

## PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Exposition der Bevölkerung in Österreich





# **PM<sub>10</sub>- UND PM<sub>2,5</sub>-EXPOSITION DER BEVÖLKERUNG IN ÖSTERREICH**

Wolfgang Spangl  
Christian Nagl

REPORT  
REP-0634

Wien 2017

**Projektleitung**

Wolfgang Spangl

**AutorInnen**

Wolfgang Spangl

Christian Nagl

**Lektorat**

Maria Deweis

**Satz/Layout**

Elisabeth Riss

**Umschlagphoto**

© Umweltbundesamt

Diese Publikation wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft erstellt.

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

**Impressum**

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

*Das Umweltbundesamt druckt seine Publikationen auf klimafreundlichem Papier.*

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2017

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-451-3

# INHALT

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>ZUSAMMENFASSUNG</b>                                                                                   | 5  |
| <b>1 INHALT UND ZIELE DER STUDIE</b>                                                                     | 7  |
| <b>2 METHODISCHE GRUNDLAGEN</b>                                                                          | 8  |
| 2.1 Flächenhafte PM <sub>2,5</sub> -Belastung auf Basis von PM <sub>10</sub>                             | 8  |
| 2.2 Repräsentative Flächen für PM <sub>10</sub>                                                          | 8  |
| 2.3 Exposition                                                                                           | 9  |
| <b>3 MODELL DER FLÄCHENHAFTEN PM-KONZENTRATION</b>                                                       | 10 |
| 3.1 Konzept repräsentativer Flächen                                                                      | 10 |
| 3.2 Anpassung der Abgrenzung der klimatisch-topografischen Regionen                                      | 11 |
| 3.3 Datengrundlagen                                                                                      | 12 |
| 3.3.1 Messdaten                                                                                          | 12 |
| 3.3.2 Modelldaten                                                                                        | 12 |
| 3.4 Repräsentative Gebiete der PM <sub>10</sub> -Messstellen                                             | 14 |
| 3.5 Bestimmung der flächenhaften PM <sub>2,5</sub> -Konzentration                                        | 19 |
| <b>4 BERECHNUNG DER MITTLEREN ÖSTERREICHWEITEN EXPOSITION</b>                                            | 20 |
| 4.1 Flächenhafte Konzentrationsverteilung                                                                | 20 |
| 4.2 Exposition                                                                                           | 21 |
| <b>5 VORGANGSWEISE ZUR JÄHRLICHEN AKTUALISIERUNG</b>                                                     | 24 |
| <b>6 SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DAS MESSNETZ</b>                                                             | 25 |
| 6.1 PM <sub>10</sub> - und PM <sub>2,5</sub> -Messstellen, die für das Expositionsmodell benötigt werden | 25 |
| 6.2 Datenqualität PM <sub>10</sub>                                                                       | 26 |
| 6.3 Datenqualität PM <sub>2,5</sub>                                                                      | 27 |
| <b>7 LITERATURVERZEICHNIS</b>                                                                            | 28 |
| <b>ANHANG A: VERWENDETE DATEN</b>                                                                        | 30 |
| Auswahl der Messstellen                                                                                  | 30 |
| PM <sub>10</sub> - und PM <sub>2,5</sub> -Jahresmittelwerte                                              | 31 |
| Methodenbeschreibung Chemisches Transportmodell WRF-Chem der ZAMG                                        | 40 |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>ANHANG B: DISKUSSION DER REPRÄSENTATIVITÄT DER PM<sub>10</sub>-MESSSTELLEN</b>    | 41 |
| <b>Pannonische Ebene, Weinviertel, Nördliches Alpenvorland</b>                       | 41 |
| Ländlicher Hintergrund                                                               | 41 |
| Kleinstädte                                                                          | 42 |
| Wien                                                                                 | 44 |
| BR Linz                                                                              | 44 |
| Stadt Salzburg                                                                       | 44 |
| Grenzgebiet bei Bratislava                                                           | 45 |
| <b>Tullnerfeld</b>                                                                   | 45 |
| <b>Böhmischen Masse</b>                                                              | 45 |
| <b>Südöstliches Alpenvorland</b>                                                     | 46 |
| <b>Ballungsraum Graz</b>                                                             | 48 |
| <b>Nordalpine Täler</b>                                                              | 48 |
| Ländliche Gebiete                                                                    | 48 |
| Städtische Gebiete                                                                   | 49 |
| <b>Vorarlberger Rheintal</b>                                                         | 50 |
| <b>Südalpine Täler</b>                                                               | 50 |
| Ländliche Gebiete                                                                    | 50 |
| Städtische Gebiete                                                                   | 51 |
| <b>Klagenfurter Becken</b>                                                           | 52 |
| Ländliche Gebiete                                                                    | 52 |
| Städtische Gebiete                                                                   | 52 |
| <b>Lavanttal</b>                                                                     | 52 |
| <b>Alpine Berggebiete</b>                                                            | 53 |
| <b>ANHANG C: PLAUSIBILITÄTSPRÜFUNG PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub>-VERHÄLTNISSE</b> | 54 |
| <b>Gravimetrie</b>                                                                   | 54 |
| <b>Sharp 5030</b>                                                                    | 55 |
| <b>Grimm EDM180</b>                                                                  | 56 |
| <b>MetOne BAM</b>                                                                    | 58 |
| <b>Variabilität der PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub>-Verhältnisse</b>                | 58 |

## ZUSAMMENFASSUNG

Zahlreiche Studien haben in den letzten Jahren einen Zusammenhang zwischen der Belastung durch Feinstaub und gesundheitlichen Auswirkungen gezeigt. Diese Auswirkungen reichen von (vorübergehenden) Beeinträchtigungen der Lungenfunktion bis zu zuordenbaren Todesfällen, vor allem aufgrund von Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Nach einer aktuellen Einschätzung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) gehört die Außenluftbelastung zu jenen Umwelteinflüssen, die die größten gesundheitlichen Auswirkungen in westlichen Industrieländern verursachen.

**gesundheitliche  
Belastung durch  
Feinstaub**

Die Exposition der Bevölkerung gegenüber Feinstaub ( $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$ ) stellt die Grundlage für die Bestimmung der gesundheitlichen Auswirkungen von Feinstaub und den Verlust an Lebenserwartung dar.

Die  $PM_{10}$ - bzw.  $PM_{2,5}$ -Exposition und deren langfristige Entwicklung dienen als Umweltindikatoren; u. a. werden sie von der Statistical Commission des UN Economic and Social Council als einer der Sustainable Development Goal Indicators<sup>1</sup> verwendet. Sie können in Zukunft in das Indikatorenset „Wie geht's Österreich“ der Statistik Austria<sup>2</sup> integriert und als abgesicherter Input für den „Better Life Index“ der OECD<sup>3</sup> herangezogen werden.

Die vorliegende Studie dokumentiert die methodischen Grundlagen zur Bestimmung der Exposition der Bevölkerung Österreichs durch  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$  (Hintergrundbelastung) auf Basis des Konzepts repräsentativer Flächen sowie die Ergebnisse.

**Bestimmung der  
Exposition**

Das Gebiet Österreichs wird auf insgesamt 59 repräsentative Flächen von einzelnen  $PM_{10}$ -Messstellen oder Gruppen von  $PM_{10}$ -Hintergrundmessstellen (zwischen denen in letzterem Fall gemittelt oder interpoliert wird) aufgeteilt.

Die Datengrundlage stellen die  $PM_{10}$ -Messdaten der Jahre 2005 bis 2016 dar.

Die mittlere Exposition der österreichischen Bevölkerung wird anhand der  $PM_{2,5}$ -Konzentration und der Bevölkerungszahl jedes repräsentativen Flächenelements als bevölkerungsgewichtete Konzentration bestimmt.

Die  $PM_{2,5}$ -Konzentration der repräsentativen Flächen wird aus der  $PM_{10}$ -Konzentration anhand des  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisses berechnet. Für jedes Jahr wird aus den Messdaten ausgewählter (gravimetrischer) Messstellen das mittlere  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis für ländliche und städtische Hintergrundmessstellen bestimmt.

Mit dieser Methode ist eine künftige jährliche Aktualisierung der Expositionsrechnung mit sehr geringem Aufwand möglich.

Die als Ergebnis dieser Studie berechnete mittlere  $PM_{2,5}$ -Exposition der österreichischen Bevölkerung zeigt zwischen 2005 und 2016 eine signifikante Abnahme von 19,3 auf 11,5  $\mu g/m^3$ .

**Abnahme der  
 $PM_{2,5}$ -Exposition auf  
11,5  $\mu g/m^3$**

<sup>1</sup> <http://unstats.un.org/unsd/statcom/47th-session/documents/2016-2-IAEG-SDGs-E.pdf>

<sup>2</sup> [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/wohlstand\\_und\\_fortschritt/wie\\_gehts\\_oesterreich/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wohlstand_und_fortschritt/wie_gehts_oesterreich/index.html)

<sup>3</sup> <http://www.oecdbetterlifeindex.org/topics/environment/>

Die Aktualisierung der Bevölkerungsdaten und eine Evaluierung der repräsentativen Flächen bzw. der verwendeten PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Messstellen sind im Abstand von fünf Jahren vorgesehen.

# 1 INHALT UND ZIELE DER STUDIE

Feinstaub ist aus humantoxikologischer Sicht einer der relevantesten Luftschadstoffe. Die Exposition der Bevölkerung durch PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> ist folglich ein sehr aussagekräftiger Indikator für die Beurteilung der Umweltsituation.

***aussagekräftiger  
Indikator***

Die Statistical Commission des UN Economic and Social Council sieht die PM<sub>10</sub>- bzw. PM<sub>2,5</sub>-Exposition als einen der Sustainable Development Goal Indicators<sup>4</sup> vor.

In dieser Studie wird die mittlere bevölkerungsgewichtete PM<sub>10</sub>- bzw. PM<sub>2,5</sub>-Exposition (µg/m<sup>3</sup>) als eine Angabe für ganz Österreich durch Verschneidung der räumlichen Verteilung der PM-Konzentration und der Bevölkerung ermittelt.

Dieser Indikator und dessen langfristige Entwicklung könnte künftig in das Indikatorenset „Wie geht's Österreich“ der Statistik Austria<sup>5</sup> integriert werden.

Die Daten können zudem auch als abgesicherter Input für den „Better Life Index“ der OECD<sup>6</sup> herangezogen werden.

Kapitel 2 stellt die allgemeinen methodischen Grundlagen für die Bestimmung der PM<sub>2,5</sub>-Exposition auf Basis des Konzepts repräsentativer Flächen dar.

***Aufbau der Studie***

Kapitel 3 dokumentiert die Methodik zur Abgrenzung repräsentativer Flächen für PM<sub>10</sub>-Messstellen, die Datengrundlagen (PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Messdaten, PM<sub>10</sub>-Modelldaten), die Vorgangsweise zur Bestimmung der PM<sub>2,5</sub>-Konzentration aus PM<sub>10</sub> anhand des PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub>-Verhältnisses ausgewählter Messstellen sowie die Vorgangsweise zur Ermittlung der mittleren Exposition aus der Bevölkerungsverteilung und der Konzentrationsverteilung von PM<sub>2,5</sub>.

In Kapitel 4 wird die Konzentrationsverteilung von PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> für ausgewählte Jahre sowie die bevölkerungsgewichtete mittlere PM<sub>2,5</sub>-Exposition Österreichs im Zeitverlauf von 2005 bis 2016 präsentiert.

Kapitel 5 skizziert die für die laufende Aktualisierung vorgesehene Vorgangsweise.

In Kapitel 6 erfolgt eine Bewertung der Datenqualität und der Belastbarkeit der Ergebnisse.

Anhang A dokumentiert die verwendeten PM-Daten.

Anhang B enthält die Grundlagen für die Abgrenzung repräsentativer Gebiete für PM<sub>10</sub>-Messstellen.

Anhang C enthält eine Plausibilitätsprüfung der PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub>-Verhältnisse.

<sup>4</sup> <http://unstats.un.org/unsd/statcom/47th-session/documents/2016-2-IAEG-SDGs-E.pdf>

<sup>5</sup> [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/wohlstand\\_und\\_fortschritt/wie\\_gehts\\_oesterreich/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wohlstand_und_fortschritt/wie_gehts_oesterreich/index.html)

<sup>6</sup> <http://www.oecdbetterlifeindex.org/topics/environment/>

## 2 METHODISCHE GRUNDLAGEN

### 2.1 Flächenhafte PM<sub>2,5</sub>-Belastung auf Basis von PM<sub>10</sub>

Die Abschätzung der flächenhaften PM<sub>2,5</sub>-Belastung (Jahresmittelwert) in Österreich erfolgt in zwei Schritten:

1. Flächenhafte Darstellung der PM<sub>10</sub>-Belastung
2. Ermittlung der PM<sub>2,5</sub>-Belastung anhand von standorttypischen PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub>-Verhältnissen.

#### **Anzahl der Messstellen**

Diese Vorgangsweise über den „Umweg“ über PM<sub>10</sub> wird gewählt, da das PM<sub>10</sub>-Messnetz in Österreich wesentlich dichter ist als das PM<sub>2,5</sub>-Messnetz. Das PM<sub>10</sub>-Messnetz umfasste bereits im Jahr 2005 106 Messstellen, wuchs bis 2010 auf 144 Messstellen und wurde bis 2016 auf 126 Messstellen reduziert. Diesen stehen sieben PM<sub>2,5</sub>-Messstellen im Jahr 2005, 13 PM<sub>2,5</sub>-Messstellen 2010 bzw. 45 PM<sub>2,5</sub>-Messstellen 2016 gegenüber. Das PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub>-Verhältnis zeigt im Jahresmittel in Österreich ein standorttypisches Muster und ist an den einzelnen Messstellen über die Jahre hinweg annähernd konstant (UMWELT-BUNDESAMT 2016). Im Rahmen der vorliegenden Studie werden zudem unterschiedliche PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub>-Verhältnisse für ländliche und für städtische Hintergrundmessstellen bestimmt.

### 2.2 Repräsentative Flächen für PM<sub>10</sub>

#### **Methodik**

Zur Bestimmung der flächenhaften Verteilung der PM<sub>10</sub>-Konzentration wird Österreich in eine Anzahl von Flächen aufgeteilt, für die jeweils eine oder mehrere PM<sub>10</sub>-Messstellen repräsentativ sind (siehe Kapitel 3.1).

Mehrere Messstellen sehr ähnlicher Konzentration und Situierung können eine gemeinsame repräsentative Fläche besitzen; in diesem Fall wird deren Mittelwert herangezogen.

Einen Spezialfall stellt der nördliche außeralpine Raum dar, dessen regionaler Hintergrund durch Interpolation in West-Ost-Richtung zwischen den Hintergrundmessstellen Enzenkirchen, Pillersdorf und Illmitz<sup>7</sup> bestimmt wird, wobei die Hintergrundkonzentration in Nord-Süd-Richtung nicht variiert.

Die Bestimmung der repräsentativen Flächen für die PM<sub>10</sub>-Messstellen erfordert eine genaue Analyse der räumlichen Verteilung der Konzentration und der Lage der Messstellen in Hinblick auf die die Konzentration beeinflussenden Faktoren.

Die Abgrenzung der repräsentativen Flächen erfolgt im Geographischen Informationssystem, mit dem auch deren Bevölkerungszahl (in einer räumlichen Auflösung von 125 m) bestimmt wird.

<sup>7</sup> 2009 bis 2015 ließe sich auch die (etwa in der Mitte zwischen Enzenkirchen und Pillersdorf gelegene) temporäre Hintergrundmessstelle Haidershofen einbeziehen, die allerdings für die operationelle Expositionsberechnung in der Zukunft nicht zur Verfügung steht. Die in Haidershofen gemessene Belastung entspricht etwa dem Mittelwert von Enzenkirchen und Pillersdorf, sodass die lineare Interpolation in West-Ost-Richtung zwischen diesen beiden Messstellen gerechtfertigt ist.

Die Verknüpfung der repräsentativen Flächen mit der  $PM_{10}$ -Konzentration der einzelnen Jahre, die Bestimmung der  $PM_{2,5}$ -Konzentration jeder repräsentativen Fläche sowie die Multiplikation der PM-Konzentration mit der Bevölkerungszahl zur Bestimmung der mittleren Exposition erfolgen in einer Excel-Tabelle.

Die Berechnung der räumliche Verteilung der Jahresmittelwerte der  $PM_{10}$ - und  $PM_{2,5}$ -Konzentration erfolgt für die Jahre 2005 bis 2016.

Die Berechnung mittels einer Excel-Tabelle ermöglicht eine sehr einfache und damit kostengünstige Fortschreibung der Exposition für künftige Jahre durch Einfügen der entsprechenden  $PM_{10}$ - und  $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerte.

Der Jahresmittelwert der von der ZAMG modellierten  $PM_{10}$ -Konzentration (räumliche Auflösung 4 km) wird zur Anpassung der Abgrenzung der repräsentativen Flächen sowie ggf. zur Plausibilitätsprüfung der anhand der o. g. Methodik erstellten  $PM_{10}$ - und  $PM_{2,5}$ -Konzentrationsverteilung verwendet.

Anmerkung: Die Modelldaten selbst sind nicht geeignet, um unmittelbar für die Expositionsabschätzung herangezogen zu werden. Beispielsweise bilden sie mit einer räumlichen Auflösung von 4 km alpine Täler nicht ab und lösen kleinere Städte nicht auf. Ihre quantitative Übereinstimmung mit Messdaten ist noch nicht ausreichend (siehe Kapitel 3.3.2).

## 2.3 Exposition

Die mittlere  $PM_{10}$ - und  $PM_{2,5}$ -Exposition wird durch Multiplikation der PM-Konzentration der einzelnen repräsentativen Flächen mit der Bevölkerungszahl dieser Flächen und anschließender Division durch die Gesamtbevölkerung in einer Excel-Tabelle ermittelt.

### **Berechnung**

### 3 MODELL DER FLÄCHENHAFTEN PM-KONZENTRATION

#### 3.1 Konzept repräsentativer Flächen

Die Bestimmung der Exposition der österreichischen Bevölkerung basiert auf der Aufteilung Österreichs in repräsentative Flächen einzelner (oder fallweise von Gruppen ähnlich belasteter) PM-Messstellen, denen jeweils eine Bevölkerungszahl und eine PM<sub>10</sub>- bzw. PM<sub>2,5</sub>-Konzentration zugeordnet wird.

##### **Definition der Repräsentativität**

In der Studie „Representativeness and classification of air quality monitoring stations“ (kurz „Repräsentativität-Studie 2007“, UMWELTBUNDESAMT 2007) werden zur Definition für die Repräsentativität mehrere Kriterien herangezogen:

- Ein „ähnliches“ Konzentrationsniveau – innerhalb der repräsentativen Fläche weicht die Konzentration maximal um einen bestimmten Betrag von der gemessenen Konzentration ab;
- die Konzentration innerhalb der repräsentativen Fläche wird von gleichartigen Emissionen dominiert;
- die Konzentration innerhalb der repräsentativen Fläche wird von gleichartigen Ausbreitungsbedingungen bestimmt.

##### **Bestimmung der Repräsentativität**

Die in der „Repräsentativität-Studie 2007“ entwickelte Methode zur Bestimmung der Repräsentativität behandelt die PM<sub>10</sub>-Konzentration in Form von Jahresmittelwert (JMW) und 90,4-Perzentil der Tagesmittelwerte des Kalenderjahres<sup>8</sup>, d. h. jenen Parametern, die für die rechtliche Beurteilung der Luftgüte relevant sind. Da die vorliegende Studie ausschließlich Jahresmittelwerte berücksichtigt, wird für die Beurteilung der Repräsentativität nur der Jahresmittelwert (und nicht auch das 90,4-Perzentil) herangezogen.

Als quantitatives Kriterium für die Repräsentativität wird entsprechend der „Repräsentativität-Studie 2007“ ein Wertebereich von  $\pm 5\%$  der Spannweite der in Europa beobachteten Belastung definiert; dies entspricht einem Konzentrationskriterium von ca.  $\pm 2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Zu den Kriterien für die Repräsentativität gehören neben der Höhe der Konzentration selbst die Beiträge dominierender Emissionen – unterschieden werden die drei Sektoren Verkehr, Raumwärme und Industrie (inkl. Kraftwerke, Abfallverbrennung, Häfen, Flughäfen) – sowie die Ausbreitungsbedingungen.

Ein weiteres Kriterium zur Abgrenzung repräsentativer Flächen stellen die topografischen Regionen (siehe Abbildung 1) dar, mit denen unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen aufgrund der Geländeform (Ebene, Hügelland, Gebirge) und der Lage nördlich oder südlich des Alpenhauptkamms berücksichtigt werden. Zudem werden die unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen zwischen Talboden und exponierten Lagen durch die Differenzierung von Tälern und Berggebieten berücksichtigt.

<sup>8</sup> Der statistische Parameter Perzentil gibt an, wie viel Prozent eines Datensatzes unter dem gegebenen Wert liegen; im Fall des 90,4 Perzentils liegen 90,4 % der Daten darunter und 9,6 % darüber. Dies entspricht dem Grenzwertkriterium der Luftqualitäts-Richtlinie für den PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwert, wonach der Grenzwert bei mehr als 35 Tagesmittelwerten pro Kalenderjahr überschritten ist (für ein Jahr mit 365 Tagen).

Die Exposition wird für die – ländliche und städtische – Hintergrundbelastung bestimmt. Emittentennahe Messstellen werden in die Berechnung nicht einbezogen.

Die Diskussion der Repräsentativität der einzelnen Messstellen wird in Anhang B dargestellt.

### 3.2 Anpassung der Abgrenzung der klimatisch-topografischen Regionen

Die Abgrenzung der topografisch-klimatischen Regionen wird, basierend auf den Modellergebnissen der ZAMG (siehe Kapitel 3.3.2) und den Messdaten gegenüber der „Repräsentativität-Studie 2007“ angepasst. Folgende Änderungen wurden vorgenommen:

#### **durchgeführte Anpassungen**

- Die Abgrenzung zwischen Weinviertel und Böhmischer Masse wird in Hinblick auf die Modelldaten modifiziert.
- Das Südöstliche Alpenvorland wird entsprechend der Höhe der gemessenen PM<sub>10</sub>-Belastung in drei Teilbereiche mit unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen gegliedert.
- Unter den Tälern der Südalpen wird das mittlere Murtal (zwischen Zeltweg und Gratkorn) in Hinblick auf seine höhere Emissionsdichte als eigene repräsentative Fläche ausgewiesen.
- Unter den Tälern der Nordalpen werden das Inntal unterhalb von Landeck, das Zillertal und das Salzachtal unterhalb von Zell a. S. in Hinblick auf ungünstigere Ausbreitungsbedingungen und höhere Emissionen als eigene repräsentative Fläche ausgewiesen. Allerdings ist anzumerken, dass die in den nordalpinen Tälern vorhandenen Messstellen in Hinblick auf die sehr unterschiedlichen Emissionsdichten und Ausbreitungsbedingungen nicht ausreichend für eine abgesicherte Beurteilung ihrer Repräsentativität sind.
- Die Stadt Salzburg und ihre Umgebung werden in Hinblick auf die günstigen Ausbreitungsbedingungen und die niedrige Belastung als Teil des Westlichen Alpenvorlandes behandelt.

Damit ergeben sich die in Abbildung 1 angeführten topografisch-klimatischen Regionen in Österreich, die für die PM-Belastung relevant sind.

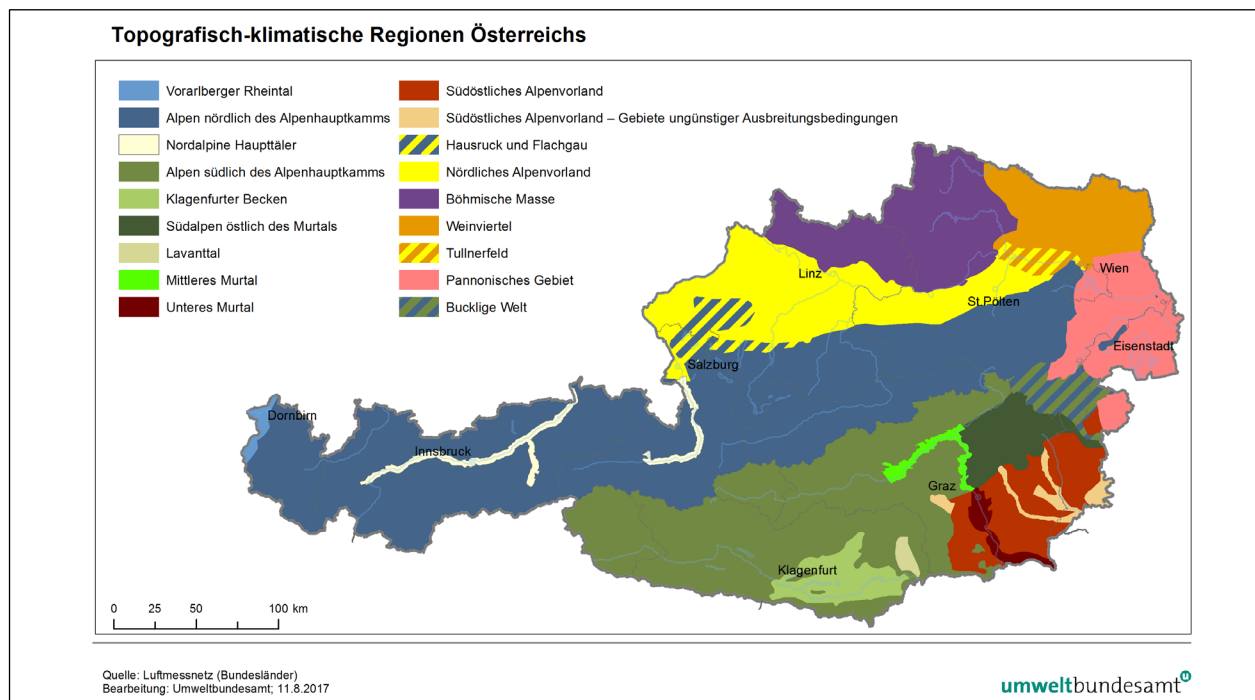


Abbildung 1: Topografisch-klimatische Regionen in Österreich.

### 3.3 Datengrundlagen

#### 3.3.1 Messdaten

**Methodik** Die PM-Messung wird in Österreich sowohl mit der gravimetrischen Referenzmethode (an etwa einem Drittel der Messstellen) sowie mit verschiedenen kontinuierlichen Messgerätetypen durchgeführt. Seit 2010 liegt an den meisten Messstellen eine Äquivalenzprüfung der kontinuierlichen Messgeräte vor, in den Jahren davor wurde überwiegend ein Umrechnungsfaktor von 1,3 angewandt.

Anhang A stellt die im Zeitraum 2005 bis 2016 betriebenen PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Messstellen sowie die eingesetzten Messmethoden zusammen. Für die Beurteilung der Repräsentativität der PM<sub>10</sub>-Messstellen und für die Bestimmung der flächenhaften Verteilung der PM<sub>10</sub>-Konzentration werden bevorzugt Messdaten, die mit der Referenzmethode (Gravimetrie) erhoben wurden, herangezogen.

#### 3.3.2 Modelldaten

Neben den PM<sub>10</sub>-Messwerten und den Kriterien zur Bestimmung der repräsentativen Flächen wird der Jahresmittelwert der von der ZAMG modellierten PM<sub>10</sub>-Konzentration (räumliche Auflösung 4 km) verwendet (Modellbeschreibung siehe Anhang A).

Abbildung 2 zeigt den modellierten PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert für das Jahr 2015.

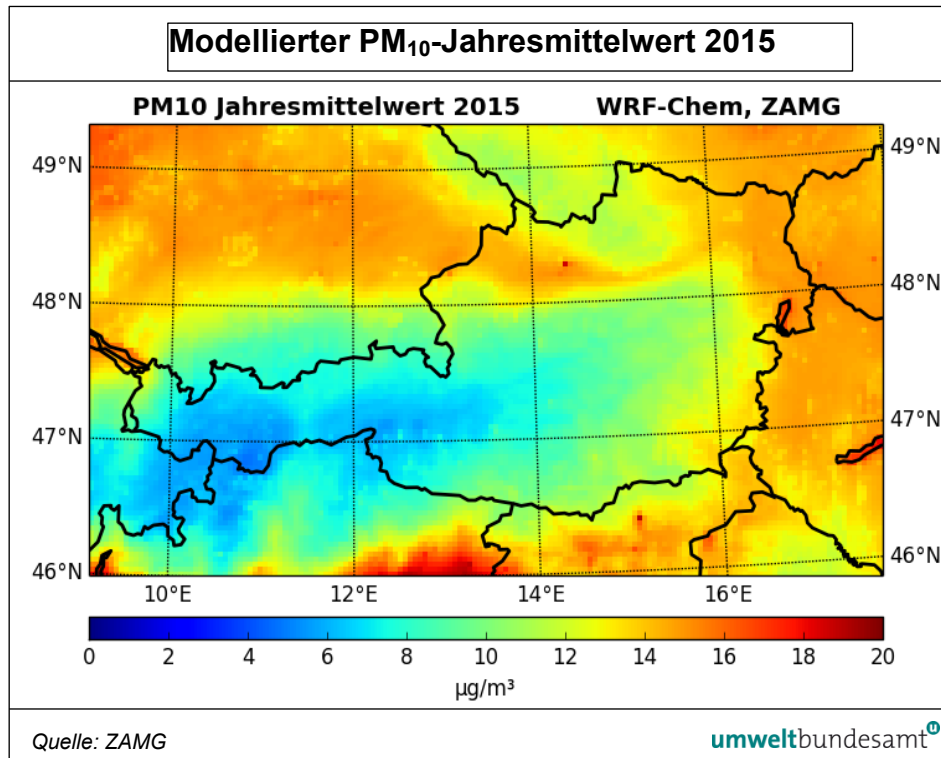


Abbildung 2:  
Modellierter PM<sub>10</sub>-  
Jahresmittelwert 2015.

Ein Vergleich der modellierten Konzentration in Abbildung 2 mit der gemessenen Belastungsverteilung zeigt folgende Abweichungen:

- Das Modell bildet – mit einer räumlichen Auflösung von 4 km – Täler in den Alpen nicht ab. Selbst breite Täler mit hohen Emissionen wie das Inntal oder das obere Murtal sind nicht erkennbar. Das Klagenfurter Becken und das Lavanttal zeichnen sich lediglich unscharf als Gebiete etwas höherer PM<sub>10</sub>-Konzentration ab.
- Im Südöstlichen Alpenvorland gibt das Modell eine Konzentrationsverteilung wieder, die den topografischen Strukturen kaum folgt. Das Grazer Feld und das Leibnitzer Feld als Gebiete stark erhöhter PM<sub>10</sub>-Konzentration sind nicht zu erkennen.
- Im nördlichen und nordöstlichen außeralpinen Raum ergibt das Modell eine räumlich homogene Konzentrationsverteilung, bildet aber nicht den anhand der Messdaten erkennbaren großräumigen West-Ost-Gradienten ab. Im Alpenvorland in Bayern und Oberösterreich wird eine ähnliche PM<sub>10</sub>-Konzentration modelliert wie im Weinviertel und im Pannonischen Tiefland.
- Der Übergang vom Alpenvorland zu den Alpen und zur Böhmisches Masse zeigt einen scharfen Gradienten. Das Gebiet von Hausruck und Flachgau setzt sich deutlich durch niedrigere Konzentrationen vom Alpenvorland ab.

#### **Unterschiede Modell – Messdaten**

Die Modellrechnungen können daher nicht direkt für die Expositionsabschätzung verwendet werden, sie erlauben es jedoch, Anpassungen der topografisch-klimatischen Regionen vorzunehmen (siehe Kapitel 3.2).

### **3.4 Repräsentative Gebiete der PM<sub>10</sub>-Messstellen**

Aufbauend auf der in Anhang B diskutierten Repräsentativität der PM<sub>10</sub>-Messstellen wird in Tabelle 1 die Zuordnung aller Teilflächen Österreichs zu repräsentativen PM<sub>10</sub>-Messstellen angegeben.

Die Teilgebiete orientieren sich grundsätzlich an den topografisch-klimatischen Regionen (siehe Abbildung 1). Als weitere Kriterien dienen die Bevölkerungsverteilung – zumeist berücksichtigt in Form der Einwohnerzahl einer Gemeinde, fallweise in Form der Abgrenzung von Ballungsräumen oder Gruppen von Gemeinden – sowie die Seehöhe.

Tabelle 1: Zuordnung von Teilgebieten Österreichs zu repräsentativen PM<sub>10</sub>-Messstellen, Fläche und Bevölkerung der Teilgebiete.

| Region                                                    | topografisch-klimatische Region                                                                        | Bevölkerung                                   | weitere Kriterien                                    | repräsentative PM <sub>10</sub> -Messstellen                                                                                           | Fläche (km <sup>2</sup> ) | Bevölkerung |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| Nördliches außeralpines Flach- und Hügelland, ländlich    | Nördliches außeralpines Flach- und Hügelland (Pannonische Ebene, Weinviertel, Nördliches Alpenvorland) | Gemeinden unter 10.000 Ew.                    | ausgenommen Einflussgebiet Bratislava (Radius 20 km) | Interpolation West-Ost zwischen Enzenkirchen, Pillersdorf und Illmitz                                                                  | 15.122                    | 1.395.000   |
| Pannonische Ebene, Weinviertel, Kleinstädte               | Pannonische Ebene, Weinviertel                                                                         | Gemeinden mit 10.000–50.000 Ew.               | ausgenommen Klosterneuburg, Schwechat                | Mittelwert von Eisenstadt, Mödling und Wiener Neustadt                                                                                 | 818                       | 48.000      |
| Großraum Wien (Gemeinden Wien, Klosterneuburg, Schwechat) |                                                                                                        |                                               | unter 280 m                                          | Mittelwert von Wien AKH, Belgradplatz, Floridsdorf, Gaudenzdorf, Kaiserebersdorf, Kandlerstraße, Laaerberg und Stadlau sowie Schwechat | 405                       | 2.234.000   |
| Großraum Wien (Gemeinden Wien, Klosterneuburg, Schwechat) |                                                                                                        |                                               | über 280 m                                           | Wien Schafberg                                                                                                                         | 115                       | 22.000      |
| Einflussgebiet Bratislava                                 |                                                                                                        |                                               | Einflussgebiet Bratislava                            | Mittelwert von Hainburg und Kittsee                                                                                                    | 332                       | 19.000      |
| Tullnerfeld, ländlich                                     | Tullnerfeld                                                                                            | Gemeinden unter 10.000 Ew.                    |                                                      | Mittelwert von Streithofen und Traismauer                                                                                              | 506                       | 59.000      |
| Tullnerfeld, Städte                                       | Tullnerfeld                                                                                            | Gemeinden über 10.000 Ew.                     |                                                      | Mittelwert von Krems, Stockerau, Tulln                                                                                                 | 155                       | 62.000      |
| Nördliches Alpenvorland, Ostteil, Kleinstädte             | Nördliches Alpenvorland                                                                                | Gemeinden mit 10.000–30.000 Ew. außer BR Linz | östlich von 14° 20'                                  | Amstetten                                                                                                                              | 85                        | 34.000      |
| Nördliches Alpenvorland, Westteil, Kleinstädte            | Nördliches Alpenvorland                                                                                | Gemeinden mit 10.000–30.000 Ew. außer BR Linz | westlich von 14° 20'                                 | Mittelwert von Braunau und Vöcklabruck                                                                                                 | 99                        | 66.000      |
| Steyr                                                     |                                                                                                        | Steyr                                         |                                                      | Steyr                                                                                                                                  | 27                        | 40.000      |
| Wels                                                      |                                                                                                        | Wels                                          |                                                      | Wels                                                                                                                                   | 46                        | 57.000      |

| Region                                                                          | topografisch-<br>klimatische Region | Bevölkerung                            | weitere Kriterien                                                  | repräsentative<br>PM <sub>10</sub> -Messstellen                | Fläche (km <sup>2</sup> ) | Bevölkerung |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| St. Pölten                                                                      |                                     | St. Pölten                             |                                                                    | St. Pölten Eybnerstraße                                        | 108                       | 49.000      |
| BR Linz                                                                         |                                     | BR Linz                                |                                                                    | Mittelwert von Linz Stadtpark, Traun                           | 265                       | 267.000     |
| Stadt Salzburg                                                                  |                                     | Stadt Salzburg                         |                                                                    | Mittelwert von Salzburg Lehofer Park und Mirabellplatz         | 66                        | 144.000     |
| Böhmische Masse, ländlich                                                       | Böhmische Masse                     | Gemeinden unter 10.000 Ew.             |                                                                    | Heidenreichstein                                               | 6.713                     | 345.000     |
| Böhmische Masse, Städte                                                         | Böhmische Masse                     | Gemeinden über 10.000 Ew.              |                                                                    | Krems                                                          | 275                       | 16.000      |
| Hausruck & Flachgau, ländlich                                                   | Hausruck & Flachgau                 | Gemeinden unter 5.000 Ew.              |                                                                    | Enzenkirchen                                                   | 1.155                     | 105.000     |
| Hausruck & Flachgau, Kleinstädte                                                | Hausruck & Flachgau                 | Gemeinden über 5.000 Ew.               |                                                                    | Lenzing                                                        | 225                       | 48.000      |
| Südöstliches Alpenvorland, ländlich                                             | Südöstliches Alpenvorland           | Gemeinden unter 2.000 Ew.              |                                                                    | Klöch                                                          | 1.843                     | 126.000     |
| Südöstliches Alpenvorland, „günstige“ Ausbreitungsbedingungen, Kleinstädte      | Südöstliches Alpenvorland           | Gemeinden über 2.000 Ew. außer BR Graz | Gebiete günstiger Ausbreitungsbedingungen                          | Mittelwert von Oberschützen, Deutschlandsberg                  | 2.436                     | 254.000     |
| Südöstliches Alpenvorland, ungünstige Ausbreitungsbedingungen, Kleinstädte      | Südöstliches Alpenvorland           | Gemeinden über 2.000 Ew. außer BR Graz | Gebiete mäßig ungünstiger Ausbreitungsbedingungen                  | Mittelwert von Fürstenfeld, Hartberg, Köflach, Voitsberg, Weiz | 446                       | 99.000      |
| Südöstliches Alpenvorland, sehr ungünstige Ausbreitungsbedingungen, Kleinstädte | Südöstliches Alpenvorland           | Gemeinden über 2.000 Ew. außer BR Graz | Gebiete sehr ungünstiger Ausbreitungsbedingungen                   | Leibnitz                                                       | 285                       | 56.000      |
| BR Graz                                                                         |                                     | BR Graz                                | unter 400 m, CORINE Landcover (CLC) 1.1.1.                         | Graz Mitte Gries + 5 µg/m <sup>3</sup>                         | 6                         | 58.000      |
| BR Graz                                                                         |                                     | BR Graz                                | unter 400 m, nördl. 47° 04' 50", ohne CLC 1.1.1.                   | Graz Nord                                                      | 14                        | 40.000      |
| BR Graz                                                                         |                                     | BR Graz                                | unter 400 m, zwischen 47° 03' 15" und 47° 04' 50", ohne CLC 1.1.1. | Mittelwert von Graz Mitte Gries, Graz West                     | 27                        | 112.000     |

| Region                                                    | topografisch-<br>klimatische Region | Bevölkerung                      | weitere Kriterien                                                                               | repräsentative<br>PM <sub>10</sub> -Messstellen | Fläche (km <sup>2</sup> ) | Bevölkerung |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| BR Graz                                                   |                                     | BR Graz                          | unter 400 m, südl.<br>47° 03' 15", ohne CLC<br>1.1.1.                                           | Graz Süd                                        | 67                        | 48.000      |
| BR Graz                                                   |                                     | BR Graz                          | über 400 m                                                                                      | Graz Lustbühel                                  | 83                        | 37.000      |
| Nordalpen, Haupttäler, ländlich                           | Nordalpen                           | Gemeinden unter<br>5.000 Ew      | Salzburg, Tirol: Haupttäler<br>(siehe Kapitel Nordalpine<br>Täler)                              | Wörgl – 4 µg/m <sup>3</sup>                     | 825                       | 200.000     |
| Nordalpen Täler (ohne Haupt-<br>täler), ländlich          | Nordalpen                           | Gemeinden unter<br>5.000 Ew      | Ausgenommen Haupttäler<br>(siehe Kapitel Nordalpine<br>Täler)                                   | Heiterwang                                      | 4.276                     | 475.000     |
| Nordalpen, Täler, NÖ, OÖ,<br>Kleinstädte                  | Nordalpen                           | Gemeinden über<br>5.000 Ew.      | Niederösterreich, Oberös-<br>terreich                                                           | Bad Ischl                                       | 255                       | 81.000      |
| Nordalpen, Täler, S, Klein-<br>städte                     | Nordalpen                           | Gemeinden über<br>5.000 Ew.      | Salzburg (ausg. Haupttäler)                                                                     | Zell am See                                     | 146                       | 39.000      |
| Nordalpen, Täler, St, Klein-<br>städte                    | Nordalpen                           | Gemeinden über<br>5.000 Ew.      | Steiermark                                                                                      | Liezen                                          | 215                       | 23.000      |
| Nordalpen, Täler, T, Klein-<br>städte                     | Nordalpen                           | Gemeinden 5000<br>bis 20.000 Ew. | Tirol ohne Kufstein, Ebbs,<br>Reutte                                                            | Wörgl                                           | 306                       | 175.000     |
| Innsbruck, Täler                                          | Nordalpen                           | Innsbruck                        |                                                                                                 | Innsbruck Zentrum                               | 39                        | 112.000     |
| Nordalpen, Kleinstädte am<br>Alpenrand                    | Nordalpen                           | Kufstein, Ebbs,<br>Reutte        |                                                                                                 | Kufstein                                        | 40                        | 25.000      |
| Nordalpen, Täler, V,<br>Kleinstädte                       | Nordalpen                           | Bludenz                          |                                                                                                 | Bludenz                                         | 59                        | 32.000      |
| Rheintal, nicht Stadtzentren                              | Rheintal                            |                                  | Nicht CLC 1.1.1                                                                                 | Lustenau Wiesenrain                             | 281                       | 214.000     |
| Rheintal, Stadtzentren                                    | Rheintal                            |                                  | CLC 1.1.1                                                                                       | Dornbirn Stadtstraße                            | 1                         | 10.000      |
| Nordalpen, Berggebiete                                    | Nordalpen                           | Berggebiete                      |                                                                                                 | Zöbelboden                                      | 24.116                    | 355.000     |
| Südalpen, Täler, ländlich                                 | Südalpen                            | Gemeinden unter<br>5.000 Ew.     |                                                                                                 | Mittelwert von Zederhaus<br>und Obervellach     | 2.832                     | 258.000     |
| Südalpen, Täler St, ohne<br>mittleres Murtal, Kleinstädte | Südalpen                            | Gemeinden über<br>5.000 Ew       | Steiermark, ausgenommen<br>Murtal unterhalb von<br>Zeltweg, Mürztal unterhalb<br>von Kapfenberg | Mittelwert von Judenburg,<br>Mürzzuschlag       | 3.258                     | 74.000      |

| Region                                                                                    | topografisch-klimatische Region | Bevölkerung               | weitere Kriterien                                              | repräsentative PM <sub>10</sub> -Messstellen                                            | Fläche (km <sup>2</sup> ) | Bevölkerung |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| Südalpen, Täler, K, S, T, Kleinstädte                                                     | Südalpen                        | Gemeinden über 5.000 Ew   | Kärnten, Salzburg, Osttirol                                    | Mittelwert von Arnoldstein, Spittal a.d.D., Tamsweg                                     | 306                       | 66.000      |
| Südalpen, mittleres Murtal, Kleinstädte                                                   | Südalpen                        | Gemeinden über 5.000 Ew   | Murtal unterhalb von Zeltweg, Mürztal unterhalb von Kapfenberg | Mittelwert von Bruck a.d.M., Gratwein, Kapfenberg, Knittelfeld, Leoben Zentrum, Zeltweg | 261                       | 109.000     |
| Südalpen westl. des Mur- und Mürztals, Berggebiete                                        | Südalpen                        |                           | Westlich des Mur- und Mürztals                                 | Vorhegg                                                                                 | 13.897                    | 66.000      |
| Südalpen östl. des Mur- und Mürztals sowie Bucklige Welt und Semmeringgebiet, Berggebiete | Südalpen, Bucklige Welt         |                           | östlich des Mur- und Mürztals                                  | Masenberg                                                                               | 1.443                     | 53.000      |
| Klagenfurter Becken, ländlich                                                             | Klagenfurter Becken             | Gemeinden unter 5.000 Ew. |                                                                | Mittelwert von Zederhaus, Obervellach                                                   | 1.045                     | 96.000      |
| Klagenfurter Becken, Städte                                                               | Klagenfurter Becken             | Gemeinden über 5.000 Ew.  |                                                                | Mittelwert von Ebenthal, Klagenfurt Sterneckstr. und Villach                            | 730                       | 228.000     |
| Lavanttal, ländlich                                                                       | Lavanttal                       | Gemeinden unter 5.000 Ew. |                                                                | St. Georgen                                                                             | 81                        | 8000        |
| Lavanttal, Kleinstädte                                                                    | Lavanttal                       | Gemeinden über 5.000 Ew.  |                                                                | Mittelwert von St. Andrä, Wolfsberg                                                     | 133                       | 32.000      |

CORINE Landcover 1.1.1: durchgängig städtische Prägung. (CORINE: Coordination of Information on the Environment, siehe [http://www.umweltbundesamt.at/rp\\_corine/](http://www.umweltbundesamt.at/rp_corine/))

Aus rechentechnischen Gründen wird bei der Umsetzung die ländliche Hintergrundkonzentration (Gemeinden unter 10.000 Ew) in der repräsentativen Fläche „Nördliches außeralpines Flach- und Hügelland (Pannonische Ebene, Weinviertel, Nördliches Alpenvorland)“ nicht durch Interpolation entlang der geografischen Länge ermittelt; die Implementierung eines Interpolationsverfahrens im Geographischen Informationssystem wäre zu aufwändig.

Die Interpolation wird durch die Aufteilung dieses Gebietes in insgesamt sieben Teilflächen entlang der geografischen Länge ersetzt. In diesen Teilflächen wird die  $PM_{10}$ -Konzentration zwischen Enzenkirchen und Pillersdorf bzw. Pillersdorf und Illmitz interpoliert. Damit entsteht eine treppenartige Konzentrationsverteilung entlang der geografischen Länge.

### 3.5 Bestimmung der flächenhaften $PM_{2,5}$ -Konzentration

Nachdem in Österreich etwa dreimal so viele  $PM_{10}$ -Messstellen mit längeren Messreihen als  $PM_{2,5}$ -Messstellen vorhanden sind, wird die flächenhafte  $PM_{2,5}$ -Belastung aus der nach dem o. g. Modell bestimmten flächenhaften  $PM_{10}$ -Belastung mittels  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis bestimmt.

**$PM_{2,5}/PM_{10}$ -  
Verhältnis**

In Hinblick auf die Unsicherheiten der  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse, die aus den örtlich und zeitlich unterschiedlichen Messmethoden resultieren, und die mitunter schwankenden  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse werden nur gravimetrisch bestimmte  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse herangezogen.

Diese sind räumlich und zeitlich relativ einheitlich. Langfristig zeichnet sich eine leichte Abnahme des  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisses ab.

Die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse der städtischen Hintergrundmessstellen lassen kein regelmäßiges Muster erkennen.

In Hinblick auf die schmale Datenbasis abgesicherter  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse werden für ländliche sowie für städtische Hintergrundmessstellen jeweils einheitlich  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse für ganz Österreich angewandt.

Für den ländlichen Hintergrund wird das  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis von Illmitz herangezogen.

Für den städtischen Hintergrund wird der Mittelwert der  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse von Wels, Linz Stadtpark, Graz Nord, Graz Süd, Innsbruck Zentrum und Wien AKH eingesetzt.

Damit ergeben sich die in Tabelle 2 angegebenen mittleren  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse für ländliche und städtische Hintergrundmessstellen.

*Tabelle 2: Mittleres  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis für ländliche und städtische Hintergrundmessstellen. Quelle: Umweltbundesamt und Ämter der Landesregierungen.*

|           | Mittleres $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------|------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|           | 2005                                     | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| ländlich  | 80 %                                     | 80 % | 77 % | 80 % | 76 % | 79 % | 76 % | 75 % | 74 % | 73 % | 74 % | 77 % |
| städtisch | 76 %                                     | 73 % | 72 % | 72 % | 71 % | 74 % | 72 % | 74 % | 74 % | 70 % | 70 % | 72 % |

## 4 BERECHNUNG DER MITTLEREN ÖSTERREICHWEITEN EXPOSITION

### 4.1 Flächenhafte Konzentrationsverteilung

Mit dem o. g. Verfahren wurden Konzentrationsverteilungen für  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$  für die Jahre 2005 bis 2016 ermittelt.

Aus der flächenhaften Konzentrationsverteilung zeigt sich, dass die stärksten Rückgänge zwischen 2005 und 2016 in den inneralpinen städtischen Gebieten (v. a. Kärnten, Tirol, Vorarlberg), die geringsten in den nördlichen außeralpinen (städtischen wie ländlichen) Gebieten aufgetreten sind.

#### ***höchste Belastungen***

Die höchsten Belastungen treten in allen Jahren im BR Graz (v. a. in dessen Süden) und im Murtal südlich von Graz auf, gefolgt von Wien, den Kleinstädten im Südöstlichen Alpenvorland und den Städten im Lavanttal.

#### ***Konzentrations-sprünge***

Die Zuordnung der  $PM_{10}$ - bzw.  $PM_{2,5}$ -Konzentration zu den repräsentativen Flächen der  $PM_{10}$ -Messstellen führt zu teilweise sprunghaften Änderungen der Konzentration an den Flächengrenzen.

Während diese zwischen den verschiedenen ländlichen und auch städtischen Gebieten im außeralpinen Raum relativ gering ausfallen, treten an den Grenzen zwischen dem außeralpinen Flach- und Hügelland bzw. den alpinen Tälern einerseits und den Berggebieten andererseits Konzentrationssprünge auf. Besonders hoch sind diese dort, wo Städte in Gebieten mit sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen – etwa im Lavanttal, im Voitsberger Becken oder im Grazer Becken – direkt an Berggebiete angrenzen.

Ein Grund für diese Sprünge ist die Annahme einer horizontal wie vertikal einheitlichen Konzentration in den Berggebieten, die ihrerseits eine Folge der sehr schmalen Datenlage in den Berggebieten ist. Den gesamten Berggebieten nördlich des Alpenhauptkammes wird die am Zöbelboden gemessene  $PM_{10}$ -Konzentration zugeordnet, den Berggebieten südlich des Alpenhauptkammes jene von Vorhegg bzw. Masenberg. Frühere temporäre Messungen deuten sowohl nördlich als auch südlich des Alpenhauptkammes auf einen West-Ost-Gradienten und natürlich auf einen Vertikalgradienten hin, doch ermöglicht das derzeitige PM-Messnetz nicht, diese im Modell für die Expositionsbestimmung abzubilden.

Auf die Expositionsberechnung hat diese vergrößerte Berücksichtigung der PM-Konzentrationsverteilung in den Berggebieten nur geringe Auswirkungen, da ihre Bevölkerungsdichte im Großteil Österreichs niedrig ist. Die größten Unsicherheiten sind in Berggebieten, v. a. im Umfeld von Wien, Graz oder Innsbruck, zu erwarten, die eine relativ hohe Bevölkerungsdichte aufweisen.

Auffällig sind starke Konzentrationsunterschiede zwischen ländlichen und städtischen Gebieten im Klagenfurter Becken. Diese resultieren teilweise aus dem Fehlen von Daten für die ländliche PM-Belastung im Klagenfurter Becken und aufgrund der Schwierigkeiten, diese anhand von anderen Messstellen abzuschätzen (siehe Kapitel Klagenfurter Becken).

## 4.2 Exposition

Die Bestimmung der bevölkerungsgewichteten Exposition der österreichischen Bevölkerung erfolgt durch Multiplikation der  $PM_{10}$ - bzw.  $PM_{2,5}$ -Belastung der einzelnen in Tabelle 1 angeführten Flächen mit der jeweiligen Bevölkerungszahl und anschließende Division durch die Gesamtbevölkerung Österreichs. Für alle Jahre wird einheitlich die Bevölkerung des Jahres 2009 herangezogen (gerasterte Bevölkerungsdaten für ein aktuelleres Jahr liegen aus Kostengründen am Umweltbundesamt nicht vor).

Damit ergibt sich die in Tabelle 3 angeführte mittlere Exposition der österreichischen Bevölkerung durch  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$ .

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der mittleren  $PM_{10}$ - und  $PM_{2,5}$ -Exposition, der  $PM_{2,5}$ -Emissionen Österreichs sowie der über 61 durchgehend betriebenen Messstellen gemittelten  $PM_{10}$ -Konzentration von 2005 bis 2016. Die mittlere  $PM_{10}$ - und  $PM_{2,5}$ -Exposition verläuft weitgehend parallel, infolge jährlich leicht variierender  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse allerdings nicht völlig.

Ähnlich wie die für Trenddarstellungen über alle durchgehend verfügbaren Messstellen ausgewertete  $PM_{10}$ -Konzentration nimmt die Exposition über den untersuchten Zeitraum ungleichmäßig ab, das Maximum trat 2006 auf, das Minimum 2016. Der Rückgang der über 61 Messstellen gemittelten  $PM_{10}$ -Konzentration fällt allerdings stärker aus als jener der Exposition. Dies liegt u. a. daran, dass Messstellen mit starker Abnahme der  $PM_{10}$ -Belastung, die überwiegend in Kärnten, Tirol und Vorarlberg liegen, vergleichsweise wenig zur bevölkerungsgewichteten Exposition beitragen (für welche Messstellen in Wien, im nördlichen außeralpinen ländlichen Raum und im BR Linz stärker beitragen).

Analog zur mittleren  $PM_{10}$ -Konzentration nimmt die Exposition stärker ab als die österreichischen PM-Emissionen. Abgesehen von den Emissionen wird die langfristige Entwicklung der PM-Belastung und der Exposition von grenzüberschreitendem Schadstofftransport und den meteorologischen Bedingungen beeinflusst, beide Faktoren führten seit 2006 zu einer deutlichen Verringerung der PM-Belastung.

### **Berechnungs- methodik**

### **Rückgang der $PM_{10}$ -Konzentration**

| mittlere Exposition ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |           |            |
|--------------------------------------------------|-----------|------------|
|                                                  | $PM_{10}$ | $PM_{2,5}$ |
| 2005                                             | 24,8      | 19,3       |
| 2006                                             | 25,3      | 19,2       |
| 2007                                             | 21,2      | 15,7       |
| 2008                                             | 20,3      | 15,3       |
| 2009                                             | 20,7      | 15,1       |
| 2010                                             | 22,1      | 16,8       |
| 2011                                             | 22,0      | 16,1       |
| 2012                                             | 19,3      | 14,3       |
| 2013                                             | 19,4      | 14,3       |
| 2014                                             | 17,4      | 12,4       |
| 2015                                             | 17,4      | 12,4       |
| 2016                                             | 15,5      | 11,5       |

*Tabelle 3:  
Mittlere Exposition der  
Österreichischen  
Bevölkerung durch  $PM_{10}$   
und  $PM_{2,5}$ , 2005 bis  
2016 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).*

Abbildung 3:  
Entwicklung der  
PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-  
Exposition und der über  
61 Messstellen  
gemittelten  
PM<sub>10</sub>-Konzentration,  
2005–2016 sowie der  
PM<sub>2,5</sub>-Emissionen  
Österreichs 2005–2015.  
Quelle:  
Umweltbundesamt.

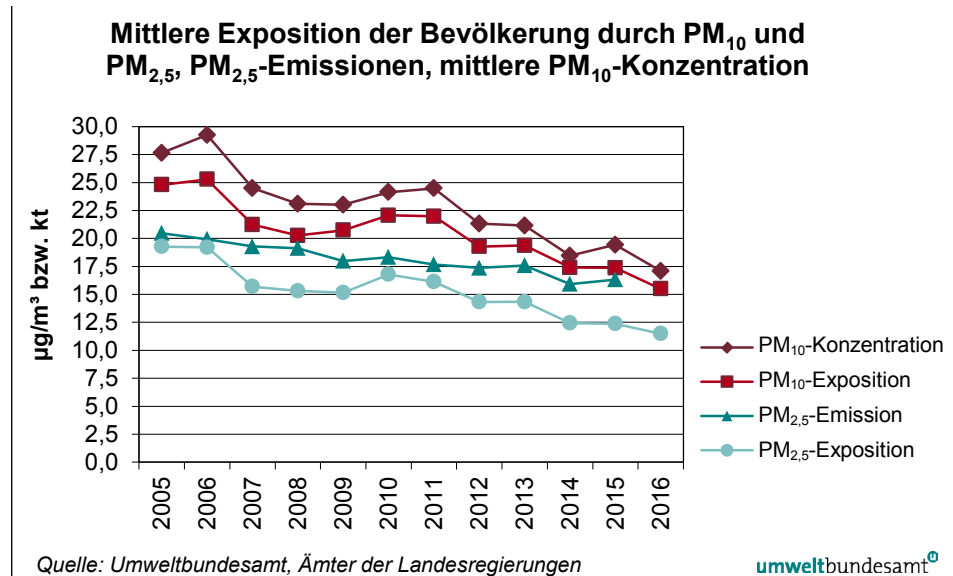
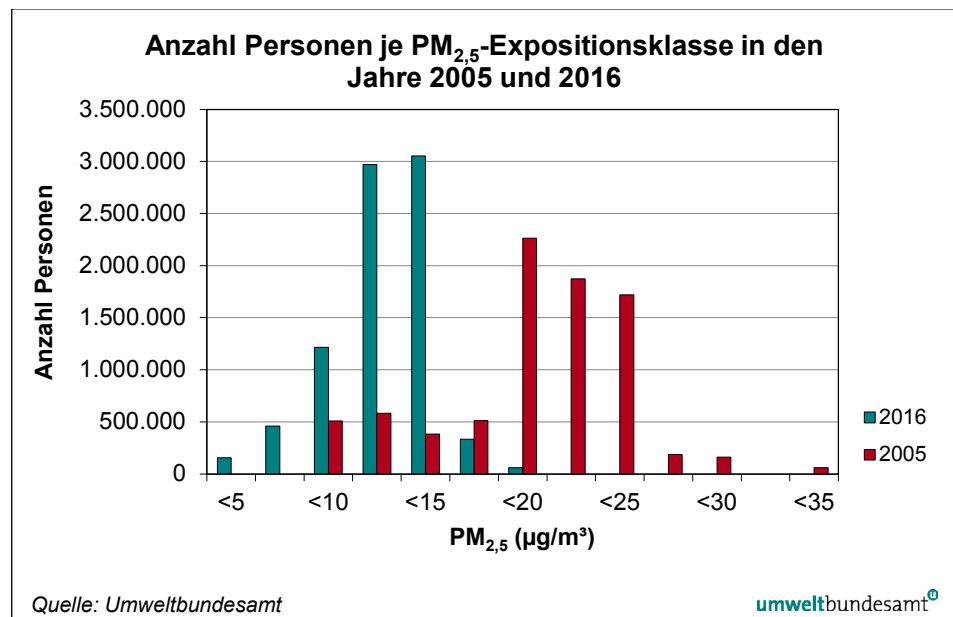


Abbildung 4 zeigt, dass 2005 der Großteil der Bevölkerung Österreichs einer Exposition zwischen 17,5 µg/m³ und 25,0 µg/m³ ausgesetzt war. Der seitdem erfolgte Rückgang der Belastung führt dazu, dass die Exposition des Großteils der Bevölkerung 2016 zwischen 7,5 µg/m³ und 15 µg/m³ liegt.

Abbildung 4:  
Bevölkerungsverteilung  
in Abhängigkeit von der  
PM<sub>2,5</sub>-Exposition, 2005  
und 2016. Quelle:  
Umweltbundesamt.



Die OECD gibt bei dem „Better Life Index“<sup>9</sup> für Österreich eine mittlere PM<sub>2,5</sub>-Belastung von 14,9 µg/m³ für 2013 an (OECD 2015). Dieser Wert stimmt gut mit dem in dieser Studie ermittelten Wert von 14,3 µg/m³ überein (siehe Tabelle 3).

<sup>9</sup> <http://www.oecdbetterlifeindex.org/topics/environment/>

Berücksichtigt man nur die fünf AEI-Messstellen<sup>10</sup> (Wien AKH, Graz Nord, Linz Stadtpark, Salzburg Leherer Park und Innsbruck Zentrum), so umfassen deren repräsentative Flächen insgesamt 26 % der österreichischen Bevölkerung (in Graz nur einen kleinen Teil des Ballungsraumes). Ihre mittlere PM<sub>2,5</sub>-Exposition liegt in allen Jahren um ca. 15 % über der mittleren PM<sub>2,5</sub>-Exposition für ganz Österreich.

---

<sup>10</sup> Anforderungen an den Average Exposure Indicator:

Der Indikator für die durchschnittliche Exposition (AEI — Average Exposure Indicator) ist ein anhand von Messungen an Messstationen für den städtischen Hintergrund im gesamten Hoheitsgebiet eines Mitgliedstaats ermittelter Durchschnittswert für die Exposition der Bevölkerung. Er dient der Berechnung des nationalen Ziels für die Reduzierung der Exposition und der Berechnung der Verpflichtung in Bezug auf die Expositionskonzentration (Art. 2 (20) der Luftqualitätsrichtlinie; <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0050-20150918&from=DE>);

Für diesen Zweck ist eine Probenahmestelle pro Million Einwohner für Ballungsräume und weitere städtische Gebiete mit mehr als 100.000 Einwohnern vorzusehen (Anhang V B der Luftqualitätsrichtlinie).

## 5 VORGANGSWEISE ZUR JÄHRLICHEN AKTUALISIERUNG

Die jährliche Aktualisierung erfolgt durch das Einsetzen der  $PM_{10}$ -Jahresmittelwerte sowie des mittleren  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisses des jeweiligen Jahres an den für das Modell verwendeten Messstellen in die Excel-Tabelle, die für die Expositionsrechnung entwickelt wurde.

Voraussetzung ist das durchgehende Bestehen der verwendeten Messstellen. Sollten die ausgewählten Messstellen verlegt/aufgelassen werden, sind Anpassungen in der Modellkonfiguration unmittelbar erforderlich.

### **Aktualisierungsschritte**

In einem Zeitintervall von fünf Jahren sind folgende Aktualisierungsschritte folgender Input-Parameter vorgesehen:

- Aktualisierung der Bevölkerungsdaten, soweit verfügbar;
- Anpassungen der verwendeten Messstellen, falls die aktuell implementierten Messstellen verlegt/aufgelassen wurden oder ihre Eignung für das Expositionsmodell infolge des Wechsels der Messmethode in Frage steht;
- Prüfung der Einbeziehung zusätzlicher  $PM_{10}$ - und  $PM_{2,5}$ -Messstellen für die Bestimmung des  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisses;
- Evaluierung der repräsentativen Flächen für  $PM_{10}$  in Hinblick auf eingetretene Änderungen der Konzentrationsverteilung, u. U. auch in Hinblick auf Veränderungen im PM-Messnetz;
- die mögliche Einbindung der  $PM_{10}$ - und/oder  $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerte aus dem ZAMG-Modell (und ggf. weiteren Modellrechnungen).

## 6 SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DAS MESSNETZ

### 6.1 PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Messstellen, die für das Expositionsmodell benötigt werden

Für die Bestimmung der Exposition der Bevölkerung Österreichs in künftigen Jahren ist der langfristige Betrieb jener Messstellen, deren PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Messdaten als Grundlage für die Beurteilung der Exposition verwendet werden, notwendig.

Die Bestimmung der Exposition ist mit dem in diesem Projekt entwickelten Modell insbesondere dann nur eingeschränkt möglich, wenn Messstellen nicht mehr zur Verfügung stehen, welche die einzigen in „ihrer“ repräsentativen Fläche sind (diese Messstellen sind in Tabelle 4 zusammengestellt).

Die Messungen von PM<sub>10</sub> an den regionalen Hintergrundmessstellen Enzenkirchen, Pillersdorf und Illmitz sind eine Voraussetzung, um durch West-Ost-Interpolation die ländliche Hintergrundbelastung im nördlichen außeralpinen Gebiet zu bestimmen.<sup>11</sup>

**langfristiger Betrieb  
von Messstellen**

**notwendige  
Messstellen**

**Hintergrund-  
messstellen**

| Gebiet                                                                 | einzigste Messstelle in ihrem repräsentativen Gebiet |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Wien, Klosterneuburg – über 280 m                                      | Wien Schafberg                                       |
| Nördliches Alpenvorland östlich von Linz, Städte mit 10.000–30.000 Ew. | Amstetten                                            |
| Steyr                                                                  | Steyr                                                |
| Wels                                                                   | Wels                                                 |
| St. Pölten                                                             | St. Pölten                                           |
| Böhmische Masse, ländliches Gebiet                                     | Heidenreichstein                                     |
| Böhmische Masse, Städte > 10.000 Ew.                                   | Krems                                                |
| Hausruck und Flachgau, Städte > 5.000 Ew.                              | Lenzing                                              |
| Südöstliches Alpenvorland, ländlich                                    | Klöch                                                |
| Unteres Murtal, Kleinstädte                                            | Leibnitz                                             |
| Graz, nördlicher Teil – unter 400 m                                    | Graz Nord                                            |
| BR Graz, südlicher Teil – unter 400 m                                  | Graz Süd                                             |
| BR Graz – über 400 m                                                   | Graz Lustbüchel                                      |
| Nordalpine Haupttäler mit hohen Emissionen                             | Wörgl                                                |
| Nordalpine Täler mit geringen Emissionen, ländlich                     | Heiterwang                                           |
| Täler in Niederösterreich und Oberösterreich, Städte > 5.000 Ew.       | Bad Ischl                                            |
| Nordalpine Täler in Salzburg, Städte > 5.000 Ew.                       | Zell a.S.                                            |
| Nordalpine Täler in der Steiermark, Städte > 5.000 Ew.                 | Liezen                                               |
| Nordtirol, Kleinstädte am Alpenrand                                    | Kufstein                                             |
| Täler in Vorarlberg, Städte > 5.000 Ew.                                | Bludenz                                              |
| Rheintal, ländliche und Stadtrandgebiete                               | Lustenau Wiesenrain                                  |
| Rheintal, Stadtzentren                                                 | Dornbirn Stadtstraße                                 |
| Nordalpine Berggebiete                                                 | Zöbelboden                                           |
| Südalpine Berggebiete                                                  | Vorhegg                                              |
| Berggebiete am Alpenostrand                                            | Masenbergl                                           |

*Tabelle 4:  
PM<sub>10</sub>-Messstellen, die  
für das  
Expositionsmodell  
benötigt werden.*

<sup>11</sup> Dieses Gebiet hat eine Bevölkerung von 1.395.000 Ew. und ist somit für die Ermittlung der Exposition der Österreichischen Bevölkerung sehr relevant.

Die Berechnung der  $PM_{2,5}$ - aus der  $PM_{10}$ -Konzentration stützt sich ausschließlich auf Messstellen, an denen beide Fraktionen durchgehend mit der gravimetrischen Methode bestimmt werden; dies sind eine ländliche Messstelle (Illmitz) und sechs städtische Messstellen (Wels, Linz Stadtpark, Graz Nord, Graz Süd, Innsbruck Zentrum und Wien AKH).

Die Messung sowohl von  $PM_{10}$  als auch von  $PM_{2,5}$  mittels der gravimetrischen Methode an diesen Messstellen ist für das Modell zur Bestimmung der Exposition unabdingbar.

Tabelle 5 stellt jene repräsentativen Gebiete zusammen, welche die relativ größten Beiträge (ab 4 %) zur kumulativen Exposition (Bevölkerung multipliziert mit  $PM_{10}$ -Konzentration) für  $PM_{10}$  im Jahr 2016 ausmachen. Sie unterstreicht, in welchen Teilen Österreichs für die Bevölkerung flächendeckend repräsentative und messtechnisch belastbare  $PM_{10}$ - und  $PM_{2,5}$ -Messdaten von besonderer Bedeutung sind.

*Tabelle 5: Gebiete mit den größten Beiträgen zur kumulativen Exposition ( $PM_{10}$ , 2016).*

| Gebiet                                                                       | Anteil Bevölkerung | Anteil kumulative Exposition |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|
| Wien (inkl. Klosterneuburg, Schwechat) (unterhalb 280 m)                     | 19 %               | 23 %                         |
| Nördliches außeralpines Flach- und Hügelland – ländlich                      | 17 %               | 17 %                         |
| Nordalpine Täler (ohne Haupttäler) – ländlich                                | 6 %                | 4 %                          |
| Böhmische Masse – ländlich                                                   | 4 %                | 4 %                          |
| BR Linz                                                                      | 3 %                | 4 %                          |
| Südöstliches Alpenvorland („günstige“ Ausbreitungsbedingungen) – Kleinstädte | 3 %                | 4 %                          |

## 6.2 Datenqualität $PM_{10}$

### **keine eindeutige Beurteilung möglich**

Die vorliegenden Messdaten erlauben in einigen Gebieten Österreichs keine eindeutige Beurteilung der  $PM_{10}$ -Belastung für den Zweck dieser Studie. Dies betrifft insbesondere die repräsentativen Gebiete folgender Standorttypen:

1. ländliche Gebiete: Pinzgau und Pongau, Ennstal und Alpentäler Nieder- und Oberösterreichs (ca. 350.000 Ew.),
2. ländliche Gebiete: Inntal unterhalb von Landeck (ca. 150.000 Ew.),
3. ländliche Gebiete: Klagenfurter Becken (95.000 Ew.),
4. ländliche Gebiete: oberes Murtal (ca. 60.000 Ew.),
5. städtische Gebiete: Weinviertel, Waldviertel und Mühlviertel (ca. 60.000 Ew.),
6. das zentrale Stadtgebiet von Graz (ca. 60.000 Ew.).

Für die genannten Gebiete wurden die Ergebnisse von aufgelassenen bzw. temporären Messstellen mit bestehenden Messungen abgeglichen und damit wurde die Belastung dieser Gebiete an bestehende Messstellen „angebunden“ (ExpertInnenschätzung). Auch wenn dadurch eine gewisse Unsicherheit der

Belastung in den jeweiligen Gebieten gegeben ist, kann davon ausgegangen werden, dass die durchschnittliche Belastung der österreichischen Bevölkerung robust wiedergegeben wird.

Die Datenqualität könnte verbessert werden, indem in den angesprochenen Gebieten temporäre Messungen durchgeführt werden. Dadurch ließe sich feststellen, ob bestehende  $PM_{10}$ -Messstellen für diese Regionen repräsentativ sind bzw. ob die Belastung dieser Regionen um einen bestimmten Betrag von der an bestehenden Messstellen gemessenen Konzentration abweicht.

### 6.3 Datenqualität $PM_{2,5}$

In Hinblick auf die höhere Datenqualität, die mit der Bestimmung des  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisses aus den gravimetrischen  $PM_{2,5}$ - und  $PM_{10}$ -Daten verbunden ist, wird in der vorliegenden Studie die Berechnung der mittleren  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse ausschließlich mittels der entsprechenden Messstellen bestimmt.

Geeignete Messreihen liegen derzeit für die ländliche Hintergrundmessstelle Illmitz, für je eine städtische Hintergrundmessstelle in Wien, Linz, Wels und Innsbruck sowie für zwei städtische Hintergrundmessstellen in Graz vor.

Die gravimetrischen  $PM_{2,5}$ - und  $PM_{10}$ -Messstellen decken allerdings einige in Hinblick auf die Bevölkerungszahl expositionsrelevante Gebiete nicht ab:

**nicht erfasste  
Gebiete**

- Den ländlichen Raum im Norden Österreichs,<sup>12</sup>
- den ländlichen Raum in den nordalpinen Tälern,
- den ländlichen Raum in den südalpinen Tälern,
- Kleinstädte in Niederösterreich,
- Kleinstädte im Südöstlichen Alpenvorland.<sup>13</sup>

Für Salzburg<sup>14</sup> und Klagenfurt liegen keine gravimetrischen  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse vor.

Die gravimetrisch bestimmten  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse sind räumlich relativ einheitlich. Die Aussagekraft der damit errechneten Ergebnisse wird daher als hoch eingeschätzt.<sup>15</sup>

<sup>12</sup> Gravimetrische  $PM_{2,5}$ -Messung in Enzenkirchen (mit Probenahme allerdings nur jeden dritten Tag) ab 2013. Die parallele gravimetrische  $PM_{2,5}$ - und  $PM_{10}$ -Messung sollte jedenfalls auch in Zukunft erfolgen und könnte die Einbeziehung dieser Messstelle in den Datensatz zur Bestimmung der ländlichen  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse ermöglichen.

<sup>13</sup> Die Messreihen mit MetOne BAM ab 2015 bzw. 2016 in Voitsberg und Weiz zeigen unrealistisch niedrige  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse um 55 %.

<sup>14</sup> Die mit gravimetrischen  $PM_{2,5}$ -Werten und mittels Sharp 5030 erhobenen  $PM_{10}$ -Werten gebildeten  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse an der Messstelle Salzburg Lehener Park sind jenen gravimetrischer Messdaten aus anderen Städten sehr ähnlich. Salzburg Lehener Park könnte daher nach einer weiteren Evaluierung mit der derzeitigen Messgeräteausstattung in die Bestimmung des mittleren städtischen  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisses einbezogen werden.

## 7 LITERATURVERZEICHNIS

- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (2016): Köberl., W. & Schopper, A.: Mobile Luftgütemessungen Bad Radkersburg 18.08.2014–30.06.2015. Bericht Nr. Lu-11-2016. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz.
- BAUER, H.; KASPER-GIEBL, A.; JANKOWSKI, N.; POURESMAEL, P.; RAMIREZ-SANTA CRUZ, C.; SCHMIDL, C.; SAMPAIO CORDEIRO WAGNER, L. & PUXBAUM, H. (2010): Untersuchung der BaP Quellen in Zederhaus. Technische Universität, Wien.
- FLANDORFER, C. & HIRTL, M. (2015): Evaluierung der Ozonvorhersagen für den Sommer 2015. Berichte der ZAMG für das Amt der NÖ Landesregierung, die Wiener Umweltschutzabteilung – MA 22, das Amt der Burgenländischen Landesregierung. Zahl ZAMG: 2015/UM/003125.
- GRELL, G. A.; PECKHAM, S.E.; SCHMITZ, R.; MCKEEN, S.A.; FROST, G.; SKAMAROCK, W.S. & EDER, B. (2005): Fully coupled 'online' chemistry in the WRF model. Atmos. Environ. 39: 6957–6976.
- HIRTL, M. & FLANDORFER, C. (2014): Evaluierung der Ozonvorhersagen für den Sommer 2014. Berichte der ZAMG für das Amt der NÖ Landesregierung, die Wiener Umweltschutzabteilung – MA 22, das Amt der Burgenländischen Landesregierung. Zahl ZAMG: 2013/UM/003204.
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2015): Green growth headline indicators: population exposure to fine particles: proposed methodology and preliminary results for OECD and G20 countries. ENV/EPOC/WPEI(2015)5/REV1.
- UMWELTBUNDESAMT (2005): Schneider, J. et al.: Abschätzung der Gesundheitsauswirkungen von Schwebstaub in Österreich. Reports, Bd. REP-0020. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2007): Spangl, W.; Schneider, J.; Moosmann, L. & Nagl, C.: Representativeness and classification of air quality monitoring stations – final report. Service contract to the European Commission – DG Environment Contract No. 07.0402/2005/419392/MAR/C1. Reports, Bd. REP-0121. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2009): Winter, B.; Nagl, C.; Spangl, W.; Fröhlich, M.; Freudenschuß, A.; Zethner, G.; Riss, A.; Weiss, P.; Sonderegger, G.; Schilling, C.; Humer, F.; Moser, G.; Tesar, M.; Weinguny, R.; Reisinger, H.; Ortner, R.; Ibesich, N.; Kolesar, C.; Aschauer, A. & Öttl, D.: Medienübergreifende Umweltkontrolle in ausgewählten Gebieten. Hirsdorf. Reports, Bd. REP-0219. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2016): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2015. Reports, Bd. REP-0562. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2016a): Spangl, W.: Luftgütemessstellen in Österreich. Stand Jänner 2016. Reports, Bd. REP-0564. Umweltbundesamt, Wien.

---

<sup>15</sup> Dennoch wird angemerkt, dass temporäre parallele gravimetrische PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Messungen in den o. g. Gebieten die Feststellung erlauben würden, ob die verwendeten PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub>-Verhältnisse auch für diese Gebiete repräsentativ sind.

VISSCHEDIJK, A.J.H.; ZANDVELD, P.Y.J. & DENIER VAN DER GON, H.A.C. (2007): A High Resolution Gridded European Emission Database for the EU Integrate Project GEMS. TNO-report 2007-A-R0233/B.

### **Rechtsnormen und Leitlinien**

Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L; BGBl. I 115/1997 i. d. g. F.): Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert werden.

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

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

## ANHANG A: VERWENDETE DATEN

### Auswahl der Messstellen

Für das Modell zur Bestimmung der Exposition werden PM<sub>10</sub>-Messstellen ausgewählt, die

1. den Großteil der Periode ab 2005 abdecken und deren zukünftiger Betrieb langfristig gewährleistet ist;
2. eindeutig für den – städtischen oder ländlichen Hintergrund – repräsentativ sind.

Für die Abgrenzung der repräsentativen Flächen werden zusätzlich auch Hintergrundmessstellen herangezogen, die mittlerweile aufgelassen wurden oder nur temporär in Betrieb waren. Alle in diese Studie einbezogenen PM<sub>10</sub>-Hintergrundmessstellen sind in Tabelle 6 angegeben.

#### **Datenqualität & Plausibilität**

Grundsätzlich entsprechen alle vorliegenden PM<sub>2,5</sub>- und PM<sub>10</sub>-Daten den technischen Anforderungen an die Datenqualität gemäß IG-L. Allerdings zeigen sich an mehreren PM<sub>2,5</sub>- und PM<sub>10</sub>-Messstellen sprunghafte Veränderungen des Konzentrationsniveaus oder des PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub>-Verhältnisses von einem Jahr zum nächsten, die nicht mit externen Einflussfaktoren wie Emissionen oder Meteorologie interpretierbar sind. Dies stellt einen Hinweis auf technische Probleme dar und legt in mehreren Fällen nahe, Daten einer bestimmten Messstelle bzw. eines bestimmten Jahres nicht für die Expositionsbestimmung heranzuziehen.

Nachdem alle Messdaten die Datenqualitätsziele gemäß IG-L erfüllen, stützt sich diese Entscheidung auf eine Prüfung der Plausibilität im räumlichen und zeitlichen Kontext. Generell zeigen die PM<sub>10</sub>-Messdaten in Österreich ein gut interpretierbares räumliches Belastungsbild mit höheren Konzentrationen in größeren Städten, in Gebieten mit ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen und in Regionen mit hohen Beiträgen grenzüberschreitenden Schadstofftransports. Alle Messstellen zeigen über die Jahre hinweg relativ einheitliche Veränderungen.

#### **Gründe für Abweichungen**

Wenn die Jahresmittelwerte einzelner Messstellen in einzelnen Jahren nicht mit diesem Belastungsbild übereinstimmen, wird geprüft, ob dies auf einen der folgenden Faktoren zurückgeführt werden kann:

- Veränderung der lokalen Emissionssituation;
- Wechsel der Messmethode;
- Wechsel der Korrektur- bzw. Äquivalenzfunktion;
- Ausfälle der Messung, die zwar das Verfügbarkeitskriterium für die Bildung eines Jahresmittelwertes nicht verletzen, aber zu Verzerrungen des Jahresmittelwertes führen (kritisch sind v. a. Ausfälle während besonders niedrig oder hoch belasteter Zeiträume);
- messtechnische Probleme.

#### **nicht berücksichtigte Messstellen**

In Hinblick sowohl auf die unklare Repräsentativität („Stadtrandmessstellen“) als auch auf messtechnische Probleme werden die Messstellen Bad Vöslau, Gänserndorf, Himberg, Kematen, Mistelbach, Stixneusiedl, Ziersdorf und Wien Lobau nicht für die Bestimmung der Exposition verwendet. Die repräsentativen Flächen dieser Messstellen überschneiden sich zum Großteil mit jenen der re-

gionalen Hintergrundmessstellen, an denen die mit der gravimetrischen Referenzmethode erfassten Daten eine belastbarere Datengrundlage darstellen.

Weitere, möglicherweise industriell beeinflusste Messstellen, werden in Anhang B diskutiert.

Wegen Baustellen in der Nähe werden die Daten von Wien Belgradplatz: 2010–2011 und Zederhaus 2014 nicht verwendet.

An den für die Bestimmung der Exposition verwendeten Messstellen lassen sich – im räumlichen und zeitlichen Kontext – Zeiträume mit unplausibel hoher oder niedriger Belastung identifizieren. Diese Veränderungen stehen meist mit einem Wechsel der eingesetzten Messmethode in Verbindung. Daher werden folgende Datensätze nicht für die Expositionsbestimmung verwendet:

**nicht berücksichtigte Daten**

- nicht äquivalente FH62I-R, Überschätzung: Eisenstadt: 2005–2008;
- nicht äquivalente FH62I-R, Unterschätzung: Bad Ischl: 2005;
- nicht äquivalente TEOM-FDMS, Unterschätzung: Hainburg: 2007–2008;
- äquivalente FH62I-R, Überschätzung: Wien Floridsdorf: 2010–2012, Wien Gaudenzdorf: 2010–2011, Wien Kendlerstraße: 2011.

Aus Plausibilitätsgründen werden einzelne Jahresmittelwerte, die im räumlichen und zeitlichen Kontext auffällig hoch oder niedrig sind, ohne dass eine konkrete Ursache eruiert werden konnte, nicht berücksichtigt:

- Obervellach: 2012 niedrig;
- Amstetten: 2014 niedrig;
- Heidenreichstein: 2005 hoch;
- Krems: 2012 niedrig;
- Mödling: 2009 niedrig; 2012 hoch; 2014 niedrig;
- Schwechat: 2012 niedrig;
- Wiener Neustadt: 2013 niedrig;
- Grünbach: 2006 niedrig, 2009 hoch;
- Traun: 2013 hoch;
- Wien Stadlau: 2006 hoch;
- Wien Floridsdorf: 2016 niedrig.

## PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Jahresmittelwerte

Tabelle 6 gibt die Jahresmittelwerte aller österreichischen PM<sub>10</sub>-Messstellen für den Zeitraum 2005–2015 an. Die eingesetzten Messmethoden sind farblich codiert dargestellt.

Fett angegeben sind jene Messstellen, die für die Bestimmung der Exposition herangezogen werden.

Rot angegeben sind Jahresmittelwerte, die aufgrund einer methodischen Bereinigung für die Expositionsbestimmung nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 6:  $PM_{10}$ -Jahresmittelwerte an den österreichischen Messstellen 2005–2016 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Fett dargestellt: Messstellen, die für die Bestimmung der Exposition herangezogen werden. Rot dargestellt: nicht berücksichtigte Jahresmittelwerte. Quelle: Umweltbundesamt und Ämter der Landesregierungen.

| Zone | Messstelle                 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| B    | Eisenstadt                 | 30,0 | 31,9 | 25,0 | 23,5 | 22,4 | 25,5 | 27,1 | 22,6 | 23,6 | 21,1 | 21,4 | 19,4 |
| B    | Illmitz                    | 26,7 | 25,6 | 20,8 | 20,8 | 21,8 | 23,8 | 24,4 | 20,1 | 20,7 | 19,9 | 19,6 | 16,8 |
| B    | Kittsee                    | 29,6 | 28,4 | 24,3 | 22,3 | 23,2 | 24,3 | 27,9 | 24,3 | 23,9 | 24,2 | 24,3 | 21,6 |
| B    | Oberschützen               |      |      |      |      | 22,7 | 24,8 | 26,1 | 21,8 | 22,4 | 22,0 | 22,7 | 19,0 |
| B    | Oberwart                   |      | 27,0 | 24,0 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| K    | Arnoldstein Kugi/Gailitz   | 20,3 | 20,7 | 17,1 | 15,9 | 15,9 | 15,4 | 16,5 | 14,7 | 14,2 | 11,2 | 13,2 | 12,0 |
| K    | Ebenthal Zell              |      |      |      | 26,3 | 27,4 | 25,6 | 26,6 | 23,8 | 20,3 | 17,4 | 21,3 | 21,0 |
| K    | Klagenfurt Koschatstr.     | 25,9 | 29,5 | 23,4 | 20,3 | 20,0 | 22,9 |      |      |      |      |      |      |
| K    | Klagenfurt Sterneckstr.    |      |      |      |      |      |      | 26,6 | 20,4 | 22,8 | 16,7 | 20,2 | 18,0 |
| K    | Obervellach Schulzentrum   |      |      | 15,5 | 15,7 | 15,7 | 14,8 | 16,4 | 16,2 | 13,3 | 10,0 | 11,5 | 9,7  |
| K    | Spittal a.d.Drau           |      |      | 20,4 | 19,0 | 19,4 | 18,5 | 23,5 | 20,3 | 20,4 | 17,6 | 21,0 | 17,1 |
| K    | St. Andrä i.L. Volksschule |      |      | 20,6 | 26,0 | 26,1 | 27,8 | 28,0 | 25,0 | 24,0 | 19,9 | 25,0 | 20,5 |
| K    | St. Georgen im Lavanttal   |      |      | 20,6 | 17,9 | 18,2 | 18,7 | 19,9 | 17,0 | 16,8 | 12,5 | 14,5 | 13,0 |
| K    | St. Veit a. d. Glan Hbf.   |      |      |      |      | 23,2 | 23,5 | 24,5 | 22,2 | 21,8 | 17,3 | 20,9 | 17,5 |
| K    | Vorhegg                    | 10,0 | 10,0 | 8,5  | 7,9  | 8,7  | 9,0  | 9,3  | 9,5  | 7,3  | 6,5  | 6,6  | 6,4  |
| K    | Wolfsberg Hauptschule      | 35,1 | 40,5 | 32,3 | 29,7 | 28,3 | 30,0 | 30,6 | 26,3 | 25,7 | 19,9 | 23,8 | 20,7 |
| N    | Amstetten                  | 29,5 | 28,7 | 27,0 | 26,1 | 23,8 |      | 25,8 | 22,0 | 21,6 | 19,3 | 20,5 | 17,3 |
| N    | Bad Vöslau, Gainfarn       |      |      |      |      | 17,6 | 21,7 | 22,4 | 18,5 | 18,1 | 16,6 | 18,1 | 17,4 |
| N    | Forsthof                   | 17,3 |      | 17,5 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| N    | Gänserndorf                |      |      |      |      | 24,0 | 25,5 | 26,4 | 22,8 | 20,7 | 19,3 | 20,2 | 19,2 |
| N    | Glinzendorf                | 30,1 | 28,4 | 28,1 | 26,4 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| N    | Haidershofen               |      |      |      |      | 20,1 | 21,4 | 20,1 | 18,7 | 18,4 | 16,7 | 15,1 |      |
| N    | Hainburg                   | 28,0 | 29,2 | 27,0 | 27,8 | 26,8 | 28,0 | 28,4 | 24,4 | 23,1 | 20,9 | 21,6 | 20,2 |
| N    | Heidenreichstein           | 23,1 | 20,8 | 17,5 | 17,5 | 18,4 | 18,1 | 18,5 | 14,8 | 12,0 | 11,5 | 14,0 | 13,7 |
| N    | Himberg                    | 27,9 | 28,0 | 19,1 | 22,8 | 24,9 | 29,5 | 29,6 | 25,2 | 23,4 | 19,6 | 18,7 | 18,7 |
| N    | Kematen                    |      |      |      |      |      | 23,3 | 23,0 | 21,3 | 18,6 | 17,2 | 16,1 | 14,6 |
| N    | Klosterneuburg Wisentg.    | 25,1 | 25,3 | 23,4 | 24,5 | 24,2 | 25,3 |      |      |      |      |      |      |

|  |                                          |
|--|------------------------------------------|
|  | Gravimetrie                              |
|  | Gravimetrie und Grimm                    |
|  | TEOM-FDMS äquivalent                     |
|  | TEOM-FDMS nicht äquivalent               |
|  | TEOM nicht äquivalent                    |
|  | MetOne BAM (äquivalent)                  |
|  | FH62I-R nicht äquivalent                 |
|  | FH62I-R äquivalent                       |
|  | Sharp 5030 (äquivalent)                  |
|  | TEOM-FDMS äquivalent und Grav.           |
|  | FH62I-R nicht äqui. u. TEOM nicht äqui.  |
|  | Grimm EDM180 (äquivalent)                |
|  | TEOM-FDMS (äqui.) u. Grimm (äqui.)       |
|  | FH62I-R (n. äqui.) u. Grimm (äqui.)      |
|  | TEOM (nicht äqui.) u. MetOne BAM (äqui.) |
|  | Gravimetrie u. MetOne BAM (äqui.)        |
|  | FH62I-R (äqui.) u. MetOne BAM (äqui.)    |

| Zone | Messstelle                        | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| N    | <b>Krems Sportplatz</b>           | 23,3 |      | 20,5 | 22,9 | 23,6 | 24,8 | 28,8 | 27,5 | 23,6 | 22,2 | 21,6 | 17,0 |
| N    | Mistelbach Steinhübel             | 26,8 | 25,6 | 22,3 | 24,8 | 23,8 | 26,2 | 25,4 | 23,0 | 21,1 | 19,5 | 19,7 | 18,9 |
| N    | <b>Mödling</b>                    | 28,9 | 27,7 | 21,1 | 22,1 | 19,5 | 23,9 | 24,8 | 23,7 | 20,5 | 15,8 | 19,5 | 19,8 |
| N    | Neusiedl im Tullnerfeld           |      |      |      | 26,7 | 26,3 | 26,4 | 25,1 | 23,0 | 23,0 | 20,0 | 20,0 |      |
| N    | <b>Pillersdorf bei Retz</b>       | 26,6 | 26,1 | 20,1 | 20,3 | 20,7 | 22,9 | 21,8 | 19,5 | 21,2 | 19,9 | 16,5 | 15,3 |
| N    | Pöchlarn                          | 26,6 | 27,3 | 23,3 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| N    | Purkersdorf                       | 29,7 | 26,6 | 19,4 | 18,4 | 15,3 | 14,6 | 20,4 |      |      |      |      |      |
| N    | <b>Schwechat Sportplatz</b>       | 31,4 | 29,7 | 27,0 | 26,1 | 25,2 | 28,5 | 26,7 | 22,6 | 22,7 | 22,5 | 21,1 | 18,1 |
| N    | <b>St. Pölten Eybnerstraße</b>    | 29,2 | 28,6 | 25,9 | 26,0 | 25,0 | 27,5 | 28,9 | 25,6 | 22,2 | 21,0 | 19,2 | 17,2 |
| N    | Stixneusiedl                      | 24,7 | 22,5 | 18,8 | 17,5 | 22,6 | 25,9 | 25,5 |      | 21,5 | 18,7 | 19,2 | 18,0 |
| N    | <b>Stockerau West</b>             |      | 29,0 |      |      |      |      | 28,0 | 23,7 | 25,1 | 23,6 | 22,4 | 19,8 |
| N    | <b>Streithofen im Tullnerfeld</b> |      |      |      | 23,9 | 23,2 | 26,1 | 22,3 | 18,0 | 20,4 | 20,1 | 19,2 | 14,1 |
| N    | <b>Traismauer</b>                 |      |      |      | 28,6 | 28,3 | 28,5 | 26,4 | 19,8 | 21,6 | 21,7 | 21,1 | 14,5 |
| N    | Trasdorf im Tullnerfeld           |      |      |      | 27,4 | 27,1 | 25,8 | 27,8 | 19,0 | 21,0 | 22,0 | 22,0 |      |
| N    | <b>Tulln Leopoldgasse</b>         |      |      |      | 25,1 | 24,7 | 26,1 | 25,7 | 20,0 | 22,3 | 21,0 | 19,4 | 19,2 |
| N    | <b>Wiener Neustadt</b>            | 28,3 | 30,2 | 23,8 | 23,0 | 21,4 | 22,0 | 23,3 | 21,1 | 18,0 | 17,7 | 20,9 | 21,3 |
| N    | Wolkersdorf                       |      |      |      |      | 22,2 | 24,1 | 26,1 | 22,8 |      |      |      |      |
| N    | Ziersdorf                         |      |      |      |      | 21,8 | 24,4 | 24,7 | 20,7 | 20,5 | 20,4 | 19,0 | 18,2 |
| N    | Zwentendorf                       |      |      |      | 25,9 | 27,0 | 27,8 | 23,7 |      |      |      |      |      |
| O    | <b>Bad Ischl</b>                  | 19,1 | 23,7 | 21,2 | 21,0 | 16,8 | 21,1 | 17,4 | 14,5 | 16,4 | 12,9 | 13,1 | 12,1 |
| O    | <b>Braunau Zentrum</b>            | 25,4 | 25,6 | 22,7 | 20,3 | 21,4 | 23,4 | 23,2 | 19,7 | 21,1 | 18,1 | 17,6 | 17,0 |
| O    | <b>Enzenkirchen im Sauwald</b>    | 22,0 | 22,1 | 19,0 | 17,4 | 17,9 | 20,0 | 18,8 | 16,4 | 16,3 | 16,0 | 14,6 | 14,2 |
| O    | Gosau                             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 11,4 |      |      |
| O    | <b>Grünbach bei Freistadt</b>     | 13,3 | 8,9  | 11,6 | 13,4 | 19,0 | 14,6 | 13,3 | 12,7 | 12,5 | 11,1 | 12,1 | 12,2 |
| O    | <b>Lenzing</b>                    | 22,7 | 24,6 | 19,9 | 19,7 |      | 23,7 | 23,0 | 19,2 | 21,1 | 18,2 | 17,6 | 16,7 |
| O    | <b>Steyr Mönichholz</b>           | 21,9 | 23,8 | 19,3 | 18,5 | 19,2 | 21,8 | 21,0 | 18,8 | 19,6 | 17,9 | 17,1 | 15,6 |
| O    | <b>Vöcklabruck</b>                | 22,9 | 25,2 | 20,3 | 21,7 | 17,2 | 21,2 | 22,6 | 21,3 | 19,6 | 18,2 | 17,5 | 16,4 |
| O    | <b>Wels Linzerstraße</b>          | 27,4 | 29,2 | 24,1 | 23,9 | 23,9 | 26,2 | 25,5 | 22,5 | 22,8 | 21,4 | 20,6 | 18,6 |
| O    | <b>Zöbelboden</b>                 | 11,1 | 10,0 | 9,8  | 8,6  | 8,8  | 9,3  | 11,3 | 11,1 | 9,4  | 8,1  | 7,7  | 6,9  |

| Zone | Messstelle                        | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| O-L  | Asten Blumensiedlung              |      |      |      |      |      |      | 24,1 | 22,0 | 20,9 | 20,7 | 19,0 |      |
| O-L  | Linz Stadtpark                    |      |      |      |      | 25,2 | 25,1 | 25,4 | 22,1 | 23,0 | 21,6 | 21,5 | 18,8 |
| O-L  | Traun                             | 26,9 | 29,0 | 23,6 | 23,2 | 23,7 | 25,8 | 24,4 | 21,8 | 25,0 | 20,8 | 20,9 | 18,6 |
| S    | Salzburg Lehen Fasane-<br>riestr. | 24,8 | 29,1 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| S    | Salzburg Lehener Park             |      |      | 20,6 | 19,9 | 20,0 | 21,0 | 21,5 | 17,5 | 20,9 | 14,9 | 15,7 | 14,5 |
| S    | Salzburg Mirabellplatz            | 25,4 | 26,1 | 22,1 | 23,0 | 23,7 | 22,9 | 21,6 | 18,0 | 20,0 | 15,5 | 16,1 | 13,9 |
| S    | Tamsweg                           | 20,0 | 20,0 | 17,1 | 15,9 | 17,0 | 19,1 | 18,6 | 14,5 | 17,3 | 15,1 | 15,8 | 14,2 |
| S    | Zederhaus                         | 16,7 | 18,6 | 16,1 | 15,9 | 15,5 | 15,2 | 15,2 | 13,7 | 14,3 | 18,0 | 15,3 | 13,1 |
| S    | Zell am See                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 10,2 | 12,8 | 12,1 |
| St   | Arnfels                           |      |      |      |      |      |      | 10,9 | 11,5 |      |      |      |      |
| St   | Bockberg                          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 20,2 | 17,6 |
| St   | Bruck a. d. Mur Flurgasse         | 27,7 | 28,6 | 22,6 | 24,3 | 24,3 | 25,9 | 28,8 | 24,9 | 23,9 | 22,3 | 24,5 | 20,7 |
| St   | Deutschlandsberg                  |      | 28,8 | 25,8 | 20,6 | 22,0 | 23,2 | 23,8 | 20,3 | 22,2 | 18,1 | 19,4 | 17,9 |
| St   | Fürstenfeld                       |      |      | 26,1 | 24,3 | 25,4 | 27,9 | 28,5 | 27,5 | 25,6 | 23,7 | 25,0 | 21,2 |
| St   | Gratwein                          | 29,6 |      |      |      |      |      |      | 21,9 | 21,5 | 20,1 | 20,0 | 16,4 |
| St   | Hartberg Wieseng.                 | 34,3 | 31,0 | 28,2 | 26,5 | 26,3 |      |      |      |      |      |      |      |
| St   | Hartberg Zentrum                  |      |      |      |      |      | 25,6 | 27,0 | 24,7 | 23,6 | 22,3 | 23,6 | 21,4 |
| St   | Judenburg                         | 22,2 | 24,4 | 20,5 | 20,3 | 20,4 | 19,6 | 21,4 | 19,2 | 17,1 | 14,1 | 15,6 | 13,6 |
| St   | Judendorf Süd                     |      |      | 28,0 | 27,0 | 27,0 | 25,2 | 29,4 | 24,2 | 23,6 | 23,3 | 24,8 | 22,9 |
| St   | Kapfenberg                        |      |      | 27,6 | 27,1 | 25,8 | 26,3 | 27,9 | 23,0 | 17,6 | 16,7 | 16,8 | 14,3 |
| St   | Klöch                             |      |      | 20,2 | 19,4 | 19,4 | 20,8 | 21,4 | 19,2 | 17,8 | 18,0 | 18,3 | 16,2 |
| St   | Knittelfeld Parkstraße            | 29,8 | 31,1 | 26,6 | 25,0 | 24,4 | 25,3 | 27,6 | 22,4 | 21,3 | 16,6 | 18,9 | 16,3 |
| St   | Köflach                           | 31,9 | 34,6 | 29,6 | 29,6 | 29,7 | 30,2 | 30,7 | 24,0 | 26,4 | 23,1 | 26,4 | 24,8 |
| St   | Leibnitz                          |      |      | 30,4 | 28,8 | 28,2 | 30,6 | 35,1 | 29,9 | 30,2 | 28,3 | 29,0 | 22,2 |
| St   | Leoben Donawitz                   | 29,4 | 33,2 | 24,3 | 21,6 | 21,2 | 22,8 | 22,3 | 20,1 | 18,8 | 17,2 | 19,3 | 16,1 |
| St   | Leoben Göss                       |      | 28,3 | 23,6 | 23,5 | 23,3 | 23,0 | 23,4 | 20,3 | 20,2 | 18,8 | 17,0 | 15,9 |
| St   | Leoben Zentrum                    |      | 33,5 | 28,3 | 27,3 | 26,1 | 26,8 | 27,4 | 23,3 | 22,0 | 21,0 | 23,7 | 20,5 |
| St   | Liezen                            | 25,3 | 26,9 | 23,3 | 22,0 | 21,2 | 21,8 | 22,0 | 16,8 | 20,2 | 13,7 | 15,4 | 12,9 |

| Zone | Messstelle             | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| St   | Masenberg              | 15,4 | 15,8 | 16,3 | 14,1 | 13,3 | 13,2 | 14,0 | 13,3 | 13,4 | 11,3 | 10,7 | 8,8  |
| St   | Mürzzuschlag           |      | 25,4 | 19,5 | 18,3 | 22,7 | 21,9 | 19,3 | 17,0 | 17,2 | 15,8 | 18,7 | 15,8 |
| St   | Niklasdorf             | 24,8 | 25,9 | 22,7 | 23,5 | 21,5 | 23,6 | 26,4 | 22,4 | 22,5 |      |      |      |
| St   | Peggau                 | 34,8 | 35,3 | 31,8 | 30,9 | 30,0 | 29,4 | 30,5 | 24,6 | 18,3 | 22,8 | 23,7 | 20,8 |
| St   | Pöls Ost               |      | 16,2 | 14,1 | 12,9 | 15,6 |      |      |      |      |      |      |      |
| St   | Straßengel Kirche      |      |      | 22,5 | 21,3 | 23,8 | 24,5 |      |      |      |      |      |      |
| St   | Voitsberg Mühlgasse    | 32,3 | 34,2 | 29,4 | 27,9 |      | 29,5 | 30,4 | 25,2 | 23,6 | 21,4 | 25,3 | 22,0 |
| St   | Weiz                   | 36,0 | 36,8 | 29,4 | 26,0 | 27,4 | 31,5 | 31,1 | 25,6 | 25,5 | 23,7 | 22,5 | 19,4 |
| St   | Zeltweg                |      | 30,9 | 26,0 | 24,1 | 24,4 | 23,3 | 27,1 | 22,1 | 21,4 | 16,7 | 19,4 | 17,4 |
| St-G | Graz Lustbühel         |      |      |      |      |      |      | 21,8 | 19,0 | 18,6 | 16,4 | 18,3 | 15,0 |
| St-G | Graz Mitte Gries       |      |      |      |      |      | 26,4 | 31,7 | 26,8 | 25,3 | 21,6 | 25,1 | 22,9 |
| St-G | Graz Mitte Landhausg.  | 43,0 | 45,0 | 36,3 | 34,4 | 33,0 |      |      |      |      |      |      |      |
| St-G | Graz Nord              | 32,6 | 35,4 | 29,7 | 27,5 | 23,5 | 24,9 | 25,0 | 20,7 | 21,2 | 19,1 | 20,9 | 18,5 |
| St-G | Graz Platte            |      |      | 19,1 | 18,0 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| St-G | Graz Süd Tiergartenweg | 39,1 | 40,2 | 35,7 | 32,7 | 31,3 | 33,7 | 32,9 | 28,3 | 26,7 | 24,2 | 27,5 | 24,0 |
| St-G | Graz West              |      |      | 30,4 | 28,8 | 29,9 | 27,4 | 30,8 | 25,7 | 25,2 | 24,4 | 24,0 | 22,9 |
| T    | Heiterwang Ort         |      |      |      |      |      |      | 14,6 | 13,8 | 13,1 | 10,7 | 11,6 | 10,2 |
| T    | Innsbruck Reichenau    | 30,9 | 35,3 | 28,6 | 23,8 | 24,4 | 23,6 | 25,3 | 22,6 | 21,2 | 16,1 | 18,6 | 17,9 |
| T    | Innsbruck Zentrum      | 29,4 | 31,6 | 25,3 | 21,8 | 22,7 | 22,1 | 23,1 | 20,8 | 20,0 | 15,2 | 17,4 | 16,2 |
| T    | Kramsach Angerberg     |      |      |      |      | 15,4 | 16,4 |      |      |      |      |      |      |
| T    | Kufstein Zentrum       | 20,1 | 22,2 | 18,9 | 16,9 | 18,1 | 18,9 | 19,8 | 17,7 | 17,4 | 12,8 | 14,5 | 11,1 |
| T    | Ried im Zillertal      |      |      |      |      | 17,8 |      | 17,5 |      |      |      |      |      |
| T    | Wörgl Stelzhamerstraße | 25,7 | 27,8 | 24,8 | 22,7 | 21,4 | 21,5 | 21,8 | 20,4 | 20,1 | 16,1 | 17,8 | 14,1 |
| V    | Bludenz Herrengasse    | 22,9 | 25,8 | 21,4 | 18,8 | 19,0 | 18,7 | 19,2 | 16,9 | 17,6 | 13,6 | 16,1 | 14,4 |
| V    | Dornbirn Stadtstraße   | 27,5 | 29,1 | 25,6 | 20,7 | 20,9 | 21,7 | 20,8 | 19,0 | 19,0 | 15,3 | 17,0 | 15,3 |
| V    | Lustenau Wiesenrain    | 25,0 | 25,7 | 21,6 | 20,8 | 20,0 | 21,1 | 20,7 | 18,1 | 18,6 | 15,2 | 16,8 | 15,0 |
| W    | AKH                    | 30,4 | 30,7 | 23,9 | 23,5 | 25,7 | 28,2 | 26,7 | 23,2 | 23,6 | 21,8 | 20,8 | 18,3 |
| W    | Belgradplatz           | 31,9 | 32,4 | 26,1 | 25,1 | 27,1 | 37,6 | 33,9 | 27,3 | 27,3 | 22,6 | 21,3 | 18,4 |
| W    | Floridsdorf            | 29,1 | 29,3 | 24,1 | 22,5 | 25,4 | 30,7 | 31,3 | 27,5 | 26,4 | 22,8 | 21,1 | 17,7 |

| Zone | Messstelle                    | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| W    | Gaudenzdorf                   | 27,6 | 28,5 | 23,4 | 24,1 | 25,5 | 30,7 | 30,5 | 25,6 | 26,5 | 23,0 | 21,8 | 19,4 |
| W    | Kaiser-Ebersdorf              | 28,9 | 29,1 | 24,5 | 23,2 | 25,0 | 30,4 | 29,4 | 22,6 | 24,3 | 23,5 | 20,4 | 20,3 |
| W    | Kendlerstraße                 | 30,3 | 31,1 | 25,8 | 25,4 | 26,2 | 27,9 | 30,4 | 26,5 | 26,6 | 22,4 | 21,9 | 19,0 |
| W    | Laaer Berg                    | 28,3 | 29,2 | 21,5 | 20,8 | 24,1 | 29,2 | 28,0 | 23,7 | 25,3 | 22,2 | 19,6 | 18,4 |
| W    | Liesing - Carlberggasse       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 20,3 | 18,9 |
| W    | Liesing – An den Steinfeldern | 34,4 | 34,3 | 28,5 | 26,8 | 29,2 | 31,1 | 31,6 | 27,3 | 27,9 | 22,9 |      |      |
| W    | Lobau                         | 23,8 | 24,5 | 20,3 | 17,8 | 20,8 | 25,9 | 25,8 | 20,3 | 22,1 | 18,8 | 17,4 | 14,9 |
| W    | Schafberg                     | 25,8 | 25,9 | 20,3 | 20,1 | 22,2 | 25,0 | 24,5 | 21,4 | 22,1 | 20,9 | 18,6 | 16,4 |
| W    | Stadlau                       | 32,0 | 34,9 | 26,7 | 25,2 | 27,0 | 28,7 | 28,3 | 24,8 | 24,6 | 24,0 | 21,4 | 18,5 |

Tabelle 7:  $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerte an den österreichischen Messstellen 2005–2016 ( $\mu g/m^3$ ). Fett dargestellt: Gravimetrische Messung. Quelle: Umweltbundesamt und Ämter der Landesregierungen.

| BL | Station                         | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|----|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| B  | Eisenstadt (Grav.)              |      |      |      |      |      |      |      |      | 18,9 | 16,5 | 14,6 |      |
| B  | Eisenstadt (kont.)              |      |      |      |      |      |      |      |      | 18,9 | 16,7 | 14,9 | 13,4 |
| B  | Illmitz am Neusiedler See       | 22,0 | 21,9 | 16,2 | 16,4 | 17,1 | 19,3 | 19,3 | 15,1 | 15,9 | 15,1 | 14,7 | 13,2 |
| K  | Klagenfurt Koschatstr.          |      |      | 18,1 | 16,4 | 14,8 | 18,2 |      |      |      |      |      |      |
| K  | Klagenfurt Sterneckstr.         |      |      |      |      |      |      | 19,4 | 14,7 | 12,6 | 10,9 | 14,6 | 11,8 |
| K  | Wolfsberg Hauptschule           |      |      |      |      |      |      |      |      | 19,0 | 15,9 | 19,2 | 15,5 |
| N  | Glinzendorf                     |      |      |      |      |      |      |      |      | 17,6 | 13,0 | 14,8 | 10,7 |
| N  | Haidershofen                    |      |      |      |      |      | 16,9 | 15,9 |      |      |      |      |      |
| N  | Pillersdorf bei Retz            |      |      |      |      |      |      |      | 14,2 | 15,5 | 15,1 | 12,9 | 12,5 |
| N  | Schwechat Sportplatz            |      |      |      |      |      |      | 15,4 | 15,1 |      | 14,6 | 16,3 | 12,9 |
| N  | St. Pölten Eybnerstraße (kont.) |      |      |      |      | 17,5 | 19,3 | 20,4 | 17,3 | 17,6 | 14,9 | 14,0 | 12,5 |
| N  | St. Pölten Eybnerstraße (Grav.) |      |      |      |      |      |      |      | 15,9 | 17,4 | 15,9 | 13,9 |      |
| N  | Zwentendorf                     |      |      |      |      |      |      |      | 14,8 | 18,7 | 14,4 | 14,5 | 13,5 |
| O  | Bad Ischl                       |      |      |      |      |      |      | 12,2 | 10,5 | 11,6 | 8,3  | 9,3  | 8,7  |

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
|  | Gravimetrie                       |
|  | Sharp 5030                        |
|  | Gravimetrie u. Sharp 5030         |
|  | TEOM-FDMS äquivalent              |
|  | Grimm EDM180 äquivalent           |
|  | Gravimetrie u Grimm (äqui.)       |
|  | TEOM-FDMS (äqui.) u Grimm (äqui.) |
|  | MetOne BAM (äquivalent)           |

| BL   | Station                       | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| O    | Braunau Zentrum               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 12,5 | 12,0 |
| O    | Enzenkirchen (Grav.)          |      |      |      |      |      |      |      |      | 13,8 | 13,0 | 11,4 | 12,9 |
| O    | Enzenkirchen (kont.)          |      |      |      |      |      |      |      | 13,8 | 14,7 | 13,3 | 12,7 | 10,6 |
| O    | Gosau                         |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6,8  |      |      |
| O    | Grünbach bei Freistadt        |      |      |      |      |      | 10,9 | 9,6  | 8,7  | 9,2  | 7,5  | 9,1  | 8,9  |
| O    | Lenzing                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 11,5 | 11,7 |
| O    | Steyr Münichholz              |      |      |      |      |      |      |      |      | 14,8 | 12,9 | 11,8 | 10,7 |
| O    | Vöcklabruck                   |      |      |      |      |      |      |      |      | 15,3 | 13,2 | 12,3 | 12,1 |
| O    | <b>Wels Linzerstraße</b>      |      |      |      | 17,8 | 16,7 | 21,0 | 19,2 | 16,7 | 17,6 | 15,9 | 15,2 | 13,6 |
| O    | Zöbelboden                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6,9  | 7,4  | 5,3  |
| O-L  | Asten Blumensiedlung          |      |      |      |      |      |      |      |      | 16,5 | 15,3 | 13,5 |      |
| O-L  | <b>Linz Stadtpark (Grav.)</b> |      |      |      |      | 16,8 | 20,5 | 18,8 | 16,7 | 17,4 | 15,8 | 15,4 | 14,0 |
| O-L  | Linz Stadtpark (kont.)        |      |      |      |      |      | 18,2 | 16,5 | 13,8 | 14,8 | 14,1 | 12,7 | 12,7 |
| O-L  | Traun                         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 15,2 | 13,5 |
| S    | Salzburg Lehen                |      |      |      | 14,3 | 15,7 | 16,4 | 14,1 | 12,7 | 14,6 | 10,4 | 11,2 | 10,0 |
| S    | Zell am See                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6,3  | 9,0  | 8,4  |
| St   | Leibnitz                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 19,9 | 15,3 |
| St   | Voitsberg Mühlgasse           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 14,7 | 13,1 |
| St   | Weiz                          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 11,5 |
| St-G | <b>Graz Nord</b>              |      |      |      |      | 17,1 | 18,8 | 20,0 | 16,0 | 16,8 | 14,3 | 15,4 | 13,6 |
| St-G | <b>Graz Süd Tiergartenweg</b> |      |      | 25,4 | 23,6 | 22,7 | 24,4 | 25,1 | 21,4 | 20,6 | 17,6 | 19,8 | 17,5 |
| T    | <b>Innsbruck Zentrum</b>      |      |      | 18,3 | 15,6 | 16,5 | 16,1 | 16,2 | 14,7 | 14,4 | 10,2 | 12,6 | 11,0 |
| V    | Dornbirn Stadtstraße          |      |      |      |      |      |      |      |      | 13,0 | 9,7  | 11,4 | 10,7 |
| V    | <b>Lustenau Wiesenrain</b>    |      |      |      |      |      |      |      |      | 14,0 | 11,2 | 12,2 | 11,1 |
| W    | <b>AKH (Grav.)</b>            | 24,0 | 23,2 | 17,8 | 17,4 | 18,9 | 20,7 | 20,0 | 16,9 | 17,8 | 16,2 | 15,2 | 13,6 |
| W    | AKH (kont.)                   |      |      |      |      |      |      |      |      | 17,5 | 15,5 | 15,6 | 14,3 |
| W    | Kendlerstraße                 |      |      |      |      |      |      | 19,9 | 16,8 | 17,7 | 15,7 | 14,1 | 13,5 |
| W    | Lobau                         |      |      |      |      |      |      | 17,4 | 14,3 | 15,2 | 13,4 | 12,8 | 11,5 |
| W    | Stadlau                       |      |      |      |      |      |      | 20,2 | 18,1 | 18,8 | 16,8 | 14,6 | 13,8 |

Tabelle 8:  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis, Jahresmittelwerte an den österreichischen Messstellen 2005–2016 (%).Fett dargestellt: Messstellen, die zur Bestimmung des  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisses für die Expositionsberechnung herangezogen werden. Quelle:

Umweltbundesamt und Ämter der Landesregierungen.

| BL | Station                   | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|----|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| B  | Eisenstadt                |      |      |      |      |      |      |      |      | 71 % | 76 % | 68 % |      |
| B  | Eisenstadt                |      |      |      |      |      |      |      |      | 70 % | 66 % | 63 % | 67 % |
| B  | Illmitz am Neusiedler See | 80 % | 80 % | 77 % | 80 % | 76 % | 79 % | 76 % | 75 % | 74 % | 73 % | 74 % | 77 % |
| K  | Klagenfurt Koschatstr.    |      |      | 79 % | 80 % | 69 % | 77 % |      |      |      |      |      |      |
| K  | Klagenfurt Sterneckstr.   |      |      |      |      |      |      | 71 % | 69 % | 49 % | 63 % | 74 % | 60 % |
| K  | Wolfsberg Hauptschule     |      |      |      |      |      |      |      |      | 70 % | 82 % | 84 % | 72 % |
| N  | Haidershofen              |      |      |      |      |      | 77 % | 77 % |      |      |      |      |      |
| N  | Pillersdorf bei Retz      |      |      |      |      |      |      |      | 73 % | 71 % | 76 % | 74 % | 81 % |
| N  | Pillersdorf bei Retz      |      |      |      |      |      |      |      | 70 % | 73 % | 76 % | 70 % | 80 % |
| N  | Schwechat Sportplatz      |      |      |      |      |      |      |      | 65 % |      | 60 % | 74 % | 70 % |
| N  | Schwechat Sportplatz      |      |      |      |      |      |      |      | 64 % |      | 61 % | 76 % |      |
| N  | St. Pölten Eybnerstraße   |      |      |      |      | 68 % | 71 % | 64 % | 65 % | 72 % | 67 % | 72 % | 72 % |
| N  | St. Pölten Eybnerstraße   |      |      |      |      |      |      |      | 60 % | 81 % | 74 % | 75 % |      |
| O  | Bad Ischl                 |      |      |      |      |      |      | 63 % | 72 % | 62 % | 56 % | 69 % | 71 % |
| O  | Braunau Zentrum           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 65 % | 64 % |
| O  | Enzenkirchen im Sauwald   |      |      |      |      |      |      |      |      | 80 % | 77 % | 77 % | 75 % |
| O  | Enzenkirchen im Sauwald   |      |      |      |      |      |      |      | 75 % | 74 % | 75 % | 76 % | 74 % |
| O  | Gosau                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 52 % |      |      |
| O  | Grünbach bei Freistadt    |      |      |      |      |      | 68 % | 66 % | 69 % | 64 % | 60 % | 76 % | 75 % |
| O  | Lenzing                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 71 % | 75 % |
| O  | Steyr Münchenholz         |      |      |      |      |      |      |      |      | 65 % | 64 % | 62 % | 61 % |
| O  | Vöcklabruck               |      |      |      |      |      |      |      |      | 69 % | 65 % | 64 % | 65 % |
| O  | Wels Linzerstraße         |      |      |      | 74 % | 66 % | 77 % | 72 % | 72 % | 75 % | 72 % | 66 % | 72 % |
| O  | Zöbelboden                |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 77 % | 77 % | 79 % |

|  | $PM_{2,5}$         | $PM_{10}$              |
|--|--------------------|------------------------|
|  | Gravimetrie        | Gravimetrie            |
|  | Grav. u. Sharp     | Gravimetrie            |
|  | Gravimetrie        | Sharp 5030             |
|  | Sharp 5030         | Sharp 5030             |
|  | Sharp 5030         | Gravimetrie            |
|  | Grav. u. Sharp     | Sharp 5030             |
|  | Grimm EDM180       | Grimm EDM180           |
|  | Grimm EDM180       | Gravimetrie            |
|  | Gravimetrie        | Grimm EDM180           |
|  | TEOM-FDMS          | TEOM-FDMS              |
|  | TEOM-FDMS u. Grimm | TEOM-FDMS u. Grimm     |
|  | Gravimetrie        | TEOM-FDMS              |
|  | Gravimetrie        | TEOM-FDMS u. Grimm     |
|  | Gravimetrie        | TEOM-FDMS u. Grav.     |
|  | Gravimetrie        | TEOM (nicht äqui.)     |
|  | MetOne BAM         | MetOne BAM             |
|  | Gravimetrie        | Grav. u. MetOne BAM    |
|  | Gravimetrie        | FH62I-R äquivalent     |
|  | Gravimetrie        | FH62I-R (äq.) u. Grimm |
|  | Sharp 5030         | Grimm EDM180           |

| BL   | Station                       | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| O-L  | Asten Blumensiedlung          |      |      |      |      |      |      |      |      | 72 % | 68 % | 65 % |      |
| O-L  | <b>Linz Stadtpark</b>         |      |      |      |      | 63 % | 79 % | 72 % | 74 % | 73 % | 73 % | 71 % | 74 % |
| O-L  | Linz Stadtpark                |      |      |      |      |      | 69 % | 67 % | 64 % | 62 % | 66 % | 65 % | 64 % |
| O-L  | Traun                         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 67 % | 66 % |
| S    | Salzburg Lehen                |      |      |      | 76 % | 76 % | 75 % | 66 % | 73 % | 68 % | 70 % | 71 % | 70 % |
| S    | Zell am See                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 60 % | 69 % | 67 % |
| St   | Leibnitz                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 65 % | 65 % |
| St   | Voitsberg Mühlgasse           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 55 % | 55 % |
| St   | Weiz                          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 56 % |
| St-G | <b>Graz Nord</b>              |      |      |      |      | 72 % | 73 % | 72 % | 77 % | 77 % | 73 % | 73 % | 72 % |
| St-G | <b>Graz Süd Tiergartenweg</b> |      |      | 70 % | 71 % | 72 % | 71 % | 72 % | 76 % | 76 % | 71 % | 71 % | 71 % |
| T    | <b>Innsbruck Zentrum</b>      |      |      | 72 % | 72 % | 72 % | 72 % | 69 % | 71 % | 71 % | 67 % | 69 % | 68 % |
| V    | Dornbirn Stadtstraße          |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 62 % | 65 % | 68 % |
| V    | Lustenau Wiesenrain           |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 73 % | 70 % | 72 % |
| W    | <b>AKH</b>                    | 76 % | 73 % | 73 % | 73 % | 71 % | 70 % | 73 % | 73 % | 72 % | 72 % | 71 % | 73 % |
| W    | AKH                           |      |      |      |      |      |      |      |      | 72 % | 70 % | 74 % | 78 % |
| W    | Kendlerstraße                 |      |      |      |      |      |      | 62 % | 62 % | 67 % | 65 % | 65 % | 70 % |
| W    | Kendlerstraße                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 67 % | 64 % |      |
| W    | Lobau                         |      |      |      |      |      |      | 62 % | 65 % | 69 % |      | 70 % |      |
| W    | Stadlau                       |      |      |      |      |      |      | 69 % | 73 % | 72 % | 67 % | 67 % | 74 % |

## Methodenbeschreibung Chemisches Transportmodell WRF-Chem der ZAMG

### **tägliche Luftqualitäts- vorhersagen**

Das online gekoppelte chemische Transportmodell WRF-Chem (GRELL et al. 2005) wird an der ZAMG für die täglichen Luftqualitätsvorhersagen verwendet. Die Meteorologie wird gleichzeitig mit den Emissionen, der Turbulenz, dem Transport und den Umwandlungsprozessen der chemischen Substanzen simuliert. Die Modellierung wird an der ZAMG auf zwei Gebieten durchgeführt: Das Hauptgitter überdeckt Europa sowie Nordafrika und hat eine räumliche Auflösung von 12 km, das genestete Gebiet liegt über Österreich und wird mit einer räumlichen Auflösung von 4 km gerechnet. Für die meteorologischen Anfangs- und Randbedingungen werden ECMWF-Vorhersagen<sup>16</sup> verwendet.

### **Daten versch. Emissionskataster**

Die anthropogenen Emissionen werden aus verschiedenen Emissionskatastern generiert. Für die österreichischen Emissionen werden die Emissionskataster der Landesregierungen herangezogen. Die europäischen Emissionen stammen aus dem TNO Emissionskataster<sup>17</sup> (VISSCHEDIJK et al. 2007). Die Emissionen außerhalb Europas werden aus dem EMEP Emissionskataster<sup>18</sup> genommen. Die Emissionsinventare liefern Emissionsdaten auf verschiedenen Gittern bzw. auf Gemeinde-/Wahlsprengelsebene. Mit einem Emissionsdatenaufbereitungstool, welches in Kooperation mit der BOKU (Universität für Bodenkultur Wien) entwickelt wurde, werden die verschiedenen Emissionsdaten auf das Modellgitter gebracht. Da die Emissionsdaten nur als Jahresemissionen vorliegen, müssen diese noch zeitlich disaggregiert werden. Den Emissionsdaten werden Jahres-/Monats-/Wochen- und Tagesgänge aufgeprägt, um schlussendlich stündliche Emissionsdaten zu erhalten. Die verwendeten Daten stellen daher nur eine Abschätzung der tatsächlichen Emissionen dar und können z. B. außergewöhnliche kurzfristige Emissionssituationen nicht berücksichtigen. Im Allgemeinen können mit diesen Emissionsdaten jedoch die großräumigen Schadstoffverteilungen räumlich und zeitlich qualitativ sehr gut reproduziert werden (Berichte der ZAMG zur Evaluierung der Ozonvorhersagen, HIRTL & FLANDORFER, 2014 bzw. FLANDORFER & HIRTL 2015).

Die biogenen Emissionen werden durch die meteorologischen Gegebenheiten und Landnutzungsdaten durch das Modell MEGAN bestimmt.

---

<sup>16</sup> [www.ecmwf.int](http://www.ecmwf.int)

<sup>17</sup> [www.tno.nl](http://www.tno.nl)

<sup>18</sup> [www.ceip.at](http://www.ceip.at)

## ANHANG B: DISKUSSION DER REPRÄSENTATIVITÄT DER PM<sub>10</sub>-MESSSTELLEN

In Anhang B werden die Grundlagen für die Abgrenzung repräsentativer Flächen und die Zuordnung der PM<sub>10</sub>-Messstellen zu repräsentativen Flächen (siehe Kapitel 3.4) dargestellt.

Anhang B ist nach den in Kapitel 3 angeführten topografischen Regionen strukturiert. In den einzelnen Kapiteln des Anhangs werden die Kriterien für die Auswahl repräsentativer Messstellen hinsichtlich der Abgrenzung repräsentativer Flächen anhand der Bevölkerungsverteilung, der Seehöhe, unterschiedlicher Ausbreitungsbedingungen oder des Einflusses spezieller Emissionen beschrieben. Auch werden Gebiete diskutiert, die nicht durch repräsentative Flächen der Messstellen abgedeckt werden.

### Pannonische Ebene, Weinviertel, Nördliches Alpenvorland

Aufgrund der Höhe der PM<sub>10</sub>-Konzentration im nördlichen außeralpinen Raum werden der ländliche Raum, die Kleinstädte und die Ballungsräume (Wien, Linz) als unterschiedliche repräsentative Flächen unterschieden.

Die unterschiedliche PM<sub>10</sub>-Konzentration in den Kleinstädten erfordert die Abgrenzung repräsentativer Flächen für verschiedene Städte bzw. Gruppen von Städten.

### Ländlicher Hintergrund

In Hinblick auf die Höhe und die räumliche Verteilung der PM<sub>10</sub>-Belastung stellt der nördliche außeralpine Raum vom oberösterreichischen Alpenvorland bis zur Pannonischen Ebene ein einheitliches Gebiet mit einem West-Ost-Gradienten der regionalen Hintergrundbelastung dar.

Nicht zu diesem Gebiet gehört das Tullnerfeld, das eine höhere ländliche Hintergrundbelastung aufweist (siehe Kapitel Tullnerfeld).

Im Nördlichen Alpenvorland, im Weinviertel und in der Pannonischen Ebene stehen als gravimetrische PM<sub>10</sub>-Hintergrundmessstellen Enzenkirchen (13,76° Ost, 48,39° Nord), Haidershofen (14,49° Ost, 48,08° Nord; nur 2009–2015), Pillersdorf (15,94° Ost, 48,72° Nord) und Illmitz (16,77° Ost, 47,77° Nord) zur Verfügung.

Zusammen mit den Messwerten weiterer ländlicher und dörflicher Messstellen, die mit kontinuierlichen PM<sub>10</sub>-Messgeräten betrieben werden, geben die Daten der regionalen Hintergrundmessstellen das Bild einer gleichmäßig einheitlichen Konzentrationsverteilung mit einem West-Ost-Gradienten im Nördlichen Alpenvorland, im Weinviertel und in der Pannonischen Ebene.

Im Mittel über die Jahre 2009 bis 2015 weicht der Mittelwert von Enzenkirchen und Pillersdorf von der an der etwa in der Mitte gelegenen Messstelle Haidershofen gemessenen Konzentration um 0,1 µg/m<sup>3</sup> ab; die Differenz variiert in den

**einheitliche  
Konzentrations-  
verteilung**

einzelnen Jahren zwischen + 0,8 µg/m<sup>3</sup> (2009, 2012) und – 1,3 µg/m<sup>3</sup> (2014). Daher erscheint die lineare Interpolation in West-Ost-Richtung auch ohne Berücksichtigung der Messstelle Haidershofen gerechtfertigt.

Für die Bestimmung der flächenhaften regionalen Hintergrundkonzentration wird daher in West-Ost-Richtung zwischen den Hintergrundmessstellen Enzenkirchen, Pillersdorf und Illmitz linear interpoliert. In Nord-Süd-Richtung wird von einer konstanten Konzentrationsverteilung ausgegangen, diese weist auch keine Höhenabhängigkeit auf.

Aus GIS-technischen Gründen erweist sich die Implementierung eines Interpolationsalgorithmus als schwierig, sodass für die praktische Anwendung eine „stufenförmige“ Konzentrationsverteilung verwendet wird.

Der Längsbereich zwischen Enzenkirchen und Illmitz wird mit Grenzen bei 13,95°, 14,51°, 15,07°, 15,63°, 16,15° und 16,57° (östlicher Länge) in fünf Teilbereiche mit gleicher Ausdehnung in West-Ost-Richtung aufgegliedert:

- Dem Teilbereich westlich 13,95° Ost wird der PM<sub>10</sub>-Messwert von Enzenkirchen zugeordnet;
- die PM<sub>10</sub>-Konzentration der drei Teilbereiche zwischen 13,95° und 15,63° Ost wird durch lineare Interpolation zwischen Enzenkirchen und Pillersdorf ermittelt;
- dem Teilbereich zwischen 15,63° und 16,15° Ost wird der PM<sub>10</sub>-Messwert von Pillersdorf zugeordnet;
- dem Teilbereich zwischen 16,15° und 16,57° Ost wird der Mittelwert der PM<sub>10</sub>-Messwert von Pillersdorf und Illmitz zugeordnet;
- dem Teilbereich östlich von 16,57° Ost wird der PM<sub>10</sub>-Messwert von Illmitz zugeordnet.

## Kleinstädte

### **repräsentative Gebiete**

Aufgrund der Höhe der PM<sub>10</sub>-Konzentration werden im nördlichen außeralpinen Flach- und Hügelland (exkl. Tullnerfeld) folgende repräsentative Gebiete für unterschiedlich belastete städtische Hintergrundmessstellen unterschieden:

- „Ballungsraum“ Wien,
- Ballungsraum Linz,
- Nordburgenland, Wiener Becken und Weinviertel,
- St. Pölten,
- Steyr,
- Wels,
- Kleinstädte zwischen Wien und Linz,
- Kleinstädte westlich von Linz.

Die Abgrenzung zwischen dem ländlichen Raum und den Kleinstädten erfolgt pragmatisch bei einer Bevölkerung von 10.000 Ew. pro Gemeinde. Dies ist u. a. dadurch motiviert, dass PM<sub>10</sub>-Messstellen überwiegend in „größeren“ Kleinstädten mit mehr als 10.000 Ew. situiert sind. In kleineren Städten liegt kaum Information über die Höhe der PM<sub>10</sub>-Belastung vor; die Messungen in Himberg und Gänserndorf deuten darauf hin, dass sich die PM<sub>10</sub>-Belastung dieser Kleinstädte kaum vom ländlichen Hintergrund unterscheidet.

Als repräsentativ für die Kleinstädte im Nordburgenland, Wiener Becken und Weinviertel werden Eisenstadt, Mödling und Wiener Neustadt als städtische Hintergrundmessstellen herangezogen. Diese Messstellen werden ausgewählt, weil sie

### **städtische Hintergrundmessstellen**

- in Hinblick auf ihre Lage unzweifelhaft für Kleinstädte repräsentativ sind (was im Fall der „halbländlichen“ Messstellen Bad Vöslau, Gänserndorf oder Mistelbach nicht der Fall ist) und
- ein räumlich ähnliches Konzentrationsniveau aufweisen.

Außerhalb der repräsentativen Fläche dieser kleinstädtischen Messstellen liegt Schwechat, wo eine höhere Belastung als an den kleinstädtischen Messstellen auftritt. Die Differenz beträgt im Mittel 2009–2015 gegenüber Mödling 3,5 µg/m<sup>3</sup>, gegenüber Eisenstadt 1,3 µg/m<sup>3</sup> und gegenüber Wiener Neustadt 3,6 µg/m<sup>3</sup>.

Die PM<sub>10</sub>-Belastung in Schwechat liegt um 0,8 µg/m<sup>3</sup> unter dem Mittelwert der Wiener städtischen Hintergrundmessstellen (ohne Lobau, Belgradplatz und Schafberg) bzw. 0,1 µg/m<sup>3</sup> unter Wien AKH. Daher wird die Stadt Schwechat als Teil der repräsentativen Fläche des städtischen Hintergrundes in Wien behandelt.

Zur Beurteilung der Hintergrundbelastung in Klosterneuburg steht nur bis 2010 die Messstelle Wisentgasse (200 m, Friedhof) zur Verfügung. Berücksichtigt man die äquivalenten TEOM-Daten (ab 2007), so lag die Belastung in Klosterneuburg Wisentgasse um 2,1 µg/m<sup>3</sup> unter jener von Schwechat, um 3,1 µg/m<sup>3</sup> über jener von Mödling, um 1,2 µg/m<sup>3</sup> über jener von Wien Schafberg und um 2,2 µg/m<sup>3</sup> unter jener von Wien AKH. Somit dürfte die PM<sub>10</sub>-Belastung in Klosterneuburg Wisentgasse jener von Wien Schafberg am ähnlichsten sein. Daher wird die Stadt Klosterneuburg den (höhenmäßig abgegrenzten) repräsentativen Flächen von Wien zugeordnet (siehe Kapitel Wien).

Die Konzentrationsunterschiede der mittleren Städte im westlichen Niederösterreich und östlichen Oberösterreich deuten darauf hin, dass Amstetten (23.500 Ew.) nicht für St. Pölten und Krems, die höher belastet sind, aber auch nicht für Steyr repräsentativ ist.

Im westlichen Niederösterreich stehen keine Messstellen zur Beurteilung der Repräsentativität von Kleinstädten unter 20.000 Ew. zur Verfügung, nachdem die Messung (TEOM nicht äqui.) in Pöchlarn (4.000 Ew.) 2008 beendet wurde. Die Belastung lag im Mittel 2005–2008 um 1,4 µg/m<sup>3</sup> über jener von Pillersdorf und 2,7 µg/m<sup>3</sup> unter jener von Amstetten. Daher wird angenommen, dass Amstetten nicht für Kleinstädte wie Pöchlarn, sondern für Städte ab 10.000 Ew. im Bereich zwischen Linz und St. Pölten repräsentativ ist, während kleine Städte wie Pöchlarn zur repräsentativen Fläche der ländlichen Hintergrundmessstellen gehören.

Die im Vergleich zu Amstetten niedrige PM<sub>10</sub>-Belastung in Steyr (38.300 Ew.) – Mittelwert 2009–2015 in Steyr 18,9 µg/m<sup>3</sup>, in Amstetten 22,2 µg/m<sup>3</sup> – ist nicht interpretierbar. Daher wird angenommen, dass die Messstelle Steyr nur für die Stadt Steyr repräsentativ ist.

Wels Linzerstraße zeigt eine sehr ähnliche Belastung wie Linz Stadtpark. Deswegen ungeachtet werden der BR Linz und die Stadt Wels nicht als gemeinsame repräsentative Fläche behandelt, da Linz eine deutlich andere Emittentenstruktur aufweist, und die Messstelle Wels wird als repräsentativ für die Stadt Wels betrachtet.

Braunau und Vöcklabruck weisen eine ähnliche Belastung auf (Braunau im langjährigen Mittel ca. 1 µg/m<sup>3</sup> höher). Die Relation der Jahresmittelwerte untereinander sowie gegenüber Enzenkirchen und Haiderhofen sowie gegenüber den großstädtischen Messstellen verändert sich langfristig nicht.

## Wien

### **einheitliches Belastungsniveau**

Der Großteil der Hintergrundmessstellen in Wien zeigt ein sehr einheitliches Belastungsniveau (sieht man von den Daten der äquivalenten FH62I-R, siehe Kapitel Auswahl der Messstellen) ab. Eine deutlich niedrigere PM<sub>10</sub>-Belastung weist der Standort Schafberg (319 m) auf, diese Messstelle ist für die höher gelegenen Teile Wiens repräsentativ.

### **2 repräsentative Gebiete**

Wien wird daher höhenmäßig in zwei repräsentative Gebiete unterteilt, denen auch die Gemeinden Schwechat und Klosterneuburg zugeordnet werden.

Die Hintergrundbelastung für die niedriger gelegenen Teile Wiens wird als Mittelwert der Messstellen AKH, Belgradplatz, Floridsdorf, Gaudenzdorf, Kaiserebersdorf, Kendlerstraße, Laaerberg und Stadlau sowie Schwechat (siehe Kapitel Kleinstädte) gebildet. Ob der Standort Liesing Gewerbegebiet/Carlberggasse (s. u.) ab 2015 in den städtischen Hintergrund einbezogen werden kann, sollte nach Vorliegen weiterer Jahre entschieden werden.

Die Höhenabgrenzung zwischen der repräsentativen Fläche der niedrig gelegenen Hintergrundmessstellen und Schafberg wird beim arithmetischen Mittelwert der Seehöhe der zweithöchsten PM<sub>10</sub>-Messstelle (Laaerberg, 251 m) und Schafbergbad gezogen, d. h. bei 280 m.

Die Messstelle Liesing (durchgehend gravimetrisch, außer 2009 FH62I-R nicht äqui.) wurde 2014/2015 vom Gewerbegebiet „An den Steinfeldern“ in die Carlberggasse verlegt. Die Konzentration lag im Mittel 2005–2014 um 3,6 µg/m<sup>3</sup> über jener des AKH, im Mittel 2015–2016 um 0,1 µg/m<sup>3</sup> darüber. Nach der Verlegung entspricht das Konzentrationsniveau dem des städtischen Hintergrunds.

## BR Linz

Als Hintergrundbelastung für den Ballungsraum Linz wird der Mittelwert von Linz Stadtpark und Traun herangezogen (eine ähnliche Belastung weist auch die Vorerkundungsmessstelle Asten auf).

## Stadt Salzburg

Die Salzburger städtische Hintergrundmessstelle Salzburg Lehener Park (ab 2007) weist eine geringfügig niedrigere Belastung auf als Vöcklabruck (– 0,8 µg/m<sup>3</sup>) und Braunau (– 1,7 µg/m<sup>3</sup>). Daher kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Messstelle Lehener Park die Hintergrundbelastung in Salzburg unterschätzt.

Die städtische Hintergrundbelastung in Salzburg wird daher als Mittelwert der PM<sub>10</sub>-Messwerte der Messstellen Lehener Park und Mirabellplatz gebildet.

## Grenzgebiet bei Bratislava

Die Messstellen Hainburg und Kittsee werden von Emissionen im nahen Ballungsraum Bratislava beeinflusst und weisen eine höhere PM<sub>10</sub>-Belastung auf als kleinstädtische Hintergrundmessstellen im Burgenland und im östlichen Niederösterreich.

***grenzüberschreitende  
Belastung***

Als ihre repräsentative Fläche wird ein Umkreis von 20 km Radius um die Raffinerie Bratislava (als bedeutendster Emittent im Ballungsraum Bratislava) abgeschätzt.

Die PM<sub>10</sub>-Konzentration dieses Gebietes wird als Mittelwert der Messwerte von Kittsee und Hainburg bestimmt.

## Tullnerfeld

Im Tullnerfeld stehen derzeit die ländliche PM<sub>10</sub>-Messstelle Streithofen, Traismauer (Kleinstadt 6.100 Ew.) sowie die städtischen Messstellen Krems, Stockerau und Tulln zur Verfügung.

Die Differenz gegenüber der regionalen Hintergrundmessstelle Pillersdorf beträgt für Streithofen 1,7 µg/m<sup>3</sup>, für Neusiedl 3,5 µg/m<sup>3</sup>, für Trasdorf 3,7 µg/m<sup>3</sup> und für Traismauer 4,2 µg/m<sup>3</sup>. Betrachtet man die in Streithofen, Trasdorf und Neusiedl gemessene Belastung als ländlichen Hintergrund des Tullnerfeldes, so hat das Tullnerfeld eine höhere PM<sub>10</sub>-Hintergrundbelastung als das Weinviertel. Die repräsentative Fläche der ländlichen Messstellen des Tullnerfeldes unterscheidet sich somit von jener der Messstelle Pillersdorf. Für die Bestimmung der Exposition wird die ländliche Hintergrundbelastung des Tullnerfeldes aus dem Mittelwert der Messwerte von Streithofen und Traismauer gebildet.

Anmerkung: Die im Rahmen des Immissionsschutzplanes für das KW Dürnrohr betriebenen Messstellen Neusiedl und Trasdorf werden ab 2012 nicht auf Basis des IG-L ausgewiesen; die zukünftige Verwendung dieser Messdaten für die Expositionsbestimmung ist jedoch nicht gesichert, daher werden sie nicht für die Expositionsbestimmung verwendet.

Die Belastung der städtischen Messstellen im Tullnerfeld in Relation zu den ländlichen variiert in schwer interpretierbarer Weise.

***untersch. Belastung  
ländlich/städtisch***

Um die aus der Unsicherheit der PM<sub>10</sub>-Messung u. U. resultierenden Unsicherheiten auszugleichen, wird die städtische Hintergrundbelastung der Städte über 10.000 Ew. (Krems, Korneuburg, Stockerau, Tulln) als Mittelwert der in Krems, Stockerau und Tulln gemessenen Konzentration gebildet.

## Böhmischen Masse

In der Böhmischen Masse stehen zwei PM<sub>10</sub>-Messstellen – Heidenreichstein (540 m) und Grünbach bei Freistadt (918 m) – zur Verfügung.

Nachdem Grünbach aufgrund seiner Höhenlage nur für wenige Siedlungsgebiete repräsentativ ist – die größte Stadt des Mühlviertels, Freistadt, liegt auf 560 m – wird für die Beurteilung der ländlichen PM<sub>10</sub>-Konzentration in der gesamten Böhmisches Masse die Messstelle Heidenreichstein herangezogen.

Die einzige städtische Messstelle, deren PM<sub>10</sub>-Messdaten auch nur annähernd für die Böhmisches Masse repräsentativ sein dürften, ist Krems.

Die Abgrenzung der repräsentativen Gebiete zwischen städtischen und ländlichen Messstellen erfolgt, analog zum östlichen Niederösterreich, bei einer Einwohnerzahl pro Gemeinde von 10.000 Ew.

In Hinblick auf die Höhenlage könnten sich die repräsentativen Flächen von Messstellen in der Böhmisches Masse und in den nördlichen Alpen überschneiden. Die wenigen verfügbaren Messstellen in der Böhmisches Masse einerseits und in den nordöstlichen Alpen andererseits deuten darauf jedoch nicht hin. Der Standort Grünbach weist, bei sehr ähnliche Seehöhe (900 m) eine im Mittel ca. 3 µg/m<sup>3</sup> höhere PM<sub>10</sub>-Konzentration als Zöbelboden auf (unter Ausschluss des Jahres 2009, in dem die PM<sub>10</sub>-Konzentration in Grünbach unplausibel hoch ist). Auch in Hinblick auf die unterschiedliche Geländeform und Besiedlungsstruktur erscheint eine gemeinsame Behandlung von Böhmisches Masse und Alpen nicht gerechtfertigt.

## Südöstliches Alpenvorland

Im Südöstlichen Alpenvorland steht die regionale Hintergrundmessstelle Klösch bei Bad Radkersburg (415 m) zur Verfügung.

In ähnlicher Höhenlage befindet sich die Messstelle Bockberg (449 m), deren Repräsentativität allerdings anhand der vorliegenden Daten (ab 2015) (noch) nicht beurteilt werden kann. Die Belastung ist im Mittel 2015–2017 um 1,7 µg/m<sup>3</sup> höher als in Klösch. Über eine Einbeziehung des Standortes Bockberg in die Berechnung der Repräsentativität wird bei der Evaluierung des Expositionsmodells entschieden.

### **unterschiedliche Belastung**

Die kleinstädtischen Hintergrundmessstellen im Südöstlichen Alpenvorland weisen eine sehr unterschiedliche Belastung auf, deren Ursache verschiedene Ausbreitungsbedingungen und unterschiedlich hohe städtische Emissionen sein können.

| Messstelle       | Differenz zu Klöch (µg/m <sup>3</sup> ) |
|------------------|-----------------------------------------|
| Oberschützen     | 3,9                                     |
| Deutschlandsberg | 2,3                                     |
| Fürstenfeld      | 6,6                                     |
| Hartberg Zentrum | 5,2                                     |
| Köflach          | 8,4                                     |
| Leibnitz         | 10,7                                    |
| Voitsberg        | 7,2                                     |
| Weiz             | 7,6                                     |

*Tabelle 9:  
Mittlere Differenz der  
PM<sub>10</sub>-Belastung an den  
kleinstädtischen  
Hintergrundmessstellen  
im Südöstlichen  
Alpenvorland gegenüber  
Klöch (Mittelwert 2007–  
2016). Quelle:  
Umweltbundesamt und  
Ämter der  
Landesregierungen.*

Anmerkung: Die Messstelle Hartberg wurde Ende Jänner 2010 vom Standort Wiesengasse im Süden von Hartberg an den Standort Zentrum (Franz Schmidt-Gasse) verlegt. Der Vergleich mit der Hintergrundmessstelle Klöch (2007–2009 gegenüber 2010–2015) deutet darauf hin, dass die PM<sub>10</sub>-Konzentration am neuen Standort um 2 µg/m<sup>3</sup> niedriger ist als am alten. Die Messwerte von Hartberg Wiesengasse sind daher nicht für den aktuellen Standort repräsentativ.

Die räumlichen Konzentrationsunterschiede legen eine Differenzierung der Kleinstädte des Südöstlichen Alpenvorlandes in drei getrennte Gebiete mit unterschiedlicher Repräsentativität aufgrund unterschiedlicher Ausbreitungsbedingungen nahe (siehe Tabelle 10). Diese Abgrenzung wird auch von der Analyse temporärer PM<sub>10</sub>-Messdaten im Südburgenland und in der Oststeiermark (Güssing, Jennersdorf, Heiligenkreuz, Blaindorf/Hirnsdorf (UMWELTBUNDESAMT 2009), Bad Radkersburg (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2016) gestützt.

### **3 unterschiedlich repräsentative Gebiete**

*Tabelle 10: Gebiete im Südöstlichen Alpenvorland mit unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen.  
Quelle: Umweltbundesamt.*

| Gebiet                                                                     | Ausbreitungsbedingungen | repräsentative Messstellen                      |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|
| Grazer Feld, Leibnitzer Feld, unteres Murtal                               | sehr ungünstig          | Leibnitz                                        |
| Täler von Raab, Lafnitz, Feistritz, Safen, Strem, Weiz; Voitsberger Becken | ungünstig               | Fürstenfeld, Hartberg, Köflach, Voitsberg, Weiz |
| übriges Alpenvorland                                                       | mäßig                   | Oberschützen, Deutschlandsberg                  |

Diese Messstellen decken Gemeinden ab 2.400 Ew. ab, daher wird angenommen, dass die kleinstädtischen Hintergrundmessstellen für Gemeinden ab 2.000 Ew. repräsentativ sind. (Anmerkung: Einen relevanten Einfluss „städtischer“ Emissionen in Gemeinden ab 2.000 Ew. anzunehmen – im Vergleich zu einer Abgrenzung bei 10.000 Ew. im nördlichen außeralpinen Raum – erscheint in Hinblick auf die sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen im Südöstlichen Alpenvorland gerechtfertigt).

## Ballungsraum Graz

Im BR Graz stehen am Talboden die vier Hintergrundmessstellen Graz Mitte Gries, Nord, West und Süd zur Verfügung. (Die Messstelle Graz Mitte wurde 2009/2010 vom Standort Landhausgasse im 1. Bezirk zum Platz der freiwilligen Schützen im 5. Bezirk Gries verlegt.)

Die aktuellen Hintergrundmessstellen zeigen ein klares Nord-Süd-Gefälle. Der PM<sub>10</sub>-Mittelwert 2010–2015 beträgt in Graz Nord 22,7 µg/m<sup>3</sup>, in Graz Mitte 26,1 µg/m<sup>3</sup>, in Graz West 26,2 µg/m<sup>3</sup> und in Graz Süd 28,9 µg/m<sup>3</sup>.

### **3 repräsentative Gebiete**

Daher wird der BR Graz in Nord-Süd-Richtung in drei repräsentative Gebiete unterschiedlicher Belastung aufgeteilt. Dabei wird angenommen, dass die Messstelle Graz Süd für die Gemeinden im Süden der Stadt Graz innerhalb des BR Graz repräsentativ ist.

Die Messstelle Graz Mitte Landhausgasse wies eine deutlich höhere PM<sub>10</sub>-Belastung auf als der aktuelle Standort in Gries. Die Differenz zwischen der Messstelle Graz Mitte und den Messstellen Graz Nord, West und Süd ist im Mittel 2005–2009 um 5,0–5,2 µg/m<sup>3</sup> höher als im Mittel 2010–2015 (Gries) (was auch bedeutet, dass die Konzentrationsunterschiede zwischen den drei anderen Messstellen unverändert geblieben sind). Dies bedeutet, dass der zentrale Teil der Stadt Graz eine deutlich höhere Hintergrundbelastung aufweist als Gries (aber auch Graz Süd), und dass die aktuelle Messstelle Graz Mitte Gries für den zentralen Teil der Stadt nicht repräsentativ ist.

Näherungsweise wird daher für den zentralen Teil der Stadt eine um 5 µg/m<sup>3</sup> höhere PM<sub>10</sub>-Hintergrundbelastung angenommen als in Graz Mitte Gries.

Im Mittel 2011–2015 weist der Standort Graz Lustbühel (473 m) eine um 3,4 µg/m<sup>3</sup> niedrigere PM<sub>10</sub>-Belastung als Graz Nord auf (sie ist mit jener in Klöch (415 m) fast ident). Die repräsentative Fläche von Graz Lustbühel wird innerhalb des BR Graz über 400 m abgegrenzt, jene der anderen Messstellen unter 400 m.

## Nordalpine Täler

### Ländliche Gebiete

#### **geringe Datenbasis**

Die in den Nordalpen verfügbaren ländlichen Messstellen stellen keine ausreichende Datenbasis für die Identifizierung einer großräumig repräsentativen ländlichen Hintergrundbelastung dar. Die längste Messreihe liegt in Heiterwang vor, das nach der Verlegung der B179 Ende 2010 als Hintergrundmessstelle betrachtet werden kann.

Die Hintergrundmessstelle Ried im Zillertal wies 2011 eine um 2,9 µg/m<sup>3</sup> höhere PM<sub>10</sub>-Konzentration, die temporäre Messstelle Gosau im Salzkammergut 2014 eine um 0,7 µg/m<sup>3</sup> höhere PM<sub>10</sub>-Konzentration als Heiterwang auf. In Krimml im Oberpinzgau wurde von Mai 2013 bis Juli 2014 die PM<sub>10</sub>-Konzentration gemessen; die mittlere PM<sub>10</sub>-Konzentration über diesen Zeitraum lag mit 7,2 µg/m<sup>3</sup> um 4,0 µg/m<sup>3</sup> unter jener von Heiterwang. Demgegenüber liegt die PM<sub>10</sub>-Belastung der Messstelle Zell a. S. Freizeitzentrum (Daten 2014–2016 verfügbar), die im

kompakt besiedelten Stadtgebiet liegt, um nur 0,9 µg/m<sup>3</sup> über jener von Heiterwang. Diese eher schmale Datenbasis deutet darauf hin, dass die PM<sub>10</sub>-Hintergrundbelastung im Pinzgau unter jener in Heiterwang und deutlich unter jener des Zillertales liegt.

Die Messstelle Heiterwang wird für „emissionsarme“ nordalpine Täler als repräsentativ betrachtet, d. h. alle Täler mit Ausnahme der „Haupttäler“ (Inntal unterhalb von Landeck, Zillertal und Salzachtal unterhalb von Zell am See).

Aufgrund des Vergleichs zwischen Ried i. Z. einerseits und Heiterwang, Wörgl und Innsbruck Zentrum andererseits wird näherungsweise angenommen, dass die Hintergrundkonzentration in den „Haupttälern“ um 4,0 µg/m<sup>3</sup> niedriger ist als in Wörgl (Differenz Wörgl – Ried i. Z. 2009: 3,6 µg/m<sup>3</sup>, 2011: 4,3 µg/m<sup>3</sup>).<sup>19</sup>

## Städtische Gebiete

Als repräsentative Messstelle für die Kleinstädte im Inntal wird Wörgl herangezogen.

Die Abgrenzung zwischen Kleinstädten und dem „ländlichen Gebiet“ wird aus praktischen Gründen bei einer Einwohnerzahl pro Gemeinde von 5.000 Ew. gezogen.

Innsbruck Zentrum weist eine sehr ähnliche PM<sub>10</sub>-Belastung wie Wörgl auf (mittlere Differenz 2005–2015: 0,9 µg/m<sup>3</sup>), wird aber in Hinblick auf die Emittentenstruktur nicht in eine gemeinsame Fläche mit den Kleinstädten einbezogen. Da die Belastung in Innsbruck Zentrum in manchen Jahren etwas niedriger als jene in Wörgl ist, kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Messstelle Innsbruck Zentrum die städtische Hintergrundbelastung in Innsbruck unterschätzt. Für die Beurteilung der Exposition wird daher in Innsbruck der Mittelwert von Innsbruck Reichenau und Innsbruck Zentrum herangezogen.

Die niedrigere Belastung in Kufstein (im Mittel – 3,9 µg/m<sup>3</sup>) gegenüber Wörgl lässt sich mit den günstigeren Ausbreitungsbedingungen nahe dem Talausgang des Inntals erklären. Da für Reutte keine Information über die PM<sub>10</sub>-Belastung vorliegt, wird Reutte näherungsweise der repräsentativen Fläche von Kufstein zugeordnet.

Die Belastung liegt an der kleinstädtischen Messstelle Bludenz im Mittel 2,7 µg/m<sup>3</sup> unter jener von Wörgl; d. h. die repräsentativen Flächen von Bludenz und der Kleinstädte im Inntal überschneiden sich nicht.

Die Belastung liegt in Bludenz um 1,2 µg/m<sup>3</sup> unter jener der am niedrigsten belasteten Messstelle des Rheintals – Lustenau Wiesenrain. Eine Zuordnung des Walgaus zum Rheintal erscheint daher nicht gerechtfertigt.

Die repräsentative Fläche der Messstelle Bludenz umfasst die Kleinstädte (ab 5.000 Ew.) in Vorarlberg außerhalb des Rheintals.

<sup>19</sup> Mit der Differenz gegenüber Ried i. Z. im Jahr 2011 von + 2,9 µg/m<sup>3</sup> gegenüber Heiterwang erhält man in den folgenden Jahren höhere, mit der Differenz von – 5,6 µg/m<sup>3</sup> gegenüber Innsbruck Zentrum erhält man niedrigere Werte als mit der Differenz gegenüber Wörgl. Daher wird Wörgl als Referenzmessstelle herangezogen.

**ostalpine Täler** Aussagen über die Repräsentativität ostalpiner Täler stützen sich nur auf die Messungen in Purkersdorf (bis 2011). Die PM<sub>10</sub>-Konzentration war in Purkersdorf im Mittel 2005–2011 um 0,6 µg/m<sup>3</sup> höher als in Bad Ischl. Daher wird angenommen, dass Bad Ischl auch für Gemeinden über 5.000 Ew. in den Tälern Niederösterreichs repräsentativ ist.

In Zell a. S. war die Belastung 2014–2016 um 1,0 µg/m<sup>3</sup> niedriger als in Bad Ischl. Damit teilen sich Bad Ischl und Zell a. S. die repräsentative Fläche weitgehend. In Hinblick auf die große Distanz umfasst für die Expositionsbestimmung die repräsentative Fläche von Bad Ischl Kleinstädte in Nieder- und Oberösterreich, jene von Zell a. S. in Salzburg.

Liezen weist im Mittel 2005–2015 eine um 2,9 µg/m<sup>3</sup> höhere Belastung als Bad Ischl auf. Die repräsentative Fläche von Liezen umfasst die Kleinstädte in den Nordalpen in der Steiermark.

## **Vorarlberger Rheintal**

Als ländliche Hintergrundkonzentration für das Rheintal in Vorarlberg wird näherungsweise die in Lustenau Wiesenrain gemessene PM<sub>10</sub>-Konzentration angenommen. Aufgrund der Siedlungs- und Emissionsstruktur am Rand einer locker besiedelten Stadt von 22.000 Ew. dürfte diese die ländliche Hintergrundkonzentration allerdings überschätzen.

Daneben existieren in Vorarlberg nur mehr oder minder verkehrsbeeinflusste Messstellen, von denen Dornbirn Stadtstraße die niedrigste PM<sub>10</sub>-Belastung aufweist, die im Mittel 2005–2015 nur 1,2 µg/m<sup>3</sup> über jener von Lustenau Wiesenrain liegt.

Die Messstelle Dornbirn Stadtstraße wird für die Bestimmung der Exposition in der CORINE Landcover-Klasse 1.1.1 (durchgängig städtische Prägung) herangezogen, die Messstelle Lustenau Wiesenrain für alle übrigen Siedlungsgebiete.

Anzumerken ist, dass die Konzentrationsdifferenz zwischen Dornbirn und Lustenau Wiesenrain in den letzten zehn Jahren von über 3 µg/m<sup>3</sup> auf unter 1 µg/m<sup>3</sup> abgenommen hat, sodass sich ihre repräsentativen Flächen weitgehend überlappen.

## **Südalpine Täler**

### **Ländliche Gebiete**

In den südalpinen Tälern (ohne Klagenfurter Becken und Lavanttal) steht nur eine ländliche Hintergrundmessstelle in Obervellach (durchgehend Sharp 5030) zur Verfügung.

Allerdings kann auch die Messstelle Zederhaus (durchgehend Gravimetrie) als repräsentativ für ländliche Siedlungsgebiete eingestuft werden, der Einfluss der PM<sub>10</sub>-Emissionen der Tauernautobahn A10 auf die gemessene PM<sub>10</sub>-Belastung dürfte gering sein (BAUER et al. 2010).

Zederhaus und Obervellach wiesen<sup>20</sup> im Mittel eine ähnliche PM<sub>10</sub>-Belastung (mittlere Differenz 0,2 µg/m<sup>3</sup>) auf.

Aussagen über die großräumige Repräsentativität der ländlichen Messstellen Obervellach und Zederhaus sind mangels paralleler Messreihen vergleichbar gelegener Messstellen schwierig.

In Hinblick auf das Fehlen geeigneter Messstellen in der Steiermark und Osttirol wird die ländliche Hintergrundbelastung südalpiner Täler als Mittelwert der PM<sub>10</sub>-Konzentration von Obervellach und Zederhaus gebildet.

Die Konzentrationsverteilung an den städtischen Hintergrundmessstellen deutet darauf hin, dass das Murtal unterhalb von Zeltweg eine höhere ländliche Hintergrundbelastung aufweist. So ist die PM<sub>10</sub>-Belastung in Knittelfeld bei ähnlichen Emissionen um ca. 5 µg/m<sup>3</sup> höher als in Judenburg. Höhere Emissionsdichten und ungünstigere Ausbreitungsbedingungen dürften für die erhöhte Hintergrundbelastung unterhalb von Zeltweg verantwortlich sein. Für das mittlere Murtal wird näherungsweise eine um 3 µg/m<sup>3</sup> höhere ländliche PM<sub>10</sub>-Belastung als in den übrigen südalpinen Tälern angenommen.

## Städtische Gebiete

In der Steiermark stehen zahlreiche städtische Hintergrundmessstellen zur Verfügung. Die Messstellen in Zeltweg, Knittelfeld, Leoben, Bruck a.d.M. und Kapfenberg sowie im Gratkorner Becken (deren Einfluss durch industrielle Emissionen nicht völlig geklärt ist) weisen eine höhere PM<sub>10</sub>-Belastung auf als Judenburg und Mürzzuschlag. Daher wird das „mittlere Murtal“ zwischen Zeltweg und dem Gratkorner Becken als eigene repräsentative Fläche – sowohl für den ländlichen wie für den städtischen Hintergrund – von den übrigen südalpinen Tälern abgegrenzt (s. o.).

In Hinblick auf die große räumliche Ausdehnung der südalpinen Täler wird – trotz relativ einheitlicher Konzentration – die (gemeinsame) repräsentative Fläche von Judenburg und Mürzzuschlag auf die Steiermark begrenzt, während den Kleinstädten in Kärnten, Salzburg und Osttirol die mittlere Konzentration der Messstellen Arnoldstein, Spittal a.d.D. und Tamsweg zugeordnet wird.

Unklar ist der industrielle Einfluss auf die hohe PM<sub>10</sub>-Belastung der Messstellen in Leoben Donawitz, in Peggau sowie im Gratkorner Becken. Die Schadstoffwindrosen deuten an keiner dieser Messstellen auf Advektion aus eng begrenzten industriellen Quellen (Stahlwerk, Zementwerk bzw. Zellstoffwerk) hin. Die Höhe der PM<sub>10</sub>-Belastung – u. a. der Konzentrationsunterschied zwischen Judendorf und Gratwein – spricht hingegen dafür, dass an den Messstellen Peggau und Judendorf industrielle Emissionen eine wesentliche Rolle spielen.

Die Messstellen Judendorf, Leoben Donawitz, Peggau und Straßengel werden daher aufgrund der etwas unklaren Datenlage nicht für die Beurteilung der Exposition herangezogen.

**industrieller Einfluss  
ist unklar**

<sup>20</sup> ohne 2012 (unplausibel niedrige Belastung in Obervellach) und 2014 (erhöhte Belastung in Zederhaus infolge von Bautätigkeit)

## **Klagenfurter Becken**

### **Ländliche Gebiete**

Im Klagenfurter Becken steht in den letzten Jahren keine ländliche Hintergrundmessstelle für PM<sub>10</sub> zur Verfügung. An einem Hintergrundstandort in Gurtschitschach wurde von Oktober 2004 bis Oktober 2005 die PM<sub>10</sub>-Konzentration gravimetrisch gemessen. Der Mittelwert über 365 Tage betrug 19,6 µg/m<sup>3</sup>; er lag 5,3 µg/m<sup>3</sup> unter jenem des Standortes Klagenfurt Koschatstraße, 17,0 µg/m<sup>3</sup> unter jenem von Klagenfurt Völkermarkterstraße und 5,3 µg/m<sup>3</sup> über jenem von Vorhegg. Parallele Messungen zu den aktuell vorhandenen ländlichen Hintergrundmessstellen Obervellach und St. Georgen stehen nicht zur Verfügung. Die Messwerte von Gurtschitschach an aktuell bestehende Messreihen anzubinden ist allerdings schwierig, da es keine überlappenden Messreihen gibt.

Anhand des Vergleiches mit Klagenfurt Koschatstraße, St. Georgen und Obervellach zeichnet sich ab, dass die Belastung in Obervellach vermutlich jener in Gurtschitschach am ähnlichsten sein dürfte.

Für die Hintergrundbelastung des Klagenfurter Beckens wird daher der gleiche Wert wie für die südalpiner Täler (d. h. der Mittelwert der Konzentrationen von Obervellach und Zederhaus) verwendet.

### **Städtische Gebiete**

Als städtische Hintergrundmessstellen im Klagenfurter Becken stehen Ebenthal, Klagenfurt Koschatstraße/Sterneckstraße und Villach Tirolerbrücke sowie 2009–2015 St. Veit a.d.G. zur Verfügung; deren mittlere PM<sub>10</sub>-Konzentration betrug über den Zeitraum 2008–2015 23,3 µg/m<sup>3</sup>, 20,9 µg/m<sup>3</sup> bzw. 20,6 µg/m<sup>3</sup> (in St. Veit 2009–2015: 21,9 µg/m<sup>3</sup>), sodass sich ihre repräsentativen Flächen weitgehend überlappen.

Anzumerken ist, dass die Konzentration in Ebenthal 2008–2010 sowie 2012 und 2016 deutlich über dem Konzentrationsniveau der anderen Messstellen lag. Die in Villach gemessene Konzentration war 2005, 2008 und 2009 deutlich höher als in Klagenfurt, 2011 und 2013 deutlich geringer.

Für die Expositionsbestimmung werden die städtischen Gebiete im Klagenfurter Becken in Gemeinden über 5.000 Ew. als gemeinsame repräsentative Fläche behandelt. Dieser wird der Mittelwert der in Ebenthal, Klagenfurt Koschatstraße bzw. Sterneckstraße und Villach gemessenen PM<sub>10</sub>-Konzentration zugeordnet.

## **Lavanttal**

Als ländliche Hintergrundmessstelle für das Lavanttal wird St. Georgen Herzogberg herangezogen.

Die städtische Hintergrundbelastung wird anhand der Messstellen St. Andrä und Wolfsberg beurteilt, die eine sehr ähnliche Konzentration aufweisen und deren repräsentative Flächen sich weitgehend überlappen. Sie umfasst die Gemeinden über 10.000 Ew. im Lavanttal.

## Alpine Berggebiete

Für die Beurteilung der ländlichen PM<sub>10</sub>-Hintergrundbelastung im Gebirge stehen in Österreich sehr wenige Messstellen zur Verfügung. Aussagen über die räumliche Repräsentativität dieser Messstellen sind daher schwierig.

| Messstelle | Region                         | Seehöhe (m) |
|------------|--------------------------------|-------------|
| Vorhegg    | Südalpen                       | 1.020       |
| Zöbelboden | Nordalpen                      | 899         |
| Sonnblick  | Liegt direkt am Alpenhauptkamm | 3.106       |
| Masenberg  | Südalpen                       | 1.180       |

*Tabelle 11:  
Ländliche  
Hintergrundmessstellen  
für Berggebiete.*

Bis 2007 stehen PM<sub>10</sub>-Messdaten in Forsthof (581 m) im Wienerwald zur Verfügung, die Jahresmittelwerte waren hier um 6,2–7,7 µg/m<sup>3</sup> höher als am Zöbelboden. Ob dieser Unterschied einen vertikalen oder einen West-Ost-Gradienten widerspiegelt, kann nicht gesagt werden. Die Messstelle Zöbelboden wird daher als repräsentativ für den gesamten Nordalpenbereich zwischen Bregenzerwald und Wienerwald herangezogen.

Die Messdaten von Vorhegg und Masenberg deuten auf einen klaren West-Ost-Gradienten in den Südalpen hin (die etwas niedriger gelegene) Messstelle Arnfels Remschnigg wies 2011 und 2012 eine Belastung zwischen Vorhegg und Masenberg auf). Im Mittel 2005–2015 ist die PM<sub>10</sub>-Konzentration am Standort Masenberg um 5,2 µg/m<sup>3</sup> höher als in Vorhegg, wobei sich kein Trend erkennen lässt. Weitere höher gelegene Messstellen stehen in den Südalpen nicht zur Verfügung.

Daher werden als repräsentative Fläche für Masenberg die Südalpen östlich des Müritals und des mittleren Murtals sowie die Bucklige Welt und das Semmeringgebiet angenommen, für Vorhegg der übrige Teil der Berggebiete südlich des Alpenhauptkamms.

Daher bestehen Unsicherheiten bei der Abschätzung der flächenhaften PM<sub>10</sub>-Verteilung in alpinen Berggebieten.

**PM<sub>10</sub>-Verteilung  
unklar**

## ANHANG C: PLAUSIBILITÄTSPRÜFUNG $PM_{2,5}/PM_{10}$ -VERHÄLTNISSE

Die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse zeigen an den gravimetrischen Messstellen nur eine sehr geringe räumliche und zeitliche Variabilität. Städtische Messstellen weisen etwas niedrigere  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse auf als ländliche Messstellen. An allen Messstellen zeigen sie eine ungleichmäßige leichte Abnahme (bedingt durch die langfristige Abnahme der  $PM_{2,5}$ -Konzentration, während die Konzentration der Fraktion  $PM_{10}-PM_{2,5}$  sich kaum verändert).

Im Unterschied dazu werden mit kontinuierlichen Messgeräten tendenziell niedrigere  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse erfasst als mit der gravimetrischen Methode. Die mit kontinuierlichen Geräten bestimmten  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse weisen teilweise deutliche Schwankungen von Jahr zu Jahr auf. Daher wurden die kontinuierlich bestimmten  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse einer genauen Plausibilitätsprüfung unterzogen.

**nur gravimetrische  
Daten verwendet**

Die kontinuierlich bestimmten  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse erwiesen sich als zu wenig verlässlich, sodass für die Bestimmung der  $PM_{2,5}$ -Konzentration für die Exposition ausschließlich gravimetrische Daten herangezogen werden.

### Gravimetrie

Die anhand sowohl gravimetrischer  $PM_{2,5}$ - wie  $PM_{10}$ -Daten abgeleiteten Jahresmittelwerte der  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse sind an den meisten Messstellen zeitlich relativ konstant. An der längsten Messreihe, Illmitz, variiert das  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis (JMW) im Zeitraum 2005–2016 zwischen 73 % und 80 % und nimmt langfristig unregelmäßig leicht ab (2005: 80 %, 2016: 77 %). Dies korrespondiert mit der – von starken Variationen von Jahr zu Jahr überlagerten – langfristigen parallelen Abnahme der  $PM_{10}$ - wie der  $PM_{2,5}$ -Konzentration, während die Konzentration der Fraktion  $PM_{10-2,5}$  fast konstant bleibt.

Die Hintergrundmessstellen Enzenkirchen, Haidershofen und Pillersdorf zeigen sehr ähnliche  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse wie Illmitz, die im Jahresmittel von jenen in Illmitz um 0–4 % abweichen.

Städtische Hintergrundmessstellen weisen ähnliche, teilweise etwas niedrigere  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse auf wie Illmitz; das  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis liegt in Wels zwischen 66 % und 77 %, in Klagenfurt Koschatstraße/Sterneckestraße zwischen 69 % und 80 % sowie Linz Stadtpark zwischen 71 % und 79 %. Linz Neue Welt wies 2005–2008  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse zwischen 68 % und 72 % auf. Zum Teil kommt es zu starken Variationen von Jahr zu Jahr.

Das niedrige  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis in Linz Stadtpark im Jahr 2009 (63 %) ist nicht interpretierbar; es steht nicht mit der Verwendung der  $PM_{10}$ -Daten des TEOM-FDMS bis 15.06. in Zusammenhang; die mit gravimetrischen  $PM_{10}$ - wie  $PM_{2,5}$ -Daten gebildeten  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse sind ähnlich niedrig (Mittelwert Juli–Dez. 2009: 64 %).

## Sharp 5030

Das mittlere  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis, gebildet aus gravimetrischen  $PM_{10}$ - wie  $PM_{2,5}$ -Daten, betrug 2014 in Eisenstadt 76 % und lag damit nahe am  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis der gravimetrischen Daten in Illmitz (73 %).

Das  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis 2013, gebildet aus gravimetrischen  $PM_{2,5}$ -Daten und den kontinuierlichen  $PM_{10}$ -Daten, die bis 20.02. mit gravimetrischen Werten ergänzt wurden, lag mit 71 % etwas niedriger. Das  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis 2014, gebildet aus gravimetrischen  $PM_{2,5}$ -Daten und kontinuierlichen  $PM_{10}$ -Daten (Sharp), betrug 68 %.

Niedriger sind die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse, die aus kontinuierlichen Daten (Sharp) beider Komponenten gebildet werden: zwischen 63 % 2015 und 67 % 2016.

Bei den kontinuierlichen Daten treten v. a. bei niedrigen Konzentrationen sehr niedrige  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse auf.<sup>21</sup>

Die Messung von  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$  erfolgte in Kärnten bis 2011 mit der gravimetrischen Methode<sup>22</sup>, ab 2012 mit Sharp 5030. An der Station Klagenfurt Sterneckstraße erfolgte bei  $PM_{2,5}$  während des Jahres 2012 der Übergang von Gravimetrie zu Sharp.

*Tabelle 12:  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse an Kärntner Messstellen. Quelle: Umweltbundesamt und Amt der Kärntner Landesregierung.*

|                                 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Klagenfurt Koschatstr.          | 79 % | 80 % | 69 % | 77 % |      |      |      |      |      |      |
| Klagenfurt Sterneckstr.         |      |      |      |      | 71 % | 69 % | 49 % | 63 % | 74 % | 60 % |
| Klagenfurt<br>Völkermarkterstr. | 66 % |      |      |      |      | 61 % | 60 % | 74 % | 76 % | 63 % |
| Wolfsberg                       |      |      |      |      |      |      | 70 % | 82 % | 84 % | 72 % |

Aus der Reihe fällt das niedrige  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis an der Station Sterneckstraße (Sharp) im Jahr 2013 (49 %). Im Jahresverlauf sind die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse zwischen Anfang April und Ende November sehr niedrig, meist unter 50 % (deutlich niedriger als im Vergleichszeitraum des Jahres 2012, als bereits mit Sharp mit der gleichen Äquivalenzfunktion gemessen wurde). Das mittlere  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis betrug im Jänner 2013 67 %, im Juni 34 %, im Juli 45 %, im Dezember 85 %.

Der von Jahr zu Jahr zu beobachtende Anstieg, welchen die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse zwischen 2013 und 2015 aufweisen, sowie der markante Rückgang 2016 dürften mit dem Wechsel der Korrekturfunktion für die Sharp-Geräte zusammenhängen.

<sup>21</sup> Dies dürfte v. a. daran liegen, dass die Korrekturfunktion für  $PM_{2,5}$  einen negativen Offset (bis 2013:  $-1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ab 2014:  $-2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) aufweist, jene für  $PM_{10}$  den Offset Null.

<sup>22</sup> Das niedrige  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis (69 %) der gravimetrischen Daten 2009 in Klagenfurt Koschatstr. ist nicht interpretierbar. Im Werteverlauf fallen einige Episoden mit extrem niedrigen  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnissen (unter 50 % 27.–30.05., 23.–26.07., 04.–06.09., unter 30 % 11.–14.10.) auf. Information über Fehler bei der Probenahme oder Wägung liegen nicht vor.

An der Salzburger Hintergrundmessstelle Lehener Park wird  $PM_{2,5}$  gravimetrisch,  $PM_{10}$  ab 2010 mit Sharp 5030 gemessen (Äquivalenzfunktion bis 2013 0,99, dann 0,90, kein Offset). Die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse liegen bei 66–75 % und damit in einem ähnlichen Bereich wie gravimetrische  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse an anderen städtischen Hintergrundmessstellen.

In einem sehr ähnlichen Bereich liegen auch die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse, die hier mit den  $PM_{10}$ -Daten des nicht äquivalenten TEOM-FDMS (2008–2009; Faktor 1,16) abgeleitet wurden (jeweils 76 %).

## Grimm EDM180

Die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse der Grimm-Daten sind in Illmitz, Enzenkirchen und Pillersdorf (Korrekturfunktionen für  $PM_{10}$  wie  $PM_{2,5}$  ohne Offset) jenen der gravimetrischen Daten sehr ähnlich. Im Jahresmittel weichen sie von diesen zwischen 0 % und 6 % ab.

In Schwechat fallen 2011 sehr niedrige  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse auf, als Relation der kontinuierlichen Daten (beide Fraktionen Grimm) 49 % (verglichen mit 60–74 % in den folgenden Jahren), als Relation der kontinuierlichen  $PM_{2,5}$ - und der alle drei Tage vorliegenden gravimetrischen  $PM_{10}$ -Daten 56 %. Die Daten von 2011 werden daher für die Beurteilung der  $PM_{2,5}$ -Exposition nicht herangezogen.

In den folgenden Jahren<sup>23</sup> variieren die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse in Schwechat zwischen 65 % 2012, 60 % 2014 und 74 % 2015. Die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse, die mit den gravimetrischen  $PM_{10}$ -Werten gebildet werden, unterscheiden sich kaum von jenen der kontinuierlichen  $PM_{10}$ -Werte.

Perioden mit sehr niedrigen  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse sind v. a. 23.04.–02.05.2012, 20.07.–31.08.2012, 08.05.–10.07.2014, 11.08.–31.08.2014. Dabei handelt es sich um Zeiträume mit insgesamt sehr niedriger PM-Belastung. Der negative Offset der Funktion für  $PM_{2,5}$  (– 3,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  bis 2013, – 1,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  2014; bei  $PM_{10}$  dagegen – 0,3 bzw. + 0,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) führt dazu, dass die  $PM_{2,5}$ -HMW häufig negativ werden (bzw. 0 gesetzt werden), wodurch sehr niedrige  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse entstehen.

Im Jahr 2015 gab es kaum Zeiträume mit  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnissen unter 50 %; auch während niedriger  $PM_{10}$ -Konzentrationen im Hochsommer war die  $PM_{2,5}$ -Konzentration selten null. 2015 kam eine Korrekturfunktion mit Offset 0 für  $PM_{2,5}$  zur Anwendung.

An plausibelsten sehen daher die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse 2015 (JMW 74 %) aus.

In St. Pölten Eybnerstraße wurden bis 09.04.2013 beide Fraktionen mit TEOM-FDMS (äqui.) gemessen. Das  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis betrug 2012 65 %. Ab Herbst 2012 traten bisweilen  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse über 100 % auf, gehäuft im Jänner und Februar 2013. Das mittlere  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis für 01.01.–09.04.2013 betrug 84 %.

<sup>23</sup> 2013: Ausfall 01.01.–28.02., daher kann kein gültiger JMW gebildet werden.

Mit dem Wechsel auf Grimm für beide Fraktionen ging das  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis markant zurück und betrug im Frühling und Sommer 2013 (Mittel 10.04.–31.08.) 58 %, im Mittel 10.04.–31.12.2013 67 %.

Im Jahresmittel 2013 (kombinierte Messreihe beider Gerätetypen) ergibt sich ein  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis von 72 %, 2014: 67 %, 2015: 72 %.

Die Äquivalenzfunktion für  $PM_{2,5}$  wurde 2013/2014/2015 stärker verändert als jene für  $PM_{10}$ , ihr Offset betrug 2013 – 3,0  $\mu g/m^3$ , 2014 – 1,5  $\mu g/m^3$ , 2015 null. Dies dürfte die Hauptursache für den Anstieg des  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis 2014–2015 sein.

Gravimetrische  $PM_{2,5}$ -Daten (Probenahme jeden dritten Tag) stehen ab 2012 zur Verfügung. Die Relation der gravimetrischen  $PM_{2,5}$ -Daten gegenüber den  $PM_{10}$ -Daten des TEOM-FDMS lag (mit 60 % 2012) deutlich unter dem Verhältnis für beide kontinuierlich gemessene Fraktionen; das Verhältnis der gravimetrischen  $PM_{2,5}$ -Daten gegenüber den  $PM_{10}$ -Daten des Grimm war dagegen höher (84 % im Mittel 10.04.–31.12.2013, jeweils 74 % 2014 und 75 % 2015).

An plausibelsten sehen daher die (mit beiden Datensätzen ermittelten)  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse 2015 (72 % bzw. 75 %) aus.

Der markante Anstieg des  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisses 2014/2015 von 56 % auf 69 % in Bad Ischl und von 60 % auf 76 % in Grünbach steht mit der Änderung der Äquivalenzfunktion in Zusammenhang. Bis 2014 kam sowohl für  $PM_{10}$  als auch für  $PM_{2,5}$  die ursprünglich österreichweit abgeleitete Funktion mit einem negativen Offset von – 0,3  $\mu g/m^3$  bzw. – 3,0  $\mu g/m^3$  zur Anwendung, was bei niedrigen  $PM_{2,5}$ -Werten zu negativen (bzw. auf null gesetzten) Konzentrationen führte.

Das mit 72 % aus der Reihe fallende hohe  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis 2012 in Bad Ischl erklärt sich durch den Ausfall der Messung von 15.06. bis 23.07. Dadurch fehlt bei der Bildung des JMW ein Zeitraum mit sehr niedriger  $PM_{2,5}$ -Belastung und sehr niedrigen  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnissen.

In Hinblick auf den unrealistischen Offset für  $PM_{2,5}$  werden in Bad Ischl, Grünbach und Lenzing die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse erst 2015 als plausibel betrachtet.

In Hinblick auf den hohen negativen Offset der Äquivalenzfunktion für  $PM_{2,5}$  dürften die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse in Braunau, Steyr und Vöcklabruck unterschätzt werden.

In Gosau ergeben die Messdaten des Grimm mit den ursprünglichen Äquivalenzfunktionen 2014 ein  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis von 52 % ( $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwert 6,8  $\mu g/m^3$ ). Wendet man die für ländliche Hintergrundmessstellen abgeleiteten Äquivalenzfunktionen (die keinen Offset besitzen) an, so ergibt sich ein  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis von 73 % ( $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwert 8,3  $\mu g/m^3$ ), das jenem an Hintergrundmessstellen sehr nahe kommt.

Auch an städtischen Messstellen führt der negative Offset von – 3  $\mu g/m^3$  der  $PM_{2,5}$ -Äquivalenzfunktion bei niedrigem Belastungsniveau zu  $PM_{2,5}$ -

Tagesmittelwerten nahe 0 und damit zu sehr niedrigen  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnissen.

### **MetOne BAM**

In Leibnitz und Voitsberg stehen ab 2015  $PM_{10}$ - und  $PM_{2,5}$ -Daten, die mit Geräten der Type MetOne BAM erhoben wurden, zur Bestimmung des  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisses zur Verfügung. Im Jahresmittel 2015 und 2016 betrug dieses in Leibnitz jeweils 65 %, in Voitsberg jeweils 55 %. Die 2016 vorliegenden  $PM_{2,5}$ -Daten von Weiz ergeben ein  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis von 56 %.

Die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse sehen in Voitsberg jeweils im Sommer unplausibel niedrig aus, sie liegen häufig unter 50 %, bisweilen unter 20 %. Welche Gründe die unrealistisch niedrigen  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse in Voitsberg und Weiz haben, lässt sich nicht angeben.<sup>24</sup>

### **Variabilität der $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse**

Für die Bestimmung des  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisses für städtische Hintergrundmessstellen aus gravimetrischen  $PM_{10}$ - und  $PM_{2,5}$ -Daten stehen seit 2005 zwischen einer (Wien AKH) und sieben Messstellen zur Verfügung.

Vergleicht man diese mit den  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnissen, die unter Verwendung aller 23 Messstellen, an denen bis 2016 parallele  $PM_{10}$ - und  $PM_{2,5}$ -Daten vorhanden sind, so weichen die letzteren im Mittel um – 6 % bis + 2 % von den gravimetrischen  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnissen ab. In den letzten Jahren, in denen das  $PM_{2,5}$ -Messnetz Österreich annähernd flächenhaft abdeckt, liegen die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse des Gesamtdatensatzes durchwegs unter jenen der gravimetrischen Messstellen.

Die  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse wirken sich unmittelbar proportional auf die Exposition aus.

Eine regionale Differenzierung in den Süden (Kärnten, Steiermark), den Norden (Burgenland, Niederösterreich, Oberösterreich, Wien) und den Westen (Salzburg, Tirol, Vorarlberg) zeigt keine regelhaften Unterschiede.

Starke Variationen von Jahr zu Jahr treten im Süden Österreichs auf, wo v. a. 2013 und 2016 die niedrigen  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse der Kärntner Messstellen und 2016 die niedrigen  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse der (neuen) steiermärkischen Messstellen mit MetOne BAM zum Tragen kommen.

---

<sup>24</sup> Gültige  $PM_{2,5}$ -HMW mit dem Wert null, die während des Sommers an zahlreichen Tagen jeweils über mehrere Stunden auftreten, sind nur zum geringen Teil für das niedrige  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnis verantwortlich.

*Tabelle 13: Mittlere  $PM_{2,5}/PM_{10}$ -Verhältnisse für alle Messstellen und gravimetrische Messstellen, 2009 (9 Messstellen) bis 2016 (23 Messstellen). Quelle: Umweltbundesamt und Ämter der Landesregierungen.*

|                  | <b>2009</b> | <b>2010</b> | <b>2011</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> | <b>2015</b> | <b>2016</b> |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Gravimetrie      | 71 %        | 74 %        | 72 %        | 74 %        | 74 %        | 72 %        | 70 %        | 72 %        |
| Alle Messstellen | 69 %        | 74 %        | 67 %        | 71 %        | 69 %        | 68 %        | 69 %        | 68 %        |
| Süd              | 71 %        | 74 %        | 72 %        | 74 %        | 68 %        | 72 %        | 70 %        | 64 %        |
| Nord             | 67 %        | 74 %        | 66 %        | 70 %        | 70 %        | 66 %        | 67 %        | 69 %        |
| West             | 74 %        | 74 %        | 68 %        | 72 %        | 70 %        | 66 %        | 69 %        | 69 %        |



Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5  
1090 Wien/Österreich

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

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

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at

Die Exposition der Bevölkerung gegenüber Feinstaub ( $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$ ) ist die entscheidende Grundlage für die Bestimmung der gesundheitlichen Auswirkungen von Feinstaub. Sie wird als wichtiger Umweltindikator auf internationaler Ebene verwendet (z. B. für den „Better Life Index“ der OECD).

Die vorliegende Studie dokumentiert die methodischen Grundlagen zur Bestimmung der Exposition der Bevölkerung Österreichs durch  $PM_{10}$  bzw.  $PM_{2,5}$  auf Basis des Konzepts repräsentativer Flächen. Dabei werden topographische Daten, Mess- und Emissionsdaten von Feinstaub und Bevölkerungsdaten miteinander in Beziehung gesetzt. Eine jährliche Aktualisierung der Expositionsberechnung ist damit möglich. Die als Ergebnis dieser Studie berechnete mittlere  $PM_{2,5}$ -Exposition der österreichischen Bevölkerung zeigt zwischen 2005 und 2016 eine signifikante Abnahme von 19,3 auf 11,5  $\mu g/m^3$ .