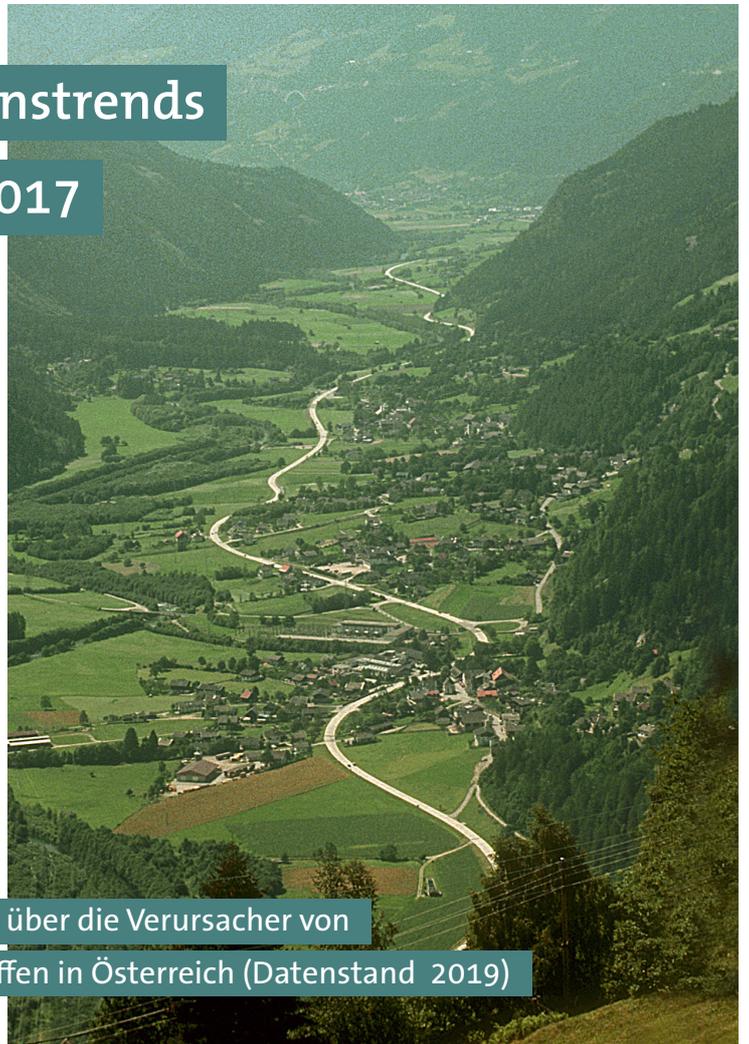


Emissionstrends

1990–2017

Ein Überblick über die Verursacher von
Luftschadstoffen in Österreich (Datenstand 2019)



EMISSIONSTRENDS

1990–2017

Ein Überblick über die Verursacher von
Luftschadstoffen in Österreich
(Datenstand 2019)

REPORT
REP-0698

Wien 2019

Projektleitung

Daniela Perl

AutorInnen

Michael Anderl

Marion Gangl

Simone Haider

Christoph Lampert

Daniela Perl

Stephan Poupa

Maria Purzner

Wolfgang Schieder

Michaela Titz

Gudrun Stranner

Andreas Zechmeister

Lektorat

Maria Deweis

Satz/Layout

Elisabeth Riss

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, 2019

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-517-6

VORWORT

Der vorliegende Bericht präsentiert die neuesten Ergebnisse der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI). Es handelt sich hierbei um die Emissionsdaten für die Jahre von 1990–2017. 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).

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

Auf die Darstellung der Treibhausgas-Emissionen wird verzichtet, da sie im jährlich erstellten Klimaschutzbericht (UMWELTBUNDESAMT 2019c) ausführlich behandelt werden.

¹ Anthropogene Emissionen sind vom Menschen verursachte Emissionen.

² European Monitoring and Evaluation Programme/European Environment Agency

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	3
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	16
3 STAUB	18
3.1 Übereinkommen und Rechtsnormen	19
3.2 Emissionstrend 1990–2017	20
4 KLASSISCHE LUFTSCHADSTOFFE	23
4.1 Übereinkommen und Rechtsnormen	23
4.2 Stickstoffoxide (NO _x)	26
4.3 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)	28
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 1990–2017	40
5.3 Kadmium (Cd)	42
5.4 Quecksilber (Hg)	43
5.5 Blei (Pb)	43
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)	49

6.5	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	51
7	EMISSIONEN NACH SEKTOREN	54
7.1	Energieversorgung	54
7.2	Kleinverbrauch	59
7.3	Industrieproduktion	65
7.4	Verkehr	70
7.5	Landwirtschaft	75
7.6	Sonstige	80
8	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	83
9	LITERATURVERZEICHNIS	84
	ANNEX: EMISSIONSTABELLEN	92

ZUSAMMENFASSUNG

Die aktuellen Ergebnisse der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur zeigen, dass die gemäß Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) ab 2010 zulässigen Höchstmengen für **NMVOC-** und **SO₂-Emissionen** in den Jahren 2010–2017 deutlich unterschritten wurden. Die NMVOC-Emissionen nahmen von 1990–2017 um 63 % ab, bei den SO₂-Emissionen ist in diesem Zeitraum ein Rückgang von 83 % zu verzeichnen. Unter Betrachtung dieser Emissionsmengen, abzüglich des Kraftstoffexportes, verläuft der Trend seit 1990 ebenso deutlich abnehmend (– 63 % bei NMVOC und – 82 % bei SO₂).

Höchstmengen für NMVOC- und SO₂-Emissionen eingehalten

Die **NO_x-Emissionen** konnten von 1990–2017 um 34 % gesenkt werden, abzüglich des Kraftstoffexports nahmen die Emissionen im selben Zeitraum um 36 % ab. Im Jahr 2017 wurden in Österreich rund 131,5 Kilotonnen NO_x (ohne Kraftstoffexport) emittiert. Die zulässige Emissionshöchstmenge gemäß EG-L ab 2010 beträgt für die NO_x-Emissionen Österreichs 103 Kilotonnen. Neben dem hohen Anteil an Diesel-Pkw in Österreich und der gestiegenen Fahrleistung ist diese Überschreitung v. a. auf die mangelnde Wirksamkeit der EU-Abgasgesetzgebung für Kraftfahrzeuge zurückzuführen. Österreich nimmt daher für die Zielerreichung bei NO_x die Flexibilitätsregelungen gemäß NEC-Richtlinie in Anspruch. Mit den angepassten Inventurdaten wird die festgesetzte Emissionshöchstmenge in den Jahren 2010–2013 überschritten, seit 2014 jedoch unterschritten.

Höchstmengen für NO_x- und NH₃-Emissionen 2017 überschritten

Der Trend der **NH₃-Emissionen** verlief von 1990–2017 steigend (+ 6,0 %). Die NH₃-Emissionen, abzüglich des Kraftstoffexportes, zeigen im selben Zeitraum eine ähnliche Entwicklung (+ 5,7 %). In Österreich wurden im Jahr 2017 rund 68,9 Kilotonnen Ammoniak (ohne Kraftstoffexport) emittiert. Die ab 2010 maximal zulässige Höchstmenge für Ammoniak gemäß EG-L beträgt 66 Kilotonnen. Österreich nimmt auch für die NH₃-Emissionen die Flexibilitätsregelungen zur Zielerreichung gemäß NEC-Richtlinie in Anspruch, da die Verbesserung der Inventurmethode sowie die Erfassung zusätzlicher Emissionsquellen zu höheren Emissionsmengen im Vergleich zum Zeitpunkt der Zielfestlegung führte. Die festgesetzte Emissionshöchstmenge für NH₃ wurde in den Jahren 2010–2013 unterschritten. Unter Berücksichtigung der bewilligten Anpassungen wurde die nationale Emissionshöchstmenge in den Jahren 2014 und 2015 ebenfalls unterschritten, in den Jahren 2016 und 2017 jedoch um 0,94 Kilotonnen bzw. 1,74 Kilotonnen überschritten.

Die Emissionen der **Schwermetalle Cd, Hg und Pb** sowie jene der **Persistenten Organischen Schadstoffe PAK, Dioxine, HCB und PCB** konnten im Zeitraum von 1990–2017 in Österreich gesenkt werden. Die größten Emissionsreduktionen wurden bei diesen Luftschadstoffen in den 1990er-Jahren aufgrund diverser legislativer Instrumente (z. B. Beschränkungen und Verbote) erzielt.

Schwermetall- und POP-Emissionen reduziert

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 emittierten Staubmengen aus diesen Sektoren verzeichnet werden.

Staub-Emissionen verringert

SUMMARY

Looking at the results of the current Austrian Air Emission Inventory, the emissions ceilings as set out in the Emissions Ceilings Act for 2010 and the following years for **NM VOC** and **SO₂** for the years 2010–2017 are achieved. NM VOC emissions decreased from 1990 to 2017 by 63 % and SO₂ by 83 %, a comparable trend was also observed for total emissions not including ‘fuel exports’ (for NM VOC – 63 % and for SO₂ – 82 %).

From 1990 until 2017 the **NO_x** emissions declined by 34 %, while emissions not including ‘fuel exports’ dropped by 36 %. In 2017 NO_x emissions amounted to 131.5 kilotonnes (without emissions from “fuel export”); the emission ceiling for NO_x is 103 kilotonnes. These above-ceiling emissions are mainly due to the high emissions from diesel-powered vehicles from road transport, in particular the high share of diesel passenger cars in Austria, the increased mileage as well as the insufficient effectiveness of the EU exhaust emission legislation (lacking pollutants emission performance in real life driving). To reach the national emission ceiling Austria makes use of the flexibilities according to NEC Directive 2016/2284. Using the adjusted emission data the emission ceiling for the years 2010–2013 is exceeded, since 2014 the ceiling is achieved.

NH₃ emissions increase by 6,0 % from 1990 until 2017; NH₃ emissions not including ‘fuel exports’ rises 5.7 %. In 2017 NH₃ emissions amounted to 68.9 kilotonnes (without emissions from “fuel export”). The emission ceiling for NH₃ is 66 kilotonnes from 2010 onwards. Austria also makes use of the flexibilities according to NEC Directive 2016/2284 to reach the national emission ceiling for NH₃. Exceedance of NH₃ emissions is due to new agricultural sources added to the national inventory and inventory improvement. In the years 2010–2013 the emission ceiling for NH₃ is achieved. Using the adjusted emission data the emission ceiling for the years 2014 and 2015 is also achieved. However, in 2016 the exceedance of the emission ceiling amounted to 0.94 kt NH₃, in 2017 to 1.74 kt.

In 2017 Emissions of **heavy metals (Cd, Hg, Pb)** as well as **persistent organic pollutants (PAH, Dioxins, HCB, PCB)** were below the levels of 1990. Major reductions were achieved in the 1990s through a variety of legal instruments including bans and restrictions.

Emissions of **particulate matter (TSP, PM₁₀, PM_{2.5})** originate mainly from industrial production, the transport sector, from agriculture and from space heating and small consumers. The emissions of particulate matter from these sectors have been clearly reduced since 1990.

1 GRUNDLAGEN DER INVENTUR

Im Rahmen der Umweltkontrolle wird jährlich die Österreichische Luftschadstoff-Inventur (OLI) vom Umweltbundesamt gemäß Umweltkontrollgesetz (UKG; BGBl. I Nr. 152/1998; § 6 (2) Z. 15) erstellt. Die Inventur umfasst sowohl 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) über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe zu berichten sind. Neben den Treibhausgasen CO₂, CH₄, N₂O und fluorierten Gasen (im vorliegenden Report nicht behandelt, da im Klimaschutzbericht detailliert dargestellt, siehe UMWELTBUNDESAMT 2019c) 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 Berichtspflichten Österreichs hinsichtlich der Luftschadstoff-Emissionen.

Im vorliegenden Report werden die neuesten Daten der Emissionsberechnungen für die Luftschadstoffe (Datenstand: 15. März 2019) 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 Berichtspflichten (UNFCCC, UNECE, EU) werden jährlich 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 <http://www.umweltbundesamt.at/emiberichte>

Darüber hinaus werden vom Umweltbundesamt im Rahmen der Umweltkontrolle folgende Berichte zur Trendbeschreibung und -analyse in deutscher Sprache erstellt.

Tabelle 2:
Zusätzliche Berichte des Umweltbundesamtes zu Luftemissionen im Rahmen der Umweltkontrolle.

Bericht	Datum
Klimaschutzbericht	August
Emissionstrends in Österreich	August
Bundesländer Luftschadstoff-Inventur	Oktober

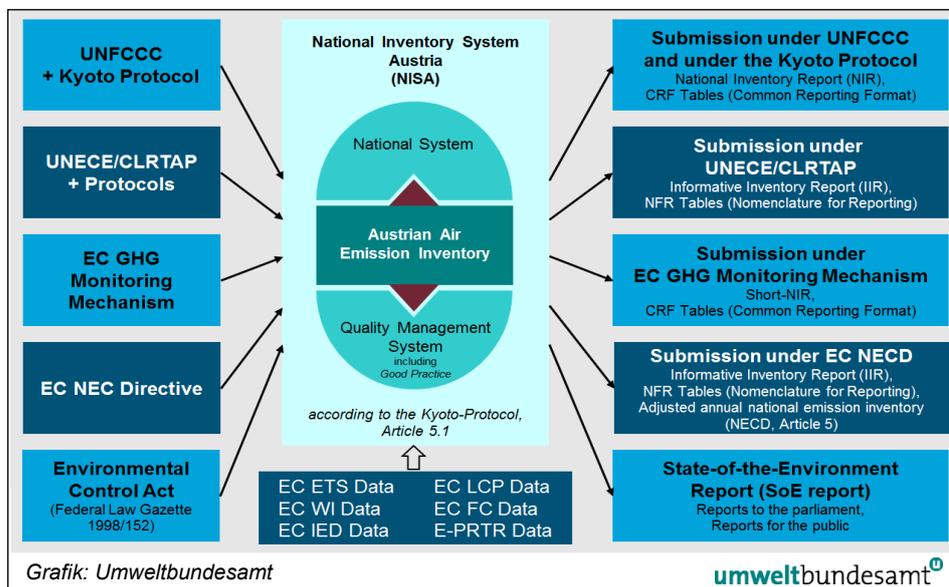
1.2 Akkreditierte Inspektionsstelle

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.

Nationales Inventursystem NISA

Um die hohen Anforderungen des Kyoto-Protokolls (Artikel 5.1) 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 Treibhausgasinventur 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 und 2015 im Rahmen sogenannter „Re-Akkreditierungen“ bestätigt. Seitdem ist das Umweltbundesamt berechtigt, das Akkreditierungslogo auf den jährlichen Inventurberichten zu tragen. Des Weiteren wird in 15-monatigen Abständen eine periodische Überwachung der Akkreditierungsstelle durchgeführt, die zuletzt im Juni 2018 erfolgte.

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 werden für die Emissionsberechnungen publizierte Werte von Emissionsfaktoren und Aktivitäten verwendet (z. B. UMWELTBUNDESAMT 2004, 2007, INFRAS 2017). 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) 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 2019a) und dem Austria's Informative Inventory Report (IIR; UMWELTBUNDESAMT 2019b). Diese Berichte werden 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 2016 sind folgende Revisionen gegenüber der Vorjahresinventur zu verzeichnen: NO _x : - 1,9 %, NMVOC: - 11,1 %, SO ₂ : - 2,2 %, NH ₃ : + 0,7 %, PM _{2,5} : - 9,8 %. Deutliche Revisionen gegenüber der Vorjahresinventur weisen die NMVOC-Emissionszahlen auf. Hauptgrund ist die methodische Umstellung auf die Tier 2-Methodik gemäß EMEP/EEA Guidebook 2016 für die Berechnungen der NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement im Sektor Landwirtschaft. Diese Änderungen resultieren aus Empfehlungen des Review Teams im Rahmen des NEC Reviews 2018. Darüber hinaus zeigen die Staub-Emissionen einen Rückgang, der v. a. mit den Revisionen des Biomasseeinsatzes in den Sektoren Industrieproduktion und Kleinverbrauch erklärt werden kann. Diese Revisionen führten auch zu geringeren NO _x -, PAK-, Dioxin- und HCB-Emissionen.
sektorale Änderungen	Die wesentlichsten sektoralen Änderungen sind im Folgenden zusammengefasst. <ul style="list-style-type: none"> ● Revisionen der nationalen Energiebilanz, u. a. bei Erdgas und brennbaren Abfällen, führten zu Verschiebungen der Energieeinsätze und Revisionen der Emissionszahlen in den energierelevanten Sektoren.

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

- Gemäß einer Empfehlung im Rahmen einer Überprüfung gemäß NEC-Richtlinie wurden die Emissionen von Cd, Hg, Pb, PCB und PAK der **Erdgas- und Erdölindustrie** zusätzlich abgeschätzt.
 - Die Revisionen im Sektor **Kleinverbrauch** sind auf Änderungen in der nationalen Energiebilanz (v. a. bei Kohlebrennstoffen und Ölbrennstoffen) zurückzuführen.
 - Im Sektor **Industrieproduktion** wurden die NO_x-Emissionen der glasverarbeitenden Industrie aufgrund neuer Messungen und jene der Holzverarbeitungs- und Spanplattenindustrie auf Basis einer neuen Studie revidiert. Die Emissionen aus Biomasseanlagen der Sonstigen Produzierenden Industrie wurden durch Eliminierung von Doppelzählungen mit dem Biomasseanteil in brennbaren Abfällen herabgesetzt.
 - Die aufgewirbelten Feinstaub-Emissionen der mobilen, landwirtschaftlichen Geräte und Baumaschinen in den Sektoren **Industrieproduktion** und **Kleinverbrauch** werden nicht mehr abgeschätzt, da die nationale Methode zu fehlerbehaftet ist und keine anderen geeigneten Methoden existieren.
 - Durch die Einarbeitung der Ergebnisse einer aktuellen Studie über die holzverarbeitende Industrie ergab sich im Sektor **Industrieproduktion** eine starke Revision nach unten für Feinstaub und NO_x.
 - Revisionen im Sektor **Verkehr** sind in diesem Jahr auf eine Überrechnung des Dieserverbrauchs im Inland und die Einführung einer neuen Emissionsquelle zurückzuführen. Der Dieserverbrauch im Inland ist infolge einer methodischen Aktualisierung beim Einsatz von mobilen Landmaschinen (Off-road) gestiegen. Im Straßenverkehr Inland kommt es zu einem leichten Emissionsanstieg aufgrund einer Aktualisierung der Ausfallwahrscheinlichkeiten für Pkw, LNF und SNF ab 2010 auf der Grundlage von Bestandsdaten nach dem Jahr der ersten Registrierung durch Statistik Austria. Des Weiteren wurde CO₂ aus fossilem Methanol, das bei der Herstellung von Biodiesel (FAME) eingesetzt wird, berücksichtigt. Dies führt zu einer Erhöhung der Emissionen in allen Fahrzeugunterkategorien, in denen beigemengter oder reiner Biodiesel verwendet wird.
 - Die durchgeführten Revisionen im **Sektor Landwirtschaft** sind vorwiegend auf die Implementierung neuer Daten zur landwirtschaftlichen Praxis aus der Studie „Erhebung zum Wirtschaftsdüngermanagement aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Österreich“ (TIHALO II) in das OLI-Modell Landwirtschaft zurückzuführen. Im Zuge dieser Revision wurde ebenso eine Reihe von methodischen Verbesserungen vorgenommen, wie etwa die Berechnungsmethoden für die klassischen Luftschadstoffe NH₃, NO_x und NMVOC entsprechend dem aktuellen Stand des Wissens und in Übereinstimmung mit den Anforderungen des EMEP/EEA Guidebooks 2016.
 - Im Sektor **Sonstige** wurden aufgrund von methodischen Verbesserungen die Berechnungen der Gebäude- und Fahrzeugbrände revidiert. Außerdem wurden die Emissionen (v. a. NH₃) aus Biogasanlagen, die Rohstoffe aus der Landwirtschaft einsetzen, erstmals dem Sektor Abfallwirtschaft zugerechnet und nicht wie bisher dem Landwirtschaftssektor.
- Weiterführende Informationen sind in den Methodik-Berichten¹⁰ des Umweltbundesamtes zu finden.

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

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

Anzumerken ist, dass im Jahr 2017 die sektorale Gliederung dieses Berichtes an die sektorale Gliederung des Klimaschutzberichtes angepasst wurde. 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.

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.

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

¹² Zum Klimaschutzbericht abweichende Sektor-Bezeichnung, da es Unterschiede bei der sektoralen Abgrenzung gibt.

¹³ Zum Klimaschutzbericht abweichende Sektor-Bezeichnung, da es Unterschiede bei der sektoralen Abgrenzung gibt.

Kleinverbrauch¹⁴

- Heizungsanlagen privater Haushalte, privater und öffentlicher Dienstleister und von (Klein-)Gewerbe,
- mobile Geräte privater Haushalte, mobile Geräte sonstiger Dienstleister,
- Feinstaub aus Brauchtumsfeuern und Grillkohle.

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.

Sonstige¹⁵

- Abfallwirtschaft,
- Abfalldeponien,
- Abfallverbrennung (exkl. Abfallverbrennung in Energieanlagen),
- Kompostierung und mechanisch-biologische Abfallbehandlung,
- Abwasserbehandlung und -entsorgung,
- Lösemittelanwendung,
- Farb- und Lackanwendung, auch im Haushaltsbereich,
- Reinigung, Entfettung,
- Herstellung und Verarbeitung chemischer Produkte,
- Tabakrauch und Feuerwerke.

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.

**internationaler
Flugverkehr 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.

**natürliche
Emissionsquellen
nicht berücksichtigt**

¹⁴ Zum Klimaschutzbericht abweichende Sektor-Bezeichnung, da bei Staub auch Quellen enthalten sind, die nichts mit Gebäuden zu tun haben (Brauchtumsfeuer, Grillen, ...).

¹⁵ Zum Klimaschutzbericht abweichende Sektor Bezeichnung, da es Unterschiede bei der sektoralen Abgrenzung gibt.

2 LUFTSCHADSTOFFE UND UMWELTPROBLEME

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

gesundheitliche Auswirkungen

Beim Menschen können Schadstoffe in der Luft Entzündungen der Atemwege verursachen und Erkrankungen, wie Allergien und Asthma, fördern bzw. ungünstig beeinflussen: Feinstaub kann die durchschnittliche Lebenserwartung je nach Wohnort um mehrere Monate verringern, zudem können Kurzzeiteffekte und Langzeitschädigungen der Atemwege sowie Herz-Kreislauf-Erkrankungen auftreten. Stickstoffdioxid kann die Lungenfunktion beeinträchtigen, Entzündungsreaktionen auslösen und die Anfälligkeit für Infektionen erhöhen. Das aus seinen Vorläufersubstanzen (u. a. Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen) in der Atmosphäre gebildete bodennahe Ozon kann Husten und Atemwegsprobleme verursachen und zu frühzeitigen Todesfällen führen (WHO 2008). Kanzerogene Substanzen, wie Benzol oder verschiedene Persistente Organische Schadstoffe, können die Erbsubstanz schädigen und das Krebsrisiko erhöhen. Schwermetalle üben ab gewissen Konzentrationen eine toxische Wirkung auf Lebewesen aus.

Auswirkungen auf Ökosysteme

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

weitere Reduktions- maßnahmen sind nötig

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

Tabelle 3: 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

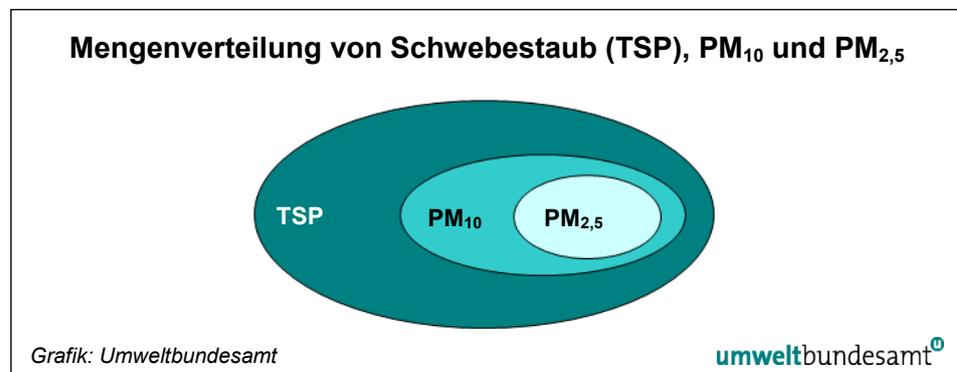
3 STAUB

Partikelgröße beeinflusst gesundheitliche Auswirkungen

Neben der Zusammensetzung ist bei Staub aus gesundheitlicher Sicht vor allem die Partikelgröße von Bedeutung, denn sie bestimmt die Eindringtiefe in den Atemwegstrakt. Durch die Belastung mit PM_{10} - und $PM_{2,5}$ -Emissionen können Schädigungen der Atemwege sowie Herz-Kreislauf-Erkrankungen entstehen (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 PM_{10} und $PM_{2,5}$ ¹⁶ (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2:
Schematische Darstellung der Mengenverteilung von TSP, PM_{10} und $PM_{2,5}$.



primär & sekundär gebildete Partikel

Es wird zwischen primär und sekundär gebildeten Partikeln unterschieden: Primäre Partikel werden direkt emittiert, sie können aus gefassten oder diffusen Emissionsquellen stammen. Gefasste Quellen haben einen definierten, relativ kleinen Austrittsquerschnitt (z. B. Schornstein, Auspuff). Beispiele für diffuse Quellen sind die Feldbearbeitung in der Landwirtschaft, die Aufwirbelung von Staub im Straßenverkehr 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 SO_2 , NO_x und NH_3).

¹⁶ PM = Particulate Matter (der Zahlenwert bezieht sich auf den mittleren aerodynamischen Partikeldurchmesser in μm). Im deutschen Sprachgebrauch hat sich für PM_{10} 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 Luftgütemessungen¹⁸ (UMWELTBUNDESAMT 2018a) bieten einen Überblick über die Luftgütesituation in Österreich.

Black Carbon – ein Licht-absorbierender, kohlenstoffhaltiger Bestandteil von Feinstaub wird in der Wissenschaft und Umweltpolitik verstärkt diskutiert. Auf lokaler Ebene stellt er 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).

Black Carbon

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 Emissionshöchstmengenrichtlinie (NEC-RL; RL (EU) 2016/2284) über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe) erhoben (siehe Kapitel 4.1).

In der revidierten NEC-Richtlinie, die mit 31.12.2016 in Kraft trat, werden erstmals auch nationale Emissionsreduktionsziele für primäre PM_{2,5}-Emissionen festgelegt (siehe Tabelle 4). 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 in nationales Recht umgesetzt.²¹ Zudem musste von allen Mitgliedstaaten bis 1. April 2019 ein nationales Maßnahmenprogramm beschlossen und an die Europäische Kommission übermittelt werden. Das Programm ist alle vier Jahre zu aktualisieren.

neue NEC-Richtlinie in Kraft getreten

¹⁷ Nähere Informationen zum Einfluss von Ferntransport und regionaler Schadstoffakkumulation sind im Bericht „Herkunftsanalyse von PM₁₀ und seinen Inhaltsstoffen 1999–2007. Ferntransport nach Österreich und regionale Beiträge“ zu finden (UMWELTBUNDESAMT 2008).

¹⁸ <http://www.umweltbundesamt.at/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)

²¹ <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20010426>

Immissionsschutzgesetz-Luft

Im Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L; BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.g.F.), der wichtigsten nationalen Umsetzung der Luftqualitätsrichtlinie (Richtlinie 2008/50/EG), sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit Immissionsgrenzwerte u. a. für PM₁₀ und PM_{2,5} festgelegt.²² Nach § 24 dieses Gesetzes sind für jene Luftschadstoffe, für die Immissionsgrenzwerte vorgeschrieben sind, Emissionsbilanzen zu erstellen.

Immissionsgrenzwerte für PM₁₀

Die Immissionsgrenzwerte für PM₁₀ waren ab 2005 einzuhalten, mit Fristerstreckung gemäß Artikel 22 der Luftqualitätsrichtlinie ab Mitte 2011. Der Grenzwert der Luftqualitätsrichtlinie – 50 µg/m³ als Tagesmittelwert, wobei maximal 35 Überschreitungen zulässig sind – wurde in den generell niedrig belasteten Jahren 2016–2018 vereinzelt in der Steiermark überschritten.²³ Der Grenzwert gemäß IG-L – 50 µg/m³ als Tagesmittelwert, 25 Überschreitungen sind zulässig – wurde in den letzten Jahren an drei bis sechs Messstellen überschritten (UMWELTBUNDESAMT 2016, 2017a, 2018a).

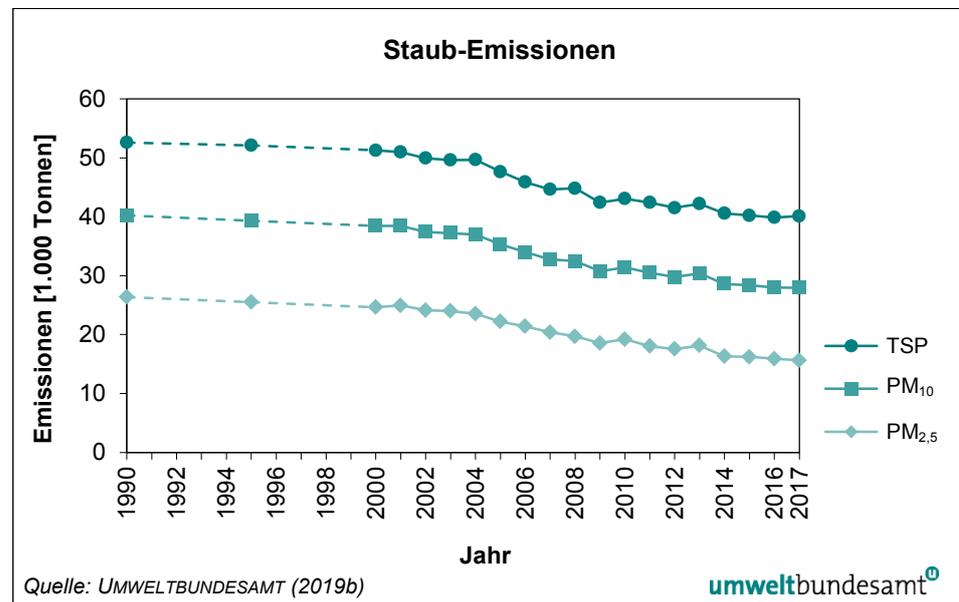
3.2 Emissionstrend 1990–2017

Staub-Emissionen sind rückläufig

Von 1990–2017 ist der TSP-Ausstoß Österreichs um 24 % auf 40.100 Tonnen zurückgegangen. Bei den PM₁₀-Emissionen ist im selben Zeitraum eine Reduktion von 31 % auf 27.900 Tonnen zu verzeichnen, die PM_{2,5}-Emissionen sanken um 41 % auf 15.600 Tonnen.

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.



trendbestimmende Faktoren

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

²² <http://www.umweltbundesamt.at/grenzwerte/>

²³ <http://www.umweltbundesamt.at/ueberschreitungen/>

der leicht steigenden wirtschaftlichen Aktivitäten wieder zu. Die merkliche Abnahme der TSP-, PM₁₀- und PM_{2,5}-Emissionen von 2013 auf 2014 war vorwiegend durch die Witterung beeinflusst – bedingt durch den besonders milden Winter sowie den dadurch reduzierten Einsatz von Biomasse. Von 2016 auf 2017 nahmen die TSP-Emissionen um 0,6 % zu, die PM₁₀-Emissionen gingen um 0,2 % und die PM_{2,5}-Emissionen um 1,7 % zurück.

Verursacher

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 und durch Aufwirbelung auf der Straße. In der Landwirtschaft wird Staub durch die Bearbeitung landwirtschaftlicher Nutzflächen und die Tierhaltung freigesetzt.

Hauptemittenten

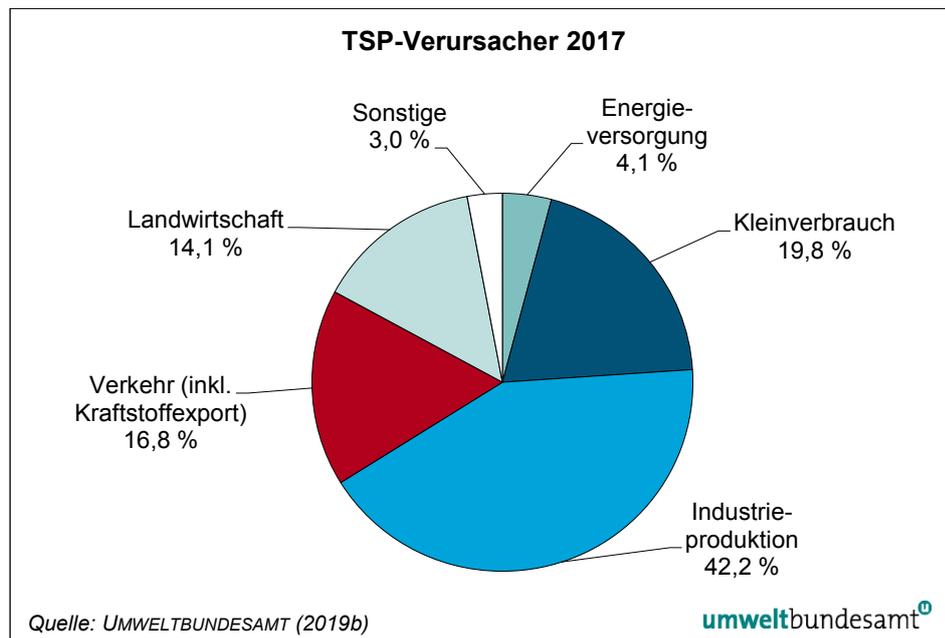


Abbildung 4:
Anteile der
Verursachensektoren an
den TSP-Emissionen
Österreichs.

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

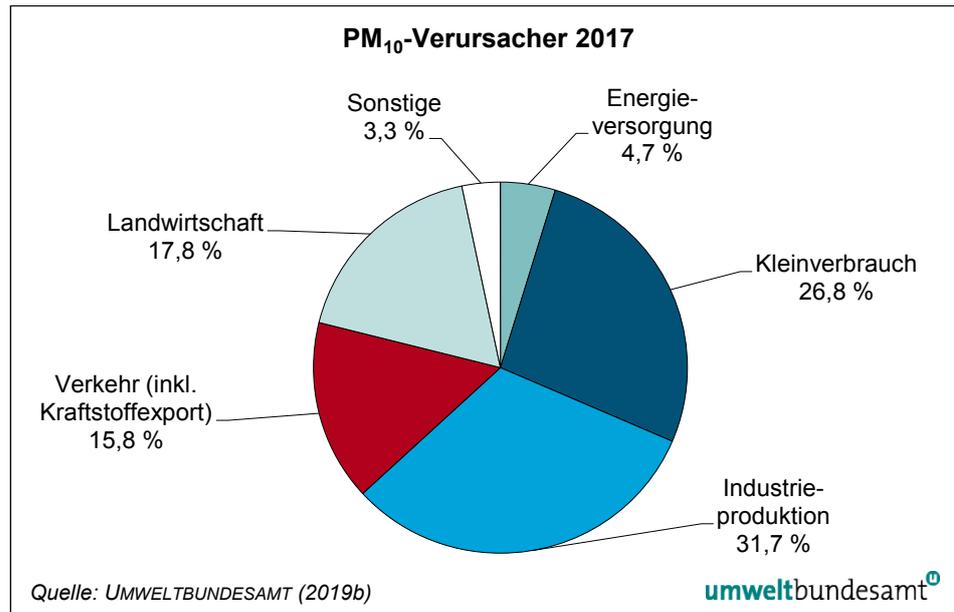
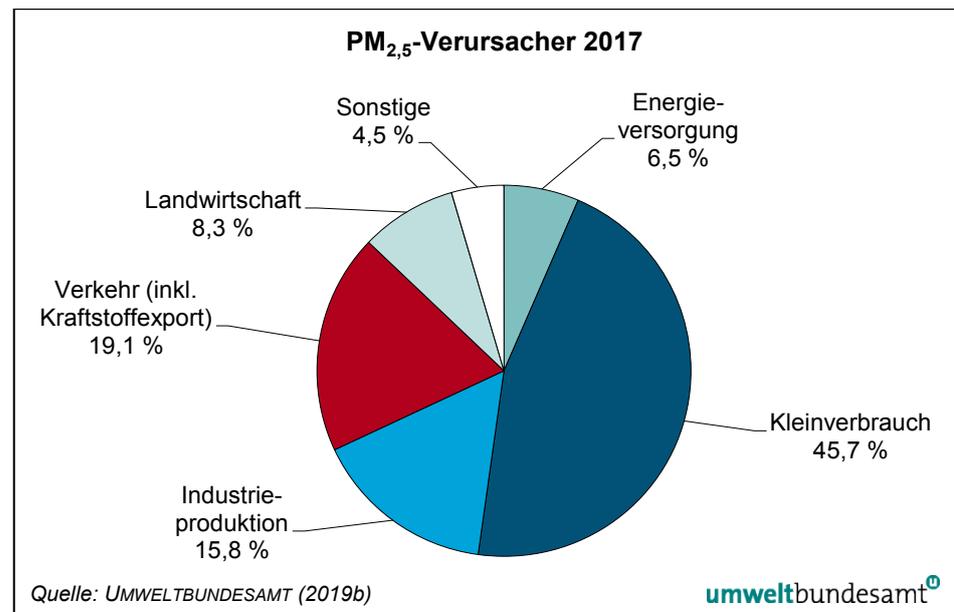


Abbildung 6:
Anteile der
Verursachersektoren an
den PM_{2,5}-Emissionen
Österreichs.



**Maßnahmen zur
Staubreduktion**

In allen Bundesländern wurden zur Senkung der Feinstaubbelastung Verordnungen gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L) erlassen und Maßnahmenprogramme erarbeitet. Emissionsmindernde Maßnahmen gemäß IG-L umfassen Geschwindigkeitsbeschränkungen, Partikelfilterpflicht für Offroad-Maschinen, Emissionshöchstwerte für Industrieanlagen, Fahrverbote, Vorgaben für den Winterdienst und anderes (UMWELTBUNDESAMT 2006, 2018a).²⁴

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

²⁴ Siehe auch Internetseite des Umweltbundesamtes:
http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/luft/luftguete_aktuell/massnahmen/

4 KLASSISCHE LUFTSCHADSTOFFE

In diesem Kapitel sind die Luftschadstoffe Stickstoffoxide (NO_x), Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC), Schwefeldioxid (SO₂), Ammoniak (NH₃) und Kohlenstoffmonoxid (CO) dargestellt.²⁵

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.

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.

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).

Bildung von Ozon

Versauerung durch Luftschadstoffe

Eutrophierung durch Stickstoffverbindungen

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)

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.

Genfer Luftreinhaltekonvention

²⁵ 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)

Göteborg-Protokoll

Im Rahmen des Übereinkommens wurde am 1. Dezember 1999 von Österreich das Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon²⁶ (Göteborg-Protokoll, 1999) unterzeichnet. Das Protokoll enthält absolute Emissionshöchstmengen für 2010 und trat am 17. Mai 2005 in Kraft.

Im Mai 2012 wurde eine Revision des Göteborg-Protokolls²⁷ 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 %²⁸) 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 (EU) 2016/2284), die seit Dezember 2016 in Kraft ist.

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

nationale Emissionshöchstmengen

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 fest²⁹, 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.

revidierte NEC-Richtlinie

Ende 2016 trat die revidierte NEC-Richtlinie 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)³⁰ verabschiedet, das eng an die Vorgaben der NEC-Richtlinie angelehnt ist. 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.

²⁶ Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone

²⁷ http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.html

²⁸ http://www.unece.org/fileadmin/DAM/press/pr2012/GothenburgProtocol_Table_Eng.pdf

²⁹ Diese weichen vereinzelt vom Göteborg-Protokoll ab.

³⁰ <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20010426>

Für Österreich sind folgende Emissionshöchstmengen bzw. Emissionsreduktionsziele festgelegt:

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 %
NM_{VO}C	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

*Tabelle 4:
Emissionshöchstmengen bzw.
Emissionsreduktionsziele
Österreichs.*

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 musste von allen Mitgliedstaaten bis April 2019 ein Maßnahmenprogramm erstellt werden und an die Europäische Kommission übermittelt werden. Dieses ist alle vier Jahre zu aktualisieren. Die Entwicklung der Emissionen ist weiterhin im Rahmen von regelmäßigen Emissionsinventuren und Emissionsprognosen zu überwachen.

nationale Programme

In den gültigen Richtlinien zur Emissionsberichterstattung³¹ ist bei den klassischen Luftschadstoffen den 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.

Kraftstoffexport im Fahrzeugtank

Eine Neuerung im Rahmen der revidierten NEC-Richtlinie sind Flexibilitätsregelungen, die von den EU-Mitgliedstaaten unter bestimmten, detailliert zu begründenden Umständen für die Zielerreichung genutzt werden können. Österreich hat in den Jahren 2017 (UMWELTBUNDESAMT 2017b) und 2018 (UMWELTBUNDESAMT 2018b) Vorschläge zur Anpassung spezifischer Inventurdaten für die NO_x- und NH₃-Zielerreichung bei der Europäischen Kommission eingereicht und bewilligt bekommen (siehe Kapitel 4.6.).

Flexibilitätsregelungen

³¹ Guidelines for Reporting Emission Data under the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (LRTAP) (ECE/EB.AIR/125)

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.

4.2 Stickstoffoxide (NO_x)

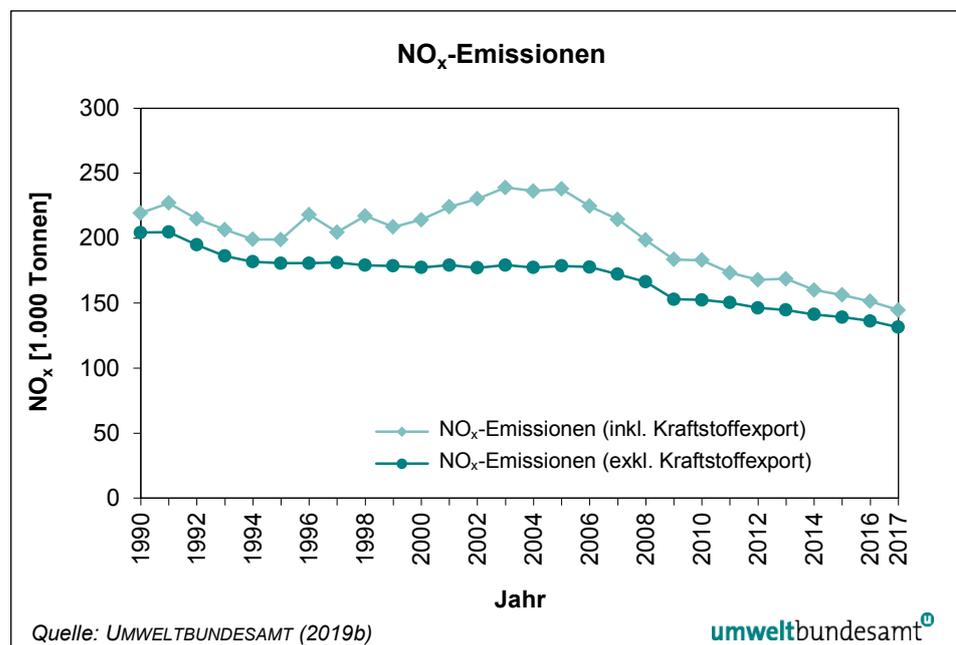
Emissionsquellen NO_x-Emissionen entstehen vorwiegend bei hoher Temperatur als unerwünschtes Nebenprodukt bei der Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen. In Österreich ist der Verkehrssektor für rund die Hälfte des NO_x-Ausstoßes verantwortlich.

Emissionstrend 1990–2017

Abnahme um 4,4 % gegenüber Vorjahr

Von 1990–2017 konnte der Stickstoffoxid-Ausstoß um insgesamt 34 % auf rund 144.700 Tonnen gesenkt werden, wobei 2017 um 4,4 % weniger NO_x emittiert wurde als im Jahr zuvor. Abzüglich der Emissionen aus dem Kraftstoffexport (im Fahrzeugtank exportierte Kraftstoffmengen) lagen die Emissionen 2017 bei rund 131.500 Tonnen NO_x (– 36 % seit 1990 bzw. – 3,6 % gegenüber 2016). Durch Kraftstoffexport wurden im Jahr 2017 somit NO_x-Emissionen im Ausmaß von rd. 13.200 Tonnen freigesetzt.

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



trendbestimmende Faktoren

Hauptverantwortlich für die Abnahme der österreichischen NO_x-Emissionen seit 2005 sind Fortschritte in der Automobiltechnologie, insbesondere von schweren Nutzfahrzeugen im **Sektor Verkehr**. Die spezifischen NO_x-Emissionen pro Fahrzeugkilometer sind v. a. bei Benzin-Pkw sowie Sattel- und Lastzügen stark gesunken. In den Sektoren Industrieproduktion, Kleinverbrauch, Energieversorgung und Landwirtschaft konnte der NO_x-Ausstoß seit 2005 ebenfalls gesenkt werden.

In der **Industrieproduktion** kam es durch den krisenbedingten Einbruch der industriellen Produktion und eine Änderung des Produktionsverfahrens bei der Ammoniakherstellung von 2008 auf 2009 zu einem deutlichen Emissionsrückgang. Seit 2013 verlaufen die NO_x-Emissionen kontinuierlich abnehmend, was im Wesentlichen auf die Kategorie Offroad-Maschinen und Geräte der Industrie zurückzuführen ist.

Die Neuinbetriebnahme einer Rauchgasreinigungsanlage zur Reduzierung der Schwefel- und Stickstoffoxid-Emissionen (SNO_x-Anlage) in der Raffinerie Schwechat sowie ein geringerer Kohle- und Gaseinsatz in Kraftwerken 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.

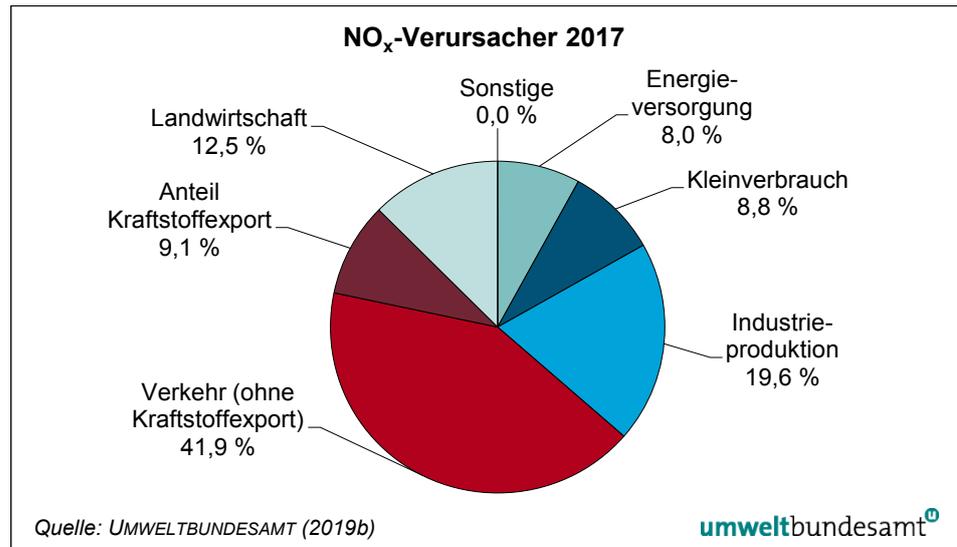
Der seit 2005 deutlich sinkende Emissionstrend der österreichischen NO_x-Emissionen wurde von 2009 auf 2010 durch die wirtschaftliche Erholung und eine kalte Witterung unterbrochen. Für die Emissionsabnahme von 2013 auf 2014 waren im Wesentlichen eine deutliche Reduktion der Heizgradtage gegenüber 2013 sowie ein rückläufiger Dieseleinsatz im Straßenverkehr verantwortlich. Der Rückgang von 2014 auf 2015 ist hauptsächlich durch reduzierte Emissionen aus dem Straßenverkehr, insbesondere dem Schwerverkehr, zu erklären. Die NO_x-Reduktion 2015–2016 wurde vorwiegend von den Sektoren Verkehr und Energieversorgung verursacht. Hierfür verantwortlich waren im Verkehrssektor vor allem die Rückgänge im Straßenverkehr, insbesondere im Bereich der schweren Kraftfahrzeuge. In der Energieversorgung war der Rückgang durch die Stilllegung bzw. Teilabschaltung zweier Kohlekraftwerke bedingt. Die NO_x-Abnahme von 2016 auf 2017 wurde überwiegend durch den Verkehrssektor verursacht. Es gab vor allem Emissionsabnahmen im Straßenverkehr, insbesondere im Bereich der schweren Kraftfahrzeuge.

Verursacher

51 % der NO_x-Emissionen stammten 2017 aus dem Verkehrssektor, gefolgt von den Sektoren Industrieproduktion und Landwirtschaft.

Hauptemittenten

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)

Emissionsquellen

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

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

Emissionstrend 1990–2017

Abnahme um 1,7 % gegenüber Vorjahr

Von 1990–2017 konnten die NMVOC-Emissionen in Österreich um 63 % auf rund 120.200 Tonnen gesenkt werden, wobei es von 2016 auf 2017 zu einem Rückgang von 1,7 % kam. Ohne Einrechnung der Emissionen aus dem Kraftstoffexport lag die Emissionsmenge 2017 bei 119.300 Tonnen NMVOC (– 63 % seit 1990 bzw. – 1,7 % gegenüber 2016).

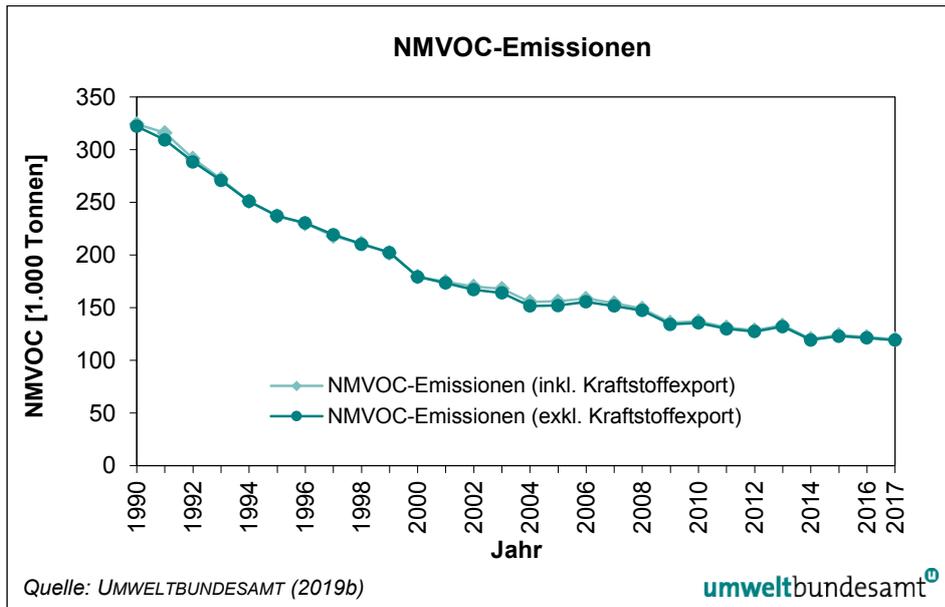


Abbildung 9:
Trend der NMVOC-
Emissionen (inkl. und
exkl. NMVOC aus
Kraftstoffexport).

Seit 1990 konnten in den Sektoren Verkehr und Lösemittelanwendung 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. Bei der **Lösemittelanwendung** konnten durch diverse gesetzliche Regelungen (Lösungsmittelverordnung, HKW-Anlagen-Verordnung sowie VOC-Anlagen-Verordnung) die NMVOC-Emissionen merklich gesenkt werden. Der NMVOC-Ausstoß der übrigen Sektoren konnte ebenfalls reduziert werden.

trendbestimmende Faktoren

Im Sektor Verkehr verliefen die Emissionen in den letzten Jahren weiter stetig rückläufig. Auch in der Lösemittelanwendung wurde eine grundsätzlich abnehmende Emissionsmenge, mit geringen Schwankungen, ermittelt.

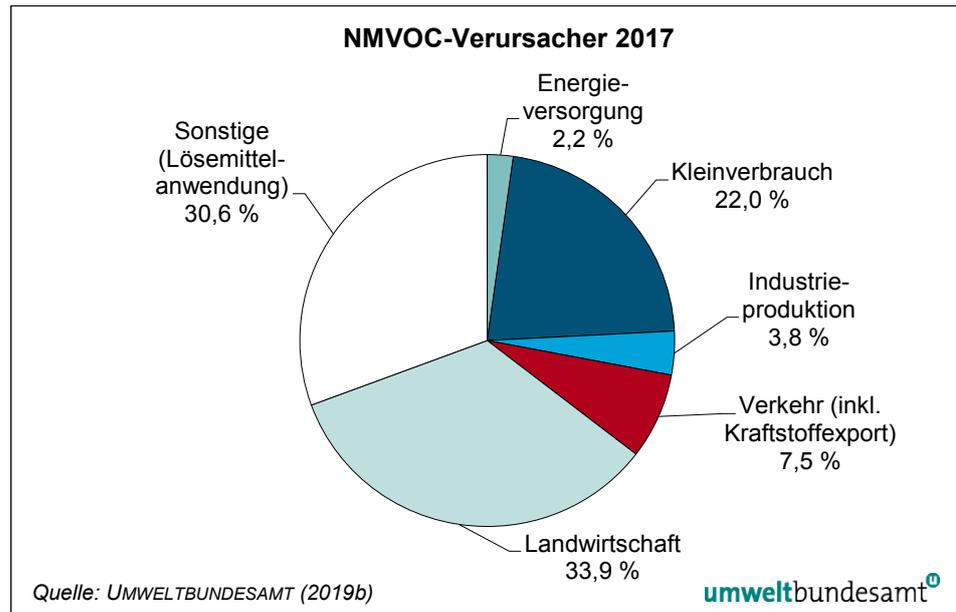
Die leichten Zu- und Abnahmen der letzten Jahre waren einerseits dominiert vom **Sektor Kleinverbrauch** und sind somit vorwiegend auf kühlere bzw. wärmere Winter und auf den damit zusammenhängenden Heizbedarf in Gebäuden zurückzuführen. Andererseits beeinflusste auch die Lösemittelanwendung den Trend stark. Die Emissionsabnahme von 2016 auf 2017 wurde ebenfalls überwiegend von der Lösemittelanwendung verursacht.

Verursacher

Ein Großteil der österreichischen NMVOC-Emissionen wurde 2017 von den Sektoren Landwirtschaft, Sonstige (Lösemittelanwendung) und Kleinverbrauch verursacht.

Hauptemittenten

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



Eine detaillierte Beschreibung der NMVOC-Verursachertrends ist bei den jeweiligen Verursachersektoren 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, des Kleinverbrauchs und der Energieversorgung verursacht.

Emissionstrend 1990–2017

Die österreichischen SO₂-Emissionen sind von 1990–2017 um 83 % zurückgegangen. 2017 wurden somit noch rund 12.800 Tonnen SO₂ emittiert, das entspricht einer Emissionsabnahme von 5,3 % gegenüber dem Vorjahr. Die Emissionsmenge ohne Berücksichtigung der Emissionen aus Kraftstoffexport entsprach 2017 etwa jener inkl. Kraftstoffexport, auch sie hat gegenüber 2016 um 5,3 % abgenommen.

**Abnahme um 5,3 %
gegenüber Vorjahr**

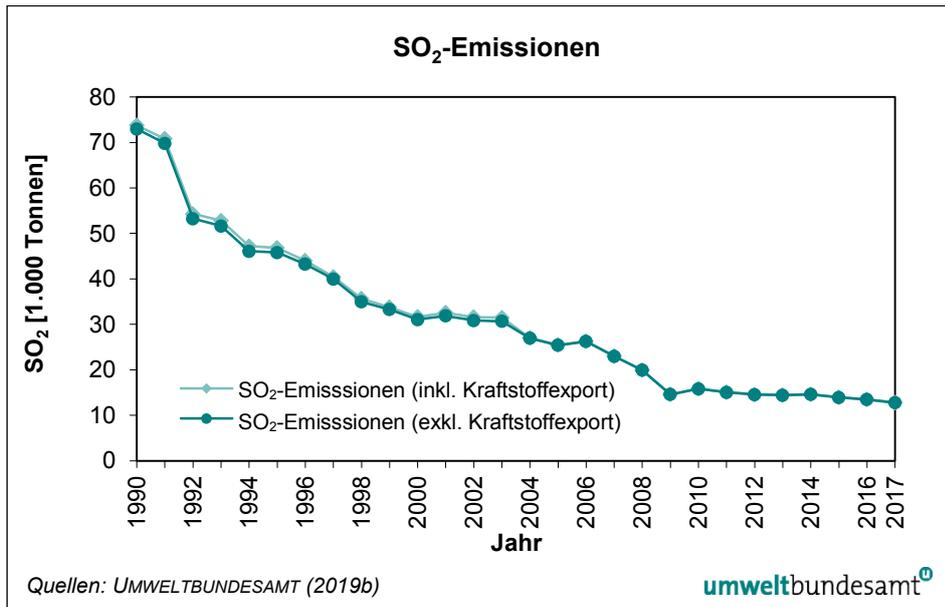


Abbildung 11:
Trend der
Schwefeldioxid-
Emissionen (inkl. und
exkl. SO₂ aus
Kraftstoffexport).

Die starke Emissionsminderung seit 1990 konnte durch die Absenkung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten und Treibstoffen (gemäß Kraftstoffverordnung), den Einbau von Entschwefelungsanlagen in Kraftwerken (gemäß Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen) sowie die verstärkte Nutzung schwefelärmerer Brennstoffe, wie z. B. Erdgas, erzielt werden.

Die Stilllegung eines Braunkohlekraftwerks und der verringerte Heizölabsatz im Jahr 2007 sind die Hauptgründe für den Emissionsrückgang in diesem Jahr. 2008 konnte durch die Neuinbetriebnahme einer Rauchgasreinigungsanlage zur Reduzierung der Schwefel- und Stickstoffoxid-Emissionen (SNO_x-Anlage) bei der Erdölraffinerie sowie durch einen verringerten 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. Für die Abnahme von 2015 auf 2016 war hauptsächlich ein geringerer SO₂-Ausstoß aus dem Sektor Industrieproduktion, insbesondere der Eisen- und Stahlindustrie und der nichtmetallischen Mineralindustrie verantwortlich. In der Energieversorgung nahmen die SO₂-Emissionen in diesem Zeitraum durch die Stilllegung eines großen Kohlekraftwerkskessels ab, aber auch aufgrund von Emissionsreduktionen in der Raffinerie. Auch der Rückgang von 2016 auf 2017 wurde durch einen reduzierten SO₂-Ausstoß aus dem Sektor Industrieproduktion verursacht, hauptsächlich aufgrund von Reduktionen der pyrogenen Emissionen in der Eisen- und Stahlindustrie.

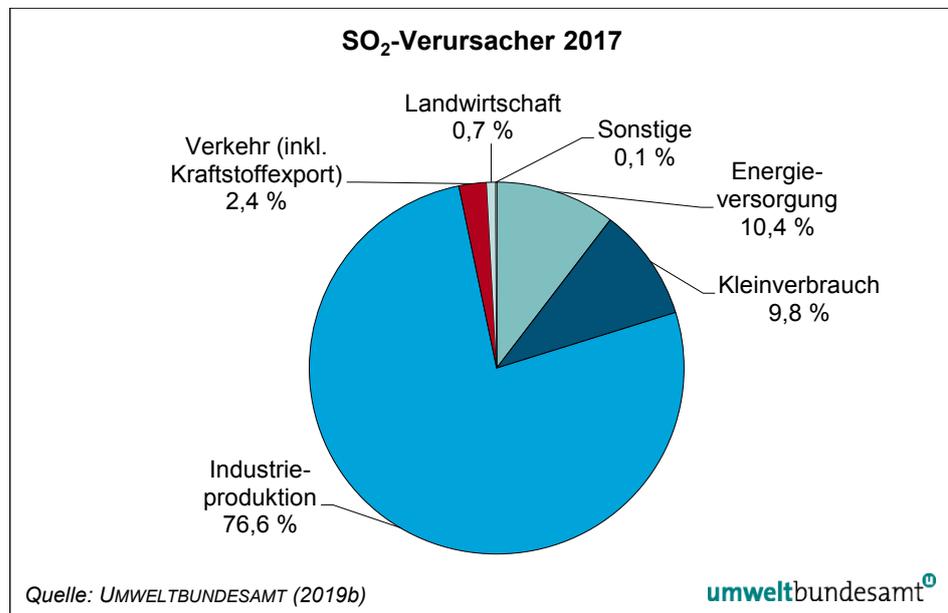
trendbestimmende Faktoren

Verursacher

Hauptemittenten

Der Sektor Industrieproduktion war im Jahr 2017 für mehr als drei Viertel der österreichischen SO₂-Emissionen verantwortlich, gefolgt vom Sektor Energieversorgung und dem Kleinverbrauch.

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



Eine detaillierte Beschreibung der SO₂-Verursachertrends ist bei den jeweiligen Verursachersektoren 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 1990–2017

Zunahme um 1,1 % gegenüber Vorjahr

Der NH₃-Ausstoß Österreichs nahm von 1990–2017 um insgesamt 6,0 % auf 69.100 Tonnen zu. Von 2016 auf 2017 ist der NH₃-Ausstoß um 1,1 % angestiegen. Ohne Einrechnung der Emissionen aus dem Kraftstoffexport lag die Emissionsmenge 2017 bei 68.900 Tonnen (+ 5,7 % seit 1990 bzw. + 1,2 % gegenüber 2016).

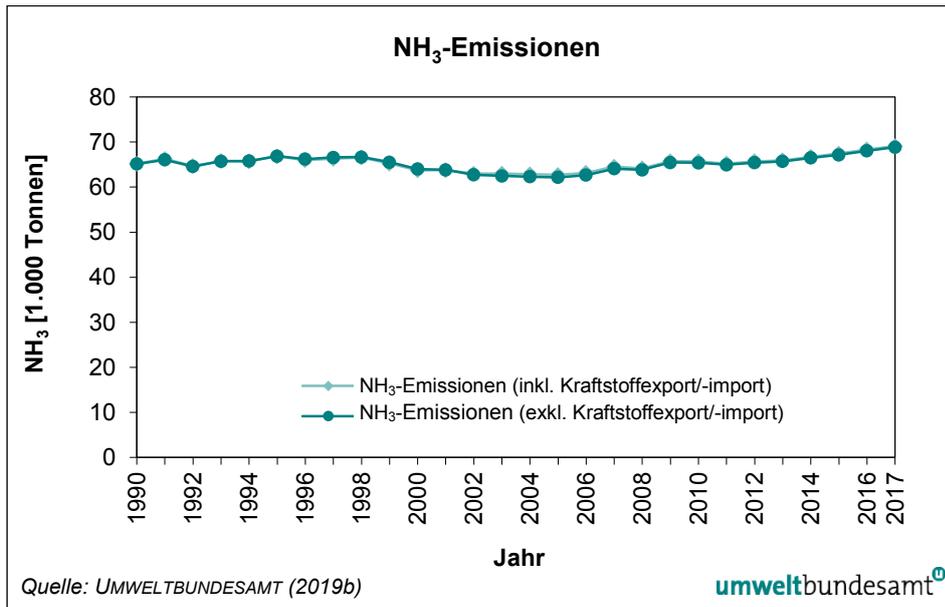


Abbildung 13:
Trend der Ammoniak-
Emissionen (inkl. und
exkl. NH₃ aus
Kraftstoffexport³²).

Der NH₃-Trend verläuft von 1990–2017 relativ stabil. Die leichte Abnahme der NH₃-Emissionen Ende der 1990er-Jahre wurde vorwiegend durch einen reduzierten Viehbestand verursacht. 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), die Zunahme von leistungsstärkeren Milchkühen sowie den verstärkten Einsatz von Harnstoff als Stickstoffdünger (kostengünstiges, aber wenig effizientes Düngemittel) erklären. Zusätzlich kam es zu einem merklichen Anstieg der Emissionen aus der biologischen Abfallbehandlung bis 2004 und in deutlich geringerem Ausmaß in den Folgejahren.

Die Zunahme von 2015 auf 2016 ist vor allem auf den vermehrten Einsatz von Mineraldüngern, insbesondere von Harnstoff, zurückzuführen. Zusätzlich trug die etwas höhere Anzahl an Milchkühen bei steigender durchschnittlicher Milchleistung zum Anstieg der NH₃-Emissionen im Sektor Landwirtschaft bei. Die Zunahme des NH₃-Ausstoßes von 2016 auf 2017 ist vorwiegend mit dem größeren Milchkuhbestand bei steigender durchschnittlicher Milchleistung zu erklären. Auch der Pferdebestand ist im Vergleich zum Vorjahr merklich angestiegen; die Anzahl an Schweinen, Ziegen und Schafen war ebenso zunehmend.

Verursacher

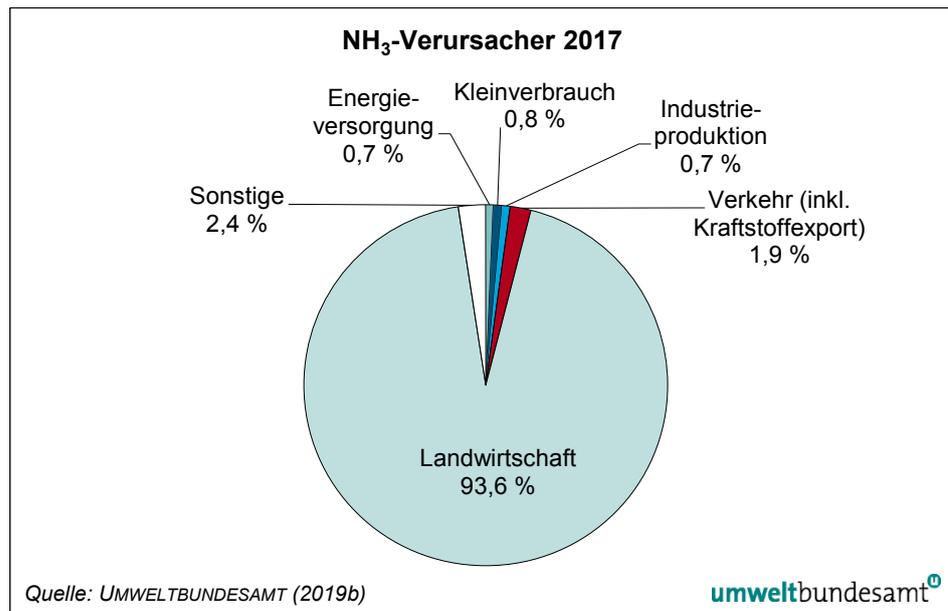
2017 wurde ein Großteil der NH₃-Emissionen vom Sektor Landwirtschaft emittiert.

trendbestimmende Faktoren

Hauptemittent

³² In vereinzelt Jahren kam es bei Benzin zu Netto-Kraftstoffimporten, der Inlandverbrauch war demnach höher als die im Inland verkaufte Kraftstoffmenge. Da die spezifischen NH₃-Emissionen aus Benzinmotoren mit Katalysator wesentlich höher sind als aus Dieselmotoren, können die Emissionen aus dem im Inland verbrauchten Kraftstoff höher liegen als die Emissionen aus dem im Inland verkauften Kraftstoff.

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 ab 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 ab 2010 in Österreich einzuhaltenen Emissionshöchstmengen nicht berücksichtigt.

revidierte NEC-Richtlinie

Die im Jahr 2016 in Kraft getretene revidierte NEC-Richtlinie beinhaltet für die EU-Mitgliedstaaten u. a. weitere Emissionsreduktionsverpflichtungen ab den Jahren 2020 und 2030. Neben den vier bisherigen klassischen Luftschadstoffen wurden auch verbindliche Zielwerte für die Feinstaubfraktion PM_{2,5} festgelegt.

Flexibilitätsregelungen

Gemäß revidierter NEC-Richtlinie können die EU-Mitgliedstaaten unter bestimmten, detailliert zu begründenden Umständen, Flexibilitätsregelungen für die Zielerreichung nutzen.

Österreichs Anpassungsvorschläge

Österreich hat in den Jahren 2017 und 2018 Vorschläge zur Anpassung spezifischer Inventurdaten für die NO_x- und NH₃-Zielerreichung bei der Europäischen Kommission eingereicht (UMWELTBUNDESAMT 2017b, 2018b). Ausschlaggebend dafür waren die mangelnde Wirksamkeit der auf EU-Ebene erlassenen Kfz-Abgasvorschriften (NO_x) sowie der Umstand, dass bestimmte Emissionsquellen im Landwirtschaftssektor bei der Festlegung der Zielwerte nicht berücksichtigt wurden (NO_x, NH₃).

Die Vorschläge wurden von der Europäischen Kommission bewilligt (EEA 2017, 2018). Damit ist es legitim, die Anpassungswerte für den NEC-Zielvergleich von der nationalen Emissionsmenge abzuziehen.

**Anpassungs-
vorschläge bewilligt**

Am 15. Februar 2019 wurde von Österreich die neue Inventur-Zeitreihe 1990–2017 sowie eine Aktualisierung der in den Jahren 2017 und 2018 bewilligten Anpassungswerte an die Europäische Kommission übermittelt.

NO_x-Ziele

Die zulässige Emissionshöchstmenge gemäß EG-L beträgt 103 Kilotonnen ab 2010. Im Jahr 2017 wurden in Österreich rund 131,5 Kilotonnen NO_x (ohne Kraftstoffexport) emittiert.

**EG-L-Ziel für NO_x
überschritten**

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 Jahr 2017 angepasste NO_x-Inventurdaten, sogenannte "Adjustments", ein. Der Anpassungsvorschlag Österreichs wurde von der Europäischen Kommission bewilligt (EEA 2017).

**Anpassungsvor-
schlag bewilligt**

Die festgesetzte Emissionshöchstmenge für NO_x (103 kt) wurde in den Jahren 2010–2013 unter Berücksichtigung der bewilligten Anpassungen überschritten. Seit 2014 wird die festgesetzte Emissionshöchstmenge jedoch unterschritten.

Im Frühjahr 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. Der Anpassungsvorschlag Österreichs wurde von der Europäischen Kommission bewilligt (EEA 2018).

**Anpassungs-
vorschlag bewilligt**

NMVOC-Ziel

Im Jahr 2017 wurden in Österreich 119,3 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 2010–2016.

**EG-L-Ziel für
NMVOC erreicht**

SO₂-Ziel

EG-L-Ziel für SO₂ erreicht

Die gemäß EG-L ab 2010 zulässige Höchstmenge von 39 Kilotonnen SO₂ wurde in den Jahren 2010–2017 deutlich unterschritten. Im Jahr 2017 wurden rund 12,8 Kilotonnen SO₂ (ohne Kraftstoffexport) emittiert.

NH₃-Ziel

NH₃-Ziel im Jahr 2017 verfehlt

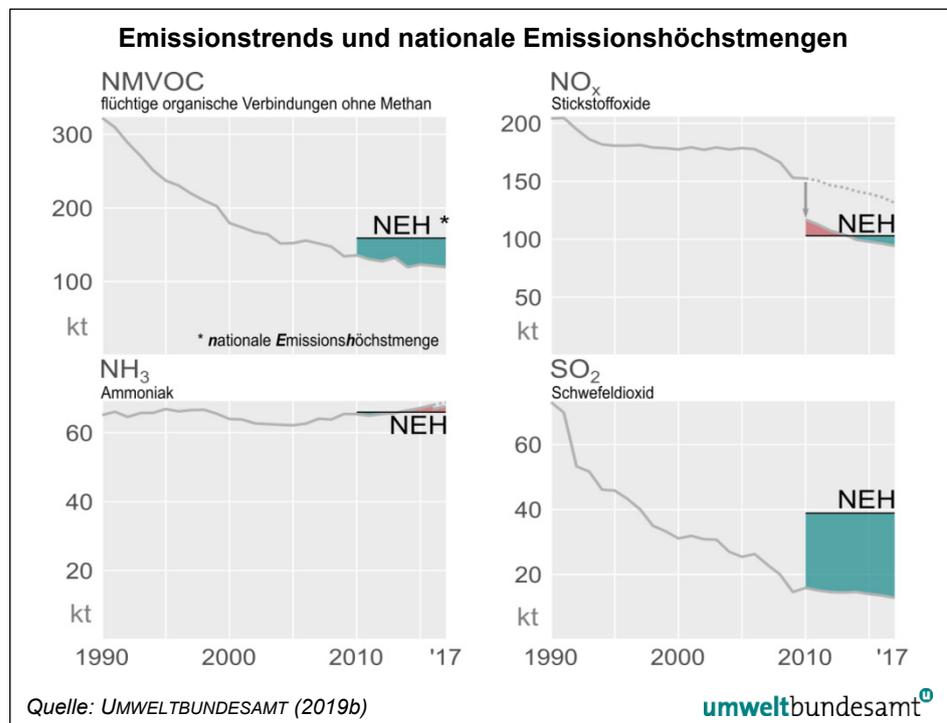
Die ab 2010 maximal zulässige Höchstmenge für Ammoniak gemäß EG-L beträgt 66 Kilotonnen. In Österreich wurden im Jahr 2017 rund 68,9 Kilotonnen NH₃ (ohne Kraftstoffexport) emittiert.

Anpassungsvorschlag bewilligt

Österreich nahm auch für die NH₃-Emissionen die Flexibilitätsregelungen zur Zielerreichung gemäß NEC-Richtlinie in Anspruch, da die Verbesserung der Inventurmethodik sowie die Erfassung zusätzlicher Emissionsquellen zu höheren Emissionsmengen im Vergleich zum Zeitpunkt der Zielfestlegung führte.³³ Ein entsprechender Anpassungsvorschlag wurde 2017 bei der Europäischen Kommission eingereicht und bewilligt (EEA 2017). Damit ist es legitim, die Anpassungswerte für den NEC-Zielvergleich von der nationalen Emissionsmenge abzuziehen.

Die festgesetzte Emissionshöchstmenge für NH₃ wurde in den Jahren 2010–2013 unterschritten. Unter Berücksichtigung der bewilligten Anpassungen wurde die nationale Emissionshöchstmenge in den Jahren 2014 und 2015 ebenfalls unterschritten, in den Jahren 2016 und 2017 jedoch um 0,94 Kilotonnen bzw. 1,74 Kilotonnen überschritten.

Abbildung 15:
Emissionstrends und nationale Emissionshöchstmengen (NEH)



³³ Bis zu der im Jahr 2014 erstellten Inventur lagen die Emissionen um mehrere Kilotonnen unter der Emissionshöchstmenge. Die Überschreitung der Emissionshöchstmenge wurde erstmals 2014, also im Nachhinein, errechnet.

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 1990–2017

Die CO-Emissionsmenge konnte von 1990–2017 um insgesamt 55 % auf rund 528.600 Tonnen gesenkt werden. Im Jahr 2017 wurde um 1,1 % weniger Kohlenstoffmonoxid emittiert als im Jahr zuvor.

Abnahme um 1,1 % gegenüber Vorjahr

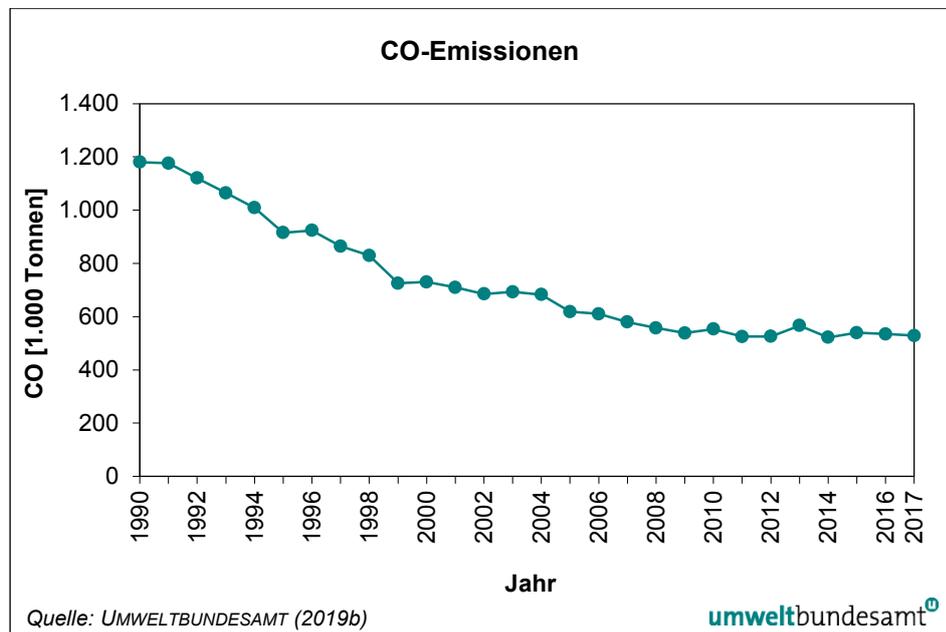


Abbildung 16:
Trend der
Kohlenstoffmonoxid-
Emissionen.

Seit 1990 kam es im **Verkehrssektor** zu den größten Emissionsrückgängen. Dies gelang durch die Optimierung der Verbrennungsvorgänge 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

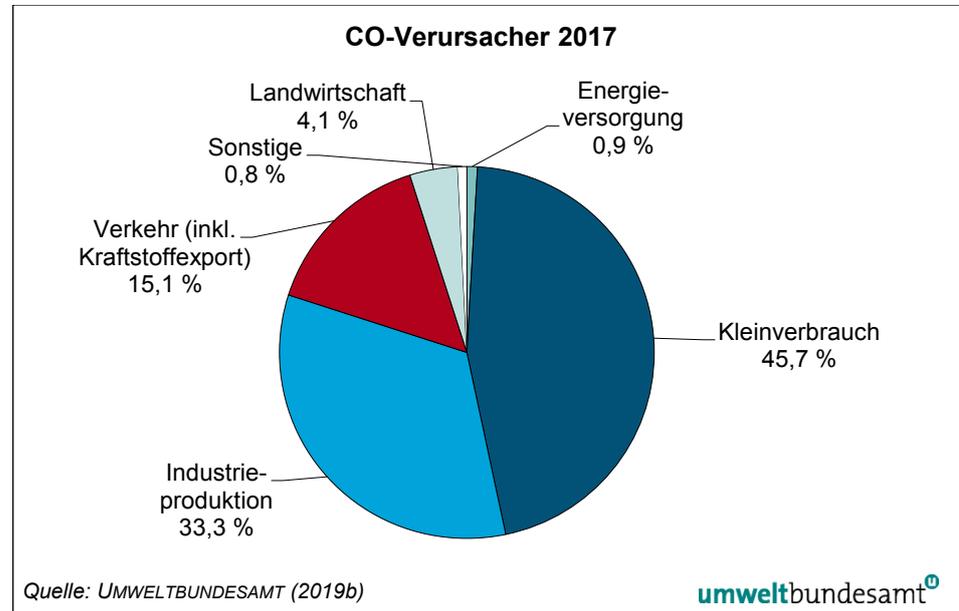
Der Emissionsrückgang von 2013 auf 2014 ist dem Sektor Kleinverbrauch zuzuordnen und wurde durch den milden Winter und damit geringerem Heizbedarf verursacht. Von 2014 auf 2015 kam es – hauptsächlich durch einen höheren Biomasseeinsatz im Kleinverbrauch, aber auch durch die höheren Emissionen aus Eisen- und Stahlwerken – zu einem neuerlichen Anstieg des CO-Ausstoßes. Im Jahr 2017 verursachte die Industrieproduktion um insgesamt 1,1 % weniger CO-Emissionen als im Vorjahr, maßgeblich beeinflusst durch reduzierte pyroge Emissionen aus der Zementindustrie.

Verursacher

Hauptemittenten

Die Sektoren Kleinverbrauch, Industrieproduktion und Verkehr emittierten 2017 den Großteil der CO-Emissionen.

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 UNECE³⁴-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 Quecksilber³⁵ 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. 1102/2008³⁶ 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

³⁴ Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (United Nations Economic Commission for Europe)

³⁵ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0020&from=DE>

³⁶ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1102&from=DE>

das Abkommen im Mai 2017 im Vorfeld der ersten Vertragsstaatenkonferenz³⁷ ratifiziert. Zur Vorbereitung auf die Ratifikation wurden, basierend auf einem Impact Assessment durch die Neufassung der ab 01.01.2018 geltenden Quecksilberverordnung (VO (EU) 2017/852³⁸ und Aufhebung der VO (EG) 1102/2008), umsetzende legislative Maßnahmen getroffen. Grenzwerte und Richtlinien zu Quecksilber-verunreinigten Standorten aus dem Abfallbereich und die Abfallverbrennung waren Themen der zweiten Vertragsstaatenkonferenz³⁹. Derzeit hält das „Minamata-Abkommen“ bei 128 Unterzeichnungen und 107 Ratifikationen.

Diese „Minamata-Convention on Mercury“⁴⁰ (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.⁴¹ Unter anderem gibt es auch Leitfäden zu den „besten verfügbaren Techniken“ für die Industriebranchen Kohle-Kraftwerke/-Dampfkesel, 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 1990–2017

Emissionsquellen

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

Für Kadmium sind die Eisen- und Stahlproduktion, 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. 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.

³⁷ <http://www.mercuryconvention.org/Negotiations/COP1/tabid/5544/Default.aspx>

³⁸ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0852&from=DE>

³⁹ <http://www.mercuryconvention.org/Meetings/COP2/tabid/6355/language/en-US/Default.aspx>

⁴⁰ <http://www.mercuryconvention.org/>

⁴¹ <http://www.mercuryconvention.org/Implementationsupport/Formsandguidance/tabid/5527/language/en-US/Default.aspx>

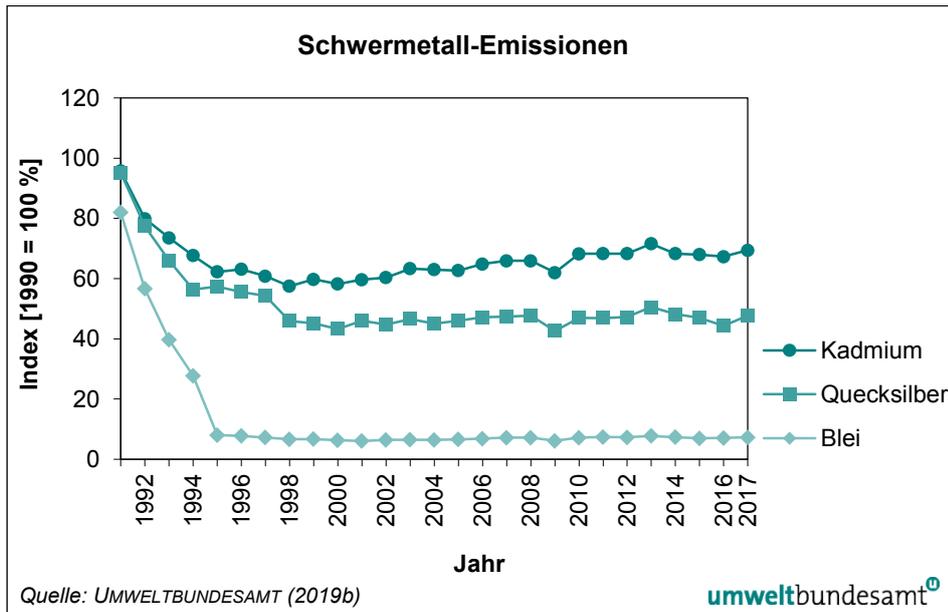


Abbildung 18:
Index-Verlauf der
österreichischen
Schwermetall-
Emissionen (Cd, Hg
und Pb).

Von 1990–2017 konnte der Kadmium-Ausstoß um 31 % auf 1,2 Tonnen gesenkt werden, die Quecksilber-Emissionen nahmen im selben Zeitraum um 52 % auf 1,1 Tonnen ab und die Blei-Emissionen gingen um 93 % auf 15,7 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 verantwortlich. 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 zurückzuführen. Ein weiterer Grund sind Emissionszunahmen aus der Eisen- und Stahlproduktion. 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 (Cd: + 3,1 %, Hg: + 7,6 %, Pb: + 3,1 %). Diese Zunahmen waren vorwiegend durch einen erhöhten Ausstoß aus dem Sektor Industrieproduktion bedingt und wurden durch die gestiegene Eisen- und Stahlproduktion verursacht.

**deutliche
Emissions-
rückgänge**

**trendbestimmende
Faktoren**

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.

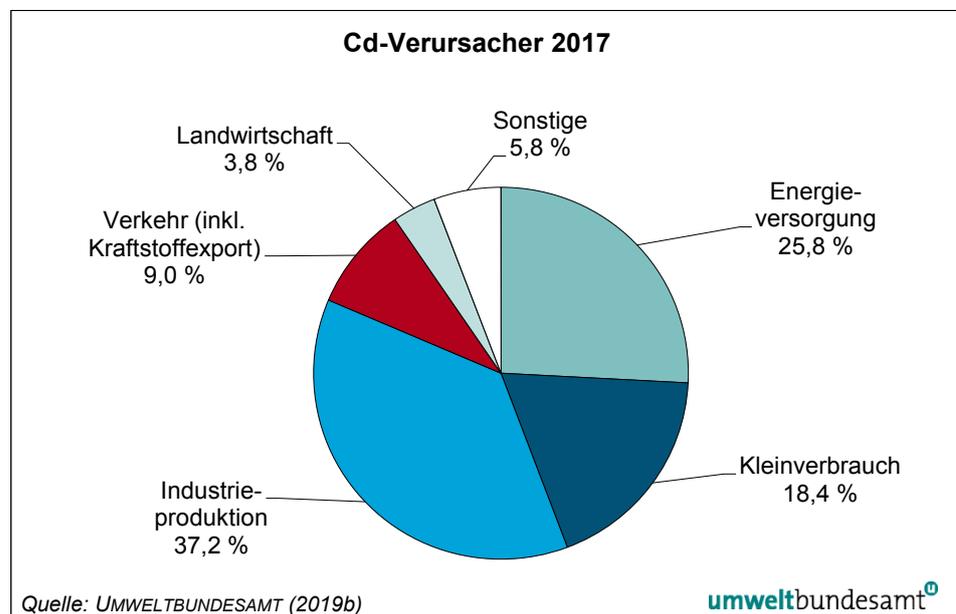
Die Eisen- und Stahlerzeugung, insbesondere das Schrottreycling mit kadmiumhaltigen Farb- und Lackanhaftungen, ist eine weitere bedeutende Quelle für Emissionen dieses Metalls. Bei der Zementherstellung und in der Nichteisen-Metallindustrie (Zink- und Bleiproduktion) fallen ebenfalls Cd-Emissionen an. 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 Energieversorgung emittiert.

Abbildung 19:
Anteile der
Verursachersektoren 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, Raffinerie-Rückständen 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

Der Sektor Industrieproduktion verursacht in Österreich die meisten Quecksilber-Emissionen, gefolgt von den Sektoren Energieversorgung und Kleinverbrauch.

Emissionsquellen

Hauptemittenten

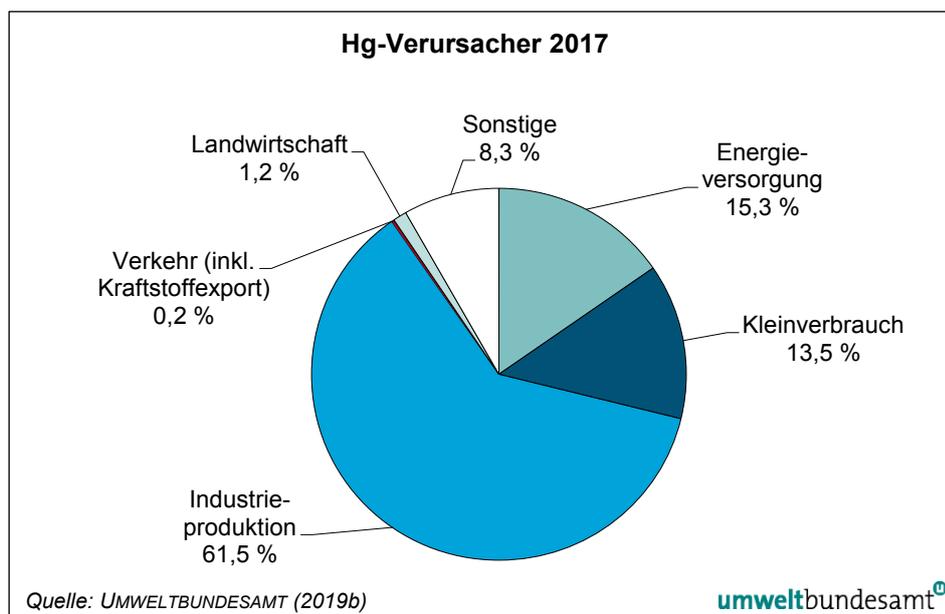


Abbildung 20:
Anteile der
Verursachersektoren an
den Quecksilber-
Emissionen Österreichs.

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

5.5 Blei (Pb)

Die Eisen- und Stahlindustrie, 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.

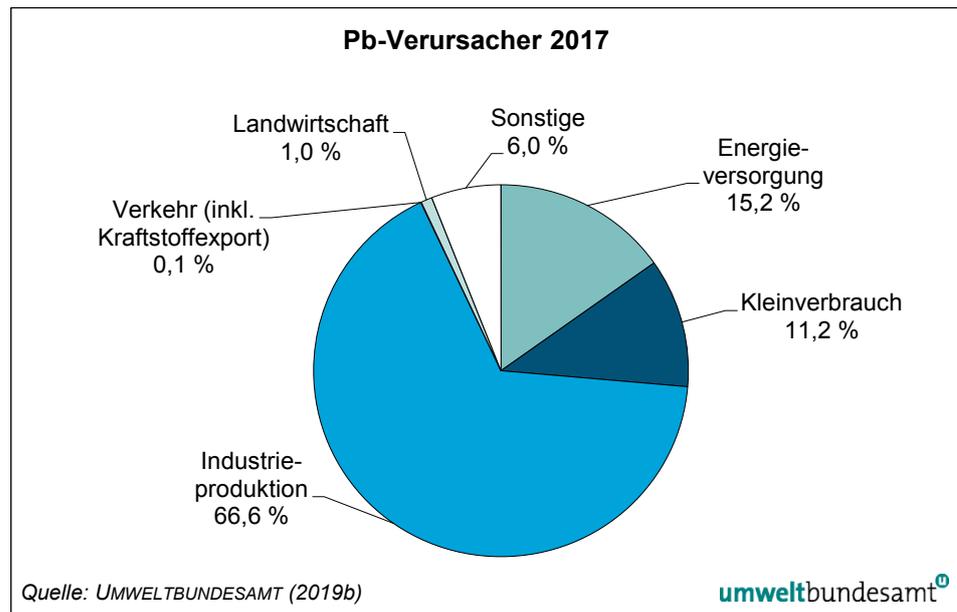
Emissionsquellen

Der Verkehrssektor verursacht seit 1995 jährlich nur noch 0,1 % der gesamten Blei-Emissionen Österreichs. Diese Entwicklung wurde durch die in europäischen Richtlinien festgelegten Emissionsgrenzwerte für Personenkraftwagen und Lastkraftwagen sowie strengere Qualitätsanforderungen an Treibstoffe ermöglicht.

Verursacher

Hauptemittenten Für den Großteil der österreichischen Blei-Emissionen ist der Sektor Industrieproduktion verantwortlich. Weitere bedeutende Verursacher sind die Sektoren Energieversorgung und Kleinverbrauch.

Abbildung 21:
Anteile der
Verursachensektoren 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 Stoffe⁴² 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)⁴³ – auch bekannt als Stockholmer Übereinkommen – wurde ein Prozess in Gang gesetzt, der die weltweite Beseitigung von besonders gefährlichen Dauergiften zum Ziel hat.⁴⁴ 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 (Perfluor-

**Stockholmer
Übereinkommen**

⁴² siehe <http://www.pops.int/TheConvention/ThePOPs/AllPOPs/tabid/2509/Default.aspx>

⁴³ <http://www.pops.int>

⁴⁴ Die Maßnahmen zur praktischen Umsetzung dieses Übereinkommens sind im 2008 veröffentlichten Nationalen Durchführungsplan (NIP) bzw. im Entwurf für den revidierten Nationalen Durchführungsplan 2012 samt Nationalem Aktionsplan (NAP) für das Stockholmer Übereinkommen über Persistente Organische Schadstoffe sowie der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 über POP (kurz: POP-Verordnung) festgelegt.

octansulfonsäure 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 polychlorierte Naphthaline (PCN) ergänzt. Derzeit unterliegen insgesamt 28 gefährliche Chemikalien den strengen Bestimmungen der Konvention. Aktuell werden weitere Chemikalien geprüft, um potenziell unter der Konvention gelistet zu werden. Die 9. Vertragsstaatenkonferenz findet von 29. April bis 10. Mai 2019 statt.

Die Verordnung (EG) Nr. 850/2004 vom 29. April 2004 über Persistente Organische Schadstoffe setzt das Stockholmer Übereinkommen und das Protokoll zum Genfer Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend POP in der Europäischen Union um.

6.2 Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

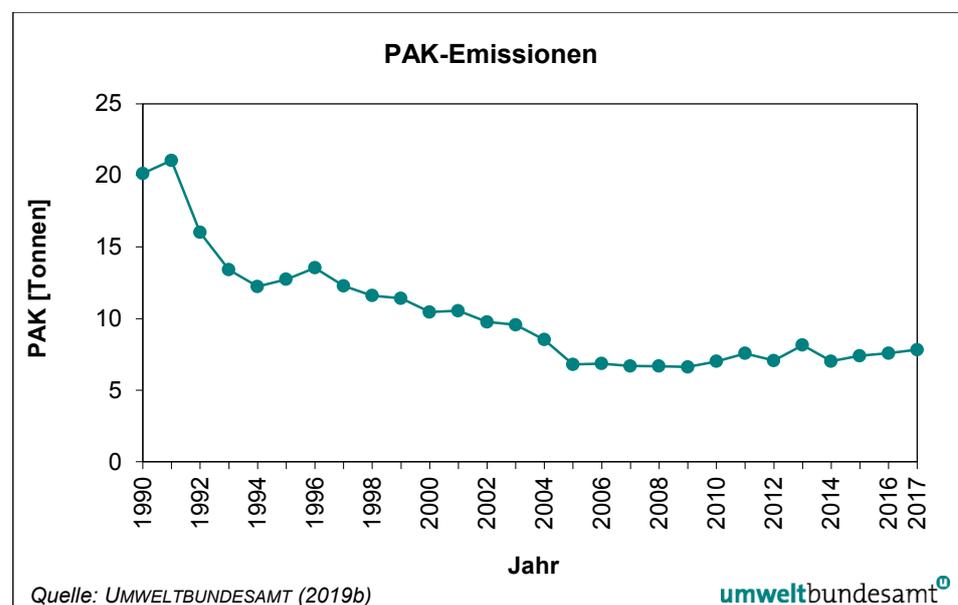
Emissionsquellen Die Substanzgruppe der Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe umfasst über 100 Einzelverbindungen unterschiedlicher Flüchtigkeit. Sie sind in Erdöl, Kohle und Tabakteeer enthalten und entstehen hauptsächlich bei unvollständiger Verbrennung kohlenstoffhaltiger Materialien (z.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

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

Emissionstrend 1990–2017

Zunahme um 3,2 % gegenüber Vorjahr Von 1990–2017 konnte der österreichische PAK-Ausstoß um insgesamt 61 % auf 7,8 Tonnen gesenkt werden. Von 2016 auf 2017 kam es zu einer Zunahme von 3,2 %.

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



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 ist die Höhe der Emissionen abhängig vom Treibstoffkonsum.

trendbestimmende Faktoren

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

Der Anstieg der PAK-Emissionen im Jahr 2013 war im Wesentlichen beeinflusst durch den Sektor Kleinverbrauch und den Heizbedarf aufgrund des kalten Winters. Im Jahr 2017 nahm der PAK-Ausstoß um 3,2 % zu, vorwiegend bedingt durch den erhöhten Biomasseeinsatz im Sektor Kleinverbrauch und in stationären landwirtschaftlichen Geräten.

Verursacher

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

Hauptemittent

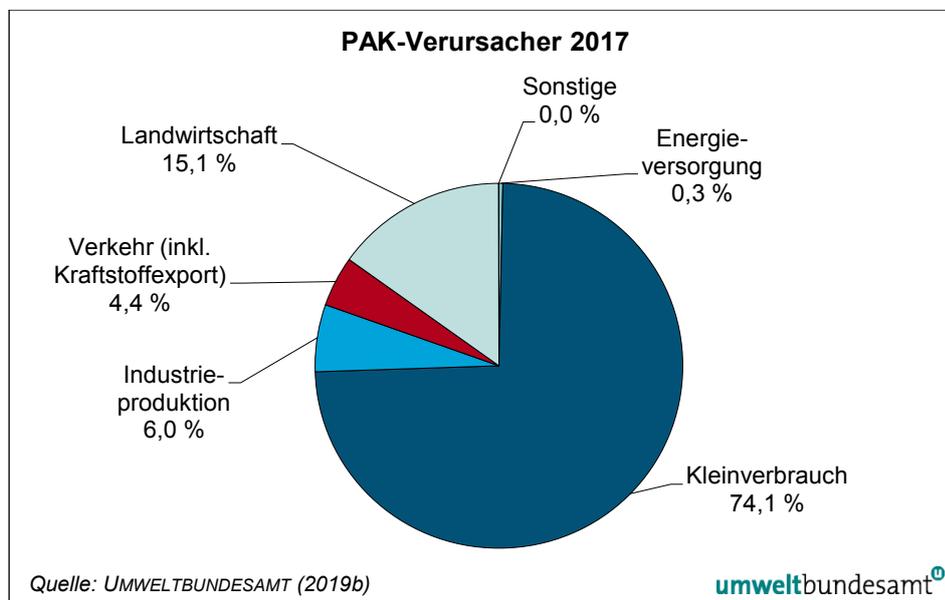


Abbildung 23:
Anteile der
Verursachersektoren an
den PAK-Emissionen in
Österreich.

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.

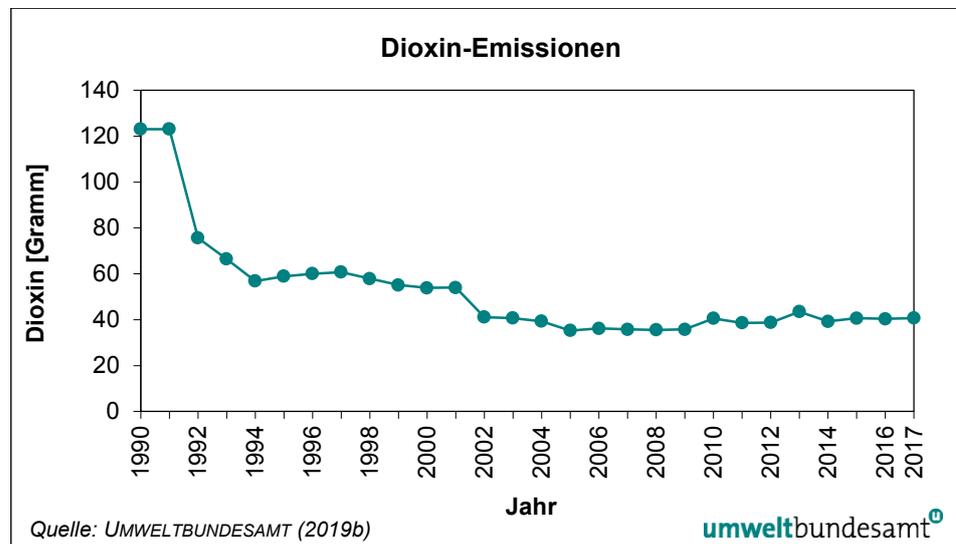
Auch natürliche Prozesse, wie z. B. durch Blitzschlag verursachte Waldbrände, Steppenbrände oder Vulkanausbrüche, können zur Bildung von Dioxinen führen.

Emissionstrend 1990–2017

Zunahme um 0,9 % gegenüber Vorjahr

Von 1990–2017 ist in Österreich ein Rückgang der Dioxin-Emissionen um insgesamt 67 % zu verzeichnen. Im Jahr 2017 wurden rund 41 Gramm Dioxin emittiert, der Ausstoß hat im Vergleich zum Vorjahr um 0,9 % zugenommen.

Abbildung 24:
Trend der Dioxin-
Emissionen.



trendbestimmende Faktoren

Durch umfangreiche Maßnahmen zur Emissionsminderung in der Industrieproduktion und bei Abfallverbrennungsanlagen konnten bis zum Jahr 1992 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. 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.

Verursacher

Im Jahr 2017 war der Sektor Kleinverbrauch für etwas mehr als die Hälfte der gesamten Dioxin-Emissionen Österreichs verantwortlich, gefolgt von der Industrieproduktion.

Hauptemittenten

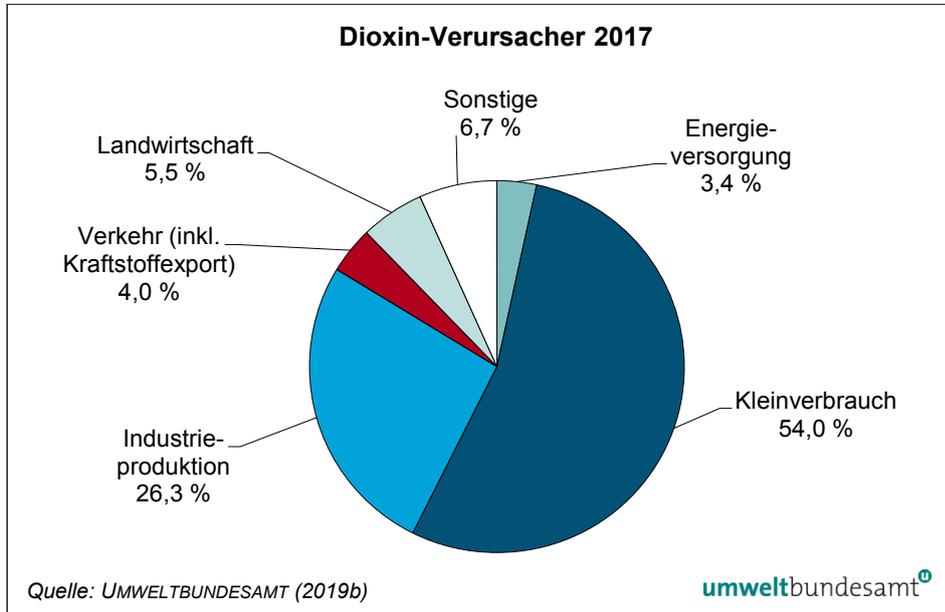


Abbildung 25:
Anteile der
Verursachensektoren an
den Dioxin-Emissionen
in Österreich.

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

6.4 Hexachlorbenzol (HCB)

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 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.

Emissionsquellen

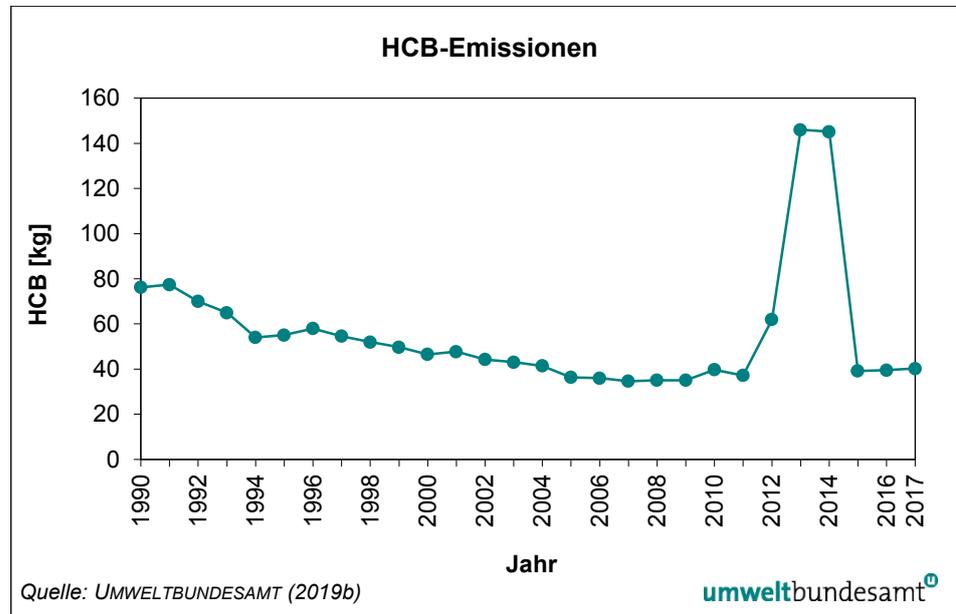
Nach dem deutlichen Rückgang der Produktion und der Anwendung in der Chlorchemie Ende der 1980er- und Anfang der 1990er-Jahre gewannen Emissionen von Chlorbenzolen aus thermischen Prozessen an Bedeutung. Der Großteil der österreichischen HCB-Emissionen stammt aktuell aus Verbrennungsvorgängen in Haushalten,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

Emissionstrend 1990–2017

Zunahme um 1,7 % gegenüber Vorjahr

Die HCB-Emissionen Österreichs konnten von 1990–2017 um insgesamt 47 % auf rund 40 Kilogramm gesenkt werden. Von 2016 auf 2017 stieg der Ausstoß um 1,7 % an.

Abbildung 26:
Trend der HCB-Emissionen.



trendbestimmende Faktoren

In der ersten Hälfte der 1990er-Jahre wurden in den Sektoren Industrieproduktion und Sonstige große Reduktionen erzielt. Durch das Verbot bestimmter gefährlicher Stoffe in Pflanzenschutzmitteln kam es in diesem Zeitraum zu einem fast vollständigen Rückgang der HCB-Emissionen des Sektors Sonstige. Seither entstehen bei der Anwendung von Pestiziden (v. a. in Holzimprägnierungsmitteln) keine nennenswerten HCB-Emissionen mehr. Der HCB-Ausstoß aus dem Sektor Kleinverbrauch konnte seit 1990 ebenfalls deutlich gesenkt werden, bedingt durch den geringeren Kohleeinsatz und die Erneuerung von Holzheizungen. 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.

Verursacher

Hauptemittent

Im Jahr 2017 emittierte der Sektor Kleinverbrauch mit Abstand die meisten HCB-Emissionen.

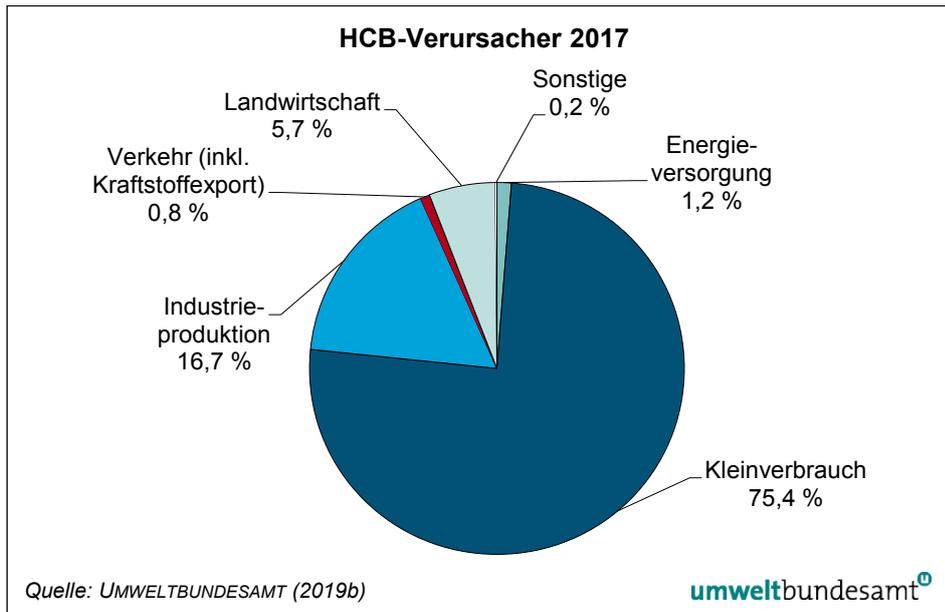


Abbildung 27:
Anteile der
Verursachersektoren an
den HCB-Emissionen in
Österreich.

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.

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.⁴⁵

Emissionsquellen

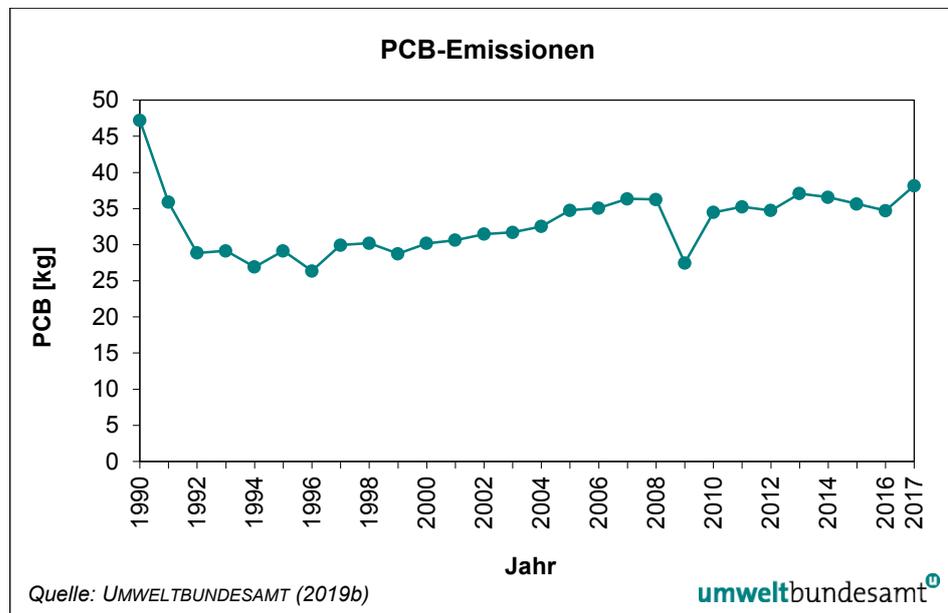
⁴⁵ <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/schadstoff/dioxine/>

Emissionstrend 1990–2017

Zunahme um 10 % gegenüber Vorjahr

Für den Zeitraum 1990–2017 ist in Österreich insgesamt eine Abnahme der PCB-Emissionen um 19 % auf rund 38 Kilogramm zu verzeichnen. Von 2016 auf 2017 nahm der Ausstoß um 10 % zu.

Abbildung 28:
Trend der PCB-Emissionen.



trendbestimmende Faktoren

99 % der PCB-Emissionen wurden im Jahr 2017 von der Industrieproduktion (Metallproduktion) emittiert. 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.⁴⁶

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 neuerliche Anstieg wurde durch Schwankungen der Sekundärbleiproduktion verursacht. Der Emissionsrückgang von 2008 auf 2009 ist der Wirtschaftskrise zuzuschreiben. Im darauffolgenden Jahr nahmen die Emissionen, bedingt durch einen industriellen Aufschwung, wieder deutlich zu.

Von 2016 auf 2017 kam es durch die erhöhte Eisen- und Stahlproduktion zu einem Anstieg der PCB-Emissionen um 10 %.

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 2017 entfielen nur noch 0,4 % der PCB-Emissionen auf diesen Sektor.

⁴⁶ <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/schadstoff/dioxine/>

Verursacher

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

Hauptemittent

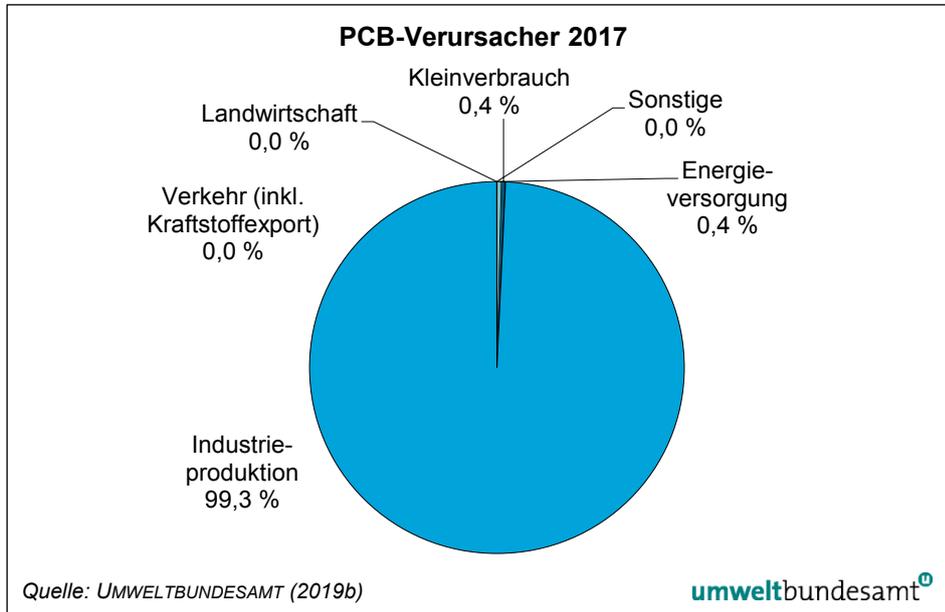


Abbildung 29:
Anteile der
Verursachersektoren an
den PCB-Emissionen in
Österreich.

Eine Beschreibung des PCB-Trends der Industrie-
produktion ist im Kapitel 7.3
zu finden.

7 EMISSIONEN NACH SEKTOREN

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

Es werden für jeden Sektor allerdings nur jene Luftschadstoffe dargestellt, deren Anteil an den österreichischen Gesamtemissionen im Jahr 2017 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 die Treibhausgase eingegangen wird. Detaillierte Informationen zu den Verursachern von Treibhausgasen sind im Klimaschutzbericht 2019 (UMWELTBUNDESAMT 2019c) zu finden.

7.1 Energieversorgung

Emissionsquellen

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

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

öffentliche Stromerzeugung

Die öffentliche Stromerzeugung Österreichs erfolgte im Jahr 2017 zu 64 % in Wasserkraftwerken (STATISTIK AUSTRIA 2018a). Die Strommenge aus Wasserkraftwerken variiert jährlich, bedingt durch die schwankende Wasserführung der Flüsse. Wenn viel Energie aus Wasserkraftwerken gewonnen werden kann, muss wenig Energie in kalorischen Kraftwerken erzeugt werden und umgekehrt. Die Dynamik des internationalen Strommarktes beeinflusst noch zusätzlich die Aktivitäten des österreichischen Kraftwerksparks und dessen Luftschadstoff-Emissionen.

Stromverbrauch in Österreich

Von 1990–2017 ist der Stromverbrauch in Österreich um 48 % gestiegen, er belief sich im Jahr 2017 auf rund 74,0 Terawattstunden (TWh). Im Zeitraum 2011–2014 war die Produktion aus kalorischen Kohle- und Gaskraftwerken stark rückläufig. Im Jahr 2017 ist die Erzeugung aus Wasserkraft um 3,8 % zurückgegangen, während die Erzeugung aus Gaskraftwerken um weitere 35 % zugenommen und die Erzeugung aus Kohlekraftwerken um 16 % abgenommen hat. Die Gesamtstromproduktion des Jahres 2017 war damit um insgesamt 2,0 TWh höher als im Vorjahr und die Nettoimporte fielen um 0,6 TWh auf rund 6,5 TWh, was etwa 9 % des Inlandsstromverbrauchs entsprach (STATISTIK AUSTRIA 2018a). Vor der Liberalisierung des Strommarktes im Jahr 2001 war Österreich noch Strom-Nettoexporteur.

Hauptschadstoffe

Im Jahr 2017 verursachte der Sektor Energieversorgung 8,0 % der NO_x -, 10 % der SO_2 -, 6,5 % der $\text{PM}_{2,5}$ -, 26 % der Cd-, 15 % der Hg- und 15 % der Pb-Emissionen Österreichs.⁴⁷

Emissionsanteile

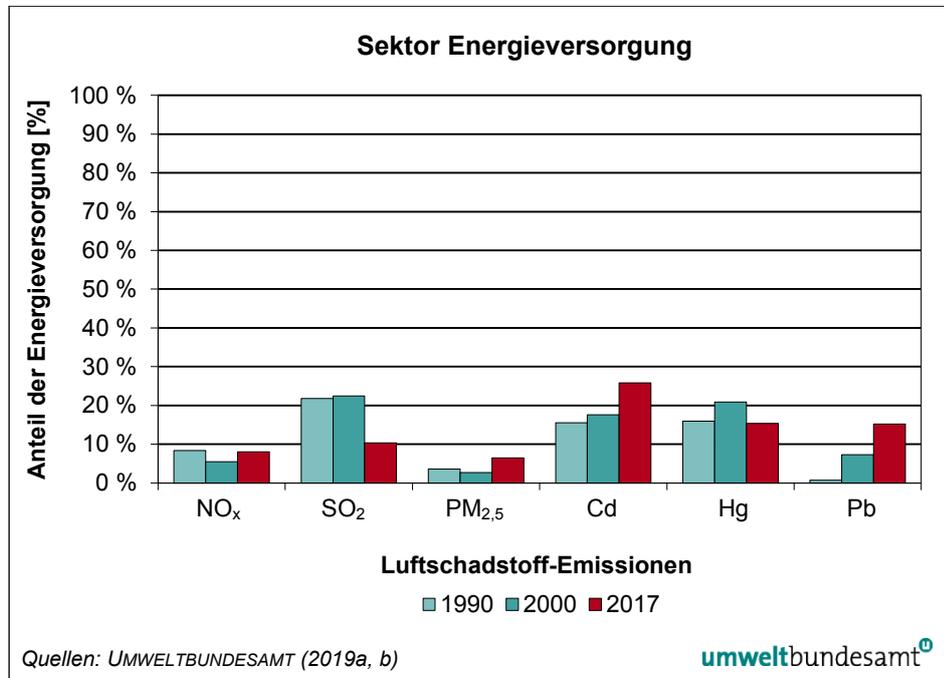


Abbildung 30:
Anteil des Sektors
Energieversorgung an
den Gesamtemissionen
der jeweiligen
Schadstoffe.

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

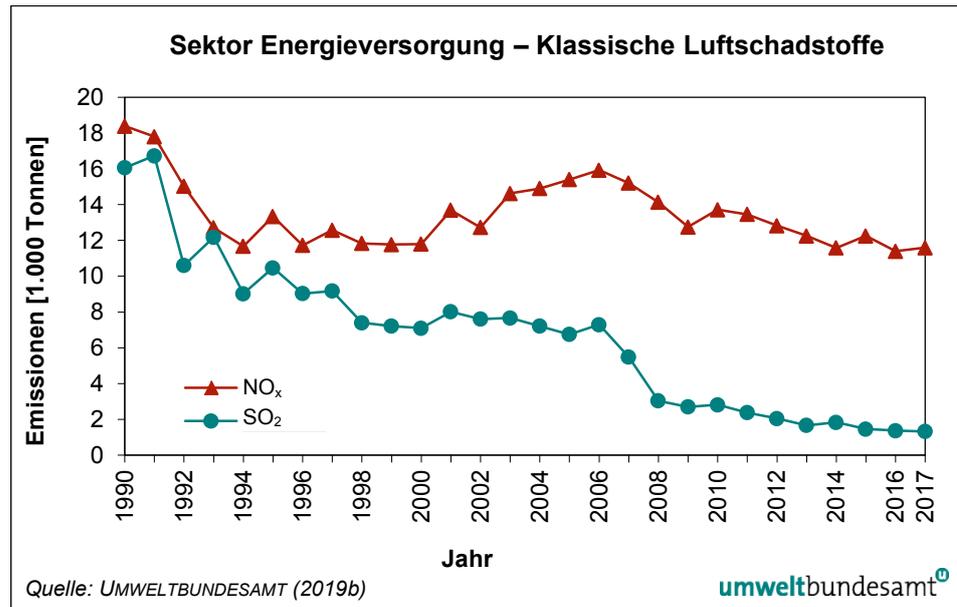
Emissionsquellen

Klassische Luftschadstoffe

Die klassischen Luftschadstoff-Emissionen NO_x und SO_2 der Energieversorgung konnten von 1990–2017 deutlich reduziert werden.

⁴⁷ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exkl. Treibhausgase) aus dem Sektor Energieversorgung angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2017 zumindest 5 % beträgt.

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



NO_x-Emissionen

**trendbestimmende
Faktoren**

Von 1990–2017 konnten die NO_x-Emissionen aus dem Sektor Energieversorgung um 37 % 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 stieg die jährliche Emissionsmenge an, 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 niedrige 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 Fernwärmeerzeugung sowie einen Zuwachs des Eigenverbrauchs der Erdöl- und Erdgasförder-Unternehmen. Für den Rückgang 2016 ist die Stilllegung bzw. Teilabschaltung zweier Kohlekraftwerke die Hauptursache. Der Anstieg der NO_x-Emissionen im Jahr 2017 um 1,7 % wurde durch die stark erhöhte Stromproduktion in Gaskraftwerken verursacht.

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

Im Jahr 2017 verursachten kleine Biomasse-Nahwärme- und KWK-Anlagen rund 40 % der NO_x-Emissionen des Sektors Energieversorgung.

SO₂-Emissionen

**trendbestimmende
Faktoren**

Der SO₂-Ausstoß aus dem Sektor Energieversorgung nahm von 1990–2017 um insgesamt 92 % ab. Der starke Rückgang der SO₂-Emissionen 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 Dampfkesselmissionsgesetz) zurückzuführen. Die Umstellung auf schwefelärmere bzw. schwefelfreie Brennstoffe, wie z. B. Erdgas, trug zusätzlich zur Reduktion bei. Der Emissionsrückgang seit 2007 beruht hauptsächlich auf der Neuinbetriebnahme einer SNO_x-Anlage bei der Raffinerie sowie auf einem geringeren Kohleeinsatz in Kraftwerken. Der Anstieg der SO₂-Emissionen im Jahr 2014 wurde durch einen erhöhten Ausstoß der Raffinerie verursacht, der im Jahr 2013 weit unter dem Niveau der Vorjahre lag. Die SO₂-Abnahme im Jahr 2015 ist wiederum vorwiegend auf einen Emissionsrückgang bei der Raffinerie zurückzuführen, die Hauptursache für Emissionsreduktion 2016 war die Teilabschaltung eines großen Kohlekraftwerks.

Von 2016 auf 2017 sank der SO₂-Ausstoß um 3,6 %, bedingt durch den niedrigeren Ausstoß aus Kohle- und Ölkraftwerken.

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

Feinstaub

Ein Großteil der Feinstaub-Emissionen wird im Sektor Energieversorgung durch Strom- und Fernwärmekraftwerke verursacht. Rund 83 % der gesamten PM_{2,5}-Emissionen des Jahres 2017 stammten aus kleinen Biomasse-Nahwärme- und KWK-Anlagen mit einem Anteil von 25 % am gesamten Primärenergiebedarf der kalorischen Kraftwerke. Etwa 3 % 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.

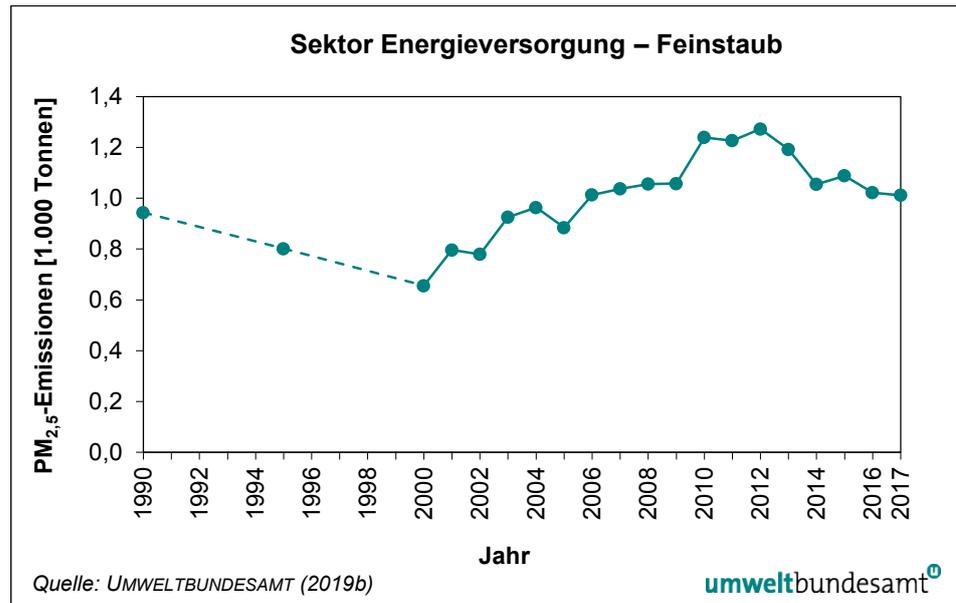
Emissionsquellen

Bereits in den 1980er-Jahren kam es zu einer deutlichen Reduktion der Staub-Emissionsfrachten aus kalorischen Kraftwerken. 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.

**trendbestimmende
Faktoren**

Abbildung 32:
Trend der PM_{2,5}-
Emissionen des Sektors
Energieversorgung.⁴⁸

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



Von 1990–2017 ist der PM_{2,5}-Ausstoß der Energieversorgung um insgesamt 7,3 % angestiegen, wobei von 2000–2012 eine fast durchgehende Zunahme der PM_{2,5}-Emissionen zu verzeichnen ist. Dieser Trend ist auf den starken Anstieg kleinerer Biomasse-Nahwärmeanlagen zurückzuführen. Der deutliche Rückgang seit 2012 wurde durch den verminderten Einsatz von Biomasse, Kohle und Heizöl verursacht. Der Emissionsanstieg 2014–2015 und die Abnahme 2016 entstanden hauptsächlich durch einen erhöhten bzw. verringerten Biomasseeinsatz bei den Fernwärmewerken. Von 2016 auf 2017 sank der PM_{2,5}-Ausstoß der Energieversorgung um 0,9 %.

**Abnahme um 0,9 %
gegenüber Vorjahr**

Schwermetalle

Gründe für die Cd- und Pb-Zunahme

Die **Kadmium-Emissionen** aus dem Sektor Energieversorgung nahmen von 1990–2017 um 15 % zu, hauptverantwortlich hierfür ist die vermehrte Verarbeitung von Mineralölrückständen und schwerem Heizöl bei der Erdölraffination. Zusätzlich führten auch der verstärkte Einsatz von Holz und Holzabfällen in kleineren Heizwerken sowie die gestiegene Anzahl an Abfallverbrennungsanlagen zu einer Emissionszunahme.

Bei den **Blei-Emissionen** aus dem Sektor Energieversorgung ist von 1990–2017 ebenfalls ein Anstieg zu verzeichnen (+ 65 %), bedingt durch den steigenden Einsatz von Holz und Holzabfällen in kleineren Heizwerken.

Gründe für den Hg-Rückgang

Im Gegensatz zu den Kadmium- und Blei-Emissionen kam es bei den **Quecksilber-Emissionen** durch die Schließung von Kohlekraftwerken sowie einer verbesserten Abgasreinigung bei älteren Abfallverbrennungsanlagen seit 1990 zu einer deutlichen Abnahme von 54 %. Trendbestimmend für die letzten Jahre waren einerseits der sukzessive Rückgang des Kohleeinsatzes bei Kraftwerken sowie der gestiegene Biomasseeinsatz für die Fernwärmeerzeugung.

⁴⁸ Aufgrund des geringen Anteils der PM₁₀-Emissionen des Sektors an den Gesamtemissionen wird auf eine Darstellung verzichtet.

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

Von 2016 auf 2017 nahmen die Kadmium-Emissionen um 2,6 % zu, während der Blei-Ausstoß aufgrund des niedrigeren Ölprodukteverbrauchs der Raffinerie und der Quecksilber-Ausstoß vor allem aufgrund des geringeren Kohleeinsatzes in Kraftwerken sanken (Pb: – 2,0 %, Hg: – 2,6 %).

7.2 Kleinverbrauch

Im Sektor Kleinverbrauch werden Luftschadstoffe bei Verbrennungsvorgängen in Haushalten, im (Klein-)Gewerbe und in öffentlichen Gebäuden emittiert. Dieser Sektor beinhaltet auch die Offroad-Geräte des Kleinverbrauchs (z. B. Rasenmäher) sowie deren Feinstaub-Emissionen aus der Bodenaufwirbelung. Zusätzlich werden hier auch Brauchtumsfeuer, wie Sonnwend-/Oster-/Adventfeuer, und Holzkohlegrills als relevante Emissionsquellen berücksichtigt (siehe Kapitel 1.5).

In Österreich wurden in den letzten Jahren weniger Holzheizungen (effiziente und emissionsarme Stückholz-, Hackschnitzel- und Pelletsheizungen) installiert, seit 2012 ist die neu installierte Leistung mit Absinken um 57 % stark rückläufig. 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.

Kohle verliert als Brennstoff für Heizungen sehr stark an Bedeutung, kann aber immer noch zur lokalen Immissionsbelastung beitragen. Der Anteil von Ölheizungen 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) an verkauften 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).

Seit 1990 ist bei Haushalten ein stetiger Anstieg des gesamten Einsatzes von elektrischer Energie bemerkbar. Dieser verzeichnete einen Zuwachs von 51 % (STATISTIK AUSTRIA 2018a). Dienstleistungsgebäude zeigen seit 1996 einen vergleichsweise stabilen Einsatz von Strom (bei einem Anstieg von 27 % gegenüber 1990). Der Stromverbrauch für Heizen und Warmwasser in Privathaushalten hat seit 2010 Heizgradtag-bereinigt leicht ab- und zuletzt gegenüber 2016 leicht zugenommen (+ 1,1 %). In Dienstleistungsgebäuden zeigt sich im Jahr 2017 für diese Einsatzzwecke gegenüber dem Vorjahr eine Erhöhung um 1,1 % (STATISTIK AUSTRIA 2018b, c).

Emissionsquellen

Energieträger Kohle und Erdöl nehmen ab

elektrische Energie und Erneuerbare vermehrt eingesetzt

Solarthermie und Umgebungswärme

Solarthermie und Umgebungswärme (Wärmepumpen) werden ebenfalls verstärkt eingesetzt und trugen 2017 insgesamt 5,2 % zur Deckung des Energiebedarfes für Wärmebereitstellung des Sektors bei. Diese erneuerbaren Technologien verursachen keine direkten Treibhausgas- und Luftschadstoff-Emissionen (STATISTIK AUSTRIA 2018b).

Ausbau der Fernwärme

Neben dem stetigen Ausbau der großen städtischen Fernwärmenetze tragen auch kleinere, mit Biomasse betriebene Fern- und Nahwärmanlagen in kleineren Städten und im ländlichen Raum in zunehmendem Maße zur Wärmeversorgung der Haushalte bei. Der energetische Anteil von Fernwärme an der Wärmebereitstellung im Sektor Kleinverbrauch ist ab 2005 bis 2012 kontinuierlich auf rund 19 % gestiegen und danach weitgehend unverändert geblieben (STATISTIK AUSTRIA 2018b). Zu beachten ist, dass die Emissionen der Fernwärme und der Strom erzeugenden kalorischen Kraftwerke nicht dem Sektor Kleinverbrauch sondern dem Sektor Energieversorgung zugeordnet werden.

trendbestimmende Faktoren

Emissionsmindernd für den Sektor Kleinverbrauch sind u. a. die durch thermische Sanierung verbesserte Gebäudequalität im Bestand, der Einsatz effizienterer Heizsysteme und der Wechsel zu kohlenstoffärmeren oder CO₂-neutralen Brennstoffen. Der anhaltende Trend zu mehr und größeren Wohnungen wirkt sich jedoch emissionserhöhend aus.

Hauptschadstoffe

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

Emissionsanteile

Im Jahr 2017 betrug der Anteil des Sektors Kleinverbrauch an den Gesamtemissionen Österreichs für NO_x 8,8 %, SO₂ 9,8 %, NMVOC 22 %, CO 46 %, PM₁₀ 27 %, PM_{2,5} 46 %, Cd 18 %, Hg 13 %, Pb 11 %, PAK 74 %, Dioxin 54 % und HCB 75 %.⁴⁹

⁴⁹ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exkl. Treibhausgase) aus dem Sektor Kleinverbrauch angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2017 zumindest 5 % beträgt.

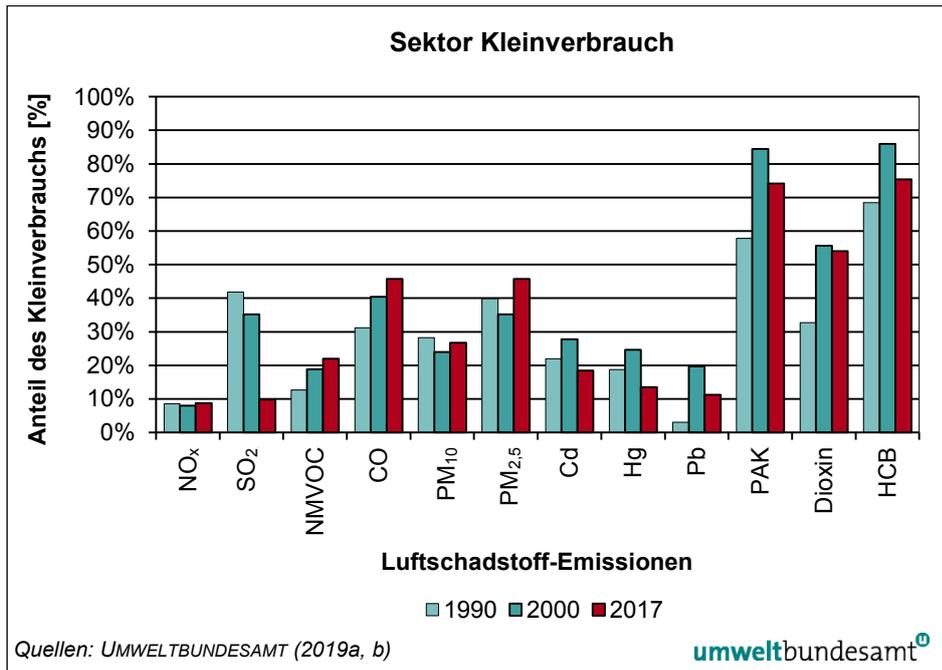


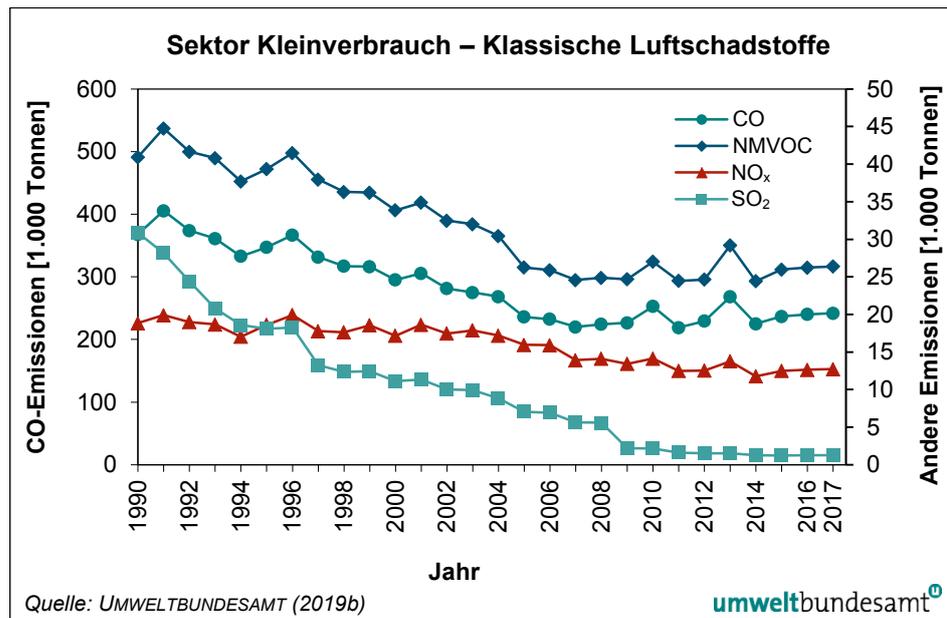
Abbildung 33:
Anteil des Sektors
Kleinverbrauch an den
Gesamtemissionen der
jeweiligen Schadstoffe.

Der Brennstoffverbrauch und damit die Emissionen eines Jahres in diesem Sektor (stationäre Quellen) sind grundsätzlich von der Dauer und Intensität der Heizperiode des Kalenderjahres abhängig. Im Jahr 2017 gab es in der erweiterten Heizperiode einen leichten Rückgang der Heizgradtage um 0,6 % gegenüber dem Vorjahr. Der Wert lag dabei 2017 um 2,6 % unter dem Vergleichswert von 1990 bzw. 3,8 % unter dem Durchschnittswert der letzten 28 Jahre. Das Jahr 2017 war während der Heizmonate das siebtwärmste Jahr seit 1990 (STATISTIK AUSTRIA 2018c) und wirkte sich gegenüber 2016 verringern auf den Brennstoffeinsatz und die Emissionen aus stationären Quellen im Sektor Kleinverbrauch aus.

Klassische Luftschadstoffe

Die Emissionsmengen der klassischen Luftschadstoffe des Sektors Kleinverbrauch konnten von 1990–2017 deutlich reduziert werden. Von 2016 auf 2017 kam es zu leichten Emissionssteigerungen, bedingt durch einen höheren Einsatz von Biomasse und zusätzlich von Heizöl (bei NO_x, SO₂). Für den langfristigen Emissionstrend ist neben dem veränderten Brennstoffeinsatz auch der Stand der Heizungstechnologie von Bedeutung.

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



CO-Emissionen

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

Die CO-Emissionen des Sektors Kleinverbrauch konnten von 1990–2017 um 34 % gesenkt werden, wobei der CO-Ausstoß von 2016 auf 2017 um 0,7 % anstieg. 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-Alliesbrennern und Holz-Einzelöfen, verantwortlich.

NMVOC-Emissionen

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

Bei den NMVOC-Emissionen aus dem Sektor Kleinverbrauch kam es von 1990–2017 insgesamt zu einem Emissionsrückgang von 36 %. Von 2016 auf 2017 stieg die Emissionsmenge um 0,6 % an. Der Anteil des Kleinverbrauchs an den gesamten NMVOC-Emissionen war 2017 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.

NO_x-Emissionen

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

Die NO_x-Emissionen des Sektors Kleinverbrauch nahmen von 1990–2017 um insgesamt 32 % ab, wobei im Jahr 2017 um 0,8 % mehr NO_x emittiert wurde als 2016. Stationäre Quellen wiesen durch gesteigerten Brennstoffeinsatz von Biomasse und Heizöl 2017 rund 1,1 % höhere NO_x-Emissionen auf als im Vorjahr. Mobile Quellen der Haushalte verursachten 2017 3,3 % der NO_x-Emissionen des Kleinverbrauchs, das entspricht 7,5 % weniger als 2016.

SO₂-Emissionen

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 1990–2017 kam es insgesamt zu einer Abnahme von 96 %, wobei von 2016 auf 2017 durch den vermehrten Einsatz von Biomasse und Heizöl ein Anstieg von 0,8 % zu verzeichnen war.

Zunahme um 0,8 % gegenüber Vorjahr

Feinstaub

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 1990–2017 um 34 % gesenkt werden, die PM_{2,5}-Emissionen gingen im selben Zeitraum um 32 % zurück. Von 2016 auf 2017 stieg der PM₁₀-Ausstoß um 0,8 % an, der PM_{2,5}-Ausstoß nahm um 0,7 % zu.

Zunahme gegenüber Vorjahr

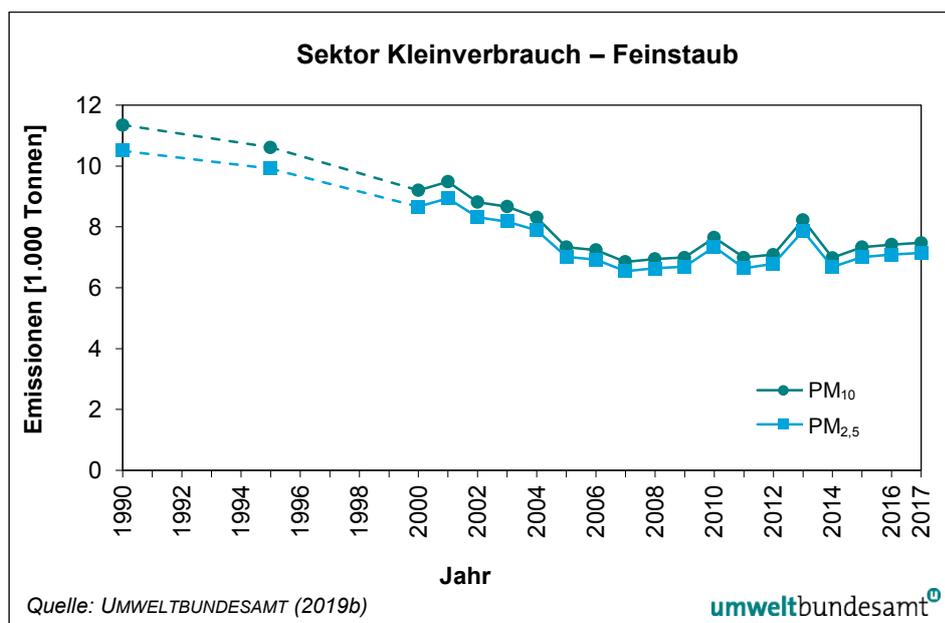


Abbildung 35:
Trend der PM₁₀- und PM_{2,5}-Emissionen des Sektors Kleinverbrauch.
Anm.: Die Daten der Jahre 1991–1994 und 1996–1999 wurden mittels Interpolation ermittelt und sind daher gestrichelt dargestellt.

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.

Emissionsquellen

Mobile Quellen (unterschiedliche Verbrennungsmaschinen), die in privaten Haushalten im Einsatz sind, verursachen rund 0,2 % der Feinstaub-Emissionen des Kleinverbrauchs. Der Anteil von Brauchtumsfeuern, wie Sonnwend-/Oster-/Adventfeuer, und Holzkohlegrills an den Feinstaub-Emissionen im Sektor Kleinverbrauch lag im Jahr 2017 bei den PM₁₀-Emissionen bei rund 11 % sowie bei den PM_{2,5}-Emissionen bei rund 12 %. Die Unsicherheit dieser Emissionsabschätzungen ist mangels jährlicher, standardisierter Datenerfassung der Aktivitäten jedoch hoch.

Schwermetalle

Emissionsquellen

Abnahme gegenüber 1990

Die Schwermetall-Emissionen dieses Sektors werden überwiegend durch den Hausbrand verursacht, sie entstehen hier bei der Verfeuerung fester Brennstoffe sowohl biogener als auch fossiler Herkunft. Von 1990–2017 konnten sowohl bei den **Kadmium-Emissionen** (– 42 %) als auch den **Quecksilber-Emissionen** (– 66 %) und den **Blei-Emissionen** (– 73 %) deutliche Emissionsreduktionen erzielt werden. Dieser langfristige Trend ist auf einen verminderten Einsatz von Kohle, Koks und Briketts als Brennstoff zurückzuführen.

Von 2016 auf 2017 nahmen der Hg-, der Cd- und auch der Pb-Ausstoß, bedingt durch einen höheren Einsatz von Biomasse, um jeweils 0,9 % zu.

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

Persistente Organische Verbindungen (POP)

Emissionsquellen

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).

PAK-Emissionen

Der PAK-Ausstoß aus dem Sektor Kleinverbrauch konnte von 1990–2017 um insgesamt 50 % gesenkt werden. Die PAK-Emissionsmenge ist abhängig von der Menge der eingesetzten festen Brennstoffe (Biomasse und Kohle) sowie der Verbrennungstechnologie.

Dioxin-Emissionen

Die Dioxin-Emissionen entstehen insbesondere durch die Verbrennung fester Brennstoffe in Heizungs- und Kleinf Feuerungsanlagen. Seit 1990 konnten sie um 45 % reduziert werden.

HCB-Emissionen

Durch einen geringeren Kohleinsatz und die Modernisierung von Holzheizungen konnte der HCB-Ausstoß des Kleinverbrauchs von 1990–2017 um 42 % verringert werden.

Zunahme der POP gegenüber Vorjahr

Von 2016 auf 2017 stieg der POP-Ausstoß aus dem Kleinverbrauch an (PAK: + 2,6 %, Dioxin: + 1,4 %, HCB: + 0,8 %). Im Vergleich zum Vorjahr wurde mehr Biomasse eingesetzt, wodurch höhere Emissionen resultieren. Insgesamt wirkt

im Bereich der Biomasseheizungen die fortdauernde energieanteilmäßige Verschiebung von alten Stückholz-Kesseln zu modernen Biomasseheizungen, wie Pelletsheizungen, abschwächend auf die langfristige Emissionsentwicklung.

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

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.

Emissionsquellen

Hauptschadstoffe

Im Jahr 2017 betrug der Emissionsanteil der Industrieproduktion an den Gesamtemissionen Österreichs für NO_x 20 %, SO₂ 77 %, PM₁₀ 32 %, PM_{2,5} 16 %, CO 33 %, Cd 37 %, Hg 61 %, Pb 67 %, PAK 6,0 %, Dioxin 26 %, HCB 17 % und PCB 99 %.⁵⁰

Emissionsanteile

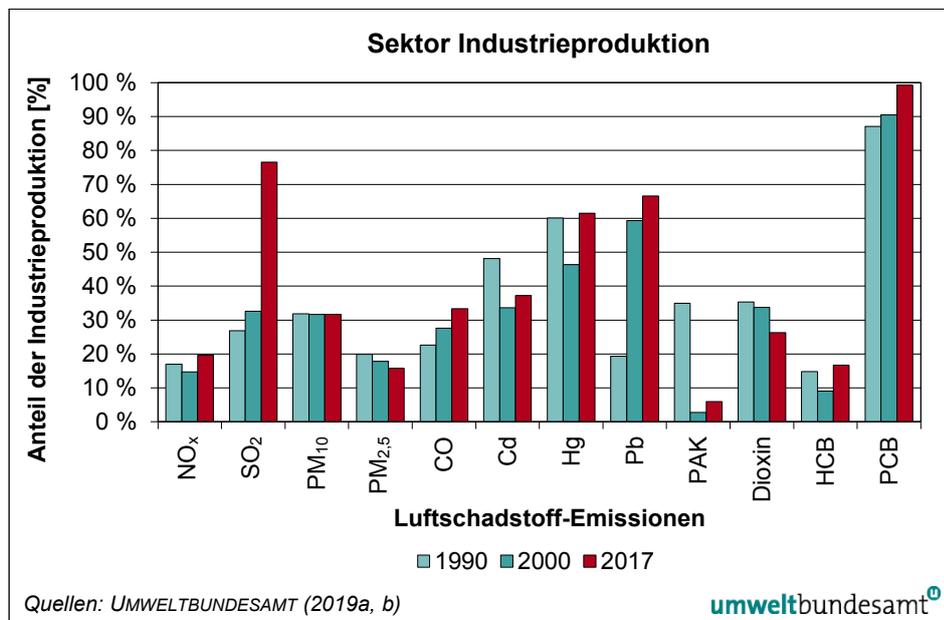


Abbildung 36: Anteil des Sektors Industrieproduktion an den Gesamtemissionen der jeweiligen Schadstoffe.

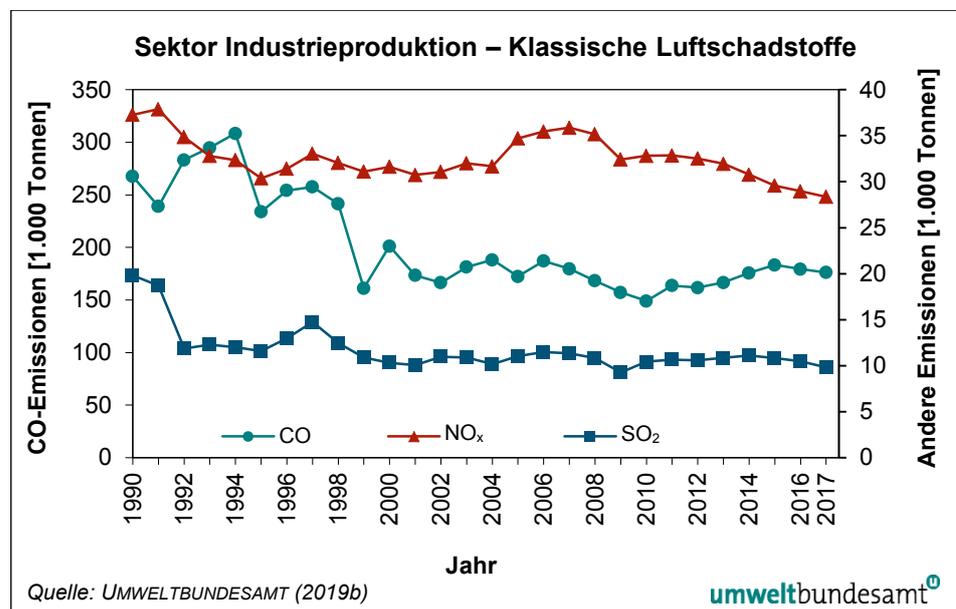
⁵⁰ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exkl. Treibhausgase) aus dem Sektor Industrie angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2017 zumindest 5 % beträgt.

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

Die klassischen Luftschadstoffe CO sowie NO_x und SO₂ aus dem Sektor Industrieproduktion konnten von 1990–2017 reduziert werden.

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



CO-Emissionen

Von 1990–2017 kam es insgesamt zu einer Reduktion des CO-Ausstoßes um 34 %. Eine Hauptquelle für die Entstehung von CO-Emissionen in der Industrieproduktion ist die Eisen- und Stahlindustrie. 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 leicht zu, verantwortlich hierfür ist die Eisen- und Stahlproduktion.

trendbestimmende Faktoren

Abnahme um 1,8 % gegenüber Vorjahr

2017 emittierte der Sektor Industrieproduktion um 1,8 % weniger CO als im Jahr zuvor, überwiegend bedingt durch einen Rückgang der pyrogenen Emissionen in der Zementindustrie.

NO_x-Emissionen

trendbestimmende Faktoren

Der NO_x-Ausstoß der Industrieproduktion ging von 1990–2017 um 24 % zurück. Der Einbau von Entstickungsanlagen und stickstoffarmen (Low-NO_x-)Brennern, der verminderte Einsatz von Heizöl schwer und Effizienzsteigerungen waren hier-

für 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 2013 ist auf einen Rückgang der pyrogenen Emissionen der holzverarbeiteten Industrie und auf Emissionsminderungen in der Kategorie Offroad-Maschinen und -Geräte der Industrie, resultierend aus der Flottenerneuerung sowie der NO_x Grenzwert-Gesetzgebung für den Offroad-Bereich, zurückzuführen. Von 2016 auf 2017 nahm die Menge der von der Industrieproduktion emittierten NO_x-Emissionen um 2,1 % ab.

Abnahme um 2,1 % gegenüber Vorjahr

SO₂-Emissionen

Die SO₂-Emissionen der Industrieproduktion wurden bereits mit Beginn der 1980er-Jahre bis zu den 1990er-Jahren stark reduziert (u. a. mit Hilfe strenger Umweltauflagen). Von 1990–2017 ging der SO₂-Ausstoß um insgesamt 51 % zurück. 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.

trendbestimmende Faktoren

Von 2016 auf 2017 nahm der SO₂-Ausstoß um 6,3 % ab, bedingt durch einen Rückgang bei den pyrogenen Emissionen in der Eisen und Stahlindustrie.

Abnahme um 6,3 % gegenüber Vorjahr

Feinstaub

Der PM₁₀-Ausstoß der Industrieproduktion konnte von 1990–2017 um 31 % reduziert werden, der PM_{2,5}-Ausstoß nahm im selben Zeitraum um 53 % ab. Von 2016 auf 2017 stiegen die PM₁₀-Emissionen um 2,2 % an, der PM_{2,5}-Ausstoß sank um 0,2 %.

Abnahmen gegenüber 1990

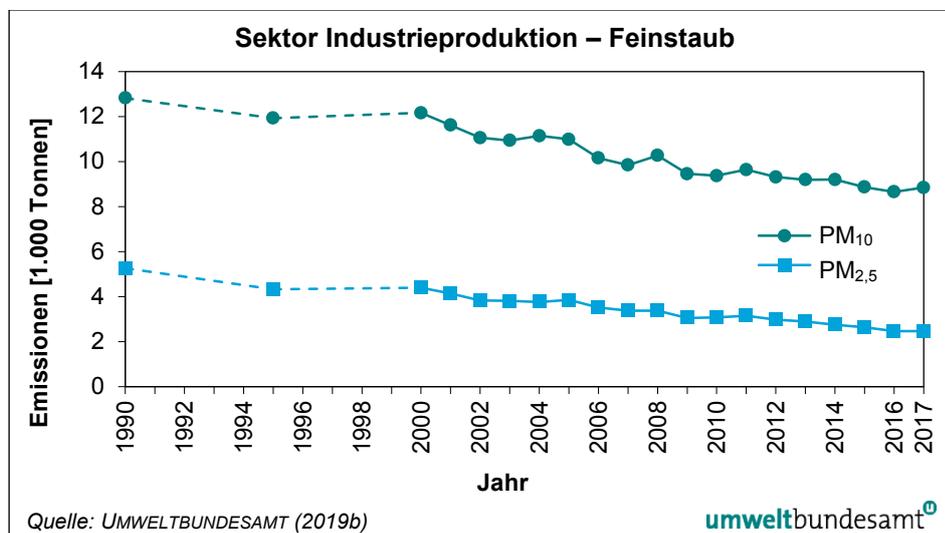


Abbildung 38: Trend der PM₁₀- und der PM_{2,5}-Emissionen des Sektors Industrieproduktion.

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

Emissionsquellen Wichtige Staubquellen der Industrieproduktion sind die mineralverarbeitende Industrie und der Bausektor. In diesen Bereichen fallen Staub-Emissionen neben der eigentlichen Produktherstellung bei Transporteinrichtungen, Übergabestellen und Verladeeinrichtungen an, besonders wenn diese nicht eingehaust sind.

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

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

Schwermetalle

Abnahme gegenüber 1990, Zunahme gegenüber dem Vorjahr Seit 1990 konnten sowohl die Kadmium- (– 46 %) als auch die Quecksilber- (– 51 %) und Blei-Emissionen (– 75 %) deutlich reduziert werden. Von 2016 auf 2017 kam es durch einen Anstieg der Eisen- und Stahlproduktion zu einer Zunahme der Schwermetall-Emissionen der Industrieproduktion (Cd: + 6,0 %, Hg: + 13 %, Pb: + 7,9 %).

Kadmium-Emissionen

Emissionsquellen Kadmium-Emissionen werden im Sektor Industrieproduktion von der Eisen- und Stahlerzeugung, vor allem beim Schrottreycling mit Farb- und Lackanhaftungen, die Kadmium enthalten, verursacht. Zusätzlich fällt das Schwermetall in der 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.

Quecksilber-Emissionen

Emissionsquellen Die metallverarbeitende und die chemische Industrie sind für die Quecksilber-Emissionen der Industrieproduktion verantwortlich. Durch eine Verfahrensumstellung bei der einzigen Anlage zur Herstellung von Chlor in Österreich konnte die Hg-Emissionsmenge im Vergleich zu 1990 halbiert werden.

Blei-Emissionen

Emissionsquellen Die Blei-Emissionen der Industrieproduktion werden 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.

Persistente Organische Verbindungen (POP)

Abnahme von POP seit 1990 Der Ausstoß der Persistenten Organischen Schadstoffe PAK, Dioxin, HCB und PCB aus der Industrieproduktion konnte von 1990–2017 größtenteils stark reduziert werden.

PAK-Emissionen

Anfang der 1990er-Jahre wurde durch die Einstellung der Primär-Aluminiumproduktion eine starke Senkung der PAK-Emissionsmenge erzielt. Insgesamt ging der PAK-Ausstoß der Industrieproduktion von 1990–2017 um 93 % zurück, wobei es von 2016 auf 2017 zu einer Zunahme von 5,9 % kam, überwiegend bedingt durch die gestiegene Eisen- und Stahlproduktion.

trendbestimmender Faktor

Zunahme um 5,9 % gegenüber Vorjahr

Dioxin-Emissionen

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 1990–2017 zu einem Emissionsrückgang von 75 %, wobei die Emissionsmenge von 2016 auf 2017 um 0,5 % sank.

trendbestimmende Faktoren

Abnahme um 0,5 % gegenüber Vorjahr

HCB-Emissionen

Der HCB-Ausstoß der Industrieproduktion ging von 1990–2017 um insgesamt 41 % zurück. 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. 2017 wurde um 7,3 % mehr HCB emittiert als im Jahr zuvor, überwiegend bedingt durch die gestiegene Eisen- und Stahlproduktion.

störfallbedingte Erhöhung

Zunahme um 7,3 % gegenüber Vorjahr

PCB-Emissionen

99 % der PCB-Emissionen Österreichs wurden 2017 von der Industrieproduktion verursacht (siehe Abbildung 29). Seit 1990 kam es insgesamt zu einem Rückgang von 7,9 %. Für die starke Abnahme von 1990–1993 war in erster Linie das Auslaufen der Primärbleiproduktion verantwortlich. Der neuerliche Anstieg wurde durch Schwankungen der Sekundärbleiproduktion verursacht. Der Emissionsrückgang von 2008 auf 2009 ist der Wirtschaftskrise zuzuschreiben. Von 2016 auf 2017 stieg die PCB-Emissionsmenge der Industrieproduktion um 11 % an, überwiegend bedingt durch die gestiegene Eisen- und Stahlproduktion.

trendbestimmende Faktoren

Zunahme um 11 % gegenüber Vorjahr

7.4 Verkehr

Emissionsquellen 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).

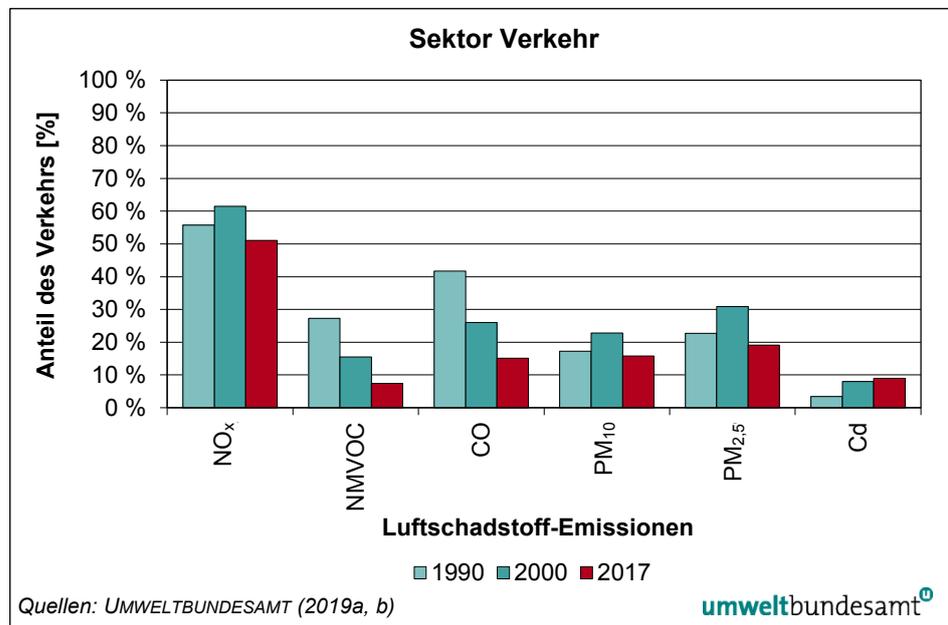
Für den Großteil der Emissionen dieses Sektors ist der Straßenverkehr verantwortlich; die NO_x-Emissionen stammen zu 62 % vom Pkw-Verkehr und zu 37 % aus dem Einsatz von schweren und leichten Nutzfahrzeugen inkl. Bussen, die vorwiegend mit Diesel angetrieben werden, 1 % stammt von Mopeds und Motorrädern.

Hauptschadstoffe

Emissionsanteile Der Anteil des Sektors Verkehr an den Gesamtemissionen Österreichs betrug im Jahr 2017 für NO_x 51 %, NMVOC 7,5 %, CO 15 %, PM₁₀ 16 %, PM_{2,5} 19 % und Cd 9,0 %.

Durch die Einführung strengerer Schwefelgrenzwerte für Treibstoffe konnte der SO₂-Ausstoß aus dem Verkehrssektor seit 1990 um 94 % gesenkt werden. Im Jahr 2017 wurden nur noch 2,4 % der gesamten SO₂-Emissionen vom Verkehr produziert.

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



Klassische Luftschadstoffe

Durch die in europäischen Richtlinien festgelegten Emissionsgrenzwerte für Personenkraftwagen und Lastkraftwagen konnten die NMVOC- und CO-Emissionen aus dem Verkehr seit 1990 deutlich gesenkt werden. Der NO_x-Ausstoß stieg bis 2003 an, seitdem zeigt sich ebenfalls ein abnehmender Trend.

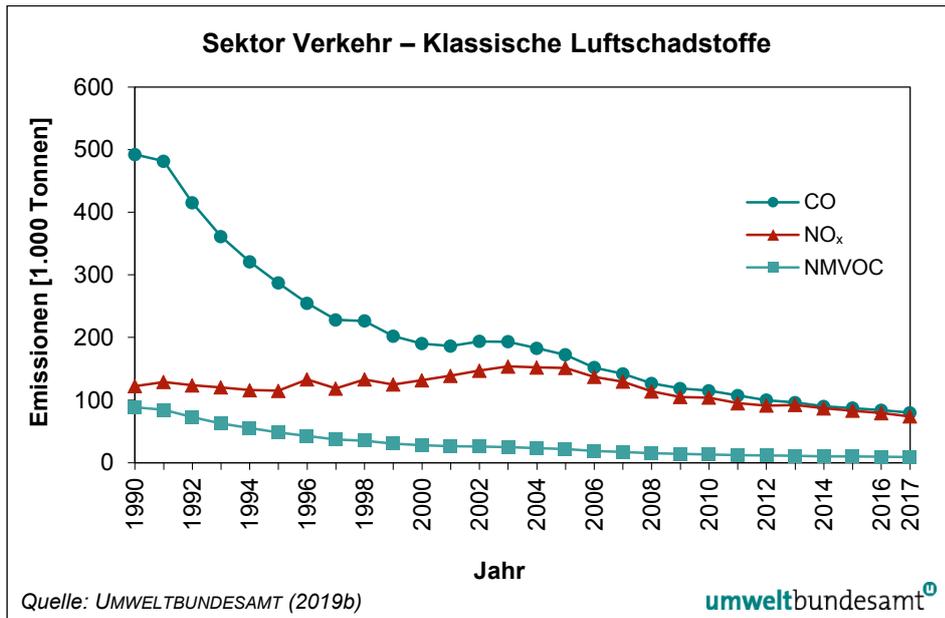


Abbildung 40:
Trend der CO-, NO_x-
und NMVOC-
Emissionen des Sektors
Verkehr.

CO-Emissionen

Der CO-Ausstoß des Verkehrs konnte von 1990–2017 um insgesamt 84 % gesenkt werden. Im Jahr 2017 wurde um 5,1 % weniger CO emittiert als im Jahr zuvor. Optimierte Verbrennungsvorgänge im Motor und die Einführung des Katalysators sind für die geringeren CO-Emissionen hauptverantwortlich.

**Abnahme um 5,1 %
gegenüber Vorjahr**

NMVOC-Emissionen

Seit 1990 kam es insgesamt zu einem Rückgang der NMVOC-Emissionen des Verkehrs um 90 %, wobei im Jahr 2017 um 4,1 % weniger NMVOC emittiert wurde als 2016. 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.

**Abnahme um 4,1 %
gegenüber Vorjahr**

**trendbestimmende
Faktoren**

NO_x-Emissionen

Dieselbetriebene Kraftfahrzeuge aus dem Straßenverkehr sind vorwiegend für die NO_x-Emissionen aus dem Verkehrssektor verantwortlich. Seit 2003 ist ein abnehmender Trend zu verzeichnen, der überwiegend auf die Fortschritte der Fahrzeugtechnologie bei schweren Nutzfahrzeugen zurückzuführen ist. Die spezifischen NO_x-Emissionen pro Fahrzeugkilometer sind v. a. bei Benzin-Pkw und Sattel- und Lastzügen stark gesunken.⁵¹ Von 1990–2017 kam es insgesamt zu einem Rückgang der NO_x-Emissionen aus dem Verkehrssektor um 40 %. Im Jahr 2017 wurde um 6,7 % weniger NO_x emittiert als im Jahr zuvor.

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

⁵¹ NO_x-Emissionen von Benzin-Pkw sind heutzutage so gering, dass sie vernachlässigbar sind.

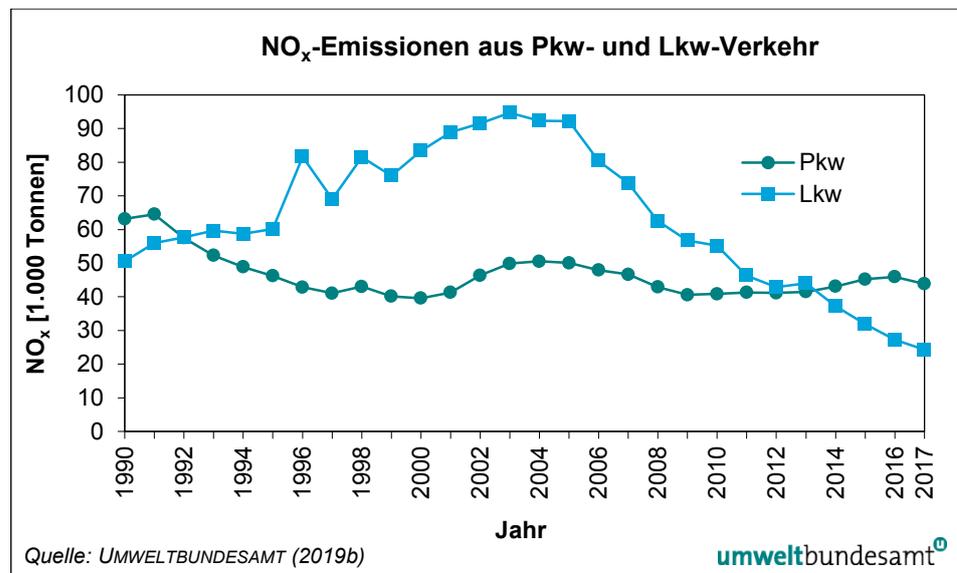
trendbestimmender Faktor

Funktionierende NO_x-Abgasnachbehandlungssysteme (SCR und AGR)⁵² bei schweren Nutzfahrzeugen sind hierfür hauptverantwortlich.

Im Jahr 2017 wurden 51 % der gesamten NO_x-Emissionen Österreichs vom Verkehrssektor emittiert (siehe Abbildung 39). 1990 betrug dieser Anteil 56 %.

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der NO_x-Emissionen des Pkw- und jene des Straßengüterverkehrs (leichte und schwere Nutzfahrzeuge).⁵³

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



NO_x-Emissionen aus Pkw reduziert

Die NO_x-Emissionen aus dem Pkw-Verkehr sanken von 1990–2017 um insgesamt 31 %, bedingt durch die Einführung der Katalysatorpflicht und eine Verschärfung der Abgasgrenzwerte, der sogenannten EURO-Normen.⁵²

Von 2016 auf 2017 wurde um 4,6 % weniger NO_x vom Pkw-Verkehr emittiert, verantwortlich hierfür ist die jährliche Flottenerneuerung.

Abgasnachbehandlungssysteme

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 Grenzwernerreichung der Abgasklasse Euro 6 (seit September 2014) erforderlich. 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.

⁵² Selektive katalytische Reduktion und Abgasrückführung

⁵³ Aufgrund der laufenden Implementierung neuester NO_x-Messwerte, die die ganze Zeitreihe verändern, können die im Vorjahr berichteten Werte höher/tiefer liegen.

2016). Erst mit der seit September 2017 geltenden Abgasstufe EURO 6d_{temp} und der ab September 2019 geltenden Abgasstufe EURO 6d ist eine Verbesserung der spezifischen NO_x-Emissionen bei Diesel-Pkw in Richtung verpflichtendem NO_x-Grenzwert zu erwarten. Die Verbesserung besteht darin, dass eine reale Straßenfahrt mit einem portablen Emissionsmessgerät Teil der Typprüfung ist. Ob der Grenzwert dann tatsächlich auch im Realbetrieb erreicht bzw. unterschritten wird, werden Nachmessungen diverser Labors zeigen. Ein systematisches Monitoring von Emissionen im realen Fahrbetrieb durch unabhängige Labors und Institutionen ist somit unerlässlich.

Die NO_x-Emissionen des Lkw-Verkehrs (leichte und schwere Nutzfahrzeuge) sind seit 2005 – trotz steigender jährlicher Fahrleistungen – deutlich zurückgegangen. Das Inkrafttreten der Luftschadstoff-Grenzwerte der Klasse EURO 4 im Jahr 2005 und EURO 5 (2008/2009) ist hierfür verantwortlich. Von 1990–2017 konnte die Emissionsmenge um insgesamt 52 % reduziert werden, wobei von 2016 auf 2017 um 11 % weniger NO_x vom Lkw-Verkehr emittiert wurde. Dies gelang durch die voranschreitende Flottenerneuerung und funktionierende NO_x-Abgasnachbehandlungssysteme. Der Anteil des Kraftstoffexports (hauptsächlich Dieseldieselkraftstoff in Lkw) an den gesamten NO_x-Emissionen war 2017 etwas geringer als in den Vorjahren. Nur 34 % der gesamten Stickstoffoxid-Emissionen des Straßenverkehrs (inkl. Kraftstoffexport) wurden 2017 vom Lkw-Verkehr verursacht (siehe Abbildung 42).

NO_x-Emissionen aus Lkw reduziert

trendbestimmende Faktoren

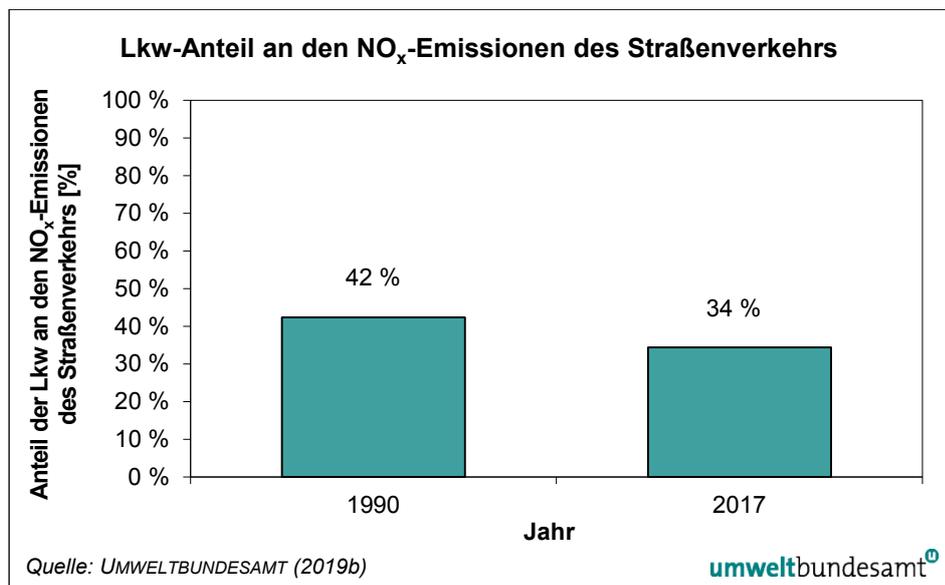


Abbildung 42:
Lkw-bedingter Anteil an den NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs.

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 Emissionenschutzgesetz-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 Ver-

NO_x-Emissionen weiter reduzieren

kehrssektor in Zukunft der größte Handlungsbedarf (UMWELTBUNDESAMT 2012). Zielführend sind hier insbesondere Maßnahmen, die die Fahrleistung von Diesel-Kraftfahrzeugen vermindern.

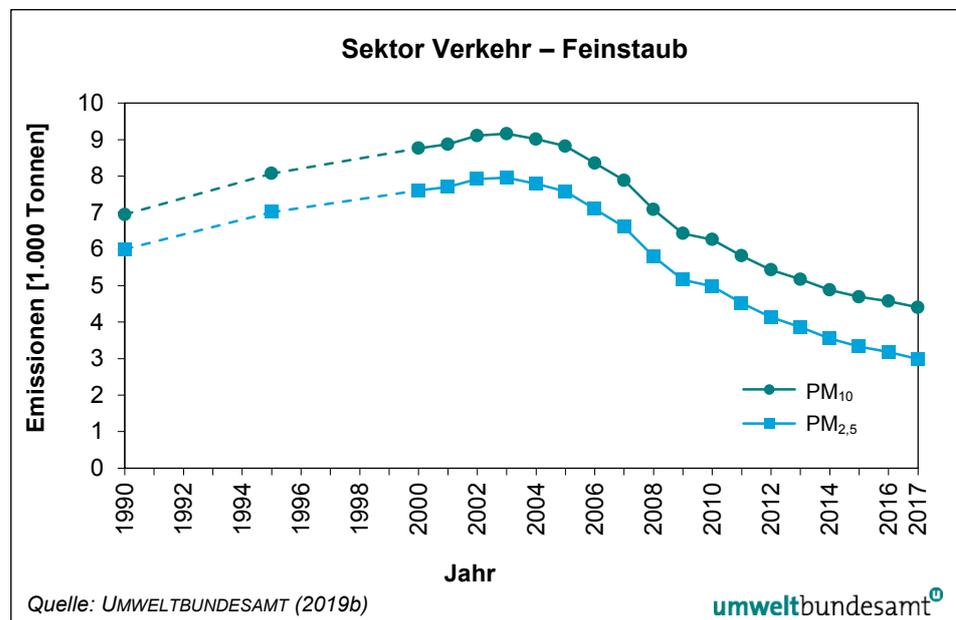
Feinstaub

Emissionsquellen

Die Feinstaub-Emissionen des Verkehrs setzen sich aus Verbrennungsemissionen (42 % bei PM₁₀, 62 % bei PM_{2,5}) sowie Emissionen durch Abrieb (Reifen- und Bremsabrieb) und Aufwirbelung⁵⁴ (58 % bei PM₁₀, 38 % 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 Emissionen⁵⁵ pro Fahrzeugkilometer auf als Ottomotoren.

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.



Abnahme gegenüber Vorjahr

Von 1990–2017 konnte der PM₁₀-Ausstoß aus dem Verkehrssektor um 37 % und der PM_{2,5}-Ausstoß um 50 % reduziert werden. Im Jahr 2017 wurden um 3,7 % weniger PM₁₀-Emissionen und um 6,0 % weniger PM_{2,5}-Emissionen verursacht als 2016.

trendbestimmende Faktoren

Von 1990–2003 kam es zu einem allgemeinen Anstieg der Feinstaub-Emissionen, dieser wurde durch die stark zunehmende Anzahl von Diesel-Pkw in der Flotte sowie durch die gestiegene Fahrleistung (Personen und Fracht) verursacht. Der folgende Emissionsrückgang ist trotz des ungebrochenen Trends zu Diesel-Pkw auf Verbesserungen der Antriebs- und Abgasnachbehandlungstechnologien (wie Partikelfilter) zurückzuführen. Die Novellierung der NOVA-Regelung im Zuge des Ökologisierungsgesetzes 2007 hatte ebenfalls einen maßgeblichen Einfluss.

⁵⁴ Seit 2004 wird auch die verkehrsbedingte Aufwirbelung von Staub in der Emissionsinventur berücksichtigt.

⁵⁵ reine Verbrennungsemissionen bei PM₁₀

Der PM₁₀- und der PM_{2,5}-Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen sind rückläufig, 2017 beliefen sie sich auf 16 % (PM₁₀) und 19 % (PM_{2,5}).

Schwermetalle

Cd-Emissionen

Im Verkehrssektor werden Kadmium-Emissionen durch Reifen- und Bremsabrieb verursacht. Bedingt durch das wachsende Verkehrsaufkommen nahmen die Emissionen von 1990–2017 um 81 % zu.

trendbestimmender Faktor

Der Kadmium-Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen weist seit Jahren einen einigermaßen konstanten Verlauf auf (2017: 9,0 %).

7.5 Landwirtschaft

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

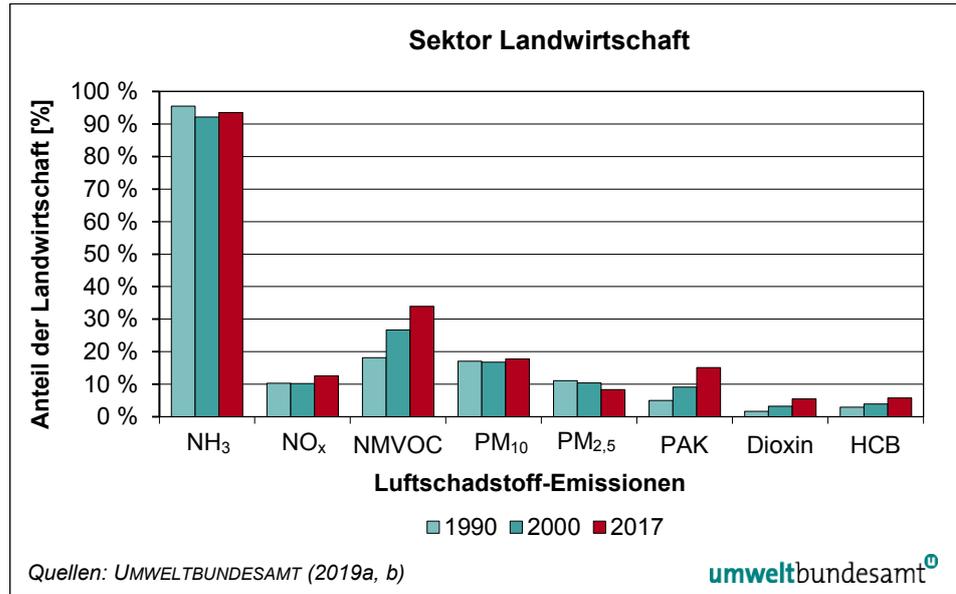
Hauptschadstoffe

Der Sektor Landwirtschaft verursachte 2017 94 % der NH₃-, 34 % der NMVOC-, 13 % der NO_x-, 18 % der PM₁₀-, 8,3 % der PM_{2,5}-, 15 % der PAK-, 5,5 % der Dioxin- und 5,7 % der HCB-Emissionen Österreichs.⁵⁶

Emissionsanteile

⁵⁶ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exkl. Treibhausgase) aus dem Sektor Landwirtschaft angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2017 zumindest 5 % beträgt.

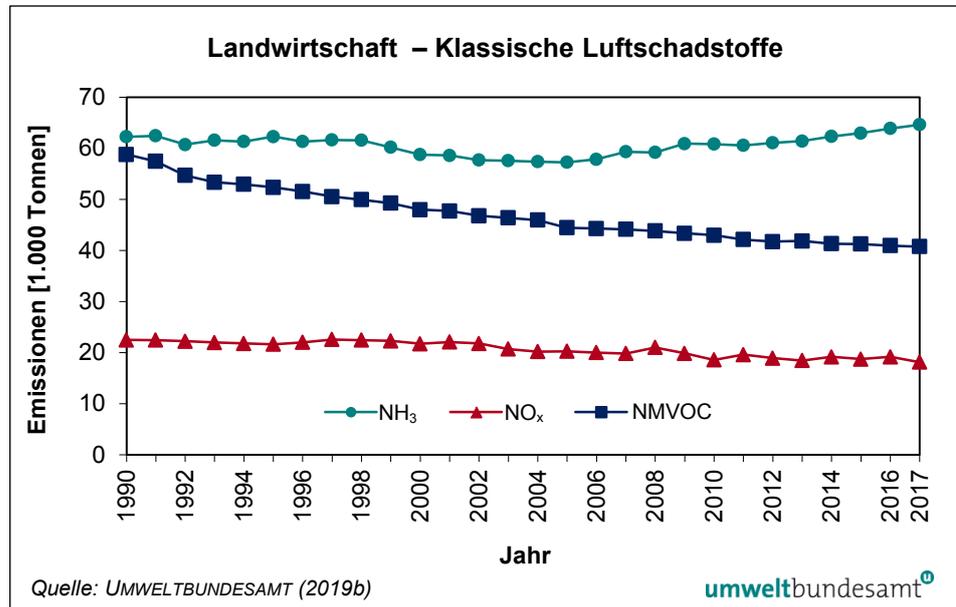
Abbildung 44:
Anteil des Sektors
Landwirtschaft an den
Gesamtemissionen der
jeweiligen Schadstoffe.



Klassische Luftschadstoffe

Der Trendverlauf der NO_x- und NMVOC-Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft ist seit 1990 sinkend, die NH₃-Emissionsmenge hat in diesem Zeitraum leicht zugenommen.

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



NH₃-Emissionen

Emissionsquellen

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

Die NH₃-Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft haben von 1990–2017 leicht zugenommen (+ 3,8 %), wobei im Jahr 2017 um 1,2 % mehr NH₃ emittiert wurde als 2016.

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

Der Anstieg der NH₃-Emissionen seit 1990 lässt sich im Wesentlichen durch die vermehrte Haltung in Laufställen (aus Gründen des Tierschutzes und EU-rechtlich vorgeschrieben) und die steigende Anzahl leistungsstärkerer Milchkuhe erklären.

**trendbestimmende
Faktoren**

Beim Mineräldüngereinsatz, der im Vergleich zu 1990 in Österreich insgesamt abgenommen hat, ist in den letzten Jahren der Anteil von Harnstoff als ein kostengünstiges, aber wenig effizientes Düngemittel, deutlich gestiegen. Diese Entwicklung trägt zum steigenden Emissionstrend bei, da bei der Harnstoffdüngung ein beachtlicher Teil des Stickstoffs als Ammoniak-Emission verloren geht.

Die Zunahme von 2016 auf 2017 ist vorwiegend mit dem größeren Milchkuhbestand bei steigender durchschnittlicher Milchleistung zu erklären. Der Bestand an Pferden, Schweinen, Ziegen und Schafen nahm ebenfalls zu.

NO_x-Emissionen

Der NO_x-Ausstoß erfolgt im Sektor Landwirtschaft vorwiegend bei Verbrennungsvorgängen in stationären Feuerungsanlagen, beim Gebrauch von mobilen Offroad-Geräten (z. B. Traktoren) und bei der Düngung.

Emissionsquellen

Von 1990–2017 kam es zu einem Rückgang der NO_x-Emissionen aus diesem Sektor um 19 %. Hauptgrund hierfür ist die Flottenerneuerung und der technische Fortschritt bei den mobilen Geräten (Traktoren). Die reduzierte Stickstoffdüngung auf landwirtschaftlichen Böden (Mineräldünger und Wirtschaftsdünger) beeinflusst den insgesamt sinkenden Trend ebenfalls. Im Vergleich zu 2016 nahmen die NO_x-Emissionen im Jahr 2017 um 5,5 % ab, vorwiegend durch Emissionsabnahmen bei den mobilen Geräten und zu einem geringeren Anteil durch den reduzierten Mineräldüngereinsatz.

**trendbestimmende
Faktoren**

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

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

NM VOC-Emissionen

Der überwiegende Anteil der NM VOC-Emissionen vom Sektor Landwirtschaft stammt 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.

Emissionsquellen

Von 1990–2017 nahmen die sektoralen NM VOC-Emissionen um 31 % ab. Diese Abnahme steht im Zusammenhang mit den sinkenden Viehbeständen. Im Jahr 2017 wurden um 0,4 % weniger NM VOC-Emissionen von der Landwirtschaft emittiert als im Jahr zuvor.

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

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.

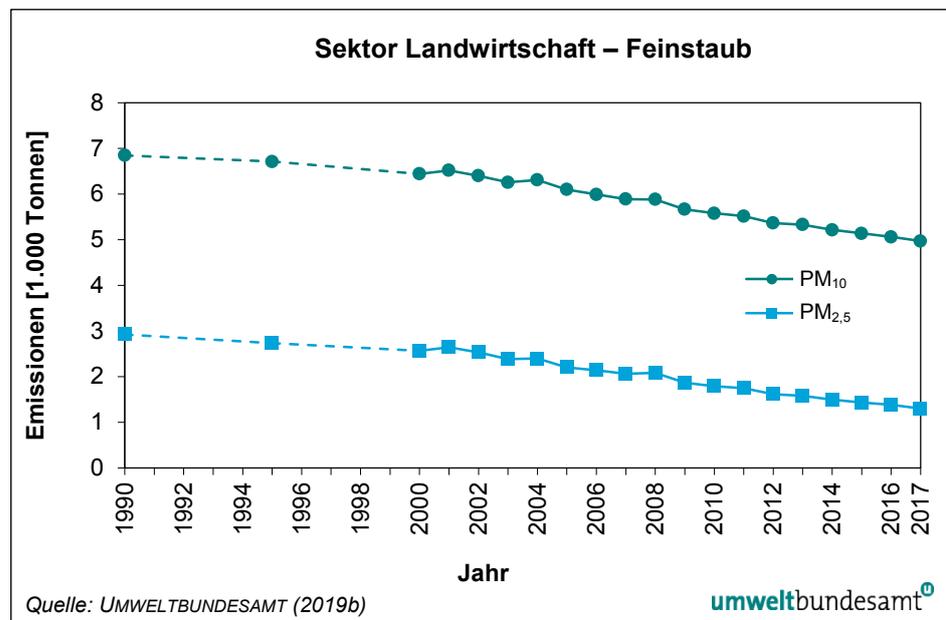
Feinstaub

Abnahme gegenüber Vorjahr

Der PM₁₀-Ausstoß der Landwirtschaft nahm von 1990–2017 um insgesamt 27 % ab, der PM_{2,5}-Ausstoß konnte um 56 % gesenkt werden. Von 2016 auf 2017 kam es ebenfalls zu einem Rückgang der Feinstaub-Emissionen (PM₁₀: – 1,8 %, PM_{2,5}: – 6,1 %).

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.



Emissionsquellen

Die Feinstaub-Emissionen vom Sektor 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 2017 stammten etwa 21 % der PM₁₀-Emissionen bzw. 76 % der PM_{2,5}-Emissionen aus dem Betrieb land- und forstwirtschaftlicher Geräte.

trendbestimmende Faktoren

Die Flottenerneuerung und der technologische Fortschritt bei den mobilen land- und forstwirtschaftlichen Geräten sind hauptverantwortlich für den Rückgang der sektoralen Feinstaub-Emissionen seit 1990. 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.⁵⁷

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

⁵⁷ 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 2017 trat die Abgasnorm „Stufe V“ in Kraft.

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)

Im Jahr 2017 wurden vom Sektor Landwirtschaft 15 % der PAK-, 5,5 % der Dioxin- und 5,7 % der HCB-Emissionen Österreichs emittiert (siehe Abbildung 44). Hauptverantwortlich hierfür sind Verbrennungsvorgänge in stationären Feuerungsanlagen und der Betrieb mobiler Offroad-Geräte. 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).

Von 1990–2017 kam es generell zu einer Zunahme der land- und forstwirtschaftlichen POP-Emissionen (PAK: + 17 %, Dioxin: + 10 %, HCB: + 3,1 %). Von 2016 auf 2017 stiegen die PAK-Emissionen um 5,4 % an, die Dioxin-Emissionen nahmen um 6,4 % zu und die HCB-Emissionen gingen um 0,1 % zurück.

PAK-Emissionen

Die PAK-Emissionsmenge der stationären Quellen ist abhängig von der Menge der eingesetzten festen Brennstoffe (Biomasse und Kohle) sowie der Verbrennungstechnologie. Die PAK-Emissionsmenge aus dem Sektor Landwirtschaft nahm von 1990–2017 um insgesamt 17 % zu. Verantwortlich hierfür waren höhere Emissionen aus den stationären Feuerungsanlagen, bedingt durch den vermehrten Biomasseeinsatz. Im Bereich der mobilen Quellen, die einen wesentlich geringeren Anteil der landwirtschaftlichen PAK-Emissionen ausmachen, hängt die Höhe der Emissionen vom Treibstoffkonsum ab.

Dioxin-Emissionen

Die Dioxin-Emissionen im Sektor Landwirtschaft werden insbesondere durch die Verbrennung fester Brennstoffe in stationären Feuerungsanlagen verursacht und zu einem geringeren Anteil beim Betrieb mobiler Offroad-Geräte. Der Dioxin-Ausstoß stieg von 1990–2017 aufgrund des höheren Biomasseeinsatzes in stationären Anlagen um 10 % an.

HCB-Emissionen

Die HCB-Emissionen werden ebenfalls vorwiegend von stationären Feuerungsanlagen verursacht. Von 1990–2017 kam es zu einer Zunahme des HCB-Ausstoßes der Landwirtschaft um 3,1 %. Auch hier liegt der Grund für diesen Anstieg im vermehrten Einsatz von Biomasse.

Emissionsquellen

Zunahme gegenüber 1990

trendbestimmende Faktoren

trendbestimmende Faktoren

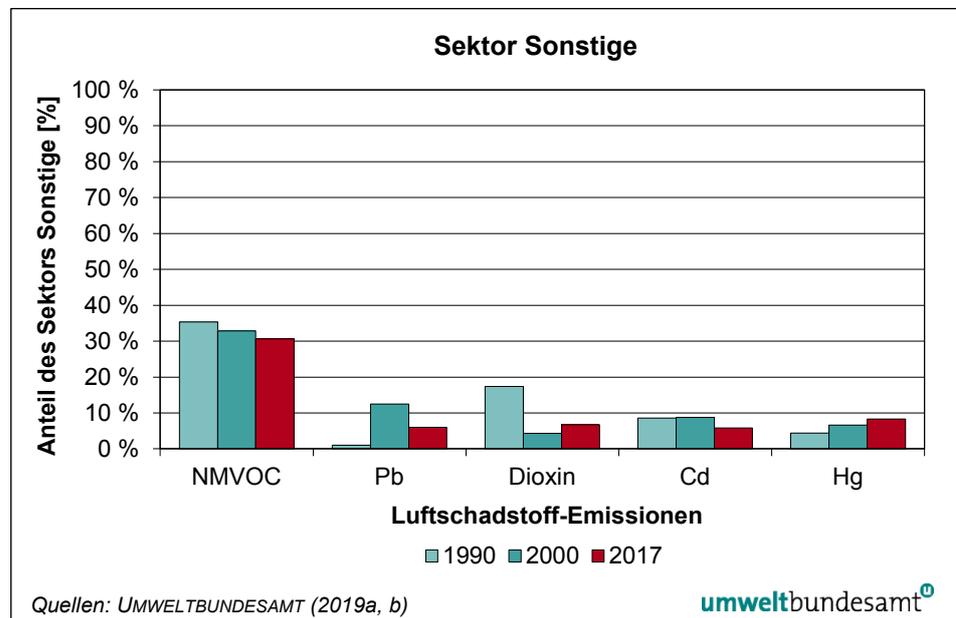
7.6 Sonstige

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

Hauptschadstoffe

Emissionsanteile Der Sektor Sonstige verursachte 2017 31 % der NMVOC-, 8,3 % der Hg-, 6,7 % der Dioxin-, 6,0 % der Pb- und 5,8 % der Cd-Emissionen in Österreich.⁵⁸

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



Die Zunahme des Pb- und des Hg-Anteils des Sektors Sonstige an den jeweiligen Gesamtemissionen seit 1990 (siehe Abbildung 47) ist, trotz eigentlicher Abnahme der Emissionen in diesem Sektor, durch die verhältnismäßig stärkere Emissionsreduktion in anderen Sektoren bedingt.

Klassische Luftschadstoffe

Emissionsquellen Im Sektor Sonstige entstehen NMVOC-Emissionen bei der Verwendung von Lösemitteln und lösemittelhaltigen Produkten, in sehr geringen Mengen auch in der Abwasserbehandlung. Die größten Verursacher sind der Haushaltsbereich (Anwendung von Reinigungsmitteln, Kosmetika etc.) sowie die Verwendung von lösemittelhaltigen Farben und Lacken (zusammen etwa $\frac{2}{3}$ der Gesamtemissionen).

⁵⁸ Es werden nur jene Luftschadstoffe (exkl. Treibhausgase) aus dem Sektor Sonstige angegeben, deren Anteil an den Gesamtemissionen 2017 zumindest 5 % beträgt.

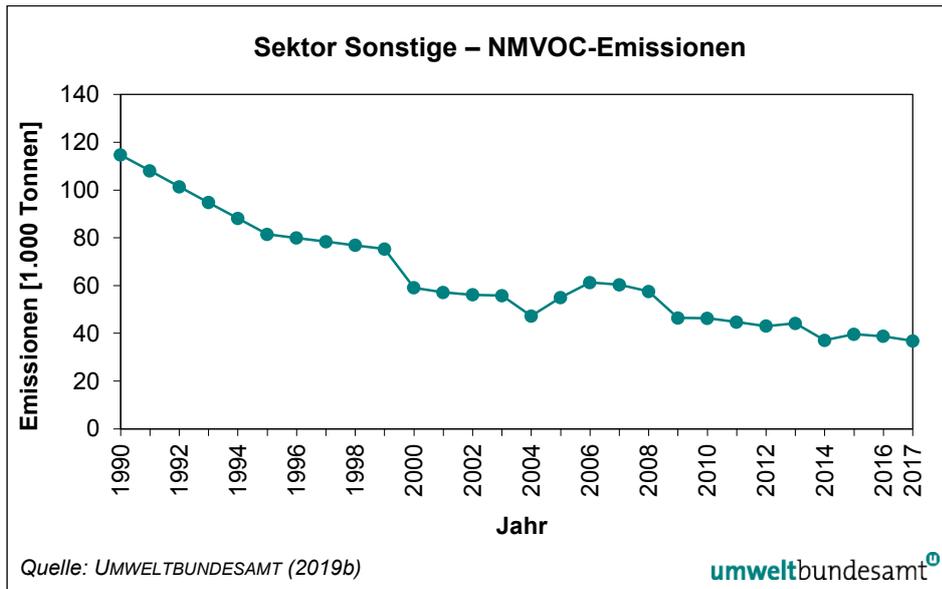


Abbildung 48:
Trend der NMVOC-
Emissionen des Sektors
Sonstige.

Der NMVOC-Ausstoß aus dem Sektor Sonstige konnte von 1990–2017 um insgesamt 68 % reduziert werden, von 2016 auf 2017 kam es zu einer Abnahme von 4,9 %.

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

Im Jahr 2018 wurde die Verbesserung des Berechnungsmodells für NMVOC-Emissionen von Lösemitteln abgeschlossen. Die neue Berechnungsmethode orientiert sich jetzt an Emissionsfaktoren, die den Lösungsmittelbilanzen aus der VOC-Anlagen-Verordnung (VAV) der Unternehmen in Österreich entnommen wurden. Diese Informationen wurden gekoppelt mit zusätzlichen Informationen zu Nicht-Lösemittelverwendungen und der Überarbeitung der eingesetzten Lösemittelmengen. Die neu gewonnenen Informationen wurden mit bestehenden Informationen diverser älterer Studien gekoppelt, dabei kam es zu einer Abnahme der Emissionen über die Zeit durch emissionsmindernde Maßnahmen, die durch die neue Methode besser als zuvor abgebildet werden konnten.

Vor allem Anfang der 90er-Jahre konnte mit Hilfe diverser legislativer Instrumente eine deutliche Reduktion der NMVOC-Emissionen erreicht werden. Der Gesamteinsatz an Lösemitteln ist in Österreich zwar gestiegen, diese Zunahme wurde jedoch durch Verbesserungen auf der Maßnahmensseite (insbesondere sekundäre Maßnahmen wie Abluftbehandlung) überkompensiert.

**trendbestimmende
Faktoren**

Schwermetalle

Blei-Emissionen

Die Emissionen von Blei sind in erster Linie auf die Abfallverbrennung ohne energetischen Nutzen zurückzuführen. In geringem Ausmaß wird Blei auch durch das Abbrennen von Feuerwerkskörpern verursacht. Die Pb-Emissionen aus der Abfallverbrennung können durch Emissionsminderungsmaßnahmen gedrosselt werden.

Emissionsquellen

Der Pb-Ausstoß aus diesem Sektor ging von 1990–2017 um 58 % zurück. Dieser Trend ist hauptsächlich auf die Abfallverbrennung zurückzuführen und war durch den Einbau von Emissionsminderungsmaßnahmen in einer Anlage im Jahr 1992 bedingt.

**trendbestimmende
Faktoren**

Die Blei-Emissionen aus Feuerwerken wurden in der aktuellen Inventur auf Basis des EMEP/EEA Guidebook 2016 (EEA 2016) zusätzlich berechnet. Daraus ergab sich eine zusätzliche Menge von rund 0,9 Tonnen Blei pro Jahr.

Kadmium-Emissionen

trendbestimmende Faktoren

Der Cd-Ausstoß aus dem Sektor Sonstige konnte von 1990–2017 um 53 % reduziert werden. Das hängt mit einer Abnahme der verkauften Tabakwaren in Österreich zusammen, vor allem jedoch durch eine starke Abnahme von Emissionen aus der Abfallverbrennung ohne energetischen Nutzen.

Quecksilber-Emissionen

trendbestimmender Faktor

Der Hg-Ausstoß aus dem Sektor Sonstige konnte von 1990–2017 um 11 % gesenkt werden, hauptsächlich verursacht durch den Rückgang bei der Abfallverbrennung ohne energetischen Nutzen.

Persistente Organische Verbindungen (POP)

Dioxin-Emissionen

Emissionsquellen

Hauptquelle mit fast 90 % der Dioxin-Emissionen sind Auto- und Hausbrände. Der Rest stammt fast ausschließlich aus der Verbrennung von Abfällen ohne energetische Nutzung.

Die Dioxin-Emissionen aus Tabakverbrauch wurden in der aktuellen Inventur auf Basis des EMEP/EEA Guidebook 2016 (EEA 2016) zusätzlich berechnet. Daraus ergab sich eine zusätzliche Menge von 0,001 g Dioxin pro Jahr (0,05 % der Dioxin-Emissionen des Sektors).

trendbestimmender Faktor

Von 1990–2017 konnte der Dioxin-Ausstoß aus dem Sektor Sonstige um 87 % gesenkt werden. Wie bei den Blei-Emissionen ist dies auf den Einbau von Emissionsminderungsmaßnahmen in einer großen Anlage im Jahr 1992 zurückzuführen.

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
NMVOC	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

- 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.
- 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
- 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 (2017): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), Version 3.3. 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.
- 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 (2018a): Energiebilanzen Österreich 1970–2017. Wien. http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html
- STATISTIK AUSTRIA (2018b): Nutzenergieanalyse für Österreich 1993–2017. Wien. http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/nutzenergieanalyse/index.html
- STATISTIK AUSTRIA (2018c): Absolutwerte der Heizgradsummen auf aktuellem Stand und Abweichungen gegenüber dem langjährigen Durchschnitt; kostenpflichtiger Abonnementdienst der Statistik Austria.
- UMWELTBUNDESAMT (2004): Wieser, M. & Kurzweil, A.: Emissionsfaktoren als Grundlage für die Österreichische Luftschadstoff-Inventur. Stand 2003. Berichte, Bd. BE-0254. Umweltbundesamt, Wien.
- 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 (2016): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2015. Reports, Bd. REP-0562. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2017a): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2016. Reports, Bd. REP-0605. 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 (2018a): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2017. Reports, Bd. REP-0643. 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): Pazdernik, K.; Anderl, M.; Friedrich, A.; Gangl, M.; Haider, S.; Kappel, E.; Köther, T.; Kriech, M.; Lampert, C.; Matthews, B.; Pfaff, G.; Pinterits, M.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Schmid, C.; Schmidt, G.; Schodl, B.; Schwaiger, E.; Schwarzl, B.; Stranner, G.; Titz, M.; Weiss, P. & Zechmeister, A.: Austria's National Inventory Report 2019. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Reports, Bd. REP-0677. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2019b): Haider, S.; Anderl, M.; Kappel, E.; Köther, T.; Lampert, C.; Perl, D.; Pinterits, M.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Schmidt, G.; Schodl, B.; Stranner, G.; Titz, M. & Zechmeister, A.: Austria's Informative Inventory Report 2019. 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-0678. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2019c): Zechmeister, A.; Anderl, M.; Burgstaller, J.; Gössl, M.; Haider, S.; Heller, C.; Ibesich, N.; Kuschel, V.; Lampert, C.; Neier, H.; Moosmann, L.; Pazdernik, K.; Poupa, S.; Purzner, M.; Rigler, E.; Schieder, W.; Schneider, J.; Schodl, B.; Stix, S.; Storch, A.; Stranner, G.; Wiesenberger, H. & Winter, R.: Klimaschutzbericht 2018. Reports, Bd. REP-0660. Umweltbundesamt, Wien. (in Vorbereitung)
- 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.

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 der Abfallverbrennungsverordnung (AVV-Novelle 2007; BGBl. II Nr. 296/2007): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit, mit der die Abfallverbrennungsverordnung geändert wird.
- Emissionsgesetz-Luft 2018 (EG-L 2018; BGBl. I Nr. 75/2018): Bundesgesetz über nationale Emissionsreduktionsverpflichtungen für bestimmte Luftschadstoffe.
- Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L; BGBl. I Nr. 34/2003): Bundesgesetz, mit dem ein Bundesgesetz über nationale Emissionshöchstmenge 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 Emissionshöchstmenge 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.
- 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 Gaspendelleitungen.
- Göteborg-Protokoll (1999): Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon. (The 1999 Gothenburg Protocol to abate acidification, eutrophication and ground-level ozone).
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 Gaspendelleitungen für ortsfeste Kraftstoffbehälter.
- Kraftstoffrichtlinie (RL 98/70/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über die Qualität von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen und zur Änderung der Richtlinie 93/12/EWG des Rates. ABl. Nr. L 284/1.
- Kraftstoffverordnung (BGBl. II Nr. 168/2009): Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Festlegung der Qualität von Kraftstoffen.

- Lackieranlagen-Verordnung (BGBl. Nr. 873/1995): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Begrenzung der Emission von luftverunreinigenden Stoffen aus Lackieranlagen in gewerblichen Betriebsanlagen.
- Lösungsmittelverordnung (LMV; BGBl. II Nr. 398/2005): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen durch Beschränkungen des Inverkehrsetzens und der Verwendung organischer 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 (EG) Nr. 850/2004): Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über persistente organische Schadstoffe und zur Änderung der Richtlinie 79/117/EWG. ABl. Nr. L 158.
- 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 Typp Genehmigung 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: EMISSIONSTABELLE

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
Energieversorgung	16,06	16,73	10,60	12,18	9,02	10,47	9,03	9,18	7,40	7,22	7,10	8,01	7,60	7,67	7,21	6,75	7,30	5,48	3,04	2,70	2,81	2,38	2,05	1,67	1,84	1,46	1,37	1,33
Kleinverbrauch	30,87	28,16	24,41	20,80	18,59	18,10	18,25	13,23	12,36	12,46	11,14	11,33	10,01	9,91	8,85	7,05	6,93	5,63	5,58	2,19	2,17	1,62	1,53	1,52	1,26	1,23	1,25	1,26
Industrieproduktion	19,83	18,70	11,88	12,28	12,00	11,60	12,98	14,76	12,46	10,90	10,31	10,05	10,97	10,90	10,16	11,02	11,47	11,35	10,81	9,27	10,43	10,65	10,57	10,84	11,10	10,84	10,47	9,81
Verkehr*	5,14	5,71	5,97	6,32	6,52	5,92	2,99	2,59	2,77	2,51	2,49	2,55	2,45	2,43	0,37	0,35	0,33	0,33	0,32	0,31	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
davon Kraftstoffexport	0,78	1,04	1,06	1,20	1,11	1,03	0,78	0,46	0,70	0,51	0,57	0,69	0,74	0,79	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Landwirtschaft	1,79	1,48	1,40	1,20	1,01	0,70	0,72	0,65	0,62	0,63	0,55	0,56	0,49	0,50	0,35	0,23	0,22	0,19	0,19	0,13	0,12	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,09
Sonstige	0,08	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	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	0,01	0,01	0,01	0,01
Gesamt * (anthropogen)	73,76	70,84	54,31	52,83	47,20	46,83	44,03	40,45	35,67	33,77	31,65	32,56	31,59	31,47	27,01	25,47	26,30	23,02	19,98	14,62	15,86	15,09	14,58	14,48	14,63	13,97	13,53	12,81
exkl. Kraftstoffexport	72,98	69,80	53,25	51,63	46,09	45,80	43,25	39,99	34,97	33,26	31,08	31,87	30,85	30,68	26,95	25,42	26,26	22,98	19,95	14,59	15,83	15,06	14,55	14,44	14,60	13,94	13,50	12,78

* 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
Energieversorgung	18,38	17,80	15,02	12,71	11,67	13,34	11,72	12,58	11,83	11,77	11,79	13,69	12,73	14,63	14,90	15,40	15,92	15,20	14,13	12,75	13,71	13,45	12,82	12,25	11,58	12,25	11,40	11,59
Kleinverbrauch	18,83	19,90	19,00	18,67	17,04	18,60	19,93	17,77	17,64	18,57	17,17	18,63	17,45	17,88	17,19	15,94	15,91	13,92	14,10	13,43	14,13	12,49	12,54	13,76	11,77	12,50	12,64	12,73
Industrieproduktion	37,28	37,88	34,85	32,80	32,35	30,37	31,41	33,05	32,04	31,09	31,62	30,73	31,07	32,01	31,68	34,72	35,45	35,87	35,17	32,43	32,82	32,85	32,53	31,95	30,77	29,57	28,97	28,36
Verkehr*	122,2	128,9	123,6	120,3	116,1	114,9	132,9	118,5	133,1	124,8	131,8	138,9	147,2	153,7	152,2	151,5	137,2	129,5	114,0	105,0	103,9	95,00	91,19	92,33	86,81	83,19	79,15	73,87
davon Kraftstoffexport	15,00	22,41	19,87	20,35	17,17	18,19	37,23	23,31	38,01	29,97	36,69	44,81	53,12	59,74	58,81	59,21	46,79	42,07	32,15	30,49	30,63	22,99	21,67	23,98	18,80	17,02	15,02	13,23
Landwirtschaft	22,48	22,44	22,21	21,97	21,79	21,64	21,99	22,58	22,45	22,29	21,73	22,07	21,79	20,69	20,18	20,24	20,00	19,82	21,00	19,83	18,56	19,60	18,89	18,42	19,16	18,73	19,17	18,11
Sonstige	0,13	0,12	0,09	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Gesamt * (anthropogen)	219,3	227,0	214,8	206,6	199,0	198,9	218,0	204,6	217,1	208,6	214,2	224,1	230,3	239,0	236,3	237,9	224,5	214,4	198,5	183,5	183,1	173,4	168,0	168,8	160,1	156,3	151,4	144,7
exkl. Kraftstoffexport	204,3	204,6	194,9	186,2	181,8	180,7	180,8	181,3	179,1	178,6	177,5	179,3	177,2	179,3	177,5	178,7	177,7	172,3	166,4	153,0	152,5	150,4	146,3	144,8	141,3	139,3	136,3	131,5

* 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
Energieversorgung	15,82	15,50	15,47	14,94	11,37	9,73	8,71	8,18	6,67	5,88	5,90	4,14	4,25	4,22	3,83	3,60	3,65	3,29	3,09	2,92	2,84	2,83	2,72	2,80	2,73	2,67	2,68	
Kleinverbrauch	40,93	44,75	41,66	40,81	37,70	39,33	41,47	37,94	36,30	36,21	33,87	34,89	32,48	32,02	30,44	26,25	25,89	24,58	24,86	24,68	27,02	24,47	24,64	29,18	24,43	25,98	26,23	26,39
Industrieproduktion	5,69	5,85	5,66	5,62	5,64	5,51	5,58	5,78	5,96	4,69	4,91	4,59	4,59	4,71	4,73	4,80	4,80	4,70	4,60	4,58	4,65	4,88	4,90	4,48	4,50	4,54	4,40	4,56
Verkehr*	88,49	84,41	72,76	62,83	55,21	48,56	42,74	37,23	35,30	30,64	27,85	26,22	25,80	24,89	23,46	22,02	18,78	17,29	15,36	14,01	13,36	12,30	11,49	10,88	10,26	9,96	9,34	8,96
davon Kraftstoffexport	2,20	6,60	3,20	1,50	0,00	-0,10	-0,40	-1,30	0,80	-0,30	0,20	1,30	3,00	4,00	4,10	3,90	3,00	2,70	1,90	1,70	1,70	1,30	1,20	1,10	1,00	1,00	1,00	0,90
Landwirtschaft	58,80	57,45	54,72	53,35	52,94	52,36	51,53	50,55	49,94	49,26	47,98	47,73	46,79	46,40	45,96	44,45	44,30	44,14	43,83	43,36	42,97	42,12	41,73	41,84	41,32	41,25	40,93	40,77
Sonstige	114,7	108,0	101,4	94,77	88,13	81,49	79,94	78,39	76,86	75,32	59,06	57,10	56,16	55,77	47,25	54,98	61,30	60,37	57,55	46,42	46,33	44,74	43,04	44,20	37,09	39,65	38,73	36,83
Gesamt * (anthropogen)	324,4	316,0	291,7	272,3	251,0	237,0	230,0	218,1	211,0	202,0	179,6	174,7	170,1	168,0	155,7	156,1	158,7	154,4	149,3	136,0	137,2	131,3	128,6	133,3	120,4	124,1	122,3	120,2
exkl. Kraftstoffexport	322,2	309,4	288,5	270,8	251,0	237,1	230,4	219,4	210,2	202,3	179,4	173,4	167,1	164,0	151,6	152,2	155,7	151,7	147,4	134,3	135,5	130,0	127,4	132,2	119,4	123,1	121,3	119,3

* inkl. Kraftstoffexport

Emissionstabelle 5: 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
Energieversorgung	0,20	0,21	0,20	0,23	0,23	0,22	0,26	0,26	0,28	0,25	0,22	0,25	0,25	0,28	0,29	0,32	0,35	0,37	0,41	0,43	0,48	0,46	0,46	0,44	0,40	0,44	0,44	0,45
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	0,61	0,60	0,53	0,55	0,54	0,56	0,52	0,52	0,57	0,49	0,52	0,53	0,54
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	0,50	0,50	0,51	0,50	0,52	0,50	0,45	0,50
Verkehr*	1,10	1,63	1,93	2,18	2,36	2,50	2,50	2,54	2,84	2,78	2,78	2,80	2,94	2,89	2,70	2,49	2,31	2,13	1,86	1,75	1,70	1,56	1,47	1,39	1,32	1,32	1,30	1,28
davon Kraftstoffexport	0,04	0,17	0,10	0,05	-0,05	-0,08	-0,22	-0,3	-0,12	-0,28	-0,27	-0,09	0,28	0,49	0,53	0,53	0,49	0,46	0,32	0,31	0,30	0,27	0,26	0,23	0,22	0,26	0,27	0,24
Landwirtschaft	62,26	62,46	60,74	61,58	61,34	62,31	61,34	61,66	61,59	60,21	58,76	58,61	57,70	57,58	57,40	57,27	57,85	59,32	59,20	60,93	60,82	60,57	61,09	61,44	62,33	62,98	63,91	64,65
Sonstige	0,44	0,45	0,50	0,58	0,69	0,71	0,74	0,73	0,77	0,84	0,89	0,99	1,09	1,17	1,42	1,51	1,54	1,58	1,60	1,64	1,64	1,63	1,65	1,60	1,65	1,68	1,69	1,68
Gesamt * (anthropogen)	65,19	66,25	64,70	65,78	65,74	66,82	65,99	66,30	66,56	65,24	63,73	63,76	63,00	63,00	62,86	62,70	63,15	64,53	64,17	65,77	65,70	65,23	65,70	65,93	66,71	67,44	68,32	69,09
exkl. Kraftstoffexport	65,15	66,08	64,60	65,73	65,79	66,90	66,21	66,60	66,68	65,52	64,00	63,85	62,72	62,51	62,33	62,17	62,66	64,07	63,85	65,46	65,40	64,96	65,44	65,70	66,49	67,18	68,05	68,85

* inkl. Kraftstoffexport

Emissionstabelle 4: 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
Energieversorgung	6,11	2,56	1,88	1,53	1,74	2,39	2,31	2,51	1,96	2,41	2,57	2,89	3,09	3,44	3,35	3,08	3,75	3,61	4,12	4,43	4,97	4,91	5,07	4,88	4,37	4,58	4,76	4,84
Kleinverbrauch	367,7	405,4	374,0	361,2	332,9	347,2	366,8	331,7	317,1	316,4	295,2	305,5	281,5	274,9	268,5	236,0	232,5	220,0	224,2	226,7	252,7	218,9	229,3	268,1	225,0	236,9	240,0	241,8
Industrieproduktion	267,5	239,1	283,2	294,7	308,5	233,9	254,3	257,6	241,4	161,2	201,3	173,5	166,4	181,3	188,2	172,4	187,2	179,7	168,3	157,2	148,9	163,7	161,8	166,5	175,7	183,3	179,4	176,2
Verkehr*	492,2	481,6	414,9	361,3	320,8	287,0	254,5	228,2	226,3	202,1	190,3	186,4	193,7	193,2	182,7	172,4	152,0	141,9	126,7	118,5	115,0	107,4	99,84	96,20	89,92	87,11	83,97	79,68
Landwirtschaft	35,40	35,74	35,06	34,61	33,84	34,29	36,02	35,00	33,61	33,99	32,04	33,31	32,13	31,73	31,83	26,67	27,18	26,96	27,37	24,98	25,45	24,29	24,10	25,39	22,40	23,31	22,16	21,92
Sonstige	11,48	11,67	11,53	11,44	11,13	10,62	10,08	9,57	9,29	8,98	8,63	8,34	8,32	8,28	8,37	7,89	7,57	7,19	6,86	6,47	6,13	5,76	5,47	5,16	4,84	4,58	4,32	4,11
Gesamt (anthropogen)	1.180	1.176	1.121	1.065	1.009	915,4	924,0	864,5	829,6	725,1	730,0	709,9	685,2	692,9	682,9	618,5	610,2	579,5	557,6	538,3	553,2	525,0	525,6	566,3	522,2	539,8	534,7	528,6

* 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
Energieversorgung	0,27	0,26	0,24	0,22	0,21	0,18	0,21	0,21	0,20	0,18	0,18	0,20	0,24	0,27	0,27	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,33	0,33	0,34	0,33	0,32	0,32	0,31	0,32
Kleinverbrauch	0,39	0,41	0,37	0,35	0,31	0,32	0,34	0,31	0,29	0,30	0,28	0,29	0,26	0,26	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20	0,20	0,22	0,22	0,21	0,24	0,21	0,22	0,22	0,22
Industrieproduktion	0,85	0,76	0,59	0,52	0,47	0,39	0,36	0,35	0,31	0,35	0,34	0,34	0,34	0,36	0,36	0,41	0,43	0,46	0,44	0,37	0,43	0,44	0,44	0,46	0,46	0,44	0,43	0,45
Verkehr*	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11
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	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
Sonstige	0,15	0,14	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
Gesamt (anthropogen)	1,76	1,68	1,40	1,29	1,19	1,09	1,11	1,07	1,01	1,05	1,02	1,05	1,06	1,11	1,11	1,10	1,14	1,16	1,16	1,09	1,20	1,20	1,20	1,26	1,20	1,20	1,18	1,22

* 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
Energieversorgung	0,35	0,36	0,25	0,20	0,19	0,20	0,20	0,20	0,16	0,18	0,20	0,22	0,21	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20	0,18	0,21	0,22	0,21	0,21	0,18	0,18	0,17	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	0,16	0,15	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14	0,14	0,16	0,13	0,14	0,14	0,14
Industrieproduktion	1,33	1,17	0,97	0,81	0,64	0,65	0,61	0,63	0,51	0,48	0,44	0,48	0,49	0,51	0,50	0,57	0,60	0,63	0,63	0,54	0,58	0,59	0,60	0,66	0,66	0,62	0,57	0,65
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
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
Sonstige	0,10	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09
Gesamt (anthropogen)	2,21	2,10	1,71	1,46	1,24	1,27	1,23	1,20	1,01	1,00	0,96	1,02	0,99	1,03	1,00	1,01	1,04	1,05	1,05	0,94	1,04	1,04	1,04	1,12	1,06	1,04	0,98	1,05

* 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
Energieversorgung	1,44	1,36	1,21	0,94	0,84	0,76	0,93	0,99	0,91	0,80	0,99	1,11	1,31	1,50	1,56	1,51	1,70	1,90	2,02	2,09	2,47	2,40	2,52	2,61	2,35	2,44	2,43	2,38
Kleinverbrauch	6,51	6,54	5,61	4,79	4,03	3,44	3,53	3,06	2,88	2,89	2,68	2,66	2,40	2,32	2,18	1,83	1,78	1,64	1,66	1,63	1,78	1,74	1,69	1,92	1,62	1,72	1,74	1,75
Industrieproduktion	41,77	36,70	26,60	22,54	19,71	11,83	10,96	10,31	9,14	8,59	8,07	8,04	8,30	8,50	8,50	9,18	9,42	10,00	9,92	7,88	9,59	9,95	9,82	10,44	10,28	9,96	9,67	10,43
Verkehr*	162,9	129,6	86,45	55,20	33,30	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
Landwirtschaft	1,02	0,79	0,66	0,51	0,37	0,14	0,15	0,14	0,13	0,14	0,13	0,15	0,14	0,14	0,15	0,09	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,16	0,14	0,15	0,15	0,15
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
Gesamt (anthropogen)	215,9	177,0	122,3	85,76	59,95	17,31	16,77	15,60	14,32	14,45	13,59	13,06	13,85	13,94	13,82	14,23	14,80	15,46	15,50	13,21	15,49	15,89	15,69	16,76	15,80	15,05	15,20	15,66

* 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
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	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
Kleinverbrauch	11,63	12,65	11,51	11,47	10,46	11,02	11,75	10,58	9,95	9,72	8,83	8,84	8,06	7,80	6,65	5,18	5,15	4,93	4,93	4,91	5,18	5,79	5,26	6,15	5,17	5,50	5,66	5,80
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	0,39	0,41	0,45	0,45	0,40	0,44	0,45	0,46	0,48	0,47	0,45	0,44	0,47
Verkehr*	0,29	0,31	0,32	0,33	0,34	0,36	0,39	0,37	0,39	0,37	0,36	0,37	0,39	0,40	0,39	0,39	0,37	0,37	0,35	0,33	0,34	0,32	0,32	0,34	0,33	0,33	0,34	0,35
Landwirtschaft	1,01	1,07	1,02	1,02	0,95	1,00	1,05	1,01	0,96	1,00	0,95	1,03	1,01	1,04	1,14	0,83	0,90	0,92	0,93	0,96	1,02	0,98	0,99	1,16	1,03	1,09	1,12	1,18
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
Gesamt (anthropogen)	20,13	21,05	16,02	13,41	12,24	12,74	13,54	12,29	11,61	11,41	10,45	10,54	9,77	9,57	8,53	6,81	6,86	6,69	6,68	6,62	7,02	7,57	7,06	8,16	7,03	7,41	7,59	7,83

* 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
Energieversorgung	12,13	12,16	1,06	0,28	0,30	0,34	0,39	0,41	0,41	0,43	0,49	0,49	0,58	0,61	0,68	0,68	0,78	0,89	0,98	1,06	1,38	1,29	1,37	1,44	1,30	1,33	1,37	1,38
Kleinverbrauch	40,28	44,34	40,31	38,34	35,05	36,36	38,27	34,26	32,47	32,36	29,95	30,60	27,91	27,32	25,34	21,21	20,95	19,93	20,23	20,05	22,23	20,60	20,25	24,47	20,23	21,51	21,70	22,00
Industrieproduktion	43,47	39,76	26,42	20,81	15,16	16,06	15,31	20,38	19,45	16,91	18,17	17,51	7,21	7,21	7,66	8,70	9,52	9,32	8,67	8,90	10,50	10,54	10,62	11,04	11,20	10,92	10,77	10,72
Verkehr*	3,83	3,68	3,09	2,61	2,23	1,93	1,77	1,48	1,46	1,26	1,21	1,20	1,25	1,28	1,24	1,32	1,40	1,43	1,43	1,55	1,65	1,56	1,59	1,65	1,62	1,68	1,65	1,64
Landwirtschaft	2,04	2,20	2,07	2,00	1,83	1,95	2,08	1,94	1,82	1,88	1,74	1,93	1,85	1,90	2,03	1,35	1,54	1,65	1,78	1,76	1,95	1,85	2,05	2,38	1,98	2,30	2,11	2,24
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	2,75	2,74
Gesamt (anthropogen)	123,1	123,1	75,65	66,45	56,83	58,91	60,08	60,74	57,89	55,14	53,87	54,04	41,14	40,68	39,31	35,31	36,21	35,76	35,58	35,80	40,59	38,65	38,76	43,49	39,24	40,66	40,35	40,73

* 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
Energieversorgung	0,27	0,29	0,26	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,25	0,25	0,25	0,28	0,28	0,29	0,32	0,33	0,36	0,45	0,45	0,47	0,50	0,49	0,50	0,51	0,50
Kleinverbrauch	52,21	57,64	52,71	50,54	46,36	48,40	51,32	45,97	43,70	43,30	40,00	41,17	37,58	36,35	34,50	29,47	28,90	27,22	27,58	27,90	30,95	28,35	28,76	33,86	28,03	29,56	30,09	30,31
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	4,81	4,87	5,14	5,09	4,70	5,94	6,12	30,26	108,8	114,2	6,38	6,25	6,71
Verkehr*	0,77	0,74	0,62	0,52	0,45	0,39	0,35	0,30	0,29	0,25	0,24	0,24	0,25	0,26	0,25	0,26	0,28	0,29	0,29	0,31	0,33	0,31	0,32	0,33	0,32	0,34	0,33	0,33
Landwirtschaft	2,23	2,43	2,26	2,21	2,00	2,13	2,28	2,09	1,96	1,98	1,82	1,99	1,90	1,92	1,97	1,51	1,63	1,66	1,76	1,81	2,04	1,94	2,12	2,52	2,11	2,36	2,30	2,30
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
Gesamt (anthropogen)	76,23	77,42	69,99	64,96	54,03	55,11	57,97	54,58	51,98	49,74	46,56	47,76	44,26	43,08	41,42	36,37	36,00	34,67	35,09	35,11	39,76	37,21	61,98	146,0	145,2	39,20	39,54	40,21

* 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
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	0,51	0,55	0,28	0,17	0,13	0,10	0,21	0,31	0,15
Kleinverbrauch	4,83	5,26	4,54	3,72	3,32	3,13	2,97	2,31	2,03	1,91	1,74	1,67	1,32	1,18	1,08	0,63	0,58	0,50	0,48	0,36	0,40	0,24	0,23	0,20	0,16	0,13	0,13	0,13
Industrieproduktion	41,14	29,10	22,82	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	35,28	35,20	26,59	33,52	34,71	34,34	36,74	36,30	35,29	34,25	37,87
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
Landwirtschaft	0,09	0,10	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	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	0,00	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
Gesamt (anthropogen)	47,23	35,88	28,87	29,15	26,90	29,15	26,37	29,94	30,20	28,75	30,18	30,64	31,46	31,70	32,54	34,75	35,07	36,36	36,27	27,47	34,47	35,24	34,74	37,08	36,57	35,64	34,70	38,16

* 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
Energieversorgung	1,89	1,54	1,37	1,56	1,57	1,76	1,72	1,60	1,75	1,75	1,78	1,67	1,98	1,98	2,00	1,91	1,69	1,76	1,65	1,66
Kleinverbrauch	12,29	11,43	9,87	10,16	9,43	9,28	8,86	7,78	7,69	7,27	7,38	7,41	8,10	7,45	7,51	8,74	7,41	7,79	7,88	7,94
Industrieproduktion	21,14	20,76	21,19	20,28	19,72	19,46	20,02	19,61	18,31	17,92	18,84	17,44	17,23	17,72	17,22	17,06	17,30	16,71	16,47	16,90
Verkehr*	8,71	9,97	10,78	10,91	11,16	11,24	11,11	10,94	10,50	10,05	9,26	8,58	8,44	8,02	7,63	7,38	7,12	6,96	6,88	6,74
Landwirtschaft	7,61	7,45	7,12	7,21	7,07	6,93	6,98	6,76	6,65	6,57	6,55	6,35	6,27	6,20	6,05	6,02	5,90	5,83	5,75	5,66
Sonstige	0,96	0,94	0,96	0,86	0,97	0,95	0,97	0,95	0,99	1,06	1,00	0,96	1,04	1,06	1,10	1,08	1,17	1,16	1,23	1,19
Gesamt (anthropogen)	52,59	52,10	51,28	50,98	49,93	49,62	49,66	47,63	45,88	44,62	44,81	42,41	43,06	42,41	41,51	42,20	40,58	40,22	39,86	40,10

* 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
Energieversorgung	1,38	1,14	0,97	1,14	1,14	1,31	1,32	1,21	1,36	1,38	1,40	1,36	1,60	1,59	1,63	1,54	1,37	1,41	1,33	1,32
Kleinverbrauch	11,35	10,62	9,21	9,49	8,81	8,67	8,31	7,33	7,24	6,85	6,95	6,99	7,65	6,99	7,09	8,23	6,98	7,34	7,42	7,48
Industrieproduktion	12,82	11,93	12,17	11,62	11,06	10,93	11,14	10,99	10,15	9,85	10,27	9,46	9,37	9,64	9,31	9,19	9,20	8,87	8,66	8,85
Verkehr*	6,95	8,07	8,76	8,87	9,11	9,16	9,01	8,82	8,36	7,88	7,08	6,43	6,26	5,82	5,43	5,17	4,88	4,69	4,57	4,40
Landwirtschaft	6,85	6,71	6,44	6,52	6,40	6,26	6,31	6,10	5,99	5,89	5,88	5,67	5,58	5,52	5,37	5,33	5,22	5,14	5,06	4,97
Sonstige	0,87	0,85	0,89	0,80	0,89	0,86	0,86	0,83	0,87	0,92	0,89	0,85	0,92	0,92	0,93	0,91	0,96	0,91	0,96	0,92
Gesamt (anthropogen)	40,21	39,31	38,43	38,44	37,41	37,20	36,95	35,29	33,97	32,78	32,47	30,75	31,38	30,48	29,76	30,38	28,60	28,36	27,99	27,94

* 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
Energieversorgung	0,94	0,80	0,66	0,80	0,78	0,93	0,96	0,88	1,01	1,04	1,06	1,06	1,24	1,23	1,27	1,19	1,05	1,09	1,02	1,01
Kleinverbrauch	10,50	9,92	8,67	8,94	8,32	8,17	7,89	7,01	6,92	6,55	6,64	6,70	7,34	6,64	6,79	7,87	6,68	7,01	7,09	7,14
Industrieproduktion	5,25	4,32	4,40	4,15	3,83	3,81	3,76	3,85	3,52	3,38	3,37	3,05	3,07	3,15	2,98	2,89	2,76	2,64	2,47	2,47
Verkehr*	6,00	7,01	7,61	7,70	7,92	7,96	7,79	7,58	7,10	6,61	5,80	5,16	4,98	4,52	4,13	3,86	3,55	3,33	3,18	2,99
Landwirtschaft	2,92	2,73	2,57	2,64	2,53	2,39	2,40	2,20	2,14	2,06	2,08	1,87	1,79	1,75	1,61	1,58	1,49	1,43	1,38	1,30
Sonstige	0,75	0,73	0,75	0,71	0,76	0,73	0,72	0,67	0,70	0,75	0,72	0,71	0,77	0,75	0,75	0,72	0,75	0,72	0,73	0,71
Gesamt (anthropogen)	26,37	25,51	24,65	24,94	24,13	23,98	23,52	22,21	21,40	20,37	19,67	18,54	19,19	18,03	17,53	18,12	16,29	16,22	15,88	15,61

* 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—2017“ 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.