

Luftgütemessungen und meteorologische Messungen

Jahresbericht Hintergrundmessnetz
Umweltbundesamt 2015



LUFTGÜTEMESSUNGEN UND METEOROLOGISCHE MESSUNGEN

Jahresbericht Hintergrundmessnetz
Umweltbundesamt
2015

Wolfgang Spangl

REPORT
REP-0563

Wien 2016

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

Mauela Kaitna

Umschlagfoto

Messstelle Klöch (© 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, 2016

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-375-2

INHALTSVERZEICHNIS

	ZUSAMMENFASSUNG	5
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 2015.....	16
3.3.2	Trend der Ozonbelastung	19
3.4	PM₁₀	22
3.4.1	Konzentration von PM ₁₀ im Jahr 2015.....	22
3.4.2	Trend der PM ₁₀ -Belastung	24
3.5	PM_{2,5} und PM₁	25
3.5.1	Die Konzentration von PM _{2,5} und PM ₁ im Jahr 2015	25
3.5.2	Trend der PM _{2,5} - und PM ₁ -Konzentration	27
3.6	Chemische Zusammensetzung von PM_{2,5} in Illmitz	28
3.6.1	PM _{2,5} -Analysen 2015.....	28
3.6.2	Trend	30
3.7	Stickstoffoxide	32
3.7.1	Die Konzentration von NO ₂ und NO _x im Jahr 2015	32
3.7.2	Stickstoffoxid-Messungen auf dem Sonnblick	34
3.7.3	Trend der Belastung durch Stickstoffoxide	35
3.8	Schwefeldioxid	36
3.8.1	Die Konzentration von SO ₂ im Jahr 2015	36
3.8.2	Trend der Schwefeldioxidbelastung	38
3.9	Kohlenstoffmonoxid	39
3.9.1	Trend der CO-Belastung	40
3.10	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im PM₁₀	41
3.10.1	Konzentration der PAK in Illmitz im Jahr 2015.....	41
3.10.2	Trend der PAK-Belastung	42
3.11	Deposition von PAK	43
3.12	Flüchtige organische Verbindungen	44
3.13	Schwermetalle im PM₁₀	45
3.14	Deposition von Schwermetallen	46
3.15	Treibhausgase	47

4	METEOROLOGISCHE MESSUNGEN	50
4.1	Meteorologische Einflussgrößen auf die Schadstoffbelastung	50
4.2	Die Witterung im Jahr 2015 und deren Einfluss auf die Immissionssituation in Österreich	51
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: MESSTELLEN, 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: Immissionsmessungen an den Luftgütemessstellen des Umweltbundesamtes im Jahr 2015.

Immissionsmessungen 2015						
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
Klösch (KLH)			x		x	
Pillersdorf (PIL)	x	x	x	²⁾	x	
Sonnblick (SON)	x	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) und die
- Deposition von PAK

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.

In Haidershofen an der Enns führte das Umweltbundesamt bis Ende 2015 Vorkundungsmessungen von PM₁₀ und NO₂ durch.

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 2015

Das Jahr 2015 war – mit einer Temperaturabweichung von + 1,5 °C vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 – das zweitwärmste Jahr seit Beginn meteorologischer Messungen (1767) in Österreich; noch wärmer war das Jahr 2014, das drittwärmste Jahr war 1994. Besonders hoch war die Temperatur im Norden und Osten Österreichs.

Das Jahr 2015 war im Großteil Österreichs sehr trocken, im Mittel lagen die Niederschlagssummen um 11 % unter dem langjährigen Durchschnitt. Besonders trocken war der Norden Österreichs, Niederschläge im Bereich des Klimamittelwerts wurden nur im westlichen Zentralalpenbereich und im Süden Österreichs registriert.

Der Witterungsverlauf war fast durchgehend von überdurchschnittlichen Temperaturen gekennzeichnet. Besonders hohe Temperaturwerte wurden in den Monaten Jänner, Juli, August, November und Dezember beobachtet.

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

Das sehr warme und trockene Wetter im Hochsommer war verantwortlich für eine im langjährigen Vergleich sehr hohe Ozonbelastung.

Ergebnisse der Messungen nach Schadstoffen

Ozon

Die Informationsschwelle (180 µg/m³ als Einstundenmittelwert) wurde im Jahr 2015 in Enzenkirchen an einem Tag (17.07.), in Illmitz (17. und 22.07.) sowie in Pillersdorf (07.07. und 13.08.) an je zwei Tagen überschritten.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit (maximal 25 Tage mit Achtstundenmittelwerten über 120 µg/m³, gemittelt über die letzten drei Jahre) wurde an allen Messstellen 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 Vegetation (AOT40 Mai–Juli von 18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, gemittelt über die letzten fünf Jahre) wurde an allen Messstellen außer Zöbelboden überschritten.

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

Die Zahl der Überschreitungen der Informationsschwelle war höher als in den letzten Jahren, erreichte aber nicht die Anzahl, die in vergleichbar warmen Sommern bis etwa 2003 auftrat. Bei den Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit gehörte 2015 an den meisten Messstellen zu den am höchsten belasteten Jahren seit Beginn der Messung, nur Vorhegg registrierte eine sehr niedrige Belastung. Die AOT40-Werte und der Jahresmittelwert lagen 2015 an allen Messstellen außer Vorhegg auf durchschnittlichem Niveau, in Vorhegg waren sie sehr niedrig.

Verantwortlich für die hohe Kurzzeitspitzenbelastung und die hohen Überschreitungen des Zielwerts zum Schutz der menschlichen Gesundheit war das sehr warme Wetter im Juli und August 2015.

Langfristig zeigen die Überschreitungen der Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie der Vegetation unregelmäßig abnehmende Trends; eine Einhaltung der Zielwerte ist dennoch in den kommenden Jahren nicht absehbar.

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 2015 an keiner Messstelle überschritten. Die meisten Tagesmittelwerte über 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (12 Tage) traten in Illmitz 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 18,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Illmitz, gefolgt von Klösch (18,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Pillersdorf (17,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) und Enzenkirchen (14,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Deutlich niedriger war die PM₁₀-Belastung im Mittelgebirge (Zöbelboden 9,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Vorhegg 6,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Im langjährigen Vergleich wies das Jahr 2015 an allen Messstellen eine unterdurchschnittliche PM₁₀-Belastung auf; in Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf wurden der niedrigste Jahresmittelwert und die geringste Zahl an Tagesmittelwerten über 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seit Beginn der Messung registriert.

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 2000 und 2014 um 17 % ab.

Im Jahr 2015 betrug der Jahresmittelwert der PM_{2,5}-Konzentration in Illmitz 14,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in Pillersdorf 12,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in Enzenkirchen 11,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und auf dem Zöbelboden 7,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 in Illmitz und Pillersdorf bei 74 %, in Enzenkirchen und auf dem Zöbelboden bei 77 %.

Der Jahresmittelwert der Konzentration von PM_1 in Illmitz betrug $10,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Enzenkirchen $8,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Pillersdorf $8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und auf dem Zöbelboden $4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der mittlere PM_1 -Anteil am PM_{10} lag an allen Hintergrundmessstellen in einem engen Bereich zwischen 48 % (Pillersdorf) und 56 % (Enzenkirchen).

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. Der Anteil von $PM_{2,5}$ am PM_{10} ging in Illmitz von 79 % (2002) auf 74 % zurück, der PM_1 -Anteil am PM_{10} von 59 % (2004) auf 53 %.

Stickstoffoxide

Die Grenzwerte und Zielwerte für NO_2 zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation wurden im Jahr 2015 an allen Hintergrundmessstellen eingehalten.

Die Messstelle Enzenkirchen wies die höchsten NO_2 - und NO_x -Konzentrationen auf (Jahresmittelwert $11,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $13,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), gefolgt von Pillersdorf (NO_2 : $9,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Illmitz (NO_2 : $9,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und Klösch (NO_2 : $8,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Deutlich niedriger war die NO_2 -Belastung im Jahresmittel im Mittelgebirge (Zöbelboden $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Vorhegg $2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

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 an den meisten Hintergrundmessstellen einen unregelmäßigen Verlauf. Die Variationen der NO_x - und NO_2 -Belastung von Jahr zu Jahr mit hohen Konzentrationen 2003, 2006 und 2010 sind wesentlich von den meteorologischen Bedingungen bestimmt.

Die NO_x - und NO_2 -Konzentration zeigen einen leichten Anstieg über die letzten fünfzehn Jahre, am stärksten am Zöbelboden. Dieser Verlauf folgt nicht dem Trend der österreichischen NO_x -Emissionen, welche bis 2007 etwa konstant blieben und seitdem um ca. 25 % abnahmen.

Schwefeldioxid

Die SO_2 -Belastung lag 2015 an allen Hintergrundmessstellen weit unter den Grenzwerten des IG-L.

Die am höchsten belasteten Hintergrundmessstellen waren 2015 Illmitz und Pillersdorf mit einem Jahresmittelwert von jeweils $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und einem Wintermittelwert (Oktober 2014 bis März 2015) von $1,9$ bzw. $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In Enzenkirchen betrug der Jahresmittelwert $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, auf dem Zöbelboden $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in Vorhegg $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die SO₂-Belastung wird an den Hintergrundmessstellen von Ferntransport aus Ostmitteleuropa dominiert. Die Belastung geht in Enzenkirchen, Pillersdorf und Illmitz überwiegend auf Quellen in der Slowakei, in Tschechien, Polen, Ungarn und Serbien zurück.

Die SO₂-Belastung nahm 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 ca. 90 % zurück, seit 2000 um 40 % (Zöbelboden) bis 60 % (Pillersdorf).

Im Jahr 2015 wurde an den außeralpinen Messstellen die bislang niedrigste SO₂-Belastung gemessen. In Vorhegg und auf dem Zöbelboden lag die SO₂-Belastung auf ähnlichem Niveau wie in den Jahren seit 2011.

Kohlenstoffmonoxid

Die CO-Belastung lag 2015 an allen Hintergrundmessstellen weit unter dem Grenzwert des IG-L.

Der maximale Achtstundenmittelwert der CO-Konzentration betrug in Illmitz 1,0 mg/m³, in Vorhegg 0,4 mg/m³ und auf dem Sonnblick 0,3 mg/m³.

Über die letzten 15 Jahre zeigt die CO-Konzentration keine klare Veränderung und folgt nicht dem Trend der österreichischen CO-Emissionen (Abnahme seit 2000: 32 %).

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im PM₁₀

In Illmitz werden die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK⁷) Benzo(a)pyren, Benzo(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(j)fluoranthen, Dibenzo(a,h)anthracen und Indeno(1,2,3-c,d)pyren im PM₁₀ analysiert.

Im Jahr 2015 lag die Benzo(a)pyren-Konzentration bei 0,36 ng/m³, die mit den Toxizitätsäquivalentfaktoren (TEF) gewichtete Konzentration aller analysierten PAK bei 0,53 ng/m³. Der Anteil von B(a)P an der TEF-gewichteten PAK-Belastung betrug 68 %, wobei sich dieser Anteil im Jahresvergleich nur wenig ändert (z. B. Illmitz: 57–68 %). Daneben tragen Indeno(1,2,3-c,d)pyren, Dibenzo(a,h)anthracen und Benzo(b)fluoranthen mit jeweils ca. 10 % nennenswert 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 jenem der PM₁₀-Konzentration.

Temperatur und Ausbreitungsbedingungen in den Wintermonaten sind wesentlich für die PAK-Belastung, die überwiegend auf die Emissionen holzbefuerter Einzelhausheizungen zurückzuführen ist.

⁷ 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} – basierend auf Monatsmischproben – auf folgende Komponenten analysiert: 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) 45 %, von elementarem Kohlenstoff 4 %, von Sulfat 16 %, von Nitrat 16 %, von Ammonium 8 % und von den Alkali- und Erdalkalimetallen in Summe 5 % der gesamten PM_{2,5}-Konzentration.

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

Im Vergleich der Jahre 1999/2000 sowie 2011 bis 2015 zeigen die Anteile der PM_{2,5}-Komponenten keinen Trend, sondern geringe unregelmäßige Variationen von Jahr zu Jahr.⁸

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. 2015 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 2015 mit 0,7 µg/m³ deutlich unter dem Grenzwert von 5 µg/m³.

Die Konzentrationen der meisten gemessenen VOC-Spezies zeigen seit 2012 (Beginn der Messung) abnehmende Trends.

⁸ die Konzentrationen von EC und OC sind aufgrund verschiedener Analyseverfahren ab 2011 nicht mit den Werten von 1999/2000 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 2000 (Beginn der Messung) einen unregelmäßigen leichten Rückgang, am ausgeprägtesten 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 der Schwermetalle zeigen keinen klaren Trend.

Treibhausgase

Die Konzentration des Treibhausgases CO₂ (Kohlenstoffdioxid) wird seit 2000, jene von CH₄ (Methan) seit April 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 2015 wurde erstmals ein CO₂-Jahresmittelwert knapp über 400 ppm gemessen.

Sowohl CO₂ als auch CH₄ zeigen einen klaren Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter, der durch höhere anthropogene Emissionen und geringere Aufnahme von CO₂ durch Pflanzen bzw. geringeren Abbau von CH₄ durch OH-Radikale bedingt ist.

1 EINLEITUNG

Das Umweltbundesamt betrieb im Jahr 2015 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 Europe⁹), welches innerhalb der Konvention über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigungen¹⁰ 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 (WMO¹¹) 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 2015 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.

⁹ <http://www.emep.int>

¹⁰ <http://www.unece.org/env/lrtap/>

¹¹ <http://www.wmo.ch>

2 DAS VOM UMWELTBUNDESAMT BETRIEBENE LUFTGÜTEMESSNETZ

Insgesamt betrieb das Umweltbundesamt gemäß IG-L und Ozongesetz im Jahr 2015 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 Jahre 2015 laut Messkonzept-VO erhoben wurden.

Tabelle 1: Immissionsmessungen an den Luftgütemessstellen des Umweltbundesamtes im Jahr 2015.

Messstelle	Immissionsmessungen 2015						
	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	²⁾	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⁾				x ¹⁾	x
Vorhegg (VOR)	x	x	x			x	x
Zöbelboden (ZOE)	x	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 und die
- Deposition der Schwermetalle Blei, Cadmium, Arsen, Nickel und 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.

In Haidershofen an der Enns im Mostviertel wurden bis Ende 2015 Vorerkundungsmessungen für PM₁₀ und NO₂ durchgeführt.

Abbildung 1 zeigt die Lage der Messstellen. Eine genauere Lagebeschreibung ist im Bericht „Luftgütemessstellen in Österreich“ (UMWELTBUNDESAMT 2016a) zu finden.

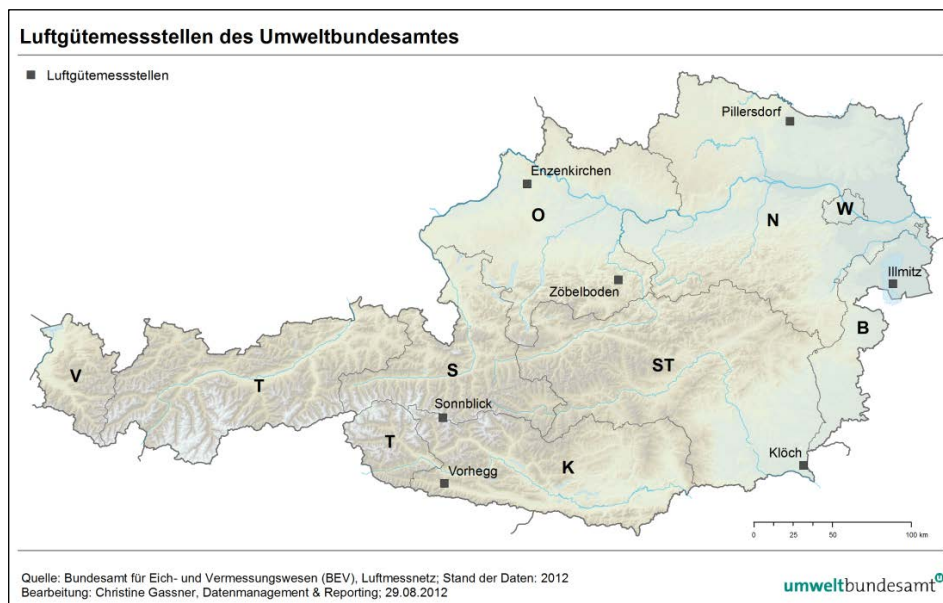


Abbildung 1: Lage der Luftgütemessstellen des Umweltbundesamtes.

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 2015.

Meteorologische Messungen 2015								
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, 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, Benzol, PAK: zwei Kommastellen).

3.3 Ozon

3.3.1 Konzentration von Ozon im Jahr 2015

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

Die Informationsschwelle ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert) wurde im Jahr 2015 in Enzenkirchen am 17.07., in Illmitz am 17. und 22.07. sowie in Pillersdorf am 07.07. und 13.08. überschritten. An den anderen Messstellen traten keine Überschreitungen auf.

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 allen Messstellen 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 allen Messstellen außer Zöbelboden überschritten.

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

Tabelle 3: Ozon – maximaler Einstundenmittelwert, Anzahl der Tage mit Einstundenmittelwerten über $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2015, Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2015 sowie im Mittel über die Jahre 2013–2015, AOT40-Wert Mai–Juli 2015 sowie im Mittel über die Jahre 2011–2015; AOT40-Wert April–Sept. 2015 (Quelle: Umweltbundesamt).

Ozon	max. MW1 2015 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anzahl Tage MW1 2015 > $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl Tage MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2015	Anzahl Tage MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Mittel 2013–2015	AOT40 Mai–Juli 2015 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Mai–Juli Mittel 2011–2015 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 April–Sept. 2015 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)
ENK	181	1	41	28	20.376	18.186	37.637
ILL	198	2	54	36	25.010	22.811	46.927
PIL	196	2	41	27	20.660	19.279	38.366
SON	170	0	92	82	34.811	31.603	64.403
VOR	151	0	24	26	15.668	19.503	27.545
ZOE	168	0	53	35	19.303	16.444	36.158

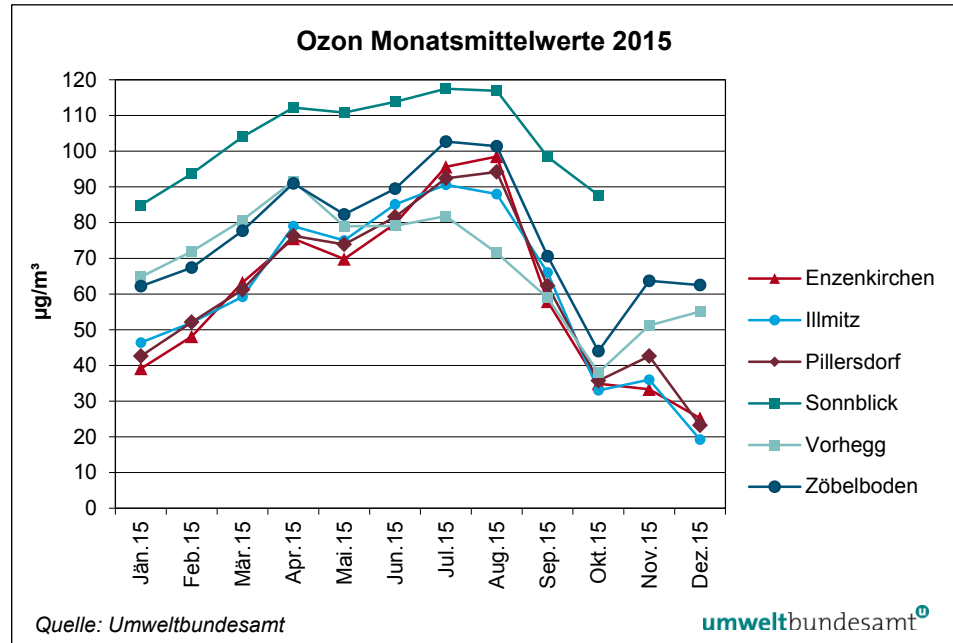
MMW	Ozonkonzentration 2015 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
Jänner	39,1	46,4	42,6	84,9	64,8	62,2
Februar	48,1	52,0	52,1	93,7	71,9	67,4
März	63,2	59,2	61,2	104,0	80,7	77,7
April	75,5	79,0	76,3	112,2	91,6	91,0
Mai	69,8	75,0	73,9	110,8	79,0	82,3
Juni	79,7	85,1	81,6	113,8	79,1	89,5
Juli	95,6	90,6	92,4	117,5	81,8	102,7
August	98,5	88,0	94,2	116,9	71,5	101,4
September	57,9	66,0	62,3	98,4	58,9	70,6
Oktober	34,9	33,0	35,7	87,7	38,0	44,0
November	33,3	36,0	42,6	¹⁾	51,2	63,7
Dezember	25,2	19,2	23,2	¹⁾	55,1	62,5
JMW	60,5	60,6	61,5	103,3	68,6	76,3

Tabelle 4: Monats- (MMW) und Jahresmittelwerte (JMW) der Ozonkonzentration im Jahr 2015 (Quelle: Umweltbundesamt).

¹⁾ ... Zeitweiser Ausfall des Ventilators der Zentralansaugung.

Auffallend am Belastungsverlauf des Jahres 2015 waren die – temperaturbedingt – hohen Ozonkonzentrationen an allen Messstellen außer Vorhegg im Juli und August sowie die sehr niedrige Belastung im Oktober und Dezember. Auf dem Zöbelboden wurde im Oktober 2015 der niedrigste Monatsmittelwert der Messreihe registriert, in Illmitz und Pillersdorf im Dezember 2015.

Abbildung 2:
Monatsmittelwerte der
Ozonkonzentration
im Jahr 2015.



Im langjährigen Vergleich war der Hochsommer 2015 an allen Messstellen außer Vorhegg sehr hoch belastet, die Monate Oktober bis Dezember wiesen dagegen an allen Messstellen eine sehr niedrige Ozonkonzentration auf. Ausschlaggebend für die hohe Belastung im Sommer war das sehr warme Wetter mit länger anhaltenden Hochdrucklagen.

Welche Ursache die v. a. im Hochsommer 2015 außergewöhnlich niedrige Ozonbelastung in Vorhegg hatte, kann nicht festgestellt werden.

3.3.2 Trend der Ozonbelastung

Spitzenbelastung

Tabelle 5 gibt die Anzahl der Tage mit Überschreitungen der Informationsschwelle seit 1990 an. Die Belastung lag im Jahr 2015 etwas unter dem Durchschnitt.

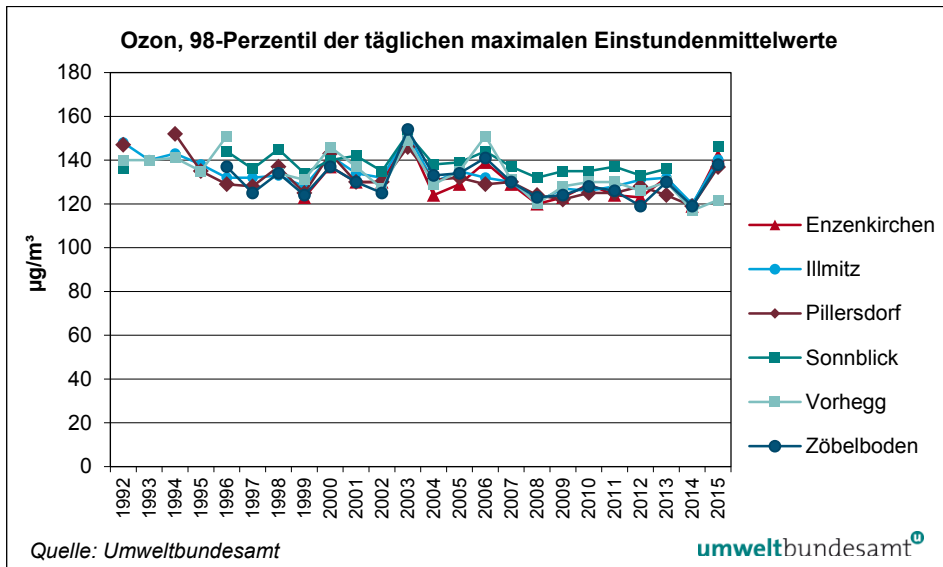
	Tage mit Überschreitung der Ozon-Informationsschwelle					
	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
1990		11		0		
1991		2		0	0	
1992		7	8	0	2	
1993		0	0	1	0	
1994		3	10	0	3	
1995		3	1	0	1	
1996		3	0	0	8	0
1997	0	0	0	0	0	0
1998	2	5	1	1	1	0
1999	0	0	0	0	1	0
2000	1	7	6	0	6	0
2001	0	0	1	0	2	0
2002	0	1	1	0	1	0
2003	2	9	5	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

*Tabelle 5:
Anzahl der Tage
mit Überschreitung
der Ozon-
Informationsschwelle
(MW1 > 180 µg/m³),
1990–2015 (Quelle:
Umweltbundesamt).*

Die jährlichen 98-Perzentile (siehe Abbildung 3) der Einstundenmittelwerte zeigen an allen Messstellen einen unregelmäßigen und langfristig abnehmenden Verlauf. Die niedrigsten Werte wurden an den meisten Messstellen 2014 registriert, die höchsten 2003.

An allen Messstellen außer Vorhegg lag 2015 das 98-Perzentil der MW1 über dem langjährigen Durchschnitt, in Enzenkirchen und auf dem Sonnblick wurde der zweithöchste, auf dem Zöbelboden der dritthöchste Wert der Messreihe registriert.

Abbildung 3:
98-Perzentil der
Einstundenmittelwerte
(MW1) der
Ozonkonzentration
(Spitzenbelastung),
1992–2015. (Quelle:
Umweltbundesamt)



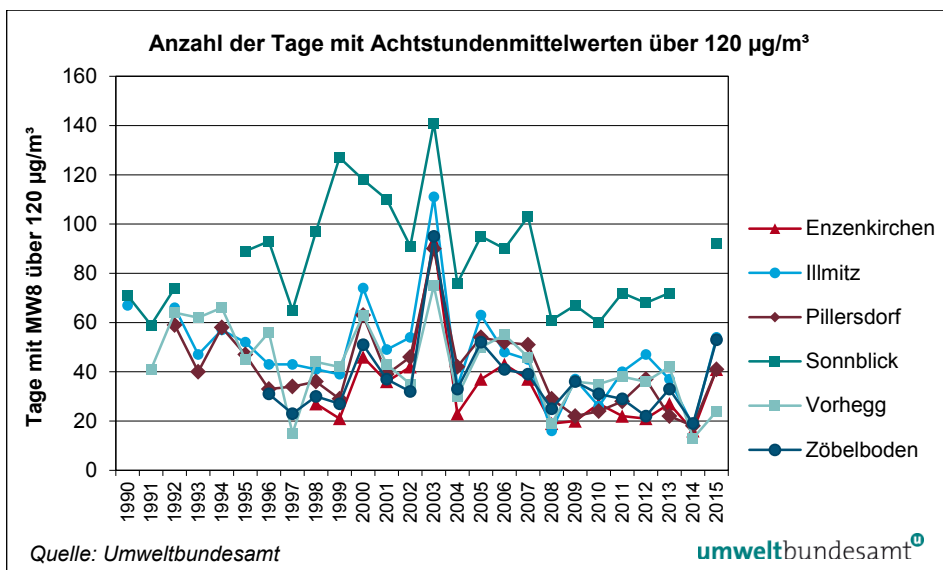
Überschreitung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit (MW8 > 120 µg/m³)

Abbildung 4 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. Die niedrigsten Werte wurden an den meisten Messstellen 2014 registriert, die höchsten 2003.

Die Belastung lag 2015 in Enzenkirchen, in Illmitz, auf dem Sonnblick und auf dem Zöbelboden (mit 53 Tagen zweithöchster Wert der Messreihe) über dem langjährigen Durchschnitt, in Vorhegg deutlich darunter.

Der Zielwert (maximal 25 Tage mit maximalen Achtstundenmittelwerten über 120 µg/m³) wurde an einzelnen Messstellen in einzelnen Jahren eingehalten. Eine Einhaltung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit an den für den Siedlungsraum repräsentativen Messstellen ist in den nächsten Jahren nicht zu erwarten.

Abbildung 4:
Anzahl der Tage mit
Überschreitung des
Ozon-Zielwertes zum
Schutz der menschlichen
Gesundheit
(MW8 > 120 µg/m³),
1990–2015.



Trend des AOT40 Mai–Juli

Der Verlauf der AOT40-Werte gemäß Ozonrichtlinie ist für den Zeitraum 1992–2015 in Abbildung 5 dargestellt. Alle Messstellen zeigen unregelmäßige, abnehmende Trends

Die niedrigsten Werte wurden an den meisten Messstellen 2009 registriert, die höchsten 2003.

Die Belastung lag 2015 an den meisten Messstellen in einem durchschnittlichen Bereich, in Vorhegg wurde der niedrigste AOT40-Wert seit Beginn der Messung registriert.

Der Zielwert wurde an einzelnen Messstellen in einzelnen Jahren eingehalten. Eine Einhaltung des Zielwertes zum Schutz der Vegetation von 18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ an den für Ökosysteme repräsentativen Messstellen ist in den nächsten Jahren nicht zu erwarten.

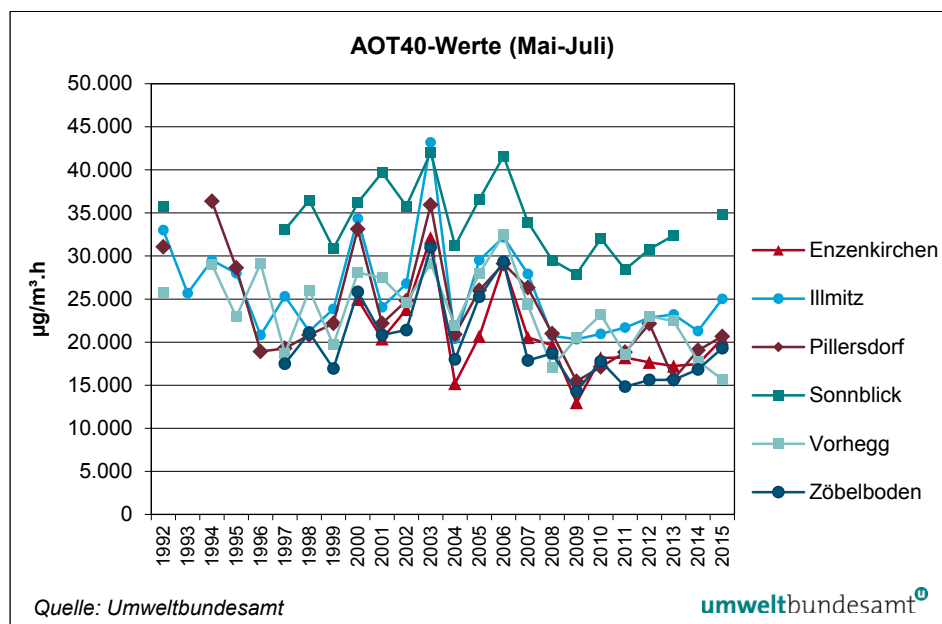


Abbildung 5:
Trend der AOT40-Werte
(Mai–Juli) zum Schutz
der Vegetation vor
Ozon, 1992–2015.

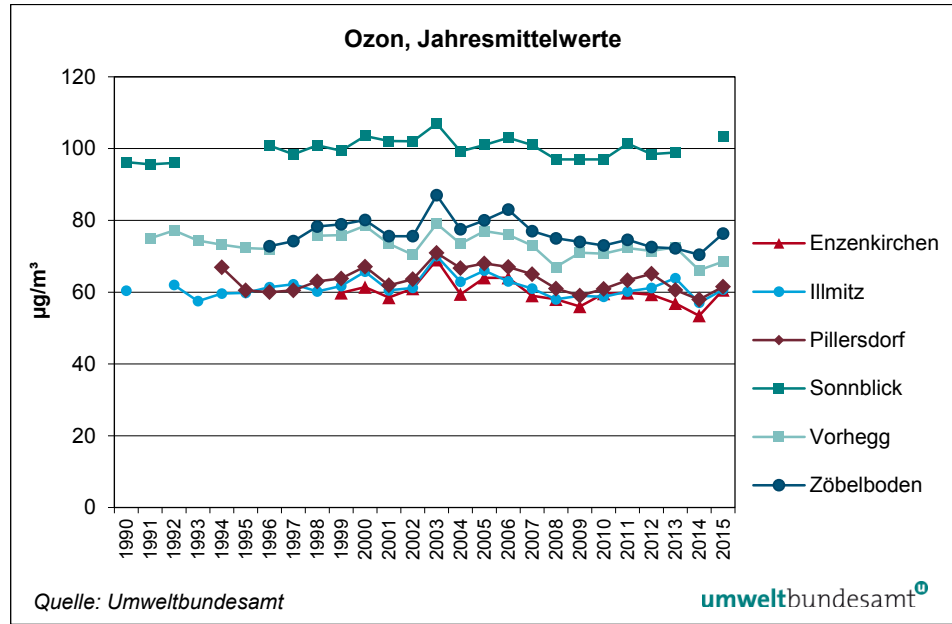
Trend der Jahresmittelwerte

In Abbildung 6 werden die Jahresmittelwerte der Ozonmessstellen des Umweltbundesamtes für den Zeitraum 1990–2015 dargestellt.

Im Jahr 2015 lag die mittlere Ozonbelastung an den Messstellen Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf und Zöbelboden sehr nahe am Mittelwert der gesamten Messreihe. Auf dem Sonnblick wurde mit 103 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ der dritthöchste Jahresmittelwert seit 1990 gemessen, in Vorhegg mit 69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ der zweitniedrigste Jahresmittelwert seit 1991.

Den höchsten Jahresmittelwert der gesamten Messreihe wies an allen Messstellen das Jahr 2003 (infolge eines sehr warmen Sommers) auf, hoch belastet war durchwegs der Zeitraum 2000 bis 2006. Die niedrigste Belastung wurde an den meisten Messstellen 2014 registriert. Unter dem langjährigen Durchschnitt lagen die Jahresmittelwerte in den frühen Neunzigerjahren sowie 2008–2010 und 2012–2014.

Abbildung 6:
Jahresmittelwerte der
Ozonkonzentration,
1990–2015.



3.4 PM₁₀

3.4.1 Konzentration von PM₁₀ im Jahr 2015

Die Beurteilung der PM₁₀-Konzentration gemäß IG-L erfolgte im Jahr 2015 an den Messstellen Illmitz, Enzenkirchen, Vorhegg und Haidershofen¹² mit der gravimetrischen Methode, an den Messstellen Pillersdorf und Zöbelboden mittels kontinuierlicher Messung mit Geräten der Type Grimm EDM180, an der Messstelle Klöch mit dem Gerät der Type Sharp 5030 (siehe Anhang 5: Messstellen, Messgeräte, Analyseverfahren).

An allen Messstellen wird parallel mit gravimetrischen und kontinuierlichen Messverfahren 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 2015 an.

An keiner Messstelle des Umweltbundesamtes wurde im Jahr 2015 das Grenzwertkriterium des IG-L für den Tagesmittelwert überschritten (mehr als 25 Tage über 50 µg/m³).

Die höchste Belastung wies, wie in früheren Jahren, Illmitz auf (12 Tage über 50 µg/m³, Jahresmittelwert 19,8 µg/m³), gefolgt von Klöch und Pillersdorf.

¹² Vorkundungsmessstelle 2010–2015, nicht IG-L.

PM ₁₀ -Konzentration 2015 (in µg/m ³)							
MMW	ENK	ILL	KLH	PIL	VOR	ZOE	HAI
Jänner	10,2	19,8	18,5	16,8	2,8	3,7	11,7
Februar	21,6	27,8	24,4	26,5	7,1	11,3	20,8
März	19,3	26,3	21,8	25,7	10,0	15,4	22,2
April	11,7	13,6	12,3	13,1	4,9	9,8	11,6
Mai	10,7	14,3	11,3	13,6	6,8	9,7	11,6
Juni	16,1	15,3	v	13,1	9,4	12,2	15,5
Juli	16,4	17,8	17,3	12,2	v	11,8	15,3
August	18,2	22,7	21,3	19,3	11,7	16,0	18,2
September	8,2	11,2	11,4	9,9	6,7	7,0	9,2
Oktober	15,9	22,0	16,5	21,7	5,1	10,3	19,6
November	13,0	24,2	24,9	15,7	3,6	5,1	13,4
Dezember	15,8	22,1	23,4	18,0	3,0	4,8	15,0
JMW	14,6	19,8	18,2	17,1	6,6	9,7	15,1
TMW > 50 µg/m³	1	12	5	4	0	0	0
max. TMW	51,5	92,4	77,8	62,6	28,2	40,5	45,1

v: Verfügbarkeit zu gering

Tabelle 6:
PM₁₀ – Monats- und Jahresmittelwerte, maximaler TMW (in µg/m³) sowie Anzahl der Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ im Jahr 2015 (Quelle: Umweltbundesamt).

Die PM₁₀-Belastung war 2015 im langjährigen Vergleich sehr niedrig. Ausschlaggebend dafür waren die sehr warmen Wintermonate sowohl zu Beginn als auch am Ende des Jahres (siehe Kapitel 4.2). Mehrtägige Belastungsepisoden mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen und teilweise mit Schadstofftransport aus Ostmitteleuropa traten nur Mitte Februar, Ende März und Anfang November auf.

Das Jahr 2015 wies einen untypischen Jahresgang auf. Februar und März waren an den außeralpinen Messstellen die am höchsten belasteten Monate, der Jänner 2015 zeichnete sich dagegen durch eine sehr niedrige PM₁₀-Belastung aus. Im Osten Österreichs (Illmitz und Klösch) war auch der November hoch belastet, nicht hingegen im Norden.

Außergewöhnlich für den Sommer war die sehr hohe PM₁₀-Belastung im August an allen außeralpinen Messstellen. Wie die PM_{2,5}-Inhaltsstoffanalysen (siehe Kapitel 3.6) zeigen, geht diese v. a. auf einen erhöhten Anteil an Ammoniumsulfat zurück (3,8 µg/m³ SO₄²⁻ bzw. 27 %, verglichen mit 1,9 µg/m³ bzw. 19 % im Juli), während der OM-Anteil im August nur 44 % (51 % im Juli) betrug. Die Rückwärts-trajektorien zeigen überwiegend Südströmung und regionale Schadstoffakkumulation; die Schadstoffwindrose für SO₂ zeigt in Illmitz im August ungewöhnlich hohe SO₂-Konzentrationen bei Südwind (2,0 µg/m³, verglichen mit 1,1 µg/m³ im Juli). Die hohe PM-Belastung im August 2015 dürfte damit überwiegend auf Ferntransport aus Slowenien, Kroatien, Ungarn und Serbien zurückzuführen sein.

Extrem niedrig belastet war der September, der von wechselhaftem Wetter gekennzeichnet war, gefolgt von April und Mai.

Die Schadstoffwindrosen in Anhang 8: Schadstoffwindrosen dokumentieren u. a., dass die Messstellen des Umweltbundesamtes die regionale Hintergrundbelastung erfassen: Bei diesen Messstellen soll es keinen Windrichtungssektor mit besonders hohen Konzentrationen geben, die auf nahe gelegene Emissionen zurückgehen. Darüber hinaus geben sie Auskunft darüber, woher auf der regionalen Skala hohe bzw. niedrige Schadstoffkonzentrationen kommen.

3.4.2 Trend der PM₁₀-Belastung

Die PM₁₀-Belastung zeigt langfristig einen abnehmenden Trend.

Im Jahr 2015 wurde an den Messstellen Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg der niedrigste PM₁₀-Jahresmittelwert seit Beginn der Messung registriert, in Klöch und auf dem Zöbelboden war er etwas höher als 2014 (siehe Abbildung 7). Illmitz und Pillersdorf registrierten 2015 die geringste Anzahl an Tagesmittelwerten über 50 µg/m³, Enzenkirchen und Klöch die zweitniedrigste (siehe Abbildung 8).

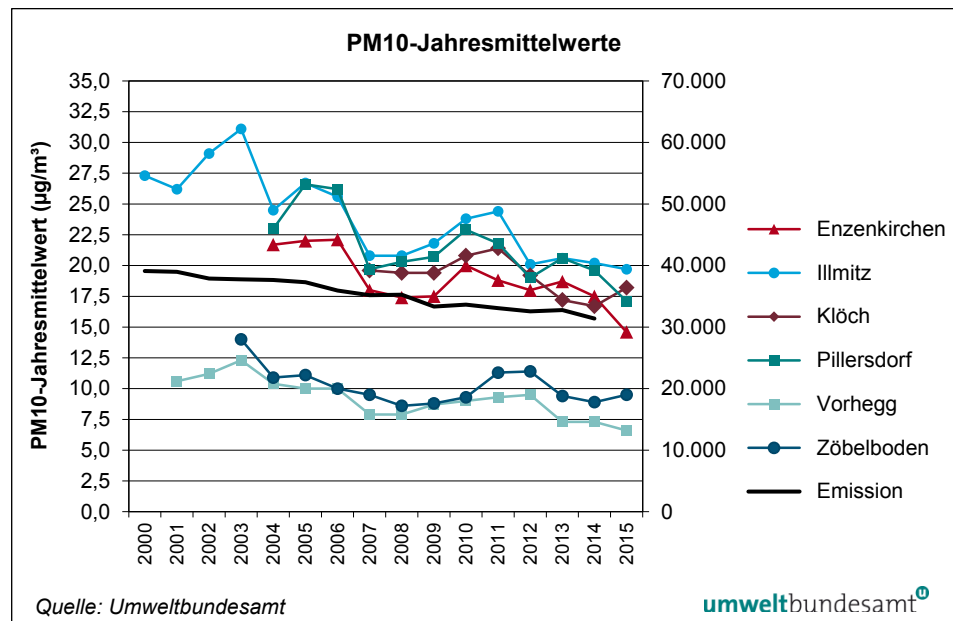
Von 2004 bis 2015 ging die PM₁₀-Belastung an den einzelnen Hintergrundmessstellen in sehr unterschiedlichem Ausmaß zurück (Vorhegg – 37 %, Illmitz – 20 %, Zöbelboden – 13 %).

Die Höhe der PM₁₀-Belastung wird durch das Zusammenwirken von Emissionen, Ausbreitungsbedingungen und grenzüberschreitendem Schadstofftransport bestimmt; die Entwicklung der PM₁₀-Belastung entspricht daher nicht dem gleichmäßig abnehmenden Verlauf der österreichischen Emissionen (Rückgang um 17 %, 2004–2014).

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.

Ausschlaggebend für die niedrige PM₁₀-Belastung 2015 war v. a. der Witterungsverlauf mit sehr warmen, von ozeanischen Luftmassen und wechselhaftem Wetter geprägten Wintermonaten (siehe Kapitel 4.2). Hochdruckwetterlagen, verbunden mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen und mit Transport kalter Luftmassen von Osten, traten im Jahr 2015 kaum auf.

Abbildung 7:
Jahresmittelwerte der
PM₁₀-Konzentration,
2000–2015 und der
PM₁₀-Emissionen,
2000–2014.



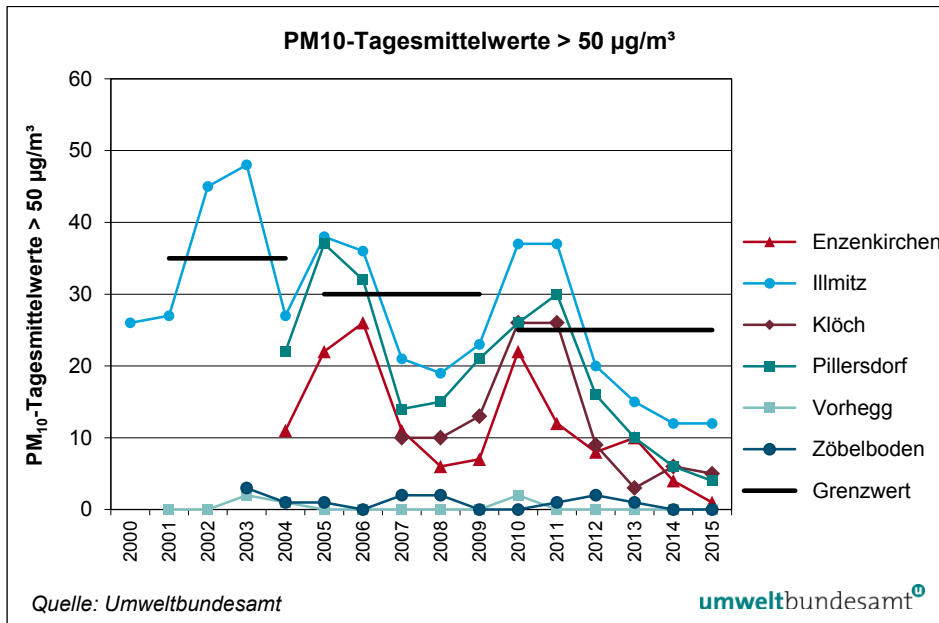


Abbildung 8:
Anzahl der
Tagesmittelwerte
der PM₁₀-Konzentration
> 50 µg/m³, 2000–2015.

3.5 PM_{2,5} und PM₁

3.5.1 Die Konzentration von PM_{2,5} und PM₁ im Jahr 2015

Die Beurteilung der PM_{2,5}-Konzentration erfolgte im Jahr 2015 in Enzenkirchen und Illmitz mit der gravimetrischen Methode, in Pillersdorf und auf dem Zöbelboden mit kontinuierlichen Geräten der Type Grimm EDM180. Die PM₁-Konzentration wurde in Illmitz mit der gravimetrischen Methode, in Enzenkirchen, in Pillersdorf und auf dem Zöbelboden mit kontinuierlichen Geräten der Type Grimm EDM180 erfasst.

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

Die Anteile der Fraktionen PM_{2,5} und PM₁ am PM₁₀ liegen an allen Messstellen in einem sehr ähnlichen Bereich.

An allen Messstellen besteht PM₁₀ etwa zur Hälfte aus der PM₁-Fraktion, zu etwas weniger als einem Viertel aus der Fraktion PM_{2,5}-PM₁ und zu etwas mehr als einem Viertel aus der Fraktion PM₁₀-PM_{2,5}.

Der mittlere Anteil von PM_{2,5} am PM₁₀ liegt an allen Messstellen in einem sehr einheitlichen Bereich zwischen 74 % und 77 %, der Anteil von PM₁ am PM₁₀ zwischen 48 % und 56 %.

Die Konzentration der groben Fraktion PM₁₀-PM_{2,5} zeigt praktisch keinen Jahresgang.

Die Konzentration der Fraktion PM_{2,5}-PM₁ zeigt einen markanten Jahresgang mit hohen Werten im Winter und sehr niedrigen 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 2015 (Konzentrationen von $PM_{2,5}$ und PM_1 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Verhältnisse der PM -Fraktionen in %).

Konzentration $PM_{2,5}$ und PM_1 am PM_{10} 2015																
MMW (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. %)	Enzenkirchen				Illmitz				Pillersdorf				Zöbelboden			
	$PM_{2,5}$	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_1	$PM_{2,5}/PM_{10}$	PM_1/PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_1	$PM_{2,5}/PM_{10}$	PM_1/PM_{10}
Jänner	8,3	8,9	80 %	59 %	16,9	8,4	82 %	52 %	14,6	10,0	86 %	58 %	3,2	2,1	85 %	54 %
Februar	18,2	15,8	84 %	68 %	22,9	16,8	85 %	58 %	23,1	16,0	86 %	59 %	9,8	6,7	87 %	60 %
März	15,8	11,6	80 %	60 %	19,3	15,0	73 %	50 %	20,7	14,0	82 %	55 %	12,5	8,3	82 %	53 %
April	9,0	7,1	78 %	57 %	8,9	5,0	66 %	42 %	9,4	6,1	73 %	47 %	7,4	4,7	76 %	49 %
Mai	8,2	v	78 %	v	9,3	6,9	65 %	50 %	9,7	6,2	69 %	44 %	7,1	4,6	72 %	45 %
Juni	11,1	v	71 %	v	10,8	9,9	71 %	59 %	8,5	5,2	66 %	41 %	8,9	5,8	73 %	48 %
Juli	10,1	4,6	71 %	34 %	11,8	9,9	68 %	57 %	6,5	3,9	53 %	31 %	8,0	5,1	68 %	43 %
August	13,8	7,4	77 %	51 %	16,2	15,0	71 %	63 %	11,4	7,3	61 %	40 %	11,6	7,8	73 %	49 %
September	6,1	5,1	70 %	56 %	7,2	4,6	65 %	50 %	6,6	4,2	69 %	43 %	5,2	3,4	74 %	47 %
Oktober	12,3	11,5	78 %	65 %	17,2	11,3	78 %	51 %	17,4	12,0	81 %	56 %	8,02	5,6	79 %	54 %
November	11,2	8,9	79 %	64 %	20,4	12,2	81 %	56 %	13,0	9,0	81 %	54 %	3,7	2,3	76 %	47 %
Dezember	13,0	9,0	78 %	59 %	17,5	9,6	83 %	48 %	14,4	9,9	81 %	55 %	3,7	2,3	77 %	47 %
JMW (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. %)	11,4	8,5	77 %	56 %	14,8	10,3	74 %	53 %	12,9	8,6	74 %	48 %	7,4	4,8	77 %	49 %

v ... zu geringe Verfügbarkeit

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

Die Jahresmittelwerte der Konzentration von PM₁₀, PM_{2,5} und 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-Konzentration zeigen sehr ähnliche Trends wie die PM₁₀-Konzentration.

Tabelle 8: Jahresmittelwerte des Verhältnisses PM_{2,5}/PM₁₀ bzw. PM₁/PM₁₀ in Illmitz (Beginn der PM_{2,5}-Messung 2001, der PM₁-Messung 2004), Enzenkirchen (Beginn der Messung April 2011) und Pillersdorf (Beginn der Messung Dezember 2011), 2001–2015 (Quelle: Umweltbundesamt).

PM JMW (in µg/m ³)	Enzenkirchen			Illmitz			Pillersdorf			Zöbelboden		
	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁
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	9,1	20,1	15,2	v	19,0	14,2	9,3			
2013	18,7	14,7	9,8	20,6	15,9	11,4	20,6	15,5	10,4			
2014	17,5	13,3	8,7	20,2	15,6	11	19,6	15,1	10,1	9,0	6,9	4,4
2015	16,9	13,0	8,9	19,8	14,8	10,2	17,1	12,9	8,6	9,7	7,4	4,8

v ... zu geringe Verfügbarkeit

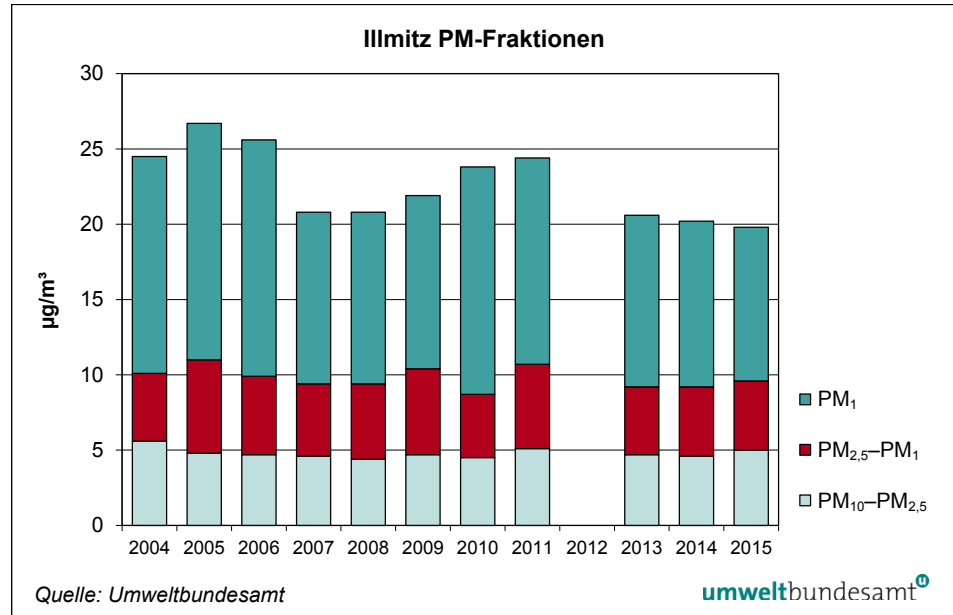
leere Zelle: keine Messung

Der langfristige Rückgang und die zeitliche Variation der PM₁₀- und der PM_{2,5}-Belastung in Illmitz werden nahezu ausschließlich von der zeitlichen Entwicklung der PM₁-Konzentration bestimmt (siehe Abbildung 9). Die Fraktionen PM_{2,5}-PM₁ und PM₁₀-PM_{2,5} zeigen seit 2004 nur geringe Variationen von Jahr zu Jahr und keine langfristige Veränderung.

Die lange Messreihe in Illmitz zeigt, dass die Relativanteile der PM₁- und PM_{2,5}-Fraktionen langfristig – parallel zur PM₁-Konzentration – geringfügig abnehmen.

Im Jahresmittel nahm der PM_{2,5}-Anteil am PM₁₀ in Illmitz von 77–80 % zu Beginn der Messung auf 73–75 % in den letzten Jahren ab. Der PM₁-Anteil ging von 58–61 % auf 53 % zurück.

Abbildung 9:
Jahresmittelwerte der
Konzentration der
Fraktionen PM_{10} ,
 $PM_{2,5}$ - PM_1 sowie
 PM_{10} - $PM_{2,5}$ in Illmitz,
2004–2015.



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

3.6.1 $PM_{2,5}$ -Analysen 2015

In Illmitz wird die chemische Zusammensetzung von $PM_{2,5}$ analysiert; 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.

Die Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte der angegebenen Inhaltsstoffe von $PM_{2,5}$ sowie die Anteile an der gesamten $PM_{2,5}$ -Konzentration sind in Tabelle 9 zusammengestellt. Abbildung 10 zeigt die Konzentrationen der einzelnen Monate.

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.

Tabelle 9: Chemische Zusammensetzung von PM_{2,5} in Illmitz im Jahr 2015:
Relativanteile der analysierten Komponenten pro Monat. (Quelle: Umweltbundesamt).

Anteile der PM _{2,5} -Inhaltsstoffe 2015 in Illmitz (in %)										
MMW	OM	EC	SO ₄	NO ₃	NH ₄	Na	K	Ca	Mg	Cl
Jänner	49,1 %	4,5 %	8,7 %	21,5 %	7,3 %	4,3 %	1,4 %	0,4 %	0,1 %	0,1 %
Februar	41,8 %	2,8 %	16,1 %	19,3 %	8,5 %	3,5 %	1,1 %	0,3 %	0,1 %	0,1 %
März	35,6 %	2,7 %	16,5 %	23,7 %	10,4 %	3,0 %	0,9 %	0,4 %	0,1 %	0,2 %
April	44,0 %	3,3 %	19,7 %	10,2 %	7,5 %	5,1 %	0,8 %	1,3 %	0,3 %	< 0,1 %
Mai	43,9 %	3,0 %	18,5 %	14,6 %	9,5 %	1,6 %	0,6 %	0,8 %	0,2 %	< 0,1 %
Juni	48,9 %	2,4 %	23,9 %	2,5 %	8,1 %	2,7 %	0,6 %	1,1 %	0,2 %	< 0,1 %
Juli	50,6 %	2,4 %	19,2 %	2,6 %	6,7 %	2,8 %	0,6 %	1,1 %	0,2 %	< 0,1 %
August	43,8 %	2,7 %	26,9 %	2,1 %	9,9 %	1,8 %	0,8 %	0,9 %	0,2 %	< 0,1 %
September	48,0 %	4,2 %	17,6 %	7,9 %	5,5 %	7,4 %	0,7 %	1,4 %	0,3 %	0,1 %
Oktober	44,8 %	4,4 %	14,1 %	18,0 %	7,9 %	3,0 %	1,3 %	0,6 %	0,2 %	0,1 %
November	48,4 %	4,4 %	9,9 %	20,4 %	7,5 %	3,2 %	1,4 %	0,6 %	0,2 %	0,1 %
Dezember	51,7 %	4,8 %	8,6 %	19,0 %	7,1 %	2,5 %	2,1 %	0,4 %	0,1 %	0,4 %
JMW	45,0 %	3,6 %	15,6 %	16,0 %	8,3 %	3,3 %	1,2 %	0,7 %	0,1 %	0,2 %

Das organische Material (OM) stellt – ungeachtet der Unsicherheit bei der Hochrechnung aus organischem Kohlenstoff (OC) – die relativ größte Komponente im PM_{2,5} dar. Die absolut höchste OM-Konzentration trat im Dezember auf (12,1 µg/m³); im Winterhalbjahr liegt sie im Mittel bei 9,4 µg/m³, im Sommer bei 3,7 µg/m³. Der mittlere OM-Anteil an der Gesamtkonzentration von PM_{2,5} beträgt 45 %. Der OM-Relativanteil zeigt keinen jahreszeitlichen Unterschied (Winter 45 %, Sommer 42 %); die Monatsmittelwerte variieren unregelmäßig zwischen 36 % im März und 52 % im Dezember.

Die EC-Konzentration liegt im Jahresmittel bei 0,5 µg/m³; dies entspricht 4 % am PM_{2,5}, wobei dieser Anteil im Winter geringfügig höher ist als im Sommer.

Sekundäre anorganische Aerosole (inkl. im Ammoniumsulfat adsorbiertes Wasser) machen in Summe 48 % der PM_{2,5}-Konzentration aus, wobei die jahreszeitlichen Unterschiede sehr gering sind (Winter 46 %, Sommer 49 %).

Die Sulfatkonzentration liegt im Mittel bei 2,4 µg/m³; sie ist im Winter (2,6 µg/m³) geringfügig höher als im Sommer (2,1 µg/m³). Der Anteil von Sulfat vom PM_{2,5} (im Mittel 16 %) ist im Sommer (24 %) etwa doppelt so hoch wie im Winter (13 %).

Der Anteil von Nitrat beträgt im Mittel 2,4 µg/m³ (Anteil am PM_{2,5}: 16 %). Aufgrund seiner Flüchtigkeit bei höheren Temperaturen zeigt Nitrat einen markanten Jahresgang, die Konzentration liegt im Sommerhalbjahr bei 0,6 µg/m³ (7 %), im Winterhalbjahr bei 4,3 µg/m³ (20 %).

Ammonium trägt im Mittel 1,3 µg/m³ (8 %) bei. Der Relativanteil zeigt keinen Jahresgang.

Von den Alkali- und Erdalkalimetallen ist lediglich Natrium in nennenswerter Menge (0,5 µg/m³ bzw. 3 %) im PM_{2,5} vertreten. Die Alkali- und Erdalkalimetalle und v. a. Chlorid zeigen einen ausgeprägten Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter.

Die höher belasteten Monate zeigen sehr unterschiedliche PM_{2,5}-Zusammensetzungen. Im März (PM_{2,5}-Mittelwert 20 µg/m³) war überdurchschnittlich viel Nitrat (24 %) vorhanden und vergleichsweise wenig OM (36 %). Im Dezember (PM_{2,5}-Mittelwert 22 µg/m³) war überdurchschnittlich viel OM (52 %) vorhanden und sehr wenig Sulfat (9 %), was auf einen überwiegenden Beitrag regionaler Quellen hindeutet.

Auffällig sind die sehr niedrigen Sulfat-Konzentrationen im Jänner, November und Dezember, die mit dem weitgehenden Ausbleiben von Situationen mit PM-Transport aus Ostmitteleuropa korrespondieren.

Der für die Jahreszeit ungewöhnlich hoch belastete August (PM_{2,5} 13,9 µg/m³) zeichnete sich durch einen sehr hohen Sulfat-Anteil (27 %) aus, der sich grenzüberschreitendem Schadstofftransport aus Südosteuropa zuordnen lässt.

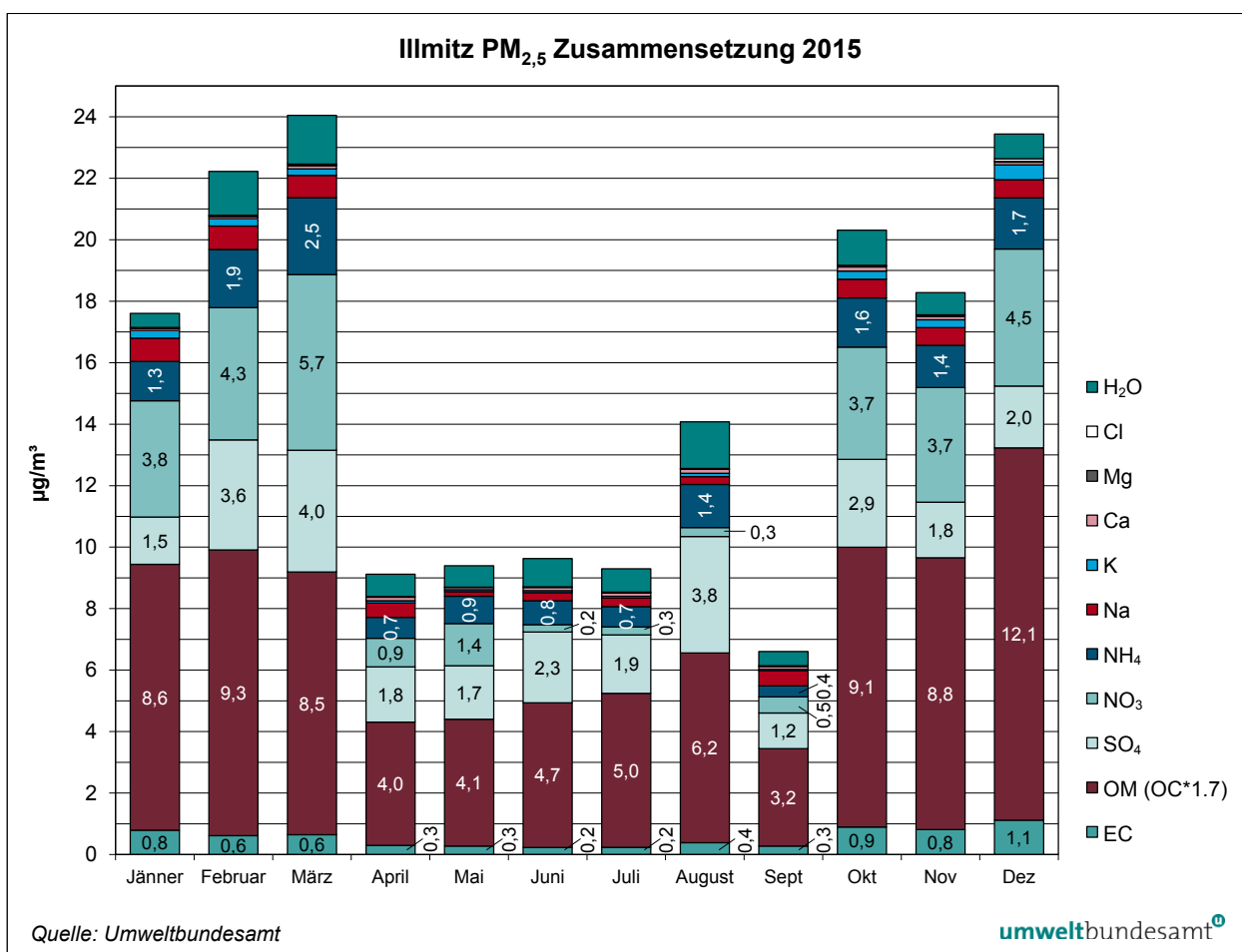


Abbildung 10: Chemische Zusammensetzung von PM_{2,5} in Illmitz für die einzelnen Monate 2015. (OM mit einem Faktor 1,7 aus OC hochgerechnet).

3.6.2 Trend

Analysen der PM_{2,5}-Zusammensetzung liegen für Illmitz ab 2011 mit der gleichen Methode vor. Die zwischen Oktober 1999 und Oktober 2000 in Illmitz durchgeführten chemischen Analysen von PM_{2,5} erlauben nur einen eingeschränkten Ver-

gleich mit den seit 2011 vorliegenden Werten, da ein anderes Verfahren zur Bestimmung von EC und OC (Coulometrie) angewandt wurde, bei dem ein höheres EC/OC-Verhältnis als bei der ab 2011 eingesetzten thermisch-optischen Methode erzielt wird; 2011 bis 2014 kam bei dieser das Quartz/Niosh-Protokoll, 2015 das EUSAAR-Protokoll zum Einsatz.

Die PM_{2,5}-Zusammensetzung der einzelnen Jahre ist in Abbildung 11 zusammengestellt.

Weder die Gesamtkonzentration von PM_{2,5} noch die Anteile der einzelnen Komponenten zeigen einen Trend, sondern unregelmäßige Variationen in einem engen Bereich.

Der Anteil sekundärer anorganischer Aerosole (inkl. adsorbiertes Wasser) variiert zwischen 42 % und 48 %. Der Anteil von Sulfat variiert zwischen 16 % und 20 %, der Anteil von Nitrat zwischen 11 % und 16 %).

Seit 2011 variiert der OM-Anteil am PM_{2,5} ohne klaren Trend zwischen 43 % und 49 %, der EC-Anteil zwischen 3 % und 5 %¹³.

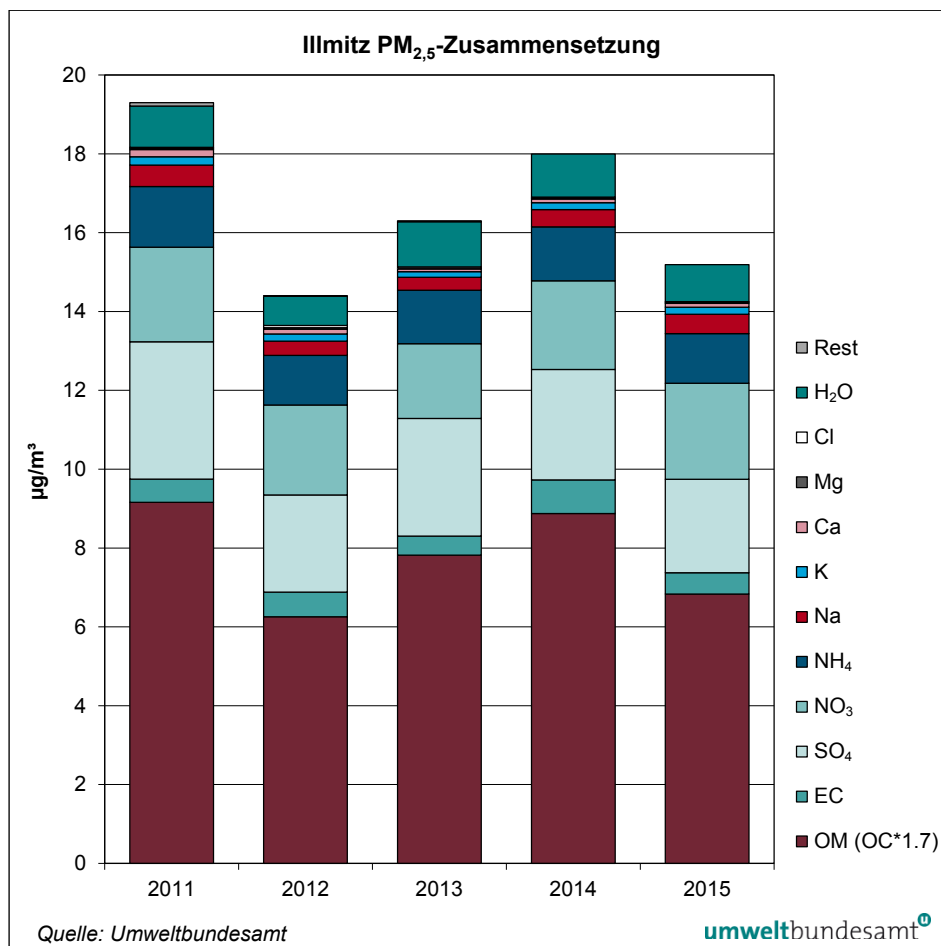


Abbildung 11:
Konzentrationen der
PM_{2,5}-Inhaltsstoffe in
Illmitz, 1999/2000 sowie
2011–2015.

¹³ die Werte von EC und OM für 1999/2000 sind aufgrund der unterschiedlichen Analysemethoden nicht mit jenen ab 2011 vergleichbar, sie zeigen ein wesentlich höheres EC/OC-Verhältnis.

3.7 Stickstoffoxide

3.7.1 Die Konzentration von NO₂ und NO_x im Jahr 2015

Die Grenzwerte des IG-L für NO₂ zum Schutz der menschlichen Gesundheit (HMW 200 µg/m³, JMW 30 µg/m³) wurden im Jahr 2015 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 2015 an den Hintergrundmessstellen gemäß IG-L sind in Tabelle 10, der Verlauf der Monatsmittelwerte für NO₂ ist in Abbildung 12 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 2015 (Quelle: Umweltbundesamt).

Stickstoffoxid-Konzentration 2015 (in µg/m ³)							
NO ₂ MMW	ENK	ILL	KLH	PIL	SON	VOR	ZOE
Jänner	17,6		11,1	11,7	0,8	3,2	5,2
Februar	18,0	12,0	10,5	11,8	0,8	4,1	6,7
März	11,3	9,9	8,3	10,6	0,8	3,0	6,1
April	9,5	6,7	6,1	7,1	0,7	2,6	4,9
Mai	7,5	6,8	5,1	7,6	0,6	2,1	3,6
Juni	6,2	5,6	4,8	6,1	0,5	2,0	3,3
Juli	6,1	5,8	4,6	5,9	0,5	2,1	2,9
August	6,4	6,7	5,0	7,0	0,5	1,8	2,9
September	7,2	6,6	4,9	6,7	0,5	2,5	3,2
Oktober	11,8	12,2	9,6	11,2	0,7	3,3	5,7
November	14,9	12,4	15,9	10,7	v	3,2	3,9
Dezember	16,2	12,9	20,8	16,0	v	2,9	3,1
NO₂ JMW	11,0	9,1	8,9	9,3	v	2,7	4,3
NO JMW	1,6	0,9	0,7	0,7	v	0,3	0,3
NO_x JMW	13,5	10,5	10,0	10,4	v	3,1	4,7
NO ₂ max. HMW	61,4	63,7	59,2	56,0	12,7	21,4	36,8
NO ₂ max. TMW	31,9	31,9	34,0	31,3	4,2	10,7	23,9

v ... zu geringe Verfügbarkeit

Unter den gemäß IG-L betriebenen Hintergrundmessstellen registrierte Enzenkirchen die höchste NO₂- und NO_x-Belastung; der NO₂-Jahresmittelwert betrug 11,0 µg/m³ (37 % des IG-L-Grenzwertes), der NO_x-Jahresmittelwert 13,5 µg/m³ (34 % des IG-L-Grenzwertes). Die in Nordostösterreich gelegenen Messstellen Pillersdorf und Illmitz weisen niedrigere NO₂-Jahresmittelwerte von 9,3 µg/m³ bzw. 9,1 µg/m³ auf, Klöch in Südostösterreich einen etwas niedrigeren Wert von 8,9 µg/m³.

Deutlich geringer war die NO₂-Belastung im Mittelgebirge mit Jahresmittelwerten von 4,3 µg/m³ auf dem Zöbelboden und 2,7 µg/m³ in Vorhegg.

Die 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 64 µg/m³ in Illmitz gemessen.

Der höchste Tagesmittelwert trat mit 34 µg/m³ in Klöch auf.

Alle Messstellen außer Sonnblick 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.

Die in Abbildung 12 dargestellten Jahresgänge spiegeln die relativ günstigen Ausbreitungsbedingungen im Jänner und September 2015 wider, Februar und Oktober zeichnen sich durch hohe Belastungen aus.

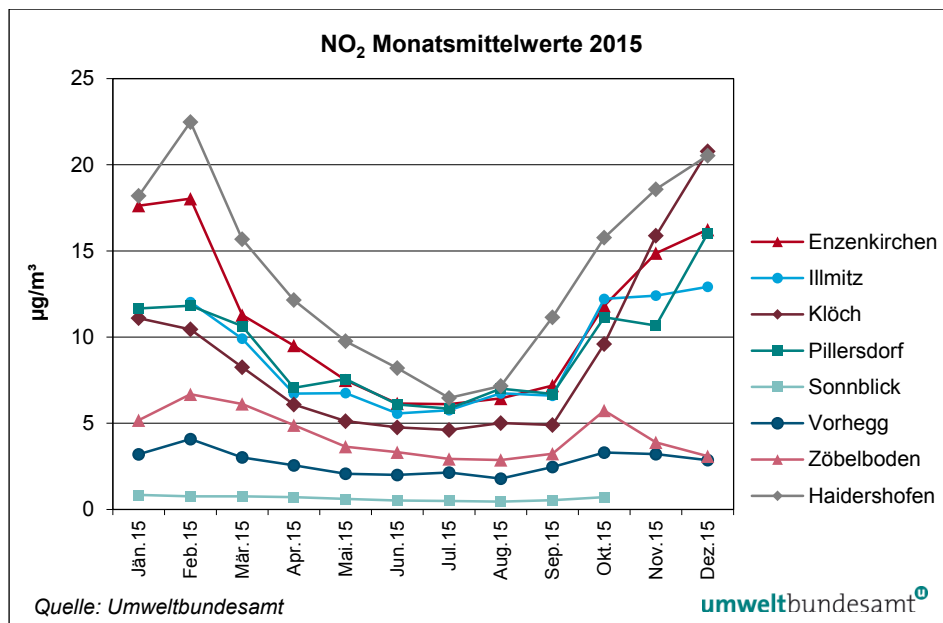


Abbildung 12: Monatsmittelwerte der NO₂-Konzentration im Jahr 2015.

3.7.2 Stickstoffoxid-Messungen auf dem Sonnblick

Auf dem Sonnblick wird seit November 2005 die Konzentration von NO und NO_y (Summe oxidiertes Stickstoffverbindungen¹⁴) mit einem Gerät der Type TEI 42CTL gemessen. Seit August 2010 stehen 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 gute Abschätzung der NO₂-Konzentration (leichte Überschätzung) ermöglichen.

Der Verlauf der Monatsmittelwerte von NO, NO₂ (Messergebnisse API 200EU und TEI 42i blue light) und NO_z (NO_y – NO_x) ist in Abbildung 13 dargestellt.

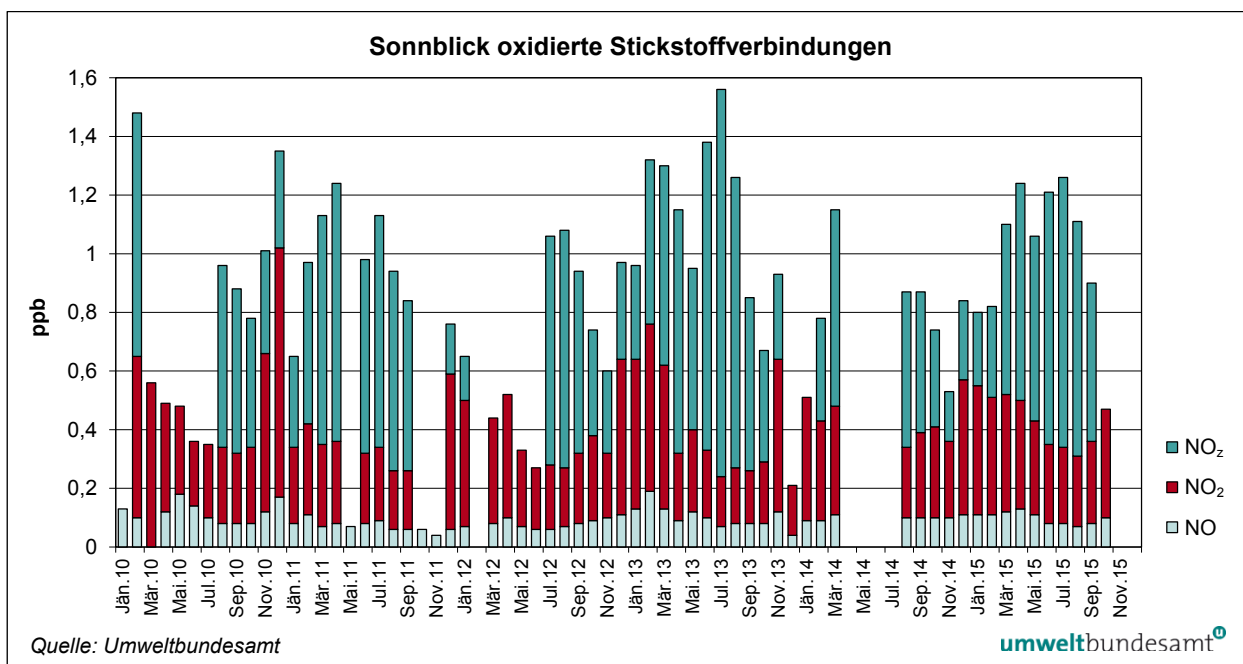


Abbildung 13: Monatsmittelwerte der Konzentration von NO, NO₂ und NO_z am Sonnblick, 2010–2015.

Im Mittel über den gesamten Messzeitraum macht NO 10 %, NO₂ 35 % und NO_z 55 % des gesamten NO_y aus.

Die erfassten Komponenten zeigen einen klaren Jahresgang; der Anteil von NO und NO₂ ist generell im Winter höher, der NO₂-Anteil beträgt im Mittel über die Wintermonate (Okt.–März) 46 %, im Sommerhalbjahr 23 %. Der NO_z-Anteil liegt im Mittel im Winter bei 42 %, im Sommer bei 68 %.

Der höchste NO₂-Anteil (Monatsmittelwert) wurde mit 70 % im Dezember 2011 beobachtet, korrespondierend zum niedrigsten NO_z-Anteil mit 22 %. Der höchste NO_z-Anteil wurde mit 85 % im Juli 2013 gemessen, korrespondierend mit den niedrigsten Anteilen bei NO (4 %) und NO₂ (11 %).

¹⁴ NO_y: Summe aller oxidierten gasförmigen Stickstoffverbindungen (NO, NO₂, N₂O₅, Peroxyacetylnitrat, Salpetersäure und gasförmiges Nitrat).

NO_x: Summe aus NO und NO₂.

NO_z: Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen außer NO und NO₂ (v. a. N₂O₅, Peroxyacetylnitrat, Salpetersäure und gasförmiges Nitrat)

3.7.3 Trend der Belastung durch Stickstoffoxide

Abbildung 14 zeigt den Verlauf der Jahresmittelwerte der Konzentration von NO₂ und von NO_x (berechnet als NO₂) an den Hintergrundmessstellen des Umweltbundesamtes von 1994 bis 2015 sowie die jährlichen NO_x-Emissionen Österreichs bis 2014 (UMWELTBUNDESAMT 2016). Tabelle 30 (Anhang 9) gibt die Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration an.

Die NO_x- ebenso wie die NO₂-Konzentration zeigen an den Messstellen Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg (sowie in Klöch seit 2006) praktisch keine Veränderung, auf dem Zöbelboden stieg sie um ein Viertel. Die Hintergrundbelastung bei NO_x und NO₂ entwickelt sich damit deutlich anders als die die österreichischen NO_x-Emissionen, die 2000–2014 um 25 % abgenommen haben.

Darüber hinaus weist die NO_x-Belastung Variationen von Jahr zu Jahr auf, die einen Einfluss der meteorologischen Verhältnisse – wenngleich weniger stark als bei PM₁₀ – widerspiegeln. Die höchsten NO₂- und NO_x-Konzentrationen wurden 2003, 2006 und 2010 (d. h. in Jahren mit ungünstigen winterlichen Ausbreitungsbedingungen) registriert, wobei an den meisten Messstellen bei NO₂ und NO_x 2010 das am höchsten belastete Jahr war. Das Jahr 2015 wies an den meisten Messstellen eine unterdurchschnittliche Belastung auf, lediglich in Klöch war sie (wie bei PM₁₀) höher als in den letzten Jahren.

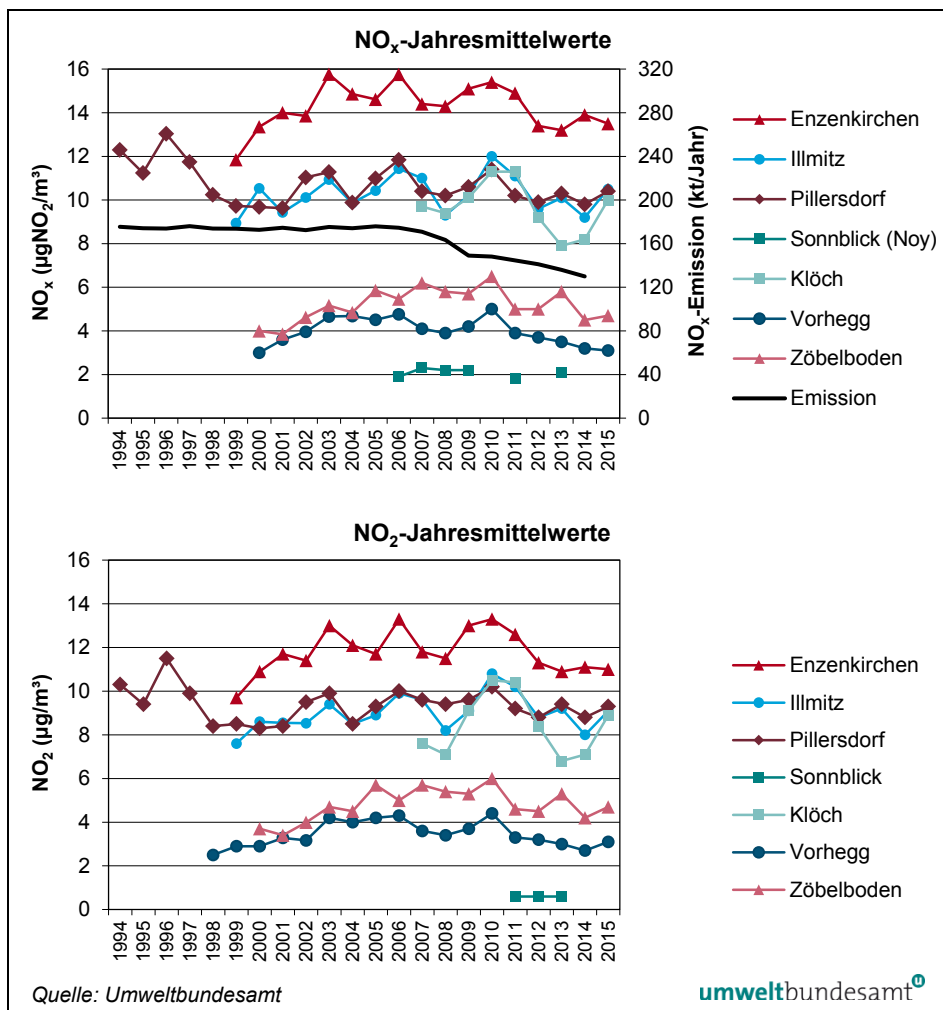


Abbildung 14: Jahresmittelwerte der NO_x- (oben; Sonnblick: NO_y) und der NO₂-Konzentration (unten) 1994–2015 sowie jährliche NO_x-Emissionen Österreichs (ohne Kraftstoffexport), 1994–2014.

In Illmitz war die erhöhte NO₂-Belastung der Jahre 2005, 2006 und 2010 v. a. durch höhere Konzentrationen bei Nordwestwind, d. h. Advektion aus dem Raum Wien, bedingt. Seit 2011 ist die NO₂-Konzentration bei Nordwest- und Südostwind sehr ähnlich.

Der Anstieg der NO₂-Belastung in Klöch 2015 gegenüber den Vorjahren geht v. a. auf höhere Konzentrationen bei Westwind (d. h. innerösterreichische Quellen) zurück.

In Pillersdorf waren die hohen NO₂-Jahresmittelwerte bis 1996 v. a. auf Transport aus Tschechien bei Nordostwind zurückzuführen, dessen Beitrag 1998–1999 stark zurückging, seither aber wieder unregelmäßig angestiegen ist. Die NO₂-Konzentration bei Südwind, d. h. aus dem niederösterreichischen Alpenvorland und Wien, zeigt starke Variationen von Jahr zu Jahr, aber keinen langzeitigen Trend.

Auf dem Zöbelboden ist die mittlere NO₂-Konzentration bei der Hauptwindrichtung Nordwest deutlich höher als bei der Hauptwindrichtung Südost. Beide zeigen einen sehr ähnlichen Verlauf wie der Jahresmittelwert.

3.8 Schwefeldioxid

3.8.1 Die Konzentration von SO₂ im Jahr 2015

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 2015 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes deutlich unterschritten.

Die höchsten SO₂-Jahresmittelwerte registrierten mit jeweils 1,3 µg/m³ die Messstellen Illmitz und Pillersdorf, gefolgt von Enzenkirchen (0,9 µg/m³); die im Mittelgebirge gelegenen Messstellen Vorhegg und Zöbelboden erfassten Jahresmittelwerte von 0,3 bzw. 0,4 µg/m³, Sonnblick 0,2 µg/m³.

In Pillersdorf wurde mit 2,0 µg/m³ auch der höchste Wintermittelwert (Oktober 2014 bis März 2015) aller Hintergrundmessstellen gemessen. Den höchsten Halbstundenmittelwert (22 µg/m³) registrierte die Messstelle Illmitz, den höchsten Tagesmittelwert (9 µg/m³) erfasste die Messstelle Pillersdorf.

Die Monats- und Jahresmittelwerte für 2015, der Wintermittelwert (Oktober 2014 bis März 2015) sowie die maximalen Halbstundenmittelwerte und maximalen Tagesmittelwerte 2015 sind in Tabelle 11 zusammengestellt.

Bemerkenswert am Jahresgang sind die niedrigen SO₂-Belastungen am Jahresende, vor allem die niedrigen Monatsmittelwerte in Illmitz und Pillersdorf im Dezember 2015, die mit der warmen, von Westwetterlagen geprägten Witterung zusammenhängen.

Tabelle 11: SO₂ – Monats- und Jahresmittelwerte an den Hintergrundmessstellen im Jahr 2015, Wintermittelwert 2014/2015 sowie maximaler Halbstundenmittelwert und maximaler Tagesmittelwert 2015 (Quelle: Umweltbundesamt).

Schwefeldioxid-Konzentration 2015 (in µg/m ³)						
MMW	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
Jänner	0,9	1,2	1,6	0,3	0,4	0,3
Februar	1,4	2,6	2,9	0,2	0,6	0,6
März	1,3	1,7	1,8	0,1	0,6	0,5
April	0,7	1,0	1,2	0,1	0,5	0,5
Mai	0,5	0,8	0,9	0,1	0,3	0,3
Juni	0,5	1,2	1,0	0,1	0,3	0,3
Juli	0,6	1,2	0,8	0,1	0,2	0,4
August	0,9	1,4	1,0	0,2	0,3	0,6
September	0,8	1,1	0,9	0,1	0,1	0,3
Oktober	1,1	1,4	1,6	0,2	0,1	0,2
November	1,0	1,7	1,4	0,1	0,2	0,3
Dezember	1,0	0,5	1,0	0,2	0,2	0,2
JMW	0,9	1,3	1,3	0,2	0,3	0,4
WMW 2014/2015	1,1	1,9	2,0	0,3	0,5	0,4
max. HMW	19,2	21,6	19,3	4,2	4,8	8,1
max. TMW	4,5	8,5	8,7	1,0	2,4	4,3

Die Schadstoffwindrosen (siehe Anhang 8) zeigen – wie in den letzten Jahren – dass der dominierende Beitrag der SO₂-Hintergrundbelastung 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 Enzenkirchen stammt das gemessene SO₂ ganz überwiegend aus Ferntransport von Osten.

In Illmitz ist Wind aus Südost (Ferntransport aus Ungarn und Serbien) im Mittel mit 1,5 µg/m³ verbunden, Nordwestwind (Ferntransport aus Tschechien und Polen) im Mittel mit 1,1 µg/m³. Wind aus Nordosten ist sehr selten, daher spielt Transport aus der Region Bratislava nur eine geringe Rolle.

In Pillersdorf ist die SO₂-Konzentration bei Wind aus dem Sektor Nordost im Mittel mit 1,9 µg/m³ mehr als doppelt so hoch wie bei Wind aus dem Sektor West (0,9 µg/m³). Deutlich geringer als in den letzten Jahren war die mittlere SO₂-Konzentration bei Südostwind (1,5 µg/m³).

Auf dem Zöbelboden kommt Schwefeldioxid überwiegend von Nordosten, auf dem Sonnblick überwiegend von Süden. Vorhegg zeigt keine ausgeprägte Windrichtungsabhängigkeit.

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 15 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 2008 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. Bis 2010 stieg die SO₂-Belastung nochmals leicht an, bedingt u. a. durch ungünstige Witterungsbedingungen, zwischen 2010 und 2015 ging sie weiter zurück.

An den außeralpinen Messstellen war 2015 das bislang am niedrigsten belastete Jahr. An den Messstellen im Mittelgebirge liegt die SO₂-Belastung seit 2011 auf sehr niedrigem Niveau.

Die österreichischen SO₂-Emissionen gingen zwischen 1990 und 2014 um 78 %, seit 2000 um 49 % zurück. Deutlich stärker nahm die SO₂-Konzentration in Pillersdorf (1993–2015: – 93 %, 2000–2015: – 62 %) und Vorhegg (1991–2015: –90 %, 2000–2015: – 57 %) ab. In Enzenkirchen ging die SO₂-Konzentration seit 2000 um 44 %, in Illmitz um 57 %, auf dem Zöbelboden um 43 % 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 (– 93 % 1990–2014, – 52 % 2000–2013).

Sowohl Illmitz als auch Pillersdorf zeigen 2015, verglichen mit früheren Jahren, geringe Beiträge von SO₂-Ferntransport von Südosten wie von Nordosten.

Die starke Abnahme der SO₂-Belastung in Vorhegg (– 57 % seit 2000) wurde wesentlich durch den Rückgang der SO₂-Emissionen in Slowenien (– 88 % 2000–2013) bedingt, der v. a. durch zusätzliche Entschwefelungsanlagen an den Kraftwerken Šoštanj und Trbovlje erzielt wurde; diese waren die bedeutendste Quelle von SO₂ in Vorhegg.

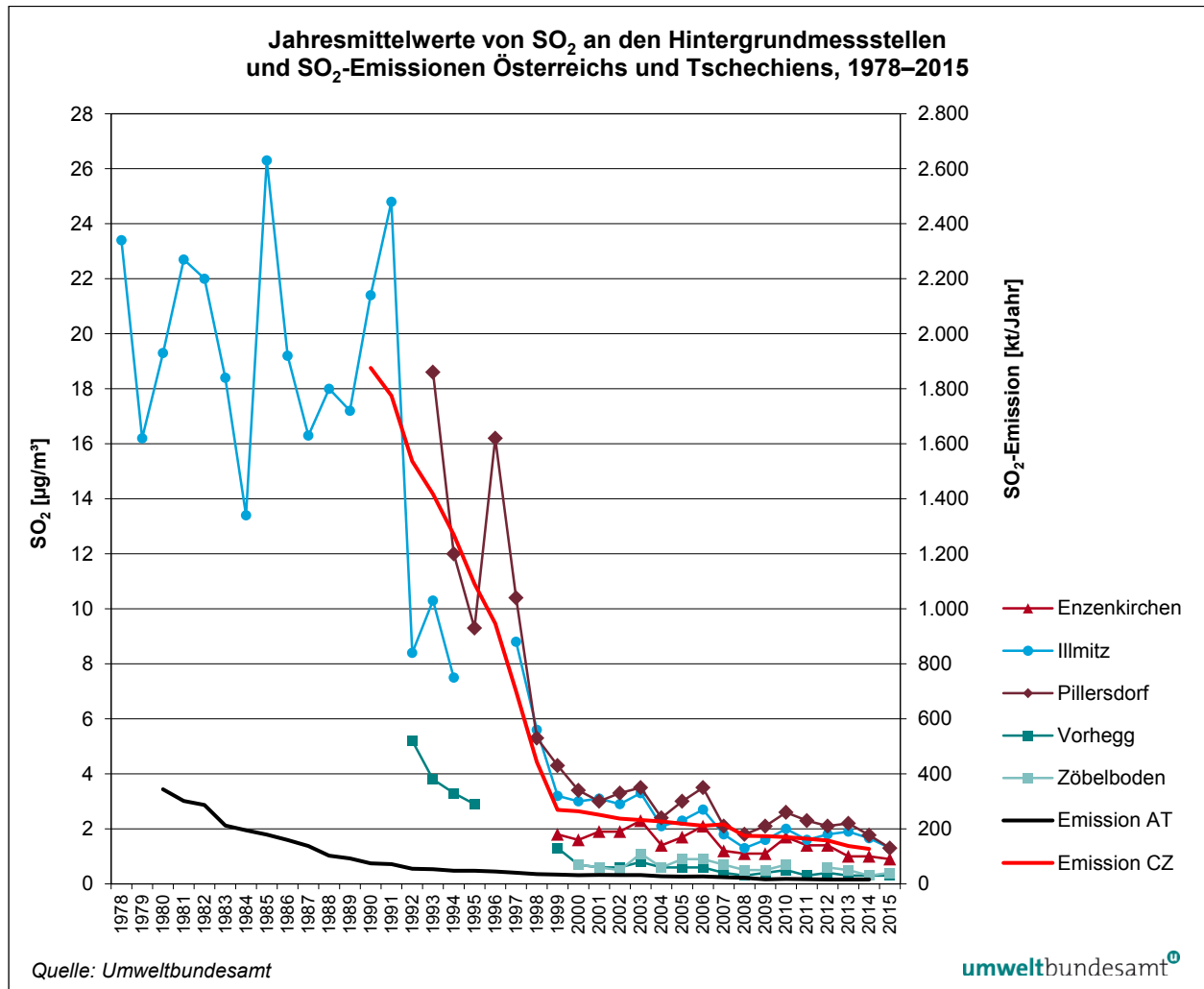


Abbildung 15: Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen 1978–2015 sowie SO₂-Emissionen Österreichs und Tschechiens, 1980–2014.

3.9 Kohlenstoffmonoxid

Der Grenzwert des IG-L für Kohlenstoffmonoxid (10 mg/m³ als Achtstundenmittelwert) wurde im Jahr 2015 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes deutlich unterschritten. Der höchste Achtstundenmittelwert wurde mit 1,0 mg/m³ in Illmitz gemessen; auf dem Sonnblick und in Vorhegg lagen die Maxima bei 0,3 bzw. 0,4 mg/m³.

Die Monats- und Jahresmittelwerte der CO-Konzentration sowie die maximalen Achtstundenmittelwerte des Jahres 2015 sind in Tabelle 12 zusammengestellt.

Im Jahresmittel betrug die CO-Konzentration in Illmitz 0,24 mg/m³, auf dem Sonnblick 0,15 µg/m³ und in Vorhegg 0,17 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 zunehmenden

der Seehöhe deutlich schwächer ausgeprägt. Im Sommer ist die CO-Konzentration vertikal sehr einheitlich, im Winter zeigt sie einen markanten Gradienten zwischen Hochgebirge und Ebene.

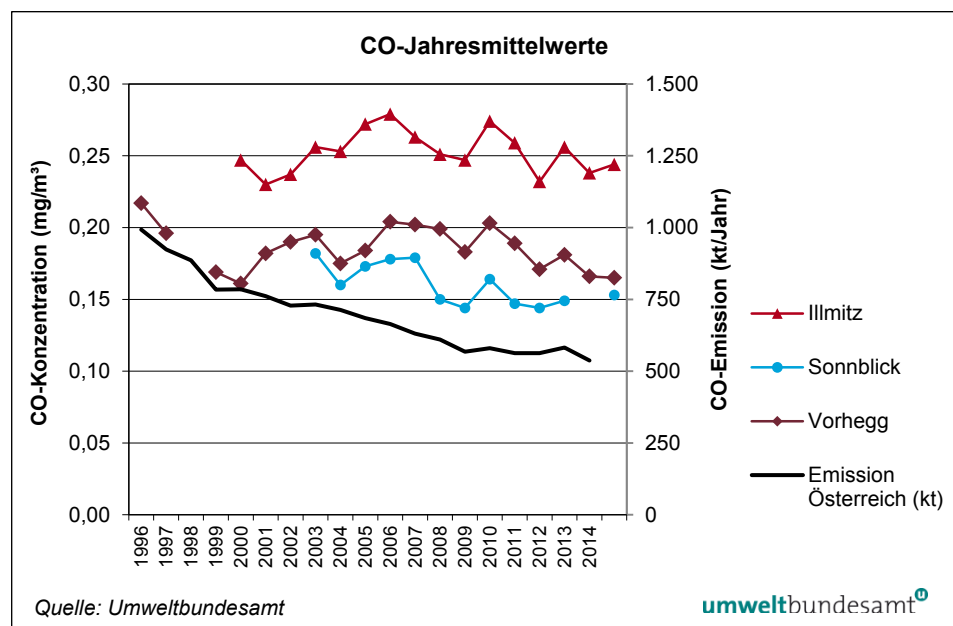
Tabelle 12:
Monats- und
Jahresmittelwerte der
CO-Konzentration
sowie maximale
Achtstundenmittelwerte
(MW8) im Jahr 2015
(Quelle:
Umweltbundesamt).

Kohlenstoffmonoxid-Konzentration 2015 (in mg/m ³)			
MMW	Illmitz	Sonnblick	Vorhegg
Jänner	0,31	0,17	0,18
Februar	0,33	0,17	0,22
März	0,28	0,18	0,21
April	0,19	0,17	0,17
Mai	0,17	0,16	0,16
Juni	0,14	0,15	0,15
Juli	0,15	0,15	0,15
August	0,17	0,14	0,14
September	0,15	0,14	0,14
Oktober	0,27	0,14	0,17
November	0,29	0,13	0,14
Dezember	0,46	0,14	0,15
JMW	0,24	0,15	0,17
max. MW8	1,03	0,31	0,40

3.9.1 Trend der CO-Belastung

Anhang 9 und Abbildung 16 geben den Trend der CO-Konzentration (Jahresmittelwerte) an den Hintergrundmessstellen zwischen 1996 und 2015 an, die Abbildung zeigt auch die Entwicklung der österreichischen CO-Emissionen.

Abbildung 16:
Jahresmittelwerte der
CO-Konzentration
1996–2015 sowie
CO-Emissionen
Österreichs (bis 2014).



Die CO-Hintergrundkonzentration zeigt in den letzten zwei Jahrzehnten keinen klaren Trend und Variationen von Jahr zu Jahr, die u. a. auf meteorologische Einflussfaktoren zurückgehen. Jahre mit ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen, wie 2006 und 2010, waren von höheren CO-Belastungen gekennzeichnet.

In Illmitz und Vorhegg lag die CO-Belastung 2015 auf dem gleichen Niveau wie 2000. Die CO-Belastung folgt nicht dem kontinuierlich abnehmenden Verhalten der österreichischen CO-Emissionen, die im Zeitraum von 2000 bis 2014 um 32 % zurückgegangen sind (die Emissionen der EU wurden in ähnlichem Ausmaß reduziert). In Hinblick auf die hohe atmosphärische Lebensdauer von CO von mehreren Monaten dürfte die an den österreichischen Messstellen erfasste CO-Hintergrundbelastung von großskaligen Emissionen bestimmt sein. Die globalen CO-Emissionen (Daten¹⁵ liegen nur bis 2008 vor) zeigen keinen langfristigen Trend.

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 2015

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 Spezies während einzelner Sommermonate.

Der Jahresmittelwert von B(a)P betrug im Jahr 2015 in Illmitz 0,36 ng/m³.

Anhand der Toxizitätsäquivalentfaktoren (TEF; EUROPEAN COMMISSION 2001, LARSEN & LARSEN 1998) der einzelnen PAK-Spezies, 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 0,53 ng/m³ betragen.

Davon entfallen 68 % 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.

¹⁵ http://edgar.jrc.ec.europa.eu/datasets_list.php?v=42&edgar_compound=CO

Tabelle 13: PAK – Monatsmittelwerte, Jahresmittelwerte sowie TEF-gewichtete Jahresmittelwerte in Illmitz im Jahr 2015 (Quelle: Umweltbundesamt).

PAK-Konzentration in Illmitz 2015 (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	0,57	0,30	0,41	0,55	0,27	0,06	0,52
Februar	0,64	0,40	0,49	0,87	0,32	0,09	1,07
März	0,39	0,22	0,25	0,36	0,18	0,05	0,42
April	0,14	0,08	0,10	0,43	0,07	0,01	0,15
Mai	0,06	0,04	0,04	0,13	0,04	0,01	0,09
Juni	0,03	0,01	0,01	0,08	0,01	0,01	0,04
Juli	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02
August	0,03	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,05
September	0,10	0,07	0,08	0,13	0,05	0,02	0,14
Oktober	0,44	0,20	0,33	0,45	0,20	0,05	0,51
November	0,84	0,31	0,58	1,00	0,35	0,09	1,48
Dezember	1,08	0,45	0,92	1,48	0,55	0,11	1,82
JMW	0,36	0,18	0,27	0,46	0,17	0,04	0,53
TEF	1	0,005	0,05	0,1	0,05	1,1	0,1
JMW TEF-gewichtet	0,36	0,00	0,01	0,05	0,01	0,05	0,05

Der Anteil von B(a)P am PM₁₀ variiert in Illmitz zwischen 0,0001 und 0,0005 % im Sommer sowie zwischen 0,002 und 0,005 % im Winter, den höchsten Anteil wies der Dezember 2015 auf. Im Jahresmittel betrug der Anteil von B(a)P an der PM₁₀-Konzentration 0,002 %.

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-Spezies 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 und 2015). 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.

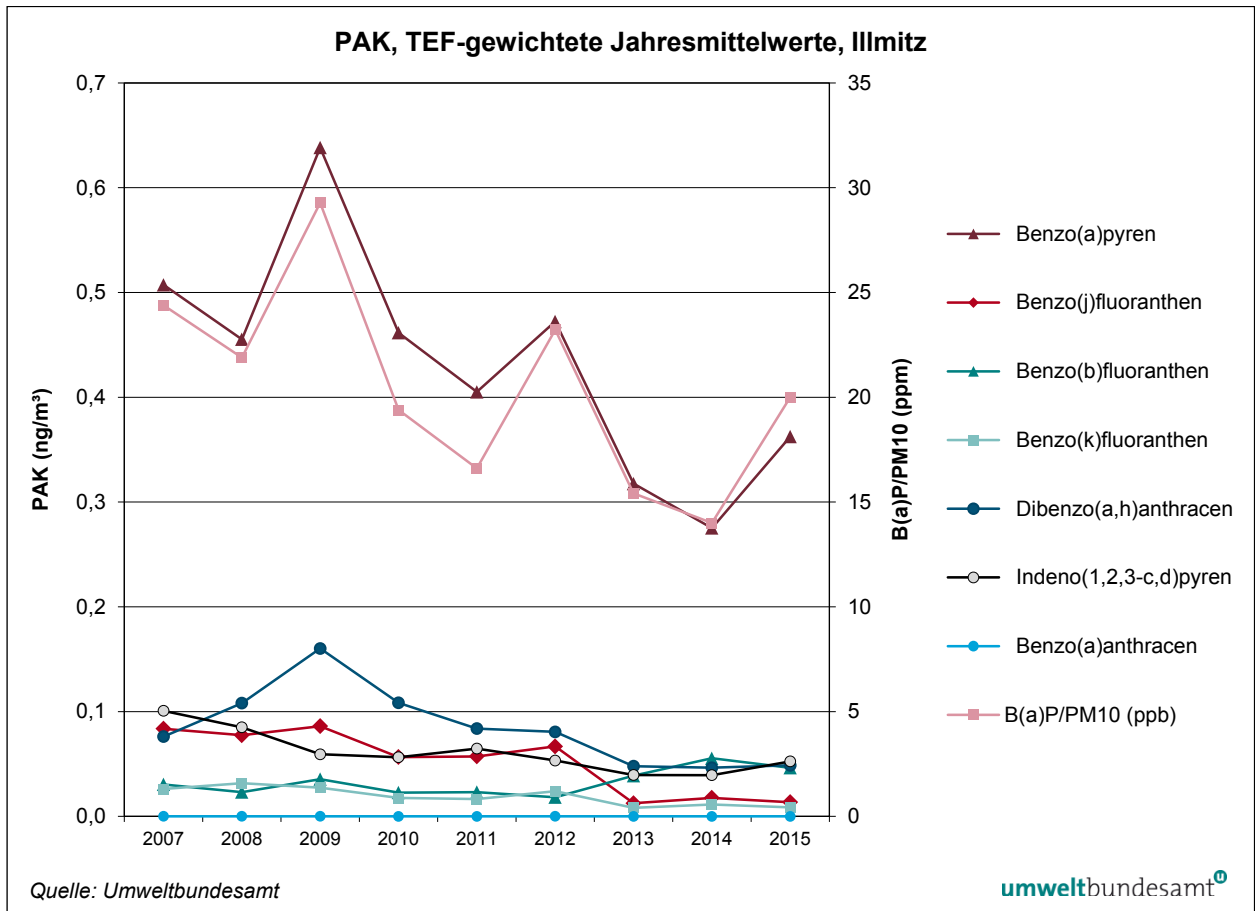


Abbildung 17: TEF-gewichtete Jahresmittelwerte der Konzentrationen der in Illmitz gemessenen PAK-Spezies und Anteil von B(a)P am PM₁₀, 2007–2015.

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 allen Probenahmeperioden unter der Nachweisgrenze, bei Benzo(j)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen und Indeno(1,2,3-c,d)pyren am häufigsten im Herbst.

Die Depositionswerte der PAK weisen zumeist keinen Jahresgang auf.

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, 2007–2015 (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

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 2015 100 %.

In Tabelle 15 sind die Mittelwerte der genannten VOC-Species für das Jahr 2015 zusammengestellt.

Die Konzentration der meisten analysierten VOC-Spezies lag 2015 auf einem ähnlichen Niveau wie 2014 oder darunter. Bei den quantitativ am stärksten vertretenen Spezies iso-Pentan, n-Pentan, Benzol, Toluol und m,p-Xylol wurde im Jahr 2015 die niedrigste Konzentration seit Beginn der Messreihe 2011 beobachtet.

VOC-Species Wien AKH	JMW 2015 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
iso-Pentan	0,93
1-Penten	0,04
n-Pentan	0,68
2-Penten	0,08
iso-Hexan	0,27
n-Hexan	0,20
Benzol	0,69
iso-Oktan	0,07
n-Heptan	0,19
Toluol	0,84
n-Oktan	0,17
Ethylbenzol	0,31
m-, p-Xylol	0,76
o-Xylol	0,32
1,3,5-Trimethylbenzol	0,11
1,2,4-Trimethylbenzol	0,33
1,2,3-Trimethylbenzol	0,11

Tabelle 15:
Jahresmittelwerte
der gemessenen
VOC-Species in Wien
AKH im Jahr 2015
(Quelle:
Umweltbundesamt).

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 von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im PM₁₀ im Jahr 2015 in Illmitz an. Die Arsen-Konzentration lag 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).

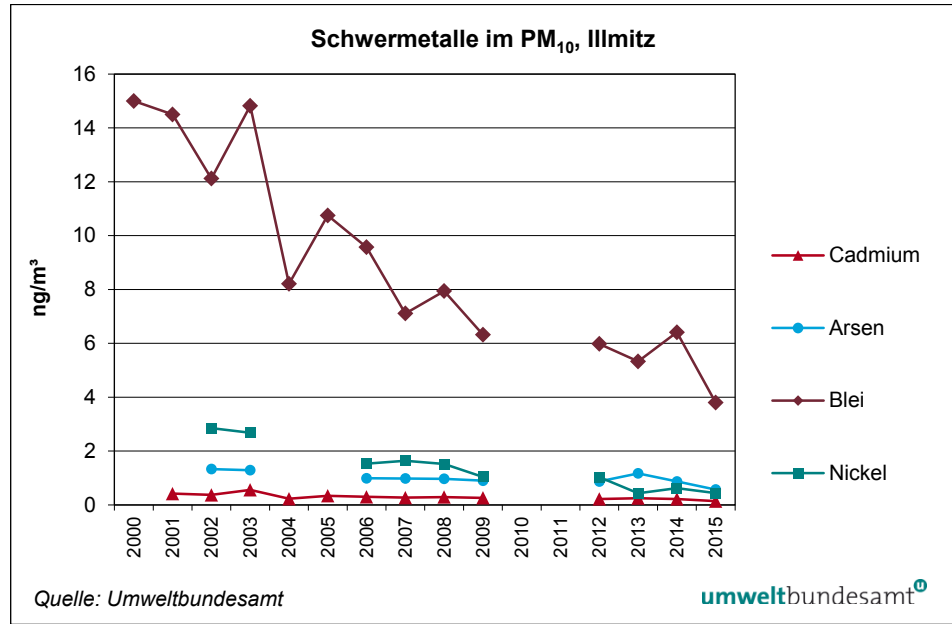
Die Konzentrationen lagen deutlich unter den Grenzwerten des IG-L.

Tabelle 16: Jahresmittelwerte der Konzentration von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im PM₁₀ in Illmitz im Jahr 2015 (Quelle: Umweltbundesamt).

	Schwermetallkonzentration im PM ₁₀ 2015 (in ng/m^3)			
	Blei	Cadmium	Arsen	Nickel
JMW	3,80	0,14	0,57	0,44

Abbildung 18 zeigt die Entwicklung der Konzentration von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im PM₁₀ in Illmitz seit 2000. Die Zeitreihen zeigen bei allen Metallen einen unregelmäßigen Rückgang.

Abbildung 18:
Trend der Konzentration
von Arsen, Cadmium,
Nickel und Blei im PM₁₀
in Illmitz, 2000–2015.



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.

Die Ergebnisse lagen für As und Ni in drei, für Cd und Pb in einem Monat unter der Nachweisgrenze.

Quecksilber war während sieben 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 Jahrgang.

Tabelle 17:
Deposition von Arsen,
Blei, Cadmium, Nickel
und Quecksilber in
Illmitz im Jahr 2015
(Quelle:
Umweltbundesamt).

Schwermetalldeposition 2015 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)
0,21	0,91	0,04	0,54	(5,7) ¹⁾

¹⁾ kein gültiger Jahresmittelwert; Verfügbarkeit der Einzelwerte 42 %

Abbildung 19 zeigt die Mittelwerte der Deposition von Blei, Cadmium, Arsen Nickel und Quecksilber in Illmitz für die Jahre 2007–2015 (2010 keine Messung).

Die Deposition der Schwermetalle Blei und Nickel zeigt über die letzten Jahre einen unregelmäßigen, eher abnehmenden Verlauf; bei Arsen und Cadmium ist über die Messzeit keine Veränderung festzustellen.

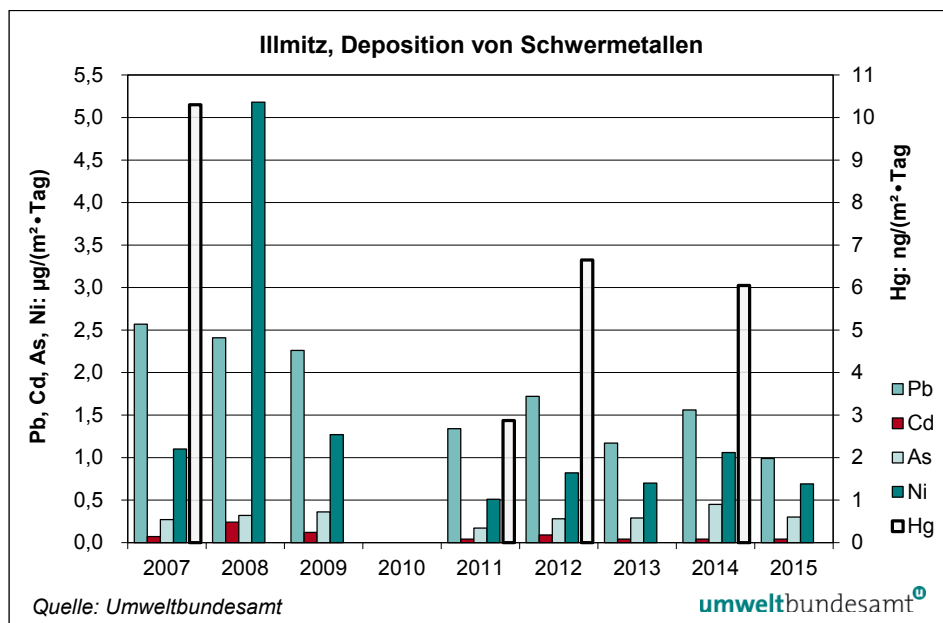


Abbildung 19: Trend der Deposition von Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber in Illmitz, 2007–2015.

3.15 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 erstmals ein Jahresmittelwert über 400 ppm gemessen.

CO ₂ - und CH ₄ -Konzentration 2015 am Sonnblick (in ppm)		
MMW	CO ₂	CH ₄
Jänner	403,4	1,906
Februar	404,4	1,906
März	405,0	1,910
April	404,6	1,909
Mai	401,5	1,907
Juni	397,2	1,904
Juli	396,0	1,894
August	393,5	1,906
September	395,3	1,909
Oktober	401,0	1,913
November	v	v
Dezember	402,8	1,890

Tabelle 18: Monatsmittelwerte der Konzentration von CO₂ und CH₄ am Sonnblick im Jahr 2015 (Quelle: Umweltbundesamt).

v ... zu geringe Verfügbarkeit für die Bildung eines Monatsmittelwertes

Tabelle 19 zeigt die Jahresmittelwerte, Abbildung 20 die Monatsmittelwerte der CO₂- und CH₄-Konzentration am Sonnblick (aufgrund unzureichender Verfügbarkeit kann für 2006, 2010, 2011, 2012 und 2014 kein Jahresmittelwert angegeben werden).

Tabelle 19:
Jahresmittelwerte der CO₂- und CH₄-Konzentration am Sonnblick, 2002–2015 (aufgrund mehrerer Unterbrechungen können für einige Jahre keine JMW angegeben werden) (Quelle: Umweltbundesamt).

Kohlenstoffdioxid- und Methan-Konzentration am Sonnblick (in ppm)		
JMW	CO ₂	CH ₄
2002	374	
2003	377	
2004	378	
2005	381	
2006	*	
2007	384	
2008	386	
2009	388	
2010	**	
2011	**	
2012	**	
2013	397	1,892
2014	***	***
2015	400	1,905

* 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.

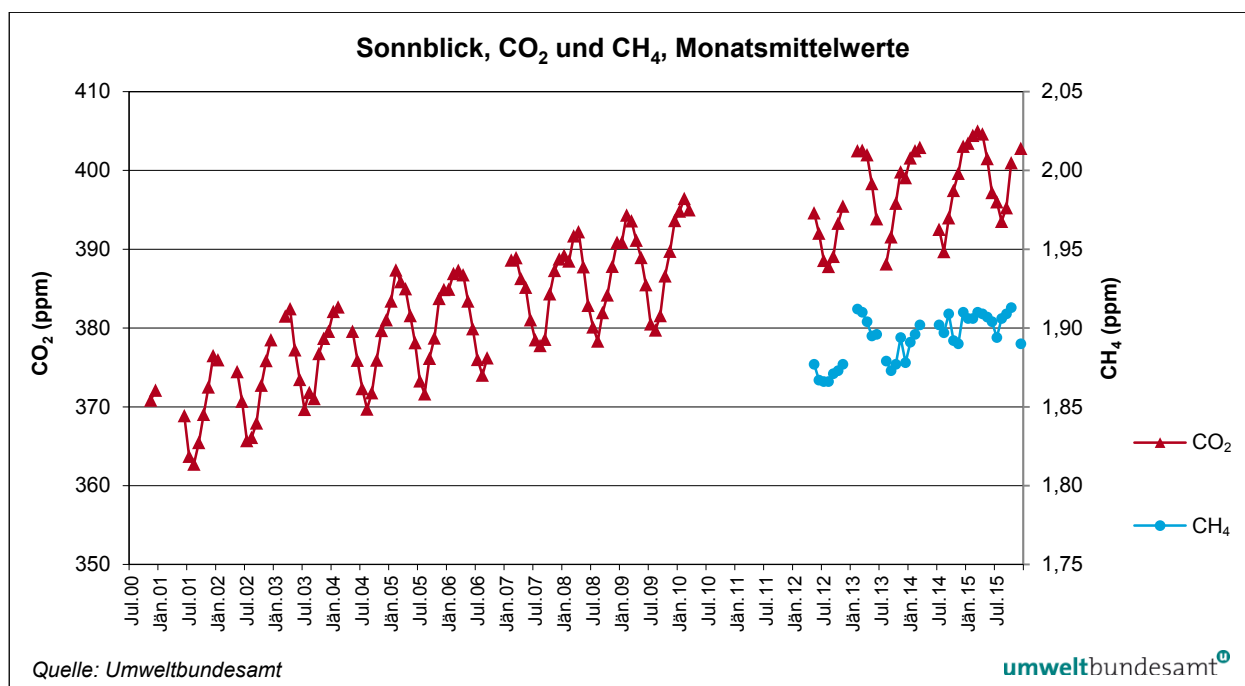


Abbildung 20: Monatsmittelwerte der CO₂- und CH₄-Konzentration am Sonnblick, 2000–2015.

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 Jahresgang 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 Jahresgang 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 2015 und deren Einfluss auf die Immissionssituation in Österreich

Das Jahr 2015 war – mit einer Temperaturabweichung von + 1,5 °C vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 – das zweitwärmste Jahr seit Beginn meteorologischer Messungen (1767) in Österreich; noch wärmer war das Jahr 2014, das drittwärmste Jahr war 1994. Besonders hoch war die Temperatur im Norden und Osten Österreichs, mit Abweichungen bis + 1,9 °C vom Klimamittel im westlichen Niederösterreich; im Süden und Westen lagen die Temperaturen um 0,9 bis 1,2 °C über dem Klimamittel.

Im Hochgebirge war 2015 das wärmste Jahr seit Beginn der Messungen Mitte des Neunzehnten Jahrhunderts; auf dem Sonnblick lag die Jahresmitteltemperatur um 1,3 °C, auf dem Feuerkogel um 1,9 °C über dem Klimamittel.

Das Jahr 2015 war im Großteil Österreichs sehr trocken, im Mittel lagen die Niederschlagssummen um 11 % unter dem langjährigen Durchschnitt. Besonders trocken war der Norden Österreichs, in großen Teilen von Ober- und Niederösterreich fiel weniger als 80 % der durchschnittlichen Regen- und Schneemenge. Niederschläge im Bereich des Klimamittelwerts wurden im westlichen Zentralalpenbereich und im Süden Österreichs registriert.

Der Witterungsverlauf war fast durchgehend von überdurchschnittlichen Temperaturen gekennzeichnet. Besonders hohe Temperaturwerte wurden in den Monaten Jänner, Juli, August, November und Dezember beobachtet; längere kühle Perioden traten nur im Mai und im Oktober auf.

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

Das sehr warme und trockene Wetter im Hochsommer war verantwortlich für eine im langjährigen Vergleich sehr hohe Ozonbelastung.

Abbildung 21:
Abweichung der
Jahresmitteltemperatur
2015 vom Mittelwert
der Klimaperiode
1981–2010 (in °C).

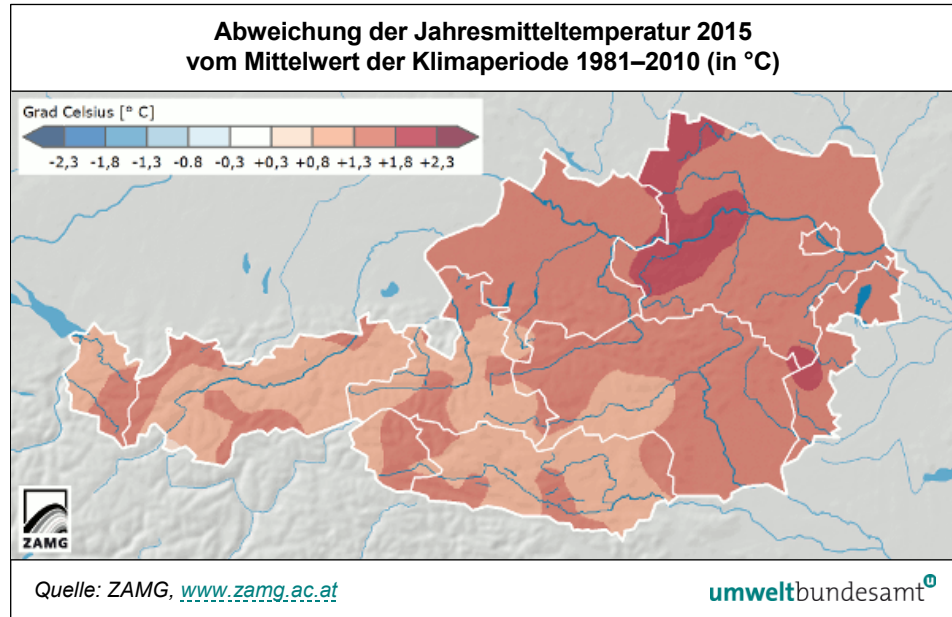


Abbildung 22:
Abweichung der
Niederschlagssumme
2015 vom Mittelwert
der Klimaperiode
1981–2010 (in %).

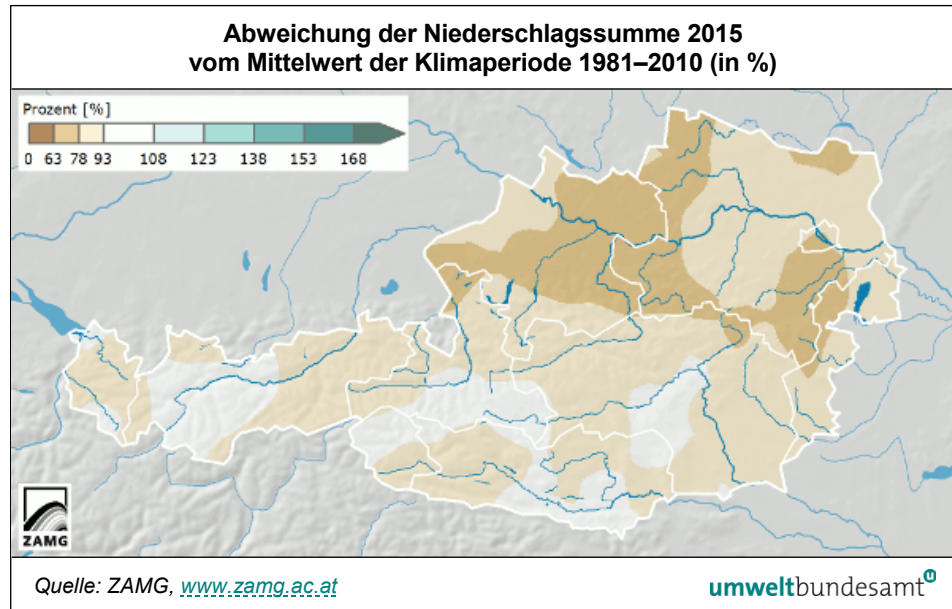
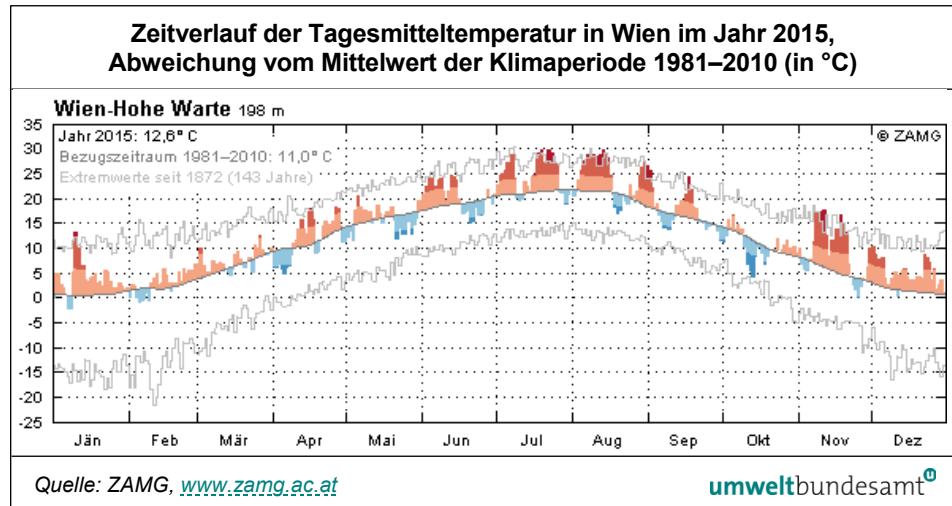


Abbildung 23:
Zeitverlauf der
Tagesmitteltemperatur
in Wien im Jahr 2015,
Abweichung vom
Mittelwert der
Klimaperiode
1981–2010 (in °C).



Der **Jänner 2015** war in ganz Österreich überdurchschnittlich warm; im Westen lag die Monatsmitteltemperatur um ca. 1,5 °C über dem langjährigen Mittel, im Osten um 2,0 bis 2,5 °C.

Die Niederschlagsmenge – überwiegend Regen – lag in ganz Österreich über dem langjährigen Mittel, besonders betroffen waren die Ostalpen zwischen Lungau und Wechsel.

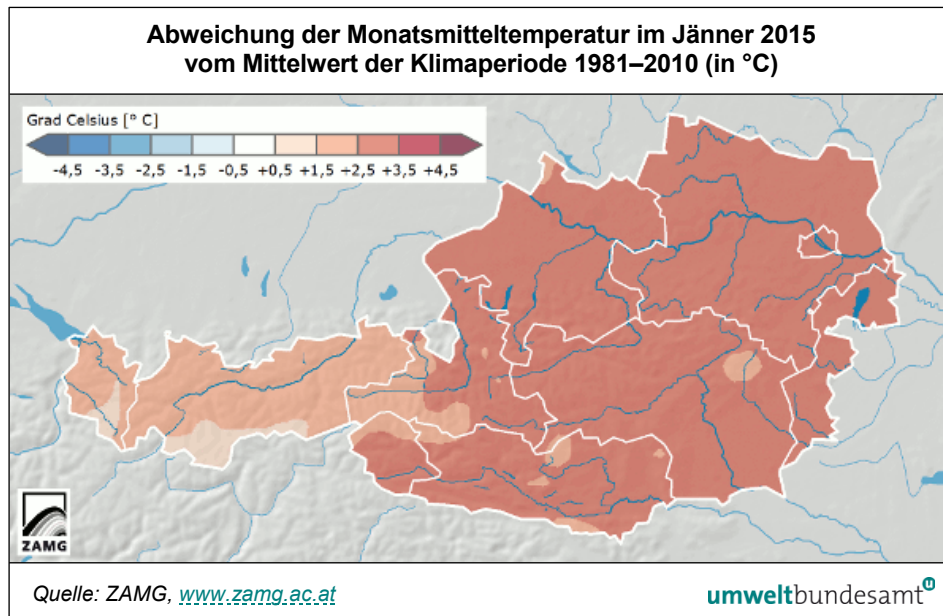


Abbildung 24:
Abweichung der Monatsmitteltemperatur im Jänner 2015 vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 (in °C).

Der **Februar 2015** war durchschnittlich temperiert und relativ trocken. Die Monatsmitteltemperatur lag im Osten und Süden Österreichs etwas über dem langjährigen Mittelwert, in Nordtirol und Vorarlberg um bis 2 °C darunter.

Der Großteil Österreichs erhielt im Februar deutlich unterdurchschnittliche Niederschläge. Nahe dem Klimamittelwert lagen die Niederschlagsmengen nur im äußersten Osten und Süden Österreichs. Besonders trocken waren der Großteil Oberösterreichs sowie das nördliche Salzburg, Teile des Waldviertels und Teile Nordtirols.

Der **März 2015** war von wechselhaftem und überwiegend mildem Wetter gekennzeichnet. Die Monatsmitteltemperatur lag in ganz Österreich um ca. 1,0 °C über dem langjährigen Mittel. Der März 2015 war v. a. in der Osthälfte Österreichs relativ trocken, in Teilen des Burgenlandes, Niederösterreichs und der Steiermark lag die Niederschlagssumme unter 50 % des langjährigen Mittelwerts.

Der **April 2015** war von wechselhaftem, meist warmem Wetter gekennzeichnet. Die Monatsmitteltemperatur lag im Großteil Österreichs um 0,5 °C über dem langjährigen Mittelwert. Die Niederschlagsmengen waren sehr ungleich verteilt; der Norden und Osten Niederösterreichs, das Burgenland und der gesamte Süden Österreichs waren sehr trocken, in weiten Teilen Kärntens fiel weniger als ein Viertel der durchschnittlichen Regenmenge. Überdurchschnittliche Niederschlagsmengen wurden nur im Bereich der Hohen Tauern und des Semmeringgebietes gemessen.

Der **Mai 2015** war von einer fast durchgehend warmen Periode bis 20.05. und einer sehr kühlen Periode danach gekennzeichnet; im Monatsmittel ergab sich eine Temperatur nahe dem langjährigen Durchschnitt. Vor allem im Zusammenhang mit dem Wetterumschwung nach dem 20.05. fielen in ganz Österreich hohe Regenmengen. Der Mai wies daher in fast ganz Österreichs überdurchschnittliche Niederschlagsmengen auf, in Teilen Nordtirols und Vorarlbergs mehr als das Doppelte des langjährigen Durchschnitts.

Der **Juni 2015** begann mit deutlich überdurchschnittlichen Temperaturen, zwischen 17. und 27.06. folgte dann eine relativ kühle Phase. Im Monatsmittel lag die Temperatur – österreichweit relativ einheitlich – um 1,4 °C über dem langjährigen Mittel.

Der Westen Österreichs erhielt durchschnittliche Regenmengen, der Osten Österreichs war sehr trocken. In Wien, im östlichen Niederösterreich, im Burgenland und in der östlichen Steiermark fiel weniger als die Hälfte des durchschnittlichen Niederschlags.

Der **Juli 2015** war österreichweit der wärmste Juli seit Beginn meteorologischer Messungen in Österreich, gefolgt von 2006, 1983 und 1994. Im Mittel über ganz Österreich lag die Monatsmitteltemperatur um 3,1 °C über dem Klimamittelwert, wobei es im Norden und Westen etwas wärmer, südlich des Alpenhauptkamms etwas kühler war.

Der Norden und Westen Österreichs registrierten deutlich unterdurchschnittliche Regenmengen; in Vorarlberg, im Großteil Oberösterreichs und im westlichen Niederösterreich lagen die Niederschlagsmengen bei weniger als der Hälfte des langjährigen Durchschnitts. Die Gebiete südlich des Alpenhauptkamms erhielten mehr Regen, gebietsweise wurde mehr als das Eineinhalbfache des Klimawertes erreicht.

Der Witterungsverlauf war von zwei sehr warmen Perioden vom 01. bis 08.07. sowie vom 12. bis 25.07. gekennzeichnet. Ab dem 26.07. war es relativ kühl.

Der **August 2015** war der viertwärmste seit dem Beginn meteorologischer Messungen in Österreich 1767; wärmer waren bisher der August 1807, 1992 und 2003. Im Großteil Oberösterreichs sowie im nördlichen und westlichen Niederösterreich lag die Monatsmitteltemperatur um mehr als 3 °C über dem Mittel der Klimaperiode 1981–2010 (siehe Abbildung 25).

Das Wettergeschehen war von lang anhaltenden sehr warmen Perioden zwischen dem 03. und 16.08. sowie ab dem 27.08. gekennzeichnet, wobei ab dem 05.08. in Wien neun aufeinanderfolgende Tage mit Maxima über 35 °C beobachtet wurden, die einen diesbezüglichen Rekord darstellen.

Im Großteil Österreichs war der August 2015 sehr trocken; in ganz Oberösterreich und in den Nordalpen der Steiermark und Niederösterreichs fiel weniger als die Hälfte des durchschnittlichen Regens. Annähernd durchschnittliche Niederschlagsmengen wurden nur im nordöstlichen Niederösterreich, in Osttirol, Westkärnten und im Westen Nordtirols registriert.

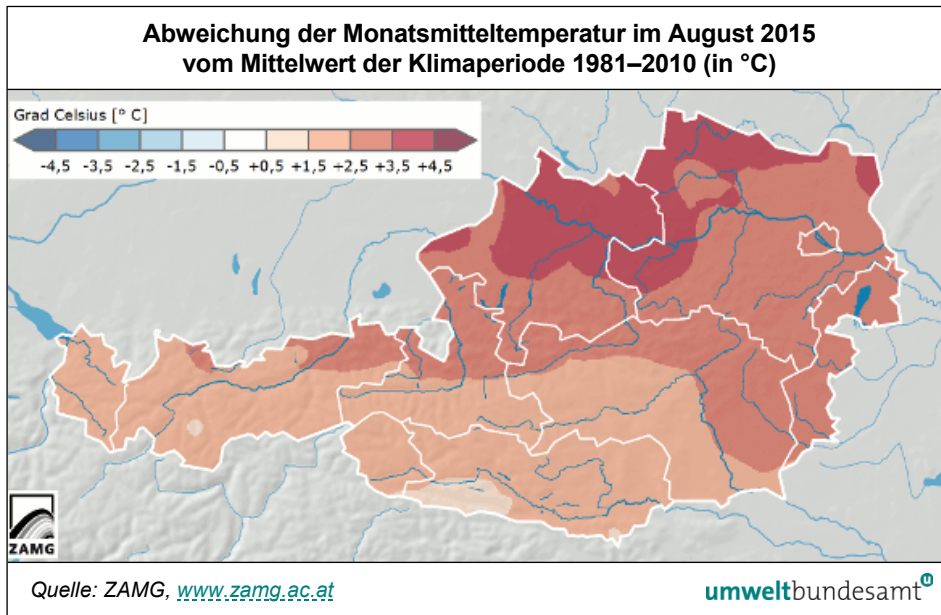


Abbildung 25:
Abweichung der Monatsmitteltemperatur im August 2015 vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 (in °C).

Der **September 2015** wies relativ wechselhaftes Wetter mit sehr hohen Temperaturen am Beginn und zur Monatsmitte sowie kalten Perioden dazwischen auf. Die Monatsmitteltemperatur lag im Osten Österreichs um bis zu 1 °C über dem langjährigen Mittel, im Westen und im Zentralalpenraum um bis 1 °C darunter. Im Zentralalpenraum und im Süden Österreichs fielen überdurchschnittliche Niederschläge, in Teilen Kärntens erreichten sie mehr als das Doppelte des Klimamittelwertes. Zu trocken war es im Norden und Nordosten Österreichs.

Der **Oktober 2015** wies bei wechselhaftem Wetter in ganz Österreich eine Monatsmitteltemperatur nahe dem langjährigen Durchschnitt auf. Die Niederschläge lagen im Westen Österreichs im Bereich des langjährigen Mittelwerts oder leicht darunter, im Osten deutlich darüber; in Teilen Niederösterreichs, des Burgenlandes und der Oststeiermark fiel mehr als das Doppelte der durchschnittlichen Regenmenge.

Der **November 2015** war im langjährigen Vergleich außergewöhnlich warm. Im Mittel über ganz Österreich lag die Monatsmitteltemperatur um 2,6 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010; im Norden und Osten war es mit Abweichungen über 3 °C besonders warm. Der November 2015 zeichnete sich durch häufige Westwetterlagen und durch weit überdurchschnittliche Sonnenscheindauern aus.

Die Niederschlagsmengen lagen in fast ganz Österreich unter dem langjährigen Durchschnitt und erreichten im Mittel über ganz Österreich 51 % des Klimamittelwertes. Extrem trocken war es im Bereich des Alpenhauptkamms, südlich von diesem sowie im Südosten von Wien bis in die Südsteiermark, mit Niederschlagssummen unter 25 % des langjährigen Mittelwerts.

Der **Dezember 2015** war im Großteil Österreichs ebenfalls sehr warm und trocken. Die Witterung war überwiegend von Hochdruckwetterlagen geprägt, allerdings waren diese überwiegend mit Transport milder Luft von Westen verbunden. Im Mittel über ganz Österreich lag die Monatsmitteltemperatur um 2,8 °C über dem Klimamittelwert, damit war der Dezember 2015 der vierwärmste seit Beginn meteorologischer Messungen in Österreich (wärmer waren nur 1934, 1825 und 1868). Besonders warm war es im Norden Österreichs sowie im Hochgebirge.

Hier wurden die höchsten Monatsmitteltemperaturen im Dezember seit Beginn der Messungen registriert, auf dem Sonnblick betrug die Abweichung gegenüber dem Klimamittelwert + 6,5 °C. In manchen Regionen lag die mittlere Temperatur auf den Bergen über jener in den Tälern.

Im Mittel über ganz Österreich betrug die Niederschlagsmenge 20 % des Klimamittelwertes; der Dezember 2015 war damit der trockenste Dezember seit 1865. Besonders trocken war er im Bereich des Alpenhauptkamms und im Süden Österreichs.

Abbildung 26:
Abweichung der Monatsmitteltemperatur im Dezember 2015 vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 (in °C).

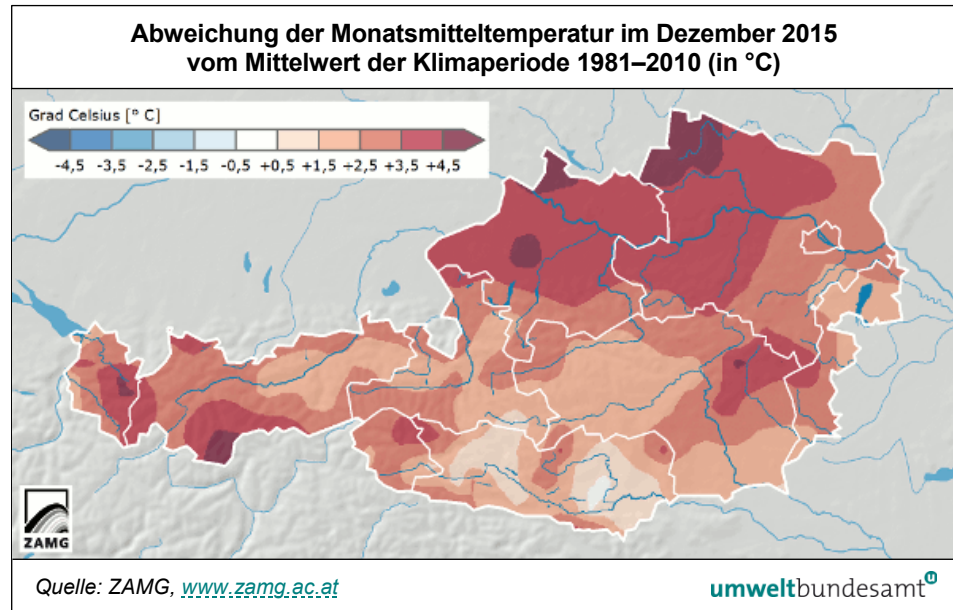
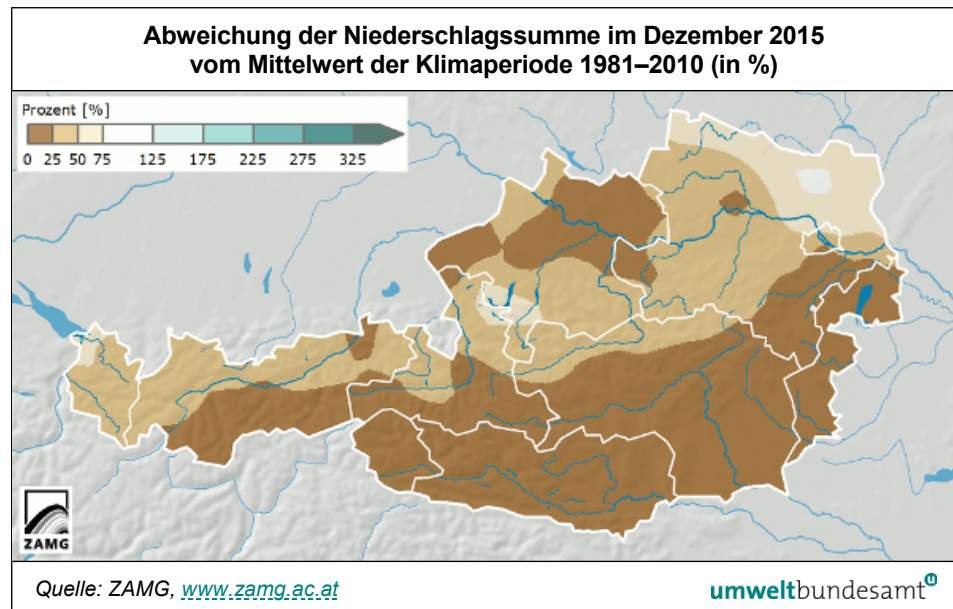


Abbildung 27:
Abweichung der Niederschlagssumme im Dezember 2015 vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 (in %).



4.3 Temperatur

Tabelle 20 gibt die Jahresmittelwerte der Temperatur an den Messstellen des Umweltbundesamtes (Sonnblick: ZAMG) in den Jahren 1990–2015 an, Tabelle 21 die Monatsmittelwerte für 2015.

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

Tabelle 20:
Jahresmittelwerte
der Temperatur,
1990–2015 (Quelle:
Umweltbundesamt).

* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG

Tabelle 21:
Monatsmittelwerte der
Temperatur im Jahr
2015 (Quelle:
Umweltbundesamt).

Temperaturverlauf 2015 (in °C)						
MMW	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
Jänner	0,5	3,0	2,0	-11,8	0,3	0,0
Februar	-0,8	2,6	1,2	-12,4	-0,7	-1,7
März	4,9	7,0	5,7	-10,1	3,2	2,8
April	8,6	12,0	10,1	-7,6	7,8	6,7
Mai	12,8	16,1	14,3	-2,1	12,0	11,0
Juni	17,1	20,5	18,8	1,4	15,6	14,7
Juli	21,1	24,2	22,8	6,2	19,1	18,9
August	21,6	24,2	22,9	5,0	17,5	19,3
September	13,3	16,9	15,0	-1,4	11,4	11,2
Oktober	8,2	10,4	8,9	-3,0	7,0	7,1
November	6,1	8,1	7,4	-4,5	6,0	6,9
Dezember	4,0	3,1	3,3	-4,1	3,4	5,0

* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG

4.4 Globalstrahlung

Tabelle 22 gibt die Monats- und Jahressummen der Globalstrahlung für das Jahr 2015 in MJ/m² an, Tabelle 23 die Jahressummen im Zeitraum 1993 bis 2015.

Tabelle 22:
Monats- und
Jahressummen der
Globalstrahlung
im Jahr 2015 (Quelle:
Umweltbundesamt).

Globalstrahlung 2015 (in MJ/m ²)					
Monatssumme	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jänner	86	101	89	169	72
Februar	196	191	164	251	183
März	305	318	300	370	245
April	495	546	539	585	429
Mai	463	527	513	556	381
Juni	627	720	696	659	499
Juli	699	661	735	670	611
August	600	599	600	577	550
September	356	407	377	374	268
Oktober	207	194	172	229	186
November	126	156	151	216	109
Dezember	95	78	81	163	66
Jahressumme	4.183	4.420	4.342	4.730	3.541

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

v ... zu geringe Verfügbarkeit

Tabelle 23:
Jahressummen der
Globalstrahlung,
1993–2015 (Quelle:
Umweltbundesamt).

4.5 Sonnenscheindauer

Tabelle 24 zeigt die Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer für das Jahr 2015 in Stunden, Tabelle 25 die Jahressummen im Zeitraum von 1992 bis 2015.

Die höchste Sonnenscheindauer im Jahr 2015 wurde in Vorhegg und in Illmitz registriert.

Das Jahr 2015 wies in Enzenkirchen, in Illmitz und auf dem Sonnblick die dritthöchste Sonnenscheindauer der letzten 20 Jahre auf, an den anderen Messstellen lag es im durchschnittlichen Bereich.

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 2015 (Quelle:
Umweltbundesamt).

Sonnenscheindauer 2015 (in Stunden)						
Monatssumme	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
Jänner	33	73	52	47	124	24
Februar	101	102	70	72	113	82
März	151	155	130	78	168	90
April	224	259	220	97	243	134
Mai	156	185	154	65	184	102
Juni	230	303	228	71	214	138
Juli	304	294	284	107	245	209
August	299	303	253	110	234	202
September	144	174	138	70	144	77
Oktober	111	104	74	73	104	69
November	89	128	108	92	174	64
Dezember	v	54	57	105	164	60
Jahressumme	1.984	2.142	1.771	1.978	2.113	1.251

* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG

v ... zu geringe Verfügbarkeit

Tabelle 25:
Jahressummen der
Sonnenscheindauer,
1992–2015 (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

* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG

4.6 Niederschlag

Tabelle 26 gibt die Monats- und Jahressummen des Niederschlags im Jahr 2015 an. In Tabelle 27 sind die Jahressummen des Niederschlags von 1993 bis 2015 zusammengestellt.

Im Jahresverlauf 2015 fallen hohe Regenmengen im Mai und Juni auf. An allen Messstellen im Norden war der Februar sehr trocken, an allen Messstellen außer Enzenkirchen und Zöbelboden der November und Dezember. In Illmitz wurde in diesen Monaten gar kein Niederschlag registriert, ebenso wie in Vorhegg im Dezember.

In Enzenkirchen und auf dem Zöbelboden war 2015 das trockenste Jahr nach 2003, in Illmitz nach 1993, 2003 und 2004.

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

Niederschlag 2015 (in mm)					
Monatssumme	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jänner	43	29	18	111	158
Februar	7	16	6	46	32
März	51	14	20	80	116
April	58	18	26	46	91
Mai	155	77	38	v	163
Juni	86	21	26	154	143
Juli	52	36	32	113	84
August	23	61	79	123	51
September	39	44	34	160	120
Oktober	53	69	86	160	95
November	65	0	31	10	93
Dezember	19	0	14	0	89
Jahressumme	650	385	410	1.098	1.234

v ... zu geringe Verfügbarkeit

*Tabelle 26:
Monats- und
Jahressummen des
Niederschlags im
Jahr 2015 (Quelle:
Umweltbundesamt).*

*Tabelle 27:
Jahressummen
des Niederschlags,
1993–2015 (Quelle:
Umweltbundesamt).*

Jahressumme	Niederschlag (in mm)				
	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
1993		373	354		
1994		538		721	
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	712	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

5 LITERATURVERZEICHNIS

- BAUER, H.; MARR, I.; KASPER-GIEBL, A.; LIMBECK, A.; CASEIRO, A.; HANDLER, M.; JANKOWSKI, N.; KLATZER, B.; KOTIANOVA, P.; POURESMAEIL, 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 (2014): Evaluation of the Laboratory Comparison Exercise for SO₂, CO, O₃, NO and NO₂ 30th September – 3rd October 2013 Ispra. EC Harmonisation Program for Air Quality Measurements. EUR – Scientific and Technical Research series, EUR 26604, Luxemburg.
<https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/lb-na-26604-en-n.pdf>.
- JANKOWSKI, N.; BAUER, H.; MARR, I.; KASPER-GIEBL, A.; LIMBECK, A.; CASEIRO, A.; HANDLER, M.; KLATZER, B.; KOTIANOVA, P.; POURMESMAEIL, 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.
- SEINFELD, J. H. & PANDIS, S. N. (1998): Atmospheric Chemistry and Physics. John Wiley & Sons, New York.
- UMWELTBUNDESAMT (2006): Hohenblum, P.; Gammer, K.; Scharf, S. & Schneider, J.: PAH in der Luft. Messergebnisse des Hintergrundstandortes Pillersdorf/Niederösterreich. Reports, Bd. REP-0010. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2015): Fröhlich, M.; Klösch, N. & Wolf, A.: Ringversuch zur Immissionsmessung 2014. Auswertung des Ringversuchs für NO/NO₂ und SO₂. Reports, Bd. REP-0503. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2016): Pazdernik, K.; Anderl, M.; Gangl, M.; Haider, S., H.; Mandl, N.; Moosmann, L.; Poupas, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Stranner, G. & Zechmeister, A.: Emissionstrends 1990–2014. Ein Überblick über die Verursacher von Luftschadstoffen in Österreich (Datenstand 2016). Reports, Bd. REP-0574. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2016a): Spangl, W.: Luftgütemessstellen in Österreich. Stand Jänner 2016. Reports, Bd. REP-0564. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2016b): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2015. Reports, Bd. REP-0562. 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 nicht-dispersiver Infrarot-Photometrie. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 14662:2005 (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 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 EN ISO 14911:1999: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der gelösten Kationen Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , und Ba^{2+} mittels Ionenchromatographie – Verfahren für Wasser und Abwasser (ISO 14911:1998) Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN ISO 17852:2008: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Quecksilber – Verfahren mittels Atomfluoreszenzspektrometrie. 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 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. ABl. 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

B(a)P	Benzo(a)pyren
CH ₄	Methan
CO.....	Kohlenstoffmonoxid
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
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
PAK bzw. PAH ...	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)
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
HAI	Haidershofen
ILL	Illmitz
KLH	Klöch
PIL.....	Pillersdorf
SON	Sonnblick
VOR	Vorhegg
ZOE.....	Zöbelboden

Abkürzungen

AOT40	Accumulated Exposure over Threshold of 40 ppb
EC	elementarer Kohlenstoff
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
HMW	Halbstundenmittelwert
HPLC-FLD	Hochdruckflüssigkeitschromatographie mit Fluoreszenzdetektion
JMW	Jahresmittelwert
MEZ	Mitteleuropäische Zeit
MMW	Monatsmittelwert
OC	organischer Kohlenstoff
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)
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 2015)	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/(m²·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: MESSTELLEN, MESSGERÄTE, ANALYSEVERFAHREN

Eingesetzte Messgerätetypen für die Immissionsmessung

Messstelle, Komponente	Gerätetype
Enzenkirchen	
O ₃	bis 19.10. TEI 49i seit 19.10. 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)
PM ₁ kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
Partikelanzahl	Grimm EDM 180
SO ₂	TEI 43i
NO, NO ₂	bis 08.07. TEI 42i seit 08.07. 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)
NO, NO ₂	API 200EU
CO	Horiba APMA-370
Klösch	
PM ₁₀ gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM ₁₀ kontinuierlich	Sharp 5030 (äquivalentes Verfahren)
NO, NO ₂	bis 20.05. TEI 42i seit 20.05. 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 _{2,5} kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
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 43 CTL
Vorhegg	
O ₃	API 400E
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
CO	Horiba APMA-370
Zöbelboden	
O ₃	API 400E
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 43i TL
NO, NO ₂	API 200EU
Haidershofen	
PM ₁₀ gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM ₁₀ kontinuierlich	MetOne BAM
NO, NO ₂	API 200EU

Technische Angaben zu den Messgeräten

Immissionsmessgeräte

	Nachweisgrenze	Messprinzipien
SO₂		
TEI 43i	0,13 µg/m ³ (0,05 ppb)	UV-Fluoreszenz
TEI 43CTL	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
MetOne BAM	1 µg/m ³	β-Absorption (1-stündige Zeitauflösung)
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, 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

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

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

Metone EPA Kopf

$$C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = (C_{\text{Kan}} + 1,59) * 0,94$$

Grimm EDM180

Enzenkirchen: $C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,82$

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

PM_{2,5}

Grimm EDM180

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

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-Pentan: 0,069 µg/Nm ³ n-Pentan: 0,067 µg/Nm ³ 2-Pentan: 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	Pernix Haarhygrometer 800L100	Haarhygrometer
Globalstrahlung	Schenk Stempyranomometer 8101	differenzielle Erwärmung schwarzer und weißer Flächen
Strahlungsbilanz	Schenk Strahlungsbilanzmesser 8110	differenzielle Erwärmung schwarzer und weißer Flächen, Differenz oben–unten
Sonnenscheindauer	HAENNI Solar 111	Strahlungsdifferenz zwischen Himmels- und Direktstrahlung
Luftdruck	Kroneis Barogeber 317S	Vakuumdrukdose
Niederschlag	AP23, Fa. Paar	beheizter Trichter (500 mm ² Durchmesser), Registrierung mittels Wippe (1 Wippenimpuls = 0,1 mm Niederschlag)

Die Messstellen sind in Abbildung 28 bis Abbildung 34 dargestellt.



Abbildung 28:
Messstelle
Enzenkirchen
von Norden.
(© Umweltbundesamt/
Zimmerl)

*Abbildung 29:
Messstelle Illmitz
von Südosten.
(© Umweltbundesamt/
Reisenhofer)*



*Abbildung 30:
Messstelle Klöch
von Südwesten.
(© Umweltbundesamt/
Sarny)*





*Abbildung 31:
Messstelle Pillersdorf
von Süden.
(© Umweltbundesamt/
Eckl)*



*Abbildung 32:
Messstelle Sonnblick
von Süden.
(© Staudinger/ZAMG)*

*Abbildung 33:
Messstelle Vorhegg von
Nordosten.
(© Umweltbundesamt/
Singer)*



*Abbildung 34:
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 2014).

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 2015 (Quelle: Umweltbundesamt).

Komponente	erweiterte kombinierte Messunsicherheit (in %)	Zahl der Stationen
O ₃	7,6	6
NO*	6,9	6
SO ₂	13,5	5
CO	12,5	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 2015 (d. h. 17.520) an, bei PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁ den Anteil der gültigen TMW.

Verfügbarkeiten gültiger HMW (PM: TMW) 2014 (in %)							
Messstelle	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁
Enzenkirchen	96	97		93	96 ¹⁾	92 ¹⁾	82
Illmitz	97	91	97	94	97	98	93 ¹⁾
Klöch		97			96		
Pillersdorf	97	96		95	99	99	99
Sonnblick	97	85 ²⁾	95	84			
Vorhegg	97	96	98	95	95 ¹⁾		
Zöbelboden	97	96		95	97	97	97

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

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

²⁾ NO_y

*Tabelle 29:
Verfügbarkeiten gültiger
Halbstundenmittelwerte
(für PM: Tages-
mittelwerte) im
Jahr 2015 (Quelle:
Umweltbundesamt).*

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 35:
PM₁₀, kontinuierliche
Messung,
Schadstoffwindrosen für
Enzenkirchen (links)
und Illmitz (rechts)
im Jahr 2015.

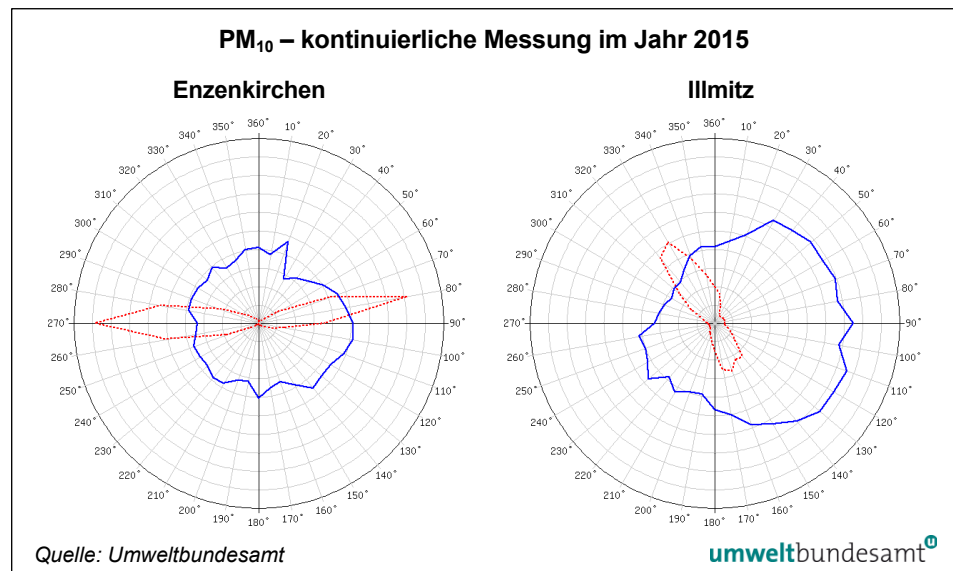
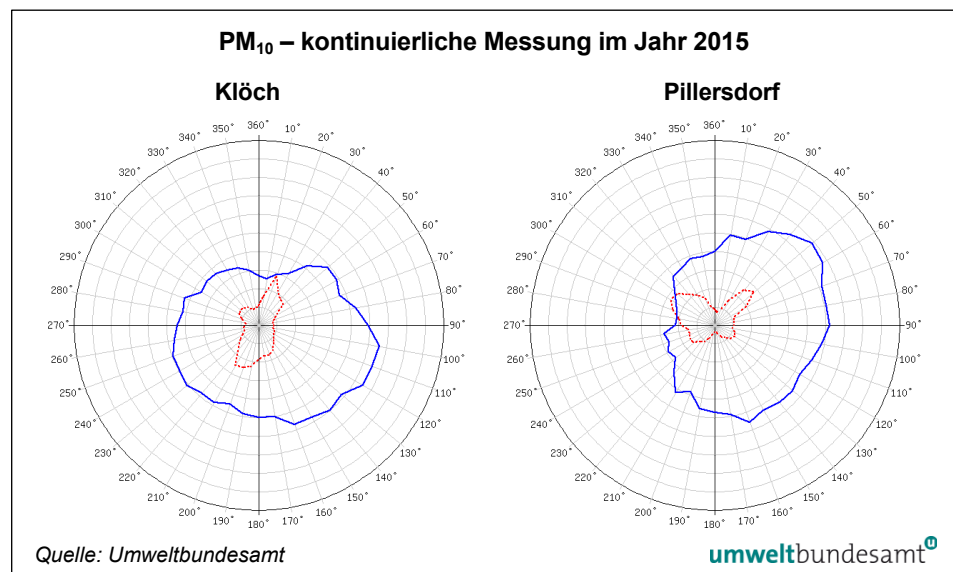


Abbildung 36:
PM₁₀, kontinuierliche
Messung,
Schadstoffwindrosen für
Klöch (links) und
Pillersdorf (rechts) im
Jahr 2015.



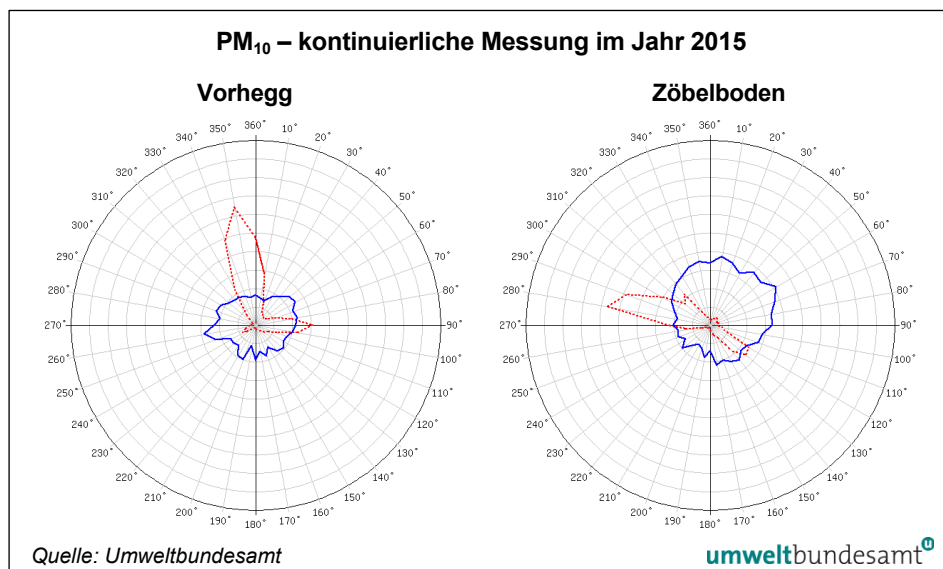


Abbildung 37:
PM₁₀, kontinuierliche
Messung,
Schadstoffwindrosen
für Vorhegg (links) und
Zöbelboden (rechts)
im Jahr 2015.

Stickstoffdioxid

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

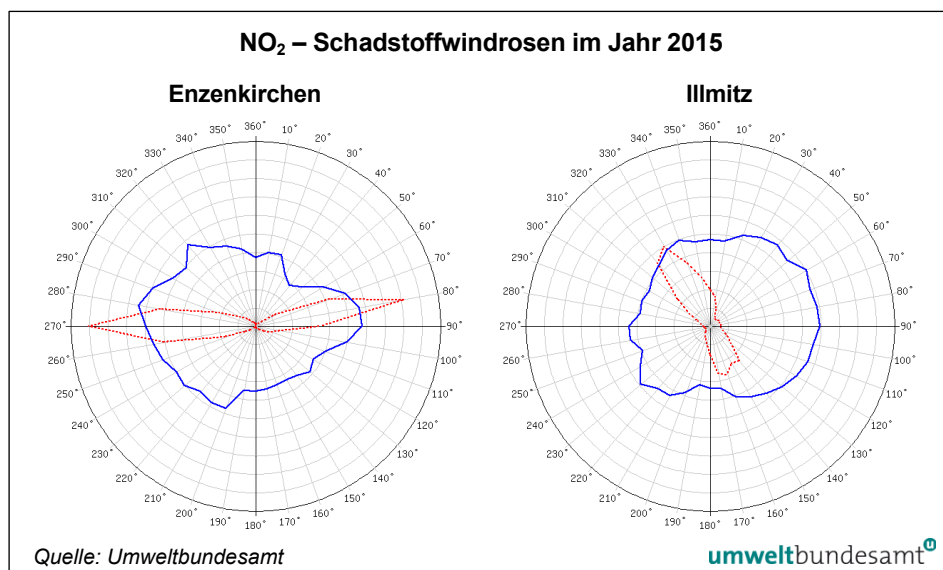


Abbildung 38:
NO₂,
Schadstoffwindrosen
für Enzenkirchen (links)
und Illmitz (rechts)
im Jahr 2015.

Abbildung 39:
 NO₂,
 Schadstoffwindrosen
 für Klöch (links) und
 Pillersdorf (rechts) im
 Jahr 2015.

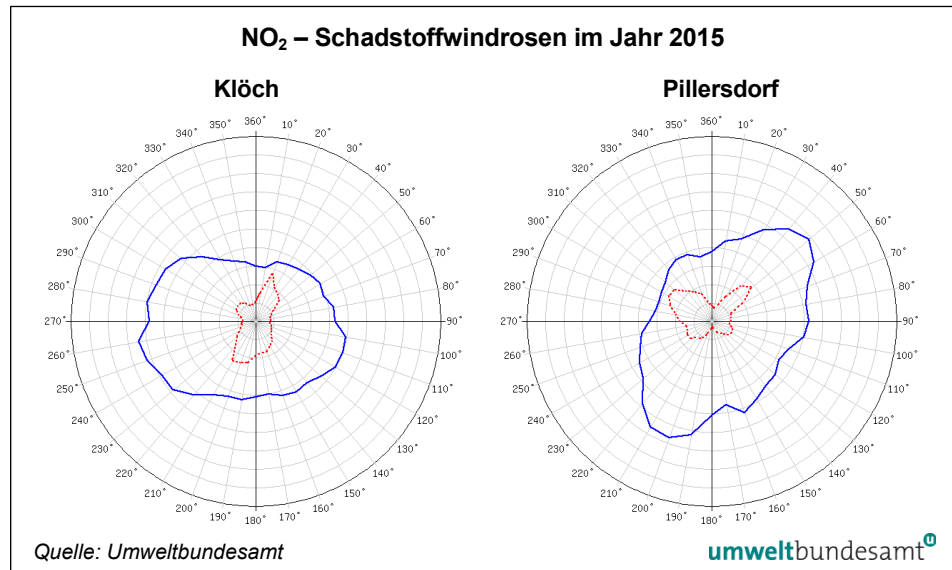


Abbildung 40:
 NO₂,
 Schadstoffwindrosen
 für Vorhegg (links) und
 Zöbelboden
 (Wind Messturm)
 im Jahr 2015.

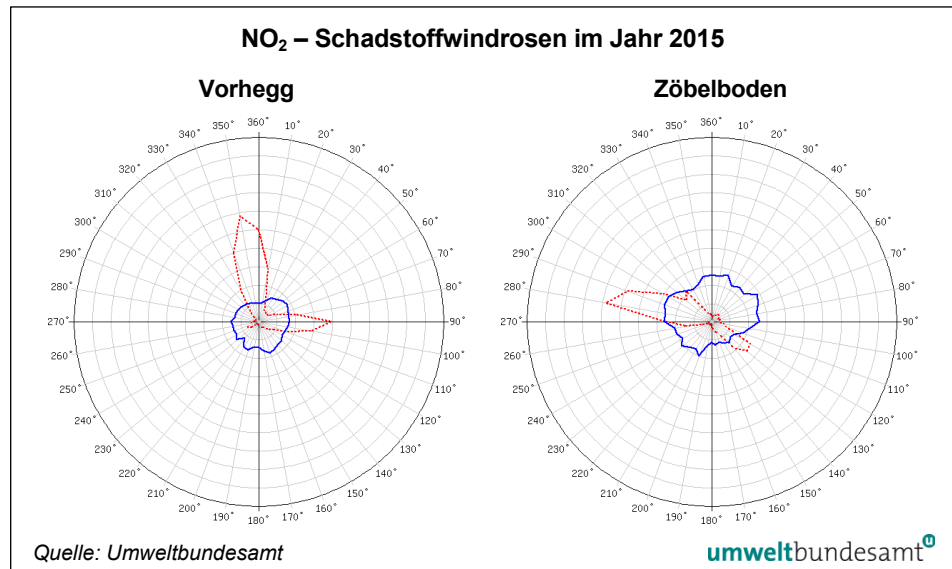
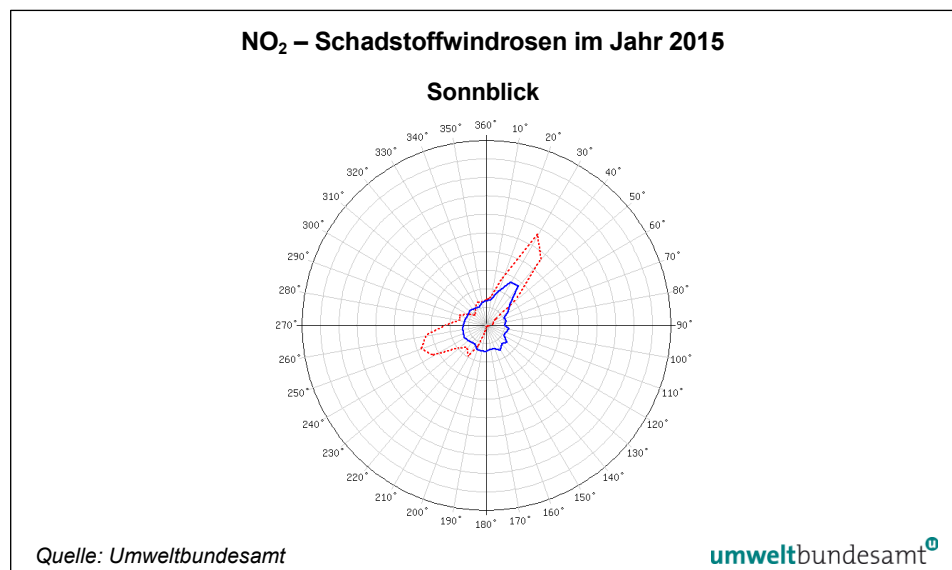


Abbildung 41:
 NO₂,
 Schadstoffwindrose
 für den Sonnblick im
 Jahr 2015 (Radius
 entspricht 4 µg/m³).



Schwefeldioxid

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

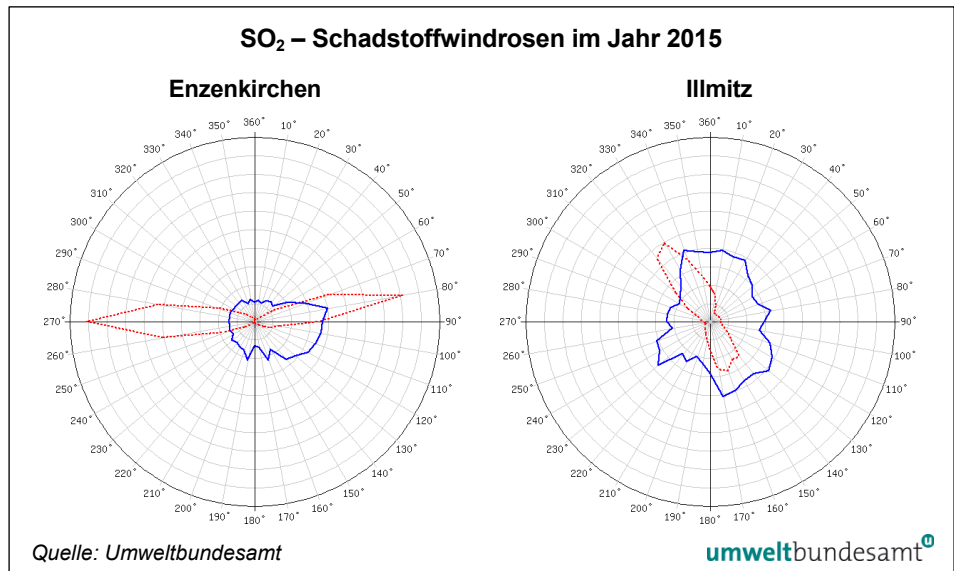


Abbildung 42:
SO₂,
Schadstoffwindrosen
für Enzenkirchen (links)
und Illmitz (rechts)
im Jahr 2015.

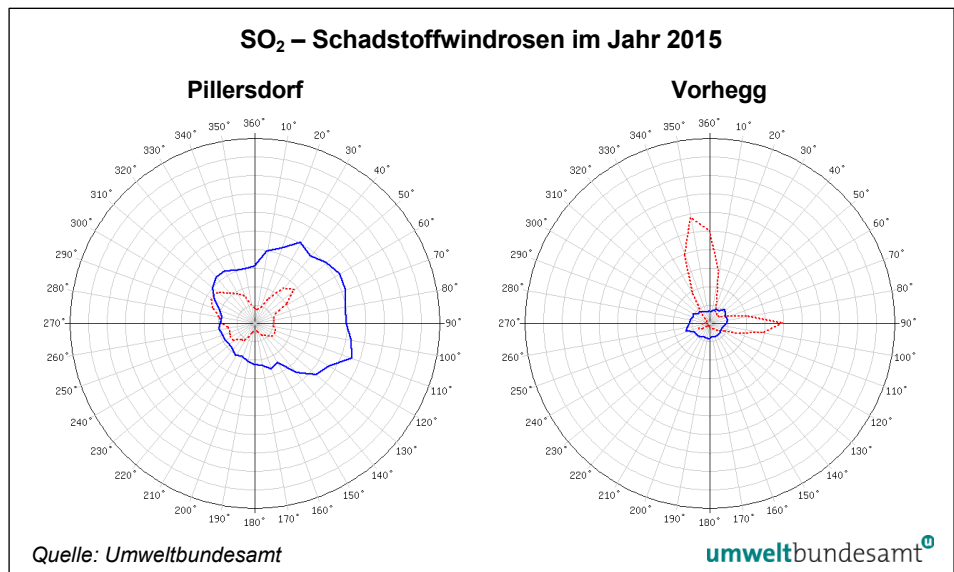
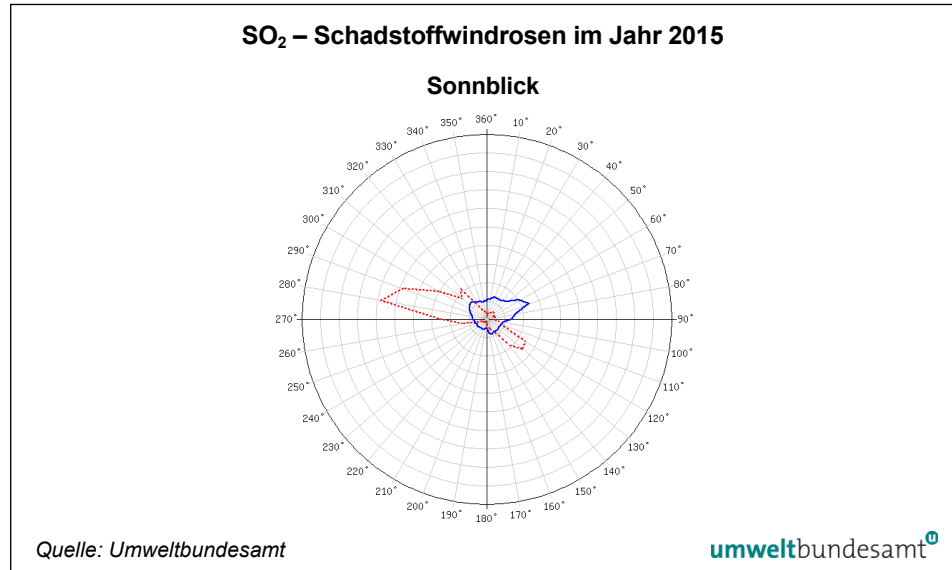


Abbildung 43:
SO₂,
Schadstoffwindrosen
für Pillersdorf (links)
und Vorhegg (rechts)
im Jahr 2015.

Abbildung 44:
SO₂,
Schadstoffwindrose
für Zöbelboden
(Wind Messturm)
im Jahr 2015.



Kohlenstoffmonoxid

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

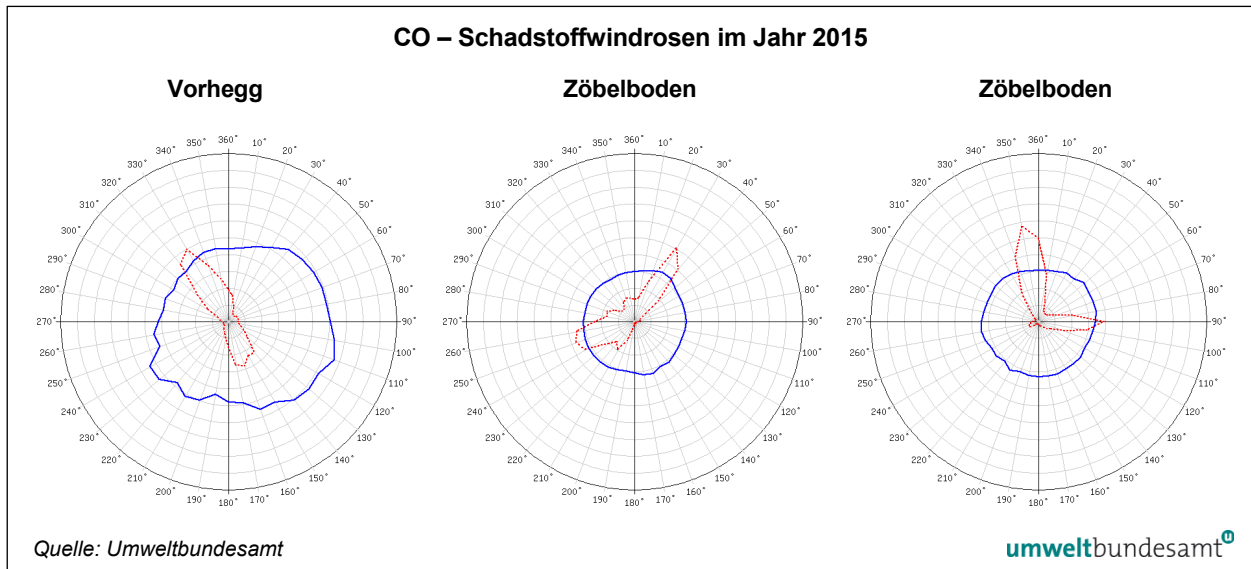


Abbildung 45: CO, Schadstoffwindrosen für Illmitz, Sonnblick und Vorhegg (von links nach rechts) im Jahr 2015.

ANHANG 9: TRENDS

Tabelle 30: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen, 1994–2015 und NO_x-Emissionen Österreichs (AT), 1994–2014 (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			176
1995				9,4			174
1996				11,5			174
1997				9,9			176
1998				8,4			174
1999	9,7	7,6		8,5	2,9		174
2000	10,9	8,6		8,3	2,9	3,7	173
2001	11,7	8,6		8,4	3,3	3,4	175
2002	11,4	8,5		9,5	3,2	4,0	172
2003	13,0	9,4		9,9	4,2	4,7	175
2004	12,1	8,5		8,5	4,0	4,5	174
2005	11,7	8,9		9,3	4,2	5,7	176
2006	13,3	9,9		10,0	4,3	5,6	175
2007	11,8	9,6	7,6	9,6	3,6	5,7	171
2008	11,5	8,2	7,1	9,4	3,4	5,4	163
2009	13,0	9,1	9,1	9,6	3,7	5,3	149
2010	13,3	10,8	11,3	10,2	4,4	6,0	148
2011	12,6	10,2	10,4	9,2	3,3	4,6	145
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	136
2014	11,1	8,0	7,1	8,8	3,2	4,5	130
2015	11,0	9,1	8,9	9,3	2,7	4,3	

Tabelle 31: Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration 1986–2015 sowie SO₂-Emissionen Österreichs, Tschechiens und der Slowakei, 1986 bzw. 1990 bis 2014. 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	1.876	542
1991		24,8				72	1.775	445
1992		8,4		5,2		55	1.537	380
1993		10,3	18,6	3,8		54	1.418	325
1994		7,5	12,0	3,3		48	1.269	238
1995			9,3	2,9		47	1.090	239
1996			16,2			45	946	227
1997		8,8	10,4			40	700	202
1998		5,6	5,3			36	443	179
1999	1,8	3,2	4,3			34	269	171
2000	1,6	3,0	3,4	0,7	0,7	32	264	127
2001	1,9	3,1	3,0	0,6	0,6	33	251	131
2002	1,9	2,9	3,3	0,6	0,5	32	237	103
2003	2,3	3,3	3,5	0,8	1,1	32	232	106
2004	1,4	2,1	2,4	0,6	0,6	27	227	96
2005	1,7	2,3	3,0	0,6	0,9	26	219	89
2006	2,1	2,7	3,5	0,6	0,9	27	211	88
2007	1,2	1,8	2,1	0,4	0,7	24	216	71
2008	1,1	1,3	1,8	0,3	0,5	22	174	69
2009	1,1	1,6	2,1	0,4	0,5	16	173	64
2010	1,7	2,0	2,6	0,5	0,7	18	170	69
2011	1,4	1,6	2,3	0,3		17	164	68
2012	1,4	1,8	2,1	0,4	0,6	16	158	58
2013	1,0	1,9	2,2	0,3	0,5	16	138	53
2014	1,0	1,7	1,8	0,3	0,3	16	127	45
2015	0,9	1,3	1,3	0,3	0,4			

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

*Tabelle 32:
Jahresmittelwerte
der CO-Konzentration,
1996–2015 (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 2015 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.

Beim Ozon wurden die Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit an allen Messstellen, jene zum Schutz der Vegetation an allen Messstellen außer Zöbelboden überschritten. Die Informationsschwelle wurde in Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf überschritten. Trotz eines langfristig abnehmenden Trends ist eine Einhaltung der Zielwerte in den kommenden Jahren nicht absehbar.