

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

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

GZ: 72.100-1110/96
Bericht Nr. 13/96

Vorläufiger Meßbericht

Meßnetz Niklasdorf

Staub- und Schwermetallmessung

14.07.1995 bis 17.07.1996

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

Abteilungsvorstand:
Hofrat Dipl. Ing. Norbert PERNER

1. Beschreibung des Meßnetzes

Im Zuge der Erhebung von Staub- und Schwermetalldepositionen im Raum Niklasdorf wurden an 5 Punkten Sammler für Staubproben aufgestellt:

- Ni 1 Utschmoar
- Ni 2 Mötschlach
- Ni 3 Oberer Thaumerauer
- Ni 8 Prolebersiedlung hinter altem Zollamt
- Ni 14 Niklasdorf gegenüber Amtshaus

An allen Punkten wurde im gesamten Meßzeitraum, der 13 Meßperioden umfaßte, die Staubdeposition erhoben; mit der Ermittlung der Schwermetallbelastung wurde in der 3. Meßperiode begonnen

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 arithmetrischen Mittels nur bedingt tauglich, da bei der Ermittlung des Schwermetallgehaltes nicht zuletzt aufgrund der Probenahme mit „Ausreißern“ bei den Analyseergebnissen zu rechnen ist. Das arithmetrische 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.

2. Meßmethoden

2.1. 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 m² bezogen.

2.2. 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 ICP (Induktiv-Gekoppeltes-Plasma-Spektrometer) auf Schwermetalle untersucht werden.

3. 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$) umgerechnet, um Grenzwertvergleiche durchführen zu können.

Tabelle 1 : Grenzwerte des BGBL 199/1984

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

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

Tabelle 2 : Kategorien der Staubbilastung - modifiziert
(Angaben als arithmet. Jahresmittelwert in g/m².28d)

Kategorie	Meßwert	Beschreibung
I	unter 2,3	sehr geringe Staubbilastung
II	2,3 - 4,6	geringe Staubbilastung
III	4,6 - 9,4	Staubbilastung 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 $0,65 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ festgelegt.

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

Staubniederschlag (nicht gefährliche Stäube)	$0,35 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$
Blei und anorganische Bleiverbindungen als Bestandteile des Staubniederschlages (angegeben als Blei)	$250 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \cdot \text{d}$
Cadmium und anorganische Cadmiumverbindungen als Bestandteile des Staubniederschlages (angegeben als Cadmium)	$5 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \cdot \text{d}$

4. Immissionszustand

4.1. Ergebnisse der Staubbestimmungen

Tabelle 4: Staubbelastung pro Meßperiode (g/m² · 28d)

Meßperioden	Ni 1	Ni 2	Ni 3	Ni 8	Ni 14
14.07. - 17.08.95	1,9	4,8	3,3	2,4	1,6
17.08. - 05.09.95	1,4	1,5	1,3	2,9	1,6
05.09. - 03.10.95	1,9	2,3	1,7	1,3	1,2
03.10. - 31.10.95	5,5	1,2	0,2	2,2	1,6
31.10. - 28.11.95	1,4	1,9		1,8	
28.11. - 02.01.96	0,5	0,6		0,5	0,7
02.01. - 30.01.96	2,0	1,5		1,6	2,7
30.01. - 27.02.96	1,8	1,1	0,5	0,9	2,2
27.02. - 27.03.96	2,1		1,0		2,4
27.03. - 23.04.96	3,8		2,3		2,9
23.04. - 22.05.96	3,9		3,0	2,6	1,8
22.05. - 19.06.96	4,2	3,2	5,1		1,7
19.06. - 17.07.96	1,8		1,0	1,4	1,0

Abbildung 1:

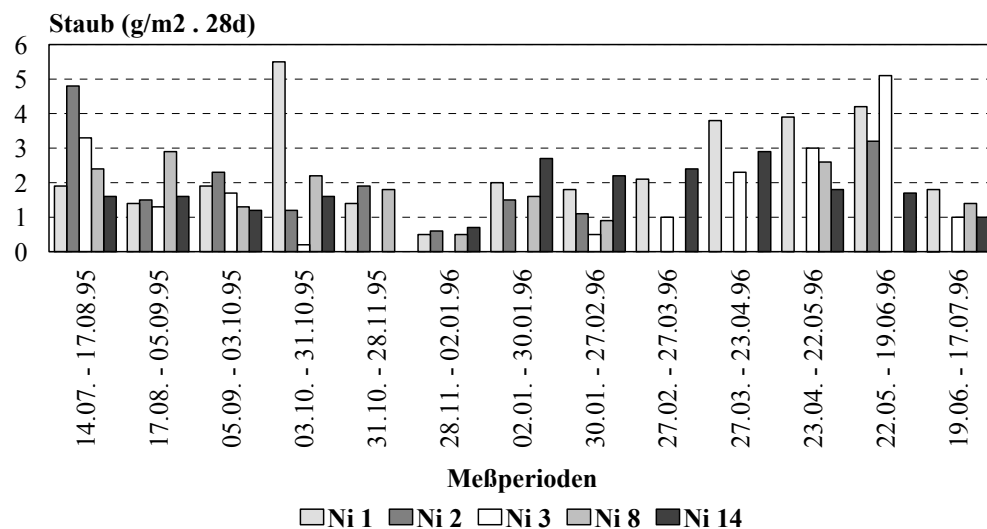


Tabelle 5:Durchschnittliche Staubbelastung pro Tag ($\text{g/m}^2 \cdot \text{d}$)**Kurzzeitimmission** an den höchstbelasteten Punkten Ni 1, Ni 2 und Ni 3 im Vergleich zum IW 2 der TA-Luft von $0,65\text{g/m}^2 \cdot \text{d}$

	Ni 1	Ni 2	Ni 3
Meßperioden	$\text{g/m}^2 \cdot \text{d}$	$\text{g/m}^2 \cdot \text{d}$	$\text{g/m}^2 \cdot \text{d}$
14.07. - 17.08.95	0,17	0,07	0,12
17.08. - 05.09.95	0,05	0,05	0,05
05.09. - 03.10.95	0,08	0,07	0,06
03.10. - 31.10.95	0,04	0,20	0,01
31.10. - 28.11.95	0,07	0,05	
28.11. - 02.01.96	0,02	0,02	
02.01. - 30.01.96	0,05	0,07	
30.01. - 27.02.96	0,04	0,06	0,02
27.02. - 27.03.96		0,08	0,04
27.03. - 23.04.96		0,14	0,08
23.04. - 22.05.96		0,14	0,11
22.05. - 19.06.96	0,11	0,15	0,18
19.06. - 17.07.96		0,06	0,04

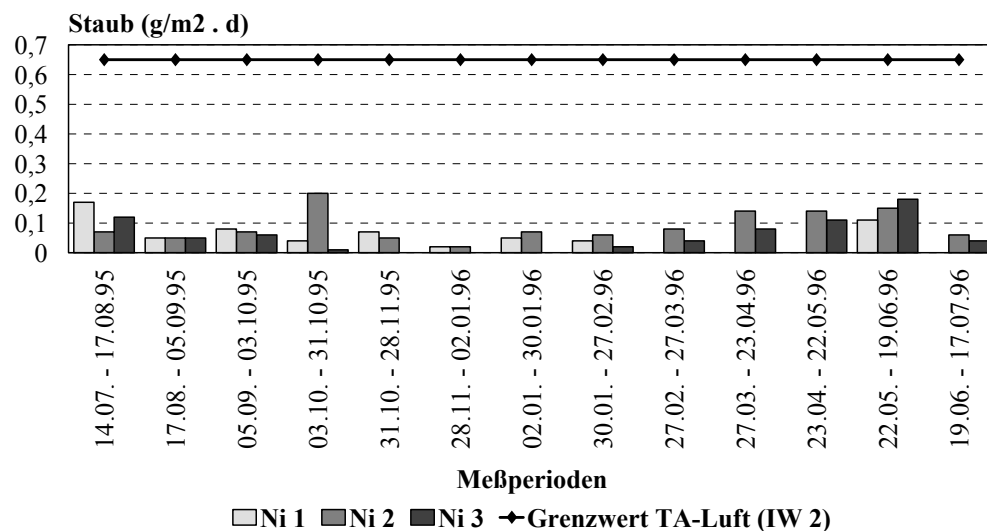
Abbildung 2:

Abbildung 3: Langzeitimmission im Vergleich zum IW1 der TA-Luft von $0,35 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ (entspricht dem Jahresmittelwert)

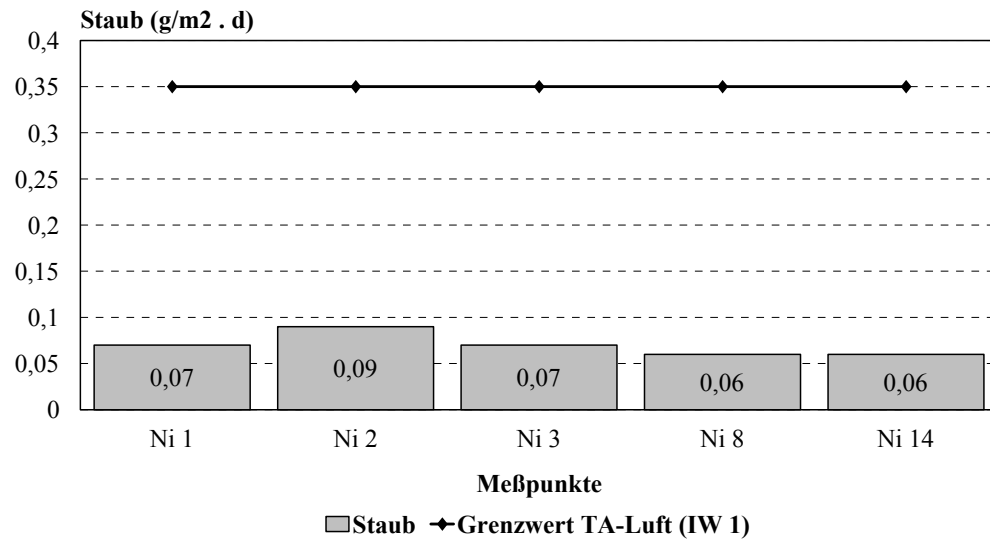
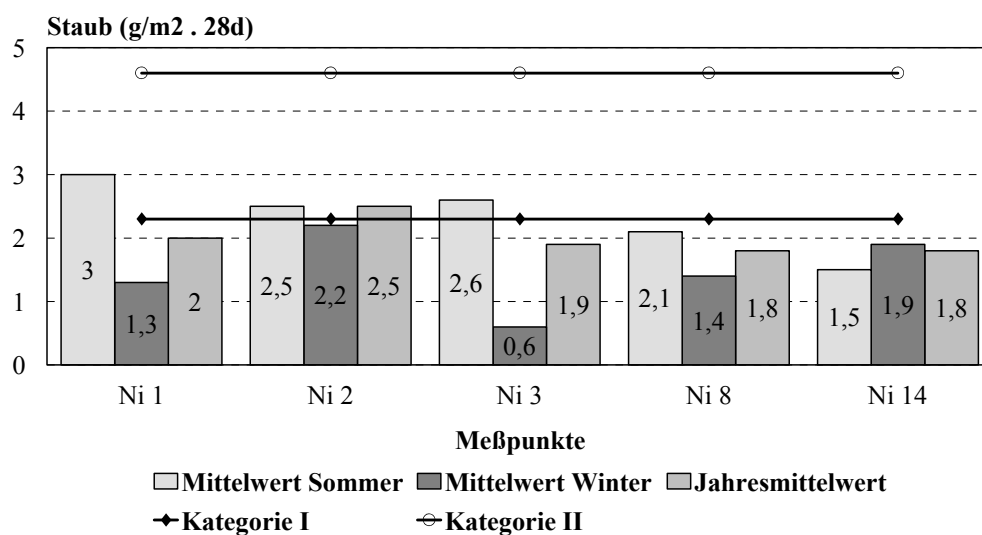


Tabelle 6: Kategorisierung des Staubniederschlages

	Mittelwert Sommer	Mittelwert Winter	Jahres- mittelwert
Ni 1	3,0	1,3	2,0
Ni 2	2,5	2,2	2,5
Ni 3	2,6	0,6	1,9
Ni 8	2,1	1,4	1,8
Ni 14	1,5	1,9	1,8

Abbildung 4:

4.2. 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 wurden 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 7: Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$) von 05.09.1995 bis 17.07.1996

	Zn	Cu	Cr	Cd	Ni	Pb
Ni 1	89,9	5,2	10,1	0,74	24,5	33,6
Ni 2	69,2	5,4	7,9	0,58	28,2	33,2
Ni 3	49,7	4,0	4,9	0,55	15,6	19,0
Ni 8	81,9	6,4	6,9	0,96	8,4	31,0
Ni 14	62,5	7,6	10,4	0,62	39,5	24,8

5. Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht sind die zur Zeit verfügbaren Meßergebnisse von 05.09.1995 bis 17.07.1996 für das Meßnetz Niklasdorf zusammengefaßt.

Die Messungen wurden an 5 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:

Die Staubbelastung ist im Jahresmittel an allen Punkten etwa gleich und überall außer am Punkt Ni 2 in Kategorie I (Tabelle 2) einzuordnen, was einer sehr geringen Staubbelastung entspricht. Die Einordnung am Punkt Ni 2 in Kategorie II entspricht noch immer einer geringen Staubbelastung. Auch die Grenzwerte der TA-Luft zum Schutz vor Nachteilen und Belästigungen (Tabelle 3) werden - sowohl den Langzeitimmissionswert wie auch den Kurzzeitimmissionswert betreffend - in keinem Fall auch nur annähernd erreicht.

Bezüglich der Schwermetallbelastung stellt sich folgendes Bild dar:

Der Eintrag an **Zink** aus der Luft ist an den Punkten Ni 1, Ni 8 und Ni 2 - in dieser Reihenfolge - am höchsten.

Mit **Kupfer** sind die Punkte Ni 14, Ni 8 und Ni 2 am höchsten belastet.

Die **Cadmium**-Konzentrationen erreichen an den Punkten Ni 8, Ni 1 und Ni 14 die höchsten Werte, während die Konzentrationen an **Blei** an den Punkten Ni 1, Ni 2 und Ni 8 am höchsten sind.

Nickel findet sich am häufigsten an den Punkten Ni 14, Ni 2 und Ni 1 und

Chrom an den Punkten Ni 14, Ni 1 und Ni 2.

Somit sind die Punkte Ni 1, Ni 8 und Ni 14 wohl die insgesamt mit Schwermetallen am höchsten belasteten Punkte (siehe Anhang, Abb. 9), wobei aber 50% aller erhaltenen Werte (aufgrund der Mittelwertbildung in Form von Medianen) weit unter den angegebenen Grenzwerten sowohl nach der 2.

Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen (BGBl. 199/1984 Tabelle 1) als auch nach der TA-Luft (Tabelle 3) liegen und auch sogenannte „Ausreißer“ Grenzwerte in keinem Fall erreichen.

7. Anhang

- Abb. 1: Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung - Zink
- Abb. 2: Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung - Kupfer
- Abb. 3: Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung - Cadmium
Vergleich zum Grenzwert nach BGBl.199/1984
- Abb. 4: Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung - Cadmium
Vergleich zum Grenzwert nach der TA-Luft
- Abb. 5: Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung - Blei
Vergleich zum Grenzwert nach BGBl.199/1984
- Abb. 6: Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung - Blei
Vergleich zum Grenzwert nach der TA-Luft
- Abb. 7: Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung - Nickel
- Abb. 8: Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung - Chrom
- Abb. 9: Relative Belastung an allen Schwermetallen in Prozent vom Mittelwert
- Abb. 10: Übersichtskarte mit den Meßpunkten