

# Luftgütemessungen und meteorologische Messungen

Jahresbericht Hintergrundmessnetz  
Umweltbundesamt 2017





# **LUFTGÜTEMESSUNGEN UND METEOROLOGISCHE MESSUNGEN**

Jahresbericht Hintergrundmessnetz  
Umweltbundesamt  
2017

Wolfgang Spangl

REPORT  
REP-0644

Wien 2018

**Projektleitung**

Wolfgang Spangl

**Autor**

Wolfgang Spangl

**Inhaltliche Leitung**

Siegmund Böhmer

**Messung**

Iris Buxbaum

Marina Fröhlich

Christopher Hahn

Michael Reisenhofer

Franz Rokop

Andreas Wolf

Gerhard Weinzettl

Franz Zimmerl

**Lektorat**

Maria Deweis

**Satz/Layout**

Elisabeth Riss

**Umschlagfoto**

Messstelle Sonnblick (© ZAMG)

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

**Impressum**

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

Eigenvervielfältigung

*Das Umweltbundesamt druckt seine Publikationen auf klimafreundlichem Papier*

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2018

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-462-9

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	5
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	11
<b>2 DAS VOM UMWELTBUNDESAMT BETRIEBENE LUFTGÜTEMESSNETZ</b> .....	12
<b>3 ERGEBNISSE UND INTERPRETATION DER IMMISSIONSMESSUNGEN</b> .....	14
<b>3.1 Einleitung</b> .....	14
<b>3.2 Qualitätskontrolle</b> .....	14
<b>3.3 Ozon</b> .....	14
3.3.1 Bildung und räumliche Verteilung .....	14
3.3.2 Konzentration von Ozon im Jahr 2017 .....	15
3.3.3 Trend der Ozonbelastung .....	17
<b>3.4 PM<sub>10</sub></b> .....	20
3.4.1 Konzentration von PM <sub>10</sub> im Jahr 2017 .....	20
3.4.2 Trend der PM <sub>10</sub> -Belastung .....	22
<b>3.5 PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>1</sub></b> .....	25
3.5.1 Konzentration von PM <sub>2,5</sub> und PM <sub>1</sub> im Jahr 2017 .....	25
3.5.2 Trend der PM <sub>2,5</sub> - und PM <sub>1</sub> -Konzentration .....	28
<b>3.6 Chemische Zusammensetzung von PM<sub>2,5</sub> in Illmitz</b> .....	29
3.6.1 PM <sub>2,5</sub> -Analysen 2017 .....	29
3.6.2 Trend .....	31
<b>3.7 Stickstoffoxide</b> .....	32
3.7.1 Konzentration von NO <sub>2</sub> und NO <sub>x</sub> im Jahr 2017 .....	32
3.7.2 Stickstoffoxid-Messungen auf dem Sonnblick .....	34
3.7.3 Trend der Belastung durch Stickstoffoxide .....	35
<b>3.8 Schwefeldioxid</b> .....	37
3.8.1 Konzentration von SO <sub>2</sub> im Jahr 2017 .....	37
3.8.2 Trend der Schwefeldioxidbelastung .....	38
<b>3.9 Kohlenstoffmonoxid</b> .....	40
3.9.1 Konzentration von Kohlenstoffmonoxid im Jahr 2017 .....	40
3.9.2 Trend der CO-Belastung .....	41
<b>3.10 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im PM<sub>10</sub></b> .....	42
3.10.1 Konzentration der PAK im Jahr 2017 .....	42
3.10.2 Trend der PAK-Belastung .....	43
<b>3.11 Deposition von PAK</b> .....	44
<b>3.12 Flüchtige organische Verbindungen</b> .....	45
<b>3.13 Schwermetalle im PM<sub>10</sub></b> .....	46
<b>3.14 Deposition von Schwermetallen</b> .....	47

<b>3.15</b>	<b>Gasförmiges Quecksilber</b> .....	<b>47</b>
<b>3.16</b>	<b>Treibhausgase</b> .....	<b>47</b>
<b>4</b>	<b>METEOROLOGISCHE MESSUNGEN</b> .....	<b>50</b>
<b>4.1</b>	<b>Meteorologische Einflussgrößen auf die Schadstoffbelastung</b> .....	<b>50</b>
<b>4.2</b>	<b>Die Witterung im Jahr 2017 und deren Einfluss auf die Immissionssituation in Österreich</b> .....	<b>51</b>
<b>4.3</b>	<b>Temperatur</b> .....	<b>55</b>
<b>4.4</b>	<b>Globalstrahlung</b> .....	<b>56</b>
<b>4.5</b>	<b>Sonnenscheindauer</b> .....	<b>57</b>
<b>4.6</b>	<b>Niederschlag</b> .....	<b>59</b>
<b>5</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>61</b>
	<b>ANHANG 1: DEFINITIONEN UND ABKÜRZUNGEN</b> .....	<b>64</b>
	<b>ANHANG 2: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN</b> .....	<b>66</b>
	<b>ANHANG 3: MITTELWERTDEFINITIONEN</b> .....	<b>67</b>
	<b>ANHANG 4: IMMISSIONSGRENZWERTE UND IMMISSIONSZIELWERTE</b> .....	<b>68</b>
	<b>ANHANG 5: MESSSTELLEN, MESSGERÄTE, ANALYSEVERFAHREN</b> .....	<b>70</b>
	<b>ANHANG 6: QUALITÄTSSICHERUNG</b> .....	<b>79</b>
	<b>ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN</b> .....	<b>81</b>
	<b>ANHANG 8: SCHADSTOFFWINDROSEN</b> .....	<b>82</b>
	<b>ANHANG 9: TRENDS</b> .....	<b>87</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 2017.

Immissionsmessungen 2017							
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		x	
Illmitz (ILL)	x	x	x	x	x	x	x
Klöch (KLH)			x			x	
Pillersdorf (PIL)	x	x	x	<sup>2)</sup>	<sup>2)</sup>	x	
Sonnblick (SON)	x	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>			x <sup>1)</sup>	x
Vorhegg (VOR)	x	x	x			x	x
Zöbelboden (ZOE)	x	x	x	x		x	

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

<sup>2)</sup> Vorerkundungsmessungen (Grimm EDM180)

<sup>3)</sup> nicht auf Basis des IG-L, gemeinsam mit ZAMG

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),
  - die Deposition von PAK und
  - gasförmiges Quecksilber
- gemessen.

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

<sup>1</sup> Messstelle Sonnblick

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

<sup>3</sup> polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe bzw. 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/>

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

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

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 2017

Das Jahr 2017 war das neuntwärmste Jahr seit Beginn von Temperaturmessungen in Österreich (1768). Die Temperatur lag um 0,9 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010. Am relativ wärmsten war es im Nordosten Österreichs (Abweichungen vom Klimamittel 1,0 °C bis 1,3 °C), etwas kühler in den Alpen (Abweichungen 0,6 °C bis 0,9 °C).

Im Jahresverlauf waren Jänner und September sehr kalt, eine markante Kälteperiode wurde auch in der zweiten Aprilhälfte beobachtet. Alle anderen Monate wiesen überdurchschnittliche Temperatur auf, der März 2017 war der wärmste, der Juni der zweitwärmste Monat seit Beginn der Temperaturmessung 1768.

Die Jahresniederschlagssumme lag in den außeralpinen Regionen Niederösterreichs, des Burgenlandes und der Steiermark um bis zu 30 % unter dem langjährigen Mittelwert, in den Alpen bis 30 % darüber.

Besonders trocken waren österreichweit die Sommermonate, stark überdurchschnittliche Regenmengen brachte der September.

Der Hochsommer war zwar überdurchschnittlich warm, allerdings traten keine länger anhaltenden Hochdruckwetterlagen auf. Die warmen Perioden dauerten kaum länger als eine Woche und wurden von Kaltluftinbrüchen unterbrochen. Dadurch kam es nicht zum Aufbau hoher Ozonkonzentrationen.

## Ergebnisse der Messungen nach Schadstoffen

### Ozon

Die Informationsschwelle (180 µg/m<sup>3</sup> als Einstundenmittelwert) wurde an den Messstellen Illmitz und Vorhegg an jeweils einem Tag im Jahr 2017 überschritten.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit (maximal 25 Tage mit Achtstundenmittelwerten über 120 µg/m<sup>3</sup>, gemittelt über die letzten drei Jahre) wurde an allen Messstellen außer Vorhegg überschritten.

---

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

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

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 Sonnblick überschritten.

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

Die Anzahl der Überschreitungen der Informationsschwelle und des Zielwerts zum Schutz der menschlichen Gesundheit lag im Jahr 2017 unter dem Durchschnitt; der Zielwert zum Schutz der Vegetation und der Jahresmittelwert lagen teilweise über, teilweise etwas unter dem Durchschnitt; auf dem Sonnblick war die Belastung besonders niedrig.

Langfristig zeigen die Überschreitungen der Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie der Vegetation unregelmäßig abnehmende Trends.

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

Das Grenzwertkriterium des IG-L für PM<sub>10</sub> (maximal 25 Tagesmittelwerte über 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wurde im Jahr 2017 an keiner Messstelle überschritten. Die meisten Tagesmittelwerte über 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (18 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.

Im langjährigen Vergleich lag der Jahresmittelwert an allen Messstellen auf einem niedrigen Niveau.

Die Anzahl der Tagesmittelwerte über 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  lag 2017 über jener der Jahre 2014 bis 2016 und auf ähnlichem Niveau wie 2012 und 2013, aber deutlich unter jener der Jahre 2010 und 2011.

Ausschlaggebend für den langfristig abnehmenden Trend der PM<sub>10</sub>-Belastung – und für die vergleichsweise niedrige Belastung des Jahres 2017 – sind einerseits die langfristige Abnahme der Emissionen Österreichs und Ostmitteleuropas und andererseits der Witterungsverlauf der letzten Jahre mit überwiegend relativ warmen, von ozeanischen Luftmassen geprägten Wintermonaten.

Ausgenommen davon war der Zeitraum Mitte Jänner bis Mitte Februar, in dem – parallel zu sehr niedrigen Temperaturen – sehr hohe PM<sub>10</sub>-Konzentrationen registriert wurden.

Der Zielwert des IG-L für die PM<sub>2,5</sub>-Konzentration von 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel wurde an allen Messstellen deutlich unterschritten.

Die PM<sub>2,5</sub>- bzw. PM<sub>1</sub>-Konzentrationen zeigen ähnliche Trends wie die PM<sub>10</sub>-Konzentration.

Der langfristige abnehmende Trend und die Variation der PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Belastung von Jahr zu Jahr werden überwiegend von der PM<sub>1</sub>-Belastung bestimmt, die Konzentrationen der „gröberen“ Fraktionen ändern sich nur wenig. Langfristig nehmen daher die Anteile von PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>1</sub> am PM<sub>10</sub> leicht ab.

### **Stickstoffoxide**

Die Grenzwerte und Zielwerte für NO<sub>2</sub> zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation wurden im Jahr 2017 an allen Hintergrundmessstellen des Umweltbundesamtes eingehalten.

Die Messstelle Enzenkirchen wies die höchsten NO-, NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentrationen auf, etwas niedriger waren diese an den übrigen außeralpinen Messstellen (Illmitz, Klösch, Pillersdorf). Deutlich niedriger war die NO<sub>2</sub>-Belastung im Jahresmittel im Mittelgebirge (Zöbelboden 3,2 µg/m<sup>3</sup>, Vorhegg 2,5 µg/m<sup>3</sup>).

Die NO<sub>2</sub>- bzw. NO<sub>x</sub>-Belastung zeigt an allen Messstellen einen Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter, wobei im außeralpinen Raum in Monaten mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen die höchsten Konzentrationen gemessen wurden.

Die NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte zeigen über den gesamten Messzeitraum (10 bis 24 Jahre) an den Messstellen Illmitz, Klösch und Pillersdorf keine nennenswerte Veränderung. An den Messstellen Enzenkirchen, Vorhegg und Zöbelboden nahm die NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Belastung bis ca. 2003 zu, seit ca. 2010 nehmen die Konzentrationen wieder ab und liegen in den letzten Jahren auf einem ähnlichen Niveau wie um 2000. Dieser Verlauf folgt nicht dem Trend der österreichischen NO<sub>x</sub>-Emissionen, welche bis 2006 relativ konstant waren und zwischen 2006 und 2016 um ca. 20 % abnahmen.

Die NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte weisen Variationen von Jahr zu Jahr auf, welche wesentlich von den meteorologischen Bedingungen bestimmt werden.

### **Schwefeldioxid**

Die SO<sub>2</sub>-Belastung lag 2017 an allen Hintergrundmessstellen weit unter den Grenzwerten des IG-L.

Die SO<sub>2</sub>-Belastung wird an den Hintergrundmessstellen von Ferntransport aus Ostmitteleuropa (v. a. Tschechien, Polen, Slowakei, Ungarn und Slowenien) dominiert. Sie nahm in den letzten Jahrzehnten parallel zu den Emissionen dieser Staaten ab.

Die bislang niedrigste SO<sub>2</sub>-Belastung wurde 2016 gemessen, im Jahr 2017 stieg sie infolge der kalten Wintermonate Jänner und Februar wieder etwas an.

### **Kohlenstoffmonoxid**

Die CO-Belastung lag 2017 an allen Hintergrundmessstellen weit unter dem Grenzwert des IG-L.

Der langzeitige Trend der CO-Konzentration wird nicht nur von der Entwicklung der österreichischen CO-Emissionen, sondern auch von jenen auf globaler Ebene bestimmt. Die Hintergrundbelastung durch CO nimmt langfristig unregelmäßig ab.

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

Im Jahr 2017 lag die Benzo(a)pyren-Konzentration mit 0,22 ng/m<sup>3</sup> deutlich unter dem Grenzwert von 1 ng/m<sup>3</sup>. Die B(a)P- bzw. PAK-Belastung zeigt in Illmitz seit 2007 (Beginn der Messung) einen abnehmenden Trend mit allerdings sehr

starken Variationen von Jahr zu Jahr. Die höchste Belastung ( $0,64 \text{ ng/m}^3$ ) wurde 2009 beobachtet, die niedrigste 2017. Der Verlauf der PAK-Belastung folgt nicht der  $\text{PM}_{10}$ -Konzentration.

### **Inhaltsstoffe von $\text{PM}_{2,5}$ (EC, OC, Sulfat, Nitrat und Ammonium, Na, K, Ca, Mg, Cl)**

$\text{PM}_{2,5}$  besteht in Illmitz jeweils knapp zur Hälfte aus organischem Material sowie aus sekundären anorganischen Partikeln, davon macht Sulfat den größten Anteil aus. Elementarer Kohlenstoff sowie Chlorid, Alkali- und Erdalkalimetalle tragen in Summe weniger als 5 % zur  $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentration bei.

Die Relativanteile von Nitrat (bei höherer Temperatur flüchtig) sind im Winter deutlich höher als im Sommer, wohingegen Sulfat im Sommer höhere Relativanteile zeigt. EC, OM und Ammonium weisen keinen Jahresgang auf.

Seit 2011 zeigen die Relativanteile von Sulfat und Ammonium eine leichte Abnahme, der Anteil von Nitrat eine leichte Zunahme. Die übrigen  $\text{PM}_{2,5}$ -Komponenten zeigen keine Veränderung.

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

Die Depositionsmengen variieren von Jahr zu Jahr stark und zeigen keinen Trend. Im Jahr 2017 wurden bei allen Species unterdurchschnittliche Depositionswerte gemessen.

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

Die Konzentration der analysierten VOC-Species zeigt einen unregelmäßig abnehmenden Trend; 2017 wurde bei den meisten VOC-Species die bislang niedrigste Konzentration gemessen.

### **Schwermetalle im $\text{PM}_{10}$**

Die Konzentrationen der Schwermetalle Arsen, Cadmium, Blei und Nickel im  $\text{PM}_{10}$  lagen in Illmitz deutlich unter den Grenzwerten des IG-L.

Die Konzentration aller Schwermetalle zeigt seit dem Beginn der Messung im Jahr 2000 einen unregelmäßigen Rückgang, am deutlichsten bei Blei und Nickel.

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

Die Deposition von Blei bzw. Cadmium lag deutlich unter den Grenzwerten des IG-L.

Die Depositionsmengen von Blei und Nickel zeigen einen langfristig abnehmenden Trend, jene der anderen Schwermetalle zeigen keine klare Veränderung.

### **Gasförmiges Quecksilber**

Die Quecksilberkonzentration zeigt keinen klaren Jahresgang und liegt im Jahresmittel 2017 auf einem für Hintergrundmessstellen typischen Niveau.

### **Treibhausgase**

Die CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Daten spiegeln in den letzten Jahren den global beobachteten Anstieg der Treibhausgaskonzentration im Jahresmittel wider. CO<sub>2</sub> zeigt einen klaren Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter, der durch höhere anthropogene Emissionen und geringere Aufnahme von CO<sub>2</sub> durch Pflanzen bedingt ist. Der etwas weniger ausgeprägte Jahresgang von CH<sub>4</sub> wird durch den geringeren Abbau von CH<sub>4</sub> durch OH-Radikale im Winter verursacht.

# 1 EINLEITUNG

Das Umweltbundesamt betrieb im Jahr 2017 gemäß Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L) und gemäß Ozongesetz in Österreich insgesamt sieben Luftgütemessstellen (siehe Abbildung 1 und Tabelle 1). Diese Messstellen bilden das **österreichische Hintergrundmessnetz**.

Diese Messungen sind u. a. notwendig, um über

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

Aussagen treffen zu können. Dadurch wird es u. a. ermöglicht, den Anteil der Vorbelastung an den Immissionen in Ballungsgebieten abzuschätzen. Die Hintergrundmessstellen dienen zudem der Überwachung der in der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation festgelegten Grenzwerte.

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>7</sup>), welches innerhalb der Konvention über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigungen<sup>8</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.

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 Organization (WMO<sup>9</sup>) durchgeführt.

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.

Der vorliegende Jahresbericht gemäß § 35 der Messkonzept-Verordnung zum IG-L für 2017 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>7</sup> <http://www.emep.int>

<sup>8</sup> <http://www.unece.org/env/lrtap/>

<sup>9</sup> <http://www.wmo.ch>

## 2 DAS VOM UMWELTBUNDESAMT BETRIEBENE LUFTGÜTEMESSNETZ

Insgesamt betrieb das Umweltbundesamt gemäß IG-L und Ozongesetz im Jahr 2017 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 Jahr 2017 laut Messkonzept-VO erhoben wurden.

Tabelle 1: Immissionsmessungen an den Luftgütemessstellen des Umweltbundesamtes im Jahr 2017.

Immissionsmessungen 2017							
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		x	
Illmitz (ILL)	x	x	x	x	x	x	x
Klöch (KLH)			x			x	
Pillersdorf (PIL)	x	x	x	<sup>2)</sup>	<sup>2)</sup>	x	
Sonnblick (SON)	x	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>			x <sup>1)</sup>	x
Vorhegg (VOR)	x	x	x			x	x
Zöbelboden (ZOE)	x	x	x	x		x	

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

<sup>2)</sup> Vorerkundungsmessungen (Grimm EDM180)

<sup>3)</sup> nicht auf Basis des IG-L

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 (PAK) 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,
- die Deposition der Schwermetalle Blei, Cadmium, Arsen, Nickel und Quecksilber und
- gasförmiges Quecksilber

gemessen.

Im Rahmen des Vollzuges von Art. 10 (6) der EU Luftqualitätsrichtlinie werden an der Messstelle Wien AKH flüchtige organische Verbindungen, u. a. 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.

Abbildung 1 zeigt die Lage der Messstellen. Eine genauere Lagebeschreibung ist im Bericht „Luftgütemessstellen in Österreich“ (UMWELTBUNDESAMT 2018a) zu finden.

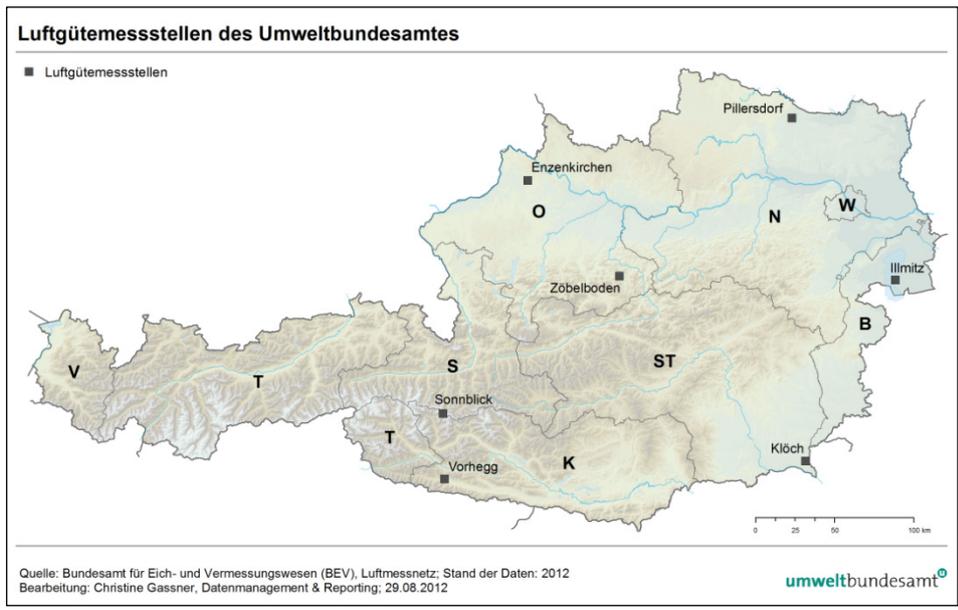


Abbildung 1:  
Lage der  
Luftgütemessstellen des  
Umweltbundesamtes.

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

Tabelle 2: Meteorologische Messungen an den Luftgütemessstellen des Umweltbundesamtes im Jahr 2017.

Meteorologische Messungen 2017								
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 (ZAMG), in Klösch durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

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

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

### **3.1 Einleitung**

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 Immissionsgrenz- und -zielwerte, die Verfügbarkeiten, Schadstoffwindrosen etc. finden sich in den Anhängen.

### **3.2 Qualitätskontrolle**

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 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, Pb, 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, VOC, PAK und Schwermetalle mit zwei Kommastellen).

### **3.3 Ozon**

#### **3.3.1 Bildung und räumliche Verteilung**

Ozon entsteht als sekundärer Luftschadstoff durch die Einwirkung von Sonnenlicht im Zuge komplexer chemischer Prozesse in der Atmosphäre. Für seine Bildung sind die Ozonvorläufersubstanzen Stickstoffoxide und flüchtige organische

Verbindungen ohne Methan (NMVOC, non-methane volatile organic compounds) verantwortlich. Zur Ozonbildung in einem globalen Maßstab tragen auch Methan und Kohlenstoffmonoxid bei.

Die in Mitteleuropa beobachtete Ozonbelastung setzt sich aus einer großräumigen – die gesamte Nordhalbkugel umfassenden – und einer mitteleuropäischen Hintergrundkonzentration zusammen. Zusätzlich kommt es im weiteren Umkreis großer Ballungsräume – innerhalb Österreichs im Umfeld von Wien und Bratislava – zu verstärkter regionaler Ozonbildung, die zu hohen kurzzeitigen Spitzenkonzentrationen (d. h. zu Überschreitungen der Informationsschwelle) führt. Die Überschreitungen der Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und zum Schutz der Vegetation sind dagegen wesentlich vom großräumig erhöhten Konzentrationsniveau bestimmt.

Die räumliche Verteilung der Ozonbelastung wird in Österreich – bei den einzelnen Parametern in unterschiedlichem Ausmaß – vom Zusammenspiel von Ozonbildung und Ozonabbau bestimmt.

Relevant für die Ozonbildung sind einerseits die klimatischen Bedingungen, die die Ozonbildung auf überregionaler Skala beeinflussen, andererseits das Ausmaß regionaler Ozonbildung. Das vergleichsweise warme und trockene Klima im Osten und Südosten Österreichs begünstigt die Ozonbildung; zudem tragen im Umfeld von Wien (bis maximal ca. 100 km) und Bratislava (bis ca. 10 km) die Emissionen dieser Ballungsräume zu verstärkter regionaler Ozonbildung bei. Diese macht sich v. a. bei den Kurzzeitbelastungen bemerkbar. Beide Faktoren tragen zu hoher Ozonbelastung in Illmitz bei den Einstunden- und Achtstundenmittelwerten bei, weniger in Pillersdorf, am geringsten in Enzenkirchen.

Der Abbau von Ozon findet an allen Oberflächen statt, wobei Pflanzen aufgrund ihrer großen Oberfläche besonders „wirksam“ sind. Der Ozonabbau wird tagsüber durch Austausch mit bodenfernen Luftschichten kompensiert. In Tälern und Becken sowie im außeralpinen Flach- und Hügelland ist der Vertikalaustausch nachts zumeist unterbunden; die Ozonkonzentration weist hier zumeist einen deutlichen Tagesgang mit hohen Werten nachmittags und niedrigen Werten nachts auf. Mit zunehmender Seehöhe bzw. Exponiertheit kommt Austausch mit bodenfernen und höher belasteten Luftschichten stärker zum Tragen, Messstellen im Hochgebirge zeigen daher nur flache Tagesgänge. Aus diesem Grund nehmen die Langzeitmittelwerte (v. a. Jahresmittelwerte), in geringerem Ausmaß die maximalen Achtstundenmittelwerte und die kumulativen Ozonbelastungen (AOT) tendenziell mit der Seehöhe zu. Daher liegt bei diesen Belastungsparametern Sonnblick (3.106 m) an der Spitze. An den in Höhen um 1.000 m gelegenen Messstellen Vorhegg und Zöbelboden ist der nächtliche Ozonabbau stärker, was zu niedrigeren Langzeitbelastungen beiträgt.

### **3.3.2 Konzentration von Ozon im Jahr 2017**

In Tabelle 3 und 4 sind die an den Messstellen des Umweltbundesamtes erhobenen Werte zusammengefasst.

Die Informationsschwelle ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Einstundenmittelwert) wurde im Jahr 2017 an den Messstellen Illmitz (04.08.) und Vorhegg (22.06.) an jeweils einem Tag 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 allen Messstellen außer Vorhegg überschritten.

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 und Pillersdorf (sowie Sonnblick) überschritten.

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

Tabelle 3: Ozon – maximaler Einstundenmittelwert, Anzahl der Tage mit Einstundenmittelwerten über  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2017, Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten über  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2017 sowie im Mittel über die Jahre 2015–2017, AOT40-Wert Mai–Juli 2017 sowie im Mittel über die Jahre 2013–2017; AOT40-Wert April–Sept. 2017 (Quelle: Umweltbundesamt).

Ozon	max. MW1 2017 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Anzahl Tage MW1 2017 > $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl Tage MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2017	Anzahl Tage MW8 > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Mittel 2015–2017	AOT40 Mai–Juli 2017 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	AOT40 Mai–Juli Mittel 2013–2017 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	AOT40 April–Sept. 2017 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )
ENK	179	0	21	26	21.000	17.995	28.688
ILL	182	1	43	41	27.707	23.644	43.119
PIL	169	0	33	27	24.925	18.414	36.091
SON	161	0	64	71	27.559	31.289	48.660
VOR	192	1	28	18	21.342	17.279	34.156
ZOE	173	0	18	28	19.037	16.606	25.789

Tabelle 4:  
Monats- (MMW) und  
Jahresmittelwerte (JMW)  
der Ozonkonzentration  
im Jahr 2017 (Quelle:  
Umweltbundesamt).

Ozonkonzentration 2017 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )							
MMW	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE	
Jänner	44,1	57,4	52,2	92,1	69,1	71,8	
Februar	46,6	50,5	53,5	94,3	60,4	67,4	
März	64,4	66,4	67,2	103,0	84,0	77,8	
April	71,1	77,0	74,5	107,8	90,0	84,1	
Mai	84,2	85,4	85,5	111,9	88,9	93,5	
Juni	92,0	93,0	95,0	112,1	92,8	97,3	
Juli	77,7	83,8	83,1	97,7	80,3	85,4	
August	76,7	83,6	83,5	99,4	76,1	77,2	
September	48,0	58,0	57,0	93,9	v	61,5	
Oktober	39,5	48,6	51,1	89,4	67,9	63,1	
November	31,6	35,3	35,2	87,2	56,4	57,4	
Dezember	37,1	41,2	40,2	84,0	66,2	67,0	
<b>JMW</b>	<b>59,5</b>	<b>65,1</b>	<b>65,3</b>	<b>97,7</b>	<b>74,7</b>	<b>75,4</b>	

v: Verfügbarkeit der HMW nicht ausreichend.

Auffallend am Belastungsverlauf des Jahres 2017 sind die vergleichsweise hohen Konzentrationen im sehr warmen Oktober, während der Juli infolge der wechselhaften und regenreichen Witterung niedriger belastet war.

### 3.3.3 Trend der Ozonbelastung

#### Spitzenbelastung

Mit Überschreitungen an jeweils einem Tag in Illmitz und Vorhegg gehört das Jahr 2017 zu den niedrig belasteten Jahren (siehe Tabelle 5). Ein wesentlicher Grund dafür war die wechselhafte und regenreiche Witterung im Hochsommer.

	Tage mit Überschreitung der Ozon-Informationsschwelle					
	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
2013	1	0	3	1	1	0
2014	0	1	0	0	0	0
2015	1	2	2	0	0	0
2016	0	0	0	0	0	0
2017	0	1	0	0	1	0

Tabelle 5:  
Anzahl der Tage mit Überschreitung der Ozon-Informationsschwelle ( $MW1 > 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 1990–2017 (Quelle: Umweltbundesamt).

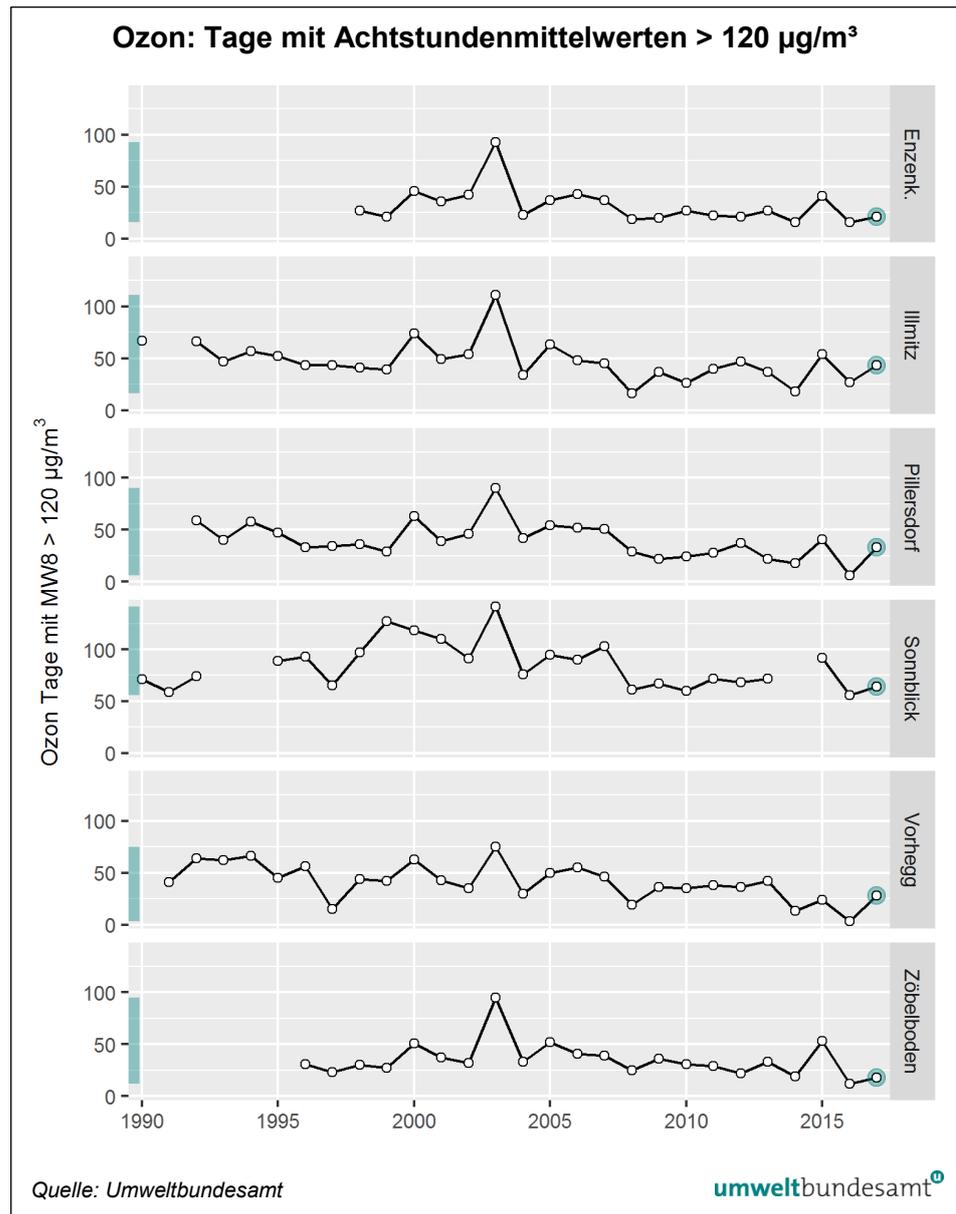
#### Überschreitung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit ( $MW8 > 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Die Anzahl der Überschreitungen des täglichen maximalen Achtstundenmittelwertes von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  weist an allen Messstellen seit 1990 einen unregelmäßigen, leicht abnehmenden Trend auf (siehe Abbildung 2). Die meisten Überschreitungen wurden 2003 beobachtet, die wenigsten 2016.

In allen Jahren weist Sonnblick die höchste, Illmitz in den meisten Jahren die zweithöchste Belastung auf. Die anderen Messstellen zeigen ein ungefähr einheitliches Belastungsniveau, wobei niedrige Überschreitungszahlen im Mittelgebirge (Vorhegg und Zöbelboden) 2014 und 2016 auffallen.

Im Jahr 2017 lag die Belastung deutlich unter dem Durchschnitt der letzten 25 Jahre; auf dem Zöbelboden wurde die zweitniedrigste Anzahl an Überschreitungen seit Beginn der Messreihe gemessen.

Abbildung 2:  
Anzahl der Tage mit Überschreitung des Ozon-Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit ( $MW8 > 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 1990–2017.



### Trend des AOT40 Mai–Juli

Alle Messstellen zeigen seit 1992 unregelmäßige, aber leicht abnehmende Trends (siehe Abbildung 3). Die höchsten Werte wurden 2003 und 2006 beobachtet, die niedrigsten 2009 und 2016.

In allen Jahren weist Sonnblick die höchste, Illmitz in den meisten Jahren die zweithöchste Belastung auf. Die anderen Messstellen zeigen ein ungefähr einheitliches Belastungsniveau.

An den außeralpinen Hintergrundmessstellen lagen die AOT40-Werte im Jahr 2017 etwas über dem langjährigen Durchschnitt, an den Messstellen im Mittelgebirge etwas unter diesem. Auf dem Sonnblick wurde der niedrigste AOT40-Wert seit Beginn der Messreihe registriert.

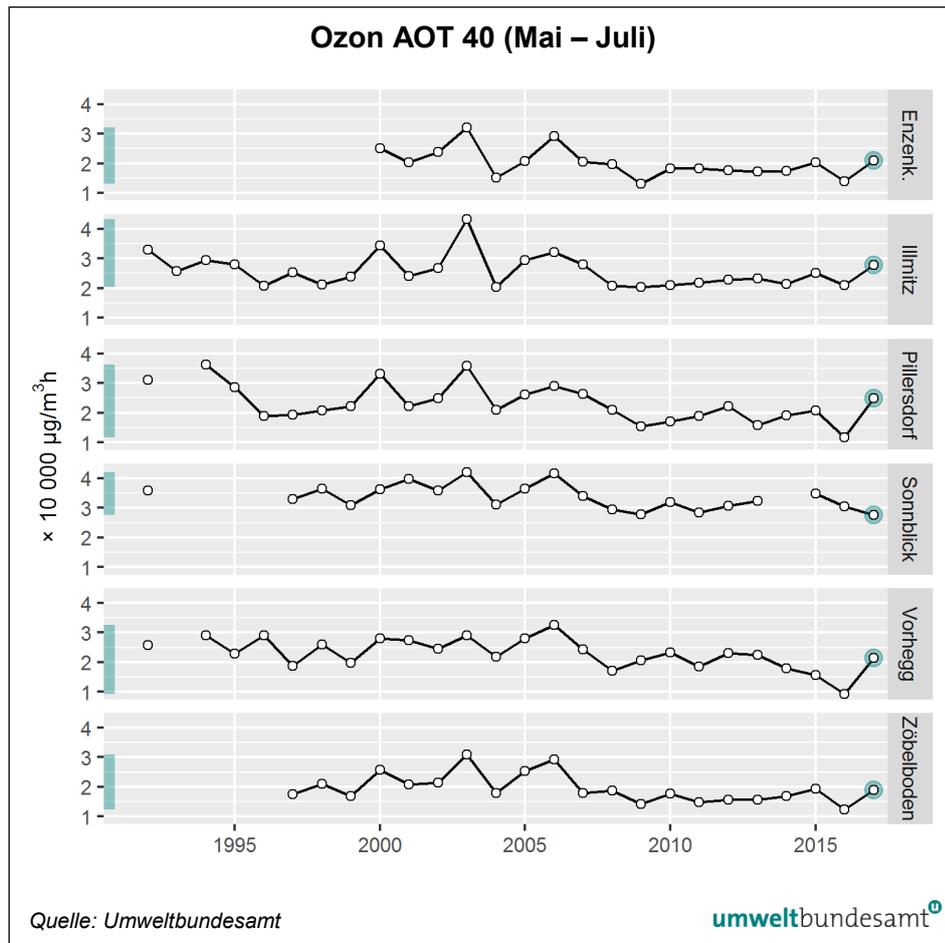


Abbildung 3:  
Trend der AOT40-Werte  
(Mai–Juli) zum Schutz  
der Vegetation vor  
Ozon, 1992–2017.

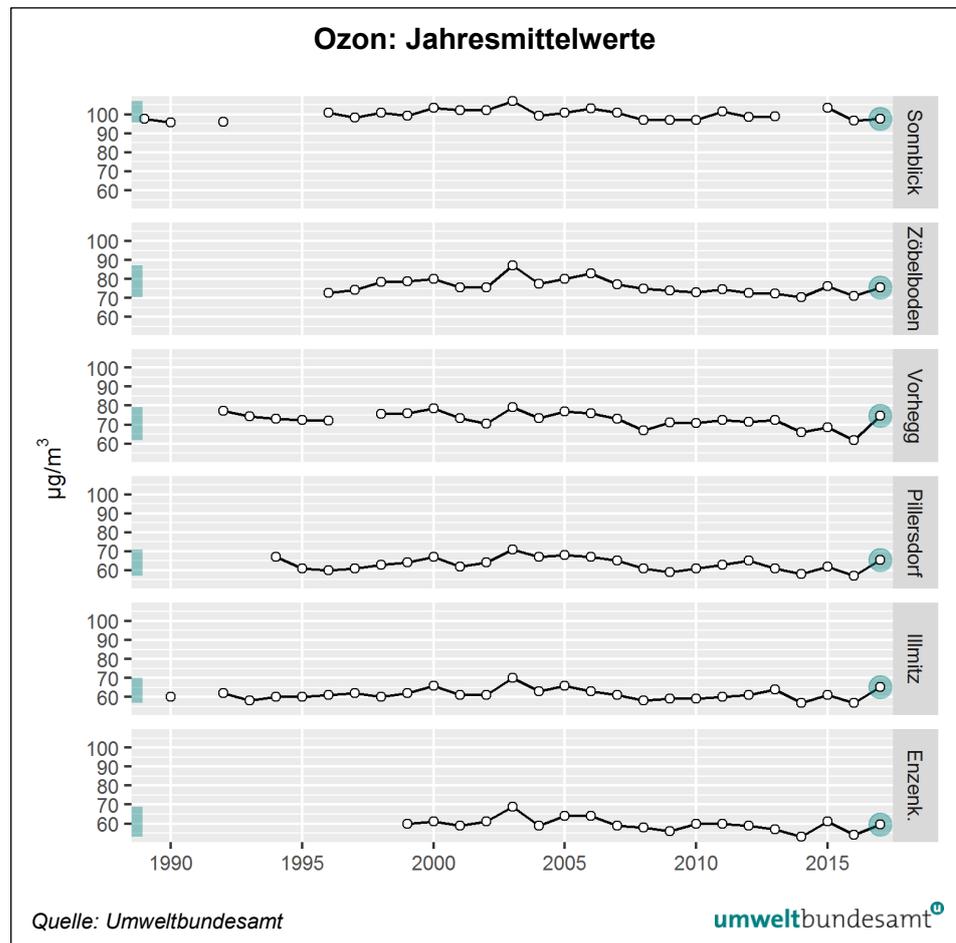
### Trend der Jahresmittelwerte

Aus dem Verlauf der Jahresmittelwerte (siehe Abbildung 4) lässt sich kein langfristiger Trend herauslesen. In den Neunzigerjahren zeigen die meisten Messreihen einen Anstieg – die höchsten Jahresmittelwerte wurden 2000, 2003 und 2005 registriert – und nach 2006 einen Rückgang; die niedrigsten Jahresmittelwerte der Messreihen traten 2014 und 2016 auf. Die letzten Jahre zeigen einen sehr unregelmäßigen Verlauf.

Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg registrierten 2017 Jahresmittelwerte über dem langjährigen Durchschnitt, in Enzenkirchen und auf dem Zöbelboden entsprachen sie dem langjährigen Mittel. Auf dem Sonnblick wurde ein unterdurchschnittlicher Jahresmittelwert gemessen.

Die Jahresmittelwerte zeigen insgesamt eine deutliche Zunahme mit der Seehöhe (siehe Kapitel 3.3.1).

Abbildung 4:  
Jahresmittelwerte der  
Ozonkonzentration,  
1990–2017.



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

#### 3.4.1 Konzentration von PM<sub>10</sub> im Jahr 2017

Die Beurteilung der PM<sub>10</sub>-Konzentration gemäß IG-L erfolgte im Jahr 2017 an der Messstelle Illmitz gravimetrisch mit dem Messgerät Digital DHA80, an den Messstellen Enzenkirchen, Pillersdorf und Zöbelboden mittels kontinuierlicher Messung mit Geräten der Type Grimm EDM180 und an den Messstellen Klöch und Vorhegg mit dem Gerät der Type Sharp 5030 (siehe Anhang 5: Messstellen, Messgeräte, Analyseverfahren).

An allen Messstellen wird parallel mit gravimetrischen und kontinuierlichen Methoden gemessen, wodurch die Äquivalenz der kontinuierlichen Messverfahren mit der gravimetrischen Referenzmethode laufend überprüft wird.

An keiner Messstelle des Umweltbundesamtes wurde im Jahr 2017 das Grenzwertkriterium des IG-L für den Tagesmittelwert überschritten (mehr als 25 Tage über 50 µg/m<sup>3</sup>, siehe Tabelle 6).

Die am höchsten belasteten Messstellen waren 2017 Illmitz (18 Tage über 50 µg/m<sup>3</sup>) und Klösch (16 Tage über 50 µg/m<sup>3</sup>) mit einem Jahresmittelwert von jeweils 17,6 µg/m<sup>3</sup>. Pillersdorf (12 Tage über 50 µg/m<sup>3</sup>, Jahresmittelwert 16,3 µg/m<sup>3</sup>) und Enzenkirchen (4 Tage über 50 µg/m<sup>3</sup>, Jahresmittelwert 14,1 µg/m<sup>3</sup>) wiesen eine etwas geringere Belastung auf.

Deutlich niedriger war die Belastung im Mittelgebirge, an den Messstellen Vorhegg und Zöbelboden wurden keine Tagesmittelwerte über 50 µg/m<sup>3</sup> registriert, die Jahresmittelwerte lagen bei 6,6 bzw. 5,9 µg/m<sup>3</sup>.

MMW	PM <sub>10</sub> -Konzentration 2017 (in µg/m <sup>3</sup> )					
	ENK	ILL	KLH	PIL	VOR	ZOE
Jänner	28,5	43,1	40,3	31,7	7,0	6,5
Februar	25,6	33,5	30,6	30,6	6,6	6,8
März	13,7	16,0	16,7	14,8	5,3	7,4
April	14,9	13,2	12,8	14,2	5,8	9,8
Mai	9,9	11,7	11,4	17,5	4,3	5,1
Juni	11,5	13,3	13,4	11,5	10,0	7,7
Juli	8,9	11,1	10,8	10,8	7,5	4,5
August	10,1	13,8	14,6	13,2	10,2	7,2
September	10,3	10,8	11,2	11,9	6,5	5,5
Oktober	11,7	13,8	18,7	13,0	7,7	4,3
November	13,4	16,3	18,7	15,7	5,0	4,4
Dezember	12,5	14,7	13,3	11,6	3,2	2,6
<b>JMW</b>	<b>14,1</b>	<b>17,6</b>	<b>17,6</b>	<b>16,3</b>	<b>6,6</b>	<b>5,9</b>
<b>TMW &gt; 50 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>4</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>max. TMW</b>	<b>70,1</b>	<b>106,2</b>	<b>102,8</b>	<b>123,4</b>	<b>24,5</b>	<b>38,8</b>

Tabelle 6:  
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 2017 (Quelle: Umweltbundesamt).

Die PM<sub>10</sub>-Belastung war 2017 im langjährigen Vergleich niedrig (siehe Kapitel 4.2). Das Jahr begann mit sehr hohen Konzentrationen im Jänner und Februar, vor allem im Osten Österreichs. In Klösch wurde im Jänner mit 40,3 µg/m<sup>3</sup> der zweithöchste PM<sub>10</sub>-Monatsmittelwert (nach Jänner 2010) bzw. der dritthöchste Monatsmittelwert überhaupt seit Beginn der Messreihe (2006) gemessen (siehe Tabelle 6).

In allen anderen Monaten lag die PM<sub>10</sub>-Belastung zumeist deutlich unter dem Durchschnitt (so wurde im Juli an allen, im Oktober in Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf und Zöbelboden der niedrigste Monatsmittelwert seit Beginn der Messung registriert). Im langjährigen Vergleich ist die niedrige Belastung im November und Dezember 2017 bemerkenswert, die kaum höher war als im Sommer.

Ausschlaggebend für die hohe Belastung an den außeralpinen Messstellen im Jänner sowie in der ersten Februarhälfte war langanhaltend kaltes Wetter, wobei sich ab 17. Jänner eine stabile Hochdruckwetterlage mit Tagesmitteltemperaturen unter -5 °C (bis 31.01.) ausbildete. Von Mitte Jänner bis Mitte Februar herrschte über dem außeralpinen Flach- und Hügelland zumeist eine Temperaturinversion, die zu großräumig sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen führte. Die hohe Belastung war vom 19.01. bis 27.01. bei sehr niedrigen Windgeschwindigkeiten überwiegend auf regionale Quellen primärer wie sekundärer

Partikel zurückzuführen, danach bis 03.02. überwiegend auf Ferntransport aus Ungarn, zeitweise aus Kroatien, Serbien und Rumänien. Ferntransport von Südosten dominierte auch die erhöhte Belastung zwischen 09.02. und 16.02.

Die höchsten Tagesmittelwerte wurden in Illmitz ( $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und Enzenkirchen ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) jeweils am 21.01. registriert, in Klöch ( $103 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) am 31.01. Ende Jänner traten auch in Vorhegg und auf dem Zöbelboden die höchsten Tagesmittelwerte auf. Der höchste Tagesmittelwert in Pillersdorf ( $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wurde am 10.05. gemessen und geht auf das Verbrennen von Stroh zurück, welches zur Vermeidung von Frostschäden in Weingärten durchgeführt wurde (siehe Tabelle 6).

Während des übrigen Jahres ab Mitte Februar – mit Ausnahme von ca. drei Wochen von Mitte April bis Anfang Mai – lagen die Temperaturen im außeralpinen Raum über dem langjährigen Durchschnitt. November und Dezember 2017 waren gerade im außeralpinen Bereich von besonders warmem Wetter mit günstigen Ausbreitungsbedingungen geprägt, das zu sehr niedrigen  $\text{PM}_{10}$ -Konzentrationen führte.

### 3.4.2 Trend der $\text{PM}_{10}$ -Belastung

Die  $\text{PM}_{10}$ -Belastung zeigt langfristig einen abnehmenden Trend.

Das Jahr 2017 wies an den Hintergrundmessstellen eine im langfristigen Vergleich sehr niedrige  $\text{PM}_{10}$ -Belastung auf. Auf dem Zöbelboden wurde der niedrigste, in Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg wurde der zweitniedrigste Jahresmittelwert der Messreihe registriert, in Klöch der viertniedrigste (Jahresmittelwerte siehe Abbildung 6).

Ausschlaggebend für den langfristig abnehmenden Trend der  $\text{PM}_{10}$ -Belastung – und für die vergleichsweise niedrige Belastung des Jahres 2017 – sind einerseits die langfristige Abnahme der Emissionen Österreichs und seiner ostmitteleuropäischen Nachbarstaaten, zum anderen der Witterungsverlauf der letzten Jahre mit überwiegend relativ warmen, von ozeanischen Luftmassen geprägten Wintermonaten.

Ein Vergleich der Dreijahresmittelwerte<sup>10</sup> zeigt von 2007–2009 gegenüber 2015–2017 an den meisten Messstellen eine Abnahme der Belastung zwischen 19 % (Illmitz) und 28 % (Zöbelboden), geringer ist die Abnahme in Klöch (11 %). Der Rückgang der  $\text{PM}_{10}$ -Hintergrundbelastung fiel somit deutlich stärker als aus jener der österreichischen  $\text{PM}_{10}$ -Emissionen, die in diesem Zeitraum um nur 10 % abnahmen

Die Entwicklung der  $\text{PM}_{10}$ -Hintergrundbelastung in Österreich wird von den primären  $\text{PM}$ -Emissionen sowie den Emissionen der Vorläufer sekundärer Aerosole in Ostmitteleuropa mitbestimmt. Die mit ihrem Partikelbildungspotenzial gewichtete Summe der Emissionen von  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  und  $\text{NH}_3$  (IIASA 2014) dieser Län-

---

<sup>10</sup> Zur Glättung des Einflusses der unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen einzelner Jahre werden Dreijahresmittelwerte gebildet. Ab 2007 liegen an allen Hintergrundmessstellen  $\text{PM}_{10}$ -Daten vor.

der<sup>11</sup> (einschließlich Österreich) zeigt eine Abnahme um 24 % von 2007 bis 2016, die gut mit der Entwicklung der PM<sub>10</sub>-Hintergrundbelastung in Österreich (– 21 % als Mittelwert über alle Messstellen) korrespondiert.

Langfristig nimmt die PM<sub>10</sub>-Hintergrundbelastung im Winter etwas stärker ab als im Sommer. Die Variation der PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte von Jahr zu Jahr spiegelt sich v. a. in den Wintermittelwerten wider. Diese werden wesentlich stärker von den jeweiligen meteorologischen Bedingungen beeinflusst, als die Konzentration im Sommer (siehe Abbildung 5).

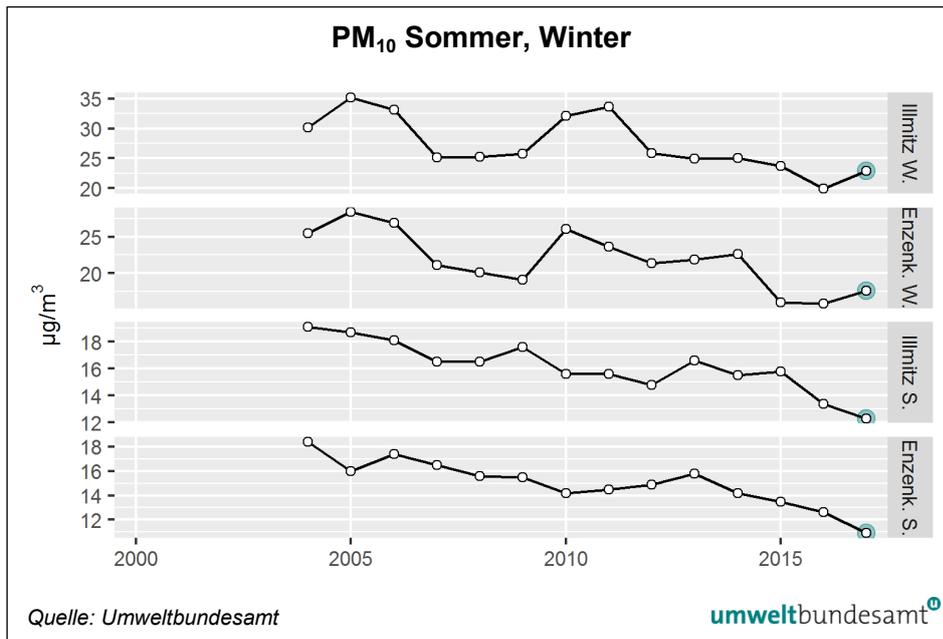


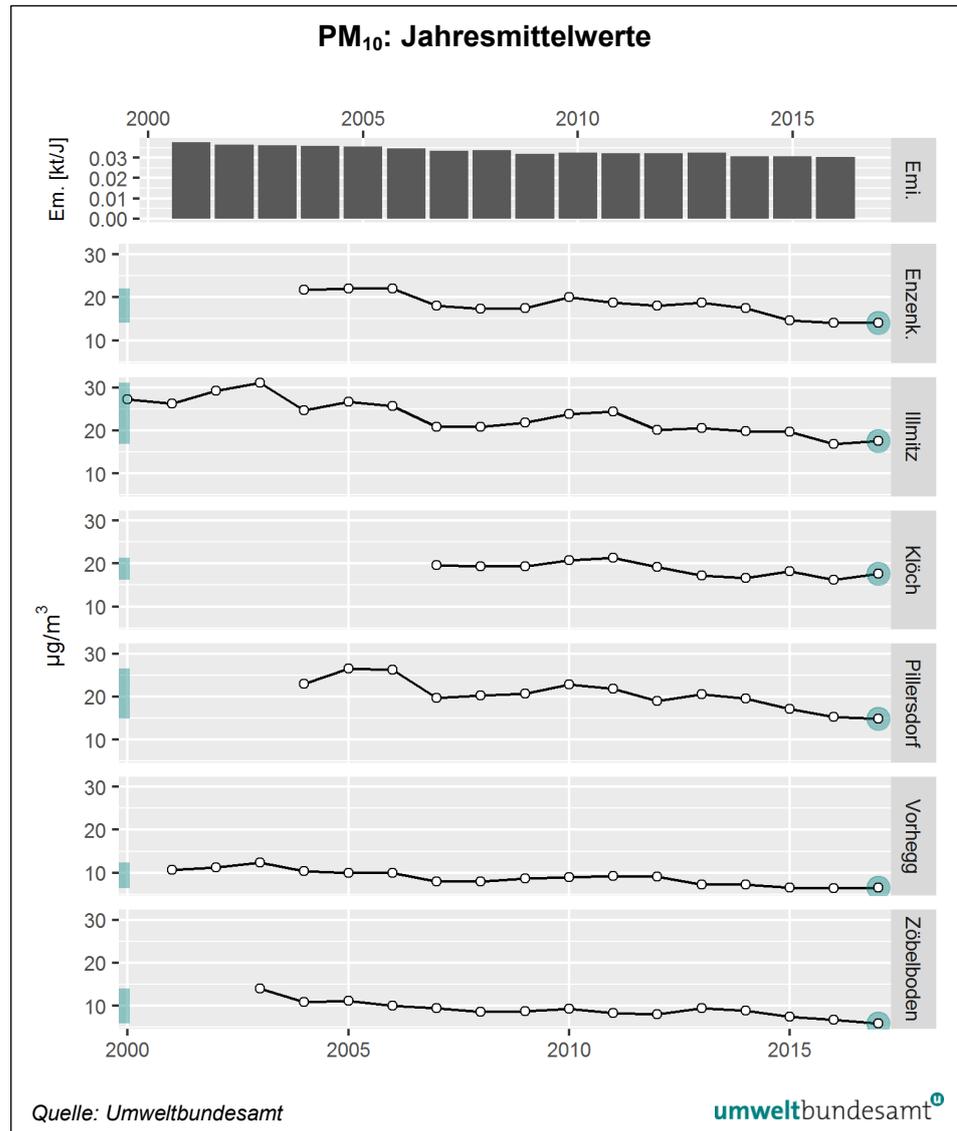
Abbildung 5: Winter- und Sommermittelwerte der PM<sub>10</sub>-Konzentration an den Messstellen Enzenkirchen und Illmitz, 2004 bis 2017 (W.: Wintermittelwert, S.: Sommermittelwert).

Zwar wurden von Mitte Jänner bis Mitte Februar 2017 in Österreich bei sehr tiefen Temperaturen hohe PM<sub>10</sub>-Konzentrationen gemessen, doch wiesen sowohl dieser Winter ab Mitte Februar als auch der Winter 2017/18 vergleichsweise hohe Temperaturen und sehr niedrige PM<sub>10</sub>-Konzentrationen auf (siehe Kapitel 4.2).

Die Variationen der PM<sub>10</sub>-Belastung von Jahr zu Jahr lassen sich ganz überwiegend auf unterschiedliche meteorologische Verhältnisse zurückführen, die Ausbreitungsbedingungen, lokale bzw. regionale Schadstoffakkumulation sowie Ferntransport beeinflussen.

<sup>11</sup> Deutschland, Tschechien, Polen, Slowakei, Ungarn, Rumänien, Serbien und Slowenien werden als relevanteste Herkunftsländer grenzüberschreitender PM<sub>10</sub>-Belastung berücksichtigt.

Abbildung 6:  
 Jahresmittelwerte der  
 PM<sub>10</sub>-Konzentration,  
 2000–2017 und der  
 PM<sub>10</sub>-Emissionen,  
 2000–2016.



Die Anzahl der Tagesmittelwerte über 50 µg/m<sup>3</sup> lag 2017 über jener der Jahre 2014 bis 2016. Illmitz und Pillersdorf wiesen ein ähnliches Belastungsniveau wie 2012 und 2013 auf, Enzenkirchen ein niedrigeres, Klöch ein höheres. Deutlich mehr Überschreitungen wurden zuletzt 2011 beobachtet (siehe Abbildung 7).

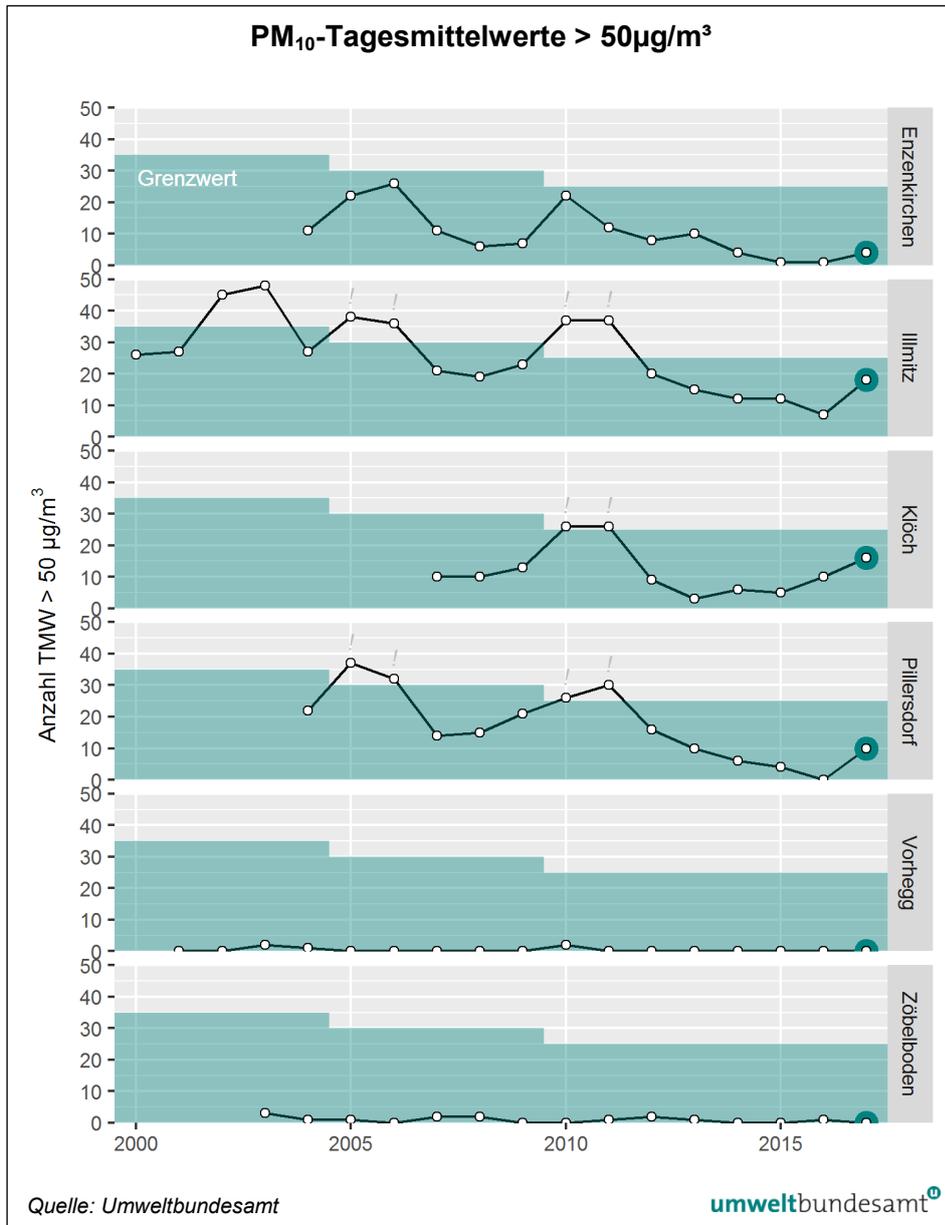


Abbildung 7:  
Anzahl der  
Tagesmittelwerte  
der  $PM_{10}$ -Konzentration  
>  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2000–2017.  
Schattierte Fläche: Höhe  
des Grenzwertes.

### 3.5 $PM_{2,5}$ und $PM_1$

#### 3.5.1 Konzentration von $PM_{2,5}$ und $PM_1$ im Jahr 2017

Die Beurteilung der  $PM_{2,5}$ -Konzentration erfolgte im Jahr 2017 in Illmitz und Enzenkirchen mit der gravimetrischen Methode, darüber hinaus in Enzenkirchen, Illmitz, in Pillersdorf und auf dem Zöbelboden mit kontinuierlichen Geräten der Type Grimm EDM180. Die  $PM_1$ -Konzentration wurde in Illmitz sowohl gravimetrisch als auch kontinuierlich, in Pillersdorf kontinuierlich erfasst.

Die Anteile der Fraktionen  $PM_{2,5}$  bzw.  $PM_1$  am  $PM_{10}$  liegen an allen Messstellen in einem sehr ähnlichen Bereich. Der mittlere Anteil von  $PM_{2,5}$  am  $PM_{10}$  liegt an allen Messstellen zwischen 72 % und 79 %.

In Illmitz und Pillersdorf besteht  $PM_{10}$  zu etwa der Hälfte aus der  $PM_1$ -Fraktion (57 % bzw. 46 %), zu je etwa einem Viertel aus der Fraktion  $PM_{2,5}$ - $PM_1$  bzw. aus der Fraktion  $PM_{10}$ - $PM_{2,5}$ .

Die Konzentration der groben Fraktion  $PM_{10}$ - $PM_{2,5}$  weist keinen klaren Jahresgang auf.

Die Konzentration von  $PM_1$  zeigt einen mäßigen, jene der Fraktion  $PM_{2,5}$ - $PM_1$  einen markanten Jahresgang mit hohen Werten im Winter und niedrigen Werten im Sommer.

Dementsprechend ist der Anteil von  $PM_{2,5}$  und  $PM_1$  am  $PM_{10}$  im Winter deutlich höher als im Sommer

Tabelle 7: Monats- und Jahresmittelwerte der Konzentration von  $PM_{2,5}$  bzw.  $PM_1$  und des Anteils von  $PM_{2,5}$  bzw.  $PM_1$  am  $PM_{10}$  in Enzenkirchen, Illmitz, Pillersdorf und Zöbelboden im Jahr 2017 (Konzentrationen von  $PM_{2,5}$  und  $PM_1$  in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Verhältnisse der  $PM$ -Fraktionen in %).

Konzentration $PM_{2,5}$ und $PM_1$ am $PM_{10}$ 2017												
Enzenkirchen			Illmitz				Pillersdorf				Zöbelboden	
MMW (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. %)	$PM_{2,5}$	$PM_{2,5}/PM_{10}$	$PM_{2,5}$	$PM_1$	$PM_{2,5}/PM_{10}$	$PM_1/PM_{10}$	$PM_{2,5}$	$PM_1$	$PM_{2,5}/PM_{10}$	$PM_1/PM_{10}$	$PM_{2,5}$	$PM_{2,5}/PM_{10}$
Jänner	32,8	84 %	37,9	25,7	88 %	59 %	27,3	18,7	86 %	58 %	5,9	90 %
Februar	21,7	78 %	26,9	16,0	84 %	49 %	25,9	17,9	83 %	57 %	6,0	85 %
März	11,3	73 %	12,4	9,2	77 %	58 %	11,5	7,6	79 %	51 %	6,1	82 %
April	8,6	74 %	9,9	7,3	76 %	57 %	11,2	7,4	80 %	53 %	8,3	85 %
Mai	7,4	65 %	8,2	6,1	72 %	55 %	11,9	7,4	66 %	42 %	3,9	75 %
Juni	9,2	56 %	8,6	8,6	64 %	54 %	5,9	3,4	51 %	29 %	5,3	69 %
Juli	6,7	54 %	7,3	6,1	65 %	54 %	5,7	3,3	54 %	31 %	3,1	71 %
August	7,2	63 %	8,5	6,6	62 %	50 %	6,7	3,9	54 %	31 %	4,8	70 %
September	6,9	74 %	6,9	5,7	65 %	54 %	8,4	5,4	72 %	45 %	4,3	78 %
Oktober	8,1	74 %	8,9	7,2	62 %	52 %	9,4	6,0	72 %	44 %	3,1	72 %
November	8,0	80 %	13,2	10,3	81 %	64 %	12,9	8,6	82 %	55 %	3,7	83 %
Dezember	7,9	81 %	10,9	9,3	83 %	71 %	9,9	6,9	86 %	59 %	2,4	89 %
<b>JMW (in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math> bzw. %)</b>	<b>12,5</b>	<b>77 %</b>	<b>13,5</b>	<b>9,7</b>	<b>73 %</b>	<b>57 %</b>	<b>12,2</b>	<b>8,0</b>	<b>72 %</b>	<b>46 %</b>	<b>4,7</b>	<b>79 %</b>

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

Die PM<sub>2,5</sub>- bzw. PM<sub>1</sub>-Konzentrationen zeigen ähnliche Trends wie die PM<sub>10</sub>-Konzentration (siehe Kapitel 3.4.2), d. h. die Belastung nimmt langfristig ab, wobei die Variation von Jahr zu Jahr auf unterschiedliche meteorologische Bedingungen zurückgeht. Die Konzentrationen von PM<sub>2,5</sub> bzw. PM<sub>1</sub> nehmen etwas stärker ab als jene von PM<sub>10</sub> (s. u.), daher gehen die relativen Anteile von PM<sub>2,5</sub> bzw. PM<sub>1</sub> an der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen leicht zurück.

Tabelle 8:  
An den  
Hintergrundmessstellen  
gemessene  
Jahresmittelwerte für  
unterschiedliche PM-  
Fraktionen (Quelle:  
Umweltbundesamt).

PM JMW (in µg/m <sup>3</sup> )	Enzenkirchen		Illmitz			Pillersdorf			Zöbelboden	
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>1</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>1</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
2001			26,2							
2002			29,1	23,2						
2003			31,1	24,7						
2004			24,5	18,9	14,4					
2005			26,7	21,9	15,7					
2006			25,6	20,9	15,7					
2007			20,8	16,2	11,4					
2008			20,8	16,4	11,4					
2009			21,9	17,2	11,5					
2010			23,8	19,3	15,1					
2011			24,4	19,3	13,7					
2012	18,0	13,8	20,1	v	v	19,0	14,2	9,3		
2013	18,7	14,7	20,6	15,9	11,3	20,6	15,5	10,4		
2014	17,5	13,3	20,2	15,6	11,0	19,6	15,1	10,1	9,0	6,9
2015	16,9	13,0	19,8	14,8	10,2	17,1	12,9	8,6	9,7	7,4
2016	14,0	10,4	16,8	13,2	9,4	15,3	12,4	8,3	6,8	5,2
2017	14,1	10,4	18,2	14,1	9,8	14,8	12,2	8,0	5,9	4,7

v ... zu geringe Verfügbarkeit

leere Zelle: keine Messung

Der beobachtete langfristige Rückgang der PM<sub>10</sub>-Konzentration wird wesentlich stärker von der Entwicklung der PM<sub>2,5</sub>-Konzentration als der groben Fraktion PM<sub>10</sub>-PM<sub>2,5</sub> bestimmt (siehe Abbildung 8). In Illmitz, wo die längste Messreihe ab 2004 vorliegt, nimmt (im Vergleich der Dreijahresmittelwerte 2004–2006 zu 2015–2017) die PM<sub>2,5</sub>-Konzentration fast doppelt so stark (– 32 %) ab als die PM<sub>10</sub>-PM<sub>2,5</sub>-Konzentration (– 18 %).

Die Variabilität der PM<sub>10</sub>-Konzentration von Jahr zu Jahr in Illmitz geht überwiegend auf das Verhalten der PM<sub>1</sub>-Konzentration zurück; die Fraktion PM<sub>2,5</sub>-PM<sub>1</sub> zeigt geringe, PM<sub>10</sub>-PM<sub>2,5</sub> nahezu keine Variationen von Jahr zu Jahr. Die Variabilität wird praktisch ausschließlich von der Belastung im Winterhalbjahr (Oktober bis März) bestimmt, und zwar ganz überwiegend von der PM<sub>1</sub>-, in geringerem Ausmaß der PM<sub>2,5</sub>-PM<sub>1</sub>-Konzentration; die PM<sub>10</sub>-PM<sub>2,5</sub>-Konzentration zeigt eine gleichmäßige Abnahme (siehe Abbildung 8). Im Sommerhalbjahr weisen alle Fraktionen (seit 2002) langfristig eine leichte, kontinuierliche Abnahme auf.

Nachdem die Konzentration der Fraktionen  $PM_1$  und  $PM_{2,5}-PM_1$  stärker abnimmt als  $PM_{10}-PM_{2,5}$ , gehen die Relativanteile der  $PM_1$ - und  $PM_{2,5}$ -Fraktionen langfristig zurück.

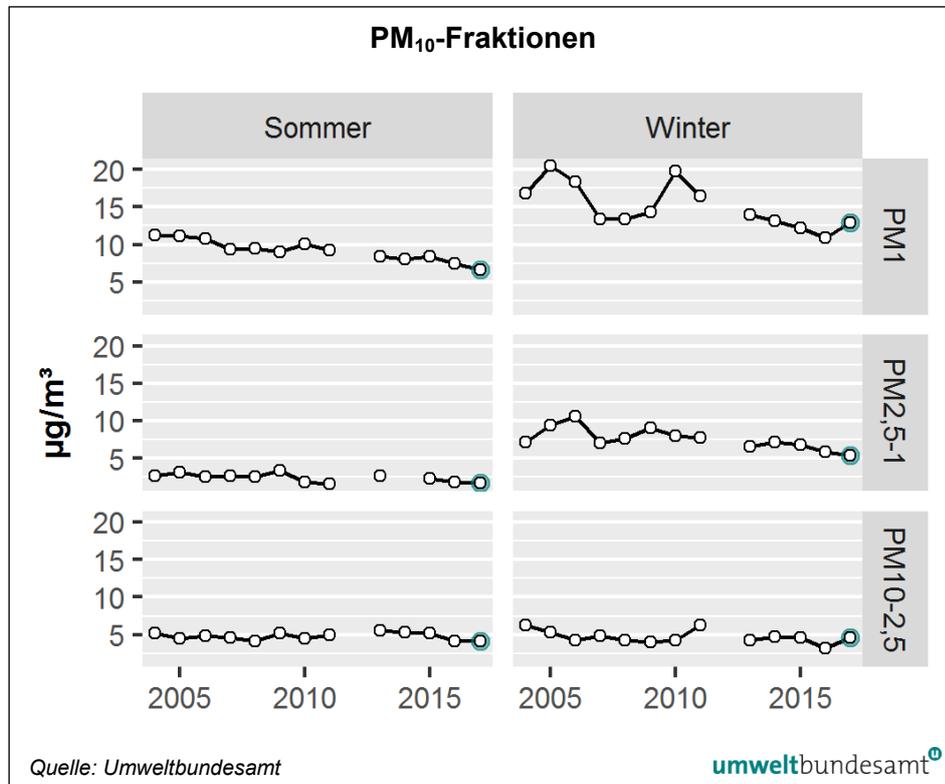


Abbildung 8: Winter- und Sommermittelwerte der Konzentration der Fraktionen  $PM_1$ ,  $PM_{2,5}-PM_1$  sowie  $PM_{10}-PM_{2,5}$  in Illmitz, 2004–2017.

### 3.6 Chemische Zusammensetzung von $PM_{2,5}$ in Illmitz

#### 3.6.1 $PM_{2,5}$ -Analysen 2017

Feinstaub ist ein komplexes Gemisch unterschiedlicher chemischer Substanzen, die aus verschiedenen Quellen stammen bzw. sich in der Atmosphäre aus verschiedenen Vorläufersubstanzen bilden. Die Kenntnis der chemischen Zusammensetzung von  $PM_{2,5}$  ist wesentlich für die Identifizierung der Quellen von  $PM_{2,5}$  bzw. dessen Vorläufersubstanzen, welche ihrerseits eine Grundlage für die Maßnahmenplanung zur Reduzierung der PM-Belastung ist.

In Illmitz wird die chemische Zusammensetzung von  $PM_{2,5}$  untersucht; die Komponenten Elementarer Kohlenstoff (EC) und organischer Kohlenstoff (OC) werden als Tagesproben (Filteranalyse: jeder sechste Tag) analysiert, Sulfat ( $SO_4^{2-}$ ), Nitrat ( $NO_3^-$ ), Ammonium ( $NH_4^+$ ),  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  und  $Cl^-$  als Monatsmischproben (Filteranalyse: jeder sechste Tag).

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 – wird ein Faktor von 1,7 verwendet.

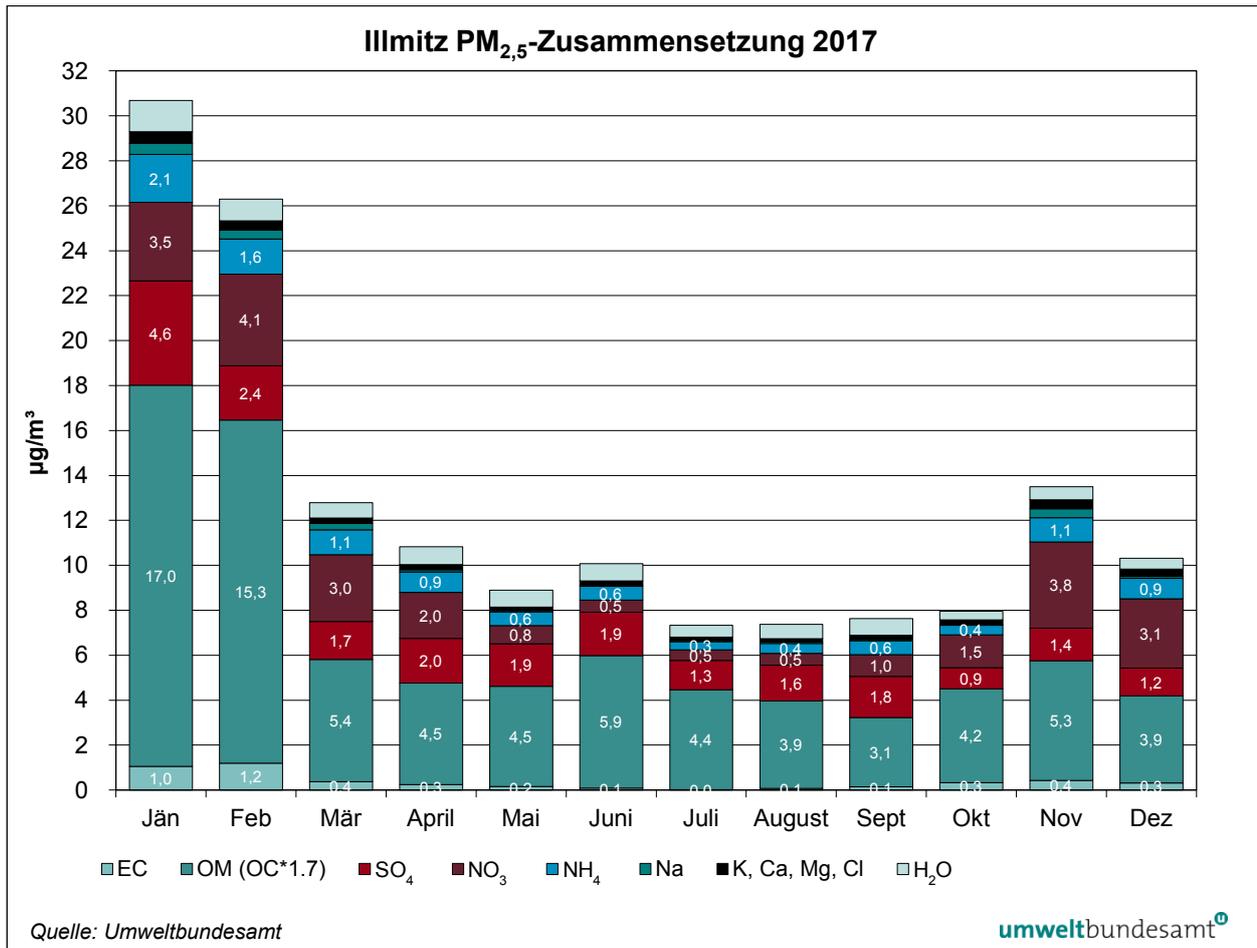


Abbildung 9: Chemische Zusammensetzung von PM<sub>2,5</sub> in Illmitz für die einzelnen Monate 2017. (OM mit einem Faktor 1,7 aus OC hochgerechnet).<sup>12</sup>

Tabelle 9:  
Chemische  
Zusammensetzung von  
PM<sub>2,5</sub> in Illmitz im Jahr  
2017: Relativanteile der  
analysierten  
Komponenten pro Monat  
(Quelle:  
Umweltbundesamt)<sup>12, 13</sup>

Anteile der PM <sub>2,5</sub> -Inhaltsstoffe 2017 in Illmitz							
MMW	OM	EC	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Na	K
Jänner	45 %	3 %	12 %	9 %	6 %	1 %	1 %
Februar	57 %	4 %	9 %	15 %	6 %	1 %	1 %
März	43 %	3 %	13 %	23 %	9 %	2 %	1 %
April	42 %	2 %	18 %	19 %	8 %	1 %	1 %
Mai	50 %	2 %	21 %	9 %	7 %	1 %	1 %
Juni	59 %	1 %	19 %	5 %	6 %	1 %	1 %
Juli	61 %	0 %	18 %	7 %	5 %	1 %	< 1 %
August	46 %	1 %	19 %	6 %	5 %	1 %	< 1 %
September	40 %	2 %	24 %	13 %	8 %	1 %	1 %

<sup>12</sup> Da die Analysen von EC und OC einerseits sowie der Ionen andererseits zum Teil nicht auf dieselben Tage fallen, werden die Konzentrationen der PM<sub>2,5</sub>-Inhaltsstoffe mit dem PM<sub>2,5</sub>-Monatsmittelwert verglichen, daher weisen die angegebenen Relativanteile eine gewisse Unschärfe auf.

<sup>13</sup> Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup> nicht dargestellt, da meist unter 1 %.

Anteile der PM <sub>2,5</sub> -Inhaltsstoffe 2017 in Illmitz							
MMW	OM	EC	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Na	K
Oktober	47 %	4 %	10 %	16 %	5 %	1 %	1 %
November	39 %	3 %	11 %	28 %	8 %	3 %	2 %
Dezember	35 %	3 %	11 %	28 %	8 %	1 %	2 %
<b>JMW</b>	<b>47 %</b>	<b>3 %</b>	<b>14 %</b>	<b>15 %</b>	<b>7 %</b>	<b>1 %</b>	<b>1 %</b>

Die größten Komponenten von PM<sub>2,5</sub> stellen das organische Material (OM) mit 47 % (entsprechend 6,4 µg/m<sup>3</sup>) und die sekundären anorganischen Partikel (Summe aus SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> und NH<sub>4</sub>, inkl. im Ammoniumsulfat adsorbiertes Wasser) mit 40 % (5,9 µg/m<sup>3</sup>) dar.

Der OM-Relativanteil zeigt starke Schwankungen von Monat zu Monat, aber keinen Jahresgang. Auffällig sind die sehr niedrigen OM-Anteile im November und Dezember 2017 (39 % bzw. 35 %).

Die EC-Konzentration liegt im Jahresmittel bei 0,4 µg/m<sup>3</sup>; dies entspricht 3 % am PM<sub>2,5</sub>; der EC-Anteil ist im Winter höher als im Sommer.

Die Sulfatkonzentration liegt im Mittel bei 1,9 µg/m<sup>3</sup> (14 %); sie ist im Winter geringfügig höher als im Sommer. Der Relativanteil von Sulfat vom PM<sub>2,5</sub> ist im Sommer (20 %) hingegen fast doppelt so hoch wie im Winter (11 %).

Die Nitratkonzentration beträgt im Mittel 2,0 µg/m<sup>3</sup> (Anteil am PM<sub>2,5</sub>: 15 %). Aufgrund seiner Flüchtigkeit bei höheren Temperaturen zeigt Nitrat einen markanten Jahresgang, die Konzentration liegt im Sommerhalbjahr bei 0,9 µg/m<sup>3</sup> (10 %), im Winterhalbjahr bei 3,2 µg/m<sup>3</sup> (17 %).

Ammonium macht im Mittel 0,9 µg/m<sup>3</sup> (7 %) aus. Der Relativanteil zeigt keinen Jahresgang.

Die Alkali- und Erdalkalimetalle sind in Konzentrationen unter 0,2 µg/m<sup>3</sup> (1,3 %) im PM<sub>2,5</sub> vertreten. Die Relativanteile zeigen keinen Jahresgang.

Der sehr hoch belastete Jänner (Monatsmittelwert PM<sub>2,5</sub>: 37,9 µg/m<sup>3</sup>) weist keine auffällig vom Durchschnitt abweichenden Anteile einzelner PM<sub>2,5</sub>-Komponenten auf. Im Februar (PM<sub>2,5</sub>: 26,9 µg/m<sup>3</sup>) ist der OM-Anteil mit 57 % ungewöhnlich hoch (die Analysen zeigen allerdings, dass dies v. a. auf die niedrig belasteten Tage der zweiten Monatshälfte zurückzuführen ist).

### 3.6.2 Trend

Analysen der PM<sub>2,5</sub>-Zusammensetzung liegen für Illmitz für das Jahr 1999/2000 sowie durchgängig ab 2011 vor. Allerdings sind methodenbedingt die Daten für EC und OC erst seit 2011 miteinander vergleichbar.

Die Konzentrationen von Sulfat und Ammonium nahmen zwischen 1999/2000 (PM<sub>2,5</sub>: 19,7 µg/m<sup>3</sup>) und 2017 (PM<sub>2,5</sub>: 13,5 µg/m<sup>3</sup>) etwa um die Hälfte ab, jene von Nitrat zeigt keine Veränderung. Seit 1999 gingen die Anteile von Sulfat (von 20 % auf 14 %) und von Ammonium (von 10 % auf 7 %) deutlich zurück. Dies korrespondiert mit dem Rückgang der SO<sub>2</sub>-Emissionen in den Herkunftsländern von PM-Fertransport in Ostmitteleuropa, wohingegen sich die NO<sub>x</sub>-Emissionen nur wenig verändert haben. Der Relativanteil von Nitrat nahm entsprechend zu (von 11 auf 15 %).

Die Relativanteile von EC und OM zeigen, ebenso wie die der Alkali- und Erdalkalimetalle, seit 2011 keine Veränderung.

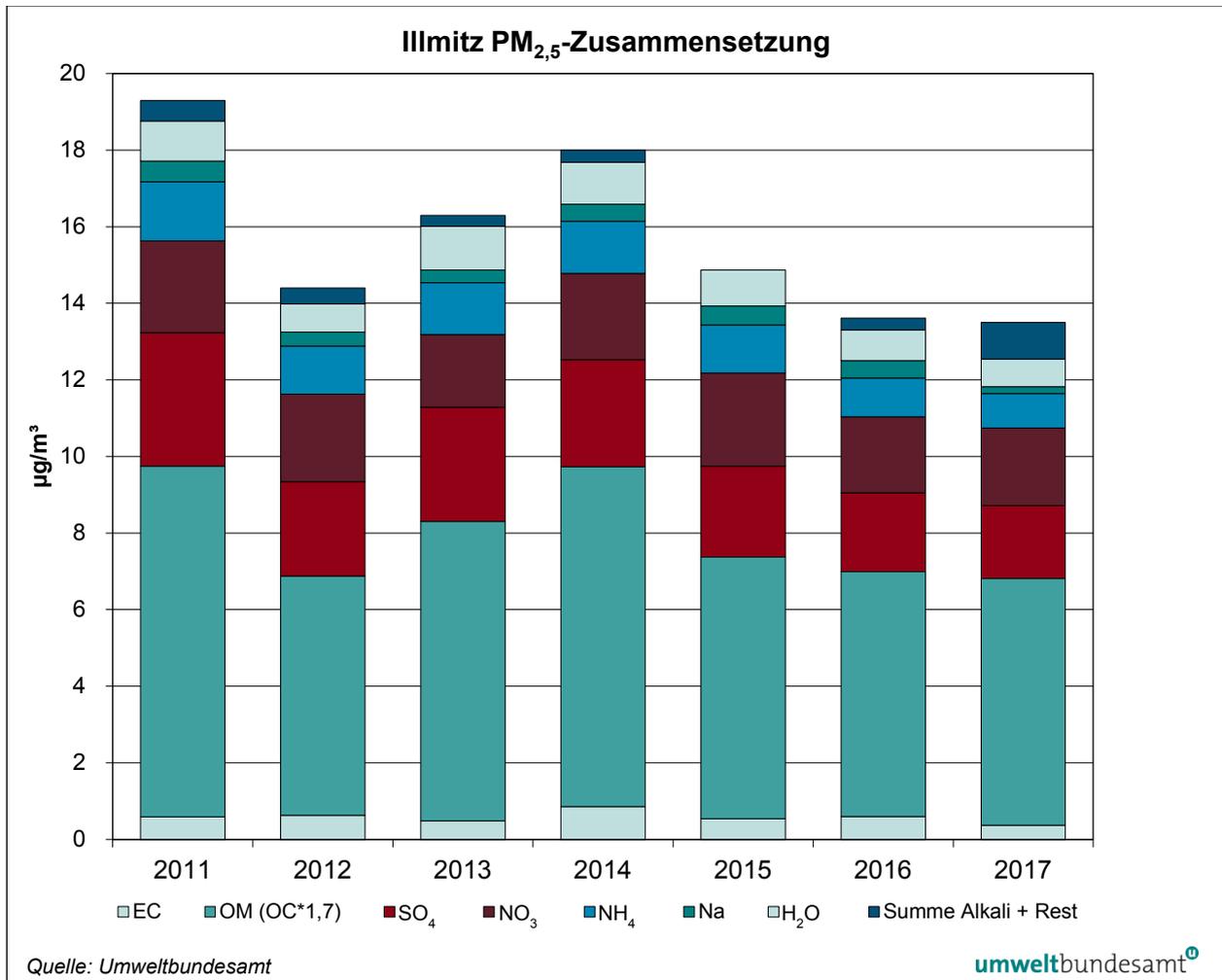


Abbildung 10: Konzentrationen der PM<sub>2,5</sub>-Inhaltsstoffe in Illmitz, 2011–2017.<sup>14</sup>

### 3.7 Stickstoffoxide

#### 3.7.1 Konzentration von NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> im Jahr 2017

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 2017 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes eingehalten (siehe Tabelle 10).

<sup>14</sup> Die dargestellten PM<sub>2,5</sub>-Jahresmittelwerte können sich von den in den Jahresberichten publizierten PM<sub>2,5</sub>-Jahresmittelwerten der täglichen gravimetrischen PM<sub>2,5</sub>-Filter unterscheiden, da die Abbildung auf den analysierten PM<sub>2,5</sub>-Filtern (jeden sechsten Tag) beruhen.

Tabelle 10: 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 2017 (Quelle: Umweltbundesamt).

Stickstoffoxid-Konzentration 2017 (in µg/m <sup>3</sup> )							
NO <sub>2</sub> MMW	ENK	ILL	KLH	PIL	SON	VOR	ZOE
Jänner	23,7	14,1	13,7	14,6	1,0	4,3	4,7
Februar	v	15,1	11,7	17,7	0,9	4,2	4,4
März	10,2	9,9	7,4	9,0	v	2,3	3,5
April	9,1	v	5,5	7,0	0,7	2,6	4,2
Mai	6,5	5,3	4,7	6,7	0,5	2,0	2,4
Juni	6,8	4,3	5,5	4,9	0,4	2,2	2,1
Juli	6,3	4,7	4,6	5,4	0,4	1,6	1,8
August	6,4	5,0	v	5,5	0,3	1,5	1,6
September	8,1	5,9	v	6,3	0,5	2,0	2,2
Oktober	12,7	7,4	8,9	6,7	0,6	2,0	2,8
November	14,8	11,8	12,6	10,6	0,7	2,7	4,0
Dezember	15,8	10,5	12,9	10,0	1,1	2,6	4,7
<b>NO<sub>2</sub> JMW</b>	<b>11,3</b>	<b>8,5</b>	<b>8,3</b>	<b>8,6</b>	<b>0,7</b>	<b>2,5</b>	<b>3,2</b>
<b>NO JMW</b>	<b>1,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>
<b>NO<sub>x</sub> JMW</b>	<b>13,6</b>	<b>9,4</b>	<b>9,2</b>	<b>9,4</b>	<b>0,8</b>	<b>2,9</b>	<b>3,5</b>
NO <sub>2</sub> max. HMW	89,3	50,5	49,2	59,4	6,6	33,5	29,3
NO <sub>2</sub> max. TMW	68,4	35,0	27,9	32,3	2,5	13,5	16,0

v: Verfügbarkeit nicht ausreichend.

Unter den Hintergrundmessstellen registrierte Enzenkirchen die höchste NO, 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 13,6 µg/m<sup>3</sup> (45 % des IG-L-Grenzwertes). Die Messstellen Illmitz, Klöch und Pillersdorf registrierten NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte zwischen 8,3 und 8,6 µg/m<sup>3</sup>. Deutlich geringer war die NO<sub>2</sub>-Belastung im Mittelgebirge mit Jahresmittelwerten von 3,2 µg/m<sup>3</sup> auf dem Zöbelboden und 2,5 µg/m<sup>3</sup> in Vorhegg sowie im Hochgebirge mit 0,7 µg/m<sup>3</sup> auf dem Sonnblick.

Die NO<sub>2</sub>-Spitzenwerte lagen an allen Messstellen deutlich unter dem Grenzwert (200 µg/m<sup>3</sup> als Halbstundenmittelwert) bzw. Zielwert (80 µg/m<sup>3</sup> als Tagesmittelwert) des IG-L. Der höchste Halbstundenmittelwert wurde mit 89 µg/m<sup>3</sup> in Enzenkirchen gemessen, wo auch der höchste Tagesmittelwert mit 68 µg/m<sup>3</sup> auftrat (siehe Tabelle 10).

Alle Messstellen zeigen klare Jahrgänge mit erhöhten Konzentrationen im Winter, wobei die Unterschiede zwischen Winter und Sommer an den außeralpinen Messstellen viel ausgeprägter sind als im Gebirge (Sonnblick, Vorhegg, Zöbelboden). An den außeralpinen Messstellen sind ungünstigere Ausbreitungsbedingungen (häufige Bodeninversionen), zusammen mit 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 (vergleichsweise geringen) NO<sub>2</sub>-Belastung bei.

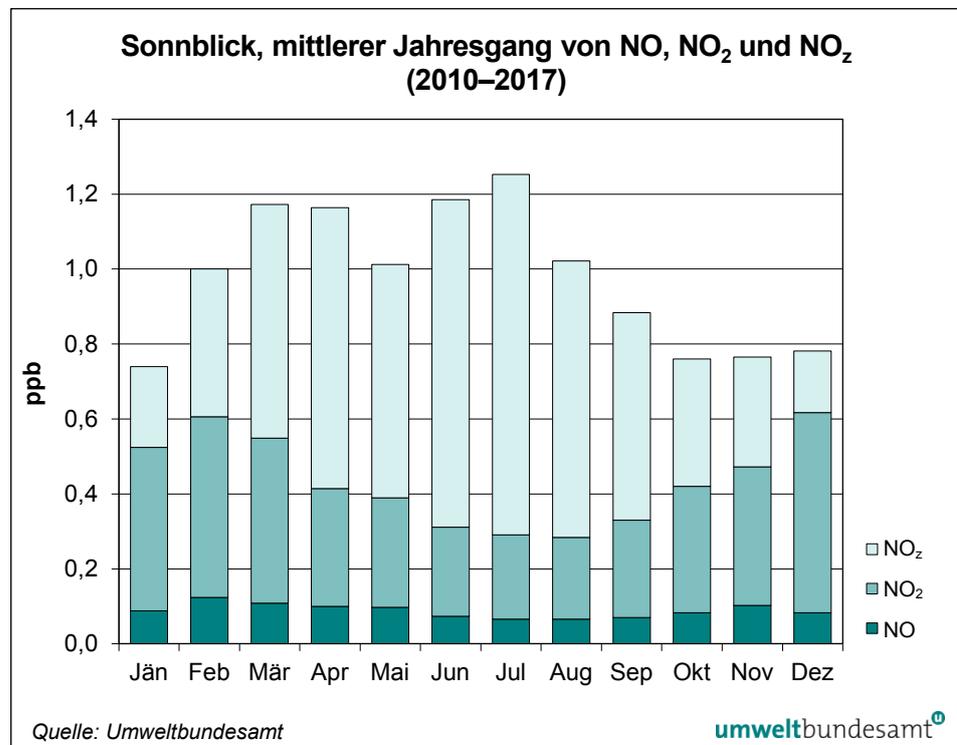
### 3.7.2 Stickstoffoxid-Messungen auf dem Sonnblick

Oxydierte Stickstoffverbindungen umfassen eine Reihe von Verbindungen, die in der Ozonchemie und bei der Entstehung sekundärer anorganischer Aerosole (Ammoniumnitrat) eine entscheidende Rolle spielen. Neben den auf anthropogene Emissionen zurückgehenden Verbindungen Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub> – dieses entsteht überwiegend durch Oxidation von NO, wird aber auch von Kfz emittiert) sind dies u. a. Peroxyacetylnitrat („PAN“, C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>NO<sub>5</sub>), Distickstoffpentoxid (N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) und Salpetersäure (HNO<sub>3</sub>). Die Gesamtheit aller oxidierten Stickstoffverbindungen wird als NO<sub>y</sub> bezeichnet, die Summe aus NO und NO<sub>2</sub> als NO<sub>x</sub>, die Differenz zwischen NO<sub>y</sub> und NO<sub>x</sub> als NO<sub>z</sub>. Die Konzentration der verschiedenen Stickstoffverbindungen wird in Volumenanteilen (ppb) angegeben<sup>15</sup>.

Auf dem Sonnblick wird seit November 2005 die Konzentration von NO und NO<sub>y</sub> (Summe oxidierten Stickstoffverbindungen) mit einem Gerät der Type TEI 42CTL gemessen. Seit August 2010 stehen zudem Messungen mit den Geräten API 200EU (bis Jänner 2012) bzw. TEI 42i blue light zur Verfügung, die nur eine geringe Empfindlichkeit für NO<sub>z</sub> besitzen und deren Ergebnisse eine sehr gute Abschätzung der NO<sub>2</sub>-Konzentration ermöglichen.

Im Mittel über den gesamten Zeitraum paralleler Daten aller Komponenten beträgt die NO<sub>y</sub>-Konzentration am Sonnblick 0,97 ppb; davon entfallen auf NO 9 %, auf NO<sub>2</sub> 37 % und auf NO<sub>z</sub> 54 %. Informationen über die Zusammensetzung von NO<sub>z</sub> am Sonnblick liegen nicht vor.

Abbildung 11:  
Mittlerer Jahressgang der  
Konzentration von NO,  
NO<sub>2</sub> und NO<sub>z</sub> am  
Sonnblick (2010–2017).



<sup>15</sup> Eine Umrechnung in µg/m<sup>3</sup> macht aufgrund der unterschiedlichen Molekulargewichte keinen Sinn; die im Bereich der Luftgütemessung übliche Angabe der Konzentration von NO in µg/m<sup>3</sup> „als NO<sub>2</sub>“ ist eine Konvention.

NO<sub>y</sub> weist einen Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen um 1,1 ppb im Frühling und Frühsommer und niedrigen Werten um 0,7 ppb im Herbst auf (siehe Abbildung 11); dies spiegelt die gegenläufigen Jahresgänge von NO und NO<sub>2</sub> gegenüber NO<sub>z</sub> wider. NO und NO<sub>2</sub> zeigen die höchsten Konzentrationen im Winter und die niedrigsten im Sommer (Winterhalbjahr 11 % bzw. 51 % an NO<sub>y</sub>, gegenüber 7 % bzw. 24 % im Sommerhalbjahr). Gegenläufig ist der Jahresgang bei NO<sub>z</sub>; die Konzentration ist im Frühling und Sommer deutlich höher als im Herbst und im Winter (68 % am NO<sub>y</sub> im Sommerhalbjahr, 38 % im Winterhalbjahr).

Die jahreszeitliche Variation der NO<sub>y</sub>-Konzentration und der Komponenten von NO<sub>y</sub> wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst:

- Im Frühling und Sommer führt stärkerer Vertikalaustausch zu einer Verfrachtung belasteter Luft in große Höhen und damit zu erhöhter NO<sub>y</sub>-Konzentration.
- Die Umwandlung von NO<sub>2</sub> in andere Stickstoffverbindungen (NO<sub>z</sub>) erfolgt im Frühling und im Sommer wesentlich schneller als im Winter, daher ist die Konzentration von NO<sub>z</sub> im Sommer höher als im Winter.
- Die NO-Konzentration wird wesentlich von – jahreszeitunabhängigen – photochemischen Reaktionen mit NO<sub>2</sub> und Ozon bestimmt.

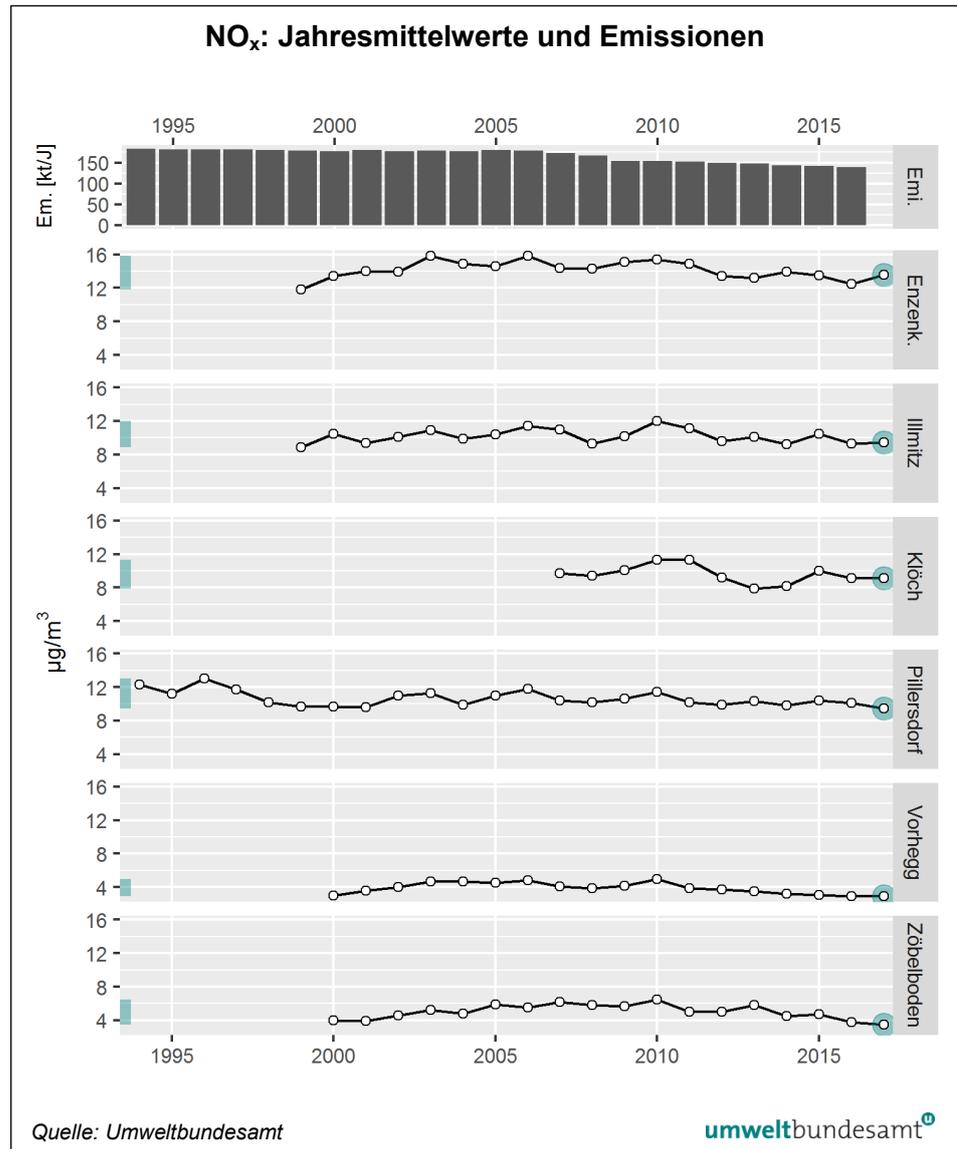
### 3.7.3 Trend der Belastung durch Stickstoffoxide

Die NO<sub>x</sub>- und die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen zeigen an den Messstellen Illmitz, Klöch und Pillersdorf langfristig keinen klaren Trend. In Enzenkirchen nahmen die NO<sub>x</sub>- und die NO<sub>2</sub>-Konzentration zwischen 1999 und 2003 deutlich zu, seit 2010 nehmen sie unregelmäßig ab. An allen außeralpinen Messstellen weisen die NO<sub>x</sub>- und die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen Variationen auf, die den Einfluss der meteorologischen Verhältnisse – wenngleich weniger stark als bei PM<sub>10</sub> – widerspiegeln (siehe Abbildung 12 und Tabelle 30 im Anhang).

Im Mittelgebirge, d. h. in Vorhegg und auf dem Zöbelboden, nahmen die NO<sub>x</sub>- und die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bis 2010 unregelmäßig zu, seitdem ist ein deutlicher Rückgang zu beobachten.

Der Verlauf der Hintergrundbelastung von NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> folgt nur bedingt jenem der österreichischen NO<sub>x</sub>-Emissionen, die bis 2006 ziemlich konstant blieben (178–181 kt) und danach kontinuierlich (auf 140 kt 2016) zurückgingen. Die Hintergrundmessstellen Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg zeigen über die letzten 20 Jahre keine langfristige Veränderung der NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Konzentration; in Enzenkirchen, in Vorhegg und auf dem Zöbelboden zeichnet sich ab 2006 ein Rückgang parallel zu den Emissionen ab.

Abbildung 12:  
 Jahresmittelwerte der  
 NO<sub>x</sub>-Konzentration  
 1994–2017 sowie  
 jährliche NO<sub>x</sub>-  
 Emissionen Österreichs  
 (ohne Kraftstoffexport),  
 1994–2016.



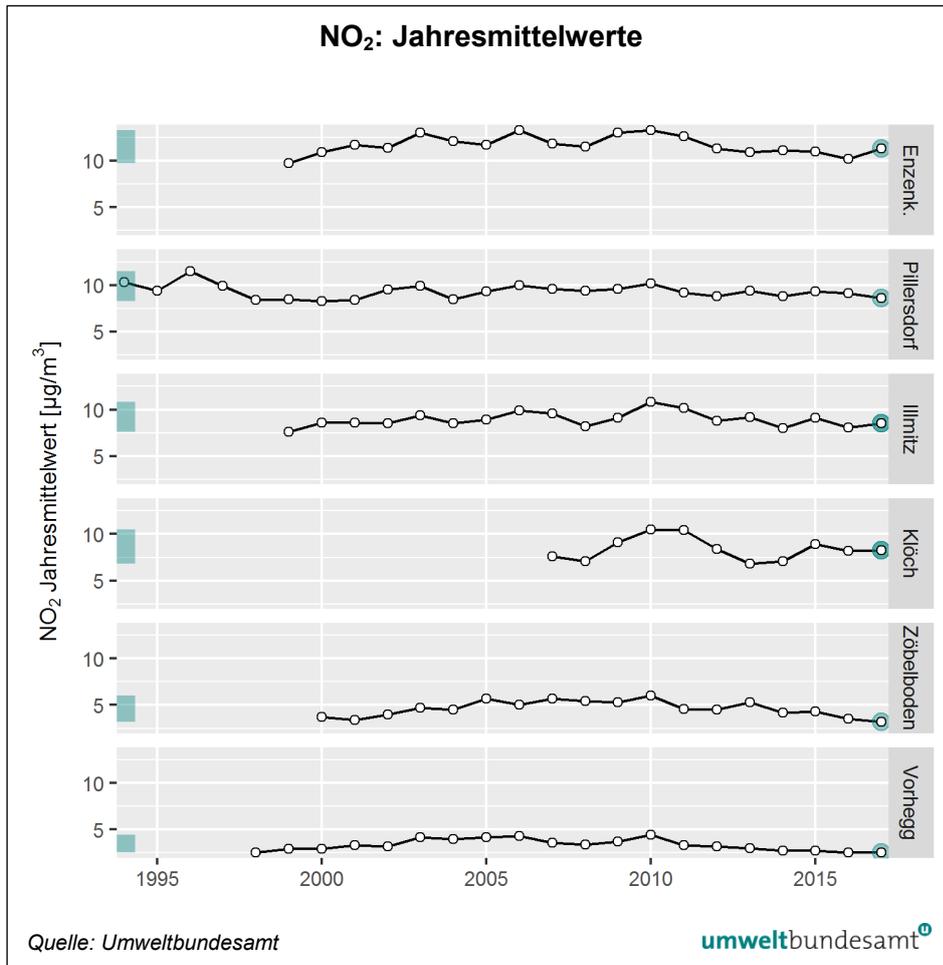


Abbildung 13:  
Jahresmittelwerte der  
NO<sub>2</sub>-Konzentration  
1994–2017.

### 3.8 Schwefeldioxid

#### 3.8.1 Konzentration von SO<sub>2</sub> im Jahr 2017

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 2017 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes deutlich unterschritten.

Den höchsten SO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert registrierte mit 1,3 µg/m<sup>3</sup> die Messstellen Illmitz, gefolgt von Enzenkirchen und Pillersdorf (je 1,2 µg/m<sup>3</sup>); die im Mittelgebirge gelegenen Messstellen Zöbelboden und Vorhegg erfassten 0,4 µg/m<sup>3</sup> bzw. 0,3 µg/m<sup>3</sup>, am Sonnblick wurden 0,1 µg/m<sup>3</sup> gemessen. Auch die Wintermittelwerte lagen auf sehr niedrigem Niveau (siehe Tabelle 11).

Der höchste Halbstundenmittelwert (42,4 µg/m<sup>3</sup>) und der höchste Tagesmittelwert (21,8 µg/m<sup>3</sup>) wurden an der Messstelle Illmitz registriert.

Parallel zu PM<sub>10</sub> traten im Jänner und Februar 2017 sehr hohe, im Herbst und zu Jahresende sehr niedrige SO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf.

Tabelle 11: SO<sub>2</sub> – Monats- und Jahresmittelwerte an den Hintergrundmessstellen im Jahr 2017, Wintermittelwert 2016/2017 sowie maximaler Halbstundenmittelwert und maximaler Tagesmittelwert 2017 (Quelle: Umweltbundesamt).

Schwefeldioxid-Konzentration 2017 (in µg/m <sup>3</sup> )						
MMW	ENK	ILL	PIL	SON	VOR	ZOE
Jänner	2,8	4,6	4,0	0,3	0,4	0,8
Februar	2,3	2,7	3,2	0,2	0,4	0,5
März	1,0	0,8	0,9	0,1	0,3	0,6
April	0,8	0,8	0,8	0,2	0,3	0,3
Mai	1,2	0,8	1,0	0,1	0,2	0,3
Juni	1,0	0,8	0,7	0,1	0,2	0,6
Juli	0,7	0,8	0,6	0,1	0,4	0,4
August	0,8	0,9	0,7	0,1	0,2	0,4
September	1,0	0,7	0,7	< 0,1	0,2	0,2
Oktober	1,0	0,7	0,5	0,1	0,2	0,3
November	0,9	1,1	0,8	0,1	0,2	v
Dezember	0,9	0,9	0,7	0,1	0,2	0,4
<b>JMW</b>	1,2	1,3	1,2	0,1	0,3	0,4
WMW 2016/2017	1,4	1,8	2,0	0,2	0,3	v
max. HMW	40,3	42,4	41,8	1,8	2,8	7,8
max. TMW	8,9	21,8	15,4	0,5	2,1	2,3

v: Verfügbarkeit zu gering für die Berechnung eines Monats-, Winter- oder Jahresmittelwertes

### 3.8.2 Trend der Schwefeldioxidbelastung

Die SO<sub>2</sub>-Belastung an den österreichischen Hintergrundmessstellen variierte bis in die frühen Neunzigerjahre von Jahr zu Jahr bei vergleichsweise hohem Niveau stark und nahm zwischen 1990 und 2000 stark ab (siehe Abbildung 14 und Anhang 9). In Illmitz ging die SO<sub>2</sub>-Belastung früher – bereits zu Beginn der Neunzigerjahre – als in Pillersdorf zurück. Im Winter 1996/97 wurde zum letzten Mal der Grenzwert des IG-L für SO<sub>2</sub> in Pillersdorf überschritten. Seit 2000 (siehe Abbildung 15) zeigt die SO<sub>2</sub>-Belastung an den Hintergrundmessstellen einen kontinuierlich stark abnehmenden Verlauf, der den weiteren Rückgang der SO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich und seinen Nachbarländern widerspiegelt, überlagert vom Einfluss der meteorologischen Verhältnisse.

2016 war an allen Messstellen das bislang am niedrigsten belastete Jahr. 2017 wurde eine ähnliche Belastung wie 2015 registriert.

Die SO<sub>2</sub>-Trends an den Hintergrundmessstellen werden nach wie vor ganz überwiegend von der SO<sub>2</sub>-Emissionsentwicklung in Österreichs östlichen und nördlichen Nachbarstaaten – die noch immer höhere Emissionen aufweisen als Österreich, deren Emissionen in den letzten Jahren allerdings stark abgenommen haben – und dem Ausmaß von Schadstofftransport aus diesen Ländern bestimmt. Daher zeigen die stärker von SO<sub>2</sub>-Transport betroffenen Hintergrundmessstellen Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg stärkere Rückgänge als Enzenkirchen und Zöbelboden. Der SO<sub>2</sub>-Trend in Pillersdorf (1993–2016: – 94 %) und Illmitz (– 87 %) folgt sehr klar der Emissionsentwicklung in Tschechien (– 92 %),

der Slowakei (– 92 %), Polen (– 79 %) und Ungarn (– 97 %) <sup>16</sup>. Die österreichischen Emissionen nahmen im selben Zeitraum um 73 % ab, allerdings erfolgten deutliche Emissionsreduktionen bereits weit früher.

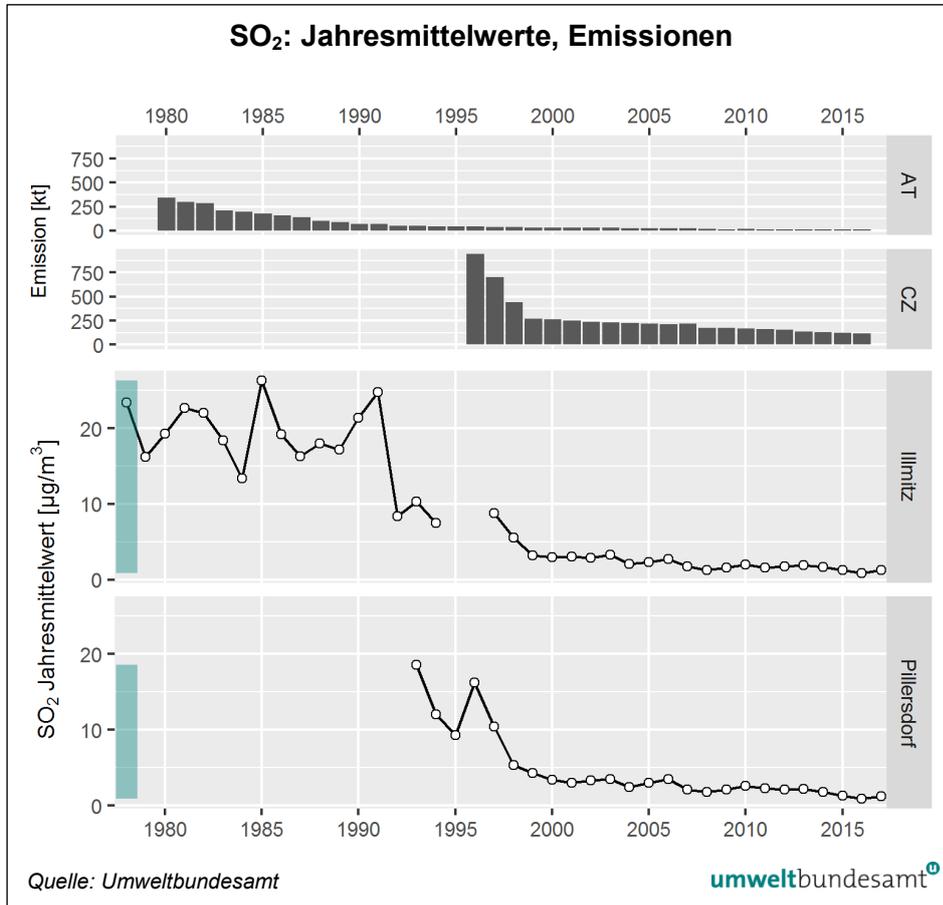
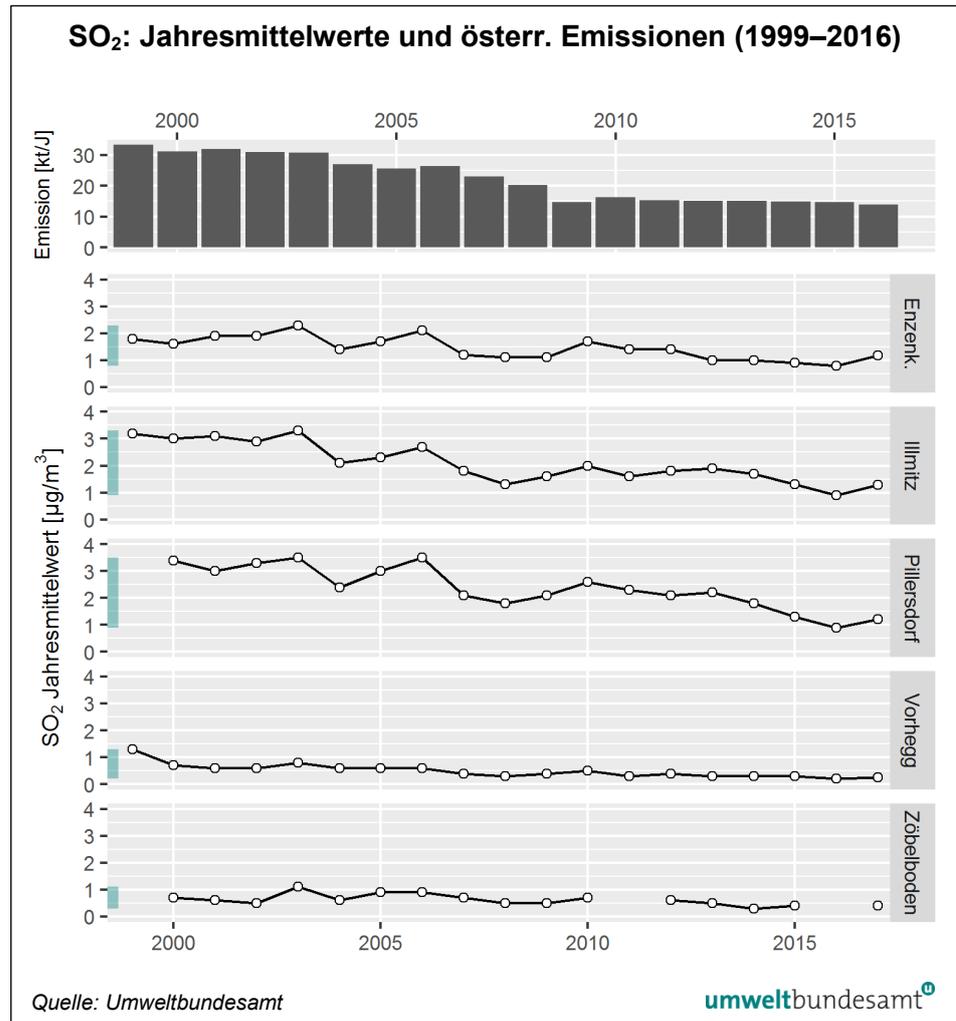


Abbildung 14: Jahresmittelwerte der SO<sub>2</sub>-Konzentration in Illmitz und Pillersdorf 1978–2017 sowie SO<sub>2</sub>-Emissionen Österreichs (AT) und Tschechiens (CZ) <sup>16</sup>, 1980–2016.

<sup>16</sup> [http://www.ceip.at/ms/ceip\\_home1/ceip\\_home/webdab\\_emepdatabase/reported\\_emissiondata/](http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/webdab_emepdatabase/reported_emissiondata/)

Abbildung 15:  
Jahresmittelwerte der  
SO<sub>2</sub>-Konzentration an  
den Hintergrund-  
messstellen 1999–2017  
sowie SO<sub>2</sub>-Emissionen  
Österreichs 1999–2016.



### 3.9 Kohlenstoffmonoxid

#### 3.9.1 Konzentration von Kohlenstoffmonoxid im Jahr 2017

Der Grenzwert des IG-L für Kohlenstoffmonoxid (10 mg/m<sup>3</sup> als Achtstundenmittelwert) wurde im Jahr 2017 an allen Messstellen des Umweltbundesamtes deutlich unterschritten. Der höchste Achtstundenmittelwert wurde mit 1,12 mg/m<sup>3</sup> in Illmitz gemessen; auf dem Sonnblick und in Vorhegg lagen die Maxima bei 0,23 bzw. 0,58 mg/m<sup>3</sup> (siehe Tabelle 12<sup>17</sup>).

Im Jahresmittel betrug die CO-Konzentration in Illmitz 0,23 mg/m<sup>3</sup>, auf dem Sonnblick 0,14 mg/m<sup>3</sup>

<sup>17</sup> Aufgrund eines messtechnischen Problems sind die im Zeitraum April–Dezember 2017 in Vorhegg erfassten CO-Daten systematisch zu niedrig und werden vorerst nicht publiziert. Ob eine Möglichkeit der Korrektur besteht, wird anhand von Vergleichsmessungen während des Sommers 2018 geprüft; gegebenenfalls werden die CO-Daten des Jahres 2017 aus Vorhegg im Jahresbericht 2018 publiziert.

Die CO-Konzentration zeigt einen Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter, die durch höhere Emissionen aus dem Sektor Raumheizung, ungünstigere Ausbreitungsbedingungen und den geringen Abbau durch Oxidation im Winter verursacht wird. Dieser Jahresgang ist mit zunehmender Seehöhe deutlich schwächer ausgeprägt. Im Sommer ist die CO-Konzentration vertikal sehr einheitlich, im Winter zeigt sie einen markanten Gradienten zwischen Hochgebirge und Ebene.

<b>Kohlenstoffmonoxid-Konzentration 2017 (in mg/m<sup>3</sup>)</b>			
<b>MMW</b>	<b>Illmitz</b>	<b>Sonnblick</b>	<b>Vorhegg</b>
Jänner	0,49	0,16	0,22
Februar	0,47	0,16	0,26
März	0,22	0,16	0,19
April	0,19	0,17	
Mai	0,16	0,15	
Juni	0,14	0,13	
Juli	0,13	0,12	
August	0,15	0,13	
September	0,17	0,15	
Oktober	0,19	0,12	
November	0,25	0,14	
Dezember	0,26	0,15	
<b>JMW</b>	<b>0,23</b>	<b>0,14</b>	
<b>max. MW8</b>	<b>1,12</b>	<b>0,23</b>	<b>0,58</b>

*Tabelle 12:  
Monats- und  
Jahresmittelwerte der  
CO-Konzentration  
sowie maximale  
Achtstundenmittelwerte  
(MW8) im Jahr 2017  
(Quelle:  
Umweltbundesamt)<sup>17</sup>.*

### 3.9.2 Trend der CO-Belastung

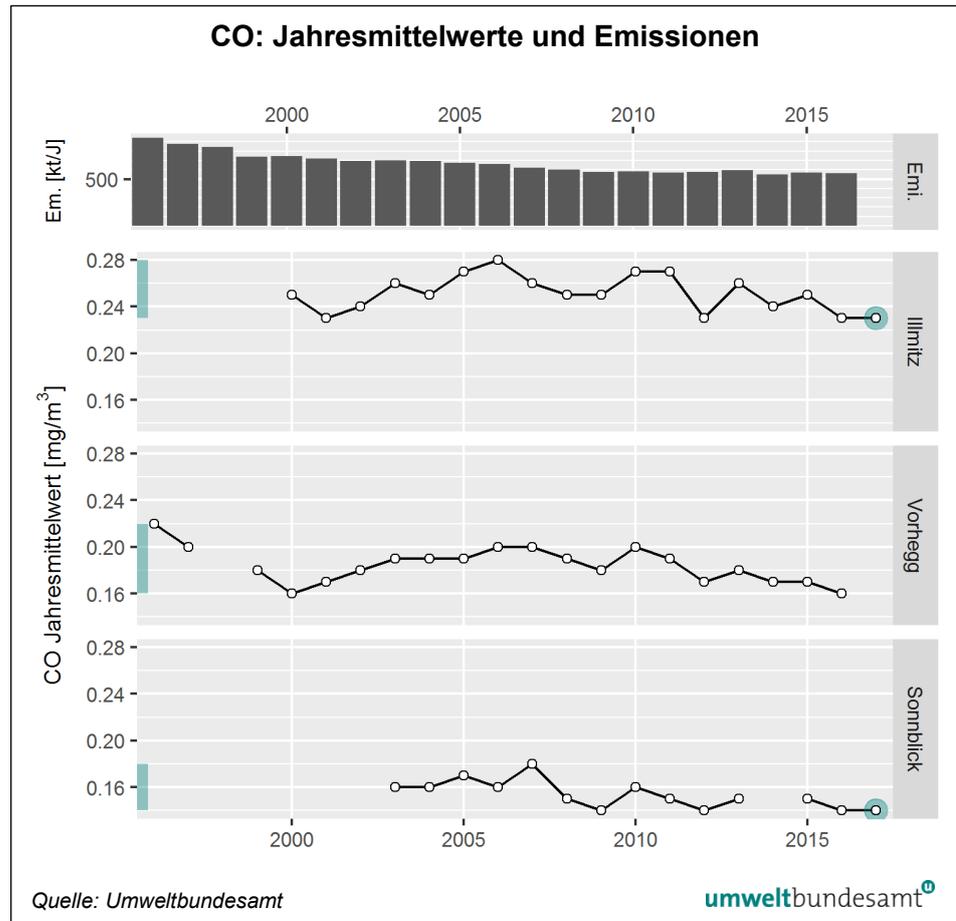
Die CO-Hintergrundkonzentration nahm von 1996 bis 2000 ab, stieg danach bis 2006/2007 an und nimmt seitdem ab, wobei dem langfristigen Verlauf Variationen von Jahr zu Jahr überlagert sind (siehe Abbildung 16 und Anhang 9). Diese gehen z. T. auf die meteorologischen Ausbreitungsbedingungen zurück.

Für die langfristigen Veränderungen ist – in Hinblick auf die hohe atmosphärische Lebensdauer von CO von mehreren Monaten – nicht nur die Entwicklung der österreichischen CO-Emissionen, sondern auch der Emissionen auf globaler Skala relevant. Die (bis 2008) vorliegenden globalen Emissionsdaten<sup>18</sup> zeigen hohe Emissionen 1997 und 1998 sowie einen Anstieg zwischen 2000 und 2007, die auf globale Entwicklungen, v. a. Waldbrände in Russland, im tropischen Afrika und in Indonesien, zurückzuführen sind. Dies könnte eine Ursache des Anstiegs der gemessenen CO-Hintergrundbelastung in diesem Zeitraum sein. In den letzten Jahren nimmt die gemessene Hintergrundbelastung etwa parallel zu den österreichischen bzw. europäischen CO-Emissionen ab.

Die Variationen von Jahr zu Jahr gehen u. a. auf meteorologische Einflussfaktoren zurück; Jahre mit ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen, wie 2005, 2006, 2010 und 2011, waren von höheren CO-Belastungen gekennzeichnet.

<sup>18</sup> siehe <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/>, Daten allerdings nur bis 2008 verfügbar.

Abbildung 16:  
Jahresmittelwerte der  
CO-Konzentration  
1996–2017 sowie CO-  
Emissionen Österreichs  
1996–2016.



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

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

#### 3.10.1 Konzentration der PAK im Jahr 2017

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. Der Jahresmittelwert von B(a)P betrug im Jahr 2017 in Illmitz 0,22 ng/m<sup>3</sup>. Dieser Wert liegt zwar unter dem Grenzwert von 1 ng/m<sup>3</sup>, aber dennoch über dem von dem WHO-Referenzwert<sup>19</sup> von 0,12 ng/m<sup>3</sup>.

<sup>19</sup> Von Seiten der WHO liegen noch keine (offiziellen) Richtwerte für B(a)P vor. Die WHO gibt ein „unit risk“ der Erkrankung durch Krebs von 1/100.000 für eine lebenslange Exposition von 1,2 ng/m<sup>3</sup> an, 1/10.000 für eine Exposition von 0,12 ng/m<sup>3</sup> (WHO 2005).

Die Konzentrationen aller Spezies lagen im Sommer während drei bis sechs Monaten unter der Nachweisgrenze.

Die anhand der der Toxizitätsäquivalentfaktoren (TEF; EUROPEAN COMMISSION 2001, LARSEN & LARSEN 1998) gewichteten B(a)P-Äquivalente betragen in Summe 0,40 ng/m<sup>3</sup>.

Davon entfallen 57 % auf Benzo(a)pyren, je 17% auf Indeno(1,2,3-c,d)pyren und Dibenzo(a,h)anthracen und 9 % auf Benzo(b)fluoranthen.

Tabelle 13: PAK – Monatsmittelwerte, Jahresmittelwerte sowie TEF-gewichtete Jahresmittelwerte in Illmitz im Jahr 2017 (Quelle: Umweltbundesamt).

PAK-Konzentration in Illmitz 2017 (in ng/m <sup>3</sup> )							
MMW	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
Jänner	9,8	9,0	13,6	6,6	13,6	2,0	23,9
Februar	7,5	6,5	9,9	4,4	9,2	1,7	13,6
März	1,6	1,8	3,4	1,4	3,1	0,3	4,1
April	0,7	0,8	1,3	0,6	1,4	0,1	1,7
Mai	0,3	0,3	0,7	0,3	0,7	0,1	0,8
Juni	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Juli	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
August	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
September	0,3	0,6	0,8	0,3	0,8	0,1	1,3
Oktober	0,8	1,4	1,6	0,8	1,8	0,1	2,5
November	2,0	3,0	4,0	2,0	4,4	0,3	7,0
Dezember	3,8	5,0	7,0	3,4	7,4	0,8	10,2
<b>JMW</b>	<b>0,22</b>	<b>0,24</b>	<b>0,35</b>	<b>0,17</b>	<b>0,35</b>	<b>0,05</b>	<b>0,54</b>
TEF	1	0,005	0,1	0,05	0,05	1,1	0,1
<b>JMW TEF-gewichtet</b>	<b>0,22</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>

Der Anteil von B(a)P am PM<sub>10</sub> lag im Sommer bei 0,0001 %; die höchsten Anteile traten im Winter auf (0,0031 % im Dezember, 0,0026 % im Februar, 0,0022 % im Jänner).

### 3.10.2 Trend der PAK-Belastung

Die B(a)P-Konzentration variierte seit 2007 in Illmitz zwischen 0,22 ng/m<sup>3</sup> (2017) und 0,64 ng/m<sup>3</sup> (2009).

Die TEF-gewichtete Summe der analysierten PAK-Species war 2009 mit 1,01 ng/m<sup>3</sup> am höchsten, 2017 mit 0,40 ng/m<sup>3</sup> am niedrigsten.

Die B(a)P-Konzentration variiert von Jahr zu Jahr wesentlich stärker als die PM<sub>10</sub>-Belastung (0,0013 % 2017; 0,0029 % 2009); der jährlich gemittelte Anteil von B(a)P am PM<sub>10</sub> weist einen ähnlichen Verlauf wie die B(a)P-Konzentration selbst auf.

Die im langjährigen Vergleich niedrige B(a)P- bzw. PAK-Konzentration sowie der sehr niedrige B(a)P-Anteil am PM<sub>10</sub> im Jahr 2017 stehen mit sehr niedrigen PAK-Konzentrationen in den Monaten Oktober bis Dezember sowie mit der in Relation zu PM<sub>10</sub> nur mäßig hohen PAK-Konzentration im Jänner in Zusammenhang.

Der Anteil von B(a)P an der TEF-gewichteten PAK-Summe variiert in Illmitz zwischen 57 % (2017) und 68 % (2013, 2015, 2016). Auch die relativen Anteile der anderen PAK an der TEF-gewichteten Summe blieben relativ stabil.

### 3.11 Deposition von PAK

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

Bei Dibenzo(a,h)anthracen lag die Depositionsmenge in allen 13 Probenahmeperioden unter der Nachweisgrenze, bei Indeno(1,2,3-c,d)Pyren und Benzo(j)-fluoranthen in zwölf, bei Benzo(a)anthracen in acht, bei Benzo(k)fluoranthen in sechs, bei Benzo(a)pyren in vier, bei Benzo(b)fluoranthen in einer Periode.

Die Depositionswerte der PAK weisen – anders als in früheren Jahren – einen klaren Jahrgang mit erhöhten Depositionen im Winter auf. 2017 wurden die höchsten Depositionsmengen bei allen PAK im Jänner gemessen.

Tabelle 14: Deposition von PAK in Illmitz, 2007–2017 (Unterbrechung der Messung 2010)  
(Quelle: Umweltbundesamt).

PAK-Deposition in Illmitz (in ng/(m <sup>2</sup> -Tag))							
	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	6,0	3,0	14,1	6,5	8,8	2,4	7,6
2008	4,0	1,8	5,1	1,8	3,4	2,3	2,2
2009	11,2	7,0	22,3	8,7	9,1	6,7	17,0
2010							
2011	4,5	5,8	10,2	5,8	5,9	4,3	8,0
2012	4,7	3,9	12,0	8,6	3,8	4,6	10,2
2013	6,9	8,2	16,0	10,9	3,8	1,4	8,5
2014	4,8	9,3	11,6	6,8	2,3	1,4	5,1
2015	7,6	17,3	16,8	7,2	5,7	1,4	11,0
2016	6,2	4,3	15,1	6,3	6,4	1,6	10,3
2017	2,8	2,7	8,3	3,3	3,9	1,4	2,7

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

Bei allen Spezies außer Dibenzo(a,h)anthracen (dessen Konzentration in den letzten Jahren praktisch durchgehend unter der Nachweisgrenze lag) lag die Depositionsmenge 2017 deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt. Die Deposition von B(a)P weist einen ähnlichen Verlauf auf wie die Konzentration von B(a)P im PM<sub>10</sub>.

In den meisten Jahren wurden bei Benzo(b)fluoranthen die höchsten Depositionsmengen gefunden. Das zeitliche Verhalten weist zwischen den einzelnen PAK-Species teilweise deutliche Unterschiede auf.

### 3.12 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, Peroxyacetylnitrat und Aldehyden sowie die Bildung von sekundären organischen Aerosolen.

In Wien wird bei der Messstelle Allgemeines Krankenhaus (AKH) 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 Probenahme erfolgt jeden sechsten Tag über jeweils einen Tag; die Proben werden anschließend mittels Gaschromatographie analysiert. Die Verfügbarkeit der Einzelwerte betrug 2017 100 %.

VOC-Species Wien AKH	JMW 2017 (in µg/m³)
iso-Pentan	0,85
1-Penten	0,03
n-Pentan	0,63
2-Penten	0,07
iso-Hexan	0,25
n-Hexan	0,18
Benzol	0,67
iso-Oktan	0,08
n-Heptan	0,17
Toluol	0,75
n-Oktan	0,08
Ethylbenzol	0,23
m-, p-Xylol	0,60
o-Xylol	0,22
1,3,5-Trimethylbenzol	0,10
1,2,4-Trimethylbenzol	0,27
1,2,3-Trimethylbenzol	0,11

*Tabelle 15:  
Jahresmittelwerte  
der gemessenen  
VOC-Spezies in Wien  
AKH im Jahr 2017  
(Quelle:  
Umweltbundesamt).*

Die Konzentration der meisten analysierten VOC-Spezies zeigt einen unregelmäßigen abnehmenden Verlauf. Bei den meisten VOC-Spezies wurde 2017 die bislang niedrigste Konzentration gemessen.

### 3.13 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 Cadmium- und die Arsen-Konzentrationen lagen in sechs bzw. sieben Monaten unter der Bestimmungsgrenze, die Nickel-Konzentration lag in allen Monaten unter der Nachweisgrenze von 0,87 ng/m<sup>3</sup>.

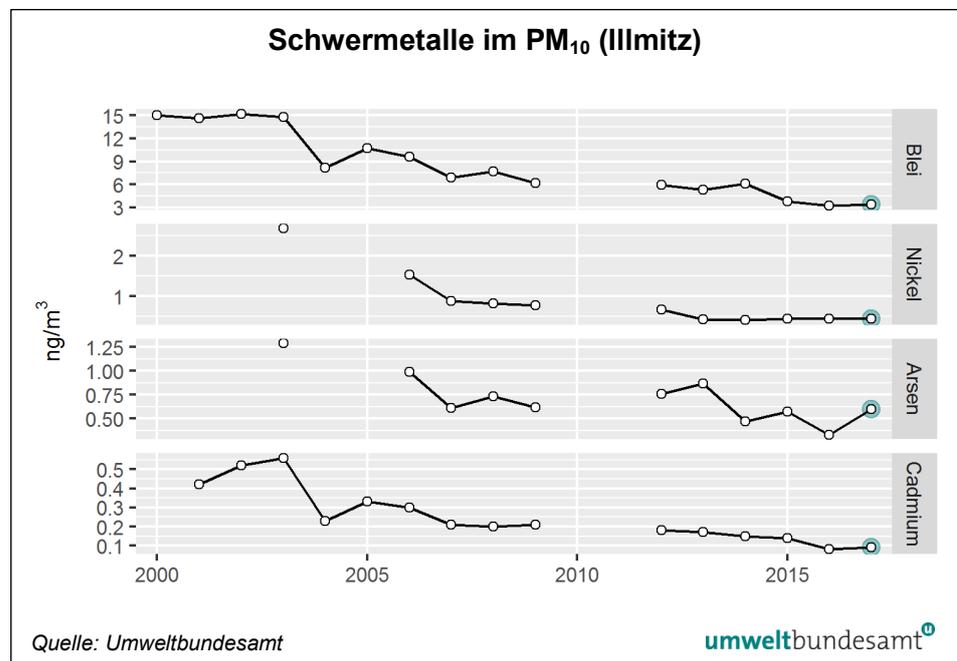
Die Konzentrationen lagen deutlich unter den Grenzwerten des IG-L (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Jahresmittelwerte der Konzentration von Blei, Cadmium, Arsen und Nickel im PM<sub>10</sub> in Illmitz im Jahr 2017 (Quelle: Umweltbundesamt).

Schwermetallkonzentration im PM <sub>10</sub> 2017 (in ng/m <sup>3</sup> )				
	Blei	Cadmium	Arsen	Nickel
<b>JMW</b>	3,4	0,09	0,60	n.n.

Die Konzentrationen aller Schwermetalle zeigen einen langfristigen Rückgang, am stärksten bei Blei. In den letzten Jahren liegen die Konzentrationen von Nickel und Cadmium zumeist unter der Nachweisgrenze. (Abbildung 17).

Abbildung 17:  
Trend der Konzentration von Arsen, Cadmium, Nickel und Blei im PM<sub>10</sub> in Illmitz, 2000–2017.



### 3.14 Deposition von Schwermetallen

In Illmitz wird 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 erfolgt mittels Bergerhoff-Bechern über vierwöchige Expositionsperioden.

Die Ergebnisse lagen für Nickel in neun, für Cadmium in zwei, für Arsen und Blei in je einem Monat unter der Nachweisgrenze.

Quecksilber war in neun Monaten mangels Probenmenge nicht analysierbar.

Die Depositionswerte von Blei und Cadmium lagen in Illmitz weit unter den Grenzwerten des IG-L (Blei 100 µg/(m<sup>2</sup>·Tag), Cadmium 2 µg/(m<sup>2</sup>·Tag)) (siehe Tabelle 17).

Die Depositionswerte zeigen keinen systematischen Jahresgang.

Schwermetalldeposition 2017 in Illmitz				
Arsen µg/(m <sup>2</sup> ·Tag)	Blei µg/(m <sup>2</sup> ·Tag)	Cadmium µg/(m <sup>2</sup> ·Tag)	Nickel µg/(m <sup>2</sup> ·Tag)	Quecksilber ng/(m <sup>2</sup> ·Tag)
0,22	0,04	0,53	0,78	<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> kein gültiger Jahresmittelwert; Verfügbarkeit der Einzelwerte 50 %

Tabelle 17:  
Deposition von Arsen,  
Blei, Cadmium, Nickel  
und Quecksilber in  
Illmitz im Jahr 2017  
(Quelle:  
Umweltbundesamt).

Die Deposition von Blei und Nickel zeigt über die letzten Jahre einen langfristig abnehmenden Verlauf; bei Arsen und Cadmium ist über den Messzeitraum keine klare Veränderung festzustellen.

### 3.15 Gasförmiges Quecksilber

Im September 2016 wurde in Illmitz mit der Messung der Konzentration des elementaren gasförmigen Quecksilbers begonnen.

Für das Jahr 2017 beträgt der Jahresmittelwert 1,51 ng/m<sup>3</sup>.

Die Verfügbarkeit der Halbstundenmittelwerte lag bei 89 %.

Die Quecksilberkonzentration zeigt keinen klaren Jahresgang. Die Monatsmittelwerte variieren zwischen 1,17 ng/m<sup>3</sup> (September) und 1,76 ng/m<sup>3</sup> (Mai).

### 3.16 Treibhausgase

Die Konzentration des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) wird seit 2000 auf dem Sonnblick im Rahmen des Global Atmosphere Watch-(GAW)-Programmes der WMO (World Meteorological Organization) gemessen, seit 2012 auch Methan (CH<sub>4</sub>).

Kohlenstoffdioxid stellt das wichtigste Treibhausgas dar, dessen Konzentration infolge anthropogener Emissionen (Verbrennung fossiler Energieträger) in den letzten zwei Jahrhunderten deutlich zugenommen hat.

Im Jahr 2017 wurde mit 406,7 ppm der bislang höchste CO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert gemessen. Mit 1,920 ppm wurde 2017 der höchste CH<sub>4</sub>-Jahresmittelwert der 2013 begonnenen Messreihe registriert (Tabelle 19). Die CO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte zeigen einen (hoch signifikanten) linearen Trend bei einer jährlichen Zunahme um 2,2 ppm.

**Tabelle 18:**  
Monatsmittelwerte der Konzentration von CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> am Sonnblick im Jahr 2017 (Quelle: Umweltbundesamt).

<b>CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Konzentration 2017 am Sonnblick (in ppm)</b>		
<b>MMW</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CH<sub>4</sub></b>
Jänner	409,8	1,927
Februar	410,4	1,920
März	410,4	1,923
April	410,8	1,932
Mai	408,7	1,926
Juni	405,2	1,906
Juli	400,9	1,908
August	399,3	1,902
September	400,3	1,927
Oktober	404,2	1,912
November	408,2	1,923
Dezember	410,6	1,930

**Tabelle 19:**  
Jahresmittelwerte der CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Konzentration am Sonnblick, 2002–2017 (aufgrund mehrerer Unterbrechungen können für einige Jahre keine JMW angegeben werden) (Quelle: Umweltbundesamt).

<b>Kohlenstoffdioxid- und Methan-Konzentration am Sonnblick (in ppm)</b>		
<b>JMW</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CH<sub>4</sub></b>
2002	372,7	
2003	376,5	
2004	377,6	
2005	380,7	
2006	*	
2007	384,3	
2008	386,2	
2009	387,9	
2010	**	
2011	**	
2012	**	
2013	397,3	1,892
2014	***	***
2015	400,4	1,905
2016	404,1	1,917
2017	406,7	1,920

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

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

\*\*\* Ausfall der Stromversorgung der gesamten Messstelle vom 15.04. bis 05.07.2014.

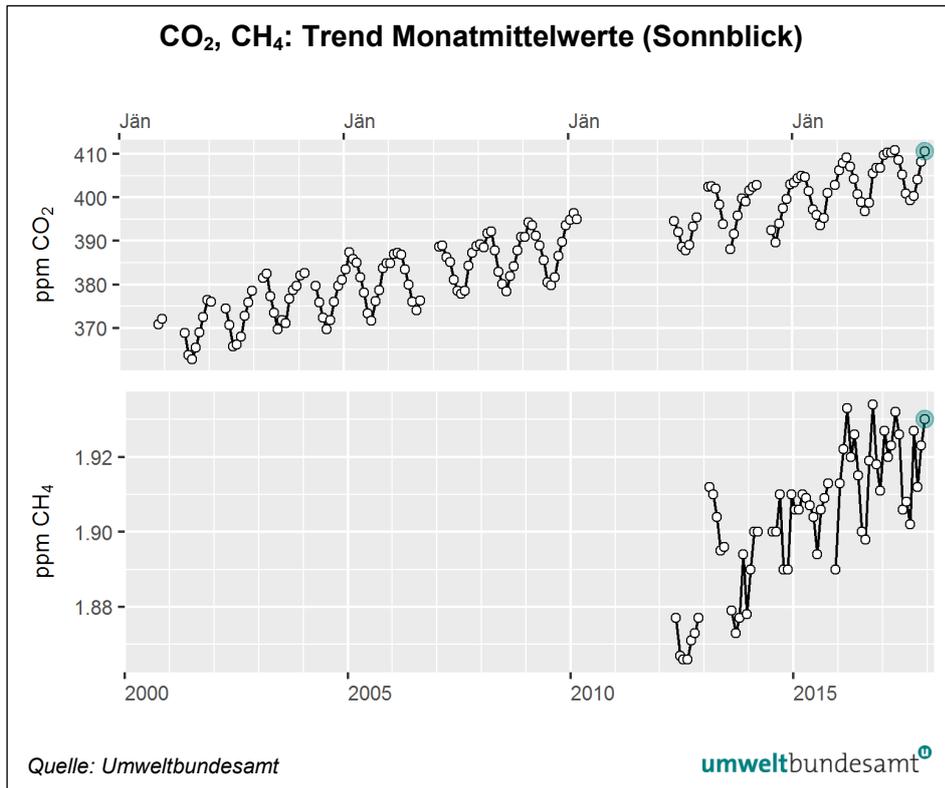


Abbildung 18:  
Monatsmittelwerte der  
CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-  
Konzentration am  
Sonnblick, 2000–2017.

Die CO<sub>2</sub>-Daten spiegeln in den letzten Jahren den global beobachteten Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration im Jahresmittel wider. Erhöhte Emissionen (z. B. aus Raumheizungen) und geringere Aufnahme von CO<sub>2</sub> durch Pflanzen im Winter führen zu einem Jahresgang mit erhöhten CO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Winter. Der Jahresgang von CH<sub>4</sub> lässt sich v. a. mit dem stärkeren Abbau von CH<sub>4</sub> durch OH-Radikale im Sommer erklären (siehe Tabelle 18 und Abbildung 18).

## 4 METEOROLOGISCHE MESSUNGEN

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

### 4.1 Meteorologische Einflussgrößen auf die Schadstoffbelastung

Die meteorologischen Verhältnisse beeinflussen – zusammen mit den Emissionen von Luftschadstoffen – entscheidend die Immissionskonzentration, deren Tages- und Jahresgang sowie die Variation von Jahr zu Jahr. Die Verdünnung und der Transport von Schadstoffen, aber auch 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 Jahresgang und deren Variation von Jahr zu Jahr, ist die Häufigkeit winterlicher Hochdruckwetterlagen bzw. von Westwetterlagen. Hochdruckwetterlagen sind im Winter mit besonders ungünstigen Ausbreitungsbedingungen verbunden, vor allem dann, wenn sie mit Antransport kontinentaler Kaltluft zusammentreffen; zudem überstreichen derartige kontinentale Luftmassen häufig Gebiete mit hohen Emissionen in Ostmittel- und Osteuropa, die zum Ferntransport beitragen. Demgegenüber sind ozeanische Luftmassen mit günstigen Ausbreitungsbedingungen verbunden und nehmen daher, auch wenn sie Regionen mit hohen Emissionen in West- und Mitteleuropa überqueren, vergleichsweise wenig Schadstoffe auf, weshalb Westwetterlagen auch mit deutlich geringeren Beiträgen von Ferntransport verbunden sind.

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

Die Abhängigkeit der Umwandlung (Oxidation) von NO in 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 2017 und deren Einfluss auf die Immissionssituation in Österreich

Das Jahr 2017 war das neuntwärmste Jahr seit Beginn von Temperaturmessungen in Österreich 1768. Die Temperatur lag um 0,9 °C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010. Am relativ wärmsten war es im Nordosten Österreichs (Abweichungen vom Klimamittel 1,0 °C bis 1,3 °C), etwas kühler in den Alpen (Abweichungen 0,6 °C bis 0,9 °C).

Im Jahresverlauf waren Jänner und September sehr kalt, eine markante Kälteperiode wurde auch in der zweiten Aprilhälfte beobachtet. Alle anderen Monate wiesen überdurchschnittliche Temperatur auf, der März 2017 war der wärmste, der Juni der zweitwärmste Monat seit Beginn der Temperaturmessung 1768.

Die Jahresniederschlagssumme lag in den außeralpinen Regionen Niederösterreichs, des Burgenlandes und der Steiermark um bis zu 30 % unter dem langjährigen Mittelwert, in den Alpen bis 30 % darüber.

Besonders trocken waren österreichweit die Sommermonate, stark überdurchschnittliche Regenmengen brachte der September.

Der Hochsommer war zwar überdurchschnittlich warm, allerdings traten keine länger anhaltenden Hochdruckwetterlagen auf. Die warmen Perioden dauerten kaum länger als eine Woche und wurden von Kaltlufteinbrüchen unterbrochen. Dadurch kam es nicht zum Aufbau hoher Ozonkonzentrationen.

Der v. a. in den Niederungen sehr kalte und von Inversionswetterlagen gekennzeichnete Jänner 2017 wies eine sehr hohe PM<sub>10</sub>-Belastung auf. Das warme, windige Wetter ab der zweiten Februarwoche sowie zu Jahresende trug dazu bei, dass die Monate März bis Dezember eine deutlich unterdurchschnittliche PM<sub>10</sub>-Belastung aufwiesen.

Abbildung 19:  
Abweichung der  
Jahresmitteltemperatur  
2017 vom Mittelwert  
der Klimaperiode  
1981–2010 (in °C).

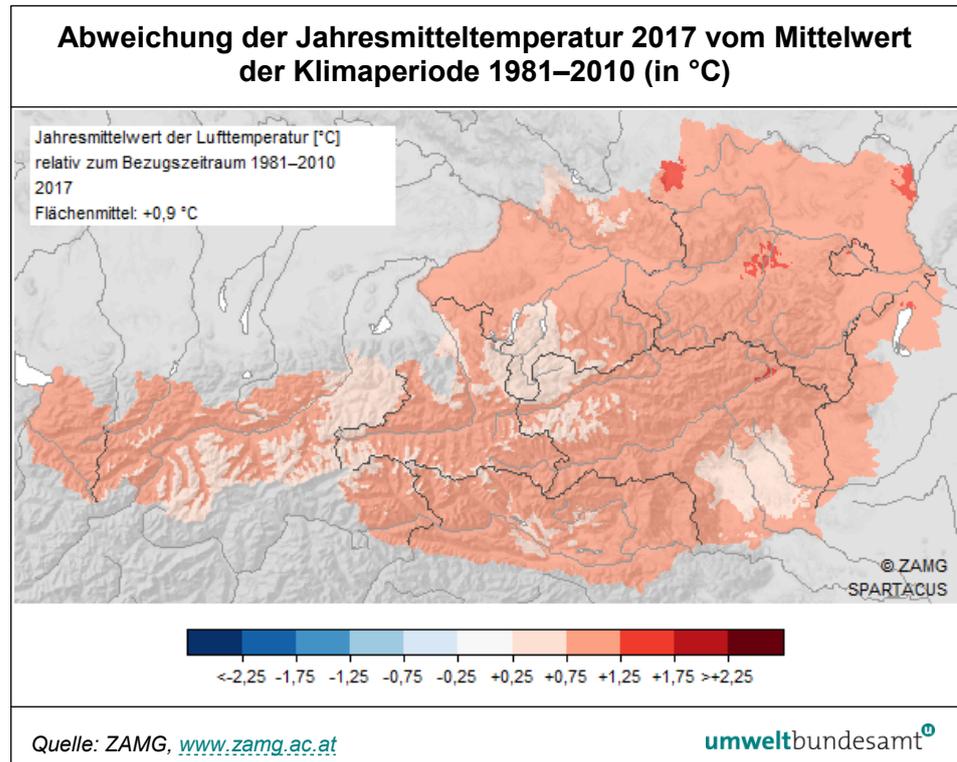
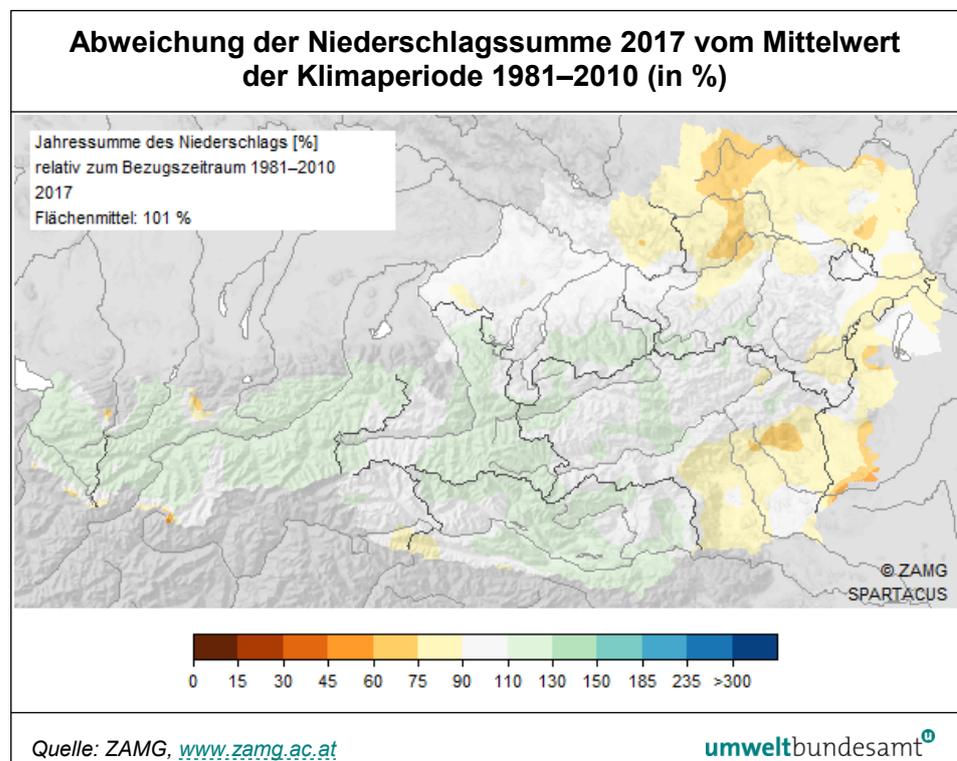


Abbildung 20:  
Abweichung der  
Niederschlagssumme  
2017 vom Mittelwert  
der Klimaperiode  
1981–2010 (in %).



Der **Jänner 2017** war in ganz Österreich ungewöhnlich kalt; die Monatsmitteltemperatur lag in den Niederungen um 3 °C bis 4 °C unter dem langjährigen Mittel (Klimaperiode 1981–2010), am relativ kältesten war Salzburg (Abweichung – 4,9 °C). Im Hoch- und Mittelgebirge lag die Monatsmitteltemperatur nur 2 °C

bis 3 °C unter dem klimatischen Mittel. In den alpinen Tälern und Becken handelte es sich um den kältesten Jänner seit 1987, im außeralpinen Flach- und Hügelland um den kältesten Jänner seit 2006. Bemerkenswert sind die Minimumtemperaturen, die in inneralpinen Tälern bis unter –25 °C, im außeralpinen Bereich bis –18 °C sanken.

Die Niederschlagsmengen lagen im Großteil Österreichs deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt. In Teilen Kärntens und Osttirols fiel fast kein Schnee, im gesamten Süden und Osten Österreichs, aber auch in weiten Teilen Oberösterreichs fiel weniger als die Hälfte des Durchschnitts. Lediglich die Nordalpen zwischen Vorarlberg und dem Salzkammergut erhielten Schneemengen nahe dem Mittelwert.

Der Witterungsverlauf war von zwei Kälteperioden zwischen 06.01 und 12.01. sowie ab 17.01. gekennzeichnet. Auf das Einfließen sehr kalter Luftmassen direkt von Norden folgte ab dem 17.01. eine Hochdruckwetterlage mit geringer Luftbewegung, sodass die kalte Luft lange über Mitteleuropa verlief.

Der **Februar 2017** war von sehr unterschiedlichem Wetter gekennzeichnet. Die erste Hälfte des Monats war im Flach- und Hügelland Ostösterreichs relativ kühl, gegen Ende des Monats war das Wetter hingegen sehr warm. Im Gebirge und im Westen betrug die Abweichung vom Klimawert um +4 °C, im Osten Österreichs nur ca. +1 °C; dies spiegelt die Wetterlagen in der ersten Monatshälfte wider, die mit kontinentaler Kaltluft in Bodennähe und einer Inversion darüber verbunden waren.

Die Niederschläge waren sehr ungleich verteilt. In Kärnten und Teilen der südlichen Steiermark fielen deutlich überdurchschnittliche Niederschlagsmengen. Demgegenüber blieben die Niederschlagsmengen am und nördlich des Alpenhauptkamms unter dem langjährigen Durchschnitt.

Der **März 2017** war der wärmste März seit Beginn der Temperaturmessungen in Österreich. Die Monatsmitteltemperatur lag um 3,5 °C über dem Mittelwert der Periode 1981–2010. Der Witterungsverlauf wurde von West- und Nordwestwetterlagen mit Luftmassen ozeanischen Ursprungs dominiert.

Die Gebiete am Alpenhauptkamm und an der Alpennordseite erhielten durchschnittliche Niederschlagsmengen. Dagegen wurde im Süden Österreichs weniger als die Hälfte der durchschnittlichen Niederschlagsmenge registriert; auch in weiten Teilen Niederösterreichs lagen die Niederschlagsmengen weit unter dem langjährigen Durchschnitt.

Der **April 2017** zeichnete sich durch überdurchschnittlich hohe Temperaturen in der ersten und durch sehr kaltes Wetter (mit Minima bis –5 °C) in der zweiten Monatshälfte aus. Die Monatsmitteltemperatur wich nur wenig vom langjährigen Mittel ab. Insgesamt war das Wetter sehr wechselhaft und von mehreren Kaltlufteinbrüchen gekennzeichnet.

Die Niederschlagsmengen lagen im Großteil Österreichs über dem langjährigen Durchschnitt, v. a. in Kärnten, Salzburg, der Steiermark, Oberösterreich und Wien. Bemerkenswert war der Wintereinbruch am 20.04., der im Nordosten Österreichs hohe Neuschneemengen brachte.

Der **Mai 2017** war von sehr wechselhaftem Wetter gekennzeichnet. Die erste Monatshälfte war zu kühl. Deutlich überdurchschnittlich war die Temperatur in der zweiten Monatshälfte, mit Temperaturmaxima über 30 °C wurden vielerorts neue Temperaturrekorde für Mai registriert. Im Monatsmittel lag die Temperatur im Mai 2017 österreichweit um ca. 1 °C über dem langjährigen Mittelwert.

Die Niederschlagsmengen blieben in fast ganz Österreich unter dem langjährigen Durchschnitt. Sehr trocken war es v. a. im Nordosten und im Süden Österreichs.

Der **Juni 2017** war der zweitwärmste – nach 2003 – seit dem Beginn von Temperaturmessungen in Österreich 1768, wobei die Temperaturabweichung im nördlichen Alpenvorland am größten war. In der zweiten Junihälfte wurden verbreitet Tageshöchsttemperaturen über 30 °C erreicht.

Zwischen dem Innviertel und dem Nordburgenland war der Juni 2017 extrem trocken. Nur in Teilen Kärntens und der Obersteiermark wurden Regenmengen deutlich über dem Klimawert registriert. Im Mittel über Österreich war der Juni 2017 der trockenste seit 1950. Der Witterungsverlauf war eher wechselhaft.

Der **Juli 2017** war von sehr wechselhaftem Wetter gekennzeichnet; längere sehr warme Phasen wurden von Kaltlufteinbrüchen unterbrochen. Der Westen Österreichs wies eine annähernd durchschnittliche Monatsmitteltemperatur auf, im Osten lag diese um 1 °C bis 2 °C über dem langjährigen Mittel.

Die Regenmengen lagen im Großteil Österreichs über dem langjährigen Mittel. Lediglich im äußersten Süden lagen die Regenmengen stark unter dem Durchschnitt.

Der **August 2017** war der fünftwärmste seit Beginn der Temperaturmessungen in Österreich. Das Wetter war im August sehr wechselhaft. Besonders hohe Temperaturen mit Maxima über 38 °C traten zu Monatsbeginn auf, gefolgt von einem Kaltlufteinbruch. Weitere Einbrüche ozeanischer Luftmassen erreichten Österreich vom 11.08. bis 12.08. sowie vom 20.08. bis 23.08.

Der Norden Niederösterreichs, das Nordburgenland und die Südsteiermark waren sehr trocken. Demgegenüber war der Alpenbereich zwischen Nordtirol und der Obersteiermark sehr regenreich.

Der **September 2017** war ungewöhnlich kühl und im Großteil Österreichs regenreich. Die Monatsmitteltemperatur lag um 1,5 °C unter dem langjährigen Mittel.

Die Niederschlagsmengen lagen in fast ganz Österreich über dem langjährigen Mittel. Zu trocken war es lediglich im Mühl- und Waldviertel. Demgegenüber wurde in Nordtirol sowie im Südosten mehr als das Eineinhalbfache, in Teilen Kärntens das Doppelte der durchschnittlichen Niederschläge erreicht.

Der **Oktober 2017** war außergewöhnlich warm. Im Durchschnitt über Österreich lag die Monatsmitteltemperatur um 1,4 °C über dem Klimamittelwert.

Nördlich des Alpenhauptkamms wurden zumeist überdurchschnittliche Regen- oder Schneemengen registriert. Demgegenüber registrierten Osttirol, Kärnten, die südliche Steiermark und das Südburgenland nur etwa die Hälfte der durchschnittlichen Niederschläge.

Der **November 2017** wies österreichweit annähernd durchschnittliche Temperaturverhältnisse auf. Der Witterungsverlauf war von mehrfachen Wechseln kühler und warmer Perioden gekennzeichnet, besonders warm war es zwischen 22.11. und 25.11.

Im Nordosten Österreichs sowie in Westkärnten war der November 2017 deutlich zu trocken, während in der Südsteiermark und in Südostkärnten sowie im Nordalpenbereich überdurchschnittlich viel Niederschlag fiel.

Der **Dezember 2017** war im Norden und Osten Österreichs ungewöhnlich warm, die Monatsmitteltemperatur lag hier um 1 °C bis 2 °C über dem langjährigen Mittel. In den Alpen lag hingegen die Temperatur unter dem Durchschnitt. Im Norden und Osten blieben die Niederschläge zumeist unter dem Klimamittel. In den Alpen lagen die Niederschlags- und v. a. die Schneemengen zumeist über dem Durchschnitt.

### 4.3 Temperatur

Tabelle 20 gibt die Jahresmittelwerte der Temperatur an den Messstellen des Umweltbundesamtes (Sonnblick: ZAMG) in den Jahren 1990–2017 an, Tabelle 21 die Monatsmittelwerte für 2017.

Temperaturverlauf (in °C)						
JMW	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
1990				-4,9		
1991		10,1		-5,5		
1992		11,3		-4,5		
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
2013	8,4	11,4	9,6	-4,6	7,5	6,9
2014	9,7	12,4	11,0	-3,9	8,6	8,5
2015	9,8	12,2	10,8	-3,6	8,6	8,5
2016	9,0	11,8	10,3	-4,1	8,0	v
2017	9,0	11,8	10,5	-4,5	8,0	7,3

Tabelle 20:  
Jahresmittelwerte der  
Temperatur, 1990–2017  
(Quelle:  
Umweltbundesamt).

\* Auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG.

v ... zu geringe Verfügbarkeit

Tabelle 21:  
Monatsmittelwerte der  
Temperatur im Jahr  
2017 (Quelle:  
Umweltbundesamt).

Temperaturverlauf 2017 (in °C)						
MMW	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
Jänner	-6,0	-3,8	-4,8	-13,9	-4,3	-4,2
Februar	1,7	2,8	2,0	-8,9	1,2	2,2
März	6,8	9,8	8,3	-7,3	6,7	5,3
April	7,4	11,1	9,0	-7,3	7,5	5,1
Mai	14,6	17,0	15,7	-2,2	12,6	12,3
Juni	19,2	22,3	21,3	3,3	17,1	16,9
Juli	18,9	22,4	21,1	3,5	17,2	16,6
August	19,2	22,7	21,5	4,8	17,7	16,9
September	12,1	15,4	13,6	-2,3	10,0	10,0
Oktober	10,0	12,2	11,1	-2,6	9,8	9,1
November	3,3	6,1	4,6	-8,4	1,6	2,7
Dezember	-0,1	3,1	1,6	-12,4	-1,0	-0,5

\* Auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG.

#### 4.4 Globalstrahlung

Unter Globalstrahlung wird die gesamte an der Erdoberfläche auf eine horizontale Empfangsfläche auftreffende Solarstrahlung verstanden. Sie setzt sich zusammen aus der auf direktem Weg eintreffenden Solarstrahlung, der Direktstrahlung und der Diffusstrahlung, welche die Erdoberfläche über Streuung an Wolken, Wasser- und Staubteilchen erreicht.

Tabelle 22:  
Monats- und  
Jahressummen der  
Globalstrahlung  
im Jahr 2017 (Quelle:  
Umweltbundesamt).

Globalstrahlung 2017 (in MJ/m <sup>2</sup> )					
Monatssumme	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jänner	127	112	116	203	78
Februar	196	172	184	250	176
März	338	369	350	457	278
April	408	443	437	550	322
Mai	667	645	677	687	544
Juni	744	738	783	675	606
Juli	626	681	674	696	551
August	579	605	605	612	508
September	321	361	326	290	266
Oktober	207	236	235	348	179
November	96	118	108	171	81
Dezember	72	92	99	141	49
<b>Jahressumme</b>	<b>4.307</b>	<b>4.498</b>	<b>4.523</b>	<b>4.982</b>	<b>3.580</b>

Globalstrahlung (in MJ/m <sup>2</sup> )					
Jahressumme	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
2013	3.597	5.013	3.651	4.181	3.332
2014	3.536	4.956	2.924	4.225	3.331
2015	4.183	4.420	4.342	4.730	3.541
2016	4.093	4.503	4.359	4.807	3.442
2017	4.307	4.498	4.523	4.982	3.580

v: zu geringe Verfügbarkeit

Tabelle 23:  
Jahressummen der  
Globalstrahlung,  
1993–2017 (Quelle:  
Umweltbundesamt).

## 4.5 Sonnenscheindauer

Die höchste Sonnenscheindauer im Jahr 2017 wurde in Illmitz und in Vorhegg registriert. Das Jahr 2017 wies in Illmitz die vierthöchste Sonnenscheindauer der Messreihe auf, deutlich über dem Durchschnitt lag diese auch in Enzenkirchen, auf dem Sonnblick und in Vorhegg, etwas darunter in Pillersdorf (siehe Tabelle 24 und Tabelle 25).

An allen Messstellen wurde im Jahr 2003 die höchste Jahressumme der Sonnenscheindauer gemessen, gefolgt von 2011; die Minima verteilen sich auf verschiedene Jahre, wenig Sonnenschein herrschte v. a. 1996, 1999 und 2013/2014.

Anmerkung: Die Zunahme der Sonnenscheindauer am Zöbelboden 2001–2003 ist auf das Zurückschneiden der Bäume rund um die Wildwiese zurückzuführen.

Tabelle 24:  
Monats- und  
Jahressummen der  
Sonnenscheindauer  
im Jahr 2017 (Quelle:  
Umweltbundesamt).

Sonnenscheindauer 2017 (in Stunden)						
Monatssumme	ENK	ILL	PIL	SON*	VOR	ZOE
Jänner	66	97	79	176	154	54
Februar	102	76	77	151	109	85
März	174	187	147	191	222	106
April	142	173	133	153	189	85
Mai	272	272	241	190	227	167
Juni	292	311	286	189	205	183
Juli	242	292	233	159	239	170
August	270	303	244	175	253	187
September	132	157	117	92	86	86
Oktober	104	131	107	195	205	82
November	45	78	55	111	110	35
Dezember	33	79	74	116	114	16
<b>Jahressumme</b>	<b>1.890</b>	<b>2.166</b>	<b>1.799</b>	<b>1.899</b>	<b>2.133</b>	<b>1.263</b>

\* Auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG.

v: zu geringe Verfügbarkeit

Tabelle 25:  
Jahressummen der  
Sonnenscheindauer,  
1992–2017 (Quelle:  
Umweltbundesamt).

Sonnenscheindauer (in Stunden)						
Jahressumme	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
2013	1.684	1.969	1.801	1.705	1.873	1.155
2014	1.753	2.017	1.562	1.442	1.827	1.216
2015	1.984	2.142	1.771	1.978	2.113	1.251
2016	1.830	2.174	1.730	1.676	2.003	1.210
2017	1.890	2.166	1.799	1.899	2.133	1.263

\* Auf dem Sonnblick erfolgen die meteorologischen Messungen durch die ZAMG.

## 4.6 Niederschlag

Im Jahresverlauf 2017 fielen an den außeralpinen Messstellen im Sommer (Juli–September) hohe Regenmengen, während der Winter und der Frühling sehr trocken waren. Auf dem Zöbelboden wurde 2017 die höchste Niederschlagsmenge der Messreihe registriert. In Illmitz und Enzenkirchen lag die Jahressumme deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt (siehe Tabelle 26 und Tabelle 27).

Die niederschlagsreichsten Jahre waren 2002, 2009 und 2010, die trockensten Jahre 2003, 2004 und 2011.

Niederschlag 2017 (in mm)					
Monatssumme	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE
Jänner	18	8	9	4	94
Februar	35	21	16	81	105
März	61	30	20	43	203
April	70	21	41	199	250
Mai	73	15	17	33	183
Juni	37	15	15	64	81
Juli	110	54	59	159	275
August	65	40	55	155	236
September	72	80	72	236	
Oktober	52	30	36	23	274
November	57	40	33	179	170
Dezember	40	35	12	198	192
<b>Jahressumme</b>	<b>690</b>	<b>387</b>	<b>384</b>	<b>1.373</b>	<b>2.065</b>

v: zu geringe Verfügbarkeit

Tabelle 26:  
Monats- und  
Jahressummen des  
Niederschlags im  
Jahr 2017 (Quelle:  
Umweltbundesamt).

*Tabelle 27:  
Jahressummen des  
Niederschlags, 1993–  
2017 (Quelle:  
Umweltbundesamt).*

<b>Jahressumme</b>	<b>Niederschlag (in mm)</b>				
	<b>ENK</b>	<b>ILL</b>	<b>PIL</b>	<b>VOR</b>	<b>ZOE</b>
1993		373	354		
1994		538			
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		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
2013	797	417	377	1.825	1.940
2014	857	644	436	2.227	1.700
2015	650	385	410	1.098	1.234
2016	888	420	566	1.686	1.839
2017	690	387	384	1.373	2.065

## 5 LITERATURVERZEICHNIS

- BAUER, H.; MARR, I.; KASPER-GIEBL, A.; LIMBECK, A.; CASEIRO, A.; HANDLER, M.; JANKOWSKI, N.; KLATZER, B.; KOTIANOVA, P.; POURMESMAEL, 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).
- EUROPEAN COMMISSION – JOINT RESEARCH CENTRE (2017): Lagler, F.; Barbieri, M. & Borowiak, A.: Evaluation of the Laboratory Comparison Exercise for SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, NO and NO<sub>2</sub> 13-16 June 2016, EUR 28610 EN, Luxemburg.  
<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106069/kjna28610en.pdf>
- IIASA – International Institute for Applied Systems Analysis (2014): Amann, M. (Hrg.): A Flexibility Mechanism for Complying with National Emission Ceilings for Air Pollutants. TSAP Report #15 Version 1.0. Laxenburg.
- JANKOWSKI, N.; BAUER, H.; MARR, I.; KASPER-GIEBL, A.; LIMBECK, A.; CASEIRO, A.; HANDLER, M.; KLATZER, B.; KOTIANOVA, P.; POURMESMAEL, 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.
- UMWELTBUNDESAMT (2018): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2017. Reports, Bd. REP-0664. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2018a): Spangl, W.: Luftgütemessstellen in Österreich. Stand Jänner 2018. Reports, Bd. REP-0642. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2018b): Anderl, M.; Haider, S.; Kappel, E.; Lampert, C.; Pinterits, M.; Poupá, S.; Purzner, M.; Schmidt, G.; Stranner, G.; Schodl, B.; Tista, M. & Titz, M.: Austria's Annual Air Emission Inventory 1990–2016. Emissions of SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, NH<sub>3</sub> and PM<sub>2.5</sub>. Reports, Bd. REP-0645. Umweltbundesamt, Wien.
- WHO – World Health Organization (2005): Air quality guidelines global update 2005. WHO Regional Publications EUR/07/5046029. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

### Rechtsnormen und Leitlinien

- Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L; BGBl. I Nr. 34/2003): Bundesgesetz, mit dem ein Bundesgesetz über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe erlassen sowie das Ozongesetz und das Immissionsschutzgesetz-Luft geändert werden.
- 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 12341:2014: Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</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 nichtdispersiver Infrarot-Photometrie. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 14662-2:2005 (Teile 1, 2 und 3): Luftbeschaffenheit – Standardverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen. 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 15549:2008: Luftbeschaffenheit – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Benzo(a)pyren in Luft. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 15853:2010 Außenluftbeschaffenheit – Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung der Quecksilberdeposition. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 16909:2017: Außenluft – Messung von auf Filtern gesammeltem elementarem Kohlenstoff (EC) und organisch gebundenem Kohlenstoff (OC).
- ÖNORM EN 16913:2017: Außenluft – Messverfahren zur Bestimmung NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> in PM<sub>2,5</sub> nach Abscheidung auf Filtern.
- 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  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ , und  $\text{Ba}^{2+}$  mittels Ionenchromatographie – Verfahren für Wasser und Abwasser (ISO 14911:1998) Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM EN ISO 17852:2008: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Quecksilber – Verfahren mittels Atomfluoreszenzspektrometrie. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM EN ISO 17993:2004: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von 15 polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wasser durch HPLC mit Fluoreszenzdetektion nach Flüssig-Flüssig-Extraktion. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM M 5866:2007: Luftreinhalte – 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).

Ozonrichtlinie (RL 2002/3/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2002 über den Ozongehalt der Luft. ABl. Nr. L 67/14.

Richtlinie 14: Österreichweit einheitliche Vorgangsweise zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit der Immissionsmessdaten. Leitfaden zur Immissionsmessung nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft. 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

As	.....	Arsen
B(a)P	.....	Benzo(a)pyren
Cd	.....	Cadmium
CH <sub>4</sub>	.....	Methan
CO	.....	Kohlenstoffmonoxid
CO <sub>2</sub>	.....	Kohlenstoffdioxid
EC	.....	elementarer Kohlenstoff
Hg	.....	Quecksilber
Ni	.....	Nickel
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
NO <sub>z</sub>	.....	Differenz NO <sub>y</sub> –NO <sub>x</sub>
O <sub>3</sub>	.....	Ozon
OC	.....	organischer Kohlenstoff
PAK bzw. PAH	...	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)
Pb	.....	Blei
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
ILL	.....	Illmitz

KLH ..... Klöch  
 PIL ..... Pillersdorf  
 SON ..... Sonnblick  
 VOR ..... Vorhegg  
 ZOE ..... Zöbelboden

### Abkürzungen

AFS ..... Atomfluoreszenzspektroskopie  
 AOT40 ..... Accumulated Exposure over Threshold of 40 ppb, Summe der Differenz zwischen Ozonkonzentrationen über 40 ppb als nicht gleitender Einstundenmittelwert und 40 ppb (sofern die Ozonkonzentration über 40 ppb liegt) über den Zeitraum Mai–Juli unter Verwendung eines täglichen Zeitfensters von 08:00–20:00 Uhr  
 EMEP ..... Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe (<http://www.emep.int/>)  
 GAW ..... Global atmosphere watch  
 GC-MSD ..... Gaschromatographie mit massenselektiver Detektion  
 HMW ..... Halbstundenmittelwert  
 HPLC-FLD ..... Hochdruckflüssigkeitschromatographie mit Fluoreszenzdetektion  
 ICP-MS ..... Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry)  
 IG-L ..... Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I 115/97 i.d.g.F.)  
 JMW ..... Jahresmittelwert  
 MEZ ..... Mitteleuropäische Zeit  
 MMW ..... Monatsmittelwert  
 MW1 ..... Einstundenmittelwert  
 MW8 ..... Achtstundenmittelwert  
 OM ..... organisches Material  
 TEF ..... Toxizitätsäquivalentfaktor (Toxicity Equivalence Factor)  
 TMW ..... Tagesmittelwert  
 UNECE ..... United Nations Economic Commission for Europe ([www.unece.org](http://www.unece.org))  
 WMO ..... World Meteorological Organisation (<http://www.wmo.int>)  
 WMW ..... Wintermittelwert (Oktober bis März)  
 ZAMG ..... Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (<http://www.zamg.ac.at>)

## 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 sind 25 Überschreitungen zulässig
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 2017)	Jahresmittelwert. Dieser Grenzwert ist ab 2012 einzuhalten. Die Toleranzmarge beträgt seit 01.01.2005 5 µg/m <sup>3</sup> .
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

*Grenzwerte für Schwermetalle und PAK im PM<sub>10</sub> gemäß IG-L, Anlage 5b  
(Jahresmittelwerte, Zielwerte bis 2012)*

Schadstoff	Grenzwert
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

## ANHANG 5: MESSSTELLEN, MESSGERÄTE, ANALYSEVERFAHREN

### Eingesetzte Messgerätetypen für die Immissionsmessung

Messstelle, Komponente	Gerätetype
<b>Enzenkirchen</b>	
O <sub>3</sub>	API T400
PM <sub>10</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM <sub>10</sub> kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
PM <sub>2,5</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM <sub>2,5</sub> kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
Partikelanzahl	Grimm EDM 180
SO <sub>2</sub>	TEI 43iTL
NO, NO <sub>2</sub>	TEI 42iTL
<b>Illmitz</b>	
O <sub>3</sub>	API 400E
PM <sub>10</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM <sub>10</sub> kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
PM <sub>2,5</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie
PM <sub>2,5</sub> kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
PM <sub>1</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM <sub>1</sub> kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
SO <sub>2</sub>	TEI 43iTL
NO, NO <sub>2</sub>	Bis 9.3. API 200EU, ab 9.3. API T200U
CO	Horiba APMA-370
Hg	Tekran 2537A
<b>Klöch</b>	
PM <sub>10</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM <sub>10</sub> kontinuierlich	Sharp 5030 (äquivalentes Verfahren)
NO, NO <sub>2</sub>	Bis 23.7. API T200UP, ab 23.7. API 200EU
<b>Pillersdorf</b>	
O <sub>3</sub>	TEI 49i
PM <sub>10</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenahme jeden dritten Tag
PM <sub>10</sub> kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
PM <sub>2,5</sub> kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
PM <sub>1</sub> kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
SO <sub>2</sub>	TEI 43iTL
NO, NO <sub>2</sub>	API 200EU

<b>Messstelle, Komponente</b>	<b>Gerätetype</b>
<b>Sonnblick</b>	
O <sub>3</sub>	TEI 49i
CO	Horiba APMA-360E
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
SO <sub>2</sub>	Bis 21.3. TEI 43CTL, ab 21.3. TEI 43iTL
<b>Vorhegg</b>	
O <sub>3</sub>	API T400
PM <sub>10</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenname jeden dritten Tag
PM <sub>10</sub> kontinuierlich	Sharp 5030 (äquivalentes Verfahren)
SO <sub>2</sub>	TEI 43CTL
NO, NO <sub>2</sub>	TEI 42iTL
CO	Horiba APMA-370
<b>Zöbelboden</b>	
O <sub>3</sub>	API T400
PM <sub>10</sub> gravimetrisch	Digitel DHA80, Gravimetrie, Probenname jeden dritten Tag
PM <sub>10</sub> kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
PM <sub>2,5</sub> kontinuierlich	Grimm EDM 180 (äquivalentes Verfahren)
SO <sub>2</sub>	TEI 43iTL
NO, NO <sub>2</sub>	TEI 42iTL

**Technische Angaben zu den Messgeräten***Immissionsmessgeräte*

	<b>Nachweisgrenze</b>	<b>Messprinzipien</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>		
TEI 43CTL	0,13 µg/m <sup>3</sup> (0,05 ppb)	UV-Fluoreszenz
TEI 43iTL	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></b>		
DHA80, Gravimetrie	1 µg/m <sup>3</sup>	Probenahme mittels Digital 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)
Sharp 5030	1 µg/m <sup>3</sup>	β-Absorption und Nephelometer
<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 mit Molybdänkonverter. 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 mit Molybdänkonverter. NO <sub>2</sub> wird als Differenz von NO <sub>x</sub> und NO bestimmt
API 200UP	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 mit photolytischem Konverter. NO <sub>2</sub> wird als Differenz von NO <sub>x</sub> und NO bestimmt
API T200U	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 mit Molybdänkonverter. NO <sub>2</sub> wird als Differenz von NO <sub>x</sub> und NO bestimmt
TEI 42iTL	NO <sub>x</sub> : 0,1 µg/m <sup>3</sup> (0,05 ppb) NO <sub>x</sub> : 0,2 µg/m <sup>3</sup> (0,1 ppb)	Chemilumineszenz mit Molybdänkonverter. NO <sub>2</sub> wird als Differenz von NO <sub>x</sub> und NO bestimmt
TEI 42i blue light	NO: 0,06 µg/m <sup>3</sup> (0,05 ppb)	Chemilumineszenz mit photolytischem Konverter. NO <sub>2</sub> wird als Differenz von NO <sub>x</sub> und NO bestimmt
<b>CO</b>		
APMA-360E	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>		
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
API T400	0,8 µg/m <sup>3</sup> (0,4 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
<b>Hg</b>		
Tekran 2537A	0,1 ng/m <sup>3</sup>	Kaltdampf-Atomfluoreszenzspektrometrie

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.

**Die Korrekturfunktionen wurden aus den Ergebnissen der orthogonalen Regression abgeleitet:**

**PM<sub>10</sub>**

Sharp

*Klöch*

$$C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,99$$

*Vorhegg*

$$C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,90$$

Grimm EDM180

*Enzenkirchen*

$$C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,73$$

*Illmitz*

$$C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,86$$

*Pillersdorf*

$$C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,86$$

*Zöbelboden*

$$C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,68$$

**PM<sub>2,5</sub>**

Grimm EDM180

*Illmitz, Pillersdorf*

$$C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,77$$

*Enzenkirchen, Zöbelboden*

$$C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,64$$

**PM<sub>1</sub>**

Grimm EDM180

$$C_{\text{Equivalence}} = C_{\text{Kan korr}} = C_{\text{Kan}} * 0,55$$

**Probenahme- und Analysemethoden**

<b>Komponente</b>	<b>Probenahme</b>	<b>Analyse</b>	<b>Bestimmungsgrenze</b>
PAK-Konzentration im PM <sub>10</sub>	Filter für gravimetrische PM <sub>10</sub> -Messung. Monatsmischprobe aus Proben von jedem 3. Tag	Prüfverfahren nach ÖNORM EN 15549 Ultraschall-Extraktion mit n-Hexan/Aceton nach Dotation mit deuterierten Surrogate Standards Einengen und Abblasen mit Stickstoff (Turbovap) Lösungsmittelwechsel auf Acetonitril Analyse mittels HPLC-FLD	Benz(a)pyren: 5,0 ng/Filter Benz(a)anthracen: 5,0 ng/Filter Benzo(b)fluoranthren: 5,0 ng/Filter Benzo(k)fluoranthren: 5,0 ng/Filter Benzo(j)fluoranthren: 5,0 ng/Filter Dibenzo(a,h)anthracen: 5,0 ng/Filter Indeno(1,2,3)pyren: 5,0 ng/Filter
PAK-Deposition	VDI 2267 Blatt 15: Probenahme mit Bergerhoff-Bechern	Prüfverfahren nach ÖNORM EN ISO 17993 Zugabe von deuterierten Surrogate Standards Flüssig-Flüssig-Extraktion mit n-Hexan Einengen und Abblasen mit Stickstoff (Turbovap) Lösungsmittelwechsel auf Acetonitril Analyse mittels HPLC-FLD	Benz(a)pyren: 1,0 ng/Probe Benz(a)anthracen: 1,0 ng/Probe Benzo(b)fluoranthren: 1,0 ng/Probe Benzo(k)fluoranthren: 1,0 ng/Probe Benzo(j)fluoranthren: 1,0 ng/Probe Dibenzo(a,h)anthracen: 1,0 ng/Probe Indeno(1,2,3)pyren: 1,0 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> ) 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> ) gemäß ÖNORM EN 14902. Analyse mit ICP-MS in Anlehnung an ÖNORM EN 14902.	As: 0,27 µg/(m <sup>2</sup> .d) Cd: 0,049 µg/(m <sup>2</sup> .d) Ni: 1,2 µg/(m <sup>2</sup> .d) Pb: 0,49 µg/(m <sup>2</sup> .d)
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 (100 µg/l) je 10 ml Probenlösung unmittelbar vor der Messung. Hg wurde mit AFS M-8000 analysiert (Atomfluoreszenzspektrometrie). Prüfverfahren gemäß ÖNORM EN 15853 und ÖNORM EN ISO 17852	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 ÖNORM EN 16913:2017). Analyse mittels Ionenchromatographie (gemäß ÖNORM EN ISO 10304-1)	Nitrat-N: 0,020 µg/Nm <sup>3</sup> Sulfat: 0,0069 µg/Nm <sup>3</sup> Cl: 0,013 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 ÖNORM EN 16913:2017). Analyse mittels Ionenchromatographie (gemäß ÖNORM EN ISO 14911)	Na: 0,32 µg/Nm <sup>3</sup> K: 0,021 µg/Nm <sup>3</sup> Mg: 0,0068 µg/Nm <sup>3</sup> Ca: 0,058 µg/Nm <sup>3</sup> Ammonium: 0,035 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 EUSAAR) mit optischer Korrektur (Transmission) gemäß ÖNORM EN 16909:2017	0,05 µg/Nm <sup>3</sup>
VOC	Aktive Probenahme auf Aktivkohleröhrchen mit Digital Low Volume Sampler mit 16-Ventil-Umschalteneinheit	Lösemitteldesorption und 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: 0,094 µg/Nm <sup>3</sup> iso-Oktan: 0,074 µg/Nm <sup>3</sup> n-Heptan: 0,073 µg/Nm <sup>3</sup> Toluol: 0,092 µg/Nm <sup>3</sup> n-Oktan: 0,075 µg/Nm <sup>3</sup> Ethylbenzol: 0,093 µg/Nm <sup>3</sup> m-, p-Xylol: 0,092 µg/Nm <sup>3</sup> o-Xylol: 0,094 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>

### 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	E+E Elektronik EE08 Feuchtesensor	kapazitiver Feuchtesensor
Globalstrahlung	Schenk Sternpyranometer 8101	differenzielle Erwärmung schwarzer und weißer Flächen
Strahlungsbilanz	Kipp & Zonen Strahlungsbilanzsensor NR Lite 2	differenzielle Erwärmung schwarzer und weißer Flächen, Differenz oben–unten
Sonnenscheindauer	HAENNI Solar 111	Strahlungsdifferenz zwischen Himmels- und Direktstrahlung
Luftdruck	Kroneis Barogebber 317S/315K	Vakuumpdruckdose
Niederschlag	Paar AP23 Meteo Servis MR 3H	beheizter Trichter (500 cm <sup>2</sup> Durchmesser), Registrierung mittels Wippe (1 Wippenimpuls = 0,1 mm Niederschlag)



Abbildung 21:  
Messstelle  
Enzenkirchen  
von Norden.  
(© Umweltbundesamt/  
Zimmerl)

*Abbildung 22:  
Messstelle Illmitz  
von Südosten.  
(© Umweltbundesamt/  
Reisenhofer)*



*Abbildung 23:  
Messstelle Klösch  
von Südwesten.  
(© Umweltbundesamt/  
Sarny)*





*Abbildung 24:  
Messstelle Pillersdorf  
von Süden.  
(© Umweltbundesamt/  
Eckl)*



*Abbildung 25:  
Messstelle Sonnblick  
von Süden.  
(© Staudinger/ZAMG)*

*Abbildung 26:  
Messstelle Vorhegg von  
Nordosten.  
(© Umweltbundesamt/  
Singer)*



*Abbildung 27:  
Messstelle Zöbelboden  
(Wildwiese) von Osten.  
(© Umweltbundesamt/  
Rokop)*



## 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 (NO, NO<sub>x</sub>), ÖNORM EN 14212:2005 (SO<sub>2</sub>), ÖNORM EN 14625:2005 (O<sub>3</sub>), ÖNORM EN 14626:2005 (CO) 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 Schwebstaubmessgeräte 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 12341:2014. Die Konditionierung und Wägung der Filter für die PM<sub>1</sub>-Messung erfolgt analog.

#### *Rückführbarkeiten*

Für die Komponenten O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO und CO ist die Kalibrierstelle des Umweltbundesamtes designiertes Institut des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (BEV) und betreut die nationalen Normale dieser Komponenten. Für Ozon ist das nationale Normal das NIST-Standard-Referenzphotometer (NIST SRP #26), für NO, CO und SO<sub>2</sub> werden die nationalen Normale am Umweltbundesamt durch dynamische Verdünnung von primären Referenzmaterialien realisiert. Die internationale Vergleichbarkeit wird durch internationale Vergleichsmessungen auf meteorologischer Ebene, bilaterale Vergleichsmessungen mit anderen Referenzlaboratorien und die Teilnahme an den Ringversuchen für nationale Luftgüte-Referenzlaboratorien der EU sichergestellt (EUROPEAN COMMISSION – JRC 2017).

Basis des QM-Systems des Kalibrierlabors der Abteilung Luftreinhaltung, Gebäude und Anlagenregister ist die ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025:2007. Das Kalibrierlabor ist akkreditierte Kalibrierstelle für Ozon, SO<sub>2</sub>, NO, CO und Volumenstrom (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 28 angeführten Werte. Die maximal zulässige erweiterte Messunsicherheit wurde an allen Stationen für alle Komponenten eingehalten.

Tabelle 28:  
Erweiterte kombinierte  
Messunsicherheit 2017  
(Quelle:  
Umweltbundesamt).

Komponente	erweiterte kombinierte Messunsicherheit (in %)	Zahl der Stationen
O <sub>3</sub>	7,5	6
NO*	7,3	6
SO <sub>2</sub>	13,9	5
CO	12,3	3

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

### Qualitätssichernde Maßnahmen im Bereich der Laboranalysen

Basis des QS-Systems ist die ÖVE/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 Regenanalytik erfolgt die Kontrolle über die Berechnung von Ionenbilanzen.

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

### Meteorologische Messgeräte

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

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

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

## ANHANG 7: VERFÜGBARKEIT DER MESSDATEN

Tabelle 29 gibt den Prozentanteil der gültigen Halbstundenmittelwerte an der Gesamtzahl der HMW des Jahres 2017 (d. h. 17.520) an, bei PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>1</sub> den Anteil der gültigen TMW.

Verfügbarkeiten gültiger HMW (PM: TMW) 2017 (in %)							
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	97	94		94	96	96	
Illmitz	97	88	97	95	98	93	96 <sup>1)</sup>
Klöch		89			97		
Pillersdorf	97	97		93	100	100	100
Sonnblick		94	96	96			
Vorhegg	97	96	25	92	92		
Zöbelboden	94	97		95	96	96	

Tabelle 29:  
Verfügbarkeiten gültiger  
Halbstundenmittelwerte  
(für PM: Tages-  
mittelwerte) im  
Jahr 2017 (Quelle:  
Umweltbundesamt).

*Grau unterlegt: Gravimetrische Messung (Verfügbarkeit aus TMW berechnet)*

<sup>1)</sup> bezogen auf das Probenahmeschema mit einer Tagesprobe jeden dritten Tag

## 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 28:  
PM<sub>10</sub>, kontinuierliche  
Messung,  
Schadstoffwindrosen für  
Enzenkirchen (links)  
und Illmitz (rechts)  
im Jahr 2017.

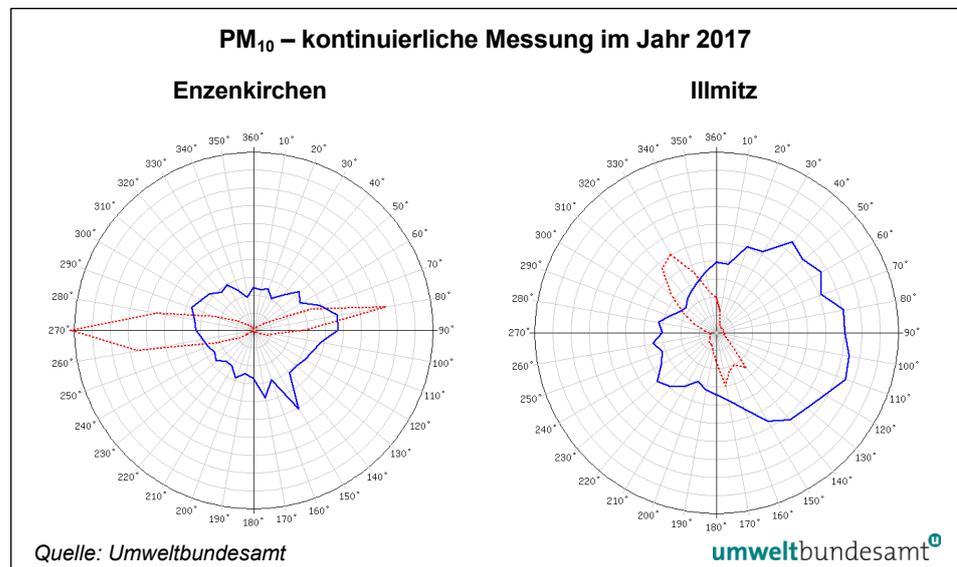
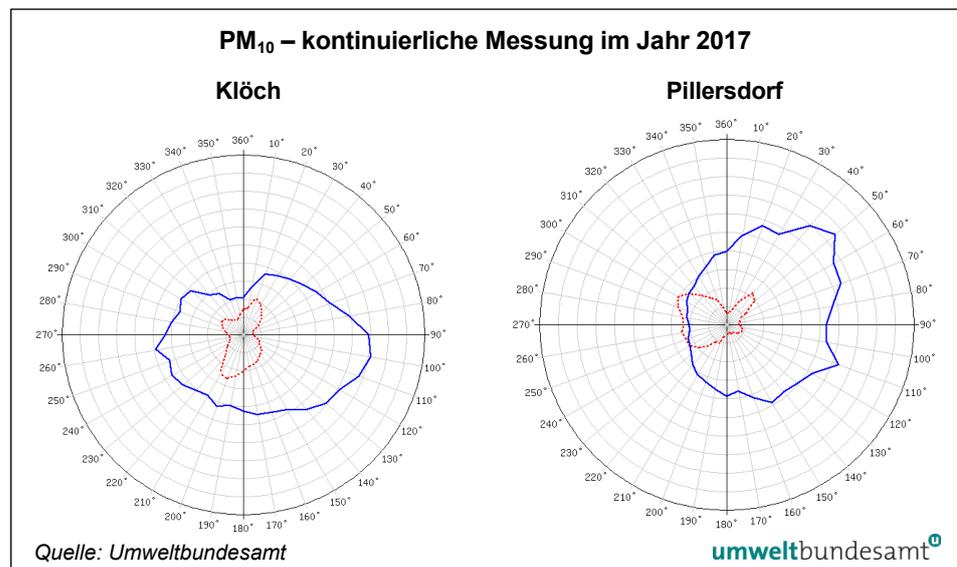


Abbildung 29:  
PM<sub>10</sub>, kontinuierliche  
Messung,  
Schadstoffwindrosen für  
Klöch (links) und  
Pillersdorf (rechts) im  
Jahr 2017.



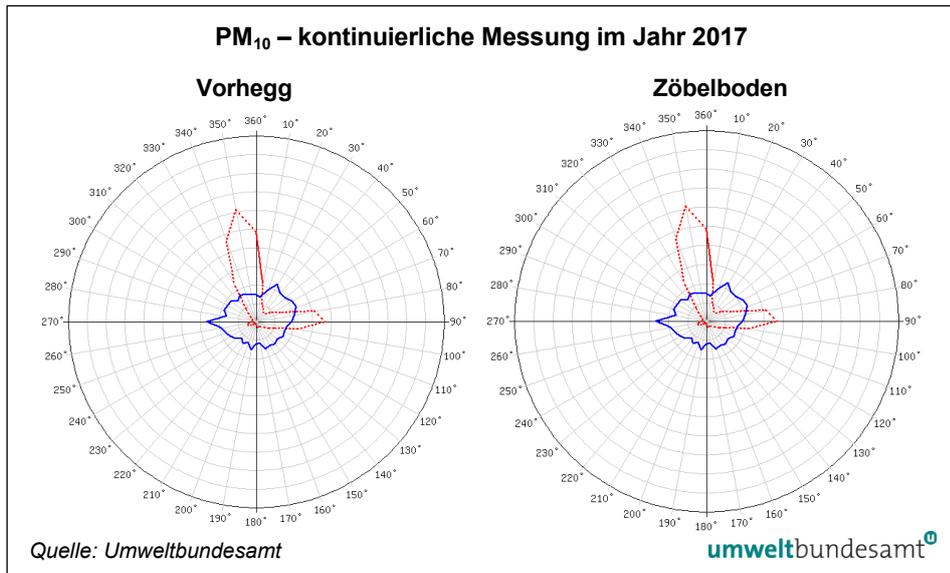


Abbildung 30:  
PM<sub>10</sub>, kontinuierliche  
Messung,  
Schadstoffwindrosen  
für Vorhegg (links) und  
Zöbelboden (rechts)  
im Jahr 2017.

### Stickstoffdioxid

Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % (.....) bzw. einem HMW von 20 µg/m<sup>3</sup> (——) (für Sonnblick 4 µg/m<sup>3</sup>).

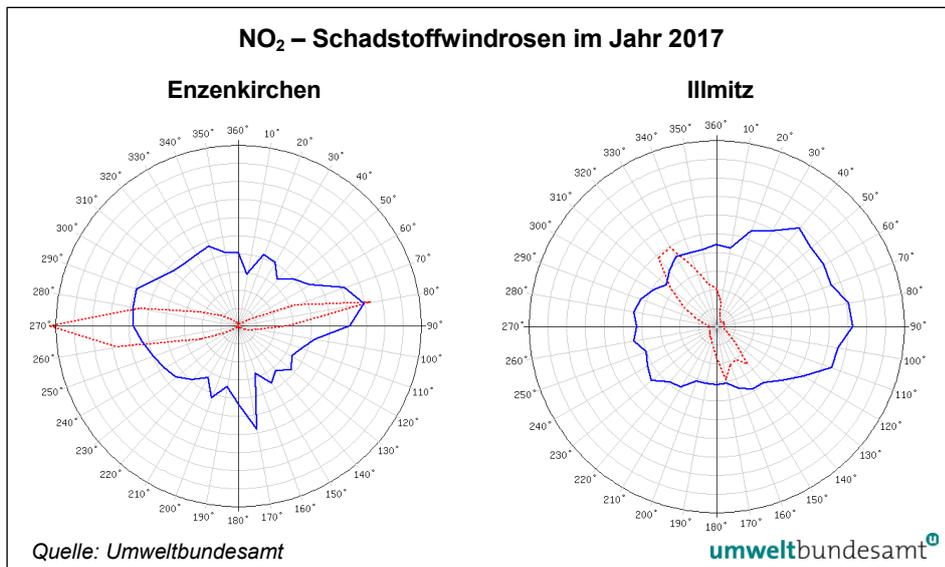


Abbildung 31:  
NO<sub>2</sub>,  
Schadstoffwindrosen  
für Enzenkirchen (links)  
und Illmitz (rechts)  
im Jahr 2017.

Abbildung 32:  
NO<sub>2</sub>,  
Schadstoffwindrosen  
für Klösch (links) und  
Pillersdorf (rechts) im  
Jahr 2017.

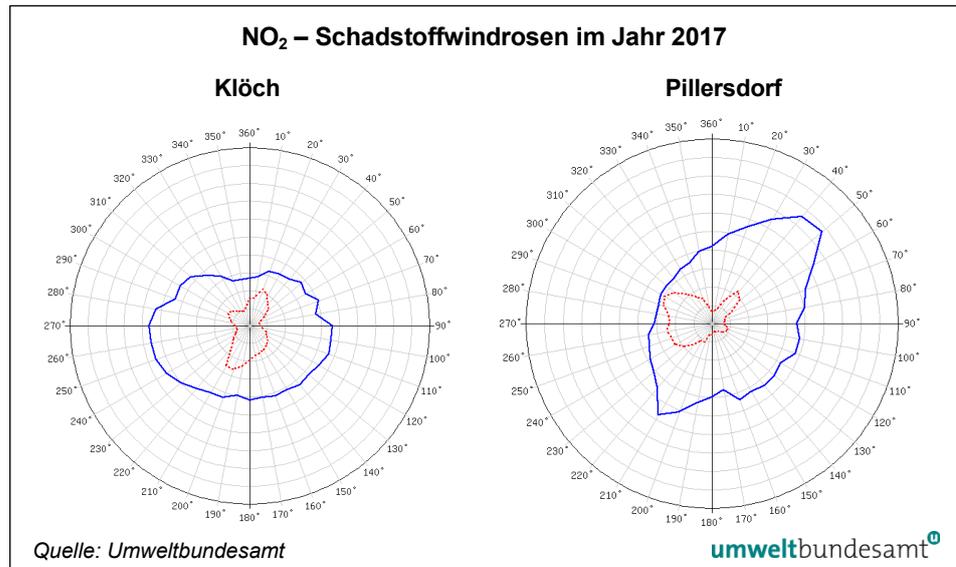


Abbildung 33:  
NO<sub>2</sub>,  
Schadstoffwindrosen  
für Vorhegg (links) und  
Zöbelboden  
(Wind Messturm, rechts)  
im Jahr 2017.

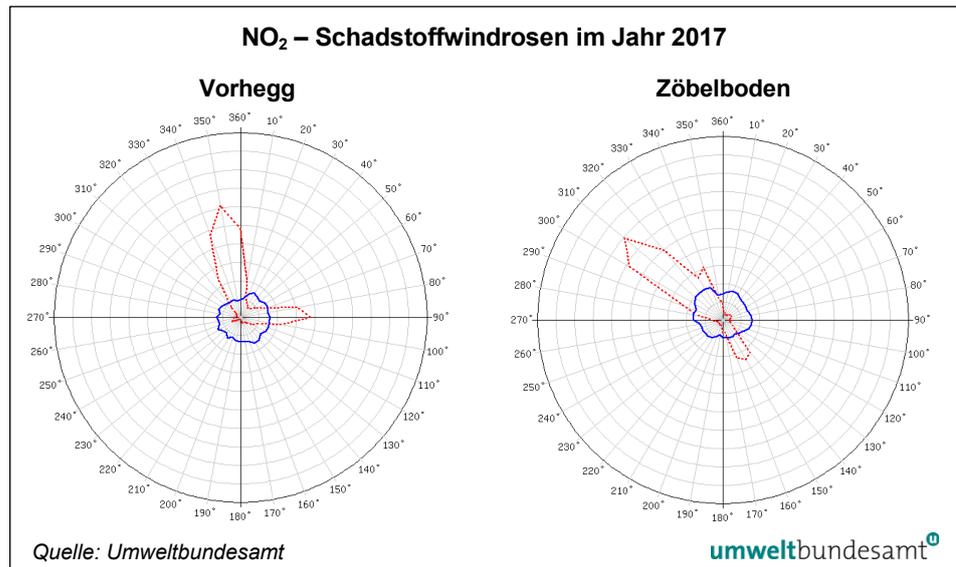
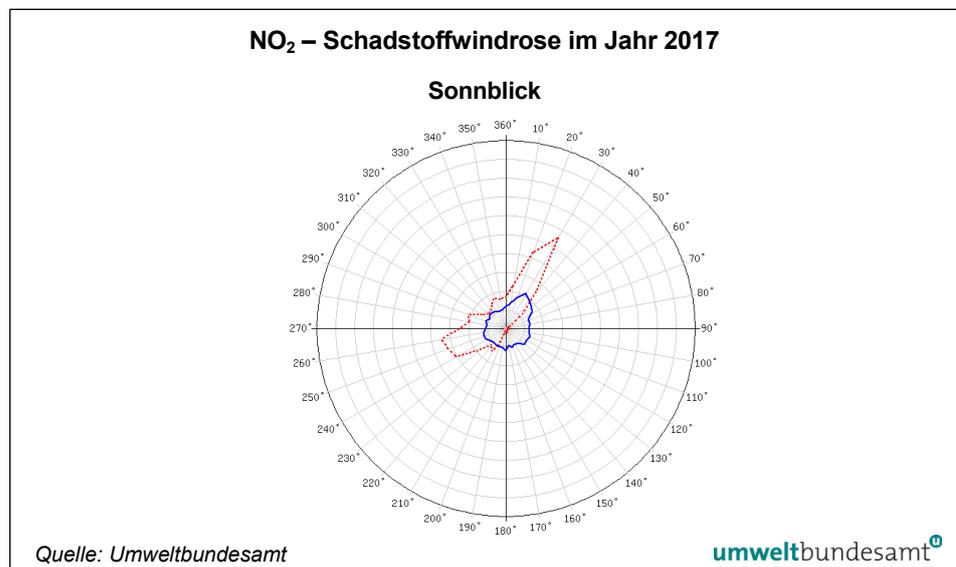


Abbildung 34:  
NO<sub>2</sub>,  
Schadstoffwindrose  
für den Sonnblick im  
Jahr 2017 (Radius  
entspricht 5 µg/m<sup>3</sup>).



**Schwefeldioxid**

Der Radius der Windrosen entspricht einer Windrichtungshäufigkeit von 20 % (.....) bzw. einem HMW von 4 µg/m<sup>3</sup> (—).

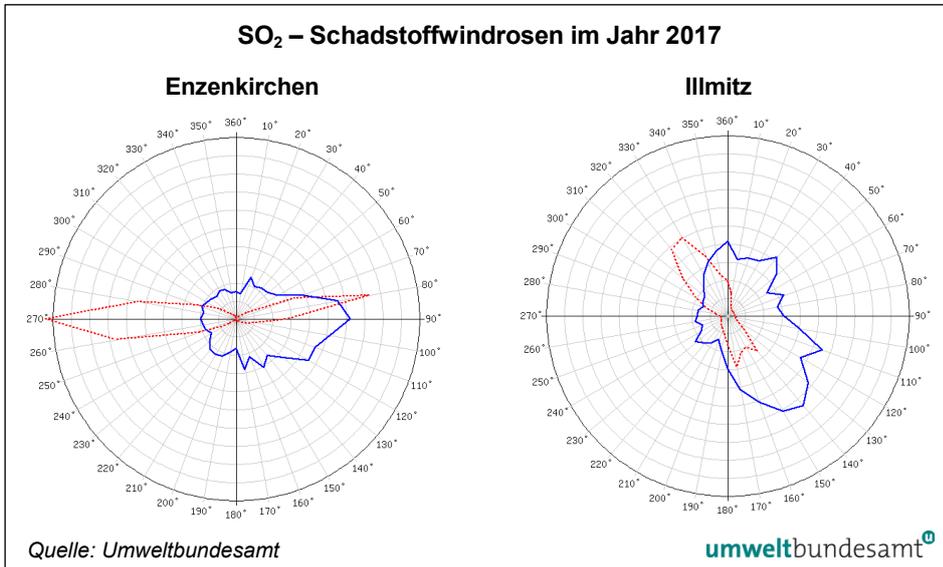


Abbildung 35:  
SO<sub>2</sub>,  
Schadstoffwindrosen  
für Enzenkirchen (links)  
und Illmitz (rechts)  
im Jahr 2017.

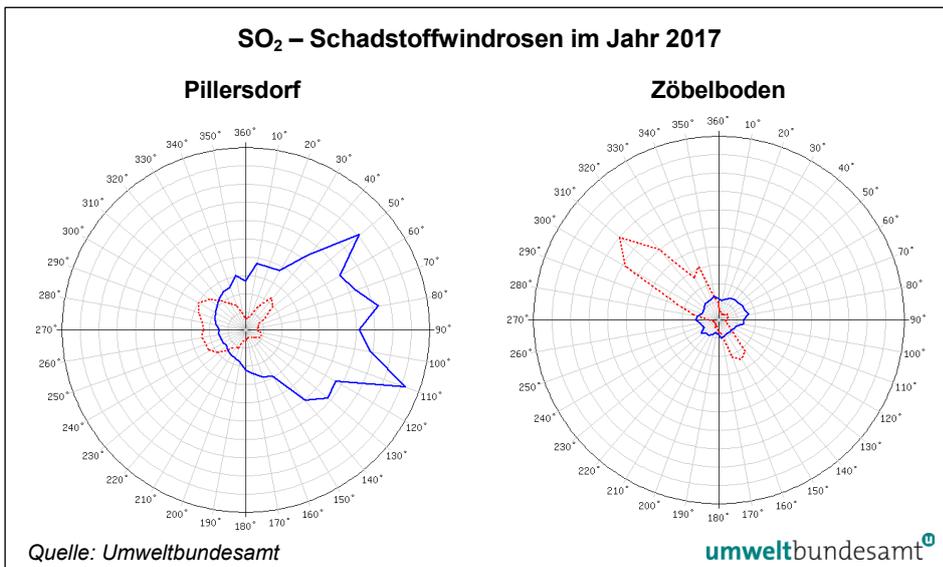
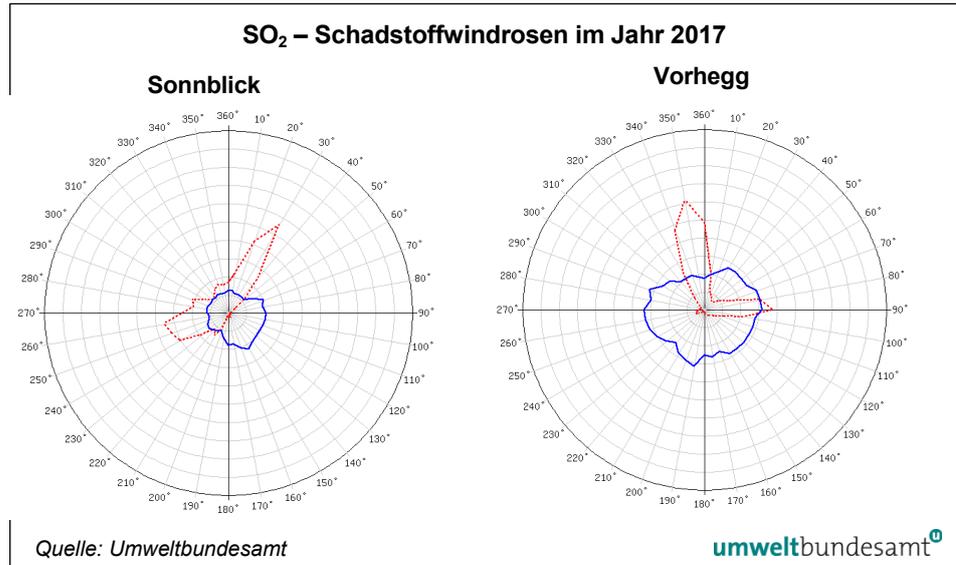


Abbildung 36:  
SO<sub>2</sub>,  
Schadstoffwindrosen  
für Pillersdorf (links)  
und Zöbelboden  
(Wind Messturm, rechts)  
im Jahr 2017.

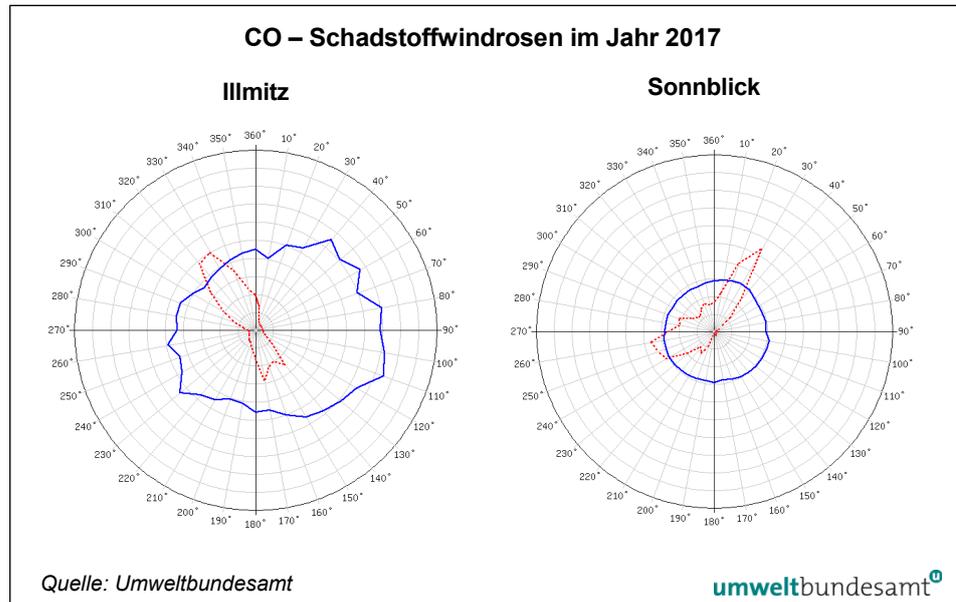
Abbildung 37:  
SO<sub>2</sub>,  
Schadstoffwindrosen  
für den Sonnblick (links)  
und Vorhegg (rechts) im  
Jahr 2017 (Radius  
entspricht 1 µg/m<sup>3</sup>).



**Kohlenstoffmonoxid**

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

Abbildung 38:  
CO,  
Schadstoffwindrosen für  
Illmitz (links) und  
Sonnblick (rechts) im  
Jahr 2017.



## ANHANG 9: TRENDS

Tabelle 30: Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration an den Hintergrundmessstellen, 1994–2017 und NO<sub>x</sub>-Emissionen Österreichs (AT), 1994–2016 (Quelle: Umweltbundesamt).

NO <sub>2</sub> -Konzentration (in µg/m <sup>3</sup> ) und NO <sub>x</sub> -Emission (in kt/a)							
NO <sub>2</sub> JMW	ENK	ILL	KLH	PIL	VOR	ZOE	NO <sub>x</sub> -Emission AT
1994				10,3			181
1995				9,4			180
1996				11,5			179
1997				9,9			181
1998				8,4			179
1999	9,7	7,6		8,5	2,9		179
2000	10,9	8,6		8,3	2,9	3,7	177
2001	11,7	8,6		8,4	3,3	3,4	179
2002	11,4	8,5		9,5	3,2	4,0	177
2003	13,0	9,4		9,9	4,2	4,7	179
2004	12,1	8,5		8,5	4,0	4,5	178
2005	11,7	8,9		9,3	4,2	5,7	180
2006	13,3	9,9		10,0	4,3	5,6	179
2007	11,8	9,6	7,6	9,6	3,6	5,7	173
2008	11,5	8,2	7,1	9,4	3,4	5,4	168
2009	13,0	9,1	9,1	9,6	3,7	5,3	154
2010	13,3	10,8	11,3	10,2	4,4	6,0	154
2011	12,6	10,2	10,4	9,2	3,3	4,6	153
2012	11,3	8,8	8,4	8,8	3,2	4,5	149
2013	10,9	9,2	6,8	9,4	3,0	5,3	148
2014	11,1	8,0	7,1	8,8	3,2	4,5	143
2015	11,0	9,1	8,9	9,3	2,7	4,3	143
2016	10,2	8,1	8,2	9,1	2,5	3,5	140
2017	11,3	8,4	8,3	8,6	2,5	3,2	

Tabelle 31: Jahresmittelwerte der SO<sub>2</sub>-Konzentration 1986–2017 sowie SO<sub>2</sub>-Emissionen Österreichs, Tschechiens und der Slowakei<sup>16</sup>, 1986 bzw. 1990 bis 2016. Kursiv: Tagesproben in Illmitz (Quelle: Umweltbundesamt).

SO <sub>2</sub> JMW	SO <sub>2</sub> -Konzentration (in µg/m <sup>3</sup> )					SO <sub>2</sub> -Emission (in kt/a)		
	ENK	ILL	PIL	VOR	ZOE	Österreich	Tschechien	Slowakei
1986		19,2				160		
1987		16,3				138		
1988		18,0				103		
1989		17,2				92		
1990		21,4				74	1.876	542
1991		24,8				70	1.775	445
1992		8,4		5,2		54	1.537	380
1993		10,3	18,6	3,8		52	1.418	325
1994		7,5	12,0	3,3		47	1.269	238
1995			9,3	2,9		46	1.090	239
1996			16,2			44	946	227
1997		8,8	10,4			40	700	202
1998		5,6	5,3			35	443	179
1999	1,8	3,2	4,3			33	269	171
2000	1,6	3,0	3,4	0,7	0,7	31	264	131
2001	1,9	3,1	3,0	0,6	0,6	32	251	135
2002	1,9	2,9	3,3	0,6	0,5	31	237	107
2003	2,3	3,3	3,5	0,8	1,1	31	232	109
2004	1,4	2,1	2,4	0,6	0,6	27	227	100
2005	1,7	2,3	3,0	0,6	0,9	26	219	92
2006	2,1	2,7	3,5	0,6	0,9	27	211	91
2007	1,2	1,8	2,1	0,4	0,7	23	216	74
2008	1,1	1,3	1,8	0,3	0,5	21	174	73
2009	1,1	1,6	2,1	0,4	0,5	15	173	68
2010	1,7	2,0	2,6	0,5	0,7	17	170	73
2011	1,4	1,6	2,3	0,3	v	16	164	72
2012	1,4	1,8	2,1	0,4	0,6	15	158	62
2013	1,0	1,9	2,2	0,3	0,5	15	138	57
2014	1,0	1,7	1,8	0,3	0,3	15	127	49
2015	0,9	1,3	1,3	0,3	0,4	15	123	71
2016	0,8	0,9	0,9	0,2	v	14	115	27
2017	1,2	1,3	1,2	0,3	0,4			

v ... zu geringe Verfügbarkeit

<b>Kohlenstoffmonoxid-Konzentration (in mg/m<sup>3</sup>)</b>			
<b>CO JMW</b>	<b>Illmitz</b>	<b>Sonnblick</b>	<b>Vorhegg</b>
1996			0,22
1997			0,20
1998			v
1999			0,18
2000	0,25		0,16
2001	0,23		0,17
2002	0,24	v	0,18
2003	0,26	0,16	0,19
2004	0,25	0,16	0,19
2005	0,27	0,17	0,19
2006	0,28	0,16	0,20
2007	0,26	0,18	0,20
2008	0,25	0,15	0,19
2009	0,25	0,14	0,18
2010	0,27	0,16	0,20
2011	0,27	0,15	0,19
2012	0,23	0,14	0,17
2013	0,26	0,15	0,18
2014	0,24	v	0,17
2015	0,25	0,15	0,17
2016	0,23	0,15	0,16
2017	0,23	0,14	

*Tabelle 32:  
Jahresmittelwerte  
der CO-Konzentration,  
1996–2017 (Quelle:  
Umweltbundesamt).*

*v ... zu geringe Verfügbarkeit*



**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 2017 und die Entwicklung der letzten 25 Jahre.

Die Grenzwerte für Feinstaub, Stickstoffdioxid, Stickstoffoxide, Schwefeldioxid und Kohlenstoffmonoxid sowie für Schwermetalle und Benzo(a)pyren wurden an allen Messstellen eingehalten.

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

Die Belastung bei Feinstaub, Schwefeldioxid und Kohlenstoffmonoxid lag 2017 unter dem langjährigen Durchschnitt.