



umweltbundesamt^U

**LUFTGÜTEMESSUNGEN UND
METEOROLOGISCHE MESSUNGEN DES
UMWELTBUNDESAMTES**

JAHRESBERICHT 2005

Wolfgang Spangl
Christian Nagl
Lorenz Moosmann

Report
REP-0066
Wien, 2006



Projektleitung

Wolfgang Spangl

AutorInnen

Wolfgang Spangl

Christian Nagl

Lorenz Moosmann

Daten

Ämter der Österreichischen Landesregierungen

Umweltbundesamt

Lektorat

Maria Deweis

Satz/Layout

Elisabeth Lössl

Umschlagfoto

Regenbogen über der Luftmessstelle Zöbelboden (Umweltbundesamt)

Weitere Informationen zu Publikationen des Umweltbundesamtes unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

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

Gedruckt auf Recyclingpapier

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2006
Alle Rechte vorbehalten
ISBN 3-85457-863-6



INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	5
1 EINLEITUNG	11
1.1 Rechtliche Grundlagen	11
1.2 Das Luftgütemessnetz des Umweltbundesamtes.....	12
2 ERGEBNISSE UND INTERPRETATION DER IMMISSIONSMESSUNGEN	15
2.1 Einleitung	15
2.2 Ozon.....	15
2.2.1 Die Ozonbelastung im Jahr 2005	15
2.2.2 Trend der Ozonbelastung.....	17
2.3 PM10	22
2.3.1 Die PM10-Belastung im Jahr 2005.....	22
2.3.2 Herkunft der PM10-Belastung	23
2.3.3 Trend der PM10-Belastung	25
2.4 PM2,5 und PM1	27
2.4.1 Zeitlicher Verlauf 2001 bis 2005.....	29
2.5 Stickstoffoxide.....	30
2.5.1 Die NO ₂ - und NO _x -Belastung im Jahr 2005.....	30
2.5.2 Trend der Belastung durch Stickstoffoxide	32
2.6 Schwefeldioxid	33
2.6.1 Die Schwefeldioxid-Belastung im Jahr 2005	33
2.6.2 Trend der Schwefeldioxidbelastung	35
2.7 Kohlenmonoxid	36
2.7.1 Die CO-Belastung im Jahr 2005.....	36
2.7.2 Trend der CO-Belastung	37
2.8 Schwermetalle	38
2.8.1 Blei im PM10	38
2.8.2 Cadmium im PM10.....	40
2.9 Benzol.....	40
2.9.1 Konzentration von Benzol, Toluol und Xylolen 2005	40
2.9.2 Trend der Benzolbelastung	41
2.10 Flüchtige organische Verbindungen	42
2.10.1 VOC-Konzentrationen in Graz.....	43
2.10.2 VOC-Konzentrationen in Wien, Hietzinger Kai.....	44
2.11 Nasse Deposition	45
2.12 Partikuläres Sulfat, oxidierte und reduzierte Stickstoffverbindungen	47
2.13 Treibhausgase	49
2.13.1 Kohlendioxid	49
2.13.2 Methan.....	50



3	METEOROLOGISCHE MESSUNGEN	51
3.1	Meteorologische Einflussgrößen auf die Schadstoffbelastung.....	51
3.2	Die Witterung in Österreich im Jahr 2005 – Überblick.....	52
3.3	Wind.....	55
3.4	Temperatur.....	55
3.5	Globalstrahlung.....	57
3.6	Sonnenscheindauer.....	58
3.7	Niederschlag.....	59
4	LITERATUR	60
	ANHANG 1: GLOSSAR, ABKÜRZUNGEN UND INFORMATIONEN	61
	ANHANG 2: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN	63
	ANHANG 3: MITTELWERTDEFINITIONEN	64
	ANHANG 4: IMMISSIONSGRENZWERTE UND IMMISSIONSZIELWERTE	65
	ANHANG 5: MESSGERÄTE	68
	ANHANG 6: ANGABEN ZUR QUALITÄTSSICHERUNG	73
	ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN	75
	ANHANG 8: SCHADSTOFFWINDROSEN	76
	ANHANG 9: VOC – MONATSMITTELWERTE	79



ZUSAMMENFASSUNG

Das Umweltbundesamt betreibt gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft 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 Luftschadstoffe

- Ozon,
- PM10, PM2,5 und PM1,
- Stickstoffoxide (NO_x),
- Schwefeldioxid (SO₂),
- Kohlenstoffmonoxid (CO),
- Schwermetalle im PM10, PM2,5, PM1,
- Benzol, Toluol und Xylole,
- nasse Deposition und deren Inhaltsstoffe,
- partikuläres Sulfat, oxidierte und reduzierte Stickstoffverbindungen

gemessen werden, wobei nicht jeder der aufgelisteten Schadstoffe an allen Standorten bestimmt wird. An den Hintergrundmessstellen werden auch verschiedene meteorologische Parameter erfasst. Drei dieser Messstellen (Illmitz, Vorhegg und Zöbelboden) werden im Rahmen des EMEP-Messnetzes³ der UNECE betrieben.

Darüber hinaus führt das Umweltbundesamt Konzentrationsmessungen der Treibhausgase Kohlendioxid auf dem Sonnblick und Methan auf dem Zöbelboden durch.

Zusätzlich zu den Hintergrundmessstellen wurden an Belastungsschwerpunkten in Graz sowie in Wien (Hietzinger Kai) zudem Messungen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) als Ozonvorläufersubstanzen gemäß Ozongesetz bzw. RL 2002/3/EG durchgeführt.

Ozon

Im Jahr 2005 wurde der Informationsschwellenwert (180 µg/m³ als Einstundenmittelwert) an der Messstelle Pillersdorf an vier Tagen überschritten, in Enzenkirchen und Vorhegg an je einem Tag.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit⁴ wurde im Zeitraum 2003–2005 an allen Messstellen überschritten. Die höchsten Belastungen erfassten Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg mit 60 bis 70 Überschreitungen pro Jahr. Im inneralpinen Raum wurden um 30 Überschreitungen registriert.

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation (AOT40 Mai-Juli, 18.000 µg/m³.h) wurde im Zeitraum 2001–2005 an allen Messstellen deutlich überschritten. Die höchsten Belastungen wurden in Nordostösterreich (Illmitz, Pillersdorf) mit um 30.000 µg/m³.h

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/>

⁴ 120 µg/m³ als täglicher maximaler Achtstundenmittelwert, wobei gemittelt über drei Jahre maximal 25 Überschreitungen zulässig sind

registriert. Ebenso wurde der AOT40 zum Schutz des Waldes ($20.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, April–Sept.) an allen Messstellen überschritten, in Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg um mehr als das Doppelte.

Im Vergleich der letzten 15 Jahre zeigen im Jahr 2005 die täglichen maximalen Einstundenmittelwerte, die täglichen maximalen Achtstundenmittelwerte und die AOT40-Werte an den Messstellen des Umweltbundesamtes zumeist ein durchschnittliches Belastungsniveau.

Die Überschreitungen des Informationsschwellenwertes sowie der Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation zeigen im Zeitraum seit 1990 zumeist keinen statistisch signifikanten Trend. Der zeitliche Verlauf lässt starke Variationen von Jahr zu Jahr erkennen, wobei 2003 bei allen Belastungsparametern die höchsten Werte aufwies, das Jahr 2004 hingegen außergewöhnlich niedrige. Lediglich am Zöbelboden und am Sonnblick zeigt die Überschreitungshäufigkeit des Zielwerts zum Schutz der menschlichen Gesundheit einen statistisch signifikanten Anstieg.

Demgegenüber zeigen die Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration im Zeitraum von 1990 bis 2005 generell einen Anstieg; 2003 wurde an allen Messstellen der höchste Jahresmittelwert gemessen. Illmitz, Pillersdorf, Sonnblick und Zöbelboden weisen einen statistisch hoch signifikanten Trend mit einem mittleren Anstieg von 0,5 bis $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr auf. Das Jahr 2005 gehörte im Zeitraum der letzten 15 Jahre zu den a, höchsten belasteten Jahren; 2004 wies – anders als bei den Überschreitungen der Zielwerte – keine unterdurchschnittlichen Jahresmittelwerte auf. Der generelle Anstieg der mittleren Ozonbelastung deutet nicht nur auf eine Zunahme der großräumigen Hintergrundbelastung (Sonnblick) hin, sondern auch auf Veränderungen der Ozonchemie im Nordosten Österreichs.

PM10, PM2,5 und PM1

Die Messstellen im außeralpinen Raum – Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf – weisen eine deutlich höhere PM10-Belastung auf als jene im Mittelgebirge (Vorhegg, Zöbelboden). In Illmitz (38 Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2005) und Pillersdorf (37 Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) überschritt die PM10-Belastung im Jahr 2005 den Grenzwert für den Tagesmittelwert (maximal 30 Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erlaubt), in Enzenkirchen lag die Belastung mit 22 Tagesmittelwerten über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unter dem Grenzwert. Demgegenüber wurde in Vorhegg kein, auf dem Zöbelboden ein Tagesmittelwert über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen.

Im Jahresmittel lag die PM10-Belastung in Illmitz und Pillersdorf 2005 bei $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Enzenkirchen betrug sie $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, auf dem Zöbelboden dagegen nur $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in Vorhegg $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Jahresmittelwerte liegen damit überall unter dem Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die PM10-Belastung weist im außeralpinen Raum ein flächenhaft hohes Niveau auf; sie wird in Nordostösterreich wesentlich von Ferntransport aus dem östlichen Mitteleuropa mitbestimmt, wobei sekundäre Partikel (Ammoniumsulfat, Ammoniumnitrat) etwa die Hälfte der Belastung ausmachen (UMWELTBUNDESAMT 2002, 2004). Als die bedeutendsten Herkunftsregionen hoch belasteter Luftmassen lassen sich Süd-rumänien, Nordserbien, Nordungarn, Nordmähren und Südpolen identifizieren. Einen erheblichen Beitrag liefern zudem Emissionen im regionalen Bereich, wobei die bedeutendsten Quellen sowohl primärer Partikel als auch von Vorläufersubstanzen sekundärer Partikel im Ballungsraum Wien lokalisiert sind.



In Enzenkirchen spielt Ferntransport eine geringere, regionale Emissionen, u. a. aus dem Ballungsraum Linz, eine vergleichsweise größere Rolle.

Erhöhte PM₁₀-Belastungen treten i.d.R. im außeralpinen Flach- und Hügelland (sowie in den alpinen Tälern und Becken) auf, während höher gelegene Regionen eine sehr niedrige Belastung aufweisen. Insbesondere bei winterlichen Hochdruckwetterlagen, die in den Niederungen durch hohe Belastungen gekennzeichnet sind, weist die PM₁₀-Konzentration einen scharfen vertikalen Gradienten auf.

Die PM₁₀-Belastung zeigt in den letzten Jahren keinen einheitlichen Trend, der auf eine Veränderung der Emissionen von PM₁₀ oder von Vorläufersubstanzen sekundärer Partikel schließen ließe. Der zeitliche Verlauf der PM₁₀-Belastung wird wesentlich von den meteorologischen Bedingungen, v. a. im Winter, bestimmt.

Der PM_{2,5}-Anteil an der PM₁₀-Konzentration lag in Illmitz im Jahresmittel 2005 bei 80 %, auf dem Zöbelboden bei 83 %; er ist im Verlauf der letzten Jahre ziemlich konstant. Der PM_{2,5}-Jahresmittelwert betrug 2005 in Illmitz 22 µg/m³. Der PM₁-Anteil am PM₁₀ betrug 2005 in Illmitz 61 %. Im Winter ist der Anteil der feineren PM-Fraktionen tendenziell höher.

Stickstoffoxide

Die Grenzwerte und Zielwerte für NO₂ und NO_x zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation wurden an allen Hintergrundmessstellen eingehalten. Mit maximalen Halbstundenmittelwerten um 80 µg/m³ und Jahresmittelwerten bis 12 µg/m³ liegt die NO₂-Belastung an den Hintergrundmessstellen klar unter den Grenzwerten des IG-L (Halbstundenmittelwerte 200 µg/m³, Jahresmittelwert 30 µg/m³).

Der außeralpine Raum wies 2005 mit Jahresmittelwerten zwischen 9 und knapp 12 µg/m³ eine deutlich höhere NO₂-Belastung auf als Mittelgebirgsstandorte mit Jahresmittelwerten zwischen 3 und knapp 6 µg/m³, wobei alpine Gebiete nahe dem Alpenvorland höhere Belastungen aufwiesen als solche im Zentralalpenraum. Aufgrund der Windrichtungsabhängigkeit lässt sich die NO₂-Hintergrundbelastung in emittentfernen zentralalpiner Regionen mit unter 2,5 µg/m³ abschätzen.

Die NO₂-Hintergrundbelastung wird überwiegend von regionalen Emissionen bestimmt; aufgrund einer atmosphärischen Lebensdauer von NO₂ unter ca. 20 Stunden spielt Ferntransport nur eine geringe Rolle.

Die NO₂- und NO_x-Hintergrundbelastung wies in den Neunzigerjahren in Pillersdorf (der Messstelle mit der längsten Messreihe) eine unregelmäßige Abnahme auf, welche, wie die Windrichtungsabhängigkeit zeigt, in erster Linie auf verminderten NO₂-Transport aus Tschechien zurückzuführen ist. Seit 2000 nahm die NO₂- und NO_x-Belastung an den alpinen Hintergrundmessstellen durchgehend zu, während an den außeralpinen Messstellen das Jahr 2004 wieder einen Rückgang, 2005 aber einen neuerlichen Anstieg mit sich brachte. Der Anstieg der NO₂- und NO_x-Hintergrundbelastung dürfte ein Ansteigen der NO_x-Emissionen im ländlichen Raum widerspiegeln, wohingegen in den meisten größeren Städten die NO₂- und NO_x-Belastung weiterhin leicht abnimmt oder konstant bleibt.

Schwefeldioxid

Die Grenzwerte für SO₂ wurden 2005 an allen Hintergrundmessstellen eingehalten. Mit einem maximalen Halbstundenmittelwert von 54 µg/m³, einem maximalen Tagesmittelwert von 29 µg/m³, einem Jahresmittelwert von 3 µg/m³ und einem Wintermit-

telwert (2004/05) von $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Pillersdorf (der am höchsten belasteten Station) lag die SO_2 -Belastung deutlich unter den Grenzwerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Ökosysteme.

Im außeralpinen Raum wird die SO_2 -Belastung nach wie vor – wenn auch auf deutlich niedrigerem Niveau als in den Neunzigerjahren – von Ferntransport aus dem östlichen Mitteleuropa bestimmt.

Die SO_2 -Belastung variierte in Illmitz bis zum Beginn der Neunzigerjahre zwischen ca. 15 und $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Verlauf der Neunzigerjahre war an allen Hintergrundmessstellen eine deutliche Abnahme der Belastung zu beobachten, die sowohl an den außeralpinen wie an den alpinen Messstellen einen Rückgang um ca. 80 % bedeutete, und die sich an den meisten Messstellen, wenn auch weniger stark, bis 2005 fortsetzte. Der massive Rückgang der SO_2 -Belastung im Verlauf der Neunzigerjahre korrespondiert gut mit der Abnahme der SO_2 -Emissionen v. a. in Tschechien und im östlichen Deutschland, während die Verminderung der österreichischen SO_2 -Emissionen vergleichsweise gering war. Während in den letzten Jahren die Emissionen Tschechiens, Deutschlands und Österreichs praktisch konstant blieben, sind Emissionsminderungen v. a. in Slowenien, aber auch in Ungarn und der Slowakei zu verzeichnen, die einen weiteren Rückgang der SO_2 -Belastung an den österreichischen Hintergrundmessstellen bedingen.

Kohlenmonoxid

Der Grenzwert für Kohlenmonoxid ($10 \text{ mg}/\text{m}^3$ als Achtstundenmittelwert) wurde 2005 an allen Hintergrundmessstellen eingehalten. Mit maximalen Achtstundenmittelwerten von $1,6 \text{ mg}/\text{m}^3$ in Illmitz und $0,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ in Vorhegg lag die CO-Belastung weit unter dem Grenzwert.

Die außeralpine CO-Konzentration war mit einem Jahresmittelwert von $0,32 \text{ mg}/\text{m}^3$ im Jahr 2005 in Illmitz ca. eineinhalbmals so hoch wie in Vorhegg und auf dem Sonnblick (je $0,21 \text{ mg}/\text{m}^3$). Im Hoch- und Mittelgebirge ist somit eine auch vertikal sehr einheitliche CO-Belastung zu beobachten, was u. a. auf die lange atmosphärische Lebensdauer von einigen Monaten zurückzuführen ist.

In Vorhegg (der Messstelle mit der längsten Messreihe) nahm die CO-Belastung in den Neunzigerjahren durchwegs ab, was gut mit dem Trend der CO-Emissionen in Österreich und seinen Nachbarstaaten korrespondiert. Seit ca. 2000 ist an allen Messstellen ein unregelmäßiges Verhalten, tendenziell aber eine leichte Zunahme zu beobachten, die mit der Entwicklung der österreichischen Emissionen nicht zu erklären ist.

Schwermetalle

Die Konzentration von Blei im PM₁₀ lag 2005 in Illmitz mit einem Jahresmittelwert von $0,011 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sehr deutlich unter dem Grenzwert von $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$; noch niedrigere Belastungen wurden im Mittelgebirge mit $0,004$ bzw. $0,003 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Vorhegg und auf dem Zöbelboden gemessen.

Seit 1999 zeigt die Blei-Belastung einen abnehmenden Trend, der Jahresmittelwert nahm in Illmitz von 15 auf $11 \text{ ng}/\text{m}^3$, in Vorhegg von 7 auf $4 \text{ ng}/\text{m}^3$ ab.

Die Konzentration von Cadmium im PM₁₀ lag 2005 in Illmitz bei $0,35 \text{ ng}/\text{m}^3$, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden bei je $0,14 \text{ ng}/\text{m}^3$ und damit weit unter dem Zielwert der 4. Tochterrichtlinie von $5 \text{ ng}/\text{m}^3$. Seit 2000 zeigt die Cadmium-Belastung in Vorhegg eine Abnahme von 21 auf $14 \text{ ng}/\text{m}^3$, in Illmitz dagegen nur einen geringen Rückgang.



Benzol

Die Benzolkonzentration lag in Illmitz 2005 mit einem Jahresmittelwert von $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unter dem Grenzwert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$; in Vorhegg und auf dem Zöbelboden war der Jahresmittelwert mit je $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ noch niedriger.

Die Benzolkonzentration zeigt in den letzten Jahren keinerlei Trend.

VOC

Die an den zwei Messstellen in Graz – Graz Süd Tiergartenweg sowie Graz Magna – durchgeführten VOC-Messungen zeigen einen deutlichen Einfluss des Straßenverkehrs, aber keinen auffälligen Beitrag industrieller Emissionen. Die Konzentrationen sind i.d.R. im Winter höher als im Sommer.

In Wien Hietzinger Kai ist im Wochen- und Tagesgang der dominierende Einfluss des Straßenverkehrs bei praktisch allen gemessenen Komponenten zu beobachten.

Nasse Deposition

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

Die nasse Deposition von oxidiertem Schwefel weist an allen Messstellen seit den frühen Neunzigerjahren einen statistisch hoch signifikanten Rückgang auf, in Illmitz um ca. 50 %, im Mittelgebirge um ca. 70 %, bezogen auf die um 1990 beobachteten Werte.

Auch der Eintrag reduzierter sowie oxidiertes Stickstoffverbindungen nahm seit den Neunzigerjahren ab, allerdings erschweren teilweise starke Variationen von Jahr zu Jahr die Bewertung eines Trends; lediglich Illmitz weist bei reduzierten wie auch bei oxidierten N-Verbindungen einen statistisch signifikant abnehmenden Trend auf.

Partikuläres Sulfat, Nitrat und Ammonium

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

Die bis 1978 zurück reichende Messreihe von partikulärem Sulfat zeigt in den Achtzigerjahren ein hohes Konzentrationsniveau von $1,5$ bis $> 3,5 \mu\text{gS}/\text{m}^3$ mit starken Variationen von Jahr zu Jahr. In den Neunzigerjahren ist ein deutlicher Rückgang zu beobachten, der mit der Abnahme der SO_2 -Emissionen v. a. in den nördlichen Nachbarländern Österreichs gut korrespondiert. Seit 2000 liegt die Konzentration partikulären Sulfats relativ konstant um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Konzentration reduzierter Stickstoffverbindungen weist seit 2000 keinen Trend auf. Dagegen nahm die Konzentration oxidiertes Stickstoffverbindungen kontinuierlich zu und war 2005 etwa doppelt so hoch wie 2000.

⁵ ersetzte Anfang 2004 den EMEP-Standort St. Koloman.



Treibhausgase

Die Kohlendioxid-Konzentration betrug auf dem Sonnblick im Jahr 2005 381 ppm und lag damit deutlich über der vorindustriellen Konzentration von ca. 280 ppb; seit Beginn der CO₂-Messung auf dem Sonnblick bedeutet dies einen kontinuierlichen Anstieg (2001: 369 ppm).

Die Methan-Konzentration auf dem Zöbelboden betrug im Jahr 2005 1,8 ppm.



1 EINLEITUNG

1.1 Rechtliche Grundlagen

Das Umweltbundesamt betrieb im Jahr 2005 gemäß Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L, BGBl. I 115/97, i.d.g.F. § 5) und gemäß Ozongesetz (BGBl. 210/92, i.d.g.F. § 3) in Österreich insgesamt acht Luftgütemessstellen.

Die Messstellen des Umweltbundesamtes bilden das österreichische Hintergrundmessnetz. Diese Messungen sind 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 Luftverunreinigung⁷ betrieben wird und der Ermittlung von großräumigem Schadstofftransport dient. Der 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. Dies 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 Hintergrundmessstellen dienen zudem der Überwachung der in der Verordnung BGBl. II 298/2001 festgelegten Grenzwerte zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation.

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 (BGBl. II 99/2004) werden auch flüchtige organische Verbindungen (VOC) gemessen. Im Jahr 2005 wurden derartige Messungen in Graz sowie in Wien, Hietzinger Kai, durchgeführt.

⁶ <http://www.emep.int>

⁷ <http://www.unece.org/env/lrtap/>

⁸ <http://www.wmo.ch>

In der Messkonzept-Verordnung (BGBl. II 358/98, i.d.g.F.) zum IG-L ist festgelegt, dass alle Messnetzbetreiber und somit auch das Umweltbundesamt längstens im ersten Halbjahr des Folgejahres einen Jahresbericht zu veröffentlichen haben. Dieser Bericht 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.

Ein Glossar und Abkürzungen findet man in Anhang 1, Anhang 2 umfasst Einheiten und Umrechnungsfaktoren, Anhang 3 die Definition von Mittelwerten.

Die Immissionsgrenzwerte und Immissionszielwerte des IG-L, welche eine wesentliche Grundlage der Auswertungen und Interpretationen darstellen, sind in Anhang 4 angegeben. Anhang 5 listet die an den Messstellen des Umweltbundesamtes verwendeten Messgeräte auf, in Anhang 6 finden sich Angaben zur Qualitätssicherung der gemessenen Parameter, in Anhang 7 ist die Verfügbarkeit der Messdaten angegeben, in Anhang 8 sind die Schadstoffwindrosen dargestellt und in Anhang 9 sind die Monatsmittelwerte der VOC-Komponenten aufgelistet.

1.2 Das Luftgütemessnetz des Umweltbundesamtes

Insgesamt betrieb das Umweltbundesamt gemäß IG-L und Ozongesetz im Jahr 2005 acht Messstellen, die auf alle Bundesländer mit Ausnahme von Vorarlberg und Wien verteilt sind.

In Tabelle 1 sind jene Komponenten zusammengestellt, die an den Messstellen des Umweltbundesamtes im Jahre 2005 laut Messkonzept-VO erhoben wurden. Abbildung 1 zeigt die Lage der Messstellen des Umweltbundesamtes. Eine genauere Lagebeschreibung der Messstellen findet man in dem Bericht „Luftgütemessstellen in Österreich“ (UMWELTBUNDESAMT 2006a).

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

Tabelle 1: Immissionsmessungen an den Messstellen des Umweltbundesamtes 2005.

Messstelle	Ozon (O ₃)	Schwefeldioxid (SO ₂)	PM10	PM2,5/PM1*	Stickstoffoxide (NO, NO ₂)	Kohlenmonoxid (CO)	Blei im PM10	Benzol (C ₆ H ₆)
ENK	x	x	x		x			
ILL	x	x	x	x/x	x	x	x	x
PIL	x	x	x		x			
SIG	x	x			x			
SON	x					x		
STO	x	x			x			
VOR	x	x	x		x	x	x	x
ZOE	x	x	x	x	x	x	x	x

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.

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

Tabelle 2:
Messstellen, die im Rahmen des EMEP-Programms betrieben werden.

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

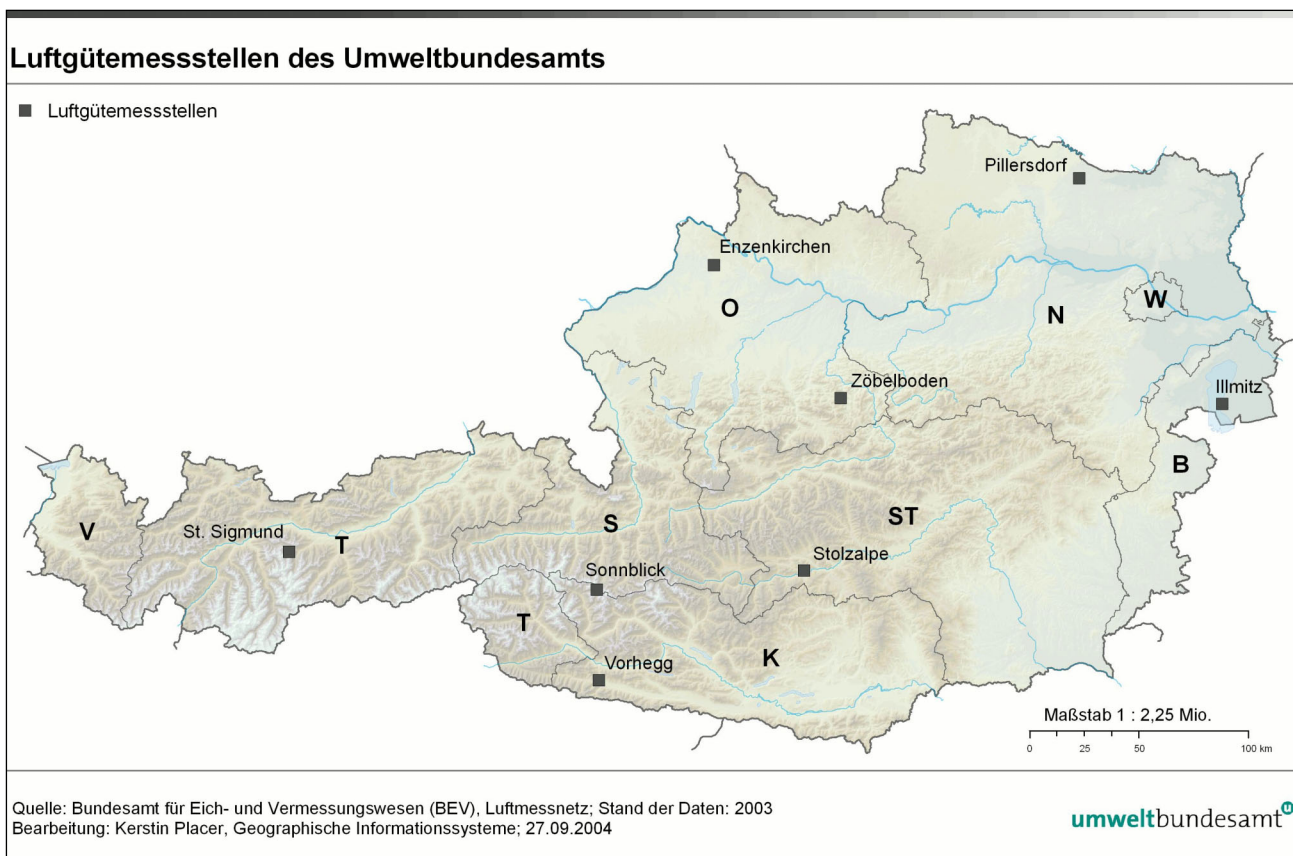


Abbildung 1: Lage der Messstellen des Umweltbundesamtes.

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

Tabelle 3: Meteorologische Messungen an den Messstellen des Umweltbundesamtes.

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
STO	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.

Die Geräteausstattung der Messstellen sowie technische Angaben zu den Messgeräten findet man in Anhang 5.



2 ERGEBNISSE UND INTERPRETATION DER IMMISSIONSMESSUNGEN

2.1 Einleitung

Zur Sicherstellung der Qualität der Messdaten wurde ein Qualitätssicherungs-System 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 Umweltbundesamtes veröffentlichten Messdaten der dritten Kontrollstufe entsprechen. Dadurch sind in Einzelfällen (geringfügige) Abweichungen der im Jahresbericht veröffentlichten Werte von jenen der Monatsberichte möglich.

Alle Daten, die mit kontinuierlich registrierenden Messgeräten ermittelt werden, werden in einem vor Ort befindlichen Stationsrechner als Halbstundenmittelwerte gespeichert, halbstündlich an die Messnetzzentrale im Umweltbundesamt übermittelt und in einer Datenbank archiviert.

Die Verfügbarkeit der gültigen Messwerte ist in Anhang 7 angegeben.

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 $\text{kg}/\text{ha}^*\text{Jahr}$.

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.

2.2 Ozon

2.2.1 Die Ozonbelastung im Jahr 2005

In Tabelle 4 sind die maximalen (stündlich gleitenden) Einstundenmittelwerte der Ozonkonzentration, die Anzahl der Tage mit (stündlich gleitenden) Achtstundenmittelwerten über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2005 sowie im Mittel über die Jahre 2003–2005, die AOT40-Werte Mai–Juli 2005 sowie im Mittel über die Jahre 2001–2005 und die AOT40-Werte April–Sept. 2005 an den Messstellen des Umweltbundesamtes angegeben. Tabelle 5 gibt die Monats- und Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration im Jahr 2005 an.

Der Informationsschwellenwert ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert) wurde im Jahr 2005 an der Messstelle Pillersdorf an vier Tagen (27.5., 27.7., 28.7. und 29.7.), an den Messstellen Enzenkirchen (29.7.) und Vorhegg (23.6.) an je einem Tag überschritten.

Der Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als täglicher maximaler Achtstundenmittelwert im Mittel über drei Jahre, wobei maximal 25 Überschreitungen zulässig sind) wurde an allen Messstellen des Umweltbundesamtes überschritten.

Die meisten Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurden im Jahr 2005 – abgesehen vom Sonnblick (mit 95 Tagen), der für den Dauersiedlungsraum allerdings nicht repräsentativ ist – in Illmitz (mit 63 Tagen) beobachtet; Pillersdorf, Vorhegg und Zöbelboden registrierten um ca. 50 Tage mit MW8 über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Enzenkirchen 37 Tage, die inneralpinen Messstellen St. Sigmund und Stolzalpe um rd. 30 Tage.

Im Mittel über den dreijährigen Beurteilungszeitraum 2003–2005 registrierten Illmitz, Pillersdorf und Zöbelboden mit 60 bis 70 Tagen ähnlich hohe Überschreitungen des Zielwertes, Enzenkirchen und Vorhegg um rd. 50 Tage, St. Sigmund 39 Tage und Stolzalpe 29 Tage.

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation (ein AOT40-Wert von $18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ über den Zeitraum Mai–Juli, gemittelt über fünf Jahre) wurde an allen Messstellen des Umweltbundesamtes überschritten.

Im Jahr 2005 registrierten die Messstellen Illmitz und Vorhegg AOT40-Werte um $30.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, Pillersdorf und Zöbelboden um $25.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, Enzenkirchen, St. Sigmund und Stolzalpe um $20.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$.

Im Mittel über den fünfjährigen Beurteilungszeitraum 2001–2005 erfasste Illmitz einen AOT40-Wert über $32.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, die Belastung lag an den anderen Messstellen (ausgenommen Sonnblick, der für den Schutz der Vegetation kaum repräsentativ ist) in einem relativ ähnlichen Bereich zwischen $23.500 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ (St. Sigmund, Stolzalpe) und $29.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ (Pillersdorf).

Der AOT40-Wert zum Schutz des Waldes (AOT40-Wert über $20.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ über den Zeitraum April–September) wurde 2005 an allen Messstellen deutlich überschritten. Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg registrierten AOT40-Werte über $40.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, die anderen Messstellen über $30.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$. Die höchste Belastung wies Illmitz auf, die niedrigste Enzenkirchen.



Tabelle 4: Ozon, maximaler Einstundenmittelwert, Anzahl der Tage mit Achtstunden-mittelwerten über 120 µg/m³ 2005 sowie im Mittel über die Jahre 2003–2005, AOT40-Wert Mai–Juli 2005 sowie im Mittel über die Jahre 2001–2005; AOT40-Wert April–Sept. 2005; Jahresmittelwert 2005.

Station	max. MW1 (µg/m ³)	MW8max. > 120 µg/m ³ (Anzahl Tage)	MW8max > 120 µg/m ³ , 2003–2005 (Anzahl Tage)	AOT40 Mai–Juli (µg/m ³ .h)	AOT40 Mai–Juli Mittel 2001–2005 (µg/m ³ .h)	AOT40 April–Sept. (µg/m ³ .h)
ENK	183	37	51	20.674	24.771	31.257
ILL	169	63	69	29.514	32.352	44.575
PIL	197	54	62	26.028	28.667	40.274
SIG	147	30	39	21.601	23.674	32.463
SON	164	95	104	36.579	37.974	64.506
STO	147	27	29	20.827	23.597	31.517
VOR	199	50	52	28.009	26.937	40.559
ZOE	166	52	60	25.256	25.056	38.263

	ENK	ILL	PIL	SIG	SON	STO	VOR	ZOE
Jän.	43	46	52	80	86	72	76	66
Feb.	69	70	75	91	96	82	83	77
Mär.	85	84	86	94	105	83	90	89
Apr.	81	84	86	90	117	86	91	97
Mai.	90	88	93	91	117	90	97	101
Jun.	85	92	91	86	113	89	99	104
Jul.	76	81	83	82	114	73	83	94
Aug.	65	68	74	67	103	60	71	79
Sep.	62	57	64	58	99	53	56	76
Okt.	49		46	59	98	50		67
Nov.	27	34	31	59	83	46		50
Dez.	33	39	38	77	85	62	60	57
JMW	64	66	68	78	101	70	77	80

Tabelle 5:
Monats- und
Jahresmittelwerte der
Ozonkonzentration,
2005, in µg/m³.

2.2.2 Trend der Ozonbelastung

Spitzenbelastung

Das Jahr 2005 wies bei den Überschreitungen der Informationsschwelle insgesamt eine durchschnittliche Belastung auf, verglichen mit den letzten 15 Jahren. In Illmitz wurden 2005 vergleichsweise wenige (keine), in Pillersdorf relativ viele Überschreitungen des Informationsschwellenwertes registriert.

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

Tabelle 6: Ozon, Anzahl der Tage mit MW1 > 180 µg/m³ in den Jahren 1990 bis 2005.

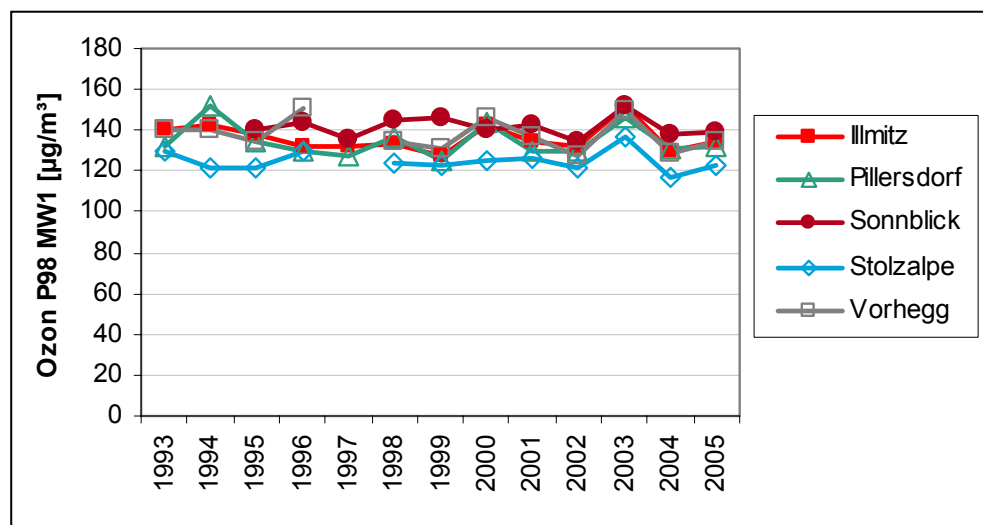
Messstelle	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05
Enzenkirchen								0	2	0	1	0	0	2	0	1
Illmitz	11	2	7	0	3	3	3	0	5	0	7	0	1	9	0	0
Pillersdorf			8	0	10	1	0	0	1	0	6	1	1	5	1	4
Sonnblick	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0
St. Sigmund									0	0	0	0	0	1	0	0
Stolzalpe			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Vorhegg		0	2	0	3	1	8	0	1	1	6	2	1	7	1	1
Zöbelboden							0	0	0	0	0	0	0	2	0	0

Bei der Bewertung der Spitzenbelastung anhand des 98-Perzentils der MW1 des Jahres (für die seit den frühen Neunzigerjahren betriebenen Messstellen in Tabelle 7 und Abbildung 2 angegeben) zeigt sich, dass das Jahr 2005 im Unterschied zu 2003 ein relativ gering belastetes Jahr war. Insgesamt ist das jährliche 98-Perzentil der Einstundenmittelwerte räumlich sehr homogen – am Sonnblick meist sehr ähnlich wie an den nordostösterreichischen außeralpinen Messstellen – und variiert zeitlich nur wenig. So liegt der Schwankungsbereich des 98-Perzentils in Illmitz zwischen 128 und 152 µg/m³, auf dem Sonnblick zwischen 134 und 152 µg/m³.

Das in Tabelle 7 angegebene 98-Perzentil der MW1 zeigt an keiner Messstelle einen statistisch signifikanten Trend.

Tabelle 7: 98-Perzentil der Einstundenmittelwerte in den Jahren 1993 bis 2005, in µg/m³.

	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05
Illmitz	140	143	138	132	132	133	128	142	134	132	152	130	135
Pillersdorf	132	152	135	129	128	137	125	143	130	130	146	131	132
Sonnblick			140	144	136	145	134	140	142	135	152	138	139
Stolzalpe	130	122	121	129		124	122	126	127	121	137	117	123
Vorhegg	140	141	135	151		134	131	146	137	127	149	129	135

 Abbildung 2:
 98-Perzentil der
 Einstundenmittelwerte
 von Ozon, 1993–2004.


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 3 dargestellt. 2005 wies ein durchschnittliches Belastungsniveau auf, verglichen mit den letzten 15 Jahren. An allen Messstellen wies das Jahr 2003 die größte Überschreitungshäufigkeit auf. Die niedrigsten Überschreitungshäufigkeiten wurden an den meisten Messstellen in den Jahren 1997, 1999 und 2004 beobachtet. In Illmitz traten 1991 die wenigsten Überschreitungen auf, gefolgt von 2004. Relativ hoch war die Belastung – nach 2003 – in den Jahren 1990, 1992, 1994 und 2000.

Die Messstellen Sonnblick und Zöbelboden weisen einen statistisch signifikant (95 %-Konfidenzniveau⁹) ansteigenden Trend (Sonnblick im Mittel 3,3 Tage/Jahr, Zöbelboden 2,0 Tage/Jahr) auf.

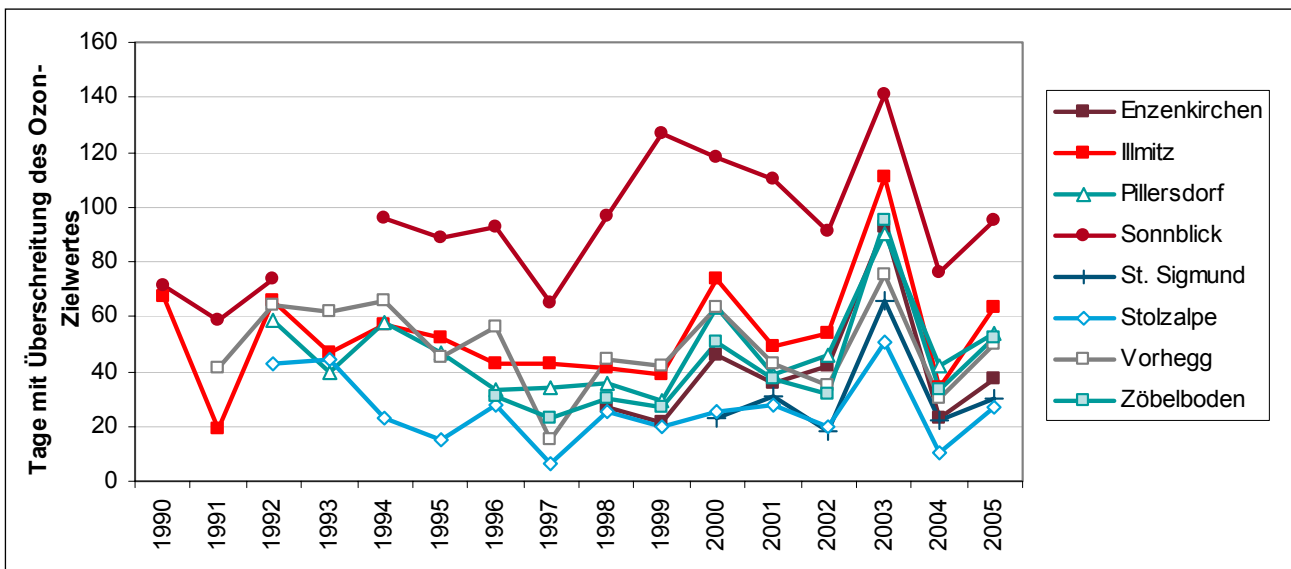


Abbildung 3: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Zielwertes (MW8 > 120 µg/m³) pro Jahr, 1990–2005.

Trend des Vegetationsschwellenwertes

Der Trend der AOT40-Werte gemäß RL 2002/3/EG ist für den Zeitraum 1992 bis 2005 in Abbildung 4 dargestellt.

Das Jahr 2005 wies durchschnittliche AOT40-Werte auf.

Die AOT40-Werte zeigen einen sehr unregelmäßigen Verlauf, hohe Werte traten zumeist in der ersten Hälfte der Neunzigerjahre sowie 2000 und v. a. 2003 auf. An allen Messstellen außer Fillersdorf und St. Sigmund war das Jahr 2003 jenes mit der höchsten kumulativen Ozonbelastung (in Fillersdorf 1994 mit 36.600 µg/m³.h, in St. Sigmund 2001 mit 31.000 µg/m³.h). 2003 war das einzige Jahr, an dem Illmitz im nord-östösterreichischen Flachland einen höheren AOT40-Wert erreichte als die hochalpine Messstelle Sonnblick.

Keine Messstelle weist einen statistisch signifikanten Trend auf.

⁹ Mann-Kendall-Test

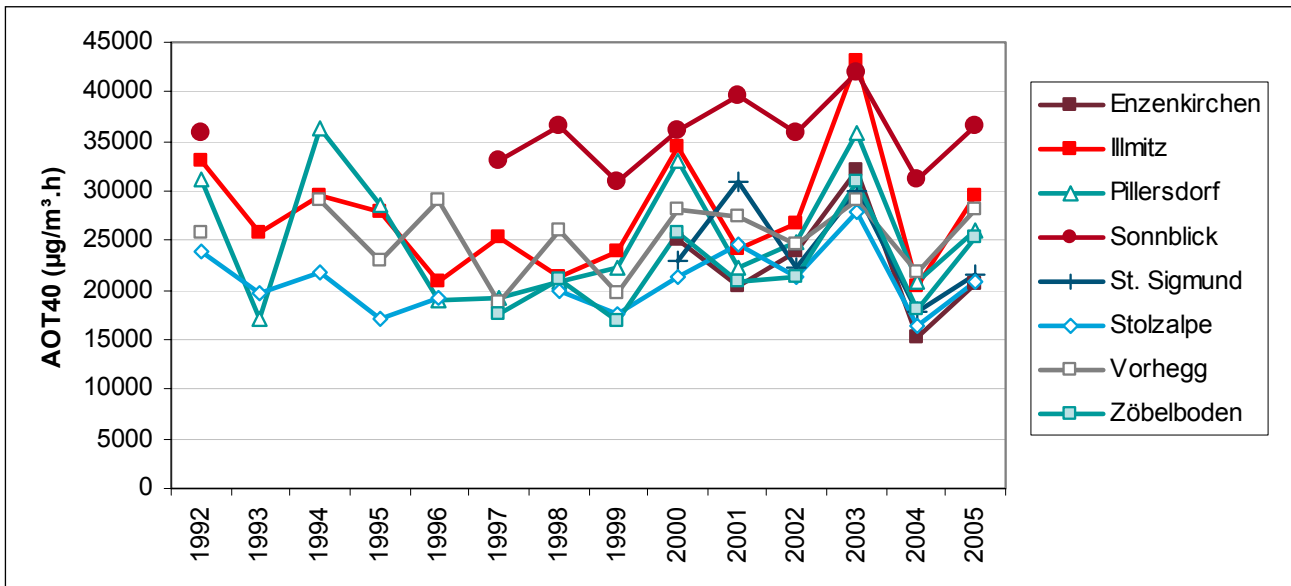


Abbildung 4: AOT40-Werte gemäß RL 2002/3/EG pro Jahr ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$), 1992–2005.

Trend der Jahresmittelwerte

In Abbildung 5 und Tabelle 8 werden die Jahresmittelwerte der Ozonmessstellen des Umweltbundesamtes für den Zeitraum 1990 bis 2005 dargestellt. An allen Messstellen wies das Jahr 2003 den höchsten Jahresmittelwert auf. 2005 lagen die Jahresmittelwerte an den alpinen Messstellen etwas über dem Mittel der letzten 15 Jahre; an den außeralpinen Messstellen Illmitz und Enzenkirchen hingegen wurde die zweithöchste Belastung registriert, in Pillersdorf die dritthöchste.

An den meisten Messstellen wurden nach Mitte der Neunzigerjahre sowie 2001 und 2002 relativ niedrige JMW registriert, relativ hohe 1998 bis 2000 sowie 2003. Die JMW weisen damit teilweise ein anderes Verhalten auf als die Überschreitungen des MW8 von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oder die AOT40-Werte, vor allem auch in Hinblick auf das Jahr 2004. Während die Überschreitungshäufigkeiten sowie die AOT40-Werte das Jahr 2004 als sehr niedrig belastet ausweisen, war der Jahresmittelwert 2004 in Illmitz und Pillersdorf der vierthöchste der Messreihe seit 1990 (Illmitz: nach 2003, 2005 und 2000; Pillersdorf: nach 2003, 2005 und 1992). An den höher gelegenen Messstellen traten seit 1998 durchwegs überdurchschnittliche Jahresmittelwerte auf, die mittlere Ozonkonzentration war an den alpinen Messstellen Zöbelboden und Sonnblick 2004 deutlich höher als in den Jahren 1995 bis 1997.

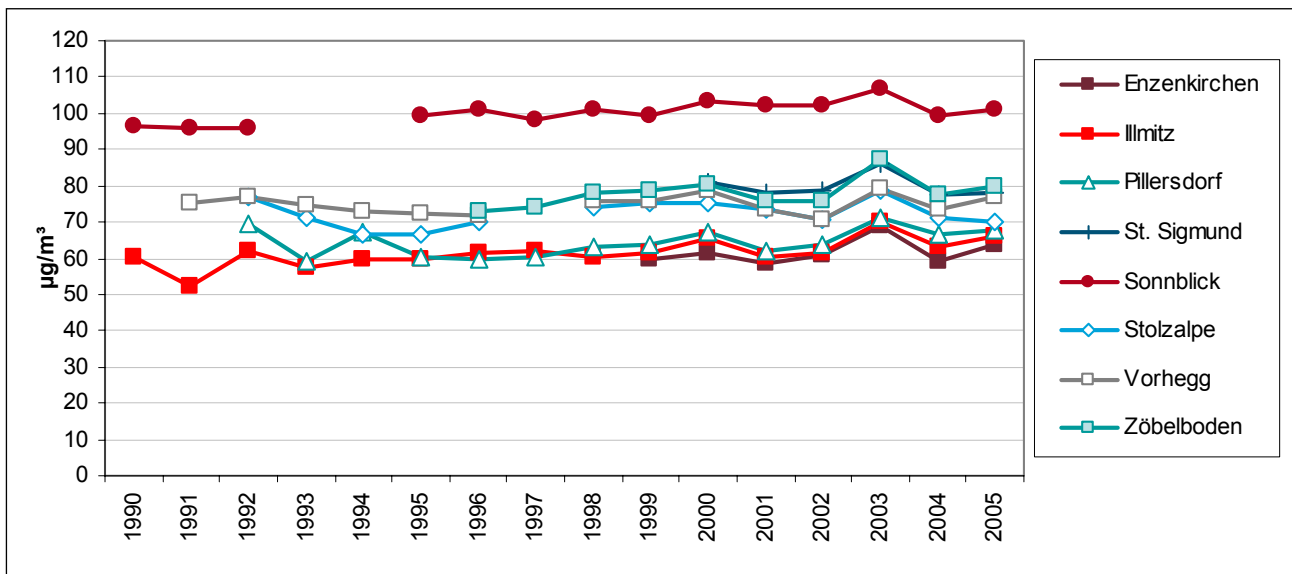


Abbildung 5: Ozon, Jahresmittelwerte 1990 bis 2005, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabelle 8: Ozon, Jahresmittelwerte 1990 bis 2005, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05
ACH					53	57	56	55	61	60	61	60	57			
ENK										60	61	59	61	69	59	64
ILL	60	52	62	58	60	60	61	62	60	62	66	61	61	70	63	66
PIL			69	59	67	61	60	61	63	64	67	62	64	71	67	68
KOL		75	77	75	78	77	72	77	82	82	83	79	80	88	80	
SIG											81	78	79	86	87	78
SON	96	96	96			99	101	98	101	99	104	102	102	107	99	101
STO			77	71	66	67	70		74	75	75	74	70	79	71	70
VOR		75	77	74	73	72	72		76	76	79	74	70	79	74	77
ZOE							73	74	78	79	80	76	76	87	78	80

Statistisch hoch signifikante Trends (99 %-Konfidenzniveau nach Mann-Kendall-Test) weisen die JMW der Messstellen Illmitz und Sonnblick mit einem mittleren Anstieg von $+0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr sowie Pillersdorf und Zöbelboden (Konfidenzniveau 95 %) mit einem Anstieg von $+0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr auf.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass im Zeitraum seit 1990 (an allen Messstellen außer St. Sigmund) sowohl die mittlere Ozonbelastung als auch Belastungsparameter der Langzeitbelastung (Überschreitungen von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als MW8, AOT40) tendenziell zunehmen; die Variabilität von Jahr zu Jahr ist allerdings relativ hoch.

Der signifikante Anstieg der Langzeit-Ozonbelastung auf dem – von lokalen Ozonbildungs- und Ozonabbauprozessen kaum beeinflussten – Sonnblick ist ein deutlicher Hinweis auf ein Ansteigen der Hintergrundbelastung auf zumindest mitteleuropäischer Skala. Die statistisch signifikanten Anstiege der mittleren Belastung in Illmitz, Pillersdorf (Ebene) und Zöbelboden (Mittelgebirge) zeigen aber, dass die Langzeitbelastung in allen Höhenlagen zunimmt, wobei in Illmitz und Pillersdorf auch die regionale Ozonbildung (dominiert von den Emissionen der Ozonvorläufer in der Region

Wien) eine wesentliche Rolle spielt. Damit fügen sich Illmitz und Pillersdorf in das gesamtösterreichische Muster, wonach gerade Messstellen in Nordostösterreich einen statistisch hoch signifikanten Anstieg der mittleren Ozonbelastung zeigen (siehe UMWELTBUNDESAMT 2006d).

Die relativ hohe Variabilität aufgrund wechselnder meteorologischer Bedingungen über den betrachteten Zeitraum von 15 Jahren zeigt aber auch, dass Trends über kürzere Zeiträume u. U. sehr wenig aussagekräftig sind.

2.3 PM10

2.3.1 Die PM10-Belastung im Jahr 2005

Die PM10-Konzentration wurde im Jahr 2005 an den Messstellen Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf, Vorhegg und Zöbelboden gemessen.

Tabelle 9 gibt die Monatsmittelwerte, den Jahresmittelwert, die Anzahl der Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sowie den maximalen Tagesmittelwert des Jahres 2005 an. Abbildung 6 zeigt den Verlauf der Tagesmittelwerte der PM10-Konzentration.

Der 2005 gültige Grenzwert gemäß IG-L – maximal 30 Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – wurde an den Messstellen Illmitz und Pillersdorf überschritten, an den anderen Messstellen eingehalten. In Enzenkirchen wurden 22 Überschreitungen registriert, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden keine bzw. eine.

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

	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jän.05	23	27	21	5	7
Feb.05	37	50	40	13	13
Mär.05	36	37	37	14	18
Apr.05	21	25	30	11	14
Mai.05	13	15	17	10	10
Jun.05	14	16	16	12	13
Jul.05	14	18	20	12	11
Aug.05	14	16	18	8	10
Sep.05	19	22	24	10	13
Okt.05	28	33	38	14	14
Nov.05	22	42	37	7	6
Dez.05	25	21	23	5	7
TMW > $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	22	38	37	0	1
JMW	22	27	27	10	11
Max. TMW	86	157	101	44	56

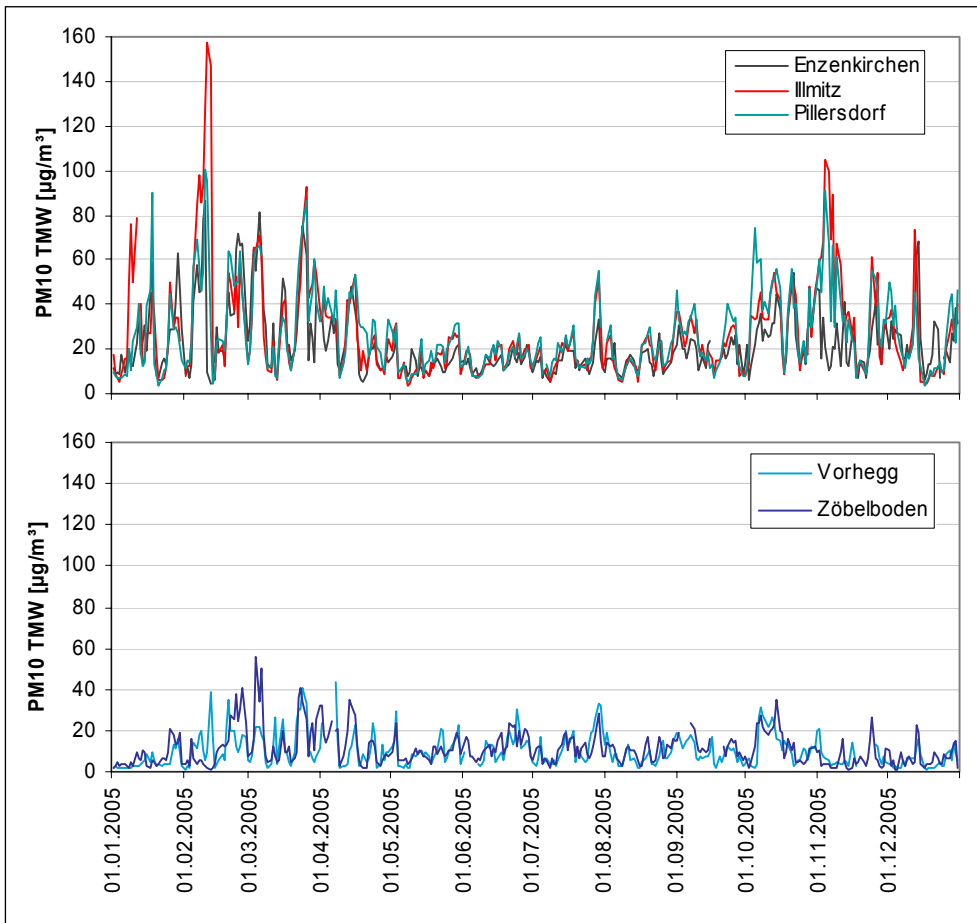


Abbildung 6:
Tagesmittelwerte der
PM10-Konzentration an
den Messstellen
Enzenkirchen, Illmitz und
Pillersdorf (oben) sowie
Vorhegg und Zöbel-
boden (unten), 2005.

Parallel zur gravimetrischen PM10-Messung wird die PM10-Konzentration in Illmitz, Enzenkirchen, Pillersdorf und Zöbelboden mittels kontinuierlich registrierender Geräte (β -Absorption, Type in Enzenkirchen und Pillersdorf FH62I-N, in Illmitz FH62I-R; auf dem Zöbelboden TEOM) 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 findet man Schadstoffwindrosen für PM10, gemessen mit kontinuierlichen Geräten. In Hinblick auf die Unterschiede der kontinuierlich erfassten PM10-Konzentrationen und der gravimetrisch erfassten Werte geben die dort dargestellten Konzentrationswerte eine qualitative Information über die Herkunft der PM10-Belastung bei bestimmten Windrichtungen, nicht aber über das absolute Konzentrationsniveau.

2.3.2 Herkunft der PM10-Belastung

Das Belastungsbild unterscheidet sich im nordostösterreichischen Flachland (außer-alpine Messstellen Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf) grundlegend von jenem im Mittelgebirge (Vorhegg, Zöbelboden). Im Flachland treten während winterlicher Belastungsepisoden großflächig PM10-Konzentrationen über dem IG-L-Grenzwert auf, im Mittelgebirge lediglich wenige Tage pro Jahr über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 2004).

Demgegenüber spielt Ferntransport in den inneralpinen Becken und Tälern praktisch keine Rolle, da bei den sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen, welche hier für erhöhte PM₁₀-Belastungen verantwortlich sind, die Luft die umliegenden Berge kaum überströmen kann.

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 2006b). Eine Trajektorie ist der Weg, den die Luft (genau genommen: ein infinitesimal kleiner Luftpartikel) in einem gegebenen Zeitraum zurücklegt.

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 (siehe UMWELTBUNDESAMT 2006b) 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.

Die außeralpinen ländlichen Hintergrundstandorte Enzenkirchen (Oberösterreichisches Alpenvorland), Pillersdorf (Weinviertel) und Illmitz (Nordburgenland) sind in Hinblick auf ihre Lage in großräumig wenig strukturiertem Gelände allseitig und großräumig frei anströmbar; da die Emissionsdichten im Umkreis einiger 10 km um diese Hintergrundmessstellen einheitlich niedrig sind, sind die gemessenen PM₁₀-Konzentrationen großräumig repräsentativ. Die Hintergrundmessstellen erfassen damit die PM₁₀-Belastung auf einer regionalen Skala (~100 km), die auch der räumlichen Auflösung der für die Herkunftsanalyse verwendeten Rückwärtstrajektorien entspricht.

Abbildung 7 gibt die relativen Beiträge verschiedener Herkunftsregionen zur erhöhten PM₁₀-Belastung (Tagesmittelwerte > 45 µg/m³) in Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf an. Aufgrund des Beginns der Messung in Enzenkirchen im Jänner 2004, in Pillersdorf im Mai 2003 und in Illmitz im Juni 1999 stehen unterschiedlich lange Messreihen zur Verfügung, so dass für Illmitz und Pillersdorf eine genauere Auftrennung verschiedener Herkunftsregionen möglich ist als für Enzenkirchen. Längere Messreihen bedeuten zudem auch besser abgesicherte Ergebnisse, da kurze Messzeiträume u. U. nicht für mehrere Jahre repräsentativ sind.

Die regionalen Emissionen sind – anhand der Trajektorienbahnen – einem Umkreis von ca. 100 km zuzuordnen.

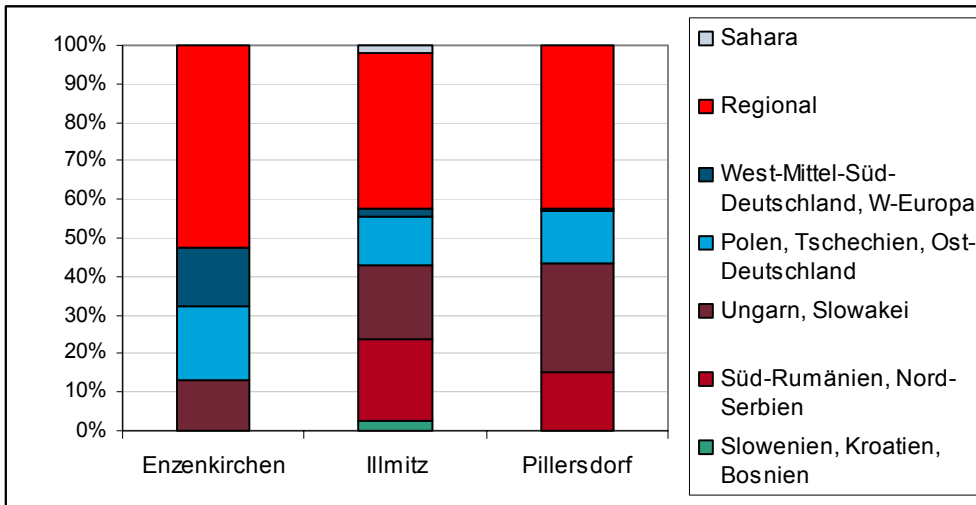


Abbildung 7:
Abgeschätzte relative
Anteile verschiedener
Herkunftsregionen zur
PM10-Belastung in
Enzenkirchen, Illmitz
und Pillersdorf (Tage
über $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

In jenen Höhenlagen, die tagsüber innerhalb, nachts aber oberhalb der Mischungsschicht liegen, spielt tagsüber Schadstofftransport aus den Tälern oder dem außeralpinen Raum eine Rolle, nachts sind sie von Schadstofftransport „von unten“ weitgehend abgeschnitten.

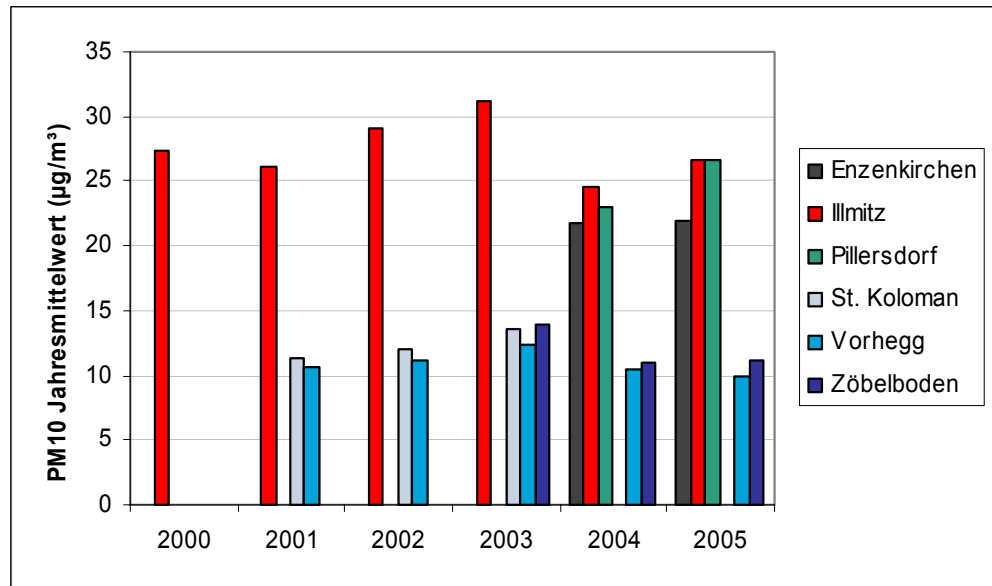
2.3.3 Trend der PM10-Belastung

Die PM10-Messung wurde in Illmitz im Sommer 1999, in Vorhegg 2000, auf dem Zöbelboden und in Pillersdorf im Mai 2003 und in Enzenkirchen Ende Jänner 2004 begonnen, so dass Aussagen über einen Trend der PM10-Belastung nur eingeschränkt möglich sind. Die Jahresmittelwerte (siehe Abbildung 8) zeigen im Zeitraum von 2000 bis 2005, über den Daten von Illmitz verfügbar sind, keinen Trend; in Illmitz nahm die mittlere PM10-Konzentration zwischen 2001 und 2003 zu, ebenso die Anzahl der TMW über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr (siehe Abbildung 9), wohingegen 2004 einen markanten Rückgang der PM10-Belastung und 2005 einen neuerlichen Anstieg mit sich brachten.

Die anderen Messstellen – mit kürzeren Messreihen – zeigen grundsätzlich einen ähnlichen Verlauf der Jahresmittelwerte mit den höchsten Konzentrationen 2003 und den niedrigsten 2004.

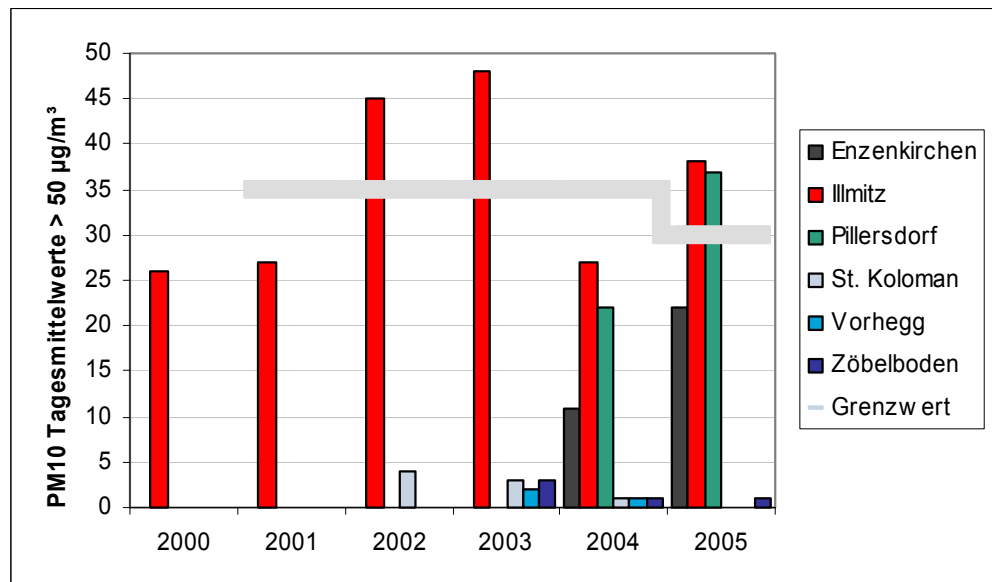
Die Anzahl der Tage über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (siehe Abbildung 9) weist noch stärkere Variationen von Jahr zu Jahr auf als der Jahresmittelwert, wobei die sehr seltenen Überschreitungen an den alpinen Messstellen wenig aussagekräftig sind. In Illmitz wurden 2003 die meisten Überschreitungen (48 Tage) registriert, die wenigsten (26 Tage) im Jahr 2000.

Abbildung 8:
Jahresmittelwerte der
PM10-Konzentration,
2000–2005.



Die Unterschiede der PM10-Belastung von Jahr zu Jahr sind im Wesentlichen auf die Ausbreitungsbedingungen – vor allem im Winter – zurückzuführen. Wie der Verlauf der Monatsmittelwerte in Illmitz (siehe Abbildung 10) zeigt, wurde die sehr hohe PM10-Konzentration des Jahres 2003 wesentlich von den extrem hoch belasteten Monaten Februar und März bestimmt, wobei der Winter 2002/2003 bereits dank des sehr hoch belasteten Dezember 2002 eine auffällig hohe PM10-Belastung aufwies. Eine vergleichbar hohe PM10-Konzentration wies im Monatsmittel der Februar 2005 auf, gefolgt vom November 2005, während der Dezember 2005 sich durch eine für den Hochwinter ungewöhnlich niedrige PM10-Belastung auszeichnet.

Abbildung 9:
Anzahl der
Tagesmittelwerte der
PM10-Konzentration
über 50 µg/m³, 2000–
2005 (Enzenkirchen
2004 erst ab 29.1.).



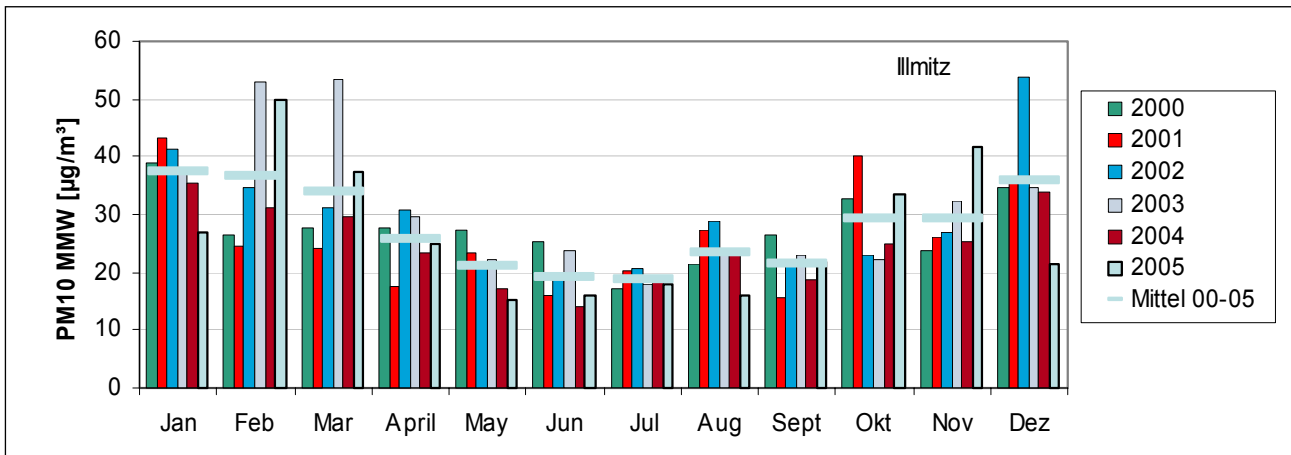


Abbildung 10: Monatsmittelwerte der PM10-Konzentration in Illmitz, 2000–2005.

2.4 PM2,5 und PM1

Die Konzentration von PM2,5 wird in Illmitz und auf dem Zöbelboden erfasst, PM1 in Illmitz. Die Monats- und Jahresmittelwerte der Konzentration von PM10, PM2,5 und PM1 sowie des Verhältnisses der Konzentrationen der PM-Fractionen in Illmitz und auf dem Zöbelboden sind in Tabelle 10 zusammengestellt.

Die Verfügbarkeit der PM2,5-Tagesmittelwerte betrug in Illmitz 98 %, auf dem Zöbelboden 96 %, die Verfügbarkeit der PM1-Tagesmittelwerte in Illmitz 99 %. Die PM2,5-Konzentration betrug im Jahresmittel 2005 in Illmitz 22 µg/m³, auf dem Zöbelboden 9 µg/m³. Der mittlere Anteil von PM2,5 am PM10 betrug in Illmitz 80 %, auf dem Zöbelboden 83 %. Der Jahresmittelwert der PM1-Konzentration lag in Illmitz 2005 bei 16 µg/m³. Der mittlere Anteil von PM1 am PM10 betrug 61 %.

	Illmitz					Zöbelboden		
	PM10	PM2,5	PM1	PM2,5/ PM10	PM1/ PM10	PM10	PM2,5	PM2,5/ PM10
Jän.05	27	21	15	0,87	0,64	7	6	0,84
Feb.05	50	45	32	0,91	0,67	13	12	0,96
Mär.05	37	33	24	0,90	0,68	18	16	0,88
Apr.05	25	20	15	0,81	0,61	14	11	0,80
Mai.05	15	12	9	0,80	0,63	10	8	0,80
Jun.05	16	12	9	0,74	0,59	13	11	0,81
Jul.05	18	13	11	0,71	0,59	11	8	0,80
Aug.05	16	12	10	0,71	0,60	10	7	0,75
Sep.05	22	16	12	0,74	0,58	13	11	0,84
Okt.05	33	26	17	0,78	0,51	14	11	0,76
Nov.05	42	35	21	0,84	0,53	6	6	0,86
Dez.05	21	19	14	0,83	0,66	7	6	0,87
JMW	27	22	16	0,80	0,61	11	9	0,83

Tabelle 10:
Monats- und
Jahresmittelwerte der
Konzentration von
PM10, PM2,5 und PM1
sowie des Verhältnisses
der Konzentrationen der
PM-Fractionen in Illmitz
und auf dem Zöbel-
boden, 2005, in µg/m³.

Abbildung 11 zeigt die Monatsmittelwerte der Konzentration der einzelnen PM-Fractionen in Illmitz im Jahr 2005, Abbildung 12 den Verlauf der Tagesmittelwerte. Der Anteil der PM_{2,5}-Fraktion am PM₁₀ war 2005 – wie in den früheren Jahren – im Winter (0,8 bis über 0,9 tendenziell höher als im Sommer (0,7 bis 0,8), den höchsten PM_{2,5}-Anteil wies der Februar 2005 auf, in dem auch die höchste mittlere PM₁₀-Konzentration gemessen wurde. Auch die PM₁-Anteile am PM₁₀ sind im Winter im Mittel höher als im Sommer, allerdings ist die jahreszeitliche Variation weniger klar als bei PM_{2,5}. Vergleichsweise hohe Anteile der größeren Fraktionen (> PM₁) fallen v. a. im Oktober und November auf, als der PM₁-Anteil nur 53 bzw. 51 % betrug, wohingegen er im Februar 2005 bei überdurchschnittlichen 67 % lag.

Abbildung 11:
Monatsmittelwerte der
Konzentrationen der
PM-Fractionen in Illmitz,
2005, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

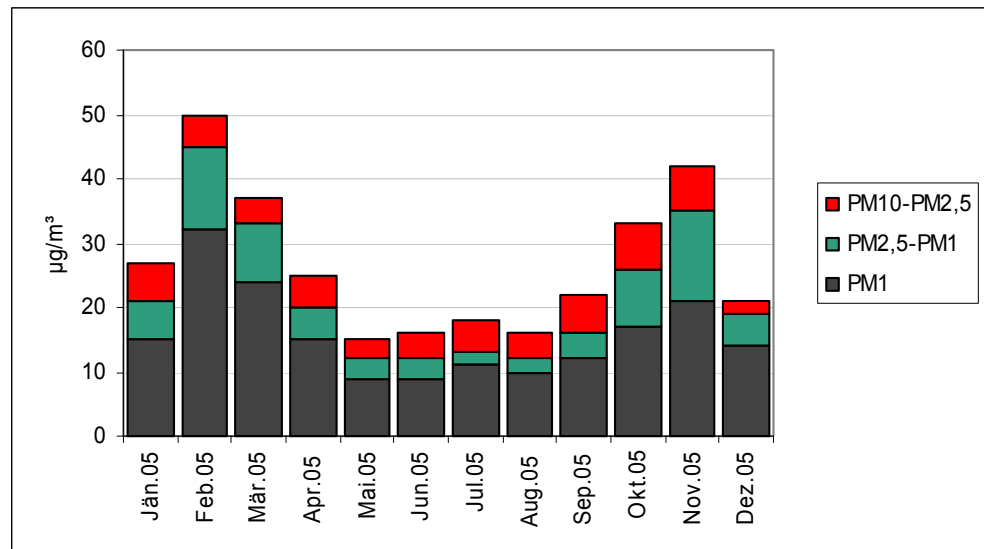
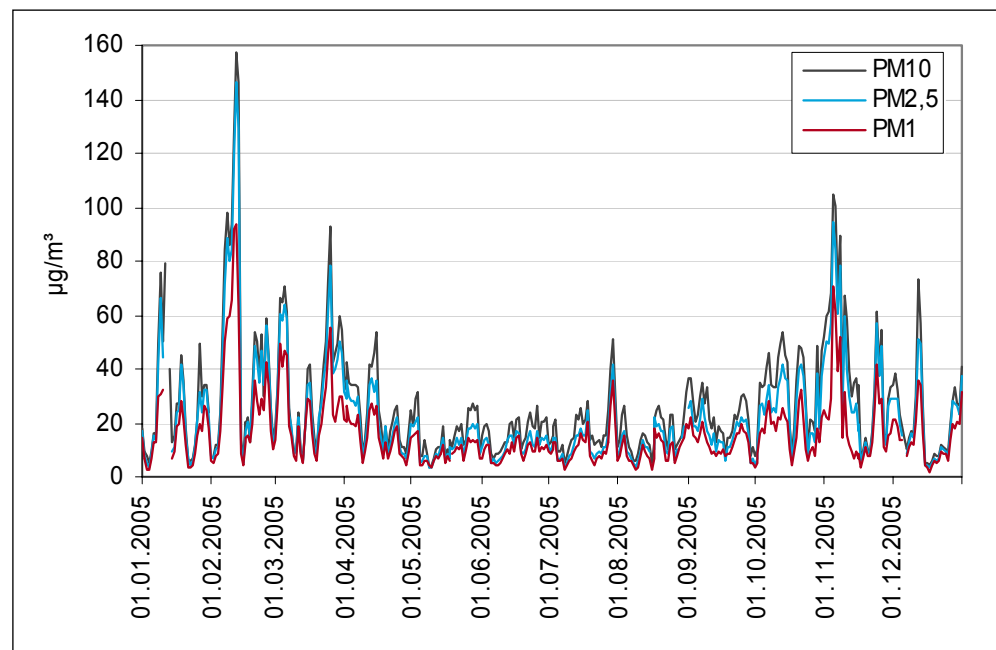


Abbildung 12:
Verlauf der
Tagesmittelwerte der
Konzentration von
PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁
in Illmitz, 2005, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Die Monatsmittelwerte der Konzentration der PM-Fractionen am Zöbelboden sind in Abbildung 13 dargestellt. Im Winter sind die Anteile der PM_{2,5}-Fraktion mit 0,80 bis 0,85 höher als im Sommer (0,75 bis 0,80), wobei allerdings auf die Unsicherheiten der PM-Messung bei sehr niedrigen Konzentrationen hingewiesen werden muss. Den höchsten PM_{2,5}-Anteil wies der Februar 2005 mit 96 % auf.

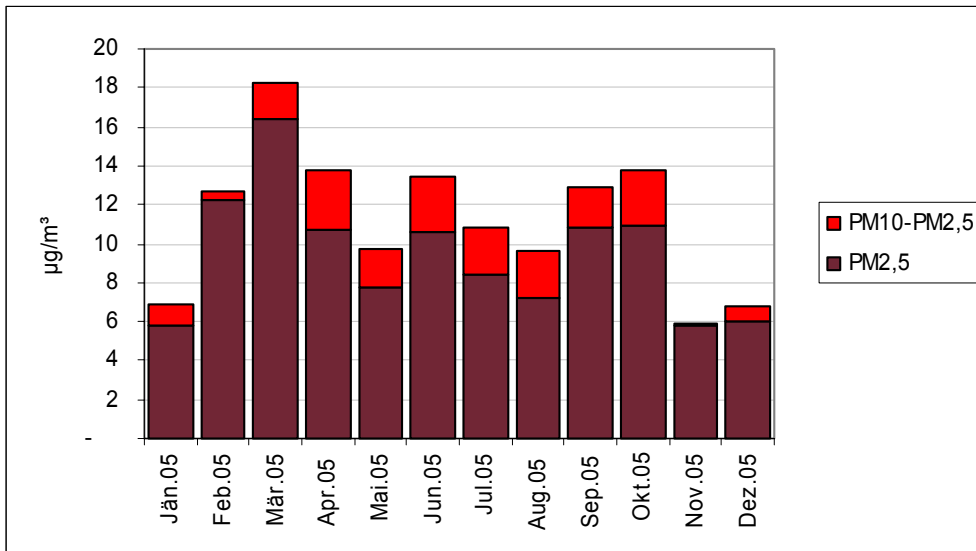


Abbildung 13: Monatsmittelwerte der Konzentration von PM₁₀ sowie der Differenz PM₁₀ – PM_{2,5} am Zöbelboden, 2005, in µg/m³.

2.4.1 Zeitlicher Verlauf 2001 bis 2005

Der PM_{2,5}-Anteil an der PM₁₀-Konzentration variierte in Illmitz in den Jahren 2001 bis 2005 im Jahresmittel in einem sehr engen Bereich zwischen 77 und 80 % (siehe Tabelle 11), der PM₁-Anteil am PM₁₀ (Beginn der PM₁-Messung 2003) zwischen 58 und 61 %. Das Jahr 2005 zeichnete sich im Vergleich zu früheren Jahren durch leicht überdurchschnittliche PM_{2,5}- und PM₁-Anteile aus.

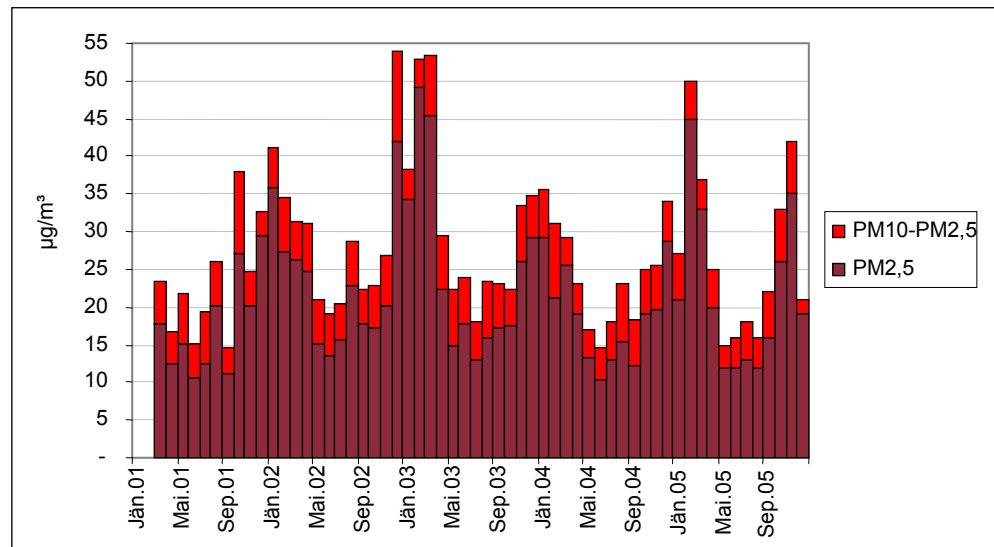
	Illmitz		Zöbelboden
	PM _{2,5} /PM ₁₀	PM ₁ /PM ₁₀	PM _{2,5} /PM ₁₀
2001	78 %		
2003	79 %		
2003	77 %	58 %	
2004	77 %	59 %	77 %*
2005	80 %	61 %	83 %

* ab 14.2.

Tabelle 11: Jahresmittelwerte des PM_{2,5}/PM₁₀- bzw. PM₁/PM₁₀-Verhältnisses in Illmitz und auf dem Zöbelboden, 2001 bis 2005.

Regelmäßig weisen in Illmitz die Wintermonate höhere Anteile der feinen Fraktionen auf (Monatsmittelwerte siehe Abbildung 14), allerdings treten auch dabei relativ starke Unterschiede auf. So wurden PM_{2,5}-Anteile über 90 % im Dezember 2001 und im Februar 2003 gemessen, im Februar 2002 dagegen nur 79 %, im Dezember 2002 78 %.

Abbildung 14:
Monatsmittelwerte der
Konzentration von
PM_{2,5} sowie der
Fraktion PM₁₀-PM_{2,5} in
Illmitz, 2001 bis 2005.



Im Mittel nimmt in Illmitz der PM_{2,5}-Anteil mit der PM₁₀-Konzentration zu, die Regressionsgerade auf Basis der Monatsmittelwerte (Steigung 0,4 %/(µg/m³)) weist allerdings nur ein Bestimmtheitsmaß von 0,36 auf. Der PM₁-Anteil weist keinerlei statistische Abhängigkeit von der PM₁₀-Konzentration auf.

Auf dem Zöbelboden liegt der PM_{2,5}-Anteil am PM₁₀ im Jahresmittel zwischen 77 und 83 Prozent und somit – bei wesentlich niedrigerer Absolutkonzentration – in einem sehr ähnlichen Bereich wie in Illmitz.

2.5 Stickstoffoxide

2.5.1 Die NO₂- und NO_x-Belastung im Jahr 2005

Die Grenzwerte des IG-L für NO₂ zum Schutz der menschlichen Gesundheit (HMW 200 µg/m³, JMW 30 µg/m³) sowie der Grenzwert für NO_x zum Schutz der Vegetation (30 µg/m³) wurden im Jahr 2005 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes eingehalten, ebenso der Zielwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit gemäß IG-L sowie der Zielwert zum Schutz der Vegetation (jeweils TMW 80 µg/m³).

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 2005 sind in Tabelle 12 angegeben.

Die NO₂- bzw. die NO_x-Konzentration sind an den außeralpinen Messstellen deutlich höher als an jenen im alpinen Raum. Im nördlichen außeralpinen Raum nehmen die NO₂- bzw. die NO_x-Konzentration von West nach Ost ab; Enzenkirchen weist im Jahresmittel 2005 eine NO₂-Konzentration von 11,7 µg/m³ auf, Illmitz 8,9 µg/m³.

Unter den alpinen Messstellen weisen St. Sigmund und Stolzalpe mit 3,0 µg/m³ den niedrigsten NO₂-Jahresmittelwert auf, Zöbelboden mit 5,7 µg/m³ den höchsten.

Tabelle 12: Monats- und Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration, Jahresmittelwert der NO-Konzentration (µg/m³), Jahresmittelwert der NO_x-Konzentration (angegeben in µgNO₂/m³) sowie maximale Halbstundenmittelwerte und maximaler Tagesmittelwert der NO₂-Konzentration (µg/m³) für das Jahr 2005.

	ENK	ILL	PIL	SIG	STO	VOR	ZOE
Jän.05	15,3	9,9	8,2	2,2	2,4	3,1	5,2
Feb.05	17,5	11,9	11,6	3,8	4,5	6,9	8,3
Mär.05	15,5	9,4	10,8	3,8	4,4	6,2	9,0
Apr.05	9,7	9,1	10,3	4,5	3,2	5,4	6,2
Mai.05	5,8	5,3	6,3	3,1	2,2	3,2	4,2
Jun.05	6,4	5,3	5,3	3,4	2,5	3,6	4,8
Jul.05	5,6	4,9	5,0	2,5	1,9	2,5	3,1
Aug.05	5,9	5,3	5,2	2,8	1,9	2,7	3,8
Sep.05	7,7	6,7	7,7	3,3	2,2	3,0	3,7
Okt.05	12,2	9,3	12,7	2,2	3,2	3,9	4,8
Nov.05	18,1	15,4	15,4	2,5	3,4	4,9	7,2
Dez.05	21,3	13,8	13,7	2,3	3,7	5,0	8,1
NO₂ JMW	11,7	8,9	9,3	3,0	3,0	4,2	5,7
NO JMW	1,9	1,0	1,1	0,4	0,3	0,2	0,1
NO_x JMW	14,9	10,4	11,0	3,6	3,5	4,5	5,9
Max. HMW	84,9	58,1	76,7	39,7	22,1	37,6	44,4
Max. TMW	45,4	41,7	42,3	10,5	11,1	21,0	22,3

An den außeralpinen Messstellen zeigt die NO₂-Konzentration einen ausgeprägten Jahresgang mit erhöhten Werten im Winter, verursacht durch die ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen. An den höher gelegenen Messstellen ist der Jahresgang weniger ausgeprägt, da den günstigeren Ausbreitungsbedingungen im Sommer verstärkter Vertikaltransport aus den Tälern bzw. aus dem Alpenvorland entgegen wirkt.

In Hinblick auf die – etwa verglichen mit PM₁₀, SO₂ und v. a. CO – relativ geringe atmosphärische Lebensdauer von NO₂, die deutlich unter einem Tag beträgt (SEINFELD & PANDIS 1998), spielt bei NO₂ Ferntransport nur eine sehr geringe Rolle; die NO₂-Hintergrundbelastung wird von regionalen Quellen dominiert.

Im außeralpinen Raum weist die NO₂-Hintergrundkonzentration eine geringere Abhängigkeit von der Windrichtung auf als an den höher gelegenen Messstellen, wo Wind aus dem Tal bzw. aus dem Alpenvorland mit deutlich höheren NO₂-Konzentrationen verbunden ist als Wind aus dem praktisch emissionsfreien hochalpinen Raum.

In Enzenkirchen ist Ostwind (aus Richtung Linz) mit einer mittleren NO₂-Konzentration von 13 µg/m³ verbunden, Westwind mit 11 µg/m³.

In Illmitz ist Nordwestwind (Richtung Wien) mit einer mittleren NO₂-Konzentration von 9 µg/m³ verbunden, Südostwind mit 7 µg/m³.

In Pillersdorf treten die höchsten NO₂-Konzentration im Mittel bei Nordostwind (Richtung Brno) mit 12 µg/m³ auf, bei Südwestwind (Niederösterreichisches Alpenvorland) liegt die mittlere NO₂-Konzentration bei 9 µg/m³, bei Nordwestwind (Waldviertel) bei 6 µg/m³.

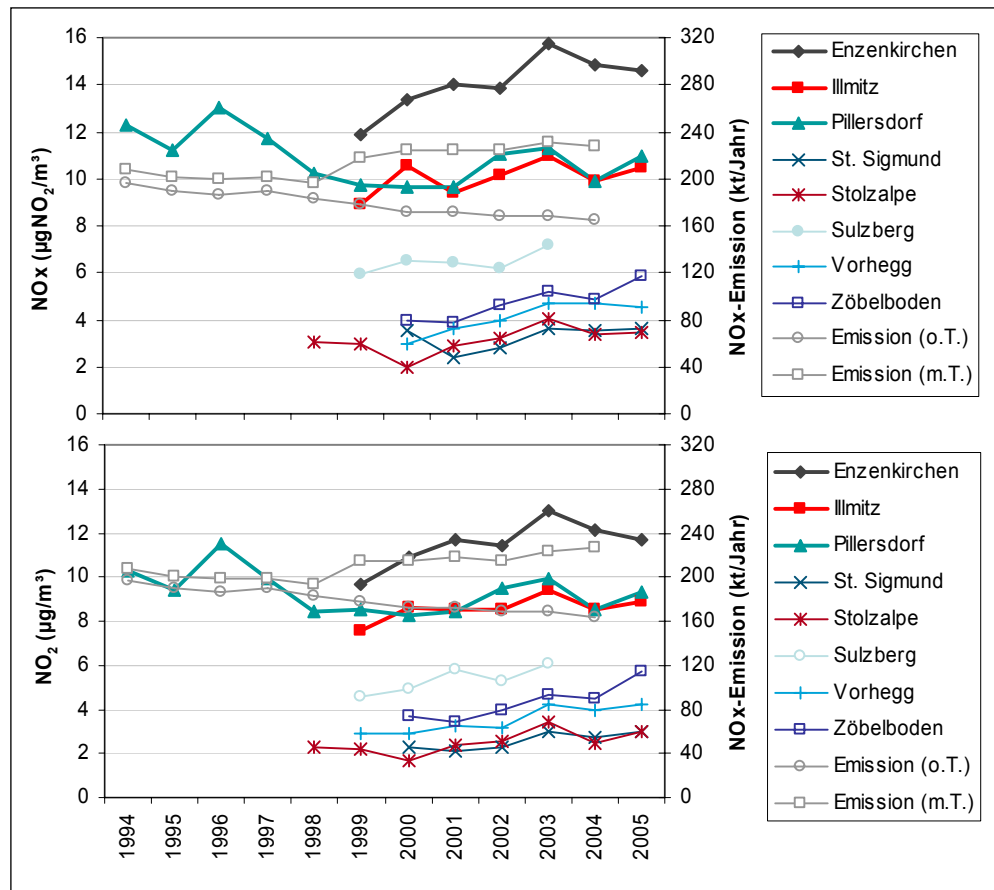
In St. Sigmund beträgt die NO_2 -Konzentration im Mittel bei Nordnordwestwind (d. h. Advektion aus dem Inntal) $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bei Südsüdwestwind $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$; auf der Stolzalpe ist Wind aus dem Murtal mit $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verbunden, Nordwestwind mit $2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In Vorhegg liegt die mittlere NO_2 -Konzentration bei Ostwind (aus dem Gailtal) bei $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bei Nordnordwestwind bei $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Auf dem Zöbelboden ist Wind von Nordwest mit $6,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Südostwind mit $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verbunden.

Die Hintergrundkonzentration im emittentenfreien zentralalpinen Raum dürfte somit unter $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen.

2.5.2 Trend der Belastung durch Stickstoffoxide

Abbildung 15 zeigt den Verlauf der Jahresmittelwerte der Konzentration von NO_2 sowie von NO_x (berechnet als NO_2) an den Hintergrundmessstellen des Umweltbundesamtes sowie die jährlichen NO_x -Emissionen Österreichs¹⁰ (UMWELTBUNDESAMT 2006); Tabelle 13 gibt die Jahresmittelwerte der NO_2 -Konzentration an.

Abbildung 15:
Jahresmittelwerte der NO_2 - und der NO_x -Konzentration (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sowie jährliche NO_x -Emissionen Österreichs (o. T.: ohne Tanktourismus, m. T.: mit Tanktourismus).



¹⁰Die NO_x -Emissionen werden mittels der Berechnungsmethode CORINAIR der Europäischen Umweltagentur u. a. anhand der verkauften Treibstoffmenge berechnet. Damit sind auch jene Emissionen inkludiert, die aufgrund von in Österreich gekauftem, aber im Ausland verfahrenem Treibstoff entstehen. Tanktourismus nach Österreich bewirkt demnach die Ausweisung systematisch höherer Verkehrsemissionen als die vor Ort emittierten.



Tabelle 13: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen, 1994–2005 in µg/m³.

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

Die Trends der NO₂- und NO_x-Jahresmittelwerte zeigen folgende Charakteristika (siehe auch UMWELTBUNDESAMT, 2006c):

- In den Neunzigerjahren ging die NO₂- bzw. NO_x-Belastung in Pillersdorf – bei starken Variationen von Jahr zu Jahr – tendenziell zurück. Dies ist vor allem auf eine Abnahme des Schadstofftransports aus Tschechien zurückzuführen.
- An den außeralpinen Messstellen stieg die NO₂- bzw. NO_x-Belastung seit Ende der Neunzigerjahre bis 2003 an. Sie ging 2004 verglichen mit 2003 zurück und nahm dann 2005 in Illmitz und Pillersdorf, nicht aber in Enzenkirchen wieder zu.
- Die alpinen Messstellen zeigen seit 2000 eine generelle Zunahme der NO₂- bzw. NO_x-Belastung.

Die Immissionsentwicklung an allen ländlichen Messstellen deutet darauf hin, dass seit den späten Neunzigerjahren v. a. im ländlichen Raum die NO_x-Emissionen zugenommen haben. Der Anstieg der NO_x-Belastung im ländlichen Raum ist sehr wahrscheinlich nicht durch eine Zunahme der Emissionen in den Großstädten zurückzuführen, da z. B. Wien weiterhin einen leicht abnehmenden Trend zeigt.

2.6 Schwefeldioxid

2.6.1 Die Schwefeldioxid-Belastung im Jahr 2005

Die Grenzwerte gem. Anlage 1 IG-L zum Schutz der menschlichen Gesundheit für Schwefeldioxid sowie die Grenzwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation wurden 2005 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes eingehalten.

Wie in den vergangenen Jahren wies Pillersdorf im Jahres- und im Wintermittel (3,0 bzw. 4,0 µg/m³) die höchste SO₂-Konzentration auf. Die außeralpinen Messstellen sind deutlich höher belastet als jene in den Alpen mit JMW unter 1 µg/m³.

Der höchste Halbstundenmittelwert wurde mit 54 µg/m³ in Illmitz registriert, der höchste Tagesmittelwert mit 29 µg/m³ in Pillersdorf.

Die Monats- und Jahresmittelwerte für 2005, der Wintermittelwert (Oktober–März) 2004/05 sowie die maximalen Halbstundenmittelwerte und maximalen Tagesmittelwerte 2005 sind in Tabelle 14 zusammengestellt.

*Tabelle 14:
Monats- und
Jahresmittelwerte der
SO₂-Konzentration an
den Hintergrundmess-
stellen 2005, Winter-
mittelwert 2004/05 sowie
maximaler Halbstunden-
mittelwert und maximaler
Tagesmittelwert 2005,
in µg/m³.*

	ENK	ILL	PIL	SIG	STO	VOR	ZOE
Jän.05	1,8	2,4	2,7	0,6	0,7	0,8	1,4
Feb.05	4,7	6,5	8,2	0,8	1,6	1,7	2,0
Mär.05	3,6	5,2	6,2	0,7	0,9	0,9	1,8
Apr.05	1,5	2,4	3,0	0,3	0,3	0,7	0,9
Mai.05	1,1	1,0	1,5	0,2	0,1	0,5	0,5
Jun.05	1,0	0,9	1,2	0,1	0,2	0,4	0,6
Jul.05	0,8	0,8	1,0	0,2	0,2	0,4	0,3
Aug.05	0,6	0,9	1,6	0,1	0,1	0,3	0,3
Sep.05	1,1	1,4	2,1	0,1	0,2	0,4	0,3
Okt.05	2,0	1,7	3,5	0,2	0,6	0,6	0,7
Nov.05	1,0	3,0	2,9	0,3	0,5	0,5	1,0
Dez.05	1,7	1,9	2,8	0,4	0,5	0,6	1,0
JMW	1,7	2,3	3,0	0,3	0,5	0,6	0,9
WMW 04/05	2,2	3,3	4,0	0,5	0,8	0,7	1,1
Max. HMW	35,1	54,4	53,0	38,7	11,4	41,7	22,5
Max. TMW	20,7	23,4	28,7	5,2	6,1	5,9	13,5

Die Schadstoffwindrosen (siehe Anhang 8) zeigen an den außeralpinen Messstellen nach wie vor dominierenden Schadstofftransport von Osten.

In Enzenkirchen ist Ostwind (ausgewertet für Windrichtungssektoren von 10° mit einer Häufigkeit von mehr als 2 %) mit mittleren SO₂-Konzentrationen um 2,8 µg/m³ verbunden, Westwind mit 1,1 µg/m³. Bei Ostwind überlagern sich Transport aus Linz, aus dem Raum Wien und Ferntransport aus dem östlichen Mitteleuropa.

In Illmitz liegt die mittlere SO₂-Konzentrationen bei Südostwind bei 5,8 µg/m³ - hier kommt v. a. Ferntransport aus Rumänien, Serbien und Bosnien zum Tragen - bei Nordwestwind bei 2,3 µg/m³.

In Pillersdorf liegt bei Nordostwind (Ferntransport aus Nordmähren und Polen) die mittlere SO₂-Konzentrationen bei 4,9 µg/m³, bei Südwestwind um 1,3 µg/m³, bei Nordwestwind um 2,7 µg/m³ (Ferntransport aus Mittel- und Nordwestböhmen).

St. Sigmund und Stolzalpe zeigen keine ausgeprägte Windrichtungsabhängigkeit der SO₂-Belastung. In Vorhegg sind erhöhte SO₂-Konzentrationen mit Ostwind verbunden, wofür neben Emissionen in Kärnten auch nach wie vor Ferntransport aus Großemittenten in Slowenien verantwortlich sein dürfte. Auf dem Zöbelboden ist nördlicher Wind mit deutlich höheren SO₂-Konzentrationen verbunden als solcher aus dem Zentralalpengebiet.



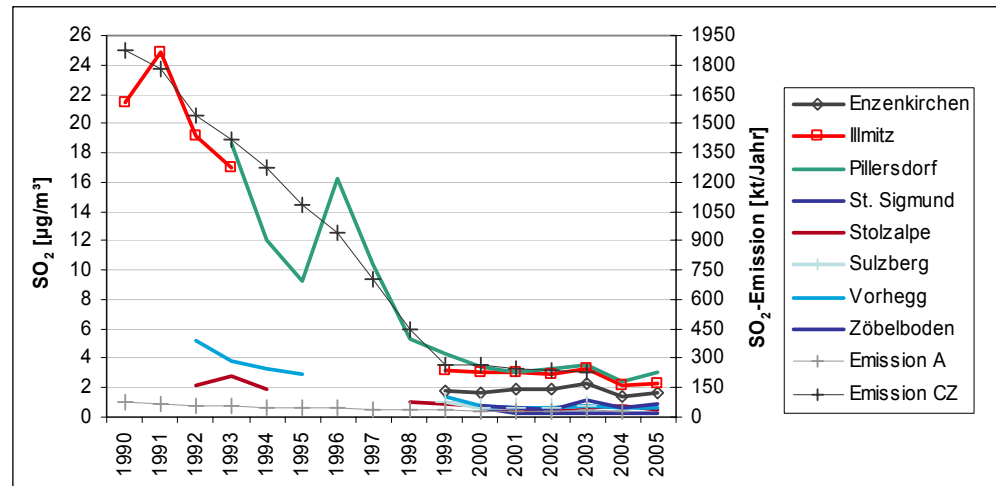
2.6.2 Trend der Schwefeldioxidbelastung

Die SO₂-Belastung nahm an den österreichischen Hintergrundmessstellen seit 1990 stark ab, wie Tabelle 15 und Abbildung 16 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. Nach 2000 ging die SO₂-Belastung weiterhin leicht zurück; 2004 war – witterungsbedingt – das Jahr mit der geringsten SO₂-Belastung, 2005 stieg sie demgegenüber wieder leicht an, blieb aber unter dem bis 2003 beobachteten Konzentrationsniveau.

	ENK	ILL	PIL	SIG	STO	SUL	VOR	ZOE	Emission
1990		21,4							74,2
1991		24,8							71,3
1992		19,2			2,1		5,2		54,9
1993		17,0	18,6		2,8		3,8		53,3
1994			12,0		1,9		3,3		47,6
1995			9,3				2,9		46,8
1996			16,2						44,7
1997			10,4						40,3
1998			5,3		1,0				35,5
1999	1,8	3,2	4,3		0,9	1,0	1,4		33,6
2000	1,6	3,0	3,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	31,5
2001	1,9	3,1	3,0	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	32,9
2002	1,9	2,9	3,3	0,3	0,5	0,6	0,6	0,5	32,8
2003	2,3	3,3	3,5	0,3	0,6	0,8	0,8	1,1	33,4
2004	1,4	2,1	2,4	0,3	0,7		0,6	0,6	28,9
2005	1,7	2,3	3,0	0,3	0,5		0,6	0,9	

Tabelle 15:
Jahresmittelwerte der
SO₂-Konzentration,
1990–2005, µg/m³,
sowie SO₂-Emission
Österreichs (kt/Jahr).

Abbildung 16:
Jahresmittelwerte der
SO₂-Konzentration an
den Hintergrundmess-
stellen sowie SO₂-
Emission Österreichs
und Tschechiens.



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

Die SO₂-Jahresmittelwerte nahmen an den Hintergrundmessstellen zwischen den frühen Neunzigerjahren und 2005 um 80 bis 90 % ab, was mit einem Rückgang der SO₂-Emissionen im Zeitraum 1990–2003¹¹ in Tschechien und Deutschland um je 88 % und in der Slowakei um 80 % gut korrespondiert, in Österreich ging die Emission um 55 % zurück, in der Slowakei und Ungarn um je 67 %.

Zwischen 2000 und 2005 nahm die SO₂-Konzentration im Jahresmittel an den meisten Hintergrundmessstellen weiterhin ab, v. a. in Illmitz (–23 %), in St. Sigmund und auf der Stolzalpe, während Enzenkirchen und v. a. Zöbelboden einen Anstieg zeigen. Allerdings sind die Trends an den alpinen Messstellen in Hinblick auf das sehr niedrige absolute Konzentrationsniveau unter 1 µg/m³ wenig aussagekräftig.

Während die SO₂-Emissionen Österreichs und Deutschlands seit 2000 stagnieren, nahmen sie v. a. in Slowenien (2000–2003 um –34 %) und Ungarn (–29 %) weiter ab.

2.7 Kohlenmonoxid

2.7.1 Die CO-Belastung im Jahr 2005

Der Grenzwert für Kohlenmonoxid (10 mg/m³ als Achtstundenmittelwert) wurde im Jahr 2005 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes eingehalten.

Die Monats- und Jahresmittelwerte der CO-Konzentration sowie die maximalen Achtstundenmittelwerte des Jahres 2005 sind in Tabelle 16 zusammengestellt. Die außeralpine Messstelle Illmitz erfasste mit einem Jahresmittelwert von 0,32 mg/m³

¹¹Daten aus der EMEP-Datenbank, 2003 letztes verfügbares Jahr.



eine wesentlich höhere mittlere CO-Konzentration als die alpinen Messstellen, wobei Vorhegg in 1.020 m und Sonnblick in 3.106 m Seehöhe mit 0,21 mg/m³ idente mittlere CO-Konzentrationen aufweisen.

Auch die Maxima sind in Illmitz wesentlich höher als im Gebirge, hier betrug der maximale Achtstundenmittelwert 1,57 mg/m³, während Vorhegg und Sonnblick mit 0,47 bzw. 0,44 mg/m³ nahezu gleiche Spitzenwerte registrierten.

Während Illmitz einen ausgeprägten Jahresgang aufweist, bei dem die Monatsmittel im Winter ca. doppelt so hoch sind wie im Sommer, ist der Jahresgang im Gebirge flacher. Verursachen ungünstigere Ausbreitungsbedingungen und höhere Emissionen v. a. im Flachland im Winter höhere CO-Konzentrationen als im Sommer, so werden diese Faktoren im Gebirge durch stärkeren vertikalen Austausch teilweise kompensiert.

	Illmitz	Sonnblick	Vorhegg
Jän.05	0,40	0,21	0,19
Feb.05	0,58	0,26	0,27
Mär.05	0,40	0,23	0,25
Apr.05	0,30	0,24	0,23
Mai.05	0,23	0,19	0,18
Jun.05	0,19	0,17	0,16
Jul.05	0,18	0,19	0,18
Aug.05	0,19	0,20	0,18
Sep.05	0,22	0,19	0,19
Okt.05	0,31	0,19	0,23
Nov.05	0,43	0,22	0,25
Dez.05	0,38	0,24	0,26
JMW	0,32	0,21	0,21
max. MW8	1,57	0,44	0,47

*Tabelle 16:
Monats- und
Jahresmittelwerte sowie
maximale Achtstunden-
mittelwerte der CO-
Konzentration 2005,
in mg/m³.*

Die Schadstoffwindrosen der CO-Konzentration (siehe Anhang 8) weisen 2005 in Illmitz bei Südostwind deutlich höhere mittlere CO-Belastungen (0,35 mg/m³) aus als bei Nordwestwind (0,28 mg/m³).

In Vorhegg ist die Abhängigkeit von der Windrichtung wesentlich schwächer ausgeprägt; die Hauptwindrichtung mit Taleinwind (Ostnordost) ist mit mittleren CO-Konzentrationen von 0,23 mg/m³ verbunden, Hangabwind (Westnordwest) mit 0,20 mg/m³. Auf dem Sonnblick weist die CO-Konzentration praktisch keine Windrichtungabhängigkeit auf.

2.7.2 Trend der CO-Belastung

Tabelle 17 und Abbildung 17 geben den Trend der CO-Konzentration (Jahresmittelwerte) an den Hintergrundmessstellen zwischen 1993 und 2005 sowie die Entwicklung der Österreichischen CO-Emissionen an.

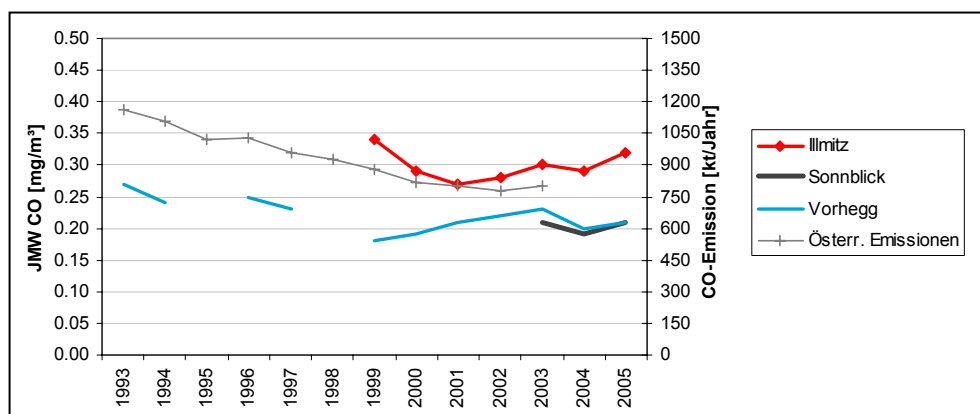
Während die CO-Konzentration in Vorhegg, dessen Messreihe bis in die erste Hälfte der Neunzigerjahre zurück reicht, bis 1999 einen rückläufigen Trend ungefähr parallel zur Abnahme der österreichischen CO-Emissionen zeigt, ist in den letzten Jah-

ren ein ziemlich uneinheitliches Bild zu beobachten. In Vorhegg und St. Koloman nahm die CO-Konzentration zwischen 2000 und 2003 kontinuierlich zu. Seit 2003 sind in Vorhegg und auf dem Sonnblick relativ starke Variationen von Jahr zu Jahr zu beobachten. Illmitz zeigt im Zeitraum von 1999 bis 2005 keine klare zeitliche Veränderung der mittleren CO-Belastung.

Tabelle 17:
Jahresmittelwerte der
CO-Konzentration, 1993
bis 2005, in mg/m³.

	Illmitz	St. Koloman	Sonnblick	Vorhegg
1993				0,27
1994				0,24
1995				
1996				0,25
1997				0,23
1998				
1999	0,34	0,21		0,18
2000	0,29	0,18		0,19
2001	0,27	0,21		0,21
2002	0,28	0,24		0,22
2003	0,30	0,26	0,21	0,23
2004	0,29		0,19	0,20
2005	0,32		0,21	0,21

Abbildung 17:
Jahresmittelwerte der
CO-Konzentration sowie
CO-Emissionen Öster-
reichs, 1993 bis 2005.



2.8 Schwermetalle

2.8.1 Blei im PM10

2.8.1.1 Die Blei-Belastung im Jahr 2005

Blei im PM10 wird in Illmitz, Zöbelboden und Vorhegg jeden sechsten Tag erfasst. In Illmitz liegen 59 Tagesproben vor (Verfügbarkeit 97 %), auf dem Zöbelboden 56 Proben (Verfügbarkeit 92 %), in Vorhegg 52 Proben (Verfügbarkeit 87 %).

Tabelle 18 gibt Jahresmittelwert, maximalen und minimalen Tagesmittelwert der Blei-Konzentration an den Messstellen Illmitz, Vorhegg und Zöbelboden im Jahr 2005 an. An allen Hintergrundmessstellen lag somit die Konzentration von Blei im PM10 sehr weit unter dem IG-L-Grenzwert von $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert, in Illmitz bei 2 % des Grenzwertes, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden unter 1 % des Grenzwertes.

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
JMW	0,011	0,004	0,003
Max. TMW	0,051	0,014	0,013
Min	0,001	< BG ¹²	< BG

Tabelle 18:
Blei im PM10, 2005:
Jahresmittelwert,
maximaler und
minimaler Tagesmittelwert, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.8.1.2 Trend der Bleibelastung

Die Entwicklung der Konzentration von Blei im PM10 an den Messstellen des Umweltbundesamtes in den Jahren 2000 bis 2005 ist in Tabelle 19 und Abbildung 18 dargestellt. In Illmitz wies die Bleikonzentration zwischen 2000 und 2003 keine wesentliche Veränderung auf und ging 2003–2004 deutlich zurück. Vorhegg zeigt einen kontinuierlichen Rückgang auf insgesamt sehr niedrigem Niveau.

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
2000	15	7	
2001	15	6	
2002	15	5	
2003	15	5	
2004	11	4	3
2005	11	4	3

Tabelle 19:
Verlauf der Konzentration von Blei im PM10, 2000 bis 2005, ng/m^3 .

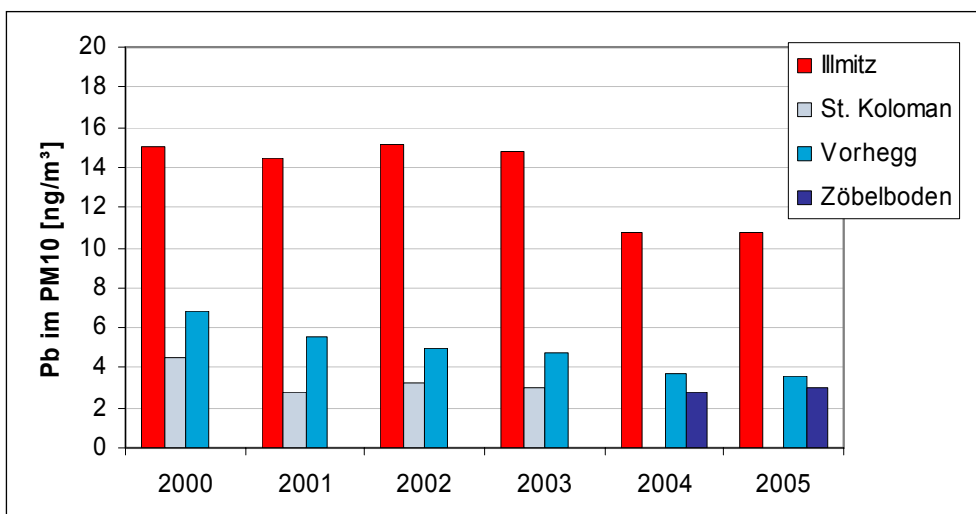


Abbildung 18:
Verlauf der Konzentration von Blei im PM10 an den Messstellen des Umweltbundesamtes, 2000 bis 2005, ng/m^3 .¹³

¹²Bestimmungsgrenze, $0,82 \text{ ng}/\text{m}^3$

¹³Verlegung der EMEP-Messstelle von St. Koloman auf dem Zöbelboden Anfang 2004.

2.8.2 Cadmium im PM10

Neben Blei wurde in Illmitz, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden Cadmium im PM10 analysiert (gleiche Probenanzahl und Verfügbarkeit wie Blei).

Der Jahresmittelwert 2005 sowie der minimale und maximale Tagesmittelwert der Cadmium-Konzentration sind in Tabelle 20 zusammengestellt. Die Cadmium-Belastung lag somit deutlich unter dem Zielwert der RL 2004/107/EG von 5 ng/m³ als Jahresmittelwert, in Illmitz bei 7 %, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden bei 3 %.

*Tabelle 20:
Cadmium im PM10,
2005: Jahresmittelwert,
maximaler und mini-
maler Tagesmittelwert,
in ng/m³.*

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
JMW	0,35	0,14	0,14
Max	1,73	0,47	0,49
Min	<BG ¹⁴	<BG	<BG

Die Entwicklung der Cadmium-Konzentration an den Messstellen des Umweltbundesamtes in den Jahren 2001 bis 2005 ist in Tabelle 21 zusammengestellt. In Illmitz nahm die Cadmium-Konzentration bis 2003 zu und von 2003 auf 2004, ähnlich wie Blei, markant ab, in Vorhegg zeigt die Cadmium-Konzentration im vorliegenden Zeitraum eine langsame, ungleichmäßige Abnahme.

*Tabelle 21:
Verlauf der
Konzentration von
Cadmium im PM10,
2001 bis 2005, 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

2.9 Benzol

2.9.1 Konzentration von Benzol, Toluol und Xylole 2005

Benzol (sowie Toluol, Xylole und Ethylenbenzol) werden in Illmitz, Zöbelboden und Vorhegg mit Diffusionssammlern über ca. vier Wochen und anschließender Analyse mittels Gaschromatographie gemessen. In Tabelle 22 sind die Jahresmittelwerte 2005 der Konzentration von Benzol, Toluol, m-, p-Xylol sowie Ethylenbenzol an den Messstellen des Umweltbundesamtes zusammengestellt; die Konzentration von o-Xylol lag in den meisten Probenahmeperioden unter der Nachweisgrenze.

Die Benzolkonzentration lag an allen Messstellen deutlich unter dem Grenzwert des IG-L von 5 µg/m³ als Jahresmittelwert; in Illmitz bei 24 % des Grenzwertes, in Vorhegg bei 11 %, auf dem Zöbelboden bei 10 %.

¹⁴ Bestimmungsgrenze, 0,082 ng/m³

Die Periodenwerte der Benzolkonzentration weisen in Illmitz einen deutlichen Jahresgang auf, sie liegen im Sommer um $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, im Winter bei $1,5$ bis $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Maximum im Feb. 2005). Schwächer ausgeprägt ist der Jahresgang im Mittelgebirge mit Werten um $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Sommer und $0,7$ bis $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Winter. Verantwortlich für diesen Jahresgang sind die ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen im Winter sowie die raschere Umwandlung in andere Verbindungen im Sommer.

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
Benzol	1,18	0,53	0,48
Toluol	0,94	0,67	0,45
m-, p-Xylol	0,39	0,23	0,24
Ethylenbenzol	0,23	0,21	*

* nur in vier von zwölf Probenahmeperioden über der Nachweisgrenze.

Tabelle 22:
Jahresmittelwerte der Konzentration von Benzol, Toluol, m-, p-Xylol und Ethylenbenzol, 2005, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.9.2 Trend der Benzolbelastung

Die Jahresmittelwerte der Benzolkonzentration weisen an den Hintergrundmessstellen zwischen 2000 und 2005 keine klare Tendenz auf, wie Tabelle 23 und Abbildung 19 zeigen. In Illmitz traten 2001 und 2003 überdurchschnittliche Werte auf, in Vorhegg 2001.

	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

Tabelle 23:
Verlauf der Benzolkonzentration, 2000 bis 2005, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

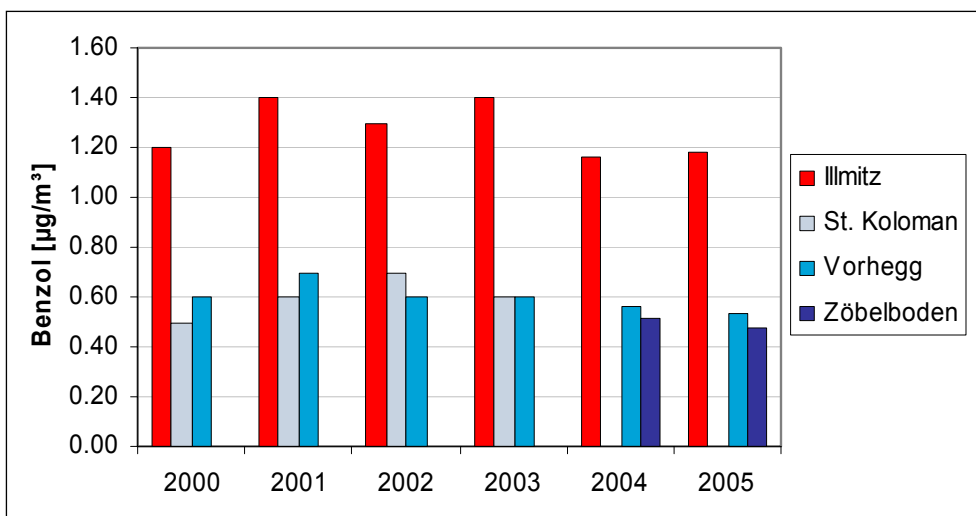
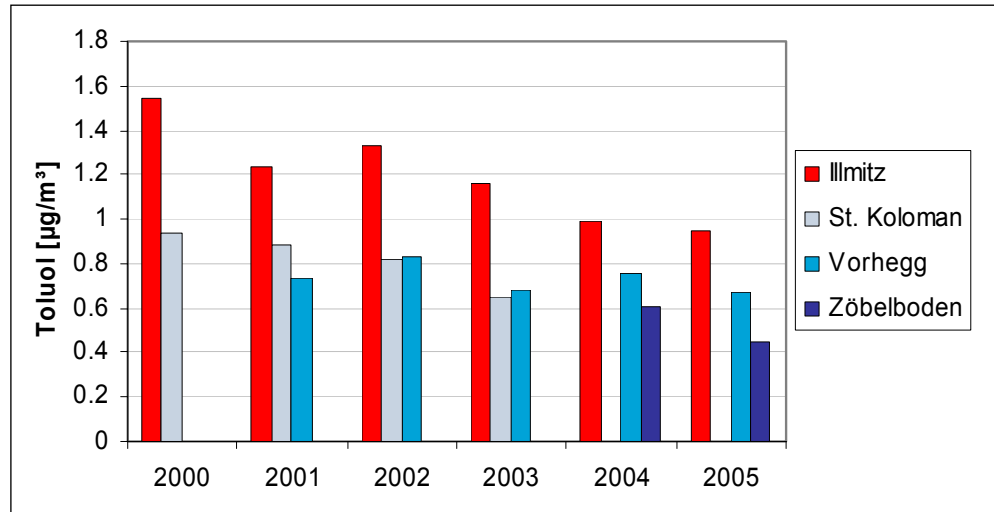


Abbildung 19:
Verlauf der Benzolkonzentration, 2000 bis 2005, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.¹⁵

¹⁵ Verlegung der EMEP-Messstelle St. Koloman auf den Zöbelboden Anfang 2004.

Die Toluolkonzentration nahm, wie Abbildung 20 zeigt, in Illmitz seit 2000 ungleichmäßig ab, in Vorhegg zeichnet sich kein klarer Trend ab.

Abbildung 20:
Verlauf der
Toluolkonzentration,
2000 bis 2005, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



2.10 Flüchtige organische Verbindungen

Mit dem Inkrafttreten der 3. Tochterrichtlinie (2002/3/EG) über den Ozongehalt der Luft ist jeder Mitgliedstaat verpflichtet, neben der Vorläufersubstanz NO_x auch flüchtige organische Kohlenwasserstoffe (VOC)¹⁶ zu messen. Dem wird auf nationaler Ebene auch in der Novelle zur Messkonzept-Verordnung zum Ozongesetz (BGBl. II 99/2004) Rechnung getragen, in der die Messung von Ozonvorläufersubstanzen an mindestens einer Messstelle gefordert wird. Diese Messungen werden vom Umweltbundesamt durchgeführt.

VOC können in zweierlei Hinsicht auf den menschlichen Organismus einwirken: auf direktem Wege, wenn sie vom Menschen inhaliert werden (z. B. kanzerogene Wirkung von Benzol), sowie indirekt über die beim photochemischen Abbau dieser Vorläufersubstanzen in der Atmosphäre gebildeten Reizgase wie Ozon, den Peroxyacetylnitrat und einer Reihe von Aldehyden.

Im Jahr 2005 wurden zwei VOC-Messkampagnen durchgeführt. In Graz wurden während des gesamten Jahres an zwei Standorten die Konzentrationen von 28 VOC-Spezies gemessen. Die Proben wurden über jeweils 24 Stunden mit aktiver Probenahme gesammelt und anschließend gaschromatographisch analysiert. In einer zweiten Messkampagne wurden während des Sommers an der Messstation Wien, Hietzinger Kai VOC mittels kontinuierlicher gaschromatographischer Analyse gemessen (siehe Tabelle 24).

¹⁶Nicht eingeschlossen in der Bezeichnung VOC ist das Methan, welches in erster Linie als Treibhausgas bedeutend ist und aufgrund seiner geringen Reaktivität bei der Ozonbildung auf regionaler Ebene eine geringe Rolle spielt.

Tabelle 24: VOC-Messkampagnen im Jahr 2005.

Messstelle	Typ der Messstelle	Beginn	Ende	Art der Probenahme
Graz nahe Magna-Werk	industriennahe Messstelle	04.11.2004	08.01.2006	Aktive Probenahme mit Sorptionsröhrchen (Intervall 24 h, jeden zweiten Tag)
Graz Süd Tiergartenweg	städtische Hintergrundmessstelle	04.11.2004	08.01.2006	
Wien Hietzinger Kai	verkehrsnahe Messstelle	15.07.2005	07.09.2005	Kontinuierliche gaschromatographische Analyse (Intervall 30 min.)

2.10.1 VOC-Konzentrationen in Graz

In Abbildung 21 ist der Jahresverlauf ausgewählter VOC-Konzentrationen der Messstationen Graz Süd und Graz Magna dargestellt. Grundsätzlich weisen alle gemessenen VOC einen Jahresverlauf mit Maxima im Herbst bzw. Winter auf und die Konzentrationen sind an der verkehrsfurtheren Messstelle Graz Magna geringer. Einzig n-Butylacetat weist in Graz Magna höhere Konzentrationen ohne ausgeprägten Jahresgang auf, was auf eine zusätzliche Quelle hindeutet.

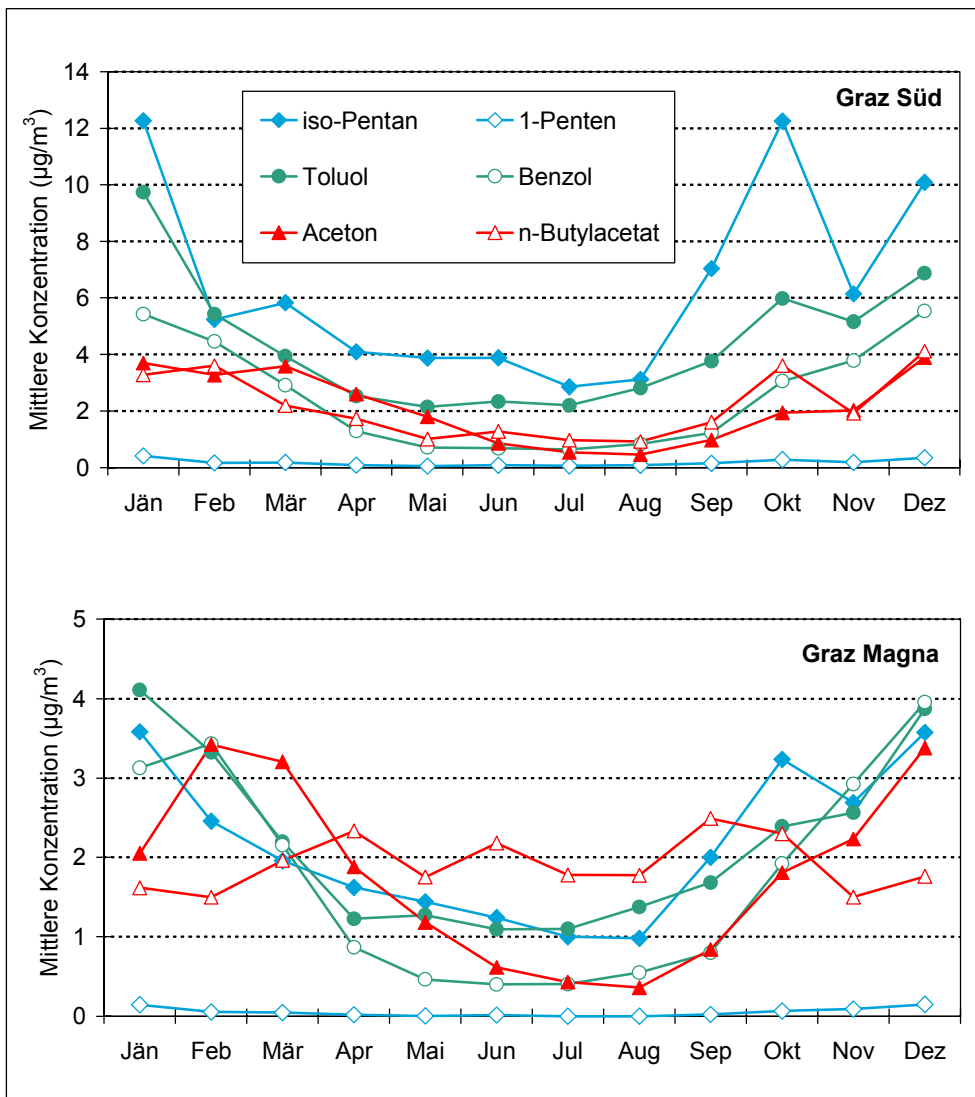
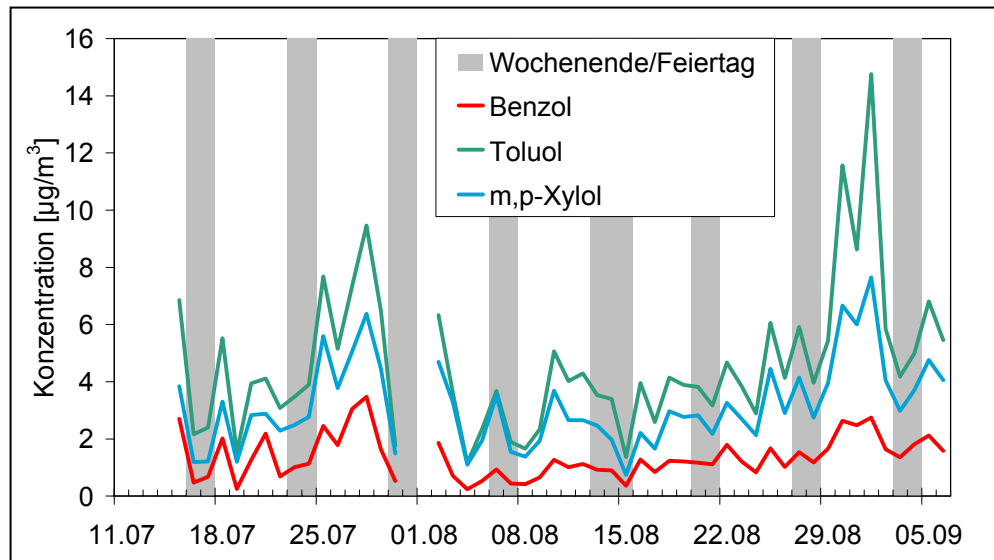


Abbildung 21: Gemessene Konzentrationen (Monatsmittelwerte) ausgewählter VOC-Spezies in Graz Süd (oben) und Graz Magna (unten).

2.10.2 VOC-Konzentrationen in Wien, Hietzinger Kai

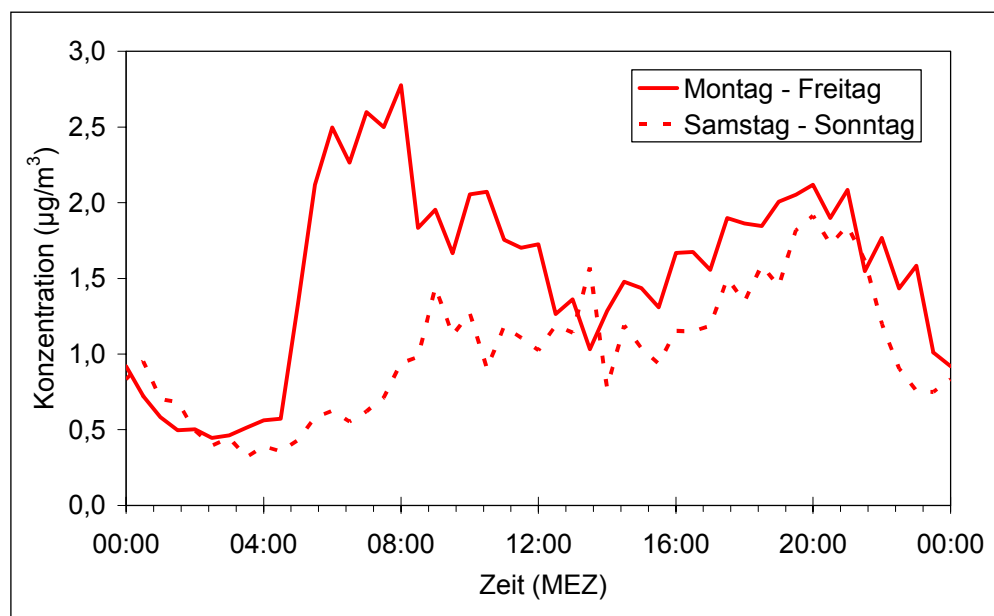
In Abbildung 22 ist der Zeitverlauf der VOC-Konzentrationen (Tagesmittelwerte) im Sommer 2005 am Hietzinger Kai dargestellt. Es ist zu sehen, dass die höchsten Konzentrationen an Wochentagen während Schönwetterperioden (z. B. 29.8. bis 2.9.) auftraten. Auch die anderen, nicht dargestellten VOC-Spezies folgten diesem Verlauf.

Abbildung 22:
Zeitreihe der
Tagesmittelwerte
ausgewählter VOC,
Hietzinger Kai, 15. Juni
bis 6. September 2005.



Die kontinuierliche Probenahme (Messung alle 30 Minuten) ermöglicht eine Auflösung des Tagesgangs der VOC-Konzentrationen. Abbildung 23 zeigt beispielhaft den Tagesgang von Benzol, wobei zwischen Wochentagen und Wochenenden unterschieden wird. Es ist zu sehen, dass die höchsten Konzentrationen an Wochentagen in den Morgenstunden auftreten. Dies weist auf den Pendlerverkehr als Hauptquelle der Belastung hin (der Hietzinger Kai ist eine stadteinwärts führende Einbahnstraße).

Abbildung 23:
Tagesgänge von
Benzol, gemittelt über
die Messperiode.





2.11 Nasse Deposition

Wie in Kapitel 1.2 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 25 gibt einen Überblick über die 2005 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 26 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 okkulte Deposition wesentlich zum Eintrag der genannten Schadstoffe in Ökosysteme beiträgt.

Abbildung 24 gibt die Jahressummen der nassen Deposition von Sulfat-S, Nitrat-N und Ammonium-N an den Messstellen Illmitz, St. Koloman (bis 2002) und Vorhegg in den Jahren 1984 bis 2005 an.

	Illmitz		Vorhegg		Zöbelboden	
Niederschlag*	385 mm		877 mm		1.329 mm	
pH-Wert**	5,3		5,5		5,3	
Leitfähigkeit	13,6 µS/cm		8,7 µS/cm		11,6 µS/cm	
	mg/l	kg/ha*a	mg/l	kg/ha*a	mg/l	kg/ha*a
SO ₄ ²⁻ -S	0,52	1,99	0,26	2,29	0,30	4,04
NO ₃ ⁻ -N	0,38	1,45	0,26	2,27	0,37	4,86
NH ₄ ⁺ -N	0,46	1,75	0,37	3,23	0,42	5,59
Na ⁺	0,11	0,41	0,06	0,51	0,15	2,00
Mg ²⁺	0,10	0,40	0,03	0,29	0,03	0,37
Ca ²⁺	0,35	1,35	0,19	1,68	0,24	3,16
Cl ⁻	0,13	0,48	0,06	0,53	0,22	2,91
K ⁺	0,06	0,23	0,06	0,49	0,04	0,47

* 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 25:
Niederschlag, pH-Wert,
Leitfähigkeit und Ionen-
konzentrationen (in mg
pro Liter) und Schadstoff-
einträge (in kg pro
Hektar und Jahr), 2005.

Tabelle 26:
 Beitrag verschiedener
 Schadstoffgruppen an
 der nassen Deposition
 an Versauerungs- bzw.
 Eutrophierungsäquivalen-
 ten in Illmitz, Vorhegg
 und Zöbelboden, 2005.

Standort	Versauerung			Eutrophierung	
	Sulfat	Nitrat	Ammonium	Nitrat	Ammonium
Illmitz	35 %	29 %	35 %	45 %	55 %
Vorhegg	27 %	30 %	43 %	41 %	59 %
Zöbelboden	25 %	35 %	40 %	47 %	53 %

Der Eintrag oxidierter Stickstoffverbindungen (NO_3^- -N) nahm in Illmitz und St. Koloman seit 1984 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 NO_3^- -N weist in Illmitz ein Signifikanzniveau von 99 % auf (im Mittel $-0,06 \text{ kg/ha}^* \text{a}$), an den anderen Messstellen unter 90 %. 2005 war in Illmitz und Vorhegg die niedrigste Nitrat-Deposition seit Beginn der Messung zu beobachten.

Der Eintrag von reduzierten Stickstoffverbindungen (NH_4^+ -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 % auf (im Mittel $-0,11 \text{ kg/ha}^* \text{a}$), an den anderen Messstellen unter 90 %.

Der Eintrag von Schwefel (SO_4^{2-} -S) nahm in Illmitz und St. Koloman zu Beginn der Neunzigerjahre deutlich ab, seitdem ist ein relativ gleichmäßiger leichter Rückgang zu beobachten. An beiden Messstellen ist der abnehmende Trend statistisch hoch signifikant (99,9 %-Konfidenzniveau), wobei die mittlere Abnahme pro Jahr in Illmitz $-0,27 \text{ kg/ha}^* \text{a}$, in St. Koloman $-0,58 \text{ kg/ha}^* \text{a}$ beträgt. Gegenüber den Achtzigerjahren nahm der Schwefeleintrag in Illmitz ca. um 50 %, in St. Koloman um ca. 70 % ab. In Vorhegg weist der Trend des Sulfat-Eintrags bei einer mittleren Abnahme von $-0,3758 \text{ kg/ha}^* \text{a}$ ein Signifikanzniveau von 95 % auf.

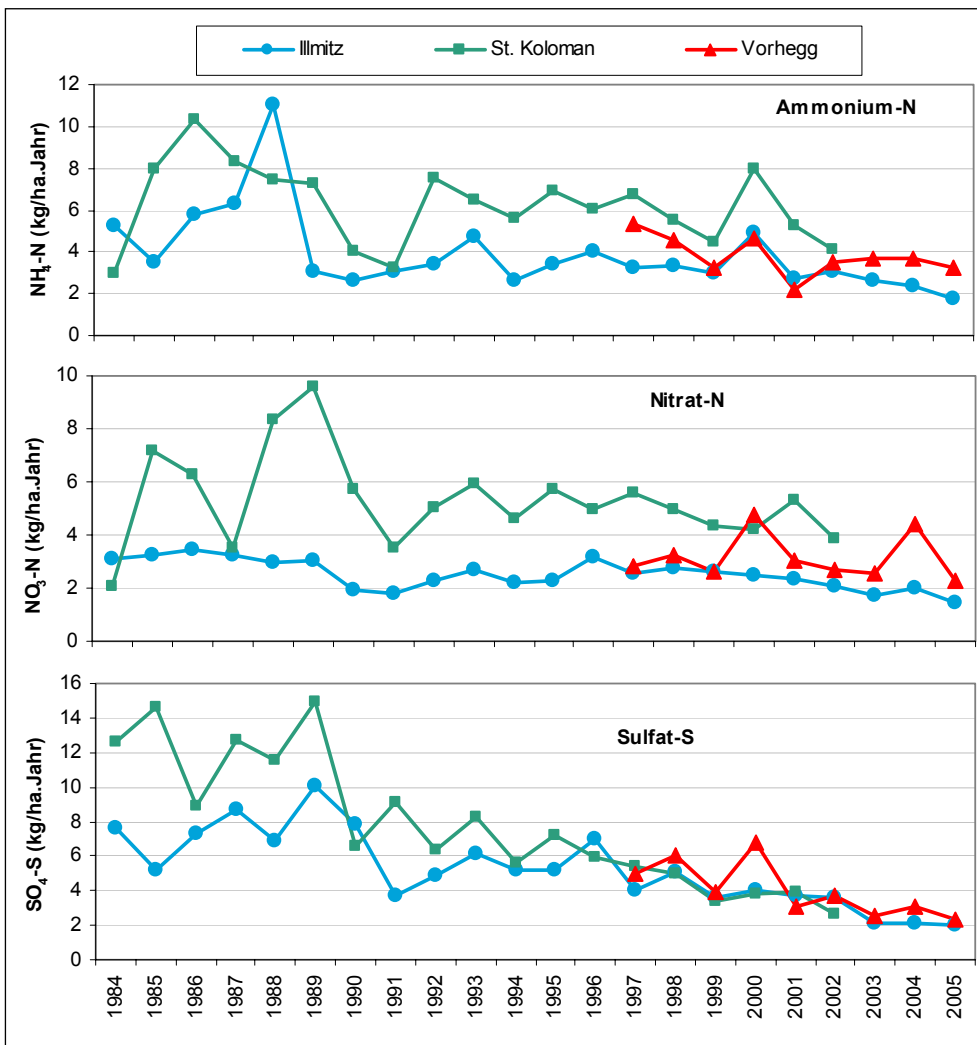


Abbildung 24:
Trend der nassen
Deposition von Sulfat-S,
Nitrat-N und
Ammonium-N,
1984 bis 2005.

2.12 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) vor¹⁷.

Die Kenntnis der partikulär vorkommenden S- und N-Verbindungen ist deswegen von Relevanz, da sie Bestandteile des atmosphärischen Aerosols (PM₁₀, siehe Kapitel 2.3) sind; sie werden nicht direkt emittiert, sondern entstehen in der Atmosphäre aus SO_2 , NO_x und NH_3 .

¹⁷In Hinblick auf die Phasenübergänge zwischen gasförmigen und partikulären Stickstoffverbindungen ist die gesonderte Angabe der Einzelkomponenten nicht möglich.

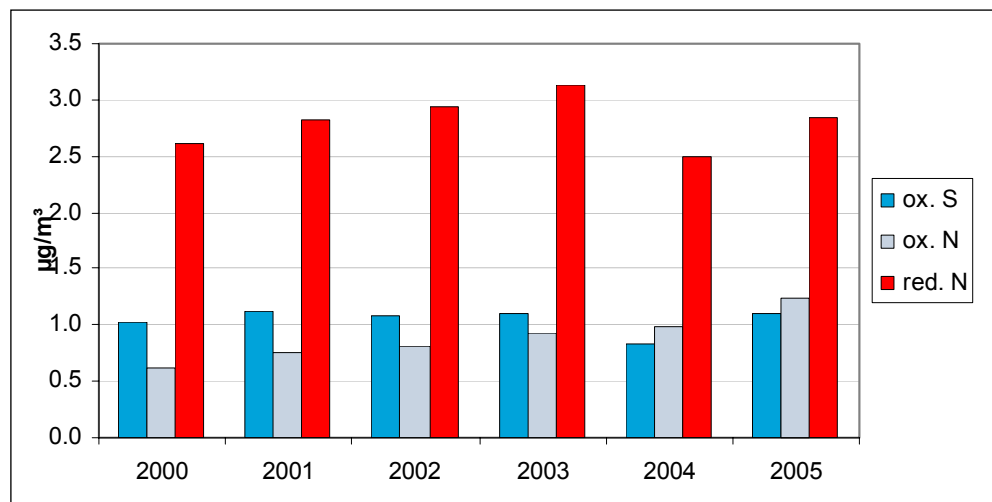
Tabelle 27 und Abbildung 25 zeigen die Entwicklung der Jahresmittelwerte der Konzentration von Schwefel im partikulären Sulfat sowie von oxidiertem und reduziertem Stickstoff im Zeitraum von 2000 bis 2005.

*Tabelle 27:
Jahresmittelwerte der
Konzentration von
Schwefel im partikulären
Sulfat, oxidiertem und
reduziertem Stickstoff,
2000 bis 2005, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.*

	Sulfat-S ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$)	ox. N ($\mu\text{gN}/\text{m}^3$)	red. N ($\mu\text{gN}/\text{m}^3$)
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

Während Schwefel und reduzierter Stickstoff seit 2000 keinen Trend aufweisen zeigt der oxidierte Stickstoff eine kontinuierliche Zunahme (Signifikanzniveau nach Mann-Kendall-Test 99 %); zwischen 2000 und 2005 hat sich die Konzentration des oxidierten Stickstoffs etwas mehr als verdoppelt. Wodurch dieser Trend verursacht wurde, ist vorerst unklar.

*Abbildung 25:
Jahresmittelwerte der
Konzentration von
Schwefel im partikulären
Sulfat und von
oxidiertem und
reduziertem Stickstoff,
2000 bis 2005, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.*



Der langjährige Trend der Konzentration von Schwefel im partikulären Sulfat wird für den Zeitraum von 1978 bis 2005 in Abbildung 26 dargestellt. Eine drastische Abnahme der Sulfat-Konzentration ist in den frühen Neunzigerjahren zu beobachten, danach ein weiterer leichter Rückgang. Seit den späten Neunzigerjahren liegt die Konzentration von Schwefel im partikulären Sulfat relativ konstant um $1 \mu\text{gS}/\text{m}^3$.

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

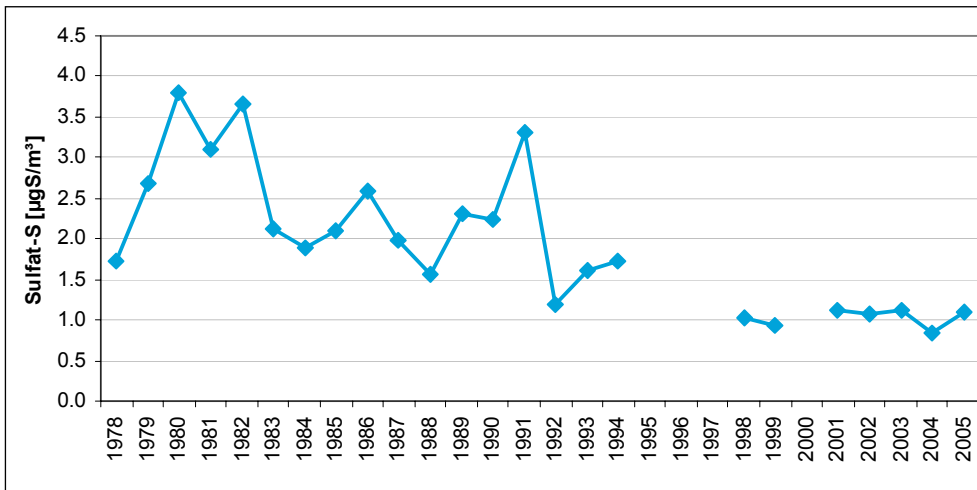


Abbildung 26:
Trend der Konzentration
von Schwefel im
partikulären Sulfat, 1978
bis 2005, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.13 Treibhausgase

2.13.1 Kohlendioxid

Die Konzentration des Treibhausgases Kohlendioxid (CO_2) wird auf dem Sonnblick im Rahmen des Global Atmosphere Watch (GAW)-Programmes der WMO gemessen. Kohlendioxid stellt das wichtigste Treibhausgas dar, dessen Konzentration infolge anthropogener Emissionen (Verbrennung fossiler Energieträger) in den letzten zwei Jahrhunderten deutlich zugenommen hat.

Die CO_2 -Konzentration liegt mit derzeit 381 ppm (JMW 2005) erheblich über dem vorindustriellen Wert von ca. 280 ppm (IPCC 2001).

Abbildung 27 gibt die Monatsmittelwerte der CO_2 -Konzentration auf dem Sonnblick seit 1999 an. Die Konzentration ist im Winter aufgrund höherer Emissionen und geringerer Aufnahme durch Pflanzen höher als im Sommer. Tabelle 28 zeigt die Jahresmittelwerte der CO_2 -Konzentration zwischen 2001 und 2005¹⁸.

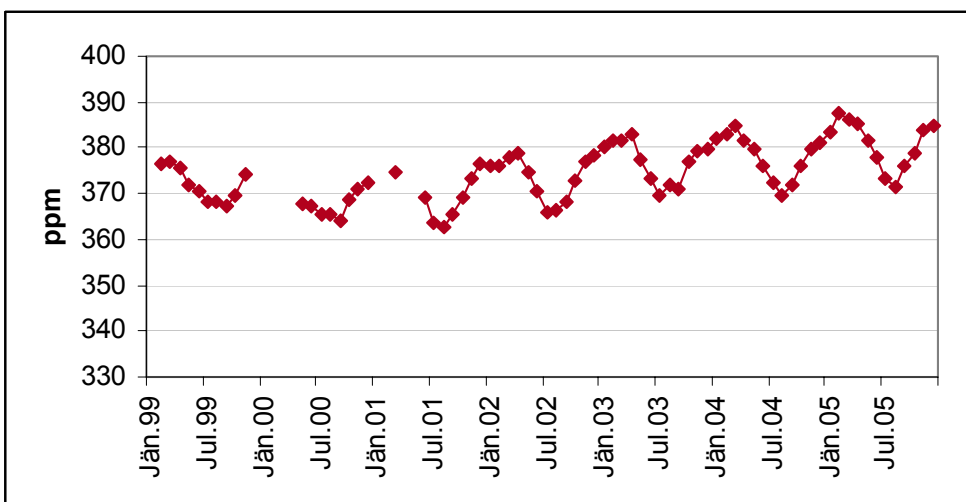


Abbildung 27:
Monatsmittelwerte der
 CO_2 -Konzentration, in
ppm.

¹⁸ 1999 und 2000 keine ausreichende Verfügbarkeit.

Tabelle 28:
Jahresmittelwerte der
CO₂-Konzentration,
2001 bis 2005, in ppm.

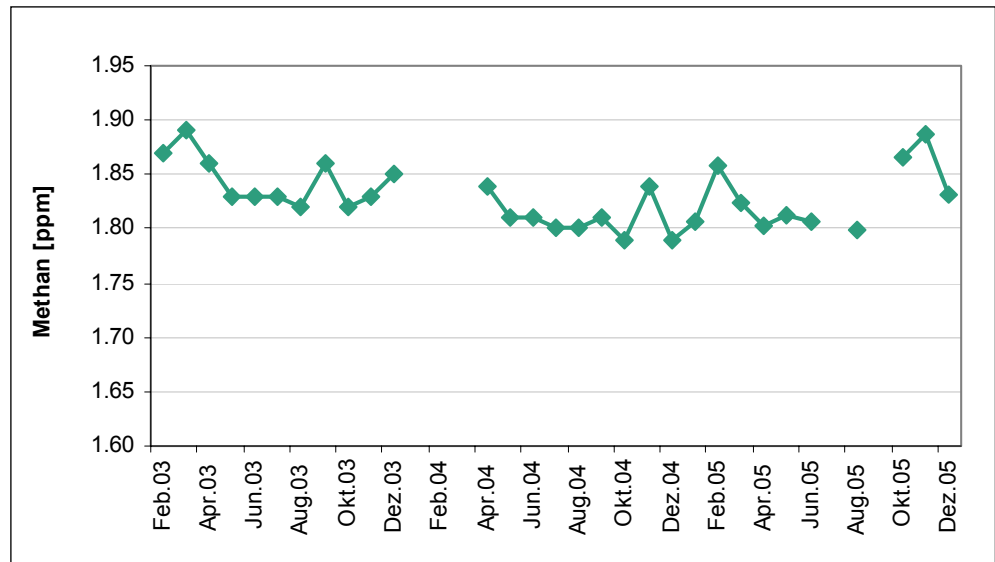
	CO ₂
2001	369
2002	374
2003	377
2004	378
2005	381

2.13.2 Methan

Die Konzentration des Treibhausgases Methan (CH₄) wird seit Februar 2003 auf dem Zöbelboden gemessen.

Der Jahresmittelwert beträgt 2005 1,82 ppm. Dies entspricht ungefähr den Konzentrationen, die an anderen Europäischen Hintergrundstationen gemessen werden.

Abbildung 28:
Monatsmittelwerte der
CH₄-Konzentration auf
dem Zöbelboden, ppm.





3 METEOROLOGISCHE MESSUNGEN

Die Messung meteorologischer Größen liefert Information, die zur Interpretation des Immissionsgeschehens benötigt wird. 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 von Bedeutung für die Beurteilung des Ozonbildungspotenzials und notwendige Eingangsgrößen für die mathematische Modellierung der Schadstoffausbreitung.

3.1 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 Ausbreitungsbedingungen (stabile Temperaturschichtung, niedrige Windgeschwindigkeit) sorgen für hohe Konzentrationen am Boden. Da nachts und im Winter tendenziell ungünstigere Ausbreitungsbedingungen herrschen als tagsüber bzw. im Sommer (generell führt stärkere Sonneneinstrahlung zu einer stärkeren Durchmischung der bodennahen Atmosphäre und damit zu einer rascheren Schadstoffverdünnung) werden nachts bzw. im Winter tendenziell höhere Konzentrationen der genannten Schadstoffe beobachtet als tagsüber bzw. im Sommer.

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 verbunden sind; zudem überstreichen derartige kontinentale Luftmassen häufig Gebiete in Ostmittel- und Osteuropa mit hohen Emissionen, die zu 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, wodurch 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 wie 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.

3.2 Die Witterung in Österreich im Jahr 2005 – Überblick

Das Jahr 2005 zeichnet sich im klimatologischen Vergleich durch durchschnittliche Temperaturverhältnisse aus. Abweichungen der Jahresmitteltemperatur bis +5 °C gegenüber dem Mittel der Klimaperiode 1961–1990 wurden lediglich gebietsweise im Oberösterreichischen Zentralraum, im mittleren Salzkachal, im Tiroler Unterinntal und im Bereich der Gurktaler Alpen registriert.

Die Niederschlagssummen lagen im Großteil Österreichs im Bereich des langjährigen Mittels oder leicht darüber. Deutlich unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen wurden in großen Teilen Vorarlbergs und des westlichen Tirol, in Osttirol und Südwestkärnten registriert, während große Teile des Alpenraums vom östlichen Nordtirol bis Niederösterreich sowie Niederösterreich und das östliche Oberösterreich überdurchschnittliche Niederschläge erhielten. Kleinräumig wurden im Mur-Mürz-Tal Niederschlagssummen bis über 130 % des langjährigen Mittelwerts erreicht.

Im Jahresverlauf fielen die tiefsten Temperaturen zumeist in die erste Märzwoche, die höchsten Temperaturen traten Ende Juli auf. Die extremen Niederschlagsereignisse, die im August im Nordalpenbereich, vor allem in Vorarlberg und im Außerfern zu Hochwasserkatastrophen führten, spiegeln sich in der Jahresniederschlagssumme nicht wider.

Im **Jänner** 2005 wurden in Westösterreich annähernd durchschnittliche Temperaturen – verglichen mit der Klimaperiode 1961–1990 – gemessen, wohingegen es im Osten außergewöhnlich warm war. Im außer- und randalpinen Raum vom Waldviertel bis Ostkärnten lag die Monatsmitteltemperatur um 2 bis 3 °C über dem langjährigen Durchschnitt.

Während die Niederschlagsmengen im Waldviertel und im Nordalpenbereich von Oberösterreich bis Wien das Eineinhalb- bis Zweifache der durchschnittlichen Niederschlagshöhe erreichten, war es südlich des Alpenhauptkamms von Osttirol bis ins Südburgenland mit weniger als 25 % des Klimamittelwertes extrem trocken. Unterdurchschnittliche Niederschläge wurden auch in Vorarlberg und Nordtirol erreicht. Der Nordosten Österreichs war von außergewöhnlichen Schneemengen betroffen, während im Süden und Westen kaum Schnee fiel.



Im **Februar** 2005 lag in ganz Österreich die Temperatur deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt; besonders kalt mit Abweichungen über -3 °C war es im Ostalpenraum, im westlichen Oberösterreich sowie im Salzburger und Tiroler Zentralalpenraum. In der östlichen Hälfte Österreichs traten besonders tiefe Temperaturen zwischen 4. und 10. Februar auf.

Die Niederschlagsmengen wiesen deutliche regionale Unterschiede auf. Außerordentlich trocken war der Süden Österreichs, wobei im westlichen Kärnten und in Osttirol weniger als 25 % der langjährigen Niederschlagssumme fielen. Überdurchschnittliche Niederschläge fielen nördlich des Alpenhauptkamms – in den nordalpinen Staulagen östlich von Kufstein, am niederösterreichischen Alpenostrand sowie im Mühl- und Waldviertel – mit über 150 % der langjährigen Niederschlagssumme.

Im **März** 2005 lag die Temperatur im Osten und Norden Österreichs etwas unter dem langjährigen Mittel – am kühlgsten war es im Waldviertel, im zentralen Niederösterreich und nördlichen Salzburg – im Süden und Westen etwas darüber. Besonders kalt war es zu Monatsbeginn.

Überdurchschnittliche Niederschlagsmengen wurden in den Nordstaulagen registriert, vor allem in den Alpen der Nordsteiermark und im südlichen Niederösterreich. Demgegenüber waren Osttirol, West- und Südkärnten mit weniger als 25 % des durchschnittlichen Niederschlags extrem trocken, ebenso das nördliche Niederösterreich.

Im **April** 2005 wurden in ganz Österreich leicht überdurchschnittliche Temperaturen beobachtet, besonders im Nordalpengebiet und im Norden Niederösterreichs. Die Niederschlagsmengen lagen zumeist über dem langjährigen Durchschnitt, wobei in Teilen Kärntens sowie im nördlichen Oberösterreich und im Waldviertel über 175 % des Klimamittelwertes fielen.

Der **Mai** 2005 war in ganz Österreich überdurchschnittlich warm, wobei im Süden und im Alpengebiet Temperaturabweichungen von $+2\text{ °C}$ und mehr gegenüber dem langjährigen Mittel beobachtet wurden. Besonders warm war es zu Monatsbeginn und zu Monatsende. Die Niederschlagsmengen lagen südlich des Alpenhauptkamms sowie im Südosten Österreichs unter dem langjährigen Mittel, im Norden Österreichs fielen überdurchschnittliche Regenmengen.

Der **Juni** 2005 wies in ganz Österreich überdurchschnittliche Temperaturen auf, wobei es im Südwesten und Westen besonders warm war; in Vorarlberg, Tirol und Kärnten lag die Temperatur um mehr als $+2\text{ °C}$ über dem langjährigen Mittel. Die Niederschlagsmengen lagen im Großteil Österreichs unter dem Klimamittelwert.

Der **Juli** 2005 war ein relativ warmer, vor allem aber regenreicher Monat. Die Temperatur lag im Großteil Österreichs etwas über dem langjährigen Mittel, wobei es im Osten Niederösterreichs mit Abweichungen über $1,5\text{ °C}$ gegenüber dem Klimamittelwert am wärmsten war. Die höchsten Temperaturen wurden während einer Hochdruckperiode von 27. bis 30.7. gemessen, während es v. a. von 6. bis 9.7. relativ kühl war.

In ganz Österreich lag die Niederschlagsmenge über dem langjährigen Mittel; besonders viel Regen fiel in der Obersteiermark und im südlichen Salzburg, teilweise weit mehr als das Doppelte des Durchschnitts, aber auch das Mühl- und Waldviertel sowie das Ober- und Niederösterreichische Alpenvorland waren von vergleichsweise sehr hohen Regenmengen betroffen.

Der **August** 2005 war im Großteil Österreichs etwas zu kühl, verglichen mit dem langjährigen Mittel, vor allem aber extrem regenreich. Um mehr als 1 °C unter dem Klimamittel lag die Temperatur in Vorarlberg, in Salzburg und im westlichen Oberösterreich.

Die Regenmengen überstiegen im Großteil von Vorarlberg und Nordtirol, in Niederösterreich, Wien und dem Burgenland sowie im Großteil der Steiermark und Kärntens das Eineinhalbfache des langjährigen Durchschnitts; im Arlberggebiet und im Außerfern sowie im westlichen Wein- und östlichen Waldviertel, im Tullnerfeld, im Nordburgenland, in der Südsteiermark und in Klagenfurt lagen sie bei mehr als dem Doppelten. Die Starkniederschlagsereignisse, die in weiten Teilen Österreichs zu Hochwasserkatastrophen führten, fielen im Westen und Süden Österreichs vor allem auf den 21. und 22.8., im Norden und Nordosten auf den 14. bis 16.8.

Den **September** 2005 kennzeichneten im Großteil Österreichs überdurchschnittlich hohe Temperaturen und hohe Niederschlagsmengen. Besonders warm war es im Nordalpenbereich vom Inntal bis Mariazell mit Abweichungen über 2°C gegenüber dem langjährigen Mittel.

Unterdurchschnittliche Regenmengen fielen nur in Vorarlberg und im Westen Tirols. Besonders hoch waren die Niederschlagsmengen im Oberösterreichischen Alpenvorland, im Mostviertel und im Waldviertel sowie im östlichen Niederösterreich, wo mehr als das Eineinhalbfache der durchschnittlichen Regenmenge fiel.

Der **Oktober** 2005 war in fast ganz Österreich von überdurchschnittlichen Temperaturen gekennzeichnet. Besonders warm mit Abweichungen um +2 °C gegenüber dem Klimamittel war es im Nordalpenbereich von Innsbruck bis Mariazell sowie im Oberösterreichischen Donaauraum.

Die Niederschlagsmengen waren im gesamten außeralpinen Raum Nord- und Ostösterreichs extrem niedrig, sie betrug weniger als 25 % des Klimawertes, im Raum Wien, im Burgenland und in der Südoststeiermark weniger als 10 %. Durchschnittliche Niederschlagsmengen wurden nur im Zentral- und Südalpenbereich gemessen, wobei im Bereich der Gurktaler Alpen mehr als das Eineinhalbfache der mittleren Niederschlagsmenge fiel.

Der **November** 2005 wies in großen Teilen Österreichs Temperaturwerte auf, die dem langjährigen Mittel entsprachen. Vergleichsweise warm war es südlich des Alpenhauptkamms, relativ kühl im Norden. Die Niederschlagsmengen entsprachen ebenfalls zumeist dem langjährigen Durchschnitt, im Süden und Südosten lagen sie geringfügig darüber, im Norden und Westen tendenziell darunter.

Der **Dezember** 2005 wies im Großteil Österreichs unterdurchschnittliche Temperaturen auf, vor allem im Zentralalpengebiet mit Abweichungen bis -2 °C. Überdurchschnittlich warm war es im Südosten Österreichs und im nördlichen Salzburg.

Die Niederschlagsmengen lagen im Osten Österreichs sowie im Zentralalpengebiet deutlich über dem langjährigen Mittel, wobei vor allem Ostösterreich außergewöhnlich schneereich war. In Wien fiel fast das Doppelte des durchschnittlichen Dezember-Niederschlags, wobei der 6.12. dank eines Tiefdruckgebietes über Norditalien besonders hohe Niederschlagsmengen verzeichnete. Sehr niederschlagsarm waren dagegen Osttirol sowie das Ober- und Niederösterreichische Alpenvorland. Insgesamt war die Witterung von vergleichsweise häufigen Tiefdruck- und Nordwestwetterlagen gekennzeichnet.



3.3 Wind

Die Windrichtungsverteilungen der Stationen Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf, St. Sigmund, Stolzalpe, Vorhegg und Zöbelboden für das Jahr 2005 sind in den Schadstoffwindrosen im Anhang 8 dargestellt.

Tabelle 29 gibt die Monatsmittelwerte der Windgeschwindigkeit im Jahr 2005 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) treten in St. Sigmund, in einem relativ schmalen hochalpinen Tal, sowie am Zöbelboden auf der Wildwiese (10 m über Boden) auf, letzterer Standort ist durch Wald am nahe gelegenen Hang relativ stark abgeschirmt.

	ENK	ILL	PIL	SIG	SON	STO	VOR	ZOE Wildwiese	ZOE Messturm
Jän.05	3,9	3,6	4,5	1,3	9,5	1,5	1,0	1,6	4,0
Feb.05	3,7	3,1	3,7	1,4	8,3	1,3	1,3	1,5	3,4
Mär.05	3,2	2,9	3,7	1,3	7,3	1,3	1,3	1,3	2,9
Apr.05	2,6	3,2	3,2	1,1	7,5	1,5	1,0	1,0	2,3
Mai.05	2,9	3,3	3,3	1,3	6,8	1,5	1,2	1,1	2,7
Jun.05	2,6	3,1	3,0	1,1	6,5	1,3	1,2	1,0	2,6
Jul.05	2,4	2,9	3,0	1,2	6,5	1,2	1,2	0,9	2,5
Aug.05	2,4	2,7	3,0	1,0	6,4	1,1	1,1	0,9	2,9
Sep.05	2,3	2,4	2,6	1,0	6,1	0,9	1,0	0,6	
Okt.05	3,4	1,5	2,6	1,0	7,7	1,0	1,0	0,6	2,2
Nov.05	2,4	2,2	2,6	0,9	7,7	0,9	0,9	1,0	2,4
Dez.05	3,3	3,0	3,9	0,9	9,3	1,2	0,9	1,4	3,1

Tabelle 29:
Monatsmittelwerte der
Windgeschwindigkeit
2005, in m/s.

3.4 Temperatur

Tabelle 30 gibt die Jahresmittelwerte der Temperatur an den Messstellen des Umweltbundesamtes in den Jahren 1991 bis 2005 an, Tabelle 31 die Monatsmittelwerte für 2005.

*Tabelle 30:
Jahresmittelwerte der
Temperatur, 1991 bis
2005, in °C.*

	ENK	ILL	PIL	KOL	SIG	SON	STO	SULZ	VOR	ZOE
1990						-4,9				
1991		10,1		7,0		-5,5				
1992		11,3		8,7		-4,5	6,1		8,6	
1993		10,1	9,2	7,6		-5,1	5,2		6,3	
1994		11,5	10,8	6,5		-4,4	6,1		8,1	
1995		10,4	9,4	7,0		-5,6	4,7		7,0	
1996		9,2	7,7	6,1		-5,9	4,0		5,5	5,8
1997		10,2	9,0	7,6		-5,0	3,9		7,5	7,0
1998		10,7	9,7	7,3		-5,0	4,8		7,4	7,8
1999	9,3	11,2	9,8	7,6		-4,6	4,7	6,9	7,6	7,3
2000	10,1	12,3	10,6	8,5	3,5	-4,4	5,5	7,3	8,3	8,2
2001	8,2	10,7	9,5	7,3	2,7	-5,4	4,7	6,4	7,2	7,0
2002	8,9	11,4	10,3	8,4	3,5	-4,2	5,7	7,3	7,7	7,9
2003	8,7	11,1	10,7	8,3	3,3	-3,6	5,3	7,3	7,5	8,2
2004	8,0	10,3	9,6		2,6	-5,1	4,6		6,7	6,9
2005	7,8	10,3	9,2		2,3	-5,6	4,1		6,7	6,6

Im Vergleich der letzten 10 bis 15 Jahre war 2005 ein relativ kühles Jahr. Besonders kalt waren 2005 die Monate Februar und Dezember.

*Tabelle 31:
Monatsmittelwerte der
Temperatur 2005, in °C.*

	ENK	ILL	PIL	SIG	SON	STO	VOR	ZOE
Jän.05	-0,9	0,9	0,9	-6,5	-13,0	-4,2	-1,8	-1,2
Feb.05	-3,7	-1,9	-2,2	-9,2	-16,7	-6,7	-3,9	-4,0
Mär.05	1,9	4,4	3,0	-2,2	-10,4	-1,0	2,1	1,1
Apr.05	9,1	11,4	10,7	2,3	-6,8	3,8	6,2	6,8
Mai.05	13,7	16,0	14,8	7,1	-2,1	9,2	12,2	11,5
Jun.05	16,7	19,2	17,6	10,5	1,0	12,3	15,7	14,4
Jul.05	20,2	20,8	19,4	11,2	2,5	13,3	16,2	15,5
Aug.05		18,6	17,8	9,5	1,0	11,5	14,6	13,4
Sep.05	14,6	16,7	15,5	8,3	0,3	10,3	12,5	13,3
Okt.05	9,3	11,7	9,9	5,5	-0,9	6,3	8,1	9,3
Nov.05	1,4	4,1	2,9	-2,3	-8,6	-0,3	2,0	1,4
Dez.05	-2,4	0,8	-0,5	-7,5	-13,8	-5,5	-3,3	-3,4



3.5 Globalstrahlung

Tabelle 32 gibt die Monats- und Jahressummen der Globalstrahlung für das Jahr 2005 in MJ/m² an, Tabelle 33 die Jahressummen im Zeitraum von 1993 bis 2005.

Im Jahr 2005 registrierten alle Messstellen außer St. Sigmund überdurchschnittliche Globalstrahlungssummen.

	ENK	ILL	PIL	SIG	STO	VOR	ZOE
Jän.05	110	122	131	75	171	194	85
Feb.05	206	205	197	179	242	271	141
Mär.05	365	395	409	365	388	428	317
Apr.05	440	483	489	422	442	449	404
Mai.05	613	657	638	494	598	631	527
Jun.05	621	644	630	466	577	651	514
Jul.05	579	573	523	395	547	611	505
Aug.05	460	437	482	306	425	489	378
Sep.05	374	377	376	258	373	354	338
Okt.05	249	268	271	201	276	252	264
Nov.05	95	111	93	109	177	178	109
Dez.05	83	87	90	79	130	136	70
2005	4.217	4.359	4.325	3.350	4.344	4.645	3.678

Tabelle 32:
Monats- und Jahres-
summen der Global-
strahlung 2005 in MJ/m².

	ENK	ILL	PIL	SIG	STO	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		4.408	4.681	3.408
1999	3.469	3.744	3.596		3.329	3.822	3.060
2000	4.080	4.514	4.284	3.091	4.404	4.788	4.080
2001	3.912	4.450	4.015	3.341	4.335	4.495	3.465
2002	4.016	4.081	4.078	3.270	4.115	4.156	
2003	4.691	4.501	4.620	3.656	4.599	4.898	3.850
2004	4.189	3.734	4.268	3.490	4.127	4.461	3.523
2005	4.217	4.359	4.325	3.350	4.344	4.645	3.678

Tabelle 33:
Jahressummen der
Globalstrahlung, 1993
bis 2005, in MJ/m².

3.6 Sonnenscheindauer

Tabelle 34 gibt die Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer für das Jahr 2005 in Stunden an, Tabelle 35 die Jahressummen im Zeitraum von 1992 bis 2005.

*Tabelle 34:
Monats- und
Jahressummen der
Sonnenscheindauer
2005, in Stunden.*

	ENK	ILL	PIL	SIG	SON	STO	VOR	ZOE
Jän.05	73	86	91	40	150	118	131	59
Feb.05	89	97	89	62	124	120	149	64
Mär.05	170	196	186	110	202	170	207	132
Apr.05	189	212	221	106	140	166	174	131
Mai.05	242	287	282	124	205	217	239	164
Jun.05	227	266	254	118	145	185	233	150
Jul.05	201	233	207	107	162	176	205	154
Aug.05	150	174	203	88	102	138	188	119
Sep.05	188	188	183	95	124	161	157	114
Okt.05	135	172	182	94		173	148	161
Nov.05	31	61	42	49		118	99	71
Dez.05	43	63	58	26		80	87	37
2005	1.739	2.034	1.999	1.017		1.824	2.016	1.355

*Tabelle 35:
Jahressummen der
Sonnenscheindauer
1992 bis 2005,
in Stunden.*

	ENK	ILL	PIL	SIG	SON	STO	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	1.825	2.035	951
1999	1.662	1.882	1.723		1.577	1.692	1.930	1.030
2000	1.785	2.090	1.929	973		1.890	2.062	1.195
2001	1.746	1.926	1.734	952		1.921		1.074
2002	1.581	1.994	1.834	991	1.635	1.856	1.908	
2003	2.185	2.262	2.150	1.199	2.102	2.087	2.294	1.501
2004	1.751	1.656	1.809	985	1.752	1.717	1.924	1.309
2005	1.739	2.034	1.999	1.017		1.824	2.016	1.355



3.7 Niederschlag

Tabelle 36 gibt die Monats- und Jahressummen des Niederschlags 2005 in mm an. In Tabelle 37 sind die Jahressummen des Niederschlags an den Umweltbundesamt-Messstellen von 1993 bis 2005 zusammengestellt.

	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jän.05	31	17	17	4	103
Feb.05	59	28	12	7	171
Mär.05	18	13	3	16	406
Apr.05	106	47	38	94	160
Mai.05	84	62	90	36	236
Jun.05	69	18	22	38	119
Jul.05	130	63	116	142	309
Aug.05	110	141	135	133	227
Sep.05	114	41	38	176	97
Okt.05	24	4	8	173	23
Nov.05	19	44	7	29	27
Dez.05	14	49	14	24	93
2005	777	525	498	872	1.969

*Tabelle 36:
Monats- und Jahres-
summen des Nieder-
schlags 2005, 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

*Tabelle 37:
Jahressummen des
Niederschlags, 1993 bis
2005, in mm.*

4 LITERATUR

- IPCC (2001): Climate Change 2001: Synthesis Report, Summary for Policymakers (<http://www.ipcc.ch/pub/un/syrenng/spm.pdf>).
- SEINFELD, J. H. & PANDIS, S. N. (1998): Atmospheric Chemistry and Physics, John Wiley & Sons, New York.
- UMWELTBUNDESAMT (2002): Schneider, J. & Lorbeer, G.: Inhaltsstoffe von PM10 und PM2,5 an zwei Messstationen, BE-208. Umweltbundesamt Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2004): Statuserhebung betreffend Überschreitungen des IG-L-Grenzwertes für PM10 an den Messstellen Illmitz, Kittsee und Eisenstadt im Jahr 2002. Erstellt im Auftrag des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung. Umweltbundesamt Wien.
<http://www.noel.gv.at/SERVICE/BD/Bd4/luft/feinstaub.htm>.
- UMWELTBUNDESAMT (2006): Anderl, M.; Gangl, M.; Köther, T. et al.: Emissionstrends 1990–2004. Ein Überblick über die österreichischen Verursacher von Luftschadstoffen mit Datenstand 2006. Report, Bd. REP-0037. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006a): Luftgütemessstellen in Österreich. Stand Jänner 2006. Report, Bd. REP-0015. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006b): Herkunftsanalyse der PM10-Belastung in Österreich, Ferntransport und regionale Beiträge. Report, Bd. REP-0034. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006c): Trends von NO_x-Emissionen und -Immissionen in Österreich, 1990–2004. Report, Bd. REP-0056. Umweltbundesamt, Wien. (in Druck)
- UMWELTBUNDESAMT (2006d): Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2005. Report, Bd. REP-0065. Umweltbundesamt, Wien.



ANHANG 1: GLOSSAR, ABKÜRZUNGEN UND INFORMATIONEN

SO ₂	Schwefeldioxid
PM10.....	Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist.
PM2,5.....	Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist.
PM1.....	Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 1 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist.
NO.....	Stickstoffmonoxid
NO _x	Stickstoffoxide (Summe aus NO und NO ₂)
NO ₂	Stickstoffdioxid
CO.....	Kohlenstoffmonoxid
O ₃	Ozon
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CH ₄	Methan

Luftmessstationen des Umweltbundesamtes:

ACH.....	Achenkirch
ENK.....	Enzenkirchen
ILL.....	Illmitz
PIL.....	Pillersdorf
SIG.....	St. Sigmund
SON.....	Sonnblick
STO.....	Stolzalpe
VOR.....	Vorhegg
ZOE.....	Zöbelboden



- 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
- WMO World Meteorological Organisation (<http://www.wmo.ch>)
- GAW Global atmosphere watch
- ZAMG Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Die 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 2: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN

Einheiten

mg/m³ Milligramm pro Kubikmeter
 µg/m³ 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 (BGBl. I 115/97 i.d.g.F.) Anlage 1 zum langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit.

Schadstoff	Konzentration	Mittelwertart
SO ₂	120 µg/m ³	Tagesmittelwert
SO ₂	200 µg/m ³	Halbstundenmittelwert; bis zu drei Halbstundenmittelwerte pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte im Kalenderjahr bis zu 350 µg/m ³ gelten nicht als Überschreitung
PM10	50 µg/m ³	Tagesmittelwert; pro Kalenderjahr ist die folgende Zahl von Überschreitungen zulässig: bis 2004: 35, von 2005 bis 2009: 30, ab 2010: 25
PM10	40 µg/m ³	Jahresmittelwert
CO	10 mg/m ³	Gleitender Achtstundenmittelwert
NO ₂	200 µg/m ³	Halbstundenmittelwert
NO ₂	30 µg/m ³ (40 µg/m ³ inkl. Toleranzmarge im Jahr 2005)	Jahresmittelwert. Dieser Grenzwert ist ab 2012 einzuhalten. Die Toleranzmarge beträgt 30 µg/m ³ bei Inkrafttreten des Gesetzes und wird am 1.1. jedes Jahres bis 1.1. 2005 um 5 µg/m ³ verringert. Die Toleranzmarge von 10 µg/m ³ gilt gleich bleibend vom 1.1. 2005 bis 31.12.2009. Die Toleranzmarge von 5 µg/m ³ gilt gleich bleibend vom 1.1. 2010 bis 31.12.2011.
Blei im PM10	0,5 µg/m ³	Jahresmittelwert
Benzol	5 µg/m ³	Jahresmittelwert

Da an den Messstellen des Umweltbundesamtes die PM10-Konzentration gravimetrisch gemessen wird, erfolgt die Beurteilung der TSP-Konzentration anhand der PM10-Messwerte, welche mit dem in der EU-Richtlinie 1999/30/EG (Art. 9, Abs. 5) festgelegten Faktor von 1,2 multipliziert werden.

Zielwerte für PM10 und NO₂ gemäß IG-L Anlage 5

Schadstoff	Konzentration	Mittelwertart
PM10	50 µg/m ³	Tagesmittelwert, darf nicht öfter als 7-mal im Kalenderjahr überschritten werden
PM10	20 µg/m ³	Jahresmittelwert
NO ₂	80 µg/m ³	Tagesmittelwert

Darüber hinaus sind in Anlage 2 des IG-L Grenzwerte für die Deposition von Staubbiederschlag und die Inhaltsstoffe Pb und Cd festgelegt. Derartige Messungen wurden 2005 vom Umweltbundesamt jedoch nicht durchgeführt.

Grenzwerte der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation (BGBl. II 298/2001)

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 (BGBl. 210/92, i.d.g.F.) 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-Wert¹⁹ 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.

¹⁹ AOT40: Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb



	Zeitfenster	Critical Level
UNECE, Schutz des Waldes	April–September, Tageslichtstunden	10 ppm.h
UNECE, Schutz landwirtschaftlicher Pflanzen	Mai–Juli, Tageslichtstunden	3 ppm.h
RL 2002/3/EG, Zielwert zum Schutz der Vegetation	Mai–Juli, 8:00–20:00	9 ppm.h ²⁰ , gemittelt über 5 Jahre
RL 2002/3/EG, langfristiges Ziel zum Schutz der Vegetation	Mai–Juli, 8:00–20:00	3 ppm.h

In der neuen Ozonrichtlinie der EU (2002/3/EG) 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.

In der 4. Luftqualitäts-Tochtrichtlinie 2004/107/EG zur Rahmenrichtlinie 96/62/EG werden Zielwerte für die Konzentration der Schwermetalle Cadmium, Arsen und Nickel im PM10 sowie von Benzo(a)pyren im PM10 festgelegt; sie sind als Jahresmittelwerte definiert.

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

²⁰ im Richtlinien text 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 IN
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	Horiba APNA-360
CO	Horiba APMA-360CE
Partikuläres Sulfat, Nitrat, Ammonium, Salpetersäure, Ammoniak	Low Volume Sampler DPA 96, Analyse mittels Ionenchromatographie
Nasse Deposition	WADOS mit automatischem Probenwechsler
Pillersdorf	
O ₃	Horiba APOA-350E
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM10 kontinuierlich	FH 62 IN
SO ₂	TEI 43S
NO, NO ₂	Horiba APNA-360E
St. Sigmund	
O ₃	Horiba APOA-360E
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	Horiba APNA-360E
Sonnblick	
O ₃	TEI 49C
CO	Horiba APMA-360CE
CO ₂	URAS-14
NO _x	TEI 42CTL
Stolzalpe	
O ₃	Horiba APOA-360E
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	Horiba APNA-360E
Vorhegg	
O ₃	Horiba APOA-350E
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie



Messtelle, Komponente	Gerätetype
SO ₂	TEI 43CTL
NO _x , 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
PM10 kontinuierlich	TEOM
SO ₂	TEI 43CTL
NO _x , NO ₂	TEI42CTL
CH ₄	TEI 55C
Nasse Deposition	WADOS mit automatischem Probenwechsler

Technische Angaben zu den Messgeräten

Immissionsmessgeräte

	Nachweisgrenze	Messprinzipien
SO₂		
TEI 43CTL	0,13 µg/m ³ (0,05 ppb)	UV-Fluoreszenz
PM10, PM2,5, PM1		
DHA80, Gravimetrie	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		
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, PM2,5 und PM1 (Gravimetrie und kontinuierliche Messung) sowie der Inhaltsstoffe auf Umgebungsbedingungen.

Probenahme- und Analysemethoden

Komponente	Probenahme	Analyse	Bestimmungsgrenze
Schwermetalle im PM10	Besaugung von Filtern (PM10 Tagesproben) mit Digital High-Volume-Sampler, 720 m ³ /d	Mikrowellenunterstützter 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
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)
Regeninhaltstoffe	Wet-and-dry only sampler (WADOS)	Ionenchromatographie mit Leitfähigkeitsdetektor	Nitrat-N: 0,002 mg/l, Magnesium: 0,010 mg/l, Sulfat: 0,018 mg/l, Kalzium: 0,013 mg/l, Kalium: 0,018 mg/l, Natrium: 0,010 mg/l; Ammonium-N: 0,023 mg/l, Chlorid: 0,034 mg/l
Partikuläres Sulfat, Nitrat, Ammonium, Salpetersäure, Ammoniak	Besaugung von Filtern (für partikuläre Komponenten Teflonfilter, für HNO ₃ und SO ₂ KOH-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

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:

Trägergas: 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

C ₆ –C ₁₂ :	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 Windschwwindigkeit	Kroneis 263 PRH	Windfahne, Schalenkreuz
Temperatur	Kroneis NTC-Netzwerk	NTC-Widerstand
Relative Feuchte	Pernix Haarhygrometer 800L100	Haarhygrometer
Globalstrahlung	Schenk Sternpyranometer 8101	Differenzielle Erwärmung schwarzer und weißer Flächen
Strahlungsbilanz	Schenk Strahlungsbilanzmesser 8110	Differenzielle Erwärmung schwarzer und weißer Flächen, Differenz oben–unten
Sonnenscheindauer	HAENNI Solar 111	Strahlungsdifferenz zwischen Himmels- und Direktstrahlung
Luftdruck	Kroneis Barogeber 317S	Vakuumdrukdose
Niederschlag	AP23, Fa. Paar	Beheizter Trichter (500 mm ² Durchmesser), Registrierung mittels Wippe (1 Wippenimplus = 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 die Komponenten SO₂, NO_x und CO zumindest zweimal jährlich, für O₃ dreimal 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-, PM_{2,5}- und PM₁-Messung erfolgt gemäß der ÖNORM EN 12341.

- *Rückführbarkeiten*

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

- *Messunsicherheit*

Da die europäischen Normen zur Vereinheitlichung der Berechnung der Messunsicherheit entsprechend den Anforderungen der Tochterrichtlinien erst erarbeitet werden, wurde gemäß der Richtlinie 14 „Österreichweit einheitliche Vorgangsweise zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit der Immissionsmessdaten, Leitfaden zur Immissionsmessung nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft, BGBl. I 115/1997“ die so genannte erweiterte kombinierte Messunsicherheit berechnet.

Die Messunsicherheit für einen Luftschadstoff in einem Messnetz zur Luftüberwachung nach IG-L berechnet sich aus folgenden Unsicherheitskomponenten:

- Probenahme,
- zeitliche Stabilität,
- Kalibration.

Für die einzelnen Komponenten ergibt sich im Schnitt über alle Stationen:

Komponente	erweiterte kombinierte Messunsicherheit (%)	Zahl der Stationen
O ₃	8,3	8
NO	7,0	7
NO _x	7,0	7
SO ₂	7,4	7
CO	6,8	3

Qualitätssichernde Maßnahmen im Bereich der Laboranalysen

Basis des QS-Systems ist die ÖNORM EN ISO 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) abgeglichenen Referenzgerätes kalibriert.

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

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



ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN

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

	SO₂	NO_x	CO	O₃	PM10	PM2,5
Enzenkirchen	97	95		96	98	
Illmitz	97	96	97	94	99	99
Pillersdorf	97	97		97	99	
St. Sigmund	97	97		98		
Sonnblick			95	96		
Stolzalpe	97	97		96		
Vorhegg	96	98	97	91	95	
Zöbelboden	97	97		97	97	96

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 µg/m³ (—).

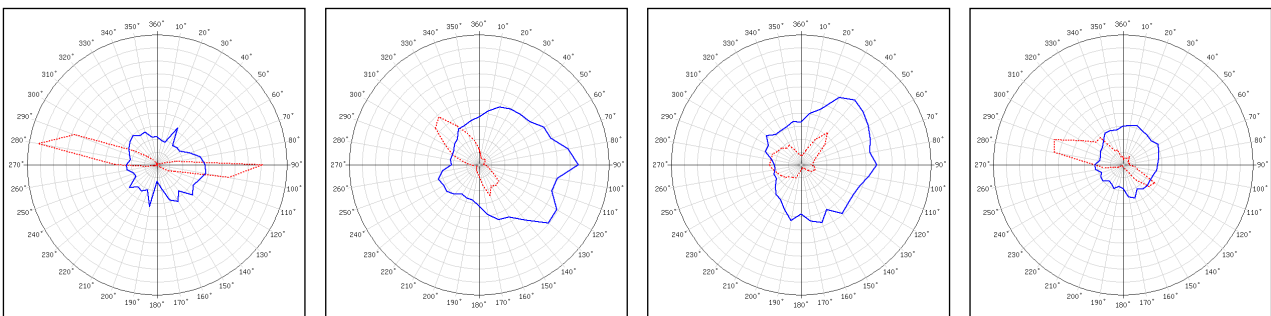
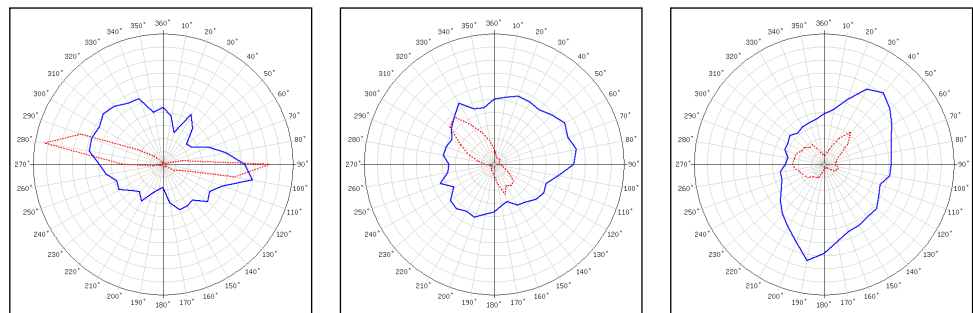


Abbildung 29: Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen (FH 62 IN), Illmitz (FH 62 IR), Pillersdorf (FH 62 IN) und Zöbelboden (TEOM; Wind Messturm), PM10, 2005, Rohdaten.

Stickstoffdioxid

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

Abbildung 30: Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf, NO₂, 2005.



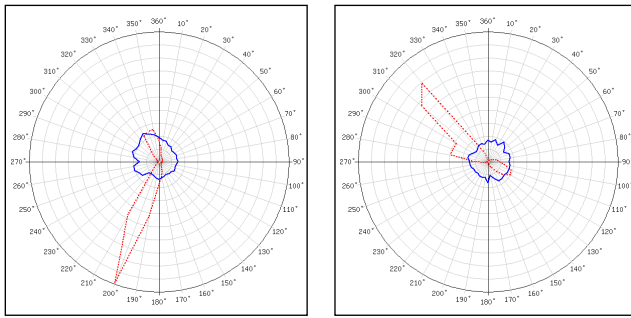


Abbildung 31:
Schadstoffwindrosen für
St. Sigmund und
Stolzalpe, NO₂, 2005.

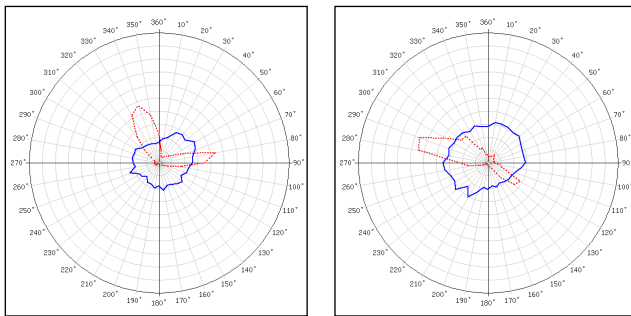


Abbildung 32:
Schadstoffwindrosen für
Vorhegg und
Zöbelboden (Wind
Messturm), NO₂, 2005.

Schwefeldioxid

Der Radius der SO₂-Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % (- - - - -) bzw. einem HMW von 10 µg/m³ (———).

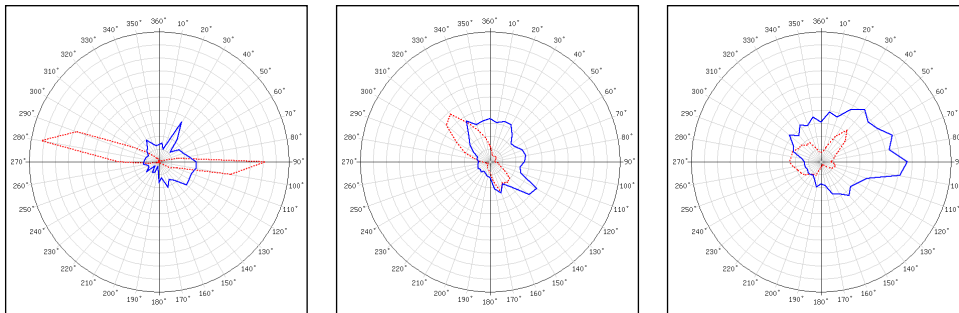


Abbildung 33:
Schadstoffwindrosen für
Enzenkirchen, Illmitz
und Pillersdorf, SO₂,
2005.

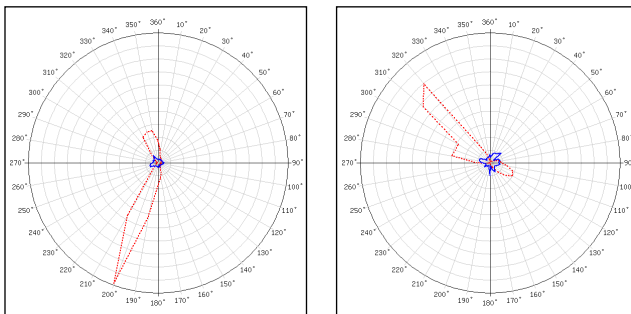
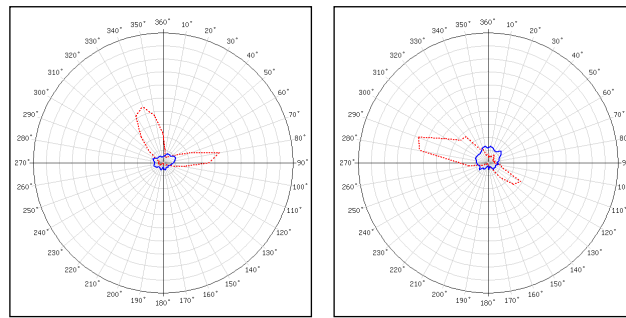


Abbildung 34:
Schadstoffwindrosen für
St. Sigmund und
Stolzalpe, SO₂, 2005.

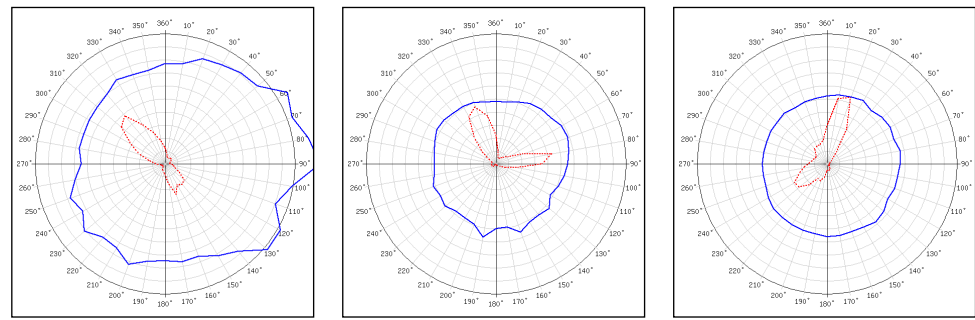
Abbildung 35:
Schadstoffwindrosen für
Vorhegg und
Zöbelboden (Wind
Messturm), SO₂, 2005.



Kohlenmonoxid

Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % (- - - - -) bzw. einem HMW von 0,4 mg/m³ (———).

Abbildung 36:
Schadstoffwindrose für
Illmitz, Vorhegg und
Sonnblick, CO, 2005.



ANHANG 9: VOC – MONATSMITTELWERTE

Die folgenden beiden Tabellen geben die Monatsmittelwerte für die gemessenen VOC-Spezies an den Messstellen Graz Süd und Graz Magna wieder. Der Vollständigkeit halber werden auch die Ergebnisse ab November 2004 (Beginn der Messkampagne) aufgelistet.

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 November 2004 bis Dezember 2005, Messstelle Graz Süd.

Substanz	2004		2005											
	Nov	Dez	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
iso-Pentan	7,88	6,87	12,27	5,23	5,83	4,09	3,88	3,88	2,86	3,12	7,03	12,25	6,14	10,08
1-Penten	0,31	0,27	0,41	0,16	0,18	0,08	0,05	0,08	0,06	0,08	0,15	0,28	0,18	0,34
n-Pentan	2,71	2,24	3,28	1,97	1,94	1,60	1,22	1,52	1,03	1,32	2,40	3,95	2,30	2,99
2-Penten	0,76	0,62	1,08	0,41	0,47	0,31	0,27	0,23	0,24	0,30	0,49	0,96	0,49	0,93
iso-Hexan	2,00	1,71	2,52	1,32	1,17	0,86	0,74	0,86	0,90	1,22	1,78	2,62	1,57	2,27
n-Hexan	1,15	0,93	1,45	0,89	0,80	0,60	0,44	1,45	0,58	0,66	0,84			
Benzol	5,05	5,09	5,43	4,46	2,91	1,29	0,71	0,68	0,63	0,83	1,23	3,06	3,79	5,54
iso-Oktan	0,41	0,36	0,40	0,24	0,21	0,16	0,14	0,25	0,12	0,19	0,21	0,37	0,22	0,31
n-Heptan	1,35	0,97	1,66	0,83	0,69	0,44	0,35	0,41	0,42	0,44	0,51	0,86	0,66	1,05
Toluol	8,21	7,23	9,74	5,43	3,94	2,53	2,14	2,33	2,20	2,82	3,76	5,98	5,16	6,87
n-Oktan	0,71	0,49	0,68	0,35	0,29	0,20	0,16	0,16	0,15	0,21	0,22	0,37	0,30	0,47
Ethylbenzol	2,13	1,73	2,39	1,43	1,04	0,77	0,58	0,66	0,64	0,73	0,92	1,92	1,27	1,87
m-, p-Xylol	6,19	4,95	6,88	4,15	2,94	2,11	1,56	1,73	1,70	2,03	2,60	5,56	3,56	5,20
o-Xylol	2,29	1,79	2,39	1,35	1,01	0,73	0,54	0,61	0,62	0,72	0,92	1,81	1,27	1,90
1,3,5-TMB	0,80	0,56	0,82	0,47	0,38	0,27	0,19	0,26	0,26	0,30	0,40	0,71	0,49	0,67
1,2,4-TMB	2,87	2,08	2,88	1,65	1,34	0,94	0,71	0,91	0,80	0,98	1,36	2,43	1,66	2,31
1,2,3-TMB	0,70	0,52	0,71	0,41	0,32	0,23	0,15	0,21	0,22	0,26	0,34	0,59	0,41	0,60
n-Nonan			0,72	0,35	0,28	0,19	0,14	0,19	0,15	0,22	0,28	0,48	0,42	0,44
n-Dekan			1,11	0,60	0,47	0,36	0,24	0,36	0,27	0,42	0,47	0,72	0,61	1,63
n-Undekan			0,82	0,49	0,38	0,29	0,24	0,32	0,28	0,40	0,45	0,65	0,52	0,61
n-Dodekan			0,55	0,40	0,31	0,18	0,12	0,24	0,18	0,21	0,28	0,35	0,34	0,42
Aceton			3,70	3,27	3,58	2,60	1,80	0,86	0,54	0,46	0,98	1,94	2,02	3,89
Ethylacetat			3,73	1,95	2,23	0,95	0,82	1,23	1,15	0,96	0,91	1,27	1,40	2,29
iso-Butanol			1,55	0,83	1,16	0,40	0,31	0,31	0,39	0,23	0,35	0,50	0,31	0,58
n-Butanol			1,32	0,68	0,61	0,40	0,39	0,36	0,42	0,42	0,47	0,78	0,60	0,81
1-Methoxy-2-Propanol			0,77	0,52	0,46	0,27	0,22	0,17	0,13	0,22	0,27	0,74	0,33	0,53
iso-Butylacetat			1,80	1,11	1,21	0,59	0,40	0,42	0,36	0,38	0,48	0,60	0,48	0,82
n-Butylacetat			3,28	3,60	2,19	1,73	1,01	1,28	0,97	0,92	1,60	3,61	1,92	4,11



Monatsmittelwerte der VOC-Konzentrationen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) von November 2004 bis Dezember 2005, Messstelle Graz Magna.

Substanz	2004		2005											
	Nov	Dez	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
iso-Pentan	3,28	3,03	3,58	2,46	1,95	1,62	1,44	1,24	1,00	0,98	2,00	3,23	2,69	3,58
1-Penten	0,14	0,12	0,15	0,05	0,04	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,07	0,09	0,15
n-Pentan	1,42	1,27	1,38	1,11	0,91	0,78	0,71	0,55	0,50	0,58	1,46	1,67	1,36	1,59
2-Penten	0,29	0,26	0,28	0,13	0,13	0,09	0,05	0,07	0,06	0,07	0,13	0,22	0,19	0,32
iso-Hexan	1,75	1,42	1,32	1,17	0,94	0,79	0,72	1,05	1,07	0,87	1,33	1,67	1,27	1,49
n-Hexan	0,65	0,62	0,63	0,61	0,51	0,35	0,23	0,30	0,35	0,42	0,51			
Benzol	3,04	3,57	3,13	3,43	2,16	0,87	0,46	0,40	0,41	0,55	0,80	1,92	2,93	3,95
iso-Oktan	0,19	0,18	0,15	0,12	0,10	0,04	0,04	0,04	0,06	0,08	0,11	0,16	0,12	0,15
n-Heptan	0,52	0,48	0,62	0,62	0,42	0,21	0,16	0,27	0,29	0,22	0,27	0,38	0,39	0,58
Toluol	3,84	3,82	4,11	3,32	2,20	1,23	1,27	1,09	1,10	1,38	1,68	2,39	2,56	3,87
n-Oktan	0,27	0,25	0,27	0,20	0,15	0,12	0,06	0,08	0,08	0,08	0,11	0,17	0,16	0,24
Ethylbenzol	0,85	0,82	0,93	0,76	0,54	0,39	0,29	0,34	0,35	0,40	0,45	0,63	0,65	0,97
m-, p-Xylol	2,46	2,25	2,58	1,90	1,37	1,01	0,77	0,87	0,88	1,09	1,20	1,73	1,68	2,59
o-Xylol	0,87	0,78	0,90	0,63	0,49	0,34	0,26	0,29	0,31	0,36	0,41	0,61	0,60	0,97
1,3,5-TMB	0,31	0,27	0,31	0,24	0,24	0,23	0,14	0,26	0,27	0,23	0,29	0,31	0,23	0,34
1,2,4-TMB	1,16	0,98	1,10	0,84	0,80	0,77	0,51	0,81	0,70	0,72	0,87	0,95	0,80	1,24
1,2,3-TMB	0,28	0,24	0,27	0,18	0,17	0,13	0,07	0,14	0,14	0,14	0,19	0,24	0,18	0,30
n-Nonan			0,30	0,23	0,17	0,15	0,07	0,12	0,13	0,11	0,16	0,22	0,22	0,26
n-Dekan			0,46	0,38	0,32	0,31	0,19	0,28	0,28	0,26	0,31	0,38	0,37	0,44
n-Undekan			0,32	0,33	0,33	0,47	0,22	0,42	0,44	0,33	0,45	0,46	0,39	0,44
n-Dodekan			0,26	0,21	0,22	0,34	0,11	0,32	0,23	0,12	0,31	0,32	0,28	0,31
Aceton			2,05	3,42	3,21	1,88	1,18	0,61	0,43	0,36	0,84	1,81	2,23	3,38
Ethylacetat			0,84	0,96	0,69	0,59	0,29	0,48	0,50	0,46	0,55	0,70	0,62	0,68
iso-Butanol			0,11	0,15	0,27	0,28	0,18	0,37	0,31	0,13	0,35	0,19	0,11	0,08
n-Butanol			0,58	0,50	0,51	0,25	0,32	0,22	0,35	0,22	0,28	0,32	0,31	0,43
1-Methoxy-2-Propanol			0,28	0,26	0,21	0,23	0,06	0,13	0,09	0,08	0,15	0,11	0,11	0,19
iso-Butylacetat			0,31	0,23	0,16	0,10	0,06	0,12	0,10	0,12	0,16	0,22	0,23	0,31
n-Butylacetat			1,62	1,50	1,96	2,33	1,75	2,18	1,78	1,77	2,49	2,30	1,50	1,76