



umweltbundesamt^u

**LUFTGÜTEMESSUNGEN UND
METEOROLOGISCHE MESSUNGEN DES
UMWELTBUNDESAMTES**

JAHRESBERICHT 2004

Wolfgang Spangl
Christian Nagl
Claudia Leeb

Wien, 2005



Projektleitung

Wolfgang Spangl

Autoren

Wolfgang Spangl

Christian Nagl

Claudia Leeb

Daten

Ämter der Österreichischen Landesregierungen

Umweltbundesamt

Satz/Layout

Regina Kiss

Titelphoto/-bild

Luftmessstelle Vorhegg

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, 2005
Alle Rechte vorbehalten
ISBN 3-85457-794-X

INHALT

1	ZUSAMMENFASSUNG	5
2	EINLEITUNG	9
2.1	Rechtliche Grundlagen	9
2.2	Das Luftgütemessnetz des Umweltbundesamtes	10
3	ERGEBNISSE UND INTERPRETATION DER IMMISSIONSMESSUNGEN	13
3.1	Einleitung	13
3.2	Ozon	13
3.2.1	Die Ozonbelastung im Jahr 2004.....	13
3.2.2	Trend der Ozonbelastung	15
3.3	PM10	19
3.3.1	Die PM10-Belastung im Jahr 2004	19
3.3.2	Beschreibung des Immissionsgeschehens.....	21
3.3.3	Trend der PM10-Belastung.....	26
3.4	PM2,5 und PM1	27
3.4.1	Illmitz.....	28
3.4.2	Zeitlicher Verlauf 2001 bis 2004	30
3.4.3	Zöbelboden	31
3.5	Stickstoffoxide	31
3.5.1	Die NO ₂ - und NO _x -Belastung im Jahr 2004	31
3.5.2	Trend der Belastung durch Stickstoffoxide	33
3.6	Schwefeldioxid	36
3.6.1	Die Schwefeldioxid-Belastung im Jahr 2004.....	36
3.6.2	Trend der Schwefeldioxidbelastung.....	37
3.7	Kohlenstoffmonoxid	40
3.7.1	Die CO-Belastung im Jahr 2004	40
3.7.2	Trend der CO-Belastung.....	41
3.8	Schwermetalle	43
3.8.1	Blei im PM10.....	43
3.8.2	Cadmium im PM10	44
3.8.3	Arsen und Nickel im PM10.....	45
3.8.4	Schwermetalle im PM2,5 und PM1	46
3.9	Benzol	46
3.9.1	Die Konzentration von Benzol, Toluol und den Xylolen 2004	46
3.9.2	Trend der Benzolbelastung	47
3.10	Flüchtige organische Verbindungen	48
3.10.1	Messprogramm	49
3.10.2	Ergebnisse	51
3.11	Nasse Deposition	56
3.12	Partikuläres Sulfat, oxidierte und reduzierte Stickstoffverbindungen	58



3.13	Treibhausgase.....	61
3.13.1	Kohlendioxid	61
3.13.2	Methan	61
4	METEOROLOGISCHE MESSUNGEN.....	63
4.1	Meteorologische Einflussgrößen auf die Schadstoffbelastung.....	63
4.2	Die Witterung in Österreich im Jahr 2004 - Überblick.....	64
4.3	Wind	66
4.4	Temperatur	67
4.5	Globalstrahlung	68
4.6	Sonnenscheindauer.....	69
4.7	Niederschlag	70
5	LITERATUR.....	73
	ANHANG 1: GLOSSAR, ABKÜRZUNGEN UND INFORMATIONEN	75
	ANHANG 2: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN.....	77
	ANHANG 3: MITTELWERTDEFINITIONEN.....	79
	ANHANG 4: IMMISSIONSGRENZWERTE	81
	ANHANG 5: MESSGERÄTE	85
	ANHANG 6: ANGABEN ZUR QUALITÄTSSICHERUNG.....	91
	ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN.....	93
	ANHANG 8: SCHADSTOFFWINDROSEN.....	95
	ANHANG 9: VOC - MONATSMITTELWERTE	99

1 ZUSAMMENFASSUNG

Das Umweltbundesamt betreibt gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L; BGBl. I 115/97, i.d.g.F.) und Ozongesetz (BGBl. 210/92 i.d.g.F.) sowie im Rahmen des Global Atmosphere Watch-Messprogramms (GAW) der World Meteorological Organization (WMO¹) insgesamt neun Messstellen in Österreich, an welchen die Luftschadstoffe

- | Ozon;
- | PM10, PM2,5, PM1;
- | Stickstoffoxide;
- | Schwefeldioxid;
- | Kohlenstoffmonoxid;
- | 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 Messstellen werden auch verschiedene meteorologische Parameter erfasst. Drei dieser Messstellen (Illmitz, Vorhegg und St. Koloman bis März 2004, danach am Zöbelboden fortgesetzt) werden im Rahmen des EMEP-Messnetzes² der UNECE betrieben.

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

In Illmitz sowie in Wien (Stephansplatz und Hietzinger Kai) wurden Messungen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) als Ozonvorläufersubstanzen durchgeführt.

Die **Ozonbelastung** war im Jahr 2004, verglichen mit dem Zeitraum seit 1990, sehr niedrig. Die Informationsschwelle (180 µg/m³ als Einstundenmittelwert) wurde lediglich an je einem Tag in Pillersdorf und Vorhegg überschritten. Auch die Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie zum Schutz der Vegetation waren weniger häufig als in den letzten Jahren, die Belastung war ähnlich hoch wie in den späten Neunzigerjahren.

Während sich bei den Überschreitungshäufigkeiten der Schwellen- und Zielwerte seit 1990 kein einheitlicher und statistisch signifikanter Trend abzeichnet – wobei das Jahr 2003 an den meisten Messstellen die höchste Belastung seit Beginn der Messung aufwies – zeigen die Jahresmittelwerte an allen Messstellen einen statistisch signifikant ansteigenden Trend; die mittlere Ozonbelastung war 2004 höher als in den Neunzigerjahren, wenngleich niedriger als 2003. Dies deutet auf einen kontinuierlichen Anstieg der mitteleuropäischen Ozon-Hintergrundbelastung hin.

¹ <http://www.wmo.ch>

² Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe, <http://www.emep.int/>

Der Grenzwert für **PM₁₀** gemäß IG-L Anlage 1 – mehr als 35 Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – wurde im Jahr 2004 an allen Messstellen eingehalten. In Enzenkirchen (Beginn der Messung am 29.1.) wurden elf Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beobachtet, in Illmitz 27, in Pillersdorf 22, in St. Koloman, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden je einer.

Die Zielwerte für den Jahresmittelwert und die Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwertes für **PM₁₀** gemäß IG-L, Anlage 5 wurden in Enzenkirchen, Pillersdorf und Illmitz überschritten, in St. Koloman, Vorhegg und auf dem Zöbelboden eingehalten.

Der **PM₁₀**-Jahresmittelwert betrug in Enzenkirchen $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Illmitz $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Pillersdorf $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Vorhegg $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, und auf dem Zöbelboden $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In Illmitz und Pillersdorf waren, wie schon in den vergangenen Jahren, Ferntransport aus Ostmitteleuropa und regionale Schadstoffanreicherung bei ungünstigen Ausbreitungsbedingungen v. a. im Winter für die hohe **PM₁₀**-Belastung verantwortlich. Als Hauptquellregionen von Ferntransport sowohl primärer Partikel wie sekundärer Aerosole (hauptsächlich Sulfat) können Rumänien, Serbien, Ungarn, die Slowakei, Mähren und Polen identifiziert werden; die Hauptquellen von **PM₁₀** bei regionaler Schadstoffanreicherung sind die Ballungsgebiete Wien und Bratislava. In Enzenkirchen spielt, soweit die bis jetzt ausgewerteten Daten entsprechende Aussagen erlauben, demgegenüber Ferntransport v. a. aus Deutschland, Tschechien und Polen eine wichtige Rolle.

Die **PM₁₀**-Belastung war 2004 deutlich niedriger als 2003, was vor allem auf die Unterschiede in der Witterung der ersten drei Monate des Jahres zurückzuführen ist. War der Winter 2002/03 von besonders ungünstigen Ausbreitungsbedingungen mit lang anhaltenden Hochdruckwetterlagen betroffen, so traten im Jänner bis März 2004 vergleichsweise sehr häufig West- und Tiefdruckwetterlagen auf; ein weiterer Faktor für die niedrige **PM₁₀**-Belastung in Nordostösterreich waren u. a. die hohen Niederschlags- (Neuschnee-)Mengen.

Die Immissionsgrenzwerte gemäß Anlage 1 des IG-L für **Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Kohlenstoffmonoxid, Blei im Schwebstaub** und **Benzol** wurden an allen Hintergrundmessstellen des Umweltbundesamtes eingehalten, ebenso die Grenzwerte für **Schwefeldioxid** und **Stickstoffdioxide** zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation gemäß VO BGBl. I 2001/298. Der Zielwert für **NO₂** gemäß IG-L Anlage 5 wurde an allen Hintergrundmessstellen eingehalten.

Die weit unter den Grenzwerten liegende **SO₂**-Belastung wird an allen Hintergrundmessstellen von Ferntransport aus dem ostmitteleuropäischen Ausland dominiert. Im Osten Österreichs dominieren Quellen in der Slowakei und Ungarn, Ferntransport aus Tschechien und Deutschland spielt nur noch eine untergeordnete Rolle. Seit den frühen Neunzigerjahren haben Ferntransport aus dem Ausland und damit die **SO₂**-Hintergrundbelastung um über 80% abgenommen.

Die **NO₂**-Hintergrundbelastung wird – in Hinblick auf die relativ hohe **NO_x**-Emissionsdichte in Österreich und die geringe Lebensdauer von **NO₂** (weniger als ein Tag) – von Quellen im Umkreis von wenigen 100 km bestimmt. An den außeralpinen Hintergrundmessstellen wird die **NO₂**-Belastung von den flächenhaft hohen

Emissionen im außeralpinen Flach- und Hügelland dominiert. Die alpinen Messstellen sind, abhängig von den Emissionen in den jeweils unterhalb gelegenen Tälern bzw. dem Alpenvorland, in unterschiedlichem Ausmaß von NO_x-Transport mit Taleinwind oder Hangaufwind betroffen.

Die an den Hintergrundmessstellen erfasste **CO**-Belastung wird ganz überwiegend von einer regional einheitlichen und zeitlich wenig variablen, großflächigen Hintergrundkonzentration dominiert. In Illmitz führen im Winter regionale Emissionen zu erhöhter CO-Belastung, im Sommer ist sie regional vergleichsweise einheitlich mit nur geringen vertikalen Unterschieden zwischen Vorhegg (1020 m) und dem Sonnblick (3106 m).

Bei Blei und bei Benzol (sowie den zusätzlich bestimmten Toluol und Xylolen) weist Illmitz eine höhere, aber sehr deutlich unter den IG-L-Grenzwerten liegende Belastung auf als Zöbelboden und Vorhegg.

Bei der **Deposition** von **Schwefelverbindungen** und der Konzentration partikulären Sulfats ist in Illmitz seit den späten Achtzigerjahren ein starker Rückgang festzustellen, der sich in den letzten verlangsamt hat und auch an den EMEP-Messstellen mit kürzeren Messreihen festzustellen ist.

Ein leicht abnehmender Trend ist auch bei oxidiertem und reduziertem **Stickstoff** im Niederschlag seit den Achtzigerjahren festzustellen, in den letzten Jahren verändert sich der Stickstoff-Eintrag allerdings kaum.

Partikuläre reduzierte Stickstoffverbindungen weisen in Illmitz seit 2000 keinen einheitlichen Trend auf, während die Konzentration oxidiertester partikulärer Stickstoffverbindungen stark zunahm.

Bei dem Treibhausgas **CO₂**, das auf dem Sonnblick gemessen wird, zeigt sich – wie schon in den Jahren zuvor – im Jahresmittel eine kontinuierliche Zunahme auf 378 ppm im Jahr 2004 mit jahreszeitlichen Schwankungen, die durch die stärkere CO₂-Aufnahme der Pflanzen im Sommer bedingt ist.





2 EINLEITUNG

2.1 Rechtliche Grundlagen

Das Umweltbundesamt betrieb im Jahr 2004 gemäß Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L, BGBl. I 115/97; §5) und gemäß Ozongesetz (BGBl. 210/92, §3 i.d.g.F.) in Österreich insgesamt neun Luftgütemessstellen.

Die Messstellen des Umweltbundesamt bilden das österreichische Hintergrundmessnetz. Diese Messungen sind notwendig, um über

- I die Höhe der großflächigen Hintergrundbelastung und deren Trend, sowie
- I 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 Europe³), welches innerhalb der Konvention über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigung⁴ betrieben wird und der Ermittlung von großräumigen 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 (WMO⁵) durchgeführt. Darüber hinaus misst das Umweltbundesamt die Konzentration des Treibhausgases Methan (CH₄) auf dem Zöbelboden.

In Illmitz sowie in Wien (Stephansplatz und Hietzinger Kai) wurden im Jahr 2004 Messungen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) als Ozonvorläufer-substanzen durchgeführt.

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

³ <http://www.emep.int>

⁴ <http://www.unece.org/env/lrtap/>

⁵ <http://www.wmo.ch>

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 Grenzwerten 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, in Anhang 9 sind die Monatsmittelwerte der VOC-Komponenten aufgelistet.

2.2 Das Luftgütemessnetz des Umweltbundesamtes

Insgesamt betrieb das Umweltbundesamt gemäß IG-L und Ozongesetz im Jahr 2004 neun 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 2004 laut Messkonzept-VO erhoben wurden. Im Zuge der Reorganisation des Messnetzes mit den in BGBl. I 62/2003 festgelegten Änderungen des Immissionsschutzgesetzes Luft und des Ozongesetzes wurden im Frühling 2004 die Hintergrundmessstellen St. Koloman⁶ und Sulzberg⁷ aufgegeben.

Abbildung 1 zeigt die Lage der Messstellen des Umweltbundesamtes. Eine genauere Lagebeschreibung der Messstellen findet man in SPANGL (2005) (www.umweltbundesamt.at).

⁶ In St. Koloman wird die Ozonmessung durch das Amt der Salzburger Landesregierung fortgesetzt.

⁷ Die Ozonmessstelle des Umweltinstitutes Vorarlberg in Sulzberg besteht weiterhin.



Tabelle 1: Immissionsmessungen an den Messstellen des Umweltbundesamtes 2004

Messstelle	Ozon (O ₃)	Schwefeldioxid (SO ₂)	PM10 ⁸	PM2,5 / PM1	Stickstoffoxide (NO, NO ₂)	Kohlenstoffmonoxid (CO)	Blei (Pb) im PM10	Benzol (C ₆ H ₆)
Enzenkirchen	x	x	x ⁹		x			
Illmitz	x	x	x	x/x	x	x	x	x
Pillersdorf	x	x	x		x			
St. Koloman ¹⁰	x	x	x		x	x		
St. Sigmund	x	x			x			
Sonnblick	x					x		
Stolzalpe	x	x			x			
Sulzberg ¹¹		x			x			
Vorhegg	x	x	x		x	x	x	x
Zöbelboden	x	x	x	x ¹² / -	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.

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

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

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

⁸ PM10, PM2,5 und PM1: Gravimetrische Messung.

⁹ Beginn der Messung mit 29.1.2004

¹⁰ Bis März 2004

¹¹ Bis März 2004

¹² PM2,5 auf dem Zöbelboden ab 14.2.2004

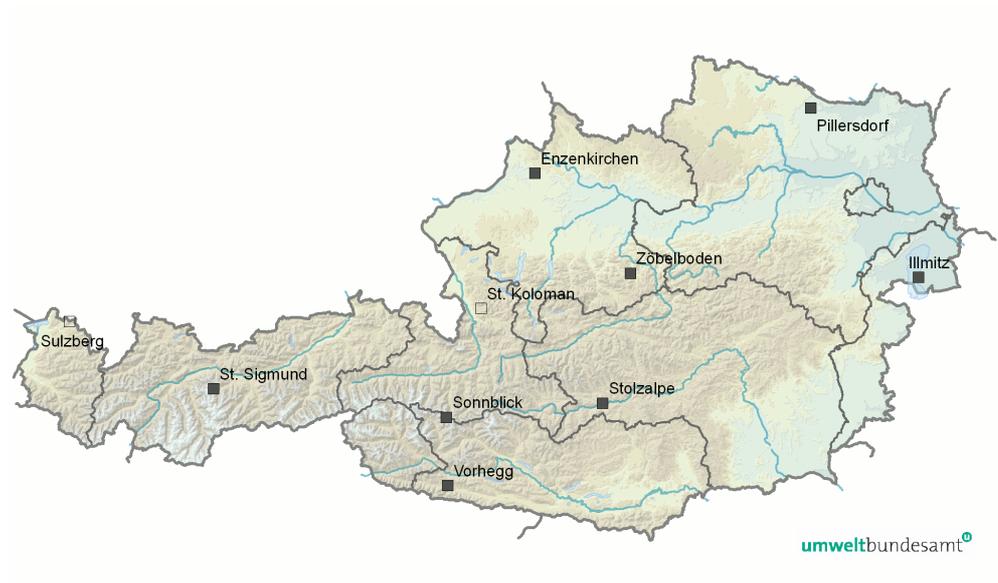


Abbildung 1: Lage der Messstellen des Umweltbundesamtes

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	Feuchte	Sonnenscheindauer	Globalstrahlung	Strahlungsbilanz	Niederschlag	Luftdruck
Enzenkirchen	x	x	x	x	x		x	x
Illmitz	x	x	x	x	x		x	x
Pillersdorf	x	x	x	x	x		x	x
St. Koloman	x	x	x	x	x		x	x
St. Sigmund	x	x	x	x	x			x
Stolzalpe	x	x	x	x	x			x
Sulzberg	x	x	x	x	x			x
Vorhegg	x	x	x	x	x		x	x
Zöbelboden	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.

3 ERGEBNISSE UND INTERPRETATION DER IMMISSIONSMESSUNGEN

3.1 Einleitung

Zur Sicherstellung der Qualität der Messdaten wurde ein Qualitätssicherungssystem installiert, welches im Anhang 6 beschrieben wird. Der vorliegende Jahresbericht wird aus endgültig kontrollierten Daten (diese entsprechen der letzten von vier Kontrollstufen) erstellt. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die in den Monatsberichten des Umweltbundesamt veröffentlichten Messdaten der dritten Kontrollstufe entsprechen. Dadurch sind in Einzelfällen (geringfügige) Abweichungen der im Jahresbericht veröffentlichten Werte von jenen der Monatsberichte möglich.

Alle Daten, die mit kontinuierlich registrierenden Messgeräten ermittelt werden, werden in einem vor Ort befindlichen Stationsrechner als Halbstundenmittelwerte gespeichert und 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.

3.2 Ozon

3.2.1 Die Ozonbelastung im Jahr 2004

Der **Informationsschwellenwert** gemäß Novelle zum Ozongesetz (BGBl. I 34/2003) – $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert – wurde im Jahr 2004 an jeweils einem Tag an den Messstellen Pillersdorf (12.8.) und Vorhegg (10.6.) überschritten.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit – mehr als 25 Tage mit maximalen Achtstundenmittelwerte über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gemittelt über drei Jahre – wurde im Bezugszeitraum 2002 bis 2004 an allen Messstellen überschritten. Die meisten Überschreitungen wurden (mit Ausnahme der Messstelle Sonnblick abgesehen) an der Messstelle Illmitz registriert, gefolgt von St. Koloman und Pillersdorf.

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation – der AOT40-Wert von $6000 \mu\text{g}/\text{h}^2.\text{h}$, gemittelt über den Zeitraum 2002-2004 – wurde an allen Messstellen des Umweltbundesamtes überschritten. Der höchste gemittelte AOT40-Wert wurde (von der Messstelle Sonnblick abgesehen) an der Messstelle Illmitz registriert, gefolgt von Pillersdorf und Vorhegg.

In Tabelle 4 sind die Anzahl der Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle im Jahr 2004, die Anzahl der Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit ($\text{MW8} > 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Mittel über die drei Jahre 2002 bis 2004), die Anzahl der Tage mit $\text{MW8} > 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2004, der AOT40-Wert für 2004 gemäß Ozongesetz sowie der AOT40-Wert im Mittel über die Jahre 2000 bis 2004 angegeben. Dabei ist anzumerken, dass der Sonnblick in 3106 m Seehöhe für den langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation nicht relevant ist.

Tabelle 4: Ergebnisse der Ozonmessung an den Messstellen des Umweltbundesamtes im Jahr 2004

	Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle	MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2002-04	MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2004	AOT40, 2000-04	AOT40, 2004
Enzenkirchen	0	53	23	23,7	15,2
Illmitz	0	66	34	30,5	20,4
Pillersdorf	1	59	42	27,6	20,9
St. Koloman	0	61	38	24,9	17,7
St. Sigmund	0	35	22	22,9	17,7
Sonnblick	0	103	76	36,2	31,2
Stolzalpe	0	27	10	21,4	16,5
Vorhegg	1	47	30	25,7	21,9
Zöbelboden	0	53	33	23,6	18,0

Tabelle 5 gibt die Monats- und Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration an den Messstellen des Umweltbundesamtes an.

Tabelle 5: Ozon, Monats- und Jahresmittelwerte 2004 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	ENK	ILL	PIL	KOL	SIG	SON	STO	VOR	ZOE
Jän.04	45	47	50	68	76	85	72	67	64
Feb.04	54	61	62	80	86	96	80	79	66
Mär.04	72	70	73		96	106	94	93	90
Apr.04	81	78	81	93	102	112	87	85	88
Mai.04	79	82	85	96	92	114	88	93	94
Jun.04	79	81	84	93	78	107	77	84	94
Jul.04	76	80	86	93	80	110	73	84	89
Aug.04	81	81	91	97	79	109	69	83	96
Sep.04	63	63	70	74	62	93	53	59	76
Okt.04	30	36	33	59	48	86	42	45	61
Nov.04	30	36	40	58	63	80	59	50	58
Dez.04	22	27	33	63	72	88	63	60	55
JMW	59	63	67	80	78	99	71	74	78

3.2.2 Trend der Ozonbelastung

Spitzenbelastung

Das Jahr 2004 wies eine sehr niedrige Spitzenbelastung auf, weniger Überschreitungen der Informationsschwelle wurden lediglich 1993, 1997 und 1999 registriert. Hinsichtlich der Überschreitungen des Informationsschwellenwertes ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert) wies das Jahr 2003 die höchste Belastung seit Beginn flächendeckender Ozonmessungen in Österreich im Jahr 1990 auf. Tabelle 6 zeigt die Anzahl der Tage mit Überschreitung von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als MW1 in den Jahren 1990 bis 2004.

Tabelle 6: Ozon, Anzahl der Tage mit MW1 > $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in den Jahren 1990 bis 2004

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

Bei der Bewertung der Spitzenbelastung anhand des 98-Perzentil der MW1 des Jahres (für die seit den frühen Neunzigerjahren betriebenen Messstellen in Tabelle 7 angegeben) zeigt sich, dass das Jahr 2004 im Unterschied zu 2003 ein relativ gering belastetes Jahr war. 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 2004

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Illmitz	140	143	138	132	132	133	128	142	134	132	152	130
Pillersdorf	132	152	135	129	128	137	125	143	130	130	146	131
Sonnblick			140	144	136	145	134	140	142	135	152	138
St. Koloman	138	149	139	136	132	143	131	133	137	130	165	135
Stolzalpe	130	122	121	129		124	122	126	127	121	137	117
Vorhegg	140	141	135	151		134	131	146	137	127	149	129

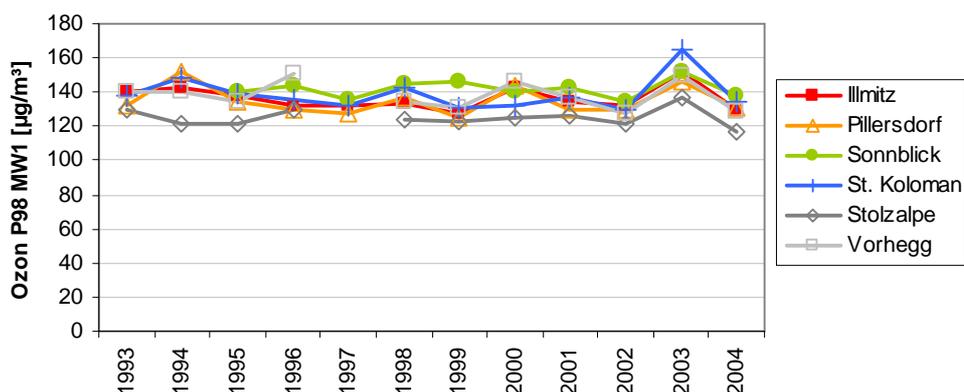


Abbildung 2: 98 Perzentil der Einstundenmittelwerte von Ozon, 1993-2004

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. An allen Messstellen wies das Jahr 2003 die mit Abstand 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. Auf der Stolzalpe und in Vorhegg war das Jahr 2004 ebenfalls nach 1997 das Jahr mit den wenigsten Überschreitungen. Relativ hoch war die Belastung in den Jahren 1990, 1992, 1994 und 2000.

Die Messstelle Sonnblick weist als einzige einen statistisch signifikant (95%-Konfidenzniveau¹³) ansteigenden Trend (im Mittel 3,6 Tage/Jahr) auf, allerdings mit erheblichen Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren, so dass der Trend trotz der statistischen Signifikanz als nicht sehr gesichert erscheint.

¹³ Mann-Kendall-Test

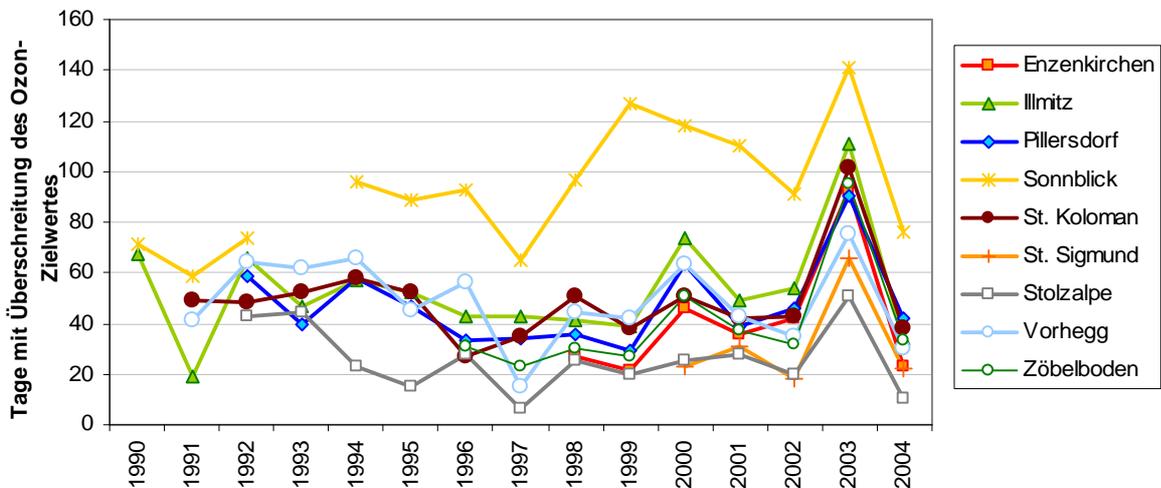


Abbildung 3: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Zielwertes ($MW8 > 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) pro Jahr

Trend des Vegetationsschwellenwertes

Der Trend der AOT40-Werte gemäß RL 2002/3/EG ist für den Zeitraum 1992 bis 2004 in Abbildung 4 dargestellt.

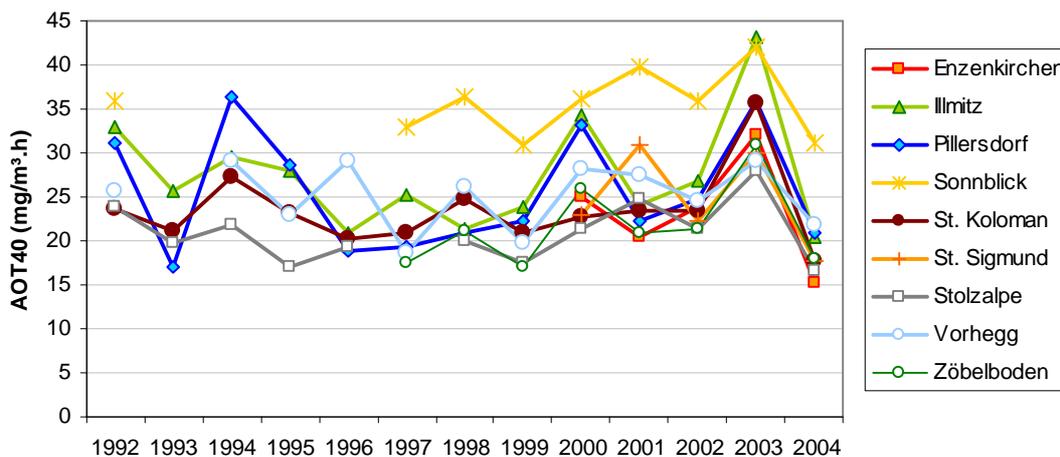


Abbildung 4: AOT40-Werte gemäß RL 2002/3/EG pro Jahr ($\text{mg}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)

Das Jahr 2004 wies außergewöhnlich niedrige AOT40-Werte auf, in Enzenkirchen, Illmitz, Sonnblick, St. Koloman und St. Sigmund den niedrigsten seit Beginn der Messung.

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 Pillersdorf und St. Sigmund war (im untersuchten Zeitraum) das Jahr 2003 jenes mit der höchsten kumulativen Ozonbelastung (in Pil-

lersdorf 1994 mit 36,6 mg/m³.h, in St. Sigmund 2001 mit 31,0 mg/m³.h). 2003 war das erste Jahr, an dem Illmitz im nordostösterreichischen Flachland einen höheren AOT40-Wert erreichte als die hochalpine Messstelle Sonnblick.

Keine Messstelle weist einen statistisch signifikanten Trend auf.

Trend der Jahresmittelwerte

In Abbildung 5 und Tabelle 8 werden die Jahresmittelwerte der Ozonmessstellen des Umweltbundesamtes für den Zeitraum 1990 bis 2004 dargestellt. An allen Messstellen wies das Jahr 2003 den höchsten Jahresmittelwert auf. An den meisten Messstellen wurden nach Mitte der Neunzigerjahre sowie 2001 und 2002 relativ niedrige JMW registriert, relativ hohe 1998 bis 2000 sowie v. a. 2003.

Die JMW weisen damit teilweise ein anderes Verhalten auf als die Überschreitungen des MW8 von 120 µg/m³ oder die AOT40-Werte, vor allem auch in Hinblick auf die Belastung des Jahres 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 dritthöchste der Messreihe seit 1990 (Illmitz: nach 2003 und 2000; Pillersdorf: nach 2003 und 1992). An den höher gelegenen Messstellen traten seit 1998 durchwegs hohe Jahresmittelwerte auf, die mittlere Ozonkonzentration war an den nord- und zentralalpinen Messstellen St. Koloman, Zöbelboden und Sonnblick 2004 deutlich höher als in den Jahren bis 1997. An den südalpinen Messstellen Stolzalpe und Vorhegg wurden in den frühen Neunzigerjahren (bis 1993) höhere JMW beobachtet als 2004, die JMW waren 2004 auch etwas niedriger als 1998 bis 2000.

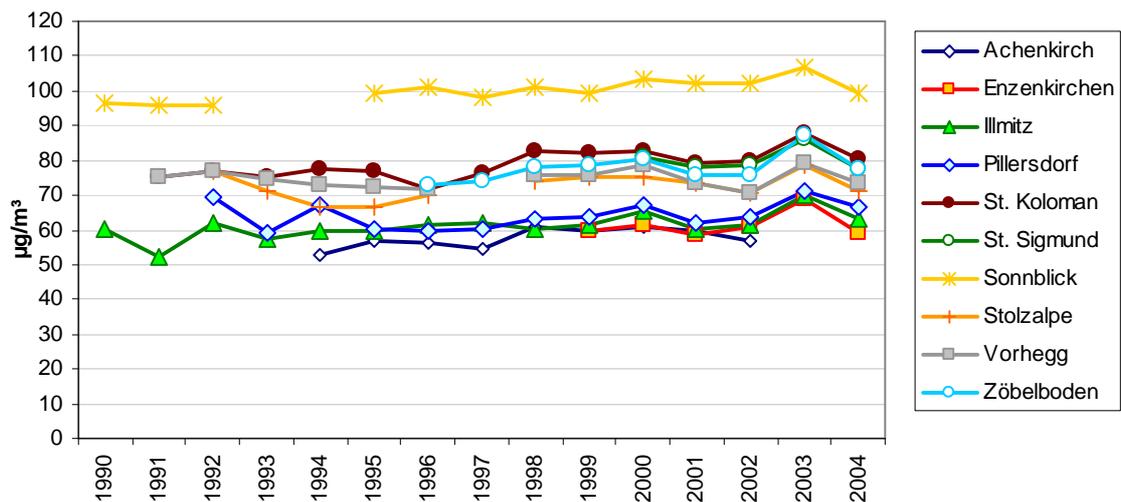


Abbildung 5: Ozon, Jahresmittelwerte 1990 bis 2004

Tabelle 8: Ozon, Jahresmittelwerte 1990 bis 2004

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04
Achenkirch					53	57	56	55	61	60	61	60	57		
Enzenkirchen										60	61	59	61	69	59
Illmitz	60	52	62	58	60	60	61	62	60	62	66	61	61	70	63
Pillersdorf			69	59	67	61	60	61	63	64	67	62	64	71	67
St. Koloman		75	77	75	78	77	72	77	82	82	83	79	80	88	80
St. Sigmund											81	78	79	86	87
Sonnblick	96	96	96			99	101	98	101	99	104	102	102	107	99
Stolzalpe			77	71	66	67	70		74	75	75	74	70	79	71
Vorhegg		75	77	74	73	72	72		76	76	79	74	70	79	74
Zöbelboden							73	74	78	79	80	76	76	87	78

Statistisch hoch signifikante Trends weisen die JMW der Messstellen Sonnblick und St. Koloman mit einem mittleren Anstieg von $+0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr (jeweils 99% Konfidenzniveau) sowie Illmitz mit einem Konfidenzniveau von 95% auf ($+0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{Jahr}$).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass im Zeitraum seit 1990 (an allen Messstellen außer St. Sigmund und Vorhegg) sowohl die mittlere Ozonbelastung als auch Belastungsparameter der Langzeitbelastung (Überschreitungen von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als MW8, AOT40) tendenziell zunahm; die Variabilität von Jahr zu Jahr ist allerdings relativ hoch, sodass nur wenige Messstellen – vor allem Sonnblick – Trends mit hoher statistischer Signifikanz aufweisen.

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 (Ebene) und St. Koloman (Mittelgebirge) zeigen aber, dass die Langzeitbelastung in allen Höhenlagen zunimmt, wobei in Illmitz auch die regionale Ozonbildung (dominiert von den Emissionen der Ozonvorläufer in der Region Wien) eine wesentliche Rolle spielt.

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

3.3 PM10

3.3.1 Die PM10-Belastung im Jahr 2004

Die PM10-Konzentration wurde im Jahr 2004 an den Messstellen Enzenkirchen (ab 29.1.), Illmitz, Pillersdorf, Vorhegg und Zöbelboden sowie bis 19.3. in St. Koloman gemessen.

Die Grenzwerte des IG-L wurden 2004 an allen Messstellen eingehalten.

Die Zielwerte des IG-L – nicht mehr als sieben TMW über 50 µg/m³ und 20 µg/m³ als Jahresmittelwert – wurden an den drei außeralpinen Messstellen Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf überschritten.

Tabelle 9 gibt die Monats- und Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration sowie Anzahl der Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ im Jahr 2004 an, Abbildung 6 den Verlauf der Tagesmittelwerte der PM10-Konzentration im Jahr 2004.

Tabelle 9: Monats- und Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration (µg/m³) sowie Anzahl der Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ im Jahr 2004

	ENK	ILL	PIL	KOL	VOR	ZOE
Jan		36	33	6	5	7
Feb	30	31	32	11	10	13
März	36	29	29		19	19
April	22	23	23		12	14
Mai	18	17	17		9	12
Juni	16	14	15		10	10
Juli	18	18	17		13	12
Aug	19	23	21		12	13
Sept	18	18	17		12	11
Okt	21	25	23		12	9
Nov	18	25	22		7	8
Dez	24	34	30		5	6
JMW	22	25	23		10	11
TMW>50	11	27	22	1	1	1

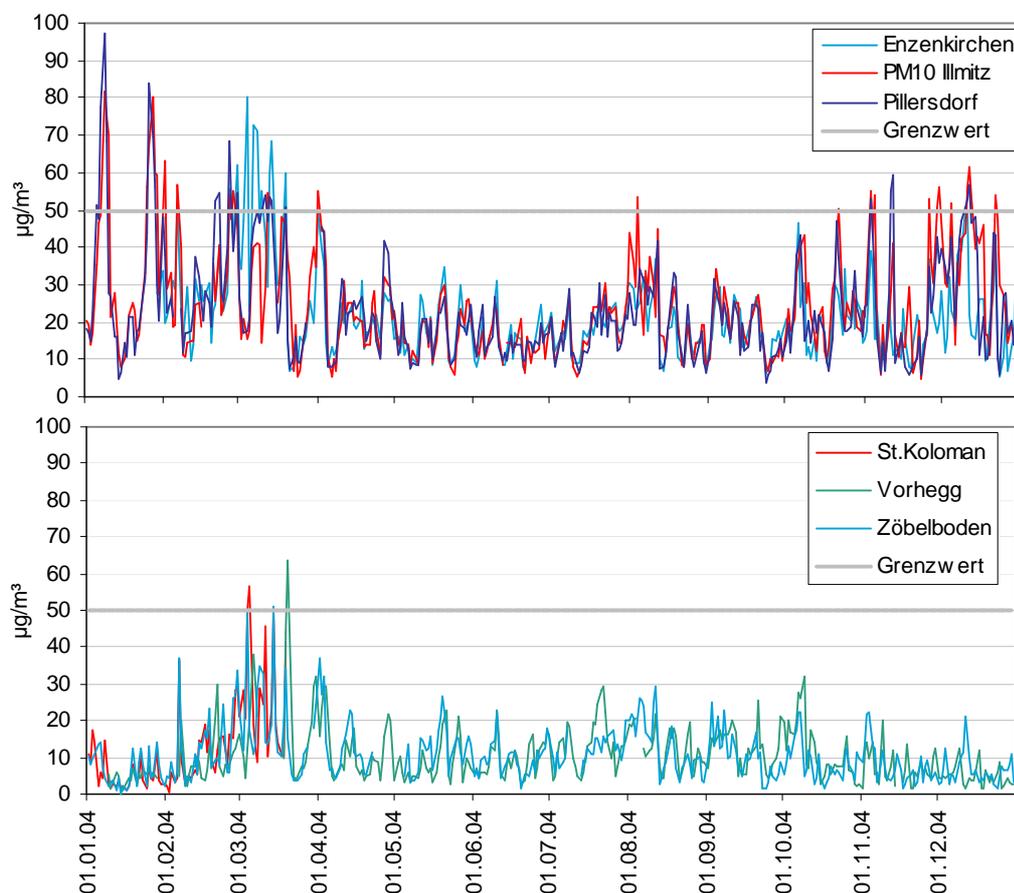


Abbildung 6: Tagesmittelwerte der PM10-Konzentration in Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf (oberes Diagramm) sowie in St. Koloman, Vorhegg und auf dem Zöbelboden (unten).

Parallel zur gravimetrischen PM10-Messung wird die PM10-Konzentration in Illmitz, St. Koloman und Vorhegg mittels kontinuierlich registrierender Geräte (β -Absorption, Type FH62I-N, in Illmitz FH62I-R) erfasst. Diese Parallelmessung erlaubt anhand der Analyse des Zeitverlaufs, 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 (FH62I-N, in Illmitz FH62I-R). 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.

3.3.2 Beschreibung des Immissionsgeschehens

Das Belastungsbild unterscheidet sich im nordostösterreichischen Flachland (außer-alpine Messstellen Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf) grundlegend von jenem im Mittelgebirge (St. Koloman, 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 µg/m³.

3.3.2.1 Außer-alpine Regionen

Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ wurden 2004 fast ausschließlich an den außer-alpinen Messstellen Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf gemessen und wurden v. a. in den Zeiträumen von 5. bis 10.1., 25. bis 29.1., 26. bis 29.2., 7. bis 14.3. sowie von 10. bis 13.12. registriert; die höhere Überschreitungsanzahl in Illmitz und Pillersdorf gegenüber Enzenkirchen erklärt sich durch den Beginn der Messung in Enzenkirchen am 29.1.

Die PM₁₀-Belastung wird im außer-alpinen Raum von Ferntransport und regionalen Emissionen bestimmt. In den Untersuchungen der Herkunft der PM₁₀-Belastung im Nordburgenland [UMWELTBUNDESAMT, 2004], in Wien [UMWELTBUNDESAMT, 2004a] sowie in Niederösterreich [UMWELTBUNDESAMT, 2005] konnten die Herkunftsgebiete von Ferntransport, der das Belastungsniveau in Illmitz und Pillersdorf wesentlich bestimmt, auf einen Bereich im östlichen und südöstlichen Mitteleuropa eingegrenzt werden, der von Polen und Tschechien über die Slowakei und Ungarn bis Rumänien, Serbien und Bosnien reicht. Als Hauptquellgebiete von PM₁₀-Ferntransport nach Illmitz lassen sich anhand der verfügbaren Emissionsdaten¹⁴ Südromänien, die Region Beograd, Ostrava in Nordmähren sowie die Region Oberschlesien-Krakow in Südpolen identifizieren. Der Beitrag von Ferntransport aus dem Südosten überwiegt deutlich. Die PM₁₀-Belastung in Pillersdorf wird von Ferntransport aus den gleichen Regionen bestimmt, wobei aufgrund der nördlicheren Lage Transport aus Tschechien und Polen einen größeren Einfluss hat als in Illmitz; allerdings überwiegt auch in Pillersdorf Ferntransport von Südosten jenen von Norden.

Neben Ferntransport lassen sich regionale Emissionen in einem Umkreis von ca. 100 km als wesentlicher Beitrag zur PM₁₀-Hintergrundbelastung identifizieren. Die bedeutendsten Quellregionen in diesem Umkreis um Illmitz sind Wien und Bratislava, um Pillersdorf Wien und Brno.

Etwa die Hälfte der PM₁₀-Belastung in Illmitz machen sekundäre anorganische Partikel (Ammoniumnitrat, Ammoniumsulfat inkl. adsorbiertes Wasser) aus.

Für Enzenkirchen im Oberösterreichischen Alpenvorland liegen noch keine vergleichbaren fundierten Untersuchungen der Herkunft erhöhter PM₁₀-Belastung vor. Für 34 Tage im Zeitraum von Ende Jänner 2004 bis März 2005, an denen die PM₁₀-Konzentration in Enzenkirchen über 45 µg/m³ lag, wurden anhand von Rückwärtstrajektorien die Herkunftsregionen von Ferntransport ausgewertet. Dabei zeigt sich anhand der verfügbaren Daten, dass Enzenkirchen nicht von Ferntransport aus dem südöstlichen und östlichen Mitteleuropa erreicht wird. An ca. 20% der Tage bestimmt Ferntransport von Norden und Westen (aus einem Bereich, welcher Westpolen, Böhmen, Deutschland, Belgien sowie fallweise England und Nordfrankreich umfasst) die PM₁₀-Belastung in Enzenkirchen, an 40% der Tage Ferntransport zusammen mit regionaler Schadstoffanreicherung und an 40% der Tage regionale Schadstoffanreicherung, d. h. im wesentlichen Quellen in Oberösterreich, u. U. auch in Ostbayern und Salzburg. Von jenen Situationen, in denen sowohl Ferntransport als auch regionale Schadstoffanreicherung zum Tragen kamen, ent-

¹⁴ <http://webdab.emep.int/>

fallen (bezogen auf den Gesamtdatensatz) ca. 10% auf Tage mit Beiträgen von Ferntransport aus Ungarn, Wien und Niederösterreich und 30% auf Tage mit Ferntransport aus Westpolen, Tschechien und Deutschland.

Im Folgenden wird die Belastungsepisode von 7. bis 10.1.2004 näher behandelt, während derer der höchste TMW des Jahres in Illmitz ($82 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und in Pillersdorf ($97 \mu\text{g}/\text{m}^3$), jeweils am 8.1., auftraten.

Die Großwetterlage wurde bereits einige Tage vorher von einem flachen Hochdruckgebiet über Mittel- und Osteuropa bestimmt, das sich langsam nach Osten verlagerte. Am 7.1. lag eine schwach ausgeprägte Frontalzone im Bereich der Westalpen, die kontinentale Kaltluft im Osten von milder maritimer Luft im Westen trennte; sie verlagerte sich bis 8.1. ostwärts bis Niederösterreich, drang aber nicht weiter nach Osten vor, sodass der Osten Österreichs im Bereich kontinentaler Kaltluft verblieb. Am 10.1. bildete sich ein kleinräumiges Höhentief über Norddeutschland in Verbindung mit einer Frontalzone, die sich von der Nordsee bis Italien erstreckte. Großflächig einsetzender Schneefall beendete am 10.1. die Belastungsepisode.

Die Rückwärtstrajektorien für Illmitz zeigen, dass am 7.1. die Luft von Norden über Südpolen das Nordburgenland erreichte und über Ostösterreich und Westungarn längere Zeit verweilte. Auch am 8.1. zeigen die Rückwärtstrajektorien lange Verweildauern im Nahbereich ihres Ankunftsortes, wobei die großräumige Anströmung auf West (über Süddeutschland) drehte. Die Trajektorien des 9.1. (bis zum 10.1. morgens) zeigen – bei sehr niedriger Windgeschwindigkeit – eine Herkunft der Illmitz erreichenden Luftmassen aus Nordserbien, Ostkroatien und Ungarn, ehe am 10.1. vormittags zügiger Westwind einsetzte. Die Rückwärtstrajektorien mit dem Zielpunkt Pillersdorf zeigen am 7.1. lange Verweildauern über dem zentralen Niederösterreich (lokale Anströmung von Süden, großräumige Luftmassenherkunft über Südpolen), am 8.1. über dem östlichen Niederösterreich und Nordwestungarn (großräumige Luftmassenherkunft von Westen über Süddeutschland). Die Luftmassen, die Pillersdorf am 9.1. erreichten, hielten sich die drei Tage zuvor über Nordkroatien, Westungarn und dem östlichen Niederösterreich auf. Am 10.1. setzte starke Westströmung ein.

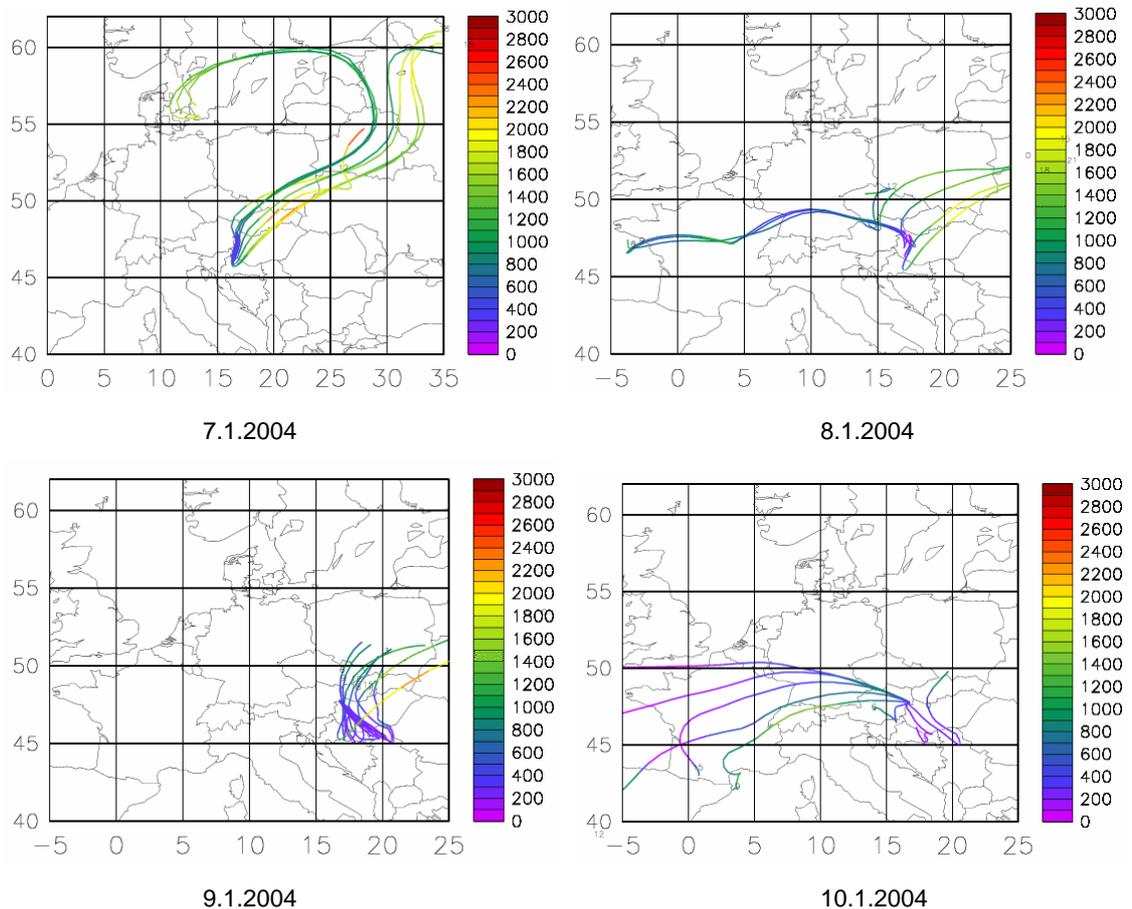


Abbildung 7: Rückwärtstrajektorien für Illmitz von 7.1. bis 10.1.2004

Die Rückwärtstrajektorien belegen klar, dass für die erhöhte PM₁₀-Belastung zwischen 7. und 10.1. – von der weite Teile Österreichs einschließlich der Großstädte Linz, Wien und Graz betroffen waren – auf regionale Schadstoffanreicherung bei niedrigen Windgeschwindigkeiten und ungünstigen Ausbreitungsbedingungen zurückzuführen waren. In Illmitz (wahrscheinlich auch in der südlichen und östlichen Steiermark sowie im Südburgenland) spielte am 9.1. zudem Ferntransport aus Nordserbien und Ungarn eine wesentliche Rolle; in Illmitz wurde am 9.1. eine höhere PM₁₀-Konzentration als in Wien registriert. In Pillersdorf lässt sich die außerordentlich hohe PM₁₀-Belastung am 8.1. ($97 \mu\text{g}/\text{m}^3$) u. U. auf einen direkten Einfluss Wiens zurückführen, welches von den Pillersdorf erreichenden Trajektorien überströmt wird.

Während in Pillersdorf (ebenso wie in Oberösterreich) die PM₁₀-Belastung am 10.1. bereits deutlich zurückging (TMW $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$), blieb sie in Illmitz mit $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ noch hoch und fiel hier auch später ab als in Wien (max. TMW $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$), da vor der eintreffenden Frontalzone in einer flachen Bodeninversion im äußersten Osten Österreichs noch sehr ungünstige Ausbreitungsbedingungen herrschten.

Die höchste PM₁₀-Konzentration, die in Enzenkirchen mit $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am 4.3. beobachtet wurde, fällt in eine Großwetterlage, die von einem flachen Hochdruckgebiet über dem westlichen Mitteleuropa bestimmt wurde.

Die lokalen meteorologischen Verhältnisse (schwacher Westwind) sowie die Rückwärtstrajektorien, welche in geringer Höhe über Mittelengland, Belgien und Deutschland (Rheinland-Pfalz, Saarland, Südhessen, Nord- und Mittelbayern) Enzenkirchen erreichten, deuten auf Ferntransport aus den genannten Regionen hin. Dieser erfasste auch Salzburg (85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) und Linz (52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), nicht aber den Nordosten Österreichs (Pillersdorf 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Illmitz 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Wien max. 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

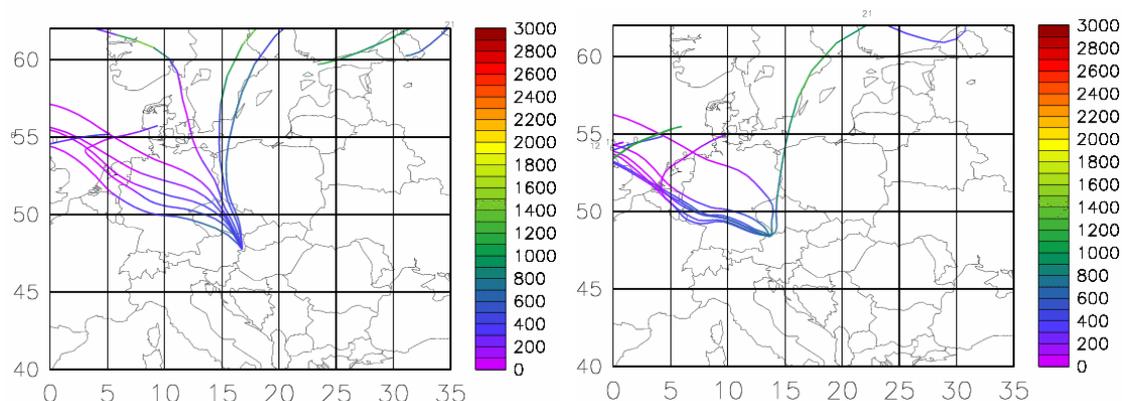


Abbildung 8: Rückwärtstrajektorien für Illmitz (links) und Enzenkirchen (rechts) für den 4.3.2004

Die Rückwärtstrajektorien, welche Pillersdorf und Illmitz am 4.3. erreichten, kamen zunächst über die Nordsee, Norddeutschland und Böhmen, nachmittags über die Ostsee und Westpolen; ihre Herkunftsregion lag damit, anders als für Enzenkirchen, in einer arktischen, maritimen Luftmasse mit niedriger Vorbelastung und vergleichsweise günstigen Ausbreitungsbedingungen.

3.3.2.2 Mittelgebirge

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

Die Windrosen der kontinuierlichen PM₁₀-Messdaten (Anhang 8) zeigen in Vorhegg keine nennenswerte Windrichtungsabhängigkeit; dagegen ist am Zöbelboden Wind aus dem Sektor Nordwest bis Ost mit wesentlich höheren PM₁₀-Konzentrationen verbunden als westlicher oder südlicher Wind; dies spiegelt sowohl Ferntransport aus Regionen von Polen bis Ungarn als auch Transport aus dem Alpenvorland wider. In St. Koloman ist die PM₁₀-Konzentration bei Südwestwind (d. h. Transport aus dem Salzachtal) etwas höher als bei Nordostwind (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Anders als bei NO_x beeinflussen PM₁₀-Emissionen oder Bildung sekundärer Aerosole in den nahe gelegenen Tälern die PM₁₀-Belastung im Mittelgebirge aber nur geringfügig.

TMW über 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sind in St. Koloman und auf dem Zöbelboden zumeist die Folge von großräumigen Hebungsprozessen (im Zuge von Kaltfrontdurchgängen) von belasteter Luft aus dem Alpenvorland. Direkte Advektion hoher PM₁₀-Belastungen aus dem Salzachtal ließ sich in St. Koloman kaum nachweisen. In Vorhegg spielt

Advektion hoch belasteter Luft „von unten“ eine noch geringere Rolle als an den nordalpinen Messstellen St. Koloman und Zöbelboden. Neben Ferntransport von Sahara-Staub stellt Transport belasteter Luft aus Norditalien die wichtigste Ursache erhöhter PM₁₀-Tagesmittelwerte in Vorhegg dar. Anders als in früheren Jahren verursachte Ferntransport von Sahara-Staub allerdings 2004 keine TMW über 50 µg/m³.

Der TMW über 50 µg/m³ in St. Koloman am 5.3. (57 µg/m³) war die Folge der Hebung hoch belasteter Luftmassen an der Alpennordseite, die, aus Deutschland kommend, auch Enzenkirchen erreichten (TMW 80 µg/m³ am 4.3.). Großräumige Hebungsprozesse führten auch am 14.3. zu Transport hoch belasteter Luft aus dem Alpenvorland auf den Zöbelboden (TMW 51 µg/m³) und nach St. Koloman.

Der TMW über 50 µg/m³ in Vorhegg am 20.3. (64 µg/m³) lässt sich auf Transport aus Norditalien zurückführen. Gleichzeitig erhöhte Ozon-, NO_x- und CO-Konzentrationen lassen Saharastaub-Ferntransport unwahrscheinlich erscheinen und deuten auf bodennahe Quellen in Italien hin.

3.3.3 Trend der PM₁₀-Belastung

Die PM₁₀-Messung wurde in Illmitz im Sommer 1999, in St. Koloman und Vorhegg 2000, auf dem Zöbelboden und in Pillersdorf 2003 begonnen, sodass Aussagen über einen Trend der PM₁₀-Belastung nur eingeschränkt möglich sind. Die Jahresmittelwerte (Tabelle 10) zeigen in Illmitz zwischen 2001 und 2003 einen deutlichen Anstieg, ebenso die Anzahl der TMW über 50 µg/m³ pro Jahr (Tabelle 11), wohingegen 2004 einen markanten Rückgang der PM₁₀-Belastung mit sich brachte.

Ausschlaggebend für den Anstieg in Illmitz bis 2003 ist vor allem die Belastung in den Wintermonaten, welche im wesentlichen von den Ausbreitungsbedingungen und vom Ausmaß von Ferntransport aus Ostmitteleuropa gesteuert wird. Die vorliegenden Daten zeigen, dass der Winter 2002/03 in Illmitz mit Abstand die höchste Belastung aufwies (siehe Abbildung 9). Der Winter 2002/03 war – verglichen mit den vorangegangenen Wintern – relativ kalt und besonders häufig von Transport kalter kontinentaler Luftmassen von Osten betroffen, besonders die Monate Februar und März 2003, aber auch Dezember 2002. Demgegenüber war der Winter 2003/04 relativ mild und gerade im Nordosten Österreichs von sehr hohen Niederschlagsmengen, langer Schneebedeckung und häufigen Westwetter- und Tiefdrucklagen gekennzeichnet; dies waren Faktoren, die v. a. im Bereich nördlich des Alpenhauptkamms und im Nordosten zu vergleichsweise niedriger PM₁₀-Belastung in den Monaten Jänner bis März 2004 beitrugen. Auch die Monate Februar und März der Jahre 2000 und 2001 wiesen eine vergleichsweise sehr niedrige PM₁₀-Belastung auf.

Der Verlauf der PM₁₀-Belastung der letzten Jahre lässt daher keine Rückschlüsse auf eine Entwicklung der PM₁₀-Emissionen zu, sondern dürfte wesentlich von meteorologischen Einflussfaktoren bedingt sein.

Tabelle 10: Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration 2000 bis 2004

	Illmitz	St. Koloman	Vorhegg	Zöbelboden
2000	27			
2001	26	11	11	
2002	29	12	11	
2003	31	14	12	14
2004	25		10	11

Tabelle 11: Anzahl der PM10- Tagesmittelwerte über 50 µg/m³, 2000 bis 2004

	Illmitz	St. Koloman	Vorhegg	Zöbelboden
2000	26			
2001	34	1	0	
2002	45	4	0	
2003	48	3	2	3
2004	27	1	1	1

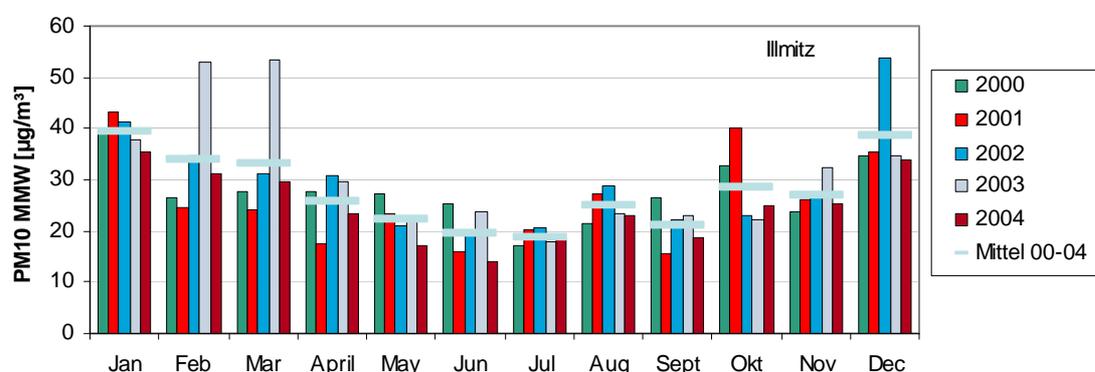


Abbildung 9: Monatsmittelwerte der PM10-Konzentration in Illmitz, 2000 bis 2004

3.4 PM2,5 und PM1

Die Konzentration von PM2,5 wird in Illmitz und auf dem Zöbelboden erfasst, PM1 in Illmitz.

Die PM2,5-Konzentration lag im Jahresmittel 2004 in Illmitz bei 19 µg/m³, auf dem Zöbelboden bei 9 µg/m³.

Der Anteil der PM2,5-Fraktion am PM10 variierte in Illmitz zwischen 31% und 100% und betrug im Mittel 77%; auf dem Zöbelboden variierte der PM2,5-Anteil zwischen 33% und 100% und lag im Mittel bei 78%.

Die PM1-Konzentration lag in Illmitz im Jahresmittel bei 14 µg/m³. Der PM1-Anteil am PM10 variierte zwischen 21% und 100% und beträgt im Mittel 59%.

Monats- und Jahresmittelwerte der PM10-, PM2,5- und PM1-Konzentration sowie der Anteile von PM2,5 bzw. PM1 am PM10 sind in Tabelle 12 zusammen gestellt.

Tabelle 12: Monats- und Jahresmittelwerte der Konzentration von PM10, PM2,5 und PM1, in Illmitz ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sowie des PM2,5- und PM1-Anteils am PM10, 2004

	Illmitz					Zöbelboden		
	PM10	PM2,5	PM1	PM2,5/ PM10	PM1/ PM10	PM10	PM2,5	PM2,5/ PM10
Jan	35,5	29,1	22,1	0,81	0,66	6,6	10,0	
Feb	31,2	21,2	14,8	0,66	0,46	12,5	11,8	
März	29,2	25,6	19,0	0,86	0,66	18,6	16,4	0,90
April	23,2	19,2	15,2	0,84	0,68	13,7	11,0	0,81
Mai	17,1	13,2	11,2	0,79	0,66	12,0	9,8	0,77
Juni	14,5	10,4	8,2	0,74	0,57	9,6	7,0	0,78
Juli	18,2	12,9	10,5	0,70	0,57	12,3	9,3	0,78
Aug	23,1	15,3	12,7	0,68	0,58	13,2	11,0	0,86
Sept	18,3	12,1	9,9	0,69	0,53	10,6	7,3	0,68
Okt	25,1	19,2	13,5	0,77	0,54	8,8	6,1	0,70
Nov	25,5	19,7	14,3	0,82	0,61	7,6	5,4	0,79
Dez	34,1	28,8	17,0	0,85	0,53	6,4	4,8	0,80
JMW	24,5	19,2	14,0	0,77	0,59	10,9	9,0	0,78

3.4.1 Illmitz

Abbildung 10 zeigt die Monatsmittelwerte der PM-Fractionen (PM1, Differenz PM2,5-PM1, Differenz PM10-PM2,5) in Illmitz 2004. Abbildung 11 zeigt den Verlauf der TMW der Konzentration von PM10, PM2,5 und PM1 in Illmitz, Abbildung 12 die TMW der PM10-Konzentration sowie des Anteils von PM2,5 und PM1 am PM10.

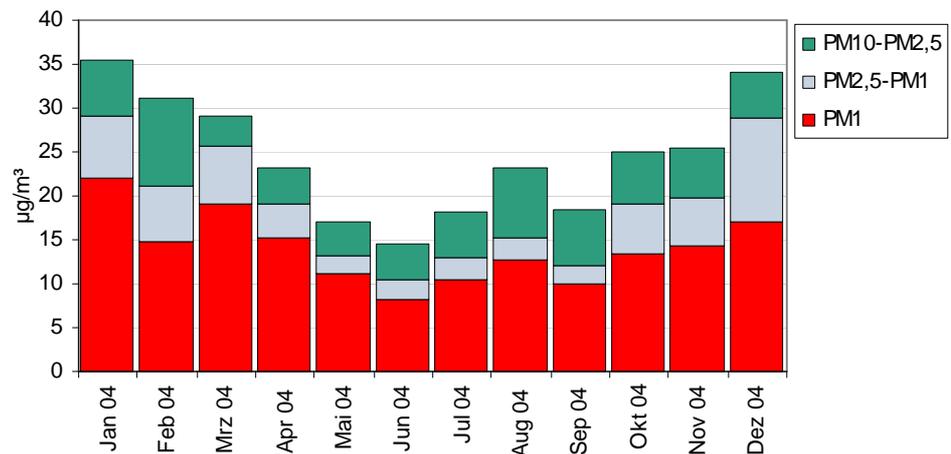


Abbildung 10: Monatsmittelwerte der PM-Fractionen in Illmitz, 2004

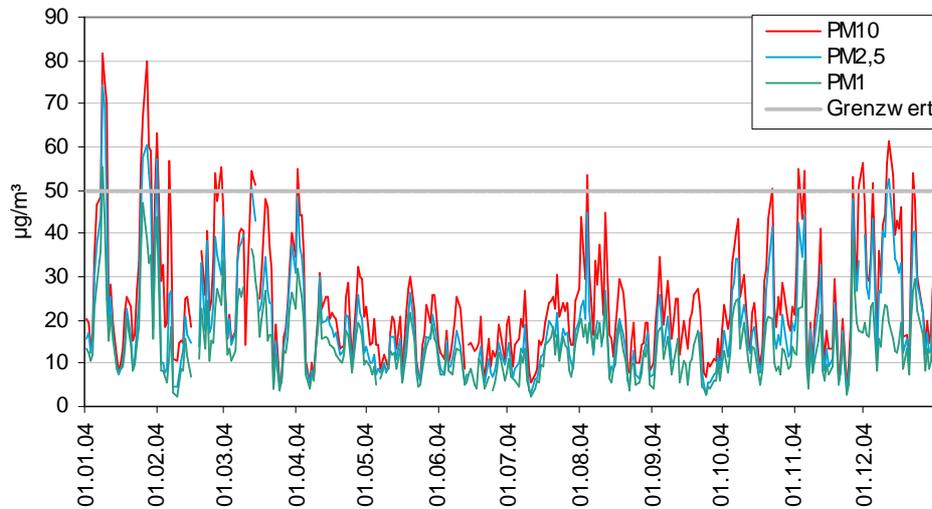


Abbildung 11: Verlauf der Tagesmittelwerte von PM10, PM2,5 und PM1 in Illmitz, 2004

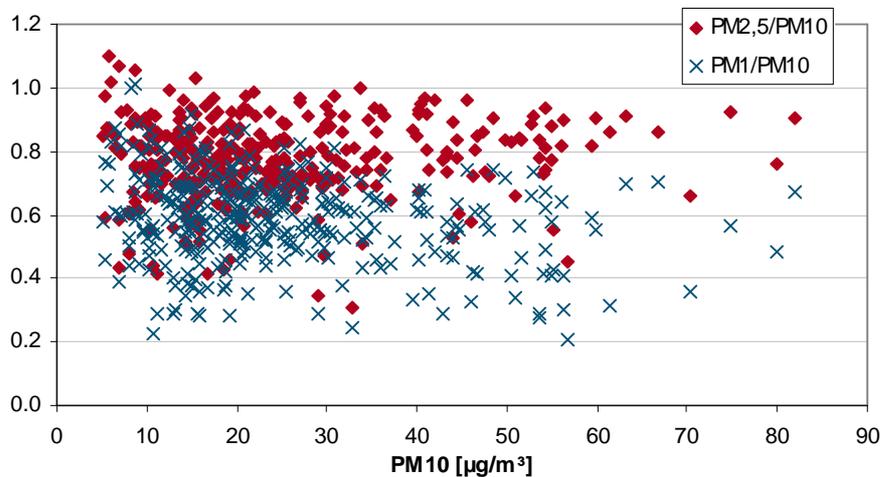


Abbildung 12: Verlauf der Tagesmittelwerte von PM10 sowie des PM2,5- und PM1-Anteils am PM10 in Illmitz, 2004

Der PM2,5-Anteil am PM10 zeigt keinen deutlichen Zusammenhang mit der PM10-Konzentration. Hohe PM2,5-Anteile am PM10 (über 90%) wurden u. a. zwischen 7. und 9.1. 2004 – d. h. während einer Episode großflächig sehr hoher PM10-Belastung – registriert; allerdings wies der 10.1. bei nach wie vor hoher PM10-Belastung ein unterdurchschnittliches PM2,5/PM10-Verhältnis (0,66) auf, der PM1-Anteil am PM10 lag bei 36%. Das PM1/PM10-Verhältnis nimmt tendenziell mit zunehmender PM10-Konzentration ab; die Regressionsgerade weist bei einem Bestimmtheitsmaß von 0,06 aber auf keine statistische Signifikanz hin.

Die hohen PM2,5-Anteile z. B. von 29.2. bis 9.3., von 27. bis 30.3., von 8. bis 11.4. sowie von 24. bis 26.12. (durchwegs über 90%) fielen mit sehr variablen PM10-Belastungen zwischen 7 und 46 µg/m³ zusammen. Im Sommer treten hohe PM2,5-

Anteile meist bei sehr niedriger PM10-Belastung auf, so u. a. von 22. bis 24.5. (über 90%) bei PM10-Werten unter $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die niedrigsten PM2,5-Anteile (unter 50%) wurden zwischen 2. und 6.2. sowie am 8. und 9.2. registriert. Von 2. bis 5.2. sowie am 8. und 9.2. war die PM10-Belastung mit 11 bis $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relativ niedrig; am 6.2. wurde die PM10-Konzentration in Illmitz von Saharastaub-Ferntransport mit beeinflusst (TMW $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Außergewöhnlich niedrig war während dieser Tage der PM1-Anteil am PM10 mit unter 30% und einem Minimalwert von 21% am 6.2. Der 6.2. fällt auch durch einen außerordentlich niedrigen PM1-Anteil am PM2,5 von 46% auf.

Wie Tabelle 12 zeigt, ist das PM2,5/PM10-Verhältnis im Winter tendenziell höher als im Sommer, allerdings durchbricht der Februar 2004 (0,66) klar dieses Bild. Das PM1/PM10-Verhältnis zeigt keinen klaren Jahresgang.

Erkennbar ist, dass das PM1/PM2,5-Verhältnis im Sommerhalbjahr tendenziell höher ist (Mittel April – Sept. 0,81) als im Winter (Mittel 0,73), d. h. dass im Sommer ein vergleichsweise größerer Anteil der PM2,5-Masse als PM1 vorliegt als im Winter. Allerdings fällt auch dabei der Februar mit einem niedrigen PM1/PM2,5-Verhältnis (0,70) auf.

Eine österreichweite Zusammenstellung der PM2,5-Daten der Jahre 1999 bis 2004 findet man in SPANGL et al. (2005).

3.4.2 Zeitlicher Verlauf 2001 bis 2004

Im Verlauf der Jahre 2001 bis 2004 ist das PM2,5/PM10-Verhältnis in Illmitz äußerst konstant, es betrug im Jahresmittel 2001 78%, 2002 79%, 2003 und 2004 jeweils 77%.

Das PM1/PM10-Verhältnis lag 2003 bei 58%, 2004 bei 59%.

Die in Abbildung 13 dargestellten Monatsmittelwerte der PM2,5-Konzentration sowie der PM10-PM2,5-Konzentration von März 2001 bis Dezember 2004 zeigen, dass das PM2,5/PM10-Verhältnis stark variierte und etwa im hoch belasteten Dezember 2002 (Monatsmittelwert $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$) bei 78% lag, im gleich hoch belasteten Februar 2003 mit 93% außerordentlich hoch war.

Überdurchschnittliche PM2,5-Anteile treten zumeist im Winter auf, unterdurchschnittliche im Sommer, allerdings gibt es, wie v. a. Februar 2004 zeigt, auch Wintermonate mit sehr niedrigen PM2,5-Anteilen.

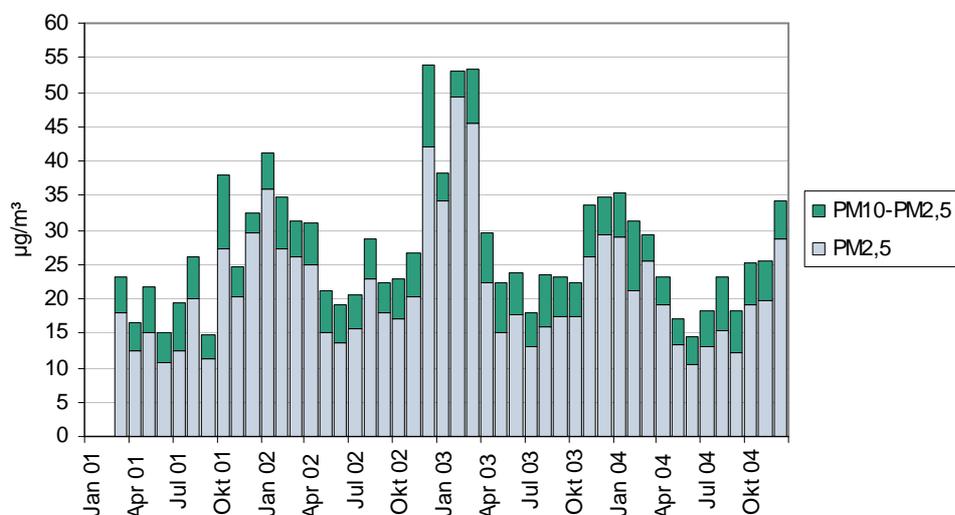


Abbildung 13: Monatsmittelwerte der Konzentration von PM_{2,5} sowie der Differenz PM₁₀-PM_{2,5}, Illmitz, 2001 bis 2004

3.4.3 Zöbelboden

Am Zöbelboden traten hohe PM_{2,5}/PM₁₀-Verhältnisse über 90% fast durchgehend v. a. im Zeitraum von 29.2. bis 16.3., von 23. bis 31.3. sowie von 6. bis 10.4. auf; die PM₁₀-Konzentration variierte von 29.2. bis 16.3. zwischen 10 und 46 µg/m³, nach dem 23.3. lag sie zwischen 4 und 14 µg/m³. Überdurchschnittliche PM_{2,5}/PM₁₀-Verhältnisse (über 90%) fielen im Sommer meist mit sehr niedrigen PM₁₀-Konzentrationen (unter 5 µg/m³) zusammen.

PM_{2,5}-Anteile unter 50% sind äußerst selten. PM_{2,5}-Anteile unter 60% traten gehäuft u. a. zwischen 23. und 25.5. sowie zwischen 1. und 4.11. bei PM₁₀-Konzentrationen zwischen 9 und 23 µg/m³ auf.

Insgesamt zeigt das PM_{2,5}/PM₁₀-Verhältnis keinerlei statistischen Zusammenhang mit der PM₁₀-Konzentration.

Das PM_{2,5}/PM₁₀-Verhältnis zeigt keinen klaren Jahresgang. Auffällig sind die hohen PM_{2,5}-Anteile im März 2004.

3.5 Stickstoffoxide

3.5.1 Die NO₂- und NO_x-Belastung im Jahr 2004

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 2004 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).

Tabelle 13 gibt die Monats- und Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration, den JMW der NO-Konzentration (µg/m³), den JMW der NO_x-Konzentration (angegeben in µg/m³ NO₂) sowie den maximalen HMW und den maximalen TMW des Jahres 2004 (µg/m³) an.

Tabelle 13: Monats- und Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration, JMW der NO-Konzentration (µg/m³), JMW der NO_x-Konzentration (angegeben in µg/m³ NO₂) sowie maximaler HMW und den maximaler TMW des Jahres 2004 (µg/m³)

	ENK	ILL	PIL	KOL	SIG	STO	SUL	VOR	ZOE
Jän.04	16,5	12,1	11,9	5,7	2,8	3,2	7,1	4,9	4,7
Feb.04	17,0	9,1	7,9	7,2	3,5	3,2	4,1	4,7	6,0
Mär.04	14,4	9,6	8,3		3,8	4,8	7,1	8,9	7,5
Apr.04	7,7	7,4	8,2		2,9	3,3	2,7	4,1	4,2
Mai.04	8,5	5,9	5,0		3,0	2,2	2,3	3,3	4,2
Jun.04	6,9	4,7	4,1		2,4	1,7	2,9	2,3	3,1
Jul.04	6,7	4,9	3,9		2,7	1,7	2,8	2,2	2,9
Aug.04	6,5	5,5	5,2		1,9	1,9	1,6	2,2	3,0
Sep.04	8,5	5,7	5,7		1,8	1,9	2,7	2,8	3,4
Okt.04	15,1	9,5	11,8		2,9	2,5	4,8	3,7	3,8
Nov.04	15,5	12,4	14,7		2,8	2,2	6,6	5,0	5,7
Dez.04	20,9	14,7	15,0		2,0	1,9	6,0	3,8	5,8
NO₂ JMW	12,0	8,5	8,5		2,7	2,5	4,2	4,0	4,5
NO JMW	1,8	0,8	0,9		0,5	0,5	0,6	0,4	0,2
NO_x JMW	15,1	9,9	10,0		3,6	3,4	5,2	4,7	4,8
max. HMW	91,1	59,3	65,3	58,4	33,0	29,4	46,5	40,0	40,3
max. TMW	48,0	29,1	36,1	28,8	11,8	10,4	23,6	22,2	27,7

Die höchste NO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen des Umweltbundesamtes weist im Jahresmittel Enzenkirchen mit 12 µg/m³ auf (NO_x JMW 15 µg/m³). Die außeralpinen Messstellen Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf registrierten mit JMW über 8 µg/m³ deutlich höhere Jahresmittelwerte als die alpinen Messstellen, an denen die Jahresmittelwerte in einem relativ engen Bereich zwischen 2,5 und 4,5 µg/m³ variieren.

Der höchste Halbstundenmittelwert wurde mit 91 µg/m³ in Enzenkirchen gemessen, wo mit 48 µg/m³ auch der höchste Tagesmittelwert auftrat.

Alle Messstellen zeigen deutliche Jahressgänge mit erhöhten Konzentrationen im Winter, die durch höhere Emissionen und ungünstigere Ausbreitungsbedingungen bedingt sind. Diese Jahressgänge sind an den außeralpinen Messstellen ausgeprägter als an jenen in Mittelgebirgslage, da an letzteren die o.g. Einflüsse im Sommer durch verstärkten Transport aus niedrigeren Regionen teilweise kompensiert werden.

Das Oberösterreichische Alpenvorland (Enzenkirchen) weist somit eine deutlich höhere mittlere NO₂- und NO_x-Belastung auf als der nordöstliche außeralpine Raum (Illmitz, Pillersdorf). Im Mittelgebirge ist die NO_x-Konzentration im Mittel weniger als halb so hoch wie im nordöstlichen Flachland, wobei die niedrigste NO_x-Belastung in St. Sigmund (als höchst gelegene Hintergrundmessstelle, 1666 m)

auftritt, sowie auf der Stolzalpe, in deren weiterem Umfeld die NO_x-Emissionen sehr niedrig sind (Oberes Murtal, Niedere Tauern).

In Hinblick auf die atmosphärische Lebensdauer von NO₂ unter einem Tag wird die NO₂-Hintergrundbelastung – verglichen mit PM₁₀ oder SO₂ – vergleichsweise wenig von Ferntransport beeinflusst; regionale Emissionen im Umkreis von maximal ca. 200 km dominieren die NO₂-Belastung im außeralpinen Raum.

In Enzenkirchen sind Ost- wie Westwind mit jeweils ähnlichen mittleren NO₂-Konzentrationen um 12 µg/m³ verbunden, die Emissionen im Oberösterreichischen und Niederösterreichischen sowie im Bayerischen Alpenvorland zuzuordnen sind. Niedrigere NO₂-Konzentrationen sind mit seltenerem Nord- und Südwind verbunden.

In Illmitz ist Wind aus dem Sektor Nordost bis Ost mit um 12 µg/m³ mit deutlich höheren NO₂-Konzentrationen verbunden als West- bis Nordwestwind (8 bis 9 µg/m³); noch etwas niedriger ist die NO₂-Konzentration bei Wind aus Südwest bis Südost. Als Hauptquelle von NO₂ im Nordosten lässt sich der Ballungsraum Bratislava identifizieren.

In Pillersdorf liegen die mittleren NO₂-Konzentrationen bei Wind aus Südsüdwest über Südost bis Nordnordost um 10 µg/m³, mit etwas höheren Konzentrationen bei Nordostwind. Die NO₂-Hauptquellen sind im Niederösterreichischen Alpenvorland, im Raum Wien und in Mähren zu suchen. Wie weit die etwas höhere NO₂-Konzentration bei Nordostwind auf Emissionen im Raum Brno oder entfernteren Emissionen in Tschechien zuzuordnen ist, kann derzeit nicht gesagt werden. Niedrige NO₂-Konzentrationen von 6 bis 7 µg/m³ treten in Pillersdorf bei Wind aus West bis Nord auf.

An den alpinen Messstellen wird die NO₂-Belastung (und ihr zeitliches Muster) von Transport aus den jeweils unterhalb gelegenen Tälern bestimmt, d. h. in St. Sigmund aus dem Inntal, in St. Koloman aus dem Salzachtal (inkl. Stadt Salzburg), auf der Stolzalpe aus dem oberen Murtal, auf dem Zöbelboden aus dem Ennstal und dem vorgelagerten Alpenvorland; in Sulzberg spielen Luftmassentransport aus dem Vorarlberger Rheintal bzw. dem Bodenseeraum sowie aus dem Allgäu (Illertal) zusammen.

In St. Sigmund ist die mittlere NO₂-Konzentration bei nördlichem Wind (Taleinwind) mit um 4 µg/m³ doppelt so hoch wie bei anderen Windrichtungen.

Auf der Stolzalpe liegt die mittlere NO₂-Konzentration bei südöstlichem Wind (Hangaufwind) um 3 µg/m³, bei Nordwestwind (Hangabwind) um 2 µg/m³.

In Vorhegg ist Ostwind (Taleinwind) mit NO₂-Konzentrationen um 5 µg/m³, nördlicher Wind (Hangabwind) um 3 µg/m³.

Auf dem Zöbelboden liegt bei nordwestlichem Wind (Transport aus dem Alpenvorland) die mittlere NO₂-Konzentration bei 5 µg/m³, bei Südostwind um 3 µg/m³.

3.5.2 Trend der Belastung durch Stickstoffoxide

Tabelle 14 zeigt die Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration an den Messstellen des Umweltbundesamtes im Zeitraum von 1994 bis 2004. Mit Ausnahme der Messstelle Pillersdorf liegen durchgehende Messreihen erst seit 1998/99 vor, so dass Trendaussagen nur eingeschränkt möglich sind. Abbildung 14 zeigt die JMW

der NO₂- und NO_x-Konzentrationen (NO₂+NO, in µg/m³ NO₂) sowie die jährlichen NO_x-Emissionen Österreichs [ANDERL 2005].

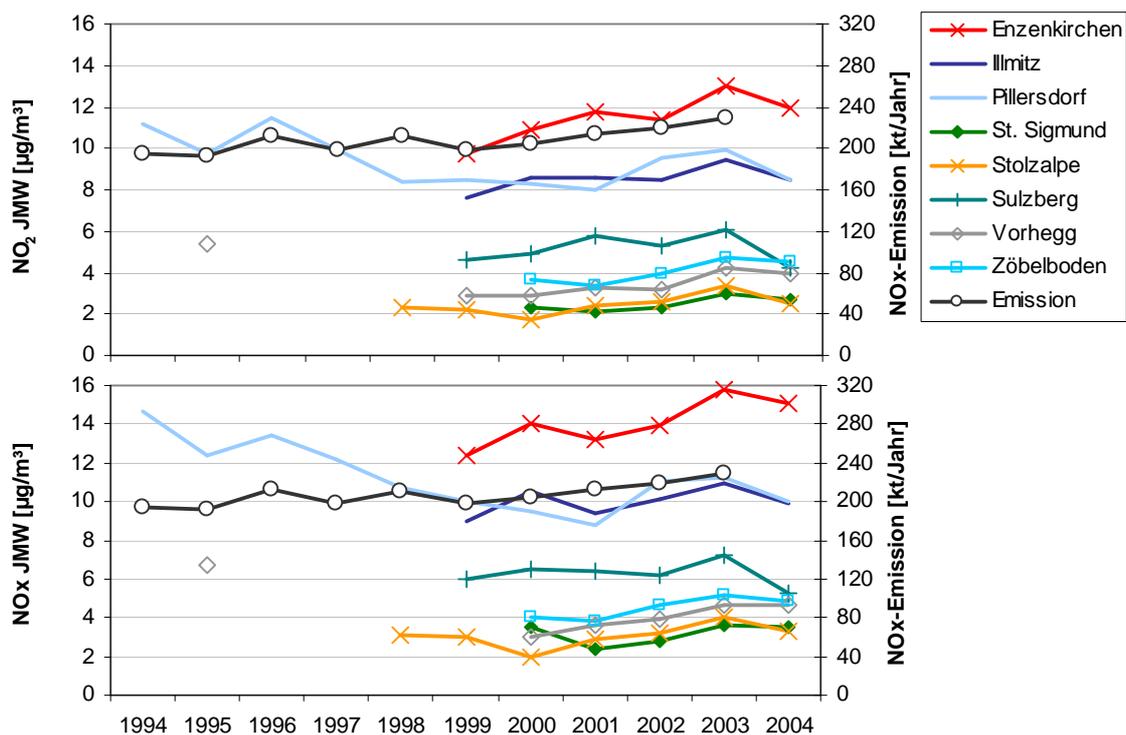


Abbildung 14: Jahresmittelwerte der NO₂- und NO_x-Konzentration, µg/m³, sowie jährliche NO_x-Emissionen Österreichs

Tabelle 14: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen, µg/m³

	ENK	ILL	PIL	KOL	SIG	STO	SUL	VOR	ZOE
1994			11,2						
1995			9,7					5,4	
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	5,4	2,3	1,7	4,9	2,9	3,7
2001	11,7	8,6	8,0	5,8	2,1	2,4	5,8	3,3	3,4
2002	11,4	8,5	9,5	5,9	2,3	2,6	5,3	3,2	4,0
2003	13,0	9,4	9,9	7	3	3,4	6,1	4,2	4,7
2004	12,0	8,5	8,5	7,7	2,7	2,5	4,2	4,0	4,5

Die NO₂-Konzentration ging im Jahresmittel in Pillersdorf (der am längsten betriebenen Messstelle) von 1994 bis 2001 deutlich zurück und stieg dann bis 2003 wieder an, um 2004 erneut zu sinken. Trotz dieser Variabilität weist Pillersdorf einen statistisch signifikant abnehmenden Trend (95%-Konfidenzniveau) von -0,5 µg/m³ pro Jahr auf. Die NO_x-Emissionen Österreichs nahmen zwischen 1994 und 2003

um 17% zu, wobei allerdings ein nicht unerheblicher Teil des Anstiegs auf den Tanktourismus¹⁵ zurückzuführen ist. Daher ist eine direkte Korrelation mit den österreichischen NO_x-Emissionen nicht herstellbar. Die Abnahme der NO_x- bzw. NO₂-Konzentration in Pillersdorf in diesem Zeitraum könnte mit dem Rückgang der NO_x-Emissionen in Tschechien um 25% (1994-2002) zusammenhängen. Abbildung 15 zeigt, dass die NO₂-Konzentration bei Nordostwind, verglichen mit anderen Windrichtungen, in den Neunzigerjahren am stärksten abgenommen hat, was auf einen Rückgang industrieller NO_x-Emissionen in (Nord-)Mähren zurückgehen dürfte. Der Anstieg der mittleren NO₂-Belastung bei Südost- und Südwestwind seit 2000 ist hingegen auf österreichische Emissionen zurückzuführen. Nordwestwind repräsentiert relativ niedrig belastete Luftmassen aus Südböhmen und dem Waldviertel mit niedrigen NO_x-Emissionen; der Rückgang Mitte der Neunzigerjahre dürfte mit Emissionsminderungen v. a. in Nordböhmen zusammen hängen.

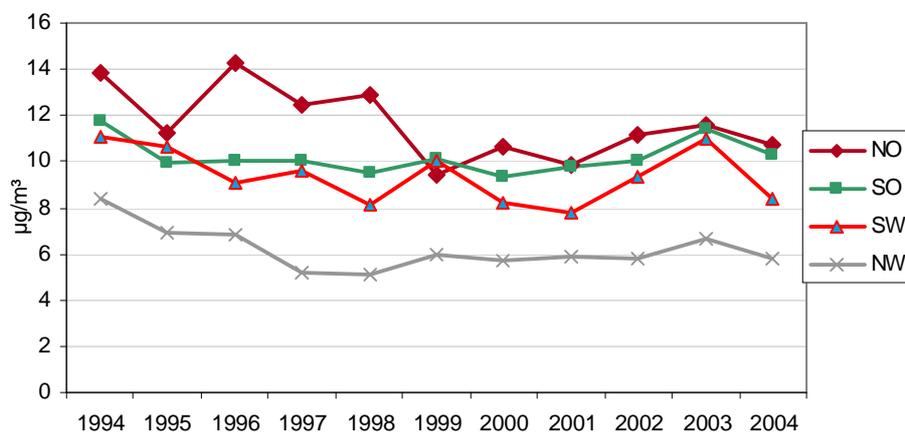


Abbildung 15: Trend der NO₂-Konzentration in Pillersdorf bei verschiedenen Windrichtungen

Alle seit 1998 bzw. 2000 betriebenen Messstellen weisen bis 2003 einen Anstieg der NO₂-Belastung im Jahresmittel auf. Im Jahr 2004 ging die NO₂-Konzentration gegenüber 2003 wieder zurück, besonders ausgeprägt in Sulzberg, kaum dagegen in St. Sigmund, auf der Stolzalpe und in Vorhegg. Der Anstieg der mittleren NO₂-Konzentration entspricht einem solchen der NO_x-Jahresmittelwerte.

Für die zeitliche Entwicklung der NO₂- bzw. NO_x-Hintergrundbelastung spielen sowohl die NO_x-Emissionen als auch der Witterungsverlauf eine entscheidende Rolle. Neben dem Ansteigen der österreichischen NO_x-Emissionen seit 1995 waren die ungünstigen Ausbreitungsbedingungen im Winter 2002/2003 für das Ansteigen der NO₂-Hintergrundbelastung bis zum Jahr 2003 mit verantwortlich; umgekehrt bedingten die günstigen meteorologischen Bedingungen in den ersten Monaten des Jahres 2004 einen Rückgang der NO₂- bzw. NO_x-Konzentration in diesem Jahr.

¹⁵ In Österreich verkaufter, allerdings nicht verbrauchter Treibstoff. In der Emissionsinventur wird derzeit der verkaufte Treibstoff zur Berechnung herangezogen.

3.6 Schwefeldioxid

3.6.1 Die Schwefeldioxid-Belastung im Jahr 2004

Die Grenzwerte des IG-L Anlage 1 zum Schutz der menschlichen Gesundheit für Schwefeldioxid sowie die Grenzwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation wurden 2004 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes eingehalten.

In Tabelle 15 sind die Monats- und Jahresmittelwerte, der maximale Halbstundenmittelwert und der maximale Tagesmittelwert der SO₂-Konzentration im Jahr 2004 sowie der Wintermittelwert 2003/04 (Okt.-März) angegeben.

Tabelle 15: Monats- und Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration 2004, Wintermittelwert Okt. 2002 – März 2004, maximaler HMW und maximaler TMW 2003, µg/m³

	ENK	ILL	PIL	KOL	SIG	STO	SUL	VOR	ZOE
Jän.04	2,4	6,5	5,5	0,9	0,3	1,2	0,7	1,0	0,9
Feb.04	2,4	2,9	2,9	1,2	0,4	1,4	0,9	1,2	1,0
Mär.04	3,2	2,8	3,5		0,3	1,7	1,0	2,1	1,8
Apr.04	1,3	1,8	2,4		0,2	0,9		0,4	0,6
Mai.04	0,9	1,2	1,3		0,3	0,4		0,4	0,5
Jun.04	0,6	0,7	0,9		0,3	0,2		0,2	0,3
Jul.04	0,7	0,9	1,1		0,3	0,2		0,2	0,3
Aug.04	0,8	1,2	2,0		0,2	0,2		0,2	0,3
Sep.04	1,1	1,2	1,7		0,2	0,3		0,4	0,3
Okt.04	1,2	1,8	2,1		0,2	0,4		0,2	0,2
Nov.04	0,7	1,8	2,6		0,4	0,7		0,5	0,7
Dez.04	1,4	2,2	2,5		0,3	0,5		0,4	0,5
JMW	1,4	2,1	2,4		0,3	0,7		0,6	0,6
WMW 2003/04	2,2	3,4	3,2	1,0	0,3	1,0	0,8	1,0	0,9
max. HMW	34,0	59,6	53,6	14,1	9,8	9,6	10,4	18,4	19,9
max. TMW	9,2	20,3	27,3	9,6	3,3	4,8	5,0	10,1	12,8

Im Jahres- und im Wintermittel wies Pillersdorf die höchste SO₂-Belastung (JMW 2,4 µg/m³) auf, gefolgt von Illmitz und Enzenkirchen. Alle alpinen Messstellen wiesen JMW um oder unter 1 µg/m³ auf, der niedrigste Jahresmittelwert wurde mit 0,3 µg/m³ in St. Sigmund gemessen.

Der höchste Halbstundenmittelwert wurde mit 60 µg/m³ in Illmitz registriert, der höchste Tagesmittelwert mit 27 µg/m³ in Pillersdorf.

Die Schadstoffwindrosen zeigen (siehe Anhang 8), dass in Enzenkirchen die SO₂-Belastung im Mittel bei Ost- bis Südostwind (2 µg/m³) deutlich höher ist als bei westlichem Wind (um 1 µg/m³). Die Hauptquellen der SO₂-Belastung liegen in Linz sowie in Ferntransport aus Tschechien, der Slowakei oder Ungarn.

In Illmitz treten die höchsten SO₂-Konzentrationen bei (seltenem) Ostnordostwind auf (4 bis 5 µg/m³) und sind Emissionen im Ballungsraum Bratislava, u. U. auch anderen Quellen in der Slowakei zuzuordnen. Nordnordwestwind ist mit SO₂-Konzentrationen von 3 µg/m³ verbunden, die auf Transport aus Wien (inkl. Raffine-

rie Schwechat), Tschechien und Südpolen zurückgehen. Ferntransport von Südosten führt bei Südostwind zu mittleren Konzentrationen um $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wohingegen Südwestwind mit Konzentrationen weit unter $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verbunden ist.

In Pillersdorf kommen die höchsten SO_2 -Konzentrationen (um $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mit Südostwind aus der Region Bratislava, überlagert u. U. von Ferntransport aus entfernteren Regionen im südöstlichen Mitteleuropa und Advektion aus Wien. Nordostwind (Transport aus Mähren und Südpolen) ist mit SO_2 -Konzentrationen um $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verbunden, Westwind mit 1 bis $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die vergleichsweise sehr niedrigen SO_2 -Konzentrationen in St. Sigmund und Stolzalpe lassen keine Abhängigkeit von den Hauptwindrichtungen erkennen. Diese sehr emittententfernen inneralpinen Standorte sind von SO_2 -Transport auf regionaler Skala praktisch nicht betroffen. In Vorhegg ist Ostwind mit etwas höheren SO_2 -Konzentrationen als andere Windrichtungen, bedingt durch Transport aus dem Gailtal bzw. dem Klagenfurter Becken sowie fallweise aus Slowenien.

Auf dem Zöbelboden weist Nordwestwind etwas höhere SO_2 -Konzentrationen auf als andere Windrichtungen, bedingt durch Transport aus dem Alpenvorland sowie Ferntransport aus Tschechien.

3.6.2 Trend der Schwefeldioxidbelastung

Die SO_2 -Belastung nahm an den österreichischen Hintergrundmessstellen seit 1990 stark ab, wie Tabelle 16 und Abbildung 16 zeigen. Dargestellt sind zudem der Verlauf der SO_2 -Emissionen in Österreich und Tschechien. Tabelle 17 gibt die maximalen Halbstundenmittelwerte des Jahres an.

Tabelle 16: Trend der Jahresmittelwerte der SO_2 -Konzentration an den Österreichischen Hintergrundmessstellen 1990 bis 2004, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sowie SO_2 -Emissionen Österreichs, kt/Jahr

	ENK	ILL	PIL	KOL	SIG	STO	SUL	VOR	ZOE	Emission
1990		21,0								79,0
1991		25,0						5,5		72,0
1992		19,0		3,5		2,1		5,2		59,0
1993		17,0	18,6			2,8		3,8		59,0
1994		7,4	12,0			1,9		3,3		53,0
1995			9,3					2,9		48,2
1996			16,2							46,3
1997			10,4							42,1
1998			5,3			1,0				37,3
1999	1,8	3,2	4,3			0,9	1,0	1,4		36,1
2000	1,6	3,0	3,4	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	33,1
2001	1,9	3,1	3,0	0,7	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	34,2
2002	1,9	2,9	3,3	0,6	0,3	0,5	0,6	0,6	0,5	33,0
2003	2,3	3,3	3,5	0,8	0,3	0,6	0,8	0,8	1,1	34,1
2004	1,4	2,1	2,4		0,3	0,7		0,6	0,6	

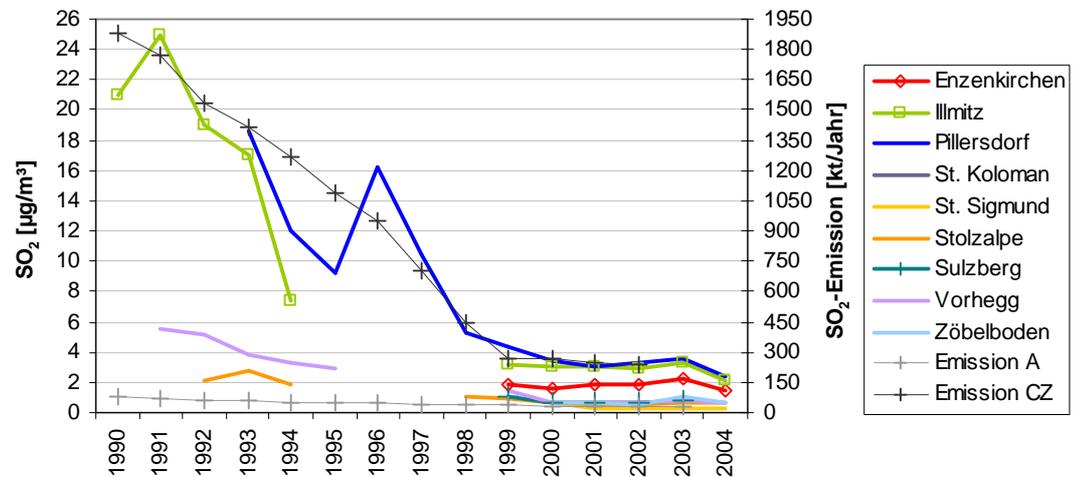


Abbildung 16: Trend der Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration an den Österreichischen Hintergrundmessstellen 1990 bis 2004 sowie SO₂-Emissionen Österreichs und Tschechiens

Die tschechischen SO₂-Emissionen waren 1990 um einen Faktor 24 höher als jene Österreichs und 2002 noch sechseinhalb mal so hoch. SO₂-Transport aus Tschechien dominierte bis in die zweite Hälfte der Neunzigerjahre die SO₂-Hintergrundbelastung in Österreich nördlich des Alpenhauptkamms; mit dem Rückgang der tschechischen SO₂-Emissionen stieg seit den späten Neunzigerjahren der relative Anteil von SO₂-Transport aus der Slowakei und Ungarn, aber auch aus entfernteren Ländern wie Polen, Serbien und Rumänien.

Die windrichtungsabhängige Auswertung der langjährigen Messreihe von Pillersdorf in Abbildung 17 verdeutlicht nicht nur den Rückgang des SO₂-Ferntransports in den Nordosten Österreichs, sondern auch die unterschiedliche Entwicklung von SO₂-Transport aus verschiedenen Richtungen.

Im Zeitraum zwischen 1993 und 2004 nahm die SO₂-Konzentration in Pillersdorf im Jahresmittel um 87% ab; dabei fiel der Rückgang bei Wind aus den 90°-Sektoren Nordost, Südwest und Nordwest mit 87 bis 89% deutlich stärker aus als bei Südostwind mit 78%.

Zwischen 1993 und 1998 ging die mittlere SO₂-Konzentration bei Südwest- und Nordwestwind um jeweils 76% zurück, bei Nordostwind um 65%, bei Südostwind um 54%. Darin spiegelt sich der stärkere Rückgang der SO₂-Emissionen in Gebieten westlich der Messstelle Pillersdorf, in Böhmen, in Deutschland sowie (relevant bei Südwestwind) in Linz wider. Vergleichsweise wenig ging der SO₂-Transport von Südosten – d. h. aus der Slowakei, Ungarn, Südosteuropa, aber auch aus der Region Wien (Raffinerie Schwechat) zurück.

Zwischen 1998 und 2004 war der stärkste Rückgang (66%) der SO₂-Belastung bei Nordostwind zu verzeichnen, dessen Hauptquellen in Nordmähren (Region Ostrava), daneben in Südpolen (Oberschlesien, Krakow) zu suchen sind. Die anderen Windrichtungssektoren wiesen Rückgänge von 46 bis 53% auf.

Insgesamt spiegelt dieses Verhalten die starke Abnahme der SO₂-Emissionen in Tschechien und Deutschland (je -87%) in den Jahren 1990 bis 1999 wider, wäh-

rend die weiter östlicher gelegenen Staaten geringere Rückgänge bei den SO₂-Emissionen verzeichneten (Slowakei -67%).

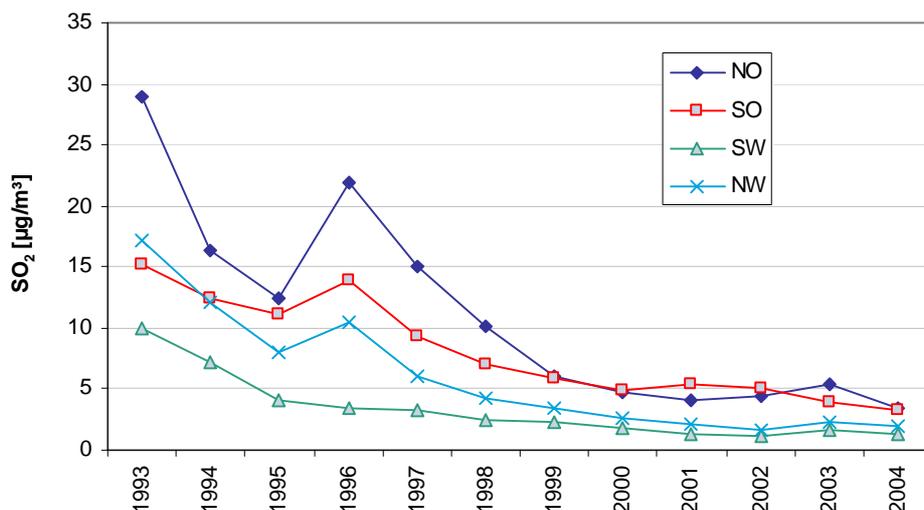


Abbildung 17: Trend der SO₂-Konzentration in Pillersdorf für verschiedene Windrichtungen 1993 bis 2004

Bei den maximalen Halbstundenmittelwerten zeichnet sich an den außeralpinen Messstellen 1998-1999 ein markanter Rückgang ab; Konzentrationen über 100 µg/m³ wurden seit 1999 nicht mehr beobachtet, nachdem im Jänner 1997 zuletzt Grenzwertüberschreitungen in Pillersdorf registriert wurden. Dieser Rückgang der Spitzenwerte spiegelt einerseits die gesunkenen SO₂-Emissionen v. a. in Tschechien und der Slowakei wider, hängt aber auch mit den meteorologischen Verhältnissen zusammen. Eine mit den Verhältnissen von Jänner 1997 vergleichbare stabile Hochdruckwetterlage mit Advektion kontinentaler Kaltluft und anhaltend ungünstigen Ausbreitungsbedingungen trat erst wieder in den Monaten Februar und März 2003 auf und war dann für großflächig stark erhöhte PM₁₀-Konzentrationen verantwortlich (siehe Kapitel 3.3).

Tabelle 17: Maximale jährliche Halbstundenmittelwerte der SO₂-Konzentration, 1990 bis 2004, µg/m³

	ENK	ILL	PIL	KOL	SIG	STO	SUL	VOR	ZOE
1990								80	
1991						40		120	
1992			131	59		41		50	
1993		126	257	99		72		159	
1994		174	119			44		89	
1995			116			49	40	55	
1996			214			27	40	88	41
1997			251			25	15	64	72
1998	44		156			52	13	45	20
1999	27	60	57	11	13	51	30	62	12
2000	86	56	74	17	8	31	12	30	29
2001	38	58	56	18	32	16	16	17	10
2002	27	45	79	13	49	14	6	20	15
2003	39	74	68	25	16	12	15	20	42
2004	34	60	54	14	10	10	10	18	20

3.7 Kohlenstoffmonoxid

3.7.1 Die CO-Belastung im Jahr 2004

Der Grenzwert für Kohlenstoffmonoxid wurde im Jahr 2004 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes eingehalten.

Der höchste Achtstundenmittelwert wurde mit 0,91 mg/m³ in Illmitz gemessen.

Die CO-Konzentration liegt im Jahresmittel zwischen 0,19 mg/m³ auf dem Sonnblick und 0,29 mg/m³ in Illmitz. Im Jahresverlauf treten an den Messstellen Illmitz und Vorhegg im Winter höhere CO-Konzentrationen auf als im Sommer, wohingegen Sonnblick keinen so ausgeprägten Jahresgang aufweist. Im Sommer ist das Konzentrationsniveau in allen Höhenlagen einheitlicher als im Winter; im Winter treten mit MMW über 0,40 mg/m³ in Illmitz wesentlich höhere CO-Konzentrationen auf als im Hochgebirge. Vorhegg weist v. a. im Sommer, wenn Quellen am Talboden wenig zum Tragen kommen, ein ähnliches Belastungsniveau auf wie die hochalpine Messstelle Sonnblick.

Tabelle 18: Monatsmittelwerte, Jahresmittelwerte und maximale Achtstundenmittelwerte der CO-Konzentration 2004, mg/m³

	ILL	KOL	SON	VOR
Jän.04	0,43	0,27	0,20	0,26
Feb.04	0,34	0,27	0,21	0,25
Mär.04	0,37		0,23	0,30
Apr.04	0,29		0,22	0,24
Mai.04	0,23		0,20	0,18
Jun.04	0,18		0,16	0,15
Jul.04	0,18		0,17	0,15
Aug.04	0,20		0,17	0,15
Sep.04	0,20		0,15	0,15
Okt.04	0,29		0,16	0,17
Nov.04	0,35		0,17	0,19
Dez.04	0,46		0,18	0,20
JMW	0,29		0,19	0,20
max. MW8	0,91	0,72	0,40	0,53

Das räumlich einheitliche Belastungsniveau im Sommer ist die Folge guter vertikaler Durchmischung bei geringen lokalen bis regionalen CO-Emissionen, während im Winter im außeralpinen Flachland die regionalen CO-Emissionen bei ungünstigen Ausbreitungsbedingungen zum Tragen kommen.

Die CO-Schadstoffwindrose (Anhang 8) zeigt in Illmitz erhöhte Konzentrationen bei östlichem Wind (um 0,4 mg/m³) gegenüber um 0,3 mg/m³ bei Westwind. Vorhegg und Sonnblick zeigen praktisch keine Abhängigkeit der CO-Konzentration von der Windrichtung.

3.7.2 Trend der CO-Belastung

Tabelle 19 und Abbildung 18 zeigen die Jahresmittelwerte der CO-Konzentration 1992-2003 sowie die österreichischen CO-Emissionen.

Die CO-Jahresmittelwerte an der Hintergrundmessstelle Vorhegg weist bis ca. 2000 einen abnehmenden Trend parallel zu jenem der CO-Emissionen auf, danach stieg die CO-Konzentration wieder an.

Die maximalen MW8 pro Jahr (Tabelle 20) zeigen einen unregelmäßigen Verlauf mit hohen MW8 in den späten Neunzigerjahren (Illmitz 1,5 mg/m³ 1998). Die niedrigsten Spitzenwerte traten um 2000 auf, 2002 und 2003 stiegen sie leicht an.

Tabelle 19: Jahresmittelwerte der CO-Konzentration, 1992 bis 2004

	ILL	KOL	SON	VOR
1992				0,27
1993				0,27
1994				0,24
1995				
1996				0,25
1997			0,18	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

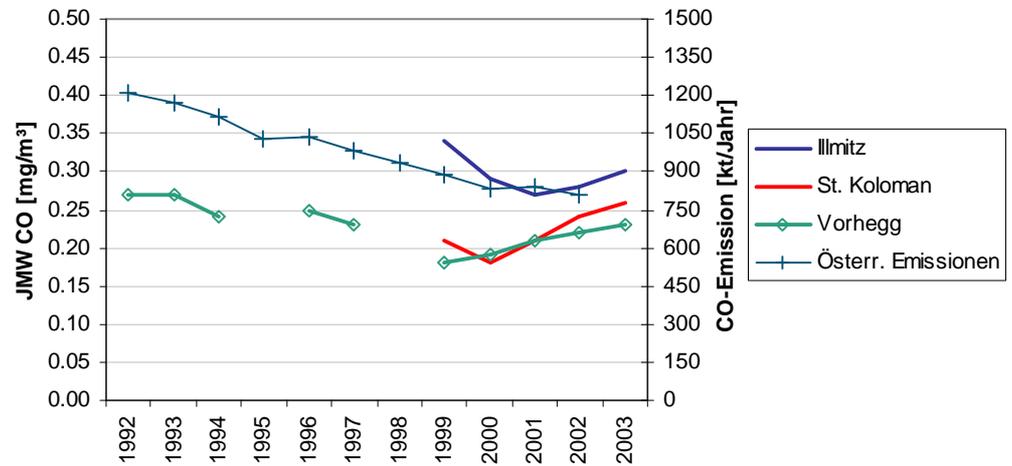


Abbildung 18: Jahresmittelwerte der CO-Konzentration (mg/m³) und österreichische CO-Emissionen (kt/Jahr)

Tabelle 20: Maximale Achtstundenmittelwerte pro Jahr der CO-Konzentration, mg/m³

	ILL	KOL	SON	VOR
1992		0,89		0,80
1993		0,94		0,84
1994	1,00			0,76
1995	1,07			0,76
1996	1,30		1,08	1,14
1997	1,25		0,94	1,18
1998	1,54	0,80	0,49	0,59
1999	1,08	0,51		0,50
2000	1,03	0,66		0,47
2001	0,86	0,70		0,58
2002	0,82	0,86	0,41	0,71
2003	1,07	0,95	0,40	0,61
2004	0,91	0,72	0,40	0,53

3.8 Schwermetalle

3.8.1 Blei im PM10

3.8.1.1 Die Blei-Belastung im Jahr 2004

Blei im PM10 wird in Illmitz, Zöbelboden und Vorhegg jeden sechsten Tag erfasst. In Illmitz liegen 60, am Zöbelboden 58 und in Vorhegg 57 Tagesproben vor. Tabelle 21 gibt den Jahresmittelwert, den maximalen und den minimalen Tagesmittelwert der Konzentration von Blei im PM10 im Jahr 2004 in µg/m³ an.

Wie aus Tabelle 21 ersichtlich, liegt die Bleikonzentration an allen Messstellen des Umweltbundesamtes sehr deutlich unter dem IG-L-Grenzwert von 0,5 µg/m³. Der Jahresmittelwert liegt in Illmitz bei 2% des Grenzwertes, auf dem Zöbelboden und in Vorhegg unter 1% des Grenzwertes.

Analog zur PM10-Belastung weist Illmitz die höchste Blei-Belastung auf, wobei die Unterschiede zu den Messstellen in Mittelgebirgslage im Sommer am geringsten sind.

Tabelle 21: Jahresmittelwert, maximaler und minimaler Tagesmittelwert der Konzentration von Blei im PM10, 2004 (µg/m³)

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
JMW	0,011	0,004	0,003
Max	0,105	0,014	0,010
Min	0,001	<0,00082 ¹⁶	<0,00082

3.8.1.2 Trend der Bleibelastung

Zwischen 2000 und 2003 zeigt die Konzentration von Blei im PM10 in Illmitz keine Veränderung und lag 2004 deutlich unter dem (bereits niedrigen) Niveau der Vor-

¹⁶ Bestimmungsgrenze

jahre. In Vorhegg ist eine leichte kontinuierliche Abnahme auf sehr niedrigem Niveau zu beobachten, wie Tabelle 22 und Abbildung 19 zeigen. Der Zöbelboden weist ein sehr ähnliches Belastungsniveau auf wie die bis 2003 betriebene Messstelle St. Koloman.

Tabelle 22: Verlauf der Konzentration von Blei im PM10, 2000 bis 2004, ng/m³

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

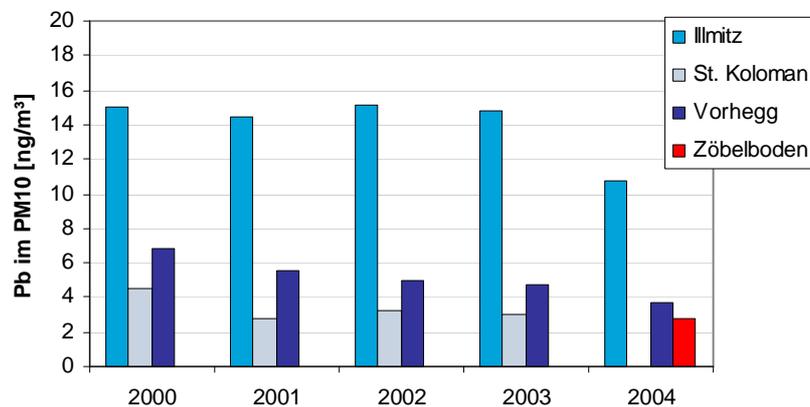


Abbildung 19: Verlauf der Konzentration von Blei im PM10

3.8.2 Cadmium im PM10

Neben Blei wurde in Illmitz, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden Cadmium im PM10 analysiert (gleiche Probenanzahl wie Blei). Die Ergebnisse sind in Tabelle 23 zusammen gestellt.

Die Cadmium-Belastung liegt damit an allen Messstellen deutlich unter dem Zielwert der RL 2004/107/EG von 5 ng/m³; in Illmitz betrug der Jahresmittelwert 7% des Zielwertes, in Vorhegg 3%, auf dem Zöbelboden 2%.

Tabelle 23: Jahresmittelwert, maximaler und minimaler Tagesmittelwert der Konzentration von Cadmium im PM10, 2004 (ng/m³)

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
JMW	0,34	0,15	0,11
Max	4,27	1,05	0,63
Min	<0,082 ¹⁷	<0,082	<0,082

Der Verlauf der Cadmium-Belastung im PM10 in Illmitz und Vorhegg von 2001 bis 2004 ist in Tabelle 24 angegeben. In Illmitz nahm die Konzentration von Cadmium parallel zur PM10-Belastung bis 2003 zu und 2004 deutlich ab. In Vorhegg ist ein leicht abnehmendes Verhalten zu beobachten.

Tabelle 24: Verlauf der Konzentration von Cadmium im PM10, 2001 bis 2004, ng/m³

	Illmitz	Vorhegg
2001	0,42	0,21
2002	0,52	0,22
2003	0,56	0,17
2004	0,34	0,15

3.8.3 Arsen und Nickel im PM10

In Illmitz wurden neben Blei und Cadmium auch Arsen und Nickel im PM10 analysiert; für diese Schwermetalle werden in der RL 2004/107/EG Zielwerte festgelegt (Arsen 6 ng/m³, Nickel 20 ng/m³). Die Messergebnisse sind in Tabelle 25 zusammen gestellt.

Die Arsen- und Nickel-Konzentration im PM10 lag in Illmitz deutlich unter den Zielwerten der RL 2004/107EG; der Jahresmittelwert von Arsen betrug 25% des Zielwertes, jener von Nickel 14% des Zielwertes. Die As- und Ni-Konzentration liegt damit allerdings näher am Zielwert als jene von Blei und Cadmium verglichen mit dem Grenzwert des IG-L bzw. des Zielwertes der RL 2004/107EG.

Verglichen mit dem Jahr 2003 zeigen die As- und Ni-Konzentration 2004 keine Veränderung.

Tabelle 25: Jahresmittelwert, maximaler und minimaler Tagesmittelwert der Konzentration von Arsen und Nickel im PM10 in Illmitz, 2004 (ng/m³)

	Arsen	Nickel
JMW	1,5	2,8
Max	5,9	31,6
Min	<0,82 ¹⁸	<1,6 ¹⁸

¹⁷ Bestimmungsgrenze

¹⁸ Bestimmungsgrenze

3.8.4 Schwermetalle im PM_{2,5} und PM₁

In Illmitz wurden neben PM₁₀ bis 31.3.2004 auch die Fraktionen PM_{2,5} und PM₁ auf die Schwermetalle Blei, Cadmium, Arsen und Nickel analysiert. Für das Kalenderjahr 2004 lässt sich damit kein Jahresmittelwert angeben. Der Mittelwert über den Zeitraum von April 2003 bis März 2004 ist - zusammen mit den Vergleichswerten dieser Schwermetalle im PM₁₀ - in Tabelle 26 zusammen gestellt.

Tabelle 26: Mittelwert von April 2003 bis März 2004 der Konzentration von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁ in Illmitz (ng/m³)

	Blei	Cadmium	Arsen	Nickel
PM ₁₀	12,3	0,5	1,3	2,9
PM _{2,5}	10,1	0,4	1,2	2,6
PM ₁	6,2	0,2	1,0	1,8

Verglichen mit den relativen Anteilen von PM_{2,5} und PM₁ an der PM₁₀-Konzentration (siehe Kapitel 3.4) sind Arsen und Nickel deutlich in der PM₁-Fraktion angereichert (77 bzw. 62%); Blei und Cadmium zeigen hingegen leicht überproportionale Massenanteile in der Fraktion PM₁₀-PM_{2,5}, aber vergleichsweise niedrige Anteile in der PM₁-Fraktion.

3.9 Benzol

3.9.1 Die Konzentration von Benzol, Toluol und den Xylole 2004

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 27 sind die Jahresmittelwerte der Konzentrationen von Benzol, Toluol und m-,p-Xylol in Illmitz, St. Koloman und Vorhegg im Jahr 2004 in µg/m³ angegeben. Ethylenbenzol und o-Xylol werden nicht angeführt, da die Konzentrationen dieser Substanzen zumeist unter der Nachweisgrenze von 0,02 µg/m³ lagen.

Die Benzolkonzentration liegt an allen Messstellen des Umweltbundesamt deutlich unter dem IG-L-Grenzwert von 5 µg/m³ als Jahresmittelwert. Sie betrug in Illmitz 23%, in Vorhegg 11% und auf dem Zöbelboden 10% des Grenzwertes.

Tabelle 27: Jahresmittelwerte der Konzentrationen von Benzol, Toluol und m-,p-Xylol in Illmitz, Vorhegg und auf dem Zöbelboden, 2004 (µg/m³)

	Illmitz	Vorhegg	Zöbelboden
Benzol	1,16	0,56	0,51
Toluol	0,99	0,76	0,61
m-,p-Xylol	0,43	0,26	0,26

Die Konzentrationen aller Komponenten weisen einen ausgeprägten Jahresgang mit erhöhten Werten im Winter auf, besonders in Illmitz. Die Einzelwerte der Ben-

zolkonzentration variierten in Illmitz zwischen $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, auf dem Zöbelboden zwischen $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Vorhegg zwischen $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mit zunehmendem Alter der Luftmasse kommt es durch die höhere chemische Stabilität des Benzols bzw. einem rascheren Abbau von Toluol zu einer Abnahme des Toluol-Benzol-Verhältnisses. Das Toluol-Benzol-Verhältnis liegt in Illmitz unter 1 (typisch für Hintergrundgebiete; verkehrsnah über 2); in Vorhegg und am Zöbelboden sind die Konzentrationen aufgrund des niedrigen Niveaus (Messunsicherheit) allerdings nicht vergleichbar.

3.9.2 Trend der Benzolbelastung

Die an den drei Messstellen seit 2000 erfassten Benzolwerte zeigen keine klare Tendenz, wie Tabelle 28 und Abbildung 20 zeigen. In Illmitz lag die Benzolkonzentration im Jahresmittel 2004 unter dem Niveau der letzten Jahre; Vorhegg zeigt keinen Trend.

Tabelle 28: Jahresmittelwerte der Benzolkonzentration, 2000 bis 2004, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	Illmitz	St. Koloman	Vorhegg
2000	1,2	0,5	0,6
2001	1,4	0,6	0,7
2002	1,3	0,7	0,6
2003	1,4	0,6	0,6
2004	1,2		0,6

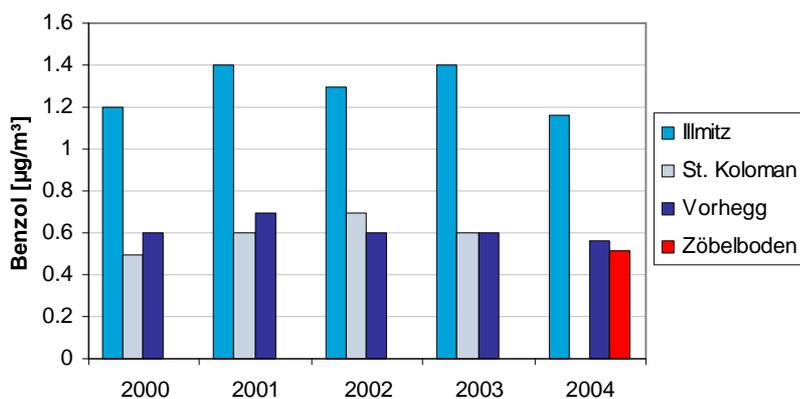


Abbildung 20: Verlauf der Benzolkonzentration 2000 bis 2004, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Die Toluolkonzentration (Abbildung 21) ging seit 2000 in Illmitz tendenziell zurück, Vorhegg zeigt keine klare Tendenz.

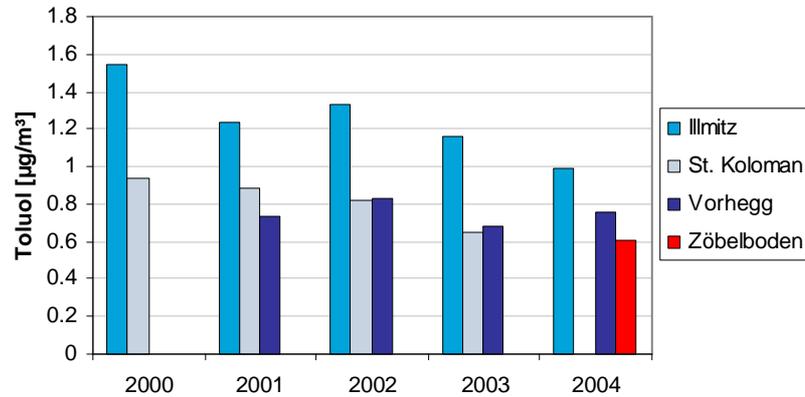


Abbildung 21: Verlauf der Toluolkonzentration 2000 bis 2004, µg/m³

3.10 Flüchtige organische Verbindungen

Mit dem In-Kraft-Treten 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)¹⁹ 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; Kapitel 3.9), sowie indirekt über die beim photochemischen Abbau dieser Vorläufersubstanzen in der Atmosphäre gebildeten Reizgase wie Ozon, den Peroxyacetylnitrat und einer Reihe von Aldehyden.

¹⁹ Nicht 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 Skala eine geringe Rolle spielt.

3.10.1 Messprogramm

Die wesentlichen Ziele der Messung von Ozonvorläufersubstanzen sind im Folgenden aufgelistet (siehe auch Anhang VI der Richtlinie 2002/3/EG):

- I Ermittlung von Trends bei den Ozonvorläufersubstanzen;
- I Prüfung der Wirksamkeit von Emissionsminderungsstrategien;
- I Prüfung der Konsistenz von Emissionsinventaren / Emissionsinventuren;
- I leichtere Zuordnung von Emissionsquellen zu Schadstoffkonzentrationen;
- I verbessertes Verständnis der Mechanismen der Ozonbildung und der Ausbreitung der Ozonvorläufersubstanzen;
- I Anwendung photochemischer Modelle.

Diese Messanforderungen benötigen mehrere Messstellen und den Einsatz verschiedener Messmethoden; es sind sowohl kontinuierliche Langzeitmessungen, als auch zusätzliche Messungen im Zuge von Messkampagnen notwendig. Die Vielzahl der vorgeschriebenen Einzelkomponenten (30 flüchtige organische Verbindungen) bedingt einen erhöhten messtechnischen Aufwand. Der erste Schritt des Messprogramms zur Umsetzung der Anforderungen der RL 2002/3/EG umfasst Messkampagnen an unterschiedlichen Standorten. Seit dem Sommer 2003 wurden vom Umweltbundesamt an drei Messstellen Tagesproben mittels aktiver Probenahme genommen. Die VOC-Analysen wurden an diesen Messstellen bis Ende September / Anfang Oktober 2004 durchgeführt (siehe Tabelle 29).

Tabelle 29: Auflistung der Messstellen 2003/2004

Messstelle	Type / Topographie	Beginn	Ende
Illmitz	Hintergrundmessstelle / Ebene	01.06.2003	07.10.2004
Wien Stephansplatz	städtische Hintergrundmessstelle / Ebene	08.08.2003	30.09.2004
Wien Hietzinger Kai	verkehrsnahe Messstelle / Ebene am Rand von Hügelland	13.08.2003	23.09.2004

Die Durchführung der Messungen in Wien wurde dankenswerterweise durch die Bereitstellung der Messstellen am Stephansplatz und am Hietzinger Kai durch die MA 22 ermöglicht.

Die Proben wurden im Labor mittels Lösemittel eluiert und gaschromatographisch analysiert. Durch das gewählte Sorptionsröhrchen und die Analyse im Labor werden nur jene VOC erfasst werden, die eine C-Anzahl von fünf oder mehr aufweisen; die leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffe (C₂ – C₄) können mit dieser Methode nicht detektiert werden. Die analysierten Kohlenwasserstoffe sind in Tabelle 30 angeführt.

Tabelle 30: VOC-Messprogramm

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

Die aufgelisteten VOC werden meist anthropogen gebildet; das Isopren ist vorwiegend natürlichen Ursprungs und wurde daher auch nur an der Hintergrundmessstelle in Illmitz analysiert.

Aus den Tagesproben wurden die Monatsmittelwerte, sowie die minimalen und maximalen Tagesmittelwerte für jede der flüchtigen organischen Substanzen errechnet und in Tabellenform dargestellt (siehe Anhang 9: VOC - Monatsmittelwerte, Tabelle 46 bis Tabelle 48). Der Vollständigkeit halber werden auch die Ergebnisse aus 2003 aufgelistet, um Werte über ein ganzes Jahr präsentieren zu können. Somit liegen Messergebnisse von drei unterschiedlichen Messstellentypen über den gleichen Zeitraum von ungefähr einem Jahr vor, aus deren Vergleich erste Ergebnisse ausgearbeitet wurden.

2004/2005 finden Messkampagnen mittels aktiver Probenahme an zwei Messstellen in Graz statt (siehe Tabelle 31) und werden voraussichtlich über ein Jahr durchgeführt werden.

Tabelle 31: Messstellen 2004/2005

Ort	Emissionscharakteristik	Messstellen-Type / Topographie	Beginn
Graz nahe Magna-Werk	Autofertigung inklusive Lackiererei	Gewerbegebiet / halboffenes Becken am Gebirgsrand	3. November 2004
Graz-Süd	locker verbautes Wohngebiet, landwirtschaftliche Nutzfläche	städtischer Hintergrund / halboffenes Becken am Gebirgsrand	3. November 2004

Ziel der Messungen in Graz ist es, Unterschiede im VOC-Fingerprint zu den Messstellen in Wien herauszuarbeiten, die zum Beispiel durch die verschiedenen topographischen Verhältnisse begründet sein können. Weiters wäre es wünschenswert, Aussagen über quellenspezifische Fingerprints (Autofertigung inklusive Lackiererei) treffen zu können.

Darüber hinaus sind für das Jahr 2005 Messkampagnen mit einem kontinuierlichen Gaschromatographen zur Erfassung aller in Anhang VI der RL 2002/3/EG empfohlenen VOC (ab C₂) geplant.

3.10.2 Ergebnisse

Die Mittelwerte der gemessenen VOC-Spezies über den Gesamtzeitraum der jeweiligen Messkampagnen sind in Tabelle 32 zusammen gestellt.²⁰

Tabelle 32: Mittelwerte der VOC-Konzentrationen an den Messstellen Illmitz, Wien Stephansplatz und Wien Hietzinger Kai

Substanz	Illmitz	Stephansplatz	Hietzinger Kai
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Sept. 03 - Sept. 04	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Sept. 03 - Sept. 04	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Sept. 03 - Sept. 04
iso-Pentan	0,83	2,17	4,97
1-Penten	n.n.	0,09	0,20
n-Pentan	0,53	1,00	1,60
2-Penten	n.n.	0,16	0,45
Isopren	0,18	-	-
iso-Hexan	0,26	0,61	1,42
n-Hexan	0,25	0,43	0,65
Benzol	1,03	1,30	2,49
iso-Oktan	0,06	0,11	0,25
n-Heptan	0,14	0,35	0,66
Toluol	0,79	2,05	5,28
n-Oktan	0,05	0,17	0,39
Ethylbenzol	0,16	0,49	1,49
m-, p-Xylol	0,34	1,40	4,33
o-Xylol	0,13	0,49	1,56
1,3,5-Trimethylbenzol	<0,03	0,18	0,51
1,2,4-Trimethylbenzol	0,10	0,56	1,69
1,2,3-Trimethylbenzol	<0,03	0,14	0,38

3.10.2.1 Aromate

Aromatische Verbindungen (Abbildung 22) spielen in Hinblick auf ihre hohen Mischungsverhältnisse eine herausragende Rolle; insbesondere m-/p-Xylol, o-Xylol, 1,2,4-Trimethylbenzol und Toluol sind bezüglich ihrer relativ hohen Konzentration und ihrer photochemischen Reaktivität bedeutsam. Die Komponente Benzol (Kapitel 3.9), die hinsichtlich des Mischungsverhältnisses ebenfalls einen wichtigen Platz einnimmt, ist bezüglich der photochemischen Reaktivität von geringer Bedeutung.

An allen drei Messstellen sind die Konzentrationen der aromatischen Kohlenwasserstoffe in den Wintermonaten (Dezember, Jänner, Februar) meist höher als im Sommer. Die jahreszeitlich bedingten Schwankungen können auf die unterschiedlichen Konzentrationen der OH-Radikale zurückzuführen sein, welche ihr Maximum im Sommer erreichen und die atmosphärische Lebensdauer der flüchtigen organi-

²⁰ Eine detaillierte Beschreibung der VOC-Messergebnisse und der Auswertung findet sich in LEEB (2005).

schen Verbindungen durch deren Abbau bestimmen. Von zusätzlichem Einfluss auf den Jahresgang sind die Unterschiede in den Ausbreitungsbedingungen, insbesondere hinsichtlich der Häufigkeit und der Höhe von Inversionsschichten, sowie verstärkte Emissionen aus dem Hausbrand.

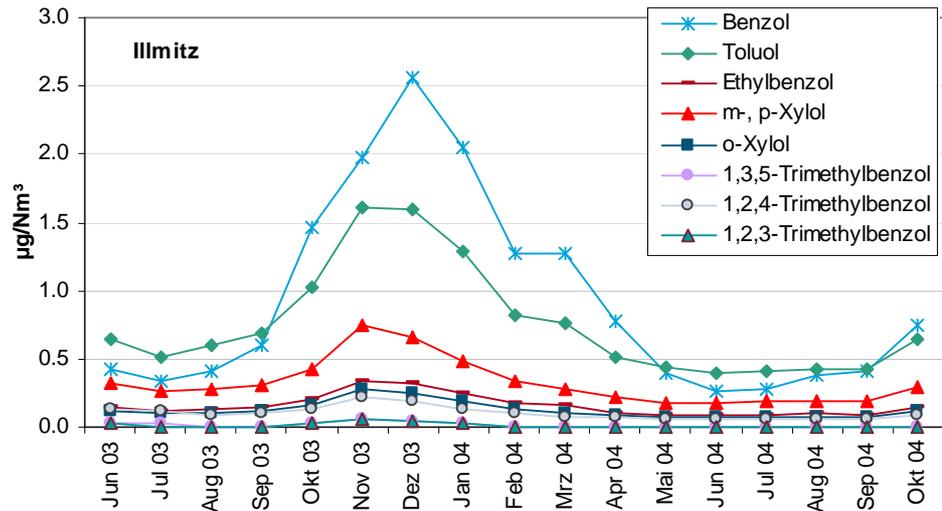


Abbildung 22: Aromatische Kohlenwasserstoffe, Illmitz, Jahresverlauf 2003/2004

Das Toluol-Benzol-Verhältnis lag in Illmitz vom Oktober 2003 bis zum April 2004 und im Oktober 2004 unter 1 (typisch für Hintergrundgebiete), d. h. die Konzentrationen von Benzol liegen bei diesen Monatsmittelwerten höher als jene von Toluol (siehe Kapitel 3.9). Mit zunehmendem Alter der Luftmasse kommt es durch die höhere chemische Stabilität des Benzols zu einer kontinuierlichen Anreicherung dieser Komponente.

Am Stephansplatz und am Hietzinger Kai liegen die Konzentrationen von Toluol in allen Monaten höher als jene von Benzol. Im Nahbereich von Kfz-Emissionen, besonders während Belastungsspitzen, liegt das Toluol-Benzol-Verhältnis normalerweise bei über 2. Dies ist vor allem dadurch begründet, dass Kfz-Emissionen mindestens doppelt soviel Toluol wie Benzol enthalten. Das am Hietzinger Kai gemessene Toluol-Benzol-Verhältnis deutet somit auf frische Luftmassen (emittentennah) hin und liefert Kenngrößen, wie sie von einer verkehrsnahen Messstelle erwartet werden. Am Stephansplatz, wo das Verkehrsaufkommen nur durch den Zulieferverkehr am Vormittag definiert ist, liegt das Toluol-Benzol-Verhältnis etwas niedriger verglichen mit dem Hietzinger Kai.

3.10.2.2 Alkane

Bei den Alkanen nehmen die mittleren Konzentrationen meist mit zunehmender Kettenlänge ab. Das ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass innerhalb einer Verbindungsklasse die Reaktivität mit der Kettenlänge zunimmt, d. h. das n-Pentan ist zum Beispiel weniger reaktionsfreudig als das n-Hexan. Grundsätzlich ergibt sich jedoch die Konzentration der einzelnen VOC aus einer Vielzahl von Komponenten, wie den Emissionen, der Ausbreitung, dem Abbau von Verbindungen etc.

Jahreszeitlich bedingte Konzentrationsunterschiede mit erhöhten Werten in den Wintermonaten werden bei den Alkanen nur an der Messstelle in Illmitz detektiert (siehe auch *Abbildung 23*), am Stephansplatz und am Hietzinger Kai sind saisonale Schwankungen nicht feststellbar.

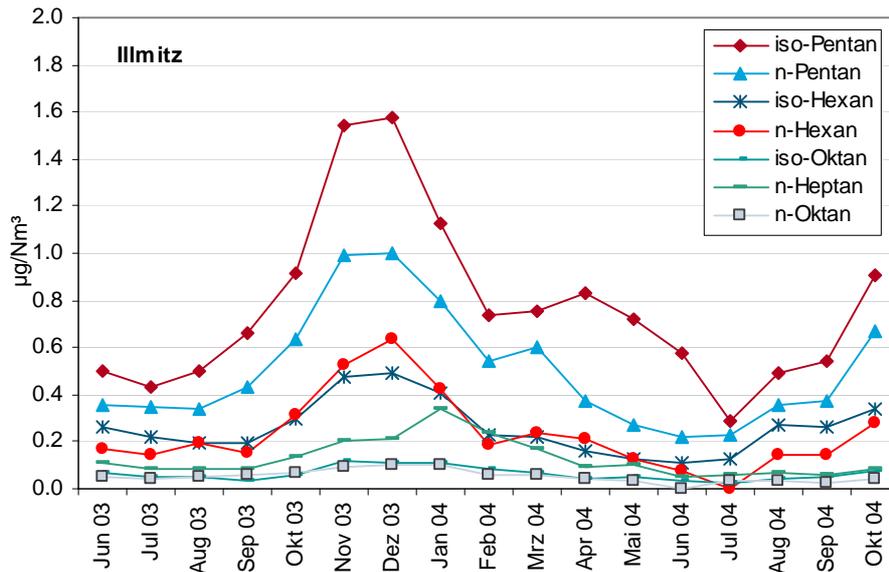


Abbildung 23: Alkane, Illmitz, Jahresverlauf 2003/2004

3.10.2.3 Alkene

Die Alkene werden in nur sehr geringen Konzentrationen detektiert, zum Großteil sogar unter der Nachweisgrenze des eingesetzten Messverfahrens. Dies kann dadurch begründet sein, dass die Alkene sehr reaktionsfreudig sind und daher eine geringe atmosphärische Lebensdauer aufweisen. Außerdem wird davon ausgegangen, dass die Emissionen von 1- und 2-Penten relativ gering sind.

3.10.2.4 Isopren

Isopren, eine Substanz mit vorwiegend biogenem Ursprung (wurde daher nur in Illmitz analysiert), zeigt hohe Konzentrationen in den Sommermonaten (Juni - August 2003, Juni - August 2004). In den Herbst- und Wintermonaten ist Isopren nicht detektierbar. Generell sind die biogenen Emissionen in der warmen Jahreszeit am höchsten. Diverse Untersuchungen haben gezeigt, dass die (Blatt-)Temperatur und die Sonneneinstrahlung zwei Faktoren sind, die die Emission biogener NMVOC entscheidend positiv beeinflussen.

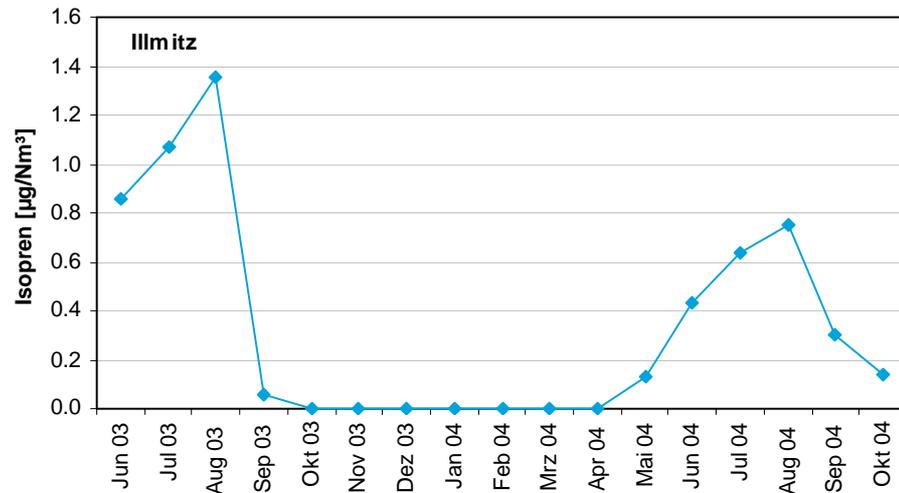


Abbildung 24: Isopren, Illmitz, Jahresverlauf 2003/2004

3.10.2.5 Vergleich der Messstellen

Abbildung 25 bis Abbildung 27 zeigen die Konzentrationen der aromatischen Kohlenwasserstoffe an den drei verschiedenen Messstellen im Juli 2004. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde die gleiche Skalierung für alle drei Messstellen verwendet. Für die Diagramme wurde beispielhaft der Monat Juli 2004 gewählt.

Die verkehrsnahere Messstelle am Hietzinger Kai weist bei den aromatischen Kohlenwasserstoffen die höchsten Konzentrationen auf. An der städtischen Hintergrundmessstelle am Stephansplatz sinken die Konzentrationen und in Illmitz werden nur mehr sehr niedrige VOC-Konzentrationen detektiert. Zusätzlich wurde auch der Temperaturverlauf (Tagesmittelwerte in °C) in den Tabellen aufgezeigt.

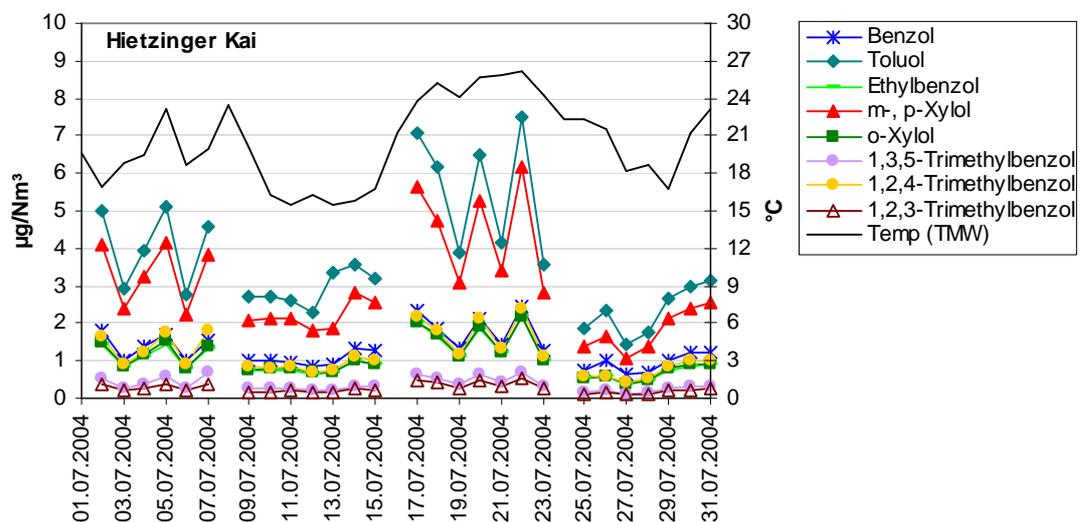


Abbildung 25: Aromatische Kohlenwasserstoffe, Hietzinger Kai, Juli 2004



Die fehlenden Daten am Hietzinger Kai begründen sich dadurch, dass die MA 22 jeden 8. Tag die Aktivkohleröhrchen zur BTEX-Analyse verwendet (Benzol-Messung gemäß IG-L).

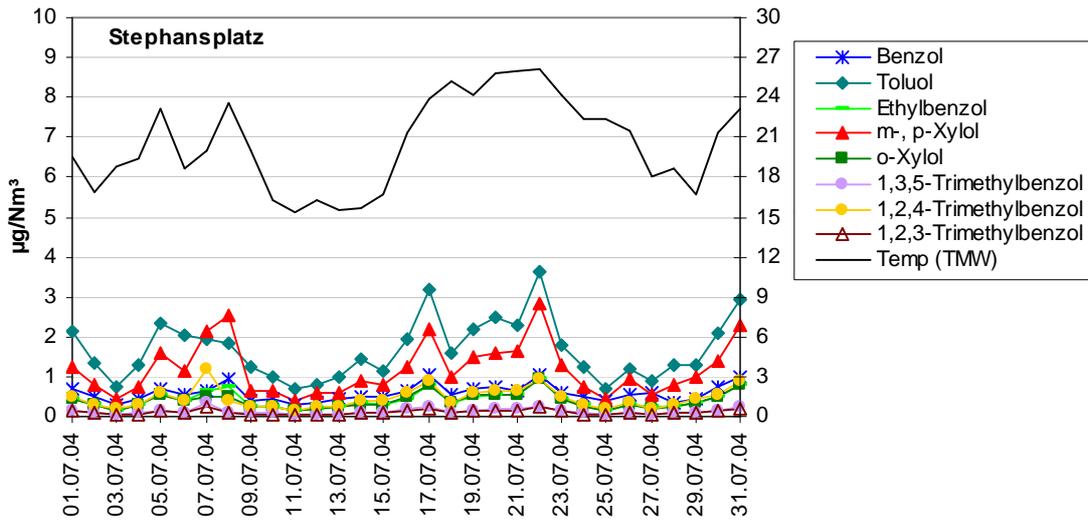


Abbildung 26: Aromatische Kohlenwasserstoffe, Stephansplatz, Juli 2004

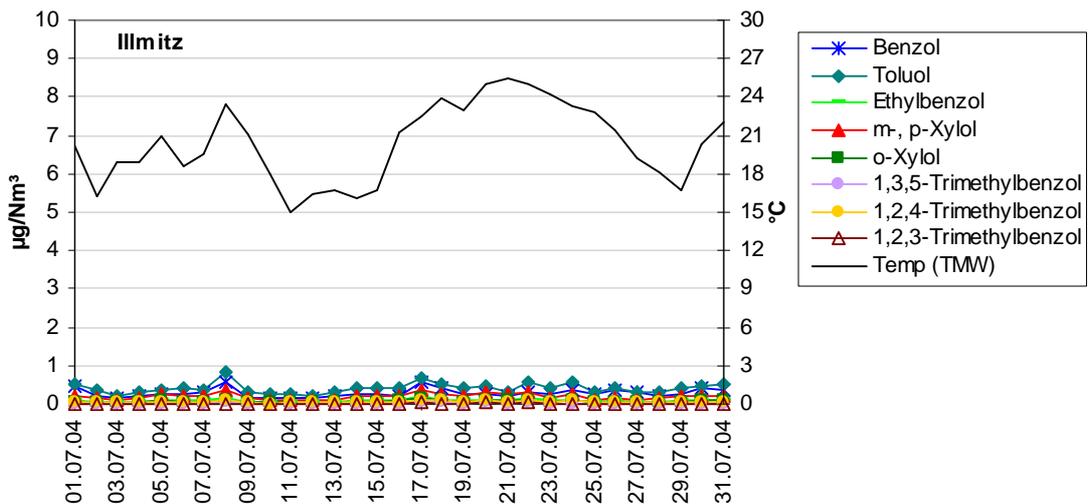


Abbildung 27: Aromatische Kohlenwasserstoffe, Illmitz, Juli 2004

Dieselben Konzentrationsunterschiede beim Vergleich der drei Messstellen zeigen sich auch bei der Substanzgruppe der Alkane.

3.11 Nasse Deposition

Wie in Abschnitt 2.1 ausgeführt, sind die drei Messstellen Illmitz, Zöbelboden (ab April 2004; bis März 2004 in St. Koloman) 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 Konzentration von Regeninhaltsstoffen bestimmt. Aus diesen kann der Eintrag von Schadstoffen, die zur Versauerung und Eutrophierung von Ökosystemen führen können, berechnet werden.

Tabelle 33 gibt einen Überblick über die 2004 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 an (Zöbelboden: Mittelwerte ab April 2004). In Tabelle 34 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 28 gibt die Jahressummen der nassen Deposition von Sulfat-S, Nitrat-N und Ammonium-N an den Messstellen Illmitz, St. Koloman und Vorhegg in den Jahren 1984 bis 2004 an.

Tabelle 33: Niederschlag, pH-Wert, Leitfähigkeit und Ionenkonzentrationen (in mg pro Liter) und Schadstoffeinträge (in kg pro Hektar und Jahr), 2004 (Zöbelboden April – Dezember 2004)

	Illmitz		Zöbelboden		Vorhegg	
Niederschlag	396 mm		1036 mm		1139 mm	
pH ²¹	5,1		5,3		5,3	
Leitfähigkeit	16,8 µS/cm		12,8 µS/cm		9,5 µS/cm	
	mg/l	kg/ha*a	mg/l	kg/ha*a	mg/l	kg/ha*a
SO ₄ ²⁻ -S	0,56	2,07	0,29	3,05	0,27	3,09
NO ₃ ⁻ -N	0,53	1,97	0,49	5,06	0,39	4,44
NH ₄ ⁺ -N	0,63	2,34	0,51	5,27	0,32	3,67
Na ⁺	0,12	0,44	0,10	1,07	0,06	0,68
Mg ²⁺	0,06	0,23	0,04	0,38	0,05	0,53
Ca ²⁺	0,32	1,19	0,21	2,19	0,24	2,79
Cl ⁻	0,17	0,64	0,14	1,48	0,11	1,20
K ⁺	0,07	0,25	0,04	0,40	0,04	0,45

²¹ pH und Leitfähigkeit: Niederschlagsgewichteter Durchschnitt über alle Proben

Tabelle 34: Beitrag verschiedener Schadstoffgruppen an der nassen Deposition an Versauerungs- bzw. Eutrophierungsäquivalenten in Illmitz und Vorhegg, 2004

Standort	Versauerung			Eutrophierung	
	Sulfat	Nitrat	Ammonium	Nitrat	Ammonium
Illmitz	30%	32%	38%	46%	54%
Vorhegg	25%	41%	34%	55%	45%

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 ca. 20% 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%. 2004 war in Illmitz und Vorhegg ein neuerliches Ansteigen 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 $-0,10 \text{ kg/ha}^* \text{a}$), 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 $-0,26 \text{ kg/ha.a}$, 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.

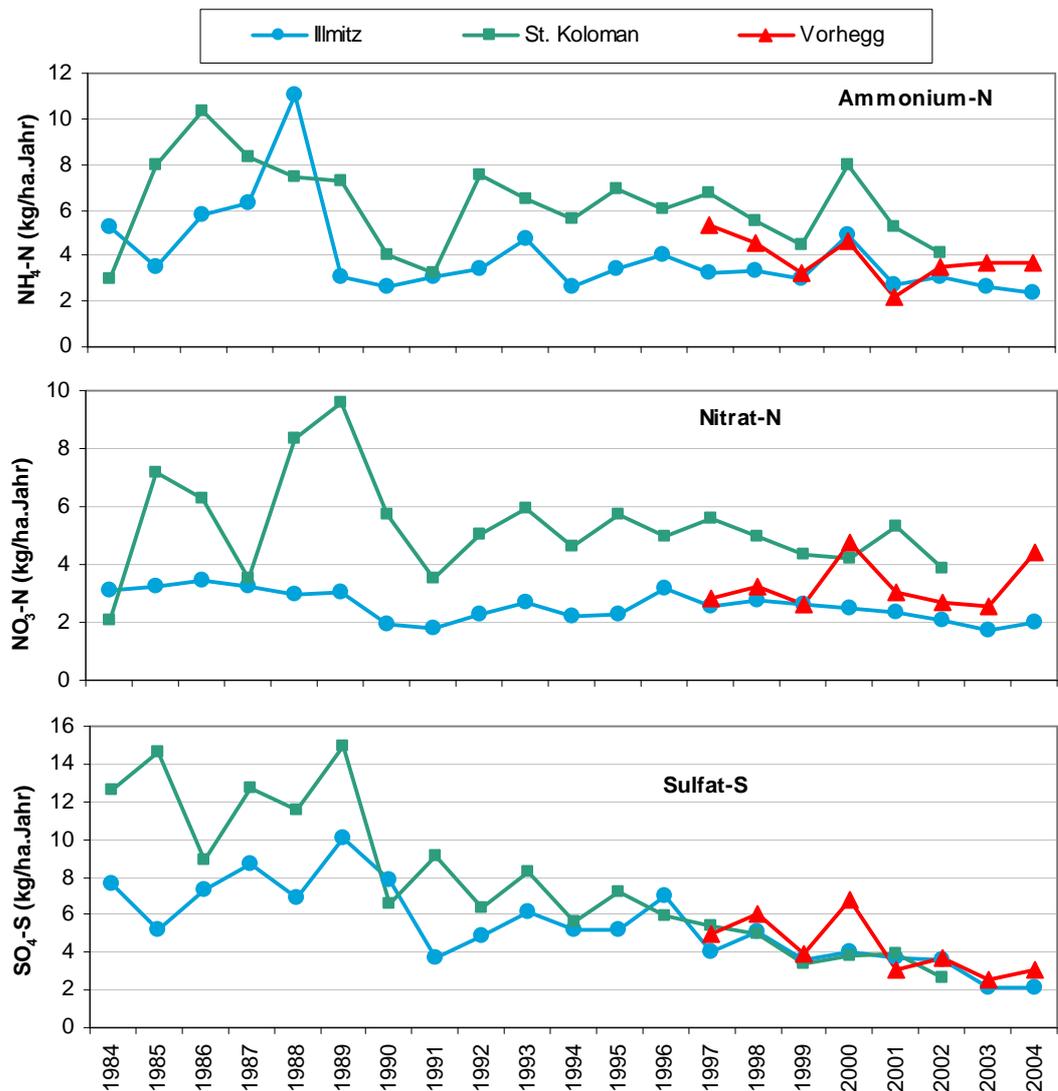


Abbildung 28: Trend der nassen Deposition von Sulfat-S, Nitrat-N und Ammonium-N, 1984 bis 2004

3.12 Partikuläres Sulfat, oxidierte und reduzierte Stickstoffverbindungen

In Illmitz werden im Rahmen des EMEP-Messprogramms mittels Filterstacks Tagesproben zur Ermittlung der Konzentration partikulärer und gasförmiger Schwefel- und Stickstoffkomponenten genommen. Die Messergebnisse liegen als Konzentrationswerte von partikulärem Sulfat, SO_2 , Summe von oxidiertem Stickstoff ox. N

(Salpetersäure, gasförmig und Nitrat, partikulär) und Summe von reduziertem Stickstoff red. N (Ammoniak, gasförmig und Ammonium, partikulär) vor²².

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

Tabelle 35 und Abbildung 29 geben die Jahresmittelwerte der Konzentration von Schwefel im partikulärem Sulfat, sowie von oxidiertem und reduziertem Stickstoff von 2000 bis 2004 in µg/m³ an. Abbildung 30 zeigt die Jahresmittelwerte der Sulfat-S-Konzentration von 1978 bis 2004.

Die 2004 gemessene mittlere S-Konzentration von 0,8 µgS/m³ entspricht einer Sulfat-Konzentration von ca. 2,4 µg/m³, die Konzentration oxidierten Stickstoffs von 1,0 µg/m³ einer Nitrat-Konzentration von ca. 4,4 µg/m³.

Tabelle 35: Jahresmittelwerte der Konzentration von Schwefel im partikulärem Sulfat, oxidiertem und reduziertem Stickstoff, 2000 bis 2004

	Sulfat-S (µgS/Nm ³)	ox. N (µgN/Nm ³)	red. N (µgN/Nm 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

Die Konzentration partikulären Sulfats sowie des reduzierten Stickstoffs nahm zwischen 2000 und 2004 tendenziell leicht ab, variierte allerdings von Jahr zu Jahr relativ deutlich. Die Konzentration von reduziertem Stickstoff, weniger deutlich jene von Sulfat folgte ungefähr dem Verlauf der PM₁₀-Konzentration (Kapitel 3.3) in Illmitz, an der Ammoniumsulfat einen Beitrag von ungefähr einem Viertel ausmacht.

Die Konzentration der oxidierten partikulären Stickstoffverbindungen nahm dagegen seit 2000 kontinuierlich und stark zu, sie lag 2004 um 60% über dem Niveau des Jahres 2000. Die Konzentration partikulärer oxidierter Stickstoffverbindungen stieg damit noch stärker als die NO_x-Emissionen in Österreich.

²² In Hinblick auf die Phasenübergänge zwischen gasförmigen und partikulären Stickstoffverbindungen ist die gesonderte Angabe der Einzelkomponenten nicht möglich.

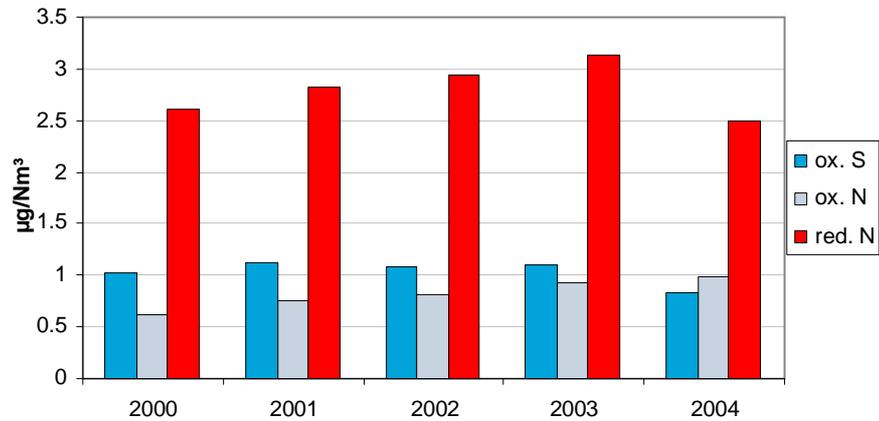


Abbildung 29: Jahresmittelwerte der Konzentration von Schwefel im partikulärem Sulfat, von oxidiertem und reduziertem Stickstoff, Illmitz, 2000 bis 2004

Der langjährige Trend der Konzentration des partikulären Sulfats (siehe Abbildung 30) zeigt bis in die frühen Neunzigerjahre starke Variationen von Jahr zu Jahr – in einem Bereich zwischen 1,7 und 3,8 µgS/m³ - und danach eine deutliche Abnahme. Der Konzentrationsverlauf spiegelt teilweise die Reduktion der SO₂-Emissionen in den nördlichen Nachbarstaaten Österreichs (v. a. Tschechien und Deutschland) wider, wird darüber hinaus aber auch von Bildung, Transport und Anreicherung von Sulfat v. a. über Ostmitteleuropa bestimmt. Seit 1995 hat sich die Konzentration partikulären Sulfats auf niedrigem Niveau um 1 µgS/m³ stabilisiert.

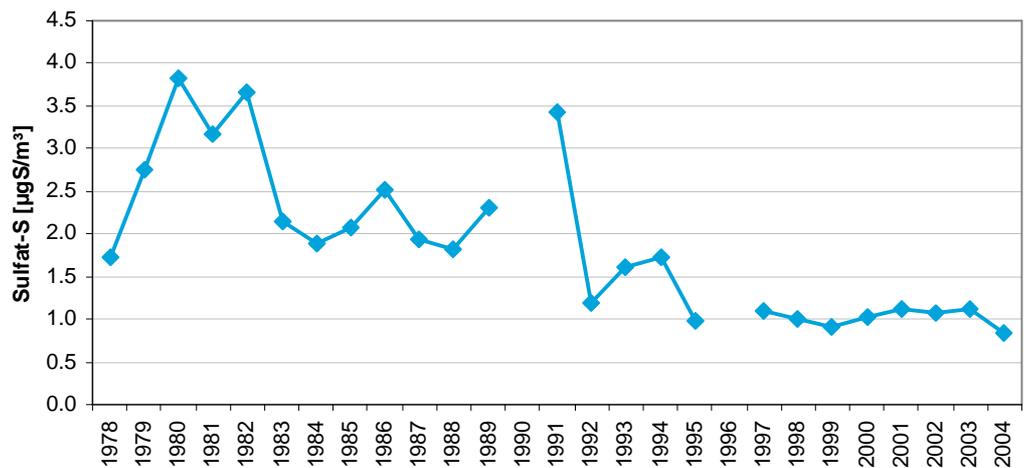


Abbildung 30: Jahresmittelwerte der partikulären Sulfat-S-Konzentration, 1978 bis 2004 in Illmitz

3.13 Treibhausgase

3.13.1 Kohlendioxid

CO₂ wird auf dem Sonnblick im Rahmen des Global Atmosphere Watch Programmes der WMO gemessen. Kohlendioxid stellt das wichtigste Treibhausgas dar, dessen Konzentration in Folge anthropogener Emissionen (Verbrennung fossiler Energieträger) in den letzten zwei Jahrhunderten deutlich zugenommen hat.

Die CO₂-Konzentration liegt mit derzeit 378 ppm (JMW 2004) erheblich über dem vorindustriellen Wert von ca. 280 ppm [IPCC, 2001].

Abbildung 31 gibt die Monatsmittelwerte der CO₂-Konzentration auf dem Sonnblick seit 2000 an. Die Konzentration ist im Winter auf Grund höherer Emissionen und geringerer Aufnahme durch Pflanzen höher als im Sommer. Tabelle 36 zeigt die Jahresmittelwerte der CO₂-Konzentration zwischen 2000 und 2004.

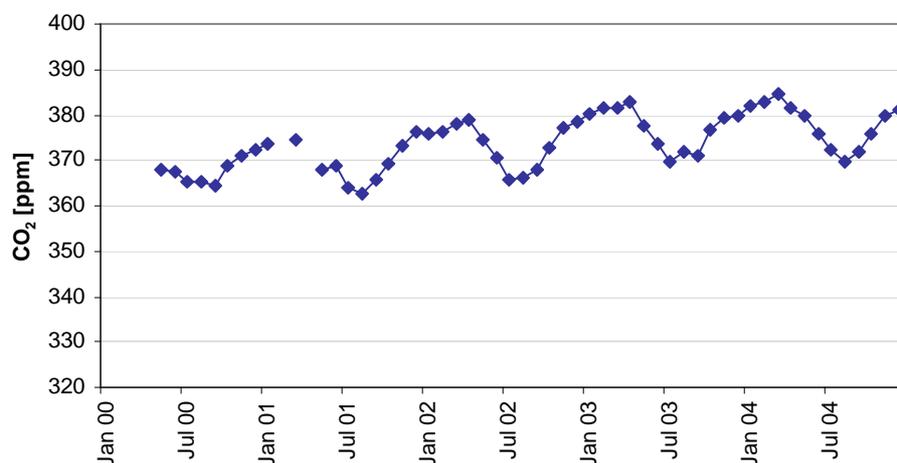


Abbildung 31: Monatsmittelwerte der CO₂-Konzentration, ppm

Tabelle 36: Jahresmittelwerte der CO₂-Konzentration, 2000 bis 2004, ppm

	CO ₂ (ppm)
2000	368
2001	369
2002	374
2003	377
2004	378

3.13.2 Methan

Die Konzentration des Treibhausgases Methan (CH₄) wird seit Februar 2003 auf dem Zöbelboden gemessen. Der Jahresmittelwert beträgt 2004 1,81 ppm, die Mo-

natsmittelwerte (Abbildung 32) variieren 2004 zwischen 1,79 ppm im Oktober und 1,87 ppm im Jänner.

Dies entspricht ungefähr den Konzentrationen, die an anderen Europäischen Hintergrundstationen gemessen werden.

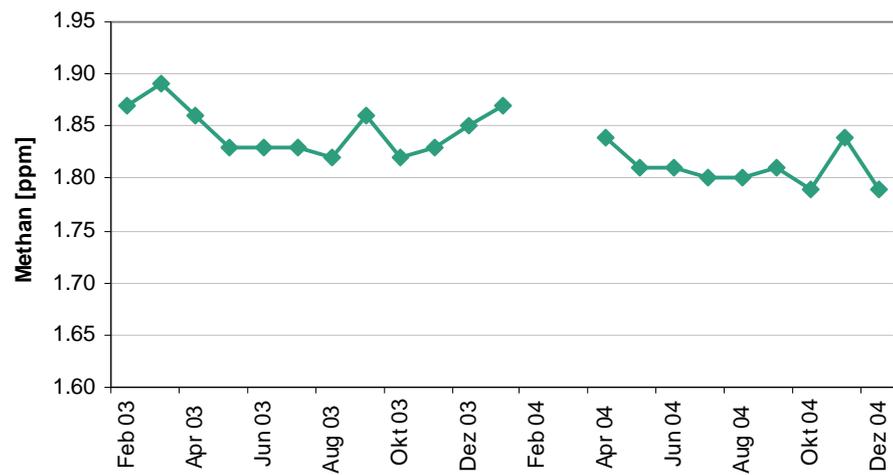


Abbildung 32: Monatsmittelwerte der CH₄-Konzentration auf dem Zöbelboden, ppb

4 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 Information 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 Ozonbildungspotentials und sind notwendige Eingangsgrößen für die mathematische Modellierung der Schadstoffausbreitung.

4.1 Meteorologische Einflussgrößen auf die Schadstoffbelastung

Die meteorologischen Verhältnisse beeinflussen – zusammen mit den Emissionen von Luftschadstoffen – entscheidend die Immissionskonzentration, deren Tages- und Jahrgang sowie die Variation von Jahr zu Jahr. Die Verdünnung und der Transport von Schadstoffen, aber auch 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 Jahrgang und deren Variation von Jahr zu Jahr, ist die Häufigkeit winterlicher Hochdruckwetterlagen bzw. von Westwetterlagen. Hochdruckwetterlagen sind im Winter mit besonders ungünstigen Ausbreitungsbedingungen verbunden, vor allem dann, wenn sie mit Antransport kontinentaler Kaltluft 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.

4.2 Die Witterung in Österreich im Jahr 2004 - Überblick

Das Jahr 2004 war im Durchschnitt über Österreich ca. -0,5°C kühler als 2003 und ca. 1°C kühler als 2002; verglichen mit der Klimaperiode 1961-1990 lag die Temperatur im Großteil Österreichs jedoch um bis +0,6°C über dem langjährigen Mittel. Besonders warm mit Abweichungen über 0,5°C war es u. a. im Unterinntal, im Raum Linz, in Wiener Becken, in der Südoststeiermark und im oberen Murtal, insgesamt zeigen die Abweichungen der Jahresmitteltemperatur vom Klimawert aber kein ausgeprägtes regionales Muster.

Die Niederschlagsmengen erreichten im Großteil Österreichs ungefähr den Durchschnitt der Klimaperiode 1961-1990; vergleichsweise trocken mit unter 90% des langjährigen Mittelwerts waren v. a. Vorarlberg und der Westen Nordtirols, Osttirol sowie der Südosten Österreichs. Im Mühlviertel, im östlichen Oberösterreich, im Nordosten Österreichs sowie weiten Teilen der Steiermark und Kärntens lagen hingegen die Niederschlagssummen über dem Durchschnitt. Außergewöhnlich hoch waren die Neuschneemengen in den Monaten Jänner bis März im Nordosten Österreichs. Im Süden Österreichs war der Juni von überdurchschnittlichen Regengemengen betroffen, im Westen die Monate Mai bis Juli.

Der **Jänner** 2004 war im Südosten und v. a. im Süden Österreichs von außergewöhnlich niedrigen Niederschlagsmengen geprägt (Graz 70% des langjährigen Mittels, Lienz 24%), während der außeralpine und nordalpine Teil Österreichs teilweise deutlich überdurchschnittliche Regen- und v. a. Schneemengen erhielt (Wien 186%). Der Süden und Westen wiesen überdurchschnittliche Temperaturen auf, der Nordosten war etwas zu kühl. Im Witterungsverlauf überwogen Nord- bis Westlagen; Hochdruckgebiete traten relativ selten auf.

Der **Februar** 2004 brachte im Großteil Österreichs deutlich überdurchschnittliche Temperaturen (im außeralpinen Raum um 1,5 bis 2,5°C höher als im Klimamittel) und v. a. im Nordosten Österreichs überdurchschnittliche Schneemengen; in den Niederösterreichischen Alpen fiel mehr als das Doppelte der üblichen Niederschlagsmenge. Weniger Niederschläge als im langjährigen Mittel fielen im Westen

und Süden Österreichs Tiefdruck- sowie Nordwest- bis Südwestlagen dominierten das Witterungsgeschehen.

Auch der **März** 2004 war vor allem im Nordosten Österreichs mit überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen verbunden, im Raum Wien und im Weinviertel über 200% des Klimamittelwert, die v. a. zwischen 23. und 25. März fielen. Der Westen Österreichs und inneralpine Regionen erhielten dagegen unterdurchschnittliche Schnee- bzw. Regenmengen. Die Temperatur lag im Osten und Südosten um ca. 1°C unter dem Klimawert. Bis 26.3. überwogen Tiefdruck- sowie Nordwestlagen.

Der **April** 2004 wies in ganz Österreich überdurchschnittliche Temperaturen auf, die größten positiven Abweichungen vom Klimamittel wurden in Teilen Nordtirols und Salzburg mit mehr als +3°C beobachtet. Abgesehen vom nördlichen Ober- und Niederösterreichs lagen die Monatssummen des Niederschlags unter dem Klimawert, in weiten Teilen Österreichs unter 70%. Der Witterungsverlauf war von häufigem Wechsel von Hochdruck-, West- bis Nordwest und Tiefdrucklagen gekennzeichnet.

Mai 2004 wies bei zumeist durchschnittlichen Temperaturverhältnissen im Großteil Österreichs durchschnittliche Niederschlagssummen auf; unter 75% des langjährigen Mittelwerts erhielten u. a. das Mühlviertel, der Niederösterreichische Donauraum und die Südsteiermark. Im Witterungsverlauf wechselten sich häufig Hochdruck- und Tiefdrucksituationen ab.

Der **Juni** 2004 war im Großteil Österreich ein außerordentlich regenreicher Monat; im Raum Linz, im Raum Wien sowie in Teilen Kärntens und der Steiermark fiel ungefähr das Doppelte der üblichen Niederschlagsmenge. Während in Vorarlberg und Salzburg auf außergewöhnliche Regenmengen zwischen 1. und 5.6. ein relativ trockener Zeitraum folgte, verteilten sich die Niederschläge im Süden auf mehrere Perioden mit heftigen Schauern, besonders von 17. bis 20.6. Die Temperatur lag im Süden und Westen um ca. 1°C über dem Klimamittelwert, im Norden etwas darunter. Den Witterungsverlauf kennzeichnete ein häufiger Wechsel von Tiefdruck-, Nordwest- und Hochdruckwetterlagen.

Der **Juli** 2004 war im Osten Österreichs sehr trocken (Eisenstadt 35% des Klimawertes); in Wien fielen 74% des durchschnittlichen Niederschlags, diese aber fast ausschließlich am 1.7., es folgte im östlichen Niederösterreich und im Nordburgenland ein nahezu regenfreier Monat. Im übrigen Österreich wurden ungefähr durchschnittliche Regenmengen erfasst. Die Temperatur lag zumeist im Bereich des Klimawertes und damit unter jenen des Sommers 2003. West- und Südwestlagen sowie Tiefdruckgebiete überwogen bei weitem.

Der **August** 2004 wies im Großteil Österreichs leicht überdurchschnittliche Temperaturen auf (1 bis 2°C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1961-90, aber deutlich kühler als 2003). In Osttirol, Kärnten und der westlichen Obersteiermark lagen die Regenmengen deutlich über dem langjährigen Mittel (Klagenfurt 162%), der Norden und Osten Österreichs waren dagegen zu trocken (Wien 42%). Das Wettergeschehen wurde zunächst von einer lang anhaltenden gradientschwachen Wetterlage von 3.7. bis 13.8. geprägt, danach folgten bis 26.8. Nordwest- bis Südwestwetterlagen.

Der **September** 2004 wies im Großteil Österreichs leicht überdurchschnittliche Temperaturen auf; die Niederschlagssummen lagen nördlich des Alpenhauptkamms über dem langjährigen Mittel (Salzburg 148%, St. Pölten 132%), im Süden

weit darunter (Klagenfurt 50%). Verantwortlich dafür waren häufige West- bis Nordwestwetterlagen, unterbrochen von Hochdruckgebieten.

Der **Oktober** war in ganz Österreich außerordentlich warm, besonders im Süden und Westen mit Abweichungen von +2 bis 3°C gegenüber dem Mittelwert der Klimaperiode 1961-90. Während im zentralen und westlichen Niederösterreich die Niederschlagsmengen unter dem Durchschnitt blieben, viel vor allem im Osttirol und Oberkärnten (Lienz 157% des Mittelwerts), aber auch im Waldviertel und im Raum Linz mehr als das Eineinhalbfache der üblichen Regenmenge. West- und Südwestwetterlagen dominierten das Witterungsgeschehen.

Abgesehen von Vorarlberg und Nordtirol wies der **November** 2004 überdurchschnittliche Temperaturen auf (Abweichung +1,4°C gegenüber dem Klimamittel in Wien). Die Niederschlagsmengen erreichten im Großteil Österreichs ein durchschnittliches Niveau, besonders regenreich waren die Nordsteiermark sowie die nördlichen Teile von Ober- und Niederösterreich. Nordwest- bis Westlagen sowie Tiefdruckwetterlagen überwogen im Witterungsablauf.

Der **Dezember** 2004 war im größten Teil Österreichs sehr warm und trocken. Im Bereich zwischen der Südsteiermark, Kärnten und dem Salzburger Zentralalpenraum lag die Temperatur um ca. 2°C über dem langjährigen Mittel. Mit Niederschlagsmengen unter 25% des Klimamittelwertes war der Bereich vom Pinzgau bis zum Waldviertel extrem niederschlagsarm (Linz 15%, Wien 34%), auch im übrigen Österreich nördlich des Alpenhauptkamms und im Osten waren die Regen- bzw. Schneemengen unterdurchschnittlich, lediglich in Oberkärnten und Osttirol lagen sie bei mehr als 120% des Mittelwerts. In Wien war die Periode von 26.11. bis 25.12. praktisch niederschlagsfrei, in Graz und Klagenfurt von 1. bis 24.12. Im Westen Österreichs viel zwischenzeitlich um den 19.12. etwas Schnee.

4.3 Wind

Die Windrichtungsverteilungen der Stationen Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf, St. Sigmund, Stolzalpe, Vorhegg und Zöbelboden für das Jahr 2004 sind in den Schadstoffwindrosen im Anhang 8 dargestellt.

Tabelle 37 gibt die Monatsmittelwerte der Windgeschwindigkeit 2004 an.

Tabelle 37: Monatsmittelwerte der Windgeschwindigkeit 2004, m/s

	ENK	ILL	PIL	KOL	SIG	SON	STO	SUL	VOR	ZOE	ZOE Turm
Jän.04	3,4	3,0	3,1		1,1	8,9	1,2	2,3	1,1	1,3	3,4
Feb.04	4,0	3,6	4,5	1,5	1,3	10,7	1,5	2,0	1,3	1,9	4,4
Mär.04	3,3	3,5	3,8	1,0	1,1	8,6	1,4	1,5	1,3	1,2	2,6
Apr.04	3,1	2,7	3,6		1,2	7,5	1,3		1,0	1,1	2,5
Mai.04	2,7	3,0	3,3		1,1	7,1	1,4		1,1	1,0	2,7
Jun.04	2,4	2,5	2,7		1,2	6,3	1,2		1,2	0,9	2,6
Jul.04	2,6	3,0	2,7	1,6	1,1	7,0	1,1		1,2	0,8	2,5
Aug.04	2,7	2,5	2,9	1,7	1,1	5,9	1,1		1,2	0,8	2,4
Sep.04	3,0	2,7	2,8	1,7	1,1	6,5	1,0		1,2	0,9	2,8
Okt.04	2,8	2,0	2,3	1,2	0,8	9,5	0,9		1,1	0,6	1,8
Nov.04	3,7	3,4	4,0	1,5	1,0	11,5	1,3		0,9	1,5	2,7
Dez.04	2,4	2,2	2,9	1,0	1,2		1,1		0,8	1,0	2,4

4.4 Temperatur

Tabelle 38 gibt die Jahresmittelwerte der Temperatur an den Messstellen des Umweltbundesamt in den Jahren 1991 bis 2004 an, Tabelle 39 die Monatsmittelwerte für 2004.

Tabelle 38: Jahresmittelwerte der Temperatur, 1991 bis 2004, in °C.

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

Tabelle 39: Monatsmittelwerte der Temperatur 2004, in °C.

	ENK	ILL	PIL	KOL	SIG	SON	STO	SUL	VOR	ZOE
Jän.04	-2,9	-1,8	-2,8		-6,8	-14,6	-6	-2,8	-3,5	-3,1
Feb.04	0,4	2,6	1,9	0,2	-4,4	-11,6	-2,3	-0,7	0,1	0,5
Mär.04	2,4	4,7	3,6	1,9	-3,2	-10,6	-1,0	1,2	0,9	1,3
Apr.04	9,2	10,8	10,3		1,2	-6,8	4,2		6,4	7,2
Mai.04	11,4	13,9	13		4,3	-5,1	6,5		9,3	9,2
Jun.04	15,2	18,4	16,9	13,7	9,0	0,1	11,2		14,1	13,1
Jul.04	17,1	20,3	19,2	15,0	10,8	2,1	12,9		15,7	15,0
Aug.04	18,2	20,7	20,2	16,8	11,8	3,0	13,4		16,2	15,9
Sep.04	13,5	15,5	14,8	12,7	8,2	0,1	9,6		11,8	11,7
Okt.04	9,7	11,6	10,3	11,0	5,8	-1,4	7,2		8,9	9,9
Nov.04	2,7	5,7	4,7	2,4	-1,1	-8,4	0,8		2,5	2,5
Dez.04	-1,5	1	0,8	1,3	-4,1		-1,6		-0,6	-0,3

4.5 Globalstrahlung

Tabelle 40 gibt die Monats- und Jahressummen der Globalstrahlung für das Jahr 2004 in MJ/m² an, Tabelle 41 die Jahressummen im Zeitraum von 1993 bis 2004.

Die Globalstrahlung war im Jahr 2004 an allen Messstellen in etwa im vergleichbar mit dem Durchschnitt der letzten Jahre; in Illmitz wurde der niedrigste Wert seit 1993 registriert.

 Tabelle 40: Monats- und Jahressummen der Globalstrahlung in MJ/m².

	ENK	ILL	PIL	KOL	SIG	STO	SUL	VOR	ZOE
Jan. 04	111	121	148	130	104	160	113	178	92
Feb. 04	180	146	202	187	184	200	236	239	133
Mrz. 04	364	285	335	291	370	380	292	402	318
Apr. 04	505	280	461		428	386		430	400
Mai. 04	569	461	575		473	497		567	434
Jun. 04	564	562	568		452	524		590	465
Jul. 04	577	557	580		427	510		604	475
Aug. 04	560	548	569		377	518		443	474
Sep. 04	380	389	429		311	402		423	334
Okt. 04	228	210	208		201	235		250	215
Nov. 04	76	103	122		103	154		166	90
Dez. 04	75	73	72		59	160		169	94
2004	4189	3734	4268		3490	4127		4461	3523

Tabelle 41: Jahressummen der Globalstrahlung in MJ/m², 1993 bis 2004

	ENK	ILL	PIL	SIG	STO	VOR	ZOE
1993		3855					
1994		3805	4156				
1995		3738	4416			4513	
1996		3687	4268				3316
1997		3888	4177			4537	3696
1998		3967	4133		4408	4681	3408
1999	3469	3744	3596		3329	3822	3060
2000	4080	4514	4284	3091	4404	4788	4080
2001	3912	4450	4015	3341	4335	4495	3465
2002	4016	4081	4078	3270	4115	4156	
2003	4691	4501	4620	3656	4599	4898	3850
2004	4189	3734	4268	3490	4127	4461	3523

4.6 Sonnenscheindauer

Tabelle 42 gibt die Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer für das Jahr 2004 in Stunden an, Tabelle 43 die Jahressummen im Zeitraum von 1992 bis 2004.

Tabelle 42: Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer in Stunden, 2004

	ENK	ILL	PIL	KOL	SIG	SON	STO	SUL	VOR	ZOE
Jän.04	51	85	93	54	30	118	105	43	114	50
Feb.04	86	64	99	79	55	114	99	106	134	70
Mär.04	158	122	146	118	106	195	162	126	178	131
Apr.04	222	101	179		100	112	120		144	135
Mai.04	193	180	193		107	123	158		198	110
Jun.04	196	221	194		109	181	166		195	135
Jul.04	215	229	218		105	139	166		227	136
Aug.04	248	259	250		106	144	201		180	171
Sep.04	191	196	220		111	202	181		197	130
Okt.04	124	111	103		80	136	119		127	100
Nov.04	30	45	68		36	86	98		94	40
Dez.04	37	43	46		41		143		135	100
2004	1.751	1.656	1.809		985	1.549	1.717		1.924	1.309

Das Jahr 2004 wies in Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf und auf der Stolzalpe eine deutlich unterdurchschnittliche Sonnenscheindauer auf. Überdurchschnittlich war sie in St. Sigmund und auf dem Zöbelboden (nur übertroffen 2003)

Tabelle 43: Jahressummen der Sonnenscheindauer (Stunden)

	ENK	ILL	PIL	SIG	STO	VOR	ZOE
1992		1995				1828	
1993		1774	1866			1551	
1994		1957	1901			1767	
1995		1811	1800			1924	
1996		1820	1714			1687	1019
1997		1995	1949			2059	1098
1998		1832	1801		1825	2035	951
1999	1662	1882	1723		1692	1930	1030
2000	1785	2090	1929	973	1890	2062	1195
2001	1746	1926	1734	952	1921		1074
2002	1581	1994	1834	991	1856	1908	
2003	2185	2262	2150	1199	2087	2294	1501
2004	1751	1656	1809	985	1717	1924	1309

4.7 Niederschlag

Tabelle 44 gibt die Monats- und Jahressummen des Niederschlags 2004 in mm an. In Tabelle 45 sind die Jahressummen des Niederschlags an den Umweltbundesamt-Messstellen von 1991 bis 2004 zusammen gestellt.

Tabelle 44: Monats- und Jahressummen des Niederschlags in mm.

	ENK	ILL	PIL	KOL	VOR	ZOE
Jän.04	93	29	26	117	17	6
Feb.04	24	34	13	81	102	3
Mär.04	19	35	30	44	82	2
Apr.04	55	45	31		93	44
Mai.04	56	19	45		151	211
Jun.04	144	63	92		173	183
Jul.04	107	16	22		175	211
Aug.04	78	19	17		135	191
Sep.04	75	26	33		99	199
Okt.04	81	41	51		291	72
Nov.04	25	19	19			108
Dez.04	5	27	9		102	16
2004	762	372	387		1752	1244

Das Jahr 2004 wies in Enzenkirchen und Illmitz sowie auf dem Zöbelboden unterdurchschnittliche Niederschläge auf, vergleichsweise hoch war die Jahressumme in Vorhegg.



Tabelle 45: Jahressummen des Niederschlags, 1993 bis 2004, mm

	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
1993		373	354		
1994		538		721	
1995		594	404	859	
1996		642	287	1345	1612
1997		563	391	1024	1528
1998		552	303	1278	1531
1999	779	589	424	1471	1295
2000	977	489	382	712	1553
2001	941	484	363	368	1480
2002	1420	537	554	2084	1907
2003		323	392	1316	
2004	762	372	387	1752	1244



5 LITERATUR

- ANDERL M. (2005): Luftschadstoff-Trends in Österreich 1980 – 2003. Umweltbundesamt Wien.
- IPCC (2001): Climate Change 2001: Synthesis Report, Summary for Policymakers (<http://www.ipcc.ch/pub/un/syrenng/spm.pdf>).
- KAISER A., H. SCHEIFINGER (2003): Analyse der Herkunft von Ozon, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und PM10 an den Hintergrundstationen des Umweltbundesamtes mittels Trajektorien, ZAMG.
- LEEB, C., FRÖHLICH, M., SCHNEIDER, J. (2005): VOC-Monitoring 2003/2004 in Illmitz und an zwei Messstellen in Wien, BE-266, Umweltbundesamt, Wien.
- SEINFELD, J. H. & PANDIS, S. N. (1998): Atmospheric Chemistry and Physics, John Wiley & Sons, New York.
- SPANGL, W. (2005): Luftgütemessstellen in Österreich. Stand Jänner 2005. BE-256. Umweltbundesamt Wien.
- SPANGL, W., J. SCHNEIDER, C. NAGL (2004): Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2003. Umweltbundesamt Wien.
- SPANGL, W., J. SCHNEIDER, C. NAGL (2005): Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2004. Umweltbundesamt Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2004): Stuserhebung 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.
- UMWELTBUNDESAMT (2004a): Fachgrundlagen für eine Stuserhebung zur PM10-Belastung in Wien - Grenzwertüberschreitungen an den Messstellen Belgradplatz, Gaudenzdorf, Liesing, Rinnböckstraße, Schafbergbad und Stadlau in den Jahren 2002 und 2003. Erstellt im Auftrag des Amtes der Wiener Landesregierung, MA 22 – Umweltschutz, 2004. Umweltbundesamt Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2005): Untersuchung der PM10-Immissionssituation an den Luftgütemessstellen in Niederösterreich in den Jahren 2002 und 2003. Erstellt im Auftrag des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung. Umweltbundesamt Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2005a): Schwebestaub in Österreich. Fachgrundlagen für eine kohärente Strategie zur Verminderung der PM10-Belastung, BE277, Umweltbundesamt Wien.





ANHANG 1: GLOSSAR, ABKÜRZUNGEN UND INFORMATIONEN

SO ₂	Schwefeldioxid
TSP	Gesamtschwebstaub (Total Suspended Particulates)
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
<NWG	Wert unter der Nachweisgrenze

Luftmessstationen des Umweltbundesamtes:

ENK	Enzenkirchen
ILL	Illmitz
PIL	Pillersdorf
KOL	St. Koloman
SIG	St. Sigmund
SON	Sonnblick
STO	Stolzalpe
SUL	Sulzberg
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

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



ANHANG 2: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN

Einheiten

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

$$1 \text{ mg/m}^3 = 1000 \text{ µg/m}^3$$

Umrechnungsfaktoren zwischen Mischungsverhältnis, angegeben in ppb, und Konzentration in µg/m³ bei 1013 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



Luftgütemessungen – Jahresbericht 2004 – Anhang 2:
Einheiten und Umrechnungsfaktoren

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 Mittelwertsbildung ist im IG-L bzw. in der ÖNORM M5866, 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

Immissionsgrenzwerte gemäß IG-L (BGBl. I 115/97 idgF.) 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
TSP	150 µg/m ³	Tagesmittelwert (mit 31.12.2004 außer Kraft)
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 (45 µg/m ³ inkl. Toleranzmarge im Jahr 2004)	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 2004 vom Umweltbundesamt jedoch nicht durchgeführt.

Grenzwerte der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation gemäß Verordnung zum IG-L (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-Wert²³ 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 sind die jeweiligen Berechnungszeiträume und die Critical Levels angeführt.

²³ 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 ²⁴ , 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 den Schutz der Vegetation übernommen, wobei der – strengere – AOT40-Wert für den Schutz landwirtschaftlicher Pflanzen herangezogen wurde, 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

²⁴ im Richtlinienext als 18.000 µg/m³.h angegeben



ANHANG 5: MESSGERÄTE

Eingesetzte Messgerätetypen für die Immissionsmessung

Messstelle, Komponente	Gerätetype
Enzenkirchen	
O ₃	Horiba APOA-360E
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	Horiba APNA-360E
Illmitz	
O ₃	Horiba APOA-350E
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-360E
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
SO ₂	TEI 43S
NO, NO ₂	Horiba APNA-360E
St. Koloman	
O ₃	Horiba APOA-360E
PM10 kontinuierlich	FH 62 IN
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	Horiba APNA-360E
CO	Horiba APMA-360CE
Nasse Deposition	WADOS mit automatischem Probenwechsler
St. Sigmund	
O ₃	Horiba APOA-350E
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	Horiba APNA-360E



Messstelle, Komponente	Gerätetype
Sonnblick	
O ₃	TEI 49C
CO	Horiba APMA-360CE
CO ₂	URAS-14
Stolzalpe	
O ₃	Horiba APOA-360E
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	Horiba APNA-360E
Sulzberg	
SO ₂	TEI 43S
NO, NO ₂	Horiba APNA-360E
Vorhegg	
O ₃	Horiba APOA-350E
PM10 kontinuierlich	FH 62 IN
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	TEI 42CTL ab 4.11.2004 Horiba APNA-360E ab 4.11.2004
CO	Horiba APMA-360CE
Nasse Deposition	WADOS mit automatischem Probenwechsler
Zöbelboden	
O ₃	Horiba APOA-360E
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM10 kontinuierlich	TEOM
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	Horiba APNA-360E bis 17.11.2004 TEI42CTL ab 17.11.2004
CH ₄	TEI 55C
Nasse Deposition	WADOS mit automatischem Probenwechsler

Technische Angaben zu den Messgeräten

Immissionsmessgeräte

	Nachweisgrenze	Messprinzipien
SO₂		
TEI 43S	0,3 µg/m ³ (0,1 ppb)	UV-Fluoreszenz
TEI 43CTL	0,13 µg/m ³ (0,05 ppb)	UV-Fluoreszenz
PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁		
DHA80, Gravimetrie	1 µg/m ³	Probenahme mittels Digital High-Volume-Sampler DHA80 mit PM ₁₀ -Kopf (Tagesproben, Durchfluss 720 m ³ /d) und gravimetrische Massenbestimmung gemäß 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)	Chemilumineszenz. NO ₂ wird als Differenz von NO _x und NO bestimmt.
	NO ₂ : 1,7 µg/m ³ (0,9 ppb)	
CO		
APMA-360CE	0,05 mg/m ³ (0,05 ppm)	Nichtdispersive Infrarot-Absorption
O₃		
APOA-350E	4 µg/m ³ (2 ppb)	Ultraviolett-Absorption
APOA-360E	0,8 µg/m ³ (0,4 ppb)	Ultraviolett-Absorption
TEI 49	4 µg/m ³ (2 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 (1013 hPa, 20°C) bezogen, jene von PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁ (Gravimetrie und kontinuierliche Messung) sowie der Inhaltsstoffe auf Umgebungsbedingungen.

Probenahme- und Analysemethoden

Komponente	Probenahme	Analyse	Bestimmungsgrenze
Schwermetalle im 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)
Regeninhaltsstoffe	Wet-and-dry only sampler (WADOS)	Ionenchromatographie mit Leitfähigkeitdetektor	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 Leitfähigkeitdetektor	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 und Analyse im GC

Die aktive Probenahme erfolgt für jeweils 24 h auf Aktivkohleröhrchen Orbo 32 S bzw. Dräger Typ B/G mit einem Fluss von ca. 800 ml/min. Bei der aktiven Probenahme wird die zu untersuchende Luft mit Hilfe einer Pumpe (Fa. Digital) durch das Proberöhrchen geleitet. Die in der Probenluft enthaltenen VOC werden von der Aktivkohle adsorbiert.

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

Probenahmezeit: 24 Stunden

Probenahmefluss: ca. 800 ml/min

Die auf Aktivkohle angereicherten Substanzen werden im Labor mittels Schwefelkohlenstoff (an den Messstellen in Wien) bzw. ternärem Gemisch bestehend aus 5% Methanol, 35% Schwefelkohlenstoff und 60% Dichlormethan (an der Messstelle in Illmitz) eluiert. An der Messstelle in Illmitz wird als Lösemittel ternäres Gemisch verwendet, um auch den biogenen Kohlenwasserstoff Isopren zu erfassen.

Probenaufbereitung 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

Zu jeder Charge Proben werden Blindwerte und Wiederfindungen aufgearbeitet. Die Eluate werden mittels Gaschromatographie mit massenselektivem Detektor analysiert.

Durch das gewählte Sorptionsmittel und die Analyse im Labor werden nur jene VOC erfasst, die eine C-Anzahl von 5 oder mehr aufweisen; die leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffe (C₂ – C₄) können mit dieser Methode nicht detektiert werden.

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

Meteorologische Messgeräte

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

Komponente	Gerät	Messprinzip
Windrichtung und Windgeschwindigkeit	Kroneis 263 PRH	Windfahne, Schalenkreuz
Temperatur	Kroneis NTC-Netzwerk	NTC-Widerstand
Relative Feuchte	Pernix Haarhygrometer 800L100	Haarhygrometer
Globalstrahlung	Schenk Sternpyranometer 8101	Differentielle Erwärmung schwarzer und weißer Flächen
Strahlungsbilanz	Schenk Strahlungsbilanzmesser 8110	Differentielle Erwärmung schwarzer und weißer Flächen, Differenz oben - unten
Sonnenscheindauer	HAENNI Solar 111	Strahlungsdifferenz zwischen Himmels- und Direktstrahlung
Luftdruck	Kroneis Barogebber 317S	Vakuumdruckdose
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 www.umweltbundesamt.at). 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 Ringversuche 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:

- I Probenahme
- I zeitliche Stabilität
- I Kalibration

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

Komponente	erweiterte kombinierte Messunsicherheit (%)	Zahl der Stationen
O ₃	8,8	9
NO	7,2	9
NO _x	7,2	9
SO ₂	7,7	9
CO	6,9	4

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) abgeglichen Referenzgerätes kalibriert.

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

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



ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN

Die folgende Tabelle gibt den Prozentanteil der gültigen Halbstundenmittelwerte an der Gesamtzahl der HMW des Jahres (d. h. 17568) an, bei PM10 den Anteil der gültigen TMW.

	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM10
Enzenkirchen	97	96		97	93
Illmitz	97	95	97	92	99
Pillersdorf	97	97		94	98
St. Koloman	19	19	19	73 ²⁵	22
St. Sigmund	98	98		98	
Sonnblick			96	94	
Stolzalpe	95	98		94	
Sulzberg	22	90 ²⁶			
Vorhegg	97	91	97	97	93
Zöbelboden	97	97		97	96

²⁵ einschließlich Daten des Landes Salzburg ab April 2004

²⁶ einschließlich Daten des Umweltinstitutes Vorarlberg ab April 2004



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 25 µg/m³ (—).

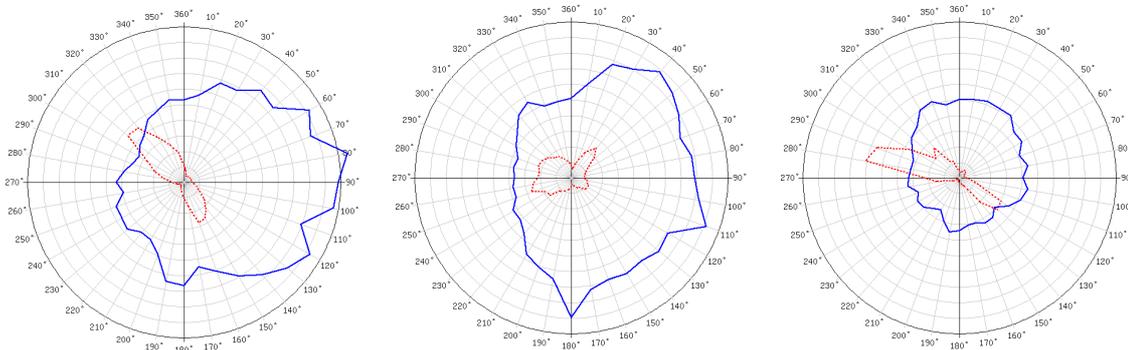


Abbildung 33: Schadstoffwindrosen für Illmitz (FH62I-R), Pillersdorf (FH62I-N) und Zöbelboden (TEOM; Wind Messturm), PM10, 2004, Rohdaten.

Stickstoffdioxid

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

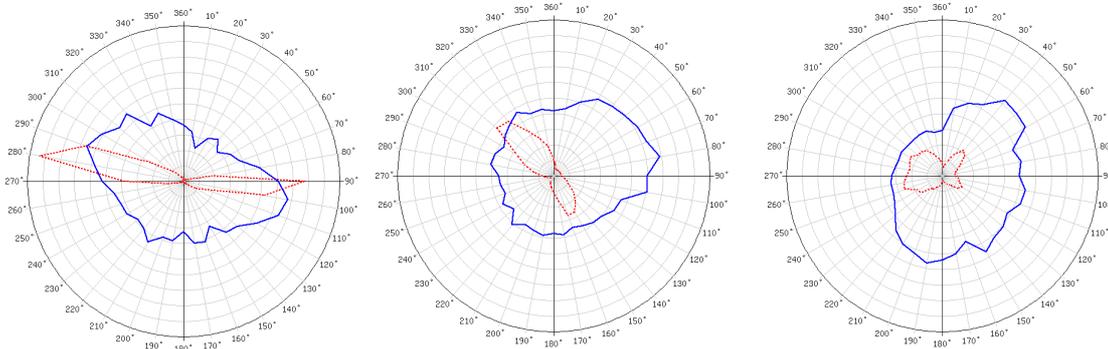


Abbildung 34: Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf NO₂, 2004

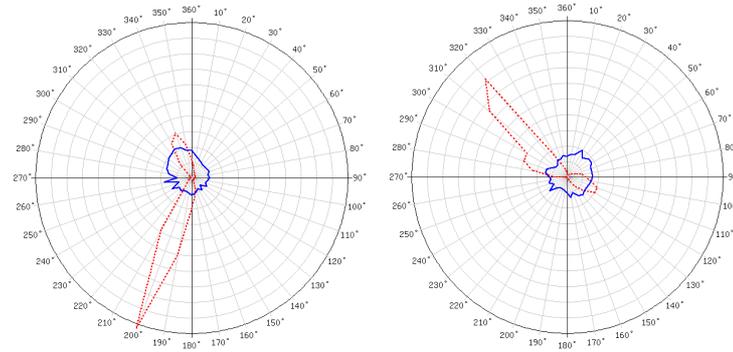


Abbildung 35: Schadstoffwindrosen für St. Sigmund und Stolzalpe, NO₂, 2004

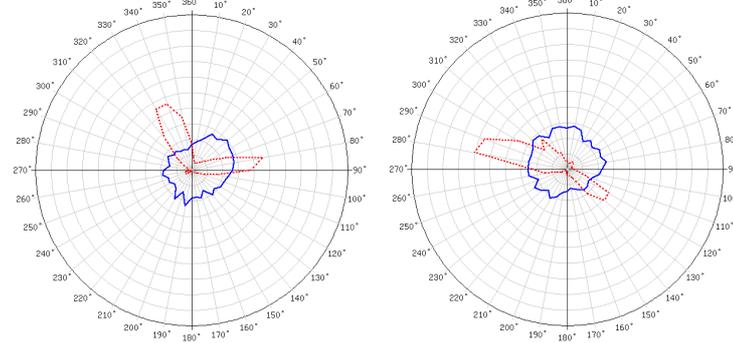


Abbildung 36: Schadstoffwindrosen für Vorhegg und Zöbelboden (Wind Messturm) NO₂, 2004

Schwefeldioxid

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

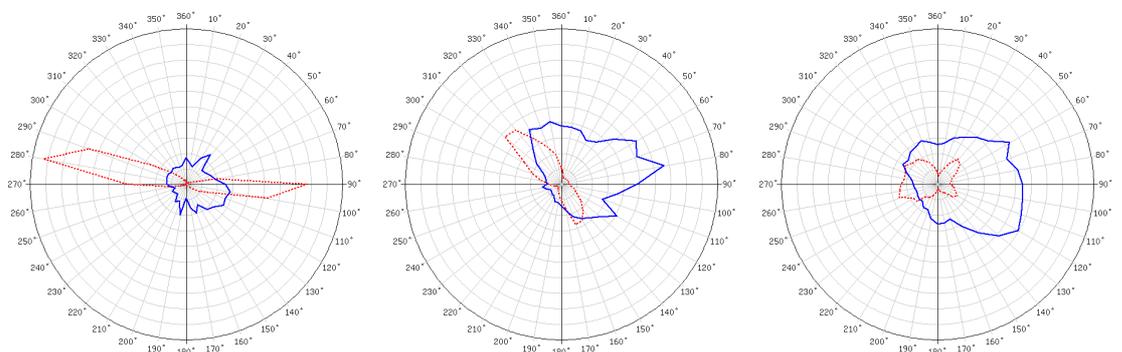


Abbildung 37: Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf, SO₂, 2004

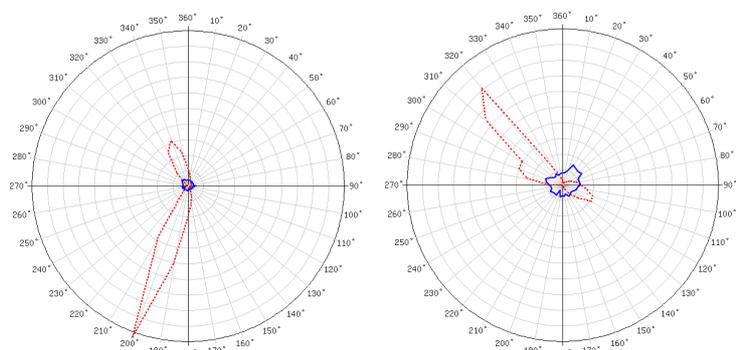


Abbildung 38: Schadstoffwindrosen für St. Sigmund und Stolzalpe, SO₂, 2004

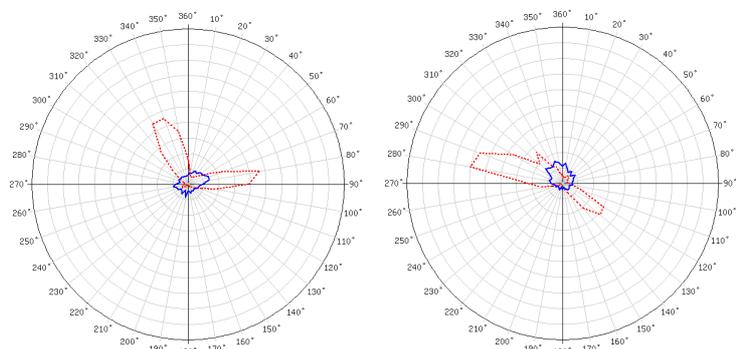


Abbildung 39: Schadstoffwindrosen für Vorhegg und Zöbelboden (Wind Messturm), SO₂, 2004

Kohlenmonoxid

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

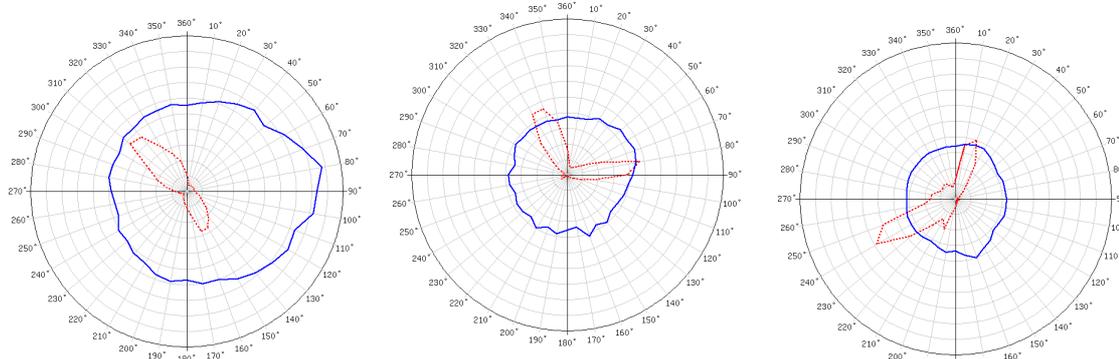


Abbildung 40: Schadstoffwindrose für Illmitz, Vorhegg und Sonnblick, CO, 2004





ANHANG 9: VOC - MONATSMITTELWERTE

Tabelle 46 bis Tabelle 48 geben die Monatsmittelwerte sowie den minimalen und maximalen Tagesmittelwert pro Monat für verschiedene VOC-Spezies an den Messstellen Illmitz, Wien Stephansplatz und Wien Hietzinger Kai an. Der Vollständigkeit halber werden auch die Ergebnisse aus 2003 aufgelistet, um Werte über ein ganzes Jahr präsentieren zu können.

Bei den Konzentrationsangaben in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ist das Probenahmenvolumen auf eine Temperatur von 293 K und einen Druck von 101,3 kPa normiert.

n.n. nicht nachweisbar²⁷

< Bestimmungsgrenze des Messverfahrens²⁷

²⁷ Bei der Berechnung des Mittelwertes ist zu beachten: Liegt einer der Werte zwischen der Bestimmungsgrenze (BG) und der Nachweisgrenze (NG), so wird zur Mittelwertberechnung für diesen Wert die NG eingesetzt. Liegt einer der Werte unter der NG (n.n), so wird dieser Wert zur Mittelwertberechnung gleich null gesetzt.

Tabelle 46: Monatsmittelwerte (1. Zeile) und minimale und maximale Tagesmittelwerte (2. Zeile) vom Juni 2003 bis Oktober 2004 an der Messstelle in Illmitz in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Substanz	Juni 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.6. - 30.6.03)	Juli 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.7. - 31.7.03)	August 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.8. - 31.8.03)	September 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.9. - 30.9.03)	Oktober 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.10. - 31.10.03)	November 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.11. - 30.11.03)
iso-Pentan	0,50 0,19 - 1,30	0,44 0,10 - 1,00	0,50 0,13 - 1,29	0,66 0,34 - 1,01	0,91 0,27 - 1,79	1,54 0,51 - 2,94
1-Penten	n.n. n.n.	n.n. n.n.	n.n. n.n. - <0,13	n.n. n.n. - <0,09	n.n. n.n. - <0,09	<0,09 n.n. - 0,12
n-Pentan	0,36 n.n. - 0,86	0,35 n.n. - 0,81	0,34 0,16 - 0,64	0,43 0,24 - 0,63	0,64 0,21 - 1,37	0,99 0,30 - 1,91
2-Penten	n.n. n.n.	n.n. n.n.	n.n. n.n. - <0,14	n.n. n.n. - <0,09	n.n. n.n.	n.n. n.n. - 0,13
Isopren	0,86 n.n. - 3,00	1,07 0,06 - 4,10	1,35 n.n. - 5,01	0,06 n.n. - 0,52	n.n. n.n. - 0,06	<0,04 n.n. - 0,06
iso-Hexan	0,26 n.n. - 0,64	0,22 0,09 - 0,45	0,20 <0,07 - 0,45	0,20 0,09 - 0,35	0,29 0,09 - 0,59	0,48 0,16 - 0,92
n-Hexan	0,17 n.n. - 0,39	0,14 n.n. - 2,00	0,19 n.n. - 0,58	0,16 n.n. - 0,29	0,32 <0,09 - 0,78	0,52 0,10 - 1,10
Benzol	0,43 0,26 - 0,71	0,33 0,16 - 0,57	0,40 0,19 - 0,78	0,60 0,27 - 1,29	1,47 0,32 - 2,40	1,97 0,61 - 3,87
iso-Oktan	0,06 <0,06 - 0,16	0,05 n.n. - 0,22	0,05 n.n. - 0,22	0,03 n.n. - 0,13	0,06 <0,03 - 0,09	0,12 0,04 - 0,24
n-Heptan	0,11 0,06 - 0,36	0,09 0,03 - 0,18	0,08 0,04 - 0,14	0,09 0,05 - 0,17	0,13 0,05 - 0,26	0,21 0,07 - 0,41
Toluol	0,65 0,39 - 1,80	0,52 0,25 - 0,91	0,60 0,32 - 1,12	0,68 0,37 - 1,28	1,03 0,34 - 1,62	1,61 0,58 - 2,79
n-Oktan	0,05 n.n. - 0,13	0,04 n.n. - 0,14	0,05 <0,04 - 0,08	0,06 0,03 - 0,10	0,06 <0,03 - 0,13	0,10 0,04 - 0,17
Ethylbenzol	0,14 0,07 - 0,25	0,11 0,05 - 0,20	0,13 0,06 - 0,24	0,14 0,07 - 0,26	0,21 0,06 - 0,33	0,34 0,12 - 0,75
m-, p-Xylol	0,32 0,14 - 0,57	0,26 0,10 - 0,49	0,27 0,13 - 0,51	0,31 0,15 - 0,53	0,43 0,16 - 0,66	0,75 0,30 - 1,56
o-Xylol	0,12 0,06 - 0,22	0,10 0,04 - 0,17	0,10 0,05 - 0,19	0,12 0,06 - 0,19	0,17 0,06 - 0,26	0,28 0,12 - 0,56
1,3,5-Trimethylbenzol	0,04 n.n. - 0,09	0,03 n.n. - 0,14	<0,05 n.n. - 0,05	<0,03 <0,03 - 0,05	0,03 <0,03 - 0,06	0,06 <0,03 - 0,12
1,2,4-Trimethylbenzol	0,14 0,07 - 0,31	0,11 0,05 - 0,52	0,09 0,05 - 0,15	0,10 0,05 - 0,16	0,13 0,05 - 0,19	0,23 0,10 - 0,49
1,2,3-Trimethylbenzol	0,03 n.n. - 0,08	<0,03 n.n. - 0,15	<0,05 n.n. - <0,05	<0,03 n.n. - 0,04	0,03 n.n. - 0,05	0,06 <0,03 - 0,13

Fortsetzung Tabelle 46: Monatsmittelwerte (1. Zeile) und minimale und maximale Tagesmittelwerte (2. Zeile) vom Juni 2003 bis Oktober 2004 an der Messstelle in Illmitz in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Substanz	Dezember 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.12. - 31.12.03)	Jänner 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.1. - 31.1.04)	Februar 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.2. - 29.2.04)	März 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.3. - 31.3.04)	April 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.4. - 30.4.04)	Mai 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.5. - 31.5.04)
iso-Pentan	1,58	1,13	0,73	0,76	0,83	0,72
	0,53 - 3,25	0,49 - 2,67	0,32 - 1,46	0,26 - 1,47	0,23 - 1,47	0,27 - 1,55
1-Penten	0,03	0,04	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n. - 0,09	n.n. - 0,16	n.n. - <0,09	n.n. - 0,10	n.n. - <0,09	n.n. - <0,09
n-Pentan	1,00	0,80	0,54	0,60	0,37	0,27
	0,32 - 2,02	0,31 - 1,44	0,19 - 1,18	0,25 - 1,04	0,16 - 0,67	<0,09 - 0,54
2-Penten	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n. - <0,09	n.n. - 0,17	n.n. - <0,09	n.n. - 0,15	n.n. - <0,09	n.n. - 0,11
Isopren	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,13
	n.n. - <0,04	n.n. - <0,04	n.n.	n.n. - <0,04	n.n. - 0,13	n.n. - 0,66
iso-Hexan	0,49	0,41	0,22	0,22	0,16	0,13
	0,14 - 2,09	0,17 - 1,12	0,09 - 0,48	0,07 - 0,44	0,06 - 0,26	<0,04 - 0,34
n-Hexan	0,64	0,42	0,18	0,23	0,21	0,13
	0,24 - 1,68	0,10 - 1,35	0,04 - 0,52	0,04 - 0,47	n.n. - 0,62	n.n. - 0,39
Benzol	2,56	2,05	1,27	1,27	0,78	0,40
	0,59 - 6,11	0,87 - 4,53	0,63 - 3,81	0,52 - 2,46	0,39 - 1,36	0,24 - 0,75
iso-Oktan	0,11	0,11	0,08	0,06	0,04	0,05
	<0,03 - 0,34	0,06 - 0,22	<0,03 - 0,31	<0,03 - 0,10	<0,03 - 0,14	n.n. - 0,31
n-Heptan	0,22	0,34	0,24	0,17	0,09	0,10
	0,08 - 0,48	0,11 - 0,51	0,05 - 0,43	0,04 - 0,38	0,03 - 0,14	<0,03 - 0,16
Toluol	1,59	1,29	0,82	0,76	0,52	0,43
	0,44 - 3,35	0,72 - 2,47	0,40 - 1,74	0,27 - 1,38	0,28 - 0,77	0,22 - 0,76
n-Oktan	0,10	0,10	0,06	0,06	0,05	0,03
	0,04 - 0,25	0,04 - 0,18	0,03 - 0,11	<0,03 - 0,13	<0,03 - 0,08	<0,03 - 0,06
Ethylbenzol	0,32	0,25	0,17	0,15	0,11	0,09
	0,09 - 0,74	0,12 - 0,56	0,07 - 0,38	0,05 - 0,32	0,06 - 0,16	0,04 - 0,16
m-, p-Xylol	0,66	0,48	0,33	0,28	0,22	0,18
	0,18 - 1,53	0,24 - 0,90	0,13 - 0,90	0,11 - 0,64	0,11 - 0,33	0,07 - 0,33
o-Xylol	0,25	0,19	0,13	0,11	0,08	0,07
	0,07 - 0,56	0,10 - 0,34	0,05 - 0,30	0,04 - 0,23	0,04 - 0,12	<0,03 - 0,12
1,3,5-Trimethylbenzol	0,05	0,04	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
	<0,03 - 0,09	<0,03 - 0,06	<0,03 - 0,07	n.n. - 0,05	n.n. - 0,04	n.n. - 0,03
1,2,4-Trimethylbenzol	0,18	0,13	0,10	0,08	0,07	0,06
	0,06 - 0,40	0,07 - 0,22	0,04 - 0,25	0,04 - 0,18	0,03 - 0,12	<0,03 - 0,11
1,2,3-Trimethylbenzol	0,04	0,03	<0,03	<0,03	n.n.	n.n.
	<0,03 - 0,10	<0,03 - 0,06	n.n. - 0,06	n.n. - 0,05	n.n. - 0,03	n.n. - <0,03

Fortsetzung Tabelle 46: Monatsmittelwerte (1. Zeile) und minimale und maximale Tagesmittelwerte (2. Zeile) vom Juni 2003 bis Oktober 2004 an der Messstelle in Illmitz in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Substanz	Juni 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.6. - 30.6.04)	Juli 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.7. - 31.7.04)	August 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.8. - 31.8.04)	September 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.9. - 30.9.04)	Oktober 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.10. - 6.10.04)
iso-Pentan	0,57 0,17 - 1,32	0,29 0,15 - 0,42	0,49 0,24 - 0,94	0,54 0,24 - 0,87	0,90 0,75 - 1,29
1-Penten	n.n. n.n.	n.n. n.n.	n.n. n.n. - <0,09	n.n. n.n. - <0,09	n.n. n.n.
n-Pentan	0,22 <0,09 - 0,56	0,22 0,09 - 0,36	0,35 0,20 - 0,79	0,37 0,14 - 0,53	0,67 0,54 - 1,00
2-Penten	n.n. n.n.	n.n. n.n. - <0,09	<0,09 n.n. - 0,11	n.n. n.n. - 0,10	<0,09 <0,09
Isopren	0,43 n.n. - 1,68	0,64 0,05 - 1,70	0,75 0,08 - 1,58	0,30 <0,04 - 0,94	0,14 0,07 - 0,20
iso-Hexan	0,11 n.n. - 0,27	0,13 0,05 - 0,27	0,27 0,11 - 0,86	0,26 0,12 - 0,41	0,34 0,28 - 0,49
n-Hexan	0,08 n.n. - 0,28	<0,09 n.n. - 0,63	0,14 n.n. - 0,53	0,15 <0,09 - 0,24	0,28 0,20 - 0,42
Benzol	0,27 0,11 - 0,56	0,28 0,13 - 0,56	0,38 0,13 - 0,90	0,41 0,10 - 0,80	0,75 0,50 - 1,07
iso-Oktan	0,03 n.n. - 0,08	0,03 <0,03 - 0,08	0,04 <0,03 - 0,12	0,05 <0,03 - 0,10	0,07 0,06 - 0,09
n-Heptan	0,05 <0,03 - 0,11	0,06 0,03 - 0,13	0,06 <0,03 - 0,18	0,06 <0,03 - 0,09	0,09 0,06 - 0,13
Toluol	0,39 0,13 - 0,61	0,41 0,22 - 0,85	0,42 0,19 - 0,84	0,43 0,15 - 0,66	0,64 0,53 - 0,79
n-Oktan	<0,03 n.n. - 0,06	0,03 <0,03 - 0,07	0,04 n.n. - 0,09	0,03 n.n. - 0,05	0,04 0,03 - 0,06
Ethylbenzol	0,09 <0,03 - 0,17	0,09 0,04 - 0,20	0,10 0,04 - 0,24	0,09 0,04 - 0,16	0,14 0,12 - 0,19
m-, p-Xylol	0,18 0,04 - 0,39	0,20 0,09 - 0,37	0,19 0,08 - 0,38	0,20 0,08 - 0,30	0,29 0,23 - 0,39
o-Xylol	0,07 <0,03 - 0,13	0,07 0,04 - 0,13	0,07 0,03 - 0,16	0,07 0,03 - 0,12	0,11 0,09 - 0,15
1,3,5-Trimethylbenzol	<0,03 n.n. - 0,03	<0,03 n.n. - 0,04	<0,03 n.n. - 0,03	<0,03 n.n. - <0,03	<0,03 <0,03 - 0,03
1,2,4-Trimethylbenzol	0,06 n.n. - 0,09	0,06 <0,03 - 0,13	0,06 <0,03 - 0,11	0,06 <0,03 - 0,09	0,09 0,07 - 0,12
1,2,3-Trimethylbenzol	n.n. n.n. - <0,03	<0,03 n.n. - 0,05	<0,03 n.n. - 0,03	<0,03 n.n. - 0,03	<0,03 <0,03 - 0,04

Tabelle 47: Monatsmittelwerte (1. Zeile) und minimale und maximale Tagesmittelwerte (2. Zeile) vom August 2003 bis September 2004 an der Messstelle am Stephansplatz in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Substanz	August 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (8.8. - 30.8.03)	September 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.9. - 30.9.03)	Oktober 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.10. - 31.10.03)	November 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.11. - 30.11.03)	Dezember 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.12. - 31.12.03)	Jänner 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.1. - 31.1.04)	Februar 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.2. - 29.2.04)
iso-Pentan	3,12 0,70 - 8,98	2,52 0,93 - 6,09	1,87 0,68 - 4,88	2,84 1,20 - 6,44	2,83 1,00 - 7,09	2,11 0,98 - 5,86	1,52 0,62 - 3,56
1-Penten	0,12 <0,05 - 0,26	0,11 <0,05 - 0,27	0,08 <0,05 - 0,23	0,11 0,05 - 0,25	0,10 n.n. - 0,26	0,12 <0,05 - 0,31	0,06 <0,05 - 0,12
n-Pentan	1,17 0,35 - 3,04	1,21 0,48 - 2,83	1,12 0,41 - 2,99	1,62 0,78 - 3,70	1,34 0,55 - 2,54	1,07 0,53 - 2,72	0,74 0,35 - 1,41
2-Penten	0,19 0,06 - 0,41	0,20 0,06 - 0,65	0,15 0,06 - 0,48	0,20 0,08 - 0,63	0,16 <0,05 - 0,47	0,20 <0,05 - 0,59	0,09 0,03 - 0,31
iso-Hexan	0,92 0,20 - 2,04	0,83 0,33 - 2,04	0,64 0,25 - 1,54	0,96 0,41 - 2,28	0,81 0,32 - 1,83	0,68 0,29 - 2,11	0,44 0,16 - 1,11
n-Hexan	0,47 0,12 - 1,26	0,51 0,17 - 1,91	0,42 0,14 - 0,84	0,74 0,25 - 1,29	0,78 0,29 - 1,54	0,65 0,21 - 2,07	0,31 0,13 - 1,10
Benzol	0,82 0,34 - 1,46	1,09 0,48 - 2,23	1,44 0,55 - 2,76	1,94 0,75 - 3,08	2,67 0,82 - 5,65	2,26 0,92 - 5,75	1,38 0,64 - 2,97
iso-Oktan	0,21 0,04 - 0,47	0,17 0,05 - 0,51	0,17 0,07 - 0,67	0,18 0,10 - 0,34	0,17 0,06 - 0,34	0,11 0,04 - 0,30	0,09 <0,04 - 0,26
n-Heptan	0,47 0,12 - 1,14	0,42 0,16 - 1,01	0,38 0,16 - 1,00	0,55 0,24 - 1,26	0,49 0,19 - 1,57	0,40 0,16 - 1,13	0,28 0,10 - 0,61
Toluol	2,93 0,80 - 4,83	2,83 1,14 - 6,83	2,32 0,95 - 5,54	2,84 1,30 - 7,19	2,69 0,98 - 5,97	2,30 1,12 - 5,51	1,57 0,56 - 3,09
n-Oktan	0,22 0,08 - 0,39	0,21 0,09 - 0,41	0,18 0,08 - 0,40	0,25 0,09 - 0,57	0,22 0,10 - 0,52	0,21 0,08 - 0,57	0,14 0,05 - 0,27
Ethylbenzol	0,69 0,20 - 1,23	0,74 0,30 - 1,70	0,56 0,25 - 1,44	0,68 0,29 - 1,78	0,62 0,23 - 1,52	0,51 0,21 - 1,29	0,37 0,11 - 0,78
m-, p-Xylol	2,05 0,53 - 3,73	2,23 0,75 - 5,95	1,62 0,62 - 4,45	1,99 0,86 - 5,61	1,69 0,65 - 4,29	1,34 0,51 - 3,19	0,97 0,28 - 2,19
o-Xylol	0,73 0,22 - 1,26	0,76 0,28 - 1,77	0,56 0,25 - 1,54	0,69 0,30 - 1,88	0,61 0,24 - 1,47	0,49 0,20 - 1,13	0,34 0,11 - 0,74
1,3,5-Trimethylbenzol	0,25 0,12 - 0,42	0,25 0,12 - 0,55	0,17 0,06 - 0,54	0,48 0,09 - 2,72	0,21 0,08 - 0,77	0,14 0,06 - 0,30	0,10 0,04 - 0,23
1,2,4-Trimethylbenzol	0,87 0,36 - 1,51	0,88 0,33 - 2,00	0,63 0,23 - 1,93	1,09 0,32 - 4,09	0,66 0,26 - 1,46	0,49 0,19 - 1,07	0,35 0,11 - 0,80
1,2,3-Trimethylbenzol	0,25 0,13 - 0,40	0,23 0,11 - 0,48	0,16 0,06 - 0,46	0,21 0,08 - 0,52	0,16 0,07 - 0,37	0,13 0,05 - 0,27	0,09 <0,04 - 0,20

Fortsetzung Tabelle 47: Monatsmittelwerte (1. Zeile) und minimale und maximale Tagesmittelwerte (2. Zeile) vom August 2003 bis September 2004 an der Messstelle am Stephansplatz in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Substanz	März 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.3. - 31.3.04)	April 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.4. - 30.4.04)	Mai 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.5. - 31.5.04)	Juni 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.6. - 30.6.04)	Juli 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.7. - 31.7.04)	August 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.8. - 31.8.04)	September 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.9. - 29.9.04)
iso-Pentan	2,17	1,86	1,55	1,66	1,76	2,61	2,96
	0,59 - 6,83	0,72 - 5,44	0,49 - 3,53	0,63 - 4,22	0,64 - 4,52	0,60 - 7,59	0,84 - 7,87
1-Penten	0,07	0,07	0,05	0,06	<0,14	0,14	<0,14
	<0,05 - 0,23	<0,05 - 0,22	n.n. - 0,12	n.n. - 0,21	<0,14 - 0,21	<0,14 - 0,29	n.n. - 0,25
n-Pentan	0,91	0,80	0,62	0,70	0,83	1,01	1,05
	0,23 - 2,28	0,38 - 1,72	0,23 - 1,44	0,30 - 1,57	0,38 - 1,80	0,39 - 2,22	0,42 - 2,42
2-Penten	0,13	0,14	0,10	0,12	0,19	0,21	0,19
	0,03 - 0,45	0,06 - 0,48	n.n. - 0,21	n.n. - 0,34	<0,14 - 0,36	<0,14 - 0,43	<0,14 - 0,53
iso-Hexan	0,59	0,48	0,39	0,42	0,47	0,62	0,62
	0,12 - 1,83	0,23 - 1,15	0,15 - 0,85	0,16 - 0,92	0,20 - 1,17	0,19 - 1,21	0,21 - 1,65
n-Hexan	0,36	0,25	0,17	0,22	0,39	0,39	0,35
	0,05 - 1,24	0,09 - 0,57	0,08 - 0,36	0,08 - 0,79	0,16 - 1,28	0,07 - 0,80	0,11 - 1,24
Benzol	1,69	1,09	0,67	0,56	0,59	0,74	0,83
	0,43 - 3,51	0,58 - 2,34	0,38 - 0,96	0,32 - 1,10	0,30 - 1,04	0,23 - 1,54	0,31 - 1,89
iso-Oktan	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
	<0,04 - 0,20	<0,04 - 0,18	<0,04 - 0,14	<0,04 - 0,16	<0,04 - 0,14	<0,04 - 0,14	<0,04 - 0,19
n-Heptan	0,36	0,27	0,24	0,26	0,29	0,31	0,34
	0,08 - 1,16	0,10 - 0,66	0,09 - 0,53	0,10 - 0,57	0,10 - 0,78	0,09 - 0,54	0,11 - 0,90
Toluol	2,08	1,61	1,55	1,61	1,67	1,74	1,86
	0,58 - 6,11	0,74 - 4,36	0,57 - 3,57	0,71 - 3,61	0,71 - 3,66	0,52 - 4,15	0,73 - 5,05
n-Oktan	0,17	0,14	0,12	0,12	0,14	0,16	0,16
	0,05 - 0,49	0,06 - 0,30	0,05 - 0,24	0,05 - 0,28	0,06 - 0,31	0,05 - 0,30	0,05 - 0,44
Ethylbenzol	0,45	0,39	0,35	0,36	0,41	0,47	0,52
	0,11 - 1,36	0,19 - 1,25	0,11 - 0,75	0,13 - 0,81	0,15 - 0,95	0,13 - 0,82	0,18 - 1,51
m-, p-Xylol	1,22	1,09	0,96	1,05	1,18	1,31	1,52
	0,29 - 3,94	0,49 - 3,81	0,29 - 2,12	0,34 - 2,38	0,39 - 2,82	0,36 - 2,48	0,48 - 4,47
o-Xylol	0,42	0,37	0,34	0,36	0,40	0,45	0,53
	0,11 - 1,31	0,17 - 1,23	0,11 - 0,75	0,13 - 0,84	0,15 - 0,93	0,12 - 0,81	0,18 - 1,50
1,3,5-Trimethylbenzol	0,14	0,12	0,11	0,12	0,13	0,14	0,17
	0,04 - 0,44	0,05 - 0,36	<0,04 - 0,26	0,04 - 0,27	0,05 - 0,36	0,04 - 0,30	0,05 - 0,46
1,2,4-Trimethylbenzol	0,45	0,39	0,37	0,41	0,46	0,51	0,61
	0,11 - 1,51	0,16 - 1,30	0,11 - 0,88	0,14 - 0,95	0,16 - 1,20	0,13 - 1,04	0,18 - 1,71
1,2,3-Trimethylbenzol	0,12	0,10	0,09	0,10	0,12	0,12	0,15
	0,05 - 0,37	0,04 - 0,31	<0,04 - 0,22	0,04 - 0,24	0,04 - 0,27	0,04 - 0,25	0,05 - 0,47

Tabelle 48: Monatsmittelwerte (1. Zeile) und minimale und maximale Tagesmittelwerte (2. Zeile) vom August 2003 bis September 2004 an der Messstelle am Hietzinger Kai in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Substanz	August 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (13.8. - 30.8.03)	September 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.9. - 30.9.03)	Oktober 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.10. - 31.10.03)	November 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.11. - 30.11.03)	Dezember 03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.12. - 31.12.03)	Jänner 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.1. - 31.1.04)	Februar 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.2. - 29.2.04)
iso-Pentan	6,97 2,99 - 10,74	6,16 2,00 - 14,08	4,33 1,60 - 9,42	6,11 2,08 - 9,77	5,71 1,64 - 14,39	4,92 1,84 - 9,04	3,53 1,43 - 7,71
1-Penten	0,26 0,11 - 0,36	0,27 0,07 - 0,60	0,22 0,08 - 0,46	0,25 0,10 - 0,39	0,21 0,05 - 0,64	0,24 0,10 - 0,46	0,15 0,05 - 0,33
n-Pentan	2,43 1,00 - 3,67	2,53 0,96 - 6,16	1,95 0,74 - 3,87	2,42 0,91 - 3,69	1,77 0,79 - 3,57	1,37 0,69 - 2,53	0,98 0,47 - 1,73
2-Penten	0,58 0,26 - 0,83	0,62 0,13 - 1,47	0,47 0,16 - 1,01	0,53 0,20 - 1,00	0,45 0,09 - 1,39	0,48 0,17 - 1,09	0,27 0,10 - 0,67
iso-Hexan	2,02 0,90 - 3,00	2,04 0,58 - 4,72	1,53 0,57 - 3,30	2,13 0,74 - 3,21	1,76 0,49 - 4,09	1,46 0,52 - 2,67	0,92 0,39 - 2,04
n-Hexan	0,97 0,46 - 1,65	0,96 0,26 - 2,74	0,77 0,28 - 1,66	1,14 0,41 - 1,92	0,87 0,31 - 1,99	0,75 0,31 - 1,83	0,43 0,18 - 0,94
Benzol	2,16 1,09 - 2,94	2,58 0,97 - 5,06	2,63 0,98 - 5,85	4,07 1,30 - 6,32	4,04 1,10 - 7,54	3,68 1,33 - 7,36	2,21 0,93 - 4,61
iso-Oktan	0,37 0,17 - 0,57	0,38 0,11 - 0,80	0,28 0,12 - 0,60	0,38 0,16 - 0,54	0,35 0,07 - 0,81	0,25 0,08 - 0,43	0,20 0,09 - 0,43
n-Heptan	0,98 0,31 - 4,17	0,75 0,22 - 1,77	0,66 0,23 - 1,49	0,94 0,33 - 1,46	0,81 0,23 - 1,93	0,80 0,26 - 1,46	0,53 0,19 - 1,29
Toluol	8,58 3,14 - 31,06	7,05 2,00 - 16,21	5,75 1,88 - 13,02	7,82 2,58 - 11,42	6,37 1,39 - 13,28	5,86 1,89 - 10,88	3,71 1,39 - 8,72
n-Oktan	1,33 0,18 - 7,03	0,42 0,12 - 0,92	0,38 0,14 - 0,88	0,56 0,18 - 0,93	0,51 0,11 - 1,12	0,51 0,15 - 0,98	0,32 0,11 - 0,80
Ethylbenzol	2,26 0,92 - 4,32	2,12 0,57 - 4,78	1,73 0,60 - 3,84	2,12 0,67 - 3,12	1,70 0,33 - 3,51	1,58 0,50 - 3,08	0,99 0,34 - 2,44
m-, p-Xylol	6,97 2,75 - 13,67	6,35 1,64 - 14,46	5,17 1,80 - 11,79	6,33 2,00 - 9,54	4,99 0,91 - 10,54	4,52 1,34 - 9,25	2,82 0,94 - 7,24
o-Xylol	2,50 1,01 - 5,29	2,26 0,59 - 5,16	1,84 0,66 - 4,21	2,26 0,71 - 3,35	1,80 0,33 - 3,88	1,63 0,50 - 3,33	1,01 0,36 - 2,59
1,3,5-Trimethylbenzol	0,86 0,30 - 1,83	0,71 0,17 - 1,61	0,59 0,21 - 1,36	0,74 0,23 - 1,14	0,58 0,10 - 1,26	0,52 0,15 - 1,11	0,31 0,10 - 0,81
1,2,4-Trimethylbenzol	2,86 1,04 - 5,76	2,43 0,58 - 5,63	2,01 0,71 - 4,63	2,50 0,76 - 3,84	1,90 0,31 - 3,92	1,74 0,49 - 3,64	1,02 0,31 - 2,68
1,2,3-Trimethylbenzol	0,69 0,24 - 1,60	0,54 0,13 - 1,26	0,45 0,16 - 1,01	0,55 0,17 - 0,87	0,42 0,07 - 0,89	0,39 0,11 - 0,81	0,23 0,07 - 0,60

Fortsetzung Tabelle 48: Monatsmittelwerte (1. Zeile) und minimale und maximale Tagesmittelwerte (2. Zeile) vom August 2003 bis September 2004 an der Messstelle am Hietzinger Kai in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Substanz	März 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.3. - 31.3.04)	April 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.4. - 30.4.04)	Mai 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.5. - 31.5.04)	Juni 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.6. - 30.6.04)	Juli 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.7. - 31.7.04)	August 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.8. - 31.8.04)	September 04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1.9. - 22.9.04)
iso-Pentan	5,05 1,67 - 21,97	5,10 1,37 - 12,15	4,29 1,44 - 8,33	4,47 2,09 - 6,29	3,71 1,80 - 8,02	5,79 2,44 - 9,10	5,49 2,09 - 11,51
1-Penten	0,17 0,05 - 0,64	0,18 <0,05 - 0,41	0,16 <0,05 - 0,32	0,17 0,05 - 0,25	0,21 <0,09 - 0,71	0,24 <0,09 - 0,64	0,13 n.n. - 0,35
n-Pentan	1,17 0,30 - 3,20	1,19 0,42 - 2,82	1,14 0,44 - 2,53	1,30 0,65 - 2,01	1,28 0,72 - 2,86	1,92 0,87 - 3,38	1,77 0,82 - 3,43
2-Penten	0,40 0,11 - 2,06	0,43 0,10 - 0,98	0,37 0,12 - 0,68	0,36 0,16 - 0,52	0,40 0,16 - 0,90	0,54 0,26 - 0,86	0,50 0,21 - 1,01
iso-Hexan	1,06 0,32 - 4,26	1,08 0,31 - 2,53	0,98 0,34 - 1,82	1,00 0,44 - 1,55	1,18 0,45 - 2,99	1,72 0,72 - 2,46	1,66 0,74 - 3,00
n-Hexan	0,46 0,14 - 1,27	0,38 0,10 - 0,99	0,32 0,11 - 0,57	0,38 0,16 - 0,76	0,55 0,22 - 1,50	0,74 0,31 - 1,51	0,68 0,30 - 1,76
Benzol	2,50 0,74 - 4,59	2,07 0,70 - 4,01	1,62 0,63 - 2,58	1,50 0,67 - 2,22	1,30 0,65 - 2,45	2,00 0,86 - 2,71	2,20 0,91 - 3,66
iso-Oktan	0,20 0,06 - 0,52	0,19 0,06 - 0,42	0,19 0,07 - 0,38	0,22 0,10 - 0,31	0,19 0,09 - 0,35	0,24 0,11 - 0,33	0,24 0,10 - 0,39
n-Heptan	0,58 0,15 - 1,79	0,58 0,15 - 1,26	0,52 0,17 - 0,97	0,53 0,21 - 0,82	0,47 0,19 - 1,04	0,69 0,25 - 1,05	0,70 0,30 - 1,31
Toluol	4,31 1,27 - 11,68	4,70 1,25 - 9,17	4,22 1,35 - 7,71	4,06 1,70 - 6,47	3,69 1,43 - 7,53	5,36 2,12 - 8,04	5,77 2,07 - 9,87
n-Oktan	0,34 0,09 - 0,83	0,33 0,08 - 0,73	0,28 0,09 - 0,52	0,27 0,11 - 0,43	0,27 0,11 - 0,63	0,42 0,15 - 0,61	0,43 0,16 - 0,75
Ethylbenzol	1,11 0,32 - 2,60	1,28 0,33 - 2,48	1,23 0,39 - 2,22	1,11 0,46 - 1,78	1,04 0,39 - 2,17	1,65 0,61 - 2,65	1,75 0,61 - 2,95
m-, p-Xylol	3,14 0,89 - 7,46	3,65 0,85 - 7,17	3,41 1,02 - 6,09	3,16 1,27 - 5,17	2,92 1,04 - 6,15	4,69 1,70 - 7,89	5,19 1,68 - 8,83
o-Xylol	1,12 0,33 - 2,56	1,30 0,31 - 2,50	1,21 0,37 - 2,14	1,14 0,48 - 1,85	1,06 0,39 - 2,19	1,70 0,65 - 2,74	1,89 0,61 - 3,19
1,3,5-Trimethylbenzol	0,37 0,11 - 0,78	0,45 0,11 - 0,88	0,41 0,12 - 0,71	0,40 0,16 - 0,65	0,36 0,12 - 0,70	0,55 0,20 - 0,85	0,64 0,20 - 1,09
1,2,4-Trimethylbenzol	1,17 0,34 - 2,45	1,45 0,33 - 2,89	1,30 0,37 - 2,32	1,27 0,50 - 2,06	1,16 0,40 - 2,37	1,87 0,68 - 3,10	2,12 0,66 - 3,63
1,2,3-Trimethylbenzol	0,26 0,08 - 0,52	0,32 0,08 - 0,63	0,29 0,08 - 0,52	0,28 0,11 - 0,45	0,26 0,09 - 0,55	0,42 0,16 - 0,65	0,47 0,15 - 0,81