



Luftgütemessungen und meteorologische Messungen

Jahresbericht Hintergrundmessnetz

Umweltbundesamt 2008

LUFTGÜTEMESSUNGEN UND METEOROLOGISCHE MESSUNGEN

Jahresbericht Hintergrundmessnetz

Umweltbundesamt

2008

REPORT
REP-0232

Wien, 2009

Projektleitung

Wolfgang Spangl

Autoren

Wolfgang Spangl

Christian Nagl

Messung

Thomas Eckl

Marina Fröhlich

Claudia Leeb

Michael Reisenhofer

Franz Rokop

Wolfgang Samy

Wilhelm Schenzel

Erich Singer

Andreas Wolf

Franz Zimmerl

Lektorat

Maria Deweis

Satz/Layout

Ute Kutschera

Umschlagfoto

Luftgütemessstelle Vorhegg (© Singer/Umweltbundesamt)

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, 2009

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-030-0

INHALTSVERZEICHNIS

	ZUSAMMENFASSUNG	5
1	EINLEITUNG	11
2	DAS VOM UMWELTBUNDESAMT BETRIEBENE LUFTGÜTEMESSNETZ	13
3	ERGEBNISSE UND INTERPRETATION DER IMMISSIONSMESSUNGEN	20
3.1	Einleitung	20
3.2	Ozon	21
3.2.1	Ozonbelastung im Jahr 2008	21
3.2.2	Trend der Ozonbelastung	22
3.3	PM10	25
3.3.1	Die PM10-Belastung im Jahr 2008	25
3.3.2	Trend der PM10-Belastung	28
3.4	PM2,5 und PM1	31
3.4.1	Trend der PM2,5- und PM1-Konzentration in Illmitz	33
3.5	Stickstoffoxide	34
3.5.1	NO _y auf dem Sonnblick	36
3.5.2	Trend der Belastung durch Stickstoffoxide	37
3.6	Schwefeldioxid	40
3.6.1	Trend der Schwefeldioxidbelastung	41
3.7	Kohlenmonoxid	42
3.7.1	Trend der CO-Belastung	43
3.8	Schwermetalle im PM10	44
3.8.1	Blei im PM10	44
3.8.2	Cadmium im PM10	45
3.8.3	Arsen im PM10	46
3.8.4	Nickel im PM10	47
3.8.5	Deposition von Schwermetallen	47
3.9	Benzol, Toluol und Xylole	48
3.10	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)	49
3.10.1	PAH im PM10	49
3.10.2	Deposition von PAH	51
3.11	Nasse Deposition	51
3.12	Partikuläres Sulfat, oxidierte und reduzierte Stickstoffverbindungen	56
3.13	Treibhausgase	59
3.13.1	Kohlendioxid	59
3.13.2	Methan	60

4	METEOROLOGISCHE MESSUNGEN	61
4.1	Meteorologische Einflussgrößen auf die Schadstoffbelastung	61
4.2	Die Witterung und deren Einfluss auf die Immissionssituation in Österreich im Jahr 2008	62
4.3	Wind	68
4.4	Temperatur	69
4.5	Globalstrahlung	70
4.6	Sonnenscheindauer	71
4.7	Niederschlag	73
5	LITERATURVERZEICHNIS	75
	ANHANG 1: DEFINITIONEN UND ABKÜRZUNGEN	78
	ANHANG 2: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN	80
	ANHANG 3: MITTELWERTDEFINITIONEN	81
	ANHANG 4: IMMISSIONSGRENZWERTE UND IMMISSIONSZIELWERTE	82
	ANHANG 5: MESSGERÄTE	85
	ANHANG 6: ANGABEN ZUR QUALITÄTSSICHERUNG	90
	ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN	92
	ANHANG 8: SCHADSTOFFWINDROSEN	93

ZUSAMMENFASSUNG

Luftschadstoffmessungen

Das Umweltbundesamt betreibt gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L) und Ozongesetz sowie im Rahmen des Global Atmosphere Watch-Messprogramms (GAW)¹ der World Meteorological Organization (WMO²) insgesamt acht Messstellen in Österreich, an welchen die in der nachfolgenden Tabelle angeführten Luftschadstoffe gemessen werden.

Tabelle: Immissionsmessungen an den Umweltbundesamt-Messstellen im Jahr 2008.

Messstelle	Ozon (O ₃)	Schwefeldioxid (SO ₂)	PM10	PM2,5, PM1	Stickstoffoxide (NO, NO ₂)	Kohlenmonoxid (CO)	Pb, Cd, As, Ni im PM10	Benzol (C ₆ H ₆)	PAH
Enzenkirchen (ENK)	x	x	x		x				
Illmitz (ILL)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Klöch (KLH)			x		x				
Pillersdorf (PIL)	x	x	x		x				
Ried im Zillertal (ZIL) ¹	x		x		x				
St. Sigmund (SIG) ²	x	x			x				
Sonnblick (SON)	x				³	x			
Vorhegg (VOR)	x	x	x		x	x	x		
Zöbelboden (ZOE)	x	x	x		x		x		

¹ in Betrieb seit August 2008, ersetzt die Messstelle St. Sigmund

² in Betrieb bis Oktober 2008

³ NO_y: Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen.

Darüber hinaus werden in Illmitz

- die nasse Deposition und deren Inhaltsstoffe,
- partikuläres Sulfat und
- oxidierte und reduzierte Stickstoffverbindungen

gemessen.

Drei dieser Messstellen (Illmitz, Vorhegg und Zöbelboden) sind Teil des EMEP-Messnetzes³ der UNECE.

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

¹ Messstelle Sonnblick

² <http://www.wmo.ch>

³ Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe, <http://www.emep.int/>

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

Die meteorologischen Verhältnisse 2008

Das Jahr 2008 war im Großteil Österreichs, verglichen mit den Referenzwerten der Klimaperiode 1961–1990, außerordentlich warm und wies überdurchschnittliche Niederschlagsmengen auf. In Wien wurden 2008 – nach 2000 und 2007 – die höchsten Temperaturen seit Beginn der Messungen (d. h. seit dem späten 18. Jahrhundert) verzeichnet.

Die Wintermonate sowohl zu Beginn als auch am Ende des Jahres waren außerordentlich warm, wobei die Temperaturen im Osten Österreichs noch stärker vom langjährigen Mittel abwichen als im Westen.

Besonders hohe Niederschlagsmengen fielen im Nordburgenland, im östlichen Niederösterreich, in Kärnten und Osttirol. In Nordostösterreich wiesen die Monate Juni und Juli ungewöhnlich hohe Regenmengen auf.

Immissionsseitig wirkte sich dieser Witterungsverlauf einerseits in Form außergewöhnlich niedriger PM10-Belastungen, andererseits in niedrigen Ozonspitzenbelastungen aus.

Die Wintermonate waren vom weitgehenden Fehlen von Hochdruckwetterlagen mit Advektion kontinentaler Kaltluft – jenen Faktoren, die in der Regel mit hohen PM10-Konzentrationen verbunden sind – gekennzeichnet.

Außerdem war mit Nordostösterreich im Juni und Juli gerade jene Region, in der üblicherweise die höchsten Ozonspitzen auftreten, von sehr hohen Niederschlagsmengen und damit geringer Ozonbildung betroffen.

Ergebnisse der Messungen nach Schadstoffen

Ozon

Die Ozonbelastung lag im Jahr 2008 an allen Hintergrundmessstellen deutlich unter dem Durchschnitt der letzten 15 Jahre.

Die Ozon-Informationsschwelle wurde 2008 an keiner Messstelle überschritten.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie der Zielwert zum Schutz der Vegetation wurden an allen Hintergrundmessstellen überschritten.

PM10, PM2,5 und PM1

Die PM10-Belastung lag im Jahr 2008 an allen Hintergrundmessstellen unter dem Grenzwertkriterium bzw. Grenzwert des IG-L. Die meisten Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (19 Tage) wurden in Illmitz beobachtet, wo mit $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auch der höchste Jahresmittelwert registriert wurde.

Im mehrjährigen Vergleich – in Illmitz liegen PM10-Messwerte seit 2000 vor – wies das Jahr 2008 die niedrigste PM10-Belastung auf, sowohl was die Anzahl der Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als auch die Jahresmittelwerte betrifft. Ausschlaggebend für die niedrige PM10-Belastung des Jahres 2008 waren – wie schon im Jahr 2007, das die zweitniedrigste Belastung aufwies – die sehr günstigen meteorologischen Bedingungen vor allem in den ersten Monaten des Jahres, die von Westströmungen mit hohen Windgeschwindigkeiten und geringer Vorbelastung dominiert wurden.

Der Jahresmittelwert von PM2,5 lag in Illmitz im Jahr 2008 bei $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der mittlere Anteil von PM2,5 am PM10 lag mit 80 % sehr nahe beim langjährigen Mittel von 79 %. Das mittlere PM2,5/PM10-Verhältnis ist in Illmitz über die Jahre hinweg sehr konstant.

Die PM1-Konzentration betrug im Jahresmittel 2008 in Illmitz $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der mittlere PM1-Anteil am PM10 lag mit 58 % ebenfalls sehr nahe dem mehrjährigen Mittelwert.

Stickstoffoxide

Die Grenzwerte und Zielwerte für NO_2 und NO_x wurden im Jahr 2008 an allen Hintergrundmessstellen eingehalten.

Die höchste NO_2 - bzw. NO_x -Belastung wurde – wie schon in den letzten Jahren – in Enzenkirchen registriert; der Jahresmittelwert von NO_2 betrug $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jener von NO_x (angegeben als NO_2) $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die maximalen Halbstundenmittelwerte lagen zwischen $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Illmitz und $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in St. Sigmund, die maximalen Tagesmittelwerte zwischen $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Enzenkirchen und $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in St. Sigmund. Auf dem Sonnblick wurde eine mittlere NO_y^4 -Konzentration von 1,14 ppb gemessen.

Die NO_2 - bzw. NO_x -Belastungen wiesen in den letzten Jahren starke Schwankungen von Jahr zu Jahr auf. An den außeralpinen Messstellen Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf zeigen die von ungünstigen winterlichen Ausbreitungsbedingungen gekennzeichneten Jahre 2003 und 2006 deutlich überdurchschnittliche Konzentrationen, die Jahre mit günstigeren Ausbreitungsbedingungen (u. a. 2004, 2007, 2008) hingegen etwas niedrigere Konzentrationen.

Insgesamt zeigten sowohl die NO_2 - als auch die NO_x -Immissionen zwischen 1999 und 2006 einen steigenden Trend, der weder der Entwicklung der NO_x -Emissionen in Österreich noch dem Verlauf der NO_x -Belastung in den Städten

⁴ NO_y : Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen. NO_y wird in der Einheit ppb angegeben; da es sich um die Summe zahlreicher chemischer Verbindungen mit unterschiedlichem Molekulargewicht handelt, ist eine Umrechnung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht möglich.

folgt. Trotz eines leichten Rückgangs 2008 liegt die Belastung immer noch über dem Niveau der späten Neunzigerjahre, vor allem an den alpinen Messstellen und in Enzenkirchen.

Schwefeldioxid

Die SO₂-Belastung lag 2008 an allen Hintergrundmessstellen weit unter den Grenzwerten des IG-L.

Der höchste Jahresmittelwert wurde mit 1,8 µg/m³ in Pillersdorf gemessen, der niedrigste mit 0,3 µg/m³ in Vorhegg.

Die maximalen Halbstundenmittelwerte variierten zwischen 46 µg/m³ in Illmitz und 3 µg/m³ in St. Sigmund, die maximalen Tagesmittelwerte zwischen 23 µg/m³ in Illmitz und 1 µg/m³ in St. Sigmund.

An allen Messstellen wies das Jahr 2008 die niedrigste bisher registrierte SO₂-Belastung auf, in vielen Fällen gefolgt von 2007. Insgesamt ging die SO₂-Belastung an allen Hintergrundmessstellen im Verlauf der Neunzigerjahre stark zurück und liegt seit etwa 2000 auf einem konstant niedrigen Niveau. Im Zeitraum seit 2000 wiesen die Jahre 2004, 2007 und 2008 die niedrigsten SO₂-Konzentrationen auf, was auf die günstigen Ausbreitungsbedingungen v. a. in den Wintermonaten dieser Jahre zurückzuführen ist; das Jahr 2006 war relativ hoch belastet.

Kohlenmonoxid

Die CO-Belastung lag 2008 an allen Hintergrundmessstellen weit unter dem Grenzwert des IG-L.

Der Jahresmittelwert betrug in Illmitz 0,29 mg/m³, in Vorhegg 0,23 mg/m³ sowie auf dem Sonnblick 0,18 mg/m³; der maximale Achtstundenmittelwert betrug in Illmitz 0,98 mg/m³.

Die CO-Belastung zeigt zwischen etwa 2000 und 2006 einen unregelmäßigen Anstieg, der nicht dem abnehmenden Trend der österreichischen und europa-weiten CO-Emissionen folgt. Die – verglichen mit dem Jahr 2006 – niedrigeren CO-Belastungen der Jahre 2004, 2007 und 2008 lassen sich auf die günstigeren Ausbreitungsbedingungen zurückführen.

Schwermetalle im PM10

Die Konzentrationen von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel lagen an allen Hintergrundmessstellen deutlich unter den Grenz- bzw. Zielwerten des IG-L.

Der Jahresmittelwert von **Blei** im PM10 betrug in Illmitz 0,008 µg/m³, in Vorhegg 0,006 µg/m³ und auf dem Zöbelboden 0,003 µg/m³. Der Jahresmittelwert von **Cadmium** ergab in Illmitz 0,3 ng/m³, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden jeweils 0,1 ng/m³. Der Jahresmittelwert von **Arsen** betrug in Illmitz 1,0 ng/m³, in Vorhegg 0,4 µg/m³ und auf dem Zöbelboden 0,5 ng/m³, derjenige von **Nickel** in Illmitz 1,5 ng/m³, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden jeweils 1,1 ng/m³.

Im langjährigen Vergleich zeigen alle Schwermetalle abnehmende Trends, die in Illmitz am ausgeprägtesten sind. Das Jahr 2008 wies bei allen vier Schwermetallen und an allen Messstellen ebenso wie 2007 eine niedrige Belastung auf, was u. a. auf die günstigen Ausbreitungsbedingungen zurückzuführen ist.

Seit 2008 wird an den EMEP-Messstellen auch die Deposition von Schwermetallen erfasst. Die Messwerte liegen deutlich unter den Grenzwerten des IG-L für die Deposition von Blei und Cadmium.

Benzol

Die Benzolkonzentration lag in Illmitz im Jahr 2008 mit einem Jahresmittelwert von $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich unter dem Grenzwert des IG-L.

Die Benzolbelastung zeigt in Illmitz in den letzten Jahren tendenziell einen abnehmenden Trend. Das Jahr 2008 wies dank der günstigen meteorologischen Bedingungen die niedrigste Belastung seit Beginn der Messung 2000 auf.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)

In Illmitz werden die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzo(a)pyren, Benzo(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(j)fluoranthren, Dibenzo(a,h)anthracen und Indeno(1,2,3)pyren im PM₁₀ sowie in der Staubdeposition analysiert.

Die Konzentration von Benzo(a)pyren betrug im Jahresmittel 2008 in Illmitz $0,5 \text{ ng}/\text{m}^3$, d. h. 50 % des Zielwertes.

Die konzentrationsgewichtete Toxizität aller analysierten PAH ergab in Summe $0,8 \text{ ng}/\text{m}^3$ B(a)P-Äquivalente, wobei der größte Anteil auf B(a)P (55 %) entfiel; den zweitgrößten Anteil trägt Dibenzo(a,h)anthracen bei.

Der Jahresmittelwert der Deposition von Benzo(a)pyren betrug 2008 $7,9 \text{ ng}/(\text{m}^2 \cdot \text{Tag})$.

Die Konzentration sowie die Deposition aller PAH weisen sehr ausgeprägte Jahrgänge mit hohen Konzentrationen im Winter und Konzentrationen nahe null im Sommer auf.

Nasse Deposition

In Illmitz, Vorhegg und auf dem Zöbelboden⁵ erfolgt die Messung des nassen Eintrags oxidierter Schwefel- sowie oxidierter und reduzierter Stickstoffverbindungen im Rahmen des EMEP-Messprogramms.

Die Deposition oxidierten Schwefels betrug im Jahr 2008 in Illmitz $2,8 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{Jahr})$, in Vorhegg $2,8 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{Jahr})$, auf dem Zöbelboden $3,7 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{Jahr})$; die Deposition oxidierten Stickstoffs belief sich in Illmitz auf $2,3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{Jahr})$, in Vorhegg

⁵ ersetzte Anfang 2004 den EMEP-Standort St. Koloman

auf 3,3 kg/(ha.Jahr) und auf dem Zöbelboden auf 5,2 kg/(ha.Jahr), die Deposition reduzierten Stickstoffs ergab in Illmitz 5,1 kg/(ha.Jahr)⁶, in Vorhegg 3,7 kg/(ha.Jahr) und auf dem Zöbelboden 6,8 kg/(ha.Jahr).

Bei den Äquivalenten für Versauerung und Eutrophierung sind an allen drei Messstellen die reduzierten Stickstoffverbindungen höher als die oxidierten.

Die Deposition oxidiertes Schwefel- sowie oxidiertes und reduziertes Stickstoffverbindungen nahm in den letzten 20 Jahren an allen Hintergrundmessstellen tendenziell ab, teilweise allerdings mit großen Variationen von Jahr zu Jahr. Der Eintrag oxidiertes Schwefelverbindungen zeigt an allen Messstellen einen hoch signifikant abnehmenden Trend, dasselbe gilt für oxidierte und reduzierte Stickstoffverbindungen in Illmitz. Bei Letzteren ist an den Hintergrundmessstellen seit etwa 2003 allerdings wieder ein Anstieg der Deposition festzustellen.

Partikuläres Sulfat, Nitrat und Ammonium

In Illmitz werden im Rahmen des EMEP-Programms die Konzentration von partikulärem Sulfat sowie die Summe oxidiertes und reduziertes Stickstoffverbindungen in der Gas- und Partikelphase gemessen.

Der Jahresmittelwert der Konzentration von oxidiertem partikulärem Schwefel betrug 2008 in Illmitz 0,91 µg/m³, von oxidiertem Stickstoff 0,77 µg/m³ und von reduziertem Stickstoff 2,47 µg/m³.

Die Konzentration partikulärer Schwefelverbindungen nahm bis Mitte der Neunzigerjahre stark ab und verharrt seitdem auf einem relativ konstanten Niveau um 1 µg/m³.

In den Jahren zwischen 2000 und 2005 nahm die Konzentration der partikulären Schwefel- und oxidiertes Stickstoffverbindungen in Illmitz zu, danach wieder ab. Es ist allerdings kein langjähriger Trend erkennbar.

Treibhausgase

Die Konzentration von CO₂ wird auf dem Sonnblick gemessen, die Daten spiegeln in den letzten Jahren den global beobachteten Anstieg der CO₂-Konzentration im Jahresmittel wider. 2008 wurde ein Jahresmittelwert von 386 ppm registriert.

⁶ die hohen Depositionen von reduziertem Stickstoff sowie Mg, K und Ca in Illmitz im Jahr 2008 gegenüber den früheren Jahren entziehen sich einer Interpretation.

1 EINLEITUNG

Das Umweltbundesamt betrieb im Jahr 2008 gemäß Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L) und gemäß Ozongesetz in Österreich insgesamt acht Luftgütemessstellen⁷ (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 Europe⁸), welches innerhalb der Konvention über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigungen⁹ 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, Ozon und CO im Rahmen des Global Atmosphere Watch (GAW)-Programms der World Meteorological Organisation (WMO¹⁰) durchgeführt. Darüber hinaus misst das Umweltbundesamt die Konzentration des Treibhausgases Methan (CH₄) auf dem Zöbelboden.

⁷ Die Messstelle St. Sigmund wurde durch die Messstelle Ried im Zillertal ersetzt.

⁸ <http://www.emep.int>

⁹ <http://www.unece.org/env/lrtap/>

¹⁰ <http://www.wmo.ch>

Der vorliegende Jahresbericht für 2008 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.

2 DAS VOM UMWELTBUNDESAMT BETRIEBENE LUFTGÜTEMESSTNETZ

Insgesamt betrieb das Umweltbundesamt gemäß IG-L und Ozongesetz im Jahr 2008 acht Messstellen, die auf alle Bundesländer mit Ausnahme von Vorarlberg und Wien verteilt sind, wobei im August die Messstelle St. Sigmund durch Ried im Zillertal ersetzt wurde.

In Tabelle 1 sind jene Komponenten zusammengestellt, die an diesen Messstellen im Jahre 2008 laut Messkonzept-VO erhoben wurden.

Tabelle 1: Immissionsmessungen an den Umweltbundesamt-Messstellen im Jahr 2008.

Messstelle	Ozon (O ₃)	Schwefeldioxid (SO ₂)	PM10	PM2,5, PM1	Stickstoffoxide (NO, NO ₂)	Kohlenmonoxid (CO)	Pb, Cd, As, Ni im PM10	Benzol (C ₆ H ₆)	PAH
Enzenkirchen (ENK)	x	x	x		x				
Illmitz (ILL)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Klöch (KLH)			x		x				
Pillersdorf (PIL)	x	x	x		x				
Ried im Zillertal (ZIL) ¹	x		x		x				
St. Sigmund (SIG) ²	x	x			x				
Sonnblick (SON)	x				³	x			
Vorhegg (VOR)	x	x	x		x	x	x		
Zöbelboden (ZOE)	x	x	x		x		x		

¹ in Betrieb seit August 2008, ersetzt die Messstelle St. Sigmund

² in Betrieb bis Oktober 2008

³ NO_y: Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen, gemessen ab November 2005.

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

Neben den in Tabelle 1 angeführten Komponenten werden weitere Messungen von Regeninhaltsstoffen und partikulärem Sulfat, Nitrat und Ammonium sowie Salpetersäure und Ammoniak (d. h. von oxidierten und reduzierten Stickstoffverbindungen) im Rahmen des oben zitierten EMEP-Messprogramms durchgeführt. Ziel dieses internationalen Messprogramms ist unter anderem die Ermittlung des weiträumigen, grenzüberschreitenden Schadstofftransports. Die entsprechenden Standorte und Komponenten sind in Tabelle 2 angeführt.

Tabelle 2: Messstellen, an denen Messungen im Rahmen des EMEP-Programms durchgeführt werden.

Messstelle	Partikuläres Sulfat, Nitrat und Ammonium; Salpetersäure und Ammoniak	pH, H ⁺ , Cl ⁻ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , Na ⁺ , NH ₄ ⁺ , SO ₄ ²⁻ und NO ₃ ⁻ im Niederschlag
Illmitz	X	X
Zöbelboden		X
Vorhegg		X

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

Abbildung 1 zeigt die Lage der Messstellen. Eine genauere Lagebeschreibung ist im Bericht „Luftgütemessstellen in Österreich“ (UMWELTBUNDESAMT 2009b) zu finden.

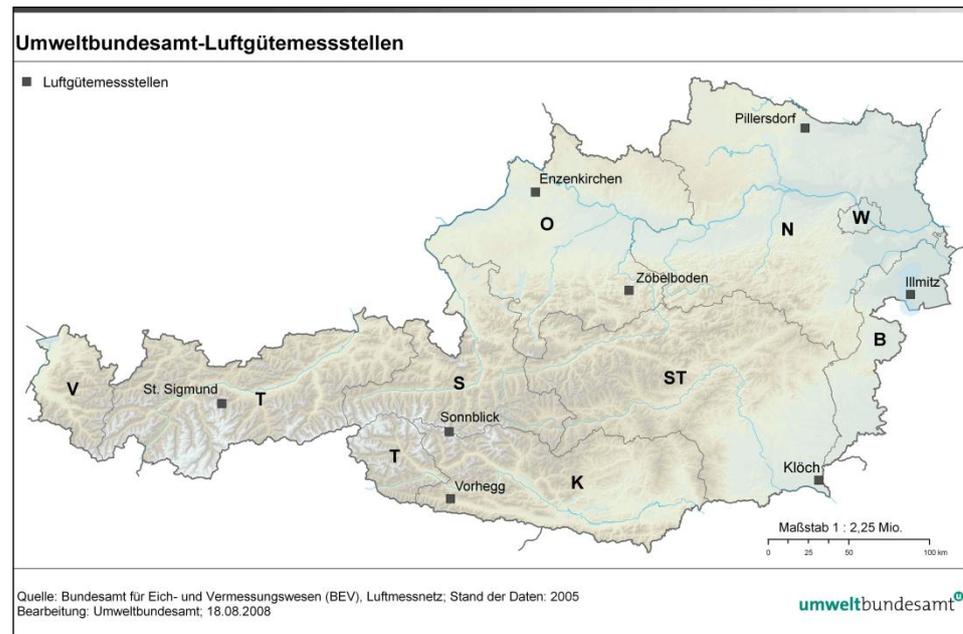


Abbildung 1: Lage der Umweltbundesamt-Messstellen.

Zur Interpretation von Immissionsdaten ist die Kenntnis meteorologischer Größen notwendig. Deshalb sind die Messstationen des Umweltbundesamt mit entsprechenden Messgeräten ausgerüstet. Die Ausstattung der einzelnen Stationen ist Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3: Meteorologische Messungen an den Umweltbundesamt-Messstellen.

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
ZIL	x	x	x	x	x		x	x
SIG	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 Klöch 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 10 dargestellt.



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



Abbildung 3: Messstelle Illmitz von Süden (© Nagl/Umweltbundesamt).



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



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



Abbildung 6: Messstelle Ried im Zillertal von Süden (© Rokop/Umweltbundesamt).



Abbildung 7: Messstelle St. Sigmund Gleirschalm von Norden
(© Zimmerl/Umweltbundesamt).



Abbildung 8: Messstelle Sonnblick von Süden (© Staudinger/ZAMG).



Abbildung 9: Messstelle Vorhegg von Nordosten (© Singer/Umweltbundesamt).



Abbildung 10: Messstelle Zöbelboden (Wildwiese) von Osten. Im Vordergrund stehen Niederschlags- und Staubbodenniederschlagssammler, rechts WADOS für die nasse Deposition. (© Rokop/Umweltbundesamt)

3 ERGEBNISSE UND INTERPRETATION DER IMMISSIONSMESSUNGEN

3.1 Einleitung

Zur Sicherstellung der Qualität der Messdaten wurde ein Qualitätssicherungssystem installiert, welches im Anhang 6 beschrieben wird. 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 Umweltbundesamt 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 , PAH, Cd, As und Ni in ng/m^3), die Werte der Regenanalysen in mg/l , jene der nassen Deposition in $\text{kg}/(\text{ha}\cdot\text{Jahr})$.

Die Genauigkeit der angegebenen Konzentrationen ist vom jeweiligen Messgerät abhängig; die Konzentrationswerte werden mit maximal einer Kommastelle genauer als der Grenzwert angegeben (Ausnahme CO und Schwermetalle im PM10: 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 Ozonbelastung im Jahr 2008

Der Informationsschwellenwert (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert, MW1) wurde im Jahr 2008 an keiner Hintergrundmessstelle überschritten.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit (nicht mehr als 25 Tage mit Achtstundenmittelwerten über 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde im Mittel 2006–2008 an allen Messstellen überschritten. Im Jahr 2008 traten lediglich in Pillersdorf und auf dem Sonnblick an mehr als 25 Tagen MW8 über 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ auf.

Vom Sonnblick abgesehen, der für den Dauersiedlungsraum nicht repräsentativ ist, traten im Mittel 2006–2008 die meisten Überschreitungen in Vorhegg (40 Tage) auf, gefolgt von Pillersdorf und Illmitz.

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation (AOT40-Wert Mai–Juli, 18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) wurde im Mittel 2004–2008 an allen Hintergrundmessstellen, im Jahr 2008 an allen Messstellen außer St. Sigmund und Vorhegg überschritten. Der AOT40-Wert zum Schutz des Waldes (April–Sept., 20.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) wurde 2008 an allen Hintergrundmessstellen überschritten.

Vom Sonnblick abgesehen, der für die Vegetation nicht repräsentativ ist, traten im Mittel 2004–2008 die höchsten AOT40-Werte (Mai–Juli) in Illmitz und Vorhegg auf.

In Tabelle 4 sind die maximalen (stündlich gleitenden) Einstundenmittelwerte (MW1) der Ozonkonzentration, die Anzahl der Tage mit (stündlich gleitenden) Achtstundenmittelwerten (MW8) über 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2008 sowie im Mittel über die Jahre 2006–2008, die AOT40-Werte¹¹ Mai–Juli 2008 sowie im Mittel über die Jahre 2004–2008 und die AOT40-Werte April–Sept. 2008 an den Messstellen des Umweltbundesamt (außer Ried im Zillertal, wo die Messung am 8.8.2008 begann) angegeben. Tabelle 5 zeigt die Monats- und Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration im Jahr 2008.

Tabelle 4: Ozon, maximaler Einstundenmittelwert, Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten über 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2008 sowie im Mittel über die Jahre 2006–2008, AOT40-Wert Mai–Juli 2008 sowie im Mittel über die Jahre 2004–2008; AOT40-Wert April–Sept. 2008.

Messstelle	max. MW1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anzahl Tage MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2008	Durchschnittliche Anzahl Tage MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2006–2008	AOT40 Mai–Juli 2008 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Mai – Juli Mittel 2004–2008 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 April–Sept. 2008 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)
ENK	159	19	33	19.637	21.044	27.257
ILL	172	16	36	20.746	26.141	33.145
PIL	163	29	39	20.996	24.670	32.592
SON	149	61	85	29.522	34.570	50.065
SIG	141	18	32	16.868	22.285	28.000
VOR	165	19	40	17.089	24.762	27.998
ZOE	164	25	35	18.693	21.832	27.675

¹¹ Accumulated Exposure over Threshold of 40 ppb

Tabelle 5: Monats- und Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration im Jahr 2008 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	ENK	ILL	PIL	ZIL	SIG	SON	VOR	ZOE
Jän.	36	41	43	v	81	v	60	67
Feb.	51	48	53	v	88	95	76	74
Mär.	69	71	71	v	91	98	80	84
Apr.	74	81	78	v	99	113	88	92
Mai	91	83	87	v	90	113	89	97
Jun.	81	81	82	v	72	108	72	92
Jul.	74	71	81	v	75	106	78	88
Aug.	72	70	76	v	67	96	v	80
Sep.	53	50	59	30	57	87	56	63
Okt.	31	36	35	18	v	88	52	53
Nov.	28	38	35	20	v	86	42	56
Dez.	32	32	32	12	v	81	46	54
JMW	58	58	61	v	v	97	67	75

v.....unzureichende Verfügbarkeit

3.2.2 Trend der Ozonbelastung

Spitzenbelastung

Tabelle 6 gibt die Anzahl der Tage mit Überschreitungen der Informationsschwelle seit 1990 an.

Bei der Bewertung der Spitzenbelastung anhand des 98-Perzentils der MW1 des Jahres (für die seit Mitte der Neunzigerjahre betriebenen Messstellen in Tabelle 7 angegeben) zeigt sich nur an der Messstelle Illmitz ein statistisch signifikanter Trend (Konfidenzniveau 90 %) von $-0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr. Alle Messstellen weisen im Mittel eine Abnahme des 98-Perzentils der MW1 auf.

Das höchste 98-Perzentil der MW1 wurde an fast allen Messstellen 2003 registriert (Pillersdorf 1994, Vorhegg 1996), deutlich über dem Durchschnitt lag die Belastung in Illmitz auch 1993, 1994 und 2000, in Pillersdorf 1994 und 2000, in Vorhegg 1994, 1996, 2000 und 2006 und auf dem Zöbelboden 2006. Die niedrigsten 98-Perzentile wurden an allen Messstellen 2008 registriert, gefolgt von 1999, 2004 und 2002. Wesentlich verantwortlich für die niedrige Belastung im Jahr 2008 war das Wetter im Sommer (siehe Kapitel 4.2).

Die Informationsschwelle wurde im Jahr 2008 erstmals an keiner Messstelle überschritten und wies eine deutlich unterdurchschnittliche Belastung auf.

Tabelle 6: Ozon, Anzahl der Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle ($\text{MW1} > 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 1990–2008.

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
ENK								0	2	0	1	0	0	2	0	1	2	1	0
ILL	11	2	7	0	3	3	3	0	5	0	7	0	1	9	0	0	7	4	0
PIL			8	0	10	1	0	0	1	0	6	1	1	5	1	4	2	3	0
SON	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
SIG									0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
VOR		0	2	0	3	1	8	0	1	1	6	2	1	7	1	1	3	1	0
ZOE								0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0

Tabelle 7: Ozon, 98-Perzentil der Einstundenmittelwerte (Spitzenbelastung), 1993–2008 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

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

Überschreitung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit (MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Der Trend der jährlichen Überschreitungen des Achtstundenmittelwertes von 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ist in Abbildung 11 dargestellt.

Das Jahr 2008 war in Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf und St. Sigmund durch die wenigsten Überschreitungen seit Beginn der Messung gekennzeichnet. Auf dem Sonnblick wies lediglich das Jahr 1991, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden das Jahr 1997 eine geringere Belastung auf.

Keine Messstelle zeigt einen statistisch signifikanten Trend. Die Trends sind sehr unterschiedlich, Sonnblick weist im Mittel eine Zunahme von 1,3 auf, Vorhegg eine Abnahme von 1,0 Überschreitungstagen pro Jahr.

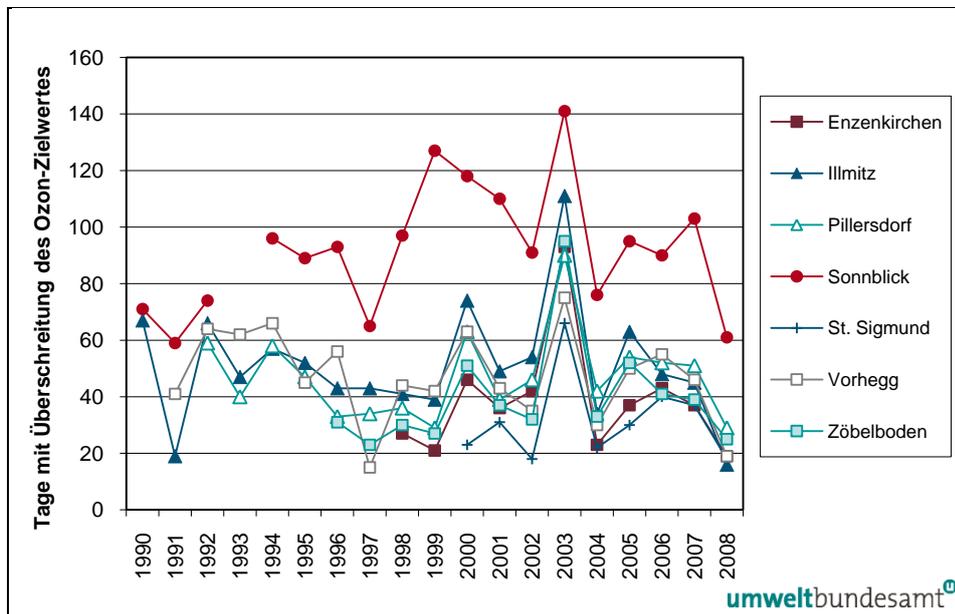


Abbildung 11: Ozon, Anzahl der Tage mit Überschreitung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit (MW8 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pro Jahr, 1990–2008.

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 1991–2008 in Abbildung 12 dargestellt.

Die AOT40-Werte des Jahres 2008 lagen an allen Messstellen deutlich unter dem Durchschnitt, in St. Sigmund und auf dem Sonnblick waren es die niedrigsten seit Beginn der Messung.

An keiner Messstelle weisen die AOT40-Werte einen statistisch signifikanten Trend auf. Die Trends sind sehr uneinheitlich, Enzenkirchen zeigt eine mittlere Abnahme der AOT40-Werte von 609 mg/m³.h pro Jahr, Pillersdorf eine mittlere Zunahme von 240 µg/m³.Jahr.

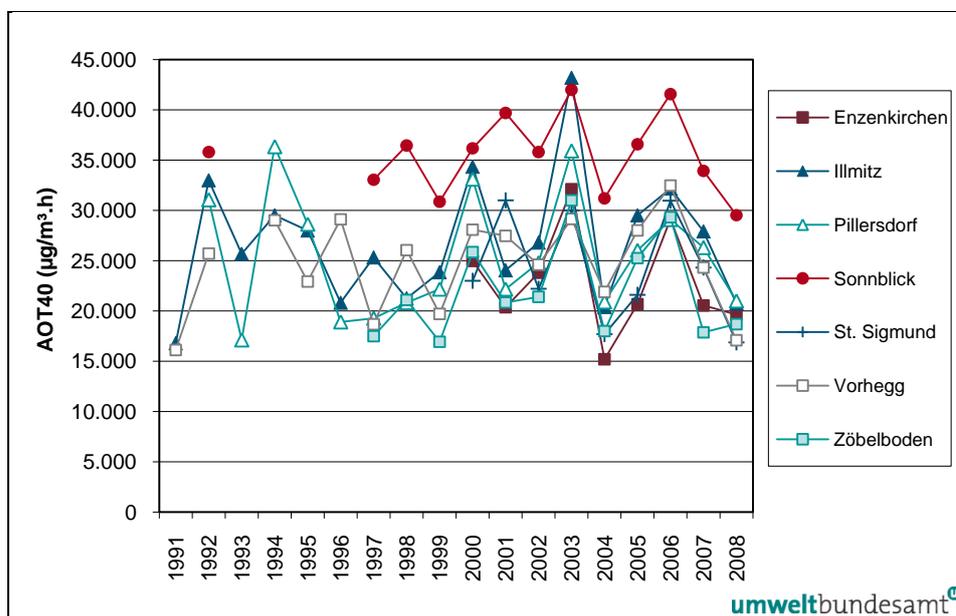


Abbildung 12: Ozon, AOT40-Werte gemäß Ozonrichtlinie pro Jahr, 1991–2008 (in µg/m³.h).

Trend der Jahresmittelwerte

In Abbildung 13 und Tabelle 8 werden die Jahresmittelwerte der Ozonmessstellen des Umweltbundesamt für den Zeitraum 1990–2008 dargestellt.

Im langjährigen Vergleich wiesen alle Messstellen im Jahr 2008 unterdurchschnittliche Jahresmittelwerte auf.

Illmitz und Sonnblick zeigen im Zeitraum 1990–2008 einen statistisch signifikant (95 %-Signifikanzniveau) steigenden Trend (mittlerer Anstieg pro Jahr 0,2 bzw. 0,3 µg/m³); in Vorhegg beträgt die mittlere Zunahme (Signifikanzniveau 90 %) 0,6 µg/m³ pro Jahr.

Gegenüber Trendauswertungen früherer Perioden gehen sowohl die mittleren Anstiege der JMW als auch die statistische Signifikanz zurück, da seit 2006 alle Hintergrundmessstellen eine Abnahme der mittleren Ozonbelastung aufweisen.

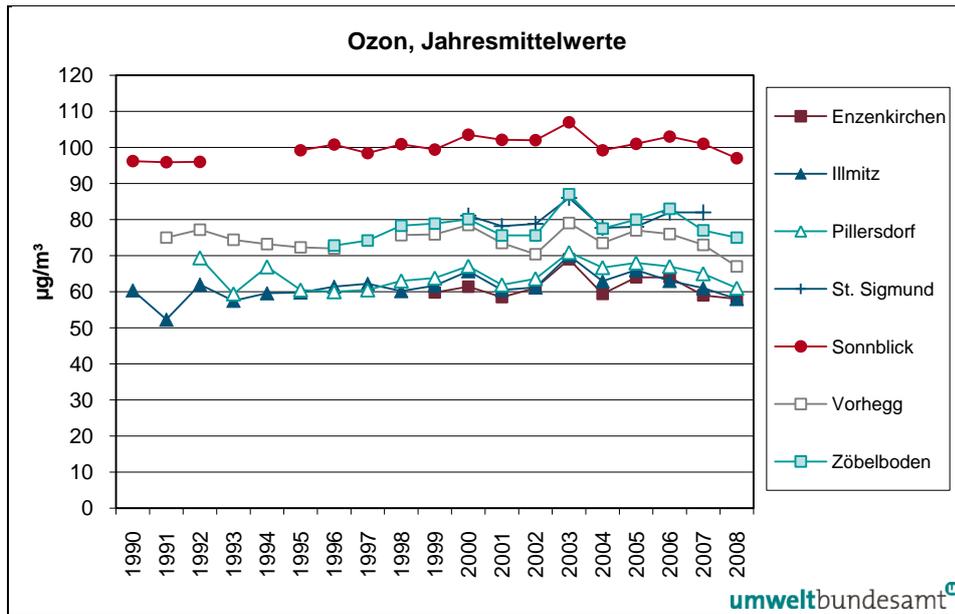


Abbildung 13: Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration, 1990–2008 (in µg/m³).

Tabelle 8: Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration, 1990–2008 (in µg/m³).

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
ENK										60	61	59	61	69	59	64	64	59	58
ILL	60	52	62	58	60	60	61	62	60	62	66	61	61	70	63	66	63	61	58
PIL			69	59	67	61	60	61	63	64	67	62	64	71	67	68	67	65	61
SIG											81	78	79	86	87	78	82	82	
SON	96	96	96			99	101	98	101	99	104	102	102	107	99	101	103	101	97
VOR		75	77	74	73	72	72		76	76	79	74	70	79	74	77	76	73	67
ZOE							73	74	78	79	80	76	76	87	78	80	83	77	75

3.3 PM10

3.3.1 PM10-Belastung im Jahr 2008

Die PM10-Konzentration wurde im Jahr 2008 an den Messstellen Enzenkirchen, Illmitz, Klösch, Pillersdorf, Ried im Zillertal, Vorhegg und Zöbelboden gemessen.

Die Grenzwerte des IG-L für PM10 – maximal 30 Tagesmittelwerte pro Kalenderjahr über 50 µg/m³ sowie 40 µg/m³ als Jahresmittelwert – wurden im Jahr 2008 an allen Messstellen eingehalten.

Tabelle 9 gibt die Monatsmittelwerte, den Jahresmittelwert, die Anzahl der Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ sowie den maximalen Tagesmittelwert des Jahres 2008 an. Abbildung 14 zeigt den Verlauf der Tagesmittelwerte der PM10-Konzentration.

Die höchste Belastung – sowohl bei der Zahl der Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, als auch beim Jahresmittelwert – wies die Messstelle Illmitz auf. Hier wurden 19 Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und ein Jahresmittelwert von $20,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert. An zweiter Stelle findet sich bei beiden Belastungsparametern Pillersdorf, gefolgt von Klöch und Enzenkirchen.

Die im Mittelgebirge gelegenen Messstellen Vorhegg und Zöbelboden weisen wesentlich geringere PM10-Belastungen auf.

Tabelle 9: Monats- und Jahresmittelwerte und maximaler TMW der PM10-Konzentration (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sowie Anzahl der Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2008.

	ENK	ILL	KLH	PIL	ZIL	VOR	ZOE
Jän. 08	21,2	32,0	27,8	28,0		3,7	4,3
Feb. 08	27,1	31,0	30,6	27,6		10,7	9,5
Mär. 08	14,7	13,9	15,6	14,9		5,6	6,9
Apr. 08	15,0	15,1	13,8	18,0		5,7	8,8
Mai 08	16,6	17,3	16,6	18,0		11,5	13,5
Jun. 08	16,2	16,2	16,5	17,3		9,5	11,0
Jul. 08	15,3	15,6	15,5			8,3	9,2
Aug. 08	12,5		15,2	14,3		9,2	8,3
Sep. 08	18,0	18,1	17,3	17,4	13,2	10,0	10,7
Okt. 08	19,4	26,5	25,4	23,5	16,7	11,3	9,5
Nov. 08	18,1	27,0	20,9	24,1	21,1	5,6	5,2
Dez. 08		21,1		21,8	27,5	4,3	6,5
TMW > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	6	19	10	15	1	0	2
JMW	17,4	20,8	19,4	20,3		7,9	8,6
Max. TMW	74,9	86,8	72,2	88,7	51,8	39,3	74,5

Die Messstellen in den Niederungen weisen einen ausgeprägten Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter auf, bedingt durch höhere Emissionen und ungünstigere Ausbreitungsbedingungen in Bodennähe während dieser Jahreszeit.

An den höher gelegenen Messstellen ist hingegen die PM10-Konzentration im Sommer höher, da im Winter Bodeninversionen den Transport belasteter Luft aus den Tälern auf die Berge meist unterbinden.

Die meisten Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fielen in die Wintermonate. Am 28. und 29.5.2008 wurden auf dem Zöbelboden Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beobachtet, die auf Ferntransport von Saharastaub aus Nordafrika zurückzuführen sind (BRUCKMANN et al. 2008, UMWELTBUNDESAMT 2009a).

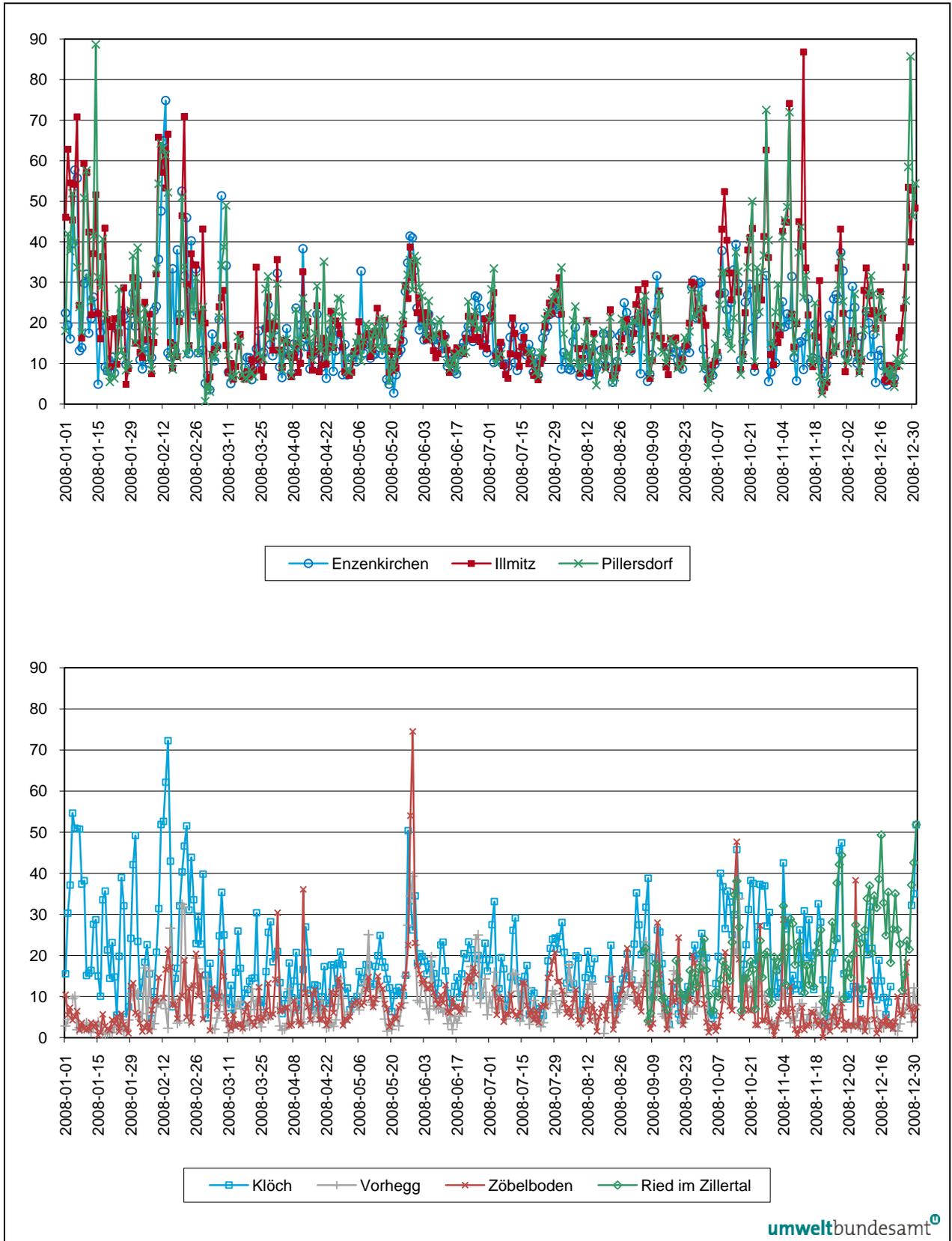


Abbildung 14: Tagesmittelwerte der PM₁₀-Konzentration an den Messstellen Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf (oben) sowie Klöch, Ried im Zillertal, Vorhegg und Zöbelboden (unten) im Jahr 2008 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Parallel zur gravimetrischen Messung wird die PM10-Konzentration in Illmitz, Enzenkirchen, Klöch, Pillersdorf, Ried i. Z. und Zöbelboden mittels kontinuierlich registrierender Geräte (Ried i. Z.: TEOM-FDMS, alle anderen: β -Absorption FH62I-R) erfasst. Diese Parallelmessung erlaubt anhand der Analyse des Zeitverlaufs sowie von Schadstoffwindrosen und mittleren Tagesgängen detaillierte Aussagen über die Herkunft der Schadstoffbelastung, als dies bei täglicher Auflösung möglich ist, und dient überdies dem Vergleich zweier unterschiedlicher Messverfahren. Im Anhang 8 sind Schadstoffwindrosen für PM10, gemessen mit kontinuierlichen Geräten, abgebildet. In Hinblick auf die Unterschiede der kontinuierlich erfassten PM10-Konzentrationen und der gravimetrisch aufgezeichneten Werte geben die im Anhang 8 dargestellten Konzentrationswerte eine qualitative Information über die Herkunft der PM10-Belastung bei bestimmten Windrichtungen nicht aber über das absolute Konzentrationsniveau.

3.3.2 Trend der PM10-Belastung

Die PM10-Messung wurde in Illmitz im Sommer 1999, in Vorhegg im Jänner 2000, auf dem Zöbelboden und in Pillersdorf im Mai 2003, in Enzenkirchen im Jänner 2004, in Klöch im Juni 2006 und in Ried im Zillertal im September 2008 begonnen, so dass Aussagen über einen Trend der PM10-Belastung nur eingeschränkt möglich sind.

An allen Messstellen wiesen die Jahre 2007 und 2008 eine sehr ähnliche PM10-Belastung auf, die deutlich niedriger war als in den Jahren davor (siehe Abbildung 15).

Die Anzahl der Tage über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (siehe Abbildung 16) weist noch stärkere Variationen von Jahr zu Jahr auf als der Jahresmittelwert, wobei die sehr seltenen Überschreitungen an den alpinen Messstellen Vorhegg und Zöbelboden wenig aussagekräftig sind. An den im außeralpinen Flach- und Hügelland gelegenen Messstellen wiesen die Jahre 2007 und 2008 die geringste Häufigkeit an Überschreitungen des Tagesmittelwerts von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Enzenkirchen ist 2004 nur beschränkt vergleichbar, da die Messung erst Ende Jänner begonnen wurde) auf.

Ausschlaggebend für die niedrige PM10-Belastung der Jahre 2007 und 2008 war das sehr warme und auch windige Wetter in den Wintermonaten.

Die österreichischen PM10-Emissionen (siehe Abbildung 15) veränderten sich zwischen 2000 und 2007 praktisch nicht, sie variierten, verglichen mit der Emissionsmenge von 2000, zwischen +4 % (2006) und –1 % (2007). Diese Variation könnte damit zusammenhängen, dass die mit der Heizenergieproduktion verbundenen Emissionen im kalten Winter Anfang 2006 höher, im milden Winter Anfang 2007 niedriger waren.

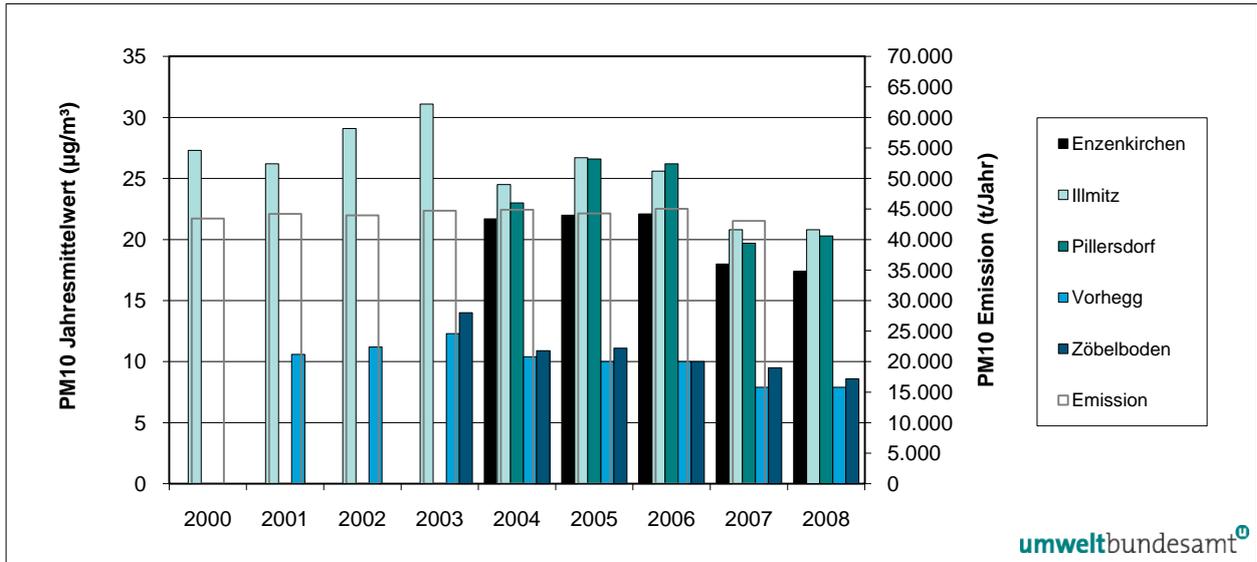


Abbildung 15: Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration, 2000–2008 (in µg/m³).

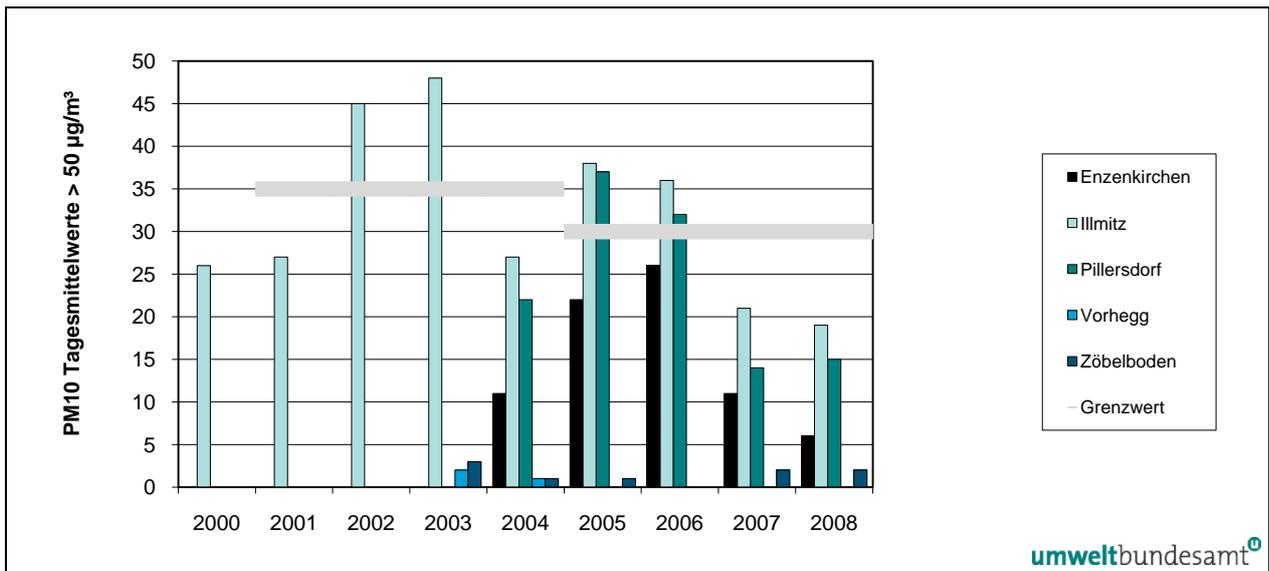


Abbildung 16: PM10, Anzahl der Tagesmittelwerte über 50 µg/m³, 2000–2008 (Enzenkirchen ab 29.01.2004.).

Die Unterschiede der PM10-Belastung von Jahr zu Jahr sind im Wesentlichen auf meteorologische Faktoren zurückzuführen: 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 vor allem die meteorologischen Bedingungen in den Wintermonaten von Bedeutung, speziell für die Überschreitungshäufigkeit von 50 µg/m³ als TMW, da diese Überschreitungen ganz überwiegend im Winterhalbjahr auftreten. Häufige Hochdruckgebiete mit Advektion kontinentaler Kaltluft, die einerseits mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen verbunden ist, andererseits aus Regionen mit hohen Emissionen von PM10 und von Vorläufersubstanzen sekundärer anorganischer Aerosole

kommen kann, waren u. a. im Winter 2005/06 für sehr hohe PM10-Belastungen verantwortlich. Demgegenüber war der Winter 2006/07 von sehr häufigen Westwetterlagen gekennzeichnet, die mit Advektion ozeanischer Luftmassen, günstigen Ausbreitungsbedingungen und geringem Ausmaß von Ferntransport verbunden sind.

Wie die Verteilung der TMW über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf die einzelnen Monate am Beispiel Illmitz in Tabelle 10 zeigt, wiesen in den Jahren 2002, 2003, 2005 und 2006 vor allem die ersten drei Monate sehr hohe Überschreitungshäufigkeiten auf. Besonders hoch belastet waren der Februar und der März 2003 mit zusammen 25 Überschreitungstagen sowie der Februar und März 2005 mit 19 Überschreitungstagen. Der sehr kalte Winter 2002/03 begann bereits mit 14 Überschreitungen im Dezember; der bislang am höchsten belastete Monat war der Jänner 2006 (18 TMW über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Der Winter 2006/07 war der wärmste der letzten Jahrzehnte, insgesamt traten in Illmitz von Oktober bis März (= Wintermittelwert, WMW) nur 14 Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf.

Der Winter 2007/08 war nicht ganz so mild und wies immerhin 28 TMW über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf, allerdings wurde der letzte bereits am 21.2. registriert. Lediglich während einer fünftägigen Episode von 10. bis 14.2.2008 traten durchgehend und großflächig im Osten Österreichs Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf. Besonders niedrig war die PM10-Belastung im Dezember 2008, der sich ebenfalls durch überdurchschnittliche Temperaturen sowie durch häufige Föhn- und Tiefdruckwetterlagen auszeichnete. Auch im März 2008 war die PM10-Konzentration sehr gering; dieser Monat wies durchschnittliche Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse, aber sehr häufig Tiefdruck- und Nordwestwetterlagen auf.

Tabelle 10: PM10, Anzahl der TMW über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Monat in Illmitz, 2000–2008.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Jän.	12	12	10	7	8	2	18	3	7
Feb.	1		8	13	4	11	5	3	6
März	3	1	5	12	3	8	5		
April	1		2	3	1	1			
Mai				2					
Juni									
Juli						1			
Aug.		1	3		1				
Sept.	1								
Okt.	3	8	1	1		2	3	2	2
Nov.		1	2	3	5	11	1	2	2
Dez.	5	4	14	7	5	2	4	11	2
Summe	26	27	45	48	27	38	36	21	19

3.4 PM2,5 und PM1

Die Konzentration von PM2,5 und PM1 wird in Illmitz erfasst. Die Monats- und Jahresmittelwerte der Konzentration von PM10, PM2,5 und PM1 sowie des Verhältnisses der Konzentrationen der PM-Fractionen in Illmitz für 2008 sind in Tabelle 11 zusammengestellt.

Tabelle 11: Monats- und Jahresmittelwerte der Konzentration von PM10, PM2,5 und PM1 sowie Verhältnis der Konzentrationen der PM-Fractionen in Illmitz im Jahr 2008 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	PM10	PM2,5	PM1	PM2,5/PM10	PM1/PM10
Jän. 08	32,0	28,6	16,9	0,81	0,60
Feb. 08	31,0	26,5	16,9	0,81	0,60
März 08	13,9	11,7	8,9	0,80	0,62
April 08	15,1	12,4	9,2	0,71	0,56
Mai 08	17,3	12,0	9,7	0,71	0,55
Juni 08	16,2	12,1	9,9	0,72	0,59
Juli 08	15,6	11,5	9,6	0,75	0,58
Aug. 08	v	10,3	8,1	0,76	0,60
Sep. 08	18,1	13,6	10,2	0,70	0,53
Okt. 08	26,5	20,5	12,5	0,78	0,57
Nov. 08	27,0	22,0	11,6	0,80	0,53
Dez. 08	21,1	16,2	13,3	0,86	0,50
JMW	20,8	16,4	11,4	0,80	0,58

v..... Verfügbarkeit zu gering

Abbildung 17 zeigt die Monatsmittelwerte der Konzentrationen der einzelnen PM-Fractionen in Illmitz im Jahr 2008 (aufgrund von Ausfällen lässt sich kein PM10-Monatsmittelwert im August angeben), Abbildung 18 den Verlauf der Tagesmittelwerte.

Der PM2,5-Anteil am PM10 beträgt im Jahresmittel 80 % (mehrfähriges Mittel: 78 %), der PM1-Anteil 58 %. Diese Relativanteile variieren im Jahresverlauf deutlich, wobei in der Regel im Winter die PM2,5-Anteile höher sind als im Sommer. Die PM1-Anteile zeigen kein derart klares jahreszeitliches Verhalten.

Im Jahr 2008 zeichneten sich Jänner, Februar, Oktober und November durch sehr hohe Anteile der Fraktion zwischen PM1 und PM2,5 aus. Der Dezember 2008 wies nicht nur eine ungewöhnlich niedrige PM10-Gesamtkonzentration, sondern auch einen sehr niedrigen PM2,5/PM1-Anteil auf.

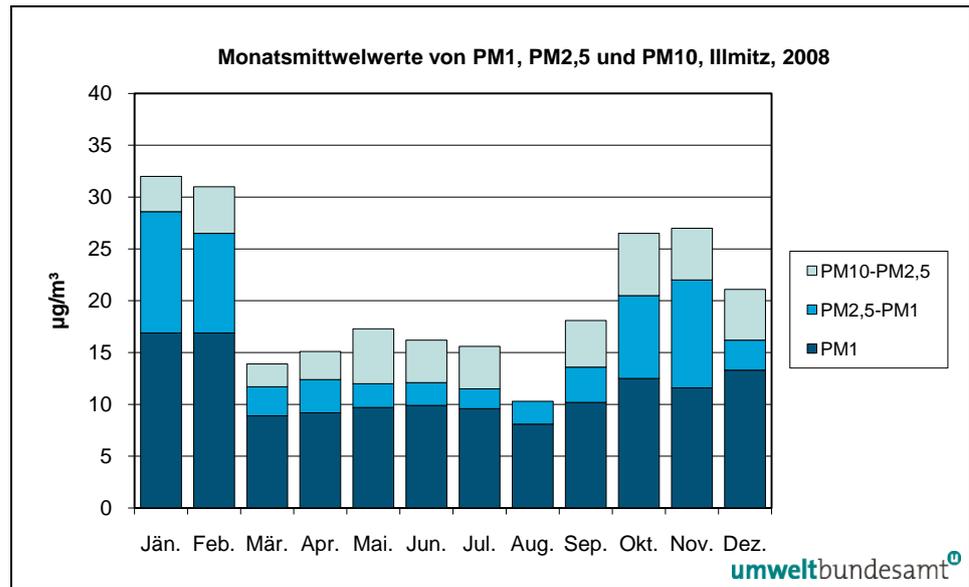


Abbildung 17: Monatsmittelwerte der Konzentrationen der PM-Fractionen in Illmitz im Jahr 2008 (in µg/m³).

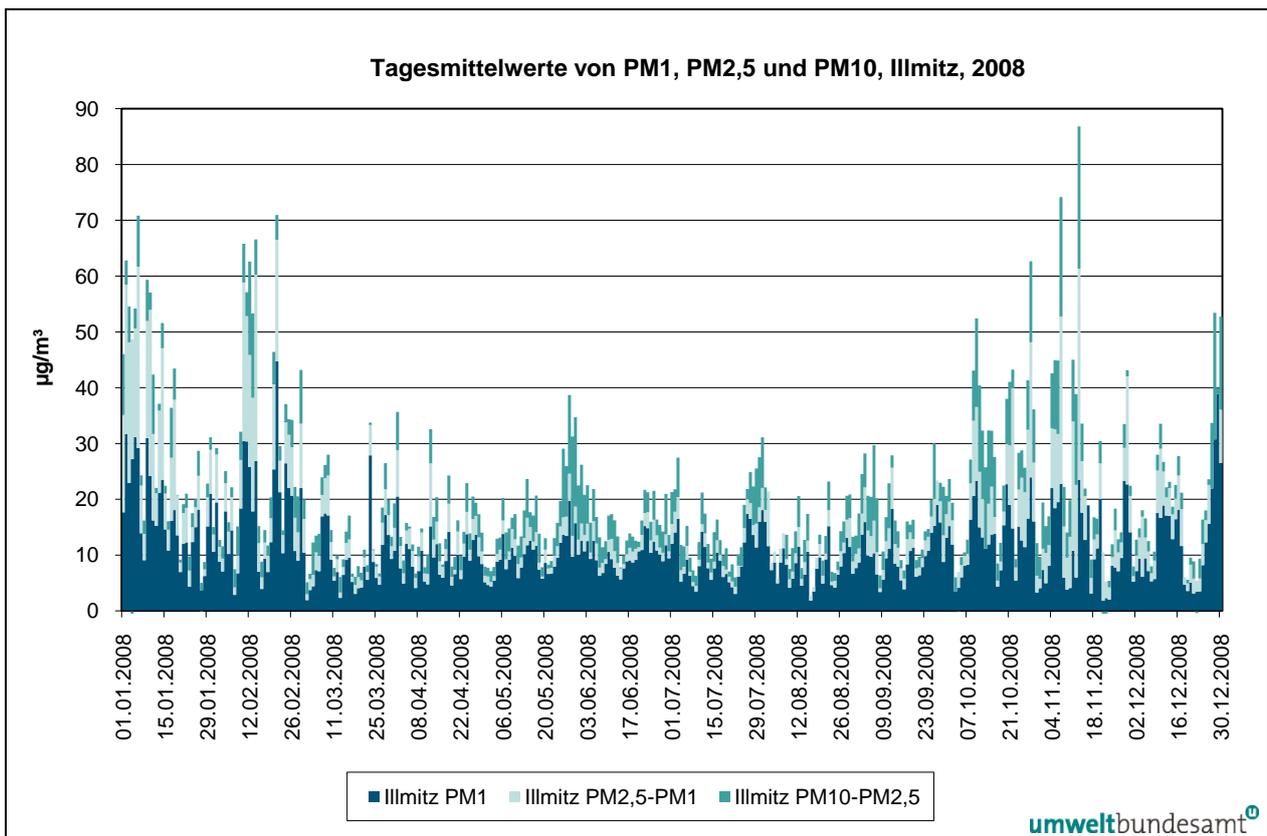


Abbildung 18: Verlauf der Tagesmittelwerte der Konzentration von PM10/PM2,5, PM2,5/PM1 und PM1 in Illmitz im Jahr 2008 (in µg/m³).

3.4.1 Trend der PM2,5- und PM1-Konzentration in Illmitz

Die Entwicklung des Jahresmittelwertes des PM2,5/PM10- bzw. PM1/PM10-Anteils in Illmitz ist in Tabelle 12 dargestellt. Diese Verhältniszahlen weisen über die Jahre praktisch keine Variation auf, der PM2,5-Anteil am PM10 variiert im Jahresmittel zwischen 77 und 80 %, der PM1-Anteil zwischen 57 und 61 %.

Abbildung 19 zeigt die Monatsmittelwerte der Konzentration der Fraktionen PM1, PM2,5–PM1 sowie PM10–PM2,5 in Illmitz.

Tabelle 12: Jahresmittelwerte des PM2,5/PM10- bzw. PM1/PM10-Verhältnisses in Illmitz, 2001–2008 (in Prozent).

	PM2,5/PM10	PM1/PM10
2001	78 %	
2003	79 %	
2003	77 %	58 %
2004	77 %	59 %
2005	80 %	61 %
2006	78 %	58 %
2007	77 %	57 %
2008	80 %	58 %

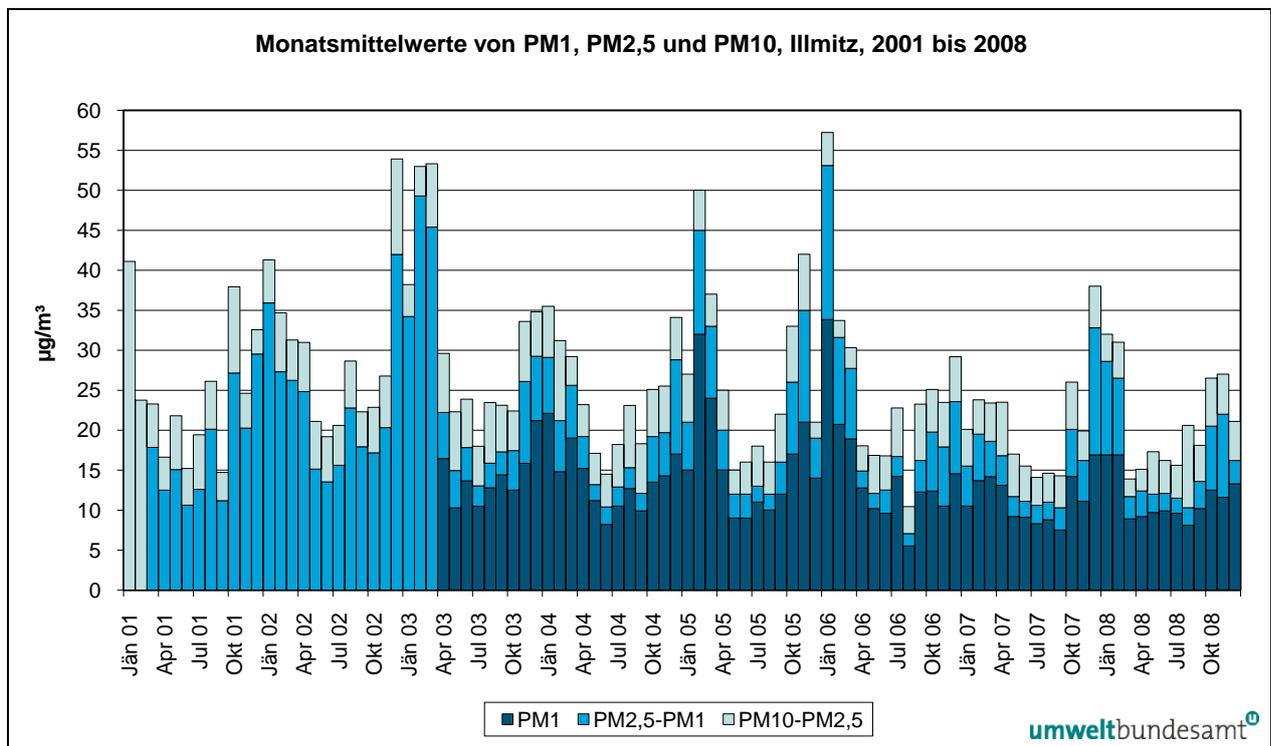


Abbildung 19: Monatsmittelwerte der Konzentration der Fraktionen PM1, PM2,5–PM1 sowie PM10–PM2,5 in Illmitz, 2001–2008 (in µg/m³).

3.5 Stickstoffoxide

Die Grenzwerte des IG-L für NO₂ zum Schutz der menschlichen Gesundheit (HMW 200 µg/m³, JMW 30 µg/m³) sowie der Grenzwert für NO_x zum Schutz der Vegetation (30 µg/m³) wurden im Jahr 2008 an allen Messstellen des Umweltbundesamt eingehalten.

Die Monats- und Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration, die JMW für NO und NO_x sowie die maximalen Halbstunden- und Tagesmittelwerte der NO₂-Konzentration des Jahres 2008 sind in Tabelle 13, der Verlauf der Monatsmittelwerte für NO₂ ist in Abbildung 20 angegeben.

Tabelle 13: Monats- und Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration, Jahresmittelwert der NO-Konzentration (in µg/m³), Jahresmittelwert der NO_x-Konzentration (in µg NO₂/m³) sowie maximale Halbstunden- und Tagesmittelwerte der NO₂-Konzentration (in µg/m³) im Jahr 2008.

	ENK	ILL	KLH	PIL	ZIL	SIG	SON	VOR	ZOE
Jän. 08	18,3	12,7	14,8	14,3		2,3		3,0	5,0
Feb. 08	15,9	14,0	10,7	12,1		3,3	1,5	5,3	7,6
Mär. 08	8,9	7,6	6,3	8,5		3,6	2,3	4,0	6,1
Apr. 08	8,3	7,7	4,7	9,8		3,5	2,8	3,4	6,1
Mai 08	4,8	6,2	3,3	6,9		3,3	2,1	2,7	3,8
Jun. 08	5,5	4,6	2,8	5,4		2,9	2,5	2,2	4,0
Jul. 08	6,8	4,0	2,7	5,0		2,6	1,9	2,2	3,5
Aug. 08	7,5	3,5	2,5	5,8		2,6	1,8		3,3
Sep. 08	9,2	6,6	4,1	7,2	12,6	3,3	2,2	3,1	4,4
Okt. 08	16,0	10,7	9,4	12,5	14,4		1,8	4,2	6,0
Nov. 08	18,5	9,8	9,8	12,8	23,3		1,3	3,7	5,7
Dez. 08	17,4	11,2	13,3	12,7	33,7		2,0		8,7
NO₂ JMW	11,5	8,2	7,1	9,4			2,0	3,4	5,4
NO JMW	1,8	0,7	1,5	0,6			0,1	0,3	0,3
NO_x JMW	14,3	9,3	9,4	10,2			2,2¹²	3,9	5,8
NO₂ max. TMW	41,7	33,9	29,2	30,2	50,2	15,9	9,5	15,2	38,1
NO₂ max. HMW	64,0	66,4	62,3	58,6	84,8	56,5	20,1	28,8	46,1

Wie in den früheren Jahren wies Enzenkirchen im oberösterreichischen Alpenvorland im Jahresmittel 2008 die höchste NO₂- und NO_x-Belastung auf, gefolgt von Pillersdorf und Illmitz; etwas niedriger ist die mittlere NO₂- und NO_x-Konzentration in Klöch im oststeirischen Alpenvorland.

Deutlich niedrigere Belastungen registrierten die alpinen Messstellen, wobei Zöbelboden bei etwa gleicher Höhenlage ein deutlich höheres Belastungsniveau aufweist als Vorhegg. Dieser Unterschied kann auf die wesentlich höheren NO_x-Emissionen im weiteren „Einzugsgebiet“ der Messstelle Zöbelboden – d. h. im oberösterreichischen Alpenvorland – zurückgeführt werden, verglichen mit dem Gailtal unterhalb von Vorhegg.

¹² NO_y: Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen in ppb.

In den Jahresgängen der NO₂-Monatsmittelwerte spiegelt sich der unterschiedliche Einfluss von Ausbreitungsbedingungen und Transportprozessen wider. Die außeralpinen Messstellen zeigen die höchsten NO₂-Konzentrationen im Winter (wobei der Jänner 2008 im Osten Österreichs vergleichsweise günstige Ausbreitungsbedingungen aufwies). An den alpinen Messstellen wird das Belastungsniveau von Transport aus dem außeralpinen Raum bzw. aus den Tälern bestimmt, so dass z. B. Februar und Dezember 2008 mit relativ windigem Wetter hohe NO₂-Belastungen aufwiesen.

Für die hohe NO₂-Belastung in Ried in Zillertal tragen im Winter neben den hohen Emissionen vor allem die ungünstigen Ausbreitungsbedingungen mit sehr niedrigen Windgeschwindigkeiten bei.

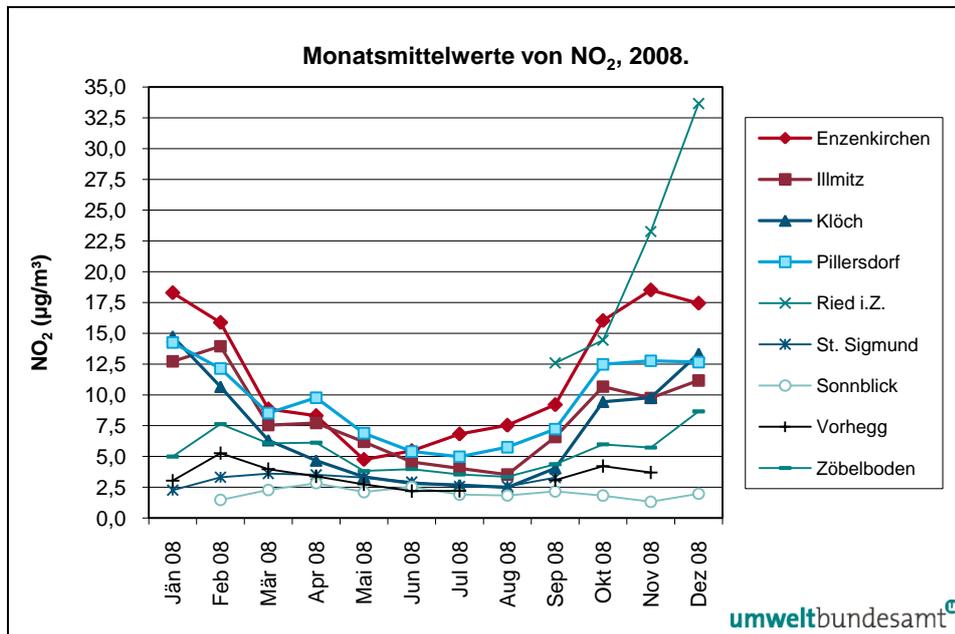


Abbildung 20: Monatsmittelwerte der NO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen des Umweltbundesamt im Jahr 2008 (in µg/m³).

Die Schadstoffwindrosen der NO₂-Konzentration (sowie von NO_y am Sonnblick) sind in Anhang 8 angegeben. Sie zeigen zumeist eine relativ geringe Abhängigkeit der mittleren NO₂-Belastung von der Windrichtung, lassen aber darüber hinaus die Hauptquellgebiete erhöhter NO₂-Belastung erkennen. Diese liegen in Enzenkirchen sowohl im Osten als auch im Westen im Alpenvorland. In Illmitz erweist sich die Region Wien als Herkunftsgebiet erhöhter NO₂-Belastung; höhere Konzentrationen treten bei Advektion aus Bratislava, allerdings nur bei sehr seltenem Nordostwind, auf. In Pillersdorf zeichnen sich sowohl Mähren als auch das niederösterreichische Alpenvorland als Herkunftsgebiete erhöhter Belastung ab.

An den Messstellen im Mittelgebirge ist jeweils Wind aus dem Tal mit erhöhter NO₂-Belastung verbunden: in St. Sigmund Transport aus dem Inntal, in Vorhegg aus dem Gailtal, auf dem Zöbelboden aus dem Ennstal bzw. dem oberösterreichischen Alpenvorland.

3.5.1 NO_y auf dem Sonnblick

Auf dem Sonnblick wird seit Ende November 2005 die Konzentration von NO_y (Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen) gemessen¹³. Eine spezifische Messung von NO₂ bzw. NO_x (Summe aus NO und NO₂) ist hier mit einem kontinuierlichen Messgerät nicht möglich; die erfassten oxidierten Stickstoffverbindungen umfassen neben NO und NO₂ u. a. auch Salpetersäure, Peroxiacetylnitrat (PAN) und N₂O₅, d. h. Verbindungen, welche durch fortschreitende Oxidation von NO₂ in der Atmosphäre gebildet werden (ZELLWEGER et al. 2000).

Die NO_y-Konzentration zeigt auf dem Sonnblick sehr starke zeitliche Variationen, wobei erhöhte NO_y-Werte in der Regel mit hohen CO- und CO₂-Konzentrationen und niedrigeren Ozon-Konzentrationen korrelieren. Dabei ist die Variabilität der NO_y-Belastung wesentlich höher als jene von CO und CO₂.

Verantwortlich für erhöhte NO_y-Konzentrationen sind Transportprozesse aus niedrigeren Atmosphärenschichten, wobei Advektion aus den unmittelbar angrenzenden Tälern, aus den größeren inneralpinen Tälern (Salzach-, Möll- und Drautal) sowie aus dem außeralpinen Raum zusammenwirken (KAISER et al. 2007, SCHEIFINGER & KAISER 2007).

Abbildung 21 zeigt beispielhaft den Verlauf der Konzentration von NO_y, CO und Ozon vom 17. bis 20.12.2008 (CO ist in der Einheit 10 ppb angegeben, damit die Werte mit der Achse für Ozon kompatibel sind).

Bei ungestörten Verhältnissen liegt die NO_y-Konzentration um 0,5 ppb, die CO-Konzentration um 0,13 ppm. Am 17.12. bestimmte ein Tiefdruckgebiet mit Kern über dem westlichen Mittelmeer das Wetter in den Alpen, über dem westlichen Mitteleuropa näherte sich eine ausgedehnte Kaltfront von Nordwesten. Zunächst wehte auf dem Sonnblick Südsüdwestwind mit ca. 10 m/s, der um 14:00 auf Nordost wechselte und abflaute. Der rasche Anstieg der NO_y- und CO-Konzentration um 22:00 war mit einem Auffrischen des Nordostwindes verbunden und markiert zusammen mit dem raschen Einbruch der Ozonkonzentration die Advektion bodennaher Luftmassen auf den Gipfel des Sonnblicks. Nordost- bis Nordwind hielt in den folgenden Tagen an, wobei in unterschiedlichem Ausmaß Luft aus bodennahen Schichten nördlich der Alpen an die Messstelle transportiert wurde.

Am 20.12. drehte der Wind über Nord mehr auf Nordwest und es wurde wärmer. Ab 8:00 wurde auf dem Sonnblick wieder eine für die freie Troposphäre repräsentative Schadstoffkonzentration erfasst.

¹³ NO_y: Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen. NO_y wird in der Einheit ppb angegeben; da es sich um die Summe zahlreicher chemischer Verbindungen mit unterschiedlichem Molekulargewicht handelt, ist eine Umrechnung in µg/m³ nicht möglich.

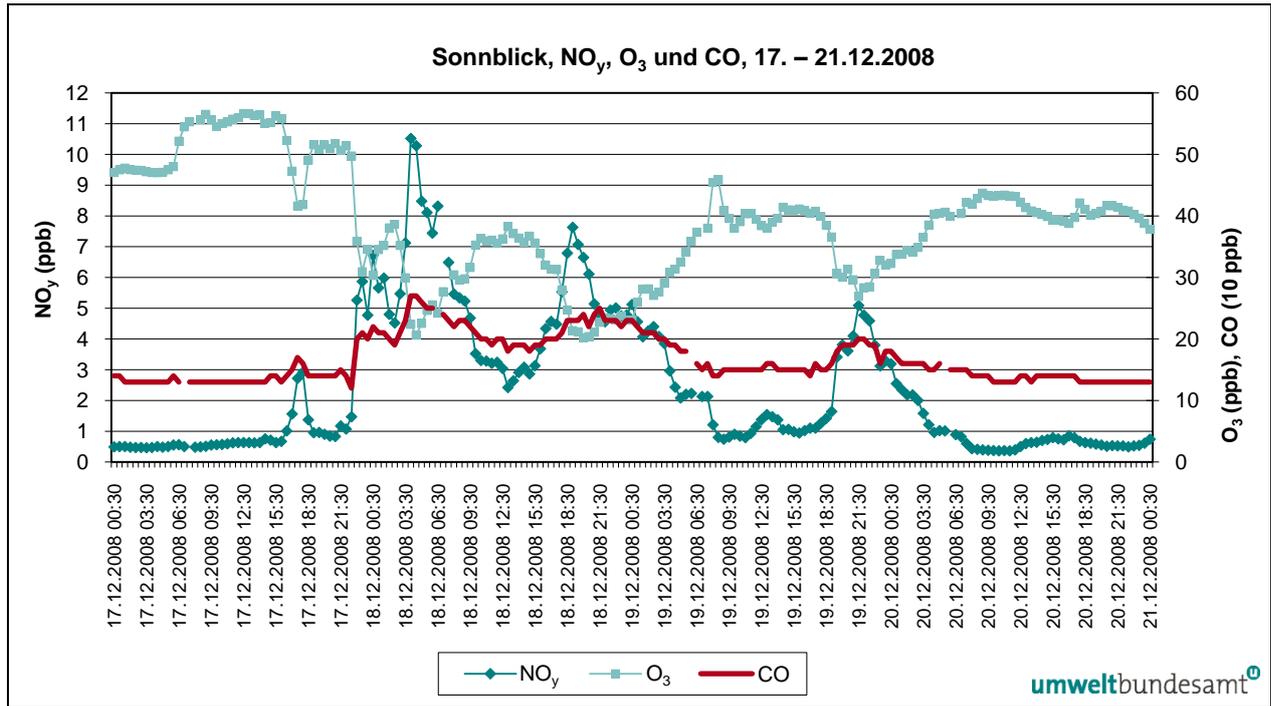


Abbildung 21: NO_y-, CO- und Ozon-Konzentration am Sonnblick, 17. bis 20.12.2008 (in ppb).

3.5.2 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 Umweltbundesamt von 1994 bis 2008 sowie die jährlichen NO_x-Emissionen Österreichs (siehe UMWELTBUNDESAMT 2008b, 2009c); Tabelle 14 gibt die Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration an.

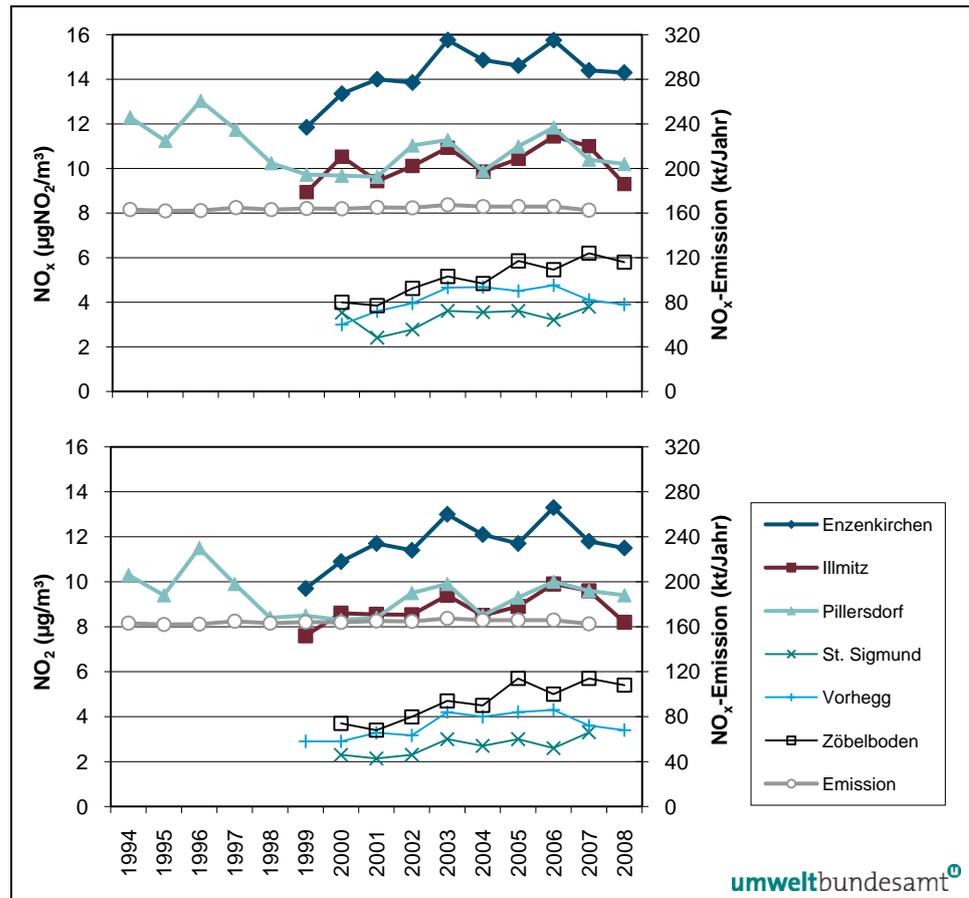


Abbildung 22: Jahresmittelwerte der NO_x- (oben) und der NO₂-Konzentration (unten) sowie jährliche NO_x-Emissionen Österreichs (ohne Kraftstoffexport), 1994–2008 (in µg/m³).

Tabelle 14: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen, 1994–2008 (in µg/m³) und NO_x-Emissionen Österreichs (in kt) 1994–2007.

	ENK	ILL	PIL	SIG	VOR	ZOE	Emission
1994			10,3				163
1995			9,4				162
1996			11,5				162
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	2,3	2,9	3,7	164
2001	11,7	8,6	8,4	2,1	3,3	3,4	165
2002	11,4	8,5	9,5	2,3	3,2	4,0	165
2003	13,0	9,4	9,9	3,0	4,2	4,7	165
2004	12,1	8,5	8,5	2,7	4,0	4,5	166
2005	11,7	8,9	9,3	3,0	4,2	5,7	166
2006	13,3	9,9	10,0	2,6	4,3	5,6	166
2007	11,8	9,6	9,6	3,3	3,6	5,7	163
2008	11,5	8,2	9,4		3,4	5,4	

Die NO_2 - bzw. NO_x -Konzentration nahm im Verlauf der Neunzigerjahre in Pillersdorf und – soweit die ab 1998 vorliegenden Daten eine Aussage zulassen – auf der Stolzalpe¹⁴ ab. Die Variationen der NO_2 - bzw. NO_x -Konzentration in Pillersdorf bis 1996 lassen sich weitgehend auf die Veränderung der Emissionen in Tschechien, die Ausbreitungsbedingungen und das Ausmaß grenzüberschreitenden Transports zurückführen (UMWELTBUNDESAMT 2006).

Zwischen 1999 und 2006 – auf dem Zöbelboden und in St. Sigmund bis 2007 – stiegen die NO_2 - bzw. NO_x -Konzentrationen an allen Hintergrundmessstellen unregelmäßig an, im Mittelgebirge noch ausgeprägter als im außeralpinen Raum und bei NO_x etwas deutlicher als bei NO_2 . Danach nahmen die NO_2 - und die NO_x -Konzentration wieder ab, wobei die geringen mittleren Konzentrationen 2007 und 2008 mit den vergleichsweise günstigen Ausbreitungsbedingungen im Winter erklärt werden können.

Die mittlere NO_2 - bzw. NO_x -Konzentration entwickelt sich damit deutlich anders als die NO_x -Emissionen Österreichs, welche über den dargestellten Zeitraum ziemlich konstant bei ca. 165 kt lagen. Die gesamteuropäischen Emissionen gingen leicht zurück.

Die Variationen von Jahr zu Jahr lassen sich zumindest teilweise auf die unterschiedlichen meteorologischen Gegebenheiten zurückführen. Im außeralpinen Raum wiesen die Jahre 2003 und 2006 die höchsten NO_2 - bzw. NO_x -Konzentrationen auf, was auf die ungünstigen Ausbreitungsbedingungen – die auch zu überdurchschnittlichen PM_{10} -Konzentrationen führten – zurückzuführen ist (siehe Kapitel 3.3.2).

Der u. a. in UMWELTBUNDESAMT (2008a) dokumentierte Anstieg der primären NO_2 -Emissionen des Kfz-Verkehrs und damit des NO_2/NO_x -Verhältnisses an emittentennahen Standorten kann nicht für den Anstieg der NO_2 - bzw. NO_x -Konzentrationen an allen Hintergrundmessstellen verantwortlich sein, da sich diese Veränderung der Emissionen v. a. an verkehrsnahen Messstellen und nur bei NO_2 , nicht aber bei NO_x nachweisen lässt. Das mittlere NO_2/NO_x -Verhältnis – das mit sinkender NO_x -Belastung tendenziell steigt – ist über die letzten Jahre sehr konstant. Aufgrund der Emittentenferne der Hintergrundmessstellen wird es nicht von den primären NO_2 -Emissionen, sondern von der Photochemie und dem Zusammenspiel mit Ozon bestimmt.

Auch die Entwicklung der NO_x -Emissionen im benachbarten Ausland erklärt nicht den steigenden Trend der Hintergrundbelastung in ganz Österreich, da die NO_x -Emissionen in den nördlichen und östlichen Nachbarländern Österreichs ebenfalls – teilweise stärker als in Österreich – zurückgegangen sind.

Eine mögliche Erklärung der steigenden NO_2 - bzw. NO_x -Konzentration an den Hintergrundmessstellen dürfte ein Anstieg der NO_x -Emissionen im ländlichen Raum sein, der mit der Zunahme des Straßenverkehrs zusammenhängt und von der Entwicklung der gesamtösterreichischen NO_x -Emissionen überdeckt wird.

¹⁴ Umweltbundesamt-Messstelle, die von 16.11.1991 bis 25.04.2006 in Betrieb war.

3.6 Schwefeldioxid

Die Grenzwerte gem. Anlage 1 IG-L zum Schutz der menschlichen Gesundheit für Schwefeldioxid sowie die Grenzwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation (TMW 120 bzw. HMW 200 µg/m³) wurden 2008 an allen Messstellen des Umweltbundesamt deutlich unterschritten.

Der höchste Halbstundenmittelwert wurde mit 46 µg/m³ in Illmitz gemessen, dort trat mit 23 µg/m³ auch der höchste Tagesmittelwert auf. Den höchsten Jahres- und Wintermittelwert registrierte mit 1,8 bzw. 2,8 µg/m³ die Messstelle Pillersdorf.

Die Monats- und Jahresmittelwerte für 2008, der Wintermittelwert (Oktober 2006 bis März 2008) sowie die maximalen Halbstundenmittelwerte und maximalen Tagesmittelwerte 2008 sind in Tabelle 15 zusammengestellt.

Tabelle 15: Monats- und Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen 2008, Wintermittelwert 2006/08 sowie maximaler Halbstundenmittelwert und maximaler Tagesmittelwert 2008 (in µg/m³).

	ENK	ILL	PIL	SIG	VOR	ZOE
Jän. 08	1,6	3,0	3,6	0,2	0,4	0,6
Feb. 08	1,7	1,6	2,4	0,1	0,6	0,8
Mär. 08	0,9	0,8	1,4	0,1	0,4	0,5
Apr. 08	0,8	1,0	1,5	0,1	0,2	0,4
Mai 08	1,1	1,3	1,5	0,1	0,3	0,4
Jun. 08	0,7	0,9	1,1	0,1	0,1	0,3
Jul. 08	0,9	0,8	1,0	0,2	0,1	0,3
Aug. 08	1,0	0,9	0,9	0,2	0,2	0,2
Sep. 08	1,3	1,5	1,5	0,2	0,2	0,4
Okt. 08	0,7	0,7	1,4		0,3	0,2
Nov. 08	0,9	1,4	2,4		0,3	0,4
Dez. 08	1,0	2,2	3,3		0,4	0,9
JMW 2008	1,1	1,3	1,8		0,3	0,5
WMW 07/08	1,3	2,2	2,8	0,2	0,5	0,7
Max. TMW	7,2	23,1	20,4	0,5	3,0	2,7
Max. HMW	14,8	45,5	37,4	3,1	8,2	5,2

Die Schadstoffwindrosen (siehe Anhang 8) zeigen – wie in den letzten Jahren – den dominierenden Beitrag von Transport aus dem Sektor Nordost bis Südost zur SO₂-Belastung im Norden und Osten Österreichs. Darin spiegelt sich der starke Einfluss von SO₂-Quellen in Tschechien und der Slowakei auf die SO₂-Belastung im außeralpinen Raum wider; darüber hinaus spielen in Illmitz möglicherweise Emissionen aus Schwechat eine Rolle. In Illmitz war der Transport aus dem Südosten und Nordosten etwas stärker als in den letzten Jahren, in Pillersdorf war Transport von Ostsüdost – vermutlich aus der Slowakei – deutlich ausgeprägter als von Nordosten, von wo in den letzten Jahren die höchsten SO₂-Belastungen kamen. Auch an der nordalpinen Messstelle Zöbelboden ist – bei sehr viel niedrigerem Belastungsniveau – Advektion aus Nord bis Ost mit erhöhter SO₂-Belastung verbunden.

3.6.1 Trend der Schwefeldioxidbelastung

Die SO₂-Belastung nahm an den österreichischen Hintergrundmessstellen zwischen 1990 und 2000 stark ab, wie Tabelle 16 und Abbildung 23 zeigen. Von Beginn der SO₂-Messung in Illmitz 1978 bis in die frühen Neunzigerjahre blieb die SO₂-Belastung – bei starken Variationen von Jahr zu Jahr – auf einem hohen Niveau von 16 bis 25 µg/m³ als Jahresmittelwert. Im Verlauf der Neunzigerjahre war – bei weiterhin starken Schwankungen von Jahr zu Jahr, welche im Wesentlichen durch die meteorologischen Verhältnisse bedingt waren – ein Rückgang der SO₂-Jahresmittelwerte auf etwa ein Fünftel jenes Niveaus zu beobachten, das um 1990 gemessen wurde. Seit 2000 ist die SO₂-Belastung an den Hintergrundmessstellen relativ konstant; die Variation von Jahr zu Jahr ist vor allem auf die unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen zurückzuführen. Relativ hohe SO₂-Werte traten 2003 und 2006 auf, relativ niedrige 2004, 2007 und 2008. Das Jahr 2008 wies bisher die niedrigste Belastung überhaupt auf, wofür auch ein weiterer leichter europaweiter Rückgang der SO₂-Emissionen verantwortlich sein dürfte.

Tabelle 16: Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration (in µg/m³) sowie SO₂-Emission Österreichs (in kt/Jahr), 1987–2008.

	ENK	ILL	PIL	SIG	VOR	ZOE	Emission
1987		16,3					
1988		18,0					
1989		17,2					92
1990		21,4					74
1991		24,8					71
1992		19,2			5,2		54
1993		17,0	18,6		3,8		53
1994		7,3	12,0		3,3		47
1995			9,3		2,9		47
1996			16,2				44
1997		8,8	10,4				40
1998			5,3				35
1999	1,8	3,2	4,3		1,4		33
2000	1,6	3,0	3,4	0,6	0,7	0,7	31
2001	1,9	3,1	3,0	0,3	0,6	0,6	32
2002	1,9	2,9	3,3	0,3	0,6	0,5	31
2003	2,3	3,3	3,5	0,3	0,8	1,1	32
2004	1,4	2,1	2,4	0,3	0,6	0,6	28
2005	1,7	2,3	3,0	0,3	0,6	0,9	27
2006	2,1	2,7	3,5	0,3	0,6	0,9	29
2007	1,2	1,8	2,1	0,2	0,4	0,7	26
2008	1,1	1,3	1,8		0,3	0,5	

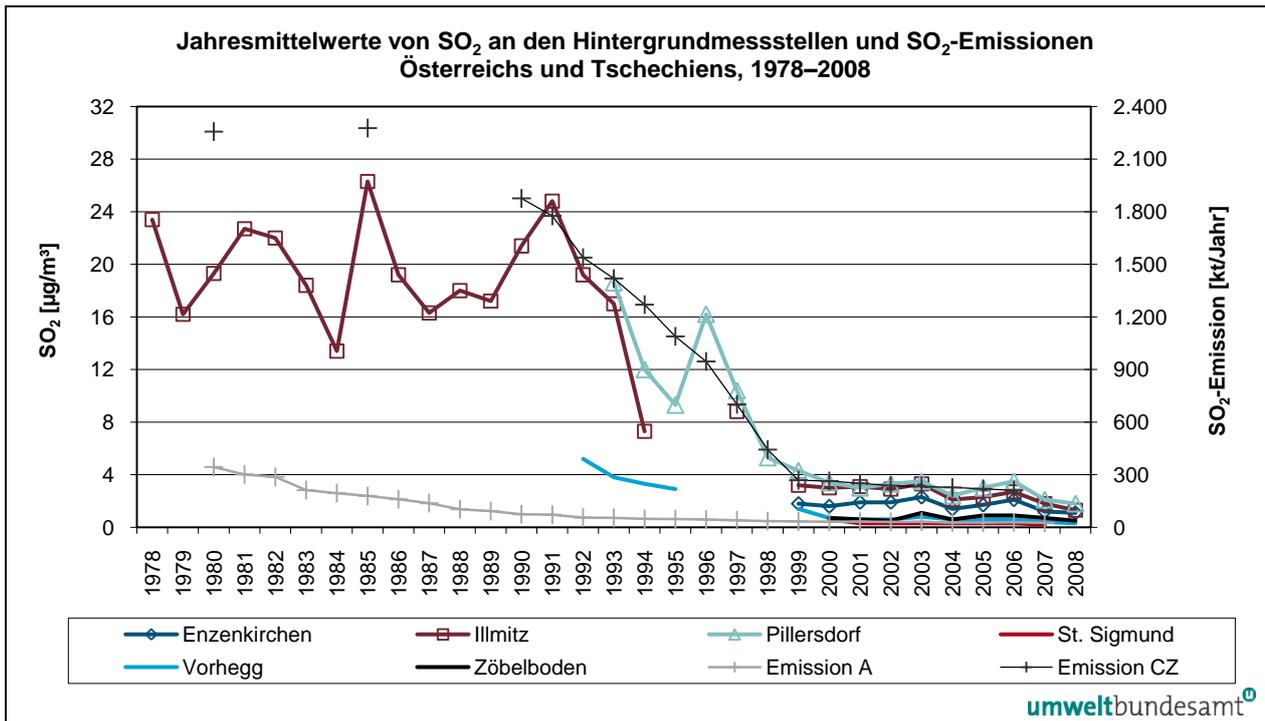


Abbildung 23: Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen (in µg/m³) sowie SO₂-Emissionen Österreichs und Tschechiens (in kt/Jahr), 1978–2008.

Wie der Vergleich mit den Emissionsdaten Österreichs und seines Nachbarlandes Tschechien zeigt, folgte der deutliche Rückgang der SO₂-Belastung an den österreichischen Hintergrundmessstellen in den Neunzigerjahren – soweit die teilweise lückenhaften Messreihen Aussagen erlauben – der starken Abnahme der SO₂-Emissionen v. a. in Tschechien und im östlichen Deutschland, aber auch in Österreich. Seit Ende der Neunzigerjahre verändern sich die Emissionen Österreichs, Tschechiens und Deutschlands kaum noch, allerdings gingen die Emissionen in der Slowakei, in Slowenien und Ungarn weiter zurück.

3.7 Kohlenmonoxid

Der Grenzwert des IG-L für Kohlenmonoxid (10 mg/m³ als Achtstundenmittelwert) wurde im Jahr 2008 an allen Messstellen des Umweltbundesamt deutlich unterschritten.

Die Monats- und Jahresmittelwerte der CO-Konzentration sowie die maximalen Achtstundenmittelwerte des Jahres 2008 sind in Tabelle 17 zusammengestellt.

Der maximale Achtstundenmittelwert betrug in Illmitz 0,98 mg/m³ und damit ca. 10 % des Grenzwertes.

Tabelle 17: Monats- und Jahresmittelwerte sowie maximale Achtstundenmittelwerte der CO-Konzentration im Jahr 2008 (in mg/m³).

	Illmitz	Sonnblick	Vorhegg
Jän. 08	0,50		0,26
Feb. 08	0,43	0,20	0,28
Mär. 08	0,30	0,23	0,28
Apr. 08	0,28	0,24	0,26
Mai 08	0,23	0,18	0,22
Jun. 08	0,20	0,16	0,20
Jul. 08	0,18	0,14	0,18
Aug. 08	0,17	0,14	0,18
Sep. 08	0,22	0,15	0,20
Okt. 08	0,31	0,14	0,21
Nov. 08	0,33	0,15	0,21
Dez. 08	0,38	0,18	0,27
JMW	0,29	0,18	0,23
Max. MW8	0,98	0,32	0,58

3.7.1 Trend der CO-Belastung

Tabelle 18 und Abbildung 24 geben den Trend der CO-Konzentration (Jahresmittelwerte) an den Hintergrundmessstellen zwischen 1993 und 2008 sowie die Entwicklung der österreichischen CO-Emissionen an.

Tabelle 18: Jahresmittelwerte der CO-Konzentration, 1993–2008 (in mg/m³).

	Illmitz	Sonnblick	Vorhegg
1993			0,27
1994			0,24
1995			
1996			0,25
1997			0,23
1998			
1999	0,34		0,18
2000	0,29		0,19
2001	0,27		0,21
2002	0,28		0,22
2003	0,30	0,21	0,23
2004	0,29	0,19	0,20
2005	0,32	0,21	0,21
2006	0,32	0,21	0,24
2007	0,30	0,21	0,23
2008	0,29	0,18	0,23

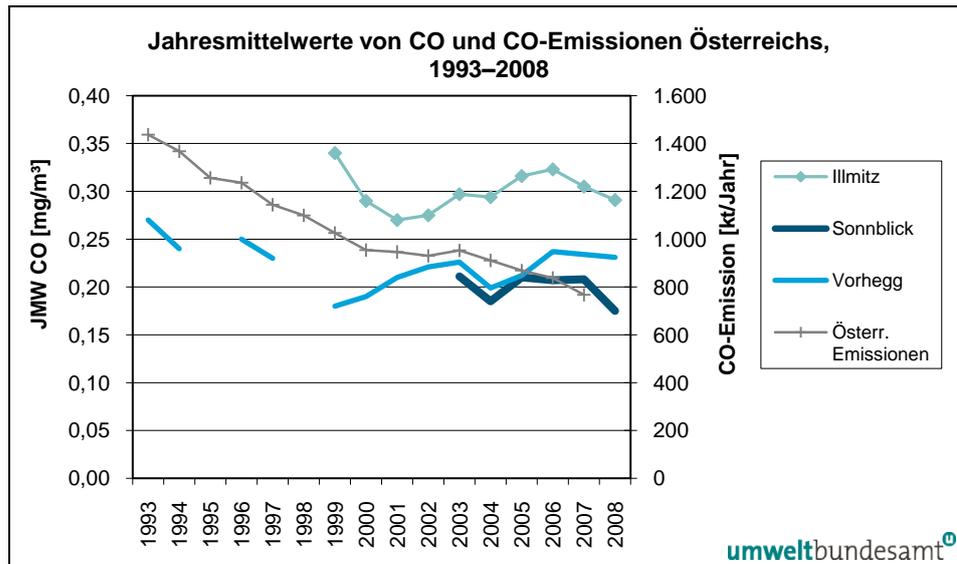


Abbildung 24: Jahresmittelwerte der CO-Konzentration (in mg/m³) sowie CO-Emissionen Österreichs (in kt/Jahr), 1993–2008.

Die CO-Konzentration nahm an den Hintergrundmessstellen in den Neunzigerjahren tendenziell ab – soweit die etwas lückenhaften Messreihen entsprechende Aussagen zulassen – und stieg zwischen ca. 2000 und 2006 an, um danach wieder zu sinken. Dies entspricht nicht dem Verlauf der – wenn auch nicht kontinuierlich – abnehmenden CO-Emissionen Österreichs, die im Zeitraum von 1993–2006 um 47 % zurückgegangen sind, und auch nicht der Entwicklung der CO-Emissionen der gesamten Europäischen Union, welche zwischen 1993 und 2004 um 42 % abgenommen haben.

3.8 Schwermetalle im PM10

Die Schwermetalle Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im PM10 werden in Illmitz, Zöbelboden und Vorhegg jeden sechsten Tag erfasst. In Illmitz betrug die Verfügbarkeit im Jahr 2008 98 %, in Vorhegg 90 %, auf dem Zöbelboden 95 %.

3.8.1 Blei im PM10

Der Grenzwert gemäß IG-L von 0,5 µg/m³ wurde 2008 an allen Messstellen deutlich unterschritten. In Illmitz betrug der Jahresmittelwert von Blei 1,6 % des Grenzwertes.

Tabelle 19 gibt Jahresmittelwert und maximalen Tagesmittelwert der Blei-Konzentration an den Messstellen Illmitz, Vorhegg und Zöbelboden im Jahr 2008 an. Zahlreiche Tagesmittelwerte lagen in Vorhegg und auf dem Zöbelboden unter der Bestimmungsgrenze von 1,2 ng/m³.

Tabelle 19: Blei im PM10, Jahresmittelwert und maximaler Tagesmittelwert im Jahr 2008 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
JMW	0,008	0,006	0,003
Max. TMW	0,034	0,019	0,009

Die Entwicklung der Konzentration von Blei im PM10 an den Messstellen des Umweltbundesamt in den Jahren 2000–2008 ist in Tabelle 20 dargestellt. In Illmitz wies die Bleikonzentration zwischen 2000 und 2003 keine wesentliche Veränderung auf und ging von 2003 auf 2007 deutlich zurück. Vorhegg zeigt einen kontinuierlichen Rückgang von 7 auf ca. 4 ng/m^3 .

Tabelle 20: Verlauf der Konzentration von Blei im PM10, 2000–2008 (in ng/m^3).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
2000	15	7	
2001	15	6	
2002	15	5	
2003	15	5	
2004	11	4	3
2005	11	4	3
2006	10	4	3
2007	7	4	3
2008	8	5	3

3.8.2 Cadmium im PM10

Die Cadmium-Belastung lag deutlich unter dem Zielwert des IG-L von 5 ng/m^3 als Jahresmittelwert, in Illmitz betrug sie 6 % des Zielwertes.

Der Jahresmittelwert 2008 sowie der maximale Tagesmittelwert der Cadmium-Konzentration sind in Tabelle 21 zusammengestellt. In Vorhegg und auf dem Zöbelboden lagen die meisten Messwerte unter der Bestimmungsgrenze von 0,26 ng/m^3 .

Tabelle 21: Cadmium im PM10, Jahresmittelwert und maximaler Tagesmittelwert im Jahr 2008 (in ng/m^3).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
JMW	0,3	0,1	0,1
Max. TMW	0,8	0,4	0,3

Die Entwicklung der Cadmium-Konzentration an den Messstellen des Umweltbundesamt in den Jahren 2001–2008 ist in Tabelle 22 dargestellt. In Illmitz nahm die Cadmium-Konzentration bis 2003 zu und von 2003 auf 2004 markant ab, seitdem liegt sie um 0,3 ng/m^3 . In Vorhegg zeigt die Cadmium-Konzentration eine langsame Abnahme.

Tabelle 22: Verlauf der Konzentration von Cadmium im PM10, 2001–2008 (in ng/m³).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
2001	0,4	0,2	
2002	0,5	0,2	
2003	0,6	0,2	
2004	0,3	0,2	0,1
2005	0,4	0,1	0,1
2006	0,3	0,1	0,1
2007	0,3	0,2	0,1
2008	0,3	0,1	0,1

3.8.3 Arsen im PM10

Die Arsen-Belastung lag 2008 deutlich unter dem Zielwert des IG-L von 6 ng/m³ als Jahresmittelwert, in Illmitz betrug sie 17 % des Zielwertes.

Der Jahresmittelwert 2008 sowie der maximale Tagesmittelwert der Arsen-Konzentration sind in Tabelle 23 zusammengestellt. In Vorhegg und auf dem Zöbelboden lagen fast alle Tagesmittelwerte unter der Bestimmungsgrenze von 1,2 ng/m³.

Tabelle 23: Arsen im PM10, Jahresmittelwert und maximaler Tagesmittelwert im Jahr 2008 (in ng/m³).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
JMW	1,0	0,4	0,5
Max TMW	3,8	1,2	1,2

Die Entwicklung der Arsen-Konzentration an den Messstellen des Umweltbundesamt in den Jahren 2003–2008 ist in Tabelle 24 dargestellt. In Illmitz nahm die Arsen-Konzentration seit 2004, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden nach 2006 markant ab.

Tabelle 24: Verlauf der Konzentration von Arsen im PM10, 2003–2008 (in ng/m³).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
2003	1,5	0,9	
2004	1,5		
2005			
2006	1,2	0,9	0,9
2007	1,0	0,4	0,4
2008	1,0	0,4	0,5

3.8.4 Nickel im PM10

Die Nickel-Belastung lag 2008 deutlich unter dem Zielwert des IG-L von 20 ng/m³ als Jahresmittelwert, in Illmitz betrug sie 8 % des Zielwertes.

Der Jahresmittelwert 2008 sowie der maximale Tagesmittelwert der Nickel-Konzentration sind in Tabelle 25 zusammengestellt. In Vorhegg und auf dem Zöbelboden lagen fast alle Messwerte unter der Bestimmungsgrenze von 2,6 ng/m³.

Tabelle 25: Nickel im PM10, Jahresmittelwert und maximaler Tagesmittelwert im Jahr 2008 (in ng/m³).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
JMW	1,5	1,1	1,1
Max. TMW	3,4	2,6	2,6

Die Entwicklung der Nickel-Konzentration an den Messstellen des Umweltbundesamt in den Jahren 2003–2008 ist in Tabelle 26 dargestellt. In Illmitz nahm die Nickel-Konzentration seit 2004 markant ab.

Tabelle 26: Verlauf der Konzentration von Nickel im PM10, 2003–2008 (in ng/m³).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
2003	2,9	2,1	
2004	2,8		
2005			
2006	1,6	1,2	1,0
2007	1,6	1,1	1,0
2008	1,5	1,1	1,1

3.8.5 Deposition von Schwermetallen

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

Die Probenahme erfolgte mittels Bergerhoff-Bechern über vierwöchige Expositionsperioden. Die Verfügbarkeit beträgt in Illmitz und Vorhegg 100 %, auf dem Zöbelboden 92 %.

Tabelle 27 gibt die Mittelwerte der Deposition von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel in Illmitz, Vorhegg und Zöbelboden für das Jahr 2008 an.

Die Depositionswerte zeigen keinen systematischen Jahresgang.

In Illmitz waren die Depositionswerte von Blei und Nickel 2008 deutlich höher als 2007.

Tabelle 27: Deposition von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel in Illmitz, Vorhegg und Zöbelboden im Jahr 2008 (in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{Tag})$).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
Pb	1,49	1,57	2,41
Cd	0,08	0,07	0,24
As	0,39	0,34	0,47
Ni	2,81	4,24	5,28

3.9 Benzol, Toluol und Xylole

VOC können in zweierlei Hinsicht auf den menschlichen Organismus einwirken: auf direktem Wege, wenn sie inhaliert werden (z. B. kanzerogene Wirkung von Benzol) sowie indirekt über die beim photochemischen Abbau dieser Vorläufer-substanzen in der Atmosphäre gebildeten Reizgase wie Ozon, Peroxiacetyl-nitrate und eine Reihe von Aldehyden sowie der Bildung von sekundären organischen Aerosolen.

In Illmitz wird die Konzentration von Benzol sowie Toluol, Xylole und Ethylenbenzol mit Diffusionssammlern über Probenahmeperioden von ca. vier Wochen und anschließender Analyse mittels Gaschromatographie gemessen. Die Verfügbarkeit der Einzelwerte beträgt 100 %.

Der Jahresmittelwert von Benzol betrug 2008 in Illmitz $1,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (22 % des Grenzwertes). Die Benzolkonzentration lag somit deutlich unter dem Grenzwert des IG-L von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert.

In Tabelle 28 sind die Jahresmittelwerte 2008 der Konzentration von Benzol, Toluol, m-, o- und p-Xylol sowie Ethylenbenzol in Illmitz zusammengestellt.

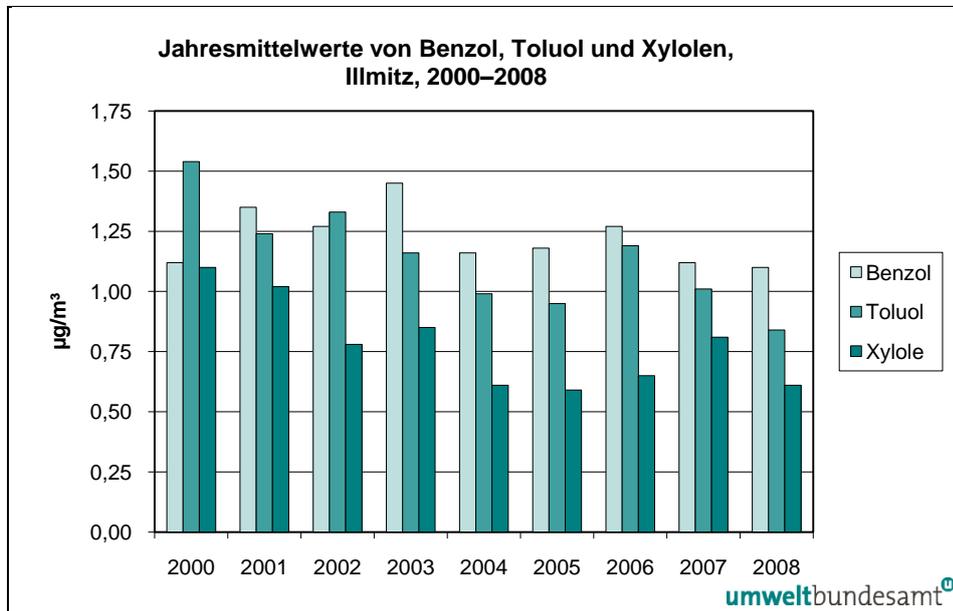
Tabelle 28: Jahresmittelwerte sowie maximale Periodenmittelwerte der Konzentration von Benzol, Toluol, m-, o- und p-Xylol sowie Ethylenbenzol in Illmitz im Jahr 2008 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	Mittel	Maximum
Benzol	1,1	3,2
Toluol	0,8	1,6
Ethylenbenzol	0,3	0,4
m-, p-Xylol	0,4	0,7
o-Xylol	0,2	0,4

Die Jahresmittelwerte der Benzol-Konzentration wiesen in Illmitz zwischen 2000 und 2007 eine leichte Abnahme auf, wie Tabelle 29 und Abbildung 25 zeigen. 2008 war bei Benzol und Toluol das bisher am niedrigsten belastete Jahr.

Tabelle 29: Verlauf der Konzentration von Benzol, Toluol und Xylenen (Summe von m-,p-Xylol und o-Xylol) in Illmitz, 2000–2008 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	Benzol	Toluol	Xylole
2000	1,12	1,54	1,10
2001	1,45	1,24	1,02
2002	1,27	1,33	0,78
2003	1,35	1,16	0,85
2004	1,16	0,99	0,61
2005	1,18	0,95	0,59
2006	1,27	1,19	0,65
2007	1,12	1,01	0,81
2008	1,10	0,84	0,61

Abbildung 25: Verlauf der Konzentration von Benzol, Toluol und Xylenen in Illmitz, 2000–2008 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.10 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)

3.10.1 PAH im PM10

In Illmitz wird die Konzentration der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAH, polycyclic aromatic hydrocarbones) Benzo(a)pyren, Benzo(a)anthracen, Benzo(j)fluoranthen, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Dibenz(a,h)anthracen und Indeno(1,2,3-c,d)pyren im PM10 gemessen. 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 2008 100 %.

Die Monatsmittelwerte sowie die Jahresmittelwerte der analysierten PAH sind in Tabelle 30 zusammengestellt. Der Jahresmittelwert von B(a)P betrug im Jahr 2008 0,5 ng/m³ und lag damit bei 50 % des Zielwertes von 1 ng/m³.

Anhand der Toxizitätsäquivalentfaktoren (TEF; EUROPEAN COMMISSION 2001, LARSEN & LARSEN 1998) der einzelnen PAH-Spezies, bezogen auf B(a)P, ergeben sich die in der letzten Zeile von Tabelle 30 angeführten gewichteten B(a)P-Äquivalente, die in Summe 0,8 ng/m³ betragen. Davon entfallen ca. 55 % auf Benzo(a)pyren, ca. 15 % auf Dibenzo(a,h)anthracen und je ca. 10 % auf Indeno(1.2.3-c.d)pyren und Benzo(b)fluoranthen.

Tabelle 30: Konzentration von PAH in Illmitz im Jahr 2008: Monatsmittelwerte, Jahresmittelwerte sowie TEF-gewichtete Jahresmittelwerte (in ng/m³).

	Benzo(a) pyren	Benzo(a) anthracen	Benzo(j) fluoranthen	Benzo(b) fluoranthen	Benzo(k) fluoranthen	Dibenzo(a,h) anthracen	Indeno(1,2,3- c,d)pyren
Jan. 08	1,3	0,9	1,3	2,2	1,8	0,1	2,6
Feb. 08	1,0	0,8	1,0	1,7	1,4	0,1	2,1
Mrz. 08	0,3	0,3	0,4	0,6	0,5	< 0,1	0,5
Apr. 08	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	< 0,1	0,3
Mai 08	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	< 0,1	0,1
Jun. 08	0,0	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Jul. 08	0,0	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Aug. 08	0,0	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sep. 08	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,1	0,4
Okt. 08	0,4	0,4	0,5	0,8	0,7	0,2	0,9
Nov. 08	0,5	0,5	0,5	0,9	0,7	0,2	0,9
Dez. 08	1,5	1,7	1,3	2,1	1,7	0,5	2,3
JMW	0,5	0,4	0,5	0,8	0,6	0,1	0,9
TEF	1	0,005	0,05	0,1	0,05	1,1	0,1
JMW TEF- gewichtet	0,5	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	0,1	0,1

Die Konzentration aller analysierten PAH weist einen sehr markanten Jahresgang mit hohen Werten in den Wintermonaten auf; zwischen Mai und August sind die Konzentrationen nahezu null (siehe Abbildung 26). Dabei weisen alle analysierten PAH-Spezies einen sehr ähnlichen Jahresgang auf, was tendenziell auf eine gleichartige Herkunft hindeutet. Die Hauptquelle der PAH dürften Hausbrandemissionen (Holzverbrennung) darstellen (UMWELTBUNDESAMT 2008b). Der Jahresgang der PAH unterscheidet sich damit deutlich von jenem der PM10-Gesamtkonzentration.

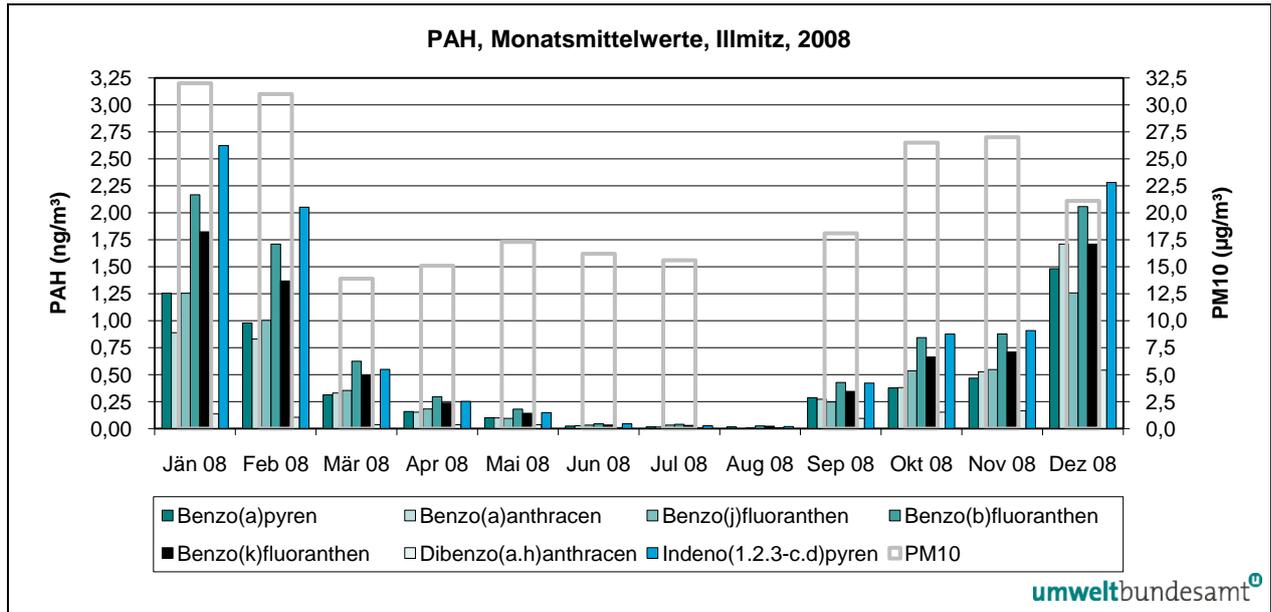


Abbildung 26: Jahresgang der Monatsmittelwerte von PAH und PM10 in Illmitz im Jahr 2008 (in ng/m^3 bzw. $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.10.2 Deposition von PAH

Die Messung der Deposition von PAH erfolgt in Illmitz mittels Bergerhoff-Bechern mit Probenahmezeiträumen von 28 Tagen. Die Verfügbarkeit der Einzelwerte betrug 100 %.

Bei den meisten PAH-Spezies lag die Depositionsmenge im Sommer unter der Nachweisgrenze, bei Dibenzo(a,h)anthracen in fast allen Probenahmeperioden. Die Depositionswerte der PAH weisen – analog zu den Konzentrationen – einen deutlichen Jahresgang mit erhöhten Werten im Winter auf.

Tabelle 31: Deposition von PAH in Illmitz im Jahr 2008 (in $\text{ng}/(\text{m}^2 \cdot \text{Tag})$).

Benzo(a)pyren	Benz(a)anthracen	Benzo(b)fluoranthen	Benzo(k)fluoranthen	Benzo(j)fluoranthen	Dibenzo(a,h)anthracen	Indeno(1,2,3)pyren
7,9	3,6	6,0	4,8	5,9	5,7	3,4

Die Deposition von B(a)P, Benzo(a)anthracen und Dibenzo(a,h)anthracen lag damit 2008 auf ähnlichem Niveau wie 2007 (erstes Jahr der Messung), bei den anderen Spezies war sie deutlich niedriger als 2007.

3.11 Nasse Deposition

Wie in Kapitel 2 ausgeführt, sind die drei Messstellen Illmitz, Zöbelboden und Vorhegg Teil des internationalen EMEP-Messnetzes, dessen Ziel die Erfassung der weiträumigen, grenzüberschreitenden Luftverunreinigungen ist. An diesen Standorten werden neben den klassischen Luftschadstoffen auch die Konzen-

trationen von Regeninhaltsstoffen bestimmt. Aus diesen kann der Eintrag von Schadstoffen, die zur Versauerung und Eutrophierung von Ökosystemen führen können, berechnet werden.

Tabelle 32 gibt einen Überblick über die 2008 gemessenen Ionenkonzentrationen von ausgesuchten Inhaltsstoffen im Regenwasser in mg pro Liter und den daraus berechneten Schadstoffeinträgen in kg pro Hektar und Jahr an den Messstellen Illmitz, Vorhegg und Zöbelboden.

In Tabelle 33 sind die Beiträge der verschiedenen Schadstoffgruppen zum Gesamteintrag versauernder bzw. eutrophierender Schadstoffe durch die nasse Deposition an den genannten Standorten angegeben. Der höchste Beitrag stammt jeweils von Ammonium. Allerdings ist auch darauf hinzuweisen, dass neben der nassen Deposition auch die trockene und die okkulte¹⁵ Deposition wesentlich zum Eintrag der genannten Schadstoffe in Ökosysteme beitragen.

Abbildung 27 und Abbildung 28 geben die Jahressummen der nassen Deposition von Sulfat-S, Nitrat-N und Ammonium-N an den Messstellen Illmitz, St. Koloman (bis 2002), Zöbelboden und Vorhegg in den Jahren 1984–2008 an, Abbildung 29 die niederschlagsgewichteten Jahresmittelwerte der Konzentration von Sulfat-S, Nitrat-N und Ammonium-N.

Tabelle 32: Niederschlag, pH-Wert, Leitfähigkeit und Ionenkonzentrationen (in mg pro Liter) sowie Schadstoffeinträge (in kg pro Hektar und Jahr) im Jahr 2008.

	Illmitz		Vorhegg		Zöbelboden	
Niederschlag*	428 mm		1.338 mm		1.315 mm	
pH-Wert**	6,3		5,7		5,7	
Leitfähigkeit**	19,6 µS/cm		7,4 µS/cm		10,8 µS/cm	
	mg/l	kg/(ha.a)	mg/l	kg/(ha.a)	mg/l	kg/(ha.a)
SO ₄ ²⁻ -S	0,66	2,82	0,21	2,80	0,28	3,69
NO ₃ ⁻ -N	0,54	2,29	0,25	3,29	0,40	5,22
NH ₄ ⁺ -N	1,19	5,07	0,27	3,68	0,52	6,79
Na ⁺	0,23	0,96	0,11	1,43	0,08	1,09
Mg ²⁺	0,11	0,49	0,04	0,51	0,03	0,41
Ca ²⁺	0,87	3,73	0,33	4,43	0,25	3,28
Cl ⁻	0,35	1,49	0,37	4,98	0,13	1,73
K ⁺	0,26	1,11	0,04	0,47	0,04	0,52

* Diese Menge gibt nicht die Gesamtniederschlagsmenge wieder, sondern jenen Anteil, der für chemische Analysen des Niederschlagswassers verwendet wurde.

** pH-Wert und Leitfähigkeit: Niederschlagsgewichteter Durchschnitt über alle Proben

¹⁵ Deposition aus Nebeltröpfchen

Tabelle 33: Beitrag verschiedener Schadstoffgruppen in der nassen Deposition an Versauerungs- bzw. Eutrophierungsäquivalenten in Illmitz, Vorhegg und Zöbelboden im Jahr 2008 (in Prozent).

Standort	Versauerung			Eutrophierung	
	Sulfat	Nitrat	Ammonium	Nitrat	Ammonium
Illmitz	25 %	23 %	52 %	31 %	69 %
Vorhegg	26 %	35 %	39 %	47 %	53 %
Zöbelboden	21 %	34 %	45 %	43 %	57 %

Die mittlere Konzentration von Schwefel, oxidiertem und reduziertem Stickstoff lag 2008 in Vorhegg und auf dem Zöbelboden auf einem ähnlichen Niveau wie in den letzten Jahren; der starke Anstieg bei reduziertem Stickstoff in Illmitz entzieht sich einer Interpretation.

Der Eintrag oxidierter Stickstoffverbindungen (NO_3^- -N) nahm in Illmitz seit 1984 tendenziell leicht ab. In Illmitz ist seit den Achtzigerjahren ein Rückgang des oxidierten N-Eintrags um fast die Hälfte festzustellen. Der abnehmende Trend bei NO_3^- -N weist in Illmitz ein Signifikanzniveau¹⁶ von 99,9 % auf (im Mittel – 0,06 kg/(ha.a) pro Jahr), bei der kombinierten Messreihe von St. Koloman und Zöbelboden ein Signifikanzniveau von 90 %.

Auch der Eintrag von reduzierten Stickstoffverbindungen (NH_4^+ -N) zeigt in Illmitz und St. Koloman tendenziell einen Rückgang. Der abnehmende Trend weist in Illmitz ein Signifikanzniveau von 99 % auf (im Mittel – 0,09 kg/(ha.a) pro Jahr), an den anderen Messstellen liegt es unter 90 %.

Der Eintrag von Schwefel (SO_4^{2-} -S) nahm in Illmitz und St. Koloman zu Beginn der Neunzigerjahre deutlich ab, seitdem ist ein relativ gleichmäßiger leichter Rückgang zu beobachten. In Illmitz sowie bei der kombinierten Messreihe von St. Koloman und Zöbelboden ist der abnehmende Trend statistisch hoch signifikant (99,9 % Konfidenzniveau), wobei die mittlere Abnahme pro Jahr in Illmitz – 0,24 kg/(ha.a) pro Jahr, bei der kombinierten Messreihe von St. Koloman und Zöbelboden – 0,43 kg/(ha.a) pro Jahr beträgt. Gegenüber den Achtzigerjahren nahm der Schwefeleintrag in Illmitz um ca. 50 %, in St. Koloman bzw. Zöbelboden um ca. 70 % ab. In Vorhegg weist der Trend des Sulfat-Eintrags bei einer mittleren Abnahme von – 0,25 kg/(ha.a) pro Jahr ein Signifikanzniveau von 95 % auf. Seit 2003 ist an keiner dieser Messstellen eine signifikante Veränderung der Sulfat-Deposition festzustellen.

Die Variation der Deposition von oxidiertem und reduziertem Stickstoff in den letzten Jahren ist im Wesentlichen auf die Niederschlagsmenge zurückzuführen (ausgenommen der Anstieg bei Ammonium-N und beim pH-Wert in Illmitz, die sich einer Interpretation entziehen). Die Konzentration von Stickstoff im Niederschlag veränderte sich in den letzten zehn Jahren nur wenig (siehe Abbildung 28); die Trenduntersuchungen zeigen keine statistische Signifikanz.

¹⁶ berechnet mit Mann-Kendall-Test

Dagegen sinkt die Konzentration von Schwefel im Niederschlag an allen EMEP-Messstellen statistisch signifikant ab, am deutlichsten in Illmitz sowie in der kombinierten Messreihe von St. Koloman und Vorhegg (Signifikanzniveau jeweils 99 %) mit einer Abnahme von $-0,04$ bzw. $-0,01$ mg/l pro Jahr). In Vorhegg weist die Abnahme ($-0,02$ mg/l pro Jahr) ein Signifikanzniveau von 95 % auf.

Keinen statistisch signifikanten Trend weist der pH-Wert an den EMEP-Messstellen auf.

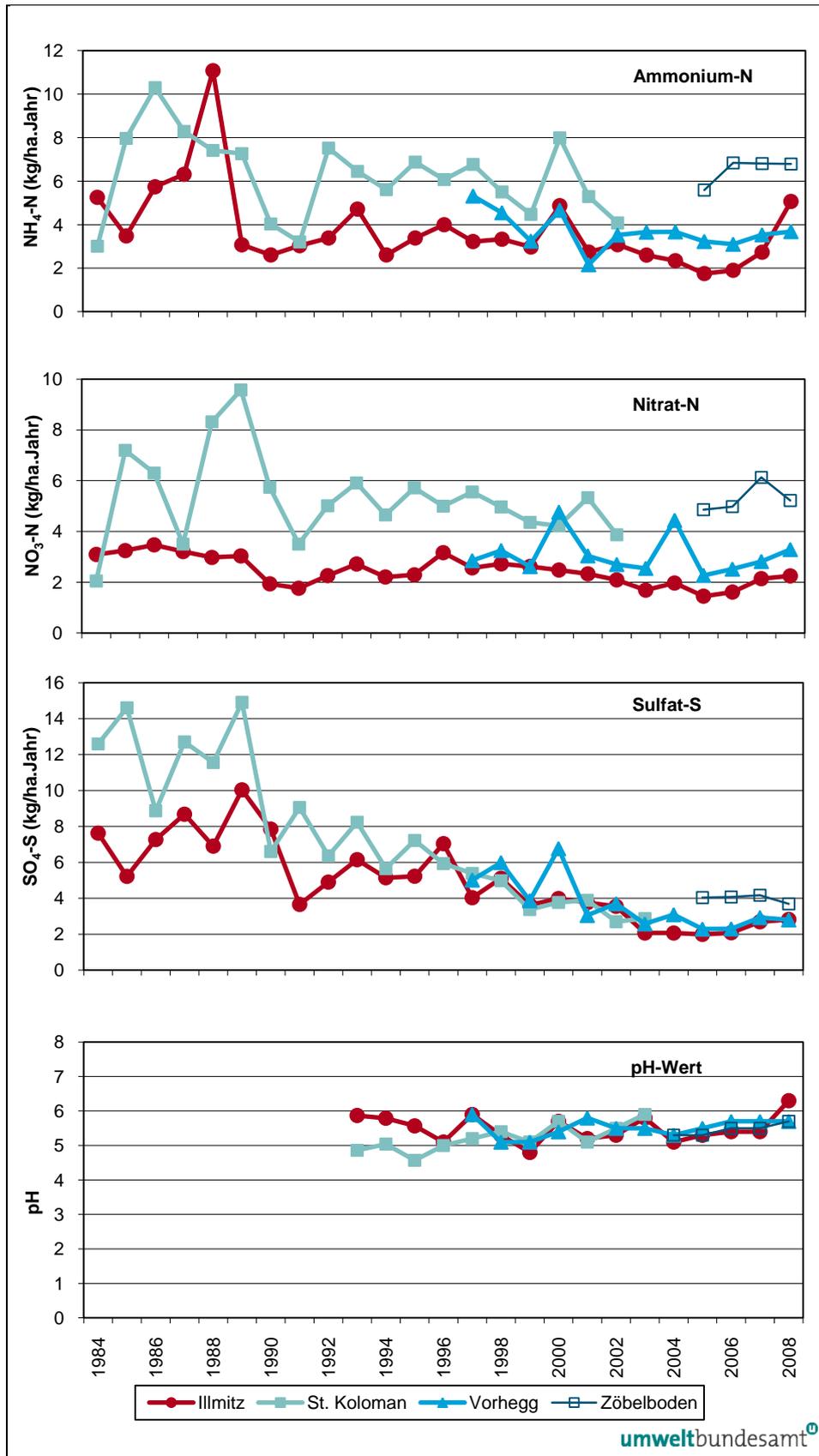


Abbildung 27: Trend der nassen Deposition von Sulfat-S, Nitrat-N und Ammonium-N, 1984–2008 (in kg/(ha.a)).

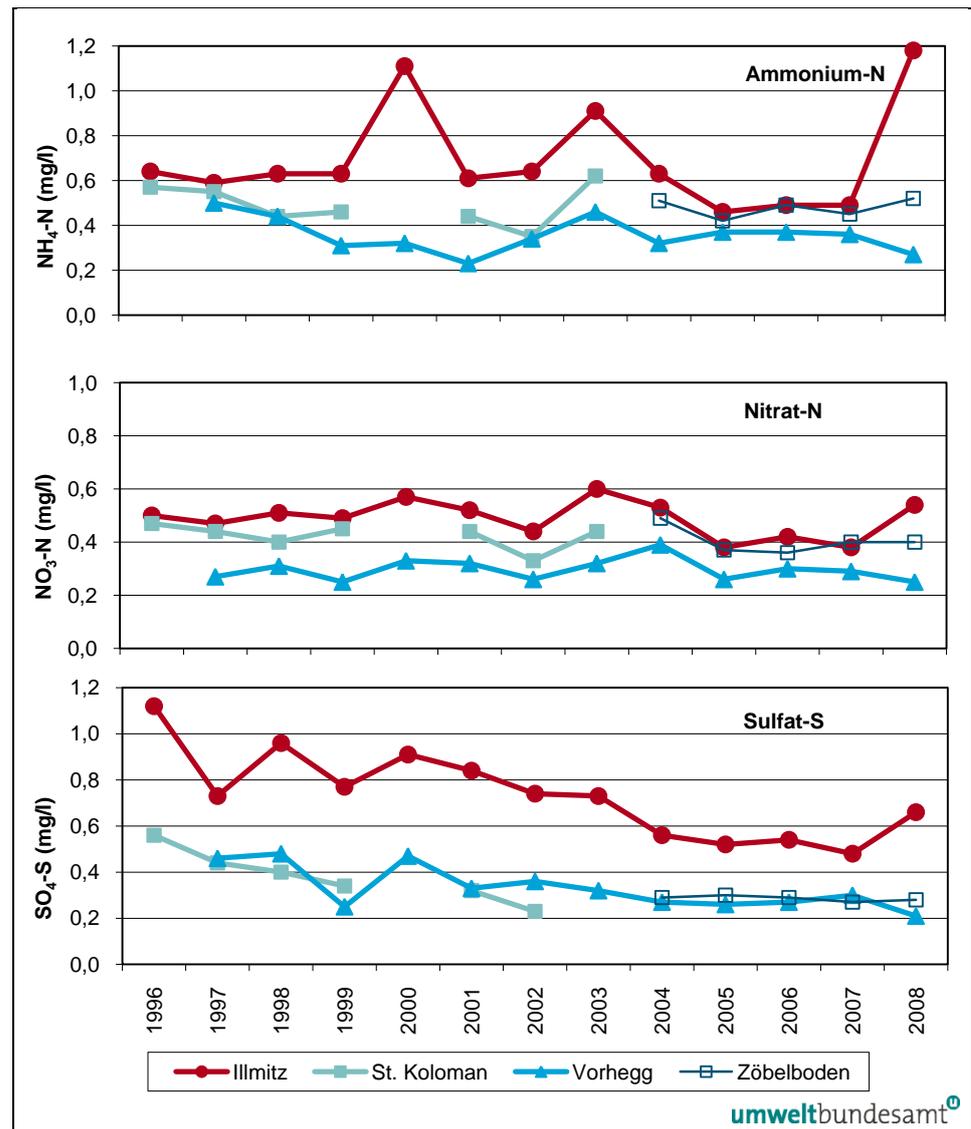


Abbildung 28: Trend der Konzentration von Sulfat-S, Nitrat-N und Ammonium-N im Regenwasser, 1996–2008 (in mg/l).

3.12 Partikuläres Sulfat, oxidierte und reduzierte Stickstoffverbindungen

In Illmitz werden im Rahmen des EMEP-Messprogramms mittels Filterstacks Tagesproben zur Ermittlung der Konzentration partikulärer und gasförmiger Schwefel- und Stickstoffkomponenten genommen. Die Messergebnisse liegen als Konzentrationswerte von partikulärem Sulfat, SO₂, Summe von oxidiertem Stickstoff (ox. N: Salpetersäure, gasförmig und Nitrat, partikulär) und Summe von reduziertem Stickstoff (red. N: Ammoniak, gasförmig und Ammonium, partikulär) vor (in Hinblick auf die Phasenübergänge zwischen gasförmigen und partikulären Stickstoffverbindungen ist die gesonderte Angabe der Einzelkomponenten nicht möglich).

Die Kenntnis der partikulär vorkommenden S- und N-Verbindungen ist deswegen von Relevanz, da sie Bestandteile des atmosphärischen Aerosols (PM10, siehe Kapitel 3.3) sind; sie werden nicht direkt emittiert, sondern entstehen in der Atmosphäre aus SO₂, NO_x und NH₃.

Tabelle 34 gibt den Jahresmittelwert, den maximalen und den minimalen Tagesmittelwert von Schwefel im Sulfat sowie Stickstoff in den oxidierten und reduzierten Stickstoffverbindungen für Illmitz im Jahr 2008 an.

Tabelle 34: Jahresmittelwert, maximaler und minimaler Tagesmittelwert von S im Sulfat sowie N in den oxidierten und reduzierten Stickstoffverbindungen in Illmitz im Jahr 2008 (in µg/m³).

	S	N ox.	N red.
JMW 2008	0,91	0,77	2,47
Max. TMW	4,47	3,44	7,18
Min. TMW	0,10	0,06	0,47

Tabelle 35 und Abbildung 29 zeigen die Entwicklung der Jahresmittelwerte der Konzentration von Schwefel im partikulären Sulfat sowie von oxidiertem und reduziertem Stickstoff im Zeitraum von 2000–2008.

Tabelle 35: Jahresmittelwerte der Konzentration von Schwefel im partikulären Sulfat sowie von oxidiertem und reduziertem Stickstoff in Illmitz, 2000–2008 (in µg/m³).

	Sulfat-S (µgS/m³)	ox. N (µgN/m³)	red. N (µgN/m³)
2000	1,02	0,61	2,61
2001	1,13	0,76	2,82
2002	1,08	0,82	2,94
2003	1,11	0,92	3,13
2004	0,84	0,98	2,50
2005	1,09	1,24	2,85
2006	1,19	1,07	2,60
2007	0,96	0,76	2,26
2008	0,91	0,77	2,47

Die Konzentration von partikulärem Schwefel lag in den letzten Jahren relativ einheitlich um 1 µg/m³ (dies entspricht einer Ammoniumsulfat-Konzentration von ca. 3,5 µg/m³). Die Konzentration partikulären Sulfats dürfte v. a. von den meteorologischen Verhältnissen im Winter abhängen; der höchste Jahresmittelwert der letzten Jahre wurde 2006 beobachtet, dieses Jahr war von einem sehr kalten Winter gekennzeichnet; demgegenüber wiesen die niedrig belasteten Jahre 2004, 2007 und 2008 relativ warme Winter auf.

Auf den zwischen 2000 und 2005 beobachteten starken Anstieg der Konzentration oxidierten Stickstoffverbindungen folgte bis 2007 ein markanter Rückgang, wobei sich dieses Verhalten einer eindeutigen Interpretation entzieht.

Bei den reduzierten Stickstoffverbindungen zeichnet sich in den letzten Jahren eine uneinheitliche Entwicklung ab. Insgesamt lassen die Messdaten der oxidierten und reduzierten N-Verbindungen keinen langjährigen Trend erkennen.

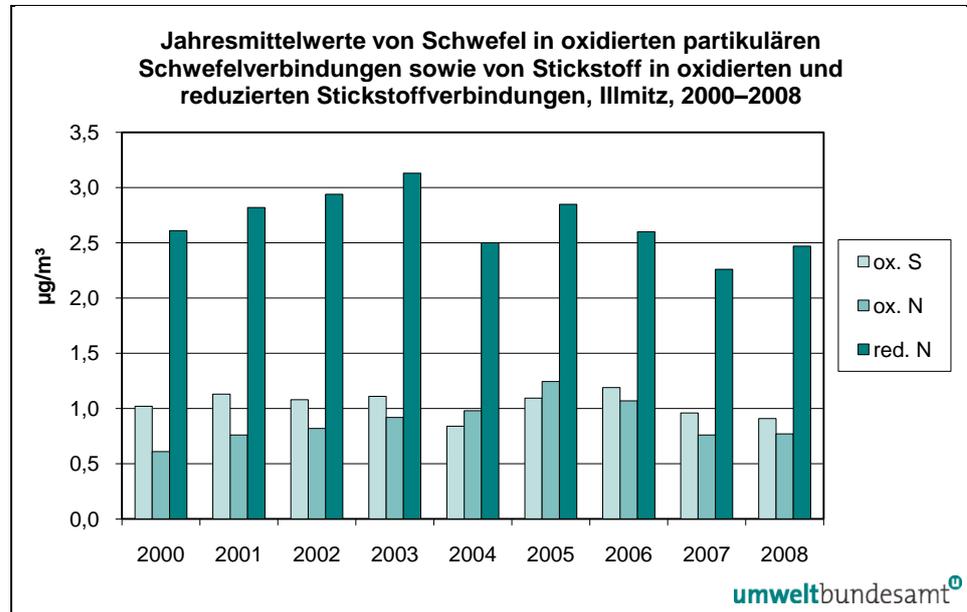


Abbildung 29: Jahresmittelwerte der Konzentration von Schwefel im partikulären Sulfat und von oxidiertem und reduziertem Stickstoff in Illmitz, 2000–2008 (in µg/m³).

Der langjährige Trend der Konzentration von Schwefel im partikulären Sulfat in Illmitz wird für den Zeitraum von 1978–2008 in Abbildung 30 dargestellt. Eine drastische Abnahme der Sulfat-Konzentration ist in den frühen Neunzigerjahren zu beobachten, danach ein weiterer leichter Rückgang. Seit den späten Neunzigerjahren liegt die Konzentration von Schwefel im partikulären Sulfat relativ konstant um 1 µgS/m³. Wegen der hohen Variabilität von Jahr zu Jahr bis in die Neunzigerjahre weist der Verlauf der Sulfat-Konzentration keinen statistisch signifikanten Trend auf.

Ausschlaggebend für den deutlichen Rückgang seit den frühen Neunzigerjahren waren die starken Emissionsreduktionen bei Schwefeldioxid in den nördlichen Nachbarstaaten Österreichs, v. a. in Tschechien und Ostdeutschland, später auch in Polen, der Slowakei und Ungarn.

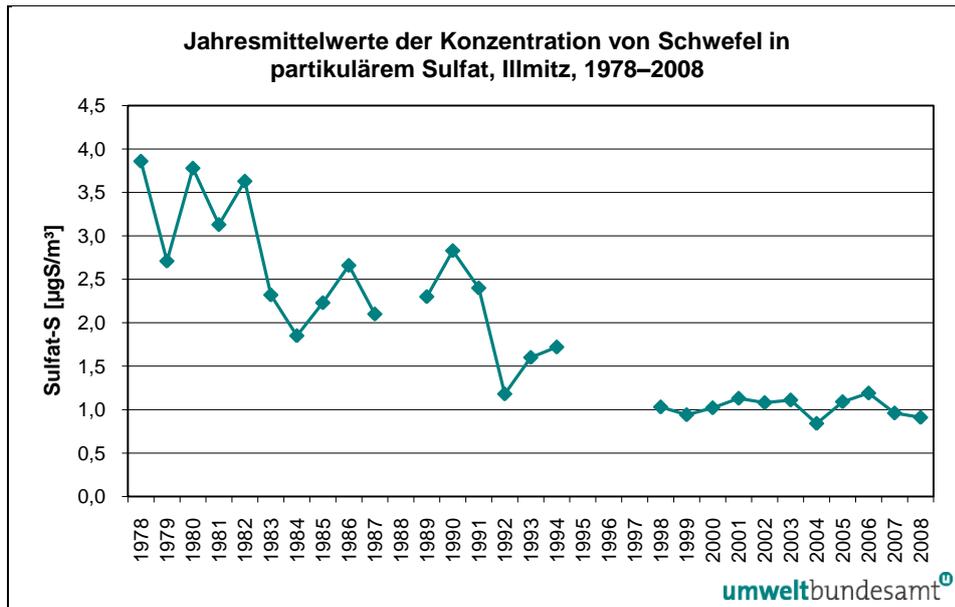


Abbildung 30: Trend der Konzentration von Schwefel im partikulären Sulfat in Illmitz, 1978–2008 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.13 Treibhausgase

3.13.1 Kohlendioxid

Die Konzentration des Treibhausgases Kohlendioxid (CO_2) wird auf dem Sonnblick im Rahmen des Global Atmosphere Watch (GAW)-Programmes der WMO gemessen. Kohlendioxid stellt das wichtigste Treibhausgas dar, dessen Konzentration infolge anthropogener Emissionen (Verbrennung fossiler Energieträger) in den letzten zwei Jahrhunderten deutlich zugenommen hat. Die CO_2 -Konzentration lag 2008 mit 386,2 ppm erheblich über dem vorindustriellen Wert von ca. 280 ppm (IPCC 2007).

Abbildung 31 gibt die Monatsmittelwerte der CO_2 -Konzentration auf dem Sonnblick seit 1999 an. Die Konzentration ist im Winter aufgrund höherer Emissionen und geringerer Aufnahme durch Pflanzen höher als im Sommer. Tabelle 36 zeigt die Jahresmittelwerte der CO_2 -Konzentration zwischen 2001 und 2008¹⁷.

¹⁷ 1999, 2000 und 2006 keine ausreichende Verfügbarkeit

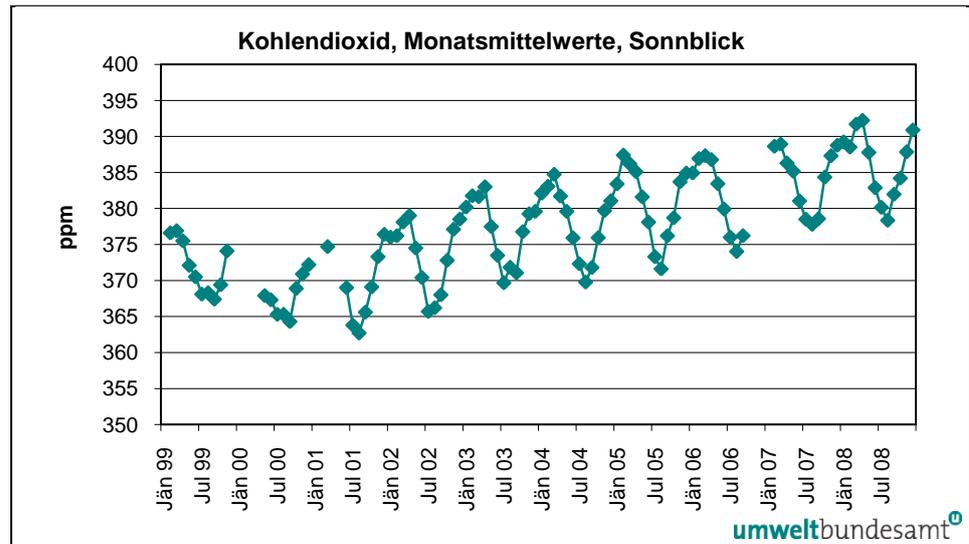


Abbildung 31: Monatsmittelwerte der CO₂-Konzentration am Sonnblick, 1999–2008 (in ppm).

Tabelle 36: Jahresmittelwerte der CO₂-Konzentration am Sonnblick, 2001–2008 (in ppm).

	CO ₂
2001	369
2002	374
2003	377
2004	378
2005	381
2006	*
2007	384
2008	386

* Ausfall der CO₂-Messung von 29.9.2006 bis 16.1.2007

3.13.2 Methan

Die Konzentration des Treibhausgases Methan (CH₄) wird seit Februar 2003 auf dem Zöbelboden gemessen. Der Jahresmittelwert betrug 2008 1,83 ppm. Dies entspricht ungefähr den Konzentrationen, die an anderen europäischen Hintergrundstationen gemessen werden.

Die CH₄-Konzentration zeigt auf dem Zöbelboden seit 2003 keinen klaren Trend.

Die CH₄-Konzentration weist einen flachen Jahrgang mit erhöhten Werten im Winter auf.

4 METEOROLOGISCHE MESSUNGEN

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

4.1 Meteorologische Einflussgrößen auf die Schadstoffbelastung

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

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

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

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

Die Abhängigkeit der Umwandlung (Oxidation) von NO in NO₂ von der Ozonkonzentration führt dazu, dass das NO₂/NO_x-Verhältnis im Sommer höher ist als im Winter. Dies hat zur Folge, dass an Standorten mit sehr hoher NO_x-Konzentration die NO₂-Konzentration 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. 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 und deren Einfluss auf die Immissionssituation in Österreich im Jahr 2008

Verglichen mit den Referenzwerten der Klimaperiode 1961–1990 war das Jahr 2008 im Großteil Österreichs außerordentlich warm und wies überdurchschnittliche Niederschlagsmengen auf. In Wien wurden 2008 – nach 2000 und 2007 – die höchsten Temperaturen seit Beginn der Messungen (d. h. seit dem späten 18. Jahrhundert) verzeichnet. Die Jahresmitteltemperatur lag im Großteil Österreichs um mehr als 1,0 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1961–1990, gebietsweise um mehr als 1,5 °C; lediglich in Nordtirol und Vorarlberg wurden geringere Abweichungen registriert (siehe Abbildung 32).

Mit Ausnahme von größeren Gebieten v. a. in Oberösterreich und Salzburg lag die Niederschlagsmenge über dem langjährigen Durchschnitt. Besonders hohe Regen- und Schneemengen wurden in Nordostösterreich, in Kärnten und Osttirol sowie in den tiroler Zentralalpen registriert, wobei in Teilen des Nordburgenlandes, in Osttirol und in Mittelkärnten mehr als 125 % der üblichen Niederschlagsmenge beobachtet wurden (siehe Abbildung 33).

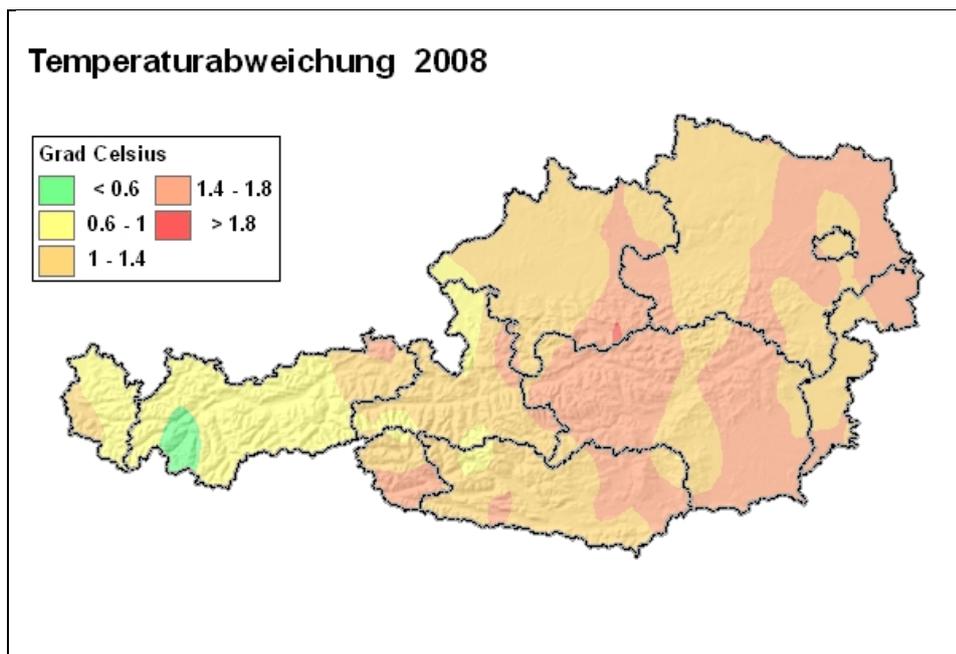


Abbildung 32: Abweichung der Jahresmitteltemperatur 2008 vom Mittelwert der Klimaperiode 1961–1990. (Quelle: ZAMG, www.zamg.ac.at)

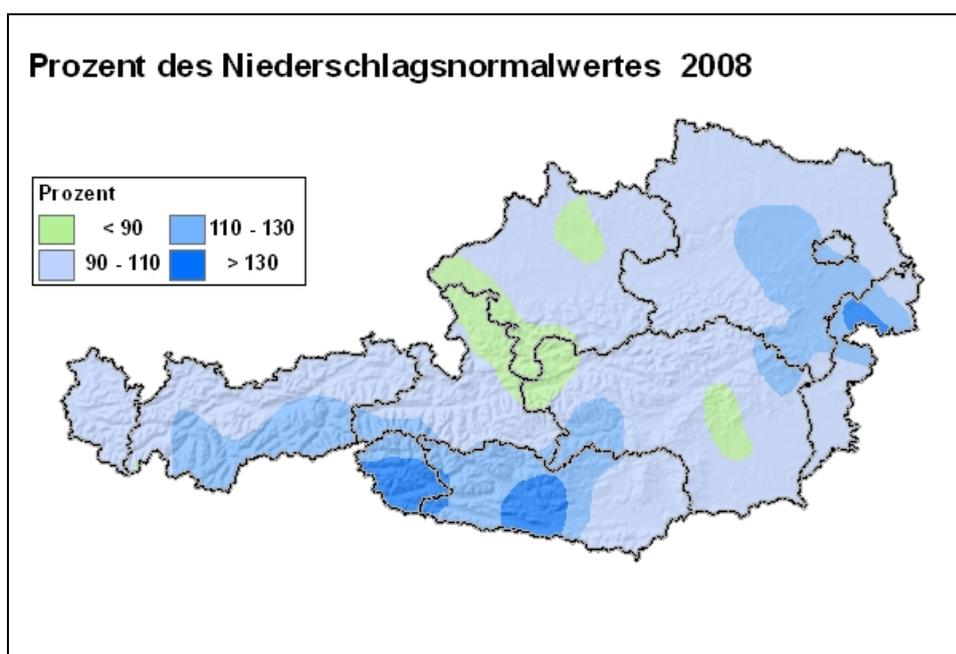


Abbildung 33: Abweichung der Niederschlagssumme 2008 vom Mittelwert der Klimaperiode 1961–1990. (Quelle: ZAMG, www.zamg.ac.at)

Ausschlaggebend für die hohe Jahresmitteltemperatur war der extrem warme Winter zu Anfang des Jahres. Der Jänner 2008 war in ganz Österreich außerordentlich warm, die Temperatur lag im Westen um ca. 2,5 °C über dem Mittel der Klimaperiode 1961–1990, im Osten um mehr als 4,0 °C darüber. Auch der Februar 2008 wies im Großteil Österreichs Temperaturen auf, die mehr als 3 °C über dem langjährigen Mittel lagen.

Für die außerordentlich hohen Regenmengen im Nordburgenland und im östlichen Niederösterreich waren extrem hohe Niederschläge im Juni und Juli verantwortlich; auch in Kärnten, in der Steiermark und in Oberösterreich sowie in Nordtirol und Vorarlberg wiesen diese Monate sehr hohe Regenmengen auf.

Immissionsseitig wirkte sich dieser Witterungsverlauf einerseits in außergewöhnlich niedrigen PM10-Belastungen, andererseits in niedrigen Ozonspitzenbelastungen aus. Der Winter 2007/08 war vom weitgehenden Fehlen von Hochdruckwetterlagen und Advektion kontinentaler Kaltluft – jenen Faktoren, die in früheren Jahren mit hohen PM10-Konzentrationen verbunden waren – gekennzeichnet. Auf der anderen Seite war mit Nordostösterreich im Juni und Juli gerade jene Region, in der üblicherweise die höchsten Ozonspitzen auftreten, von sehr hohen Niederschlagsmengen und damit geringer Ozonbildung betroffen.

Der **Jänner** 2008 war in ganz Österreich außerordentlich warm – wenngleich etwas kühler als jener des Vorjahres, der im Großteil Österreichs der wärmste seit Beginn der Messungen war. Verbreitet lag die Monatsmitteltemperatur um 3 bis 4 °C über dem langjährigen Mittel (Klimaperiode 1961–1990), in den Föhnlagen am Alpennordrand, im östlichen Niederösterreich und im Nordburgenland sowie in Osttirol noch mehr.

Die Niederschlagsmengen lagen im Großteil Österreichs um oder unter dem langjährigen Durchschnitt. Besonders trocken mit weniger als 25 % des Klimawertes war der Südosten (Südsteiermark, Südburgenland), besonders regenreich mit mehr als 125 % des Klimawertes Osttirol und Südwestkärnten sowie der niederösterreichische Alpenostrand. In den Tälern und im außeralpinen Raum gab es kaum Schneefall.

Der Witterungsverlauf wurde von Westwetterlagen dominiert, mit denen milde ozeanische Luftmassen Österreich erreichten.

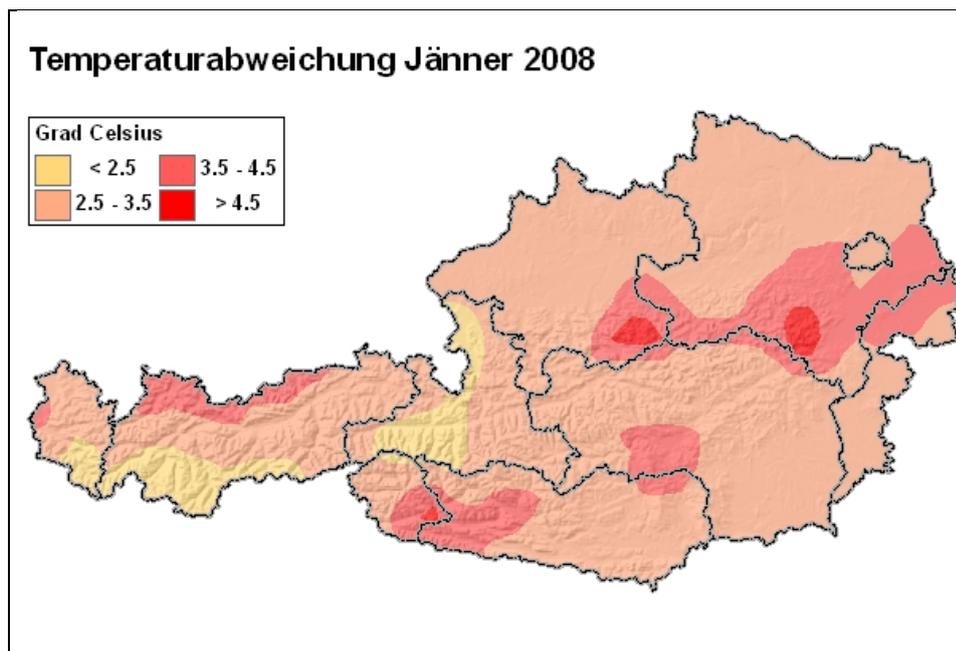


Abbildung 34: Abweichung der Monatsmitteltemperatur im Jänner 2008 vom Mittelwert der Klimaperiode 1961–1990. (Quelle: ZAMG, www.zamg.ac.at)

Auch der **Februar** 2008 war in ganz Österreich außergewöhnlich warm, die Monatsmitteltemperatur lag verbreitet um 2 bis 3,5 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1961–1990. Etwas geringer war die Abweichung vom Klimamittel in alpinen Regionen Westösterreichs, am wärmsten war es im Nordburgenland und im östlichen Niederösterreich. Gleichzeitig war der Februar 2008 in fast ganz Österreich ungewöhnlich trocken, durchschnittliche Niederschlagsmengen wurden nur im nördlichen Oberösterreich beobachtet. Die monatliche Niederschlagssumme lag zumeist zwischen 25 % und 75 % des Klimawertes, im Osten und Südosten sogar unter 25 %.

Das Wettergeschehen wurde von West- und Hochdruckwetterlagen beeinflusst, die für mildes und sonniges Wetter verantwortlich waren. Auch die Hochdrucklagen waren mit Advektion warmer maritimer Luftmassen verbunden, da es sich nicht um kontinentale Hochdruckgebiete handelte, sondern der Kern der Hochdruckgebiete jeweils über Westeuropa lag.

Der **März** 2008 wies im Großteil Österreichs durchschnittliche Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse auf. Relativ kühl, verglichen mit dem Klimamittelwert, war der Westen Nordtirols, relativ warm Ostösterreich. Außergewöhnlich hohe Niederschlagsmengen fielen im nördlichen Oberösterreich (teilweise mehr als das Doppelte des langjährigen Mittelwertes) sowie im Westen Nordtirols, relativ trocken waren Osttirol und die Zentralalpen in Nordtirol. Die hohen Neuschneemengen um Ostern bis in die Niederungen waren zwar für den Winter 2007/08 ungewöhnlich, nicht jedoch im langjährigen Vergleich.

Insgesamt war das Wettergeschehen von sehr häufigen Tiefdruck-, West- und Nordwestwetterlagen gekennzeichnet.

Der **April** 2008 wies im Westen und Süden Österreichs durchschnittliche Temperaturverhältnisse, verglichen mit dem Mittelwert der Klimaperiode 1961–1990, auf, während der Norden und Osten geringfügig wärmer waren. Im Vergleich zu den letzten zehn Jahren war der April 2008 ziemlich kühl.

Während der Osten und Süden Österreichs zumeist durchschnittliche Niederschlagsmengen erhielten, war der April im Westen und Nordwesten sehr regenreich. In weiten Teilen Nordtirols, im Mühlviertel und im Raum Krems erreichten die Niederschlagsmengen das Doppelte der durchschnittlichen Monatssumme oder mehr.

Insgesamt war der Witterungsverlauf von häufigen West- und Tiefdruckwetterlagen gekennzeichnet.

Der **Mai** 2008 wies Monatsmitteltemperaturen auf, die im Osten Österreichs etwa 1 °C über dem langjährigen Durchschnitt lagen, im Westen bis über 2 °C. Die Niederschlagsmengen lagen im größten Teil Österreichs unter 75 % des Klimamittelwertes, lediglich in Oberkärnten wurden überdurchschnittliche Regenmengen gemessen.

Der **Juni** 2008 war insgesamt von recht wechselhaftem Wetter und vor allem im Osten Österreichs von sehr hohen Niederschlagsmengen geprägt. In weiten Teilen Niederösterreichs und des Burgenlandes und in Wien fiel mehr als das Doppelte, südlich von Wien bis zum Dreifachen der üblichen Regenmenge. Lediglich zwischen Vorarlberg und Oberösterreich blieben die Regenmengen gebietsweise unter dem langjährigen Durchschnitt.

Auch die Temperatur war im Großteil Österreichs überdurchschnittlich, wobei der Norden Österreichs mit Abweichungen über 2,5 °C am wärmsten war.

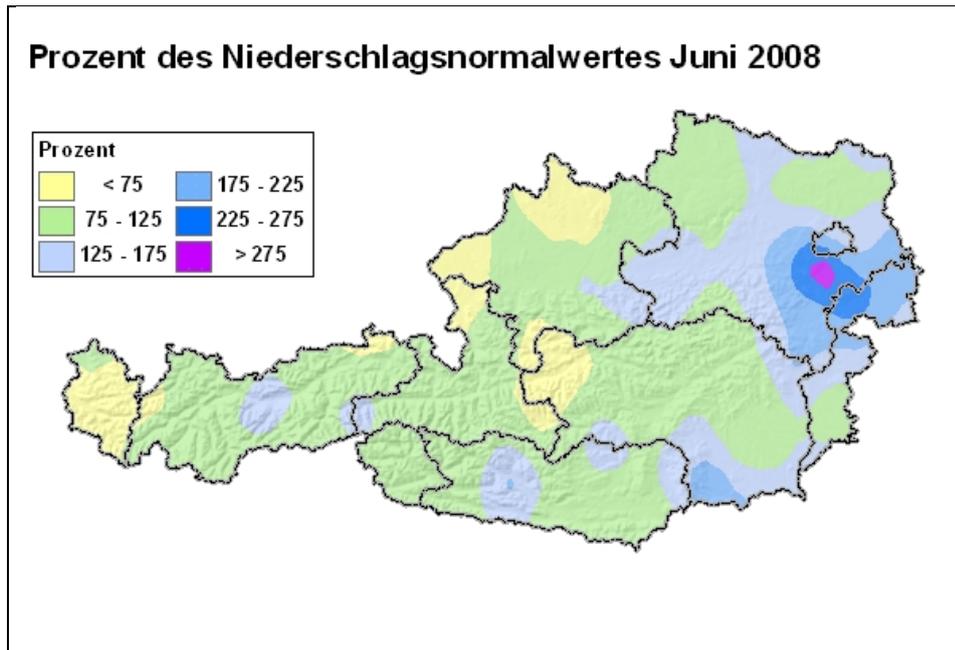


Abbildung 35: Abweichung der monatlichen Niederschlagssumme im Juni 2008 vom Mittelwert der Klimaperiode 1961–1990. (Quelle: ZAMG, www.zamg.ac.at)

Der **Juli** 2008 wies in ganz Österreich leicht überdurchschnittliche Temperaturen auf, wobei der Temperaturverlauf sehr wechselhaft war und kaum langanhaltende Hochdruckwetterlagen auftraten. Die Niederschlagsverteilung war ziemlich ungleichmäßig; v. a. im Osten Österreichs und in Nordtirol fiel außerordentlich viel Regen, im Nordburgenland und im südöstlichen Niederösterreich mehr als das Doppelte des Durchschnittswertes.

Der **August** 2008 war von wechselhaftem Wetter mit häufigen Westlagen gekennzeichnet. Die Temperatur lag im Großteil Österreichs etwas über dem langjährigen Durchschnitt, ebenso die Niederschlagsmengen; besonders regenreich waren Teile des Burgenlandes und Kärntens, im Raum Eisenstadt fielen 186 % des üblichen Niederschlags.

Der **September** 2008 wies im größten Teil Österreichs unterdurchschnittliche Temperaturen – mit Abweichungen zwischen $-0,5$ und $-1,5$ °C im Monatsmittel – auf. Die Niederschlagsmengen lagen im Süden und Westen Österreichs unter oder im Bereich des langjährigen Mittels, im Nordosten fielen überdurchschnittliche Regenmengen, im zentralen Niederösterreich das Eineinhalbfache.

Der **Oktober** 2008 wies im Großteil Österreichs leicht überdurchschnittliche Temperaturen, verglichen mit dem Klimamittelwert auf; im Süden Österreichs war der Oktober mit Abweichungen über $+1,5$ °C vergleichsweise wärmer.

Die Niederschlagsmengen lagen im Norden und Osten unter dem langjährigen Durchschnitt, im Süden und Westen teilweise deutlich darüber; in Oberkärnten fiel mehr als das Doppelte des üblichen Monatsniederschlags. Der Witterungsverlauf war von häufigem Wechsel von warmen und kühlen Phasen gekennzeichnet.

Der **November** 2008 war in ganz Österreich überdurchschnittlich warm. Im Westen lag die Monatsmitteltemperatur ca. 0,5 °C über dem langjährigen Mittelwert, im Nordosten um mehr als 2,5 °C darüber.

Die Niederschlagsmengen lagen im Großteil Österreichs um den Durchschnitt, besonders viel Schnee fiel in Osttirol, in Westkärnten und in den Öztaler Alpen, teilweise bis zum Doppelten der üblichen Niederschlagshöhe. Dagegen wiesen der äußerste Osten und Teile von Vorarlberg, Nordtirol und Salzburg weniger als 75 % des mittleren langjährigen Niederschlags auf.

Der **Dezember** 2008 war im Großteil Österreichs sehr warm; lediglich in Vorarlberg und in Teilen Nordtirols entsprach die Monatsmitteltemperatur dem Klimamittelwert. Besonders hohe Abweichungen vom Klimawert – mehr als +2,5 °C – wurden in der Obersteiermark und den oberösterreichischen Alpen registriert.

Äußerst ungleich waren die Niederschlagsmengen verteilt. Lediglich im Großteil von Vorarlberg, Oberösterreich und Niederösterreich sowie in Wien fielen annähernd durchschnittliche Regen- bzw. Schneemengen. Im Westen Nordtirols sowie im Norden von Oberösterreich und Niederösterreich lag die Niederschlagsmenge deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt (unter 75 %), wohingegen die Gebiete südlich des Alpenhauptkamms, aber auch das Burgenland und der Südosten Nordtirols deutlich überdurchschnittliche Niederschlagsmengen erhielten. In Osttirol und Westkärnten fiel mehr als das Dreifache der üblichen Schneemenge, in der nordöstlichen Steiermark mehr als das Zweieinhalbfache. Eine Rekordschneehöhe wurde mit 1,56 m in Lienz erreicht.

4.3 Wind

Die Windrichtungsverteilungen der Stationen Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf, St. Sigmund, Vorhegg und Zöbelboden für das Jahr 2008 sind in den Schadstoffwindrosen im Anhang 8 dargestellt.

Tabelle 37 gibt die Monatsmittelwerte der Windgeschwindigkeit im Jahr 2008 an.

Die höchsten mittleren Windgeschwindigkeiten treten natürlich am exponierten Hochgebirgsstandort Sonnblick auf. Die Messstellen Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf im außeralpinen Flachland weisen mittlere Windgeschwindigkeiten um 3 m/s auf, in diesem Bereich liegt auch die Windgeschwindigkeit am Messurm auf dem Zöbelboden, 45 m über Boden. Die niedrigsten Windgeschwindigkeiten (im Mittel um 1 m/s) wurden in St. Sigmund, in einem relativ schmalen hochalpinen Tal, in Ried im Zillertal sowie am Zöbelboden auf der Wildwiese (10 m über Boden) und in Vorhegg gemessen.

Tabelle 37: Monatsmittelwerte der Windgeschwindigkeit im Jahr 2008 (in m/s).

	ENK	ILL	PIL	SIG	SON	VOR	ZIL	ZOE Wildwiese	ZOE Messturm
Jän. 08	3,3	2,2	3,6	1,2	11,5	1,1		1,1	3,3
Feb. 08	2,8	2,4	3,2	1,2	9,1	1,3		0,9	2,7
Mär. 08	4,0	3,4	4,3	1,2	8,1	1,2		1,2	3,4
Apr. 08	2,9	3,5	3,6	1,1	8,7	1,2		1,0	2,9
Mai 08	2,7	1,9	2,8	1,3	6,6	1,2		0,5	1,8
Jun. 08	1,9	2,4	2,3	1,1	5,3	1,2		0,5	2,0
Jul. 08	2,3	3,4	3,2	1,2	6,2	1,3		0,7	2,8
Aug. 08	2,2	2,7	2,7	1,1	6,0	1,3		0,6	2,3
Sep. 08	1,9	3,4	2,9	1,0	8,1	1,2	1,1	0,5	2,2
Okt. 08	2,1	2,1	2,2		7,1	1,2	0,6	0,5	1,9
Nov. 08	3,3	2,7	3,4		9,9	0,9	0,7	0,9	2,9
Dez. 08	3,7	3,3	4,2		10,5		0,5	1,2	3,9

4.4 Temperatur

Tabelle 38 gibt die Jahresmittelwerte der Temperatur an den Messstellen des Umweltbundesamt in den Jahren 1990–2008 an, Tabelle 39 die Monatsmittelwerte für 2008.

Tabelle 38: Jahresmittelwerte der Temperatur, 1990–2008 (in °C).

	ENK	ILL	PIL	SIG	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	3,5	-4,4	8,3	8,2
2001	8,2	10,7	9,5	2,7	-5,4	7,2	7,0
2002	8,9	11,4	10,3	3,5	-4,2	7,7	7,9
2003	8,7	11,1	10,7	3,3	-3,6	7,5	8,2
2004	8,0	10,3	9,6	2,6	-5,1	6,7	6,9
2005	7,8	10,3	9,2	2,3	-5,6	6,7	6,6
2006	8,3	10,8	9,7	3,2	-4,4	7,3	7,6
2007	9,3	11,7	10,7	3,3	-4,4	8,1	7,8
2008	9,0	11,7	10,4		-4,7	7,9	7,8

Im Vergleich zu den letzten ca. 15 Jahren war 2008 ein überdurchschnittlich warmes Jahr (siehe Kapitel 4.2). In Illmitz war 2008 (zusammen mit 2007) das zweitwärmste Jahr seit 1991 (nach 2000), in Pillersdorf das fünftwärmste.

Besonders hohe Temperaturen – im langjährigen Vergleich der Klimaperiode 1961–1990 – wurden in den Monaten Jänner, Februar, Juni und November gemessen, eher kühl war der September.

Tabelle 39: Monatsmittelwerte der Temperatur im Jahr 2008 (in °C).

	ENK	IIL	PIL	SIG	SON	VOR	ZIL	ZOE
Jän.08	0,5	2,8	1,8	-3,4	-9,3	1	0	2,0
Feb.08	2,6	4,2	3,4	-3,3	-9,5	1,7		2,2
Mär.08	3,4	7,0	4,9	-3,1	-11,6	1,7		1,6
Apr.08	7,9	11,8	9,8	0,6	-8,1	5,9		6,1
Mai 08	14,5	16,7	15,1	7,7	-2,2	12,2		12,5
Jun.08	17,5	20,7	19,1	10,6	2,1	15,1		15,1
Jul.08	17,7	20,9	19,3	10,9	2,5	16,1		14,9
Aug.08	17,7	20,5	19,5	11,5	3,2	16,3		15,6
Sep.08	12,4	15,1	14,0	6,5	-1,7	10,7	11,2	10,1
Okt.08	8,7	10,9	9,8		-2,1	8,8	8,4	8,5
Nov.08	4,2	7,0	5,7		-8,4	2,3	3,2	4,3
Dez.08	0,2	2,6	1,3		-11,1		-0,7	0,1

4.5 Globalstrahlung

Tabelle 40 gibt die Monats- und Jahressummen der Globalstrahlung für das Jahr 2008 in MJ/m² an, Tabelle 41 die Jahressummen im Zeitraum von 1993–2008. Das Jahr 2008 wies in Enzenkirchen und auf dem Zöbelboden überdurchschnittliche Globalstrahlungssummen auf, in Illmitz und Pillersdorf leicht unterdurchschnittliche. Die höchsten Globalstrahlungssummen traten an allen Messstellen im Jahr 2003 auf (siehe Tabelle 41).

Tabelle 40: Monats- und Jahressummen der Globalstrahlung im Jahr 2008 (in MJ/m²).

	ENK	ILL	PIL	SIG	VOR	ZOE
Jän. 08	97	104	105	109	168	99
Feb. 08	218	214	218	206	320	211
Mär. 08	272	324	337	302	343	254
Apr. 08	454	469	475	402	425	374
Mai 08	648	582	622	428	587	541
Jun. 08	632	578	632	355	571	522
Jul. 08	583	523	562	372	615	460
Aug. 08	550	512	530	363	584	490
Sep. 08	343	334	356	264	453	301
Okt. 08	216	210	202	v	286	223
Nov. 08	110	112	94	v	159	116
Dez. 08	86	70	63	v	v	76
2008	4.207	4.032	4.197	v	v	3.667

v.....unzureichende Verfügbarkeit

Tabelle 41: Jahressummen der Globalstrahlung, 1993–2008 (in MJ/m²).

	ENK	ILL	PIL	SIG	VOR	ZOE
1993		3.855				
1994		3.805	4.156			
1995		3.738	4.416		4.513	
1996		3.687	4.268			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	3.091	4.788	4.080
2001	3.912	4.450	4.015	3.341	4.495	3.465
2002	4.016	4.081	4.078	3.270	4.156	
2003	4.691	4.501	4.620	3.656	4.898	3.850
2004	4.189	3.734	4.268	3.490	4.461	3.523
2005	4.217	4.359	4.325	3.350	4.645	3.678
2006	4.348	4.238	4.472	3.397	4.704	3.721
2007	4.421	4.204	4.429	3.379	4.813	3.819
2008	4.207	4.032	4.197			3.667

4.6 Sonnenscheindauer

Tabelle 42 zeigt die Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer für das Jahr 2008 in Stunden, Tabelle 43 die Jahressummen im Zeitraum von 1992–2008.

Die höchste mittlere Sonnenscheindauer weist das in Kärnten auf einem Südhang gelegene Vorhegg auf, gefolgt von den Messstellen im außeralpinen Flach- und Hügelland (Pillersdorf, Enzenkirchen).

Im Jahr 2008 wurden an den meisten Messstellen überdurchschnittliche Sonnenscheindauerwerte gemessen, die Werte waren aber niedriger als im Vorjahr. Die höchsten Sonnenscheindauerwerte wies das Jahr 2003 auf, gefolgt von den meisten Stationen 2006.

Tabelle 42: Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer im Jahr 2008 (in Stunden).

	ENK	ILL	PIL	SIG	SON	VOR	ZOE
Jän. 08	63	61	62	49	142	113	72
Feb. 08	150	122	124	84	207	188	124
Mär. 08	113	146	150	78	115	139	78
Apr. 08	173	188	187	82	86	147	103
Mai 08	263		267	119	181	231	158
Jun. 08	229		240	80	134	185	124
Jul. 08	214		219	108	130	230	135
Aug. 08	247	237	236	122	180	244	170
Sep. 08	141	145	154	88	115	176	104
Okt. 08	115	106	106		184	157	110
Nov. 08	53	64	55		112	90	71
Dez. 08	82	40	35		98		57
2008	1.846		1.850		1.702	2.045	1.317

Tabelle 43: Jahressummen der Sonnenscheindauer, 1992–2008 (in Stunden).

	ENK	ILL	PIL	SIG	SON	VOR	ZOE
1992		1.995			1.635	1.828	
1993		1.774	1.866			1.551	
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	973		2.062	1.195
2001	1.746	1.926	1.734	952			1.074
2002	1.581	1.994	1.834	991	1.635	1.908	
2003	2.185	2.262	2.150	1.199	2.102	2.294	1.501
2004	1.751	1.656	1.809	985	1.752	1.924	1.309
2005	1.739	2.034	1.999	1.017	1.840	2.016	1.355
2006	1.881	1.922	2.065	1.047	1.898	2.073	1.404
2007	1.959	1.874	2.019	1.007	1.927	2.170	1.356
2008	1.846		1.850		1.702	2.045	1.317

4.7 Niederschlag

Im langjährigen Vergleich war 2008 in Pillersdorf das zweittrockenste Jahr nach 1996. Illmitz, Zöbelboden und Enzenkirchen registrierten 2008 etwa durchschnittliche Niederschlagsmengen. In Vorhegg wurde trotz des Ausfalls der Niederschlagsmessung im November/Dezember die zweithöchste Jahressumme nach 2002 registriert.

Tabelle 44 gibt die Monats- und Jahressummen des Niederschlags 2008 in mm an. In Tabelle 45 sind die Jahressummen des Niederschlags von 1993–2008 zusammengestellt.

Im Jahresverlauf 2008 fällt der Monat Februar in ganz Österreich durch sehr geringe Niederschlagsmengen auf, gefolgt von Mai, in dem nur Vorhegg durchschnittliche Schneemengen erfasste. Im Juni sowie etwas weniger deutlich im Juli zeichnet sich in Illmitz deutlich überdurchschnittliche Regenmengen ab (siehe Kapitel 4.2). In Vorhegg fielen im Oktober ungewöhnlich hohe Regenmengen. Die Messungen der ZAMG weisen auch im Dezember 2008 in Südtirol extrem hohe Niederschlagsmengen aus, allerdings war von 18.11. bis 9.12. sowie von 14. bis 21.12. der Niederschlagsmesser in Vorhegg ausgefallen, so dass sich keine gültigen Monatsmittelwerte angeben lassen.

Im langjährigen Vergleich war 2008 in Pillersdorf das zweittrockenste Jahr nach 1996. Illmitz, Zöbelboden und Enzenkirchen registrierten 2008 etwa durchschnittliche Niederschlagsmengen. In Vorhegg wurde trotz des Ausfalls der Niederschlagsmessung im November/Dezember die zweithöchste Jahressumme nach 2002 registriert.

Tabelle 44: Monats- und Jahressummen des Niederschlags im Jahr 2008 (in mm).

	ENK	ILL	PIL	ZIL	VOR	ZOE
Jän. 08	37	20	19		122	110
Feb. 08	27	3	3		37	32
Mär. 08	78	51	22		102	182
Apr. 08	98	27	36		109	105
Mai 08	62	38	10		151	71
Jun. 08	91	137	44		134	167
Jul. 08	126	99	16		198	278
Aug. 08	97	69	42		165	151
Sep. 08	56	36	37	61	89	123
Okt. 08	51	15	19	73	376	77
Nov. 08	47	30	35	41		114
Dez. 08	26	38	12	81		141
2008	798	564	297		1.940	1.567

Tabelle 45: Jahressummen des Niederschlags, 1993–2008 (in mm).

	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
1993		373	354		
1994		538		721	
1995		594	404	859	
1996		642	287	1.345	1.612
1997		563	391	1.024	1.528
1998		552	303	1.278	1.531
1999	779	589	424	1.471	1.295
2000	977	489	382	712	1.553
2001	941	484	363	368	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

5 LITERATURVERZEICHNIS

- BRUCKMANN, P.; BIRMILI, W.; STRAUB, W.; PITZ, M.; GLADTKE, D.; PFEFFER, H.; HEBBINGHAUS, H.; WURZLER, S. & OLSCHIEWSKI, A. (2008): An outbreak of Saharan dust causing high PM10 levels north of the Alps. In: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 68 (2008) Nr. 11/12; Nov/Dez. 2008.
- EUROPEAN COMMISSION (2001): PAH Position Paper Annexes (27th July 2001). http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/annex_pah.pdf.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report. An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- JRC – European Commission Joint Research Centre (2000): Borowiak A., Lagler, F., Gerboles, M., De Saeger, E.: EC Harmonisation Programme for Air Quality Measurements. Intercomparison Exercises 1999/2000 for SO₂, CO, NO₂ and O₃, EUR 19629 EN. Ispra.
- KAISER, A.; SCHEIFINGER, H.; WEISS, A.; GILGE, S.; RIES, L.; CEMAS, D. & JESENOVEC, B. (2007): Transport of nitrogen oxides, carbon monoxide and ozone to the Alpine Global Atmosphere Watch stations Jungfraujoch (Switzerland), Zugspitze and Hohenpeißenberg (Germany), Sonnblick (Austria) and Mt. Kravavec (Slovenia). Atmospheric Environment 41: 9273–9287, doi:10.1016/j.atmosenv.2007.09.027.
- 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.
- SCHEIFINGER, H. & KAISER, A. (2007): Validation of trajectory statistical methods. Atmospheric Environment 41: 8846–8856, doi:10.1016/j.atmosenv.2007.08.034.
- SEINFELD, J. H. & PANDIS, S. N. (1998): Atmospheric Chemistry and Physics, John Wiley & Sons, New York.
- UMWELTBUNDESAMT (2006): Spangl, W.; Nagl, C.; Schneider, J. & Kaiser, A.: Herkunftsanalyse der PM10-Belastung in Österreich. Ferntransport und regionale Beiträge. Reports, Bd. REP-0034. 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 (2006b): Spangl, W.; Anderl, M.; Lichtblau, G.; Nagl, C. & Schneider, J.: Trends von NO_x-Emissionen und -Immissionen in Österreich, 1990–2004. Reports, Bd. REP-0056. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2008a): Moosmann, L.; Spangl, W.; Nagl, C.; Schodl, B. & Lichtblau, G.: Auswirkungen der NO₂-Emissionen bei Diesel-Kfz auf die Immissionsbelastung. Reports, Bd. REP-0135. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2008b): Anderl, M.; Gangl, M.; Kampel, E.; Köther, T.; Muik, B.; Pazdernik, K.; Poupa, S.; Rigler, E.; Schodl, B.; Sporer, M.; Storch, A.; Wappel, D. & Wieser, M.: Emissionstrends 1990–2006. Ein Überblick über die österreichischen Verursacher von Luftschadstoffen (Datenstand 2008). Reports, Bd. REP-0161. Umweltbundesamt, Wien.

- UMWELTBUNDESAMT (2008c): Wolf, A. & Moosmann, L.: Nationales EU-Referenzlabor für Luftschadstoffe. Kalibrierworkshop 2008. Reports, Bd. REP-0180. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2009a): Spangl, W.; Nagl, C. & Moosmann, L.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2008. Reports, Bd. REP-0231. Umweltbundesamt, Wien. (im Druck).
- UMWELTBUNDESAMT (2009b): Spangl, W.: Luftgütemessstellen in Österreich. Stand Jänner 2009. Reports, Bd. REP-0222. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2009c): Anderl, M.; Köther, T.; Muik, B.; Pazdernik, K.; Poupa, S., Schodl, B. & Wappel, D.: Austria's Annual Air Emission Inventory 1990–2007, Submission under National Emission Ceilings Directive 2001/81/EC. Reports, Bd. REP-0195. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2009d): Anderl, M.; Freudenschuß, A.; Köther, T.; Kuschel, V.; Muik, B.; Pazdernik, K.; Schodl, B.; Poupa, S.; Schweiger, E.; Seuss, K.; Weiss, P.; Zethner, G. & Wieser, M.: Austria's National Inventory Report 2009. Submission under the Concentration on Long-Range Transboundary Air Pollution. Reports, Bd. REP-0188. Umweltbundesamt, Wien.
- ZELLWEGER, C.; AMMANN, M.; BUCHMANN, B.; HOFER, P.; LUGAUER, M.; RÜTTIMANN, R.; STREIT, N.; WEINGARTNER, E. & BALTENSBERGER, U. (2000): Summertime NO_y speciation at the Jungfrauoch, 3580 m above sea level, Switzerland. *Journal of Geophysical Research*, Volume 105, Issue D5. pp. 6655–6668.

Rechtsnormen und Leitlinien

- 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 (Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L) i.d.F. BGBl. I Nr. 34/2006.
- Messkonzept-VO zum IG-L (BGBl. II Nr. 263/2004): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der die Verordnung über das Messkonzept zum Immissionsschutzgesetz-Luft geändert wird.
- 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: Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM₁₀-Fraktion von Schwebstaub – Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode.
- ÖNORM EN 1483: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Quecksilber – Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie.
- ÖNORM EN 14211: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz.
- ÖNORM EN 14212: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Schwefeldioxid mit Ultraviolett-Fluoreszenz.
- ÖNORM EN 14625: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Ozon mit Ultraviolett-Photometrie.

ÖNORM EN 14626: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Kohlenmonoxid mit nicht-dispersiver Infrarot-Photometrie.

ÖNORM EN 14907: Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM_{2,5}-Massenfraktion des Schwebstaubes.

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

ÖNORM M 5866: Luftreinhaltung – Bildung von Immissionsmessdaten und daraus abgeleiteten Immissionskennwerten.

Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/92, i.d.g.F.): Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung und die Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen, mit dem das Smogalarmgesetz, BGBl. Nr. 38/1989, geändert wird (BGBl. I Nr. 34/2003).

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

Richtlinie 14: Österreichweit einheitliche Vorgangsweise zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit der Immissionsmessdaten. Leitfaden zur Immissionsmessung nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft.

RL 1999/30/EG: Richtlinie des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. ABl. Nr. L 163/41.

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://europa.eu.int/eur-lex/en/index.html>

Die österreichischen Gesetze sind auf dem Rechtsinformationssystem des

Bundeskanzleramtes einsehbar: <http://www.ris.bka.gv.at/>

ANHANG 1: DEFINITIONEN UND ABKÜRZUNGEN

Luftschadstoffe

CH ₄	Methan
CO.....	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
HNO ₃ -N.....	Stickstoff in Salpetersäure
NH ₃ -N.....	Stickstoff im Ammoniak
NO.....	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO ₃ ⁻ -N.....	Stickstoff im Nitrat
NO _x	Stickstoffoxide (Summe aus NO und NO ₂)
NO _y	Summe gasförmiger oxidierter Stickstoffverbindungen
O ₃	Ozon
PM1.....	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
SO ₄ -S.....	Schwefel im Sulfat

Luftmessstationen des Umweltbundesamt

ENK.....	Enzenkirchen
ILL.....	Illmitz
KLH.....	Klöch
PIL.....	Pillersdorf
SIG.....	St. Sigmund
SON.....	Sonnblick
VOR.....	Vorhegg
ZIL.....	Ried im Zillertal
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/)
EU-RL.....	EU-Richtlinie
GAW.....	Global atmosphere watch
HPLC-FLD	Hochdruckflüssigkeitschromatographie mit Fluoreszenzdetektion
MEZ.....	Mitteleuropäische Zeit
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 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 2000, 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
PM10	50 µg/m ³	Tagesmittelwert; pro Kalenderjahr ist die folgende Zahl von Überschreitungen zulässig: bis 2004: 35, von 2005 bis 2009: 30, ab 2010: 25
PM10	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 (40 µg/m ³ inkl. Toleranzmarge im Jahr 2008)	Jahresmittelwert. Dieser Grenzwert ist ab 2012 einzuhalten. Die Toleranzmarge beträgt 30 µg/m ³ bei Inkrafttreten des Gesetzes und wird am 1.1. jedes Jahres bis 1.1.2005 um 5 µg/m ³ verringert. Die Toleranzmarge von 10 µg/m ³ gilt gleich bleibend vom 1.1.2005 bis 31.12.2009. Die Toleranzmarge von 5 µg/m ³ gilt gleich bleibend vom 1.1.2010 bis 31.12.2011
Blei im PM10	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
PM10	50 µg/m ³	Tagesmittelwert, darf nicht öfter als 7-mal im Kalenderjahr überschritten werden
PM10	20 µg/m ³	Jahresmittelwert
NO ₂	80 µg/m ³	Tagesmittelwert

Zielwerte für Schwermetalle und PAHs im PM10 gemäß IG-L, Anlage 5b (Jahresmittelwerte).

Schadstoff	Zielwert
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.

¹⁸ AOT40: Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb

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

* *Im Richtlinien text als 18.000 µg/m³.h angegeben*

In der Ozonrichtlinie 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.

ANHANG 5: MESSGERÄTE

Eingesetzte Messgerätetypen für die Immissionsmessung

Messstelle, Komponente	Gerätetype
Enzenkirchen	
O ₃	Horiba APOA-360E
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM10 kontinuierlich	FH 62 IR
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	bis 1.7. Horiba APNA-360E ab 1.7. TEI 24i
Illmitz	
O ₃	Horiba APOA-360E
PM10 kontinuierlich	FH 62 IR
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM2,5 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM1 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	TEI 42i
CO	Horiba APMA-360CE
Partikuläres Sulfat, Nitrat, Ammonium, Salpetersäure, Ammoniak	Low Volume Sampler DPA 96, Analyse mittels Ionenchromatographie
Nasse Deposition	WADOS mit automatischem Probenwechsler
Klöch	
PM10 kontinuierlich	FH 62 IR
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
NO, NO ₂	bis 1.12. Horiba APNA-360 ab 1.12. TEI 42C
Pillersdorf	
O ₃	bis 13.3. Horiba APOA-350E ab 13.3. TEI 49
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM10 kontinuierlich	FH 62 IR
SO ₂	TEI 43 CTL
NO, NO ₂	TEI 42 CTL
Ried im Zillertal	
O ₃	API 400E
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM10 kontinuierlich	TEOM FDMS
NO, NO ₂	API 200EU
St. Sigmund	
O ₃	Horiba APOA-360E
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	TEI 42 CTL

Messstelle, Komponente	Gerätetype
Sonnblick	
O ₃	TEI 49C
CO	Horiba APMA-360CE
CO ₂	URAS-14
NO _y	TEI 42CTL
Vorhegg	
O ₃	API 400E
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	TEI 42CTL
CO	Horiba APMA-360CE
Nasse Deposition	WADOS mit automatischem Probenwechsler
Zöbelboden	
O ₃	Horiba APOA-350E
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	TEI42CTL
CH ₄	TEI 55C
Nasse Deposition	WADOS mit automatischem Probenwechsler

Technische Angaben zu den Messgeräten

Immissionsmessgeräte

	Nachweisgrenze	Messprinzipien
SO₂		
TEI 43S	0,3 µg/m ³ (0,1 ppb)	UV-Fluoreszenz
TEI 43CTL	0,13 µg/m ³ (0,05 ppb)	UV-Fluoreszenz
PM10, PM2,5, PM1		
DHA80, Gravimetrie	1 µg/m ³	Probenahme mittels Digitel High-Volume-Sampler DHA80 mit PM10-Kopf (Tagesproben, Durchfluss 720 m ³ /d) und gravimetrische Massenbestimmung gemäß EN 12341
FH62I-N	10 µg/m ³	Radiometrisch (β-Absorption)
FH62I-R	3 µg/m ³	Radiometrisch (β-Absorption)
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.
APNA-360E	NO: 0,4 µg/m ³ (0,3 ppb) NO ₂ : 1,7 µg/m ³ (0,9 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 24i	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.

	Nachweisgrenze	Messprinzipien
CO		
APMA-360CE	0,05 mg/m ³ (0,05 ppm)	Nichtdispersive Infrarot-Absorption
O₃		
APOA-350E	4 µg/m ³ (2 ppb)	Ultraviolett-Absorption
APOA-360E	0,8 µg/m ³ (0,4 ppb)	Ultraviolett-Absorption
TEI 49	0,8 µg/m ³ (0,4 ppb)	Ultraviolett-Absorption
TEI 49C	0,8 µg/m ³ (0,4 ppb)	Ultraviolett-Absorption
API 400E	1,2 µg/m ³ (0,6 ppb)	Ultraviolett-Absorption
CO₂		
URAS-14	Empfindlichkeit 0,1 ppm	Infrarot-Absorption (mit strömendem Vergleichsgas)
CH₄		
TEI 55C	Empfindlichkeit 0,1 ppm	Flammenionisationsdetektor

Die Konzentration aller gasförmigen Komponenten ist auf Normbedingungen (1.013 hPa, 20 °C) bezogen, jene von PM10, PM2,5 und PM1 (Gravimetrie und kontinuierliche Messung) sowie der Inhaltsstoffe auf Umgebungsbedingungen.

Probenahme- und Analysemethoden

Komponente	Probenahme	Analyse	Bestimmungsgrenze
Schwermetalle im PM10	Besaugung von Filtern (PM10 Tagesproben) mit Digital High-Volume-Sampler, 720 m ³ /d	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) Pb, As, Cd, Ni: Analyse mit ICP-MS in Anlehnung an ÖNORM EN 14902.	As: 0,05 µg/BHG ¹⁹ Cd: 0,01 µg/BHG Ni: 0,3 µg/BHG Pb: 0,09 µg/BHG
Benzol	Diffusionssammler (Aktivkohle)	Elution mit CS ₂ , Analyse mit GC-MSD (gemäß DIN EN 14662-5)	0,2 µg/m ³ (bei einer Expositionsdauer von 28 Tagen)
Regeninhaltstoffe	Wet-and-dry only sampler (WADOS)	Ionenchromatographie mit Leitfähigkeitsdetektor	Nitrat-N: 0,002 mg/l, Magnesium: 0,010 mg/l, Sulfat: 0,018 mg/l, Kalzium: 0,013 mg/l, Kalium: 0,018 mg/l, Natrium: 0,010 mg/l; Ammonium-N: 0,023 mg/l, Chlorid: 0,034 mg/l
Partikuläres Sulfat, Nitrat, Ammonium, Salpetersäure, Ammoniak	Besaugung von Filtern (für partikuläre Komponenten Teflonfilter, für HNO ₃ und SO ₂ KOH ²⁰ -beschichtete Filter, für NH ₃ Citrat-beschichtete Filter) mit DPA 96 Digital Low-Volume-Sampler, 21,6 m ³ /24 Std.	Ionenchromatographie mit Leitfähigkeitsdetektor	Part. Nitrat-N: 0,02 µg/Nm ³ , Part. Sulfat-S: 0,05 µg/m ³ , Part. Ammonium-N: 0,02 µg/m ³ , HNO ₃ -N: 0,02 µg/m ³ , SO ₂ -S: 0,13 µg/m ³ , NH ₃ -N: 0,25 µg/m ³
PAH-Konzentration im PM10	Filter für gravimetrische PM10-Messung. Monatsmischprobe aus Proben von jedem 3. Tag	Soxhlett-Extraktion mit n-Hexan/Diethylether nach Dotation mit deuterierten Surrogates Einengen und Abblasen mit Stickstoff (Turbovap) Lösungsmittelwechsel auf Acetonitril Analyse mittels HPLC-FLD	Benz(a)pyren 1,5 ng/Probe Benz(a)anthracen 1,3 ng/Probe Benzo(b)fluoranthren 1,0 ng/Probe Benzo(k)fluoranthren 0,79 ng/Probe Benzo(j)fluoranthren 2,9 ng/Probe Dibenzo(a,h)anthracen 3,1 ng/Probe Indeno(1,2,3)pyren 1,4 ng/Probe
PAH-Deposition		Zugabe von deuterierten Surrogate Standards Flüssig-Flüssig-Extraktion der PAHs mit n-Hexan Lösungsmittelwechsel auf Acetonitril Analyse mittels HPLC-FLD	Benz(a)pyren 1,5 ng/Probe Benz(a)anthracen 1,3 ng/Probe Benzo(b)fluoranthren 1,0 ng/Probe Benzo(k)fluoranthren 0,79 ng/Probe Benzo(j)fluoranthren 2,9 ng/Probe Dibenzo(a,h)anthracen 3,1 ng/Probe Indeno(1,2,3)pyren 1,4 ng/Probe

¹⁹ BHG: Bergerhoffgefäß²⁰ Kaliumhydroxid

Meteorologische Messgeräte

An allen Messstellen wurden während des gesamten Jahres die genannten meteorologischen Messgeräte eingesetzt.

Komponente	Gerät	Messprinzip
Windrichtung und Windgeschwindigkeit	Kroneis 263 PRH	Windfahne, Schalenkreuz
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 Barogeber 317S	Vakuumdrukdose
Niederschlag	AP23, Fa. Paar	Beheizter Trichter (500 mm ² Durchmesser), Registrierung mittels Wippe (1 Wippenimpuls = 0,1 mm Niederschlag)

ANHANG 6: ANGABEN ZUR QUALITÄTSSICHERUNG

Immissionsmessung

Routinemäßige Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Die in den Messstellen eingesetzten Geräte für SO₂, NO_x, CO und O₃ werden einmal jährlich getauscht, Kalibrierungen erfolgen für diese Komponenten viermal jährlich, die Linearität (Lack of Fit) wird zumindest einmal jährlich überprüft. Vor dem Einsatz in der Messstelle werden die Geräte kalibriert und auf Linearität getestet, vor Ort in der Messstelle wird die Kalibrierung nochmals überprüft.

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. PM2,5- 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 kontinuierlichen Schwebstaubmessgeräte, die nach dem Prinzip der beta-Absorption arbeiten, werden einmal jährlich mittels Kalibrierfoliensatz, Messgeräte nach dem TEOM FDMS-äPrinzip werden einmal jährlich mittels Kalibrierfilter überprüft.

Die Konditionierung und Wägung der Filter für die PM10-, PM2,5- und PM1-Messung erfolgt gemäß der ÖNORM EN 12341 bzw. ÖNORM EN 14907.

Rückführbarkeiten

Alle gasförmigen Komponenten werden im Umweltbundesamt auf primäre Methoden zur Herstellung von Gasgemischen zurückgeführt. Detailliertere Angaben zu den Rückführbarkeiten sind in UMWELTBUNDESAMT (2008c) zu finden. Für Ozon besitzt das Umweltbundesamt ein eigenes NIST-Standard-Referenzphotometer (NIST SRP #26), auf welchem die Ozonmessung seitdem beruht.

Als externe qualitätssichernde Maßnahme erfolgt die regelmäßige Teilnahme an nationalen und internationalen Ringversuchen, insbesondere an Ringversuchen für nationale Referenzlaboratorien der EU (JRC 2000, UMWELTBUNDESAMT 2006a).

Basis des QM-Systems des Kalibrierlabors der Abteilung Luftqualität & Energie ist die ÖNORM EN ISO/IEC 17025:2005.

Messunsicherheit

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

Für die einzelnen Komponenten ergeben sich im Mittel über alle Stationen die in Tabelle 46 angeführten Werte.

Tabelle 46: Erweiterte kombinierte Messunsicherheit.

Komponente	erweiterte kombinierte Messunsicherheit (%)	Zahl der Stationen
O ₃	6,5 %	8
NO	11,6 %	8*
SO ₂	13,4 %	6
CO	10,7 %	3

* ohne Sonnblick (da andere Gerätetype für NO_x)

Qualitätssichernde Maßnahmen im Bereich der Laboranalysen

Basis des QS-Systems ist die 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. Weiters erfolgen regelmäßige Blindwertkontrollen (Reagenzien-, Analysen-, Filter-, Röhrchen- und Feldblindwerte).

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

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

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

Meteorologische Messgeräte

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

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

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

ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN

Tabelle 47 gibt den Prozentanteil der gültigen Halbstundenmittelwerte an der Gesamtzahl der HMW des Jahres 2008 (d. h. 17.568) an, bei PM10, PM2,5 und PM1 den Anteil der gültigen TMW.

Tabelle 47: Verfügbarkeiten gültiger Halbstundenmittelwerte (für PM Tagesmittelwerte) im Jahr 2008.

	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM10	PM2,5	PM1
Enzenkirchen	98 %	95 %		95 %	94 %		
Illmitz	97 %	97 %	96 %	94 %	97 %	96 %	100 %
Klöch		96 %			96 %		
Pillersdorf	97 %	96 %		94 %	96 %		
Ried im Zillertal		39 %		39 %	31 %		
St. Sigmund	79 %	79 %		76 %			
Sonnblick		95 %	95 %	93 %			
Vorhegg	97 %	92 %	97 %	90 %	96 %		
Zöbelboden	95 %	96 %		94 %	97 %		

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 (———).

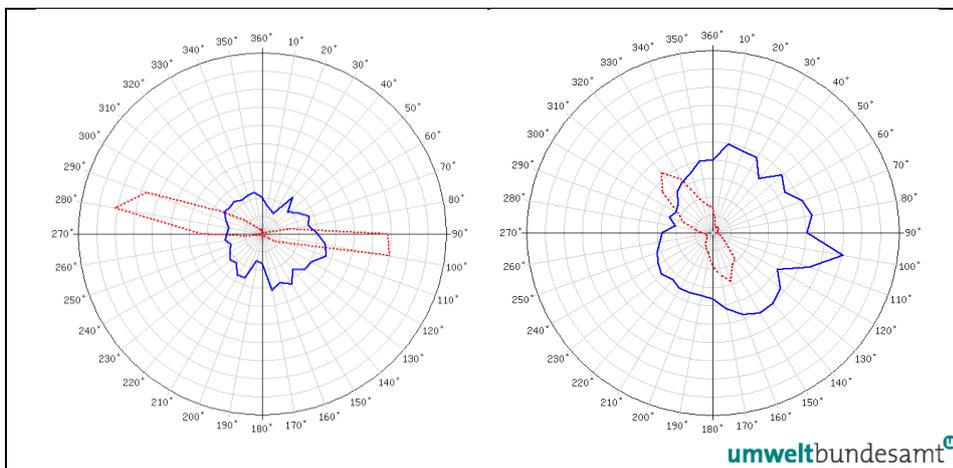


Abbildung 36: Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen (links) und Illmitz (rechts), PM10 im Jahr 2008, Rohdaten.

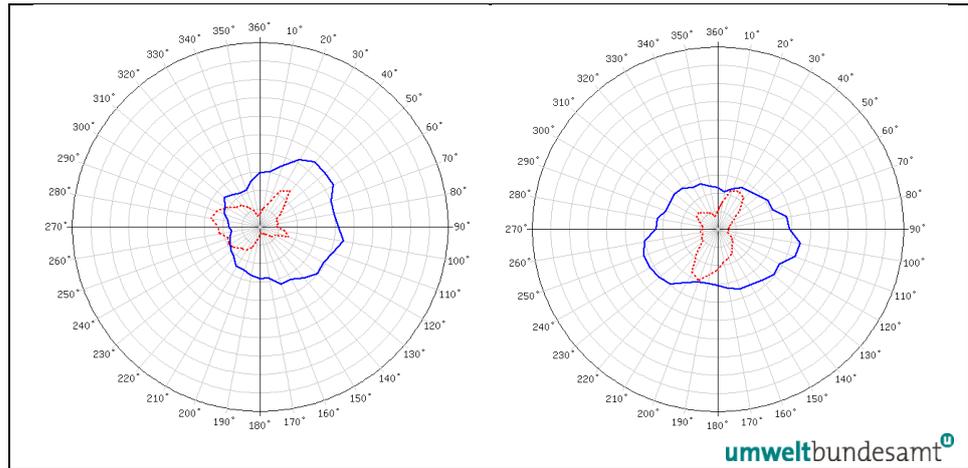


Abbildung 37: Schadstoffwindrosen für Pillersdorf (links) und Klöch (rechts), PM₁₀, im Jahr 2008, Rohdaten.

Stickstoffdioxid

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

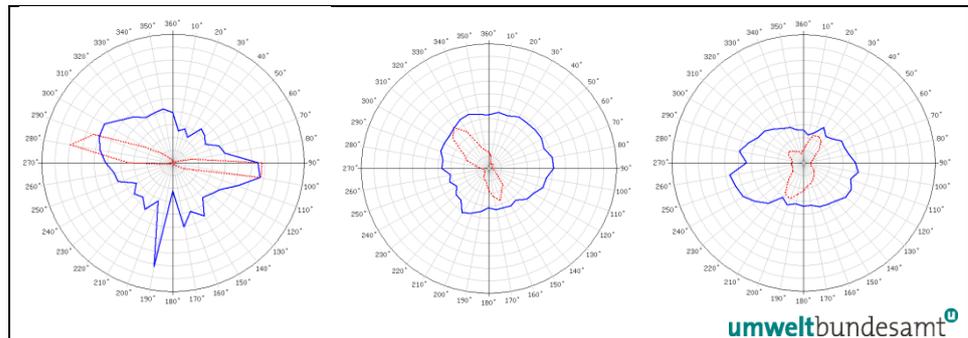


Abbildung 38: Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen, Illmitz und Klöch (von links nach rechts), NO₂ im Jahr 2008.

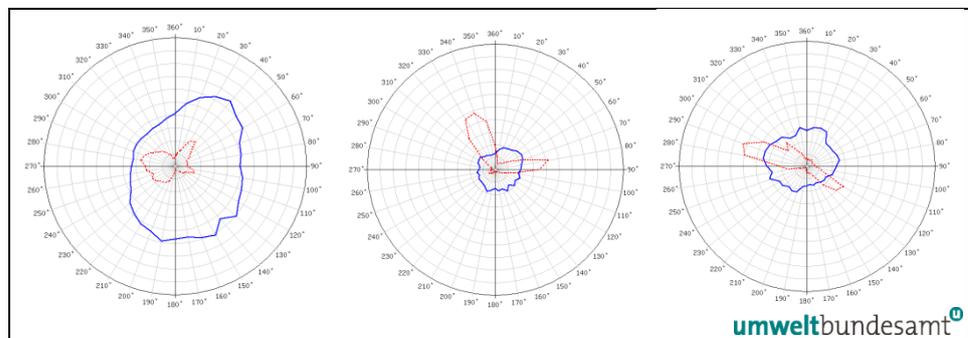


Abbildung 39: Schadstoffwindrosen für Pillersdorf, Vorhegg und Zöbelboden (Wind Messturm; von links nach rechts), NO₂ im Jahr 2008.

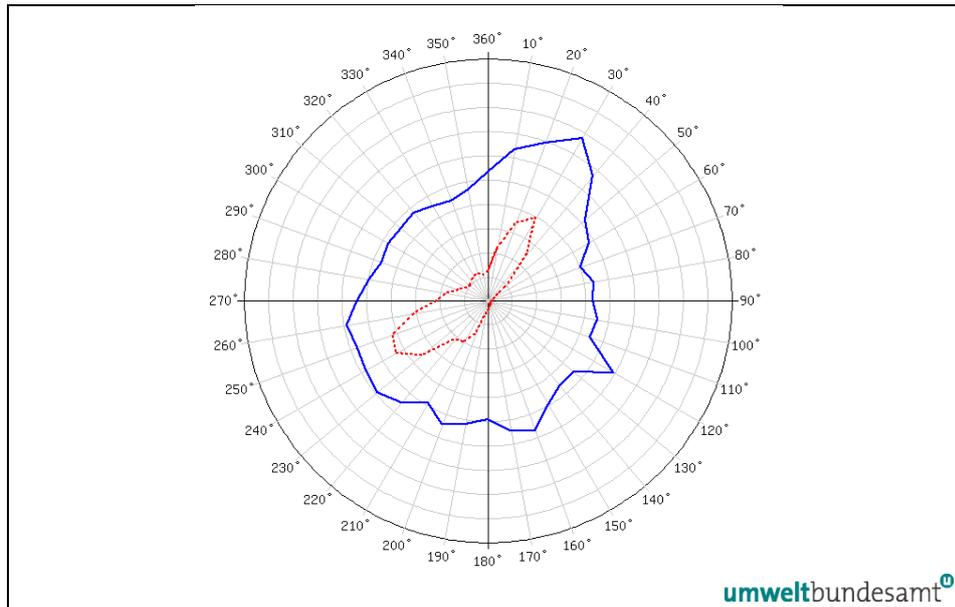


Abbildung 40: Schadstoffwindrose für den Sonnblick, NO_y im Jahr 2008 (Radius entspricht 2 ppb).

Schwefeldioxid

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

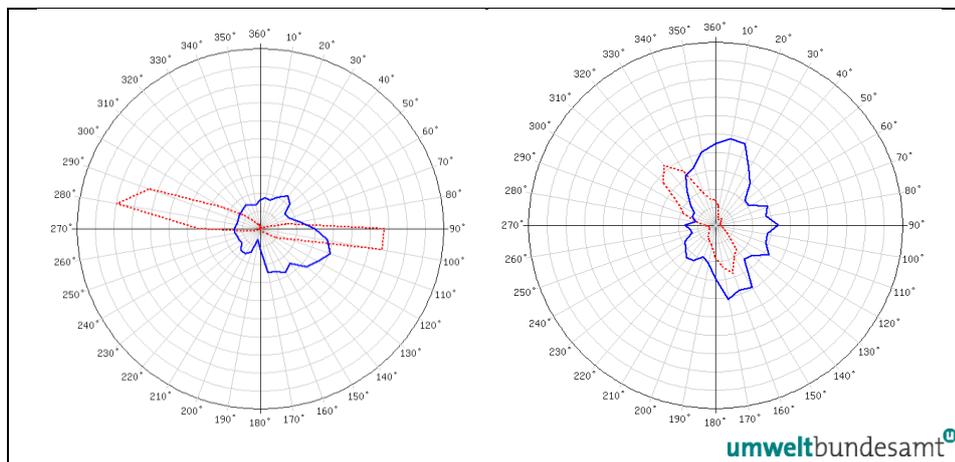


Abbildung 41: Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen (links) und Illmitz (rechts), SO_2 im Jahr 2008.

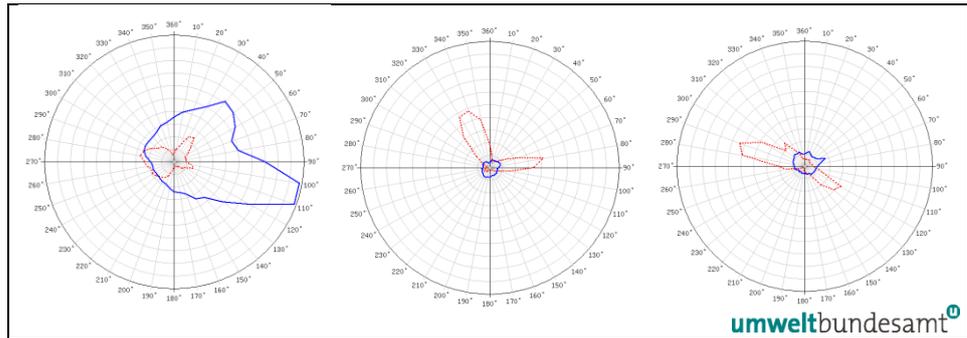


Abbildung 42: Schadstoffwindrosen für Pillersdorf, Vorhegg und Zöbelboden (Wind Messturm; von links nach rechts), SO₂ im Jahr 2008.

Kohlenmonoxid

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

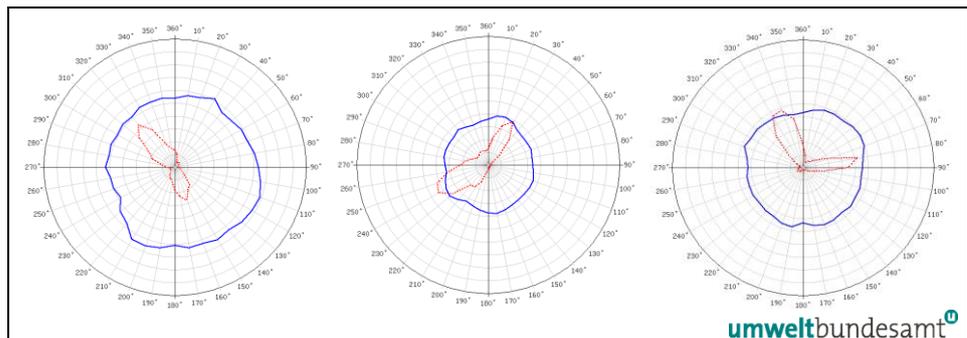


Abbildung 43: Schadstoffwindrose für Illmitz, Sonnblick und Vorhegg (von links nach rechts), CO im Jahr 2008.

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04
Fax: +43-(0)1-313 04/4500

office@umweltbundesamt.at
www.umweltbundesamt.at

Das Umweltbundesamt betreibt acht Luftgütemessstellen, die das österreichische Hintergrundmessnetz bilden. Mit diesen werden Hintergrundbelastung, Fernverfrachtung und Trend der Luftqualität in Österreich bestimmt. Der Report gibt die Ergebnisse der Messungen im Jahr 2008 und den Trend der letzten 15 Jahre wieder.

Die gesetzlich festgelegten Grenzwerte für Luftschadstoffe wurden an allen Messstellen eingehalten. Überschreitungen der Zielwerte für Ozon zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation traten an allen Messstellen auf, lagen aber unter dem Durchschnitt der letzten 15 Jahre; die Informationsschwelle wurde 2008 erstmals an keiner Messstelle überschritten.

Insgesamt konnte in Österreich im Jahr 2008 v. a. bei Feinstaub (PM₁₀) und Schwefeldioxid eine niedrigere Schadstoffbelastung als in den letzten Jahren festgestellt werden.