



umweltbundesamt^U

**LUFTGÜTEMESSUNGEN UND
METEOROLOGISCHE MESSUNGEN DES
UMWELTBUNDESAMTES**

Jahresbericht 2003

Wien, 2004



Autoren

Wolfgang Spangl
Jürgen Schneider
Christian Nagl
Claudia Leeb

Daten

Ämter der Österreichischen Landesregierungen
Umweltbundesamt

Titelphoto

Luftmessstelle Achenkirch

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

Impressum

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

Eigenvervielfältigung

Gedruckt auf Recyclingpapier

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2004
Alle Rechte vorbehalten
ISBN 3-85457-748-6

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	3
2	EINLEITUNG	5
2.1	Rechtliche Grundlagen	5
2.2	Das Luftgütemessnetz des Umweltbundesamtes	6
3	ERGEBNISSE UND INTERPRETATION DER IMMISSIONSMESSUNGEN ...	9
3.1	Einleitung	9
3.2	Ozon	9
3.2.1	Die Ozonbelastung im Jahr 2003.....	9
3.2.2	Trend.....	12
3.3	PM10	16
3.3.1	Die PM10-Belastung im Jahr 2003.....	16
3.3.2	Beschreibung des Immissionsgeschehens.....	18
3.3.3	Entwicklung der PM10-Belastung 1999 bis 2003.....	19
3.4	PM2,5 und PM1	20
3.5	Stickstoffoxide	22
3.5.1	Die NO ₂ - und NO _x -Belastung im Jahr 2003.....	22
3.5.2	Trend.....	24
3.6	Schwefeldioxid	26
3.6.1	Die Schwefeldioxid-Belastung 2003.....	26
3.6.2	Trend.....	27
3.7	Kohlenstoffmonoxid	29
3.7.1	Die Kohlenstoffmonoxid-Belastung 2003.....	29
3.7.2	Trend.....	30
3.8	Blei im PM10	32
3.9	Schwermetalle im PM10	33
3.10	Benzol	34
3.11	Flüchtige organische Verbindungen (NMVOC)	36
3.12	Nasse Deposition	42
3.13	Partikuläres Sulfat, oxidierte und reduzierte Stickstoffverbindungen	44
3.14	Treibhausgase	47
3.14.1	Kohlendioxid.....	47
3.14.2	Methan.....	49
4	ERGEBNISSE DER METEOROLOGISCHEN MESSUNGEN	51
4.1	Die Witterung in Österreich im Jahr 2003 – Überblick	51
4.2	Wind	54

4.3	Temperatur	54
4.4	Globalstrahlung	55
4.5	Sonnenscheindauer	56
4.6	Niederschlag	57
5	LITERATUR	59
	ANHANG 1: GLOSSAR, ABKÜRZUNGEN UND INFORMATIONEN	61
	ANHANG 2: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN	63
	ANHANG 3: MITTELWERTE	65
	ANHANG 4: IMMISSIONSGRENZWERTE	67
	ANHANG 5: MESSGERÄTE	71
	ANHANG 6: ANGABEN ZUR QUALITÄTSSICHERUNG	77
	ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN	79
	ANHANG 8: SCHADSTOFFWINDROSEN	81

1 ZUSAMMENFASSUNG

Das Umweltbundesamt betreibt gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L; BGBl. I 115/97, i.d.g.F.) und Ozongesetz (BGBl. 210/92¹) sowie im Rahmen des Global Atmospheric Watch-Messprogramms (GAW) der World Meteorological Organization (WMO) insgesamt 11 Messstellen in Österreich.

Darunter fallen 9 Hintergrundmessstellen, an welchen die Luftschadstoffe Ozon, Schwefeldioxid, und Stickstoffoxide sowie verschiedene meteorologische Parameter erfasst werden. An drei dieser Standorte (die im Rahmen des EMEP-Messnetzes¹ der UNECE betrieben werden) werden zusätzlich PM₁₀, Kohlenmonoxid, Blei im PM₁₀ und Benzol, Toluol und Xylole sowie die nasse Deposition und deren Inhaltsstoffe gemessen, darüber hinaus in Illmitz PM_{2,5}, PM₁, partikuläres Sulfat sowie oxidierte und reduzierte Stickstoffverbindungen.

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.

Der Grenzwert für **PM₁₀** gemäß IG-L Anlage 1 – mehr als 35 Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ - wurde mit 48 Überschreitungen an der Messstelle Illmitz deutlich überschritten. An den höher gelegenen Messstellen St. Koloman (2 Tage über 50 µg/m³), Vorhegg und Zöbelboden (je 3 Tage über 50 µg/m³) wurde der PM₁₀-Grenzwert eingehalten.

Der Zielwert für PM₁₀ gemäß IG-L, Anlage 5 wurde in Illmitz überschritten, in St. Koloman, Vorhegg und auf dem Zöbelboden eingehalten.

Der PM₁₀-Jahresmittelwert betrug in Illmitz 31 µg/m³, in Vorhegg 12 µg/m³, in St. Koloman und auf dem Zöbelboden je 14 µg/m³.

In Illmitz waren, wie schon in den vergangenen Jahren, Ferntransport 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) kommen Rumänien, Serbien, Bosnien, Slowenien, Ungarn, die Slowakei, Mähren und Polen in Frage, wobei Ferntransport von Norden 2003 einen deutlich höheren Anteil ausmachte als in den Jahren davor. Die Hauptquellen von PM₁₀ bei regionaler Schadstoffanreicherung – wobei in diesen Fällen ein besonders hoher Anteil an Nitrat auftritt – dürften die Ballungsgebiete Wien und Bratislava sowie Kraftwerke in Nordungarn sein.

Die in Mittelgebirgslage situierten Messstellen St. Koloman, Vorhegg und Zöbelboden befinden sich v.a. im Winter meist oberhalb der belasteten bodennahen Luftschicht und weisen daher eine sehr viel niedrigere PM₁₀-Belastung auf. Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ können hier einerseits durch Hebungsprozesse belasteter Luft aus dem Alpenvorland, zum anderen durch Ferntransport von Sahara-Staub bedingt sein.

Die Immissionsgrenzwerte gemäß Anlage 1 des IG-L für **Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Kohlenstoffmonoxid, Blei im Schwebestaub** 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.

¹ Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe

Die generell sehr niedrige **SO₂**-Belastung wird an allen Hintergrundmessstellen von Ferntransport aus dem ostmitteleuropäischen Ausland dominiert. Im Osten Österreichs dominieren Quellen in der Slowakei und Ungarn, daneben Ferntransport aus Tschechien, Südpolen, Serbien, Rumänien und Bosnien. Die nordalpinen Messstellen (v.a. Zöbelboden) werden von SO₂-Ferntransport aus Tschechien und der Slowakei erreicht, jene südlich des Alpenhauptkamms v.a. aus Slowenien. Seit den frühen Neunzigerjahren haben Ferntransport aus dem Ausland und damit die SO₂-Hintergrundbelastung um ca. 80% abgenommen.

Die weit unter einschlägigen Grenzwerten liegende **NO₂**-Hintergrundbelastung wird – in Hinblick auf die relativ hohe NO_x-Emissionsdichte und die geringe Lebensdauer von NO₂ von weniger als einem 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, am stärksten St. Koloman.

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, während in St. Koloman Schadstofftransport aus dem Salzachtal einen zusätzlichen Beitrag liefert.

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

Die **Ozonbelastung** war im Jahr 2003 außerordentlich hoch, die meisten Messstellen des Umweltbundesamtes wiesen die höchsten Überschreitungshäufigkeiten der Zielwerte und Schwellenwerte des Ozongesetzes seit Beginn der Messung auf. Erstmals seit Beginn der Ozonmessung wurde die Informationsschwelle an den Messstellen Achenkirch, St. Sigmund und St. Jodis überschritten.

Wesentliche Ursache der hohen Ozonbelastung war das lange Anhalten von großräumigen Hochdruckwetterlagen v.a. von Mitte Juli bis Ende August. Die dadurch bedingten überdurchschnittlichen Temperaturen förderten die photochemische Ozonbildung. Verantwortlich für die hohe Ozonbelastung im Westen Österreichs war Transport belasteter Luft aus dem westlichen Mitteleuropa (westliches Deutschland, Benelux-Länder, Nordostfrankreich). Die weiträumige Ausdehnung des Hochdruckgebietes weit über Mitteleuropa hinaus trug dazu bei, dass aus jenen Regionen im westlichen Mitteleuropa, welche die höchsten Emissionsdichten der Ozonvorläufersubstanzen NO_x und NMVOC aufweisen, ozonreiche Luft nach Österreich transportiert werden konnte.

2 EINLEITUNG

2.1 Rechtliche Grundlagen

Das Umweltbundesamt betreibt gemäß Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L, BGBl. I 115/97; §5, i.d.g.F. BGBl. I 62/2001) und gemäß Ozongesetz (BGBl. 210/92, §3) in Österreich insgesamt elf Luftgütemessstellen.

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

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

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

Drei der Hintergrundmessstellen (Illmitz, St. Koloman 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 Europe²), welches innerhalb der Konvention über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigung³ 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 Grenzwerten und Zielwerten ist in der Regel nur bei den Komponenten Ozon und PM10 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 und Ozon im Rahmen des Global Atmospheric Watch (GAW) Programms der World Meteorological Organisation (WMO⁴) durchgeführt. Darüber hinaus misst Umweltbundesamt die Konzentration des Treibhausgases Methan auf dem Zöbelboden.

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

In der Messkonzept-Verordnung (BGBl. II 358/98, i.d.g.F. BGBl. II 344/2001) zum IG-L ist festgelegt, dass alle Messnetzbetreiber und somit auch das Umweltbundesamt längstens im ersten Halbjahr des Folgejahres einen Jahresbericht zu veröffentlichen haben. Dieser Bericht enthält für die gemessenen Luftschadstoffe einschließlich der nassen Deposition und für die meteorologischen Parameter Informationen über die Verfügbarkeit der Messdaten, die Jahres- und Monatsmittelwerte, die maximalen Mittelwerte und die Überschreitungen von Grenzwerten und Zielwerten.

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

² <http://www.emep.int>

³ <http://www.unece.org/env/lrtap/>

⁴ <http://www.wmo.ch>

2.2 Das Luftgütemessnetz des Umweltbundesamtes

Insgesamt betreibt das Umweltbundesamt gemäß IG-L und Ozongesetz elf Messstellen, die auf alle Bundesländer mit Ausnahme von Wien verteilt sind. In Tabelle 1 sind jene Komponenten zusammengestellt, die an den Messstellen des Umweltbundesamtes im Jahre 2003 laut Messkonzept-VO erhoben wurden. Abbildung 1 zeigt die Lage der Messstellen des Umweltbundesamtes. Eine genauere Lagebeschreibung der Messstellen findet man im Jahresbericht der Luftgütemessungen des Umweltbundesamtes 2002 (www.umweltbundesamt.at) (Anhang 4).

Tabelle 1: Immissionsmessungen an den Messstellen des Umweltbundesamt.

Messstelle	Ozon (O ₃)	Schwefeldioxid (SO ₂)	PM10 ⁵	PM2,5, PM1	Stickstoffoxide (NO, NO ₂)	Kohlenstoffmonoxid (CO)	Blei (Pb) im PM10	Benzol (C ₆ H ₆)
Achenkirch ⁶	x							
Enzenkirchen	x	x			x			
Illmitz	x	x	x	x ⁷	x	x	x	x
Pillersdorf	x	x			x			
St. Koloman	x	x	x		x	x	x	x
St. Sigmund	x	x			x			
Sonnblick	x					x		
Stolzalpe	x	x			x			
Sulzberg	⁸	x			x			
Vorhegg	x	x	x		x	x	x	x
Zöbelboden	x	x			x			

Darüber hinaus misst Umweltbundesamt die Konzentration des Treibhausgases Methan auf dem Zöbelboden.

⁵ PM10 und PM2,5: Gravimetrische Messung.

⁶ Die Messstelle wurde am 19.9.2003 aufgelassen.

⁷ In Illmitz wurde am 2.4.2003 die gravimetrische Messung von PM1 begonnen.

⁸ In Sulzberg erfolgt die Messung von Ozon durch das Umweltinstitut des Landes Vorarlberg

Luftgütemessstellen des Umweltbundesamts

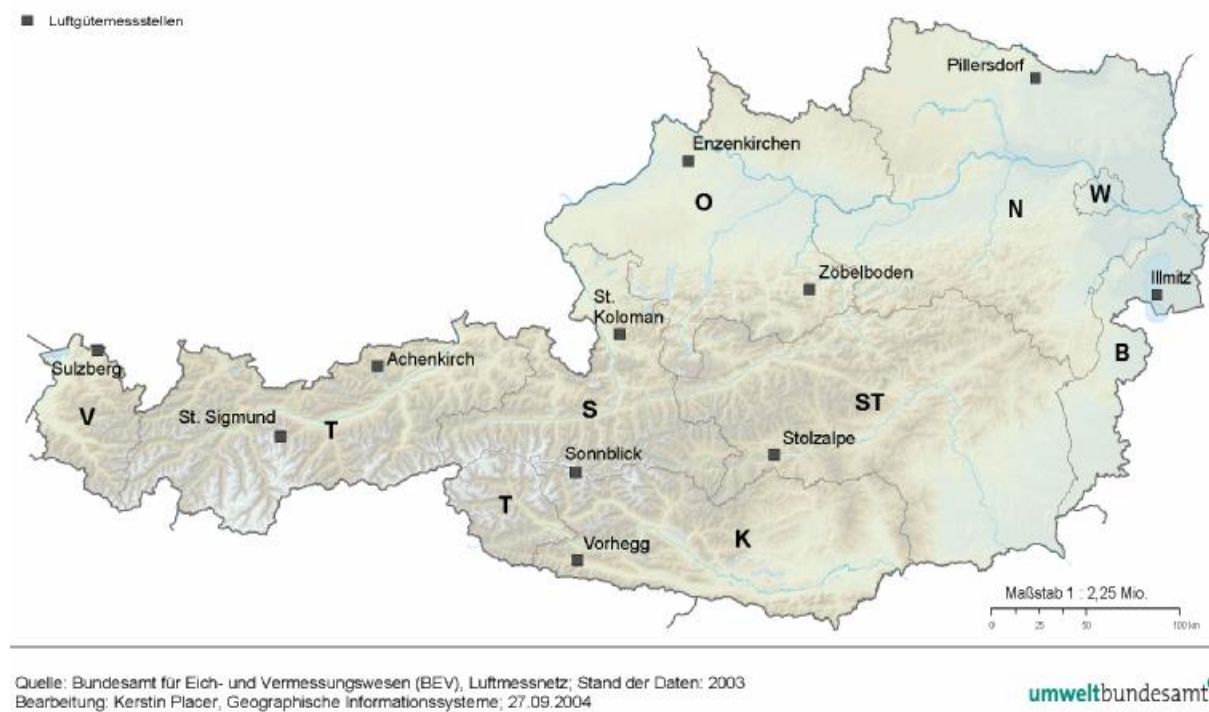


Abbildung 1: Lage der Messstellen des Umweltbundesamtes

Neben den in Tabelle 1 angeführten Komponenten werden weitere Messungen von Regen-inhaltsstoffen 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
St. Koloman		x
Vorhegg		x

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

Tabelle 3: Meteorologische Messungen an den Messstellen des Umweltbundesamt.

Messstelle	Wind	Temperatur	Feuchte	Sonnenscheindauer	Globalstrahlung	Strahlungsbilanz	Niederschlag	Luftdruck
Achenkirch	x	x			x			
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 wurde ein Qualitätssicherungs-System installiert, welches im Anhang 6 beschrieben wird. Der vorliegende Jahresbericht wird aus endgültig kontrollierten Daten (diese entsprechen der letzten von vier Kontrollstufen) erstellt. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die in den Monatsberichten des 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).

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 allgemeinere Beschreibung der Immissionssituation, gefolgt von einer kurzen Trendanalyse. Weiterführende Informationen wie etwa die Verfügbarkeiten, Schadstoffwindrosen, etc. finden sich in den Anhängen.

Die Immissionsgrenzwerte und Immissionszielwerte des IG-L in der 2003 gültigen Fassung (BGBl. I 62/2001), welche eine wesentliche Grundlage der Auswertungen und Interpretationen darstellen, sind in Anhang 4 angegeben.

3.2 Ozon

3.2.1 Die Ozonbelastung im Jahr 2003

Der **Informationsschwellenwert** gemäß Novelle zum Ozongesetz (BGBl. I 34/2003) – $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert – wurde im Jahr 2003 an allen Hintergrundmessstellen überschritten, womit dieses Jahr nicht nur im Durchschnitt über alle österreichischen Messstellen, sondern auch an den Messstellen des Umweltbundesamtes die höchste Belastung seit Beginn der Messungen aufwies.

Erstmals seit Beginn der Messung wurde die Informationsschwelle an den Messstellen Achenkirch, St. Sigmund und Stolzalpe überschritten. Mit der Überschreitung auf der Stolzalpe wurde im Ozonüberwachungsgebiet 8 erstmalig der Informationsschwellenwert überschritten.

In Tabelle 4 sind die Anzahl der Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle im Jahr 2003, die Anzahl der Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit ($\text{MW}8 > 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Mittel über die drei Jahre 2001-2003), die Anzahl der Tage mit

MW8 > 120 µg/m³ im Jahr 2003, der AOT40-Wert für 2003 gemäß Ozongesetz sowie der AOT40-Wert im Mittel über die Jahre 1999-2003 (Zielwert für den Schutz der Vegetation: 18 mg/m³.h) 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: Anzahl der Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle (MW1>180 µg/m³) und des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit (MW8>120 µg/m³) 2003 sowie AOT40-Wert (gem. Ozongesetz)

	Tage mit MW1 > 180 µg/m ³ , 2003	Tage mit MW8 > 120 µg/m ³ , 2003	Tage mit MW8 > 120 µg/m ³ , Mittel 2001-2003	AOT40 (mg/m ³ .h) 2003	AOT40 (mg/m ³ .h) Mittel 1999-2003
Achenkirch	2	51	27	28	18
Enzenkirchen	2	93	57	32	26
Illmitz	9	111	71	43	31
Pillersdorf	5	90	58	36	28
St. Koloman	8	101	62	36	26
St. Sigmund	1	66	38	30	24
Sonnblick	4	141	114	42	37
Stolzalpe	1	51	33	28	23
Vorhegg	7	75	51	29	25
Zöbelboden	2	95	55	31	23

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

Ausschlaggebend für die im Vergleich zu den früheren Jahren außerordentlich hohe Ozonbelastung war das sehr warme Sommerwetter mit einer fast unterbrechungslosen Hochdruckwetterlage von Mitte Juli bis Ende August, wobei die Temperatur um 3 bis 5°C über dem langjährigen Mittel lag.

Tabelle 5: Ozon, Monats- und Jahresmittelwerte 2003 (µg/m³)

	Achenkirch	Enzenkirchen	Illmitz	Pillersdorf	St. Koloman	St. Sigmund	Sonnblick	Stolzalpe	Vorhegg	Zöbelboden
Jän. 03	48	37	43	45	60	74	87	66	57	62
Feb. 03	65	65	57	59	56	91	97	78	77	79
Mär. 03	79	70	75	77	95	102	111	94	95	96
Apr. 03	85	87	85	86	102	104	119	95	91	102
Mai. 03	72	89	96	93	98	87	118	89	98	99
Jun. 03	82	102	105	104	117	93	124	84	94	110
Jul. 03	83	94	96	97	115	95	121	93	92	107
Aug. 03	96	110	100	107	132	103	130	101	102	123
Sep. 03	54	76	74	75	86	78	106	75	78	82
Okt. 03		45	45	47	64	68	95	57	57	62
Nov. 03		23	27	28	55	66	89	46	46	51
Dez. 03		29	34	33	71	76	88	61	63	62
JMW		69	70	71	88	86	107	79	79	87

Absolut außergewöhnlich war die hohe Ozonbelastung zwischen 6. und 13. August in Vorarlberg, Nordtirol, Salzburg sowie Teilen Oberösterreichs und der Steiermark. In den westlichen Bundesländern wurde der Informationsschwellenwert an nahezu allen Messstellen überschritten. Verantwortlich dafür war Transport hoch belasteter Luftmassen aus dem westlichen Mitteleuropa nach Westösterreich; auch im südlichen und westlichen Deutschland, den Benelux-Staaten und Teilen Frankreichs wurde der Informationsschwellenwert flächenhaft überschritten. Die starke Konvektion während dieser anhaltenden Hochdruckwetterlage führte dazu, dass hohe Ozonkonzentrationen auch in höhere Luftschichten verfrachtet wurden und selbst hochalpine Regionen in Nordtirol, Salzburg und der Steiermark von Überschreitungen der Informationsschwelle betroffen waren; ungewöhnlich war, dass auch in über 3000 m auf dem Sonnblick an vier Tagen der Informationsschwellenwert überschritten wurde. Zwischen 9. und 11.8. traten sehr hohe Ozonbelastungen im Bereich zwischen Vorarlberg und dem westlichen Oberösterreich bzw. der westlichen Steiermark auf; dagegen war die Ozonbelastung in Nordostösterreich und im Raum Linz relativ niedrig. In den folgenden Tagen stieg die Ozonbelastung dann hier stark an; am 13.8. überschritten alle Messstellen in den Ozonüberwachungsgebieten 1 (Nordostösterreich) und 3 (Oberösterreich und nördliches Salzburg) - außer Wien Stephansplatz und Laaerberg - die Informationsschwelle, großflächige Überschreitungen traten auch am 14. und 18.8. in Nordostösterreich auf.

Der **Zielwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit**, einzuhalten ab 2010, ist als Überschreitungshäufigkeit des täglichen maximalen (stündlich gleitenden) Achtstundenmittelwertes von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definiert. Im Mittel über drei Jahre dürfen maximal 25 Überschreitungen pro Kalenderjahr auftreten.

Im Mittel über die Jahre 2001 bis 2003 wurde dieser Zielwert an allen Hintergrundmessstellen überschritten (Tabelle 4).

Die absoluten Belastungsschwerpunkte bei den Überschreitungen von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als MW8 stellen der Nordosten und der Südosten Österreichs und das Hoch- und Mittelgebirge dar.

Der **Zielwert zum Schutz der Vegetation** wird in der neuen Ozon-RL der EU (2002/3/EG) und in der Novelle zum Ozongesetz (2003) als AOT40-Wert⁹ (Tabelle 6) definiert, wobei das Konzept der kumulativen Ozonbelastung von der UNECE übernommen wurde. Dafür wurde der von der UNECE ausgearbeitete AOT40-Wert für den Schutz landwirtschaftlicher Pflanzen herangezogen, der Berechnungszeitraum aber von „Tageslichtstunden“ auf das europaweit einheitliche Zeitfenster von 8:00 bis 20:00 MEZ leicht verändert.

Im Rahmen der UNECE wurden „Critical Levels“ für Ozon zum Schutz von Pflanzen ausgearbeitet, welche die Ozonbelastung als AOT40-Wert bewerten. Zur Berechnung des AOT40 wird die Summe der Differenz der Ozonkonzentration (MW1) über 40 ppb ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) während eines bestimmten Zeitraums gebildet. Unterschiedliche Referenzzeiträume (jeweils über Tageslichtstunden) werden für die Bewertung der Ozonbelastung für Wald einerseits, für landwirtschaftliche Nutzpflanzen, Weiden und natürliche Vegetation andererseits herangezogen. In Tabelle 6 sind die jeweiligen Berechnungszeiträume und die Critical Levels angeführt.

⁹ AOT40: Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb

Tabelle 6: Definition der AOT40-Werte

	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 und Ozongesetz, Zielwert zum Schutz der Vegetation	Mai – Juli, 8:00 – 20:00	9 ppm.h (=18.000 µg/m ³ .h bzw. 18 mg/m ³ .h), gemittelt über 5 Jahre
RL 2002/3/EG und Ozongesetz, langfristiges Ziel zum Schutz der Vegetation	Mai – Juli, 8:00 – 20:00	3 ppm.h (=6.000 µg/m ³ .h bzw. 6 mg/m ³ .h)

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation gemäß Ozongesetz wurde in der Periode 1999-2003 an allen Hintergrundmessstellen außer Achenkirch überschritten (Tabelle 4).

Von hohen kumulativen Ozonbelastungen sind erhöht gelegene Regionen im Hügelland, Mittel- und Hochgebirge, der Südosten Österreichs sowie das Flachland im Osten des Ozonüberwachungsgebietes 1 betroffen.

Der AOT40-Wert zum Schutz landwirtschaftlicher Nutzpflanzen einschließlich Weiden und natürlicher Vegetation (3 ppm.h) sowie der AOT40-Wert zum Schutz des Waldes (10 ppm.h) gemäß UNECE wurden im Jahr 2003 an allen Hintergrundmessstellen überschritten.

3.2.2 Trend

Spitzenbelastung

Hinsichtlich der Überschreitungen des Informationsschwellenwertes (180 µg/m³ als Einstundenmittelwert) wies das Jahr 2003 die höchste Belastung seit Beginn flächendeckender Ozonmessungen in Österreich im Jahr 1990 auf. Tabelle 7 zeigt die Anzahl der Tage mit Überschreitung von 180 µg/m³ als MW1. In Illmitz wies lediglich das Jahr 1990 mit 11 Tagen mehr Überschreitungen auf als 2003, in Pillersdorf das Jahr 1994 mit 10 Tagen, in Vorhegg das Jahr 1996 mit 8 Tagen.

Tabelle 7: Ozon, Anzahl der Tage mit MW1 > 180 µg/m³.

Messstelle	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Achenkirch				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Enzenkirchen									2	0	1	0	0	2
Illmitz	11	2	7	0	3	3	3	0	5	0	7	0	1	9
Pillersdorf			8	0	10	1	0	0	1	0	6	1	1	5
Sonnblick	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
St. Koloman	4	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8
St. Sigmund										0	0	0	0	1
Stolzalpe			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Vorhegg		0	2	0	3	1	8	0	1	1	6	2	1	7
Zöbelboden												0	0	2

Bei der Bewertung der Spitzenbelastung anhand des 98-Perzentil der MW1 des Jahres (für die seit den frühen Neunzigerjahren betriebenen Messstellen in Tabelle 8 angegeben) zeigt sich, dass in Illmitz, auf dem Sonnblick, in St. Koloman und auf der Stolzalpe das Jahr 2003 die höchste Belastung seit 1993 aufwies; in Pillersdorf war 1994 das 98-Perzentil höher, in

Vorhegg 1996. Der in Tabelle 8 angegebene Trend ist allerdings an keiner Messstelle statistisch signifikant.

Tabelle 8: 98-Perzentil der Einstundenmittelwerte in den Jahren 1993 bis 2003

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

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 2 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 und 1999 beobachtet. Relativ hoch war die Belastung in den Jahren 1990, 1992, 1994 und 2000.

Besonders auffällig ist der Anstieg der Belastung am Sonnblick in den letzten Jahren; diese Messstelle weist als einzige einen statistisch signifikant (99%-Konfidenzniveau¹⁰) ansteigenden Trend (im Mittel 4,5 Tage/Jahr) auf.

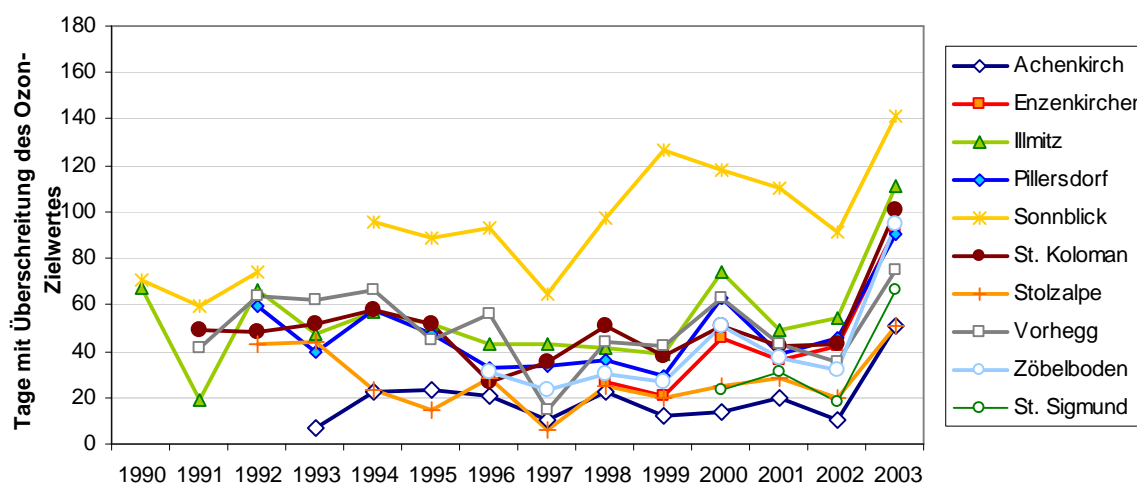


Abbildung 2: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Zielwertes (MW8 > 120 µg/m³) pro Jahr

¹⁰ Mann-Kendall-Test

Trend des Vegetationsschwellenwertes

Der Trend der AOT40-Werte gemäß RL 2002/3/EG ist für den Zeitraum 1992 bis 2003 in Abbildung 3 dargestellt.

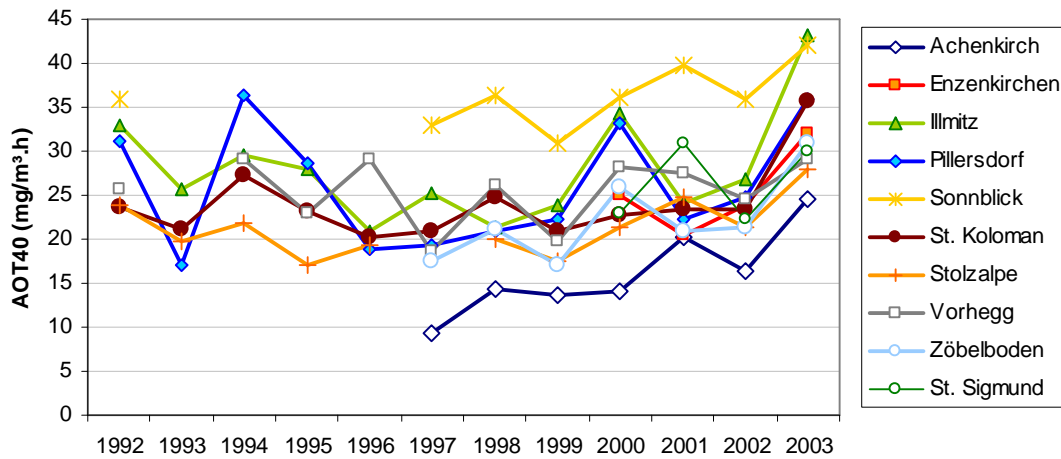


Abbildung 3: AOT40-Werte gemäß RL 2002/3/EG pro Jahr ($\text{mg}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)

Die AOT40-Werte zeigen einen sehr unregelmäßigen Verlauf, hohe Werte traten in der ersten Hälfte der Neunzigerjahre sowie 2000 und 2003 auf. An allen Messstellen außer Pillersdorf und St. Sigmund war (im untersuchten Zeitraum) das Jahr 2003 jenes mit der höchsten kumulativen Ozonbelastung (in Pillersdorf 1994 mit $36,6 \text{ mg}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, in St. Sigmund 2001 mit $31,0 \text{ mg}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$). 2003 war das erste Jahr, an dem Illmitz im nordostösterreichischen Flachland einen höheren AOT40-Wert erreichte als die hochalpine Messstelle Sonnblick.

Als einzige Messstelle weist Achenkirch einen statistisch signifikanten Trend (95%-Konfidenzniveau) auf (Anstieg im Mittel $2 \text{ ppm} \cdot \text{h}$ pro Jahr).

Trend der Jahresmittelwerte

In Abbildung 4 und Tabelle 9 werden die Jahresmittelwerte der Ozonmessstellen des Umweltbundesamtes für den Zeitraum 1990 bis 2003 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 2003. Die JMW weisen damit teilweise ein anderes Verhalten auf als die Überschreitungen des MW8 von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oder die AOT40-Werte.

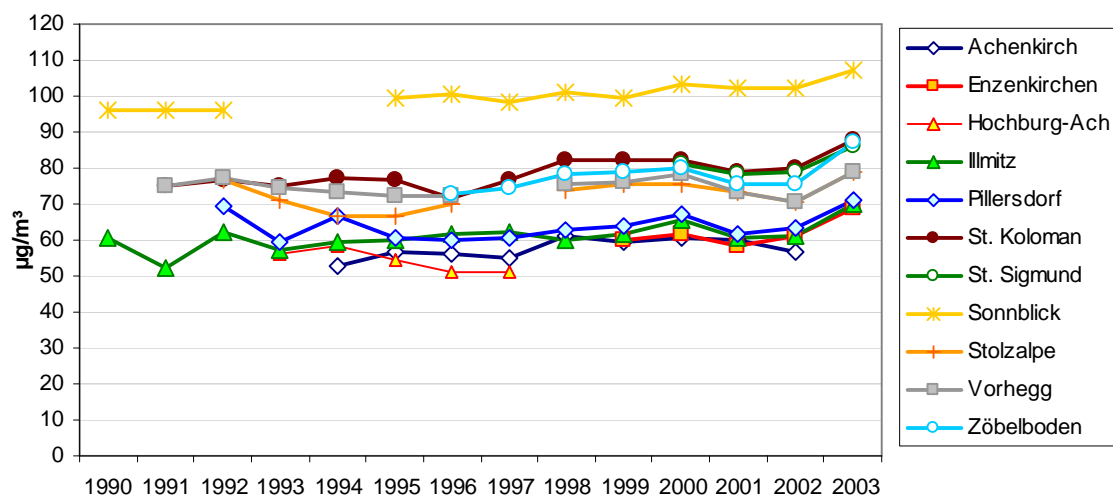


Abbildung 4: Ozon, Jahresmittelwerte 1990 bis 2003.

Tabelle 9: Ozon, Jahresmittelwerte 1990 bis 2003

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Achenkirch					53	57	56	55	61	60	61	60	57	
Enzenkirchen										60	61	59	61	69
Hochburg-Ach				56	58	54	51	51						
Illmitz	60	52	62	58	60	60	61	62	60	62	66	61	61	70
Pillersdorf			69	59	67	61	60	61	63	64	67	62	64	71
St. Koloman		75	77	75	78	77	72	77	82	82	83	79	80	88
St. Sigmund											81	78	79	86
Sonnblick	96	96	96			99	101	98	101	99	104	102	102	107
Stolzalpe			77	71	66	67	70		74	75	75	74	70	79
Vorhegg		75	77	74	73	72	72		76	76	79	74	70	79
Zöbelboden							73	74	78	79	80	76	76	87

Statistisch hoch signifikante Trends weisen die JMW der Messstellen Sonnblick (99% Konfidenzniveau) mit einem mittleren Anstieg von $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr sowie Illmitz ($+0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr) und St. Koloman ($+0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr) mit einem Konfidenzniveau von 95% auf.

Das unterschiedliche Verhalten der JMW Mitte der Neunzigerjahre sowie seit den späten Neunzigerjahren zeigen die (statistisch unter 90% signifikanten) Trends der „jüngeren“ Messstellen: in Enzenkirchen stieg der JMW seit 1999 im Mittel um $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr, in St. Sigmund seit 2000 um $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr, auf dem Zöbelboden seit 1996 um $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr. Demgegenüber weist Pillersdorf seit 1992 einen mittleren Anstieg um nur $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr und Vorhegg um $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr auf.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass im Zeitraum seit 1990 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 abbauprozessen 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 14 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 2003

Im Jahr 2003 wurde an der Messstelle Illmitz der Grenzwert des IG-L, Anlage 1 – maximal 35 TMW über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - mit 48 TMW über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich überschritten. Der Jahresmittelwert betrug $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Diese Grenzwertüberschreitung ist Gegenstand einer Stuserhebung, welche die PM10-Belastung im Nordburgenland (Messstellen Eisenstadt, Illmitz und Kittsee) behandelt [UMWELTBUNDESAMT, 2004].

In St. Koloman, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden wurde der Grenzwert eingehalten. An der seit Mai 2003 betriebenen PM10-Messstelle Pillersdorf wurden zwischen 16.5. und 31.12. 11 TMW über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert (Tabelle 10).

Die Zielwerte des IG-L Anlage 5 – nicht mehr als 7 TMW über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert – wurden in Illmitz und Pillersdorf überschritten, in St. Koloman, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden eingehalten.

In Tabelle 10 sind die Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration sowie die Anzahl der Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben. Abbildung 5 zeigt den Verlauf der Tagesmittelwerte im Jahr 2003.

Tabelle 10: PM10: Monatsmittelwerte, Jahresmittelwerte und Anzahl der Tagesmittelwerte über 50 µg/m³, 2003

	Illmitz	Pillersdorf	Koloman	Vorhegg	Zöbelboden
Jan	38		11	6	10
Feb	53		18	14	16
März	53		20	20	23
April	30		17	14	19
Mai	22	19	14	16	20
Juni	24	22	16	14	17
Juli	18	19	13	12	12
Aug	23	22	21	17	17
Sept	23	22	12	10	13
Okt	22	21	8	7	8
Nov	34	28	9	8	7
Dez	35	35	5	6	5
JMW	31		14	12	14
TMW > 50 µg/m³	48	11	3	2	3

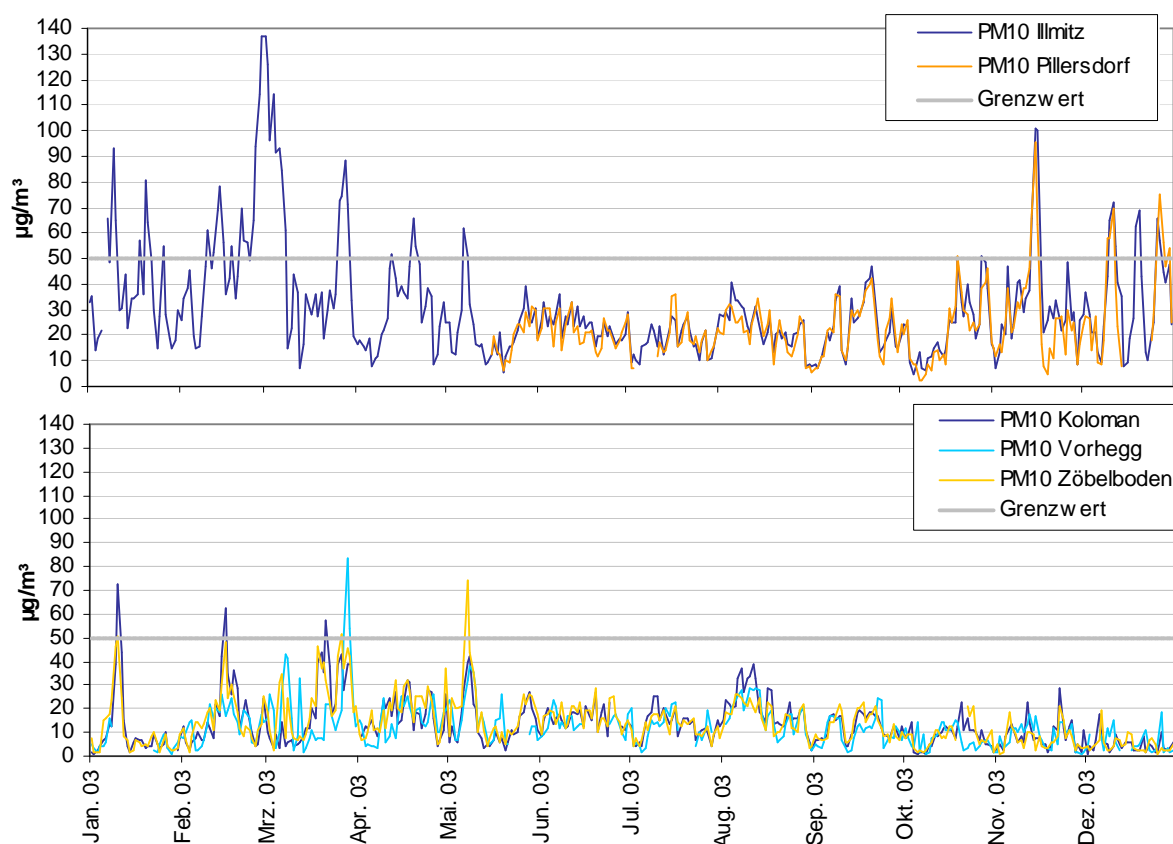


Abbildung 5: Verlauf der Tagesmittelwerte der PM10-Konzentration, 2003

Parallel zur gravimetrischen PM10-Messung wird die PM10-Konzentration in Illmitz, St. Koloman und Vorhegg mittels kontinuierlich registrierender Geräte (β -Absorption, Type FH621-N) 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 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.

Eine detaillierte Gegenüberstellung der gravimetrischen und der kontinuierlichen PM₁₀-Daten findet man in SPANGL et al (2004).

3.3.2 Beschreibung des Immissionsgeschehens

Das Belastungsbild unterscheidet sich im nordostösterreichischen Flachland (Illmitz, Pillersdorf) grundlegend von jenem im Mittelgebirge (St. Koloman, Vorhegg, Zöbelboden). Im Flachland treten – sehr wahrscheinlich großflächig – PM₁₀-Belastungen über dem IG-L-Grenzwert auf, im Mittelgebirge lediglich wenige Tage pro Jahr über 50 µg/m³.

3.3.2.1 Außeralpines Flachland

In Illmitz, dessen bis 1999 zurückreichende Messreihe umfangreiche Auswertungen erlaubt, wird die PM₁₀-Belastung von Schadstoffanreicherung auf regionaler Skala und Ferntransport bestimmt.

Die PM₁₀-Belastung weist in Illmitz einen ausgeprägten Jahrgang mit stark erhöhten Konzentrationen im Winter auf; dafür verantwortlich sind die ungünstigeren Ausarbeitungsbedingungen im Winter sowie die erhöhten Emissionen von PM₁₀ und den Vorläufersubstanzen sekundärer anorganischer Partikel, SO₂ und NO_x. TMW über 50 µg/m³ treten im Sommer nur vereinzelt auf, sind aber den gleichen Quellen (Ferntransport) wie im Winter zuzuordnen.

Die Schadstoffwindrose der kontinuierlichen PM₁₀-Messdaten (Anhang 8) zeigt stark erhöhte PM₁₀-Konzentrationen bei Wind aus einem Sektor von Nordost bis Südost, die niedrigsten Konzentrationen bei Nordwestwind. Östlicher Wind ist v.a. im Winter mit Advektion kontinentaler Kaltluft mit stabiler Schichtung, d.h. ungünstigen Ausbreitungsbedingungen, verbunden, zudem mit Luftmassentransport aus Regionen mit extrem hohen Emissionen von primären Partikeln und SO₂ in Ostmitteleuropa, die als Herkunftsgebiete von Ferntransport identifiziert werden können.

Detaillierte Untersuchungen der Herkunft der hier gemessenen PM₁₀-Belastung wurden im Rahmen der Statuserhebung Nordburgenland mit Hilfe von Rückwärtstrajektorien durchgeführt, siehe dazu UMWELTBUNDESAMT (2004).

Die im Mai 2003 begonnene PM₁₀-Messung in Pillersdorf deutet auf ein ähnliches Belastungsbild hin, allerdings sind noch keine abgesicherten Aussagen möglich.

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 außeralpinen Raum eine Rolle, nachts sind sie von Schadstofftransport „von unten“ weitgehend abgeschnitten. Daher kann von einer regionalen Hintergrundbelastung nur nachts gesprochen werden. Tagsüber liegen Mittelgebirgslagen zumeist im Lee mehr oder weniger starker Emissionen.

Die Windrosen der kontinuierlichen PM₁₀-Messdaten (Anhang 8) zeigen in Vorhegg keine nennenswerte Windrichtungsabhängigkeit; in St. Koloman ist die PM₁₀-Konzentration bei Südwestwind (d.h. Transport aus dem Salzachtal) mit 12 µg/m³ etwas höher als bei Nordostwind (10 µg/m³). Anders als bei NO_x (Kapitel 3.5) beeinflussen PM₁₀-Emissionen oder Bildung sekundärer Aerosole in den nahe gelegenen Tälern die PM₁₀-Belastung im Mittelgebirge nur geringfügig.

TMW über 50 µg/m³ 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 nicht nachweisen. Darüber hinaus sind ein bis zwei TMW über 50 µg/m³ pro Jahr die Folge von Sahara-Staub.

In Vorhegg spielt Advektion hoch belasteter Luft „von unten“ eine noch geringere Rolle als an den nordalpinen Messstellen St. Koloman und Vorhegg, da das Gailtal, aber auch das Klagenfurter Becken vergleichsweise geringfügige „PM10-Quellen“ darstellen. Neben Ferntransport von Sahara-Staub stellt Transport belasteter Luft aus Norditalien die wichtigste Ursache erhöhter PM10-Tagesmittelwerte dar.

3.3.3 Entwicklung der PM10-Belastung 1999 bis 2003

Die PM10-Messung wurde in Illmitz im Sommer 1999, in St. Koloman und Vorhegg 2000 begonnen, sodass Aussagen über einen Trend der PM10-Belastung nur eingeschränkt möglich sind. Die Jahresmittelwerte (Tabelle 11) zeigen in Illmitz zwischen 2001 und 2003 einen deutlichen Anstieg, ebenso die Anzahl der TMW über 50 µg/m³ pro Jahr (Tabelle 12). Tabelle 13 gibt die maximalen TMW pro Jahr an, die in Illmitz ebenfalls bis 2003 stark ansteigen.

Ausschlaggebend für den Anstieg in Illmitz 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 6). Der Winter 2002/03 war – verglichen mit den vorangegangenen Wintern – relativ kalt und besonders häufig von Transport kalter kontinentaler Luftmassen von Osten betroffen. Die hohe Belastung 2003 lässt daher keine Rückschlüsse auf eine Entwicklung der PM10-Emissionen zu, sondern dürfte wesentlich von meteorologischen Einflussfaktoren bedingt sein.

Tabelle 11: Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration 2000 bis 2003

	Illmitz	St. Koloman	Vorhegg
2000	27,3		
2001	26,2	11,4	10,6
2002	29,1	12,1	11,2
2003	31,1	13,6	12,3

Tabelle 12: Anzahl der PM10- Tagesmittelwerte über 50 µg/m³, 2000 bis 2003

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

Tabelle 13: Maximale TMW der PM10-Konzentration, µg/m³, 2000 bis 2003

	Illmitz	St. Koloman	Vorhegg
2000	94,0		
2001	84,2	52,3	42,3
2002	104,2	78,8	48,0
2003	137,2	72,6	83,4

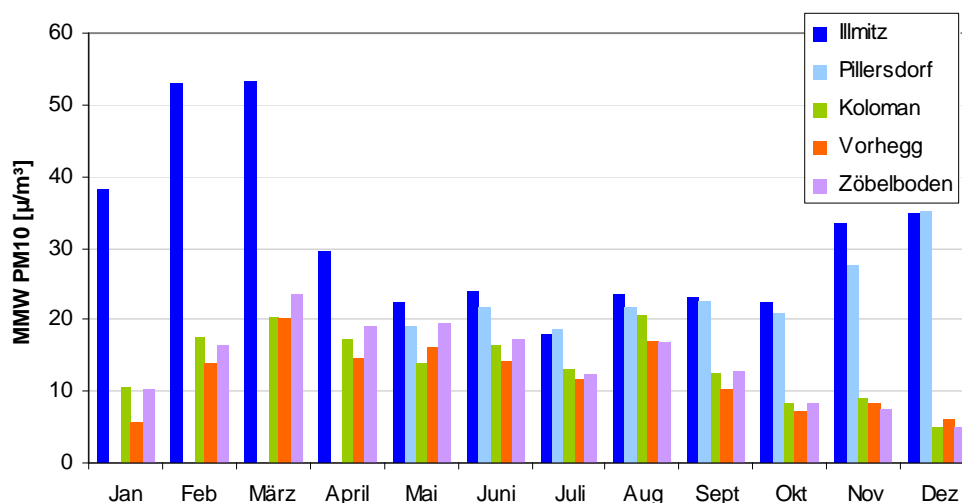


Abbildung 6: Monatsmittelwerte der PM10-Konzentration, 1999 bis 2003

3.4 PM2,5 und PM1

Die Konzentration von PM2,5 lag im Jahresmittel 2003 in Illmitz bei 25 µg/m³. Der Anteil der PM2,5-Fraktion am PM10 variierte zwischen 41% und 100%¹¹ und betrug im Mittel 77%.

Die Messung von PM1 wurde im April 2003 begonnen; der Mittelwert über den Zeitraum von 2.4. bis 31.12. 2003 beträgt 14 µg/m³; der PM1-Anteil am PM10 variiert zwischen 17% und 79% und beträgt im Mittel 55%.

Monats- und Jahresmittelwerte der PM10-, PM2,5- und PM1-Konzentration sowie der Anteile von PM2,5 bzw. PM1 am PM10 sind in Tabelle 14 zusammen gestellt. Abbildung 7 zeigt den Verlauf der TMW der Konzentration von PM10, PM2,5 und PM1 in Illmitz, Abbildung 8 die TMW der PM10-Konzentration sowie des Anteils von PM2,5 und PM1 am PM10.

¹¹ zwei Tage mit einem PM2,5/PM10-Verhältnis knapp über 1 repräsentieren Tage, an denen in Illmitz für beide PM10-Fraktionen unterschiedliches Filtermaterial verwendet wurde, wodurch bei PM10 leichte Minderbefunde (Quarzfaserfilter) möglich sind.

Tabelle 14: Monats- und Jahresmittelwerte der Konzentration von PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁, in Illmitz ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sowie des PM_{2,5}- und PM₁-Anteils am PM₁₀, 2003

	PM ₁₀ Illmitz	PM _{2,5} Illmitz	PM ₁ Illmitz	PM _{2,5} /PM ₁₀	PM ₁ /PM ₁₀
Jan	38	34		0,89	
Feb	53	49		0,93	
März	53	45		0,83	
April	30	22	16	0,77	0,57
Mai	22	15	10	0,66	0,46
Juni	24	18	14	0,75	0,57
Juli	18	13	10	0,71	0,58
Aug	23	16	13	0,68	0,55
Sept	23	17	14	0,74	0,61
Okt	22	17	13	0,77	0,56
Nov	34	26	16	0,77	0,49
Dez	35	29	21	0,83	0,60
JMW	31	25	(14)	0,77	(0,55)

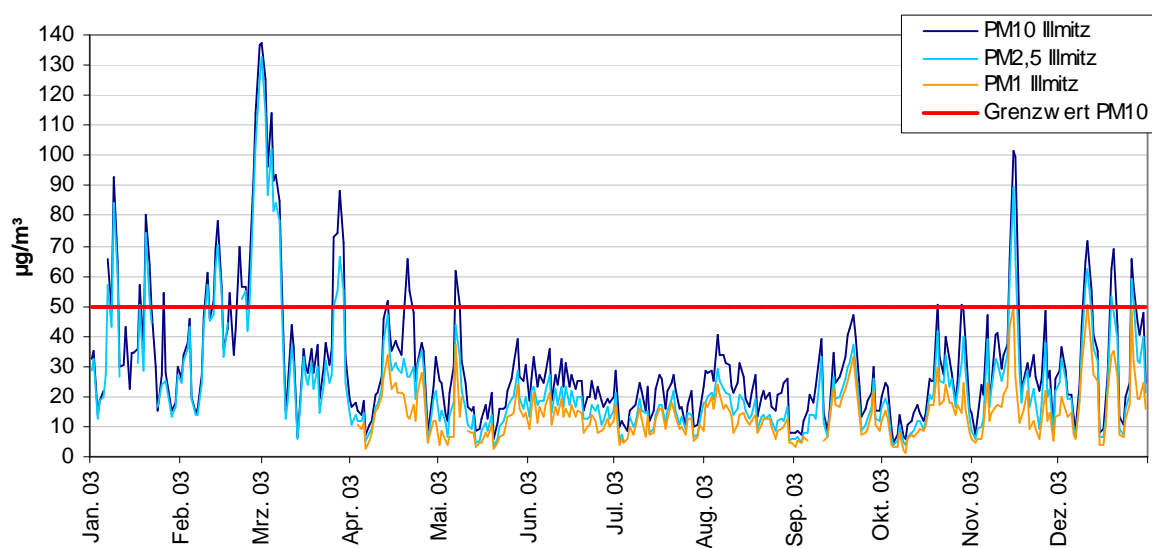


Abbildung 7: Verlauf der Tagesmittelwerte von PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁ in Illmitz, 2003

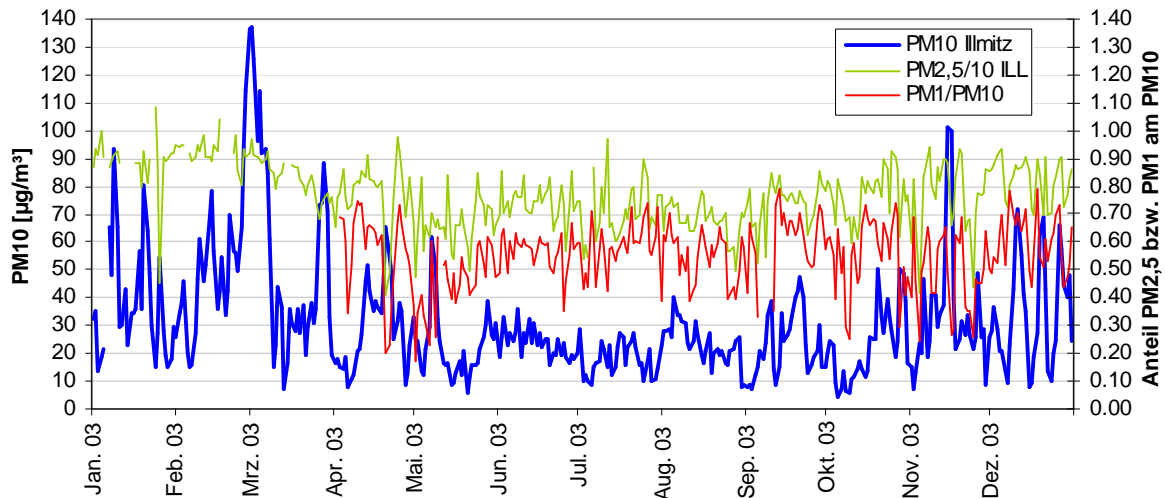


Abbildung 8: Verlauf der Tagesmittelwerte von PM10 sowie des PM2,5- und PM1-Anteils am PM10 in Illmitz, 2003

3.5 Stickstoffoxide

3.5.1 Die NO₂- und NO_x-Belastung im Jahr 2003

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 µgNO₂/m³) wurden im Jahr 2003 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 15 gibt die Monats- und Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration, den JMW der NO-Konzentration (µg/m³), den JMW der NO_x-Konzentration (angegeben in µg NO₂/m³) sowie den maximalen HMW und den maximalen TMW des Jahres 2003 (µg/m³) an.

Tabelle 15: Monatsmittelwerte der NO₂-Konzentration, Jahresmittelwerte der Konzentration von NO₂, NO und NO_x, maximaler HMW und TMW von NO₂ des Jahres 2003

	Enzenkirchen	Illmitz	Pillersdorf	St. Koloman	St. Sigmund	Stolzalpe	Sulzberg	Vorhegg	Zöbelboden
Jän. 03	19,0	12,9	13,7	9,2	2,9	2,6	8,7	4,8	5,8
Feb. 03	19,8	14,7	14,7	14,2	2,5	4,5	12,8	5,7	6,8
Mär. 03	16,7	14,1	13,9	10	3,9	4,8	9,4	6,9	9,0
Apr. 03	10,9	8,4	9,2	7	4	4,7	6,3	5,6	5,7
Mai. 03	7,5	5,4	5,7	4,2	2,7	3,1	3,9	2,8	2,7
Jun. 03	7,4	5,6	5	4,1	2,4	2,5	3,5	2,9	2,7
Jul. 03	6,4	5,5	4,7	4,7	3,0	3,1	3,5	3,3	2,8
Aug. 03	7,6	5,9	6	4,2	2,9	3,4	3,4	2,7	3,0
Sep. 03	10,7	7,2	8,3	7,2	3,5	3,1	5,7	3,7	4,0
Okt. 03	12,1	8,7	9,1	6,2	3,4	3,8	4,1	4,8	5,0
Nov. 03	18,3	12,8	15	8,3	2,5	3,4	7,6	4,0	5,2
Dez. 03	20,4	12,6	14,3	4,8	1,7	2,2	5,9	3,4	4,1
NO₂ JMW	13,0	9,4	9,9	7,0	3,0	3,4	6,1	4,2	4,7
NO JMW	1,8	1,0	0,9	1,3	0,4	0,4	0,7	0,3	0,3
NO_x JMW	15,8	10,9	11,3	9,0	3,6	4,0	7,2	4,7	5,2
Max. HMW	90,7	69,9	60,1	90,2	57,6	30,2	59,8	32,8	47,6
Max. TMW	45,4	38,7	40,7	47,7	12,5	12,9	31,6	17,3	21,3

Den höchsten NO₂-JMW registrierte mit 13,0 µg/m³ Enzenkirchen, wo mit 15,9 µg NO₂/m³ auch der höchste NO_x-JMW auftrat.

Die drei **außeralpinen Messstellen** sind großräumigem Schadstofftransport ausgesetzt; die Schadstoffwindrosen sowie die von der ZAMG berechneten und analysierten Rückwärtstrajektorien (KAISER 2003) erlauben eine grobe Zuordnung der NO₂-Belastung zu Quellregionen. In **Enzenkirchen** wird die NO₂-Belastung von Quellen im Alpenvorland von Bayern bis Niederösterreich bestimmt; bei Westwind entspricht die mittlere NO₂-Konzentration von 11 bis 13 µg/m³ einer Hintergrundbelastung im Bayerischen Alpenvorland. In **Illmitz** treten erhöhte NO₂-Konzentrationen bei Wind aus einem Sektor von Nordost bis Ost (um 12 µg/m³) auf, gefolgt von Nordwest bis Südwest (um 10 µg/m³). Hauptquellregionen dürften die Ballungsräume Wien und Bratislava sowie die westliche Slowakei und Nordwestungarn sein. Niedrigere NO₂-Konzentrationen sind mit Südwind verbunden. **Pillersdorf** misst die höchsten NO₂-Konzentrationen bei Süd- bis Südwestwind (12 bis 15 µg/m³), gefolgt von Nordost- bis Ostwind (10 bis 14 µg/m³). Lassen sich bei südwestlichem Wind die relevanten Quellen im Niederösterreichischen Alpenvorland identifizieren, so ist für die hohe NO₂-Konzentration bei Nordostwind Ferntransport verantwortlich. Sehr niedrig ist demgegenüber mit 6 µg/m³ die NO₂-Belastung bei Nordwestwind (aus Richtung Waldviertel, Südböhmen).

Die höchsten Konzentrationen waren an allen außeralpinen Messstellen jeweils mit großflächig sehr ungünstige Ausbreitungsbedingungen verbunden.

Die Schadstoffwindrosen, die Rückwärtstrajektorien, aber auch die Untersuchung einzelner Belastungsepisoden zeigen, dass NO₂-(Fern)Transport von anderen Quellregionen bestimmt wird als SO₂-Ferntransport. Spielen bei SO₂ mit einer atmosphärischen Lebensdauer von 3 bis 4 Tagen einzelne Punktquellen im Abstand bis zu mehreren 100 km (bis Südpolen, Westrumänien) noch eine Rolle, so wird die NO₂-Belastung infolge der wesentlich höheren flächenhaften Emissionen im außeralpinen Teil Österreichs und seinen Nachbarstaaten, aber auch aufgrund der vergleichsweise rascheren Umwandlung von NO₂ in andere Stickstoffverbindungen – die mittlere atmosphärische Lebensdauer von NO₂ liegt bei weniger als einem Tag – sehr viel stärker von näher gelegenen Quellen bestimmt.

Die **alpinen Messstellen** sind deutlichem NO₂-Transport aus dem jeweils angrenzenden Tal ausgesetzt, wobei die Höhe der NO₂-Belastung von den Emissionen in den Regionen unter-

halb der Messstelle und von der horizontalen wie vertikalen Distanz von den Hauptemittenten abhängig ist. Da alle alpinen Messstellen eine tagesperiodische Talwind- oder Hangwindzirkulation aufweisen, können in der Regel nur NO_x -Emissionen aus dem unterhalb gelegenen Talbereich bzw. dem Alpenvorland die Messstelle erreichen, die im Verlauf eines Tages vom Taleinwind überstrichen werden (d.h. maximal ca. 100 km). Die Trajektorienanalysen [KAISER, 2003] deuten darauf hin, dass die dominierenden NO_x -Quellen der nordalpinen Messstellen im nördlich angrenzenden Alpenvorland liegen – wobei aufgrund der räumlichen Auflösung von ca. 80 km der Anteil von NO_x -Transport aus den Tälern nicht identifiziert werden kann. Darüber hinaus zeichnet sich das östliche Oberitalien als NO_x -Quellregion ab.

Eindeutig identifizierbar ist anhand der Windrosen und unter Zuhilfenahme der mittleren Tagesgänge der Beitrag der nahe gelegenen Täler zur Belastung an den alpinen Messstellen. In **St. Koloman** (1020 m) treten bei Südwestwind, d.h. Anströmung aus dem Salzachtal, NO_2 -Konzentrationen um $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf, bei Nordostwind um $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Hauptquelle von NO_2 ist die Stadt Salzburg, gefolgt von der Tauernautobahn A10. Ähnlich asymmetrisch ist die NO_2 -Windrose in **St. Sigmund**, wo Innsbruck und das Inntal die Hauptquellen sind. Aufgrund der größeren Höhe der Messstelle (1670 m) sind die Konzentrationen bei Nordwind (Taleinwind) St. Sigmund geringer als in St. Koloman. Bei Nordwind beträgt die mittlere NO_2 -Konzentration $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bei Südwind ca. $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deutlich geringer sind die NO_x -Emissionen, verglichen mit dem Salzach- und dem Inntal, in den Tälern unterhalb von **Stolzalpe**, **Vorhegg** und **Zöbelboden**. Auf der Stolzalpe liegt die NO_2 -Konzentration bei Hangaufwind (Südost) um $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bei Nordwestwind um $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Vorhegg bei Taleinwind (Ost) um $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bei Nordwestwind (Hangabwind) um $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, am Zöbelboden bei Nordostwind um $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bei südlichem Wind um $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Aufgrund höherer NO_x -Emissionsdichten im Rheintal und im Allgäu ist die NO_2 -Belastung in **Sulzberg** mit $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei Westwind und $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei Ostwind höher als bei Südwind mit $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die höchsten NO_2 -Konzentrationsspitzen traten an den alpinen Messstellen aber nicht in Folge des tagesperiodischen Tal- oder Hangwindes auf, sondern an einzelnen Tagen im Zuge großräumiger Hebungsprozesse bei Kaltfrontdurchgängen, bei welchen hoch belastete Luft aus dem Alpenvorland oder den Haupttälern bis in Mittelgebirgslagen transportiert wird. Daher fallen die höchsten NO_2 -Konzentrationen an den alpinen Messstellen häufig mit extremen Belastungsepisoden im außeralpinen Raum bzw. mit deren Ende zusammen.

Die hohen NO_2 -Spitzenwerte (maximale HMW über $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in Enzenkirchen und St. Koloman waren jeweils auf lokale landwirtschaftliche Tätigkeiten zurückzuführen.

3.5.2 Trend

Tabelle 16 zeigt die Jahresmittelwerte der NO_2 -Konzentration an den Messstellen des Umweltbundesamtes im Zeitraum von 1994 bis 2003. Mit Ausnahme der Messstelle Pillersdorf liegen durchgehende Messreihen erst seit 1998/99 vor, sodass Tendaussagen nur eingeschränkt möglich sind. Abbildung 9 zeigt die JMW der NO_x -Konzentration ($\text{NO}_2 + \text{NO}$, in $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$) sowie die jährlichen NO_x -Emissionen Österreichs [ANDERL 2004].

Die NO_2 -Konzentration ging im Jahresmittel in Pillersdorf von 1994 bis 2001 deutlich zurück und stieg seitdem wieder an. Der JMW von 2003 liegt 12% unter jenem von 1994, aber 16% über jenem von 1999. Die NO_x -Emissionen Österreichs nahmen zwischen 1994 und 2002 um 5% zu; die Abnahme der NO_x - bzw. NO_2 -Konzentration in Pillersdorf in diesem Zeitraum lässt sich v.a. dem Rückgang der NO_x -Emissionen in Tschechien um 25% zuordnen.

Die seit 1998/2000 betriebenen Messstellen weisen durchwegs einen Anstieg der NO_2 -Belastung im Jahresmittel auf. Die NO_2 -JMW stiegen in Enzenkirchen von 1999 bis 2003 um 34%, in Illmitz um 24%, auf der Stolzalpe um 55% und in Vorhegg um 45%; seit 2000 stiegen die JMW in St. Koloman und St. Sigmund um je 30%, auf dem Zöbelboden um 27%.

Wie Abbildung 9 zeigt, entspricht der Anstieg der mittleren NO_2 -Konzentration einem solchen bei NO_x ; die prozentuellen Zuwachsraten von 1999 bis 2003 sind etwas geringer als bei NO_2 (Enzenkirchen +27%, Illmitz +22%, Pillersdorf +12%).

Die Zuwachsraten der NO_x -Konzentration waren damit zwischen 1999 und 2002 (Enzenkirchen +18%, Illmitz, Pillersdorf +12%) höher als jene der österreichischen NO_x -Emissionen, welche um 7% zunahm. Ungünstige Ausbreitungsbedingungen im Winter 2002/03 könnten die Ursache für den überproportionalen Anstieg der NO_x -Hintergrundbelastung sein. Für den etwas stärkeren Anstieg der NO_2 -Konzentration dürfte die – infolge der hohen Ozonkonzentration – schnellere Umwandlung von NO in NO_2 im Jahr 2003 verantwortlich sein.

Tabelle 16: Jahresmittelwerte der NO_2 -Konzentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	Enzenkirchen	Illmitz	Pillersdorf	St. Koloman	St. Sigmund	Stolzalpe	Sulzberg	Vorhegg	Zöbelboden
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	7,0	3,0	3,4	6,1	4,2	4,7

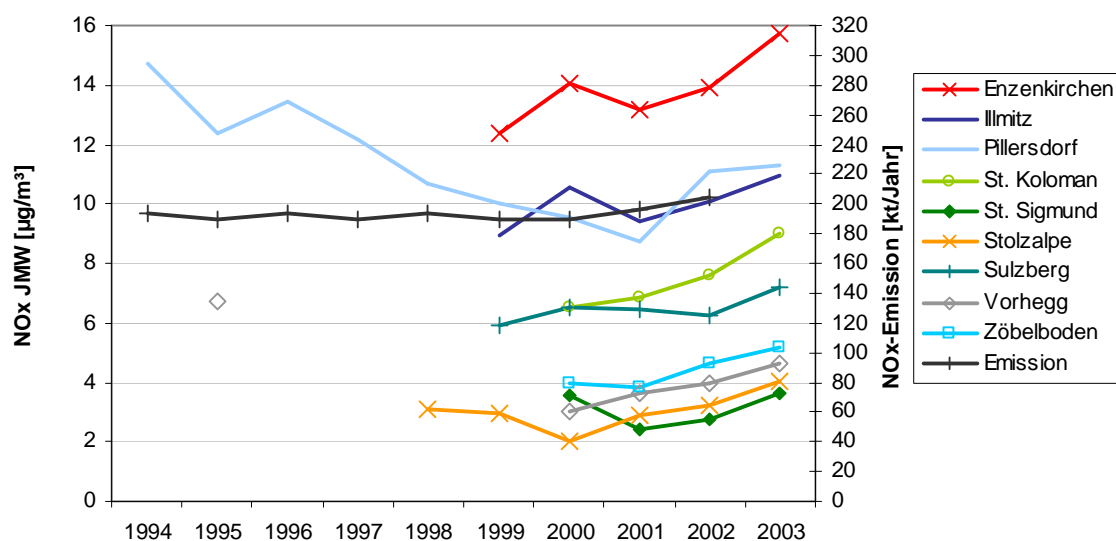


Abbildung 9: Jahresmittelwerte der NO_x -Konzentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, und jährliche NO_x -Emissionen Österreichs, kt/Jahr

3.6 Schwefeldioxid

3.6.1 Die Schwefeldioxid-Belastung 2003

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 2003 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes eingehalten.

In Tabelle 17 sind die Monats- und Jahresmittelwerte, der maximale Halbstundenmittelwert und der maximale Tagesmittelwert der SO₂-Konzentration im Jahr 2003 sowie der Wintermittelwert 2002/03 (Okt.-März) angegeben.

Im Jahres- und im Wintermittel wies Pillersdorf die höchste SO₂-Belastung (JMW 3,5 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.

Tabelle 17: Monats- und Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration 2003, Wintermittelwert Okt. 2002 – März 2003, maximaler HMW und maximaler TMW 2003, µg/m³

	Enzenkirchen	Illmitz	Pillersdorf	St. Kolo- man	St. Sig- mund	Stolzalpe	Sulzberg	Vorhegg	Zöbelboden
Jän. 03	4,8	7,3	7,2	1,9	0,3	0,3	1,2	1,2	2,3
Feb. 03	6,6	9,1	10,9	1,3	0,4	1,3	1,8	2,6	3,1
Mär. 03	2,8	5,0	5,1	1,3	0,4	0,8	1,1	1,9	1,9
Apr. 03	2,0	2,6	3,4	0,6	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9
Mai. 03	1,2	1,2	1,5	0,3	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5
Jun. 03	1,2	1,4	1,5	0,3	0,4	0,3	0,5	0,1	0,6
Jul. 03	0,9	1,1	1,1	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,5
Aug. 03	1,4	2,1	1,7	0,7	0,3	0,4	0,5	0,4	0,8
Sep. 03	1,8	2,8	2,6	0,5	0,2	0,7	0,7	0,6	0,7
Okt. 03	1,5	2,2	1,6	0,6	0,2	0,5	0,6	0,6	0,7
Nov. 03	1,9	2,7	2,3	0,7	0,2	0,4	0,7	0,4	0,4
Dez. 03	2,1	3,1	3,4	0,6	0,2	0,8	0,6	0,8	0,4
JMW	2,3	3,3	3,5	0,8	0,3	0,6	0,8	0,8	1,1
WMW 02/03	3,6	5,5	6,5	1,0	0,3	0,6	0,9	1,3	1,5
Max. HMW	39,1	74,3	67,7	25,3	15,8	11,5	15,2	19,9	41,7
Max. TMW	17,7	38,0	40,8	17,6	1,3	6,4	6,2	10,2	18,6

Die höchsten HMW wurden in Illmitz (74 µg/m³) und Pillersdorf (68 µg/m³) registriert. Die drei außeralpinen Messstellen sowie Zöbelboden wiesen deutlich höhere maximale HMW und TMW auf als die anderen alpinen Messstellen.

Die hohe SO₂-Belastung an den außeralpinen Messstellen und am Zöbelboden ist auf Ferntransport aus Ostmitteleuropa zurückzuführen, von dem die anderen alpinen Messstellen nur in sehr geringem Ausmaß erreicht werden.

Die Schadstoffwindrosen (Anhang 8) zeigen in Enzenkirchen im Mittel bei Ostwind (3 µg/m³) wesentlich höhere SO₂-Konzentrationen als bei Westwind (1 µg/m³). In Illmitz treten die höchsten SO₂-Konzentrationen bei Wind aus dem Sektor Nordwest bis Ost auf (4 bis 5 µg/m³). Neben Transport aus Bratislava sowie Ferntransport aus Quellen in Nordmähren, der Slowakei und Nordungarn könnte auch die Raffinerie Schwechat bei Nordwestwind als SO₂-Quelle ins Gewicht fallen. SO₂-Ferntransport von Südosten spielt in Illmitz eine geringere Rolle als PM₁₀-Ferntransport.

In Pillersdorf treten hohe SO₂-Konzentrationen bei Wind aus einem breiten Sektor von Nord bis Südost (4 bis 6 µg/m³) auf. Die wesentlichen Quellen von Ferntransport liegen in Nord-

mähren, Südpolen, der Slowakei und Nordungarn. Ferntransport von Nordwesten, d.h. aus Nordböhmen und Ostdeutschland, hat in den letzten zehn Jahren stark abgenommen.

Alle alpinen Messstellen weisen vergleichsweise sehr niedrige SO₂-Konzentrationen auf. Die topographische Beeinflussung des lokalen Windes macht diesen zur Beurteilung großräumiger Transportprozesse ungeeignet. Untersuchungen von Rückwärtstrajektorien (KAISER 2003) zeigen, dass die nordalpinen Hintergrundmessstellen von SO₂-Emissionen in Tschechien, Polen und der Slowakei erreicht werden – wobei deren Einfluss am Zöbelboden am deutlichsten ist – jene südlich des Alpenhauptkamms v.a. von Quellen in Slowenien.

3.6.2 Trend

Die SO₂-Belastung nahm an den österreichischen Hintergrundmessstellen seit 1990 stark ab, wie Tabelle 18 und Abbildung 10 zeigen. Dargestellt sind zudem der Verlauf der SO₂-Emissionen in Österreich, Tschechien, der Slowakei und Slowenien; Schadstofftransport aus diesen Ländern beeinflusste in den Neunzigerjahren die SO₂-Belastung in Österreich in teilweise erheblichem Ausmaß. Tabelle 19 gibt die maximalen Halbstundenmittelwerte des Jahres an, Abbildung 11 die maximalen Halbstundenmittelwerte an ausgewählten Hintergrundmessstellen.

Die tschechischen SO₂-Emissionen waren 1990 um einen Faktor 24 höher als jene Österreichs und 2002 immer 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.

Tabelle 18: Jahresmittelwerte der SO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen (µg/m³), jährliche SO₂-Emissionen in Österreich (A), Tschechien (CZ), der Slowakei (SK) und Sloweniens (SLO) (kt/Jahr)

	Enzenkirchen	Illmitz ¹²	Pillersdorf	St. Koloman	St. Sigmund	Stolzalpe	Sulzberg	Vorhegg	Zöbelboden	Emi A	Emi CZ	Emi SK	Emi SLO
1990		21								79	1876	543	196
1991		25						5,5		72	1776	445	180
1992		19		3,5		2,1		5,2		59	1538	380	186
1993		17	18,6			2,8		3,8		59	1419	325	183
1994		7,4	12,0			1,9		3,3		53	1270	239	177
1995			9,3					2,9		52	1089	239	125
1996			16,2							49	946	227	112
1997			10,4							45	701	202	118
1998			5,3			1,0				41	443	179	123
1999	1,8	3,2	4,3			0,9	1,0	1,4		38	268	171	104
2000	1,6	3,0	3,4	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	35	264	124	99
2001	1,9	3,1	3,0	0,7	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	38	251	129	68
2002	1,9	2,9	3,3	0,6	0,3	0,5	0,6	0,6	0,5	36	237	102	71
2003	2,3	3,3	3,5	0,8	0,3	0,6	0,8	0,8	1,1				

¹² Die Messung der SO₂-Konzentration erfolgte bis 1993 in Illmitz mittels Ionenchromatographie auf Basis von Tagesproben

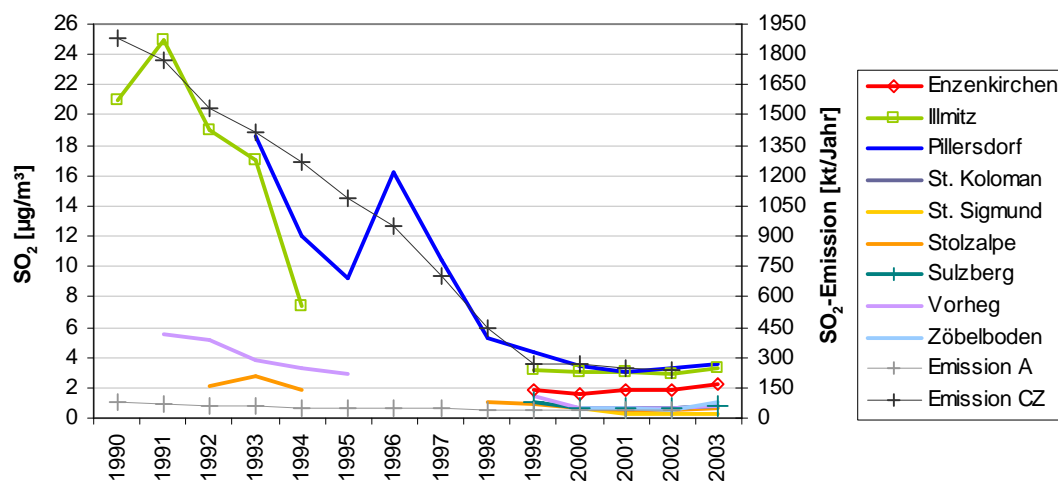


Abbildung 10: Jahresmittelwerte der SO_2 -Konzentration an den Hintergrundmessstellen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), jährliche SO_2 -Emissionen in Österreich und Tschechien (kt/Jahr)

Der starke Rückgang der SO_2 -Belastung in Illmitz und Pillersdorf seit den frühen Neunzigerjahren korrespondiert mit dem Rückgang der SO_2 -Emissionen in Tschechien, überlagert von meteorologischen Einflüssen. Besonders hohe JMW wurden noch 1996 infolge sehr kalter Winter 1995/96 und 1996/97 mit starker Advektion kalter kontinentaler Luftmassen von Osten beobachtet. Im Jänner 1997 wurde zuletzt in Pillersdorf der Grenzwert für den HMW gemäß IG-L Anlage 1 überschritten. Im Jahresmittel nahm die SO_2 -Konzentration in Illmitz zwischen 1993 und 2002 um 83% ab, in Pillersdorf und auf der Stolzalpe um 82%, in Vorhegg um 84%. Dieser sehr einheitliche Rückgang korrespondiert mit einer Abnahme der tschechischen SO_2 -Emissionen im selben Zeitraum um 83%, während die österreichischen SO_2 -Emissionen um 39% abnahmen, jene der Slowakei um 69% und jene Sloweniens um 61%.

Über den Zeitraum 1999-2002, in dem von fast allen Hintergrundmessstellen JMW vorliegen, ergibt sich ein relativ heterogenes Bild mit sehr starken Rückgängen der mittleren SO_2 -Konzentration im Süden und Westen Österreichs (Stolzalpe -44% , Vorhegg -57% , Sulzberg -40%), einem Rückgang des JMW in Pillersdorf um 23% und einer Zunahme um 6% in Enzenkirchen. Dieser Entwicklung steht ein deutlicher Rückgang der SO_2 -Emissionen in Slowenien um 32% und in der Slowakei um 40% gegenüber, während seit 1999 die SO_2 -Emissionen in Tschechien nur noch um 12%, in Österreich um 5%, in Deutschland um 17% abnahmen. Die Abnahme der SO_2 -Emissionen in Slowenien war primär auf Maßnahmen am Kohlekraftwerk Sostanj zurückzuführen und verbesserte die Belastungssituation vor allem an den Messstellen Vorhegg und Stolzalpe.

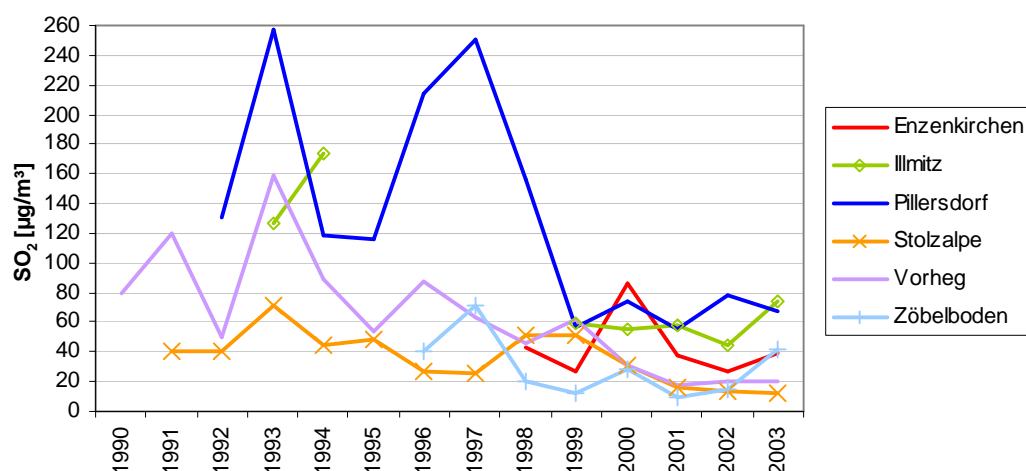
Insgesamt zeigen die JMW der SO_2 -Konzentration an den Hintergrundmessstellen seit 2001 nur geringe Veränderungen, und zwar tendenziell eine leichte Zunahme. Diese könnte durch den relativ kalten Winter 2002/03, der von vergleichsweise ungünstigen Ausbreitungsbedingungen bestimmt war, bedingt sein.

Die maximalen HMW des Jahres (Abbildung 11) zeigen – bei relativ starken Variationen von Jahr zu Jahr – ebenso wie die JMW eine starke Abnahme, wobei in Pillersdorf noch 1997 HMW über $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beobachtet wurden. Verantwortlich für die Grenzwertverletzungen gemäß IG-L in Pillersdorf war jeweils starker SO_2 -Ferntransport aus Tschechien, der Slowakei und Nordungarn bei winterlichen Hochdruckwetterlagen mit sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen. In Vorhegg waren die hohen SO_2 -Spitzenwerte der frühen Neunzigerjahre die Folge von Ferntransport aus dem Kraftwerk Sostanj [SPANGL, 2002].

Seit 2000 liegen die maximalen HMW an den außeralpinen Messstellen durchwegs unter $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, an den alpinen Messstellen unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabelle 19: Maximale Halbstundenmittelwerte pro Jahr der SO₂-Konzentration an den Hintergrundmessstellen (µg/m³)

	Enzenkirchen	Illmitz	Pillersdorf	St. Koloman	St. Sigmund	Stolzalpe	Sulzberg	Vorhegg	Zöbelboden
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

Abbildung 11: Maximale Halbstundenmittelwerte pro Jahr der SO₂-Konzentration an ausgewählten Hintergrundmessstellen (µg/m³)

3.7 Kohlenstoffmonoxid

3.7.1 Die Kohlenstoffmonoxid-Belastung 2003

Der Grenzwert des IG-L für Kohlenstoffmonoxid - 10 mg/m³ als Achtstundenmittelwert (MW8g) - wurde 2003 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes eingehalten.

Der höchste Achtstundenmittelwert wurde mit 1,1 mg/m³ in Illmitz gemessen.

Die CO-Konzentration liegt im Jahresmittel zwischen 0,21 mg/m³ auf dem Sonnblick und 0,30 mg/m³ in Illmitz. Im Jahresverlauf treten an den Messstellen Illmitz, St. Koloman und Vorhegg im Winter höhere CO-Konzentrationen auf als im Sommer, wohingegen Sonnblick keinen ausgeprägten Jahresgang aufweist. Im Sommer ist das Konzentrationsniveau mit ca. 0,20 mg/m³ in ganz Österreich in allen Höhenlagen sehr einheitlich; im Winter treten mit

MMW über 0,40 mg/m³ in Illmitz wesentlich höhere CO-Konzentrationen auf als im Hochgebirge.

Tabelle 20: Monatsmittelwerte, Jahresmittelwerte und maximale Achtstundenmittelwerte der CO-Konzentration 2003, mg/m³

	Illmitz	St. Koloman	Sonnblick	Vorhegg
Jän. 03	0,46	0,34	0,24	0,29
Feb. 03	0,47	0,37	0,24	0,30
Mär. 03	0,39	0,30	0,25	0,29
Apr. 03	0,26	0,28	0,26	0,25
Mai. 03	0,20	0,23	0,21	0,19
Jun. 03	0,19	0,22	0,19	0,18
Jul. 03	0,18	0,20	0,19	0,18
Aug. 03	0,19	0,22	0,20	0,19
Sep. 03	0,21	0,24	0,20	0,20
Okt. 03	0,26	0,25	0,18	0,22
Nov. 03	0,36	0,26	0,17	0,21
Dez. 03	0,44	0,24	0,17	0,22
JMW	0,30	0,26	0,21	0,23
Max. MW8	1,07	0,95	0,40	0,61

Das räumlich sehr 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. In St. Koloman treten bei Südwestwind (Transport aus dem Salzachtal) mit um 0,29 mg/m³ etwas höhere Konzentrationen auf als bei Nordwestwind (um 0,24 mg/m³). Vorhegg und Sonnblick zeigen praktisch keine Abhängigkeit der CO-Konzentration von der Windrichtung.

3.7.2 Trend

Tabelle 21 und Abbildung 12 zeigen die Jahresmittelwerte der CO-Konzentration 1992-2003 sowie die österreichischen CO-Emissionen.

Die CO-Jahresmittelwerte an den Hintergrundmessstellen weisen bis ca. 2000 einen abnehmenden Trend parallel zu jenem der CO-Emissionen auf, danach stieg die CO-Konzentration wieder, v.a. im Mittelgebirge.

Die maximalen MW8 pro Jahr (Tabelle 22) zeigen einen unregelmäßigen Verlauf mit hohen MW8 in den späten Neunzigerjahren (Illmitz 1,5 mg/m³ 1998). Die niedrigsten Spitzenwerte traten um 2000 auf, danach stiegen sie leicht an.

Tabelle 21: Jahresmittelwerte der CO-Konzentration, 1992 bis 2003

	Illmitz	St. Koloman	Vorhegg
1992			0,27
1993			0,27
1994			0,24
1995			
1996			0,25
1997			0,23
1998			
1999	0,34	0,21	0,18
2000	0,29	0,18	0,19
2001	0,27	0,21	0,21
2002	0,28	0,24	0,22
2003	0,30	0,26	0,23

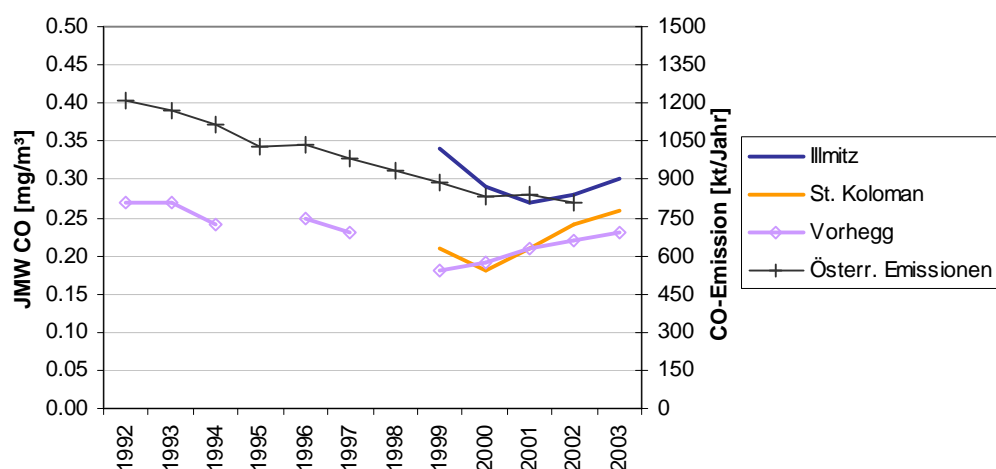
Abbildung 12: Jahresmittelwerte der CO-Konzentration (mg/m^3) und österreichische CO-Emissionen (kt/Jahr)

Tabelle 22: Maximale Achtstundenmittelwerte pro Jahr der CO-Konzentration, mg/m³

	Illmitz	St. Koloman	Sonnblick	Vorhegg
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	0,64	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

3.8 Blei im PM10

Blei im PM10 wird in Illmitz, St. Koloman und Vorhegg jeden sechsten Tag erfasst. In Illmitz liegen 60, in St. Koloman 59 und in Vorhegg 52 Tagesproben vor. Tabelle 23 gibt den Jahresmittelwert, den maximalen und den minimalen Tagesmittelwert der Konzentration von Blei im PM10 im Jahr 2003 in µg/m³ an.

Wie aus Tabelle 23 ersichtlich, liegt die Bleikonzentration an allen Messstellen des Umweltbundesamtes deutlich unter dem IG-L-Grenzwert von 0,5 µg/m³. Der Jahresmittelwert liegt in Illmitz bei 3% des Grenzwertes, in St. Koloman und 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 23: Jahresmittelwert, maximaler und minimaler Tagesmittelwert der Konzentration von Blei im PM10, 2003 (µg/m³)

	Illmitz	St. Koloman	Vorhegg
JMW	0,015	0,003	0,005
Max	0,105	0,010	0,020
Min	0,001	<NWG ¹³	<NWG

¹³ Nachweisgrenze 0,82 ng/m³

Verlauf

Seit 2000 zeigt die Konzentration von Blei im PM10 in Illmitz keine Veränderung, in St. Koloman und Vorhegg eine leichte Abnahme auf sehr niedrigem Niveau, wie Tabelle 24 und Abbildung 13 zeigen.

Tabelle 24: Verlauf der Konzentration von Blei im PM10, 2000 bis 2003, ng/m³

	Illmitz	St. Koloman	Vorhegg
2000	15,0	4,5	6,8
2001	14,5	2,8	5,5
2002	15,2	3,2	5,0
2003	14,8	3,0	4,7

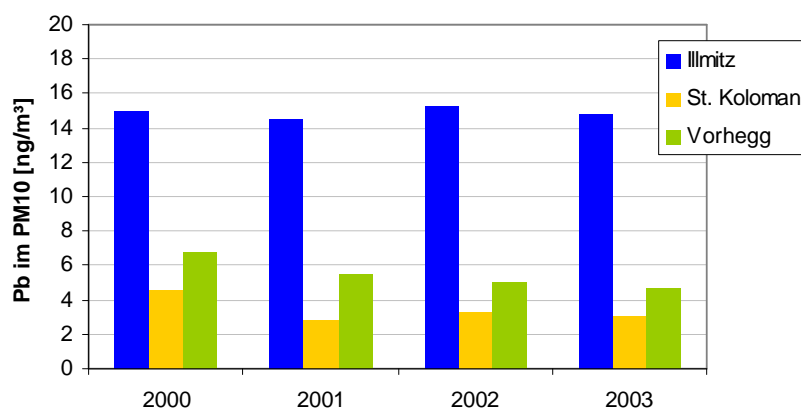


Abbildung 13: Verlauf der Konzentration von Blei im PM10

3.9 Schwermetalle im PM10

Neben Blei im PM10 werden in Illmitz und Vorhegg weitere Schwermetalle im PM10, PM2,5 und PM1 erfasst (Tabelle 25).

Tabelle 25: Messung von Schwermetallen

Messstelle	PM-Fraktion	Schwermetalle	Zeitraum
Illmitz	PM10	Cadmium, Arsen und Nickel	das ganze Jahr 2003
Illmitz	PM2,5	Blei, Cadmium, Arsen und Nickel	ab 19.3.2003
Illmitz	PM1	Blei, Cadmium, Arsen und Nickel	ab 1.4.2003
St. Koloman	PM10	Cadmium	das ganze Jahr 2003

Die Jahresmittelwerte der Konzentration von Cd, As und Ni im PM10 in Illmitz und von Cd im PM10 in St. Koloman 2003 sind in Tabelle 26 zusammen gestellt.

In Illmitz liegt

- ü die As-Konzentration bei 25% der Beurteilungsschwelle der 4. EU-Luftqualitäts-Tochterraichtlinie (6 ng/m³),
- ü die Ni-Konzentration bei 15% der Beurteilungsschwelle (20 ng/m³),
- ü die Cd-Konzentration bei 12% der Beurteilungsschwelle (5 ng/m³).
- ü In St. Koloman beträgt die Cd-Konzentration 4% der Beurteilungsschwelle.

Tabelle 26: Jahresmittelwerte, Maximum und Minimum der Konzentration von Cd, As und Ni im PM10 in Illmitz und von Cd im PM10 in St. Koloman, 2003, ng/m³

	Illmitz As	Illmitz Ni	Illmitz Cd	St. Koloman Cd
JMW	1,5	2,9	0,6	0,2
Maximum	5,9	31,6	7,7	0,8
Minimum	<NWG ¹⁴	<NWG	<NWG	<NWG

Für die Schwermetalle in den Fraktionen PM2,5 und PM1 lässt sich kein Jahresmittelwert angeben, wegen des unterschiedlich langen Zeitraums der Messung sind die Mittelwerte auch nicht vergleichbar. Daher werden in Tabelle 27 die Mittelwerte der Konzentrationen von As, Ni, Cd und Pb in den drei analysierten PM-Fractionen in Illmitz ab 6.4. 2003 zusammen gestellt.

Tabelle 27: Mittelwerte der Konzentration von Blei, Cadmium, Nickel und Arsen im PM10, PM2,5 und PM1 in Illmitz, 6.4. – 31.12. 2003, ng/m³

	As	Ni	Cd	Pb
PM10	1,3	3,0	0,5	12,4
PM2,5	1,2	2,8	0,4	10,0
PM1	1,0	1,8	0,2	5,5

3.10 Benzol

Benzol (sowie Toluol, Xylole und Ethylenbenzol) werden in Illmitz, St. Koloman und Vorhegg mittels passiver Probenahme über ca. 4 Wochen und anschließender Analyse im GC gemessen. In Tabelle 28 sind die Jahresmittelwerte der Konzentration von Benzol, Toluol und m-,p-Xylol in Illmitz, St. Koloman und Vorhegg im Jahr 2003 in µg/m³ angegeben. Ethylenbenzol und o-Xylol werden nicht angeführt, da die Konzentration dieser Substanzen zumeist unter der Nachweisgrenze von 0,02 µg/m³ lag.

Die Benzolkonzentration liegt an allen Messstellen des Umweltbundesamt deutlich unter dem IG-L-Grenzwert von 5 µg/m³ als Jahresmittelwert. Sie betrug in Illmitz 28% des Grenzwertes, in St. Koloman und Vorhegg je 12%.

¹⁴ Nachweisgrenze As 0,82 ng/m³, Ni 1,6 ng/m³, Cd 0,082 ng/m³

Tabelle 28: Jahresmittelwerte der Konzentration von Benzol, Toluol und m-,p-Xylol in Illmitz, St. Koloman und Vorhegg, 2003 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Illmitz	St. Koloman	Vorhegg
Benzol	1,4	0,6	0,6
Toluol	1,2	0,6	0,7
m-,p-Xylol	0,6	0,3	0,3

Die Konzentration aller Komponenten weist einen ausgeprägten Jahresgang mit erhöhten Werten im Winter auf, besonders in Illmitz. Die Einzelwerte der Benzolkonzentration variierten in Illmitz zwischen $0,4$ und $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in St. Koloman zwischen $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Vorhegg zwischen $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Verlauf

Die an den drei Messstellen seit 2000 erfassten Benzolwerte zeigen keinen klaren Tendenz, wie Tabelle 29 und Abbildung 14 zeigen. In Illmitz betrug die Benzolkonzentration im Jahresmittel 2000 $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2001 $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und 2002 $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabelle 29: Jahresmittelwerte der Benzolkonzentration, 2000 bis 2003, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	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

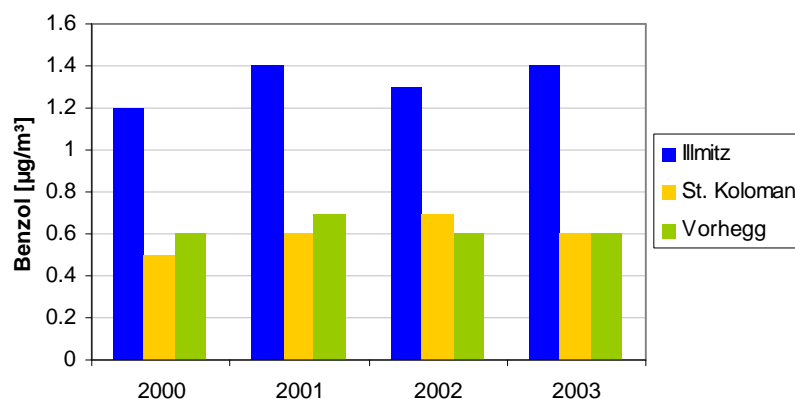


Abbildung 14: Verlauf der Benzolkonzentration 2000 bis 2003

Die Toluolkonzentration weist seit 2000 praktisch keine Veränderung auf.

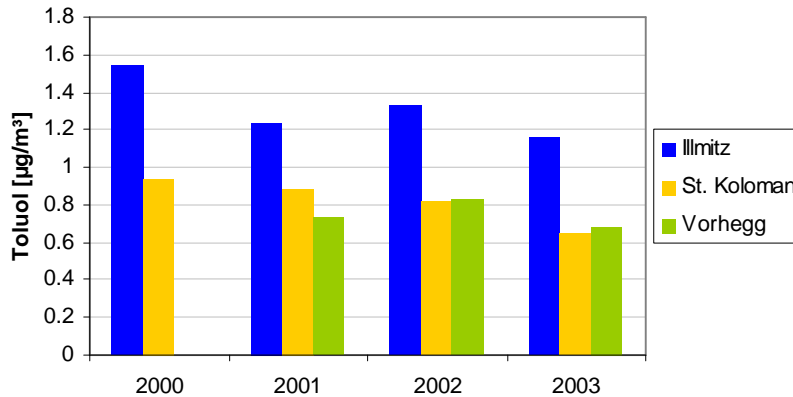


Abbildung 15: Verlauf der Toluolkonzentration 2000 bis 2003

3.11 Flüchtige organische Verbindungen (NMVOC)

Mit dem Inkrafttreten der 3. Luftqualitäts-Tocherrichtlinie für Ozon (2002/3/EG) und der darauf folgenden Novellierung des Immissionsschutzgesetzes-Luft, IG-L ist das Umweltbundesamt verpflichtet, leichtflüchtige organische Kohlenwasserstoffe zu messen.

Die wesentlichen Ziele der Messung von Ozonvorläufersubstanzen sind in Tabelle 30 aufgelistet (siehe auch Anhang VI der Richtlinie 2002/3/EG).

Tabelle 30: Zielsetzungen der Messung von Ozonvorläufersubstanzen

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

Die Messung der in Tabelle 31 genannten VOC steht vor der Herausforderung, dass die oben angeführten Zielvorgaben nicht nur mit einer Messstelle und einer einzigen Messmethode zu erreichen sind. Es sind sowohl kontinuierliche Langzeitmessungen, als auch zusätzliche Messungen im Zuge von Messkampagnen notwendig.

Seit dem Sommer 2003 werden vom Umweltbundesamt in einem ersten Schritt an drei Messstellen Tagesproben mittels aktiver Probenahme genommen:

- Illmitz (Hintergrundmessstelle)
Messungen seit 1.6.2003
- Wien Stephansplatz (städtische Hintergrundmessstelle, MA 22)
Messungen seit 8.8.2003
- Wien Hietzinger Kai (verkehrsnahe Messstelle, MA 22)
Messungen seit 13.8.2003

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

Die Proben werden im Labor mittels Lösemittel eluiert und gaschromatographisch analysiert (Anhang 5).

Aufgrund der aktiven Probenahme mittels Aktivkohleröhrchen können nur jene VOC erfasst werden, die eine C-Anzahl von 5 oder mehr aufweisen; die leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffe (C2 – C4) können mit dieser Methode nicht analysiert werden (siehe Tabelle 31).

Für das Jahr 2004 sind Messkampagnen mit einem kontinuierlichen Gaschromatographen zur Erfassung aller in Anhang VI der RL 2002/3/EG empfohlenen VOC (ab C2) geplant.

Tabelle 31: 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 wird daher nur an der Hintergrundmessstelle in Illmitz analysiert.

Aus den Tagesproben wurden die Monatsmittelwerte für jede der flüchtigen organischen Substanzen errechnet und in Tabelle 32 bis Tabelle 34 dargestellt.

Tabelle 32: Illmitz: VOC Monatsmittelwerte (1. Zeile), minimaler und maximaler Tagesmittelwert (2. Zeile)

Substanz	Juni 03	Juli 03	August 03	September 03	Oktober 03	November 03	Dezember 03
	µg/Nm ³	µg/Nm ³	µg/Nm ³	µg/Nm ³	µg/Nm ³	µg/Nm ³	µg/Nm ³
	(1.6. - 30.6.03)	(1.7. - 31.7.03)	(1.8. - 31.8.03)	(1.9. - 30.9.03)	(1.10. - 31.10.03)	(1.11. - 30.11.03)	(1.12. - 31.12.03)
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	1,58 0,53 - 3,25
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	0,03 n.n. - 0,09
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	1,00 0,32 - 2,02
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	n.n. n.n. - <0,09
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	n.n. n.n. - <0,04
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	0,49 0,14 - 2,09
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	0,64 0,24 - 1,68
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	2,56 0,59 - 6,11
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	0,11 <0,03 - 0,34
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	0,22 0,08 - 0,48
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	1,59 0,44 - 3,35
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	0,10 0,04 - 0,25
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	0,32 0,09 - 0,74
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	0,66 0,18 - 1,53
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	0,25 0,07 - 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	0,05 <0,03 - 0,09
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	0,18 0,06 - 0,40

Tabelle 33: Wien Stephansplatz: VOC Monatsmittelwerte (1. Zeile), minimaler und maximaler Tagesmittelwert (2. Zeile)

Substanz	August 03 µg/Nm ³ (8.8. - 30.8.03)	September 03 µg/Nm ³ (1.9. - 30.9.03)	Oktober 03 µg/Nm ³ (1.10. - 31.10.03)	November 03 µg/Nm ³ (1.11. - 30.11.03)	Dezember 03 µg/Nm ³ (1.12. - 31.12.03)
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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

Tabelle 34: Wien Hietzinger Kai: VOC Monatsmittelwerte (1. Zeile), minimaler und maximaler Tagesmittelwert (2. Zeile)

Substanz	August 03 µg/Nm ³ (13.8. - 30.8.03)	September 03 µg/Nm ³ (1.9. - 30.9.03)	Oktober 03 µg/Nm ³ (1.10. - 31.10.03)	November 03 µg/Nm ³ (1.11. - 30.11.03)	Dezember 03 µg/Nm ³ (1.12. - 31.12.03)
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
1,3,5-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
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
1,2,3-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

Erste Ergebnisse:

- ∅ In Illmitz sind die Konzentrationen der VOC anthropogenen Ursprungs in den Wintermonaten (Dezember, Jänner, Februar) höher als im Sommer. Besonders auffällig ist dies bei den BTEX.¹⁵

Mögliche Ursachen für die erhöhten VOC-Konzentrationen im Winter sind eine geringere photochemische Aktivität durch geringere Sonneneinstrahlung und dadurch bedingte niedrigere OH-Konzentrationen, wodurch es zu geringerem VOC-Abbau kommt, stärkere Schadstoffanreicherung infolge ungünstiger Ausbreitungsbedingungen, sowie verstärkte Emissionen aus dem Hausbrand.

- ∅ Isopren, die Substanz mit vorwiegend biogenem Ursprung zeigt hohe Konzentrationen in den Sommermonaten (Juni, Juli, August). In den Wintermonaten ist Isopren unter der Nachweisgrenze.

¹⁵ Am Stephansplatz und am Hietzinger Kai sind für einen Jahresgang noch zu wenige Daten vorhanden.

- Ø Bei den Alkanen nehmen die Konzentrationen mit zunehmender Kettenlänge ab. Besonders auffallend ist die hohe Konzentration an n-Oktan am Hietzinger Kai im August. Dies könnte auf eine vermehrte Verdunstung von Treibstoff durch lang anhaltende sehr hohe Temperaturen zurückzuführen sein.

Abbildung 16 bis Abbildung 18 zeigen die aromatischen Kohlenwasserstoffe an den drei Messstellen. Es ist zu erkennen, dass die Konzentrationen an der verkehrsnahen Messstelle am Hietzinger Kai am höchsten sind. In Illmitz werden nur sehr niedrige VOC-Konzentrationen detektiert. Zusätzlich wurde auch der Temperaturverlauf (Tagesmittelwerte in °C) in den Tabellen aufgezeigt.

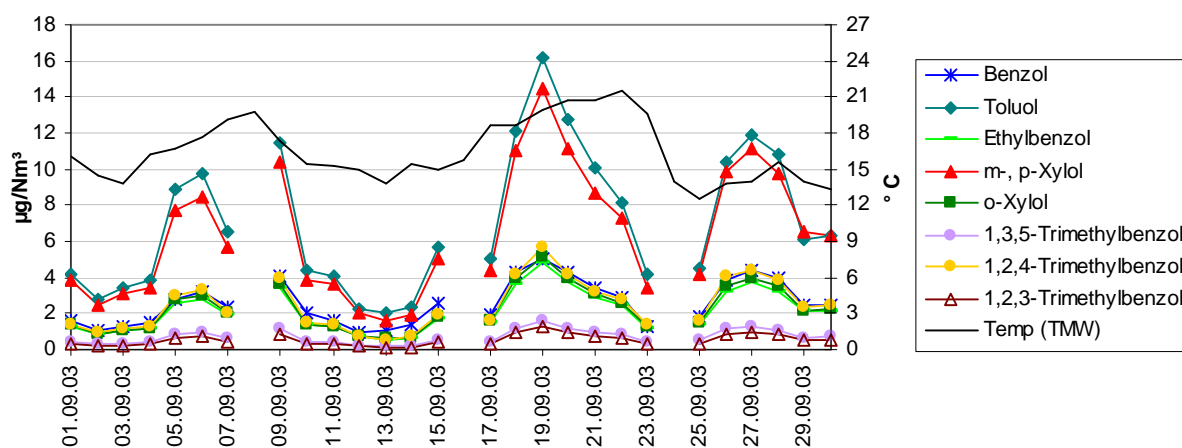


Abbildung 16: aromatische Kohlenwasserstoffe, Hietzinger Kai, September 2003¹⁶

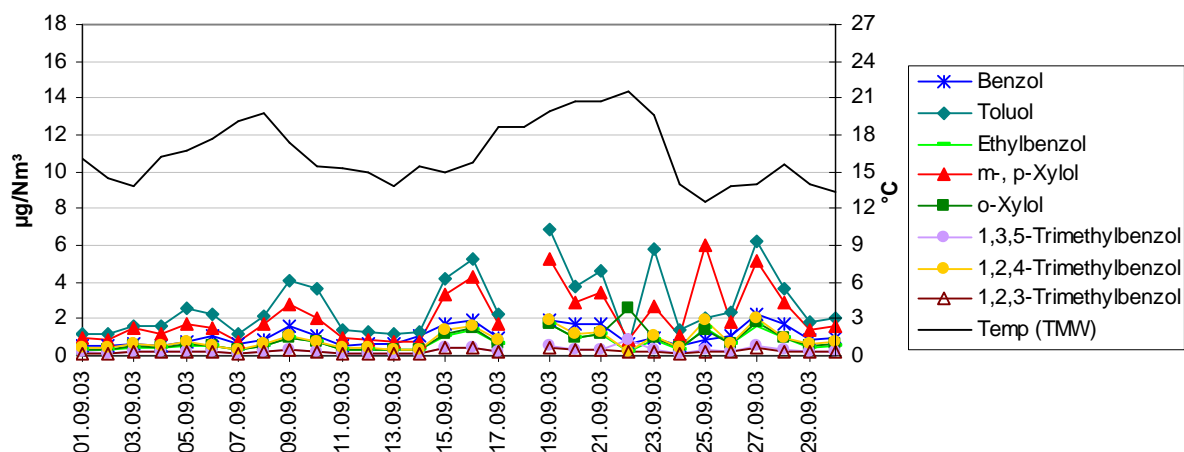


Abbildung 17: aromatische Kohlenwasserstoffe, Stephansplatz, September 2003

¹⁶ Die fehlenden Daten begründen sich dadurch, dass die MA 22 jeden 8. Tag die Aktivkohleröhrchen zur BTEX-Analyse verwendet.

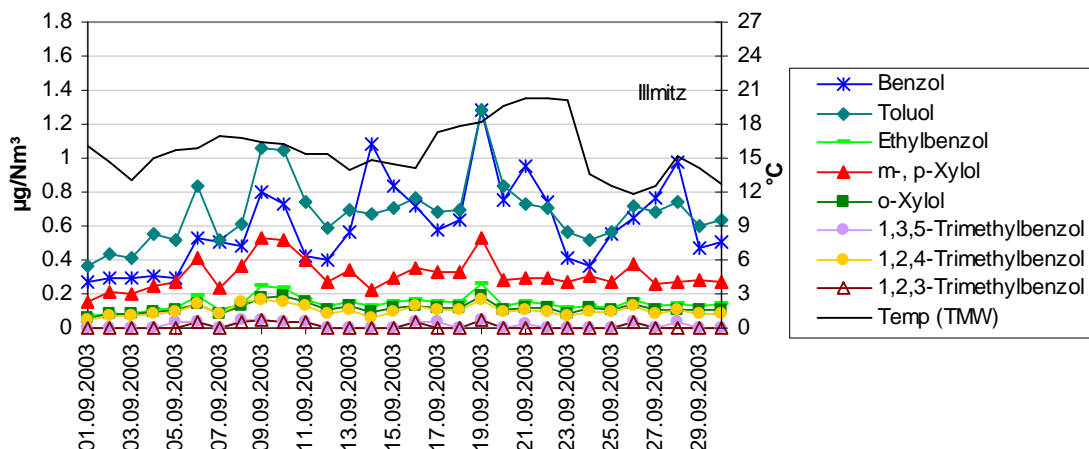


Abbildung 18: aromatische Kohlenwasserstoffe, Illmitz, September 2003. Zu beachten ist die im Vergleich zu den obigen beiden Abbildungen um den Faktor 10 niedrigere Skalierung der y-Achse

3.12 Nasse Deposition

Wie in Abschnitt 2.1 ausgeführt, sind die drei Messstellen Illmitz, 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 35 gibt einen Überblick über die 2003 gemessenen Ionenkonzentrationen von aus-gesuchten Inhaltsstoffen im Regenwasser in mg pro Liter und den daraus berechneten Schadstoffeinträgen in kg pro Hektar und Jahr. In Tabelle 36 sind die Beiträge der verschiedenen Schadstoffgruppen zum Gesamteintrag versauernder bzw. eutrophierender Schadstoffe durch die nasse Deposition an den genannten Standorten angegeben. Der höchste Beitrag wird jeweils durch Ammonium beigetragen. Allerdings ist auch darauf hinzuweisen, dass neben der nassen Deposition auch die trockene Deposition wesentlich zum Eintrag der genannten Schadstoffe in Ökosysteme beiträgt. Abbildung 19 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 2003 an.

*Tabelle 35: Niederschlag, pH-Wert, Leitfähigkeit und Ionenkonzentrationen (in mg pro Liter) und Schadstoffeinträge (in kg pro Hektar und Jahr), 2003.
In St. Koloman waren 2003 ca. 40% der Proben verunreinigt, sodass die Angabe von Einträgen nicht aussagekräftig ist. Aufgrund von darüber hinaus gehenden Kontaminationen können für St. Koloman keine Werte für pH, Leitfähigkeit, Na und Cl angegeben werden.*

	Illmitz		St. Koloman		Vorhegg	
Niederschlag	285 mm		1037 mm		801 mm	
pH¹⁷	5,8				5,5	
Leitfähigkeit	19,8 µS/cm		µS/cm		10,8 µS/cm	
	mg/l	kg/ha*a	mg/l	kg/ha*a	mg/l	kg/ha*a
SO ₄ ²⁻ -S	0,73	2,07	0,28		0,32	2,58
NO ₃ ⁻ -N	0,60	1,69	0,23		0,32	2,55
NH ₄ ⁺ -N	0,91	2,60	0,33		0,46	3,66
Na ⁺	0,13	0,37			0,08	0,66
Mg ²⁺	0,10	0,30	0,03		0,06	0,51
Ca ²⁺	0,96	2,72	0,15		0,65	5,21
Cl ⁻	0,22	0,63			0,12	0,94
K ⁺	0,08	0,22	0,05		0,05	0,41

Tabelle 36: Beitrag verschiedener Schadstoffgruppen an der Gesamtdeposition an Versauerungs- bzw. Eutrophierungsäquivalenten in Illmitz und Vorhegg

Standort	Versauerung			Eutrophierung	
	Sulfat	Nitrat	Ammonium	Nitrat	Ammonium
Illmitz	30%	28%	42%	39%	61%
Vorhegg	27%	30%	43%	41%	59%

Beim Eintrag oxidierten Stickstoffverbindungen (NO₃⁻-N) zeigen Illmitz und St. Koloman seit 1984 nur eine geringfügige Abnahme, wobei in St. Koloman starke Variationen im Verlauf der Achtzigerjahre eine Bewertung des Trends erschweren. In Illmitz ist seit den Achtzigerjahren ein Rückgang des N-Eintrags um ca. 20% festzustellen. Der abnehmende Trend weist in Illmitz ein Signifikanzniveau von 95% auf, an den anderen Messstellen unter 90%.

Der Eintrag von reduzierten Stickstoffverbindungen (NH₄⁺-N) zeigt in Illmitz und St. Koloman – bei sehr starken Variationen von Jahr zu Jahr – tendenziell einen abnehmenden Trend. Der abnehmende Trend weist in Illmitz ein Signifikanzniveau von 95% auf, an den anderen Messstellen unter 90%.

Der Eintrag von Schwefel (SO₄²⁻-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 –0,24 kg/ha.Jahr, in St. Koloman –0,58 kg/ha.Jahr beträgt. Gegenüber den Achtzigerjahren nahm der Schwefeleintrag in Illmitz ca. um 50%, in St. Koloman um ca. 70% ab.

¹⁷ pH und Leitfähigkeit: Niederschlagsgewichteter Durchschnitt über alle Proben

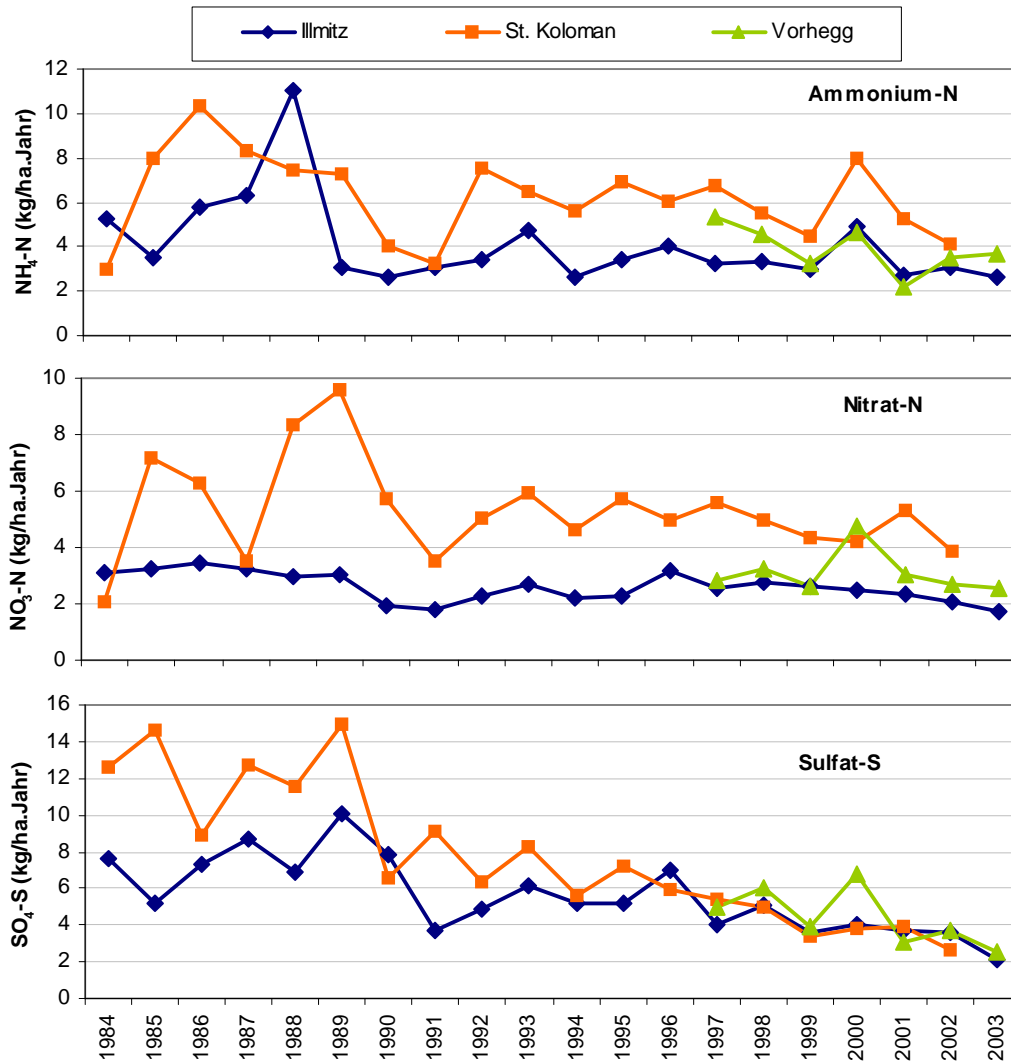


Abbildung 19: Trend der nassen Deposition von Sulfat-S, Nitrat-N und Ammonium-N, 1984 bis 2003

3.13 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 (Salpetersäure, gasförmig und Nitrat, partikulär) und Summe von reduziertem Stickstoff (Ammoniak, gasförmig und Ammonium, partikulär) vor¹⁸.

¹⁸ In Hinblick auf die Phasenübergänge zwischen gasförmigen und partikulären Stickstoffverbindungen ist die gesonderte Angabe der Einzelkomponenten nicht möglich.

Die Kenntnis der partikulär vorkommenden S- und N-Verbindungen ist deswegen von Relevanz, da sie

- ∅ Bestandteile des atmosphärischen Aerosols (PM₁₀, siehe auch Kapitel 3.3) sind
- ∅ nicht direkt emittiert werden, sondern in der Atmosphäre aus SO₂, NO_x und NH₃ entstehen
- ∅ und somit ein Indikator für den Anteil der fernverfrachteten sekundären Luftverunreinigung an der Gesamtkonzentration von Aerosolen sind.

Tabelle 37 und Abbildung 20 geben die Jahresmittelwerte der Konzentration von Schwefel im partikulärem Sulfat, sowie von oxidiertem und reduziertem Stickstoff von 2000 bis 2003 in µg/m³ an. Abbildung 21 zeigt die Jahresmittelwerte der Sulfat-S-Konzentration von 1978 bis 2003. Tabelle 38 gibt die Verfügbarkeit und die Jahresmittelwerte des Sulfat-Schwefels in Illmitz seit 1978 in µg/m³ an.

Die 2003 gemessene S-Konzentration von 1,1 µgS/m³ entspricht einer Sulfat-Konzentration von ca. 3 µg/m³, die Konzentration oxidierten Stickstoffs von 0,9 µg/m³ einer Nitrat-Konzentration von ca. 4 µg/m³.

Tabelle 37: Jahresmittelwerte der Konzentration von Schwefel im partikulärem Sulfat, oxidiertem und reduziertem Stickstoff, 2000 bis 2003.

	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

Die Konzentration partikulären Sulfats änderte sich seit 2000 praktisch nicht.

Die Konzentrationen der oxidierten und reduzierten partikulären Stickstoffverbindungen nahmen dagegen stark zu: die oxidierten Stickstoffverbindungen um 51% zu, die reduzierten Stickstoffverbindungen um 20%.

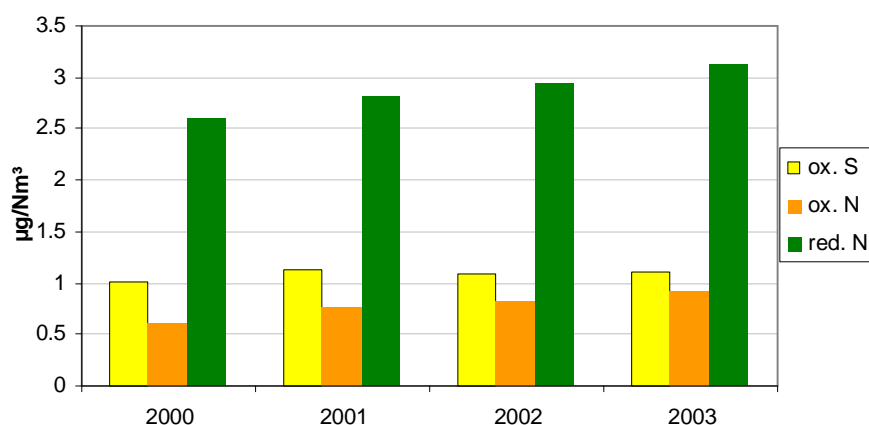


Abbildung 20: Jahresmittelwerte der Konzentration von Schwefel im partikulärem Sulfat, oxidiertem und reduziertem Stickstoff, 2000 bis 2003.

Der langjährige Trend der Konzentration des partikulären Sulfats (siehe Abbildung 21 und Tabelle 38) 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) wieder, 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.

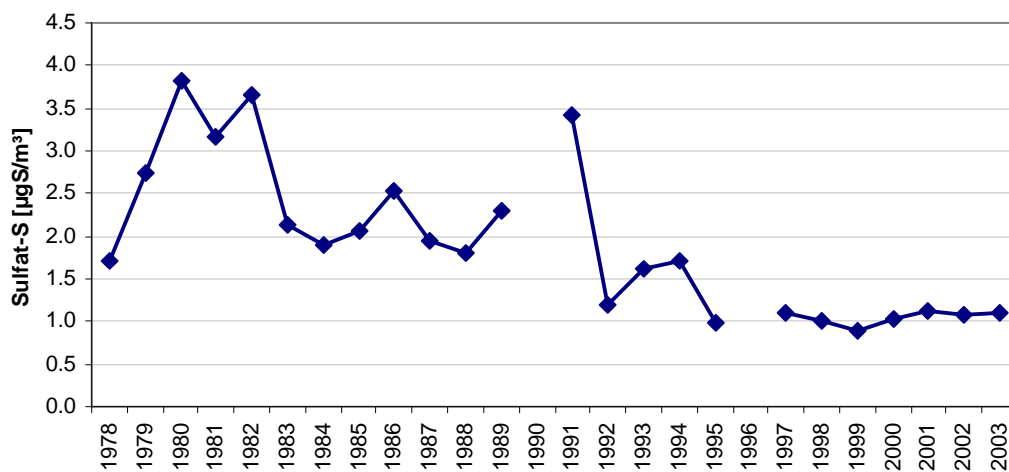


Abbildung 21: Jahresmittelwerte der partikulären Sulfat-S-Konzentration, 1978 bis 2003 in Illmitz

Tabelle 38: Verfügbarkeit der Einzelwerte und Jahresmittelwerte der Konzentration partikulären Sulfats in Illmitz, 1978 bis 2003

Jahr	Verfügbarkeit (%)	JMW des Sulfat-S in $\mu\text{gS}/\text{Nm}^3$
1978	91	1,7
1979	91	2,7
1980	95	3,8
1981	96	3,2
1982	95	3,7
1983	83	2,1
1984	93	1,9
1985	93	2,1
1986	99	2,5
1987	86	1,9
1988	75	1,8
1989	82	2,3
1990	73	
1991	81	3,4
1992	90	1,2
1993	96	1,6
1994	97	1,7
1995	81	1,0
1996	0	
1997	75	1,1
1998	96	1,0
1999	96	0,9
2000	88	1,0
2001	98	1,1
2002	100	1,1
2003	99	1,1

3.14 Treibhausgase

3.14.1 Kohlendioxid

CO₂ wird auf dem Sonnblick im Rahmen des Global Atmospheric 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 2003) erheblich über dem vorindustriellen Wert von ca. 280 ppm.

Tabelle 39 und Abbildung 22 geben die Monatsmittelwerte der CO₂-Konzentration auf dem Sonnblick seit 1992 an. Die Konzentration ist im Winter auf Grund höherer Emissionen und geringerer Aufnahme durch Pflanzen höher als im Sommer.

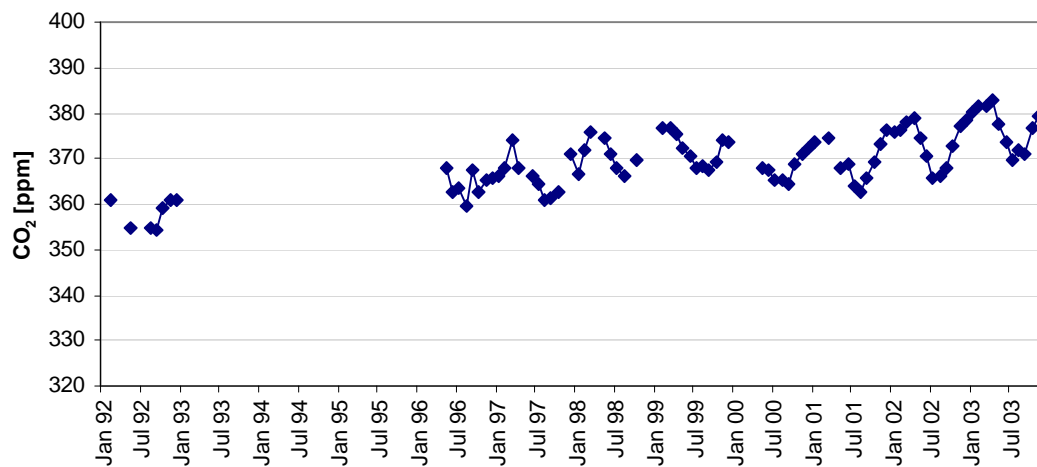


Abbildung 22: Monatsmittelwerte der CO₂-Konzentration, ppm

Tabelle 39: Monatsmittelwerte der CO₂-Konzentration, ppm

Monat	CO ₂ (ppm)	Monat	CO ₂ (ppm)	Monat	CO ₂ (ppm)	Monat	CO ₂ (ppm)
Jän 92		Jän 95		Jän 98	367	Jän 01	374
Feb 92	361	Feb 95		Feb 98	372	Feb 01	
Mär 92		Mär 95		Mär 98	376	Mär 01	375
Apr 92		Apr 95		Apr 98		Apr 01	
Mai 92	355	Mai 95		Mai 98	375	Mai 01	368
Jun 92		Jun 95		Jun 98	371	Jun 01	369
Jul 92		Jul 95		Jul 98		Jul 01	364
Aug 92	355	Aug 95		Aug 98	366	Aug 01	363
Sep 92	354	Sep 95		Sep 98		Sep 01	366
Okt 92	359	Okt 95		Okt 98		Okt 01	369
Nov 92	361	Nov 95		Nov 98		Nov 01	373
Dez 92		Dez 95		Dez 98		Dez 01	376
Jän 93		Jän 96		Jän 99		Jän 02	376
Feb 93		Feb 96		Feb 99		Feb 02	376
Mär 93		Mär 96		Mär 99		Mär 02	378
Apr 93		Apr 96		Apr 99		Apr 02	379
Mai 93		Mai 96	368	Mai 99		Mai 02	375
Jun 93		Jun 96	363	Jun 99	370	Jun 02	370
Jul 93		Jul 96	363	Jul 99		Jul 02	366
Aug 93		Aug 96	360	Aug 99		Aug 02	366
Sep 93		Sep 96	367	Sep 99	367	Sep 02	368
Okt 93		Okt 96	363	Okt 99		Okt 02	373
Nov 93		Nov 96	365	Nov 99	374	Nov 02	377
Dez 93		Dez 96	366	Dez 99		Dez 02	379
Jän 94		Jän 97	366	Jan 00		Jän 03	380
Feb 94		Feb 97	368	Feb 00		Feb 03	382
Mär 94		Mär 97	374	Mrz 00		Mär 03	382
Apr 94		Apr 97	368	Apr 00		Apr 03	383
Mai 94		Mai 97		Mai 00	368	Mai 03	377
Jun 94		Jun 97	366	Jun 00	367	Jun 03	373
Jul 94		Jul 97	365	Jul 00	365	Jul 03	370
Aug 94		Aug 97	361	Aug 00	365	Aug 03	372
Sep 94		Sep 97	361	Sep 00	364	Sep 03	381
Okt 94		Okt 97	363	Okt 00	369	Okt 03	377
Nov 94		Nov 97		Nov 00	371	Nov 03	379
Dez 94		Dez 97	371	Dez 00	372	Dez 03	380

3.14.2 Methan

Die Konzentration des Treibhausgases Methan (CH₄) wird seit Februar 2003 auf dem Zöbelboden gemessen. Der Jahresmittelwert beträgt 1844 ppb, die Monatsmittelwerte (Abbildung 23) variieren zwischen 1816 ppb im August und 1894 ppb im März.

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

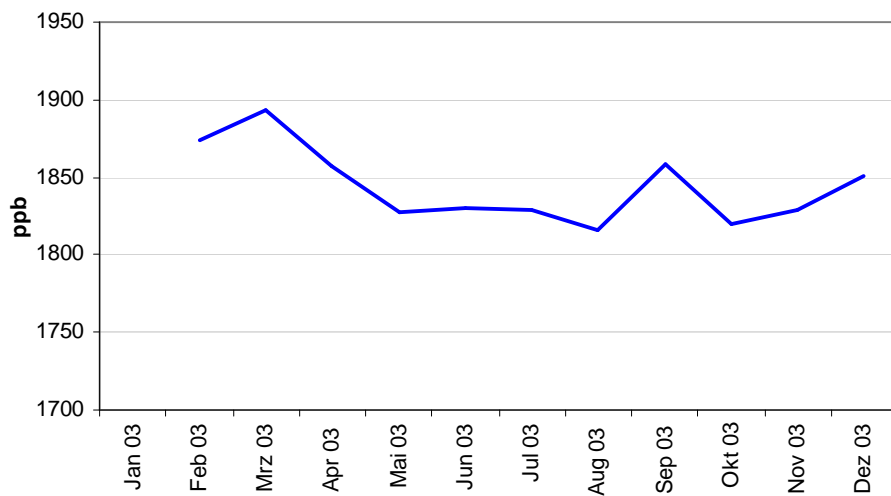


Abbildung 23: Monatsmittelwerte der CH₄-Konzentration auf dem Zöbelboden, ppb

4 ERGEBNISSE DER METEOROLOGISCHEN 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 Die Witterung in Österreich im Jahr 2003 – Überblick

Das Jahr 2003 war in ganz Österreich außergewöhnlich warm; die Jahresmitteltemperatur lag in Kärnten, der Südsteiermark und dem Südburgenland sowie in Nordtirol und im Raum Linz um ca. 1°C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1961-1990, im Osten und Norden Österreichs um 0,6 bis 1,0°C; annähernd durchschnittliche Temperaturen wurden nur im Bereich des Oberen Ennstals registriert.

In Wien war 2003 das viertwärmste Jahr in der bis 1775 zurückreichenden Messreihe; eine höhere Jahresmitteltemperatur wiesen die Jahre 2000, 1994 und 2002 auf.

Der Großteil Österreichs erhielt 2003 unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen (70 bis 90% des langjährigen Mittels). Eine Jahresniederschlagssumme im Bereich des Klimamittelwerts wurde nur im Bereich von Osttirol, Oberkärnten und des südlichen Salzburg gemessen. Besonders trocken mit weniger als 70% des Klimamittels waren der Südosten Österreichs, das Nordburgenland und der Raum Wien sowie Teile der Obersteiermark.

Der Witterungsverlauf war durch einen außerordentlich warmen Sommer mit ungewöhnlich lang anhaltenden Hochdruckwetterlagen gekennzeichnet. Überdurchschnittliche Temperaturen traten fast durchgehend von Ende April bis Ende August auf. Verglichen mit dem Klimamittel zu kühl waren lediglich die Monate Februar und Oktober.

Der **Jänner** 2003 war von relativ mildem Wetter bis 4.1., einer sehr kalten Periode zwischen 7. und 13. 1. (mit Tagesmitteltemperaturen um -10°C) sowie einer relativ warmen zweiten Monatshälfte mit häufigen West- und Nordwestwetterlagen gekennzeichnet. Im Monatsmittel lag die Temperatur im Großteil Österreichs etwas über dem Durchschnitt der Klimaperiode 1961-90, wobei es im Gebiet zwischen Nordkärnten und dem Pongau mit einer Abweichung um +1,5°C besonders warm war. Die Niederschlagsmengen lagen vor allem im Gebiet nördlich des Alpenhauptkamms etwas über dem langjährigen Durchschnitt, im nördlichen Oberösterreich und im westlichen Niederösterreich betrug sie mehr als das Eineinhalbfache des langjährigen Mittelwerts.

Der **Februar** 2003 war in ganz Österreich ungewöhnlich kalt und trocken. Im Nordalpenbereich sowie im Alpenvorland von Vorarlberg bis ins Nordburgenland lag die Temperatur im Monatsmittel um mehr als -2,5°C unter dem Durchschnitt der Klimaperiode 1961-90; relativ warm mit Abweichungen um -1°C war es nur zwischen Osttirol und dem oberen Murtal. Das Wetter war ab 9. Februar von fast durchgehenden Hochdrucklagen gekennzeichnet. Die Niederschlagsmengen blieben im gesamten Osten und Süden Österreich unter 25% des langjährigen Mittels, gebietsweise fiel praktisch kein Niederschlag; in Wien und Teilen Niederösterreichs und des Burgenlandes wurden die geringsten monatlichen Niederschlagsmengen seit Beginn der Messreihen registriert. Zwischen Vorarlberg und Salzburg fiel bis 8.2. an einigen Tagen Schnee bzw. Regen, der Rest des Monats war auch hier niederschlagsfrei.

Der **März** 2003 war in ganz Österreich ungewöhnlich warm und trocken. Im Nordosten lag die Temperatur im Monatsmittel um ca. 1°C über dem langjährigen Mittelwert, im Südwesten und Westen um über 2,5°C. Die Niederschlagsmengen erreichten nördlich des Alpenhauptkamms leicht unterdurchschnittliche Werte; südlich des Alpenhauptkamms, im Burgenland und im östlichen Niederösterreich war es mit Regenmengen unter 25% des langjährigen Mittels extrem trocken, in Teilen Kärntens, Osttirols und des Lungaus fiel praktisch kein Niederschlag. Der Witterungsverlauf war von Kaltlufteinbrüchen um den 5., 14. und 23. März, die vor allem in Nordostösterreich spürbar waren, und ungewöhnlich warmen Perioden um den 10.3. und ab 22. März gekennzeichnet. Länger anhaltende Hochdruckwetterlagen bestimmten von 16. bis 20. sowie ab 22. März das Wettergeschehen.

Der **April** 2003 wies im Großteil Österreichs annähernd durchschnittliche Temperaturen auf, bezogen auf die Klimaperiode 1961-1990; im Westen und Nordwesten war es relativ warm, im Nordosten etwas kühler als im langjährigen Mittel. Die Niederschlagsmengen blieben im Großteil Österreichs – wie schon im Februar und März – unter dem langjährigen Mittelwert; annähernd normale Niederschläge wurden nur in einem Bereich zwischen Kärnten und dem östlichen Nordtirol verzeichnet. Besonders trocken war es im Norden Österreichs, im Waldviertel fiel weniger als 25% der üblichen Niederschlagsmenge. Der Witterungsverlauf war von einer besonders kühlen Phase zwischen 5. und 10. April und besonders hohen Temperaturen ab dem 27. April gekennzeichnet. Regen fiel im Großteil Österreichs nur zu Monatsbeginn und um den 10.4.

Der **Mai** 2003 war in ganz Österreich außergewöhnlich warm. Die Temperatur lag im Monatsmittel um 2,5 bis über 3,5°C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1961-1990; besonders warm war es im Südosten Österreichs und im Unterinntal. In Wien war der Mai 2003 der drittwärmste seit 1776, in vielen Orten Österreichs der wärmste seit Beginn der Messreihen. Die höchsten Temperaturen wurden während einer niederschlagsfreien Periode zwischen 5. und 8. Mai beobachtet. Die Niederschlagsmengen lagen im Großteil Österreichs in einem durchschnittlichen Bereich und fielen überwiegend als gewittrige Schauer. Überdurchschnittlich - mit mehr als 150% des langjährigen Mittelwerts - waren die Regenmengen v.a. in Wien und Teilen Niederösterreichs.

Der **Juni** 2003 war extrem warm und sehr trocken. In ganz Österreich wurde die höchste Juni-Monatsmitteltemperatur seit Beginn meteorologischer Messungen – diese reiche in Wien und Kremsmünster bis ins achtzehnte Jahrhundert zurück – gemessen. Im Westen Österreichs lag die Temperatur im Monatsmittel um ca. 6°C über dem Mittel der Klimaperiode 1961-1990, im Nordosten um ca. 4°C. Die Niederschlagsmengen waren vor allem im Nordosten Österreichs – mit gebietsweise unter 25% des Klimamittelwertes – extrem niedrig, im Süd- und Zentralalpenbereich fielen annähernd durchschnittliche Regenmengen, allerdings zum Großteil in Form kurzer Schauer. Auffallend an der Wetterlage im Juni war das völlige Fehlen von Nordwest- und Nordströmungen.

Der **Juli** 2003 war außerordentlich warm – verglichen mit der Klimaperiode 1961-90 lag im Großteil Österreichs die Temperatur um 1,5 bis 2,5°C über dem langjährigen Mittel, im Unterinntal, im Bereich des Salzkammergutes und im Südosten Österreichs um ca. 3°C; besonders warm war es im Hochgebirge, auf dem Sonnblick betrug die Abweichung +3,6°C. Die Niederschlagsmengen erreichten im Großteil Österreichs ein durchschnittliches Niveau. Regenreicher war es im Mühlviertel und in Osttirol, wohingegen in der Südsteiermark, in Ostkärnten, im Waldviertel und im Unterinntal besonders wenig Regen fiel. Auf den 1. Juli mit deutlich überdurchschnittlicher Temperatur folgten ein Kaltlufteinbruch – der u.a. zu einem raschen Absinken der Ozonbelastung führte – und eine Periode durchschnittlicher Temperaturen bis 14. Juli. In der zweiten Monatshälfte lag die Temperatur während anhaltender Hochdruckwetterlagen zumeist deutlich über dem langjährigen Durchschnitt, die kurzzeitig am 18., 25. und 29. Juli von Westwetterlagen unterbrochen wurden.

Der **August** 2003 war von extrem hohen Temperaturen und Ozonkonzentrationen gekennzeichnet. Im größten Teil Österreichs war der August 2003 der wärmste seit Beginn der – fallweise bis ins achtzehnte Jahrhundert zurück reichenden – Temperaturmessung, lediglich im Nordosten Österreichs war der August 1992 noch wärmer, in Wien zudem der August 1807. Die Temperatur lag im Monatsmittel überall um mehr als 4°C über dem Mittelwert der

Klimaperiode 1961-1990, im Südosten der Steiermark war es mit einer Abweichung von +6°C am wärmsten.

Der Witterungsverlauf war fast durchgehend von Hochdruckwetterlagen gekennzeichnet, lediglich am 15.8. gab es eine schwache Kaltfront von Nordwesten. Die Hitze wurde am 30.8. durch einen massiven Kaltlufteinbruch beendet. Bis 28.8. fiel in ganz Österreich sehr wenig Niederschlag, erst ab 29.8. gab es verbreitet Regen. Die Monatssumme des Niederschlags lag dennoch im Großteil Österreichs unter 75% des Klimawertes, besonders trocken war es im Raum Wien mit weniger als 25%. Lediglich zwischen Osttirol und der Südsteiermark fielen – vor allem dank der intensiven Schauer ab dem 29.8. – ungefähr durchschnittliche Regenmengen, gebietsweise in Kärnten sogar bis zu 180% des Klimamittelwerts.

Der **September** 2003 wies im Großteil Österreichs annähernd durchschnittliche Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse auf. Um bis 1°C wärmer als im Durchschnitt der Klimaperiode 1961-90 war es im Nordalpengebiet und weiten Teilen des nördlichen Alpenvorlands bis ins Mühl- und Waldviertel, während es südlich des Alpenhauptkamms um bis -1°C zu kühl war. Außerordentlich niedrige Regenmengen – weniger als 25% des langjährigen Mittelwerts – fielen in Osttirol und Oberkärnten. Überdurchschnittlich regenreich war der Nordalpenbereich von Salzburg bis zum Wienerwald. Der Witterungsverlauf war von Kaltlufteinbrüchen zwischen 10. und 12.9. sowie am 23.9. gekennzeichnet, wobei zwischen 10. und 12.9. in ganz Österreich intensiver Regen fiel. Sowohl die Ozonkonzentration als auch die PM10-Konzentration ging mit diesen Kaltfrontdurchgängen an allen Messstellen (außer Sonnblick) stark zurück. Vor allem zwischen 14. und 22.9. war es außerordentlich warm mit Temperaturen bis 30°C.

Der **Oktober** 2003 war ein kühler und regenreicher Monat. Im Vergleich zum Mittelwert der Klimaperiode 1961-90 lag die Monatsmitteltemperatur südlich des Alpenhauptkamms und im Inntal um ca. -1°C zu niedrig, im Norden und Westen um mehr als -2,5°C, im Hochgebirge um mehr als -4,5°C darunter. Besonders niederschlagsreich – mit mehr als 250% des langjährigen Mittelwerts – war es gebietsweise von Salzburg westwärts, auch im Osten und Süden Österreichs fielen deutlich überdurchschnittliche Niederschlagsmengen. Am meisten Regen fiel zwischen 3. und 9. Oktober. Bemerkenswert war der Schneefall bis in die Niederungen am 23. und 24.10.; in weiten Teilen Ostösterreichs war dies der früheste Termin einer geschlossenen Schneedecke seit Beginn der Messungen.

Der **November** 2003 war außerordentlich warm; im Südosten Österreichs und im Bereich der Niederen Tauern lag die Temperatur im Monatsmittel um 3°C oder mehr über dem Klimamittel, im Nordosten um ca. 2°C, im nördlichen Salzburg und im Rheintal um bis 1,5°C. Überdurchschnittlich warm war es im Osten Österreichs sowie im Hochgebirge durchgehend ab 17.11. Nördlich des Alpenhauptkamms und im Osten fiel sehr wenig Niederschlag (25 bis 75% des langjährigen Mittels), dagegen wies der Bereich südlich des Alpenhauptkamms außerordentlich hohe Regenmengen auf. In Osttirol und Oberkärnten fiel bis zum Dreifachen der üblichen Niederschlagsmenge, konzentriert auf den 1. und 26. November.

Der **Dezember** 2003 war im Süden und Westen Österreichs – mit Abweichungen über +1,5°C – überdurchschnittlich warm, wobei in Oberkärnten, Osttirol und im nördlichen Nordtirol Temperaturabweichungen von mehr als +2,5 °C gegenüber dem Klima-Mittelwert auftraten. Der Norden und Nordosten Österreichs wiesen ungefähr durchschnittliche Temperaturen auf. Der Temperaturverlauf war von abwechselnden Kälte- und Wärmephasen gekennzeichnet; besonders warm war es zu Monatsbeginn, besonders kalt zwischen 23. und 27.12. Die Niederschlagsmengen lagen im Zentral- und Nordalpenbereich sowie im Nördlichen Alpenvorland unter 75% des langjährigen Mittelwertes; die Gebiete südlich des Alpenhauptkamms erhielten durchschnittliche Niederschläge, besonders niederschlagsreich war der Nordosten Österreichs mit über 150% des Klimamittelwerts im Weinviertel. Besonders hohe Niederschlagsmengen fielen zwischen 28. und 31.12. In den Niederungen lag keine Schneedecke, auch oberhalb von 1500 m hielt sich keine durchgehende Schneebedeckung.

4.2 Wind

Die Windrichtungsverteilungen der Stationen Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf, St. Koloman, St. Sigmund, Stolzalpe, Sulzberg, Vorhegg und Zöbelboden für das Jahr 2003 sind in den Schadstoffwindrosen im Anhang 8 dargestellt.

4.3 Temperatur

Tabelle 40 gibt die Jahresmittelwerte der Temperatur an den Messstellen des Umweltbundesamt in den Jahren 1991 bis 2003 an, Tabelle 41 die Monatsmittelwerte für 2003.

Tabelle 40: Jahresmittelwerte der Temperatur, 1991 bis 2003, in °C.

	Achenkirch	Enzenkirchen	Illmitz	Pillersdorf	St. Koloman	St. Sigmund	Sonnblick	Stolzalpe	Sulzberg	Vorhegg	Zöbelboden
1991			10,1		7,0		-5,5				
1992			11,3		8,7		-4,5	6,1		8,6	
1993	8,4		10,1	9,2	7,6		-5,1	5,2		6,3	
1994	7,3		11,5	10,8	6,5		-4,4	6,1		8,1	
1995	5,7		10,4	9,4	7,0		-5,6	4,7		7,0	
1996	5,3		9,2	7,7	6,1		-5,9	4,0		5,5	5,8
1997	6,4		10,2	9,0	7,6		-5,0	3,9		7,5	7,0
1998	6,0		10,7	9,7	7,3		-5,0	4,8		7,4	7,8
1999	5,4	9,3	11,2	9,8	7,6		-4,6	4,7	6,9	7,6	7,3
2000	5,8	10,1	12,3	10,6	8,5	3,5	-4,4	5,5	7,3	8,3	8,2
2001	5,0	8,2	10,7	9,5	7,3	2,7	-5,4	4,7	6,4	7,2	7,0
2002	5,8	8,9	11,4	10,3	8,4	3,5	-4,2	5,7	7,3	7,7	7,9
2003		8,7	11,1	10,7	8,3	3,3	-3,6	5,3	7,3	7,5	8,2

Tabelle 41: Monatsmittelwerte der Temperatur 2003, in °C.

	Achenkirch	Enzenkirchen	Illmitz	Pillersdorf	St. Koloman	St. Sigmund	Sonnblick	Stolzalpe	Sulzberg	Vorhegg	Zöbelboden
Jän. 03	-4,5	-2,8	-0,9	-2,5	-2,3	-6,8	-12,9	-4,2	-3,2	-2,5	-2,5
Feb. 03	-6,8	-3,9	-2,1	-2,9	-3,6	-8,4	-14,8	-6,1	-4,1	-3,9	-3,8
Mär. 03	0,8	4,8	6,1	5,6	4,1	-0,8	-9,4	1,9	3,9	4,7	3,5
Apr. 03	4,1	8,2	10,2	9,1	6,1	0,8	-8,9	2,5	5,2	5,4	6,1
Mai. 03	10,8	15,1	18	16,9	13,2	8,3	-0,8	10,3	11	12,9	13,3
Jun. 03	16,5	20	22,6	21,9	18,9	14	4,6	15,5	18,2	18,2	17,9
Jul. 03	14,8	18,7	21,7	20,6	16,9	12,3	3,3	14,6	15,7	17,1	16,5
Aug. 03	17,1	21,7	23,4	23	20,3	14,7	5,6	16,7	19,1	20,1	19,3
Sep. 03	8,8	14,1	15,7	15,1	12,4	7,4	-0,5	9,3	11,4	11,7	11,8
Okt. 03		5,5	7,9	6,6	4,8	0,4	-6,2	2,1	3,8	4,6	4,3
Nov. 03		3,9	6,2	5,4	6	0,6	-5,2	2,1	5	3,7	4,9
Dez. 03		-1,2	0,8	-0,1	1,5	-3,7	-9,7	-2,2	0,6	0	-0,6

4.4 Globalstrahlung

Tabelle 42 gibt die Monats- und Jahressummen der Globalstrahlung für das Jahr 2003 in MJ/m² an, Tabelle 43 die Jahressummen im Zeitraum von 1993 bis 2003.

Die Globalstrahlung lag im Jahr 2003 an allen Messstellen deutlich über dem Durchschnitt der letzten Jahre. In Enzenkirchen, Pillersdorf, St. Koloman, St. Sigmund, auf der Stolzalpe und in Vorhegg wurde die höchste Jahressumme seit Beginn der Messung registriert, in Illmitz und auf dem Zöbelboden die zweithöchste nach 2000.

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

	Achenkirch	Enzenkirchen	Illmitz	Pillersdorf	St. Koloman	St. Sigmund	Stolzalpe	Sulzberg	Vorhegg	Zöbelboden
Jän. 03	109	95	83	114	119	102	165	138	180	84
Feb. 03	269	247	180	208	277	198	274	291	291	217
Mär. 03	408	369	373	348	385	369	423	488	452	301
Apr. 03	497	509	467	480	504	470	423	558	500	422
Mai. 03	564	619	627	661	587	475	581	578	651	525
Jun. 03	644	688	689	720	677	511	629	811	670	578
Jul. 03	599	670	636	600	621	499	594	699	659	548
Aug. 03	480	623	608	624	642	417	545	677	477	554
Sep. 03	192	444	412	423	421	214	431	485	417	360
Okt. 03		220	238	239	257	204	255	260	285	189
Nov. 03		116	109	114	185	115	147	189	167	36
Dez. 03		90	78	89	138	82	131	137	149	36
2003		4691	4501	4620	4812	3656	4599	5310	4898	3850

Tabelle 43: Jahressummen der Globalstrahlung in MJ/m², 1993 bis 2003

	Achenkirch	Enzenkirchen	Illmitz	Pillersdorf	St. Koloman	St. Sigmund	Stolzalpe	Sulzberg	Vorhegg	Zöbelboden
1993			3855							
1994	3694		3805	4156						
1995	3569		3738	4416	4179				4513	
1996	3675		3687	4268	4411					3316
1997	4301		3888	4177	4793				4537	3696
1998	4274		3967	4133	4601		4408		4681	3408
1999	3417	3469	3744	3596	3467		3329	3622	3822	3060
2000	4033	4080	4514	4284	4153	3091	4404	4452	4788	4080
2001	3866	3912	4450	4015	3705	3341	4335	4343	4495	3465
2002	4016	4016	4081	4078		3270	4115	4234	4156	
2003		4691	4501	4620	4812	3656	4599	5310	4898	3850

4.5 Sonnenscheindauer

Tabelle 44 gibt die Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer für das Jahr 2003 in Stunden an, Tabelle 45 die Jahressummen im Zeitraum von 1992 bis 2003.

Tabelle 44: Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer in Stunden, 2003.

	Enzen- kirchen	Illmitz	Pillers- dorf	St. Kolo- man	St. Sig- mund	Sonn- blick	Stolz- alpe	Sulzberg	Vorhegg	Zöbel- boden
Jän. 03	45	47	58	64	36	118	122	72	113	44
Feb. 03	149	118	125	155	80	210	179	144	177	140
Mär. 03	184	207	173	170	129	215	207	232	235	121
Apr. 03	227	211	203	190	126	106	160	205	193	145
Mai. 03	234	286	268	211	127	145	220	186	271	166
Jun. 03	289	321	308	254	151	188	228	303	268	197
Jul. 03	260	275	233	225	149	160	206	268	264	171
Aug. 03	305	307	299	299	137	203	235	307	215	220
Sep. 03	243	220	232	200	104	200	208	223	210	149
Okt. 03	127	133	117	123	73		132	132	140	95
Nov. 03	62	72	69	118	52		90	129	102	23
Dez. 03	61	64	64	91	35		100	105	107	31
2003	2185	2262	2150	2099	1199		2087	2305	2294	1501

Das Jahr 2003 wies an allen Messstellen des Umweltbundesamtes die höchste Sonnenscheindauer seit Beginn der Messung auf (siehe Tabelle 45).

Tabelle 45: Jahressummen der Sonnenscheindauer (Stunden)

	Enzen- kirchen	Illmitz	Pillers- dorf	St. Kolo- man	St. Sig- mund	Stolz- alpe	Sulzberg	Vorhegg	Zöbel- boden
1992		1995						1828	
1993		1774	1866	1486				1551	
1994		1957	1901	1187				1767	
1995		1811	1800	1561				1924	
1996		1820	1714	1688				1687	1019
1997		1995	1949	1782				2059	1098
1998		1832	1801	1659		1825		2035	951
1999	1662	1882	1723	1645		1692	1758	1930	1030
2000	1785	2090	1929	1850	973	1890	1861	2062	1195
2001	1746	1926	1734	1640	952	1921	1821		1074
2002	1581	1994	1834	1713	991	1856	1802	1908	
2003	2185	2262	2150	2099	1199	2087	2305	2294	1501

4.6 Niederschlag

Tabelle 46 gibt die Monats- und Jahressummen des Niederschlags 2002 in mm an. In Tabelle 47 sind die Jahressummen des Niederschlags an den Umweltbundesamt-Messstellen von 1991 bis 2002 zusammen gestellt.

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

	Enzenkirchen	Illmitz	Pillersdorf	St. Koloman	Vorhegg	Zöbelboden
Jän. 03	62	15	21	103	31	139
Feb. 03	16	0	1	41	4	26
Mär. 03	18	10	10	41	1	75
Apr. 03	29	26	14	77	76	62
Mai. 03	59	57	75	144	194	130
Jun. 03	96	30	69	125	71	135
Jul. 03	131	49	46	112	135	176
Aug. 03	20	28	25	104	88	66
Sep. 03		19	36	240	33	85
Okt. 03		46	44	169	214	14
Nov. 03	10	21	29	21	368	
Dez. 03	28	22	23	58	101	
JMW		323	392	1235	1316	

Tabelle 47: Jahressummen des Niederschlags, 1993 bis 2003, mm

	Enzenkirchen	Illmitz	Pillersdorf	St. Koloman	Vorhegg	Zöbelboden
1993		373	354	1663		
1994		538	145	1354	721	
1995		594	404	1905	859	
1996		642	287	1771	1345	1612
1997		563	391	1705	1024	1528
1998		552	303	1736	1278	1531
1999	779	589	424	1505	1471	1295
2000	977	489	382	1412	712	1553
2001	941	484	363	1549	368	1480
2002	1420	537	554	1835	2084	1907
2003		323	392	1235	1316	

5 LITERATUR

- ANDERL M. (2004): Luftschadstoff-Trends in Österreich 1980 – 2002. Umweltbundesamt Wien.
- KAISER A., H. SCHEIFINGER (2003): Analyse der Herkunft von Ozon, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und PM10 an den Hintergrundstationen des Umweltbundesamtes mittels Trajektorien, ZAMG.
- SPANGL, W (2002); Dokumentation der Luftgütemessungen des Umweltbundesamtes 1990 bis 2000. BE-179. Umweltbundesamt Wien.
- SPANGL, W., J. SCHNEIDER, C. NAGL (2004): Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2003. Umweltbundesamt Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2004): Statuserhebung betreffend Überschreitungen des IG-L-Grenzwertes für PM10 an den Messstellen Illmitz, Kittsee und Eisenstadt im Jahr 2002, in Druck.

Anhang 1: Glossar, Abkürzungen und Informationen

SO ₂	Schwefeldioxid
TSP	Gesamtschwebestaub (Total Suspended Particulates) Bislang in Österreich übliche Messgröße bei der Bestimmung der Schwebestaubbelastung (bei der auch teilweise gröbere Staubfraktionen erfasst werden)
PM10	Partikel, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50% aufweist
PM2,5	Partikel, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50% aufweist
PM1	Partikel, die einen größenselektierenden 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
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 atmospheric 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 Rechtsinformationssystem 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

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

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

Anhang 3: Mittelwerte

Die entsprechende Zeitangabe bezieht sich stets auf das Ende des jeweiligen Mittelungszeitraumes. Alle Zeitangaben erfolgen in Mitteleuropäischer Zeit (MEZ). Die Mindestzahl der Halbstundenmittelwerte zur Mittelwertbildung ist im IG-L bzw. in der ÖNORM 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
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 (55 µg/m ³ inkl. Toleranzmarge im Jahr 2002)	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 Staubniederschlag und die Inhaltsstoffe Pb und Cd festgelegt. Derartige Messungen wurden 2003 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

Warnwerte wurden im Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung und über die Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen, mit dem das Smogalarmgesetz (BGBl. 38/1989) geändert wird (Ozongesetz), BGBl. 210/1992 gemäß Anlage 1 festgelegt (in Kraft bis 30.6.2003).

Warnwerte gemäß Ozongesetz BGBl. 210/1992

Warnwert	Konzentration	Mittelungszeit
Vorwarnstufe	200 µg/m ³	Gleitender Dreistundenmittelwert
Warnstufe 1	300 µg/m ³	Gleitender Dreistundenmittelwert
Warnstufe 2	400 µg/m ³	Gleitender Dreistundenmittelwert

Eine Warnstufe ist auszulösen, wenn der entsprechende Warnwert an mindestens zwei Messstellen eines Ozonüberwachungsgebietes (diese sind in VO BGBl. 513/1992 bzw. BGBl. II 359/98 festgelegt) überschritten wird und die Wetterlage ein Anhalten oder Ansteigen der Belastung erwarten lässt.

Zielwerte der Richtlinie 2002/3/EG über die Luftverschmutzung durch Ozon

Zielwerte gemäß Anhang I (I)

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 gemäß Anhang I (II)

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

Informations- und Alarmschwelle gemäß Anhang II (I)

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

Mit der Novelle zum Ozongesetz vom 1. Juli 2003 wurden die Vorwarnstufe und die Warnstufen für Ozon aufgehoben und die Informationsschwelle und Alarmschwelle eingeführt (BGBl. 210/1992 zuletzt geändert durch das BGBl. I 34/2003 lt. EU-RL 2002/03/EG). Darüber hinaus wurden Zielwerte und langfristige Ziele zum Schutz des Menschen und der Vegetation festgelegt.

Im Rahmen der **UNECE** wurden „**Critical Levels**“ für Ozon zum Schutz von Pflanzen ausgearbeitet, welche die Ozonbelastung als AOT40-Wert¹⁹ bewerten. Zur Berechnung des AOT40 wird die Ozonkonzentration minus 40 ppb über einen bestimmten Zeitraum aufsummiert, sofern der MW1 40 ppb überschreitet. Unterschiedliche Referenzzeiträume (jeweils über Tageslichtstunden) werden für die Bewertung der Ozonbelastung für Wald einerseits, für landwirtschaftliche Pflanzen, Weiden und natürliche Vegetation andererseits herangezogen. In der folgenden sind die jeweiligen Berechnungszeiträume und die Critical Levels angeführt.

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

In der neuen Ozonrichtlinie der EU (2002/3/EG) wurde das Konzept des AOT40 als Zielwert zum 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 (bei der Berechnung der AOT40-Werte hat dies Unterschiede im Bereich weniger Prozent zur Folge).

¹⁹ AOT40: Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb

²⁰ im Richtlinien text als 18.000 µg/m³.h angegeben

Anhang 5: Messgeräte

Eingesetzte Messgerätetypen für die Immissionsmessung

Messstelle, Komponente	Gerätetype
Achenkirch	
O ₃	Horiba APOA-350E
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-IN
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 49 (bis 3.6) TEI 49C (ab 3.6)
CO	Horiba APMA-360CE (ab 30.7)
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-360E (bis 21.8.) Horiba APOA-350E (ab 21.8.)
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
Zöbelboden	
O ₃	Horiba APOA-350E (bis 4.12.) Horiba APOA-360E (ab 4.12)
PM10 gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
SO ₂	TEI 43CTL
NO, NO ₂	Horiba APNA-360E

Technische Angaben zu den MessgerätenImmissionsmessgeräte

	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	< 0,1 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)
NO+NO₂		
APNA-360E	NO: 0,4 µg/m ³ (0,3 ppb) NO ₂ : 1,7 µg/m ³ (0,9 ppb)	Chemilumineszenz. NO ₂ wird als Differenz von NO _x und NO bestimmt.
CO		
APMA-360CE	0,05 mg/m ³ (0,05 ppm)	Nichtdispersive Infrarot-Absorption
O₃		
APOA-350E	4 µg/m ³ (2 ppb)	Ultraviolett-Absorption
APOA-360E	0,8 µg/m ³ (0,4 ppb)	Ultraviolett-Absorption
TEI 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
Blei im Schwebstaub	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 DIN 38406 TI.6	2 ng/m ³
Benzol	Diffusionssammler (Aktivkohle)	Elution mit CS ₂ , Analyse mit GC (in Anlehnung an VDI 3482, Bl. 4)	0,4 µg/m ³ (bei einer Expositionsdauer von 28 Tagen)
Regeninhaltstoffe	Wet-and-dry only sampler (WADOS)	Ionenchromatographie mit 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/Nm 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 Barogeber 317S	Vakuumdruckdose
Niederschlag	AP23, Fa. Paar	Beheizter Trichter (500 mm ² Durchmesser), Registrierung mittels Wippe (1 Wippenimpuls = 0,1 mm Niederschlag)

Anhang 6: Angaben zur Qualitätssicherung

Immissionsmessung

- *Routinemäßige Maßnahmen zur Qualitätssicherung*

Die in den Messstellen eingesetzten Geräte für SO₂, NO_x, CO und O₃ werden einmal jährlich getauscht, die Überprüfung der Richtigkeit und Kalibration erfolgt für die Komponenten SO₂, NO_x und CO 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-, PM2,5- 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.

- *Messunsicherheit*

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

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

- Probenahme
- zeitliche Stabilität
- Kalibration

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

Komponente	erweiterte kombinierte Messunsicherheit (%)	Zahl der Stationen
O ₃	9,3	10
NO	7,4	9
NO _x	7,5	9
SO ₂	7,9	9
CO	7,3	3

Qualitätssichernde Maßnahmen im Bereich der Laboranalysen

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

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

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

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

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

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

Meteorologische Messgeräte

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

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

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

Anhang 7: Verfügbarkeit der Messdaten

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

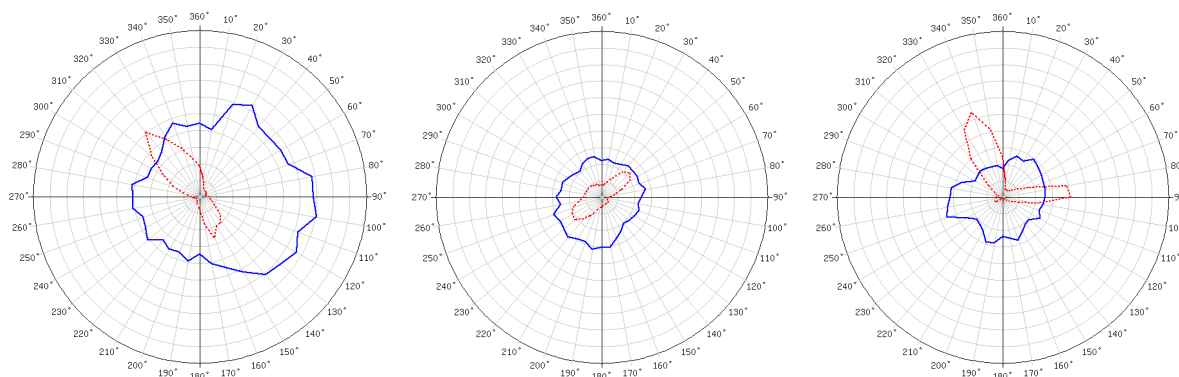
	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM10
Achenkirch				68	
Enzenkirchen	95	96		95	
Illmitz	96	93	96	96	100
Pillersdorf	94	97		98	59
St. Koloman	95	95	95	96	98
St. Sigmund	98	97		98	
Sonnblick			93	97	
Stolzalpe	97	96		93	
Sulzberg	93	93			
Vorhegg	98	91	97	98	89
Zöbelboden	97	97		97	99

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 gesondert als Kalmen (Windstille) ausgewiesen 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

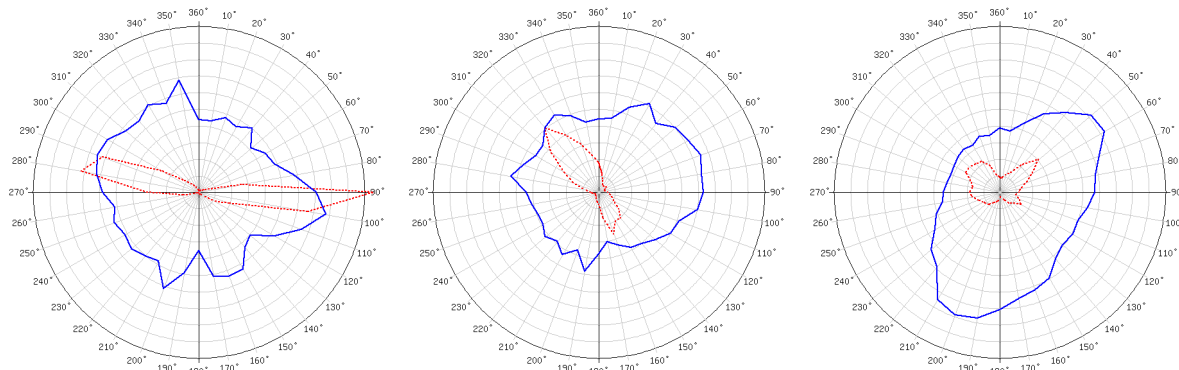
Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20% (-----) bzw. einem HMW von 30 µg/m³ (—).



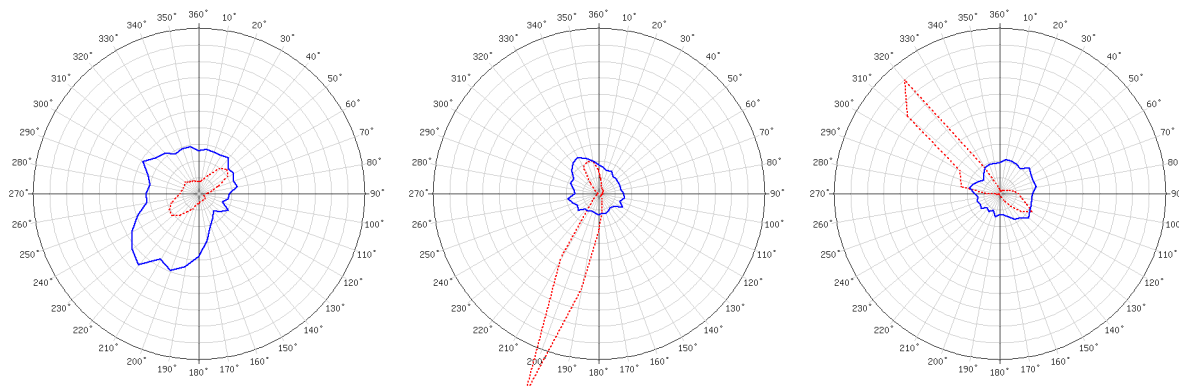
Schadstoffwindrosen für Illmitz, Vorhegg und St. Koloman, PM10 (FH62I-N), 2003, Rohdaten.

Stickstoffdioxid

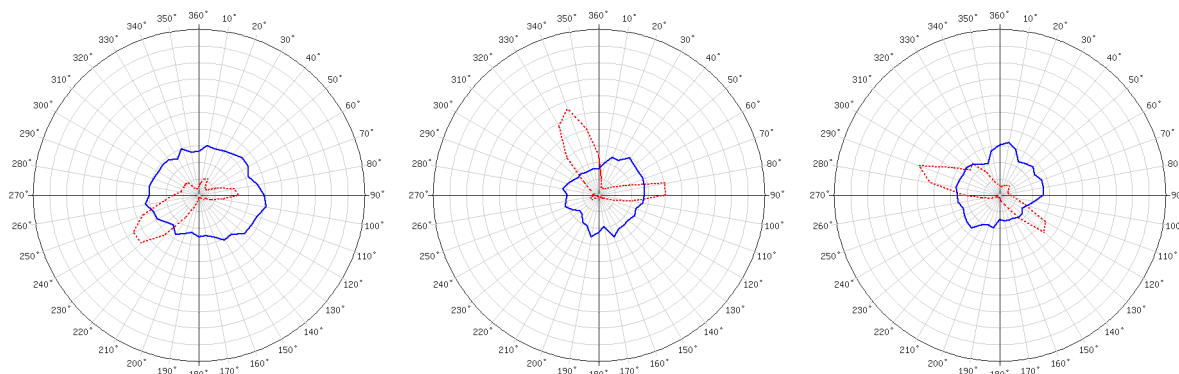
Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20% (-----) bzw. einem HMW von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (—).



Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf NO_2 , 2003



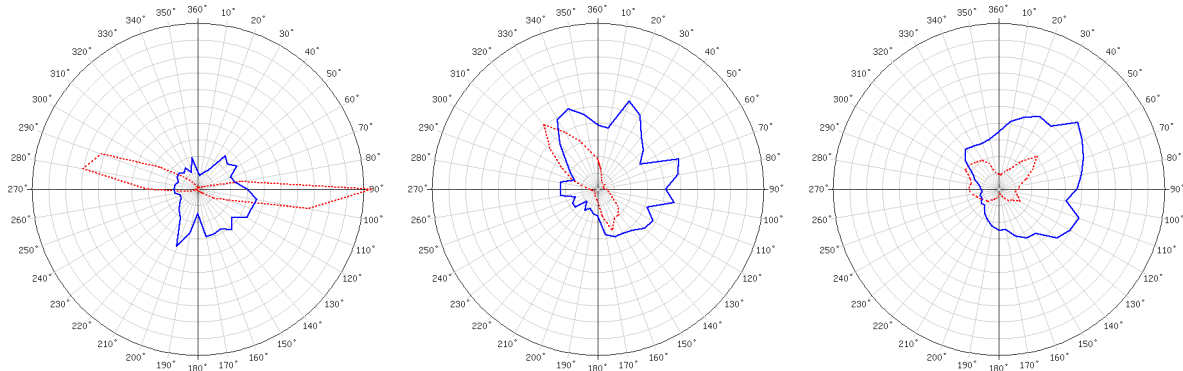
Schadstoffwindrosen für St. Koloman, St. Sigmund und Stolzalpe, NO_2 , 2003



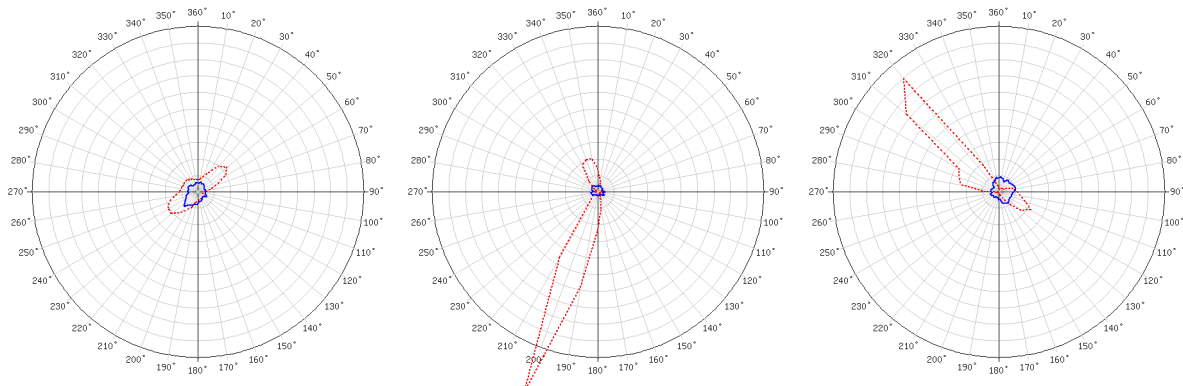
Schadstoffwindrosen für Sulzberg, Vorhegg und Zöbelboden (Wind Messturm) NO_2 , 2003

Schwefeldioxid

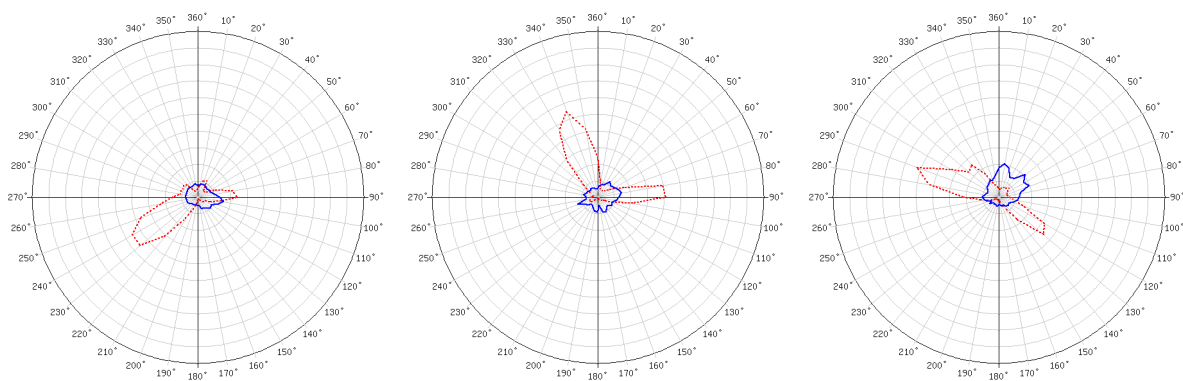
Der Radius der SO₂-Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20% (-----) bzw. einem HMW von 10 µg/m³ (—).



Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf, SO₂, 2003



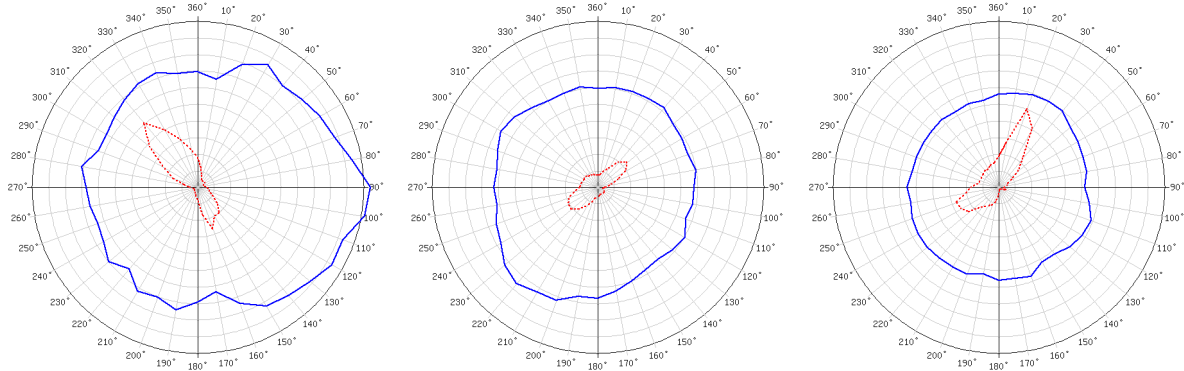
Schadstoffwindrosen für St. Koloman, St. Sigmund und Stolzalpe, SO₂, 2003



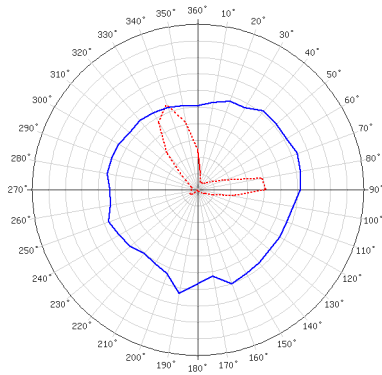
Schadstoffwindrosen für Sulzberg, Vorhegg und Zöbelboden (Wind Messturm), SO₂, 2003

Kohlenmonoxid

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



Schadstoffwindrose für Illmitz, St. Koloman und Sonnblick, CO, 2003



Schadstoffwindrose für Vorhegg, CO, 2003