

Luftgütemessungen und meteorologische Messungen

Jahresbericht Hintergrundmessnetz

Umweltbundesamt 2016



LUFTGÜTEMESSUNGEN UND METEOROLOGISCHE MESSUNGEN

Jahresbericht Hintergrundmessnetz
Umweltbundesamt
2016

Wolfgang Spangl

REPORT
REP-0606

Wien 2017

Projektleitung

Wolfgang Spangl

Autor

Wolfgang Spangl

Messung

Iris Buxbaum

Marina Fröhlich

Christopher Hahn

Michael Reisenhofer

Franz Rokop

Andreas Wolf

Gerhard Weinzettl

Franz Zimmerl

Lektorat

Maria Deweis

Satz/Layout

Elisabeth Riss

Umschlagfoto

Messstelle Pillersdorf (© Umweltbundesamt/Franz Zimmerl)

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

Impressum

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

Eigenvervielfältigung,

Das Umweltbundesamt druckt seine Publikationen auf klimafreundlichem Papier

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2017

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-420-9

INHALTSVERZEICHNIS

	ZUSAMMENFASSUNG	5
	Luftschadstoffmessungen	5
	Die meteorologischen Verhältnisse im Jahr 2016	6
	Ergebnisse der Messungen nach Schadstoffen	6
1	EINLEITUNG	13
2	DAS VOM UMWELTBUNDESAMT BETRIEBENE LUFTGÜTEMESSNETZ	14
3	ERGEBNISSE UND INTERPRETATION DER IMMISSIONSMESSUNGEN	16
3.1	Einleitung	16
3.2	Qualitätskontrolle	16
3.3	Ozon	16
3.3.1	Konzentration von Ozon im Jahr 2016	16
3.3.2	Trend der Ozonbelastung	18
3.4	PM₁₀	21
3.4.1	Konzentration von PM ₁₀ im Jahr 2016	21
3.4.2	Trend der PM ₁₀ -Belastung	23
3.5	PM_{2,5} und PM₁	25
3.5.1	Die Konzentration von PM _{2,5} und PM ₁ im Jahr 2016	25
3.5.2	Trend der PM _{2,5} - und PM ₁ -Konzentration	28
3.6	Chemische Zusammensetzung von PM_{2,5} in Illmitz	29
3.6.1	PM _{2,5} -Analysen 2016	29
3.6.2	Trend	31
3.7	Stickstoffoxide	32
3.7.1	Die Konzentration von NO ₂ und NO _x im Jahr 2016	32
3.7.2	Stickstoffoxid-Messungen auf dem Sonnblick	34
3.7.3	Trend der Belastung durch Stickstoffoxide	35
3.8	Schwefeldioxid	37
3.8.1	Die Konzentration von SO ₂ im Jahr 2016	37
3.8.2	Trend der Schwefeldioxidbelastung	39
3.9	Kohlenstoffmonoxid	41
3.9.1	Trend der CO-Belastung	42
3.10	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im PM₁₀	43
3.10.1	Konzentration der PAK in Illmitz im Jahr 2016	43
3.10.2	Trend der PAK-Belastung	44
3.11	Deposition von PAK	45
3.12	Flüchtige organische Verbindungen	45
3.13	Schwermetalle im PM₁₀	46

3.14	Deposition von Schwermetallen	47
3.15	Gasförmiges Quecksilber	48
3.16	Treibhausgase	48
4	METEOROLOGISCHE MESSUNGEN	51
4.1	Meteorologische Einflussgrößen auf die Schadstoffbelastung	51
4.2	Die Witterung im Jahr 2016 und deren Einfluss auf die Immissionssituation in Österreich	52
4.3	Temperatur	57
4.4	Globalstrahlung	58
4.5	Sonnenscheindauer	59
4.6	Niederschlag	61
5	LITERATURVERZEICHNIS	63
	ANHANG 1: DEFINITIONEN UND ABKÜRZUNGEN	66
	ANHANG 2: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN	68
	ANHANG 3: MITTELWERTDEFINITIONEN	69
	ANHANG 4: IMMISSIONSGRENZWERTE UND IMMISSIONSZIELWERTE	70
	ANHANG 5: MESSSTELLEN, MESSGERÄTE, ANALYSEVERFAHREN	72
	ANHANG 6: QUALITÄTSSICHERUNG	81
	ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN	83
	ANHANG 8: SCHADSTOFFWINDROSEN	84
	ANHANG 9: TRENDS	89

ZUSAMMENFASSUNG

Luftschadstoffmessungen

Das Umweltbundesamt betreibt gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L) und Ozongesetz sowie im Rahmen des Global Atmosphere Watch-Messprogramms (GAW¹) der World Meteorological Organization (WMO²) insgesamt sieben Messstellen in Österreich, an welchen die in der nachfolgenden Tabelle angeführten Luftschadstoffe gemessen werden.

Tabelle A: Immissionsmessungen an den Luftgütemessstellen des Umweltbundesamtes im Jahr 2016.

Immissionsmessungen 2016							
Messstelle	Ozon (O ₃)	Schwefeldioxid (SO ₂)	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁	Stickstoffoxide (NO, NO ₂)	Kohlenstoffmonoxid (CO)
Enzenkirchen (ENK)	x	x	x	x		x	
Illmitz (ILL)	x	x	x	x	x	x	x
Klöch (KLH)			x			x	
Pillersdorf (PIL)	x	x	x	²⁾	²⁾	x	
Sonnblick (SON)	x	³⁾	³⁾			x ¹⁾	x
Vorhegg (VOR)	x	x	x			x	x
Zöbelboden (ZOE)	x	x	x	x		x	

¹⁾ NO₂ sowie NO_y als Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen

²⁾ Vorerkundungsmessungen (Grimm EDM180)

³⁾ nicht auf Basis des IG-L, gemeinsam mit ZAMG

Darüber hinaus werden in Illmitz

- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK bzw. PAH³) im PM₁₀,
 - Inhaltsstoffe von PM_{2,5} (elementarer und organischer Kohlenstoff, Sulfat, Nitrat, Ammonium, Natrium, Kalium, Kalzium, Magnesium, Chlorid),
 - Schwermetalle im PM₁₀ (Blei, Cadmium, Arsen, Nickel),
 - die Deposition von Schwermetallen (Blei, Cadmium, Arsen, Nickel, Quecksilber),
 - die Deposition von PAK und
 - gasförmiges Quecksilber
- gemessen.

Die drei Messstellen Illmitz, Vorhegg und Zöbelboden sind Teil des EMEP-Messnetzes⁴ der UNECE.

¹ Messstelle Sonnblick

² <http://www.wmo.ch>

³ polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe bzw. Polycyclic Hydro-Carbons

⁴ Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe, <http://www.emep.int/>

Neben diesen Schadstoffen führt das Umweltbundesamt Konzentrationsmessungen der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Methan (CH₄) auf dem Sonnblick durch.

Im Rahmen des Vollzuges von Art. 10 (6) der EU Luftqualitätsrichtlinie werden an der Messstelle Wien Allgemeines Krankenhaus (AKH) flüchtige organische Verbindungen (u. a. Benzol, Toluol und Xylole) gemessen.

An den Hintergrundmessstellen (ausgenommen Klösch⁵ und Sonnblick⁶) werden darüber hinaus die meteorologischen Parameter Windrichtung und Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur, relative Feuchte, Globalstrahlung, Sonnenscheindauer, Niederschlag und Luftdruck erfasst.

Die meteorologischen Verhältnisse im Jahr 2016

Das Jahr 2016 war das viertwärmste Jahr (nach 2014, 2015 und 1994) seit Beginn der Temperaturmessungen in Österreich 1768. Die Temperatur lag um 1,0 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010. Am relativ wärmsten war es in den Ostalpen, etwas kühler in den westlichen Alpen.

Die überdurchschnittliche Jahresmitteltemperatur geht auf eher wechselhaftes Wetter ohne längere Wärme- und Kälteperioden zurück, die Temperatur lag während der meisten Zeit etwas über dem langjährigen Durchschnitt.

Die Niederschlagsmengen lagen im Mittel über Österreich um 10 % über dem Klimamittelwert, besonders niederschlagsreich waren die Ostalpen und das niederösterreichische Alpenvorland, unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen erhielt das Waldviertel.

Der Sommer war überwiegend von unbeständigem, nur mäßig warmem Wetter gekennzeichnet, erst von Ende August bis Mitte September trat eine sehr warme Phase auf.

Die Wintermonate wiesen überwiegend wechselhaftes Wetter auf. Im Jänner gab es einige Tage mit sehr niedrigen Temperaturen, von Ende Jänner bis Ende Februar lag die Temperatur aber um bis zu 5 °C über dem langjährigen Durchschnitt.

Der Witterungsverlauf mit überwiegend sehr warmen Wintermonaten führte zu einer im langjährigen Vergleich sehr niedrigen Feinstaubbelastung. Das wechselhafte Wetter im Frühling und Sommer trug zu einer sehr niedrigen Ozonbelastung bei.

Ergebnisse der Messungen nach Schadstoffen

Ozon

Die Informationsschwelle (180 µg/m³ als Einstundenmittelwert) wurde an den Messstellen des Umweltbundesamtes im Jahr 2016 nicht überschritten.

⁵ Meteorologische Messungen durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

⁶ Meteorologische Messungen durch die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit (maximal 25 Tage mit Achtstundenmittelwerten über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gemittelt über die letzten drei Jahre) wurde an den Messstellen Illmitz und Zöbelboden überschritten⁷.

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation (AOT40 Mai–Juli von $18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, gemittelt über die letzten fünf Jahre) wurde an der Messstelle Illmitz überschritten.

Der AOT40 zum Schutz des Waldes (April–September, $20.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) wurde an allen Messstellen außer Vorhegg überschritten.

Das Jahr 2016 gehörte bei allen Belastungsparametern an allen Messstellen außer dem Sonnblick zu den am niedrigsten belasteten Jahren seit Beginn der Messung.

An allen Messstellen wurden von März bis August deutlich unterdurchschnittliche Belastungen registriert. Die verfügbaren Daten deuten darauf hin, dass das wechselhafte Wetter im Sommer (mit hohen Regenmengen v. a. im Nordosten im Juni und Juli) für die niedrige Kurzzeitbelastung mit verantwortlich war.

Langfristig zeigen die Überschreitungen der Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie der Vegetation unregelmäßig abnehmende Trends.

PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁

Das Grenzwertkriterium des IG-L für PM₁₀ (maximal 25 Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde im Jahr 2016 an keiner Messstelle überschritten. Die meisten Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (10 Tage) traten in Klösch auf. An keiner Messstelle wurde der PM₁₀-Grenzwert für den Jahresmittelwert ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) überschritten.

Den höchsten Jahresmittelwert für PM₁₀ registrierte mit $16,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Illmitz, gefolgt von Klösch ($16,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Pillersdorf ($15,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und Enzenkirchen ($14,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Deutlich niedriger war die PM₁₀-Belastung im Mittelgebirge (Zöbelboden $6,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Vorhegg $6,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Im langjährigen Vergleich wies das Jahr 2016 an allen Messstellen die niedrigsten PM₁₀-Jahresmittelwerte seit Beginn der Messungen auf. Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf registrierten die geringste Zahl an Tagesmittelwerten über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seit Beginn der Messung, in Klösch lag die Zahl der Überschreitungen auf durchschnittlichem Niveau.

Ausschlaggebend für die niedrige PM₁₀-Belastung war der Witterungsverlauf mit sehr warmen, von ozeanischen Luftmassen geprägten Wintermonaten. Hochdruckwetterlagen, verbunden mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen und mit Transport kalter Luftmassen von Osten, traten kaum auf, daher gab es nur wenige Tage mit Ferntransport hoch belasteter Luft aus Ostmitteleuropa.

Die deutlichen Variationen der PM₁₀-Belastung von Jahr zu Jahr lassen sich ganz überwiegend auf unterschiedliche meteorologische Verhältnisse zurückführen. Die gesamtösterreichischen PM₁₀-Emissionen veränderten sich in den letzten Jahren vergleichsweise wenig, sie nahmen zwischen 2010 und 2015 um rd. 4,6 % ab.

⁷ sowie auf dem Sonnblick, der allerdings für die Exposition der Bevölkerung nicht relevant ist.

Im Jahr 2016 betrug der Jahresmittelwert der $PM_{2,5}$ -Konzentration in Illmitz $13,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Pillersdorf $12,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Enzenkirchen $10,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und auf dem Zöbelboden $5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Zielwert des IG-L von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel wurde damit an allen Messstellen deutlich unterschritten. Der mittlere Anteil von $PM_{2,5}$ am PM_{10} lag zwischen 74 % in Enzenkirchen und 81 % in Pillersdorf.

Der Jahresmittelwert der Konzentration von PM_1 in Illmitz betrug $9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (59 % vom PM_{10}), in Pillersdorf $8,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (54 % vom PM_{10}).

Der langfristige abnehmende Trend und die Variation der PM_{10} - und $PM_{2,5}$ -Belastung von Jahr zu Jahr werden ganz überwiegend von der PM_1 -Belastung bestimmt, die Konzentrationen der „gröberen“ Fraktionen ändern sich kaum. Langfristig nehmen daher die Anteile von $PM_{2,5}$ und PM_1 am PM_{10} leicht ab.

Stickstoffoxide

Die Grenzwerte und Zielwerte für NO_2 zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation wurden im Jahr 2016 an allen Hintergrundmessstellen des Umweltbundesamtes eingehalten.

Die Messstelle Enzenkirchen wies die höchsten NO_2 - und NO_x -Konzentrationen auf (Jahresmittelwert $10,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $12,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), gefolgt von Pillersdorf (NO_2 : $9,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, NO_x : $10,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Klöch (NO_2 : $8,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, NO_x : $9,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und Illmitz (NO_2 : $8,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, NO_x : $9,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Deutlich niedriger war die NO_2 -Belastung im Jahresmittel im Mittelgebirge (Zöbelboden $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Vorhegg $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Die NO_2 - bzw. NO_x -Belastung zeigt an allen Messstellen einen Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter, wobei im außeralpinen Raum in Monaten mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen die höchsten Konzentrationen gemessen wurden.

Die NO_x - und NO_2 -Jahresmittelwerte zeigen über den gesamten Messzeitraum (zehn bis 23 Jahre) an den Messstellen Illmitz, Klöch und Pillersdorf keine nennenswerte Veränderung. An den Messstellen Enzenkirchen, Vorhegg und Zöbelboden nahm die NO_x - und NO_2 -Belastung bis ca. 2003 zu, seit ca. 2010 nimmt sie wieder ab, lag 2016 aber noch leicht über dem Niveau von 2000. Dieser Verlauf folgt nicht dem Trend der österreichischen NO_x -Emissionen, welche bis 2006 relativ konstant waren und zwischen 2006 und 2015 um ca. 25 % abnahmen.

Die NO_x - und NO_2 -Jahresmittelwerte weisen Variationen von Jahr zu Jahr auf (mit relativ hohen Belastungen in den Jahren 2003, 2006 und 2010), welche wesentlich von den meteorologischen Bedingungen bestimmt werden.

Schwefeldioxid

Die SO_2 -Belastung lag 2016 an allen Hintergrundmessstellen weit unter den Grenzwerten des IG-L.

An den außeralpinen Hintergrundmessstellen Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf lagen 2016 die Jahresmittelwerte zwischen $0,8$ und $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Wintermittelwerte $1,1$ – $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In Vorhegg betrug der Jahresmittelwert $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der Wintermittelwert $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die SO₂-Belastung wird an den Hintergrundmessstellen von Ferntransport aus Ostmitteleuropa (v. a. Tschechien, Polen, Slowakei, Ungarn und Slowenien) dominiert.

In Illmitz wurde am 07.06.2016 mit 147 µg/m³ der höchste Halbstundenmittelwert seit 1994 registriert. Aufgrund der Windverhältnisse kommt die Raffinerie Bratislava als Quelle in Frage.

Die SO₂-Belastung nahm an allen Hintergrundmessstellen zwischen 1997 und 2007 stark ab, wofür vor allem der starke Rückgang der SO₂-Emissionen in Tschechien (rd. – 90 %) und im östlichen Deutschland in den Neunzigerjahren, später in der Slowakei, in Ungarn, Polen und Slowenien verantwortlich ist. Verglichen mit den frühen Neunzigerjahren ging die in Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg gemessene SO₂-Belastung um 90 bis 95 % zurück, seit 2000 um 50 % (Enzenkirchen) bis 75 % (Pillersdorf). Im Jahr 2016 wurde an allen Messstellen die bislang niedrigste SO₂-Belastung gemessen.

Kohlenstoffmonoxid

Die CO-Belastung lag 2016 an allen Hintergrundmessstellen weit unter dem Grenzwert des IG-L.

Der maximale Achtstundenmittelwert der CO-Konzentration betrug 2016 in Illmitz 0,9 mg/m³, in Vorhegg 0,5 mg/m³ und auf dem Sonnblick 0,4 mg/m³.

Die CO-Konzentration stieg bis 2006/2007 an und nahm danach ungleichmäßig ab. Sie folgt nicht dem Trend der österreichischen CO-Emissionen (Abnahme 2000–2015: 31 %) und wird auch von den CO-Emissionen auf globaler Ebene bestimmt. Das Jahr 2016 wies an allen Messstellen die bislang niedrigste CO-Belastung auf.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im PM₁₀

In Illmitz werden die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK⁸) Benzo(a)pyren, Benzo(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(j)fluoranthren, Dibenzo(a,h)anthracen und Indeno(1,2,3-c,d)pyren im PM₁₀ analysiert.

Im Jahr 2016 lag die Benzo(a)pyren-Konzentration bei 0,43 ng/m³, die mit den Toxizitätsäquivalentfaktoren (TEF) gewichtete Konzentration aller analysierten PAK bei 0,64 ng/m³. Der Anteil von B(a)P an der TEF-gewichteten PAK-Belastung betrug 70 %, wobei sich dieser Anteil langfristig nur wenig ändert (58–68 %). Daneben tragen mit jeweils ca. 10 % Indeno(1,2,3-c,d)pyren, Dibenzo(a,h)anthracen und Benzo(b)fluoranthren zur TEF-gewichteten PAK-Summe bei.

Die B(a)P- bzw. PAK-Belastung zeigt in Illmitz seit 2007 (Beginn der Messung) keinen einheitlichen Trend. Die höchste Belastung (0,64 ng/m³) wurde 2009 beobachtet, die niedrigste 2014 (0,28 ng/m³). Der Verlauf der PAK-Belastung folgt nur teilweise der PM₁₀-Konzentration. Der Anteil von B(a)P am PM₁₀ variiert zwischen 14 ppm (2014) und 29 ppm (2009) und betrug 2016 26 ppm; der zeitliche Verlauf folgt relativ eng jenem der Konzentration von B(a)P.

⁸ auch als PAH (Polycyclic Hydro-carbons) bezeichnet.

Inhaltsstoffe von PM_{2,5}

(EC, OC, Sulfat, Nitrat und Ammonium, Na, K, Ca, Mg, Cl)

In Illmitz wird die chemische Zusammensetzung von PM_{2,5} auf folgende Komponenten untersucht⁹: Elementarer Kohlenstoff (EC), organischer Kohlenstoff (OC), Sulfat (SO₄²⁻), Nitrat (NO₃⁻), Ammonium (NH₄⁺), Na⁺, K⁺, Ca₂⁺, Mg₂⁺ und Cl⁻.

Im Jahresmittel beträgt der Anteil von organischem Material (OM, aus organischem Kohlenstoff mit einem Faktor 1,7 bestimmt) 47 %, von elementarem Kohlenstoff 4 %, von Sulfat und Nitrat je 15 %, von Ammonium 7 % und von den Alkali- und Erdalkalimetallen in Summe 5 % (v. a. Natrium) der gesamten PM_{2,5}-Konzentration.

Die Relativanteile von Nitrat (das bei höherer Temperatur flüchtig ist) und Kalium sind im Winter deutlich höher als im Sommer, wohingegen Sulfat, Kalzium und Natrium im Sommer höhere Relativanteile zeigen. EC, OM und Ammonium weisen keinen Jahresgang auf.

Im Vergleich der Jahre 1999/2000 sowie 2011 bis 2015 weisen die Anteile von Sulfat und Ammonium eine deutliche Abnahme, der Anteil von Nitrat eine leichte Zunahme auf. Die übrigen PM_{2,5}-Komponenten¹⁰ zeigen keinen klaren Trend, sondern geringe unregelmäßige Variationen von Jahr zu Jahr.

Deposition von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen

In Illmitz wird die Deposition der PAK Benzo(a)pyren, Benzo(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(j)fluoranthren, Dibenzo(a,h)anthracen und Indeno(1,2,3-c,d)pyren mittels Bergerhoff-Bechern gemessen.

Die Depositionsmengen variieren von Jahr zu Jahr stark und zeigen keinen Trend. Im Jahr 2016 lagen die PAK-Depositionswerte in der Nähe des Durchschnitts der letzten Jahre.

Flüchtige organische Verbindungen in Wien AKH

Flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds – VOC) spielen in der troposphärischen Ozonchemie eine Rolle.

Beim Wiener Allgemeinen Krankenhaus wird die Konzentration von iso-Pentan, 1-Pentan, n-Pentan, 2-Pentan, iso-Hexan, n-Hexan, Benzol, iso-Oktan, n-Heptan, Toluol, n-Oktan, Ethylbenzol, m-, p-Xylol, o-Xylol, 1,3,5-Trimethylbenzol, 1,2,4-Trimethylbenzol und 1,2,3-Trimethylbenzol mit aktiver Probenahme über jeweils einen Tag und anschließender Analyse mittels Gaschromatographie gemessen.

Die Benzolkonzentration lag im Jahresmittel 2016 mit 0,7 µg/m³ deutlich unter dem Grenzwert von 5 µg/m³.

Die Konzentration der meisten analysierten VOC-Species lag 2016 unter dem Durchschnitt der gesamten Messperiode 2011–2016.

⁹ EC, OC: Tagesproben (jeder dritte Tag), alle anderen Komponenten: Monatsmischproben (aus Filtern von jedem dritten Tag).

¹⁰ EC und OC wurden 1999/2000 mit einem anderen Verfahren analysiert als seit 2011, die Konzentrationen sind daher erst ab 2011 vergleichbar.

Schwermetalle im PM₁₀

In Illmitz wird die Konzentration der Schwermetalle Arsen, Cadmium, Blei und Nickel im PM₁₀ erfasst.

Die Konzentrationen lagen deutlich unter den Grenzwerten des IG-L.

Die Konzentration aller Schwermetalle zeigt seit dem Beginn der Messung im Jahr 2000 einen unregelmäßigen Rückgang, am deutlichsten bei Blei.

Deposition von Schwermetallen (Blei, Cadmium, Arsen, Nickel, Quecksilber)

In Illmitz wird die Deposition der Schwermetalle Blei, Cadmium, Arsen, Nickel und Quecksilber mittels Bergerhoff-Bechern gemessen.

Die Deposition von Blei bzw. Cadmium lag sehr weit unter den Grenzwerten des IG-L.

Die Depositionsmengen von Blei zeigen einen langfristig abnehmenden Trend, jene der anderen Schwermetalle zeigen keine klare Veränderung.

Gasförmiges Quecksilber

In Illmitz wird seit September 2016 die Konzentration des gasförmigen elementaren Quecksilbers kontinuierlich gemessen. Im Mittel lag die Konzentration bei 1,3 ng/m³, ein üblicher Wert für Hintergrundstationen.

Treibhausgase

Die Konzentration des Treibhausgases CO₂ (Kohlenstoffdioxid) wird seit 2000, jene von CH₄ (Methan) seit 2012 auf dem Sonnblick gemessen.

Die CO₂-Daten spiegeln in den letzten Jahren den global beobachteten Anstieg der CO₂-Konzentration im Jahresmittel wider. Im Jahr 2016 wurde ein CO₂-Jahresmittelwert von 404 ppm gemessen.

CO₂ zeigt einen klaren Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter, der durch höhere anthropogene Emissionen und geringere Aufnahme von CO₂ durch Pflanzen bedingt ist. Der etwas weniger ausgeprägte Jahresgang von CH₄ wird durch den geringeren Abbau von CH₄ durch OH-Radikale im Winter verursacht.

1 EINLEITUNG

Das Umweltbundesamt betrieb im Jahr 2016 gemäß Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L) und gemäß Ozongesetz in Österreich insgesamt sieben Luftgütemessstellen (siehe Abbildung 1 und Tabelle 1). Diese Messstellen bilden das **österreichische Hintergrundmessnetz**.

Diese Messungen sind u. a. notwendig, um über

- die Höhe der großflächigen Hintergrundbelastung und deren Trend sowie
- den Ferntransport von Luftschadstoffen

Aussagen treffen zu können. Dadurch wird es u. a. ermöglicht, den Anteil der Vorbelastung an den Immissionen in Ballungsgebieten abzuschätzen. Die Hintergrundmessstellen dienen zudem der Überwachung der in der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation festgelegten Grenzwerte.

Drei der Hintergrundmessstellen (Illmitz, Zöbelboden und Vorhegg) sind zudem Teil eines europaweiten Schadstoffmessnetzes (EMEP – Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe¹¹), welches innerhalb der Konvention über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigungen¹² betrieben wird und der Ermittlung von großräumigem, grenzüberschreitendem Schadstofftransport dient. Der Standort Zöbelboden ist in das Integrated Monitoring-Messprogramm der UNECE zur langfristigen Ökosystembeobachtung eingebunden.

Auf dem Sonnblick werden Messungen von CO₂, CH₄, NO_y, Ozon und CO im Rahmen des Global Atmosphere Watch (GAW)-Programms der World Meteorological Organisation (WMO¹³) durchgeführt.

Um diesen Aufgaben gerecht werden zu können, wurden die Messstellen so situiert, dass sie nicht im unmittelbaren Einflussbereich von Schadstoffemittenten liegen. Dies bedeutet, dass die auftretenden Schadstoffkonzentrationen im Normalfall unter der Belastung liegen, welche üblicherweise in städtischen Gebieten gemessen wird. Das hat zur Folge, dass vor allem bei den Schadstoffen SO₂, NO_x und CO an die Messtechnik besonders hohe Anforderungen gestellt werden. Mit Überschreitungen von Grenz-, Ziel- und Schwellenwerten ist in der Regel nur bei den Komponenten PM₁₀ und Ozon zu rechnen; die Konzentrationen der anderen Schadstoffe liegen im regionalen Hintergrund durchwegs unter den Grenzwerten bzw. Zielwerten.

Der vorliegende Jahresbericht gemäß § 35 der Messkonzept-Verordnung zum IG-L für 2016 enthält für die gemessenen Luftschadstoffe (einschließlich der nassen Deposition) und für die meteorologischen Parameter Informationen über die Verfügbarkeit der Messdaten, die Jahres- und Monatsmittelwerte, die maximalen Mittelwerte und die Überschreitungen von Grenz- und Zielwerten.

Die Immissionsgrenzwerte und Immissionszielwerte des IG-L, welche eine wesentliche Grundlage der Auswertungen und Interpretationen darstellen, sind in Anhang 4 angegeben.

¹¹ <http://www.emep.int>

¹² <http://www.unece.org/env/lrtap/>

¹³ <http://www.wmo.ch>

2 DAS VOM UMWELTBUNDESAMT BETRIEBENE LUFTGÜTEMESSNETZ

Insgesamt betrieb das Umweltbundesamt gemäß IG-L und Ozongesetz im Jahr 2016 sieben Messstellen, die auf alle Bundesländer mit Ausnahme von Vorarlberg, Tirol und Wien verteilt sind. In Tabelle 1 sind jene Komponenten zusammengestellt, die an diesen Messstellen im Jahr 2016 laut Messkonzept-VO erhoben wurden.

Tabelle 1: Immissionsmessungen an den Luftgütemessstellen des Umweltbundesamtes im Jahr 2016.

Messstelle	Immissionsmessungen 2016						
	Ozon (O ₃)	Schwefeldioxid (SO ₂)	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁	Stickstoffoxide (NO, NO ₂)	Kohlenstoffmonoxid (CO)
Enzenkirchen (ENK)	x	x	x	x		x	
Illmitz (ILL)	x	x	x	x	x	x	x
Klöch (KLH)			x			x	
Pillersdorf (PIL)	x	x	x	²⁾	²⁾	x	
Sonnblick (SON)	x	³⁾	³⁾			x ¹⁾	x
Vorhegg (VOR)	x	x	x			x	x
Zöbelboden (ZOE)	x	x	x	x		x	

¹⁾ NO₂ sowie NO_y als Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen

²⁾ Vorerkundungsmessungen (Grimm EDM180)

³⁾ nicht auf Basis des IG-L

In Klöch werden außerdem Ozon und Schwefeldioxid durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung gemessen.

Neben den in Tabelle 1 angeführten Komponenten werden in Illmitz

- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im PM₁₀,
- Inhaltsstoffe von PM_{2,5} (EC, OC, Sulfat, Nitrat, Ammonium, Na, K, Ca, Mg, Cl),
- Schwermetalle im PM₁₀ (Blei, Cadmium, Arsen, Nickel),
- die Deposition von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen,
- die Deposition der Schwermetalle Blei, Cadmium, Arsen, Nickel und Quecksilber und
- gasförmiges Quecksilber

gemessen.

Im Rahmen des Vollzuges von Art. 10 (6) der EU Luftqualitätsrichtlinie werden an der Messstelle Wien AKH flüchtige organische Verbindungen, u. a. Benzol, Toluol und Xylole gemessen.

Darüber hinaus misst das Umweltbundesamt die Konzentration der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Methan (CH₄) auf dem Sonnblick.

Abbildung 1 zeigt die Lage der Messstellen. Eine genauere Lagebeschreibung ist im Bericht „Luftgütemessstellen in Österreich“ (UMWELTBUNDESAMT 2017a) zu finden.

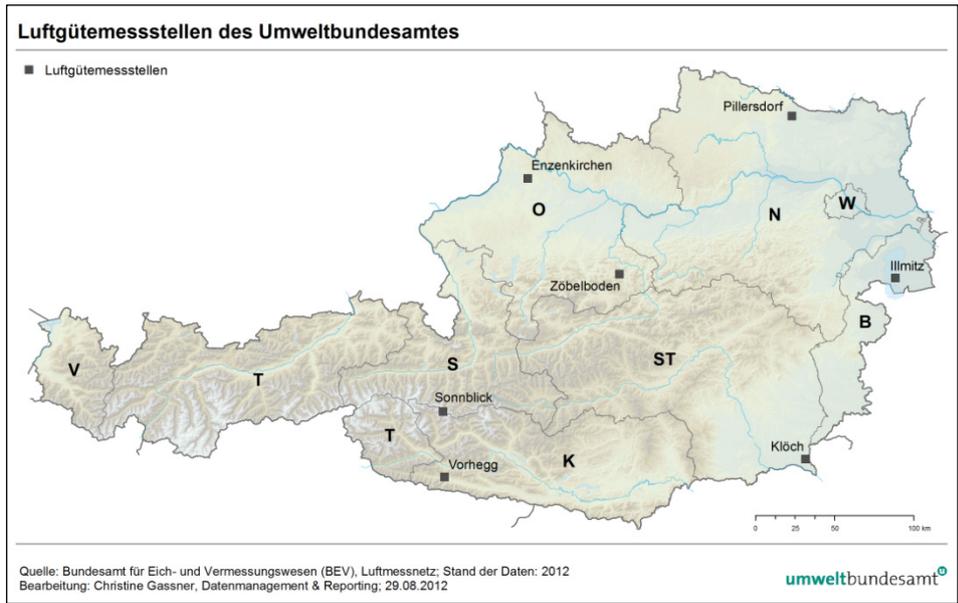


Abbildung 1:
Lage der
Luftgütemessstellen des
Umweltbundesamtes.

Zur Interpretation von Immissionsdaten ist die Kenntnis meteorologischer Größen notwendig. Deshalb sind die Messstationen des Umweltbundesamtes mit entsprechenden Messgeräten ausgerüstet. Die Ausstattung der einzelnen Stationen ist Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Meteorologische Messungen an den Luftgütemessstellen des Umweltbundesamtes im Jahr 2016.

Meteorologische Messungen 2016								
Messstelle	Wind	Temperatur	rel. Feuchte	Sonnenscheindauer	Globalstrahlung	Strahlungsbilanz	Niederschlag	Luftdruck
ENK	x	x	x	x	x		x	x
ILL	x	x	x	x	x		x	x
PIL	x	x	x	x	x		x	x
VOR	x	x	x	x	x		x	x
ZOE	x	x	x	x	x	x	x	x

Auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), in Klösch durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

Die Geräteausstattung der Messstellen, technische Angaben zu den Messgeräten sowie Fotos der Messstellen sind in Anhang 5 angegeben.

3 ERGEBNISSE UND INTERPRETATION DER IMMISSIONSMESSUNGEN

3.1 Einleitung

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Schadstoffmessungen nach Komponenten geordnet zusammengefasst, dargestellt und interpretiert. Am Anfang steht dabei eine Darstellung der Belastung in Relation zu den Grenz- und Zielwerten des IG-L und des Ozongesetzes, dann eine allgemeine Beschreibung der Immissionssituation, gefolgt von einer kurzen Trendanalyse. Weiterführende Informationen, wie etwa Immissionsgrenz- und -zielwerte, die Verfügbarkeiten, Schadstoffwindrosen etc. finden sich in den Anhängen.

3.2 Qualitätskontrolle

Zur Sicherstellung der Qualität der Messdaten verfügt das Umweltbundesamt über ein Qualitätssicherungs- und Qualitätskontroll-System. Abläufe zur Qualitätssicherung der Messdaten sind in Anhang 6 beschrieben.

Die Qualitätskontrolle der Messdaten erfolgt in mehreren Schritten. Der vorliegende Jahresbericht wird aus endgültig kontrollierten erstellt. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die in den Monatsberichten des Umweltbundesamtes veröffentlichten Messdaten der dritten Kontrollstufe entsprechen. Dadurch sind in Einzelfällen geringfügige Abweichungen der im Jahresbericht veröffentlichten Werte von jenen der Monatsberichte möglich.

Alle Daten, die mit kontinuierlich registrierenden Messgeräten ermittelt werden, werden in einem vor Ort befindlichen Stationsrechner als Halbstundenmittelwerte gespeichert, halbstündlich an die Messnetzzentrale im Umweltbundesamt übermittelt und in einer Datenbank archiviert.

Die Verfügbarkeit der gültigen Messwerte ist in Anhang 7 dargestellt.

Die Angabe der Konzentration erfolgt i. A. gemäß IG-L für Luftschadstoffe in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (die Konzentration von CO in mg/m^3 , PAK, Cd, Pb, As und Ni in ng/m^3).

Die Genauigkeit der angegebenen Konzentrationen ist vom jeweiligen Messgerät abhängig; die Konzentrationswerte werden mit maximal einer Kommastelle genauer als der Grenzwert angegeben (Ausnahme CO, VOC, PAK und Schwermetalle mit zwei Kommastellen).

3.3 Ozon

3.3.1 Konzentration von Ozon im Jahr 2016

In Tabelle 3 und 4 sind die an den Messstellen des Umweltbundesamtes erhobenen Werte zusammengefasst.

Die Informationsschwelle ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert) wurde im Jahr 2016 an keiner Messstelle des Umweltbundesamtes überschritten.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit (maximal 25 Tage mit Achtstundenmittelwerten über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gemittelt über die letzten drei Jahre) wurde an den Messstellen Illmitz und Zöbelboden (sowie Sonnblick) überschritten.

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation (AOT40 Mai–Juli von $18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, gemittelt über die letzten fünf Jahre) wurde an der Messstelle Illmitz (sowie Sonnblick) überschritten.

Der AOT40 zum Schutz des Waldes (April–September, $20.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) wurde an allen Messstellen außer Vorhegg überschritten.

Tabelle 3: Ozon – maximaler Einstundenmittelwert, Anzahl der Tage mit Einstundenmittelwerten über $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2016, Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2016 sowie im Mittel über die Jahre 2014–2016, AOT40-Wert Mai–Juli 2016 sowie im Mittel über die Jahre 2012–2016; AOT40-Wert April–Sept. 2016 (Quelle: Umweltbundesamt).

Ozon	max. MW1 2016 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anzahl Tage MW1 2016 > $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl Tage MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2016	Anzahl Tage MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Mittel 2014–2016	AOT40 Mai–Juli 2016 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Mai–Juli Mittel 2012–2016 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 April–Sept. 2016 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)
ENK	146	0	16	24	13.901	17.326	24.280
ILL	160	0	27	33	21.002	22.674	34.644
PIL	138	0	6	22	11.711	17.855	22.143
SON	152	0	56	74	30.395	32.094	49.276
VOR	142	0	3	13	9.137	17.611	13.648
ZOE	148	0	12	28	12.226	15.922	20.719

Ozonkonzentration 2016 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
MMW	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
Jänner	32,4	34,1	39,9	87,3	49,8	63,6
Februar	48,2	48,6	50,3	90,7	52,9	68,3
März	52,9	57,0	56,1	99,9	70,3	70,6
April	65,8	71,7	68,4		72,0	80,4
Mai	77,2	80,8	76,3	117,4	75,1	86,8
Juni	71,3	76,9	71,2	107,5	68,8	80,4
Juli	74,0	79,2	72,8	104,7	72,2	86,5
August	73,1	68,7	67,6	93,7	62,4	77,0
September	74,3	65,5	75,5	97,2	63,5	78,5
Oktober	29,8	36,4	37,4	83,5	45,0	46,0
November	30,4	35,0	31,7	84,1	45,6	51,8
Dezember	25,8	34,2	35,5	94,1	65,1	63,2
JMW	54,4	57,4	56,8	96,6	61,9	71,1

Tabelle 4: Monats- (MMW) und Jahresmittelwerte (JMW) der Ozonkonzentration im Jahr 2016 (Quelle: Umweltbundesamt).

Auffallend am Belastungsverlauf des Jahres 2016 sind die vergleichsweise hohen Konzentrationen im September und die niedrige Belastung im Oktober und November an allen Messstellen. Sie spiegeln das sehr warme und trockene Wetter im September und das wechselhafte, kühle Wetter im Oktober wider.

Im langjährigen Vergleich war das Jahr 2016 sehr niedrig belastet; an mehreren Messstellen wurden die niedrigsten Monatsmittelwerte¹⁴ seit Beginn der Messung registriert. Entgegen diesem Trend wurde auf dem Sonnblick im Dezember 2016 der höchste Monatsmittelwert der Messreihe registriert.

3.3.2 Trend der Ozonbelastung

Spitzenbelastung

Tabelle 5 gibt die Anzahl der Tage mit Überschreitungen der Informationsschwelle seit 1990 an. Im Jahr 2016 traten keine Überschreitungen auf.

Tabelle 5:
Anzahl der Tage
mit Überschreitung
der Ozon-
Informationsschwelle
(MW1 > 180 µg/m³),
1990–2016 (Quelle:
Umweltbundesamt).

	Tage mit Überschreitung der Ozon-Informationsschwelle					
	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
1990		11		0		
1991		2		0	0	
1992		7	8	0	2	
1993		0	0	1	0	
1994		3	10	0	3	
1995		3	1	0	1	
1996		3	0	0	8	0
1997	0	0	0	0	0	0
1998	2	5	1	1	1	0
1999	0	0	0	0	1	0
2000	1	7	6	0	6	0
2001	0	0	1	0	2	0
2002	0	1	1	0	1	0
2003	2	9	5	4	7	2
2004	0	0	1	0	1	0
2005	1	0	4	0	1	0
2006	2	7	2	0	3	3
2007	1	4	3	0	1	0
2008	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0
2010	0	1	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0
2012	0	1	1	0	0	0
2013	1	0	3	1	1	0
2014	0	1	0	0	0	0
2015	1	2	2	0	0	0
2016	0	0	0	0	0	0

¹⁴ Enzenkirchen: März, Oktober; Pillersdorf: April, Juli; Sonnblick: August; Vorhegg: Februar, April, Juni, August; Zöbelboden: März, April.

Überschreitung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit (MW8 > 120 µg/m³)

Abbildung 2 zeigt die Anzahl der Überschreitungen des täglichen maximalen Achtstundenmittelwertes von 120 µg/m³ seit 1990. Diese weist an allen Messstellen einen unregelmäßigen, leicht abnehmenden Trend auf. Mit Ausnahme von Illmitz war 2016 das Jahr mit den wenigsten Überschreitungen.

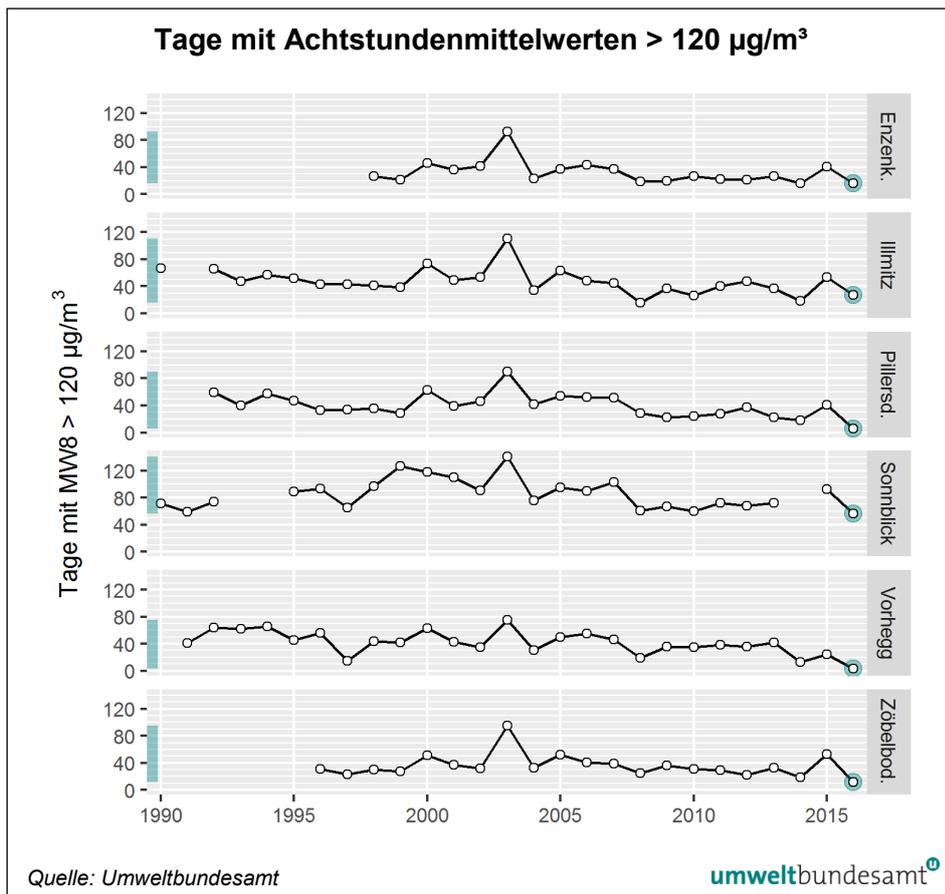
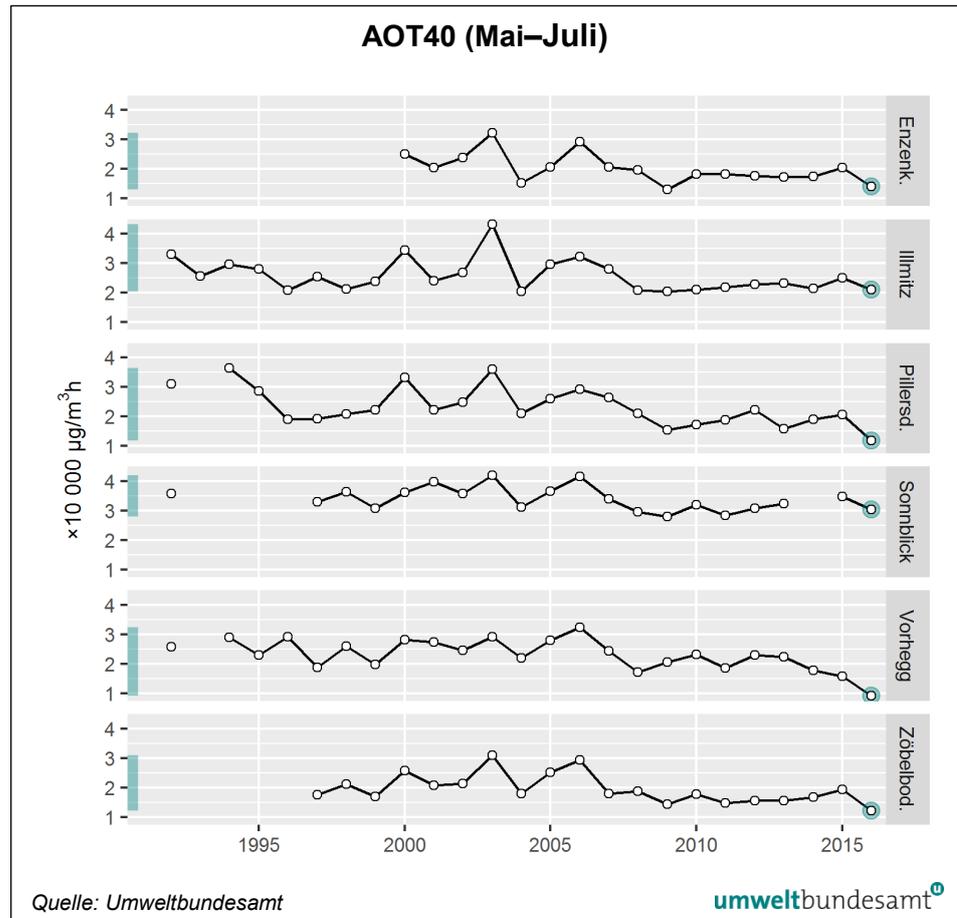


Abbildung 2:
Anzahl der Tage mit Überschreitung des Ozon-Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit (MW8 > 120 µg/m³), 1990–2016.

Trend des AOT40 Mai–Juli

Der Verlauf der AOT40-Werte gemäß Ozonrichtlinie ist für den Zeitraum 1992–2016 in Abbildung 3 dargestellt. Alle Messstellen zeigen unregelmäßige, abnehmende Trends mit sehr niedrigen Werten für den AOT40 im Jahr 2016.

Abbildung 3:
Trend der AOT40-Werte
(Mai–Juli) zum Schutz
der Vegetation vor
Ozon, 1992–2016.



Trend der Jahresmittelwerte

Aus dem Verlauf der Jahresmittelwerte lässt sich kein langfristiger Trend herauslesen: Die Werte der einzelnen Messstationen liegen seit dem Beginn der Messungen (1990 bzw. 1994) in etwa auf demselben Wert (Sonnblick: um die $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Zöbelboden: $70\text{--}80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, die anderen Messstationen zwischen 60 und $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Fluktuationen ergeben sich durch die meteorologischen Faktoren – 2003 war bisher das Jahr mit der höchsten Belastung, 2016 zählte zu den vergleichsweise niedrig belasteten Jahren.

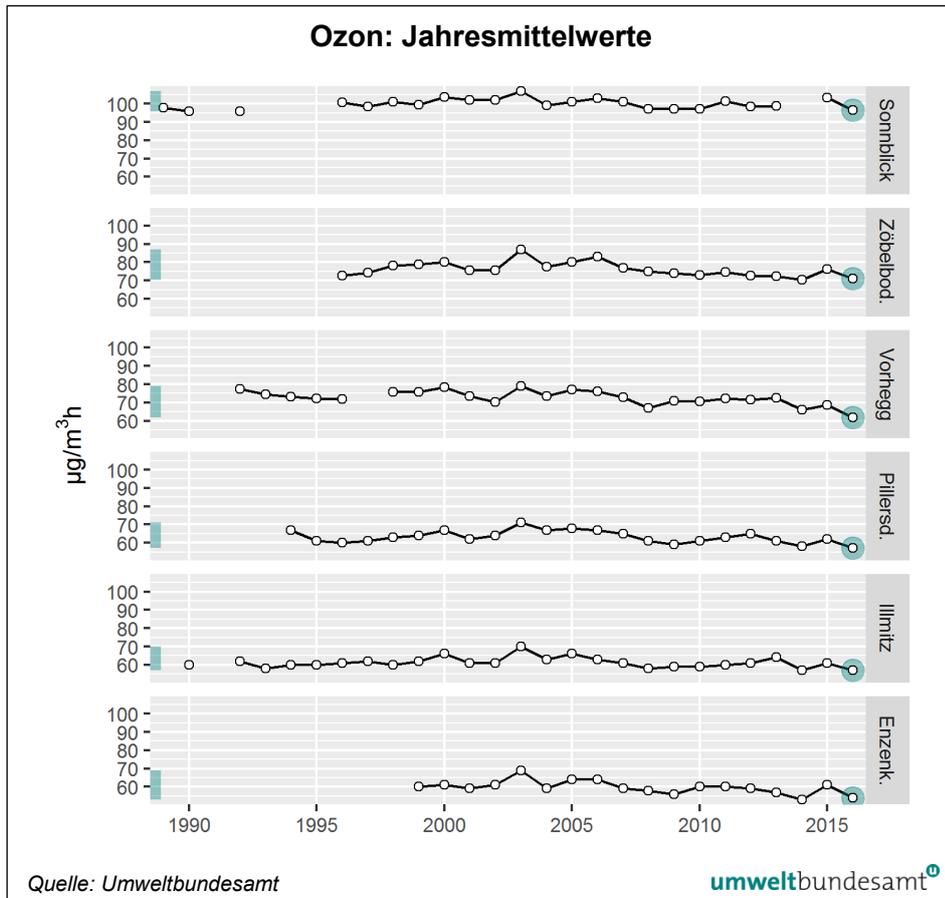


Abbildung 4:
Jahresmittelwerte der
Ozonkonzentration,
1990–2016.

3.4 PM₁₀

3.4.1 Konzentration von PM₁₀ im Jahr 2016

Die Beurteilung der PM₁₀-Konzentration gemäß IG-L erfolgte im Jahr 2016 an der Messstelle Illmitz gravimetrisch mit dem Messgerät Digital DHA80, an den Messstellen Enzenkirchen, Pillersdorf und Zöbelboden mittels kontinuierlicher Messung mit Geräten der Type Grimm EDM180 und an den Messstellen Klöch und Vorhegg mit dem Gerät der Type Sharp 5030 (siehe Anhang 5: Messstellen, Messgeräte, Analyseverfahren)¹⁵.

An allen Messstellen wird parallel mit gravimetrischen und kontinuierlichen Methoden gemessen, wodurch die Äquivalenz der kontinuierlichen Messverfahren mit der gravimetrischen Referenzmethode laufend überprüft wird.

Tabelle 6 gibt die Monatsmittelwerte, den Jahresmittelwert, die Anzahl der Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ sowie den maximalen Tagesmittelwert des Jahres 2016 an.

¹⁵ Auf dem Sonnblick erfolgt seit Oktober 2012 die Messung mit einem Gerät der Type Sharp 5030 zu Forschungszwecken.

An keiner Messstelle des Umweltbundesamtes wurde im Jahr 2016 das Grenzwertkriterium des IG-L für den Tagesmittelwert überschritten (mehr als 25 Tage über 50 µg/m³).

Die höchste Belastung wies im Mittel, wie in früheren Jahren, Illmitz auf (Jahresmittelwert 16,8 µg/m³), gefolgt von Klöch und Pillersdorf. Erstmals seit Beginn der Messung registrierte nicht Illmitz sondern Klöch (zehn Tage) die meisten Tagesmittelwerte über 50 µg/m³.

Tabelle 6:
PM₁₀ – Monats- und
Jahresmittelwerte,
maximaler TMW
(in µg/m³) sowie Anzahl
der Tagesmittelwerte
über 50 µg/m³ im
Jahr 2016 (Quelle:
Umweltbundesamt).

PM₁₀-Konzentration 2016 (in µg/m³)						
MMW	ENK	ILL	KLH	PIL	VOR	ZOE
Jänner	19,5	29,3	29,4	17,9	5,5	3,8
Februar	12,6	12,9	12,3	13,4	3,9	4,9
März	17,7	16,2	14,5	16,1	7,1	11,0
April	12,7	14,2	14,6	16,9	11,2	10,1
Mai	10,9	11,7	11,2	11,8	6,1	6,5
Juni	10,1	12,6	12,0	10,7	5,9	6,0
Juli	12,1	13,0	13,0	11,3	7,8	7,5
August	11,8	11,3	11,9	11,0	5,2	6,4
September	17,7	17,7	19,0	20,4	10,9	12,3
Oktober	14,3	14,2	14,5	13,9	4,6	6,4
November	13,1	21,5	18,1	20,5	4,2	3,7
Dezember	17,5	25,4	22,4	17,9	4,3	3,0
JMW	14,0	16,8	16,2	15,3	6,4	6,8
TMW > 50 µg/m³	1	7	10	0	0	1
max. TMW	50,8	64,1	59,9	45,3	40,4	51,5

Die PM₁₀-Belastung war 2016 im langjährigen Vergleich sehr niedrig. Ausschlaggebend dafür waren die sehr warmen Wintermonate sowohl zu Beginn als auch am Ende des Jahres, vor allem der Februar 2016 war außergewöhnlich mild (siehe Kapitel 4.2). Die einzige mehrtägige Belastungsepisode mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen und teilweisem Schadstofftransport aus Ostmitteleuropa trat Anfang Jänner auf.

Das Jahr 2016 wies einen sehr untypischen Jahresgang auf. Die niedrige PM₁₀-Belastung im Februar – alle Messstellen außer Zöbelboden registrierten den niedrigsten Monatsmittelwert im Februar seit Beginn der Messung (in Illmitz 1999) – geht auf die außerordentlich warme Witterung in diesem Monat zurück. Die hohe Belastung, die am Zöbelboden im März beobachtet wurde, ist auf starken Schadstofftransport aus dem Alpenvorland, v. a. während einer Episode vom 19. bis 23. März, zurückzuführen.

Anfang April erreichte Wüstenstaub aus der Sahara Österreich. Auf dem Sonnblick (keine Messstation gemäß IG-L) wurden Spitzenkonzentrationen (HMW) bis 134 µg/m³ und Tagesmittelwerte bis 100 µg/m³ erreicht, damit waren dies die höchsten Wüstenstaubkonzentrationen, die seit Beginn der Staubbmessungen am Sonnblick (Oktober 2012) in Österreich beobachtet wurden. Mit zwei Tagesmittelwerten über 50 µg/m³ (100 bzw. 65 µg/m³ am 05. und 06.04.) übertraf der Sonnblick sogar die Messstellen Enzenkirchen, Pillersdorf, Vorhegg und

Zöbelboden. Beiträge von Saharastaub trugen zu der im langjährigen Vergleich sehr hohen PM₁₀-Belastung am Zöbelboden (mit einem Tagesmittelwert über 50 µg/m³ am 05.04.) und in Vorhegg bei (siehe auch UMWELTBUNDESAMT 2017).

Im langjährigen Vergleich war die PM₁₀-Belastung im September sehr hoch; Enzenkirchen und Zöbelboden registrierten den höchsten Monatsmittelwert im September seit Beginn der Messung. Hohe Konzentrationen wurden besonders bei sonnigem, warmem Wetter mit schwachem östlichem Wind registriert. Die überdurchschnittliche Sulfat-Konzentration im PM_{2,5} in Illmitz (siehe Kapitel 3.6.1) deutet auf erhöhte Beiträge von Ferntransport aus Osteuropa hin. Das warme Wetter trug auch zu starkem Vertikaltransport und damit zu hohen Belastungen im Mittelgebirge bei.

Extrem niedrig war die Belastung im Oktober, alle Messstellen außer Zöbelboden registrierten den niedrigsten Oktober-Monatsmittelwert seit Beginn der Messungen. Sehr wechselhaftes Wetter mit Luftmassen ozeanischen Ursprungs, hohe Windgeschwindigkeiten und in der Osthälfte Österreichs extrem hohe Regenmengen kennzeichnen den Witterungsverlauf und erklären die österreichweit sehr niedrige Belastung.

3.4.2 Trend der PM₁₀-Belastung

Im Jahr 2016 wurde an allen Hintergrundmessstellen die bislang niedrigste PM₁₀-Konzentration gemessen (Jahresmittelwerte siehe Abbildung 5).

Die PM₁₀-Belastung zeigt langfristig einen abnehmenden Trend.

Ein Vergleich der Dreijahresmittelwerte¹⁶ zeigt von 2007–2009 zu 2014–2016 eine Abnahme der Belastung zwischen 13 % (Klöch) und 21 % (Pillersdorf, Vorhegg), während die österreichischen Emissionen in diesem Zeitraum um rund 10 % zurückgingen.

Dies kann durch folgende Umstände erklärt werden:

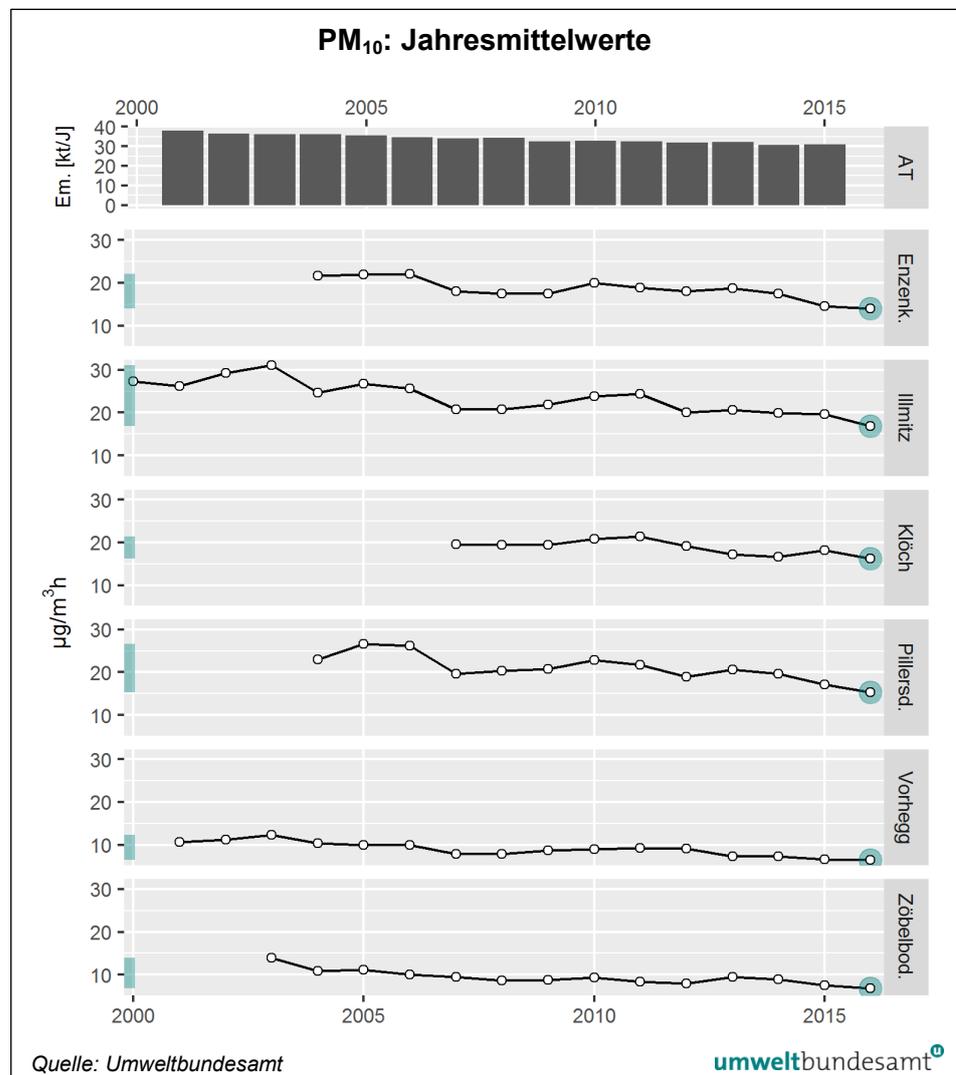
- Die Höhe der PM₁₀-Belastung wird durch das Zusammenwirken von Emissionen, Ausbreitungsbedingungen und grenzüberschreitendem Schadstofftransport bestimmt – ein direkter Zusammenhang mit den nationalen Emissionen ist daher nicht gegeben.
- Im Winter sind Hochdruckwetterlagen nicht nur mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen, sondern auch häufig mit Ostwind und damit grenzüberschreitendem PM₁₀-Transport aus den nordöstlichen und östlichen Nachbarstaaten Österreichs verbunden, Westwetterlagen dagegen mit günstigen Ausbreitungsbedingungen und sehr niedrigen PM₁₀-Vorbelastungen.
- Der in Relation zu den österreichischen Emissionen stärkere Rückgang der PM₁₀-Belastung spiegelt damit unter Umständen eine starke Abnahme der Emissionen von PM₁₀ (und von Vorläufersubstanzen sekundärer Partikel) in den östlichen Nachbarstaaten sowie veränderte Ausbreitungsbedingungen (die ihrerseits auch das Ausmaß von grenzüberschreitendem Schadstofftransport von Osten beeinflussen) wider.

¹⁶ Zur Glättung des Einflusses der unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen einzelner Jahre werden Dreijahresmittelwerte gebildet.

- Im Winter sind vor allem die Emissionen aus kleinen Feuerungsanlagen im Raumwärmesektor relevant. Die in den Emissionsinventuren verwendeten Emissionsfaktoren spiegeln jeweils den aktuellen Stand des Wissens wider und sind mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet. Vergleiche von Modellergebnissen mit Daten aus Emissionsmessungen weisen auf eine Unterschätzung der Emissionen hin.

Ausschlaggebend für die sehr niedrige PM₁₀-Belastung 2016 war v. a. der Witterungsverlauf im Winter, der ganz überwiegend von wechselhaftem Wetter mit ozeanischen Luftmassen geprägt war, wobei der Februar durch außerordentlich hohe Temperaturen auffiel (siehe Kapitel 4.2). Hochdruckwetterlagen, verbunden mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen und mit Transport kalter Luftmassen von Osten, traten im Jahr 2016 nicht auf.

Abbildung 5:
Jahresmittelwerte der
PM₁₀-Konzentration,
2000–2016 und der
PM₁₀-Emissionen,
2000–2015.



Bei der Anzahl der Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ war 2016 an allen Messstellen außer Klösch das bislang am niedrigsten belastete Jahr. Lediglich Klösch erfasste mit zehn Tagesmittelwerten über 50 µg/m³ mehr Überschreitungen als in den Jahren 2012 bis 2015 (siehe Abbildung 8).

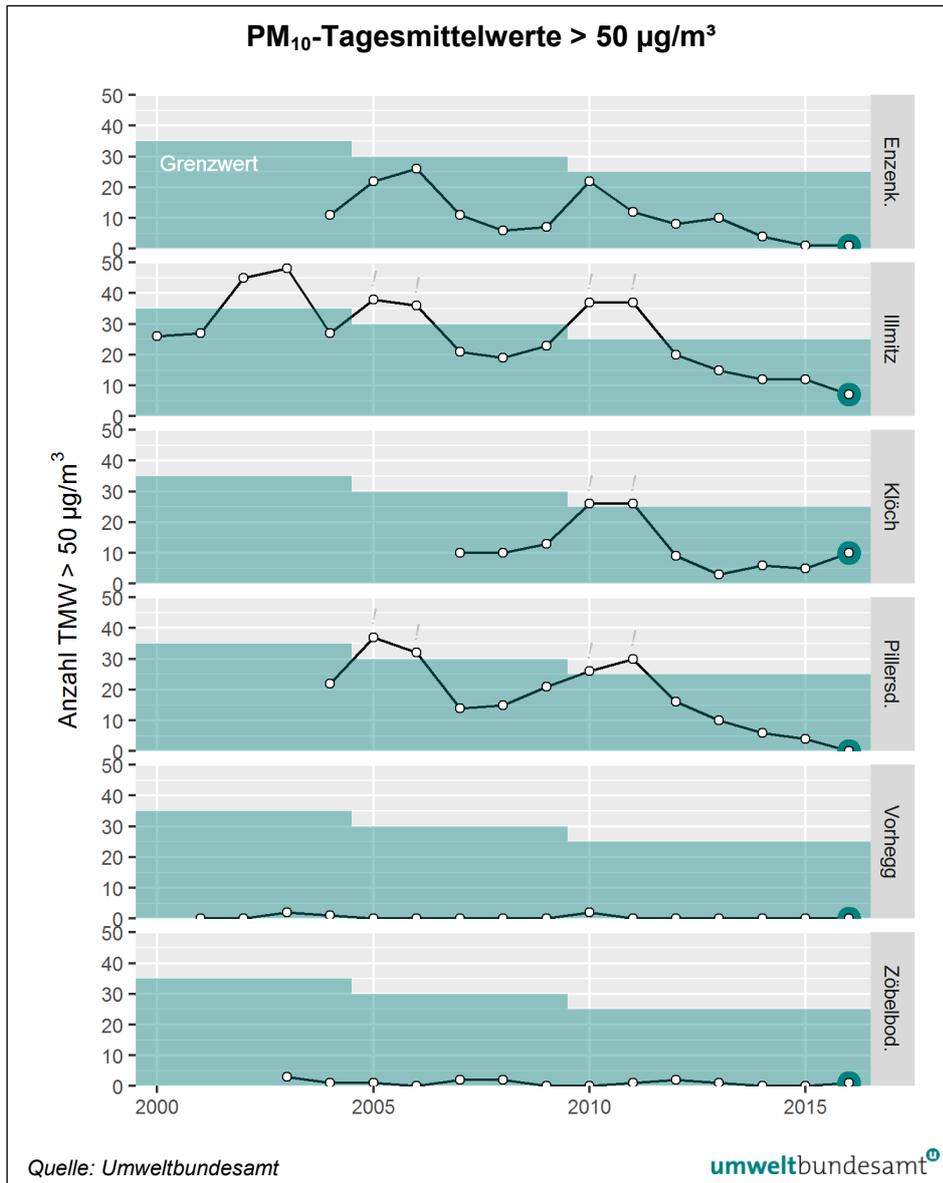


Abbildung 6: Anzahl der Tagesmittelwerte der PM₁₀-Konzentration > 50 µg/m³, 2000–2016. Schattierte Fläche: Höhe des Grenzwertes.

3.5 PM_{2,5} und PM₁

3.5.1 Die Konzentration von PM_{2,5} und PM₁ im Jahr 2016

Die Beurteilung der PM_{2,5}-Konzentration erfolgte im Jahr 2016 in Illmitz und Enzenkirchen mit der gravimetrischen Methode, darüber hinaus in Enzenkirchen, Illmitz, in Pillersdorf und auf dem Zöbelboden mit kontinuierlichen Geräten der Type Grimm EDM180. Die PM₁-Konzentration wurde in Illmitz sowohl gravimetrisch als auch kontinuierlich, in Pillersdorf kontinuierlich erfasst.

Die Monats- und Jahresmittelwerte der Konzentration von PM_{2,5} bzw. PM₁ sowie die Verhältnisse der Konzentrationen der PM-Fractionen in Illmitz, Pillersdorf, Enzenkirchen und auf dem Zöbelboden sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Die Anteile der Fraktionen $PM_{2,5}$ bzw. PM_1 am PM_{10} liegen an allen Messstellen in einem sehr ähnlichen Bereich.

In Illmitz und Pillersdorf besteht PM_{10} zu etwas mehr als der Hälfte aus der PM_1 -Fraktion (59 % und 54 %), zu etwas weniger als einem Viertel aus der Fraktion $PM_{2,5}-PM_1$ und zu etwas mehr als einem Viertel aus der Fraktion $PM_{10}-PM_{2,5}$.

Der mittlere Anteil von $PM_{2,5}$ am PM_{10} liegt an allen Messstellen in einem engen Bereich zwischen 74 % und 81 %.

Die Konzentration der groben Fraktion $PM_{10}-PM_{2,5}$ weist keinen klaren Jahresgang auf.

Die Konzentration von PM_1 zeigt einen mäßigen, jene der Fraktion $PM_{2,5}-PM_1$ einen markanten Jahresgang mit hohen Werten im Winter und niedrigen Werten im Sommer.

Tabelle 7: Monats- und Jahresmittelwerte der Konzentration von $PM_{2,5}$ bzw. PM_1 und des Anteils von $PM_{2,5}$ bzw. PM_1 am PM_{10} in Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf und Zöbelboden im Jahr 2016 (Konzentrationen von $PM_{2,5}$ und PM_1 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Verhältnisse der PM-Fractionen in %).

Konzentration $PM_{2,5}$ und PM_1 am PM_{10} 2016												
Enzenkirchen			Illmitz				Pillersdorf				Zöbelboden	
MMW (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. %)	$PM_{2,5}$	$PM_{2,5}/PM_{10}$	$PM_{2,5}$	PM_1	$PM_{2,5}/PM_{10}$	PM_1/PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_1	$PM_{2,5}/PM_{10}$	PM_1/PM_{10}	$PM_{2,5}$	$PM_{2,5}/PM_{10}$
Jänner	16,1	82 %	25,5	3,8	89 %	61 %	16,5	11,5	93 %	64 %	3,3	86 %
Februar	9,9	80 %	11,0	1,9	85 %	74 %	11,7	7,8	90 %	60 %	3,5	83 %
März	14,5	82 %	14,4	1,9	87 %	64 %	15,2	10,7	94 %	66 %	9,7	88 %
April	9,8	78 %	9,3	4,8	67 %	57 %	13,4	8,8	83 %	55 %	6,8	77 %
Mai	8,2	73 %	9,1	2,7	74 %	61 %	9,5	6,3	80 %	52 %	5,0	74 %
Juni	6,4	63 %	8,3	4,3	69 %	60 %	7,2	4,2	67 %	40 %	4,2	70 %
Juli	7,3	60 %	9,1	3,9	68 %	58 %	6,7	4,0	60 %	35 %	5,3	71 %
August	7,0	62 %	8,0	3,3	71 %	54 %	7,0	4,4	66 %	41 %	4,5	72 %
September	11,9	68 %	12,2	5,5	69 %	58 %	14,0	9,2	70 %	46 %	9,1	75 %
Oktober	11,0	77 %	11,1	3,2	77 %	55 %	12,2	8,3	87 %	59 %	5,2	81 %
November	10,6	80 %	18,0	3,6	81 %	60 %	18,3	12,6	90 %	62 %	3,2	86 %
Dezember	13,6	79 %	20,6	4,8	82 %	51 %	16,2	11,2	92 %	62 %	2,6	88 %
JMW (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. %)	10,4	74 %	13,2	9,4	78 %	59 %	12,4	8,3	81 %	54 %	5,2	79 %

3.5.2 Trend der PM_{2,5}- und PM₁-Konzentration

Die Jahresmittelwerte der Konzentration von PM₁₀, PM_{2,5} bzw. PM₁ in Enzenkirchen, in Illmitz, in Pillersdorf und auf dem Zöbelboden sind seit Beginn der Messung in Tabelle 8 dargestellt.

Die PM_{2,5}- bzw. PM₁-Konzentrationen zeigen sehr ähnliche Trends wie die PM₁₀-Konzentration.

Tabelle 8: Jahresmittelwerte der PM-Konzentrationen in Illmitz (Beginn der PM_{2,5}-Messung 2001, der PM₁-Messung 2004), Enzenkirchen (Beginn der Messung April 2011), Pillersdorf (Beginn der Messung Dezember 2011) und Zöbelboden (Beginn der Messung Dezember 2013), 2001–2016 (Quelle: Umweltbundesamt).

PM JMW (in µg/m ³)	Enzenkirchen		Illmitz			Pillersdorf			Zöbelboden	
	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁	PM ₁₀	PM _{2,5}
2001			26,2							
2002			29,1	23,2						
2003			31,1	24,7						
2004			24,5	18,9	14,4					
2005			26,7	21,9	15,7					
2006			25,6	20,9	15,7					
2007			20,8	16,2	11,4					
2008			20,8	16,4	11,4					
2009			21,9	17,2	11,5					
2010			23,8	19,3	15,1					
2011			24,4	19,3	13,7					
2012	18,0	13,8	20,1	15,2	v	19,0	14,2	9,3		
2013	18,7	14,7	20,6	15,9	11,3	20,6	15,5	10,4		
2014	17,5	13,3	20,2	15,6	11,0	19,6	15,1	10,1	9,0	6,9
2015	16,9	13,0	19,8	14,8	10,2	17,1	12,9	8,6	9,7	7,4
2016	14,0	10,4	16,8	13,2	9,4	15,3	12,4	8,3	6,8	5,2

v ... zu geringe Verfügbarkeit

leere Zelle: keine Messung

Der langfristige Rückgang und die zeitliche Variation der PM₁₀- und der PM_{2,5}-Belastung in Illmitz werden ganz überwiegend von der zeitlichen Entwicklung der PM₁-Konzentration bestimmt (siehe Abbildung 7). Die Fraktionen PM_{2,5}-PM₁ und PM₁₀-PM_{2,5} zeigen nur sehr geringe Variationen von Jahr zu Jahr und langfristig eine langsame, kontinuierliche Abnahme.

Eine monatsweise Auswertung zeigt, dass die langfristige Abnahme der PM₁₀- und PM_{2,5}-Konzentration überwiegend von der Höhe der PM₁-Konzentration in den Wintermonaten Dezember bis Februar, in geringerem Ausmaß in den Frühjahrsmonaten März bis Mai bestimmt wird. Eine langfristige Abnahme zeigt zudem die Konzentration PM_{2,5}-PM₁ in den Wintermonaten.

Im Sommer und im Herbst nahm die PM₁-Konzentration bis 2006 ab und veränderte sich danach – ebenso wie die Konzentration der größeren Fraktionen – praktisch nicht mehr.

Die starke Variabilität der PM-Konzentration von Jahr zu Jahr wird von den Fraktionen PM_1 und, in geringerem Ausmaß, der Fraktion $PM_{2,5}-PM_1$ in den Monaten November bis März dominiert.

Nachdem die Konzentration der Fraktion PM_1 und, wenngleich schwächer, der Fraktion $PM_{2,5}-PM_1$ abnimmt, gehen die Relativanteile der PM_1 - und $PM_{2,5}$ -Fraktionen langfristig zurück.

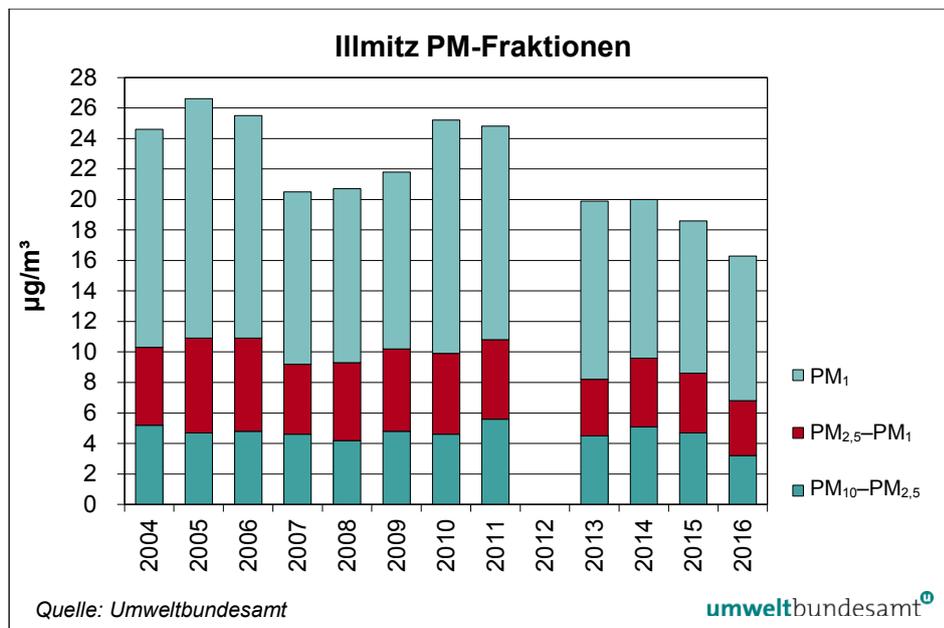


Abbildung 7: Jahresmittelwerte der Konzentration der Fraktionen PM_1 , $PM_{2,5}-PM_1$ sowie $PM_{10}-PM_{2,5}$ in Illmitz, 2004–2016.

3.6 Chemische Zusammensetzung von $PM_{2,5}$ in Illmitz

3.6.1 $PM_{2,5}$ -Analysen 2016

In Illmitz wird die chemische Zusammensetzung von $PM_{2,5}$ untersucht; die Komponenten Elementarer Kohlenstoff (EC) und organischer Kohlenstoff (OC) werden als Tagesproben (Filteranalyse: jeder sechste Tag) analysiert, Sulfat (SO_4^{2-}), Nitrat (NO_3^-), Ammonium (NH_4^+), Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} und Cl^- als Monatsmischproben (Filteranalyse: jeder sechste Tag).

Feinstaub ist ein komplexes Gemisch unterschiedlicher chemischer Substanzen, die aus verschiedenen Quellen stammen bzw. sich in der Atmosphäre aus verschiedenen Vorläufersubstanzen bilden. Die Kenntnis der chemischen Zusammensetzung von $PM_{2,5}$ ist wesentlich für die Identifizierung der Quellen von $PM_{2,5}$ bzw. dessen Vorläufersubstanzen, welche ihrerseits eine Grundlage für die Maßnahmenplanung zur Reduzierung der PM-Belastung ist.

Abbildung 8 zeigt die Konzentrationen der einzelnen Substanzen für die einzelnen Monate (Kalium, Kalzium, Magnesium und Chlorid werden zusammengefasst). Die Relativanteile der Inhaltsstoffe von $PM_{2,5}$ sind in Tabelle 9 zusammengestellt (ausgenommen Kalzium, Magnesium und Chlorid, deren Anteile in allen Monaten unter 1 % lagen, sowie das im Ammoniumsulfat adsorbierte Wasser).

Die Konzentration des organischen Materials (OM) lässt sich aus dem organischen Kohlenstoff hochrechnen, in der Literatur werden Faktoren von 1,4 bis über 1,7 angeführt (BAUER et al. 2007, JANKOWSKI et al. 2007). Für gealterte Luftmassen – wie in Illmitz – wird ein Faktor von 1,7 verwendet.

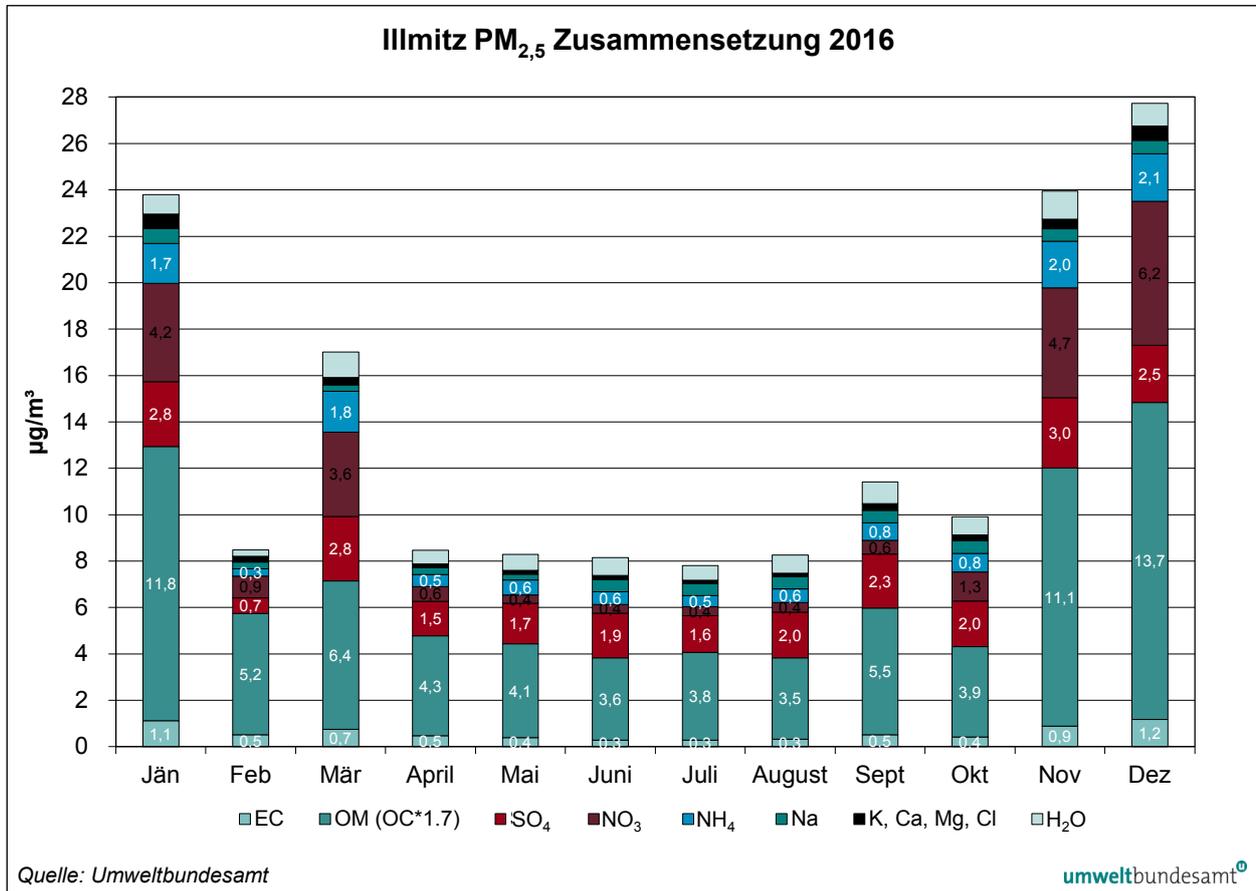


Abbildung 8: Chemische Zusammensetzung von PM_{2,5} in Illmitz für die einzelnen Monate 2016. (OM mit einem Faktor 1,7 aus OC hochgerechnet).

Tabelle 9:
Chemische
Zusammensetzung von
PM_{2,5} in Illmitz im Jahr
2016: Relativanteile der
analysierten
Komponenten pro Monat
(Quelle:
Umweltbundesamt).

	Anteile der PM _{2,5} -Inhaltsstoffe 2016 in Illmitz (in %)						
MMW	OM	EC	SO ₄	NO ₃	NH ₄	Na	K
Jänner	45	4	11	16	7	2	2
Februar	52	5	7	9	3	3	2
März	38	4	16	21	10	2	1
April	45	5	16	7	6	3	1
Mai	49	5	21	4	8	3	1
Juni	44	3	24	5	7	6	< 1
Juli	39	3	16	4	5	5	< 1
August	37	3	21	4	6	6	< 1
September	47	4	20	5	7	5	1
Oktober	38	4	19	12	8	5	1
November	46	4	13	20	8	2	1
Dezember	49	4	9	22	7	2	2
JMW	47	4	15	15	7	3	1

Die größten Komponenten von $PM_{2,5}$ stellen – ungeachtet der Unsicherheit der Hochrechnung des OM aus organischem Kohlenstoff (OC) – das organische Material (OM) mit 47 % (entsprechend $6,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und die sekundären anorganischen Partikel (Summe aus SO_4 , NO_3 und NH_4 , inkl. im Ammoniumsulfat adsorbiertes Wasser) mit 43 % ($5,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dar.

Der OM-Relativanteil zeigt keinen jahreszeitlichen Unterschied; die Monatsmittelwerte variieren unregelmäßig zwischen 37 % im August und 52 % im Februar.

Die EC-Konzentration liegt im Jahresmittel bei $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$; dies entspricht 4 % am $PM_{2,5}$, wobei der Anteil 2016 keinen Jahresgang aufweist¹⁷.

Die Sulfatkonzentration liegt im Mittel bei $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (15 %); sie ist im Winter ($2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) geringfügig höher als im Sommer ($1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Der Relativanteil von Sulfat vom $PM_{2,5}$ (im Mittel 15 %) ist im Sommer (21 %) fast doppelt so hoch wie im Winter (12 %).

Der Anteil von Nitrat beträgt im Mittel $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Anteil am $PM_{2,5}$ 15 %). Aufgrund seiner Flüchtigkeit bei höheren Temperaturen zeigt Nitrat einen markanten Jahresgang, die Konzentration liegt im Sommerhalbjahr bei $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (5 %), im Winterhalbjahr bei $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (19 %).

Ammonium trägt im Mittel $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (7 %) bei. Der Relativanteil zeigt keinen Jahresgang.

Von den Alkali- und Erdalkalimetallen ist lediglich Natrium in nennenswerter Menge ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. 3 %) im $PM_{2,5}$ vertreten. Der Anteil von Natrium ist im Sommer deutlich höher als im Winter.

Die höher belasteten Wintermonate Jänner, November und Dezember weisen hohe Anteile von Nitrat, leicht überdurchschnittliche Anteile von OM und unterdurchschnittliche Anteile von Sulfat auf, was auf einen dominierenden Einfluss regionaler Quellen schließen lässt. Die erhöhte Belastung im März geht auf hohe Anteile sekundärer anorganischer Aerosole (Sulfat 16 %, Nitrat 21 %) bei ungewöhnlich niedriger OM-Konzentration (38 %) zurück (eine belastbare Begründung für diese Beobachtung kann im Rahmen dieser Arbeiten nicht gegeben werden). Der für die Jahreszeit ungewöhnlich hoch belastete September ($PM_{2,5}$ $11,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zeichnete sich durch einen sehr hohen Sulfat-Anteil (20 %) aus, der sich Schadstofftransport aus Südosteuropa zuordnen lässt.

3.6.2 Trend

Analysen der $PM_{2,5}$ -Zusammensetzung liegen für Illmitz 1999/2000 sowie ab 2011 vor, wobei die zwischen Oktober 1999 und Oktober 2000 in Illmitz durchgeführten Analysen von EC und OC mit einer anderen Methode¹⁸ durchgeführt wurden, sodass die Daten für EC und OM erst seit 2011 vergleichbar sind.

Die Konzentrationen von Sulfat und Ammonium nahmen zwischen 1999/2000 und 2016 etwa um die Hälfte ab, jene von Nitrat zeigt keine Veränderung. Seit 1999 gingen die Anteile von Sulfat (von 20 % auf 14 %) und von Ammonium

¹⁷ in früheren Jahren war der EC-Anteil im Winter höher als im Sommer.

¹⁸ 1999/2000 Coulometrie. Ab 2011 thermisch-optische Methode; 2011–2014 kam bei dieser das Quartz/Niosh-Protokoll, 2015 das EUSAAR-Protokoll zum Einsatz.

(von 10 % auf 7 %) deutlich zurück); Dies korrespondiert mit dem Rückgang der SO₂-Emissionen in den Herkunftsländern von PM-Fertransport in Ostmitteleuropa, wohingegen sich die NO_x-Emissionen kaum verändert haben.

Seit 2011 werden bei EC und OM ebenso wie bei den sekundären anorganischen Aerosolen und bei den Alkali- und Erdalkalimetallen geringe, unregelmäßige Variationen von Jahr zu Jahr beobachtet.

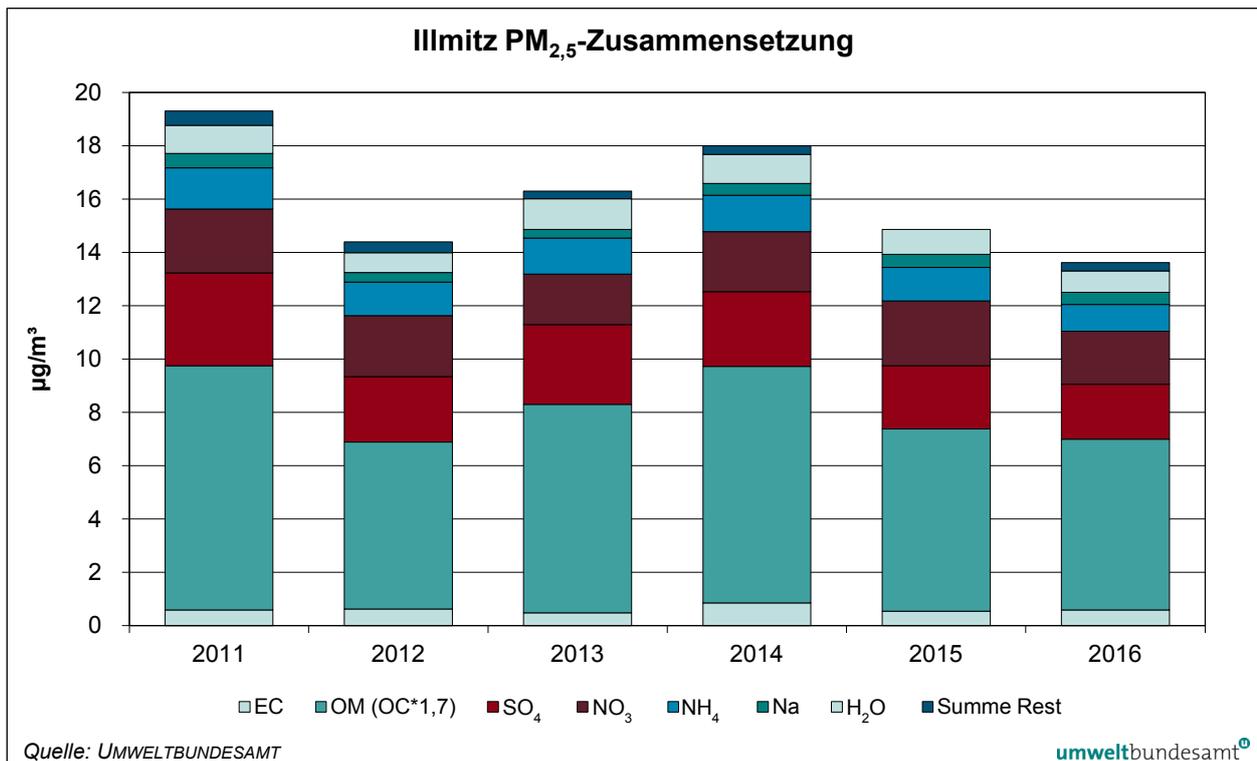


Abbildung 9: Konzentrationen der PM_{2,5}-Inhaltsstoffe in Illmitz, 2011–2016.

3.7 Stickstoffoxide

3.7.1 Die Konzentration von NO₂ und NO_x im Jahr 2016

Die Grenzwerte des IG-L für NO₂ zum Schutz der menschlichen Gesundheit (HMW 200 µg/m³, JMW 30 µg/m³) wurden im Jahr 2016 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes eingehalten.

Die Monats- und Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration, die Jahresmittelwerte für NO und NO_x sowie die maximalen Halbstunden- und Tagesmittelwerte der NO₂-Konzentration des Jahres 2016 an den Hintergrundmessstellen gemäß IG-L sind in Tabelle 10 angegeben.

Tabelle 10: Monats- und Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration, Jahresmittelwert der NO-Konzentration (in µg/m³), Jahresmittelwert der NO_x-Konzentration (in µg NO₂/m³; am Sonnblick NO_y) sowie maximale Halbstunden- und Tagesmittelwerte der NO₂-Konzentration im Jahr 2016 (Quelle: Umweltbundesamt).

Stickstoffoxid-Konzentration 2016 (in µg/m ³)							
NO ₂ MMW	ENK	ILL	KLH	PIL	SON	VOR	ZOE
Jänner	19,9	12,8	16,8	14,4	0,9	3,9	4,2
Februar	10,8	8,2	9,2	10,9	1,1	3,7	4,0
März	10,8	9,2	8,1	9,5	1,1	3,0	6,3
April	8,1	6,6	6,3	8,2	0,6	2,3	4,2
Mai	5,8	4,8	4,8	6,5	0,6	2,0	3,0
Juni	5,0	3,5	3,9	5,0	0,5	1,6	2,1
Juli	4,8	4,4	3,9	4,5	0,6	1,5	2,3
August	5,0	4,9	4,3	5,3	0,5	1,6	2,2
September	7,0	6,4	5,5	7,0	0,8	2,0	3,0
Oktober	11,5	9,1	8,0	9,3	1,0	2,6	4,1
November	13,8	12,2	10,3	14,0	1,1	3,3	3,4
Dezember	20,2	15,0	17,8	14,7	0,7	2,7	3,4
NO₂ JMW	10,2	8,1	8,2	9,1	0,8	2,5	3,5
NO JMW	1,5	0,8	0,6	0,7	0,1	0,3	0,2
NO_x JMW	12,5	9,3	9,1	10,1	0,9	2,9	3,8
NO ₂ max. HMW	61,9	48,8	68,6	46,4	14,2	43,0	39,1
NO ₂ max. TMW	39,6	31,5	35,3	30,1	4,9	11,0	22,0

Unter den Hintergrundmessstellen registrierte Enzenkirchen die höchste NO₂- und NO_x-Belastung; der NO₂-Jahresmittelwert betrug 10,2 µg/m³ (34 % des IG-L-Grenzwertes), der NO_x-Jahresmittelwert 12,5 µg/m³ (42 % des IG-L-Grenzwertes). Die im Weinviertel gelegene Messstelle Pillersdorf wies einen NO₂-Jahresmittelwert von 9,1 µg/m³ auf, in Illmitz und Klöch lagen die Jahresmittelwerte etwas niedriger (8,1 µg/m³ bzw. 8,2 µg/m³).

Deutlich geringer war die NO₂-Belastung im Mittelgebirge mit Jahresmittelwerten von 3,5 µg/m³ auf dem Zöbelboden und 2,5 µg/m³ in Vorhegg.

Die NO₂-Spitzenwerte lagen an allen Messstellen deutlich unter dem Grenzwert (200 µg/m³ als Halbstundenmittelwert) bzw. Zielwert (80 µg/m³ als Tagesmittelwert) des IG-L. Der höchste Halbstundenmittelwert wurde mit 69 µg/m³ in Klöch gemessen. Der höchste Tagesmittelwert trat mit 40 µg/m³ in Enzenkirchen auf.

Alle Messstellen zeigen klare Jahresgänge mit erhöhten Konzentrationen im Winter, wobei die Unterschiede zwischen Winter und Sommer an den außeralpinen Messstellen viel ausgeprägter sind als im Gebirge. An den außeralpinen Messstellen sind ungünstigere Ausbreitungsbedingungen (häufige Bodeninversionen) zusammen mit höheren Emissionen die Ursache der erhöhten NO₂-Konzentrationen im Winter. Im Mittel- und Hochgebirge spielen die Ausbreitungsbedingungen im Winter eine geringere Rolle, dafür trägt im Sommer stärkerer vertikaler Austausch zu häufigerem Transport belasteter Luftmassen aus den Tälern zur NO₂-Belastung bei.

3.7.2 Stickstoffoxid-Messungen auf dem Sonnblick

Oxydierte Stickstoffverbindungen umfassen eine Reihe von Verbindungen, die in der Ozonchemie und bei der Entstehung sekundärer anorganischer Aerosole (Ammoniumnitrat) eine entscheidende Rolle spielen. Neben den auf anthropogene Emissionen zurückgehenden Verbindungen Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂ – dieses entsteht überwiegend durch Oxidation von NO, wird aber auch von Kfz emittiert) sind dies u.a. Peroxyacetylnitrat („PAN“, C₂H₃NO₅), Distickstoffpentoxid (N₂O₅) und Salpetersäure (HNO₃). Die Gesamtheit aller oxidierten Stickstoffverbindungen wird als NO_y bezeichnet, die Summe aus NO und NO₂ als NO_x, die Differenz zwischen NO_y und NO_x als NO_z.

Die Konzentration der verschiedenen Stickstoffverbindungen wird in Volumenanteilen (ppb) angegeben¹⁹.

Auf dem Sonnblick wird seit November 2005 die Konzentration von NO und NO_y (Summe oxidierten Stickstoffverbindungen) mit einem Gerät der Type TEI 42CTL gemessen. Seit August 2010 stehen zudem Messungen mit den Geräten API 200EU (bis Jänner 2012) bzw. TEI 42i blue light zur Verfügung, die nur eine geringe Empfindlichkeit für NO₂ besitzen und deren Ergebnisse eine sehr gute Abschätzung der NO₂-Konzentration ermöglichen.

Der mittlere Jahresgang der Monatsmittelwerte von NO, NO₂ (Messergebnisse API 200EU und TEI 42i blue light) und NO_z (NO_y-NO_x) ist in Abbildung 10 dargestellt.

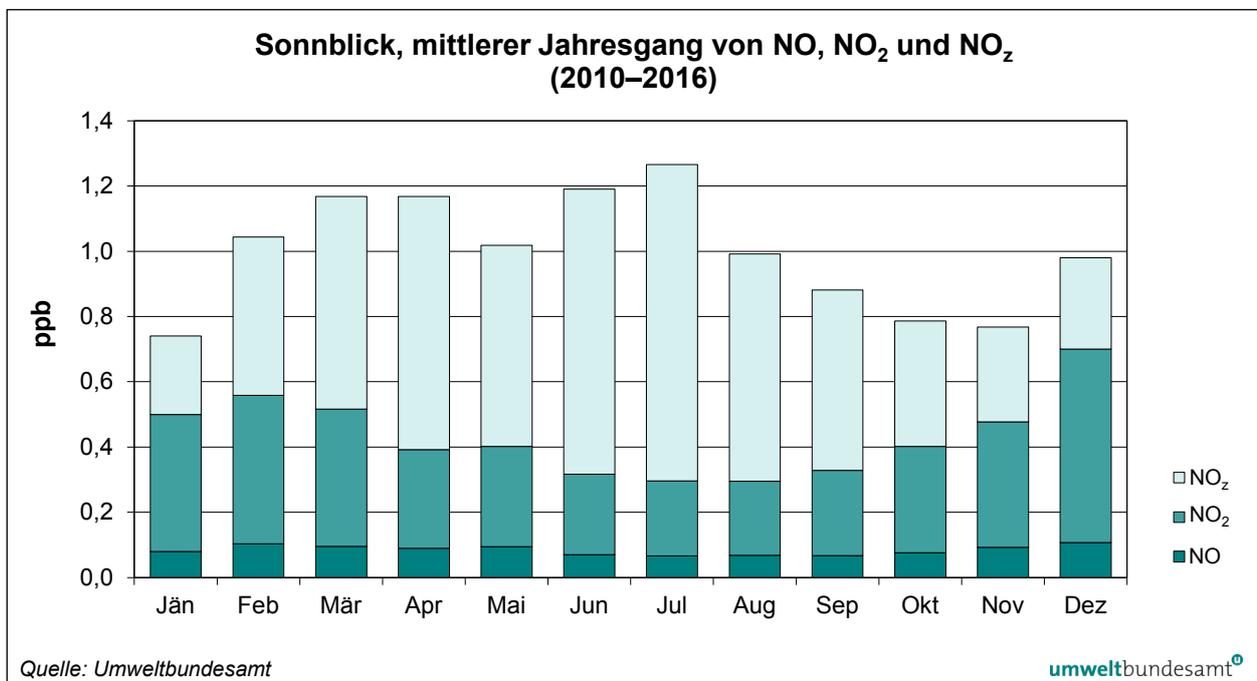


Abbildung 10: Mittlerer Jahresgang der Konzentration von NO, NO₂ und NO_z am Sonnblick (2010–2016).

¹⁹ Eine Umrechnung in µg/m³ macht aufgrund der unterschiedlichen Molekulargewichte keinen Sinn; die im Bereich der Luftgütemessung übliche Angabe der Konzentration von NO in µg/m³ „als NO₂“ ist eine Konvention.

Im Mittel über den gesamten Zeitraum paralleler Daten aller Komponenten beträgt die NO_y -Konzentration am Sonnblick 0,96 ppb; davon entfallen auf NO 9 %, auf NO_2 37 % und auf NO_z 55 %. Informationen über die Zusammensetzung von NO_z am Sonnblick liegen nicht vor.

NO_y weist einen Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen um 1,2 ppb im Frühling und Frühsommer und niedrigen Werten um 0,8 ppb im Herbst auf. Dieser Jahresgang spiegelt die gegenläufigen Jahresgänge von NO_2 und NO_z wider. NO_2 zeigt einen klaren Jahresgang mit den höchsten Konzentrationen im Winter und den niedrigsten im Sommer (Winterhalbjahr 0,42 ppb bzw. 47 % am NO_y , gegenüber 0,26 ppb bzw. 25 % im Sommerhalbjahr). Noch ausgeprägter ist der Jahresgang bei NO_z ; die Konzentration ist im Frühling und Sommer deutlich höher als im Herbst und im Winter (0,72 ppb bzw. 68 % im Sommerhalbjahr, gegenüber 0,40 ppb bzw. 43 % im Winterhalbjahr). Die NO-Konzentration weist keinen Jahresgang auf.

Die jahreszeitliche Variation der einzelnen Komponenten von NO_y wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst:

- Die Umwandlung von NO_2 in andere Stickstoffverbindungen (NO_z) erfolgt im Sommer wesentlich schneller als im Winter, daher ist die Konzentration von NO_z im Sommer höher als im Winter.
- Zusätzlich bewirkt ein im Sommer stärkerer Vertikalaustausch eine Verfrachtung belasteter Luft in große Höhen, sodass die NO_z -Konzentration weiter steigt; stärkere Akkumulation von NO_2 in Bodennähe im Winter führt – trotz geringerem Vertikalaustausch – zu erhöhten NO_2 -Konzentrationen im Winter.
- Die NO-Konzentration wird wesentlich von – jahreszeitunabhängigen – photochemischen Reaktionen mit NO_2 und Ozon bestimmt; zeitweiser starker Vertikaltransport von NO, z. B. im Februar 2013, wirkt sich im mittleren Jahresgang kaum aus.

3.7.3 Trend der Belastung durch Stickstoffoxide

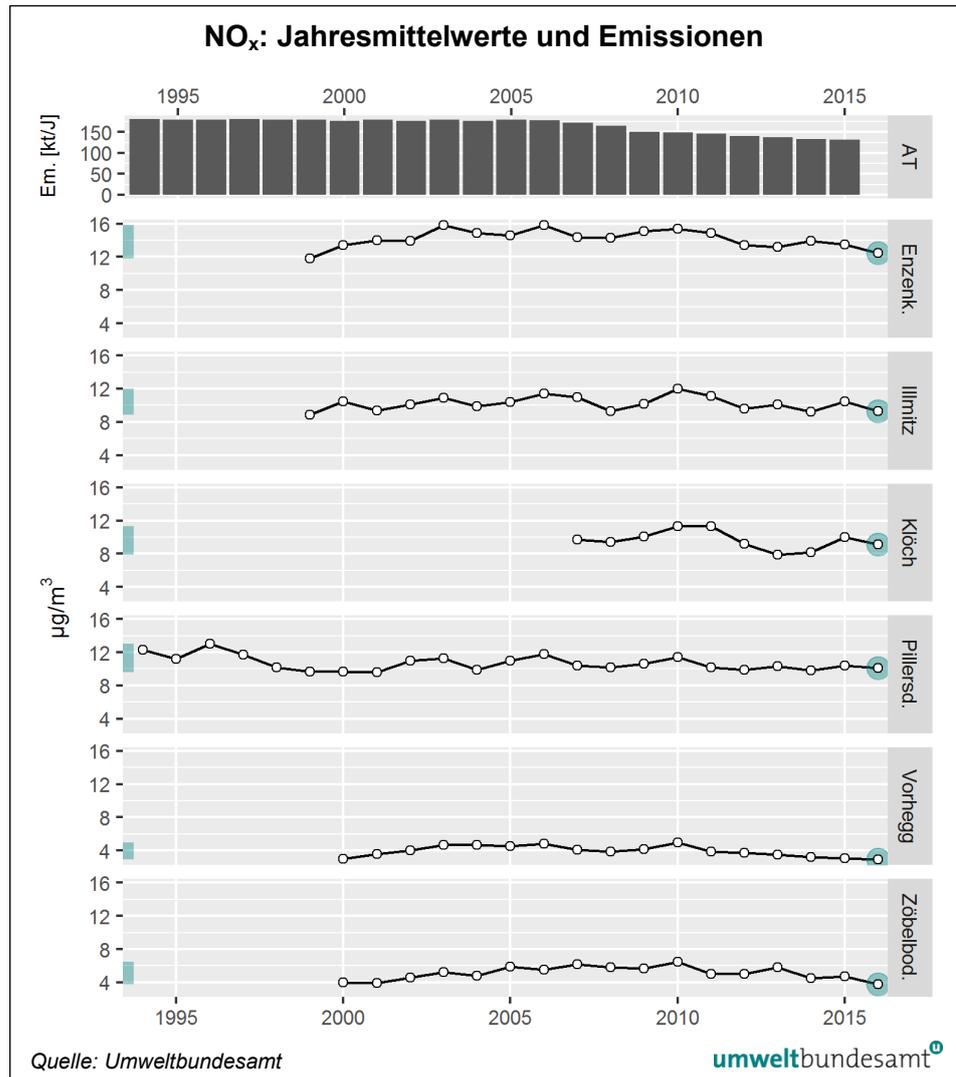
Abbildung 11 zeigt den Verlauf der Jahresmittelwerte der Konzentration von NO_2 und NO_x (berechnet als NO_2) an den Hintergrundmessstellen des Umweltbundesamtes von 1994 bis 2016 sowie die jährlichen NO_x -Emissionen Österreichs von 1994 bis 2015 (UMWELTBUNDESAMT 2017b). Tabelle 30 (siehe Anhang 9) gibt die Jahresmittelwerte der NO_2 -Konzentration an.

An allen Messstellen weisen die NO_x - und die NO_2 -Konzentration Variationen auf, die den Einfluss der meteorologischen Verhältnisse – wenngleich weniger stark als bei PM_{10} – widerspiegeln. Die höchsten NO_2 - und NO_x -Konzentrationen wurden in Jahren mit ungünstigen winterlichen Ausbreitungsbedingungen – 1996, 2003, 2006 und 2010 – registriert.

Langfristig (und ungeachtet der durch unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen verursachten Variationen) verhält sich die Hintergrundbelastung sowohl bei NO_x als auch bei NO_2 anders als die gesamtösterreichischen NO_x -Emissionen. Diese lagen bis 2006 auf relativ konstantem Niveau (177–181 kt) und nahmen seitdem fast kontinuierlich auf einen Wert von 132 kt ab.

Der nach 2006 einsetzende Rückgang der NO_x -Emissionen zeigt sich relativ gut im Konzentrationsverlauf in Enzenkirchen, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden, kaum hingegen in Klöch, Illmitz und Pillersdorf.

Abbildung 11:
 Jahresmittelwerte der
 NO_x-Konzentration
 1994–2016 sowie
 jährliche NO_x-
 Emissionen Österreichs
 (ohne Kraftstoffexport),
 1994–2015.



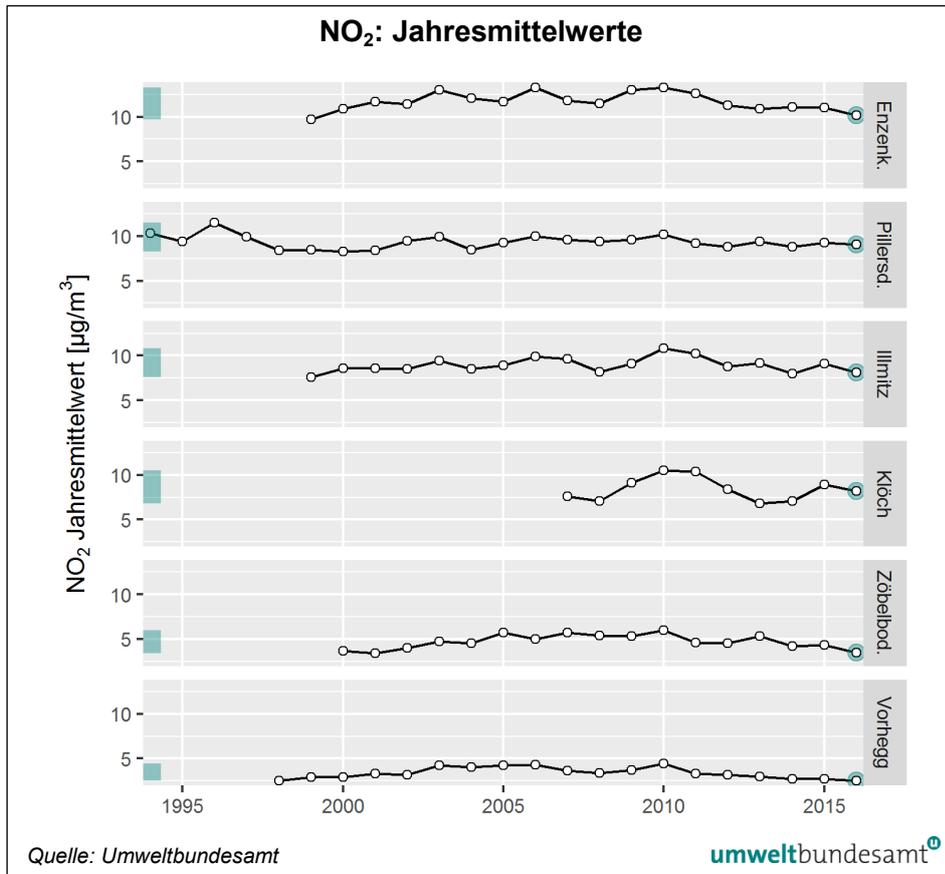


Abbildung 12:
Jahresmittelwerte der
NO₂-Konzentration
1994–2016.

In Pillersdorf führte in den späten Neunzigerjahren eine Reduktion der NO_x-Emissionen in Tschechien zu einem deutlichen Rückgang der NO_x- und der NO₂-Konzentration sowohl bei Westwind als auch bei Nordostwind (d. h. Advektion aus dem Industriegebiet Ostrava). In den Jahren seit 2000 fällt v. a. ein stetiger Anstieg der NO₂-Konzentration bei Westwind auf; ob dies ein Hinweis auf steigende NO_x-Emissionen im „Einzugsgebiet“ der Messstelle bei Westwind (Nordwestösterreich, Südböhmen und Bayern) ist, lässt sich mangels regionalisierter Emissionsinventuren nicht feststellen.

Überdurchschnittliche NO₂- bzw. NO_x-Konzentrationen, die in den 2003, 2005, 2006 und 2010 in Illmitz bei Nordwestwind und in Pillersdorf bei Südwind beobachtet wurden, deuten darauf hin, dass in diesen von eher ungünstigen Ausbreitungsbedingungen betroffenen Jahren regionale Quellen – im Raum Wien und dem niederösterreichischen Alpenvorland – überproportional zu der in Illmitz und Pillersdorf gemessenen Hintergrundbelastung beitragen.

3.8 Schwefeldioxid

3.8.1 Die Konzentration von SO₂ im Jahr 2016

Die Grenzwerte gem. Anlage 1 IG-L zum Schutz der menschlichen Gesundheit für Schwefeldioxid (TMW 120 bzw. HMW 200 µg/m³) sowie die Grenzwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation wurden 2016 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes deutlich unterschritten.

Die höchsten SO₂-Jahresmittelwerte registrierten mit jeweils 0,9 µg/m³ die Messstellen Illmitz und Pillersdorf, gefolgt von Enzenkirchen (0,8 µg/m³); die im Mittelgebirge gelegene Messstelle Vorhegg erfasste einen Jahresmittelwert von 0,2 µg/m³, am Sonnblick wurden 0,1 µg/m³ gemessen.

In Pillersdorf wurde mit 1,3 µg/m³ der höchste Wintermittelwert (Oktober 2014 bis März 2015) aller Hintergrundmessstellen gemessen.

Der höchste Halbstundenmittelwert (147 µg/m³) und der höchste Tagesmittelwert (12 µg/m³) wurden am 07.06.2016 an der Messstelle Illmitz registriert. Dabei handelte es sich um den höchsten Halbstundenmittelwert, der seit 1994 (174 µg/m³) in Illmitz gemessen wurde.

Am 07.06. wehte mäßiger, beständiger Nordwind, die hohe SO₂-Belastung dürfte daher aus Bratislava (Raffinerie) stammen.

Die Monats- und Jahresmittelwerte für 2016, der Wintermittelwert (Oktober 2015 bis März 2016) sowie die maximalen Halbstundenmittelwerte und maximalen Tagesmittelwerte 2016 sind in Tabelle 11 zusammengestellt. Bemerkenswert am Jahresgang sind – analog zu PM – die niedrigen SO₂-Belastungen im Februar.

Tabelle 11: SO₂ – Monats- und Jahresmittelwerte an den Hintergrundmessstellen im Jahr 2016, Wintermittelwert 2015/2016 sowie maximaler Halbstundenmittelwert und maximaler Tagesmittelwert 2016 (Quelle: Umweltbundesamt).

Schwefeldioxid-Konzentration 2016 (in µg/m ³)						
MMW	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
Jänner	1,7	1,6	2,0	0,2	0,4	0,2
Februar	1,0	0,8	1,1	0,2	0,3	0,3
März	0,9	1,0	0,9	0,2	0,3	0,4
April	0,9	1,0	0,9	0,1	0,3	0,3
Mai	0,6	0,7	0,8	0,1	0,2	0,2
Juni	0,5	1,0	0,6	< 0,1	0,1	0,2
Juli	0,4	0,6	0,3	< 0,1	0,1	0,2
August	0,5	0,9	0,5	< 0,1	0,1	0,2
September	0,7	0,7	v	0,1	0,2	0,3
Oktober	0,6	0,9	v	0,2	0,2	0,4
November	0,9	1,1	1,2	v	0,2	v
Dezember	1,1	0,7	1,0	0,4	0,3	v
JMW	0,8	0,9	0,9	0,1	0,2	v
WMW 2015/2016	1,1	1,2	1,3	0,2	0,3	0,3
max. HMW	13,7	146,9	16,2	5,7	5,1	4,0
max. TMW	4,3	11,8	7,1	0,8	2,1	1,5

v: Verfügbarkeit zu gering für die Berechnung eines Monats- oder Jahresmittelwertes.

Die Schadstoffwindrosen (siehe Anhang 8) zeigen – wie in den letzten Jahren – dass der dominierende Beitrag der SO₂-Hintergrundbelastung an allen Messstellen vom Transport aus dem Sektor Nordost bis Südost stammt. Darin spiegelt

sich der starke Einfluss von SO₂-Quellen, v. a. in Tschechien, Polen, der Slowakei und Serbien, auf die SO₂-Hintergrundbelastung wider.

In Illmitz fällt, verglichen mit den letzten Jahren, eine erhöhte SO₂-Belastung bei Nordwind, in Pillersdorf bei Wind aus Ostsüdost auf, was auf erhöhte Beiträge von SO₂-Emissionen in Bratislava an beiden Messstellen hinweist.

In Illmitz war Wind aus Südost (Ferntransport aus Ungarn und Serbien) im Mittel mit 1,1 µg/m³ verbunden, Nordwestwind (Ferntransport aus Tschechien und Polen) im Mittel mit 0,7 µg/m³.

In Pillersdorf war die SO₂-Konzentration bei Wind aus dem Sektor Nordost im Mittel mit 1,4 µg/m³ ca. doppelt so hoch wie bei Wind aus dem Sektor West (0,7 µg/m³). Höher als in den letzten Jahren war die mittlere SO₂-Konzentration bei Ostsüdostwind (1,7 µg/m³).

Auf dem Zöbelboden kam 2016 Schwefeldioxid überwiegend aus dem Nordsektor, in Vorhegg von Osten, auf dem Sonnblick von Nordwesten.

3.8.2 Trend der Schwefeldioxidbelastung

Die SO₂-Belastung an den österreichischen Hintergrundmessstellen variierte bis in die frühen Neunzigerjahre von Jahr zu Jahr bei vergleichsweise hohem Niveau stark und nahm zwischen 1990 und 2000 stark ab, wie Anhang 9 und Abbildung 13 (für die Messstellen Illmitz und Pillersdorf) zeigen. In Illmitz ging die SO₂-Belastung früher zurück – bereits zu Beginn der Neunzigerjahre – als in Pillersdorf, dessen Belastung erst 1998 auf ein ähnlich niedriges Konzentrationsniveau wie in Illmitz sank. Im Winter 1996/97 wurde zum letzten Mal der Grenzwert des IG-L für SO₂ in Pillersdorf überschritten.

Zwischen 2000 und 2013 (Abbildung 14 für alle Hintergrundmessstellen von 1999 bis 2016) zeigt die SO₂-Belastung an den Hintergrundmessstellen einen unregelmäßig abnehmenden Verlauf, der den weiteren Rückgang der SO₂-Emissionen in Österreich und seinen Nachbarländern widerspiegelt, überlagert vom Einfluss der meteorologischen Verhältnisse.

Seit 2013 ist an allen Messstellen ein kontinuierlicher Rückgang der SO₂-Belastung zu beobachten. 2016 war an allen Messstellen das bislang am niedrigsten belastete Jahr.

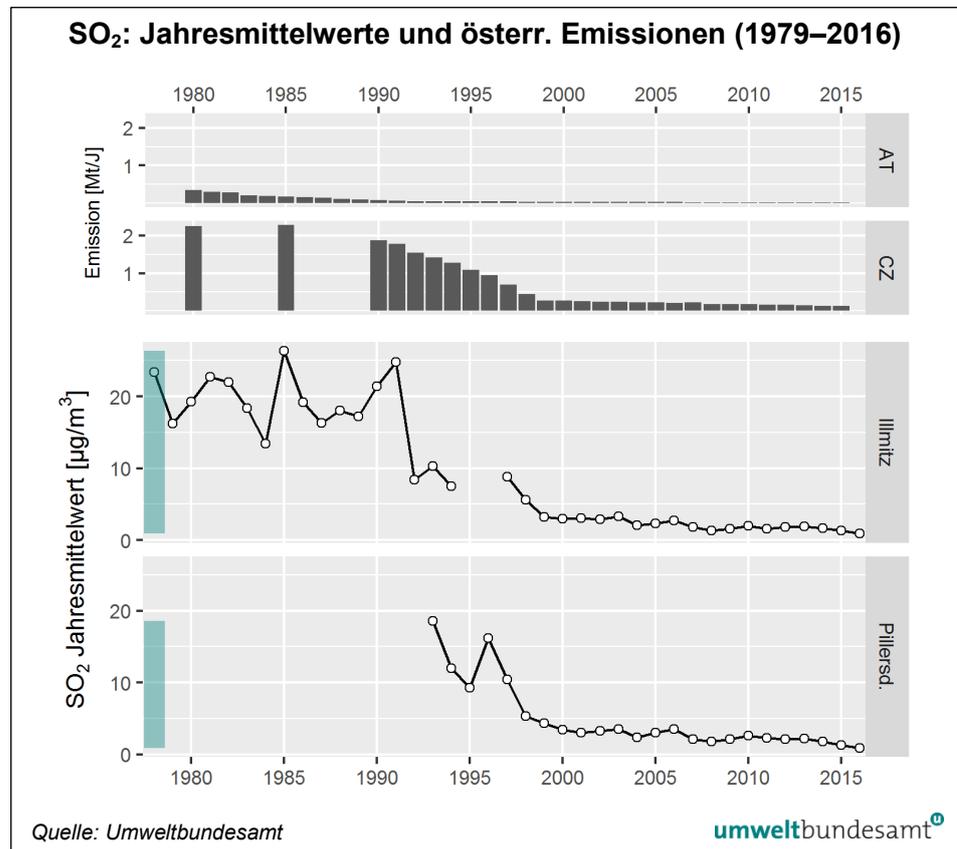
Die österreichischen SO₂-Emissionen gingen zwischen 1990 und 2015 um 80 %, seit 2000 um 52 % zurück. Deutlich stärker nahm die SO₂-Konzentration in Pillersdorf (1993–2016: – 95 %, 2000–2016: – 74 %) und Vorhegg (1992–2016: – 96 %, 2000–2015: – 71 %) ab. In Enzenkirchen ging die SO₂-Konzentration seit 2000 um 50 %, in Illmitz um 70 % zurück.

Die SO₂-Trends an den Hintergrundmessstellen werden v. a. von der Emissionsentwicklung in Österreichs östlichen und nördlichen Nachbarstaaten – die noch immer höhere SO₂-Emissionen aufweisen als Österreich – bestimmt. So folgt der SO₂-Trend in Pillersdorf und Illmitz exakt der Emissionsentwicklung in Tschechien (– 91 % 1993–2015, – 53 % 2000–2015).

Sowohl Illmitz als auch Pillersdorf zeigen in den letzten Jahren einen parallelen Rückgang der SO₂-Belastung bei allen Windrichtungen.

Die starke Abnahme der SO₂-Belastung in Vorhegg (– 69 % seit 1992) wurde wesentlich durch den Rückgang der SO₂-Emissionen in Slowenien (– 97 % 1992–2014) bedingt, der v. a. durch zusätzliche Entschwefelungsanlagen an den Kraftwerken Šoštanj und Trbovlje erzielt wurde; diese waren früher die bedeutendste Quelle von SO₂ in Vorhegg.

Abbildung 13:
Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration in Illmitz und Pillersdorf 1978–2016 sowie SO₂-Emissionen Österreichs (AT) und Tschechiens (CZ), 1980–2015.



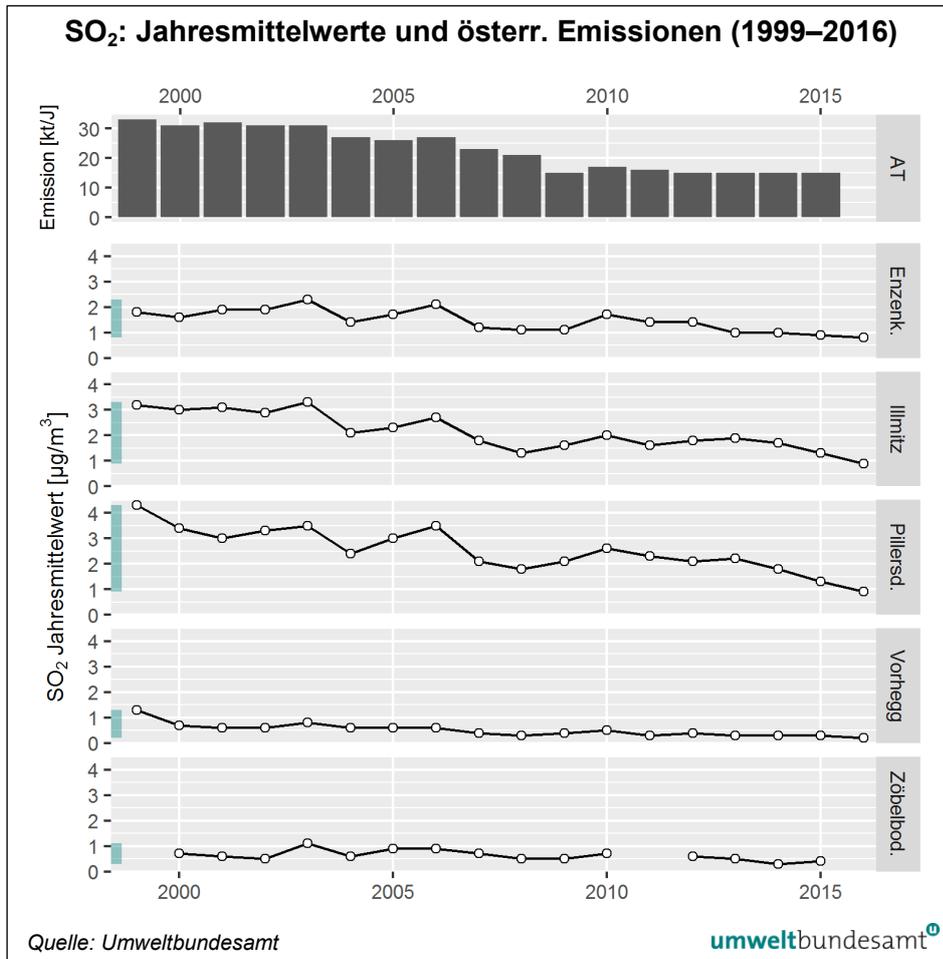


Abbildung 14: Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen 1999–2016 sowie SO₂-Emissionen Österreichs (AT) 1999–2015.

3.9 Kohlenstoffmonoxid

Der Grenzwert des IG-L für Kohlenstoffmonoxid (10 mg/m³ als Achtstundenmittelwert) wurde im Jahr 2016 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes deutlich unterschritten. Der höchste Achtstundenmittelwert wurde mit 0,9 mg/m³ in Illmitz gemessen; auf dem Sonnblick und in Vorhegg lagen die Maxima bei 0,4 bzw. 0,5 mg/m³.

Die Monats- und Jahresmittelwerte der CO-Konzentration sowie die maximalen Achtstundenmittelwerte des Jahres 2016 sind in Tabelle 12 zusammengestellt.

Im Jahresmittel betrug die CO-Konzentration in Illmitz 0,23 mg/m³, auf dem Sonnblick 0,15 µg/m³ und in Vorhegg 0,16 mg/m³.

Die CO-Konzentration zeigt an allen Messstellen einen Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter, die durch höhere Emissionen aus dem Sektor Raumheizung, ungünstigere Ausbreitungsbedingungen und den geringen Abbau durch Oxidation im Winter verursacht wird. Dieser Jahresgang ist mit zunehmender Seehöhe deutlich schwächer ausgeprägt. Im Sommer ist die CO-Konzentration vertikal sehr einheitlich, im Winter zeigt sie einen markanten Gradienten zwischen Hochgebirge und Ebene.

Tabelle 12:
Monats- und
Jahresmittelwerte der
CO-Konzentration
sowie maximale
Achtstundenmittelwerte
(MW8) im Jahr 2016
(Quelle:
Umweltbundesamt).

Kohlenstoffmonoxid-Konzentration 2016 (in mg/m³)			
MMW	Illmitz	Sonnblick	Vorhegg
Jänner	0,41	0,14	0,20
Februar	0,27	0,17	0,21
März	0,25	0,18	0,21
April	0,19	0,16	0,17
Mai	0,17	0,15	0,16
Juni	0,14	0,12	0,13
Juli	0,14	0,12	0,12
August	0,14	0,11	0,12
September	0,16	0,13	0,15
Oktober	0,23	0,14	0,17
November	0,28	0,14	0,17
Dezember	0,37	0,14	0,16
JMW	0,23	0,15	0,16
max. MW8	0,88	0,36	0,52

3.9.1 Trend der CO-Belastung

Anhang 9 und Abbildung 15 geben den Trend der CO-Konzentration (Jahresmittelwerte) an den Hintergrundmessstellen zwischen 1996 und 2016 an, die Abbildung zeigt auch die Entwicklung der österreichischen CO-Emissionen.

Die CO-Hintergrundkonzentration nahm, soweit Daten vorliegen, von 1996 bis 2000 ab, stieg danach bis 2006 an und nimmt seitdem ab, wobei dem langfristigen Verlauf Variationen von Jahr zu Jahr überlagert sind. Diese gehen z. T. auf die meteorologischen Verhältnisse zurück.

Für die langfristigen Veränderungen ist – in Hinblick auf die hohe atmosphärische Lebensdauer von CO von mehreren Monaten – nicht nur die Entwicklung der österreichischen CO-Emissionen, sondern auch der Emissionen auf globaler Skala relevant. Die (bis 2008) vorliegenden globalen Emissionsdaten²⁰ zeigen hohe Emissionen 1997 und 1998 sowie einen Anstieg zwischen 2000 und 2007, die auf globale Entwicklungen, v. a. Waldbrände in Russland, im tropischen Afrika und in Indonesien, zurückzuführen sind. Dies könnte eine Ursache des Anstiegs der gemessenen CO-Hintergrundbelastung in diesem Zeitraum sein. In den letzten Jahren nimmt die gemessene Hintergrundbelastung ab.

Die Variationen von Jahr zu Jahr gehen u. a. auf meteorologische Einflussfaktoren zurück; Jahre mit ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen, wie 2006 und 2010, waren von höheren CO-Belastungen gekennzeichnet.

²⁰ siehe <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/>, Daten allerdings nur bis 2008 verfügbar.

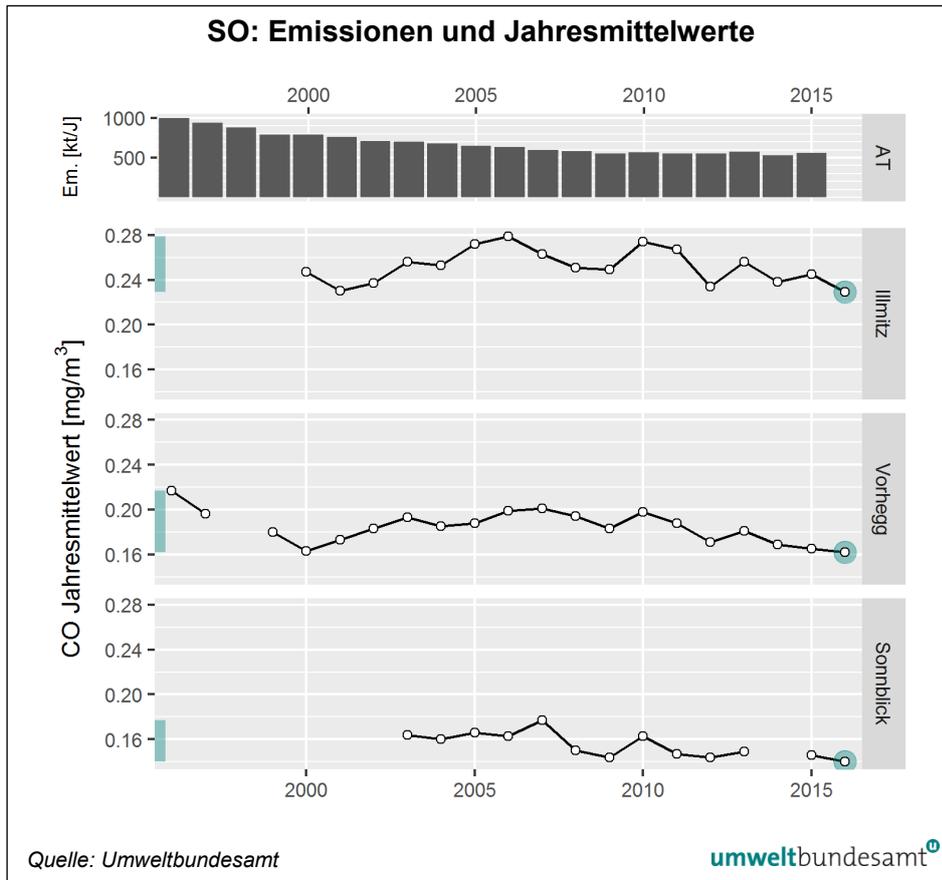


Abbildung 15: Jahresmittelwerte der CO-Konzentration 1996–2016 sowie CO-Emissionen Österreichs 1996–2015.

3.10 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im PM₁₀

In Illmitz wurde die Konzentration der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzo(a)pyren, Benzo(a)anthracen, Benzo(j)fluoranthen, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Dibenzo(a,h)anthracen und Indeno(1,2,3-c,d)pyren im PM₁₀ gemessen.

3.10.1 Konzentration der PAK in Illmitz im Jahr 2016

Die Analysen erfolgen in Form von Monatsmischproben, wobei für jeden dritten Tag eine Probe aus dem Filter für die gravimetrische PM₁₀-Messung herangezogen wird. Die Monatsmittelwerte sowie die Jahresmittelwerte der analysierten PAK sind in Tabelle 13 zusammengestellt. Die Konzentrationen von Dibenzo(a,h)anthracen lagen während sechs Monaten im Sommer unter der Nachweisgrenze, bei den anderen Species während einzelner Sommermonate.

Der Jahresmittelwert von B(a)P betrug im Jahr 2016 in Illmitz 0,43 ng/m³. Dieser Wert liegt zwar unter dem Grenzwert von 1 ng/m³, aber dennoch deutlich über dem von dem WHO-Referenzwert von 0,12 ng/m³.

Anhand der Toxizitätsäquivalentfaktoren (TEF; EUROPEAN COMMISSION 2001, LARSEN & LARSEN 1998) der einzelnen PAK-Species, bezogen auf B(a)P, ergeben sich die in der letzten Zeile von Tabelle 13 angeführten gewichteten B(a)P-Äquivalente, die in Summe in Illmitz 0,64 ng/m³ betragen.

Davon entfallen 70 % auf Benzo(a)pyren, 10 % auf Indeno(1,2,3-c,d)pyren und je 9 % auf Dibenzo(a,h)anthracen und Benzo(b)fluoranthen.

Tabelle 13: PAK – Monatsmittelwerte, Jahresmittelwerte sowie TEF-gewichtete Jahresmittelwerte in Illmitz im Jahr 2016 (Quelle: Umweltbundesamt).

PAK-Konzentration in Illmitz 2016 (in ng/m ³)							
MMW	Benzo(a) pyren	Benzo(a) anthracen	Benzo(b) fluoranthen	Benzo(j) fluoranthen	Benzo(k) fluoranthen	Dibenzo(a,h) anthracen	Indeno(1,2, 3-c,d)pyren
Jänner	13,6	5,3	15,9	9,9	5,9	1,7	26,1
Februar	6,1	2,5	11,0	4,0	2,4	0,3	6,9
März	4,4	2,7	4,1	2,6	2,0	0,7	5,8
April	1,8	0,9	3,1	1,1	0,8	0,1	2,4
Mai	0,6	0,3	1,0	0,3	0,3	0,1	0,8
Juni	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
Juli	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
August	0,3	0,1	0,3	0,3	0,1	0,1	0,3
September	0,6	0,3	0,8	0,3	0,3	0,1	1,0
Oktober	4,0	2,2	3,8	2,4	1,7	0,3	5,5
November	8,4	3,8	9,2	5,6	3,8	1,0	11,0
Dezember	11,4	4,4	15,9	9,1	5,8	1,3	14,8
JMW	0,43	0,19	0,55	0,30	0,20	0,05	0,63
TEF	1	0,005	0,1	0,0,5	0,05	1,1	0,1
JMW TEF-gewichtet	0,43	0,00	0,06	0,02	0,01	0,06	0,06

Der Anteil von B(a)P am PM₁₀ variiert in Illmitz zwischen 0,0001 und 0,0005 % im Sommer sowie zwischen 0,003 und 0,005 % im Winter, den höchsten Anteil wies der Dezember 2016 auf. Im Jahresmittel betrug der Anteil von B(a)P an der PM₁₀-Konzentration 0,003 %.

3.10.2 Trend der PAK-Belastung

Die B(a)P-Konzentration variierte seit 2007 in Illmitz zwischen 0,28 ng/m³ (2014) und 0,64 ng/m³ (2009).

Die TEF-gewichtete Summe der analysierten PAK-Species war 2009 mit 1,01 ng/m³ am höchsten, 2014 mit 0,45 ng/m³ am niedrigsten.

Die B(a)P-Konzentration variiert von Jahr zu Jahr wesentlich stärker als die PM₁₀-Belastung; der jährlich gemittelte Anteil von B(a)P am PM₁₀ weist daher einen ähnlichen Verlauf wie die B(a)P-Konzentration selbst auf.

Der Anteil von B(a)P an der TEF-gewichteten PAK-Summe variiert in Illmitz zwischen 58 % (2008) und 68 % (2013, 2015, 2016). Auch die relativen Anteile der anderen PAK an der TEF-gewichteten Summe blieben relativ stabil, sieht man vom Anstieg des Anteils von Dibenzo(a,h)anthracen 2007–2009 von 9 % auf 16 % ab, der danach wieder langsam zurückging.

3.11 Deposition von PAK

Die Messung der Deposition von PAK erfolgt in Illmitz mittels Bergerhoff-Bechern mit Probenahmezeiträumen von 28 Tagen. Die Verfügbarkeit der Einzelwerte betrug 100 %. Bei Dibenzo(a,h)anthracen lag die Depositionsmenge in elf von 13 Probenahmeperioden unter der Nachweisgrenze, bei Benzo(a)anthracen in acht, bei Benzo(j)fluoranthen in fünf Perioden.

Die Depositionswerte der PAK weisen keinen Jahresgang auf. 2016 wurden die höchsten Depositionsmengen bei allen PAK im September/Okttober gemessen.

Die Depositionsmengen variieren von Jahr zu Jahr stark. Die Deposition von B(a)P weist einen ähnlichen Verlauf auf wie die Konzentration von B(a)P im PM₁₀; die Depositionswerte der anderen PAK zeigen keinen klaren Trend.

In den meisten Jahren wurden bei Benzo(b)fluoranthen und Indeno(1,2,3-c,d)pyren die höchsten Depositionsmengen gefunden. Das zeitliche Verhalten weist zwischen den einzelnen PAK-Species teilweise deutliche Unterschiede auf.

Tabelle 14: Deposition von PAK in Illmitz, 2007–2016 (Unterbrechung der Messung 2010)
(Quelle: Umweltbundesamt).

PAK-Deposition in Illmitz (in ng/(m ² ·Tag))							
	Benzo(a) pyren	Benzo(a) anthracen	Benzo(b) fluoranthen	Benzo(j) fluoranthen	Benzo(k) fluoranthen	Dibenzo(a,h) anthracen	Indeno (1,2,3-c,d)pyren
2007	6,0	3,0	14,1	6,5	8,8	2,4	7,6
2008	4,0	1,8	5,1	1,8	3,4	2,3	2,2
2009	11,2	7,0	22,3	8,7	9,1	6,7	17,0
2010							
2011	4,5	5,8	10,2	5,8	5,9	4,3	8,0
2012	4,7	3,9	12,0	8,6	3,8	4,6	10,2
2013	6,9	8,2	16,0	10,9	3,8	1,4	8,5
2014	4,8	9,3	11,6	6,8	2,3	1,4	5,1
2015	7,6	17,3	16,8	7,2	5,7	1,4	11,0
2016	6,2	4,3	15,1	6,3	6,4	1,6	10,3

3.12 Flüchtige organische Verbindungen

Flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds – VOC) können in zweierlei Hinsicht auf den menschlichen Organismus einwirken: Einerseits auf direktem Wege, wenn sie inhaliert werden (z. B. kanzerogene Wirkung

von Benzol); andererseits indirekt über die beim photochemischen Abbau dieser Vorläufersubstanzen in der Atmosphäre gebildeten Reizgase wie Ozon, Peroxiacetylnitrat und Aldehyden sowie die Bildung von sekundären organischen Aerosolen.

In Wien wird bei der Messstelle Allgemeines Krankenhaus (AKH) die Konzentration von iso-Pentan, 1-Penten, n-Pentan, 2-Penten, iso-Hexan, n-Hexan, Benzol, iso-Oktan, n-Heptan, Toluol, n-Oktan, Ethylbenzol, m-, p-Xylol, o-Xylol, 1,3,5-Trimethylbenzol, 1,2,4-Trimethylbenzol und 1,2,3-Trimethylbenzol gemessen.

Die Probenahme erfolgt jeden sechsten Tag über jeweils einen Tag; die Proben werden anschließend mittels Gaschromatographie analysiert. Die Verfügbarkeit der Einzelwerte betrug 2016 100 %.

In Tabelle 15 sind die Mittelwerte der genannten VOC-Species für das Jahr 2016 zusammengestellt.

*Tabelle 15:
Jahresmittelwerte
der gemessenen
VOC-Species in Wien
AKH im Jahr 2016
(Quelle:
Umweltbundesamt).*

VOC-Species Wien AKH	JMW 2016 (in µg/m³)
iso-Pentan	1,01
1-Penten	0,04
n-Pentan	0,74
2-Penten	0,08
iso-Hexan	0,31
n-Hexan	0,23
Benzol	0,73
iso-Oktan	0,11
n-Heptan	0,22
Toluol	1,05
n-Oktan	0,10
Ethylbenzol	0,31
m-, p-Xylol	1,02
o-Xylol	0,32
1,3,5-Trimethylbenzol	0,12
1,2,4-Trimethylbenzol	0,36
1,2,3-Trimethylbenzol	0,12

Die Konzentration der meisten analysierten VOC-Species lag 2016 unter dem Durchschnitt der gesamten Messperiode 2011–2016, war aber höher als im Jahr 2015.

3.13 Schwermetalle im PM₁₀

Die Analyse der Schwermetalle Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im PM₁₀ erfolgte in Illmitz, basierend auf Monatsmischproben, die aus Proben von jedem dritten Tag gebildet wurden.

Tabelle 16 gibt die Jahresmittelwerte der Konzentration dieser vier Schwermetalle im PM₁₀ im Jahr 2016 in Illmitz an. Die Cadmium- und die Arsen-Konzentrationen lagen in allen Monaten unter der Bestimmungsgrenze (angegeben wird der Wert der halben Bestimmungsgrenze), die Nickel-Konzentration lag in allen Monaten unter der Nachweisgrenze (angegeben wird der Wert der halben Bestimmungsgrenze).

Die Konzentrationen lagen deutlich unter den Grenzwerten des IG-L.

Tabelle 16: Jahresmittelwerte der Konzentration von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im PM₁₀ in Illmitz im Jahr 2016 (Quelle: Umweltbundesamt).

Schwermetallkonzentration im PM ₁₀ 2016 (in ng/m ³)				
	Blei	Cadmium	Arsen	Nickel
JMW	3,26	0,08	0,33	0,44

Abbildung 16 zeigt die Entwicklung der Konzentration von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im PM₁₀ in Illmitz seit 2000. Die Konzentrationen aller Schwermetalle zeigen einen langfristigen Rückgang, am stärksten bei Blei und Nickel²¹.

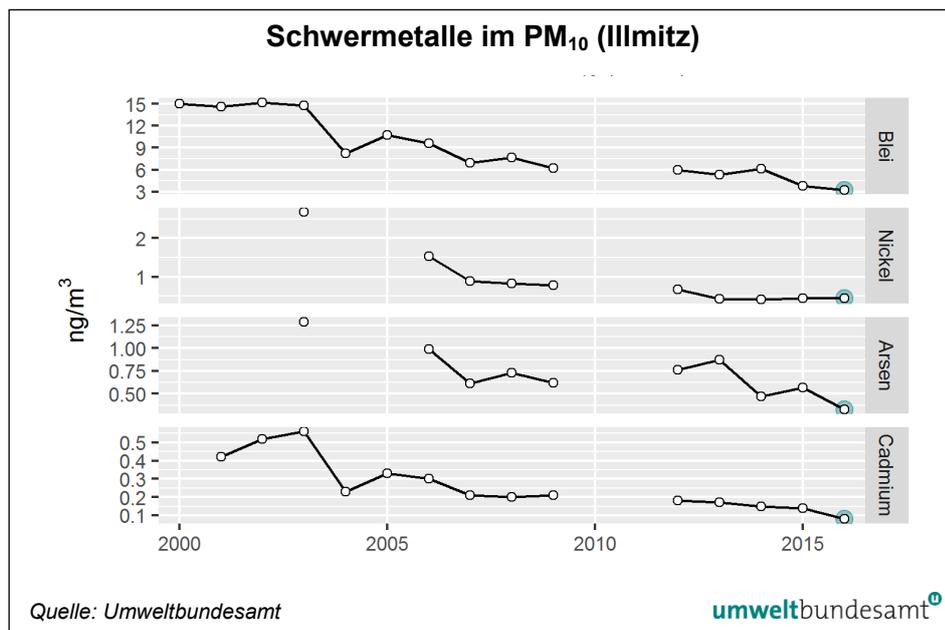


Abbildung 16: Trend der Konzentration von Arsen, Cadmium, Nickel und Blei im PM₁₀ in Illmitz, 2000–2016.

3.14 Deposition von Schwermetallen

In Illmitz wird die Deposition der Schwermetalle Blei, Arsen, Cadmium und Nickel sowie von Quecksilber gemessen (As, Pb, Cd und Ni wurden bereits 2007 bis 2009 gemessen). Die Probenahme erfolgt mittels Bergerhoff-Bechern über vierwöchige Expositionsperioden.

²¹ die Konzentration von Nickel liegt seit 2013 fast durchgehend an der Nachweisgrenze.

Die Ergebnisse lagen für Cd in zwei, für Pb in vier Monaten unter der Nachweisgrenze.

Quecksilber war in sechs Monaten mangels Probenmenge nicht analysierbar.

Die Depositionswerte von Blei und Cadmium lagen in Illmitz weit unter den Grenzwerten des IG-L (Blei 100 µg/(m²·Tag), Cadmium 2 µg/(m²·Tag)).

Die Depositionswerte zeigen keinen systematischen Jahresgang.

Tabelle 17:
Deposition von Arsen,
Blei, Cadmium, Nickel
und Quecksilber in
Illmitz im Jahr 2016
(Quelle:
Umweltbundesamt).

Schwermetalldeposition 2016 in Illmitz				
Arsen µg/(m ² ·Tag)	Blei µg/(m ² ·Tag)	Cadmium µg/(m ² ·Tag)	Nickel µg/(m ² ·Tag)	Quecksilber ng/(m ² ·Tag)
0,28	0,98	0,03	0,60	(4,9) ¹⁾

¹⁾ kein gültiger Jahresmittelwert; Verfügbarkeit der Einzelwerte 50 %

Die Deposition von Blei zeigt über die letzten Jahre einen langfristig abnehmenden Verlauf; bei Arsen, Nickel und Cadmium ist über die Messzeit keine klare Veränderung festzustellen.

3.15 Gasförmiges Quecksilber

Im September 2016 wurde in Illmitz mit der Messung der Konzentration des elementaren gasförmigen Quecksilbers begonnen. Die bisher vorliegenden Messdaten zeigen eine Außenluftkonzentration von 1 bis 2 ng/m³ des elementaren gasförmigen Quecksilbers, was für Hintergrundstationen üblich ist. Die Monatsmittelwerte betragen für Oktober 2016 1,31 ng/m³, für November 1,16 ng/m³ und für Dezember 1,34 ng/m³. Im Mittel lag die Konzentration bei 1,3 ng/m³.

3.16 Treibhausgase

Die Konzentration des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO₂) wird seit 2000 auf dem Sonnblick im Rahmen des Global Atmosphere Watch-(GAW)-Programmes der WMO (World Meteorological Organization) gemessen, seit 2012 auch Methan (CH₄).

Kohlenstoffdioxid stellt das wichtigste Treibhausgas dar, dessen Konzentration infolge anthropogener Emissionen (Verbrennung fossiler Energieträger) in den letzten zwei Jahrhunderten deutlich zugenommen hat. Im Jahr 2015 wurde mit 400,4 ppm erstmals ein Jahresmittelwert über 400 ppm gemessen, 2016 lag dieser bei 404,1 ppm.

CO₂- und CH₄-Konzentration 2016 am Sonnblick (in ppm)		
MMW	CO₂	CH₄
Jänner	406,2	1,913
Februar	407,9	1,922
März	409,1	1,933
April	407,1	1,920
Mai	404,3	1,926
Juni	400,8	1,915
Juli	398,9	1,900
August	396,9	1,898
September	398,8	1,919
Oktober	405,5	1,934
November	406,9	1,918
Dezember	406,8	1,911

*Tabelle 18:
Monatsmittelwerte der
Konzentration von CO₂
und CH₄ am Sonnblick
im Jahr 2016 (Quelle:
Umweltbundesamt).*

Tabelle 19 zeigt die Jahresmittelwerte, Abbildung 17 die Monatsmittelwerte der CO₂- und CH₄-Konzentration am Sonnblick (aufgrund unzureichender Verfügbarkeit kann für 2006, 2010, 2011, 2012 und 2014 kein Jahresmittelwert angegeben werden).

Kohlenstoffdioxid- und Methan-Konzentration am Sonnblick (in ppm)		
JMW	CO₂	CH₄
2002	372,7	
2003	376,5	
2004	377,6	
2005	380,7	
2006	*	
2007	384,3	
2008	386,2	
2009	387,9	
2010	**	
2011	**	
2012	**	
2013	397,3	1,892
2014	***	***
2015	400,4	1,905
2016	404,1	1,917

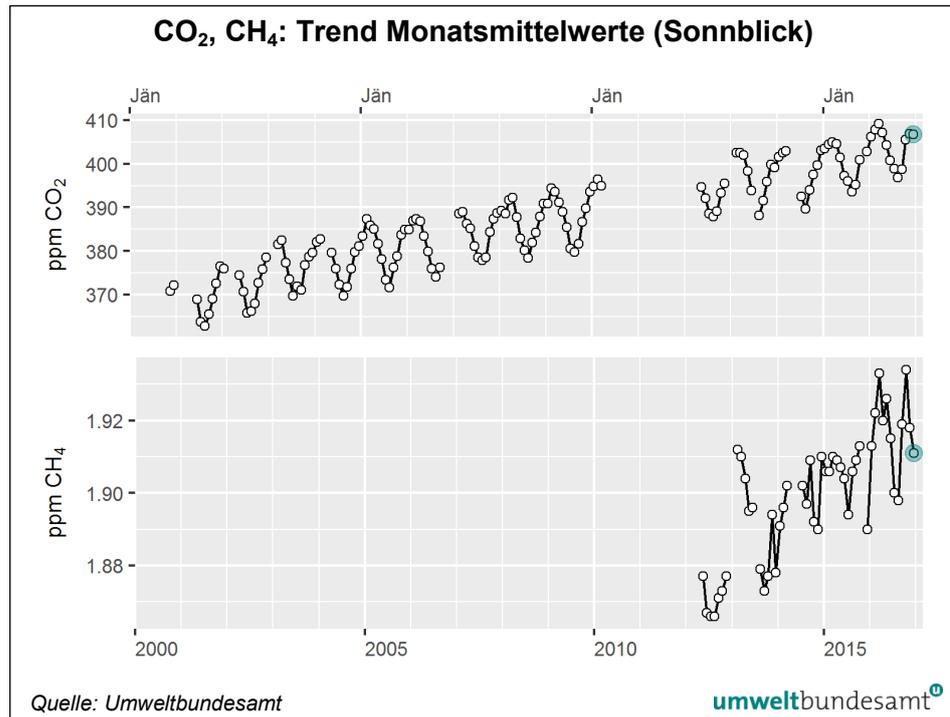
*Tabelle 19:
Jahresmittelwerte
der CO₂- und CH₄-
Konzentration am
Sonnblick, 2002–2016
(aufgrund mehrerer
Unterbrechungen
können für einige Jahre
keine JMW angegeben
werden) (Quelle:
Umweltbundesamt).*

* Ausfall der CO₂-Messung vom 29.09.2006 bis 16.01.2007

** Ausfall der CO₂-Messung 02.07.2010 bis 20.04.2012

*** Ausfall der Stromversorgung der gesamten Messstelle von 15.04. bis 05.07.2014.

Abbildung 17:
 Monatsmittelwerte der
 CO₂- und CH₄-
 Konzentration am
 Sonnblick, 2000–2016.



Die CO₂-Daten spiegeln in den letzten Jahren den global beobachteten Anstieg der CO₂-Konzentration im Jahresmittel wider. Erhöhte Emissionen aus Raumheizungen und geringere Aufnahme von CO₂ durch Pflanzen im Winter führen zu einem Jahrgang mit erhöhten CO₂-Konzentrationen im Winter.

Erhöhte CH₄-Emissionen aus der Biomasseverbrennung (Raumheizung, Heizkraftwerke) im Winter sowie stärkerer Abbau von CH₄ durch OH-Radikale im Sommer führen zu einem Jahrgang mit erhöhten CH₄-Konzentrationen im Winter.

4 METEOROLOGISCHE MESSUNGEN

Die Messung meteorologischer Größen liefert Informationen, die zur Interpretation des Immissionsgeschehens benötigt werden. Dies betrifft insbesondere die Frage nach der Herkunft der gemessenen Schadstoffe und ihrer Verfrachtung an den Ort der Messung. Hierfür sind Windrichtung und Windgeschwindigkeit von unmittelbarer Relevanz; darüber hinaus liefern Temperaturmessungen in verschiedenen Höhen sowie Daten über Strahlung und Sonnenschein Informationen über das Ausmaß der vertikalen Durchmischung. Diese Parameter sind entscheidend für die Verdünnung emittierter Schadstoffe und den vertikalen Schadstofftransport. Temperatur, Strahlung und Sonnenscheindauer sind zudem für die Beurteilung des Ozonbildungspotenzials von Bedeutung und stellen notwendige Eingangsgrößen für die mathematische Modellierung der Schadstoffausbreitung dar.

4.1 Meteorologische Einflussgrößen auf die Schadstoffbelastung

Die meteorologischen Verhältnisse beeinflussen – zusammen mit den Emissionen von Luftschadstoffen – entscheidend die Immissionskonzentration, deren Tages- und Jahresgang sowie die Variation von Jahr zu Jahr. Die Verdünnung und der Transport von Schadstoffen, aber auch ihre chemische Umwandlung und Entfernung aus der Atmosphäre, werden unmittelbar von verschiedenen meteorologischen Einflussfaktoren bestimmt.

Bei primär emittierten Schadstoffen – NO, SO₂, CO, teilweise PM₁₀ – entscheiden die Ausbreitungsbedingungen wesentlich über die Immissionskonzentration; ungünstige Bedingungen (z. B. stabile Temperaturschichtung, niedrige Windgeschwindigkeit) sorgen für hohe Konzentrationen am Boden. Nachts und im Winter herrschen tendenziell ungünstigere Ausbreitungsbedingungen als tagsüber bzw. im Sommer (generell führt stärkere Sonneneinstrahlung zu einer stärkeren Durchmischung der bodennahen Atmosphäre und damit zu einer rascheren Schadstoffverdünnung).

Ein wesentlicher Einflussfaktor für die Konzentration bodennah emittierter Schadstoffe, deren Jahresgang und deren Variation von Jahr zu Jahr, ist die Häufigkeit winterlicher Hochdruckwetterlagen bzw. von Westwetterlagen. Hochdruckwetterlagen sind im Winter mit besonders ungünstigen Ausbreitungsbedingungen verbunden, vor allem dann, wenn sie mit Antransport kontinentaler Kaltluft zusammentreffen; zudem überstreichen derartige kontinentale Luftmassen häufig Gebiete mit hohen Emissionen in Ostmittel- und Osteuropa, die zum Ferntransport beitragen. Demgegenüber sind ozeanische Luftmassen mit günstigen Ausbreitungsbedingungen verbunden und nehmen daher, auch wenn sie Regionen mit hohen Emissionen in West- und Mitteleuropa überqueren, vergleichsweise wenig Schadstoffe auf, weshalb Westwetterlagen auch mit deutlich geringeren Beiträgen von Ferntransport verbunden sind.

Die Konzentration sekundärer Luftschadstoffe wird wesentlich von jenen meteorologischen Bedingungen beeinflusst, die für ihre atmosphärische Bildung eine Rolle spielen. Da die Ozonbildung ein photochemischer Prozess mit starker Abhängigkeit von Temperatur und Globalstrahlung ist, ist die Ozonbelastung im Sommer deutlich höher als im Winter.

Die Abhängigkeit der Umwandlung (Oxidation) von NO in NO₂ von der Ozonkonzentration führt dazu, dass das NO₂/NO_x-Verhältnis im Sommer höher ist als im Winter. Wenn das Ausmaß der Oxidation von NO durch Ozon einen stärkeren Einfluss auf den Jahresgang ausübt als die Schadstoffanreicherung in Bodennähe durch ungünstige Ausbreitungsbedingungen im Winter, ist an Standorten mit sehr hoher NO_x-Konzentration die NO₂-Konzentration im Sommer höher als im Winter. Dies kann z. B. an der Messstelle Wien Hietzinger Kai auftreten.

Für die Konzentration sekundärer Luftschadstoffe – sowohl bei Ozon als auch bei sekundären Partikeln – spielen der Zeitraum, der für ihre Bildung zur Verfügung steht, sowie Akkumulation eine wesentliche Rolle. Lang anhaltende, windschwache und großräumige Hochdruckgebiete sind daher im Sommer mit großflächig erhöhter Ozonbelastung, im Winter mit großflächig erhöhter Belastung sekundärer Aerosole verbunden.

4.2 Die Witterung im Jahr 2016 und deren Einfluss auf die Immissionsituation in Österreich

Das Jahr 2016 war das viertwärmste Jahr (nach 2014, 2015 und 1994) seit Beginn von Temperaturmessungen in Österreich 1768. Die Temperatur lag um 1,0 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010. Am relativ wärmsten war es in den Ostalpen, etwas kühler in den westlichen Alpen.

Die überdurchschnittliche Jahresmitteltemperatur geht auf eher wechselhaftes Wetter ohne längere Wärme- und Kälteperioden zurück, die Temperatur lag während der meisten Zeit etwas über dem langjährigen Durchschnitt.

Die Niederschlagsmengen lagen um 10 % über dem Klimamittelwert, besonders niederschlagsreich waren die Ostalpen und das niederösterreichische Alpenvorland, unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen erhielt das Waldviertel.

Der Sommer war überwiegend von unbeständigem, nur mäßig warmem Wetter gekennzeichnet, erst von Ende August bis Mitte September trat eine sehr warme Phase auf.

Die Wintermonate wiesen überwiegend wechselhaftes Wetter auf. Im Jänner gab es einige Tage mit sehr niedrigen Temperaturen, von Ende Jänner bis Ende Februar lag die Temperatur aber um bis zu 5 °C über dem langjährigen Durchschnitt.

Der Witterungsverlauf mit überwiegend sehr warmen Wintermonaten führte zu einer im langjährigen Vergleich sehr niedrigen Feinstaubbelastung.

Das wechselhafte Wetter im Hochsommer trug zu einer vergleichsweise niedrigen Ozonbelastung bei.

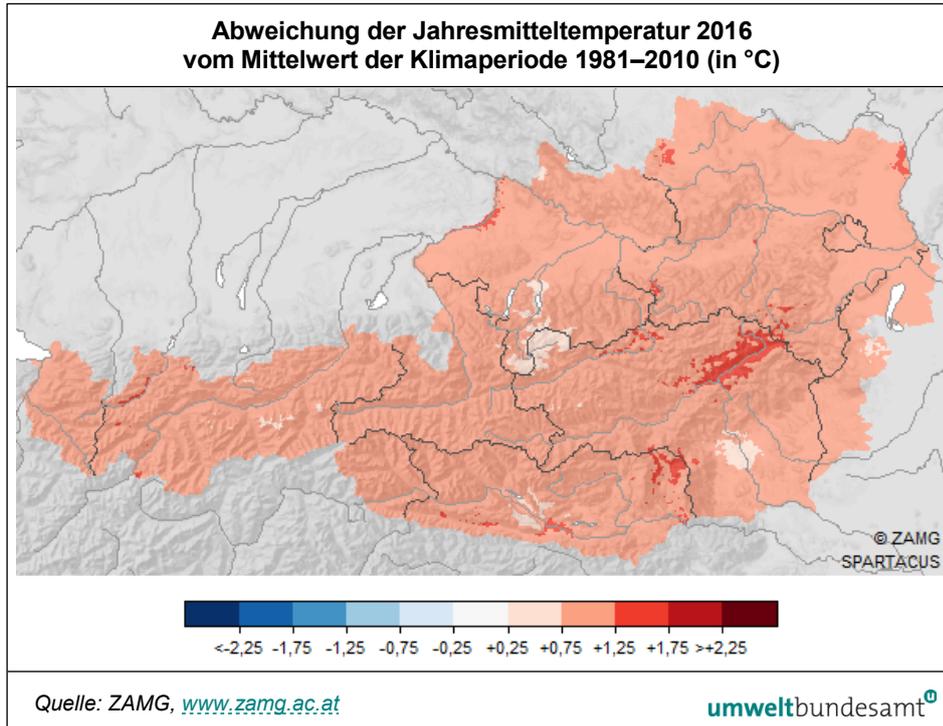


Abbildung 18:
Abweichung der Jahresmitteltemperatur 2016 vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 (in °C).

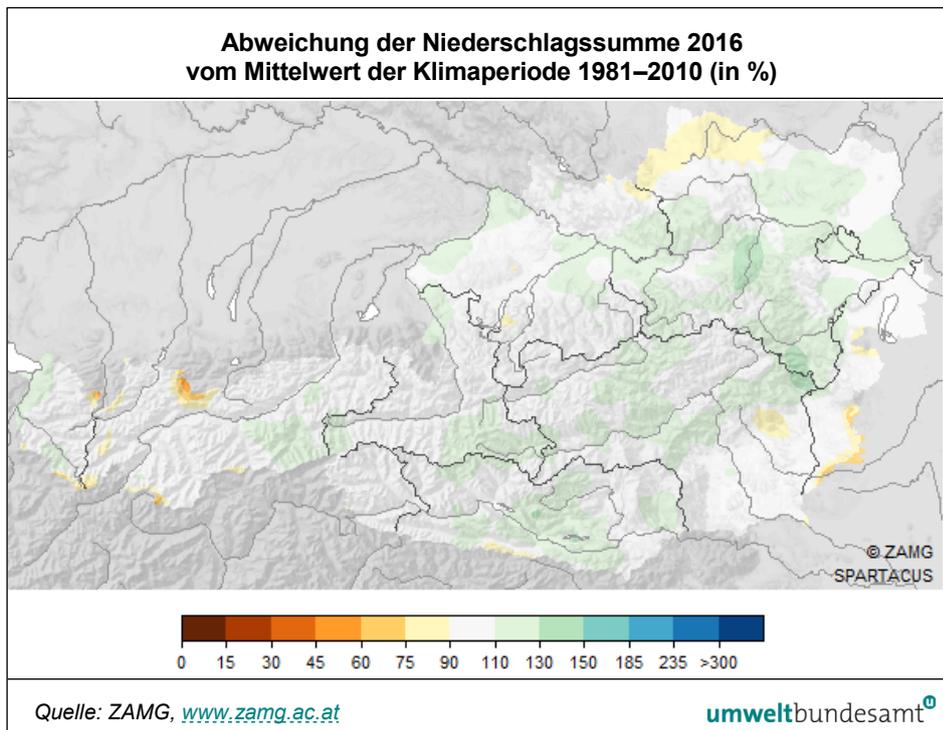
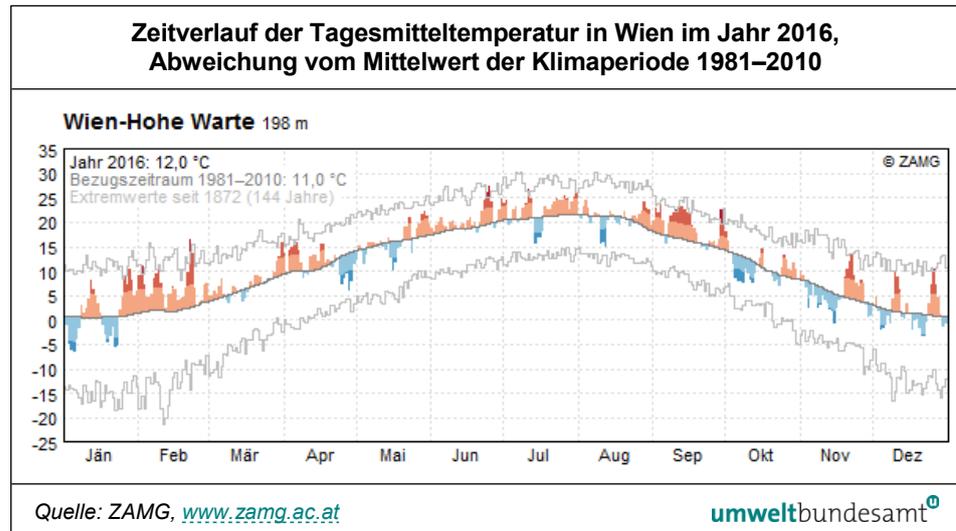


Abbildung 19:
Abweichung der Niederschlagssumme 2016 vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 (in %).

Abbildung 20:
Zeitverlauf der
Tagesmitteltemperatur
in Wien im Jahr 2016,
Abweichung vom
Mittelwert der
Klimaperiode
1981–2010 (in °C).



Der **Jänner** 2016 war von wechselhaftem Wetter gekennzeichnet. Die Monatsmitteltemperatur lag, gemittelt über ganz Österreich, um 1,3 °C über dem Mittel der Klimaperiode 1981–2010. Besonders warm war der westliche Nordalpenbereich.

Die Niederschlagsmengen lagen im Großteil Österreichs über dem langjährigen Durchschnitt. Während in den Niederungen deutlich weniger Schnee fiel als im langjährigen Durchschnitt, wurden im Mittel- und Hochgebirge sehr hohe Neuschneemengen gemessen.

Der **Februar** 2016 war österreichweit sehr warm und niederschlagsreich. Gemittelt über ganz Österreich lag die Monatsmitteltemperatur um 4,1 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010, damit wies das Jahr 2016 den zweitwärmsten Februar seit Beginn der Temperaturmessungen in Österreich auf (nach 1966); besonders warm war es im Nordosten Österreichs.

Die Niederschlagsmengen überstiegen v. a. im Osten und Süden den langjährigen Durchschnitt deutlich. Im Mittel über Österreich erreichte die Niederschlagssumme das Doppelte des Klimamittelwertes, in weiten Teilen Kärntens und Osttirols, in der Oststeiermark und im Südburgenland mehr als das Dreifache; in Kötschach-Mauthen lag die Niederschlagsmenge bei 435 % des Klimawertes. Der Niederschlag fiel in den Niederungen ganz überwiegend als Regen, die Dauer der Schneedecke lag weit unter dem langjährigen Durchschnitt.

Der **März** 2016 wies eine leicht überdurchschnittliche Monatsmitteltemperatur auf. Nördlich des Alpenhauptkamms war der März relativ trocken; leicht überdurchschnittliche Niederschlagsmengen traten nur im Süden auf.

Der Witterungsverlauf wurde von West- und Nordwestwetterlagen geprägt.

Der **April** 2016 war von sehr wechselhaftem Wetter gekennzeichnet. Zu Monatsbeginn lag die Temperatur deutlich über dem langjährigen Durchschnitt, zu Monatsende deutlich darunter, mit Frost bis in die Niederungen. Im Monatsmittel wies der April im Norden eine nur leicht überdurchschnittliche Temperatur auf.

Die Niederschläge waren sehr ungleichmäßig verteilt. Im Monatsmittel war der Westen etwas zu feucht, die Südsteiermark zu trocken. Nord- und Westwetterlagen überwogen deutlich.

Der **Mai** 2016 war von wechselhaftem Wetter gekennzeichnet. Die Monatsmitteltemperatur lag nahe dem Klimamittelwert. Die Niederschlagsmengen lagen nördlich des Alpenhauptkamms und im Osten und Norden deutlich über dem langjährigen Mittel. Im Süden erreichten die Niederschläge eine durchschnittliche Höhe.

Der **Juni** 2016 wies ziemlich wechselhaftes Wetter auf. Bis 22.06. lag die Temperatur in einem durchschnittlichen Bereich, rund um den 25.06. trat eine außergewöhnlich warme Episode auf, sodass die Monatsmitteltemperatur deutlich über dem Klimamittelwert lag. Im außeralpinen Bereich im Nordosten und Südosten Österreichs war es mit Abweichungen um mehr als 1,5 °C am wärmsten.

Die Niederschläge verteilten sich über den ganzen Monat und lagen zumeist über dem Klimamittelwert.

Der **Juli** 2016 war von warmem, aber wechselhaftem Wetter gekennzeichnet. Auf eine sehr warme Episode vom 10.07. bis 13.07. folgte ein Kaltlufteinbruch, verbunden mit hohen Regenmengen in ganz Österreich. Ende des Monats war das Wetter wieder warm. Im Monatsmittel lag die Temperatur im Osten um 1,2 bis 1,6 °C über dem langjährigen Mittel, im Westen um weniger als 1,0 °C. Die Niederschlagsmengen lagen im Westen in einem durchschnittlichen Bereich, östlich von Oberösterreich und Kärnten aber weit über dem Klimamittelwert, in weiten Teilen Niederösterreichs fiel mehr als das Doppelte der durchschnittlichen Regenmenge.

Der **August** 2016 wies eher wechselhaftes Wetter aus. Die Temperatur lag bis zum 26.08. meist um den langjährigen Durchschnitt, mit einer Kältephase vom 10.08. bis 13.08. Deutlich überdurchschnittliche Temperaturen wurden österreichweit ab dem 27.08. beobachtet. Im Monatsmittel wich die Temperatur wenig vom Klimamittelwert ab. Die Regenmengen lagen im Großteil Österreichs nahe dem Klimamittelwert.

Der **September** 2016 war in ganz Österreich außergewöhnlich warm. Die Monatsmitteltemperatur lag im Norden und Osten um 2,5 bis 3,0 °C über dem Mittel der Klimaperiode 1981–2010, im Süden und Westen um 2,0 bis 2,5 °C.

Die Niederschlagsmengen waren im größten Teil Österreichs unterdurchschnittlich, am trockensten war es im Osten und Norden, wo weniger als die Hälfte des durchschnittlichen Regens fiel.

Der **Oktober** 2016 war von wechselhaftem Wetter gekennzeichnet. Die Monatsmitteltemperatur lag in ganz Österreich geringfügig unter dem langjährigen Mittel. Während der Westen und Nordwesten Österreichs deutlich unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen erhielten, lagen diese im Osten und Nordosten weit über dem Durchschnitt. In weiten Teilen Niederösterreichs und Wiens fiel mehr als das Doppelte des durchschnittlichen Niederschlags.

Der Witterungsverlauf war von Tiefdruck- sowie Nord- und Westwetterlagen geprägt.

Der **November** 2016 war von wechselhaftem Wetter gekennzeichnet, überwiegend traten Tiefdruck- und Südwestwetterlagen auf. Auf eine relativ kühle erste Monatshälfte folgte eine sehr warme Phase zwischen 18.11. und 25.11. Die

Monatsmitteltemperatur lag etwa 0,5 C über dem langjährigen Mittel. Im Großteil Österreichs wurden unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen registriert; teilweise mehr als das Eineinhalbfache der durchschnittlichen Regenmenge erhielten das Nordburgenland, das südöstliche Niederösterreich und die Karawanken.

Der **Dezember** 2016 wies in den Niederungen durchschnittliche Temperaturen, verglichen mit dem Klimamittelwert (1981–2010) auf, wohingegen es in den höheren Lagen sehr warm war.

Der Dezember war sehr trocken. Im Großteil West- und Südösterreichs wurde weniger als 10 % der durchschnittlichen Niederschlagsmenge registriert, in Kärnten fiel gar kein Regen bzw. Schnee. Im Norden und Osten erreichten die Niederschlagsmengen etwa die Hälfte des langjährigen Mittels; durchschnittliche Mengen wurden nur in den Nordalpen in Niederösterreich und der Steiermark gemessen.

4.3 Temperatur

Tabelle 20 gibt die Jahresmittelwerte der Temperatur an den Messstellen des Umweltbundesamtes (Sonnblick: ZAMG) in den Jahren 1990–2016 an, Tabelle 21 die Monatsmittelwerte für 2016.

Temperaturverlauf (in °C)						
JMW	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
1990				-4,9		
1991		10,1		-5,5		
1992		11,3		-4,5	8,6	
1993		10,1	9,2	-5,1	6,3	
1994		11,5	10,8	-4,4	8,1	
1995		10,4	9,4	-5,6	7,0	
1996		9,2	7,7	-5,9	5,5	5,8
1997		10,2	9,0	-5,0	7,5	7,0
1998		10,7	9,7	-5,0	7,4	7,8
1999	9,3	11,2	9,8	-4,6	7,6	7,3
2000	10,1	12,3	10,6	-4,4	8,3	8,2
2001	8,2	10,7	9,5	-5,4	7,2	7,0
2002	8,9	11,4	10,3	-4,2	7,7	7,9
2003	8,7	11,1	10,7	-3,6	7,5	8,2
2004	8,0	10,3	9,6	-5,1	6,7	6,9
2005	7,8	10,3	9,2	-5,6	6,7	6,6
2006	8,3	10,8	9,7	-4,4	7,3	7,6
2007	9,3	11,7	10,7	-4,4	8,1	7,8
2008	9,0	11,7	10,4	-4,7	7,9	7,8
2009	8,4	11,5	9,9	-4,7	7,8	8,0
2010	7,6	10,2	8,7	-5,5	6,2	7,0
2011	9,1	11,2	10,3	-3,6	8,1	7,8
2012	8,7	11,6	10,4	-4,2	7,3	7,1
2013	8,4	11,4	9,6	-4,6	7,5	6,9
2014	9,7	12,4	11,0	-3,9	8,6	8,5
2015	9,8	12,2	10,8	-3,6	8,6	8,5
2016	9,0	11,8	10,3	-4,1	8,0	v

Tabelle 20:
Jahresmittelwerte der
Temperatur, 1990–2016
(Quelle:
Umweltbundesamt).

* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG.

v ... zu geringe Verfügbarkeit

Tabelle 21:
Monatsmittelwerte der
Temperatur im Jahr
2016 (Quelle:
Umweltbundesamt).

Temperaturverlauf 2016 (in °C)						
MMW	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
Jänner	-1,0	0,0	-0,3	-11,2	-0,4	-0,2
Februar	3,2	5,9	4,7	-9,9	1,2	2,5
März	3,9	7,2	5,5	-10,4	2,4	2,0
April	8,6	12,1	9,8	-5,2	7,8	7,1
Mai	12,8	16,3	14,6	-3,4	10,8	v
Juni	16,8	20,8	18,9	1,3	14,6	14,2
Juli	19,0	22,8	20,7	3,9	17,2	16,0
August	17,9	20,6	19,0	3,3	15,8	15,2
September	16,6	18,6	18,3	1,5	14,4	v
Oktober	7,8	10,3	8,8	-4,7	7,0	v
November	2,9	5,5	3,5	-7,5	2,9	v
Dezember	-0,8	1,1	0,3	-7,2	1,9	0,9

* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG
v ... zu geringe Verfügbarkeit

4.4 Globalstrahlung

Tabelle 22 gibt die Monats- und Jahressummen der Globalstrahlung für das Jahr 2016 in MJ/m² an, Tabelle 23 die Jahressummen im Zeitraum 1993 bis 2016.

Tabelle 22:
Monats- und
Jahressummen der
Globalstrahlung
im Jahr 2016 (Quelle:
Umweltbundesamt).

Globalstrahlung 2016 (in MJ/m ²)					
Monatssumme	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jänner	109	101	113	173	71
Februar	165	152	176	200	150
März	305	306	315	393	272
April	457	486	477	500	387
Mai	549	629	588	599	454
Juni	613	722	681	641	519
Juli	618	684	686	657	499
August	551	598	569	619	465
September	434	473	473	504	399
Oktober	185	208	173	271	154
November	106	133	112	161	80
Dezember	75	92	85	174	54
Jahressumme	4.093	4.503	4.359	4.807	3.442

Globalstrahlung (in MJ/m ²)					
Jahressumme	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
1993		3.855			
1994		3.805	4.156		
1995		3.738	4.416	4.513	
1996		3.687	4.268	v	3.316
1997		3.888	4.177	4.537	3.696
1998		3.967	4.133	4.681	3.408
1999	3.469	3.744	3.596	3.822	3.060
2000	4.080	4.514	4.284	4.788	4.080
2001	3.912	4.450	4.015	4.495	3.465
2002	4.016	4.081	4.078	4.156	v
2003	4.691	4.501	4.620	4.898	3.850
2004	4.189	3.734	4.268	4.461	3.523
2005	4.217	4.359	4.325	4.645	3.678
2006	4.348	4.238	4.472	4.704	3.721
2007	4.421	4.204	4.429	4.813	3.819
2008	4.207	4.032	4.197	v	3.667
2009	v	4.177	3.852	4.748	3.679
2010	3.803	4.128	3.622	v	3.659
2011	4.546	4.481	v	4.557	3.761
2012	4.699	4.514	3.978	4.294	3.538
2013	3.597	5.013	3.651	4.181	3.332
2014	3.536	4.956	2.924	4.225	3.331
2015	4.183	4.420	4.342	4.730	3.541
2016	4.093	4.503	4.359	4.807	3.442

v ... zu geringe Verfügbarkeit

Tabelle 23:
Jahressummen der
Globalstrahlung,
1993–2016 (Quelle:
Umweltbundesamt).

4.5 Sonnenscheindauer

Tabelle 24 zeigt die Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer für das Jahr 2016 in Stunden, Tabelle 25 die Jahressummen im Zeitraum von 1992 bis 2016.

Die höchste Sonnenscheindauer im Jahr 2016 wurde in Vorhegg und in Illmitz registriert. Das Jahr 2016 wies in Illmitz (zusammen mit 2011) die zweithöchste Sonnenscheindauer der letzten 20 Jahre auf, an den meisten Messstellen lag sie im durchschnittlichen Bereich, in Pillersdorf darunter.

An allen Messstellen wurde im Jahr 2003 die höchste Jahressumme der Sonnenscheindauer gemessen, gefolgt von 2011; die Minima verteilen sich auf verschiedene Jahre, wenig Sonnenschein herrschte v. a. 1996, 1999 und 2013/2014.

Tabelle 24:
Monats- und
Jahressummen der
Sonnenscheindauer
im Jahr 2016 (Quelle:
Umweltbundesamt).

Sonnenscheindauer 2016 (in Stunden)						
Monatssumme	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
Jänner	v	73	71	117	128	31
Februar	80	75	80	73	84	66
März	121	137	115	158	152	97
April	178	208	164	133	177	122
Mai	205	261	199	137	192	132
Juni	209	293	231	128	184	143
Juli	239	294	237	154	233	148
August	258	285	212	188	247	159
September	246	261	220	195	234	167
Oktober	83	96	63	87	119	60
November	58	106	68	110	94	42
Dezember	51	83	68	196	158	42
Jahressumme	1.830	2.174	1.730	1.676	2.003	1.210

* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG

v ... zu geringe Verfügbarkeit

Tabelle 25:
Jahressummen der
Sonnenscheindauer,
1992–2016 (Quelle:
Umweltbundesamt).

Sonnenscheindauer (in Stunden)						
Jahressumme	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
1992		1.995		1.635	1.828	
1993		1.774	1.866			
1994		1.957	1.901	1.752	1.767	
1995		1.811	1.800		1.924	
1996		1.820	1.714	1.694	1.687	1.019
1997		1.995	1.949	1.810	2.059	1.098
1998		1.832	1.801	1.810	2.035	951
1999	1.662	1.882	1.723	1.577	1.930	1.030
2000	1.785	2.090	1.929		2.062	1.195
2001	1.746	1.926	1.734			1.074
2002	1.581	1.994	1.834	1.635	1.908	
2003	2.185	2.262	2.150	2.102	2.294	1.501
2004	1.751	1.656	1.809	1.752	1.924	1.309
2005	1.739	2.034	1.999	1.840	2.016	1.355
2006	1.881	1.922	2.065	1.898	2.073	1.404
2007	1.959	1.874	2.019	1.927	2.170	1.356
2008	1.846		1.850	1.702	2.045	1.317
2009	1.672	1.931	1.897	1.678	2.123	1.322
2010	1.704	1.824	1.711	1.674	1.883	1.161
2011	2.062	2.174	2.098	2.055	2.257	1.422
2012	1.935	2.132	2.119	1.749	2.081	1.299
2013	1.684	1.969	1.801	1.705	1.873	1.155
2014	1.753	2.017	1.562	1.442	1.827	1.216
2015	1.984	2.142	1.771	1.978	2.113	1.251
2016	1.830	2.174	1.730	1.676	2.003	1.210

* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG.

4.6 Niederschlag

Tabelle 26 gibt die Monats- und Jahressummen des Niederschlags im Jahr 2016 an. In Tabelle 27 sind die Jahressummen des Niederschlags von 1993 bis 2016 zusammengestellt.

Im Jahresverlauf 2016 fallen hohe Regenmengen im Juni und Juli auf. An allen Messstellen außer am Zöbelboden war der Dezember extrem trocken, unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen wurden auch im Jänner, März und April registriert.

Im Jahr 2016 registrierten alle Messstellen außer Illmitz überdurchschnittliche Niederschlagsmengen; in Pillersdorf wurde die dritthöchste Jahressumme seit Beginn der Messung beobachtet.

Die niederschlagsreichsten Jahre waren 2002, 2009 und 2010, die trockensten Jahre 2003, 2004 und 2011.

Niederschlag 2016 (in mm)					
Monatssumme	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jänner	46	11	17	41	135
Februar	66	48	50	220	179
März	18	13	11	141	91
April	44	v	44	128	90
Mai	178	v	53	102	v
Juni	163	32	110	238	124
Juli	134	83	139	239	261
August	58	37	54	196	182
September	63	50	5	52	199
Oktober	52	38	44	178	203
November	58	37	25	150	102
Dezember	7	10	13	1	110
Jahressumme	888	420	566	1.686	1.839

*Tabelle 26:
Monats- und
Jahressummen des
Niederschlags im
Jahr 2016 (Quelle:
Umweltbundesamt).*

v ... zu geringe Verfügbarkeit

*Tabelle 27:
Jahressummen des
Niederschlags,
1993–2016 (Quelle:
Umweltbundesamt).*

Jahressumme	Niederschlag (in mm)				
	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
1993		373	354		
1994		538			
1995		594	404	859	
1996		642	287	1.345	1.612
1997		563	391	1.024	1.528
1998		552	303	1.278	1.531
1999	779	589	424	1.471	1.295
2000	977	489	382		1.553
2001	941	484	363		1.480
2002	1.420	537	554	2.084	1.907
2003	472	323	392	1.316	921
2004	762	372	387	1.752	1.244
2005	777	525	498	872	1.969
2006	899	513	444	993	1.945
2007	879	664	497	1.007	1.740
2008	798	564	297	1.940	1.567
2009		659	606	1.711	1.910
2010	808	676	645	1.896	1.423
2011	808	390	257	1.283	1.249
2012	761	567	346	1.590	1.780
2013	797	417	377	1.825	1.940
2014	857	644	436	2.227	1.700
2015	650	385	410	1.098	1.234
2016	888	420	566	1.686	1.839

5 LITERATURVERZEICHNIS

- BAUER, H.; MARR, I.; KASPER-GIEBL, A.; LIMBECK, A.; CASEIRO, A.; HANDLER, M.; JANKOWSKI, N.; KLATZER, B.; KOTIANOVA, P.; POURSMAEIL, P.; SCHMIDL, CH.; SAGEDER, H. & PUXBAUM, H. (2007): Endbericht für das Projekt „AQUELLA“ Steiermark. Bestimmung von Immissionsbeiträgen in Feinstaubproben. Technische Universität Wien.
- EUROPEAN COMMISSION (2001): PAH Position Paper Annexes (27th July 2001). http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/annex_pah.pdf.
- EUROPEAN COMMISSION - JOINT RESEARCH CENTRE (2017): Lagler, F.; Barbieri, M.; Borowiak, A.: Evaluation of the Laboratory Comparison Exercise for SO₂, CO, O₃, NO and NO₂ 13-16 June 2016, EUR 28610 EN, Luxemburg. <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106069/kjna28610enn.pdf>
- JANKOWSKI, N.; BAUER, H.; MARR, I.; KASPER-GIEBL, A.; LIMBECK, A.; CASEIRO, A.; HANDLER, M.; KLATZER, B.; KOTIANOVA, P.; POURSMAEIL, P.; SCHMIDL, CH. & PUXBAUM, H. (2007): 3. Zwischenbericht für das Projekt „AQUELLA Linz – Oberösterreich!“ Aerosolquellanalyse für Linz – Oberösterreich. Technische Universität Wien.
- LARSEN, J. C. & LARSEN, P. B. (1998): Chemical carcinogens. In: Hester, R.E. & Harrison, R.M. (Eds.): Air Pollution and Health. Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry. pp. 33–56.
- UMWELTBUNDESAMT (2017): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2016. Reports, Bd. REP-0605. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2017a): Spangl, W.: Luftgütemessstellen in Österreich. Stand Jänner 2016. Reports, Bd. REP-0607. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2017b): Pazdernik, K.; Anderl, M.; Gangl, M.; Haider, S.; Mandl, N.; Moosmann, L.; Poupá, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Stranner, G. & Zechmeister, A.: Emissionstrends 1990–2015. Ein Überblick über die Verursacher von Luftschadstoffen in Österreich (Datenstand 2017). Reports, Bd. REP-0625. Umweltbundesamt, Wien.

Rechtsnormen und Leitlinien

- CEN/TR 16243:2011: Außenluftqualität – Leitfaden zur Messung von auf Filtern abgetrenntem elementarem Kohlenstoff (EC) und organisch gebundenem Kohlenstoff (OC).
- CEN/TR 16269:2011: Ambient air – Guide for the measurement of anions and cations in PM_{2,5}.
- Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L; BGBl. I Nr. 34/2003): Bundesgesetz, mit dem ein Bundesgesetz über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe erlassen sowie das Ozongesetz und das Immissionsschutzgesetz-Luft geändert werden.
- Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L; BGBl. I 115/97 i. d. g. F.): Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert werden.

- Luftqualitätsrichtlinie (RL 2008/50/EG): Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. ABl. Nr. L 152/1.
- Messkonzept-VO zum IG-L (BGBl. II 358/1998 i. d. g. F.): Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über das Messkonzept zum Immissionsschutzgesetz-Luft.
- Messkonzept-VO zum Ozongesetz (Ozon-Messkonzept-VO; BGBl. II Nr. 99/2004): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Messkonzept zum Ozongesetz.
- ÖNORM EN 12341:1999: Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM₁₀-Fraktion von Schwebstaub – Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 14211:2005: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 14212:2005: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Schwefeldioxid mit Ultraviolett-Fluoreszenz. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 14625:2005: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Ozon mit Ultraviolett-Photometrie. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 14626:2005: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Kohlenmonoxid mit nichtdispersiver Infrarot-Photometrie. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 14662-2:2005 (Teile 1, 2 und 3): Luftbeschaffenheit – Standardverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 14902:2007: Außenluftbeschaffenheit – Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung von Pb/Cd/As/Ni als Bestandteil der PM₁₀-Fraktion des Schwebstaubes. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 14907:2005: Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM_{2,5}-Massenfraktion des Schwebstaubes. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 15549:2008: Luftbeschaffenheit – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Benzo(a)pyren in Luft. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 15853:2010 Außenluftbeschaffenheit – Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung der Quecksilberdeposition. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN ISO 14911:1999: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der gelösten Kationen Li⁺, Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mn²⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Sr²⁺, und Ba²⁺ mittels Ionenchromatographie – Verfahren für Wasser und Abwasser (ISO 14911:1998) Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN ISO 17993:2004: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von 15 polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wasser durch HPLC mit Fluoreszenzdetektion nach Flüssig-Flüssig-Extraktion. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM EN ISO 17852:2008: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Quecksilber – Verfahren mittels Atomfluoreszenzspektrometrie. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM EN ISO 10304-1:2009: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat (ISO 10304-1:2007). Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM M 5866:2007: Luftreinhaltung – Bildung von Immissionsmessdaten und daraus abgeleiteten Immissionskennwerten. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025:2007: Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien.

Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/92, i.d.g.F.): 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 (BGBl. I Nr. 34/2003).

Ozonrichtlinie (RL 2002/3/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2002 über den Ozongehalt der Luft. ABI. Nr. L 67/14.

Richtlinie 14: Österreichweit einheitliche Vorgangsweise zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit der Immissionsmessdaten. Leitfaden zur Immissionsmessung nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft. Erarbeitet von Vertretern der Länder und des Bundes, 2000.

VO BGBl. II Nr. 298/2001: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Immissionsgrenzwerte und Immissionszielwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation.

Die Texte der EU-Richtlinien sind auf dem Gesetzesportal der EU abrufbar: <http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm>

Die österreichischen Gesetze sind im Rechtsinformationssystem des Bundeskanzleramtes einsehbar: <http://www.ris.bka.gv.at/>

ANHANG 1: DEFINITIONEN UND ABKÜRZUNGEN

Luftschadstoffe

As	.....	Arsen
B(a)P	.....	Benzo(a)pyren
Cd	.....	Cadmium
CH ₄	.....	Methan
CO	.....	Kohlenstoffmonoxid
CO ₂	.....	Kohlenstoffdioxid
EC	.....	elementarer Kohlenstoff
Hg	.....	Quecksilber
Ni	.....	Nickel
NO	.....	Stickstoffmonoxid
NO ₂	.....	Stickstoffdioxid
NO _x	.....	Stickstoffoxide (Summe aus NO und NO ₂)
NO _y	.....	Summe gasförmiger oxidierter Stickstoffverbindungen
NO _z	.....	Differenz NO _y –NO _x
O ₃	.....	Ozon
OC	.....	organischer Kohlenstoff
PAK bzw. PAH	...	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)
Pb	.....	Blei
PM ₁	.....	Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 1 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist
PM _{2,5}	.....	Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist
PM ₁₀	.....	Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist
SO ₂	.....	Schwefeldioxid
VOC	.....	Flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds)

Luftgütemessstationen des Umweltbundesamtes

AKH	.....	Wien, Allgemeines Krankenhaus
ENK	.....	Enzenkirchen
ILL	.....	Illmitz

KLH Klöch
 PIL Pillersdorf
 SON Sonnblick
 VOR Vorhegg
 ZOE Zöbelboden

Abkürzungen

AFS Atomfluoreszenzspektroskopie
 AOT40 Accumulated Exposure over Threshold of 40 ppb, Summe der Differenz zwischen Ozonkonzentrationen über 40 ppb als nicht gleitender Einstundenmittelwert und 40 ppb (sofern die Ozonkonzentration über 40 ppb liegt) über den Zeitraum Mai–Juli unter Verwendung eines täglichen Zeitfensters von 08:00–20:00 Uhr
 EMEP Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe (<http://www.emep.int/>)
 GAW Global atmosphere watch
 GC-MSD Gaschromatographie mit massenselektiver Detektion
 HMW Halbstundenmittelwert
 HPLC-FLD Hochdruckflüssigkeitschromatographie mit Fluoreszenzdetektion
 ICP-MS Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry), IG-Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I 115/97 i.d.g.F.)
 JMW Jahresmittelwert
 MEZ Mitteleuropäische Zeit
 MMW Monatsmittelwert
 MW1 Einstundenmittelwert
 MW8 Achtstundenmittelwert
 OM Organisches Material
 TEF Toxizitätsäquivalentfaktor (Toxicity Equivalence Factor)
 TMW Tagesmittelwert
 UNECE United Nations Economic Commission for Europe (www.unece.org)
 WMO World Meteorological Organisation (<http://www.wmo.int>)
 WMW Wintermittelwert (Oktober bis März)
 ZAMG Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (<http://www.zamg.ac.at>)

ANHANG 2: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN

Einheiten

mg/m ³	Milligramm pro Kubikmeter
µg/m ³	Mikrogramm pro Kubikmeter
ng/m ³	Nanogramm pro Kubikmeter
ppb	parts per billion
ppm	parts per million

$$1 \text{ mg/m}^3 = 1.000 \text{ µg/m}^3$$

Umrechnungsfaktoren zwischen Mischungsverhältnis (angegeben in ppb) und Konzentration (angegeben in µg/m³) bei 1.013 hPa und 293 K (Normbedingungen):

SO ₂	1 µg/m ³ = 0,37528 ppb	1 ppb = 2,6647 µg/m ³
NO	1 µg/m ³ = 0,80186 ppb	1 ppb = 1,2471 µg/m ³
NO ₂	1 µg/m ³ = 0,52293 ppb	1 ppb = 1,9123 µg/m ³
CO	1 mg/m ³ = 859,11 ppb	1 ppb = 0,0011640 mg/m ³
Benzol	1 µg/m ³ = 0,308 ppb	1 ppb = 3,247 µg/m ³
O ₃	1 µg/m ³ = 0,50115 ppb	1 ppb = 1,9954 µg/m ³

ANHANG 3: MITTELWERTDEFINITIONEN

Die entsprechende Zeitangabe bezieht sich stets auf das Ende des jeweiligen Mittelungszeitraumes. Alle Zeitangaben erfolgen in Mitteleuropäischer Zeit (MEZ). Die Mindestzahl der Halbstundenmittelwerte zur Mittelwertbildung ist im IG-L bzw. in der ÖNORM M 5866, April 2007, festgelegt.

	Definition	Mindestzahl der HMW für gültigen Mittelwert
HMW	Halbstundenmittelwert (48 Werte pro Tag zu jeder halben Stunde)	
MW1	Einstundenmittelwert mit stündlicher Fortschreitung (24 Werte pro Tag zu jeder vollen Stunde)	2
MW3	gleitender Dreistundenmittelwert (48 Werte pro Tag zu jeder halben Stunde)	4
MW8g	gleitender Achtstundenmittelwert (48 Werte pro Tag zu jeder halben Stunde)	12
MW8	stündlich gleitender Achtstundenmittelwert (48 Werte pro Tag zu jeder vollen Stunde)	12
TMW	Tagesmittelwert	40
MMW	Monatsmittelwert	75 %
JMW	Jahresmittelwert	75 % sowohl im Winter- als auch im Sommerhalbjahr
WMW	Wintermittelwert (Oktober–März)	75 % in jeder Hälfte der Beurteilungsperiode

ANHANG 4: IMMISSIONSGRENZWERTE UND IMMISSIONSZIELWERTE

Immissionsgrenzwerte gemäß IG-L, Anlage 1 zum langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit

Schadstoff	Konzentration	Mittelwertart
SO ₂	120 µg/m ³	Tagesmittelwert
SO ₂	200 µg/m ³	Halbstundenmittelwert; bis zu drei Halbstundenmittelwerte pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte im Kalenderjahr bis zu 350 µg/m ³ gelten nicht als Überschreitung
PM ₁₀	50 µg/m ³	Tagesmittelwert; pro Kalenderjahr sind 25 Überschreitungen zulässig
PM ₁₀	40 µg/m ³	Jahresmittelwert
CO	10 mg/m ³	gleitender Achtstundenmittelwert
NO ₂	200 µg/m ³	Halbstundenmittelwert
NO ₂	30 µg/m ³ (35 µg/m ³ inkl. Toleranzmarge im Jahr 2016)	Jahresmittelwert. Dieser Grenzwert ist ab 2012 einzuhalten. Die Toleranzmarge beträgt seit 01.01.2005 5 µg/m ³ .
Blei im PM ₁₀	0,5 µg/m ³	Jahresmittelwert
Benzol	5 µg/m ³	Jahresmittelwert

Zielwerte für PM₁₀ und NO₂ gemäß IG-L, Anlage 5

Schadstoff	Konzentration	Mittelwertart
PM ₁₀	50 µg/m ³	Tagesmittelwert, darf nicht öfter als 7-mal im Kalenderjahr überschritten werden
PM ₁₀	20 µg/m ³	Jahresmittelwert
NO ₂	80 µg/m ³	Tagesmittelwert

Grenzwerte für Schwermetalle und PAK im PM₁₀ gemäß IG-L, Anlage 5b (Jahresmittelwerte, Zielwerte bis 2012)

Schadstoff	Grenzwert
Arsen	6 ng/m ³
Nickel	20 ng/m ³
Cadmium	5 ng/m ³
Benzo(a)pyren	1 ng/m ³

Darüber hinaus sind in Anlage 2 des IG-L Grenzwerte für die Deposition von Staub und die Inhaltsstoffe Pb und Cd festgelegt:

Luftschadstoff	Depositionswerte in mg/(m ² ·d) als Jahresmittelwert
Staubniederschlag	210
Blei im Staubniederschlag	0,100
Cadmium im Staubniederschlag	0,002

Grenzwerte der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation

Schadstoff	Konzentration	Mittelwertart
SO ₂	20 µg/m ³	Jahresmittelwert
NO _x	30 µg/m ³	Jahresmittelwert, NO _x ist als Summe von NO und NO ₂ in µg/m ³ zu berechnen

Zielwerte der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation

Schadstoff	Konzentration	Mittelwertart
SO ₂	50 µg/m ³	Tagesmittelwert
NO ₂	80 µg/m ³	Tagesmittelwert

Informations- und Warnwerte für Ozon gemäß Ozongesetz, Anlage 1

Informationsschwelle	180 µg/m ³	Einstundenmittelwert
Alarmschwelle	240 µg/m ³	Einstundenmittelwert

Zielwerte für Ozon gemäß Ozongesetz, Anlage 2

Gesundheitsschutz	120 µg/m ³	höchster Achtstundenmittelwert des Tages, darf an höchstens 25 Tagen pro Kalenderjahr überschritten werden, gemittelt über 3 Jahre
Schutz der Vegetation	18.000 µg/m ³ ·h	AOT40, Mai–Juli, 8:00–20:00 MEZ gemittelt über 5 Jahre

Langfristige Ziele für Ozon gemäß Ozongesetz, Anlage 3

Gesundheitsschutz	120 µg/m ³	höchster Achtstundenmittelwert des Kalenderjahres
Schutz der Vegetation	6.000 µg/m ³ ·h	AOT40, Mai–Juli, 8:00–20:00 MEZ

ANHANG 5: MESSSTELLEN, MESSGERÄTE, ANALYSEVERFAHREN

Eingesetzte Messgerätetypen für die Immissionsmessung

Messstelle, Komponente	Gerätetype
Enzenkirchen	
O ₃	API T400
PM ₁₀ gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM ₁₀ kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
PM _{2,5} gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM _{2,5} kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
Partikelanzahl	Grimm EDM 180
SO ₂	TEI 43iTL
NO, NO ₂	TEI 42iTL
Illmitz	
O ₃	API 400E
PM ₁₀ gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM ₁₀ kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
PM _{2,5} gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM _{2,5} kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
PM ₁ gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM ₁ kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
SO ₂	TEI 43iTL
NO, NO ₂	API 200EU
CO	Horiba APMA-370
Hg	Tekran 2537A (ab 15.9.)
Klöch	
PM ₁₀ gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM ₁₀ kontinuierlich	Sharp 5030 (äquivalentes Verfahren)
NO, NO ₂	API T200UP
Pillersdorf	
O ₃	TEI 49i
PM ₁₀ gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM ₁₀ kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
PM _{2,5} kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
PM ₁ kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
SO ₂	TEI 43iTL
NO, NO ₂	API 200EU

Messstelle, Komponente	Gerätetype
Sonnblick	
O ₃	TEI 49i
CO	Horiba APMA-360E
NO _y	TEI 42CTL
NO ₂	TEI 42i blue light
CO ₂	Picarro G2301
CH ₄	Picarro G2301
SO ₂	TEI 43CTL
Vorhegg	
O ₃	bis 16.03. API 400E, ab 16.03. API T400
PM ₁₀ gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM ₁₀ kontinuierlich	Sharp 5030 (äquivalentes Verfahren)
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	TEI 42i TL
CO	Horiba APMA-370
Zöbelboden	
O ₃	bis 11.05. API 400E ab 11.05. API T400
PM ₁₀ gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM ₁₀ kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
PM _{2,5} kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
SO ₂	TEI 43i TL
NO, NO ₂	bis 19.09. API 200EU ab 19.09. TEI 42i TL

Technische Angaben zu den Messgeräten*Immissionsmessgeräte*

	Nachweisgrenze	Messprinzipien
SO₂		
TEI 43CTL	0,13 µg/m ³ (0,05 ppb)	UV-Fluoreszenz
TEI 43i TL	0,13 µg/m ³ (0,05 ppb)	UV-Fluoreszenz
PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁		
DHA80, Gravimetrie	1 µg/m ³	Probenahme mittels Digital High-Volume-Sampler DHA80 mit PM ₁₀ -Kopf (Tagesproben, Durchfluss 720 m ³ /d) und gravimetrische Massenbestimmung gemäß ÖNORM EN 12341
Grimm EDM 180	1 µg/m ³	Streulichtmessung (optische Partikelzählung)
Sharp 5030	1 µg/m ³	β -Absorption und Nephelometer
NO + NO₂		
TEI 42CTL	NO: 0,06 µg/m ³ (0,05 ppb) NO ₂ : 0,2 µg/m ³ (0,1 ppb)	Chemilumineszenz mit Molybdänkonverter. NO ₂ wird als Differenz von NO _x und NO bestimmt
API 200EU	NO: 0,05 µg/m ³ (0,05 ppb) NO _x : 0,1 µg/m ³ (0,05 ppb)	Chemilumineszenz mit Molybdänkonverter. NO ₂ wird als Differenz von NO _x und NO bestimmt
TEI 42i TL	NO: 0,06 µg/m ³ (0,05 ppb) NO _x : 0,2 µg/m ³ (0,1 ppb)	Chemilumineszenz mit Molybdänkonverter. NO ₂ wird als Differenz von NO _x und NO bestimmt
TEI 42i blue light	NO: 0,06 µg/m ³ (0,05 ppb)	Chemilumineszenz mit photolytischem Konverter. NO ₂ wird als Differenz von NO _x und NO bestimmt
API 200UP	NO: 0,06 µg/m ³ (0,05 ppb) NO _x : 0,2 µg/m ³ (0,1 ppb)	Chemilumineszenz mit photolytischem Konverter. NO ₂ wird als Differenz von NO _x und NO bestimmt
CO		
APMA-360E	0,05 mg/m ³ (0,05 ppm)	nichtdispersive Infrarot-Absorption
APMA-370	0,05 mg/m ³ (0,05 ppm)	nichtdispersive Infrarot-Absorption
O₃		
TEI 49i	0,8 µg/m ³ (0,4 ppb)	Ultraviolett-Absorption
API 400E	1,2 µg/m ³ (0,6 ppb)	Ultraviolett-Absorption
API T400	0,8 µg/m ³ (0,4 ppb)	Ultraviolett-Absorption
CO₂, CH₄		
Picarro G2301	CO ₂ : 500 ppb CH ₄ : 1 ppb	Cavity Ring-Down Spektrometrie
Hg		
Tekran 2537A	0,1 ng/m ³	Kaltdampf-Atomfluoreszenzspektrometrie

Die Konzentration aller gasförmigen Komponenten ist auf Normbedingungen (1.013 hPa, 20 °C) bezogen, jene von PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁ (Gravimetrie und kontinuierliche Messung) sowie der Inhaltsstoffe auf Umgebungsbedingungen.

Die Korrekturfunktionen wurden aus den Ergebnissen der orthogonalen Regression abgeleitet:

PM₁₀

Sharp

Klösch $C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,99$

Vorhegg $C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,90$

Grimm EDM180

Enzenkirchen $C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,73$

Illmitz $C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,86$

Pillersdorf $C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,78$

Zöbelboden $C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,68$

PM_{2,5}

Grimm EDM180

Illmitz, Pillersdorf $C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,78$

Enzenkirchen, Zöbelboden $C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,64$

PM₁

Grimm EDM180

$C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,56$

Probenahme- und Analysemethoden

Komponente	Probenahme	Analyse	Bestimmungsgrenze
PAK-Konzentration im PM ₁₀	Filter für gravimetrische PM ₁₀ -Messung. Monatsmischprobe aus Proben von jedem 3. Tag	Prüfverfahren nach ÖNORM EN 15549 Ultraschall-Extraktion mit n-Hexan/Aceton nach Dotation mit deuterierten Surrogate Standards Einengen und Abblasen mit Stickstoff (Turbovap) Lösungsmittelwechsel auf Acetonitril Analyse mittels HPLC-FLD	Benz(a)pyren: 5,0 ng/Filter Benz(a)anthracen: 5,0 ng/Filter Benzo(b)fluoranthren: 5,0 ng/Filter Benzo(k)fluoranthren: 5,0 ng/Filter Benzo(j)fluoranthren: 5,0 ng/Filter Dibenzo(a,h)anthracen: 5,0 ng/Filter Indeno(1,2,3)pyren: 5,0 ng/Filter
PAK-Deposition	VDI 2267 Blatt 15: Probenahme mit Bergerhoff-Bechern	Prüfverfahren nach ÖNORM EN ISO 17993 Zugabe von deuterierten Surrogate Standards Flüssig-Flüssig-Extraktion mit n-Hexan Einengen und Abblasen mit Stickstoff (Turbovap) Lösungsmittelwechsel auf Acetonitril Analyse mittels HPLC-FLD	Benz(a)pyren: 1,0 ng/Probe Benz(a)anthracen: 1,0 ng/Probe Benzo(b)fluoranthren: 1,0 ng/Probe Benzo(k)fluoranthren: 1,0 ng/Probe Benzo(j)fluoranthren: 1,0 ng/Probe Dibenzo(a,h)anthracen: 1,0 ng/Probe Indeno(1,2,3)pyren: 1,0 ng/Probe
Schwermetalle im PM ₁₀	Filter für die gravimetrische PM ₁₀ -Messung. Monatsmischprobe aus Proben von jedem 6. Tag	Mikrowellenunterstützter Druckaufschluss (HNO ₃ /H ₂ O ₂) Analyse mit ICP-MS in Anlehnung an ÖNORM EN 14902.	As: 1,2 ng/m ³ Cd: 0,26 ng/m ³ Ni: 2,6 ng/m ³ Pb: 2,2 ng/m ³
Deposition von Schwermetallen	VDI 2267 Blatt 15: Probenahme mit Bergerhoff-Bechern	Eindampfen der Proben bei 105 °C bis zur Trockene, mikrowellenunterstützter Druckaufschluss (HNO ₃ /H ₂ O ₂) gemäß ÖNORM EN 14902. Analyse mit ICP-MS in Anlehnung an ÖNORM EN 14902.	As: 0,27 µg/(m ² .d) Cd: 0,049 µg/(m ² .d) Ni: 1,2 µg/(m ² .d) Pb: 0,49 µg/(m ² .d)
Deposition von Hg	VDI 2267 Blatt 15: Probenahme mit Bergerhoff-Bechern	Aufschluss der Proben mit Salzsäure und Kaliumbromid/Kaliumbromat-Reagenz. Säurematrix: 1,5 ml HCl (12 Gewichtsprozent, subboiled) + 0,2 ml KBr/KBrO ₃ auf 10 ml Probenlösung. Zugabe von 100 µl Ascorbinsäurelösung (100 µg/l) je 10 ml Probenlösung unmittelbar vor der Messung. Hg wurde mit AFS M-8000 analysiert (Atomfluoreszenzspektrometrie). Prüfverfahren gemäß ÖNORM EN 15853 und ÖNORM EN ISO 17852	Die Berechnung des Blindwertes erfolgte nach ÖNORM EN 15853; daher ist auch dieser je nach Probenmenge verschieden.
Nitrat, Sulfat, Chlorid im PM _{2,5}	Filter für gravimetrische PM _{2,5} -Messung. Monatsmischprobe aus Proben von jedem 6. Tag	Elution mit Reinstwasser (gemäß Fpr CEN/TR 16269). Analyse mittels Ionenchromatographie (gemäß ÖNORM EN ISO 10304-1)	Nitrat-N: 0,020 µg/Nm ³ Sulfat: 0,0069 µg/Nm ³ Cl: 0,013 µg/Nm ³
Na, K, Mg, Ca, Ammonium im PM _{2,5}	Filter für gravimetrische PM _{2,5} -Messung. Monatsmischprobe aus Proben von jedem 6. Tag	Elution mit Reinstwasser (gemäß Fpr CEN/TR 16269). Analyse mittels Ionenchromatographie (gemäß ÖNORM EN ISO 14911)	Na: 0,32 µg/Nm ³ K: 0,021 µg/Nm ³ Mg: 0,0068 µg/Nm ³ Ca: 0,058 µg/Nm ³ Ammonium: 0,035 µg/Nm ³
EC, OC im PM _{2,5}	Filter für gravimetrische PM _{2,5} -Messung. Monatsmischprobe aus Proben von jedem 6. Tag	Thermisches Verfahren (Temperaturprogramm EUSAAR) mit optischer Korrektur (Transmission) gemäß CEN/TR 16243	0,05 µg/Nm ³
VOC	Aktive Probenahme auf Aktivkohleröhrchen mit Digital Low Volume Sampler mit 16-Ventil-Umschalteneinheit	Lösemitteldesorption und Gaschromatographie (GC-MSD) gemäß ÖNORM EN 14662-2	iso-Pentan: 0,066 µg/Nm ³ 1-Penten: 0,069 µg/Nm ³ n-Pentan: 0,067 µg/Nm ³ 2-Penten: 0,070 µg/Nm ³ iso-Hexan: 0,070 µg/Nm ³ n-Hexan: 0,071 µg/Nm ³ Benzol: 0,094 µg/Nm ³ iso-Oktan: 0,074 µg/Nm ³ n-Heptan: 0,073 µg/Nm ³ Toluol: 0,092 µg/Nm ³ n-Oktan: 0,075 µg/Nm ³ Ethylbenzol: 0,093 µg/Nm ³ m-, p-Xylol: 0,092 µg/Nm ³ o-Xylol: 0,094 µg/Nm ³ 1,3,5-Trimethylbenzol: 0,093 µg/Nm ³ 1,2,4-Trimethylbenzol: 0,094 µg/Nm ³ 1,2,3-Trimethylbenzol: 0,095 µg/Nm ³

Meteorologische Messgeräte

An den Messstellen wurden während des gesamten Jahres die folgenden meteorologischen Messgeräte eingesetzt.

Komponente	Gerät	Messprinzip
Windrichtung und Windgeschwindigkeit	Gill WindObserver 190-PK-007 (2D)	Ultraschall-Dopplereffekt
Temperatur	Kroneis NTC-Netzwerk	NTC-Widerstand
Relative Feuchte	E+E Elektronik EE08 Feuchtesensor	kapazitiver Feuchtesensor
Globalstrahlung	Schenk Stermpyranometer 8101	differenzielle Erwärmung schwarzer und weißer Flächen
Strahlungsbilanz	Kipp & Zonen Strahlungsbilanzsensor NR Lite 2	differenzielle Erwärmung schwarzer und weißer Flächen, Differenz oben–unten
Sonnenscheindauer	HAENNI Solar 111	Strahlungsdifferenz zwischen Himmels- und Direktstrahlung
Luftdruck	Kroneis Barogeber 317S/315K	Vakuumdruckdose
Niederschlag	Paar AP23 Meteo Servis MR 3H	beheizter Trichter (500 cm ² Durchmesser), Registrierung mittels Wippe (1 Wippenimpuls = 0,1 mm Niederschlag)

Die Messstellen sind in Abbildung 21 bis Abbildung 27 dargestellt.



Abbildung 21:
Messstelle
Enzenkirchen
von Norden.
(© Umweltbundesamt/
Zimmerl)

*Abbildung 22:
Messstelle Illmitz
von Südosten.
(© Umweltbundesamt/
Reisenhofer)*

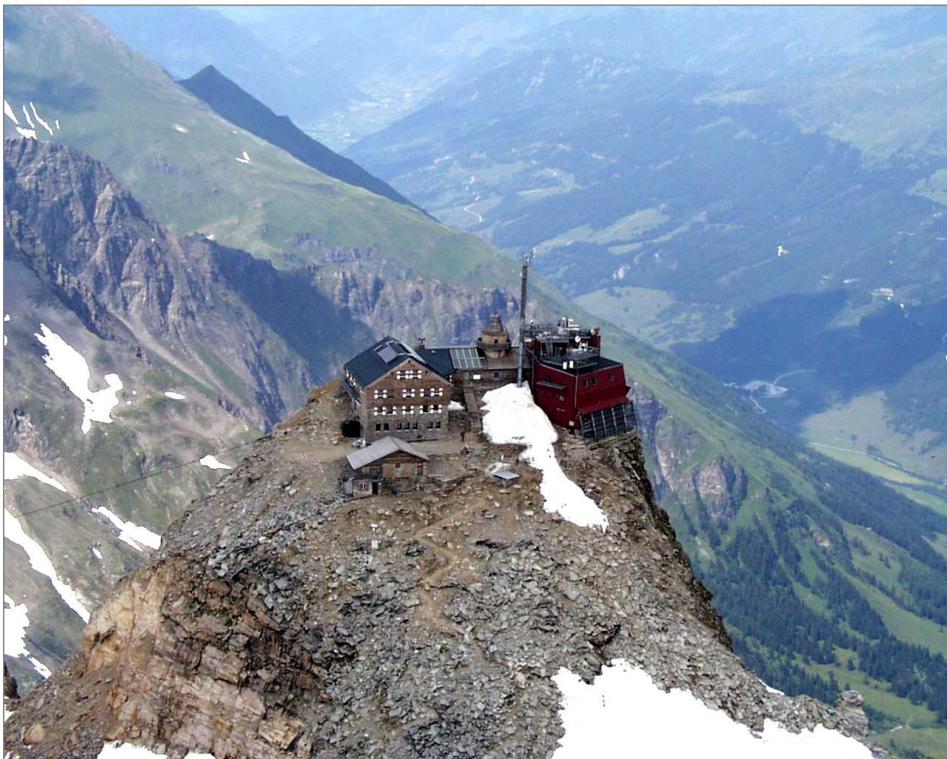


*Abbildung 23:
Messstelle Klöch
von Südwesten.
(© Umweltbundesamt/
Sarny)*





*Abbildung 24:
Messstelle Pillersdorf
von Süden.
(© Umweltbundesamt/
Eckl)*



*Abbildung 25:
Messstelle Sonnblick
von Süden.
(© Staudinger/ZAMG)*

*Abbildung 26:
Messstelle Vorhegg von
Nordosten.
(© Umweltbundesamt/
Singer)*



*Abbildung 27:
Messstelle Zöbelboden
(Wildwiese) von Osten.
Im Vordergrund stehen
Niederschlags- und
Staubniederschlags-
sammler,
rechts WADOS für
die nasse Deposition.
(© Umweltbundesamt/
Rokop)*



ANHANG 6: QUALITÄTSSICHERUNG

Immissionsmessung

Routinemäßige Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Die in den Messstellen eingesetzten Geräte für SO₂, NO_x, CO und O₃ werden viermal jährlich kalibriert, die Linearität (Lack of Fit) wird zumindest einmal jährlich überprüft. Vor dem Einsatz in einer Messstelle werden die Geräte kalibriert und auf Linearität getestet, vor Ort in der Messstelle wird die Kalibrierung nochmals überprüft. Die Messungen erfolgen gemäß ÖNORM EN 14211:2005 (NO, NO_x), ÖNORM EN 14212:2005 (SO₂), ÖNORM EN 14625:2005 (O₃), ÖNORM EN 14626:2005 (CO) sowie dem „Leitfaden zur Immissionsmessung nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft – Österreichweit einheitliche Vorgangsweise zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit der Immissionsmessdaten“ (Richtlinie 14).

Das routinemäßige Wartungsintervall der Messstellen beträgt zwei Wochen.

Zur Funktionskontrolle der Messgeräte wird im Abstand von 23 Stunden automatisch Zero- und Spangas aufgegeben.

Der Durchfluss der kontinuierlichen Schwebestaubmessgeräte und der für die PM₁₀- bzw. PM_{2,5}- und PM₁-Probenahme verwendeten Digital High Volume Sampler DHA80 wird zumindest einmal jährlich überprüft. Die Reinigung der PM-Köpfe erfolgt im Rahmen der Stationsbetreuung.

Die Konditionierung und Wägung der Filter für die PM₁₀- und PM_{2,5}-Messung erfolgt gemäß der ÖNORM EN 12341:1999 bzw. ÖNORM EN 14907:2005. Die Konditionierung und Wägung der Filter für die PM₁-Messung erfolgt analog.

Rückführbarkeiten

Für die Komponenten O₃, SO₂, NO und CO ist die Kalibrierstelle des Umweltbundesamtes designiertes Institut des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (BEV) und betreut die nationalen Normale dieser Komponenten. Für Ozon ist das nationale Normal das NIST-Standard-Referenzphotometer (NIST SRP #26), für NO, CO und SO₂ werden die nationalen Normale am Umweltbundesamt durch dynamische Verdünnung von primären Referenzmaterialien realisiert. Die internationale Vergleichbarkeit wird durch internationale Vergleichsmessungen auf meteorologischer Ebene, bilaterale Vergleichsmessungen mit anderen Referenzlaboratorien und die Teilnahme an den Ringversuchen für nationale Luftgüte-Referenzlaboratorien der EU sichergestellt (EUROPEAN COMMISSION – JRC 2017).

Basis des QM-Systems des Kalibrierlabors der Abteilung Luftreinhaltung, Gebäude und Anlagenregister ist die ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025:2007. Das Kalibrierlabor ist akkreditierte Kalibrierstelle für Ozon, SO₂, NO, CO und Volumenstrom (ÖKD 30).

Messunsicherheit

Die Messunsicherheit für Messwerte in der Größenordnung des Grenzwertes wird gemäß den Vorgaben der Europäischen Normen für die Immissionsmessung berechnet (ÖNORM EN 14212:2005 für SO₂, ÖNORM EN 14211:2005 für NO und NO₂, ÖNORM EN 14625:2005 für Ozon, ÖNORM EN 14626:2005 für CO).

Für die einzelnen Komponenten ergeben sich im Mittel über alle Stationen die in Tabelle 28 angeführten Werte. Die maximal zulässige erweiterte Messunsicherheit wurde an allen Stationen für alle Komponenten eingehalten.

Tabelle 28:
Erweiterte kombinierte
Messunsicherheit 2016
(Quelle:
Umweltbundesamt).

Komponente	erweiterte kombinierte Messunsicherheit (in %)	Zahl der Stationen
O ₃	7,4	6
NO*	7,0	6
SO ₂	13,4	5
CO	12,4	3

* ohne Sonnblick (da andere Gerätetype für NO_y)

Qualitätssichernde Maßnahmen im Bereich der Laboranalysen

Basis des QS-Systems ist die ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025.

Sämtliche Analysengeräte werden mindestens einmal jährlich einer Wartung durch die Herstellerfirma unterzogen. Die Funktionskontrollen erfolgen regelmäßig und werden mittels Regelkarten bzw. Messmittelkarten dokumentiert.

Die Kalibrationen erfolgen jeweils täglich bzw. vor einer Messserie und werden im Laufe der Messung durch Kontrollstandards überprüft. Des Weiteren erfolgen regelmäßige Blindwertkontrollen (Reagenzien-, Analysen-, Filter-, Röhrchen- und Feldblindwerte).

Bei der BTX-Analytik werden zur Kontrolle der Probenahme Parallelexpositionen durchgeführt. Bei allen anderen Parametern erfolgen regelmäßige Doppelbestimmungen.

Die Wiederfindungen der eingesetzten Verfahren inkl. Aufarbeitung wird regelmäßig kontrolliert. Bei der BTX-Analytik erfolgt eine zusätzliche Kontrolle durch Analyse von zertifiziertem Kalibriergas. Bei der Bleibestimmung wird zertifiziertes Referenzmaterial für diesen Zweck eingesetzt. Bei der Regenanalytik erfolgt die Kontrolle über die Berechnung von Ionenbilanzen.

Als externe qualitätssichernde Maßnahme erfolgen regelmäßige Teilnahmen an nationalen und internationalen Ringversuchen.

Meteorologische Messgeräte

Die Globalstrahlungs- und Strahlungsbilanzmessgeräte werden einmal jährlich mittels eines von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (Wien) abgeglichenen Referenzgerätes kalibriert.

Die Temperatur- und Feuchtemessgeräte werden einmal jährlich mittels Aspirationspsychrometer überprüft.

Bei den Messgeräten für Windrichtung und Windgeschwindigkeit, Sonnenscheindauer und Niederschlag erfolgt eine jährliche Funktionskontrolle. Bei Funktionsuntüchtigkeit werden diese Geräte sowie jene für Temperatur und relative Feuchte ersetzt.

ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN

Tabelle 29 gibt den Prozentanteil der gültigen Halbstundenmittelwerte an der Gesamtzahl der HMW des Jahres 2016 (d. h. 17.568) an, bei PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁ den Anteil der gültigen TMW.

Verfügbarkeiten gültiger HMW (PM: TMW) 2016 (in %)							
Messstelle	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁
Enzenkirchen	97	97		94	92	92	92
Illmitz	97	95	97	94	99	95	99 ¹⁾
Klöch		97			99		
Pillersdorf	88	97		94	99	99	99
Sonnblick		77 ²⁾	97	92			
Vorhegg	96	97	96	94	98		
Zöbelboden	83	96		95	96	96	96

Tabelle 29:
Verfügbarkeiten gültiger
Halbstundenmittelwerte
(für PM: Tages-
mittelwerte) im
Jahr 2016 (Quelle:
Umweltbundesamt).

Grau unterlegt: Gravimetrische Messung (Verfügbarkeit aus TMW berechnet).

¹⁾ bezogen auf das Probenahmeschema mit einer Tagesprobe jeden dritten Tag.

²⁾ NO_y

ANHANG 8: SCHADSTOFFWINDROSEN

Windrosen stellen Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung dar, dargestellt in einem Kreisdiagramm. Im vorliegenden Bericht werden Windrichtungshäufigkeiten für Sektoren von 10° angegeben, wobei Fälle mit Windgeschwindigkeiten unter 0,5 m/s nicht berücksichtigt werden. Wind aus 90° entspricht Ost, 180° Süd, 270° West und 360° Nord. Schadstoffwindrosen geben für jeden Windrichtungssektor die mittlere Schadstoffkonzentration an. Den Mittelungszeitraum stellt dabei die Gesamtheit jener Fälle dar, in denen der Wind aus dem betreffenden Sektor wehte.

PM₁₀

Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % (- - - - -) bzw. einem HMW von 40 µg/m³ (———).

Abbildung 28:
PM₁₀, kontinuierliche
Messung,
Schadstoffwindrosen für
Enzenkirchen (links)
und Illmitz (rechts)
im Jahr 2016.

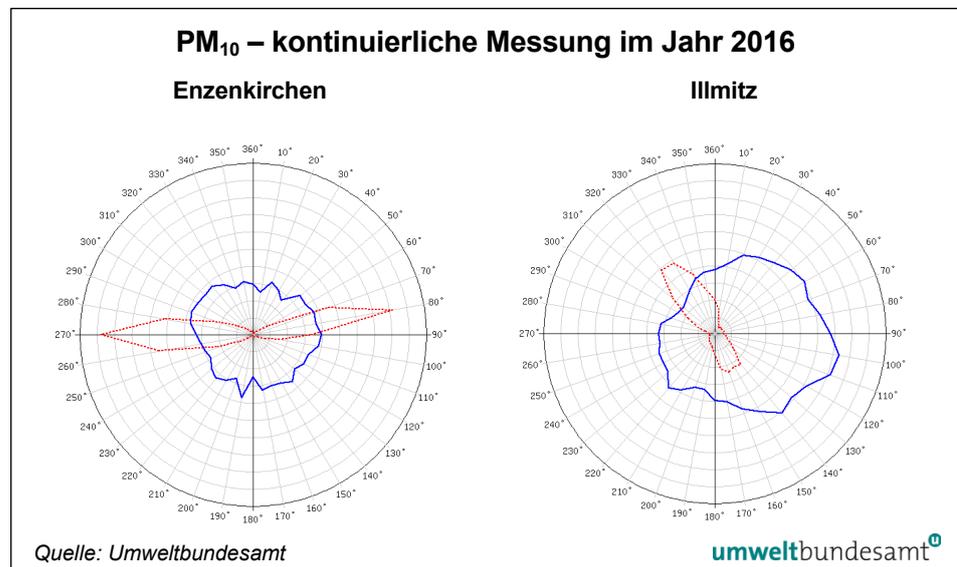
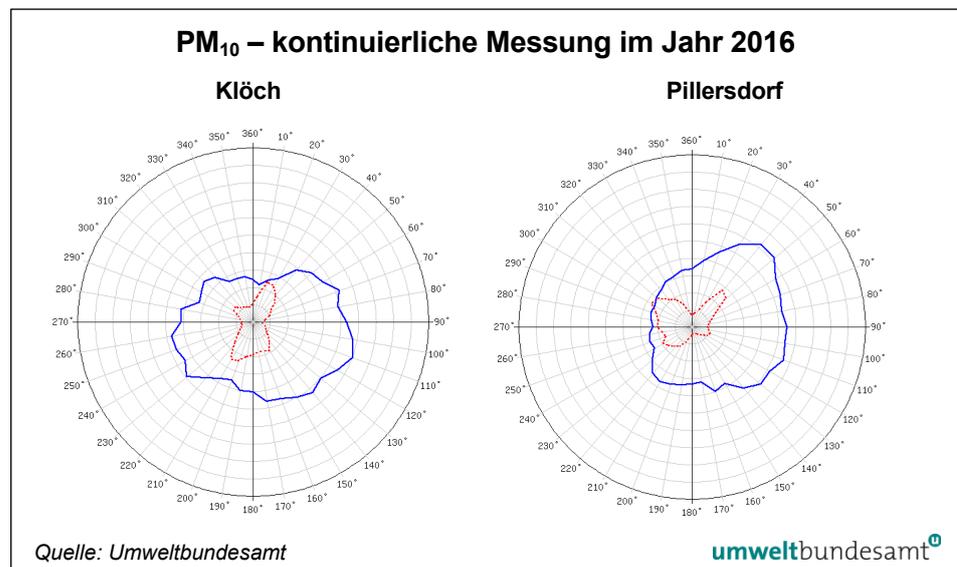


Abbildung 29:
PM₁₀, kontinuierliche
Messung,
Schadstoffwindrosen für
Klöch (links) und
Pillersdorf (rechts) im
Jahr 2016.



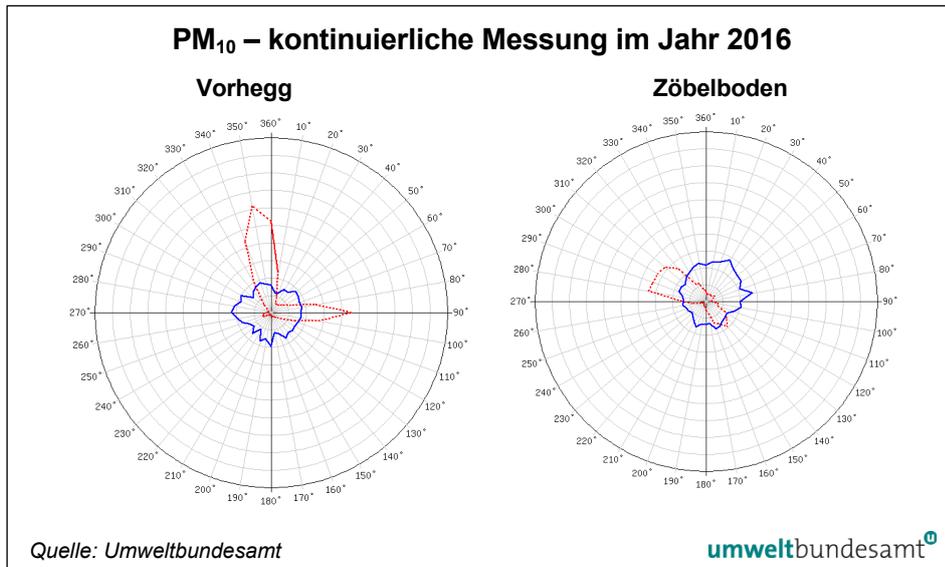


Abbildung 30:
PM₁₀, kontinuierliche
Messung,
Schadstoffwindrosen
für Vorhegg (links) und
Zöbelboden (rechts)
im Jahr 2016.

Stickstoffdioxid

Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % (- - - - -) bzw. einem HMW von 20 µg/m³ (———) (für Sonnblick 4 µg/m³).

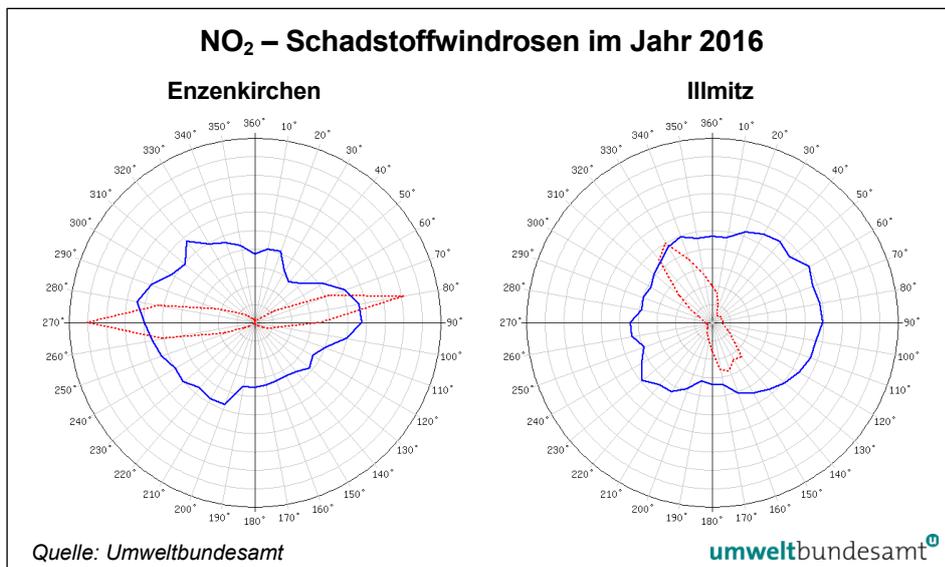


Abbildung 31:
NO₂,
Schadstoffwindrosen
für Enzenkirchen (links)
und Illmitz (rechts)
im Jahr 2016.

Abbildung 32:
 NO₂,
 Schadstoffwindrosen
 für Klöch (links) und
 Pillersdorf (rechts) im
 Jahr 2016.

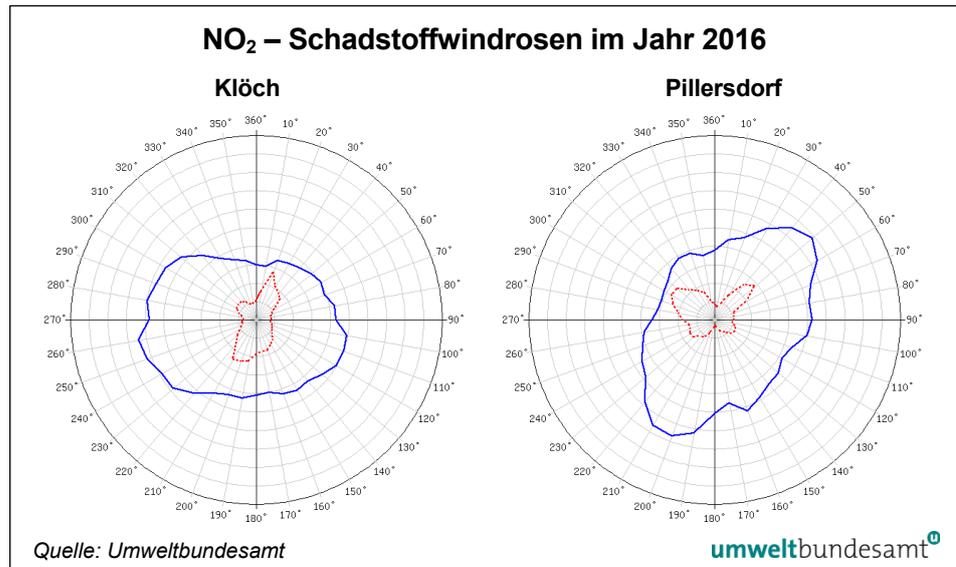


Abbildung 33:
 NO₂,
 Schadstoffwindrosen
 für Vorhegg (links) und
 Zöbelboden
 (Wind Messturm)
 im Jahr 2016.

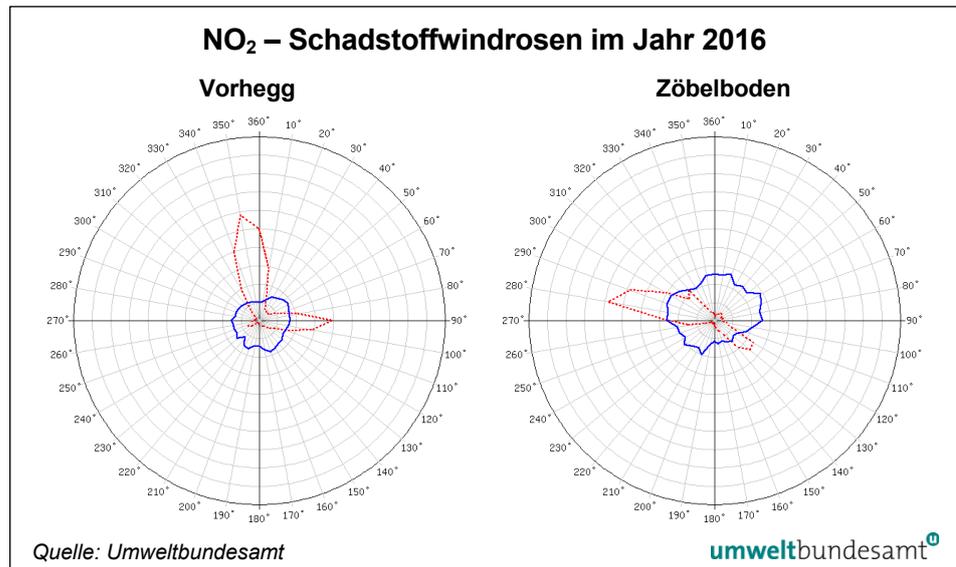
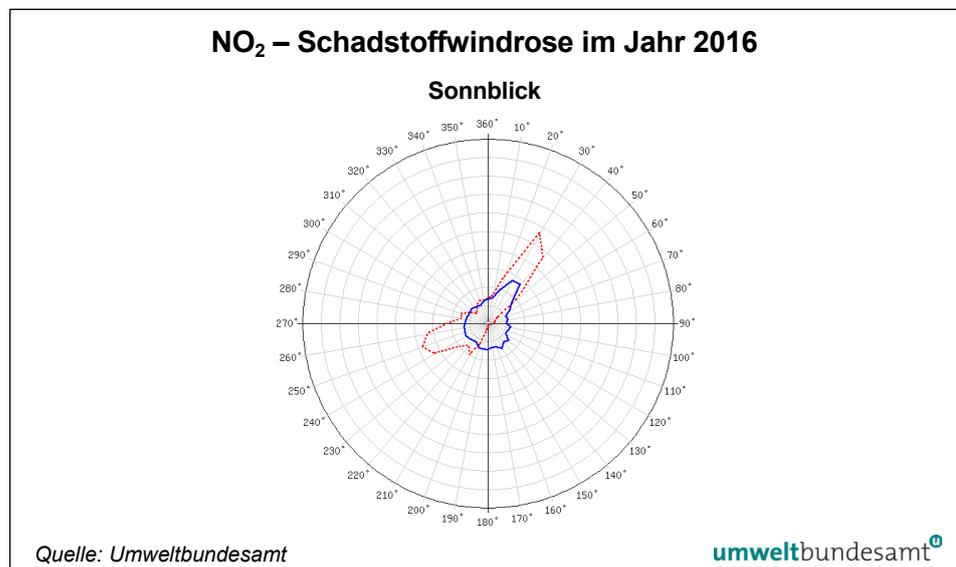


Abbildung 34:
 NO₂,
 Schadstoffwindrose
 für den Sonnblick im
 Jahr 2016 (Radius
 entspricht 4 µg/m³).



Schwefeldioxid

Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % (- - - - -) bzw. einem HMW von $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (———).

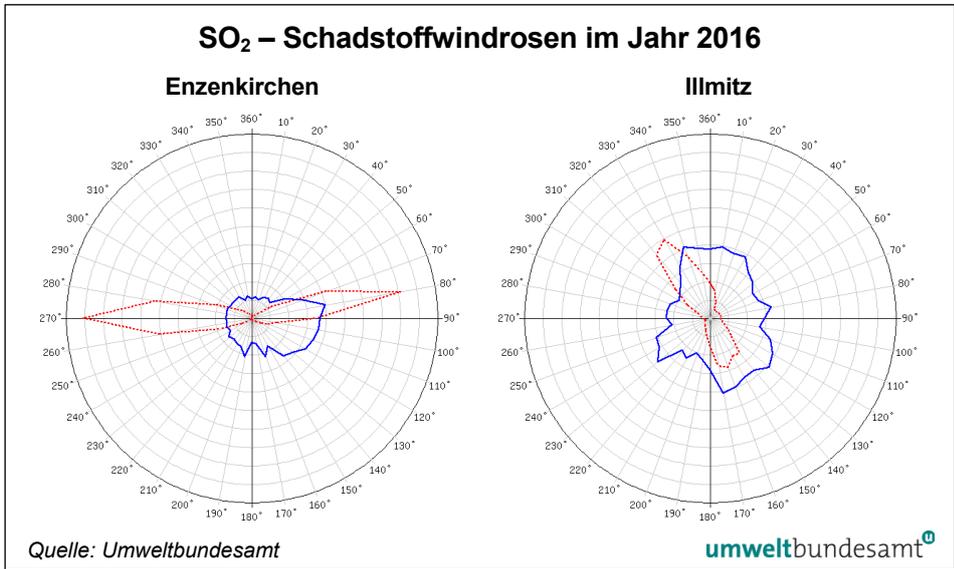


Abbildung 35:
SO₂,
Schadstoffwindrosen
für Enzenkirchen (links)
und Illmitz (rechts)
im Jahr 2016.

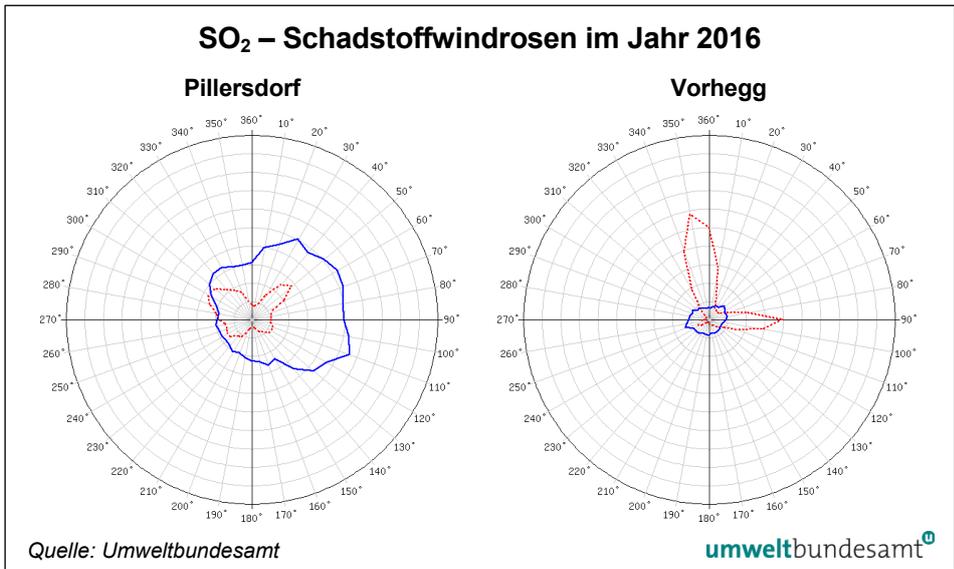
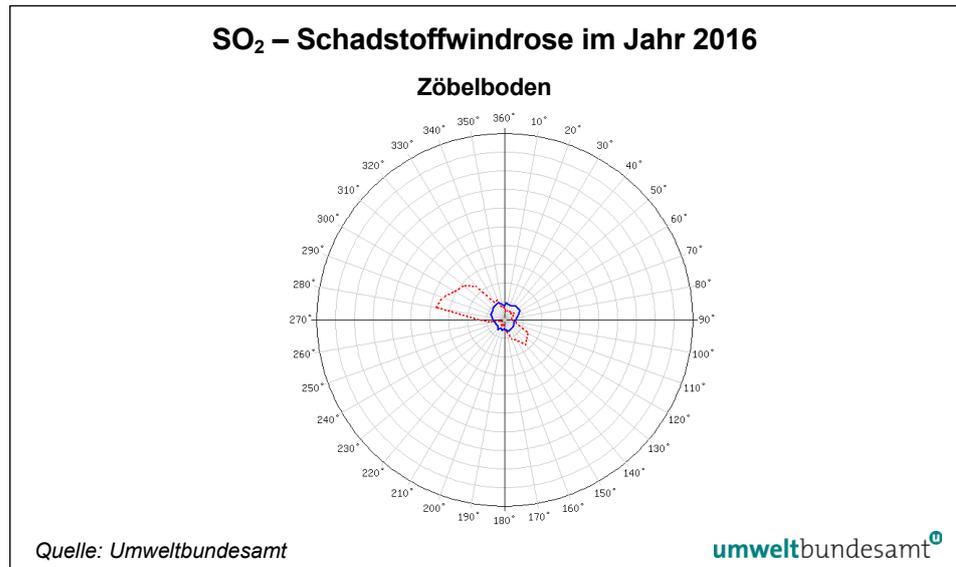


Abbildung 36:
SO₂,
Schadstoffwindrosen
für Pillersdorf (links)
und Vorhegg (rechts)
im Jahr 2016.

Abbildung 37:
SO₂,
Schadstoffwindrose
für den Zöbelboden
(Wind Messturm)
im Jahr 2016.



Kohlenstoffmonoxid

Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % (-----) bzw. einem HMW von 0,5 mg/m³ (—).

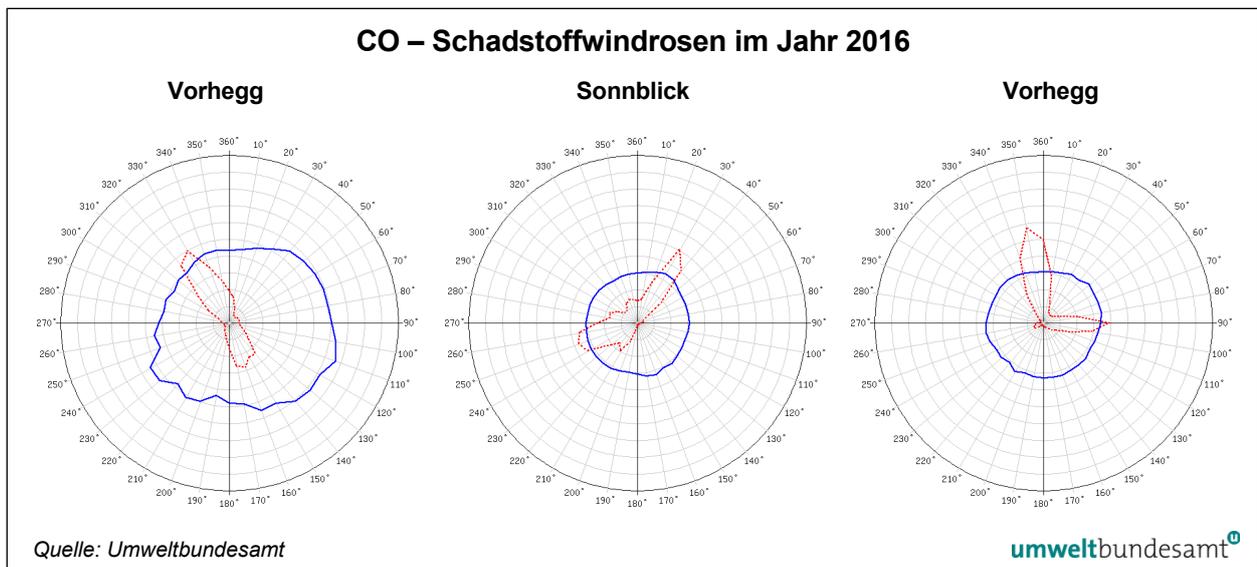


Abbildung 38: CO, Schadstoffwindrosen für Illmitz, Sonnblick und Vorhegg (von links nach rechts) im Jahr 2016.

ANHANG 9: TRENDS

Tabelle 30: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen, 1994–2016 und NO_x-Emissionen Österreichs (AT), 1994–2015 (Quelle: Umweltbundesamt).

NO ₂ -Konzentration (in µg/m ³) und NO _x -Emission (in kt/a)							
NO ₂ JMW	ENK	ILL	KLH	PIL	VOR	ZOE	NO _x -Emission AT
1994				10,3			181
1995				9,4			180
1996				11,5			179
1997				9,9			181
1998				8,4			179
1999	9,7	7,6		8,5	2,9		179
2000	10,9	8,6		8,3	2,9	3,7	177
2001	11,7	8,6		8,4	3,3	3,4	179
2002	11,4	8,5		9,5	3,2	4,0	177
2003	13,0	9,4		9,9	4,2	4,7	179
2004	12,1	8,5		8,5	4,0	4,5	177
2005	11,7	8,9		9,3	4,2	5,7	179
2006	13,3	9,9		10,0	4,3	5,6	178
2007	11,8	9,6	7,6	9,6	3,6	5,7	172
2008	11,5	8,2	7,1	9,4	3,4	5,4	165
2009	13,0	9,1	9,1	9,6	3,7	5,3	151
2010	13,3	10,8	11,3	10,2	4,4	6,0	149
2011	12,6	10,2	10,4	9,2	3,3	4,6	146
2012	11,3	8,8	8,4	8,8	3,2	4,5	141
2013	10,9	9,2	6,8	9,4	3,0	5,3	138
2014	11,1	8,0	7,1	8,8	3,2	4,5	133
2015	11,0	9,1	8,9	9,3	2,7	4,3	132
2016	10,2	8,1	8,2	9,1	2,5	3,5	

Tabelle 31: Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration 1986–2016 sowie SO₂-Emissionen Österreichs, Tschechiens und der Slowakei, 1986 bzw. 1990 bis 2015. Kursiv: Tagesproben in Illmitz (Quelle: Umweltbundesamt).

SO ₂ JMW	SO ₂ -Konzentration (in µg/m ³)					SO ₂ -Emission (in kt/a)		
	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE	Österreich	Tschechien	Slowakei
1986		19,2				160		
1987		16,3				138		
1988		18,0				103		
1989		17,2				92		
1990		21,4				74	1876	542
1991		24,8				70	1775	445
1992		8,4		5,2		54	1537	380
1993		10,3	18,6	3,8		52	1418	325
1994		7,5	12,0	3,3		47	1269	238
1995			9,3	2,9		46	1090	239
1996			16,2			44	946	227
1997		8,8	10,4			40	700	202
1998		5,6	5,3			35	443	179
1999	1,8	3,2	4,3			33	269	171
2000	1,6	3,0	3,4	0,7	0,7	31	264	131
2001	1,9	3,1	3,0	0,6	0,6	32	251	135
2002	1,9	2,9	3,3	0,6	0,5	31	237	107
2003	2,3	3,3	3,5	0,8	1,1	31	232	109
2004	1,4	2,1	2,4	0,6	0,6	27	227	100
2005	1,7	2,3	3,0	0,6	0,9	26	219	92
2006	2,1	2,7	3,5	0,6	0,9	27	211	91
2007	1,2	1,8	2,1	0,4	0,7	23	216	74
2008	1,1	1,3	1,8	0,3	0,5	21	174	73
2009	1,1	1,6	2,1	0,4	0,5	15	173	68
2010	1,7	2,0	2,6	0,5	0,7	17	170	73
2011	1,4	1,6	2,3	0,3	v	16	164	72
2012	1,4	1,8	2,1	0,4	0,6	15	158	62
2013	1,0	1,9	2,2	0,3	0,5	15	138	57
2014	1,0	1,7	1,8	0,3	0,3	15	127	49
2015	0,9	1,3	1,3	0,3	0,4	15	123	71
2016	0,8	0,9	0,9	0,2	v			

v ... zu geringe Verfügbarkeit

Kohlenstoffmonoxid-Konzentration (in mg/m³)			
CO JMW	Illmitz	Sonnblick	Vorhegg
1996			0,22
1997			0,20
1998			V
1999			0,18
2000	0,25		0,16
2001	0,23		0,17
2002	0,24	v	0,18
2003	0,26	0,16	0,19
2004	0,25	0,16	0,19
2005	0,27	0,17	0,19
2006	0,28	0,16	0,20
2007	0,26	0,18	0,20
2008	0,25	0,15	0,19
2009	0,25	0,14	0,18
2010	0,27	0,16	0,20
2011	0,27	0,15	0,19
2012	0,23	0,14	0,17
2013	0,26	0,15	0,18
2014	0,24	v	0,17
2015	0,25	0,15	0,17
2016	0,23	0,15	0,16

*Tabelle 32:
Jahresmittelwerte
der CO-Konzentration,
1996–2016 (Quelle:
Umweltbundesamt).*

v ... zu geringe Verfügbarkeit

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

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

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

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at

Das Umweltbundesamt betreibt sieben Luftgütemessstellen, an denen Hintergrundbelastung, Fernverfrachtung von Luftschadstoffen und Trend der Luftqualität erhoben werden. Der Report zeigt die Ergebnisse der Messungen im Jahr 2016 und die Entwicklung der letzten 20 Jahre.

Die Grenzwerte für Feinstaub, Stickstoffdioxid, Stickstoffoxide, Schwefeldioxid und Kohlenstoffmonoxid sowie für Schwermetalle und Benzo(a)pyren wurden an allen Messstellen eingehalten.

Der Zielwert für Ozon zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurde in Illmitz, am Zöbelboden und am Sonnblick, jener zum Schutz der Vegetation in Illmitz und am Sonnblick überschritten. Die Informationsschwelle wurde an keiner Messstelle überschritten.

Bei Feinstaub (PM₁₀), Schwefeldioxid, Kohlenstoffmonoxid und Ozon (außer Sonnblick) wurde 2016 an allen Messstellen die bislang niedrigste Belastung registriert.