



Luftgütemessungen und meteorologische Messungen

Jahresbericht Hintergrundmessnetz

Umweltbundesamt 2014

LUFTGÜTEMESSUNGEN UND METEOROLOGISCHE MESSUNGEN

Jahresbericht Hintergrundmessnetz
Umweltbundesamt
2014

Wolfgang Spangl

REPORT
REP-0521

Wien 2015

Projektleitung

Wolfgang Spangl

Autor

Wolfgang Spangl

Messung

Iris Buxbaum

Marina Fröhlich

Michael Reisenhofer

Franz Rokop

Wolfgang Sarny

Erich Singer

Andreas Wolf

Gerhard Weinzettl

Franz Zimmerl

Lektorat

Maria Deweis

Satz/Layout

Elisabeth Riss

Umschlagfoto

Messstelle Enzenkirchen (© Umweltbundesamt/Franz Rokop)

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

Impressum

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

Das Umweltbundesamt druckt seine Publikationen auf klimafreundlichem Papier.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2015

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-332-5

INHALTSVERZEICHNIS

	ZUSAMMENFASSUNG	5
1	EINLEITUNG	13
2	DAS VOM UMWELTBUNDESAMT BETRIEBENE LUFTGÜTEMESSNETZ	14
3	ERGEBNISSE UND INTERPRETATION DER IMMISSIONSMESSUNGEN	20
3.1	Einleitung	20
3.2	Ozon	21
3.2.1	Konzentration von Ozon im Jahr 2014	21
3.2.2	Trend der Ozonbelastung	23
3.3	PM₁₀	28
3.3.1	Konzentration von PM ₁₀ im Jahr 2014	28
3.3.2	Herkunft der erhöhten PM ₁₀ -Belastungen	31
3.3.3	Trend der PM ₁₀ -Belastung	32
3.4	PM_{2,5} und PM₁ ,	34
3.4.1	Die Konzentration von PM _{2,5} und PM ₁ im Jahr 2014	34
3.4.2	Trend der PM _{2,5} - und PM ₁ -Konzentration	36
3.5	Chemische Zusammensetzung von PM_{2,5} in Illmitz	38
3.5.1	PM _{2,5} -Analysen 2014	38
3.5.2	Trend	40
3.6	Stickstoffoxide	41
3.6.1	Die Konzentration von NO ₂ und NO _x im Jahr 2014	41
3.6.2	Stickstoffoxid-Messungen auf dem Sonnblick	44
3.6.3	Trend der Belastung durch Stickstoffoxide	44
3.7	Schwefeldioxid	47
3.7.1	Die Konzentration von SO ₂ im Jahr 2014	47
3.7.2	Trend der Schwefeldioxidbelastung	49
3.8	Kohlenstoffmonoxid	53
3.8.1	Trend der CO-Belastung	54
3.9	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im PM₁₀	56
3.9.1	Konzentration der PAK in Illmitz im Jahr 2014	56
3.9.2	Trend der PAK-Belastung	57
3.10	Deposition von PAK	58
3.11	Flüchtige organische Verbindungen	59
3.12	Schwermetalle im PM₁₀	60
3.13	Deposition von Schwermetallen	61
3.14	Treibhausgase	62

4	METEOROLOGISCHE MESSUNGEN	65
4.1	Meteorologische Einflussgrößen auf die Schadstoffbelastung	65
4.2	Die Witterung im Jahr 2014 und deren Einfluss auf die Immissionssituation in Österreich	66
4.3	Temperatur	74
4.4	Globalstrahlung	75
4.5	Sonnenscheindauer	77
4.6	Niederschlag	78
5	LITERATURVERZEICHNIS	80
	ANHANG 1: DEFINITIONEN UND ABKÜRZUNGEN	84
	ANHANG 2: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN	86
	ANHANG 3: MITTELWERTDEFINITIONEN	87
	ANHANG 4: IMMISSIONSGRENZWERTE UND IMMISSIONSZIELWERTE	88
	ANHANG 5: MESSGERÄTE UND ANALYSEVERFAHREN	91
	ANHANG 6: QUALITÄTSSICHERUNG	96
	ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN	99
	ANHANG 8: SCHADSTOFFWINDROSEN	100

ZUSAMMENFASSUNG

Luftschadstoffmessungen

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

Tabelle A: Immissionsmessungen an den Luftgütemessstellen des Umweltbundesamtes im Jahr 2014.

Immissionsmessungen 2014						
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
Klöch (KLH)			x		x	
Pillersdorf (PIL)	x	x	x	²⁾	x	
Sonnblick (SON)	x		x		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)

Darüber hinaus werden in Illmitz

- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK bzw. PAH3) im PM10,
- Inhaltsstoffe von PM2,5 (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.

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

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/>

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 führt das Umweltbundesamt Vorerkundungsmessungen von PM₁₀ und NO₂ durch.

In Klösch wurden Vorerkundungsmessungen der Konzentration von PAK durchgeführt.

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 2014

Das Jahr 2014 war das wärmste Jahr seit Beginn von Temperaturmessungen in Österreich (1767); im österreichweiten Mittel lag die Temperatur um 1,7 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 und um 0,5 °C über dem Jahresmittelwert des bisher wärmsten Jahres 1994.

Im Jahresverlauf fallen keine besonders warmen Perioden auf, sondern fast durchgehend überdurchschnittliche Temperaturen. Deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt blieb die Temperatur nur Ende Jänner, während einiger Episoden im Mai sowie zwischen der zweiten Augustwoche und Anfang September.

Die Niederschläge verteilten sich 2014 sehr ungleichmäßig über Österreich, bedingt durch das vergleichsweise häufige Auftreten von Südwest- und Süd-Wetterlagen. Deutlich über dem langjährigen Durchschnitt lagen die Niederschlagssummen in Osttirol und Kärnten, in der südlichen Steiermark, im Burgenland und im östlichsten Niederösterreich.

Die sehr warmen Wintermonate waren der wesentliche Grund für die im langjährigen Vergleich niedrige PM₁₀-Belastung an allen Hintergrundmessstellen; im Südosten Österreichs wurde die niedrigste Belastung seit Beginn der Messung (2006) registriert.

Der eher kühle und regenreiche Hochsommer führte zu einer im langjährigen Vergleich niedrigen Ozonbelastung.

Ergebnisse der Messungen nach Schadstoffen

Ozon

Der Informationsschwellenwert (180 µg/m³ als Einstundenmittelwert) wurde im Jahr 2014 in Illmitz an einem Tag (11.06.) überschritten.

⁵ Meteorologische Messungen durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

⁶ Meteorologische Messungen durch die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als täglicher maximaler Achtstundenmittelwert, maximal 25 Überschreitungen im Mittel über die letzten drei Jahre 2012–2014) wurde an den Messstellen Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg überschritten.

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation ($18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ als AOT40-Wert Mai–Juli, gemittelt über die letzten fünf Jahre 2010–2014) wurde an den Messstellen Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg überschritten.

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

Bei der Zahl der Überschreitungen der Informationsschwelle und des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit gehörte das Jahr 2014 zu den am niedrigsten belasteten Jahren seit Beginn der Messung; auch bei den AOT40-Werten war die Belastung 2014 unterdurchschnittlich. Verantwortlich dafür waren das ziemlich wechselhafte und regenreiche Wetter im Mai und Juli und v. a. der kühle und regenreiche August 2014.

Diese Faktoren sowie die hohen Niederschlagsmengen und die häufigen Südwestwetterlagen im Winter waren mit verantwortlich dafür, dass 2014 an allen Messstellen⁷ (außer Illmitz, das 1991 noch niedriger belastet war) der niedrigste Jahresmittelwert seit Beginn der Messung auftrat.

PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁

Der Grenzwert des IG-L für PM₁₀ (maximal 25 Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde im Jahr 2014 an keiner Messstelle überschritten. Die meisten Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (zwölf 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 registrierte mit $20,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Illmitz, gefolgt von Pillersdorf ($19,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Enzenkirchen ($17,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und Klösch ($16,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$); in Haidershofen an der Enns wurde ein Jahresmittelwert von $18,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen (temporäre Messungen seit 2010). Deutlich niedriger war die PM₁₀-Belastung im Mittelgebirge (Zöbelboden $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Vorhegg $7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Im langjährigen Vergleich wies das Jahr 2014 an allen Messstellen eine unterdurchschnittliche PM₁₀-Belastung auf; in Klösch und Vorhegg wurde der niedrigste Jahresmittelwert seit Beginn der Messung registriert. Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf wiesen 2014 die geringste Anzahl an Tagesmittelwerten über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf.

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.

⁷ Für den Sonnblick lässt sich 2014 wegen unzureichender Verfügbarkeit kein Jahresmittelwert angeben.

Die deutlichen Variationen der PM_{10} -Belastung von Jahr zu Jahr lassen sich ganz überwiegend auf unterschiedliche meteorologische Verhältnisse zurückführen. Die gesamtösterreichischen PM_{10} -Emissionen veränderten sich in den letzten Jahren nur wenig, sie nahmen zwischen 2000 und 2013 um 11 % ab.

Die Konzentrationen von $PM_{2,5}$ und PM_1 werden mit der gravimetrischen Methode in Illmitz erfasst, mit kontinuierlichen Messgeräten der Type Grimm EDM180 in Enzenkirchen, in Pillersdorf und auf dem Zöbelboden.

Im Jahr 2014 betrug der Jahresmittelwert der $PM_{2,5}$ -Konzentration in Illmitz $15,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Enzenkirchen $13,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Pillersdorf $15,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und auf dem Zöbelboden $6,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 an allen Hintergrundmessstellen in einem engen Bereich zwischen 73 % (Illmitz) und 77 % (Zöbelboden).

Der Jahresmittelwert der Konzentration von PM_1 in Illmitz betrug $11,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Enzenkirchen $8,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Pillersdorf $10,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und auf dem Zöbelboden $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Der mittlere PM_1 -Anteil am PM_{10} lag an allen Hintergrundmessstellen in einem engen Bereich zwischen 48 % (Zöbelboden) und 52 % (Illmitz).

Stickstoffoxide

Die Grenzwerte und Zielwerte für NO_2 zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation wurden im Jahr 2014 an allen Hintergrundmessstellen eingehalten.

Die Messstelle Enzenkirchen wies die höchsten NO_2 - und NO_x -Konzentrationen auf (Jahresmittelwert $11,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $13,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$), gefolgt von Pillersdorf (NO_2 : $8,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Illmitz ($8,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und Klösch ($7,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Deutlich niedriger war die NO_2 -Belastung im Jahresmittel im Mittelgebirge (Zöbelboden $4,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Vorhegg $2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Höher war die NO_x - und NO_2 -Belastung an der Vorerkundungsmessstelle Haidershofen im Mostviertel ($12,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $15,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

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 -Konzentration zeigt an den meisten Hintergrundmessstellen einen unregelmäßigen Verlauf mit einem leichten Anstieg über die letzten fünfzehn Jahre – ausgenommen Zöbelboden, wo die NO_x - und NO_2 -Konzentration seit 2000 um ca. 30 % zunahm. Dieser Verlauf folgt nicht dem Trend der österreichischen NO_x -Emissionen, welche bis 2007 etwa konstant blieben und dann leicht abnahmen. Die Variationen der NO_x - und NO_2 -Belastungen von Jahr zu Jahr mit hohen Konzentrationen 2003, 2006 und 2010 sind wesentlich von den meteorologischen Bedingungen bestimmt.

Schwefeldioxid

Die SO₂-Belastung lag 2014 an allen Hintergrundmessstellen weit unter den Grenzwerten des IG-L.

Die am höchsten belastete Hintergrundmessstelle war 2014 – wie in den vergangenen Jahren – Pillersdorf mit einem Jahresmittelwert von 1,8 µg/m³ und einem Wintermittelwert (Oktober 2013 bis März 2014) von 2,4 µg/m³. In Illmitz betrug der Jahresmittelwert 1,7 µg/m³, in Enzenkirchen 1,0 µg/m³, auf dem Zöbelboden und in Vorhegg je 0,3 µg/m³.

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

Die SO₂-Belastung nahm v. a. 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. Deren Emissionen sind aber nach wie vor deutlich höher als jene Österreichs.

Verglichen mit den frühen Neunzigerjahren ging die in Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg gemessene SO₂-Belastung um ca. 90 % zurück; seit 2000 liegt die Abnahme zwischen – 38 % (Enzenkirchen) und – 57 % (Vorhegg, Zöbelboden), wobei stärkere Rückgänge den höheren Anteil ausländischer Emissionen (die stärker abnahmen) widerspiegeln.

Überlagert wird der generell abnehmende Trend von meteorologischen Einflüssen: Ungünstigere Ausbreitungsbedingungen im Winter führten in den Jahren 2003, 2006 und 2010 zu etwas höheren Belastungen. Das Jahr 2014 gehört – zusammen mit 2008, 2011 und 2013 – zu den am niedrigsten belasteten der Messreihen.

Kohlenstoffmonoxid

Die CO-Belastung lag 2014 an allen Hintergrundmessstellen weit unter dem Grenzwert des IG-L.

Der maximale Achtstundenmittelwert der CO-Konzentration betrug in Illmitz 0,8 mg/m³, in Vorhegg 0,6 mg/m³ und auf dem Sonnblick 0,3 mg/m³.

Über die letzten 15 Jahre zeigt die CO-Konzentration einen eher unregelmäßigen Verlauf, der nicht der Entwicklung der österreichischen bzw. europäischen CO-Emissionen folgt. Hohe CO-Belastungen in den Jahren 1996, 2003, 2006 und 2010 spiegeln den Einfluss der winterlichen Ausbreitungsbedingungen wider.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im PM₁₀

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

Im Jahr 2014 lag die Benzo(a)pyren-Konzentration bei 0,26 ng/m³, die mit den Toxizitätsäquivalentfaktoren (TEF) gewichtete Konzentration aller analysierten PAK bei 0,39 ng/m³. B(a)P machte somit 67 % der TEF-gewichteten PAK-Belastung aus. Daneben tragen nur noch Dibenzo(a,h)anthracen (11 %) und Benzo(b)fluoranthren sowie Indeno(1,2,3-c,d)pyren (je 9 %) nennenswert zur TEF-gewichteten PAK-Summe bei.

In Klöchl lag der Jahresmittelwert der Konzentration von Benzo(a)pyren im PM₁₀ 2014 bei 0,28 ng/m³, die TEF-gewichtete Konzentration aller PAKs bei 0,45 ng/m³. Benzo(a)pyren machte 62 % der gewichteten PAK-Belastung aus, gefolgt von Benzo(b)fluoranthren (12 %) und Dibenzo(a,h)anthracen (10 %).

Die B(a)P- bzw. PAK-Belastung in Illmitz zeigt keinen einheitlichen Trend seit Beginn der Messung 2007. Die höchste Belastung (0,64 ng/m³) wurde 2009 beobachtet, die niedrigste 2014. 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 aus holzbefeuerten Einzelhausheizungen stammt; bei PM₁₀ spielen darüber hinaus das Ausmaß von Ferntransport und Beiträge sekundärer Partikel (v. a. in den bei PM₁₀ hoch belasteten Jahren 2010 und 2011) eine Rolle.

Der Anteil von B(a)P an der TEF-gewichteten PAK-Konzentration ist in Illmitz mit 57–68 % über die Jahre ziemlich konstant.

Inhaltsstoffe von PM_{2,5} (EC, OC, Sulfat, Nitrat und Ammonium, Na, K, Ca, Mg, Cl)

In Illmitz wird seit 2011 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) 49 %, von elementarem Kohlenstoff 3 %, von Sulfat 16 %, von Nitrat 13 %, von Ammonium 8 % und von den Alkali- und Erdalkalimetallen 4 % der gesamten PM_{2,5}-Konzentration.

Die Relativanteile von Nitrat, EC und Kalium sind im Winter höher als im Sommer, wohingegen Sulfat und Natrium im Sommer höhere Relativanteile zeigen. OM und Ammonium weisen keinen Jahresgang auf.

Im Vergleich der Jahre 1999/2000 sowie 2011 bis 2014 zeigen die Anteile der PM_{2,5}-Komponenten keinen Trend, sondern geringe unregelmäßige Variationen von Jahr zu Jahr (die Konzentrationen von EC und OC sind ab 2011 aufgrund

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

verschiedener Analyseverfahren nicht mit den Werten von 1999/2000 vergleichbar). Gegenüber 1999/2000 zeichnen sich seit 2011 ein leichter Rückgang bei Sulfat und eine leichte Zunahme bei Nitrat ab.

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 klaren Trend. 2014 wies vergleichsweise niedrige PAK-Depositionswerte auf.

Flüchtige organische Verbindungen in Wien AKH

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

In Wien AKH wird seit 2011 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 mit aktiver Probenahme über jeweils einen Tag und anschließender Analyse mittels Gaschromatographie gemessen.

Die Benzolkonzentration lag im Jahresmittel 2014 mit $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich unter dem Grenzwert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 Beginn der Messung 2000 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.

Sowohl CO₂ als auch CH₄ zeigen einen klaren Jahrgang 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 2014 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.

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.

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.

Die Hintergrundmessstellen dienen zudem der Überwachung der in der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation festgelegten Grenzwerte.

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.

Der vorliegende Jahresbericht für 2014 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 2014 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 2014 laut Messkonzept-VO erhoben wurden.

Tabelle 1: Immissionsmessungen an den Luftgütemessstellen des Umweltbundesamtes im Jahr 2014.

Immissionsmessungen 2014							
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	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					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)

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 Xylol 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 werden Vorerkundungsmessungen für PM₁₀ und NO₂ durchgeführt.

In Klöch wurden Vorerkundungsmessungen der Konzentration von PAK durchgeführt.

Abbildung 1 zeigt die Lage der Messstellen. Eine genauere Lagebeschreibung ist im Bericht „Luftgütemessstellen in Österreich“ (UMWELTBUNDESAMT 2015a) zu finden.

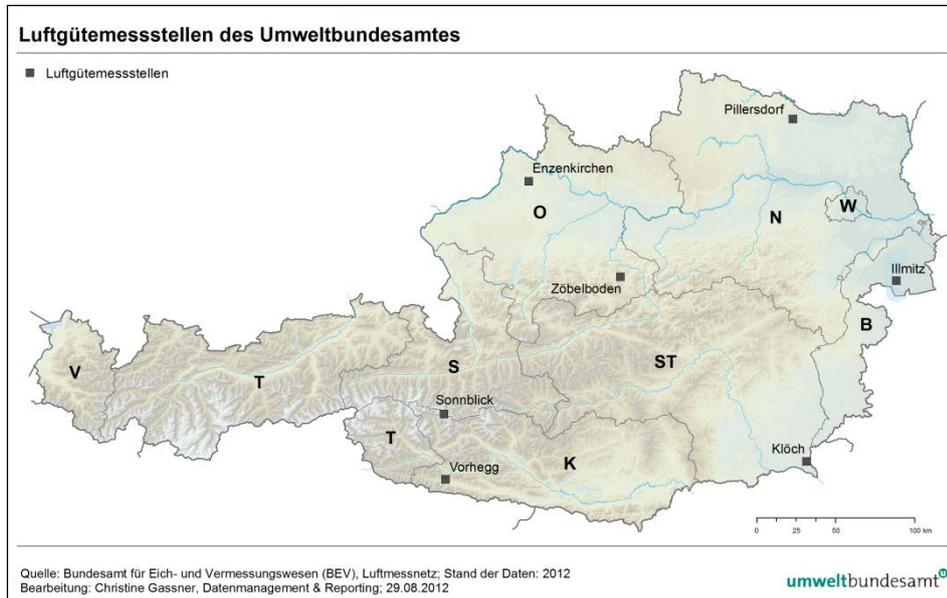


Abbildung 1:
Lage der
Luftgütemessstellen des
Umweltbundesamtes.

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 2014.

Meteorologische Messungen 2014								
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, in Klösch durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

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

Die Messstellen sind in Abbildung 2 bis Abbildung 8 dargestellt.

*Abbildung 2:
Messstelle Enzenkirchen
von Norden.
(© Umweltbundesamt/
Zimmerl)*



*Abbildung 3:
Messstelle Illmitz von
Südosten.
(© Umweltbundesamt/
Reisenhofer)*





*Abbildung 4:
Messstelle Klöch von
Südwesten. (©
Umweltbundesamt/
Sarny)*



*Abbildung 5:
Messstelle Pillersdorf
von Süden. (©
Umweltbundesamt/
Eckl)*

Abbildung 6:
Messstelle Sonnblick
von Süden.
(© Staudinger/ZAMG)



Abbildung 7:
Messstelle Vorhegg von
Nordosten.
(© Umweltbundesamt/
Singer)





*Abbildung 8:
Messstelle Zöbelboden
(Wildwiese) von Osten.
Im Vordergrund stehen
Niederschlags- und
Staubniederschlags-
sammler, rechts
WADOS für die nasse
Deposition.
(© Umweltbundesamt/
Rokop)*

3 ERGEBNISSE UND INTERPRETATION DER IMMISSIONSMESSUNGEN

3.1 Einleitung

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 Daten (diese entsprechen der letzten von vier Kontrollstufen) 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).

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

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 die Verfügbarkeiten, Schadstoffwindrosen etc. finden sich in den Anhängen.

3.2 Ozon

3.2.1 Konzentration von Ozon im Jahr 2014

In Tabelle 3 sind die maximalen (stündlich gleitenden) Einstundenmittelwerte (MW1) der Ozonkonzentration, die Anzahl der MW1 über $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2014, die Anzahl der Tage mit (stündlich gleitenden) Achtstundenmittelwerten (MW8) über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2014 sowie im Mittel über die Jahre 2012–2014, die AOT40-Werte Mai–Juli 2014 sowie im Mittel über die Jahre 2010–2014 und die AOT40-Werte April–September 2014 an den Messstellen des Umweltbundesamtes dargestellt.

Tabelle 4 zeigt die Monats- und Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration im Jahr 2014.

Die Informationsschwelle ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert) wurde im Jahr 2014 an einem Tag (11.06.) in Illmitz überschritten ($194 \mu\text{g}/\text{m}^3$). 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 den Messstellen Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg überschritten, auf dem Zöbelboden knapp unterschritten.

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 den Messstellen Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg 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, am deutlichsten in Illmitz und Pillersdorf.

Tabelle 3: Ozon – maximaler Einstundenmittelwert, Anzahl der Einstundenmittelwerte über $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2014, Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2014 sowie im Mittel über die Jahre 2012–2014, AOT40-Wert Mai–Juli 2014 sowie im Mittel über die Jahre 2010–2014; AOT40-Wert April–Sept. 2014 (Quelle: Umweltbundesamt).

Ozon	max. MW1 2014 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MW1 2014 > $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl Tage MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2014	durchschnittliche Anzahl Tage MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2012–2014	AOT40 Mai–Juli 2014 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Mai–Juli Mittel 2010–2014 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 April–Sept. 2014 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)
ENK	159	0	16	21	17.475	17.745	23.005
ILL	194	2	18	34	21.290	22.000	29.586
PIL	172	0	18	26	19.054	18.571	26.413
SON ¹⁾	148	0		70		30.904	
VOR	144	0	13	30	17.800	21.007	24.748
ZOE	162	0	19	25	16.828	16.139	20.937

¹⁾ Ausfall der Messung von 15.04. bis 05.07. Die Mittelwerte 2012–2014 bzw. 2010–2014 berücksichtigen daher keinen Wert des Jahres 2014.

Tabelle 4:
Monats- (MMW) und
Jahresmittelwerte
(JMW) der
Ozonkonzentration im
Jahr 2014 (Quelle:
Umweltbundesamt).

Ozonkonzentration 2014 (in µg/m ³)						
MMW	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
Jänner	23,5	32,6	28,0	83,9	51,9	58,3
Februar	47,7	50,3	51,4	90,4	61,5	68,3
März	65,1	66,5	69,1	101,7	88,0	81,3
April	70,1	71,6	73,8	v	80,7	83,4
Mai	73,5	77,2	74,2	v	88,8	87,3
Juni	88,3	83,2	85,9	v	87,2	96,0
Juli	76,5	81,6	82,5	109,3	71,7	85,8
August	64,3	68,6	66,5	95,3	62,6	69,3
September	49,9	53,4	56,6	96,9	53,0	59,8
Oktober	32,3	37,6	38,6	89,6	56,2	51,7
November	21,6	30,3	28,1	82,8	42,0	v
Dezember	31,0	31,5	36,4	82,9	50,0	52,9
JMW	53,4	57,1	57,9	v	66,2	70,4

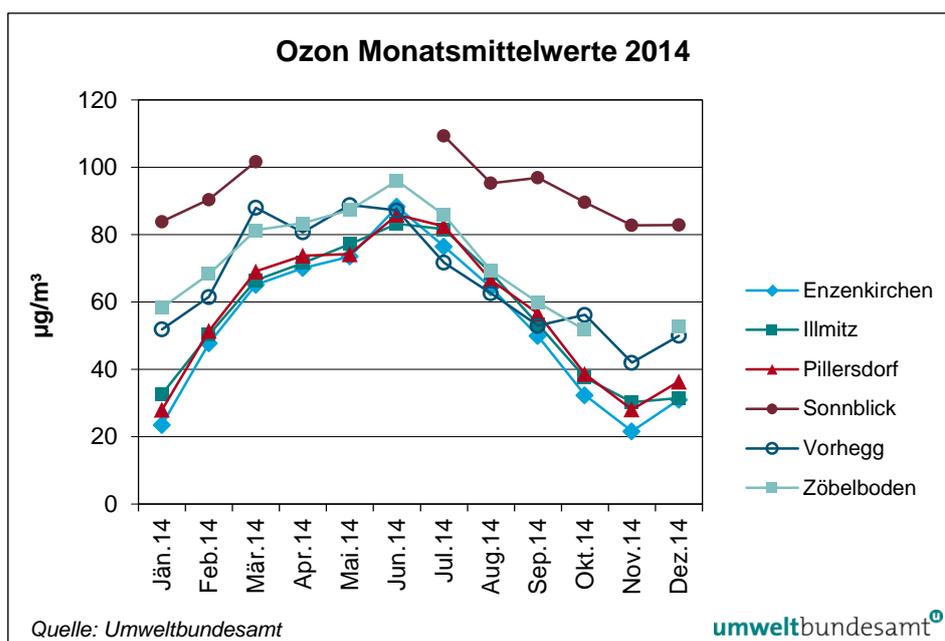
v ... zu geringe Verfügbarkeit

Auffallend am Belastungsverlauf des Jahres 2014 waren niedrige Ozonkonzentrationen an allen Messstellen sowohl im Winter als auch im Hochsommer, vor allem im kühlen und verregneten August, wobei die niedrige Belastung an den höher gelegenen Messstellen Sonnblick und Vorhegg ungewöhnlich ist.

In mehreren Monaten wurden 2014 die niedrigsten Ozonkonzentrationen seit Beginn der Messung registriert: in Enzenkirchen und Pillersdorf im Jänner und im April 2014, auf dem Sonnblick im August, in Vorhegg im Februar, April, Juli, August und September, auf dem Zöbelboden im April, August und September.

Demgegenüber wiesen die Monate März und Dezember dank der warmen Witterung überdurchschnittlich hohe Ozonbelastungen auf.

Abbildung 9:
Monatsmittelwerte der
Ozonkonzentration im
Jahr 2014.



3.2.2 Trend der Ozonbelastung

Spitzenbelastung

Tabelle 5 gibt die Anzahl der Tage mit Überschreitungen der Informationsschwelle seit 1990 an. Das Jahr 2014 wies vergleichsweise sehr wenige Überschreitungen auf, noch weniger (keine) gab es 1997, 2008, 2009 und 2011.

Die jährlichen 98-Perzentile (siehe Tabelle 6) der Einstundenmittelwerte zeigen an allen Messstellen in den letzten fünfzehn bis zwanzig Jahren abnehmende Trends (0,4–0,7 µg/m³ pro Jahr), die teilweise statistisch hoch signifikant sind (Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg).

An allen Messstellen (mit ausreichender Verfügbarkeit) wurde im Jahr 2014 das niedrigste 98-Perzentil seit Beginn der Messung registriert, gefolgt von 2008 (Pillersdorf 2009). Das höchste 98-Perzentil trat an den meisten Messstellen im Jahr 2003 auf, hoch belastet waren auch 1992, 1994 und 2006.

	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

Tabelle 5:
Anzahl der Tage mit Überschreitung der Ozon-Informationsschwelle (MW1 > 180 µg/m³), 1990–2014 (Quelle: Umweltbundesamt).

Tabelle 6:
98-Perzentil der
Einstundenmittelwerte
(MW1) der
Ozonkonzentration
(Spitzenbelastung),
1993–2014 (Quelle:
Umweltbundesamt).

	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
1993		140	132		140	
1994		143	152		141	
1995		138	135		135	
1996		132	129	144	151	137
1997		132	128	136		125
1998		133	137	145	134	134
1999	123	128	125	134	131	124
2000	137	142	143	140	146	137
2001	130	134	130	142	137	130
2002	130	132	130	135	127	125
2003	150	152	146	152	149	154
2004	124	130	131	138	129	133
2005	129	135	132	139	135	134
2006	139	132	129	144	151	141
2007	129	130	130	137	131	130
2008	120	121	124	132	120	123
2009	123	127	122	135	128	124
2010	129	126	125	135	130	128
2011	124	128	125	137	130	126
2012	123	131	128	133	126	119
2013	132	132	124	136	130	130
2014	119	120	119		117	119

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

Der Trend der Anzahl der jährlichen Überschreitungen des täglichen maximalen Achtstundenmittelwertes von 120 µg/m³ ist in Abbildung 10 dargestellt.

Das Jahr 2014 war in Enzenkirchen, Pillersdorf, Vorhegg und Zöbelboden das am niedrigsten belastete seit Beginn der Messungen, in Illmitz das zweitniedrigste (nach 2008). Die meisten Überschreitungen traten 2003 auf, gefolgt von 2000.

Alle Messstellen zeigen abnehmende Trends, Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg mit (mäßiger) statistischer Signifikanz.

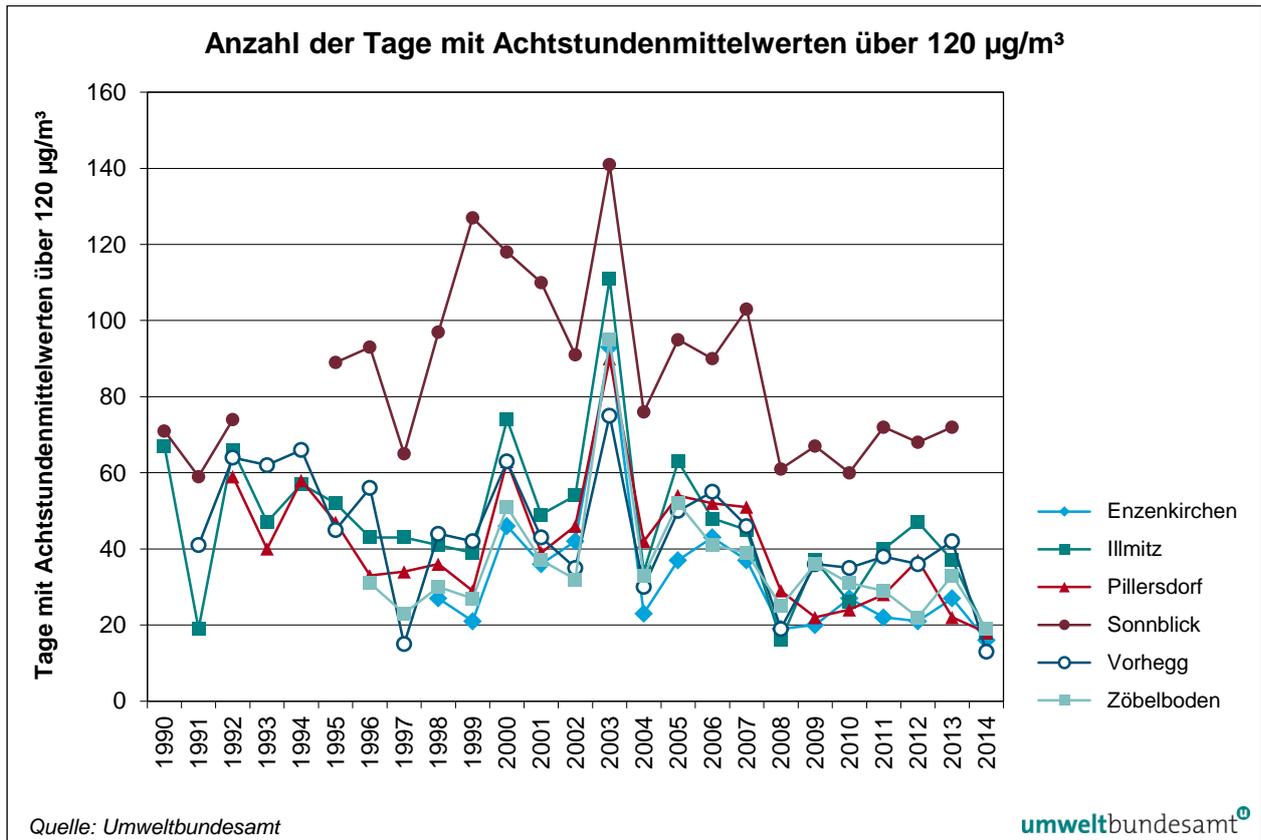


Abbildung 10: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Ozon-Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit (MW8 > 120 µg/m³), 1990–2014.

Trend des AOT40 Mai–Juli

Der Trend der AOT40-Werte gemäß Ozonrichtlinie – die in den meisten Jahren den Zielwert zum Schutz der Vegetation von 18.000 µg/m³·h an allen Messstellen überschritten – ist für den Zeitraum 1991–2014 in Abbildung 11 dargestellt.

Die Belastung der meisten Messstellen lag 2014 deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt, in Vorhegg wurde der drittniedrigste AOT40 seit Beginn der Messung registriert.

Die höchste Belastung der gesamten Messreihe wurde an den meisten Messstellen im Jahr 2003 registriert, die niedrigste 2008.

Alle Hintergrundmessstellen weisen leicht abnehmende Trends auf, Enzenkirchen, Vorhegg und Zöbelboden mit (mäßiger) statistischer Signifikanz.

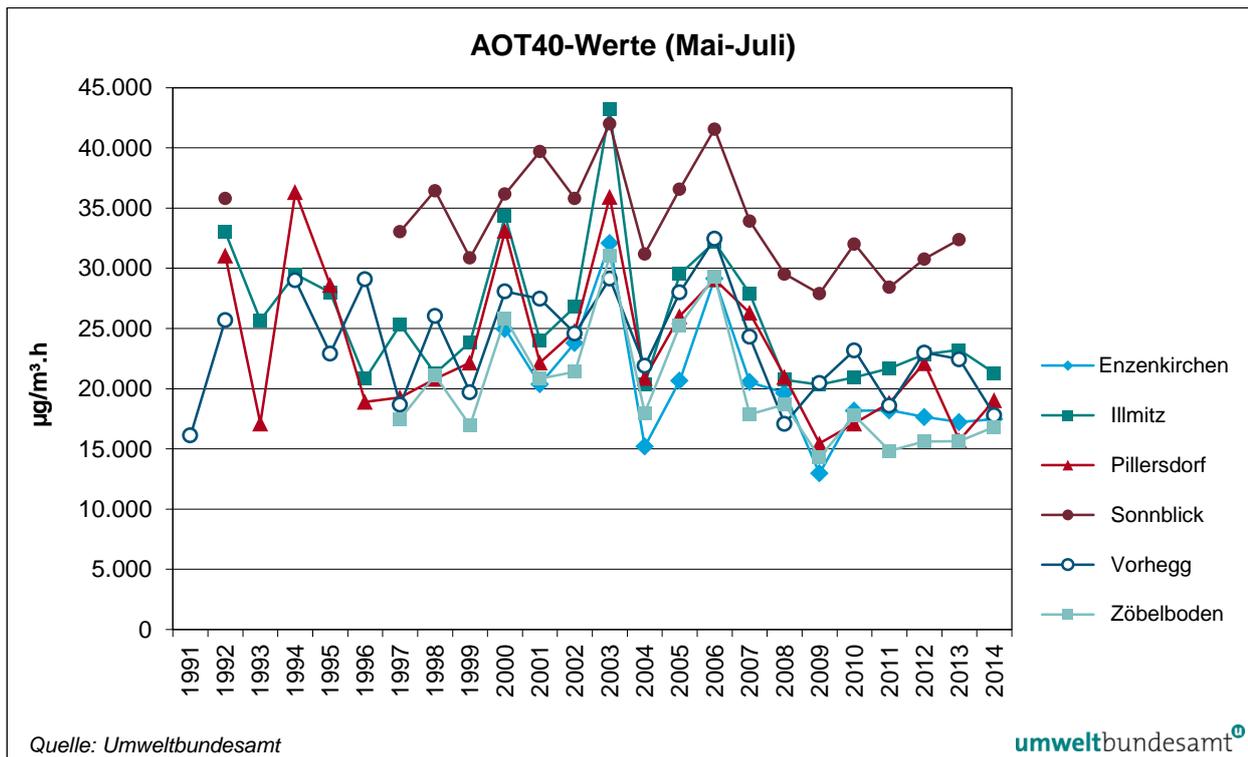


Abbildung 11: Trend der AOT40-Werte (Mai-Juli) zum Schutz der Vegetation vor Ozon, 1991–2014.

Trend der Jahresmittelwerte

In Abbildung 12 und Tabelle 7 werden die Jahresmittelwerte der Ozonmessstellen des Umweltbundesamtes für den Zeitraum 1990–2014 dargestellt.

Das Jahr 2014 wies in Enzenkirchen, Pillersdorf, Vorhegg und auf dem Zöbelboden den niedrigsten Jahresmittelwert seit Beginn der Messung auf, in Illmitz den zweitniedrigsten (nach 1991).

Eine Ursache der niedrigen mittleren Ozonbelastung des Jahres 2014, aber v. a. der niedrigen Spitzenbelastung war das wechselhafte und gerade im Osten Österreichs regenreiche Wetter im Juli und August 2014, wobei der August sehr kühl war. Diese Wettersituation führte nicht nur in Nordostösterreich, sondern auch im Gebirge (Vorhegg, Zöbelboden) zu einer – vermutlich großflächig – außerordentlich niedrigen Ozonbelastung.

Aber auch die im Großteil Österreichs ungewöhnlich warmen ersten Monate des Jahres (Jänner bis April) waren von sehr niedrigen Ozonbelastungen gekennzeichnet. Dies überrascht in Vorhegg nicht, da diese Region Österreichs von häufigen und teilweise extremen Niederschlägen betroffen war. Der Norden Österreichs war im Jänner und Februar warm und trocken und häufig von Föhn betroffen. Auch diese Wetterlagen führten im Norden zu sehr geringen Ozonkonzentrationen. Auch April und Mai waren aufgrund des regenreichen, überwiegend von Nordwestlagen gekennzeichneten Wetters im Großteil Österreichs extrem niedrig belastet.

Den höchsten Jahresmittelwert der gesamten Messreihe wies an allen Messstellen das Jahr 2003 auf, sehr hoch belastet waren auch 2000, 2005 und 2006. Sehr niedrige Werte zeigen neben 2014 die frühen Neunzigerjahre sowie 2008 und 2009.

Über den gesamten Messzeitraum zeigen Enzenkirchen, Vorhegg und Zöbelboden mäßig signifikante Abnahmen um 0,3 µg/m³ pro Jahr, die anderen Messstellen zeigen keine Veränderung.

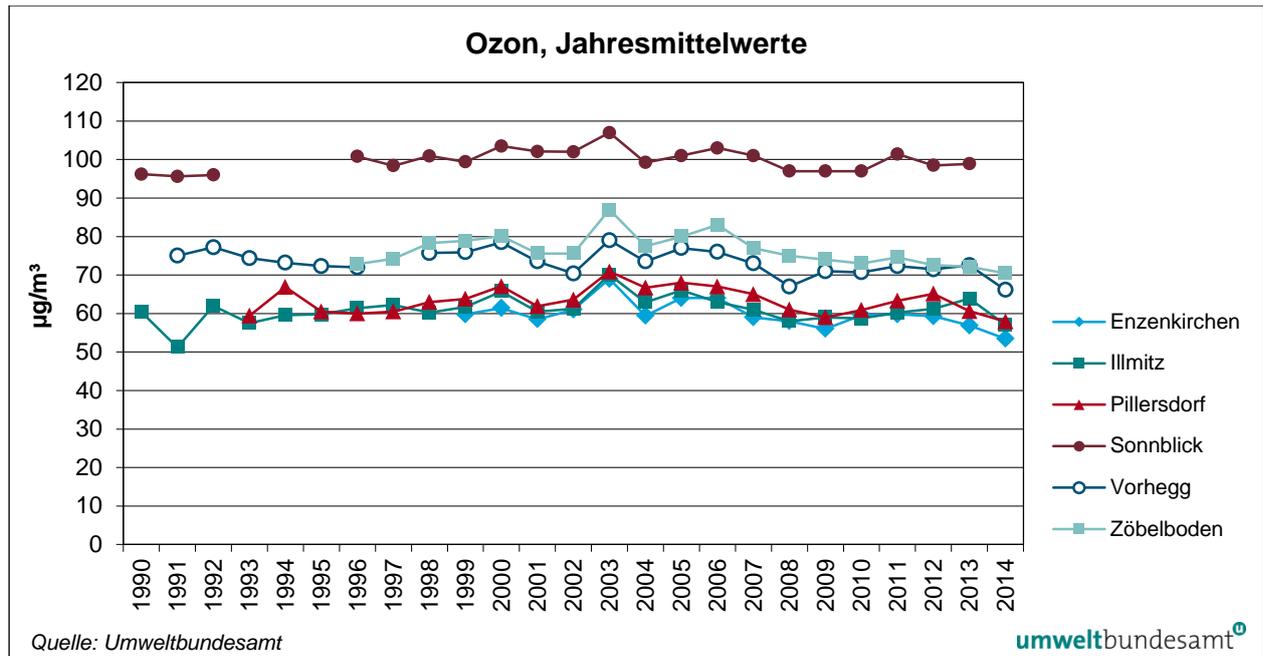


Abbildung 12: Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration, 1990–2014.

	Ozonkonzentration JMW (in µg/m³)					
	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
1990		60		96		
1991		52		96	75	
1992		62		96	77	
1993		58	59	v	74	
1994		60	67	v	73	
1995		60	61	v	72	
1996		61	60	101	72	73
1997		62	61	98	v	74
1998		60	63	101	76	78
1999	60	62	64	99	76	79
2000	61	66	67	104	79	80
2001	59	61	62	102	74	76
2002	61	61	64	102	70	76

Tabelle 7:
Jahresmittelwerte (JMW) der Ozonkonzentration, 1990–2014 (Quelle: Umweltbundesamt).

Ozonkonzentration JMW (in µg/m³)						
	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
2003	69	70	71	107	79	87
2004	59	63	67	99	74	78
2005	64	66	68	101	77	80
2006	64	63	67	103	76	83
2007	59	61	65	101	73	77
2008	58	58	61	97	67	75
2009	56	59	59	97	71	74
2010	60	59	61	97	71	73
2011	60	60	63	101	73	75
2012	59	61	65	98	71	73
2013	57	64	61	99	73	72
2014	53	57	58	v	66	70

v ... zu geringe Verfügbarkeit

3.3 PM₁₀

3.3.1 Konzentration von PM₁₀ im Jahr 2014

Die Beurteilung der PM₁₀-Konzentration gemäß IG-L erfolgte im Jahr 2014 an den Messstellen Enzenkirchen, Illmitz, Klösch, Pillersdorf, Vorhegg, Zöbelboden und Haidershofen mit den in Anhang 5: Messgeräte und Analyseverfahren angegebenen Messverfahren.

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 8 gibt die Monatsmittelwerte, den Jahresmittelwert, die Anzahl der Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ sowie den maximalen Tagesmittelwert des Jahres 2014 an. Abbildung 13 zeigt den Verlauf der Tagesmittelwerte der PM₁₀-Konzentration.

Tabelle 8: PM_{10} – Monats- und Jahresmittelwerte, maximaler TMW (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sowie Anzahl der Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2014 (Quelle: Umweltbundesamt).

PM_{10}-Konzentration 2014 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
MMW	ENK	ILL	KLH	PIL	SON	VOR	ZOE	HAI
Jänner	22,9	28,2	26,1	30,7	0,6	3,2	4,3	26,3
Februar	18,4	22,5	15,0	22,1	3,8	v	7,2	19,4
März	28,1	30,1	21,9	28,5	3,8	10,3	18,8	25,8
April	20,6	21,0	15,6	24,1	v	9,7	14,0	18,4
Mai	10,5	10,8	10,4	12,7	v	8,6	v	10,9
Juni	11,4	13,9	13,6	9,7	v	9,1	v	15,0
Juli	14,3	14,9	13,6	14,0	5,2	8,2	10,0	16,3
August	10,0	v	11,3	10,3	3,8	6,4	6,1	13,1
September	18,7	16,3	16,2	18,0	3,8	9,5	11,6	18,6
Oktober	21,5	23,8	20,5	22,8	2,8	9,2	9,8	22,5
November	v	25,8	23,0	25,6	2,8	3,8	5,2	20,0
Dezember	v	20,4	14,7	17,5	0,9	3,6	4,7	16,2
JMW	17,5	20,2	16,7	19,6	3,3	7,3	9,0	18,5
TMW > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4	12	6	6	0	0	0	4
max. TMW	54,1	59,9	77,6	59,4	39,2	28,9	43,9	74,2

Keine Messstelle des Umweltbundesamtes überschritt 2014 den Grenzwert des IG-L für den Tagesmittelwert (mehr als 25 Tage über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Die höchste Belastung wies, wie in früheren Jahren, Illmitz mit 12 Tagen über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und einem Jahresmittelwert von $20,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf, gefolgt von Pillersdorf und Klöch.

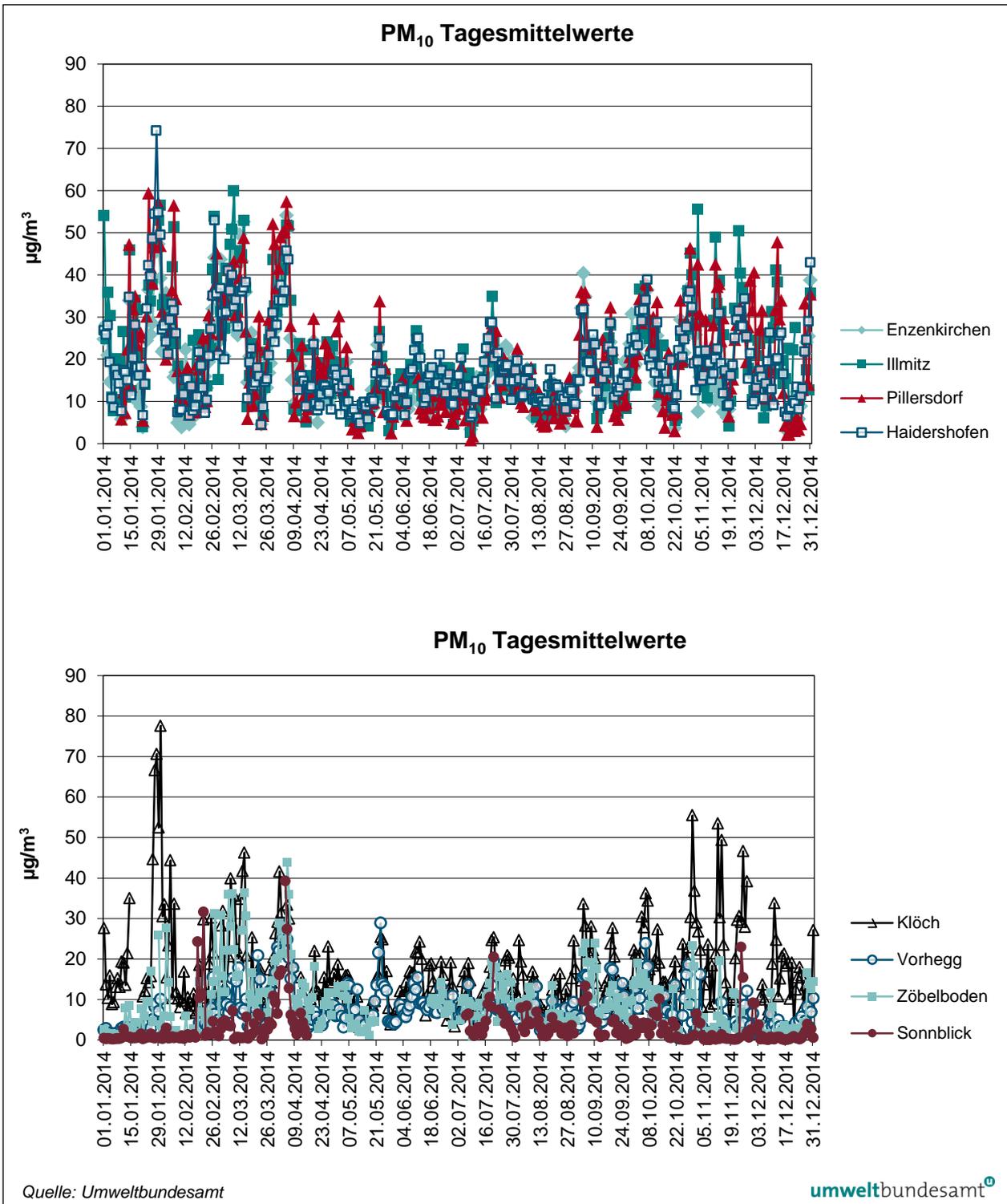


Abbildung 13: Tagesmittelwerte der PM₁₀-Konzentration im Jahr 2014.

Die PM₁₀-Belastung war 2014 sehr niedrig. Ausschlaggebend dafür waren die sehr warmen Wintermonate sowohl zu Beginn als auch am Ende des Jahres (siehe Kapitel 4.2). Einige mehrtägige Belastungsepisoden mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen und teilweise Schadstofftransport aus Ostmitteleuropa traten nur Ende Jänner, Anfang März und Anfang April auf; bei letzterer spielte Transport von Sahara-Staub eine Rolle.

Im Jahresverlauf fallen Februar und Dezember 2014 durch sehr niedrige PM₁₀-Belastungen an den außeralpinen Messstellen auf; in Illmitz und Enzenkirchen sowie an den höher gelegenen Messstellen Zöbelboden und Vorhegg wies der März 2014 die höchste Belastung auf.

Im Anhang 8: Schadstoffwindrosen sind Schadstoffwindrosen für PM₁₀, gemessen mit kontinuierlichen Geräten, abgebildet.

3.3.2 Herkunft der erhöhten PM₁₀-Belastungen

Das Jahr 2014 wies eine sehr niedrige PM₁₀-Belastung auf. „Typische“ Ferntransportsituationen mit Luftmassentransport einerseits von Südosten über Rumänien, Nordserbien, Slawonien und Westungarn, andererseits über Südpolen und Mähren traten selten auf. Allerdings waren Situationen mit Ferntransport von Südosten wieder etwas häufiger als in den letzten Jahren.

Die Auswertung der Rückwärtstrajektorien¹² sowie der Windverhältnisse deutet auf die in Tabelle 9 angegebenen Herkunftssituationen der Belastung an Tagen mit über 50 µg/m³ hin.

Messstelle	Herkunft PM ₁₀	Tage > 50 µg/m ³ 2014	
Enzenkirchen	regionale Quellen	Mit Ferntransport aus Süddeutschland 2	
		nur regionale Quellen 2	
Illmitz		Ferntransport aus Mähren und Polen 2	
		Ferntransport aus Ungarn 1	
		Ferntransport aus Serbien und Slawonien 3	
	regionale Quellen		mit Ferntransport aus Tschechien 1
			mit Ferntransport aus der Slowakei 1
			nur regionale Quellen 4
Klöch		Ferntransport aus Serbien und Ungarn 1	
	regionale Quellen		mit Ferntransport aus der Region Zagreb 2
			nur regionale Quellen 3
Pillersdorf		Ferntransport aus Mähren und Polen 2	
	regionale Quellen		Ferntransport aus der Slowakei 1
			Ferntransport aus Serbien und Ungarn 1
			nur regionale Quellen 2

*Tabelle 9:
Herkunft der PM₁₀-
Belastung an Tagen mit
über 50 µg/m³ im Jahr
2014 (Quelle:
Umweltbundesamt).*

¹² <http://www.zamg.ac.at/cms/de/umwelt/umwelt-aktuell/trajektorien>

3.3.3 Trend der PM₁₀-Belastung

Im langjährigen Vergleich wies das Jahr 2014 an allen Messstellen eine deutlich unterdurchschnittliche PM₁₀-Belastung auf; in Klösch und Vorhegg sowie in Haidershofen wurde der niedrigste Jahresmittelwert seit Beginn der Messung registriert (siehe Abbildung 14).

Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf registrierten 2014 die geringste Anzahl an Tagesmittelwerten über 50 µg/m³ (siehe Abbildung 15).

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.

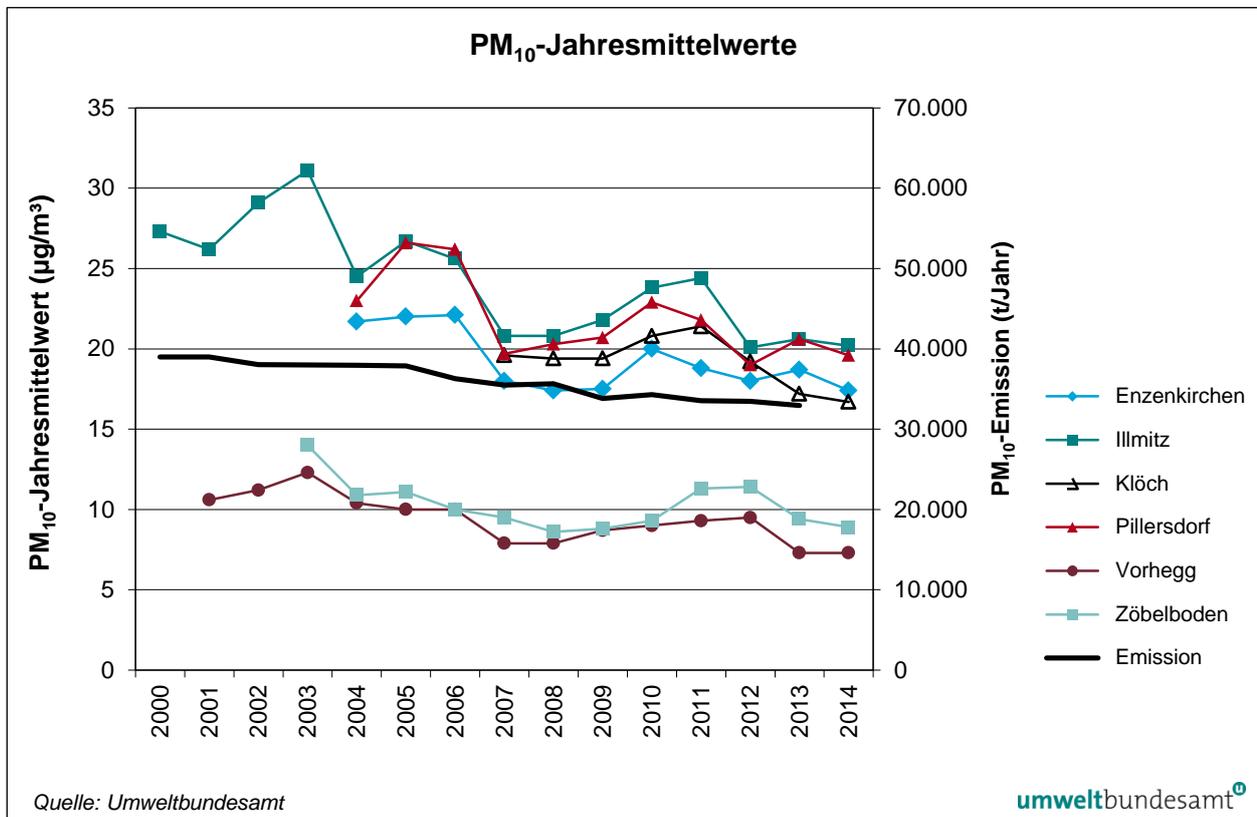


Abbildung 14: Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration, 2000–2014 und der PM₁₀-Emissionen, 2000–2013.

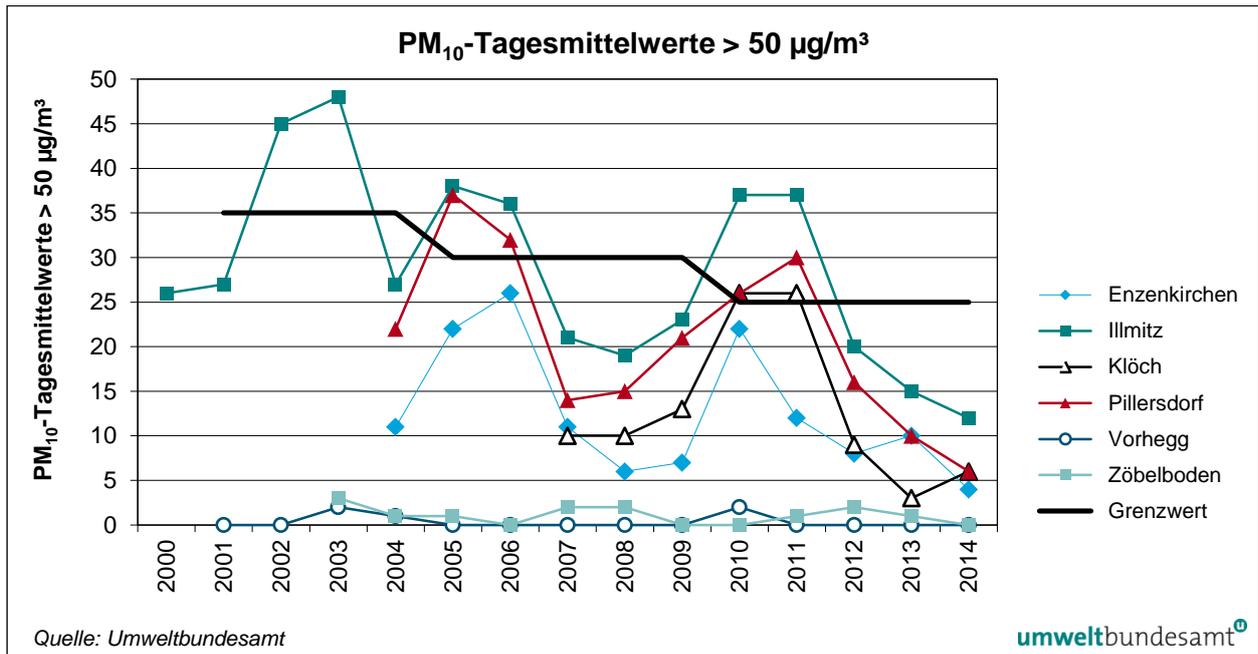


Abbildung 15: Anzahl der Tagesmittelwerte der PM₁₀-Konzentration > 50 µg/m³, 2000–2014.

Quantitative Aussagen über die langfristige Veränderung der PM₁₀-Belastung sind in Hinblick auf die starke Variabilität von Jahr zu Jahr mit Vorbehalt zu betrachten; daher werden im Folgenden jeweils Dreijahresmittelwerte verglichen. Ab 2000/02 nahm die PM₁₀-Belastung in Illmitz und Vorhegg jeweils um ca. 25 % ab, seit 2004/06 auf dem Zöbelboden um 7 %, an den anderen Messstellen um 20 %; seit 2007/09 zeigt Zöbelboden eine Zunahme um 6 %, die anderen Messstellen zeigen Rückgänge zwischen 6 und 11 %.

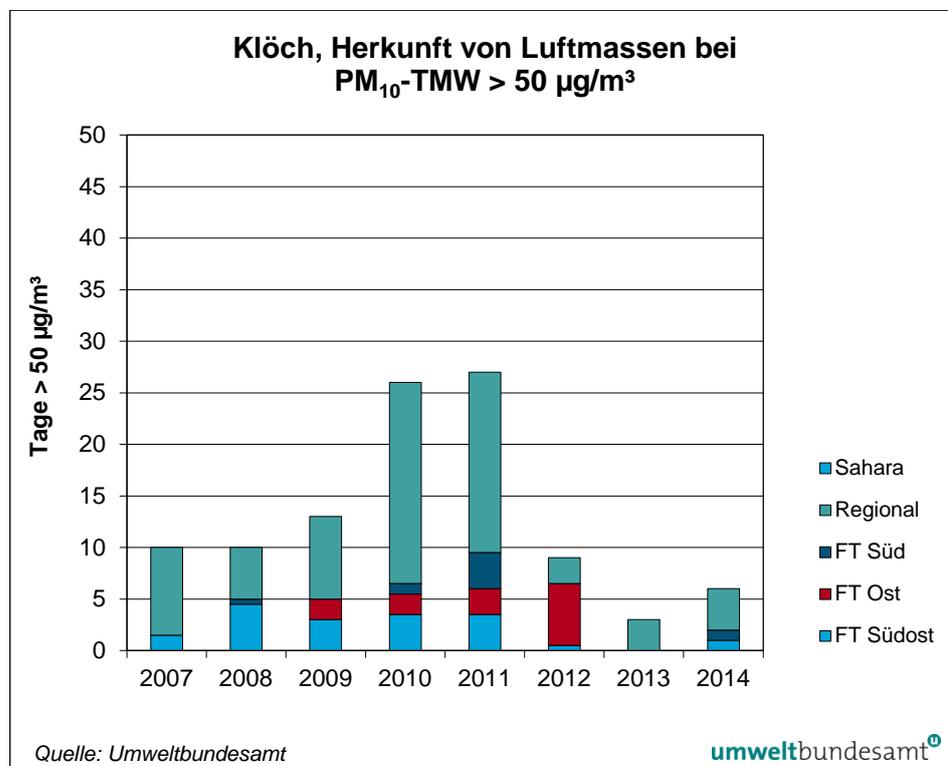
Ausschlaggebend für die Variation der PM₁₀-Belastung von Jahr zu Jahr sowie ihre langfristige Abnahme sind nicht die österreichischen PM₁₀-Emissionen, sondern die meteorologischen Verhältnisse, das Ausmaß von Ferntransport aus Ostmitteleuropa sowie die Entwicklung der Emissionen von PM₁₀ und SO₂ in Ostmitteleuropa. Die österreichischen Emissionen nahmen von 2000/02 auf 2011/2013 um nur 14 % ab (UMWELTBUNDESAMT 2015b), verglichen mit einem Rückgang der mittleren PM₁₀-Konzentration um 25 %.

Die Häufigkeit von Hochdruck- oder Tiefdruckwetterlagen und von Strömungslagen mit West- oder Ostwind beeinflusst sowohl die Ausbreitungsbedingungen als auch das Ausmaß von (Fern-)Transport aus bestimmten Regionen. Dabei sind im Wesentlichen die meteorologischen Bedingungen in den Wintermonaten von Bedeutung, speziell für die Überschreitungshäufigkeit von 50 µg/m³ als TMW, da diese Überschreitungen ganz überwiegend im Winterhalbjahr auftreten. Häufige Hochdruckgebiete mit Advektion kontinentaler Kaltluft, die einerseits mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen verbunden ist, andererseits aus Regionen mit hohen Emissionen von PM₁₀ und von Vorläufersubstanzen sekundärer anorganischer Aerosole kommen kann, sind für hohe PM₁₀-Belastungen verantwortlich.

Derartige Wetterlagen traten 2014 nur an wenigen Tagen, v. a. Ende Jänner und Anfang März auf; länger anhaltende Hochdruckwetterlagen blieben fast völlig aus. Etwas häufiger als in den letzten Jahren war 2014 der Transport hoch belasteter Luft aus Kroatien und Serbien nach Ostösterreich.

Wie Abbildung 16 zeigt, variiert das Ausmaß von Ferntransport von Südosten und Osten (aus Ungarn, Serbien, Rumänien) von Jahr zu Jahr stark und ist am deutlichsten für die Variation der PM₁₀-Belastung verantwortlich.

Abbildung 16:
Herkunftsregionen
erhöhter PM₁₀-Belastung
in Illmitz (Tage über
50 µg/m³). Ferntransport
(FT) aus Nord:
Tschechien, Polen; Ost:
Ungarn, Slowakei;
Südost: Kroatien,
Serbien, Rumänien,
2000–2014.



An den außeralpinen Messstellen war 2014 eine besonders niedrige PM₁₀-Belastung bei Wind aus dem West- bzw. Nordwest-Sektor zu beobachten, während sie bei Südostwind in Illmitz deutlich, in Pillersdorf leicht zunahm.

3.4 PM_{2,5} und PM₁

3.4.1 Die Konzentration von PM_{2,5} und PM₁ im Jahr 2014

Die Beurteilung der PM_{2,5}- und PM₁-Konzentration erfolgte im Jahr 2014 in Illmitz mit der gravimetrischen Methode, in Enzenkirchen, in Pillersdorf und auf dem Zöbelboden mit kontinuierlichen Geräten der Type Grimm EDM180.

Für die PM_{2,5}- und PM₁-Werte der Type Grimm EDM180 wurde anhand der Daten der Jahre 2012 bis 2014 eine neue Äquivalenzfunktion abgeleitet. Für PM_{2,5} ergibt sich ein Faktor von 0,78, für PM₁ ein Faktor von 0,56 (jeweils kein Offset).

Die Monats- und Jahresmittelwerte der Konzentration von PM_{2,5} bzw. PM₁ sowie des Verhältnisses der Konzentrationen der PM-Fraktionen in Illmitz, in Pillersdorf, in Enzenkirchen und auf dem Zöbelboden sind in Tabelle 10 zusammengestellt.

Tabelle 10: 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 2014, erfasst mit der gravimetrischen Methode bzw. kontinuierlich mit Grimm EDM180 (Konzentrationen von $PM_{2,5}$ und PM_1 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Konzentration $PM_{2,5}$ und PM_1 am PM_{10} 2014																
MMW (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	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	19,6	13,3	84 %	57 %	25,5	17,6	87 %	57 %	26,0	17,9	85 %	58 %	3,5	2,3	83 %	52 %
Februar	15,1	10,2	81 %	54 %	19,2	12,2	83 %	57 %	18,3	12,6	84 %	58 %	5,6	3,5	78 %	47 %
März	21,5	14,5	77 %	52 %	23,6	15,7	76 %	50 %	22,9	15,7	79 %	54 %	14,2	9,5	80 %	53 %
April	15,4	9,7	77 %	50 %	14,4	11,9	70 %	55 %	17,4	11,5	77 %	51 %	10,3	6,5	77 %	49 %
Mai	6,9	4,1	69 %	42 %	6,7	5,2	65 %	43 %	7,9	4,8	68 %	41 %	v	v	v	v
Juni	7,4	4,5	65 %	39 %	8,9	v	64 %	v	6,0	3,6	62 %	37 %	v	v	v	v
Juli	9,3	5,9	64 %	40 %	9,6	v	64 %	v	8,8	5,6	63 %	39 %	7,5	4,9	74 %	47 %
August	7,1	4,5	72 %	45 %	v	6,4	v	v	7,0	4,4	67 %	42 %	4,4	2,8	73 %	45 %
September	13,7	8,9	74 %	48 %	11,1	8,8	68 %	50 %	13,2	8,6	73 %	47 %	8,3	5,4	72 %	46 %
Oktober	16,9	11,3	79 %	52 %	17,2	9,8	71 %	52 %	18,3	12,4	80 %	53 %	7,3	4,8	76 %	48 %
November	v	v	v	v	20,0	14,0	78 %	47 %	21,7	14,7	83 %	57 %	4,0	2,5	75 %	44 %
Dezember	v	v	v	v	17,2	12,5	81 %	56 %	14,4	9,8	84 %	57 %	4,1	2,7	83 %	52 %
JMW (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	13,3	8,7	75 %	49 %	15,6	11,0	73 %	52 %	15,1	10,1	75 %	49 %	6,9	4,4	77 %	48 %

v ... zu geringe Verfügbarkeit

Der mittlere Anteil von PM_{2,5} am PM₁₀ liegt an allen Messstellen in einem ziemlich einheitlichen Bereich zwischen 73 % und 77 %, der Anteil von PM₁ am PM₁₀ zwischen 48 % und 52 %.

Der PM_{2,5}- und der PM₁-Anteil am PM₁₀ sind an allen Messstellen im Winter höher als im Sommer, d. h. im Sommer besteht PM₁₀ zu einem größeren Anteil an Grobstaub. Dies hängt mit höheren Beiträgen geogener Quellen (Aufwirbelung von Bodenmaterial durch landwirtschaftliche Arbeiten oder durch Wind) zusammen, die im Winter bei schneebedecktem, gefrorenem oder feuchtem Boden viel weniger zum Tragen kommen.

Die jahreszeitlichen Unterschiede sind in Illmitz am größten, während die PM_{2,5}- und PM₁-Anteile auf dem Zöbelboden, verglichen mit den außeralpinen Messstellen, nur einen sehr flachen Jahresgang zeigen.

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

Der Trend der Jahresmittelwerte des PM_{2,5}/PM₁₀- bzw. des PM₁/PM₁₀-Anteils in Illmitz ist in Tabelle 11 dargestellt. Die PM_{2,5}- bzw. PM₁-Konzentration zeigen sehr ähnliche Trends wie die PM₁₀-Konzentration.

Im Jahresmittel variiert der PM_{2,5}-Anteil am PM₁₀ in Illmitz in einem engen Bereich zwischen 73 % und 80 %, der PM₁-Anteil zwischen 52 % und 62 %.

Die Anteile von PM_{2,5} am PM₁₀ nehmen tendenziell ab, während sich der PM₁/PM₁₀-Anteil nicht verändert.

Im Mittel über den Zeitraum, für den Messdaten aller drei PM-Fraktionen vorliegen, setzt sich PM₁₀ in Illmitz zu 55 % aus PM₁, zu 20 % aus der Fraktion PM_{2,5}–PM₁ und zu 25 % aus der Fraktion PM₁₀–PM_{2,5} zusammen.

Abbildung 17 zeigt die Monatsmittelwerte der Konzentration der Fraktionen PM₁, PM_{2,5}–PM₁ sowie PM₁₀–PM_{2,5} in Illmitz (ab Jänner 2001) und Enzenkirchen (ab April 2011). In Monaten, in denen von einzelnen Fraktionen keine Werte vorliegen, werden nur die anderen Fraktionen dargestellt. Die Monatsmittelwerte der einzelnen PM-Fraktionen werden für Zeiträume mit Probenahme in Illmitz an jedem dritten Tag (März 2012, April 2012, durchgehend ab Dezember 2012) anhand jener Tage berechnet, an denen Messwerte aller drei Fraktionen vorhanden sind.

Tabelle 11:
 Jahresmittelwerte des
 Verhältnisses PM_{2,5}/PM₁₀
 bzw. PM₁/PM₁₀ in Illmitz
 (Beginn der PM_{2,5}-
 Messung 2001, der
 PM₁-Messung 2003),
 Enzenkirchen (Beginn
 der Messung April 2011)
 und Pillersdorf (Beginn
 der Messung Dezember
 2011), 2001–2014
 (Quelle:
 Umweltbundesamt).

	Illmitz		Enzenkirchen		Pillersdorf	
PM JMW (in %)	PM _{2,5} /PM ₁₀	PM ₁ /PM ₁₀	PM _{2,5} /PM ₁₀	PM ₁ /PM ₁₀	PM _{2,5} /PM ₁₀	PM ₁ /PM ₁₀
2001	78					
2002	79					
2003	77	58				
2004	77	59				
2005	80	61				
2006	78	58				
2007	77	57				
2008	80	58				
2009	76	54				
2010	79	62				
2011	76	58	v	v	v	v

PM JMW (in %)	Illmitz		Enzenkirchen		Pillersdorf	
	PM _{2,5} /PM ₁₀	PM ₁ /PM ₁₀	PM _{2,5} /PM ₁₀	PM ₁ /PM ₁₀	PM _{2,5} /PM ₁₀	PM ₁ /PM ₁₀
2012	75	v	75	49	72	47
2013	74	60	77	50	73	48
2014	73	52	75	48	75	49

v ... zu geringe Verfügbarkeit

leere Zelle: keine Messung.

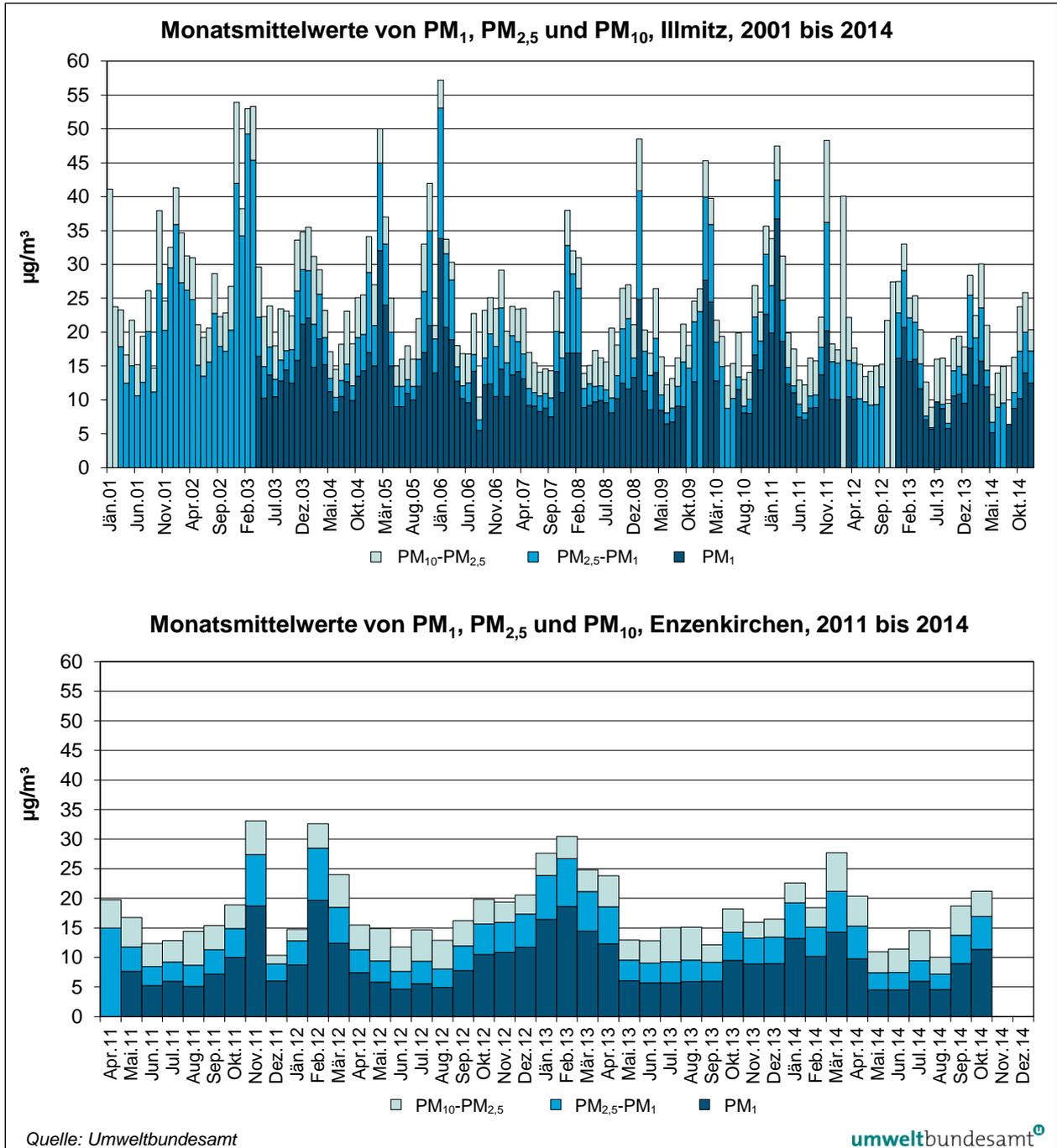


Abbildung 17: Monatsmittelwerte der Konzentration der Fraktionen PM₁, PM_{2,5}-PM₁ sowie PM₁₀-PM_{2,5} in Illmitz, 2001-2014 und in Enzenkirchen, 2011-2014.

3.5 Chemische Zusammensetzung von PM_{2,5} in Illmitz

3.5.1 PM_{2,5}-Analysen 2014

In Illmitz wird die chemische Zusammensetzung von PM_{2,5} – basierend auf Monatsmischproben, die Filter von jedem sechsten Tag umfassen – untersucht. Analysiert werden folgende Komponenten: Elementarer Kohlenstoff (EC), organischer Kohlenstoff (OC), Sulfat (SO₄²⁻), Nitrat (NO₃⁻), Ammonium (NH₄⁺), Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ und Cl⁻.

Die Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte der angegebenen Inhaltsstoffe von PM_{2,5} sowie die Anteile an der gesamten PM_{2,5}-Konzentration sind in Tabelle 12 zusammengestellt. Abbildung 18 zeigt die Anteile der PM_{2,5}-Inhaltsstoffe, Abbildung 19 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 – dürfte eher der Faktor 1,7 zutreffen.

Tabelle 12: Chemische Zusammensetzung von PM_{2,5} in Illmitz im Jahr 2014. Die PM_{2,5}-Mittelwerte umfassen die Tage mit Probenahme für die PM_{2,5}-Inhaltsstoffe und unterscheiden sich daher von den Zahlen im vorangehenden Kapitel (Quelle: Umweltbundesamt). (Magnesium nicht angegeben, in allen Monaten < 0,1 µg/m³)

PM _{2,5} -Inhaltsstoffe 2014 in Illmitz (in µg/m ³)											
MMW	PM _{2,5}	OC	OM	EC	SO ₄	NO ₃	NH ₄	Na	K	Ca	Cl
Jänner	25,2	9,3	15,8	1,6	3,2	4,3	2,0	0,4	0,4	0,1	0,1
Februar	20,2	6,2	10,6	1,2	3,1	3,8	1,8	0,6	0,3	0,1	< 0,1
März	27,9	7,5	12,8	1,5	4,2	6,3	2,9	0,5	0,3	0,1	< 0,1
April	15,1	4,1	7,0	0,6	3,0	2,3	1,5	0,4	0,1	0,1	< 0,1
Mai	7,5	2,8	4,8	0,3	1,9	0,5	0,6	0,5	< 0,1	0,1	< 0,1
Juni	7,7	3,4	5,9	0,2	1,9	0,4	0,6	0,6	< 0,1	0,1	< 0,1
Juli	8,6	3,5	5,9	0,3	1,9	0,2	0,6	0,3	< 0,1	0,1	< 0,1
August	6,7	2,6	4,4	0,2	2,5	0,2	0,8	0,3	< 0,1	0,1	< 0,1
September	11,6	4,0	6,8	0,7	2,9	0,4	0,9	0,3	0,1	0,1	< 0,1
Oktober	18,0	5,3	9,0	0,9	3,5	2,0	1,6	0,3	0,2	0,1	< 0,1
November	19,1	6,3	10,7	1,1	3,5	2,8	1,7	0,4	0,2	0,1	< 0,1
Dezember	18,5	6,7	11,3	1,6	2,1	4,0	1,5	0,7	0,4	0,1	0,1
JMW	15,6	5,2	8,9	0,9	2,8	2,3	1,4	0,4	0,2	0,1	< 0,1
Anteil am PM_{2,5}	25,2	9,3	15,8	1,6	3,2	4,3	2,0	0,4	0,4	0,1	0,1

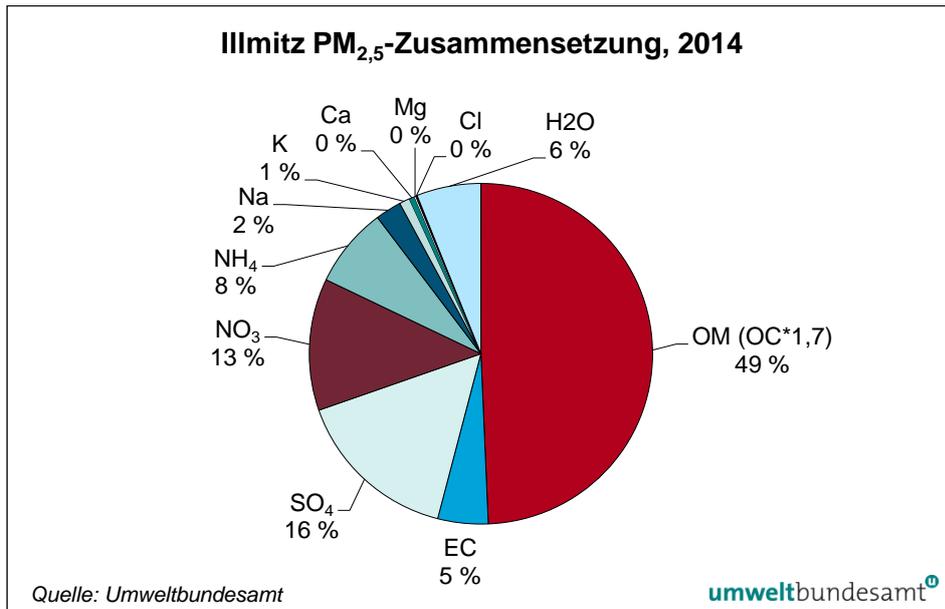


Abbildung 18:
Chemische
Zusammensetzung von
PM_{2,5} in Illmitz 2014
(OM mit einem Faktor
1,7 aus OC
hochgerechnet).

Das organische Material (OM) stellt – ungeachtet der Unsicherheit bei der Hochrechnung aus organischem Kohlenstoff (OC) – die relativ größte Komponente im PM_{2,5} dar. Mit einem OM/OC-Faktor von 1,7 ergibt sich ein mittlerer OM-Anteil am PM_{2,5} von 49 %, wobei dieser im Jahresverlauf unregelmäßig variiert (zwischen 42 % im März und 59 % im Juli). Die absolut höchsten OM-Konzentrationen traten im Jänner (15,8 µg/m³), März (12,8 µg/m³) und Dezember (11,3 µg/m³) auf, im Sommer lagen sie bei 4 µg/m³ bis 6 µg/m³. Im Mittel sind im Winterhalbjahr die OM-Konzentrationen zweieinhalbmal so hoch wie im Sommerhalbjahr; der Relativanteil ist im Mittel im Winter nur geringfügig höher als im Sommer. Festbrennstoffheizungen sind die dominierende OM-Quelle im Winter, im Sommer dürften – bisher allerdings kaum untersuchte – sekundäre organische Aerosole einen relevanten Beitrag liefern, dazu kommen Emissionen aus Kfz.

Die EC-Konzentration liegt im Jahresmittel bei 0,5 µg/m³ (5 % am PM_{2,5}). Die EC-Konzentration ist im Winter etwa dreieinhalbmal so hoch wie im Sommer, der Relativanteil eineinhalbmal so hoch. Emissionen aus Diesel-Kfz und Festbrennstoffheizungen sind für die EC-Belastung verantwortlich.

Sekundäre anorganische Aerosole (inkl. im Ammoniumsulfat adsorbiertes Wasser) machen in Summe 42 % der mittleren PM_{2,5}-Konzentration aus.

Die Sulfatkonzentration lag im Mittel bei 2,8 µg/m³ (Relativanteil 16 %) und ist im Winterhalbjahr etwa eineinhalbmal so hoch wie im Sommer. Sulfat geht überwiegend auf SO₂-Emissionen von Kraftwerken in Ostmitteleuropa zurück.

Der Anteil von Nitrat beträgt im Mittel 2,3 µg/m³ (13 %). Aufgrund seiner Flüchtigkeit bei höheren Temperaturen zeigt Nitrat einen markanten Jahresgang, die Konzentration liegt im Sommerhalbjahr bei 0,7 µg/m³, im Winterhalbjahr bei 3,8 µg/m³; der Relativanteil ist damit im Winter zweieinhalbmal so hoch wie im Sommer. Nitrat geht überwiegend auf NO_x-Emissionen im regionalen Umfeld zurück, deren Hauptquelle der Straßenverkehr ist.

Ammonium trägt im Mittel 1,4 µg/m³ (8 %) bei. Der Relativanteil zeigt keinen Jahresgang. Ammonium geht auf NH₃-Emissionen der Landwirtschaft zurück.

Von den Alkali- und Erdalkalimetallen ist lediglich Natrium in nennenswerter Menge ($0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. 2 %) im $\text{PM}_{2,5}$ vertreten.

Kalium macht ca. 1 % aus. Kalium stammt überwiegend aus der Holzverbrennung, der Anteil am $\text{PM}_{2,5}$ ist im Winter doppelt so hoch wie im Sommer.

Im Jahresverlauf wiesen Jänner und März 2014 die höchste $\text{PM}_{2,5}$ -Belastung auf, die Zusammensetzung wies deutliche Unterschiede auf. Im Jänner war der Anteil von OM mit 55 % höher als im März (42 %), wohingegen im März sekundäre anorganische Aerosole deutlich stärker vertreten waren (33 % bzw. 44 %), und zwar sowohl Ammoniumsulfat als auch Ammoniumnitrat.

Aufgrund des sechstägigen Probenahmeintervalls wurden die hoch belasteten Episoden mit Ferntransport von den $\text{PM}_{2,5}$ -Analysen bis auf einen Tag (09.03.2014) nicht erfasst. Am 09.03. ($\text{PM}_{2,5}$ $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$) kam die Luft aus Oberschlesien und Mähren nach Nordostösterreich, dieser Tag zeichnet durch einen sehr niedrigen OM-Anteil (39 %) aus.

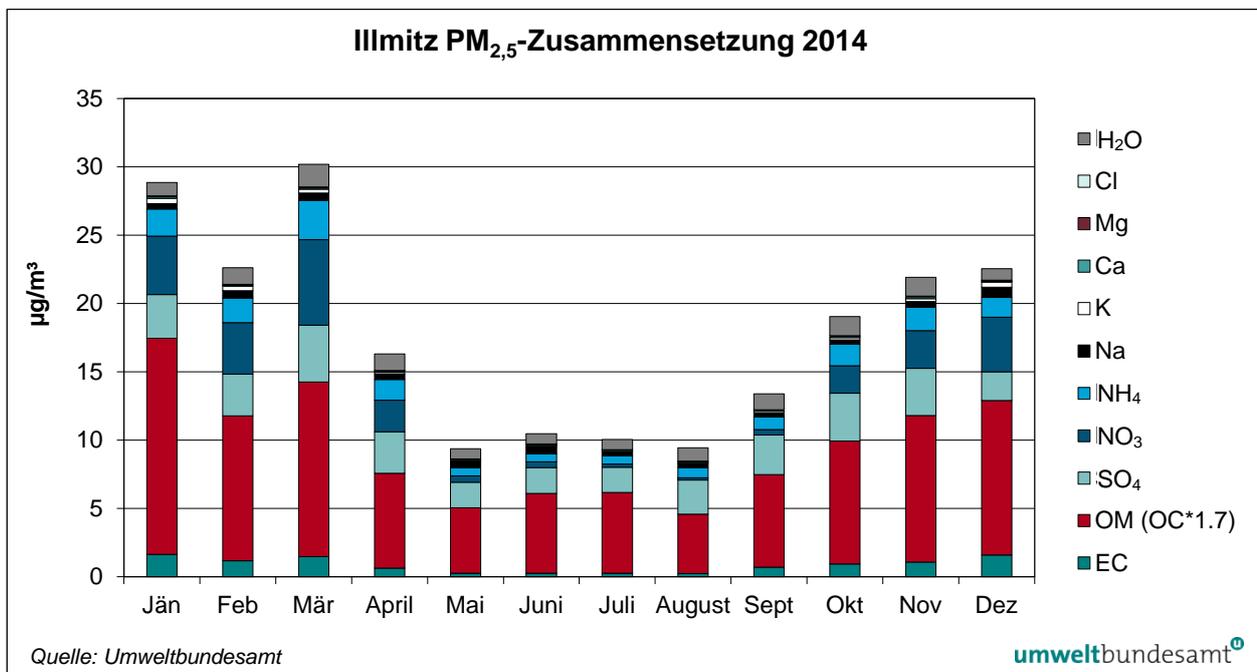


Abbildung 19: Chemische Zusammensetzung von $\text{PM}_{2,5}$ in Illmitz für die einzelnen Monate 2014. (OM mit einem Faktor 1,7 aus OC hochgerechnet)

3.5.2 Trend

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

Die PM_{2,5}-Zusammensetzung der einzelnen Jahre ist in Abbildung 20 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 47 %. Der Anteil von Sulfat ging gegenüber 1999/2000 (20 %) in den Jahren 2011–2014 (17 %) leicht zurück, der Anteil von Nitrat stieg leicht an (von 11 % auf 13 %).

Seit 2011 variiert der OM-Anteil am PM_{2,5} ohne klaren Trend zwischen 43 % und 49 %, der EC-Anteil zwischen 3 % und 5 % (die Werte von EC und OM für 1999/2000 sind aufgrund der unterschiedlichen Analysemethoden nicht mit jenen ab 2011 vergleichbar).

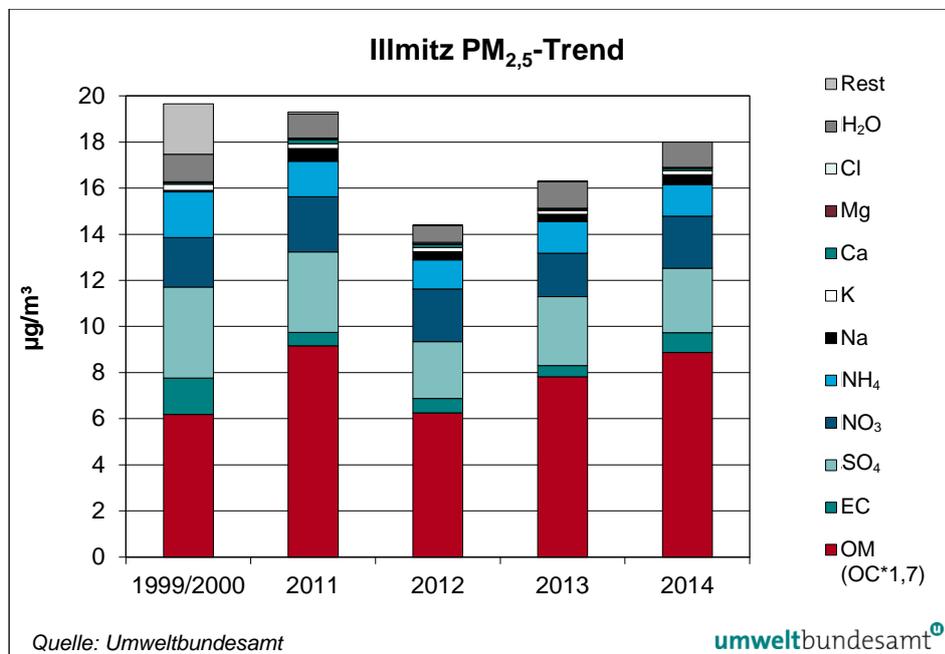


Abbildung 20: Konzentrationen der PM_{2,5}-Inhaltsstoffe in Illmitz, 1999/2000 sowie 2011–2014.

3.6 Stickstoffoxide

3.6.1 Die Konzentration von NO₂ und NO_x im Jahr 2014

Die Grenzwerte des IG-L für NO₂ zum Schutz der menschlichen Gesundheit (HMW 200 µg/m³, JMW 30 µg/m³) wurden im Jahr 2014 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 2014 an den Hintergrundmessstellen gemäß IG-L sowie an der Vorerkundungsmessstelle Haidershofen an der Enns sind in Tabelle 13, der Verlauf der Monatsmittelwerte für NO₂ ist in Abbildung 21 angegeben.

Tabelle 13: 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 2014 (Quelle: Umweltbundesamt).

Stickstoffoxid-Konzentration 2014 (in µg/m ³)								
NO ₂ MMW	ENK	ILL	KLH	PIL	SON	VOR	ZOE	HAI
Jänner	21,5	13,0	13,4	15,4	0,8	3,9	5,2	21,5
Februar	14,3	9,9	8,8	10,2	0,7	4,6	4,6	15,2
März	12,6	11,4	7,2	10,7	0,7	2,7	6,8	13,9
April	9,8	8,1	5,8	8,8	v	2,2	5,4	11,7
Mai	6,6	4,4	4,3	5,5	v	2,1	3,1	6,3
Juni	5,1	4,8	4,1	4,7	v	2,1	2,5	7,2
Juli	6,0	4,7	3,7	5,5	v	1,7	2,2	7,8
August	5,7	4,0	3,8	5,1	0,5	1,6	1,6	7,4
September	8,1	5,3	4,8	6,3	0,6	2,0	2,7	9,4
Oktober	12,7	7,8	7,5	8,9	0,6	2,4	3,8	14,3
November	15,3	10,3	10,3	12,7	0,5	3,2	5,5	15,3
Dezember	15,2	12,3	12,6	11,9	0,9	4,4	6,5	16,4
NO₂ JMW	11,1	8,0	7,1	8,8	v	2,7	4,2	12,2
NO JMW	1,8	0,8	0,7	0,6	v	0,3	0,3	2,4
NO_x JMW	13,9	9,2	8,2	9,8	v	3,2	4,5	15,9
NO ₂ max. HMW	59,1	47,5	55,3	74,8	9,2	35,7	36,6	73,7
NO ₂ max. TMW	41,2	26,4	28,2	28,8	4,0	15,3	23,7	44,1

v ... zu geringe Verfügbarkeit

Unter den gemäß IG-L betriebenen Hintergrundmessstellen registrierte Enzenkirchen die höchste NO₂- und NO_x-Belastung; der NO₂-Jahresmittelwert betrug 11,1 µg/m³ (37 % des IG-L-Grenzwertes), der NO_x-Jahresmittelwert 13,9 µg/m³ (35 % des IG-L-Grenzwertes). Eine noch etwas höhere Belastung registrierte die Vorerkundungsmessstelle Haidershofen mit 12,2 µg/m³ als NO₂-Jahresmittelwert. Die in Nordostösterreich gelegenen Messstellen Pillersdorf und Illmitz weisen niedrigere NO₂-Jahresmittelwerte von 8,8 µg/m³ bzw. 8,0 µg/m³ auf, Klöchl in Südostösterreich einen etwas niedrigeren Wert von 7,1 µg/m³.

Deutlich geringer war die NO₂-Belastung im Mittelgebirge mit Jahresmittelwerten von 4,2 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 HMW) bzw. Zielwert (80 µg/m³ als TMW) des IG-L. Der höchste Halbstundenmittelwert wurde mit 75 µg/m³ in Pillersdorf gemessen, gefolgt von 74 µg/m³ in Haidershofen.

Der höchste Tagesmittelwert trat mit 44 µg/m³ in Haidershofen auf, gefolgt von 41 µg/m³ in Enzenkirchen.

Alle Messstellen zeigen klare Jahressgänge 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 21 dargestellten Jahresgänge spiegeln die relativ günstigen Ausbreitungsbedingungen im außeralpinen Raum wider, v. a. in Illmitz und Pillersdorf, im warmen Februar, sowie im Süden (Klöch, Vorhegg) auch im März und April 2015. Das warme Wetter im Februar, in dem kaum Inversionslagen auftraten, führte umgekehrt zu einer hohen NO₂-Belastung in Vorhegg.

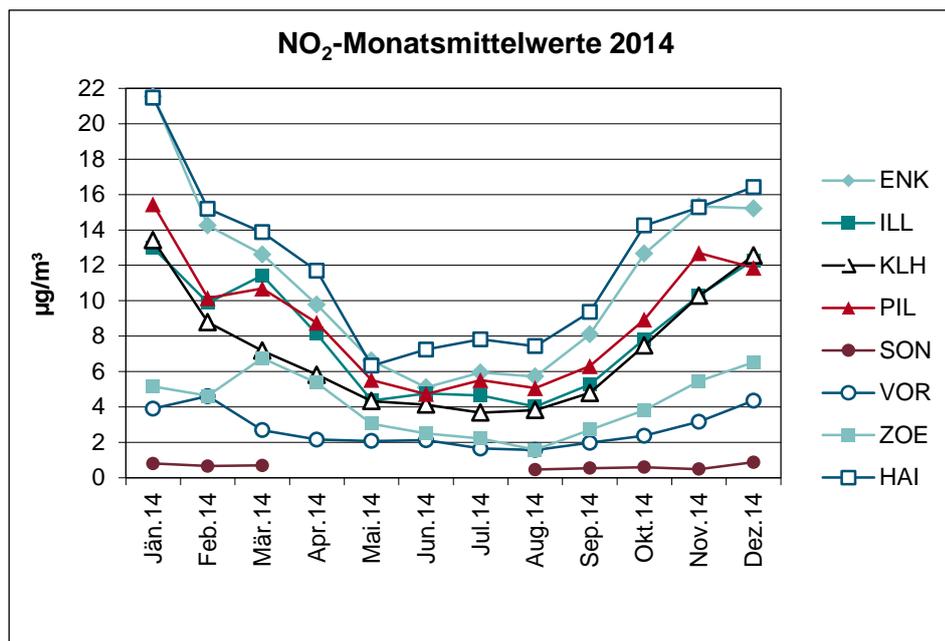


Abbildung 21: Monatsmittelwerte der NO₂-Konzentration im Jahr 2014.

Die Schadstoffwindrosen für NO₂ (siehe Anhang 7) zeigen, dass die NO₂-Belastung bei unterschiedlichen Windrichtungen relativ einheitlich ist. In Enzenkirchen war im Jahr 2014 Westwind (Mittel 10,4 µg/m³) mit etwas höherer NO₂-Konzentration verbunden als Ostwind (10,2 µg/m³). In Illmitz (Hauptwindrichtungen Nordwest und Südsüdost) kommen aus der Region Wien etwas höhere NO₂-Konzentrationen (8,2 µg/m³) als von Südsüdosten (7,8 µg/m³). In Klöch ist Nordnordost (6,2 µg/m³) mit niedrigerer Belastung als Südsüdwestwind (7,2 µg/m³) verbunden, überdurchschnittliche Konzentrationen kommen von Westen (8,0 µg/m³). In Pillersdorf zeigt die Schadstoffwindrose v. a. Schadstofftransport aus Mähren (13 µg/m³ bei Nordostwind) und aus dem niederösterreichischen Alpenvorland (ca. 11 µg/m³), während Wind aus dem Sektor Ost bis Südost mit etwa 9 µg/m³ verbunden ist und Wind aus dem Waldviertel mit ca. 8 µg/m³.

In Vorhegg kommt NO₂ verstärkt von Osten (3,4 µg/m³), d. h. aus dem Gailtal, die anderen Windrichtungen zeigen Konzentrationen von 2–3 µg/m³. Auf dem Zöbelboden stammt NO₂ verstärkt aus dem Nordsektor, die Hauptwindrichtung Westnordwest ist mit Konzentrationen von 4,6 µg/m³ verbunden, Südostwind mit 2,9 µg/m³.

Den Sonnblick erreicht NO₂ ganz überwiegend aus Nordnordost (einer der beiden Hauptwindrichtungen), d. h. aus dem Rauriser Tal.

3.6.2 Stickstoffoxid-Messungen auf dem Sonnblick

Auf dem Sonnblick wird seit November 2005 die Konzentration von NO und NO_y (Summe oxidierter Stickstoffverbindungen) mit einem Gerät der Type TEI 42CTL gemessen. Seit März 2010 stehen Messungen von NO₂ (bis Jänner 2012 mit API 200EU, seit Jänner 2012 mit TEI 42i blue light) zur Verfügung, die eine exakte Bestimmung von NO₂ und damit auch von NO_z (oxidierte Stickstoffverbindungen neben NO und NO₂) erlauben.

Aufgrund des Ausfalls der Stromversorgung zwischen 15.04. und 07.05.2014 lassen sich keine Jahresmittelwerte angeben.

Der Verlauf der Monatsmittelwerte von NO, NO₂ und NO_z (NO_y - NO_x) ist in Abbildung 22 ab Beginn der selektiven NO₂-Messung 2010 dargestellt.

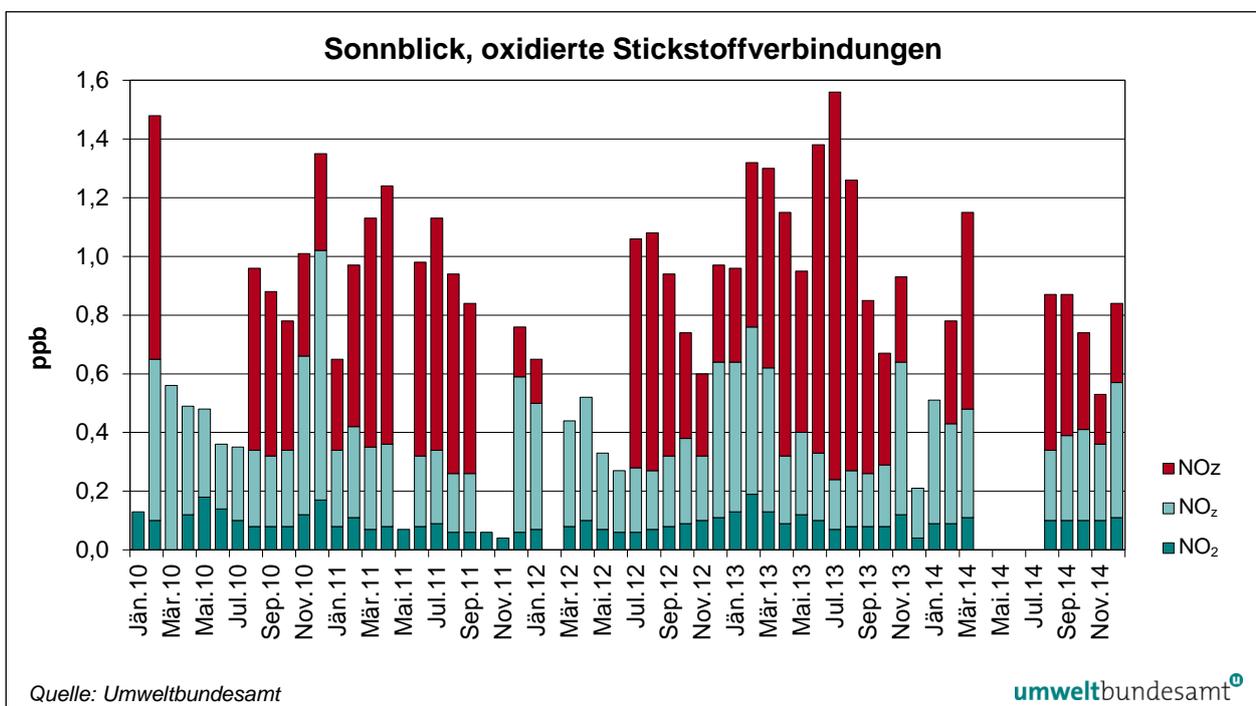


Abbildung 22: Monatsmittelwerte der Konzentration von NO, NO₂ und NO_z am Sonnblick, 2010–2014.

3.6.3 Trend der Belastung durch Stickstoffoxide

Abbildung 23 zeigt den Verlauf der Jahresmittelwerte der Konzentration von NO₂ und von NO_x (berechnet als NO₂) an den Hintergrundmessstellen des Umweltbundesamtes von 1994 bis 2014 sowie die jährlichen NO_x-Emissionen Österreichs bis 2013 (UMWELTBUNDESAMT 2015b). Tabelle 14 gibt die Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration und die österreichischen NO_x-Emissionen an.

Die jährlichen NO_x-Emissionen Österreichs (ohne Kraftstoffexport in Fahrzeugtanks) sanken von über 200 kt/Jahr Mitte der Achtzigerjahre auf 167 kt im Jahr 1993, um danach bis 2005 auf 176 kt leicht anzusteigen. 2007–2009 gingen sie markant von 171 auf 149 kt zurück, danach noch geringfügig auf 136 kt im Jahr 2013. Die NO_x-Emissionen blieben somit deutlich über der Höchstmenge von 103 kt gemäß EG-L.

Der Konzentrationsverlauf von NO_2 und NO_x folgt nicht jenem der gesamtösterreichischen NO_x -Emissionen, sondern weist Variationen von Jahr zu Jahr auf, die einen Einfluss der meteorologischen Verhältnisse – wenngleich weniger stark als bei PM_{10} – widerspiegeln. Die höchsten NO_2 - und NO_x -Konzentrationen wurden 2003, 2006 und 2010 (d. h. in Jahren mit ungünstigen winterlichen Ausbreitungsbedingungen) registriert, wobei an den meisten Messstellen bei NO_2 und NO_x 2010 das am höchsten belastete Jahr war.

Vergleicht man das Dreijahresmittel (zur Glättung meteorologisch bedingter Variationen) 1999–2001 (ab 1999 liegen in Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf, Vorhegg und Zöbelboden Messdaten vor) mit dem Mittel 2012–2014, so zeigen die außeralpinen Messstellen geringe Zunahmen der NO_2 - und NO_x -Belastung um bis zu 6 %. In Vorhegg wurde in den letzten Jahren wieder das Belastungsniveau von 1999–2001 erreicht. Dagegen zeigen die NO_2 - und die NO_x -Belastung am Zöbelboden jeweils eine Zunahme um 30 %.

Dies deutet darauf hin, dass der zeitliche Verlauf der NO_2 - und NO_x -Konzentration u. U. von regional unterschiedlichen Entwicklungen der NO_x -Emissionen – etwa deren Zunahme im ländlichen Raum – beeinflusst wird.

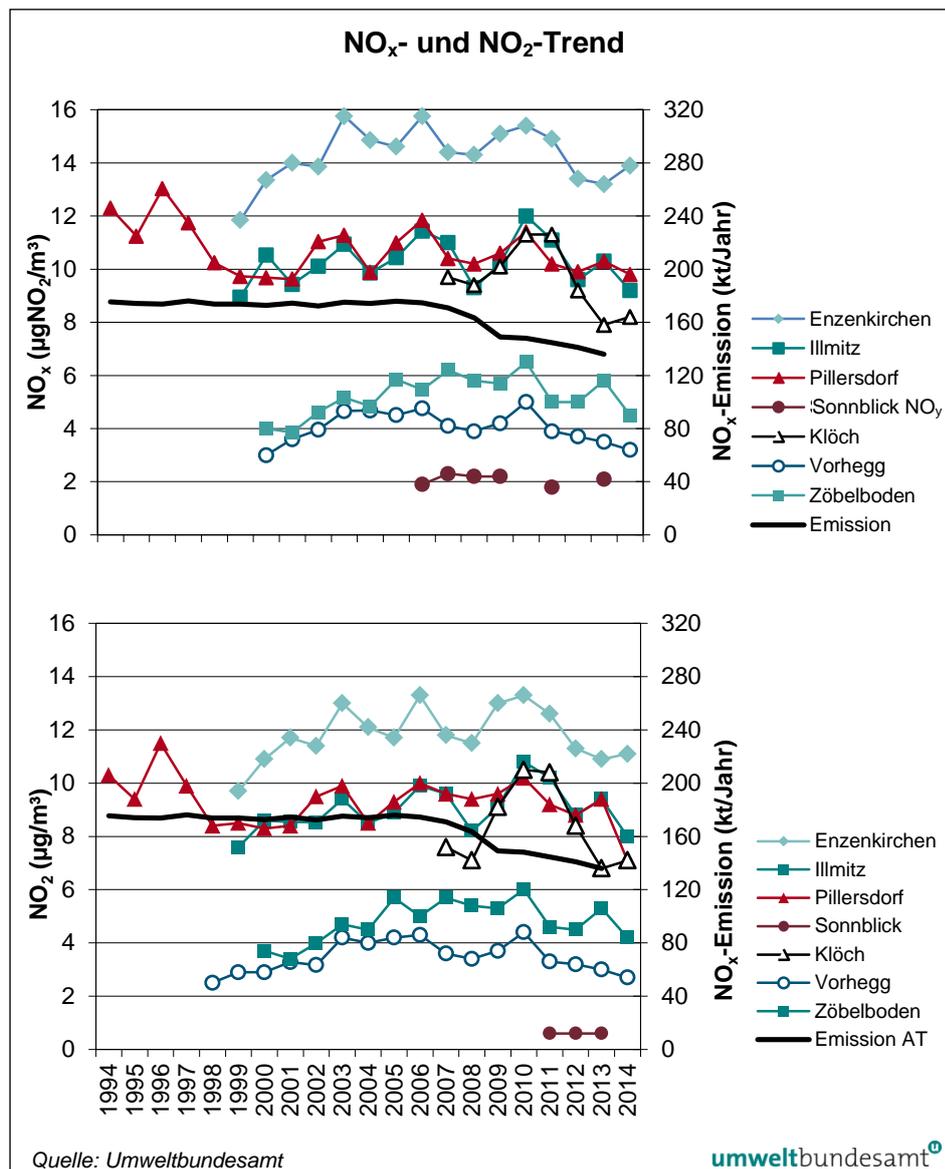


Abbildung 23:
Jahresmittelwerte der NO_x - (oben; Sonnblick: NO_y) und der NO_2 -Konzentration (unten) 1994–2014 sowie jährliche NO_x -Emissionen Österreichs (ohne Kraftstoffexport), 1994–2013.

Tabelle 14: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen, 1994–2014 und NO_x-Emissionen Österreichs (AT), 1994–2013 (Quelle: Umweltbundesamt).

NO ₂ JMW	NO ₂ -Konzentration (in µg/m ³) und NO _x -Emission (in kt/a)						NO _x -Emission AT
	ENK	ILL	KLH	PIL	VOR	ZOE	
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	9,4	6,8	9,4	3,0	5,3	136
2014	11,1	8,0	7,1	8,8	3,2	4,5	

Die windrichtungsabhängige Auswertung der mittleren NO₂-Konzentration zeigt in Enzenkirchen bis 2012 einen ähnlichen Verlauf bei Ost- und bei Westwind. Ab 2012 ist die NO₂-Konzentration bei Westwind geringfügig höher als bei Ostwind.

In Illmitz waren die sehr hohen NO₂-Belastungen 2006 und 2010 vor allem durch erhöhte Konzentrationen bei Nordwestwind, d. h. Advektion aus dem Raum Wien, bedingt. Seit 2011 ist die NO₂-Konzentration bei Nordwest- und Südostwind sehr ähnlich.

In Pillersdorf (siehe Abbildung 24) 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. Die Konzentration bei Westwind ging von 1996 auf 1997 zurück – möglicherweise aufgrund einer Abnahme von NO_x-Emissionen in Böhmen – und stieg seitdem relativ kontinuierlich wieder an.

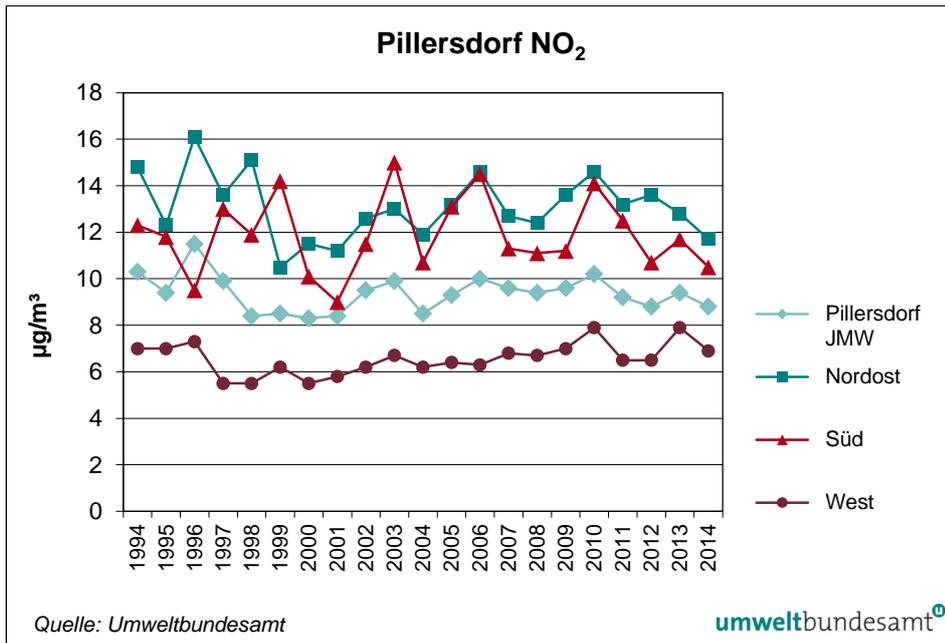


Abbildung 24: Trend der NO₂-Jahresmittelwerte in Pillersdorf sowie der mittleren Konzentration bei Wind aus Nordost, Süd und West, 1994–2014.

Auf dem Zöbelboden stieg die mittlere NO₂-Konzentration bei allen Windrichtungen zwischen 2001 und 2005 stark an. Danach ging die Belastung bei südlichem Wind kontinuierlich leicht und 2014 deutlich zurück. Die mittlere NO₂-Konzentration bei nördlichem Wind stieg bis 2010 weiter an und ging dann markant zurück.

3.7 Schwefeldioxid

3.7.1 Die Konzentration von SO₂ im Jahr 2014

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 2014 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes deutlich unterschritten.

Den höchsten SO₂-Jahresmittelwert registrierte mit 1,8 µg/m³ die Messstelle Pillersdorf, gefolgt von Illmitz (1,7 µg/m³) und Enzenkirchen (1,0 µg/m³); die im Mittelgebirge gelegene Messstellen Vorhegg und Zöbelboden erfassten jeweils Jahresmittelwerte von 0,3 µg/m³.

In Pillersdorf wurde mit 2,4 µg/m³ auch der höchste Wintermittelwert (Oktober 2013 bis März 2014) aller Hintergrundmessstellen gemessen.

Den höchsten Halbstundenmittelwert (101 µg/m³) und den höchsten Tagesmittelwert (18 µg/m³) erfasste die Messstelle Zöbelboden am 22. September. Diese hohe SO₂-Belastung ging auf SO₂-Emissionen des isländischen Vulkans Hólhraun zurück.

Die Monats- und Jahresmittelwerte für 2014, der Wintermittelwert (Oktober 2013 bis März 2014) sowie die maximalen Halbstundenmittelwerte und maximalen Tagesmittelwerte 2014 sind in Tabelle 15 zusammengestellt.

Tabelle 15:
SO₂ – Monats- und Jahresmittelwerte an den Hintergrundmessstellen im Jahr 2014, Wintermittelwert 2013/2014 sowie maximaler Halbstundenmittelwert und maximaler Tagesmittelwert 2014 (Quelle: Umweltbundesamt).

Schwefeldioxid-Konzentration 2014 (in µg/m ³)					
MMW	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jänner	1,9	3,2	3,4	0,2	0,3
Februar	1,7	2,7	2,8	0,2	0,2
März	1,8	2,4	2,6	0,4	0,7
April	0,9	1,4	1,5	0,2	0,2
Mai	0,6	0,8	0,9	0,3	0,2
Juni	0,8	1,3	1,4	0,1	0,3
Juli	0,5	0,9	1,1	0,1	0,2
August	0,4	0,6	0,7	0,1	0,1
September	0,8	1,1	1,2	0,4	0,8
Oktober	0,7	1,3	1,2	0,3	0,2
November	0,9	2,4	2,1	0,3	0,2
Dezember	1,1	1,9	2,6	0,6	0,6
JMW	1,0	1,7	1,8	0,3	0,3
WMW 2013/2014	1,3	2,2	2,4	0,2	0,4
max. HMW	19,3	45,5	72,4	33,1	101,2
max. TMW	8,2	16,1	17,4	5,5	18,1

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 1,8 µg/m³ verbunden, Nordwestwind (Ferntransport aus Tschechien und Polen) im Mittel mit 1,5 µg/m³. Wind aus Nordosten ist sehr selten, daher spielt Transport aus der Region Bratislava nur eine geringe Rolle. Gewichtet man die SO₂-Konzentration mit der Windrichtungshäufigkeit, so trug 2014 Transport aus Südosten ca. 50 % (mehr als in den letzten Jahren), Transport von Nordnordwesten ca. 40 % (weniger als in den letzten Jahren) zur in Illmitz gemessenen SO₂-Belastung bei, der Nordostsektor 7 %.

In Pillersdorf ist die SO₂-Konzentration bei Wind aus dem Sektor Nordost im Mittel mit 2,4 µg/m³ mehr als doppelt so hoch wie bei Wind aus dem Sektor West (0,9 µg/m³). Deutlich höher als in den letzten Jahren war die mittlere SO₂-Konzentration bei Südostwind (3,2 µg/m³). Wird die SO₂-Konzentration mit der Windrichtungshäufigkeit gewichtet, so ist Transport aus dem Sektor Nordost für ca. 40 % der in Pillersdorf gemessenen SO₂-Belastung verantwortlich, aus dem Südostsektor für 30 %, aus dem Südwestsektor für 10 % und aus dem Nordwestsektor für 20 %.

Auf dem Zöbelboden ist die Hauptwindrichtung Nordwest mit einer mittleren SO₂-Konzentration von 0,3 µg/m³, Südostwind mit 0,2 µg/m³ verbunden.

3.7.2 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 Tabelle 16 und Abbildung 25 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 2007 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. Dabei zeichnen sich 2003, 2006 und 2010 durch eher ungünstige, 2007–2009 sowie 2012–2014 durch günstige Ausbreitungsbedingungen aus. Seit 2007 verändert sich die SO₂-Belastung kaum noch.

Das Jahr 2014 war eines der am niedrigsten belasteten der bisherigen Messreihe; in Illmitz wiesen die Jahre 2008, 2009 und 2011 eine geringere SO₂-Belastung auf, in Vorhegg 2008, 2011 und 2013 eine ähnlich niedrige.

Die österreichischen SO₂-Emissionen gingen zwischen 1990 und 2013 um 77 %, seit 2000 um 46 % zurück. Deutlich stärker nahm die SO₂-Konzentration in Pillersdorf (1993–2000: – 82 %, 1993–2014: – 90 %) ab. Nach 2000 weisen die an den meisten Hintergrundmessstellen beobachteten Trends geringere Abnahmen auf, in Enzenkirchen ging die SO₂-Konzentration seit 2000 um 38 %, in Illmitz um 45 %, in Pillersdorf um 48 % und auf dem Zöbelboden sowie Vorhegg um 57 % 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 % 1990–2013, – 48 % 2000–2013). Vergleichbare Abnahmen der Emissionen zeigen die Slowakei (– 90 %), Slowenien (– 94 %) und Ungarn (– 97 %), einen geringeren Rückgang erzielte Polen (– 74 %).

Allerdings betragen die Emissionen Tschechiens 2013 immer noch das Achtfache, die Emissionen Polens das Fünzigfache jener Österreichs, damit beeinflussen sie die SO₂-Belastung im nördlichen und nordöstlichen Österreich nach wie vor wesentlich.

Die unterschiedlich starke Abnahme der SO₂-Belastung an den einzelnen Hintergrundmessstellen, die z. B. auf dem Zöbelboden wesentlich stärker zurückging als in Enzenkirchen, spiegelt den größeren Einfluss der ausländischen Emissionen – die in weit höherem Ausmaß reduziert wurden als jene Österreichs – am Zöbelboden, verglichen mit Enzenkirchen, wider.

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.

Tabelle 16: Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration 1986–2014 sowie SO₂-Emissionen Österreichs, Tschechiens und der Slowakei, 1986 bzw. 1990 bis 2013. 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	27	219	89
2006	2,1	2,7	3,5	0,6	0,9	28	211	88
2007	1,2	1,8	2,1	0,4	0,7	25	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	17	173	64
2010	1,7	2,0	2,6	0,5	0,7	19	170	69
2011	1,4	1,6	2,3	0,3		18	164	68
2012	1,4	1,8	2,1	0,4	0,6	17	158	58
2013	1,0	1,9	2,2	0,3	0,5	17	138	53
2014	1,0	1,7	1,8	0,3	0,3			

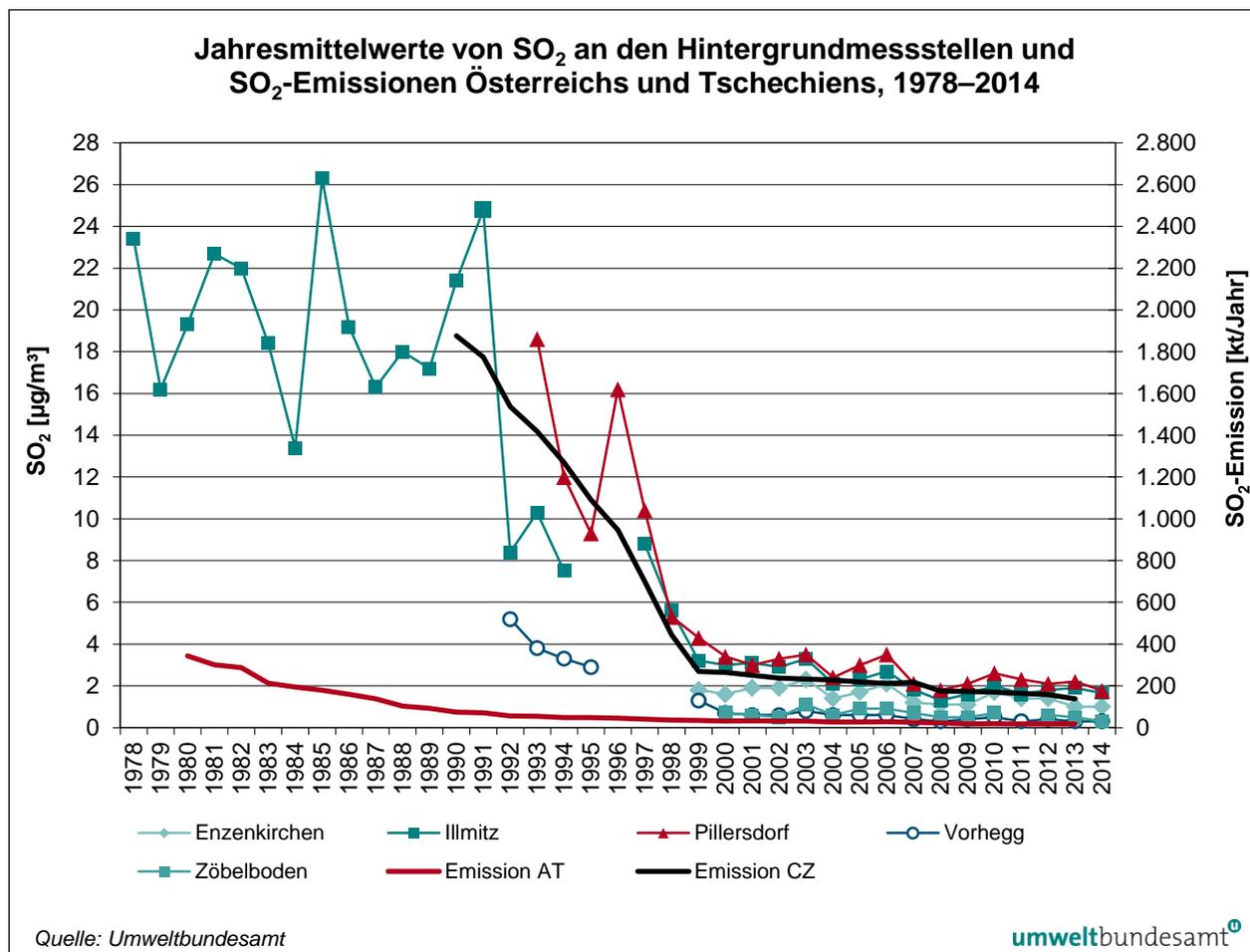


Abbildung 25: Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen 1978–2014, sowie SO₂-Emissionen Österreichs und Tschechiens, 1980–2013.

Tabelle 17: Abnahme der Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen bis 2014 sowie der SO₂-Emissionen in Österreich, Tschechien, der Slowakei und Slowenien bis 2013.

		seit 1990	seit 1995	seit 2000
SO ₂ -Konzentration	Enzenkirchen			– 38 %
	Illmitz	– 92 %		– 45 %
	Pillersdorf		– 81 %	– 48 %
	Vorhegg		– 90 %	– 57 %
	Zöbelboden			– 57 %
SO ₂ -Emission	Österreich	– 77 %	– 64 %	– 46 %
	Tschechien	– 93 %	– 87 %	– 48 %
	Slowakei	– 90 %	– 78 %	– 58 %
	Slowenien	– 94 %	– 91 %	– 88 %

Eine Untersuchung der Trends der mittleren SO₂-Konzentration bei bestimmten Windrichtungen erlaubt Rückschlüsse darüber, in welchen Regionen sich die SO₂-Emissionen in welchem Ausmaß verändert haben.

In Enzenkirchen ist Ostwind im Mittel mit dreimal so hohen SO₂-Konzentrationen verbunden wie Westwind. Die (zur Glättung der Variabilität von Jahr zu Jahr über jeweils drei Jahre) mittlere SO₂-Belastung nahm zwischen 1999–2001 und 2012–2014 bei Ostwind um 34 %, bei Westwind um 45 % ab.

In Illmitz (siehe Abbildung 26) ging die mittlere SO₂-Konzentration von 1992–1994 auf 2012–2014 um 80 % zurück. Der Rückgang fiel bei Südostwind und bei Westwind mit – 45 % stärker aus als bei Nordnordwestwind (d. h. Transport aus Tschechien und Polen) mit nur – 38 %.

Abbildung 26:
Trend der SO₂-Jahresmittelwerte in Illmitz sowie der mittleren Konzentration bei Wind aus Westnordwest, Nordnordwest und Südost, 1999–2014.

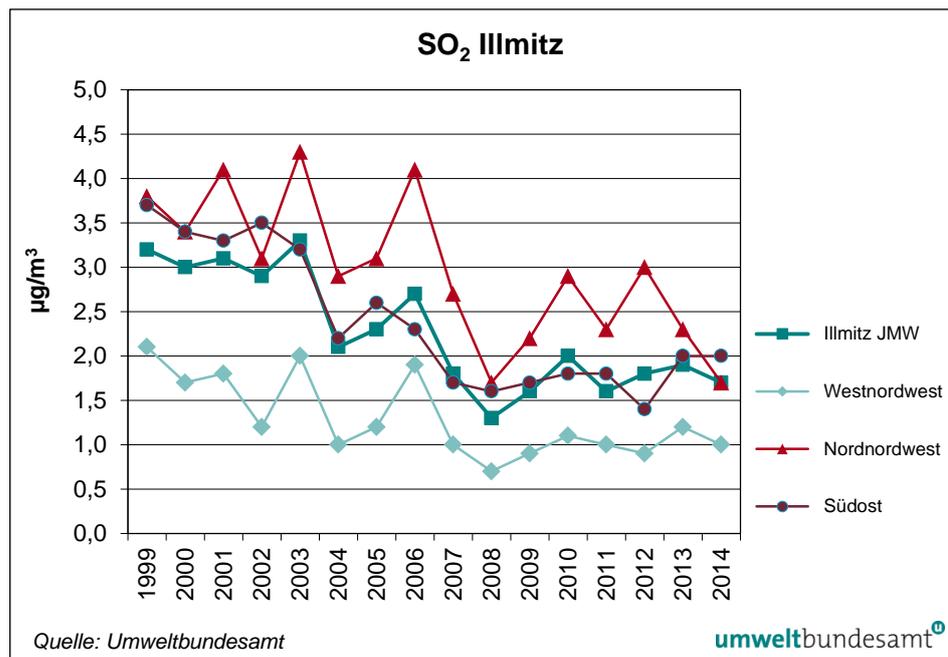


Abbildung 27 zeigt für Pillersdorf die mittlere SO₂-Konzentration bei den Windrichtungen Nordost (Transport aus Nordmähren und Polen), Südost (Ferntransport v. a. aus der Slowakei, Ungarn und Serbien, aber auch aus dem Raum Wien) und West, welche die von regionalen Emittenten unbeeinflusste „Hintergrundbelastung“ repräsentiert. In den Neunzigerjahren nahm die SO₂-Belastung bei Nordostwind, aber auch bei Westwind stark ab, was die massiven Emissionsminderungen in Tschechien und (Ost-)Deutschland widerspiegelt. Die Abnahme erfolgte bei Südostwind langsamer, korrespondierend mit der Entwicklung der Emissionen in Ungarn und der Slowakei. Von 1999 bis 2000 ging die SO₂-Belastung bei Südostwind (– 60 %) aber deutlich stärker zurück als bei Nordostwind (– 45 %) und Westwind (– 35 %).

Sowohl in Illmitz als auch in Pillersdorf sind seit 2012 wieder ein Ansteigen der mittleren SO₂-Konzentration bei Südostwind und ein Rückgang bei Transport aus Tschechien oder Polen festzustellen.

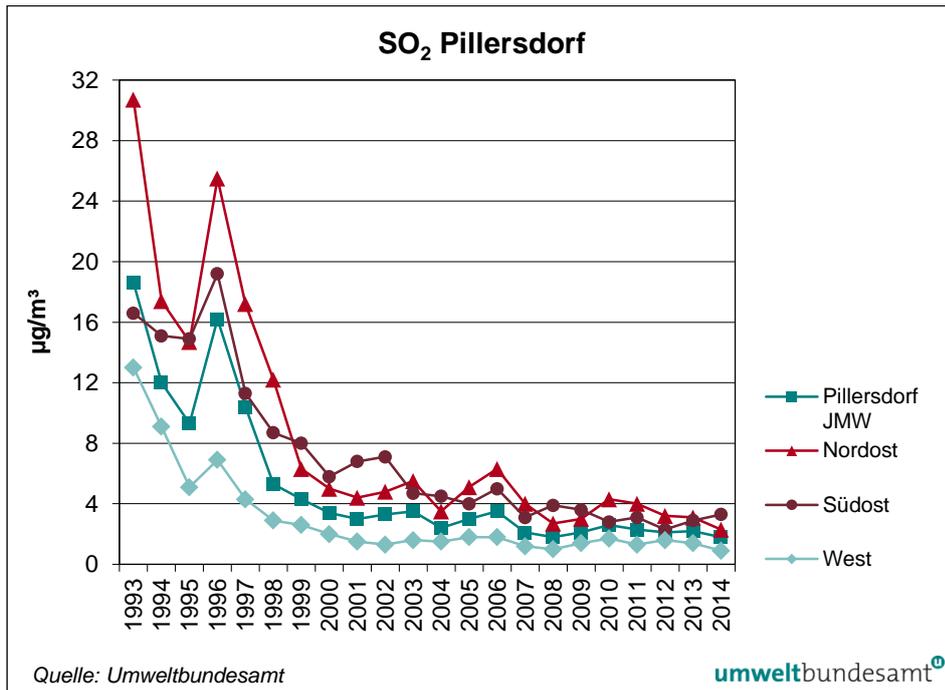


Abbildung 27: Trend der SO₂-Jahresmittelwerte in Pillersdorf sowie der mittleren Konzentration bei Wind aus Nordost, Südost und West, 1993–2014.

In Vorhegg ging die mittlere SO₂-Belastung seit Beginn der Messungen (1992) um 93 % zurück; sie zeigt für die beiden Hauptwindrichtungen (Ost und Nordnordwest) ein gleichartiges Verhalten, wobei die mittlere SO₂-Konzentration bei Ostwind durchwegs höher ist als bei Nordnordwestwind. Der von der Windrichtung unabhängige Trend deutet darauf hin, dass die Beeinflussung der Messstelle aus unterschiedlichen SO₂-Quellen (Ferntransport aus Slowenien oder regionale Quellen) unabhängig von den lokalen, durch die Hang- bzw. Talwindzirkulation bestimmten, Windverhältnissen erfolgt.

3.8 Kohlenstoffmonoxid

Der Grenzwert des IG-L für Kohlenstoffmonoxid (10 mg/m³ als Achtstundenmittelwert) wurde im Jahr 2014 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes deutlich unterschritten. Der höchste Achtstundenmittelwert wurde mit 0,80 mg/m³ in Illmitz gemessen und betrug damit 8 % des IG-L-Grenzwertes; auf dem Sonnblick und in Vorhegg lagen die Maxima bei 0,28 bzw. 0,64 mg/m³.

Die Monats- und Jahresmittelwerte der CO-Konzentration sowie die maximalen Achtstundenmittelwerte des Jahres 2014 sind in Tabelle 18 zusammengestellt.

Im Jahresmittel betrug die CO-Konzentration in Illmitz 0,24 mg/m³, in Vorhegg 0,17 mg/m³; auf dem Sonnblick lässt sich (wegen des Stromausfalls vom 15.04. bis 05.07.) kein Jahresmittelwert angeben.

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 geringen Abbau durch Oxidation im Winter verursacht wird, und der mit zunehmender Seehöhe weniger ausgeprägt ist.

Tabelle 18:
Monats- und
Jahresmittelwerte der
CO-Konzentration sowie
maximale Achtstunden-
mittelwerte (MW8) im
Jahr 2014 (Quelle:
Umweltbundesamt).

Kohlenstoffmonoxid-Konzentration 2014 (in mg/m³)			
MMW	Illmitz	Sonnblick	Vorhegg
Jänner	0,38	0,15	0,20
Februar	0,32	0,16	0,24
März	0,27	0,17	0,19
April	0,21	v	0,17
Mai	0,16	v	0,14
Juni	0,14	v	0,12
Juli	0,14	0,13	0,11
August	0,15	0,14	0,14
September	0,19	0,14	0,15
Oktober	0,23	0,12	0,14
November	0,31	0,14	0,18
Dezember	0,36	0,16	0,21
JMW	0,24	v	0,17
max. MW8	0,80	0,28	0,64

v ... zu geringe Verfügbarkeit

3.8.1 Trend der CO-Belastung

Tabelle 19 und Abbildung 28 geben den Trend der CO-Konzentration (Jahresmittelwerte) an den Hintergrundmessstellen zwischen 1996 und 2014 an, die Abbildung zeigt auch die Entwicklung der österreichischen und der globalen CO-Emissionen.

Tabelle 19:
Jahresmittelwerte der
CO-Konzentration,
1996–2014 (Quelle:
Umweltbundesamt).

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	0,17
2005	0,27	0,18	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

v ... zu geringe Verfügbarkeit

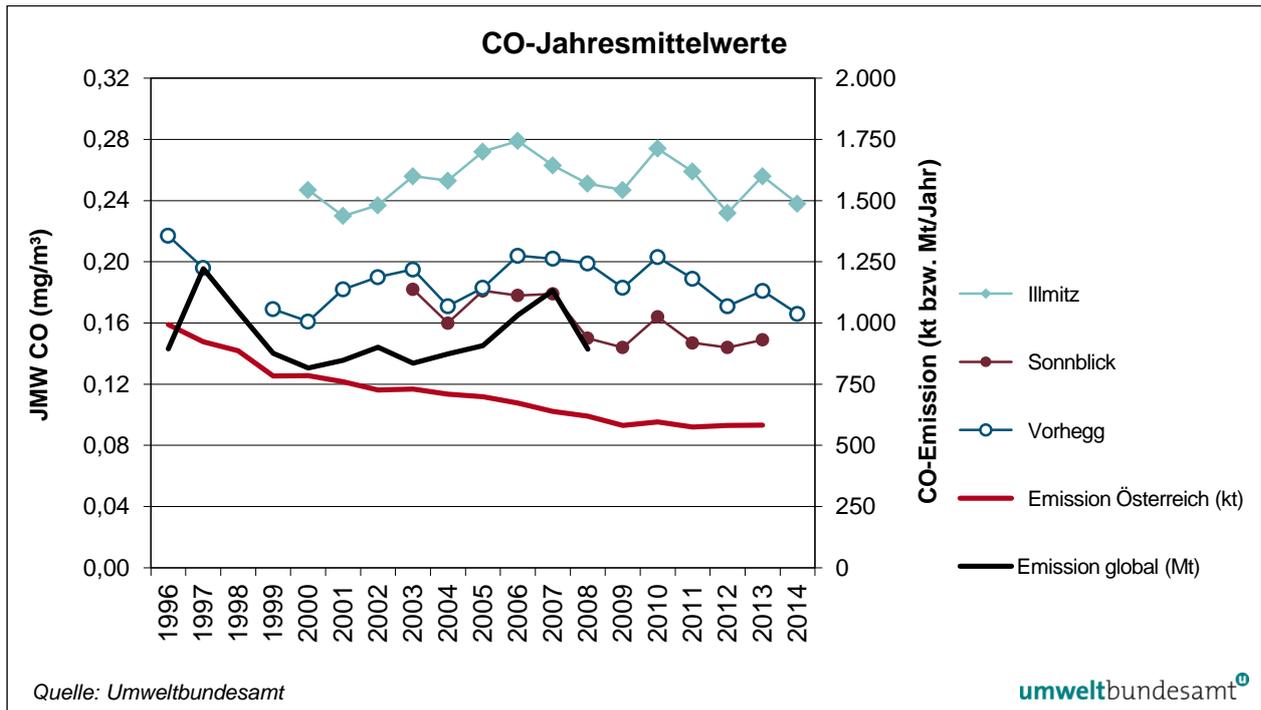


Abbildung 28: Jahresmittelwerte der CO-Konzentration sowie CO-Emissionen Österreichs und global, 1996–2014.

Die CO-Hintergrundkonzentration zeigt in den letzten zwei Jahrzehnten keinen klaren Trend und relativ starke Variation von Jahr zu Jahr.

Sie folgt nicht dem kontinuierlich abnehmenden Verhalten der österreichischen CO-Emissionen, die im Zeitraum von 2000 bis 2013 um 74 % zurückgegangen sind (die Emissionen der EU wurden im gleichen Ausmaß reduziert).

In Hinblick auf die atmosphärische Lebensdauer von CO von ca. drei Monaten sind für die gemessenen Konzentrationen allerdings nicht nur die europäischen, sondern auch die globalen CO-Emissionen verantwortlich. Deren Entwicklung liegt für den Zeitraum bis 2008 vor¹³ und zeigt langfristig keine Veränderung; einer kontinuierlichen Abnahme in den OECD-Staaten steht eine Zunahme in den übrigen Teilen der Welt gegenüber. Für starke Variationen der globalen CO-Emissionen von Jahr zu Jahr sind v. a. großflächige Waldbrände verantwortlich, deren Emissionen ein Vielfaches der anthropogenen Emissionen der betroffenen Länder erreichen können. Die in Abbildung 28 erkennbaren erhöhten CO-Emissionen des Jahres 1997 gehen auf Waldbrände in Indonesien, jene des Jahres 2007 auf Waldbrände in Zentralafrika zurück.

Die Veränderungen der gemessenen Konzentrationen von Jahr zu Jahr werden teilweise durch die meteorologischen Bedingungen bestimmt. So führten ungünstige Ausbreitungsbedingungen 2006 und 2010 zu hohen CO-Konzentrationen, günstige Ausbreitungsbedingungen 2009 und 2012 zu niedrigen Konzentrationen.

¹³ http://edgar.jrc.ec.europa.eu/datasets_list.php?v=42&edgar_compound=CO

3.9 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im PM₁₀

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK bzw. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAH) sind kondensierte, aromatische Verbindungen, die bei der unvollständigen Verbrennung organischen Materials oder fossiler Brennstoffe entstehen.

Aufgrund der in Tierversuchen für einige Substanzen nachgewiesenen kanzerogenen und mutagenen Wirkung stellen PAK eine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar (UMWELTBUNDESAMT 2006).

In Illmitz und Klöch 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.

3.9.1 Konzentration der PAK in Illmitz und Klöch im Jahr 2014

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 Verfügbarkeit der Einzelwerte betrug im Jahr 2014 in Illmitz 91 % und in Klöch 100 %.

Die Monatsmittelwerte sowie die Jahresmittelwerte der analysierten PAK sind in Tabelle 20 zusammengestellt.

Der Jahresmittelwert von B(a)P betrug im Jahr 2014 in Illmitz 0,27 ng/m³ und in Klöch 0,28 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 20 angeführten gewichteten B(a)P-Äquivalente, die in Summe in Illmitz 0,41 ng/m³ und in Klöch 0,46 ng/m³ betragen.

Davon entfallen in Illmitz 65 % auf Benzo(a)pyren, 13 % auf Dibenzo(a,h)anthracen und je 8 % auf Indeno(1,2,3-c,d)pyren und Benzo(b)fluoranthen. In Klöch entfallen 61 % auf Benzo(a)pyren, je 12 % auf Benzo(b)fluoranthen und Dibenzo(a,h)anthracen sowie 9 % auf Indeno(1,2,3-c,d)pyren.

Tabelle 20: PAK – Monatsmittelwerte, Jahresmittelwerte sowie TEF-gewichtete Jahresmittelwerte in Illmitz und Klöch im Jahr 2014 (Quelle: Umweltbundesamt).

MMW	PAK-Konzentration in Illmitz 2014 (in ng/m ³)						
	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	0,73	0,44	0,54	0,80	0,39	0,09	0,93
Februar	0,30	0,14	0,20	0,48	0,17	0,07	0,44
März	0,38	0,22	0,26	0,43	0,18	0,06	0,45
April	0,13	0,08	0,09	0,31	0,06	0,03	0,17
Mai	0,03	0,03	0,03	0,08	0,03	0,03	0,03
Juni	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06
Juli	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
August	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
September	0,06	0,03	0,06	0,07	0,03	0,03	0,08

PAK-Konzentration in Illmitz 2014 (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
Oktober	0,15	0,07	0,13	0,18	0,07	0,03	0,24
November	0,42	0,18	0,34	0,51	0,22	0,06	0,60
Dezember	0,91	0,53	0,75	1,14	0,50	0,10	0,99
JMW	0,27	0,15	0,21	0,34	0,15	0,05	0,34
TEF	1	0,005	0,05	0,1	0,05	1,1	0,1
JMW TEF-gewichtet	0,27	0,00	0,01	0,03	0,01	0,05	0,03

PAK-Konzentration in Klöch 2014 (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	0,83	0,69	1,02	1,48	0,67	0,09	0,93
Februar	0,51	0,35	0,59	1,08	0,41	0,06	0,77
März	0,37	0,24	0,35	0,64	0,24	0,06	0,47
April	0,11	0,07	0,17	0,32	0,09	0,03	0,20
Mai	0,06	0,06	0,08	0,17	0,06	0,03	0,14
Juni	0,03	0,03	0,06	0,09	0,03	0,03	0,06
Juli	0,03	0,03	0,05	0,06	0,03	0,03	0,05
August	0,03	0,03	0,06	0,06	0,03	0,03	0,07
September	0,07	0,06	0,11	0,16	0,06	0,03	0,15
Oktober	0,16	0,10	0,20	0,32	0,14	0,06	0,28
November	0,44	0,27	0,64	0,93	0,42	0,06	0,72
Dezember	0,71	0,63	0,90	1,34	0,60	0,09	0,88
JMW	0,28	0,21	0,35	0,55	0,23	0,05	0,34
TEF	1	0,005	0,05	0,1	0,05	1,1	0,1
JMW TEF-gewichtet	0,28	0,00	0,02	0,06	0,01	0,05	0,04

Der Anteil von B(a)P am PM₁₀ variierte in Illmitz zwischen 2 ppm im Sommer, 5–7 ppm zwischen April und Oktober und über 10 ppm im Winter, die höchsten Anteile wiesen der Dezember 2014 mit 42 ppm und der Februar mit 28 ppm auf. Im Jahresmittel betrug der Anteil von B(a)P an der PM₁₀-Konzentration 14 ppm.

In Klöch beträgt der Anteil des B(a)P im Jahresmittel 16 ppm vom PM₁₀. Er zeigt einen sehr ähnlichen Jahresgang wie in Illmitz, die höchsten Anteile wiesen Dezember (52 ppm), Jänner (37 ppm) und Februar (25 ppm) auf.

3.9.2 Trend der PAK-Belastung

Die B(a)P-Konzentration variierte seit 2007 in Illmitz zwischen 0,27 ng/m³ (2014) und 0,64 ng/m³ (2009). 2014 war das bisher am niedrigsten belastete Jahr.

Die TEF-gewichtete Summe der analysierten PAK-Spezies war 2009 mit 1,01 ng/m³ am höchsten, 2014 mit 0,41 ng/m³ am niedrigsten.

Der jährlich gemittelte Anteil von B(a)P am PM₁₀ weist einen relativ ähnlichen Verlauf wie die B(a)P-Konzentration selbst auf, ist allerdings in den bei PM₁₀ hoch belasteten Jahren 2010 und 2011 relativ niedrig. Die hohe PM₁₀-Belastung in diesen Jahren wurde in vergleichsweise starkem Ausmaß von Ferntransport und höheren Konzentrationen sekundärer Partikel bestimmt.

Für die niedrige B(a)P-Belastung der Jahre 2013 und 2014 sind günstige Ausbreitungsbedingungen und hohe Temperaturen in den Wintermonaten verantwortlich, die einerseits zu niedrigen Emissionen aus Holzheizungen, andererseits zu günstigen Ausbreitungsbedingungen beitragen. Im Jahr 2013 waren Jänner, November und Dezember sehr warm, 2014 Jänner, Februar und Dezember.

Der Anteil von B(a)P an der TEF-gewichteten PAK-Summe variiert in Illmitz zwischen 57 % (2008) und 68 % (2013). Auch die relativen Anteile der anderen PAK an der TEF-gewichteten Summe blieben in den letzten Jahren relativ stabil, sieht man vom markanten Anstieg des D(a,h)A-Anteils 2007/2008 von 9 % auf 15 % ab, der mit einem Rückgang der Anteile von B(a)P, B(j)F und I(1,2,3-c,d)P korrespondiert.

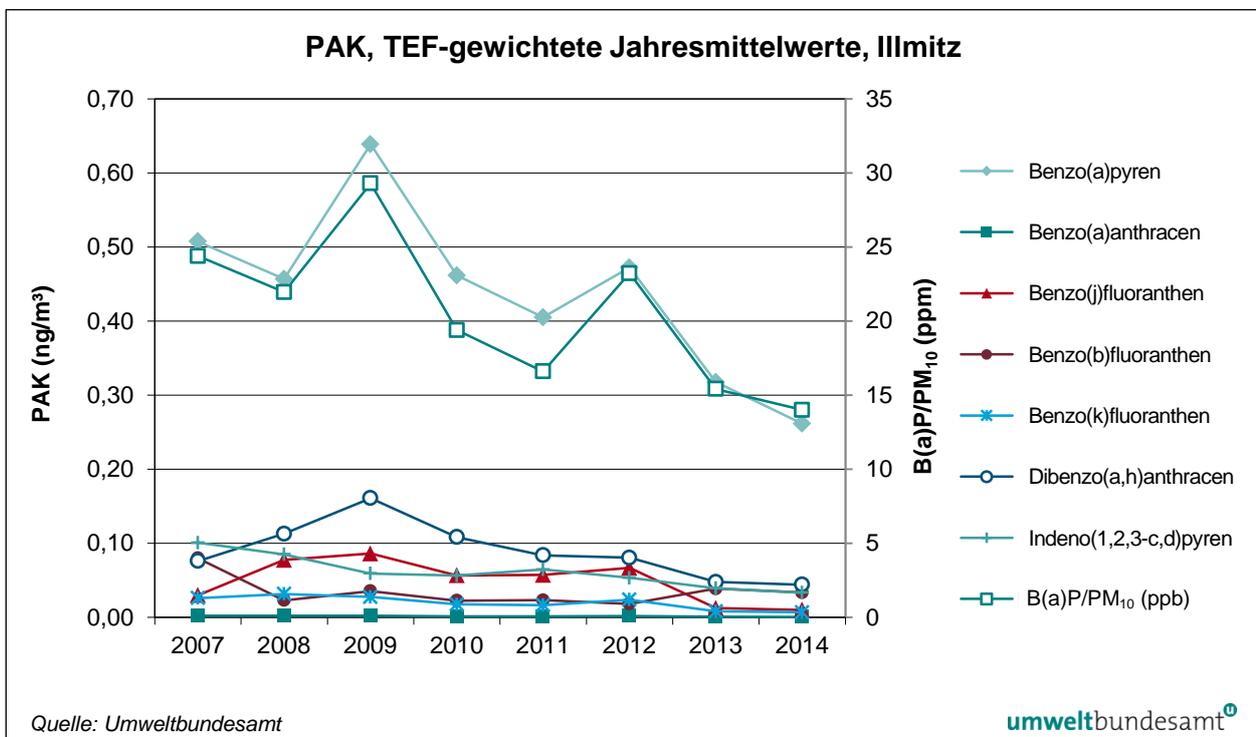


Abbildung 29: TEF-gewichtete Jahresmittelwerte der Konzentrationen der in Illmitz gemessenen PAK-Spezies und Anteil von B(a)P am PM₁₀, 2007–2014.

3.10 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 den meisten Probenahmeperioden unter der Nachweisgrenze, bei Benzo(k)fluoranthen und Indeno(1,2,3-c,d)pyren im Sommerhalbjahr.

Die Depositionswerte der PAK weisen einen Jahresgang mit erhöhten Werten im Winter auf, der allerdings nicht so deutlich ist wie bei der PAK-Konzentration im PM₁₀. Die höchsten B(a)P-Depositionswerte wurden im Dezember, April und Juni 2014 gemessen.

Die Depositionsmengen variieren von Jahr zu Jahr stark. Die Deposition von B(a)P weist einen ähnlichen Verlauf auf wie die Konzentration von B(a)P im PM₁₀ (mit hohen Depositionswerten 2009), die Depositionswerte der anderen PAKs zeigen keinen klaren Trend, mit sehr niedrigen Werten 2008 und hohen Depositionen 2009, 2012 und 2013.

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 21: Deposition von PAK in Illmitz, 2007–2014 (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	6,65	3,25	14,31	8,78	8,49	2,39	8,54
2008	7,86	2,93	4,19	5,72	3,44	3,54	2,48
2009	7,22	12,40	23,10	17,57	9,60	6,70	17,52
2010							
2011	5,7	6,8	10,4	6,5	6,4	5,0	8,6
2012	5,8	6,1	12,7	9,5	4,3	4,6	21,1
2013	9,0	7,4	16,2	11,8	4,1	1,4	8,5
2014	5,8	9,7	12,0	7,5	2,7	1,4	5,1

3.11 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 AKH 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 gemessen.

Die Probenahme erfolgt jeden sechsten Tag über jeweils einen Tag; die Proben werden anschließend mittels Gaschromatographie analysiert. Die Verfügbarkeit der Einzelwerte betrug 2014 87 %.

In Tabelle 22 sind die Mittelwerte der genannten VOC-Species für das Jahr 2014 zusammengestellt.

Tabelle 22:
Jahresmittelwerte der gemessenen VOC-Species in Wien AKH im Jahr 2014 (Quelle: Umweltbundesamt).

VOC-Species Wien AKH	JMW 2014 (in µg/m ³)
iso-Pentan	1,17
1-Pentan	0,03
n-Pentan	0,76
2-Pentan	0,09
iso-Hexan	0,31
n-Hexan	0,25
Benzol	0,72
iso-Oktan	0,07
n-Heptan	0,21
Toluol	0,92
n-Oktan	0,07
Ethylbenzol	0,36
m-, p-Xylol	1,11
o-Xylol	0,32
1,3,5-Trimethylbenzol	0,13
1,2,4-Trimethylbenzol	0,49
1,2,3-Trimethylbenzol	0,11

Die Konzentration der meisten analysierten VOC-Species lag 2014 auf einem ähnlichen Niveau wie 2013 und war niedriger als 2012.

3.12 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 23 gibt die Jahresmittelwerte der Konzentration von Blei, Cadmium, Nickel und Arsen im PM₁₀ im Jahr 2014 in Illmitz an. Die Konzentrationen lagen deutlich unter den Grenzwerten des IG-L.

Tabelle 23:
Jahresmittelwerte der Konzentration von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im PM₁₀ im Jahr 2014.

	Schwermetallkonzentration im PM ₁₀ 2014 (in ng/m ³)			
	Blei	Cadmium	Arsen	Nickel
JMW	6,4	0,2	0,9	0,6

Abbildung 30 zeigt die Entwicklung der Konzentration von Blei, Cadmium und Arsen im PM₁₀ in Illmitz seit 2000 (die Ergebnisse für Nickel lagen zumeist unter der Nachweisgrenze). Die Zeitreihen zeigen bei allen Metallen einen unregelmäßigen Rückgang.

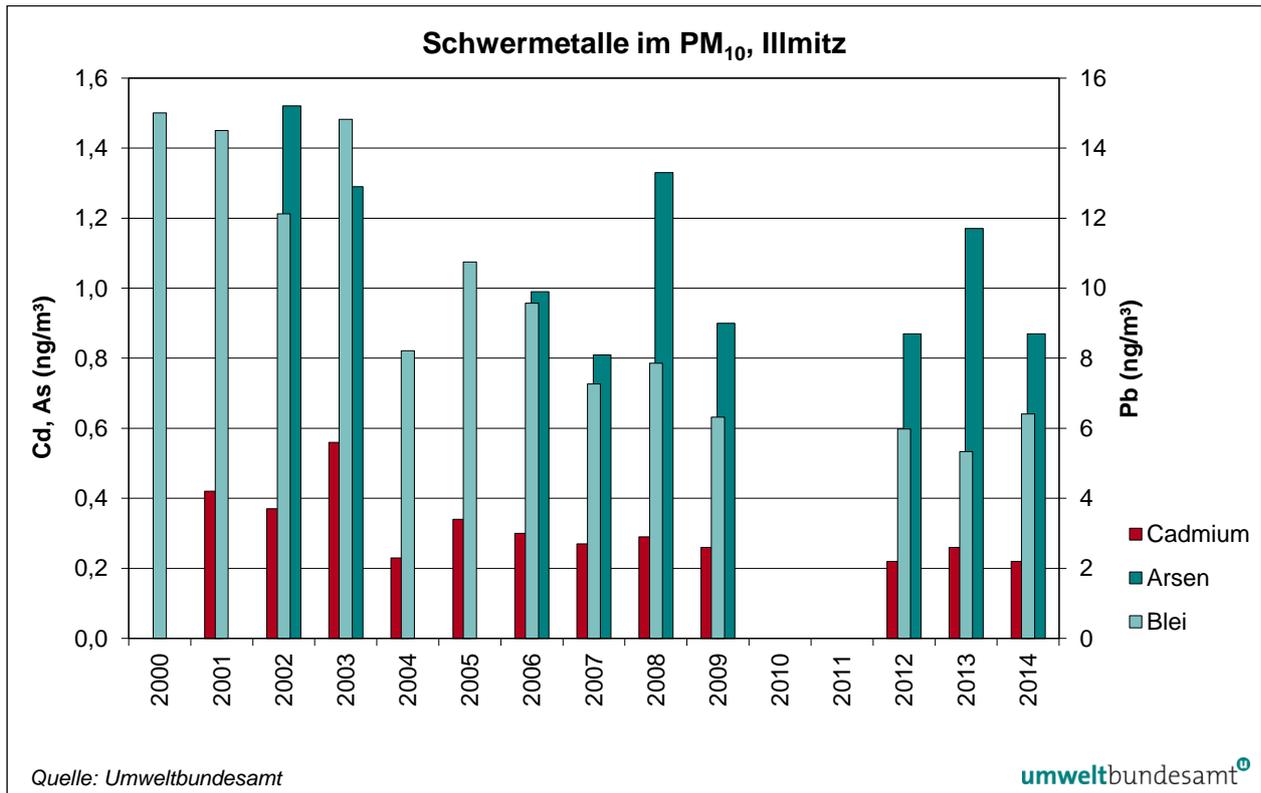


Abbildung 30: Trend der Konzentration von Arsen, Cadmium, Nickel und Blei im PM₁₀ in Illmitz, 2000–2014 (Werte für Cd, Pb 2002: Jän.-Sept. 2002; As 2002: Okt. 2001–Sept. 2002).

3.13 Deposition von Schwermetallen

In Illmitz wird seit 2011 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 Verfügbarkeit betrug 2014 für As und Pb 100 %, für Ni 92 %, für Cd 85 % und bei Hg aufgrund der für die Analytik häufig unzureichenden Probenmenge 61 %. Die Einzelwerte lagen für Cadmium und Nickel während sieben bzw. fünf der Probenahmeperioden unter der Bestimmungsgrenze.

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.

Schwermetalldeposition 2014 in Illmitz				
Arsen	Blei	Cadmium	Nickel	Quecksilber
µg/(m ² .Tag)	µg/(m ² .Tag)	µg/(m ² .Tag)	µg/(m ² .Tag)	ng/(m ² .Tag)
0,45	1,56	0,05	1,11	¹⁾

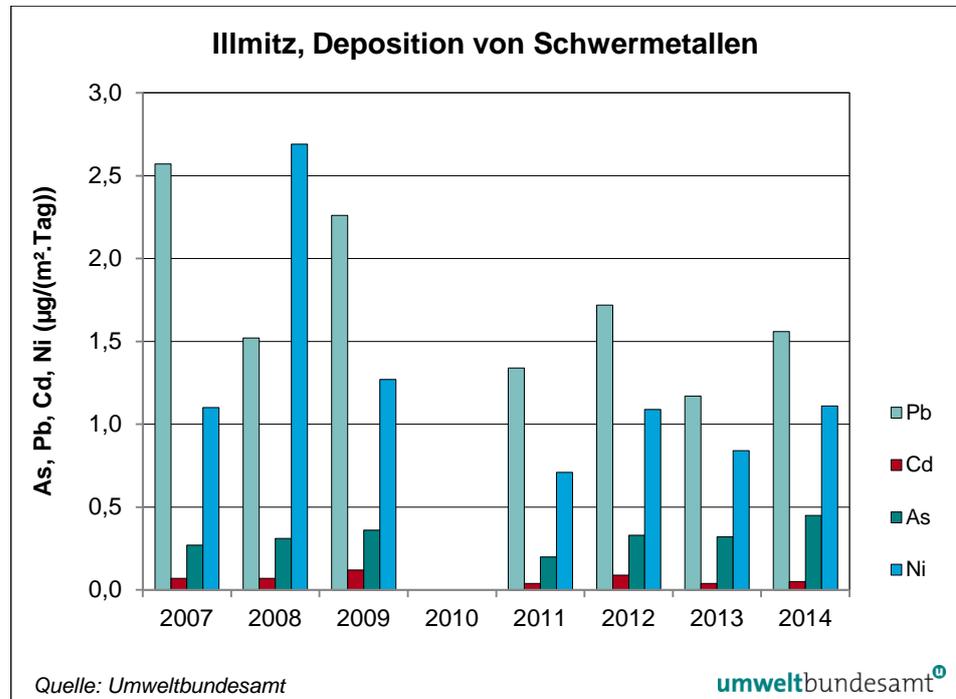
Tabelle 24: Deposition von Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber in Illmitz im Jahr 2014.

¹⁾ kein gültiger Jahresmittelwert; Verfügbarkeit der Einzelwerte 61 %.

Abbildung 31 zeigt die Mittelwerte der Deposition von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel in Illmitz für die Jahre 2007–2014 (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 31:
Trend der Deposition
von Arsen, Blei,
Cadmium und Nickel in
Illmitz, 2007–2014.



3.14 Treibhausgase

Die Konzentration des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO₂) wird seit 2000 auf dem Sonnblick im Rahmen des Global Atmosphere Watch-(GAW)-Programmes der WMO¹⁴ 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.

Aufgrund des Ausfalls der Stromversorgung des Observatoriums auf dem Sonnblick vom 15.04. bis 05.07.2014 kann für 2014 kein Jahresmittelwert der CO₂-Konzentration und der CH₄-Konzentration angegeben werden.

¹⁴ World Meteorological Organization

CO₂- und CH₄-Konzentration 2014 am Sonnblick (in ppm)		
MMW	CO₂	CH₄
Jänner	401,6	1,89
Februar	402,5	1,90
März	402,9	1,90
April	v	v
Mai	v	v
Juni	v	v
Juli	392,5	1,90
August	389,7	1,90
September	394,0	1,91
Oktober	397,5	1,89
November	399,6	1,89
Dezember	403,1	1,91

*Tabelle 25:
Monatsmittelwerte der
Konzentration von CO₂
und CH₄ am Sonnblick
im Jahr 2014.*

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

Tabelle 26 zeigt die Jahresmittelwerte, Abbildung 32 die Monatsmittelwerte der CO₂-Konzentration am Sonnblick (aufgrund unzureichender Verfügbarkeit kann für 2006, 2010, 2011, 2012 und 2014 kein Jahresmittelwert angegeben werden).

Kohlenstoffdioxid-Konzentration am Sonnblick (in ppm)	
	JMW
2002	374
2003	377
2004	378
2005	381
2006	*
2007	384
2008	386
2009	388
2010	**
2011	**
2012	**
2013	397
2014	***

*Tabelle 26:
Jahresmittelwerte der
CO₂-Konzentration am
Sonnblick, 2002–2014
(aufgrund mehrerer
Unterbrechungen
können für einige Jahre
keine JMW angegeben
werden) (Quelle:
Umweltbundesamt).*

* Ausfall der CO₂-Messung vom 29.09.2006 bis 16.01.2007

** Ausfall der CO₂-Messung 02.07.2010 bis 20.04.2012.

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

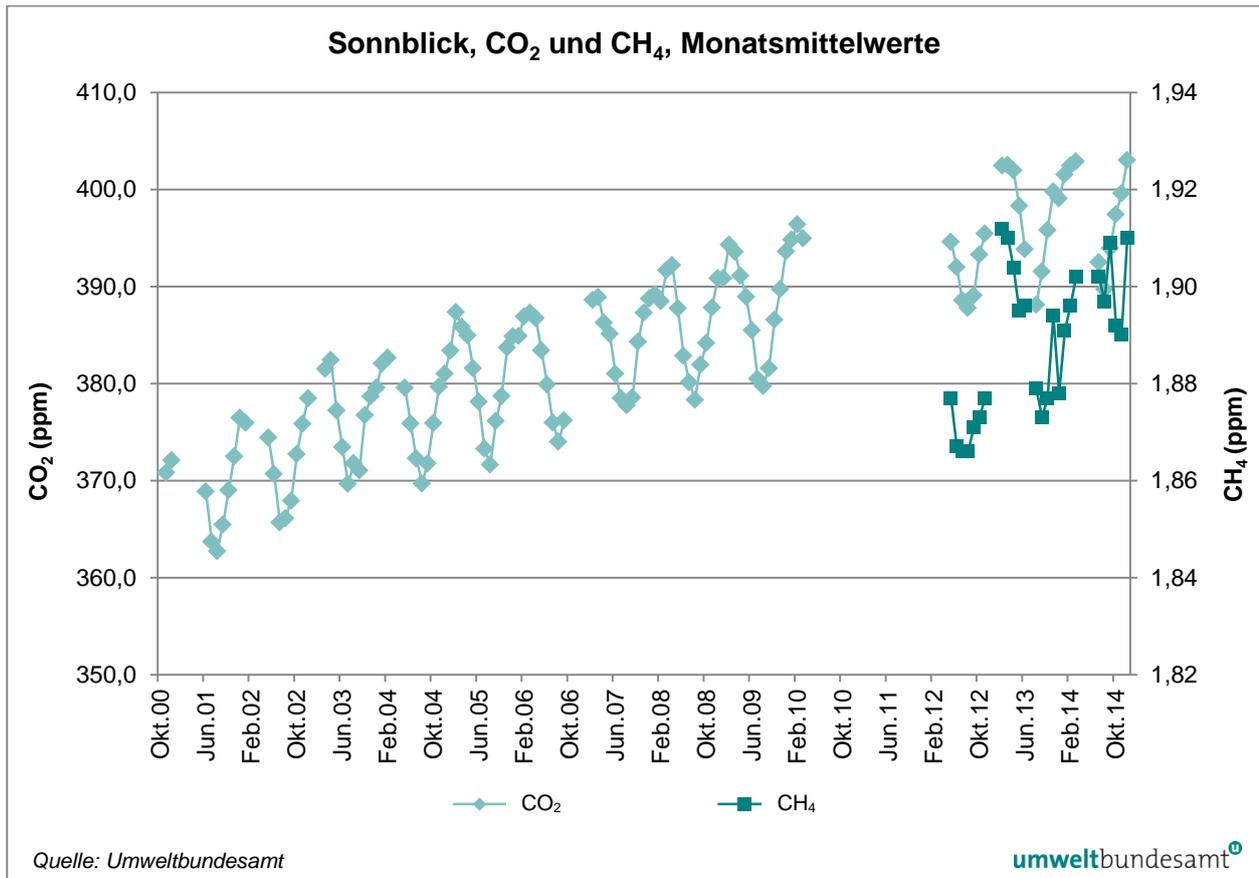


Abbildung 32: Monatsmittelwerte der CO₂- und CH₄-Konzentration am Sonnblick, 2000–2014.

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 Jahrgang 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 Jahrgang 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 2014 und deren Einfluss auf die Immissionssituation in Österreich

Das Jahr 2014 war das wärmste Jahr seit Beginn von Temperaturmessungen in Österreich (1767); im österreichweiten Mittel lag die Temperatur um 1,7 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 und um 0,5 °C über dem bisher wärmsten Jahr 1994.

Im Jahresverlauf fallen allerdings nur wenige besonders warme Perioden auf; die hohe Jahresmitteltemperatur geht auf fast durchgehend leicht überdurchschnittliche Temperaturen zurück. Während fünf Monaten (Jänner, Februar, März, November und Dezember) lag die Monatsmitteltemperatur um mehr als 2,5 °C über dem langjährigen Mittel; besonders warm waren Episoden Mitte März, Anfang November und Mitte Dezember. Nur begrenzte Zeiträume wiesen Temperaturen deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt auf: Ende Jänner, einige Episoden im Mai sowie der Zeitraum von der zweiten Augustwoche bis Anfang September.

Die Niederschläge verteilten sich 2014 sehr ungleichmäßig über Österreich, bedingt durch das vergleichsweise häufige Auftreten von Südwest- und Süd-Wetterlagen. Deutlich über dem langjährigen Durchschnitt lagen die Niederschlagssummen in Osttirol und Kärnten, in der südlichen Steiermark, im Burgenland und im östlichsten Niederösterreich. Mehr als das Eineinhalbfache der mittleren Niederschlagsmenge fiel im südlichen Kärnten und im südlichen Osttirol, mit einem Maximalwert von 3.464 mm (186 % des Klimawertes) in den Karawanken.

Demgegenüber erreichten den Nordwesten Österreichs von Vorarlberg bis Oberösterreich leicht unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen.

Die ersten vier Monate des Jahres 2014 waren im Norden Österreichs sehr trocken. Hohe Regenmengen fielen Ende Mai sowie von Mitte August bis Mitte September.

Im Süden verteilten sich die hohen Niederschlagsmengen auf das ganze Jahr, wobei in Kärnten im Jänner und Februar enorme Schneemengen fielen und auch Juni, September und November sehr regenreich waren.

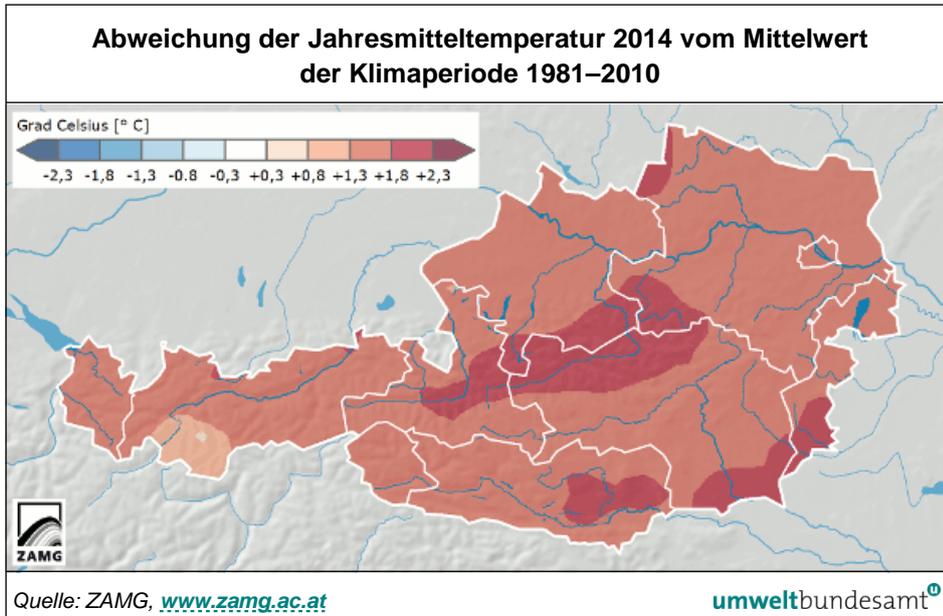


Abbildung 33:
Abweichung der Jahresmitteltemperatur 2014 vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 (in °C). (Quelle: ZAMG)

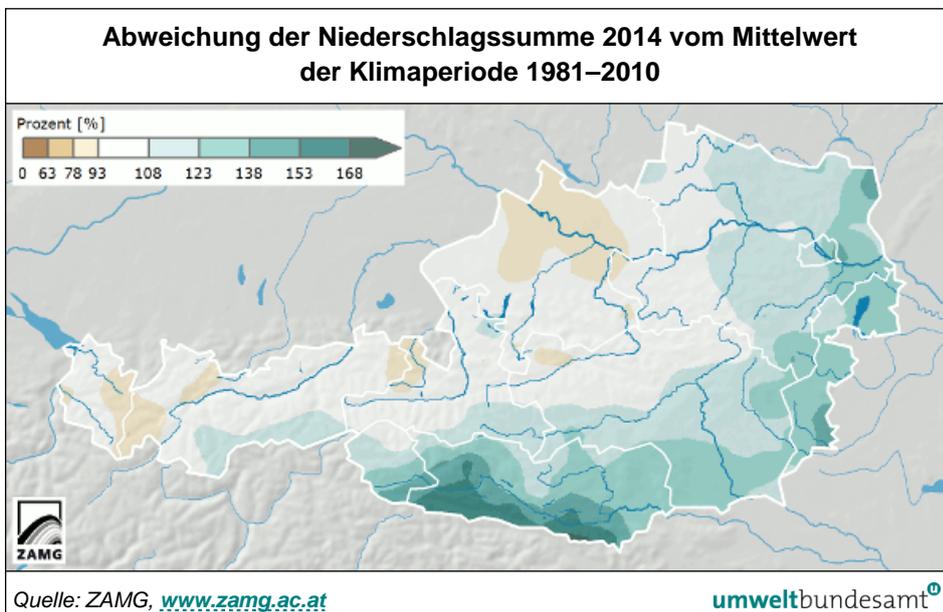
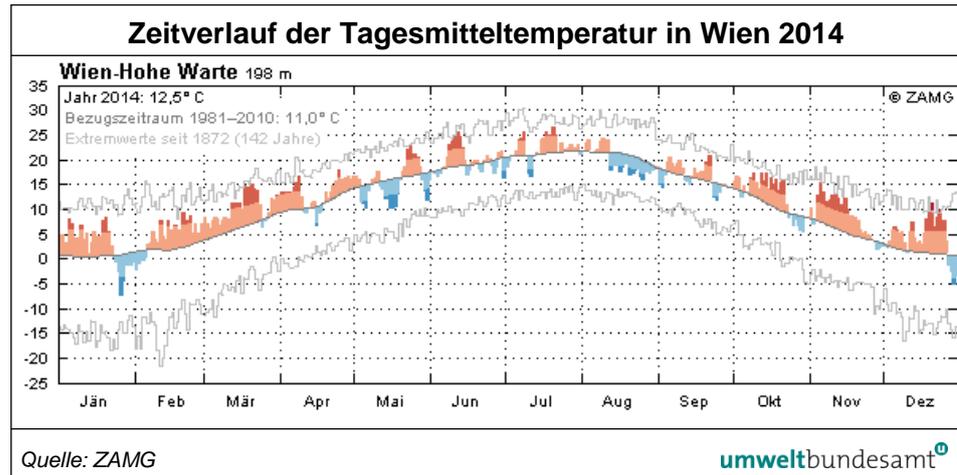


Abbildung 34:
Abweichung der Niederschlagssumme 2014 vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 (in %). (Quelle: ZAMG)

Abbildung 35:
Zeitverlauf der
Tagesmitteltemperatur
in Wien im Jahr 2014,
Abweichung vom
Mittelwert der
Klimaperiode
1981–2010 (in °C).
(Quelle: ZAMG)



Der **Jänner 2014** zeichnete sich in ganz Österreich durch überdurchschnittliche Temperaturen und eine sehr ungleichmäßige Niederschlagsverteilung aus. Über Österreich gemittelt handelte es sich um den siebent-wärmsten Jänner seit Beginn der Messungen 1767; im Süden Österreichs sowie an der Alpen-nordseite lag die Monatsmitteltemperatur um 3,5 °C bis 5,5 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010. Am wärmsten war es im östlichen Kärnten, wo im Jänner die höchsten Temperaturen seit über 200 Jahren gemessen wurden. Verantwortlich dafür waren die fast den ganzen Jänner anhaltenden Südwest- und Südwestlagen, mit denen warme, mediterrane Luftmassen nach Österreich geführt wurden, sowie Föhn effekte nördlich des Alpenhauptkamms. In Ober- und Niederösterreich lag die Monatsmitteltemperatur nur 2,5 °C bis 3,5 °C über dem Klimamittelwert, wobei im Nordosten Österreichs in der letzten Woche das Eindringen kontinentaler Kaltluft von Osteuropa her zu unterdurchschnittlichen Temperaturen führte.

Die häufigen Südwest- und Südwestlagen führten im Süden Österreichs zu deutlich überdurchschnittlichen Niederschlägen. In Kärnten und Osttirol erreichten die Niederschlagsmengen das Vierfache des langjährigen Durchschnitts, gebietsweise im oberen Drautal und im Gailtal knapp das Siebenfache. Dagegen blieben die Niederschläge nördlich des Alpenhauptkamms deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt, wobei im Raum Wien weniger als ein Viertel erreicht wurde.

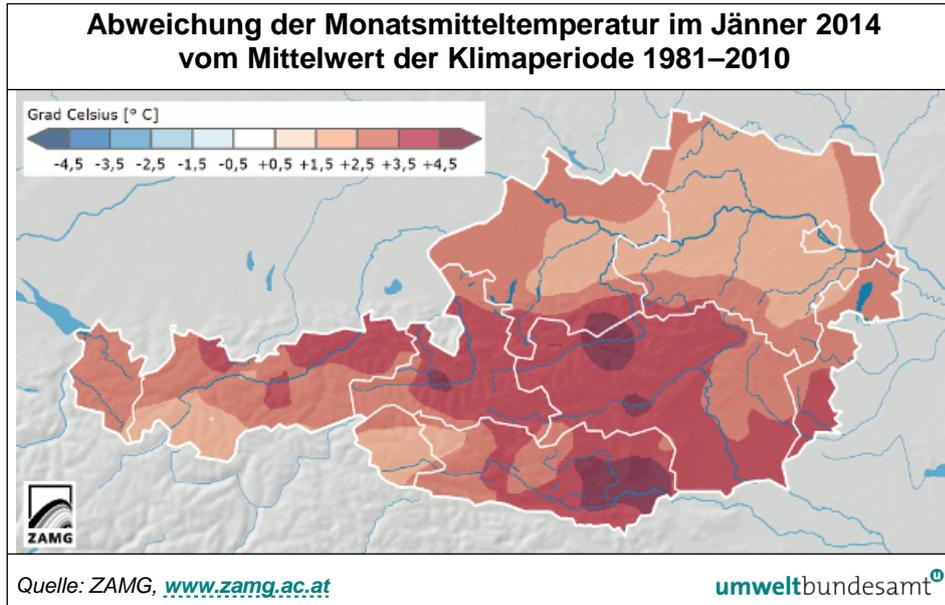


Abbildung 36:
Abweichung der Monatsmitteltemperatur im Jänner 2014 vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 (in °C). (Quelle: ZAMG)

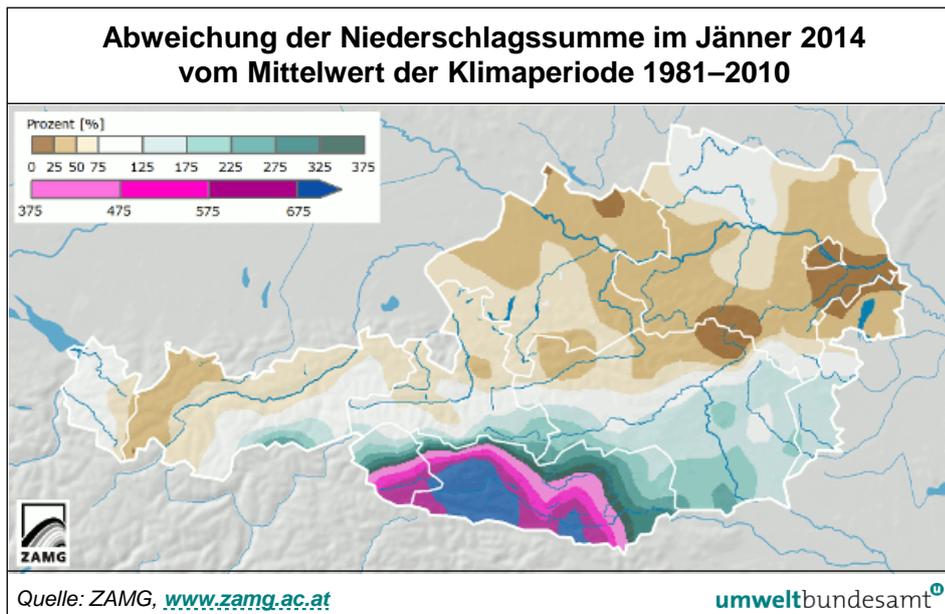


Abbildung 37:
Abweichung der Niederschlagssumme im Jänner 2014 vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 (in %). (Quelle: ZAMG)

Der **Februar 2014** war außergewöhnlich warm, die Witterung wurde überwiegend von Wetterlagen mit Südströmung bestimmt. Diese führten südlich des Alpenhauptkamms sowie im Südosten Österreichs zu sehr hohen Niederschlagsmengen; nördlich des Alpenhauptkamms war das Wetter sehr häufig von Föhn bestimmt, sehr warm und trocken. Im Mittel über ganz Österreich wich die Temperatur um 3,3 °C vom langjährigen Mittelwert (Klimaperiode 1981–2010) ab, in den von Föhn betroffenen Tälern der Nordalpen lag die Abweichung bei 4 °C bis 5 °C.

Äußerst ungleich verteilt waren die Niederschlagsmengen; diese lagen im Süden Österreichs weit über dem langjährigen Durchschnitt, wohingegen die Alpennordseite sehr trocken war. Demgegenüber war die Niederschlagsmenge zwischen Osttirol und dem nördlichen Burgenland mehr als doppelt so hoch wie im

klimatologischen Mittel. Im südlichen Osttirol und in Oberkärnten wurde mehr als das Sechsfache der durchschnittlichen Niederschlagsmenge registriert, mit einem Rekordwert in Kötschach-Mauthen, wo fast die zehnfache durchschnittliche Niederschlagsmenge beobachtet wurde.

Abbildung 38:
Abweichung der
Monatsmitteltemperatur
im Februar 2014 vom
Mittelwert der
Klimaperiode
1981–2010 (in °C).
(Quelle: ZAMG)

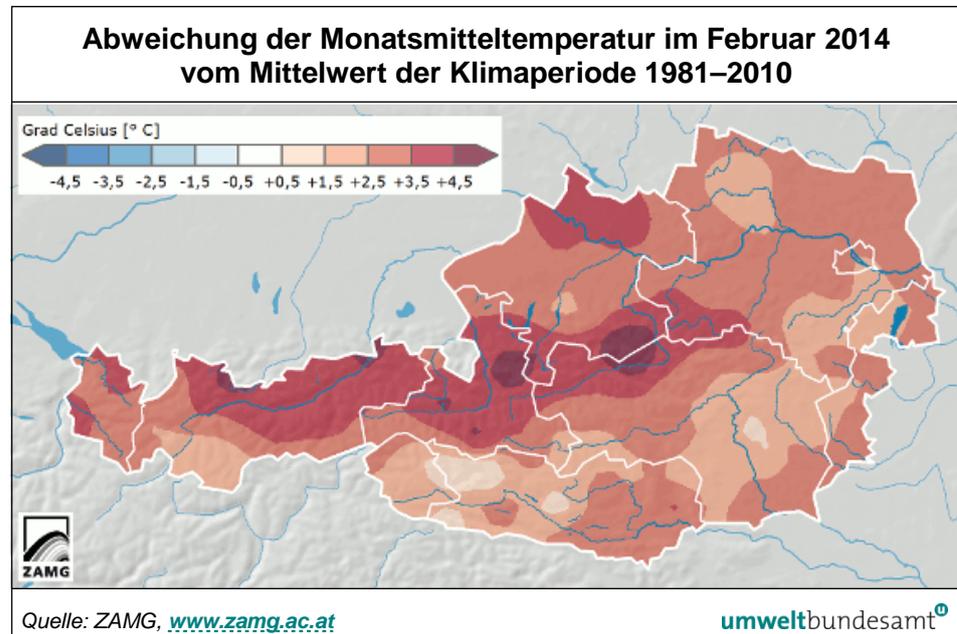
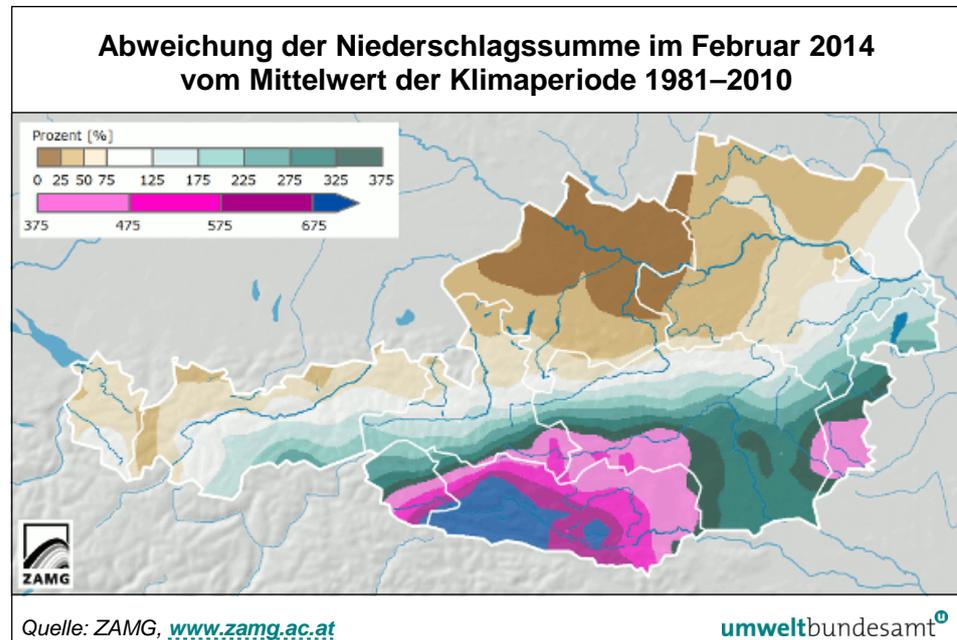


Abbildung 39:
Abweichung der
Niederschlagssumme im
Februar 2014 vom
Mittelwert der
Klimaperiode
1981–2010 (in %).
(Quelle: ZAMG)



Der **März 2014** zeichnete sich im Großteil Österreichs durch deutlich überdurchschnittliche Temperaturen und geringe Niederschläge aus. Im österreichweiten Mittel handelte es sich um den zweitwärmsten März seit Beginn der Messungen (wärmer war der März 1994). Im Norden und Osten Österreichs lag die Monatsmitteltemperatur um 3 °C bis 4 °C über dem langjährigen Mittel; am kühls-ten waren Osttirol und Westkärnten mit etwa 1 °C über dem langjährigen Mittel.

Osttirol und Westkärnten waren auch die einzigen Regionen mit überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen. Dagegen war v. a. der Nordosten Österreichs extrem trocken.

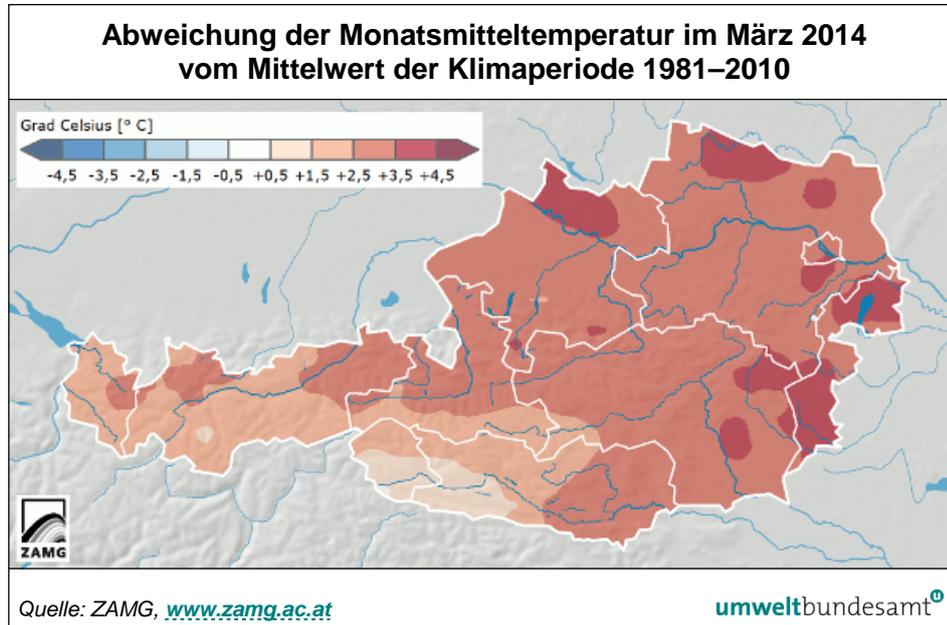


Abbildung 40: Abweichung der Monatsmitteltemperatur im März 2014 vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 (in °C). (Quelle: ZAMG)

Der **April 2014** wies in ganz Österreich Temperaturen um ca. 2 °C über dem langjährigen Mittel auf.

Das ostösterreichische Flach- und Hügelland sowie der Ostalpenraum waren von überdurchschnittlichen Regenmengen betroffen, besonders hoch waren die Niederschläge im Raum Wien. Dagegen wiesen das Waldviertel, Oberösterreich sowie Westkärnten und Osttirol teilweise deutlich zu niedrige Niederschlagsmengen auf. Das Wettergeschehen wurde von Nord- bis Nordwest- und Tiefdrucklagen dominiert.

Der **Mai 2014** war im Großteil Österreichs von außergewöhnlich hohen Niederschlagsmengen und unterdurchschnittlichen Temperaturen gekennzeichnet.

Im nördlichen Salzburg, in Oberösterreich, in der nördlichen Steiermark, in Niederösterreich, in Wien und im Burgenland fiel mehr als das Doppelte der durchschnittlichen Niederschlagsmenge, in den niederösterreichischen Alpen bis zum Dreifachen. Im Norden Österreichs war dies die höchste Niederschlagsmenge im Mai seit Beginn der Messungen 1820. Lediglich in Westkärnten und Osttirol sowie am Nordtiroler Alpenhauptkamm fielen leicht unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen.

Die Temperatur lag im Großteil Österreichs um 0,5 °C bis 1 °C unter dem langjährigen Mittel, lediglich in Osttirol, Kärnten und in der Südsteiermark traten durchschnittliche Werte auf.

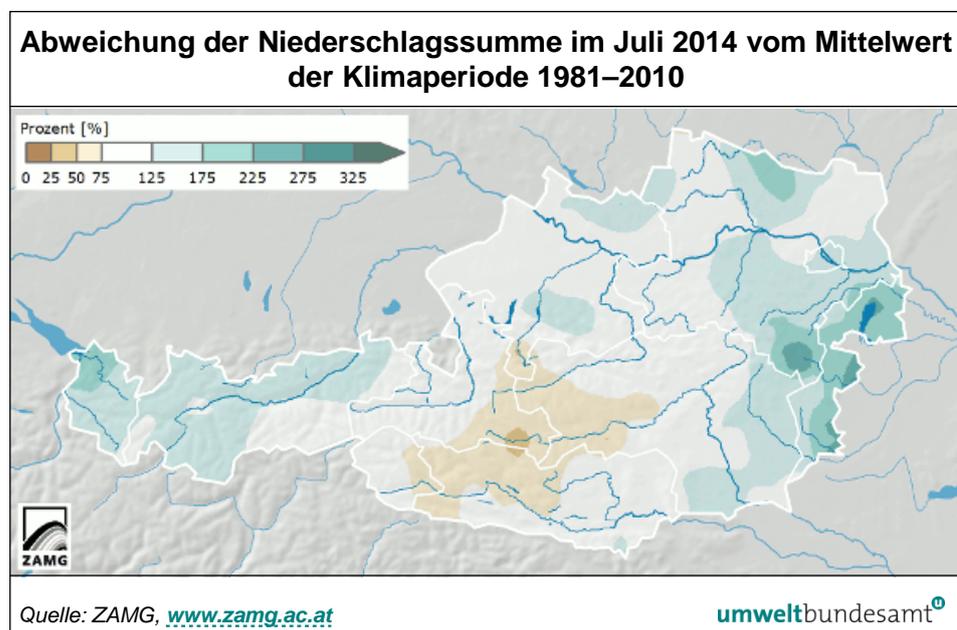
Der **Juni 2014** war von leicht überdurchschnittlicher Temperatur geprägt. Er wies österreichweit um etwa 20 % mehr Sonnenscheinstunden als der Mittelwert auf.

Im Gebiet nördlich des Alpenhauptkamms war es sehr trocken, zwischen Salzburg und dem Nordburgenland fiel zumeist etwa die Hälfte der durchschnittlichen Regenmenge, lediglich Teile Kärntens waren zu nass.

Der **Juli 2014** war von sehr wechselhaftem Wetter gekennzeichnet; zwei sehr warme und zwei sehr kühle und regenreiche Phasen wechselten einander ab. Im Monatsmittel lag die Temperatur im Osten und Norden Österreichs etwas über dem langjährigen Mittel, im Westen darunter.

Die Niederschlagssumme überstieg im Burgenland, in Teilen Niederösterreichs und Wiens sowie in Vorarlberg den langjährigen Durchschnitt bis zum Doppelten. Deutlich unterdurchschnittliche Niederschläge wurden in Teilen Salzburgs, der Obersteiermark, Westkärntens und Osttirols registriert.

Abbildung 41:
Abweichung der
Niederschlagssumme im
Juli 2014 vom Mittelwert
der Klimaperiode
1981–2010 (in %).
(Quelle: ZAMG)



Der **August 2014** wies ungewöhnlich niedrige Temperaturen und Sonnenscheindauer auf. Österreichweit lag die Monatsmitteltemperatur um 1,1 °C unter dem Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010, im Gebirge um 1,5 °C. Ab dem 12. August war es durchgehend kälter als dem klimatologischen Mittel entsprach.

Die Niederschlagsmengen lagen im Großteil Österreichs über dem langjährigen Mittelwert, besonders regenreich waren der Nordosten Österreichs sowie die Gebiete südlich des Alpenhauptkamms. Im Weinviertel und im Marchfeld sowie gebietsweise im Süden erreichten die Niederschläge mehr als das Doppelte des Klimamittelwerts.

Der **September 2014** war von sehr wechselhaftem Wetter gekennzeichnet. Im Monatsmittel lag die Temperatur österreichweit relativ einheitlich um 0,7 °C über dem langjährigen Mittel.

Der Westen und Südwesten Österreichs waren sehr trocken, in Osttirol und Nordwestkärnten fiel weniger als ein Viertel der durchschnittlichen Niederschlags-summe. Dagegen wiesen der Osten und Südosten deutlich überdurchschnittliche Regenmengen auf, die im Weinviertel bis zum Zweieinhalbfachen des lang-jährigen Mittelwerts erreichten.

Der **Oktober 2014** war in ganz Österreich sehr warm; die Monatsmitteltempera-tur lag im Mittel über Österreich um 2,2 °C über dem Klimawert.

Die Niederschlagsmengen lagen im Norden Österreichs über dem langjährigen Mittel, vor allem am Alpennordrand, wo bis zum Zweieinhalbfachen der durch-schnittlichen Regenmenge fiel. Demgegenüber war Österreich südlich des Al-penhauptkamms zu trocken, vor allem Kärnten, wo gebietsweise weniger als ein Viertel des durchschnittlichen Niederschlags fiel.

Der **November 2014** war in Österreich der wärmste in der bis 1767 zurückrei-chenden Messreihe. Das Wetter wurde ganz überwiegend von Südwind- und Tiefdruckwetterlagen geprägt. Die Monatsmitteltemperatur lag südlich des Alpen-hauptkamms und in Föhnregionen der Nordalpen um 4 °C bis 5 °C über dem Klimamittelwert, im nördlichen, außeralpinen Raum zumeist um 3 °C bis 4 °C darüber.

Das Überwiegen von Südströmungslagen hatte südlich des Alpenhauptkamms sehr hohe Niederschlagsmengen zur Folge, nördlich des Alpenhauptkamms war der November dagegen sehr trocken. In Kärnten und Osttirol sowie teilwei-se am Nordtiroler Alpenhauptkamm erreichten die Niederschlagsmengen mehr als das Doppelte der durchschnittlichen Menge. Dagegen erhielten der Nordal-penbereich und das Alpenvorland vom Unterinntal bis ins westliche Niederös-terreich weniger als ein Viertel des durchschnittlichen Niederschlags.

Der **Dezember 2014** war in ganz Österreich sehr warm; im Mittel über Öster-reich lag die Monatsmitteltemperatur um 2,5 °C über dem Klimawert (Mittelwert 1981–2010). Die Witterung wurde von Westwetterlagen dominiert.

Der Großteil Österreichs erhielt unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen.

Die meteorologischen Verhältnisse des Jahres 2014 führten österreichweit zu sehr niedrigen PM₁₀-Belastungen – den niedrigsten, die seit Beginn der Messung in Österreich 2000 registriert wurden. Verantwortlich dafür waren folgende Fak-toren:

- Die hohen Temperaturen in den Wintermonaten führten zu vergleichsweise ge-ringem Heizenergiebedarf und damit geringeren Emissionen aus dem Sektor Raumwärmeerzeugung.
- Die Witterung wurde im Winter von Süd- und Südwestwetterlagen dominiert, die mit Advektion ozeanischer und mediterraner Luftmassen und damit ver-gleichsweise günstigen Ausbreitungsbedingungen verbunden waren.
- Hochdruck- und Ostwetterlagen mit Advektion kalter, kontinentaler Luftmassen – verbunden mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen und PM₁₀-Ferntrans-port aus Ostmitteleuropa – waren sehr selten.

- Die hohen Niederschlagsmengen im Süden und Osten Österreichs – d. h. in jenen Regionen mit den üblicherweise höchsten PM₁₀-Belastungen – waren eine Folge der häufigen Süd- und Südwestwetterlagen und ein weiterer Faktor für sehr niedrige PM₁₀-Konzentrationen, ganz besonders in Kärnten.

Das wechselhafte Wetter im Hochsommer – mit einem sehr kalten und regenreichen August – war verantwortlich für die sehr niedrige Ozonbelastung des Jahres 2014.

4.3 Temperatur

Tabelle 27 gibt die Jahresmittelwerte der Temperatur an den Messstellen des Umweltbundesamtes (Sonnblick: ZAMG) in den Jahren 1990–2014 an, Tabelle 28 die Monatsmittelwerte für 2014.

Tabelle 27:
Jahresmittelwerte der
Temperatur, 1990–2014
(Quelle:
Umweltbundesamt).

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

* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG

2014 war an den Messstellen Illmitz, Pillersdorf, Vorhegg und Zöbelboden das wärmste Jahr seit Beginn der Messungen, in Enzenkirchen das zweitwärmste (nach 2000); auf dem Sonnblick wurde 2003 und 2011 eine höhere Jahresmitteltemperatur gemessen (siehe auch Kapitel 4.2).

Das bislang kälteste Jahr war an allen Messstellen 1996 (infolge häufiger Hochdruckwetterlagen im Winter mit Advektion kontinentaler Kaltluft, mit der auch sehr hohe SO₂-Belastungen Ostösterreich erreichten).

Temperaturverlauf 2014 (in °C)						
MMW	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
Jänner	0,7	2,9	0,8	-9,3	0,2	2,2
Februar	2,9	4,2	3,0	-9,6	0,0	3,0
März	7,5	10,3	8,8	-7,4	4,4	5,8
April	10,2	13,1	11,9	-5,4	8,3	8,0
Mai	12,5	15,5	13,8	-4,1	10,9	9,7
Juni	17,1	20,1	18,8	0,8	15	14,7
Juli	18,6	22,1	20,8	2,6	15,8	16,4
August	16,0	19,8	17,7	1,5	14,4	13,7
September	14,1	16,8	15,1	-0,1	12,2	12,0
Oktober	10,5	12,7	11,2	-2,1	10,0	9,9
November	5,3	8,6	6,7	-3,8	v	6,0
Dezember	1,6	2,9	2,4	-10,3	v	1,1

Tabelle 28:
Monatsmittelwerte der
Temperatur im Jahr
2014 (Quelle:
Umweltbundesamt).

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

4.4 Globalstrahlung

Tabelle 29 gibt die Monats- und Jahressummen der Globalstrahlung für das Jahr 2014 in MJ/m² an, Tabelle 30 die Jahressummen im Zeitraum 1993 bis 2014.

Tabelle 29:
Monats- und
Jahressummen der
Globalstrahlung im Jahr
2014 (Quelle:
Umweltbundesamt).

Globalstrahlung 2014 (in MJ/m ²)					
Monatssumme	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jänner	83	124	54	125	67
Februar	192	203	202	193	192
März	333	468	372	393	342
April	376	546	340	479	327
Mai	407	668	360	570	390
Juni	633	837	457	591	577
Juli	512	738	403	513	478
August	404	611	319	486	382
September	311	398	227	390	285
Oktober	200	251	115	309	221
November	102	112	71	123	109
Dezember	68	82	84	121	54
Jahressumme	3.536	4.956	2.924	4.225	3.331

Tabelle 30:
Jahressummen der
Globalstrahlung, 1993–
2014 (Quelle:
Umweltbundesamt).

Globalstrahlung (in MJ/m ²)					
Jahres- summe	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

v ... zu geringe Verfügbarkeit

4.5 Sonnenscheindauer

Tabelle 31 zeigt die Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer für das Jahr 2014 in Stunden, Tabelle 32 die Jahressummen im Zeitraum von 1992 bis 2014.

Die höchste Sonnenscheindauer im Jahr 2014 wurde in Vorhegg und in Illmitz registriert.

Das Jahr 2014 wies in Pillersdorf und auf dem Sonnblick die niedrigste Sonnenscheindauer der letzten 20 Jahre auf, in Vorhegg die drittniedrigste.

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 2014.

Sonnenscheindauer 2014 (in Stunden)						
Monatssumme	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
Jänner	45	71	44	45	86	39
Februar	129	79	76	42	78	97
März	216	230	183	100	209	151
April	164	191	171	57	206	95
Mai	144	235	188	54	218	107
Juni	287	310	241	83	208	178
Juli	225	269	213	61	178	133
August	173	225	161	45	167	115
September	147	151	127	64	160	95
Oktober	96	118	56	77	163	105
November	54	64	27	50	66	70
Dezember	38	65	69	43	81	17
Jahressumme	1.753	2.017	1.562	1.442	1.827	1.216

Tabelle 31:
Monats- und
Jahressummen der
Sonnenscheindauer im
Jahr 2014 (Quelle:
Umweltbundesamt).

* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG

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

Tabelle 32:
Jahressummen der
Sonnenscheindauer,
1992–2014 (Quelle:
Umweltbundesamt).

Sonnenscheindauer (in Stunden)						
Jahres-summe	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
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

* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG

4.6 Niederschlag

Tabelle 33 gibt die Monats- und Jahressummen des Niederschlags im Jahr 2014 an. In Tabelle 34 sind die Jahressummen des Niederschlags von 1993 bis 2014 zusammengestellt.

Im Jahresverlauf 2014 fallen in Vorhegg extrem hohe Niederschlagsmengen im Jänner und Februar auf, wohingegen der Winter im Norden und Nordosten Österreichs sehr trocken war. Deutlich überdurchschnittliche Niederschlagsmengen wurden im Mai registriert, vor allem in Enzenkirchen und auf dem Zöbelboden, während Vorhegg im Mai relativ trocken war. Sehr regenreich war auch der August, wieder besonders in Oberösterreich.

Vorhegg registrierte 2014 die höchste Niederschlagsmenge seit Beginn der Messung 1991. Auch an den anderen Messstellen des Umweltbundesamtes lag die Niederschlagssumme über dem Durchschnitt der Messreihe.

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

Tabelle 33:
Monats- und
Jahressummen des
Niederschlags im Jahr
2014 (Quelle:
Umweltbundesamt).

Niederschlag 2014 (in mm)						
Monatssumme	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE	
Jänner	19	7	5	369	76	
Februar	10	39	5	380	39	
März	23	9	6	124	70	
April	33	39	41	47	108	

Niederschlag 2014 (in mm)					
Monatssumme	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Mai	151	90	66	51	419
Juni	34	22	17	116	75
Juli	160	162	119	131	168
August	146	80	v	190	192
September	116	112	90	145	236
Oktober	97	41	30	65	171
November	31	20	20	552	31
Dezember	38	24	21	57	116
Jahressumme	857	644	436	2.227	1.700

v ... zu geringe Verfügbarkeit

Niederschlag (in mm)					
Jahres-summe	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

Tabelle 34:
Jahressummen des
Niederschlags, 1993–
2014 (Quelle:
Umweltbundesamt).

5 LITERATURVERZEICHNIS

- BAUER, H.; MARR, I.; KASPER-GIEBL, A.; LIMBECK, A.; CASEIRO, A.; HANDLER, M.; JANKOWSKI, N.; KLATZER, B.; KOTIANOVA, P.; POURSMAEIL, P.; SCHMIDL, CH.; SAGEDER, H. & PUXBAUM, H. (2007): Endbericht für das Projekt „AQUELLA“ Steiermark. Bestimmung von Immissionsbeiträgen in Feinstaubproben. Technische Universität Wien.
- EUROPEAN COMMISSION (2001): PAH Position Paper Annexes (27th July 2001).
http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/annex_pah.pdf.
- EUROPEAN COMMISSION – JOINT RESEARCH CENTRE (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.; POURSMAEIL, P.; SCHMIDL, CH. & PUXBAUM, H. (2007): 3. Zwischenbericht für das Projekt „AQUELLA Linz – Oberösterreich!“ Aerosolquellanalyse für Linz – Oberösterreich. Technische Universität Wien.
- LARSEN, J. C. & LARSEN, P. B. (1998): Chemical carcinogens. In: Hester, R.E. & Harrison, R.M. (Eds.): Air Pollution and Health. Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry. pp. 33–56.
- 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 (2007): Spangl, W.; Schneider, J.; Moosmann, L. & Nagl, C.: Representativeness and classification of air quality monitoring stations – final report. Service contract to the European Commission – DG Environment Contract No. 07.0402/2005/419392/MAR/C1. Reports, Bd. REP-0121. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2008): Wolf, A. & Moosmann, L.: Nationales EU-Referenzlabor für Luftschadstoffe. Kalibrierworkshop 2008. Reports, Bd. REP-0180. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2012): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2011. Reports, Bd. REP-0383. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2013): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2012. Reports, Bd. REP-0421. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2014): Spangl, W.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2013. Reports, Bd. REP-0469. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2014a): Fröhlich, M.; Klösch, N. & Wolf, A.: Ringversuch zur Immissionsmessung 2013. Auswertung des Ringversuchs für NO/NO₂ und O₃. Reports, Bd. REP-0496. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2015): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2014. Reports, Bd. REP-0520. Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2015a): Spangl, W.: Luftgütemessstellen in Österreich. Stand Jänner 2015. Reports, Bd. REP-0522. Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2015b): Anderl, M.; Haider, S.; Lampert, C.; Moosmann, L.; Pazdernik, K.; Perl, D.; Pinterits, M.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schodl, B.; Stranner, G.; Wieser, M. & Zechmeister A.: Austria's Informative Inventory Report (IIR) 2015. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Reports, Bd. REP-0505. Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2015c): Fröhlich, M.; Klösch, N. & Wolf, A.: Ringversuch zur Immissionsmessung 2014. Auswertung des Ringversuchs für NO/NO₂ und SO₂. Reports, Bd. REP-0503. 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 14907:2005: Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM_{2,5}-Massenfraktion des Schwebstaubes. 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 15549:2008: Luftbeschaffenheit – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Benzo(a)pyren in Luft. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 15853:2010 Außenluftbeschaffenheit – Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung der Quecksilberdeposition. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN ISO 14911:1999: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der gelösten Kationen Li⁺, Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mn²⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Sr²⁺, und Ba²⁺ mittels Ionenchromatographie - Verfahren für Wasser und Abwasser (ISO 14911:1998) Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN ISO 17993:2004: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von 15 polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wasser durch HPLC mit Fluoreszenzdetektion nach Flüssig-Flüssig-Extraktion. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN ISO 17852:2008: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Quecksilber – Verfahren mittels Atomfluoreszenzspektrometrie. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN ISO 10304-1:2009: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat (ISO 10304-1:2007). Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM M 5866:2007: Luftreinhaltung – Bildung von Immissionsmessdaten und daraus abgeleiteten Immissionskennwerten. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025:2007: Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien.
- Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/92, i.d.g.F.): Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung und die Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen, mit dem das Smogalarmgesetz, BGBl. Nr. 38/1989, geändert wird (BGBl. I Nr. 34/2003).

Ozonrichtlinie (RL 2002/3/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2002 über den Ozongehalt der Luft. 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 Bundes-

kanzleramtes 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)
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
WMO	World Meteorological Organisation (http://www.wmo.int)
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (http://www.zamg.ac.at)

ANHANG 2: EINHEITEN UND UMRECHNUNGS- FAKTOREN

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 mg/m³ = 1.000 µg/m³

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 ist die folgende Zahl von Überschreitungen zulässig: bis 2004: 35, von 2005–2009: 30, ab 2010: 25
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 2014)	Jahresmittelwert. Dieser Grenzwert ist ab 2012 einzuhalten. Die Toleranzmarge beträgt 30 µg/m ³ bei Inkrafttreten des Gesetzes und wird am 01.01. jedes Jahres bis 01.01.2005 um 5 µg/m ³ verringert. Die Toleranzmarge von 10 µg/m ³ gilt gleichbleibend vom 01.01.2005 bis 31.12.2009. Die Toleranzmarge von 5 µg/m ³ gilt gleichbleibend ab 01.01.2010. Im Jahr 2012 ist eine Evaluierung der Wirkung der Toleranzmarge für die Jahre 2010 und 2011 durchzuführen. Auf Grundlage dieser Evaluierung hat der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Wirtschaft, Familie und Jugend gegebenenfalls den Entfall der Toleranzmarge mit Verordnung anzuordnen.
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 PM_{10} gemäß IG-L, Anlage 5b
(Jahresmittelwerte, Zielwerte bis 2012)

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

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

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

Grenzwerte der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation

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

Zielwerte der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation

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

Informations- und Warnwerte für Ozon gemäß Ozongesetz, Anlage 1

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

Zielwerte für Ozon gemäß Ozongesetz, Anlage 2

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

Langfristige Ziele für Ozon gemäß Ozongesetz, Anlage 3

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

Im Rahmen der UNECE wurden „Critical Levels“ für Ozon zum Schutz von Pflanzen ausgearbeitet, welche die Ozonbelastung als AOT40-Wert¹⁵ bewerten. Zur Berechnung des AOT40 wird die Ozonkonzentration minus 40 ppb über einen bestimmten Zeitraum aufsummiert, sofern der MW1 40 ppb überschreitet. Unterschiedliche Referenzzeiträume (jeweils über Tageslichtstunden) werden für die Bewertung der Ozonbelastung für Wald einerseits, für landwirtschaftliche Pflanzen, Weiden und natürliche Vegetation andererseits herangezogen. In der folgenden Tabelle sind die jeweiligen Berechnungszeiträume und die Critical Levels angeführt.

	Zeitfenster	Zielwert, Critical Level
UNECE, Schutz des Waldes	April–September, Tageslichtstunden	10 ppm·h
UNECE, Schutz landwirtschaftlicher Pflanzen	Mai–Juli, Tageslichtstunden	3 ppm·h
Luftqualitätsrichtlinie, Zielwert zum Schutz der Vegetation	Mai–Juli, 8:00–20:00	9 ppm·h*, gemittelt über 5 Jahre
Luftqualitätsrichtlinie, langfristiges Ziel zum Schutz der Vegetation	Mai–Juli, 8:00–20:00	3 ppm·h

* Im Richtlinientext als 18.000 µg/m³·h angegeben

In der Luftqualitätsrichtlinie der EU wurde das Konzept des AOT40 als Zielwert zum Schutz der Vegetation übernommen, wobei der – strengere – AOT40-Wert für den Schutz landwirtschaftlicher Pflanzen herangezogen, der Berechnungszeitraum aber von „Tageslichtstunden“ auf das europaweit einheitliche Zeitfenster von 8:00 bis 20:00 MEZ leicht verändert wurde.

¹⁵ AOT40: Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb

ANHANG 5: MESSGERÄTE UND ANALYSEVERFAHREN

Eingesetzte Messgerätetypen für die Immissionsmessung

Messstelle, Komponente	Gerätetype
Enzenkirchen	
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} gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM _{2,5} kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
Partikelanzahl	Grimm EDM 180
SO ₂	TEI 43i
NO, NO ₂	TEI 42i
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
SO ₂	TEI 43i
NO, NO ₂	API 200EU
CO	bis 25.2. Horiba APMA-360 seit 25.2. Horiba APMA-370
Klöch	
PM ₁₀ gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM ₁₀ kontinuierlich	Sharp 5030 (äquivalentes Verfahren)
NO, NO ₂	TEI 42i
Pillersdorf	
O ₃	bis 29.1. TEI 49C seit 29.1. 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)
SO ₂	TEI 43i
NO, NO ₂	API 200EU
Sonnblick	
O ₃	TEI 49i
CO	bis Horiba APMA-360CE seit 6.7.2014 Horiba APMA-360E
NO _y	TEI 42CTL

Messstelle, Komponente	Gerätetype
NO ₂	TEI 42i blue light
CO ₂	Picarro G2301
CH ₄	Picarro G2301
PM ₁₀	Sharp 5030 (äquivalentes Verfahren)
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 TL
CO	Horiba APMA-370
Zöbelboden	
O ₃	TEI 49C
PM ₁₀ gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM ₁₀ kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
SO ₂	bis 5.3. TEI 43CTL seit 5.3. TEI 43i
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. NO ₂ wird als Differenz von NO _x und NO bestimmt

	Nachweisgrenze	Messprinzipien
API 200EU	NO: 0,05 µg/m ³ (0,05 ppb) NO _x : 0,1 µg/m ³ (0,05 ppb)	Chemilumineszenz. 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. NO ₂ wird als Differenz von NO _x und NO bestimmt
CO		
APMA-360CE	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 49C	0,8 µg/m ³ (0,4 ppb)	Ultraviolett-Absorption
TEI 49i	0,8 µg/m ³ (0,4 ppb)	Ultraviolett-Absorption
API 400E	1,2 µg/m ³ (0,6 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 (abgeleitet für die Hintergrundmessstellen)

$$C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,88$$

PM_{2,5}

Grimm EDM180 (abgeleitet für die Hintergrundmessstellen)

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

PM_{2,5}

Grimm EDM180 (abgeleitet für die Hintergrundmessstellen)

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

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 Soxhlett-Extraktion mit n-Hexan/Diethylether nach Dotation mit deuterierten Surrogates Einengen und Abblasen mit Stickstoff (Turbovap) Lösungsmittelwechsel auf Acetonitril Analyse mittels HPLC-FLD	Benz(a)pyren 1,5 ng/Probe Benz(a)anthracen 1,3 ng/Probe Benzo(b)fluoranthren 1,0 ng/Probe Benzo(k)fluoranthren 0,79 ng/Probe Benzo(j)fluoranthren 2,9 ng/Probe Dibenzo(a,h)anthracen 3,1 ng/Probe Indeno(1,2,3)pyren 1,4 ng/Probe
PAK-Deposition	VDI 2267 Blatt 15: Probenahme mit Bergerhoff-Bechern	Prüfverfahren nach ÖNORM EN ISO 17993 Zugabe von deuterierten Surrogate Standards Flüssig-Flüssig-Extraktion der PAK mit n-Hexan Lösungsmittelwechsel auf Acetonitril Analyse mittels HPLC-FLD	Benz(a)pyren 1,5 ng/Probe Benz(a)anthracen 1,3 ng/Probe Benzo(b)fluoranthren 1,0 ng/Probe Benzo(k)fluoranthren 0,79 ng/Probe Benzo(j)fluoranthren 2,9 ng/Probe Dibenzo(a,h)anthracen 3,1 ng/Probe Indeno(1,2,3)pyren 1,4 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: 0,05 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: 0,013 µg/Nm ³ Sulfat: 0,013 µg/Nm ³ Cl: 0,029 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: 0,43 µg/Nm ³ K: 0,009 µg/Nm ³ Mg: 0,032 µg/Nm ³ Ca: 0,094 µg/Nm ³ Ammonium: 0,010 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 Quartz/Niosh) mit optischer Korrektur (Transmission) gemäß CEN/TR 16243	0,05 µg/Nm ³
VOC	Aktive Probenahme mit Digital Low Volume Sampler mit 16-Ventil-Umschalteneinheit	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: 0,047 µg/Nm ³ iso-Oktan: 0,074 µg/Nm ³ n-Heptan: 0,073 µg/Nm ³ Toluol: 0,046 µg/Nm ³ n-Oktan: 0,075 µg/Nm ³ Ethylbenzol: 0,046 µg/Nm ³ m-, p-Xylol: 0,046 µg/Nm ³ o-Xylol: 0,047 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 Sternpyranometer 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 Barogebler 317S	Vakuumdrukdose
Niederschlag	AP23, Fa. Paar	beheizter Trichter (500 mm ² Durchmesser), Registrierung mittels Wippe (1 Wippenimpuls = 0,1 mm Niederschlag)

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, ÖNORM EN 14212:2005, ÖNORM EN 14625:2005, ÖNORM EN 14626:2005 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 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 Luftreinhalteung, 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 35 angeführten Werte. Die maximal zulässige erweiterte Messunsicherheit wurde an allen Stationen für alle Komponenten eingehalten.

Komponente	erweiterte kombinierte Messunsicherheit (in %)	Zahl der Stationen
O ₃	7,8	6
NO*	7,1	6
SO ₂	13,5	5
CO	12,4	3

Tabelle 35:
Erweiterte kombinierte Messunsicherheit 2014
(Quelle:
Umweltbundesamt).

* ohne Sonnblick (da andere Gerätetype für NO_y)

Äquivalenzfunktion für die PM-Messung mit Grimm EDM180

Für die PM₁₀-, PM_{2,5}- und PM₁-Werte der Type Grimm EDM180 wurde anhand der Daten der Jahre 2011 bis 2014 eine neue Äquivalenzfunktion abgeleitet.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 36 zusammengestellt, die verwendeten Datensätze – Parallelmessung mittels Gravimetrie (Digital High-Volume Sampler DHA80) – sind in Tabelle 37 dokumentiert.

Komponente	Äquivalenzfunktion	
	k	d (µg/m ³)
PM ₁₀	0,86	0
PM _{2,5}	0,77	0
PM ₁	0,56	0

Tabelle 36:
Äquivalenzfunktion für PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁ für die Gerätetype Grimm EDM180.

Komponente	Messstelle	Zeitraum
PM ₁₀	Enzenkirchen	31.03.2011 – 31.12.2014
	Illmitz	05.02.2013 – 31.12.2014
	Pillersdorf	22.11.2011 – 31.12.2014
	Zöbelboden	04.12.2013 – 31.12.2014
PM _{2,5}	Enzenkirchen	29.06.2013 – 31.12.2014
	Illmitz	05.02.2013 – 31.12.2014
PM ₁	Illmitz	05.02.2013 – 31.12.2014

Tabelle 37:
Datensätze für die Ermittlung der Äquivalenzfunktion für PM₁₀-, PM_{2,5}- und PM₁ der Type Grimm EDM180.

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 38 gibt den Prozentanteil der gültigen Halbstundenmittelwerte an der Gesamtzahl der HMW des Jahres 2014 (d. h. 17.520) an, bei PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁ den Anteil der gültigen TMW.

Tabelle 38: Verfügbarkeiten gültiger Halbstundenmittelwerte (für PM: Tagesmittelwerte) im Jahr 2014 (Quelle: Umweltbundesamt). Grau unterlegt: Gravimetrische Messung (Verfügbarkeit aus TMW berechnet).

Verfügbarkeiten gültiger HMW (PM: TMW) 2014 (in %)							
Messstelle	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁
Enzenkirchen	96	96		94	85	85	85
Illmitz	97	96	98	95	93	92	81 ¹⁾
Klöch		95			97		
Pillersdorf	98	97		95	94	94	94
Sonnblick		69 ²⁾	75	74	72		
Vorhegg	97	97	98	95	92		
Zöbelboden	95	95		92	81	81	81

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

²⁾ NO_y

ANHANG 8: SCHADSTOFFWINDROSEN

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

PM₁₀

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

Abbildung 42:
PM₁₀, kontinuierliche
Messung, Schadstoff-
windrosen für
Enzenkirchen (links) und
Illmitz (rechts) im Jahr
2014.

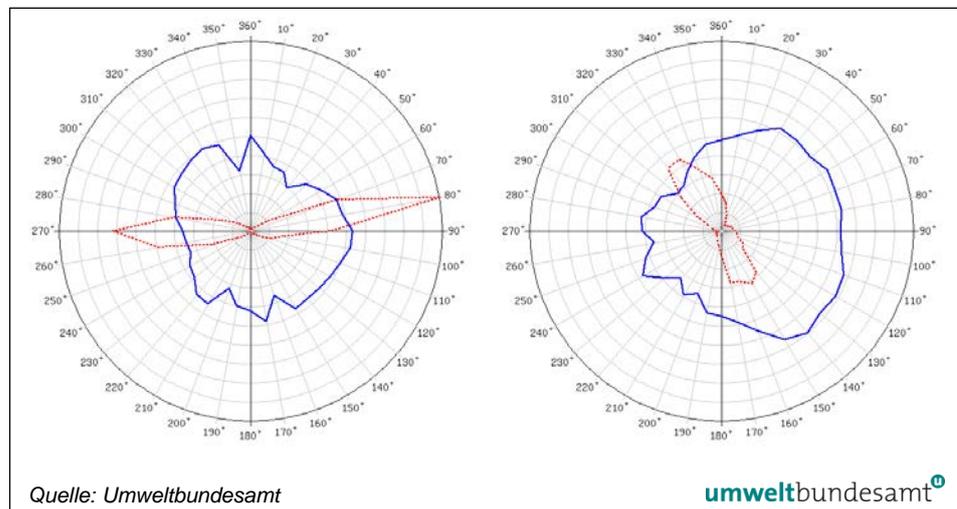
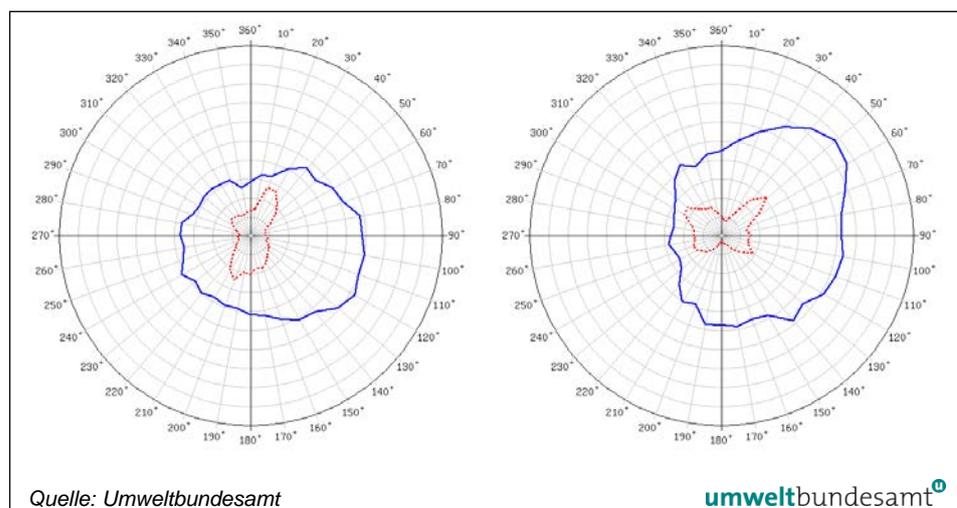


Abbildung 43:
PM₁₀, kontinuierliche
Messung, Schadstoff-
windrosen für Klösch
(links) und Pillersdorf
(rechts) im Jahr 2014.



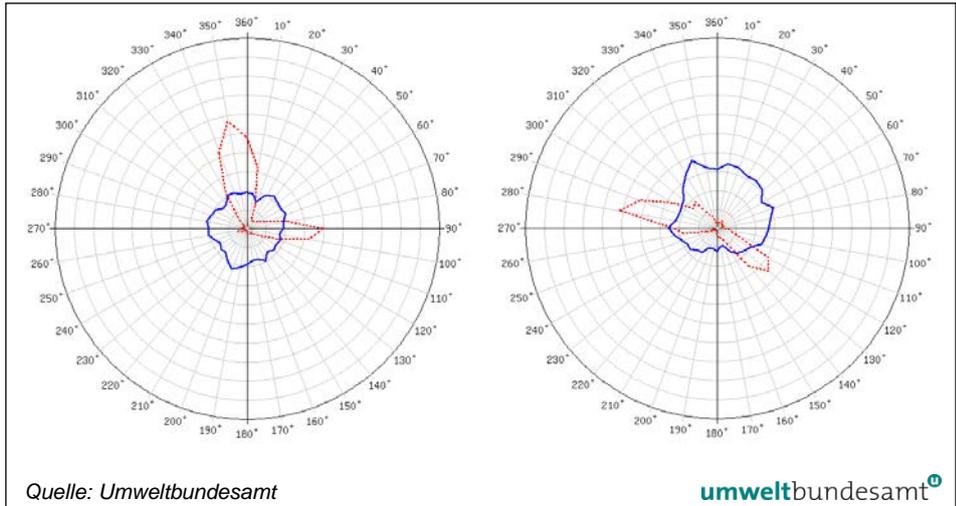


Abbildung 44:
PM₁₀, kontinuierliche
Messung, Schadstoff-
windrosen für Vorhegg
(links) und Zöbelboden
(rechts) im Jahr 2014.

Stickstoffdioxid

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

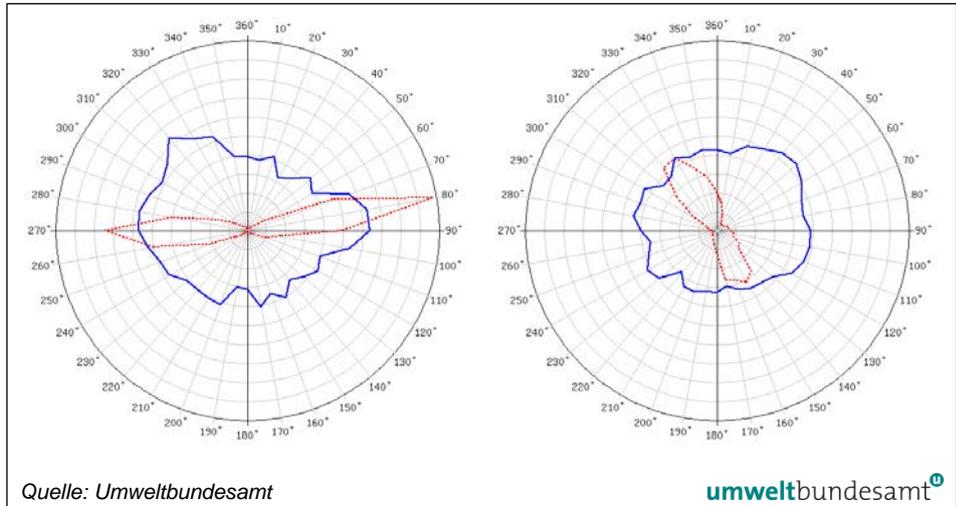


Abbildung 45:
NO₂, Schadstoffwind-
rosen für Enzenkirchen
(links) und Illmitz
(rechts) im Jahr 2014.

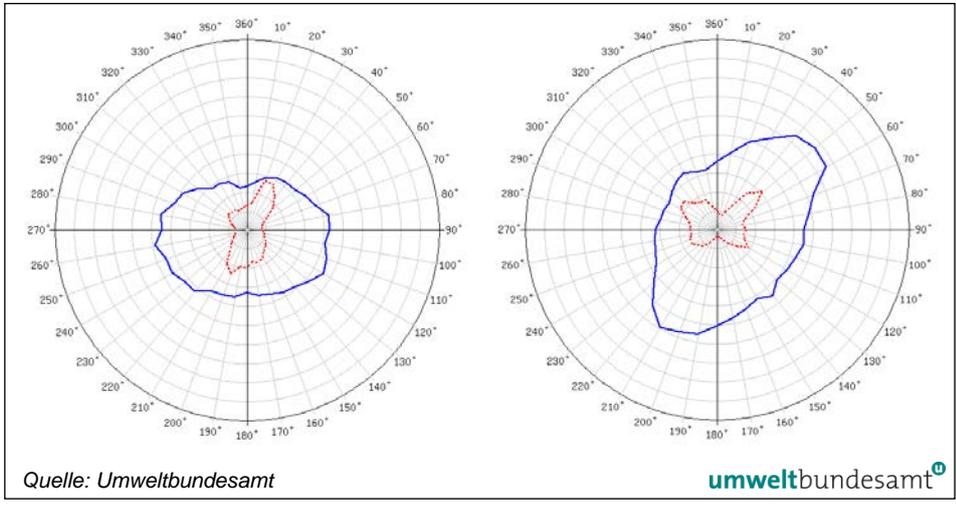


Abbildung 46:
NO₂, Schadstoffwind-
rosen für Klöch (links)
und Pillersdorf (rechts)
im Jahr 2014.

Abbildung 47:
 NO₂, Schadstoffwindrosen für Vorhegg (links) und Zöbelboden (Wind Messturm) im Jahr 2014.

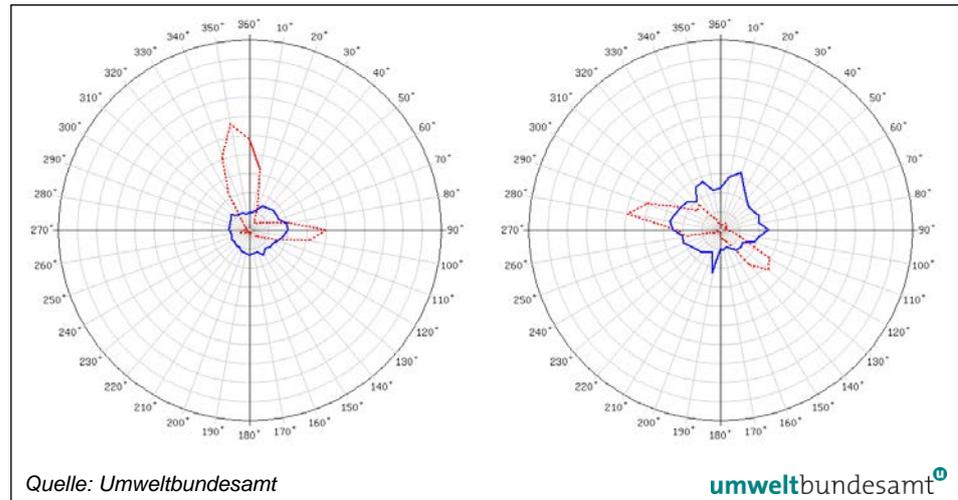
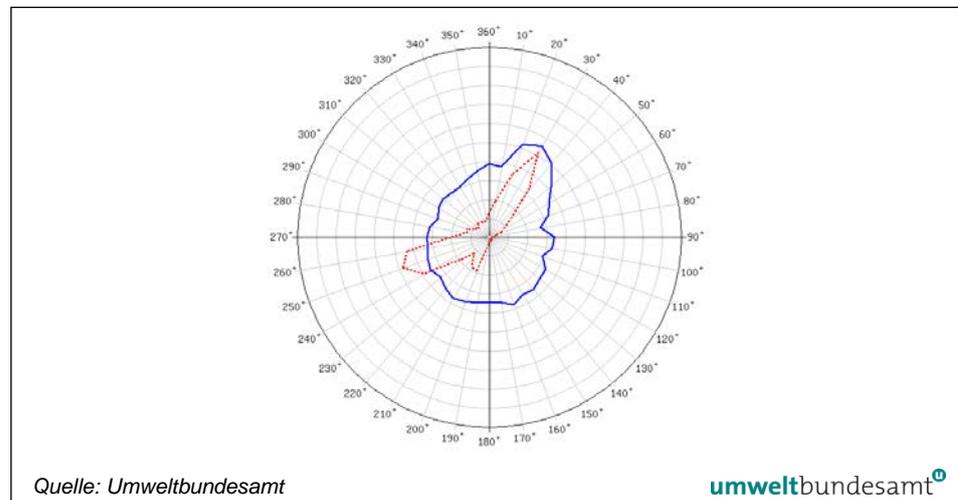


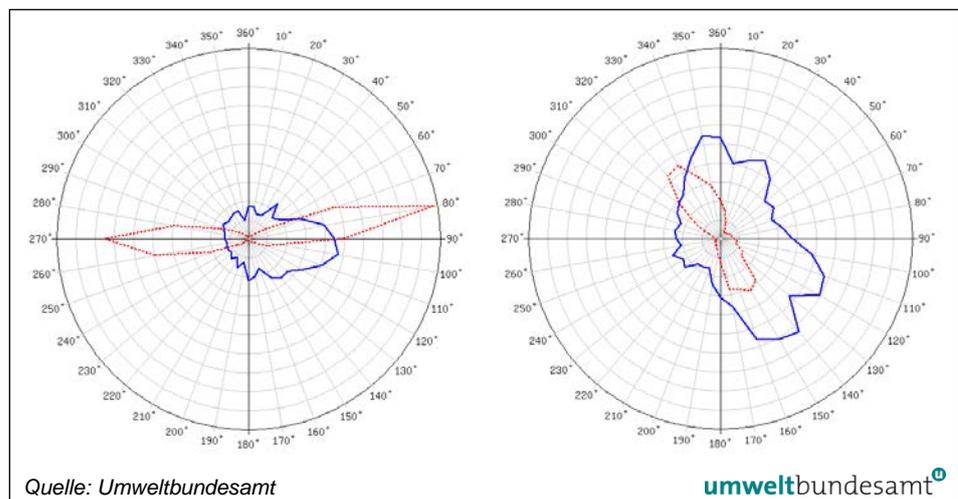
Abbildung 48:
 NO₂, Schadstoffwindrose für den Sonnblick im Jahr 2014 (Radius entspricht 4 µg/m³).



Schwefeldioxid

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

Abbildung 49:
 SO₂, Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen (links) und Illmitz (rechts) im Jahr 2014



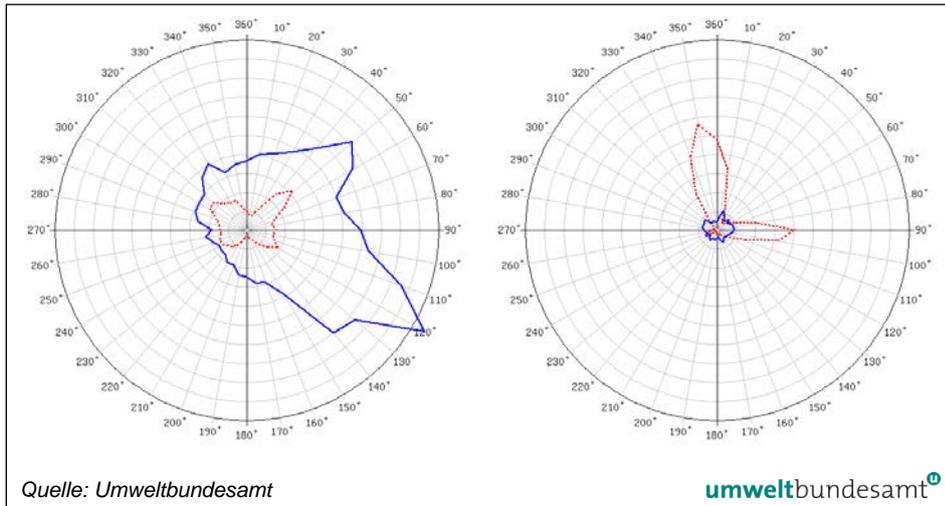


Abbildung 50:
SO₂, Schadstoffwindrosen für Pillersdorf (links) und Vorhegg (rechts) im Jahr 2014.

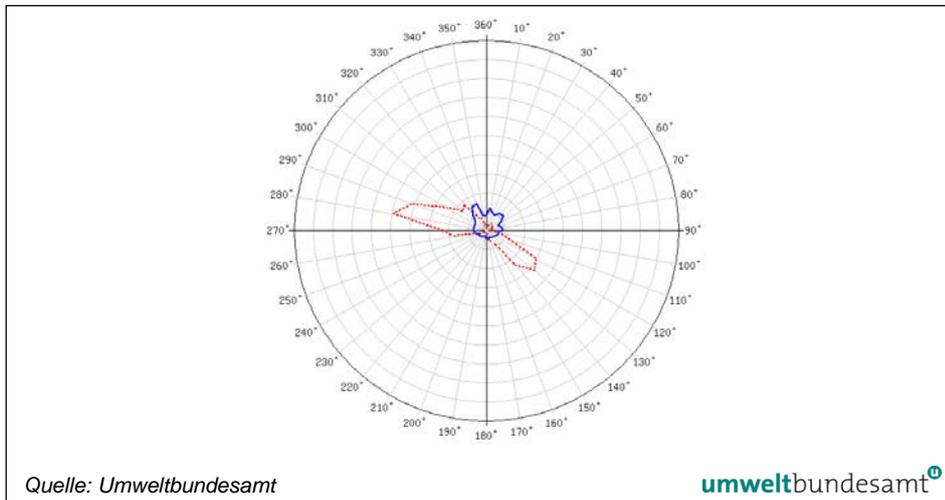


Abbildung 51:
SO₂, Schadstoffwindrose für Zöbelboden (Wind Messturm) im Jahr 2014.

Kohlenstoffmonoxid

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

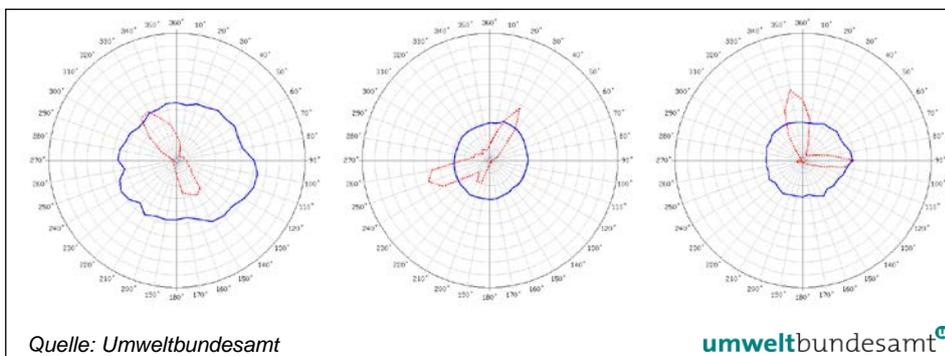


Abbildung 52:
CO, Schadstoffwindrosen für Illmitz, Sonnblick und Vorhegg (von links nach rechts) im Jahr 2014.

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 2014 und die Entwicklung der letzten 20 Jahre.

Die gesetzlich festgelegten Grenzwerte für Feinstaub (PM_{10}), NO_2 , NO_x , SO_2 und CO wurden an allen Messstellen eingehalten.

Die Zielwerte für Ozon zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie zum Schutz der Vegetation wurden in Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg überschritten. Die Informationsschwelle wurde in Illmitz überschritten.

Im langjährigen Vergleich wies das Jahr 2014 infolge warmer Wintermonate und eines eher kühlen Sommers an den Hintergrundmessstellen bei allen Schadstoffen eine sehr niedrige Belastung auf, vor allem bei Ozon und PM_{10} .