

Institut für Chemische Technologien  
und Analytik, TU-Wien

Laboratorium für Umweltanalytik GmbH



## Untersuchung von Blei und Cadmium in der Staubdeposition an gebietstypischen Standorten in Niederösterreich

Aktenzahl: BD4-A-183/194-00 bzw. BD4-A-183/146-02



### Untersuchungsjahr 2002

R. Ellinger\*, W. Hann\*\* H. Gessinger\*, M. F. Kalina\* und H. Puxbaum\*\*\*

\* Laboratorium für Umweltanalytik GmbH

\*\* Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abteilung BD4

\*\*\* Technische Universität Wien, Institut für Analytische Chemie

Im Auftrag des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung

**Wien, im März 2003**



## **Danksagung**

Das gegenständliche Projekt wird vom Amt der Niederösterreichischen Landesregierung (BD4-A-183/194-00, bzw- BD4-A-183/146-02) finanziert. Die Autoren danken an dieser Stelle allen Mitarbeitern für die gute Zusammenarbeit.

## **Bericht 14/03**

© 2003

Herausgeber: Institut für Chemische Technologien und Analytik, TU - Wien

Anschrift: Getreidemarkt 9/164-AC, A-1060 Wien

Titelbild: Luftgütemessstelle St. Pölten; Dr. W. Hann

## INHALT

|   | Seite     |
|---|-----------|
| <b>1 ZIELSETZUNGEN</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2 STANDORTAUSWAHL – MESSPLANUNG</b>                        | <b>5</b>  |
| <b>3 UNTERSUCHUNGSZEITRAUM</b>                                | <b>6</b>  |
| <b>4 VERFAHRENSGRUNDLAGEN</b>                                 | <b>7</b>  |
| 4.1    Methodik – Gesamtdeposition                            | 7         |
| 4.2    Methodik – Schwermetalle                               | 8         |
| <b>5 BEURTEILUNGSKRITERIEN</b>                                | <b>9</b>  |
| <b>6 ERGEBNISDARSTELLUNG</b>                                  | <b>11</b> |
| 6.1    Staubniederschlag – Gesamtdeposition                   | 11        |
| 6.2    Staubniederschlag – Schwermetalle im Staubniederschlag | 11        |
| 6.3    Zusammenfassung - JMW                                  | 13        |
| <b>7 LITERATUR</b>  | <b>14</b> |

## 1 ZIELSETZUNGEN

Mit Inkrafttreten des Immissionsschutzgesetz Luft IG-Luft BGBl 115/1997 wurden in Österreich Grenzwerte zum dauerhaften Schutz der menschlichen Gesundheit für die Deposition von Staub sowie Blei und Cadmium in der Staubdeposition festgelegt. Die Überwachung der Einhaltung dieser Grenzwerte obliegt den einzelnen Bundesländern. Im Rahmen dieses Projektes werden die Gesamtdosition, Blei und Cadmium in der Deposition in Erfüllung der Anforderungen des IG-Luft an ausgewählten niederösterreichischen Standorten bestimmt.

Durch Doppelbeobachtung an 10 unterschiedlichen niederösterreichischen Standorten über 13 Messperioden wurde ein statistisch auswertbarer Datensatz geschaffen werden, der auf für österreichische Gebietskategorien charakteristischen realen Proben basiert. Das gegenständliche Projekt stellt damit die Verlängerung der im Jahr 1999 begonnenen Messserie im Land Niederösterreich dar.

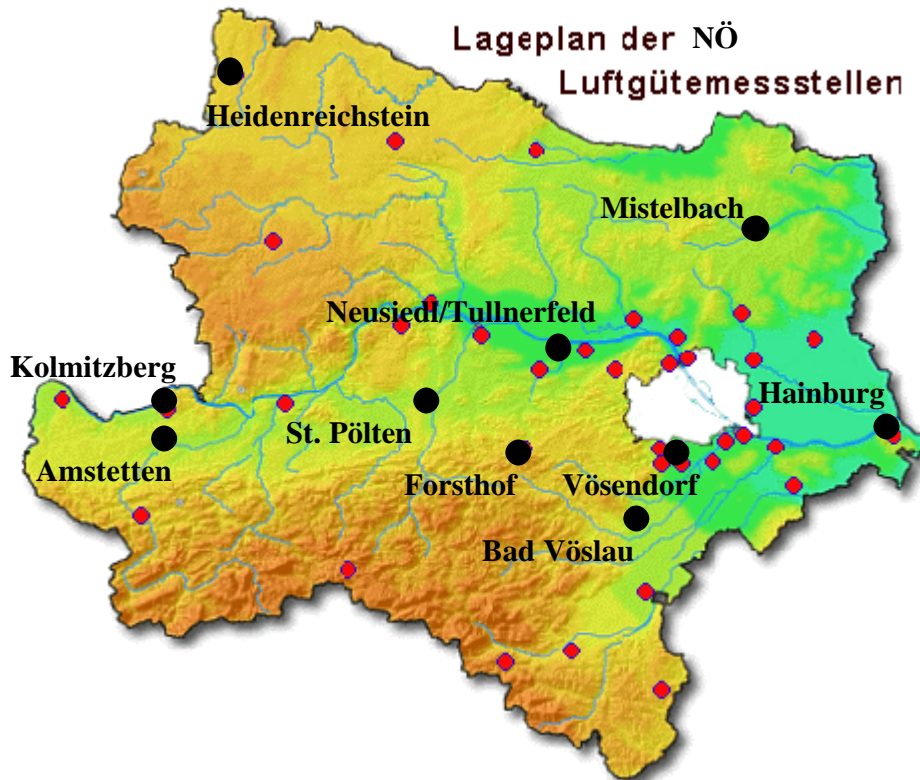
## 2 STANDORTAUSWAHL – MESSPLANUNG

Die Auswahl repräsentativer Standorte nach den fünf Landnutzungskategorien (§ 1-4 Messnetzkonzept zum IG-L) erfolgte in Abstimmung mit dem Amt der Niederösterreichischen Landesregierung und für die fünf definierten Kategorien nach Gemeindegrößen.

|             |                            |
|-------------|----------------------------|
| Kategorie 4 | St. Pölten                 |
| Kategorie 3 | Mistelbach                 |
| Kategorie 2 | Hainburg                   |
| Kategorie 1 | Heidenreichstein (Thaures) |

Zusätzlich zu diesen Standorten wurden sechs weitere Standorte welche typisch für eine Region Niederösterreichs bzw. aus anderen Gründen von besonderem Interesse sind vorgesehen.

|                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| Vösendorf            | (B301)                       |
| Neusiedl/Tullnerfeld | bereits Messreihen vorhanden |
| Forsthof             |                              |
| Amstetten            |                              |
| Kolmitzberg          |                              |
| Bad Vöslau           |                              |



An jedem der zehn Standorte wurden zwei Bergerhoff - Depositionssammler situiert. Durch diese Doppelbeprobung konnten Ausfälle minimiert und gleichzeitig ein neu entwickeltes Aufschlussverfahren validiert werden.

Das gegenständliche Projekt stellt die Verlängerung der im Jahr 1999 begonnenen Messserie im Land Niederösterreich dar. Für die vorliegenden Auswertungen wurden die Messperioden 20 bis 32 herangezogen

### 3 UNTERSUCHUNGSZEITRAUM

Für das Kalenderjahr 2002 liegen die Depositionsdaten von 13 Messperioden beginnend mit 17.12.2001 vor. Der Messzeitraum der im Rahmen des Bergerhoffmessnetzes analysierten Schwermetalle ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Messzeiträume und Komponenten an den Messplätzen zur Bestimmung der Sonderkomponenten

| Messort                               | Messzeitraum |        | Komponenten              |
|---------------------------------------|--------------|--------|--------------------------|
|                                       | von          | bis    |                          |
| Bergerhoffmessnetz<br>Standorte: 1-10 | 17.12.01     | 2.1.03 | Staubniederschlag, Pb Cd |

## 4 VERFAHRENSGRUNDLAGEN

Die Bestimmung des Staubniederschlages erfolgte nach VDI 2119/2 "Messung partikelförmiger Niederschläge; Bestimmung des Staubniederschlages mit Auffanggefäßen aus Glas (Bergerhoffverfahren) oder Kunststoff."



Abbildung 1: Depositionssammler

Der atmosphärische Stoffeintrag wurde durch Exposition von Auffanggefäßen erfasst. Die Probenahmegeräte bestehen aus einem Auffanggefäß und einem Ständer mit Schutzkorb. Für alle Standorte werden pulverbeschichtete Schutzkörbe aus Edelstahl eingesetzt. Für die Metallbestimmung werden Polypropylen-Auffanggefäße mit einem Nenndurchmesser von 102 mm verwendet. Nach dem Ablauf der Messperioden werden die Sammelgefäße dicht verschlossen und zur Aufarbeitung ins Labor gebracht. Abbildung 1 zeigt die beiden Depositionssammler der Luftgütemessstelle Forsthof.

### 4.1 METHODIK – GESAMTDEPOSITION

Nach Entfernung grober Verunreinigungen (z.B. Blätter, Insekten usw.) wurden an der Gefäßwandung anhaftende Feststoffe mit einem Teflonwischer abgelöst und aufgerührt. Der gesamte Gefäßinhalt wurde quantitativ in vorgewogene Erlenmeyerschliiffkolben über ein Sieb DIN 4189 mit einer Maschenweite von 1,12 mm überführt. Die Innenwand des Auffanggefäßes wurde mit bidestilliertem Wasser abgespült und das Spülwasser ebenfalls durch das Sieb in die Erlenmeyerschliiffkolben überführt. Die Erlenmeyerschliiffkolben werden anschließend bei 105 °C im Trockenschrank eingedampft. Der Staubniederschlag wurde durch Wägen des gesamten Trockenrückstandes bestimmt und das Ergebnis in  $g/(m^2d)$  angegeben.

**Berechnung:**

$$x = \frac{G \cdot f}{A \cdot t}$$

|     |  |
|-----|--|
| $x$ | Staubniederschlag in g/(m <sup>2</sup> d) oder mg/(m <sup>2</sup> d) |
| $A$ | Auffangfläche in cm <sup>2</sup>                                     |
| $f$ | 10000 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> (Umrechnungsfaktor)            |
| $G$ | Masse der Staubniederschlagsprobe in g oder mg                       |
| $t$ | Probenahmedauer (Sammelzeit) in Tagen                                |

Bei dem von uns eingesetzten Verfahren erfolgte das Abdampfen der Proben in Erlenmeyerschlifflkolben anstelle von Abdampfschalen was keinen Unterschied zum Konventionsverfahren hinsichtlich des Staubniederschlages zur Folge hat. Der Staubniederschlag wurde zur Schwermetallanalyse aufgearbeitet.

#### 4.2 METHODIK – SCHWERMETALLE

Nach Bestimmung des Staubniederschlages durch Wägen des gesamten Trockenrückstandes werden die Proben zur Schwermetallanalyse aufgearbeitet.

Nach Zugabe von 4-5 ml HNO<sub>3</sub> (Sigma traceselect) und 1 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> wird auf den Kolben ein Kühlrohr aufgesetzt (Abbildung 1), der Erlenmeyerkolben erhitzt und die Probe im Rückfluss vollständig aufgeschlossen. Die Proben werden mit verdünnter HNO<sub>3</sub> auf 25 ml aufgefüllt, sodass dann ca. 10% HNO<sub>3</sub> vorliegt.

Die Analyse der aufgeschlossenen Proben erfolgte mittels Zeeman Graphitrohr AAS Perkin Elmer 5100 bzw. Flammen AAS Perkin Elmer 3030 (Tabelle 2). Die zur Kalibration verwendeten Standardlösungen wurden aus FLUKA-„Single-Element“-Standardlösungen 1000 mg/l hergestellt. Zur Kalibration der Graphitrohr AAS wurden Lösungen mit Konzentrationen von 10 µg/l (Cd) bzw. 100 µg/l (Pb) verwendet. Die für die Erstellung der Kalibrationskurven benötigten Konzentrationswerte wurden durch automatische Verdünnung der Standardlösungen hergestellt. Zur Erstellung der Kalibrationskurven wurden je nach Linearität des untersuchten Elements drei bis sechs unterschiedliche Konzentrationen verwendet. Zur Überprüfung der Analysenqualität wurde in periodischen Abständen Testmessungen mit einem Referenzstandard (50 µg/l-Multielementstandard, Perkin Elmer Quality Control Standard 21; N 93900281) durchgeführt.

Tabelle 2: Übersicht der angewandten Analysemethoden und Nachweisgrenzen des Gesamtverfahrens

| Komponente | Methode            | Wellenlänge<br>[nm] | Slit<br>[nm] | Nachweisgrenze<br>[µg/m <sup>2</sup> d] |
|------------|--------------------|---------------------|--------------|---|
| Cd         | Graphitrohrtechnik | 228,8               | 0,70         | 0,01                                    |
| Pb         | Graphitrohrtechnik | 283,3               | 0,70         | 0,2                                     |
| Staub      |                    |                     |              | 5000                                    |

## 5 BEURTEILUNGSKRITERIEN

Gesetzliche Regelungen hinsichtlich des Staubniederschlags und von Staubinhaltsstoffen im Staubniederschlag sind im Immissionsschutzgesetz-Luft und in der zweiten Verordnung gegen Forstschädliche Luftverunreinigungen enthalten. Für Erholungsgebiete enthält die Kurorterichtlinie strengere Bestimmungen hinsichtlich des Staubniederschlags.

Tabelle 3: Beurteilungskriterien Staubniederschlag

|                  | JMW<br>g/m <sup>2</sup> d | Bemerkung                          |
|------------------|---------------------------|------------------------------------|
| <b>IG-L§</b>     | 0,210                     | Schutz der menschlichen Gesundheit |
| <b>Kurorte R</b> | 0,165                     | Schutz der menschlichen Gesundheit |

**IG-L§** Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. 1997/115)

**Kurorte R** Kurorterichtlinie

Tabelle 4: Beurteilungskriterien Staubniederschlag - Staubinhaltsstoffe

|                | JMW<br>µg/m <sup>2</sup> d | Bemerkung                          |
|----------------|----------------------------|------------------------------------|
| <b>IG-L§</b>   |                            |                                    |
| Blei           | 100                        | Schutz der menschlichen Gesundheit |
| Cadmium        | 2                          | Schutz der menschlichen Gesundheit |
| <b>ForstG§</b> |                            |                                    |
| Blei           | 685                        |                                    |
| Cadmium        | 14                         |                                    |

**IG-L§** Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. 1997/115)

**ForstG§** Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen (BGBl 1984/199)



## 6 ERGEBNISDARSTELLUNG

### 6.1 STAUBNIEDERSCHLAG – GESAMTDEPOSITION

Die Ergebnisse des Staubniederschlages der gegenständlichen 13 Messperioden sind in Tabelle 5 den Grenzwerten des IG-Luft und der Kurorterichtlinie gegenübergestellt. Für alle Messstellen zeigte sich die Einhaltung des IG-Luft Grenzwertes und des strengeren nur für Kurorte und Erholungsgebiete zur Anwendung gelangenden Wertes der Kurorterichtlinie.

Tabelle 5: Staubniederschlag der 13 Messserien (17. Dezember 2002 – 2. Jänner 2003) an allen 10 Messstellen

| Staub[ g/m <sup>2</sup> d] | Messperiode |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | JMW   |
|----------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                            | 20          | 21    | 22    | 23    | 24    | 25    | 26    | 27    | 28    | 29    | 30    | 31    | 32    |       |
| Amstetten                  | 0,059       | 0,094 | 0,129 | 0,109 | 0,109 | 0,094 | 0,231 | 0,227 | 0,070 | 0,000 |       |       |       | 0,112 |
| Bad Vöslau                 | 0,003       | 0,040 | 0,074 | 0,045 | 0,069 | 0,088 | 0,161 | 0,042 | 0,114 | 0,062 |       |       |       | 0,070 |
| Forsthof                   | 0,010       | 0,033 | 0,016 | 0,027 | 0,032 | 0,055 | 0,096 | 0,044 | 0,034 | 0,031 |       |       |       | 0,038 |
| Hainburg                   |             | 0,077 | 0,151 | 0,183 | 0,137 | 0,082 | 0,152 | 0,122 | 0,089 | 0,109 | 0,146 | 0,095 | 0,034 | 0,115 |
| Kolnitzberg                |             |       | 0,074 | 0,034 |       | 0,027 | 0,087 | 0,043 | 0,044 | 0,024 |       |       |       | 0,048 |
| Mistelbach                 | 0,061       | 0,042 | 0,045 | 0,041 | 0,069 | 0,061 | 0,202 | 0,071 | 0,070 | 0,099 | 0,042 | 0,060 | 0,049 | 0,070 |
| Neusiedl                   | 0,016       | 0,029 | 0,051 | 0,071 | 0,113 | 0,172 | 0,111 | 0,101 | 0,092 | 0,063 |       |       |       | 0,082 |
| St.Pölten                  | 0,040       | 0,035 | 0,051 | 0,040 | 0,074 | 0,068 | 0,158 | 0,104 | 0,039 | 0,042 | 0,059 | 0,044 | 0,041 | 0,061 |
| Thaures                    | 0,009       | 0,016 | 0,029 | 0,081 | 0,043 | 0,050 | 0,150 | 0,033 | 0,061 | 0,035 | 0,029 | 0,020 | 0,024 | 0,045 |
| Vösendorf                  | 0,101       | 0,187 | 0,129 | 0,126 | 0,138 | 0,024 | 0,049 |       | 0,076 | 0,089 | 0,445 | 0,192 | 0,075 | 0,136 |
| IG-Luft                    |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,210 |
| Kurorte-R.                 |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,165 |

### 6.2 STAUBNIEDERSCHLAG – SCHWERMETALLE IM STAUBNIEDERSCHLAG

Die Ergebnisse der im IG-Luft und im Forstgesetz geregelten Schwermetalle im Staubniederschlag (Pb, Cd) der 13 Messperioden sind in Tabelle 6 und Tabelle 7 den Grenzwerten gegenübergestellt. Für alle Messorte zeigt sich die Einhaltung dieser Grenzwerte.

Tabelle 6: Mittelwerte über 13 Messperioden (17. Dezember 2002 – 2. Jänner 2003) des im IG-Luft gesetzlich begrenzten Staubinhalstoffes Blei

| Blei [µg/m <sup>2</sup> d] | Messperiode |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      | JMW  |
|----------------------------|-------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
|                            | 20          | 21   | 22  | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   | 30  | 31   | 32   |      |
| Amstetten                  | 12,7        | 10,5 | 6,9 | 34,2 | 18,3 | 18,0 | 28,7 | 24,9 | 19,2 | 7,2  |     |      |      | 18,1 |
| Bad Vöslau                 | 0,4         | 5,5  | 7,7 | 5,5  | 11,7 | 3,9  | 12,3 | 5,3  | 3,3  | 6,4  |     |      |      | 6,2  |
| Forsthof                   | 3,3         | 4,6  | 1,7 | 2,8  | 4,0  | 2,9  | 7,7  | 8,1  | 6,3  | 2,7  |     |      |      | 4,4  |
| Hainburg                   |             | 6,5  | 6,3 | 12,8 | 8,2  | 4,4  | 7,6  | 8,1  | 5,7  | 11,3 | 6,7 | 6,7  | 11,0 | 7,9  |
| Kolnitzberg                |             |      | 7,7 | 3,5  |      | 2,2  | 5,7  | 12,5 | 5,9  | 3,3  |     |      |      | 5,8  |
| Mistelbach                 | 5,8         | 3,8  | 3,5 | 2,4  | 8,2  | 4,1  | 5,8  | 8,5  | 7,1  | 7,1  | 3,4 | 2,5  | 7,6  | 5,4  |
| Neusiedl                   | 2,4         | 3,4  | 2,3 | 3,6  | 3,6  | 9,8  | 2,2  | 6,8  | 4,9  | 3,5  |     |      |      | 4,3  |
| St.Pölten                  | 8,5         | 4,1  | 2,3 | 3,2  | 5,0  | 4,7  | 7,3  | 7,6  | 6,2  | 5,3  | 4,0 | 2,9  | 9,2  | 5,4  |
| Thaures                    | 2,4         | 1,8  | 2,7 | 3,2  | 3,7  | 2,1  | 4,6  | 2,8  | 4,6  | 3,5  | 1,9 | 1,8  | 8,1  | 3,3  |
| Vösendorf                  | 4,7         | 14,4 | 6,9 | 16,3 | 6,0  | 3,2  | 2,3  |      | 6,2  | 8,3  | 7,0 | 15,8 | 8,9  | 8,3  |
| IG-Luft                    |             |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      | 100  |

Tabelle 7: Mittelwerte über 13 Messperioden (17. Dezember 2002 – 2. Jänner 2003) des im IG-Luft gesetzlich begrenzten Staubinhalstoffes Cadmium

| Cd [µg/m <sup>2</sup> d] | Messperiode |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | JMW  |
|--------------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                          | 20          | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   | 30   | 31   | 32   |      |
| Amstetten                | 0,19        | 0,17 | 0,14 | 0,42 | 0,37 | 0,24 | 0,19 | 0,30 | 0,31 | 0,11 |      |      |      | 0,24 |
| Bad Vöslau               | 0,01        | 0,06 | 0,09 | 0,10 | 0,27 | 0,05 | 0,21 | 0,39 | 0,06 | 0,13 |      |      |      | 0,14 |
| Forsthof                 | 0,11        | 0,06 | 0,04 | 0,11 | 0,09 | 0,04 | 0,10 | 0,15 | 0,13 | 0,09 |      |      |      | 0,09 |
| Hainburg                 |             | 0,11 | 0,11 | 0,29 | 0,28 | 0,50 | 0,11 | 0,15 | 0,34 | 0,24 | 0,31 | 0,29 | 0,54 | 0,27 |
| Kolnitzberg              |             |      | 0,09 | 0,10 |      | 0,03 | 0,09 | 0,15 | 0,23 | 0,08 |      |      |      | 0,11 |
| Mistelbach               | 0,04        | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,23 | 0,04 | 0,09 | 0,23 | 0,18 | 0,11 | 0,08 | 0,08 | 0,33 | 0,12 |
| Neusiedl                 | 0,04        | 0,06 | 0,09 | 0,12 | 0,08 | 0,12 | 0,03 | 0,15 | 0,09 | 0,09 |      |      |      | 0,09 |
| St.Pölten                | 0,05        | 0,04 | 0,09 | 0,08 | 0,13 | 0,06 | 0,10 | 0,11 | 0,19 | 0,15 | 0,06 | 0,10 | 0,50 | 0,13 |
| Thaures                  | 0,03        | 0,05 | 0,10 | 0,10 | 0,13 | 0,05 | 0,13 | 0,08 | 0,24 | 0,17 | 0,10 | 0,08 | 0,56 | 0,14 |
| Vösendorf                | 0,05        | 0,14 | 0,14 | 0,45 | 0,12 | 0,06 | 0,04 |      | 0,10 | 0,31 | 0,23 | 0,58 | 0,36 | 0,21 |
| IG-Luft                  |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 2,0  |

### 6.3 ZUSAMMENFASSUNG - JMW

Für den Staubniederschlag zeigte sich an allen Messstellen die Einhaltung des IG-Luft Grenzwertes und des strengeren nur für Kurorte und Erholungsgebiete zur Anwendung gelangenden Wertes der Kurorterichtlinie (Tabelle 8).

Auch im Bezug auf die Staubinhaltsstoffdeposition von Blei und Cadmium zeigte sich die Einhaltung der entsprechenden Grenzwerte des IG-Luft bzw. des Forstgesetzes (Tabelle 8). Die Depositionswerte für Blei lagen dabei mit Ausnahme von Amstetten unter 10 % des IG-L- Grenzwertes. Für Cadmium lagen sieben der zehn Messstationen unter der 10% - Schwelle. Für die Messstellen Amstetten Hainburg und Vösendorf wurden Depositionswerte zwischen 10 und 20% des IG-Luft-Grenzwertes ausgewiesen.

Tabelle 8: Jahresmittelwerte über 13 Messperioden des Staubniederschlages, der Staubinhaltsstoffe Blei und Cadmium sowie der Darstellung der Datenverfügbarkeit in Prozent

| JMW 2002<br>Messstelle | Staub<br>g/m <sup>2</sup> d | Blei<br>µg/m <sup>2</sup> d | Cadmium<br>µg/m <sup>2</sup> d | Verfügbarkeit<br>% |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Amstetten              | 0,112                       | 18                          | 0,24                           | 77 *)              |
| Bad Vöslau             | 0,070                       | 6                           | 0,14                           | 77 *)              |
| Forsthof               | 0,038                       | 4                           | 0,09                           | 77 *)              |
| Hainburg               | 0,115                       | 8                           | 0,27                           | 92                 |
| Kollnitzberg           | 0,048                       | 6                           | 0,11                           | 54 *)              |
| Mistelbach             | 0,070                       | 5                           | 0,12                           | 100                |
| Neusiedl               | 0,082                       | 4                           | 0,09                           | 77 *)              |
| St. Pölten             | 0,061                       | 5                           | 0,13                           | 100                |
| Thaures                | 0,045                       | 3                           | 0,14                           | 100                |
| Vösendorf              | 0,136                       | 8                           | 0,21                           | 92                 |
| NÖ-Mittel              | 0,078                       | 7                           | 0,15                           |                    |

\*) Stationen wurden Ende September/Anfang Oktober aufgelassen und durch neue Stationen ersetzt

## 7 LITERATUR

- DEV S7, Aufschluss mit Königswasser zur nachfolgenden Bestimmung des säurelöslichen Anteils von Metallen.
- Richtlinie 4 (1976) Luftverunreinigungen –Immissionsmessungen, Staubniederschlag–Bergerhoff-Verfahren.
- Richtlinie 15 (2000) Staubniederschlagsmessungen nach dem Immissionsschutzgesetz–Luft (BGBl. I Nr 115/1997), Teil1: Österreichweite Festlegungen zum Bergerhoff-Verfahren.
- VDI 2119, Blatt2 (1994) Messung partikelförmiger Niederschläge, Bestimmung des Staubniederschlags mit Auffanggefäßen aus Glas (Bergerhoff-Verfahren) oder Kunststoff.
- VDI 2267, Blatt 4 (1987) Messen von Blei, Kadmium und deren anorganischen Verbindungen als Bestandteile des Staubniederschlags mit der Atomabsorptionsspektrometrie.
- VDI 2267, Blatt 5 (1997) Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft, Messen der Massenkonzentration von Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, V, Zn mit Hilfe der optischen Emissionsspektrometrie (ICP-OES) nach Filterprobenahme und Aufschluss in oxidierendem Säuregemisch.
- VDI 2268, Blatt 1 (1987) Stoffbestimmung an Partikel, Bestimmung der Elemente Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sr, V, Zn in emittierten Stäuben mittels atomspektrometrischer Methoden.