

Dieser Bericht wurde vom Referat für Luftgüteüberwachung der Fachabteilung Ia erstellt.

Referatsleiter :           Dr. G. Semmelrock  
Bearbeiter :               Ing. W. Stangl

Bericht Nr. 11/95  
GZ: 72.100-0622/95

# **Meßnetz Judendorf-Straßengel**

**Messung der  
Staub- und Schwermetalldepositionen**

Dezember 1992 - Dezember 1994

Herausgeber:  
Amt der Steiermärkischen Landesregierung  
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ia  
8010 Graz, Landhausgasse 7, Tel. 877/2172

Abteilungsvorstand:

## 1. Einleitung

Aufgrund einer Anfrage des Umweltschutzvereines Straßengler Feld werden vom Referat für Luftgüteüberwachung des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung Staub- und Schwermetallmessungen zur Überwachung der Papierfabrik Leykam durchgeführt.

Die in diesem Bericht verarbeiteten Ergebnisse erstrecken sich auf den Meßzeitraum 1993/1994.

## 2. Beschreibung des Meßnetzes

Im Zuge der Erhebung von Staub- und Schwermetalldepositionen im Raum Judendorf-Straßengel wurden an 3 Punkten Probesammler aufgestellt:

Fam. Schwarz	Florianigasse 7
Fam. Weiß	Waldweg 19
Fam. Mayer	Murfeldsiedlung 17

An diesen Meßpunkten wurden neben der Deposition an Gesamtstaub auch die Staubinhaltsstoffe Zink, Kupfer, Nickel, Chrom, Blei und Cadmium erfaßt.

Zur Bewertung der Schwermetallbelastung ist die konventionelle Mittelwertbildung in Form des arithmetischen Mittels nur bedingt tauglich, da bei der Ermittlung des Schwermetallgehaltes nicht zuletzt aufgrund der Probenahme mit „Ausreißern“ bei den Analyseergebnissen zu rechnen ist. Das arithmetische Mittel reagiert aber gegenüber Ausreißern sehr empfindlich, das heißt, daß der Zahlenwert maßgeblich vom Ausreißer mitbestimmt wird.

Als praktikable Möglichkeit wurde eine Auswertung aufgrund von Medianen gewählt. Dazu werden die Meßwerte zunächst nach ihrer Größe geordnet und danach der genau in der Mitte liegende Wert ermittelt. Diese Auswertung gibt an, daß 50% aller Werte kleiner oder gleich diesem Median sind.

### 3. Meßmethoden

#### 3.1. Messung der Staubdeposition (Bergerhoff-Verfahren)

Zur Messung des Staubniederschlages wurde das Verfahren nach der VDI-Richtlinie 2119, Blatt 2, aus dem Handbuch zur Reinhaltung der Luft angewandt.

Ziel der Staubbestimmung ist es, die in einer bestimmten Zeit aus der Atmosphäre ausfallende Menge fester und flüssiger Substanz - mit Ausnahme des Wasseranteiles - zu erfassen (Deposition).

Die Staubmessung erfolgt nach dem "Bergerhoff-Verfahren". Dabei wird ein Glas- oder Kunststoffgefäß, das nach oben eine Öffnung besitzt, auf einem etwa 1.5 m hohen Ständer angebracht. Der sich absetzende Staub und das Regenwasser wird in diesem Gefäß gesammelt. Die Expositionszeit beträgt etwa 28 Tage.

Danach werden der Staubniederschlag und das Wasser in einer gewogenen Schale zur Trockene eingedampft und als Gesamtstaubniederschlag gewogen. Das Ergebnis wird, anders als bei Konzentrationsmessungen, auf 28 Tage und 1 m<sup>2</sup> bezogen.

#### 3.2. Bestimmung des Schwermetallgehaltes

Soll eine nach dem Bergerhoff-Verfahren erhaltene Staubprobe auf den Gehalt von Schwermetallen untersucht werden, so muß bereits bei der Eindampfung des Sammelgefäßinhaltes sorgfältig darauf geachtet werden, daß Kontaminationen verhindert werden.

Vor dem Aufschluß wird das Sammelgefäß mit 10 ml konzentrierter Salpetersäure (65%, Suprapur) gespült. Diese Lösung wird für den Aufschluß des Trockenrückstandes verwendet.

Der Rückstand wird im abgedeckten Becherglas bei 160-180 °C fast bis zur Trockene eingengt. Nach dem Abkühlen wird der Rückstand mit 1%iger Salpetersäure aufgenommen, wobei auch die an der Wand anhaftenden Salzkrusten gelöst werden müssen. Diese Suspension wird auf ein definiertes Volumen aufgefüllt und kann nach dem Absetzen der Schwebstoffe am Atomabsorptionsspektrometer auf Schwermetalle untersucht werden.

Die Schwermetallgehalte wurden mit Hilfe der Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) bestimmt. Für die Durchführung stand ein Meßplatz der Firma Perkin Elmer, AAS 5000, zur Verfügung. Zur Bestimmung der Schwermetalle wurde das Flammenabsorptionsverfahren eingesetzt, wobei die Probe durch thermische Anregung in einer Luft-Acetylen-Flamme atomisiert wird. Als

Untergrundkompensation wurde - entsprechend der zum Nachweis des Schwermetalles erforderlichen Wellenlänge - für den UV-Bereich ein Deuterium-Kontinuum-Strahler, für den Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichtes eine Halogenlampe gewählt. Als erforderliche Lichtquellen gelangten "Intensitron"-Hohlkathodenlampen und elektrodenlose Entladungslampen zum Einsatz.

#### 4. Beurteilungsgrundlagen

Zur Beurteilung von Staubdepositionen und deren Gehalt an bestimmten Schwermetallen stehen eine Reihe von Grenzwerten in in- und ausländischen Verordnungen und Richtlinien zur Verfügung. Es werden das österreichische Forstgesetz mit der zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen (BGBL 199/1984), eine Richtlinie der Salzburger Landesregierung und die erste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA-Luft) der BRD als Grundlagen herangezogen. Die "Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen" (BGBL 199/1984), die zum Forstgesetz 1974 erlassen wurde, enthält Grenzwerte für die Depositionen der Schwermetalle Blei, Zink, Kupfer und Cadmium, die in der Dimension kg/ha.a angegeben sind (Tabelle 1). Diese Werte wurden auf die in diesem Bericht verwendete Einheit ( $\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{d}$ ) umgerechnet, um Grenzwertvergleiche durchführen zu können.

**Tabelle 1** : Grenzwerte des BGBL 199/1984

Element	Jahresmittelwert (kg/ha.a)	Jahresmittelwert ( $\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{d}$ )
Blei	2,5	700
Zink	10	2700
Kupfer	2,5	700
Cadmium	0,05	14

Die in Tabelle 2 wiedergegebene Kategorisierung des Staubniederschlages wurde vom Hygieneinstitut II der Universität Innsbruck entworfen und vom Amt der Salzburger Landesregierung 1975 veröffentlicht.

**Tabelle 2 :** Kategorien der Staubbelastung - modifiziert  
(Angaben als arithmet. Jahresmittelwert in g/m<sup>2</sup>.28d)

Kategorie	Meßwert	Beschreibung
I	unter 2,3	sehr geringe Staubbelastung
II	2,3 - 4,6	geringe Staubbelastung
III	4,6 - 9,4	Staubbelastung in Siedlungsräumen außerhalb von Industrieregionen (mäßig belastet)
IV	9,4 - 13,9	belastet
V	14 u. mehr	stark belastet

Die "Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft 1986" (TA-Luft '86) ist als Verordnung zum deutschen Bundesimmissionsschutzgesetz erstellt worden. Darin sind unter anderem auch Immissionsgrenzwerte für Depositionen von Staub und einigen Schwermetallen angeführt.

Zum Schutz vor erheblichen Nachteilen und Belästigungen wurden die in Tabelle 3 wiedergegebenen Grenzwerte festgelegt. Dabei handelt es sich um Langzeitimmissionswerte (IW 1), die etwa einem Jahresmittelwert entsprechen. Für Staub ist zusätzlich noch ein Kurzzeitimmissionswert (IW 2) von 0,65 g/m<sup>2</sup>.d festgelegt.

**Tabelle 3:** Langzeitimmissionswerte IW 1 nach der TA-Luft für Staub, Blei und Cadmium

Staubniederschlag (nicht gefährliche Stäube)	0,35 g/m <sup>2</sup> .d
Blei und anorganische Bleiverbindungen als Bestandteile des Staubniederschlages (angegeben als Blei)	250 µg/m <sup>2</sup> .d
Cadmium und anorganische Cadmiumverbindungen als Bestandteile des Staubniederschlages (angegeben als Cadmium)	5 µg/m <sup>2</sup> .d

## 5. Immissionszustand

### 5.1. Ergebnisse der Staubbestimmungen

**Tabelle 4:** Staubbelastung pro Meßperiode (g/m<sup>2</sup> · 28d)

Meßperiode	Fam. Schwarz	Fam. Weiß	Fam. Mayer
22.12.-18.1.93	0,8	0,6	
18.1.-16.2.93	1,2	0,7	
16.2.-16.3.93	1,6	1,5	
16.3.-13.4.93	1,8	1,9	
13.4.-10.5.93	2,5	3,1	2,9
10.5.-8.6.93	1,7	1,4	3,7
8.6.-8.7.93	1,7	4,6	2,9
8.7.-2.8.93	1		
2.8.-30.8.93	1		
30.8.-29.9.93	0,8	0,8	1,8
3.11.-6.12.93	0,6		
6.12.-29.12.93	1,3	0,5	3,6
29.12.-25.1.94		3,3	3,5
25.1.-23.2.94	1,4		7,4
23.2.-23.3.94	1,3		6,1
23.3.-26.4.94	2,7	5,5	3
26.4.-25.5.94	1,3	3,9	5
25.5.-21.6.94	1,3	1,8	4,1
21.6.-25.7.94	1,1	1	2,3
23.8.-20.9.94	0,9	1,6	5,2
20.9.-24.10.94	1,5		
24.10.-22.11.94	0,4	1,1	
22.11.-21.12.94		2	2,8
Mittelwert 1993	1,3	1,7	3,0
Mittelwert 1994	1,3	2,5	4,4

**Tabelle 5:**Durchschnittliche Staubbelastung pro Tag (g/m<sup>2</sup> . d)

Meßperiode	Fam. Schwarz	Fam. Weiß	Fam. Mayer
22.12.-18.1.93	0,03	0,02	
18.1.-16.2.93	0,04	0,03	
16.2.-16.3.93	0,06	0,05	
16.3.-13.4.93	0,06	0,07	
13.4.-10.5.93	0,09	0,11	0,1
10.5.-8.6.93	0,06	0,05	0,13
8.6.-8.7.93	0,06	0,16	0,1
8.7.-2.8.93	0,04		
2.8.-30.8.93	0,04		
30.8.-29.9.93	0,03	0,03	0,06
3.11.-6.12.93	0,02		
6.12.-29.12.93	0,05	0,02	0,13
29.12.-25.1.94		0,12	0,13
25.1.-23.2.94	0,05		0,26
23.2.-23.3.94	0,05		0,22
23.3.-26.4.94	0,1	0,2	0,11
26.4.-25.5.94	0,05	0,14	0,18
25.5.-21.6.94	0,05	0,06	0,15
21.6.-25.7.94	0,04	0,04	0,08
23.8.-20.9.94	0,03	0,06	0,19
20.9.-24.10.94	0,05		
24.10.-22.11.94	0,01	0,04	
22.11.-21.12.94		0,07	0,1
Mittelwert 1993	0,05	0,06	0,10
Mittelwert 1994	0,05	0,09	0,16



## 5.2. Ergebnisse der Schwermetallbestimmungen

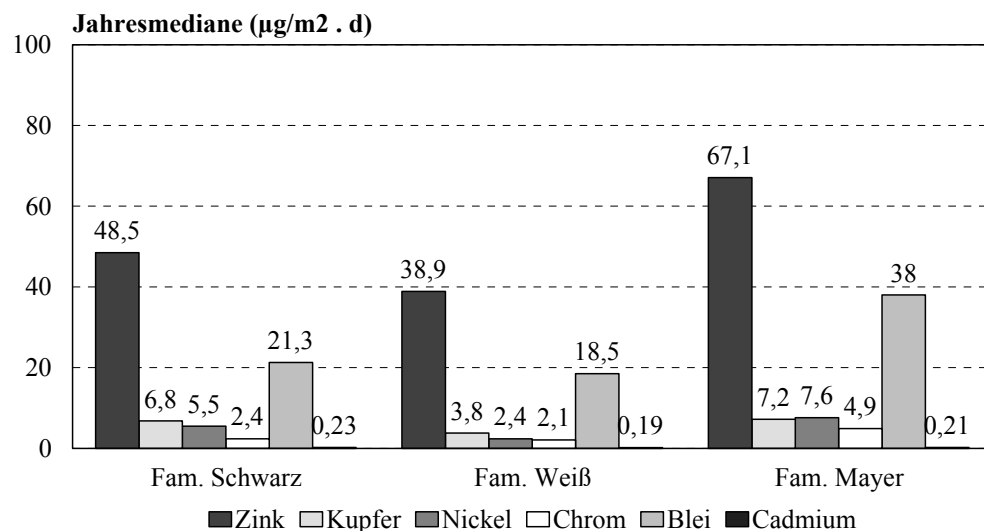
Zusätzlich zu den Staubdepositionen wurde der Schwermetallgehalt in den gewonnenen Proben ermittelt, sodaß auch die Deposition von ausgewählten Schwermetallen (Zink, Kupfer, Nickel, Chrom, Blei und Cadmium) erfaßt wurde.

Zur Auswertung der Analysenergebnisse werden die Mediane der Schwermetallbelastung herangezogen, um Analysenfehler, wie sie vor allem durch die einfache Art der Probenahme nicht auszuschließen sind, nicht dominierend in die Bewertung einfließen zu lassen.

**Tabelle 6:** Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung ( $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ )

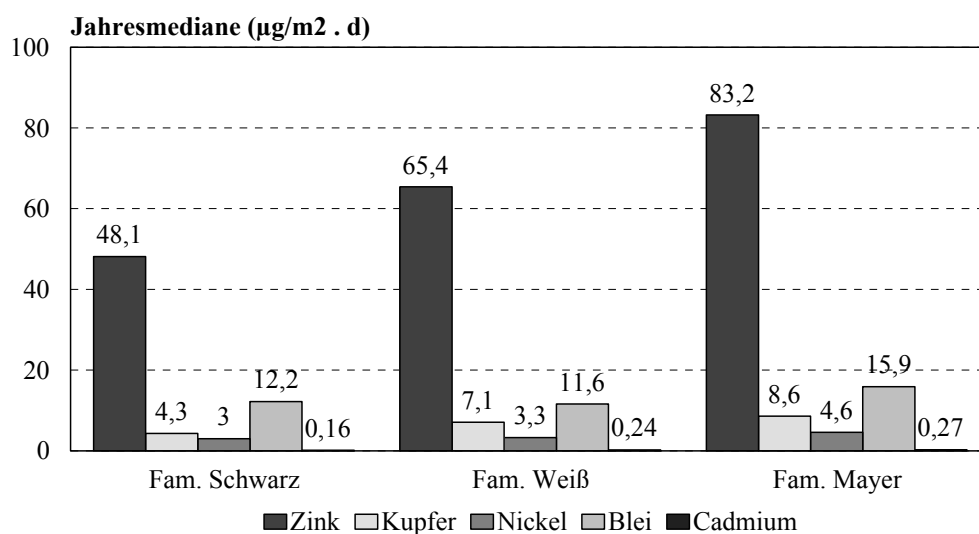
22.12.1992 - 29.12.1993

Meßpunkte	Zink	Kupfer	Chrom	Cadmium	Nickel	Blei
Fam. Schwarz	48,4	6,8	2,4	0,23	5,5	21,3
Fam. Weiß	37,8	3,4	2,1	0,19	2,4	20,0
Fam. Mayer	67,1	7,2	4,9	0,21	5,8	28,9



**Tabelle 7:** Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung ( $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ )**29.12.1993 - 21.12.1994**

Meßpunkte	Zink	Kupfer	Cadmium	Nickel	Blei
Fam. Schwarz	42,9	4,3	0,16	3,4	11,7
Fam. Weiß	63,7	6,1	0,24	2,7	12,9
Fam. Mayer	78,2	8,5	0,27	4,4	18,0



\* Für die Auswertung von Chrom sind zu wenige Daten vorhanden

## 6 .Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht sind die zur Zeit verfügbaren Meßergebnisse der Jahre 1993/1994 für das Meßnetz Judendorf-Straßengel zusammengefaßt.

Die Messungen wurden an 3 ausgewählten Punkten durchgeführt, wobei neben der Staubmenge auch der Gehalt an den Schwermetallen Zink, Kupfer, Nickel, Chrom, Blei und Cadmium erfaßt wurde. Die Bewertung der Meßwerte erfolgte aufgrund in- und ausländischer Rechtsvorschriften und Richtlinien. Im besonderen zur Beurteilung der Belastung durch Schwermetalldepositionen mußten deutsche Grenzwerte herangezogen werden.

Der einfache Versuchsaufbau der Bergerhoff-Messungen verursacht für Einzelbestimmungen eine große Meßunsicherheit. Daher werden die der Beurteilung zu Grunde liegenden Grenzwerte jeweils auf ein Jahr bezogen.

## **Folgende Ergebnisse lassen sich zusammenfassend festhalten:**

### **Meßpunkt Fam. Schwarz :**

Die Staubbelastung ist sowohl im Jahr 1993 als auch 1994 mit einer durchschnittlichen Deposition von 1,3 g/m<sup>2</sup>.28d in Kategorie I (nach Tabelle 2) einzuordnen, wonach die Staubbelastung als sehr gering zu bezeichnen ist. Auch nach Tabelle 3, die Langzeitimmissionswerte nach der TA-Luft angibt, ist die durchschnittliche tägliche Belastung mit 0,05 g/m<sup>2</sup>.d sehr niedrig.

Für die Auswertung der Schwermetallbestimmungen wurden Mediane der jährlichen Belastung herangezogen, die aussagen, daß 50% aller Werte kleiner oder gleich dem angegebenen Wert sind.

Tabelle 1 gibt Grenzwerte für Blei, Zink, Kupfer und Cadmium nach der Zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen (BGBL 199/1984) an; diese Grenzwerte werden in keinem Fall auch nur annähernd erreicht. Auch die Grenzwerte für Blei und Cadmium nach der TA-Luft (Tabelle 3) werden nicht überschritten.

### **Meßpunkt Fam. Weiß :**

Hier ist die Staubbelastung im Jahr 1993 mit einer Deposition von 1,7g/m<sup>2</sup>.28d noch in Kategorie I (nach Tabelle 2) einzuordnen, während sie im Jahr 1994 mit einer Deposition von 2,5 g/m<sup>2</sup>.28d bereits in Kategorie II fällt, was aber immer noch einer geringen Staubbelastung entspricht.

Mit einer durchschnittlichen täglichen Belastung von 0,06 g/m<sup>2</sup>.d 1993 bzw. 0,09 g/m<sup>2</sup>.d 1994 liegt die Staubbelastung auch deutlich niedriger als der in der TA-Luft angegebene Langzeitimmissionsgrenzwert von 0,35 g/m<sup>2</sup>.d.

Für die Beurteilung der Schwermetalldeposition wurden auch hier die Mediane der jährlichen Belastung herangezogen.

Die Belastung durch Schwermetalle nimmt zwar im Jahr 1994 gleichzeitig mit der Staubbelastung zu, Grenzwerte werden aber in keinem Fall erreicht.

### **Meßpunkt Fam. Mayer :**

An diesem Meßpunkt ist die Staubbelastung zwar deutlich höher als an den anderen beiden, und zwar ist sie sowohl im Jahr 1993 mit einer Deposition von 3,0 g/m<sup>2</sup>.28d als auch im Jahr 1994 mit einer Deposition von 4,4 g/m<sup>2</sup>.28d in Kategorie II (nach Tabelle 2) einzuordnen, was aber trotzdem noch einer geringen Staubbelastung entspricht.

Auch die durchschnittliche tägliche Belastung liegt mit 0,10 g/m<sup>2</sup>.d (1993) bzw. 0,16 g/m<sup>2</sup>.d (1994) deutlich höher als an den Meßpunkten Fam. Schwarz

und Fam. Weiß, erreicht jedoch nicht den Langzeitimmissionsgrenzwert nach der TA-Luft von 0,35 g/m<sup>2</sup>.d.

Wie die Staubbelastung ist an diesem Meßpunkt auch die Belastung durch Schwermetalle am höchsten von allen Meßpunkten.

Trotzdem erreichen auch hier die Mediane der jährlichen Belastung nicht annähernd Grenzwerte, wie sie nach der Zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen im BGBL. 199/1984 (Tabelle 1) und nach der TA-Luft (Tabelle 3) angegeben werden.

## 7. Anhang

- Abb. 1: Jahresmittelwerte der Staubbelastung - Belastung pro Meßperiode
- Abb. 2: Jahresmittelwerte der Staubbelastung - Belastung pro Tag
- Abb. 3: Staubbelastung Meßpunkt Fam. Schwarz - Mittelwert je Meßperiode
- Abb. 4: Staubbelastung Meßpunkt Fam. Weiß - Mittelwert je Meßperiode
- Abb. 5: Staubbelastung Meßpunkt Fam. Mayer - Mittelwert je Meßperiode
- Abb. 6: Staubbelastung Meßpunkt Fam. Schwarz - durchschnittliche tägliche Belastung pro Meßperiode
- Abb. 7: Staubbelastung Meßpunkt Fam. Weiß - durchschnittliche tägliche Belastung pro Meßperiode
- Abb. 8: Staubbelastung Meßpunkt Fam. Mayer - durchschnittliche tägliche Belastung pro Meßperiode
- Abb. 9: Jahresmediane der Schwermetallbelastung (1993)
- Abb. 10: Jahresmediane der Schwermetallbelastung (1994)
- Abb. 11-21: Jahresmediane der einzelnen Schwermetalle (Vergleich an allen Meßpunkten) für die Jahre 1993 und 1994