

 **Bundesministerium**
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Ozonbericht 2018–2020

Bericht der Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie an den Nationalrat
gemäß § 12 Abs. 1 Ozongesetz, BGBl. Nr. 210/1992 idgF

Wien, 2022

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und
Technologie, Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Gesamtumsetzung: BMK, Abteilung V/11

Wien, 2022. Stand: 31. Mai 2022

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind
ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger
Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundesministeriums und der
Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche
Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen
Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Inhalt

1 Zusammenfassung.....	5
2 Einleitung.....	7
3 Ozonmessung, Ziel- und Schwellenwerte.....	9
4 Immission.....	11
4.1 Einflussgrößen für die Ozonbelastung.....	11
4.2 Witterungsverlauf.....	12
4.3 Überschreitungen des Zielwertes und des langfristigen Ziels zum Schutz der menschlichen Gesundheit.....	13
4.4 Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der Vegetation.....	16
4.5 Überschreitungen der Informations- und Alarmschwellenwerte gemäß Ozongesetz .	18
4.6 Trend der Ozonbelastung.....	18
4.7 Ozonbelastung im europäischen Vergleich.....	21
4.8 Ursachen von Belastung und Trends.....	23
4.9 Künftige Entwicklung der Ozonbelastung.....	25
5 Emissionen.....	27
5.1 Datengrundlage.....	27
5.2 Konventionen der Emissionsberechnung.....	29
5.3 Stickstoffoxide.....	30
5.3.1 Emissionen im Jahr 2020.....	30
5.3.2 Emissionstrend.....	31
5.3.3 Emissionsprognose.....	32
5.4 Flüchtige organische Verbindungen.....	33
5.4.1 Emissionen im Jahr 2020.....	33
5.4.2 Emissionstrend.....	34
5.4.3 Emissionsprognose.....	35
5.5 Weitere Ozon-Vorläufersubstanzen.....	35
5.6 Emissionsentwicklung im internationalen Vergleich.....	36
6 Maßnahmen.....	38
6.1 Energieversorgung.....	38
6.2 Industrieproduktion.....	42
6.3 Kleinverbrauch.....	44
6.4 Verkehr.....	48
6.5 Landwirtschaft.....	54
6.6 Lösungsmittel.....	55

6.7 Nationales Luftreinhalteprogramm und künftige Klimaschutzmaßnahmen	57
Anhang A: Emissionsentwicklung NO_x und VOC (Tabellen).....	59
Anhang B: Tabellarische Daten zur Ozonbelastung	62
Anhang C: Auswirkung der Maßnahmen gegen die COVID-19-Pandemie.....	80
Anhang D: Ozonbelastung 2021 – vorläufige Daten.....	83
Meteorologische Situation	83
Überschreitung Zielwert Gesundheit	83
Überschreitung Zielwert Vegetation	84
Überschreitung Schwellenwerte	84
Anhang E: Flächenhafte Modellierung der Belastung	85
Anhang F: Abkürzungen und Definitionen	89

1 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht gemäß § 12 Ozongesetz behandelt die Problematik des bodennahen Ozons. Er informiert über den Zustand, die Entwicklung und die Prognose der Immission von bodennahem Ozon in Österreich und der Emissionen von Ozon-Vorläufer-substanzen sowie über die getroffenen Maßnahmen zur Emissionsreduktion und deren Erfolg.

Die Überschreitung des **Zielwerts zum Schutz der menschlichen Gesundheit** nahm in allen Ozon-Überwachungsgebiete – im Mittel über die jeweiligen Messstellen – in den letzten 25 Jahren ab. Im Süden Österreichs wurden stärkere, im Nordwesten und Westen geringere Abnahmen beobachtet. Im Zeitraum 2018–2020 traten Überschreitungen des Zielwerts an rund zwei Fünftel der Messstellen und in allen Ozon-Überwachungsgebieten Österreichs auf. Keine Überschreitungen wurden in inneralpinen Tälern und an verkehrsnahen Messstellen beobachtet.

Auch bei den Überschreitungen des **Zielwerts zum Schutz der Vegetation** zeigen alle Ozon-Überwachungsgebiete einen abnehmenden Trend. Der Zielwert wurde zuletzt ebenfalls an zwei Fünftel der Messstellen überschritten, besonders hohe Belastungen traten im Hoch- und Mittelgebirge auf.

Bei der Überschreitung der Zielwerte spielt nach derzeitigem Kenntnisstand die **weiträumige grenzüberschreitende Schadstoffverfrachtung** in der Atmosphäre eine **dominierende Rolle**. Regionale Ozonbildung hat nur im Nordosten Österreichs im Einflussbereich des Großraums Wien sowie in den an Deutschland angrenzenden Regionen einen nennenswerten Einfluss auf die Häufigkeit der Überschreitung der Zielwerte.

Überschreitungen der **Informationsschwelle** traten in Österreich selten auf (2018 an zwei Tagen, 2019 an fünf Tagen und 2020 an einem Tag); betroffen davon war vor allem Nordostösterreich. Die **Alarmschwelle** wurde nicht überschritten. Im langjährigen Vergleich sind die Überschreitungen deutlich zurückgegangen.

Die für Österreich und ganz Europa ausgewiesene deutliche Reduktion der Emissionen an Ozon-Vorläufersubstanzen hat zu einer **fallenden Tendenz bei den Schwellenwert- und Zielwertüberschreitungen** geführt. Eine zunehmende Ozon-Hintergrundbelastung auf der

gesamten Nordhemisphäre hat aber einen stärkeren Rückgang verhindert; dies dürfte auf deutlich gestiegene Emissionen in Asien zurückzuführen sein.

Die bisher durchgeführten Maßnahmen zur **Reduktion der Ozon-Vorläufersubstanzen** haben zu einem deutlichen Rückgang der durch den Menschen verursachten Emissionen in Österreich geführt. Die anthropogenen Emissionen an flüchtigen organischen Verbindungen (NMVOC) in Österreich betragen 2020 rund 110.000 t, das bedeutet einen Rückgang um 67 % gegenüber 1990. Bei den Stickstoffoxiden (NO_x) lagen die Emissionen (berechnet auf Basis des in Österreich verbrauchten Kraftstoffs) bei rund 113.000 t, das entspricht einer Emissionsminderung gegenüber 1990 um 44 %.

Der **Emissionsrückgang** hat sich **in allen Sektoren** manifestiert. Um zwei Fünftel und z. T. deutlich mehr sind die Emissionen bei der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung, bei den Kleinverbrauchern und im Verkehr bei beiden Schadstoffen sowie bei der Lösungsmittelverwendung gesunken; Industrieproduktion und Landwirtschaft verzeichnen Emissionsrückgänge von rund einem Viertel bis zu einem Drittel.

Zur Reduktion der Emissionen von Ozon-Vorläufersubstanzen trägt eine **Reihe von Maßnahmen** bei, die in der Zuständigkeit des Bundesgesetzgebers, der Länder sowie der Europäischen Union liegen. Die Maßnahmen reichen von emissionsbegrenzenden Vorschriften für Industrieanlagen, Fahrzeuge, Geräte und Produkte über Regelungen im Bereich alternativer Energieträger (Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz, Fördermaßnahmen) und der Raumwärme (z. B. Anforderungen an die Gebäudequalität, Beratungs- und Fördermaßnahmen für Neubau und Sanierung) bis hin zu einer breiten Maßnahmenpalette im Verkehrsbereich (neben Emissionsgrenzwerten beispielsweise Infrastrukturmaßnahmen, Förderung und Beratung, Steuern und Abgaben).

2 Einleitung

Ozon ist als Spurengas ein natürlicher Bestandteil der Atmosphäre. In der bodennahen Luftschicht wird es unter Sonneneinstrahlung aus den so genannten Ozon-Vorläufersubstanzen (insbesondere Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen) gebildet, daher die Bezeichnung „**bodennahes Ozon**“. Durch die vom Menschen verursachte Zunahme der Emissionen dieser Stoffe hat auch die Konzentration des bodennahen Ozons in den letzten Jahrzehnten so weit zugenommen, dass es zu einem **erheblichen Umweltproblem** wurde. In erhöhter Konzentration beeinträchtigt es durch sein direktes Einwirken die menschliche Gesundheit (z. B. kurzfristige und chronische Beeinträchtigung der Lungenfunktion) und führt zu Schäden an der Vegetation (z. B. Blattschäden und verringertes Wachstum).

Von diesem bodennahen **Ozon** ist jenes **in der Stratosphäre** – in einer Höhe von 15 bis 50 Kilometern – zu unterscheiden. In dieser großen Höhe entsteht Ozon durch einen anderen Mechanismus als in Bodennähe und schützt uns durch sein Vorkommen vor einer allzu intensiven kurzwelligen UV-Strahlung am Boden. Dies ist deswegen von Bedeutung, da UV-B-Strahlung beim Menschen u. a. Hautkrebs hervorrufen, aber auch Fauna und Flora schädigen kann. Der Abbau des stratosphärischen Ozons durch menschliche Einwirkung, das so genannte „**Ozonloch**“, ist aber **nicht Gegenstand dieses Berichts**.

Thema des vorliegenden Berichts ist das bodennahe Ozon. Die rechtliche Grundlage für den Bericht ist das Ozongesetz, das die Messung der Ozonkonzentration in der Luft, die entsprechende Information der Bevölkerung und Maßnahmen seitens der Bundesregierung zur Reduktion der Emissionen von Ozon-Vorläufersubstanzen und zur Einhaltung von Zielwerten vorsieht. **§ 12 Ozongesetz** verpflichtet die Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, dem Nationalrat **alle drei Jahre einen schriftlichen Bericht über den Zustand, die Entwicklung und die Prognose** der Immission von Ozon und der Emissionen von Ozon-Vorläufersubstanzen sowie über die getroffenen Maßnahmen zur Emissionsreduktion und deren Erfolg vorzulegen. Dies ist der sechste Bericht gemäß dieser Berichtspflicht; Berichte vor 2003 wurden nach den früheren Bestimmungen des Ozongesetzes (vor der Novellierung im Jahr 2003) von der Bundesregierung vorgelegt.

Der Bericht umfasst schwerpunktmäßig die **Immissionsbelastung im Zeitraum 2018 bis 2020** und die **Emissionen** von Ozon-Vorläufersubstanzen **bis 2020**. Endkontrollierte Daten der Luftgütemessungen für 2020 lagen in der zweiten Hälfte des Jahres 2021 vor, Emissionsdaten für das Jahr 2020 im Februar 2022. Aus diesem Grund wurde der Bericht im Jahr 2022 erstellt.

Zum Zeitpunkt der Vorlage liegen vorläufige Daten der Luftgütemessungen für 2021 vor. Aus diesem Grund wurde der Bericht um eine kurze Darstellung der Immissionssituation im Jahr 2021 ergänzt – siehe Anhang D. Die vollständige Darstellung der Daten für 2021 einschließlich der Trendanalysen wird im Ozonbericht 2021–2023 enthalten sein.

Der vorliegende Bericht enthält in den weiteren Kapiteln folgende Inhalte:

- Kapitel 3: Ziel- und Schwellenwerte des Ozongesetzes und Bestimmungen hinsichtlich der Messung des Ozongehalts der Luft;
- Kapitel 4: Immissionssituation bei bodennahem Ozon in den Jahren 2018–2020, langfristiger Trend und mögliche künftige Entwicklung;
- Kapitel 5: Aktuelle Emissionen der Ozon-Vorläufersubstanzen NO_x und NMVOC, Emissionstrend bis 2020 und prognostizierte Emissionen;
- Kapitel 6: Maßnahmen zur Emissionsminderung;
- Annex A: Tabellen zu den Emissionen der Ozon-Vorläufersubstanzen NO_x und NMVOC in Österreich;
- Annex B: Tabellarische Darstellung der Immissionssituation im Hinblick auf die Überschreitungen von Zielwerten, langfristigen Zielen, Informations- und Alarmschwelle für alle Ozonmessstellen;
- Annex C: Auswirkung der Maßnahmen gegen die Covid-19-Pandemie;
- Annex D: Immissionssituation 2021 basierend auf vorläufigen Daten;
- Annex E: Flächenhafte Modellierung der Belastung;
- Annex F: Abkürzungsverzeichnis.

3 Ozonmessung, Ziel- und Schwellenwerte

Am 2. April 1992 wurde vom Nationalrat das „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 (**Ozongesetz**)“, BGBl. Nr. 210/1992, beschlossen, das mit **1. Mai 1992** in Kraft getreten ist. Das Gesetz gliedert sich in zwei Abschnitte, wobei der erste Abschnitt die Ozonüberwachung und die Information der Bevölkerung regelt. Der zweite Abschnitt enthält Bestimmungen über die Ziele und Maßnahmen zur Absenkung der Ozon-Vorläufersubstanzen.

Das Ozongesetz wurde zuletzt mit BGBl. I Nr. 34/2003 novelliert, womit die **Richtlinie 2002/30/EG** über den Ozongehalt der Luft in nationales Recht umgesetzt wurde. Mit dieser Novelle wurden **Zielwerte** zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation in das Ozongesetz aufgenommen und die **Schwellenwerte** für die Information der Bevölkerung an die EG-Richtlinie angepasst. Die neuen Schwellenwerte und Zielwerte (siehe Tabelle 1) traten mit 1. Juli 2003 in Kraft. Mit dieser Novelle wurden die den Schadstoff Ozon betreffenden Abschnitte des Immissionsschutzgesetzes-Luft außer Kraft gesetzt. Seit 2008 wird der Ozongehalt der Luft in der **Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG** geregelt, in welche die Bestimmungen der Richtlinie 2002/3/EG unverändert übernommen wurden.

Die Darstellung der Ozonbelastung im vorliegenden Bericht bezieht sich auf die genannten Schwellenwerte und Zielwerte – auch für die Zeit vor Inkrafttreten der Ozongesetznovelle.

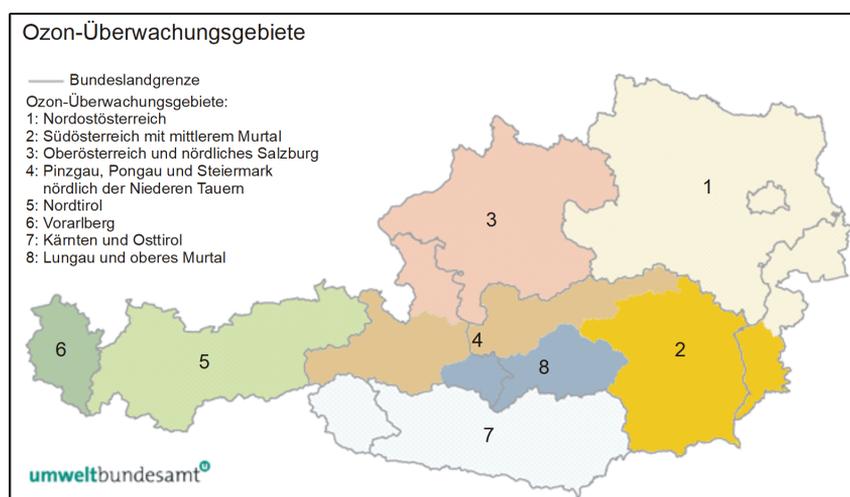
Messstellen werden von den Landeshauptleuten und vom Umweltbundesamt betrieben. Die **Anforderungen an die Messung von Ozon** sowie Mindestanforderungen an Anzahl und Lage der Ozonmessstellen werden in der Ozonmesskonzeptverordnung BGBl. II Nr. 99/2004, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 209/2017, festgelegt. Zur Überwachung der Ozonbelastung von Menschen und Vegetation wurden in den Jahren 2018–2020 (wie zuvor) jeweils ca. 105 Messstellen betrieben.

Tabelle 1: Schwellen- und Zielwerte, langfristige Ziele für Ozon gemäß Richtlinie 2008/50/EG

Wert	Konzentration	Mittelungszeitraum/Definition
Informationsschwelle	180 µg/m ³	Einstundenmittelwert
Alarmschwelle	240 µg/m ³	Einstundenmittelwert
Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit	120 µg/m ³	Höchster Achtstundenmittelwert (MW8) des Tages, darf an höchstens 25 Tagen pro Kalenderjahr überschritten werden, gemittelt über 3 Jahre
Zielwert zum Schutz der Vegetation	18.000 µg/m ³ .h	AUT40, Mai–Juli, 08:00–20:00 (MEZ), gemittelt über 5 Jahre
Langfristiges Ziel Gesundheitsschutz	120 µg/m ³	Höchster Achtstundenmittelwert (MW8) des Kalenderjahres
Langfristiges Ziel zum Schutz der Vegetation	6.000 µg/m ³ .h	AOT40, Mai–Juli, 08:00–20:00 (MEZ)

Die Information der Öffentlichkeit über die Ozonbelastung erfolgt entsprechend der Einteilung der **acht Ozon-Überwachungsgebiete** (siehe Abbildung 1), die in der „Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Einteilung des Bundesgebietes in Ozon-Überwachungsgebiete“, BGBl. Nr. 513/1992, zuletzt geändert durch BGBl. II 359/1998, gemäß § 1 Ozongesetz festgelegt wurde. In der Darstellung der Belastungssituation im vorliegenden Bericht wird auf diese regionale Einteilung Bezug genommen.

Abbildung 1: Einteilung der Ozon-Überwachungsgebiete



4 Immission

Dieses Kapitel bietet einen Überblick über die **Ozonbelastung** in Österreich **in den Jahren 2018 bis 2020**¹ sowie über den **Trend der Belastung seit 1990** und seine wahrscheinlichen **Ursachen**. Datengrundlage für die Darstellung sind die von den Ämtern der Landesregierungen sowie dem Umweltbundesamt im Rahmen des Vollzugs des Ozongesetzes und der dazugehörigen Messkonzept-Verordnung durchgeführten Immissionsmessungen².

Detaillierten Daten der Belastung für alle Messstellen sind den Tabellen in Annex B zu diesem Bericht zu entnehmen.

4.1 Einflussgrößen für die Ozonbelastung

Bodennahes Ozon entsteht als sekundärer Schadstoff in der Atmosphäre durch photochemische Prozesse. Sonneneinstrahlung und Temperatur sind die wichtigsten meteorologischen Einflussfaktoren, deswegen treten in der Regel im Sommer die höchsten Ozonkonzentrationen auf. Aufgrund seiner langen atmosphärischen Lebensdauer kann Ozon über mehrere 1.000 Kilometer transportiert werden, daher sind nicht nur regionale Bildungsprozesse von Bedeutung. Stickstoffoxide (NO_x) und flüchtige organische Verbindungen außer Methan (NMVOC³) sind die wesentlichen Vorläufersubstanzen, die für die Ozonbildung auf der europäischen Skala bestimmen sind. Auf der globalen Skala spielen zudem Methan und Kohlenstoffmonoxid eine wesentliche Rolle.

Die in Österreich gemessene Ozonbelastung geht ganz überwiegend auf Ozonbildung auf der kontinentalen und teilweise der nordhemisphärischen Skala zurück, die in Österreich als großflächige Hintergrundbelastung erfasst wird. Photochemische Ozonbildung innerhalb Österreichs spielt vor allem im Umkreis von Wien, der Region mit der höchsten

¹ Daten für das Jahr 2021 waren in der ersten Jahreshälfte 2022 noch nicht verfügbar, da die Rohdaten noch nicht abschließend geprüft waren. Zu den vorläufigen Daten für 2021 siehe Anhang D.

² Zuletzt „Luftgütemessungen in Österreich 2020 – Jahresbericht“. Reports, Bd. 0755. Umweltbundesamt, Wien 2021.

³ Non methane volatile organic compounds.

Emissionsdichte bei den Ozonvorläufersubstanzen NO_x und NMVOC, beim Aufbau kurzzeitiger hoher Spitzen bei hohen Temperaturen eine nennenswerte Rolle.

Der Einfluss der meteorologischen Verhältnisse hängt von der Zeitskala zur Beurteilung der Ozonbelastung ab. Relevant für hohe kurzzeitige Ozonspitzen (Überschreitungen der Informations- oder Alarmschwelle) sind sehr warme Hochdruckwetterlagen im Hochsommer (i. d. R. Ende Juni bis Mitte August). Halten diese über mehrere Tage an, so ermöglicht dies den Aufbau höherer kontinentaler Hintergrundbelastungen und erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass regionale Ozonbildung zum Überschreiten der Informationsschwelle führt. Bei den Überschreitungen der Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie der Vegetation spielen die meteorologischen Verhältnisse über längere Zeiträume eine Rolle; neben Temperatur und Sonneneinstrahlung auch die großräumige Ozonbelastung sowie das Ausmaß von lokalem Ozonabbau.

Die Änderung der Ozonkonzentration im Tagesverlauf wird durch das – örtlich und zeitlich unterschiedliche – Zusammenspiel von Ozonbildung, Ozonabbau und großräumiger Schadstoffverfrachtung in der Atmosphäre bestimmt. Ozon wird generell durch Kontakt mit allen festen Oberflächen abgebaut, in Städten und verkehrsnahen Bereichen spielt auch die Reaktion mit NO eine wesentliche Rolle. Tagsüber dominieren die Ozonbildung und der vertikale Austausch mit dem „Ozonreservoir“ in der freien Troposphäre, nachts erfolgt vor allem im Flachland und in den Tälern der Ozonabbau bei gleichzeitig fehlendem Austausch mit den höheren Luftschichten; daher zeigt die Ozonkonzentration hier einen ausgeprägten Tagesgang. In exponierteren Berggebieten wird der bodennahe Ozonabbau dagegen rasch durch vertikalen Austausch kompensiert. Daher ist im Gebirge die langzeitige Ozonbelastung – beurteilt anhand von Achtstundenmittelwerten, AOT40 oder Jahresmittelwerten – vergleichsweise hoch.

4.2 Witterungsverlauf

Das Jahr **2018** war in Österreich das wärmste Jahr seit Beginn der Temperaturmessungen in Österreich im Jahr 1767. Die Mitteltemperatur lag in den Niederungen um 1,8 °C über dem Klimamittelwert (Periode 1981–2010). Besonders hoch waren die Temperaturen im Oberösterreichischen Alpenvorland und im westlichen niederösterreichischen Alpenvorland mit Abweichungen über 2,2 °C. Relativ am kühlgsten mit Abweichungen um 1 °C waren die Hochgebirgslagen im Süden. Die Niederschlagsmengen blieben im gesamten Bereich nördlich des Alpenhauptkamms unter dem Durchschnitt. Besonders trocken waren

Vorarlberg, das Oberösterreichische Alpenvorland und das westliche Weinviertel. Überdurchschnittliche Niederschlagsmengen wurden südlich des Alpenhauptkamms sowie im Südosten registriert.

Das Jahr **2019** war das drittwärmste Jahr seit dem Beginn der Messungen im Jahr 1768 (nach 2018 und 2014); die Abweichung zum klimatologischen Mittel betrug + 1,6 °C (im Tiefland; über alle Höhenstufen gemittelt war das Jahr 2019 gleich warm wie die Jahre 2014 und 2015). Besonders warm waren der außeralpine Bereich und das Klagenfurter Becken; in einigen Gebieten im Osten und Südosten Österreichs wurde 2019 die höchste Jahresmitteltemperatur seit Beginn der Messung registriert. Etwas kühler war der inneralpine Raum von den Niederen Tauern westwärts. Die Niederschlagsmengen lagen gemittelt über ganz Österreich in einem durchschnittlichen Bereich, sie wiesen allerdings deutliche regionale Unterschiede auf. Sehr regen- bzw. schneereich waren der Westen und Südwesten Österreichs; im Tiroler Zentralalpenraum, in Osttirol und Westkärnten wurde bis zum Eineinhalbfachen der durchschnittlichen Niederschlagsmenge registriert.

Das Jahr **2020** war in den Niederungen das fünftwärmste Jahr seit dem Beginn der Messungen (nach 2018, 2014, 2019 und 2015); die Jahresmitteltemperatur lag um 1,2 °C über dem klimatologischen Mittel. Im Norden Österreichs betrug die Abweichung vom Klimamittelwert bis + 1,8 °C, kühler waren der Südosten und inneralpine Täler. Im Hochgebirge war das Jahr 2020 gemeinsam mit 2015 das wärmste seit Beginn der Messungen 1851 (Abweichung vom Klimamittel + 1,5 °C). Die Niederschlagsmengen lagen im Mittel über Österreich um 10 % über dem Klimamittel. Besonders regen- und schneereich waren Osttirol und Westkärnten mit Abweichungen von 30 bis 55 % sowie das zentrale und nordwestliche Niederösterreich, relativ trocken war das Nordalpengebiet.

4.3 Überschreitungen des Zielwertes und des langfristigen Ziels zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Als langfristiges Ziel für den Schutz der menschlichen Gesundheit sind 120 µg/m³ als höchster Achtstundenmittelwert (MW8) eines Tages festgelegt; die Ozonkonzentration soll diesen Wert langfristig nicht überschreiten. Da die Einhaltung dieses langfristigen Ziels mittelfristig nicht machbar erschien, wurde in der Luftqualitätsrichtlinie ein Zielwert festgelegt: 120 µg/m³ als höchster MW8 dürfen im Mittel über drei Jahre an nicht mehr als 25 Tagen pro Kalenderjahr überschritten werden.

Überschreitungen des Zielwertes wurden in der Vergangenheit in großen Teilen Österreichs beobachtet. Gemittelt über die Jahre **2018–2020 wurde der Zielwert** (d. h. Überschreitung des langfristigen Ziels an mehr als 25 Tagen) **an 45 Ozonmessstellen überschritten**, dies sind 43 % aller österreichischen Messstellen. Alle Ozon-Überwachungsgebiete waren von Überschreitungen betroffen (siehe Abbildung 2).

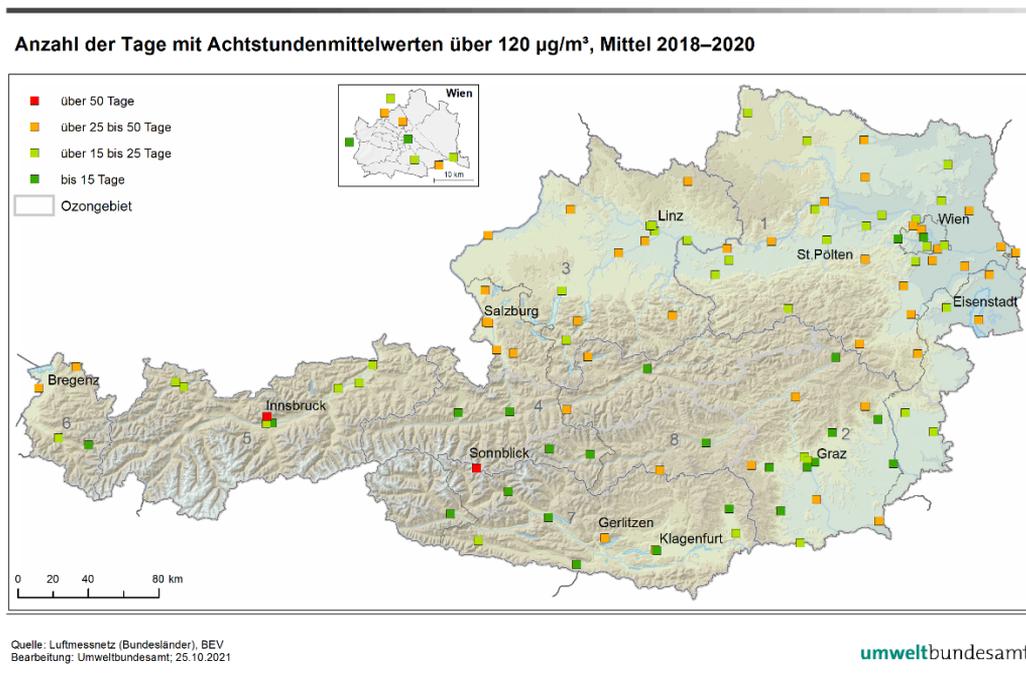
Schwerpunkte der Belastung sind der Bregenzerwald, Oberösterreich, das östliche Ozon-Überwachungsgebiet 1 sowie das Mittel- und Hochgebirge. Die meisten Überschreitungen im Dauersiedlungsraum⁴ wurden an den im hügeligen Gebiet gelegenen Messstellen Sulzberg im Bregenzerwald (47 Tage), Wien Hermannskogel, Enzenkirchen im Sauwald, Haunsberg und St. Koloman gemessen (mehr als 35 Tage). An den – für den Dauersiedlungsraum allerdings nicht relevanten – hochalpinen Messstellen wurden 120 µg/m³ als Achtstundenmittelwert an bis zu 66 Tagen überschritten.

Bei der Überschreitung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit spielt nach derzeitigem Kenntnisstand die mitteleuropäische **Hintergrundbelastung die dominierende Rolle**. In Nordostösterreich (im Einflussbereich des Großraums Wien) sowie in den an Deutschland angrenzenden Regionen hat die regionale Ozonbildung einen Einfluss auf die Häufigkeit der Überschreitung des Zielwertes.

Abbildung 2 zeigt die an den einzelnen Messstellen festgestellte Belastung. Die Standorte wurden so ausgewählt, dass eine möglichst flächendeckende Überwachung gewährleistet ist und jeweils die höchsten zu erwartenden Ozonkonzentrationen erfasst werden. Grundsätzlich muss allerdings davon ausgegangen werden, dass die örtliche Ozonkonzentration mit zunehmender Entfernung von der Messstelle von den gemessenen Werten abweicht. Um das Ausmaß der von Überschreitungen betroffenen Gebiete und der Bevölkerung quantifizieren zu können, sind Modellrechnungen erforderlich. Das vom Umweltbundesamt eingesetzte Interpolationsmodell (siehe Anhang E) lässt darauf schließen, dass in der Periode 2018–2020 im Norden Österreichs ein größerer Teil der Bevölkerung von einer Zielwertüberschreitung betroffen war als in der Periode 2015–2017. Auf der anderen Seite ging im Süden Österreichs der Anteil der von Zielwertüberschreitungen betroffenen Bevölkerung zurück.

⁴ Siedlungsgebiet und landwirtschaftliche Gebiete.

Abbildung 2: Ozon – Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Mittel 2018–2020.



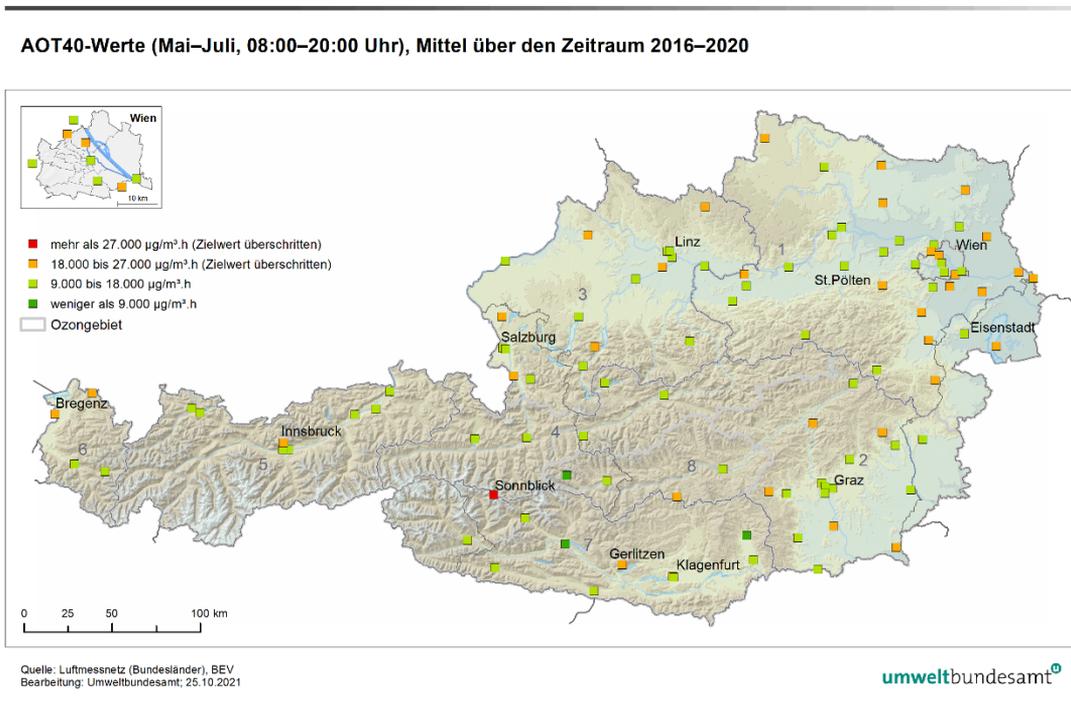
Überschreitungen des langfristigen Ziels zum Schutz der menschlichen Gesundheit (d. h. mindestens ein MW8 über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wurden **in der Vergangenheit jährlich an nahezu allen Messstellen** festgestellt. Lediglich einige Städte in inneralpinen Tälern sind nicht oder selten von Überschreitungen betroffen. Die meisten Überschreitungen werden an hochgelegenen Messstellen gemessen, zumeist an der Hochgebirgsmessstelle am Hohen Sonnblick, die von der weiträumigen grenzüberschreitenden Schadstoffverfrachtung in der Atmosphäre am stärksten betroffen ist. In der Mehrzahl der vergangenen Jahre wurde an deutlich mehr als drei Viertel aller Messstellen eine zweistellige Zahl an Tagen mit Achtstundenmittelwerten über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt und bei über einem Drittel der Messstellen mehr als 25 Überschreitungstage. Vergleichbar war die Situation in den Jahren 2018 und 2019. Dagegen wies das Jahr 2020 im Mittel über alle seit 1993 durchgehend in Österreich betriebenen Messstellen die bislang niedrigste Anzahl an Tagen mit Achtstundenmittelwerten über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf. Nur an drei Messstellen wurden mehr als 25 Überschreitungstage gemessen, an knapp der Hälfte der Messstellen lag die Zahl im einstelligen Bereich.

4.4 Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der Vegetation

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation wird als AOT40-Wert („Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb“) definiert. Zur Berechnung wird die Summe der 40 ppb (= 80 µg/m³) übersteigenden Beträge aller Einstundenmittelwerte zwischen 8:00 und 20:00 Uhr (MEZ) von Mai bis Juli gebildet; Werte unter 40 ppb gehen somit nicht in die Belastungssumme ein. Der Zielwert wurde mit einem AOT40-Wert von 18.000 µg/m³.h, gemittelt über jeweils 5 Jahre und einzuhalten ab 2010, festgelegt.

Überschreitungen des Zielwerts zum Schutz der Vegetation traten über den Beurteilungszeitraum 2016–2020 an **36 Ozonmessstellen** (35 % der Messstellen) auf. Belastungsschwerpunkte beim AOT40-Wert (Mai–Juli) sind einerseits der Bregenzerwald und das östliche Ozon-Überwachungsgebiet 1, andererseits das Hoch- und Mittelgebirge, wobei – aufgrund geringeren Ozonabbaus am Boden – tendenziell die AOT40-Werte mit der Seehöhe zunehmen (siehe Abbildung 3).

Abbildung 3: AOT40-Werte (Mai–Juli, 08:00–20:00 Uhr), Mittel über den Zeitraum 2016–2020.



Die höchstbelastete für alpine Vegetation repräsentative Messstelle (Nordkette) wies im Zeitraum 2016–2020 eine Belastung von 28.935 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ auf; die höchstbelasteten für Wald und landwirtschaftliche Gebiete repräsentativen Messstellen sind Sulzberg (23.199 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$), Illmitz (22.792 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$), Wiesmath (21.230 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$), Traun (20.796 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) und Hainburg (20.679 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$). Die absolut höchste Belastung wurde am Sonnblick registriert (28.935 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$).

In Teilen Nieder- und Oberösterreichs sowie in den alpinen Tälern und Becken wurden keine Überschreitungen des Zielwertes registriert. Täler weisen geringere Ozonbelastungen auf als außeralpine Gebiete gleicher Seehöhe, wobei sich das Lavanttal, Oberkärnten, der Lungau und das obere Ennstal durch besonders niedrige Belastungen auszeichnen. Der niedrigste AOT40 im Fünfjahresmittel wurde in Wolfsberg (6.583 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) gemessen.

Bei den Überschreitungen des Zielwerts zum Schutz der Vegetation spielt die mitteleuropäische Hintergrundbelastung eine noch stärker dominierende Rolle als bei den Überschreitungen des Zielwerts zum Schutz der menschlichen Gesundheit.

Die vom Umweltbundesamt durchgeführte flächenhafte Modellierung der Belastung zeigt, dass der Anteil der von einer Zielwertüberschreitung betroffenen Ökosystemfläche in den einzelnen Ozon-Überwachungsgebieten stark variiert (siehe Anhang E). In den meisten Ozon-Überwachungsgebieten liegt der Anteil der betroffenen Ökosystemflächen zwischen der Hälfte und etwa drei Viertel. Naturgemäß sind Gebiete mit einem großen Anteil an Mittel- und Hochgebirge am stärksten betroffen.

Das **langfristige Ziel zum Schutz der Vegetation** (6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) wurde in den Jahren 2018 bis 2020 **an allen Messstellen** in Österreich **überschritten**. Allerdings weist das Jahr 2020 die geringste Belastung seit Beginn der Messungen auf. Während in den vergangenen Jahren zumeist an über 90 % der Messstellen Werte über 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ gemessen wurden und oft an mehr als einem Drittel der Messstellen Werte über 20.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, lag 2020 an weniger als der Hälfte der Messstellen der Wert über 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ und es wurden keine Werte über 20.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ gemessen.

4.5 Überschreitungen der Informations- und Alarmschwellenwerte gemäß Ozongesetz

Die Informationsschwelle gemäß Ozongesetz ist mit $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert (MW1) festgelegt. Die meisten Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle treten im Allgemeinen im Ozon-Überwachungsgebiet 1 auf. Überschreitungen der Alarmschwelle ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert) wurden bisher ausschließlich im Ozon-Überwachungsgebiet 1 gemessen.

In den Jahren 2018 bis 2020 lag die Anzahl der **Überschreitungen der Informationsschwelle deutlich unter dem Durchschnitt** der Messreihen seit 1990. 2020 war das Jahr mit der geringsten Häufigkeit an Überschreitungen (siehe Tabelle 2). Eine detaillierte Darstellung der Überschreitungen der Informationsschwelle ist in den Tabellen B.1 bis B.3 im Annex B enthalten.

Tabelle 2: Überschreitungen der Informationsschwelle in den Jahren 2018–2020

Kriterium	2018	2019	2020
Tage mit Überschreitung	2	5	1
Insgesamt betroffene Messstellen	5	16	1
Betroffene Ozon-Überwachungsgebiete	1	1, 2, 3, 5, 6	1

Die **Alarmschwelle** wurde in den Jahren 2018 bis 2020 **nicht überschritten**.

4.6 Trend der Ozonbelastung

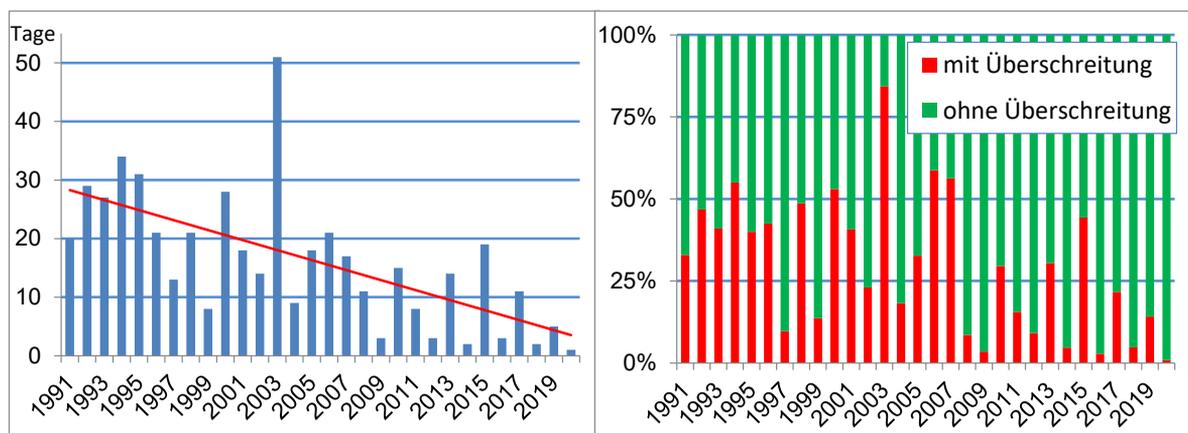
Die zeitliche Entwicklung der Ozonbelastung in Österreich wird einerseits wesentlich vom Witterungsablauf bestimmt, andererseits von den Emissionen der Ozon-Vorläufersubstanzen. Dabei weisen die verschiedenen Belastungsparameter teilweise unterschiedliche Trends auf.

Die Häufigkeit der **Überschreitung der Informationsschwelle** (MW1 über $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zeigt in den letzten 25 Jahren einerseits eine klare Abhängigkeit der Ozonspitzenbelastung von der Witterung im Hochsommer, andererseits einen **langfristigen Rückgang**.

Die meisten Überschreitungen wurden im Jahr 2003 registriert, bedingt durch das Auftreten einer lang anhaltenden, sehr stabilen Hochdruckwetterlage von Ende Juli bis Anfang September mit überdurchschnittlicher Temperatur und sehr geringen Regenmengen. Auch die Sommer 1992, 1994, 2000, 2006 und 2007 zeichneten sich durch langanhaltendes Hochdruckwetter aus, wodurch nicht nur hohe Temperaturen erreicht wurden, sondern auch die Akkumulation hoher Ozonbelastungen über mehrere Tage hinweg ermöglicht wurde. Demgegenüber wiesen die Sommer 2008, 2009, 2012, 2014 und 2016 ein wechselhaftes Wetter und gerade in Nordostösterreich hohe Regenmengen und dadurch wenig Überschreitungen auf (siehe Abbildung 4, Details in Tabelle B.4 im Anhang B). Über die Ursachen der vergleichsweise niedrigen Ozonbelastung 2018 und 2019 besteht noch keine Klarheit. Die sehr niedrige Ozonbelastung des Jahres 2020 ist u.a. eine Folge des „arktischen Ozonlochs“ und der Maßnahmen gegen die Covid-19-Pandemie (siehe Anhang C).

Langfristig zeigt die Häufigkeit der Informationsschwellenüberschreitungen einen (unregelmäßig) abnehmenden Trend. So betrug die mittlere Anzahl der Überschreitungen pro Messstelle in den ersten zehn Jahren der Messung in Österreich (1990 – 1999) 1,44 Tage, in den letzten zehn Jahren (2011 – 2020) 0,27 Tage. Der von Überschreitungen betroffene geografische Bereich wurde deutlich kleiner. Eine Ursache für die Abnahme der Häufigkeit der Informationsschwellenüberschreitungen ist der Emissionsrückgang in Österreich sowohl bei NMVOC (– 67 % von 1990 bis 2020) als auch bei NO_x (–44 %).

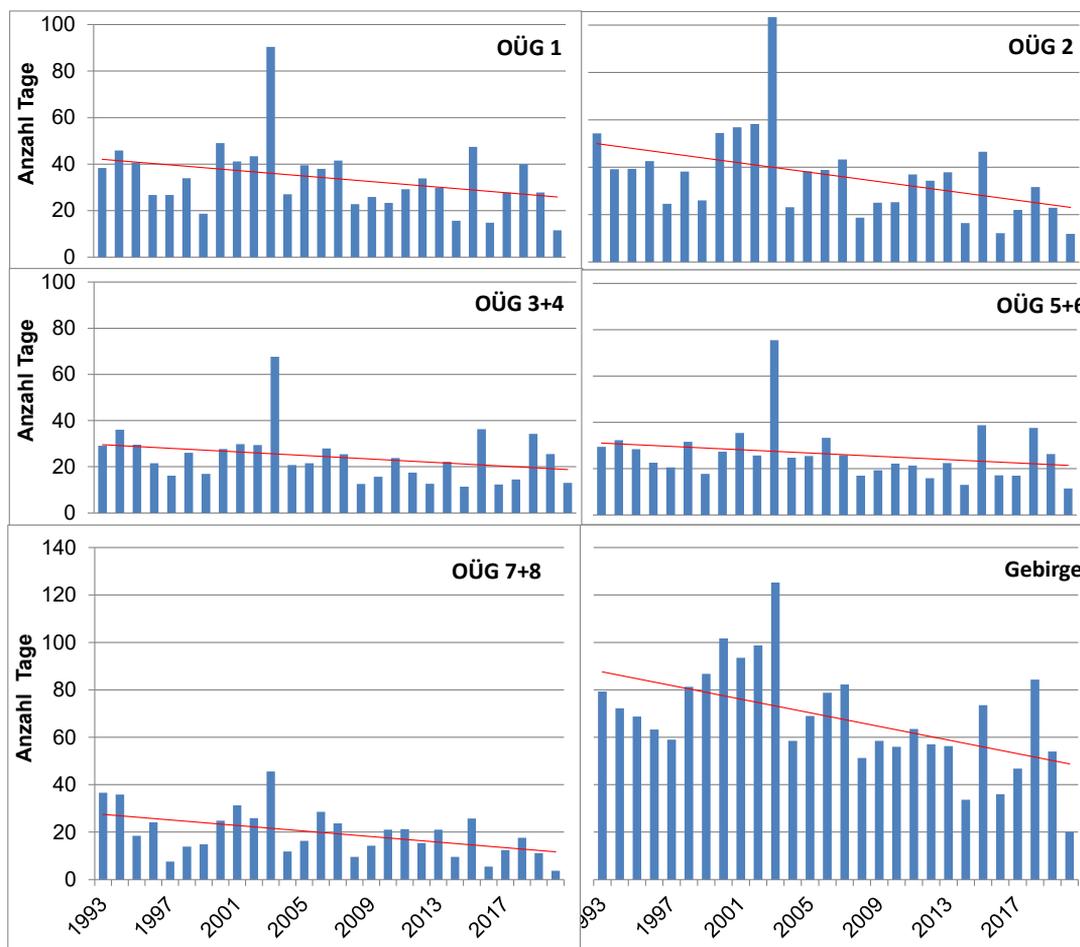
Abbildung 4: Anzahl der Tage (links) und Anteil der Ozon-Messstellen (rechts) mit zumindest einer Überschreitung der Informationsschwelle, Zeitreihe 1991–2020.



Die **Überschreitungshäufigkeiten von Achtstundenmittelwerten über 120 µg/m³** (langfristiges Ziel für die menschliche Gesundheit) zeigen in den letzten 28 Jahren einen

sehr **unregelmäßigen, abnehmenden Verlauf**. Die statistische Auswertung (Mann-Kendall-Test) weist in den Ozonüberwachungsgebieten 2, 3 & 4, 7 & 8 signifikant abnehmende Trends mit einem mittleren Rückgang zwischen 0,9 Tagen (Gebiet 2) und 0,5 Tagen (Gebiete 3 & 4) pro Jahr aus; besonders stark ist der Rückgang im Hochgebirge mit 1,4 Tagen pro Jahr (siehe auch Abbildung 5). Den stärksten Rückgang zeigen exponierte Messstellen im Süden (Gerlitzten, Vorhegg, Arnfels) sowie Sonnblick mit 1,5 bis 2,0 Tagen pro Jahr. Die bislang geringste Belastung wurde im Jahr 2020 registriert. Dafür waren einerseits die Maßnahmen gegen die COVID-19-Pandemie (Lockdown im Frühling 2020), als auch die niedrige Ozonkonzentration in der Stratosphäre verantwortlich (siehe Anhang C).

Abbildung 5: Anzahl der Tage mit Überschreitung des langfristigen Ziels zum Schutz der menschlichen Gesundheit ($MW8_{max} > 120\mu\text{g}/\text{m}^3$) pro Jahr als Mittelwert der durchgehend betriebenen Stationen im jeweiligen Gebiet 1993–2020. (Ozonüberwachungsgebiete „1“ bis „8“; Gebirge = Messstellen über 1.500 m)



Die **AOT40-Werte** (Mai – Juli) (Zielwert zum Schutz der Vegetation) zeigen über die letzten 25 Jahre **in einzelnen Ozonüberwachungsgebieten** (OÜG 2 und 4) **sowie im Hochgebirge** statistisch signifikant **abnehmende Trends** zwischen – 100 und – 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ pro Jahr. Die stärksten signifikanten Rückgänge (um 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ pro Jahr) zeigen exponierte und höher gelegene Messstellen (Vorhegg, Annaberg, Haunsberg, Sonnblick, Arnfels, Rennfeld). Die bislang geringste Belastung wurde im Jahr 2020 registriert.

Die **Jahresmittelwerte** der Ozonkonzentration zeigten in den letzten 25 Jahren zumeist einen **Anstieg**. Über den Zeitraum 1994–2020 ergeben sich für die Ozonüberwachungsgebiete 5 und 6 signifikante Anstiege von 0,2 bis 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr. Im langzeitigen Verlauf traten die niedrigsten Jahresmittelwerte Mitte der 1990er-Jahre auf, die höchsten 2000–2006. Deutliche Anstiege wurden v.a. an städtischen Messstellen, an Messstellen im Tiroler Inntal und in Vorarlberg sowie an einem Großteil der Messstellen im Ozonüberwachungsgebiet 1 registriert.

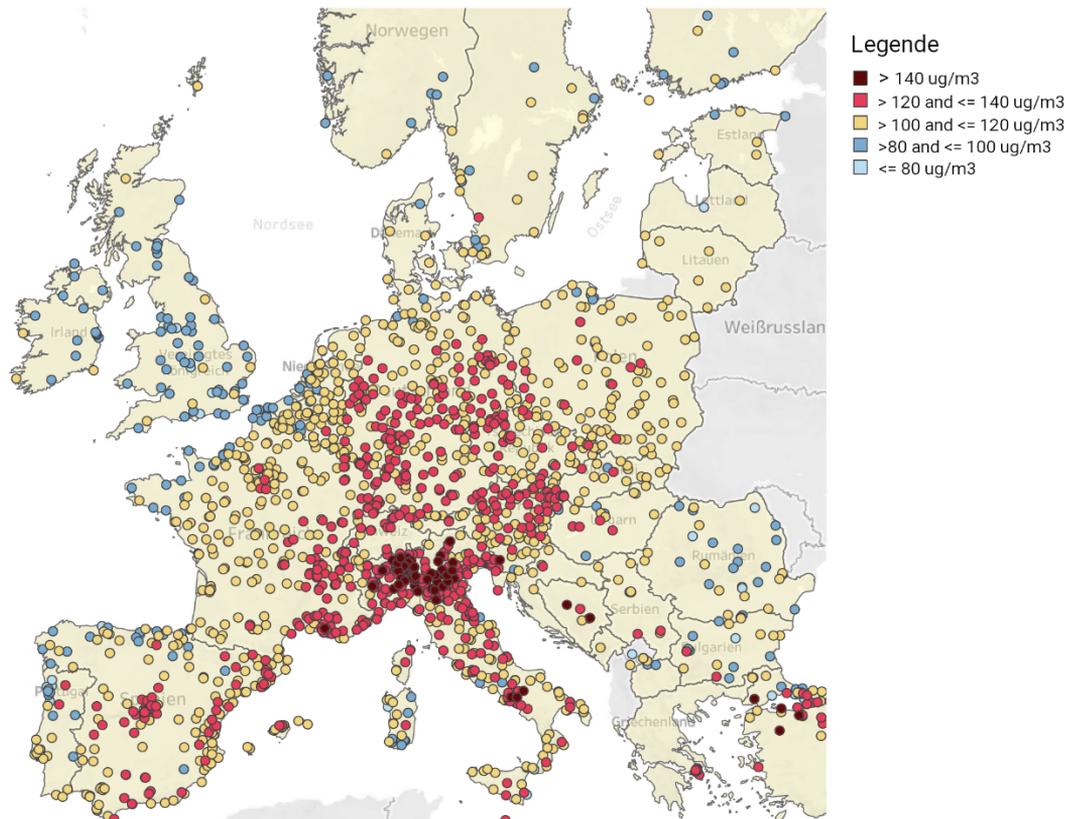
4.7 Ozonbelastung im europäischen Vergleich

Die Ozonbelastung weist in Europa deutliche regionale Unterschiede auf, die von den klimatischen Bedingungen, aber auch der Höhe der Emissionen der Ozonvorläufersubstanzen bestimmt werden. Die klimatischen Bedingungen verhelfen Nord- und Nordwesteuropa (skandinavische und baltische Staaten, Britische Inseln) zu vergleichsweise niedrigen Belastungen; die höchsten Konzentrationen treten im Mittelmeerraum auf.

Infolge hoher NO_x - und NMVOC-Emissionen finden sich die höchsten Belastungen – in Hinblick auf die Überschreitungen der Informationsschwelle und der Zielwerte – in der Po-Ebene und in den mediterranen Küstengebieten Spaniens, Frankreichs, Italiens und Griechenlands. Hohe Emissionsdichten führen auch im westlichen und südlichen Deutschland, in Nord- und Mittelfrankreich und den Benelux-Staaten zu starker Ozonbildung.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurde in den nördlichen und nordwestlichen Ländern in den letzten Jahren eingehalten. Der Mittelmeerraum und Mitteleuropa sind von Überschreitungen stark betroffen. **Überschreitungen des Zielwerts** wurden in den letzten Jahren **meist in mehr als der Hälfte der EU-Mitgliedstaaten** festgestellt. Abbildung 6 zeigt die Belastungssituation im Jahr 2019.

Abbildung 6: 92,3-Perzentil des maximalen täglichen MW8 im Jahr 2019, das ist der 26-höchste Wert des Jahres. Ein Wert über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bedeutet eine Überschreitung des langfristigen Ziel für die menschliche Gesundheit an mehr als 25 Tagen (Grafik: EEA⁵).



Die in Österreich beobachteten Trends der verschiedenen Belastungsparameter für Ozon entsprechen weitgehend dem gesamteuropäischen Bild⁶. Die Überschreitungshäufigkeiten der Informationsschwelle, der Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie der Vegetation nehmen in Österreich langfristig nördlich des Alpenhauptkamms leicht, südlich des Alpenhauptkamms stärker ab. Dies korrespondiert mit den Entwicklungen in den mitteleuropäischen Nachbarstaaten nördlich der Alpen bzw. in Italien. Die Jahresmittelwerte steigen an städtischen Messstellen langfristig leicht an, während sich an ländlichen Hintergrundmessstellen ein leichter Rückgang abzeichnet.

⁵ eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/air-quality-statistics

⁶ [Air quality in Europe - 2020 report — European Environment Agency \(europa.eu\)](#).

4.8 Ursachen von Belastung und Trends

Ozon wird in der Troposphäre über weite Strecken transportiert. Die Ozonbelastung in Österreich setzt sich aus unterschiedlichen Beiträgen auf jeweils unterschiedlichen räumlichen Skalen zusammen:

- lokale und regionale Ozonbildung in und um Ballungsgebieten;
- mitteleuropäische Hintergrundkonzentration, bedingt durch die Emissionen von Ozonvorläufersubstanzen in Mitteleuropa und das Auftreten unterschiedlicher Großwetterlagen;
- nordhemisphärische Hintergrundkonzentration, bestimmt durch Ozonbildung und Ferntransport im Bereich von Eurasien und Nordamerika.

Die in Österreich gemessenen Immissionstrends werden somit durch Entwicklungen auf regionaler bis hemisphärischer Ebene beeinflusst.

Die **regionalen Emissionen** spielen bei der Betrachtung von kurzen Mittelungszeiträumen und somit **bei Überschreitungen von Informations- und Alarmschwelle** eine signifikante Rolle. Geringer ist die Bedeutung der regionalen Emissionen bei der Belastung im längeren Mittel wie bei den Zielwerten, für die Ozon-Jahresmittelwerte sind sie unbedeutend. Hinsichtlich der Überschreitung der Zielwerte für die menschliche Gesundheit und die Vegetation muss daher von einem dominierenden Einfluss des Ferntransports – d. h. des außerhalb Österreichs gebildeten und in der Atmosphäre verfrachteten Ozons – ausgegangen werden. Auch Modellrechnungen im Rahmen des EMEP-Programms des UNECE-Übereinkommens haben gezeigt, dass Emissionsänderungen bei den Ozon-Vorläufersubstanzen in Österreich geringe Auswirkungen auf gesundheits- und vegetationsbezogene Belastungsparameter haben (siehe Ozonbericht 2012–2014, Abschnitt 3.8; die aktuellen Berechnungen⁷ zeigen ein vergleichbares Bild).

Vorliegende Studien zeigen, dass die beobachteten Trends (von der Abnahme der Spitzenbelastungen bis zur Zunahme der Jahresmittelwerte) durch das Überlagern verschiedener Prozesse auf unterschiedlicher Skala gesteuert werden. In Europa gingen die Emissionen der Vorläufersubstanzen NO_x und NMVOC kontinuierlich zurück, dadurch hat sich das regionale

⁷ Transboundary particulate matter, photo-oxidants, acidifying and eutrophying components. EMEP Report 1/2021. Norwegian Meteorological Institute, Oslo.

Ozonbildungspotenzial vermindert. Dagegen ist die troposphärische Hintergrundkonzentration auf der Nordhemisphäre in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich angestiegen, wie flugzeuggestützte Messungen in der freien Troposphäre über Europa in den letzten 25 Jahren – und auch die Messreihe am Mauna Loa in Hawaii ab 1974 – zeigen, wenngleich sich dieser Anstieg ungefähr ab dem Jahr 2000 etwas abgeschwächt hat.

Das infolge rückläufiger NO_x und NMVOC-Emissionen verminderte Ozonbildungspotenzial ist der wesentliche Grund für den Rückgang der Spitzenbelastungen, der sich in einer abnehmenden Anzahl an Überschreitungen der Informations- bzw. Alarmschwelle widerspiegelt. Der an ländlichen Hintergrundmessstellen in ganz Europa⁸ bis ungefähr zum Jahr 2000 beobachtete Anstieg der Jahresmittelwerte wird v. a. auf eine Zunahme der nordhemisphärischen Hintergrundkonzentration zurückgeführt. Die nachfolgende Abnahme – die in Südeuropa wesentlich stärker ist als in Mittel- und Nordeuropa – geht wesentlich auf das rückläufige Ozonbildungspotenzial infolge verringerter NO_x- und NMVOC-Emissionen zurück. Dieser Einflussfaktor kommt v. a. im Sommerhalbjahr zum Tragen, während sich im Winterhalbjahr weiterhin ein Anstieg der Hintergrundkonzentration feststellen lässt. Der Anstieg der Jahresmittelwerte an städtischen (insbesondere verkehrsnahen) Messstellen nach 2000 lässt sich v. a. auf den lokal verminderten Ozonabbau infolge reduzierter Stickstoffoxidemissionen zurückführen.

Innerhalb Österreichs zeichnen sich im letzten Jahrzehnt regional unterschiedliche Entwicklungen ab. Im Norden und Westen Österreichs ist bei den Zielwertüberschreitungen ein schwächerer Rückgang zu beobachten als im Süden; die Jahresmittelwerte nehmen hier stärker zu als im Süden Österreichs. Dies könnte auf den vergleichsweise starken Rückgang des Ozonbildungspotenzials in Südeuropa, verglichen mit Mitteleuropa, zurückzuführen sein. Im Detail sind die Ursachen für die unterschiedlichen Trends der einzelnen Belastungsparameter, insbesondere des deutlichen Rückgangs der Informationsschwellenüberschreitungen in den letzten Jahren, noch nicht vollständig geklärt.

Im Jahr 2020 wurde an allen Standorttypen eine vergleichsweise sehr niedrige Ozonbelastung beobachtet. Dies ist durch das Zusammenwirken folgender Faktoren bedingt (ausführlichere Darstellung in Anhang C):

⁸ Air pollution trends in the EMEP region between 1990 and 2012. European Monitoring and Evaluation Programme EMEP/CCC-Report 1/2016.

- sehr niedrige Ozonkonzentration in der unteren Stratosphäre im Frühling 2020 infolge des „arktischen Ozonlochs“ und damit Transport sehr ozonarmer Luft in die obere Troposphäre;
- stark verminderte photochemische Ozonbildung in der oberen Troposphäre im Frühling und Sommer 2020 infolge der starken Einschränkungen des Flugverkehrs durch die Maßnahmen gegen die Covid-19-Pandemie;
- stark verminderte bodennahe photochemische Ozonbildung im Frühling 2020 infolge der starken Einschränkungen des Straßenverkehrs durch die Maßnahmen gegen die Covid-19-Pandemie.

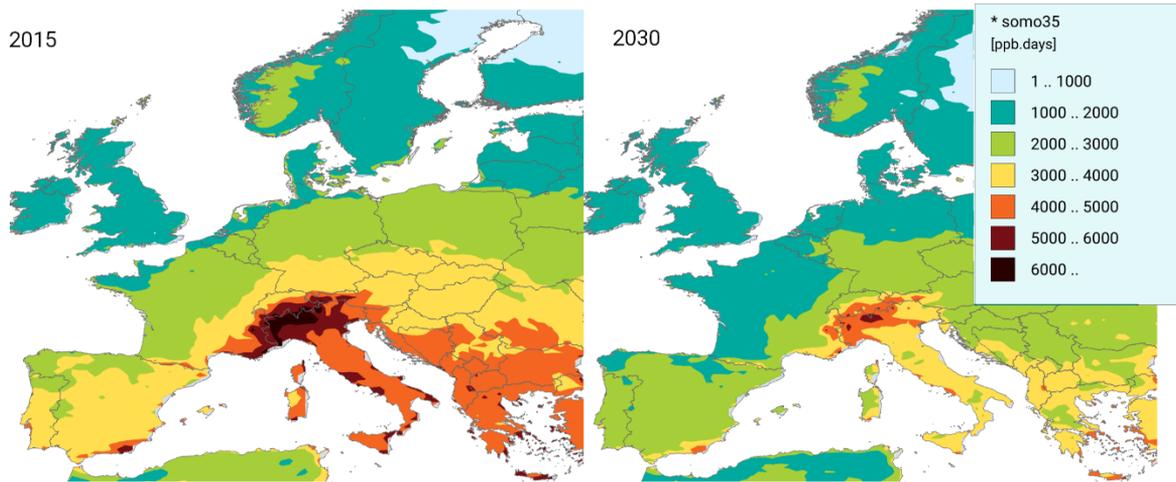
4.9 Künftige Entwicklung der Ozonbelastung

Eine Prognose der in einzelnen Jahren auftretenden Ozonbelastung ist genauso wenig möglich wie die Vorhersage der Witterungsverläufe in einzelnen Jahren. Die Auswirkungen erwarteter Änderungen der Emissionen auf die Ozonbelastung können aber mithilfe von Modellrechnungen untersucht werden, bei denen die Witterungsbedingungen vorgegeben werden.

Das Internationale Institut für Angewandte Systemanalyse hat im Auftrag der Europäischen Kommission Modellrechnungen für den Clean Air Outlook 2021⁹ durchgeführt. Basierend auf einem Energieszenario mit Einhaltung der bis 2020 beschlossenen Klima- und Energieziele für 2030 und unter Berücksichtigung der implementierten Luftreinhaltemaßnahmen zeigt das Modell eine deutliche Abnahme der Gesundheitsbelastung durch Ozon bis 2030, siehe *Abbildung 7*. Diese Berechnung erfolgte unter der Annahme gleichbleibender sonstiger Rahmenbedingungen, d. h. Klima und kontinentale Hintergrundbelastung werden als konstant angenommen, um nur die Wirkung der Maßnahmen in der EU darzustellen.

⁹ COM(2021)3, ec.europa.eu/environment/air/clean_air/outlook

Abbildung 7: Auswirkungen von Luftreinhalte- und Klimamaßnahmen im GAINS-Modell der IIASA – Gesundheitsindikator SOMO35¹⁰ für die Jahre 2015 und 2030; Baseline-Szenario des Clean Air Outlook 2021, Karten aus GAINS Europe online¹¹.



Die Entwicklung der Ozonbelastung in Europa in den kommenden Jahrzehnten wird allerdings durch Emissionen von Vorläufersubstanzen und Ozonbildung auf der gesamten Nordhemisphäre und durch den anthropogenen Klimawandel beeinflusst; letzterer wird zu einer weiteren Zunahme der Temperaturen und damit zu einer Beschleunigung der troposphärischen Ozonchemie führen. Indirekte Effekte sind u.a. erhöhte Emissionen biogener VOC (Ozonvorläufer), verminderter Ozonabbau bei Trockenstress der Bäume und stabilere Hochdruckwetterlagen. Die Entwicklung der Ozonbelastung wird auch wesentlich davon abhängen, ob die globalen Methanemissionen (u.a. aus auftauenden Permafrostböden) weiter steigen oder ob sie deutlich verringert werden können. **Je nach Annahmen** zur künftigen Entwicklung der globalen Treibhausgasemissionen und der Emissionen von Ozonvorläufersubstanzen **zeigen die Modellrechnungen sehr unterschiedliche Entwicklungen** bis zur Mitte des Jahrhunderts, von Abnahmen der Ozonbelastung bis zu deutlichen Zunahmen.

¹⁰ Summe des 35 ppb ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) übersteigenden Betrags aller Stundenmittelwerte der Ozonkonzentration über ein Jahr.

¹¹ gains.iiasa.ac.at/models/gains_models4

5 Emissionen

5.1 Datengrundlage

Die in diesem Kapitel angeführten Emissionsdaten beruhen auf der vom Umweltbundesamt jährlich erstellten **österreichischen Luftschadstoffinventur (OLI)**. Die OLI basiert auf der CORINAIR-Systematik der Europäischen Umweltagentur. Bei der Emissionsberechnung kann nur für große Einzelquellen auf ganzjährig kontinuierlich gemessene und im Rahmen von Berichtspflichten gemeldete Emissionsdaten zurückgegriffen werden. Für die Vielzahl verschiedener Einzelquellen (Haushalte, Fahrzeuge, ...) werden Emissionsfaktoren (d. h. verallgemeinerte Ergebnisse von Einzelmessungen) und statistische Hilfsgrößen (z. B. Energieverbrauch, Produktionszahlen, Viehbestand) eingesetzt. Es werden anthropogene (vom Menschen verursachte) Emissionen berechnet und dargestellt.

Emissionsfaktoren sowie Aktivitäten und Rechenmodelle sind einem ständigen Prozess der Verbesserung und Aktualisierung unterworfen, dabei können sich auch die Berechnungsgrundlagen für die Emissionen früherer Jahre ändern. Die in diesem Bericht angegebenen Emissionsdaten unterscheiden sich daher von den im vorigen Ozonbericht publizierten Zahlen. Details zur Berechnung und zu den Unterschieden gegenüber früheren Versionen der Inventur können den Methodikberichten entnommen werden, die vom Umweltbundesamt jährlich zur Erfüllung internationaler Berichtspflichten erstellt werden. Der vorliegende Bericht basiert auf dem **Stand der Emissionsberechnungen vom März 2022**¹².

Seit der Inventur für das Jahr 2013 werden die Emissionsdaten vor 1990 nicht mehr rückwirkend neu berechnet; Grund dafür sind die erhöhten Datenanforderungen verfeinerter Berechnungsmethoden und –modelle, welche eine Anwendung auf weit zurückliegende Inventurjahre mangels ausreichend detaillierter Daten nicht oder nur eingeschränkt möglich machen. Die Emissionszeitreihe 1980–1989 ist daher mittlerweile veraltet; die Zahlen können nicht mehr sinnvoll mit den aktuellen Inventurzahlen für die Jahre 1990 bis 2020 verglichen werden. Aus diesem Grund wird von einer Bezugnahme auf die Emissionen der

¹² Austria's Informative Inventory Report (IIR) 2022. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution and Directive (EU) 2016/2284 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants. Reports, Band 0809. Umweltbundesamt, Wien 2022.

Jahre 1985 bzw. 1988 – den Basisjahren der ozongesetzlichen Reduktionsziele – Abstand genommen.

Die Emittenten werden in diesem Kapitel in sechs **Verursachersektoren** zusammengefasst:

- **Energieversorgung:** Kraft- und Heizwerke (inkl. energetische Verwertung von Abfall), Raffinerie, Erdöl- und Erdgasgewinnung, Kompressoren der Gaspipelines, flüchtige Emissionen aus der Lagerung und Verteilung von Brenn- und Treibstoffen;
- **Industrieproduktion:** brennstoffbedingte Emissionen und Prozessemissionen der Industrie sowie mobile Maschinen und Geräte der Industrie;
- **Kleinverbraucher:** Heizungsanlagen von privaten Haushalten, privaten und öffentlichen Dienstleistern und Gewerbe; sowie mobile Geräte und Maschinen von Haushalten und sonstigen Dienstleistern;
- **Verkehr:** Straßenverkehr, Bahnverkehr, Schifffahrt, Flugverkehr Start- und Landezyklus, militärische Fahr- und Flugzeuge;
- **Landwirtschaft:** brennstoffbedingte Emissionen aus stationären Quellen und mobilen Maschinen und Geräten, Emissionen aus Tierhaltung, Gülle und Mist und aus der Düngung mit organischem und mineralischem Dünger, Verbrennung von Pflanzenresten am Feld;
- **Sonstige** mit den Teilkategorien **Abfallwirtschaft** (Abfallbehandlung, Deponien, Abfallverbrennung ohne Kraft- oder Wärmenutzung, Abwasserbehandlung und -entsorgung) und **Lösungsmittel** (Verwendung von Lösungsmitteln einschließlich Farben, Lacken, Reinigungsmitteln und Herstellung und Verarbeitung chemischer Produkte).

Die aktuelle Emissionsprognose wurde vom Umweltbundesamt erstellt und liegt seit März 2021 vor¹³. Die Szenarien berücksichtigt die umgesetzten Politiken und Maßnahmen bzw. auch die geplanten Maßnahmen. Die Emissionsprognose wurde mit dem Emissionsprognosemodell des Umweltbundesamtes (EMIPRO) erstellt. EMIPRO baut auf der Methodik der nationalen Luftschadstoff-Emissionsinventur auf. Für das Emissionsmodell werden Eingangsdaten aus der Energiemodellierung herangezogen; daneben werden zusätzliche Methoden und Modelle für die Sektoren Verkehr, Landwirtschaft und Lösungsmittel eingesetzt. Das Szenario baut noch auf der Vorjahresinventur auf; dies ist insofern unproblematisch, als es in der aktuellen Inventur keine nennenswerten Änderungen bei NO_x und

¹³ Austria's National Air Emission Projections 2021 for 2020, 2025 and 2030. Reports, Band 0769. Umweltbundesamt, Wien 2021.

NMVOC gegeben hat. Allerdings konnten bei der Prognoserechnung die Auswirkungen der Pandemie noch nicht berücksichtigt werden und naturgemäß auch nicht die Folgen des militärischen Konflikts in der Ukraine.

5.2 Konventionen der Emissionsberechnung

Die Berechnung und Darstellung der Emissionen basiert auf bestimmten Grundannahmen. Eine solche wichtige Annahme ist die Entscheidungen, ob die Emissionen des Verkehrs auf Basis des in Österreich verbrauchten Kraftstoffs (d.h. entsprechend der innerösterreichischen Fahrleistungen) berechnet werden, oder auf Basis des in Österreich verkauften Kraftstoffs (d. h. einschließlich jenes Kraftstoffs, der im Fahrzeugtank über die Grenze gelangt und bei Fahrten im Ausland verbraucht wird). Der Anteil des im Ausland verbrauchten Kraftstoffs wurde früher auf den Tanktourismus zurückgeführt; allerdings wird der Großteil auf regulären Fahrten durch Österreich oder von Österreich ins Ausland „mitgenommen“ und v. a. vom Schwerverkehr verbraucht, deshalb ist der Begriff „Tanktourismus“ irreführend.

Für die Bildung von bodennahem Ozon in Österreich sind die Emissionen, die tatsächlich in Österreich verursacht werden, von besonderer Relevanz. Aus diesem Grund werden im vorliegenden Bericht die Emissionen anhand der **Berechnung auf Basis des in Österreich verbrauchten Kraftstoffs** dargestellt, d. h. ohne den Kraftstoffexport im Fahrzeugtank.

In verschiedenen anderen Berichten (Berichterstattung unter der UNECE und an die EK, Nationales Luftreinhalteprogramm) werden die Emissionen auf Basis des verkauften Kraftstoffs dargestellt. Zur leichten Vergleichbarkeit werden deshalb auch die Emissionen inklusive Kraftstoffexport kurz angeführt.

Im Folgenden werden die **Emissionen aller Sektoren ohne Korrekturen** dargestellt. Dies ist ein Unterschied zum Nationalen Luftreinhalteprogramm: Gemäß den Anrechnungsregeln für die Reduktionsverpflichtungen der NEC-Richtlinie sind die NO_x- und NMVOC-Emissionen aus Tierhaltung und Düngewirtschaft sowie landwirtschaftlichen Böden und Kulturen nicht zu berücksichtigen (Art. 4 Abs. 3 der Richtlinie), deshalb werden im Luftreinhalteprogramm diese Emissionen nicht dargestellt.

5.3 Stickstoffoxide

5.3.1 Emissionen im Jahr 2020

Die **Emissionen** an Stickoxiden, berechnet auf Basis des in Österreich verbrauchten Kraftstoffs, betragen im Jahr 2020 113,4 Kilotonnen (kt). Sie **werden durch den Verkehr dominiert**. Aus diesem Sektor stammen mit 49,2 kt knapp mehr als zwei Fünftel der gesamten NO_x-Emissionen, davon werden alleine 47,1 kt durch den Straßenverkehr verursacht. Die Emissionen des Straßenverkehrs sind mittlerweile zu zwei Drittel auf den Pkw-Verkehr (in erster Linie Diesel-Pkw) zurückzuführen. Die Emissionen des Verkehrs sind von 2019 auf 2020 um ein Viertel gefallen, was in erster Linie auf die pandemiebedingten Umstände zurückzuführen ist. Dieser starke Rückgang prägt die Emissionsbilanz des Jahres 2020.

Die **Industrieproduktion** ist mit rund einem Fünftel der Emissionen (24,8 kt) der **zweitgrößte Sektor**. Diese Emissionen stammen zum größten Teil aus Verbrennungsprozessen, etwas weniger als ein Fünftel davon aus mobilen Maschinen und Geräten.

Die übrigen Emissionen stammen in absteigender Reihenfolge aus den Sektoren Landwirtschaft, Kleinverbrauch und Energieversorgung. Von den Emissionen des Sektors Landwirtschaft (17,5 kt) werden knapp 40 % von Traktoren, Maschinen und Geräten verursacht, der Rest wird aus landwirtschaftlich genutzten Böden emittiert. Die Emissionen des Sektors Kleinverbrauch (11,7 kt) stammen zu 90 % aus Heizungsanlagen in privaten Haushalten, der Rest aus Heizungsanlagen in Gewerbe, Handel und öffentlichem Dienst und von Geräten im Haushalts- und Gartenbereich. Im Sektor Energieversorgung (10,2 kt) werden vier Fünftel der Emissionen von Wärme- und Heizkraftwerken verursacht. Die Abfallwirtschaft hat keine Relevanz für die österreichischen NO_x-Emissionen.

Emissionsberechnung auf Basis des verkauften Kraftstoffs

Die NO_x-Emissionen, die aus dem im Fahrzeugtank exportierten Kraftstoff außerhalb Österreichs entstehen, werden für das Jahr 2020 mit 10,7 kt berechnet. Die Emissionen auf Basis des gesamten in Österreich verkauften Kraftstoffs liegen damit bei 124,1 kt.

Die Emissionsangaben werden als Jahreswerte berechnet. Innerhalb des Jahres können die Emissionen verschiedener Sektoren jedoch sehr ungleichmäßig anfallen. So fallen die

durch Hausheizungen und Heizkraftwerke verursachten Emissionen primär im Winter an, während die Emissionen von mobilen Maschinen und Geräten im Landwirtschafts- und Gartenbereich eher im Sommer entstehen. Auch die kalorische Stromerzeugung erfolgt verstärkt im Winter. Die Emissionen des Verkehrs sowie der übrigen mobilen Quellen nehmen daher eine größere Rolle bei der Ozonbildung ein, als die über das Jahr summierten Emissionsmengen andeuten – insbesondere was die Spitzenbelastungen im Sommer betrifft.

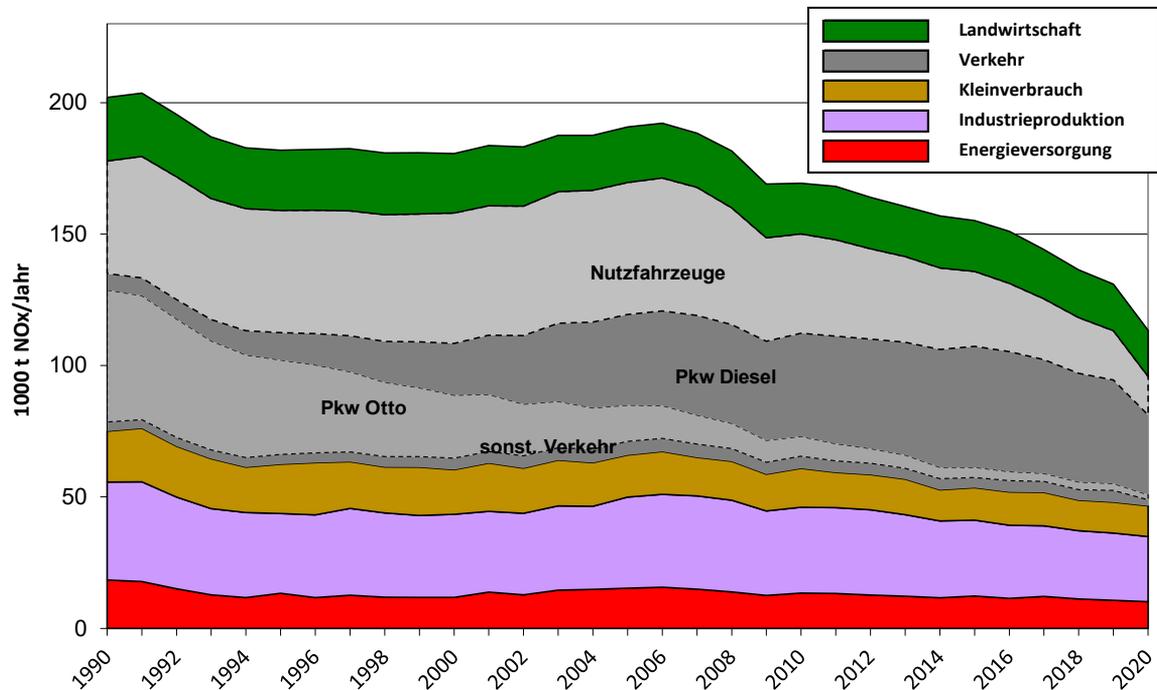
5.3.2 Emissionstrend

Die NO_x-Emissionen sind von 202,1 kt im Jahr 1990 auf 113,4 kt im Jahr 2020 gefallen, das ist ein **Rückgang um 44 %**. Die Emissionen sind in allen Sektoren zurückgegangen (siehe Abbildung 8, eine detaillierte Zeitreihe ist in Annex A angegeben).

Den stärksten Rückgang seit 1990 verzeichnet der Sektor Verkehr (–52 %). Grund dafür ist – neben dem pandemiebedingten Einbruch 2020 – v. a. die Emissionsminderung bei Pkw mit Ottomotor, deren Emissionen von 1990 bis 2020 um 96 % gefallen sind. Seit Mitte des letzten Jahrzehnts hat auch bei den Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen ein deutlicher Rückgang eingesetzt, sie liegen mittlerweile rund zwei Drittel unter dem Niveau von 1990. Die Emissionen von Diesel-Pkw sind seit 1990 gestiegen und liegen 2020 bei knapp dem Vierfachen von 1990. Lässt man das außergewöhnliche Jahr 2020 außer Betracht, so zeigt der Verkehr von 1990 bis 2019 einen Rückgang um immerhin 37 %.

Rückgänge in der Größenordnung von zwei Fünftel verzeichnen die Sektoren Energieversorgung und Kleinverbrauch. Die Emissionen aus Hausheizungen hängen zwar stark von den durchschnittlichen Wintertemperaturen ab und zeigen daher deutlich Schwankungen von Jahr zu Jahr, die Emissionen aus dem Sektor Kleinverbrauch lagen in den letzten Jahren aber durchgehend sehr deutlich unter den Emissionen der 1990er-Jahre. Um rund ein Drittel sind die Emissionen der Industrieproduktion seit 1990 zurückgegangen, um mehr als ein Viertel die Emissionen aus der Landwirtschaft.

Betrachtet man die Emissionsentwicklung der letzten Jahre, so zeigt sich seit 2010 ein Rückgang in allen Sektoren; die Gesamtemissionen sind seit 2010 um ein Drittel gesunken.

Abbildung 8: NO_x-Emissionen innerhalb Österreichs 1990–2020

5.3.3 Emissionsprognose

Im Emissionsszenario „with existing measures“ wird ein Rückgang der NO_x-Emissionen auf 82 kt im Jahr 2030 prognostiziert. Dies würde **eine Emissionsminderung von 2019 bis 2030 um mehr als ein Drittel** bedeuten, von 1990 an um insgesamt etwa drei Fünftel. Der Emissionsrückgang ist vor allem auf den prognostizierten Rückgang der Verkehrsemissionen („real driving“-Vorgaben für Pkw, Zunahme der Elektromobilität) zurückzuführen. Zum prognostizierten Emissionsrückgang tragen auch die Sektoren Kleinverbrauch (Ersatz von alten Hausheizungen) und Energieversorgung (reduzierter Energieeinsatz) bei.

Das Szenario „with additional measures“ zeigt einen geringfügig stärkeren Rückgang auf 78 kt im Jahr 2030, v. a. bedingt durch zusätzliche Maßnahmen im Straßenverkehr.

5.4 Flüchtige organische Verbindungen

5.4.1 Emissionen im Jahr 2020

Die Emissionen an anthropogenen flüchtigen organischen Verbindungen außer Methan (NMVOC) in Österreich lagen im Jahr 2020 bei 110,4 kt. **Jeweils rund ein Drittel** stammt aus den Sektoren **Lösungsmittelverwendung** (36,9 kt) und **Landwirtschaft** (38,5 kt). Lösungsmittlemissionen werden mittlerweile von der Verwendung von Lösungsmitteln und lösungsmittelhaltigen Produkten in Haushalten dominiert, noch vor der industriellen und gewerblichen Anwendung von Farben und Lacken.

Die Emissionen der Landwirtschaft stammen zu zwei Drittel aus Tierhaltung und Wirtschaftsdünger, der Rest wird in erster Linie von landwirtschaftlichen Kulturen (Pflanzen) emittiert. Diese Emissionen werden erst seit wenigen Jahren in der Inventur berechnet; entsprechende Berechnungsmethoden wurden erst kurz davor in das für die Inventurerstellung anzuwendende „EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook“ aufgenommen und werden dort als noch sehr unsicher bezeichnet¹⁴.

Knapp über ein Fünftel der Emissionen (24,4 kt) stammt aus dem Sektor Kleinverbrauch; diese Emissionen werden zum allergrößten Teil von Hausheizungen verursacht, insbesondere von (alten) Festbrennstoffheizungen. Vergleichsweise gering sind die Anteile der Industrieproduktion (4,3 kt), Sektoren Verkehr (4,1 kt) und Energieversorgung (2,2 kt). Die Abfallwirtschaft spielt auch bei den NMVOC-Emissionen keine Rolle.

Emissionsberechnung auf Basis des verkauften Kraftstoffs

Emissionen, die bei Fahrten im Ausland aus dem in Österreich gekauften Kraftstoff entstehen, spielen bei den NMVOC eine vernachlässigbare Rolle, sie liegen bei 0,5 kt.

¹⁴ Z. B. „Only a limited number of studies have been undertaken on NMVOC emissions from livestock husbandry, the results of which are highly variable thus leading to large uncertainties in the emission estimates.“, und „The small number of measurements of NMVOC emissions from agricultural vegetation is a considerable weakness...“

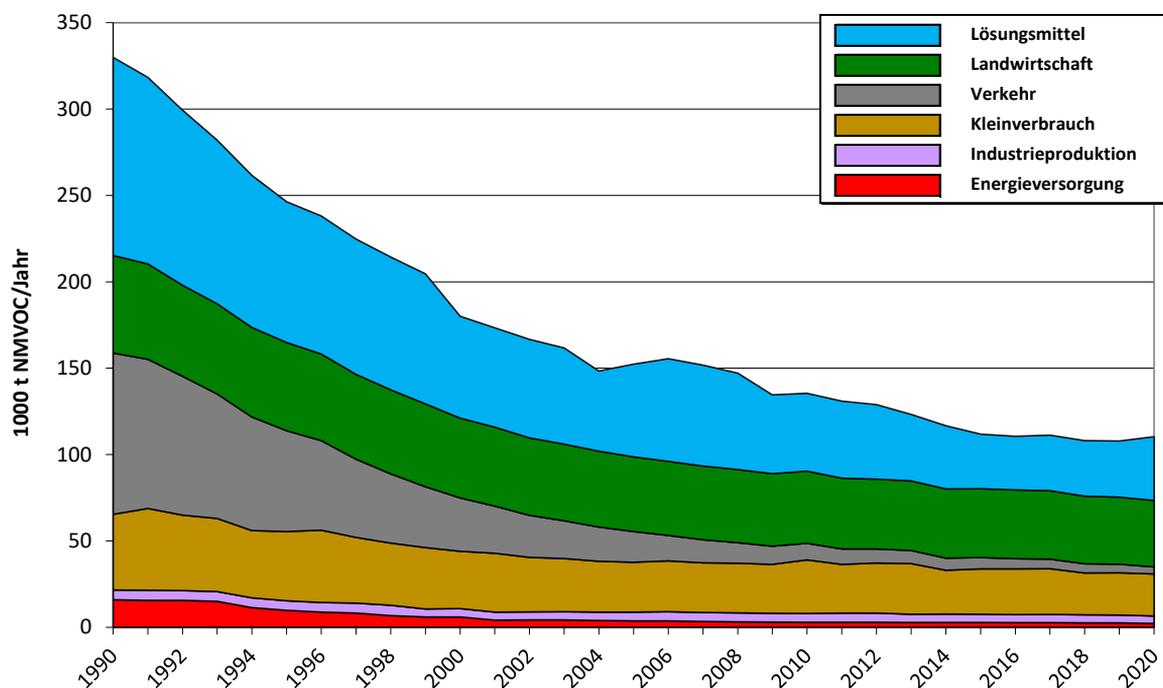
Auch bei den flüchtigen organischen Verbindungen fallen die Emissionen nicht gleichmäßig über das Kalenderjahr verteilt an. So tragen Hausheizungen, die den größten Anteil an den Emissionen des Sektors Kleinverbraucher haben, nicht zu den Ozonspitzen im Sommerhalbjahr bei.

5.4.2 Emissionstrend

Die NMVOC-Emissionen sind von 330,0 kt im Jahr 1990 auf 110,4 kt im Jahr 2020 gefallen, das ist ein **Rückgang um 67 %**. Die Emissionen sind in allen Sektoren deutlich zurückgegangen (siehe Abbildung 9, eine detaillierte Zeitreihe ist in Annex A angegeben).

Den stärksten Rückgang seit 1990 verzeichnete der Sektor Verkehr mit -96% . Der Rückgang ist auf die Emissionsminderung bei Pkw zurückzuführen, da benzinbetriebene Pkw in den 1980er-Jahren den weitaus überwiegenden Anteil an den Verkehrsemissionen hatten und die entsprechenden Maßnahmen (Katalysatorpflicht und Techniken zur Verringerung der Verdampfungsemissionen aus dem Kraftstofftank) sehr wirksam waren.

Abbildung 9: NMVOC-Emissionen innerhalb Österreichs 1990–2020



Auch in den meisten übrigen Sektoren sind die Emissionen massiv zurückgegangen; am stärksten ins Gewicht fällt dabei der Rückgang bei den Emissionen aus der Lösungsmittelverwendung um zwei Drittel. Die Emissionen im Sektor Kleinverbrauch sind um 44 %, im Sektor Landwirtschaft um ein Drittel gesunken. Bei den mengenmäßig weniger bedeutenden Emissionen aus der Energieversorgung und der Industrieproduktion zeigen sich Rückgänge um mehr als vier Fünftel bzw. rund ein Viertel.

Betrachtet man die Emissionsentwicklung der letzten Jahre, so zeigt sich seit 2010 in allen Sektoren ein nennenswerter Rückgang; die Gesamtemissionen sind seit 2010 um rund ein Fünftel gesunken.

5.4.3 Emissionsprognose

Im Emissionsszenario „with existing measures“ wird ein **langsamer weiterer Rückgang der NMVOC-Emissionen** auf 102 kt im Jahr 2030 prognostiziert. Dies würde eine Emissionsminderung von 2019 bis 2030 um 5% bedeuten, von 1990 an um etwas mehr als zwei Drittel. Emissionsmindernd wirkt sich die Entwicklung bei Kleinverbrauchern (durch Austausch veralteter Kessel und Öfen) und im Verkehrssektor (wegen Außerbetriebnahme alter Benzin-Pkw) aus; dagegen lässt das Szenario eine geringe Zunahme der Emissionen aus der Lösungsmittelanwendung (infolge Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum) erwarten.

Das Szenario „with additional measures“ zeigt für NMVOC keine nennenswert unterschiedliche Entwicklung.

5.5 Weitere Ozon-Vorläufersubstanzen

Wesentlich für regionale Ozonbildung sind flüchtige organische Verbindungen und Stickstoffoxide. Im globalen Maßstab sind auch die Emissionen von **Kohlenmonoxid (CO)** und **Methan (CH₄)** von Interesse. Diese Stoffe haben eine vergleichsweise lange atmosphärische Lebenszeit von mehreren Monaten bzw. Jahren und spielen kurzfristig bei der Entstehung von bodennahem Ozon keine Rolle. **Bei der globalen Betrachtung der Ozonbildung** sind sie aber als Ozon-Vorläufersubstanzen **relevant**. Der österreichische Anteil an den gesamten Emissionen dieser Stoffe in der Nordhemisphäre ist naturgemäß sehr gering.

Bei beiden Stoffen sind die Emissionen in Österreich deutlich gesunken. Die Emissionen von Kohlenmonoxid sind seit 1990 um 62 % zurückgegangen; sie entstehen bei der Verbrennung und sind in allen Sektoren infolge des technologischen Fortschritts gefallen¹⁵. Die Emissionen von Methan wurden seit 1990 um 42 % gesenkt; sie sind in den relevanten Sektoren (v. a. Abfallwirtschaft, Landwirtschaft) zurückgegangen¹⁶.

5.6 Emissionsentwicklung im internationalen Vergleich

Die Ozonkonzentrationen in Österreich werden durch Ozonbildung und atmosphärischen Transport von Ozon und seinen Vorläufersubstanzen auf der ganzen Nordhemisphäre beeinflusst. Deshalb sind die Emissionen von Ozon-Vorläufersubstanzen in anderen Ländern und anderen Erdteilen von Interesse, um die Belastungstrends zu interpretieren.

Wie auch in Österreich sind die **Emissionen** von NO_x und NMVOC in der EU und den übrigen **europäischen Ländern gesunken**, zum Teil sehr stark. Die NO_x-Emissionen der damals 28 EU-Mitgliedstaaten sind von 1990 bis 2019 um 59 % und die NMVOC-Emissionen um 60 % zurückgegangen¹⁷. Auch in den Inventuren der übrigen osteuropäischen Länder werden deutliche Rückgänge verzeichnet. Der Emissionsrückgang in den USA und Kanada ist ebenfalls sehr ausgeprägt. Zumeist ähnlich ist in diesen Ländern die Emissionsentwicklung bei CO und CH₄.

Während die Datenlage in den Ländern Europas und Nordamerikas gut ist, ist die Beurteilung der Emissionsentwicklung in anderen Teilen der Welt schwieriger. Nationale Inventuren liegen nicht oder mit unterschiedlicher Qualität vor und entsprechen nicht oder nur teilweise internationalen Standards. Aus wissenschaftlichen Projekten liegen aber globale Emissionsabschätzungen vor. Sie legen nahe, dass sich die **Emissionen** von NO_x in den **Entwicklungs- und Schwellenländern Asiens** von 1990 bis 2015 mehr als verdoppelt haben, aber auch die Emissionen von NMVOC, CO und CH₄ **stark gestiegen**

¹⁵ Emissionstrends 1990-2020. Reports, Band 0813. Umweltbundesamt, Wien 2022, [umweltbundesamt.at/studien-reports/publikationssuche/#?keyword=Emissionstrends](https://www.umweltbundesamt.at/studien-reports/publikationssuche/#?keyword=Emissionstrends)

¹⁶ Klimaschutzbericht 2022. Umweltbundesamt, Wien 2022 (in Vorbereitung) [umweltbundesamt.at/studien-reports/publikationssuche/#?keyword=klimaschutzbericht](https://www.umweltbundesamt.at/studien-reports/publikationssuche/#?keyword=klimaschutzbericht)

¹⁷ eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/air-pollutant-emissions-data-viewer-4

sind.¹⁸ Für NO_x, NMVOC und CH₄ zeigt sich, dass der Emissionszuwachs in Asien den Rückgang in Europa und Nordamerika deutlich übersteigt und somit die Gesamtemissionen und das Ozonbildungspotential in der Nordhemisphäre angestiegen sind.

Neben den in den Inventuren gelisteten anthropogenen Emissionen tragen auch natürliche Emissionen dieser Stoffe zur Ozonbildung bei. Dazu zählen u. a. von Bodenbakterien gebildetes NO_x, von Pflanzen emittierte flüchtige Kohlenstoffverbindungen wie Terpene, Kohlenmonoxid aus Wald-, Torf- und Kohleflözbränden und Methan aus Feuchtgebieten. Die Angaben zur Höhe dieser Emissionen weisen eine sehr große Spannweite auf. Bei den NMVOC geht man davon aus, dass die natürlichen Emissionen die vom Menschen verursachten überwiegen.

¹⁸ European Commission, Joint Research Centre (EC-JRC)/Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL). Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR),

- release EDGAR v5.0 (1970 - 2015), 2020, edgar.jrc.ec.europa.eu/dataset_ap50 (Luftschadstoffe)
- release EDGAR v6.0_GHG (1970 - 2018), 2021. edgar.jrc.ec.europa.eu/dataset_ghg60 (Treibhausgase)

6 Maßnahmen

In Österreich wurden in den letzten Jahren Maßnahmen in verschiedenen Bereichen gesetzt, die eine Minderung der Emissionen von Ozon-Vorläufersubstanzen zum Ziel hatten oder bei denen die Emissionsminderung ein gewünschter Nebeneffekt war. Dies betrifft Maßnahmen in den Bereichen Energieversorgung und Raumwärme, Verkehr und andere mobile Quellen, Industrie sowie Lösungsmittel.

Eine Reihe von Maßnahmen ist in früheren Ozonberichten an den Nationalrat beschrieben worden; die letzte Darstellung erfolgte im Ozonbericht 2015–2017 der Bundesministerin für Nachhaltigkeit und Tourismus an den Nationalrat. Im Folgenden werden schwerpunktmäßig Maßnahmen dargestellt, die für die Emissionsminderung von NO_x und NMVOC von besonderer Relevanz sind oder die neu umgesetzt wurden.

6.1 Energieversorgung

Für die Erzeugung von Elektrizität in kalorischen **Kraftwerken** wurden bereits in den 1980er-Jahren **Emissionsbegrenzungen** für Luftschadstoffe gesetzlich festgelegt (Dampfkesselmissionsgesetz aus 1980, Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen aus 1988), was zum breiten Einsatz von NO_x-armen Brennern und Abgasreinigungsanlagen geführt hat. Die derzeit im Emissionsschutzgesetz für Kesselanlagen – EG-K 2013¹⁹ festgelegten Regelungen gehen teilweise über die bisher auf EU-Ebene bestehenden Anforderungen²⁰ hinaus und halten damit früher bestehende österreichische Standards aufrecht.

Einer der Schwerpunkte der österreichischen Energiepolitik ist die emissionsfreie **Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energiequellen**. Mit dem Ökostromgesetz 2002 wurde erstmals ein bundeseinheitliches System zur Unterstützung der Erzeugung von Strom aus Windkraft, Kleinwasserkraft, Photovoltaik, fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse sowie Kraft-Wärme-Kopplung etabliert, mit der Neufassung im Jahr 2012

¹⁹ BGBl. I Nr 127/2013 zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 81/2015

²⁰ Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung).

wurden verbindliche Ausbauziele für das Jahr 2020 und entsprechende Unterstützungsmittel verankert und mit Folgenovellen die Maßnahme intensiviert. Die Ausbauziele konnten im Hinblick auf die zusätzlich installierte Leistung insgesamt und auf die Ziele für die einzelnen Technologien (ausgenommen die rohstoffbasierte Erzeugung) erreicht werden; die installierte Leistung von Anlagen mit einem Abnahmevertrag stieg von 1.350 MW im Jahr 2003 auf 4.279 MW im Jahr 2020.²¹

Die Elektrizitätserzeugung aus Windkraft hat sich seit 2005 mehr als verfünffacht und hatte 2020 einen Anteil von 11 % an der öffentlichen Stromerzeugung, bei der Photovoltaik ist der Anteil auf 3 % gestiegen. Rechnet man die gesamte Wasserkraft ein, so erfolgten 2020 rund vier Fünftel der öffentlichen Stromerzeugung emissionsfrei.

Als Nachfolgeregelung zum Ökostromgesetz wurde im Juli 2021 das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG)²² im Nationalrat beschlossen. Das zentrale Ziel für 2030 ist die Deckung des Stromverbrauchs bilanziell zu 100 % aus nationalen erneuerbaren Quellen. Die Steigerung der Erzeugung um 50 % soll insbesondere in den Bereichen Windkraft und Photovoltaik erreicht werden. Zur Erreichung des Ziels soll jährlich eine Milliarde Euro zur Verfügung gestellt werden, statt fixer Einspeisetarife erfolgt die Förderung künftig mit Marktprämien; für bestimmte Anlagen sind weiterhin Investitionszuschüsse vorgesehen. Mit dem Modell der Erneuerbare-Energiegemeinschaften wird die Möglichkeit geschaffen, lokal produzierte erneuerbare Energie gemeinsam zu nutzen, beispielsweise in der Nachbarschaft.

Die Stromerzeugung aus Wind- und Wasserkraft, Sonne und Geothermie führt zu einer generellen Vermeidung der bei der Verbrennung entstehenden Luftschadstoffemissionen. Die Wärmeversorgung durch **Fern- und Nahwärmenetze** wiederum ist mit dem Ersatz von – vorwiegend älteren und hinsichtlich des Emissionsverhaltens ungünstigen – einzelnen Hausheizungen verbunden. Werden alte oder nicht ordnungsgemäß gewartete und betriebene Festbrennstoffkessel ersetzt, so sinken die Emissionen v. a. von flüchtigen organischen Verbindungen (und Kohlenmonoxid), auch wenn die Forcierung von Biomasse-Nahwärmanlagen in erster Linie aus Gründen des Klimaschutzes erfolgt. Aus Mitteln der Umweltförderung wurden in den Jahren 2018–2020 250 Projekte zu Biomasse-Nahwärme und -Mikronetzen, rund 100 Projekte zur Wärmeverteilung und über 50 Projekte zur

²¹ Ökostrombericht 2021.

e-control.at/documents/1785851/1811582/E-Control_Oekostrombericht_2021_Final.pdf

²² BGBl. I Nr. 150/2021.

Optimierung bestehender Nahwärmeanlagen mit insgesamt 37 Mio. € (Förderbarwert genehmigt) unterstützt, dazu kamen zusätzliche Fördermittel der Länder und der EU. Der Ausbau der Fernwärmeinfrastruktur wird auch mit Förderungen auf Basis des Wärme- und Kälteleitungsausbaugesetzes²³ unterstützt. Die eingespeiste Fernwärmemenge hat sich von 1990 bis 2020 knapp verdreifacht. Für die Emissionsbegrenzung bei derartigen Anlagen mit einer Brennstoffwärmeleistung von weniger als 50 MW sorgen die Anforderungen der Feuerungsanlagen-Verordnung 2019 (FAV 2019)²⁴; im Rahmen der Vergabe von Fördermitteln der Umweltförderung bestehen z. T. strengere Anforderungen.

Relevant für die öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung sind die NO_x-Emissionen. Die Emissionen sind bereits in den 1980er-Jahren nahezu halbiert worden und auch nach 1990 bis zur Mitte der 1990er-Jahre spürbar gesunken. Einem Emissionsanstieg nach 2000 infolge des verstärkten Einsatzes von Festbrennstoffen folgte nach 2010 wieder ein Rückgang; 2020 lagen die NO_x-Emissionen um ein Drittel unter dem Niveau von 1990. Zum Rückgang beigetragen hat die Verlagerung der Elektrizitätserzeugung von Altanlagen auf moderne Kraftwerke.

Diesem Emissionsrückgang steht ein massiver Zuwachs der Produktion gegenüber. Die Produktion von Elektrizität und Wärme in den kalorischen Kraftwerken war 2020 um rund 60 % höher als 1990 (siehe Abbildung 10). Die Erzeugung von Elektrizität lag einschließlich des Anteils aus Wasserkraft, Wind und Sonne um mehr als 40 % über dem Niveau von 1990.

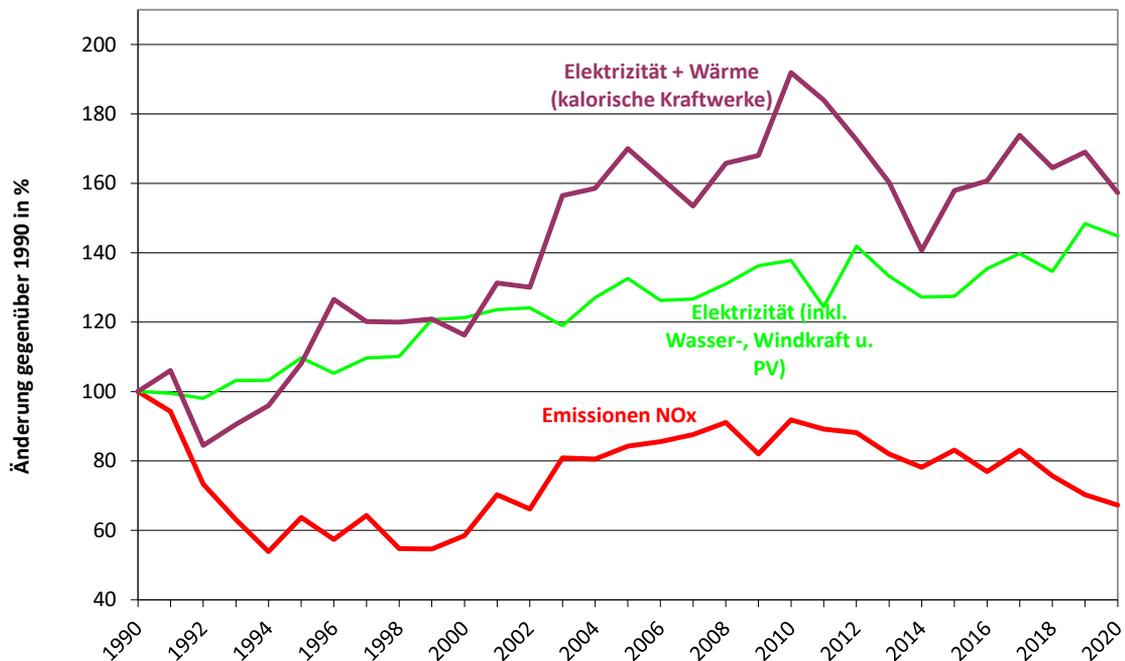
Die Raffinierung von Erdöl verursacht nur mehr rund ein Zehntel der NO_x-Emissionen der Energieversorgung. Die in der **Raffinerie** Schwechat 2007 in Betrieb genommene neue Abgasbehandlungsanlage hat die Emissionen um rund zwei Drittel reduziert; die Raffinerie zählt zu jenen mit dem niedrigsten Emissionsniveau in der EU.

Die NMVOC-Emissionen im Bereich der Energieversorgung entstanden ursprünglich primär bei der Lagerung und Verteilung von Kraftstoffen. Diese Emissionen liegen 2020 um knapp 90 % niedriger als 1990. Grund dafür ist die Einführung von **Gaspendelanlagen** aufgrund entsprechender Verordnungen gemäß § 82 GewO für ortsfeste Kraftstoffbehälter und für Tankstellen.

²³ BGBl. I Nr. 113/2008, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 150/2021.

²⁴ BGBl. II Nr. 293/2019.

Abbildung 10: Öffentliche Energieversorgung 1990–2020 – NO_x-Emissionen im Vergleich zu Elektrizitätserzeugung (durch kalorische Kraftwerken, Wasser- & Windkraft und Photovoltaik) sowie kalorische Erzeugung von Elektrizität plus Wärme (Umwandlungsausstoß) (Daten: Umweltbundesamt, Statistik Österreich)



Emissionen der Elektrizitätserzeugung hängen auch vom Strombedarf ab. Zur **Verringerung des Energieverbrauchs** wurden auf EU-Ebene Ökodesignregelungen getroffen; mit der Ökodesign-Richtlinie und der Verordnung zur Verbrauchskennzeichnung²⁵ sowie den entsprechenden Umsetzungsverordnungen der Europäischen Kommission werden für bestimmte Klassen von Elektrogeräten Effizienzanforderungen und die Kennzeichnung für den Verbraucher festgelegt. Auf nationaler Ebene werden Maßnahmen hinsichtlich Bewusstseinsbildung und Beratung gesetzt, beispielsweise im Rahmen der Klimaschutzinitiative klimaaktiv. Die Internetplattform topprodukte.at von klimaaktiv listet die energieeffizientesten Geräte aus dem Büro-, Haushalts-, Unterhaltungs-, Beleuchtungs-, Heizungs- und Mobilitätsbereich mit Details zu Energieverbrauch und anderen Kriterien.

²⁵ Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG, Verbrauchskennzeichnungsverordnung (EU) 2017/1369

6.2 Industrieproduktion

Die NO_x-Emissionen des Sektors Industrieproduktion tragen mit einem Anteil von einem Fünftel wesentlich zu den Gesamtemissionen bei. Im Sektor ist eine Vielzahl von Branchen zusammengefasst, die sehr unterschiedliche Anteile an den Emissionen der einzelnen Schadstoffe und unterschiedliche Emissionstrends aufweisen. Unterschiedlich sind auch die einzelnen Maßnahmen, die branchenübergreifend oder für einzelne Branchen und Betriebe gesetzt wurden.

Generell besteht aber bei der Errichtung oder wesentlichen Änderung von Betriebsanlagen, die z. B. der Gewerbeordnung 1994²⁶, dem Emissionsschutzgesetz für Kesselanlagen (EG-K 2013)²⁷, dem Abfallwirtschaftsgesetz 2002²⁸ oder dem Mineralrohstoffgesetz²⁹ und einzelnen Gesetzen auf Bundesländerebene unterliegen, die Verpflichtung, Emissionen gemäß dem Stand der Technik zu vermeiden. Wie bereits in den vorhergehenden Ozonberichten dargestellt, wurden **Emissionsbegrenzungen nach dem Stand der Technik** für NO_x (und je nach Relevanz für NMVOC) für Kesselanlagen, für die Verbrennung von Abfällen sowie in einer Reihe von branchenspezifischen Verordnungen nach § 82 Gewerbeordnung explizit festgelegt, die in den 1990er-Jahren zu einer deutlichen Emissionsminderung geführt haben. Die Industrieemissions-Richtlinie 2010/75/EU schreibt eine verbindliche Anwendung der BVT-Schlussfolgerungen³⁰ (Beste Verfügbare Techniken) vor.

Mit der Neufassung der Feuerungsanlagen-Verordnung³¹ – zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2015/2193 zur Begrenzung der Emissionen bestimmter Schadstoffe aus mittelgroßen Feuerungsanlagen in die Luft – unterliegen auch stationäre Motoren und Gasturbinen mit einer Brennstoffwärmeleistung ab 1 MW einer bundeseinheitlichen Emissionsregelung

Im Allgemeinen erfolgen **laufende Emissionsreduktionen** in allen Branchen durch den Ersatz von alten Anlagen durch neue Anlagen mit höherer Effizienz und geringeren Emissionen und Anpassungen an den Stand der Technik. Die Verbreitung von NO_x-armen

²⁶ BGBl. Nr. 194/1994, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 112/2018.

²⁷ BGBl. I Nr. 127/2013, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 81/2015.

²⁸ BGBl. I Nr. 102/2002, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 71/2019.

²⁹ BGBl. I Nr. 38/1999, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 95/2016.

³⁰ secure.umweltbundesamt.at/edm_portal/cms.do?get=/portal/informationen/ie-richtlinie-und-ippc-anlagen/Schlussfolgerungen0.main

³¹ Feuerungsanlagen-Verordnung 2019, BGBl. II Nr. 293/2019.

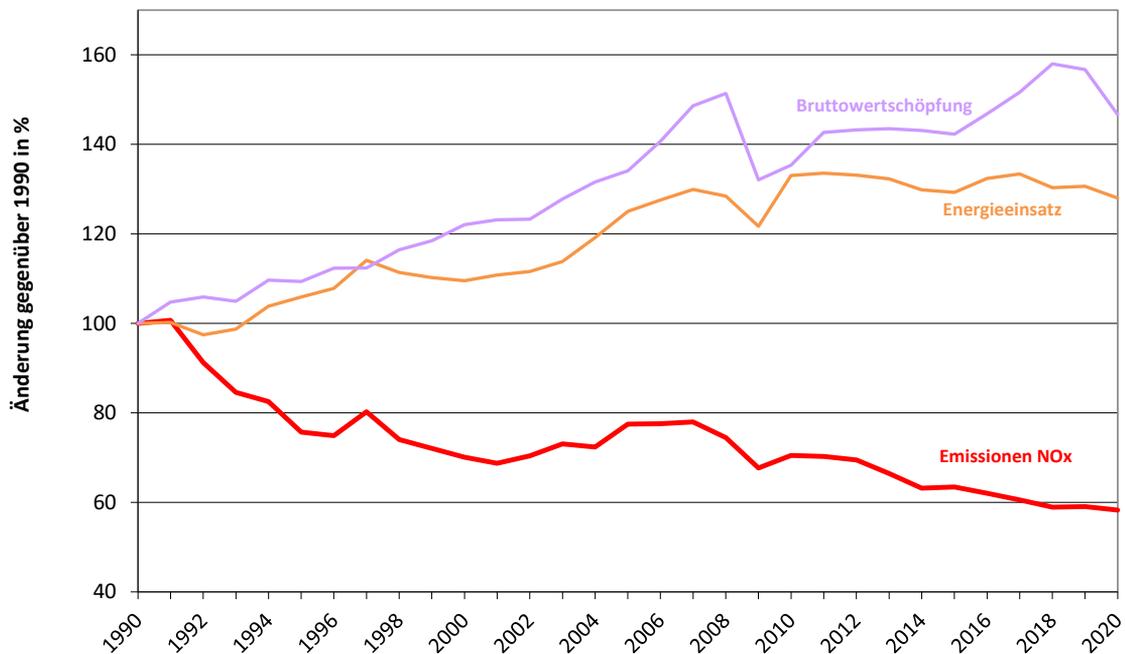
Brennern hat zum Rückgang der NO_x-Emissionen beigetragen, VOC-Emissionen werden durch den Einsatz thermischer Nachverbrennungsanlagen vermieden.

Auf einige besondere Maßnahmen mit signifikanter Emissionsminderung wurde z.T. schon in früheren Ozonberichten hingewiesen. Dazu zählen Verfahren mit katalytischer Abgasreinigung bei einigen Zementwerken, die in Folge einer freiwilligen Vereinbarung zwischen dem Verband der österreichischen Zementindustrie und zwei Bundesministerien eingeführt wurden und mit denen sich die NO_x-Emissionen aus der Zementherstellung bis 2020 gegenüber dem Wert von 2005 annähernd halbiert haben, obwohl die Klinkerproduktion leicht gestiegen ist. Zu nennen ist auch die Sinteranlage der VOEST in Linz, bei der mit der europaweit ersten SCR-Anlage nach einer Sinteranlage die NO_x-Emissionen massiv reduziert wurden.

Neben vielen Projekten zum Klimaschutz werden im Rahmen der **Umweltförderung im Inland** (UFI) auch Maßnahmen mit dem Ziel der Emissionsminderung von Luftschadstoffen gefördert. In den Jahren 2018–2020 wurden Primär- und Sekundärmaßnahmen zur Luftreinhaltung mit rund 11 Mio. Euro gefördert. Effizienzverbesserungen beim Einsatz von Energie führten zu verringerten Emissionen im Industriebereich bzw., wenn sie den Stromverbrauch betreffen, in der vorgelagerten Elektrizitätserzeugung; die Einspeisung von Abwärme in Fernwärmenetze ersetzt Brennstoffe. Im Rahmen der UFI wurden für Projekte zur effizienten Energienutzung 2018–2020 Fördermittel von über 100 Mio. € für über 6.000 Projekte genehmigt; dies reicht von der Effizienzverbesserung bei Anlagen über Niedrigenergiegebäude bis zur Umstellung auf LED-Beleuchtungssysteme und vergleichbaren betrieblichen Energiesparmaßnahmen.

Die Wirksamkeit bisher getroffener Maßnahmen lässt sich an der Entwicklung der NO_x-Emissionen ablesen, wobei zu berücksichtigen ist, dass bereits in den 1980er-Jahren wesentliche Maßnahmen gesetzt worden sind und die Emissionen stationärer Anlagen in dieser Zeit um mehr als ein Drittel zurückgegangen sind. Nach einem weiteren Rückgang in den 1990er-Jahren und einer leichten Zunahme vor 2005 zeigen die Emissionen seither wieder einen abnehmenden Trend und lagen 2020 um zwei Fünftel unter dem Wert von 1990. Dagegen lagen der Energieeinsatz in der produzierenden Industrie und die Bruttowertschöpfung 2020 um mehr als ein Viertel bzw. um knapp die Hälfte höher als 1990 (siehe Abbildung 11). Die anteilmäßig wenig bedeutenden NMVOC-Emissionen aus Verbrennung und industriellen Prozessen sind seit 1990 um ein Fünftel gesunken.

Abbildung 11: Industrieproduktion 1990–2020 – NO_x-Emissionen von stationären Anlagen im Vergleich zu Energieeinsatz und Bruttowertschöpfung der Industrie (Daten: Umweltbundesamt, Statistik Österreich)



Die Emissionen von **mobilen Maschinen und Geräten** verursachten zuletzt rund ein Fünftel der NO_x-Emissionen des Sektors. Der Energieeinsatz in diesem Bereich hat sich von 1990 bis 2008 vervierfacht, die Emissionen sind bis dahin auf das Dreifache gestiegen. Seither sind beide um etwa die Hälfte zurückgegangen (der Energieeinsatz etwas schwächer). Es bestehen EU-weit harmonisierte Emissionsregelungen, die in mehreren Stufen verschärft wurden; neue Grenzwerte wurden zuletzt 2016 festgelegt³².

6.3 Kleinverbrauch

Emissionen aus Hausheizungen (einschließlich der Bereitung von Warmwasser) haben bei den meisten Luftschadstoffen und beim Treibhausgas Kohlendioxid einen signifikanten

³² Verordnung (EU) 2016/1628 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.

Anteil an den Gesamtemissionen. Hinsichtlich der Belastungsspitzen bei Ozon im Sommerhalbjahr ist ihre Bedeutung gering, da sie zum großen Teil in der kalten Jahreszeit anfallen. Allerdings zeigt sich gerade im Winter und im Frühjahr ein steigender Trend bei den Ozonkonzentrationen. Maßnahmen zur Verringerung von Luftschadstoffemissionen und zur Reduktion des Energiebedarfs in diesem Sektor sind seit langem ein wichtiges Ziel der österreichischen Umwelt- und Energiepolitik.

Emissionsbegrenzungen für Heizungsanlagen wurden bereits in den 1990er-Jahren in Vereinbarungen nach Art. 15a B-VG zwischen den Bundesländern festgelegt und über Landesgesetze umgesetzt, da Heizungsanlagen in die Zuständigkeit der Länder fallen. Mittlerweile wurden auf EU-Ebene mehrere Durchführungsverordnungen zur Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG erlassen³³, mit denen harmonisierte Anforderungen an Heizkessel und Öfen festgelegt wurden. Von den Ländern sind Anforderungen an zulässige Brennstoffe, Instandhaltung und Überprüfung in landesgesetzlichen Regelungen festgelegt.

Der Heizenergiebedarf wirkt sich auf die Emissionen aus. Anforderungen an die **thermische Qualität von Gebäuden** werden seit längerem über die Bauordnungen der Länder verbindlich gemacht. Auf EU-Ebene wurden mit der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden³⁴ und der Energieeffizienzrichtlinie³⁵ entsprechende Vorgaben gemacht, beispielsweise hinsichtlich Mindestanforderungen an Energieeffizienz und CO₂-Emissionen für Neubau und größere Sanierungen oder die Verpflichtung zur Erstellung einer nationalen Renovierungsstrategie.

Fördermaßnahmen hinsichtlich energieeffizienter Gebäude und Heizungserneuerung wurden auf verschiedenen Ebenen gesetzt:

- In der Wohnbauförderung der Länder werden Fördermittel für besonders energieeffizienten Neubau, für die thermische Sanierung von Gebäuden, für die Nutzung alternativer Energieträger und den Austausch alter Heizungen vergeben, mit unterschiedlichen Schwerpunkten in den einzelnen Bundesländern. Gemeinsame Standards für Neubau und besondere Förderanreize für die umfassende energetische Sanierung

³³ Verordnungen der Kommission: (EU) Nr. 813/2013, (EU) 2015/1189, (EU) 2015/1185.

³⁴ 2010/31/EU, zuletzt geändert mit Richtlinie (EU) 2018/1999.

³⁵ 2012/27/EU, zuletzt geändert mit Richtlinie (EU) 2019/944.

wurden mit einer Vereinbarung gemäß Art. 15a. B-VG zwischen dem Bund und den Ländern³⁶ beschlossen.

- Die Sanierungsoffensive der Bundesregierung bietet für Privathaushalte und Betriebe einen zusätzlichen Anreiz zur energieeffizienten Sanierung von Gebäuden und zum Heizkesseltausch; in den Jahren 2018–2020 wurden für mehr als 30.000 Förderfälle Mittel von insgesamt rund 160 Mio. € bewilligt. Beim Heizkesseltausch wurden zu etwa einem Fünftel alte Festbrennstoffkessel (Allesbrenner) getauscht; generell wird beim Tausch der Anschluss an Fern- oder Nahwärme forciert, wo diese verfügbar ist.
- Daneben werden beispielsweise Fördermittel des Klima- und Energiefonds für thermische Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und Raumheizung vergeben.

Dazu wurde mit dem österreichischen Umweltzeichen für Holzheizungen ein Standard gesetzt, der deutlich über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgeht und für praktisch alle Förderprogramme als Förderkriterium herangezogen wird.

Energiesparende Maßnahmen und die Nutzung erneuerbarer Energieträger für die Raumwärme werden von Bund und Ländern auch über **Bewusstseinsbildung und Beratung** forciert. Entsprechende Informationsmaßnahmen werden etwa bei Veranstaltungen und Messen gesetzt, über regionale Energieagenturen und die Umweltberatung oder im Rahmen spezifischer Kampagnen verbreitet. Im Rahmen des klima**aktiv**-Programms des BMK werden entsprechende Initiativen für spezifische Zielgruppen gesetzt; dazu gehören Information über energieeffizientes Bauen und Sanieren anhand des klima**aktiv** Gebäudestandard und des Sanierungsleitfaden sowie Empfehlungen zur Auswahl und Nutzung von effizienten erneuerbaren Heizsysteme für Haushalte, Gemeinden und Betriebe. Darüber hinaus werden für diese Themenbereiche Weiterbildungsprogramme für Fachkräfte erarbeitet.

Feuerungsanlagen mit festen Brennstoffen können bei unsachgemäßem Betrieb erhebliche Schadstoffemissionen verursachen. Informationen zum schadstoffarmen Betrieb von Heizungen werden mit der Initiative „Richtig heizen mit Holz“³⁷ des BMK und vergleichbaren Informationsmaßnahmen der Länder zur Verfügung gestellt.

³⁶ Vereinbarung nach Art. 15a B-VG über Maßnahmen im Gebäudesektor zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes an Treibhausgasen, BGBl. II. Nr. 251/2009, geändert mit BGBl. II. Nr. 213/2017.

³⁷ richtigheizen.at/

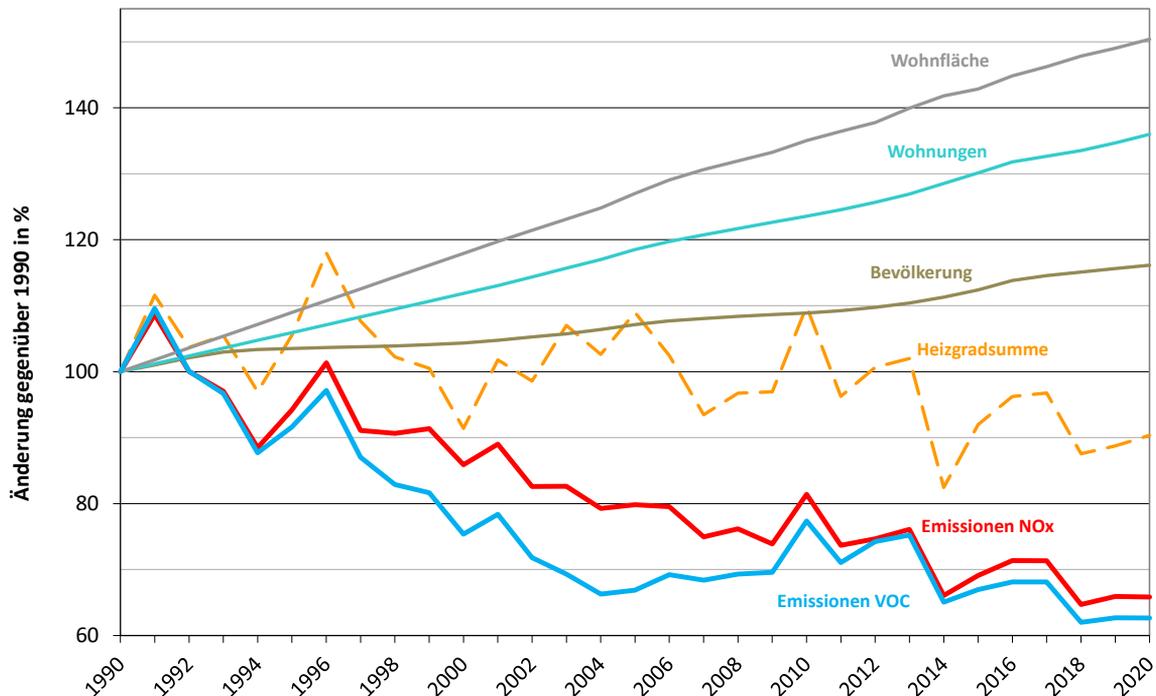
Längerfristig wird auch die Umsetzung von Ergebnissen des Forschungs- und Technologieprogramms des BMK „Stadt der Zukunft“³⁸ (z. B. aus den Bereichen nachhaltige Sanierung und innovative Gebäude) die Energieeffizienz im Gebäudebereich verbessern und zu einer Verringerung von Emissionen führen, wie auch bei dem Energieforschungsprogramm des Klima- und Energiefonds oder der Vorbildwirkung seiner Demonstrationsprojekte (z. B. Mustersanierung).³⁹

Betrachtet man die Wirksamkeit der Maßnahmen, so ist beim Verlauf der NO_x-Emissionen aus Hausheizungen seit 1990 eine klare Abnahme zu sehen, wenn auch die Emissionen aufgrund der Witterung (über- und unterdurchschnittliche kalte Winter) deutlich schwanken. Von 1990 bis 2020 haben die Bevölkerungszahl um etwa ein Sechstel, die Anzahl der Hauptwohnsitz-Wohnungen um mehr als ein Drittel und deren Gesamtfläche um die Hälfte zugenommen (siehe Abbildung 12); trotz dieser deutlichen Zunahme lagen die NO_x-Emissionen in den letzten Jahren um etwa ein Drittel niedriger als Anfang der 1990er-Jahre, die NMVOC-sogar noch etwas mehr.

³⁸ nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/

³⁹ energieforschung.at | mustersanierung.at | klimafonds.gv.at

Abbildung 12: Hausheizungen 1990–2020 – NO_x- und NMVOC-Emissionen im Vergleich zu Heizgradsummen (Heizperiode), Bevölkerung, Zahl der Wohnungen (Hauptwohnsitze) und deren Gesamtnutzfläche (Daten: Umweltbundesamt, Statistik Österreich)



6.4 Verkehr

Die Emissionen des Verkehrs dominieren bei den Stickstoffoxiden die Gesamtemissionen; beim Treibhausgas Kohlendioxid haben sie einen signifikanten Anteil an den Gesamtemissionen. Der Verkehr ist deshalb ein zentrales Thema in der österreichischen Umweltpolitik.

Emissionsgrenzwerte für die Luftschadstoffemissionen von Kraftfahrzeugen (und anderen motorisierten Verkehrsmitteln) wurden bereits vor Jahrzehnten gesetzlich festgelegt; seit dem österreichischen EU-Beitritt sind Emissionsgrenzwerte auf Unionsebene in mehreren Richtlinien bzw. Verordnungen geregelt.⁴⁰ Die Anforderungen wurden stufenweise verschärft, bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen von der ab 1992/93 geltenden Stufe EURO 1

⁴⁰ Ein Überblick ist auf den Seiten der Europäischen Kommission zu finden: ec.europa.eu/growth/sectors/automotive-industry/environmental-protection_en

bis hin zur Stufe EURO 6d. Entsprechende Abgasvorschriften bestehen für schwere Nutzfahrzeuge (EURO I bis zur seit 2012 bzw. 2013 geltenden Stufe EURO VI). Auch die Emissionen von motorisierten Zweirädern (mittlerweile EURO 5), Traktoren, dieselbetriebenen Schienenfahrzeugen, Binnenschiffen u. dgl. wurden stufenweise verschärften Begrenzungen unterworfen. Die gesetzlichen Festlegungen haben in der Realität bei den einzelnen Fahrzeugklassen und Schadstoffen unterschiedliche Wirkung gezeigt: bei Ottomotoren für alle Schadstoffe eine sehr frühe Emissionsminderung, für NO_x wesentlich später als erwartet bei schweren Nutzfahrzeugen sowie über lange Zeit ein Versagen der NO_x-Regelung bei Diesel-Pkw und leichten Nutzfahrzeugen. Mit neuen Bestimmungen, die reale Fahrbedingungen besser abdecken (neuer Prüfzyklus „Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure“ und Berücksichtigung von Messungen im Realbetrieb für die Typprüfung), zeigt sich auch bei Diesel-Pkw in der Praxis eine Reduktion der NO_x-Emissionen.

Neben den technischen Vorgaben auf EU-Ebene bleibt auf nationaler Ebene Raum für Maßnahmen zur Lenkung des Verkehrs hin zu emissionsarmen Fahrzeugen bzw. Verkehrsträgern und zur Steuerung der Verkehrsnachfrage. Dazu **zählen fiskalische Maßnahmen und Abgaben**. Emissionsfreie Elektrofahrzeuge sind sowohl von der Normverbrauchsabgabe als auch der motorbezogenen Versicherungssteuer bzw. Kfz-Steuer ausgenommen. Die Differenzierung der kilometerabhängige Maut für Kfz mit einem höchstzulässigen Gesamtgewicht über 3,5 Tonnen am hochrangigen Straßennetz („Lkw-Maut“) nach EURO-Emissionsklassen entsprechend der Wegekostenrichtlinie⁴¹ hat zu einer raschen Steigerung des Anteils von Lkw der neuesten Abgasklassen geführt. Seit 2017 werden neben den Infrastrukturkosten auch die durch Schadstoffe und Lärm verursachten externen Kosten in die Mauttarife einbezogen.

Elektromobilität trägt durch höhere Motoreffizienz und den hohen Anteil erneuerbarer Energieträger an der Elektrizitätserzeugung in Österreich zur Vermeidung von Luftschadstoffemissionen bei. Auf Ebene des Bundes werden seit langem Initiativen zur Steigerung der Elektromobilität auf der Straße gesetzt. Aufbauend darauf haben BMNT und BMVIT in Zusammenarbeit mit Automobilimporteuren, Zweiradimporteuren und Sportfachhandel die E-Mobilitätsoffensive 2019+2020 mit neuen Schwerpunkten im Bereich Nutzfahrzeuge und Busse inkl. Ladeinfrastruktur und einer Fortsetzung der Förderungen für E-Pkw und E-Zweirad (Förderungen im Rahmen des Klima- und Energiefonds und des Programms klima-

⁴¹ Richtlinie 1999/62/EG.

aktiv mobil) durchgeführt. Die rasche Forcierung der Elektromobilität ist auch ein wesentlicher Teil des im Sommer 2021 präsentierten Mobilitätsmasterplans 2030 des BMK; das Ziel sind 100 Prozent emissionsfreie Neuzulassungen ab dem Jahr 2030. Mit Änderungen im Wohnungseigentumsrecht wurden Hürden für die Nachrüstung von Ladestationen in Wohnanlagen beseitigt. Die Anzahl der Neuzulassung von Fahrzeugen mit Elektroantrieb hat zuletzt deutlich zugenommen. Während im ersten Halbjahr 2017 1,4 % der Pkw-Neuzulassungen reine E-Pkw waren, lag der Anteil im ersten Halbjahr 2021 bereits bei 11,4 %. Noch höher liegt der Anteil bei den Motorfahrrädern (Klasse L1e), bei denen im ersten Halbjahr 2021 rund 17 % der Neuzulassungen elektrisch betrieben waren.

Der **öffentliche Personenverkehr** nimmt eine wesentliche Rolle bei der Vermeidung von Pkw-Fahrten und damit von Luftschadstoffemissionen ein. Mit dem Ausbau des Schienennetzes im Fernverkehr und für den Nahverkehr im Bereich der Ballungsräume werden die Voraussetzungen für schnellere Verbindungen und einen integrierten Taktfahrplan geschaffen; die weitere Elektrifizierung von Strecken spart unmittelbar Emissionen ein. Wichtig ist auch der laufende Aus- und Umbau von Bahnhöfen zu attraktiven Mobilitätsdrehscheiben und die Modernisierung der Regionalbahnen zur Versorgung des ländlichen Raums. Im ÖBB Rahmenplan 2022–2027⁴² sind rund 3 Mrd. € jährlich für dieses Zwecke vorgesehen. Erhebliche Mittel seitens des Bundes (Grundangebot) und der Länder (Zusatzangebot) fließen in die Bestellung von gemeinwirtschaftlichen Leistungen bei den Trägern öffentlicher Verkehrsmittel für den Regional- und Nahverkehr, ebenso wie für Schüler- und Lehrlingsfreifahrten und die Organisation von Verkehrsverbänden. Mit der Einführung des Klimatickets im Herbst 2021 wurde ein attraktives Angebot zur unkomplizierten Nutzung aller öffentlichen Verkehrsmittel geschaffen. Unter allen EU-Staaten hat Österreich den größten Anteil der Schiene am Personenverkehr.

Die angeführten Kapazitätserweiterungen der Schieneninfrastruktur sind zusammen mit der Integrierung der produzierenden und verladenden Betriebe in die „Transportkette Bahn“ auch eine Voraussetzung, um die Wettbewerbschancen des **Schienengüterverkehrs** gegenüber der Straße am heimischen Verkehrsmarkt zu erhalten bzw. zu verbessern. Dafür wurden Förderungen für Anschlussbahnen und Terminals (Neuerrichtung und bestandserhaltende Maßnahmen) gewährt, außerdem Zuschüsse für bestimmte Schienenverkehrsleistungen (z. B. unbegleiteter kombinierter Verkehr und rollende Landstraße). Beim Anteil der Schiene am Güterverkehr liegt Österreich nach den

⁴² [bmk.gv.at/themen/verkehrsplanung/ausbauplan/plan_oebb](https://www.bmk.gv.at/themen/verkehrsplanung/ausbauplan/plan_oebb)

baltischen Staaten und knapp nach den Nachbarn Slowenien und Slowakei mit einem knappen Drittel im vordersten Feld der EU-Mitgliedstaaten.

Auch der Verkehr auf der **Wasserstraße Donau** kann eine umweltfreundliche Alternative zum Straßenverkehr darstellen. Im Aktionsprogramm Donau des BMVIT bis 2022 ist die Reduktion der Treibhausgasemissionen und Steigerung der Umweltfreundlichkeit der Donauschifffahrt eine der sechs Zielsetzungen. Zu den emissionsrelevanten Maßnahmen zählt die umweltfreundliche Nachrüstung von Donauschiffen, z. B. für Abgasnachbehandlungsanlagen, für die im Rahmen des Förderprogramm umweltfreundliches Binnenschiff Zuschüsse gewährt werden. Vorbereitungen zur Versorgung von Schiffen mit Landstrom an öffentlichen Liegestellen wurden weitergeführt; damit können die Emissionen von Schiffsmotoren an den Liegestellen vermieden werden.

Im BMK werden umfangreiche Angebote zur Transformation in eine saubere Mobilitätszukunft im Programm „klimaaktiv mobil“ abgewickelt. Mit seinen fünf Säulen – **Beratung, Förderung, Bewusstseinsbildung, Ausbildung und Zertifizierung sowie Partnerschaften** – bietet klimaaktiv mobil aktive Unterstützung für relevante Akteurinnen und Akteure, Entscheidungsträger und Investoren, wie Betriebe, Gebietskörperschaften, Vereine, Tourismus- und Freizeitorganisationen, Schulen, etc. bei der Planung und Umsetzung von Maßnahmen(-bündeln) für eine umweltfreundliche Mobilität. In den Jahren 2018-2020 umfasste die Maßnahmenpalette alternative Antriebe und insbesondere Elektromobilität mit erneuerbaren Energien, Mobilitätsmanagement, Forcierung aktiver Mobilität wie Radfahren und Zu-Fuß-Gehen, neue, innovative, flexible Mobilitätsservices sowie Eco-Driving („Sprintsparen“), etc. Im Rahmen des klimaaktiv mobil Förderprogramms wurden im Zeitraum 2018-2020 österreichweit mehr als 11.600 Projekte genehmigt; mit einer gesamten Fördersumme von ca. 64,8 Mio. € – davon ca. 53,7 Mio. € aus nationalen Mitteln des BMK im Rahmen von klimaaktiv mobil, Klima- und Energiefonds und der Umweltförderung im Inland sowie 11,1 Mio. € aus EU-Mitteln (Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums/ELER) – wird ein umweltrelevantes Investitionsvolumen von 625 Mio. € ausgelöst. Parallel dazu wurden im Zeitraum 2018-2020 seitens des ehem. BMVIT auf Basis von klimaaktiv mobil ergänzende Förderangebote für Privatpersonen zur breiten Markteinführung der Elektromobilität mit erneuerbaren Energien abgewickelt.

Die Bundesregierung hat eine Offensive für Aktive Mobilität als expliziten Schwerpunkt im aktuellen Regierungsprogramm festgelegt. Die Umsetzung und Weiterentwicklung des **Masterplans Radfahren und des Masterplans Gehen** sind dabei die zentralen Leit motive.

Die Masterpläne dienen dazu, die Qualität der Verkehrsinfrastruktur für Radfahrende und Zu-Fuß-Gehende zu verbessern und attraktiver zu machen. Seitens des BMK wurden die Mittel im Bereich klima**aktiv** mobil für den Ausbau des Radverkehrs 2022 im Vergleich zu 2019 auf rund 60 Mio. Euro verfünffzehnfacht und neue Förderschwerpunkte zum Ausbau von Radschnellverbindungen, mehrjähriger regionaler Radnetzausbauprogramme und erstmals auch zur Förderung von Infrastruktur für den Fußverkehr gestartet.

Mit dem Masterplan Radfahren 2015–2025 soll der Radverkehrsanteil in Österreich auf 13 % angehoben werden. Neben der Weiterführung der erfolgreichen Fördermaßnahmen im Rahmen von klima**aktiv** mobil werden u. a. folgende Themen für den Umsetzungszeitraum 2015–2025 in den Vordergrund gerückt: fahrradfreundliche Siedlungsstrukturen und Infrastruktur sowie verbesserte Verknüpfung des Fahrrads mit anderen Verkehrsmitteln, Hebung des Stellenwerts des Fahrrads für den Alltagsverkehr und für die Gesundheitsförderung. Die verstärkte Maßnahmenumsetzung zur Zielerreichung wurde im April 2022 in einem Bund-Länder-Gemeinden-Übereinkommen zur Förderung des Radverkehrs beschlossen. Seitens der bundesweiten Arbeitsgruppe Radverkehr von Bund, Ländern und Städten werden dafür die Maßnahmenpakete und der erforderliche Investitionsbedarf ausgearbeitet. Zurzeit vorliegende Schätzungen gehen für die Zielerreichung von einem Investitionsbedarf zum Ausbau des Radverkehrs in Österreich von insgesamt rund 7 Mrd. Euro bis 2030 seitens aller Gebietskörperschaften aus. Mit dem „Masterplan Gehen“ wird vom BMK eine Initiative zur Förderung des Zu-Fuß-Gehens gesetzt, das für kurze Wege in Städten und Gemeinden eine effiziente Form der Fortbewegung ist, aber wegen Abgasen, Lärm und der Gefährdung durch den motorisierten Verkehr oft unattraktiv ist. Ziel ist es, den Stellenwert des Zu-Fuß-Gehens zu erhöhen und die Bedürfnisse von Fußgänger:innen bei politischen Entscheidungen sowie in Strategien und Planungen von Bund, Ländern, Städten und Gemeinden stärker zu berücksichtigen. Starke Impulse für Radfahren und Zu-Fuß-Gehen zu setzen und die sanften Mobilitätsformen gezielt zu fördern sind Schwerpunkte der klima**aktiv** mobilen Förder- und Beratungsangebote.

Der künftige Weg zu einer emissionsfreien Mobilität und zur Klimaneutralität im Jahr 2040 wird im 2021 vorgestellten **Mobilitätsmasterplan 2030** aufgezeigt. Er ist die Basis für die Neuausrichtung des Mobilitätssektors zur Erfüllung des Pariser Klimaabkommens, aufbauend auf den Prinzipien der Vermeidung von Verkehrswegen, der Verlagerung auf

umweltfreundliche Verkehrsmittel und der technischen Verbesserung des verbleibenden Verkehrs.⁴³

Längerfristig führen auch die Ergebnisse **verschiedener Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen** im Verkehrsbereich zu einer Minderung der Luftschadstoffemissionen. Seit 2012 hat das damalige BMVIT im Forschungs-, Technologie- und Innovationsförderprogramm „Mobilität der Zukunft“ Unterstützung für die Themenfelder Personenmobilität, Gütermobilität, Verkehrsinfrastruktur und Fahrzeugtechnologien, später zusätzlich Automatisierung, zur Verfügung gestellt. Im Jahr 2020 erfolgte die Festlegung der neuen FTI-Strategie Mobilität 2040, auf deren Basis in vier Missionsfeldern im anwendungs- und technologieorientiert Lösungen für ein nachhaltiges Mobilitätssystem entwickelt wird.⁴⁴ Der ersten Schritt zur Umsetzung der Strategie wurde mit der Fertigstellung der FTI-Agenda 2026⁴⁵ gemacht.

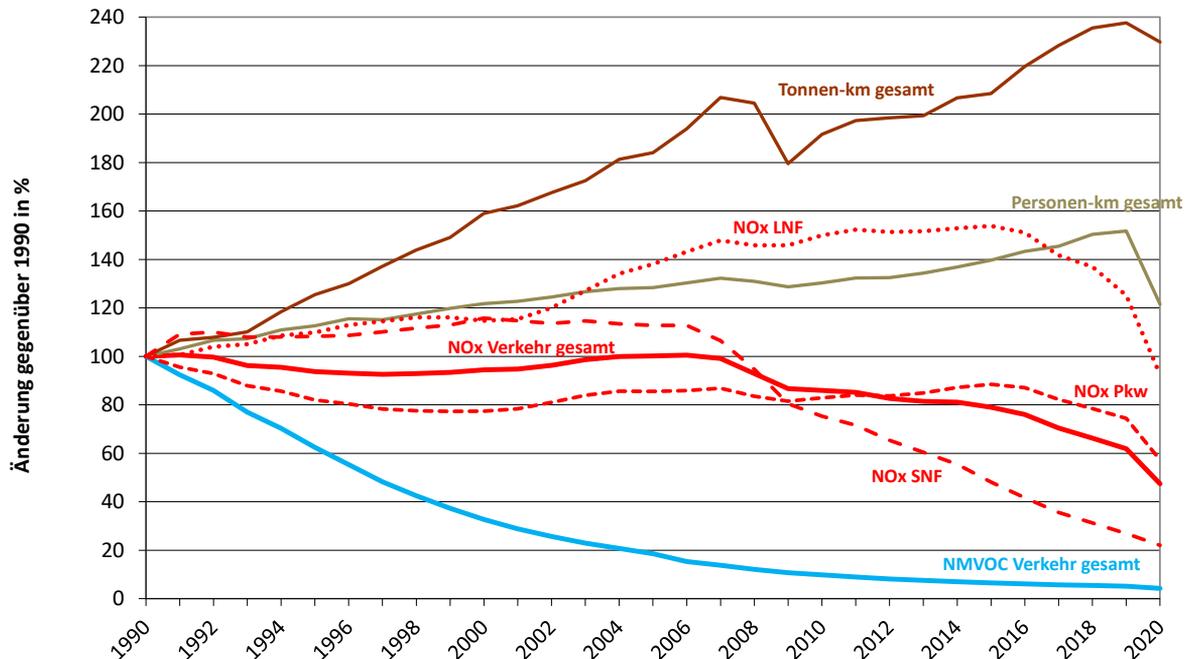
Der Emissionstrend weist auf die Wirksamkeit von getroffenen Maßnahmen hin. Lässt man das Ausnahmejahr 2020 außer Betracht, so haben die NO_x-Emissionen aus dem Verkehr im Inland von 1990 bis 2019 um rund zwei Fünftel, die NMVOC-Emissionen um mehr als neun Zehntel abgenommen. Für die Emissionen ist in erster Linie der Straßenverkehr verantwortlich; der Beitrag von Schienenverkehr, Schifffahrt und nationaler Luftfahrt ist gering. Die Abnahme der Emissionen ist trotz einer starken Zunahme der Verkehrsleistung im Personen- und v. a. im Güterverkehr erfolgt (siehe Abbildung 13).

⁴³ bmk.gv.at/themen/mobilitaet/mobilitaetsmasterplan

⁴⁴ mobilitaetderzukunft.at/de/fti-strategie-mobilitaet/inhalte.php

⁴⁵ mobilitaetderzukunft.at/resources/pdf/FTI-Strategie/FTI-Agenda_Mobilitaet_2026_final_barrierefrei_.pdf

Abbildung 13: Verkehr 1990–2020 – NO_x- und NMVOC-Emissionen Land- und Schiffsverkehr im Vergleich zur Verkehrsleistung (LNF = leichte Nutzfahrzeuge, SNF = Lkw und Busse) (Daten: Umweltbundesamt)



6.5 Landwirtschaft

Emissionsregelungen für Traktoren und mobilen Maschinen, die auf EU-Ebene seit den 1990er-Jahren festgelegt worden sind, haben zum signifikanten Rückgang der NO_x-Emissionen aus dieser Quellen in der Land- und Forstwirtschaft (um mehr als ein Drittel seit 1990) geführt. Die Grenzwerte sind in mehreren Stufen verschärft worden. Grenzwerte der neuen Stufe V wurden für mobile Maschinen und Geräte 2016 festgelegt⁴⁶, diese gelten auch für land- und forstwirtschaftliche Fahrzeuge⁴⁷ und sind mittlerweile für alle neu in Verkehr gebrachten Maschinen verbindlich. Die anteilmäßig wenig bedeutenden NMVOC-Emissionen sind vor allem auf benzinbetriebene Geräte zurückzuführen; ihre

⁴⁶ Verordnung (EU) 2016/1628 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.

⁴⁷ Verordnung (EU) Nr. 167/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Februar 2013 über die Genehmigung und Marktüberwachung von land- und forstwirtschaftlichen Fahrzeugen.

Emissionen sind seit 1990 um mehr als zwei Drittel zurückgegangen. Auch für NMVOC sind Emissionsgrenzwerte in der genannten EU-Verordnung festgelegt.

Das **Abbrennen von Feldern** und Verbrennen von biogenen Materialien im Freien ist gemäß Bundesluftreinhaltegesetz⁴⁸ mit wenigen Ausnahmen (insbesondere Schädlingsbekämpfung) **verboten**; es fallen daher praktisch keine Emissionen aus diesen Tätigkeiten an. (Die Emissionen von NMVOC und NO_x liegen bei 0,1 % der Sektoremissionen bzw. darunter.)

Zu den NO_x-Emissionen aus Böden und den (erst seit wenigen Jahren in der Inventur berechneten) NMVOC-Emissionen aus der Tierhaltung und aus landwirtschaftlichen Kulturen ist festzuhalten, dass diese Emissionen von den Reduktionsverpflichtungen gemäß NEC-Richtlinie (siehe Abschnitt 6.7) explizit ausgenommen worden sind, u. a. auch wegen der Unsicherheit der Daten (siehe auch Abschnitt 5.4.1) und weil sie z. T. auch keinen tauglichen Reduktionsmaßnahmen zugänglich sind (insbesondere NMVOC, die von den Ackerpflanzen und Gräsern in die Luft abgegeben werden).

6.6 Lösungsmittel

Die Lösungsmittelanwendung verursacht ein Drittel der gesamten NMVOC-Emissionen. Die Emissionen stammen einerseits aus verschiedenen Sparten von Industrie und Gewerbe, von Druckereien über die Fahrzeuglackierung bis hin zur chemischen Industrie. Andererseits entstehen sie bei der Verwendung lösungsmittelhaltiger Produkte, einschließlich Farben und Lacke, in Haushalten, öffentlichen Einrichtungen und im Gewerbe. Anfang der 1990er-Jahre getroffene nationale Regelungen zur Reduktion der Lösungsmittlemissionen mit der Lösungsmittelverordnung wurden durch Vorgaben auf EU-Ebene abgelöst:

- Emissionsbegrenzungen für eine Reihe von Branchen, von Druckereien bis zur Fahrzeuglackierung, sind in der Industrieemissions-Richtlinie 2010/75/EU vorgegeben. Die Richtlinie wurde mit der **VOC-Anlagen-Verordnung**⁴⁹, in nationales Recht umgesetzt, bereits bestehende weitergehende Regelungen wurden dabei beibehalten.

⁴⁸ BGBl. I Nr. 137/2002 zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 58/2017.

⁴⁹ BGBl. II Nr. 301/2002, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 77/2010.

- Gemeinschaftsweit einheitliche **Begrenzungen des Lösungsmittelgehalts bestimmter Farben und Lacke** und eine Verpflichtung zur Angabe des Lösungsmittelgehalts der Produkte auf der Verpackung wurde mit der Richtlinie 2004/42/EG festgelegt; die zweite (und bisher letzte) Stufe an Grenzwerte für den VOC-Höchstgehalt in verschiedenen Produktklassen ist 2010 in Kraft getreten. Die Umsetzung in nationales Recht erfolgte mit der Lösungsmittelverordnung 2005⁵⁰.

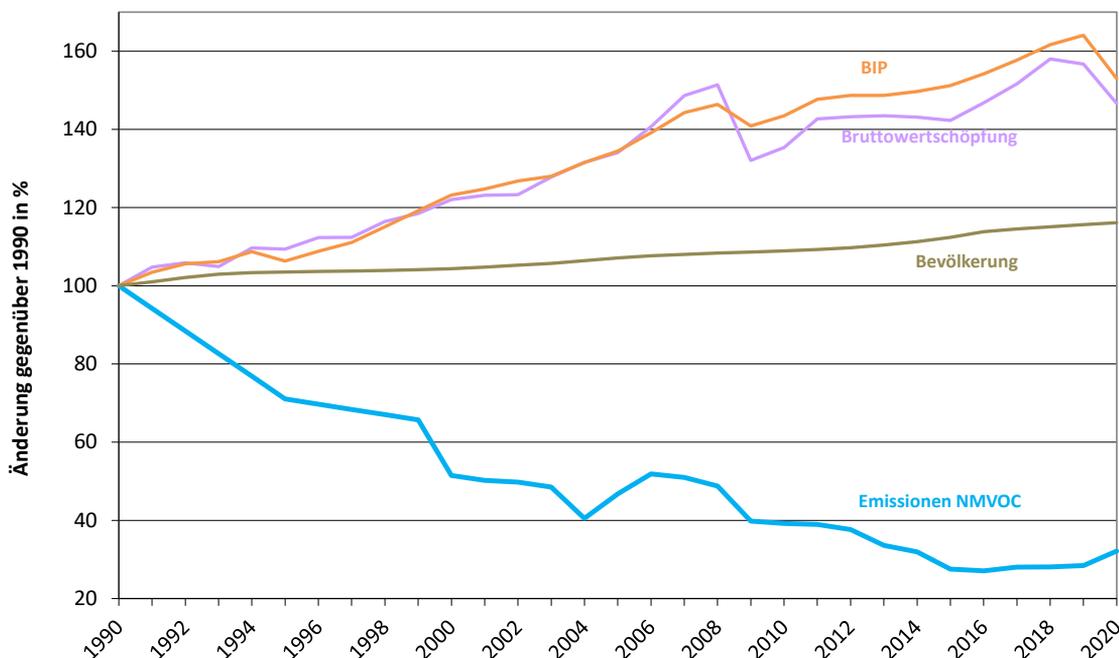
Mittlerweile stammt mehr als die Hälfte der Emissionen aus der Verwendung von lösungsmittelhaltigen Produkten in Haushalten und Gewerbe; das Produktspektrum reicht Reinigungsmitteln über Kosmetika bis hin zu Kfz-Scheibenwaschmitteln. Die Europäische Kommission hat eine Beschränkung des VOC-Gehalts für andere Produktklassen als Farben und Lacke untersucht; sie ist jedoch zu dem Schluss gekommen, dass bei einer solchen Maßnahme mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand nur eine geringe Emissionsminderung erzielt würde⁵¹. Es ist auch davon auszugehen, dass im Haushaltsbereich mehr als die Hälfte der VOC-Emissionen auf Ethanol und andere Alkohole zurückzuführen ist; diese sind nicht nur im Hinblick auf ihre human- und ökotoxikologischen Eigenschaften deutlich weniger relevant als viele andere VOC, sie werden auch als weniger bedeutende Ozonbildner eingestuft.

Die NMVOC-Emissionen aus der Lösungsmittelanwendung sind seit 1990 kontinuierlich zurückgegangen und lagen 2020 um zwei Drittel unter dem Niveau von 1990, trotz des Anstiegs der Bruttowertschöpfung des produzierenden Bereichs und der Bevölkerungszahl in diesem Zeitraum (vgl. Abbildung 14). Der Rückgang zeigte sich bei den industriellen und gewerblichen Anwendungen.

⁵⁰ BGBl. II Nr. 398/2005, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 179/2018.

⁵¹ COM/2011/0297 final.

Abbildung 14: Lösungsmittelanwendung 1990–2020 – NMVOC-Emissionen im Vergleich zu Bevölkerungszahl, Bruttowertschöpfung der Industrie und Bruttoinlandsprodukt (BIP)
(Daten: Umweltbundesamt, Statistik Österreich)



6.7 Nationales Luftreinhalteprogramm und künftige Klimaschutzmaßnahmen

Auf EU-Ebene wurden nationale Reduktionsverpflichtungen für fünf Luftschadstoffe festgelegt⁵², darunter NO_x und NMVOC. Die österreichischen Emissionen müssen bis 2020 bzw. 2030 bei NO_x um 37 % bzw. 69 % und bei NMVOC um 21 % bzw. 36 % gegenüber dem Jahr 2005 reduziert werden. Die bis 2020 erzielte Reduktion geht bei beiden Schadstoffen deutlich über die Verpflichtung hinaus, bei NMVOC wird bereits das Ziel für 2030 eingehalten (Emissionen 2005–2020⁵³: NO_x -52 %, NMVOC -37 %).

⁵² Richtlinie (EU) 2016/2284 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG („NEC-Richtlinie“), nationale Umsetzung mit dem Emissionsgesetz-Luft (EG-L), BGBl. I Nr. 75/2018.

⁵³ Entsprechend Art. 4 Abs. 3 der Richtlinie werden die Emissionen aus der Tierhaltung und aus Böden nicht berücksichtigt. Berechnungsbasis der Verkehrsemissionen ist der in Österreich verkaufte Kraftstoff.

Das von der Bundesregierung 2019 beschlossene nationale Luftreinhalteprogramm⁵⁴ zeigt auf, dass mit der Umsetzung der bestehenden Klima- und Energieziele für 2030⁵⁵ eine Verringerung der Luftschadstoffemissionen verbunden ist. Bereits ein Teil der zur Erreichung der Treibhausgasziele notwendigen Maßnahmen lässt auch die Einhaltung der NO_x-Reduktionsverpflichtung der NEC-Richtlinie erwarten (Abschnitt 6.1 des Programms).

Im Rahmen des European Green Deals wurde von der Europäischen Kommission im Juli 2021 das „Fit for 55“-Paket vorgelegt⁵⁶, das eine Reihe von neuen legislativen Vorschlägen im Hinblick auf die Verschärfung des Treibhausgasreduktionsziels für 2030 (-55 %) und die Erreichung von Klimaneutralität bis 2050 enthält. Die Vorschläge werden derzeit im Rat und im Europäischen Parlament verhandelt. Die vorgesehenen Schritte zur beschleunigten Dekarbonisierung des Energiesystems, einschließlich des Verkehrs, und für mehr Energieeffizienz lassen auch einen beschleunigten Rückgang v. a. der NO_x-Emissionen erwarten.

⁵⁴ bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/luft/luftguete/luftreinhalteprog

⁵⁵ ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_de

⁵⁶ ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_3541

Anhang A: Emissionsentwicklung NO_x und VOC (Tabellen)

Tabelle A.1: NO_x-Emissionen innerhalb Österreichs 1990-2020 (in 1000 t, berechnet ohne Kraftstoffexport im Fahrzeugtank)

Sektor	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Energieversorgung	18,4	13,4	11,8	15,3	13,4	13,3	12,7	12,2	11,6	12,4	11,4	12,2	11,2	10,7	10,2
Kleinverbrauch	19,4	18,7	17,0	16,0	14,8	13,4	13,4	13,5	11,8	12,3	12,6	12,7	11,6	11,8	11,7
<i>davon Haushalte</i>	16,3	15,5	14,2	13,2	13,3	12,1	12,2	12,4	10,8	11,2	11,5	11,5	10,4	10,6	10,5
Industrieproduktion	37,3	30,4	31,6	34,7	32,7	32,7	32,5	31,0	29,3	28,8	27,9	26,9	25,9	25,6	24,8
Verkehr	102,8	96,5	97,6	103,7	89,2	88,5	85,9	84,7	84,4	82,2	79,3	73,6	69,5	65,2	49,2
<i>davon Personenkraftwagen</i>	56,4	46,3	43,7	48,3	46,8	47,4	47,2	47,9	49,2	49,9	49,1	46,4	44,3	42,0	32,3
<i>davon leichte Nutzfahrzeuge</i>	7,3	8,0	8,4	10,1	11,0	11,1	11,0	11,1	11,2	11,2	11,0	10,3	10,0	9,1	6,7
<i>davon schwere Nutzfahrzeuge</i>	35,4	38,3	41,0	39,9	26,7	25,3	23,1	21,4	19,6	17,1	14,8	12,6	11,1	9,5	7,8
<i>davon Mopeds u. Motorräder</i>	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<i>davon Bahn, Flug, Schiff</i>	3,3	3,6	4,1	4,9	4,4	4,2	4,0	3,9	4,0	3,7	4,1	3,9	3,8	4,2	2,1
Landwirtschaft	24,2	22,9	22,6	21,1	19,2	20,3	19,6	19,0	19,8	19,3	19,8	18,8	18,2	17,7	17,5
<i>davon energiebedingt (Traktoren, ...)</i>	10,5	10,1	10,7	10,3	8,9	9,4	8,6	8,2	8,6	7,8	8,0	7,2	6,9	6,9	6,7
Sonstige	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GESAMT	202,1	181,9	180,7	190,8	169,3	168,1	164,0	160,5	156,9	155,1	151,1	144,2	136,4	131,0	113,4

Tabelle A.2: NMVOC-Emissionen innerhalb Österreichs 1990-2020 (in 1000 t, berechnet ohne Kraftstoffexport im Fahrzeugtank)

Sektor	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Energieversorgung	15,9	9,8	6,0	3,7	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,2
Kleinverbrauch	43,8	40,1	33,2	28,9	31,0	28,3	29,1	29,3	25,4	26,2	26,5	26,4	24,2	24,4	24,4
<i>davon Haushalte</i>	42,5	39,1	32,0	28,0	30,1	27,5	28,5	28,7	25,0	25,6	25,9	25,8	23,5	23,7	23,7
Industrieproduktion	5,7	5,5	4,9	5,1	5,2	5,4	5,3	4,8	4,8	4,8	4,6	4,7	4,6	4,5	4,3
Verkehr	93,4	58,4	30,9	17,8	9,6	8,9	8,1	7,5	7,0	6,6	5,9	5,5	5,3	5,0	4,1
<i>davon Personenkraftwagen</i>	61,9	37,8	18,6	9,4	4,3	3,8	3,4	3,1	2,8	2,6	2,4	2,2	2,1	1,8	1,5
<i>davon leichte Nutzfahrzeuge</i>	2,8	1,5	0,8	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>davon schwere Nutzfahrzeuge</i>	4,6	4,1	2,9	2,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
<i>davon Mopeds u. Motorräder</i>	2,9	2,6	2,6	2,4	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5
<i>davon Tankverluste</i>	19,7	10,8	4,3	1,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
<i>davon Bahn, Flug, Schiff</i>	1,5	1,6	1,7	1,8	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	0,9	0,9	0,9	0,9	0,5
Landwirtschaft	56,5	51,0	46,2	43,2	41,8	40,9	40,4	40,3	40,0	39,9	39,8	39,7	39,2	38,8	38,5
<i>davon energiebedingt (Traktoren, ...)</i>	5,5	5,1	4,7	4,7	3,8	3,6	3,5	3,3	3,0	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5
Sonstige	114,8	81,6	59,1	53,7	45,0	44,7	43,2	38,6	36,7	31,6	31,1	32,2	32,2	32,6	36,9
<i>davon Lösungsmittel</i>	114,6	81,4	59,0	53,6	44,9	44,6	43,1	38,5	36,6	31,6	31,0	32,2	32,2	32,6	36,9
GESAMT	330,0	246,5	180,2	152,4	135,5	131,0	129,0	123,2	116,8	111,8	110,6	111,3	108,2	107,9	110,4

Tabelle A.3: Vergleich der Emissionen exklusive Kraftstoffexport im Fahrzeugtank (verbrauchter Kraftstoff) und inkl. Kraftstoffexport (verkaufter Kraftstoff) 1990-2020 (Gesamtemissionen in 1000 t)

Schadstoff	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
NOx exkl. Kraftstoffexport	202,1	181,9	180,7	190,8	169,3	168,1	164,0	160,5	156,9	155,1	151,1	144,2	136,4	131,0	113,4
NOx inkl. Kraftstoffexport	219,0	199,3	212,6	247,8	204,8	196,4	190,9	190,0	182,3	179,1	171,8	162,9	151,8	144,6	124,1
NMVOC exkl. Kraftstoffexport	330,0	246,5	180,2	152,4	135,5	131,0	129,0	123,2	116,8	111,8	110,6	111,3	108,2	107,9	110,4
NMVOC inkl. Kraftstoffexport	334,5	247,9	180,5	156,8	137,5	132,5	130,3	124,5	117,8	112,8	111,5	112,1	108,8	108,5	110,8

Anhang B: Tabellarische Daten zur Ozonbelastung

Tabelle B.1: Überschreitungen der Informationsschwelle im Jahr 2018. (Quelle: Umweltbundesamt)

Datum	OÜG	Messstellen
20.08.	1	Kittsee
13.09.	1	Klosterneuburg, Wolkersdorf, Wien Hohe Warte, Wien Hermannskogel

Tabelle B.2: Überschreitungen der Informationsschwelle im Jahr 2019. (Quelle: Umweltbundesamt)

Datum	OÜG	Messstellen
27.6.	5	Kufstein
1.7.	1	Gänserndorf, Hainburg, Klosterneuburg, Mödling, Wolkersdorf, Wien Hermannskogel, Wien Hohe Warte, Wien Laaer Berg, Wien Stephansplatz
1.7.	2	Rennfeld
25.7.	6	Lustenau Wiesenrain
26.7.	1	Illmitz, Wien Laaer Berg, Wien Stephansplatz
26.7.	3	Wels
29.8.	1	Kittsee

Tabelle B.3: Überschreitungen der Informationsschwelle im Jahr 2020 (Quelle: Umweltbundesamt)

Datum	OÜG	Messstellen
10.08.	1	Wien Hohe Warte

Tabelle B.4: Anzahl der Tage und der Ozon-Messstellen mit einem Einstundenmittelwert (MW1) über 180 µg/m³ (Informationsschwelle) sowie Messstellen mit den meisten Überschreitungen, 1990–2017 (Quelle: Umweltbundesamt)

Jahr	Anzahl der Tage	Anz. Messstellen (Gesamtzahl)	Messstellen mit den meisten Überschreitungstagen
1990	43	30 (70)	Sulzberg (18)
1991	20	27 (82)	Gänserndorf (7)
1992	29	50 (107)	Exelberg ⁵⁷ , Traun (je 9)
1993	27	50 (122)	Stixneusiedl (7)
1994	34	66 (120)	Exelberg ⁵⁷ (17), Wien Hermannskogel (14)
1995	31	50 (125)	Exelberg ⁵⁷ (11), Payerbach (7)
1996	21	51 (120)	Vorhegg (8)
1997	13	11 (113)	Hainburg (3)
1998	21	55 (113)	Wien Lobau (9)
1999	8	15 (110)	Stockerau (4)
2000	28	61 (115)	Illmitz (8)
2001	18	46 (113)	Dunkelsteinerwald, Himberg (je 5)
2002	14	26 (113)	Schwechat (4)
2003	51	97 (115)	Lustenau (20), Klosterneuburg (19), Schwechat (17), Mödling (15)
2004	9	21 (115)	Lustenau (3)
2005	18	36 (110)	Klosterneuburg, Wien Hermannskogel (je 7)
2006	21	67 (114)	Bad Vöslau (10)
2007	17	67 (119)	Klosterneuburg (8)
2008	11	10 (117)	Dunkelsteinerwald, Himberg, Tulln, Wien Stephansplatz (je 2)
2009	3	4 (114)	Himberg, Schwechat, Streithofen, Wien Lobau (je 1)
2010	15	34 (115)	Himberg, Mödling (je 5)
2011	8	17 (109)	Wien Hermannskogel (4)
2012	3	10 (109)	An allen Messstellen jeweils ein Tag mit Überschreitung
2013	14	32 (105)	Streithofen, Tulln (je 5)
2014	2	5 (107)	An allen Messstellen jeweils ein Tag mit Überschreitung
2015	19	47 (106)	Ziersdorf (9)
2016	3	3 (106)	An allen Messstellen jeweils ein Tag mit Überschreitung
2017	11	23 (106)	Kittsee, Hainburg (je 3)
2018	2	5 (106)	An allen Messstellen jeweils ein Tag mit Überschreitung
2019	5	15 (106)	Wien Laaer Berg, Wien Stephansplatz (je 2)
2020	1	1 (110)	An allen Messstellen jeweils ein Tag mit Überschreitung

⁵⁷ Excelberg: Messung 70 m über Grund, daher nicht mit bodennahen Messungen vergleichbar

Tabelle B.5: Ozon 2018

Verfügbarkeit (%); maximaler Einstundenmittelwert (MW1); Anzahl der Tage, an denen der maximale Einstundenmittelwert über 180 µg/m³ lag; Anzahl der Einstundenmittelwerte über 180 µg/m³, Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten (MW8) über 120 µg/m³; Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten über 120 µg/m³ im Mittel 2016–2018; Jahresmittelwert 2018, AOT40 Mai–Juli 2018; AOT40 Mai–Juli Mittel 2014–2018; AOT40 April–September 2018. (Wert „x“: Verfügbarkeit nicht ausreichend. Daten: Umweltbundesamt, Länder.)

Messstelle	Gebiet	Verfügbarkeit (%)	max. MW1 (µg/m ³)	max. MW1 > 180 µg/m ³	MW8 > 120 µg/m ³ 2018	MW8 > 120 µg/m ³ 2016–2018	JMW 2018 (µg/m ³)	AOT40 Mai–Juli 2018 (µg/m ³ .h)	AOT40 Mai–Juli 2014–2018 (µg/m ³ .h)	AOT40 Apr.–Sept. 2018 (µg/m ³ .h)
Eisenstadt	B	98	157	0	29	20	60,4	21.367	17.669	38.907
Illmitz am Neusiedler See	B	61	161	0	x	35	x	x	23.752	x
Kittsee	B	94	182	1	47	31	60,2	25.313	21.249	46.064
Oberschützen	B	96	146	0	28	17	55,4	22.053	18.831	41.383
Arnoldstein Gailitz	K	98	153	0	13	13	48,4	11.586	14.004	24.358
Gerlitzten Steinturm	K	46	157	0	x	41	x	x	27.725	x
Klagenfurt Kreuzbergl	K	96	156	0	38	31	54,2	20.352	21.600	39.948
Klagenfurt Sterneckstraße	K	98	147	0	18	12	42,4	14.319	14.304	27.896
Klein St. Paul Pemberg	K	98	138	0	8	9	49,6	9.717	13.109	21.575
Obervellach Schulzentrum	K	98	143	0	11	5	45,6	12.162	13.299	21.497
Spittal a.d.Drau Oktoberstraße	K	97	140	0	4	2	35,9	7.807	9.534	15.454
St. Georgen im Lavanttal	K	98	152	0	29	19	53,9	16.430	17.181	33.477
Vorhegg bei Kötschach-Mauthen	K	90	156	0	29	20	72,2	17.633	16.316	34.604
Wolfsberg Hauptschule	K	98	132	0	1	0	35,1	6.156	6.610	12.620
Amstetten	N	96	162	0	31	20	48,8	21.360	17.876	36.503
Annaberg – Joachimsberg	N	93	159	0	38	22	70,9	19.704	18.910	40.246

Messstelle	Gebiet	Verfügbar- keit (%)	max. MW1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max. MW1 > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2018	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2016–2018	JMW 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AOT40 Mai–Juli 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)	AOT40 Mai–Juli 2014–2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)	AOT40 Apr.– Sept. 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)
Bad Vöslau – Gainfarn	N	98	164	0	45	29	64,1	25.286	21.635	45.229
Dunkelsteinerwald	N	97	165	0	40	28	58,5	22.558	19.833	40.204
Forsthof am Schöpfl	N	95	155	0	40	36	72,0	22.344	22.073	40.928
Gänserndorf	N	98	175	0	41	29	61,4	25.808	22.788	45.568
Hainburg	N	97	176	0	44	29	61,3	25.507	22.234	46.515
Heidenreichstein	N	93	166	0	43	23	64,6	27.036	20.298	46.475
Himberg	N	89	171	0	41	30	58,5	24.225	21.082	43.803
Irnfritz	N	98	163	0	39	26	70,1	24.584	21.407	45.266
Kematen	N	96	160	0	39	22	58,9	24.703	18.239	42.910
Klosterneuburg Wiesentgasse	N	96	227	1	41	31	64,4	22.748	19.959	43.663
Kollmitzberg	N	97	169	0	44	33	64,7	24.821	21.161	43.627
Krems Sportplatz	N	93	159	0	40	23	55,9	23.553	17.658	39.224
Mistelbach	N	98	168	0	45	28	64,7	27.191	22.093	47.368
Mödling	N	97	164	0	32	21	58,9	21.833	19.110	39.738
Payerbach – Kreuzberg	N	95	148	0	41	26	79,5	21.726	19.449	41.665
Pillersdorf bei Retz	N	98	173	0	54	31	69,0	28.925	21.055	52.095
Pöchlarn	N	98	166	0	40	24	52,8	22.266	18.694	40.238
Purkersdorf	N	96	161	0	21	12	49,9	15.720	13.527	29.795
Schwechat	N	94	174	0	40	28	58,7	25.771	21.538	45.244
St. Pölten Eybnerstraße	N	97	155	0	37	19	53,4	22.638	17.204	38.778
St. Valentin A1	N	96	164	0	30	19	48,1	21.382	17.170	36.176
Stixneusiedl	N	96	180	0	41	28	64,5	24.297	20.624	45.665
Streithofen im Tullnerfeld	N	95	162	0	27	16	58,8	22.387	17.819	37.614

Messstelle	Gebiet	Verfügbar- keit (%)	max. MW1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max. MW1 > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2018	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2016–2018	JMW 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AOT40 Mai–Juli 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)	AOT40 Mai–Juli 2014–2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)	AOT40 Apr.– Sept. 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)
Tulln – Leopoldgasse	N	97	157	0	36	24	53,2	21.594	17.824	38.565
Wiener Neustadt	N	96	158	0	33	25	56,3	21.052	20.496	38.057
Wiesmath	N	95	149	0	38	32	79,6	24.808	22.510	46.390
Wolkersdorf	N	97	188	1	35	29	63,7	23.761	20.455	43.490
Ziersdorf	N	98	171	0	49	31	57,1	26.837	21.428	47.889
Bad Ischl	O	97	156	0	29	13	53,1	16.656	13.014	32.643
Braunau Zentrum	O	96	170	0	44	23	47,5	24.920	18.234	41.808
Enzenkirchen im Sauwald	O	97	169	0	63	33	67,1	31.022	20.755	52.531
Feuerkogel	O	98	166	0	66	42	92,4	26.648	21.628	52.348
Grünbach bei Freistadt	O	96	160	0	58	38	80,1	27.196	21.212	50.028
Lenzing	O	94	159	0	37	21	56,8	21.828	16.577	39.384
Linz Neue Welt	O	95	162	0	25	12	44,2	18.467	13.265	31.905
Linz Stadtpark	O	96	159	0	28	15	47,4	19.873	15.965	33.756
Steyr	O	96	160	0	31	20	48,7	20.996	16.389	36.034
Traun	O	95	164	0	48	27	49,9	28.077	18.958	46.107
Wels	O	95	169	0	39	20	48,2	23.937	17.061	40.382
Zöbelboden	O	96	168	0	52	27	81,3	24.104	18.300	46.761
Hallein Winterstall	S	97	170	0	44	29	66,4	21.913	18.996	40.832
Haunsberg	S	98	162	0	42	27	70,9	23.872	19.898	42.442
Salzburg Lehener Park	S	97	166	0	44	25	52,5	23.667	16.627	42.034
Salzburg Mirabellplatz	S	97	163	0	33	17	51,8	19.428	14.332	33.182
Sonnblick	S	93	166	0	113	78	104,0	38.169	32.733	69.537
St. Johann im Pongau	S	96	147	0	15	8	41,4	14.358	11.795	25.378

Messstelle	Gebiet	Verfügbar- keit (%)	max. MW1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max. MW1 > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2018	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2016–2018	JMW 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AOT40 Mai–Juli 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)	AOT40 Mai–Juli 2014–2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)	AOT40 Apr.– Sept. 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)
St. Koloman Kleinhorn	S	98	162	0	49	29	80,3	23.036	20.127	44.417
Tamsweg	S	96	143	0	9	4	46,0	12.468	11.436	22.718
Zederhaus	S	96	137	0	3	1	47,3	11.100	8.803	19.551
Zell am See Freizeitzentrum	S	96	144	0	13	7	48,4	13.523	10.469	23.478
Arnfels – Remschnigg	St	97	154	0	36	28	73,9	21.400	20.452	42.089
Bockberg	St	98	150	0	33	25	60,1	21.974	20.649	41.445
Deutschlandsberg Rathausgasse	St	97	146	0	8	4	45,9	10.845	12.722	21.030
Fürstenfeld	St	97	152	0	13	14	47,0	18.692	18.361	35.116
Graz Lustbühel	St	97	144	0	19	14	59,3	17.022	16.033	32.963
Graz Nord	St	98	158	0	26	16	45,5	18.758	16.691	34.187
Graz Schloßberg	St	96	153	0	16	13	51,2	17.603	15.612	31.589
Graz Süd Tiergartenweg	St	96	150	0	13	10	39,1	16.023	15.668	28.516
Grebenzen	St	97	165	0	52	33	91,1	23.058	21.522	45.708
Grundlsee	St	97	152	0	36	20	74,5	19.442	15.489	38.072
Hartberg Zentrum	St	97	141	0	11	7	47,0	16.799	15.391	30.063
Hochgösnitz	St	97	152	0	43	28	78,8	20.783	20.763	41.094
Hochwurzen	St	98	167	0	45	28	87,4	18.430	17.327	37.376
Judenburg	St	97	145	0	11	6	43,8	10.970	13.002	21.316
Klöch bei Bad Radkersburg	St	98	153	0	40	34	75,1	25.107	23.086	47.699
Leoben Zentrum	St	39	148	0	x	4	x	x	13.306	x
Liezen	St	98	153	0	12	5	46,3	12.071	9.715	23.170
Masenberg	St	97	154	0	51	33	84,2	25.504	21.760	48.315
Mürzzuschlag Roseggerpark	St	97	142	0	5	4	44,7	12.183	10.903	21.394

Messstelle	Gebiet	Verfügbar- keit (%)	max. MW1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max. MW1 > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2018	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2016–2018	JMW 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AOT40 Mai–Juli 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Mai–Juli 2014–2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Apr.– Sept. 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)
Rennfeld	St	98	154	0	61	43	88,6	24.691	22.804	47.719
Voitsberg Mühlgasse	St	88	153	0		8	35,9	x	15.216	x
Weiz	St	98	145	0	18	12	51,1	19.564	16.800	34.693
Heiterwang	T	98	160	0	30	16	53,5	20.317	15.966	37.388
Höfen Lärchbichl	T	98	180	0	34	17	60,7	19.058	15.244	36.484
Innsbruck Reichenau	T	98	147	0	15	9	43,9	15.002	11.162	26.579
Innsbruck Sadrach	T	98	161	0	30	20	55,1	19.401	15.409	35.835
Kramsach Angerberg	T	97	162	0	33	20	51,2	18.569	13.461	33.127
Kufstein Festung	T	97	166	0	33	18	47,3	18.787	14.569	35.645
Lienz Tristacher See Straße	T	98	142	0	10	5	46,1	12.434	11.628	22.157
Nordkette (Seegrube)	T	98	167	0	79	47	94,0	29.184	24.098	54.337
Wörgl	T	98	154	0	28	16	40,3	17.728	13.514	31.529
Bludenz Herrengasse	V	98	177	0	42	28	53,0	24.925	19.128	42.142
Lustenau Wiesenrain	V	97	180	0	55	32	53,0	27.216	20.581	46.378
Sulzberg – Gmeind	V	97	173	0	63	48	82,6	29.530	24.601	53.993
Wald am Arlberg	V	98	166	0	22	13	49,5	17.621	13.742	29.446
Hermannskogel	W	97	210	1	65	49	74,2	24.589	22.599	49.922
Hohe Warte	W	98	227	1	46	30	62,1	26.180	19.110	46.479
Laaer Berg	W	98	165	0	32	17	61,4	22.059	16.724	39.854
Lobau	W	97	169	0	39	26	54,8	22.392	18.562	40.446
Stephansplatz	W	96	171	0	11	12	55,9	16.516	13.766	28.456

Tabelle B.6: Ozon 2019

Verfügbarkeit (%); maximaler Einstundenmittelwert (MW1); Anzahl der Tage, an denen der maximale Einstundenmittelwert über 180 µg/m³ lag; Anzahl der Einstundenmittelwerte über 180 µg/m³, Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten (MW8) über 120 µg/m³; Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten über 120 µg/m³ im Mittel 2017–2019; Jahresmittelwert 2019, AOT40 Mai–Juli 2019; AOT40 Mai–Juli Mittel 2015–2019; AOT40 April–September 2019. (Wert „x“: Verfügbarkeit nicht ausreichend. Daten: Umweltbundesamt, Länder.)

Messstelle	Gebiet	Verfügbarkeit (%)	max. MW1 (µg/m ³)	max. MW1 > 180 µg/m ³	MW8 > 120 µg/m ³ 2019	MW8 > 120 µg/m ³ 2017–2019	JMW 2019 (µg/m ³)	AOT40 Mai–Juli 2019 (µg/m ³ .h)	AOT40 Mai–Juli 2015–2019 (µg/m ³ .h)	AOT40 Apr.–Sept. 2019 (µg/m ³ .h)
Eisenstadt	B	96	150	0	20	23	58,3	19.638	18.516	32.454
Illmitz am Neusiedler See	B	97	183	1	44	44	65,0	26.437	25.039	44.342
Kittsee	B	98	181	1	39	37	60,3	21.173	21.907	38.400
Oberschützen	B	97	153	0	15	20	51,1	18.081	18.775	30.812
Arnoldstein Gailitz	K	98	162	0	15	16	49,3	17.145	14.853	23.336
Gerlitzten Steinturm	K	98	158	0	46	45	91,0	27.080	27.560	42.869
Klagenfurt Kreuzbergl	K	98	163	0	18	30	52,4	18.895	21.421	26.851
Klagenfurt Sterneckstrasse	K	98	153	0	9	13	40,8	15.418	15.185	20.952
Klein St. Paul Pemberg	K	92	139	0	10	10	51,0	12.143	12.800	17.300
Obervellach Schulzentrum	K	98	133	0	6	7	46,9	13.030	12.665	16.645
Spittal a.d.Drau Oktoberstr.	K	96	142	0	3	2	36,7	11.442	9.694	14.349
St. Georgen im Lavanttal	K	98	156	0	20	22	53,3	17.800	17.346	26.467
Vorhegg bei Kötschach-Mauthen	K	92	163	0	19	25	69,8	17.501	16.256	24.759
Wolfsberg Hauptschule	K	98	135	0	3	1	37,6	10.522	7.413	14.286
Amstetten	N	96	179	0	28	26	48,3	21.110	19.124	30.829
Annaberg - Joachimsberg	N	97	154	0	26	28	73,8	23.130	19.513	34.100
Bad Vöslau - Gainfarn	N	97	165	0	23	33	59,9	22.741	22.519	33.586

Messstelle	Gebiet	Verfügbar	max. MW1	max. MW1	MW8	MW8	JMW	AOT40 Mai–	AOT40 Mai–	AOT40 Apr.–
	keit (%)		(µg/m³)	> 180 µg/m³	> 120 µg/m³	> 120 µg/m³	2019	Juli 2019	Juli 2015–2019	Sept. 2019
					2019	2017–2019	(µg/m³)	(µg/m³.h)	(µg/m³.h)	(µg/m³.h)
Dunkelsteinerwald	N	98	164	0	20	29	55,8	18.471	19.920	28.697
Forsthof am Schöpfl	N	97	167	0	37	40	70,7	24.307	23.153	38.731
Gänserndorf	N	98	196	2	25	32	59,1	20.051	22.646	34.374
Hainburg	N	96	207	2	38	37	60,1	23.904	22.908	37.963
Heidenreichstein	N	98	153	0	24	28	61,7	20.811	20.874	33.530
Himberg	N	94	175	0	30	34	57,0	23.488	21.967	37.378
Irnfritz	N	96	148	0	19	27	66,2	18.857	21.132	32.864
Kematen	N	97	171	0	25	28	55,3	20.971	19.608	29.580
Klosterneuburg Meynertg.	N	97	226	2	22	32	62,4	19.202	20.146	32.108
Kollmitzberg	N	95	179	0	30	33	62,1	22.128	22.040	33.544
Krems Sportplatz	N	97	174	0	30	30	54,7	22.020	19.228	35.655
Mistelbach	N	96	174	0	19	29	60,2	17.538	21.710	31.387
Mödling	N	98	190	2	27	27	57,9	22.356	19.957	34.870
Payerbach - Kreuzberg	N	93	165	0	33	34	79,5	23.302	20.334	37.602
Pillersdorf bei Retz	N	97	160	0	35	41	66,1	24.146	22.073	40.059
Pöchlarn	N	95	176	0	28	29	49,6	21.421	19.752	33.294
Purkersdorf	N	93	172	0	19	17	50,5	17.296	14.542	27.854
Schwechat	N	96	179	0	29	32	57,4	22.434	22.414	36.679
St. Pölten Eybnerstrasse	N	97	164	0	24	25	51,2	19.539	18.077	30.470
St. Valentin A1	N	93	177	0	28	26	45,8	21.692	18.733	29.925
Stixneusiedl	N	97	164	0	30	35	63,2	20.807	20.814	35.282
Streithofen im Tullnerfeld	N	93	165	0	22	21	60,7	17.908	17.732	31.582
Tulln - Leopoldgasse	N	98	158	0	19	26	48,7	17.136	18.029	27.575

Messstelle	Gebiet	Verfügbar keit (%)	max. MW1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max. MW1 > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2019	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2017–2019	JMW 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AOT40 Mai– Juli 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Mai– Juli 2015–2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Apr.– Sept. 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)
Wiener Neustadt	N	96	159	0	35	32	59,8	24.338	21.280	40.381
Wiesmath	N	96	159	0	45	41	79,7	26.410	23.244	45.593
Wolkersdorf	N	98	212	5	15	28	60,3	17.181	20.200	28.594
Ziersdorf	N	98	164	0	26	35	52,4	18.928	21.294	33.165
Bad Ischl	O	97	166	0	21	20	52,5	18.161	13.897	24.798
Braunau Zentrum	O	95	170	0	27	29	44,5	20.019	18.591	28.398
Enzenkirchen im Sauwald	O	97	161	0	33	39	62,1	22.068	21.673	33.296
Feuerkogel	O	94	170	0	44	46	90,3	26.286	22.560	38.700
Grünbach bei Freistadt	O	95	170	0	27	38	76,0	21.185	21.887	33.349
Lenzing Winterstr./Hauptstraße (ab 29.10.)	O	93	164	0	21	24	55,2	20.889	18.138	27.380
Linz Neue Welt	O	94	154	0	16	16	41,4	16.003	14.082	22.168
Linz Stadtpark	O	96	164	0	19	20	44,3	18.207	16.414	25.437
Steyr	O	95	173	0	22	25	47,6	19.494	17.902	26.815
Traun	O	96	159	0	32	34	46,1	21.711	20.215	31.907
Wels	O	93	182	1	32	27	46,2	22.418	18.890	31.519
Zöbelboden	O	96	171	0	30	33	77,3	22.940	19.522	31.841
Hallein Winterstall	S	97	176	0	39	35	70,1	25.998	20.478	35.467
Haunsberg	S	97	175	0	39	33	72,7	26.323	21.824	36.708
Salzburg Lehener Park	S	98	169	0	33	33	52,0	22.265	18.255	30.373
Salzburg Mirabellplatz	S	98	172	0	28	25	53,5	20.792	16.022	28.536
Sonnblick	S	98	166	0	65	81	97,9	31.149	32.417	51.643
St. Johann im Pongau	S	97	167	0	11	11	39,9	15.718	12.575	20.426

Messstelle	Gebiet	Verfügbar keit (%)	max. MW1 (µg/m ³)	max. MW1 > 180 µg/m ³	MW8 > 120 µg/m ³ 2019	MW8 > 120 µg/m ³ 2017–2019	JMW 2019 (µg/m ³)	AOT40 Mai– Juli 2019 (µg/m ³ .h)	AOT40 Mai– Juli 2015–2019 (µg/m ³ .h)	AOT40 Apr.– Sept. 2019 (µg/m ³ .h)
St. Koloman Kleinhorn	S	98	175	0	36	35	79,4	22.914	20.839	31.788
Tamsweg	S	98	138	0	6	6	48,9	15.566	12.118	21.008
Zederhaus Lamm	S	97	139	0	1	1	47,9	11.877	9.670	15.777
Zell am See Freizeitzentrum	S	96	166	0	7	9	47,4	15.403	11.767	20.124
Arnfels - Remschnigg	St	98	161	0	24	32	71,7	20.083	20.520	31.264
Bockberg	St	86	150	0	24	30	64,7	21.378	21.163	34.323
Deutschlandsberg Rathausg.	St	96	150	0	6	6	45,8	12.983	12.597	19.113
Fürstenfeld	St	98	148	0	22	20	48,9	21.037	19.115	33.692
Graz Lustbühel	St	98	149	0	14	18	59,7	16.665	16.600	27.542
Graz Nord	St	96	162	0	28	24	47,2	22.252	18.545	32.746
Graz Schloßberg	St	98	145	0	15	15	52,9	17.437	16.783	27.982
Graz Süd Tiergartenweg	St	96	149	0	12	14	38,9	17.485	16.217	24.768
Grebenzen	St	96	153	0	41	40	90,2	25.382	21.920	38.810
Grundlsee	St	97	165	0	29	27	73,9	21.614	16.714	30.372
Hartberg Zentrum	St	97	146	0	11	11	47,7	16.638	15.900	26.605
Hochgössnitz	St	97	153	0	29	33	77,9	21.568	21.252	32.721
Hochwurzen	St	93	162	0	32	33	86,7	19.835	17.851	29.474
Judenburg	St	98	139	0	9	8	47,8	16.566	13.529	23.217
Klöch bei Bad Radkersburg	St	98	153	0	37	42	73,0	22.599	23.520	37.894
Leoben Zentrum	St	26	82	0	x	x	x	x	x	x
Liezen	St	98	150	0	10	8	47,1	15.270	10.880	20.909
Masenberg	St	96	154	0	35	40	81,3	23.438	22.528	38.137
Mürzzuschlag Roseggerpark	St	97	152	0	9	7	48,3	15.730	12.036	22.548

Messstelle	Gebiet	Verfügbar keit (%)	max. MW1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max. MW1 > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2019	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2017–2019	JMW 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AOT40 Mai– Juli 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Mai– Juli 2015–2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Apr.– Sept. 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)
Rennfeld	St	98	188	1	47	50	86,6	26.693	23.788	40.838
Voitsberg Mühlgasse	St	98	148	0	15	13	40,7	17.419	16.106	25.838
Weiz	St	97	145	0	14	15	51,5	17.747	17.108	28.921
Heiterwang	T	98	167	0	25	22	53,8	21.039	17.337	28.526
Höfen Lärchbichl	T	98	168	0	24	22	60,3	18.257	16.323	25.177
Innsbruck Reichenau	T	98	154	0	17	13	42,1	15.418	12.157	21.110
Innsbruck Sadrach	T	97	173	0	31	26	55,3	21.013	16.829	28.995
Kramsach Angerberg	T	98	176	0	22	23	50,9	19.298	14.878	25.777
Kufstein Festung	T	98	188	4	24	23	45,4	19.726	15.654	25.685
Lienz Tristacher See Straße	T	98	149	0	6	7	47,6	14.365	12.098	18.912
Nordkette (Seegrube)	T	97	162	0	58	59	92,6	30.763	25.719	45.912
Wörgl	T	98	172	0	17	19	37,6	17.371	14.442	22.411
Bludenz Herrengasse	V	98	174	0	24	28	49,4	21.147	20.119	28.277
Lustenau Wiesenrain	V	97	182	3	27	34	50,7	23.418	21.679	31.685
Sulzberg - Gmeind	V	97	171	0	41	48	80,4	26.000	26.401	37.007
Wald am Arlberg	V	96	164	0	14	16	49,9	18.111	15.585	23.384
Hermannskogel	W	97	181	1	48	52	73,0	22.245	23.040	39.253
Hohe Warte	W	97	216	4	25	34	59,5	22.151	21.678	35.078
Laaer Berg	W	97	203	2	24	24	59,9	22.395	18.065	34.276
Lobau	W	96	169	0	17	27	51,1	15.788	18.577	27.144
Stephansplatz	W	96	201	3	21	16	58,4	19.451	16.860	32.227

Tabelle B.7: Ozon 2020

Verfügbarkeit (%); maximaler Einstundenmittelwert (MW1); Anzahl der Tage, an denen der maximale Einstundenmittelwert über 180 µg/m³ lag; Anzahl der Einstundenmittelwerte über 180 µg/m³, Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten (MW8) über 120 µg/m³; Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten über 120 µg/m³ im Mittel 2018–2020; Jahresmittelwert 2020, AOT40 Mai–Juli 2020; AOT40 Mai–Juli Mittel 2016–2020; AOT40 April–September 2020. (Wert „x“: Verfügbarkeit nicht ausreichend. Daten: Umweltbundesamt, Länder.)

Messstelle	Gebiet	Verfügbarkeit (%)	max. MW1 (µg/m ³)	max. MW1 > 180 µg/m ³	MW8 > 120 µg/m ³ 2020	MW8 > 120 µg/m ³ 2018–2020	JMW 2020 (µg/m ³)	AOT40 Mai–Juli 2020 (µg/m ³ .h)	AOT40 Mai–Juli 2016–2020 (µg/m ³ .h)	AOT40 Apr.–Sept. 2020 (µg/m ³ .h)
Eisenstadt	B	97	161	0	16	22	57,1	11.951	17.441	27.191
Illmitz am Neusiedler See	B	97	162	0	19	32	60,5	16.023	22.792	34.078
Kittsee	B	97	158	0	18	35	55,2	15.164	20.230	30.823
Oberschützen	B	97	156	0	10	18	47,1	9.628	16.552	22.647
Arnoldstein Gailitz	K	98	140	0	8	12	45,8	6.846	12.915	15.238
Gerlitzten Steinturm	K	97	147	0	16	31	88,3	14.127	23.100	33.148
Klagenfurt Kreuzbergl	K	68	135	0		28	v	v	20.604	v
Klagenfurt Sterneckstrasse	K	97	136	0	3	10	38,8	7.317	13.261	15.425
Obervellach Schulzentrum	K	97	132	0	1	6	43,2	5.193	10.182	11.433
Spittal a. d. Drau Oktoberstr.	K	96	144	0	3	3	37,7	6.715	8.324	14.565
St. Georgen im Lavanttal	K	98	134	0	5	18	48,8	8.775	14.886	19.462
St. Veit a. d. Glan - Glandorf	K	98	130	0	2	v	34,2	5.522	v	12.241
Vorhegg bei Kötschach-Mauthen	K	96	149	0	10	19	69,2	8.919	14.906	20.360
Wolfsberg Hauptschule	K	96	133	0	1	2	32,9	3.300	6.583	9.634
Amstetten	N	93	157	0	5	21	43,9	9.426	16.924	19.677
Annaberg - Joachimsberg	N	96	156	0	11	25	67,4	9.462	17.025	22.654
Bad Vöslau - Gainfarn	N	98	152	0	16	28	57,3	12.790	20.174	26.648

Messstelle	Gebiet Verfügbar keit (%)	max. MW1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max. MW1 > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2020	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2018–2020	JMW 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AOT40 Mai– Juli 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Mai– Juli 2016–2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Apr.– Sept. 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	
Dunkelsteinerwald	N	97	144	0	4	21	49,9	7.492	16.503	17.786
Forsthof am Schöpfl	N	97	142	0	9	29	64,4	9.901	20.136	22.688
Gänserndorf	N	97	153	0	14	27	55,3	13.192	20.075	26.925
Hainburg	N	98	153	0	12	31	56,6	13.646	20.679	27.174
Heidenreichstein	N	96	135	0	4	24	55,6	9.570	18.472	22.051
Himberg	N	95	172	0	15	29	52,1	11.615	19.557	25.715
Irnfritz	N	98	143	0	6	21	60,6	8.321	17.634	20.582
Kematen	N	97	147	0	8	24	50,3	9.127	17.664	19.935
Klosterneuburg Meynertg.	N	97	158	0	11	25	58,8	11.244	17.610	25.445
Kollmitzberg	N	97	156	0	17	30	57,8	11.886	18.886	25.833
Krems Sportplatz	N	97	144	0	13	28	49,8	10.549	17.682	23.127
Mistelbach	N	98	140	0	9	24	56,5	11.539	19.307	24.764
Mödling	N	97	158	0	13	24	53,8	10.145	17.682	23.158
Payerbach - Kreuzberg	N	97	147	0	15	30	72,2	9.186	17.652	22.496
Pillersdorf bei Retz	N	97	142	0	12	34	61,9	12.722	20.486	28.680
Pöchlarn	N	97	153	0	12	27	46,7	10.112	17.510	22.316
Purkersdorf	N	97	159	0	5	15	44,6	6.322	12.755	15.752
Schwechat	N	97	169	0	13	27	53,6	13.003	20.266	26.725
St. Pölten Eybnerstrasse	N	96	151	0	6	22	47,3	8.148	15.737	19.266
St. Valentin A1	N	93	158	0	11	23	44,3	11.075	17.304	22.152
Stixneusiedl	N	98	152	0	15	29	59,8	13.184	19.026	27.789
Streithofen im Tullnerfeld	N	88	140	0	6	18	53,3	7.181	15.185	17.540
Tulln - Leopoldgasse	N	96	147	0	5	20	46,5	8.408	15.702	19.231

Messstelle	Gebiet	Verfügbar keit (%)	max. MW1 (µg/m ³)	max. MW1 > 180 µg/m ³	MW8 > 120 µg/m ³ 2020	MW8 > 120 µg/m ³ 2018–2020	JMW 2020 (µg/m ³)	AOT40 Mai– Juli 2020 (µg/m ³ .h)	AOT40 Mai– Juli 2016–2020 (µg/m ³ .h)	AOT40 Apr.– Sept. 2020 (µg/m ³ .h)
Wiener Neustadt	N	98	151	0	16	28	54,0	12.487	19.321	27.057
Wiesmath	N	97	149	0	21	35	73,7	13.455	21.230	30.097
Wolkersdorf	N	98	149	0	6	19	57,1	10.850	17.865	23.494
Ziersdorf	N	98	144	0	7	27	47,5	10.136	18.669	22.915
Bad Ischl	O	95	152	0	10	20	47,4	7.580	12.650	17.786
Braunau Zentrum	O	97	155	0	14	28	42,4	11.954	17.182	24.323
Enzenkirchen im Sauwald	O	99	154	0	22	39	59,7	12.761	20.150	28.016
Feuerkogel	O	89	156	0	27	46	85,9	11.303	20.784	28.822
Grünbach bei Freistadt	O	96	136	0	11	32	70,5	11.538	19.456	24.630
Lenzing Hauptstraße	O	96	148	0	7	22	44,0	8.613	16.246	16.070
Linz Neue Welt	O	95	145	0	10	17	41,1	9.680	12.849	20.041
Linz Stadtpark	O	97	150	0	10	19	44,2	9.347	14.765	19.919
Steyr	O	95	157	0	10	21	43,9	9.500	16.272	19.868
Traun	O	92	149	0	14	31	43,0	v	20.790	22.460
Wels	O	95	153	0	10	27	42,2	9.901	17.050	21.068
Zöbelboden	O	94	151	0	17	33	72,7	9.460	17.553	22.266
Hallein Winterstall	S	97	161	0	20	34	63,7	11.925	18.416	25.698
Haunsberg	S	97	161	0	28	36	68,5	14.492	19.931	30.261
Salzburg Lehener Park	S	98	158	0	21	33	49,5	13.441	17.745	27.043
Salzburg Mirabellplatz	S	97	157	0	17	26	51,5	12.121	15.611	24.844
Sonnblick	S	95	145	0	21	66	94,3	17.403	28.935	39.330
St. Johann im Pongau	S	97	142	0	1	9	37,1	5.514	11.108	11.637
St. Koloman Kleinhorn	S	97	152	0	24	36	75,1	10.949	17.801	24.201

Messstelle	Gebiet	Verfügbar keit (%)	max. MW1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max. MW1 > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2020	MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2018–2020	JMW 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AOT40 Mai– Juli 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Mai– Juli 2016–2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Apr.– Sept. 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)
Tamsweg	S	98	134	0	6	7	42,6	6.013	10.895	13.475
Zederhaus Lamm	S	97	134	0	2	2	43,3	4.837	8.280	11.626
Zell am See Freizeitzentrum	S	96	131	0	3	8	43,7	5.178	10.263	12.451
Arnfels - Remschnigg	St	97	136	0	7	22	64,2	9.185	17.779	21.580
Bockberg	St	67	142	0	v	29	v	10.196	18.551	20.798
Deutschlandsberg Rathausg.	St	96	139	0	2	5	42,9	6.833	10.797	15.080
Fürstenfeld	St	97	133	0	8	14	42,9	9.656	16.855	21.696
Graz Lustbühel	St	98	138	0	10	14	54,6	9.457	14.686	22.154
Graz Nord	St	97	140	0	15	23	43,3	11.801	16.967	25.338
Graz Schloßberg	St	88	131	0	v	16	44,2	v	16.030	v
Graz Süd Tiergartenweg	St	97	134	0	4	10	36,5	8.021	14.019	18.114
Grebenzen	St	93	138	0	13	35	85,2	10.064	19.015	23.596
Grundlsee	St	97	147	0	11	25	66,8	7.548	14.716	18.841
Hartberg Zentrum	St	98	132	0	3	8	43,2	7.676	13.925	17.414
Hochgössnitz	St	97	139	0	15	29	72,7	9.909	18.162	23.747
Hochwurzten	St	97	148	0	12	30	80,9	6.557	14.946	18.645
Judenburg	St	97	129	0	2	7	40,6	5.467	11.233	12.453
Klöch bei Bad Radkersburg	St	98	135	0	13	30	65,2	11.111	20.555	25.851
Leoben Zentrum	St	96	139	0	1	v	36,6	4.138	v	10.831
Liezen	St	98	140	0	5	9	40,9	3.839	9.566	11.641
Masenberg	St	97	167	0	17	34	77,1	11.253	19.786	25.769
Mürzzuschlag Roseggerpark	St	97	134	0	2	5	42,6	6.565	10.923	14.176
Rennfeld	St	98	137	0	18	42	81,1	10.370	20.757	25.554

Messstelle	Gebiet	Verfügbar keit (%)	max. MW1 (µg/m ³)	max. MW1 > 180 µg/m ³	MW8 > 120 µg/m ³ 2020	MW8 > 120 µg/m ³ 2018–2020	JMW 2020 (µg/m ³)	AOT40 Mai– Juli 2020 (µg/m ³ .h)	AOT40 Mai– Juli 2016–2020 (µg/m ³ .h)	AOT40 Apr.– Sept. 2020 (µg/m ³ .h)
Voitsberg Mühlgasse	St	98	133	0	6	11	37,8	8.218	13.648	18.578
Weiz	St	96	139	0	11	14	46,2	8.847	15.438	21.048
Heiterwang	T	98	140	0	12	22	48,2	10.745	15.774	22.718
Höfen Lärchbichl	T	98	140	0	10	23	55,7	9.112	14.269	19.880
Innsbruck Reichenau	T	98	133	0	2	11	37,6	5.836	10.906	13.835
Innsbruck Sadrach	T	98	147	0	7	23	49,2	8.572	15.095	19.322
Kramsach Angerberg	T	98	138	0	8	21	46,6	7.725	13.575	17.626
Kufstein Festung	T	96	144	0	9	22	42,9	8.381	14.121	18.712
Lienz Tristacher See Straße	T	97	134	0	1	6	43,4	5.957	10.909	12.372
Nordkette (Seegrube)	T	98	149	0	25	54	86,9	12.756	23.335	29.446
Wörgl	T	98	135	0	5	17	36,0	6.973	12.799	15.648
Bludenz Herrengasse	V	97	140	0	9	25	43,7	9.961	17.996	20.747
Lustenau Wiesenrain	V	98	143	0	7	30	46,0	10.782	19.115	21.557
Sulzberg - Gmeind	V	97	158	0	37	47	77,8	15.369	23.199	33.756
Wald am Arlberg	V	98	136	0	5	14	47,5	8.902	13.654	19.334
Hermannskogel	W	97	155	0	13	42	61,2	7.552	19.562	20.186
Hohe Warte	W	97	185	1	22	31	59,3	14.272	20.229	30.857
Laaer Berg	W	97	174	0	11	22	55,5	11.567	16.447	24.669
Lobau	W	97	154	0	5	20	47,8	8.331	15.945	18.222
Stephansplatz	W	97	166	0	9	14	55,9	10.693	15.228	23.460

Anhang C: Auswirkung der Maßnahmen gegen die COVID-19-Pandemie

Die bodennahen Stickoxidemissionen nahmen während des COVID-19-Lockdowns im März bis Mai 2020 auf der gesamten Nordhemisphäre stark ab, europaweit um ca. ein Drittel⁵⁸. Die Emissionen anderer Ozonvorläufersubstanzen (NMVOC, CO, CH₄) veränderten sich kaum.

Die Abnahme der NO_x-Emissionen und in Folge der gemessenen NO_x-Konzentrationen hatte regional unterschiedliche Auswirkungen auf die Ozonbelastung, die durch Modellrechnungen mit dem CAMS Ensemble Modell nachvollzogen werden können⁵⁹ (Tarrason et al. 2021, Mertens et al. 2021):

- In fast ganz Europa – besonders stark im mediterranen Raum und in den Alpen – nahm die Ozonbelastung ab. Ab April lag die bodennahe Ozonkonzentration um 5 bis 10 % unter dem langjährigen Durchschnitt.
- Im Bereich Benelux – Nordwestdeutschland, d. h. in der Region mit den höchsten Emissionsdichten bei NO_x, nahm die Ozonbelastung zu. Infolge des Rückgangs der NO_x-Emissionen erfolgte der Übergang von der normalerweise VOC-limitierten Ozonbildung zur NO_x-limitierten Ozonbildung.

⁵⁸ Guevara, M.; Jorba, O.; Soret, A.; Petetin, H.; Bowdalo, D.; Serradell, K. et al. (2021): Time-resolved emission reductions for atmospheric chemistry modelling in Europe during the COVID-19 lockdowns. In: Atmos. Chem. Phys. 21, S. 773–797. Online verfügbar unter doi.org/10.5194/acp-21-773-2021

⁵⁹ Mertens, M.; Jöckel, P.; Matthes, S.; Nützel, M.; Grewe, V.; Sausen, R. (2021): COVID-19 induced lower-tropospheric ozone changes. In: Environmental Research Letters (16). Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abf191>; Tarrason, L.; Hamer, P.; Guerreiro, C.; Meleux, F.; Colette, A.; Rouil, L. (2021): Interim Annual Assessment Report for 2020. European air quality in 2020. ECMWF Copernicus Report. Hg. v. ECMWF COPERNICUS. NILU, INERIS, ECMWF. Online verfügbar unter https://policy.atmosphere.copernicus.eu/reports/CAMS71_IAR_2020.pdf

- Innerhalb von Großstädten wurde in verkehrsnahen Gebieten eine Zunahme der Ozonbelastung beobachtet: Durch die verminderten NO_x-Konzentrationen in der Luft fand der Ozonabbau langsamer statt⁶⁰.

Der Rückgang des Flugverkehrs führte ab März nördlich von 30 ° nördlicher Breite zu einer Reduktion der NO_x-Konzentrationen in der oberen Troposphäre um ca. 20 %. Dies führte in weiterer Folge zu einer um 4 bis 5 % verminderten Ozonkonzentration.

Eine weitere Ursache der niedrigen Ozonbelastung, die im Jahr 2020 registriert wurde, war das „arktische Ozonloch“. In den Monaten Jänner bis März 2020 kam es in der Stratosphäre über der Arktis zum bisher stärksten beobachteten Ozonabbau (maximaler Ozonverlust in Höhen um 18 km: 95 %). Bedingt wurde der Ozonabbau durch die Stabilität des stratosphärischen Polarwirbels und sehr niedrige Temperaturen. Ab April verteilte sich die ozonarme Luft nach Aufbrechen des Polarwirbels über die ganze Nordhemisphäre und beeinflusste auch die Ozonkonzentration in der Troposphäre. Im April lag die Ozonkonzentration im Bereich der Tropopause (10 km) bei etwa 50 % des langjährigen Mittelwerts. Den ganzen Sommer über blieb die Ozonkonzentration in der gesamten Troposphäre und Stratosphäre unterdurchschnittlich⁶¹.

Diese drei Faktoren zusammen bewirkten einen Rückgang der Ozonkonzentration in der gesamten Troposphäre. Bodennahe Ozonbildung kam mit der Zunahme der NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs ab Mai wieder stärker in Gang, erst im August erreichte die bodennahe Ozonbelastung wieder das Niveau der vergangenen Jahre.

In Österreich waren vor allem das Hoch- und Mittelgebirge von der niedrigen troposphärischen Hintergrundkonzentration betroffen. Auch auf die Belastung in den inneralpinen Tälern südlich des Alpenhauptkamms wirkte sich die niedrige Konzentration in der freien Troposphäre aus; in diesen Regionen wird die Ozonbelastung nicht durch regionale Ozonbildung, sondern fast ausschließlich durch vertikalen Austausch mit der freien Troposphäre – im Zusammenspiel mit Ozonabbau am Boden – bestimmt.

⁶⁰ Da in Österreich kaum verkehrsnahen Ozonmessstellen bestehen, ist diese Auswirkung der Lockdowns in Österreich wenig relevant.

⁶¹ Steinbrecht, W.; Köhler, U.; Innes, A. (2020): Wenig Ozon in der Troposphäre: Arktisches Ozonloch 2020 oder COVID 19? Hg. v. DWD. DWD. Hohenpeissenberg (Ozonbulletin des DWD, 139). Online verfügbar unter rcc.dwd.de/DE/forschung/atmosphaerenbeob/zusammensetzung_atmosphaere/hohenpeissenberg/download/ozon_bulletins/ozonbulletin_139_2009_de_pdf.pdf

Besonders niedrig war die Ozonbelastung 2020 im äußersten Süden Österreichs, v. a. an den Messstellen Vorhegg und Arnfels. Hier wirkte sich besonders der NO_x-Emissionsrückgang in Norditalien aus, der zu einem bis Juli anhaltenden starken Rückgang der Ozonbildung über der Po-Ebene beitrug⁶².

⁶² Cristofanelli, P., et al. (2021): Negative ozone anomalies at a high mountain site in northern Italy during 2020: a possible role of COVID-19 lockdowns? In: Environmental Research Letters (16). Online verfügbar unter iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac0b6a

Anhang D: Ozonbelastung 2021 – vorläufige Daten

Zum Zeitpunkt der Vorlage dieses Berichts liegen noch keine endkontrollierten Daten der Luftgütemessungen für 2021 vor. Die folgende Darstellung beruht auf vorläufigen Daten.

Meteorologische Situation

2021 lag die mittlere Temperatur in den Niederungen um + 0,5 °C über dem klimatologischen Mittel (Periode 1981–2010). Etwas wärmer war es in Ostösterreich, etwas kühler in Osttirol und Kärnten. Im Jahresverlauf fallen der sehr kühle Frühling (April, Mai) und der relativ kühle Hochsommer (Juli, August) auf. Sehr warm war die zweite Juni-Hälfte. Das Jahr war vergleichsweise trocken, die Niederschlagsmengen lagen um 10 % unter dem Klimamittelwert. Sehr trocken waren der Osten und Südosten Österreichs, wo gebietsweise weniger als 70 % der durchschnittlichen Niederschlagsmenge registriert wurden.

Der Hochsommer war, von der zweiten Juni-Hälfte mit einer länger anhaltenden, sehr warmen Hochdruckwetterlage abgesehen, von durchschnittlichen Temperaturen und wechselhaftem Wetter gekennzeichnet – ein Faktor für die niedrige Ozonbelastung.

Überschreitung Zielwert Gesundheit

Im Jahr 2021 verzeichneten fünf (von 108) Messstellen an mehr als 25 Tagen einen MW8 über 120 µg/m³. Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurde im Beurteilungszeitraum 2019–2021 an elf Messstellen (10 % der Ozonmessstellen) überschritten. Die höchsten Belastungen traten im Bregenzerwald, am Alpenostrand sowie im Mittel- und Hochgebirge auf.

Überschreitung Zielwert Vegetation

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation wurde im Beurteilungszeitraum 2017–2021 an 45 Messstellen (44 % aller Messstellen) überschritten. Die höchsten AOT40-Werte traten im Flach- und Hügelland Ostösterreichs, im Bregenzerwald sowie im Mittel- und Hochgebirge auf.

Überschreitung Schwellenwerte

Der Informationsschwellenwert wurde im Jahr 2021 an nur einem Tag an zwei Messstellen im Ozonüberwachungsgebiet 1 überschritten. Der Alarmschwellenwert wurde nicht überschritten.

Anhang E: Flächenhafte Modellierung der Belastung

Die Ozonkonzentration in der Umgebungsluft wird an über hundert Messstellen überwacht. Die Standorte wurden so ausgewählt, dass eine möglichst flächendeckende Überwachung gewährleistet ist und jeweils die höchsten zu erwartenden Ozonkonzentrationen erfasst werden. Grundsätzlich muss allerdings davon ausgegangen werden, dass die örtliche Ozonkonzentration mit zunehmender Entfernung von der Messstelle von den gemessenen Werten abweicht. Einer Verdichtung des Messnetzes stehen erhebliche Kosten für Geräte und deren Betreuung entgegen.

Zur flächendeckenden Bewertung der Ozonbelastung können Modellrechnungen mit unterschiedlicher Komplexität herangezogen werden, von Interpolationsverfahren bis zu chemisch-meteorologischen Modellen. Die vom Umweltbundesamt zur Information der Bevölkerung stündlich aktualisierten Ozonbelastungskarten, die im Internet veröffentlicht werden, beruhen auf einer Interpolation der Ozonkonzentration ausgehend von den Messdaten und einem tageszeitlich variierenden Höhengradienten.

Das Modell der Interpolation der Ozonkonzentration ausgehend von Messdaten und einem tageszeitlich variierenden Höhengradienten wurde im Forschungszentrum Seibersdorf (heute: AIT) entwickelt. Das Modell basiert auf der dreidimensionalen Interpolation der gemessenen Ozonkonzentrationen und verwendet ein Geländemodell mit 1 km Auflösung. Anhand von stündlichen Messdaten wurde empirisch die Abhängigkeit der Ozonkonzentration von Tageszeit und Relativhöhe (Höhendifferenz zum tiefsten 1 km-Pixel innerhalb von 5 km Distanz) abgeleitet („stündliche Höhenabhängigkeitsfunktion“).

Für die Erstellung einer Ozonbelastungskarte für einen bestimmten Zeitpunkt wird folgendermaßen vorgegangen:

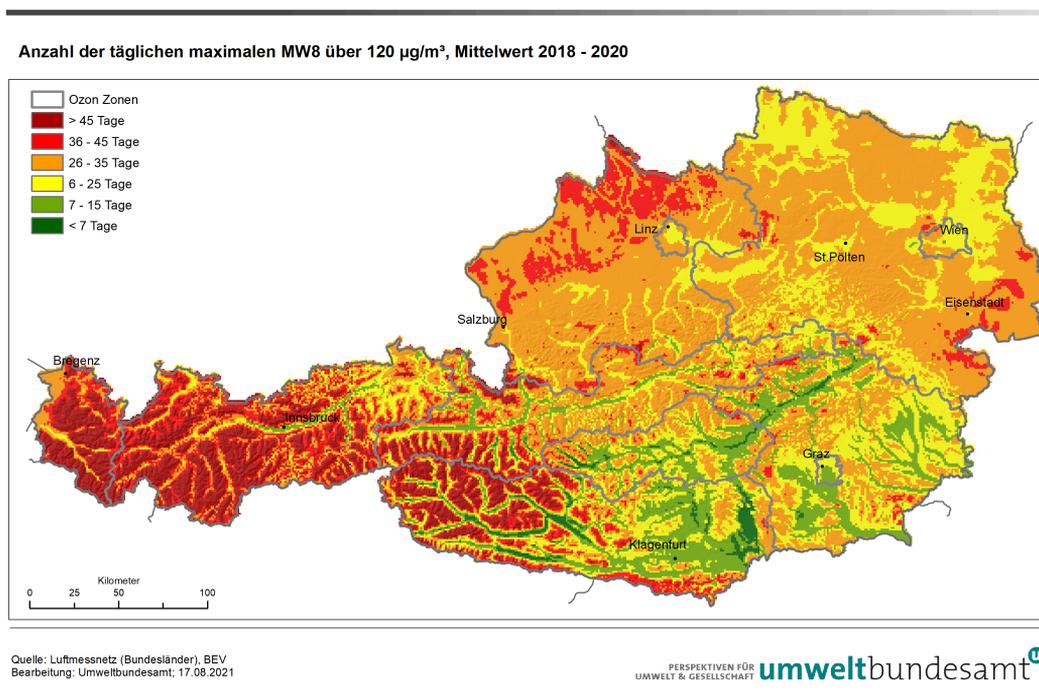
1. Es wird für jede Messstelle die Differenz zwischen der gemessenen Ozonkonzentration und dem jeweiligen Wert der stündlichen Höhenabhängigkeitsfunktion bestimmt (Residuum).
2. Die Residuen werden mittels Inverse-Distance-Weighting flächenhaft interpoliert Für jede Messstelle werden die Interpolationsparameter – maximaler Einflussradius und

Exponent der Abklingfunktion – entsprechend der Repräsentativität der Messstelle festgelegt (d.h. ländliche Hintergrundmessstellen haben einen höheren Einflussradius als innerstädtische Messstellen). Die Interpolation erfolgt in drei überlappenden Relativhöhenbereichen, zwischen denen anschließend vertikal interpoliert wird.

3. Die Ozonbelastungskarte entsteht durch Addition des Residuums und der stündlichen Höhenabhängigkeitsfunktion für jedes einzelne Pixel.

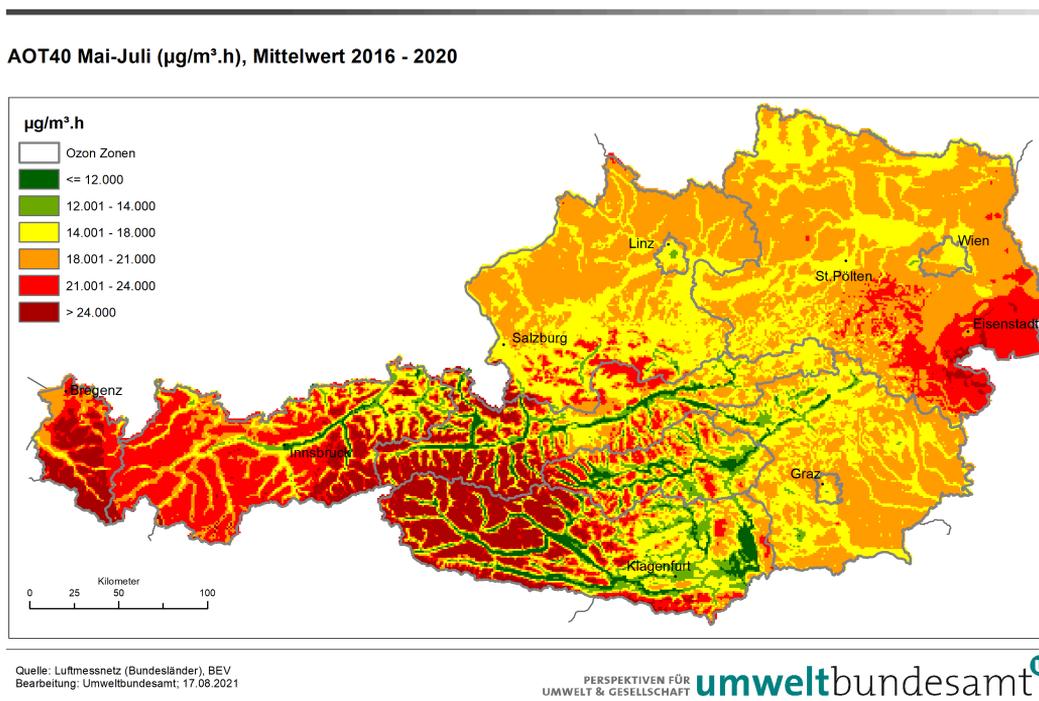
Durch die Aggregation der stündlichen Karten kann die Überschreitung der Zielwerte flächenhaft dargestellt werden. Für die Bestimmung der Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden für jedes Pixel die Stundenwerte zu Achtstundenmittelwerten aggregiert und für jedes Pixel die Anzahl der täglichen maximalen Achtstundenmittelwerte über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Die Ergebnisse werden über die Jahre 2018-2020 gemittelt.

Abbildung 15: Flächenhafte Modellierung der Ozonbelastung in Österreich – Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Mittel 2018–2020.



Für die Bestimmung der Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der Vegetation werden die Stundenwerte zu AOT40 Mai-Juli aggregiert. Die Ergebnisse werden über die Jahre 2016-2020 gemittelt.

Abbildung 16: Flächenhafte Modellierung der Ozonbelastung in Österreich – AOT40-Werte (Mai–Juli, 08:00–20:00 Uhr), Mittel über den Zeitraum 2016–2020



Anhand der flächenbezogenen Belastungsdaten lässt sich der Anteil der von einer Zielwertüberschreitung betroffenen Bevölkerung und Ökosystemflächen berechnen. Die Ergebnisse sind in Tabelle E.1 zusammengestellt.

Das Modell zeigt, dass im Vergleich zur Periode 2015-2017 in der Periode 2018-2020 ein wesentlich größerer Teil der Bevölkerung im Norden und Westen Österreichs von Zielwertüberschreitungen betroffen war (OÜG 1, 3, 5, 6). Wurde der Zielwert in der Periode 2015-2017 in Salzburg, Oberösterreich und im westlichen Niederösterreich nur in den höher gelegenen Regionen überschritten, so waren 2018-2020 diese Gebiete flächendeckend von Zielwertüberschreitungen betroffen. In Nordtirol (OÜG 5) wirkte sich die vergleichsweise höhere Ozonbelastung im alpinen Raum aus.

Auf der anderen Seite ging der Anteil der von Zielwertüberschreitungen betroffenen Bevölkerung im Süden Österreichs (Ozonüberwachungsgebiete 2, 7 und 8) 2018-2020 gegenüber 2015-2017 zurück. Diese Entwicklung korrespondiert mit dem Rückgang der Ozonbelastung im Süden Europas.

Tabelle E.1: Von Zielwertüberschreitung 2020 betroffene Bevölkerung und Ökosystemfläche

OÜG	Überschreitung Zielwert Gesundheit: Betroffene Bevölkerung [Personen] (Anteil an gesamter Bevölkerung im OÜG)	Überschreitung Zielwert Vegetation: Betroffene Ökosystemfläche [km²] (Anteil an ges. Ökosystemfläche im OÜG)
1	1.768.000 (47 %)	14.821 (74 %)
2	120.000 (10 %)	5.687 (56 %)
3	1.332.000 (72 %)	7.484 (60 %)
4	20.000 (8 %)	4.029 (53 %)
5	214.000 (30 %)	6.990 (78 %)
6	358.000 (90 %)	2.224 (97 %)
7	10.000 (2 %)	5.416 (52 %)
8	1.000 (< 1 %)	1.715 (43 %)

Anhang F: Abkürzungen und Definitionen

AOT40	Accumulated exposure over a threshold of 40 ppb (Summe der Differenz zwischen Ozonkonzentrationen über 40 ppb und 40 ppb für jede Stunde, in der die Ozonkonzentration 40 ppb übersteigt; es werden nur die Tageslichtstunden von 08:00–20:00 Uhr herangezogen.)
BGBL	Bundesgesetzblatt
B-VG	Bundes-Verfassungsgesetz
BVT	Beste verfügbare Technologien
CH ₄	Methan
CO	Kohlenmonoxid
GewO	Gewerbeordnung
EEA	Europäische Umweltagentur (European Environment Agency)
EG-K	Emissionsschutzgesetz für Kesselanlagen
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme (ein Protokoll zum LRTAP-Übereinkommen)
HMW	Halbstundenmittelwert
JMW	Jahresmittelwert
idgF	in der geltenden Fassung
kt	Kilotonnen (1000 Tonnen)
LRTAP	weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (Long-Range Transboundary Air Pollution)
MEZ	Mitteleuropäische Zeit
mg	Milligramm
MW1	Einstundenmittelwert
MW8	Achstundenmittelwert
µg	Mikrogramm
NEC	National Emission Ceilings bzw. National Emission reduction Commitments

NMVOG	flüchtige organische Verbindungen außer Methan (Non-Methane Volatile Organic Compounds)
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickstoffoxide
O ₃	Ozon
OÜG	Ozon-Überwachungsgebiet
ppb	parts per billion (Mischungsverhältnis; zur Umrechnung in die Konzentration in µg/m ³ gilt für Ozon: 1ppb ≈ 2 µg/m ³)
SCR	selektive katalytische Reduktion (eine Abgasreinigungstechnik)
UNECE	Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (United Nations Economic Commission for Europe)

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und
Technologie**

Stubenbastei 5, 1010 Wien

v11@bmk.gv.at

bmk.gv.at

