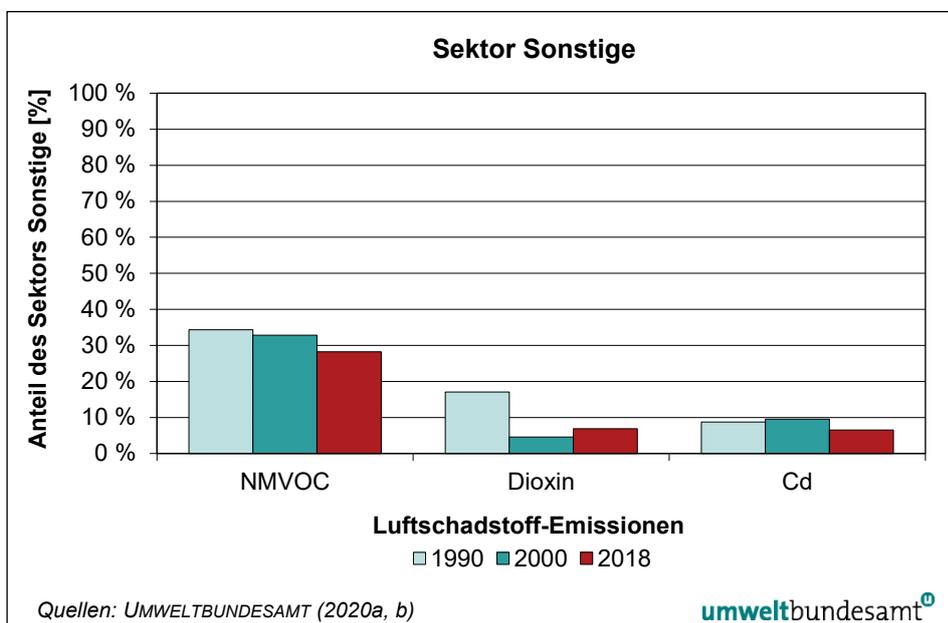


Abbildung 47:
Anteil des Sektors
Sonstige an den
gesamten NMVOC-,
Dioxin- und Cd-
Emissionen.

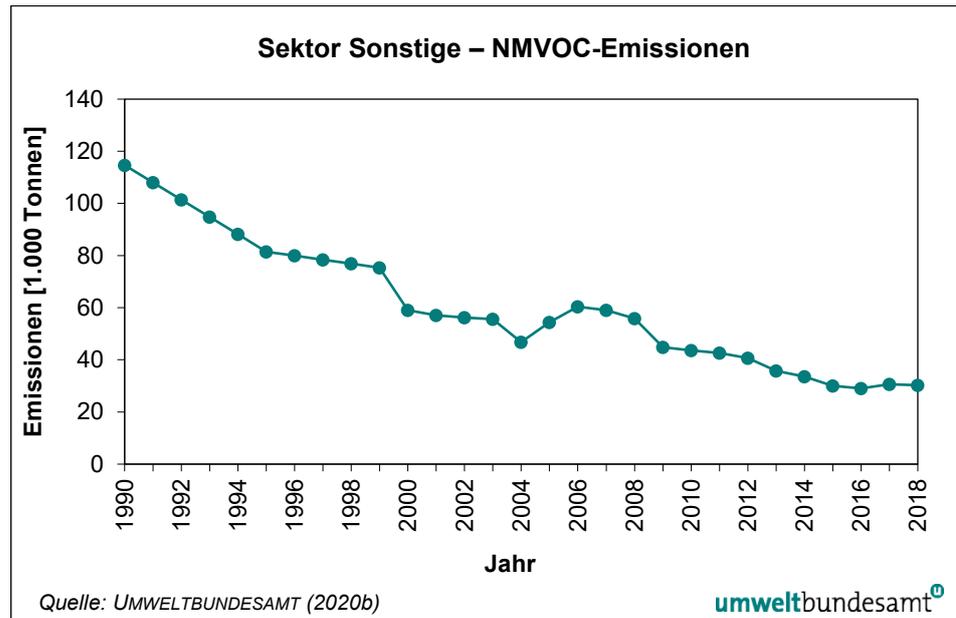
Klassische Luftschadstoffe

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.

Emissionsquellen

⁵⁴ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exkl. Treibhausgase) aus dem Sektor Sonstige angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2018 zumindest 5 % beträgt.

Abbildung 48:
Trend der NMVOC-
Emissionen des Sektors
Sonstige.



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

Der NMVOC-Ausstoß aus dem Sektor Sonstige ging von 1990–2018 um insgesamt 74 % zurück, von 2017 auf 2018 kam es zu einer Abnahme von 1,1 %.

Das neue Berechnungsmodell, das im Jahr 2018 abgeschlossen 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, ist im Vergleich zum Jahr 1990 nur leicht gesunken (- 15 %), die Emissionen sanken dagegen (im Bereich Lösemittelanwendungen) um 74 %. Dieser Trend ist nur durch Maßnahmen aus diversen legislativen Instrumenten zu erklären.

**trendbestimmende
Faktoren**

Vor allem Anfang der 90er-Jahre (Lösungsmittelverordnung, HKW-Anlagen-Verordnung etc.) sowie Anfang der 2000er Jahre (Deco Paint Directive, VOC-Anlagen-Verordnung etc.) konnte mit Hilfe dieser legislativen Instrumente 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 sekundäre Maßnahmen wie Abluftbehandlung) stark gesenkt werden konnten.

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 und bei der Abfallverbrennung ohne energetische Nutzung.

**trendbestimmende
Faktoren**

Der Cd-Ausstoß aus dem Sektor Sonstige konnte von 1990–2018 um 52 % reduziert werden, bedingt durch eine starke Emissionsabnahme bei der Abfallverbrennung ohne energetischen Nutzen und einen Rückgang der verkauften Tabakwaren und Feuerwerkskörper in Österreich.

Persistente Organische Verbindungen (POP)

Dioxin-Emissionen

Fast 90 % der Dioxin-Emissionen dieses Sektors stammen aus Auto- und Hausbränden. Der Rest kommt nahezu ausschließlich aus der Verbrennung von Abfällen ohne energetische Nutzung und zu einem sehr kleinen Teil aus dem Tabakkonsum.

Von 1990–2018 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. Von 2017 auf 2018 kam es zu einem Emissionsrückgang von 15 % verursacht durch eine geringe Anzahl an Gebäudebränden.

Emissionsquellen

trendbestimmender Faktor

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 organ. 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 (2019): Nationales Luftreinhalteprogramm 2019, gemäß § 6 Emissionsgesetz-Luft 2018
<https://www.bmlrt.gv.at/umwelt/luft-laerm-verkehr/luft/nationales-luftreinhalteprogramm-beschlossen.html>
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016): Bericht der Untersuchungskommission „Volkswagen“. Berlin.
https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Strasse/bericht-untersuchungskommission-volkswagen.pdf?__blob=publicationFile
- BUNDESREGIERUNG (2010): Programm der österreichischen Bundesregierung zur Einhaltung der nationalen Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe gemäß § 6 Emissionshöchstmengengesetz-Luft.
- CONCAWE (2017): CONCAWE Report no. 4/17, Air pollutant emission estimation methods for E-PRTR re-reporting by refineries, Brussels 2017
- E7 ENERGIE MARKT ANALYSE (2017): Jahresendenergieeinsatz nach Brennstoff, Technologie und Sektor. Analyse des Raumwärmeenergiebedarfs in Abhängigkeit der Heizungstechnologie. Endbericht. März 2017. Auftraggeber: Umweltbundesamt. Wien.
- EEA – European Environment Agency (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): EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. EEA Technical report No. 12/2013.
<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>
- EEA – European Environment Agency (2013b): 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 (2016): EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. EEA Technical report No. 21/2016.
<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>
- 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.
- HEINFELLNER, H. ET AL. (2016): Legal obligations relating to emission measurements in the EU automotive sector. Study for the EMIS Committee, DG for Internal Policies, Brussels, European Union.
- INFRAS (2019): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), Version 4.1. Bern/Zürich.
- 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 (2014): Biomasse – Heizungserhebung 2013. 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.
- 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.
- STATISTIK AUSTRIA (2019a): Energiebilanzen Österreich 1970–2018. Wien.
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html
- STATISTIK AUSTRIA (2019b): Nutzenergieanalyse für Österreich 1993–2018. Wien.
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/nutzenergieanalyse/index.html
- STATISTIK AUSTRIA (2019c): 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 Schwebstaub 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 (2007): Böhmer, S.; Fröhlich, M.; Köther, T.; Krutzler, T.; Nagl, C.; Pölz, W.; Poupa, S.; Rigler, E.; Storch, A. & Thanner, G.: Aktualisierung von Emissionsfaktoren als Grundlage für den Anhang des Energieberichtes. Reports, Bd. REP-0075. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2008): Spangl, W.; Kaiser, A.; Nagl, C. & Moosmann, L.: Herkunftsanalyse von PM₁₀ und seinen Inhaltsstoffen 1999–2007. Ferntransport nach Österreich und regionale Beiträge. Reports, Bd. REP-0156. 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 (2017b): 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 (2017c): 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 (2019a): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2018. Reports, Bd. REP-0675. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2019b): 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): Pazdernik, K.; Anderl, M.; Friedrich, A.; Gangl, M.; Haider, S.; Köther, T.; Kriech, M.; Lampert, C.; Mandl, N.; Matthews, B.; Pfaff, G.; 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 2020. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Reports, Bd. REP-0724. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2020b): Titz, M.; Anderl, M.; Gangl, M.; Haider, S.; Köther, T.; Lampert, Ch.; Pazdernik, K.; Perl, D.; Pinterits, M.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Schmidt, G.; Schodl, B.; Wieser, M.; Zechmeister, A.: Austria's Informative Inventory Report 2020. 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-0723 Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2020c): 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 2020. Reports, derzeit in Vorbereitung Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2020d): Perl, D.; Gangl, M.; Anderl, M.; Haider, S.; Lampert, Ch.; Pinterits, M.; Poupa, St.; Purzner, M.; Schmidt, G.; Schodl, B.; Titz, M.: Austria's Annual Air Emission Inventory 1990–2018, Emissions of SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ and PM_{2.5}. Reports, Bd. REP-0717. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2020e): 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.
- 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>
- 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. <http://www.euro.who.int/document/e88189.pdf>
- WHO – World Health Organization (2008): Health risks of ozone from long-range trans-boundary air pollution. Regional Office for Europe, Copenhagen.

WINDSPERGER et al. (2020): Bernhard Windsperger, Andreas Windsperger, Aktualisierung der NO_x- und Feinstaub-Emissionen der Papierindustrie in Österreich sowie Ableitung von Emissionsfaktoren, Institut für Industrielle Ökologie, St. Pölten, 2020

Rechtsnormen und Leitlinien

Akkreditierungsgesetz 2012 (AkkG 2012; 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 2018 (EG-L 2018; 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.
- Gaspenderverordnung (BGBl. Nr. 793/1992): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Ausstattung von Tankstellen mit Gaspenderleitungen.
- Göteborg-Protokoll (1999): Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon. (The 1999 Gothenburg Protocol to abate acidification, eutrophication and ground-level ozone).
http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.htm
- Grenzwerteverordnung 2007 (GKV 2007; BGBl. II Nr. 243/2007 i.d.g.F.): Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über Grenzwerte für Arbeitsstoffe und über krebserzeugende Arbeitsstoffe.
- HKW-Anlagen-Verordnung (HAV; BGBl. II Nr. 411/2005): Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über die Begrenzung der Emissionen bei der Verwendung halogener organischer Lösungsmittel 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>
- Kraftstoffbehälterverordnung (BGBl. Nr. 558/1991): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Ausstattung gewerblicher Betriebsanlagen mit Gaspenderleitungen für ortsfeste Kraftstoffbehälter.
- Kraftstoffrichtlinie (RL 98/70/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über die Qualität von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen und zur Änderung der Richtlinie 93/12/EWG des Rates. ABl. Nr. L 284/1.
- Kraftstoffverordnung (BGBl. II Nr. 168/2009): Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Festlegung der Qualität von Kraftstoffen.

- Lackieranlagen-Verordnung (BGBl. Nr. 873/1995): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Begrenzung der Emission von luftverunreinigenden Stoffen aus Lackieranlagen in gewerblichen Betriebsanlagen.
- Lösungsmittelverordnung (LMV; BGBl. II Nr. 398/2005): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen durch Beschränkungen des Inverkehrsetzens und der Verwendung organischer Lösungsmittel 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. ABI. 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.
http://ozone.unep.org/new_site/en/montreal_protocol.php
- 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 2007 (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 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 2005 (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) 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 Lösungsmittel 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.

ANNEX: EMISSIONSTABELLEN

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Energieversorgung	16.07	16.73	10.61	12.19	9.02	10.47	9.03	9.18	7.41	7.22	7.10	8.03	7.61	7.68	7.21	6.75	7.29	5.47	3.03	2.70	2.79	2.37	2.04	1.67	1.84	1.48	1.39	1.37	1.64
Kleinverbrauch	30.87	28.06	24.31	20.80	18.59	18.10	18.25	13.23	12.36	12.46	11.14	11.33	10.01	9.91	8.85	7.63	7.52	6.16	6.14	2.57	2.63	2.01	1.94	1.76	1.51	1.43	1.47	1.49	1.32
Industrieproduktion	19.76	18.67	11.83	12.21	11.92	11.50	12.84	14.66	12.38	10.83	10.20	9.91	10.74	10.57	9.75	10.87	11.34	11.22	10.59	9.05	10.14	10.40	10.42	10.55	10.73	10.62	10.00	9.54	8.38
Verkehr*	5.14	5.72	6.00	6.36	6.59	5.99	3.03	2.62	2.80	2.54	2.52	2.57	2.47	2.45	0.38	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
davon Kraftstoffexport	0.80	1.06	1.04	1.18	1.05	0.96	0.75	0.43	0.66	0.47	0.53	0.64	0.69	0.74	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
Landwirtschaft	1.79	1.48	1.41	1.21	1.01	0.70	0.72	0.65	0.62	0.63	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
Sonstige	0.08	0.06	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	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
Gesamt * (anthropogen)	73.70	70.72	54.19	52.82	47.19	46.81	43.93	40.40	35.63	33.74	31.58	32.46	31.39	31.17	26.60	25.95	26.79	23.44	20.33	14.80	16.04	15.23	14.86	14.44	14.54	13.98	13.32	12.84	11.77
exkl. Kraftstoffexport	72.90	69.66	53.15	51.64	46.14	45.85	43.18	39.97	34.97	33.27	31.04	31.81	30.70	30.43	26.54	25.90	26.75	23.41	20.30	14.76	16.00	15.20	14.83	14.40	14.51	13.95	13.28	12.81	11.73

* inkl. Kraftstoffexport

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Energieversorgung	18.43	17.84	15.07	12.76	11.72	13.39	11.77	12.63	11.89	11.82	11.85	13.80	12.77	14.71	14.90	15.42	15.85	15.12	14.04	12.69	13.51	13.34	12.70	12.27	11.63	12.38	11.45	12.20	11.00
Kleinverbrauch	19.34	20.36	19.34	18.95	17.23	18.75	19.96	17.69	17.50	18.35	16.94	18.39	17.21	17.63	16.76	16.16	16.48	14.81	14.98	14.18	14.99	13.55	13.52	13.79	12.11	12.63	12.88	13.00	11.85
Industrieproduktion	37.28	37.91	34.89	32.80	32.35	30.37	31.41	33.05	32.04	31.10	31.62	30.73	31.05	31.96	31.60	34.70	35.48	35.71	35.06	32.30	32.81	32.80	32.52	31.25	29.39	28.63	28.08	27.24	26.71
Verkehr*	119.5	128.0	123.6	120.1	115.3	113.6	130.4	115.8	129.7	121.8	128.8	136.7	146.8	155.8	157.1	159.3	148.1	142.9	129.9	122.0	122.1	114.6	111.1	112.2	107.0	103.8	98.6	91.2	83.5
davon Kraftstoffexport	17.31	25.19	21.73	21.70	17.68	17.79	35.20	21.12	34.58	26.22	32.23	39.92	48.07	54.77	54.56	56.74	45.13	41.28	34.52	33.06	33.97	27.17	26.15	28.45	23.64	22.44	20.30	18.53	15.12
Landwirtschaft	22.56	22.53	22.29	22.05	21.85	21.70	22.04	22.63	22.49	22.33	21.76	22.10	21.82	20.70	20.19	20.45	20.14	19.91	21.10	19.91	18.66	19.67	19.00	18.47	19.26	18.83	19.27	18.25	17.72
Sonstige	0.13	0.12	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	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
Gesamt * (anthropogen)	217.2	226.7	215.3	206.8	198.6	197.9	215.7	201.9	213.7	205.4	211.1	221.8	229.7	240.9	240.6	246.1	236.1	228.6	215.1	201.1	202.2	194.0	188.9	188.1	179.4	176.4	170.3	162.0	150.9
exkl. Kraftstoffexport	199.9	201.6	193.6	185.1	180.9	180.1	180.5	180.8	179.1	179.2	178.9	181.9	181.6	186.1	186.0	189.4	191.0	187.3	180.6	168.0	168.2	166.8	162.7	159.6	155.8	153.9	150.0	143.4	135.7

* inkl. Kraftstoffexport

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Energieversorgung	15.80	15.49	15.45	14.92	11.35	9.72	8.69	8.17	6.65	5.86	5.87	4.08	4.23	4.18	3.80	3.59	3.62	3.27	3.07	2.90	2.81	2.77	2.77	2.66	2.74	2.67	2.60	2.63	2.49	
Kleinverbrauch	42.18	45.77	42.15	40.94	37.46	38.78	40.58	36.80	34.96	34.54	32.19	33.27	30.77	30.05	28.78	28.35	28.98	28.33	28.47	28.11	30.79	28.11	28.97	29.37	25.58	26.58	26.96	26.92	24.80	
Industrieproduktion	5.70	5.86	5.67	5.63	5.64	5.52	5.59	5.79	5.97	4.69	4.92	4.59	4.60	4.72	4.74	4.82	4.83	4.72	4.62	4.60	4.68	4.91	4.93	4.49	4.50	4.55	4.41	4.57	4.47	
Verkehr*	97.80	96.59	86.17	75.87	67.50	59.56	51.75	44.13	41.01	34.65	30.70	28.24	27.31	25.78	23.74	21.72	17.58	15.94	13.79	12.32	11.23	10.05	9.09	8.41	7.66	7.21	6.46	5.97	5.64	
davon Kraftstoffexport	4.75	10.63	6.18	4.23	2.17	1.60	0.37	-0.69	1.53	0.00	0.36	1.55	3.52	4.51	4.51	4.49	3.33	3.04	2.38	2.21	1.97	1.52	1.33	1.22	0.99	0.96	0.88	0.79	0.67	
Landwirtschaft	57.87	56.55	53.85	52.55	52.13	51.52	50.64	49.73	49.12	48.43	47.11	46.81	45.87	45.42	44.94	44.24	43.91	43.54	43.18	42.71	42.33	41.46	41.01	40.84	40.57	40.36	40.24	40.05	39.57	
Sonstige	114.7	108.0	101.4	94.77	88.14	81.49	79.95	78.40	76.86	75.33	59.00	57.10	56.18	55.58	46.82	54.39	60.33	59.01	55.81	44.87	43.57	42.63	40.66	35.78	33.58	30.07	29.06	30.58	30.25	
Gesamt * (anthropogen)	334.0	328.3	304.7	284.7	262.2	246.6	237.2	223.0	214.6	203.5	179.8	174.1	168.9	165.7	152.8	157.1	159.3	154.8	148.9	135.5	135.4	129.9	127.4	121.6	114.6	111.4	109.7	110.7	107.2	
exkl. Kraftstoffexport	329.3	317.7	298.5	280.4	260.1	245.0	236.8	223.7	213.1	203.5	179.4	172.5	165.4	161.2	148.3	152.6	155.9	151.8	146.6	133.3	133.4	128.4	126.1	120.3	113.6	110.5	108.9	109.9	106.6	
* inkl. Kraftstoffexport																														

Emissionstabelle 4: NH₃-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Energieversorgung	0.20	0.21	0.20	0.23	0.23	0.22	0.26	0.26	0.28	0.25	0.23	0.26	0.25	0.28	0.29	0.33	0.35	0.37	0.41	0.43	0.48	0.46	0.46	0.44	0.41	0.44	0.44	0.47	0.44	
Kleinverbrauch	0.59	0.65	0.62	0.63	0.58	0.64	0.71	0.65	0.65	0.68	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	0.55	0.57	0.58	0.60	0.55	
Industrieproduktion	0.60	0.85	0.71	0.58	0.54	0.44	0.44	0.47	0.44	0.47	0.44	0.44	0.39	0.42	0.42	0.50	0.50	0.60	0.54	0.48	0.51	0.51	0.52	0.49	0.49	0.49	0.45	0.49	0.48	
Verkehr*	0.80	1.19	1.42	1.64	1.82	1.99	2.06	2.15	2.47	2.47	2.52	2.59	2.79	2.83	2.72	2.58	2.47	2.32	2.06	1.93	1.85	1.64	1.48	1.34	1.21	1.17	1.14	1.11	1.11	
davon Kraftstoffexport	0.05	0.17	0.13	0.11	0.06	0.05	-0.08	-0.13	0.02	-0.13	-0.13	0.02	0.35	0.55	0.60	0.63	0.59	0.60	0.51	0.51	0.49	0.41	0.37	0.33	0.28	0.29	0.29	0.28	0.26	
Landwirtschaft	59.10	59.22	57.63	58.40	58.15	59.11	58.26	58.47	58.51	57.19	55.87	55.71	54.83	54.71	54.47	54.33	54.83	56.18	56.09	57.66	57.58	57.31	57.71	58.00	58.93	59.66	60.55	61.34	60.40	
Sonstige	0.44	0.45	0.50	0.59	0.69	0.71	0.74	0.73	0.76	0.84	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	1.66	
Gesamt * (anthropogen)	61.73	62.57	61.08	62.07	62.02	63.11	62.46	62.73	63.11	61.91	60.58	60.66	59.99	60.07	59.94	59.87	60.33	61.65	61.31	62.73	62.69	62.13	62.41	62.49	63.23	64.01	64.81	65.67	64.63	
exkl. Kraftstoffexport	61.68	62.40	60.94	61.96	61.95	63.06	62.53	62.86	63.10	62.04	60.71	60.64	59.63	59.52	59.35	59.25	59.74	61.05	60.80	62.22	62.20	61.72	62.04	62.16	62.94	63.72	64.52	65.39	64.38	
* inkl. Kraftstoffexport																														

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Energieversorgung	6.14	2.59	1.91	1.57	1.77	2.43	2.35	2.55	2.00	2.45	2.62	3.01	3.15	3.51	3.35	3.11	3.71	3.55	4.05	4.38	4.82	4.84	5.03	4.89	4.41	4.67	4.80	4.70	4.37
Kleinverbrauch	391.7	428.3	392.1	376.7	344.3	356.8	374.2	335.5	318.4	314.8	291.7	301.9	278.0	270.9	259.5	259.2	265.5	259.2	263.0	289.4	265.1	273.7	276.9	241.4	249.1	253.2	253.7	233.5	
Industrieproduktion	267.2	238.7	282.7	294.4	308.1	233.5	253.7	257.1	241.1	160.9	200.8	172.9	165.6	180.1	186.7	171.8	186.7	178.9	167.2	156.3	148.2	162.9	161.1	165.5	174.1	181.9	178.3	174.9	160.8
Verkehr*	537.3	539.5	476.4	419.1	372.7	330.7	286.8	249.1	239.1	206.0	186.9	176.9	178.4	173.7	161.9	152.5	131.5	124.6	113.2	107.0	103.3	97.43	90.95	88.84	82.92	80.37	76.92	71.87	68.96
Landwirtschaft	35.50	35.75	34.92	34.32	33.45	33.72	35.22	34.12	32.71	32.94	30.99	31.94	30.63	29.95	29.74	30.04	29.43	27.64	27.70	25.05	25.53	24.01	23.45	22.89	20.86	20.89	20.26	19.71	18.54
Sonstige	11.52	11.71	11.56	11.47	11.17	10.65	10.11	9.60	9.32	9.02	8.67	8.38	8.36	8.32	8.41	7.94	7.62	7.25	6.91	6.52	6.19	5.82	5.53	5.22	4.91	4.65	4.39	4.18	3.95
Gesamt (anthropogen)	1 249.1	1 257.1	1 200.1	1 138.1	1 072.967.7	962.4	888.0	842.6	726.1	721.7	695.0	664.1	666.5	649.6	624.6	624.4	601.2	582.0	561.3	577.4	560.1	559.7	564.2	528.6	541.6	537.8	529.1	490.1	

* inkl. Kraftstoffexport

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Energieversorgung	0.33	0.30	0.28	0.24	0.22	0.21	0.22	0.21	0.21	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
Kleinverbrauch	0.37	0.40	0.35	0.33	0.30	0.31	0.32	0.29	0.28	0.29	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	0.28	0.24	0.25	0.26	0.27	0.24
Industrieproduktion	0.85	0.76	0.59	0.52	0.47	0.39	0.36	0.36	0.32	0.35	0.35	0.34	0.34	0.36	0.36	0.41	0.44	0.46	0.46	0.39	0.46	0.46	0.46	0.48	0.46	0.45	0.44	0.47	0.46
Verkehr*	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Landwirtschaft	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	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
Sonstige	0.15	0.14	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07
Gesamt (anthropogen)	1.75	1.66	1.38	1.25	1.14	1.05	1.05	1.01	0.95	1.01	0.99	1.00	0.98	1.00	1.00	1.03	1.08	1.11	1.12	1.06	1.19	1.16	1.18	1.20	1.14	1.15	1.14	1.18	1.13

* inkl. Kraftstoffexport

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Energieversorgung	0.35	0.36	0.25	0.21	0.19	0.20	0.20	0.20	0.16	0.18	0.20	0.23	0.21	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.19	0.18	0.21	0.22	0.21	0.21	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16
Kleinverbrauch	0.41	0.46	0.40	0.36	0.32	0.32	0.32	0.28	0.26	0.25	0.24	0.24	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.18	0.17	0.19	0.17	0.17	0.18	0.15	0.16	0.16	0.17	0.15
Industrieproduktion	1.33	1.17	0.97	0.80	0.64	0.65	0.61	0.63	0.51	0.48	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
Verkehr*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Landwirtschaft	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Sonstige	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04
Gesamt (anthropogen)	2.17	2.06	1.66	1.41	1.20	1.22	1.18	1.15	0.97	0.95	0.91	0.97	0.94	0.98	0.95	0.99	1.02	1.03	1.04	0.93	1.03	1.02	1.04	1.09	1.04	1.01	0.95	1.03	0.96

* inkl. Kraftstoffexport

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Energieversorgung	1.47	1.39	1.23	0.97	0.87	0.79	0.96	1.02	0.94	0.83	1.03	1.19	1.34	1.54	1.57	1.54	1.71	1.90	2.02	2.09	2.43	2.42	2.53	2.59	2.35	2.47	2.46	2.43	2.38
Kleinverbrauch	6.37	6.37	5.46	4.66	3.91	3.32	3.39	2.95	2.78	2.80	2.59	2.58	2.32	2.23	2.15	2.02	2.09	2.06	2.09	2.02	2.28	2.07	2.14	2.17	1.89	1.99	1.99	2.08	1.89
Industrieproduktion	41.77	36.70	26.61	22.54	19.71	11.83	10.96	10.31	9.14	8.58	8.07	8.04	8.30	8.50	8.50	9.07	9.40	9.93	9.91	7.87	9.70	9.99	9.89	10.39	10.10	9.80	9.59	10.30	9.17
Verkehr*	179.5	149.0	104.1	68.62	42.07	3.17	3.27	3.34	3.45	3.55	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
Landwirtschaft	1.02	0.78	0.65	0.51	0.37	0.14	0.14	0.14	0.13	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	0.17	0.17	0.17	0.16
Sonstige	2.26	2.05	1.80	1.78	1.69	1.12	1.19	1.08	1.25	2.02	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
Gesamt (anthropogen)	232.4	196.3	139.8	99.07	68.62	20.36	19.92	18.84	17.67	17.92	17.17	16.76	17.61	17.80	17.78	18.38	19.19	19.94	19.97	17.58	20.12	20.40	20.33	21.11	20.17	19.57	19.93	20.54	19.26

* inkl. Kraftstoffexport

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Energieversorgung	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
Kleinverbrauch	10.92	11.78	10.46	10.19	9.13	9.43	9.88	8.78	8.17	7.89	7.24	7.30	6.42	5.99	5.69	5.64	5.84	5.82	5.79	5.73	6.32	5.70	5.89	5.98	5.22	5.44	5.49	5.48	5.01
Industrieproduktion	7.05	6.85	3.05	0.51	0.41	0.32	0.32	0.31	0.28	0.31	0.29	0.29	0.30	0.31	0.33	0.38	0.41	0.44	0.45	0.40	0.45	0.46	0.47	0.47	0.46	0.44	0.43	0.46	0.43
Verkehr*	0.29	0.32	0.32	0.33	0.35	0.36	0.39	0.37	0.40	0.37	0.37	0.37	0.39	0.41	0.40	0.40	0.38	0.38	0.35	0.33	0.34	0.32	0.32	0.33	0.32	0.33	0.33	0.34	0.34
Landwirtschaft	0.61	0.65	0.63	0.63	0.59	0.63	0.67	0.66	0.62	0.66	0.62	0.70	0.69	0.72	0.79	0.81	0.81	0.79	0.82	0.83	0.94	0.92	0.98	1.06	1.00	1.05	1.06	1.08	1.00
Sonstige	0.16	0.16	0.11	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gesamt (anthropogen)	19.03	19.77	14.59	11.75	10.55	10.79	11.29	10.14	9.48	9.25	8.54	8.68	7.82	7.45	7.23	7.24	7.47	7.45	7.44	7.33	8.07	7.42	7.69	7.87	7.02	7.29	7.35	7.39	6.80

* inkl. Kraftstoffexport

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Energieversorgung	12.14	12.17	1.06	0.28	0.30	0.34	0.39	0.42	0.42	0.44	0.51	0.55	0.61	0.64	0.69	0.70	0.79	0.90	0.99	1.07	1.37	1.32	1.37	1.42	1.29	1.34	1.35	1.41	1.34
Kleinverbrauch	42.33	45.94	40.96	38.30	34.33	34.95	36.08	31.75	29.62	29.03	26.69	27.50	24.75	23.93	22.60	21.67	21.95	21.41	21.48	20.83	22.91	20.47	20.90	21.56	18.59	19.39	19.34	19.33	17.69
Industrieproduktion	43.47	39.77	26.43	20.81	15.16	16.06	15.28	20.35	19.42	16.89	18.14	17.48	7.18	7.19	7.63	8.56	9.47	9.17	8.58	8.96	10.59	10.55	10.68	10.86	10.77	10.65	10.60	10.53	10.02
Verkehr*	4.16	4.17	3.65	3.18	2.78	2.44	2.19	1.81	1.76	1.48	1.38	1.33	1.35	1.34	1.27	1.33	1.36	1.36	1.38	1.48	1.56	1.49	1.52	1.58	1.56	1.62	1.59	1.56	1.57
Landwirtschaft	1.72	1.85	1.74	1.66	1.51	1.60	1.67	1.56	1.45	1.50	1.38	1.51	1.43	1.46	1.55	1.46	1.51	1.47	1.56	1.51	1.68	1.55	1.71	1.80	1.55	1.77	1.61	1.57	1.42
Sonstige	21.35	20.92	2.70	2.40	2.26	2.27	2.27	2.27	2.28	2.30	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
Gesamt (anthropogen)	125.2	124.8	76.55	66.63	56.35	57.66	57.89	58.17	54.95	51.63	50.41	50.68	37.66	36.91	36.12	35.77	37.10	36.85	36.47	36.32	41.00	38.18	39.04	39.74	36.66	37.70	37.25	37.18	34.41

* inkl. Kraftstoffexport

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Energieversorgung	0.28	0.30	0.26	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.23	0.23	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	0.51	0.51	0.49
Kleinverbrauch	51.60	56.70	51.49	49.06	44.64	46.19	48.49	43.01	40.49	39.74	36.41	37.26	33.57	32.12	30.44	30.11	30.56	29.78	30.01	29.66	32.81	29.53	30.29	30.65	26.39	27.24	27.47	27.47	24.97
Industrieproduktion	11.31	9.65	6.54	4.97	3.75	3.96	3.77	5.96	5.77	3.94	4.23	4.09	4.25	4.27	4.40	4.79	4.87	5.13	5.08	4.71	5.95	6.12	30.27	108.7	114.1	6.34	6.23	6.68	5.95
Verkehr*	0.83	0.83	0.73	0.64	0.56	0.49	0.44	0.36	0.35	0.30	0.28	0.27	0.27	0.27	0.25	0.27	0.27	0.27	0.28	0.30	0.31	0.30	0.30	0.32	0.31	0.32	0.32	0.31	0.31
Landwirtschaft	12.04	12.24	9.61	9.81	7.60	7.47	5.99	6.40	4.85	5.22	2.13	2.28	2.17	2.29	2.31	2.25	2.32	2.20	2.33	2.35	3.30	2.96	3.11	3.43	3.13	2.80	3.51	4.37	3.84
Sonstige	9.45	6.67	7.60	6.52	1.27	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
Gesamt (anthropogen)	85.50	86.39	76.24	71.19	58.03	58.34	58.94	55.99	51.72	49.47	43.33	44.17	40.55	39.24	37.72	37.74	38.35	37.73	38.07	37.41	42.87	39.41	64.49	143.7	144.5	37.27	38.09	39.40	35.63

* inkl. Kraftstoffexport

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Energieversorgung	1.16	1.42	1.41	1.95	1.84	1.50	1.46	1.81	2.17	1.76	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	0.13	0.10	0.21	0.32	0.18	0.05
Kleinverbrauch	4.83	5.24	4.51	3.72	3.32	3.13	2.97	2.31	2.03	1.91	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
Industrieproduktion	41.14	29.12	22.85	23.40	21.67	24.45	21.88	25.77	25.96	25.04	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	34.23	37.85	31.87
Verkehr*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Landwirtschaft	0.09	0.10	0.10	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	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
Sonstige	0.00	0.00	0.00	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	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Gesamt (anthropogen)	47.23	35.89	28.87	29.16	26.91	29.16	26.37	29.95	30.20	28.76	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	37.16	36.64	35.69	34.72	38.22	32.09

* inkl. 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
Energieversorgung	1.91	1.57	1.38	1.60	1.59	1.78	1.72	1.61	1.74	1.73	1.76	1.65	1.93	1.95	1.99	1.91	1.72	1.79	1.67	1.72	1.61
Kleinverbrauch	12.55	11.16	9.22	9.50	8.77	8.58	8.18	8.00	8.17	7.99	8.06	7.98	8.72	8.01	8.19	8.36	7.35	7.60	7.65	7.69	7.09
Industrieproduktion	21.05	20.64	21.07	20.13	19.49	19.14	19.62	19.41	18.16	17.74	18.57	17.26	17.04	17.49	17.04	16.69	16.81	16.30	16.10	16.57	16.19
Verkehr*	9.16	10.34	10.90	11.04	11.36	11.51	11.42	11.28	10.96	10.56	9.60	8.92	8.75	8.30	7.88	7.61	7.33	7.15	7.03	6.86	6.75
Landwirtschaft	7.56	7.39	7.04	7.12	6.98	6.83	6.88	6.85	6.70	6.56	6.54	6.33	6.26	6.18	6.03	5.94	5.86	5.78	5.71	5.61	5.51
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	1.16
Gesamt (anthropogen)	53.21	52.06	50.58	50.26	49.17	48.81	48.81	48.14	46.74	45.67	45.57	43.14	43.77	43.01	42.26	41.62	40.25	39.81	39.43	39.69	38.32

* inkl. 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
Energieversorgung	1.40	1.16	0.98	1.17	1.15	1.33	1.32	1.22	1.35	1.36	1.38	1.35	1.56	1.57	1.62	1.55	1.39	1.44	1.34	1.38	1.30
Kleinverbrauch	11.65	10.40	8.61	8.87	8.20	8.02	7.65	7.50	7.65	7.48	7.55	7.48	8.16	7.50	7.67	7.82	6.88	7.11	7.16	7.20	6.64
Industrieproduktion	12.74	11.82	12.05	11.48	10.85	10.65	10.78	10.82	10.02	9.69	10.03	9.30	9.20	9.44	9.15	8.86	8.78	8.51	8.33	8.55	8.32
Verkehr*	7.42	8.47	8.90	9.02	9.31	9.43	9.33	9.19	8.84	8.41	7.48	6.83	6.64	6.16	5.75	5.46	5.15	4.94	4.79	4.59	4.43
Landwirtschaft	6.80	6.65	6.37	6.43	6.31	6.16	6.21	6.18	6.03	5.88	5.87	5.65	5.57	5.49	5.35	5.25	5.17	5.08	5.01	4.91	4.82
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	0.89
Gesamt (anthropogen)	40.90	39.37	37.82	37.80	36.74	36.48	36.18	35.77	34.78	33.78	33.23	31.48	32.08	31.12	30.51	29.89	28.35	28.02	27.62	27.58	26.40

* inkl. 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
Energieversorgung	0.96	0.82	0.67	0.82	0.79	0.94	0.96	0.89	1.01	1.02	1.04	1.05	1.20	1.21	1.26	1.20	1.07	1.11	1.03	1.05	1.01
Kleinverbrauch	10.88	9.79	8.13	8.38	7.76	7.60	7.25	7.13	7.26	7.10	7.16	7.10	7.75	7.13	7.29	7.42	6.53	6.73	6.78	6.81	6.29
Industrieproduktion	5.18	4.23	4.30	4.03	3.66	3.57	3.46	3.71	3.41	3.25	3.18	2.92	2.94	2.98	2.85	2.62	2.41	2.35	2.20	2.22	2.10
Verkehr*	6.49	7.43	7.75	7.86	8.13	8.23	8.11	7.96	7.59	7.16	6.25	5.61	5.41	4.91	4.50	4.20	3.87	3.64	3.45	3.23	3.03
Landwirtschaft	2.89	2.68	2.50	2.56	2.45	2.30	2.30	2.27	2.17	2.05	2.07	1.85	1.78	1.72	1.59	1.51	1.45	1.37	1.32	1.23	1.15
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	0.68
Gesamt * (anthropogen)	27.17	25.69	24.12	24.38	23.56	23.39	22.83	22.67	22.17	21.35	20.44	19.27	19.87	18.73	18.27	17.69	16.11	15.94	15.56	15.30	14.26
<i>exkl. Kraftstoffexport</i>	<i>26.61</i>	<i>24.99</i>	<i>23,34</i>	<i>23,4</i>	<i>22,27</i>	<i>21,86</i>	<i>21,3</i>	<i>21,09</i>	<i>20,87</i>	<i>20,16</i>	<i>19,5</i>	<i>18,4</i>	<i>19,02</i>	<i>18,08</i>	<i>17,69</i>	<i>17,12</i>	<i>15,65</i>	<i>15,53</i>	<i>15,19</i>	<i>14,98</i>	<i>14,01</i>

* inkl. 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—2018“ 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.