

# Luftgütemessungen und meteorologische Messungen



Jahresbericht Hintergrundmessnetz

Umweltbundesamt 2012



# **LUFTGÜTEMESSUNGEN UND METEOROLOGISCHE MESSUNGEN**

Jahresbericht Hintergrundmessnetz  
Umweltbundesamt  
2012

Wolfgang Spangl

REPORT  
REP-0422

Wien 2013

**Projektleitung**

Wolfgang Spangl

**Autor**

Wolfgang Spangl

**Messung**

Thomas Eckl

Marina Fröhlich

Michael Reisenhofer

Franz Rokop

Wolfgang Sarny

Erich Singer

Andreas Wolf

Franz Zimmerl

**Lektorat**

Maria Deweis

**Satz/Layout**

Elisabeth Riss

**Umschlagfoto**

Messstelle Illmitz (Michael Reisenhofer)

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

**Impressum**

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

Eigenvervielfältigung

*Gedruckt auf CO<sub>2</sub>-neutralem 100 % Recyclingpapier*

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2013

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-226-7

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	5
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	13
<b>2 DAS VOM UMWELTBUNDESAMT BETRIEBENE LUFTGÜTEMESSNETZ</b> .....	14
<b>3 ERGEBNISSE UND INTERPRETATION DER IMMISSIONSMESSUNGEN</b> .....	20
<b>3.1 Einleitung</b> .....	20
<b>3.2 Ozon</b> .....	21
3.2.1 Konzentration von Ozon im Jahr 2012.....	21
3.2.2 Trend der Ozonbelastung .....	22
3.2.3 Repräsentative Flächen der Hintergrundmessstellen für Ozon .....	27
<b>3.3 PM<sub>10</sub></b> .....	31
3.3.1 Konzentration von PM <sub>10</sub> im Jahr 2012 .....	31
3.3.2 Herkunft der erhöhten PM <sub>10</sub> -Belastungen.....	35
3.3.3 Trend der PM <sub>10</sub> -Belastung .....	36
3.3.4 Temporäre PM <sub>10</sub> -Messungen in Haidershofen .....	39
3.3.5 Vergleich der gravimetrischen und kontinuierlichen PM <sub>10</sub> -Messung ...	41
<b>3.4 PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub>, Partikelanzahl</b> .....	43
3.4.1 Die Konzentration von PM <sub>2,5</sub> und PM <sub>1</sub> im Jahr 2012 .....	43
3.4.2 PM <sub>2,5</sub> und PM <sub>1</sub> und Partikelanzahl (Grimm).....	45
3.4.3 Trend der PM <sub>2,5</sub> - und PM <sub>1</sub> -Konzentration .....	46
3.4.4 Chemische Zusammensetzung von PM <sub>2,5</sub> in Illmitz .....	48
<b>3.5 Stickstoffoxide</b> .....	51
3.5.1 Die Konzentration von NO <sub>2</sub> und NO <sub>x</sub> im Jahr 2012 .....	51
3.5.2 Stickstoffoxid-Messungen auf dem Sonnblick .....	53
3.5.3 Trend der Belastung durch Stickstoffoxide .....	54
<b>3.6 Schwefeldioxid</b> .....	58
3.6.1 Die Konzentration von SO <sub>2</sub> im Jahr 2012 .....	58
3.6.2 Trend der Schwefeldioxidbelastung.....	59
<b>3.7 Kohlenstoffmonoxid</b> .....	63
3.7.1 Trend der CO-Belastung.....	63
<b>3.8 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)</b> .....	65
3.8.1 Konzentration der PAK in Illmitz im Jahr 2012.....	65
3.8.2 Trend der PAK-Belastung .....	66
<b>3.9 Deposition von PAK</b> .....	67
<b>3.10 Flüchtige organische Verbindungen</b> .....	68
<b>3.11 Schwermetalle im PM<sub>10</sub></b> .....	69
<b>3.12 Deposition von Schwermetallen</b> .....	69
<b>3.13 Treibhausgase</b> .....	70

<b>4</b>	<b>METEOROLOGISCHE MESSUNGEN</b> .....	<b>73</b>
<b>4.1</b>	<b>Meteorologische Einflussgrößen auf die Schadstoffbelastung</b> .....	<b>73</b>
<b>4.2</b>	<b>Die Witterung im Jahr 2012 und deren Einfluss auf die Immissionssituation in Österreich</b> .....	<b>74</b>
<b>4.3</b>	<b>Temperatur</b> .....	<b>80</b>
<b>4.4</b>	<b>Globalstrahlung</b> .....	<b>82</b>
<b>4.5</b>	<b>Sonnenscheindauer</b> .....	<b>83</b>
<b>4.6</b>	<b>Niederschlag</b> .....	<b>85</b>
<b>5</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>87</b>
	<b>ANHANG 1: DEFINITIONEN UND ABKÜRZUNGEN</b> .....	<b>90</b>
	<b>ANHANG 2: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN</b> .....	<b>92</b>
	<b>ANHANG 3: MITTELWERTDEFINITIONEN</b> .....	<b>93</b>
	<b>ANHANG 4: IMMISSIONSGRENZWERTE UND IMMISSIONSZIELWERTE</b> .....	<b>94</b>
	<b>ANHANG 5: MESSGERÄTE UND ANALYSEVERFAHREN</b> .....	<b>97</b>
	<b>ANHANG 6: QUALITÄTSSICHERUNG</b> .....	<b>102</b>
	<b>ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN</b> .....	<b>104</b>
	<b>ANHANG 8: SCHADSTOFFWINDROSEN</b> .....	<b>105</b>

## ZUSAMMENFASSUNG

### Luftschadstoffmessungen

Das Umweltbundesamt betreibt gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L) und Ozongesetz sowie im Rahmen des Global Atmosphere Watch-Messprogramms (GAW<sup>1</sup>) der World Meteorological Organization (WMO<sup>2</sup>) insgesamt sieben Messstellen in Österreich, an welchen die in der nachfolgenden Tabelle angeführten Luftschadstoffe gemessen werden.

Tabelle: Immissionsmessungen an den Luftgütemessstellen des Umweltbundesamtes im Jahr 2012.

Messstelle	Ozon (O <sub>3</sub> )	Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub> , PM <sub>1</sub>	Stickstoffoxide (NO, NO <sub>2</sub> )	Kohlenstoffmonoxid (CO)
Enzenkirchen (ENK)	x	x	x		x	
Illmitz (ILL)	x	x	x	x	x	x
Klöch (KLH)			x		x	
Pillersdorf (PIL)	x	x	x		x	
Sonnblick (SON)	x				x <sup>1)</sup>	x
Vorhegg (VOR)	x	x	x		x	x
Zöbelboden (ZOE)	x	x	x		x	

<sup>1)</sup> NO<sub>2</sub> sowie NO<sub>x</sub> als Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen

Darüber hinaus werden in Illmitz

- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK bzw. PAH<sup>3</sup>) im PM<sub>10</sub>,
- Inhaltsstoffe von PM<sub>2,5</sub> (elementarer und organischer Kohlenstoff, Sulfat, Nitrat, Ammonium, Natrium, Kalium, Kalzium, Magnesium, Chlorid),
- Schwermetalle im PM<sub>10</sub> (Blei, Cadmium, Arsen, Nickel),
- die Deposition von Schwermetallen (Blei, Cadmium, Arsen, Nickel, Quecksilber) und die
- Deposition von PAK

gemessen.

Die drei Messstellen Illmitz, Vorhegg und Zöbelboden sind Teil des EMEP-Messnetzes<sup>4</sup> der UNECE.

Neben diesen Schadstoffen führt das Umweltbundesamt Konzentrationsmessungen der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und Methan (CH<sub>4</sub>) auf dem Sonnblick auf dem Sonnblick durch.

Im Rahmen des Vollzuges von Art. 10 (6) der EU-Luftqualitätsrichtlinie werden an der Messstelle Wien Allgemeines Krankenhaus (AKH) Benzol, Toluol und Xylole gemessen.

<sup>1</sup> Messstelle Sonnblick

<sup>2</sup> <http://www.wmo.ch>

<sup>3</sup> Polycyclic Hydro-Carbons

<sup>4</sup> Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe, <http://www.emep.int/>

In Haidershofen an der Enns führt das Umweltbundesamt Vorerkundungsmessungen von PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub> durch.

An den Hintergrundmessstellen (ausgenommen Klöch<sup>5</sup> und Sonnblick<sup>6</sup>) werden darüber hinaus die meteorologischen Parameter Windrichtung und Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur, relative Feuchte, Globalstrahlung, Sonnenscheindauer, Niederschlag und Luftdruck erfasst.

## Die meteorologischen Verhältnisse im Jahr 2012

Das Jahr 2012 war im Großteil Österreichs ungewöhnlich warm und fügt sich damit in den Trend der letzten 20 Jahre. Mit einer Abweichung von + 1,1 °C gegenüber dem Wert der Klimaperiode 1971–2000 war 2012 das siebentwärmste Jahr seit 1768. Besonders hohe Temperaturabweichungen traten im Süden und Osten Österreichs auf, in Lienz war 2012 das wärmste, auf dem Sonnblick das drittwärmste Jahr seit Beginn der Messreihen. Überdurchschnittlich warm waren die Monate Jänner, Juni, August und November, unterdurchschnittlich kalt nur der Februar.

Die Niederschlagsmengen lagen südlich des Alpenhauptkamms und in Teilen Nordtirols deutlich über dem langjährigen Mittel, in Döllach in Westkärnten wurde 2012 die zweithöchste, in Innsbruck die vierthöchste Niederschlagsmenge seit Beginn der Messungen registriert. Sehr trocken waren das westliche Oberösterreich und das östliche Niederösterreich.

Der Sommer 2012 war nicht nur sehr warm, sondern auch sehr regenreich, was u. a. einen Einfluss auf die nur mäßige Ozonbelastung des Jahres 2012 hatte.

Sowohl zu Beginn als auch am Ende des Jahres 2012 fielen nördlich des Alpenhauptkamms und im Nordosten Österreich sehr hohe Schneemengen, während der Süden Österreichs relativ schneearm war.<sup>7</sup>

## Ergebnisse der Messungen nach Schadstoffen

### Ozon

Der Informationsschwellenwert (180 µg/m<sup>3</sup> als Einstundenmittelwert) wurde im Jahr 2012 an jeweils einem Tag in Illmitz und in Pillersdorf überschritten.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit (120 µg/m<sup>3</sup> als täglicher maximaler Achtstundenmittelwert, maximal 25 Überschreitungen im Mittel über die letzten drei Jahre 2010–2012) wurde an den Messstellen Illmitz, Pillersdorf, Vorhegg und Zöbelboden überschritten<sup>8</sup>.

---

<sup>5</sup> Meteorologische Messungen durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

<sup>6</sup> Meteorologische Messungen durch die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.

<sup>7</sup> Quelle: ZAMG, <http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/jahresrueckblick/weterrueckblick/?jahr=2012&monat=G.J>

<sup>8</sup> sowie auf dem Sonnblick, der allerdings für die Überwachung der Einhaltung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit nicht repräsentativ ist.

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation (18.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  als AOT40-Wert Mai–Juli, gemittelt über die letzten fünf Jahre 2008–2012) wurde an den Messstellen Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg überschritten<sup>9</sup>.

Der AOT40-Wert zum Schutz des Waldes (20.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ , April–September) wurde an allen Messstellen überschritten.

Das Jahr 2012 gehörte hinsichtlich der Überschreitungen bei den Einstunden- und Achtstundenmittelwerten sowie der Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit zu den am niedrigsten belasteten Jahren seit Beginn der Messung, in Enzenkirchen und auf dem Zöbelboden auch bei den AOT40-Werten und bei den Jahresmittelwerten.

Ausschlaggebend dafür war das wechselhafte und eher niederschlagreiche Wetter im Hochsommer 2012, das zu niedrigeren Ozonbelastungen als im Frühling führte.

### **PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>1</sub>**

Der Grenzwert des IG-L für PM<sub>10</sub> (maximal 25 Tagesmittelwerte über 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wurde im Jahr 2012 an keiner Messstelle überschritten. Die meisten Tagesmittelwerte über 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (20 Tage) traten in Illmitz auf.

An keiner Messstelle wurde der PM<sub>10</sub>-Grenzwert für den Jahresmittelwert (40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) überschritten. Den höchsten Jahresmittelwert registrierte mit 20,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Illmitz, gefolgt von Pillersdorf (19,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Klösch (19,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und Enzenkirchen (18,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ); in Haidershofen an der Enns wurden 18,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen (temporäre Messungen seit 2010). Deutlich niedriger war die PM<sub>10</sub>-Belastung im Mittelgebirge (Zöbelboden 11,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Vorhegg 9,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Im langjährigen Vergleich wies das Jahr 2012 an den außeralpinen Messstellen eine deutlich unterdurchschnittliche PM<sub>10</sub>-Belastung auf; in Illmitz, Pillersdorf und Klösch wurden die niedrigsten Jahresmittelwerte seit Beginn der Messung registriert. Vorhegg und Zöbelboden erfassten dagegen eine leicht überdurchschnittliche PM<sub>10</sub>-Belastung.

Ausschlaggebend für die niedrige PM<sub>10</sub>-Belastung war der Witterungsverlauf mit einem sehr warmen, von ozeanischen Luftmassen geprägten Jänner und auch relativ günstigen Ausbreitungsbedingungen im März, November und Dezember; lediglich im Februar 2012 trat eine etwa dreiwöchige Periode mit Hochdruckwetter und stark erhöhter PM<sub>10</sub>-Belastung auf.

Die deutlichen Variationen der PM<sub>10</sub>-Belastung von Jahr zu Jahr lassen sich ganz überwiegend auf unterschiedliche meteorologische Verhältnisse zurückführen. Die gesamtösterreichischen PM<sub>10</sub>-Emissionen veränderten sich in den letzten zehn Jahren nur wenig.

An der großräumigen Herkunft von PM<sub>10</sub> fällt auf, dass Ferntransport von Nordosten – ebenso wie 2010 – deutlich häufiger auftrat als in den Jahren bis 2007, Ferntransport von Südosten dagegen gar nicht

---

<sup>9</sup> sowie auf dem Sonnblick, der allerdings für die Überwachung der Einhaltung des Zielwertes zum Schutz der Vegetation nicht repräsentativ ist.

Die Konzentrationen von  $PM_{2,5}$  und  $PM_{10}$  werden mit der gravimetrischen Methode in Illmitz erfasst, mit kontinuierlichen Messgeräten in Enzenkirchen und Pillersdorf. Im Jahr 2012 betrug der Jahresmittelwert der  $PM_{2,5}$ -Konzentration in Illmitz  $15,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in Enzenkirchen  $12,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in Pillersdorf  $13,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Für die Angabe von Jahresmittelwerten für  $PM_{10}$  in Illmitz liegt keine ausreichende Datenverfügbarkeit vor.

Der Zielwert des IG-L von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel wurde damit an allen Messstellen deutlich unterschritten.

Der mittlere Anteil von  $PM_{2,5}$  am  $PM_{10}$  betrug in Illmitz 75 % und lag damit am unteren Ende des – relativ engen – Variationsbereichs der letzten elf Jahre von 75–80 %.

### Stickstoffoxide

Die Grenzwerte und Zielwerte für  $NO_2$  zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation wurden im Jahr 2012 an allen Hintergrundmessstellen eingehalten.

Die Messstelle Enzenkirchen wies bei allen Belastungsparametern die höchsten Konzentrationen auf ( $NO_2$ -Jahresmittelwert  $11,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , maximaler Halbstundenmittelwert  $116 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , maximaler Tagesmittelwert  $53,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), gefolgt von Illmitz und Pillersdorf (Jahresmittelwert je  $8,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und Klöch ( $8,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Deutlich niedriger war die  $NO_2$ -Belastung im Jahresmittel im Mittel- und Hochgebirge (Zöbelboden  $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Vorhegg  $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Sonnblick  $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Die  $NO_2$ - bzw.  $NO_x$ -Belastung zeigt an allen Messstellen außer Sonnblick einen Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter, wobei in Monaten mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen die höchsten Konzentrationen gemessen wurden.

Die  $NO_x$ - und  $NO_2$ -Konzentration zeigt an den Hintergrundmessstellen in den letzten fünfzehn Jahren einen unregelmäßig steigenden Trend, der nicht dem Verlauf der österreichischen  $NO_x$ -Emissionen folgt, welche bis 2007 etwa konstant blieben und dann leicht abnahmen. Die Variationen der  $NO_x$ - und  $NO_2$ -Belastungen von Jahr zu Jahr sind wesentlich von den meteorologischen Bedingungen bestimmt. Das Jahr 2012 wies an den meisten Messstellen eine niedrigere  $NO_x$ - und  $NO_2$ -Konzentration als 2010 und 2011 auf.

### Schwefeldioxid

Die  $SO_2$ -Belastung lag 2012 an allen Hintergrundmessstellen weit unter den Grenzwerten des IG-L.

Die am höchsten belastete Hintergrundmessstelle war 2012 – wie in den vergangenen Jahren – Pillersdorf mit einem Jahresmittelwert von  $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und einem Wintermittelwert (Oktober 2010 bis März 2011) von  $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In Illmitz betrug der Jahresmittelwert  $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in Enzenkirchen  $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , auf dem Zöbelboden  $0,6$  und in Vorhegg  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Die  $SO_2$ -Belastung wird an den Hintergrundmessstellen von Ferntransport aus Ostmitteleuropa dominiert. Die Belastung geht in Pillersdorf und Illmitz überwiegend auf Quellen in Tschechien und Polen zurück; daneben tragen Quellen in

Ungarn, Serbien und u. U. Rumänien bei; Transport aus der Region Bratislava ist äußerst selten. In Enzenkirchen überlagern sich bei Ostwind – der mit etwa dreimal so hohen SO<sub>2</sub>-Belastungen verbunden ist wie Westwind – die Beträge aller o. g. Herkunftsgebiete von Ferntransport sowie von Emissionen in Linz.

Die SO<sub>2</sub>-Belastung nahm in den letzten Jahrzehnten stark ab, wofür vor allem der starke Rückgang der SO<sub>2</sub>-Emissionen in Tschechien (– 90 %) und im östlichen Deutschland in den Neunzigerjahren, später in der Slowakei, Ungarn, Polen und Slowenien sowie im Raum Wien (Raffinerie Schwechat) verantwortlich war.

Der Rückgang der SO<sub>2</sub>-Belastung in Pillersdorf in den letzten 20 Jahren korrespondiert mit – 85 % eng mit der Entwicklung der SO<sub>2</sub>-Emissionen in Tschechien. In Vorhegg nahm die Belastung seit 1991 um ca. 90 % ab, v. a. dank der Emissionsreduktion der slowenischen Kraftwerke Šoštanj und Trbovlje.

Überlagert wird der generell abnehmende Trend von meteorologischen Einflüssen: ungünstigere Ausbreitungsbedingungen im Winter führten v. a. 2003, 2006 und 2010 zu etwas höheren Belastungen. Im Jahr 2012 lag die SO<sub>2</sub>-Konzentration auf ähnlichem Niveau wie in den letzten fünf Jahren.

## **Kohlenstoffmonoxid**

Die CO-Belastung lag 2012 an allen Hintergrundmessstellen weit unter dem Grenzwert des IG-L.

Der maximale Achtstundenmittelwert der CO-Konzentration betrug in Illmitz 0,9 mg/m<sup>3</sup>, in Vorhegg 0,5 mg/m<sup>3</sup> und auf dem Sonnblick 0,3 mg/m<sup>3</sup>.

Im Jahresmittel war die CO-Konzentration 2012 etwas niedriger als 2011.

Über das letzte Jahrzehnt zeigt die CO-Konzentration einen eher unregelmäßigen Verlauf, der nicht der Entwicklung der österreichischen CO-Emissionen folgt.

## **Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK<sup>10</sup>) im PM<sub>10</sub>**

In Illmitz werden die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzo(a)pyren, Benzo(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(j)fluoranthen, Dibenzo(a,h)anthracen und Indeno(1,2,3-c,d)pyren im PM<sub>10</sub> analysiert.

Im Jahr 2012 lag die Benzo(a)pyren-Konzentration bei 0,48 ng/m<sup>3</sup>, die mit den Toxizitätsäquivalentfaktoren (TEF) gewichtete Konzentration aller analysierten PAK bei 0,73 ng/m<sup>3</sup>. B(a)P machte somit 65 % der TEF-gewichteten PAK-Belastung aus. Daneben tragen nur noch Dibenzo(a,h)anthracen (12 %) und Benzo(b)fluoranthen (9 %) nennenswert zur TEF-gewichteten PAK-Summe bei.

Die B(a)P- bzw. PAK-Belastung zeigt keinen einheitlichen Trend seit Beginn der Messung 2007. 2009 war bisher das am höchsten, 2011 das am niedrigsten belastete Jahr. Damit unterscheidet sich der zeitliche Verlauf der B(a)P-Belastung deutlich von jenem von PM<sub>10</sub> (2009 niedrig, 2011 hoch belastet).

---

<sup>10</sup> auch als PAH (polycyclic hydro-carbons) bezeichnet.

Der Anteil von B(a)P an der TEF-gewichteten PAK-Konzentration ist mit 57–65 % über die Jahre ziemlich konstant.

### **Inhaltsstoffe von PM<sub>2,5</sub> (EC, OC, Sulfat, Nitrat und Ammonium, Na, K, Ca, Mg, Cl)**

In Illmitz wird die chemische Zusammensetzung von PM<sub>2,5</sub> – basierend auf Monatsmischproben – auf folgende Komponenten analysiert: Elementarer Kohlenstoff (EC), organischer Kohlenstoff (OC), Sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sub>2</sub><sup>+</sup>, Mg<sub>2</sub><sup>+</sup> und Cl<sup>-</sup>.

Im Jahresmittel beträgt der Anteil von organischem Material (OM, aus organischem Kohlenstoff mit einem Faktor 1,7 bestimmt) 43 %, von elementarem Kohlenstoff 4 %, von Sulfat 17 %, von Nitrat 16 %, von Ammonium 9 % und den Alkali- und Erdalkalimetallen 5% der gesamten PM<sub>2,5</sub>-Konzentration.

Im Jahresverlauf variiert der OM-Anteil unregelmäßig, die Beiträge von EC, Sulfat und Nitrat sind im Winter höher. Auffällig ist die sehr niedrige Sulfat-Konzentration im sehr warmen Jänner 2012.

Im Vergleich zu den Analysen 1999/2000 sowie 2011 wies das Jahr 2012 – bei absolut deutlich niedrigerer PM<sub>2,5</sub>-Belastung – eine vergleichbar hohe Nitrat-Konzentration, aber eine niedrigere Sulfat-Konzentration auf.

### **Deposition von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen**

In Illmitz wird die Deposition der PAH Benzo(a)pyren, Benzo(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(j)fluoranthren, Dibenzo(a,h)anthracen und Indeno(1,2,3-c,d)pyren mittels Bergerhoff-Bechern gemessen.

Die Depositionsmengen variieren von Jahr zu Jahr stark und zeigen keinen Trend.

### **Flüchtige organische Verbindungen in Wien AKH**

Flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds – VOC) spielen in der troposphärischen Ozonchemie eine Rolle.

In Wien AKH wird seit 2011 die Konzentration von iso-Pentan, 1-Penten, n-Pentan, 2-Penten, iso-Hexan, n-Hexan, Benzol, iso-Oktan, n-Heptan, Toluol, n-Oktan, Ethylbenzol, m-, p-Xylol, o-Xylol, 1,3,5-Trimethylbenzol, 1,2,4-Trimethylbenzol und 1,2,3-Trimethylbenzol mit aktiver Probenahme über jeweils einen Tag und anschließender Analyse mittels Gaschromatographie gemessen.

Die Benzolkonzentration lag im Jahresmittel 2012 mit 0,7 µg/m<sup>3</sup> deutlich unter dem Grenzwert von 5 µg/m<sup>3</sup>.

### **Schwermetalle im PM<sub>10</sub>**

In Illmitz wird die Konzentration der Schwermetalle Arsen, Cadmium, Blei und Nickel im PM<sub>10</sub> erfasst.

Die Konzentrationen lagen deutlich unter den Grenz- bzw. Zielwerten des IG-L.

Die Konzentration aller Schwermetalle zeigt bis 2007 einen kontinuierlichen Rückgang, danach keine größere Veränderung mehr.

### **Deposition von Schwermetallen (Blei, Cadmium, Arsen, Nickel, Quecksilber)**

In Illmitz wird die Deposition der Schwermetalle Blei, Cadmium, Arsen, Nickel und Quecksilber mittels Bergerhoff-Bechern gemessen.

Die Deposition von Pb bzw. Cd lag mit 1,7 µg/(m<sup>2</sup>·Tag) bzw. 0,1 µg/(m<sup>2</sup>·Tag) sehr weit (bei 2 % bzw. 5 % des Grenzwertes) unter den Grenzwerten des IG-L.

Die Depositionsmengen der Schwermetalle zeigen keinen klaren Trend.

### **Treibhausgase**

Die Konzentration des Treibhausgases CO<sub>2</sub> (Kohlenstoffdioxid) wird seit 2000, jene von CH<sub>4</sub> (Methan) seit April 2012 auf dem Sonnblick gemessen.

Die CO<sub>2</sub>-Daten spiegeln in den letzten Jahren den global beobachteten Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration im Jahresmittel wider.

Sowohl CO<sub>2</sub> als auch CH<sub>4</sub> zeigen einen klaren Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter, der durch höhere anthropogene Emissionen und geringere Aufnahme durch Pflanzen bedingt ist.



## 1 EINLEITUNG

Das Umweltbundesamt betrieb im Jahr 2012 gemäß Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L) und gemäß Ozongesetz in Österreich insgesamt sieben Luftgütemessstellen<sup>11</sup> (siehe Abbildung 1 und Tabelle 1). Diese Messstellen bilden das **österreichische Hintergrundmessnetz**.

Diese Messungen sind u. a. notwendig, um über

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

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

Drei der Hintergrundmessstellen (Illmitz, Zöbelboden und Vorhegg) sind zudem Teil eines europaweiten Schadstoffmessnetzes (EMEP – Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe<sup>12</sup>), welches innerhalb der Konvention über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigungen<sup>13</sup> betrieben wird und der Ermittlung von großräumigem, grenzüberschreitendem Schadstofftransport dient. Der Standort Zöbelboden ist in das Integrated Monitoring-Messprogramm der UNECE zur langfristigen Ökosystembeobachtung eingebunden.

Um diesen Aufgaben gerecht werden zu können, wurden die Messstellen so situiert, dass sie nicht im unmittelbaren Einflussbereich von Schadstoffemittenten liegen. Dies bedeutet, dass die auftretenden Schadstoffkonzentrationen im Normalfall unter der Belastung liegen, welche üblicherweise in städtischen Gebieten gemessen wird. Das hat zur Folge, dass vor allem bei den Schadstoffen SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und CO an die Messtechnik besonders hohe Anforderungen gestellt werden. Mit Überschreitungen von Grenz-, Ziel- und Schwellenwerten ist in der Regel nur bei den Komponenten PM<sub>10</sub> und Ozon zu rechnen; die Konzentrationen der anderen Schadstoffe liegen im regionalen Hintergrund durchwegs unter den Grenzwerten bzw. Zielwerten.

Die Hintergrundmessstellen dienen zudem der Überwachung der in der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation festgelegten Grenzwerte.

Auf dem Sonnblick werden Messungen von CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>y</sub>, Ozon und CO im Rahmen des Global Atmosphere Watch (GAW)-Programms der World Meteorological Organisation (WMO<sup>14</sup>) durchgeführt.

Der vorliegende Jahresbericht für 2012 enthält für die gemessenen Luftschadstoffe (einschließlich der nassen Deposition) und für die meteorologischen Parameter Informationen über die Verfügbarkeit der Messdaten, die Jahres- und Monatsmittelwerte, die maximalen Mittelwerte und die Überschreitungen von Grenz- und Zielwerten.

Die Immissionsgrenzwerte und Immissionszielwerte des IG-L, welche eine wesentliche Grundlage der Auswertungen und Interpretationen darstellen, sind in Anhang 4 angegeben.

---

<sup>11</sup> nach Auflassung der Messstelle Ried im Zillertal im Februar 2012.

<sup>12</sup> <http://www.emep.int>

<sup>13</sup> <http://www.unece.org/env/lrtap/>

<sup>14</sup> <http://www.wmo.ch>

## 2 DAS VOM UMWELTBUNDESAMT BETRIEBENE LUFTGÜTEMESSNETZ

Insgesamt betrieb das Umweltbundesamt gemäß IG-L und Ozongesetz im Jahr 2012 sieben Messstellen, die auf alle Bundesländer mit Ausnahme von Vorarlberg, Tirol und Wien verteilt sind.

In Tabelle 1 sind jene Komponenten zusammengestellt, die an diesen Messstellen im Jahre 2012 laut Messkonzept-VO erhoben wurden.

Die Messstelle Ried im Zillertal wurde im Februar 2012 aufgelassen und ist in diesem Bericht nicht enthalten.

Tabelle 1: Immissionsmessungen an den Luftgütemessstellen des Umweltbundesamtes im Jahr 2012.

Messstelle	Ozon (O <sub>3</sub> )	Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub> , PM <sub>1</sub>	Stickstoffoxide (NO, NO <sub>2</sub> )	Kohlenstoffmonoxid (CO)
Enzenkirchen (ENK)	x	x	x		x	
Illmitz (ILL)	x	x	x	x	x	x
Klöch (KLH)			x		x	
Pillersdorf (PIL)	x	x	x		x	
Sonnblick (SON)	x				x <sup>1)</sup>	x
Vorhegg (VOR)	x	x	x		x	x
Zöbelboden (ZOE)	x	x	x		x	

<sup>1)</sup> NO<sub>2</sub> sowie NO<sub>y</sub> als Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen

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

Neben den in Tabelle 1 angeführten Komponenten werden in Illmitz

- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) im PM<sub>10</sub>,
- Inhaltsstoffe von PM<sub>2,5</sub> (EC, OC, Sulfat, Nitrat, Ammonium, Na, K, Ca, Mg, Cl),
- Schwermetalle im PM<sub>10</sub> (Blei, Cadmium, Arsen, Nickel),
- die Deposition von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen und die
- Deposition der Schwermetalle Blei, Cadmium, Arsen, Nickel und Quecksilber gemessen.

Im Rahmen des Vollzuges von Art. 10 (6) der EU-Luftqualitätsrichtlinie werden an der Messstelle Wien AKH Benzol, Toluol und Xylole gemessen.

Darüber hinaus misst das Umweltbundesamt die Konzentration der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und Methan (CH<sub>4</sub>) auf dem Sonnblick.

In Haidershofen an der Enns im Mostviertel werden Vorerkundungsmessungen für PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub> durchgeführt.

Abbildung 1 zeigt die Lage der Messstellen. Eine genauere Lagebeschreibung ist im Bericht „Luftgütemessstellen in Österreich“ (UMWELTBUNDESAMT 2013a) zu finden.

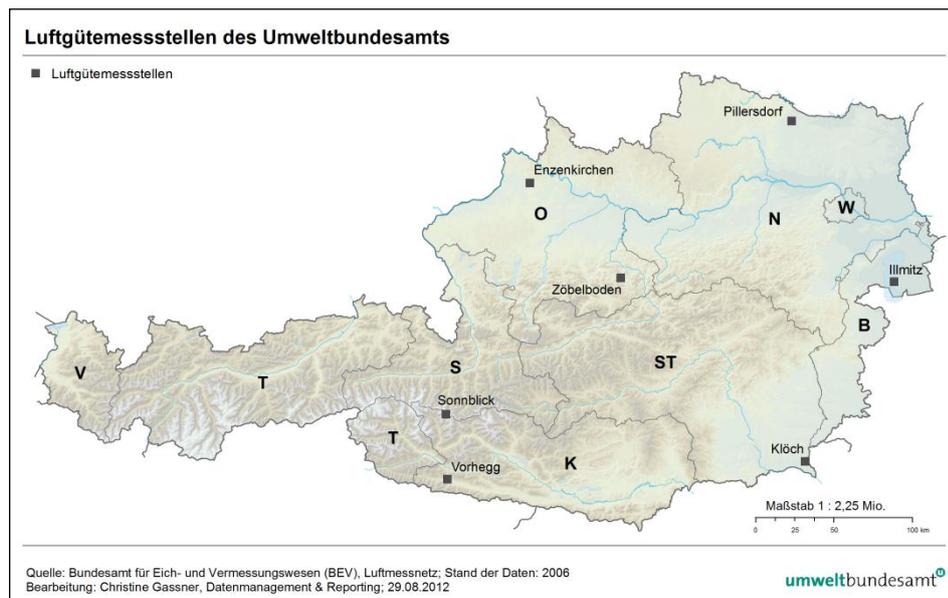


Abbildung 1:  
Lage der  
Umweltbundesamt-  
Messstellen.

Zur Interpretation von Immissionsdaten ist die Kenntnis meteorologischer Größen notwendig. Deshalb sind die Messstationen des Umweltbundesamtes mit entsprechenden Messgeräten ausgerüstet. Die Ausstattung der einzelnen Stationen ist Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Meteorologische Messungen an den Luftgütemessstellen des Umweltbundesamtes.

Messstelle	Wind	Temperatur	rel. Feuchte	Sonnenscheindauer	Globalstrahlung	Strahlungsbilanz	Niederschlag	Luftdruck
ENK	x	x	x	x	x		x	x
ILL	x	x	x	x	x		x	x
PIL	x	x	x	x	x		x	x
VOR	x	x	x	x	x		x	x
ZOE	x	x	x	x	x	x	x	x

Auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, in Klöch durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

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

Die Messstellen sind in Abbildung 2 bis Abbildung 8 dargestellt.

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



*Abbildung 3:  
Messstelle Illmitz von  
Südosten.  
(© Reisenhofer/  
Umweltbundesamt)*





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



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

Abbildung 6:  
Messstelle Sonnblick  
von Süden.  
(© Staudinger/ZAMG)



Abbildung 7:  
Messstelle Vorhegg von  
Nordosten. (© Singer/  
Umweltbundesamt)





*Abbildung 8:  
Messstelle Zöbelboden  
(Wildwiese) von Osten.  
Im Vordergrund stehen  
Niederschlags- und  
Staubniederschlags-  
sammler, rechts  
WADOS für die nasse  
Deposition. (© Rokop/  
Umweltbundesamt)*

## **3 ERGEBNISSE UND INTERPRETATION DER IMMISSIONSMESSUNGEN**

### **3.1 Einleitung**

Zur Sicherstellung der Qualität der Messdaten verfügt das Umweltbundesamt über ein Qualitätssicherungs- und Qualitätskontroll-System. Abläufe zur Qualitätssicherung der Messdaten sind in Anhang 6 beschrieben.

Die Qualitätskontrolle der Messdaten erfolgt in mehreren Schritten. Der vorliegende Jahresbericht wird aus endgültig kontrollierten Daten (diese entsprechen der letzten von vier Kontrollstufen) erstellt. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die in den Monatsberichten des Umweltbundesamtes veröffentlichten Messdaten der dritten Kontrollstufe entsprechen. Dadurch sind in Einzelfällen geringfügige Abweichungen der im Jahresbericht veröffentlichten Werte von jenen der Monatsberichte möglich.

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

Die Verfügbarkeit der gültigen Messwerte ist in Anhang 7 dargestellt.

Die Angabe der Konzentration erfolgt i. A. gemäß IG-L für Luftschadstoffe in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (die Konzentration von CO in  $\text{mg}/\text{m}^3$ , PAK, Cd, As und Ni in  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

Die Genauigkeit der angegebenen Konzentrationen ist vom jeweiligen Messgerät abhängig; die Konzentrationswerte werden mit maximal einer Kommastelle genauer als der Grenzwert angegeben (Ausnahme CO, Benzol, PAK: zwei Kommastellen).

Die Immissionsgrenzwerte und Immissionszielwerte des IG-L, welche eine wesentliche Grundlage der Auswertungen und Interpretationen darstellen, sind in Anhang 4 angegeben.

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Schadstoffmessungen nach Komponenten geordnet zusammengefasst, dargestellt und interpretiert. Am Anfang steht dabei eine Darstellung der Belastung in Relation zu den Grenz- und Zielwerten des IG-L und des Ozongesetzes, dann eine allgemeine Beschreibung der Immissionssituation, gefolgt von einer kurzen Trendanalyse. Weiterführende Informationen wie etwa die Verfügbarkeiten, Schadstoffwindrosen etc. finden sich in den Anhängen.

## 3.2 Ozon

### 3.2.1 Konzentration von Ozon im Jahr 2012

In Tabelle 3 sind die maximalen (stündlich gleitenden) Einstundenmittelwerte (MW1) der Ozonkonzentration, die Anzahl der Tage mit (stündlich gleitenden) Achtstundenmittelwerten (MW8) über  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2012 sowie im Mittel über die Jahre 2010–2012, die AOT40-Werte Mai–Juli 2012 sowie im Mittel über die Jahre 2008–2012 und die AOT40-Werte April–September 2012 an den Messstellen des Umweltbundesamtes dargestellt.

Tabelle 4 zeigt die Monats- und Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration im Jahr 2012.

Die Informationsschwelle ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Einstundenmittelwert) wurde im Jahr 2012 an jeweils einem Tag in Illmitz (19.06.) und Pillersdorf (20.08.) überschritten.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit (maximal 25 Tage mit Achtstundenmittelwerten über  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , gemittelt über die letzten drei Jahre) wurde an den Messstellen Illmitz, Pillersdorf, Vorhegg und Zöbelboden (sowie auf dem Sonnblick<sup>8</sup>) überschritten, in Enzenkirchen knapp unterschritten.

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation (AOT40 Mai–Juli von  $18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ , gemittelt über die letzten fünf Jahre) wurde an den Messstellen Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg (sowie auf dem Sonnblick<sup>9</sup>) überschritten, in Enzenkirchen und auf dem Zöbelboden knapp unterschritten.

Der AOT40 zum Schutz des Waldes (April–September,  $20.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ) wurde an allen Messstellen überschritten, am deutlichsten in Illmitz und Pillersdorf.

Tabelle 3: Ozon – maximaler Einstundenmittelwert, Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten über  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2012 sowie im Mittel über die Jahre 2010–2012, AOT40-Wert Mai–Juli 2012 sowie im Mittel über die Jahre 2008–2012; AOT40-Wert April–Sept. 2012 (Quelle: Umweltbundesamt).

Ozon	max. MW1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MW1 > $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl Tage MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2012	durchschnittliche Anzahl Tage MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2010–2012	AOT40 Mai–Juli 2012 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	AOT40 Mai–Juli Mittel 2008–2012 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	AOT40 April–Sept. 2012 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )
ENK	165	0	21	23	17.656	17.329	29.091
ILL	187	3	47	38	22.856	21.316	40.387
PIL	191	1	37	29	22.131	18.907	38.635
SON	155	0	68	67	30.779	29.730	55.741
VOR	170	0	36	36	23.000	20.473	33.796
ZOE	151	0	22	27	15.615	16.242	25.545

Tabelle 4:  
Monats- und Jahres-  
mittelwerte der Ozon-  
konzentration im Jahr  
2012 (in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Quelle:  
Umweltbundesamt).

Ozon	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
Jän. 2012	47,1	48,7	53,1	v	65,7	64,8
Feb. 2012	52,3	54,2	57,0	89,6	76,5	67,2
Mär. 2012	60,7	66,6	68,9	102,9	83,8	74,0
Apr. 2012	75,9	76,8	79,2	108,4	83,7	87,8
Mai 2012	88,6	90,4	92,3	115,0	93,4	98,4
Jun. 2012	82,1	83,6	82,5	105,6	v	86,7
Jul. 2012	71,1	65,1	77,9	108,9	82,3	77,4
Aug. 2012	84,4	77,8	91,0	105,0	81,1	87,1
Sep. 2012	56,9	67,4	66,8	99,7	59,8	64,8
Okt. 2012	30,1	42,9	47,1	82,2	45,2	50,1
Nov. 2012	16,3	28,9	32,6	91,2	41,8	48,9
Dez. 2012	32,9	31,9	33,2	84,1	58,0	62,9
<b>JMW 2012</b>	<b>59,3</b>	<b>61,2</b>	<b>65,1</b>	<b>98,5</b>	<b>71,5</b>	<b>72,6</b>

v ... unzureichende Verfügbarkeit

Die Monate Jänner, Mai und Juni wiesen – dank warmem und niederschlagsarmem Wetter – im Vergleich zu den vorangegangenen Jahren eine relativ hohe Ozonbelastung auf. Im Jänner 2012 wurde in Illmitz der höchste Monatsmittelwert im Jänner seit Beginn der Messung 1989 registriert, in Enzenkirchen seit 1998, in Pillersdorf seit 2000. Demgegenüber verdankte der Juli 2012 dem wechselhaften und regnerischen Wetter eine sehr niedrige Ozonbelastung; die Monatsmittelwerte lagen durchwegs unter jenen der Monate April bis Juni, in Illmitz wurde der niedrigste Monatsmittelwert seit 1993 gemessen, auf dem Zöbelboden seit Beginn der Messung 1995. Im August lag die Ozonbelastung über dem Durchschnitt, in Enzenkirchen wurde der höchste Monatsmittelwert seit 2003 beobachtet. Sehr niedrig war die Ozonkonzentration im Oktober, auf dem Sonnblick wurde der niedrigste Monatsmittelwert im Oktober seit 1989, auf dem Zöbelboden seit Beginn der Messung 1995 gemessen.

### 3.2.2 Trend der Ozonbelastung

#### Spitzenbelastung

Tabelle 5 gibt die Anzahl der Tage mit Überschreitungen der Informationsschwelle seit 1990 an.

Das Jahr 2012 wies eine deutlich unterdurchschnittliche Spitzenbelastung auf. Konzentrationen über  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurden nur an jeweils einem Tag an den Messstellen Illmitz und Pillersdorf registriert.

Im Verlauf der letzten 20 Jahre waren die frühen Neunzigerjahre sowie 2003 und 2006 am höchsten belastet. Die Messstelle Enzenkirchen wies in den Jahren 1998, 2003 bzw. 2006 die meisten Überschreitungen auf, Illmitz 1990, Pillersdorf 1994, Sonnblick 2003, Vorhegg 1996 und Zöbelboden 2006.

Die jährlichen 98-Perzentile (siehe Tabelle 6) der Einstundenmittelwerte zeigen an allen Messstellen in den letzten fünfzehn bis zwanzig Jahren abnehmende Trends von 0,4–0,7 µg/m<sup>3</sup> pro Jahr, die teilweise statistisch signifikant sind (Illmitz 99 %-Signifikanzniveau, Pillersdorf und Vorhegg 95 %-Signifikanzniveau, Sonnblick 90 %-Signifikanzniveau).

	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
1990		11		0		
1991		2		0	0	
1992		7	8	0	2	
1993		0	0	1	0	
1994		3	10	0	3	
1995		3	1	0	1	
1996		3	0	0	8	0
1997	0	0	0	0	0	0
1998	2	5	1	1	1	0
1999	0	0	0	0	1	0
2000	1	7	6	0	6	0
2001	0	0	1	0	2	0
2002	0	1	1	0	1	0
2003	2	9	5	4	7	2
2004	0	0	1	0	1	0
2005	1	0	4	0	1	0
2006	2	7	2	0	3	3
2007	1	4	3	0	1	0
2008	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0
2010	0	1	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0
2012	0	1	1	0	0	0

Tabelle 5:  
Anzahl der Tage mit  
Überschreitung der  
Ozon-Informationsschwelle  
(MW1 > 180 µg/m<sup>3</sup>),  
1990–2012 (Quelle:  
Umweltbundesamt).

Tabelle 6: 98-Perzentil der Einstundenmittelwerte der Ozonkonzentration (Spitzenbelastung), 1993–2012 (in µg/m<sup>3</sup>)  
(Quelle: Umweltbundesamt).

	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
ENK							123	137	130	130	150	124	129	139	129	120	123	129	124	123
ILL	140	143	138	132	132	133	128	142	134	132	152	130	135	132	130	121	127	126	128	131
PIL	132	152	135	129	128	137	125	143	130	130	146	131	132	129	130	124	122	125	125	128
SON				144	136	145	134	140	142	135	152	138	139	144	137	132	135	135	137	133
VOR	140	141	135	151		134	131	146	137	127	149	129	135	151	131	120	128	130	130	126
ZOE				137	125	134	124	137	130	125	154	133	134	141	130	123	124	128	126	119

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

Der Trend der Anzahl der jährlichen Überschreitungen des täglichen maximalen Achtstundenmittelwertes von 120 µg/m³ ist in Abbildung 9 dargestellt.

Die Belastung lag im Jahr 2012 deutlich unter dem Durchschnitt der letzten 20 Jahre. In Pillersdorf, auf dem Sonnblick und in Vorhegg, vor allem aber in Oberösterreich (Enzenkirchen) war sie deutlich unterdurchschnittlich; auf dem Zöbelboden wurde die niedrigste, in Enzenkirchen die drittniedrigste Überschreitungszahl seit Beginn der Messung registriert.

Im langjährigen Vergleich wurden die meisten Überschreitungen an allen Messstellen im Jahr 2003 beobachtet; Enzenkirchen und Illmitz wiesen 2008, Pillersdorf 2009, Sonnblick 1991, Vorhegg 1997 und Zöbelboden 2012 die wenigsten Überschreitungen auf.

Alle Messstellen zeigen abnehmende Trends, in Vorhegg mit mäßiger statistischer Signifikanz (90 %-Konfidenzniveau).

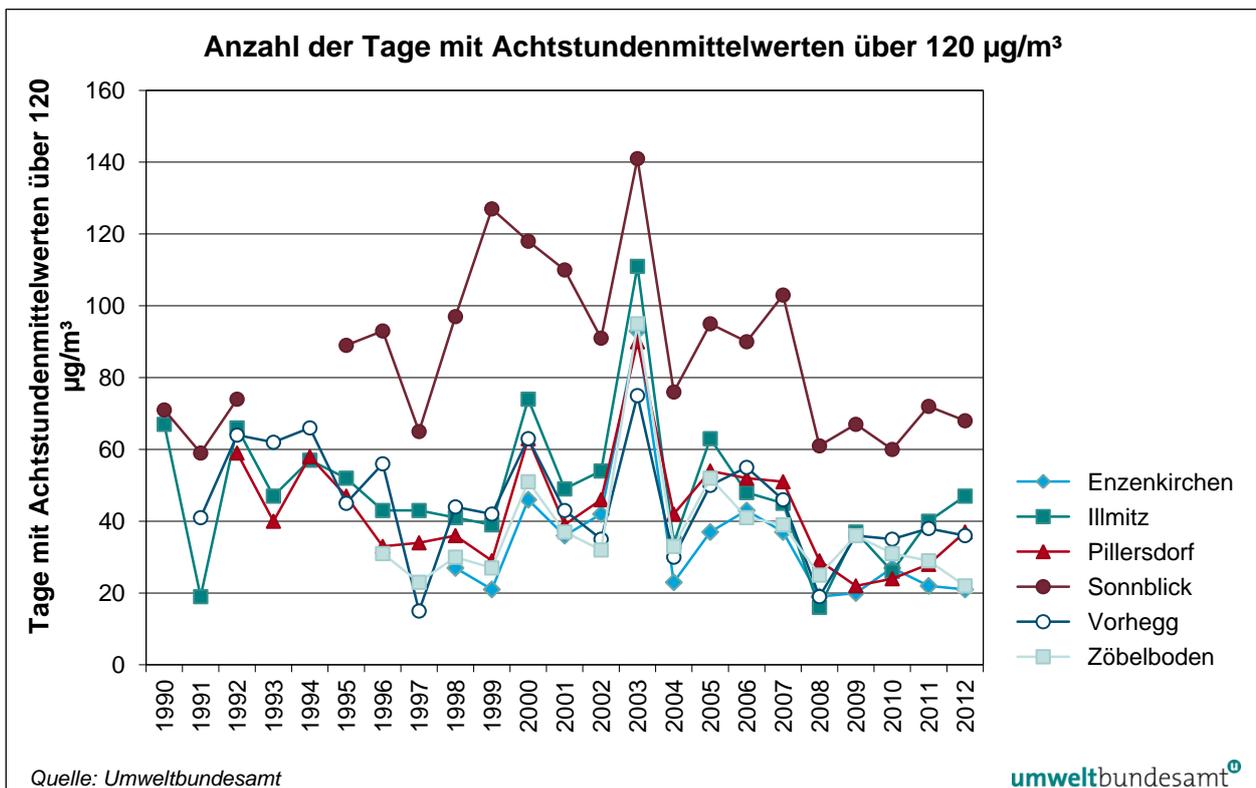


Abbildung 9: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Ozon-Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit (MW8 > 120 µg/m³) 1990–2012.

### Trend des AOT40 Mai–Juli

Der Trend der AOT40-Werte gemäß Ozonrichtlinie – die in den meisten Jahren den Zielwert zum Schutz der Vegetation von 18.000 µg/m³·h an allen Messstellen überschritten – ist für den Zeitraum 1991–2012 in Abbildung 10 dargestellt.

Die Belastung der Messstellen Illmitz, Pillersdorf, Sonnblick und Vorhegg lag 2012 über dem Zielwert, sie registrierten jedoch eine leicht unterdurchschnittliche Belastung; in Enzenkirchen und Zöbelboden, wo die drittniedrigsten AOT40 seit Beginn der Messung beobachtet wurden, lag sie deutlich unter dem Durchschnitt.

Die höchste Belastung der gesamten Messreihe wurde an den meisten Messstellen im Jahr 2003 registriert, in Pillersdorf 1994 und in Vorhegg 2006. Das am niedrigsten belastete Jahr war an den meisten Messstellen 2009, in Illmitz und Vorhegg 1991.

Alle Hintergrundmessstellen weisen leicht abnehmende Trends auf, in Enzenkirchen und auf dem Sonnblick mit mäßiger statistischer Signifikanz.

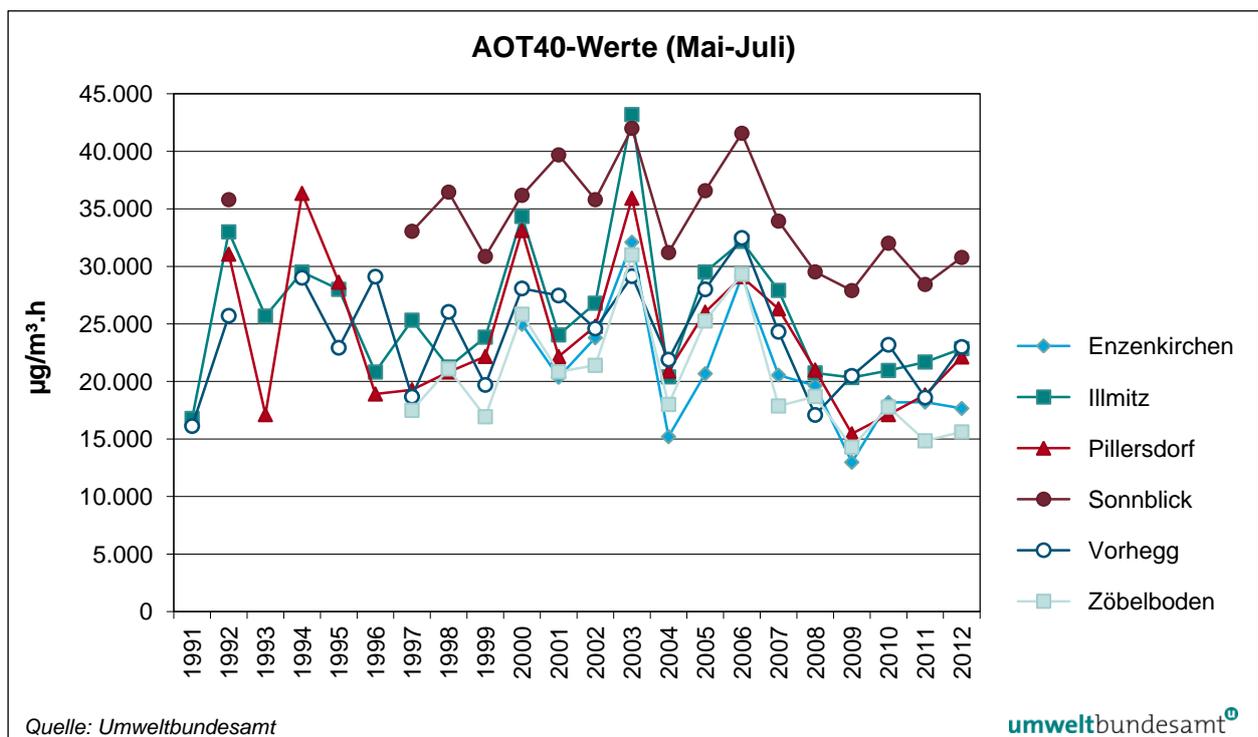


Abbildung 10: Trend der AOT40-Werte (Mai-Juli) zum Schutz der Vegetation vor Ozon 1991–2012.

### Trend der Jahresmittelwerte

In Abbildung 11 und Tabelle 7 werden die Jahresmittelwerte der Ozonmessstellen des Umweltbundesamtes für den Zeitraum 1990–2012 dargestellt.

Während Illmitz und Pillersdorf 2012 Jahresmittelwerte nahe dem Durchschnitt der letzten 20 Jahre registrierten, lag die mittlere Ozonbelastung an den anderen Messstellen unter dem Durchschnitt, am deutlichsten auf dem Zöbelboden.

Den höchsten Jahresmittelwert wies an allen Messstellen das Jahr 2003 auf, sehr hoch belastet waren auch 2000 und 2005. Sehr niedrige Werte zeigen die frühen Neunzigerjahre sowie 2008 bis 2010. Der bislang niedrigste Jahresmittelwert wurde in Enzenkirchen und Pillersdorf 2009, in Illmitz und auf dem Sonnblick 1991, in Vorhegg 2008 und auf dem Zöbelboden 2012 registriert.

Die Messstellen Enzenkirchen, Vorhegg und Zöbelboden zeigen statistisch nicht signifikante abnehmende, Illmitz, Pillersdorf und Sonnblick ansteigende Trends der Jahresmittelwerte.

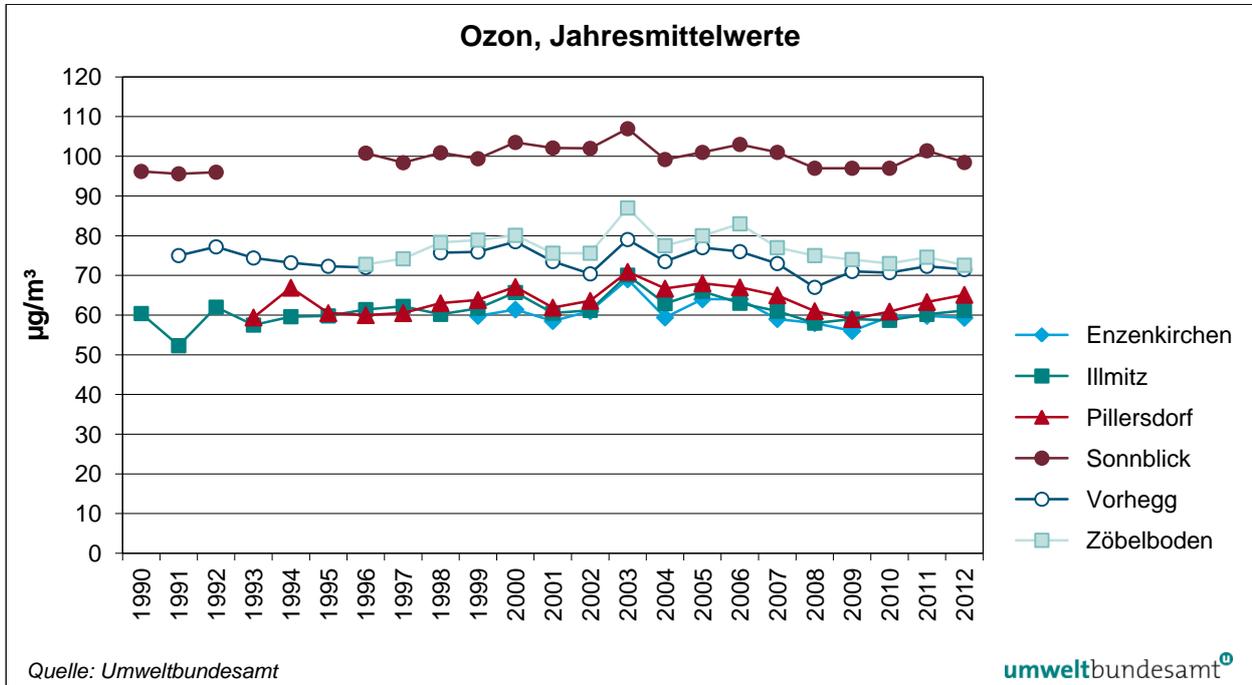


Abbildung 11: Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration, 1990–2012.

Tabelle 7:  
Jahresmittelwerte der  
Ozonkonzentration,  
1990–2012 (in µg/m³)  
(Quelle:  
Umweltbundesamt).

	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
1990		60		96		
1991		52		96	75	
1992		62		96	77	
1993		58	59		74	
1994		60	67		73	
1995		60	61		72	
1996		61	60	101	72	73
1997		62	61	98		74
1998		60	63	101	76	78
1999	60	62	64	99	76	79
2000	61	66	67	104	79	80
2001	59	61	62	102	74	76
2002	61	61	64	102	70	76
2003	69	70	71	107	79	87
2004	59	63	67	99	74	78
2005	64	66	68	101	77	80
2006	64	63	67	103	76	83
2007	59	61	65	101	73	77
2008	58	58	61	97	67	75
2009	56	59	59	97	71	74
2010	60	59	61	97	71	73
2011	60	60	63	101	73	75
2012	59	61	65	98	71	73

### 3.2.3 Repräsentative Flächen der Hintergrundmessstellen für Ozon

Vom Umweltbundesamt wurden Methodik und Kriterien zur Abschätzung der repräsentativen Flächen von Luftgütemessstellen entwickelt (UMWELTBUNDESAMT 2007, 2009).

Tabelle 8 gibt die geschätzte Ausdehnung und die Bevölkerung der repräsentativen Flächen der Hintergrundmessstellen an.

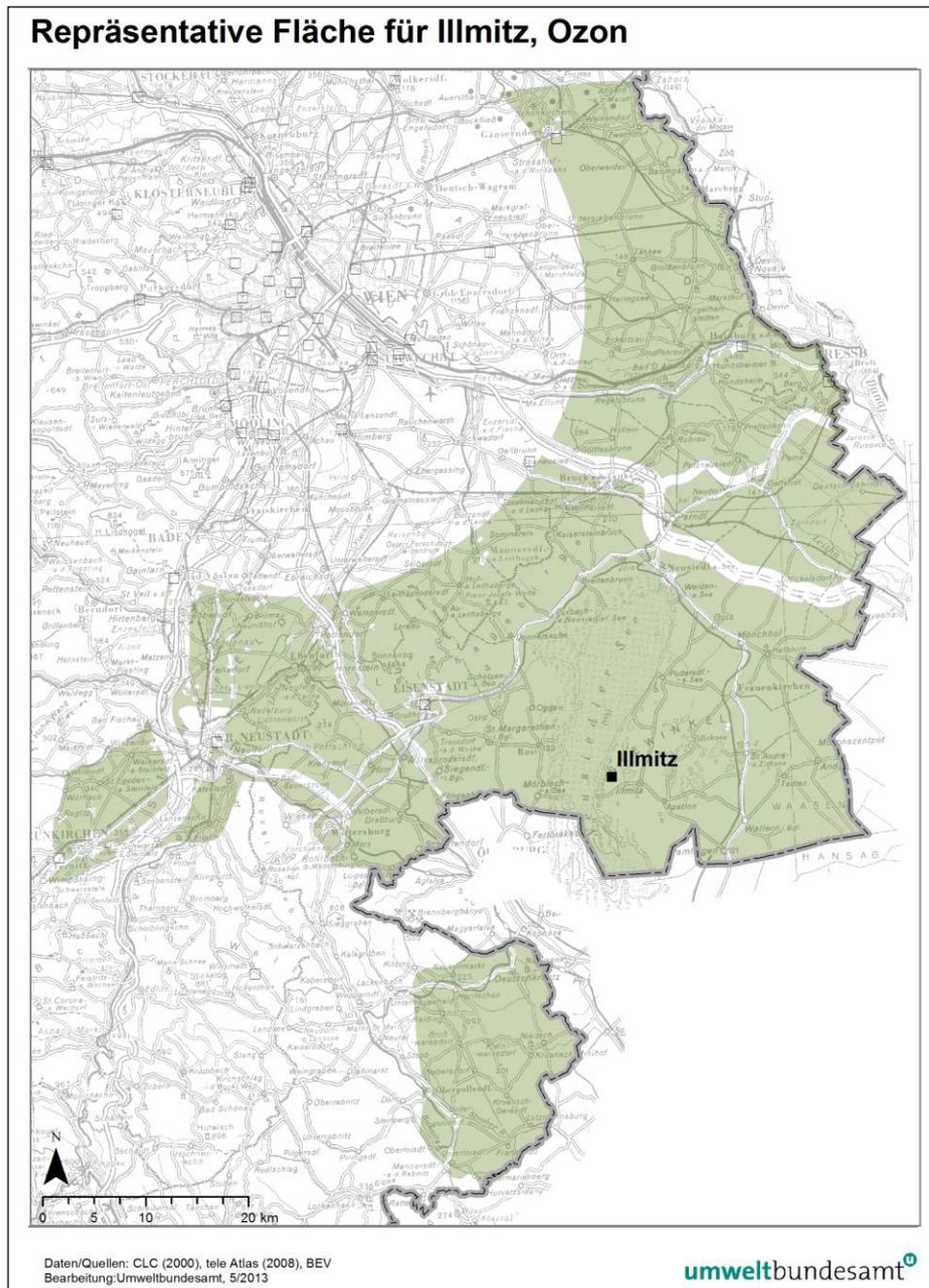
Messstelle	Fläche (in km <sup>2</sup> )	Bevölkerung (in Ew)
Enzenkirchen	5.200	570.000
Illmitz	2.800	200.000
Klöch	3.200	255.000
Pillersdorf	5.200	260.000
Sonnblick	2.100	0
Vorhegg	2.200	60.000
Zöbelboden	3.100	31.000

*Tabelle 8:  
Abgeschätzte Größe  
und Bevölkerung der  
repräsentativen Flächen  
der Hintergrund-  
messstellen für Ozon  
(Quelle:  
Umweltbundesamt).*

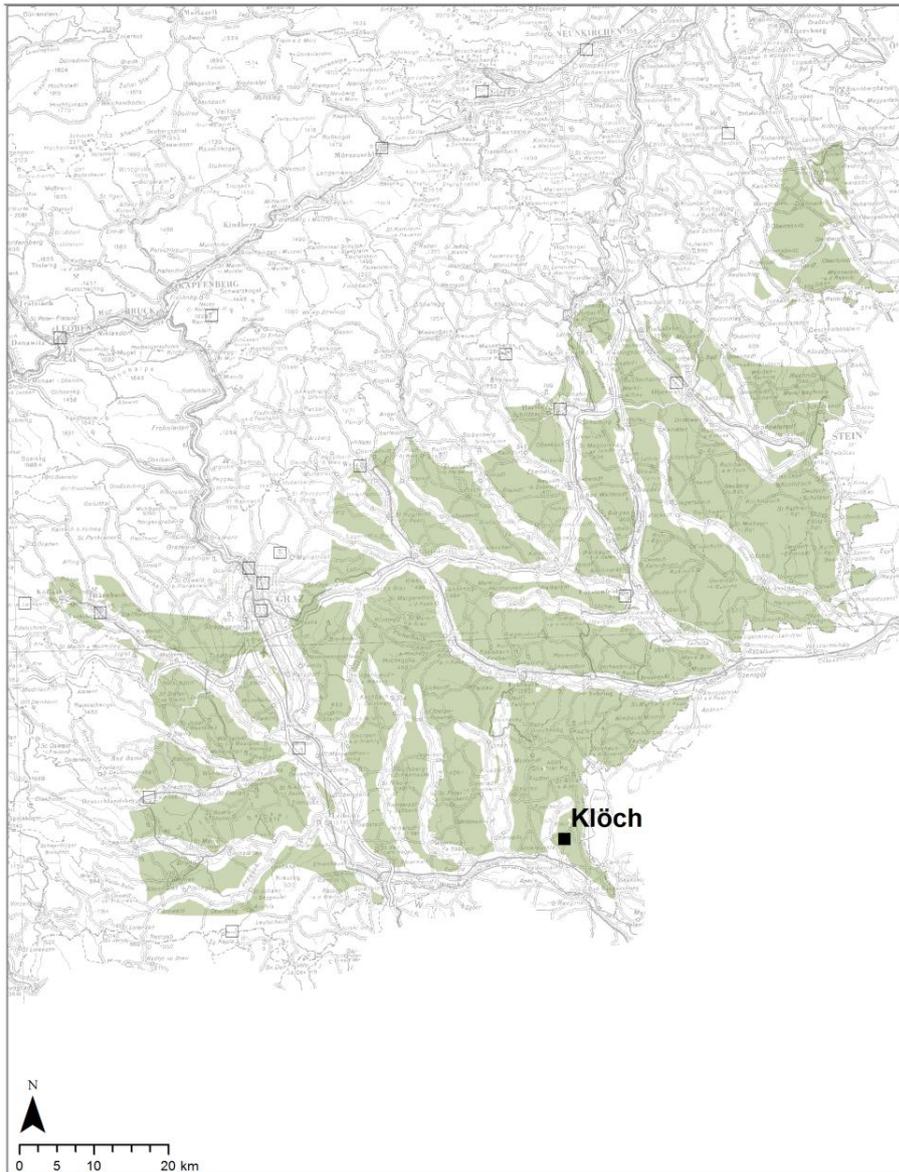


*Abbildung 12:  
Repräsentative Fläche  
der Messstelle  
Enzenkirchen für Ozon.*

Abbildung 13:  
Repräsentative Fläche  
der Messstelle Illmitz für  
Ozon.



### Repräsentative Fläche für Klöch, Ozon



Daten/Quellen: CLC (2000), Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen  
Bearbeitung: Umweltbundesamt, 5/2013

umweltbundesamt<sup>®</sup>

Abbildung 14:  
Repräsentative Fläche  
der Messstelle Klöch für  
Ozon.

Abbildung 15:  
Repräsentative Fläche  
der Messstelle  
Pillersdorf für Ozon.

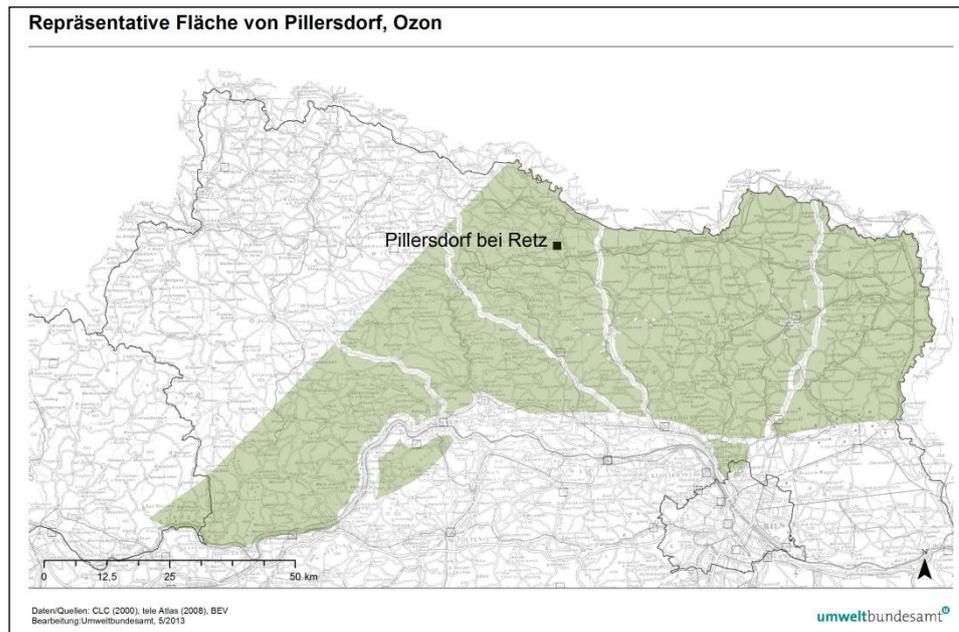
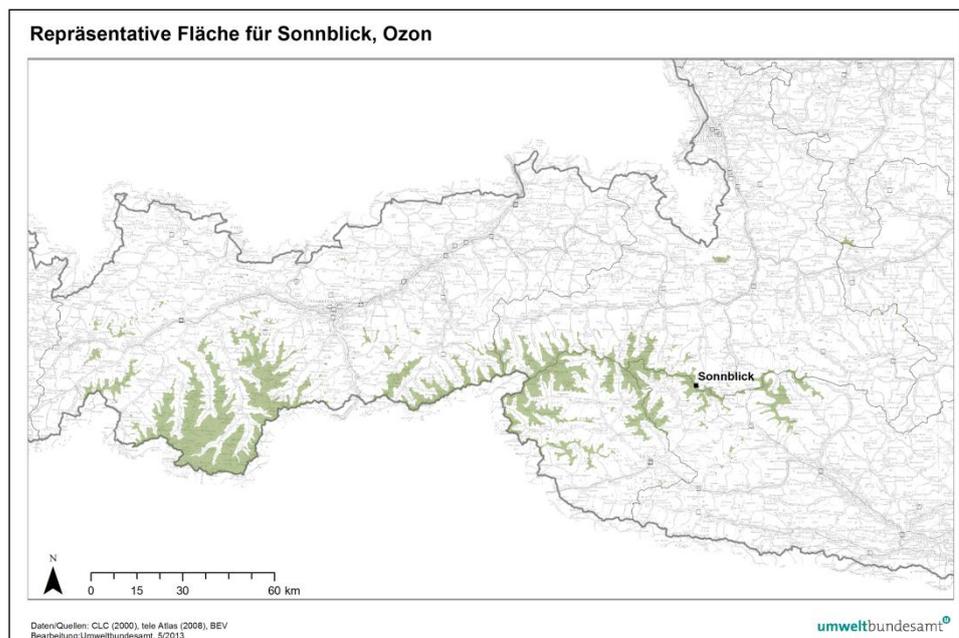


Abbildung 16:  
Repräsentative Fläche  
der Messstelle  
Sonnblick für Ozon.



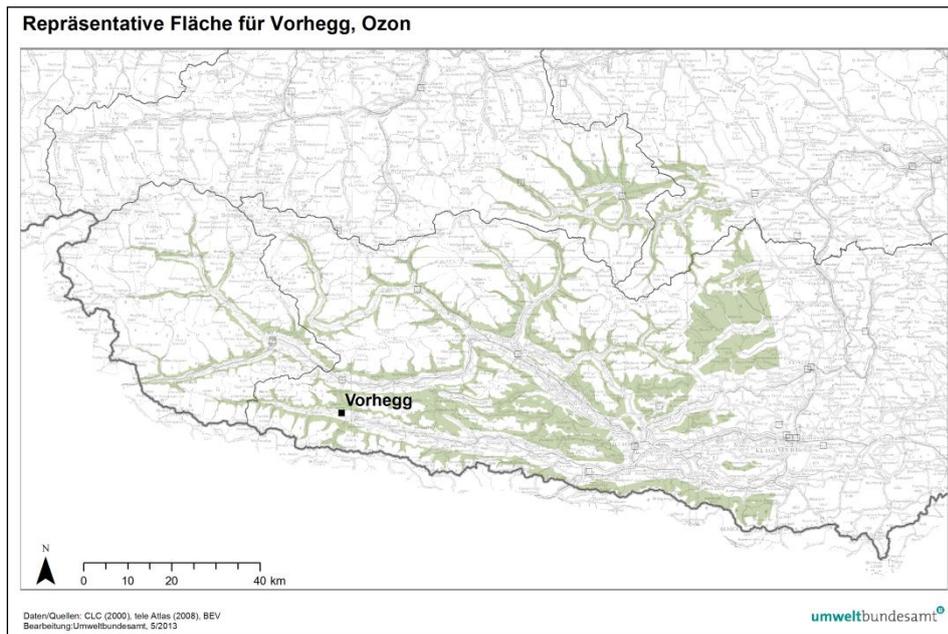


Abbildung 17:  
Repräsentative Fläche  
der Messstelle Vorhegg  
für Ozon.

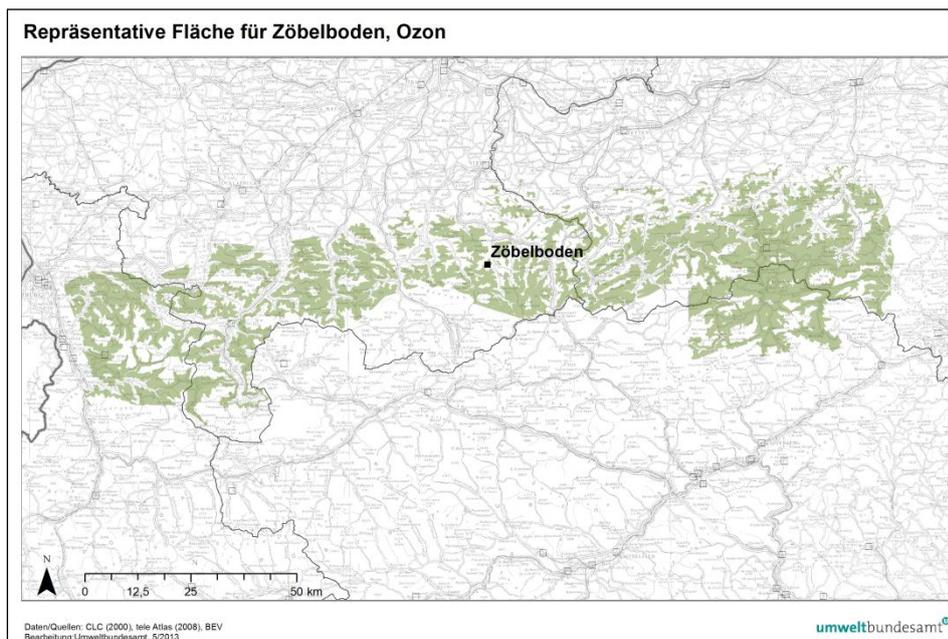


Abbildung 18:  
Repräsentative Fläche  
der Messstelle  
Zöbelboden für Ozon.

### 3.3 PM<sub>10</sub>

#### 3.3.1 Konzentration von PM<sub>10</sub> im Jahr 2012

Die Beurteilung der PM<sub>10</sub>-Konzentration erfolgte im Jahr 2012 an den Messstellen Enzenkirchen, Illmitz, Klösch, Pillersdorf, Vorhegg, Zöbelboden und Haidershofen mit den in Tabelle 9 angegebenen Messverfahren.

Tabelle 9:  
PM<sub>10</sub>-Messmethoden an  
den Hintergrund-  
messstellen des  
Umweltbundesamtes  
2012.

Messstelle	Messverfahren	Zeitraum
Enzenkirchen	Gravimetrie	bis 22.02.2012
	Grimm EDM 180	ab 23.02.2012
Haidershofen	Gravimetrie	bis 05.02.2012
	MetOne BAM	ab 06.02.2012
Illmitz	Gravimetrie	durchgehend
Klöch	Gravimetrie	bis 18.02.2012
	FH62I-R	19.02.2012 bis 23.10.2012
	Sharp 5030	ab 23.10.2012
Pillersdorf	Gravimetrie	bis 18.02.2012
	Grimm EDM 180	ab 19.02.2012
Vorhegg	FH62I-R	bis 23.10.2012
	Sharp 5030	ab 23.10.2012
Zöbelboden	TEOM-FDMS	durchgehend

Die kontinuierlichen Messverfahren sind mit der gravimetrischen Referenzmethode äquivalent (siehe Kapitel 3.3.5).

Keine Messstelle des Umweltbundesamtes überschritt 2012 den Grenzwert des IG-L für den Tagesmittelwert (mehr als 25 Tage über 50 µg/m<sup>3</sup>).

Die höchste Belastung wies, wie in früheren Jahren, Illmitz mit 20 Tagen über 50 µg/m<sup>3</sup> und einem Jahresmittelwert von 20,1 µg/m<sup>3</sup> auf, gefolgt von Pillersdorf (16 TMW über 50 µg/m<sup>3</sup>, JMW 19,5 µg/m<sup>3</sup>), Klöch (9 TMW über 50 µg/m<sup>3</sup>, JMW 19,2 µg/m<sup>3</sup>) und Enzenkirchen (8 TMW über 50 µg/m<sup>3</sup>, JMW 18,4 µg/m<sup>3</sup>). Deutlich geringer war die Belastung an den Messstellen im Mittelgebirge, Vorhegg und Zöbelboden, wo keine bzw. zwei Tage über 50 µg/m<sup>3</sup> registriert wurden. In Haidershofen an der Enns im Mostviertel wurden 10 TMW über 50 µg/m<sup>3</sup> (JMW 18,7 µg/m<sup>3</sup>) registriert.

Tabelle 10 gibt die Monatsmittelwerte, den Jahresmittelwert, die Anzahl der Tagesmittelwerte über 50 µg/m<sup>3</sup> sowie den maximalen Tagesmittelwert des Jahres 2012 an. Abbildung 19 zeigt den Verlauf der Tagesmittelwerte der PM<sub>10</sub>-Konzentration.

<b>PM<sub>10</sub> 2012</b>	<b>ENK</b>	<b>ILL</b>	<b>KLH</b>	<b>PIL</b>	<b>VOR</b>	<b>ZOE</b>	<b>HAI</b>
Jän. 2012	14,0	17,4	16,9	18,8	7,4	5,2	14,5
Feb. 2012	32,6	40,1	30,4	31,2	13,0	18,8	35,6
Mär. 2012	24,5	21,8	20,1	25,2	9,6	18,5	24,2
Apr. 2012	15,9	15,6	18,5	18,1	7,4	10,9	16,8
Mai 2012	15,4	15,3	16,1	16,1	8,8	12,9	15,9
Jun. 2012	12,6	13,5	16,6	12,3	v	11,8	13,7
Jul. 2012	15,1	14,2	17,2	14,9	13,9	13,5	16,4
Aug. 2012	13,5	15,0	17,1	13,7	12,1	12,6	14,5
Sep. 2012	16,7	15,2	20,0	14,2	10,7	12,5	16,9
Okt. 2012	20,4	21,7	18,0	18,7	8,3	8,2	17,7
Nov. 2012	19,7	27,4	22,4	26,0	4,8	4,7	18,4
Dez. 2012	19,7	26,9	18,0	25,6	3,6	4,1	19,7
<b>JMW 2012</b>	<b>18,4</b>	<b>20,1</b>	<b>19,2</b>	<b>19,5</b>	<b>9,5</b>	<b>11,1</b>	<b>18,7</b>
<b>TMW &gt; 50 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
<b>max. TMW</b>	97	82	80	97	44	64	84

v ... Verfügbarkeit zu gering

Tabelle 10:  
 PM<sub>10</sub> – Monats- und  
 Jahresmittelwerte,  
 maximaler TMW (in  
 µg/m<sup>3</sup>) sowie Anzahl der  
 Tagesmittelwerte über  
 50 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2012  
 (Quelle:  
 Umweltbundesamt).

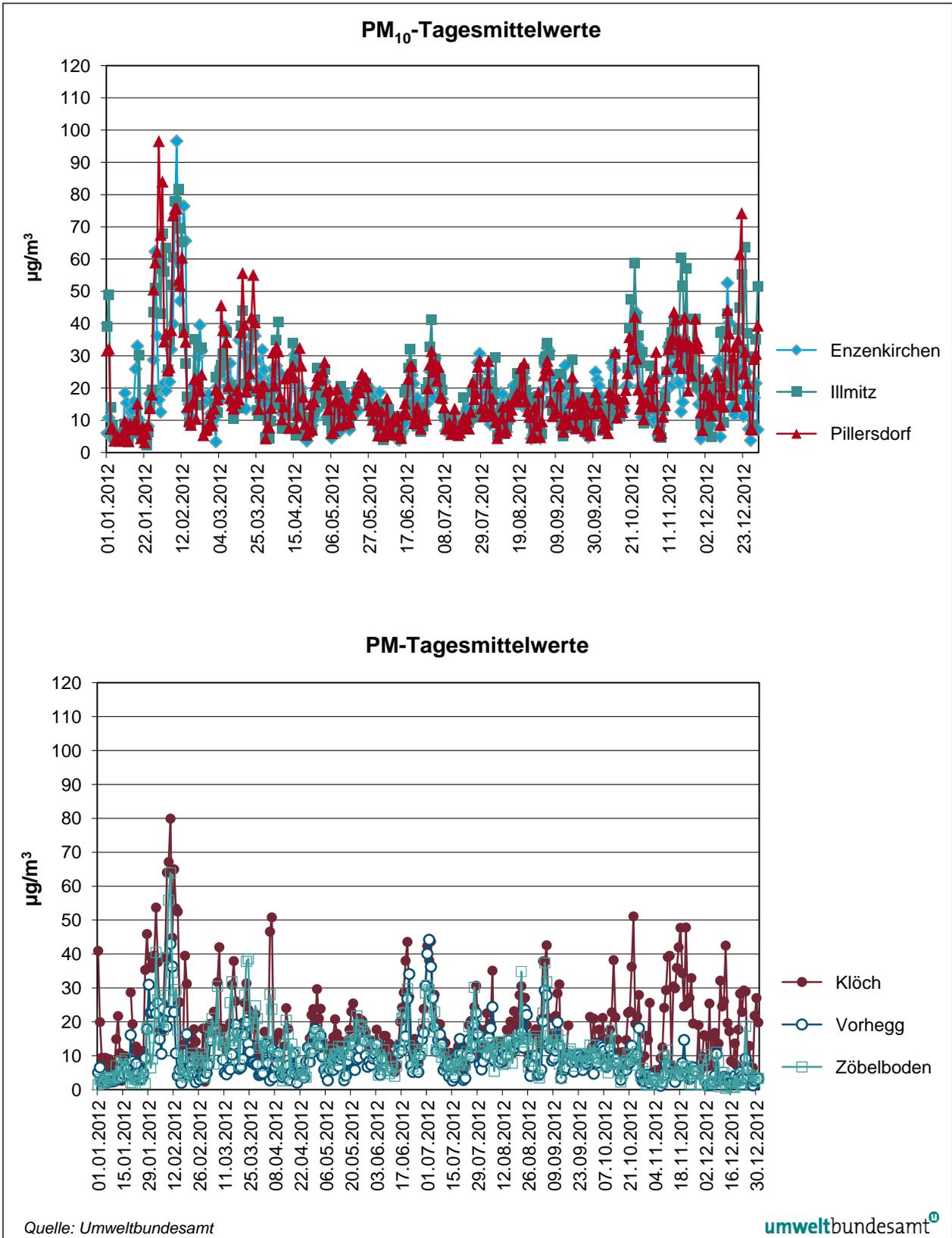


Abbildung 19: Tagesmittelwerte der PM<sub>10</sub>-Konzentration im Jahr 2012.

Im Jahresverlauf 2012 fällt die extrem niedrige  $PM_{10}$ -Belastung im Jänner auf, die – zusammen mit den mäßigen Belastungen im Dezember – zu einem unterdurchschnittlichen Jahresmittelwert 2012 beigetragen hat (detailliertere Beschreibung des Witterungsverlaufs siehe Kapitel 4.2).

Der Jänner 2012 war vor allem im Norden und Nordosten Österreichs außerordentlich warm – die Monatsmitteltemperatur lag in Linz um 3,0 °C, in Wien um 2,5 °C über dem Klimamittelwert (Periode 1971–2000) – und ungewöhnlich niederschlagsreich, wobei West- bis Nordwestwetterlagen vorherrschten. Infolgedessen lag die  $PM_{10}$ -Belastung auf einem Niveau, das auch im Sommer beobachtet wird; in Illmitz wurde der niedrigste Mittelwert im Jänner seit Beginn der Messung 1999 beobachtet.

Die Kälteperiode vom 26. Jänner bis 14. Februar war dann durch ungewöhnlich hohe  $PM_{10}$ -Konzentrationen gekennzeichnet. Während dieser Zeit lag die Temperatur um bis zu 10 °C unter dem langjährigen Mittel, danach etwa im Bereich des Durchschnitts, sodass die Monatsmitteltemperatur im Februar 2012 im Norden und Nordosten um 4 bis 5 °C unter dem Klimamittel lag. Der Februar 2012 war auch extrem trocken. Die  $PM_{10}$ -Belastung lag im Februar an den außeralpinen Messstellen auf durchschnittlichem Niveau, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden war sie außerordentlich hoch.

Der Rest des Jahres zeigte eine mehr oder minder durchschnittliche  $PM_{10}$ -Belastung, verglichen mit den letzten Jahren.

Im Anhang 8 sind Schadstoffwindrosen für  $PM_{10}$ , gemessen mit kontinuierlichen Geräten, abgebildet.

### 3.3.2 Herkunft der erhöhten $PM_{10}$ -Belastungen

Die höchsten  $PM_{10}$ -Belastungen wurden von Ende Jänner bis Mitte Februar während länger anhaltender kalter Hochdruckwetterlagen beobachtet.

Die „typischen“ Ferntransportsituationen treten in Nordostösterreich bei Südostwind sowie bei Nordost- bis Nordwind auf; als wahrscheinliche Herkunftsregionen erhöhter  $PM_{10}$ -Belastung lassen sich bei diesen Windverhältnissen einerseits Serbien, Ungarn und Rumänien, andererseits Gebiete mit sehr hohen  $PM_{10}$ - und  $SO_2$ -Emissionen v. a. in Nordmähren und Südpolen identifizieren.

Die Auswertung der Windverhältnisse deutet auf die in Tabelle 11 angegebenen Herkunftssituationen der Belastung an Tagen mit über 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  hin.

Ferntransport von Norden bis Nordosten, d. h. aus Tschechien und Polen (wo die wesentlichen Quellregionen von  $PM_{10}$  und Vorläufersubstanzen sekundärer Partikel die Industriegebiete Ostrava und Oberschlesien sind) war in Illmitz und Pillersdorf die überwiegende Ursache erhöhter  $PM_{10}$ -Belastung, in Klöch an der Hälfte der Überschreitungstage. In Enzenkirchen spielte an fünf von acht Überschreitungstagen Ferntransport aus Mähren und Polen eine Rolle. Auffällig ist, dass an keiner Messstelle Ferntransport von Südosten – d. h. aus Südungarn, Serbien oder Rumänien – auftrat.

Tabelle 11: Herkunft der PM<sub>10</sub>-Belastung an Tagen mit über 50 µg/m<sup>3</sup> (Quelle: Umweltbundesamt).

Messstelle	Herkunft PM <sub>10</sub>	Tage > 50 µg/m <sup>3</sup>	
Enzenkirchen	Ferntransport von Nordosten (Mähren, Polen)	3	
	regionale Quellen	Ferntransport von Nordosten (Mähren, Polen)	2
		Ferntransport von Deutschland	3
Illmitz	Ferntransport von Nordosten (Mähren, Polen)	9	
	Ferntransport von Osten (Ungarn, Slowakei)	4	
	regionale Quellen	mit Ferntransport von Nordosten	4
		mit Ferntransport von Osten	3
		nur regionale Quellen	2
Klöch	Ferntransport von Norden (Nordostösterreich, Mähren, Polen)	5	
	regionale Quellen	5	
Pillersdorf	Ferntransport von Nordosten (Tschechien, Polen)	12	
	regionale Quellen	Ferntransport von Nordosten (Tschechien, Polen)	4

### 3.3.3 Trend der PM<sub>10</sub>-Belastung

Das Jahr 2012 war an den außeralpinen Messstellen sehr niedrig belastet; an den Messstellen Illmitz, Pillersdorf und Klöch traten die niedrigsten PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte seit Beginn der Messung auf (siehe Abbildung 20); in Enzenkirchen war die Belastung in den Jahren 2007 bis 2009 niedriger. Unterdurchschnittlich war auch die Zahl der Überschreitungen von 50 µg/m<sup>3</sup>; in Klöch war 2012 das am niedrigsten belastete Jahr, in Illmitz wiesen nur 2008, in Enzenkirchen 2008 und 2009, in Pillersdorf 2007 und 2008 weniger Überschreitungen auf (siehe Abbildung 21).

Über dem Durchschnitt lag die PM<sub>10</sub>-Belastung dagegen in Vorhegg und auf dem Zöbelboden.

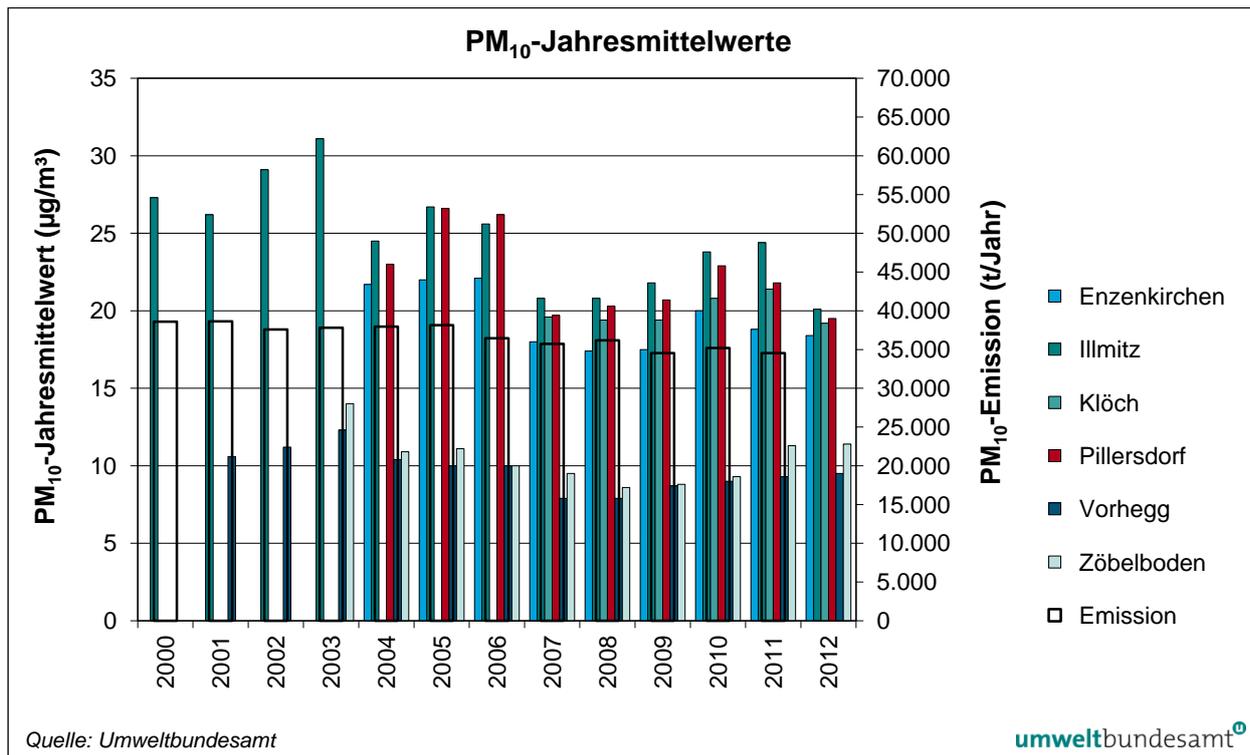


Abbildung 20: Jahresmittelwerte der PM<sub>10</sub>-Konzentration, 2000–2012 und der PM<sub>10</sub>-Emissionen 2000–2011.

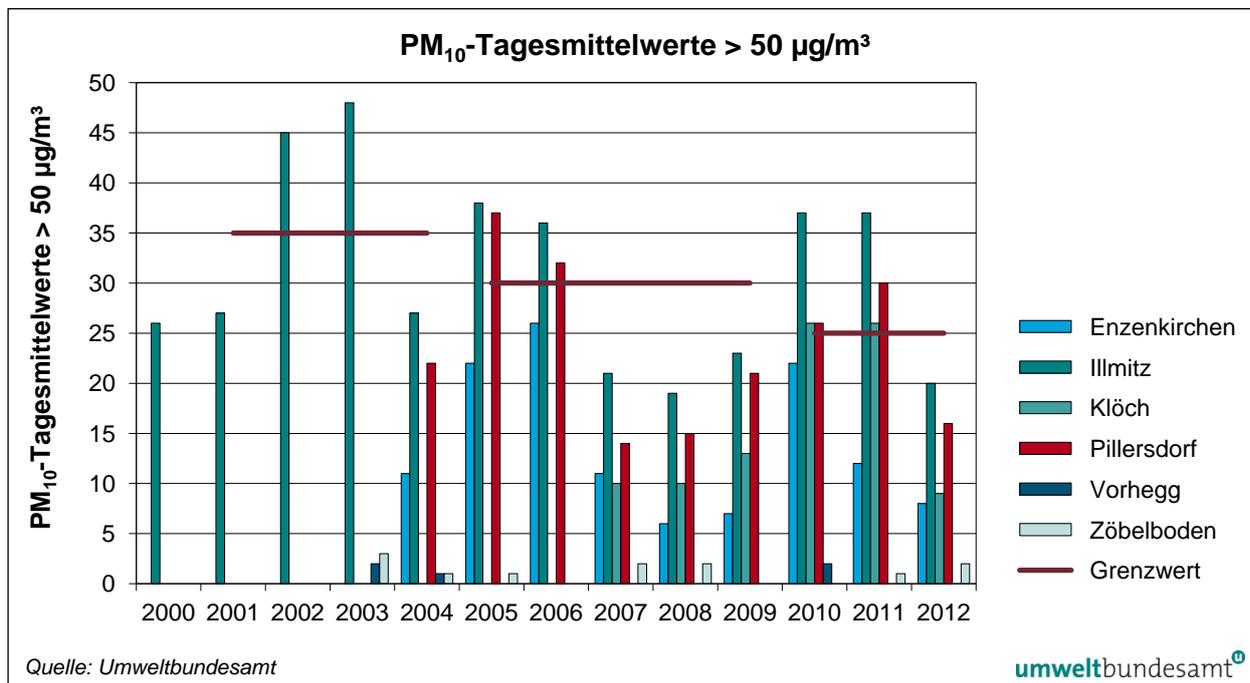


Abbildung 21: Anzahl der Tagesmittelwerte der PM<sub>10</sub>-Konzentration über 50 µg/m<sup>3</sup>, 2000–2012.

Ausschlaggebend für die Variation der PM<sub>10</sub>-Belastung von Jahr zu Jahr sind nicht die österreichischen PM<sub>10</sub>-Emissionen (UMWELTBUNDESAMT 2012a) – diese nahmen zwischen 2000 und 2011 um 11 % ab (und erlauben somit auch noch keine Aussage in Bezug auf die PM<sub>10</sub>-Belastung des Jahres 2012) – sondern die meteorologischen Verhältnisse. Die Häufigkeit von Hochdruck- oder Tiefdruck-

wetterlagen und von Strömungslagen mit West- oder Ostwind beeinflussen sowohl die Ausbreitungsbedingungen als auch das Ausmaß von (Fern-)Transport aus bestimmten Regionen. Dabei sind vor allem die meteorologischen Bedingungen in den Wintermonaten von Bedeutung, speziell für die Überschreitungshäufigkeit von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als TMW, da diese Überschreitungen ganz überwiegend im Winterhalbjahr auftreten. Häufige Hochdruckgebiete mit Advektion kontinentaler Kaltluft, die einerseits mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen verbunden ist, andererseits aus Regionen mit hohen Emissionen von  $\text{PM}_{10}$  und von Vorläufersubstanzen sekundärer anorganischer Aerosole kommen kann, sind für hohe  $\text{PM}_{10}$ -Belastungen verantwortlich und traten u. a. von Ende Jänner bis Mitte Februar 2012 auf, ansonsten im Jahr 2012 aber vergleichsweise selten.

Ein wesentlicher Faktor für die niedrige  $\text{PM}_{10}$ -Belastung des Jahres 2012 an den außeralpinen Messstellen war der sehr niedrig belastete Jänner 2012 (in Illmitz wurde der niedrigste  $\text{PM}_{10}$ -Monatsmittelwert im Jänner seit Beginn der Messung registriert), als Folge des außerordentlich warmen Wetters, das bis 25.01. von ozeanischen Luftmassen geprägt wurde, die mit günstigen Ausbreitungsbedingungen und sehr niedriger Vorbelastung verbunden waren.

Ein Vergleich der Jahregänge auf Monatsmittelbasis zeigt, dass 2012 in Illmitz nur die Monate Februar, November und Dezember  $\text{PM}_{10}$ -Konzentrationen zwischen 25- und 75-Perzentil aufwiesen, alle anderen Monate unter dem 25-Perzentil.

Die überdurchschnittliche  $\text{PM}_{10}$ -Belastung in Vorhegg im Jahr 2012 geht auf hohe Konzentrationen im Februar, vor allem aber im Sommer zurück. Der Juli 2012 wies die höchste Belastung in diesem Monat seit Beginn der Messung (2000) auf. Demgegenüber waren der Frühling, v. a. aber der Dezember 2012 sehr niedrig belastet. Für die hohe  $\text{PM}_{10}$ -Belastung im Sommer – vor allem bei Tiefdruckwetterlagen – lassen sich einerseits häufiger Schadstofftransport aus Italien, zum anderen verstärkter vertikaler Austausch verantwortlich machen.

In Hinblick auf die Herkunftsregionen der erhöhten  $\text{PM}_{10}$ -Belastung zeichneten sich die Überschreitungstage (TMW über  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) im Jahr 2012, verglichen mit früheren Jahren, durch einen vergleichsweise höheren Anteil von Ferntransport aus Norden (v. a. Nordmähren und Polen) nach Nordostösterreich aus. Wie Abbildung 22 zeigt, war Ferntransport aus Tschechien und Polen seit Beginn der Messungen im Jahr 2000 nie so häufig wie in den letzten drei Jahren. Demgegenüber gab es 2012 an keinem Tag mit mehr als  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Ferntransport von Südosten nach Illmitz.

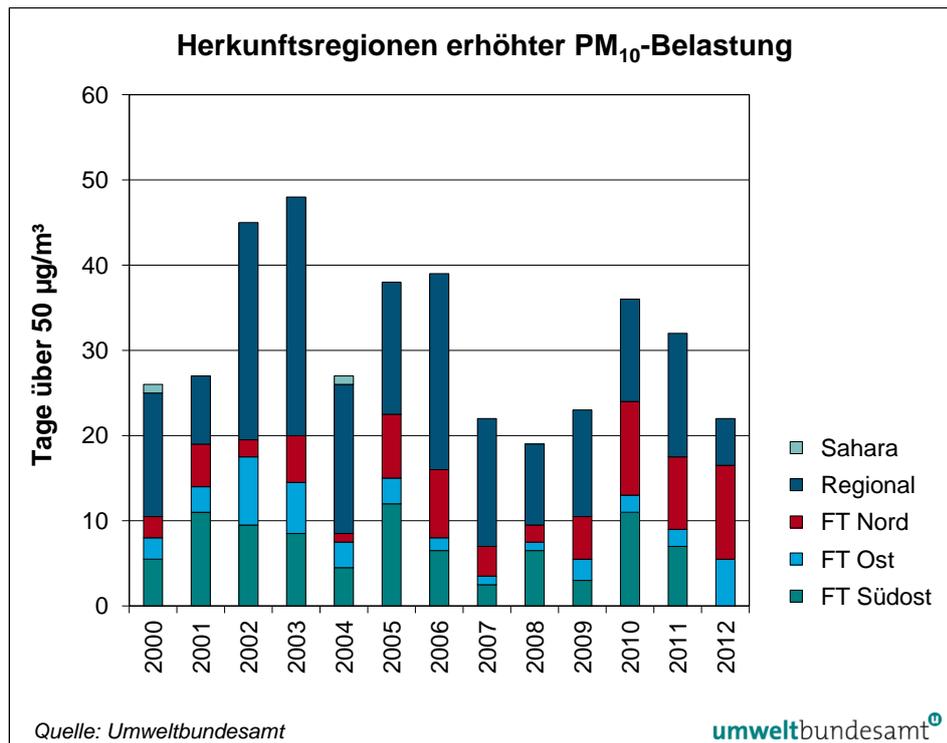


Abbildung 22:  
Herkunftsregionen erhöhter PM<sub>10</sub>-Belastung in Illmitz (Tage über 50 µg/m<sup>3</sup>), 2000–2012. Nord: Tschechien, Polen; Ost: Ungarn, Slowakei; Südost: Kroatien, Bosnien, Serbien, Rumänien.

Auch die Auswertung der Schadstoffwindrosen (siehe Anhang 8) zeigt, dass die niedrige PM<sub>10</sub>-Belastung des Jahres 2012 in Illmitz mit einem starken Rückgang der PM<sub>10</sub>-Konzentration bei Südostwind in Zusammenhang steht. In Pillersdorf ging 2012 die PM<sub>10</sub>-Konzentration bei Südost- und bei Nordostwind zurück, stieg allerdings bei Westwind an. In Klöch ging die PM<sub>10</sub>-Konzentration bei Südwind zurück, bei Nordostwind stieg sie an.

### 3.3.4 Temporäre PM<sub>10</sub>-Messungen in Haidershofen

Seit 01.01.2010 erfolgt die Messung von PM<sub>10</sub> in Haidershofen an der Enns, deren Zielsetzung die Erfassung der ländlichen PM<sub>10</sub>-Hintergrundbelastung im nördlichen Alpenvorland ist. Die Messungen ergänzen vorangegangene Vorerkundungsmessungen in Niederbrunnern (bei Sierning) 2006 und 2009. Die Messungen dienen u. a. der Beantwortung der Frage, wie weit die im außeralpinen Raum Nordösterreichs gelegenen PM<sub>10</sub>-Hintergrundmessstellen Enzenkirchen (nordwestliches oberösterreichisches Alpenvorland) und Pillersdorf (nördliches Weinviertel) – deren Distanz ca. 250 km beträgt – für den mittleren Bereich des Alpenvorlands zwischen Linz und St. Pölten repräsentativ sind.

Tabelle 12 vergleicht die Jahresmittelwerte sowie die 90,4-Perzentile der Tagesmittelwerte der Jahre 2010 bis 2012 an den Messstellen Enzenkirchen, Haidershofen und Pillersdorf.

*Tabelle 12:  
Jahresmittelwert und  
90,4-Perzentil der  
Tagesmittelwerte der  
PM<sub>10</sub>-Konzentration in  
Enzenkirchen, Haiders-  
hofen und Pillersdorf (in  
µg/m<sup>3</sup>), 2010–2012.*

	Enzenkirchen		Haidershofen		Pillersdorf	
	JMW	P90,4	JMW	P90,4	JMW	P90,4
2010	20,0	39,8	21,4	44,8	22,9	46,2
2011	18,8	35,4	20,1	42,7	21,8	44,2
2012	18,4	30,3	18,7	30,9	19,5	35,5

Während die mittlere PM<sub>10</sub>-Belastung in Haidershofen 2010 und 2011 (ebenso wie in Niederbrunnern 2006 und 2009) zwischen jener in Enzenkirchen und Pillersdorf lag, lag sie 2012 deutlich näher am Belastungsniveau von Enzenkirchen als von Pillersdorf. Die 90,4-Perzentile der TMW lagen bis 2011 relativ nahe an den Werten von Pillersdorf, 2012 aber kaum über jenen von Enzenkirchen. Dies dürfte u. a. daran liegen, dass 2012 Westwind deutlich häufiger war als in den Jahren davor und Ferntransport von Osten Haidershofen wie Enzenkirchen seltener erreichte.

Die Gesamtauswertung der seit 2006 in Niederbrunnern und Haidershofen vorliegenden PM<sub>10</sub>-Daten umfasst 1.222 Tage, an denen zeitgleich in Niederbrunnern bzw. Haidershofen, in Enzenkirchen und in Pillersdorf PM<sub>10</sub>-Werte vorhanden sind. Die mittlere PM<sub>10</sub>-Konzentration betrug über diesen Zeitraum in Enzenkirchen 19,4 µg/m<sup>3</sup>, in Niederbrunnern/Haidershofen 20,8 µg/m<sup>3</sup> und in Pillersdorf 22,0 µg/m<sup>3</sup>. Enzenkirchen registrierte 48 TMW über 50 µg/m<sup>3</sup>, Niederbrunnern/Haidershofen 68 und Pillersdorf 86 TMW über 50 µg/m<sup>3</sup>.

Die Messungen in Niederbrunnern und Haidershofen zeigen damit klar einen Ost-West-Gradienten der PM<sub>10</sub>-Belastung im nördlichen außeralpinen Flach- und Hügelland, wobei die Belastung im Mostviertel – was den Mittelwert (und das 90,4-Perzentil) betrifft – jener in Pillersdorf ähnlicher ist als jener in Enzenkirchen.

Die 68 TMW über 50 µg/m<sup>3</sup> in Niederbrunnern/Haidershofen decken sich allerdings nur zu 68 % mit Überschreitungen in Pillersdorf und zu 56 % mit Überschreitungen in Enzenkirchen. Die 86 Überschreitungstage in Pillersdorf decken sich nur zu 57 % mit Überschreitungen in Niederbrunnern/Haidershofen.

Die Auswertung zeigt, dass in den Jahren bis 2011 Haidershofen (v. a. bei den hohen Belastungen) Pillersdorf ähnlicher war als Enzenkirchen, 2012 dagegen eine nur wenig höhere Belastung als Enzenkirchen aufwies – was auf das vergleichsweise seltene Auftreten von Ferntransport von Osten zurückgeführt werden kann.

Unter dem Gesichtspunkt der Repräsentativität (UMWELTBUNDESAMT 2007) „passt“ Haidershofen – trotz der niedrigen Belastung 2012 – eher in die repräsentative Flächen von Pillersdorf (Kriterium für das 90,4-Perzentil ± 8 µg/m<sup>3</sup>). Da die Kriterien für die Repräsentativität aber auch gemeinsame Ursachen der Belastung umfassen, ist auch die Herkunft der erhöhten PM<sub>10</sub>-Konzentrationen zu berücksichtigen. Überschreitungen von 50 µg/m<sup>3</sup> in Haidershofen fallen nur etwas mehr als zur Hälfte mit solchen in Pillersdorf zusammen. Daher gehört das Mostviertel – und wahrscheinlich das gesamte Alpenvorland zwischen Linz und St. Pölten – nicht zur repräsentativen Fläche von Pillersdorf (und auch nicht zu jener von Enzenkirchen).

### 3.3.5 Vergleich der gravimetrischen und kontinuierlichen PM<sub>10</sub>-Messung

Die PM<sub>10</sub>-Messungen erfolgten an den Hintergrundmessstellen des Umweltbundesamtes bis 2011 überwiegend mit der gravimetrischen Referenzmethode. Da seit einigen Jahren äquivalenzgeprüfte kontinuierliche Messverfahren zur Verfügung stehen (deren Korrekturfunktionen zur Herstellung der Äquivalenz mit der Referenzmethode sind in Tabelle 13 angegeben), werden seit 2009 äquivalenzgeprüfte kontinuierliche PM<sub>10</sub>-Messgeräte an den Hintergrundmessstellen eingesetzt; seit März 2012 erfolgt an allen Messstellen außer Illmitz die Beurteilung der PM<sub>10</sub>-Konzentration gemäß IG-L mit kontinuierlichen Messgeräten (siehe Tabelle 9).

Messgerät (kontinuierlich)	Korrekturfunktion
Grimm EDM 180	$C_{\bar{a}} = C_k * 0,866 - 0,43$
FH62I-R	$C_{\bar{a}} = C_k * 1,18 + 1,68$
TEOM-FDMS	$C_{\bar{a}} = C_k * 0,98 - 1,32$
MetOne BAM	$C_{\bar{a}} = C_k * 0,94 + 1,50$
Sharp 5030	$C_{\bar{a}} = C_k * 0,99$

Tabelle 13:  
Korrekturfunktionen der kontinuierlichen PM<sub>10</sub>-Messungen  
(Quelle: Umweltbundesamt).

Tabelle 14 vergleicht für die Jahre 2010, 2011 und 2012 – jeweils für jenen Zeitraum, über den gleichzeitige Daten der gravimetrischen und der kontinuierlichen PM<sub>10</sub>-Messreihen vorliegen – Mittelwert, 90,4-Perzentil und Anzahl der TMW über 50 µg/m<sup>3</sup> der gravimetrischen und der äquivalenten kontinuierlichen Messung.

Messstelle	Messverfahren	Jahr	Tage	Mittelwert (µg/m <sup>3</sup> )	90,4-Perzentil (µg/m <sup>3</sup> )	TMW > 50 µg/m <sup>3</sup>
Enzenkirchen	Grav.	2010	286	20,1	40,9	20
				FH62I-R	19,2	39,0
	Grav.	2011	271	16,1	27,3	5
				Grimm	16,9	29,0
	Grav.	2012	126	18,5	36,2	7
				Grimm	20,0	37,4
Illmitz	Grav.	2010	319	25,3	52,9	37
				FH62I-R	26,1	50,9
	Grav.	2011	301	26,1	52,6	36
				FH62I-R	28,4	58,9
	Grav.	2012	264	28,2	35,1	13
				FH62I-R	28,1	39,8
Klöch	Grav.	2010	345	20,0	40,6	20
				FH62I-R	20,0	40,6
	Grav.	2011	347	21,5	42,8	26
				FH62I-R	22,4	42,7
	Grav.	2012	100	21,4	41,6	7
				FH62I-R	22,7	46,9

Tabelle 14:  
Vergleich gravimetrischer und kontinuierlicher PM<sub>10</sub>-Daten an den Hintergrundmessstellen.

Messstelle	Messverfahren	Jahr	Tage	Mittelwert ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	90,4-Perzentil ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	TMW > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Pillersdorf	Grav.	2010	193	20,4	41,4	9
	TEOM-FDMS			18,2	35,5	6
	Grav.	2011	308	21,9	44,1	25
	TEOM-FDMS			19,8	41,7	16
	Grav.	2012	135	21,6	44,5	13
	TEOM-FDMS			17,4	38,4	8
	Grav.	2012	139	21,7	45,5	13
Grimm			21,3	43,2	10	
Zöbelboden	Grav.	2012	105	8,5	17,8	0
	TEOM-FDMS			11,4	22,5	0
Haidershofen	Grav.	2010	320	20,8	44,8	26
	MetOne			22,1	42,8	21
	Grav.	2011	308	20,2	44,6	19
	MetOne			22,4	44,7	21
	Grav.	2012	135	16,9	32,0	2
	MetOne			18,3	33,2	1

Der Vergleich der Messverfahren zeigt in Enzenkirchen relativ gute Übereinstimmung von Gravimetrie und FH62I-R; unbefriedigend ist, dass 2010 bei recht ähnlichen 90,4-Perzentilen das kontinuierliche Messgerät deutlich weniger TMW über 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  registrierte als die Gravimetrie.

FH62I-R und Gravimetrie zeigen in Illmitz sehr unbefriedigende Übereinstimmung, v. a. bei den Maximalwerten, und besonders 2011.

Demgegenüber weisen FH62I-R und Gravimetrie in Klöch 2010 und 2011 eine hervorragende Übereinstimmung bei Mittel- und Maximalwerten auf; 2012 liefert das FH62I-R aber deutlich höhere Werte als die Gravimetrie.

Grimm EDM 180 und Gravimetrie passen in Enzenkirchen gut zusammen.

In Pillersdorf liefert das Grimm EDM 180 2012 bei sehr ähnlichen Mittelwerten höhere Maximalbelastungen als die Gravimetrie.

In Pillersdorf liefert das TEOM-FDMS durchwegs viel niedrigere  $\text{PM}_{10}$ -Belastungen als die Gravimetrie.

Demgegenüber überschätzt das TEOM-FDMS auf dem Zöbelboden die mit der Gravimetrie gemessene  $\text{PM}_{10}$ -Belastung deutlich.

Das MetOne BAM gibt in Haidershofen im Mittel durchwegs um ca. 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  höhere Konzentrationen als die Gravimetrie. 2010 lagen die mit dem MetOne gemessenen Spitzenbelastungen unter den gravimetrischen Werten, in den folgenden Jahren – bei guter Übereinstimmung – etwas höher als die Gravimetrie.

### 3.4 PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub>, Partikelanzahl

#### 3.4.1 Die Konzentration von PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>1</sub> im Jahr 2012

Die Konzentration von PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>1</sub> wird mit der gravimetrischen Methode seit 2001 in Illmitz erfasst, wobei während des Jahres 2012 (zeitweise) aus Kostengründen von täglicher Probenahme auf Probenahme jeden dritten Tag übergegangen wurde (siehe Tabelle 15).

Seit April 2011 werden in Enzenkirchen die PM<sub>2,5</sub>-Konzentration sowie die Partikelanzahl mittels Grimm EDM 180 erfasst. In Enzenkirchen begann die Probenahme für die gravimetrische PM<sub>2,5</sub>-Messung am 26. Juni 2012 (jeden dritten Tag). In Pillersdorf wird die PM<sub>2,5</sub>-Konzentration mit dem kontinuierlichen Messgerät der Type Grimm EDM 180 gemessen.

Messstelle	Fraktion	Messmethode	Zeitraum
Enzenkirchen	PM <sub>10</sub>	Gravimetrie täglich	bis 22.02.2012
		Gravimetrie jeden dritten Tag	seit 31.03.2012
		Grimm EDM 180	ganzes Jahr
Enzenkirchen	PM <sub>2,5</sub>	Gravimetrie jeden dritten Tag	seit 26.06.2012
		Grimm EDM 180	seit 01.04.2011
Illmitz	PM <sub>10</sub>	Gravimetrie täglich	ganzes Jahr
Illmitz	PM <sub>2,5</sub>	Gravimetrie täglich	bis 03.02.2012
		Gravimetrie jeden dritten Tag	06.02. bis 24.04.2012
		Gravimetrie täglich	seit 30.04.2012
Illmitz	PM <sub>1</sub>	Gravimetrie täglich	bis 25.04.2012
		Gravimetrie jeden dritten Tag	seit 06.10.2012
Pillersdorf	PM <sub>10</sub>	Gravimetrie täglich	bis 18.02.2012
		Gravimetrie jeden dritten Tag	seit 01.03.2012
Pillersdorf	PM <sub>2,5</sub>	Grimm EDM 180	ganzes Jahr

*Tabelle 15:  
Messung von PM<sub>10</sub>,  
PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>1</sub> in  
Enzenkirchen,  
Pillersdorf und Illmitz.*

Die Monats- und Jahresmittelwerte der Konzentration von PM<sub>2,5</sub> bzw. PM<sub>1</sub> sowie des Verhältnisses der Konzentrationen der PM-Fraktionen in Illmitz und Enzenkirchen für 2012 sind in Tabelle 16 zusammengestellt. Abbildung 23 zeigt den Verlauf der Tagesmittelwerte von PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>1</sub> in Illmitz im Jahr 2012. Die Monats- und Jahresmittelwerte für Illmitz werden als gewichteter Mittelwert entsprechend der Probenahmefrequenz gebildet.

**Tabelle 16:** Monats- und Jahresmittelwerte der Fraktionen  $PM_{2,5}$  und  $PM_1$  in Illmitz sowie  $PM_{2,5}$  in Enzenkirchen; Verhältnis der Konzentrationen der PM-Fraktionen im Jahr 2012. Enzenkirchen bis Juni Grimm EDM 180, ab Juli Gravimetrie. Kontinuierliche Daten sind grau unterlegt.

Nachdem die kontinuierlichen  $PM_{2,5}$ -Messungen deutlich von der Gravimetrie abweichende  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse ergeben (vermutlich bedingt durch den hohen negativen Offset der aktuell angewandten Korrekturfunktion für  $PM_{2,5}$ ), werden keine  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse für Pillersdorf angegeben (Quelle: Umweltbundesamt).

	ENK	ENK	ILL	ILL	ILL	ILL	PIL
	$PM_{2,5}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$PM_{2,5}/PM_{10}$	$PM_{2,5}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$PM_1$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$PM_{2,5}/PM_{10}$	$PM_1/PM_{10}$	$PM_{2,5}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Jän. 2012	11,9	64 %	15,4	10,2	87 %	56 %	14,8
Feb. 2012	29,7	86 %	v	24,0	v	v	27,0
März 2012	18,6	74 %	15,8	11,1	71 %	49 %	19,0
April 2012	10,1	57 %	14,5	8,4	86 %	58 %	12,3
Mai 2012	7,9	49 %	10,2	v	68 %	v	7,6
Juni 2012	6,1	44 %	9,7	v	72 %	v	5,6
Juli 2012	9,3	59 %	9,6	v	66 %	v	6,7
Aug. 2012	9,6	78 %	9,3	v	66 %	v	4,7
Sep. 2012	10,5	75 %	11,9	v	74 %	v	7,9
Okt. 2012	12,6	71 %	v	v	v	v	14,0
Nov. 2012	12,3	78 %	19,4	12,8	v	v	22,0
Dez. 2012	11,4	86 %	21,6	16,2	82 %	58 %	22,0
<b>JMW 2012</b>	<b>12,5</b>	<b>68 %</b>	<b>15,2</b>	<b>v</b>	<b>75%</b>	<b>v</b>	<b>13,6</b>

v ... Verfügbarkeit zu gering

Der mittlere Anteil von  $PM_{2,5}$  am  $PM_{10}$  lag in Illmitz mit 75 % sehr nahe am Durchschnitt der letzten Jahre (77 %); in Enzenkirchen ist der mittlere Anteil von  $PM_{2,5}$  am  $PM_{10}$  mit 68 % deutlich niedriger, allerdings sind die kontinuierlichen und gravimetrischen Daten nur eingeschränkt vergleichbar (siehe Kapitel 3.3.5).

Im Jahresverlauf ist in Illmitz der  $PM_{2,5}$ -Anteil, wie in früheren Jahren, im Winter höher als im Sommer.

Auch Enzenkirchen weist im Winter höhere  $PM_{2,5}$ -Anteile am  $PM_{10}$  auf als im Sommer.

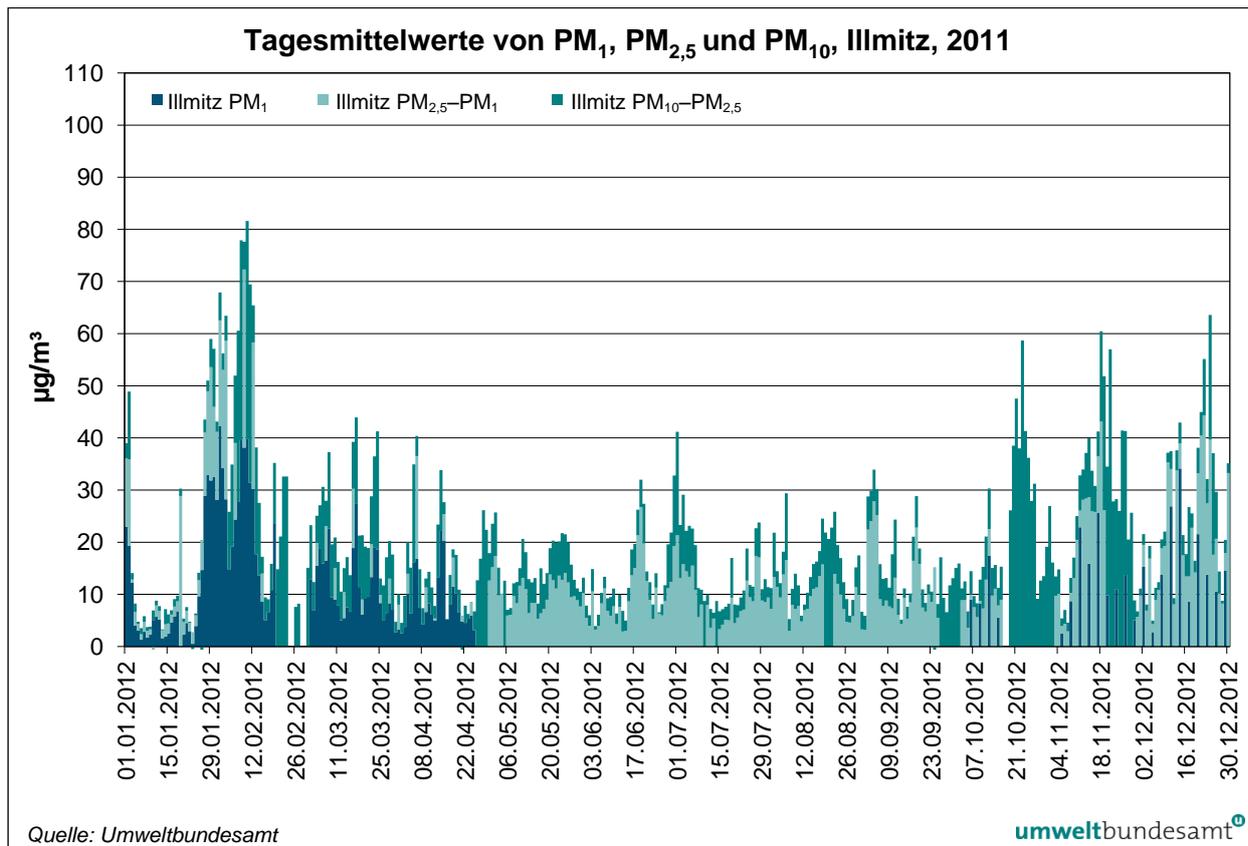


Abbildung 23: Verlauf der Tagesmittelwerte der Konzentration der Fraktionen  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  sowie  $PM_{10}-PM_{2,5}$  in Illmitz im Jahr 2012.

### 3.4.2 $PM_{2,5}$ und $PM_{10}$ und Partikelanzahl (Grimm)

Die – seit April 2011 in Enzenkirchen und seit November 2011 in Pillersdorf eingesetzten – Messgeräte der Type Grimm EDM 180 liefern Konzentrationsdaten der Fraktionen  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  und  $PM_{10}-PM_{2,5}$  sowie die Partikelanzahl. Die Grimm-Geräte sind für  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$  äquivalenzgeprüft.

Eine Auswertung dieser Daten stößt insofern auf Schwierigkeiten, als das  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis der Daten des Grimm-Gerätes in Enzenkirchen deutlich von den gravimetrischen Werten abweicht, und für  $PM_{10}$  keine Äquivalenzprüfung und damit keine Korrekturfunktion vorliegt.

In Enzenkirchen liegen seit Beginn der gravimetrischen  $PM_{2,5}$ -Messung 53 Tage vor, an denen gravimetrische Daten und Daten des Grimm-Gerätes verglichen werden können. In diesem Vergleichszeitraum betrug das mittlere  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis der gravimetrischen Daten 76 %, jenes der (auf Äquivalenz korrigierten) Grimm-Daten 64 % (diese Abweichung zu den gravimetrischen Werten dürfte damit zusammenhängen, dass die Korrekturfunktion für  $PM_{2,5}$  einen deutlich größeren negativen Offset besitzt als jene für  $PM_{10}$ ); die „Rohdaten“ des Grimm-Gerätes ergeben ein  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis von 84 %.

In Hinblick auf die fehlende Äquivalenz der  $PM_{10}$ -Daten werden in Tabelle 17 die Rohdaten für  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  und  $PM_{10}-PM_{2,5}$  ausgewertet, deren unzureichende Übereinstimmung mit den gravimetrischen Daten zu berücksichtigen ist.

Tabelle 17: Monats- und Jahresmittelwerte der Verhältnisse der Konzentrationen der PM-Fractionen (Rohdaten der Grimm-Geräte) sowie der Partikelanzahl in Enzenkirchen und Pillersdorf (Teilchen/m<sup>3</sup>) im Jahr 2012 (Quelle: Umweltbundesamt).

	Enzenkirchen			Pillersdorf		
	PM <sub>2,5</sub> /PM <sub>10</sub>	PM <sub>1</sub> /PM <sub>10</sub>	Partikelanzahl	PM <sub>2,5</sub> /PM <sub>10</sub>	PM <sub>1</sub> /PM <sub>10</sub>	Partikelanzahl
Jän. 2012	96 %	89 %	172.483	95 %	86 %	203.217
Feb. 2012	96 %	91 %	391.372	95 %	90 %	356.149
März 2012	88 %	82 %	261.408	86 %	80 %	271.078
April 2012	82 %	74 %	152.588	82 %	74 %	182.787
Mai 2012	72 %	62 %	122.425	68 %	58 %	121.919
Juni 2012	75 %	64 %	111.216	72 %	61 %	116.454
Juli 2012	70 %	58 %	135.578	67 %	54 %	135.540
Aug. 2012	73 %	62 %	117.594	63 %	51 %	102.166
Sep. 2012	81 %	72 %	171.026	77 %	66 %	134.118
Okt. 2012	87 %	80 %	221.140	87 %	80 %	206.773
Nov. 2012	91 %	86 %	228.615	93 %	88 %	312.087
Dez. 2012	92 %	85 %	219.962	95 %	91 %	305.687
<b>JMW 2012</b>	<b>83 %</b>	<b>75 %</b>	<b>189.608</b>	<b>81 %</b>	<b>72 %</b>	<b>194.484</b>

Das PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub>-Verhältnis der Grimm-Geräte zeigt in Enzenkirchen und Pillersdorf, wie in Illmitz, einen klaren Jahresgang mit erhöhten Relativanteilen der feinen Fraktion im Winter. Einen analogen Jahresgang zeigt (anders als die gravimetrischen Daten in Illmitz) auch das PM<sub>1</sub>/PM<sub>10</sub>-Verhältnis.

Auch bei den PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub>- bzw. PM<sub>1</sub>/PM<sub>10</sub>-Verhältnissen der Grimm-Daten unterscheiden sich der sehr niedrig belastete Jänner und der hoch belastete Februar 2012 nicht. Zwar weist der Jänner 2012 eine ähnliche absolute PM<sub>10</sub>-Konzentration auf wie Sommermonate, aber deutlich höhere Anteile sowohl der PM<sub>1</sub>- wie der PM<sub>2,5</sub>-Fraktion.

Die Partikelanzahl korreliert sehr hoch (in Enzenkirchen und Pillersdorf jeweils 0,99) mit der PM<sub>1</sub>- wie mit der PM<sub>2,5</sub>-Konzentration, etwas schwächer mit der PM<sub>10</sub>-Konzentration (0,92 in Enzenkirchen, 0,95 in Pillersdorf).

Im Mittel korrespondiert 1 µg PM<sub>10</sub> in Enzenkirchen mit 8.800 Teilchen, in Pillersdorf mit 8.700 Teilchen.

### 3.4.3 Trend der PM<sub>2,5</sub>- und PM<sub>1</sub>-Konzentration

Der Trend der Jahresmittelwerte des PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub>- bzw. des PM<sub>1</sub>/PM<sub>10</sub>-Anteils in Illmitz ist in Tabelle 18 dargestellt, Abbildung 24 zeigt die Monatsmittelwerte der Konzentration der Fraktionen PM<sub>1</sub>, PM<sub>2,5</sub>-PM<sub>1</sub> sowie PM<sub>10</sub>-PM<sub>2,5</sub> in Illmitz.

Im Jahresmittel variiert der PM<sub>2,5</sub>-Anteil am PM<sub>10</sub> in Illmitz in einem sehr engen Bereich zwischen 75 und 80 %, der PM<sub>1</sub>-Anteil etwas stärker zwischen 54 % und 62 %.

Mit 77 % wies auch Haidershofen (2010–2011) einen sehr ähnlichen mittleren PM<sub>2,5</sub>-Anteil am PM<sub>10</sub> auf.

Im Mittel über den Zeitraum, für den Messdaten aller drei PM-Fractionen vorliegen, setzt sich PM<sub>10</sub> in Illmitz zu 57 % aus PM<sub>1</sub>, zu 20 % aus der Fraktion PM<sub>2,5</sub>-PM<sub>1</sub> und zu 23 % aus der Fraktion PM<sub>10</sub>-PM<sub>2,5</sub> zusammen.

Illmitz		
PM JMW	PM <sub>2,5</sub> /PM <sub>10</sub> (in %)	PM <sub>1</sub> /PM <sub>10</sub> (in %)
2001	78	v
2002	79	v
2003	77	58
2004	77	59
2005	80	61
2006	78	58
2007	77	57
2008	80	58
2009	76	54
2010	79	62
2011	76	58
2012	75	v

Tabelle 18:  
Jahresmittelwerte des  
Verhältnisses  
PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> bzw.  
PM<sub>1</sub>/PM<sub>10</sub> in Illmitz,  
2001–2012 (in %)  
(Quelle:  
Umweltbundesamt).

v ... Verfügbarkeit zu gering bzw. keine Messung

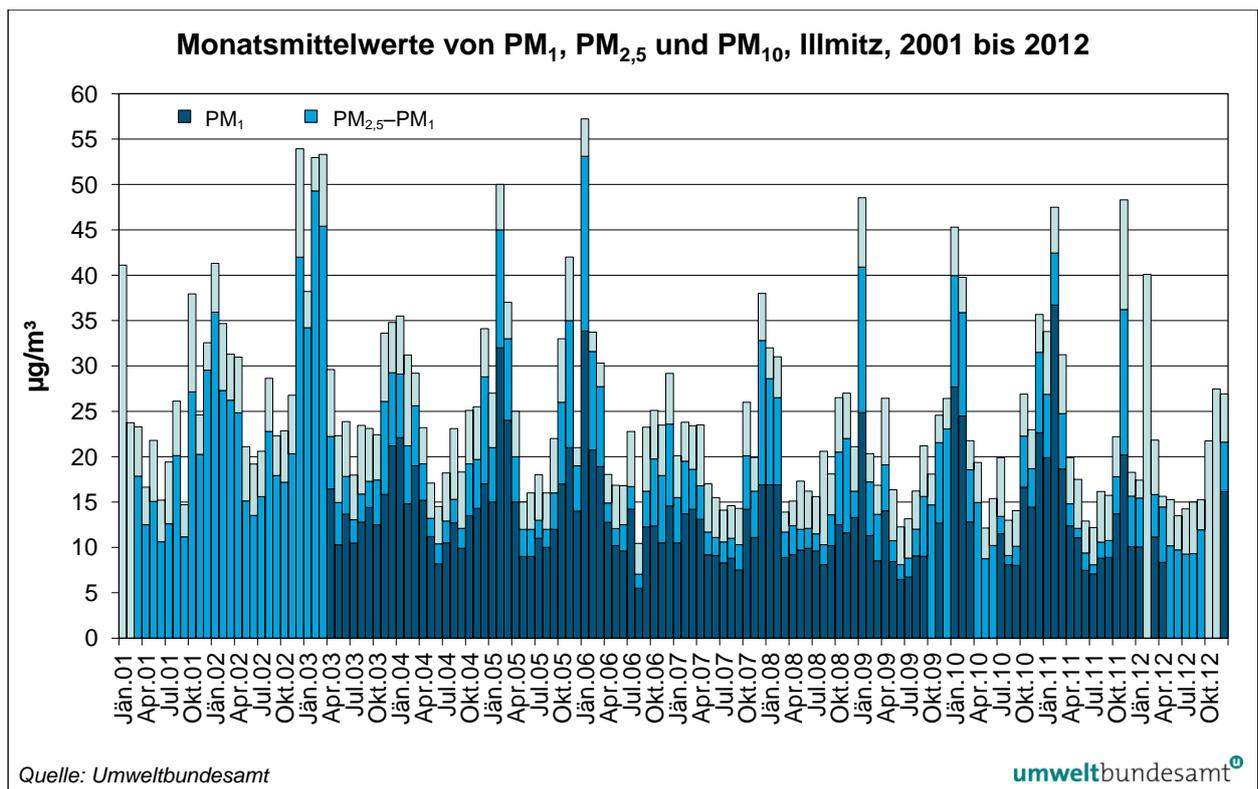


Abbildung 24: Monatsmittelwerte der Konzentration der Fraktionen PM<sub>1</sub>, PM<sub>2,5</sub>-PM<sub>1</sub> sowie PM<sub>10</sub>-PM<sub>2,5</sub> in Illmitz, 2001–2012.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Im Dezember 2012 (PM<sub>1</sub>-Probenahme jeden dritten Tag) werden die Anteile der PM-Fraktionen nur für jene Tage, an denen PM<sub>1</sub>-Daten vorliegen, bestimmt.

### 3.4.4 Chemische Zusammensetzung von PM<sub>2,5</sub> in Illmitz

In Illmitz wird die chemische Zusammensetzung von PM<sub>2,5</sub> – basierend auf Monatsmischproben, die einen Filter jeden sechsten Tag umfassen – untersucht. Analysiert werden: Elementarer Kohlenstoff (EC), organischer Kohlenstoff (OC), Sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> und Cl<sup>-</sup>.

Die Monatsmittelwerte und Jahresmittelwerte der angegebenen Inhaltsstoffe von PM<sub>2,5</sub> sind in Tabelle 19 zusammengestellt, sowie die Anteile an der gesamten PM<sub>2,5</sub>-Konzentration. Abbildung 26 zeigt die Anteile der PM<sub>2,5</sub>-Inhaltsstoffe, Abbildung 26 die Konzentrationen der einzelnen Monate.

Die Konzentration des organischen Materials (OM) lässt sich aus dem organischen Kohlenstoff hochrechnen, in der Literatur werden Faktoren von 1,4 bis über 1,7 angeführt (BAUER et al. 2007, JANKOWSKI et al. 2007). Für gealterte Luftmassen – wie in Illmitz – dürfte eher 1,7 zutreffen.

Tabelle 19: Chemische Zusammensetzung von PM<sub>2,5</sub> in Illmitz 2012 (in µg/m<sup>3</sup>) (Quelle: Umweltbundesamt).

	PM <sub>2,5</sub>	OC	OM	EC	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Na	K	Ca	Mg	Cl
Jänner	18,2	5,9	10,0	1,5	1,4	3,4	0,7	0,9	0,5	0,1	< 0,1	0,1
Februar	26,5	8,1	13,8	1,4	4,3	4,0	1,9	1,2	0,3	0,1	0,1	0,1
März	9,0	2,8	4,7	0,2	2,4	2,4	1,3	0,2	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
April	16,0	3,3	5,6	0,7	3,1	3,7	1,7	1,0	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
Mai	8,9	3,1	5,3	0,2	2,0	0,6	0,7	0,1	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
Juni	8,2	3,1	5,3	0,2	1,8	0,4	0,5	0,2	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
Juli	8,5	2,6	4,4	0,2	1,4	0,4	0,3	0,2	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
August	9,6	3,2	5,5	0,3	2,0	0,4	0,5	0,2	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
September	6,6	2,6	4,4	0,3	2,1	0,4	0,6	0,1	0,1	0,2	< 0,1	< 0,1
Oktober	8,5	2,8	4,8	0,4	2,2	1,5	1,2	0,1	0,1	0,2	< 0,1	< 0,1
November	19,4	5,6	9,6	1,1	3,5	4,4	2,5	< 0,1	0,3	0,1	< 0,1	< 0,1
Dezember	26,2	7,8	13,3	1,4	3,4	5,9	3,2	0,1	0,5	0,1	< 0,1	0,1
<b>JMW 2012</b>	<b>13,4</b>	<b>4,1</b>	<b>7,0</b>	<b>0,6</b>	<b>2,5</b>	<b>2,3</b>	<b>1,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>&lt; 0,1</b>	<b>0,1</b>
<b>Anteil am PM<sub>2,5</sub> (in %)</b>			<b>43 %</b>	<b>4 %</b>	<b>17 %</b>	<b>16 %</b>	<b>9 %</b>	<b>2 %</b>	<b>&lt; 1 %</b>	<b>&lt; 1 %</b>	<b>&lt; 1 %</b>	<b>&lt; 1 %</b>

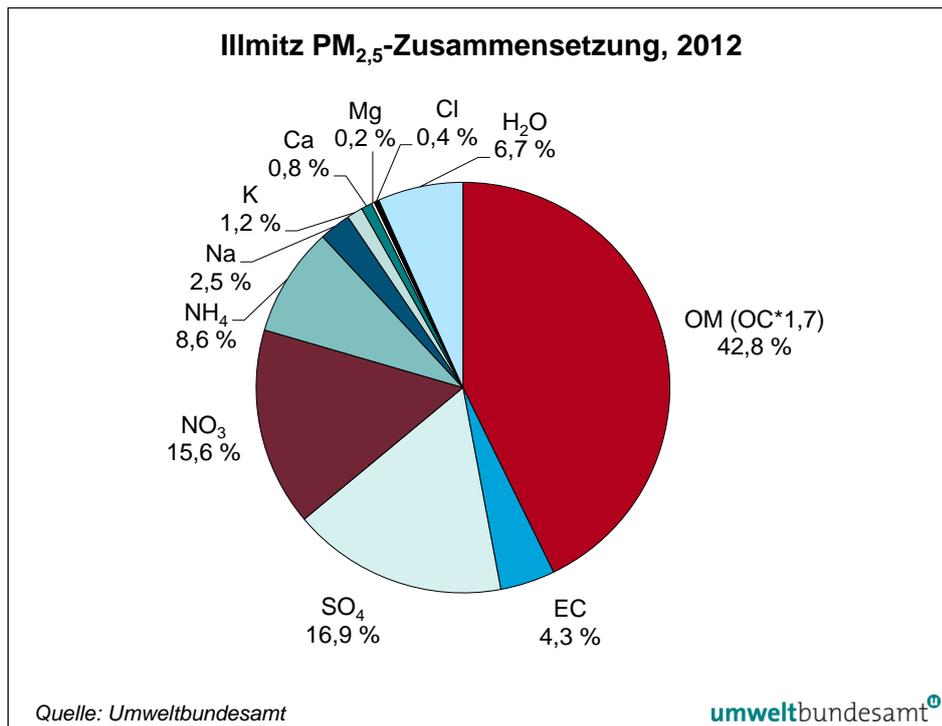


Abbildung 25:  
Chemische  
Zusammensetzung von  
PM<sub>2,5</sub> in Illmitz 2012  
(OM mit einem Faktor  
1,7 aus OC  
hochgerechnet).

Ungeachtet der Unsicherheit bei der Hochrechnung des organischen Materials stellt dieses die relativ größte Komponente im PM<sub>2,5</sub> dar. Mit einem OM/OC-Faktor von 1,7 ergibt sich ein mittlerer OM-Anteil am PM<sub>2,5</sub> von 43 %, wobei dieser im Jahresverlauf unregelmäßig variiert (zwischen 30 % im April und 51 % im Jänner). Die absolut höchsten OM-Konzentrationen wurden im Februar und Dezember gemessen, im Sommer lagen sie um 5 µg/m<sup>3</sup>.

Die EC-Konzentration variiert absolut noch stärker, die Wintermonate weisen um drei- bis fünffach höhere Konzentrationen als der Sommer auf. Die Relativanteile von EC liegen im Sommer um 3 %, im Winter bei 5–8 %.

Einen relativ geringen Jahrgang weist die Sulfat-Konzentration (im Mittel 17 %) auf, die im Winter eineinhalbmal so hoch ist wie im Sommer. Auffällig ist die sehr niedrige Sulfat-Konzentration im sehr warmen Jänner 2012 (1,4 µg/m<sup>3</sup> bzw. 7 %), während sie im Februar bei 4,3 µg/m<sup>3</sup> lag.

Nitrat weist aufgrund seiner Flüchtigkeit bei höheren Temperaturen einen markanten Jahrgang auf, die Konzentration liegt im Sommer um 0,5 µg/m<sup>3</sup>, im Winter bei 3 bis 6 µg/m<sup>3</sup>.

Der kalte und von hoher PM<sub>2,5</sub>-Belastung – bei häufigem Ferntransport von Norden – betroffene Februar wies durchschnittliche Anteile der wichtigen PM<sub>2,5</sub>-Komponenten auf.

Jänner, Februar und April fallen durch hohe Na-Konzentrationen (über 5 %), der Jänner und April durch eine hohe K-Konzentration (3 %) auf. Im Jänner könnten Na und K als Gegenionen zu Sulfat und Nitrat auftreten, da die Ammonium-Konzentration deutlich unter dem stöchiometrischen Verhältnis zu Sulfat und Nitrat liegt.

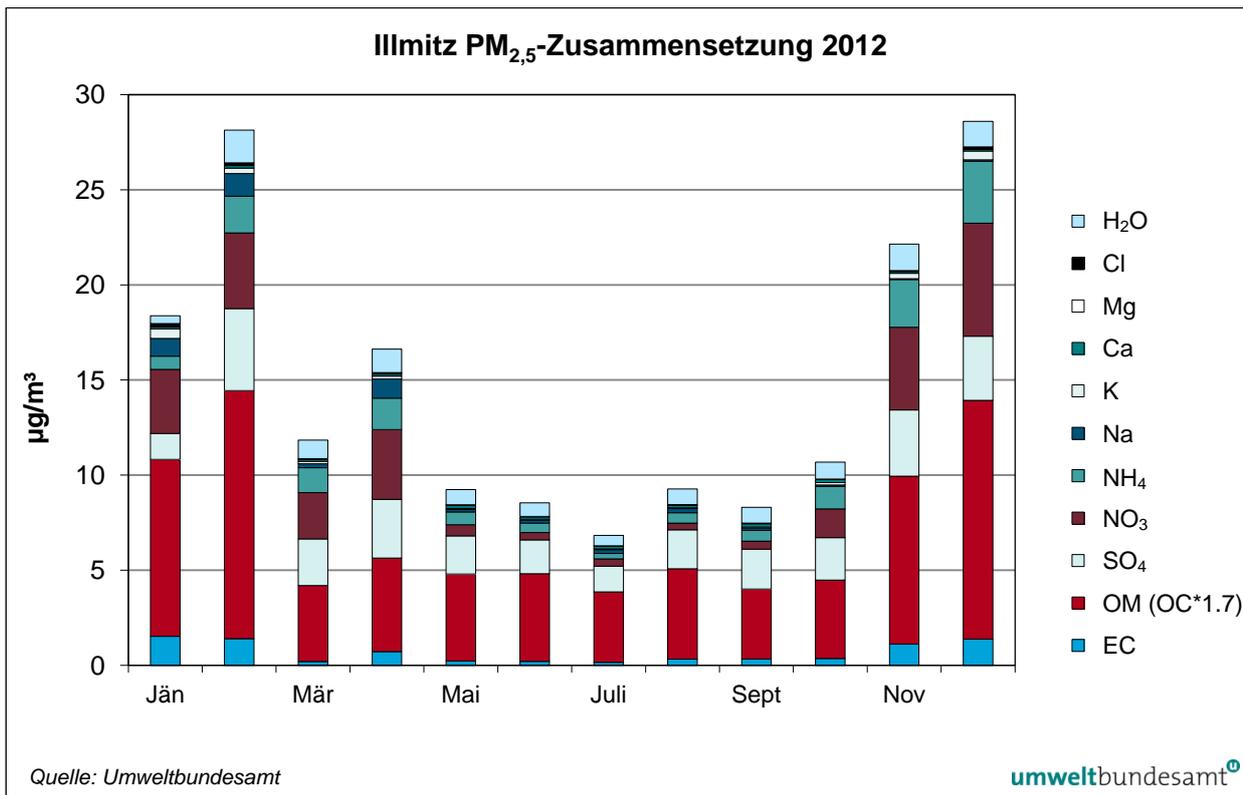


Abbildung 26: Chemische Zusammensetzung von PM<sub>2,5</sub> in Illmitz für die einzelnen Monate 2012 (OM mit einem Faktor 1,7 aus OC hochgerechnet).

**Trend**

Die zwischen Oktober 1999 und Oktober 2000 in Illmitz durchgeführten chemischen Analysen von PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> erlauben einen – eingeschränkten – Vergleich mit den Werten von 2011 und 2012 (siehe Tabelle 20; OM in allen Fällen mit 1,7 aus OC berechnet).

1999/2000 wurden deutlich höhere EC-Konzentrationen (8 %) als 2011 und 2012 (3 % bzw. 4 %) und deutlich geringere OC- bzw. OM-Konzentrationen (31 % im Vergleich zu 48 % bzw. 43 %) analysiert, was auch an den unterschiedlichen Analyseverfahren mit unterschiedlicher EC-OC-Aufteilung liegt, sodass kein absoluter Vergleich möglich ist.

Der Sulfat-Anteil variiert in den drei analysierten Jahren kaum (17–20 %), der Nitrat-Anteil lag 1999/2000 mit 11 % nahe bei den Verhältnissen von 2011, 2012 deutlich höher.

Auffällig sind die höheren Na-Gehalte in den letzten Jahren (0,4 % 1999/2000, 3 % bzw. 2 % 2011 und 2012).

Tabelle 20: Konzentrationen der PM<sub>2,5</sub>-Inhaltsstoffe 1999/2000, 2011 und 2012 (in µg/m<sup>3</sup>).

	OM (OC*1,7)	EC	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Na	K	Ca	H <sub>2</sub> O
1999/2000	6,2	1,6	4,0	2,1	2,0	0,1	0,3	0,1	1,6
2011	9,2	0,6	3,5	2,4	1,5	0,5	0,2	0,2	1,4
2012	6,3	0,6	2,5	2,3	1,3	0,4	0,2	0,1	1,0

### 3.5 Stickstoffoxide

#### 3.5.1 Die Konzentration von NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> im Jahr 2012

Die Grenzwerte des IG-L für NO<sub>2</sub> zum Schutz der menschlichen Gesundheit (HMW 200 µg/m<sup>3</sup>, JMW 30 µg/m<sup>3</sup>) wurden im Jahr 2012 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes eingehalten.

Die Monats- und Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration, die Jahresmittelwerte für NO und NO<sub>x</sub> sowie die maximalen Halbstunden- und Tagesmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration des Jahres 2012 an den Hintergrundmessstellen gemäß IG-L sowie an der Vorerkundungsmessstelle Haidershofen an der Enns sind in Tabelle 21, der Verlauf der Monatsmittelwerte für NO<sub>2</sub> ist in Abbildung 27 angegeben.

Tabelle 21: Monats- und Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration, Jahresmittelwert der NO-Konzentration (in µg/m<sup>3</sup>), Jahresmittelwert der NO<sub>x</sub>-Konzentration (in µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>; am Sonnblick NO<sub>y</sub>) sowie maximale Halbstunden- und Tagesmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration im Jahr 2012 (in µg/m<sup>3</sup>)  
(Quelle: Umweltbundesamt).

NO <sub>2</sub> MMW	ENK	ILL	KLH	PIL	SON	VOR	ZOE	HAI
Jän. 2012	14,4	8,1	9,3	7,8	0,8	3,9	4,3	13,9
Feb. 2012	19,7	16,1	13,4	13,0	v	6,5	10,1	23,3
Mär. 2012	14,5	10,8	9,5	10,3	0,7	4,5	8,3	15,6
Apr. 2012	9,9	7,9	7,5	8,9	0,8	2,8	4,3	12,2
Mai 2012	8,3	5,7	6,7	5,6	0,5	2,4	3,3	9,0
Jun. 2012	5,3	4,4	5,8	4,2	0,4	v	2,6	6,9
Jul. 2012	5,0	4,0	5,5	4,1	0,4	2,2	2,5	6,7
Aug. 2012	5,6	5,6	5,5	5,1	0,4	2,1	2,5	8,2
Sep. 2012	7,4	6,7	6,7	7,5	0,5	2,2	3,0	10,4
Okt. 2012	11,5	8,9	10,2	10,3	0,6	3,1	3,9	14,5
Nov. 2012	15,7	13,0	8,9	13,3	0,4	3,2	4,8	17,5
Dez. 2012	17,9	14,6	11,7	15,8	1,0	3,5	4,7	22,2
<b>NO<sub>2</sub> JMW</b>	<b>11,3</b>	<b>8,8</b>	<b>8,4</b>	<b>8,8</b>	<b>0,6</b>	<b>3,2</b>	<b>4,5</b>	<b>13,3</b>
<b>NO JMW</b>	1,4	0,5	0,5	0,7	0,1	0,3	0,3	1,8
<b>NO<sub>x</sub> JMW</b>	13,4	9,6	9,2	9,9	0,8	3,7	5,0	16,1
<b>NO<sub>2</sub> max. HMW</b>	116,1	82,1	55,7	49,8	15,3	38,3	57,4	78,0
<b>NO<sub>2</sub> max. TMW</b>	53,1	34,8	30,1	34,8	5,9	14,6	25,7	49,7

v ... Verfügbarkeit zu gering für die Berechnung von Monats- oder Jahresmittelwerten.

Unter den gemäß IG-L betriebenen Hintergrundmessstellen registrierte Enzenkirchen die höchste NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Belastung; der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert betrug 11,3 µg/m<sup>3</sup> (38 % des IG-L-Grenzwertes), der NO<sub>x</sub>-Jahresmittelwert 13,4 µg/m<sup>3</sup> (34 % des IG-L-Grenzwertes). Eine noch etwas höhere Belastung registrierte die Vorerkundungsmessstelle Haidershofen mit 13,3 µg/m<sup>3</sup> als NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert.

Die in Nordostösterreich gelegenen Messstellen Pillersdorf und Illmitz weisen niedrigere NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von jeweils 8,8 µg/m<sup>3</sup> auf, Klöch in Südostösterreich einen etwas niedrigeren Wert von 8,4 µg/m<sup>3</sup>.

Deutlich geringer war die NO<sub>2</sub>-Belastung im Mittelgebirge mit Jahresmittelwerten von 4,5 µg/m<sup>3</sup> auf dem Zöbelboden und 3,2 µg/m<sup>3</sup> in Vorhegg. Auf dem Sonnblick wurde ein NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 0,6 µg/m<sup>3</sup> gemessen.

Die Spitzenwerte lagen an allen Messstellen deutlich unter dem Grenzwert (HMW) bzw. Zielwert (TMW) des IG-L. Der höchste Halbstundenmittelwert wurde mit 116 µg/m<sup>3</sup> in Enzenkirchen gemessen, gefolgt von 82 µg/m<sup>3</sup> in Illmitz.

Der höchste Tagesmittelwert trat mit 53 µg/m<sup>3</sup> in Enzenkirchen auf, gefolgt von 50 µg/m<sup>3</sup> in Haidershofen.

Alle Messstellen zeigen klare Jahrgänge mit erhöhten Konzentrationen im Winter, wobei die Unterschiede zwischen Winter und Sommer an den außeralpinen Messstellen ausgeprägter sind als im Gebirge. An den außeralpinen Messstellen sind ungünstigere Ausbreitungsbedingungen (häufige Bodeninversionen) zusammen mit etwas höheren Emissionen die Ursache der erhöhten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Winter. Im Mittel- und Hochgebirge spielen die Ausbreitungsbedingungen im Winter eine geringere Rolle, dafür trägt im Sommer stärkerer vertikaler Austausch zu häufigerem Transport belasteter Luftmassen aus den Tälern zur NO<sub>2</sub>-Belastung bei.

Der in Abbildung 27 dargestellte Jahrgang spiegelt markant die besonders ungünstigen Ausbreitungsbedingungen im Februar 2012 wider. Mit Ausnahme vom Zöbelboden, wo der höchste Monatsmittelwert im Februar seit Beginn der Messung 1995 registriert wurde, und Illmitz war die NO<sub>2</sub>-Belastung an den Hintergrundmessstellen im Februar 2012 aber nicht außergewöhnlich. Weitaus stärker wirkten sich die günstigen Ausbreitungsbedingungen auf die – niedrige – NO<sub>2</sub>-Belastung im Jänner 2012 aus, der in Illmitz und Pillersdorf die niedrigste Konzentration seit Beginn der Messung in den frühen Neunzigerjahren, auf dem Zöbelboden seit 1999 aufwies.

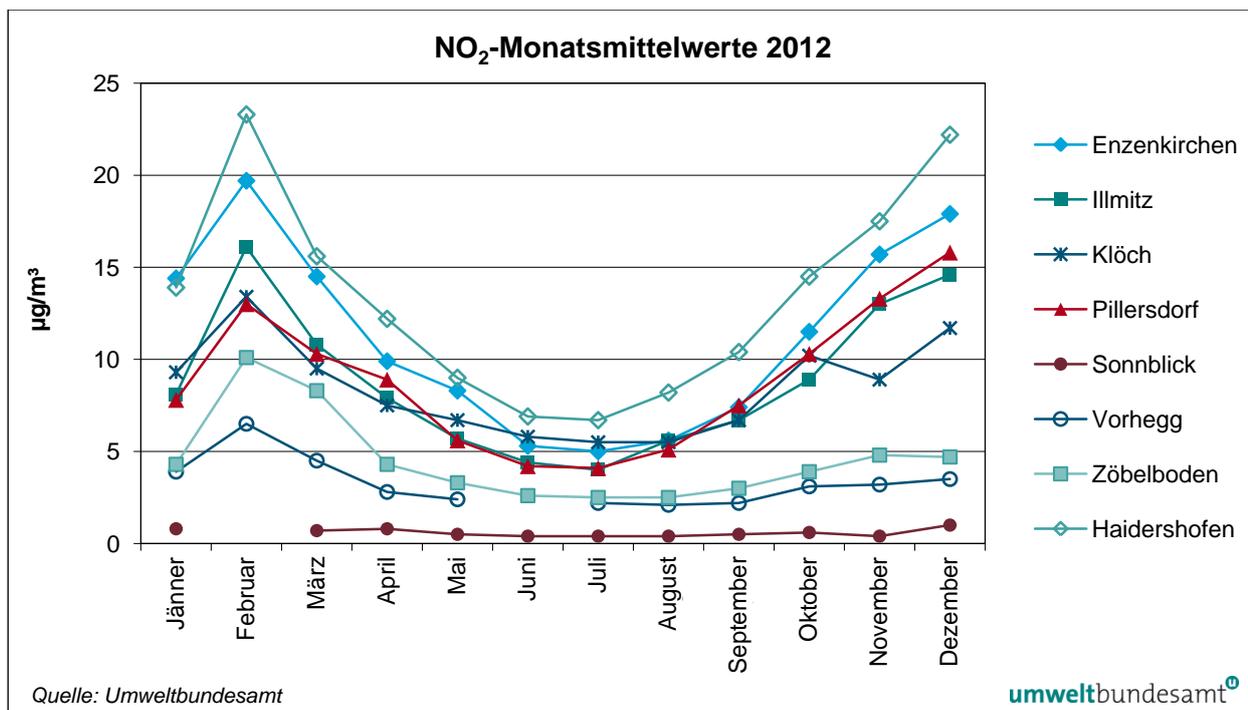


Abbildung 27: Monatsmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration im Jahr 2012.

Die Schadstoffwindrosen für NO<sub>2</sub> (siehe Anhang 8) zeigen, dass in Enzenkirchen Ost- und Westwind mit gleich hoher NO<sub>2</sub>-Konzentration verbunden sind.

In Illmitz (Hauptwindrichtungen Nordwest und Südsüdost) kommen aus der Region Wien etwas höhere NO<sub>2</sub>-Konzentrationen (8,9 µg/m<sup>3</sup>) als von Südsüdosten (7,3 µg/m<sup>3</sup>).

In Klösch sind die Hauptwindrichtungen Nordnordost und Südsüdwest mit etwa gleich hohen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen verbunden (ca. 8 µg/m<sup>3</sup>), überdurchschnittliche Konzentrationen kommen von Westen (10 µg/m<sup>3</sup>).

In Pillersdorf zeigt die Schadstoffwindrose Schadstofftransport aus Mähren (12,9 µg/m<sup>3</sup>) und aus dem niederösterreichischen Alpenvorland (ca. 10 µg/m<sup>3</sup>), während Wind aus dem Sektor Ost bis Südost mit um 8 µg/m<sup>3</sup> verbunden ist und Wind aus dem Waldviertel mit 7 µg/m<sup>3</sup>.

Auf dem Sonnblick kommt NO<sub>2</sub> ganz überwiegend von Nordnordost (einer der beiden Hauptwindrichtungen), d. h. aus dem Rauriser Tal (ca. 1,0 µg/m<sup>3</sup>), während die zweite Hauptwindrichtung Westsüdwest im Mittel mit 0,4 µg/m<sup>3</sup> verbunden ist.

In Vorhegg kommt NO<sub>2</sub> verstärkt von Osten (4,2 µg/m<sup>3</sup>), d. h. aus dem Gailtal, die anderen Windrichtungen sind mit 2–3 µg/m<sup>3</sup> verbunden.

Auf dem Zöbelboden kommt NO<sub>2</sub> verstärkt aus dem Nordsektor, die Hauptwindrichtung Westnordwest ist mit über 5 µg/m<sup>3</sup> verbunden, Südostwind mit 3 µg/m<sup>3</sup>.

### **3.5.2 Stickstoffoxid-Messungen auf dem Sonnblick**

Auf dem Sonnblick wird seit November 2005 die Konzentration von NO und NO<sub>y</sub> (Summe oxidierter Stickstoffverbindungen) mit einem Gerät der Type TEI 42CTL gemessen. Seit März 2010 stehen Messungen von NO<sub>2</sub> (bis Jänner 2012 mit API 200EU, seit Jänner 2012 mit TEI 42i blue light) zur Verfügung, die eine exakte Bestimmung von NO<sub>2</sub> erlauben.

Der Verlauf der Monatsmittelwerte ist in Abbildung 28 dargestellt.

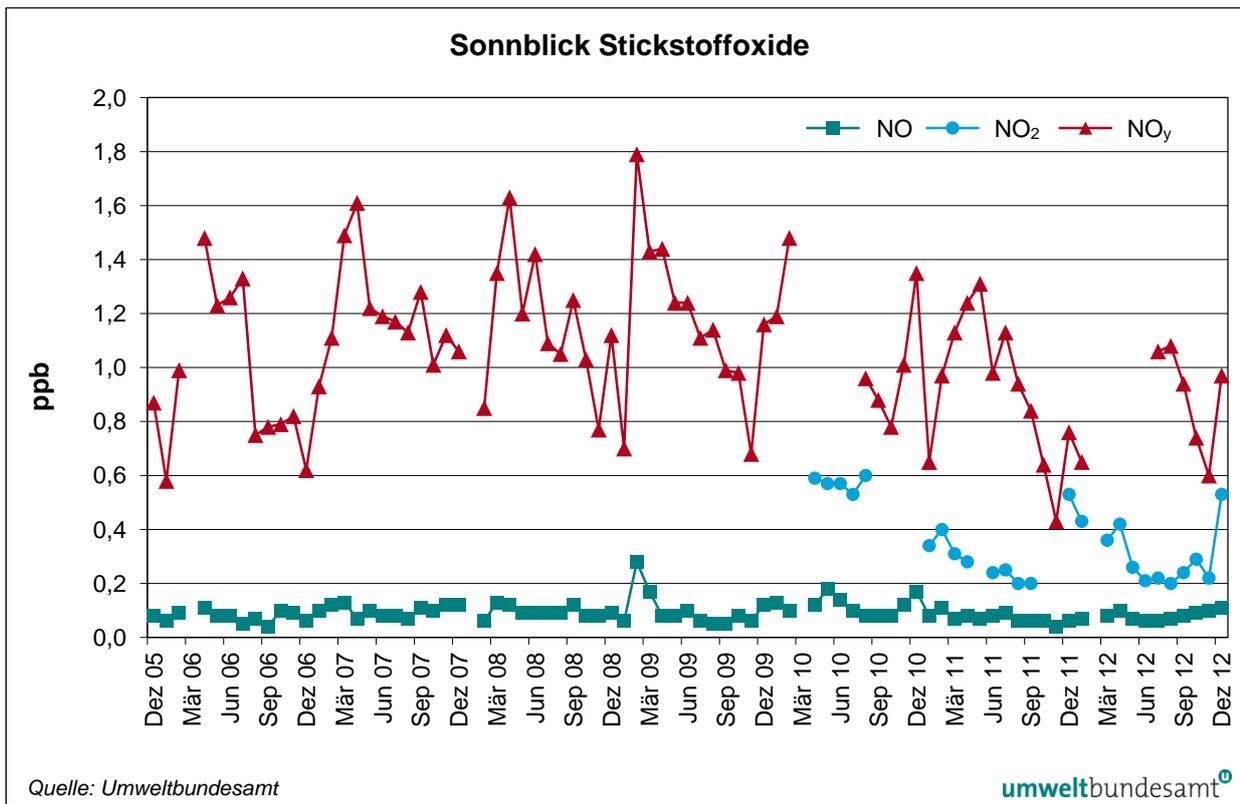


Abbildung 28: Monatsmittelwerte der Konzentration von NO, NO<sub>2</sub> und NO<sub>y</sub> am Sonnblick, Dez. 2005–Dez. 2012.

### 3.5.3 Trend der Belastung durch Stickstoffoxide

Abbildung 29 zeigt den Verlauf der Jahresmittelwerte der Konzentration von NO<sub>2</sub> und von NO<sub>x</sub> (berechnet als NO<sub>2</sub>) an den Hintergrundmessstellen des Umweltbundesamtes von 1994–2012 sowie die jährlichen NO<sub>x</sub>-Emissionen Österreichs (UMWELTBUNDESAMT 2013b); Tabelle 22 gibt die Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration an.

Der Konzentrationsverlauf von NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> folgt nicht jenem der gesamtösterreichischen NO<sub>x</sub>-Emissionen, die bis 2005 leicht angestiegen und von 2006 bis 2009 relativ stark – von 168 auf 147 kt – zurückgegangen sind und sich 2009–2011 kaum veränderten (für 2012 liegen noch keine Emissionsdaten vor). Dies deutet darauf hin, dass der zeitliche Verlauf der NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration von meteorologischen Bedingungen, aber u. U. auch von regional unterschiedlichen Entwicklungen der NO<sub>x</sub>-Emissionen – etwa deren Zunahme im ländlichen Raum – bestimmt wird.

Im langjährigen Vergleich zeigt die NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration an allen Messstellen bis 2010 einen unregelmäßigen Anstieg, dem – bei nur gering variierenden NO<sub>x</sub>-Emissionen – von den Ausbreitungsbedingungen bedingte Schwankungen überlagert sind. Hohe NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration wurden v. a. 2003, 2006 und 2010 registriert, niedrige Konzentrationen v. a. 2004, 2008 und 2012.

Das Jahr 2012 wies an allen Hintergrundmessstellen eine niedrigere NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration auf als 2010 und 2011. In Enzenkirchen liegt die NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration 2012 auf dem Niveau von 2000, in Pillersdorf auf dem Ni-

veau von 2004 und in Klösch und Illmitz auf dem Niveau von 2008. Die Messstellen im Mittelgebirge, Vorhegg und Zöbelboden, zeigen bis 2010 einen fast kontinuierlichen Anstieg der Konzentration und im folgenden Jahr einen deutlichen Rückgang; 2012 lag die NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration in Vorhegg auf dem Niveau von 2001, auf dem Zöbelboden von 2004.

Trotz der Rückgänge der NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration zwischen 2010 und 2012 zeigen die Konzentrationen von NO<sub>2</sub> in Enzenkirchen, in Illmitz, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden sowie von NO<sub>x</sub> in Enzenkirchen, in Illmitz und auf dem Zöbelboden statistisch signifikant steigende Trends (90- bis 95 %-Konfidenzniveau).

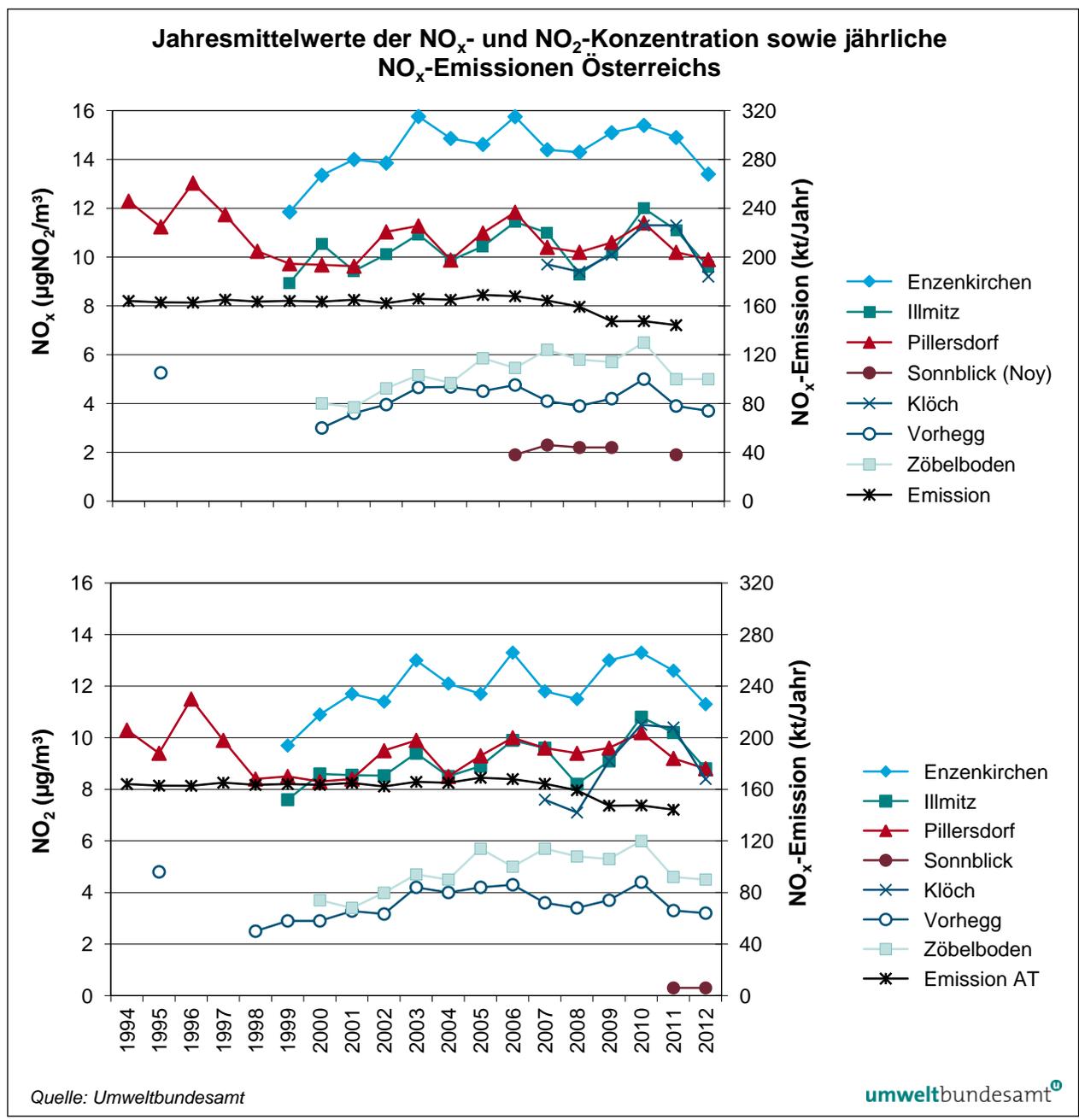


Abbildung 29: Jahresmittelwerte der NO<sub>x</sub>- (oben; Sonnblick: NO<sub>y</sub>) und der NO<sub>2</sub>-Konzentration (unten) sowie jährliche NO<sub>x</sub>-Emissionen Österreichs (ohne Kraftstoffexport), 1994–2012.

Tabelle 22: Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration an den Hintergrundmessstellen, 1994–2012 (in µg/m<sup>3</sup>) und NO<sub>x</sub>-Emissionen Österreichs (AT) (in kt), 1994–2011 (Quelle: Umweltbundesamt).

NO <sub>2</sub> JMW	ENK	ILL	KLH	PIL	VOR	ZOE	Emission AT
1994				10,3			164
1995				9,4			163
1996				11,5			163
1997				9,9			165
1998				8,4			163
1999	9,7	7,6		8,5	2,9		164
2000	10,9	8,6		8,3	2,9	3,7	163
2001	11,7	8,6		8,4	3,3	3,4	165
2002	11,4	8,5		9,5	3,2	4,0	162
2003	13,0	9,4		9,9	4,2	4,7	166
2004	12,1	8,5		8,5	4,0	4,5	165
2005	11,7	8,9		9,3	4,2	5,7	169
2006	13,3	9,9		10,0	4,3	5,6	168
2007	11,8	9,6	7,6	9,6	3,6	5,7	164
2008	11,5	8,2	7,1	9,4	3,4	5,4	159
2009	13,0	9,1	9,1	9,6	3,7	5,3	147
2010	13,3	10,8	11,3	10,2	4,4	6,0	148
2011	12,6	10,2	10,4	9,2	3,3	4,6	144
2012	11,3	8,8	8,4	8,8	3,2	4,5	

Die windrichtungsabhängige Auswertung der mittleren NO<sub>2</sub>-Konzentration zeigt in Enzenkirchen einen ähnlichen Verlauf bei Ost- und bei Westwind.

In Illmitz waren die sehr hohen NO<sub>2</sub>-Belastungen 2005, 2006 und 2010 vor allem durch erhöhte Konzentrationen bei Nordwestwind, d. h. Advektion aus dem Raum Wien, verbunden; die Jahre 2005 bis 2007 wiesen unterdurchschnittliche Konzentrationen bei Südostwind auf.

In Pillersdorf (siehe Abbildung 30) waren die hohen NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 1997 v. a. auf Transport aus Tschechien bei Nordostwind zurückzuführen, dessen Beitrag zwischen 1998 und 1999 stark zurückging, seither aber wieder gestiegen ist. Die NO<sub>2</sub>-Konzentration bei Südwind, d. h. aus dem niederösterreichischen Alpenvorland und Wien, zeigt starke Variationen von Jahr zu Jahr, aber keinen langzeitigen Trend. Die Konzentration bei Westwind ging von 1996 auf 1997 zurück – möglicherweise aufgrund einer Abnahme von NO<sub>x</sub>-Emissionen in Böhmen – und stieg seitdem relativ kontinuierlich wieder an.

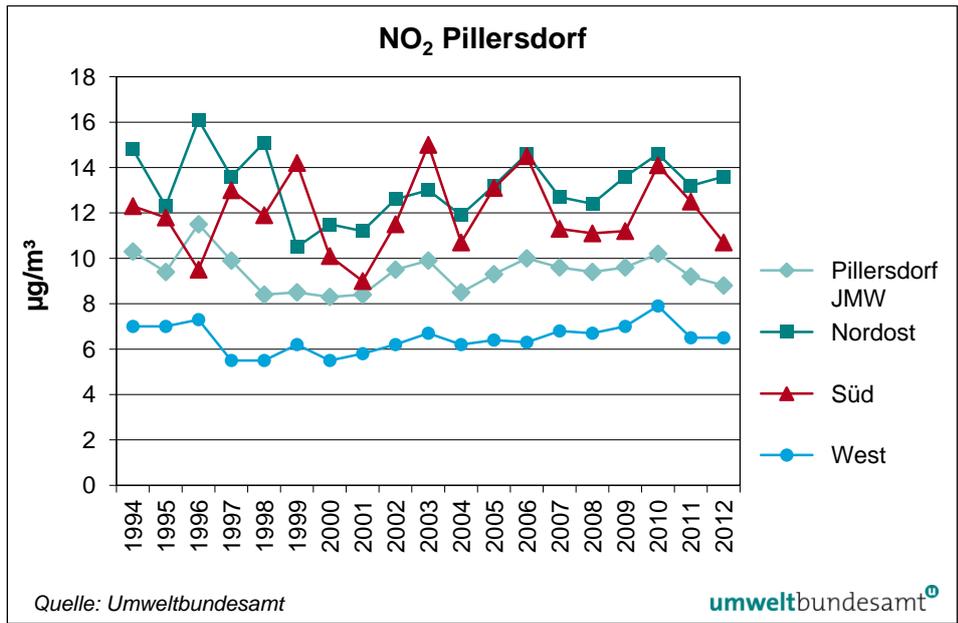


Abbildung 30: Trend der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte in Pillersdorf sowie der mittleren Konzentration bei Wind aus Nordost, Süd und West, 1994–2012.

Auf dem Zöbelboden stieg die mittlere NO<sub>2</sub>-Konzentration bei allen Windrichtungen zwischen 2001 und 2005 stark an. Danach ging die Belastung bei südlichem Wind kontinuierlich leicht zurück, während sie bei nördlichem Wind bis 2010 weiter anstieg und von 2010 auf 2011 markant zurückging.

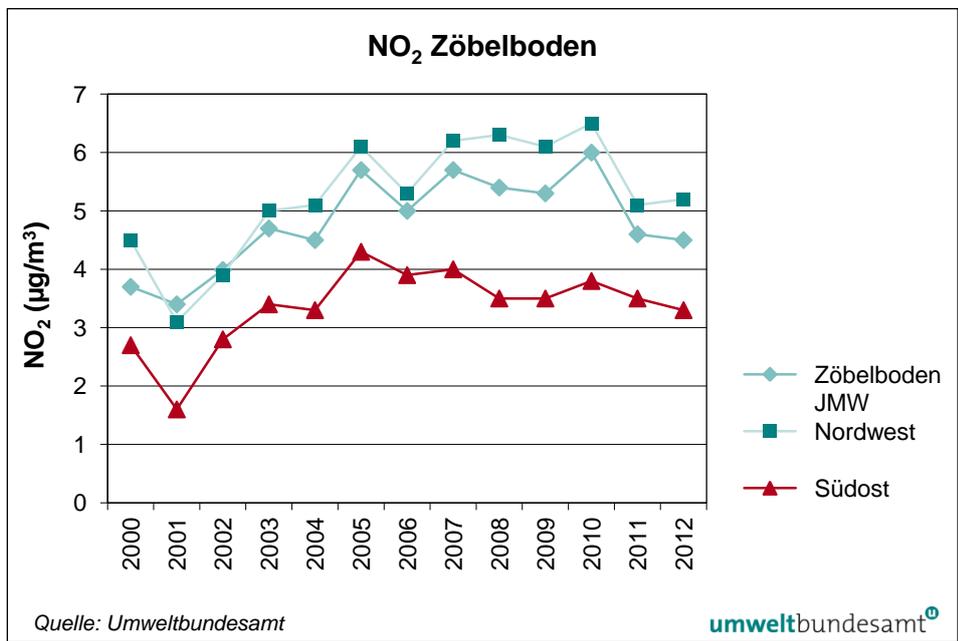


Abbildung 31: Trend der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte auf dem Zöbelboden sowie der mittleren Konzentration bei Wind aus Nordwest und Südost, 2000–2012.

### 3.6 Schwefeldioxid

#### 3.6.1 Die Konzentration von SO<sub>2</sub> im Jahr 2012

Die Grenzwerte gem. Anlage 1 IG-L zum Schutz der menschlichen Gesundheit für Schwefeldioxid (TMW 120 bzw. HMW 200 µg/m<sup>3</sup>) sowie die Grenzwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation wurden 2012 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes deutlich unterschritten.

Den höchsten SO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert registrierte mit 2,1 µg/m<sup>3</sup> die Messstelle Pillersdorf, gefolgt von Illmitz und Enzenkirchen mit 1,8 µg/m<sup>3</sup> und 1,4 µg/m<sup>3</sup>; die im Mittelgebirge gelegene Messstelle Vorhegg erfasste einen Jahresmittelwert von 0,4 µg/m<sup>3</sup>, Zöbelboden 0,6 µg/m<sup>3</sup>.

In Pillersdorf wurde mit 3,0 µg/m<sup>3</sup> auch der höchste Wintermittelwert (Oktober 2011 bis März 2012) aller Hintergrundmessstellen gemessen.

Den höchsten Halbstundenmittelwert (58 µg/m<sup>3</sup>) und den höchsten Tagesmittelwert (32 µg/m<sup>3</sup>) erfasste die Messstelle Illmitz.

Die Monats- und Jahresmittelwerte für 2012, der Wintermittelwert (Oktober 2011 bis März 2012) sowie die maximalen Halbstundenmittelwerte und maximalen Tagesmittelwerte 2012 sind in Tabelle 23 zusammengestellt.

*Tabelle 23:  
SO<sub>2</sub> – Monats- und  
Jahresmittelwerte an  
den Hintergrund-  
messstellen im Jahr  
2012, Wintermittelwert  
2012 sowie maximaler  
Halbstundenmittelwert  
und maximaler Tages-  
mittelwert 2012 (in  
µg/m<sup>3</sup>) (Quelle:  
Umweltbundesamt).*

<b>SO<sub>2</sub> 2012</b>	<b>ENK</b>	<b>ILL</b>	<b>PIL</b>	<b>VOR</b>	<b>ZOE</b>
Jän. 2012	1,5	1,4	3,1	0,6	0,6
Feb. 2012	5,6	8,7		1,3	3,8
Mär. 2012	1,3	1,5	2,9	0,5	0,6
Apr. 2012	1,1	0,9	1,6	0,2	0,3
Mai 2012	1,0	0,9	1,9	0,2	0,4
Jun. 2012	0,6	0,7	1,3	v	0,3
Jul. 2012	0,6	0,6	1,0	0,2	0,2
Aug. 2012	1,0	0,9	1,3	0,3	0,3
Sep. 2012	1,2	1,3	1,6	0,2	0,2
Okt. 2012	0,9	1,5	1,6	0,2	0,2
Nov. 2012	0,9	1,9	1,9	0,2	0,3
Dez. 2012	0,9	1,9	2,0	0,3	0,4
<b>JMW 2012</b>	<b>1,4</b>	<b>1,8</b>	<b>2,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>
WMW 11/12	1,9	2,5	3,0	0,5	v
max. HMW	32,2	57,7	26,4	10,0	29,0
max. TMW	22,0	32,1	22,2	6,5	16,8

v ... Verfügbarkeit zu gering zur Berechnung eines Monats-, Winter- oder Jahresmittelwertes

Im langjährigen Vergleich zeichnete sich der Februar 2012 durch eine extrem hohe SO<sub>2</sub>-Belastung aus. Auf dem Zöbelboden wurde der absolut höchste Monatsmittelwert seit Beginn der Messung 1998 registriert, in Illmitz und Enzenkirchen der höchste Monatsmittelwert im Februar seit 2003, in Vorhegg seit 2005.

Die Schadstoffwindrosen (siehe Anhang 8) zeigen – wie in den letzten Jahren – dass der dominierende Beitrag der SO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastung vom Transport aus dem Sektor Nordost bis Südost stammt. Darin spiegelt sich der starke Einfluss von SO<sub>2</sub>-Quellen v. a. in Tschechien, Polen, der Slowakei und Serbien auf die SO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastung wider.

In Enzenkirchen stammt das gemessene SO<sub>2</sub> ganz überwiegend aus Ferntransport von Osten.

In Illmitz ist Wind aus Südost (Ferntransport aus Ungarn und Serbien) im Mittel mit 1,4 µg/m<sup>3</sup> verbunden, Nordwestwind mit 2,2 µg/m<sup>3</sup> (Ferntransport aus Tschechien und Polen). Wind aus Nordosten ist sehr selten, daher spielt Transport aus der Region Bratislava praktisch keine Rolle. Gewichtet man die SO<sub>2</sub>-Konzentration mit der Windrichtungshäufigkeit, so trägt Transport aus Südosten ca. 35 %, Transport von Nordnordwesten ca. 45 % – d. h. deutlich mehr als in den letzten Jahren – zur in Illmitz gemessenen SO<sub>2</sub>-Belastung bei, der Nordostsektor nur 8 %, der Südwestsektor nur 5 %.

In Pillersdorf ist die SO<sub>2</sub>-Konzentration bei Wind aus dem Sektor von Nordost im Mittel mit 3,1 µg/m<sup>3</sup> doppelt so hoch wie bei Wind aus dem Sektor West (1,6 µg/m<sup>3</sup>). Wird die SO<sub>2</sub>-Konzentration mit der Windrichtungshäufigkeit gewichtet, so ist Transport aus dem Sektor Nordost für 40 % der in Pillersdorf gemessenen SO<sub>2</sub>-Belastung verantwortlich, aus dem Südostsektor für 11 %, aus dem Südwestsektor für 18 % und aus dem Nordwestsektor für 29 %.

Auf dem Zöbelboden tritt die mit Abstand höchste SO<sub>2</sub>-Konzentration bei – seltenem – Wind aus dem Nordostsektor auf (1,8 µg/m<sup>3</sup>); die Hauptwindrichtung Nordwest ist mit 0,5 µg/m<sup>3</sup>, Südostwind mit 0,4 µg/m<sup>3</sup> verbunden.

### 3.6.2 Trend der Schwefeldioxidbelastung

Die SO<sub>2</sub>-Belastung nahm an den österreichischen Hintergrundmessstellen zwischen 1990 und 2000 stark ab, wie Tabelle 24 und Abbildung 32 zeigen, danach nur noch leicht.

In Illmitz blieb in den Jahren 1978–1991 die SO<sub>2</sub>-Belastung – bei starken Variationen von Jahr zu Jahr – auf einem hohen Niveau von 13–26 µg/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert. Im Verlauf der Neunzigerjahre war – bei weiterhin starken Schwankungen von Jahr zu Jahr, welche im Wesentlichen durch die meteorologischen Verhältnisse bedingt waren – ein Rückgang der SO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte auf etwa ein Fünftel jenes Niveaus zu beobachten, das um 1990 gemessen wurde.

In Illmitz ging die SO<sub>2</sub>-Belastung deutlich früher zurück – bereits zu Beginn der Neunzigerjahre – als in Pillersdorf, dessen Belastung erst 1997 auf ein ähnlich niedriges Konzentrationsniveau wie in Illmitz sank. Im Winter 1996/97 wurde zum letzten Mal der Grenzwert für SO<sub>2</sub> in Pillersdorf überschritten. In den folgenden Jahren wiesen beide nordostösterreichischen Hintergrundmessstellen ähnliche SO<sub>2</sub>-Belastungen auf, ab 2005 ging die Konzentration in Illmitz gegenüber Pillersdorf stärker zurück.

Nach 2000 zeigt die SO<sub>2</sub>-Belastung an den Hintergrundmessstellen einen unregelmäßig abnehmenden Verlauf, der den weiteren Rückgang der SO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich und seinen Nachbarländern widerspiegelt, überlagert vom Einfluss der meteorologischen Verhältnisse. Dabei zeichnen sich 2003, 2006 und 2010 durch eher ungünstige, 2004 sowie 2007–2009 durch günstige Ausbreitungsbedingungen aus.

Im Jahr 2012 entsprach die SO<sub>2</sub>-Belastung dem Durchschnitt der letzten Jahre, sie war niedriger als 2010, aber höher als 2007–2009.

In Vorhegg im südwestlichen Kärnten ging die SO<sub>2</sub>-Belastung ebenfalls seit den frühen Neunzigerjahren stark zurück: von 5,2 µg/m<sup>3</sup> (1992) auf 2,9 µg/m<sup>3</sup> (1995) und unter 1 µg/m<sup>3</sup> nach dem Jahr 2000. Die bedeutendste Quelle von SO<sub>2</sub> in Vorhegg waren die Kraftwerke Šoštanj und Trbovlje in Slowenien, von denen ausgehend Schadstofftransport über ganz Kärnten westwärts verfolgt werden konnte. Die schrittweise Rauchgasentschwefelung dieser Anlagen hat auch in Vorhegg zu einem deutlichen Rückgang der Belastung geführt.

*Tabelle 24:  
Jahresmittelwerte der  
SO<sub>2</sub>-Konzentration (in  
µg/m<sup>3</sup>) sowie SO<sub>2</sub>-  
Emissionen Österreichs  
(in kt/Jahr), 1986–2012.  
Kursiv: Tagesproben in  
Illmitz (Quelle:  
Umweltbundesamt).*

<b>SO<sub>2</sub> JMW</b>	<b>ENK</b>	<b>ILL</b>	<b>PIL</b>	<b>VOR</b>	<b>ZOE</b>	<b>Emission</b>
1986		19,2				160
1987		16,3				138
1988		18,0				103
1989		17,2				92
1990		21,4				74
1991		24,8				71
1992		8,4		5,2		54
1993		10,3	18,6	3,8		52
1994		7,5	12,0	3,3		47
1995			9,3	2,9		47
1996			16,2			44
1997		8,8	10,4			40
1998		5,6	5,3			35
1999	1,8	3,2	4,3			33
2000	1,6	3,0	3,4	0,7	0,7	31
2001	1,9	3,1	3,0	0,6	0,6	32
2002	1,9	2,9	3,3	0,6	0,5	30
2003	2,3	3,3	3,5	0,8	1,1	31
2004	1,4	2,1	2,4	0,6	0,6	27
2005	1,7	2,3	3,0	0,6	0,9	27
2006	2,1	2,7	3,5	0,6	0,9	28
2007	1,2	1,8	2,1	0,4	0,7	24
2008	1,1	1,3	1,8	0,3	0,5	22
2009	1,1	1,6	2,1	0,4	0,5	22
2010	1,7	2,0	2,6	0,5	0,7	22
2011	1,4	1,6	2,3	0,3		22
2012	1,4	1,8	2,1	0,4	0,6	

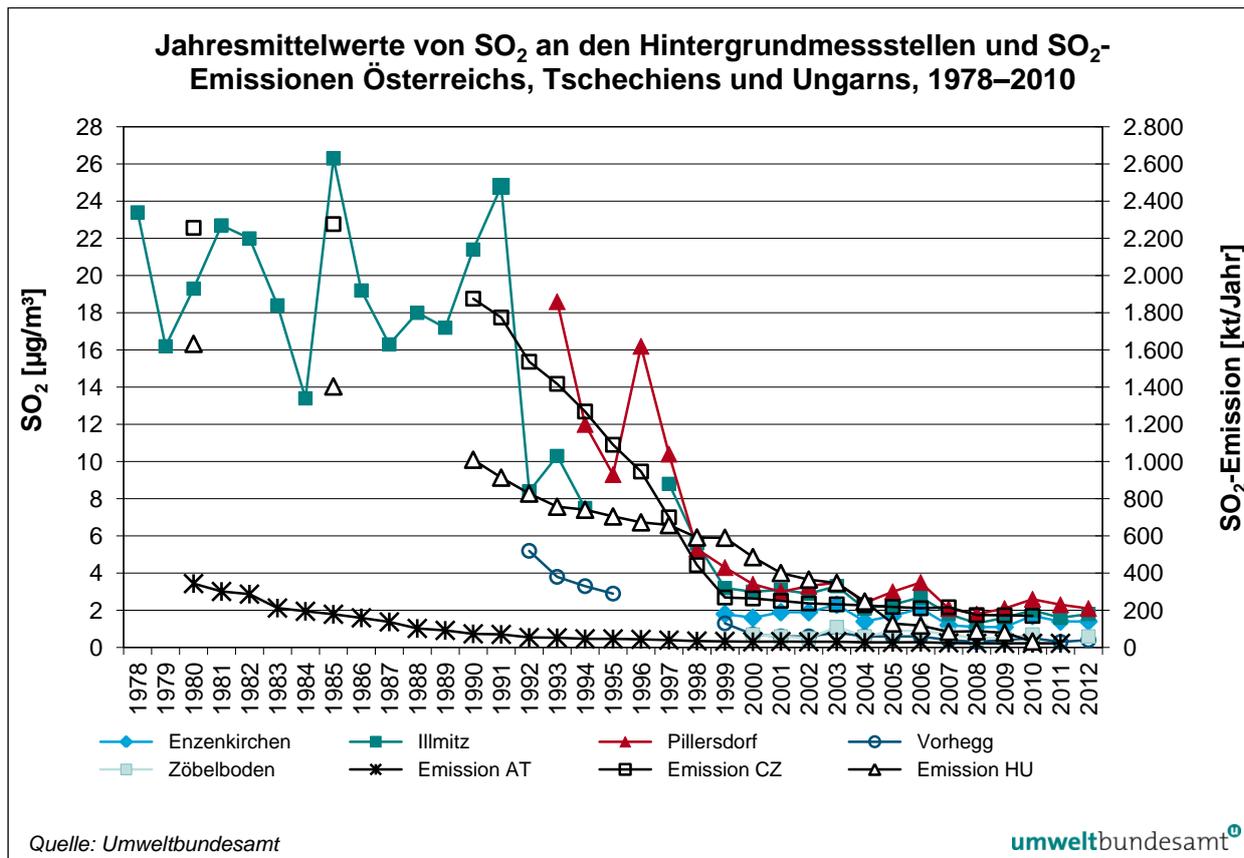


Abbildung 32: Jahresmittelwerte der SO<sub>2</sub>-Konzentration an den Hintergrundmessstellen sowie SO<sub>2</sub>-Emissionen Österreichs, Tschechiens und Ungarns, 1978–2012.

Wie der Vergleich der Emissionsdaten Österreichs und seiner Nachbarländer zeigt, folgte der deutliche Rückgang der SO<sub>2</sub>-Belastung an den österreichischen Hintergrundmessstellen in den Neunzigerjahren v. a. der starken Abnahme der SO<sub>2</sub>-Emissionen in Tschechien und im östlichen Deutschland. Seit 1999 veränderten sich die Emissionen dieser Länder nur noch wenig, allerdings gingen die Emissionen v. a. in Slowenien und Ungarn stark zurück; die geringste Abnahme weist Polen auf.

Eine Untersuchung der Trends der mittleren SO<sub>2</sub>-Konzentration bei bestimmten Windrichtungen erlaubt Rückschlüsse darüber, in welchen Regionen sich die SO<sub>2</sub>-Emissionen in welchem Ausmaß verändert haben.

In Enzenkirchen ist Ostwind im Mittel mit fast dreimal so hohen SO<sub>2</sub>-Konzentrationen verbunden wie Westwind. Die (zur Glättung der Variabilität von Jahr zu Jahr über jeweils drei Jahre) mittlere SO<sub>2</sub>-Belastung nahm zwischen 1999/2001 und 2010/2012 bei Ostwind um 15 %, bei Westwind um 25 % ab.

In Illmitz (siehe Abbildung 33) ging die mittlere SO<sub>2</sub>-Konzentration von 1992/1994 auf 2010/2012 um 80 % zurück, verglichen mit 1999/2001 um 40 %. Der Rückgang fiel in den letzten zehn Jahren bei Südostwind und bei Westwind mit 50 % wesentlich stärker aus als bei Nordnordwestwind (d. h. Transport aus Tschechien und Polen) mit nur 25 %. Die relativ hohen Belastungen auch bei Westwind 2003 und 2006 stehen mit den generell ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen dieser Jahre in Verbindung.

Abbildung 33:  
Trend der SO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte in Illmitz sowie der mittleren Konzentration bei Wind aus Westnordwest, Nordnordwest und Südost, 1999–2012.

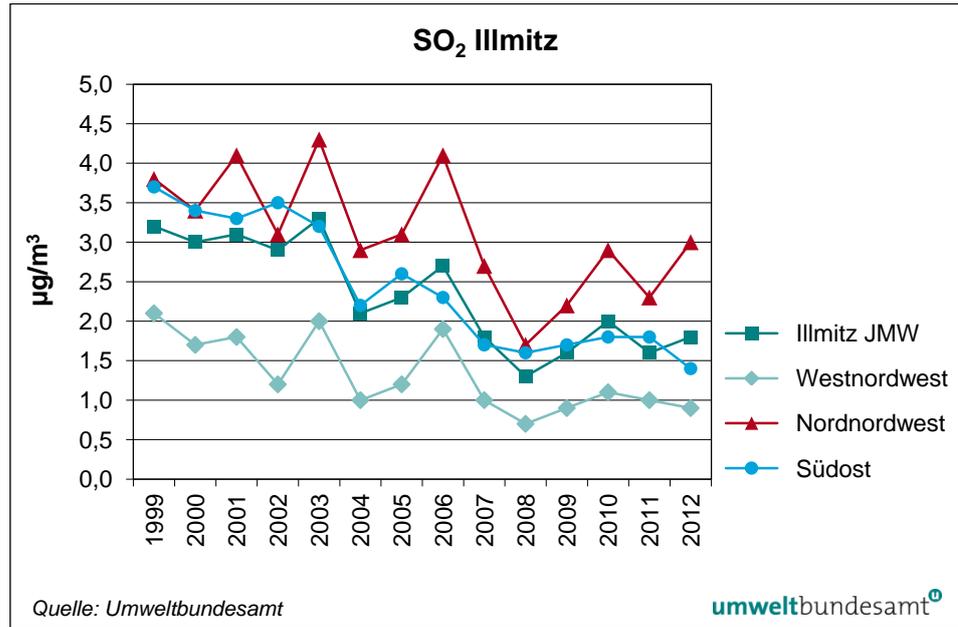
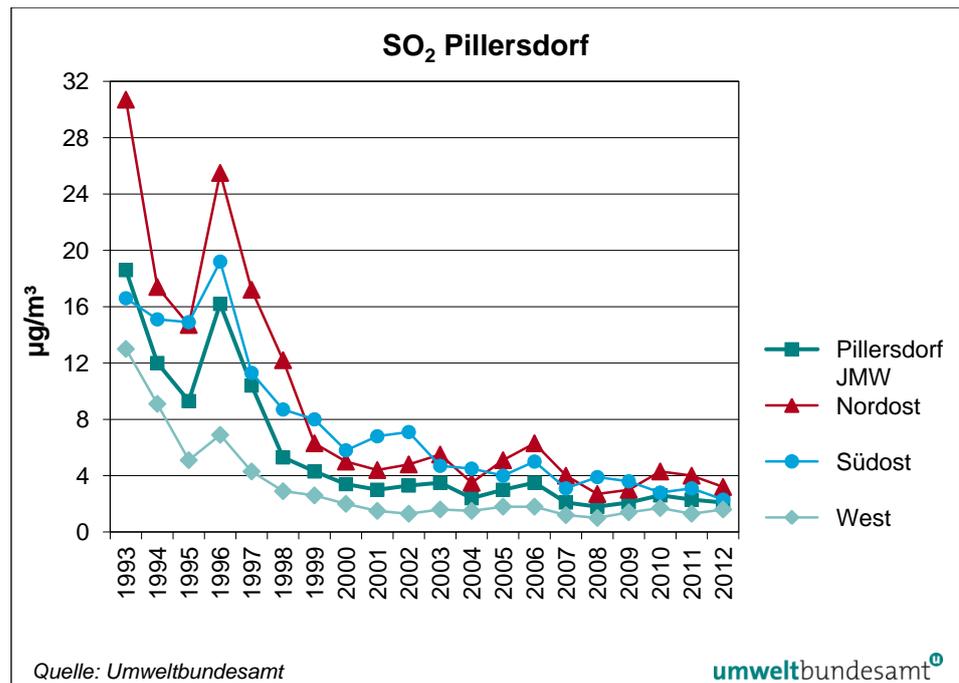


Abbildung 34 zeigt für Pillersdorf die mittlere SO<sub>2</sub>-Konzentration bei den Windrichtungen Nordost (30–70 ° – Transport aus Nordmähren und Polen), Südost (100–130 ° – Ferntransport v. a. aus der Slowakei, Ungarn und Serbien, aber auch aus dem Raum Wien) und West (230–320 °), welche die von regionalen Emittenten unbeeinflusste „Hintergrundbelastung“ repräsentiert. In den Neunzigerjahren nahm die SO<sub>2</sub>-Belastung bei Nordostwind, aber auch bei Westwind stark ab, was die massiven Emissionsminderungen in Tschechien und (Ost-)Deutschland widerspiegelt, während die Abnahme bei Südostwind langsamer erfolgte, korrespondierend mit der Entwicklung der Emissionen in Ungarn und der Slowakei.

Abbildung 34:  
Trend der SO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte in Pillersdorf sowie der mittleren Konzentration bei Wind aus Nordost, Südost und West, 1993–2012.



In Vorhegg ging die mittlere SO<sub>2</sub>-Belastung seit Beginn der Messungen (1992) um ca. 90 % zurück; sie zeigt für die beiden Hauptwindrichtungen (Ost und Nordnordwest) ein sehr gleichartiges Verhalten, wobei die mittlere SO<sub>2</sub>-Konzentration bei Ostwind durchwegs etwa doppelt so hoch war wie bei Nordnordwestwind. Dies deutet darauf hin, dass SO<sub>2</sub>-Transport aus dem inneralpinen Raum etwa in gleichem Ausmaß abgenommen hat wie aus dem Gailtal, dem Klagenfurter Becken und Slowenien.

### 3.7 Kohlenstoffmonoxid

Der Grenzwert des IG-L für Kohlenstoffmonoxid (10 mg/m<sup>3</sup> als Achtstundenmittelwert) wurde im Jahr 2012 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes deutlich unterschritten. Der höchste Achtstundenmittelwert wurde mit 0,87 mg/m<sup>3</sup> in Illmitz gemessen und betrug damit 9 % des IG-L-Grenzwertes; auf dem Sonnblick und in Vorhegg lagen die Maxima unter 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

Die Monats- und Jahresmittelwerte der CO-Konzentration sowie die maximalen Achtstundenmittelwerte des Jahres 2012 sind in Tabelle 25 zusammengestellt. Im Jahresmittel betrug die CO-Konzentration in Illmitz 0,23 mg/m<sup>3</sup>, in Vorhegg 0,17 mg/m<sup>3</sup> und auf dem Sonnblick 0,14 mg/m<sup>3</sup>.

CO 2012	ILL	SON	VOR
Jän. 2012	0,26	0,14	0,19
Feb. 2012	0,33	0,17	0,24
Mär. 2012	0,22	0,16	0,19
Apr. 2012	0,19	0,17	0,19
Mai 2012	0,15	0,15	0,16
Jun. 2012	0,15	0,13	
Jul. 2012	0,17	0,13	0,13
Aug. 2012	0,17	0,14	0,14
Sep. 2012	0,17	0,15	0,15
Okt. 2012	0,24	0,13	0,15
Nov. 2012	0,33	0,13	0,17
Dez. 2012	0,41	0,16	0,19
<b>JMW 2012</b>	<b>0,23</b>	<b>0,14</b>	<b>0,17</b>
<b>max. MW8</b>	<b>0,87</b>	<b>0,34</b>	<b>0,48</b>

Tabelle 25:  
Monats- und  
Jahresmittelwerte der  
CO-Konzentration sowie  
maximale  
Achtstundenmittelwerte  
im Jahr 2012 (in mg/m<sup>3</sup>)  
(Quelle:  
Umweltbundesamt).

#### 3.7.1 Trend der CO-Belastung

Tabelle 26 und Abbildung 35 geben den Trend der CO-Konzentration (Jahresmittelwerte) an den Hintergrundmessstellen zwischen 1994 und 2012 sowie die Entwicklung der österreichischen CO-Emissionen an.

Tabelle 26:  
Jahresmittelwerte der  
CO-Konzentration,  
1994–2012 (in mg/m<sup>3</sup>)  
(Quelle:  
Umweltbundesamt).

	CO JMW	Illmitz	Sonnblick	Vorhegg
1994				0,21
1995				
1996				0,22
1997				0,20
1998				
1999		0,29		0,16
2000		0,25		0,16
2001		0,23		0,18
2002		0,24		0,19
2003		0,26	0,18	0,19
2004		0,25	0,16	0,17
2005		0,27	0,18	0,18
2006		0,28	0,18	0,20
2007		0,26	0,18	0,20
2008		0,25	0,15	0,20
2009		0,25	0,14	0,18
2010		0,27	0,16	0,20
2011		0,26	0,15	0,19
2012		0,23	0,14	0,17

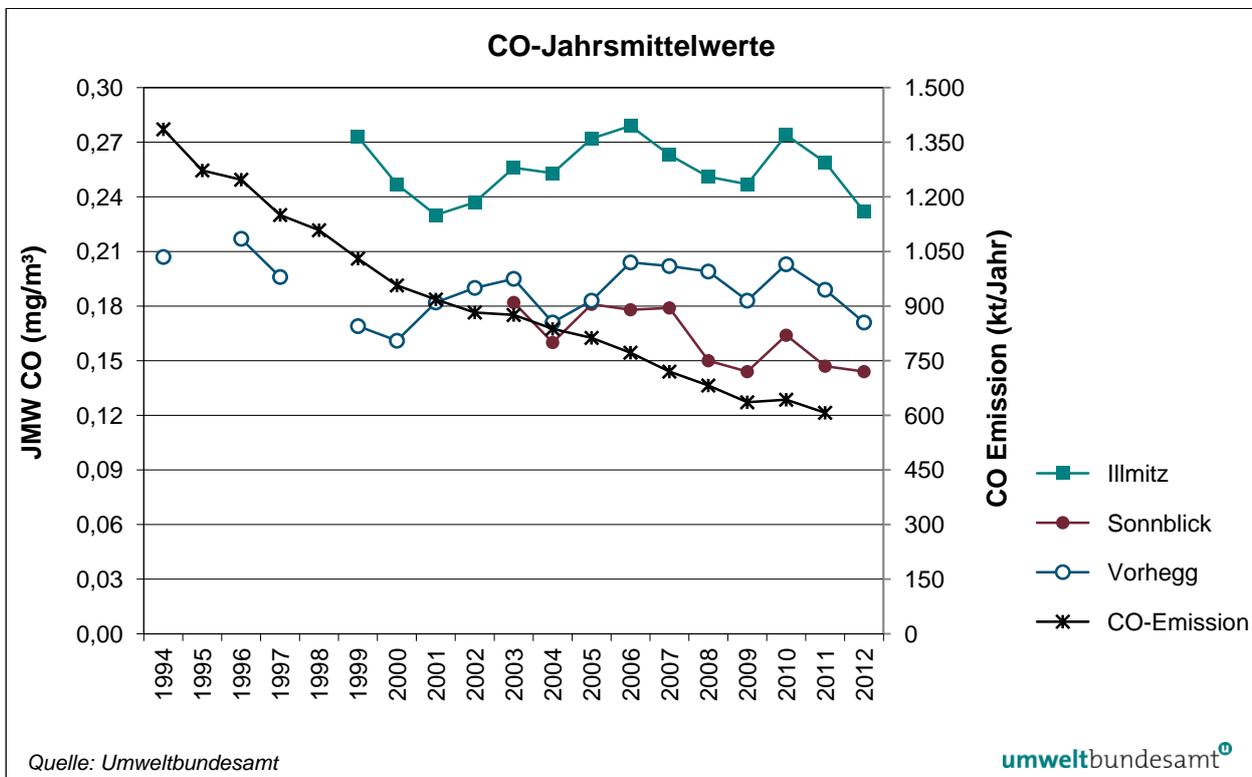


Abbildung 35: Jahresmittelwerte der CO-Konzentration sowie CO-Emissionen Österreichs, 1994–2012.

Die CO-Hintergrundkonzentration nahm an den Hintergrundmessstellen in den Neunzigerjahren tendenziell ab; in Vorhegg wurde 2000, in Illmitz 2001 der niedrigste Jahresmittelwert registriert. Es folgten ein (unregelmäßiger) Anstieg auf Höchstwerte um 2006, ein neuerlicher Rückgang bis 2009, 2010 ähnlich hohe Konzentrationen wie 2006 und danach ein Rückgang auf Konzentrationen ähnlich jenen um 2000.

Die drei Hintergrundmessstellen weisen ähnliche Verläufe auf, die nicht dem Verlauf der abnehmenden CO-Emissionen Österreichs entsprechen. Zwischen 2000 und 2011 gingen die Emissionen Österreichs um ein Drittel zurück, dies entspricht auch der Abnahme z. B. in Tschechien, Deutschland und Frankreich.

Der Konzentrationsverlauf an den österreichischen Hintergrundmessstellen wird somit von anderen Faktoren als der Entwicklung der CO-Emissionen in Österreich und seiner regionalen Umgebung bestimmt. Dazu gehören u. a. die Ausbreitungsbedingungen, die für höhere Konzentrationen 2006 und 2010 sowie niedrigere Konzentrationen 2008, 2009 und 2012 verantwortlich waren. In Hinblick auf die lange atmosphärische Lebensdauer von CO (ca. drei Monate) können aber auch Emissionen in weiter entfernten Regionen eine Rolle spielen. Während die CO-Emissionen in der EU seit 2000 um 29 % zurückgegangen sind, haben sie in Russland um nur 6 % abgenommen und in der Ukraine um 30 % zugenommen.

### 3.8 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK, bzw. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAH) sind kondensierte, aromatische Verbindungen, die bei der unvollständigen Verbrennung organischen Materials oder fossiler Brennstoffe entstehen.

Aufgrund der in Tierversuchen für einige Substanzen nachgewiesenen kancerogenen und mutagenen Wirkung stellen PAK eine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar (UMWELTBUNDESAMT 2006).

In Illmitz wird die Konzentration der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzo(a)pyren, Benzo(a)anthracen, Benzo(j)fluoranthen, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Dibenzo(a,h)anthracen und Indeno(1,2,3-c,d)pyren im PM<sub>10</sub> gemessen.

#### 3.8.1 Konzentration der PAK in Illmitz im Jahr 2012

Die Analysen erfolgen in Form von Monatsmischproben, wobei für jeden dritten Tag eine Probe aus dem Filter für die gravimetrische PM<sub>10</sub>-Messung herangezogen wird. Die Verfügbarkeit der Einzelwerte betrug im Jahr 2012 91 %.

Die Monatsmittelwerte sowie die Jahresmittelwerte der analysierten PAK sind in Tabelle 27 zusammengestellt.

Der Jahresmittelwert von B(a)P betrug im Jahr 2012 in Illmitz 0,48 ng/m<sup>3</sup>.

Anhand der Toxizitätsäquivalentfaktoren (TEF; EUROPEAN COMMISSION 2001, LARSEN & LARSEN 1998) der einzelnen PAK-Spezies, bezogen auf B(a)P, ergeben sich die in der letzten Zeile von Tabelle 27 angeführten gewichteten B(a)P-Äquivalente für Illmitz, die in Summe 0,73 ng/m<sup>3</sup> betragen.

Davon entfallen 65 % auf Benzo(a)pyren, 12 % auf Dibenzo(a,h)anthracen, 7 % auf Indeno(1,2,3-c,d)pyren und 9 % auf Benzo(b)fluoranthen.

Tabelle 27: PAK – Monatsmittelwerte, Jahresmittelwerte sowie TEF-gewichtete Jahresmittelwerte in Illmitz im Jahr 2012 (in ng/m<sup>3</sup>) (Quelle: Umweltbundesamt).

Illmitz							
Illmitz 2012	Benzo(a) pyren	Benzo(a) anthracen	Benzo(b) fluoranthen	Benzo(j) fluoranthen	Benzo(k) fluoranthen	Dibenzo(a,h) anthracen	Indeno(1,2,3- c,d)pyren
Jän. 2012	0,6	0,7	0,9	0,5	0,7	0,1	0,8
Feb. 2012	2,1	1,7	3,0	1,6	2,1	0,4	2,1
Mrz. 2012	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,1	0,5
Apr. 2012	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3
Mai 2012	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
Jun. 2012	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jul. 2012	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Aug. 2012	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Sep. 2012	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
Okt. 2012	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3
Nov. 2012	0,7	0,3	0,8	0,4	0,6	0,0	0,9
Dez. 2012	1,4	1,3	2,3	1,1	1,7	0,2	1,4
<b>JMW 2012</b>	<b>0,48</b>	<b>0,39</b>	<b>0,67</b>	<b>0,37</b>	<b>0,48</b>	<b>0,08</b>	<b>0,53</b>
TEF	1	0,005	0,1	0,05	0,05	1,1	0,1
<b>JMW 2012 TEF-gewichtet</b>	<b>0,48</b>	<b>0,00</b>	<b>0,07</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,09</b>	<b>0,05</b>

### 3.8.2 Trend der PAK-Belastung

Die B(a)P-Konzentration variierte in den letzten Jahren in Illmitz zwischen 0,41 ng/m<sup>3</sup> (2011) und 0,64 ng/m<sup>3</sup> (2009).

Die TEF-gewichtete Summe der analysierten PAK-Spezies war 2009 mit 1,01 ng/m<sup>3</sup> am höchsten, 2011 und 2012 mit 0,73 ng/m<sup>3</sup> am niedrigsten.

Der B(a)P-Anteil am gesamten PM<sub>10</sub> variierte in Illmitz zwischen 17 ppm (2011) und 29 ppm (2009). Er folgt damit etwa dem Verlauf der B(a)P-Konzentration selbst.

Die Ursachen für diesen Verlauf – 2009 wies eine sehr niedrige PM<sub>10</sub>-Belastung auf – lassen sich nicht angeben.

Der Anteil von B(a)P an der TEF-gewichteten PAK-Summe lag relativ konstant zwischen 57 % (2008) und 65 % (2012). Auch die relativen Anteile der anderen PAK an der TEF-gewichteten Summe blieben in den letzten Jahren sehr stabil.

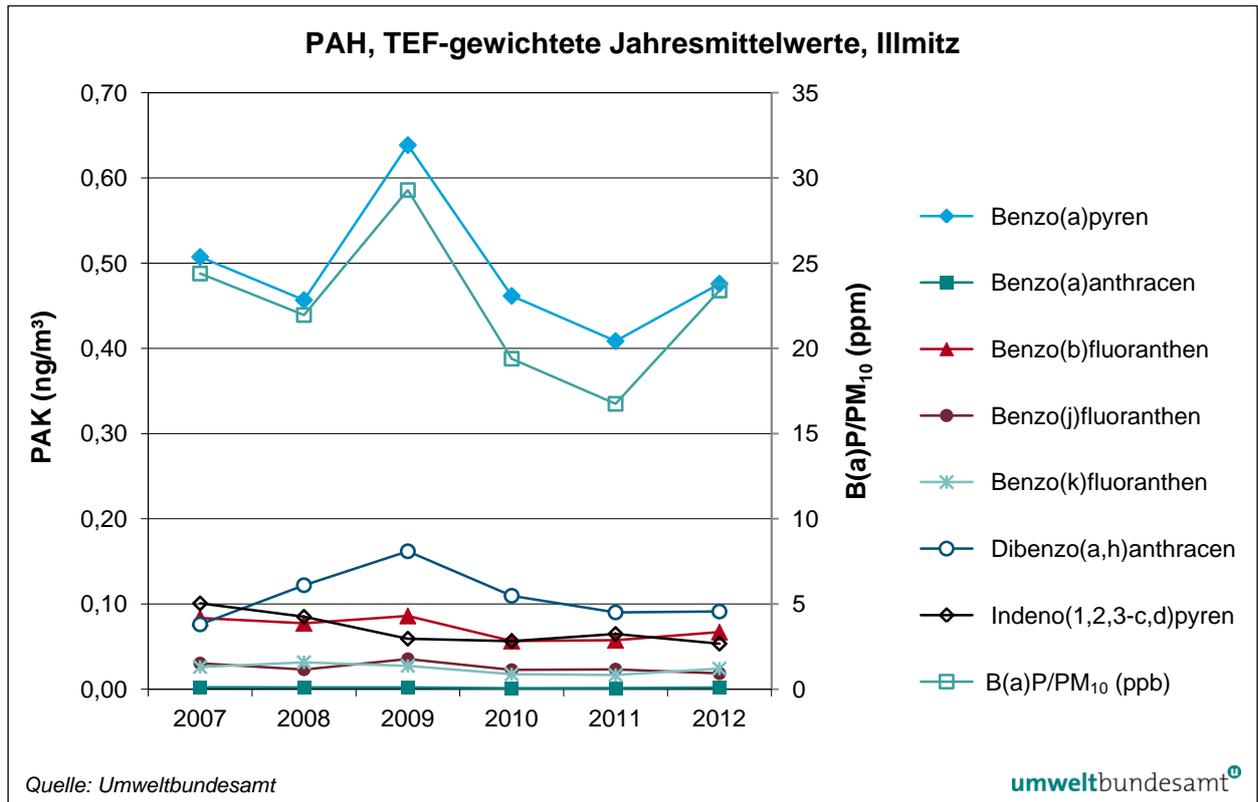


Abbildung 36: TEF-gewichtete Jahresmittelwerte der Konzentrationen der in Illmitz gemessenen PAK-Spezies (in  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) und Anteil von B(a)P am  $\text{PM}_{10}$  (in ppm), 2007–2012.

### 3.9 Deposition von PAK

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

Bei Dibenzo(a,h)anthracen lag die Depositionsmenge in den meisten Probenahmeperioden unter der Nachweisgrenze, bei Benzo(k)fluoranthen unter der Bestimmungsgrenze.

Die Depositionswerte der PAK weisen – analog zu den Konzentrationen – einen deutlichen Jahrgang mit erhöhten Werten im Winter auf.

Tabelle 28: Deposition von PAK in Illmitz in den Jahren 2007 bis 2012 (in  $\text{ng}/(\text{m}^2 \cdot \text{Tag})$ ) (Unterbrechung der Messung 2010). (Quelle: Umweltbundesamt).

	Benzo(a) pyren	Benzo(a) anthracen	Benzo(b) fluoranthen	Benzo(j) fluoranthen	Benzo(k) fluoranthen	Dibenzo(a,h) anthracen	Indeno (1,2,3-c,d)pyren
2007	7,1	3,9	14,6	9,6	9,1	4,8	9,1
2008	7,9	3,6	6	5,9	4,8	5,7	3,4
2009	12,8	6,3	22,2	16,6	8,6	5,7	17,4
2010							
2011	5,7	6,8	10,2	6,4	6,4	5,0	8,7
2012	6,1	6,2	12,9	9,5	5,1	5,9	21,2

Die Depositionsmengen variieren von Jahr zu Jahr stark. In den meisten Jahren wurden bei Benzo(b)fluoranthren und Indeno(1,2,3-c,d)pyren die höchsten Depositionsmengen gefunden. Das zeitliche Verhalten weist zwischen den einzelnen PAH-Species teilweise deutlich Unterschiede auf.

### 3.10 Flüchtige organische Verbindungen

Flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds – VOC) können in zweierlei Hinsicht auf den menschlichen Organismus einwirken: einerseits auf direktem Wege, wenn sie inhaliert werden (z. B. kanzerogene Wirkung von Benzol); andererseits indirekt über die beim photochemischen Abbau dieser Vorläufersubstanzen in der Atmosphäre gebildeten Reizgase wie Ozon, Peroxiacetylnitrat und Aldehyde sowie die Bildung von sekundären organischen Aerosolen.

In Wien AKH wird seit April 2011 die Konzentration von iso-Pentan, 1-Penten, n-Pentan, 2-Penten, iso-Hexan, n-Hexan, Benzol, iso-Oktan, n-Heptan, Toluol, n-Oktan, Ethylbenzol, m-, p-Xylol, o-Xylol, 1,3,5-Trimethylbenzol, 1,2,4-Trimethylbenzol und 1,2,3-Trimethylbenzol gemessen. Die aktive Probenahme erfolgt jeden sechsten Tag über jeweils einen Tag; die Proben werden anschließend mittels Gaschromatographie analysiert. Die Verfügbarkeit der Einzelwerte beträgt 83 %.

In Tabelle 29 sind die Mittelwerte der genannten VOC-Species für das Jahr 2012 zusammengestellt.

*Tabelle 29: Mittelwerte der gemessenen VOC-Species 2012 in Wien AKH (Quelle: Umweltbundesamt).*

	<b>JMW 2012 (in µg/m<sup>3</sup>)</b>
iso-Pentan	1,11
1-Penten	0,03
n-Pentan	0,74
2-Penten	0,08
iso-Hexan	0,30
n-Hexan	0,23
Benzol	0,73
iso-Oktan	0,06
n-Heptan	0,21
Toluol	0,87
n-Oktan	0,08
Ethylbenzol	0,41
m-, p-Xylol	1,30
o-Xylol	0,39
1,3,5-Trimethylbenzol	0,12
1,2,4-Trimethylbenzol	0,42
1,2,3-Trimethylbenzol	0,10

### 3.11 Schwermetalle im PM<sub>10</sub>

Die Analyse der Schwermetalle Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im PM<sub>10</sub> erfolgte in Illmitz basierend auf Monatsmischproben, die aus Proben von jedem dritten Tag gebildet wurden. Die Probenahme begann im Februar 2012 und umfasste elf Monatsmischproben.

Tabelle 30 gibt die Jahresmittelwerte der Konzentration von Blei, Cadmium, Nickel und Arsen im PM<sub>10</sub> im Jahr 2012 in Illmitz an.

Blei	Cadmium	Arsen	Nickel
6,0	0,2	0,9	1,0

Tabelle 30:  
Jahresmittelwerte der Konzentration von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im PM<sub>10</sub>, 2012 (in ng/m<sup>3</sup>).

Abbildung 37 zeigt die Entwicklung der Konzentration von Blei, Cadmium, Nickel und Arsen im PM<sub>10</sub> in Illmitz seit 2000. Die (teilweise lückenhaften) Zeitreihen zeigen bei allen Metallen einen Rückgang zwischen 2003 und 2007, danach keine größeren Veränderungen.

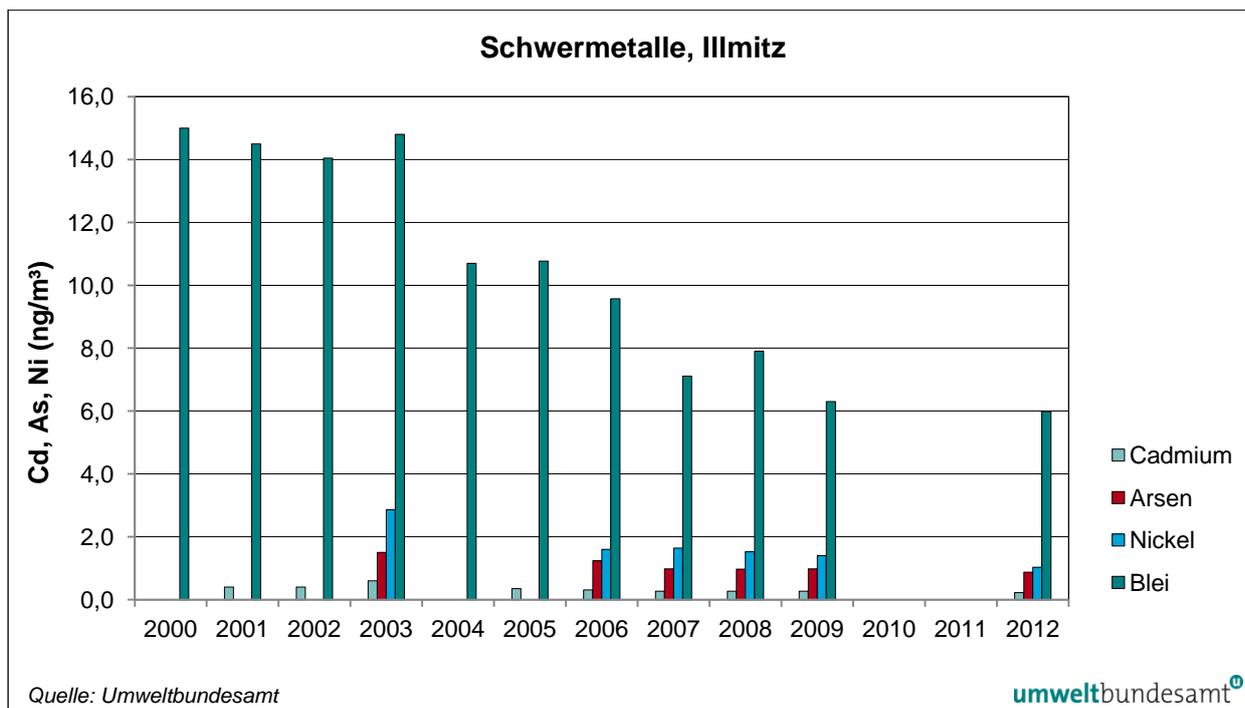


Abbildung 37: Trend der Konzentration von Arsen, Cadmium und Blei im PM<sub>10</sub> in Illmitz, 2000 bis 2012.

### 3.12 Deposition von Schwermetallen

In Illmitz wird seit 2011 die Deposition der Schwermetalle Blei, Arsen, Cadmium und Nickel sowie von Quecksilber gemessen (As, Pb, Cd und Ni wurden bereits 2007 bis 2009 gemessen).

Die Probenahme erfolgte mittels Bergerhoff-Bechern über vierwöchige Expositionsperioden. Die Verfügbarkeit betrug für As, Cd, Ni und Pb 100 %, bei Hg aufgrund der für die Analytik unzureichenden Probenmenge 69 %.

Die Einzelwerte lagen für Nickel während des Großteils der Probenahmeperioden unter der Bestimmungsgrenze, für Arsen und Cadmium während vier von 13 Probenahmeperioden.

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

Die Depositionswerte zeigen keinen systematischen Jahresgang.

Tabelle 31:  
Deposition von Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber in Illmitz, 2012.

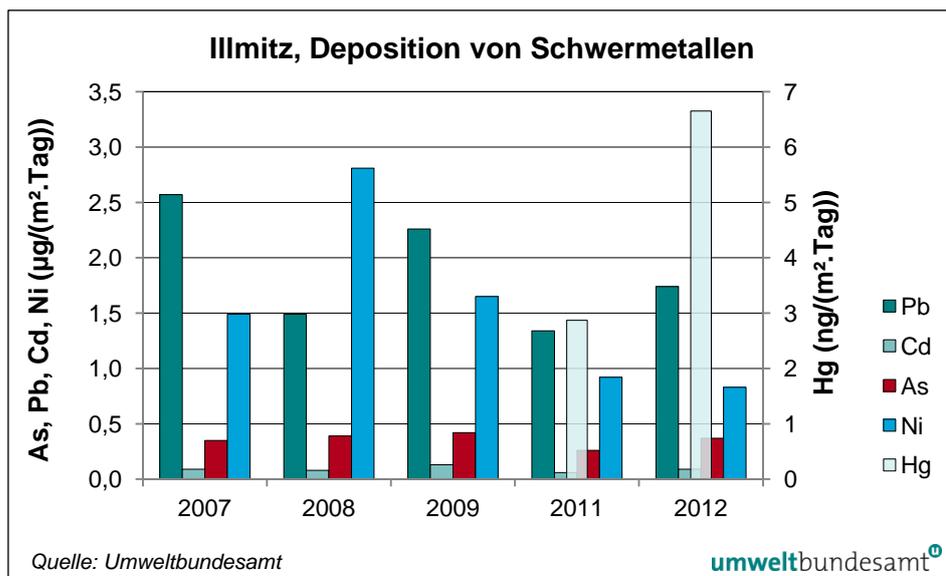
Arsen	Blei	Cadmium	Nickel	Quecksilber
µg/(m²·Tag)	µg/(m²·Tag)	µg/(m²·Tag)	µg/(m²·Tag)	ng/(m²·Tag)
0,37	1,74	0,09	0,83	6,6 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Verfügbarkeit der Einzelwerte 69 %.

Abbildung 38 zeigt die Mittelwerte der Deposition von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel in Illmitz für die Jahre 2007–2012 (2010 keine Messung).

Die Deposition der Schwermetalle zeigt über die letzten drei Jahre keinen einheitlichen Verlauf.

Abbildung 38:  
Trend der Deposition von Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber in Illmitz (Verfügbarkeit bei Quecksilber 2011 58 %, 2012 69 %).



### 3.13 Treibhausgase

Die Konzentration des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) wird auf dem Sonnblick im Rahmen des Global Atmosphere Watch-(GAW)-Programmes der WMO<sup>16</sup> gemessen. Kohlenstoffdioxid stellt das wichtigste Treibhausgas dar, dessen Konzentration infolge anthropogener Emissionen (Verbrennung fossiler Energieträger) in den letzten zwei Jahrhunderten deutlich zugenommen hat.

Die Konzentration des Treibhausgases CH<sub>4</sub> (Methan) wird seit 20.04.2012 auf dem Sonnblick gemessen.

<sup>16</sup> World Meteorological Organization

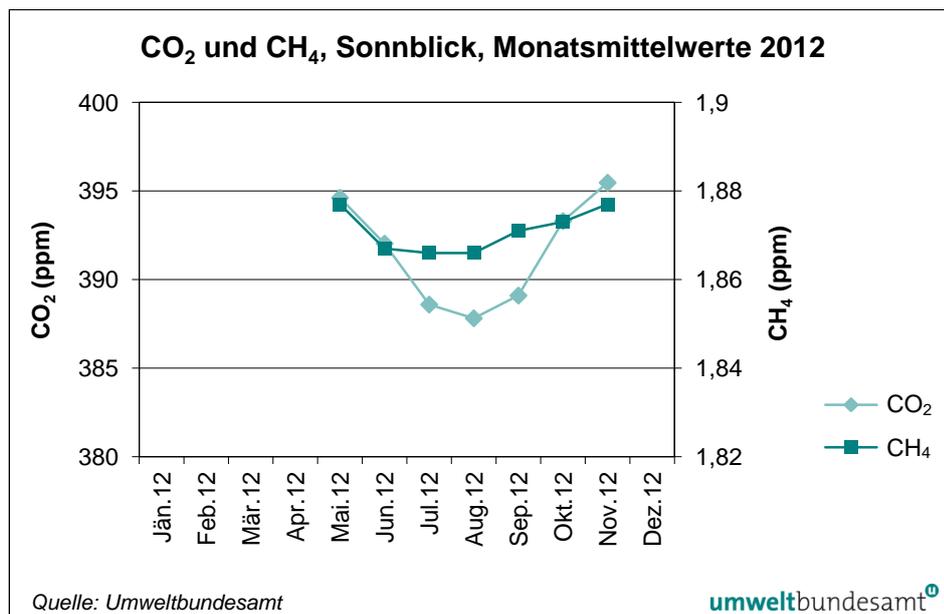


Abbildung 39: Monatsmittelwerte der Konzentration von CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub>, Sonnblick, 2012, ppm.

Tabelle 32 zeigt die Jahresmittelwerte, Abbildung 40 die Monatsmittelwerte der CO<sub>2</sub>-Konzentration am Sonnblick; aufgrund unzureichender Verfügbarkeit kann für 1999, 2000, 2006, 2010, 2011 und 2012 kein Jahresmittelwert angegeben werden.

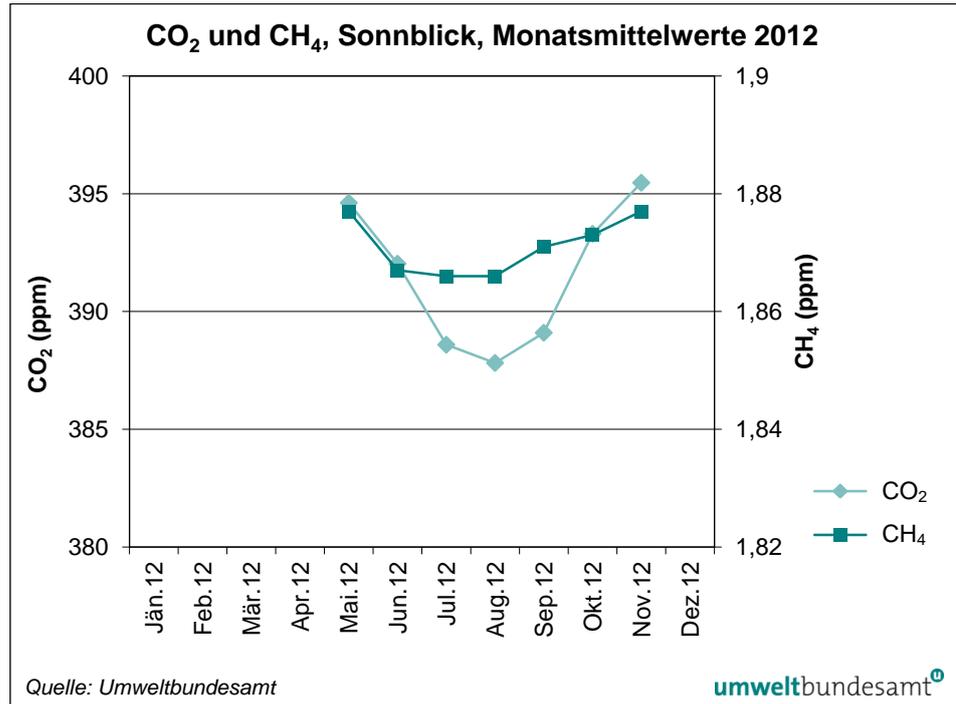
Sonnblick JMW	CO <sub>2</sub>
2001	369
2002	374
2003	377
2004	378
2005	381
2006	*
2007	384
2008	386
2009	388
2010	**
2011	**
2012	**

Tabelle 32: Jahresmittelwerte der CO<sub>2</sub>-Konzentration am Sonnblick, 2001–2012 (in ppm) (Quelle: Umweltbundesamt).

\* Ausfall der CO<sub>2</sub>-Messung vom 29.09.2006 bis 16.01.2007

\*\* Ausfall der CO<sub>2</sub>-Messung 02.07.2010 bis 20.04.2012.

Abbildung 40:  
Monatsmittelwerte der  
CO<sub>2</sub>-Konzentration am  
Sonnblick, 2000–2012.



Die CO<sub>2</sub>-Daten spiegeln in den letzten Jahren den global beobachteten Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration im Jahresmittel wider.

Sowohl CO<sub>2</sub> als auch CH<sub>4</sub> zeigen einen klaren Jahrgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter, der durch höhere anthropogene Emissionen und geringere Aufnahme durch Pflanzen bedingt ist.

## 4 METEOROLOGISCHE MESSUNGEN

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

### 4.1 Meteorologische Einflussgrößen auf die Schadstoffbelastung

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

Bei primär emittierten Schadstoffen – NO, SO<sub>2</sub>, CO, teilweise PM<sub>10</sub> – entscheiden die Ausbreitungsbedingungen wesentlich über die Immissionskonzentration; ungünstige Bedingungen (z. B. stabile Temperaturschichtung, niedrige Windgeschwindigkeit) sorgen für hohe Konzentrationen am Boden. Nachts und im Winter herrschen tendenziell ungünstigere Ausbreitungsbedingungen als tagsüber bzw. im Sommer (generell führt stärkere Sonneneinstrahlung zu einer stärkeren Durchmischung der bodennahen Atmosphäre und damit zu einer rascheren Schadstoffverdünnung).

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

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

Die Abhängigkeit der Umwandlung (Oxidation) von NO in NO<sub>2</sub> von der Ozonkonzentration führt dazu, dass das NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Verhältnis im Sommer höher ist als im Winter. Wenn das Ausmaß der Oxidation von NO durch Ozon einen stärkeren Einfluss auf den Jahresgang ausübt als die Schadstoffanreicherung in Bodennähe durch ungünstige Ausbreitungsbedingungen im Winter, ist an Standorten mit sehr hoher NO<sub>x</sub>-Konzentration die NO<sub>2</sub>-Konzentration im Sommer höher als im Winter. Dies kann z. B. an der Messstelle Wien Hietzinger Kai auftreten.

Für die Konzentration sekundärer Luftschadstoffe – sowohl bei Ozon als auch bei sekundären Partikeln – spielen der Zeitraum, der für ihre Bildung zur Verfügung steht sowie Akkumulation eine wesentliche Rolle. Lang anhaltende, windschwache und großräumige Hochdruckgebiete sind daher im Sommer mit großflächig erhöhter Ozonbelastung, im Winter mit großflächig erhöhter Belastung sekundärer Aerosole verbunden.

## **4.2 Die Witterung im Jahr 2012 und deren Einfluss auf die Immissionssituation in Österreich**

Das Jahr 2012 war außergewöhnlich warm; gemittelt über ganz Österreich lag die Jahresmitteltemperatur um 1,1 °C über dem Wert der Klimaperiode 1971–2000, damit war 2012 das siebentwärmste Jahr seit Beginn der Temperaturmessungen in Österreich (1768). Besonders hohe Temperaturabweichungen wurden in Osttirol und Westkärnten registriert, wo 2012 stellenweise das wärmste Jahr seit Beginn der Messungen war, sowie im Hochgebirge. Auch im Südosten und Osten Österreichs lag die Jahresmitteltemperatur um ca. 1,5 °C über dem langjährigen Mittel, etwas kühler war es im Westen und Nordwesten.

Mitverantwortlich für die hohe Jahresmitteltemperatur waren die extrem warmen Monate Jänner, März, Juni, August und November 2012.

Die Niederschlagsmengen lagen im Großteil Österreichs um oder über dem langjährigen Durchschnitt. Besonders hohe Niederschlagsmengen, die um bis 20 % über dem langjährigen Mittel lagen, fielen in Osttirol, in Kärnten, im Lungau und in der Steiermark südlich des Alpenhauptkamms sowie gebietsweise in Nordtirol. In Döllach im oberen Drautal wurde 2012 die zweithöchste Niederschlagssumme seit Beginn der Messung registriert.

Deutlich unter dem Durchschnitt lag die Niederschlagsmenge im östlichen Niederösterreich, im Burgenland sowie im westlichen Oberösterreich.

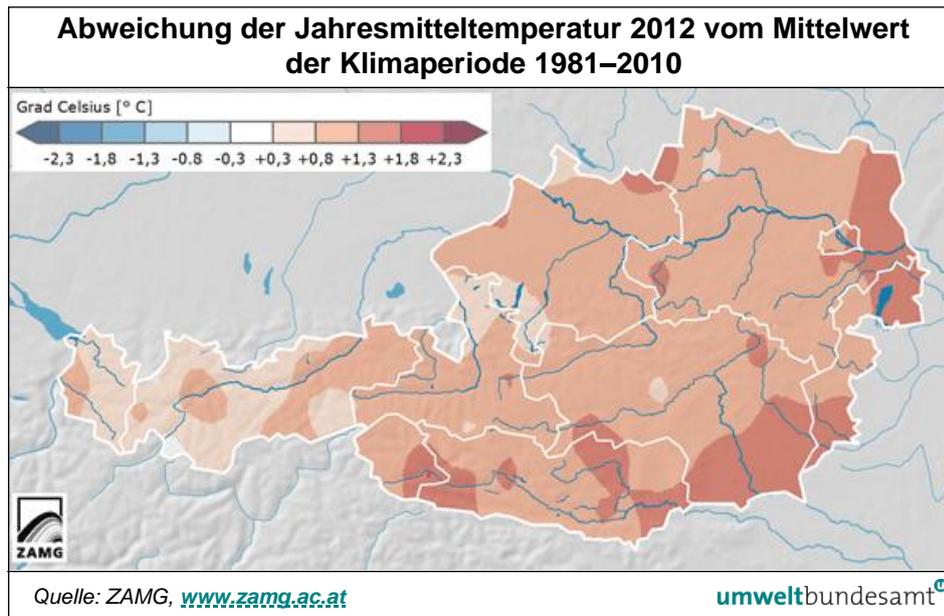


Abbildung 41:  
Abweichung der Jahresmitteltemperatur 2012 vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 (in ° C).

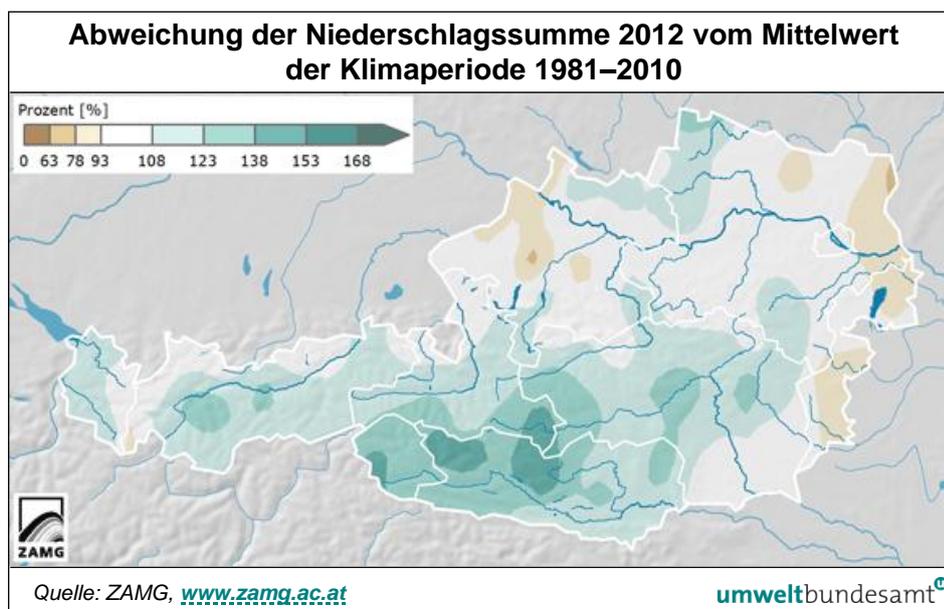


Abbildung 42:  
Abweichung der Niederschlagssumme 2012 vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 (in %).

Der **Jänner 2012** war im Norden und Osten Österreich ungewöhnlich warm, bis zum 26.01 bestimmten Nordwest- und Nordwetterlagen die Witterung in Österreich, die an der Alpennordseite zu hohen Niederschlägen, vergleichsweise sehr günstigen Ausbreitungsbedingungen und für die Jahreszeit atypisch niedrigen Schadstoffkonzentrationen beitrugen. Ab 27.01. sank die Temperatur während einer Hochdruckwetterlage mit überwiegend östlichem Wind, was sich deutlich auf die Schadstoffbelastung auswirkte.

Das Vorherrschen von Tiefdruckgebieten von West bis Nord führte in den Nordstaulagen der Alpen zu außerordentlich hohen Schneemengen. Ungewöhnlich trocken war hingegen der Süden Österreichs.

Abbildung 43:  
Abweichung der  
Monatsmitteltemperatur  
im Jänner 2012 vom  
Mittelwert der  
Klimaperiode  
1981–2010 (in ° C).

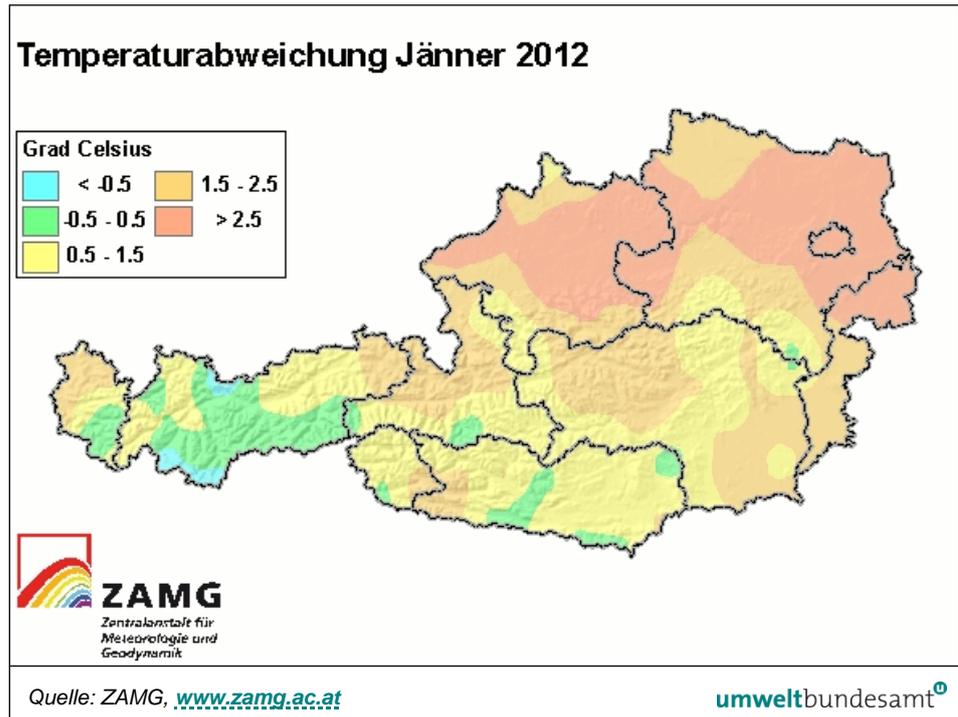
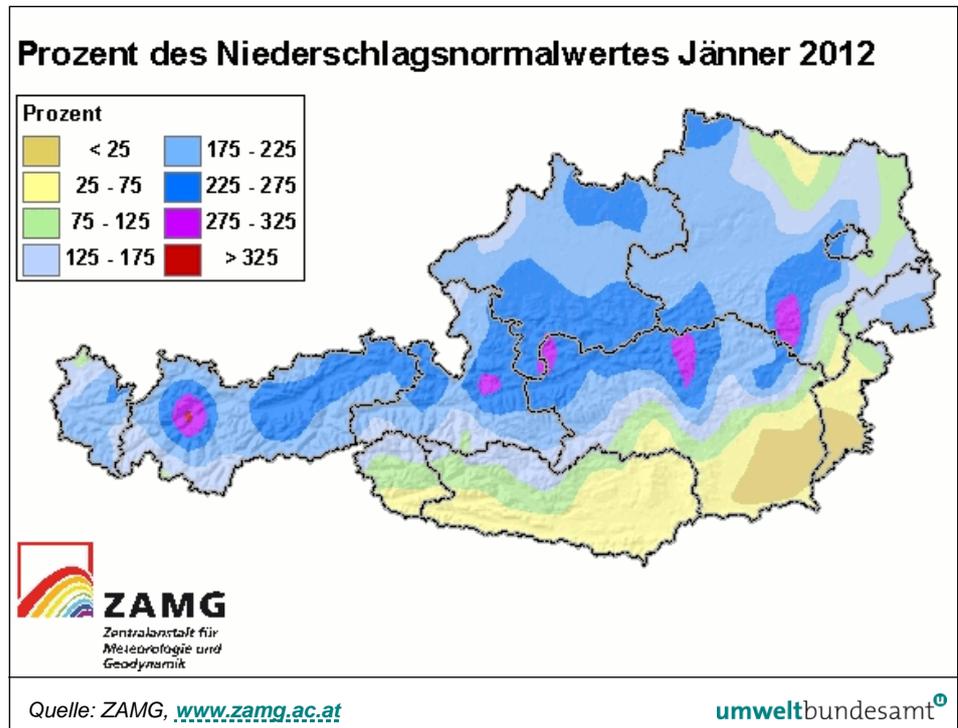


Abbildung 44:  
Abweichung der  
Niederschlagssumme im  
Jänner 2012 vom  
Mittelwert der  
Klimaperiode  
1981–2010 (in %).



Der **Februar 2012** war bis 13.02. in ganz Österreich außerordentlich kalt, die Temperatur lag um 10 °C oder mehr unter dem langjährigen Durchschnitt. Die zweite Monatshälfte war von durchschnittlichen Temperaturen gekennzeichnet. Im Monatsmittel war der Februar 2012 dennoch außergewöhnlich kalt; in Vorarlberg und Nordtirol lag die Monatsmitteltemperatur um mehr als 5 °C unter dem langjährigen Mittelwert (Klimaperiode 1971–2000). Die nördlichen Teile

Österreichs von Salzburg bis ins Nordburgenland wiesen Temperaturabweichungen von  $-3,5$  bis  $-4,5$  °C gegenüber dem Klimamittelwert auf, relativ „warm“ war es im Süden Österreichs.

Im Großteil Österreichs war der Februar 2012 sehr trocken, wobei vor dem 12.02. kaum Niederschläge fielen. Extrem niederschlagsarm waren Westkärnten und Osttirol, das Weinviertel sowie Vorarlberg und das westliche Nordtirol mit Niederschlagssummen unter 30 % des langjährigen Mittels. In den Südalpen sowie im Nordosten lag die Niederschlagsmenge zumeist bei 50–75 % des Klimawertes; überdurchschnittliche Schneemengen fielen dagegen in den Nordalpen zwischen dem Salzkammergut und dem Semmeringgebiet.

Der kalte, trockene Zeitraum von 27.01. bis 13.02. wies in ganz Österreich überdurchschnittlich hohe Schadstoffbelastungen auf.

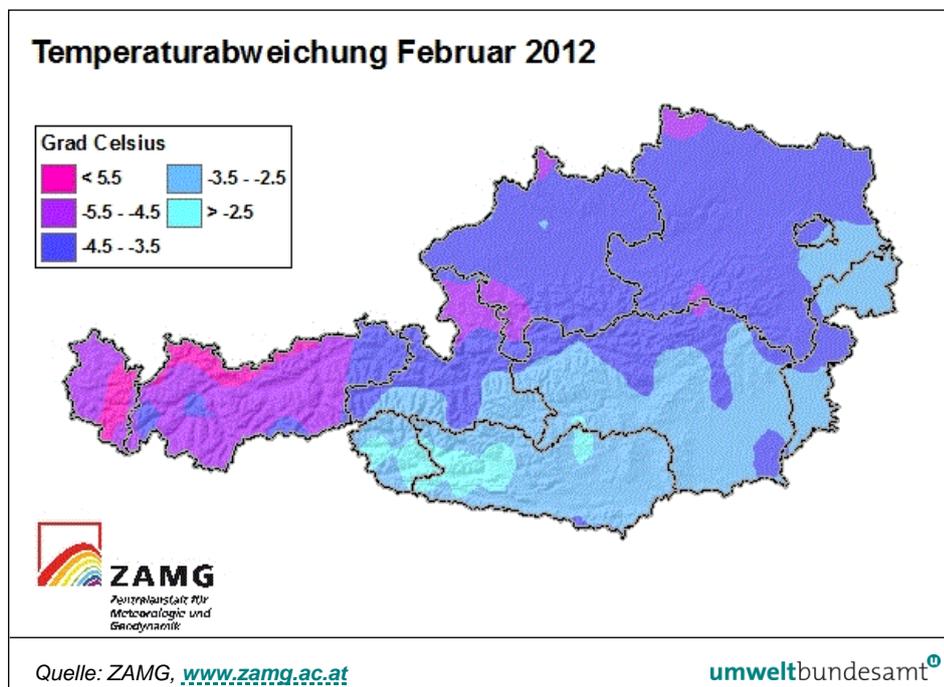


Abbildung 45:  
Abweichung der  
Monatsmitteltemperatur  
im Februar 2012 vom  
Mittelwert der  
Klimaperiode  
1981–2010 (in ° C).

Der **März 2012** war sehr warm und trocken; im Großteil Österreichs handelte es sich um den drittwärmsten März seit Beginn der Temperaturmessungen, im Süden und Osten um den zweitwärmsten. Die Monatsmitteltemperatur lag südlich des Alpenhauptkamms, zwischen Osttirol und dem Südburgenland, um  $3-4$  °C über dem langjährigen Mittel. Im Norden und Nordosten Österreichs lag die Temperatur zumeist  $2,5-3,5$  °C über dem Klimawert, im Westen um  $2-3$  °C.

Österreichweit blieben die Niederschlagsmengen weit unter dem langjährigen Mittel, vor allem südlich des Alpenhauptkamms, aber auch in weiten Teilen Oberösterreichs war der März mit weniger als 25 % des Klimawertes extrem trocken; fast nirgends überstieg die Niederschlagsmenge 75 % des Klimawertes. Im Süden und Osten Österreichs setzte der März 2012 einen insgesamt ungewöhnlich trockenen Winter fort.

Der **April 2012** wies in ganz Österreich Monatsmitteltemperaturen deutlich über dem langjährigen Mittel auf, die Abweichungen lagen zumeist um  $+1$  bis  $+2$  °C.

Die Niederschlagsmengen lagen in großen Teilen Österreichs um den Klimamittelwert. Überdurchschnittliche Regenmengen fielen südlich des Alpenhauptkamms, vor allem in Oberkärnten, wo manche Messstellen mehr als das Doppelte des üblichen Niederschlags registrierten. Damit wurde eine mehrmonatige sehr trockene Phase südlich des Alpenhauptkamms beendet. Demgegenüber fiel im Bereich der Nordalpen zwischen dem Salzkammergut und Wien gebietsweise sehr wenig Niederschlag, teilweise weniger als die Hälfte. Der Witterungsverlauf war von häufigen Tiefdruckwetterlagen, v. a. aus dem Mittelmeerraum, geprägt.

Der **Mai 2012** war von sehr wechselhaftem Wetter gekennzeichnet. Im Monatsmittel lag die Temperatur im Nordosten Österreichs um mehr als 2 °C über dem Mittel der Klimaperiode 1971–2000, ansonsten um ca. 1,5 °C darüber. Der Mai 2012 war damit ähnlich warm wie die letzten Jahre.

Die Niederschlagsmengen blieben im Weinviertel unter 50 % des Klimamittelwerts, sehr trocken war es auch in Osttirol und Westkärnten und im westlichen Nordtirol. Dagegen erhielten das östliche Kärnten und die Südsteiermark sowie das Salzkammergut ungewöhnlich viel Regen, gebietsweise mehr als das Doppelte des Klimamittelwerts. Die Niederschläge waren sehr ungleichmäßig verteilt.

Der **Juni 2012** war in ganz Österreich ungewöhnlich warm und in Wien der sechstwärmste in den letzten 250 Jahren. Im Großteil Österreichs lag die Monatsmitteltemperatur um etwa 3 °C über dem langjährigen Mittel.

Die Niederschlagsmengen lagen in den nördlichen und zentralen Teilen Österreichs teilweise deutlich über dem langjährigen Mittel, besonders im nördlichen Ober- und Niederösterreich, wo bis zum Doppelten des Klimamittelwerts registriert wurde. Dagegen wiesen das Burgenland, die südliche Steiermark und Unterkärnten deutlich unterdurchschnittliche Niederschlagssummen auf.

Das Wettergeschehen war von einer häufigen Abfolge kühler und sehr warmer Episoden gekennzeichnet. Bei den sehr warmen Perioden handelte es sich nicht um stabile Hochdruckwetterlagen, sondern um Südwest- oder gradientenschwache Lagen mit häufigen Regenfällen.

Der **Juli 2012** zeichnete sich durch sehr wechselhaftes Wetter aus.

Die Monatsmitteltemperatur lag in Vorarlberg nur wenig über dem langjährigen Mittelwert (Klimaperiode 1981–2010), im Osten Österreichs um mehr als 2 °C darüber.

Die Niederschlagsmengen lagen im Süden und Osten Österreichs und im Gebiet des Alpenhauptkamms weit über dem langjährigen Mittel, verbreitet wurde mehr als das Doppelte des üblichen Juli-Niederschlags gemessen, in Eisenstadt fast das Dreifache. Verbreitet wurden die höchsten Monatssummen für Juli seit Beginn der bis ins 19. Jahrhundert zurückreichenden Messreihen registriert. Unterdurchschnittliche Regenmengen traten nur im Nordwesten Österreichs vom Bregenzerwald bis ins Innviertel auf. Die Niederschläge verteilten sich über den ganzen Monat – auch während der ungewöhnlich warmen Periode zu Monatsbeginn – und fielen vor allem in Form von Gewittern.

Eine Folge dieser Witterung war die ungewöhnlich niedrige Ozonbelastung im Osten Österreichs

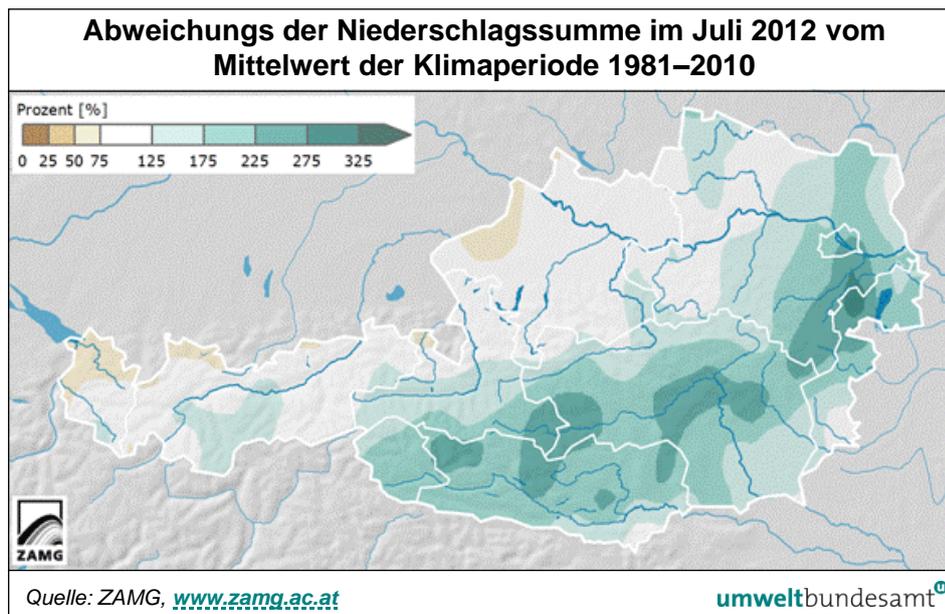


Abbildung 46:  
Abweichung der  
Niederschlagssumme im  
Juli 2012 vom Mittelwert  
der Klimaperiode  
1981–2010 (in %).

Der **August 2012** war außergewöhnlich warm, er war der viertwärmste August seit Beginn der Messungen im späten achtzehnten Jahrhundert. Besonders warm mit Abweichungen gegenüber dem Klimamittelwert über 2 °C war der August 2012 im Südosten Österreichs sowie im Hochgebirge. Der Witterungsverlauf war von markanten Wechseln warmer und kühler Perioden geprägt.

Der Südosten Österreichs war sehr trocken, die Regenmengen lagen im Burgenland und der Südoststeiermark um 50 % des langjährigen Durchschnitts. Dagegen fielen im Wald- und Mühlviertel sowie in Vorarlberg, in Tirol und im westlichen Salzburg deutlich überdurchschnittliche Regenmengen. Die hohen Niederschläge, die in Westösterreich verzeichnet wurden, verteilten sich über den ganzen Monat.

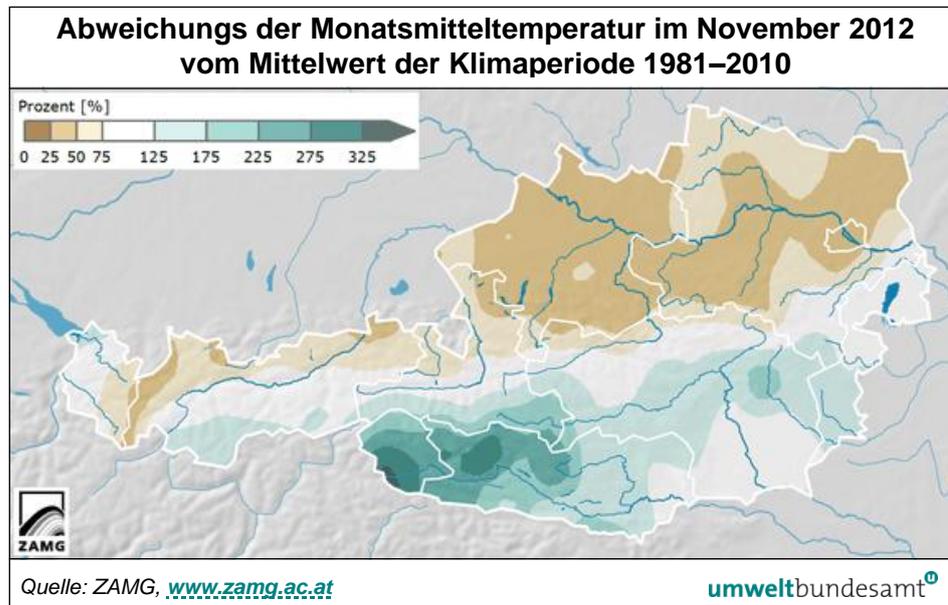
Der **September 2012** wies im Großteil Österreichs leicht überdurchschnittliche Temperaturen auf, wobei es im äußersten Osten mit Abweichungen gegenüber dem Klimamittelwert um +2 °C am wärmsten war. Hier lagen auch die Regenmengen etwas unter dem Durchschnitt, während sie im Großteil Österreichs wenig vom langjährigen Mittel abwichen. Sehr hohe Niederschlagsmengen fielen im Südwesten – in Westkärnten und Teilen Osttirols fallweise mehr als das Doppelte.

Der **Oktober 2012** wies sehr wechselhaftes Wetter auf. Im Monatsmittel wich die Temperatur im Großteil Österreichs wenig vom langjährigen Mittel ab, relativ warm war es im Süden der Steiermark, in Kärnten und Osttirol; im Hochgebirge lag die Monatsmitteltemperatur um bis 2 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode. Die Niederschlagsmengen lagen im Norden Österreichs um oder unter dem langjährigen Mittel, relativ regenreich waren die südliche Steiermark, Kärnten und Vorarlberg.

Der **November 2012** war in ganz Österreich überdurchschnittlich warm, besonders im Osten und Süden; in Teilen der Südsteiermark und Kärntens lag die Monatsmitteltemperatur mehr als 3,5 °C über dem langjährigen Mittel.

Die Niederschläge waren extrem ungleich verteilt. Nördlich des Alpenhauptkamms fiel sehr wenig Regen bzw. Schnee, in Ober- und Niederösterreich meist weniger als die Hälfte. Dagegen lagen die Niederschlagsmengen südlich des Alpenhauptkamms deutlich über dem Klimamittelwert, besonders regenreich waren Osttirol und Westkärnten, wo mehr als die zweieinhalbfache durchschnittliche Regenmenge fiel.

Abbildung 47:  
Abweichung der  
Monatsmitteltemperatur  
im November 2012 vom  
Mittelwert der  
Klimaperiode  
1981–2010 (in ° C).



Der **Dezember 2012** wies im Großteil Österreichs eine durchschnittliche Monatsmitteltemperatur auf, wobei es im Nordosten etwas kühler, zwischen Vorarlberg und Salzburg etwas wärmer war als im Durchschnitt.

Die Niederschlagsmengen blieben v. a. im Südburgenland und der Oststeiermark sowie im südlichen Osttirol und Westkärnten deutlich unter dem langjährigen Mittel, relativ schneereich waren v. a. Vorarlberg und das westliche Tirol.

### 4.3 Temperatur

Tabelle 33 gibt die Jahresmittelwerte der Temperatur an den Messstellen des Umweltbundesamtes (Sonnblick: ZAMG) in den Jahren 1990–2012 an, Tabelle 34 die Monatsmittelwerte für 2012.

	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
1990				- 4,9		
1991		10,1		- 5,5		
1992		11,3		- 4,5	8,6	
1993		10,1	9,2	- 5,1	6,3	
1994		11,5	10,8	- 4,4	8,1	
1995		10,4	9,4	- 5,6	7,0	
1996		9,2	7,7	- 5,9	5,5	5,8
1997		10,2	9,0	- 5,0	7,5	7,0
1998		10,7	9,7	- 5,0	7,4	7,8
1999	9,3	11,2	9,8	- 4,6	7,6	7,3
2000	10,1	12,3	10,6	- 4,4	8,3	8,2
2001	8,2	10,7	9,5	- 5,4	7,2	7,0
2002	8,9	11,4	10,3	- 4,2	7,7	7,9
2003	8,7	11,1	10,7	- 3,6	7,5	8,2
2004	8,0	10,3	9,6	- 5,1	6,7	6,9
2005	7,8	10,3	9,2	- 5,6	6,7	6,6
2006	8,3	10,8	9,7	- 4,4	7,3	7,6
2007	9,3	11,7	10,7	- 4,4	8,1	7,8
2008	9,0	11,7	10,4	- 4,7	7,9	7,8
2009	8,4	11,5	9,9	- 4,7	7,8	8,0
2010	7,6	10,2	8,7	- 5,5	6,2	7,0
2011	9,1	11,2	10,3	- 3,6	8,1	7,8
2012	8,7	11,6	10,4	- 4,2	7,3	7,1

Tabelle 33:  
Jahresmittelwerte der  
Temperatur, 1990–2012  
(in °C) (Quelle:  
Umweltbundesamt).

\* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG

Das bislang kälteste Jahr (an den Messstellen mit entsprechend langer Zeitreihe) war 1996, das wärmste in Enzenkirchen, Illmitz und Zöbelboden 2000, in Pillersdorf 1994 und in Vorhegg 1992.

Im Vergleich der vorliegenden Messreihen wies das Jahr 2012 an den außeralpinen Messstellen leicht unterdurchschnittliche, im Mittelgebirge leicht überdurchschnittliche Jahresmitteltemperaturen auf. Auf dem Sonnblick war 2012 hingegen ein sehr warmes Jahr (siehe auch Kapitel 4.2).

Tabelle 34:  
Monatsmittelwerte der  
Temperatur im Jahr  
2012 (in °C) (Quelle:  
Umweltbundesamt).

	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
Jän. 2012	0,3	2,5	1,0	- 12,7	- 1,4	- 1,3
Feb. 2012	- 4,7	- 1,7	- 3,3	- 15,6	- 4,1	- 6,4
Mär. 2012	6,6	9,1	7,9	- 7,1	7,2	5,0
Apr. 2012	8,8	11,4	10,2	- 6,6	6,4	6,9
Mai 2012	14,6	17,0	16,3	- 2,6	12,0	12,1
Jun. 2012	17,4	20,8	19,0	2,7	17,2	15,1
Jul. 2012	18,1	21,9	20,5	3,7	16,6	15,0
Aug. 2012	18,8	21,9	21,2	4,6	v	16,6
Sep. 2012	13,9	17,5	15,9	0,9	12,5	12,2
Okt. 2012	7,8	10,8	9,3	- 1,6	8,0	7,2
Nov. 2012	4,0	7,3	5,7	- 4,6	3,8	4,5
Dez. 2012	- 0,7	0,6	- 0,7	- 11,8	- 1,8	- 0,5

\* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG

v ... unzureichende Verfügbarkeit

#### 4.4 Globalstrahlung

Tabelle 35 gibt die Monats- und Jahressummen der Globalstrahlung für das Jahr 2012 in MJ/m<sup>2</sup> an, Tabelle 36 die Jahressummen im Zeitraum von 1993–2012.

Tabelle 35:  
Monats- und  
Jahressummen der  
Globalstrahlung im Jahr  
2012 (in MJ/m<sup>2</sup>) (Quelle:  
Umweltbundesamt).

	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jän. 2012	125	120	120	166	56
Feb. 2012	175	202	207	240	105
Mär. 2012	341	397	348	448	330
Apr. 2012	416	513	448	430	415
Mai 2012	555	635	571	599	524
Jun. 2012	623	615	563	659	543
Jul. 2012	464	595	503	541	420
Aug. 2012	610	595	527	562	515
Sep. 2012	635	419	364	359	318
Okt. 2012	409	262	206	257	210
Nov. 2012	229	133	89	121	113
Dez. 2012	212	107	82	135	53
<b>2012</b>	<b>4.699</b>	<b>4.514</b>	<b>3.978</b>	<b>4.294</b>	<b>3.538</b>

	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
1993		3.855			
1994		3.805	4.156		
1995		3.738	4.416	4.513	
1996		3.687	4.268	v	3.316
1997		3.888	4.177	4.537	3.696
1998		3.967	4.133	4.681	3.408
1999	3.469	3.744	3.596	3.822	3.060
2000	4.080	4.514	4.284	4.788	4.080
2001	3.912	4.450	4.015	4.495	3.465
2002	4.016	4.081	4.078	4.156	v
2003	4.691	4.501	4.620	4.898	3.850
2004	4.189	3.734	4.268	4.461	3.523
2005	4.217	4.359	4.325	4.645	3.678
2006	4.348	4.238	4.472	4.704	3.721
2007	4.421	4.204	4.429	4.813	3.819
2008	4.207	4.032	4.197	v	3.667
2009	v	4.177	3.852	4.748	3.679
2010	3.803	4.128	3.622	v	3.659
2011	4.546	4.481	v	4.557	3.761
2012	4.699	4.514	3.978	4.294	3.538

v ... unzureichende Verfügbarkeit

Die höchsten Globalstrahlungssummen traten in Enzenkirchen 2012, in Illmitz und auf dem Zöbelboden 2000, in Pillersdorf und Vorhegg 2003 auf, deutlich über dem Mittel lagen auch 2000, 2006, 2007 und 2011, in Illmitz und Pillersdorf auch 2012. Das Jahr 2012 gehört zu den sonnenscheinreichsten seit Beginn der Messung.

## 4.5 Sonnenscheindauer

Tabelle 37 zeigt die Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer für das Jahr 2012 in Stunden, Tabelle 38 die Jahressummen im Zeitraum von 1992–2012.

Die höchste Sonnenscheindauer im Jahr 2012 wiesen Vorhegg in Oberkärnten, Illmitz und Pillersdorf auf; da es sich um eine kumulative Größe handelt, sind die Zahlenwerte wegen der längeren Ausfälle in Illmitz und Vorhegg aber nicht ganz vergleichbar.

An allen Messstellen wies das Jahr 2003 die höchste Jahressumme der Sonnenscheindauer auf; die Minima verteilen sich auf verschiedene Jahre, wenig Sonnenschein registrierten v. a. 1993, 1996 und 1999.

Tabelle 36:  
Jahressummen der  
Globalstrahlung, 1993–  
2012 (in MJ/m<sup>2</sup>) (Quelle:  
Umweltbundesamt).

Das Jahr 2012 zeigt an allen Messstellen überdurchschnittliche Werte der Sonnenscheindauer, in Pillersdorf die zweithöchste Jahressumme seit Beginn der Messreihe.

*Tabelle 37:  
Monats- und  
Jahressummen der  
Sonnenscheindauer im  
Jahr 2012 (in Stunden)  
(Quelle:  
Umweltbundesamt).*

	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
Jän. 2012	68	84	84	55	128	42
Feb. 2012	94	104	120	56	123	46
Mär. 2012	196	221	219	115	258	147
Apr. 2012	205	222	215	67	161	136
Mai 2012	258	269	275	84	245	155
Jun. 2012	210	254	244	78	197	157
Jul. 2012	201	244	225	62	216	115
Aug. 2012	279	282	290	81	v	180
Sep. 2012	180	v	201	75	166	113
Okt. 2012	107	100	124	87	143	107
Nov. 2012	56	63	39	60	67	68
Dez. 2012	57	71	61	54	118	31
<b>2012</b>	<b>1.935</b>	<b>2.132</b>	<b>2.119</b>	<b>1.749</b>	<b>2.081</b>	<b>1.299</b>

\* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG  
v ... unzureichende Verfügbarkeit

*Tabelle 38:  
Jahressummen der  
Sonnenscheindauer,  
1992–2012 (in Stunden)  
(Quelle:  
Umweltbundesamt).*

	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
1992		1.995		1.635	1.828	
1993		1.774	1.866			
1994		1.957	1.901	1.752	1.767	
1995		1.811	1.800		1.924	
1996		1.820	1.714	1.694	1.687	1.019
1997		1.995	1.949	1.810	2.059	1.098
1998		1.832	1.801	1.810	2.035	951
1999	1.662	1.882	1.723	1.577	1.930	1.030
2000	1.785	2.090	1.929		2.062	1.195
2001	1.746	1.926	1.734			1.074
2002	1.581	1.994	1.834	1.635	1.908	
2003	2.185	2.262	2.150	2.102	2.294	1.501
2004	1.751	1.656	1.809	1.752	1.924	1.309
2005	1.739	2.034	1.999	1.840	2.016	1.355
2006	1.881	1.922	2.065	1.898	2.073	1.404
2007	1.959	1.874	2.019	1.927	2.170	1.356
2008	1.846		1.850	1.702	2.045	1.317
2009	1.672	1.931	1.897	1.678	2.123	1.322
2010	1.704	1.824	1.711	1.674	1.883	1.161
2011	2.062	2.174	2.098	2.055	2.257	1.422
2012	1.935	2.132	2.119	1.749	2.081	1.299

\* auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG

## 4.6 Niederschlag

Tabelle 39 gibt die Monats- und Jahressummen des Niederschlags im Jahr 2012 an. In Tabelle 40 sind die Jahressummen des Niederschlags von 1993–2012 zusammengestellt.

Im Jahresverlauf 2012 fallen die hohen Niederschlagsmengen in Enzenkirchen im Juni und August, in Illmitz im Juli auf. Der Februar war im Norden und Osten Österreichs extrem trocken, in Pillersdorf wurden nur 5 mm, in Illmitz 8 mm registriert. Ähnlich niederschlagsarm war in diesen Teilen Österreichs auch der März.

Im Vergleich der letzten 20 Jahre registrierte im Jahr 2012 Enzenkirchen die zweitniedrigste Niederschlagssumme (nach 2003), unter dem Durchschnitt lag sie auch in Pillersdorf. Demgegenüber erfassten Illmitz, Vorhegg und Zöbelboden leicht überdurchschnittliche Niederschlagsmengen.

	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jän. 12	78	53	12	24	278
Feb. 12	16	8	5	24	166
Mär. 12	7	4	7	30	92
Apr. 12	44	29	21	172	81
Mai 12	63	67	37	69	128
Jun. 12	151	47	95	77	183
Jul. 12	79	195	65	70	222
Aug. 12	120	20	31	v	131
Sep. 12	65	45	27	231	173
Okt. 12	45	34	25	278	99
Nov. 12	22	43	11	471	58
Dez. 12	73	23	12	38	169
<b>2012</b>	<b>761</b>	<b>567</b>	<b>346</b>	<b>1.590</b>	<b>1.780</b>

Tabelle 39:  
Monats- und  
Jahressummen des  
Niederschlags im Jahr  
2012 (in mm), (Quelle:  
Umweltbundesamt).

v ... Verfügbarkeit zu gering

*Tabelle 40:  
Jahressummen des  
Niederschlags, 1993–  
2012 (in mm) (Quelle:  
Umweltbundesamt).*

	<b>ENK</b>	<b>ILL</b>	<b>PIL</b>	<b>VOR</b>	<b>ZOE</b>
1993		373	354		
1994		538		721	
1995		594	404	859	
1996		642	287	1.345	1.612
1997		563	391	1.024	1.528
1998		552	303	1.278	1.531
1999	779	589	424	1.471	1.295
2000	977	489	382	712	1.553
2001	941	484	363		1.480
2002	1.420	537	554	2.084	1.907
2003	472	323	392	1.316	921
2004	762	372	387	1.752	1.244
2005	777	525	498	872	1.969
2006	899	513	444	993	1.945
2007	879	664	497	1.007	1.740
2008	798	564	297	1.940	1.567
2009		659	606	1.711	1.910
2010	808	676	645	1.896	1.423
2011	808	390	257	1.283	1.249
2012	761	567	346	1.590	1.780

## 5 LITERATURVERZEICHNIS

- BAUER, H.; MARR, I.; KASPER-GIEBL, A.; LIMBECK, A.; CASEIRO, A.; HANDLER, M.; JANKOWSKI, N.; KLATZER, B.; KOTIANOVA, P.; POURESMAEIL, P.; SCHMIDL, CH.; SAGEDER, H. & PUXBAUM, H. (2007): Endbericht für das Projekt „AQUELLA“ Steiermark. Bestimmung von Immissionsbeiträgen in Feinstaubproben. Technische Universität Wien.
- EUROPEAN COMMISSION (2001): PAH Position Paper Annexes (27<sup>th</sup> July 2001).  
[http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/annex\\_pah.pdf](http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/annex_pah.pdf)
- JANKOWSKI, N.; BAUER, H.; MARR, I.; KASPER-GIEBL, A.; LIMBECK, A.; CASEIRO, A.; HANDLER, M.; KLATZER, B.; KOTIANOVA, P.; POURMESMAEIL, P.; SCHMIDL, CH. & PUXBAUM, H. (2007): 3. Zwischenbericht für das Projekt „AQUELLA Linz – Oberösterreich!“. Aerosolquellanalyse für Linz – Oberösterreich. Technische Universität Wien.
- LARSEN, J. C. & LARSEN, P. B. (1998): Chemical carcinogens. In: Hester, R.E. & Harrison, R.M. (eds.): Air Pollution and Health. Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry. pp. 33–56.
- SEINFELD, J. H. & PANDIS, S. N. (1998): Atmospheric Chemistry and Physics, John Wiley & Sons, New York.
- UMWELTBUNDESAMT (2006): Hohenblum, P.; Gammer, K.; Scharf, S. & Schneider, J.: PAH in der Luft. Messergebnisse des Hintergrundstandortes Pillersdorf/Niederösterreich. Reports, Bd. REP-0010. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006a): Fröhlich, M.; Wolf, A. & Moosmann, L.: Ringversuch der österreichischen Messnetzbetreiber 2003. Auswertung des Ringversuchs für SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub> und CO in Essen. Reports, Bd. REP-0179. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2007): Spangl, W.; Schneider, J.; Moosmann, L. & Nagl, C.: Representativeness and classification of air quality monitoring stations – final report. Service contract to the European Commission – DG Environment Contract No. 07.0402/2005/419392/MAR/C1. Reports, Bd. REP-0121. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2008): Wolf, A. & Moosmann, L.: Nationales EU-Referenzlabor für Luftschadstoffe. Kalibrierworkshop 2008. Reports, Bd. REP-0180. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2009): Spangl, W.; Nagl, C.; Moosmann, L.; Ansorge, C. & Katzensteiner, H.: Repräsentativität und Klassifikation von Luftgütemessstellen in Österreich – NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, Ozon. Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. BMLFUW, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2012): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2011. Reports, Bd. REP-0383. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2012a): Anderl, M.; Gangl, Haider, S.; M.; Ibesich, N.; Pazdernik, K.; Poupa, S.; Schenk, C. & Zechmeister, A.: Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990–2010. Regionalisierung der nationalen Emissionsdaten auf Grundlage von EU-Berichtspflichten (Datenstand 2012). Reports, Bd. REP-0400. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2013): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2012. Reports, Bd. REP-0421. Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2013a): Spangl, W.: Luftgütemessstellen in Österreich. Stand März 2013. Reports, Bd. REP-0423. Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2013b): Anderl, M.; Jobstmann, H.; Köther, T.; Pazdernik, K.; Poupa, S.; Schindlbacher, S.; Stranner, G. & Zechmeister, A.: Austria's Annual Air Emission Inventory 1990–2011. Submission under National Emission Ceilings Directive 2001/81/EC. Reports Bd. REP-0405. Umweltbundesamt, Wien.

### **Rechtsnormen und Leitlinien**

CEN/TR 16243:2011: Außenluftqualität – Leitfaden zur Messung von auf Filtern abgetrenntem elementarem Kohlenstoff (EC) und organisch gebundenem Kohlenstoff (OC).

CEN/TR 16269:2011: Ambient air – Guide for the measurement of anions and cations in PM<sub>2,5</sub>.

Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L; BGBl. I 115/97 i. d. g. F.): Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert werden.

Luftqualitätsrichtlinie (RL 2008/50/EG): Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. ABl. Nr. L 152/1.

Messkonzept-VO zum IG-L (BGBl. II 358/1998 i. d. g. F.): Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über das Messkonzept zum Immissionsschutzgesetz-Luft.

Messkonzept-VO zum Ozongesetz (Ozon-Messkonzept-VO; BGBl. II Nr. 99/2004): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Messkonzept zum Ozongesetz.

ÖNORM EN 12341:1999 Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM<sub>10</sub>-Fraktion von Schwebstaub – Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM EN 14211:2005 Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM EN 14212:2005 Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Schwefeldioxid mit Ultraviolett-Fluoreszenz. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM EN 14625:2005 Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Ozon mit Ultraviolett-Photometrie. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM EN 14626:2005 Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Kohlenmonoxid mit nicht-dispersiver Infrarot-Photometrie. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM EN 14662:2005 (Teile 1, 2 und 3) Luftbeschaffenheit – Standardverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM EN 14907:2005 Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM<sub>2,5</sub>-Massenfraktion des Schwebstaubes. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM EN 14902:2007 Außenluftbeschaffenheit – Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung von Pb/Cd/As/Ni als Bestandteil der PM<sub>10</sub>-Fraktion des Schwebstaubes. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM EN 15853 Außenluftbeschaffenheit – Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung der Quecksilberdeposition. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM EN ISO 10304-1:2009 Wasserbeschaffenheit — Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat (ISO 10304-1:2007). Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM EN ISO 14911:1999 Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der gelösten Kationen Li<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, und Ba<sup>2+</sup> mittels Ionenchromatographie – Verfahren für Wasser und Abwasser (ISO 14911:1998) Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM M 5866:2007 Luftreinhaltung – Bildung von Immissionsmessdaten und daraus abgeleiteten Immissionskennwerten. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025:2007 Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien.

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

Richtlinie 14: Österreichweit einheitliche Vorgangsweise zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit der Immissionsmessdaten. Leitfaden zur Immissionsmessung nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft. Erarbeitet von Vertretern der Länder und des Bundes, 2000.

VO BGBl. II Nr. 298/2001: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Immissionsgrenzwerte und Immissionszielwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation.

Die Texte der EU-Richtlinien sind auf dem Gesetzesportal der EU abrufbar:

<http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm>

Die österreichischen Gesetze sind im Rechtsinformationssystem des Bundeskanzleramtes einsehbar: <http://www.ris.bka.gv.at/>

## ANHANG 1: DEFINITIONEN UND ABKÜRZUNGEN

### Luftschadstoffe

B(a)P	Benzo(a)pyren
CH <sub>4</sub>	Methan
CO	Kohlenstoffmonoxid
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
NO	Stickstoffmonoxid
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid
NO <sub>x</sub>	Stickstoffoxide (Summe aus NO und NO <sub>2</sub> )
NO <sub>y</sub>	Summe gasförmiger oxidierter Stickstoffverbindungen
O <sub>3</sub>	Ozon
PAK bzw. PAH	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)
PM <sub>1</sub>	Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 1 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist
PM <sub>2,5</sub>	Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist
PM <sub>10</sub>	Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist
SO <sub>2</sub>	Schwefeldioxid
VOC	Flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds)

### Luftgütemessstationen des Umweltbundesamtes

AKH	Wien, Allgemeines Krankenhaus
ENK	Enzenkirchen
HAI	Haidershofen
ILL	Illmitz
KLH	Klöch
PIL	Pillersdorf
SON	Sonnblick
VOR	Vorhegg
ZOE	Zöbelboden

## Abkürzungen

AOT40 .....	Accumulated Exposure over Threshold of 40 ppb
EMEP .....	Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe ( <a href="http://www.emep.int/">http://www.emep.int/</a> )
GAW .....	Global atmosphere watch
HPLC-FLD .....	Hochdruckflüssigkeitschromatographie mit Fluoreszenzdetektion
MEZ .....	Mitteleuropäische Zeit
TEF .....	Toxizitätsäquivalentfaktor (Toxicity Equivalence Factor)
UNECE .....	United Nations Economic Commission for Europe
WMO .....	World Meteorological Organisation ( <a href="http://www.wmo.int">http://www.wmo.int</a> )
ZAMG .....	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik ( <a href="http://www.zamg.ac.at">http://www.zamg.ac.at</a> )

## ANHANG 2: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN

### Einheiten

mg/m <sup>3</sup>	Milligramm pro Kubikmeter
µg/m <sup>3</sup>	Mikrogramm pro Kubikmeter
ng/m <sup>3</sup>	Nanogramm pro Kubikmeter
ppb	parts per billion
ppm	parts per million

$$1 \text{ mg/m}^3 = 1.000 \text{ µg/m}^3$$

**Umrechnungsfaktoren** zwischen Mischungsverhältnis (angegeben in ppb) und Konzentration (angegeben in µg/m<sup>3</sup>) bei 1.013 hPa und 293 K (Normbedingungen):

SO <sub>2</sub>	1 µg/m <sup>3</sup> = 0,37528 ppb	1 ppb = 2,6647 µg/m <sup>3</sup>
NO	1 µg/m <sup>3</sup> = 0,80186 ppb	1 ppb = 1,2471 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	1 µg/m <sup>3</sup> = 0,52293 ppb	1 ppb = 1,9123 µg/m <sup>3</sup>
CO	1 mg/m <sup>3</sup> = 859,11 ppb	1 ppb = 0,0011640 mg/m <sup>3</sup>
Benzol	1 µg/m <sup>3</sup> = 0,308 ppb	1 ppb = 3,247 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	1 µg/m <sup>3</sup> = 0,50115 ppb	1 ppb = 1,9954 µg/m <sup>3</sup>

## ANHANG 3: MITTELWERTDEFINITIONEN

Die entsprechende Zeitangabe bezieht sich stets auf das Ende des jeweiligen Mittelungszeitraumes. Alle Zeitangaben erfolgen in Mitteleuropäischer Zeit (MEZ). Die Mindestzahl der Halbstundenmittelwerte zur Mittelwertbildung ist im IG-L bzw. in der ÖNORM M 5866, April 2007, festgelegt.

	<b>Definition</b>	<b>Mindestzahl der HMW für gültigen Mittelwert</b>
HMW	Halbstundenmittelwert (48 Werte pro Tag zu jeder halben Stunde)	
MW1	Einstundenmittelwert mit stündlicher Fortschreitung (24 Werte pro Tag zu jeder vollen Stunde)	2
MW3	gleitender Dreistundenmittelwert (48 Werte pro Tag zu jeder halben Stunde)	4
MW8g	gleitender Achtstundenmittelwert (48 Werte pro Tag zu jeder halben Stunde)	12
MW8	stündlich gleitender Achtstundenmittelwert (48 Werte pro Tag zu jeder vollen Stunde)	12
TMW	Tagesmittelwert	40
MMW	Monatsmittelwert	75 %
JMW	Jahresmittelwert	75 % sowohl im Winter- als auch im Sommerhalbjahr
WMW	Wintermittelwert (Oktober–März)	75 % in jeder Hälfte der Beurteilungsperiode

## ANHANG 4: IMMISSIONSGRENZWERTE UND IMMISSIONSZIELWERTE

*Immissionsgrenzwerte gemäß IG-L, Anlage 1 zum langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit*

Schadstoff	Konzentration	Mittelwertart
SO <sub>2</sub>	120 µg/m <sup>3</sup>	Tagesmittelwert
SO <sub>2</sub>	200 µg/m <sup>3</sup>	Halbstundenmittelwert; bis zu drei Halbstundenmittelwerte pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte im Kalenderjahr bis zu 350 µg/m <sup>3</sup> gelten nicht als Überschreitung
PM <sub>10</sub>	50 µg/m <sup>3</sup>	Tagesmittelwert; pro Kalenderjahr ist die folgende Zahl von Überschreitungen zulässig: bis 2004: 35, von 2005–2009: 30, ab 2010: 25
PM <sub>10</sub>	40 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert
CO	10 mg/m <sup>3</sup>	gleitender Achtstundenmittelwert
NO <sub>2</sub>	200 µg/m <sup>3</sup>	Halbstundenmittelwert
NO <sub>2</sub>	30 µg/m <sup>3</sup>  (35 µg/m <sup>3</sup> inkl. Toleranzmarge im Jahr 2012)	Jahresmittelwert. Dieser Grenzwert ist ab 2012 einzuhalten. Die Toleranzmarge beträgt 30 µg/m <sup>3</sup> bei Inkrafttreten des Gesetzes und wird am 01.01. jedes Jahres bis 01.01.2005 um 5 µg/m <sup>3</sup> verringert. Die Toleranzmarge von 10 µg/m <sup>3</sup> gilt gleichbleibend vom 01.01.2005 bis 31.12.2009. Die Toleranzmarge von 5 µg/m <sup>3</sup> gilt gleichbleibend ab 01.01.2010. Im Jahr 2012 ist eine Evaluierung der Wirkung der Toleranzmarge für die Jahre 2010 und 2011 durchzuführen. Auf Grundlage dieser Evaluierung hat der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Wirtschaft, Familie und Jugend gegebenenfalls den Entfall der Toleranzmarge mit Verordnung anzuordnen.
Blei im PM <sub>10</sub>	0,5 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert
Benzol	5 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert

*Zielwerte für PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub> gemäß IG-L, Anlage 5*

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

**Zielwerte für Schwermetalle und PAK im PM<sub>10</sub> gemäß IG-L, Anlage 5b**  
(Jahresmittelwerte)

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

Darüber hinaus sind in Anlage 2 des IG-L Grenzwerte für die Deposition von Staub und die Inhaltsstoffe Pb und Cd festgelegt:

Luftschadstoff	Depositionswerte in mg/(m <sup>2</sup> -d) als Jahresmittelwert
Staubniederschlag	210
Blei im Staubniederschlag	0,100
Cadmium im Staubniederschlag	0,002

**Grenzwerte der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation**

Schadstoff	Konzentration	Mittelwertart
SO <sub>2</sub>	20 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert
NO <sub>x</sub>	30 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert. NO <sub>x</sub> ist als Summe von NO und NO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup> zu berechnen

**Zielwerte der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation**

Schadstoff	Konzentration	Mittelwertart
SO <sub>2</sub>	50 µg/m <sup>3</sup>	Tagesmittelwert
NO <sub>2</sub>	80 µg/m <sup>3</sup>	Tagesmittelwert

**Informations- und Warnwerte für Ozon gemäß Ozongesetz, Anlage 1**

Informationsschwelle	180 µg/m <sup>3</sup>	Einstundenmittelwert
Alarmschwelle	240 µg/m <sup>3</sup>	Einstundenmittelwert

**Zielwerte für Ozon gemäß Ozongesetz, Anlage 2**

Gesundheitsschutz	120 µg/m <sup>3</sup>	höchster Achtstundenmittelwert des Tages, darf an höchstens 25 Tagen pro Kalenderjahr überschritten werden, gemittelt über 3 Jahre
Schutz der Vegetation	18.000 µg/m <sup>3</sup> -h	AOT40, Mai–Juli, 8:00–20:00 MEZ gemittelt über 5 Jahre

**Langfristige Ziele für Ozon gemäß Ozongesetz, Anlage 3**

Gesundheitsschutz	120 µg/m <sup>3</sup>	höchster Achtstundenmittelwert des Kalenderjahres
Schutz der Vegetation	6.000 µg/m <sup>3</sup> -h	AOT40, Mai–Juli, 8:00–20:00 MEZ

Im Rahmen der UNECE wurden „Critical Levels“ für Ozon zum Schutz von Pflanzen ausgearbeitet, welche die Ozonbelastung als AOT40-Wert<sup>17</sup> bewerten. Zur Berechnung des AOT40 wird die Ozonkonzentration minus 40 ppb über einen bestimmten Zeitraum aufsummiert, sofern der MW1 40 ppb überschreitet. Unterschiedliche Referenzzeiträume (jeweils über Tageslichtstunden) werden für die Bewertung der Ozonbelastung für Wald einerseits, für landwirtschaftliche Pflanzen, Weiden und natürliche Vegetation andererseits herangezogen. In der folgenden Tabelle sind die jeweiligen Berechnungszeiträume und die Critical Levels angeführt.

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

\* Im Richtlinientext als 18.000 µg/m<sup>3</sup>·h angegeben

In der Luftqualitätsrichtlinie der EU wurde das Konzept des AOT40 als Zielwert zum Schutz der Vegetation übernommen, wobei der – strengere – AOT40-Wert für den Schutz landwirtschaftlicher Pflanzen herangezogen, der Berechnungszeitraum aber von „Tageslichtstunden“ auf das europaweit einheitliche Zeitfenster von 8:00 bis 20:00 MEZ leicht verändert wurde.

<sup>17</sup> AOT40: Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb

## ANHANG 5: MESSGERÄTE UND ANALYSEVERFAHREN

### Eingesetzte Messgerätetypen für die Immissionsmessung

Messstelle, Komponente	Gerätetype
<b>Enzenkirchen</b>	
O <sub>3</sub>	10.03.2011 Horiba APOA-360E
PM <sub>10</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM <sub>10</sub> kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
PM <sub>2,5</sub> kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
Partikelanzahl	Grimm EDM 180
SO <sub>2</sub>	bis 20.11.2012 TEI 43CTL seit 20.11.2012 TEI 43i
NO, NO <sub>2</sub>	TEI 42i
<b>Illmitz</b>	
O <sub>3</sub>	bis 13.04.2011 Horiba APOA-360E ab 13.04.2011 API 400E
PM <sub>10</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM <sub>10</sub> kontinuierlich	FH62 I-R (äquivalentes Verfahren)
PM <sub>2,5</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM <sub>1</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
SO <sub>2</sub>	bis 02.10.2012 TEI 43CTL seit 02.10.2012 TEI 43i
NO, NO <sub>2</sub>	TEI 42 CTL
CO	bis 20.9.2012 Horiba APMA-370 seit 20.9.2012 Horiba APMA-360
<b>Klösch</b>	
PM <sub>10</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM <sub>10</sub> kontinuierlich	FH62 I-R (äquivalentes Verfahren)
NO, NO <sub>2</sub>	bis 08.11.2012 TEI 42CTL seit 08.12.2012 TEI 42i
<b>Pillersdorf</b>	
O <sub>3</sub>	bis 08.11.2012 API 400E seit 08.11.2012 TEI 49C
PM <sub>10</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM <sub>10</sub> kontinuierlich	TEOM-FDMS (äquivalentes Verfahren)
SO <sub>2</sub>	bis 28.02.2012 TEI 43 CTL seit 28.02.2012 TEI 43i
NO, NO <sub>2</sub>	API 200EU
<b>Ried im Zillertal</b>	
O <sub>3</sub>	API 400E
PM <sub>10</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM <sub>10</sub> kontinuierlich	TEOM-FDMS (äquivalentes Verfahren)
NO, NO <sub>2</sub>	API 200EU

Messstelle, Komponente	Gerätetype
<b>Sonnblick</b>	
O <sub>3</sub>	bis 09.03.2011 TEI 49C ab 09.03.2011 TEI 49i
CO	Horiba APMA-360CE
NO <sub>y</sub>	TEI 42CTL
NO <sub>2</sub>	TEI 42i blue light
CO <sub>2</sub>	Picarro G2301
CH <sub>4</sub>	Picarro G2301
<b>Vorhegg</b>	
O <sub>3</sub>	API 400E
PM <sub>10</sub> kontinuierlich	FH62 I-R (äquivalentes Verfahren)
SO <sub>2</sub>	TEI 43CTL
NO, NO <sub>2</sub>	bis 12.01.2011 TEI 42CTL ab 12.01.2011 TEI 42i TL
CO	Horiba APMA-370
<b>Zöbelboden</b>	
O <sub>3</sub>	TEI 49C
PM <sub>10</sub> kontinuierlich	TEOM-FDMS (äquivalentes Verfahren)
SO <sub>2</sub>	TEI 43CTL
NO, NO <sub>2</sub>	TEI 42CTL
<b>Haidershofen</b>	
PM <sub>10</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM <sub>10</sub> kontinuierlich	MetOne BAM
PM <sub>2,5</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
NO, NO <sub>2</sub>	API 200EU
O <sub>3</sub>	TEI 49

### Technische Angaben zu den Messgeräten

#### Immissionsmessgeräte

	Nachweisgrenze	Messprinzipien
<b>SO<sub>2</sub></b>		
TEI 43i	0,13 µg/m <sup>3</sup> (0,05 ppb)	UV-Fluoreszenz
TEI 43CTL	0,13 µg/m <sup>3</sup> (0,05 ppb)	UV-Fluoreszenz
<b>PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub>, Partikelanzahl</b>		
DHA80, Gravimetrie	1 µg/m <sup>3</sup>	Probenahme mittels Digitel High-Volume-Sampler DHA80 mit PM <sub>10</sub> -Kopf (Tagesproben, Durchfluss 720 m <sup>3</sup> /d) und gravimetrische Massenbestimmung gemäß ÖNORM EN 12341
Grimm EDM 180	1 µg/m <sup>3</sup>	Streulichtmessung (optische Partikelzählung)
FH62I-R	3 µg/m <sup>3</sup>	β-Absorption (kontinuierlich)
Sharp 5030	1 µg/m <sup>3</sup>	β-Absorption und Nephelometer
MetOne BAM	1 µg/m <sup>3</sup>	β-Absorption (1stündige Zeitauflösung)

	<b>Nachweisgrenze</b>	<b>Messprinzipien</b>
TEOM-FDMS	1 µg/m <sup>3</sup>	oszillierende Mikrowaage (Tapered Element Oscillating Microbalance – Filter Dynamics Measurement System) mit Filter Dynamic Measurement System
<b>NO + NO<sub>2</sub></b>		
TEI 42CTL	NO: 0,06 µg/m <sup>3</sup> (0,05 ppb) NO <sub>2</sub> : 0,2 µg/m <sup>3</sup> (0,1 ppb)	Chemilumineszenz. NO <sub>2</sub> wird als Differenz von NO <sub>x</sub> und NO bestimmt
API 200EU	NO: 0,05 µg/m <sup>3</sup> (0,05 ppb) NO <sub>x</sub> : 0,1 µg/m <sup>3</sup> (0,05 ppb)	Chemilumineszenz. NO <sub>2</sub> wird als Differenz von NO <sub>x</sub> und NO bestimmt
TEI 42i	NO: 0,06 µg/m <sup>3</sup> (0,05 ppb) NO <sub>x</sub> : 0,2 µg/m <sup>3</sup> (0,1 ppb)	Chemilumineszenz. NO <sub>2</sub> wird als Differenz von NO <sub>x</sub> und NO bestimmt
<b>CO</b>		
APMA-360CE	0,05 mg/m <sup>3</sup> (0,05 ppm)	nichtdispersive Infrarot-Absorption
APMA-370	0,05 mg/m <sup>3</sup> (0,05 ppm)	nichtdispersive Infrarot-Absorption
<b>O<sub>3</sub></b>		
APOA-360E	0,8 µg/m <sup>3</sup> (0,4 ppb)	Ultraviolett-Absorption
TEI 49C	0,8 µg/m <sup>3</sup> (0,4 ppb)	Ultraviolett-Absorption
TEI 49i	0,8 µg/m <sup>3</sup> (0,4 ppb)	Ultraviolett-Absorption
API 400E	1,2 µg/m <sup>3</sup> (0,6 ppb)	Ultraviolett-Absorption
<b>CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub></b>		
Picarro G2301	CO <sub>2</sub> : 500 ppb CH <sub>4</sub> : 1 ppb	Cavity Ring-Down Spektrometrie

Die Konzentration aller gasförmigen Komponenten ist auf Normbedingungen (1.013 hPa, 20 °C) bezogen, jene von PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>1</sub> (Gravimetrie und kontinuierliche Messung) sowie der Inhaltsstoffe auf Umgebungsbedingungen.

## Probenahme- und Analysemethoden

Komponente	Probenahme	Analyse	Bestimmungsgrenze
PAK-Konzentration im PM <sub>10</sub>	Filter für gravimetrische PM <sub>10</sub> -Messung. Monatsmischprobe aus Proben von jedem 3. Tag	Soxhlett-Extraktion mit n-Hexan/Diethylether nach Dotation mit deuterierten Surrogates Einengen und Abblasen mit Stickstoff (Turbovap) Lösungsmittelwechsel auf Acetonitril Analyse mittels HPLC-FLD	Benz(a)pyren 1,5 ng/Probe Benz(a)anthracen 1,3 ng/Probe Benzo(b)fluoranthren 1,0 ng/Probe Benzo(k)fluoranthren 0,79 ng/Probe Benzo(j)fluoranthren 2,9 ng/Probe Dibenzo(a,h)anthracen 3,1 ng/Probe Indeno(1,2,3)pyren 1,4 ng/Probe
PAK-Deposition	VDI 2267 Blatt 15: Probenahme mit Bergerhoff-Bechern	Zugabe von deuterierten Surrogate Standards Flüssig-Flüssig-Extraktion der PAK mit n-Hexan Lösungsmittelwechsel auf Acetonitril Analyse mittels HPLC-FLD	Benz(a)pyren 1,5 ng/Probe Benz(a)anthracen 1,3 ng/Probe Benzo(b)fluoranthren 1,0 ng/Probe Benzo(k)fluoranthren 0,79 ng/Probe Benzo(j)fluoranthren 2,9 ng/Probe Dibenzo(a,h)anthracen 3,1 ng/Probe Indeno(1,2,3)pyren 1,4 ng/Probe
Schwermetalle im PM <sub>10</sub>	Filter für die gravimetrische PM <sub>10</sub> -Messung. Monatsmischprobe aus Proben von jedem 6. Tag	Mikrowellenunterstützter Druckaufschluss (HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) Pb, As, Cd, Ni: Analyse mit ICP-MS in Anlehnung an ÖNORM EN 14902.	As: 1,2 ng/m <sup>3</sup> Cd: 0,26 ng/m <sup>3</sup> Ni: 2,6 ng/m <sup>3</sup> Pb: 2,2 ng/m <sup>3</sup>
Deposition von Schwermetallen	VDI 2267 Blatt 15: Probenahme mit Bergerhoff-Bechern	Eindampfen der Proben bei 105 °C bis zur Trockene, mikrowellenunterstützter Druckaufschluss (HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) Pb, As, Cd, Ni: Analyse mit ICP-MS in Anlehnung an ÖNORM EN 14902.	As: 0,05 µg/BHG <sup>18</sup> Cd: 0,01 µg/BHG Ni: 0,3 µg/BHG Pb: 0,09 µg/BHG
Deposition von Hg	VDI 2267 Blatt 15: Probenahme mit Bergerhoff-Bechern	Aufschluss der Proben mit Salzsäure und Kaliumbromid/Kaliumbromat-Reagenz. Säurematrix: 1,5 ml HCl (12 Gewichtsprozent, subboiled) + 0,2 ml KBr/KBrO <sub>3</sub> auf 10 ml Probenlösung. Zugabe von 100 µl Ascorbinsäurelösung (100yg/l) je 10yml Probenlösung unmittelbar vor der Messung. Hg wurde mit AFS M-8000 analysiert (Atomfluoreszenzspektrometrie).	Die Berechnung des Blindwertes erfolgte nach ÖNORM EN 15853; daher ist auch dieser je nach Probenmenge verschieden.
Nitrat, Sulfat, Chlorid im PM <sub>2,5</sub>	Filter für gravimetrische PM <sub>2,5</sub> -Messung. Monatsmischprobe aus Proben von jedem 6. Tag	Elution mit Reinstwasser (gemäß Fpr CEN/TR 16269). Analyse mittels Ionenchromatographie (gemäß ÖNORM EN ISO 10304-1)	Nitrat: 0,002 µg/Nm <sup>3</sup> Sulfat: 0,013 µg/Nm <sup>3</sup> Cl: 0,005 µg/Nm <sup>3</sup>
Na, K, Mg, Ca, Ammonium im PM <sub>2,5</sub>	Filter für gravimetrische PM <sub>2,5</sub> -Messung. Monatsmischprobe aus Proben von jedem 6. Tag	Elution mit Reinstwasser (gemäß Fpr CEN/TR 16269). Analyse mittels Ionenchromatographie (gemäß ÖNORM EN ISO 14911)	Na: 0,077 µg/Nm <sup>3</sup> K: 0,062 µg/Nm <sup>3</sup> Mg: 0,007 µg/Nm <sup>3</sup> Ca: 0,049 µg/Nm <sup>3</sup> Ammonium: 0,002 µg/Nm <sup>3</sup>
EC, OC im PM <sub>2,5</sub>	Filter für gravimetrische PM <sub>2,5</sub> -Messung. Monatsmischprobe aus Proben von jedem 6. Tag	Thermisches Verfahren (Temperaturprogramm Quartz/Niosh) mit optischer Korrektur (Transmission) gemäß CEN/TR 16243	0,05 µg/Nm <sup>3</sup>
VOC	Aktive Probenahme mit Digital Low Volume Sampler mit 16-Ventil-Umschalteneinheit	Gaschromatographie (GC-MSD) gemäß ÖNORM EN 14662-2.	iso-Pentan: 0,066 µg/Nm <sup>3</sup> 1-Pentan: 0,069 µg/Nm <sup>3</sup> n-Pentan: 0,067 µg/Nm <sup>3</sup> 2-Pentan: 0,070 µg/Nm <sup>3</sup> iso-Hexan: 0,070 µg/Nm <sup>3</sup> n-Hexan: 0,071 µg/Nm <sup>3</sup> Benzol: 0,047 µg/Nm <sup>3</sup> iso-Oktan: 0,074 µg/Nm <sup>3</sup> n-Heptan: 0,073 µg/Nm <sup>3</sup> Toluol: 0,046 µg/Nm <sup>3</sup> n-Oktan: 0,075 µg/Nm <sup>3</sup> Ethylbenzol: 0,046 µg/Nm <sup>3</sup> m-, p-Xylol: 0,046 µg/Nm <sup>3</sup> o-Xylol: 0,047 µg/Nm <sup>3</sup> 1,3,5-Trimethylbenzol: 0,093 µg/Nm <sup>3</sup> 1,2,4-Trimethylbenzol: 0,094 µg/Nm <sup>3</sup> 1,2,3-Trimethylbenzol: 0,095 µg/Nm <sup>3</sup>

<sup>18</sup> BHG: Bergerhoffgefäß

### Meteorologische Messgeräte

An den Messstellen wurden während des gesamten Jahres die folgenden meteorologischen Messgeräte eingesetzt.

Komponente	Gerät	Messprinzip
Windrichtung und Windgeschwindigkeit	Gill WindObserver 190-PK-007 (2D)	Ultraschall-Dopplereffekt
Temperatur	Kroneis NTC-Netzwerk	NTC-Widerstand
Relative Feuchte	Pernix Haarhygrometer 800L100	Haarhygrometer
Globalstrahlung	Schenk Sternpyranometer 8101	differenzielle Erwärmung schwarzer und weißer Flächen
Strahlungsbilanz	Schenk Strahlungsbilanzmesser 8110	differenzielle Erwärmung schwarzer und weißer Flächen, Differenz oben–unten
Sonnenscheindauer	HAENNI Solar 111	Strahlungsdifferenz zwischen Himmels- und Direktstrahlung
Luftdruck	Kroneis Barogebler 317S	Vakuumpdruckdose
Niederschlag	AP23, Fa. Paar	beheizter Trichter (500 mm <sup>2</sup> Durchmesser), Registrierung mittels Wippe (1 Wippenimpuls = 0,1 mm Niederschlag)

## ANHANG 6: QUALITÄTSSICHERUNG

### Immissionsmessung

#### *Routinemäßige Maßnahmen zur Qualitätssicherung*

Die in den Messstellen eingesetzten Geräte für SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO und O<sub>3</sub> werden viermal jährlich kalibriert, die Linearität (Lack of Fit) wird zumindest einmal jährlich überprüft. Vor dem Einsatz in einer Messstelle werden die Geräte kalibriert und auf Linearität getestet, vor Ort in der Messstelle wird die Kalibrierung nochmals überprüft. Die Messungen erfolgen gemäß ÖNORM EN 14211:2005, ÖNORM EN 14212:2005, ÖNORM EN 14625:2005, ÖNORM EN 14626:2005 sowie dem ‚Leitfaden zur Immissionsmessung nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft – Österreichweit einheitliche Vorgangsweise zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit der Immissionsmessdaten‘ (Richtlinie 14).

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 Schwebestaubmessgeräte und der für die PM<sub>10</sub>- bzw. PM<sub>2,5</sub>- und PM<sub>1</sub>-Probenahme verwendeten Digital High Volume Sampler DHA80 wird zumindest einmal jährlich überprüft. Die Reinigung der PM-Köpfe erfolgt im Rahmen der Stationsbetreuung.

Die Konditionierung und Wägung der Filter für die PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Messung erfolgt gemäß der ÖNORM EN 12341:1999 bzw. ÖNORM EN 14907:2005. Die Konditionierung und Wägung der Filter für die PM<sub>1</sub>-Messung erfolgt analog.

#### *Rückführbarkeiten*

Alle gasförmigen Komponenten werden im Umweltbundesamt auf primäre Verfahren zur Herstellung von Gasgemischen zurückgeführt. Weitere Angaben zu den Rückführbarkeiten sind in UMWELTBUNDESAMT (2008) zu finden. Für Ozon besitzt das Umweltbundesamt das nationale Normal, ein NIST-Standard-Referenzphotometer (NIST SRP #26).

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

Basis des QM-Systems des Kalibrierlabors der Abteilung Luftreinhaltung und Klimaschutz ist die ÖNORM EN ISO/IEC 17025:2007. Das Kalibrierlabor ist akkreditierte Kalibrierstelle für Ozon, SO<sub>2</sub>, NO und CO (ÖKD 30).

#### *Messunsicherheit*

Die Messunsicherheit für Messwerte in der Größenordnung des Grenzwertes wird gemäß den Vorgaben der Europäischen Normen für die Immissionsmessung berechnet (ÖNORM EN 14212:2005 für SO<sub>2</sub>, ÖNORM EN 14211:2005 für NO und NO<sub>2</sub>, ÖNORM EN 14625:2005 für Ozon, ÖNORM EN 14626:2005 für CO).

Für die einzelnen Komponenten ergeben sich im Mittel über alle Stationen die in Tabelle 41 angeführten Werte.

Tabelle 41: Erweiterte kombinierte Messunsicherheit 2012 (Quelle: Umweltbundesamt).

Komponente	erweiterte kombinierte Messunsicherheit (in %)	Zahl der Stationen
O <sub>3</sub>	8,0	6
NO*	9,2	6
SO <sub>2</sub>	14,6	5
CO	11,3	3

\* ohne Sonnblick (da andere Gerätetype für NO<sub>y</sub>)

### Qualitätssichernde Maßnahmen im Bereich der Laboranalysen

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

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

Die Kalibrationen erfolgen jeweils täglich bzw. vor einer Messserie und werden im Laufe der Messung durch Kontrollstandards überprüft. Des Weiteren 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 Regenganalytik erfolgt die Kontrolle über die Berechnung von Ionenbilanzen.

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

### Meteorologische Messgeräte

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

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

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

## ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN

Tabelle 42 gibt den Prozentanteil der gültigen Halbstundenmittelwerte an der Gesamtzahl der HMW des Jahres 2012 (d. h. 17.568) an, bei PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>1</sub> den Anteil der gültigen TMW.

Tabelle 42: Verfügbarkeiten gültiger Halbstundenmittelwerte (für PM: Tagesmittelwerte) im Jahr 2012 (in %) (Quelle: Umweltbundesamt).

Messstelle	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>1</sub>
Enzenkirchen	95	96			99 <sup>1)</sup>	43 <sup>2)</sup>	
Illmitz	97	97	98		98	85 <sup>3)</sup>	64 <sup>4)</sup>
Klöch		96			93 <sup>5)</sup>		
Pillersdorf	94	97			100 <sup>6)</sup>		
Sonnblick		59 <sup>7)</sup>	97				
Vorhegg	95	95	95		92		
Zöbelboden	97	97			100		

<sup>1)</sup> Kombinierte Messreihe gravimetrischer und kontinuierlicher Werte.

<sup>2)</sup> Gravimetrie; bezogen auf Probenahme jeden dritten Tag.

<sup>3)</sup> Gravimetrie; gewichtet für 280 Tage mit täglicher Probenahme und 86 Tage mit Probenahme jeden dritten Tag.

<sup>4)</sup> Gravimetrie; gewichtet für 166 Tage mit täglicher Probenahme und 250 Tage mit Probenahme jeden dritten Tag.

<sup>5)</sup> bis 18.2. Gravimetrie, ab 19.2. kontinuierliche Messung

<sup>6)</sup> bis 18.2. Gravimetrie, ab 19.2. kontinuierliche Messung

<sup>7)</sup> NO<sub>y</sub>

## ANHANG 8: SCHADSTOFFWINDROSEN

Windrosen stellen Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung dar, dargestellt in einem Kreisdiagramm. Im vorliegenden Bericht werden Windrichtungshäufigkeiten für Sektoren von 10° angegeben, wobei Fälle mit Windgeschwindigkeiten unter 0,5 m/s nicht berücksichtigt werden. Wind aus 90° entspricht Ost, 180° Süd, 270° West und 360° Nord. Schadstoffwindrosen geben für jeden Windrichtungssektor die mittlere Schadstoffkonzentration an. Den Mittelungszeitraum stellt dabei die Gesamtheit jener Fälle dar, in denen der Wind aus dem betreffenden Sektor wehte.

### PM<sub>10</sub>

Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % ( - - - - - ) bzw. einem HMW von 40 µg/m<sup>3</sup> ( ——— ).

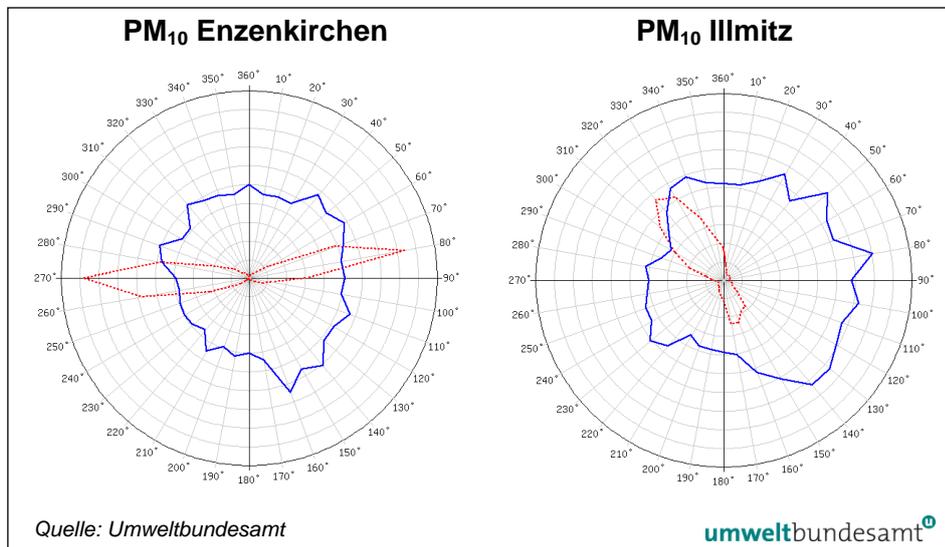


Abbildung 48:  
PM<sub>10</sub>, kontinuierliche  
Messung, Schadstoff-  
windrosen für  
Enzenkirchen (links) und  
Illmitz (rechts) im Jahr  
2012.

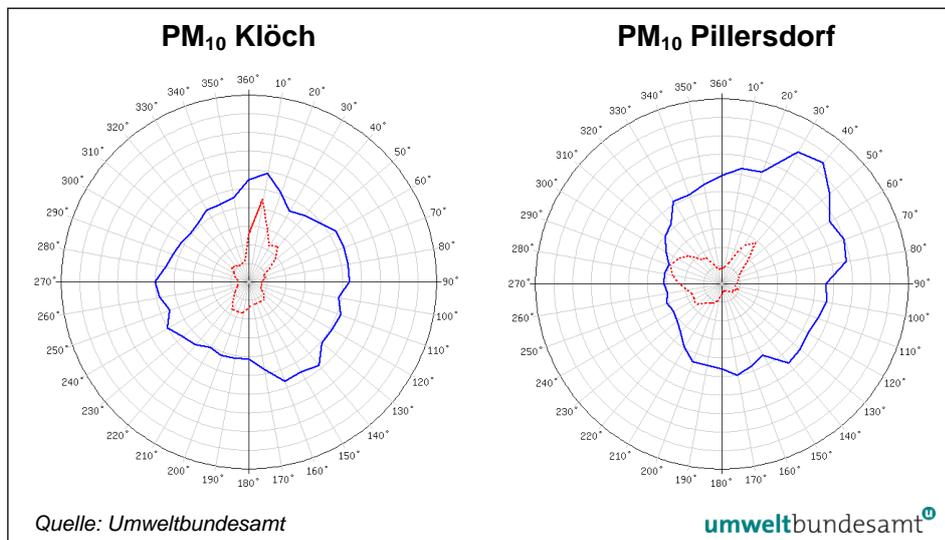
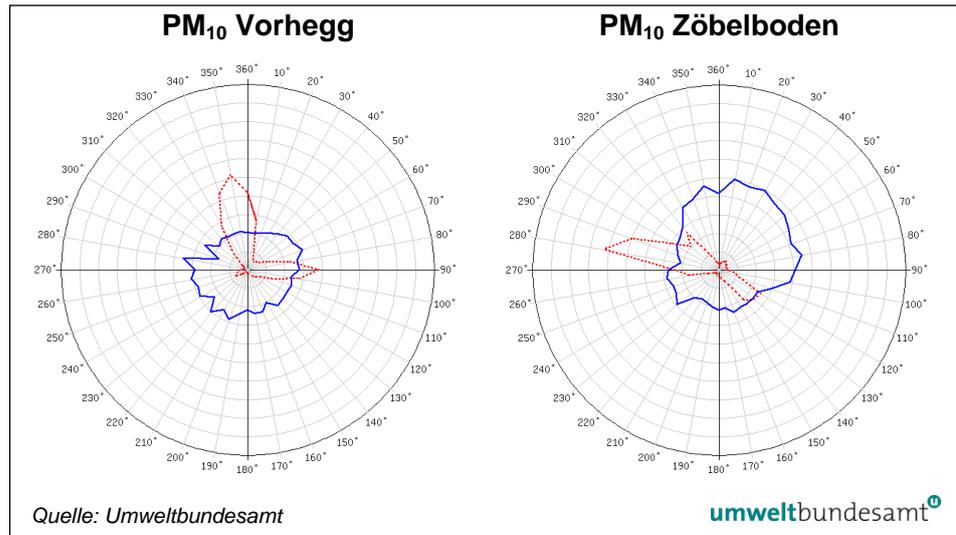


Abbildung 49:  
PM<sub>10</sub>, kontinuierliche  
Messung, Schadstoff-  
windrosen für Klöch  
(links) und Pillersdorf  
(rechts) im Jahr 2012.

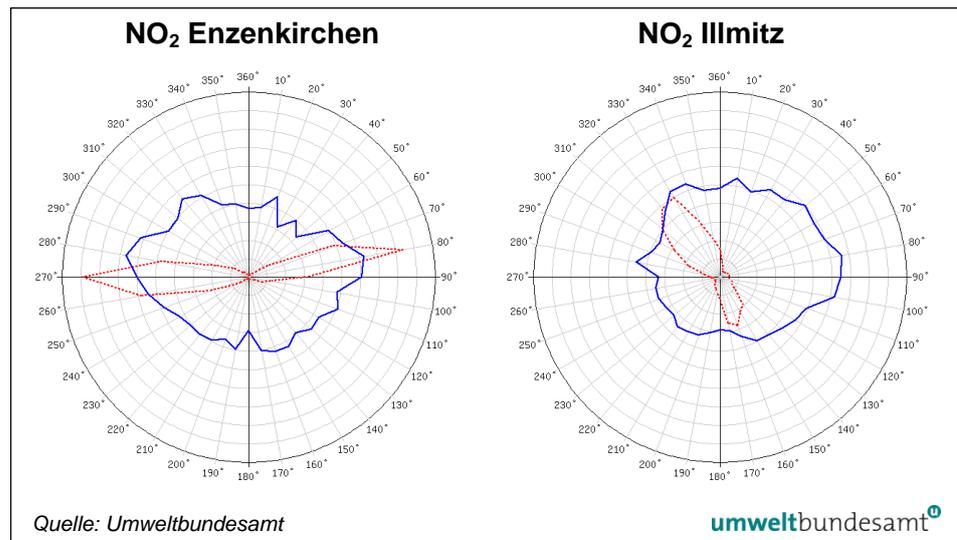
Abbildung 50:  
 PM<sub>10</sub>, kontinuierliche  
 Messung, Schadstoff-  
 windrosen für Vorhegg  
 (links) und Zöbelboden  
 (rechts) im Jahr 2012.



### Stickstoffdioxid

Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % ( - - - - - ) bzw. einem HMW von 20 µg/m<sup>3</sup> ( ——— ) (für Sonnblick 2 µg/m<sup>3</sup>).

Abbildung 51:  
 NO<sub>2</sub>, Schadstoffwind-  
 rosens für Enzenkirchen  
 (links) und Illmitz  
 (rechts) im Jahr 2012.



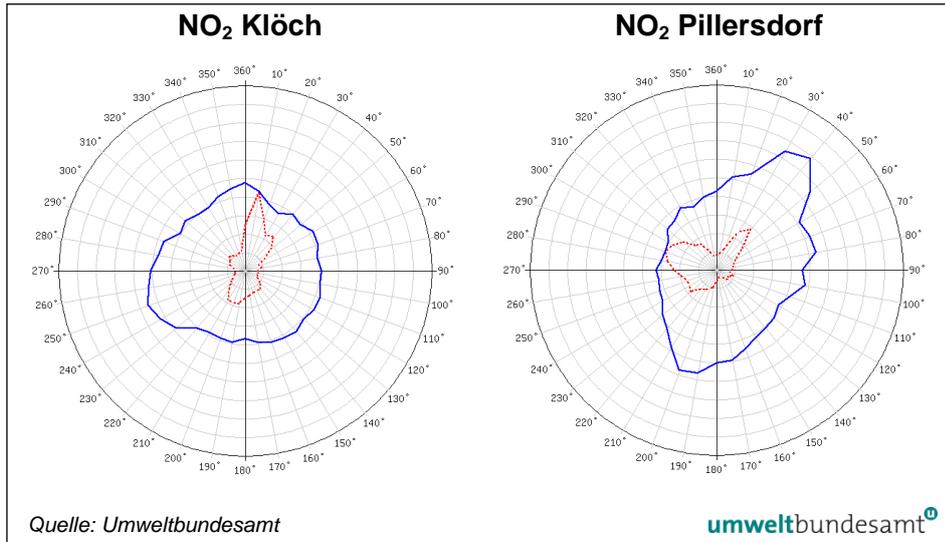


Abbildung 52:  
NO<sub>2</sub>, Schadstoffwindrosen für Klösch (links) und Pillersdorf (rechts) im Jahr 2012.

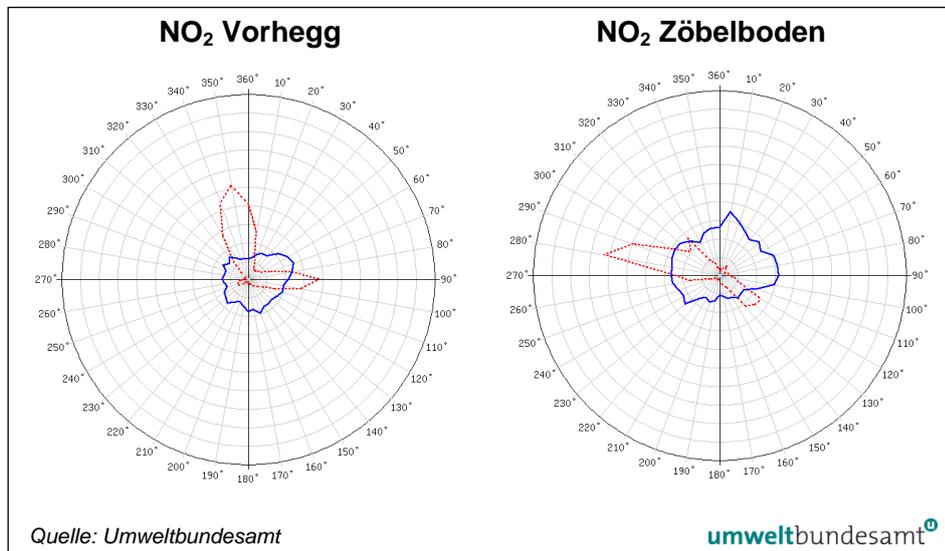


Abbildung 53:  
NO<sub>2</sub>, Schadstoffwindrosen für Vorhegg (links) und Zöbelboden (Wind Messturm) im Jahr 2012.

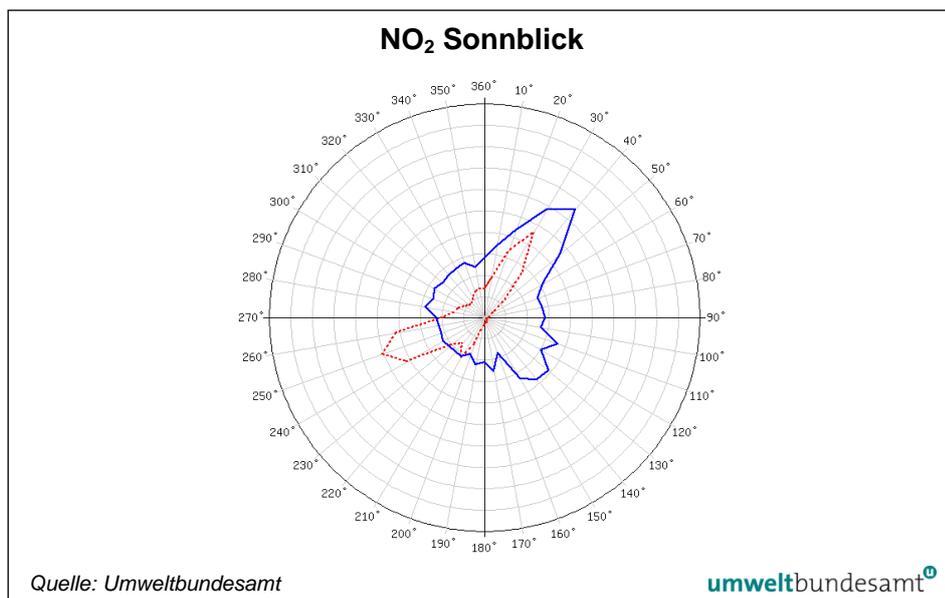


Abbildung 54:  
NO<sub>2</sub>, Schadstoffwindrose für den Sonnblick im Jahr 2012 (Radius entspricht 2 µg/m<sup>3</sup>).

**Schwefeldioxid**

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

Abbildung 55:  
SO<sub>2</sub>, Schadstoffwindrosen für Enzenkirchen (links) und Illmitz (rechts) im Jahr 2012.

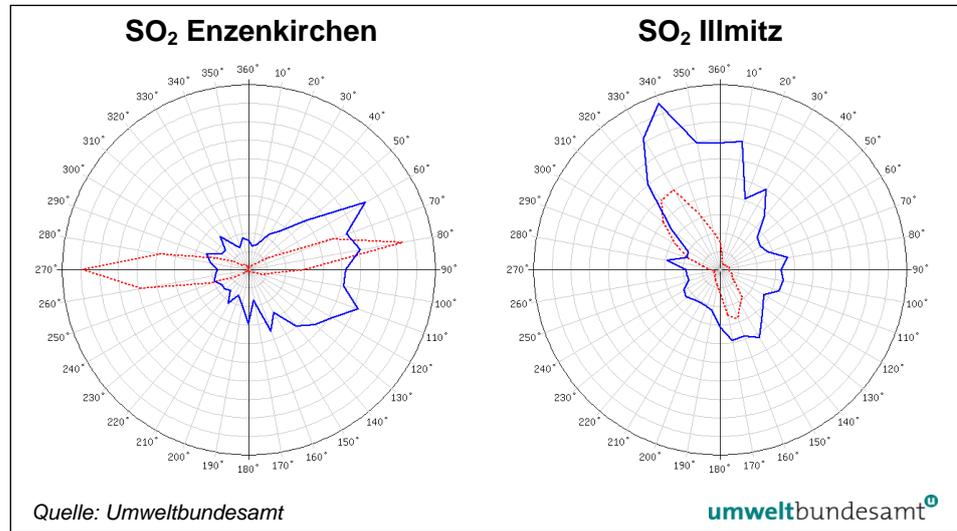


Abbildung 56:  
SO<sub>2</sub>, Schadstoffwindrosen für Pillersdorf (links) und Vorhegg (rechts) im Jahr 2012.

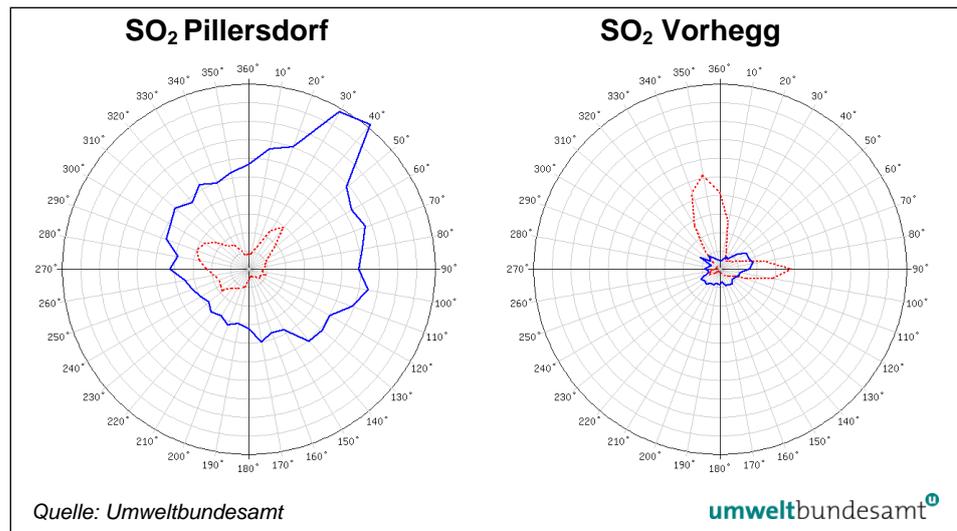
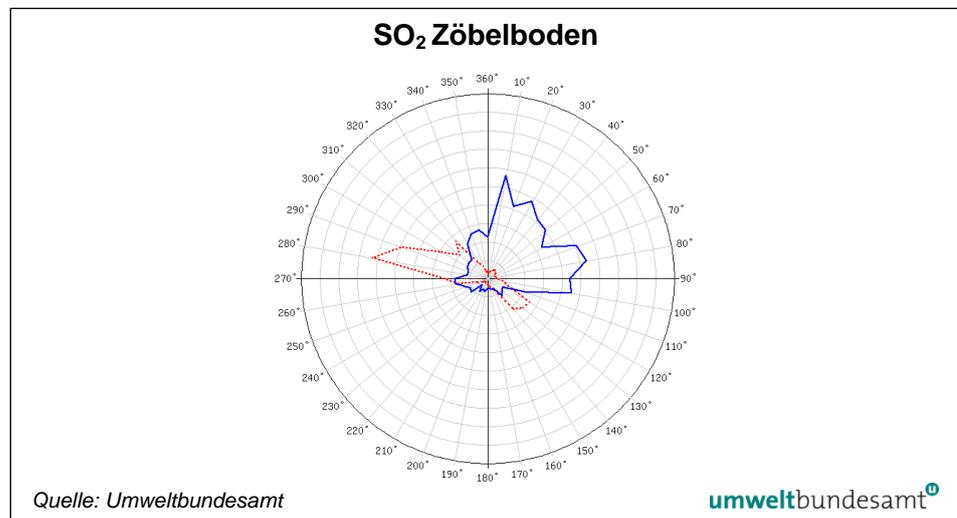


Abbildung 57:  
SO<sub>2</sub>, Schadstoffwindrose für Zöbelboden (Wind Messturm) im Jahr 2012.



### Kohlenstoffmonoxid

Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % ( - - - - - ) bzw. einem HMW von 0,5 mg/m<sup>3</sup> ( ——— ).

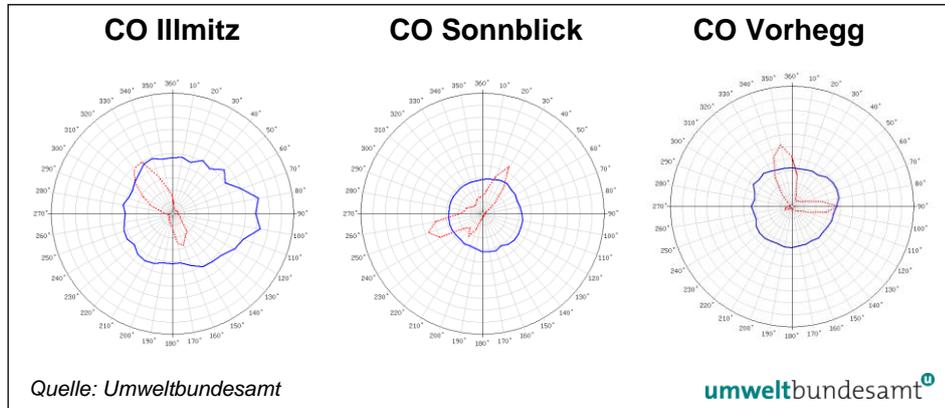


Abbildung 58:  
CO, Schadstoffwind-  
rosen für Illmitz,  
Sonnblick und Vorhegg  
(von links nach rechts)  
im Jahr 2012.



Umweltbundesamt GmbH  
Spittelauer Lände 5  
1090 Wien/Österreich

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

[office@umweltbundesamt.at](mailto:office@umweltbundesamt.at)  
[www.umweltbundesamt.at](http://www.umweltbundesamt.at)

Das Umweltbundesamt betreibt sieben Luftgütemessstellen, an denen Hintergrundbelastung, Fernverfrachtung von Luftschadstoffen und Trend der Luftqualität erhoben werden. Der Report zeigt die Ergebnisse der Messungen im Jahr 2012 und die Entwicklung der letzten 20 Jahre.

Die gesetzlich festgelegten Grenzwerte für Feinstaub (PM<sub>10</sub>), NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> und CO wurden an allen Messstellen eingehalten.

Der Zielwert für Ozon zum Schutz der Vegetation wurde in Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg, der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit in Illmitz, Pillersdorf, Vorhegg und am Zöbelboden überschritten. Die Informationsschwelle wurde in Illmitz und Pillersdorf überschritten.

Im langjährigen Vergleich wies 2012 an den Hintergrundmessstellen bei allen Schadstoffen eine unterdurchschnittliche Belastung auf, vor allem bei PM<sub>10</sub>.