



Luftgütemessungen und meteorologische Messungen

Jahresbericht Hintergrundmessnetz
Umweltbundesamt 2007





umweltbundesamt^U

LUFTGÜTEMESSUNGEN UND METEOROLOGISCHE MESSUNGEN

Jahresbericht Hintergrundmessnetz
Umweltbundesamt 2007

Wolfgang Spangl
Christian Nagl
Lorenz Moosmann

Report
REP-0154
Wien, 2008



Projektleitung

Wolfgang Spangl

Autoren

Wolfgang Spangl

Christian Nagl

Lorenz Moosmann

Messung

Marina Fröhlich

Claudia Leeb

Michael Reisenhofer

Franz Rokop

Wolfgang Sarny

Wilhelm Schenzel

Erich Singer

Andreas Wolf

Franz Zimmerl

Lektorat

Maria Deweis

Satz/Layout

Ute Kutschera

Titelbild

Luftgütemessstelle Klösch (Bernhard Gröger/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 Recyclingpapier.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2008

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-85457-951-9



INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	5
1 EINLEITUNG	11
2 DAS UMWELTBUNDESAMT-LUFTGÜTEMESSNETZ	13
3 ERGEBNISSE UND INTERPRETATION DER IMMISSIONSMESSUNGEN	19
3.1 Einleitung	19
3.2 Ozon	19
3.2.1 Ozonbelastung im Jahr 2007	19
3.2.2 Trend der Ozonbelastung	21
3.3 PM10	24
3.3.1 PM10-Belastung im Jahr 2007	24
3.3.2 Trend der PM10-Belastung	27
3.3.3 PM10-Ferntransport	31
3.4 PM2,5 und PM1	33
3.4.1 Trend der PM2,5- und der PM1-Konzentration in Illmitz	36
3.5 Stickstoffoxide	37
3.5.1 NO ₂ - und NO _x -Belastung im Jahr 2007	37
3.5.2 NO _y auf dem Sonnblick	39
3.5.3 Trend der Belastung durch Stickstoffoxide	41
3.6 Schwefeldioxid	44
3.6.1 Schwefeldioxid-Belastung im Jahr 2007	44
3.6.2 Trend der Schwefeldioxidbelastung	45
3.7 Kohlenmonoxid	46
3.7.1 CO-Belastung im Jahr 2007	46
3.7.2 Trend der CO-Belastung	47
3.8 Schwermetalle im PM10	48
3.8.1 Blei im PM10	48
3.8.2 Cadmium im PM10	49
3.8.3 Arsen im PM10	50
3.8.4 Nickel im PM10	50
3.8.5 Deposition von Schwermetallen	51
3.9 Flüchtige organische Verbindungen	52
3.9.1 Konzentration von Benzol, Toluol und Xylolen im Jahr 2007	52
3.9.2 Trend der Benzol-, Toluol- und Xylolbelastung	52
3.9.3 Weitere flüchtige organische Verbindungen	55
3.10 Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)	56
3.10.1 PAH im PM10	56
3.10.2 Deposition von PAH	59
3.11 Nasse Deposition	59

3.12	Partikuläres Sulfat, oxidierte und reduzierte Stickstoffverbindungen	63
3.13	Treibhausgase	66
3.13.1	Kohlendioxid	66
3.13.2	Methan	67
4	METEOROLOGISCHE MESSUNGEN	68
4.1	Meteorologische Einflussgrößen auf die Schadstoffbelastung	68
4.2	Die Witterung und deren Einfluss auf die Immissionssituation in Österreich im Jahr 2007	69
4.3	Wind	75
4.4	Temperatur	76
4.5	Globalstrahlung	77
4.6	Sonnenscheindauer	78
4.7	Niederschlag	79
5	LITERATURVERZEICHNIS	81
	ANHANG 1: DEFINITIONEN UND ABKÜRZUNGEN	84
	ANHANG 2: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN	86
	ANHANG 3: MITTELWERTDEFINITIONEN	87
	ANHANG 4: IMMISSIONSGRENZWERTE UND IMMISSIONSZIELWERTE	88
	ANHANG 5: MESSGERÄTE	91
	ANHANG 6: ANGABEN ZUR QUALITÄTSSICHERUNG	96
	ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN	98
	ANHANG 8: SCHADSTOFFWINDROSEN	99
	ANHANG 9: VOC – MONATSMITTELWERTE	104

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 2007.

Messstelle	Ozon (O ₃)	Schwefel-dioxid (SO ₂)	PM10	PM2,5, PM1	Stickstoff-oxide (NO, NO ₂)	Kohlenmon-oxid (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				
St. Sigmund (SIG)	x	x			x				
Sonnblick (SON)	x				*	x			
Vorhegg (VOR)	x	x	x		x	x	x		
Zöbelboden (ZOE)	x	x	x		x		x		

* NO_y: Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen, gemessen ab November 2005

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.

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

Zusätzlich zu den Hintergrundmessstellen wurden in Schwechat und Wien Lobau Messungen von flüchtigen organischen Verbindungen (NMVOC) als Ozonvorläufersubstanzen gemäß Ozongesetz durchgeführt.

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/>

Die meteorologischen Verhältnisse 2007

Das Jahr 2007 war von einem außerordentlich warmen Winter und Frühling gekennzeichnet, dem ein durchschnittlicher Sommer und ein sehr kalter und nasser Herbst folgten. Insgesamt war das auffällig milde Wetter des „Hochwinters“ mit überwiegenden Westwetterlagen mit günstigen Ausbreitungsbedingungen verbunden, was zu vergleichsweise sehr niedrigen Immissionsbelastungen führte. Der Sommer war ebenfalls mit eher mäßigen Ozonbelastungen verbunden.

Ozon

Das Jahr 2007 wies an den meisten Umweltbundesamt-Messstellen eine leicht unterdurchschnittliche Ozonbelastung auf, sowohl die kurzzeitigen Spitzenwerte als auch die Langzeitbelastung betreffend.

Der Informationsschwellenwert ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert) wurde 2007 in Illmitz an vier Tagen, in Pillersdorf an drei Tagen sowie in Enzenkirchen und Vorhegg an je einem Tag überschritten. Alle Überschreitungen fielen in eine Episode vom 17. bis 20. Juli, während der große Teile Österreichs, vor allem im Osten, betroffen waren.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als täglicher maximaler Achtstundenmittelwert, wobei bis zu 25 Überschreitungen pro Jahr erlaubt sind, gemittelt 2005–2007) sowie der Zielwert zum Schutz der Vegetation (AOT40-Wert Mai–Juli von $18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, gemittelt 2003–2007) wurden an allen Hintergrundmessstellen überschritten.

PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁

Die PM₁₀-Belastung lag im Jahr 2007 an allen Hintergrundmessstellen unter dem Grenzwertkriterium bzw. Grenzwert des IG-L (nicht mehr als 30 Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert). Die meisten Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (21 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 2007 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 2007 waren die sehr günstigen meteorologischen Bedingungen vor allem in den ersten Monaten des Jahres, die von Westströmung mit hohen Windgeschwindigkeiten und geringer Vorbelastung dominiert wurden.

Der Jahresmittelwert von PM_{2,5} lag in Illmitz im Jahr 2007 bei $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der mittlere Anteil von PM_{2,5} am PM₁₀ lag mit 77 % nahe beim mehrjährigen Mittel von 78 %. Das mittlere PM_{2,5}/PM₁₀-Verhältnis ist in Illmitz über die Jahre hinweg sehr konstant.



Die PM₁-Konzentration betrug im Jahresmittel 2007 in Illmitz 11 µg/m³, der mittlere PM₁-Anteil am PM₁₀ lag mit 57 % nahe dem mehrjährigen Mittelwert.

Stickstoffoxide

Die Grenzwerte und Zielwerte für NO₂ und NO_x wurden im Jahr 2007 an allen Hintergrundmessstellen eingehalten.

Die höchste NO₂- bzw. NO_x-Belastung wurde – wie schon in den letzten Jahren – in Enzenkirchen registriert; der Jahresmittelwert von NO₂ betrug 12 µg/m³, jener von NO_x (angegeben als NO₂) 14 µg/m³.

Die maximalen Halbstundenmittelwerte lagen zwischen 67 µg/m³ in Enzenkirchen und 33 µg/m³ in St. Sigmund.

Auf dem Sonnblick wurde eine mittlere NO_y⁴-Konzentration von 1,18 ppb gemessen.

Die NO₂- bzw. NO_x-Belastungen wiesen in den letzten Jahren starke Variationen 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 und 2007) hingegen etwas niedrigere Konzentrationen. An den alpinen Messstellen waren 2006 niedrige, 2007 vergleichsweise hohe Belastungen feststellbar. Der Grund dafür liegt darin, dass in den höheren Regionen die NO₂- bzw. NO_x-Belastung vom Transport aus dem Alpenvorland bzw. den Tälern bestimmt wird, welcher bei Wetterlagen mit besserer vertikaler Durchmischung – d. h. günstigen Ausbreitungsbedingungen – stärker ist.

Insgesamt zeigen sowohl NO₂ als auch NO_x seit 2000 einen steigenden Trend, der weder der Entwicklung der NO_x-Emissionen in Österreich noch dem Verlauf der NO_x-Belastung in den Städten folgt.

Schwefeldioxid

Die SO₂-Belastung lag 2007 an allen Hintergrundmessstellen weit unter den Grenzwerten des IG-L.

Der höchste Jahresmittelwert wurde mit 2,1 µg/m³ in Pillersdorf gemessen.

Die maximalen Halbstundenmittelwerte variierten zwischen 34 µg/m³ in St. Sigmund (verursacht durch ein Silvesterfeuerwerk, das auf dieser Alm regelmäßig die höchsten SO₂-Spitzen des Jahres hervorbringt), 32 µg/m³ in Pillersdorf und 5 µg/m³ in Vorhegg, die maximalen Tagesmittelwerte zwischen 17 µg/m³ in Pillersdorf und 2 µg/m³ in St. Sigmund und Vorhegg.

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 µg/m³ nicht möglich.

An allen Messstellen wies das Jahr 2007 im langjährigen Vergleich eine außerordentlich niedrige SO₂-Belastung auf, in vielen Fällen die niedrigste seit Beginn der Messung. 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 und 2007 die niedrigsten SO₂-Konzentrationen auf, was auf die günstigen Ausbreitungsbedingungen v. a. in den Wintermonaten dieser Jahre zurückzuführen ist.

Kohlenmonoxid

Die CO-Belastung lag 2007 an allen Hintergrundmessstellen weit unter dem Grenzwert des IG-L.

Der Jahresmittelwert betrug in Illmitz 0,30 mg/m³, in Vorhegg 0,23 mg/m³ sowie auf dem Sonnblick 0,21 µg/m³; der maximale Achtstundenmittelwert betrug in Illmitz 1,1 mg/m³.

Die CO-Belastung zeigt seit etwa 2000 einen unregelmäßigen Anstieg, der nicht dem weiterhin abnehmenden Trend der österreichischen und europaweiten CO-Emissionen folgt. Die – verglichen mit dem Jahr 2006 – etwas niedrigeren CO-Belastungen der Jahre 2004 und 2007 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 0,007 µg/m³, in Vorhegg 0,004 µg/m³ und auf dem Zöbelboden 0,003 µg/m³. Der Jahresmittelwert von **Cadmium** ergab in Illmitz 0,3 ng/m³, in Vorhegg 0,2 ng/m³ und auf dem Zöbelboden 0,1 ng/m³. Der Jahresmittelwert von **Arsen** betrug in Illmitz 1,0 ng/m³, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden je 0,4 ng/m³, derjenige von **Nickel** in Illmitz 1,6 ng/m³, in Vorhegg 1,1 ng/m³ und auf dem Zöbelboden 1,0 ng/m³.

Im langjährigen Vergleich zeigen alle Schwermetalle abnehmende Trends, die in Illmitz am ausgeprägtesten sind. Das Jahr 2007 wies bei allen vier Schwermetallen und an allen Messstellen eine außergewöhnlich niedrige Belastung auf, was einerseits auf die abnehmenden Emissionen, andererseits auf die günstigen Ausbreitungsbedingungen zurückzuführen ist.



Benzol

Die Benzolkonzentration lag in Illmitz im Jahr 2007 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 keinen klaren Trend. Das Jahr 2007 wies dank der günstigen meteorologischen Bedingungen die niedrigste Belastung seit Beginn der Messung 2000 auf.

Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Von Juli 2006 bis Juli 2007 wurden in Schwechat und Wien Lobau die Konzentrationen verschiedener flüchtiger organischer Verbindungen (volatile organic compounds, VOC; Alkane, Alkene und Aromaten) in Form von Tagesproben erfasst.

Alle analysierten Komponenten zeigen einen markanten Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter.

An der Messstelle Lobau fallen einzelne extrem hohe iso-Pentan-Konzentrationswerte auf, die auf spezielle Emissionen zurückzuführen sind.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)

Die Konzentration von Benzo(a)pyren betrug im Jahresmittel 2007 in Illmitz $0,5 \text{ ng}/\text{m}^3$, d. h. 50 % des Zielwertes. Die konzentrationsgewichtete Toxizität aller analysierten PAH ergab $0,8 \text{ ng}/\text{m}^3$ B(a)P-Äquivalente, wobei der größte Anteil auf B(a)P (61 %) entfiel.

Alle PAH weisen sehr ausgeprägte Jahresgänge 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 oxidierten Schwefel- sowie oxidierten und reduzierter Stickstoffverbindungen im Rahmen des EMEP-Messprogramms.

Die Deposition oxidierten Schwefels betrug im Jahr 2007 in Illmitz $2,7 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{Jahr})$, in Vorhegg $2,9 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{Jahr})$, auf dem Zöbelboden $4,2 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{Jahr})$; die Deposition oxidierten Stickstoffs belief sich in Illmitz auf $2,1 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{Jahr})$, in Vorhegg auf $2,8 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{Jahr})$ und auf dem Zöbelboden auf $6,1 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{Jahr})$, die Deposition reduzierten Stickstoffs ergab in Illmitz $2,7 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{Jahr})$, in Vorhegg $3,5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{Jahr})$ und auf dem Zöbelboden $6,8 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{Jahr})$.

⁵ ersetzte Anfang 2004 den EMEP-Standort St. Koloman

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

Die Deposition oxidierten Schwefel- sowie oxidierten und reduzierten Stickstoffverbindungen nahm in den letzten 20 Jahren an allen Hintergrundmessstellen tendenziell ab, teilweise allerdings mit großen Variationen von Jahr zu Jahr. Der Eintrag oxidierten Schwefelverbindungen zeigt an allen Messstellen einen hoch signifikant abnehmenden Trend, ebenso der Eintrag oxidierten und reduzierten 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 oxidierten und reduzierten Stickstoffverbindungen in der Gas- und Partikelphase gemessen.

Der Jahresmittelwert der Konzentration von oxidiertem partikulärem Schwefel betrug 2007 in Illmitz $0,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$, von oxidiertem Stickstoff $0,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und von reduziertem Stickstoff $2,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Konzentration partikulärer Schwefelverbindungen nahm bis Mitte der Neunzigerjahre stark ab und verharrt seitdem auf einem relativ konstanten Niveau um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In den Jahren seit 2000 zeigen die partikulären S- und N-Verbindungen in Illmitz keinen klaren Trend.

Treibhausgase

Die Konzentration von CO_2 wird auf dem Sonnblick gemessen, die Daten spiegeln in den letzten Jahren den global beobachteten Anstieg der CO_2 -Konzentration im Jahresmittel wider. 2007 wurde ein Jahresmittelwert von 384 ppm registriert.

1 EINLEITUNG

Das Umweltbundesamt betrieb im Jahr 2007 gemäß Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L) und gemäß Ozongesetz in Österreich insgesamt acht Luftgütemessstellen (siehe Abbildung 1 und Tabelle 1). Diese Messstellen bilden das **österreichische Hintergrundmessnetz**.

Diese Messungen sind u. a. notwendig, um über

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

Aussagen treffen zu können. Dadurch wird es u. a. ermöglicht, den Anteil der Vorbelastung an den Immissionen in Ballungsgebieten abzuschätzen.

Drei der Hintergrundmessstellen (Illmitz, Zöbelboden und Vorhegg) sind zudem Teil eines europaweiten Schadstoffmessnetzes (EMEP – Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe⁶), welches innerhalb der Konvention über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigungen⁷ 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 (WMO⁸) durchgeführt. Darüber hinaus misst das Umweltbundesamt die Konzentration des Treibhausgases Methan (CH₄) auf dem Zöbelboden.

Gemäß der Messkonzept-Verordnung zum Ozongesetz werden auch flüchtige organische Verbindungen (VOC) gemessen. 2006/07 wurden derartige Messungen in Schwechat sowie in Wien Lobau durchgeführt.

⁶ <http://www.emep.int>

⁷ <http://www.unece.org/env/lrtap/>

⁸ <http://www.wmo.ch>

Der vorliegende Jahresbericht 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 UMWELTBUNDESAMT-LUFTGÜTEMESSNETZ

Insgesamt betrieb das Umweltbundesamt gemäß IG-L und Ozongesetz im Jahr 2007 acht Messstellen, die auf alle Bundesländer mit Ausnahme von Vorarlberg und Wien verteilt sind.

In Tabelle 1 sind jene Komponenten zusammengestellt, die an diesen Messstellen im Jahre 2007 laut Messkonzept-VO erhoben wurden. Abbildung 1 zeigt die Lage der Messstellen. Eine genauere Lagebeschreibung ist im Bericht „Luftgütemessstellen in Österreich“ (UMWELTBUNDESAMT 2008a) zu finden.

Zusätzlich wurden im Rahmen zeitlich beschränkter Messkampagnen in Wien Lobau und Schwechat VOC als Ozonvorläufersubstanzen erfasst.

Tabelle 1: Immissionsmessungen an den Umweltbundesamt-Messstellen 2007.

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				
St. Sigmund (SIG)	x	x			x				
Sonnblick (SON)	x				*	x			
Vorhegg (VOR)	x	x	x		x	x	x		
Zöbelboden (ZOE)	x	x	x		x		x		

* 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.

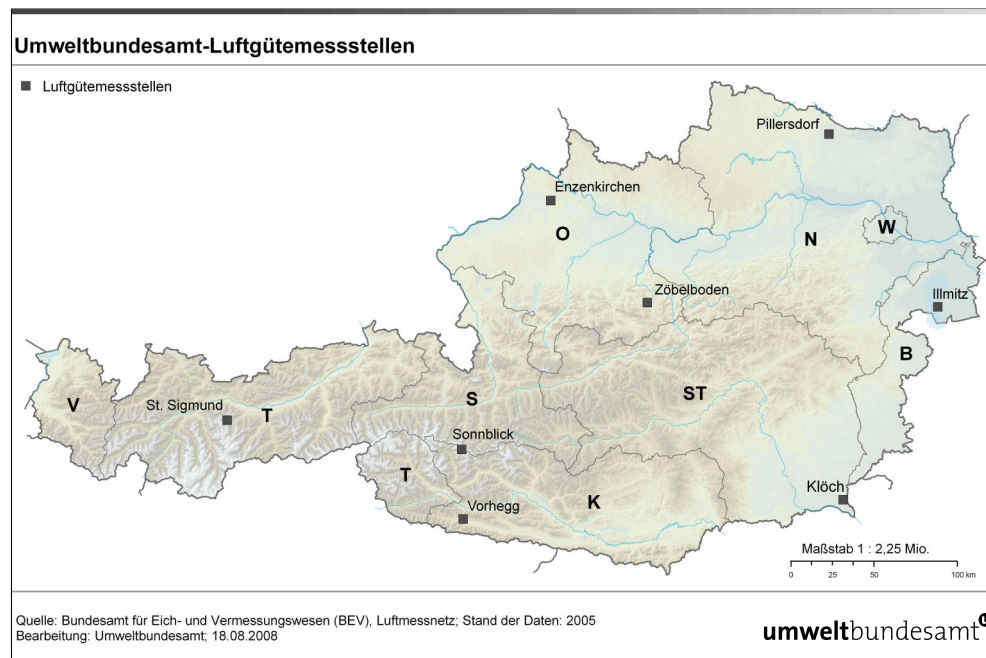


Abbildung 1: Lage der Umweltbundesamt-Messstellen.

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
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 Klösch durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

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

Die Messstellen sind in Abbildung 2 bis Abbildung 9 dargestellt.



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



Abbildung 3: Messstelle Illmitz von Süden (© Umweltbundesamt, Reisenhofer).



Abbildung 4: Messstelle Klösch von Südwesten (© Umweltbundesamt, Sarny).



Abbildung 5: Messstelle Pillersdorf von Süden (© Umweltbundesamt, Schenzel).



Abbildung 6: Messstelle St. Sigmund Gleirschalm von Norden (© Umweltbundesamt, Zimmerl).



Abbildung 7: Messstelle Sonnblick von Süden (© ZAMG, Staudinger).



Abbildung 8: Messstelle Vorhegg von Nordosten (© Umweltbundesamt, Singer).



Abbildung 9: Messstelle Zöbelboden (Wildwiese) von Osten. Im Vordergrund stehen Niederschlags- und Staubbiederschlagssammler, rechts WADOS. (© Umweltbundesamt, Rokop)

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), 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: 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 2007

Der Informationsschwellenwert ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert, MW1) wurde in Illmitz im Jahr 2007 an vier Tagen (17.7., 18.7., 19.7., 20.7.), in Pillersdorf an drei Tagen (17.7., 18.7., 20.7.), in Enzenkirchen (17.7.) und Vorhegg (20.7.) an jeweils einem Tag überschritten.

In Tabelle 4 sind die maximalen (stündlich gleitenden) Einstundenmittelwerte der Ozonkonzentration, die Anzahl der Tage mit (stündlich gleitenden) Achtstundenmittelwerten (MW8) über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2007 sowie im Mittel über die Jahre 2005–2007, die AOT40-Werte⁹ Mai–Juli 2007 sowie im Mittel über die Jahre 2003–2007 und die AOT40-Werte April–Sept. 2007 an den Messstellen des Umweltbundesamts angegeben. Tabelle 5 gibt die Monats- und Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration im Jahr 2007 an.

Tabelle 4: Ozon, maximaler Einstundenmittelwert, Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2007 sowie im Mittel über die Jahre 2005–2007, AOT40-Wert Mai–Juli 2007 sowie im Mittel über die Jahre 2003–2007; AOT40-Wert April–Sept. 2007.

Mess-stelle	max. MW1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anzahl Tage MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2007	Durchschnittliche Anzahl Tage MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2005–2007	AOT40 Mai–Juli 2007 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 Mai – Juli Mittel 2003–2007 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	AOT40 April–Sept. 2007 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)
ENK	186	37	39	20.548	23.525	31.923
ILL	235	45	52	27.918	30.631	44.679
PIL	194	51	48	26.310	27.656	44.292
SON	170	103	96	33.935	37.068	63.926
SIG	179	37	36	24.313	24.911	41.694
VOR	195	46	50	24.316	27.171	38.796
ZOE	170	39	44	17.869	24.297	33.990

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit (nicht mehr als 25 Tage mit Achtstundenmittelwerten über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde sowohl im Mittel 2005–2007 als auch im Jahr 2007 an allen Messstellen überschritten. Vom Sonnblick abgesehen, der für den Dauersiedlungsraum nicht repräsentativ ist, traten 2007 die meisten Überschreitungen in Pillersdorf (51 Tage) auf, gefolgt von Vorhegg 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 2003–2007 an allen Hintergrundmessstellen, im Jahr 2007 an allen Messstellen außer Zöbelboden überschritten, ebenso der AOT40-Wert zum Schutz des Waldes (April–Sept., $20.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$). Vom Sonnblick abgesehen, der für die Vegetation nicht repräsentativ ist, traten 2007 die höchsten AOT40-Werte (Mai–Juli) in Illmitz und Pillersdorf auf.

Tabelle 5: Monats- und Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration 2007 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	ENK	ILL	PIL	SIG	SON	VOR	ZOE
Jän.	45	40	49		83	62	65
Feb.	46	43	48	85	94	76	70
Mär.	67	65	71	99	104	85	86
Apr.	88	81	94	106	122	99	105
Mai	86	81	87	92	117	93	97
Jun.	86	85	85	89	114	79	92
Jul.	79	90	90	86	107	95	86
Aug.	69	78	80	74	110	68	85

⁹ Accumulated Exposure over Threshold of 40 ppb

	ENK	ILL	PIL	SIG	SON	VOR	ZOE
Sep.	50	54	59	65	93	64	66
Okt.	35	42	44	61		43	53
Nov.	31	44	43	73	85	56	58
Dez.	29	30	32	77	85	57	64
JMW	59	61	65	101	82	73	77

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 an keiner Messstelle ein statistisch signifikanter Trend.

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 zumeist 1999 beobachtet, in Illmitz 2004, in Vorhegg 2002. Das Jahr 2007 wies an allen Messstellen leicht unterdurchschnittliche 98-Perzentile der MW1 auf.

Keine Messstelle zeigt einen statistisch signifikanten Trend der 98-Perzentile der MW1, diese nehmen im Mittel leicht ab.

Bei den Überschreitungen der Informationsschwelle wies 2007 etwa durchschnittliche Überschreitungshäufigkeiten auf, häufiger wurde die Informationsschwelle in Nordostösterreich 1990, 1992, 1994 und 2003 überschritten, in Vorhegg 1996.

Tabelle 6: Ozon, Anzahl der Tage mit MW1 > 180 µg/m³ in den Jahren 1990 bis 2007.

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

Tabelle 7: 98-Perzentil der Einstundenmittelwerte in den Jahren 1993 bis 2007 (in µg/m³) an den seit 1996 oder früher betriebenen Ozonmessstellen des Umweltbundesamt.

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

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

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

Das Jahr 2007 wies in Enzenkirchen, Illmitz und auf dem Sonnblick leicht unterdurchschnittliche Überschreitungshäufigkeiten auf, an den anderen Messstellen lag die Anzahl der Tage mit MW8 über 120 µg/m³ nahe dem langjährigen Mittel.

Als einzige Messstellen zeigen Zöbelboden (Signifikanzniveau 95 %, mittlerer Anstieg pro Jahr 1,4 Tage) und Sonnblick (Signifikanzniveau 90 %, mittlerer Anstieg pro Jahr 1,9 Tage) einen statistisch signifikanten Trend.

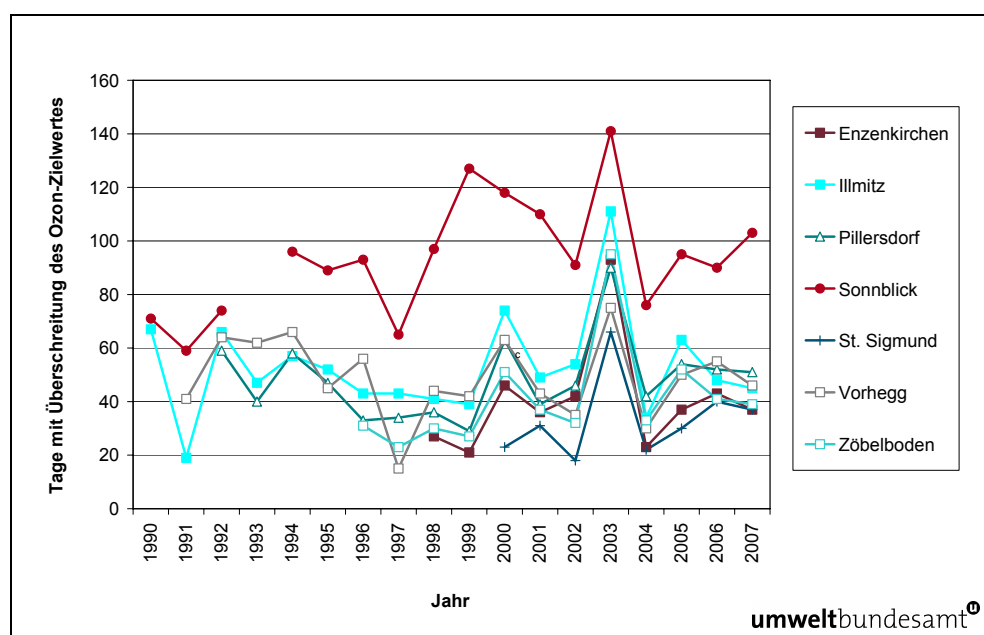


Abbildung 10: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit (MW8 > 120 µg/m³) pro Jahr, 1990–2007.

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 überschreiten – ist für den Zeitraum 1992 bis 2007 in Abbildung 11 dargestellt.

In Enzenkirchen und Pillersdorf wies das Jahr 2007 ein ähnliches Belastungsniveau auf wie im Mittel über die letzten 15 Jahre, die anderen Messstellen erfassten durchwegs unterdurchschnittliche AOT40-Werte.

An keiner Messstelle weisen die AOT40-Werte einen statistisch signifikanten Trend auf.

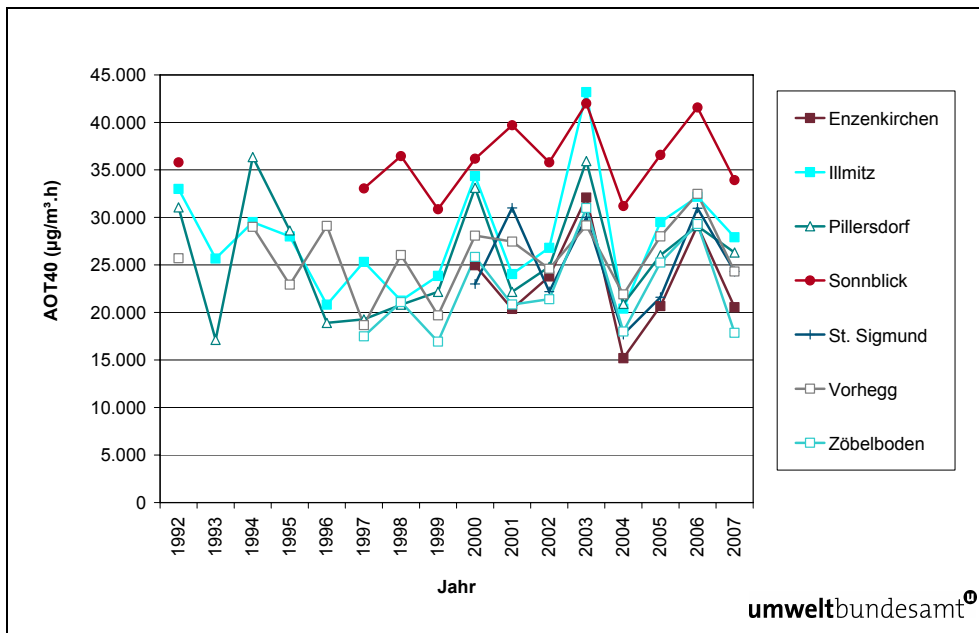


Abbildung 11: AOT40-Werte gemäß Ozonrichtlinie pro Jahr, 1992–2007 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$).

Trend der Jahresmittelwerte

In Abbildung 12 und Tabelle 8 werden die Jahresmittelwerte der Ozonmessstellen des Umweltbundesamt für den Zeitraum 1990 bis 2007 dargestellt.

Im langjährigen Vergleich wiesen alle Messstellen 2007 bis auf St. Sigmund und Pillersdorf einen leicht unterdurchschnittlichen Jahresmittelwert auf.

Illmitz zeigt im Zeitraum 1990–2007 einen statistisch hoch signifikant (99 %-Signifikanzniveau) steigenden Trend (mittlerer Anstieg pro Jahr $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$); auf dem Sonnblick beträgt die mittlere Zunahme (Signifikanzniveau 95 %) $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr, Pillersdorf ($+ 0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr) und Zöbelboden ($+ 0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr) weisen statistisch signifikante Trends (90 % Signifikanz) auf.

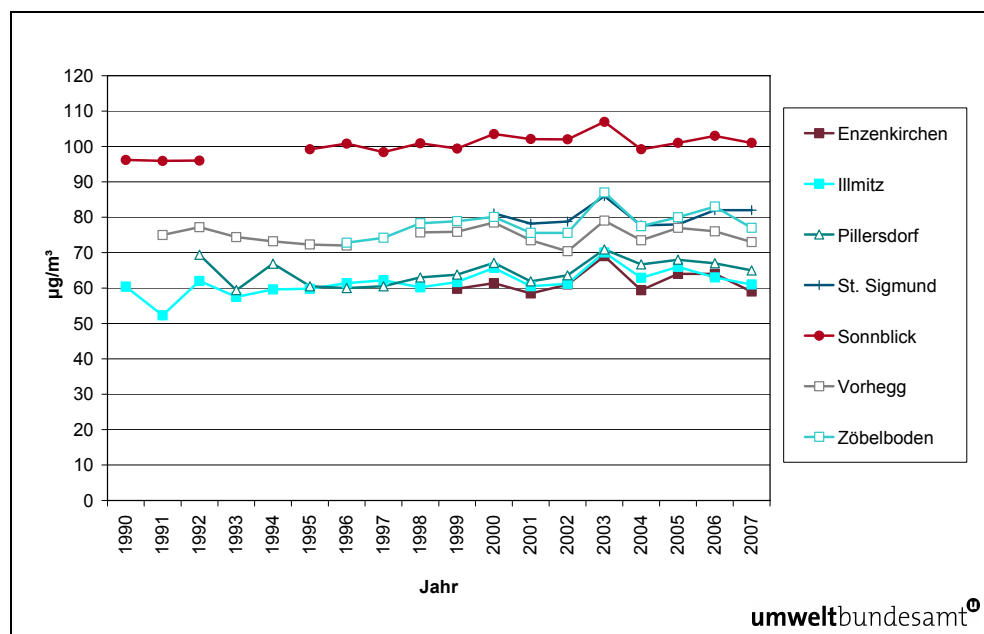


Abbildung 12: Ozon, Jahresmittelwerte 1990 bis 2007 (in µg/m³).

Tabelle 8: Ozon, Jahresmittelwerte 1990 bis 2007 (in µg/m³).

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07
ENK										60	61	59	61	69	59	64	64	59
ILL	60	52	62	58	60	60	61	62	60	62	66	61	61	70	63	66	63	61
PIL			69	59	67	61	60	61	63	64	67	62	64	71	67	68	67	65
KOL		75	77	75	78	77	72	77	82	82	83	79	80	88	80			
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
VOR		75	77	74	73	72	72		76	76	79	74	70	79	74	77	76	73
ZOE							73	74	78	79	80	76	76	87	78	80	83	77

3.3 PM10

3.3.1 PM10-Belastung im Jahr 2007

Die PM10-Konzentration wurde im Jahr 2007 an den Messstellen Enzenkirchen, Illmitz, Klösch, Pillersdorf, 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 2007 an allen Messstellen eingehalten.

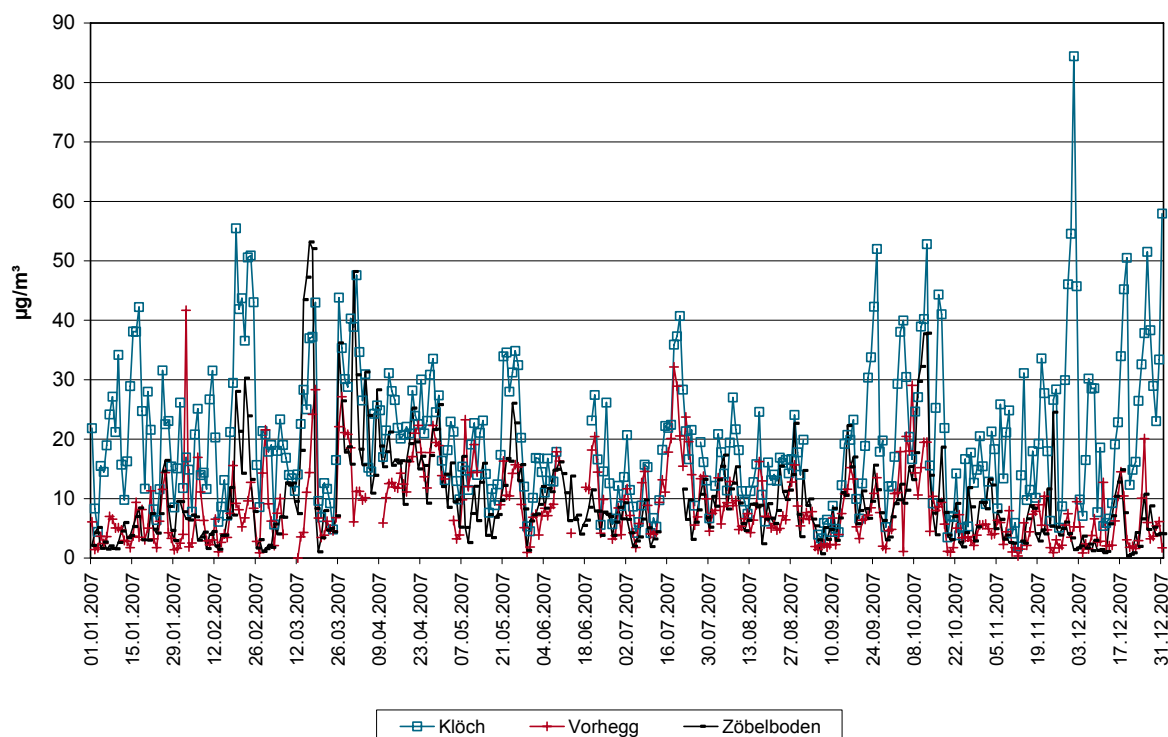
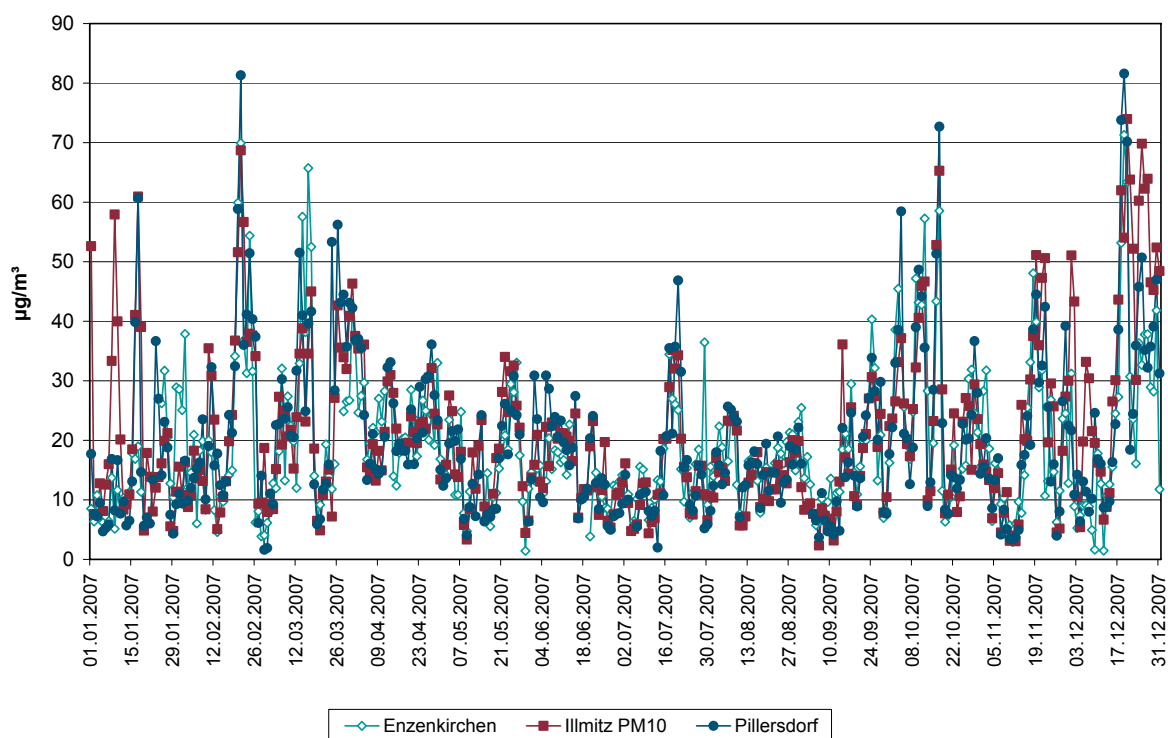
Tabelle 9 gibt die Monatsmittelwerte, den Jahresmittelwert, die Anzahl der Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ sowie den maximalen Tagesmittelwert des Jahres 2007 an. Abbildung 13 zeigt den Verlauf der Tagesmittelwerte der PM10-Konzentration.

Tabelle 9: Monats- und Jahresmittelwerte und maximaler TMW der PM₁₀-Konzentration (in µg/m³) sowie Anzahl der Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ im Jahr 2007.

	ENK	ILL	KLH	PIL	VOR	ZOE
Jän.	13,9	20,1	20,4	14,3	4,8	5,3
Feb.	21,9	23,8	24,0	24,6	7,8	8,5
Mär.	22,7	23,4	21,8	27,0	11,5	16,2
Apr.	23,3	23,5	25,3	23,4	14,3	18,5
Mai	15,1	17,0	18,0	15,5	10,6	10,5
Jun.	13,6	15,5	14,8	16,4	9,4	8,9
Jul.	15,2	14,1	16,6	14,8	12,2	6,6
Aug.	16,4	14,6	15,6	16,2	8,4	10,1
Sep.	15,6	14,3	15,8	14,8	6,3	8,2
Okt.	26,5	26,0	21,8	26,6	9,1	12,2
Nov.	18,0	19,9	18,9	18,1	4,5	6,4
Dez.	23,3	38,0	27,4	28,4	5,5	4,4
TMW > 50 µg/m³	11	21	10	14	0	2
JMW	18,0	20,8	19,3	19,7	7,9	9,5
Max. TMW	71,3	74,0	84,4	81,6	41,7	53,2

Der höchste Jahresmittelwert wurde mit 20,8 µg/m³ in Illmitz gemessen, gefolgt von 19,7 µg/m³ in Pillersdorf, 19,3 µg/m³ in Klösch und 18,0 µg/m³ in Enzenkirchen. Die im Mittelgebirge gelegenen Messstellen Vorhegg und Zöbelboden wiesen mit Jahresmittelwerten unter 10 µg/m³ deutlich geringere PM₁₀-Konzentrationen auf.

Die meisten Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ registrierte 2007 die Messstelle Illmitz (21 Tage), gefolgt von 14 Tagen in Pillersdorf und elf bzw. zehn Tagen in Enzenkirchen und Klösch. An den höher gelegenen Messstellen Vorhegg und Zöbelboden traten keine bzw. nur zwei Überschreitungen auf.



umweltbundesamt[®]

Abbildung 13: Tagesmittelwerte der PM₁₀-Konzentration an den Messstellen Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf (oben) sowie Klösch, Vorhegg und Zöbelboden (unten) im Jahr 2007 (in µg/m³).

Parallel zur gravimetrischen PM₁₀-Messung wird die PM₁₀-Konzentration in Illmitz, Enzenkirchen, Klösch, Pillersdorf und Zöbelboden mittels kontinuierlich registrierender Geräte (β -Absorption, FH62I-R) erfasst. Diese Parallelmessung erlaubt anhand der Analyse des Zeitverlaufs sowie von Schadstoffwindrosen und mittleren Tagesgängen detailliertere Aussagen über die Herkunft der Schadstoffbelastung, als dies bei täglicher Auflösung möglich ist, und dient zudem 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 2000, auf dem Zöbelboden und in Pillersdorf im Mai 2003, in Enzenkirchen Ende Jänner 2004 und in Klösch im Juni 2006 begonnen, so dass Aussagen über einen Trend der PM₁₀-Belastung nur eingeschränkt möglich sind.

An allen Messstellen wies das Jahr 2007 die niedrigste mittlere PM₁₀-Belastung (siehe Abbildung 14) seit Beginn der Messung auf.

Die Anzahl der Tage über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (siehe Abbildung 15) 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 wies das Jahr 2007 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 des Jahres 2007 war das sehr warme, windige Wetter v. a. in den ersten Monaten des Jahres.

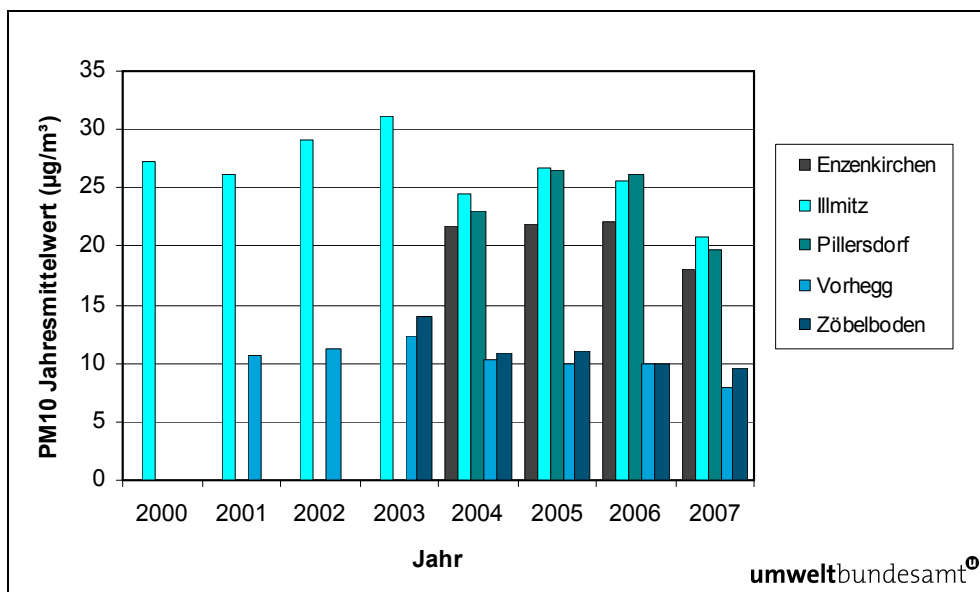


Abbildung 14: Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration, 2000–2007 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

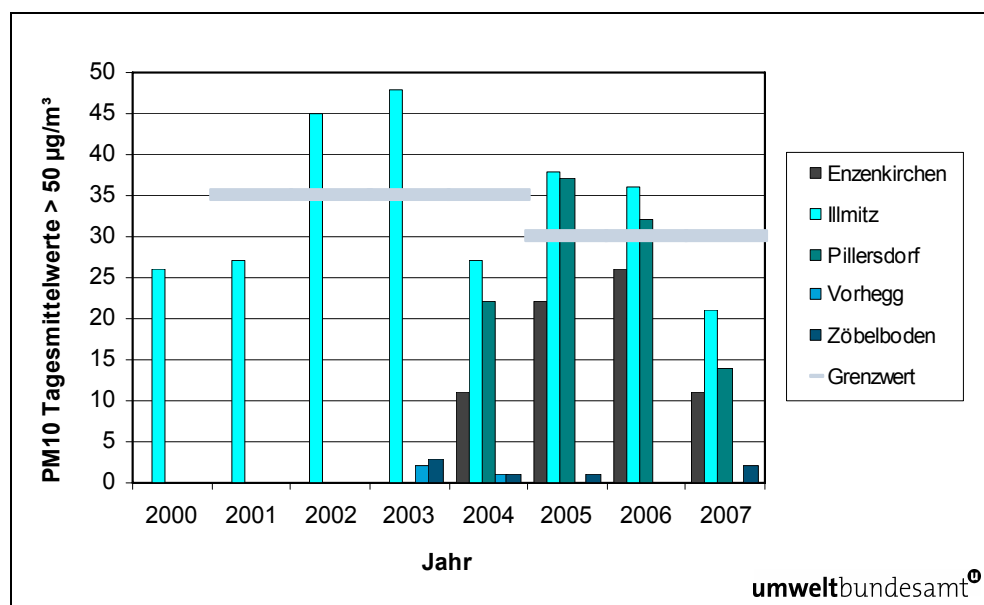


Abbildung 15: Anzahl der Tagesmittelwerte der PM10-Konzentration über 50 µg/m³, 2000–2007 (Enzenkirchen 2004 erst ab 29.1.).

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 µg/m³ 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 µg/m³).

Demgegenüber wies der Winter 2006/07 sehr niedrige Werte auf: in Summe wurden von Oktober bis März in Illmitz 14 TMW über 50 µg/m³ gemessen.

Tabelle 10: Anzahl der TMW über 50 µg/m³ pro Monat in Illmitz, 2000 bis 2007.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Jän.	12	12	10	7	8	2	18	3
Feb.	1		8	13	4	11	5	3
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
Nov.		1	2	3	5	11	1	2
Dez.	5	4	14	7	5	2	4	11

Um die Unterschiede in der Herkunft der Illmitz erreichenden Luftmassen in verschiedenen Wintern zu verdeutlichen, werden in Abbildung 16 bis Abbildung 18 die Häufigkeitsverteilungen von Rückwärtstrajektorien¹⁰ (berechnet von der ZAMG¹¹ auf Basis von ECMWF¹²-Windfeldern) für drei verschiedene Situationen dargestellt:

- Der Winter 2002/03 war von starkem Ferntransport aus Nordserbien, Ungarn, Mähren und Südpolen gekennzeichnet (siehe auch Kapitel 3.3.3), der zu hoher PM10-Belastung in Nordostösterreich führte;
- Der Winter 2005/06 war von niedrigen Windgeschwindigkeiten gekennzeichnet, die zu starker regionaler Schadstoffakkumulation und damit hoher PM10-Belastung in Nordostösterreich führten;
- Der Winter 2006/07 wies überwiegend Westströmung und damit günstige Ausbreitungsbedingungen und geringen PM10-Ferntransport auf, was zu einer niedrigen PM10-Belastung in Nordostösterreich führte.

¹⁰ Eine Trajektorie ist der Weg, den die Luft (genau genommen: ein infinitesimal kleiner Luftpartikel) in einem gegebenen Zeitraum zurücklegt.

¹¹ ZAMG: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

¹² Winddaten des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersage

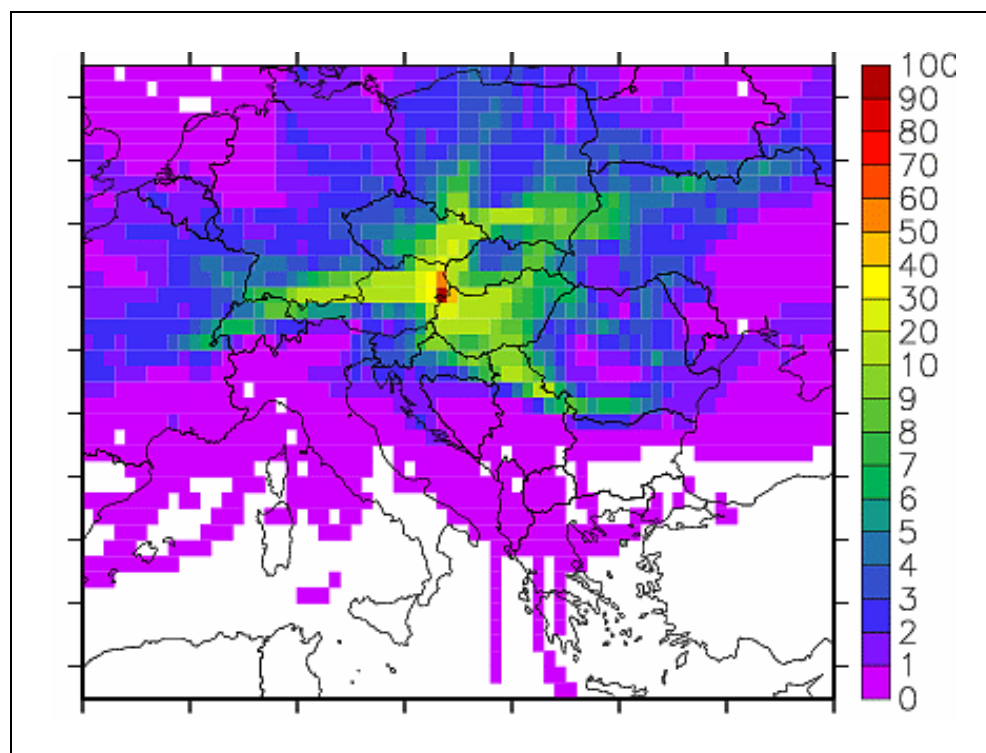


Abbildung 16: Häufigkeitsverteilung der Rückwärtstrajektorien für Illmitz, Winter 2002/03. Die Farbskalierung gibt die Häufigkeit in Prozent an, mit der die Rückwärtstrajektorien die einzelnen Rasterfelder überquert haben.

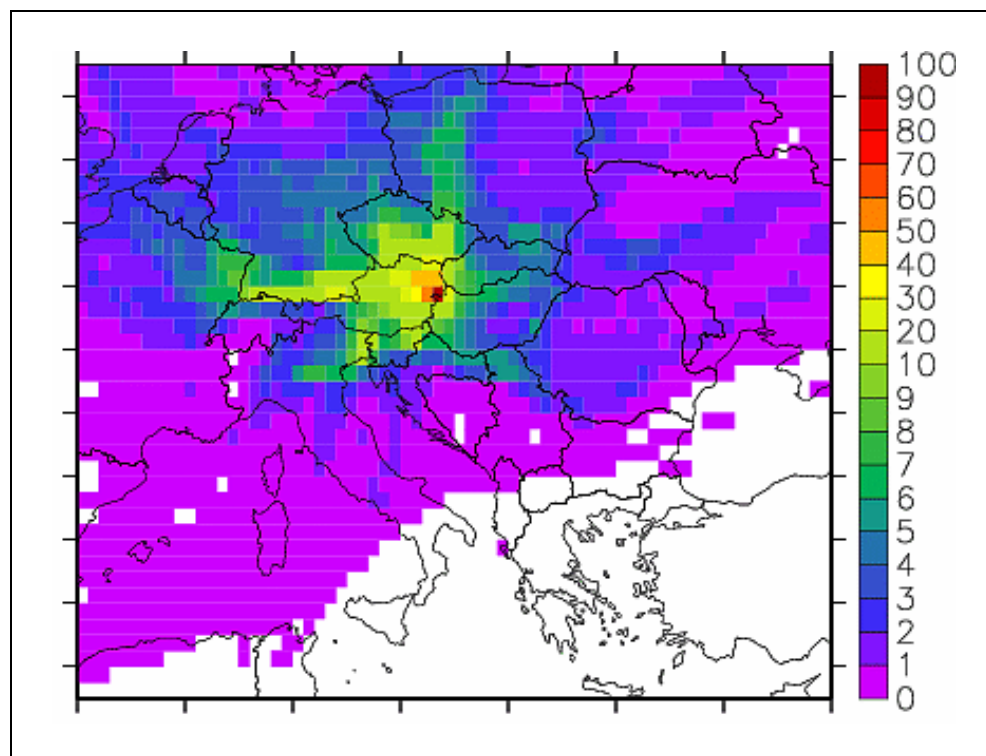


Abbildung 17: Häufigkeitsverteilung der Rückwärtstrajektorien für Illmitz, Winter 2005/06. Die Farbskalierung gibt die Häufigkeit in Prozent an, mit der die Rückwärtstrajektorien die einzelnen Rasterfelder überquert haben.

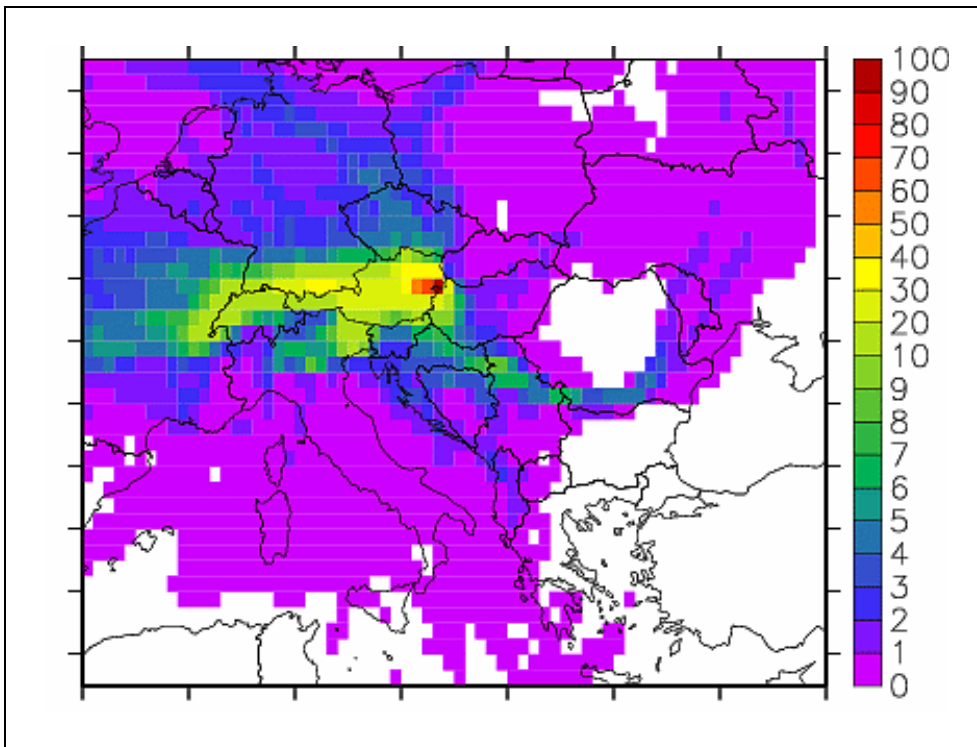


Abbildung 18: Häufigkeitsverteilung der Rückwärtstrajektorien für Illmitz, Winter 2006/07.

Die Farbskalierung gibt die Häufigkeit in Prozent an, mit der die Rückwärtstrajektorien die einzelnen Rasterfelder überquert haben.

3.3.3 PM₁₀-Ferntransport

Im ostösterreichischen außeralpinen Raum stellen Ferntransport und – bei lang anhaltenden windschwachen Wetterlagen – regionale Schadstoffakkumulation (lange Verweilzeit der Luft im Umkreis von ~ 100 km) einen wesentlichen Faktor für erhöhte PM₁₀-Belastungen dar, in abgeschwächtem Ausmaß auch im Oberösterreichischen Alpenvorland (siehe u. a. UMWELTBUNDESAMT 2006a). Als Instrumentarium für die Untersuchung von Ferntransport und regionaler Schadstoffakkumulation werden Rückwärtstrajektorien herangezogen, welche von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) auf der Basis von Winddaten des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersage (ECMWF) berechnet wurden (UMWELTBUNDESAMT 2008b).

Anhand der Trajektorien ist eine Aufgliederung der Herkunft erhöhter PM₁₀-Belastung in „Ferntransport“ und „regionale Schadstoffakkumulation“ möglich. Ferntransport erfolgt bei – in den meisten Fällen über einen ganzen Tag sehr einheitlichem – mäßig starkem Wind; durch Kombination der Trajektorienbahnen mit der räumlichen Verteilung der Emissionen (UMWELTBUNDESAMT 2008b) ist die – wenngleich nicht immer eindeutige – Eingrenzung von Herkunftsgebieten möglich. Als „regionale Schadstoffakkumulation“ werden windschwache Situationen bezeichnet, in denen sich die Luft längere Zeit im Umkreis der Messstelle aufhielt; die Trajektorien zeigen häufig Schleifenbewegungen der Luft im Nahbereich der Messstelle. Anhand der Trajektorien lässt sich der Einzugsbereich regionaler Schadstoffakkumulation auf einen Umkreis von ca. 100 bis 150 km eingrenzen. Anhand der abge-

schätzten relativen Beiträge der einzelnen, von den klassifizierten Trajektorienbahnen überquerten potenziellen Herkunftsregionen – Gebiete mit hohen Emissionen an PM₁₀ bzw. Vorläufersubstanzen sekundärer anorganischer Aerosole – ist eine Quantifizierung der Beiträge dieser Herkunftsregionen möglich.

Abbildung 19 gibt die derart abgeschätzten relativen Beiträge der verschiedenen – nach Staaten zusammengefassten – Herkunftsregionen zur erhöhten PM₁₀-Belastung (Tagesmittelwerte > 45 µg/m³) in Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf an. In Pillersdorf ist ausschließlicher Ferntransport (40 % der Tage) am häufigsten für PM₁₀-Tagesmittelwerte über 45 µg/m³ verantwortlich, in Enzenkirchen am seltensten (10 %). In Enzenkirchen tragen die regionalen Emissionen – ganz überwiegend aus Oberösterreich – am meisten zur erhöhten PM₁₀-Belastung bei. Österreichischen Emissionen sind hier ca. 60 % der erhöhten PM₁₀-Belastung zuzuordnen, während diese in Illmitz und in Pillersdorf etwas weniger als die Hälfte beitrugen. Da die PM₁₀-Belastung in Enzenkirchen niedriger ist als in Illmitz, dürften die regionalen Beiträge an den drei Hintergrundmessstellen absolut gesehen etwa gleich groß sein. Die dominierenden Beiträge zur regionalen Schadstoffakkumulation in Enzenkirchen stammen aus dem Oberösterreichischen Alpenvorland, für Illmitz und Pillersdorf aus Wien und dem östlichen Niederösterreich. Zur regionalen Schadstoffakkumulation tragen in Enzenkirchen ausländische Emissionen aus Ostbayern, in Illmitz aus dem Ballungsraum Bratislava und in Pillersdorf aus Südmähren bei.

Unter den ausländischen Beiträgen dominieren in Enzenkirchen jene aus Deutschland und Tschechien. Die ausländischen Beiträge zur erhöhten PM₁₀-Belastung in Illmitz und Pillersdorf stammen vorwiegend aus einem weiten Bereich Ostmitteleuropas, der Nordserbien, Südrumänien, Ungarn, die Slowakei, Polen und Tschechien umfasst. Aufgrund der Lage der beiden Hintergrundmessstellen überwiegen in Illmitz Beiträge aus Serbien, während Pillersdorf zusätzlich stärker von Tschechien beeinflusst wird.

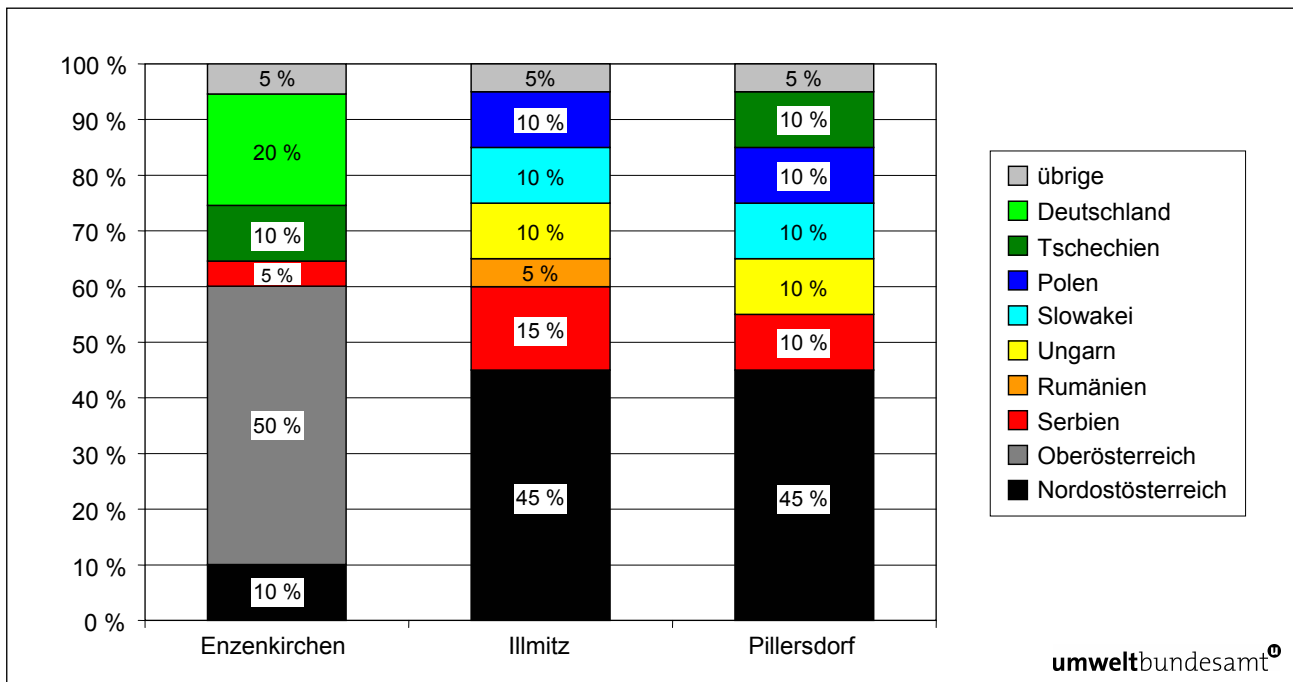


Abbildung 19: Abgeschätzte relative Anteile verschiedener Herkunftsregionen zur PM₁₀-Belastung in Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf, Tage über $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 1999 bis 2007 (Herkunftsregionen mit Beiträgen über 5 %, gerundet auf 5 %; Übrige: Summe der Beiträge unter 5 %; Nordostösterreich: Wien, Niederösterreich, Nordburgenland).

3.4 PM_{2,5} und PM₁

Die Konzentration von PM_{2,5} und PM₁ wird in Illmitz erfasst. Die Monats- und Jahresmittelwerte der Konzentration von PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁ sowie des Verhältnisses der Konzentrationen der PM-Fractionen in Illmitz sind in Tabelle 11 zusammengestellt.

Tabelle 11: Monats- und Jahresmittelwerte der Konzentration von PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁ sowie Verhältnis der Konzentrationen der PM-Fractionen in Illmitz, 2007 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁	PM _{2,5} /PM ₁₀	PM ₁ /PM ₁₀
Jän.	20,1	15,5	10,5	0,81	0,60
Feb.	23,8	19,5	13,7	0,81	0,60
März	23,4	18,6	14,2	0,80	0,62
April	23,5	16,8	13,1	0,71	0,56
Mai	17,0	11,7	9,2	0,71	0,55
Juni	15,5	11,1	9,1	0,72	0,59
Juli	14,1	10,6	8,3	0,75	0,58
Aug.	14,6	11,0	8,8	0,76	0,60
Sep.	14,3	10,3	7,5	0,70	0,53
Okt.	26,0	20,1	14,2	0,78	0,57
Nov.	19,9	16,2	11,1	0,80	0,53
Dez.	38,0	32,8	16,9	0,86	0,50
JMW	20,8	15,9	11,0	0,77	0,57

Abbildung 20 zeigt die Monatsmittelwerte der Konzentrationen der einzelnen PM-Fraktionen in Illmitz im Jahr 2007, Abbildung 21 den Verlauf der Tagesmittelwerte.

Der PM_{2,5}-Anteil am PM₁₀ beträgt im Jahresmittel 77 % (mehrfähriges Mittel: 78 %), der PM₁-Anteil am PM₁₀ 57 %. Diese Relativanteile variieren im Jahresverlauf deutlich, wobei im Winter die PM_{2,5}-Anteile höher sind als im Sommer. Die PM₁-Anteile zeigen kein derart klares jahreszeitliches Verhalten. Sehr niedrige PM₁-Anteile (50 % im Monatsmittel) fallen sowohl im niedrig belasteten, extrem regenreichen September 2007 auf, als auch im sehr hoch belasteten und kalten Dezember 2007. Der Dezember wies im Gegenzug einen deutlich überdurchschnittlichen PM_{2,5}-Anteil von 86 % und damit einen ungewöhnlich hohen Anteil der Fraktion zwischen 1 und 2,5 µm an der PM₁₀-Konzentration auf.

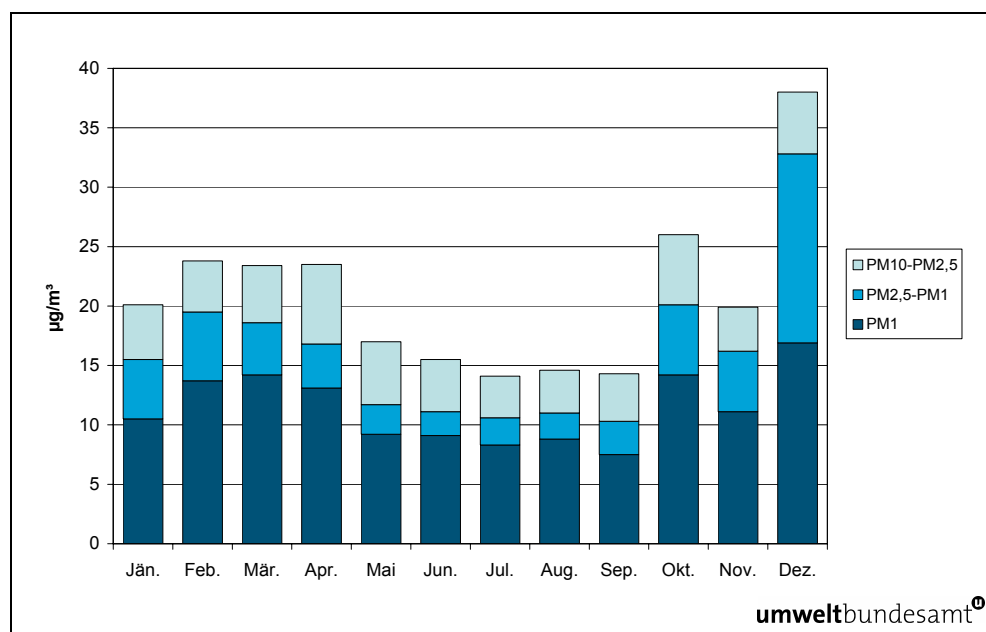


Abbildung 20: Monatsmittelwerte der Konzentrationen der PM-Fraktionen in Illmitz, 2007 (in µg/m³).

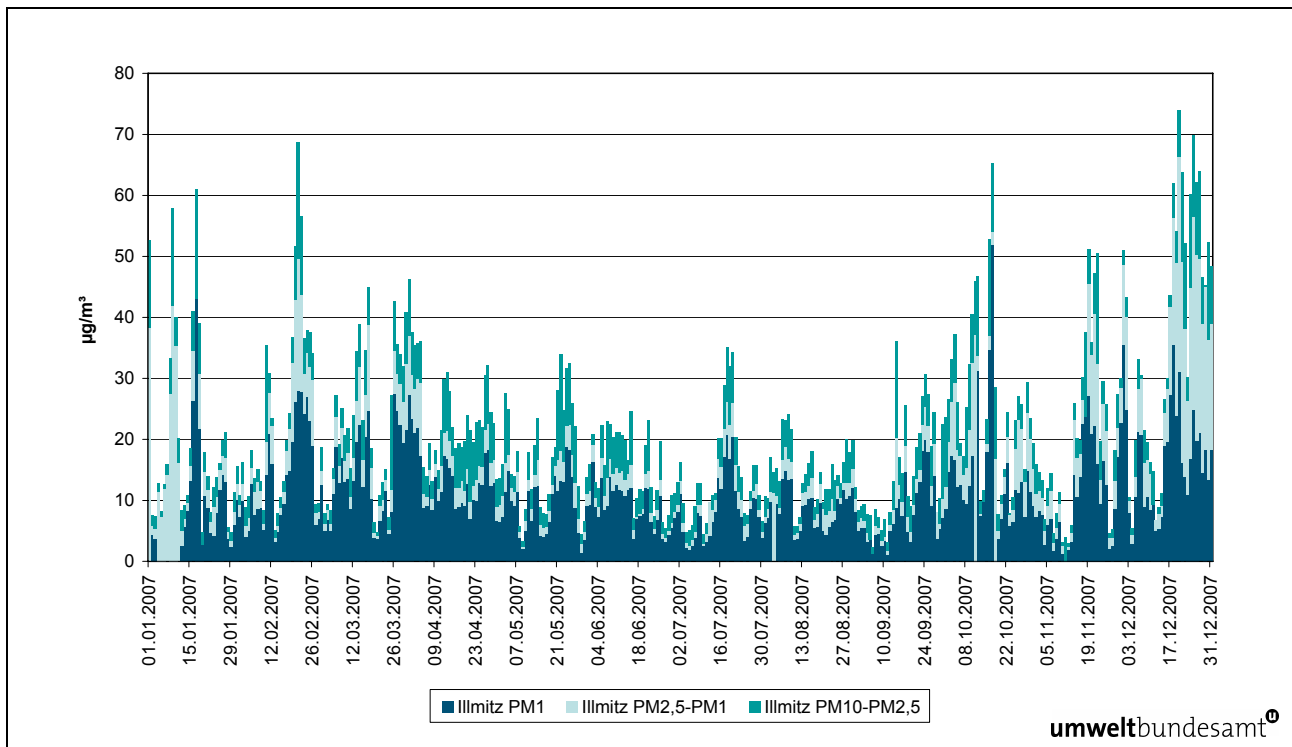


Abbildung 21: Verlauf der Tagesmittelwerte der Konzentration von PM10, PM2,5 und PM1 in Illmitz, 2007 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Die Beziehung zwischen der PM10-Gesamtkonzentration und den Anteilen der einzelnen Fraktionen zeigt, dass die Fraktion zwischen 1 und 2,5 μm mit zunehmender PM10-Konzentration anwächst, dass also diese Fraktion vergleichsweise stark zu erhöhten PM10-Konzentrationen – und damit zu Grenzwertüberschreitungen – beiträgt. Die Anteile der PM1-Fraktion sowie der „grobe“ Fraktion zwischen 2,5 und 10 μm nehmen dagegen mit zunehmender PM10-Konzentration ab (wobei die Bestimmtheitsmaße der entsprechenden Regressionslinien der Tagesmittelwerte sehr niedrig sind).

Eine Auswertung der Relativanteile der gemessenen PM-Fractionen in Klassen von je 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zeigt Abbildung 22. Der Anteil der Fraktion PM2,5–PM1 liegt bei PM10-Konzentrationen unter 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ um 20 %, bei Konzentrationen über 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ um 40 %. Die „grobe“ Fraktion über 2,5 μm weist bei den niedrigsten PM10-Konzentrationen den höchsten Relativanteil (28 %) auf, bei PM10-Werten über 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hingegen nur um 20 %.

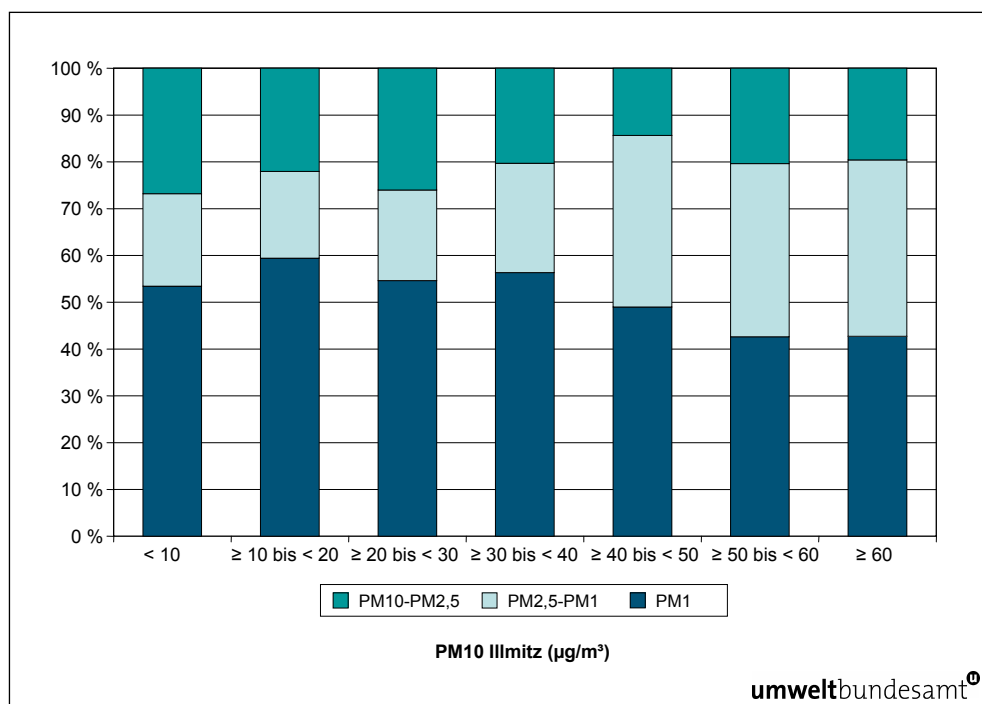


Abbildung 22: Abhängigkeit der Anteile der Fraktionen unter 1 µm, zwischen 2,5 und 1 µm sowie zwischen 10 und 2,5 µm von der PM10-Konzentration in Illmitz, 2007.

3.4.1 Trend der PM2,5- und der 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 23 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 bis 2007.

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

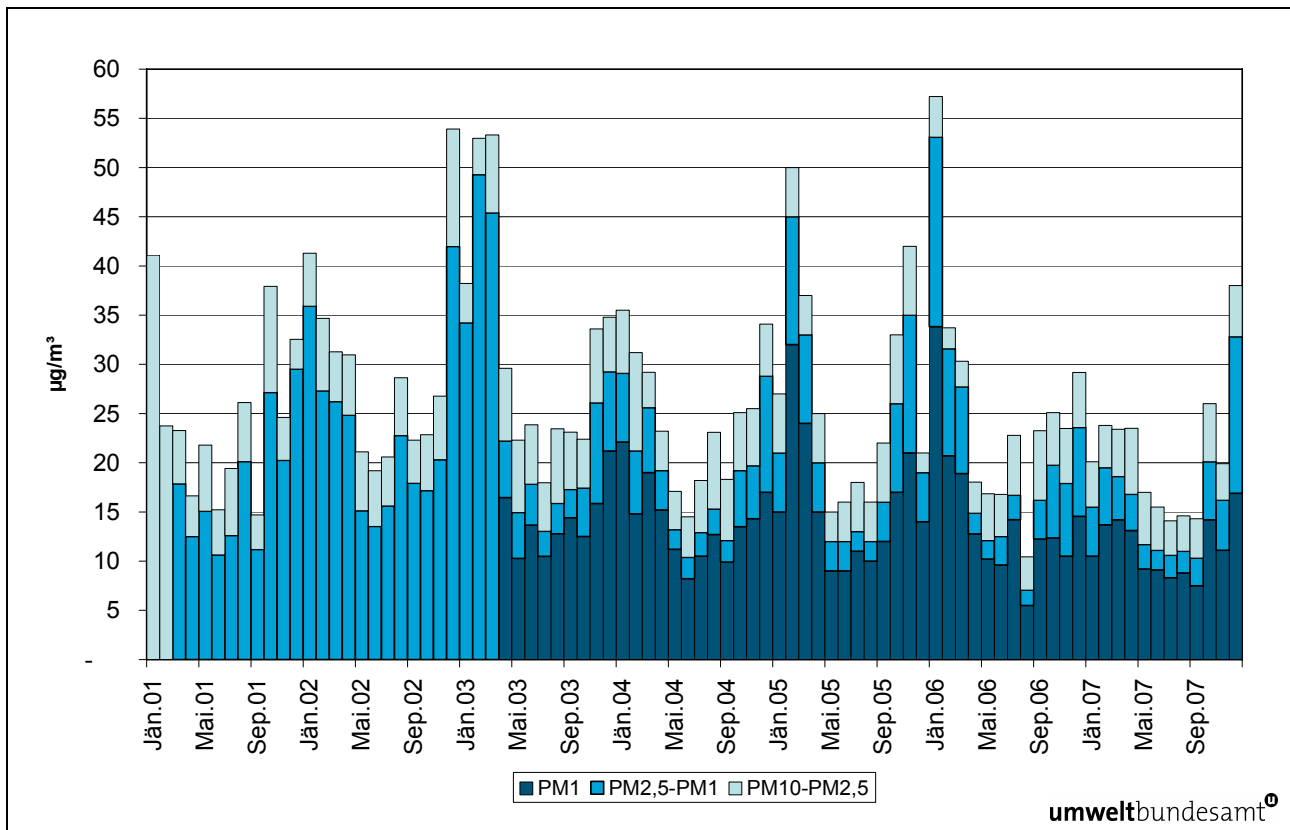


Abbildung 23: Monatsmittelwerte der Konzentration der Fraktionen PM1, PM2,5-PM1 sowie PM10-PM2,5 in Illmitz, 2001 bis 2007 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.5 Stickstoffoxide

3.5.1 NO₂- und NO_x-Belastung im Jahr 2007

Die Grenzwerte des IG-L für NO₂ zum Schutz der menschlichen Gesundheit (HMW 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, JMW 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sowie der Grenzwert für NO_x zum Schutz der Vegetation (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) wurden im Jahr 2007 an allen Messstellen des Umweltbundesamt eingehalten.

Tabelle 13: Monats- und Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration, Jahresmittelwert der NO-Konzentration (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Jahresmittelwert der NO_x-Konzentration (angegeben in $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$) sowie maximale Halbstundenmittelwerte und maximaler Tagesmittelwert der NO₂-Konzentration (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) für das Jahr 2007.

	ENK	ILL	KLH	PIL	SIG	SON	VOR	ZOE
Jän.07	12,8	9,8	12,0	9,1	2,9	1,5	4,4	5,1
Feb.07	15,8	10,4	9,4	12,4	3,4	1,8	4,2	6,6
Mär.07	11,9	9,9	6,7	11,5	4,0	2,6	4,7	7,8
Apr.07	9,2	8,1	5,9	9,3	4,4	2,9	4,5	7,1
Mai.07	7,0	5,6	4,1	7,5	3,0	2,1	3,6	3,9
Jun.07	6,0	5,5	3,1	6,4	2,8	2,1	2,3	2,8

	ENK	ILL	KLH	PIL	SIG	SON	VOR	ZOE
Jul.07	6,2	4,5	3,3	5,1	3,2	2,1		2,9
Aug.07	8,5		3,5	7,1	2,8	2,0	2,1	4,5
Sep.07	10,8	6,8	4,9	7,1	3,0	2,2	2,4	4,6
Okt.07	16,9	13,1	9,3	12,3	4,0	1,7	4,1	8,1
Nov.07	17,6	12,7	10,7	11,3	3,5	1,9	3,5	8,3
Dez.07	19,6	19,9	18,0	16,3	2,7	1,8	4,3	5,6
NO₂ JMW	11,8	9,6	7,6	9,6	3,3	2,1	3,6	5,7
NO JMW	1,7	0,9	1,4	0,5	0,3	0,1	0,3	0,3
NO_x JMW	14,4	11,0	9,7	10,4	3,8	2,3*	4,1	6,2
NO₂ Max. HMW	67,4	61,9	54,7	56,4	32,5	15,4	34,4	53,2
NO₂ Max. TMW	46,9	47,2	38,4	32,2	15,0	7,5	14,1	37,2

* NO_y: Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen

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 2007 sind in Tabelle 13, der Verlauf der Monatsmittelwerte ist in Abbildung 20 angegeben.

Wie in den früheren Jahren wies Enzenkirchen im Oberösterreichischen Alpenvorland im Jahresmittel 2007 die höchste NO₂- und NO_x-Belastung auf, gefolgt von Illmitz und Pillersdorf mit ähnlichem Belastungsniveau. Etwas niedriger ist die mittlere NO₂- und NO_x-Konzentration in Klösch im Oststeirischen Alpenvorland.

Deutlich niedrigere Belastungen registrierten die alpinen Messstellen, wobei Zöbelboden bei etwa gleicher Höhenlage ein 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.

In den Jahresgängen der NO₂-Monatsmittelwerte spiegelt sich der unterschiedliche Einfluss von Ausbreitungsbedingungen und Transportprozessen wider. Die außer-alpinen Messstellen zeigen die höchsten NO₂-Konzentrationen im Winter (wobei der Jänner 2007 im Norden Österreichs vergleichsweise sehr günstige Ausbreitungsbedingungen aufwies). An den alpinen Messstellen wird das Belastungsniveau von Transport aus dem außer-alpinen Raum bzw. aus den Tälern bestimmt, so dass hier der Frühling und Herbst dank des stärkeren vertikalen Luftmassentransports eine höhere Schadstoffbelastung aufweisen als der Winter.

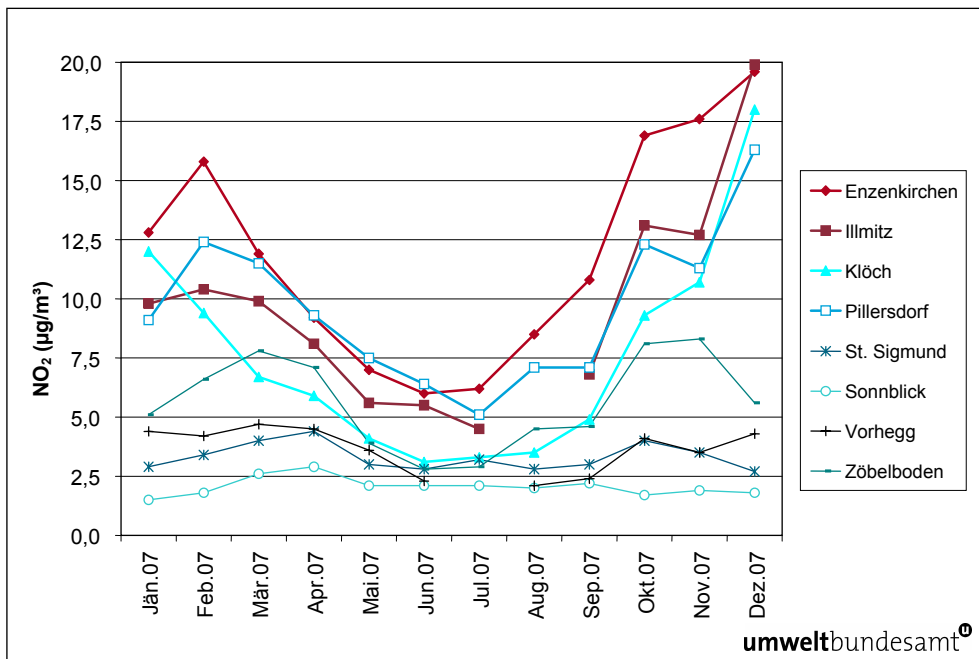


Abbildung 24: Monatsmittelwerte der NO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen des Umweltbundesamt im Jahr 2007 (in µg/m³).

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.

3.5.2 NO_y auf dem Sonnblick

Auf dem Sonnblick wird seit Ende November 2005 die Konzentration von NO_y (Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen) gemessen⁴. 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. Messkampagnen 1997 auf dem Jungfraujoch (3.500 m Seehöhe) in der Schweiz legen nahe, dass in dieser Höhe NO_x nur etwa ein Viertel der Summe oxidierten Stickstoffverbindungen ausmacht, während PAN einen wesentlich größeren Anteil hat (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 CO_2 -Konzentrationen und niedrigeren Ozon-Konzentrationen korrelieren. Dabei ist die Variabilität der NO_y -Belastung allerdings wesentlich höher als jene von CO und CO_2 .

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

Die beispielhafte Detailuntersuchung von Belastungsepisoden – jenen Zeiträumen, an denen der höchste HMW bzw. der höchste TMW des Jahres 2007 auftraten – zeigt, dass hohe NO_y -Werte mit Tiefdruckwetterlagen zusammenhängen, die mit verstärktem vertikalen Transport verbunden sind.

Der maximale HMW von 8,1 ppb wurde am 14. November 2007 um 22:30 Uhr registriert und lag in einer Episode stark erhöhter NO_y -Konzentrationen, die mit einem markanten Einbruch der Ozonkonzentration zusammenfielen, wie Abbildung 25 zeigt. Es handelte sich um zeitweilige Hebung NO_y - und CO -reicher, aber sehr ozonarmer Luftmassen.

Die Großwetterlage war von einem großflächigen stationären Höhentief über ganz Mitteleuropa geprägt, an dessen Westseite polare Kaltluft bis ins westliche Mittelmeer vordrang und zur Bildung eines Tiefs über Italien führte. In der mittleren Tropopause wehte sehr starker Westwind.

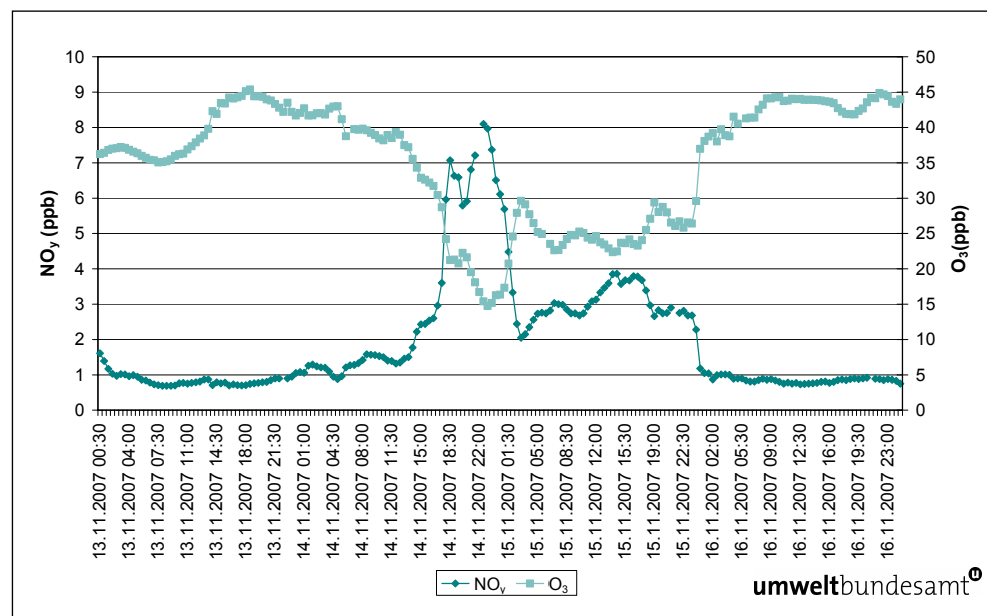


Abbildung 25: NO_y - und Ozon-Konzentration am Sonnblick, 13. bis 16.11.2007.

Einen ähnlichen Zusammenhang mit der Ozon-, CO - und CO_2 -Konzentration zeigt die Belastungsepisode vom 11. bis 13.12.2007 (max. TMW am 12.12. 4,4 ppb⁴).

Die Großwetterlage wurde am 11.12. von einem großräumigen Höhentiefl über ganz Mitteleuropa bestimmt, das sich an den folgenden Tagen ostwärts verlagerte. Trotz Bildung eines Hochdruckkeils über Westeuropa wurde weiterhin polare Luft von Norden bis zu den Alpen transportiert, wobei es zur Hebung NO_y - und CO -reicher Luftmassen aus dem Alpenvorland kam.

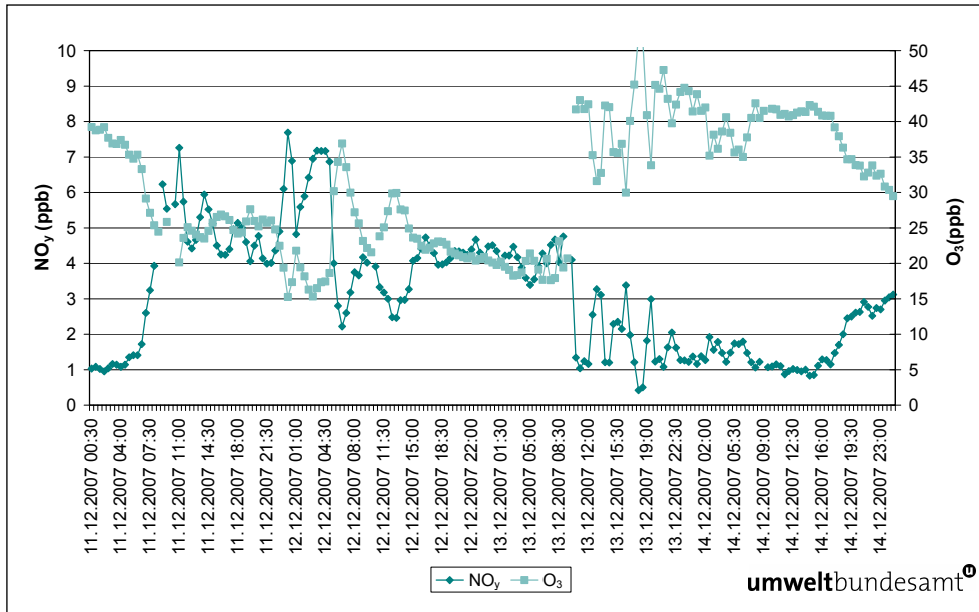


Abbildung 26: NO_y - und Ozon-Konzentration am Sonnblick, 11. bis 14.12.2007.

Herkunftsuntersuchungen der NO_y -Konzentration am Sonnblick mittels Rückwärts-trajektorien (KAISER et al. 2007) zeigen, dass erhöhte NO_y -Belastungen am häufigsten mit Hebung von Luftmassen aus den Gebieten Mitteleuropas unmittelbar nördlich der Alpen (v. a. in Deutschland) sowie aus der östlichen Po-Ebene in Zusammenhang stehen.

3.5.3 Trend der Belastung durch Stickstoffoxide

Abbildung 27 zeigt den Verlauf der Jahresmittelwerte der Konzentration von NO_2 sowie von NO_x (berechnet als NO_2) an den Hintergrundmessstellen des Umweltbundesamt von 1994 bis 2007 sowie die jährlichen NO_x -Emissionen Österreichs (UMWELTBUNDESAMT 2008c); Tabelle 14 gibt die Jahresmittelwerte der NO_2 -Konzentration an.

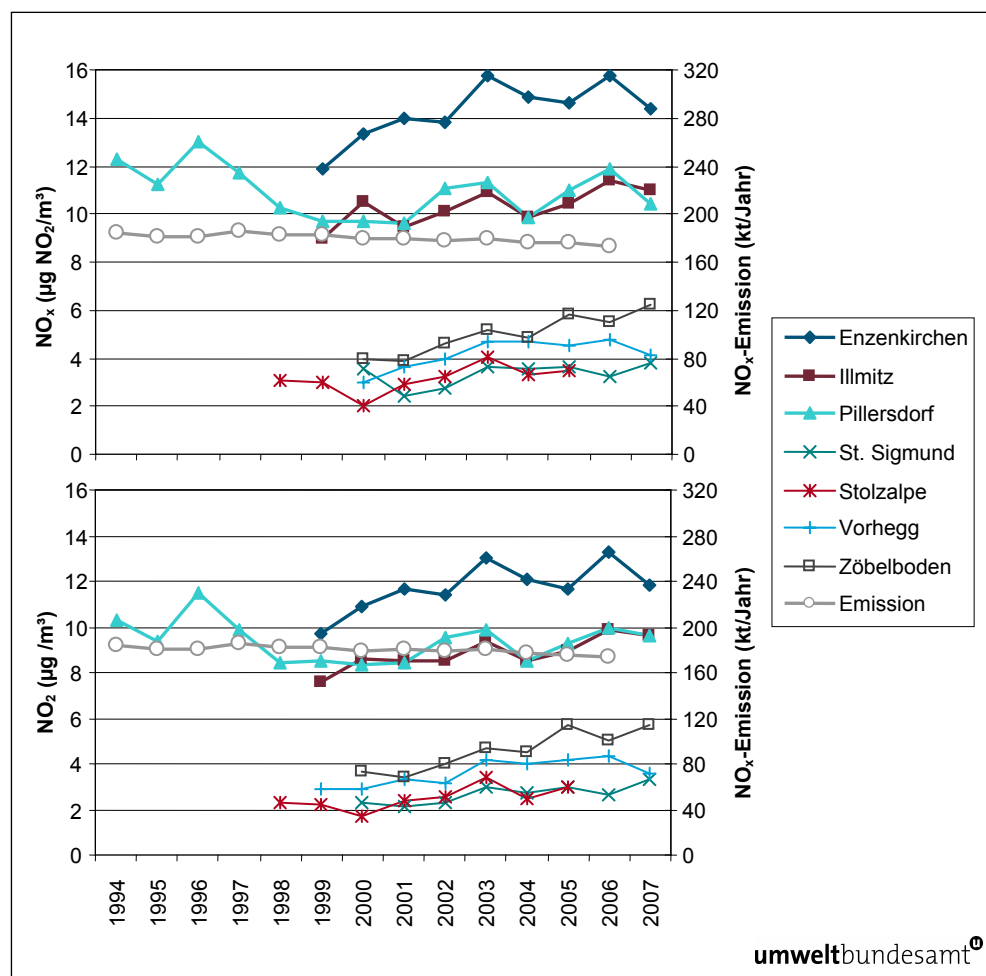


Abbildung 27: Jahresmittelwerte der NO_x - (oben) und der NO_2 -Konzentration (unten) sowie jährliche NO_x -Emissionen Österreichs (ohne Tanktourismus), 1994 bis 2007 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) Stolzalpe: Hintergrundmessstelle von 1997 bis 2004.

Tabelle 14: Jahresmittelwerte der NO_2 -Konzentration an den Hintergrundmessstellen, 1994–2007 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	ENK	ILL	PIL	SIG	VOR	ZOE
1994			10,3			
1995			9,4			
1996			11,5			
1997			9,9			
1998			8,4			
1999	9,7	7,6	8,5		2,9	
2000	10,9	8,6	8,3	2,3	2,9	3,7
2001	11,7	8,6	8,4	2,1	3,3	3,4
2002	11,4	8,5	9,5	2,3	3,2	4,0
2003	13,0	9,4	9,9	3,0	4,2	4,7
2004	12,1	8,5	8,5	2,7	4,0	4,5
2005	11,7	8,9	9,3	3,0	4,2	5,7
2006	13,3	9,9	10,0	2,6	4,3	5,6
2007	11,8	9,6	9,6	3,3	3,6	5,7



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 Stolzalpe¹³ 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 2006b).

Seit etwa 2000 zeigen die NO_2 - bzw. NO_x -Konzentrationen an allen Hintergrundmessstellen unregelmäßig ansteigende Trends, die im Mittelgebirge noch ausgeprägter sind als im außeralpinen Raum und bei NO_x etwas deutlicher ausfallen als bei NO_2 .

Die mittlere NO_2 - bzw. NO_x -Konzentration entwickelt sich damit deutlich anders als die NO_x -Emissionen Österreichs, welche kontinuierlich leicht zurückgehen.

Die Variationen von Jahr zu Jahr lassen sich auf die unterschiedlichen meteorologischen Gegebenheiten zurückführen. Im außeralpinen Raum wiesen die Jahre 2003 und 2006 die höchsten NO_2 - bzw. NO_x -Konzentration auf, was auf die ungünstigen Ausbreitungsbedingungen – die auch zu überdurchschnittlichen PM_{10} -Konzentrationen führten – zurückzuführen ist (siehe Kapitel 3.3.2). Das Jahr 2006 war besonders stark von windschwachen Hochdruckwetterlagen gekennzeichnet, die mit geringerem Vertikaltransport und damit niedrigeren NO_2 - bzw. NO_x -Konzentrationen in St. Sigmund und auf dem Zöbelboden verbunden waren. Umgekehrt wies das Jahr 2007 niedrigere NO_2 - bzw. NO_x -Konzentration in Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf als 2006 auf, aber höhere Werte in St. Sigmund und auf dem Zöbelboden.

Der u. a. in UMWELTBUNDESAMT 2008d 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.

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.

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

¹³ Umweltbundesamt-Messstelle, die von 16.11.1991 bis 25.04.2006 in Betrieb war.

3.6 Schwefeldioxid

3.6.1 Schwefeldioxid-Belastung im Jahr 2007

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) wurden 2007 an allen Messstellen des Umweltbundesamt deutlich unterschritten.

Die Monats- und Jahresmittelwerte für 2007, der Wintermittelwert (Oktober 2006 bis März 2007) sowie die maximalen Halbstundenmittelwerte und maximalen Tagesmittelwerte 2007 sind in Tabelle 15 zusammengestellt.

Tabelle 15: Monats- und Jahresmittelwerte der SO_2 -Konzentration an den Hintergrundmessstellen 2007, Wintermittelwert 2006/07 sowie maximaler Halbstundenmittelwert und maximaler Tagesmittelwert 2007 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	ENK	ILL	PIL	SIG	VOR	ZOE
Jän.07	1,3	1,2	1,6	0,3	0,5	0,8
Feb.07	1,5	1,9	2,3	0,3	0,3	0,8
Mär.07	1,6	2,1	2,9	0,3	0,5	1,1
Apr.07	2,0	2,2	2,8	0,3	0,7	1,4
Mai 07	1,0	1,3	1,2	0,2	0,2	0,4
Jun.07	0,7	1,2	1,3	0,1	0,1	0,2
Jul.07	0,9	1,1	1,1	0,2	0,4	0,1
Aug.07	0,9	1,2	1,5	0,1	0,1	
Sep.07	0,8	1,0	1,4	0,1	0,3	0,4
Okt.07	1,0	2,2	2,9	0,1	0,3	0,6
Nov.07	1,0	2,5	2,9	0,3	0,5	0,9
Dez.07	1,8	3,2	3,5	0,2	0,7	0,8
JMW 2007	1,2	1,8	2,1	0,2	0,4	0,7
WMW 06/07	1,4	1,7	2,4	0,2	0,4	0,8
Max. TMW	7,6	13,0	17,4	1,5	2,3	4,4
Max. HMW	19,5	25,8	31,8	34,3	5,2	7,9

Die Schadstoffwindrosen (siehe Anhang 8) zeigen – wie in den letzten Jahren – den dominierenden Beitrag von Transport aus dem Osten zur SO_2 -Belastung in Enzenkirchen, von Transport aus dem Nordwesten zur SO_2 -Belastung in Illmitz, von Transport aus dem Nordosten bis Osten zur SO_2 -Belastung in Pillersdorf. Darin spiegelt sich der starke Einfluss von SO_2 -Quellen in Tschechien und der Slowakei auf die SO_2 -Belastung im außeralpinen Raum wider; darüber hinaus spielen in Illmitz möglicherweise Emissionen aus dem Raum Wien eine Rolle.

Auch an der nordalpinen Messstelle Zöbelboden ist – bei sehr viel niedrigerem Belastungsniveau – Advektion aus Nord bis Ost mit erhöhter SO_2 -Belastung verbunden.

3.6.2 Trend der Schwefeldioxidbelastung

Die SO₂-Belastung nahm an den österreichischen Hintergrundmessstellen zwischen 1990 und 2000 stark ab, wie Tabelle 16 und Abbildung 28 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 15 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 – bis Ende der Neunzigerjahre 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 mit relativ hohen Werten 2003 und relativ niedriger Belastung 2004 und vor allem 2007 ist vor allem auf die unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen zurückzuführen.

Das Jahr 2007 wies an fast allen Messstellen des Umweltbundesamt die niedrigsten SO₂-Jahresmittelwerte seit Beginn der Messung auf – außer am Zöbelboden, wo 2001, 2002 und 2004 niedrigere Jahresmittelwerte registriert wurden. Für die geringe Belastung des Jahres 2007 sind vor allem der sehr milde Winter 2006/07 und das Überwiegen von Advektion ozeanischer Luftmassen mit geringer Vorbelastung verantwortlich.

Tabelle 16: Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration, 1989–2007 (in µg/m³) sowie SO₂-Emission Österreichs (in kt/Jahr).

	ENK	ILL	PIL	SIG	VOR	ZOE	Emission
1988		18,0					
1989		17,2					92
1990		21,4					74
1991		24,8					71
1992		19,2			5,2		55
1993		17,0	18,6		3,8		53
1994			12,0		3,3		48
1995			9,3		2,9		47
1996			16,2				45
1997			10,4				40
1998			5,3				36
1999	1,8	3,2	4,3		1,4		34
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	27
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	28
2007	1,2	1,8	2,1	0,2	0,4	0,7	

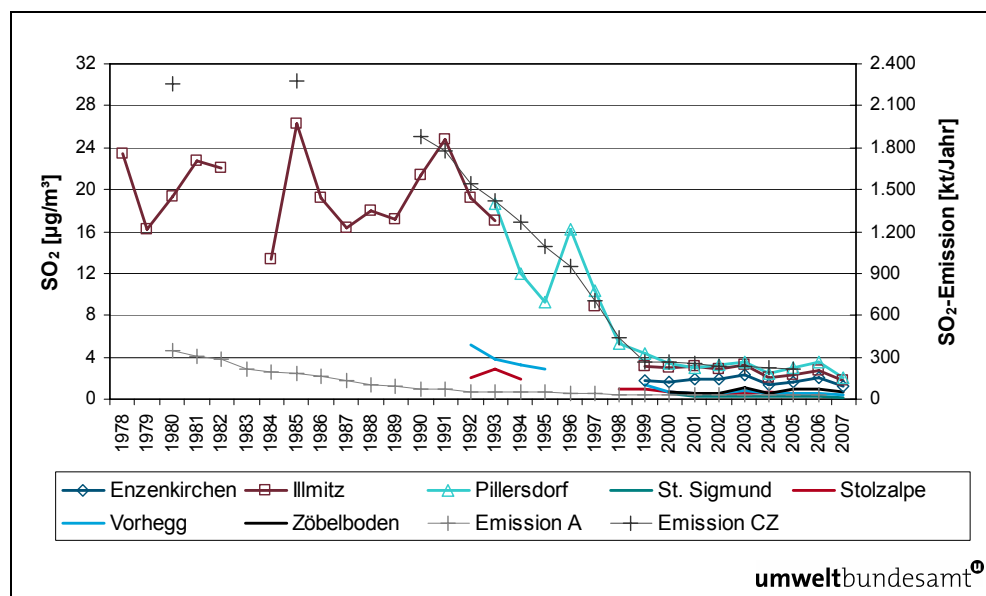


Abbildung 28: Jahresmittelwerte der SO_2 -Konzentration an den Hintergrundmessstellen sowie SO_2 -Emission Österreichs und Tschechiens, 1978 bis 2007 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Wie der Vergleich mit den Emissionsdaten Österreichs und seines Nachbarlandes Tschechien zeigt, folgte der deutliche Rückgang der SO_2 -Belastung an den österreichischen Hintergrundmessstellen in den Neunzigerjahren – soweit die teilweise lückenhaften Messreihen Aussagen erlauben – der starken Abnahme der SO_2 -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

3.7.1 CO-Belastung im Jahr 2007

Der Grenzwert für Kohlenmonoxid ($10 \text{ mg}/\text{m}^3$ als Achtstundenmittelwert) wurde im Jahr 2007 an allen Messstellen des Umweltbundesamt deutlich unterschritten.

Die Monats- und Jahresmittelwerte der CO-Konzentration sowie die maximalen Achtstundenmittelwerte des Jahres 2007 sind in Tabelle 17 zusammengestellt.

Der maximale Achtstundenmittelwert betrug in Illmitz $1,06 \text{ mg}/\text{m}^3$ und damit ca. 11 % des Grenzwertes.

Tabelle 17: Monats- und Jahresmittelwerte sowie maximale Achtstundenmittelwerte der CO-Konzentration, 2007 (in mg/m³).

	Illmitz	Sonnblick	Vorhegg
Jän.07	0,37	0,21	0,26
Feb.07	0,39	0,23	0,29
Mär.07	0,34	0,25	0,29
Apr.07	0,29	0,24	0,27
Mai.07	0,24	0,21	0,21
Jun.07	0,20	0,19	0,19
Jul.07	0,19	0,18	0,19
Aug.07	0,20	0,18	0,19
Sep.07	0,21	0,18	0,19
Okt.07	0,33	0,19	0,24
Nov.07	0,36	0,21	0,24
Dez.07	0,54	0,21	0,26
JMW	0,30	0,21	0,23
Max. MW8	1,06	0,34	0,54

3.7.2 Trend der CO-Belastung

Tabelle 18 und Abbildung 29 geben den Trend der CO-Konzentration (Jahresmittelwerte) an den Hintergrundmessstellen zwischen 1993 und 2007 sowie die Entwicklung der Österreichischen CO-Emissionen an.

Tabelle 18: Jahresmittelwerte der CO-Konzentration, 1993 bis 2007 (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

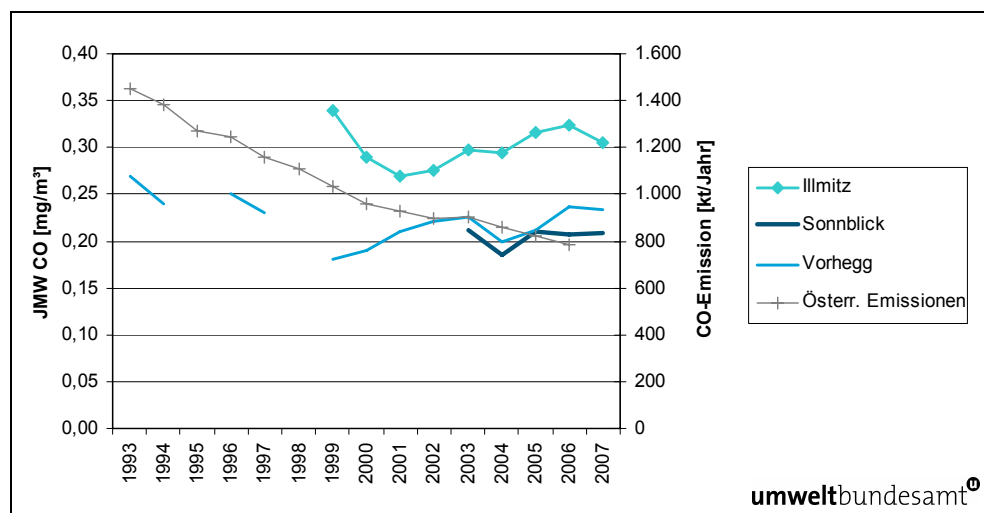


Abbildung 29: Jahresmittelwerte der CO-Konzentration sowie CO-Emissionen Österreichs, 1993 bis 2007 (in mg/m³).

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 wieder an. Dies entspricht nicht dem Verlauf der weiterhin leicht abnehmenden CO-Emissionen Österreichs, die im Zeitraum von 1993 bis 2005 um 38 % zurückgegangen sind, und auch nicht der Entwicklung der CO-Emissionen der gesamten Europäischen Union, welche zwischen 1993 und 2004 um 42 % abgenommen haben.

Herkunftsuntersuchungen der CO-Konzentration am Sonnblick mittels Rückwärts-trajektorien (KAISER et al. 2007) zeigen, dass erhöhte CO-Belastungen im Winter vor allem aus den Gebieten Mitteleuropas nördlich der Alpen stammen, im Sommer aus dem nordöstlichen Italien.

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 2007 100 %, in Vorhegg 75 %, auf dem Zöbelboden 93 %.

3.8.1 Blei im PM10

Der Grenzwert gemäß IG-L von 0,5 µg/m³ wurde 2007 an allen Messstellen deutlich unterschritten. In Illmitz betrug der Pb-Jahresmittelwert 1,4 % des Grenzwertes.

Tabelle 19 gibt Jahresmittelwert und maximalen Tagesmittelwert der Blei-Konzentration an den Messstellen Illmitz, Vorhegg und Zöbelboden im Jahr 2007 an. Zahlreiche Tagesmittelwerte lagen an allen Messstellen unter der Bestimmungsgrenze von 1,2 ng/m³.

Tabelle 19: Blei im PM10, Jahresmittelwert und maximaler Tagesmittelwert, 2007 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
JMW	0,007	0,004	0,003
Max. TMW	0,027	0,012	0,011

Die Entwicklung der Konzentration von Blei im PM10 an den Messstellen des Umweltbundesamt in den Jahren 2000 bis 2007 ist in Tabelle 20 dargestellt. In Illmitz wies die Bleikonzentration zwischen 2000 und 2003 keine wesentliche Veränderung auf und ging von 2003 auf 2004 sowie von 2006 auf 2007 deutlich zurück. Vorhegg zeigt einen kontinuierlichen Rückgang von 7 auf ca. 3 ng/m^3 .

Tabelle 20: Verlauf der Konzentration von Blei im PM10, 2000 bis 2007 (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

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 5 % des Zielwertes.

Der Jahresmittelwert 2007 sowie der maximale Tagesmittelwert der Cadmium-Konzentration sind in Tabelle 21 zusammengestellt. Zahlreiche Tagesmittelwerte lagen an allen Messstellen unter der Bestimmungsgrenze von 0,26 ng/m^3 .

Tabelle 21: Cadmium im PM10, Jahresmittelwert und maximaler Tagesmittelwert 2007 (in ng/m^3).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
JMW	0,27	0,15	0,14
Max. TMW	0,94	0,43	0,36

Die Entwicklung der Cadmium-Konzentration an den Messstellen des Umweltbundesamt in den Jahren 2001 bis 2007 ist in Tabelle 22 dargestellt. In Illmitz nahm die Cadmium-Konzentration bis 2003 zu und von 2003 auf 2004 markant, danach leicht ab. In Vorhegg zeigt die Cadmium-Konzentration eine langsame, ungleichmäßige Abnahme.

Tabelle 22: Verlauf der Konzentration von Cadmium im PM10, 2001 bis 2007 (in ng/m³).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
2001	0,42	0,21	
2002	0,52	0,22	
2003	0,56	0,17	
2004	0,34	0,15	0,11
2005	0,35	0,14	0,14
2006	0,31	0,13	0,10
2007	0,27	0,15	0,14

3.8.3 Arsen im PM10

Die Arsen-Belastung lag deutlich unter dem Zielwert des IG-L von 6 ng/m³ als Jahresmittelwert, in Illmitz betrug sie 14 % des Zielwertes.

Der Jahresmittelwert 2007 sowie der maximale Tagesmittelwert der Arsen-Konzentration sind in Tabelle 23 zusammengestellt. In Vorhegg und auf dem Zöbelboden lagen die meisten Tagesmittelwerte unter der Bestimmungsgrenze von 1,2 ng/m³.

Tabelle 23: Arsen im PM10, Jahresmittelwert und maximaler Tagesmittelwert, 2007 (in ng/m³).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
JMW	1,0	0,4	0,4
Max TMW	1,7	1,2	1,2

Die Entwicklung der Arsen-Konzentration an den Messstellen des Umweltbundesamts in den Jahren 2003 bis 2007 ist in Tabelle 24 dargestellt. In Illmitz nahm die Arsen-Konzentration seit 2004 markant ab.

Tabelle 24: Verlauf der Konzentration von Arsen im PM10, 2003 bis 2007 (in ng/m³).

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

3.8.4 Nickel im PM10

Die Proben von Nickel im PM10 an den Messstellen Illmitz, Vorhegg und Zöbelboden weisen die gleiche Verfügbarkeit wie für Blei im PM10 auf.

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

Der Jahresmittelwert 2007 sowie der maximale Tagesmittelwert der Nickel-Konzentration sind in Tabelle 25 zusammengestellt. Zahlreiche Tagesmittelwerte lagen an allen Messstellen unter der Bestimmungsgrenze von 2,6 ng/m³.

Tabelle 25: Nickel im PM₁₀, Jahresmittelwert und maximaler Tagesmittelwert, 2007 (in ng/m³).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
JMW	1,6	1,1	1,0
Max. TMW	3,4	2,6	2,6

Die Entwicklung der Nickel-Konzentration an den Messstellen des Umweltbundesamts in den Jahren 2003 bis 2007 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 bis 2007 (in ng/m³).

	Illmitz	Vorhegg
2003	2,9	2,1
2004	2,8	
2005		
2006	1,6	1,2
2007	1,6	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)).

In Illmitz erfolgt seit Jänner 2007, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden seit August die Messung der Deposition der Schwermetalle Blei, Cadmium, Arsen, Nickel und Quecksilber. Die Probenahme erfolgt mittels Bergerhoff-Bechern über vierwöchige Expositionsperioden.

Tabelle 27 gibt die Mittelwerte der Deposition von Blei, Cadmium, Arsen, Nickel und Quecksilber in Illmitz (Jahr 2007), Vorhegg und Zöbelboden (jeweils August–Dezember 2007) an. Anzumerken ist, dass die Hg-Werte während eines großen Teils der Probenahmeperioden unter der Bestimmungsgrenze lagen, so dass diese Werte kaum aussagekräftig sind.

Die Depositionswerte zeigen keinen systematischen Jahresgang.

Tabelle 27: Deposition von Blei, Cadmium, Arsen, Nickel und Quecksilber in Illmitz (Jahr 2007), Vorhegg und Zöbelboden (jeweils August–Dezember 2007), µg/(m².Tag).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
Pb	2,57	1,77	1,54
Cd	0,09	0,06	0,09
As	0,35	0,31	0,24
Ni	1,49	1,51	1,51
Hg	0,010	0,011	0,003

3.9 Flüchtige organische Verbindungen

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 Vorläufersubstanzen in der Atmosphäre gebildeten Reizgase wie Ozon, Peroxyacetylnitrate und eine Reihe von Aldehyden sowie der Bildung von sekundären organischen Aerosolen.

3.9.1 Konzentration von Benzol, Toluol und Xylole im Jahr 2007

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. In Vorhegg und am Zöbelboden wurde bis 2006 ebenfalls Benzol gemessen.

Der Jahresmittelwert von Benzol betrug 2007 in Illmitz 1,12 µg/m³.

In Tabelle 28 sind die Jahresmittelwerte 2007 der Konzentration von Benzol, Toluol, m-, o- und p-Xylol sowie Ethylenbenzol in Illmitz zusammengestellt. Die Verfügbarkeit der Einzelwerte beträgt 100 %. Die Benzolkonzentration lag somit deutlich unter dem Grenzwert des IG-L von 5 µg/m³ als Jahresmittelwert, der Jahresmittelwert in Illmitz betrug 22 % des Grenzwertes.

Tabelle 28: Jahresmittelwerte sowie maximale Periodenmittelwerte der Konzentration von Benzol, Toluol, m-, o- und p-Xylol sowie Ethylenbenzol in Illmitz, 2007 (in µg/m³).

	Mittel	Maximum
Benzol	1,12	2,60
Toluol	1,01	1,70
Ethylenbenzol	0,19	0,32
m-, p-Xylol	0,45	0,75
o-Xylol	0,17	0,23

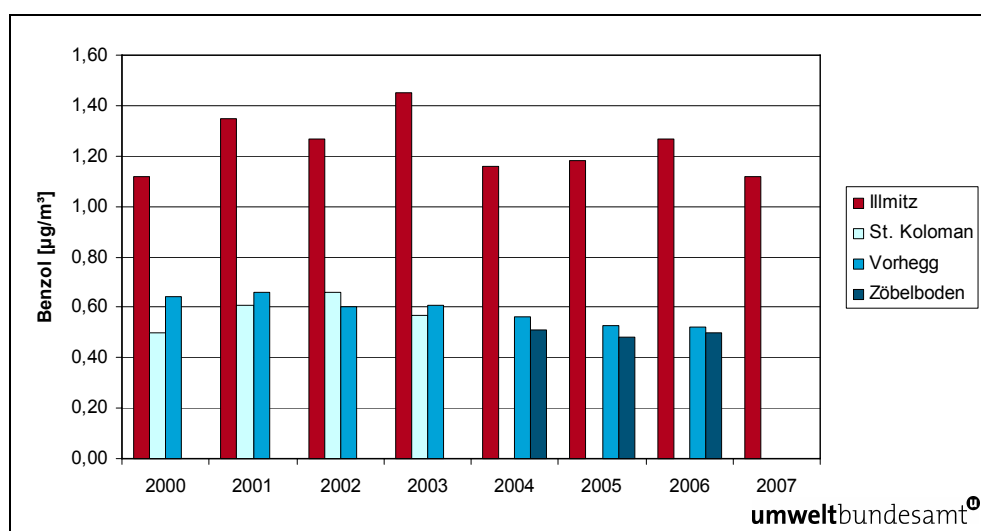
3.9.2 Trend der Benzol-, Toluol- und Xylolbelastung

Die Jahresmittelwerte der **Benzol-Konzentration** wiesen in Illmitz sowie an den 2006 aufgelassenen Hintergrundmessstellen St. Koloman/Zöbelboden¹⁴ und Vorhegg zwischen 2000 und 2006/07 tendenziell eine Abnahme auf, wie Tabelle 29 und Abbildung 30 zeigen. Die Konzentrationen variieren dabei unregelmäßig von Jahr zu Jahr.

¹⁴ Verlegung der EMEP-Messstelle St. Koloman auf den Zöbelboden Anfang 2004

Tabelle 29: Verlauf der Benzolkonzentration, 2000 bis 2007 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
2000	1,2	0,6	
2001	1,4	0,7	
2002	1,3	0,6	
2003	1,4	0,6	
2004	1,2	0,6	0,5
2005	1,2	0,5	0,5
2006	1,3	0,5	0,5
2007	1,1		

Abbildung 30: Verlauf der Benzolkonzentration, 2000 bis 2007 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Die **Toluol-Konzentration** nahm, wie Abbildung 31 zeigt, in Illmitz zwischen 2000 und 2005 ungleichmäßig ab, stieg aber 2006 wieder deutlich an.

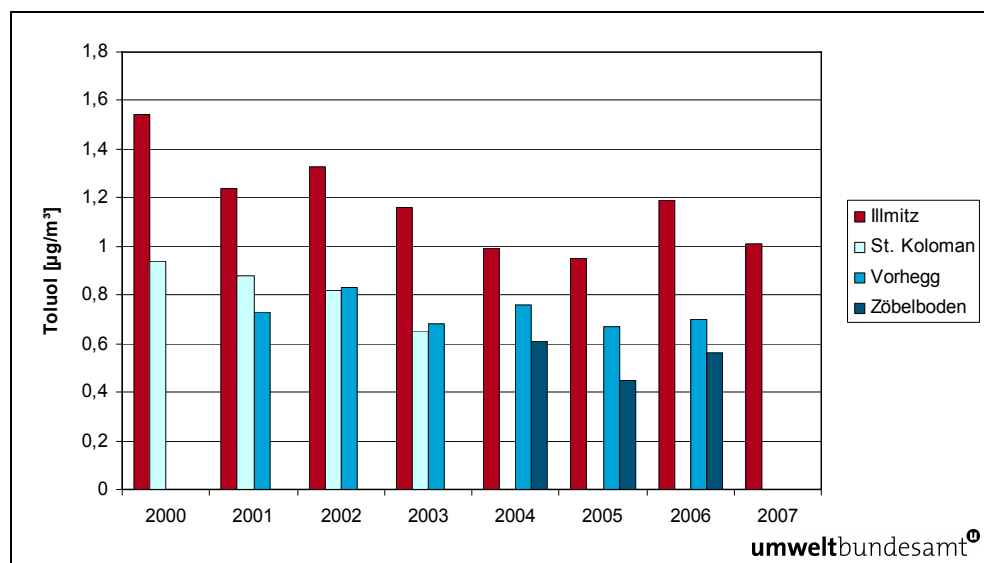


Abbildung 31: Verlauf der Toluolkonzentration, 2000 bis 2007 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Die **Xylol-Konzentration** (siehe Abbildung 32) nahm in Illmitz von 2000 bis 2005 tendenziell ab, sprunghaft von 2003 auf 2004; seit 2006 ist wieder ein Anstieg bemerkbar. In Vorhegg war von 2001 auf 2002 ebenfalls eine rapide Abnahme zu verzeichnen, danach ein weiterer leichter Rückgang.

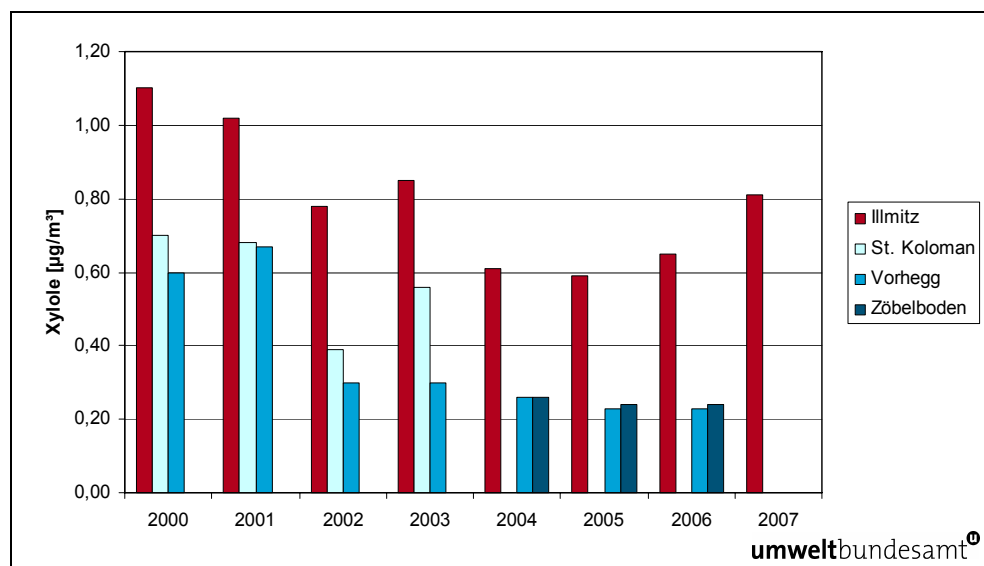


Abbildung 32: Verlauf der Xylolkonzentration, 2000 bis 2007 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (in Illmitz m-, p- und o-Xylol, in Vorhegg und Zöbelboden nur m-, p-Xylol, da o-Xylol meist unter der Nachweisgrenze lag).

3.9.3 Weitere flüchtige organische Verbindungen

Aufgrund der Vorgaben der 3. Luftqualitätstochterrichtlinie (Ozonrichtlinie) über den Ozongehalt der Luft ist jeder Mitgliedstaat verpflichtet, neben der Vorläufersubstanz NO_x auch flüchtige organische Kohlenwasserstoffe (VOC)¹⁵ zu messen. Dem wird auf nationaler Ebene in der Novelle zur Messkonzept-Verordnung zum Ozongesetz Rechnung getragen, in der die Messung von Ozonvorläufersubstanzen an mindestens einer Messstelle gefordert wird. Diese Messungen werden vom Umweltbundesamt durchgeführt.

Im Jahr 2007 wurden die im Vorjahr begonnenen Messungen in Schwechat und Wien Lobau fortgeführt. Diese beiden Messstellen zeichnen sich durch hohe Kurzzeitspitzenwerte der Ozonkonzentration aus und liegen in der Nähe potenziell relevanter VOC-Quellen.

Die Messstelle Schwechat befindet sich etwas außerhalb des Stadtzentrums von Schwechat in locker verbautem Siedlungsgebiet abseits stärker befahrener Straßen. Die Messstelle Lobau liegt im Bereich von Wald und Wiesen. Eine genaue Standortbeschreibung sowie die Messergebnisse von SO_2 , NO_2 , PM_{10} und Ozon an diesen Messstellen finden sich in UMWELTBUNDESAMT (2008a).

Die VOC-Probenahme begann am 1. Juli 2006 und endete am 2. Juli 2007. Die Proben wurden jeden zweiten Tag über jeweils 24 Stunden mit aktiver Probenahme gesammelt und anschließend gaschromatographisch analysiert. Die untersuchten Stoffe sind in Tabelle 30 angegeben.

Tabelle 30: VOC-Messprogramm 2006/07, Schwechat und Lobau.

Alkane	Alkene	Aromaten
iso-Pentan	1-Penten	Benzol
n-Pentan	2-Penten	Toluol
iso-Hexan		Ethylbenzol
n-Hexan		m-,p-Xylol
n-Heptan		o-Xylol
iso-Oktan		1,3,5-Trimethylbenzol
n-Oktan		1,2,4-Trimethylbenzol
		1,2,3-Trimethylbenzol

Abbildung 33 zeigt die Monatsmittelwerte ausgewählter VOC an den beiden Messstellen.

Wie bereits im Vorjahr, so wurden auch im Jahr 2007 in der Lobau hohe iso-Pentan-Konzentrationen gemessen (Monatsmittelwerte zwischen 3,4 und 5,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). In Schwechat erreichte ein Monatsmittelwert von iso-Pentan etwa 3,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; alle weiteren Monatsmittelwerte lagen unter 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

¹⁵ Nicht eingeschlossen in der Bezeichnung VOC ist Methan, welches in erster Linie als Treibhausgas bedeutend ist und aufgrund seiner geringen Reaktivität bei der Ozonbildung auf regionaler Ebene eine geringe Rolle spielt.

In den Monaten Mai und Juni waren die mittleren Konzentrationen der meisten VOC geringer als in den Wintermonaten. Zusammen mit den Daten von 2006 ergibt sich damit ein Jahresgang mit geringeren Konzentrationen im Frühjahr und Sommer und höheren im Herbst und Winter.

Wie im Jahr 2006 sind die hohen Monatsmittelwerte bei iso-Pentan in der Lobau auf einzelne Tage mit extrem hohen Konzentrationen zurückzuführen, die möglicherweise mit speziellen Emissionen (Tanklager, Raffinerie?) in Zusammenhang stehen; sie fallen allerdings nicht mit einer speziellen Windrichtung oder Wetterlage zusammen, die Rückschlüsse auf eine einzelne Quelle erlauben würden. In Schwechat hingegen folgen die Konzentrationen von iso-Pentan dem zeitlichen Verlauf der anderen VOC-Spezies.

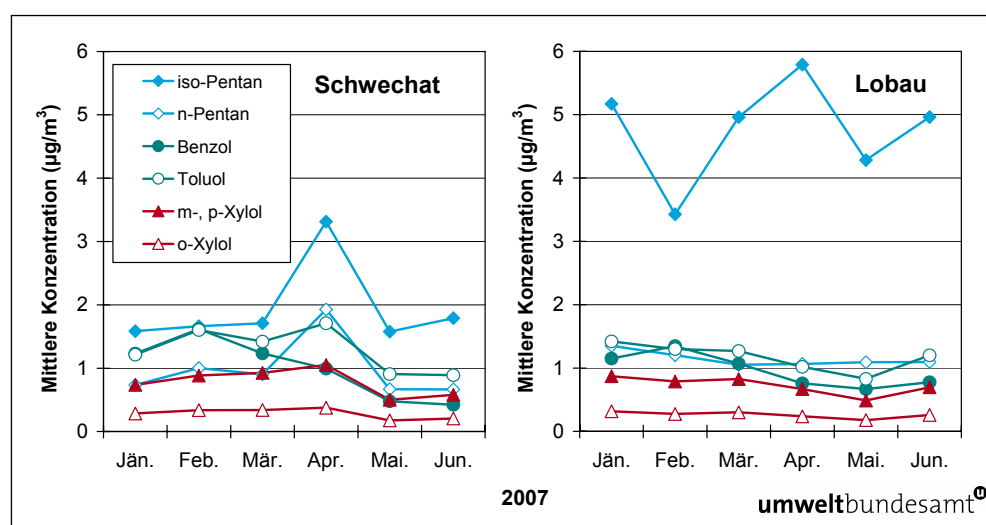


Abbildung 33: Monatsmittelwerte ausgewählter VOC an den Messstellen Schwechat und Lobau (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.10 Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)

3.10.1 PAH im PM10

In Illmitz wird die Konzentration der in Tabelle 31 angeführten polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons) 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.

Der Jahresmittelwert der Konzentration von Benzo(a)pyren betrug 2007 $0,51 \text{ ng}/\text{m}^3$ und damit die Hälfte des Zielwertes von $1 \text{ ng}/\text{m}^3$.

Tabelle 31: Konzentrationen von PAH in Illmitz 2007: Monatsmittelwerte und Jahresmittelwert.

	Benzo(a) pyren	Benz(a) anthracen	Benzo(b) fluor- anthen	Benzo(k) fluor- anthen	Benzo(j) fluor- anthen	Diben- zo(a,h) anthracen	Indeno(1,2,3) pyren
Jän.07	1,4	1,0	1,9	0,9	1,4	0,2	2,2
Feb.07	0,5	0,5	1,1	0,5	0,7	0,1	1,0
Mär.07	0,4	0,3	0,7	0,4	0,6	0,1	0,9
Apr.07	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	0,0	0,4
Mai 07	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
Jun.07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jul.07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aug.07	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Sep.07	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,0	0,4
Okt.07	0,6	0,5	1,1	0,5	0,7	0,1	1,3
Nov.07	0,7	0,7	1,4	1,1	1,0	0,1	1,7
Dez.07	1,9	1,8	2,7	2,3	2,3	0,2	4,1
JMW	0,5	0,4	0,8	0,5	0,6	0,1	1,0

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 34). 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 2008f). Der Jahresgang der PAH unterscheidet sich damit deutlich von jenem der PM₁₀-Gesamtkonzentration.

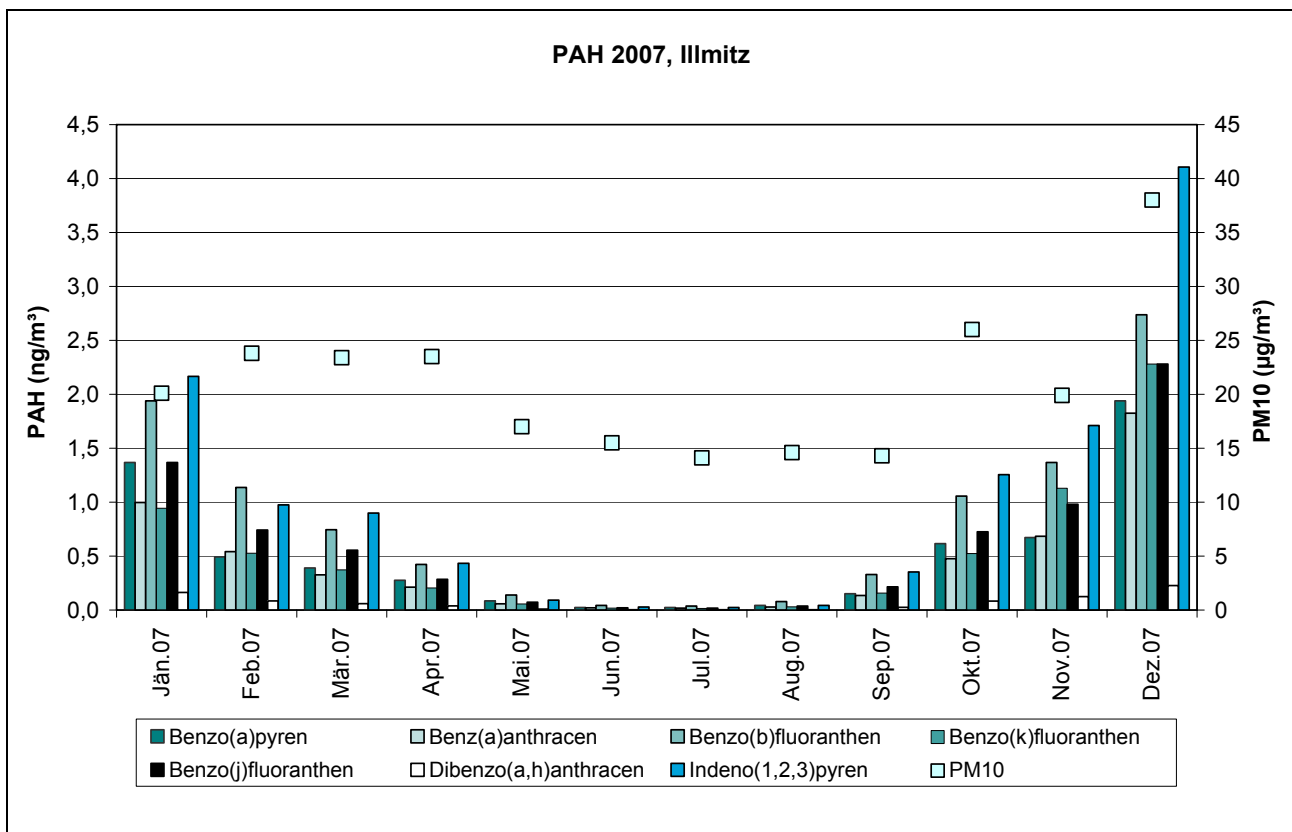


Abbildung 34: Jahresgang der Monatsmittelwerte von PAH und PM10, 2007.

Anhand der Toxizitätsäquivalentfaktoren (TEF; EUROPEAN COMMISSION 2001, LARSEN & LARSEN 1998) der einzelnen PAH-Spezies, bezogen auf B(a)P, ergeben sich die in Tabelle 32 angeführten gewichteten B(a)P-Äquivalente, die in Summe 1,6 ng/m³ betragen. Davon entfallen 60 % auf Benzo(a)pyren und je ca. 10 % auf Benzo(b)fluoranthen, Dibenzo(a,h)anthracen und Indeno(1,2,3)pyren.

Tabelle 32: TEF-gewichtete (B(a)P-Äquivalente) PAH-Konzentrationen in Illmitz, 2007.

	TEF	TEF*Konz. (ng/m³ B(a)P)
Benzo(a)pyren	1	0,5
Benz(a)anthracen	0,005	< 0,1
Benzo(b)fluoranthen	0,1	0,1
Benzo(k)fluoranthen	0,05	< 0,1
Benzo(j)fluoranthen	0,05	< 0,1
Dibenzo(a,h)anthracen	1,1	0,1
Indeno(1,2,3)pyren	0,1	0,1

3.10.2 Deposition von PAH

Die Messung der Deposition von PAH erfolgt in Illmitz mittels Bergerhoff-Bechern mit Probenahmezeiträumen von 28 Tagen.

Bei den meisten PAH-Species lag Depositionsmenge im Sommer unter der Nachweisgrenze, bei Dibenzo(a,h)anthracen in allen Probenahmeperioden, so dass der Depositionswert aus der Nachweisgrenze (0,85 ng/Probe) berechnet wurde. Die Depositionswerte der PAH weisen – analog zu den Konzentrationen – einen deutlichen Jahresgang mit erhöhten Werten im Winter auf.

Tabelle 33: Deposition von PAH in Illmitz, ng/(m².Tag), 2007.

Benzo(a) pyren	Benz(a) anthracen	Benzo(b) fluoranthen	Benzo(k) fluoranthen	Benzo(j) fluoranthen	Dibenzo(a,h) anthracen	Indeno (1,2,3)pyren
7,1	3,9	14,6	9,1	9,6	4,8	9,1

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 Luftverunreinigung ist. An diesen Standorten werden neben den klassischen Luftschadstoffen auch die Konzentrationen von Regeninhaltsstoffen bestimmt. Aus diesen kann der Eintrag von Schadstoffen, die zur Versauerung und Eutrophierung von Ökosystemen führen können, berechnet werden.

Tabelle 34 gibt einen Überblick über die 2007 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 35 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 okkulte¹⁶ Deposition wesentlich zum Eintrag der genannten Schadstoffe in Ökosysteme beitragen.

Abbildung 35 gibt 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 bis 2007 an.

¹⁶ Deposition aus Nebeltröpfchen

Tabelle 34: Niederschlag, pH-Wert, Leitfähigkeit und Ionenkonzentrationen (in mg pro Liter) und Schadstoffeinträge (in kg pro Hektar und Jahr) im Jahr 2007.

	Illmitz		Vorhegg		Zöbelboden	
Niederschlag*	557 mm		969 mm		1.521 mm	
pH-Wert**	5,4		5,7		5,5	
Leitfähigkeit**	13,1 µS/cm		8,8 µS/cm		10,7 µS/cm	
	mg/l	kg/(ha.a)	mg/l	kg/(ha.a)	mg/l	kg/(ha.a)
SO ₄ ²⁻ -S	0,48	2,69	0,30	2,93	0,27	4,17
NO ₃ ⁻ -N	0,38	2,14	0,29	2,82	0,40	6,13
NH ₄ ⁺ -N	0,49	2,73	0,36	3,53	0,45	6,81
Na ⁺	0,15	0,83	0,11	1,09	0,12	1,83
Mg ²⁺	0,06	0,31	0,05	0,52	0,03	0,51
Ca ²⁺	0,29	1,62	0,30	2,89	0,15	2,21
Cl ⁻	0,25	1,41	0,22	2,09	0,18	2,78
K ⁺	0,08	0,44	0,04	0,37	0,04	0,68

* 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

Tabelle 35: Beitrag verschiedener Schadstoffgruppen in der nassen Deposition an Versauerungs- bzw. Eutrophierungsäquivalenten in Illmitz, Vorhegg und Zöbelboden, 2007 (in Prozent).

Standort	Versauerung			Eutrophierung	
	Sulfat	Nitrat	Ammonium	Nitrat	Ammonium
Illmitz	33 %	30 %	38 %	44 %	56 %
Vorhegg	29 %	32 %	40 %	44 %	56 %
Zöbelboden	22 %	37 %	41 %	47 %	53 %

Die mittlere Konzentration von Schwefel-, oxidiertem und reduziertem Stickstoff lag 2007 an allen drei Messstellen auf einem ähnlichen Niveau wie in den letzten Jahren; die Deposition von oxidiertem Schwefel sowie oxidiertem und reduziertem Stickstoff war 2007 aufgrund der größeren Niederschlagsmenge höher als in den letzten Jahren.

Der Eintrag oxidierter Stickstoffverbindungen (NO₃⁻-N) nahm in Illmitz und St. Koloman seit 1984 tendenziell leicht ab, wobei in St. Koloman starke Variationen im Verlauf der Achtzigerjahre eine Bewertung des Trends erschweren. In Illmitz ist seit den Achtzigerjahren ein Rückgang des oxidierten N-Eintrags um fast die Hälfte festzustellen. Der abnehmende Trend bei NO₃⁻-N weist in Illmitz ein Signifikanzniveau¹⁷ von 99,9 % auf (im Mittel – 0,06 kg/(ha.a) pro Jahr), bei der kombinierten Messreihe von St. Koloman und Zöbelboden von 90 %.

¹⁷ berechnet mit Mann-Kendall-Test



Auch der Eintrag von reduzierten Stickstoffverbindungen ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) zeigt in Illmitz und St. Koloman (dort bei starken Variationen von Jahr zu Jahr) tendenziell einen Rückgang. Der abnehmende Trend weist in Illmitz ein Signifikanzniveau von 99,9 % auf (im Mittel – 0,12 kg/(ha.a) pro Jahr), an den anderen Messstellen liegt es unter 90 %.

Der Eintrag von Schwefel ($\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$) 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 – 0,26 kg/(ha.a) pro Jahr, bei der kombinierten Messreihe von St. Koloman und Zöbelboden – 0,49 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 – 0,28 kg/(ha.a) pro Jahr ein Signifikanzniveau von 90 % auf. Seit 2003 ist an keiner dieser Messstellen eine signifikante Veränderung der Sulfat-Deposition festzustellen.

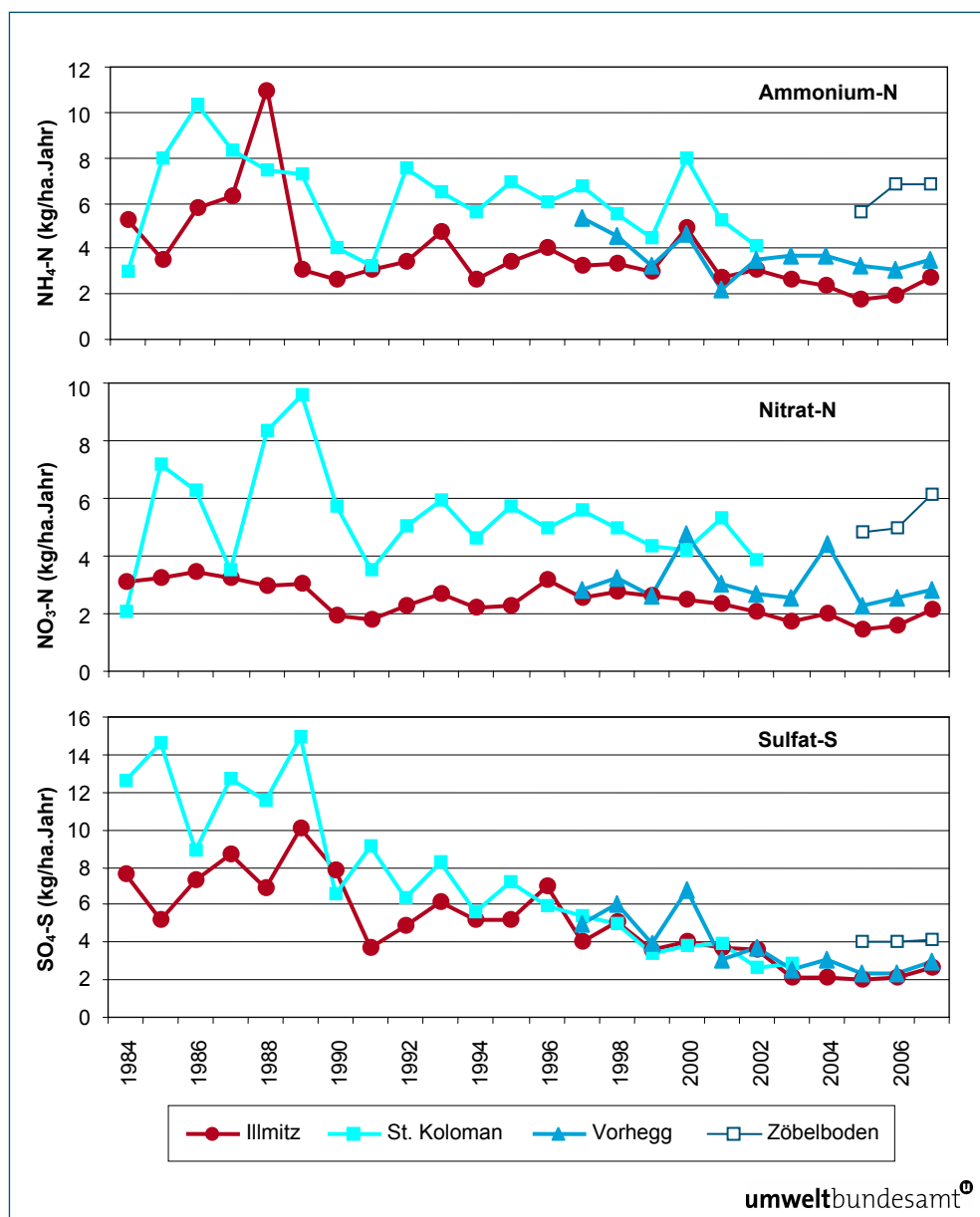


Abbildung 35: Trend der nassen Deposition von Sulfat-S, Nitrat-N und Ammonium-N, 1984 bis 2007 (in kg/(ha.a)).

Die Variation der Deposition von oxidiertem und reduziertem Stickstoff in den letzten Jahren ist im Wesentlichen auf die Niederschlagsmenge zurückzuführen. Die Konzentration von Stickstoff im Niederschlag veränderte sich in den letzten zehn Jahren nur wenig (siehe Abbildung 36); in Vorhegg sowie an der kombinierten Messreihe von St. Koloman und Zöbelboden ist kein Trend festzustellen, in Illmitz eine leichte, infolge starker Variationen von Jahr zu Jahr aber statistisch nicht signifikante Abnahme.

Dagegen sinkt die Konzentration von Schwefel im Niederschlag an allen EMEP-Messstellen statistisch signifikant ab, am deutlichsten in Illmitz (Signifikanzniveau 99 %; Abnahme 0,05 mg/l pro Jahr). In Vorhegg und auf dem Zöbelboden veränderte sich die S-Konzentration seit 2004 nicht mehr.

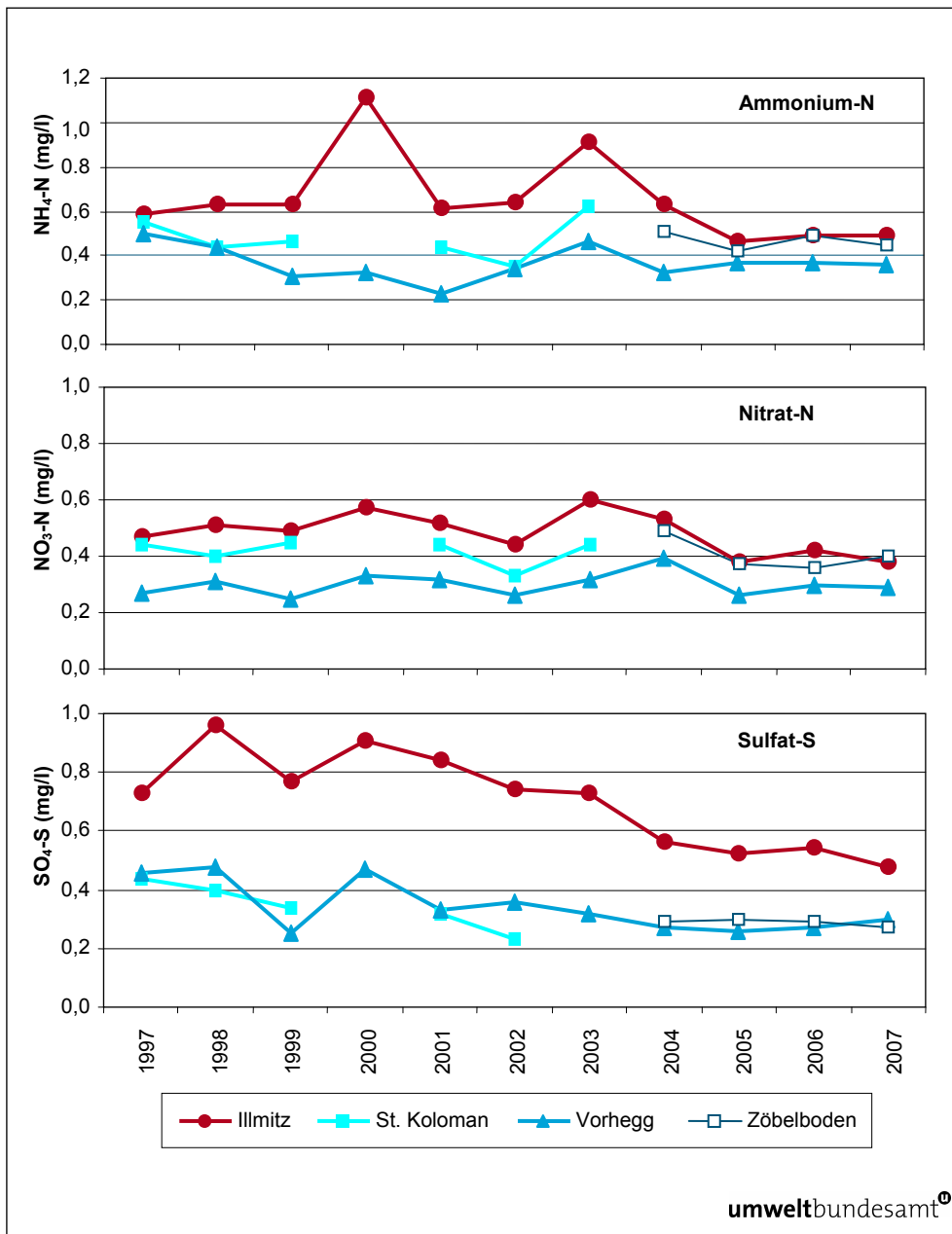


Abbildung 36: Trend der Konzentration von Sulfat-S, Nitrat-N und Ammonium-N im Niederschlag, 1997 bis 2007 (in mg/l).

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, SO_2 , 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 36 gibt den Jahresmittelwert, den maximalen und den minimalen Tagesmittelwert von S im Sulfat sowie N in den oxidierten und reduzierten Stickstoffverbindungen für Illmitz im Jahr 2007 an.

Tabelle 36: Jahresmittelwert, maximaler und minimaler Tagesmittelwert von S im Sulfat sowie N in den oxidierten und reduzierten Stickstoffverbindungen in Illmitz, 2007 (in µg/m³).

	S	N ox.	N red.
JMW 2007	0,96	0,76	2,26
Max. TMW	3,39	2,88	6,51
Min. TMW	< 0,01	0,11	0,44

Tabelle 37 und Abbildung 37 zeigen die Entwicklung der Jahresmittelwerte der Konzentration von Schwefel im partikulären Sulfat sowie von oxidiertem und reduziertem Stickstoff im Zeitraum von 2000 bis 2007.

Tabelle 37: Jahresmittelwerte der Konzentration von Schwefel im partikulären Sulfat sowie von oxidiertem und reduziertem Stickstoff in Illmitz, 2000 bis 2007 (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

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).

Der zwischen 2000 und 2005 beobachtete starke Anstieg der Konzentration oxidierten Stickstoffverbindungen hat sich seitdem umgekehrt. 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.

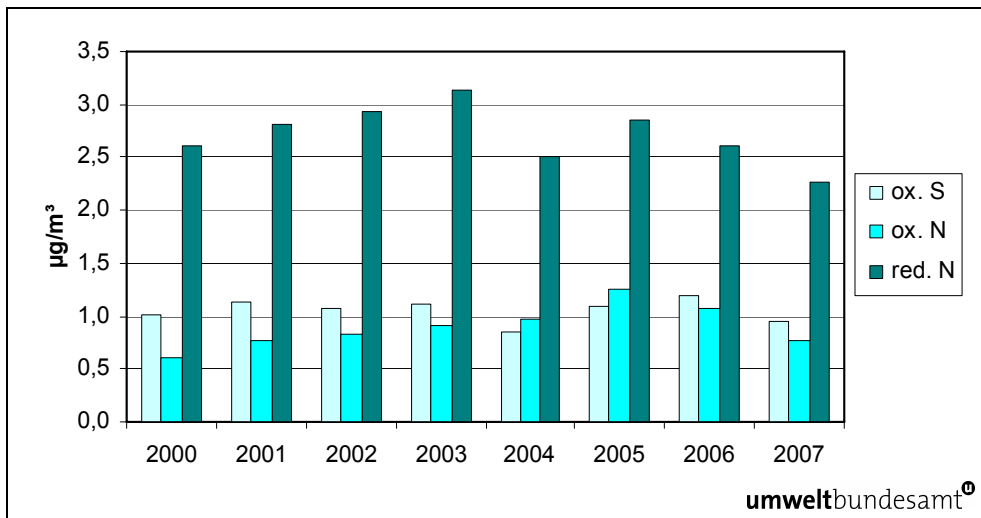


Abbildung 37: Jahresmittelwerte der Konzentration von Schwefel im partikulären Sulfat und von oxidiertem und reduziertem Stickstoff in Illmitz, 2000 bis 2007 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Der langjährige Trend der Konzentration von Schwefel im partikulären Sulfat in Illmitz wird für den Zeitraum von 1978 bis 2007 in Abbildung 38 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 etwas um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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.

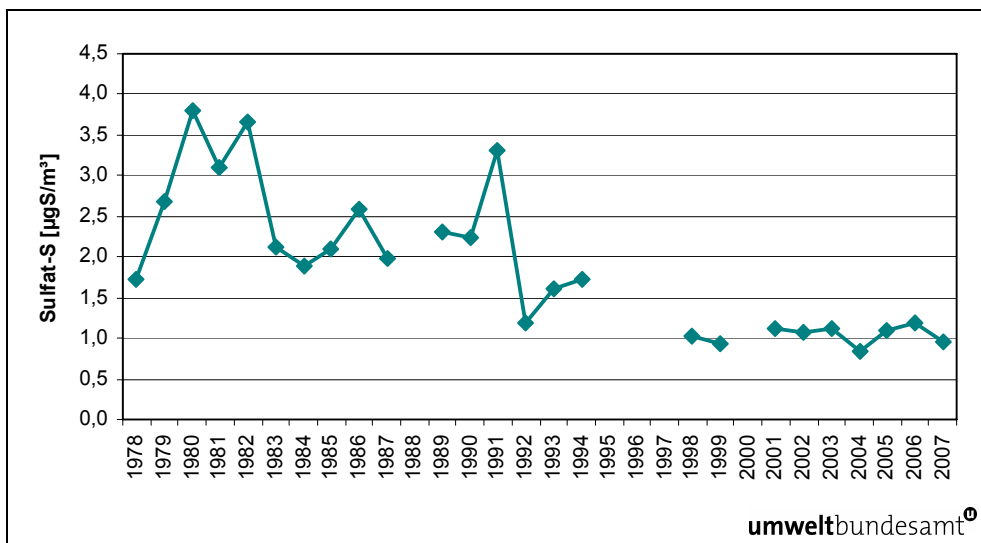


Abbildung 38: Trend der Konzentration von Schwefel im partikulären Sulfat in Illmitz, 1978 bis 2007 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.13 Treibhausgase

3.13.1 Kohlendioxid

Die Konzentration des Treibhausgases Kohlendioxid (CO₂) 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 CO₂-Konzentration lag 2007 mit 384 ppm erheblich über dem vorindustriellen Wert von ca. 280 ppm (IPCC 2007).

Abbildung 39 gibt die Monatsmittelwerte der CO₂-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 38 zeigt die Jahresmittelwerte der CO₂-Konzentration zwischen 2001 und 2007¹⁸.

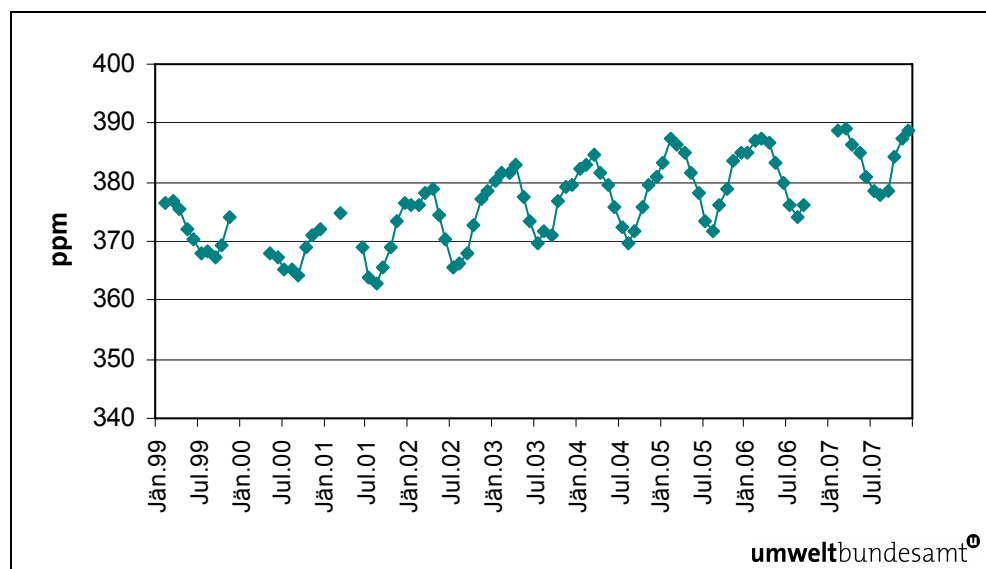


Abbildung 39: Monatsmittelwerte der CO₂-Konzentration am Sonnblick (in ppm).

Tabelle 38: Jahresmittelwerte der CO₂-Konzentration am Sonnblick, 2001 bis 2007 (in ppm).

	CO ₂
2001	369
2002	374
2003	377
2004	378
2005	381
2006	¹⁹
2007	384

¹⁸ 1999, 2000 und 2006 keine ausreichende Verfügbarkeit

¹⁹ Ausfall der CO₂-Messung von 29.9.2006 bis 16.1.2007.



3.13.2 Methan

Die Konzentration des Treibhausgases Methan (CH_4) wird seit Februar 2003 auf dem Zöbelboden gemessen. Der Jahresmittelwert betrug 2007 1,82 ppm. Dies entspricht ungefähr den Konzentrationen, die an anderen Europäischen Hintergrundstationen gemessen werden.

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 die chemische Umwandlung und die Entfernung von Schadstoffen 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 2007

Das Jahr 2007 war von einem außerordentlich warmen Winter und Frühling gekennzeichnet, dem ein durchschnittlicher Sommer und sehr kalter und nasser Herbst folgten.

Immissionsseitig äußerte sich der Witterungsverlauf der ersten drei Monate – sehr hohe Temperaturen, überwiegend Westwetterlagen – in einer sehr niedrigen PM10-, aber auch NO_x-Belastung.

Die Monate Jänner bis Juli waren im Großteil Österreichs ungewöhnlich warm, wobei vor allem der Hochwinter Temperaturrekorde auf sich brachte; die Monatsmitteltemperatur lag im Jänner 2007 um bis zu 6 °C, im Februar bis 4 °C über dem langjährigen Mittel (Klimaperiode 1961–1990). Verantwortlich für diesen extrem warmen Winter war das Überwiegen von Westwetterlagen, d. h. von Advektion ozeanischer Luftmassen, während kontinentale Hochdruckgebiete weitgehend ausblieben.

Das warme Wetter setzte sich bis in den Frühsommer fort; im Juli lag die Temperatur „nur“ noch bis 2 °C über dem langjährigen Mittel, der August wies meist normale Temperaturen auf. Es folgte ein kühler und vor allem extrem regenreicher Herbst, wobei im Raum Wien im September 200 mm Monatsniederschlag gemessen wurden. Der Dezember 2007 wies durchschnittliche Temperaturen auf.

Im Jahresmittel 2007 lag die Temperatur im Großteil Österreich um 1,0 bis 1,2 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1961–1990, höhere Abweichungen traten im Norden und Osten auf. Besonders warm war es im Bereich zwischen Wien und dem Waldviertel mit + 1,8 °C gegenüber dem Klimamittel, wie Abbildung 40 zeigt.

In Teilen Nord- und Ostösterreichs war 2007 das wärmste Jahr seit Beginn der Messung, im Westen das drittwärmste (nach 1994 und 2000), in Graz das viertwärmste.

Mit 39,5 °C wurde in Andau (Nordburgenland) am 20.7.2007 auch der höchste Kurzzeitwert der Temperatur gemessen.

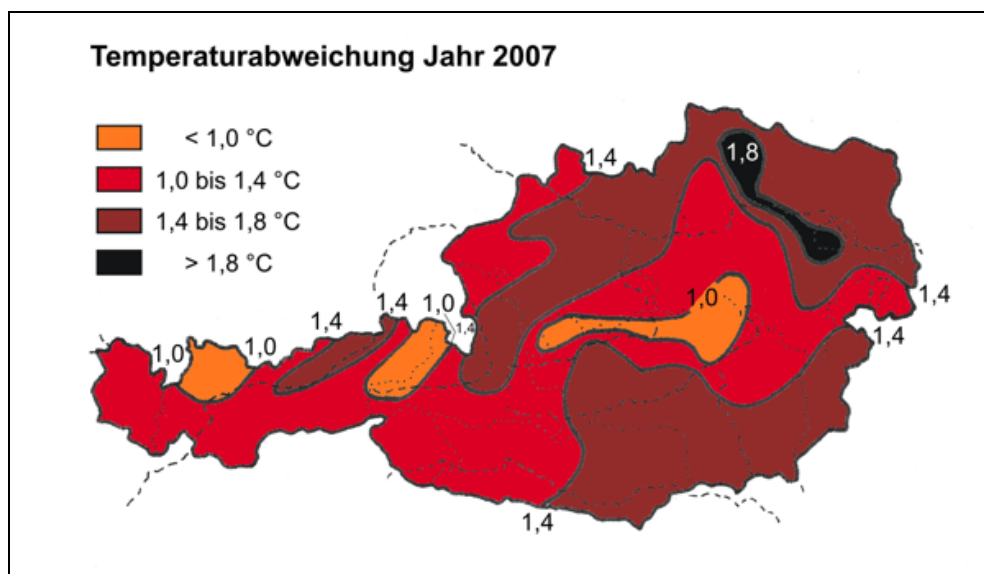


Abbildung 40: Abweichung der Jahresmitteltemperatur 2007 vom Mittelwert der Klimaperiode 1961–1990 (Quelle: ZAMG, www.zamg.ac.at).

Die Niederschlagsmengen lagen im Westen und Süden etwa im Bereich des langjährigen Mittelwerts (siehe Abbildung 41). Demgegenüber registrierte Nordostösterreich außerordentlich hohe Regenmengen, die hier vor allem im September Rekordwerte erreichten und dazu führten, dass das Jahr 2007 u. a. in Eisenstadt die höchste bisher beobachtete Niederschlagsmenge aufwies. In einem Bereich zwischen dem Wienerwald, dem Semmering und dem Nordburgenland wurde 2007 mehr als das Eineinhalbfache der normalen Niederschlagsmenge erreicht.

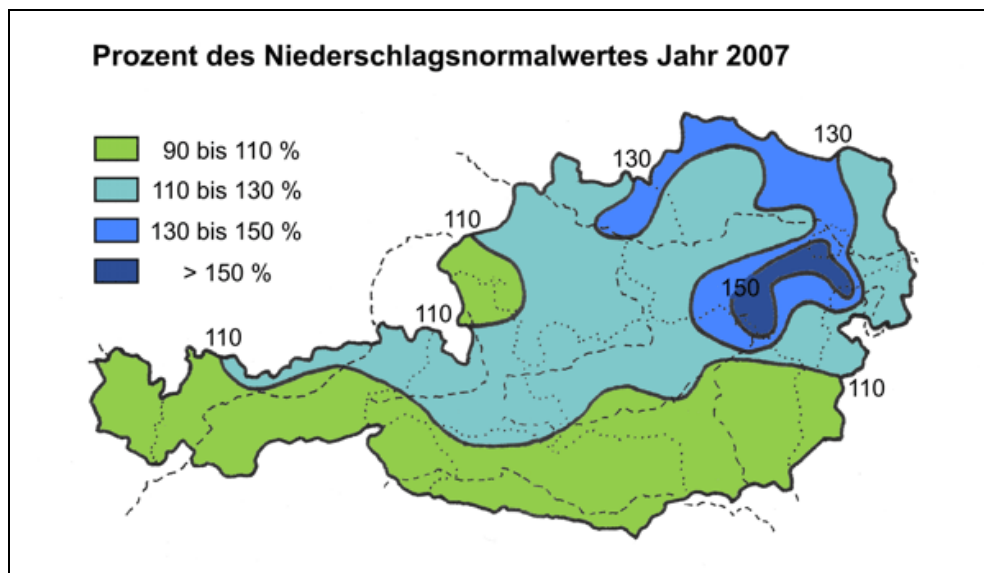


Abbildung 41: Abweichung der Jahressumme des Niederschlags 2007 vom Mittelwert der Klimaperiode 1961–1990 (Quelle: ZAMG, www.zamg.ac.at).

Wie die Temperatur lag auch die Sonnenscheindauer 2007 deutlich über dem langjährigen Mittel, die Abweichungen gegenüber dem Klimamittelwert betrugen 15 bis 25 %.

Der **Jänner** 2007 zeichnete sich in ganz Österreich durch außerordentlich hohe Temperaturen aus. Im ganzen Bundesgebiet – außer im Tiroler Inntal – wurde die höchste Monatsmitteltemperatur seit Beginn der Messungen erfasst, deren Anfang an manchen Orten ins 18. Jahrhundert zurückreicht. Im westlichen Zentralalpengebiet lag die Monatsmitteltemperatur um ca. 5 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1961–1990, im außeralpinen Raum um 6 bis über 7 °C darüber (siehe Abbildung 42).

Die Niederschlagsmengen lagen im Großteil Österreichs über dem langjährigen Mittel. Durchschnittliche oder zu geringe Niederschläge fielen in Nordtirol sowie im äußersten Südosten und Nordosten Österreichs. Demgegenüber wurde in Osttirol und Westkärnten sowie im Inn-, Mühl- und Waldviertel bis zum Dreifachen der durchschnittlichen Niederschlagsmenge erreicht. Im außeralpinen Raum fiel fast kein Schnee, im Osten Österreichs bildete sich an keinem Tag eine beständige Schneedecke.

Bemerkenswert am Sturmtief „Kyrill“, das den Norden Österreichs in der Nacht vom 18. zum 19.1. streifte und sehr milde atlantische Luftmassen nach Mitteleuropa brachte, waren nicht nur die hohen Windgeschwindigkeiten, sondern auch die extrem hohen Temperaturen. Sie führten zur wärmsten Jänner-Nacht seit Beginn der Messungen, mit gebietsweise bis zu +20 °C, aber auch zu den höchsten je im Jänner gemessenen Maximumtemperaturen.

Der Jänner 2007 wurde von West- und Nordwestwetterlagen dominiert. Damit kamen überwiegend ozeanische Luftmassen nach Mitteleuropa, welche für die hohen Temperaturen, aber auch für die hohen Regen- und Schneemengen verantwortlich waren.

Immissionsseitig wirkten sich dieser Witterungsverlauf und die hohen Temperaturen dank vergleichsweise günstiger Ausbreitungsbedingungen in Form sehr niedriger SO₂-, NO₂-, CO- und PM₁₀-Belastungen an den Messstellen im Flachland und im Mittelgebirge aus.

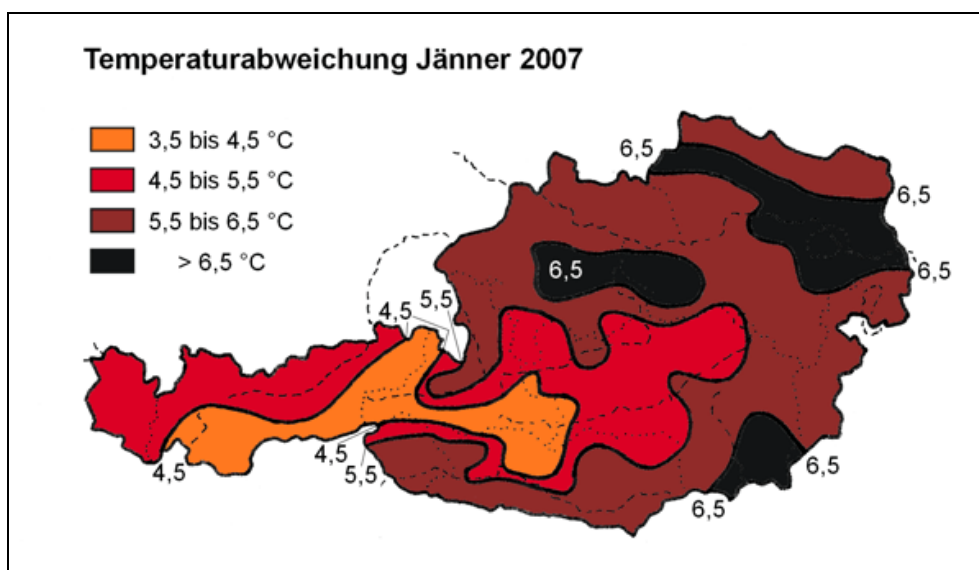


Abbildung 42: Abweichung der Monatssumme der Temperatur im Jänner 2007 vom mittleren Klimawert 1961–1990 (Quelle: ZAMG, www.zamg.ac.at).

Der **Februar** 2007 war in ganz Österreich durch außerordentlich hohe Monatsmitteltemperaturen charakterisiert, die zumeist um 4–5 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1961–1990 lagen; besonders warm war es in Oberösterreich, in der Südsteiermark und in Ostkärnten. Etwas kühler mit Temperaturabweichungen von nur 3–3,5 °C war es in Osttirol, in Westkärnten und im Nordtiroler Zentralalpenbereich. Im Großteil Österreichs handelte es sich um den zweitwärmsten Februar seit Beginn der Messung, nur der Februar 2002 wies noch höhere Temperaturen auf.

Die Niederschlagsmengen lagen zumeist um den langjährigen Mittelwert, besonders regenreich war das Gebiet von Salzburg bis Wien nördlich des Alpenhauptkamms, wobei Wien mit bis zum Doppelten der langjährigen Niederschlagsmenge die relativ höchsten Regenmengen verzeichnete. Unterdurchschnittlich waren die Niederschläge v. a. in Vorarlberg, Westkärnten und der Oststeiermark.

Der Witterungsablauf wurde von Nordwest- und West- sowie von Hochdruckwetterlagen geprägt.

Der **März** 2007 war ebenfalls außergewöhnlich warm, die Monatsmitteltemperatur lag im Großteil Österreichs um ca. 3 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1961–1990, im Westen ca. 2 °C darüber.

Der Monat war auch sehr niederschlagsreich, vor allem im Süden, Osten und Nordosten Österreichs wurden deutlich überdurchschnittliche Regen- bzw. Schneemengen registriert, im nördlichen und östlichen Niederösterreich und in Wien mehr als das Doppelte des langjährigen Durchschnitts.

Der Witterungsverlauf war – wie schon in den Vormonaten – von sehr häufigen Tiefdruck- und Westwetterlagen gekennzeichnet; lediglich zwischen 11. und 17.3. bestimmte ein Hochdruckgebiet das Wetter in Mitteleuropa. Bis 18.3. lag die Temperatur durchwegs über dem langjährigen Mittel, von 19. bis 24.3. führte ein großflächiges und sehr stabiles Tiefdruckgebiet zu häufigem Nordwind, tiefen Temperaturen und starken Schneefällen vor allem im Nordalpenbereich.

Der **April** 2007 war in ganz Österreich ein ungewöhnlich warmer und trockener Monat, wobei die Temperaturabweichung vom Klimamittelwert von Ost nach West zunahm. Lag die Monatsmitteltemperatur in Nordostösterreich „nur“ ca. 2,5 °C über dem langjährigen Mittelwert, so betrug die Abweichung im Westen Österreichs und im Gebirge bis zu 5 °C. In Vorarlberg und Nordtirol wurde die höchste Mitteltemperatur im April seit Beginn der Messreihen erreicht.

Der April 2007 war extrem regenarm. Mit Ausnahme des Gebietes südlich des Alpenhauptkamms blieben die Niederschlagsmengen unter 25 % des Klimamittelwertes. Im Weinviertel und im Nordburgenland fiel überhaupt kein Regen. Die Sonnenscheindauer lag weit über dem langjährigen Mittel, im Norden und Westen Österreichs etwa um das Doppelte darüber. In Innsbruck wurde im April 2007 der bisherige Rekordwert vom Juli 2006 beinahe erreicht.

Der **Mai** 2007 zeichnete sich in ganz Österreich durch überdurchschnittliche Temperaturen aus, v. a. südlich des Alpenhauptkamms, aber auch in Nordtirol, Teilen Salzburgs und Oberösterreichs, wo es ca. 3 °C wärmer war als im Mittel der Klimaperiode 1961–1990.

Die Niederschlagsmengen lagen zumeist über dem langjährigen Durchschnitt; bis zum Doppelten der normalen Regenmenge fiel u. a. im Wienerwald und im Semmeringgebiet, in den Oberösterreichischen Alpen sowie im Nordwesten Tirols. Annähernd durchschnittliche Regenmengen wurden südlich des Alpenhauptkamms sowie im Burgenland und im nördlichen Niederösterreich registriert.

Der **Juni** 2007 verzeichnete in ganz Österreich ebenfalls deutlich überdurchschnittliche Temperaturen; besonders warm mit Temperaturabweichungen über 3,5 °C gegenüber dem Mittelwert der Klimaperiode 1961–1990 war es im Norden und Osten Österreichs, während im Westen und Südwesten die Monatsmitteltemperatur „nur“ um ca. 2 °C über dem langjährigen Mittel lag.

Die Niederschlagsmengen erreichten im Großteil Österreichs durchschnittliche Werte; relativ trocken war es im Großteil von Oberösterreich und Niederösterreich sowie in der südlichen Steiermark. Überdurchschnittliche Regenmengen fielen v. a. in den Alpengebieten der Steiermark und Salzburgs.

Trotz des sehr warmen Wetters wurden im Juni 2007 keine außergewöhnlichen Ozonkonzentrationen gemessen. Verantwortlich dafür war u. a. das eher wechselhafte Wetter in der zweiten Monatshälfte mit häufigen Westwetterlagen und starken Regenfällen an mehreren Tagen.

Der **Juli** 2007 wies im größten Teil Österreichs überdurchschnittliche Temperaturwerte auf. Von Nordtirol ostwärts lag die Monatsmitteltemperatur um mehr als 1,5 °C über dem langjährigen Mittel der Klimaperiode 1961–1990, gebietsweise in der Südoststeiermark und im Südburgenland über 2,5 °C höher. Leicht unterdurchschnittliche Temperaturen wurden nur im Bodenseeraum registriert.

Die Niederschlagsmengen lagen im Großteil Österreichs auf etwa durchschnittlichem Niveau; relativ trocken war es im westlichen Niederösterreich, überdurchschnittlich regenreich waren das Mühlviertel, Osttirol und Teile der Hohen Tauern.

Auf einen unbeständigen Monatsbeginn folgten zwischen 7. und 23.7. überwiegend Hochdruckwetterlagen, unterbrochen nur vom 10. bis 12.7. von einer Nordwestlage. Die höchsten Temperaturen wurden zwischen 15. und 20.7. registriert, als ein großräumiges Hochdruckgebiet warmes Wetter in ganz Mitteleuropa mit sich brachte; in den folgenden Tagen stellte sich eine stabile Südwestlage ein. Dabei traten verbreitet Temperaturmaxima über 35 °C auf, als höchstes Tages-temperaturmaximum wurden am 27.7. in Andau im Seewinkel 39,5 °C erreicht. Nach dem 27.7. folgte wieder unbeständiges Westwetter.

Der **August** war im Großteil Österreichs durch leicht überdurchschnittliche Temperaturen gekennzeichnet; im Monatsmittel lag die Temperatur meist um 1 °C über dem langjährigen Mittel der Klimaperiode 1961–1990. Wärmere Gebiete – mit Abweichungen bis 2 °C – lagen in der Obersteiermark sowie im Burgenland und im östlichen und nördlichen Niederösterreich. Der Temperaturverlauf war von keinen außergewöhnlich kühlen oder warmen Perioden gekennzeichnet.

Im größten Teil Österreichs wies der August 2007 etwa durchschnittliche Niederschlagsmengen auf. Relativ trocken war es v. a. im Innviertel und im Mühlviertel, besonders regenreich in Vorarlberg, im Tiroler Zentralalpenbereich, in Osttirol und Oberkärnten sowie in Teilen der Obersteiermark und des westlichen Niederösterreich. Die Niederschläge verteilten sich etwa gleichmäßig über den ganzen Monat.

Der **September** 2007 zeichnete sich im größten Teil Österreichs durch niedrige Temperaturen und hohe Niederschläge aus. Abgesehen von Teilen Kärntens und der Obersteiermark lag die Temperatur in ganz Österreich unter dem langjährigen Mittel der Klimaperiode 1961–1990, im Westen, Nordwesten und im Osten teilweise um 2 °C darunter.

Die Regenmengen erreichten im Nordosten Österreichs Rekordwerte von mehr als dem Dreifachen des langjährigen Mittelwerts für September, wie Abbildung 43 zeigt. In Wien und Teilen Niederösterreichs wurde mehr als das Vierfache der durchschnittlichen Regenmenge registriert, in Reichenau an der Rax mehr als das Fünffache. Im Norden und Osten wurden vielfach die höchsten September-Niederschlagssummen seit Beginn der (teilweise ins 19. Jahrhundert zurückreichenden) Messreihen registriert. Die höchsten Regenmengen fielen von 5. bis 7.9., mit Tagessummen bis über 50 mm. Im Westen Österreichs fiel im Gebirge in der zweiten Monatshälfte bereits Schnee.

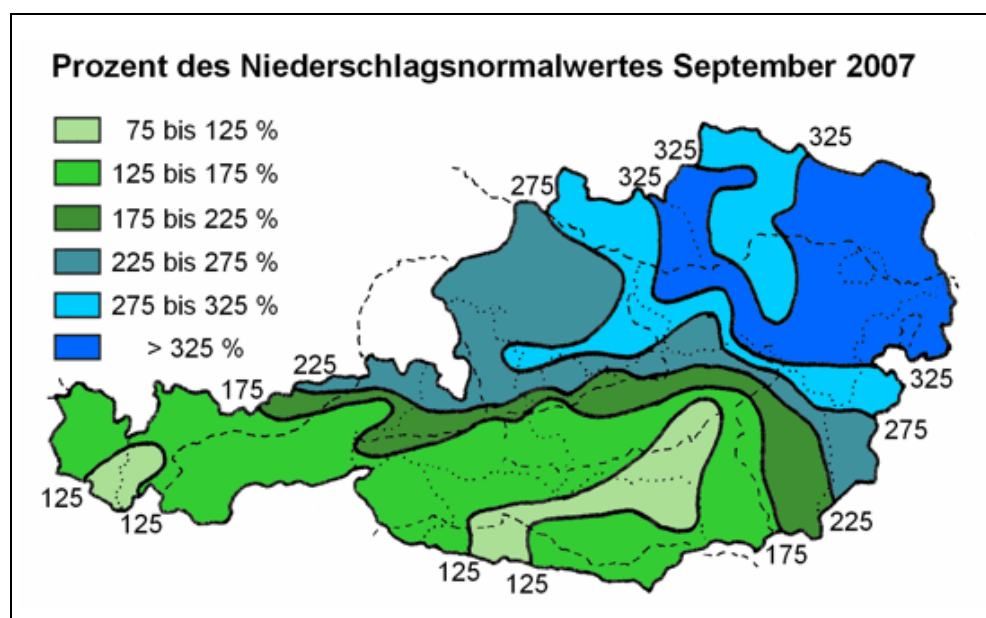


Abbildung 43: Abweichung der Monatssumme des Niederschlags im September 2007 vom mittleren Klimawert 1961–1990 (Quelle: ZAMG, www.zamg.ac.at).

Der **Oktober** 2007 war im Süden Österreichs sowie in Vorarlberg von annähernd durchschnittlichen Monatsmitteltemperaturen gekennzeichnet, während diese im Norden und Nordosten um ca. 1 °C unter dem Klimamittelwert lagen.

Der Westen Österreichs, v. a. Tirol und Vorarlberg, wies deutlich unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen auf, wohingegen im Nordosten extrem viel Regen fiel. In Wien sowie in Teilen Niederösterreichs und des Nordburgenlandes lag die Regenmenge bei mehr als dem Doppelten des langjährigen Wertes.

Der Witterungsverlauf war von häufigen Tiefdruck- sowie Nord- bis Nordwestwetterlagen gekennzeichnet. Im Westen Österreichs sowie im Gebirge führte ein Tiefdruckgebiet zwischen dem 18. und 20.10. zu einem markanten Temperatursturz, in dessen Folge zunächst im Gebirge, ab dem 22.10. auch in Nordostösterreich hohe Niederschläge zu verzeichnen waren.

Der **November** 2007 wies im Großteil Österreichs unterdurchschnittliche Temperaturen – verglichen mit dem Mittel der Klimaperiode 1961–1990 – auf, besonders kühl mit Abweichungen bis -2 °C war es im Raum Salzburg. Überdurchschnittliche Werte wurden hingegen im Süden Österreichs von Osttirol bis ins Südburgenland gemessen.

Die Niederschlagsmengen erreichten im Nordalpenbereich – v. a. vom östlichen Nordtirol bis ins Semmeringgebiet – sowie im Mühlviertel weit überdurchschnittliche Werte, bis zum Doppelten der normalen Niederschlagsmenge. Zu trocken war es demgegenüber im Süden Österreichs, im Burgenland und in Vorarlberg. Verantwortlich für die regionale Temperatur- und Niederschlagsverteilung war die besondere Häufigkeit von Nordwestwetterlagen. Die Niederschläge konzentrierten sich im Norden Österreichs auf den Zeitraum zwischen 6. und 14.11. In einigen Alpentälern Tirols und Salzburgs sowie im Hoch- und Mittelgebirge fielen Rekordschneemengen von bis zu 1 m.

Der **Dezember** 2007 zeigte im Großteil Österreichs im Monatsmittel ein durchschnittliches Temperaturniveau. Um bis $1,5\text{ °C}$ über dem langjährigen Mittelwert der Klimaperiode 1961–1990 lag die Temperatur in Osttirol und Westkärnten, um bis $1,5\text{ °C}$ niedriger im nordöstlichen Alpenbereich. Im Monatsverlauf traten allerdings deutlich Unterschiede auf: die erste Monatshälfte war überall zu warm, die zweite Hälfte zu kalt. Während zunächst West- und Tiefdruckwetterlagen dominierten, war die zweite Dezemberhälfte von einer stabilen Hochdruckwetterlage gekennzeichnet.

Die Niederschlagsmengen lagen in Osttirol und Westkärnten weit unter dem Durchschnitt, zumeist fielen nur 25 % der üblichen Niederschlagsmenge. Im Großteil Österreichs war es etwas zu trocken, überdurchschnittliche Regen- bzw. Schneemengen fielen nur im Ostalpenbereich. Sie konzentrierten sich hier auf den 9. bis 12.12. Die zweite Monatshälfte war praktisch niederschlagsfrei.

4.3 Wind

Die Windrichtungsverteilungen der Stationen Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf, St. Sigmund, Vorhegg und Zöbelboden für das Jahr 2007 sind in den Schadstoffwindrosen im Anhang 8 dargestellt.

Tabelle 39 gibt die Monatsmittelwerte der Windgeschwindigkeit im Jahr 2007 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 Messturm 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, sowie am Zöbelboden auf der Wildwiese (10 m über Boden) und in Vorhegg gemessen.

Tabelle 39: Monatsmittelwerte der Windgeschwindigkeit 2007 (in m/s).

	ENK	ILL	PIL	SIG	SON	VOR	ZOE Wildwiese	ZOE Messturm
Jän.07	4,6	2,8	5,2	1,3	9,4	1,2	1,8	4,1
Feb.07	3,5	2,7	3,7	1,0	9,1	1,2	1,3	2,9
Mär.07	3,6	3,2	4,0	1,1	8,8	1,2	1,2	2,7
Apr.07	3,0	2,3	3,3	1,3	5,9	1,2	0,9	2,4
Mai 07	3,0	3,2	3,4	1,3	7,7	1,1	0,9	2,6
Jun.07	2,5	2,1	2,7	1,2	5,8	1,0	0,7	2,2
Jul.07	3,1	2,9	3,4		7,0	1,1	1,0	3,1
Aug.07	2,2	2,5	2,7	1,1	6,8	1,1	0,4	2,1
Sep.07	2,9	2,6	3,4	1,1	7,8	1,3	1,0	3,6
Okt.07	2,1	2,5	2,5	1,0	7,5	1,1	0,5	2,0
Nov.07	4,0	3,3	4,3	1,4	10,3	1,1	1,3	3,8
Dez.07		1,9	2,3	1,1	8,4	1,0	0,8	2,8

4.4 Temperatur

Tabelle 40 gibt die Jahresmittelwerte der Temperatur an den Messstellen des Umweltbundesamt in den Jahren 1990 bis 2007 an, Tabelle 41 die Monatsmittelwerte für 2007.

Tabelle 40: Jahresmittelwerte der Temperatur, 1990 bis 2007 (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

Im Vergleich zu den letzten ca. 15 Jahren war 2007 ein sehr warmes Jahr (siehe Kapitel 4.2). Seit Beginn der Messungen durch das Umweltbundesamt war 2007 an den Messstellen im Flachland das zweitwärmste Jahr (nach 2000 in Enzenkirchen und Illmitz bzw. 1994 in Pillersdorf), im Mittelgebirge das drittwärmste (nach 1992 und 2000 in Vorhegg, nach 2002 und 2003 auf dem Zöbelboden).

Besonders hohe Temperaturen – im langjährigen Vergleich der Klimaperiode 1961–1990 – wurden in den Monaten Jänner, Februar, März und April gemessen, eher kühl waren die Monate September und Oktober.

Tabelle 41: Monatsmittelwerte der Temperatur 2007 (in °C).

	ENK	IIL	PIL	SIG	SON	VOR	ZOE
Jän.07	2,9	4,7	4,5	–1,6	–8,5	2,2	2,7
Feb.07	3,4	5,5	3,7	–2,2	–9,6	2,3	2,8
Mär.07	5,6	8,1	6,8	–1,6	–9,7	3,5	4,0
Apr.07	12,2	13,5	12,6	5,6	–3,6	10,5	10,6
Mai 07	14,2	16,5	15,6	7,8	–1,7	13,1	12,4
Jun.07	17,9	21,4	19,7	11,1	1,9	15,1	15,4
Jul.07	18,0	22,2	20,8		2,9	17,1	14,4
Aug.07	17,1	20,9	19,9	10,5	2,5	14,9	15,3
Sep.07	11,6	14,0	13,1	6,0	–2,6	10,8	10,0
Okt.07	7,8	9,5	8,7	3,1	–4,0	6,7	6,3
Nov.07	1,0	4,2	2,6	–2,7	–9,8	1,7	0,7
Dez.07	–1,0	0,5	–0,5	–5,3	–11,4	–0,6	–0,7

4.5 Globalstrahlung

Tabelle 42 gibt die Monats- und Jahressummen der Globalstrahlung für das Jahr 2007 in MJ/m² an, Tabelle 43 die Jahressummen im Zeitraum von 1993 bis 2007. Das Jahr 2007 wies eine deutlich überdurchschnittliche Globalstrahlungssumme auf, übertraf an allen Messstellen vom Jahr 2003.

Tabelle 42: Monats- und Jahressummen der Globalstrahlung 2007 in MJ/m².

	ENK	ILL	PIL	SIG	VOR	ZOE
Jän.07	82	102	125	101	179	74
Feb.07	195	193	181	195	291	177
Mär.07	350	317	310	313	367	317
Apr.07	644	580	621	461	597	571
Mai.07	619	553	591	398	597	539
Jun.07	703	615	665	422	550	597
Jul.07	608	581	651	481	651	452
Aug.07	498	501	534	316	483	437
Sep.07	324	352	361	285	463	296
Okt.07	233	228	218	205	282	194
Nov.07	98	121	115	117	199	90
Dez.07	67	59	60	84	155	75
2007	4.421	4.204	4.429	3.379	4.813	3.819

Tabelle 43: Jahressummen der Globalstrahlung, 1993 bis 2007, 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

4.6 Sonnenscheindauer

Tabelle 44 zeigt die Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer für das Jahr 2007 in Stunden, Tabelle 45 die Jahressummen im Zeitraum von 1992 bis 2007.

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 2007 wurden an den Messstellen Enzenkirchen, Pillersdorf, Vorhegg und Zöbelboden überdurchschnittliche Sonnenscheindauerwerte gemessen. Diese wurden nur vom Jahr 2003 sowie an einigen Messstellen vom Jahr 2006 übertroffen.

Auf dem Zöbelboden und dem Sonnblick ist häufige Bewölkung für die niedrige Sonnenscheindauer verantwortlich, an der in einem engen, Nord-Süd gerichteten Tal gelegenen Messstelle St. Sigmund Gleirschalm die Abschattung durch die Berge im Osten und Westen, die im Winter eine nur sehr kurze tägliche Sonneneinstrahlung bewirkt.

Tabelle 44: Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer 2007 (in Stunden).

	ENK	ILL	PIL	SIG	SON	VOR	ZOE
Jän.07	39	66	80	36	131	127	33
Feb.07	106	100	83	68	159	161	89
Mär.07	192	163	154	92	173	174	134
Apr.07	327	281	313	160	298	271	222
Mai.07	252	184	243	102	149	190	174
Jun.07	266	224	255	94	103	170	174
Jul.07	239	250	280	109	198	261	99
Aug.07	206	227	238	99	137	204	133
Sep.07	138	155	169	89	149	216	103
Okt.07	134	129	118	83	155	142	88
Nov.07	29	67	55	40	88	133	42
Dez.07	31	28	31	35	114	122	65
2007	1.959	1.874	2.019	1.007	1.927	2.170	1.356

Tabelle 45: Jahressummen der Sonnenscheindauer 1992 bis 2007 (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

4.7 Niederschlag

Tabelle 46 gibt die Monats- und Jahressummen des Niederschlags 2007 in mm an. In Tabelle 47 sind die Jahressummen des Niederschlags von 1993 bis 2007 zusammengestellt.

Im Jahresverlauf 2007 fällt der Monat April, daneben Oktober bis Dezember durch sehr geringe Niederschlagsmengen auf. Der September war mit Ausnahme von Enzenkirchen (Mai 2007) an allen Messstellen der regenreichste Monat (siehe

auch Abbildung 43). Für Illmitz war 2007 das regenreichste Jahr seit Beginn der Messung, in Pillersdorf nimmt es den dritten Platz (hinter 2002 und 2005) ein und auf dem Zöbelboden den vierten (hinter 2002, 2005 und 2006). Demgegenüber registrierte Enzenkirchen eine durchschnittliche Niederschlagsmenge.

Tabelle 46: Monats- und Jahressummen des Niederschlags 2007 (in mm).

	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jän.07	41	41	19		88
Feb.07	45	33	22	30	120
Mär.07	42	84	45	129	78
Apr.07	1	1	0	63	15
Mai.07	167	51	61	105	253
Jun.07	78	18	80	118	163
Jul.07	142	48	41	137	167
Aug.07	64	111	43	216	109
Sep.07	161	144	113	136	418
Okt.07	36	67	40	72	111
Nov.07	53	27	24	1	109
Dez.07	49	39	9		109
2007	879	664	497	1.007	1.740

Tabelle 47: Jahressummen des Niederschlags, 1993 bis 2007 (in mm).

	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
1993		373	354		
1994		538	145	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

5 LITERATURVERZEICHNIS

- EUROPEAN COMMISSION (2001): PAH Position Paper Annexes (27th July 2001).
http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/annex_pah.pdf
- IPCC (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 RE, Harrison RM, editors. *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 (2006a): Spangl, W.; Kaiser, A.; Nagl, C. & Schneider, J.: *Herkunftsanalyse der PM₁₀-Belastung in Österreich, Ferntransport und regionale Beiträge*. Reports, Bd. REP-0034. 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 (2006c): Nagl, C.; Böhmer, S.; Gugele, B.; Kaiser, A.; Petz E.; Scheifinger, H.; Spangl, W.; Schneider, J. & Wappel, D.: *Einfluss von Punktquellen auf die Luftqualität in Nordostösterreich – Endbericht*. Im Auftrag der OMV AG. Reports, Bd. REP-0105. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006d): Fröhlich, M.; Wolf, A.; Moosmann, L. (2006): *Ringversuch der österreichischen Messnetzbetreiber 2003. Auswertung des Ringversuchs für SO₂, NO, NO₂ und CO in Essen*. Sonstige Berichte. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2008a): Spangl, W.: *Luftgütemessstellen in Österreich. Stand Jänner 2008*. Reports, Bd. REP-0151. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2008b): Spangl, W.; Kaiser, A.; Nagl, C. & Moosmann, L.: *Herkunftsanalyse von PM₁₀ und seinen Inhaltsstoffen 1999–2007. Ferntransport nach Österreich und regionale Beiträge*. Reports, Bd. REP-0156. Umweltbundesamt, Wien. (im Druck).
- UMWELTBUNDESAMT (2008c): Anderl, M.; Kampel, E.; Köther, T.; Muik, B.; Pazdernik, K., Schodl, B.; Poupa, S.; Wappel, D. & Wieser, M.: *Austria's Informative Inventory Report (IIR) 2007. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution*. Reports, Bd. REP-0133. Umweltbundesamt, Wien.

- UMWELTBUNDESAMT (2008d): 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 (2008e): Spangl, W.; Nagl, C. & Moosmann, L.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2007. Reports, Bd. REP-0153. Umweltbundesamt, Wien. (im Druck).
- UMWELTBUNDESAMT (2008f): 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.
- 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 Jungfraujoch, 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 Ozongesetz (Ozon-Messkonzept-VO; BGBl. II Nr. 99/2004): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Messkonzept zum Ozongesetz.
- 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.
- ÖNORM EN 12341: Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM₁₀-Fraktion von Schwebstaub – Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode.
- ÖNORM M 5866: Luftreinhaltung – Bildung von Immissionsmessdaten und daraus abgeleiteten Immissionskennwerten.
- ÖNORM EN 1483: Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie.
- ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025: Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien.
- Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/92, i.d.g.F.): Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung und die Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen, mit dem das Smogalarmgesetz, BGBl. Nr. 38/1989, geändert wird (BGBl. I Nr. 34/2003).
- Ozonrichtlinie (RL 2002/3/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2002 über den Ozongehalt der Luft. ABl. Nr. L 67/14.
- Richtlinie 14: Österreichweit einheitliche Vorgangsweise zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit der Immissionsmessdaten, Leitfaden zur Immissionsmessung nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft.



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.

Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation (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)
O ₃	Ozon
PM ₁	Partikel, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 1 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist
PM ₁₀	Partikel, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist
PM _{2,5}	Partikel, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist
SO ₂	Schwefeldioxid
SO ₄ -S.....	Schwefel im Sulfat

Luftmessstationen des Umweltbundesamt

ENK.....	Enzenkirchen
ILL	Illmitz
KLH	Klöch
KOL.....	St. Koloman
PIL.....	Pillersdorf
SIG.....	St. Sigmund
SON	Sonnblick
VOR	Vorhegg
ZOE.....	Zöbelboden



Abkürzungen

AOT40.....	Accumulated Exposure over Threshold of 40 ppb
EMEP.....	Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe (http://www.emep.int/)
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
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
PM ₁₀	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
PM ₁₀	40 µg/m ³	Jahresmittelwert
CO	10 mg/m ³	Gleitender Achtstundenmittelwert
NO ₂	200 µg/m ³	Halbstundenmittelwert
NO ₂	30 µg/m ³ (40 µg/m ³ inkl. Toleranzmarge im Jahr 2007)	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 PM ₁₀	0,5 µg/m ³	Jahresmittelwert
Benzol	5 µg/m ³	Jahresmittelwert

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

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

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-Wert²⁰ 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.

²⁰ 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 ²¹ , gemittelt über 5 Jahre
Ozonrichtlinie, langfristiges Ziel zum Schutz der Vegetation	Mai–Juli, 8:00–20:00	3 ppm.h

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.

²¹ Im Richtlinientext als 18.000 µg/m³.h angegeben

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	Horiba APNA-360E
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	bis 24.5.2007 Horiba APNA-360 ab 24.5.2007 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
Klösch	
PM10 kontinuierlich	FH 62 IR
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
NO, NO ₂	Horiba APNA-360
Pillersdorf	
O ₃	Horiba APOA-350E
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM10 kontinuierlich	FH 62 IR
SO ₂	TEI 43 CTL
NO, NO ₂	TEI 42 CTL
St. Sigmund	
O ₃	Horiba APOA-360E
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	TEI 42 CTL
Sonnblick	
O ₃	TEI 49C
CO	Horiba APMA-360CE
CO ₂	URAS-14
NO _y	TEI 42CTL
Vorhegg	
O ₃	bis 23.10.2007 TEI 49C ab 23.10.2007 API 400E

Messstelle, Komponente	Gerätetype
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, Gravi- metrie	1 µg/m ³	Probenahme mittels Digital 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.
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 49C	0,8 µg/m ³ (0,4 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, PM_{2,5} und PM₁ (Gravimetrie und kontinuierliche Messung) sowie der Inhaltsstoffe auf Umgebungsbedingungen.

Probenahme- und Analysemethoden

Komponente	Probenahme	Analyse	Bestimmungsgrenze
Schwermetalle im PM ₁₀	Besaugung von Filtern (PM ₁₀ Tagesproben) mit Digital High-Volume-Sampler, 720 m ³ /d	Mikrowellenunterstützter Säureaufschluss (HNO ₃ /HCl); Analyse mit GFAAS in Anlehnung an As: VDI 2267 Blatt 1 (Modifizierung) Cd: DIN EN ISO 5961 (Modifizierung) Ni: VDI 2267 Blatt 1 (Modifizierung) Pb: DIN 38406-6 (Modifizierung)	As: 0,82 ng/m ³ Cd: 0,082 ng/m ³ Ni: 1,6 ng/m ³ Pb: 0,82 ng/m ³
Deposition von Schwermetallen	VDI 2267 Blatt 15: Probenahme mit Bergerhoff-Bechern	Eindampfen der Proben bei 105 °C bis zur Trockene Mikrowellenunterstützter Druck-Aufschluss Säurematrix: Auffüllvolumen: 50 ml Pb, As, Cd, Ni: Analyse mit ICP-MS Die Bestimmung von Quecksilber erfolgte nach Reduktion mit Natriumborhydrid mittels Fließinjektions (FIMS)-Kaltdampf-AAS, nach ÖNORM EN 1483 (modifiziert).	As: 0,05 ng/BHG ²² Cd: 0,01 ng/BHG Ni: 0,3 ng/BHG Pb: 0,05 ng/BHG Hg: 0,003 ng/BHG
Benzol	Diffusionssammler (Aktivkohle)	Elution mit CS ₂ , Analyse mit GC (in Anlehnung an VDI 3482, Bl. 4)	0,4 µg/m ³ (bei einer Expositionsdauer von 28 Tagen)
Regeninhaltsstoffe	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 ²³ -beschichtete Filter, für NH ₃ Citrat-beschichtete Filter) mit DPA 96 Digital Low-Volume-Sampler, 2 l/min	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 PM ₁₀	Filter für gravimetrische PM ₁₀ -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

²² BHG: Bergerhoffgefäß

²³ Kaliumhydroxid

VOC – Aktive Probenahme, Lösemitteldesorption im Labor, gaschromatographische Analyse

Probenahme:

Adsorptionsröhrchen: ORBO 32 S Aktivkohleröhrchen bzw. Dräger Typ B/G Aktivkohleröhrchen

Probenahmezeit: 24 Stunden

Probenahmefluss: 800 ml/min

Probenaufarbeitung:

Mittels ternärem Gemisch (60 % Dichlormethan, 35 % Schwefelkohlenstoff, 5 % Methanol) oder Schwefelkohlenstoff

Lösungsmittelmenge: 2 ml

Interner Standard: n-Hexan d₁₄, Benzol d₆, Chlorbenzol

Desorptionsdauer: mindestens 30 Minuten

Gaschromatographische Analyse mit massenselektivem Detektor:

Trärgas: Helium

Trennsäule: HP-5 (60 m x 0,32 mm x 1 µm)

Temperaturprogramm: 35 °C für 7 min
10 °C/min auf 180 °C
180 °C für 2 min
20 °C/min auf 250 °C
250 °C für 3 min

Zeitprogramm: 30 min

Injektortemperatur: 240 °C

Einspritzvolumen: 1 µl/split

Detektortemperatur: 280 °C

Acquisition Mode: SIM

VOC–Kontinuierliche Gaschromatographie

Hersteller: Airmotec

2 Gaschromatographen mit Flammenionisationsdetektoren (1 GC für C₂–C₆ – Modul 1, 1 GC für C₆–C₁₂ – Modul 2)

Probensammelzeit: 10 min

Probenfluss: Modul 1 (C₂–C₆): 12 ml/min
Modul 2 (C₆–C₁₂): 60 ml/min

Massenflussregler: kritische Düse

Kühlung durch VORTEX-Effekt

Trennsäulen:

Modul 1 (C₂–C₆): PLOT Kapillarsäule [Phase Na₂SO₄/Al₂O₃]
Länge: 25 m
Innendurchmesser: 0,53 mm
Filmdicke: 10 µm

Modul 2 (C₆–C₁₂): Metall-Kapillarsäule [Phase MXT-30CE]
 Länge: 30 m
 Innendurchmesser: 0,28 mm
 Filmdicke: 1,0 µm

Rauschabstand (slope): 10 Einheiten/sec
 Basissteigung (drift): Modul 1:100 Einheiten/sec
 Modul 2:50 Einheiten/sec

Minimale Integrationsfläche: 50 Flächeneinheiten (bei Außenluft)
 Trägergas: H₂

Temperaturprogrammierung:

C₂–C₆: 38 °C 2 °C/min 40 °C
 40 °C 15 °C/min 195 °C
 9 min isotherm bei 195 °C

C₆–C₁₂: 38 °C 2 °C/min 40 °C
 40 °C 2 °C/min 50 °C
 50 °C 10 °C/min 80 °C
 80 °C 15 °C/min 195 °C
 7 min isotherm bei 195 °C

Trap:

Modul 1 (C₂–C₆): Länge: 8 cm, Innendurchmesser: 1,5 mm
 (Carboxen: 30 mm, Carbopack B: 10 mm, Carbotrap C: 10 mm)

Modul 2 (C₆–C₁₂): Länge: 8 cm, Innendurchmesser: 1,5 mm
 (Carbotrap C)

Detektor: FID

Kalibration mit zertifizierten Primärstandards der Firma NPL

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	Vakuumdruckdose
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, die Überprüfung der Richtigkeit und Kalibration erfolgt für diese Komponenten viermal jährlich. Vor dem Einsatz in der Messstelle werden die Geräte kalibriert und die Linearität 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-Probenahme verwendeten Digital High Volume Sampler DHA80 wird einmal jährlich überprüft. Die Reinigung der PM10-Köpfe erfolgt im Rahmen der Stationsbetreuung.

Die kontinuierlichen Schwebstaubmessgeräte, die nach dem Prinzip der beta-Absorption arbeiten, werden einmal jährlich mittels Kalibrierfoliensatz überprüft.

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

Rückführbarkeiten

Alle gasförmigen Komponenten werden im Umweltbundesamt auf primäre Methoden zurückgeführt. Detailliertere Angaben zu den Rückführbarkeiten findet man im Jahresbericht der Luftgütemessungen des Umweltbundesamt 2001

(<http://www.umweltbundesamt.at/jahresberichte/>). Eine Veränderung gab es nur für Ozon: Das Umweltbundesamt besitzt seit Dezember 2001 ein eigenes NIST-Standard-Referenzphotometer (NIST SRP #26), auf welches die Ozonmessung seitdem zurückgeführt wird.

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

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 ergibt sich im Mittel über alle Stationen:

Komponente	erweiterte kombinierte Messunsicherheit (%)	Zahl der Stationen
O ₃	6,2	7
NO	10,5	7*
SO ₂	13,5	6
CO	12,3	3

* ohne Sonnblick (da andere Gerätetype für NO_y)



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 Messserie 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) abgeglichen 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

Die folgende Tabelle gibt den Prozentanteil der gültigen Halbstundenmittelwerte an der Gesamtzahl der HMW des Jahres 2007 (d. h. 17.568) an, bei PM10, PM2,5 und PM1 den Anteil der gültigen TMW.

	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM10	PM2,5	PM1
Enzenkirchen	97 %	97 %		94 %	95 %		
Illmitz	95 %	91 %	96 %	93 %	100 %	98 %	96 %
Klöch		98 %			95 %		
Pillersdorf	97 %	98 %		95 %	98 %		
St. Sigmund	98 %	98 %		94 %			
Sonnblick		93 %	97 %	88 %			
Vorhegg	96 %	93 %	95 %	92 %	92 %		
Zöbelboden	91 %	95 %		93 %	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 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (—).

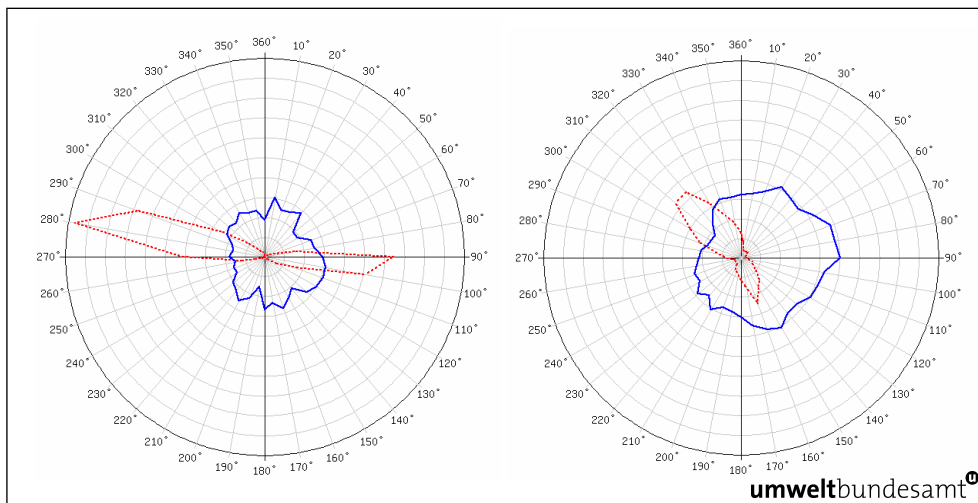


Abbildung 44: Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen (links) und Illmitz (rechts), PM10, 2007, Rohdaten.

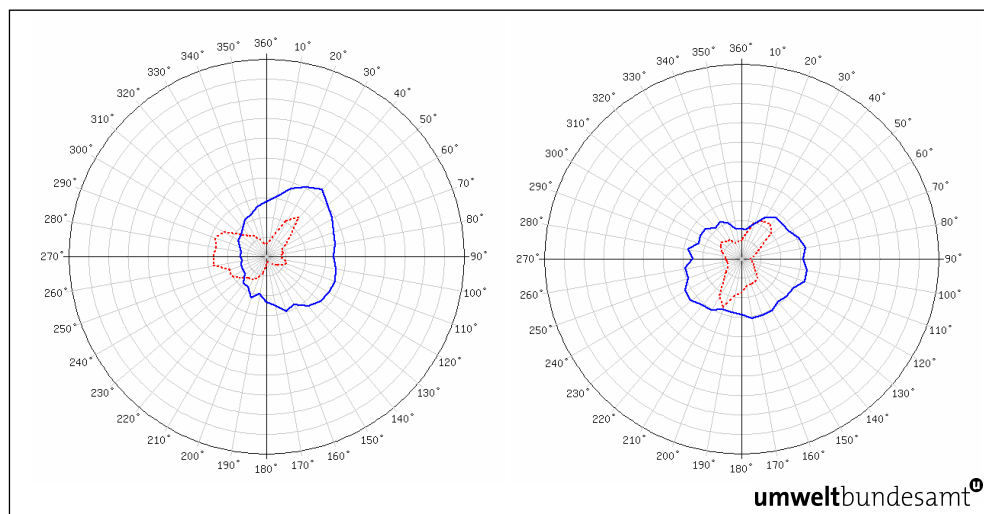


Abbildung 45: Schadstoffwindrosen für Pillersdorf (links) und Klösch (rechts), PM₁₀, 2007, Rohdaten.

Stickstoffdioxid

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

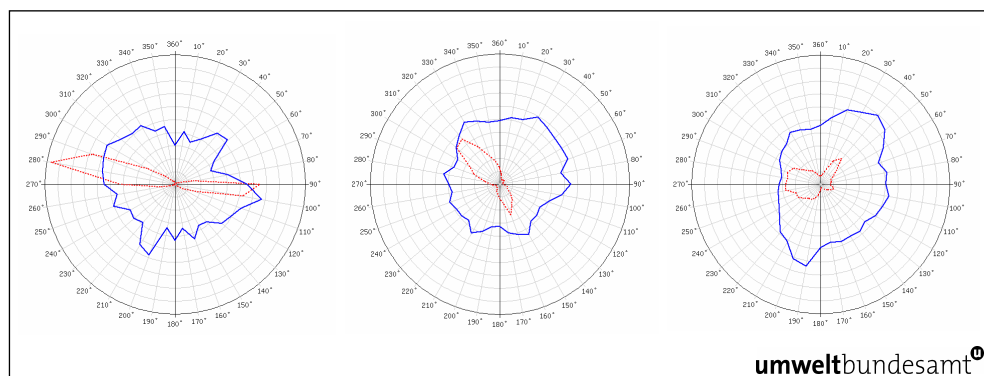


Abbildung 46: Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf (von links nach rechts), NO₂, 2007.

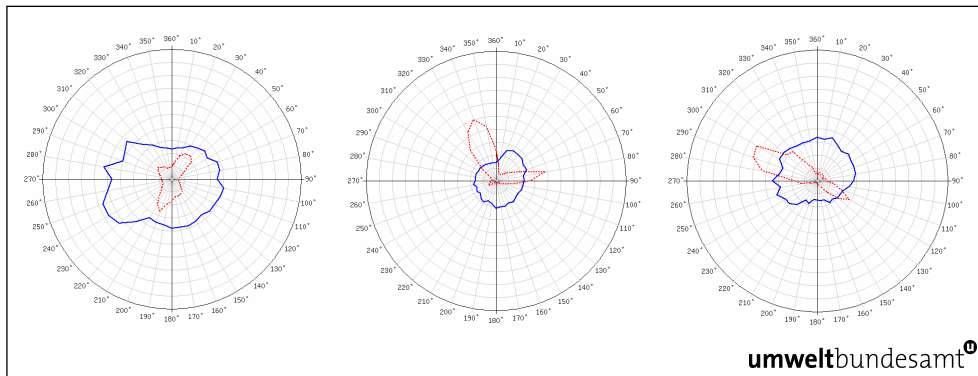


Abbildung 47: Schadstoffwindrosen für Klösch, Vorhegg und Zöbelboden (Wind Messturm; von links nach rechts), NO₂, 2007.

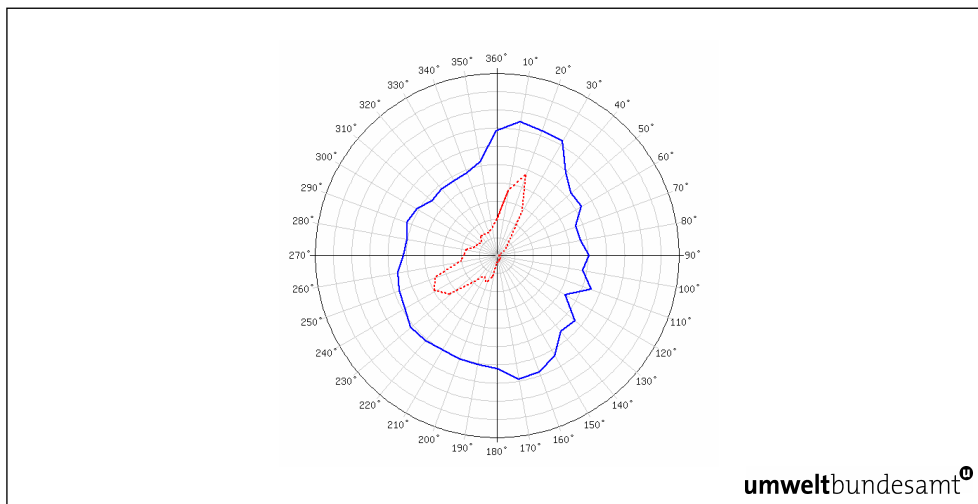


Abbildung 48: Schadstoffwindrose für den Sonnenblick, NO_y, 2007 (Radius entspricht 2 ppb).

Schwefeldioxid

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

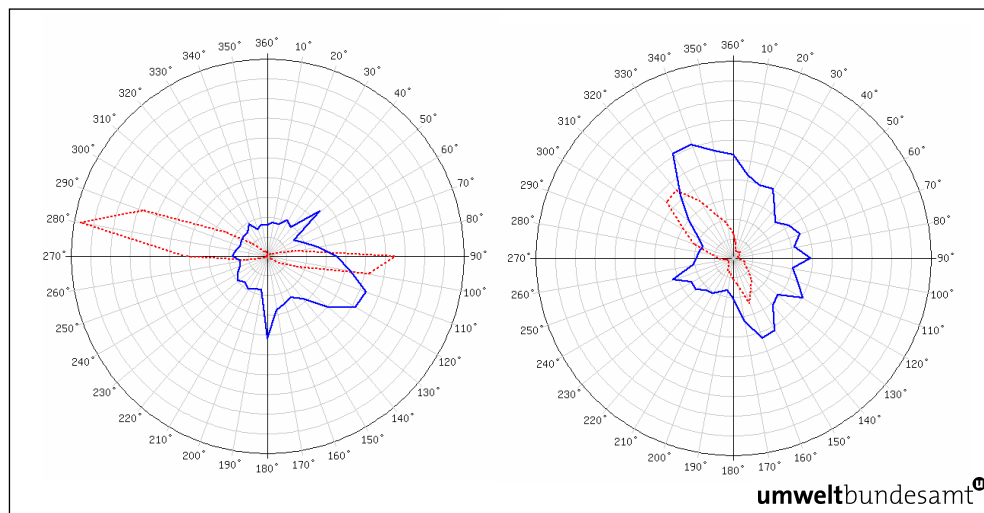


Abbildung 49: Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen (links) und Illmitz (rechts), SO_2 , 2007.

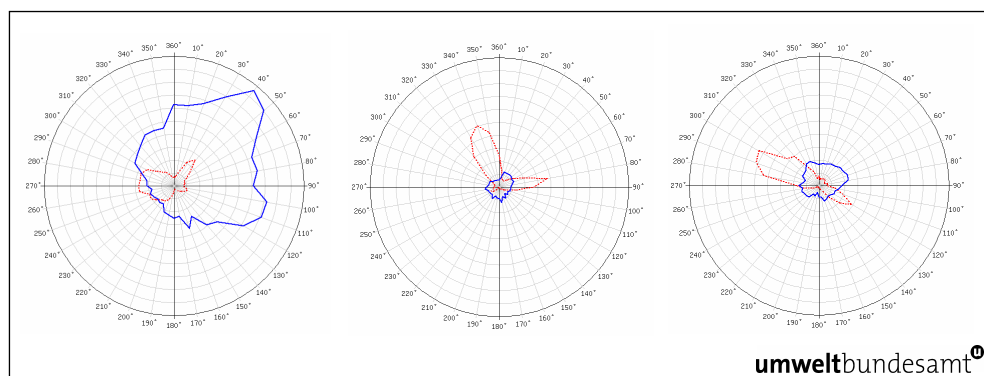


Abbildung 50: Schadstoffwindrosen für Pillersdorf, Vorhegg und Zöbelboden (Wind Messturm; von links nach rechts), SO_2 , 2007.

Kohlenmonoxid

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

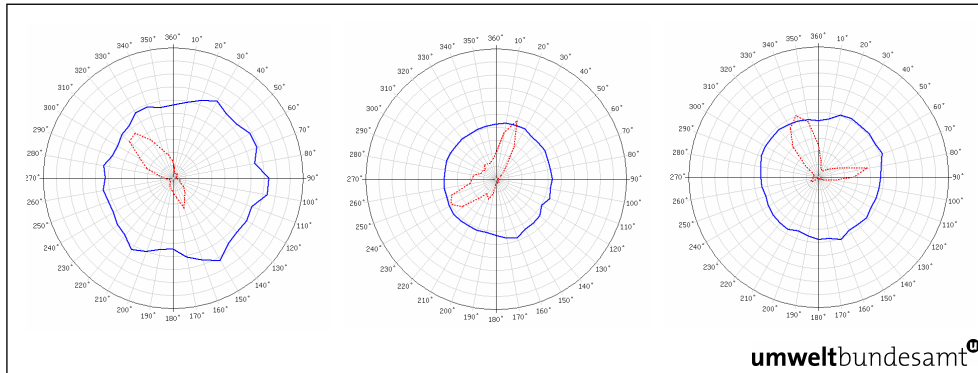


Abbildung 51: Schadstoffwindrose für Illmitz, Vorhegg und Sonnblick (von links nach rechts), CO, 2007.

ANHANG 9: VOC – MONATSMITTELWERTE

Die folgende Tabelle gibt die Monatsmittelwerte für die gemessenen VOC-Spezies an den Messstellen Schwechat und Wien Lobau wieder. Bei den Konzentrationsangaben in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ist das Probenahmevolumen auf eine Temperatur von 293 K und einen Druck von 101,3 kPa normiert.

Monatsmittelwerte der VOC-Konzentrationen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) von Jänner bis Juni 2007, Messstellen Schwechat und Wien Lobau.

Substanz	Schwechat						Wien Lobau					
	Jän.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Jän.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni
iso-Pentan	1,58	1,66	1,71	3,31	1,58	1,79	5,17	3,43	4,96	5,79	4,28	4,96
1-Penten	0,03	0,04	0,04	0,06	0,01	0,01	0,13	0,09	0,11	0,15	0,09	0,13
n-Pentan	0,74	1,00	0,90	1,93	0,67	0,67	1,35	1,20	1,05	1,06	1,09	1,10
2-Penten	0,08	0,10	0,09	0,14	0,06	0,07	0,40	0,25	0,29	0,34	0,24	0,34
iso-Hexan	0,41	0,49	0,43	0,87	0,33	0,40	1,00	0,65	0,71	0,83	0,78	1,26
n-Hexan	0,37	0,48	0,31	1,14	0,36	0,36	1,12	0,85	0,75	0,57	0,72	1,35
Benzol	1,23	1,62	1,23	0,99	0,48	0,42	1,15	1,35	1,07	0,76	0,67	0,78
iso-Oktan	0,05	0,06	0,06	0,16	0,06	0,07	0,16	0,14	0,30	0,28	0,26	0,49
n-Heptan	0,22	0,31	0,31	0,57	0,17	0,19	0,36	0,30	0,30	0,22	0,21	0,31
Toluol	1,21	1,60	1,42	1,71	0,91	0,89	1,42	1,30	1,27	1,02	0,83	1,20
n-Oktan	0,07	0,12	0,10	0,25	0,05	0,08	0,19	0,16	0,15	0,11	0,10	0,14
Ethylbenzol	0,30	0,39	0,39	0,44	0,22	0,25	0,34	0,34	0,34	0,28	0,22	0,29
m-, p-Xylol	0,74	0,88	0,93	1,05	0,50	0,58	0,87	0,79	0,83	0,67	0,49	0,70
o-Xylol	0,29	0,34	0,34	0,38	0,18	0,21	0,32	0,28	0,30	0,24	0,18	0,26
1,3,5-Trimethylbenzol	0,08	0,10	0,12	0,15	0,04	0,05	0,07	0,07	0,07	0,05	0,03	0,05
1,2,4-Trimethylbenzol	0,33	0,37	0,42	0,50	0,22	0,23	0,32	0,30	0,32	0,25	0,17	0,25
1,2,3-Trimethylbenzol	0,06	0,09	0,11	0,13	0,04	0,05	0,08	0,08	0,08	0,06	0,04	0,06



Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

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

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

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at

Das Umweltbundesamt betreibt acht Luftgütemessstellen, die das österreichische Hintergrundmessnetz bilden. Mit diesen werden Hintergrundbelastung, Fernverfrachtung und Trend der Luftqualität in Österreich bestimmt. Der Bericht enthält die Ergebnisse der Messungen im Jahr 2007 und den Trend der letzten Jahre; daneben werden auch Sondermesskampagnen dargestellt.

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, der Informationsschwellenwert wurde an den Messstellen Illmitz, Pillersdorf, Enzenkirchen und Vorhegg überschritten. Insgesamt konnte in Österreich im Jahr 2007 eine niedrigere Schadstoffbelastung als in den letzten Jahren festgestellt werden.