

Luftgütemessungen und meteorologische Messungen

Jahresbericht Hintergrundmessnetz
Umweltbundesamt 2013



LUFTGÜTEMESSUNGEN UND METEOROLOGISCHE MESSUNGEN

Jahresbericht Hintergrundmessnetz
Umweltbundesamt
2013

Wolfgang Spangl

REPORT
REP-0470

Wien 2014

Projektleitung

Wolfgang Spangl

Autor

Wolfgang Spangl

Messung

Marina Fröhlich

Michael Reisenhofer

Franz Rokop

Wolfgang Sarny

Erich Singer

Andreas Wolf

Franz Zimmerl

Lektorat

Maria Deweis

Satz/Layout

Elisabeth Riss

Umschlagfoto

© Franz Rokop

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

Impressum

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

Eigenvervielfältigung

Gedruckt auf CO₂-neutralem 100 % Recyclingpapier

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2014

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-275-5

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	20
3.2.1 Konzentration von Ozon im Jahr 2013.....	20
3.2.2 Trend der Ozonbelastung	23
3.3 PM₁₀	28
3.3.1 Konzentration von PM ₁₀ im Jahr 2013	28
3.3.2 Herkunft der erhöhten PM ₁₀ -Belastungen.....	30
3.3.3 Trend der PM ₁₀ -Belastung	31
3.4 PM_{2,5} und PM₁ ,	34
3.4.1 Die Konzentration von PM _{2,5} und PM ₁ im Jahr 2013	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 2013.....	38
3.5.2 Trend.....	40
3.6 Stickstoffoxide	41
3.6.1 Die Konzentration von NO ₂ und NO _x im Jahr 2013	41
3.6.2 Stickstoffoxid-Messungen auf dem Sonnblick	44
3.6.3 Trend der Belastung durch Stickstoffoxide	44
3.7 Schwefeldioxid	48
3.7.1 Die Konzentration von SO ₂ im Jahr 2013	48
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 2013.....	56
3.9.2 Trend der PAK-Belastung	57
3.10 Deposition von PAK	58
3.11 Flüchtige organische Verbindungen	58
3.12 Schwermetalle im PM₁₀	59
3.13 Deposition von Schwermetallen	60
3.14 Treibhausgase	61

4	METEOROLOGISCHE MESSUNGEN	64
4.1	Meteorologische Einflussgrößen auf die Schadstoffbelastung.....	64
4.2	Die Witterung im Jahr 2013 und deren Einfluss auf die Immissionssituation in Österreich.....	65
4.3	Temperatur.....	71
4.4	Globalstrahlung.....	73
4.5	Sonnenscheindauer.....	74
4.6	Niederschlag.....	76
5	LITERATURVERZEICHNIS	78
	ANHANG 1: DEFINITIONEN UND ABKÜRZUNGEN	82
	ANHANG 2: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN	84
	ANHANG 3: MITTELWERTDEFINITIONEN	85
	ANHANG 4: IMMISSIONSGRENZWERTE UND IMMISSIONSZIELWERTE	86
	ANHANG 5: MESSGERÄTE UND ANALYSEVERFAHREN	89
	ANHANG 6: QUALITÄTSSICHERUNG	94
	ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN	96
	ANHANG 8: SCHADSTOFFWINDROSEN	97

ZUSAMMENFASSUNG

Luftschadstoffmessungen

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

Tabelle: Immissionsmessungen an den Luftgütemessstellen des Umweltbundesamtes im Jahr 2013.

Immissionsmessungen 2013						
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 ¹⁾	x
Vorhegg (VOR)	x	x	x		x	x
Zöbelboden (ZOE)	x	x	x		x	

¹⁾ NO₂ sowie NO, als Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen

²⁾ Vorerkundungsmessungen (Grimm EDM180)

Darüber hinaus werden in Illmitz

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

gemessen.

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

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.

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 2013

Das Jahr 2013 war österreichweit das Neunt-Wärmste seit dem Beginn meteorologischer Messungen (1767), wobei es im Südosten Österreichs am wärmsten war.

Auf einen relativ warmen Winter folgte ein kühler und sehr niederschlagsreicher Frühling. Ab Mitte Juli war das Wetter ungewöhnlich warm und trocken, im August wurden mit über 40 °C neue Temperaturrekorde im Osten Österreichs erreicht. Während der September eher kühl war, lag in den folgenden Monaten die Temperatur durchwegs über dem langjährigen Mittel.

Der Witterungsverlauf in den Wintermonaten führte zu einer sehr niedrigen PM₁₀-Belastung. Länger anhaltende Hochdruckwetterlagen mit Advektion kontinentaler Kaltluft, die mit tiefen Temperaturen, ungünstigen Ausbreitungsbedingungen und Schadstofftransport aus Ostmitteleuropa verbunden sind, blieben weitgehend aus.

Hohe Temperaturen und viel Sonnenschein führten andererseits im Hochsommer zu sehr hohen Ozonspitzenbelastungen im Nordosten Österreichs.⁷

Ergebnisse der Messungen nach Schadstoffen

Ozon

Der Informationsschwellenwert (180 µg/m³ als Einstundenmittelwert) wurde im Jahr 2013 in Pillersdorf an drei Tagen (18.06., 06.08., 08.08.) und jeweils an einem Tag in Enzenkirchen (03.08.), Vorhegg (06.08.) und am Sonnblick (25.04.) überschritten.

⁵ Meteorologische Messungen durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

⁶ Meteorologische Messungen durch die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.

⁷ Quelle: ZAMG, <http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/jahresrueckblick/wetterrueckblick/?jahr=2012&monat=GJ>

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 2011–2013) wurde an den Messstellen Illmitz, Pillersdorf, Vorhegg und Zöbelboden überschritten.⁸

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 2009–2013) wurde an den Messstellen Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg überschritten.⁹

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.

Das Jahr 2013 wies im Vergleich zu den letzten 20 Jahren eine leicht unterdurchschnittliche Ozonbelastung auf. Bei den Kurzzeitwerten war die Belastung höher als in den letzten Jahren seit 2008, häufiger traten Überschreitungen der Informationsschwelle zuletzt 2007 auf. Das Jahr 2013 war von einigen sehr warmen, aber nur kurzen Belastungsepisoden gekennzeichnet. Bei den Überschreitungen der Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation lag die Ozonbelastung an den meisten Hintergrundmessstellen leicht unter dem Mittel der letzten 25 Jahre, lediglich in Pillersdorf war sie sehr unterdurchschnittlich. Bei den Jahresmittelwerten lag die Belastung in Illmitz deutlich über dem langjährigen Durchschnitt, an den anderen Messstellen, vor allem auf dem Zöbelboden, deutlich darunter.

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 2013 an keiner Messstelle überschritten. Die meisten Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (15 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 $21,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Pillersdorf, gefolgt von Illmitz ($20,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Enzenkirchen ($18,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und Klöch ($17,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$); in Haidershofen an der Enns wurde ein Jahresmittelwert von $18,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen (temporäre Messungen seit 2010). Deutlich niedriger war die PM₁₀-Belastung im Mittelgebirge (Zöbelboden $9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Vorhegg $7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Im langjährigen Vergleich wies das Jahr 2013 an allen Messstellen eine unterdurchschnittliche PM₁₀-Belastung auf; in Klöch und Vorhegg wurde der niedrigste Jahresmittelwert seit Beginn der Messung registriert. Illmitz, Klöch und Pillersdorf registrierten 2013 die geringste Anzahl an Tagesmittelwerten über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Klöch war die Überschreitungshäufigkeit mit drei Tagen außergewöhnlich niedrig.

Ausschlaggebend für die niedrige PM₁₀-Belastung war der Witterungsverlauf mit einem sehr warmen, von ozeanischen Luftmassen geprägten Winter. 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.

⁸ sowie auf dem Sonnblick, der allerdings für die Überwachung der Einhaltung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit nicht repräsentativ ist.

⁹ sowie auf dem Sonnblick, der allerdings für die Überwachung der Einhaltung des Zielwertes zum Schutz der Vegetation nicht repräsentativ ist.

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 2012 um 12 % ab.

Die Konzentrationen von $PM_{2,5}$ und PM_1 werden mit der gravimetrischen Methode in Illmitz erfasst, mit kontinuierlichen Messgeräten (Grimm EDM180) in Enzenkirchen und Pillersdorf. Im Jahr 2013 betrug der Jahresmittelwert der $PM_{2,5}$ -Konzentration in Illmitz $15,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Enzenkirchen $14,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in Pillersdorf $15,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Jahresmittelwert der Konzentration von PM_1 in Illmitz betrug $11,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Enzenkirchen $9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in Pillersdorf $10,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Der Zielwert des IG-L von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel wurde damit an allen Messstellen deutlich unterschritten.

Der mittlere Anteil von $PM_{2,5}$ am PM_{10} betrug in Enzenkirchen und Illmitz 74 %, in Pillersdorf 71 %. Der mittlere PM_1 -Anteil am PM_{10} betrug in Illmitz 60 %. Der mittlere Anteil von $PM_{2,5}$ bzw. PM_1 am PM_{10} variiert in den letzten zwölf Jahren in Illmitz nur um wenige Prozent.

Stickstoffoxide

Die Grenzwerte und Zielwerte für NO_2 zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation wurden im Jahr 2013 an allen Hintergrundmessstellen eingehalten.

Die Messstelle Enzenkirchen wies die höchsten NO_2 - und NO_x -Konzentrationen auf (Jahresmittelwert $10,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $13,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) auf, gefolgt von Illmitz und Pillersdorf (NO_2 -Jahresmittelwert je $9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und Klöch ($6,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Deutlich niedriger war die NO_2 -Belastung im Jahresmittel im Mittel- und Hochgebirge (Zöbelboden $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Vorhegg $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Sonnblick $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

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 Hintergrundmessstellen in den letzten fünfzehn Jahren einen unregelmäßig steigenden Trend, der nicht dem Verlauf der österreichischen NO_x -Emissionen folgt, welche bis 2007 etwa konstant blieben und dann leicht abnahmen. Die Variationen der NO_x - und NO_2 -Belastungen von Jahr zu Jahr sind wesentlich von den meteorologischen Bedingungen bestimmt. Das Jahr 2013 wies an den meisten Messstellen eine niedrigere NO_x - und NO_2 -Konzentration als 2010 bis 2012 auf.

Schwefeldioxid

Die SO_2 -Belastung lag 2013 an allen Hintergrundmessstellen weit unter den Grenzwerten des IG-L.

Die am höchsten belastete Hintergrundmessstelle war 2013 – wie in den vergangenen Jahren – Pillersdorf mit einem Jahresmittelwert von $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und einem Wintermittelwert (Oktober 2012 bis März 2013) von $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In Illmitz betrug der Jahresmittelwert $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Enzenkirchen $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, auf dem Zöbelboden $0,5$ und in Vorhegg $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die SO₂-Belastung wird an den Hintergrundmessstellen von Ferntransport aus Ostmitteleuropa dominiert. Die Belastung geht in Pillersdorf und Illmitz überwiegend auf Quellen in der Slowakei, in Tschechien und Polen zurück; daneben tragen Quellen in Ungarn und Serbien zum Schadstofftransport bei. In Enzenkirchen überlagern sich bei Ostwind – der mit etwa dreimal so hohen SO₂-Belastungen verbunden ist wie Westwind – die Beträge aller o. g. Herkunftsgebiete sowie von Emissionen in Linz.

Die SO₂-Belastung nahm zwischen 1997 und 2007 stark ab, wofür vor allem der starke Rückgang der SO₂-Emissionen in Tschechien (– 90 %) und im östlichen Deutschland in den Neunzigerjahren, später in der Slowakei, in Ungarn, Polen und Slowenien verantwortlich ist. Der Rückgang der SO₂-Belastung in Pillersdorf folgt in den letzten 25 Jahren der Entwicklung der SO₂-Emissionen in Tschechien, die damit die SO₂-Belastung im Norden Österreichs wesentlich stärker beeinflussen als die österreichischen Emissionen. In Vorhegg nahm die Belastung seit 1991 um ca. 90 % ab, v. a. dank der Emissionsreduktion der slowenischen Kraftwerke Šoštanj und Trbovlje.

Überlagert wird der generell abnehmende Trend von meteorologischen Einflüssen: Ungünstigere Ausbreitungsbedingungen im Winter führten v. a. in den Jahren 2003, 2006 und 2010 zu etwas höheren Belastungen. Im Jahr 2013 lag die SO₂-Konzentration auf ähnlichem Niveau wie in den letzten fünf Jahren.

Kohlenstoffmonoxid

Die CO-Belastung lag 2013 an allen Hintergrundmessstellen weit unter dem Grenzwert des IG-L.

Der maximale Achtstundenmittelwert der CO-Konzentration betrug in Illmitz 0,9 mg/m³, in Vorhegg 0,5 mg/m³ und auf dem Sonnblick 0,4 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 2003, 2006 und 2010 spiegeln den Einfluss der winterlichen Ausbreitungsbedingungen wider.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im PM₁₀

In Illmitz werden die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK¹⁰) 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 2013 lag die Benzo(a)pyren-Konzentration bei 0,33 ng/m³, die mit den Toxizitätsäquivalentfaktoren (TEF) gewichtete Konzentration aller analysierten PAK bei 0,48 ng/m³. B(a)P machte somit 68 % der TEF-gewichteten PAK-Belastung aus. Daneben tragen nur noch Dibenzo(a,h)anthracen (12 %) und Indeno(1,2,3-c,d)pyren (8 %) nennenswert zur TEF-gewichteten PAK-Summe bei.

¹⁰ auch als PAH (polycyclic hydro-carbons) bezeichnet.

Die B(a)P- bzw. PAK-Belastung zeigt keinen einheitlichen Trend seit Beginn der Messung 2007. Die höchste Belastung (0,64 ng/m³) wurde 2009 beobachtet, die niedrigste 2013. Damit unterscheidet sich der zeitliche Verlauf der B(a)P-Belastung deutlich von jenem von PM₁₀; das Jahr 2009 wies eine sehr niedrige PM₁₀-Belastung auf, 2011 – bei niedriger B(a)P-Konzentration – eine relativ hohe PM₁₀-Belastung.

Der Anteil von B(a)P an der TEF-gewichteten PAK-Konzentration ist 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) 48 %, von elementarem Kohlenstoff 3 %, von Sulfat 18 %, von Nitrat 12 %, von Ammonium 8 % und von den Alkali- und Erdalkalimetallen 3 % der gesamten PM_{2,5}-Konzentration.

Im Jahresverlauf variiert der OM-Anteil unregelmäßig, die Beiträge von EC, Sulfat und vor allem Nitrat sind im Winter höher. Auffällig ist die sehr niedrige Sulfat-Konzentration im sehr warmen November und Dezember 2013.

Im Vergleich zu den Analysen 1999/2000 zeichnen sich seit 2011 ein leichter Rückgang bei Sulfat und Ammonium und eine leichte Zunahme bei Nitrat ab (die Konzentrationen von EC und OC sind ab 2011 aufgrund verschiedener Analyseverfahren nicht mit den Werten von 1999/2000 vergleichbar). Seit 2011 verändern sich die Anteile der PM_{2,5}-Komponenten kaum.

Deposition von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen

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

Die Depositionsmengen variieren von Jahr zu Jahr stark und zeigen keinen Trend.

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 2012 mit $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 bis 2007 einen kontinuierlichen Rückgang, danach keine größere Veränderung mehr.

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 mit $1,2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{-Tag})$ bzw. $0,04 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{-Tag})$ 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 Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter, der durch höhere anthropogene Emissionen und geringere Aufnahme von CO₂ durch Pflanzen bzw. geringeren Abbau von CH₄ durch OH-Radikale bedingt ist.

1 EINLEITUNG

Das Umweltbundesamt betrieb im Jahr 2013 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 Europe¹¹), welches innerhalb der Konvention über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigungen¹² betrieben wird und der Ermittlung von großräumigem, grenzüberschreitendem Schadstofftransport dient. Der Standort Zöbelboden ist in das Integrated Monitoring-Messprogramm der UNECE zur langfristigen Ökosystembeobachtung eingebunden.

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 (WMO¹³) durchgeführt.

Der vorliegende Jahresbericht für 2013 enthält für die gemessenen Luftschadstoffe (einschließlich der nassen Deposition) und für die meteorologischen Parameter Informationen über die Verfügbarkeit der Messdaten, die Jahres- und Monatsmittelwerte, die maximalen Mittelwerte und die Überschreitungen von Grenz- und Zielwerten.

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

¹¹ <http://www.emep.int>

¹² <http://www.unece.org/env/lrtap/>

¹³ <http://www.wmo.ch>

2 DAS VOM UMWELTBUNDESAMT BETRIEBENE LUFTGÜTEMESSNETZ

Insgesamt betrieb das Umweltbundesamt gemäß IG-L und Ozongesetz im Jahr 2013 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 2013 laut Messkonzept-VO erhoben wurden.

Tabelle 1: Immissionsmessungen an den Luftgütemessstellen des Umweltbundesamtes im Jahr 2013.

Immissionsmessungen 2013							
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	

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 (PAH) 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.

Abbildung 1 zeigt die Lage der Messstellen. Eine genauere Lagebeschreibung ist im Bericht „Luftgütemessstellen in Österreich“ (UMWELTBUNDESAMT 2014a) zu finden.

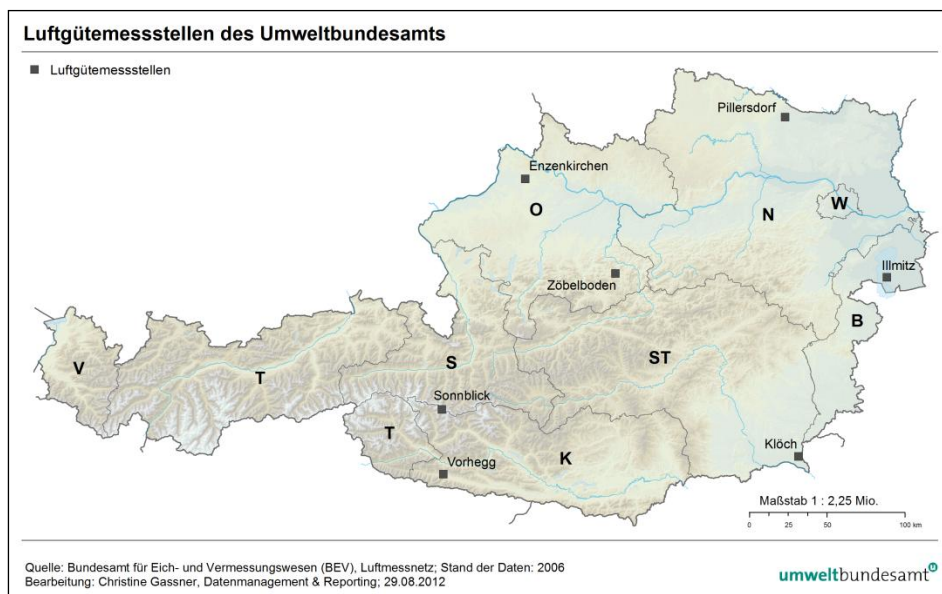


Abbildung 1:
Lage der
Luftgütemessstellen des
Umweltbundesamtes.

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.

Meteorologische Messungen 2013								
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 Klösch 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 2013

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 2013, die Anzahl der Tage mit (stündlich gleitenden) Achtstundenmittelwerten

(MW8) über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2013 sowie im Mittel über die Jahre 2011–2013, die AOT40-Werte Mai–Juli 2013 sowie im Mittel über die Jahre 2009–2013 und die AOT40-Werte April–September 2013 an den Messstellen des Umweltbundesamtes dargestellt.

Tabelle 4 zeigt die Monats- und Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration im Jahr 2013.

Die Informationsschwelle ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert) wurde im Jahr 2013 an drei Tagen in Pillersdorf (18.06., 06.08. und 08.08.) und an jeweils einem Tag in Enzenkirchen (03.08.), auf dem Sonnblick (25.04.) und in Vorhegg (06.08.) überschritten. Die Überschreitungen in Pillersdorf gehen – im Rahmen großflächiger Belastungsepisoden – auf verstärkte regionale Ozonbildung im Lee von Wien zurück. Die Überschreitung in Enzenkirchen lässt sich auf Transport belasteter Luft aus Süddeutschland zurückführen (mit gleichzeitigen weiteren Überschreitungen im nördlichen Salzburg), die Überschreitung in Vorhegg auf Transport belasteter Luftmassen aus Norditalien. Die Überschreitung auf dem Sonnblick geht auf eine Intrusion stratosphärischer Luftmassen zurück.

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, Vorhegg und Zöbelboden (sowie auf dem Sonnblick¹⁴) überschritten, in Enzenkirchen 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, Vorhegg (sowie auf dem Sonnblick¹⁵) 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 Vorhegg.

Tabelle 3: Ozon – maximaler Einstundenmittelwert, Anzahl der Einstundenmittelwerte über $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2013, Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2013 sowie im Mittel über die Jahre 2011–2013, AOT40-Wert Mai–Juli 2013 sowie im Mittel über die Jahre 2009–2013; AOT40-Wert April–Sept. 2013 (Quelle: Umweltbundesamt).

Ozon	max. MW1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MW1 > $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl Tage MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2013	durchschnittliche Anzahl Tage MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2011–2013	AOT40 Mai–Juli 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Mai–Juli Mittel 2009–2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 April–Sept. 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)
ENK	195	3	27	23	17.222	16.846	29.600
ILL	180	0	37	41	23.212	21.809	41.053
PIL	196	3	22	29	15.719	17.851	29.959
SON	183	1	72	71	32.391	30.304	57.636
VOR	193	3	42	39	22.448	21.545	38.221
ZOE	166	0	33	28	15.637	15.631	27.903

¹⁴ sowie auf dem Sonnblick, der allerdings für die Überwachung der Einhaltung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit nicht repräsentativ ist.

¹⁵ sowie auf dem Sonnblick, der allerdings für die Überwachung der Einhaltung des Zielwertes zum Schutz der Vegetation nicht repräsentativ ist.

Tabelle 4:
Monats- (MMW) und
Jahresmittelwerte
(JMW) der Ozon-
konzentration im Jahr
2013 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Quelle:
Umweltbundesamt).

Ozonkonzentration 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
MMW 2013	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
Jänner	31,2	44,0	44,2	87,1	60,3	52,4
Februar	50,4	54,1	58,5	90,9	70,8	68,6
März	68,4	71,4	70,9	104,8	81,9	78,8
April	74,6	84,9	81,0	115,4	84,6	87,8
Mai	65,9	75,8	70,5	104,2	75,1	78,9
Juni	75,3	76,7	71,0	112,1	91,1	84,1
Juli	93,2	94,5	90,1	116,6	98,6	100,5
August	82,1	80,4	81,5	105,3	87,8	88,6
September	51,7	55,6	56,8	92,8	63,8	62,2
Oktober	36,1	40,4	41,3	86,0	47,9	50,7
November	28,2	34,5	33,5	79,9	40,4	46,8
Dezember	27,1	v	31,2	90,8	66,6	65,9
JMW 2013	56,9	63,9	60,6	98,9	72,5	72,2

v ... unzureichende Verfügbarkeit

Auffallend am Belastungsverlauf des Jahres 2013 waren sehr starke Variationen der Ozonkonzentration mit einem ungewöhnlichen Jahresgang, der auf die sehr regenreiche und kühle Witterung im Mai und Juni sowie die ungewöhnlich warmen Monate Juli und August zurückzuführen ist.

Im Mai 2013 registrierten Sonnblick und Vorhegg die niedrigsten Konzentrationen dieses Monats seit Beginn der Messung, im Juni lag die Konzentration in Illmitz, in Pillersdorf und auf dem Zöbelboden deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt. Dagegen registrierten im Juli 2013 Enzenkirchen, Illmitz, Sonnblick und Vorhegg den höchsten Monatsmittelwert im Juli seit Beginn der Messungen; überdurchschnittlich war die Belastung auch im August, Vorhegg erfasste den höchsten Mittelwert dieses Monats seit Beginn der Messreihe.

Extrem niedrig belastet war der November, vor allem im Gebirge (Sonnblick, Vorhegg, Zöbelboden), dafür war der Dezember im Gebirge außergewöhnlich hoch belastet.

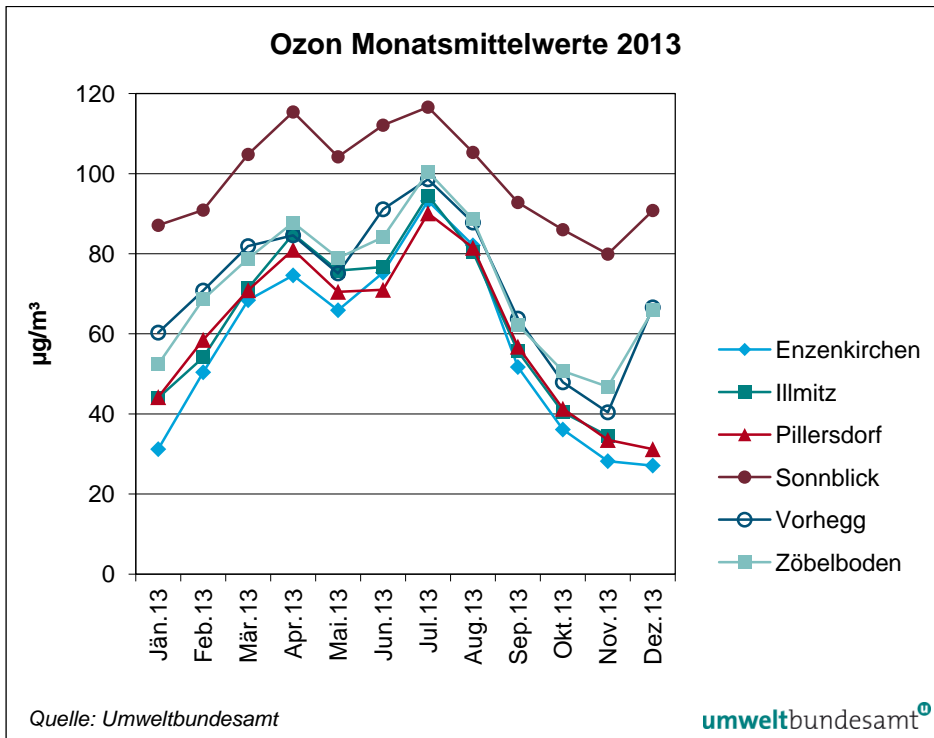


Abbildung 9: Monatsmittelwerte der Ozonkonzentration im Jahr 2013.

3.2.2 Trend der Ozonbelastung

Spitzenbelastung

Tabelle 5 gibt die Anzahl der Tage mit Überschreitungen der Informationsschwelle seit 1990 an.

Das Jahr 2013 wies, verglichen mit dem Zeitraum seit 1990, eine leicht unterdurchschnittliche Spitzenbelastung auf; sie lag allerdings deutlich über dem Belastungsniveau der Jahre 2008 bis 2012.

Im Verlauf der letzten 20 Jahre waren die frühen Neunzigerjahre sowie 2003 und 2006 am höchsten belastet. Die Messstelle Enzenkirchen wies in den Jahren 1998, 2003 und 2006 die meisten Überschreitungen auf, Illmitz 1990, Pillersdorf 1994, Sonnblick 2003, Vorhegg 1996 und Zöbelboden 2006.

Die jährlichen 98-Perzentile (siehe Tabelle 6) der Einstundenmittelwerte zeigen an allen Messstellen in den letzten fünfzehn bis zwanzig Jahren abnehmende Trends (0,3–0,6 µg/m³ pro Jahr), die teilweise statistisch signifikant sind (Illmitz und Pillersdorf, 99 %-Signifikanzniveau, Sonnblick und Vorhegg 95 %-Signifikanzniveau).

Tabelle 5:
Anzahl der Tage mit
Überschreitung der
Ozon-Informationsschwele
(MW1 > 180 µg/m³),
1990–2013 (Quelle:
Umweltbundesamt).

Tage mit Überschreitung der Ozon-Informationsschwele						
	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

Tabelle 6: 98-Perzentil der Einstundenmittelwerte (MW1) der Ozonkonzentration (Spitzenbelastung), 1993–2013
(in µg/m³) (Quelle: Umweltbundesamt).

Ozonkonzentration 98-Perzentil MW1																					
	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
ENK							123	137	130	130	150	124	129	139	129	120	123	129	124	123	132
ILL	140	143	138	132	132	133	128	142	134	132	152	130	135	132	130	121	127	126	128	131	132
PIL	132	152	135	129	128	137	125	143	130	130	146	131	132	129	130	124	122	125	125	128	124
SON				144	136	145	134	140	142	135	152	138	139	144	137	132	135	135	137	133	136
VOR	140	141	135	151		134	131	146	137	127	149	129	135	151	131	120	128	130	130	126	130
ZOE				137	125	134	124	137	130	125	154	133	134	141	130	123	124	128	126	119	130

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.

Die Belastung lag im Jahr 2013 an den meisten Messstellen etwas unter dem Durchschnitt der letzten 20 Jahre; in Pillersdorf war 2013 allerdings, zusammen mit 2009, das bisher am niedrigsten belastete Jahr.

Im langjährigen Vergleich wurden die meisten Überschreitungen an allen Messstellen im Jahr 2003 beobachtet; Enzenkirchen und Illmitz wiesen 2008, Pillersdorf 2009 und 2013, Sonnblick 1991, Vorhegg 1997 und Zöbelboden 2012 die wenigsten Überschreitungen auf. Alle Messstellen zeigen abnehmende Trends, in Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg mit (mäßiger) statistischer Signifikanz.

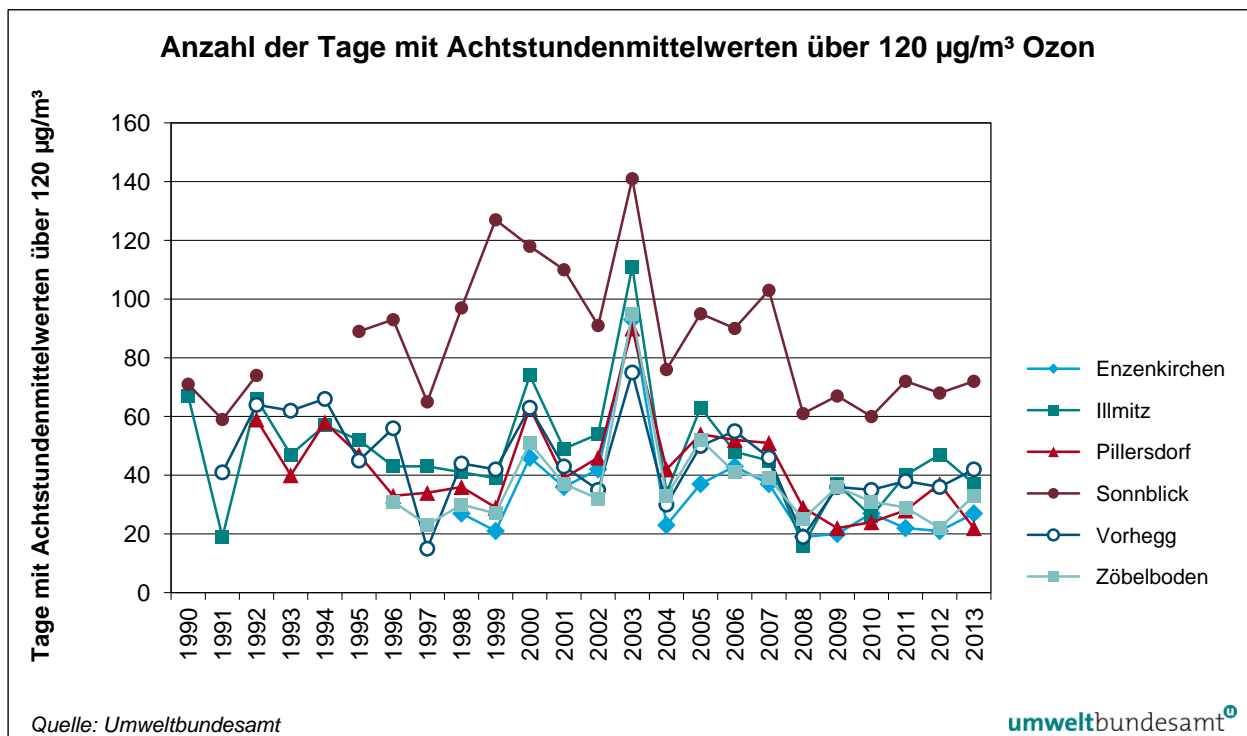


Abbildung 10: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Ozon-Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit (MW8 > 120 µg/m³) 1990–2013.

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 1991–2013 in Abbildung 11 dargestellt.

Die Belastung der meisten Messstellen lag 2013 leicht unter dem langjährigen Durchschnitt.

Die höchste Belastung der gesamten Messreihe wurde an den meisten Messstellen im Jahr 2003 registriert, in Pillersdorf 1994 und in Vorhegg 2006. Das am niedrigsten belastete Jahr war an den meisten Messstellen 2009, in Illmitz und

Vorhegg 1991. Alle Hintergrundmessstellen weisen leicht abnehmende Trends auf, in Enzenkirchen und auf dem Zöbelboden mit (mäßiger) statistischer Signifikanz.

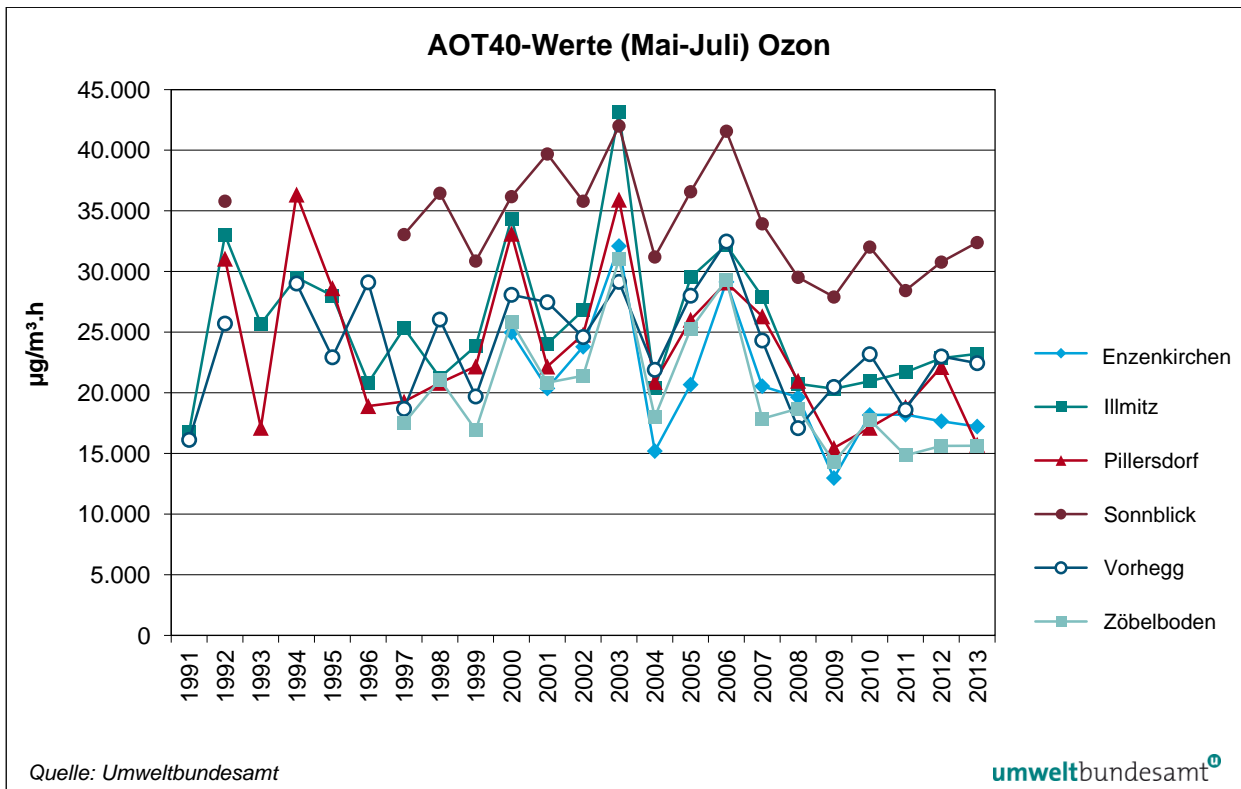


Abbildung 11: Trend der AOT40-Werte (Mai-Juli) zum Schutz der Vegetation vor Ozon 1991–2013.

Trend der Jahresmittelwerte

In Abbildung 12 und Tabelle 7 werden die Jahresmittelwerte der Ozonmessstellen des Umweltbundesamtes für den Zeitraum 1990–2013 dargestellt.

Während der Jahresmittelwert 2013 in Illmitz deutlich über dem Mittel der letzten 24 Jahre lag, registrierten alle anderen Messstellen eine unterdurchschnittliche Konzentration; auf dem Zöbelboden wurde mit 72,2 µg/m³ der niedrigste Jahresmittelwert der Messreihe registriert.

Den höchsten Jahresmittelwert wies an allen Messstellen das Jahr 2003 auf, sehr hoch belastet waren auch 2000 und 2005. Sehr niedrige Werte zeigen die frühen Neunzigerjahre sowie 2008 bis 2010. Der bislang niedrigste Jahresmittelwert wurde in Enzenkirchen und Pillersdorf 2009, in Illmitz und auf dem Sonnblick 1991, in Vorhegg 2008 und auf dem Zöbelboden 2013 registriert.

Die Messstellen Illmitz, Pillersdorf und Sonnblick weisen statistisch nicht signifikant ansteigende Trends der Jahresmittelwerte auf, Vorhegg und Zöbelboden mäßig signifikant abnehmende Trends, Enzenkirchen eine nicht signifikante Abnahme.

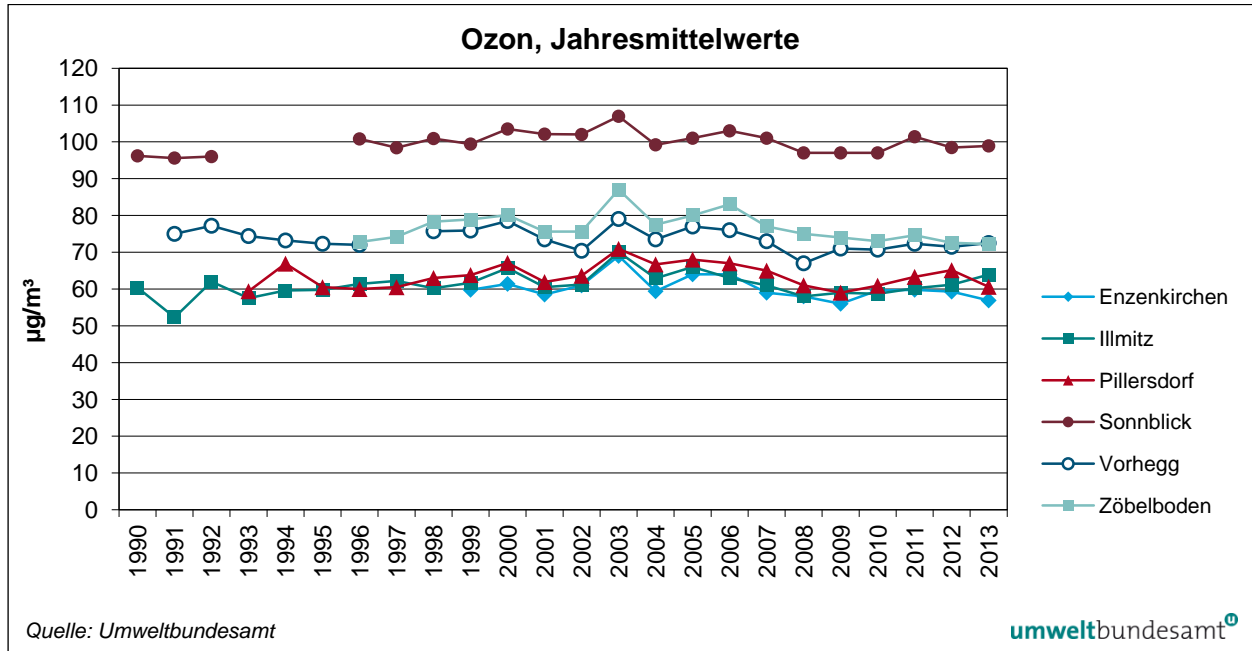


Abbildung 12: Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration, 1990–2013.

Ozonkonzentration JMW						
	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
1990		60		96		
1991		52		96	75	
1992		62		96	77	
1993		58	59		74	
1994		60	67		73	
1995		60	61		72	
1996		61	60	101	72	73
1997		62	61	98		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
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

Tabelle 7:
Jahresmittelwerte (JMW) der Ozonkonzentration, 1990–2013 (in µg/m³) (Quelle: Umweltbundesamt).

3.3 PM₁₀

3.3.1 Konzentration von PM₁₀ im Jahr 2013

Die Beurteilung der PM₁₀-Konzentration gemäß IG-L erfolgte im Jahr 2013 an den Messstellen Enzenkirchen, Illmitz, Klöch, 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 2013 an. Abbildung 13 zeigt den Verlauf der Tagesmittelwerte der PM₁₀-Konzentration.

Tabelle 8:
PM₁₀ – Monats- und Jahresmittelwerte, maximaler TMW (in µg/m³) sowie Anzahl der Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ im Jahr 2013
(Quelle: Umweltbundesamt).

MMW 2013	PM ₁₀ -Konzentration 2013 (µg/m ³)						
	ENK	ILL	KLH	PIL	VOR	ZOE	HAI
Jänner	25,0	35,7	28,1	29,6	5,2	8,8	30,0
Februar	29,3	29,3	25,0	29,7	9,2	14,9	33,9
März	25,0	26,6	21,0	29,9	8,1	12,0	22,2
April	24,4	23,5	19,3	27,2	8,3	16,0	22,4
Mai	13,4	13,0	14,4	15,6	8,7	9,5	11,8
Juni	13,3	15,1	14,3	13,2	9,0	9,1	15,3
Juli	15,5	17,8	17,7	17,3	10,8	14,0	18,1
August	15,6	18,3	18,4	17,7	10,9	12,3	15,9
September	12,6	10,6	10,8	11,4	6,5	7,8	12,3
Oktober	18,7	19,4	17,1	24,2	7,0	6,1	15,2
November	16,5	17,9	14,2	19,9	3,1	3,1	11,0
Dezember	16,7	20,3	16,1	17,4	3,1	1,8	12,5
JMW 2013¹⁾	18,8	20,6	17,8²⁾	21,1	7,3	9,4	18,4
TMW > 50 µg/m³	10	15	3	11	0	1	7
max. TMW	63,9	86,5	76,6	80,9	37,0	51,9	67,2

¹⁾ Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurden in Illmitz, Klöch, Vorhegg, Zöbelboden und in Haidershofen die gravimetrischen Daten und in Enzenkirchen und Pillersdorf die Daten der kontinuierlichen Messverfahren herangezogen.

²⁾ Entsprechend dem Probenahmeintervall gewichtete Berechnung

Keine Messstelle des Umweltbundesamtes überschritt 2013 den Grenzwert des IG-L für den Tagesmittelwert (mehr als 25 Tage über 50 µg/m³).

Die höchste Belastung wies, wie in früheren Jahren, Illmitz mit 15 Tagen über 50 µg/m³ und einem Jahresmittelwert von 20,6 µg/m³ auf, gefolgt von Pillersdorf (11 TMW über 50 µg/m³, JMW 21,1 µg/m³).

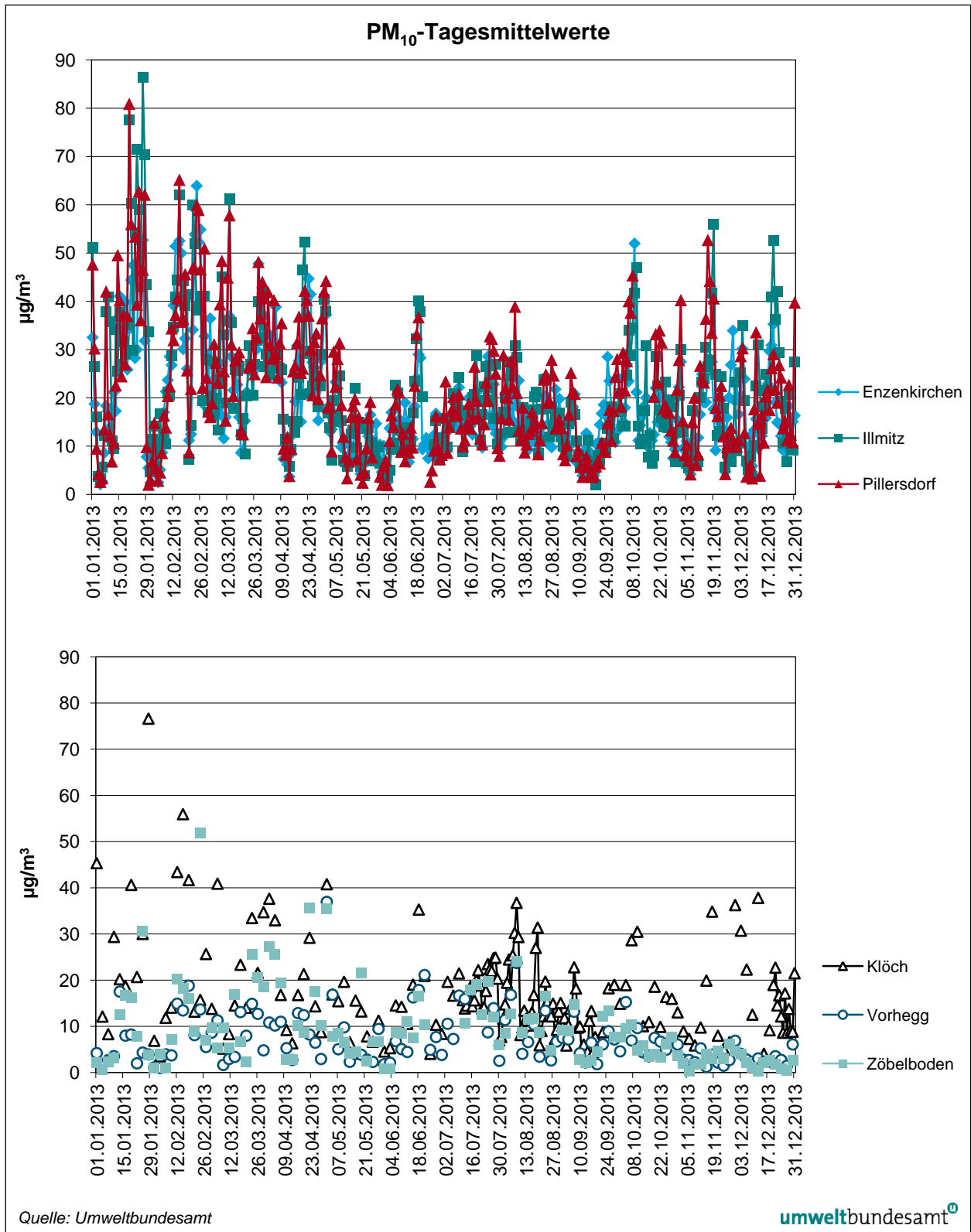


Abbildung 13: Tagesmittelwerte der PM₁₀-Konzentration im Jahr 2013.

Die PM₁₀-Belastung war 2013 insgesamt sehr niedrig, vor allem im Südosten (Klöch). Ausschlaggebend dafür waren relativ warme bzw. schneereiche Wintermonate, wobei der Jänner und Februar 2013 von Tiefdruck- und Westwetter-

lagen, der Dezember von Südwestlagen dominiert wurde. Der Osten Österreichs – im Februar ganz besonders der Südosten – wies in den ersten Monaten sehr hohe Niederschlagsmengen auf. Kontinentale Hochdruckwetterlagen traten nur sehr selten auf (siehe Kapitel 4.2). Der Frühling 2013 war relativ kühl, aber auch niederschlagsreich, die PM_{10} -Belastung lag in einem durchschnittlichen Bereich. Sehr warm und niedrig belastet waren die letzten drei Monate.

Im Anhang 8 sind Schadstoffwindrosen für PM_{10} , gemessen mit kontinuierlichen Geräten, abgebildet.

Seit 2010 werden in Haidershofen PM_{10} -Messungen durchgeführt, deren Ziel die Untersuchung der Hintergrundbelastung und des Ferntransports im Alpenvorland zwischen Linz und St. Pölten sowie die Beurteilung der Repräsentativität der Messungen in Enzenkirchen und Pillersdorf ist.

Die Messungen in Pillersdorf, Haidershofen und Enzenkirchen zeigen klar einen Ost-West-Gradienten der PM_{10} -Belastung im nördlichen außeralpinen Flach- und Hügelland, wobei die Belastung im Mostviertel – was den Mittelwert (und das 90,4-Perzentil) betrifft – jener in Pillersdorf ähnlicher ist als jene in Enzenkirchen.

Die Auswertung zeigt, dass in den Jahren bis 2011 Haidershofen (v. a. bei den hohen Belastungen) Pillersdorf ähnlicher war als Enzenkirchen, 2012 und 2013 dagegen eine nur wenig höhere Belastung als Enzenkirchen aufwies – was auf das vergleichsweise seltene Auftreten von Ferntransport von Osten zurückgeführt werden kann.

Unter dem Gesichtspunkt der Repräsentativität (UMWELTBUNDESAMT 2007) „ähnelte“ Haidershofen eher Pillersdorf. Da die Kriterien für die Repräsentativität aber auch gemeinsame Ursachen der Belastung umfassen, ist auch die Herkunft der erhöhten PM_{10} -Konzentrationen zu berücksichtigen. Überschreitungen von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Haidershofen fallen nur etwas mehr als zur Hälfte mit solchen in Pillersdorf zusammen. Daher gehört das Alpenvorland zwischen Linz und St Pölten nicht zur repräsentativen Fläche von Pillersdorf oder Enzenkirchen.

3.3.2 Herkunft der erhöhten PM_{10} -Belastungen

2013 wies insgesamt seine sehr niedrige PM_{10} -Belastung auf. Die höchsten PM_{10} -Belastungen wurden von Ende Jänner sowie Ende Februar während länger anhaltender kalter Hochdruckwetterlagen beobachtet.

„Typische“ Ferntransportsituationen mit Luftmassentransport einerseits von Südosten über Rumänien, Nordserbien und Westungarn, andererseits über Südpolen und Mähren traten sehr selten auf. Vergleichsweise sehr häufig waren Wetterlagen mit Schadstoffakkumulation aus regionalen Quellen, an einzelnen Tagen im Zusammenwirken mit Ferntransport v. a. aus Tschechien und Polen.

Damit setzt sich ein in den letzten Jahren beobachteter deutlicher Rückgang der Beiträge von Ferntransport aus dem Südosten (Rumänien, Serbien, Ungarn) fort.

Die Auswertung der Windverhältnisse deutet auf die in Tabelle 9 angegebenen Herkunftssituationen der Belastung an Tagen mit über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hin.

Messstelle	Herkunft PM ₁₀	Tage > 50 µg/m ³	
Enzenkirchen	Ferntransport aus Polen über Sachsen und Bayern	1	
	regionale Quellen	Ferntransport aus Deutschland	1
		Ferntransport aus Böhmen	2
		nur regionale Quellen	6
Illmitz	Ferntransport aus Mähren und Polen	1	
	regionale Quellen	mit Ferntransport aus Tschechien und Polen	5
		mit Ferntransport aus Serbien	1
		mit Ferntransport aus Ungarn	1
	nur regionale Quellen	7	
Klöch	regionale Quellen	3	
Pillersdorf	Ferntransport von Nordosten (Tschechien, Polen)	1	
	regionale Quellen	Ferntransport aus Tschechien und Polen	4
		Ferntransport aus Ungarn	1
		nur regionale Quellen	5

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

3.3.3 Trend der PM₁₀-Belastung

Im langjährigen Vergleich wies das Jahr 2013 an allen Messstellen eine unterdurchschnittliche PM₁₀-Belastung auf; in Klöch und Vorhegg wurde der niedrigste Jahresmittelwert seit Beginn der Messung registriert (siehe Abbildung 14).

Illmitz, Klöch und Pillersdorf registrierten 2013 die geringste Anzahl an Tagesmittelwerten über 50 µg/m³, in Klöch war die Überschreitungshäufigkeit mit drei Tagen außergewöhnlich niedrig (siehe Abbildung 15).

Ausschlaggebend für die niedrige PM₁₀-Belastung war der Witterungsverlauf mit einem sehr warmen, von ozeanischen Luftmassen geprägten Winter. 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.

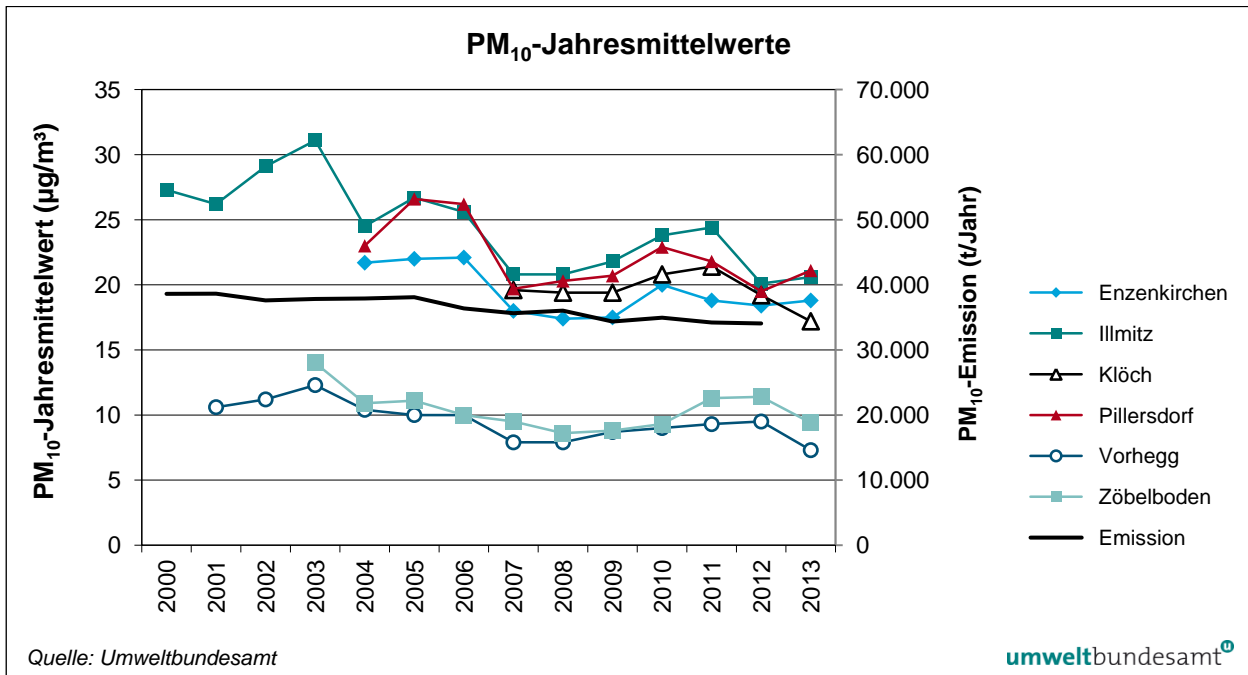


Abbildung 14: Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration, 2000–2013 und der PM₁₀-Emissionen, 2000–2012.

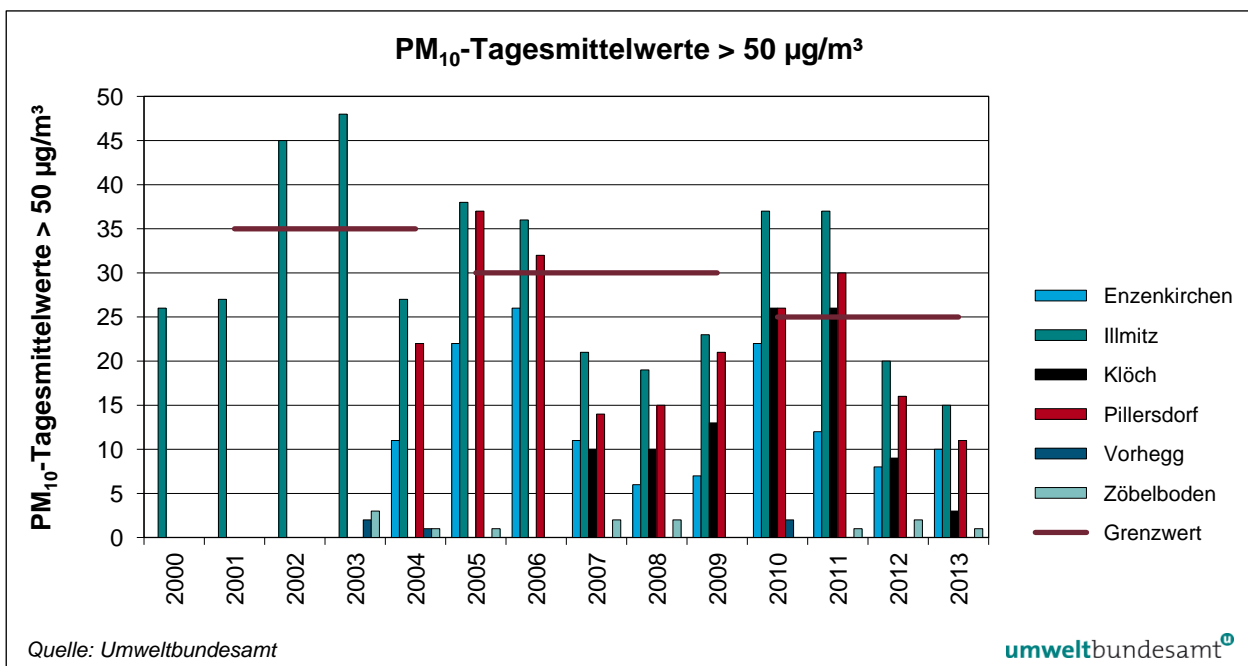


Abbildung 15: Anzahl der Tagesmittelwerte der PM₁₀-Konzentration > 50 µg/m³, 2000–2013.

Über die gesamte von den Messungen abgedeckte Periode ab 2000 nahm die PM₁₀-Belastung in Illmitz – bei starken Variationen zwischen einzelnen Jahren – um 25 % ab. Ausschlaggebend für die Variation der PM₁₀-Belastung von Jahr zu Jahr sowie ihre langfristige Abnahme sind nicht die österreichischen PM₁₀-Emissionen – diese nahmen zwischen 2000 und 2012 um 12 % ab (UMWELTBUNDESAMT 2014c) – sondern die meteorologischen Verhältnisse, das Ausmaß von Ferntransport aus Ostmitteleuropa sowie die Entwicklung der Emissionen von PM₁₀ und SO₂ in Ostmitteleuropa.

Die Häufigkeit von Hochdruck- oder Tiefdruckwetterlagen und von Strömungslagen mit West- oder Ostwind beeinflussen 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 PM_{10} und von Vorläufersubstanzen sekundärer anorganischer Aerosole kommen kann, sind für hohe PM_{10} -Belastungen verantwortlich.

Derartige Wetterlagen traten 2013 nur an wenigen Tagen Ende Jänner und Ende Februar auf; vor allem fällt das weitgehende Fehlen von Luftströmungen mit Ferntransport aus Ost und Südost auf. Etwas häufiger als in den letzten Jahren war 2013 der Transport hoch belasteter Luft aus Böhmen, dem östlichen Deutschland und Südpolen nach Oberösterreich (Enzenkirchen).

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 PM_{10} -Belastung von Jahr zu Jahr verantwortlich.

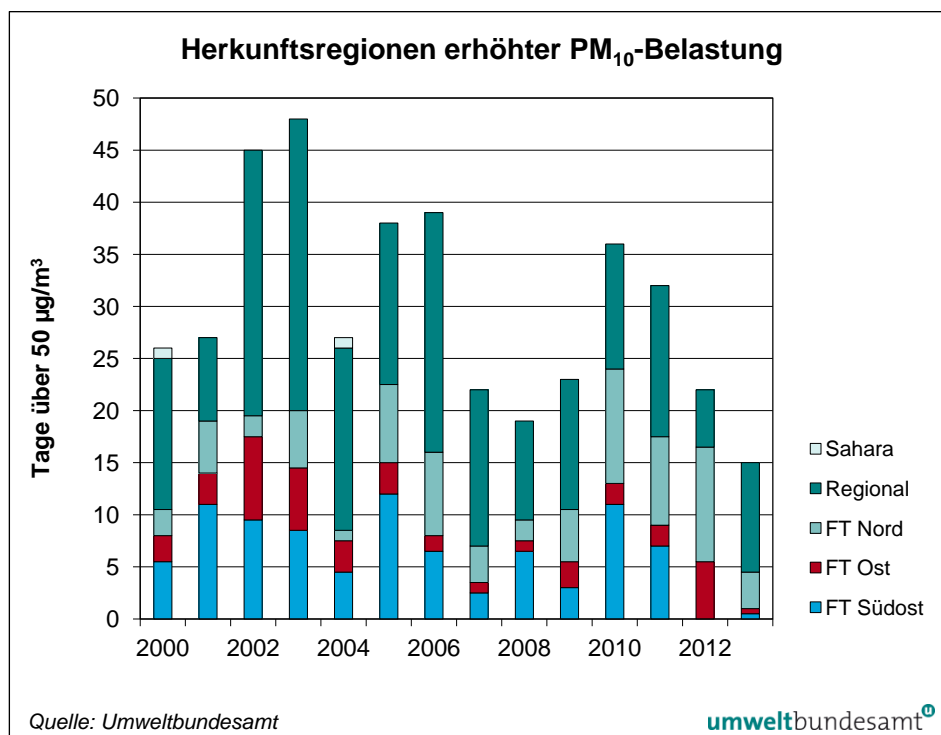


Abbildung 16:
Herkunftsregionen erhöhter PM_{10} -Belastung in Illmitz (Tage über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 2000–2013. Ferntransport (FT) aus Nord: Tschechien, Polen; Ost: Ungarn, Slowakei; Südost: Kroatien, Serbien, Rumänien.

Auch die Auswertung der Schadstoffwindrosen (siehe Anhang 8) zeigt, dass die niedrige PM_{10} -Belastung des Jahres 2013 in Illmitz mit einem deutlichen Rückgang der PM_{10} -Konzentration bei Südostwind in Zusammenhang steht.

In Pillersdorf zeigt die PM_{10} -Konzentration bei allen Windrichtungen einen ähnlichen Verlauf.

In Enzenkirchen fallen 2013 vergleichsweise hohe PM_{10} -Belastungen bei Westwind (mit Ferntransport aus dem östlichen Deutschland) auf.

3.4 $PM_{2,5}$ und PM_1 ,

3.4.1 Die Konzentration von $PM_{2,5}$ und PM_1 im Jahr 2013

Die Konzentration von $PM_{2,5}$ und PM_1 wird sowohl mit der gravimetrischen Methode als auch mit kontinuierlichen Messgeräten der Type Grimm EDM180 erfasst.

Für die $PM_{2,5}$ - und PM_1 -Werte der kontinuierlichen Geräte wurde anhand der Daten des Jahres 2013 eine (neue) Äquivalenzfunktion abgeleitet. Für $PM_{2,5}$ ergibt sich ein Faktor von 0,78, für PM_1 ein Faktor von 0,55 (jeweils kein Offset).

Tabelle 10 gibt die Zeiträume der Messung an den Messstellen Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf und – im Fall der gravimetrischen Messung – das Probenahmeintervall an.

Tabelle 10:
Messung von $PM_{2,5}$ und PM_1 in Enzenkirchen, Pillersdorf und Illmitz.

$PM_{2,5}$ und PM_1 Messmethode 2013			
Messstelle	Fraktion	Messmethode	Probenahme
Enzenkirchen	$PM_{2,5}$	Gravimetrie	jeden dritten Tag
		Grimm EDM 180	kontinuierlich
Enzenkirchen	PM_1	Grimm EDM 180	kontinuierlich
Illmitz	$PM_{2,5}$	Gravimetrie	täglich
		Grimm EDM 180	kontinuierlich
	PM_1	Gravimetrie	jeden dritten Tag
		Grimm EDM 180	kontinuierlich
Pillersdorf	$PM_{2,5}$	Grimm EDM 180	kontinuierlich
	PM_1	Grimm EDM 180	kontinuierlich

Für die Beurteilung der $PM_{2,5}$ -Konzentration gemäß IG-L werden in Illmitz die gravimetrischen, in Enzenkirchen und Pillersdorf die kontinuierlichen Daten herangezogen.

Die Monats- und Jahresmittelwerte der Konzentration von $PM_{2,5}$ bzw. PM_1 sowie des Verhältnisses der Konzentrationen der PM-Fractionen in Illmitz, Pillersdorf und Enzenkirchen für 2013 sind in Tabelle 11 zusammengestellt.

Tabelle 11: Monats- und Jahresmittelwerte der Konzentration von $PM_{2,5}$ bzw. PM_{10} und des Anteils von $PM_{2,5}$ bzw. PM_{10} am PM_{10} in Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf, erfasst mit der gravimetrischen Methode bzw. kontinuierlich mit Grimm EDM180 im Jahr 2013 (Konzentrationen von $PM_{2,5}$ und PM_{10} in $\mu g/m^3$).

MMW 2013 ($\mu g/m^3$)	Enzenkirchen					Illmitz					Pillersdorf						
	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}/PM_{10}$	PM_{10}/PM_{10}	PM_{10}/PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}/PM_{10}$	PM_{10}/PM_{10}	PM_{10}/PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}/PM_{10}$	PM_{10}/PM_{10}			
	Grav. Grimm	Grav. Grimm	Grav. Grimm	Grav. Grimm	Grav. Grimm	Grav. Grimm	Grav. Grimm	Grav. Grimm	Grav. Grimm	Grav. Grimm	Grav. Grimm	Grav. Grimm	Grav. Grimm	Grav. Grimm			
Jänner	22,9	21,0	14,2	79 %	82 %	54 %	30,7	20,7	v	86 %	v	62 %	v	24,9	17,0	82 %	56 %
Februar	25,5	25,1	17,2	89 %	84 %	55 %	26,3	27,0	17,2	18,8	88 %	87 %	60 %	25,2	17,3	84 %	57 %
März	19,3	20,8	14,1	87 %	83 %	56 %	22,8	23,6	16,0	16,2	84 %	85 %	58 %	24,8	16,9	82 %	56 %
April	17,2	18,6	12,2	84 %	75 %	48 %	17,5	17,8	12,2	11,7	73 %	74 %	48 %	19,9	13,1	73 %	47 %
Mai	9,2	9,6	6,0	74 %	71 %	44 %	8,1	8,0	7,1	v	64 %	v	39 %	10,4	6,5	64 %	39 %
Juni	10,5	9,0	5,5	77 %	68 %	41 %	7,3	7,0	7,9	v	68 %	v	60 %	8,2	5,2	62 %	39 %
Juli	12,9	9,3	5,7	76 %	59 %	36 %	11,9	v	9,7	v	65 %	v	63 %	8,6	5,2	50 %	30 %
August	9,6	8,7	5,1	70 %	55 %	33 %	11,2	v	8,1	v	62 %	v	54 %	7,2	4,1	44 %	25 %
September	9,6	9,2	5,9	81 %	73 %	46 %	7,1	6,9	5,7	4,3	69 %	62 %	38 %	7,5	4,8	67 %	42 %
Oktober	12,3	14,3	9,3	77 %	76 %	49 %	14,7	17,0	10,6	11,1	74 %	73 %	47 %	v	11,2	v	46 %
November	9,6	13,2	8,7	89 %	79 %	51 %	13,8	15,8	10,2	10,5	73 %	79 %	52 %	16,3	10,0	81 %	54 %
Dezember	9,7	13,3	8,7	81 %	79 %	51 %	14,9	17,7	9,5	11,8	75 %	82 %	55 %	14,1	9,5	80 %	54 %
JMW 2013 ($\mu g/m^3$)	13,8	14,4	9,4	80 %	74 %	47 %	15,9	v	11,4	v	74 %	v	60 %	15,5	10,2	71 %	46 %

v: Verfügbarkeit zu gering.

Der mittlere Anteil von $PM_{2,5}$ am PM_{10} (gravimetrische Messung) lag in Illmitz mit 74 % nahe am Durchschnitt der letzten Jahre (77 %). In Enzenkirchen ergibt die gravimetrische Messung einen $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Anteil von 80 % (die kontinuierliche Messung 74 %). In Pillersdorf ergibt die kontinuierliche Messung einen $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Anteil von 71 %.

Der gravimetrisch gemessene $PM_{2,5}$ -Anteil am PM_{10} ist, wie in früheren Jahren, im Winter höher als im Sommer, d. h. im Sommer besteht PM_{10} 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 kontinuierlichen Daten zeigen noch deutlichere Unterschiede im $PM_{2,5}$ -Anteil am PM_{10} zwischen Winter und Sommer. Dies hängt damit zusammen, dass die (äquivalenten) kontinuierlichen Daten im Winter tendenziell höher, im Sommer niedriger als die gravimetrischen Werte sind (was auf grundsätzlichen Unterschieden der beiden Messverfahren beruht).

Der mittlere Anteil von PM_1 am PM_{10} (Messwerte jeder dritte Tag) betrug im Jahr 2013 in Illmitz 60 %. Der Jahresgang ist vergleichsweise wenig ausgeprägt, auffallend sind die niedrigen PM_1 -Anteile von Oktober bis Dezember.

In Enzenkirchen betrug der mittlere Anteil von PM_1 am PM_{10} (Grimm) 47 %, in Pillersdorf 46 % und damit deutlich weniger als in Illmitz. Die kontinuierliche Messung dürfte den PM_1 -Anteil am PM_{10} v. a. im Sommer (mit PM_1/PM_{10} -Anteilen durchwegs unter 40 % und minimal 25 % im August in Pillersdorf) stark unterschätzen, während in Illmitz im Winter ähnliche PM_1/PM_{10} -Anteile wie bei der Gravimetrie auftreten.

3.4.2 Trend der $PM_{2,5}$ - und PM_1 -Konzentration

Der Trend der Jahresmittelwerte des $PM_{2,5}/PM_{10}$ - bzw. des PM_1/PM_{10} -Anteils in Illmitz ist in Tabelle 12 dargestellt.

Die $PM_{2,5}$ - bzw. PM_1 -Konzentration zeigen sehr ähnliche Trends wie die PM_{10} -Konzentration.

Im Jahresmittel variiert der $PM_{2,5}$ -Anteil am PM_{10} in Illmitz in einem engen Bereich zwischen 74 und 80 %, der PM_1 -Anteil zwischen 54 % und 62 %.

Langfristig geht der $PM_{2,5}$ -Anteil am PM_{10} leicht zurück, während sich der PM_1/PM_{10} -Anteil nicht verändert.

Im Mittel über den Zeitraum, für den Messdaten aller drei PM -Fraktionen vorliegen, setzt sich PM_{10} in Illmitz zu 58 % aus PM_1 , zu 19 % aus der Fraktion $PM_{2,5}-PM_1$ und zu 23 % aus der Fraktion $PM_{10}-PM_{2,5}$ zusammen.

Mit 74 % bzw. 71 % weisen auch Enzenkirchen und Pillersdorf 2013 einen sehr ähnlichen mittleren $PM_{2,5}$ -Anteil am PM_{10} wie Illmitz auf.

Abbildung 17 zeigt die Monatsmittelwerte der Konzentration der Fraktionen PM_1 , $PM_{2,5}-PM_1$ sowie $PM_{10}-PM_{2,5}$ in Illmitz. 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 an jedem dritten Tag (März, April, Dezember 2012, Jahr 2013) anhand jener Tage berechnet, an denen Messwerte aller drei Fraktionen vorhanden sind.

Tabelle 12: Jahresmittelwerte des Verhältnisses $PM_{2,5}/PM_{10}$ bzw. PM_1/PM_{10} in Illmitz (Beginn der $PM_{2,5}$ -Messung 2001, der PM_1 -Messung 2003), Enzenkirchen (Beginn der Messung April 2011) und Pillersdorf (Beginn der Messung Dezember 2011) (Quelle: Umweltbundesamt).

PM JMW (in %)	Illmitz (Gravimetrie)		Enzenkirchen (Grimm)	Pillersdorf (Grimm)
	$PM_{2,5}/PM_{10}$	PM_1/PM_{10}	$PM_{2,5}/PM_{10}$	$PM_{2,5}/PM_{10}$
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	
2012	75	v	72	71
2013	74	60	74	71

v ... Verfügbarkeit zu gering.

leere Zelle: keine Messung.

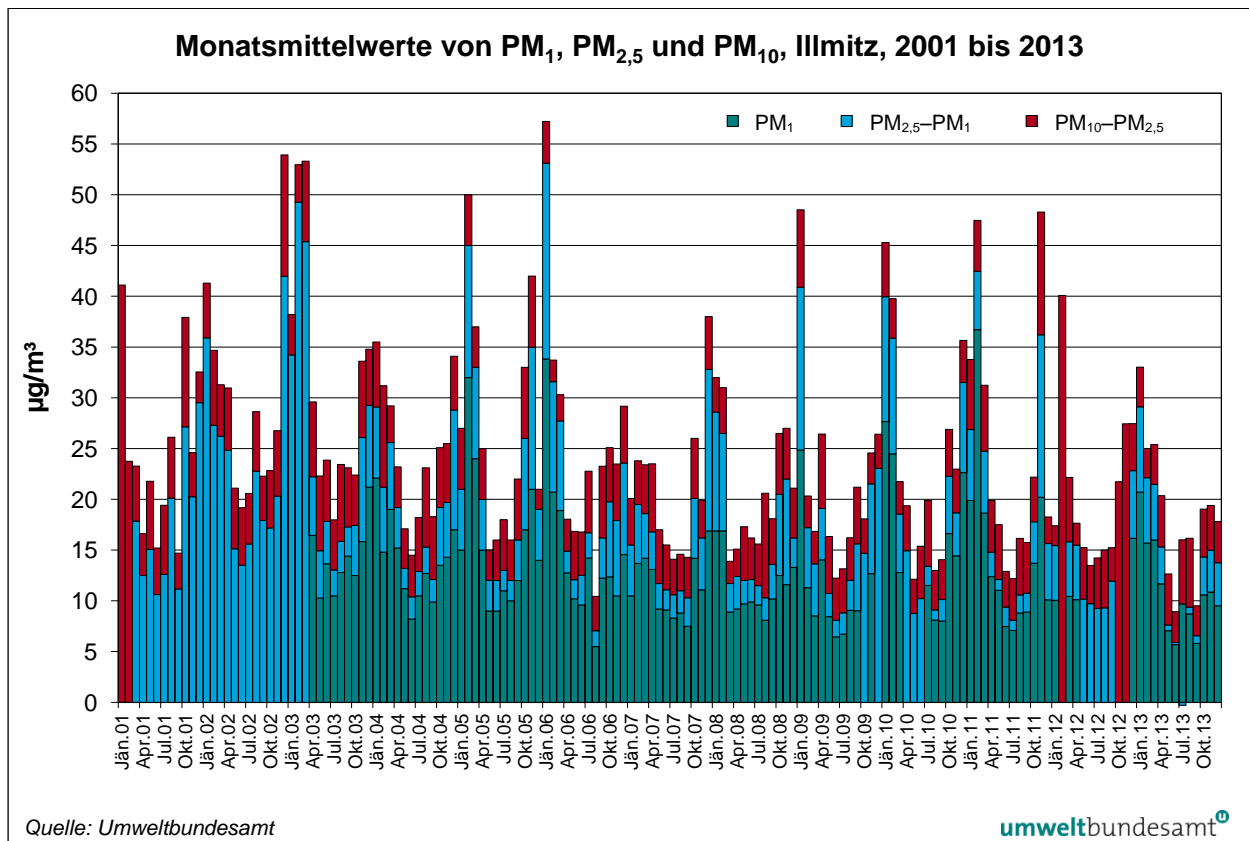


Abbildung 17: Monatsmittelwerte der Konzentration der Fraktionen PM_1 , $PM_{2,5}-PM_1$ sowie $PM_{10}-PM_{2,5}$ in Illmitz, 2001–2013.

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

3.5.1 PM_{2,5}-Analysen 2013

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} sind in Tabelle 13 zusammengestellt, sowie die Anteile an der gesamten PM_{2,5}-Konzentration. 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 13: Chemische Zusammensetzung von PM_{2,5} in Illmitz 2013 (in µg/m³). 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 2013 in Illmitz (µg/m ³)											
MMW 2013	PM _{2,5}	OC	OM	EC	SO ₄	NO ₃	NH ₄	Na	K	Ca	Cl
Jänner	29,1	8,7	14,8	1,0	6,1	4,6	3,0	0,5	0,3	0,1	0,1
Februar	21,9	6,1	10,4	0,6	5,0	2,0	2,1	0,5	0,3	0,1	< 0,1
März	21,5	6,1	10,4	0,7	4,0	3,8	1,8	0,5	0,2	0,1	< 0,1
April	17,4	4,1	7,0	0,6	4,3	2,7	1,8	0,5	0,1	0,1	< 0,1
Mai	8,4	2,6	4,5	0,3	2,4	0,9	0,8	0,5	0,1	0,1	< 0,1
Juni	6,6	2,2	3,7	0,3	1,4	0,4	0,4	0,5	<0,1	0,1	< 0,1
Juli	9,2	3,2	5,4	0,2	2,4	0,3	0,8	0,3	<0,1	0,1	< 0,1
August	9,9	3,1	5,3	0,4	2,7	0,4	0,9	0,4	0,1	0,1	< 0,1
September	6,3	3,4	5,7	0,2	1,8	0,4	0,7	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
Oktober	15,7	5,2	8,9	0,4	3,4	1,6	1,5	0,1	0,2	< 0,1	< 0,1
November	14,5	4,3	7,4	0,5	1,3	2,7	1,2	0,1	0,2	< 0,1	< 0,1
Dezember	14,0	5,8	9,8	0,5	1,3	3,0	1,2	0,1	0,3	< 0,1	0,1
JMW 2013	14,6	4,6	7,8	0,5	3,0	1,9	1,4	0,3	0,1	0,1	< 0,1
Anteil am PM_{2,5}			48 %	3 %	18 %	12 %	8 %	2 %	1 %	< 1 %	< 1 %

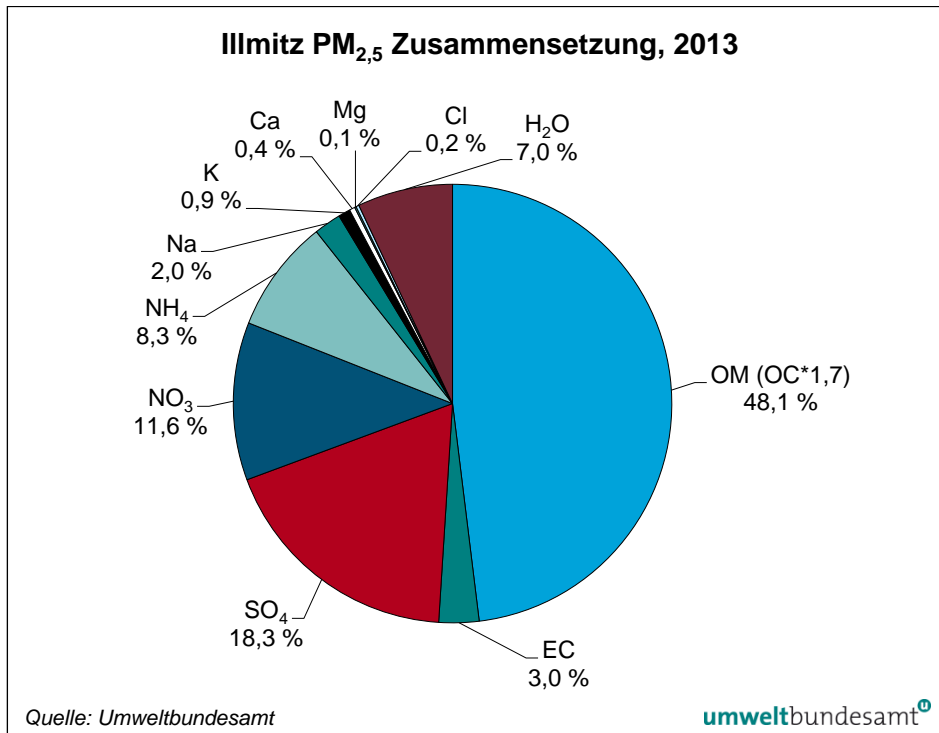


Abbildung 18:
Chemische Zusammen-
setzung von PM_{2,5} in
Illmitz 2013 (OM mit
einem Faktor 1,7 aus
OC hochgerechnet).

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 48 %, wobei dieser im Jahresverlauf unregelmäßig variiert (zwischen 37 % im April und 59 % im September). Die absolut höchsten OM-Konzentrationen traten im Jänner (14,8 µg/m³), Februar und März (je 10,4 µg/m³) auf, im Sommer lagen sie um 4 µg/m³. Im Mittel sind im Winterhalbjahr die OM-Konzentrationen zweieinhalbmal so hoch wie im Sommerhalbjahr; der Relativanteil ist im Mittel im Winter geringfügig höher als im Sommer.

Die EC-Konzentration liegt im Jahresmittel bei 0,5 µg/m³ (3 % am PM_{2,5}), der Relativanteil variiert im Jahresverlauf kaum.

Die Sulfatkonzentration lag im Mittel bei 3,0 µg/m³ (Relativanteil 18 %) und ist im Winterhalbjahr etwa eineinhalbmal so hoch wie im Sommer.

Nitrat macht im Mittel 1,9 µg/m³ (12 %) aus. Aufgrund seiner Flüchtigkeit bei höheren Temperaturen zeigt Nitrat einen markanten Jahresgang, die Konzentration liegt im Sommerhalbjahr bei 0,9 µg/m³, im Winterhalbjahr bei 2,9 µg/m³; der Relativanteil ist im Winter etwa doppelt so hoch wie im Sommer.

Von den Alkali- und Erdalkalimetallen ist lediglich Natrium in nennenswerter Menge (0,3 µg/m³ bzw. 2 %) im PM_{2,5} vertreten.

Chlorid war in drei Monaten nicht nachweisbar und lag in vier Monaten unter der Bestimmungsgrenze; Magnesium und Calcium lagen während zehn Monaten unter der Bestimmungsgrenze, die angegebenen Konzentrationen entsprechen für diese Komponenten der Bestimmungsgrenze.

Im Jahresverlauf fällt der Jänner 2013 mit einer sehr hohen PM_{2,5}-Konzentration von 29,1 µg/m³ auf, mit einer überdurchschnittlich hohen OM- und Nitrat-Konzentration. Im Februar 2013 war die Nitrat-Konzentration deutlich unterdurch-

schnittlich, jene von Sulfat dagegen überdurchschnittlich. Im Februar traten einige höher belastete Tage mit Ferntransport von Nordosten auf, während im Jänner eher regionale Quellen überwogen.

Auffallend ist die sehr geringe PM_{2,5}-Belastung im November und Dezember, die mit einer extrem geringen Sulfat-Konzentration (jeweils 1,3 µg/m³ bzw. 9 %) einher geht, was mit einem weitgehenden „Ausbleiben“ von Ferntransport aus Ostmitteleuropa korrespondiert. Im Gegenzug wiesen OM und Nitrat überdurchschnittliche Anteile am PM_{2,5} auf.

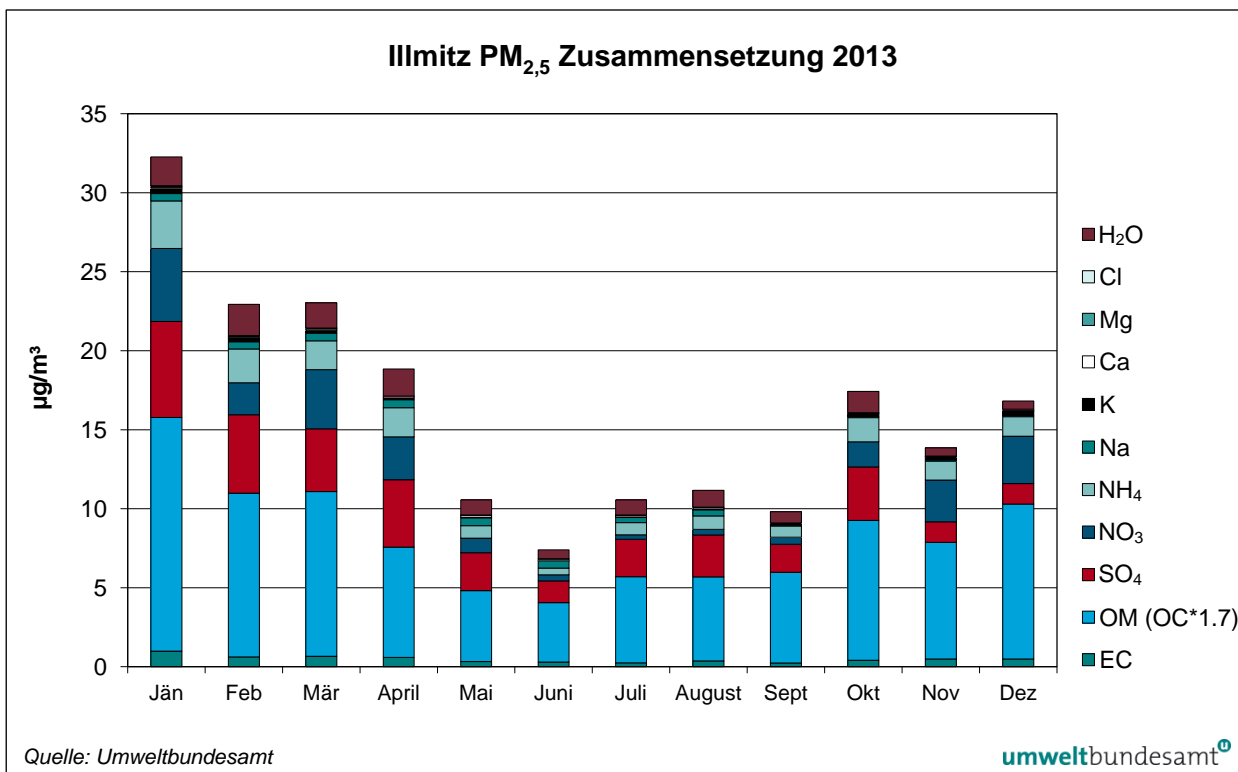


Abbildung 19: Chemische Zusammensetzung von PM_{2,5} in Illmitz für die einzelnen Monate 2013 (OM mit einem Faktor 1,7 aus OC hochgerechnet).

3.5.2 Trend

Analysen der PM_{2,5}-Zusammensetzung liegen für Illmitz ab 2011 mit der gleichen Methode vor. Die zwischen Oktober 1999 und Oktober 2000 in Illmitz durchgeführten chemischen Analysen von PM_{2,5} erlauben nur einen eingeschränkten 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 wird in Tabelle 14 zusammengestellt.

Die Gesamtkonzentration von PM_{2,5} war 1999/2000 sowie 2011 mit 19,7 bzw. 19,3 µg/m³ deutlich höher als 2012 (14,4 µg/m³) und 2013 (16,3 µg/m³).

Seit 2011 variiert der OM-Anteil am PM_{2,5} relativ gering zwischen 43 und 48 %. EC zeigt seit 2011 nur geringe Veränderungen (die Werte von EC und OM für 1999/2000 sind aufgrund der unterschiedlichen Analysemethoden nicht mit jenen ab 2011 vergleichbar).

Die Anteile von Sulfat und Ammonium nahmen von 1999/2000 auf 2011 etwas ab und variieren seit 2011 kaum.

Der Nitrat-Anteil nahm seit 1999/2000 zu, variiert aber relativ stark (2012 16 %, 2011 und 2013 12 %).

	PM _{2,5} -Inhaltsstoffe (µg/m ³)								
	OM (OC*1,7)	EC	SO ₄	NO ₃	NH ₄	Na	K	Ca	H ₂ O
1999/2000	6,2	1,6	4,0	2,1	2,0	0,1	0,3	0,1	1,2
2011	9,2	0,6	3,5	2,4	1,5	0,5	0,2	0,2	1,0
2012	6,3	0,6	2,5	2,3	1,3	0,4	0,2	0,1	0,7
2013	7,8	0,5	3,0	1,9	1,4	0,3	0,1	0,1	0,9

*Tabelle 14:
Konzentrationen der
PM_{2,5}-Inhaltsstoffe
1999/2000, 2011, 2012
und 2013 (in µg/m³). OM
in allen Jahren mit
einem Faktor 1,7 aus
OC berechnet, H₂O mit
30 % aus Sulfat
hochgerechnet.*

3.6 Stickstoffoxide

3.6.1 Die Konzentration von NO₂ und NO_x im Jahr 2013

Die Grenzwerte des IG-L für NO₂ zum Schutz der menschlichen Gesundheit (HMW 200 µg/m³, JMW 30 µg/m³) wurden im Jahr 2013 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 2013 an den Hintergrundmessstellen gemäß IG-L sowie an der Vorerkundungsmessstelle Haidershofen an der Enns sind in Tabelle 15, der Verlauf der Monatsmittelwerte für NO₂ ist in Abbildung 20 angegeben.

Tabelle 15: 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 2013 (in µg/m³) (Quelle: Umweltbundesamt).

NO ₂ MMW 2013	Stickstoffoxid-Konzentration 2013 (µg/m ³)							
	ENK	ILL	KLH	PIL	SON	VOR	ZOE	HAI
Jänner	19,2	18,1	12,2	14,7	1,0	4,8	10,4	22,7
Februar	15,1	17,5	8,3	12,4	1,1	5,1	8,5	21,5
März	10,4	11,3	6,1	10,8	0,9	3,8	7,9	16,0
April	8,4	8,0	5,1	10,7	0,4	2,9	6,8	13,7
Mai	6,4	5,2	3,9	6,9	0,5	1,9	3,4	8,4
Juni	5,1	4,6	3,6	4,3	0,4	2,1	2,9	7,9
Juli	4,9	5,3	3,5	4,1	0,3	2,3	3,2	8,4
August	6,9	6,9	3,8	6,8	0,4	2,2	3,6	8,7
September	7,4	5,5	4,6	6,1	0,3	2,3	3,8	8,8
Oktober	11,9	8,8	6,9	10,4	0,4	2,9	4,0	13,2
November	15,0	11,2	9,2	12,8	1,0	3,8	5,7	15,8
Dezember	19,9	11,1	14,3	12,5	0,3	2,4	3,2	17,9
NO₂ JMW 2013	10,9	9,4	6,8	9,4	0,6	3,0	5,3	13,5
NO JMW 2013	1,5	0,6	0,7	0,6	0,1	0,3	0,3	1,8
NO_x JMW 2013	13,2	10,3	7,9	10,3	0,8	3,5	5,8	16,3
NO ₂ max. HMW 2013	68,5	69,3	51,4	50,8	18	40,7	51,2	71,4
NO ₂ max. TMW 2013	38,7	35,4	28,2	29,8	8,1	14,3	32,4	50,4

Unter den gemäß IG-L betriebenen Hintergrundmessstellen registrierte Enzenkirchen die höchste NO₂- und NO_x-Belastung; der NO₂-Jahresmittelwert betrug 10,9 µg/m³ (36 % des IG-L-Grenzwertes), der NO_x-Jahresmittelwert 13,2 µg/m³ (33 % des IG-L-Grenzwertes). Eine noch etwas höhere Belastung registrierte die Vorerkundungsmessstelle Haidershofen mit 13,5 µg/m³ als NO₂-Jahresmittelwert. Die in Nordostösterreich gelegenen Messstellen Pillersdorf und Illmitz weisen niedrigere NO₂-Jahresmittelwerte von jeweils 9,4 µg/m³ auf, Klösch in Südostösterreich einen etwas niedrigeren Wert von 6,8 µg/m³.

Deutlich geringer war die NO₂-Belastung im Mittelgebirge mit Jahresmittelwerten von 5,3 µg/m³ auf dem Zöbelboen und 3,0 µg/m³ in Vorhegg. Auf dem Sonnblick wurde ein NO₂-Jahresmittelwert von 0,6 µg/m³ gemessen.

Die Spitzenwerte lagen an allen Messstellen deutlich unter dem Grenzwert (HMW) bzw. Zielwert (TMW) des IG-L. Der höchste Halbstundenmittelwert wurde mit 71 µg/m³ in Haidershofen gemessen, gefolgt von 69 µg/m³ in Illmitz und Enzenkirchen.

Der höchste Tagesmittelwert trat mit 50 µg/m³ in Haidershofen auf, gefolgt von 39 µg/m³ in Enzenkirchen.

Alle Messstellen zeigen klare Jahrgänge mit erhöhten Konzentrationen im Winter, wobei die Unterschiede zwischen Winter und Sommer an den außeralpinen Messstellen ausgeprägter sind als im Gebirge. An den außeralpinen Messstellen sind ungünstigere Ausbreitungsbedingungen (häufige Bodeninversio-

nen) zusammen mit etwas höheren Emissionen die Ursache der erhöhten NO_2 -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 NO_2 -Belastung bei.

Die in Abbildung 20 dargestellten Jahresgänge spiegeln die relativ günstigen Ausbreitungsbedingungen im schneereichen Jänner sowie im extrem schnee-armen Dezember (v. a. im Osten und Süden Österreichs) wider. Die hohe NO_2 -Belastung in Illmitz und Pillersdorf im August steht mit der hohen Ozonbelastung und der dadurch bedingten überdurchschnittlich hohen Umwandlung von NO in NO_2 in Verbindung.

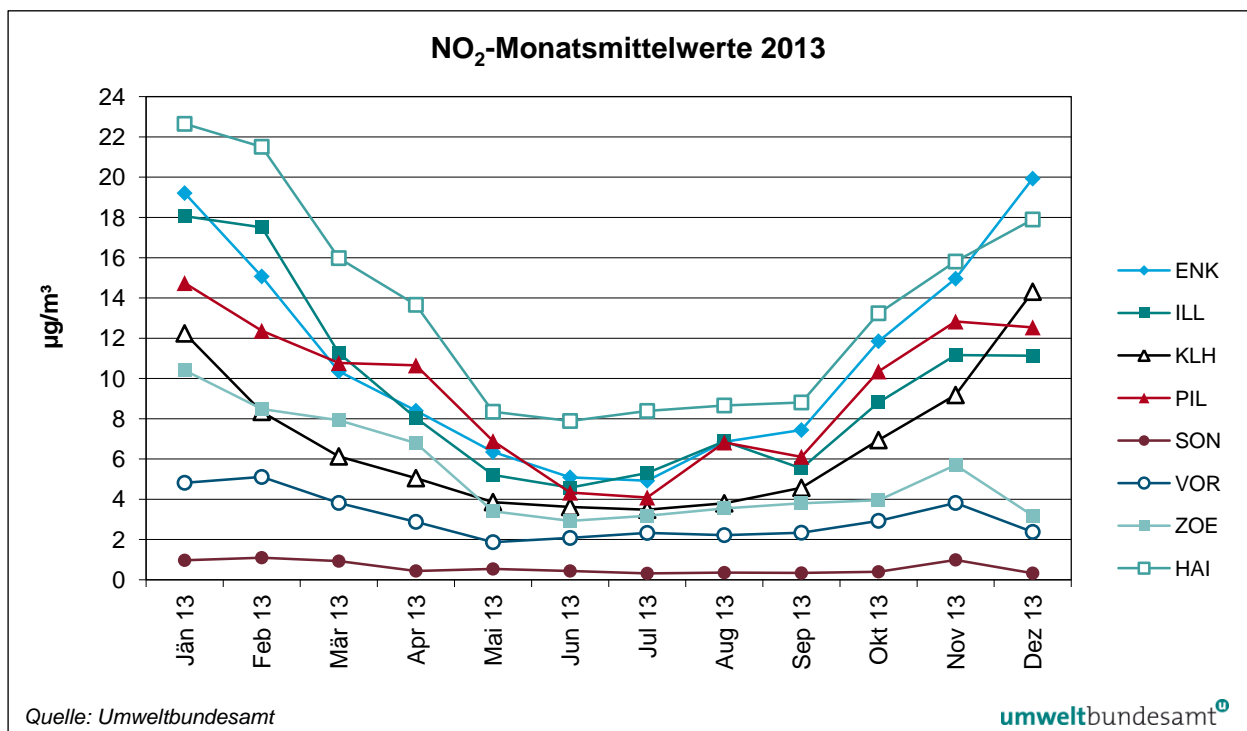


Abbildung 20: Monatsmittelwerte der NO_2 -Konzentration im Jahr 2013.

Die Schadstoffwindrosen für NO_2 (siehe Anhang 7g 8) zeigen, dass in Enzenkirchen im Jahr 2013 Westwind mit höherer NO_2 -Konzentration verbunden ist als Ostwind. In Illmitz (Hauptwindrichtungen Nordwest und Südsüdost) kommen aus der Region Wien etwas höhere NO_2 -Konzentrationen ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) als von Südsüdosten ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In Klöch sind die Hauptwindrichtungen Nordnordost und Südsüdwest mit etwa gleich hohen NO_2 -Konzentrationen verbunden (ca. $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), überdurchschnittliche Konzentrationen kommen von Westen ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In Pillersdorf zeigt die Schadstoffwindrose Schadstofftransport aus Mähren ($13 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und aus dem niederösterreichischen Alpenvorland (ca. $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$), während Wind aus dem Sektor Ost bis Südost mit etwa $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verbunden ist und Wind aus dem Waldviertel mit ca. $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Den Sonnblick erreicht NO_2 ganz überwiegend aus Nordnordost (einer der beiden Hauptwindrichtungen), d. h. aus dem Rauriser Tal (ca. $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$), während die zweite Hauptwindrichtung Westsüdwest im Mittel Konzentrationen von $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweist.

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

3.6.2 Stickstoffoxid-Messungen auf dem Sonnblick

Auf dem Sonnblick wird seit November 2005 die Konzentration von NO und NO_y (Summe oxidiertes 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_x (oxidierte Stickstoffverbindungen neben NO und NO₂) erlauben.

Der Verlauf der Monatsmittelwerte ist in Abbildung 21 dargestellt.

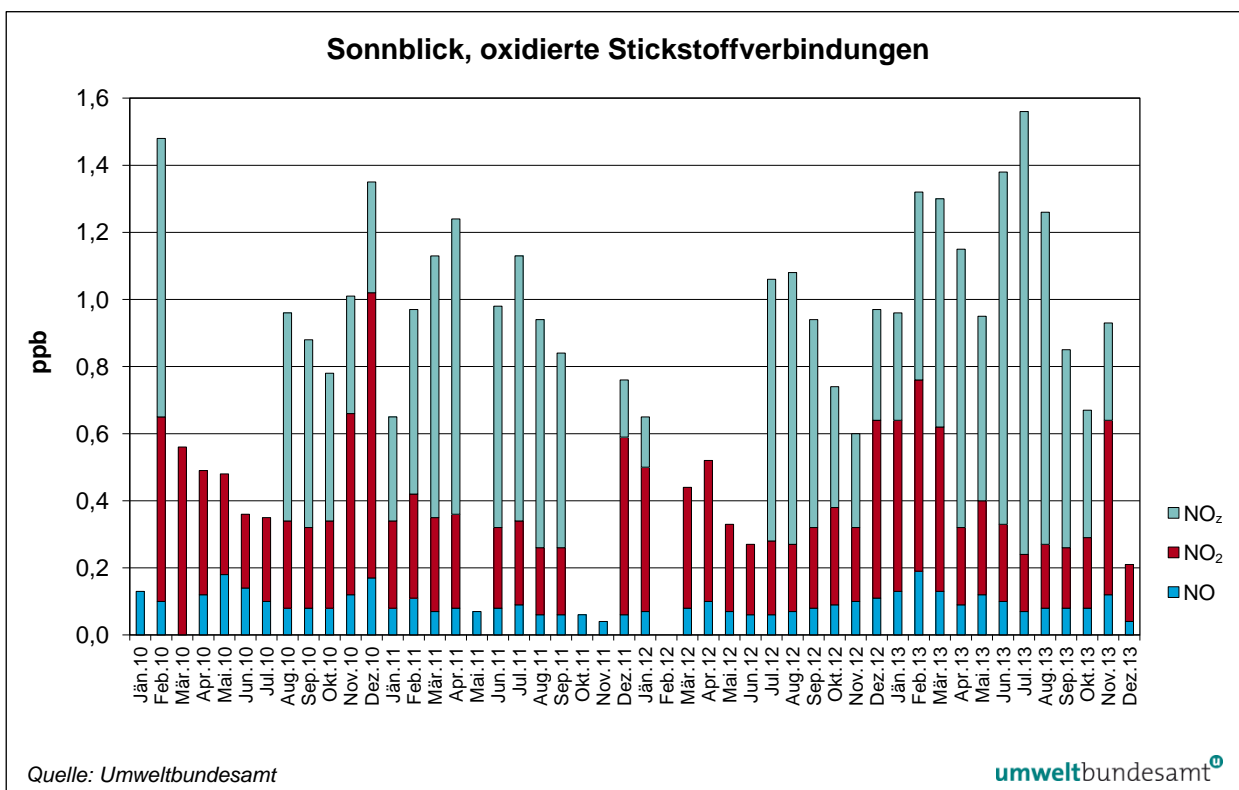


Abbildung 21: Monatsmittelwerte der Konzentration von NO, NO₂ und NO_x am Sonnblick, Jänner 2010–Dezember 2013.

3.6.3 Trend der Belastung durch Stickstoffoxide

Abbildung 22 zeigt den Verlauf der Jahresmittelwerte der Konzentration von NO₂ und von NO_x (berechnet als NO₂) an den Hintergrundmessstellen des Umweltbundesamtes von 1994–2013 sowie die jährlichen NO_x-Emissionen Österreichs bis 2012 (UMWELTBUNDESAMT 2014c); Tabelle 16 gibt die Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration und die österreichischen NO_x-Emissionen an.

Die NO_x-Emissionen Österreichs (ohne Kraftstoffexport) lagen 2012 um 14 % unter dem Niveau von 1994 (dem Beginn der Messreihen im Hintergrundmessnetz), wobei dieser Rückgang aber erst in die letzten Jahre fällt. Bis 2008 variierten die Emissionen zwischen 160 und 169 kt, der stärkste Rückgang fand von 2008 auf 2009 (um 8 %) statt, danach folgte noch eine geringe Abnahme auf 141 kt 2012.

Der Konzentrationsverlauf von NO₂ 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 PM₁₀ – widerspiegeln. Die höchsten NO₂- und NO_x-Konzentrationen wurden 2003, 2006 und 2010, d. h. in Jahren mit ungünstigen winterlichen Ausbreitungsbedingungen, registriert.

Langfristig stieg die NO₂- und NO_x-Konzentration an allen Hintergrundmessstellen seit 1999 (in dem Zeitraum, über den in Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf, Vorhegg und Zöbelboden Messdaten vorliegen) an. Vergleicht man das Dreijahresmittel (zur Glättung meteorologisch bedingter Variationen) 1999–2001 mit 2011–2013, so zeigen die außeralpinen Messstellen Zunahmen der NO_x-Belastung um 5–7 %, wohingegen die österreichischen NO_x-Emissionen um 13 % zurückgingen.

Dies deutet darauf hin, dass der zeitliche Verlauf der NO₂- und NO_x-Konzentration u. U. von regional unterschiedlichen Entwicklungen der NO_x-Emissionen – etwa deren Zunahme im ländlichen Raum – beeinflusst wird.

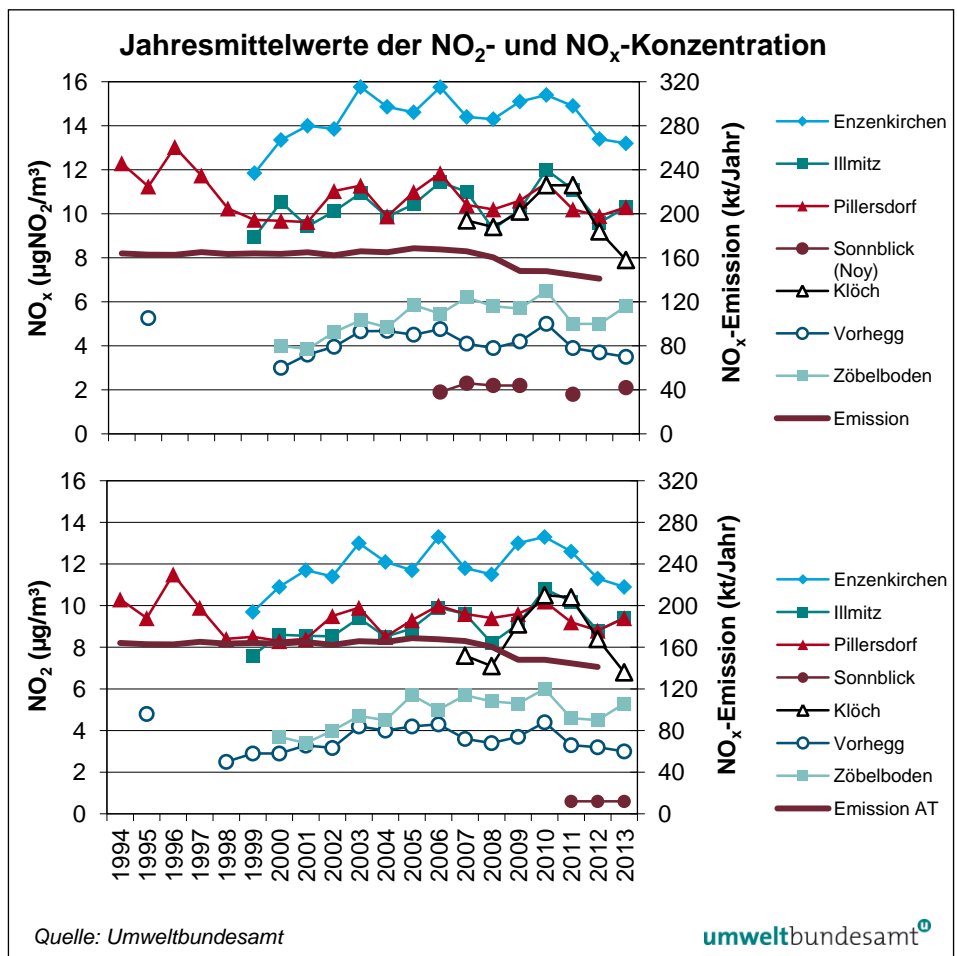


Abbildung 22:

Jahresmittelwerte der NO_x- (oben; Sonnblick: NO_y) und der NO₂-Konzentration (unten) sowie jährliche NO_x-Emissionen Österreichs (ohne Kraftstoffexport), 1994–2013.

Tabelle 16: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen, 1994–2013 (in µg/m³) und NO_x-Emissionen Österreichs (AT) (in kt/a), 1994–2012 (Quelle: Umweltbundesamt).

NO ₂ -Konzentration (µg/m ³) und NO _x -Emission (kt/a)							
NO ₂ JMW	ENK	ILL	KLH	PIL	VOR	ZOE	NO _x -Emission AT
1994				10,3			164
1995				9,4			163
1996				11,5			163
1997				9,9			165
1998				8,4			163
1999	9,7	7,6		8,5	2,9		164
2000	10,9	8,6		8,3	2,9	3,7	163
2001	11,7	8,6		8,4	3,3	3,4	165
2002	11,4	8,5		9,5	3,2	4,0	162
2003	13,0	9,4		9,9	4,2	4,7	166
2004	12,1	8,5		8,5	4,0	4,5	165
2005	11,7	8,9		9,3	4,2	5,7	169
2006	13,3	9,9		10,0	4,3	5,6	168
2007	11,8	9,6	7,6	9,6	3,6	5,7	164
2008	11,5	8,2	7,1	9,4	3,4	5,4	159
2009	13,0	9,1	9,1	9,6	3,7	5,3	147
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	144
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	

Die windrichtungsabhängige Auswertung der mittleren NO₂-Konzentration zeigt in Enzenkirchen bis 2012 einen ähnlichen Verlauf bei Ost- und bei Westwind. 2013 war erstmals die NO₂-Konzentration bei Westwind höher als bei Ostwind.

In Illmitz waren die sehr hohen NO₂-Belastungen 2005, 2006 und 2010 vor allem durch erhöhte Konzentrationen bei Nordwestwind, d. h. Advektion aus dem Raum Wien, verbunden. In den Jahren seit 2011 war die NO₂-Konzentration bei Nordwest- und Südostwind sehr ähnlich.

In Pillersdorf (siehe Abbildung 23) waren die hohen NO₂-Jahresmittelwerte bis 1997 v. a. auf Transport aus Tschechien bei Nordostwind zurückzuführen, dessen Beitrag zwischen 1998 und 1999 stark zurückging, seither aber wieder gestiegen 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.

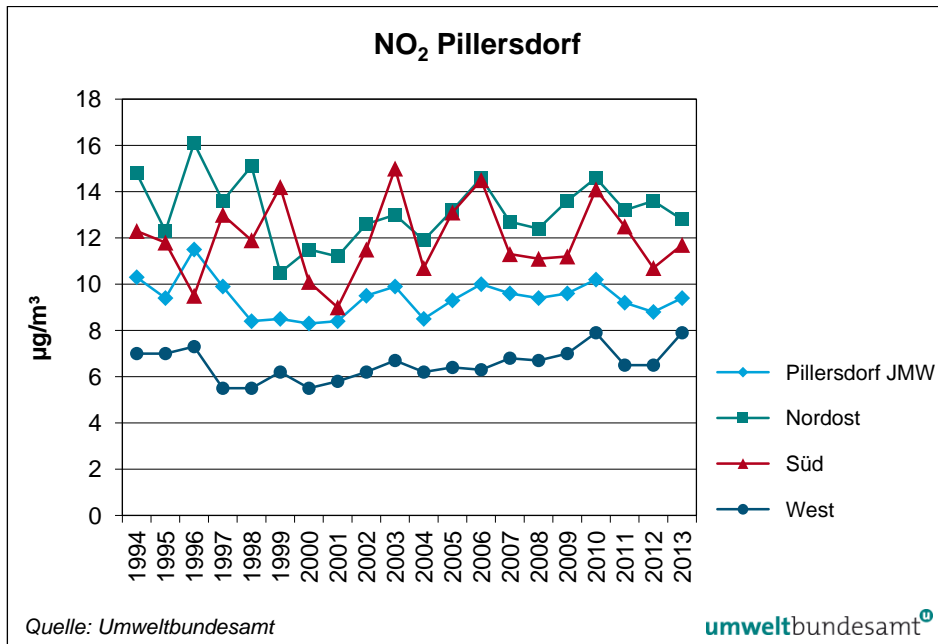


Abbildung 23:
Trend der NO₂-Jahresmittelwerte in Pillersdorf sowie der mittleren Konzentration bei Wind aus Nordost, Süd und West, 1994–2013.

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 zurück, während sie bei nördlichem Wind bis 2010 weiter anstieg und von 2010 auf 2011 markant zurückging.

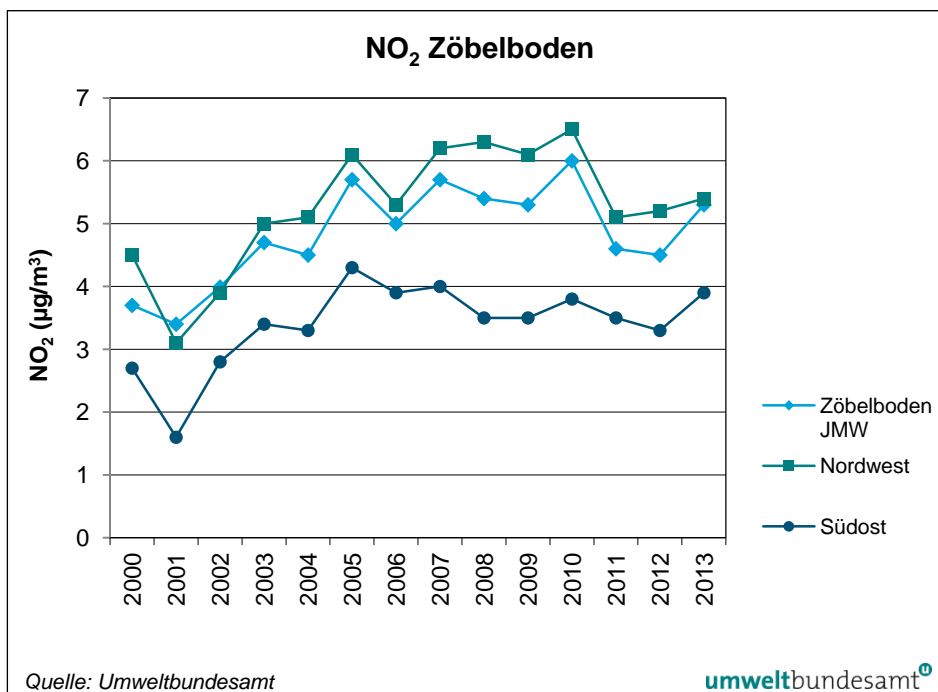


Abbildung 24:
Trend der NO₂-Jahresmittelwerte auf dem Zöbelboden sowie der mittleren Konzentration bei Wind aus Nordwest und Südost, 2000–2013.

3.7 Schwefeldioxid

3.7.1 Die Konzentration von SO₂ im Jahr 2013

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 2013 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes deutlich unterschritten.

Den höchsten SO₂-Jahresmittelwert registrierte mit 2,2 µg/m³ die Messstelle Pillersdorf, gefolgt von Illmitz (1,9 µg/m³) und Enzenkirchen (1,0 µg/m³); die im Mittelgebirge gelegene Messstelle Vorhegg erfasste einen Jahresmittelwert von 0,3 µg/m³, Zöbelboden 0,5 µg/m³.

In Pillersdorf wurde mit 3,0 µg/m³ auch der höchste Wintermittelwert (Oktober 2012 bis März 2013) aller Hintergrundmessstellen gemessen.

Den höchsten Halbstundenmittelwert (59 µg/m³) und den höchsten Tagesmittelwert (18 µg/m³) erfasste die Messstelle Illmitz.

Die Monats- und Jahresmittelwerte für 2013, der Wintermittelwert (Oktober 2012 bis März 2013) sowie die maximalen Halbstundenmittelwerte und maximalen Tagesmittelwerte 2013 sind in Tabelle 17 zusammengestellt.

Tabelle 17:
SO₂ – Monats- und
Jahresmittelwerte an
den Hintergrund-
messstellen im Jahr
2013, Wintermittelwert
2012/2013 sowie
maximaler Halbstunden-
mittelwert und
maximaler Tages-
mittelwert 2013
(in µg/m³) (Quelle:
Umweltbundesamt).

Schwefeldioxid-Konzentration 2013 (µg/m ³)					
MMW 2013	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jänner	1,5	3,6	4,7	0,6	0,8
Februar	1,8	4,0	4,5	0,6	1,2
März	1,6	3,0	3,2	0,3	v
April	0,9	1,5	2,0	0,2	0,4
Mai	0,5	0,9	0,9	0,1	0,2
Juni	0,5	0,9	0,8	0,2	0,3
Juli	0,8	1,8	1,2	0,3	0,6
August	0,7	1,6	1,7	0,4	0,5
September	0,6	0,9	1,3	0,1	0,3
Oktober	1,0	1,9	2,0	0,2	0,2
November	0,7	1,9	2,1	0,2	0,5
Dezember	0,9	1,1	1,4	0,2	0,2
JMW 2013	1,0	1,9	2,2	0,3	0,5
WMW 12/13	1,3	2,6	3,0	0,4	0,5
max. HMW	18,1	58,5	38,3	10,6	13,0
max. TMW	6,7	17,6	15,3	4,4	5,3

v ... Verfügbarkeit zu gering zur Berechnung eines Monats-, Winter- oder Jahresmittelwertes

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 1,9 µg/m³ verbunden, ebenso Nordwestwind (Ferntransport aus Tschechien und Polen). 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 2013 Transport aus Südosten ca. 30 % (weniger als in den letzten Jahren), Transport von Nordnordwesten ca. 50 % – d. h. deutlich mehr als in den letzten Jahren – zur in Illmitz gemessenen SO₂-Belastung bei, der Nordostsektor 15 %, der Südwestsektor nur 5 %.

In Pillersdorf ist die SO₂-Konzentration bei Wind aus dem Sektor von Nordost im Mittel mit 3,0 µg/m³ doppelt so hoch wie bei Wind aus dem Sektor West (1,5 µg/m³). Wird die SO₂-Konzentration mit der Windrichtungshäufigkeit gewichtet, so ist Transport aus dem Sektor Nordost für ca. 45 % der in Pillersdorf gemessenen SO₂-Belastung verantwortlich, aus dem Südostsektor für 15 %, aus dem Südwestsektor für 15 % und aus dem Nordwestsektor für 25 %.

Auf dem Zöbelboden ist die Hauptwindrichtung Nordwest mit einer mittleren SO₂-Konzentration von 0,5 µg/m³, Südostwind mit 0,4 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. Sie nahm an den österreichischen Hintergrundmessstellen zwischen 1990 und 2000 stark ab, wie Tabelle 18 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 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, 2004 sowie 2007–2009 sowie 2012 und 2013 durch günstige Ausbreitungsbedingungen aus. Seit 2007 verändert sich die SO₂-Belastung kaum noch.

Die österreichischen SO₂-Emissionen gingen zwischen 1990 und 2012 um 77 %, seit 2000 um 45 % zurück.

Deutlich stärker nahm die SO₂-Konzentration in Pillersdorf (1993–2000: – 82 %, 1993–2013: – 88 %) ab. Nach 2000 weisen die an den meisten Hintergrundmessstellen beobachteten Trends geringere Abnahmen auf, in Enzenkirchen ging die SO₂-Konzentration seit 2000 um 19 %, in Illmitz um 37 %, in Pillersdorf um 35 % zurück.

Die SO₂-Trends an den Hintergrundmessstellen werden v. a. von der Emissionsentwicklung in Österreichs Nachbarstaaten – die teilweise noch höhere SO₂-Emissionen aufweisen als Österreich – bestimmt. So folgt der SO₂-Trend in Pillersdorf und Illmitz exakt der Emissionsentwicklung in Tschechien (– 92 %

1990–2012, – 40 % 2000–2012. Wie der Vergleich der Emissionsdaten Österreichs und seiner Nachbarländer zeigt, folgte der deutliche Rückgang der SO₂-Belastung an den österreichischen Hintergrundmessstellen in den Neunzigerjahren v. a. der starken Abnahme der SO₂-Emissionen in Tschechien und im östlichen Deutschland. Seit 1999 veränderten sich die Emissionen dieser Länder nur noch wenig, allerdings gingen die Emissionen v. a. in Slowenien (siehe Tabelle 19) und Ungarn stark zurück. Die geringste Abnahme weist Polen auf, dessen SO₂-Emissionen 1990 noch das Fünfundzwanzigfache sowie 2012 noch das Neunfache jener Österreichs betragen und damit die SO₂-Belastung im nördlichen und nordöstlichen Österreich wesentlich stärker beeinflussten als die österreichischen SO₂-Emissionen.

Die starke Abnahme der SO₂-Belastung in Vorhegg (– 57 % seit 2000) wurde wesentlich durch den Rückgang der SO₂-Emissionen in Slowenien (– 89 % 2000–2010) bedingt, der v. a. durch zusätzliche Entschwefelungsanlagen an den Kraftwerken Šoštanj und Trbovlje erzielt wurde; diese waren stets die bedeutendste Quelle von SO₂ in Vorhegg, von denen ausgehend Schadstofftransport über ganz Kärnten westwärts verfolgt werden konnte.

*Tabelle 18:
Jahresmittelwerte der
SO₂-Konzentration (in
µg/m³) sowie SO₂-
Emissionen Österreichs
(in kt/Jahr), 1986–2013.
Kursiv: Tagesproben in
Illmitz (Quelle:
Umweltbundesamt).*

SO ₂ -Konzentration (µg/m ³) und SO ₂ -Emission (kt/a)						
SO ₂ JMW	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE	Emission AT
1986		19,2				160
1987		16,3				138
1988		18,0				103
1989		17,2				92
1990		21,4				74
1991		24,8				71
1992		8,4		5,2		54
1993		10,3	18,6	3,8		52
1994		7,5	12,0	3,3		47
1995			9,3	2,9		47
1996			16,2			44
1997		8,8	10,4			40
1998		5,6	5,3			35
1999	1,8	3,2	4,3			33
2000	1,6	3,0	3,4	0,7	0,7	31
2001	1,9	3,1	3,0	0,6	0,6	32
2002	1,9	2,9	3,3	0,6	0,5	31
2003	2,3	3,3	3,5	0,8	1,1	31
2004	1,4	2,1	2,4	0,6	0,6	27
2005	1,7	2,3	3,0	0,6	0,9	27
2006	2,1	2,7	3,5	0,6	0,9	28
2007	1,2	1,8	2,1	0,4	0,7	25
2008	1,1	1,3	1,8	0,3	0,5	22
2009	1,1	1,6	2,1	0,4	0,5	17
2010	1,7	2,0	2,6	0,5	0,7	19
2011	1,4	1,6	2,3	0,3		18
2012	1,4	1,8	2,1	0,4	0,6	17
2013	1,0	1,9	2,2	0,3	0,5	

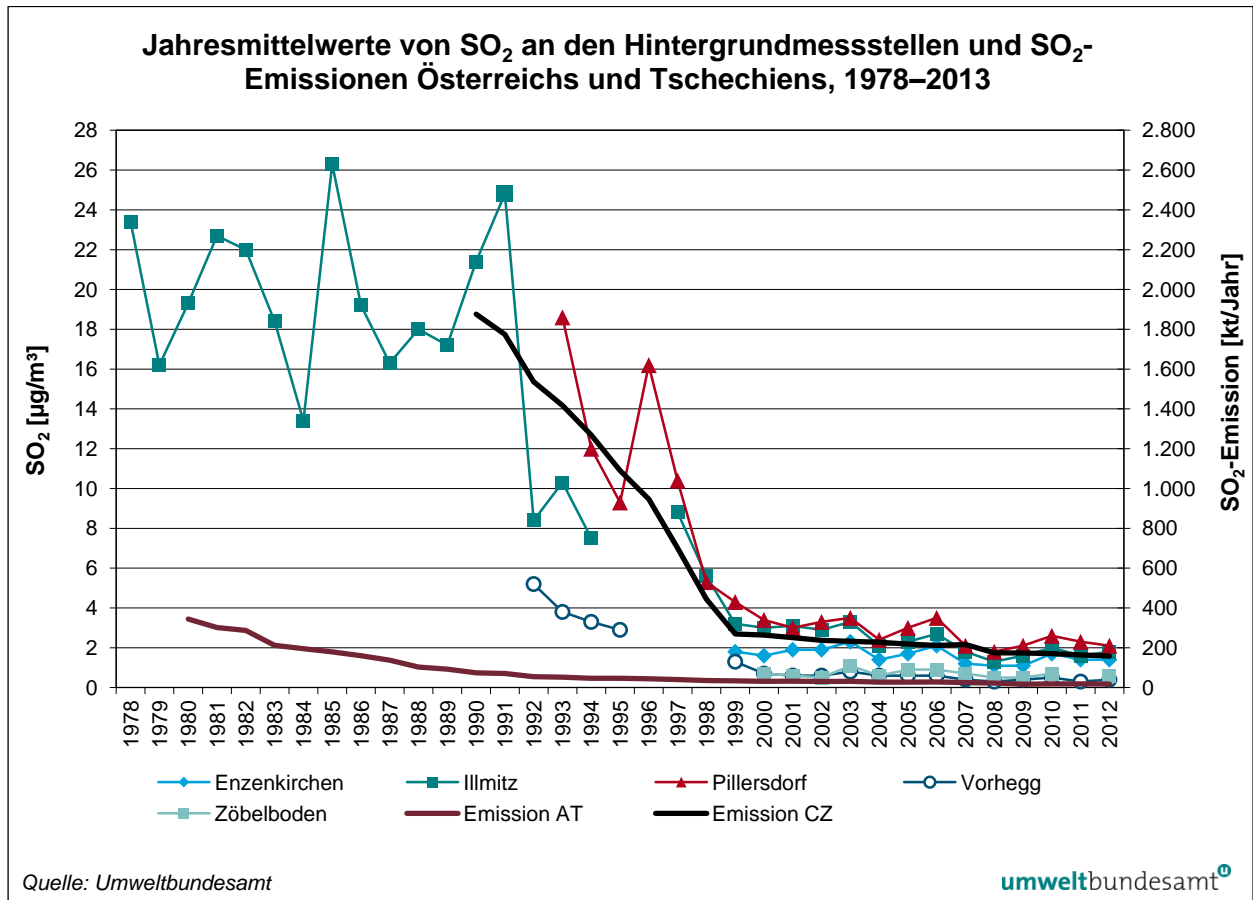


Abbildung 25: Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen sowie SO₂-Emissionen Österreichs und Tschechiens, 1978–2013.

Tabelle 19: Abnahme der Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen bis 2013 sowie der SO₂-Emissionen in Österreich, Tschechien, der Slowakei und Slowenien bis 2012.

		seit 1990	seit 1995	seit 2000
SO ₂ -Konzentration	Enzenkirchen			– 38 %
	Illmitz	– 91 %		– 37 %
	Pillersdorf		– 76 %	– 35 %
	Vorhegg		– 90 %	– 57 %
	Zöbelboden			– 29 %
SO ₂ -Emission	Österreich	– 77 %	– 63 %	– 45 %
	Tschechien	– 92 %	– 86 %	– 40 %
	Slowakei	– 89 %	– 76 %	– 54 %
	Slowenien	– 95 %	– 92 %	– 89 %

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 2011–2013 bei Ostwind um 15 %, bei Westwind um 25 % ab.

In Illmitz (siehe Abbildung 26) ging die mittlere SO₂-Konzentration von 1992–1994 auf 2011–2013 um 80 % zurück, verglichen mit 1999–2001 um – 45 %. Der Rückgang fiel in den letzten zehn Jahren bei Südostwind und bei Westwind mit – 50 % wesentlich stärker aus als bei Nordnordwestwind (d. h. Transport aus Tschechien und Polen) mit nur – 35 %. Die relativ hohen Belastungen auch bei Westwind 2003 und 2006 stehen mit den generell ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen dieser Jahre in Verbindung.

Abbildung 26:
Trend der SO₂-Jahresmittelwerte in Illmitz sowie der mittleren Konzentration bei Wind aus Westnordwest, Nordnordwest und Südost, 1999–2013.

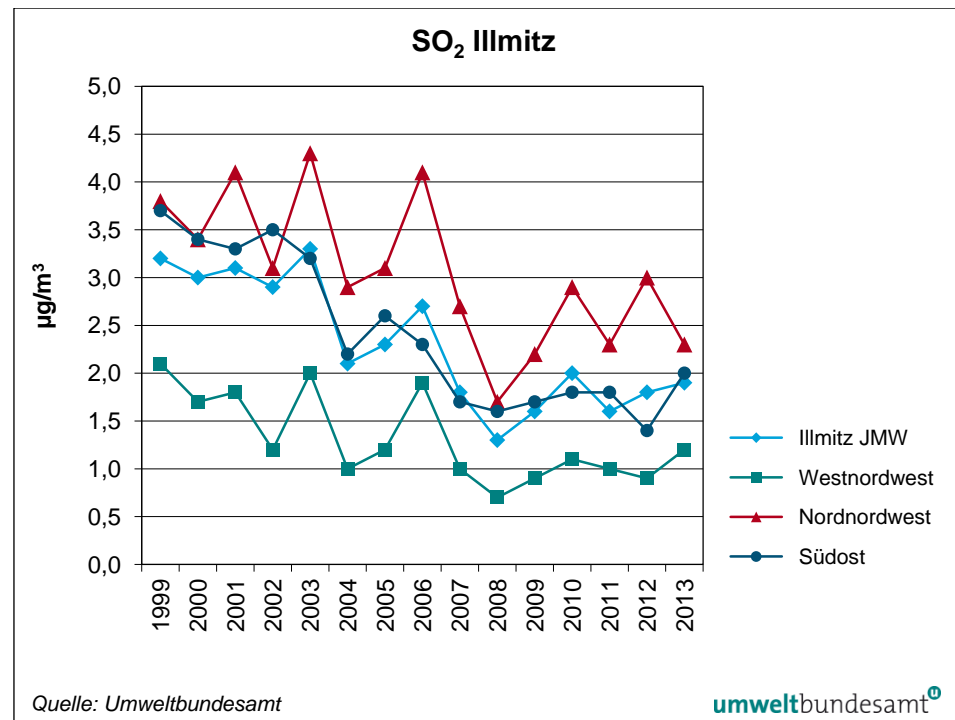


Abbildung 27 zeigt für Pillersdorf die mittlere SO₂-Konzentration bei den Windrichtungen Nordost (30–70 ° – Transport aus Nordmähren und Polen), Südost (100–130 ° – Ferntransport v. a. aus der Slowakei, Ungarn und Serbien, aber auch aus dem Raum Wien) und West (230–320 °), welche die von regionalen Emittenten 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, während die Abnahme bei Südostwind langsamer erfolgte, korrespondierend mit der Entwicklung der Emissionen in Ungarn und der Slowakei. Seit 1999–2001 ging die SO₂-Belastung bei Südostwind (– 60 %) aber deutlich stärker zurück als bei Nordostwind – 35 %) und Westwind – 30 %).

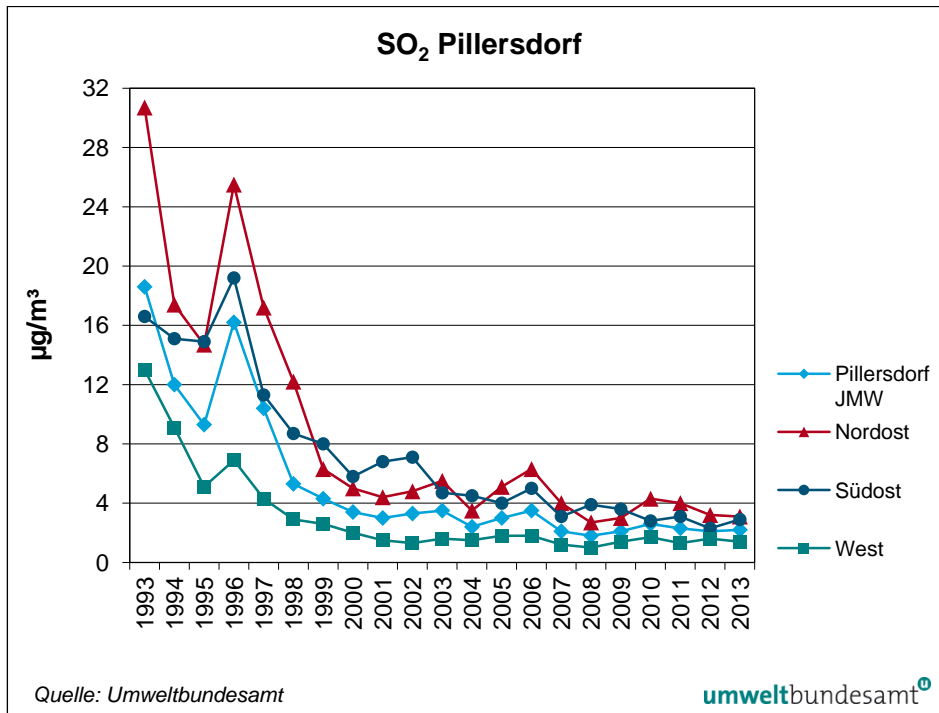


Abbildung 27:
Trend der SO₂-Jahresmittelwerte in Pillersdorf sowie der mittleren Konzentration bei Wind aus Nordost, Südost und West, 1993–2013.

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 sehr gleichartiges Verhalten, wobei die mittlere SO₂-Konzentration bei Ostwind durchwegs etwa doppelt so hoch war wie bei Nordnordwestwind. Dies deutet darauf hin, dass SO₂-Transport aus dem inneralpinen Raum etwa in gleichem Ausmaß abgenommen hat wie aus dem Gailtal, dem Klagenfurter Becken und Slowenien.

3.8 Kohlenstoffmonoxid

Der Grenzwert des IG-L für Kohlenstoffmonoxid (10 mg/m³ als Achtstundenmittelwert) wurde im Jahr 2013 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes deutlich unterschritten. Der höchste Achtstundenmittelwert wurde mit 0,91 mg/m³ in Illmitz gemessen und betrug damit 9 % des IG-L-Grenzwertes; auf dem Sonnblick und in Vorhegg lagen die Maxima unter 0,5 mg/m³.

Die Monats- und Jahresmittelwerte der CO-Konzentration sowie die maximalen Achtstundenmittelwerte des Jahres 2013 sind in Tabelle 20 zusammengestellt. Im Jahresmittel betrug die CO-Konzentration in Illmitz 0,26 mg/m³, in Vorhegg 0,18 mg/m³ und auf dem Sonnblick 0,15 mg/m³.

Die CO-Konzentration zeigt an allen Messstellen einen Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter, die durch höhere Emissionen aus dem Sektor Raumheizung, ungünstigere Ausbreitungsbedingungen und geringen Abbau durch Oxidation im Winter verursacht wird, und der mit zunehmender Seehöhe weniger ausgeprägt ist.

Tabelle 20:
Monats- und
Jahresmittelwerte der
CO-Konzentration sowie
maximale Achtstunden-
mittelwerte (MW8) im
Jahr 2013 (in mg/m³)
(Quelle:
Umweltbundesamt).

Kohlenstoffmonoxid-Konzentration 2013 (mg/m ³)			
MMW 2013	Illmitz	Sonnblick	Vorhegg
Jänner	0,44	0,16	0,23
Februar	0,40	0,19	0,27
März	0,32	0,19	0,25
April	0,26	0,18	0,24
Mai	0,17	0,15	0,16
Juni	0,16	0,14	0,14
Juli	0,16	0,14	0,15
August	0,16	0,13	0,14
September	0,15	0,12	0,13
Oktober	0,22	0,12	0,16
November	0,27	0,14	0,17
Dezember	0,35	0,13	0,15
JMW 2013	0,26	0,15	0,18
Max. MW8	0,91	0,42	0,48

3.8.1 Trend der CO-Belastung

Tabelle 21 und Abbildung 28 geben den Trend der CO-Konzentration (Jahresmittelwerte) an den Hintergrundmessstellen zwischen 1996 und 2013 an, die Abbildung zeigt auch die Entwicklung der österreichischen und der globalen CO-Emissionen.

Tabelle 21:
Jahresmittelwerte der
CO-Konzentration,
1996–2013 (in mg/m³)
(Quelle:
Umweltbundesamt).

Kohlenstoffmonoxid-Konzentration (mg/m ³)			
CO JMW	Illmitz	Sonnblick	Vorhegg
1996			0,22
1997			0,20
1998			
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

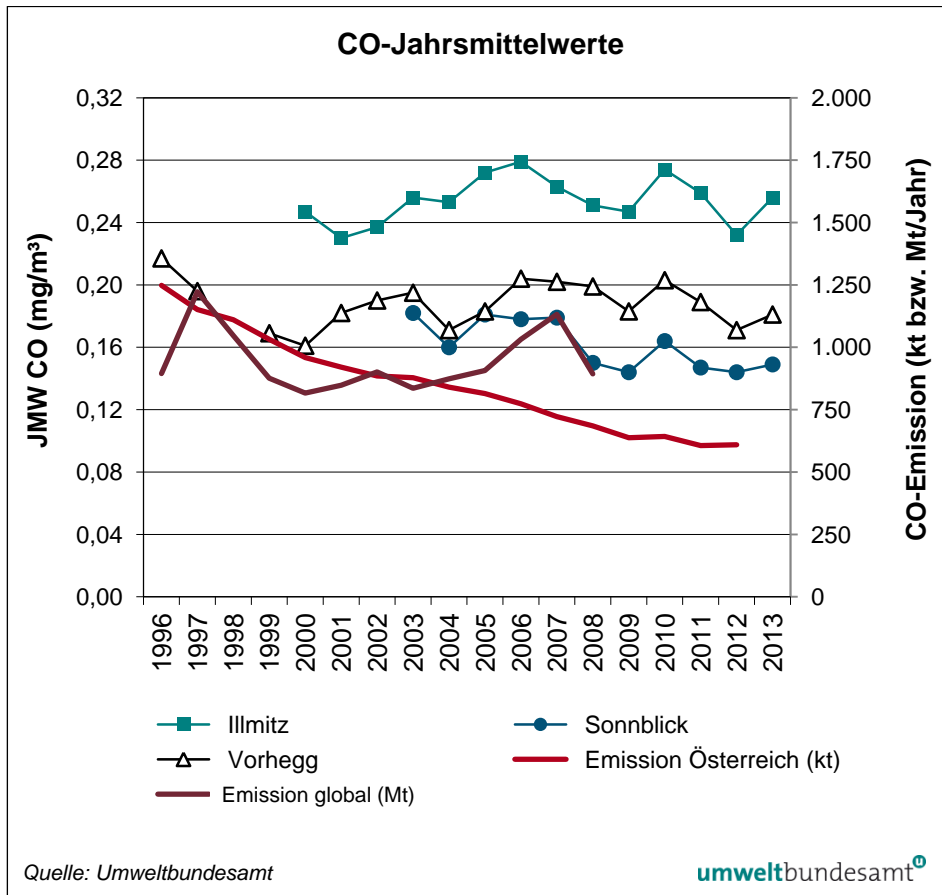


Abbildung 28: Jahresmittelwerte der CO-Konzentration sowie CO-Emissionen Österreichs und global, 1996–2013.

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

Sie folgt damit nicht dem kontinuierlich abnehmenden Verhalten der österreichischen CO-Emissionen, die im Zeitraum von 2000 bis 2012 um 71 % 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 vor¹⁶ 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.

¹⁶ <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/>

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

3.9.1 Konzentration der PAK in Illmitz im Jahr 2013

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 2013 100 %.

Die Monatsmittelwerte sowie die Jahresmittelwerte der analysierten PAK sind in Tabelle 22 zusammengestellt.

Der Jahresmittelwert von B(a)P betrug im Jahr 2013 in Illmitz 0,33 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 22 angeführten gewichteten B(a)P-Äquivalente für Illmitz, die in Summe 0,33 ng/m³ betragen.

Davon entfallen 68 % auf Benzo(a)pyren, 12 % auf Dibenzo(a,h)anthracen, 8 % auf Indeno(1,2,3-c,d)pyren und 5 % auf Benzo(j)fluoranthren.

Tabelle 22: PAK – Monatsmittelwerte, Jahresmittelwerte sowie TEF-gewichtete Jahresmittelwerte in Illmitz im Jahr 2013 (in ng/m³) (Quelle: Umweltbundesamt).

MMW 2013	PAK-Konzentration in Illmitz (ng/m ³)						
	Benzo(a)pyren	Benzo(a)anthracen	Benzo(b)fluoranthren	Benzo(j)fluoranthren	Benzo(k)fluoranthren	Dibenzo(a,h)anthracen	Indeno(1,2,3-c,d)pyren
Jänner	0,68	0,50	0,55	0,80	0,40	0,07	0,74
Februar	0,58	0,43	0,47	0,82	0,33	0,07	0,72
März	0,51	0,33	0,40	0,68	0,27	0,07	0,65
April	0,16	0,10	0,13	0,32	0,07	0,03	0,20
Mai	0,05	0,05	0,05	0,08	0,03	0,03	0,08
Juni	0,04	0,04	0,04	0,07	0,04	0,04	0,04
Juli	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
August	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06
September	0,06	0,06	0,06	0,06	0,03	0,03	0,10
Oktober	0,32	0,15	0,24	0,29	0,14	0,05	0,42
November	0,82	0,43	0,63	0,85	0,41	0,11	0,93
Dezember	0,58	0,24	0,44	0,67	0,26	0,07	0,81
JMW 2013	0,33	0,20	0,26	0,39	0,17	0,05	0,40
TEF	1	0,005	0,1	0,05	0,05	1,1	0,1
JMW 2013 TEF-gewichtet	0,33	0,00	0,03	0,02	0,01	0,06	0,04

3.9.2 Trend der PAK-Belastung

Die B(a)P-Konzentration variierte in den letzten Jahren in Illmitz zwischen 0,33 ng/m³ (2013) und 0,64 ng/m³ (2009). 2013 war das bisher am niedrigsten belastete Jahr.

Die TEF-gewichtete Summe der analysierten PAK-Spezies war 2009 mit 1,01 ng/m³ am höchsten, 2013 mit 0,48 ng/m³ am niedrigsten.

Daten zu den B(a)P-Emissionen liegen nicht vor, doch dürfte die Hauptursache für die niedrige B(a)P-Belastung des Jahres 2013 in den sehr hohen Temperaturen der Monate Jänner, November und Dezember liegen, die zu relativ niedrigen Emissionen – Hauptquelle von B(a)P ist die Verbrennung von Holz in Einzelhausheizungen – geführt haben. Auch das bisher am zweitniedrigsten belastete Jahr 2011 wies im Jänner und Dezember überdurchschnittliche Temperaturen auf. Das bisher am höchsten belastete Jahr 2009 war von einem sehr kalten Jänner gekennzeichnet, ansonsten waren die Wintermonate dieses Jahres nicht ungewöhnlich kalt.

Der B(a)P-Anteil am gesamten PM₁₀ variierte in Illmitz zwischen 16 ppm (2013) und 29 ppm (2009). Er folgt damit etwa dem Verlauf der B(a)P-Konzentration selbst. Die Ursachen für diesen Verlauf – 2009 wies eine sehr niedrige PM₁₀-Belastung auf – lassen sich nicht angeben.

Der Anteil von B(a)P an der TEF-gewichteten PAK-Summe lag zwischen 57 % (2008) und 68 % (2013). Auch die relativen Anteile der anderen PAK an der TEF-gewichteten Summe blieben in den letzten Jahren sehr stabil.

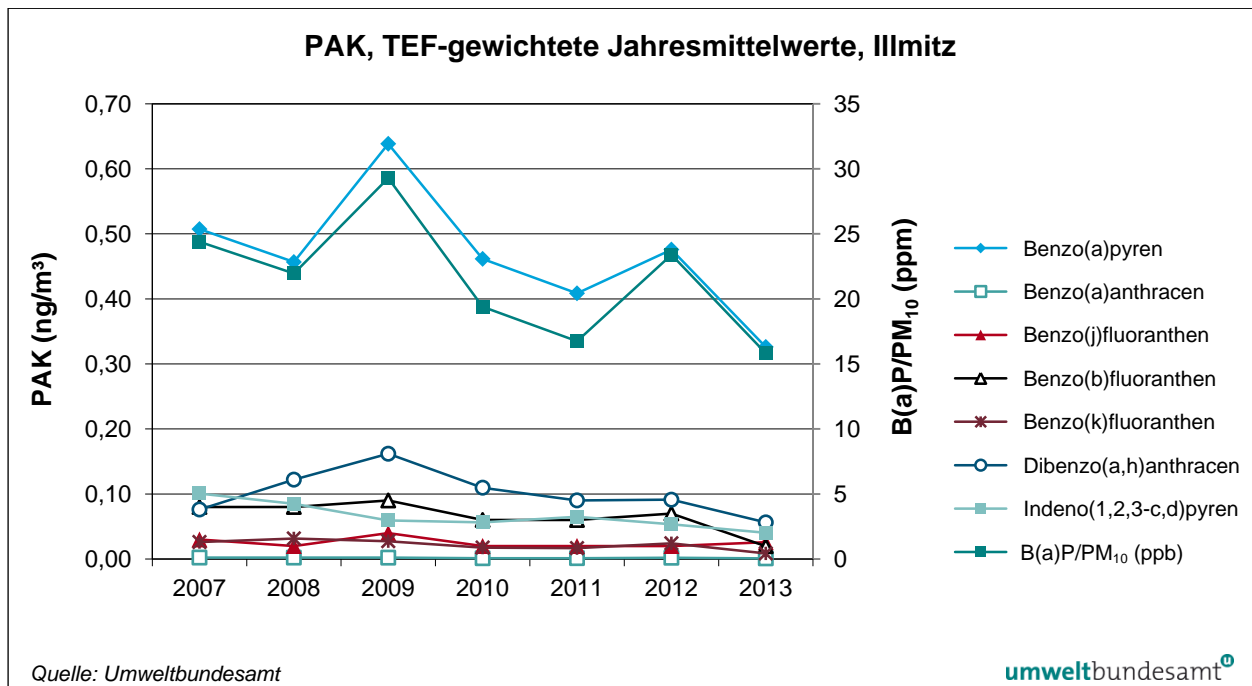


Abbildung 29: TEF-gewichtete Jahresmittelwerte der Konzentrationen der in Illmitz gemessenen PAK-Spezies (in ng/m³) und Anteil von B(a)P am PM₁₀ (in ppm), 2007–2013.

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 Benzo(k)fluoranthen, Indeno(1,2,3-c,d)pyren und Dibenzo(a,h)anthracen lag die Depositionsmenge in den meisten Probenahmeperioden unter der Nachweisgrenze.

Die Depositionswerte der PAK weisen – analog zu den Konzentrationen – einen deutlichen Jahresgang mit erhöhten Werten im Winter auf.

Tabelle 23: Deposition von PAK in Illmitz in den Jahren 2007 bis 2013 (in ng/(m²·Tag), Unterbrechung der Messung 2010) (Quelle: Umweltbundesamt).

	PAK-Deposition in Illmitz (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	7,1	3,9	14,6	9,6	9,1	4,8	9,1
2008	7,9	3,6	6	5,9	4,8	5,7	3,4
2009	12,8	6,3	22,2	16,6	8,6	5,7	17,4
2010							
2011	5,7	6,8	10,2	6,4	6,4	5,0	8,7
2012	6,1	6,2	12,9	9,5	5,1	5,9	21,2
2013	7,9	9,2	16,8	11,9	5,1	2,8	9,6

Die Depositionsmengen variieren von Jahr zu Jahr stark und zeigen keinen klaren Trend. In den meisten Jahren wurden bei Benzo(b)fluoranthen und Indeno(1,2,3-c,d)pyren die höchsten Depositionsmengen gefunden. Das zeitliche Verhalten weist zwischen den einzelnen PAK-Species teilweise deutlich Unterschiede auf.

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, Peroxiacetylnitraten und Aldehyden sowie die Bildung von sekundären organischen Aerosolen.

In Wien AKH wird seit April 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 gemessen.

Die Probenahme erfolgt jeden sechsten Tag über jeweils einen Tag; die Proben werden anschließend mittels Gaschromatographie analysiert. Die Verfügbarkeit der Einzelwerte betrug 2013 100 %.

In Tabelle 24 sind die Mittelwerte der genannten VOC-Species für das Jahr 2013 zusammengestellt.

VOC-Species Wien AKH	JMW 2013 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
iso-Pentan	1,18
1-Penten	0,03
n-Pentan	0,75
2-Penten	0,09
iso-Hexan	0,34
n-Hexan	0,22
Benzol	0,91
iso-Oktan	0,07
n-Heptan	0,21
Toluol	0,99
n-Oktan	0,08
Ethylbenzol	0,43
m-, p-Xylol	1,24
o-Xylol	0,38
1,3,5-Trimethylbenzol	0,13
1,2,4-Trimethylbenzol	0,51
1,2,3-Trimethylbenzol	0,10

Tabelle 24:
Jahresmittelwerte der gemessenen VOC-Species 2013 in Wien AKH (Quelle: Umweltbundesamt).

3.12 Schwermetalle im PM_{10}

Die Analyse der Schwermetalle Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im PM_{10} erfolgte in Illmitz basierend auf Monatsmischproben, die aus Proben von jedem dritten Tag gebildet wurden.

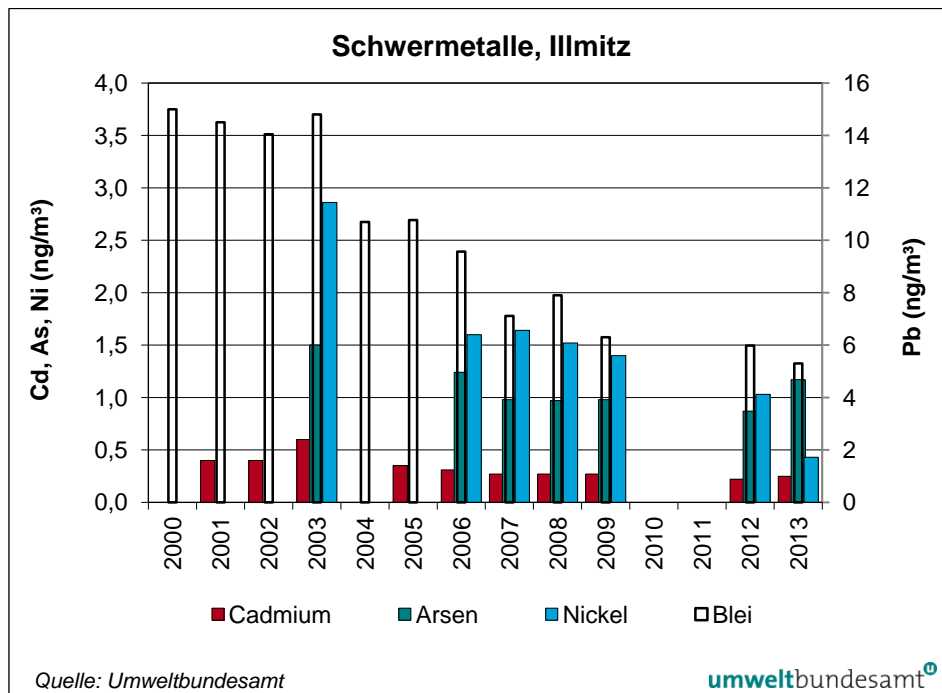
Tabelle 25 gibt die Jahresmittelwerte der Konzentration von Blei, Cadmium, Nickel und Arsen im PM_{10} im Jahr 2013 in Illmitz an. Die Konzentrationen lagen deutlich unter den Grenzwerten des IG-L.

Tabelle 25: Jahresmittelwerte der Konzentration von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im PM_{10} im Jahr 2013 (in ng/m^3). Anmerkung: Die Konzentrationswerte für Nickel lagen in allen Monaten unter der Nachweisgrenze von $0,87 \text{ ng}/\text{m}^3$. Bei Arsen und Cadmium lag in etwa der Hälfte der Monate der Konzentrationswert unter der Bestimmungsgrenze.

	Schwermetallkonzentration im PM_{10} (ng/m^3)			
	Blei	Cadmium	Arsen	Nickel
JMW 2013	5,3	0,2	0,8	n. n.

Abbildung 30 zeigt die Entwicklung der Konzentration von Blei, Cadmium, Nickel und Arsen im PM_{10} in Illmitz seit 2000. Die Zeitreihen zeigen bei allen Metallen einen Rückgang zwischen 2003 und 2007, danach keine größeren Veränderungen.

Abbildung 30:
Trend der Konzentration
von Arsen, Cadmium,
Nickel und Blei im PM₁₀
in Illmitz, 2000 bis 2013.



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 2013 für As, Cd, Ni und Pb 100 %, bei Hg aufgrund der für die Analytik unzureichenden Probenmenge 33 %. Die Einzelwerte lagen für Cadmium und Nickel während des Großteils der Probenahmeperioden unter der Bestimmungsgrenze, für Arsen während 7 von 13 Probenahmeperioden.

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

Die Depositionswerte zeigen keinen systematischen Jahrgang.

Tabelle 26:
Deposition von Arsen,
Blei, Cadmium, Nickel
und Quecksilber in
Illmitz im Jahr 2013.

Schwermetalldeposition 2013 in Illmitz				
Arsen	Blei	Cadmium	Nickel	Quecksilber
µg/(m²·Tag)	µg/(m²·Tag)	µg/(m²·Tag)	µg/(m²·Tag)	ng/(m²·Tag)
0,29	1,17	0,04	0,69	11,6 ¹⁾

¹⁾ Verfügbarkeit der Einzelwerte 33 %, d. h. Mittelwert über Mai, Oktober–Dezember.

Abbildung 31 zeigt die Mittelwerte der Deposition von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel in Illmitz für die Jahre 2007–2013 (2010 keine Messung).

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

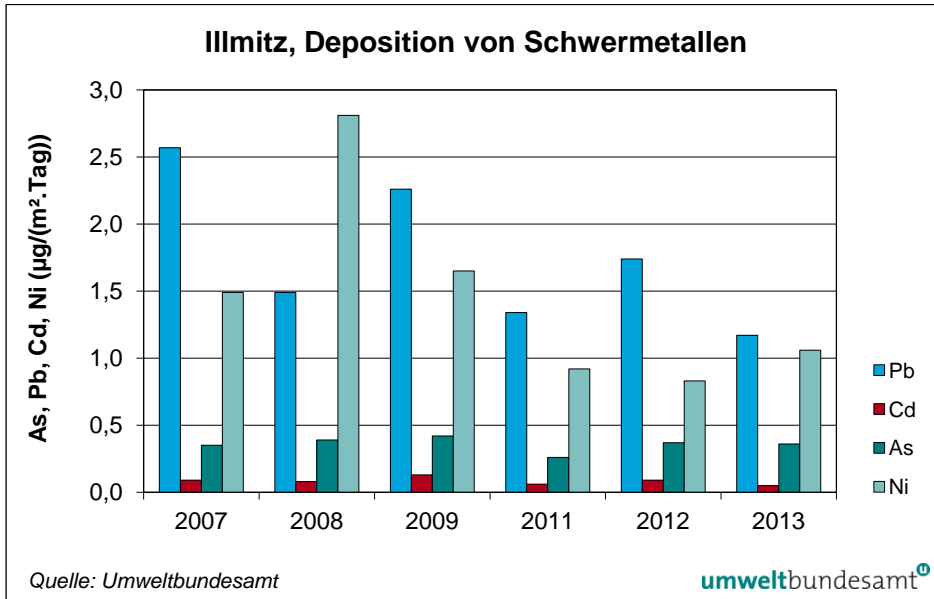


Abbildung 31:
Trend der Deposition von Arsen, Blei, Cadmium und Nickel in Illmitz seit 2007.

3.14 Treibhausgase

Die Konzentration des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO₂) wird seit 2000 auf dem Sonnblick im Rahmen des Global Atmosphere Watch-(GAW)-Programmes der WMO¹⁷ gemessen. Kohlenstoffdioxid stellt das wichtigste Treibhausgas dar, dessen Konzentration infolge anthropogener Emissionen (Verbrennung fossiler Energieträger) in den letzten zwei Jahrhunderten deutlich zugenommen hat.

Seit April 2012 wird auch die Konzentration des Treibhausgases CH₄ auf dem Sonnblick gemessen.

Der Jahresmittelwert der CO₂-Konzentration betrug 2013 auf dem Sonnblick 397 ppm, der Jahresmittelwert der CH₄-Konzentration betrug 1,89 ppm.

CO ₂ - und CH ₄ -Konzentration 2013 am Sonnblick (ppm)		
MMW 2013	CO ₂	CH ₄
Jänner	v	v
Februar	402,5	1,91
März	402,6	1,91
April	402,0	1,90
Mai	398,3	1,90
Juni	393,9	1,90
Juli	v	v
August	388,1	1,88
September	391,6	1,87
Oktober	395,8	1,88
November	399,8	1,89
Dezember	399,1	1,88

Tabelle 27:
Monatsmittelwerte der Konzentration von CO₂ und CH₄, Sonnblick, 2013 (Einheit jeweils ppm).

v: zu geringe Verfügbarkeit für die Bildung eines Monatsmittelwertes

¹⁷ World Meteorological Organization

Tabelle 28 zeigt die Jahresmittelwerte, Abbildung 32 die Monatsmittelwerte der CO₂-Konzentration am Sonnblick (aufgrund unzureichender Verfügbarkeit kann für 2006, 2010, 2011 und 2012 kein Jahresmittelwert angegeben werden).

Tabelle 28:
Jahresmittelwerte der
CO₂-Konzentration am
Sonnblick, 2001–2013
(in ppm) (Quelle:
Umweltbundesamt).

Kohlenstoffdioxid-Konzentration am Sonnblick (ppm)	
JMW	
2001	369
2002	374
2003	377
2004	378
2005	381
2006	*
2007	384
2008	386
2009	388
2010	**
2011	**
2012	**
2013	397

* Ausfall der CO₂-Messung vom 29.09.2006 bis 16.01.2007

** Ausfall der CO₂-Messung 02.07.2010 bis 20.04.2012.

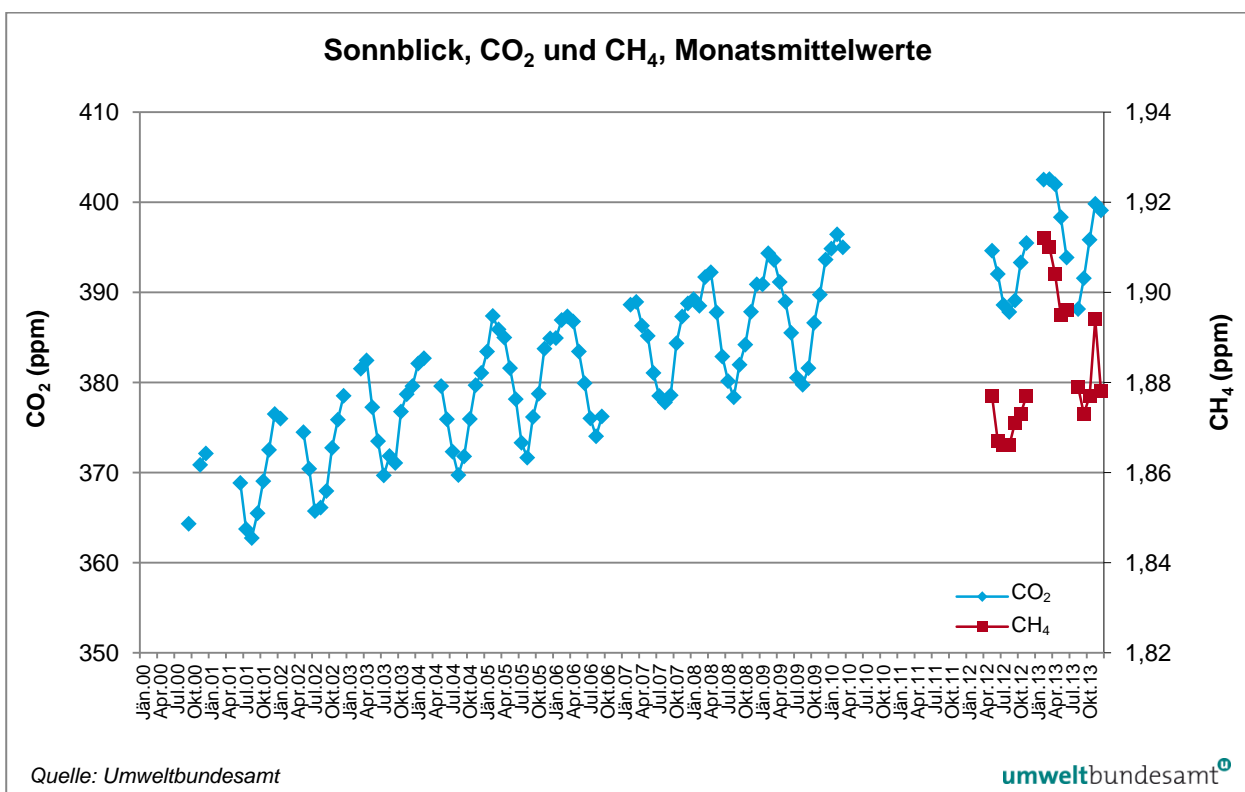


Abbildung 32: Monatsmittelwerte der CO₂- und CH₄-Konzentration am Sonnblick, 2000–2013.

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 2013 und deren Einfluss auf die Immissionsituation in Österreich

Das Jahr 2013 war österreichweit das Neunt-Wärmste seit dem Beginn meteorologischer Messungen (1767), wobei es im Südosten Österreichs mit Abweichungen von 0,8 bis 1,2 °C gegenüber dem Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 am wärmsten war; in Vorarlberg und Nordtirol wich die Temperatur um weniger als 0,5 °C vom Klimamittelwert ab.

Auf einen relativ warmen Winter folgte ein kühler und niederschlagsreicher Frühling, ehe Mitte April die Temperatur rasch anstieg. Der Mai war wieder kühl, und Ende Mai – Anfang Juni fielen in den Nordstaulagen der Alpen in kurzer Zeit hohe Regenmengen, die verbreitet zu Überschwemmungen führten. Ab Mitte Juli war das Wetter ungewöhnlich warm und trocken, am 8. August wurden mit knapp über 40 °C neue Temperaturrekorde im Osten Österreichs erreicht. Während der September eher kühl war, lag in den folgenden Monaten die Temperatur durchwegs über dem langjährigen Mittel.

Der Witterungsverlauf in den Wintermonaten führte zu einer sehr niedrigen PM₁₀-Belastung. Länger anhaltende Hochdruckwetterlagen mit Advektion kontinentaler Kaltluft, die in der Regel mit tiefen Temperaturen, ungünstigen Ausbreitungsbedingungen und Schadstofftransport aus Ostmitteleuropa verbunden sind, blieben weitgehend aus.

Hohe Temperaturen und viel Sonnenschein führten andererseits im Hochsommer zu sehr hohen Ozonspitzenbelastungen im Nordosten Österreichs.

Abbildung 33:
Abweichung der
Jahresmitteltemperatur
2013 vom Mittelwert
der Klimaperiode
1981–2010 (in °C).

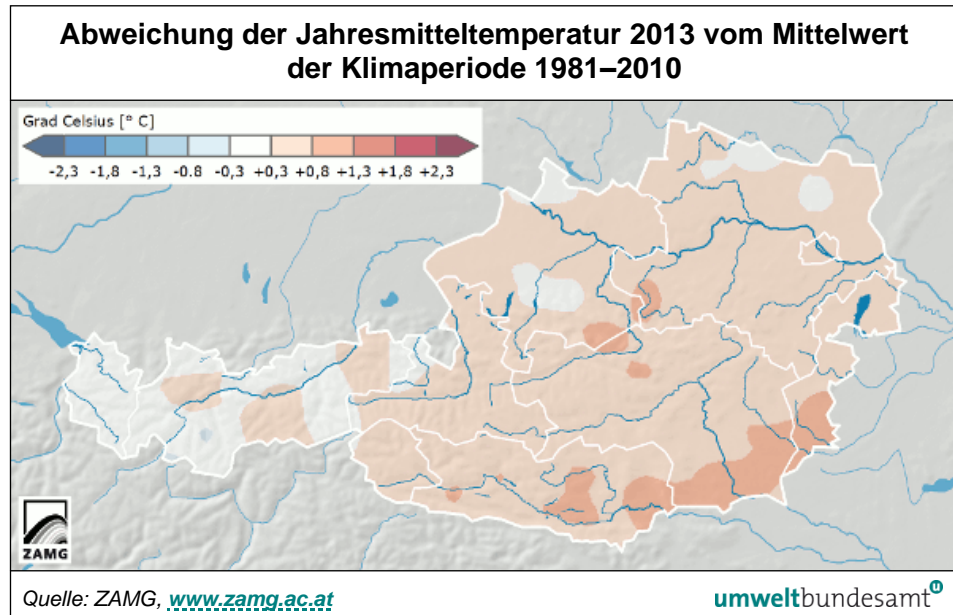
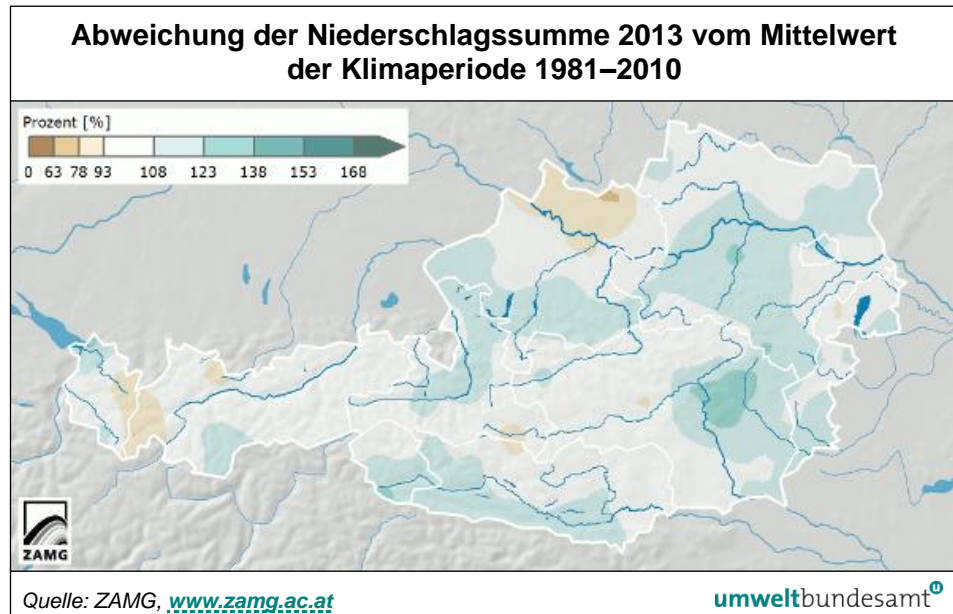


Abbildung 34:
Abweichung der
Niederschlagssumme
2013 vom Mittelwert
der Klimaperiode
1981–2010 (in %).



Der **Jänner 2013** zeichnete sich im Norden und Osten Österreichs und im östlichen Nordalpengebiet durch außerordentlich hohe Niederschlagsmengen aus, die praktisch ausschließlich als Schnee fielen. In Wien, im Großteil Niederösterreichs und in den oberösterreichischen Alpen erreichten die Niederschläge das Doppelte bis Vierfache des langjährigen Durchschnitts, wobei im nördlichen Waldviertel und im Semmeringgebiet die höchsten Werte seit Beginn der Messungen auftraten. Der Großteil der Niederschläge fiel zu Beginn des Monats. Nur leicht überdurchschnittliche Schneemengen wurden in Kärnten und Osttirol registriert, zu geringe Niederschläge traten nur im westlichen Nordtirol auf.

Die Temperatur lag in Kärnten, in Osttirol, im südlichen Salzburg und der Obersteiermark deutlich über dem langjährigen Mittel, im Nordosten und Westen Österreichs wurden durchschnittliche Werte registriert.

Der Witterungsverlauf war von häufigen Tiefdruckwetterlagen gekennzeichnet.

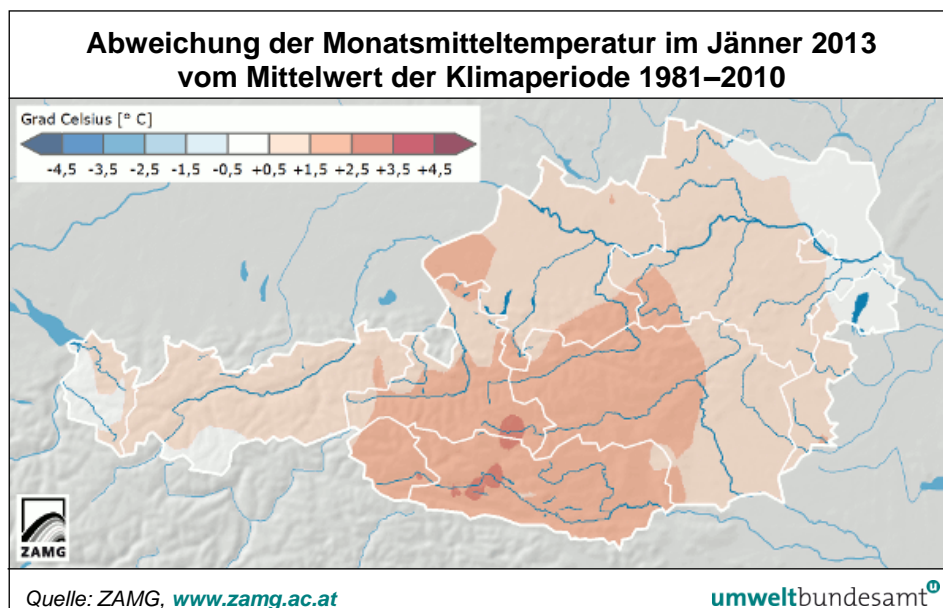


Abbildung 35:
Abweichung der
Monatsmitteltemperatur
im Jänner 2013 vom
Mittelwert der
Klimaperiode
1981–2010 (in °C).

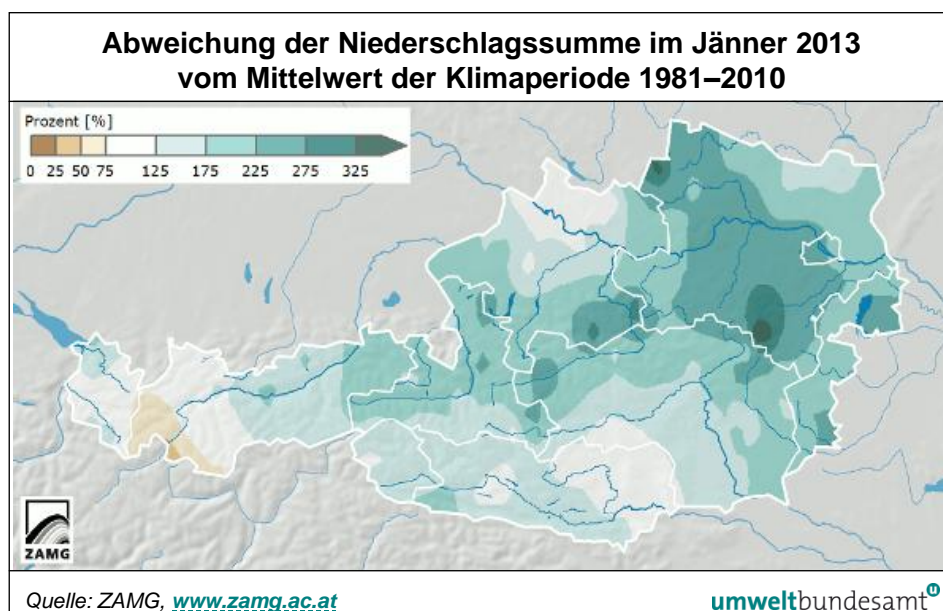
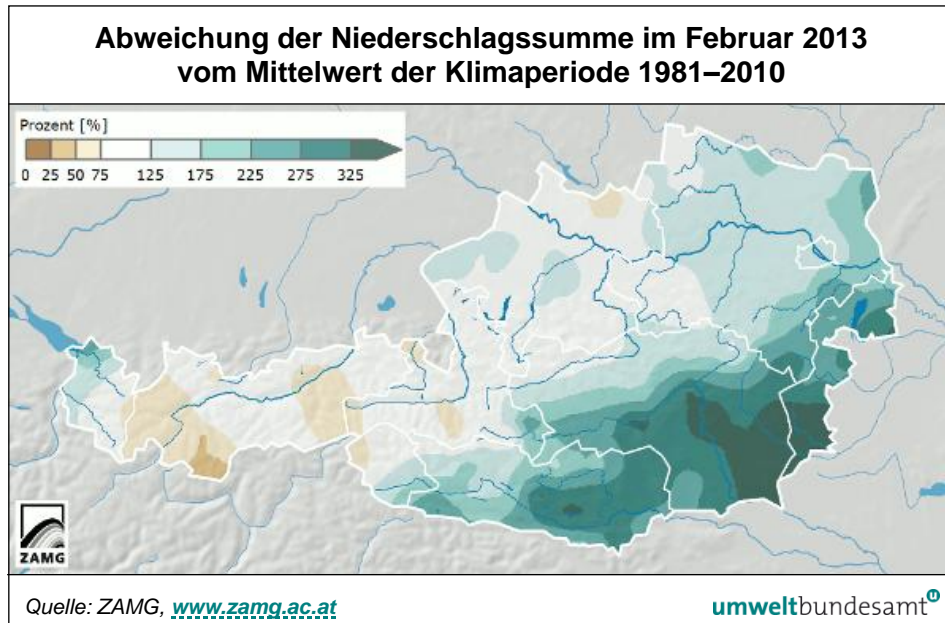


Abbildung 36:
Abweichung der
Niederschlagssumme im
Jänner 2013 vom Mittel-
wert der Klimaperiode
1981–2010 (in %).

Der **Februar 2013** wies im Osten Österreichs durchschnittliche Temperaturen auf, im mittleren und westlichen Teil Österreichs lag die Temperatur unter dem langjährigen Mittel, wobei es in Nordtirol und Vorarlberg mit Abweichungen von -3 °C am kältesten war.

Der Süden und Osten Österreichs waren im Februar 2013 von außerordentlich hohen Niederschlagsmengen betroffen. Im Lavanttal, in der südlichen Steiermark und im Südburgenland erreichten die Neuschneemengen das Fünffache des langjährigen Durchschnitts; hier wurden vielfach die Maximalwerte seit Beginn der Messreihen registriert. In Wien und im östlichen Niederösterreich, aber auch im nördlichen Vorarlberg wurde mehr als das Dreifache der durchschnittlichen Niederschlagsmengen gemessen. Ungewöhnlich niederschlagsarm waren dagegen Nordtirol und das Mühlviertel.

Abbildung 37:
Abweichung der Niederschlagssumme im Februar 2013 vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 (in %).

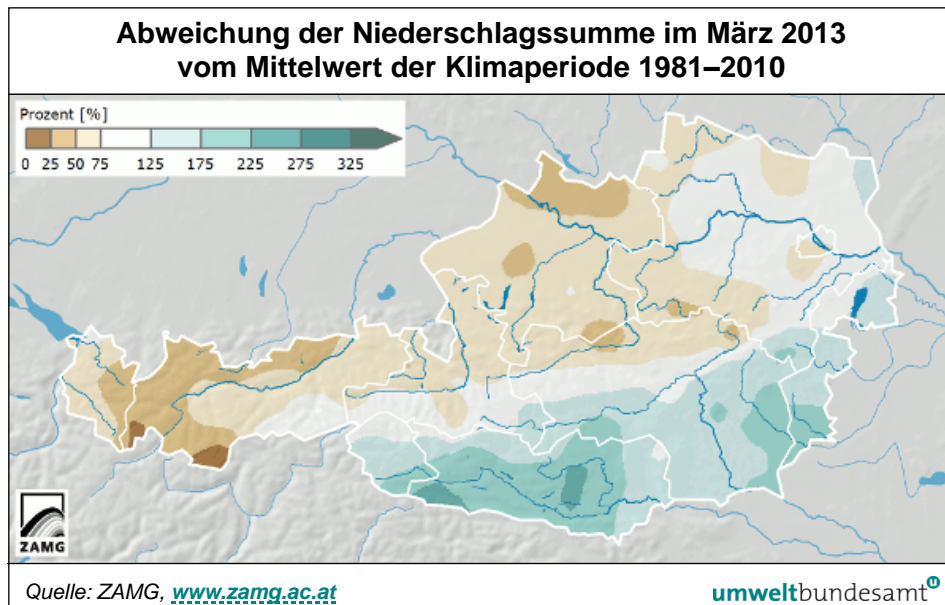


Der **März 2013** war von wechselhaftem Wetter gekennzeichnet, mit hohen Temperaturen in der zweiten Märzwoche und sehr tiefen Temperaturen in der dritten Woche. Im Monatsmittel lag die Temperatur in weiten Teilen Oberösterreichs, Niederösterreichs, des Burgenlandes und der Steiermark um mehr als 2,5 °C unter dem langjährigen Mittel, im Westen Österreichs traten dagegen durchschnittliche Temperaturen auf.

Die Niederschläge lagen im Süden und Südosten deutlich über dem langjährigen Mittel. Dagegen waren die Gebiete Österreichs nördlich des Alpenhauptkamms von Vorarlberg bis Niederösterreich ungewöhnlich trocken, teilweise fiel weniger als die Hälfte, in den Zentralalpen im westlichen Tirol weniger als ein Viertel des langjährigen Durchschnitts. Ungewöhnlich waren die hohen Schneemengen, die im Osten und Süden Österreichs fielen.

Insgesamt war die Witterung von Tiefdruckwetterlagen geprägt.

Abbildung 38:
Abweichung der Niederschlagssumme im März 2013 vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 (in %).



Der **April 2013** war anfangs von sehr kühlem Wetter gekennzeichnet, die zweite Monatshälfte war dagegen ungewöhnlich warm. Im Monatsmittel ergab sich vor allem im Süden Österreichs und im Zentralalpenraum eine Abweichung der Temperatur um mehr als 2 °C vom langjährigen Durchschnitt, im Norden Österreichs um 0,5–1,5 °C.

Der April 2013 war im Großteil Österreichs ungewöhnlich trocken, lediglich in Osttirol, Teilen Kärntens und der Steiermark fielen durchschnittliche Regenmengen. Besonders trocken waren das Mühl- und Waldviertel sowie das Wiener Becken mit weniger als einem Viertel der üblichen Niederschlagsmenge.

Der **Mai 2013** begann ungewöhnlich warm und endete mit einer außergewöhnlich kühlen Phase, wobei zwischen 25. und 27. Mai die Temperatur bis – 10 °C vom langjährigen Mittel abwich. Im Monatsmittel lag die Temperatur im Mai 2013 im Osten knapp unter dem Mittel der Klimaperiode 1981–2010, im Westen Österreichs bis 2 °C darunter.

Der Mai 2013 zeichnete sich österreichweit durch außerordentlich hohe Niederschlagsmengen aus und war der Fünft-Regenreichste seit Beginn der Messungen in Österreich. Die Niederschläge erreichten verbreitet das Eineinhalb- bis Zweifache des langjährigen Durchschnitts, im Südwesten Kärnten mehr als das Dreifache.

Der **Juni 2013** wies im Monatsmittel annähernd durchschnittliche Temperaturen auf, war aber von außerordentlich wechselhaftem Wetter gekennzeichnet. Der Monatsbeginn war extrem kühl mit Abweichungen von bis – 10 °C, verglichen mit dem langjährigen Durchschnitt; zwischen 15. und 24. Juni war es extrem warm; das Monatsende war wieder sehr kalt.

Das Überwiegen von Tiefdruck- und Nordwestlagen führte zu deutlich überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen nördlich des Alpenhauptkamms und sehr geringen Niederschlägen südlich des Alpenhauptkamms. Im Bregenzerwald, im Mühlviertel und im niederösterreichischen Alpenvorland erreichte die Niederschlagssumme gebietsweise das Zweieinhalbfache des langjährigen Durchschnitts, in Teilen Kärntens und der südlichen Steiermark hingegen weniger als die Hälfte.

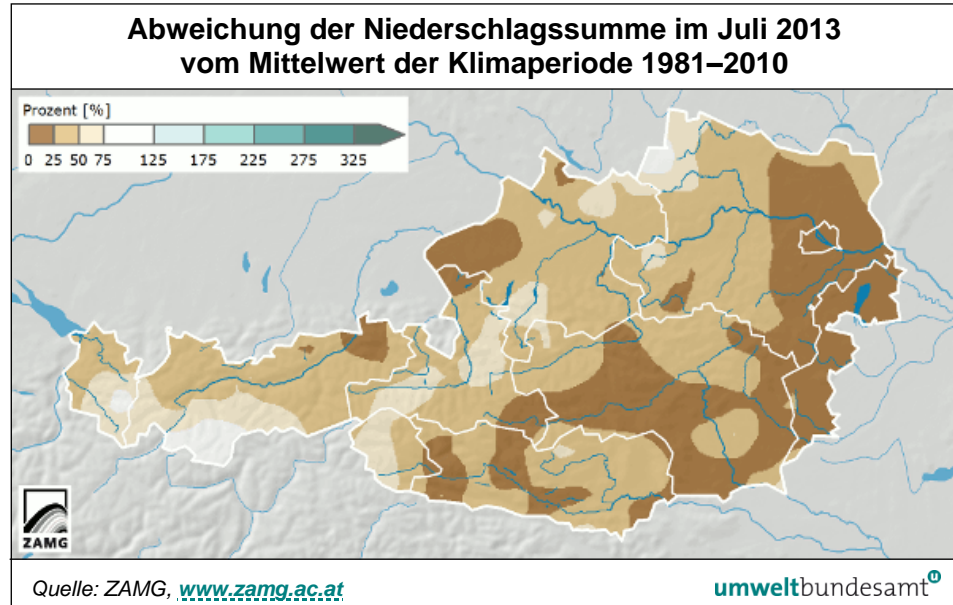
Der **Juli 2013** war im Monatsmittel extrem warm und trocken. Mit einer Temperaturabweichung von + 2,2 °C vom langjährigen Mittel war er der zweitwärmste Juli seit Beginn der Temperaturmessungen 1767, wärmer war nur der Juli 2006.

Der Juli 2013 war der trockenste und sonnenscheinreichste seit Beginn der Messungen. Vor allem im Süden und Osten lag die monatliche Niederschlagssumme verbreitet unter einem Viertel des langjährigen Mittels.

Der Witterungsverlauf war wechselhaft. Der Juli 2013 begann sehr kühl, es folgte eine warme Phase bis zum 10.07., danach traten bis 17.07. durchschnittliche oder unterdurchschnittliche Temperaturen auf. Der Zeitraum vom 25. bis 29.07. war von außerordentlich hohen Temperaturen gekennzeichnet; die Maximalwerte traten im Großteil Österreichs am 28.07. auf, in Kärnten und der Steiermark am 29.07. In vielen Regionen Österreichs wurden am 28.07. neue Rekordwerte

registriert, im Süden Österreichs fast durchgehend vom 26. bis 29.07. Ausschlaggebend für diese extreme Hitzeperiode war eine starke Südwestströmung, mit der Luftmassen aus dem westlichen Mittelmeerraum nach Österreich gelangten.

Abbildung 39:
Abweichung der
Niederschlagssumme im
Juli 2013 vom Mittelwert
der Klimaperiode
1981–2010 (in %C).



Der **August 2013** zeichnete sich durch eine außergewöhnlich hohe Monatsmitteltemperatur aus; in Wien war er der Zehntwärmste seit Beginn der Messungen 1767. Im Süden Österreichs lag die Monatsmitteltemperatur bis 2 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010, im Norden war die Abweichung mit 0,5 bis 1,0 °C geringer. Die Niederschlagsmengen lagen zumeist im Bereich des langjährigen Durchschnitts, relativ trocken war es v. a. in Ostkärnten und in Vorarlberg.

Der Witterungsverlauf war von einer sehr warmen Periode zwischen 01. und 10. August gekennzeichnet, wobei in fast ganz Österreich neue Temperaturrekorde registriert wurden. Am 08.08. wurden erstmals Temperaturmaxima von 40 °C und darüber erreicht (Bad Deutsch Altenburg, Neusiedl a.S., Güssing). Bis 10.08. lag die Temperatur zumeist ca. 5 °C oder mehr über dem langjährigen Mittel. Ab dem 11.08. folgte eine Phase mit eher wechselhaftem Wetter und um den langjährigen Durchschnitt schwankenden Temperaturen.

Der **September 2013** wies im Großteil Österreichs durchschnittliche Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse auf. Relativ kühl war es im äußersten Nordosten Österreichs, warm in Westkärnten und im oberen Murtal. Diese Region wies unterdurchschnittliche Niederschlagssummen auf, während die Niederschläge von Vorarlberg bis ins nördliche Salzburg teilweise deutlich über dem Mittel der Klimaperiode 1981–2010 lagen.

Der Witterungsverlauf war von markanten Wechseln warmer und kalter Phasen gekennzeichnet. Tiefdruck- und Nordwestwetterlagen bestimmten die Witterung.

Der **Oktober 2013** wies im Monatsmittel deutlich überdurchschnittliche Temperaturen auf, war aber von relativ wechselhaftem Wetter gekennzeichnet. Der Monatsbeginn war deutlich zu kühl, im Westen Österreichs fiel ungewöhnlich früh Schnee mit sehr hohen Neuschneemengen v. a. in Tirol. Der Westen Ös-

terreichs wies deutlich überdurchschnittliche Niederschlagsmengen auf, wohingegen der Südosten und der Nordosten Österreichs teilweise weniger als die Hälfte des durchschnittlichen Niederschlags erhielten.

Der **November 2013** war in der östlichen Hälfte Österreichs von überdurchschnittlichen Temperaturen gekennzeichnet, die um 0,5 bis 1,5 °C über dem Klimamittelwert (Periode 1981–2010) lagen; nur in Vorarlberg und im westlichen Tirol lag die Monatsmitteltemperatur unter dem langjährigen Mittelwert.

Die Niederschläge lagen im Großteil Österreichs über dem Klimamittelwert, wobei der Südosten Österreichs besonders regen- bzw. schneereich war; in Ostkärnten, im Großteil der Steiermark und des Burgenlandes sowie im Südosten Niederösterreichs fiel verbreitet mehr als das Doppelte, stellenweise das Dreifache der durchschnittlichen Niederschlagsmenge, hier handelte es sich um den niederschlagsreichsten November seit 1949. Deutlich zu trocken war der November 2013 nur im nördlichen Mühl-, Wald- und Weinviertel.

Der **Dezember 2013** war im Großteil Österreichs ungewöhnlich warm und trocken. In der östlichen Hälfte Österreichs lag die Monatsmitteltemperatur um ca. 2 °C über dem langjährigen Mittel der Klimaperiode 1981–2010, im Westen um ca. 0,5 bis 1,5 °C.

Sehr häufige Südströmungslagen waren nicht nur für die hohen Temperaturen verantwortlich, sondern auch für hohe Niederschlagsmengen in Osttirol und Kärnten, aber deutlich zu niedrige Regen- bzw. Schneemengen im übrigen Österreich verantwortlich, wo zumeist nur 20–40 % des durchschnittlichen Niederschlags fielen.

4.3 Temperatur

Tabelle 29 gibt die Jahresmittelwerte der Temperatur an den Messstellen des Umweltbundesamtes (Sonnblick: ZAMG) in den Jahren 1990–2013 an, Tabelle 30 die Monatsmittelwerte für 2013.

Tabelle 29:
Jahresmittelwerte der
Temperatur, 1990–2013
(in °C) (Quelle:
Umweltbundesamt).

	Temperaturverlauf (°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

* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG

Das bislang kälteste Jahr (an den Messstellen mit entsprechend langer Zeitreihe) war 1996, das wärmste in Enzenkirchen, Illmitz und Zöbelboden 2000, in Pillersdorf 1994 und in Vorhegg 1992.

Im Vergleich der vorliegenden Messreihen wies das Jahr 2013 in Enzenkirchen und Pillersdorf leicht unterdurchschnittliche, in Illmitz, auf dem Sonnblick und in Vorhegg leicht überdurchschnittliche Jahresmitteltemperaturen auf. Auf dem Zöbelboden war 2013 hingegen ein sehr kühles Jahr (siehe auch Kapitel 4.2).

Temperaturverlauf 2013						
MMW 2013	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
Jänner	-1,2	0,4	-0,8	-10,9	-0,6	-2,0
Februar	-2,1	1,5	0,0	-14,4	-3,3	-3,7
März	1,1	3,7	1,4	-10,4	0,4	-0,4
April	8,9	12,6	10,5	-5,2	7,3	7,0
Mai	11,9	15,9	13,8	-3,5	9,3	9,5
Juni	15,9	19,4	16,7	-0,2	14,8	13,3
Juli	20,4	23,8	21,9	4,2	18,9	17,8
August	18,7	22,1	20,5	3,6	17,2	16,6
September	12,8	15,7	14,2	-0,2	12,6	11,1
Oktober	9,3	11,6	v	-1,7	8,7	9,0
November	3,7	6,6	5,3	-8,1	2,3	2,3
Dezember	0,4	3,2	1,9	-8,2	1,6	2,0

* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG

v ... unzureichende Verfügbarkeit

Tabelle 30:
Monatsmittelwerte der
Temperatur im Jahr
2013 (in °C) (Quelle:
Umweltbundesamt).

4.4 Globalstrahlung

Tabelle 31 gibt die Monats- und Jahressummen der Globalstrahlung für das Jahr 2013 in MJ/m² an, Tabelle 32 die Jahressummen im Zeitraum von 1993 bis 2013.

Globalstrahlung 2013 (MJ/m ²)					
Monatssumme 2013	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jänner	118	109	81	148	47
Februar	141	184	145	204	78
März	275	346	277	327	262
April	361	575	416	432	356
Mai	399	659	460	445	396
Juni	513	769	504	631	487
Juli	623	902	671	683	619
August	491	663	489	529	482
September	298	394	332	404	271
Oktober	215	293	204	203	211
November	91	120	75	108	76
Dezember	73	97	57	138	67
Jahressumme 2013	3.597	5.013	3.651	4.181	3.332

Tabelle 31:
Monats- und
Jahressummen der
Globalstrahlung im Jahr
2013 (in MJ/m²) (Quelle:
Umweltbundesamt).

Tabelle 32:
Jahressummen der
Globalstrahlung, 1993–
2013 (in MJ/m²)
(Quelle:
Umweltbundesamt).

Jahressumme	Globalstrahlung (MJ/m ²)				
	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

v ... unzureichende Verfügbarkeit

4.5 Sonnenscheindauer

Tabelle 33 zeigt die Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer für das Jahr 2013 in Stunden, Tabelle 34 die Jahressummen im Zeitraum von 1992 bis 2013.

Die höchste Sonnenscheindauer im Jahr 2013 wiesen Vorhegg in Oberkärnten und Illmitz auf.

An allen Messstellen wies das Jahr 2003 die höchste Jahressumme der Sonnenscheindauer auf; die Minima verteilen sich auf verschiedene Jahre, wenig Sonnenschein registrierten v. a. 1993, 1996 und 1999.

Das Jahr 2013 zeigte an den Messstellen Illmitz und Sonnblick leicht überdurchschnittliche, an den anderen Messstellen leicht unterdurchschnittliche Werte der Sonnenscheindauer.

Sonnenscheindauer 2013 (Stunden)						
Monatssumme	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
Jänner	21	36	26	51	107	18
Februar	32	50	33	57	78	24
März	132	133	121	75	128	101
April	153	212	188	78	153	101
Mai	163	218	178	37	140	93
Juni	223	270	185	78	237	131
Juli	317	378	356	127	293	208
August	257	282	259	86	246	173
September	136	121	159	69	195	78
Oktober	145	139	v	75	103	109
November	53	52	54	43	53	40
Dezember	47	64	58	75	133	61
Jahressumme	1.684	1.969	1.801	1.705	1.873	1.155

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

Tabelle 33:
Monats- und
Jahressummen der
Sonnenscheindauer im
Jahr 2013 (in Stunden)
(Quelle:
Umweltbundesamt).

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

* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG

Tabelle 34:
Jahressummen der
Sonnenscheindauer,
1992–2013 (in Stunden)
(Quelle:
Umweltbundesamt).

4.6 Niederschlag

Tabelle 35 gibt die Monats- und Jahressummen des Niederschlags im Jahr 2013 an. In Tabelle 36 sind die Jahressummen des Niederschlags von 1993 bis 2013 zusammengestellt.

Im Jahresverlauf 2013 fallen in Enzenkirchen, in Pillersdorf und auf dem Zöbelboden sehr hohe Regenmengen im Mai und Juni auf, im Süden (Vorhegg) war nur der Mai von – allerdings extremen – Regenmengen betroffen. Vorhegg wies auch im Herbst ungewöhnlich hohe Niederschlagsmengen auf. Extrem trocken war – v. a. an den Messstellen im Nordosten – der Juli sowie im Norden und Nordosten der Dezember.

Im Vergleich der letzten 20 Jahre lagen die Niederschlagsmengen an den außeralpinen Messstellen etwas unter dem Durchschnitt, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden deutlich darüber.

Tabelle 35:
Monats- und
Jahressummen des
Niederschlags im Jahr
2013 (in mm), (Quelle:
Umweltbundesamt).

Monatssumme	Niederschlag 2013 (mm)				
	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jänner	70	27	30	101	345
Februar	37	35	21	94	137
März	26	31	19	180	87
April	22	7	12	85	49
Mai	158	43	83	354	325
Juni	131	36	103	58	329
Juli	40	4	15	23	57
August	107	92	38	177	149
September	80	60	34	97	180
Oktober	61	17	v	236	77
November	57	60	11	223	167
Dezember	8	6	8	198	38
Jahressumme	797	417	377	1.825	1.940

v ... Verfügbarkeit zu gering

Jahressumme	Niederschlag (mm)				
	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
1993		373	354		
1994		538		721	
1995		594	404	859	
1996		642	287	1.345	1.612
1997		563	391	1.024	1.528
1998		552	303	1.278	1.531
1999	779	589	424	1.471	1.295
2000	977	489	382	712	1.553
2001	941	484	363		1.480
2002	1.420	537	554	2.084	1.907
2003	472	323	392	1.316	921
2004	762	372	387	1.752	1.244
2005	777	525	498	872	1.969
2006	899	513	444	993	1.945
2007	879	664	497	1.007	1.740
2008	798	564	297	1.940	1.567
2009		659	606	1.711	1.910
2010	808	676	645	1.896	1.423
2011	808	390	257	1.283	1.249
2012	761	567	346	1.590	1.780
2013	797	417	377	1.825	1.940

Tabelle 36:
Jahressummen des
Niederschlags, 1993–
2013 (in mm)
(Quelle:
Umweltbundesamt).

5 LITERATURVERZEICHNIS

- BAUER, H.; MARR, I.; KASPER-GIEBL, A.; LIMBECK, A.; CASEIRO, A.; HANDLER, M.; JANKOWSKI, N.; KLATZER, B.; KOTIANOVA, P.; POURMESMAEIL, 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.
- JANKOWSKI, N.; BAUER, H.; MARR, I.; KASPER-GIEBL, A.; LIMBECK, A.; CASEIRO, A.; HANDLER, M.; KLATZER, B.; KOTIANOVA, P.; POURMESMAEIL, P.; SCHMIDL, CH. & PUXBAUM, H. (2007): 3. Zwischenbericht für das Projekt „AQUELLA Linz – Oberösterreich!“ Aerosolquellanalyse für Linz – Oberösterreich. Technische Universität Wien.
- LARSEN, J. C. & LARSEN, P. B. (1998): Chemical carcinogens. In: Hester, R.E. & Harrison, R.M. (eds.): Air Pollution and Health. Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry. pp. 33–56.
- SEINFELD, J. H. & PANDIS, S. N. (1998): Atmospheric Chemistry and Physics, John Wiley & Sons, New York.
- UMWELTBUNDESAMT (2006): Hohenblum, P.; Gammer, K.; Scharf, S. & Schneider, J.: PAH in der Luft. Messergebnisse des Hintergrundstandortes Pillersdorf/Niederösterreich. Reports, Bd. REP-0010. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006a): Fröhlich, M.; Wolf, A. & Moosmann, L.: Ringversuch der österreichischen Messnetzbetreiber 2003. Auswertung des Ringversuchs für SO₂, NO, NO₂ und CO in Essen. Reports, Bd. REP-0179. 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 (2009): Spangl, W.; Nagl, C.; Moosmann, L.; Ansoerge, C. & Katzensteiner, H.: Repräsentativität und Klassifikation von Luftgütemessstellen in Österreich – NO₂, NO_x, PM₁₀, SO₂, Ozon. Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. BMLFUW, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2012): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2011. Reports, Bd. REP-0383. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2012a): Anderl, M.; Gangl, Haider, S.; M.; Ibesich, N.; Pazdernik, K.; Poupa, S.; Schenk, C. & Zechmeister, A.: Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990–2010. Regionalisierung der nationalen Emissionsdaten auf Grundlage von EU-Berichtspflichten (Datenstand 2012). Reports, Bd. REP-0400. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2013): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2012. Reports, Bd. REP-0421. Umweltbundesamt, Wien.

- UMWELTBUNDESAMT (2013a): Anderl, M.; Jobstmann, H.; Köther, T.; Pazdernik, K.; Poupa, S.; Schindlbacher, S.; Stranner, G. & Zechmeister, A.: Austria's Annual Air Emission Inventory 1990–2011. Submission under National Emission Ceilings Directive 2001/81/EC. Reports Bd. REP-0405. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2014): Spangl, W.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2013. Reports, Bd. REP-0469. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2014a): Spangl, W.: Luftgütemessstellen in Österreich. Stand Jänner 2014. Reports, Bd. REP-0454. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2014b): Anderl M., Haider S., Jobstmann H., Kappel E., Köther T., Lampert C., Moosmann L., Pazdernik K., Pinterits M., Poupa S., Stranner G., Zechmeister A.: Austria's Informative Inventory Report (IIR) 2014. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Reports, Bd. REP-0474. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2014c): Pazdernik, K.; Anderl, M.; Gangl, M.; Haider, S.; Jobstmann, H.; Moosmann, L.; Poupa, S.; Schieder, W.; Schmid, C.; Stranner, G.; Tista, M. & Zechmeister, A.: Emissionstrends 1990–2012. Ein Überblick über die österreichischen Verursacher von Luftschadstoffen. Datenstand 2013. Reports, Bd. REP-0489. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2014d): Anderl, M.; Jobstmann, H.; Köther, T.; Lampert, C.; Moosmann, L.; Pazdernik, K.; Pinterits, M.; Poupa, S.; Stranner, G. & Zechmeister, A.: Austria's Annual Air Emission Inventory 1990–2012. Submission under National Emission Ceilings Directive 2001/81/EC. Reports, Bd. REP-0450. Umweltbundesamt, Wien.

Rechtsnormen und Leitlinien

- CEN/TR 16243:2011: Außenluftqualität – Leitfaden zur Messung von auf Filtern abgeschiedenem 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}.
- 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 10304-1:2009: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat (ISO 10304-1:2007). Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN ISO 14911:1999: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der gelösten Kationen Li⁺, Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mn²⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Sr²⁺, und Ba²⁺ mittels Ionenchromatographie - Verfahren für Wasser und Abwasser (ISO 14911:1998) Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN ISO 17852:2008: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Quecksilber – Verfahren mittels Atomfluoreszenzspektrometrie. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN ISO 17993:2004: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von 15 polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wasser durch HPLC mit Fluoreszenzdetektion nach Flüssig-Flüssig-Extraktion. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM M 5866:2007: Luftreinhalte – 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).

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

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

Die Texte der EU-Richtlinien sind auf dem Gesetzesportal der EU abrufbar:

<http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm>

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

ANHANG 1: DEFINITIONEN UND ABKÜRZUNGEN

Luftschadstoffe

B(a)P	Benzo(a)pyren
CH ₄	Methan
CO	Kohlenstoffmonoxid
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickstoffoxide (Summe aus NO und NO ₂)
NO _y	Summe gasförmiger oxidierter Stickstoffverbindungen
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
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
HPLC-FLD	Hochdruckflüssigkeitschromatographie mit Fluoreszenzdetektion
MEZ	Mitteleuropäische Zeit
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 UMRECHNUNGSFAKTOREN

Einheiten

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

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

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

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

ANHANG 3: MITTELWERTDEFINITIONEN

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

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

ANHANG 4: IMMISSIONSGRENZWERTE UND IMMISSIONSZIELWERTE

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

Schadstoff	Konzentration	Mittelwertart
SO ₂	120 µg/m ³	Tagesmittelwert
SO ₂	200 µg/m ³	Halbstundenmittelwert; bis zu drei Halbstundenmittelwerte pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte im Kalenderjahr bis zu 350 µg/m ³ gelten nicht als Überschreitung
PM ₁₀	50 µg/m ³	Tagesmittelwert; pro Kalenderjahr 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 2013)	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 PM₁₀ gemäß IG-L, Anlage 5b
(Jahresmittelwerte, Zielwerte bis 2012)

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

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

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

Grenzwerte der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation

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

Zielwerte der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation

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

Informations- und Warnwerte für Ozon gemäß Ozongesetz, Anlage 1

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

Zielwerte für Ozon gemäß Ozongesetz, Anlage 2

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

Langfristige Ziele für Ozon gemäß Ozongesetz, Anlage 3

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

Im Rahmen der UNECE wurden „Critical Levels“ für Ozon zum Schutz von Pflanzen ausgearbeitet, welche die Ozonbelastung als AOT40-Wert¹⁸ 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.

¹⁸ AOT40: Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb

ANHANG 5: MESSGERÄTE UND ANALYSEVERFAHREN

Eingesetzte Messgerätetypen für die Immissionsmessung

Messstelle, Komponente	Gerätetype
Enzenkirchen	
O ₃	Bis 15.1.2013 Horiba APOA 360E Seit 15.1.2013 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	TEOM-FDMS (äquivalentes Verfahren) Seit 5.2.2013 Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
PM _{2,5} gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM _{2,5} kontinuierlich	Seit 5.2.2013 Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
PM ₁ gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
SO ₂	TEI 43i
NO, NO ₂	Bis 19.3.2013 TEI 42 CTL Seit 19.3.2013 API 200EU
CO	Horiba APMA-360
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	TEI 49C
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

Messstelle, Komponente	Gerätetype
Sonnblick	
O ₃	TEI 49i
CO	Horiba APMA-360CE
NO _y	TEI 42CTL
NO ₂	TEI 42i blue light
CO ₂	Picarro G2301
CH ₄	Picarro G2301
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	Bis 4.12.2013 TEOM-FDMS (äquivalentes Verfahren) Seit 4.12.2013 Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	Bis 4.12.2013 TEI 42CTL Seit 4.12.2013 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 Digitel High-Volume-Sampler DHA80 mit PM ₁₀ -Kopf (Tagesproben, Durchfluss 720 m ³ /d) und gravimetrische Massenbestimmung gemäß ÖNORM EN 12341

	Nachweisgrenze	Messprinzipien
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)
TEOM-FDMS	1 µg/m ³	oszillierende Mikrowaage (Tapered Element Oscillating Microbalance – Filter Dynamics Measurement System) mit Filter Dynamic Measurement System
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
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	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		
APOA-360E	0,8 µg/m ³ (0,4 ppb)	Ultraviolett-Absorption
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.

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)fluoranthen 1,0 ng/Probe Benzo(k)fluoranthen 0,79 ng/Probe Benzo(j)fluoranthen 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)fluoranthen 1,0 ng/Probe Benzo(k)fluoranthen 0,79 ng/Probe Benzo(j)fluoranthen 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) 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: 0,013 µg/Nm ³ Sulfat: 0,012 µg/Nm ³ Cl: 0,027 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: 0,28 µg/Nm ³ K: 0,008 µg/Nm ³ Mg: 0,023 µg/Nm ³ Ca: 0,011 µg/Nm ³ Ammonium: 0,006 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 Barogebber 317S	Vakuumpdruckdose
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 Schwebstaubmessgeräte 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

Alle gasförmigen Komponenten werden im Umweltbundesamt auf primäre Verfahren zur Herstellung von Gasgemischen zurückgeführt. Weitere Angaben zu den Rückführbarkeiten sind in UMWELTBUNDESAMT (2008) zu finden. Für Ozon besitzt das Umweltbundesamt das nationale Normal, ein NIST-Standard-Referenzphotometer (NIST SRP #26), für NO, CO und SO₂ werden die nationalen Normale am Umweltbundesamt durch dynamische Verdünnung von primären Referenzmaterialien realisiert.

Als externe qualitätssichernde Maßnahme erfolgt die regelmäßige Teilnahme an nationalen und internationalen Ringversuchen, insbesondere an Ringversuchen für nationale Referenzlaboratorien der EU (UMWELTBUNDESAMT 2006a).

Basis des QM-Systems des Kalibrierlabors der Abteilung Luftreinhaltung und Klimaschutz ist die ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025:2007. Das Kalibrierlabor ist akkreditierte Kalibrierstelle für Ozon, SO₂, NO und CO (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 37 angeführten Werte.

Komponente	erweiterte kombinierte Messunsicherheit (in %)	Zahl der Stationen
O ₃	7,9	6
NO*	7,4	6
SO ₂	14,0	5
CO	11,0	3

*Tabelle 37:
Erweiterte kombinierte
Messunsicherheit 2013
(Quelle:
Umweltbundesamt).*

* ohne Sonnblick (da andere Gerätetype für NO_y)

Qualitätssichernde Maßnahmen im Bereich der Laboranalysen

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

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

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

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

Die Wiederfindungen der eingesetzten Verfahren inkl. Aufarbeitung wird regelmäßig kontrolliert. Bei der BTX-Analytik erfolgt eine zusätzliche Kontrolle durch Analyse von zertifiziertem Kalibriergas. Bei der Bleibestimmung wird zertifiziertes Referenzmaterial für diesen Zweck eingesetzt. Bei der Regenganalytik 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 2013 (d. h. 17.520) an, bei PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁ den Anteil der gültigen TMW.

*Tabelle 38:
Verfügbarkeiten gültiger
Halbstundenmittelwerte
(für PM: Tagesmittel-
werte) im Jahr 2013
(in %) (Quelle:
Umweltbundesamt).
Grau unterlegt:
Gravimetrische
Messung, Verfügbarkeit
aus TMW berechnet.*

Verfügbarkeiten gültiger HMW (PM: TMW) 2013 (%)							
Messstelle	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁
Enzenkirchen	97	97		95	99	99	
Illmitz	97	97	97	90	98	95	99 ¹⁾
Klöch		96			98 ²⁾		
Pillersdorf	95	94		93	95		
Sonnblick		93 ³⁾	98	95			
Vorhegg	97	97	97	95	99 ¹⁾		
Zöbelboden	93	97		95	96 ¹⁾		

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

²⁾ bezogen auf das Probenahmeschema mit einer Tagesprobe jeden dritten Tag 01.01. bis 10.07. sowie 21.09. bis 19.12. und täglicher Probenahme 11.07. bis 18.09. und 20. bis 31.12.

³⁾ 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 (———).

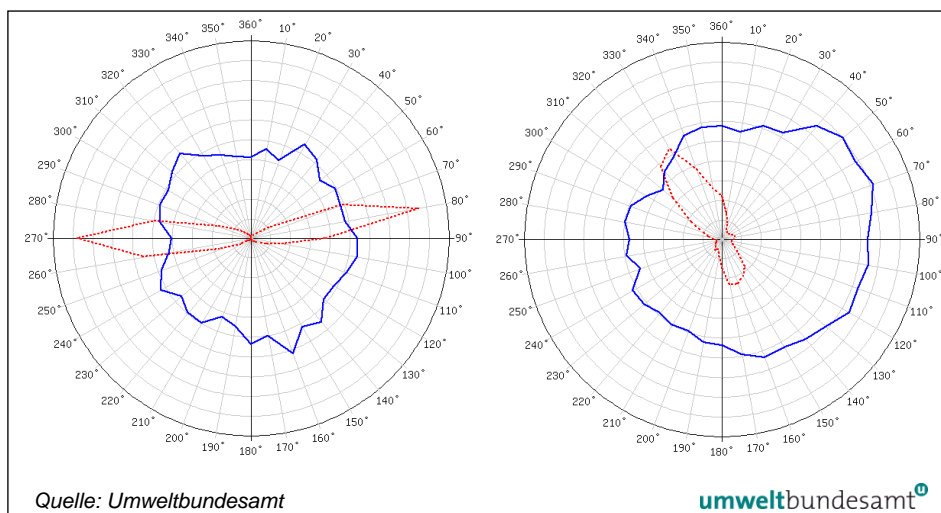


Abbildung 40:
PM₁₀, kontinuierliche
Messung, Schadstoff-
windrosen für
Enzenkirchen (links) und
Illmitz (rechts) im Jahr
2013.

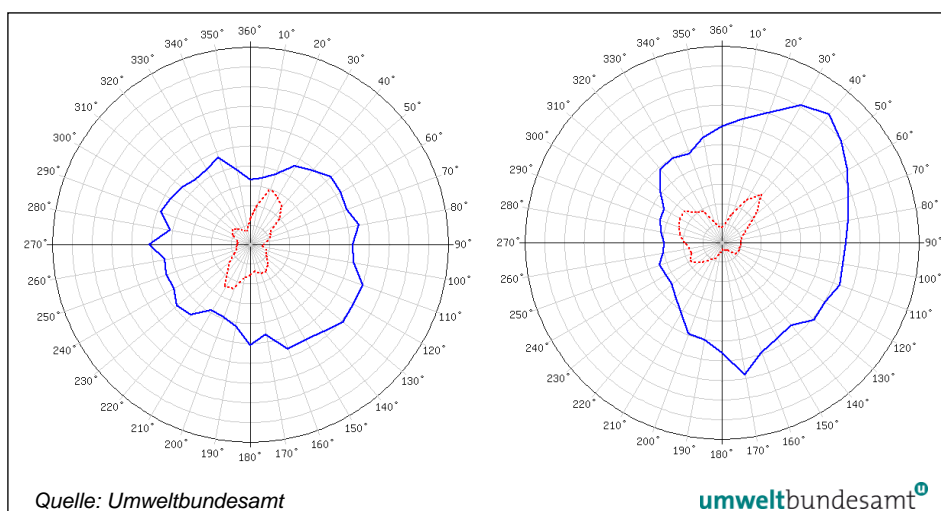


Abbildung 41:
PM₁₀, kontinuierliche
Messung, Schadstoff-
windrosen für Klöch
(links) und Pillersdorf
(rechts) im Jahr 2013.

Stickstoffdioxid

Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % (- - - - -) bzw. einem HMW von 20 µg/m³ (———) (für Sonnblick 2 µg/m³).

Abbildung 42:
NO₂, Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen (links) und Illmitz (rechts) im Jahr 2013.

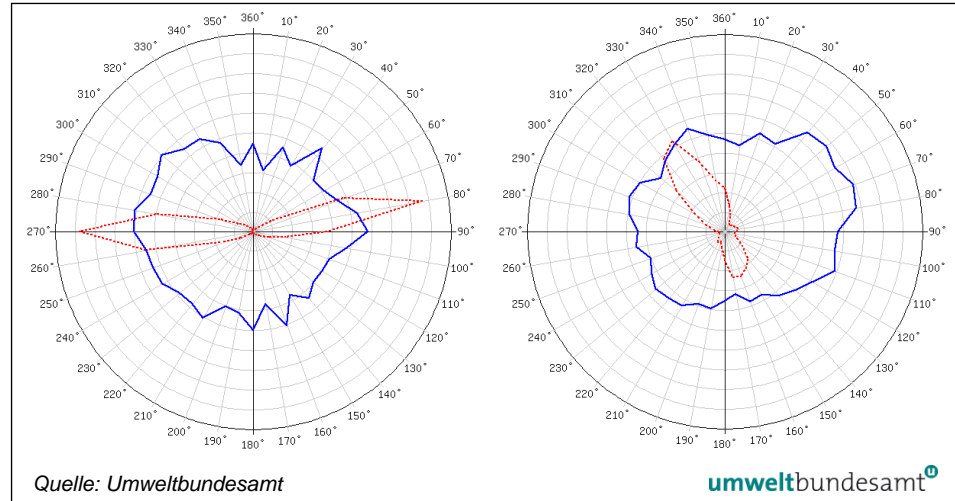


Abbildung 43:
NO₂, Schadstoffwindrosen für Klöch (links) und Pillersdorf (rechts) im Jahr 2013.

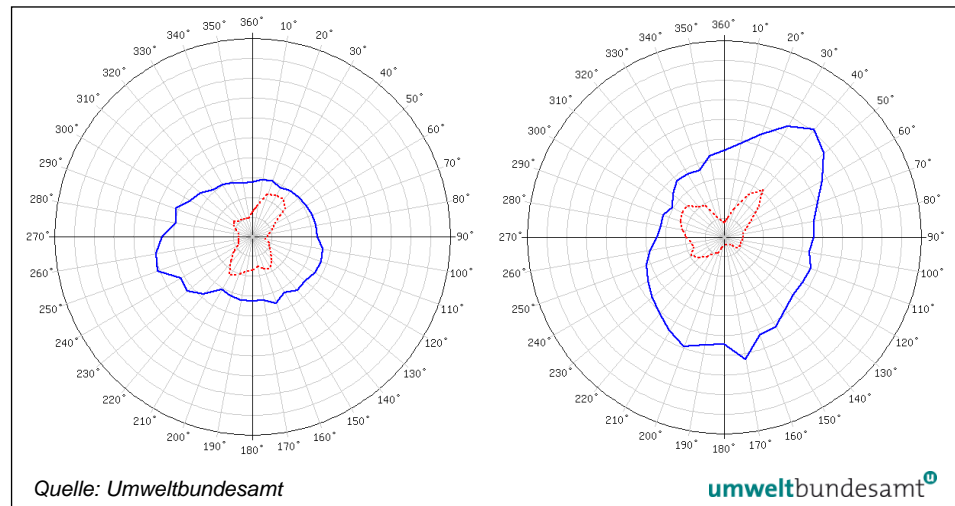
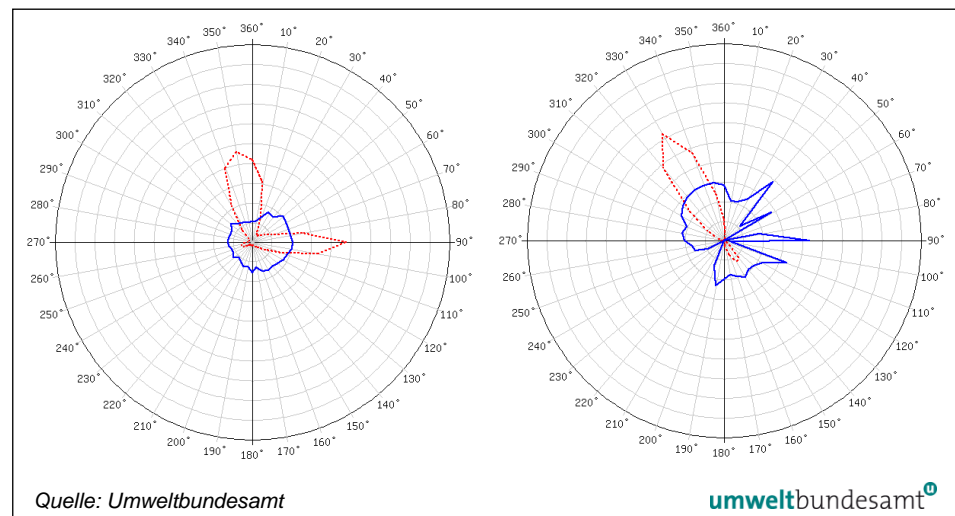


Abbildung 44:
NO₂, Schadstoffwindrosen für Vorhegg (links) und Zöbelboden (Wind Messturm) (rechts) im Jahr 2013.



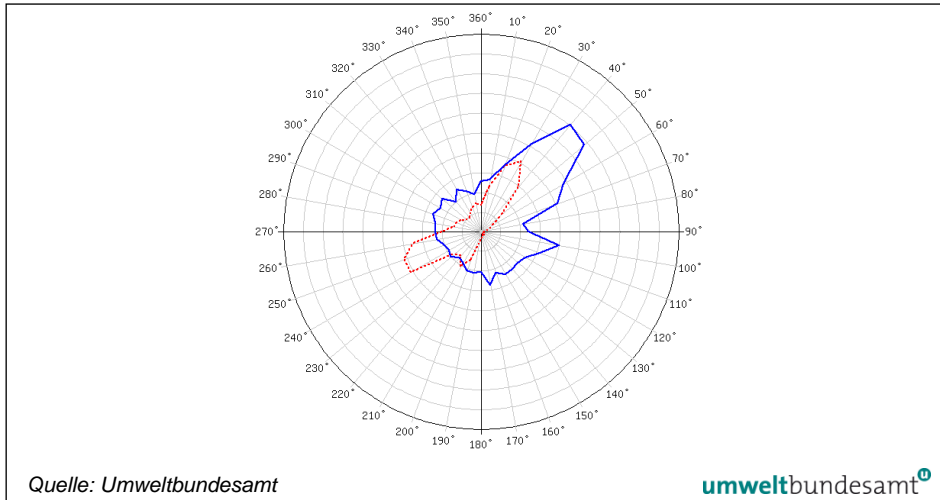


Abbildung 45:
NO₂, Schadstoffwind-
rose für den Sonnblick
im Jahr 2013 (Radius
entspricht 2 µg/m³).

Schwefeldioxid

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

Abbildung 46:
SO₂, Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen (links) und Illmitz (rechts) im Jahr 2013.

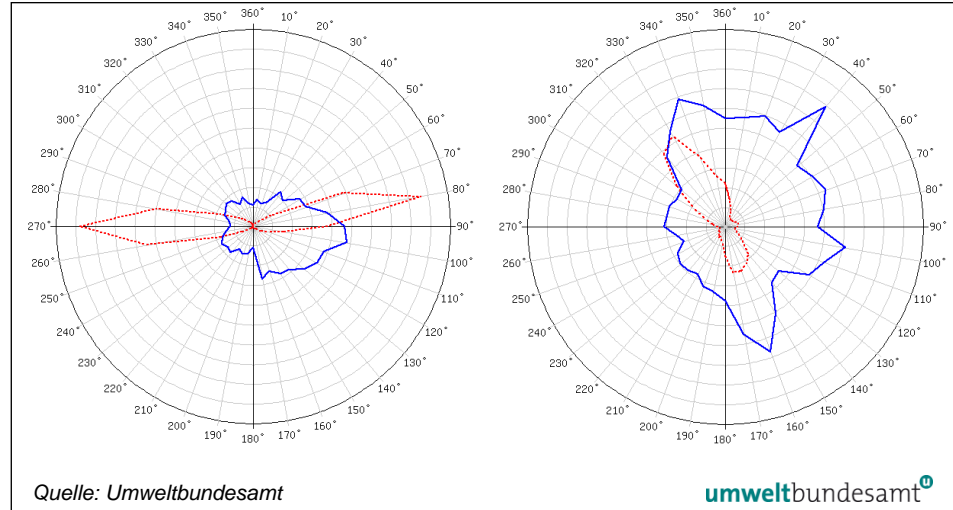


Abbildung 47:
SO₂, Schadstoffwindrosen für Pillersdorf (links) und Vorhegg (rechts) im Jahr 2013.

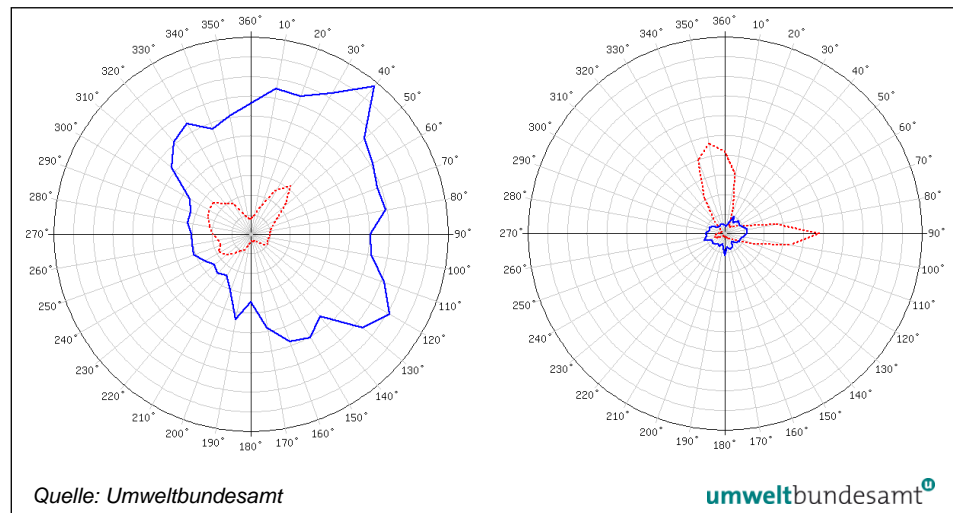
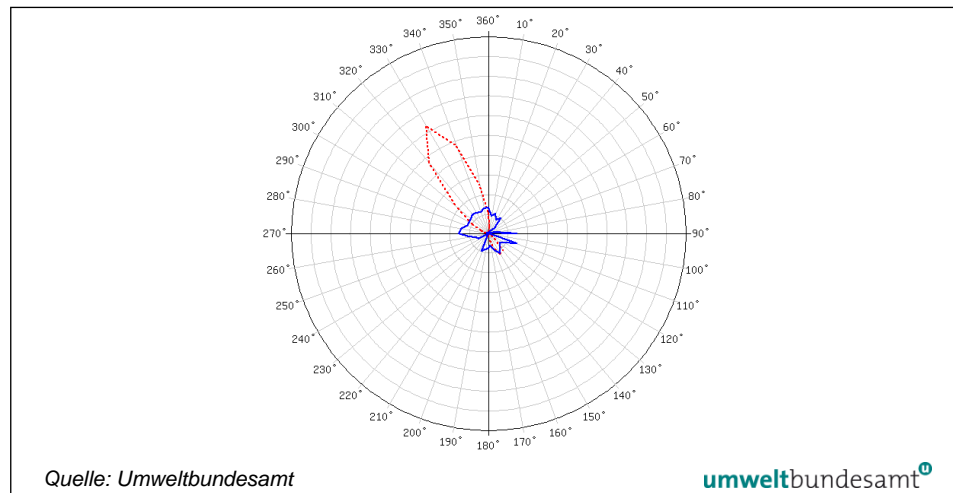


Abbildung 48:
SO₂, Schadstoffwindrose für Zöbelboden (Wind Messturm) im Jahr 2013.



Kohlenstoffmonoxid

Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % (- - - - -) bzw. einem HMW von $0,5 \text{ mg/m}^3$ (———).

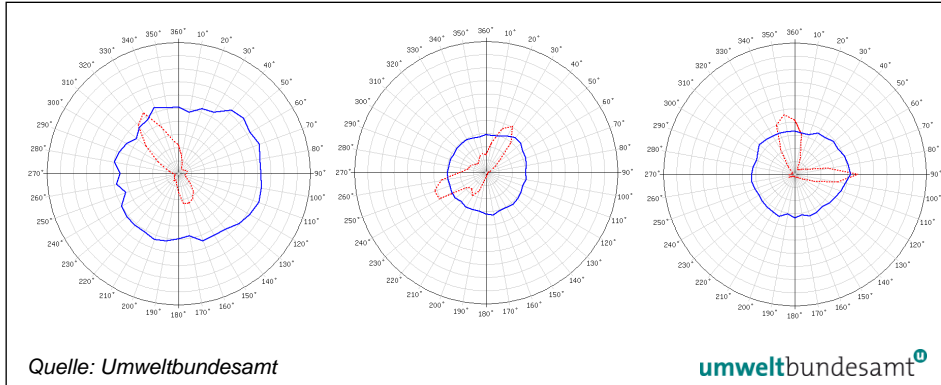


Abbildung 49:
CO, Schadstoffwindrosen für Illmitz, Sonnblick und Vorhegg (von links nach rechts) im Jahr 2013.

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 2013 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.

Der Zielwert für Ozon zum Schutz der Vegetation wurde in Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg, der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit in Illmitz, Pillersdorf, Vorhegg und am Zöbelboden überschritten. Die Informationsschwelle wurde in Illmitz und Enzenkirchen überschritten.

Im langjährigen Vergleich wies 2013 an den Hintergrundmessstellen bei allen Schadstoffen eine unterdurchschnittliche Belastung auf, vor allem bei PM_{10} .