

# Ozonbericht 2003–2005

**Bericht des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft,  
Umwelt und Wasserwirtschaft an den Nationalrat  
gemäß § 12 Abs. 1 Ozongesetz, BGBl. Nr. 210/1992 i.d.g.F.**



lebensministerium.at

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	3
2	Das Ozongesetz.....	5
3	Immission.....	7
3.1	Witterungsverlauf.....	7
3.2	Überschreitungen des Zielwertes und des langfristigen Ziels zum Schutz der menschlichen Gesundheit .....	7
3.3	Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der Vegetation .....	8
3.4	Überschreitungen der Informations- und Alarmschwellenwerte gemäß Ozongesetz .....	9
3.5	Trend der Ozonbelastung .....	10
3.6	Ursachen und Prognose .....	11
4	Emissionen.....	15
4.1	Datengrundlage .....	15
4.2	Stickstoffoxide.....	16
4.2.1	<b>Emissionen im Jahr 2005.....</b>	16
4.2.2	<b>Emissionstrend.....</b>	18
4.2.3	<b>Emissionsprognose 2010 .....</b>	19
4.3	Flüchtige organische Verbindungen.....	20
4.3.1	<b>Emissionen im Jahr 2005.....</b>	20
4.3.2	<b>Emissionstrend.....</b>	21
4.3.3	<b>Emissionsprognose 2010 .....</b>	22
4.4	Vergleich mit den ozongesetzlichen Reduktionszielen .....	22
5	Maßnahmen .....	25
5.1	Energieversorgung .....	25
5.2	Raumwärme .....	29
5.3	Verkehr .....	32
5.4	Industrie .....	36
5.5	Lösungsmittel.....	37
5.6	Maßnahmenprogramme .....	38
	Annex A: Emissionsentwicklung NO <sub>x</sub> und VOC (Tabellen) .....	41
	Annex B: Bodennahes Ozon 2003–2005.....	45



## 1 Einleitung

Ozon ist als Spurengas ein natürlicher Bestandteil der Atmosphäre. In der bodennahen Luftschicht wird es unter Sonneneinstrahlung aus den so genannten Ozon-Vorläufersubstanzen, das sind Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen, gebildet („bodennahes Ozon“). Durch die vom Menschen verursachte Zunahme der Emissionen dieser Stoffe hat auch die Konzentration des bodennahen Ozons in den letzten Jahrzehnten so weit zugenommen, dass es zu einem erheblichen Umweltproblem wurde. In erhöhter Konzentration beeinträchtigt es durch sein direktes Einwirken die menschliche Gesundheit und führt zu Schäden an der Vegetation.

Von diesem bodennahen Ozon ist jenes der Stratosphäre – in einer Höhe von 15 bis 50 Kilometern – zu unterscheiden. Ozon schützt uns durch sein Vorkommen in dieser großen Höhe vor einer allzu intensiven kurzweligen UV-Strahlung am Boden. Dies ist deswegen von Bedeutung, da UV-B-Strahlung beim Menschen u. a. Hautkrebs hervorrufen, aber auch Fauna und Flora schädigen kann. Der Abbau des stratosphärischen Ozons durch menschliche Einwirkung, das so genannte „Ozonloch“, ist aber nicht Gegenstand dieses Berichts.

Thema des vorliegenden Berichts ist das bodennahe Ozon. Die rechtliche Grundlage für den Bericht ist § 12 des Ozongesetzes, das eine Reduktion des bodennahen Ozons zum Ziel hat und das die Bundesregierung verpflichtet, alle drei Jahre dem Nationalrat einen schriftlichen Bericht über den Zustand, die Entwicklung und die Prognose der Immission von Ozon und der Emissionen von Ozon-Vorläufersubstanzen sowie die getroffenen Maßnahmen zur Emissionsreduktion und deren Erfolg vorzulegen.

Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit gemäß Ozongesetz traten in den Jahren 2003–2005 in nahezu ganz Österreich auf. Auch der Zielwert zum Schutz der Vegetation wurde in großen Teilen Österreichs überschritten, besonders hohe Belastungen traten im Hoch- und Mittelgebirge auf. Bei der Überschreitung der Zielwerte dürfte nach derzeitigem Kenntnisstand der grenzüberschreitende Schadstofftransport eine dominierende Rolle spielen. Einzig in Nordostösterreich (im Einflussbereich des Großraums Wien) könnte regionale Ozonbildung einen nennenswerten Einfluss auf die Häufigkeit der Überschreitung der Zielwerte haben.

Von Überschreitungen der Informationsschwelle war i. a. Nordostösterreich am stärksten betroffen; überdurchschnittliche viele Überschreitungen in mehreren Teilen Österreichs traten im heißen Sommer 2003 auf. Die Alarmschwelle wurde in den letzten Jahren nur vereinzelt für jeweils ein bis zwei Stunden überschritten.

Die bisher durchgeföhrten Maßnahmen zur Reduktion der Ozon-Vorläufersubstanzen haben zu einem deutlichen Rückgang der durch den Menschen verursachten Emissionen in Österreich geführt. Bei den anthropogenen Emissionen an flüchtigen

organischen Verbindungen (NMVOC) in Österreich beträgt der Rückgang seit dem Referenzjahr 1988 rund 222.000 t oder 60 %. Bei den Stickstoffoxiden wurden die Emissionen auf österreichischem Gebiet (ohne Einrechnung des Tanktourismus) gegenüber dem Referenzjahr 1985 um 76.000 t gesenkt, das entspricht einer Minderung um rund ein Drittel.

Der Emissionsrückgang hat sich in den meisten Sektoren manifestiert. Bei der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung, bei den industriellen Feuerungsanlagen und Prozessen und bei der Lösungsmittelanwendung sind die Emissionen stark zurückgegangen. Die Verkehrsemissionen auf österreichischen Straßen konnten ebenfalls deutlich reduziert werden. Bei den Hausheizungen sind die NMVOC-Emissionen signifikant zurückgegangen.

Der Bericht weist auf die Notwendigkeit der Verwirklichung weiterer Maßnahmen zur Emissionsreduktion hin. Die Bundesregierung wird ihre Umweltpolitik auch weiterhin an den Erfordernissen zur Reduktion der Ozonbelastung orientieren. Ein wichtiger Schritt wird die Festlegung und Umsetzung eines Programms zur Einhaltung der nationalen Emissionshöchstmengen sein.

Der vorliegende Bericht umfasst folgende Inhalte:

**Kapitel 2:** wesentliche Bestimmungen des Ozongesetzes;

**Kapitel 3:** Immissionssituation bei bodennahem Ozon in den Jahren 2003–2005, langfristiger Trend und die voraussichtliche künftige Entwicklung;

**Kapitel 4:** Aktuelle Emissionen der Ozon-Vorläufersubstanzen NO<sub>x</sub> und VOC, Emissionstrend und die prognostizierten Emissionen im Jahr 2010;

**Kapitel 5:** Maßnahmen zur Emissionsminderung.

Annex B enthält eine ausführliche Darstellung der Immissionssituation im Hinblick auf die Überschreitungen von Zielwerten, langfristigen Zielen, Informations- und Alarmschwelle sowie eine Ursachenanalyse.

## 2 Das Ozongesetz

Am 2. April 1992 wurde vom Nationalrat das „Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung und die Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen, mit dem das Smogalarmgesetz, BGBl. Nr. 38/89, geändert wird (Ozongesetz)“, BGBl. Nr. 210/92, beschlossen, das mit 1. Mai 1992 in Kraft getreten ist. Das Gesetz gliedert sich in zwei Abschnitte, wobei der erste Abschnitt die Ozonüberwachung und die Information der Bevölkerung regelt. Der zweite Abschnitt enthält Bestimmungen über die Ziele und Maßnahmen zur Absenkung der Ozon-Vorläufersubstanzen.

Das Ozongesetz wurde zuletzt mit BGBl. I Nr. 34/2003 novelliert, womit die Richtlinie 2002/30/EG über den Ozongehalt der Luft in nationales Recht umgesetzt wurde. Mit dieser Novelle wurden Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation in das Ozongesetz aufgenommen und die Schwellenwerte für die Information der Bevölkerung an die EG-Richtlinie angepasst. Die neuen Schwellenwerte und Zielwerte (siehe Tabelle 1) traten mit 1. Juli 2003 in Kraft. Mit dieser Novelle wurden die den Schadstoff Ozon betreffenden Abschnitte des Immissionsschutzgesetzes-Luft außer Kraft gesetzt.

Tabelle 1: Informations- und Alarmschwelle sowie Zielwerte zum Schutz des Menschen und der Vegetation gemäß BGBl. I Nr. 34/2003 und EG-RL 2002/30/EG.

<b>Informations- und Warnwerte</b>		
Informationsschwelle	180 µg/m <sup>3</sup>	Einstundenmittelwert (MW1)
Alarmschwelle	240 µg/m <sup>3</sup>	Einstundenmittelwert (MW1)
<b>Zielwerte</b>		
Gesundheitsschutz	120 µg/m <sup>3</sup>	Höchster Achtstundenmittelwert (MW8) 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, 08:00–20:00 Uhr (MEZ) gemittelt über 5 Jahre
<b>Langfristige Ziele</b>		
Gesundheitsschutz	120 µg/m <sup>3</sup>	Höchster Achtstundenmittelwert (MW8) des Kalenderjahres
Schutz der Vegetation	6.000 µg/m <sup>3</sup> .h	AOT40, Mai–Juli, 08:00–20:00 Uhr (MEZ)

Die Darstellung der Ozonbelastung im vorliegenden Bericht bezieht sich auf die genannten Schwellenwerte und Zielwerte – auch für die Zeiträume vor Inkrafttreten der Novelle des Ozongesetzes.

Die Anforderungen an die Messung von Ozon sowie Mindestanforderungen an Anzahl und Lage der Ozonmessstellen werden in der Ozon-Messkonzept-Verordnung BGBl. II 99/2004 festgelegt. Zur Überwachung der Belastung durch

Ozon von Menschen und der Vegetation wurden im Jahr 2003 111 Messstellen, 2004 und 2005 jeweils 115 Ozonmessstellen gemäß Ozongesetz betrieben.

Die Information der Öffentlichkeit über die Ozonbelastung erfolgt entsprechend der Einteilung der acht Ozonüberwachungsgebiete (siehe Abb. 2.1), die in der „Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Einteilung des Bundesgebietes in Ozon-Überwachungsgebiete“, BGBl. Nr. 513/92 i. d. F. BGBl. II 1998/359, gemäß § 1 Ozongesetz festgelegt wurde. In der Darstellung der Belastungssituation im vorliegenden Bericht wird auf diese regionale Einteilung Bezug genommen.

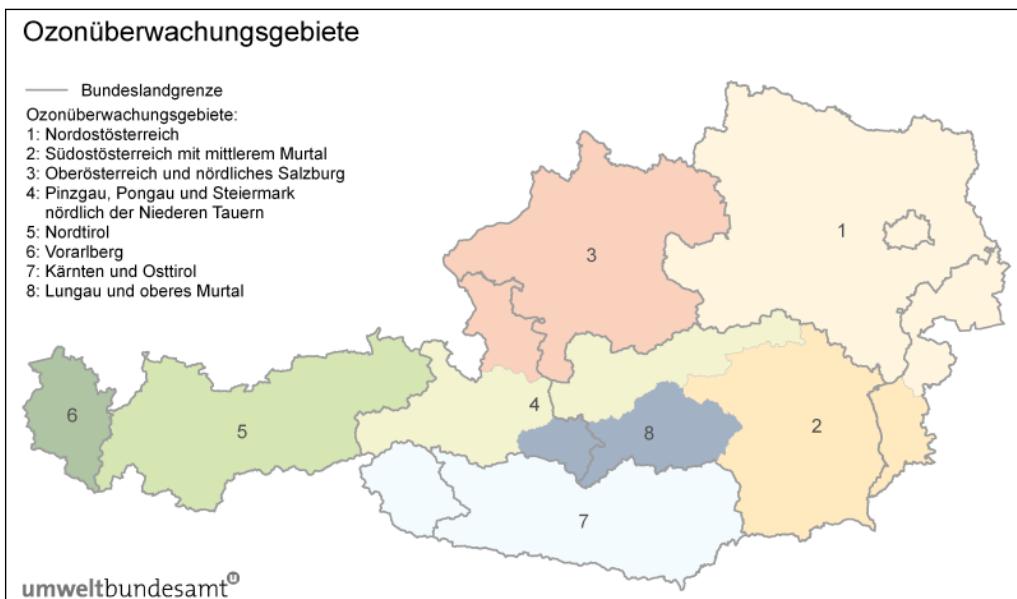


Abbildung 2.1: Einteilung der Ozonüberwachungsgebiete

### 3 Immission

Dieses Kapitel bietet einen Überblick über die Ozonbelastung in Österreich in den Jahren 2003 bis 2005 sowie über den Trend der Belastung seit 1990 und seine Ursachen. Datengrundlage für die Darstellung sind die Immissionsmessungen, die von den Ämtern der Landesregierungen sowie dem Umweltbundesamt im Rahmen des Vollzugs des Ozongesetzes und der dazugehörigen Messkonzept-Verordnung durchgeführt werden. Daten für das Jahr 2006 waren Anfang 2007 noch nicht verfügbar, da die Rohdaten noch nicht abschließend geprüft waren.

Detaillierte Informationen zum Thema einschließlich tabellarischer und graphischer Darstellungen sind dem Annex B zu diesem Bericht zu entnehmen.

#### 3.1 Witterungsverlauf

Bei der Interpretation der Daten ist zu berücksichtigen, dass die Ozonkonzentrationen in der Umgebungsluft sehr stark von den meteorologischen Bedingungen abhängen. Hohe Sonneneinstrahlung und hohe Temperaturen über einen längeren Zeitraum führen zu einer hohen Ozonbelastung. Das Jahr 2003 war durch einen außerordentlich warmen, niederschlagsarmen Sommer mit ungewöhnlich lang anhaltenden Hochdruckwetterlagen gekennzeichnet; überdurchschnittliche Temperaturen traten fast durchgehend von Ende April bis Ende August auf. Dies hat zu einer überdurchschnittlichen Ozonbelastung in großen Teilen Europas, und damit auch in Österreich, geführt.

2004 lag die Lufttemperatur im Jahresdurchschnitt über dem langjährigen Mittel, das vergleichsweise wechselhafte und regnerische Wetter im Sommer führte jedoch zu einer deutlich unterdurchschnittlichen Belastung. Das Jahr 2005 zeichnet sich im klimatologischen Vergleich durch annähernd durchschnittliche Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse aus, wobei der Hochsommer ebenfalls durch häufige Tiefdruckwetterlagen und Niederschläge gekennzeichnet war.

#### 3.2 Überschreitungen des Zielwertes und des langfristigen Ziels zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Als langfristiges Ziel für den Schutz der menschlichen Gesundheit sind  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als höchster Achtstundenmittelwert (MW8) eines Tages festgelegt; die Ozonkonzentration soll diesen Wert langfristig nicht mehr überschreiten. Da die Einhaltung dieses langfristigen Ziels mittelfristig nicht machbar erschien, wurde ein ab 2010 einzuhaltender Zielwert festgelegt: Das langfristige Ziel darf demgemäß im Mittel über drei Jahre an nicht mehr als 25 Tagen pro Kalenderjahr überschritten werden.

Überschreitungen des Zielwertes wurden bisher in allen Jahren in fast ganz Österreich – ausgenommen einige inneralpine Tal- und Beckenlagen – beobachtet; besonders stark betroffen waren das Hoch- und Mittelgebirge, der Südosten Österreichs (Steiermark) und das südliche und östliche Niederösterreich.

Im heißen Jahr 2003 wurden Überschreitungen des langfristigen Ziels an mehr als 100 Tagen an verschiedenen Messstellen über 1000 m Seehöhe (Gerlitzen, Hochwurzen, Masenberg, Rennfeld, Innsbruck Nordkette, Karwendel West, Zillertaler Alpen, Hoher Sonnblick) sowie an einzelnen Messstellen im Berg- und Hügelland und im Osten Österreichs registriert.

In den Folgejahren fiel die Belastung deutlich geringer aus. 2004 wurden maximal 76 Überschreitungen, 2005 maximal 95 Überschreitungen des langfristigen Ziels gemessen, die Maximalzahl jeweils am Hohen Sonnblick (der für den Siedlungsraum allerdings nicht repräsentativ ist).

Gemittelt über die Jahre 2003–2005 trat eine Überschreitung des ab 2010 einzuhaltenden Zielwertes (d. h. mehr als 25 Tage mit Überschreitung des langfristigen Ziels) an 88 Ozonmessstellen auf, das sind mehr als zwei Drittel aller österreichischen Messstellen; alle Ozon-Überwachungsgebiete waren von Überschreitungen betroffen. Im Mittel mehr als 50 Tage mit Überschreitungen des langfristigen Ziels wurden an 36 Messstellen registriert; mehr als 75 Tage mit Überschreitung des langfristigen Ziels traten an einigen höher gelegenen Messstellen auf (Hoher Sonnblick, Wiesmath, Nordkette, Rennfeld, Karwendel West, Masenberg und Klöch). Schwerpunkte der Belastung sind das Ozonüberwachungsgebiet 1, wo nahezu alle Messstellen den Zielwert überschreiten, sowie das Mittel- und Hochgebirge. Die geringste Belastung tritt in inneralpinen Tal- und Beckenlagen auf.

Bei der Überschreitung des Zielwerts zum Schutz der menschlichen Gesundheit dürfte nach derzeitigem Kenntnisstand der grenzüberschreitende Schadstofftransport eine dominierende Rolle spielen. Einzig in Nordostösterreich (im Einflussbereich des Großraums Wien) könnte regionale Ozonbildung einen nennenswerten Einfluss auf die Häufigkeit der Überschreitung des Zielwertes haben.

### **3.3 Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der Vegetation**

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation wird als AOT40-Wert („Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb“) definiert. Zur Berechnung wird die Summe der 40 ppb ( $=80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) übersteigenden Beträge aller Einstundenmittelwerte zwischen 8:00 und 20:00 Uhr (MEZ) von Mai bis Juli gebildet; Werte unter 40 ppb gehen somit nicht in die Belastungssumme ein. Der Zielwert wurde mit einem AOT40-Wert von  $18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ , gemittelt über jeweils 5 Jahre und einzuhalten ab 2010, festgelegt.

Der Zielwert wurde über die Beurteilungszeiträume 1999–2003, 2000–2004 sowie 2001–2005 an rund einem Fünftel der österreichischen Messstellen eingehalten. Dies waren vorwiegend Messstellen in alpinen Tälern; keine Überschreitungen des Zielwerts wurden auch an mehreren städtischen Messstellen festgestellt, welche aber für den Schutz der Vegetation aber nicht repräsentativ sind.

Die höchsten AOT40-Werte werden im Hoch- und Mittelgebirge beobachtet, hohe Werte treten aber auch im ostösterreichischen Flach- und Hügelland auf. Im Hoch- und Mittelgebirge wurden beispielsweise im Zeitraum 2001–2005 AOT40-Werte von bis zu  $38.119 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  gemessen (Messstelle Rennfeld; Werte über  $30.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auch an den Messstellen Gerlitzen, Nordkette, Masenberg und Karwendel West). Im außeralpinen Raum Südost Österreichs erfasste die im Hügelland gelegene Station Graz Platte mit  $36.028 \mu\text{g}/\text{m}^3$  den höchsten AOT40-Wert, im Nordosten Österreichs Wiesmath ( $32.819 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ). Knapp über  $30.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  lag der AOT40-Wert auch in Sulzberg im Bregenzerwald.

Bei der Überschreitung des Zielwerts zum Schutz der Vegetation dürfte der grenzüberschreitende Schadstofftransport eine noch stärker dominierende Rolle spielen als beim Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit. Nur in Nordost Österreich (im Einflussbereich des Großraums Wien) könnte regionale Ozonbildung einen nennenswerten Einfluss auf die Häufigkeit der Überschreitung des Zielwertes haben.

### **3.4 Überschreitungen der Informations- und Alarmschwellenwerte gemäß Ozongesetz**

Die Informationsschwelle gemäß Ozongesetz ist mit  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Einstundenmittelwert (MW1) festgelegt. Überdurchschnittlich viele Überschreitungen traten im Jahr 2003 auf; die Informationsschwelle wurde an 51 Tagen an insgesamt 97 Messstellen überschritten. In diesem Jahr waren alle Ozon-Überwachungsgebiete von zumindest einer Überschreitung betroffen. Die meisten Überschreitungen wurden in diesem Jahr untypischerweise an einer Messstelle in Vorarlberg registriert (Lustenau 20 Tage). Die meisten Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle – insgesamt 40 – traten allerdings im Ozon-Überwachungsgebiet 1 auf; beispielsweise an 19 Tagen in Klosterneuburg und 17 Tagen in Schwechat in der Nähe von Wien oder an je 11 Tagen in Himberg, Payerbach und Wolkersdorf.

Der Alarmschwellenwert ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Einstundenmittelwert) wurde 2003 an den Messstellen Kittsee, Klosterneuburg, Stockerau, Wien Hermannskogel (jeweils an einem Tag) und Wien Lobau (an drei Tagen) überschritten. An keiner Messstelle traten Überschreitungen von  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  über mehr als drei aufeinander folgende Stunden auf.

Im Jahr 2004 wurde die Informationsschwelle an nur neun Tagen an insgesamt 21 Messstellen überschritten. Am stärksten betroffen war das Ozonüberwachungsgebiet

1 (Nordostösterreich), deutlich weniger stark die Ozonüberwachungsgebiete 6 (Vorarlberg, an zwei Tagen) und 7 (Kärnten, an einem Tag).

Im Jahr 2005 wurde die Informationsschwelle an 36 Messstellen an insgesamt 18 Tagen überschritten. Die weitaus meisten Überschreitungen der Informationsschwelle – an 15 Tagen – wurden im Ozon-Überwachungsgebiet 1 beobachtet. Am häufigsten waren die Messstellen Klosterneuburg und Wien Hermannskogel – je sieben Tage – von Überschreitungen der Informationsschwelle betroffen, gefolgt von Stockerau, Wolkersdorf und Wien Hohe Warte mit je fünf Tagen. Keine Überschreitungen traten in den Ozon-Überwachungsgebieten 2 (Südostösterreich mit mittlerem Murtal) und 8 (Lungau und oberes Murtal) auf; in den übrigen Gebieten wurde die Informationsschwelle an ein bis drei Tagen überschritten. Die Alarmschwelle wurde an der Messstelle Schwechat an einem Tag für zwei Stunden überschritten.

### 3.5 Trend der Ozonbelastung

Die zeitliche Entwicklung der Ozonbelastung in Österreich wird wesentlich vom Witterungsablauf bestimmt, wobei für die verschiedenen Belastungsparameter teilweise unterschiedliche Trends aufscheinen.

Bei den Überschreitungen der Informationsschwelle (MW1 über 180 µg/m<sup>3</sup>) wies das Jahr 2003 im Vergleich der letzten eineinhalb Jahrzehnte die höchste Belastung auf (siehe Tab 3.1). Für die Spitzbelastungen bzw. die Überschreitungen des Informationsschwellenwertes spielen Hochdruckwetterlagen und hohe Temperatur im Hochsommer eine Schlüsselrolle. Das außerordentlich warme Wetter im Sommer 2003 mit einer fast durchgehenden Hochdrucklage im Juli und August war für die hohe Überschreitungshäufigkeit der Informationsschwelle wesentlich verantwortlich, ebenso führte das vergleichsweise wechselhafte und regnerische Wetter im Hochsommer 2004 zu einer deutlich unterdurchschnittlichen Belastung. Aus den Überschreitungshäufigkeiten der Informationsschwelle in den einzelnen Ozon-Überwachungsgebieten Österreichs in den letzten 15 Jahren kann kein statistisch signifikanter Trend abgelesen werden.

Tabelle 3.1: Anzahl der Tage und Messstellen mit Überschreitung des MW1 von 180 µg/m<sup>3</sup> in den Jahren 1990–2005 in Österreich

	1990 <sup>*)</sup>	1991 <sup>*)</sup>	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Tage	43	20	29	27	34	31	21	13	21	8	28	18	14	51	9	18
Messstellen	30	27	50	50	66	50	51	11	55	15	61	46	26	97	21	36

<sup>\*)</sup> Die Gesamtzahl der Messstellen liegt seit 1992 im Bereich von etwa 110–120, während 1990 und 1991 noch deutlich weniger Messstellen in Betrieb waren.

2003 war auch bei den Überschreitungen der Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation ein überdurchschnittlich belastetes Jahr. Die Überschreitung dieser Zielwerte zeigt in den meisten Ozon-Überwachungsgebieten ebenfalls deutliche Schwankungen mit der Witterung, aber keinen signifikanten Trend; lediglich im Ozonüberwachungsgebiet 4 (Nordsteiermark, Pongau, Pinzgau) ist eine statistisch signifikante geringfügige Zunahme festzustellen.

Dem steht eine statistisch signifikante Zunahme der Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration in den letzten 15 Jahren gegenüber, ausgenommen die Ozon-Überwachungsgebiete 7 (Kärnten und Osttirol) und 8 (Lungau und oberes Murtal). Die mittlere Ozonkonzentration ist vor allem im Winter und im Frühling angestiegen, kaum hingegen in den Sommermonaten, in denen i. a. die höchsten Ozonkonzentrationen gemessen werden. Betroffen vom Anstieg der mittleren Ozonbelastung sind Messstellen in allen Regionen und an allen Standorttypen in Österreich – städtische und ländliche Standorte im außeralpinen Flach- und Hügelland genauso wie hochalpine Hintergrundmessstellen und alpine Täler.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die langfristige Entwicklung eine Zunahme der mittleren Ozonkonzentrationen in jenen Jahreszeiten aufweist, in der die Ozonbelastung eher gering ist, jedoch keinen Anstieg bei den hohen Belastungen im Sommer.

### **3.6 Ursachen und Prognose**

Die Ozonbelastung setzt sich aus unterschiedlichen Beiträgen auf jeweils unterschiedlichen räumlichen Skalen zusammen. Neben der regionalen Ozonbildung insbesondere in und um Ballungsgebieten tragen die mitteleuropäische Hintergrundkonzentration, bedingt durch die Emissionen von Ozonvorläufersubstanzen in Mitteleuropa und das Auftreten unterschiedlicher Großwetterlagen, und die nordhemisphärische Hintergrundkonzentration, bestimmt durch Ozonbildung und Ferntransport im Bereich von Eurasien und Nordamerika, zur lokalen Belastung bei. Die in Österreich gemessenen Immissionstrends können somit durch Entwicklungen auf regionaler bis hemisphärischer Ebene beeinflusst sein.

Die Emissionen der Ozon-Vorläufersubstanzen NO<sub>x</sub> und NMVOC haben in der EU wie auch in Österreich in den letzten 15 Jahren deutlich abgenommen; dies geht aus den nationalen Luftschatstoffinventuren hervor. Tendenziell sind in Europa auch die Spitzenkonzentrationen der Ozonbelastung zurückgegangen, auch wenn sich für Österreich ein entsprechender Trend statistisch nicht nachweisen lässt. Beim Vergleich von Emissions- und Immissionsdaten ist allerdings festzuhalten, dass die Abnahme der Emissionen in den einzelnen Staaten regional, sektorale und zeitlich nicht gleichmäßig erfolgt. Die in den Inventuren ausgewiesenen Jahresemissionen sind für die Interpretation der Immissionstrends nicht ausreichend; zeitlich besser aufgelöste Emissionsdaten (nach Monaten, Tagen oder Tageszeiten) fehlen jedoch

in vielen Bereichen oder sind mit erheblich größeren Unsicherheiten verbunden als die Jahresemissionen. Als Beispiel für die uneinheitliche Situation, die die Interpretation erschwert, seien die NO<sub>x</sub>-Emissionen aus dem Straßenverkehr genannt, die für die sommerlichen Ozon-Spitzenbelastungen wesentlich wichtiger sind als etwa die Emissionen aus Heizungsanlagen. Die Emissionen des Straßenverkehrs haben in Österreich deutlich abgenommen, in einzelnen Nachbarstaaten jedoch nicht – und dies jeweils bei einer deutlichen Abnahme der nationalen Gesamtemissionen.

Der Effekt einer Abnahme der Emissionen von Ozon-Vorläufersubstanzen wird auch durch stärkeren Einfluss des Wettergeschehens auf Ozonbelastung überdeckt. Der Einfluss der geänderten Emissionen lässt sich mit Modellsimulationen, in denen unter standardisierten meteorologischen Bedingungen gerechnet und damit der Einfluss der jährlichen meteorologischen Schwankungen ausgeschaltet wird, abschätzen. Entsprechende Modellrechnungen ergeben für Österreich von 1990 bis 2002 eine nennenswerte Abnahme der über den Sommer gemittelten täglichen maximalen MW1 in der Größenordnung von 15 µg/m<sup>3</sup>. Die realen Messdaten allerdings zeigten in den letzten 15 Jahren kaum eine Veränderung des entsprechenden Parameters.

Für die Zunahme der mittleren Ozonbelastung (Jahresmittelwerte), v. a. im Hochgebirge, dürfte ein Anstieg der nordhemisphärischen Hintergrundbelastung verantwortlich sein, der zumindest teilweise durch interkontinentalen Ozontransport aus Nordamerika und Ostasien erklärt werden kann. Für die Zunahme der mittleren Ozonkonzentration auch in Tälern und im außeralpinen Flachland dürfte die Zunahme der nordhemisphärischen Hintergrundbelastung allerdings keine ausreichende Erklärung sein.

Die im Immissionstrend beobachtete Zunahme der Jahresmittelwerte der Ozonbelastung könnte im Prinzip auch durch eine Abnahme der NO-Emissionen und damit eine Verringerung des vorübergehenden Abbaus von Ozon durch Reaktion mit NO in der Nähe der NO-Emissionsquellen<sup>1</sup> bedingt sein. Für Österreich kann dies weitgehend ausgeschlossen werden, da sich die NO-Konzentration an fast allen betroffenen Ozonmessstellen nicht signifikant verändert hat bzw. die Abnahme der NO-Belastung quantitativ bei weitem nicht der entsprechenden Zunahme der Ozonkonzentration entspricht. In naher Zukunft könnte dieser Effekt allerdings bei verkehrsnahen Messstellen zum Tragen kommen, da bei den Kfz-Emissionen eine Abnahme der NO-Emissionen (bei gleichzeitig steigendem Anteil von NO<sub>2</sub> an den NO<sub>x</sub>-Emissionen) erwartet wird.

---

<sup>1</sup> „NO-Titration“: O<sub>3</sub> + NO → O<sub>2</sub> + NO<sub>2</sub>; aus dem dabei gebildeten Stickstoffdioxid entsteht jedoch später, in Entfernung von den Emissionsquellen, unter Lichteinwirkung in Umkehrung der gezeigten Reaktion wieder Ozon.

Trotz der in diesem Bereich auf europäischer Ebene betriebenen Forschung ist eine umfassende quantitative Zuordnung von Immissionstrends und Ursachen zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht möglich.

Eine sinnvolle Prognose der Ozonbelastung für die kommenden Jahre ist angesichts der genannten Unsicherheiten, aber auch schon alleine wegen der massiven Abhängigkeit der Belastung von den nicht vorhersagbaren Witterungsverläufen der kommenden Jahre, nicht möglich. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass sich die aufgezeigten Trends kurzfristig nicht deutlich verändern werden. Mittelfristig ist europaweit eine weitere Abnahme der Ozon-Vorläufersubstanzen zu erwarten, was der Ozonbildung entgegenwirkt. Die bei Kfz-Emissionen erwartete Tendenz einer Verschiebung der Anteile an den NO<sub>x</sub>-Emissionen von NO zu NO<sub>2</sub> lässt dagegen eine Zunahme der Ozonkonzentrationen an verkehrsnahen Standorten<sup>1</sup> erwarten. Die globale Klimaänderung kann, beispielsweise bei verstärktem Auftreten von lang anhaltenden Hochdruckwetterlagen im Sommer oder bei durchschnittlich höheren Temperaturen im Winterhalbjahr, ebenfalls eine Erhöhung der Ozonbelastung mit sich bringen.



## 4 Emissionen

### 4.1 Datengrundlage

Die in diesem Kapitel angeführten Emissionsdaten beruhen auf der vom Umweltbundesamt jährlich erstellten österreichischen Luftschatstoffinventur (OLI). Die OLI basiert auf der CORINAIR-Systematik der Europäischen Umweltagentur. Bei der Emissionsberechnung kann nur für große Einzelquellen auf ganzjährig kontinuierlich gemessene und im Rahmen von Berichtspflichten gemeldete Emissionsdaten zurückgegriffen werden. Für die Vielzahl verschiedenen Einzelquellen (Haushalte, Fahrzeuge, ...) werden Emissionsfaktoren (d. h. verallgemeinerte Ergebnisse von Einzelmessungen) und statistischen Hilfsgrößen (z. B. Energieverbrauch, Produktionszahlen, Viehbestand) eingesetzt. Es werden anthropogene (vom Menschen verursachte) Emissionen berechnet und dargestellt.

Emissionsfaktoren sowie Aktivitäten und Rechenmodelle sind einem ständigen Prozess der Verbesserung und Aktualisierung unterworfen. Die aktuellen Emissionsdaten können sich daher von in früheren Jahren publizierten Zahlen unterscheiden. Details zur Berechnung und zu den Unterschieden gegenüber früheren Versionen können den Methodikberichten entnommen werden, die vom Umweltbundesamt regelmäßig zur Erfüllung internationaler Berichtspflichten erstellt werden<sup>2</sup>.

Der vorliegende Bericht basiert auf dem Stand der Emissionsberechnungen vom Dezember 2006.

Die Emittenten werden in diesem Kapitel in sechs Verursachersektoren zusammengefasst:

1. Energieversorgung (Kraft- und Heizwerke, Raffinerie, Erdöl- und Erdgasgewinnung, flüchtige Emissionen aus der Verteilung von Brenn- und Treibstoffen);
2. Kleinverbraucher (Heizungsanlagen von privaten Haushalten, privaten und öffentlichen Dienstleistern, Gewerbe und land- und forstwirtschaftlichen Betrieben; sowie mobile Geräte und Maschinen von Haushalten, land- und forstwirtschaftlichen Betrieben und sonstigen Dienstleistern);
3. Industrie (brennstoffbedingte Emissionen und Prozessemissionen der Industrie sowie mobile Maschinen und Geräte der Industrie);
4. Verkehr (Straßenverkehr, Bahnverkehr, Schifffahrt, nationaler Flugverkehr);

---

<sup>2</sup> „Austria's Informative Inventory Report“ im Rahmen des UN/ECE-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung

5. Landwirtschaft (Verdauungsbedingte Emissionen des Viehs, Emissionen aus Gülle und Mist und aus der Düngung mit organischem und mineralischem N-Dünger)
6. Sonstige (Abfallbehandlung, Deponien, Abfallverbrennung ohne Kraft- oder Wärmenutzung; Lösungsmittelanwendung).

Die Emissionsprognose wurde vom Umweltbundesamt erstellt und liegt seit Anfang 2006 vor<sup>3</sup>. Das “Business as usual”-Szenario berücksichtigt jene Politiken und Maßnahmen, die bis Anfang 2005 implementiert wurden. Die Emissionsprognose wurde mit dem Emissionsprognosemodell des Umweltbundesamtes (EMIPRO) erstellt. EMIPRO baut auf der Methodik der nationalen Luftschatstoff-Emissionsinventur auf. Für das Emissionsmodell werden Eingangsdaten aus einem Energiemodell herangezogen; daneben werden zusätzliche Methoden und Modelle für die Sektoren Verkehr, Landwirtschaft und Lösungsmittel eingesetzt. Das Energiemodell ist vom Institut für Wirtschaftsforschung (WIFO) entwickelt worden. Die Energieszenarien wurden vom WIFO als Teil einer Beauftragung durch das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft berechnet; diese Modellrechnungen bauen auf einer vorhergehenden Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit auf<sup>4</sup>.

## 4.2 Stickstoffoxide

### 4.2.1 Emissionen im Jahr 2005

Die Emissionen an Stickoxiden in Österreich betragen im Jahr 2005 159,2 kt und werden durch den Verkehr dominiert (vgl. Abb. 4.1). Aus diesem Sektor stammen mit 69,6 kt rund 44 % der gesamten NO<sub>x</sub>-Emissionen, davon werden alleine 65,1 kt durch den Straßenverkehr verursacht. Von den Emissionen des Straßenverkehrs stammen etwas mehr als die Hälfte von den schweren Nutzfahrzeugen.

Aus den Sektoren Industrie und Kleinverbraucher stammen mit 36,0 und 35,6 kt jeweils knapp ein Viertel der gesamten Emissionen. Die Emissionen der

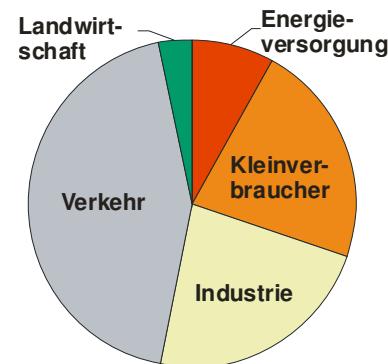


Abbildung 4.1: NO<sub>x</sub>-Emissionen 2005 nach Sektoren

<sup>3</sup> Anderl, M., Böhmer S., Köther T., Krutzler T., Kurzweil A., Lichtblau G., Meister F., Muik B., Neubauer Ch., Pölz W., Schachermayer E., Schwaiger E., Storch A., Wiesenberger H., Zethner G., 2006: *Austria's National Air Emission Projections for 2010 – Submission under Directive 2001/81/EC*. Umweltbundesamt, Wien.

<sup>4</sup> Kratena K. und Wüger M., 2005: *Energieszenarien für Österreich bis 2020*. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Wien.

Industrie stammen zum größten Teil aus der Verbrennung; industrielle Prozesse verursachen nur 1,3 kt. Bei den Kleinverbrauchern verursachen die in der Land- und Forstwirtschaft eingesetzten Maschinen und Geräten knapp die Hälfte der Emissionen (17,3 kt), der Rest wird größtenteils durch Heizungsanlagen in privaten Haushalten (13,1 kt) sowie in Gewerbe, Handel und öffentlichem Dienst (3,4 kt) verursacht. Unter 1 kt liegen die Emissionen von Geräten im Haushalts- und Gartenbereich.

Weitere Emissionen in geringerem Ausmaß stammen aus dem Sektor Energieversorgung (12,7 kt bzw. 8 %), davon werden knapp drei Viertel von Wärme- und Heizkraftwerken und ein Viertel von der Raffinerie verursacht. Minimal sind die Emissionen des Sektors Landwirtschaft (5,2 kt bzw. 3 %), wobei diese Emissionen zum größten Teil aus Böden im Ackerbau stammen.

Bei den oben genannten Zahlen sind die durch den Tanktourismus verursachten Emissionen, d. h. die durch den in Österreich verkauften, aber bei Fahrten im Ausland verbrauchten Kraftstoff entstehen, nicht eingerechnet. Werden die Emissionen auf Basis des gesamten in Österreich verkauften Kraftstoffs berechnet, also inklusive Tanktourismus, so liegen die Emissionen des Verkehrssektors im Jahr 2005 um 65,9 kt höher. Der Tanktourismus wird zum größten Teil durch den Schwerverkehr verursacht, da die Fernverkehrs-Lkw auf der Fahrt durch Europa im Land mit den niedrigsten Kraftstoffpreisen tanken; diese Emissionen entstehen daher auf Europas Transitrouten zwischen Nord- und Südeuropa, zwischen West- und Osteuropa. Generell erfolgen die Angaben in diesem Bericht auf Basis des auf Österreichs Straßen verbrauchten Treibstoffs; dies entspricht auch den gemäß der „Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe“ an die Europäische Kommission gemeldeten Emissionen<sup>5</sup>.

Die Emissionsangaben werden als Jahreswerte berechnet. Innerhalb des Jahres können die Emissionen verschiedener Sektoren jedoch sehr ungleichmäßig anfallen. So fallen die durch Hausheizungen und Heizkraftwerke verursachten Emissionen primär im Winter an, während die Emissionen von mobilen Maschinen und Geräten im Landwirtschafts- und Gartenbereich eher im Sommer entstehen. Auch die kalorische Stromerzeugung erfolgt verstärkt im Winter. Die Emissionen des Verkehrs sowie der übrigen mobilen Quellen nehmen daher eine größere Rolle bei der Ozonbildung ein, als die über das Jahr summierten Emissionsmengen andeuten – insbesondere was die Spitzenbelastungen im Sommer betrifft.

---

<sup>5</sup> Die Emissionsberichte an internationale Organisationen erfolgen zum Teil auf einer anderen Basis; die im Rahmen des UN/ECE-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung gemeldeten Luftschadstoffemissionen werden ebenso auf Basis des gesamten verkauften Treibstoffs berechnet wie die Treibhausgasemissionen gemäß dem UN-Rahmenübereinkommen über Klimaänderungen

## 4.2.2 Emissionstrend

Im Referenzjahr gemäß Ozongesetz 1985 betragen die NO<sub>x</sub>-Emissionen 235,1 kt. Bis ins Jahr 2005 fand eine Abnahme um 76,0 kt statt, dies entspricht einer Minderung um 32 %. Die Emissionen sind in fast allen Sektoren zurückgegangen (siehe Abb. 4.2, eine detaillierte Zeitreihe ist in Annex A angegeben).

Den stärksten Rückgang verzeichnete die Energieversorgung mit –55 %, der Rückgang ist zum großen Teil auf die Emissionsminderungen bei Kraft- und Heizwerken zurückzuführen. Auch im Verkehr sind die Emissionen mit –38 % deutlich zurückgegangen<sup>6</sup>. Ein nennenswerter Rückgang ist auch in der Industrie (–34 %) und in der Landwirtschaft (–26 %) zu verzeichnen. Die Emissionen aus Hausheizungen schwanken in erster Linie mit den durchschnittlichen Wintertemperaturen, die Emissionen aus dem Sektor Kleinverbraucher lagen 2005 geringfügig über den Emissionen in den 1980er-Jahren.

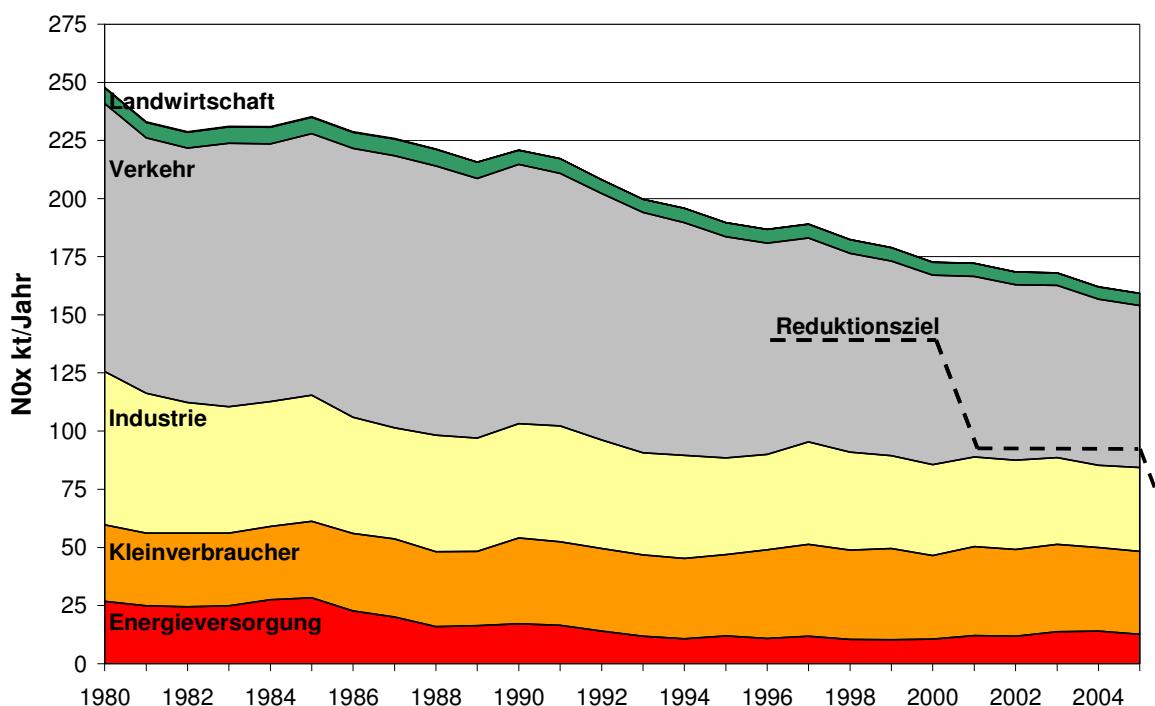


Abbildung 4.2: NO<sub>x</sub>-Emissionen 1980–2005 und ozongesetzliches Reduktionsziel

Von 1980 bis 2005 sind die NO<sub>x</sub>-Emissionen noch stärker, um 88,6 kt bzw. 36 %, zurückgegangen. Der Rückgang von 1990 bis 2005 betrug 61,7 kt bzw. 28 %. Die

<sup>6</sup> Für die Jahre vor 1990 liegt keine Berechnung der Emissionen aus dem Tanktourismus vor; die Emissionen werden alleine anhand des in Österreich verkauften Treibstoffs berechnet. Es ist jedoch davon auszugehen, dass der Tanktourismus in dieser Zeit – vor Ostöffnung, EU-Beitritt Österreichs und Euro-Einführung – eine geringe Rolle gespielt hat.

Trends in den einzelnen Sektoren sind mit den im vorhergehenden Absatz aufgezeigten annähernd vergleichbar.

Der Emissionsrückgang seit 2000 beträgt 13,5 kt bzw. 8 %. In diesem Zeitraum wurde der stärkste Emissionsrückgang im Verkehrssektor verzeichnet (um 11,9 kt bzw. 15 %); in den Sektoren Industrie und Landwirtschaft gab es eine Emissionsminderung von etwas über bzw. knapp 7 %. Im Sektor Energieversorgung sind die Emissionen nach ihrem Tiefststand Ende der 1990er-Jahre seit 2000 wieder um ein Fünftel (2,1 kt) gestiegen.

Im Zuge der Inventurberechnungen der letzten Jahre hatten neue Erkenntnisse mehrmals zu Änderungen bei den Berechnungsmethoden und den Emissionsfaktoren geführt; dies hat insbesondere im Sektor Verkehr nennenswerte Unterschiede zwischen den einzelnen Versionen der Inventur mit sich gebracht. Speziell bei den Emissionsfaktoren von dieselbetriebenen Kfz, die ursprünglich anhand der Verbesserung der für die Typprüfung festgelegten Grenzwerte abgeschätzt worden waren, haben Prüfstandsmessungen letztlich höhere Emissionen aufgezeigt. Deshalb ist nicht auszuschließen, dass in künftigen Versionen der Inventur der Emissionsrückgang im Verkehrssektor seit dem Jahr 2000 geringer ausfällt als oben angegeben. Auch für moderne mobile Maschinen und Geräte basieren die Emissionsfaktoren primär auf Abschätzungen, aktuelle Prüfstandsmessungen stehen noch aus.

#### **4.2.3 Emissionsprognose 2010**

In der vom Umweltbundesamt erstellten Emissionsprognose werden für das Jahr 2010 auf Basis bisher umgesetzter Maßnahmen Gesamtemissionen von 137,3 kt (ohne Tanktourismus) prognostiziert. Der Emissionsrückgang wird vor allem für den Verkehrssektor errechnet; die fortlaufend verschärften Emissionsgrenzwerte und der kontinuierliche Austausch von Altfahrzeugen sind der Grund für den Rückgang. Leichte Emissionsrückgänge werden auch für Kleinverbraucher und Industrie erwartet. Die Auswirkungen künftiger Maßnahmenprogramme (siehe Abschnitt 5.6) sind nicht eingerechnet.

Die Prognose ist naturgemäß mit deutlichen Unsicherheiten verbunden; für den Verkehrssektor betreffen diese nicht nur die Entwicklung des Verkehrsaufkommens, sondern auch die Wirkung der Emissionsbegrenzung bei der neusten Abgasklasse für Kraftfahrzeuge. Die Emissionsfaktoren für Kfz, die in die 2005 eingeführten Abgasklasse EURO-4 fallen, wurden für die Prognose anhand der vorgenommenen Verschärfung der Typprüfgrenzwerte abgeschätzt; nach den bisherigen Erfahrungen ist nicht auszuschließen, dass sich diese Grenzwertverschärfung bei den Emissionen im realen Fahrbetrieb nicht zur Gänze zeigt.

## 4.3 Flüchtige organische Verbindungen

### 4.3.1 Emissionen im Jahr 2005

Die Emissionen an anthropogenen flüchtigen organischen Verbindungen außer Methan (NMVOC) in Österreich betragen im Jahr 2005 149,8 kt und werden durch die Lösungsmittelverwendung dominiert (siehe Abb. 4.3). Aus der Lösungsmittelanwendung stammt mit 75,8 kt rund die Hälfte der gesamten NMVOC-Emissionen. Zur Lösungsmittelanwendung tragen die Verwendung von Lösungsmitteln und lösungsmittelhaltigen Produkten in Haushalten mit knapp einem Drittel und die industrielle und gewerbliche Anwendung von Farben und Lacken mit mehr als einem Viertel den größten Teil bei.

Knapp ein Drittel der Emissionen (43,7 kt) stammen aus dem Sektor Kleinverbraucher; diese Emissionen werden zu rund drei Viertel von Hausheizungen, insbesondere alten Festbrennstoffheizungen, verursacht. Der Verkehr verursacht 16,7 kt bzw. 11 % der Gesamtemissionen; davon stammt mehr als die Hälfte aus dem Pkw-Bereich.

Aus den Sektoren Industrie mit 7,4 kt (5 %) und Energieversorgung mit 4,3 kt (3 %) stammt ein geringer Teil der Emissionen. (De facto fallen die Lösungsmittlemissionen zu einem wesentlichen Teil in der produzierenden Industrie an, sie werden aber entsprechend der Inventursystematik traditionell getrennt ausgewiesen.) Die Emissionen der Energieversorgung stammen primär aus der Lagerung und Verteilung von Kraftstoffen. Die Emissionen der Landwirtschaft fallen mit einem Prozent der Gesamtemissionen nicht ins Gewicht.

Bei den oben genannten Zahlen sind die durch den Tanktourismus verursachten Emissionen, d. h. die durch den in Österreich verkauften, aber bei Fahrten im Ausland verbrauchten Kraftstoff entstehen, nicht eingerechnet. Der Tanktourismus spielt allerdings bei den flüchtigen organischen Verbindungen eine geringe Rolle. Werden die Emissionen auf Basis des gesamten in Österreich verkauften Kraftstoffs berechnet, also inklusive Tanktourismus, so liegen die Emissionen des Verkehrssektors im Jahr 2005 um 4,3 kt höher.

Auch bei den flüchtigen organischen Verbindungen fallen die Emissionen nicht gleichmäßig über das Kalenderjahr verteilt an. Die zum Großteil durch Hausheizungen bedingten Emissionen des Sektors Kleinverbraucher fallen primär im Winter an, abgesehen vom Anteil der mobilen Maschinen und Geräte im Landwirt-

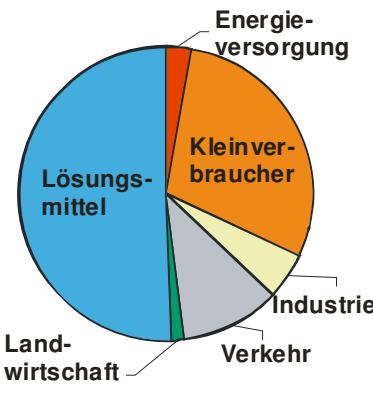


Abbildung 4.3: NMVOC-Emissionen 2005 nach Sektoren

schafts- und Gartenbereich. Bei den Lösungsmittelemissionen im Haushaltsbereich ist ein nicht unerheblicher Teil auf Waschflüssigkeiten für Kfz-Windschutzscheiben zurückzuführen, die im Winter verstärkt verbraucht werden. Emissionen aus der Verdunstung von Kraftstoff wiederum sind im Sommer relevanter als im Winter.

#### 4.3.2 Emissionstrend

Im Referenzjahr gemäß Ozongesetz 1988 betragen die NMVOC-Emissionen 371,7 kt. Bis ins Jahr 2005 fand eine Abnahme um 221,8 kt statt, dies entspricht einer Minderung um 60 %. Die Emissionen sind in allen Sektoren deutlich zurückgegangen (siehe Abb. 4.4, eine detaillierte Zeitreihe ist in Annex A angegeben).

Den stärksten Rückgang verzeichnete der Verkehr mit –83 %. Der Rückgang ist auf die Emissionsminderung bei Pkw zurückzuführen, da benzinbetriebene Pkw in den 1980er-Jahren den weitaus überwiegenden Anteil an den Emissionen hatten. Allerdings verzeichneten auch die übrigen Fahrzeugkategorien einen starken Emissionsrückgang.

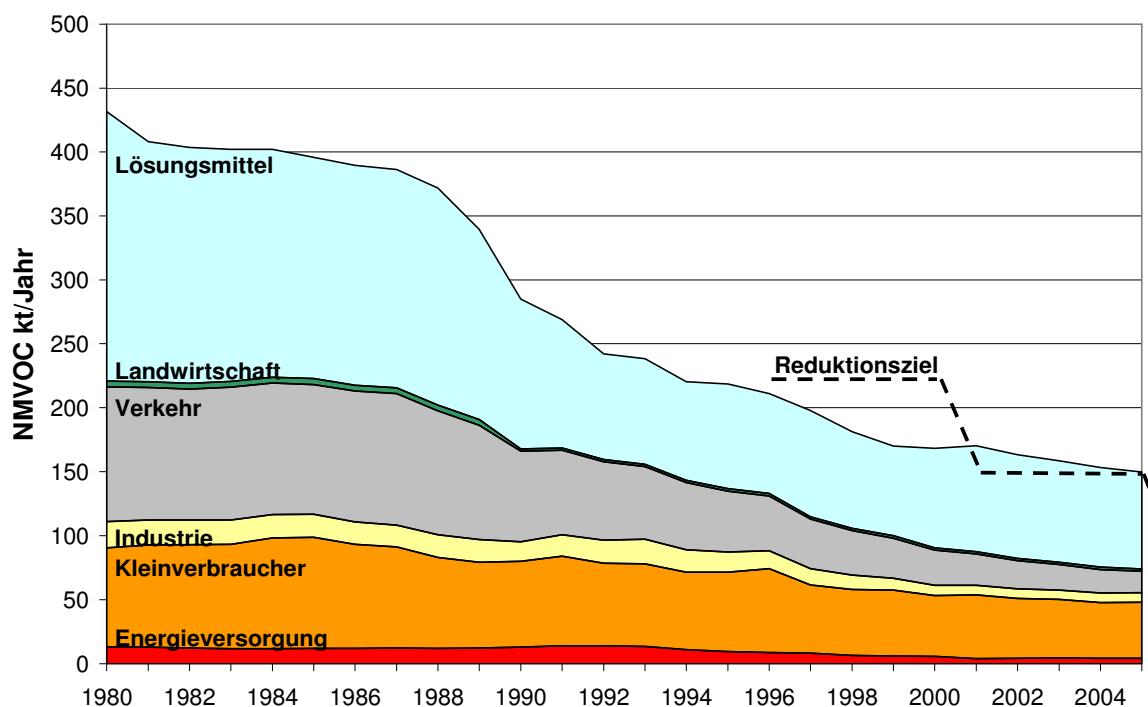


Abbildung 4.4: NMVOC-Emissionen 1980–2005 und ozongesetzliches Reduktionsziel

Auch in den meisten übrigen Sektoren sind die Emissionen in der Größenordnung von etwa 60 % zurückgegangen; am stärksten ins Gewicht fällt dabei naturgemäß der 55%-ige Rückgang bei den Lösungsmitteln (–93,7 kt). Die Emissionen der

Kleinverbraucher sind um knapp 40 % gesunken, was auf den Emissionstrend bei den Hausheizungen zurückzuführen ist.

Von 1980 bis 2005 sind die NMVOC-Emissionen noch stärker, um 281,8 kt bzw. 65 %, zurückgegangen. Der Rückgang von 1990 bis 2005 betrug 135,2 kt bzw. 47 %. Die Trends in den einzelnen Sektoren sind mit den im vorhergehenden Absatz aufgezeigten vergleichbar.

Der Emissionsrückgang seit 2000 beträgt 18,6 kt bzw. 11 %. In diesem Zeitraum wurde der stärkste Emissionsrückgang wiederum im Verkehrssektor verzeichnet (um 10,8 kt bzw. knapp 40 %). Auch in den Sektoren Kleinverbraucher, Industrie und Energieversorgung sind die Emissionen weiter gefallen. Die Emissionen aus der Lösungsmittelanwendung sind nach ihrem Tiefstand Ende der 1990er-Jahre leicht angestiegen, in den letzten drei Inventurjahren wieder gefallen und liegen 2005 geringfügig unter dem Wert von 2000.

#### **4.3.3 Emissionsprognose 2010**

Für das Jahr 2010 werden für die flüchtigen organischen Verbindungen Gesamtemissionen von 149,6 kt prognostiziert. Ein Emissionsrückgang wird vor allem für die Sektoren Verkehr und Hausbrand erwartet. Im Verkehrsbereich sind die fortlaufend verschärften Emissionsgrenzwerte und der kontinuierliche Austausch von Altfahrzeugen der Grund für den Rückgang; beim Hausbrand lässt ebenfalls der technische Fortschritt in Verbindung mit dem kontinuierlichen Austausch von alten Öfen und Heizkesseln geringere Emissionen erwarten.

### **4.4 Vergleich mit den ozongesetzlichen Reduktionszielen**

Das Ozongesetz sieht eine Reduktion der Ozon-Vorläufersubstanzen um 40 % bis Ende 1996, um 60 % bis Ende 2001 und um 70 % bis Ende 2006 vor, wobei für NO<sub>x</sub> 1985 als Basisjahr und für NMVOC 1988 als Basisjahr festgesetzt wurde.

Das erste Zwischenziel für NMVOC wurde erreicht, das zweite Zwischenziel wurde knapp verfehlt und erst im Jahr 2005 annähernd eingehalten. Die als drittes Ziel vorgesehene Emissionsminderung um 70 % wird mit Ende des Jahres 2006 nicht erreicht werden können; der Emissionstrend für NMVOC zeigt aber eine weiter fallende Tendenz. Während die meisten relevanten Sektoren einen kontinuierlichen Emissionsrückgang aufweisen, stagnieren die Emissionen aus der Lösungsmittelanwendung nach ihrem massiven Rückgang zwischen 1980 und Anfang der 1990er-Jahre.

Der erfolgte Emissionsrückgang bei NO<sub>x</sub> reichte zur Einhaltung der Ziele nicht aus. Berechnet auf Basis der Emissionen im Inland, d. h. ohne Tanktourismus, sind die NO<sub>x</sub>-Emissionen bis zum Jahr 1996 um 21 % und bis 2001 um 27 % zurückgegangen; im Jahr 2005 lag der Rückgang bei 32 %. Der Verkehrssektor dominiert trotz einer nennenswerten Emissionsminderung noch immer die Gesamtemissionen. Die Zunahme der Verkehrsleistung, insbesondere im Straßengüterverkehr, und der massive Zuwachs bei Pkw mit Dieselmotoren haben die Fortschritte bei der Abgastechnik teilweise kompensiert. Außerdem hat sich gezeigt, dass bei Dieselmotoren die Emissionen im realen Fahrbetrieb nicht in dem Maß abgenommen haben, wie bei der Festlegung von Emissionsgrenzwerten geplant und erwartet worden war. Die Einhaltung des ozongesetzlichen Minderungsziels für das Jahr 2006 ist bei NO<sub>x</sub> nicht mehr möglich; das geplante Maßnahmenprogramm gemäß Emissionshöchstmengengesetz-Luft (siehe Abschnitt 5.6) soll aber für die nächsten Jahre zu einem weiteren deutlichen Emissionsrückgang führen.



## 5 Maßnahmen

In Österreich wurden in den letzten Jahren Maßnahmen in verschiedenen Bereichen gesetzt, die eine Minderung der Emissionen von Ozon-Vorläufersubstanzen zum Ziel hatten oder bei denen die Emissionsminderung ein gewünschter Nebeneffekt war. Dies betrifft Maßnahmen in den Bereichen Energieversorgung und Raumwärme, Verkehr und andere mobile Quellen, Industrie sowie Lösungsmittel.

Eine Reihe von Maßnahmen ist in den Ozonberichten der Bundesregierung an den Nationalrat beschrieben worden, zuletzt im Ozonbericht 2002. Verschiedene der damals beschriebenen Maßnahmen haben ihre Wirkung mit Verzögerung entfaltet oder werden erst in den kommenden Jahren wirksam. Diese Maßnahmen werden im Folgenden, sofern erforderlich, kurz aufgeführt; Details sind den genannten Berichten zu entnehmen.

### 5.1 Energieversorgung

Einer der Schwerpunkte der österreichischen Energiepolitik ist die verstärkte Energieaufbringung aus erneuerbaren Energiequellen und aus Kraft-Wärme-Kopplung. Die Elektrizitätserzeugung aus Wind- und Wasserkraft vermeidet die bei kalorischer Erzeugung entstehenden NO<sub>x</sub>-Emissionen; ebenso werden bei der Kraft-Wärme-Kopplung durch die bessere Nutzung des Brennstoffs die Emissionen, bezogen auf die gesamte ausgekoppelte Strom- und Wärmemenge im Vergleich zu getrennter Erzeugung deutlich reduziert.

Bei der Elektrizitätserzeugung hat die Wasserkraft bereits seit längerem einen Anteil in der Größenordnung von zwei Dritteln. Mit dem **Ökostromgesetz**, BGBl. I Nr. 149/2002, novelliert mit BGBl. I Nr. 105/2006, wurde ein System zur Unterstützung der Erzeugung von Strom aus Windkraft, Kleinwasserkraft und Photovoltaik, fester und flüssiger Biomasse sowie Kraft-Wärme-Kopplung etabliert. Als Ziel wurde für das Jahr 2010 ein Anteil von 78,1 % erneuerbare Energieträger an der Stromerzeugung festgelegt. Mit der Ökostromgesetz-Novelle 2006 wurde u. a. das Ziel für unterstützten Ökostrom ohne Wasserkraft auf 10 % angehoben, Investitionszuschüsse für mittlere Wasserkraftanlagen (bis 20 MW) sowie für neue fossile Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen ermöglicht sowie zusätzlich zu den bereits im Rahmen der bisherigen Umsetzung des Ökostromgesetzes 2002 vertraglich zugesagten Förderungsverbindlichkeiten in Höhe von 3 Milliarden Euro nochmals rund 1 Milliarde Euro für die Unterstützungen weiterer, neuer Ökostromanlagen freigegeben.

Das Ökostromgesetz hat zu einem enormen Zuwachs bei Ökostromanlagen geführt. Die gesamte Engpassleistung von installierten Windkraftanlagen hat sich von rund 400 MW Ende 2003 auf über 800 MW Ende 2005 verdoppelt (siehe Abb. 5.1). Bei der Kleinwasserkraft stehen Neuanlagen mit einer Engpassleistung von insgesamt rund 130 MW und revitalisierte Anlagen mit einer Leistung von rund 65 MW

Altanlagen mit knapp über 950 MW gegenüber (Berechnungsbasis sind die Anerkennungsbescheide gemäß Ökostromgesetz, Stand März 2006).

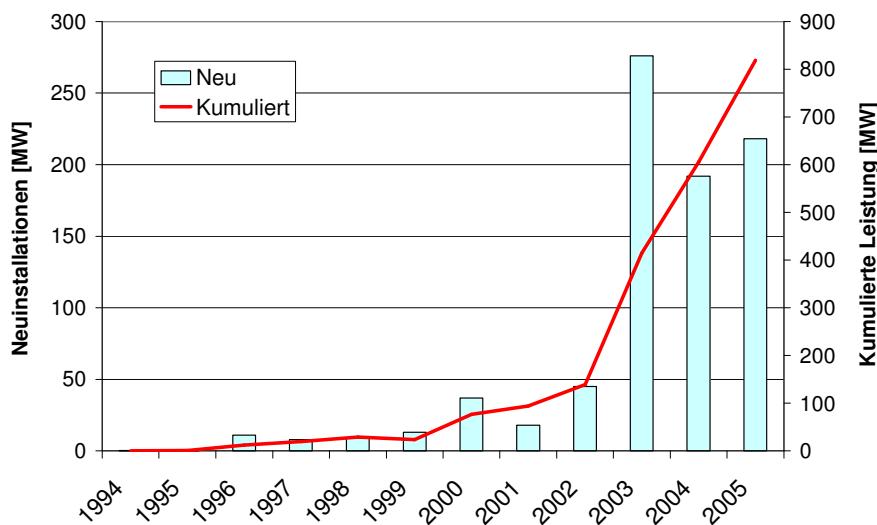


Abbildung 5.1: Entwicklung bei Windkraftanlagen (Daten: e-control GmbH)

Insgesamt ist die Erzeugung von Ökostrom gemäß Ökostromgesetz seit 2002 massiv gestiegen. In Tabelle 5.1 sind die jährliche Erzeugung und der Anteil des Ökostroms am öffentlichen Verbrauch angegeben; der Anteil hat bereits ein beachtliches Niveau erreicht.

Tabelle 5.1: Jahresproduktion an sonstigem Ökostrom und Ökostromquote (Definition gemäß Ökostromgesetz)

Jahr	Sonst. Ökostrom (GWh)	Quote
2002	412	0,86 %
2003	598	1,18 %
2004	1.445	2,79 %
2005	2.200	4,18 %
2006 <sup>)</sup>	3.551	6,64 %
2007 <sup>)</sup>	4.000-4.500	7,3-8,2 %
2008 <sup>)</sup>	4.500-5.000	8,1-9,0 %

<sup>)</sup> für 2006–2008 Prognosewerte von e-control und BMLFUW

Die Stromerzeugung aus Wind- und Wasserkraft, Sonne und Geothermie führt zu einer generellen Vermeidung der bei der Verbrennung entstehenden Luftschadstoffemissionen. Die Wärmeversorgung durch **Fern- und Nahwärmenetze** wiederum ist mit dem Ersatz einer großen Zahl von – vorwiegend älteren und hinsichtlich des Emissionsverhaltens ungünstigen – einzelnen Hausheizungen verbunden. Werden alte oder nicht ordnungsgemäß gewartete und betriebene Festbrennstoffkessel ersetzt, so sinken die Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen beträchtlich, auch wenn die Forcierung von Biomasse-Nahwärmeanlagen in erster Linie aus Gründen des Klimaschutzes erfolgt.

Fördermaßnahmen für Biomasse-Nahwärme werden sowohl im Rahmen der Umweltförderung im Inland als auch der landwirtschaftlichen Förderung gesetzt. Aus Mitteln der Umweltförderung wurden im Jahr 2005 beispielsweise 16 Biomasse-Nahwärmeprojekte, 16 Projekte zur Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplung, 24 Projekte zur Wärmeverteilung und 94 Projekte für betriebliche Fernwärmeanschlüsse mit insgesamt 24,2 Mio. € (Förderbarwert) unterstützt.

Der Aufschwung der Biomasse-Nahwärme begann in den frühen 1980er-Jahren. Ende 2004 waren bereits 1002 Anlagen mit insgesamt ca. 1132 MW thermischer Leistung installiert (siehe Abb. 5.2); gegenüber 2001 bedeutet dies ein Plus von 70 % bei den Anlagen und von mehr als 50 % bei der Leistung. Geht man davon aus, dass durch eine Nahwärmeanlage mit 1 MW Leistung im ländlichen Gebiet durchschnittlich 70–100 Einfamilienhäuser sowie größere Gebäude (z. B. Schulen, Gemeindeämter) versorgt werden können, so entsprechen die Ende 2004 bestehenden Anlagen großenordnungsmäßig einem Ersatz von etwa 100.000 einzelnen Heizkesseln.

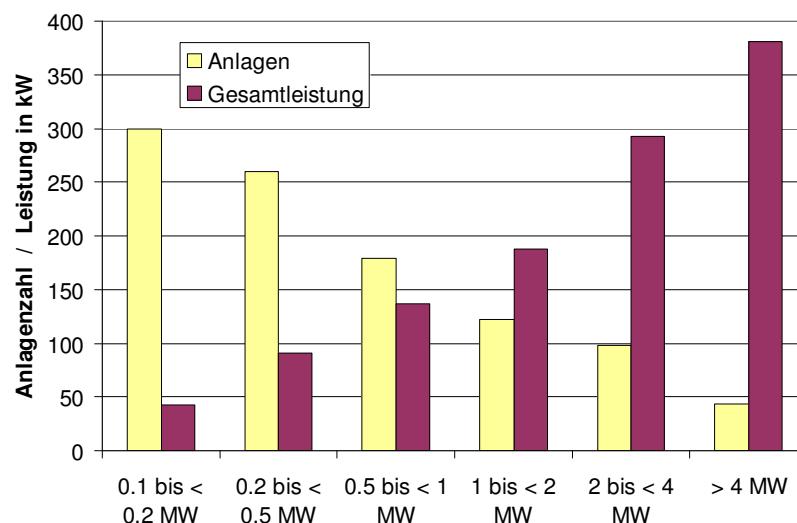


Abbildung 5.2: Biomasse-Nahwärmeanlagen (Daten: Österreichische Energieagentur)

Bezogen auf den Bruttoinlandsverbrauch beträgt der Anteil an erneuerbaren Energieträgern ein knappes Viertel. Abgesehen von der Wasserkraft, die stark von der durch die Witterung bedingten teilweise sehr unterschiedlichen Wasserführung der Flüsse schwankt, haben die erneuerbaren Energieträger in den letzten Jahren zugenommen, siehe Tab. 5.2.

Tabelle 5.2: Energetischer Bruttoinlandsverbrauch und Anteil erneuerbarer Energieträger in Österreich 2000–2005 in PJ (Quelle: Statistik Österreich, 2006)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005		
<b>Gesamt</b>	<b>1.219,0</b>	100%	<b>1.292,6</b>	<b>1.311,8</b>	<b>1.392,2</b>	<b>1.398,3</b>	<b>1.467,3</b>	100%
Umgebungswärme *)	7,4	0,54%	7,0	7,6	8,1	9,3	9,3	0,63%
Biog. Brenn-/Kraftstoffe	59,4	5,19%	67,1	69,7	74,7	79,6	93,2	6,35%
Brennholz	58,6	4,99%	64,5	60,8	63,9	60,7	64,5	4,40%
Wind/Photovoltaik	0,3	0,05%	0,6	0,8	1,4	3,4	4,8	0,33%
<b>Summe</b>	<b>125,7</b>	10,77%	<b>139,2</b>	<b>138,8</b>	<b>148,0</b>	<b>153,0</b>	<b>171,8</b>	11,71%
Wasserkraft	150,6	11,19%	144,7	143,8	118,4	131,1	130,3	8,88%
<b>Summe</b>	<b>276,3</b>	21,96%	<b>283,9</b>	<b>282,5</b>	<b>266,4</b>	<b>284,1</b>	<b>302,1</b>	20,59%
brennb. Abfälle	10,4	1,12%	14,5	16,5	18,3	22,7	22,4	1,53%
<b>Summe</b>	<b>286,7</b>	23,08%	<b>298,4</b>	<b>299,0</b>	<b>284,7</b>	<b>306,7</b>	<b>324,5</b>	22,12%

\*) Umgebungswärme = Solarkollektoren + Wärmepumpe + Geothermie

Relevant für die öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung sind die NO<sub>x</sub>-Emissionen. Die NO<sub>x</sub>-Emissionen sind seit 1980 massiv gesunken. Der Rückgang in den 1980er-Jahren (ca. –60 %) und Anfang der 1990er-Jahre ist vorwiegend auf Maßnahmen aufgrund des Dampfkesselemissionsgesetzes und des darauf folgenden Luftreinhaltegesetzes für Kesselanlagen zurückzuführen, d. h. auf den Einsatz von NO<sub>x</sub>-armen Brennern und Abgasreinigungsanlagen. Seit Mitte der 1990er-Jahre stagnierten die NO<sub>x</sub>-Emissionen bzw. sind sie in den Jahren 2003 und 2004 aufgrund des verstärkten Kohleeinsatzes angestiegen. Allerdings ist seit 1990 die Erzeugung von elektrischer Energie in den kalorischen Kraftwerken um 41 % gestiegen, rechnet man die gemäß Ökostromgesetz in Windkraftanlagen erzeugte Elektrizität dazu, sogar um 51 %. Demgegenüber liegen die NO<sub>x</sub>-Emissionen im Jahr 2005 rund 25 % niedriger als 1990 (siehe Abb. 5.3). Die gesamte ins öffentliche Netz eingespeiste Erzeugung aus kalorischen Kraftwerken (Strom + Wärme) hat mit +67 % noch stärker zugenommen als die elektrische Erzeugung alleine. Es hat also auch in den letzten Jahren eine klare Entkopplung von Emissionen und eingespeister Energie stattgefunden.

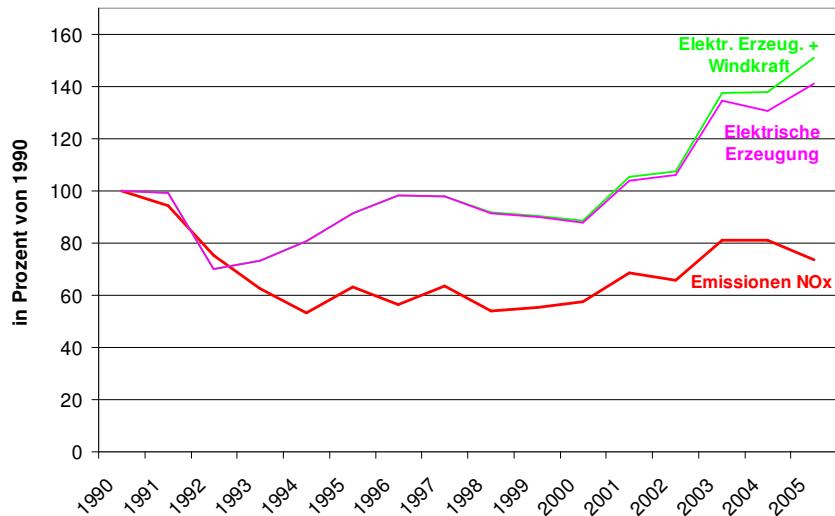


Abbildung 5.3: Öffentliche Energieversorgung 1990–2005 – NO<sub>x</sub>-Emissionen, Erzeugung an elektrischer Energie aus kalorischen Kraftwerken und Windkraft (Daten: Umweltbundesamt, Statistik Österreich)

Die NMVOC-Emissionen im Bereich der Energieversorgung entstehen primär bei der Lagerung und Verteilung von Kraftstoffen. Diese Emissionen sind von 1990 bis 2005 um mehr als drei Viertel zurückgegangen; Grund dafür ist die Einführung von Gaspendelanlagen bei ortsfesten Kraftstoffbehältern und bei Tankstellen aufgrund entsprechender Regelungen gemäß § 82 GewO (BGBI. 558/1991 i.d.F. BGBI. Nr. 904/1995 bzw. BGBI. Nr. 792/1992 i.d.F. BGBI. Nr. 904/1995).

## 5.2 Raumwärme

Emissionen aus Hausheizungen (einschließlich der Bereitstellung von Warmwasser) haben bei den meisten Luftschatstoffen und beim Treibhausgas Kohlendioxid einen signifikanten Anteil an den Gesamtemissionen. Die Verringerung des Energiebedarfs in diesem Bereich ist ein wichtiges Ziel der österreichischen Umweltpolitik.

Ein Instrument zur Erreichung dieses Ziels sind die **Bauordnungen** der Länder. Die Bauordnungen enthalten konkrete Mindestvorgaben für die thermische Qualität von Bauteilen (k-Werte) oder von Gebäuden insgesamt. Die festgelegten k-Werte gehen mittlerweile bei den meisten Ländern über die Minimalanforderung aus der *Vereinbarung zwischen Bund und Ländern gemäß Art. 15a B-VG über die Einsparung von Energie* von 1995 hinaus (siehe Tab. 5.2).

Tabelle 5.2: Anforderungen der Bauordnungen der Länder an die k-Werte von Gebäudeteilen

	Bgl	Ktn	NÖ	OÖ	Sbg	Stmk	T	Vlbg	W	Art.15a
Außenwand	0,45	0,40	0,40	0,50	0,35	0,40-0,50	0,35	0,35	0,50	0,50
Dach	0,25	0,25	0,22	0,25	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25	0,25
Fenster	1,70	1,80	1,80	1,90	1,70	1,90	1,70	1,80	1,90	1,90
Außentür	1,70	1,80	1,80	1,90	1,70	1,70	1,70	1,90	1,90	1,90
Decke	0,40	0,40	0,40	0,45	0,40	0,40	0,40	0,40	0,45	0,45

In Oberösterreich, Salzburg und Wien werden in erster Linie energetische Mindeststandards für Gebäude auf Basis von beheizter Wohnfläche, Raumvolumen oder Gebäudegeometrie angewendet. In diesen Fällen haben die in der Tabelle 5.2 angegebenen k-Werte nur ergänzenden Charakter, da die Energiekennzahlen, mit denen die Gebäude als ganzes beurteilt werden, ein besseres Maß für die Raumwärmeverbrauch bieten als die Summen von k-Werten für Einzelteile.

Als weiteres, ganz wesentliches Instrument dient die **Wohnbauförderung** für den **Neubau und die Sanierung**. Die Länder vergeben Fördermittel in der Höhe von mehr als 2 Mrd. € jährlich, und ein Großteil der Wohngebäude wird unter Zuhilfenahme von Wohnbaufördermitteln errichtet. In den vergangenen Jahren wurden von allen Ländern Förderschemata für energiesparendes Bauen und Renovieren entwickelt, deren Anforderungen über die Mindestkriterien der Bauordnungen hinausgehen.

Zur Vereinheitlichung und Forcierung dieser Anforderungen wurde 2006 eine *Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG zwischen dem Bund und den Ländern über gemeinsame Qualitätsstandards für die Förderung der Errichtung und Sanierung von Wohngebäuden zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes an Treibhausgasen* abgeschlossen. Mit dieser Vereinbarung sollen sowohl die Anforderungen, unter denen Wohnbaufördermittel für den Neubau bezogen werden können, verschärft werden als auch verstärkt Mittel in die thermische Sanierung von Altbauten fließen.

Um Sanierungsmaßnahmen zur Energieeinsparung auch für öffentliche Gebäude zu ermöglichen, hat die Bundesregierung 2001 die Durchführung eines **Contracting**-Programms beschlossen. Mittlerweile konnten für 400 Gebäude Kontraktoren gefunden werden, die eine Einsparung von 20 % der jährlichen Heizkosten innerhalb von 10 Jahren garantieren. Das Programm wird gemeinsam von BMLFUW, BMWA und Bundesimmobiliengesellschaft, mit Beratung durch die österreichische Energieagentur, durchgeführt. Entsprechende Maßnahmen sind auch im Bereich der Länder zu finden.

Mittel der Wohnbauförderung werden auch für die Installation und Erneuerung von Heizungsanlagen (einschließlich Wärmepumpen) vergeben. Die Höhe der Fördermittel ist in allen Ländern an anlagenspezifische Kriterien gebunden. Neuere Heizungsanlagen haben generell eine höhere Energieeffizienz und – was Biomasseheizungen betrifft – deutlich niedrigere NMVOC-Emissionen.

Gefördert wird auch die thermische Sonnenenergienutzung für die Raumheizung und für die Warmwasserbereitung; dafür stehen neben den Mitteln der Länder auch Förderungen von Gemeinden zur Verfügung. Für betriebliche Solaranlagen ist eine Unterstützung im Rahmen der Umweltförderung im Inland möglich – beispielsweise wurden 2005 405 Projekte mit einem Förderbarwert von 3,5 Mio. € unterstützt.

Ende 2005 hat in Österreich die installierte Sonnenkollektorfläche der noch in Betrieb befindlichen Kollektoren 3 Mio. m<sup>2</sup> erreicht (siehe Abb. 5.4). Damit wird ein Nutzwärmeertrag von über 1 GWh p.a. erzielt, dies entspricht einem Äquivalent von ca. 164.000 t Heizöl pro Jahr. Gemessen an der Kollektorfläche pro Kopf gehört Österreich weltweit zu den bestausgestatteten Ländern. Ein Großteil der Sonnenkollektoren wird zur Warmwasserbereitung eingesetzt; dies führt besonders im Sommerhalbjahr, in dem die Belastungsspitzen beim bodennahen Ozon auftreten, zu einer Emissionsminderung.

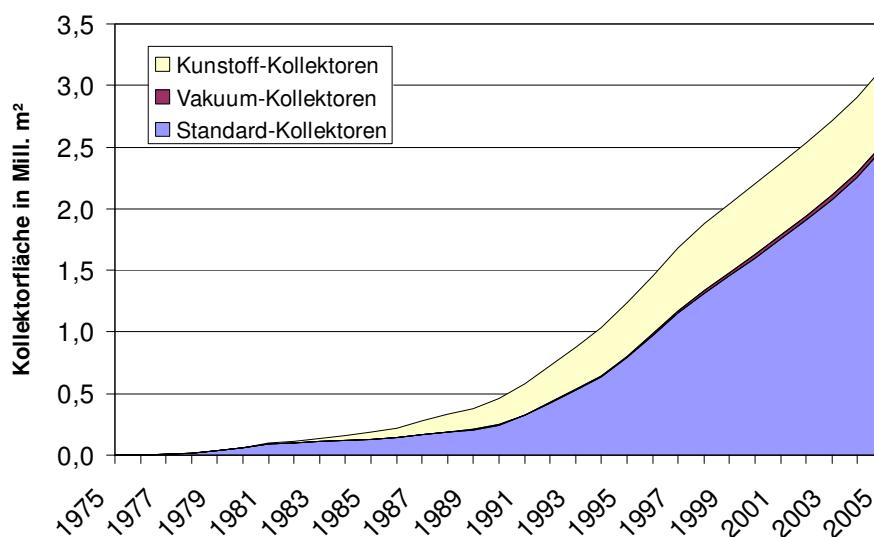


Abbildung 5.4: Entwicklung der thermischen Sonnenenergienutzung (Daten: G. Faninger)

Neben der finanziellen Unterstützung für energiesparende Maßnahmen und für die Nutzung erneuerbarer Energieträger sind auch **Bewusstseinsbildung und Beratung** essentiell, um diese Maßnahmen zur forcieren. Von Seiten des Bundes und verschiedener Länder wurden Informationskampagnen über die Medien durchgeführt. Information und Beratung werden im Rahmen von Veranstaltungen und über regionale Energieagenturen und über die Umweltberatung zur Verfügung gestellt. Im Rahmen des klima:aktiv-Programms des BMLFUW wurde eine Reihe von Initiativen zum energiesparenden Bauen und Wohnen gesetzt. Themenbezogene Impulse für **Forschung und Anwendung** werden beispielsweise im Rahmen des Impulsprogramms „Nachhaltig Wirtschaften“, einem Forschungs- und Technologieprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, mit Programmlinien wie „Haus der Zukunft“ und „Energiesysteme der Zukunft“ forciert.

Betrachtet man die **Wirksamkeit** der Maßnahmen, so ist beim Verlauf der NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Hausheizungen kein klarer Trend erkennbar; in erster Linie sind die Schwankungen aufgrund der Witterung (über- und unterdurchschnittliche kalte Winter) ersichtlich. Allerdings haben von 1990 bis 2005 die Bevölkerungszahl (+7 %), die Anzahl der dauernd bewohnten Wohnungen (+18 %) und deren Gesamtfläche (+35 %) deutlich zugenommen (siehe Abb. 5.5); trotz dieser Zunahme ist bei den Emissionen kein steigender Trend zu verzeichnen. Die NMVOC-Emissionen aus Hausheizungen haben seit 1990 deutlich abgenommen, insgesamt um rund 40 %.

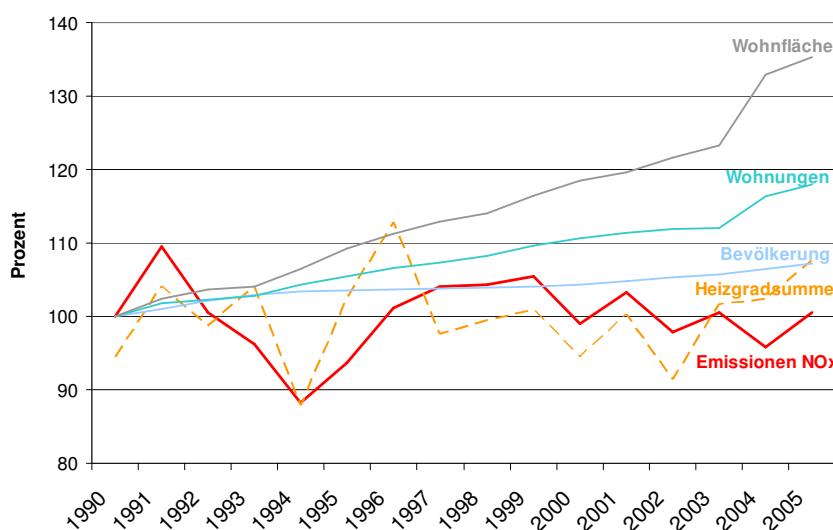


Abbildung 5.5: Hausheizungen 1990–2005 – NO<sub>x</sub>-Emissionen im Vergleich zu Bevölkerung, Zahl der dauernd bewohnten Wohnungen und deren Gesamtfläche; Angaben in Prozent des Durchschnitts der Jahre 1990–2005 (für Emissionen und Heizgradsumme) bzw. Prozent von 1990 (Daten: Umweltbundesamt, Statistik Österreich)

### 5.3 Verkehr

Die Emissionen des Verkehrs dominieren bei den Stickstoffoxiden die Gesamtemissionen; beim Treibhausgas Kohlendioxid haben sie einen signifikanten Anteil an den Gesamtemissionen. Der Verkehr ist seit langem ein zentrales Thema in der österreichischen Umweltpolitik.

**Emissionsgrenzwerte** für Kraftfahrzeuge und mobile Maschinen und Geräte sind auf Gemeinschaftsebene geregelt. Mittlerweile gilt für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge sowie für schwere Nutzfahrzeuge die Grenzwertstufe EURO 4 gemäß Richtlinien 1998/69/EG bzw. 1999/96/EG. Dieselbetriebene mobile Maschine und Geräte sowie land- und forstwirtschaftliche Zugfahrzeuge unterliegen der Stufe II der mit Richtlinie 1997/68/EG bzw. 2000/25/EG festgelegten Emissionsbegrenzungen; benzinbetriebene Geräte den Anforderungen der Richtlinie 2002/88/EG. Für dieselbetriebene mobile Maschinen und Geräte wurden zuletzt mit Richtlinie 2004/26/EG weitere strengere Grenzwertstufen eingeführt, die ab 2006 in Stufen bis 2014 in Kraft treten; die Regelung wurde außerdem auf Lokomotiven und Binnenschiffe ausgeweitet. Die neuen Grenzwertstufen wurden mit Richtlinie 2005/13/EG für land- und forstwirtschaftliche Zugfahrzeuge übernommen. Schließlich wurden Emissionsgrenzwerte für Sportboote mit Richtlinie 2003/44/EG festgelegt. Die Umsetzung der Regelungen in nationales Recht erfolgt im Rahmen der *Kraftfahrgesetz-Durchführungsverordnung*, BGBl. Nr. 399/1967 i.d.F. BGBl. II Nr. 334/2006, der *Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Verbrennungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte (MOT-V)*, BGBl. II Nr. 136/2005, und der *Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über Anforderungen an Sportboote*, BGBl. II Nr. 276/2004 i.d.F. BGBl. II Nr. 9/2007.

Ende 2005 hat die Europäische Kommission einen Richtlinievorschlag für eine nächste Grenzwertstufe EURO 5 bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen vorgelegt. Der Kommissionsvorschlag sah allerdings keine signifikante Absenkung der NO<sub>x</sub>-Grenzwerte vor. Auf Initiative der österreichischen Ratspräsidentschaft wurde in der Ratsarbeitsgruppe Umwelt eine Grenzwertstufe **EURO 6** in den Vorschlag aufgenommen, mit der die NO<sub>x</sub>-Emissionen bei Pkw mit Dieselmotor im Typprüfyklus (derzeit 250 mg/km) auf 80 mg/km abgesenkt werden. Diese Grenzwertstufe soll aber, auf das Betreiben der Staaten mit großer Kfz-Industrie, erst ab 2014 in Kraft treten. Das Europäische Parlament hat diesen Vorschlag in erster Lesung übernommen. Einen Vorschlag für verschärzte Emissionsgrenzwerte bei schweren Nutzfahrzeugen hat die Europäische Kommission für das Jahr 2007 angekündigt.

Eine kilometerabhängige **Straßenbenützungsgebühr** für Kfz mit einem höchstzulässigen Gesamtgewicht über 3,5 Tonnen im hochrangigen Straßennetz wurde mit 1. Jänner 2004 eingeführt. Die Regelung beruht auf der Richtlinie 99/62/EG, die eine Maut nur in Höhe der Infrastrukturkosten zuließ. Zumindest diese Kosten sollen aber

mit der derzeitigen kilometerabhängigen Gebühr in Abhängigkeit von der Nutzung angerechnet werden.

Die neue **Wegekostenrichtlinie**, Richtlinie 2006/38/EG, basierend auf einem Vorschlag der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2003, trat nach langwierigen Verhandlungen im Juni 2006 in Kraft. Sie beruht weiterhin auf dem Prinzip einer Maut, die nach den Infrastrukturkosten berechnet wird und deren Erträge für Erhaltung und Ausbau der Infrastruktur zu verwenden sind. Sie sieht aber zusätzliche Differenzierungsmöglichkeiten für die Gebühren vor. Für sensible Regionen können um bis zu 25 % höhere Gebühren (ausgehend vom durchschnittlichen Satz) verrechnet werden, aber nur wenn die Erträge für die Verringerung der betreffenden Umweltschäden eingesetzt werden, beispielsweise zur Förderung des Bahnverkehrs auf derselben Verkehrsachse. Ungelöste Punkte sind hier die Verpflichtung zur einstimmigen Zustimmung aller anderen Mitgliedsländer, was ein sensibles Gebiet ist, ebenso die Problematik der Definition „alternativer Verkehre“ sowie „derselben Verkehrsachse“. Eine wesentliche Neuerung ist die Verpflichtung für die Europäische Kommission, bis 2008 ein verbindliches Modell zur Bewertung von externen Kosten (einschließlich Umwelt-, Lärm-, Stau- und Gesundheitskosten) vorzulegen, welches künftigen Berechnungen von fahrleistungsabhängigen Benutzungsgebühren zugrunde gelegt werden soll.

Eine wichtige Entscheidung auf EU-Ebene war die Annahme des **Verkehrsprotokolls der Alpenkonvention** durch die EU-Verkehrsminister im Oktober 2006. Das Verkehrsprotokoll ist in Österreich, Deutschland, Liechtenstein, Slowenien und Frankreich bereits in Kraft, die Europäische Kommission möchte das Verkehrsprotokoll heuer annehmen. Ziel ist eine koordinierte Verkehrspolitik der Vertragsparteien im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung des Alpenraums. Festgeschrieben werden verschiedene Maßnahmen, die insbesondere auch eine Verlagerung des Verkehrs von der Straße auf die Schiene fördern sollen und mit denen das Verursacherprinzip durch eine bessere Anrechnung der wahren Kosten der verschiedenen Verkehrsträger stärker berücksichtigt werden soll. Das Protokoll verbietet auch neue hochrangige Straßenverbindungen durch die Alpen.

Im **Gütertransport** wird dem kombinierten Verkehr eine wesentliche Rolle zur Lösung jener Probleme zugemessen, die durch den Straßengüterverkehr entstehen. Es wurde eine Reihe von Maßnahmen gesetzt, wie z. B. Finanzierung der Terminalinfrastruktur, Begünstigungen bei der Kraftfahrzeugsteuer, Ausnahmen von temporären Fahrverboten für Vor- und Nachlauf und Infrastrukturverbesserungen im Schienenverkehr. Das „Programm für die Förderung des kombinierten Güterverkehrs Straße-Schiene-Schiff“ für Investitionen in Anlagen und Systeme sowie mobile Einrichtungen und Ausrüstungen wurde bis 2008 verlängert. Weiters werden gemeinschaftliche Leistungen im Rahmen des kombinierten Verkehrs (unbegleitete kombinierte Verkehre sowie rollende Landstraße) vergütet; beispielsweise wurden 2005 dafür Entgelte in der Höhe von 46 Millionen € vereinbart. Durch diese und weitere Maßnahmen im Bereich der Eisenbahn ist es gelungen, den im EU-Schnitt

vergleichsweise hohen Anteil der Schiene von rund 35 Prozent der Güterverkehrsleistung zu halten. Eine verstärkte Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Wasserstraße Donau Schifffahrt ist das Ziel des 2005 von der Bundesregierung beschlossenen „Nationalen Aktionsplans Donauschifffahrt“.

Der **öffentliche Personenverkehr** nimmt eine wesentliche Rolle bei der Vermeidung von Pkw-Fahrten und damit von Luftschaudstoff- und Treibhausgasemissionen ein. In die Bestellung von gemeinwirtschaftlichen Leistungen bei den Trägern öffentlicher Verkehrsmittel fließen erhebliche Mittel, ebenso wie in den Ausbau des Schienennetzes bei Eisenbahnen und Nahverkehrsmitteln. Mit der Modernisierung von Bahnhöfen und neuen Zügen soll das Bahnfahren noch attraktiver werden. Eine Optimierung der bestehenden Verkehrsverbünde, für die das Bundesgesetz über den öffentlichen Personennah- und Regionalverkehr eine Grundlage ist, soll u. a. zu einer verbesserten nachfrageorientierte Angebotsplanung führen. Die Maßnahmen tragen dazu bei, dass Österreich bei den Pro-Kopf-Personenkilometern im Bahnverkehr im Spitzenfeld der EU-Staaten liegt.

Impulse für verkehrsrelevante **Forschungs- und Demonstrationsprojekte** werden im Rahmen des Impulsprogramms „IV2S – Intelligente Verkehrssysteme und Services“ des BMVIT u. a. mit den Programmlinien „Innovatives System Bahn“ und „Intelligente Infrastruktur“ forciert.

Neben Maßnahmen im Bereich der Infrastruktur und Technologie sind auch **Bewusstseinsbildung, Beratung und Förderung** essentiell, um die umweltfreundliche Mobilität zur forcieren. Vom BMLFUW wurde gemeinsam mit Partnern eine Reihe von Modellprojekten und Programmen für umweltfreundliche Mobilität durchgeführt, etwa auf nationaler Ebene „Sanfte Mobilität – Autofreier Tourismus“ oder grenzüberschreitend „Alps Mobility II – Alpine Pearls“, „Alpine Awareness“ und MOBILALP. Im Rahmen des klima:aktiv->mobil-Programms des BMLFUW wird eine Reihe von Initiativen und Maßnahmen (Beratung, Förderung, Bewusstseinsbildung) im Mobilitätsbereich umgesetzt. Dabei sollen zielgruppenspezifisch die Entscheidungsträger und relevanten Akteure, wie beispielsweise Betriebe, Schulen, öffentliche Verwaltungen, Städte, Gemeinden und Regionen, Tourismusorganisationen sowie die allgemeine Öffentlichkeit etc. zu Bemühungen im Klimaschutz in ihrem eigenen Wirkungsbereich – zur Entwicklung und Umsetzung eines Mobilitätsmanagements – motiviert werden. Die Spritsparinitiative forciert die Verbreitung einer spritsparenden Fahrweise bei AutofahrerInnen und Flottenbetreibern. Mit dem „Masterplan Radfahren“ hat das BMLFUW einen Maßnahmenkatalog zur Förderung des Radverkehrs vorgelegt, mit dem ein Impuls für radverkehrsfördernde Maßnahmen durch Bund, Länder, Gemeinden und andere relevante Organisationen gegeben werden soll.

Der Emissionstrend weist auf die **Wirksamkeit** von getroffenen Maßnahmen im Verkehr hin. Die NO<sub>x</sub>-Emissionen aus dem Verkehr im Inland haben von 1990 bis 2005 um mehr als ein Drittel, die NMVOC-Emissionen um drei Viertel abgenommen.

Für die Emissionen ist in erster Linie der Straßenverkehr verantwortlich; Schienenverkehr, Schifffahrt und nationale Luftfahrt tragen nicht wesentlich zu den Verkehrs-emissionen bei. Die Abnahme der Emissionen ist trotz einer deutlichen Zunahme der Verkehrsleistung erfolgt (siehe Abb. 5.6).

Die Emissionen von mobilen Maschinen und Geräten in Industrie, Land- und Forstwirtschaft und im Gartenbereich sind weniger bedeutend als die des Verkehrs. Die NO<sub>x</sub>-Emissionen waren 2005 weniger als halb so hoch wie jene des Verkehrs, lagen damit aber immerhin bei einem knappen Fünftel der Gesamtemissionen. Sie verzeichneten bis zur zweiten Hälfte der 1990er-Jahre eine steigende Tendenz und sind seither signifikant zurückgegangen. Die NMVOC-Emissionen von mobilen Maschinen und Geräten betrugen 2005 weniger als ein Zehntel der Gesamtemissionen; sie sind seit 1990 um mehr als 40 % gesunken.

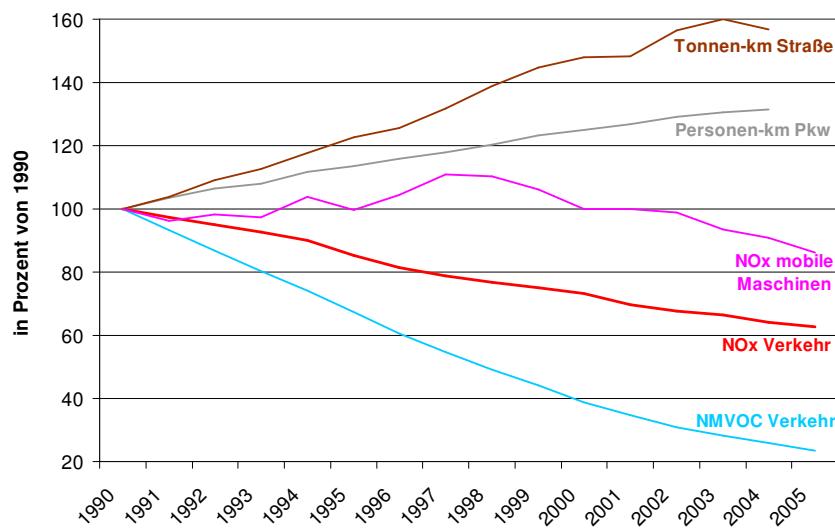


Abbildung 5.6: Verkehr 1990–2005 – Emissionen und Verkehrsleistung (Daten: Umweltbundesamt)

## 5.4 Industrie

Die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Industrie tragen mit einem Anteil von einem knappen Viertel wesentlich zu den Gesamtemissionen bei. Davon ist etwas weniger als ein Drittel auf die im vorigen Abschnitt behandelten mobilen Maschinen und Geräte zurückzuführen; der Rest stammt aus den stationären Anlagen der Industrie.

Generell besteht bei der Errichtung oder wesentlichen Änderung von Betriebsanlagen, die der Gewerbeordnung oder dem Mineralrohstoffgesetz unterliegen, die Verpflichtung, Emissionen gemäß dem Stand der Technik zu vermeiden.

**Emissionsbegrenzungen nach dem Stand der Technik** für NO<sub>x</sub> und, je nach Relevanz, für NMVOC wurden für Kesselanlagen, für die Verbrennung von Abfällen sowie branchenspezifisch in einer Reihe von Verordnungen nach § 82 Gewerbeordnung explizit festgelegt. Wesentlich dafür sind zum einen das *Emissionsschutzgesetz für Kesselanlagen* (EG-K), BGBl. I Nr. 150/2004 i.d.F. BGBl. I Nr. 84/2006, (vormals *Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen*) und die *Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen*, BGBl. Nr. 19/1989 i.d.F. BGBl. II Nr. 55/2005, sowie die *Abfallverbrennungsverordnung*, BGBl. II Nr. 389/2002. Zum anderen die branchenspezifischen Verordnungen nach § 82 GewO für die Zementerzeugung (BGBl. 63/1993), Gipserzeugung (717/1993), Gießereien (447/1994), Glaserzeugung (498/1994), Ziegelerzeugung (BGBl. 720/1993), Erzeugung von Eisen- und Stahl (BGBl. II Nr. 160/1997), Sintern von Eisenerzen (BGBl. II Nr. 163/1997), Erzeugung von Nichteisenmetallen (BGBl. II Nr. 1/1998), sowie die Feuerungsanlagen-Verordnung (BGBl. II Nr. 331/1997).

Für einige der genannten Verordnungen nach § 82 GewO ist im Hinblick auf die Feinstaubproblematik eine Aktualisierung zur Anpassung an den Stand der Technik geplant; das Begutachtungsverfahren wurde für die Verordnungen betreffend Erzeugung von Nichteisenmetallen, für die Erzeugung von Eisen- und Stahl, für die Zementerzeugung und für die Glaserzeugung bereits abgeschlossen. Bei mehreren der vorliegenden Entwürfe wurden auch Emissionsgrenzwerte für NO<sub>x</sub> abgesenkt.

Die *Richtlinie 96/61/EG über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IPPC-Richtlinie)* gilt für 585<sup>7</sup> größere Anlagen und schreibt u. a. vor, dass alle bestehenden Anlagen bis 31. Oktober 2007 auf den Stand der Technik gebracht werden müssen. Aus dieser mit § 81c in der GewO umgesetzten Bestimmung sind weitere Emissionsminderungen auch bei NO<sub>x</sub> zu erwarten; mit Stichtag 31. 12. 2005 waren bereits mehr als 35 % der Anlagen<sup>7</sup> an den Stand der Technik angepasst worden.

---

<sup>7</sup> gemäß dem zweitem Bericht Österreichs an die Europäische Kommission über die Durchführung der IPPC-Richtlinie 2003–2005

Die **Wirksamkeit** bisher getroffener Maßnahmen lässt sich an der Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Emissionen ablesen. Bereits in den 1980er-Jahren sind die Emissionen kontinuierlich gesunken, von 1980 bis 1990 um mehr als ein Drittel.

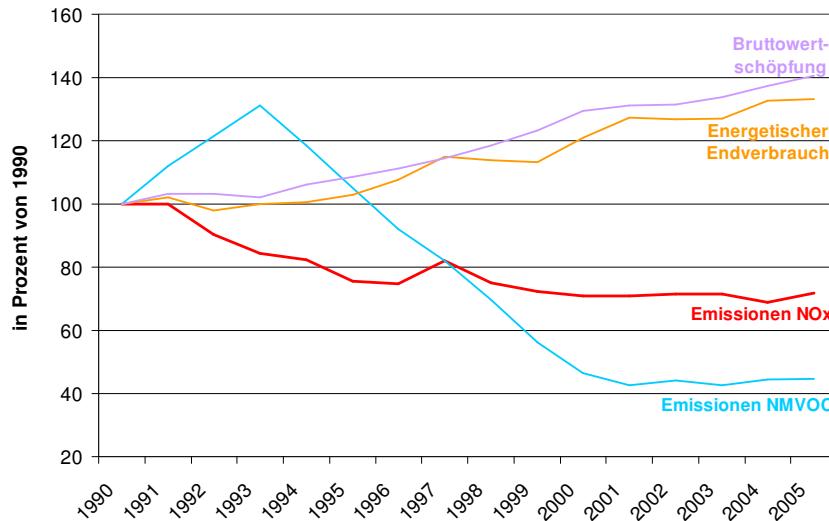


Abbildung 5.7: Industrie 1990–2005 – Emissionen, Energieverbrauch und Bruttowertschöpfung (Daten: Umweltbundesamt, Statistik Österreich)

Nach einem weiteren Rückgang in den 1990er-Jahren stagnieren die Emissionen seit dem Jahr 2000. Von 1990 bis 2005 haben der energetische Endverbrauch in der produzierenden Industrie (+33 %) und die Bruttowertschöpfung (+41 %) kontinuierlich zugenommen; die NOx-Emissionen lagen dagegen 2005 um 28 % niedriger als 1990 (siehe Abb. 5.7). Die NMVOC-Emissionen, die allerdings mit rund 3 % Anteil an den Gesamtemissionen wenig bedeutend sind, haben von 1990 bis 2005 um mehr als die Hälfte abgenommen.

## 5.5 Lösungsmittel

Die Emissionen aus der Lösungsmittelanwendung dominieren die NMVOC-Emissionen mit einem Anteil von rund der Hälfte der Gesamtemissionen. Die Emissionen stammen einerseits aus verschiedenen Sparten von Industrie und Gewerbe, von Druckereien über die Fahrzeuglackierung bis zur chemischen Industrie. Andererseits entstehen sie bei der Verwendung lösungsmittelhaltiger Produkte in Haushalten, öffentlichen Einrichtungen u. dgl.

Mit der Lösungsmittelverordnung (BGBI. Nr. 492/1991, Neufassung mit BGBI. Nr. 872/1995) wurde bereits Anfang der 1990er-Jahre ein wesentlicher Schritt zur Minderung der Lösungsmittelemissionen gesetzt. Mit der *Richtlinie 1999/13/EG über die Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, die bei bestimmten Tätigkeiten und in bestimmten Anlagen bei der Verwendung organischer Lösungsmittel entstehen* wurde auf Gemeinschaftsebene ein Instrument zur

Begrenzung der Lösungsmittelemissionen in einer Reihe von Branchen geschaffen. Die **VOC-Anlagen-Verordnung** des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit, BGBl. II Nr. 301/2002 i.d.F. BGBl. II Nr. 42/2005, setzt diese Richtlinie in nationales Recht um, wobei die Regelungen in einigen Bereichen über die Anforderungen der EU-Richtlinie hinausgehen, um die zuvor bestehenden höheren nationalen Umweltstandards (aus der Lackieranlagenverordnung gemäß § 82 GewO sowie aus der Lösungsmittelverordnung) aufrechtzuerhalten.

Für bestimmte Farben und Lacke wurde mit der *Richtlinie 2004/42/EG über die Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen aufgrund der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Farben und Lacken und in Produkten der Fahrzeugreparaturlackierung* auf EU-Ebene eine harmonisierte Regelung des maximalen Lösungsmittelgehalts geschaffen. Weiters werden die Hersteller zur Angabe des Lösungsmittelgehalts der Produkte auf der Verpackung verpflichtet. Diese Richtlinie wurde mit der **Lösungsmittelverordnung 2005**, BGBl. II Nr. 398/2005, in nationales Recht umgesetzt. Aufgrund dieser Regelung ist vorerst – mit der ab 2007 geltenden ersten Stufe für den VOC-Höchstgehalt – keine Minderung des Emissionen im Vergleich zu den vorher bestehenden nationalen Beschränkungen des Lösungsmittelgehalts in Farben und Lacken zu erwarten. Die ab 2010 anzuwendende zweite Stufe für den VOC-Höchstgehalt bringt für einige Produktkategorien eine nennenswerte Verschärfung und damit weitere Minderung der Emissionen mit sich.

Der Rückgang der NMVOC-Emissionen aus der Lösungsmittelanwendung weist auf die **Wirksamkeit** bisher getroffener Maßnahmen hin. Von 1990 bis 2005 sind die Emissionen um 35 % zurückgegangen. Bezieht man die 1980er-Jahre in die Betrachtung ein, so ergibt sich ein Emissionsrückgang um knapp zwei Drittel bis 2005. Der Rückgang zeigt sich sowohl bei den Emissionen in der industriellen und gewerblichen Anwendung von Farben und Lacken, der Entfettung und Trockenreinigung als auch bei Druckereien und in der Herstellung und Verarbeitung von Chemikalien; keine Emissionsminderung trat allerdings bei der Verwendung lösungsmittelhaltiger Produkte in Haushalten auf.

## 5.6 Maßnahmenprogramme

Das Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L), BGBl. I Nr. 34/2003, setzt nationale Emissionshöchstmengen u. a. für die Ozon-Vorläufersubstanzen NO<sub>x</sub> und NMVOC. Das Gesetz beruht auf den Vorgaben der *Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschaadstoffe*. Der Ansatz der Richtlinie, die Emissionen in der EU durch nationale Emissionshöchstmengen zu begrenzen, scheint für Luftschaadstoffe wie Ozon, die weiträumig grenzüberschreitend verfrachtet werden, prinzipiell zweckmäßig, da regional beschränkte, nationale Emissionsminderungen nur wenig oder keine Wirkung zeigen. Die Emissionshöchstmengen

wurden auf der Basis von wirkungsorientierten Modellrechnungen – mit dem Ziel einer Belastungsminderung für bodennahes Ozon und Versäuerung – verhandelt.

Während in Österreich die NMVOC-Emissionen im Jahr 2005 bereits unter der Emissionshöchstmenge lagen, besteht bei den NO<sub>x</sub>-Emissionen ein erheblicher Minde rungsbedarf – die Emissionen lagen zuletzt (2005: 159,2 kt) noch weit über der ab 2010 einzuhaltenden Emissionshöchstmenge von 103 kt. Es werden daher wirksame und weitreichende Maßnahmen zur Reduktion der NO<sub>x</sub>-Emissionen erforderlich sein. Auf Basis von vorliegenden Berechnungen und laufenden Arbeiten in Experten arbeitsgruppen zu den Bereichen stationäre Anlagen, Verkehr und Hausheizungen kann die Bundesregierung voraussichtlich 2007 ein Maßnahmenprogramm gemäß § 6 EG-L, mit dem Ziel der Einhaltung der Emissionshöchstmenge für NO<sub>x</sub>, beschließen.

Gemäß § 13 Abs. 1 Ozongesetz hat die Bundesregierung ein Programm auszuarbeiten, um die Zielwerte des Ozongesetzes ab 2010 einzuhalten. In diesem Programm sind insbesondere die Maßnahmen des Programms gemäß § 6 EG-L zu berücksichtigen<sup>8</sup>. Aufgrund des hohen Reduktionsbedarfs bei NO<sub>x</sub> wird das Maßnahmen programm gemäß EG-L voraussichtlich die vorhandenen Potentiale sehr weitgehend ausschöpfen und somit die wesentliche Grundlage für die Ozonminderung bilden.

---

<sup>8</sup> Dies liegt darin begründet, dass bei der Erarbeitung der Kommissionsvorschläge für die beiden Richtlinien die Ozon-Zielwerte auf die Emissionshöchstmengen abgestimmt wurden; d. h. eine EU weite Einhaltung der Emissionshöchstmengen sollte zur weitgehenden Einhaltung der Ozon-Zielwerte führen.



## **Annex A: Emissionsentwicklung NO<sub>x</sub> und VOC (Tabellen)**

Tabelle A.1: NOx-Emissionen innerhalb Österreichs 1985-2005

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	28,4	22,6	20,0	16,0	16,4	17,2	16,6	14,1	11,8	10,7	11,9	10,8	11,8	10,4	10,3	10,5	12,1	11,9	13,8	13,9	12,7
Kleinverbraucher	32,8	33,4	33,6	32,2	31,9	36,8	35,9	35,4	34,9	34,6	34,9	38,1	39,4	38,4	39,2	36,0	38,3	37,3	37,6	36,0	35,6
Haushalte	16,0	15,9	16,2	14,4	13,8	14,1	15,3	14,2	13,6	12,6	13,4	14,3	14,7	14,7	14,7	13,9	14,4	13,7	13,9	13,3	13,9
land- und forstws. Betriebe	12,8	13,4	13,4	14,3	15,1	19,4	17,5	18,0	18,0	19,1	18,1	20,1	21,8	21,0	21,1	19,5	20,0	20,0	19,5	19,5	18,3
Industrie	54,2	49,9	47,8	50,0	48,8	49,2	49,8	46,6	44,1	44,2	41,6	41,0	44,1	42,1	40,0	39,0	38,5	38,4	37,2	35,4	36,0
Verkehr	112,4	115,6	117,0	115,9	111,5	111,4	108,6	106,0	103,2	100,1	95,0	90,8	87,7	85,4	83,7	81,5	77,6	75,4	74,1	71,4	69,6
Personenkraftwagen	73,2	76,5	80,0	76,7	72,1	62,8	60,1	57,1	54,4	52,0	47,9	44,8	41,9	39,1	36,6	34,3	32,3	30,7	29,5	28,2	26,2
leichte Nutzfahrzeuge	2,6	2,5	2,4	2,6	2,6	7,4	7,2	7,0	6,7	6,6	6,4	6,2	6,1	6,1	6,2	6,2	6,0	5,7	5,5	5,3	5,3
schwere Nutzfahrzeuge	33,1	32,8	31,1	33,3	33,6	37,8	37,9	38,5	38,8	38,1	37,5	36,7	36,5	36,7	36,8	36,5	35,1	35,2	34,7	33,1	33,3
Mopeds u. Motorräder	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
Bahn, Flug, Schiff	2,9	3,1	2,9	2,6	2,5	2,5	2,6	2,6	2,5	2,6	2,4	2,3	2,3	2,3	2,7	2,6	2,7	2,7	3,0	3,0	2,8
Landwirtschaft	7,1	7,0	7,2	7,1	6,9	6,1	6,3	6,0	5,7	6,1	6,2	5,9	5,9	5,9	5,8	5,6	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2
Sonstige	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
<b>GESAMT</b>	<b>235,1</b>	<b>228,7</b>	<b>225,9</b>	<b>221,3</b>	<b>215,7</b>	<b>220,8</b>	<b>217,2</b>	<b>208,1</b>	<b>199,7</b>	<b>195,9</b>	<b>189,7</b>	<b>186,7</b>	<b>189,1</b>	<b>182,4</b>	<b>179,0</b>	<b>172,7</b>	<b>172,2</b>	<b>168,5</b>	<b>168,1</b>	<b>162,0</b>	<b>159,2</b>

Tabelle A.2: NMVOC-Emissionen innerhalb Österreichs 1988-2005

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	12,0	12,2	13,0	14,0	13,8	13,6	11,0	9,6	8,7	8,1	6,6	5,9	5,8	4,1	4,2	4,3	4,2	4,3
Kleinverbraucher	71,1	67,2	67,1	70,0	64,5	64,6	60,5	61,9	65,4	53,5	51,4	51,6	47,4	49,7	46,7	46,0	43,7	43,7
Haushalte	62,6	58,5	57,3	61,3	55,7	55,7	51,1	53,2	56,1	41,0	39,6	39,7	36,6	38,7	36,1	35,3	33,2	34,2
land- und forstws. Betriebe	7,5	7,8	9,1	8,0	8,3	8,3	8,8	8,3	8,9	10,9	10,3	10,3	9,4	9,5	9,3	9,2	8,8	8,1
Industrie	17,5	17,6	15,2	16,9	18,0	19,2	17,6	15,8	14,1	12,8	11,3	9,4	8,1	7,5	7,6	7,3	7,4	7,4
Verkehr	96,8	89,4	70,8	66,0	61,4	56,8	52,4	47,6	42,9	38,7	34,7	31,2	27,5	24,5	21,9	19,9	18,2	16,7
Personenkraftwagen	59,5	54,0	42,0	38,7	35,5	32,4	29,6	26,4	23,5	20,9	18,5	16,5	14,4	12,5	10,9	9,6	8,6	7,5
leichte Nutzfahrzeuge	1,2	1,1	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7
schwere Nutzfahrzeuge	4,0	3,9	3,2	3,1	3,0	2,9	2,9	2,8	2,6	2,5	2,3	2,2	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8
Mopeds u. Motorräder	7,8	7,5	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8
Tankverluste	23,2	21,8	19,3	18,3	17,2	16,1	14,8	13,5	12,2	10,9	9,5	8,3	7,0	6,1	5,3	4,7	4,2	3,8
Bahn, Flug, Schiff	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
Landwirtschaft	4,7	4,6	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9	1,9	1,7	2,0	1,9
Sonstige	169,5	148,6	117,1	100,2	82,5	82,6	77,2	81,9	78,2	83,1	75,7	70,1	77,8	82,7	81,0	79,4	77,7	75,9
Lösungsmittel	169,4	148,4	117,0	100,1	82,3	82,4	77,1	81,7	78,1	82,9	75,5	70,0	77,7	82,6	80,9	79,3	77,6	75,8
<b>GESAMT</b>	<b>371,7</b>	<b>339,6</b>	<b>285,0</b>	<b>269,0</b>	<b>242,1</b>	<b>238,4</b>	<b>220,5</b>	<b>218,6</b>	<b>211,1</b>	<b>198,0</b>	<b>181,4</b>	<b>170,0</b>	<b>168,4</b>	<b>170,4</b>	<b>163,4</b>	<b>158,6</b>	<b>153,2</b>	<b>149,8</b>



## **Annex B: Bodennahes Ozon 2003–2005**





## **BODENNAHES OZON 2003–2005**

Wolfgang Spangl  
Christian Nagl  
Jürgen Schneider

Wien 2006



**Projektleitung**

Wolfgang Spangl

**Autoren**

Wolfgang Spangl

Christian Nagl

Jürgen Schneider

**Daten**

Ämter der Österreichischen Landesregierungen

Umweltbundesamt

**Satz/Layout**

Regina Kiss

Das Umweltbundesamt dankt den Ämtern der Landesregierungen für das Zur-Verfügung-Stellen und die Kontrolle der Messdaten.



# INHALT

<b>INHALT .....</b>	<b>3</b>
<b>1      DIE OZONBELASTUNG IN ÖSTERREICH IN DEN JAHREN 2003 BIS 2005 .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1    Witterungsverlauf 2003 bis 2005 .....</b>	<b>4</b>
1.1.1 Die Witterung in Österreich im Jahr 2003 .....	4
1.1.2 Die Witterung in Österreich im Jahr 2004 .....	8
1.1.3 Die Witterung in Österreich im Jahr 2005 .....	10
<b>1.2    Gesundheitliche Relevanz.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3    Überschreitung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit.....</b>	<b>15</b>
1.3.1 Die Belastungssituation 2003.....	15
1.3.2 Die Belastungssituation 2004.....	17
1.3.3 Die Belastungssituation 2005.....	19
<b>1.4    Überschreitung des Zielwertes zum Schutz der Vegetation.....</b>	<b>22</b>
1.4.1 Die Belastungssituation 2003.....	23
1.4.2 Die Belastungssituation 2004.....	25
1.4.3 Die Belastungssituation 2005.....	27
<b>1.5    Überschreitung der Informations- und Alarmschwelle .....</b>	<b>29</b>
1.5.1 Die Belastungssituation 2003.....	29
1.5.2 Die Belastungssituation 2004.....	35
1.5.3 Die Belastungssituation 2005.....	36
<b>2      MODELLIERUNG .....</b>	<b>39</b>
<b>3      TREND DER OZONBELASTUNG .....</b>	<b>42</b>
<b>3.1    Spitzenbelastung.....</b>	<b>42</b>
<b>3.2    Überschreitung des Zielwertes zum Schutz des Menschen.....</b>	<b>45</b>
<b>3.3    Überschreitungen des Vegetationsschwellenwertes .....</b>	<b>47</b>
<b>3.4    Trend der Jahresmittelwerte .....</b>	<b>48</b>
<b>3.5    Trend saisonaler Mittelwerte.....</b>	<b>50</b>
<b>3.6    Trend der Perzentile.....</b>	<b>52</b>
<b>3.7    Interpretation der Ozon-Trends .....</b>	<b>54</b>
<b>3.8    Vergleich saisonaler Mittelwerte in Österreich mit dem Temperaturverlauf.....</b>	<b>57</b>
<b>4      LITERATUR.....</b>	<b>59</b>
<b>ANHANG 1: IMMISSIONSZIELWERTE DER EU-RICHTLINIE 2002/3/EG61</b>	
<b>ANHANG 2: GLOSSAR UND ABKÜRZUNGEN .....</b>	<b>63</b>
<b>ANHANG 3: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN.....</b>	<b>65</b>
<b>ANHANG 4: MITTELWERTDEFINITIONEN.....</b>	<b>67</b>
<b>ANHANG 5: MESSWERTE .....</b>	<b>69</b>



# 1 DIE OZONBELASTUNG IN ÖSTERREICH IN DEN JAHREN 2003 BIS 2005

Das folgende Kapitel gibt nach einer Übersicht über den Witterungsverlauf der Jahre 2003 bis 2005 und kurzen Darstellung der gesundheitlichen Bedeutung erhöhter Ozonbelastung eine detaillierte Übersicht über die Ozonbelastung in Österreich in den Jahren 2003 bis 2005. Diese ist jeweils nach den unterschiedlichen Schwellen- bzw. Zielwerten strukturiert: Überschreitungen der Informations- bzw. Alarmschwelle; Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit; Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der Vegetation.

## 1.1 Witterungsverlauf 2003 bis 2005

### 1.1.1 Die Witterung in Österreich im Jahr 2003

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

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

Der Großteil Österreichs erhielt 2003 unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen (70 bis 90 % des langjährigen Mittels). Eine Jahresniederschlagssumme im Bereich des Klimamittelwerts wurde nur im Bereich von Osttirol, Oberkärnten und des südlichen Salzburg gemessen. Besonders trocken mit weniger als 70 % des Klimamittels waren der Südosten Österreichs, das Nordburgenland und der Raum Wien sowie Teile der Obersteiermark (Abbildung 2).

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



### Temperaturabweichung Jahr 2003

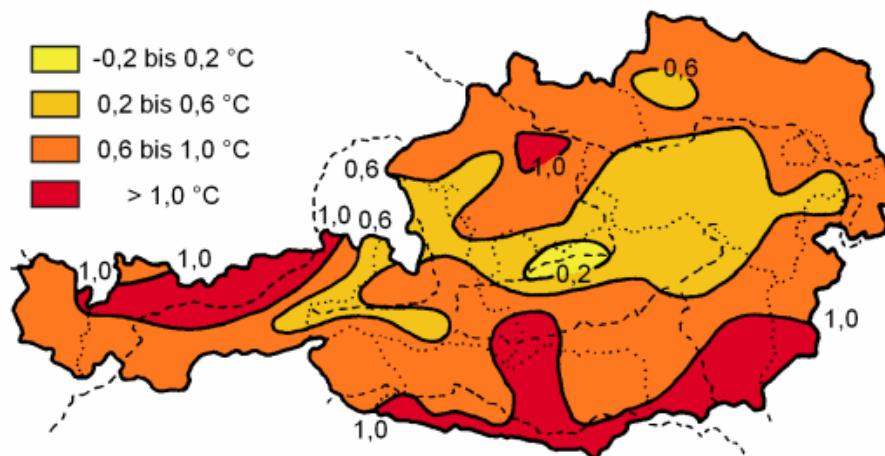


Abbildung 1: Abweichung der Jahresmitteltemperatur 2003 vom Klimawert (Mittelwert 1961–1990). Quelle: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.

### Prozent des Niederschlagsnormalwertes Jahr 2003

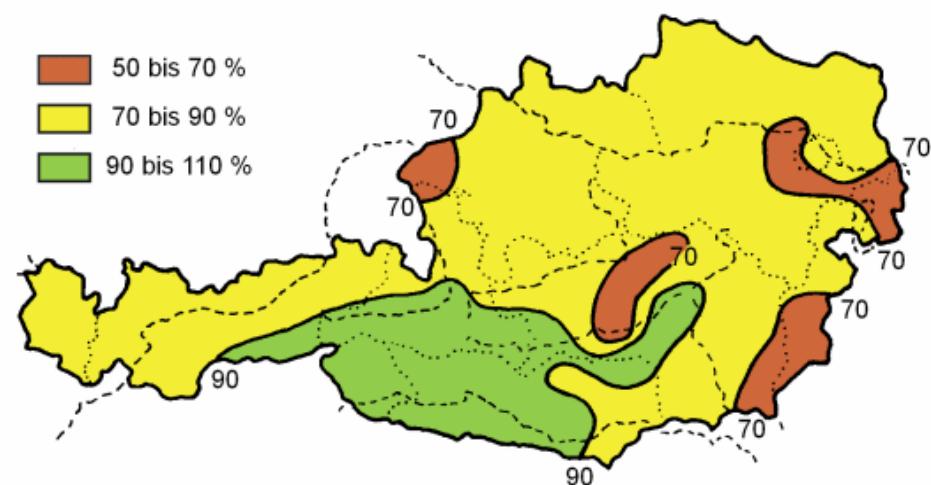


Abbildung 2: Abweichung der jährlichen Niederschlagsmenge 2003 vom Klimawert (Mittelwert 1961–1990). Quelle: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.

Der **Jänner** 2003 war von relativ mildem Wetter bis 4.1., einer sehr kalten Periode zwischen 7. und 13. 1. (mit Tagesmitteltemperaturen um  $-10^{\circ}\text{C}$ ) sowie einer relativ warmen zweiten Monatshälfte mit häufigen West- und Nordwestwetterlagen gekennzeichnet. Im Monatsmittel lag die Temperatur im Großteil Österreichs etwas über dem Durchschnitt der Klimaperiode 1961–90, wobei es im Gebiet zwischen Nordkärnten und dem Pongau mit einer Abweichung um  $+1,5^{\circ}\text{C}$  besonders warm



war. Die Niederschlagsmengen lagen vor allem im Gebiet nördlich des Alpenhauptkamms etwas über dem langjährigen Durchschnitt, im nördlichen Oberösterreich und im westlichen Niederösterreich betragen sie mehr als das Eineinhalbfa-  
che des langjährigen Mittelwerts.

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

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

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

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



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

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

Der **August** 2003 war von extrem hohen Temperaturen und Ozonkonzentrationen gekennzeichnet. Im größten Teil Österreichs war der August 2003 der wärmste seit Beginn der – fallweise bis ins achtzehnte Jahrhundert zurück reichenden – Temperaturmessung, lediglich im Nordosten Österreichs war der August 1992 noch wärmer, in Wien zudem der August 1807. Die Temperatur lag im Monatsmittel überall um mehr als 4°C über dem Mittelwert der Klimaperiode 1961-1990, im Südosten der Steiermark war es mit einer Abweichung von +6°C am wärmsten.

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

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



(außer Sonnblick) stark zurück. Vor allem zwischen 14. und 22.9. war es außerordentlich warm mit Temperaturen bis 30°C.

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

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

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

### 1.1.2 Die Witterung in Österreich im Jahr 2004

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

Die Niederschlagsmengen erreichten im Großteil Österreichs ungefähr den Durchschnitt der Klimaperiode 1961-1990; vergleichsweise trocken mit unter 90 % des langjährigen Mittelwerts waren v. a. Vorarlberg und der Westen Nordtirols, Osttirol sowie der Südosten Österreichs. Im Mühlviertel, im östlichen Oberösterreich, im



Nordosten Österreichs sowie weiten Teilen der Steiermark und Kärntens lagen hingegen die Niederschlagssummen über dem Durchschnitt. Außergewöhnlich hoch waren die Neuschneemengen in den Monaten Jänner bis März im Nordosten Österreichs. Im Süden Österreichs war der Juni von überdurchschnittlichen Regenmengen betroffen, im Westen die Monate Mai bis Juli.

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

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

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

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

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

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

Der **Juli** 2004 war im Osten Österreichs sehr trocken (Eisenstadt 35 % des Klimawertes); in Wien fielen 74 % des durchschnittlichen Niederschlags, diese aber fast



ausschließlich am 1.7., es folgte im östlichen Niederösterreich und im Nordburgenland ein nahezu regenfreier Monat. Im übrigen Österreich wurden ungefähr durchschnittliche Regenmengen erfasst. Die Temperatur lag zumeist im Bereich des Klimawertes und damit unter jenen des Sommers 2003. West- und Südwestlagen sowie Tiefdruckgebiete überwogen bei weitem.

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

Der **September** 2004 wies im Großteil Österreichs leicht überdurchschnittliche Temperaturen auf; die Niederschlagssummen lagen nördlich des Alpenhauptkamms über dem langjährigen Mittel (Salzburg 148 %, St. Pölten 132 %), im Süden weit darunter (Klagenfurt 50 %). Verantwortlich dafür waren häufige West- bis Nordwestwetterlagen, unterbrochen von Hochdruckgebieten.

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

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

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

### 1.1.3 Die Witterung in Österreich im Jahr 2005

Das Jahr 2005 zeichnet sich im klimatologischen Vergleich durch durchschnittliche Temperaturverhältnisse aus. Abweichungen der Jahresmitteltemperatur bis +0,5 °C gegenüber dem Mittel der Klimaperiode 1961–1990 wurden lediglich gebietsweise im Oberösterreichischen Zentralraum, im mittleren Salzachtal, im Tiroler Unterinntal



## Bodennahes Ozon 2003–2005 – Die Ozonbelastung in Österreich in den Jahren 2003 bis 2005

und im Bereich der Gurktaler Alpen registriert. Abbildung 3 zeigt die Abweichung der Jahresmitteltemperatur vom Klimamittelwert (1961–1990) ([www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)).

Die Niederschlagssummen lagen im Großteil Österreichs im Bereich des langjährigen Mittels oder leicht darüber. Deutlich unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen wurden in großen Teilen Vorarlbergs und des westlichen Nordtirol, in Osttirol und Südwestkärnten registriert, während große Teile des Alpenraums vom östlichen Nordtirol bis Niederösterreich sowie Niederösterreich und das östliche Oberösterreich überdurchschnittliche Niederschläge erhielten. Kleinräumig wurden im Mur-Mürztal Niederschlagssummen bis über 130 % des langjährigen Mittelwerts erreicht. Abbildung 4 zeigt die Abweichung der jährlichen Niederschlagssumme vom Klimamittelwert (Periode 1961–1990).

Im Jahresverlauf fielen die tiefsten Temperaturen zumeist in die erste Märzwoche, die höchsten Temperaturen traten Ende Juli auf.

Die extremen Niederschlagsereignisse, die im August im Nordalpenbereich, vor allem in Vorarlberg und im Außerfern, zu Hochwasserkatastrophen führten, spiegeln sich in der Jahresniederschlagssumme nicht wider.

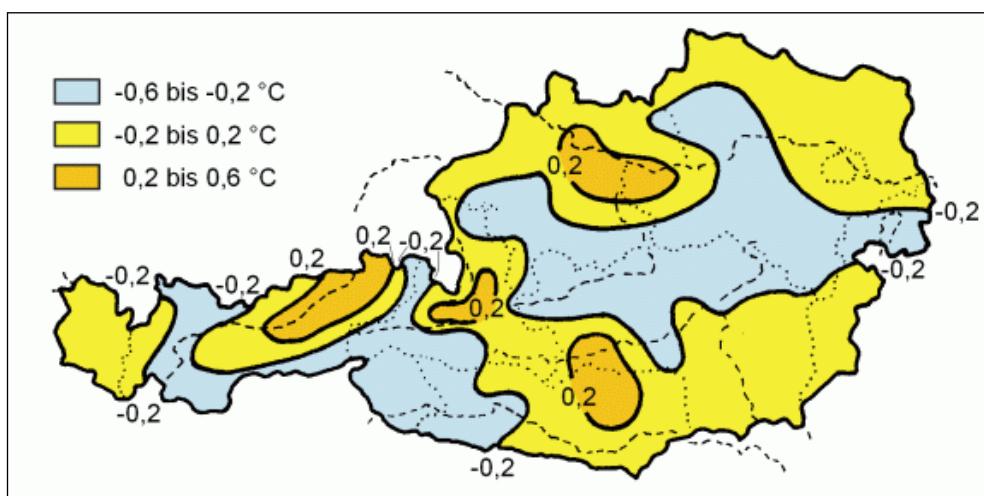
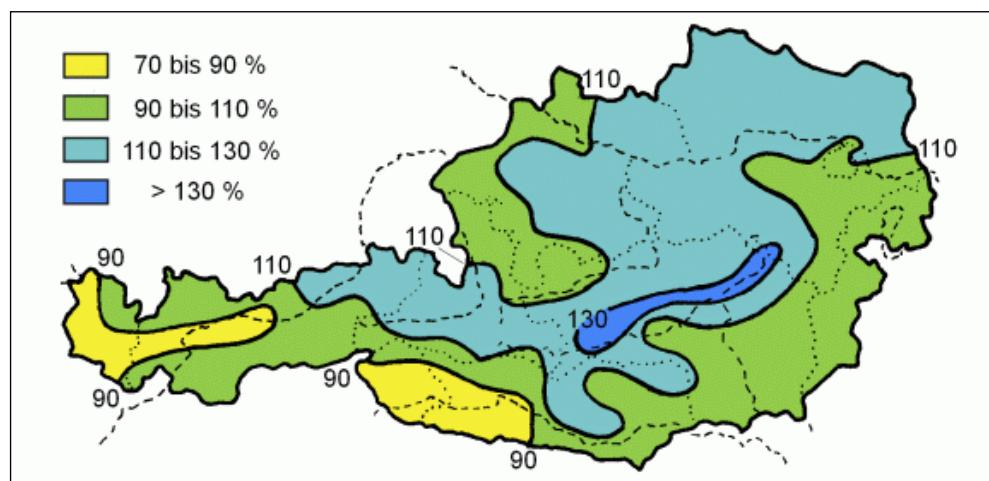


Abbildung 3: Abweichung der Jahresmitteltemperatur 2005 vom Klimawert (Mittelwert 1961–1990). Quelle: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.



*Abbildung 4: Abweichung der jährlichen Niederschlagsmenge 2005 vom Klimawert (Mittelwert 1961–1990). Quelle: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.*

Im **Jänner** 2005 wurden in Westösterreich annähernd durchschnittliche Temperaturen – verglichen mit der Klimaperiode 1961–1990 – gemessen, wohingegen es im Osten außergewöhnlich warm war. Im außer- und randalpinen Raum vom Waldviertel bis Ostkärnten lag die Monatsmitteltemperatur um 2 bis 3 °C über dem langjährigen Durchschnitt.

Während die Niederschlagsmengen im Waldviertel und im Nordalpenbereich von Oberösterreich bis Wien das Eineinhalb- bis Zweifache der durchschnittlichen Niederschlagshöhe erreichten, war es südlich des Alpenhauptkamms von Osttirol bis ins Südburgenland mit weniger als 25 % des Klimamittelwertes extrem trocken. Undurchschnittliche Niederschläge wurden auch in Vorarlberg und Nordtirol gemessen. Der Nordosten Österreichs war von außergewöhnlichen Schneemengen betroffen, während im Süden und Westen kaum Schnee fiel.

Im **Februar** 2005 lag in ganz Österreich die Temperatur deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt; besonders kalt mit Abweichungen über –3 °C war es im Ostalpenraum, im westlichen Oberösterreich sowie im Salzburger und Tiroler Zentralalpenraum. In der östlichen Hälfte Österreichs traten besonders tiefe Temperaturen zwischen 4. und 10. Februar auf.

Die Niederschlagsmengen wiesen deutliche regionale Unterschiede auf. Außerordentlich trocken war der Süden Österreichs, wobei im westlichen Kärnten und in Osttirol weniger als 25 % der langjährigen Niederschlagssumme fielen. Überdurchschnittliche Niederschläge fielen nördlich des Alpenhauptkamms – in den nordalpinen Staulagen östlich von Kufstein, am niederösterreichischen Alpenstrand sowie im Mühl- und Waldviertel über 150 % der langjährigen Niederschlagssumme.

Im **März** 2005 lag die Temperatur im Osten und Norden Österreichs etwas unter dem langjährigen Mittel – am kühlsten war es im Waldviertel, im zentralen Niederösterreich und nördlichen Salzburg – im Süden und Westen etwas darüber. Besonders kalt war es zu Monatsbeginn.

Überdurchschnittliche Niederschlagsmengen wurden in den Nordstaulagen registriert, vor allem in den Alpen der Nordsteiermark und im südlichen Niederösterreich.



Demgegenüber waren Osttirol, West- und Südkärnten mit weniger als 25 % des durchschnittlichen Niederschlags extrem trocken, ebenso das nördliche Niederösterreich.

Im **April** 2005 wurden in ganz Österreich leicht überdurchschnittliche Temperaturen beobachtet, besonders im Nordalpengebiet und im Norden Niederösterreichs. Die Niederschlagsmengen lagen zumeist über dem langjährigen Durchschnitt, wobei in Teilen Kärntens sowie im nördlichen Oberösterreich und im Waldviertel über 175 % des Klimamittelwertes fielen.

Der **Mai** 2005 war in ganz Österreich überdurchschnittlich warm, wobei im Süden und im Alpengebiet Temperaturabweichungen von +2 °C und mehr gegenüber dem langjährigen Mittel beobachtet wurden. Besonders warm war es zu Monatsbeginn und zu Monatsende. Die Niederschlagsmengen lagen südlich des Alpenhauptkamms sowie im Südosten Österreichs unter dem langjährigen Mittel, im Norden Österreichs fielen überdurchschnittliche Regenmengen.

Der **Juni** 2005 wies in ganz Österreich überdurchschnittliche Temperaturen auf, wobei es im Südwesten und Westen besonders warm war; in Vorarlberg, Tirol und Kärnten lag die Temperatur um mehr als +2 °C über dem langjährigen Mittel. Die Niederschlagsmengen lagen im Großteil Österreichs unter dem Klimamittelwert.

Der **Juli** 2005 war ein relativ warmer, vor allem aber regenreicher Monat. Die Temperatur lag im Großteil Österreichs etwas über dem langjährigen Mittel, wobei es im Osten Niederösterreichs mit Abweichungen über 1,5 °C gegenüber dem Klimamittelwert am wärmsten war. Die höchsten Temperaturen wurden während einer Hochdruckperiode von 27. bis 30.7. gemessen, während es v. a. vom 6. bis 9.7. relativ kühl war.

In ganz Österreich lag die Niederschlagsmenge über dem langjährigen Mittel; besonders viel Regen fiel in der Obersteiermark und im südlichen Salzburg, teilweise weit mehr als das Doppelte des Durchschnitts, aber auch das Mühl- und Waldviertel sowie das Ober- und Niederösterreichische Alpenvorland waren von vergleichsweise sehr hohen Regenmengen betroffen.

Der **August** 2005 war im Großteil Österreichs etwas zu kühl, verglichen mit dem langjährigen Mittel, vor allem aber extrem regenreich. Um mehr als 1 °C unter dem Klimamittel lag die Temperatur in Vorarlberg, in Salzburg und im westlichen Oberösterreich.

Die Regenmengen überstiegen im Großteil von Vorarlberg und Nordtirol, in Niederösterreich, Wien und dem Burgenland sowie im Großteil der Steiermark und Kärntens das Eineinhalbfache des langjährigen Durchschnitts; im Arlberggebiet und im Außerfern sowie im westlichen Wein- und östlichen Waldviertel, im Tullnerfeld, im Nordburgenland, in der Südsteiermark und in Klagenfurt lagen sie bei mehr als dem Doppelten. Die Starkniederschlagsereignisse, die in weiten Teilen Österreichs zu Hochwasserkatastrophen führten, fielen im Westen und Süden Österreichs vor allem auf den 21. und 22.8., im Norden und Nordosten auf den 14. bis 16.8.

Den **September** 2005 kennzeichneten im Großteil Österreichs überdurchschnittlich hohe Temperaturen und hohe Niederschlagsmengen. Besonders warm war es im Nordalpenbereich vom Inntal bis Mariazell mit Abweichungen über 2 °C gegenüber dem langjährigen Mittel.

Unterdurchschnittliche Regenmengen fielen nur in Vorarlberg und im Westen Tirols. Besonders hoch waren die Niederschlagsmengen im Oberösterreichischen Alpen-



vorland, im Mostviertel und im Waldviertel sowie im östlichen Niederösterreich, wo mehr als das Eineinhalbache der durchschnittlichen Regenmenge fiel.

Der **Oktober** 2005 war in fast ganz Österreich von überdurchschnittlichen Temperaturen gekennzeichnet. Besonders warm mit Abweichungen um +2 °C gegenüber dem Klimamittel war es im Nordalpenbereich von Innsbruck bis Mariazell sowie im Oberösterreichischen Donauraum.

Die Niederschlagsmengen waren im gesamten außeralpinen Raum Nord- und Ostösterreichs extrem niedrig, sie betrugen weniger als 25 % des Klimawertes, im Raum Wien, im Burgenland und in der Südoststeiermark weniger als 10 %. Durchschnittliche Niederschlagsmengen wurden nur im Zentral- und Südalpenbereich gemessen, wobei im Bereich der Gurktaler Alpen mehr als das Eineinhalbache der mittleren Niederschlagsmenge fielen.

Der **November** 2005 wies in großen Teilen Österreichs Temperaturwerte auf, die dem langjährigen Mittel entsprachen. Vergleichsweise warm war es südlich des Alpenhauptkamms, relativ kühl im Norden. Die Niederschlagsmengen entsprachen ebenfalls zumeist dem langjährigen Durchschnitt, im Süden und Südosten lagen sie geringfügig darüber, im Norden und Westen tendenziell darunter.

Der **Dezember** 2005 wies im Großteil Österreichs unterdurchschnittliche Temperaturen auf, vor allem im Zentralalpengebiet mit Abweichungen bis –2°C. Überdurchschnittlich warm war es im Südosten Österreichs und im nördlichen Salzburg.

Die Niederschlagsmengen lagen im Osten Österreichs sowie im Zentralalpengebiet deutlich über dem langjährigen Mittel, wobei vor allem Ostösterreich außergewöhnlich schneereich war. In Wien fiel fast das Doppelte des durchschnittlichen Dezember-Niederschlags, wobei der 6.12. dank eines Tiefdruckgebiets über Norditalien besonders hohe Niederschlagsmengen verzeichnete. Sehr niederschlagsarm waren dagegen Osttirol sowie das Ober- und Niederösterreichische Alpenvorland. Insgesamt war die Witterung von vergleichsweise häufigen Tiefdruck- und Nordwestwetterlagen gekennzeichnet.

## 1.2 Gesundheitliche Relevanz

Beim Menschen können erhöhte Ozonkonzentrationen zu Beeinträchtigungen der Lungenfunktion, zu einem Anstieg von Lungenkrankheiten sowie möglicherweise zu vorzeitigen Todesfällen führen. Bei Pflanzen können kurzfristig erhöhte Ozonkonzentrationen zu Schädigungen der Blattorgane führen, bei langfristiger Belastung können Wachstums- und Ernteverluste auftreten. Troposphärisches Ozon ist zudem – obwohl im Kyoto-Protokoll nicht geregelt – eines der bedeutendsten Treibhausgase. Ozon entsteht als sekundärer Luftschaadstoff durch die Einwirkung von Sonnenlicht im Zuge komplexer chemischer Prozesse in der Atmosphäre, wobei für die Bildung von Ozon die „Ozonvorläufersubstanzen“ Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC) verantwortlich sind. Zur Ozonbildung in einem globalen Maßstab tragen auch Methan und CO bei.

Die in Mitteleuropa beobachtete Ozonbelastung setzt sich aus einer großräumigen – die gesamte Nordhalbkugel umfassenden – und einer mitteleuropäischen Hintergrundkonzentration zusammen, auf welche im weiteren Umkreis großer Ballungsräume verstärkte regionale Ozonbildung aufsetzt. Während diese regionale Ozonbil-



dung wesentlich für hohe kurzzeitige Spitzenkonzentrationen (z. B. Überschreitungen der Vorwarnstufe) verantwortlich ist, werden die Überschreitungen des Zielwertes zum Gesundheitsschutz und des Ziel- bzw. Schwellenwerts zum Schutz der Vegetation wesentlich vom großflächig – d. h. auf mitteleuropäischem Maßstab – erhöhten Konzentrationsniveau bestimmt.

Für die Beurteilung der Ozonbelastung werden aufgrund der unterschiedlichen Lang- und Kurzzeitwirkung auf Mensch und Vegetation verschiedene Schwellenwerte und Zielwerte herangezogen.

- Gesundheitliche Auswirkungen werden in Bezug auf den Zielwert gemäß IG-L beurteilt, der als Achtstundenmittelwert von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgelegt ist. Dieser Wert beruht auf einer Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation WHO, die in ihren Air Quality Guidelines aus dem Jahr 2000 (WHO, 2000), einen entsprechenden Richtwert vorgeschlagen hat. In der Zwischenzeit wurde dieser Richtwert von der WHO auf  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  abgesenkt (WHO, 2005). In den aktuellen Air Quality Guidelines wird auch darauf hingewiesen, dass es bei einer Belastung von  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bereits zu einer Zunahme der Mortalität um 1 bis 2 % im Vergleich zu einem Referenzniveau von  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  kommen kann.
- Auswirkungen auf die Vegetation werden anhand der kumulativen Ozonbelastung (AOT40) bewertet.
- Die aktuelle Information der Bevölkerung über kurzzeitig erhöhte Ozonkonzentrationen – in Hinblick auf akute Gesundheitsbeeinträchtigungen – basiert auf Einstundenmittelwerten (Informations- und Alarmschwellenwerte von 180 bzw.  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **1.3 Überschreitung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit**

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

Gemäß Ozongesetz sind für jene Ozonüberwachungsgebiete, in denen im Jahr 2003 eine Überschreitung des Zielwertes festgestellt wurde, von der Bundesregierung Pläne auszuarbeiten, um die Zielwerte im Jahr 2010 einzuhalten.

#### **1.3.1 Die Belastungssituation 2003**

Im Mittel über die Jahre 2001 bis 2003 wurde dieser Zielwert an allen österreichischen Messstellen ausgenommen Obervellach, Spittal a.d.D., Wolfsberg, Villach, St. Valentin, Tulln, Linz Neue Welt, St. Johann i.P., Tamsweg, Zederhaus, Liezen, Wald a.A. und Wien Stephansplatz überschritten.

Die höchst belasteten Messstellen (mehr als 75 Überschreitungen) waren Gerlitzen, Wiesmath, Payerbach, Sonnblick, Arnfels, Bockberg, Graz Platte, Hochgössnitz, Klöch, Masenberg, Rennfeld, Nordkette, Karwendel West, Zillertaler Alpen und Sulzberg. Als Belastungsschwerpunkte präsentieren sich somit der Südosten Österreichs sowie das Hoch- und Mittelgebirge.



*Tabelle 1: Höchste Überschreitungshäufigkeiten von 120 µg/m³ als MW8 in den einzelnen Ozonüberwachungsgebieten (nur Messstellen unter 1500 m Seehöhe), 2003.*

<b>Gebiet</b>	<b>2003</b>		<b>Mittel 2001 – 2003</b>	
	<b>Messstelle</b>	<b>Tage</b>	<b>Messstelle</b>	<b>Tage</b>
1	Wiesmath	129	Wiesmath	89
2	Masenberg	139	Masenberg	98
3	Grünbach, Haunsberg	101	Haunsberg	69
4	Grndlsee	80	Grndlsee	56
5	Kufstein	79	Innsbruck Sadrach, Kufstein	44
6	Sulzberg	112	Sulzberg	76
7	Vorhegg	75	Klagenfurt Kreuzbergl	56
8	Judenburg	55	Judenburg	35

Das langfristige Ziel eines MW8 von 120 µg/m³ (ohne Überschreitung im Kalenderjahr) gemäß Ozongesetz wurde im Jahr 2003 an allen Messstellen überschritten.

Weniger als 25 Überschreitungen wurden im Jahr 2003 lediglich an den Messstellen Obervellach, Spittal a.d.D., Villach und Zederhaus registriert. Die geringste Belastung wies mit 8 Tagen Villach auf.

Die absoluten Belastungsschwerpunkte bei den Überschreitungen von 120 µg/m³ als MW8 stellen der Nordosten und der Südosten Österreichs und das Hoch- und Mittelgebirge dar.

Mehr als 100 Überschreitungen wurden 2003 an den Messstellen Illmitz, Gerlitzen, Annaberg, Forsthof, Gänserndorf, Hainburg, Kollmitzberg, Payerbach, Wiesmath, Grünbach, Haunsberg, St. Koloman, Arnfels, Bockberg, Graz Platte, Hochgössnitz, Hochwurzen, Klöch, Masenberg, Rennfeld, Nordkette, Karwendel West, Zillertaler Alpen, Sulzberg sowie am Sonnblick registriert. Die meisten Überschreitungen (an 141 Tagen) traten am Sonnblick auf, der für den Siedlungsraum allerdings nicht repräsentativ ist.



### Ozon: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit (MW8 > 120 µg/m³)

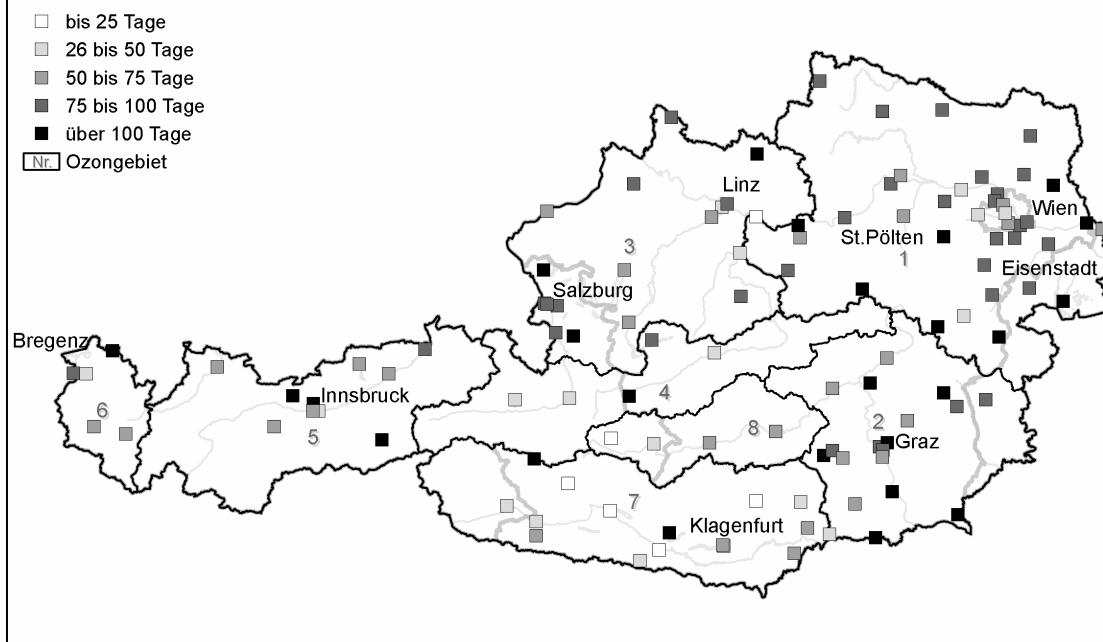


Abbildung 5: Anzahl der Tage mit Überschreitungen von 120 µg/m³ als Achtstundenmittelwert, 2003. Die Zahlen geben die Nummer des Ozonüberwachungsgebietes an.

#### 1.3.2 Die Belastungssituation 2004

Der Zielwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit wurde, bezogen auf den Mittelungszeitraum 2002 bis 2004, an 89 Messstellen überschritten (von 111 Messstellen, an denen ausreichende Daten vorliegen); die Messstellen mit Überschreitung sind in Tabelle 31 zusammengestellt.



*Tabelle 2: Messstellen, an denen der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit überschritten wurde (Bezugszeitraum 2002–2004).*

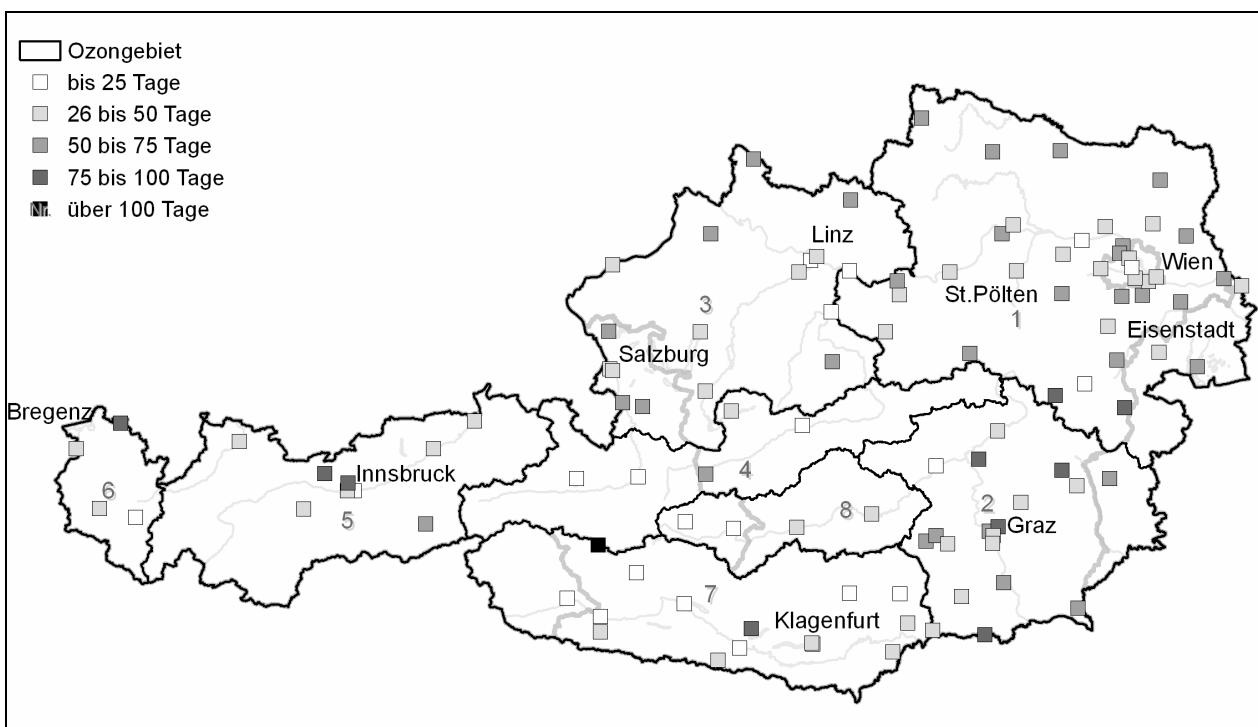
Bundesland	Messstellen	Anzahl
Burgenland	Eisenstadt, Illmitz, Kittsee, Oberwart	4
Kärnten	Arnoldstein, Bleiburg, Gerlitzen, Klagenfurt Kreuzbergl, Soboth, St. Georgen und Vorhegg	7
Niederösterreich	Amstetten, Annaberg, Bad Vöslau, Dunkelsteinerwald, Forsthof, Gänserndorf, Hainburg, Heidenreichstein, Himberg, Irnfritz, Klosterneuburg, Kollmitzberg, Krems, Mistelbach, Mödling, Payerbach, Pillersdorf, Purkersdorf, Pöchlarn, Schwechat, St. Pölten, Stixneusiedl, Stockerau, Streithofen, Waidhofen, Wiener Neustadt, Wiesmath und Wolkersdorf	28
Oberösterreich	Enzenkirchen, Bad Ischl, Braunau, Lenzing, Grünbach, Schön-eben, Steyregg, Traun, Zöbelboden	9
Salzburg	Hallein Winterstall, Haunsberg, Salzburg Lehen, Salzburg Mira-bellplatz und St. Koloman	5
Steiermark	Arnfels, Bockberg, Deutschlandsberg, Graz Nord, Graz Platte, Graz Schlossberg, Graz Süd, Grundlsee, Hartberg, Hochgössnitz, Hochwurzen, Judenburg, Kindberg, Klöch, Masenberg, Piber, Rennfeld, Stolzalpe, Voitsberg, Weiz	21
Tirol	Höfen, Innsbruck Sadrach, Karwendel West, Kramsach, Kufstein, Nordkette, St. Sigmund, Zillertaler Alpen	8
Vorarlberg	Bludenz, Lustenau, Sulzberg	3
Wien	Hohe Warte, Hermannskogel, Laaerberg, Lobau	4

Die höchst belasteten Messstellen der acht Ozonüberwachungsgebiete sind in Tabelle 32 angeführt, wobei nur Messstellen unter 1.500 m Seehöhe berücksichtigt wurden, da primär diese für den Schutz der menschlichen Gesundheit relevant sind.

Insgesamt treten die höchsten Überschreitungshäufigkeiten im Hoch- und Mittelgebirge (höchst belastete Messstellen Sonnblick, Rennfeld, Nordkette) auf, in der Süd- und Oststeiermark sowie im südöstlichen Niederösterreich, gefolgt vom Breitenzerwald, dem Wienerwald und dem Nordburgenland.

*Tabelle 3: Höchste Überschreitungshäufigkeiten von 120 µg/m³ als Achtstundenmittelwert in den einzelnen Ozonüberwachungsgebieten (Messstellen unter 1.500 m Seehöhe).*

Gebiet	Mittel 2002–2004		2004	
	Messstelle	Tage	Messstelle	Tage
1	Wiesmath	92	Wiesmath	74
2	Masenberg	88	Graz Platte	40
3	Haunsberg	64	Haunsberg	42
4	Grundlsee	50	Grundlsee	25
5	Kufstein	41	Höfen	21
6	Sulzberg	76	Sulzberg	66
7	Vorhegg	47	Vorhegg	30
8	Judenburg	29	Stolzalpe	10



*Abbildung 6: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit, Mittel 2002–2004. Die Zahlen geben die Nummer des Ozonüberwachungsgebietes an.*

### 1.3.3 Die Belastungssituation 2005

Der Zielwert wurde – bezogen auf den dreijährigen Mittelungszeitraum 2003 bis 2005 – an 88 Ozonmessstellen überschritten (d. h. an 77 % aller österreichischen Messstellen), welche in Tabelle 4 zusammengestellt sind. Abbildung 7 gibt die Anzahl der Tage mit MW8 über  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Mittel über den Zeitraum 2003–2005 an.

Überschreitungen des Zielwertes um mehr als das Doppelte (d. h. mehr als 50 Tage mit MW8 über  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wurden im Zeitraum 2003–2005 an 36 Messstellen registriert, an mehr als 75 Tagen an sieben Messstellen; unter diesen sind u. a. Wiesmath im südöstlichen Niederösterreich und Klöch in der südöstlichen Steiermark sowie mehrere alpine Messstellen.

Bezogen auf das Jahr 2005 wurden MW8 über  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an mehr als 25 Tagen an 70 Messstellen registriert, an mehr als 50 Tagen an 18 Messstellen.

Schwerpunkte der Belastung sind einerseits das Ozonüberwachungsgebiet 1 (wo nahezu alle Messstellen den Zielwert überschreiten) sowie das Mittel- und Hochgebirge. Im Nordosten Österreichs tragen die hohen Emissionen von Ozonvorläufersubstanzen in der Region Wien zu hohen Überschreitungshäufigkeiten des Achtstundenmittelwertes über  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei. Im Mittel- und Hochgebirge führen geringer Ozonabbau am Boden und starker Austausch mit konstant hoch belasteten bodenfernen Luftsichten zu einer langzeitig erhöhten Ozonbelastung, die sich auch bei den Überschreitungen des Zielwertes bemerkbar macht.



*Tabelle 4: Messstellen, an denen der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit überschritten wurde (Bezugszeitraum 2003–2005).*

Gebiet	Messstellen	Anzahl
Burgenland	Eisenstadt, Kittsee, Illmitz, Oberwart	4
Kärnten	Bleiburg, Gerlitzen, Klagenfurt Kreuzbergl, Soboth, St. Georgen, Vorhegg	6
Niederösterreich	Amstetten, Annaberg, Bad Vöslau, Dunkelsteinerwald, Forsthof, Hainburg, Heidenreichstein, Himberg, Irnfritz, Klosterneuburg, Kollmitzberg, Krems, Mistelbach, Mödling, Payerbach, Pillersdorf, Purkersdorf, Pöchlarn, Schwechat, St. Pölten, Stixneusiedl, Stockerau, Streithofen, Ternitz, Waidhofen, Wiener Neustadt, Wiesmath, Wolkersdorf	29
Oberösterreich	Bad Ischl, Braunau, Enzenkirchen, Grünbach, Lenzing, Schöneben, Steyregg, Traun, Zöbelboden	9
Salzburg	Hallein Winterstall, Haunsberg, Salzburg Lehen, Salzburg Mirabellplatz, St. Koloman	5
Steiermark	Arnfels, Bockberg, Deutschlandsberg, Graz Nord, Graz Platte, Graz Schlossberg, Graz Süd, Grundlsee, Hartberg, Hochgössnitz, Hochwurzen, Klöch, Leoben, Masenberg, Piber, Rennfeld, Stolzalpe, Voitsberg, Weiz	19
Tirol	Höfen, Innsbruck, Sadrach, Karwendel West, Kramsach, Kufstein, Nordkette, St. Sigmund, Zillertaler Alpen	9
Vorarlberg	Lustenau, Sulzberg, Wald a.A.	3
Wien	Hermannskogel, Hohe Warte, Laaerberg, Lobau	4

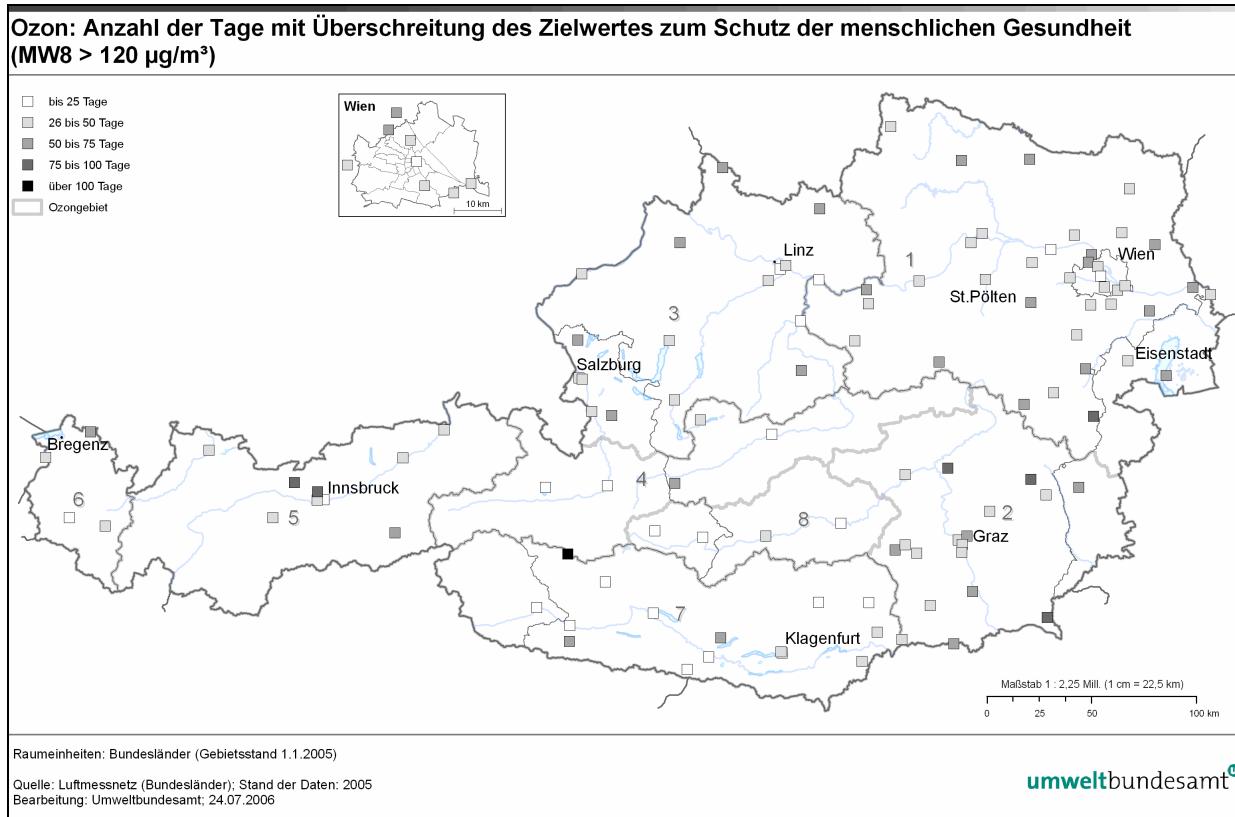
Tabelle 5 gibt für die einzelnen Ozonüberwachungsgebiete die Messstellen mit den höchsten Überschreitungshäufigkeiten des Zielwertes an, und zwar einerseits für den Bezugszeitraum 2003–2005 (gemäß Ozongesetz) sowie für das Jahr 2005 allein. Der Bereich über 1.500 m Seehöhe, der für den Dauersiedlungsraum wenig repräsentativ ist, wird gesondert ausgewiesen.



## Bodennahes Ozon 2003–2005 – Die Ozonbelastung in Österreich in den Jahren 2003 bis 2005

**Tabelle 5:** Höchste Überschreitungshäufigkeiten von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Achtstundenmittelwert in den einzelnen Ozonüberwachungsgebieten (Messstellen über 1.500 m Seehöhe gesondert ausgewiesen).

<b>Gebiet</b>	<b>Mittel 2003–2005</b>		<b>2005</b>	
	<b>Messstelle</b>	<b>Tag</b>	<b>Messstelle</b>	<b>Tag</b>
1	Wiesmath	90	Wiesmath	67
2	Masenberg	79	Klöch	71
3	Grünbach	64	Grünbach	53
4	Grndlsee	45	Grndlsee	29
5	Kufstein	40	Höfen	29
6	Sulzberg	75	Sulzberg	48
7	Vorhegg	52	Vorhegg	50
8	Stolzalpe	29	Stolzalpe	29
> 1.500 m	Sonnblick	104	Sonnblick	95



**Abbildung 7:** Anzahl der Tage mit Achtstundenmittelwerten über  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Mittel 2003–2005.

In Hinblick auf die gemäß RL 2002/3/EG bzw. Ozongesetz (BGBl. I 34/2003) auszuarbeitenden Programme zur Einhaltung der Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation ist die Fragestellung von Bedeutung, in wel-



chem Ausmaß diese Überschreitungen innerösterreichischen Emissionen der Vorläufersubstanzen zuzuordnen sind.

Diese Fragestellung ist ohne Anwendung eines entsprechend validierten Ozonsimulationsmodells nur mit sehr großer Unsicherheit zu beantworten. Auf Grundlage der qualitativen Interpretation des großräumigen Belastungsbildes wird in Tabelle 6 versucht, für die einzelnen Ozonüberwachungsgebiete eine Abschätzung des Beitrags von Ferntransport – d. h. außerhalb Österreichs gebildeten Ozons – und von regionaler Ozonbildung zufolge innerösterreichischer Emissionen zusammen zu stellen. Generell ist dabei anzumerken, dass der Anteil der heimischen Emissionen tendenziell umso größer ist, je höher der betrachtete Schwellenwert bzw. je kürzer der Mittelungszeitraum ist. Bei integralen Belastungsgrößen mit relativ niedrigem Schwellenwert wie dem AOT40 ist der Beitrag der Ozonhintergrundkonzentration an der gemessenen Belastung besonders hoch.

*Tabelle 6: Abschätzung der Bedeutung von Ferntransport und regionaler Ozonbildung zu den Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation*

Ozonüberwachungsgebiet	Überschreitungen des Zielwerts zum Schutz der menschl. Gesundheit		Überschreitungen des Zielwerts zum Schutz der Vegetation	
	Ferntransport	regionale Ozonbildung	Ferntransport	regionale Ozonbildung
1	+++	++	+++	+
2	+++	+	+++	+
3	+++	+	+++	+
4	++++		++++	
5	+++	+	++++	
6	+++	+	++++	
7	++++		++++	
8	++++		++++	

## 1.4 Überschreitung des Zielwertes zum Schutz der Vegetation

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation wird in der Ozon-Richtlinie der EU (2002/3/EG) und damit auch im novellierten Ozongesetz (2003) als AOT40-Wert<sup>1</sup> (siehe Tabelle 7) definiert, wobei das Konzept der kumulativen Ozonbelastung von der UNECE übernommen wurde. Zur Berechnung des AOT40 wird die Summe der Differenz der Ozonkonzentration (MW1) über 40 ppb ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) während eines bestimmten Zeitraums gebildet. Dafür wurde der von der UNECE ausgearbeitete AOT40-Wert für den Schutz landwirtschaftlicher Pflanzen herangezogen, der Berechnungszeitraum aber von „Tageslichtstunden“ auf das europaweit einheitliche Zeitfenster von 08:00 bis 20:00 Uhr (MEZ) leicht verändert<sup>2</sup>. Unterschiedliche Refe-

<sup>1</sup> AOT40: Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb.

<sup>2</sup> Bei der Berechnung der AOT40-Werte hat dieser Unterschied nur Änderungen im Bereich weniger Prozent zur Folge.



renzzeiträume (jeweils über Tageslichtstunden) werden von der UNECE für die Bewertung der Ozonbelastung für Wald einerseits, für landwirtschaftliche Nutzpflanzen, Weiden und natürliche Vegetation andererseits herangezogen. In Tabelle 7 sind die jeweiligen Berechnungszeiträume und die Critical Levels angeführt.

*Tabelle 7: Definition der AOT40-Werte.*

	<b>Zeitfenster</b>	<b>Critical Level</b>
UNECE, Schutz des Waldes	April–September, Tageslichtstunden	10 ppm.h
UNECE, Schutz landwirtschaftlicher Pflanzen	Mai–Juli, Tageslichtstunden	3 ppm.h
RL 2002/3/EG und Ozongesetz, Zielwert zum Schutz der Vegetation	Mai–Juli, 08:00–20:00 Uhr	9 ppm.h (18.000 µg/m³.h), gemittelt über 5 Jahre
RL 2002/3/EG und Ozongesetz, langfristiges Ziel zum Schutz der Vegetation	Mai–Juli, 08:00–20:00 Uhr	3 ppm.h (6.000 µg/m³.h)
RL 2002/3/EG, Schutz des Waldes	April–September, 08:00–20:00 Uhr	10 ppm.h (20.000 µg/m³)

### 1.4.1 Die Belastungssituation 2003

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation gemäß Ozongesetz wurde in der Periode 1999-2003 an 82 Ozonmessstellen überschritten (von 107 Messstellen, an denen in mindestens vier Jahren ein AOT40 berechnet werden kann).

Der höchste AOT40 (Mittel 1999-2003) wurde an der Messstelle Rennfeld (Steiermark, Ozonüberwachungsgebiet 2) mit knapp 38.000 µg/m³.h registriert, d. h. mehr als das Doppelte des Zielwertes.

Über 36.000 µg/m³.h erreichte der AOT40 auch am Sonnblick, allerdings ist diese Messstelle für den Schutz der Vegetation nicht repräsentativ.

Über 27.000 µg/m³.h, d. h. mehr als das Eineinhalbfache des Zielwertes, erreichten die Messstellen Gerlitzen, Graz Platte, Nordkette, Masenberg, Arnfels, Karwendel West, Klöch, Ilmitz, Wiesmath, Payerbach, Sulzberg, Klosterneuburg, Hochwurzen, Hochgössnitz, Zillertaler Alpen, Oberwart, Piber, Pillersdorf, Graz Nord, Grünbach, Haunsberg, Kittsee und Gänserndorf.

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

Keine Überschreitungen des Zielwertes registrierten v. a. Messstellen in alpinen Tälern, so im oberen Murtal, in Kärnten und Osttirol, im Pongau und Pinzgau und im Inntal, städtische Messstellen sowie Standorte im Oberösterreichischen Alpenvorland. Die niedrigsten AOT40-Werte wiesen Villach (9.073 µg/m³.h) gefolgt von Spittal a.d.D. und Wolfsberg auf.

Der AOT40 gemäß Ozongesetz wies im Jahr 2003 selbst deutlich überdurchschnittliche Werte auf. AOT40 über 36.000 µg/m³.h wurden an den Messstellen



Graz Platte, Arnfels, Illmitz, Klöch, Rennfeld, Masenberg, Wiesmath, Sonnblick, Klosterneuburg, Karwendel West, Nordkette, Bockberg, Hochgössnitz, Gänserndorf, Piber, Sulzberg, Lustenau, Mödling, Eisenstadt, Forsthof, Annaberg, Payerbach, Graz Nord, Oberwart und Schwechat registriert. Der höchste AOT40 wurde mit 44.334 µg/m<sup>3</sup>.h in Graz Platte gemessen.

AOT40-Werte über 18.000 µg/m<sup>3</sup>.h wurden an insgesamt 100 Messstellen registriert (von 110 Messstellen mit ausreichender Verfügbarkeit).

Die niedrigsten AOT40-Werte wiesen Villach, Obervellach und Tulln auf.

Der AOT40-Wert zum Schutz landwirtschaftlicher Nutzpflanzen einschließlich Weiden und natürlicher Vegetation gemäß UNECE (3 ppm.h) wurde im Jahr 2003 an allen 110 Messstellen (mit ausreichender Verfügbarkeit) überschritten.

Die höchsten AOT40-Werte wiesen Messstellen im Hoch- und Mittelgebirge, im Südosten sowie im Nordosten Österreichs auf. Die höchsten Werte registrierten die alpinen Messstellen Rennfeld (25 ppm.h), gefolgt von Nordkette und Masenberg (25 ppm.h). Unter den Messstellen in landwirtschaftlich genutzten Regionen wiesen Wiesmath (24 ppm.h), Arnfels (23 ppm.h), Klöch und Illmitz (22 ppm.h) die höchsten kumulativen Ozonbelastungen auf. Die höchste Belastung im Oberösterreichischen Alpenvorland registrierte Enzenkirchen (16 ppm.h), im Inntal Innsbruck Sadrach (11 ppm.h), im Klagenfurter Becken Klagenfurt Kreuzbergl (14 ppm.h), in der Obersteiermark Kindberg (13 ppm.h), im Rheintal Lustenau (18 ppm.h).

Der AOT40-Wert zum Schutz des Waldes gemäß UNECE (10 ppm.h) wurde im Jahr 2003 an allen Messstellen außer Villach überschritten.

Die höchsten AOT40-Werte wurden an den alpinen Messstellen Karwendel West (47 ppm.h), Rennfeld (46 ppm.h) und Masenberg (45 ppm.h) erreicht, unter den Messstellen unter 1000 m wiesen Wiesmath, Graz Platte (je 45 ppm.h) und Arnfels (38 ppm.h) die höchsten Belastungen auf. Im nordostösterreichischen Flachland erreichte Illmitz (37 ppm.h) den höchsten AOT40-Wert, im Mühl- und Waldviertel Grünbach (35 ppm.h), im Oberösterreichischen Alpenvorland Enzenkirchen (29 ppm.h), in den Kalkalpen (Niederösterreich bis Salzburg) St. Koloman (37 ppm.h), im Inntal Kufstein (23 ppm.h), in Vorarlberg Sulzberg (40 ppm.h), in Kärnten Gerlitzen (39 ppm.h). Vergleichsweise sehr niedrige AOT40-Werte wiesen das Klagenfurter Becken und das obere Drautal auf.

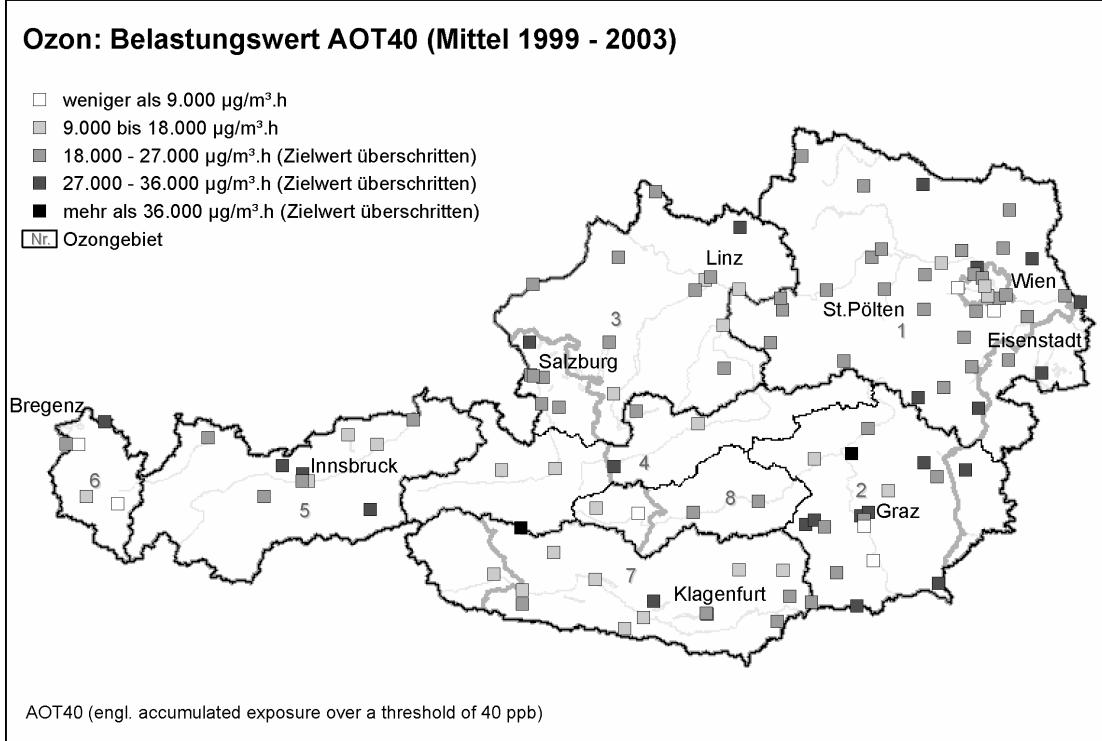


Abbildung 8: AOT40-Werte gemäß RL 2002/3/EG, Mittelwert 1999-2003. Die Zahlen geben die Nummer des Ozonüberwachungsgebietes an.

#### 1.4.2 Die Belastungssituation 2004

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation gemäß Ozongesetz wurde in der Periode 2000–2004 an 85 Ozonmessstellen überschritten. Beschränkt man die Auswertung auf jene Messstellen, die für die Vegetation repräsentativ sind (d. h. ohne Messstellen in größeren Städten und oberhalb der Vegetationsgrenze), so sind an 80 Messstellen Zielwertüberschreitungen auszuweisen, die sich über ganz Österreich verteilen.

Der höchste AOT40 (Mai–Juli; Mittel 2000–2004) wurde mit 36.649 µg/m<sup>3</sup>.h auf dem Rennfeld (Steiermark) registriert und lag damit bei mehr als dem Doppelten des Zielwertes; die nächst höchst belasteten Messstellen waren Graz Platte, Gerlitzen, Nordkette, Arnfels und Karwendel West. Überschreitungen von mehr als dem Eineinhalbfachen des Zielwertes wurden darüber hinaus an zahlreichen Messstellen im Hoch- und Mittelgebirge in ganz Österreich, im Hügel- und Flachland der Südoststeiermark, des Burgenlandes und des östlichen Niederösterreich sowie in den Niederösterreichischen Voralpen und im Mühlviertel registriert.

Keine Überschreitungen wurden lediglich in inneralpinen Tälern und Becken sowie gebietsweise im Niederösterreichischen und Oberösterreichischen Alpenvorland registriert. Den niedrigsten AOT40-Wert wies die Messstelle Spittal a. d. D. auf.

Unter den nicht für die Vegetation relevanten Messstellen wies Sonnblick die höchste kumulative Ozonbelastung auf, der AOT40 (Mai–Juli, Mittel 2000–2004) lag hier bei 36.908 µg/m<sup>3</sup>.h und war somit der höchste in Österreich registrierte.



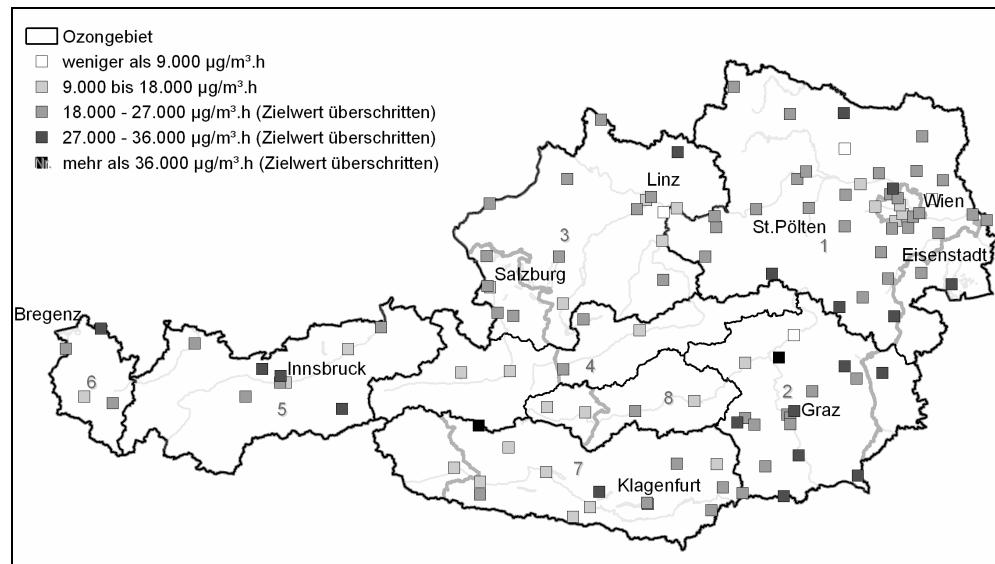
Tabelle 34 gibt die maximalen AOT40-Werte (Mai–Juli) in den einzelnen Ozonüberwachungsgebieten an.

Die AOT40-Werte (Mai–Juli) des Jahres 2004 lagen zumeist deutlich unter dem Mittelwert der Jahre 2000–2004, bedingt durch die, verglichen mit 2004, besonders hohe Ozonbelastung im Jahr 2003. Der höchste AOT40 (Mai–Juli) des Jahres 2004 wurde in Wiesmath mit  $26.929 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  registriert (Mittel 2000–2004:  $32.656 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ), gefolgt von Nordkette, Karwendel West, Sulzberg, Gerlitzen und Rennfeld. Insgesamt überschritten 2004 nur 20 Messstellen einen AOT40-Wert von  $18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ .

Die höchsten AOT40-Werte der einzelnen Ozonüberwachungsgebiete sind in Tabelle 34 angegeben.

*Tabelle 8: Höchste AOT40-Werte in den acht Ozonüberwachungsgebieten.*

AOT40 (Mai–Juli), Mittel 2000–2004		AOT40 (Mai–Juli), 2004		AOT40 (April–Sept), 2004	
Messstelle	AOT40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	Messstelle	AOT40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	Messstelle	AOT40 (ppm.h)
1 Wiesmath	32.656	Wiesmath	26.929	Wiesmath	25,4
2 Rennfeld	36.649	Rennfeld	22.515	Rennfeld	21,1
3 Grünbach	27.136	Schöneben	19.084	Grünbach	17,7
4 Hochwurzen	26.852	Hochwurzen	17.878	Hochwurzen	17,7
5 Nordkette	33.537	Nordkette	26.107	Karwendel West	25,1
6 Sulzberg	29.716	Sulzberg	24.649	Sulzberg	23,6
7 Gerlitzen	34.043	Gerlitzen	23.111	Gerlitzen	21,1
8 Stolzalpe	22.727	Stolzalpe	16.475	Stolzalpe	14,2



*Abbildung 9: AOT40-Werte (Mai–Juli) gemäß RL 2002/3/EG, Mittelwert 2000–2004. Die Zahlen geben die Nummer des Ozonüberwachungsgebietes an.*



Der AOT40-Wert zum Schutz des Waldes gemäß UNECE (10 ppm.h) wurde im Jahr 2004 an 75 Messstellen, die repräsentativ für Vegetation oder Wald sind, überschritten.

Der höchste AOT40 (April–Sept.) wurde 2004 an der Messstelle Wiesmath mit 25 ppm.h (50.000 µg/m<sup>3</sup>.h) beobachtet; Überschreitungen von mehr als 20 ppm.h, d. h. dem Doppelten des AOT-Wertes zum Schutz des Waldes, traten darüber hinaus an den Messstellen Gerlitzen, Pillersdorf, Rennfeld, Karwendel West, Nordkette, Zillertaler Alpen und Sulzberg auf<sup>3</sup>. Hohe Überschreitungen wurden in ganz Österreich im Mittel- und Hochgebirge beobachtet, in den Oberösterreichischen und Niederösterreichischen Voralpen, im Hügel- und Flachland der Oststeiermark, des Burgenlandes sowie Niederösterreichs. Von Überschreitungen ist ganz Österreich betroffen; keine Überschreitungen traten, wie beim AOT40 (Mai–Juli), lediglich in inneralpinen Tälern auf. Der niedrigste AOT40 (April–Sept.) wurde in Wolfsberg registriert.

#### 1.4.3 Die Belastungssituation 2005

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation wurde in der Periode 2001–2005 an 89 Ozonmessstellen überschritten (d. h. an 77 % der Messstellen), das langfristige Ziel zum Schutz der Vegetation an allen Messstellen.

Tabelle 9 gibt für die einzelnen Ozonüberwachungsgebiete die Messstellen mit den höchsten AOT40-Werten (Mai–Juli, 08:00–20:00 Uhr) an. Der Bereich über 1.500 m Seehöhe, der sich durch besonders hohe AOT40-Werte auszeichnet, wird gesondert ausgewiesen. Abbildung 10 zeigt die AOT40-Werte (Mai–Juli, 08:00–20:00 Uhr), gemittelt über den Zeitraum 2001–2005.

*Tabelle 9: Höchste AOT40-Werte (Mai–Juli) in den einzelnen Ozonüberwachungsgebieten, in µg/m<sup>3</sup>.h (Messstellen über 1.500 m Seehöhe gesondert ausgewiesen).*

<b>Gebiet</b>	<b>Mittel 2001–2005</b>		<b>2005</b>	
	<b>Messstelle</b>	<b>AOT40</b>	<b>Messstelle</b>	<b>AOT40</b>
1	Wiesmath	32.819	Kittsee	31.893
2	Graz Platte	36.028	Klöch	28.751
3	Haunsberg	27.753	Haunsberg	25.569
4	Grundlsee	24.169	Grundlsee	19.710
5	Höfen	20.524	Höfen	18.583
6	Sulzberg	30.371	Sulzberg	27.969
7	Soboth	27.263	Vorhegg	28.009
8	Stolzalpe	23.597	Stolzalpe	20.827
> 1.500 m	Rennfeld	38.119	Sonnblick	36.597

<sup>3</sup> sowie an der über der Vegetationsgrenze gelegenen Messstelle Sonnblick mit 28,5 ppm.h (höchster AOT40-Wert in Österreich).

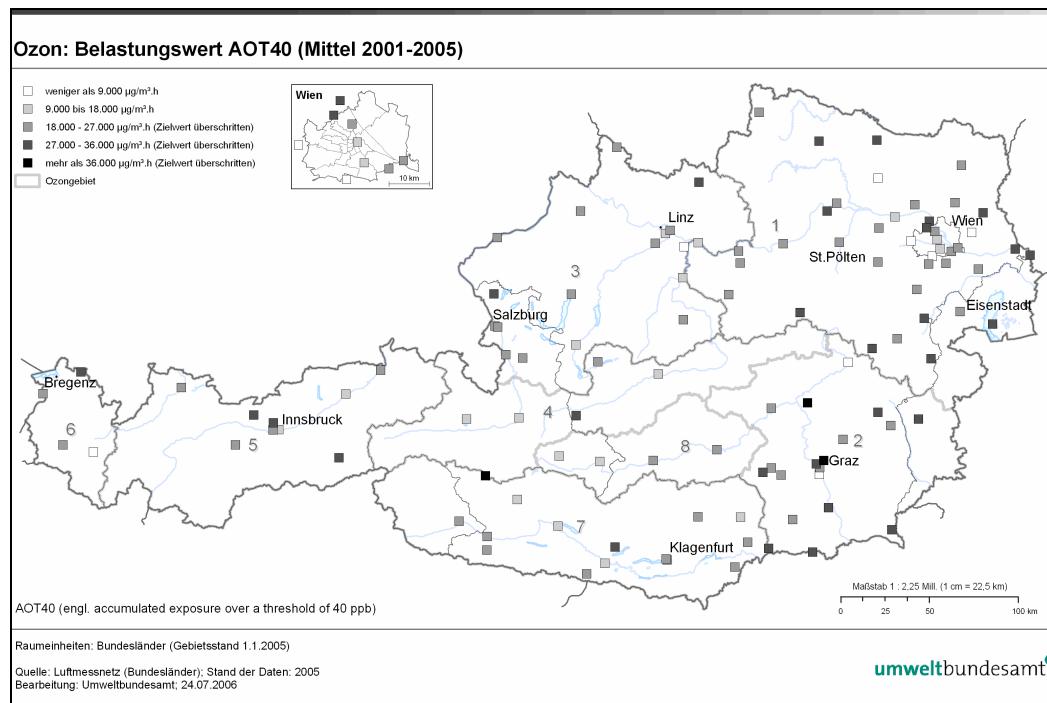


Abbildung 10: AOT40-Werte (Mai–Juli, 08:00–20:00 Uhr), Mittel über den Zeitraum 2001–2005.

Die Belastungsschwerpunkte beim AOT40-Wert (Mai–Juli) sind einerseits Südostösterreich – d. h. der außeralpine Bereich der Steiermark einschließlich des südöstlichen Niederösterreich und des Burgenlandes – sowie das Hoch- und Mittelgebirge.

Besonders hohe AOT40-Werte werden im Hoch- und Mittelgebirge registriert: AOT40-Werte über 30.000 µg/m<sup>3</sup>·h wurden im Mittel über den Zeitraum 2001–2005 an den Messstellen Rennfeld (38.119 µg/m<sup>3</sup>·h), Gerlitzen, Nordkette, Masenberg und Karwendel West gemessen. Im außeralpinen Raum Südostösterreichs erfasste die im Hügelland gelegene Station Graz Platte mit 36.028 µg/m<sup>3</sup> den höchsten AOT40-Wert, gefolgt von Arnfels, Klöch, Bockberg und Hochgössnitz. Im Nordosten Österreichs erreichte Wiesmath (32.819 µg/m<sup>3</sup>·h) den höchsten AOT40-Wert, gefolgt von Illmitz, Payerbach, Klosterneuburg und Pillersdorf. Über 30.000 µg/m<sup>3</sup>·h lag der AOT40-Wert zudem in Sulzberg im Bregenzerwald.

Keine Überschreitungen des Zielwerts wurden an mehreren Messstellen in alpinen Tälern registriert – Tamsweg, Kramsach, Liezen, Zell a.S., Obervellach, St. Johann i.P. und Zederhaus – sowie an mehreren städtischen Messstellen, welche für den Schutz der Vegetation aber nicht repräsentativ sind. Als einzige außeralpine nicht-städtische Messstelle unterschritt St. Valentin den Zielwert.

Der in der EU-RL 2002/3/EG festgelegte AOT40-Wert zum Schutz der Wälder ist mit 20.000 µg/m<sup>3</sup>·h – bezogen auf den Zeitraum von April–September (Tageslichtstunden) – ident mit dem von der UNECE festgelegten AOT40-Wert.

Dieser AOT40-Wert wurde im Jahr 2005 in Österreich an 100 Messstellen (87 %) überschritten, wobei die höchsten Überschreitungen im Hoch- und Mittelgebirge sowie in Ostösterreich beobachtet werden. Überschreitungen um mehr als das Doppelte registrierten die Messstellen Illmitz, Kittsee, Gerlitzen, Vorhegg, Payerbach, Pillersdorf, Wiesmath, Arnfels, Graz Platte, Klöch, Masenberg, Rennfeld, Karwendel West, Nordkette und Zillertaler Alpen.



Der höchste AOT40-Wert (April–September) wurde – abgesehen vom Sonnblick – an der Messstelle Nordkette mit  $47.679 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  registriert. Im Nordosten Österreichs lag der höchste AOT40 bei  $46.670 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Wiesmath, im Südosten Österreichs bei  $44.976 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Klöch, in Kärnten bei  $40.559 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Vorhegg.

AOT40-Werte unter  $20.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  wurden an wenigen Messstellen in alpinen Tälern – Wietersdorf, St. Johann i.P., Wald a.A., Zederhaus und Liezen – sowie an städtischen Messstellen beobachtet.

## 1.5 Überschreitung der Informations- und Alarmschwelle

### 1.5.1 Die Belastungssituation 2003

Der Informationsschwellenwert gemäß Ozongesetz –  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Einstundenmittelwert – wurde im Jahr 2003 an 51 Tagen an insgesamt 97 Messstellen überschritten (Tabelle 10 und Abbildung 11). Tabelle 11 gibt für jedes Ozonüberwachungsgebiet (Grenzen der Ozonüberwachungsgebiete siehe Abbildung 11) die Anzahl der Tage mit Überschreitungen der Informationsschwelle sowie die Messstelle mit den meisten Überschreitungen an.

Die meisten Überschreitungen wurden an den Messstellen Lustenau (20 Tage), Klosterneuburg (19 Tage), Schwechat (17 Tage), Mödling (15 Tage), Hainburg, Sulzberg (je 12 Tage), Himberg, Payerbach, Wolkersdorf, Lobau (je 11 Tage), Eisenstadt, Kittsee, Dunkelsteinerwald, Salzburg Mirabellplatz und Wien Hohe Warte (je 10 Tage) registriert.

*Tabelle 10: Überschreitungen des Informationsschwellenwertes (MW1  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 2003.*

Datum	Messstellen mit Überschreitungen
6.5.	Kollmitzberg, Irnfritz, Pöchlarn, Dunkelsteinerwald
7.5.	Eisenstadt, Kollmitzberg, Payerbach, Wiesmath, Wiener Neustadt, Illmitz Rennfeld, Arnfels Bad Ischl Vorhegg
8.5.	Bad Vöslau, Forsthof, Hainburg, Gänserndorf, Wolkersdorf, Klosterneuburg, Mödling, Payerbach, Wiesmath, Wiener Neustadt Graz Platte, Piber, Rennfeld Kufstein
30.5.	Hainburg
31.5.	Wolkersdorf, Klosterneuburg, Mödling, Schwechat, Wien Laaerberg, Wien Lobau, Wien Hohe Warte, Wien Stephansplatz, Wien Hermannskogel
5.6.	Klosterneuburg, Irnfritz, Stockerau, Dunkelsteinerwald, Krems, Wien Hermannskogel Enzenkirchen Lustenau
6.6.	Illmitz
8.6.	Vorhegg
10.6.	Klosterneuburg, Dunkelsteinerwald Vorhegg



Datum	Messstellen mit Überschreitungen
11.6.	Illmitz, Kittsee, Kollmitzberg, Hainburg, Stixneusiedl, Pöchlarn, Mödling, Schwechat, Wien Lobau Gerlitzen
12.6.	Forsthof, Klosterneuburg, Purkersdorf, Stockerau, Mödling, Dunkelsteinerwald, Krems, Schwechat, Wien Hermannskogel, Wien Laaerberg, Wien Lobau, Wien Hohe Warte
13.6.	Eisenstadt
17.6.	Forsthof, Hainburg
23.6.	Pillersdorf
30.6.	Klosterneuburg, Stockerau
1.7.	Eisenstadt, Illmitz, Kittsee, Bad Vöslau, Hainburg, Stixneusiedl, Gänserndorf, Wolkersdorf, Klosterneuburg, Himberg, Mödling, Wiener Neustadt, Schwechat, Wien Laaerberg, Wien Lobau, Wien Hohe Warte, Wien Stephansplatz
9.7.	Lustenau, Wald a.A.
12.7.	Lustenau
15.7.	Bludenz, Lustenau, Sulzberg
16.7.	Amstetten, Kollmitzberg, Heidenreichstein, Irnfritz, Annaberg, Pöchlarn, Dunkelsteinerwald, Krems, Wiesmath, St. Pölten Arnfels, Bockberg, Graz Platte, Rennfeld Grünbach, Bad Ischl, Salzburg Mirabellplatz, Hallein Winterstall, Haunsberg Kufstein Lustenau
17.7.	Eisenstadt, Kittsee, Bad Vöslau, Hainburg, Gänserndorf, Wolkersdorf, Klosterneuburg, Himberg, Stockerau, Mödling, Payerbach, Wiesmath, Wiener Neustadt, Schwechat, Wien Hermannskogel, Wien Lobau, Wien Hohe Warte Arnfels, Hochgössnitz, Piber
21.7.	Purkersdorf, Forsthof, Wolkersdorf, Klosterneuburg, Pillersdorf, Stockerau, Mödling, Dunkelsteinerwald, Streithofen, St. Pölten, Krems, Schwechat, Wien Hermannskogel, Wien Lobau, Wien Stephansplatz, Wien Hohe Warte Arnfels
22.7.	Kittsee
24.7.	Dunkelsteinerwald, Purkersdorf, Klosterneuburg, Stockerau, Krems, Schwechat
26.7.	Klosterneuburg, Himberg, Schwechat, Wien Laaerberg, Wien Lobau
27.7.	Vorhegg
3.8.	Kittsee
4.8.	Gänserndorf, Bad Vöslau, Hainburg, Klosterneuburg, Himberg, Mödling, Schwechat, Wolkersdorf, Wien Hermannskogel, Wien Lobau, Wien Hohe Warte, Wien Stephansplatz, Wien Laaerberg
5.8.	Eisenstadt, Illmitz, Mödling, Bad Vöslau, Wiesmath, Wiener Neustadt, Payerbach Karwendel West Sulzberg, Lustenau
6.8.	Payerbach, Wiesmath St. Koloman, Haunsberg, Salzburg Lehen, Salzburg Mirabellplatz, Hallein Winterstall Hochwurzen Höfen, Kufstein, Karwendel West, Innsbruck Nordkette Dornbirn, Lustenau, Sulzberg, Bludenz
7.8.	Karwendel West, Innsbruck Nordkette, Kufstein Sulzberg, Lustenau



<b>Datum</b>	<b>Messstellen mit Überschreitungen</b>
8.8.	Eisenstadt, Illmitz, Kittsee, Klosterneuburg, Hainburg, Schwechat, Wiesmath, Wiener Neustadt, Bad Vöslau, Payerbach, Wien Lobau Braunau, Hallein Winterstall, Gaisberg, Salzburg Lehen, Salzburg Mirabellpl., Haunsberg, St. Koloman Sonnblick, Hochwurzen Karwendel West, Kramsach, Zillertaler Alpen, Kufstein Sulzberg, Lustenau
9.8.	Gaisberg, St. Koloman, Salzburg Mirabellplatz Sonnblick, Hochwurzen Kufstein, Karwendel West, Innsbruck Nordkette Lustenau, Sulzberg
10.8.	Stixneusiedl Bad Ischl, Braunau, Lenzing, Salzburg Mirabellplatz, Salzburg Lehen, Haunsberg, St. Koloman, Hallein Winterstall, Gaisberg Sonnblick, Grundlsee, Hochwurzen Innsbruck Nordkette, Innsbruck Sadrach, Kufstein, Achenkirch, Kramsach, Zillertaler Alpen Lustenau, Sulzberg, Bludenz Stolzalpe
11.8.	Leoben Salzburg Mirabellpl., Salzburg Lehen, Hallein Winterstall, St. Koloman Hochwurzen Innsbruck Sadrach, Karwendel West, Kramsach, Kufstein Sulzberg, Lustenau Vorhegg
12.8.	Himberg, Klosterneuburg, Mödling, Schwechat, Wien Hermannskogel, Wien Hohe Warte Graz Schlossberg Gaisberg, Salzburg Mirabellplatz, Salzburg Lehen, Hallein Winterstall, Haunsberg, St. Koloman, Zöbelboden Hochwurzen, Zell a.S., Sonnblick Achenkirch, Innsbruck Reichenau, Innsbruck Sadrach, Nordkette, Karwendel West, Kramsach, Kufstein, Höfen, Zillertaler Alpen, St. Sigmund Dornbirn, Sulzberg, Lustenau, Bludenz, Wald a.A. Lienz, Vorhegg



Datum	Messstellen mit Überschreitungen
13.8.	Eisenstadt, Illmitz, Kittsee, Pillersdorf, Purkersdorf, Amstetten, St. Valentin, Kollmitzberg, Bad Vöslau, Forsthof, Hainburg, Stixneusiedl, Gänserndorf, Wolkersdorf, Heidenreichstein, Klosterneuburg, Himberg, Irnfritz, Stockerau, Annaberg, Pöchlarn, Mistelbach, Mödling, Ternitz, Payerbach, Dunkelsteinerwald, Tulln, Streithofen, Wiesmath, St. Pölten, Wiener Neustadt, Krems, Waidhofen a.d.Y., Schwechat, Wien Hermannskogel, Wien Lobau, Wien Hohe Warte  Oberwart, Arnfels, Bockberg, Graz Nord, Graz Schlossberg, Graz Platte, Graz Süd, Pißer, Voitsberg, Hochgössnitz, Rennfeld, Masenberg, Weiz, Kindberg, Klöch, Hartberg  Gaisberg, Salzburg Mirabellpl., Salzburg Lehen, Hallein Winterstall, Haunsberg, Enzenkirchen, Grünbach, Bad Ischl, Braunau, Traun, Steyr, Linz Neue Welt, Steyregg, Lenzing, Schöneben, St. Koloman, Zöbelboden  Hochwurzen  Nordkette, Karwendel West, Zillertaler AlpenSulzberg, Lustenau  Arnoldstein, Vorhegg
14.8.	Eisenstadt, Illmitz, Kittsee, Pillersdorf, Amstetten, Kollmitzberg, Bad Vöslau, Forsthof, Hainburg, Stixneusiedl, Gänserndorf, Wolkersdorf, Klosterneuburg, Himberg, Pöchlarn, Mistelbach, Mödling, Streithofen, Wiener Neustadt, Waidhofen a.d.Y., Schwechat, Wien Hermannskogel, Wien Laaerberg, Wien Lobau  Gaisberg, Salzburg Mirabellplatz, Salzburg Lehen, Hallein Winterstall, Haunsberg, St. Koloman, Traun, Steyr, Steyregg, Lenzing
16.8.	Kittsee, Himberg, Mödling, Schwechat, Wien Laaerberg
17.8.	Purkersdorf, Bad Vöslau, Forsthof, Himberg, Mödling, Schwechat
18.8.	Purkersdorf, Forsthof, Gänserndorf, Wolkersdorf, Klosterneuburg, Stockerau, Mistelbach, Payerbach, Dunkelsteinerwald, Tulln, Streithofen, St. Pölten, Krems, Schwechat, Pillersdorf, Wien Hermannskogel, Wien Laaerberg, Wien Stephansplatz, Wien Hohe Warte
22.8.	Eisenstadt, Illmitz, Kollmitzberg, Hainburg, Stixneusiedl  Haunsberg, Grünbach  Lustenau
23.8.	Eisenstadt, Kollmitzberg, Hainburg, Wolkersdorf, Annaberg  Salzburg Mirabellplatz, Haunsberg, Grünbach, Steyregg, Schöneben
24.8.	Payerbach
26.8.	Lustenau
27.8.	Klosterneuburg, Annaberg, Mödling, Waidhofen a.d.Y.  Sulzberg, Lustenau
18.9.	Kittsee, Himberg
20.9.	Dunkelsteinerwald  Lustenau
21.9.	Klosterneuburg, Schwechat, Wolkersdorf, Wien Hohe Warte
22.9.	Innsbruck Nordkette



**Tabelle 11: Anzahl der Überschreitungen der Informationsschwelle pro Ozonüberwachungsgebiet und höchst belastete Station.**

Gebiet	Tage mit MW1 > 180 µg/m³	Station mit den meisten Überschreitungen
1	40	Klosterneuburg (19 Tage)
2	8	Arnfels, Rennfeld (je 5 Tage)
3	13	Salzburg Mirabellplatz (10 Tage)
4	7	Hochwurzen (7 Tage)
5	12	Kufstein (9 Tage)
6	20	Lustenau (20 Tage)
7	8	Vorhegg (7 Tage)
8	1	Stolzalpe (1 Tag)



**Abbildung 11: Überschreitungen des Informationsschwellenwertes (MW1 180 µg/m³), 2003.**  
Die Zahlen geben die Nummer des Ozonüberwachungsgebietes an.

Am stärksten betroffen von Überschreitungen der Informationsschwelle war – wie in den früheren Jahren – der Nordosten Österreichs (Ozonüberwachungsgebiet 1), in vergleichsweise sehr hohem Ausmaß aber auch die Südsteiermark, Salzburg, Nordtirol und besonders Vorarlberg. Unterdurchschnittlich war die Ozonbelastung lediglich in Kärnten.

Erstmals seit Beginn der Ozonmessung traten in Braunau Zentrum (Ozonüberwachungsgebiet 3), Achenkirch, in St. Sigmund (Gebiet 5) und auf der Stolzalpe (Gebiet 8) Einstundenmittelwerte über 180 µg/m³ auf; im Ozonüberwachungsgebiet 8 wurde damit erstmalig der Informationsschwellenwert überschritten.



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

Dieses nahezu stationäre Hochdruckgebiet umfasste zumeist große Teile Europas weit über Mitteleuropa hinaus. Damit kamen wesentliche Faktoren zum Tragen, die die außergewöhnlich hohe Ozonbelastung in Österreich bedingten und die bei kleinräumigen, kurzlebigeren Hochdruckgebieten nicht in vergleichbarem Ausmaß wirksam werden:

- starke photochemische Ozonbildung infolge hoher Temperatur und Globalstrahlung
- Akkumulation hoher Ozonkonzentrationen über mehrere Wochen über Mitteleuropa
- durch die große Ausdehnung des Hochdruckgebietes kam Österreich in den Einflussbereich der Emissionen der Ozonvorläufersubstanzen in jenen Regionen des westlichen Mitteleuropa (Benelux-Länder, westliches Deutschland, Nordostfrankreich), welche die höchsten Emissionsdichten Europas aufweisen
- hohe Ozonkonzentrationen im Westen Österreichs waren die Folge von Ozontransport aus diesen Regionen im Westen Mitteleuropas.

Absolut außergewöhnlich war die hohe Ozonbelastung zwischen 6. und 13. August in Vorarlberg, Nordtirol, Salzburg sowie Teilen Oberösterreichs und der Steiermark. In den westlichen Bundesländern wurde der Informationsschwellenwert an nahezu allen Messstellen überschritten. Verantwortlich dafür war Transport hoch belasteter Luftmassen aus dem westlichen Deutschland nach Westösterreich; auch im südlichen und westlichen Deutschland, den Benelux-Staaten und Teilen Frankreichs wurde der Informationsschwellenwert flächenhaft überschritten. Die starke Konvektion während dieser anhaltenden Hochdruckwetterlage führte dazu, dass hohe Ozonkonzentrationen auch in höhere Luftsichten verfrachtet wurden und selbst hochalpine Regionen in Nordtirol, Salzburg und der Steiermark von Überschreitungen der Informationsschwelle betroffen waren; ungewöhnlich war, dass auch in über 3000 m auf dem Sonniblick an vier Tagen der Informationsschwellenwert überschritten wurde.

Zwischen 9. und 11.8. traten extreme Ozonbelastungen im Bereich zwischen Vorarlberg und dem westlichen Oberösterreich bzw. der westlichen Steiermark auf; dagegen war die Ozonbelastung in Nordostösterreich und im Raum Linz relativ niedrig. In den folgenden Tagen stieg die Ozonbelastung dann hier stark an; am 13.8. überschritten alle Messstellen in den Ozonüberwachungsgebieten 1 (Nordostösterreich) und 3 (Oberösterreich und nördliches Salzburg) –außer Wien Stephansplatz und Laaerberg – die Informationsschwelle, großflächige Überschreitungen traten auch am 14. und 18.8. in Nordostösterreich auf.

Hinsichtlich der Anzahl der Tage mit Überschreitung stellen der Raum um Wien und Vorarlberg die Belastungsschwerpunkte dar. In Vorarlberg wurde zuletzt 1990 eine vergleichbar hohe Ozonbelastung registriert.

Keine Überschreitungen der Informationsschwelle wurden lediglich an den meisten Messstellen in Kärnten sowie im Lungau beobachtet.

Bodennahes Ozon 2003–2005 – Die Ozonbelastung in Österreich in den Jahren 2003 bis 2005



Der Alarmschwellenwert ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Einstundenmittelwert) wurde 2003 an fünf Tagen an fünf verschiedenen Messstellen überschritten, die alle im Ozonüberwachungsgebiet 1 liegen (Tabelle 12).

*Tabelle 12: Überschreitungen der Alarmschwelle (MW1  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 2003*

Datum	Messstelle	max. MW1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
11.6.	Wien Lobau	247
21.7.	Klosterneuburg	263
	Stockerau	249
	Wien Lobau	243
8.8.	Wien Lobau	259
18.8.	Wien Hermannskogel	253
18.9.	Kittsee	262

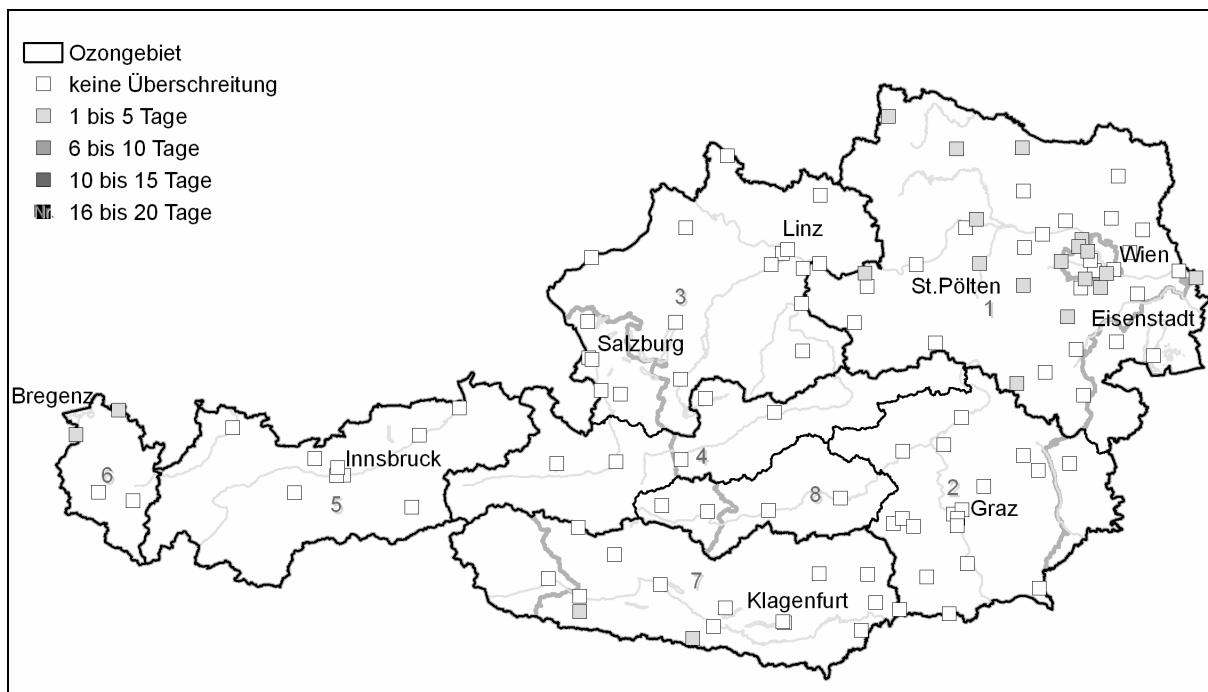
An keiner Messstelle traten Überschreitungen von  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  über mehr als drei aufeinander folgende Stunden auf. In diesem Fall wären Aktionspläne in Kraft zu setzen.

### 1.5.2 Die Belastungssituation 2004

Die Informationsschwelle gemäß Ozongesetz –  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Einstundenmittelwert – wurde im Jahr 2004 an neun Tagen an insgesamt 21 Messstellen überschritten (siehe Tabelle 30). Am stärksten betroffen waren die Ozonüberwachungsgebiete 1 und 6.

*Tabelle 13: Überschreitungen der Informationsschwelle im Jahr 2004.*

Datum	Station
9.6.	Himberg
10.6.	Kollmitzberg
	Arnoldstein, Vorhegg
22.7.	Kittsee
30.7.	Lustenau
31.7.	Lustenau, Sulzberg
5.8.	Krems, St. Pölten
12.8.	Heidenreichstein, Irnfritz, Pillersdorf
18.8.	Klosterneuburg, Purkersdorf, Wien Hermannskogel, Wien Hohe Warte
19.8.	Bad Vöslau, Forsthof, Himberg, Payerbach, Vösendorf, Schwechat, Wien Hermannskogel



*Abbildung 12: Überschreitungen der Informationsschwelle im Jahr 2004. Die Zahlen geben die Nummer des Ozonüberwachungsgebietes an.*

Die Alarmschwelle ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Einstundenmittelwert) wurde im Jahr 2004 nicht überschritten.

### 1.5.3 Die Belastungssituation 2005

Die Informationsschwelle gemäß Ozongesetz –  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Einstundenmittelwert – wurde im Jahr 2005 an 36 Messstellen an insgesamt 18 Tagen überschritten, welche in Tabelle 14 und Abbildung 13 dargestellt sind.

Die Alarmschwelle –  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Einstundenmittelwert – wurde am 15.7.2005 an der Messstelle Schwechat überschritten (maximaler MW1  $270 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Überschreitung über zwei Stunden).

Die weitaus meisten Überschreitungen der Informationsschwelle – an 15 Tagen – wurden im Ozonüberwachungsgebiet 1 beobachtet und sind dort stets auf verstärkte regionale Ozonbildung infolge der Emissionen der Ozonvorläufersubstanzen im Raum Wien zurückzuführen. Am häufigsten waren die Messstellen Klosterneuburg und Wien Hermannskogel – je sieben Tage – von Überschreitungen der Informationschwelle betroffen, gefolgt von Stockerau, Wolkersdorf und Wien Hohe Warte mit je fünf Tagen.

An zwei Tagen traten Überschreitungen der Informationsschwelle im Ozonüberwachungsgebiet 3 auf, an je einem Tag in den Gebieten 4 und 5, an drei Tagen im Gebiet 6 und an zwei Tagen im Gebiet 7.

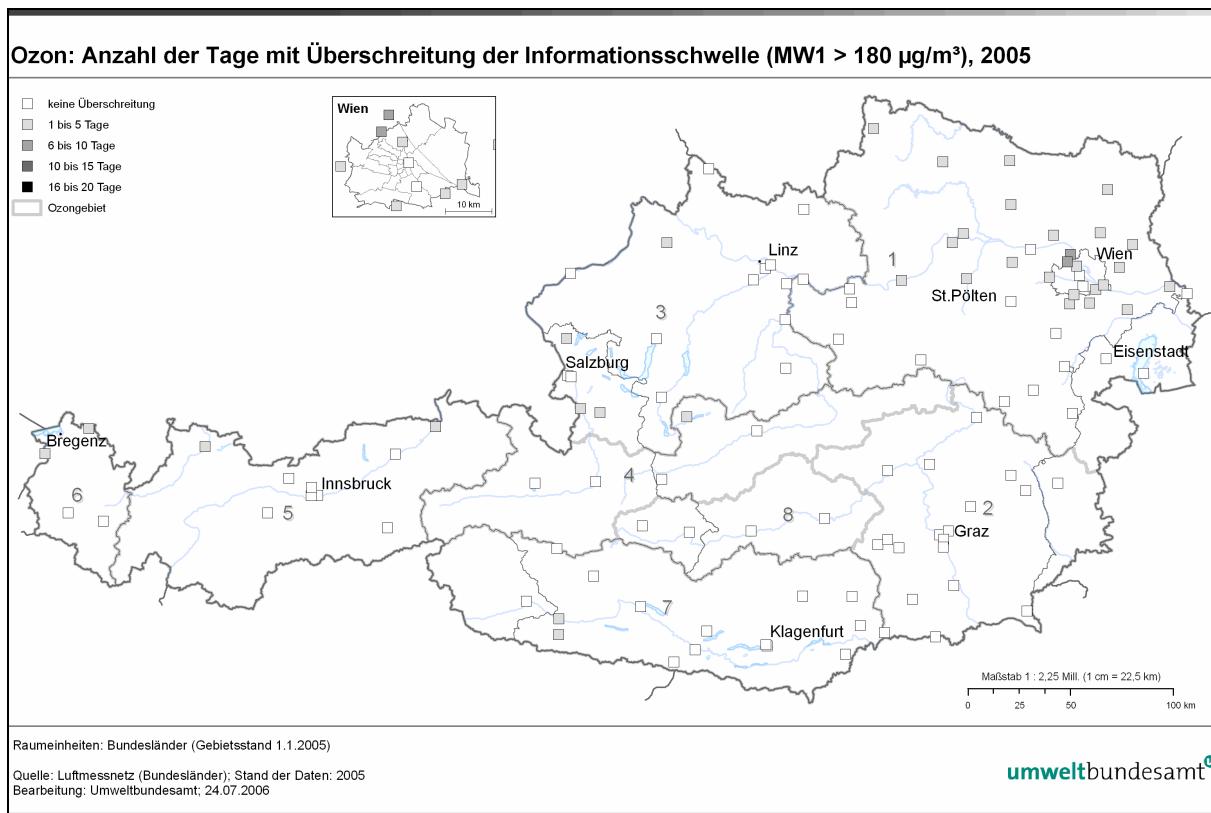
Dominierenden Anteil an den erhöhten Ozonbelastungen in den Ozonüberwachungsgebieten Nordwest- und Westösterreichs hat Transport hoch belasteter Luft-



massen aus Deutschland; die Überschreitungen in Kärnten (Gebiet 7) sind wesentlich auf Transport hoch belasteter Luft aus Norditalien zurückzuführen.

*Tabelle 14: Überschreitungen der Informationsschwelle im Jahr 2005.*

Datum	Messstellen
1.5.	Klosterneuburg, Wien Hermannskogel, Wien Hohe Warte
2.5.	Hainburg, Mödling, Purkersdorf, Vösendorf
3.5.	Gänserndorf, Großenzersdorf, Hainburg, Klosterneuburg, Schwechat, Stixneusiedl, Wolkersdorf, Wien Hermannskogel, Wien Lobau
21.5.	Dunkelsteinerwald, Klosterneuburg, Krems, Stockerau, Streithofen, Wien Hermannskogel, Wien Hohe Warte
27.5.	Dunkelsteinerwald, Krems, Pillersdorf, St. Pölten, Ziersdorf
29.5.	Klosterneuburg, Wien Hermannskogel, Wien Hohe Warte
30.5.	Mistelbach, Pöchlarn, Vösendorf, Wolkersdorf Oberdrauburg, Vorhegg
3.6.	Dunkelsteinerwald, Heidenreichstein
22.6.	Hallein Winterstall, Haunsberg, St. Koloman Grundlsee, Höfen, Kufstein Lustenau
23.6.	Vorhegg
24.6.	Lustenau
29.6.	Himberg
15.7.	Klosterneuburg, Mistelbach, Schwechat, Stockerau, Wolkersdorf, Wien Hermannskogel, Wien Hohe Warte, Wien Lobau Sulzberg
18.7.	Klosterneuburg, Mistelbach, Stockerau, Wolkersdorf, Wien Hermannskogel, Wien Hohe Warte
27.7.	Pillersdorf, Stockerau, Ziersdorf
28.7.	Klosterneuburg, Pillersdorf, Stockerau, Wolkersdorf, Ziersdorf, Wien Hermannskogel
29.7.	Dunkelsteinerwald, Irnfritz, Pillersdorf, Ziersdorf, Enzenkirchen
30.7.	Vösendorf



*Abbildung 13: Überschreitungen der Informationsschwelle im Jahr 2005. Die Zahlen geben die Nummer des Ozonüberwachungsbietes an.*



## 2 MODELLIERUNG

Österreich besitzt ein im internationalen Vergleich sehr dichtes Netz an Ozonmessstellen. Auf Basis dieser Messungen lassen sich abgesicherte Aussagen über die räumliche Verteilung und auch über die Herkunft der Ozonbelastung treffen. Allerdings lassen sich keine genauen Auskünfte darüber geben, wo die Quellregionen der Ozonbelastung liegen (d. h., wo die Emissionen der Ozonvorläufersubstanzen zu lokalisieren).

Um diese Fragestellungen zu beantworten, sind photochemische Transportmodelle notwendig.

Für Österreich wurden umfangreiche Modellierungen Mitte der Neunziger Jahre im Rahmen des Pannonischen Ozonprojekts durchgeführt. Ein Schwerpunkt dieser Untersuchungen lag dabei auf der Quantifizierung des Beitrags der Emissionen des Großraums Wien auf die Ozonbelastung in Nordostösterreich während sommerlicher Ozonepisoden. Allerdings wurden auch Modellläufe über ein Sommerhalbjahr durchgeführt. Für die Messstelle Illmitz wurde eine Reduktion des Halbjahresmittelwerts um knapp 6 % bei einer Reduktion der österreichischen Ozonvorläufersubstanzen um 30 % berechnet (BAUMANN, 1997).

Vom Institut für Physik und Meteorologie der Universität für Bodenkultur wurde in enger Zusammenarbeit mit der Zentralanstalt für Meteorologie und Geophysik ein Ozonprognosemodell entwickelt, vor allem um die Ozonspitzenbelastung für die kommenden Tage vorauszusagen. Veröffentlichungen zu systematische Analysen der Herkunft der Ozonbelastung in Österreich liegen allerdings nicht vor.

Allerdings wurde in einem Projekt der Einfluss der Emissionen auf die Spitzenbelastung bei Ozonepisoden in Nordostösterreich abgeschätzt. Mit der OSAT-Technik des Modells CAMx wurden die Quellen der Vorläufersubstanzen der Ozonsbelastung im Ozonüberwachungsgebiet 1 berechnet. Es zeigte sich, dass nur ein kleiner Teil (maximal 20 %) selbst während Sommerepisoden aus dem Ozonüberwachungsgebiet selbst stammt, der globale und der europäische Hintergrund hingegen eine weit größere Rolle spielen. Eine nähere Untersuchung des lokalen Einflusses ergab zudem, dass bei den Wiener Emissionen die Kohlenwasserstoffe einen wesentlichen Anteil an der Ozonbildung haben. Die anderen Gebiete tragen mehr mit NOx-Emissionen zum Ozon bei (KRÜGER et al., 2004).

Mit dem gleichen Modell wurde die Herkunft der Ozonbelastung (jeweils Tagesmittelwerte) an der Messstelle Klosterneuburg über einen Zeitraum von zwei Monaten berechnet (Abbildung 14). Während der ersten Tage ist noch der Einfluss der Ausgangsbedingungen (grüne Farbe) sichtbar. Der orange Anteil an den Balken zeigt den Einfluss der Emissionen des Ozonüberwachungsgebiets 1 (Wien, Niederösterreich und nördliches Burgenland); dieser variiert zwischen 0 und 15 %. „West“ umfasst das übrige Österreich, Deutschland Schweiz und andere westeuropäische Länder. Norden umfasst u. a. die Tschechische Republik, Polen etc. (KRÜGER et al., 2005).

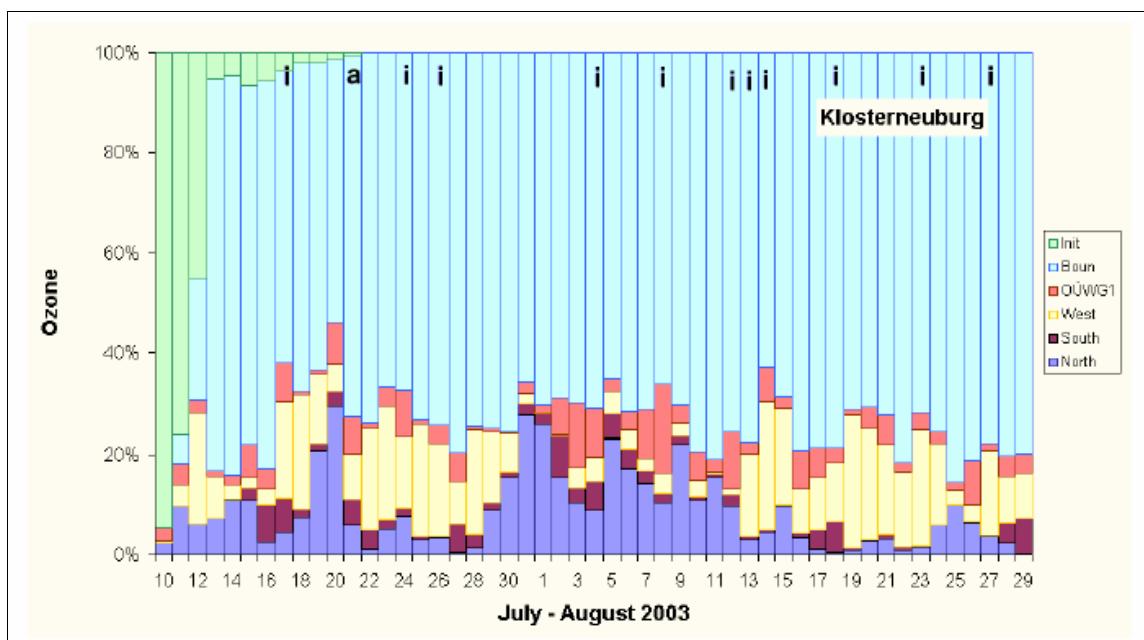


Abbildung 14: Anteil verschiedener Quellregionen an der in Klosterneuburg gemessenen Ozonbelastung (aus KRÜGER et al., 2005).

Insgesamt bestätigen diese Ergebnisse die in Tabelle 6 abgeschätzten Beiträge zu Überschreitungen der unterschiedlichen Zielwerte.

Im Rahmen des EMEP-Programms der Konvention über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigung werden routinemäßig Modellierungen der Ozonbelastung in Europa durchgeführt. Dafür wird das so genannte ‚EMEP Unified Eulerian Model‘ herangezogen, welches 2003 einem umfassenden, externen Review unterzogen wurde. In dem Review wurde bestätigt, dass das Modell in Bezug auf Ozon als ‚state-of-the-art‘ anzusehen ist. Allerdings hat das Modell – so wie andere regionale Ozonmodelle auch – Schwierigkeiten, Spitzenbelastungen adäquat abzubilden.

Im Folgenden werden einige der Ergebnisse für das Jahr 2004 vorgestellt. Für diese Modellierungen wurden Emissionsdaten aus dem Jahr 2004 herangezogen (die aktuellsten verfügbaren Daten) sowie meteorologische Daten ebenfalls aus 2004. In Abbildung 15 werden Ergebnisse der Validierung mit österreichischen Messdaten gezeigt.

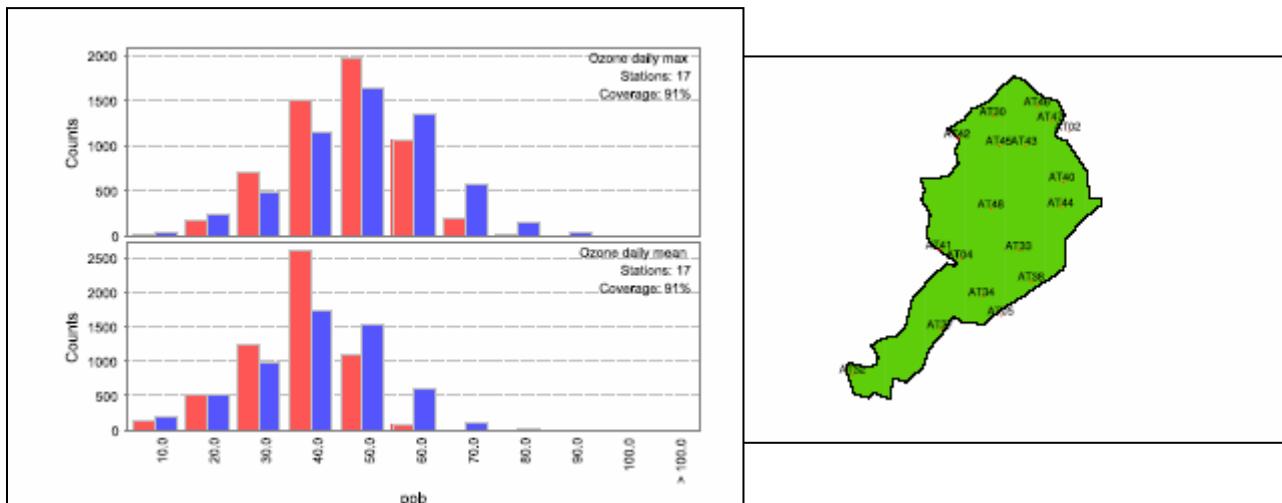


Abbildung 15: Vergleich gemessene versus modellierte Daten von 17 österreichischen Stationen 2004. Rot: modellierte Werte; blau: gemessene Werte. Rechts die Lage der herangezogenen Messstationen.

Nach den Ergebnissen sind die wichtigsten Herkunftsregionen neben Österreich Deutschland, Italien, Frankreich und die tschechische Republik. Daneben spielt die hemisphärische Hintergrundkonzentration auch für die Belastung in Österreich eine entscheidende Rolle. In der folgenden Abbildung sind Informationen über die möglichen Auswirkungen einer generellen 15 %-igen Reduktion der europäischen NOx- und NMVOC-Emissionen angeführt.

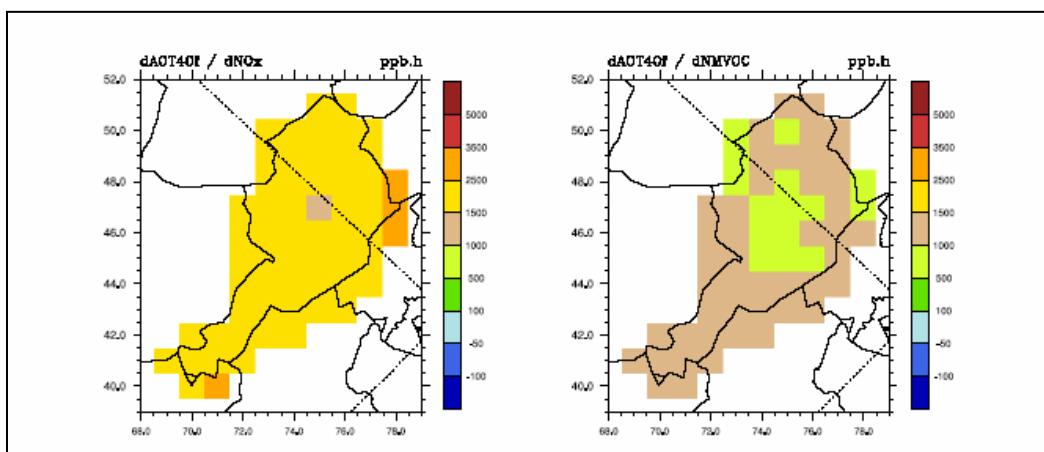


Abbildung 16: Reduktion des AOT40 auf Grund einer 15 %-igen Reduktion der europäischen NOx- und NMVOC-Emissionen in ppb.h. Die durchschnittliche Belastung betrug gemäß Modell etwa 15.000 ppb.h



## 3 TREND DER OZONBELASTUNG

### 3.1 Spitzenbelastung

Hinsichtlich der Überschreitungen des Informationsschwellenwertes ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Einstundenmittelwert) wies das Jahr 2003 dank eines außerordentlich warmen Sommers die höchste Belastung seit Beginn flächendeckender Ozonmessungen in Österreich 1990 auf (Tabelle 15). 2004 war dagegen – ebenfalls witterungsbedingt – von einer unterdurchschnittlichen Belastung gekennzeichnet, ebenso 2005, wenngleich sie etwas über jener von 2004 lag.

Der Belastungsverlauf der letzten fünfzehn Jahre zeigt klar die Abhängigkeit der Ozonspitzenbelastung vom Wettergeschehen. Die bislang höchste Belastung seit Beginn 1990 wurde im Jahr 2003 auf (siehe Tabelle 15) erreicht, bedingt durch das Auftreten lange anhaltender Hochdruckgebiete im Hochsommer mit überdurchschnittlicher Temperatur und geringen Niederschlagsmengen, wodurch der Sommer 2003 in ganz Mitteleuropa der heißeste seit Jahrzehnten war. Auch die Sommer 1994, 1998 und 2000 zeichneten sich durch lang anhaltendes Hochdruckwetter aus, wodurch nicht nur hohe Temperaturen erreicht wurden, sondern auch die Akkumulation hoher Ozonbelastungen über mehrere Tage hinweg ermöglicht wurde.

*Tabelle 15: Anzahl der Tage und der Messstellen mit 1-Stunden Mittelwerten (MW1) über  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Informationsschwellenwert zur Unterrichtung der Bevölkerung) sowie jene Messstellen mit den meisten Überschreitungen, 1990–2005.*

Jahr	Anzahl der Tage	Anzahl der Messstellen (Gesamtzahl)	Messstellen mit den meisten Überschreitungstagen
1990	43	30 (70)	Sulzberg (18)
1991	20	27 (82)	Gänserndorf (7)
1992	29	50 (107)	Exelberg (9), Traun (9)
1993	27	50 (122)	Stixneusiedl (7)
1994	34	66 (120)	Exelberg (17), Wien Hermannskogel (14)
1995	31	50 (125)	Exelberg (11), Payerbach (7)
1996	21	51 (120)	Vorhegg (8)
1997	13	11 (113)	Hainburg (3)
1998	21	55 (113)	Wien Lobau (9)
1999	8	15 (110)	Stockerau (4)
2000	28	61 (115)	Illmitz (8)
2001	18	46 (113)	Dunkelsteinerwald, Himberg (je 5)
2002	14	26 (113)	Schwechat (4)
2003	51	97 (115)	Lustenau (20), Klosterneuburg (19)
2004	9	21 (115)	Lustenau (3)
2005	18	36 (110)	Klosterneuburg, Wien Hermannskogel (je 7)



*Tabelle 16: Anzahl der Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle in den einzelnen Ozonüberwachungsgebieten, 1990 bis 2005.*

<b>Jahr</b>	<b>Ozonüberwachungsgebiet</b>							
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
1990	33		7		9	19		
1991	14	1	4	1	0	6	3	0
1992	21	1	10	0	2	3	4	0
1993	21	3	7	1	1	4	7	0
1994	29	5	10	0	2	6	4	0
1995	29	0	8	0	0	3	2	0
1996	16	4	4	0	2	1	8	0
1997	11	0	1	0	0	1	0	0
1998	14	1	4	2	6	7	0	0
1999	7	0	0	0	0	0	1	0
2000	23	4	3	0	1	0	8	0
2001	15	4	4	0	0	2	5	0
2002	9	2	3	0	1	3	2	0
2003	40	8	13	7	12	20	8	1
2004	7	0	0	0	0	3	1	0
2005	15	0	2	1	1	3	2	0

Der Trend der Ozonspitzenbelastung wird in Abbildung 17 anhand des 98-Perzentils der Einstundenmittelwerte der Jahre 1993 bis 2005 (wobei alle Messstellen, die in diesem Zeitraum durchgehend in Betrieb waren, ausgewertet wurden) dargestellt; neben den einzelnen Ozonüberwachungsgebieten werden die Messstellen im Hoch- und Mittelgebirge über 1.500 m gesondert ausgewiesen, da diese einen etwas abweichenden Verlauf zeigen.

In keinem Gebiet zeigt das 98-Perzentil der MW1 einen statistisch signifikanten Trend. Tendenziell lässt sich zwischen 1994 und 1997 oder 1999 ein Rückgang der Spitzenbelastung, danach bis 2003 ein Anstieg beobachten. Die letzten Jahre zeigen starke Variationen von Jahr zu Jahr, wobei 2003 in allen Ozonüberwachungsgebieten außer Kärnten und Osttirol (OÜG 7) die mit Abstand höchsten 98-Perzentile aufwies. Die besonders hohen Spitzenbelastungen in Vorarlberg (OÜG 6) 2003 lassen sich auf starken Transport belasteter Luftmassen aus Südwestdeutschland zurückführen.

Statistisch signifikante – sinkende – Trends (90 %-Konfidenzniveau) weisen die Messstellen Villach, Stixneusiedl und Hermannskogel auf.



## Bodennahes Ozon 2003–2005 – Trend der Ozonbelastung

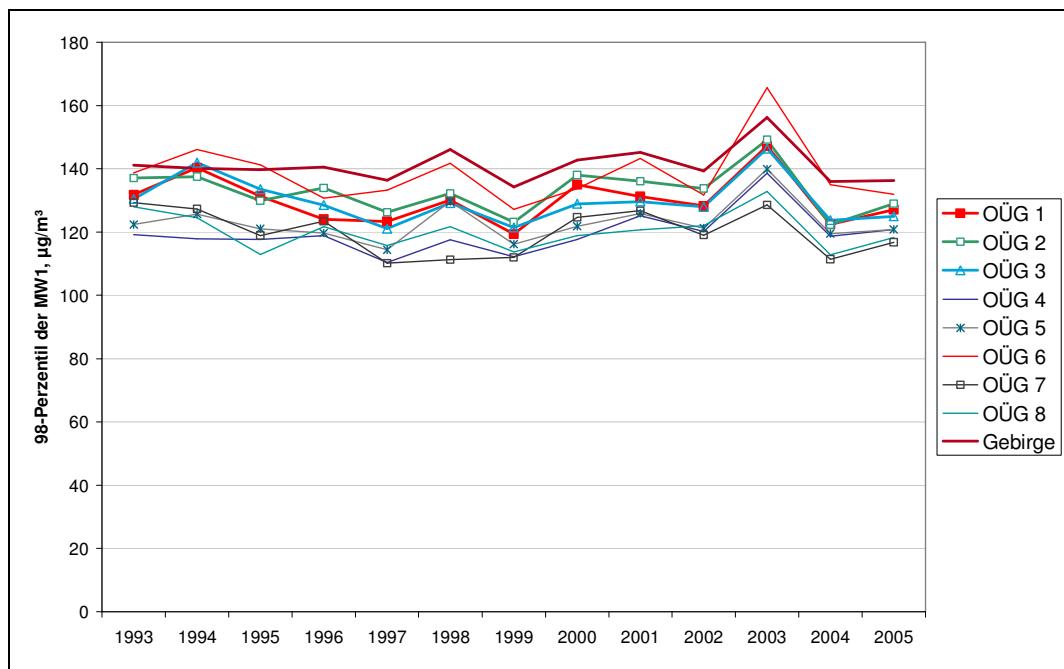


Abbildung 17: 98-Perzentil der Einstundenmittelwerte in den Jahren 1993 bis 2005 nach Ozonüberwachungsgebieten. (Gebirge = Messstellen > 1.500 m).

Die Überschreitungen der Alarmschwelle ( $MW1 > 240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), welche seit 1990 in Österreich beobachtet wurden, sind in Tabelle 17 aufgelistet. Die bislang meisten Überschreitungen wurden im Jahr 1992 registriert, gefolgt von 2003; die Alarmschwelle wurde im Allgemeinen nur für ein bis zwei Stunden überschritten. Ein Trend lässt sich nicht ableiten.

Tabelle 17: Überschreitungen des Alarmschwellenwertes ( $MW1 > 240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) seit 1990.

<b>Jahr</b>	<b>Datum</b>	<b>Messstelle</b>	<b><math>MW1 (\mu\text{g}/\text{m}^3)</math></b>
1990	30.7.	Illmitz	276
1992	31.7.	Exelberg <sup>4</sup>	417
		Tulln	265
		Wien Hermannskogel	326
		Wien Hohe Warte	261
		Wien Stephansplatz	275
	6.8.	Exelberg <sup>4</sup>	241
		Tulln	258
	7.8.	Exelberg <sup>4</sup>	280
		Streithofen	267
		St. Pölten	247
		St. Leonhard a.W.	251
		Wien Hermannskogel	267
	20.8.	St. Leonhard a.W.	244
1994	28.6.	Dunkelsteinerwald	241
	4.7.	Wien Hohe Warte	293
	23.7.	Exelberg <sup>4</sup>	264
1995	21.6.	Mödling	259
1998	12.8.	Klosterneuburg	283
		Mistelbach	261
		Wolkersdorf	269
		Wien Hermannskogel	264
2001	27.6.	Streithofen	249
2003	11.6.	Wien Lobau	247
	21.7.	Klosterneuburg	263
		Stockerau	249
		Wien Lobau	243
	8.8.	Wien Lobau	259
	18.8.	Wien Hermannskogel	253
	18.9.	Kittsee	262
2005	15.7.	Schwechat	270

### 3.2 Überschreitung des Zielwertes zum Schutz des Menschen

Der Trend der Überschreitungen von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als täglicher maximaler Achtstundenmittelwert ist in Abbildung 18 für die einzelnen Ozonüberwachungsgebiete (7 und 8 wurden zusammengefasst) sowie gesondert für das Hoch- und Mittelgebirge (Messstellen über 1.500 m Seehöhe, da diese ein etwas anderes Verhalten zeigen) über den Zeitraum von 1992 bis 2005 dargestellt.

<sup>4</sup> Messung 70 m über Grund, daher nicht mit bodennahen Messungen vergleichbar.



## Bodennahes Ozon 2003–2005 – Trend der Ozonbelastung

Abbildung 19 zeigt die Anzahl der Tage mit MW8 über  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an ausgewählten Messstellen im Zeitraum von 1990 bis 2005.

Die Überschreitungen zeigen tendenziell zwischen 1994 und 1997 oder 1999 einen Rückgang, danach bis 2003 einen Anstieg, wobei das Jahr 2003 in allen Ozonüberwachungsgebieten die höchste Anzahl an Überschreitungen aufwies. 2004 ging die Anzahl der Tage mit MW8 über  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  überall stark zurück, im Jahr 2005 stieg sie – ausgenommen in Vorarlberg (OÜG 6) – wieder an und wies ein durchschnittliches Niveau, verglichen mit den letzten 15 Jahren, auf. Ein etwas abweichendes Verhalten weisen die inneralpinen Ozonüberwachungsgebiete 4 und 5 (Nordsteiermark, Pongau, Pinzgau; Nordtirol) auf, in denen in den Neunzigerjahren die Belastung deutlich geringer war als im übrigen Österreich und ab 1999 anstieg.

Die starken Variationen der Anzahl der Überschreitungen von Jahr zu Jahr sind wesentlich durch die Witterung bedingt, wobei – anders als bei den MW1 über  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , welche fast ausschließlich im Hochsommer beobachtet werden – bei den Überschreitungen von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als MW8 das gesamte Jahr, v. a. im Gebirge, von Relevanz ist.

In keinem der ausgewiesenen Gebiete außer dem OÜG 4 weist der über alle Messstellen gemittelte Trend der Überschreitungen eine statistische Signifikanz auf, lediglich im Ozonüberwachungsgebiet 4 ergibt sich – auf einem Signifikanzniveau von 90 % – ein Anstieg von 0,8 Tagen pro Jahr.

Statistisch signifikante Zunahmen (95 %-Konfidenzniveau) zeigen die Messstellen Grundlsee (+2,0 Tage pro Jahr) und Nordkette (+4,1 Tage/Jahr), statistisch signifikante Abnahmen Villach, Linz Neue Welt, St. Valentin, Tulln und Stephansplatz.

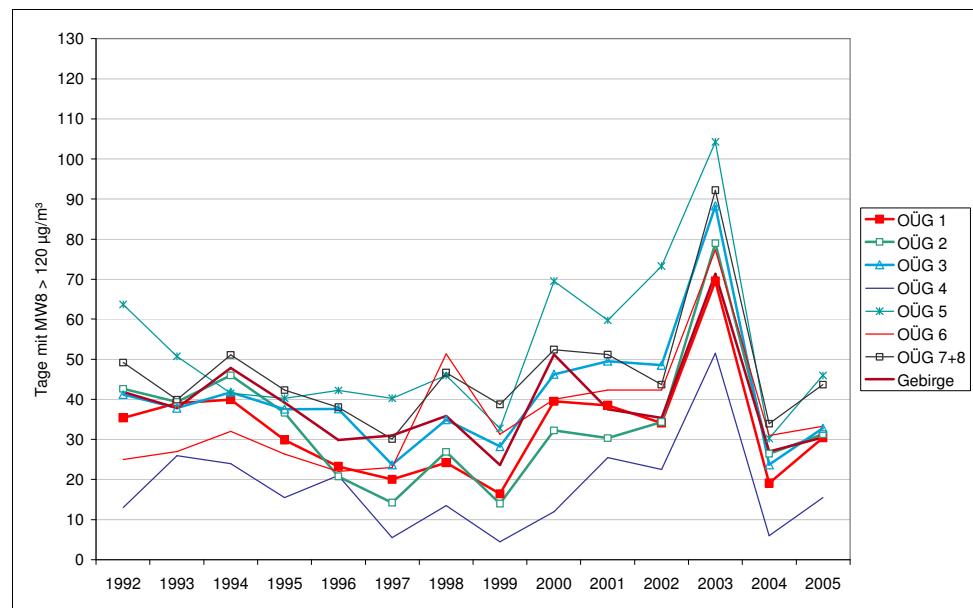


Abbildung 18: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Zielwertes ( $\text{MW8} > 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pro Jahr in den Ozonüberwachungsgebieten als Mittelwert der Stationen im jeweiligen Gebiet (Gebirge = Messstellen > 1.500 m).

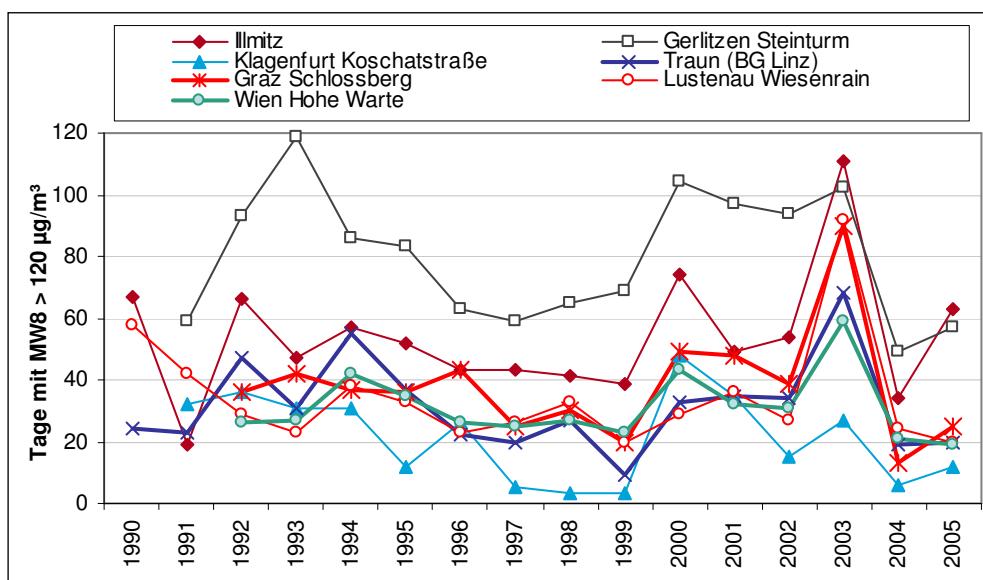


Abbildung 19: Jährliche Überschreitungen des Zielwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit an ausgewählten Messstellen, 1990 bis 2005.

Im Mittel über alle Stationen der einzelnen Ozonüberwachungsgebiete wurde der Zielwert des Ozongesetzes – maximal 25 Tage mit MW8 über 120 µg/m<sup>3</sup> – im gesamten Zeitraum seit 1992 im Ozonüberwachungsgebiet 6 (Vorarlberg) sowie im Mittel- und Hochgebirge überschritten (> 1.500 m), im Gebiet 2 (Südostösterreich) in zwölf von 14 Jahren, in den Gebieten 1 und 3 in zehn von 14 Jahren. Die langfristig niedrigste Belastung wurde im Gebiet 5 (Nordtirol – Messstellen unter 1.500 m) beobachtet (im Mittel mehr als 25 Tage über 120 µg/m<sup>3</sup> in sechs von 14 Jahren)

### 3.3 Überschreitungen des Vegetationsschwellenwertes

Der Trend der AOT40-Werte gemäß RL 2002/3/EG (Mai–Juli, 08:00–20:00 Uhr), gemittelt für die einzelnen Ozonüberwachungsgebiete sowie für die Messstellen über 1.500 m Seehöhe – in Hinblick auf die spezifisch hohe langzeitige Ozonbelastung im Hoch- und Mittelgebirge ist die gesonderte Auswertung dieses Gebietes sinnvoll – ist für den Zeitraum 1992 bis 2005 in Abbildung 20 dargestellt.

Die AOT40-Werte weisen ein etwas anderes zeitliches Verhalten auf als die Überschreitungen von 120 µg/m<sup>3</sup> als MW8 oder 180 µg/m<sup>3</sup> als MW1. 1992, besonders aber die Jahre 1996 bis 1999 wiesen relativ niedrige Belastungen auf, zwischen 2000 und 2003 ist ein starker Anstieg zu beobachten – in allen Gebieten wies 2003 die höchsten AOT40-Werte auf – und 2004 ein markanter Rückgang. Das Jahr 2005 wies dann in den Ozonüberwachungsgebieten 1 und 2 eine durchschnittliche Belastung, verglichen mit den letzten 15 Jahren, auf, in den anderen Gebieten sowie im Hoch- und Mittelgebirge eine vergleichsweise niedrige.

Der Trend der AOT40-Werte weist in nahezu keinem der ausgewerteten Gebiete eine statistische Signifikanz auf, lediglich im Ozonüberwachungsgebiet 4 ergibt



sich – auf einem Signifikanzniveau von 95 % – eine mittlere Zunahme von  $564 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  pro Jahr.

Statistisch signifikante Zunahmen zeigen die Messstellen Krems, Schwechat, Hallein Winterstall, Grundlsee und Nordkette, signifikante Abnahmen Linz Neue Welt und Villach.

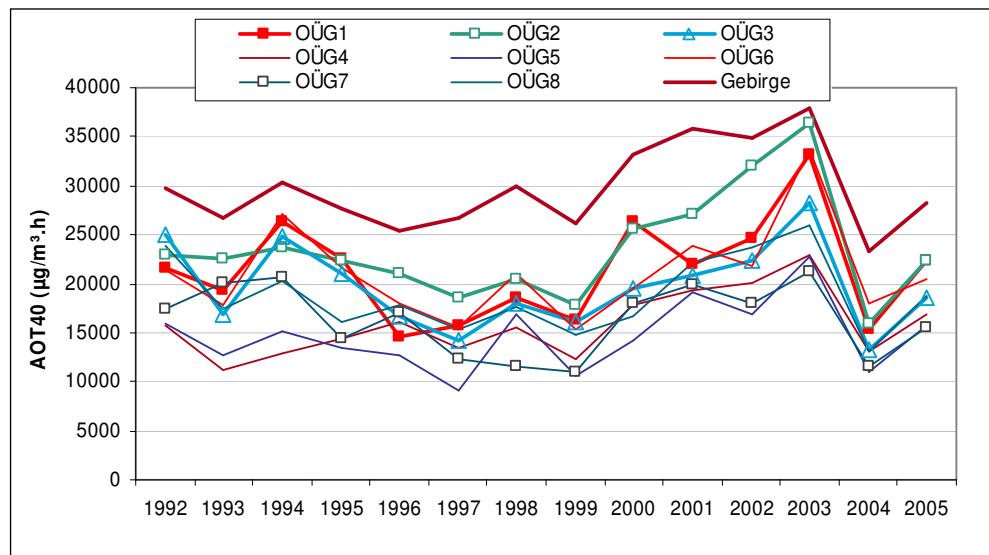


Abbildung 20: Mittlere AOT40-Werte gemäß RL 2002/3/EG pro Jahr in den Ozonüberwachungsgebieten (Gebirge = Messstellen > 1.500 m).

### 3.4 Trend der Jahresmittelwerte

Die über ganz Österreich gemittelte Ozonkonzentration (über jene 77 Ozonmessstellen dargestellt, die im Zeitraum von 1993 bis 2005 in Betrieb waren) war bis 1997 relativ konstant, nahm zwischen 1997 und 2000 von  $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zu und erreichte 2003 mit  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ihren Höchstwert. Das Jahr 2005 wies mit einem Mittelwert von  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eine etwas überdurchschnittliche Konzentration auf.

In Abbildung 21 werden Maximum, 95-Perzentil, Mittelwert und Minimum der Jahresmittelwerte jener 77 Ozonmessstellen dargestellt, die im Zeitraum von 1993 bis 2005 in Betrieb standen. Abbildung 22 zeigt den Trend der Jahresmittelwerte, gemittelt über die einzelnen Ozonüberwachungsgebiete (wobei Mittel- und Hochgebirge über 1.500 m Seehöhe getrennt ausgewiesen werden).

Der Mittelwert und das 95-Perzentil der Jahresmittelwerte aller Messstellen zeigen im Zeitraum 1993–2005 eine statistisch hoch signifikante Zunahme (99 %-Konfidenzniveau), die beim Mittelwert  $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pro Jahr ausmacht. Das Maximum der Jahresmittelwerte (zumeist an der Messstelle Sonnblick) steigt (auf einem Signifikanzniveau von 95 %) um  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pro Jahr.

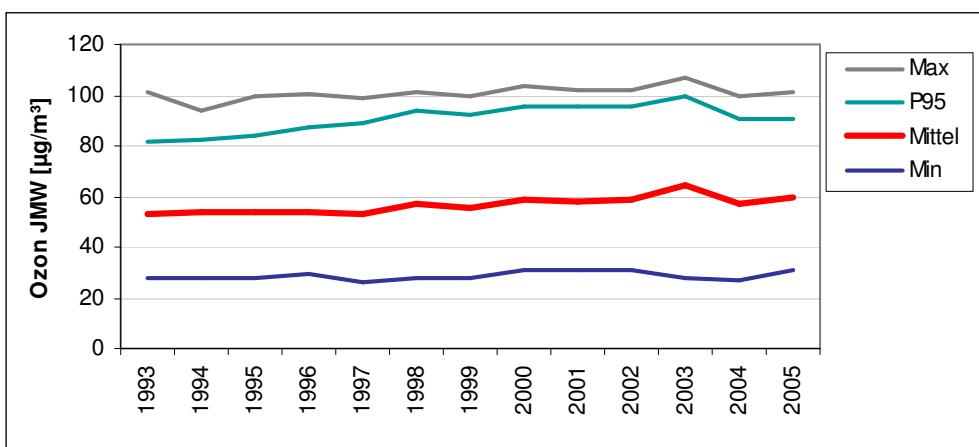


Abbildung 21: Maximum, 95-Perzentil, Mittelwert und Minimum der JMW der 77 durchgehend betriebenen Ozonmessstellen in den Jahren 1993 bis 2005.

Die Mittelwerte der meisten Ozonüberwachungsgebiete (sowie das Mittel über alle Messstellen über 1.500 m Seehöhe) zeigen ein relativ ähnliches Verhalten mit einer Zunahme der mittleren Ozonbelastung v. a. zwischen 1997 und 2003. Nach einem deutlichen Rückgang 2004 wies das Jahr 2005 zumeist eine ähnliche mittlere Ozonbelastung auf wie die Jahre um 2000; im Ozonüberwachungsgebiet 2 (Südostösterreich) wurde 2005 hingegen der zweithöchste Mittelwert (seit 1993) registriert.

Ein anderes Verhalten zeigen die inneralpinen Ozonüberwachungsgebiete 4, 5 und 7. Im Ozonüberwachungsgebiet 4 „Nordsteiermark, Pongau, Pinzgau“ (Gebiete unter 1500 m Seehöhe, d. h. ohne Sonnblick und Hochwurzen) war die mittlere Ozonbelastung in den Neunzigerjahren relativ niedrig und stieg kontinuierlich an. Die Gebiete 5 (Nordtirol) und 7 (Kärnten und Osttirol) weisen – in den alpinen Tal- und Beckenlagen, d. h. ohne Messstellen über 1500 m – nicht nur ein niedrigeres mittleres Konzentrationsniveau auf als das übrige Österreich, sondern auch einen geringeren Anstieg nach 1997, wobei im Gebiet 7 die mittlere Konzentration sogar abnahm.

Der Jahresmittelwert der Ozonkonzentration zeigt im Gebiet 4 (unter 1.500 m) und im Mittel über alle Messstellen Österreichs über 1.500 m einen statistisch hoch signifikanten (Konfidenzniveau 99 %) Anstieg von durchschnittlich 1,1 µg/m<sup>3</sup> pro Jahr; in den Ozonüberwachungsgebieten 1 und 6 je 0,7 µg/m<sup>3</sup> pro Jahr, im Gebiet 2 0,6 µg/m<sup>3</sup> pro Jahr und im Gebiet 3 0,3 µg/m<sup>3</sup> pro Jahr. Im Gebiet 5 (Konfidenzniveau nur 95 %) liegt die mittlere Zunahme bei 0,5 µg/m<sup>3</sup>. Einzig die Gebiete 7 und 8 zeigen keinen statistisch signifikanten Trend.



## Bodennahes Ozon 2003–2005 – Trend der Ozonbelastung

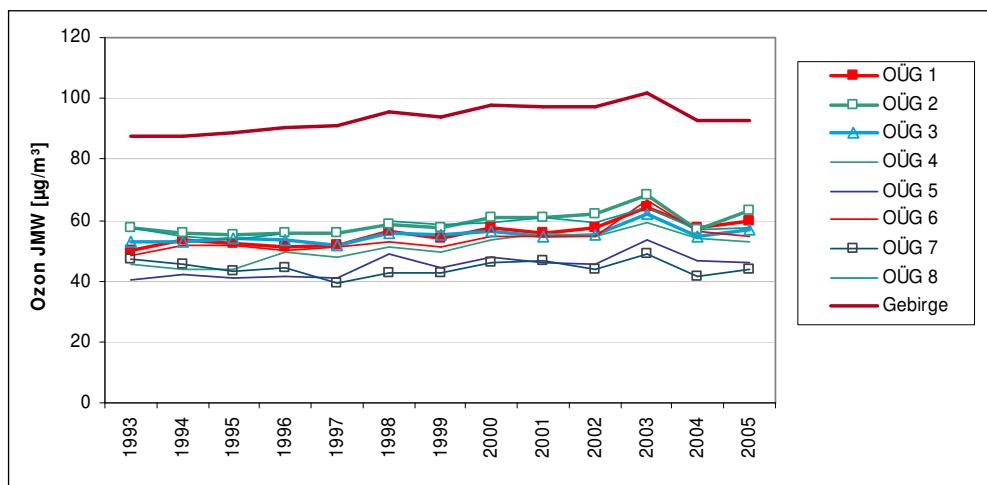


Abbildung 22: Mittelwert der Jahresmittelwerte für die acht Ozonüberwachungsgebiete  
(Gebirge = Messstellen > 1.500 m), 1993 bis 2005.

Betrachtet man die einzelnen Messstellen, so weisen vor allem Stationen in Nordostösterreich eine statistisch hoch signifikante Zunahme der mittleren Ozonkonzentration auf. Steigende Trends auf 99,9 %-Signifikanzniveau zeigen Mödling (Anstieg im Mittel 1,3 µg/m³ pro Jahr), Mistelbach (1,1 µg/m³ pro Jahr), Hainburg, Bludenz (1,0 µg/m³ pro Jahr) und Amstetten (0,9 µg/m³ pro Jahr). Zunahmen auf 99 % Signifikanzniveau weisen Illmitz, Villach, Gänserndorf, Heidenreichstein, Irnfritz, Klosternauburg, Krems, Schwechat, St. Pölten, Wiener Neustadt, Wolkersdorf, Hallein Winterstall, St. Johann i.P., Masenberg, Rennfeld, Karwendel West, Lustenau, Wien Hohe Warte und Wien Stephansplatz auf – d. h. Messstellen an den unterschiedlichsten Standorttypen, vom Zentrum der Großstadt Wien bis zum Hochgebirge. Die höchste Zunahme kennzeichnet Schwechat mit 1,6 µg/m³ pro Jahr.

### 3.5 Trend saisonaler Mittelwerte

Die beobachtete Zunahme der Ozonkonzentration im Jahresmittel an zahlreichen österreichischen – und europäischen – Messstellen verteilt sich nicht gleichmäßig über das Jahr. Während die Ozonbelastung im Sommer in den letzten 10 bis 15 Jahren im Mittel nur geringe Veränderungen aufweist, nimmt sie vor allem im Winter und Frühling zu, wie in Tabelle 18 dargestellt ist. Mit diesem Sachverhalt korrespondiert die Tatsache, dass z. B. die Überschreitungshäufigkeit der Informations- und der Alarmschwelle keinen signifikanten Trend aufweist (und im europäischen Maßstab tendenziell abnimmt), da diese Überschreitungen ganz überwiegend im (Hoch)Sommer auftreten. Jene Belastungsparameter, für welche auch Zeiträume mit insgesamt geringerer Ozonbelastung beitragen – Überschreitungen der Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation – sind demgegenüber auch von der Zunahme der Ozonbelastung im Winter und Frühling betroffen.

In Tabelle 18 ist die Trendauswertung von 89 österreichischen Ozonmessstellen über den Zeitraum von 1993 bis 2005 dargestellt. Ausgewertet wurden mittels Mann-Kendall-Test der Trend der Mittelwerte über Winter (Dez. – Feb.), Frühling



(März – Mai), Sommer (Juni – August) und Herbst (Sept. – Nov.) sowie dessen statistische Signifikanz.

*Tabelle 18: Saisonaler Trend der Ozonkonzentration in Österreich, 1993 – 2005 (89 Messstellen): Anzahl der Messstellen mit ansteigendem Trend auf einem Signifikanzniveau über 90 %, 99 % bzw. 99,9 %.*

Signifikanzniveau	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
99,9 %	2	0	0	2
99 %	19	16	0	9
90 %	55	44	10	35

Der Wintermittelwert (Dez. – Feb.) weist 1993-2005 an 62 % der Messstellen einen statistisch signifikant steigenden Trend (Signifikanzniveau über 90 %) auf, an keiner Messstelle einen abnehmenden Trend. Die Zunahme liegt zwischen 1,0 und 2,2 µg/m<sup>3</sup> pro Jahr (die höchsten Zunahmen über 2,0 µg/m<sup>3</sup> traten in Klosterneuburg, Mistelbach und Schwechat auf). Zunehmende Trends auf 99,9 %-Signifikanzniveau weisen Hainburg und Nordkette auf.

Der Frühlingsmittelwert (März – Mai) weist an 49 % der Messstellen einen statistisch steigenden Trend (Signifikanzniveau über 90 %) auf, an keiner Messstelle einen abnehmenden Trend. Die Zunahme liegt zwischen 0,8 und 2,3 µg/m<sup>3</sup>; die stärksten Anstiege verzeichnen Schwechat, Gänserndorf und Klosterneuburg.

Demgegenüber zeigen die Sommermittelwerte (Juni – Aug.) nur an 11 % der Messstellen einen statistisch steigenden Trend (Signifikanzniveau über 90 %) auf, an mehreren Messstellen einen (statistisch nicht signifikanten) abnehmenden Trend.

Die Herbstmittelwerte (Sept. – Nov.) zeigen an 39 % der Messstellen einen statistisch signifikant steigenden Trend (Signifikanzniveau über 90 %), darunter an den Messstellen Mistelbach und St. Johann i.P. auf einem Signifikanzniveau über 99,9 %. Die jährliche Zunahme liegt zwischen 0,7 und 1,5 µg/m<sup>3</sup> (höchste Zunahme in Schwechat). Eine Messstelle – Villach – weist einen statistisch signifikant (99 %) abnehmenden Trend (0,5 µg/m<sup>3</sup> pro Jahr) auf.

Der Anstieg der Wintermittelwerte an allen österreichischen Messstellen erstreckt sich über den gesamten ausgewerteten Zeitraum von 1993 bis 2005. Die höchsten Wintermittelwerte wurden zumeist in den Wintern 1999/2000 und 2004/05 registriert, ausgesprochen niedrige Wintermittelweerte traten verbreitet 1996/97 und vor allem 2000/01 auf.

Die hochalpine Messstelle Sonnblick zeigt dabei nur einen vergleichsweise geringen Anstieg (0,3 µg/m<sup>3</sup> pro Jahr, statistisch nicht signifikant) bei geringen Variationen von Jahr zu Jahr. Relativ gleichmäßig erfolgt der Anstieg bis 2000 auch in den nordalpinen Tallagen, während der außeralpine Bereich Österreichs relativ hohe Schwankungen von Jahr zu Jahr aufweist.

Unter den Messstellen mit hoch signifikant ansteigenden Trends finden sich Standorte in ganz Österreich in allen Höhenlagen. Während der Anstieg der Wintermittelwerte an den hochalpinen Messstellen überwiegend in die Neunziger Jahre fällt und sich ab 1999 der Trend verflacht, ist an den Messstellen in Nordostöster-



reich durchgehend bis 2005 eine kontinuierliche Zunahme zu beobachten. Unter den Messstellen mit numerisch hohen Trends weist Klosterneuburg v. a. 1997–2000 eine große Zunahme auf und folgt ab 2000 dem allgemein steigenden Trend Nordostösterreichs. In Krems fällt der Anstieg v. a. in den Zeitraum 2000–2005, in Schwechat in den Zeitraum 1993–1999.

Die Frühlingsmittelwerte weisen zumeist keine so hohen Variationen von Jahr zu Jahr auf wie die Wintermittelwerte. Die höchsten Frühlingsmittelwerte traten zumeist 2003 auf, ein markantes Minimum 1994. Im Hochgebirge ist u. a. 1997 – 1999 ein deutlicher Anstieg festzustellen, danach stagnieren die Frühlingsmittelwerte im Hochgebirge. An den Messstellen in den Tallagen und in den außeralpinen Regionen Österreichs umfasst der Anstieg der Frühlingsmittelwerte die gesamte ausgewertete Periode bis 2005. Besonders markant ist der Anstieg in Südostösterreich seit 2000. Unter den Messstellen mit numerisch hohen Trends in Nordostösterreich zeigt Klosterneuburg eine gleichmäßige Zunahme, Gänserndorf v. a. 2001–2003, Schwechat 1995–1997.

Im Verlauf der Sommermittelwerte ragt der Sommer 2003 an den meisten Messstellen mit den höchsten Werten heraus, gefolgt von 1994 und gebietsweise 1998. 1993, 1999, 2004 und 2005 wiesen demgegenüber sehr niedrige Sommermittelwerte auf. Die Messstellen mit signifikant ansteigendem Trend (90 % Signifikanzniveau) verteilen sich auf unterschiedlichste Regionen vom Ballungsraum Wien (Schwechat, Mödling) bis zum Hochgebirge (Nordkette).

Die Herbstmittelwerte zeigen einen relativ kontinuierlichen Anstieg im gesamten Untersuchungszeitraum, wobei 2003 zumeist die höchsten Werte auftraten. Niedrige Herbstmittelwerte wurden in großen Gebieten Österreichs 1993, 1996, 1999 und 2005 beobachtet. Im Hochgebirge zeichnet sich bis 2003 ein relativ gleichmäßiger Anstieg ab, 2004 traten sehr niedrige Herbstmittelwerte auf.

Die Messstellen mit statistisch hoch signifikanten und numerisch hohen Trends – überwiegend in Nordostösterreich, zudem St. Johann i.P. – zeigen zumeist einen gleichmäßigen Anstieg; allerdings fällt in Schwechat ein markanter Rückgang 2001 auf. Die Messstelle Villach – die als einzige einen signifikant fallenden Trend aufweist – folgt bis 1997 dem generellen leichten Anstieg; 1997–1999 und ab 2002 sinken hier hingegen die Herbstmittelwerte.

### 3.6 Trend der Perzentile

Die Trendauswertungen der im Ozongesetz festgelegten Belastungsparameter deuten darauf hin, dass zunehmende Trends eher bei mittleren oder niedrigen Konzentrationen zu beobachten sind, kaum hingegen bei den Spitzenkonzentrationen. Um die Entwicklung der Konzentrationsverteilung zu untersuchen, werden die 10-, 25-, 75- und 90-Perzentile der Ozonkonzentration an den österreichischen Messstellen für den Zeitraum von 1993 bis 2005 ausgewertet. In Tabelle 19 ist die Anzahl der jenen Messstellen angeführt, an welchen diese Perzentile einen



Trend auf 90 %, 99 % und 99,9 % Signifikanzniveau (nach Mann-Kendall-Test) aufweisen.

*Tabelle 19: Trend der 10-, 25-, 75- und 90-Perzentile Ozonkonzentration in Österreich, 1993 – 2005 (89 Messstellen): Anzahl der Messstellen mit ansteigendem Trend auf einem Signifikanzniveau über 90 %, 99 % bzw. 99,9 %.*

Signifikanzniveau	P10	P25	P75	P90
99,9 %	9 steigend 1 fallend	8 steigend 1 fallend	3	0
99 %	21	26	21	2
90 %	50	52	42	22

Eine einzige Messstelle – Villach – weist beim 10- und 25-Perzentil statistisch hoch signifikante (99,9 % Signifikanzniveau) Abnahmen auf, beim 75- und 90-Perzentil auf 90 %-Signifikanzniveau.

Wie Tabelle 19 zeigt, nehmen vor allem die niedrigen Perzentile an einem Großteil der Messstellen (58 % beim 25-Perzentil) statistisch signifikant zu.

Statistisch hoch signifikante Zunahmen des 90-Perzentils (99 %-Signifikanzniveau) werden nur in Mödling (mittlere Zunahme 1,1 µg/m³ pro Jahr) und St. Johann i.P. (1,2 µg/m³ pro Jahr) beobachtet. Diese Messstellen zeigen bei allen ausgewerteten Perzentilen einen hoch signifikant steigenden Trend.

Auf 99 %-Signifikanzniveau ansteigende Trends des 90-Perzentils zeigen zudem Amstetten, Bad Vöslau, Klosterneuburg, Krems, Mistelbach, Schwechat, St. Pölten, Wiener Neustadt, Wolkersdorf, Hallein Winterstall, Zell a.S., Graz Nord, Grundlsee, Höfen, Kramsach, Kufstein, Nordkette, Lustenau und Zöbelboden – also Messstellen in nahezu allen Regionen Österreichs in den unterschiedlichsten Lagen vom Pannonischen Tiefland bis zum Hochgebirge.

Auf 99,9 %-Signifikanzniveau ansteigende Trends des 75-Perzentils zeigen neben Mödling Wolkersdorf und Lustenau, beim 25-Perzentil Bad Vöslau, Hainburg, Irnfritz, Mistelbach, Mödling, Tulln, St. Johann i.P. und Lustenau, beim 10-Perzentil Hainburg, Heidenreichstein, Irnfritz, Mistelbach, Mödling, Schwechat, Ternitz, St. Johann i.P. und Lustenau.

Unter den Messstellen mit statistisch signifikant steigendem Trend des 90-Perzentils finden sich überwiegend Niederösterreichische Messstellen, gefolgt von solchen in Nordtirol.

Vergleicht man die Trends der NO-Jahresmittelwerte jener Messstellen, an denen der Ozon-Jahresmittelwert und die ausgewerteten Perzentile signifikant zunehmende Trends zeigen (und an denen NOx-Messdaten vorliegen, was z. B. bei St. Johann i.P. oder Hallein Winterstall leider nicht der Fall ist), so zeigen nur wenige dieser Messstellen einen signifikanten Trend der NO-Belastung in ausreichender Höhe, um allein durch die Abnahme der NO-Konzentration die Zunahme der mittleren Ozonkonzentration zu erklären. Dies ist nur bei den Messstellen Lustenau (mittlere Abnahme der NO-JMW 0,9 µg/m³ pro Jahr) und Wien Hohe Warte (mittlere Abnahme der NO-JMW 0,6 µg/m³ pro Jahr) der Fall – wobei nicht festgestellt



werden kann, ob der Rückgang der mittleren NO-Konzentration tatsächlich für die Zunahme der Ozonkonzentration verantwortlich war.

Messstellen mit numerisch hohem und hoch signifikant steigendem Trend der Ozon-Jahresmittelwerte sowie der Perzentile bis zum P90 – v. a. Amstetten, Bad Vöslau, Klosterneuburg, Krems, Mödling, Schwechat, Wiener Neustadt, Wolkersdorf und Masenberg – zeigen entweder numerisch sehr geringe oder keine signifikanten Veränderungen der mittleren NO-Belastung.

Auch eine Auswertung der Frühlingsmittelwerte (März – Mai) der NO-Konzentration im Zeitraum 1993 – 2005 im Vergleich zu den gerade im Frühling besonders zahlreichen signifikant steigenden Ozon-Trends zeigt keinen klaren gegenläufigen Zusammenhang zwischen Ozon- und NO-Belastung. Die NO-Trends sind im Frühling sehr heterogen und weisen v. a. in den Neunzigerjahren starke Variationen von Jahr zu Jahr auf. Statistisch signifikant abnehmende NO-Trends – etwa am Laaerberg mit  $-0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{Jahr}$  oder Salzburg Mirabellplatz mit  $-0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{Jahr}$  – sind durch hohe NO-Werte Anfang bis Mitte der Neunzigerjahre bestimmt. Ab ca. 1998/2001 zeigen die meisten Messstellen – an den unterschiedlichsten Standorttypen vom ländlichen Hintergrund bis zu städtischen Messstellen – leicht ansteigende NO-Frühlingsmittelwerte bei parallel ansteigenden Ozon-Frühlingsmittelwerten.

Auch in Villach, das beim Ozon-JMW (mittlere Abnahme  $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und allen ausgewerteten Perzentilen eine Abnahme der Ozonkonzentration zeigt, ist kein signifikanter Trend der NO-Belastung (mittlere Abnahme der JMW:  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pro Jahr,  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{Jahr}$  beim Frühlingsmittel) festzustellen.

### 3.7 Interpretation der Ozon-Trends

Das in diesem Kapitel für die Österreichischen Ozonmessstellen dokumentierte zeitliche Verhalten entspricht ungefähr jenem Bild, das internationale Studien (EEA 2002, JONSON ET AL 2005) für gesamteuropäische Datensätze erarbeitet haben: Die Spitzenkonzentrationen nehmen tendenziell ab, während die Langzeitkonzentrationen zunehmen.

Für die Periode 1994-2002 wurde in EEA (2002) an 20 % der Messstellen mit entsprechender Datenverfügbarkeit eine statistisch signifikante Zunahme des Medians, nur an 2 % eine Abnahme. Demgegenüber zeigt das 98-Perzentil der MW1 an 2 % der Messstellen eine statistisch signifikante Zunahme und an 25 % der Messstellen eine Abnahme.



Veränderungen der Ozonkonzentration – auf unterschiedlichen zeitlichen Skalen – können von verschiedenen Faktoren bestimmt werden, die ihrerseits auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen wirksam sind:

- kontinentale bzw. nordhemisphärische Hintergrundkonzentration, bestimmt durch Ozonbildung und Ferntransport im Bereich von Eurasien und Nordamerika;
- statosphärische Intrusionen;
- mitteleuropäische Hintergrundkonzentration, bestimmt durch das Auftreten unterschiedlicher Großwetterlagen und die Emissionen von Ozonvorläufersubstanzen in Mitteleuropa;
- regionale Ozonbildung, v. a. im Lee großer Ballungsräume wie Wien, bestimmt durch das Auftreten unterschiedlicher Großwetterlagen und die Emissionen von Ozonvorläufersubstanzen;
- lokaler Ozonabbau durch NO, aber auch durch Wald.

Veränderungen der nordhemisphärischen Hintergrundkonzentration werden in JONSON ET AL (2005) anhand von westeuropäischen Hintergrundstationen, alpinen Messstellen, Radiosonden- und Flugzeugmessungen diskutiert. Während an der europäischen Atlantikküste in den letzten Jahrzehnten ein Anstieg der Hintergrundkonzentration bei Westströmung festzustellen ist – in Mace Head (Irland) um 8 ppb zwischen 1987 und 2003 – zeigen kontinentale Hintergrundstationen ein heterogenes Bild. Tendenziell steigen an der Westküste Europas und im Hochgebirge die mittleren Ozonkonzentrationen von Herbst bis Frühling an – wobei Radiosondenstationen diesen Trend teilweise nicht wiedergeben – nicht aber im Sommer.

Der Anstieg der nordatlantischen Hintergrundkonzentration wird sowohl auf Zunahmen der Emissionen von Ozonvorläufersubstanzen – NOx, CO und NMVOC – in Nordamerika und Ostasien zurückgeführt, als auch auf zunehmende CO-Emissionen aus Waldbränden in Nordamerika und Sibirien, deren Abgasfahnen mit erhöhter Ozonkonzentration sich bis an die europäische Westküste verfolgen lassen.

Advektion ozonreicher statosphärischer Luft spielt v. a. an hochalpinen Standorten eine Rolle, dürfte aber kaum für den beobachteten Trend verantwortlich sein. Mit der Abnahme des Ozongehalts in der Stratosphäre in den letzten Jahrzehnten dürfte auch der Transport statosphärischen Ozons in die untere Troposphäre abgenommen haben.

Die Emissionen der Ozonvorläufersubstanzen NOx, CO und NMVOC nahmen in den letzten 15 Jahren in Europa ab. In der EU25 gingen die NOx-Emissionen zwischen 1990 und 2002 um 31 %, die CO-Emissionen um 45 %, die NMVOC-Emissionen um 39 % zurück. Die Abnahme ist allerdings regional, sektoral und zeitlich nicht gleichmäßig erfolgt, wobei in Hinblick auf die Ozonbildung v. a. die Emissionen im Frühling und Sommer von größerer Bedeutung sind. So nahmen die gesamten NOx-Emissionen in Österreich 1990-2005 um 28 %, jene des Straßenverkehrs um 37 % ab. In Tschechien gingen die NOx-Emissionen 1990-2002 um 42 % zurück, jene des Straßenverkehrs stiegen dagegen um 30 % (JONSON ET AL 2005).



Die Abnahme der Emissionen verlief auch in Österreich generell und in den einzelnen Sektoren nicht gleichförmig. Wie eine aktuelle Studie über den Trend der NOx-Emissionen und Immissionen nahe legt (UMWELTBUNDESAMT, 2006a), fielen die österreichischen NOx-Emissionen in den Neunzigerjahren kontinuierlich. Seit etwa 2000 hat sich laut Emissionsinventur der Rückgang abgeschwächt, wobei die Immissionsmessdaten keine nennenswerte Veränderung zeigen<sup>5</sup>. Auch bei den NMVOC-Emissionen war die Abnahme in den Neunzigerjahren stärker als im Zeitraum nach 2000.

Nachdem NOx- und NMVOC-Emissionen sich nicht gleichmäßig über das Jahr verteilen, da im Sommer heizungsbezogene Emissionen aus Hausbrand, Heizwerken und Kraftwerken wegfallen, spielen die Emissionen des Straßenverkehrs sowie des Off-Road-Sektors eine vergleichsweise größere Rolle bei der Ozonbildung, als die über das Jahr summierten Emissionsmengen andeuten. Trends der Jahressummen der Emissionen und deren sektorale Aufschlüsselung sind daher für die Beurteilung des Ozonbildungspotentials u.U. wenig aussagekräftig.

Simulationsrechnungen, u. a. durch EMEP (siehe JONSON ET AL 2005) zeigen v. a. für Westdeutschland (weniger für Österreich) eine Abnahme der täglichen Maximalkonzentrationen sowohl im Sommer als auch im Winter infolge der Verringerung der Emissionen der Ozonvorläufersubstanzen. Sie zeigen aber auch den großen Einfluss der meteorologischen Verhältnisse auf, denen die teilweise starken Variationen der Ozonbelastung von Jahr zu Jahr zuzuordnen sind, sowie den Beitrag der nordatlantischen Hintergrundkonzentration v. a. in West- und Nordeuropa, aber auch im Hochgebirge.

Die auf gesamteuropäischer Ebene ausgearbeiteten und diskutierten Ursachen der Trends der Ozonbelastung erlauben nur beschränkt eine Erklärung der in Österreich beobachteten Trends, v. a. der Langzeitbelastung, die im Winter und im Frühling, etwas weniger deutlich im Herbst an zahlreichen Messstellen statistisch signifikant zunimmt – kaum aber im Sommer.

Die auch von JONSON ET AL (2005) angeführte Zunahme der mittleren Ozonbelastung infolge geringeren Ozonabbaus bei rückläufiger NO-Belastung scheidet als Ursache der Trends der österreichischen Ozonmessreihen weitgehend aus. Die gemessenen abnehmenden NO-Trends sind numerisch zu gering (und statistisch nicht signifikant), um die Zunahme der mittleren Ozonbelastung zu erklären; v. a. zeigen gerade seit etwa 2000 die meisten Messstellen bei steigender mittlerer Ozonbelastung (wieder) steigende mittlere NO-Konzentrationen. Die langfristige Zunahme der mittleren Ozonkonzentration kann damit nur in Einzelfällen mit einer Abnahme der NO-Konzentration (und damit einer Verringerung des lokalen Ozonabbaus) erklärt werden; nicht jedenfalls an ländliche Messstellen, an denen das NO/NO<sub>x</sub>-Verhältnis nahe null ist, vor allem nicht Hintergrundmessstellen im Gebirge.

---

<sup>5</sup> Nach den u.a. in UMWELTBUNDESAMT, 2006a dokumentierten Immissionstrends ist nicht auszuschließen, dass die NOx-Emissionen in der Inventur in den letzten Jahren etwas unterschätzt wurden. Ein Grund dafür könnten zu optimistische Annahmen für die Verbesserung des Emissionsverhaltens bei den Kraftfahrzeugen mit Dieselmotoren der neuesten EURO-Emissionsklassen sein – schon bei früheren EURO-Klassen mussten Emissionsfaktoren nach dem Vorliegen repräsentativer Prüfstandsmessungen angehoben werden.



In Zukunft könnte allerdings ein weiterer Effekt zum Tragen kommen. Bei modernen Dieselmotoren steigt zunehmend der Anteil von NO<sub>2</sub> in den Abgasemissionen, während der Anteil von NO abnimmt. Damit dürfte es vor allem verkehrsnah zu einer Verminderung der Titration von Ozon durch NO kommen. Quantifizieren lässt sich dieser Effekt jedoch bislang nicht.

Die Zunahme der mittleren Ozonkonzentration im Gebirge deutet auf einen Anstieg der mitteleuropäischen, wenn nicht nordhemisphärischen Hintergrundbelastung hin.

Allerdings zeigen Messstellen an nahezu allen Standorttypen – neben hochalpinen auch solche in alpinen Tälern sowie im außeralpinen Bereich – signifikante Zunahmen der mittleren ozonkonzentration, v. a. im Winter und Frühling, die kaum mit einem Anstieg der nordhemisphärischen Hintergrundbelastung begründet werden kann. Die alpinen Tälern sowie das außeralpine Flachland sind im Winterhalbjahr nur sehr beschränkt atlantischen Luftmassen, welche eine großräumige Ozon-Hintergrundbelastung repräsentieren, ausgesetzt, sondern einer Vielzahl lokaler bis regionaler Transport-, Bildungs- und Abbauprozesse. Veränderungen im Ozonbildungspotenzial der NO<sub>x</sub>- und NMVOC-Emissionen bzw. des NOx/NMVOC-Verhältnisses in der Region Wien könnten dabei eine Rolle spielen, doch wäre dies nur mit entsprechenden Modellsimulationen zu klären.

### **3.8 Vergleich saisonaler Mittelwerte in Österreich mit dem Temperaturverlauf**

Die Witterung ist ein Schlüsselparameter für die Ozonbelastung und die außergewöhnlich hohen Temperaturen des Sommers 2003 eine offenkundige Ursache für die erhöhte Ozonbelastung, die im Sommer 2003 nicht nur in Österreich beobachtet wurde.

Das folgende Kapitel widmet sich einem Vergleich der saisonalen Mittelwerte der Ozonkonzentration in Österreich mit den saisonalen Mittelwerten der Temperatur. Dabei zeigen sich teilweise – v. a. im Sommer – parallele Verläufe; in den anderen Jahreszeiten dürften andere Einflussparameter als die Temperatur für die Variation der Ozonbelastung von Jahr zu Jahr verantwortlich sein.

So steht die niedrige Ozonbelastung im Winter 1996/97 mit sehr niedrigen Temperaturen in Verbindung, nicht aber die niedrige Belastung im Winter 2000/01 (der mit einer Mitteltemperatur von +1,8°C in Illmitz sogar überdurchschnittlich warm war). Die v. a. an höher gelegenen Messstellen beobachtete Zunahme der Ozon-Wintermittelwerte zwischen 1993 und 2000 entspricht überhaupt keinem Trend der Wintermitteltemperatur.

Der Frühling 2003 fällt durch hohe mittlere Ozonkonzentrationen auf, war aber durchschnittlich warm. Den kühlen Frühlings 1995-1997 entsprechen keine niedrigen Ozonkonzentrationen, ebenso wenig waren die warmen Frühlinge 1999 und 2000 überdurchschnittlich hoch belastet.

Ein klarerer Gleichklang zwischen Temperaturen und Ozonkonzentrationen ist im Sommer festzustellen. Die überdurchschnittlich belasteten Sommer 1994 und 2003



waren auch die wärmsten der letzten 15 Jahre, der kühle Sommer 1993 wies zu meist die niedrigsten Ozonkonzentrationen auf.

Kaum ein Zusammenhang zwischen mittlerer Temperatur und Ozonkonzentration ist im Herbst festzustellen. Der besonders warme Herbst 2000 zeichnet sich keineswegs durch erhöhte Ozonkonzentrationen aus, die ihrerseits zumeist 2003 die höchsten Werte erreichten.

Obwohl die Emissionen der für die regionale Ozonbildung relevanten Ozonvorläufersubstanzen NOx und NMVOC in Österreich in den letzten 15 Jahren abgenommen haben, ist kein entsprechender Trend bei den im Ozongesetz festgelegten Belastungsparametern festzustellen. EMEP-Modellsimulationen (JONSON ET AL 2006), welche den meteorologischen Einfluss ausschalten, ergeben 1990 – 2002 für Österreich eine Abnahme der über den Sommer gemittelten täglichen maximalen MW1 zwischen 12 und 18 µg/m<sup>3</sup>.

Vergleicht man diesen simulierten Trend mit der an der EMEP-Messstelle Illmitz gemessenen Ozonbelastung, so zeigt das Sommermittel der täglichen maximalen MW1 zwischen 1990 und 2002 (bzw. 2005) keine Veränderung. Die - statistisch keineswegs signifikante – Abnahme 1990-2002 macht 0,1 µg/m<sup>3</sup> pro Jahr aus, 1990-2005 ergibt sich ein (nicht signifikanter) Anstieg um 0,1 µg/m<sup>3</sup> pro Jahr.

Als sehr einfacher Parameter zur Berücksichtigung des meteorologischen Einflusses wird in der folgenden Abschätzung der Quotient des Sommermittels der täglichen maximalen MW1 zur Sommermitteltemperatur herangezogen. Dieser Parameter verändert sich in Illmitz über den Zeitraum 1991 (Beginn der Temperaturmessung) bis 2005 definitiv nicht (Steigung der Regressionsgeraden 0,009 µg/m<sup>3</sup>/Grad C pro Jahr, statistisch nicht signifikant).

In gleicher Weise zeigt der Quotient aus dem Sommermittelwert der Ozonkonzentration und der Sommermitteltemperatur keinerlei Veränderung.



## 4 LITERATUR

BAUMANN et al. (1997). Pannonisches Ozon-Projekt (POP). Zusammenfassender Endbericht. Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf. OEFZS-A-4136.

EEA (2002): Air pollution by ozone in Europe in summer 2002. Topic report No 6/2002. European Environment Agency, 2002.

EU (2002): Beschluss Nr. 1600/2002/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juli 2002 über das sechste Umweltaktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 242/1 vom 10.9.2002.

FMI – Finnish Meteorological Institute (2002): MAKESENS 1.0, Mann-Kendall Test and Sen's Slope Estimates for the Trend of Annual Data, Version 1.0 Freeware.

JONSON ET AL (2005): Jonson, J.E., Simpson, D., Fagerli, H., Solberg, S.: Can we explain the trends in European ozone levels. Amos. Chem. Phys., 6, 51-66, 2006.

KRÜGER, B. C., (2004): Aktionsplan für Sofortmaßnahmen gemäß § 15 Ozongesetz - Meteorologisch chemische Modellrechnungen. Institut für Meteorologie an der Univ. f. Bodenkultur Wien, 2004.

<http://www.noel.gv.at/service/ru/ru4/ozon/download/Studie2.pdf>.

KRÜGER, B. C., FRANK, A., KROMP-KOLB, H. (2005): AIR QUALITY MODELLING FOR THE VIENNA REGION. IN: SOKHI, R. S., MILLAN, M. M., MOUSSIOPoulos, N.: 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN AIR QUALITY, 29.-31. MÄRZ 2005, VALENCIA, SPANIEN; PROCEEDINGS, 273; UNIVERSITY OF HERFORDSHIRE; ISBN I-898543-92-5.

UMWELTBUNDESAMT (2004): Spangl, W., Schneider, J., Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2003. Diverse Publikationen, Band 111. Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2005c): Spangl, W., Nagl, C., Schneider, J.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2004. Diverse Publikationen, Band 129. Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2006): Spangl, W., Nagl, C., Moosmann, L.: Jahresbericht 2005: Luftgütemessungen des Umweltbundesamtes und meteorologische Messungen. Reports, Bd. REP-0066. Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2006a): „Entsprechen die Immissionsdaten jenen der Emissionen in Österreich? – eine Pilotstudie“. Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2006b): Spangl, W.: Luftgütemessstellen in Österreich. Stand Jänner 2006. Reports, Bd. REP-0015. Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2006c): Anderl, M. et al. Emissionstrends 1990–2004. Ein Überblick über die österreichischen Verursacher von Luftschadstoffen mit Datenstand 2006. Reports, Bd. REP-0037. Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2006d): Internationale und nationale Vergleichsmessungen des EU-Referenzlabors des Umweltbundesamtes 1999 bis 2002. Umweltbundesamt, Wien. (In Vorbereitung).

WHO (1987): Air quality guidelines for Europe. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 1987 (WHO Regional Publications, European Series, No. 23).



WHO (2000): Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2000 (WHO Regional Publications, European Series, No. 91)  
[http://www.euro.who.int/air/Activities/20020620\\_1](http://www.euro.who.int/air/Activities/20020620_1)

WHO (2004a): Health Aspects of Air Pollution. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2004.  
<http://www.euro.who.int/document/E83080.pdf>

WHO (2004b). Deutsche Kurzfassung zum Bericht „Health effects of transport-related air pollution“, Krzyzanowski M., Kuna-Dibbert, B., Schneider, J. Eds., WHO Regional Office for Europe, 2005. ISBN 92 890 1373 7.  
<http://www.euro.who.int/document/e86650sumg.pdf>

WHO (2005): Air quality guidelines global update 2005. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2005 (WHO Regional Publications EUR/07/5046029).



## **ANHANG 1: IMMISSIONSZIELWERTE DER EU-RICHTLINIE 2002/3/EG**

### **Richtlinie 2002/3/EG über die Luftverschmutzung durch Ozon**

#### *Zielwerte gemäß Anhang I (I)*

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, 08:00–20:00 Uhr MEZ gemittelt über 5 Jahre

#### *Langfristige Ziele gemäß Anhang I (II)*

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, 08:00–20:00 Uhr MEZ

#### *Informations- und Alarmschwelle gemäß Anhang II (I)*

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





## ANHANG 2: GLOSSAR UND ABKÜRZUNGEN

AOT40	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 bis 20:00 Uhr.
BR	Ballungsraum (gemäß Messkonzept-VO zum IG-L)
CO	Kohlenmonoxid
ECMWF	European Centre for Medium-range Weather Forecast
EMEP	Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmissions of air pollutants in Europe ( <a href="http://www.emep.int/">http://www.emep.int/</a> )
EU-RL	EU-Richtlinie
HMW	Halbstundenmittelwert
IG-L	Immissionsschutzgesetz Luft, BGBl. I 115/97 i.d.g.F.
JMW	Jahresmittelwert
MW8	8-Stundenmittelwert
NMVOC	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (Non-Methane Volatile Organic Compounds)
NO	Stickstoffmonoxid
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid
NO <sub>x</sub>	Stickstoffoxide (Summe aus NO <sub>2</sub> und NO)
OÜG	Ozonüberwachungsgebiet
O <sub>3</sub>	Ozon
PM10	Particulate Matter kleiner 10 µm  Jener Anteil am Schwebestaub, der kleiner als 10 µm ist und damit bei gesunden Menschen über den Kehlkopf hinaus in die unteren Atemwegsorgane gelangt.
PM2,5	Particulate Matter kleiner 2,5 µm  Jener Anteil am Schwebestaub, der kleiner als 2,5 µm ist und damit bei gesunden Menschen bis in die Lungenbläschen (Alveolen) gelangt.
SO <sub>2</sub>	Schwefeldioxid
TMW	Tagesmittelwert
TSP	Gesamtschwebestaub (Total Suspended Particulates)  Bislang in Österreich übliche Messgröße bei der Bestimmung der Schwebestaubbelastung (bei der auch teilweise gröbere Staubfraktionen erfasst werden)
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe





## ANHANG 3: EINHEITEN UND UMRECHNUNGSFAKTOREN

Alle abgeleiteten Mittelwerte wurden am Umweltbundesamt aus den von den anderen Messnetzbetreibern übermittelten Halbstundenmittelwerten berechnet. Dabei wurden die unten angeführten Umrechnungsfaktoren verwendet.

### Einheiten

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

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

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

O <sub>3</sub>	1 µg/m <sup>3</sup> = 0,50115 ppb	1 ppb = 1,9954 µg/m <sup>3</sup>
----------------	-----------------------------------	----------------------------------



## ANHANG 4: MITTELWERTDEFINITIONEN

Die entsprechende Zeitangabe bezieht sich stets auf das Ende des jeweiligen Mitteilungszeitraumes. Alle Zeitangaben erfolgen in Mitteleuropäischer Zeit (MEZ).

<b>Definition</b>	<b>Mindestzahl der HMW, um einen gültigen Mittelwert zu bilden (gemäß IG-L bzw. ÖNORM M5866, April 2000)</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
MW8	stündlich gleitender Achtstundenmittelwert (24 Werte pro Tag zu jeder halben Stunde)	12
TMW	Tagesmittelwert	40
JMW	Jahresmittelwert	75 %
	sowohl im Winter- als auch im Sommerhalbjahr	



## ANHANG 5: MESSWERTE

Verfügbarkeit (%), maximaler Einstundenmittelwert, Anzahl der Einstundenmittelwerte über 180 µg/m<sup>3</sup>, Anzahl der Achtstundenmittelwerte über 120 µg/m<sup>3</sup>, Anzahl der Achtstundenmittelwerte über 120 µg/m<sup>3</sup> im Mittel 2003–2005, Jahresmittelwert 2005, AOT40 Mai-Juli 2005, AOT40 Mai–Juli Mittel 2001–2005, AOT40 April–September 2005.

Gebiet Messstelle	Verfüg-barkeit (%)	max. MW1 (µg/m <sup>3</sup> )	MW1max	MW8max	MW8	JMW 2003-05 (µg/m <sup>3</sup> )	AOT40 (Mai-Juli), 2005 (µg/m <sup>3</sup> .h)	AOT40 (Mai-Juli), Mittel 2001-2005 (µg/m <sup>3</sup> .h)	AOT40 (April-Sept) (µg/m <sup>3</sup> .h)
			> 180 µg/m <sup>3</sup>	> 120 µg/m <sup>3</sup>	> 120 µg/m <sup>3</sup> , 2003-05		(µg/m <sup>3</sup> )		
B Eisenstadt	99	160	0	33	44	58	18.589	25.583	29.046
B Illmitz	94	169	0	63	69	66	29.514	32.352	44.575
B Kittsee	96	177	0	52	49	61	31.893	28.616	46.243
B Oberwart – Brunnenfeld	98	156	0	41	52	55	22.092	28.852	34.898
K Arnoldstein Gailitz	98	175	0	27	24	45	19.667	19.722	26.744
K Bleiburg Koschatstraße	98	157	0	14	26	41	16.086	20.904	22.494
K Gerlitzen Steinturm	98	173	0	57	69	91	28.779	35.177	46.883
K Klagenfurt Koschatstraße	98	151	0	12	15	34	16.850	20.348	21.819
K Klagenfurt Kreuzbergl	97	162	0	27	38	47	19.401	23.408	27.785
K Oberdrauburg Bundesstraße	95	184	1	20	21	44	15.617	18.275	20.216
K Obervellach Schulzentrum	98	153	0	6	8	50	14.860	15.011	22.157
K Soboth Forsthaus	98	165	0	26	31	72	24.986	27.263	33.916
K Spittal a.d.Drau Oktoberstraße	98	140	0	2	7	35	10.690	11.684	14.006
K St. Georgen im Lavanttal – Herzogberg	98	159	0	18	33	51	16.208	25.895	23.971
K Villach Tirolerbrücke	97	167	0	8	6	31	11.030	10.384	14.798
K Vorhegg bei Kötschach-Mauthen	91	199	1	50	52	77	28.009	26.937	40.559
K Wietersdorf Pemberg	92	134	0	8	14	47	13.008	18.537	19.779
K Wolfsberg Hauptschule	98	134	0	0	11	32	6.885	12.170	8.678
N Amstetten	97	175	0	23	39	46	18.515	20.417	26.815





Bodenrahes Ozon 2003-2005 – Anhang 5: Messwerte

Gebiet	Messstelle	Verfüg-barkeit (%)	max. MW1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MW1max	MW8max	MW8 2003-05	JMW ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 (Mai-Juli), 2005 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	AOT40 (Mai-Juli), Mittel 2001-2005 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	AOT40 (April-Sept) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )
				> 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2003-05	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
N	Annaberg – Joachimsberg	98	169	0	46	64	75	24.291	27.774	38.613
N	Bad Vöslau – Gainfarn	92	166	0	36	47	62	21.321	24.873	33.023
N	Dunkelsteinerwald	97	199	4	33	48	58	23.488	27.081	34.447
N	Forsthof am Schöpfel	98	175	0	52	67	71	22.507	26.189	35.041
N	Gänserndorf	98	183	1	43	58	60	22.198	27.561	35.113
N	Großenzersdorf – Glinzendorf	85	193	1	29		56	19.246		31.884
N	Hainburg	98	218	2	49	60	62	25.034	27.282	39.042
N	Heidenreichstein	96	181	1	41	49	66	23.400	26.101	36.239
N	Himberg	93	188	1	31	46	55	22.313	26.082	33.262
N	Irnfritz	97	186	1	45	54	71	23.288	27.284	37.110
N	Klosterneuburg	98	213	7	34	55	59	23.836	29.154	34.511
N	Kollmitzberg	97	177	0	45	64	63	22.958	25.028	34.098
N	Krems	97	187	2	29	36	54	19.342	21.274	28.750
N	Mistelbach	98	196	3	37	50	63	22.094	25.653	34.480
N	Mödling	97	189	1	30	50	56	21.182	25.708	31.618
N	Payerbach – Kreuzberg	98	155	0	62	75	84	27.334	30.210	42.175
N	Pillersdorf bei Retz	97	197	4	54	62	68	26.028	28.667	40.274
N	Pöchlarn	98	181	1	38	48	50	21.050	21.586	31.189
N	Purkersdorf	91	185	1	14	28	46	13.693		20.528
N	Schwechat	98	270	2	35	48	56	22.082	24.918	33.170
N	St. Pölten Eybnerstraße	98	183	1	25	36	48	16.588	19.719	25.183
N	St. Valentin	91	162	0	18	14	44	16.761	17.830	23.053
N	Stixneusiedl	97	187	1	47	55	65	24.413	26.479	37.711
N	Stockerau	92	223	5	34	42	51	22.153	22.073	32.854

Gebiet	Messstelle	Verfüg-barkeit (%)	max. MW1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MW1max	MW8max	MW8 2003-05	JMW ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 (Mai-Juli), 2005 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	AOT40 (Mai-Juli), Mittel 2001-2005 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	AOT40 (April-Sept) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )
				> 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , JMW ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )				
N	Streithofen	91	185	1	20	34	55	17.629	24.256	26.824
N	Ternitz	97	145	0	29	26	56	20.921	22.655	31.216
N	Tulln – Wilhelmstraße	87	177	0	5	11	44		14.684	14.914
N	Vösendorf	95	183	3	35		52	21.124		31.238
N	Waidhofen an der Ybbs – Atzberg	98	164	0	15	39	58	14.896	21.497	21.441
N	Wiener Neustadt – Neuklosterwiese	97	152	0	38	54	55	23.050	27.742	34.910
N	Wiesmath	98	162	0	67	90	84	27.745	32.819	46.670
N	Wolkersdorf	98	195	5	40	49	63	23.279	25.449	35.511
N	Ziersdorf	98	204	4	43		55	22.265		35.385
O	Bad Ischl	93	180	0	18	34	46	14.404	17.801	19.616
O	Braunau Zentrum	91	167	0	19	39	45	16.418	20.810	23.058
O	Enns Kristein A1	91	127	0	0	0	27	1.193		2.577
O	Enzenkirchen im Sauwald	96	183	1	37	51	64	20.674	24.771	31.257
O	Grünbach bei Freistadt	94	173	0	53	64	78	20.872	27.519	35.552
O	Lenzing	95	175	0	24	41	55	19.312	21.331	26.928
O	Schöneben	93	168	0	46	55	73	24.059	24.795	36.726
O	Steyr	94	160	0	10	22	44	14.838	17.153	19.008
O	Zöbelboden – Reichraminger Hintergebirge	97	166	0	52	60	80	25.256	25.056	38.263
O-L	Linz Neue Welt	89	159	0	11	17	43	12.959	13.458	18.623
O-L	Steyregg Weih	95	160	0	28	48	53	17.178	22.048	27.262
O-L	Traun	96	158	0	20	36	42	16.275	22.211	23.663
S	Hallein Winterstall	97	185	1	34	50	64	21.811	24.352	30.115
S	Haunsberg	97	187	1	44	63	72	25.569	27.753	36.560
S	Salzburg Lehen	96	171	0	18	36	41	15.639	20.469	21.642



Bodenrahes Ozon 2003-2005 – Anhang 5: Messwerte

Gebiet	Messstelle	Verfüg-barkeit (%)	max. MW1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MW1max	MW8max	MW8 2003-05	JMW ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 (Mai-Juli), 2005 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	AOT40 (Mai-Juli), Mittel 2001-2005 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	AOT40 (April-Sept) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )
				> 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , JMW ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
S	Salzburg Mirabellplatz	97	169	0	18	35	43	15.022	18.027	20.441
S	Sonnblick	96	164	0	95	104	101	36.579	37.974	64.506
S	St. Johann im Pongau BH	94	163	0	14	20	38	14.196	14.669	19.725
S	St. Koloman Kleinhorn	97	194	1	33	57	78	21.873	25.745	30.809
S	Tamsweg Untere Postgasse	93	140	0	5	17	45		17.923	20.603
S	Zederhaus	98	132	0	3	10	41	12.172	13.790	17.594
S	Zell am See Krankenhaus	96	145	0	11	22	48	14.192	15.726	20.250
St	Arnfels – Remschnigg	95	161	0	50	71	74	26.054	34.122	40.758
St	Bockberg	86	163	0	49	66	66	24.472	32.904	37.040
St	Deutschlandsberg	64	152	0	23	33		17.884	23.520	30.652
St	Grundlsee	97	181	1	29	45	73	19.710	24.169	29.788
St	Hartberg	98	151	0	32	42	45	19.748	25.734	29.564
St	Hochgössnitz	98	163	0	45	60	75	24.125	29.759	35.580
St	Hochwurzen	94	169	0	50	63	88	20.895	27.456	31.770
St	Judenburg	97	152	0	11	23	45	16.537	19.261	23.923
St	Klöch bei Bad Radkersburg	82	174	0	71	76	80	28.751	33.091	44.976
St	Leoben Zentrum	98	156	0	20	26	39	16.782	18.553	23.858
St	Liezen	96	137	0	6	17	44	11.481	16.238	16.572
St	Masenberg	98	161	0	60	79	84	27.055	34.141	43.565
St	Mürzzuschlag	97	140	0	16		44	14.956		21.763
St	Piber	96	162	0	27	45	61	22.626	26.624	32.195
St	Rennfeld	91	167	0	61	81	90	29.865	38.119	46.437
St	Stolzalpe bei Murau	96	147	0	27	29	70	20.827	23.597	31.517
St	Voitsberg Mühlgasse	98	156	0	22	36	37	18.632	25.432	26.458

Gebiet	Messstelle	Verfüg-barkeit (%)	max. MW1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MW1max	MW8max	MW8 2003-05	JMW ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 (Mai-Juli), 2005 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	AOT40 (Mai-Juli), Mittel 2001-2005 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	AOT40 (April-Sept) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )
				> 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , JMW ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )			
St	Weiz	97	159	0	36	36	52	20.753	23.342	31.207
St-G	Graz Nord	97	153	0	30	45	43	21.254	27.846	30.647
St-G	Graz Platte	91	158	0	59	75	78	27.759	36.028	42.496
St-G	Graz Schloßberg	88	146	0	25	43	50	18.248	26.130	25.519
St-G	Graz Süd Tiergartenweg	96	145	0	15	30	38	17.182		23.900
T	Höfen Lärchbichl	98	188	1	29	38	61	18.583	20.524	26.978
T	Innsbruck Reichenau	98	151	0	8	21	31	10.987	13.396	15.768
T	Innsbruck Sadrach	97	167	0	25	37	46	17.935	20.384	26.348
T	Karwendel West	97	177	0	57	80	92	27.878	33.319	45.946
T	Kramsach Angerberg	98	176	0	24	37	41	15.132	16.662	20.905
T	Kufstein Festung	98	208	1	24	40	37	18.325	19.726	24.501
T	Lienz Sportzentrum	97	160	0	9	16	45	16.270	18.279	23.183
T	Nordkette	98	162	0	63	83	93	30.050	34.315	47.679
T	St. Sigmund im Sellrain – Gleirschalm	98	147	0	30	39	78	21.601	23.674	32.463
T	Zillertaler Alpen	98	158	0	53	70	91	24.951	29.028	40.786
V	Bludenz Herrengasse	97	170	0	18	11	41	15.301	18.071	20.739
V	Lustenau Wiesenrain	97	199	2	20	45	44	17.979	23.209	25.724
V	Sulzberg – Gmeind	97	182	1	48	75	79	27.969	30.371	38.867
V	Wald am Arlberg	96	161	0	11	27	41	12.113		17.712
W	Hermannskogel	98	209	7	53	63	70	24.906	27.632	37.829
W	Hohe Warte (ZAMG)	97	201	5	19	33	53	19.495	22.069	28.126
W	Laaer Berg	97	172	0	21	28	50	14.989	17.926	22.117
W	Lobau – Grundwasserwerk	98	220	2	38	46	52	19.919	24.303	31.505
W	Stephansplatz	98	166	0	4	12	47	8.985	15.689	13.436



Bodennahes Ozon 2003–2005 – Anhang 5: Messwerte