

ZUSAMMENFASSUNG

Luftschadstoffmessungen

Das Umweltbundesamt betreibt gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L) und Ozongesetz sowie im Rahmen des Global Atmosphere Watch-Messprogramms (GAW¹) der World Meteorological Organization (WMO²) 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 2015.

Immissionsmessungen 2015						
Messstelle	Ozon (O ₃)	Schwefeldioxid (SO ₂)	PM ₁₀	PM _{2,5} , PM ₁	Stickstoffoxide (NO, NO ₂)	Kohlenstoffmonoxid (CO)
Enzenkirchen (ENK)	x	x	x	x	x	
Illmitz (ILL)	x	x	x	x	x	x
Klöch (KLH)			x		x	
Pillersdorf (PIL)	x	x	x	²⁾	x	
Sonnblick (SON)	x	³⁾			x ¹⁾	x
Vorhegg (VOR)	x	x	x		x	x
Zöbelboden (ZOE)	x	x	x	x	x	

¹⁾ NO₂ sowie NO_y als Summe aller oxidierten Stickstoffverbindungen

²⁾ Vorerkundungsmessungen (Grimm EDM180)

³⁾ nicht auf Basis des IG-L gemeinsam mit ZAMG

Darüber hinaus werden in Illmitz

- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK bzw. PAH³) im PM₁₀,
- Inhaltsstoffe von PM_{2,5} (elementarer und organischer Kohlenstoff, Sulfat, Nitrat, Ammonium, Natrium, Kalium, Kalzium, Magnesium, Chlorid),
- Schwermetalle im PM₁₀ (Blei, Cadmium, Arsen, Nickel),
- die Deposition von Schwermetallen (Blei, Cadmium, Arsen, Nickel, Quecksilber) und die
- Deposition von PAK

gemessen.

Die drei Messstellen Illmitz, Vorhegg und Zöbelboden sind Teil des EMEP-Messnetzes⁴ der UNECE.

¹ Messstelle Sonnblick

² <http://www.wmo.ch>

³ polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe bzw. Polycyclic Hydro-Carbons

⁴ 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 (CO₂) und Methan (CH₄) 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.

In Haidershofen an der Enns führte das Umweltbundesamt bis Ende 2015 Vorkundungsmessungen von PM₁₀ und NO₂ durch.

An den Hintergrundmessstellen (ausgenommen Klösch⁵ und Sonnblick⁶) werden darüber hinaus die meteorologischen Parameter Windrichtung und Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur, relative Feuchte, Globalstrahlung, Sonnenscheindauer, Niederschlag und Luftdruck erfasst.

Die meteorologischen Verhältnisse im Jahr 2015

Das Jahr 2015 war – mit einer Temperaturabweichung von + 1,5 °C vom Mittelwert der Klimaperiode 1981–2010 – das zweitwärmste Jahr seit Beginn meteorologischer Messungen (1767) in Österreich; noch wärmer war das Jahr 2014, das drittwärmste Jahr war 1994. Besonders hoch war die Temperatur im Norden und Osten Österreichs.

Das Jahr 2015 war im Großteil Österreichs sehr trocken, im Mittel lagen die Niederschlagssummen um 11 % unter dem langjährigen Durchschnitt. Besonders trocken war der Norden Österreichs, Niederschläge im Bereich des Klimamittelwerts wurden nur im westlichen Zentralalpenbereich und im Süden Österreichs registriert.

Der Witterungsverlauf war fast durchgehend von überdurchschnittlichen Temperaturen gekennzeichnet. Besonders hohe Temperaturwerte wurden in den Monaten Jänner, Juli, August, November und Dezember beobachtet.

Der Witterungsverlauf mit überwiegend sehr warmen Wintermonaten führte zu einer im langjährigen Vergleich sehr niedrigen Feinstaubbelastung.

Das sehr warme und trockene Wetter im Hochsommer war verantwortlich für eine im langjährigen Vergleich sehr hohe Ozonbelastung.

Ergebnisse der Messungen nach Schadstoffen

Ozon

Die Informationsschwelle (180 µg/m³ als Einstundenmittelwert) wurde im Jahr 2015 in Enzenkirchen an einem Tag (17.07.), in Illmitz (17. und 22.07.) sowie in Pillersdorf (07.07. und 13.08.) an je zwei Tagen überschritten.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit (maximal 25 Tage mit Achtstundenmittelwerten über 120 µg/m³, gemittelt über die letzten drei Jahre) wurde an allen Messstellen überschritten.

⁵ Meteorologische Messungen durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

⁶ 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 allen Messstellen außer Zöbelboden 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 Zahl der Überschreitungen der Informationsschwelle war höher als in den letzten Jahren, erreichte aber nicht die Anzahl, die in vergleichbar warmen Sommern bis etwa 2003 auftrat. Bei den Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit gehörte 2015 an den meisten Messstellen zu den am höchsten belasteten Jahren seit Beginn der Messung, nur Vorhegg registrierte eine sehr niedrige Belastung. Die AOT40-Werte und der Jahresmittelwert lagen 2015 an allen Messstellen außer Vorhegg auf durchschnittlichem Niveau, in Vorhegg waren sie sehr niedrig.

Verantwortlich für die hohe Kurzzeitspitzenbelastung und die hohen Überschreitungen des Zielwerts zum Schutz der menschlichen Gesundheit war das sehr warme Wetter im Juli und August 2015.

Langfristig zeigen die Überschreitungen der Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie der Vegetation unregelmäßig abnehmende Trends; eine Einhaltung der Zielwerte ist dennoch in den kommenden Jahren nicht absehbar.

PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁

Das Grenzwertkriterium des IG-L für PM₁₀ (maximal 25 Tagesmittelwerte über 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde im Jahr 2015 an keiner Messstelle überschritten. Die meisten Tagesmittelwerte über 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (12 Tage) traten in Illmitz auf. An keiner Messstelle wurde der PM₁₀-Grenzwert für den Jahresmittelwert (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) überschritten.

Den höchsten Jahresmittelwert für PM₁₀ registrierte mit 18,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Illmitz, gefolgt von Klösch (18,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Pillersdorf (17,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) und Enzenkirchen (14,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Deutlich niedriger war die PM₁₀-Belastung im Mittelgebirge (Zöbelboden 9,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Vorhegg 6,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Im langjährigen Vergleich wies das Jahr 2015 an allen Messstellen eine unterdurchschnittliche PM₁₀-Belastung auf; in Enzenkirchen, Illmitz und Pillersdorf wurden der niedrigste Jahresmittelwert und die geringste Zahl an Tagesmittelwerten über 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seit Beginn der Messung registriert.

Ausschlaggebend für die niedrige PM₁₀-Belastung war der Witterungsverlauf mit sehr warmen, von ozeanischen Luftmassen geprägten Wintermonaten. Hochdruckwetterlagen, verbunden mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen und mit Transport kalter Luftmassen von Osten, traten kaum auf, daher gab es nur wenige Tage mit Ferntransport hoch belasteter Luft aus Ostmitteleuropa..

Die deutlichen Variationen der PM₁₀-Belastung von Jahr zu Jahr lassen sich ganz überwiegend auf unterschiedliche meteorologische Verhältnisse zurückführen. Die gesamtösterreichischen PM₁₀-Emissionen veränderten sich in den letzten Jahren vergleichsweise wenig, sie nahmen zwischen 2000 und 2014 um 17 % ab.

Im Jahr 2015 betrug der Jahresmittelwert der PM_{2,5}-Konzentration in Illmitz 14,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in Pillersdorf 12,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in Enzenkirchen 11,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und auf dem Zöbelboden 7,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Zielwert des IG-L von 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel wurde damit

an allen Messstellen deutlich unterschritten. Der mittlere Anteil von $PM_{2,5}$ am PM_{10} lag in Illmitz und Pillersdorf bei 74 %, in Enzenkirchen und auf dem Zöbelboden bei 77 %.

Der Jahresmittelwert der Konzentration von PM_1 in Illmitz betrug $10,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Enzenkirchen $8,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Pillersdorf $8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und auf dem Zöbelboden $4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der mittlere PM_1 -Anteil am PM_{10} lag an allen Hintergrundmessstellen in einem engen Bereich zwischen 48 % (Pillersdorf) und 56 % (Enzenkirchen).

Der langfristige abnehmende Trend und die Variation der PM_{10} - und $PM_{2,5}$ -Belastung von Jahr zu Jahr werden ganz überwiegend von der PM_1 -Belastung bestimmt, die Konzentrationen der „gröberen“ Fraktionen ändern sich kaum.

Langfristig nehmen daher die Anteile von $PM_{2,5}$ und PM_1 am PM_{10} leicht ab. Der Anteil von $PM_{2,5}$ am PM_{10} ging in Illmitz von 79 % (2002) auf 74 % zurück, der PM_1 -Anteil am PM_{10} von 59 % (2004) auf 53 %.

Stickstoffoxide

Die Grenzwerte und Zielwerte für NO_2 zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation wurden im Jahr 2015 an allen Hintergrundmessstellen eingehalten.

Die Messstelle Enzenkirchen wies die höchsten NO_2 - und NO_x -Konzentrationen auf (Jahresmittelwert $11,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $13,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), gefolgt von Pillersdorf (NO_2 : $9,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Illmitz (NO_2 : $9,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und Klösch (NO_2 : $8,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Deutlich niedriger war die NO_2 -Belastung im Jahresmittel im Mittelgebirge (Zöbelboden $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Vorhegg $2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Die NO_2 - bzw. NO_x -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_x - und NO_2 -Jahresmittelwerte zeigen an den meisten Hintergrundmessstellen einen unregelmäßigen Verlauf. Die Variationen der NO_x - und NO_2 -Belastung von Jahr zu Jahr mit hohen Konzentrationen 2003, 2006 und 2010 sind wesentlich von den meteorologischen Bedingungen bestimmt.

Die NO_x - und NO_2 -Konzentration zeigen einen leichten Anstieg über die letzten fünfzehn Jahre, am stärksten am Zöbelboden. Dieser Verlauf folgt nicht dem Trend der österreichischen NO_x -Emissionen, welche bis 2007 etwa konstant blieben und seitdem um ca. 25 % abnahmen.

Schwefeldioxid

Die SO_2 -Belastung lag 2015 an allen Hintergrundmessstellen weit unter den Grenzwerten des IG-L.

Die am höchsten belasteten Hintergrundmessstellen waren 2015 Illmitz und Pillersdorf mit einem Jahresmittelwert von jeweils $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und einem Wintermittelwert (Oktober 2014 bis März 2015) von $1,9$ bzw. $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In Enzenkirchen betrug der Jahresmittelwert $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, auf dem Zöbelboden $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in Vorhegg $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die SO₂-Belastung wird an den Hintergrundmessstellen von Ferntransport aus Ostmitteleuropa dominiert. Die Belastung geht in Enzenkirchen, Pillersdorf und Illmitz überwiegend auf Quellen in der Slowakei, in Tschechien, Polen, Ungarn und Serbien zurück.

Die SO₂-Belastung nahm zwischen 1997 und 2007 stark ab, wofür vor allem der starke Rückgang der SO₂-Emissionen in Tschechien (rd. – 90 %) und im östlichen Deutschland in den Neunzigerjahren, später in der Slowakei, in Ungarn, Polen und Slowenien verantwortlich ist. Verglichen mit den frühen Neunzigerjahren ging die in Illmitz, Pillersdorf und Vorhegg gemessene SO₂-Belastung um ca. 90 % zurück, seit 2000 um 40 % (Zöbelboden) bis 60 % (Pillersdorf).

Im Jahr 2015 wurde an den außeralpinen Messstellen die bislang niedrigste SO₂-Belastung gemessen. In Vorhegg und auf dem Zöbelboden lag die SO₂-Belastung auf ähnlichem Niveau wie in den Jahren seit 2011.

Kohlenstoffmonoxid

Die CO-Belastung lag 2015 an allen Hintergrundmessstellen weit unter dem Grenzwert des IG-L.

Der maximale Achtstundenmittelwert der CO-Konzentration betrug in Illmitz 1,0 mg/m³, in Vorhegg 0,4 mg/m³ und auf dem Sonnblick 0,3 mg/m³.

Über die letzten 15 Jahre zeigt die CO-Konzentration keine klare Veränderung und folgt nicht dem Trend der österreichischen CO-Emissionen (Abnahme seit 2000: 32 %).

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im PM₁₀

In Illmitz werden die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK⁷) Benzo(a)pyren, Benzo(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(j)fluoranthren, Dibenzo(a,h)anthracen und Indeno(1,2,3-c,d)pyren im PM₁₀ analysiert.

Im Jahr 2015 lag die Benzo(a)pyren-Konzentration bei 0,36 ng/m³, die mit den Toxizitätsäquivalentfaktoren (TEF) gewichtete Konzentration aller analysierten PAK bei 0,53 ng/m³. Der Anteil von B(a)P an der TEF-gewichteten PAK-Belastung betrug 68 %, wobei sich dieser Anteil im Jahresvergleich nur wenig ändert (z. B. Illmitz: 57–68 %). Daneben tragen Indeno(1,2,3-c,d)pyren, Dibenzo(a,h)anthracen und Benzo(b)fluoranthren mit jeweils ca. 10 % nennenswert zur TEF-gewichteten PAK-Summe bei.

Die B(a)P- bzw. PAK-Belastung zeigt in Illmitz seit 2007 (Beginn der Messung) keinen einheitlichen Trend. Die höchste Belastung (0,64 ng/m³) wurde 2009 beobachtet, die niedrigste 2014 (0,28 ng/m³). Der Verlauf der PAK-Belastung folgt nur teilweise jenem der PM₁₀-Konzentration.

Temperatur und Ausbreitungsbedingungen in den Wintermonaten sind wesentlich für die PAK-Belastung, die überwiegend auf die Emissionen holzbefuerter Einzelhausheizungen zurückzuführen ist.

⁷ auch als PAH (Polycyclic Hydro-carbons) bezeichnet.

Inhaltsstoffe von PM_{2,5}

(EC, OC, Sulfat, Nitrat und Ammonium, Na, K, Ca, Mg, Cl)

In Illmitz wird die chemische Zusammensetzung von PM_{2,5} – basierend auf Monatsmischproben – auf folgende Komponenten analysiert: Elementarer Kohlenstoff (EC), organischer Kohlenstoff (OC), Sulfat (SO₄²⁻), Nitrat (NO₃⁻), Ammonium (NH₄⁺), Na⁺, K⁺, Ca₂⁺, Mg₂⁺ und Cl⁻.

Im Jahresmittel beträgt der Anteil von organischem Material (OM, aus organischem Kohlenstoff mit einem Faktor 1,7 bestimmt) 45 %, von elementarem Kohlenstoff 4 %, von Sulfat 16 %, von Nitrat 16 %, von Ammonium 8 % und von den Alkali- und Erdalkalimetallen in Summe 5 % der gesamten PM_{2,5}-Konzentration.

Die Relativanteile von Nitrat (das bei höherer Temperatur flüchtig ist) und Kalium sind im Winter deutlich höher, jene von EC etwas höher als im Sommer, wohingegen Sulfat, Kalzium und Natrium im Sommer höhere Relativanteile zeigen. OM und Ammonium weisen keinen Jahresgang auf.

Im Vergleich der Jahre 1999/2000 sowie 2011 bis 2015 zeigen die Anteile der PM_{2,5}-Komponenten keinen Trend, sondern geringe unregelmäßige Variationen von Jahr zu Jahr.⁸

Deposition von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen

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

Die Depositionsmengen variieren von Jahr zu Jahr stark und zeigen keinen Trend. 2015 lagen die PAK-Depositionswerte in der Nähe des Durchschnitts der letzten Jahre.

Flüchtige organische Verbindungen in Wien AKH

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

Beim Wiener Allgemeinen Krankenhaus wird die Konzentration von iso-Pentan, 1-Pentan, n-Pentan, 2-Pentan, iso-Hexan, n-Hexan, Benzol, iso-Oktan, n-Heptan, Toluol, n-Oktan, Ethylbenzol, m-, p-Xylol, o-Xylol, 1,3,5-Trimethylbenzol, 1,2,4-Trimethylbenzol und 1,2,3-Trimethylbenzol mit aktiver Probenahme über jeweils einen Tag und anschließender Analyse mittels Gaschromatographie gemessen.

Die Benzolkonzentration lag im Jahresmittel 2015 mit 0,7 µg/m³ deutlich unter dem Grenzwert von 5 µg/m³.

Die Konzentrationen der meisten gemessenen VOC-Spezies zeigen seit 2012 (Beginn der Messung) abnehmende Trends.

⁸ die Konzentrationen von EC und OC sind aufgrund verschiedener Analyseverfahren ab 2011 nicht mit den Werten von 1999/2000 vergleichbar

Schwermetalle im PM₁₀

In Illmitz wird die Konzentration der Schwermetalle Arsen, Cadmium, Blei und Nickel im PM₁₀ erfasst.

Die Konzentrationen lagen deutlich unter den Grenzwerten des IG-L.

Die Konzentration aller Schwermetalle zeigt seit 2000 (Beginn der Messung) einen unregelmäßigen leichten Rückgang, am ausgeprägtesten bei Blei.

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

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

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

Die Depositionsmengen der Schwermetalle zeigen keinen klaren Trend.

Treibhausgase

Die Konzentration des Treibhausgases CO₂ (Kohlenstoffdioxid) wird seit 2000, jene von CH₄ (Methan) seit April 2012 auf dem Sonnblick gemessen.

Die CO₂-Daten spiegeln in den letzten Jahren den global beobachteten Anstieg der CO₂-Konzentration im Jahresmittel wider. Im Jahr 2015 wurde erstmals ein CO₂-Jahresmittelwert knapp über 400 ppm gemessen.

Sowohl CO₂ als auch CH₄ zeigen einen klaren Jahresgang mit erhöhten Konzentrationen im Winter, der durch höhere anthropogene Emissionen und geringere Aufnahme von CO₂ durch Pflanzen bzw. geringeren Abbau von CH₄ durch OH-Radikale bedingt ist.