

Bericht Nr. 4/93

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

Referatsleiter : Dr. G. Semmelrock
Bearbeiter : Ing. W. Stangl
Schwermetallanalysen : Ing. H. Schwinghammer
(Gewässeraufsicht)

Meßnetz Peggau

**Messung der
Staub- und Schwermetalldepositionen**

Jänner 1989 - Jänner 1993

Herausgeber:
Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ia
8010 Graz, Landhausgasse 7, Tel. 877/2545

Abteilungsvorstand:
Hofrat Dipl.Ing. Norbert PERNER

1. Einleitung

Die Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke betreiben in Peggau ein Werk zur Herstellung von Zementklinker. Mit dem Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Graz-Umgebung vom 29.6.1988, GZ 4.1 W34-1988, wurde eine Genehmigung unter Vorbehalt der Betriebsbewilligung erteilt, daß im Drehrohfen I neben den Primärbrennstoffen Steinkohle und Petrolkoks bzw. Heizöl schwer und Erdgas auch flüssige Ersatzbrennstoffe (im wesentlichen verschiedene Altöle und halogenfreie Lösungsmittel) eingesetzt werden können. Aus der Sicht des Immissionsschutzes wurde in Auflagen gefordert, daß an 5 Meßpunkten in der Umgebung des Werkes die Staubdeposition nach dem Bergerhoff-Verfahren zu untersuchen ist. Die gesammelten Staubproben sind danach auf den Gehalt verschiedener Schwermetalle zu untersuchen.

Die Erhebungen wurden im Dezember 1988 zunächst an 4 Standorten begonnen. Diese wurden ab August 1989 durch die Aufstellung eines fünften Sammelgefäßes ergänzt.

Der vorliegende Bericht dient zum Nachweis der Erfüllung der einschlägigen Auflagenpunkte des vorhin zitierten Bescheides.

Ergänzend wird noch bemerkt, daß durch die Fachabteilung Ia neben den langfristigen Staub-Depositonsmessungen, die Gegenstand dieses Berichtes sind, auch Luftgütemessungen mit mobilen Meßstationen durchgeführt wurden. Die Ergebnisse dieser Meßserie - sie wurden in einem Bericht vom 22.4.1991 zusammengefaßt - waren auf Grund der registrierten erhöhten Belastungen an Stickstoffdioxid und Schwebstaub der Anlaß für die Installierung einer fixen Luftgütemeßstation in Peggau im Mai 1993.

2. Beschreibung des Meßnetzes

Im Zuge der Erhebungen von Staubdepositionen im Raum Peggau wurden an 5 Punkten Probesammler aufgestellt :

- P1: südlich des Werksareals
- P2: Bahnhof Peggau
- P3: Bahnhof Peggau
- P4: Peggau 402
- P5: Peggau 240

Meßpunkt 1 liegt weniger als 500 m südlich des Werkes. Die Meßpunkte 2 und 3 befinden sich ca. 600 m südöstlich des Werkes im Bereich des Bahnhofes. Der Meßpunkt 4 befindet sich ca. 1,4 km, der Meßpunkt 5 ca. 2,1 km südlich des Werkes.

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

Diese Meßserie läuft an den Punkten 1 - 4 seit dem 22.12.1988, am Meßpunkt 5 seit dem 18.8.1989.

Zur Charakterisierung 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 [4] 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 Konzentrationsemessungen, auf 28 Tage und 1 m² bezogen.

3.2. Bestimmung des Schwermetallgehaltes

Soll aus einer nach dem Bergerhoff-Verfahren erhaltenen 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 analytische Aufarbeitung der durch den Salpetersäureaufschluß in Lösung gebrachten Staubbiederschlagsproben erfolgte im Labor des Referates für Gewässeraufsicht. 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$) umgerechnet, um Grenzwertvergleiche durchführen zu können.

Tabelle 1 : Grenzwerte des BGBL 199/1984

Element	Jahresmittelwert (kg/ha.a)	Jahresmittelwert ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)
Pb	2,5	700
Zn	10	2700
Cu	2,5	700
Cd	0,05	14

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

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

Kategorie	Meßwert	Beschreibung
I	unter 2,3	Die Belastung der Luft durch Staub (als Staubniederschlag) ist als äußerst gering zu bezeichnen.
II	2,3 - 4,6	Die Kategorie II erfüllt damit bezüglich der Staubniederschlagsbelastung die strengen Anforderungen, wie sie an Erholungsgebiete gestellt werden.
III	4,6 - 9,4	Gebiete, die in Kategorie III eingereiht wurden, liegen damit innerhalb der Forderungen, die für Siedlungsgebiete außerhalb von Industriezonen festgesetzt wurden.
IV	9,4 - 13,9	Berücksichtigt zusätzliche Staubniederschlagsbelastungen durch Industriebetriebe. Derartig ausgewiesene Gebiete sind als belastet anzusehen. Ob umgehend Maßnahmen zur Verminderung der Staubbelastung aus gesundheitlichen Gründen notwendig sind, ist von der Art und Korngrößenverteilung des Staubes abhängig.
V	14 u. mehr	Sie erfaßt Gebiete, deren Staubniederschlagsbelastung eine Einreihung in die Kategorien I - IV nicht ermöglicht. Diese Gebiete sind als stark belastet anzusehen

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/m².d festgelegt.

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

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

5. Immissionszustand

5.1. Ergebnisse der Staubbestimmungen

Tabelle 4: Staubbelastung über Meßperioden (g/m² · 28d)

Meßnetz Peggau 1989		Meßnetz Peggau 1990	
Meßperiode	Mittelwert über alle Meßpunkte	Meßperiode	Mittelwert über alle Meßpunkte
19.01.89-28.02.89	3,6	03.01.90-30.01.90	4,4
28.02.89-30.03.89	7,6	30.01.90-28.02.90	3,8
26.04.89-22.05.89	14,0	28.02.90-28.03.90	6,5
22.05.89-22.06.89	8,5	28.03.90-24.04.90	5,0
22.06.89-20.07.89	12,4	24.04.90-23.05.90	
20.07.89-18.08.89	10,8	23.05.90-20.06.90	1,7
18.08.89-14.09.89	3,1	20.06.90-18.07.90	4,1
14.09.89-13.10.89	8,6	18.07.90-16.08.90	6,2
13.10.89-08.11.89	7,8	16.08.90-19.09.90	6,0
08.11.89-04.12.89	5,9	19.09.90-19.10.90	2,0
04.12.89-03.01.90	3,1	19.10.90-14.11.90	2,3
		14.11.90-12.12.90	5,1
		12.12.90-18.01.91	2,9
Meßnetz Peggau 1991		Meßnetz Peggau 1992	
Meßperiode	Mittelwerte über alle Meßpunkte	Meßperiode	Mittelwerte über alle Meßpunkte
18.01.91-13.02.91	5,4	14.01.92-12.02.92	1,7
13.02.91-11.03.91	2,6	12.02.92-11.03.92	3,3
11.03.91-11.04.91	6,7	11.03.92-08.04.92	5,9
11.04.91-08.05.91	6,6	09.04.92-06.05.92	7,2
08.05.91-06.06.91	9,7	06.05.92-02.06.92	8,6
06.06.91-08.07.91	4,5	02.06.92-01.07.92	4,8
08.07.91-31.07.91	4,8	01.07.92-03.08.92	
31.07.91-28.08.91	4,5	03.08.92-04.09.92	3,7
28.08.91-24.09.91	2,4	04.09.92-28.09.92	3,3
24.09.91-23.10.91	3,9	28.09.92-28.10.92	2,3
23.10.91-18.11.91	3,0	28.10.92-24.11.92	1,7
18.11.91-19.12.91	6,0	24.11.92-22.12.92	2,2
19.12.91-14.01.92	2,9	22.12.92-18.01.93	1,7

Tabelle 5: Staubbelastung über einzelne Meßpunkte (g/m² · 28d)

	Mittelwert Sommer 1	Mittelwert Winter 1	Jahres- mittel 1	Mittelwert Sommer 2	Mittelwert Winter 2	Jahres- mittel 2
P1	14,6	9,4	13,7	6,3	7,1	7,1
P2	11,4	5,9	9,3	5,8	4,7	5,0
P3	11,0	6,2	8,4	5,9	7,0	5,7
P4	6,2	3,1	4,9	2,8	2,2	2,2
P5	3,5	2,1	2,5	3,4	3,0	3,0
	Mittelwert Sommer 3	Mittelwert Winter 3	Jahres- mittel 3	Mittelwert Sommer 4	Mittelwert Winter 4	Jahres- mittel 4
P1	6,4	7,8	7,5	9,4	5,3	6,5
P2	4,8	2,7	4,8	5,5	2,6	3,7
P3	5,4	2,9	4,9	6,1	2,5	3,9
P4	3,6	1,3	2,5	3,2	2,1	2,4
P5	4,2	2,2	3,5	2,5	1,7	2,0

Sommer 1: 26.04.89 - 13.10.89
 Winter 1: 13.10.89 - 28.03.90
 Jahresmittel 1 : 19.01.89 - 03.01.90

Sommer 3: 11.04.91 - 24.09.91
 Winter 3: 24.09.91 - 11.03.92
 Jahresmittel 3 : 18.01.91 - 14.01.92

Sommer 2: 28.03.90 - 19.10.90
 Winter 2: 19.10.90 - 11.04.91
 Jahresmittel 2: 03.01.90 - 18.01.91

Sommer 4: 11.03.92 - 28.09.92
 Winter 4: 28.09.92 - 13.04.93
 Jahresmittel 4: 14.01.92 - 18.01.93

5.2. Ergebnisse der Schwermetallbestimmungen

Zusätzlich zu den Staubdepositionen wurde der Schwermetallgehalt in den gewonnenen Proben ermittelt, sodaß auch die Deposition von ausgewählten Schwermetallen (Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei und Zink) 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 Schadstoffbelastung**Peggau 1**

Mediane der jährlichen Schadstoffbelastung Staub (g/m ² .d) Schwermetalle (µg/m ² . d)				
	19.01.89- 03.01.90	03.01.90- 18.01.91	18.01.91- 14.01.92	14.01.92- 24.11.92
Staub	0,44	0,22	0,21	0,19
Cadmium	4	x	4	4
Chrom	19	21	10	21
Kupfer	9	21	10	x
Nickel	46	21	23	41
Blei	193	86	75	84
Zink	141	214	108	118

Peggau 2

Mediane der jährlichen Schadstoffbelastung Staub (g/m ² . d) Schwermetalle (µg/m ² . d)				
	19.01.89- 03.01.90	03.01.90- 18.01.91	18.01.91- 14.01.92	14.01.92- 24.11.92
Staub	0,29	0,18	0,15	0,13
Cadmium	2	x	2	1
Chrom	9	x	x	x
Kupfer	15	20	19	x
Nickel	22	21	13	20
Blei	104	41	92	77
Zink	146	93	127	120

Peggau 3

Mediane der jährlichen Schadstoffbelastung Staub (g/m ² . d) Schwermetalle (µg/m ² . d)				
	19.01.89- 03.01.90	03.01.90- 18.01.91	18.01.91- 14.01.92	14.01.92- 24.11.92
Staub	0,29	0,25	0,15	0,13
Cadmium	3	x	2	2
Chrom	13	x	1	x
Kupfer	16	21	12	x
Nickel	23	9	18	21
Blei	81	42	70	44
Zink	132	86	91	86

Peggau 4

Mediane der jährlichen Schadstoffbelastung Staub (g/m ² . d) Schwermetalle (µg/m ² . d)				
	19.01.89- 03.01.90	03.01.90- 18.01.91	18.01.91- 14.01.92	14.01.92- 24.11.92
Staub	0,13	0,08	0,08	0,08
Cadmium	4	x	2	x
Chrom	9	x	x	x
Kupfer	12	20	5	x
Nickel	23	9	5	x
Blei	23	26	83	67
Zink	89	86	84	160

Peggau 5

Wurde erst am 18.08.89 in Betrieb genommen Mediane der jährlichen Schadstoffbelastung Staub (g/m ² . d) Schwermetalle (µg/m ² . d)				
	18.08.89- 03.01.90	03.01.90- 18.01.91	18.01.91- 14.01.92	14.01.92- 24.11.92
Staub	0,09	0,07	0,14	0,08
Cadmium	x	x	2	2
Chrom	16	x	4	x
Kupfer	22	21	9	x
Nickel	23	x	14	21
Blei	11	45	126	64
Zink	67	93	164	133

x : Werte kleiner Nachweisgrenze

6. Zusammenfassung

In Peggau werden seit Jänner 1989 Messungen der Staubdeposition und von Staubinhaltsstoffen an 5 ausgewählten Punkten durchgeführt. Neben der Staubmenge wurde auch der Gehalt an den Schwermetallen Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink erfaßt. 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-Messung 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 :

Für Gesamtstaub wurde im ersten Beobachtungsjahr an Meßpunkt 1 ein Wert von $0,44 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ registriert, was eine Überschreitung des Grenzwertes der TA-Luft bedeutet. In den Folgejahren 1990-1992 wurde dieser Grenzwert unterschritten. Dazu ist festzuhalten, daß die Ergebnisse dieser Depositionsmessungen vor allem den Nahbereich und somit niedere - dies sind im Bereich von Meßpunkt 1 vorwiegend diffuse Quellen - repräsentieren.

An allen übrigen Meßpunkten lag die Staubbelastung unter jenen am Meßpunkt 1 registrierten Werten. Weiters war bei allen Meßpunkten über den bisherigen Beobachtungszeitraum von vier Jahren eine Verringerung der Staubbelastung zu erkennen. Diese Reduktion war umso deutlicher, je näher der Meßpunkt zur Betriebsanlage steht. Damit kann die Wirksamkeit jener Maßnahmen im Bereich der Betriebsanlage nachvollzogen werden, die eine deutliche Reduktion vor allem niederer diffuser Staubemissionen (z.B. von Halden) bewirkten. Legt man die Bewertung aus Tabelle 2 einer Beurteilung zugrunde, so ergibt sich folgendes Bild :

Meßpunkt 1 war im Jahr 1989 mit einer Deposition von $13,7 \text{ g/m}^2 \cdot 28\text{d}$ der Kategorie IV zuzuordnen. In den Folgejahren wurden Werte von $7,5$ bis $6,5 \text{ g/m}^2 \cdot 28\text{d}$ registriert, was der Kategorie III entspricht. Am Meßpunkt 2 sank die Belastung von $9,3 \text{ g/m}^2 \cdot 28\text{d}$ (Kategorie III) auf $3,7 \text{ g/m}^2 \cdot 28\text{d}$ (Kategorie II). Ein ähnliches Bild zeigten die Auswertungen an Punkt 3. An Punkt 4 wurde 1989 eine Staubbelastung von $4,9 \text{ g/m}^2 \cdot 28\text{d}$ ermittelt, was der Kategorie III zuzuordnen ist. In den Folgejahren wurden Werte zwischen Kategorie I und II erreicht. Meßpunkt 5 zeigt keine Abnahme der Staubdeposition im Laufe des Beobachtungszeitraumes. Die Werte entsprachen mindestens der Kategorie II und waren im Jahr 1992 sogar der Kategorie I zuzuordnen.

Die Deposition der Schwermetalle Cadmium und Blei erreichte an keinem der Meßpunkte während der Beobachtungsperiode von vier Jahren die in der TA Luft festgelegten Grenzwerte.

Der höchste gemessene Wert für Blei wurde im Jahr 1989 am Meßpunkt 1 mit $193 \mu\text{g/m}^2 \cdot \text{d}$ festgestellt. Jedoch auch hier konnte für dieses Metall eine deutliche Abnahme im Laufe der Zeit registriert werden. Die anderen Metalle weisen keinen erkennbaren Trend auf.

An den Meßpunkten 2 und 3 ist diese Verminderung der Bleibelastung ebenfalls, wenn auch nicht so deutlich, zu erkennen.

An den anderen Beobachtungsstellen konnten weder für Blei noch für die anderen untersuchten Metalle Trends festgestellt werden.

Abschließend wird festgehalten, daß die Messungen auch im Jahr 1993 fortgesetzt werden.

7. Anhang

Übersichtsplan Meßnetz Peggau

Graphiken

Staubbelastung

Abb. 1: Peggau - Staubbelastung

Abb. 2: Peggau - Jahresgang der Staubbelastung über alle Meßpunkte

Abb. 3: Peggau - Jahresgang der Staubbelastung

Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung

Abb. 4: Peggau 1

Abb. 5: Peggau 2

Abb. 6: Peggau 3

Abb. 7: Peggau 4

Abb. 8: Peggau 5

Peggau - Schwermetalle

Abb. 9: Blei

Abb. 10: Cadmium

Abb. 11: Chrom

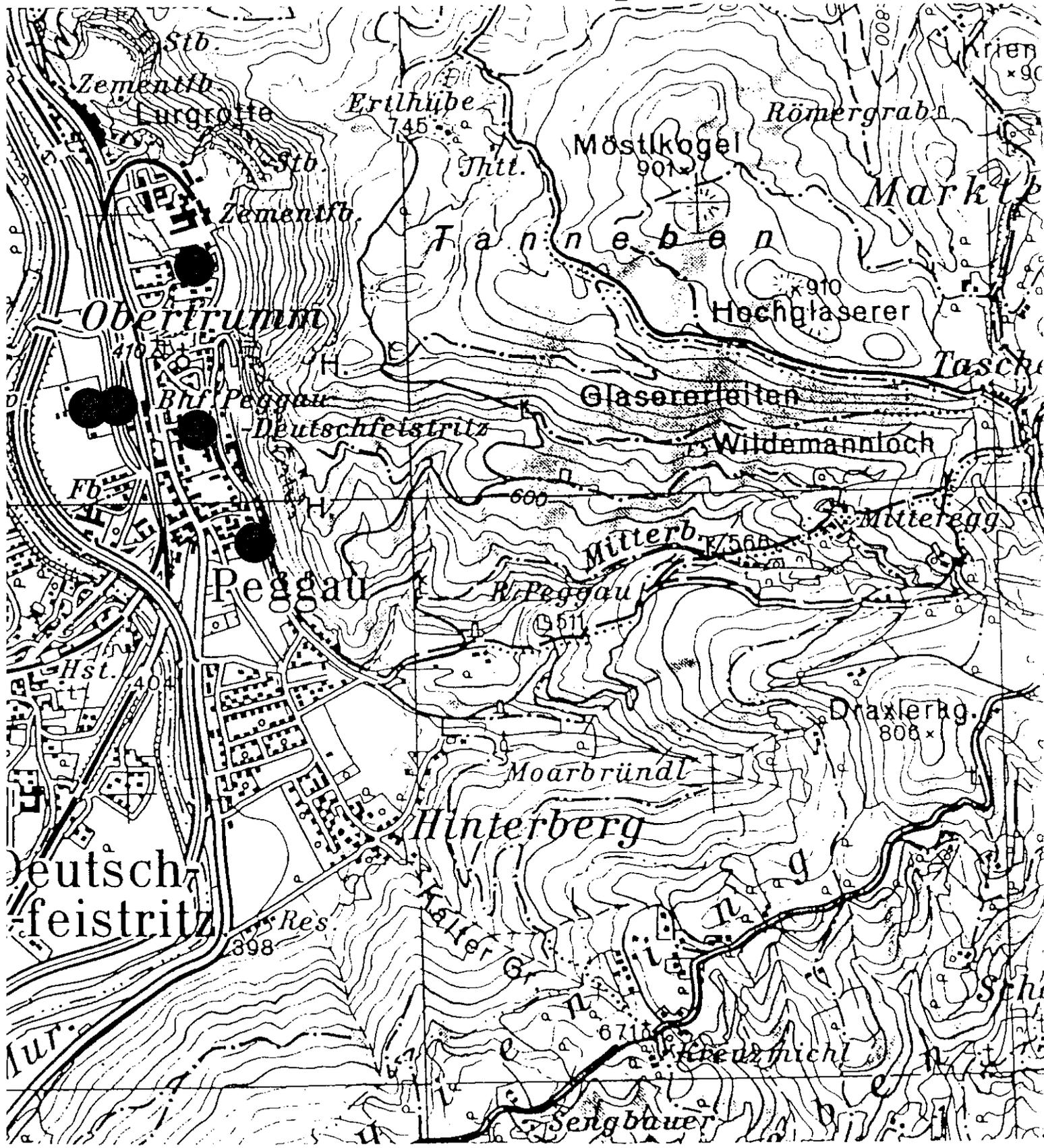
Abb. 12: Kupfer

Abb. 13: Nickel

Abb. 14: Zink

Meßnetz Peggau

Karte der Meßpunkte



Peggau

Staubbelastung (g/m² · 28d)

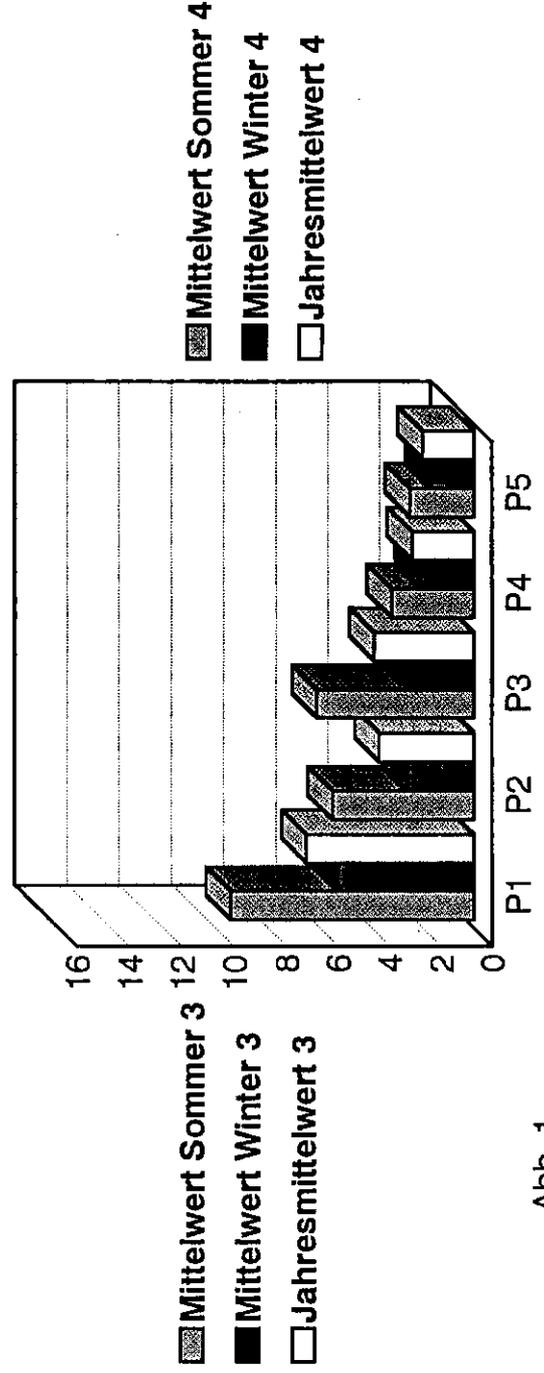
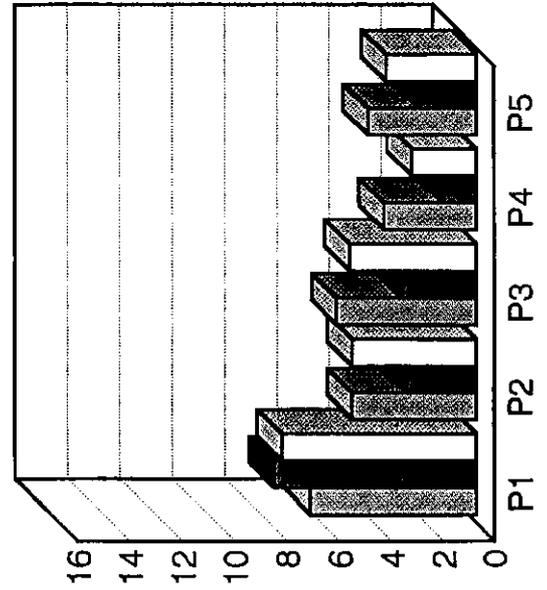
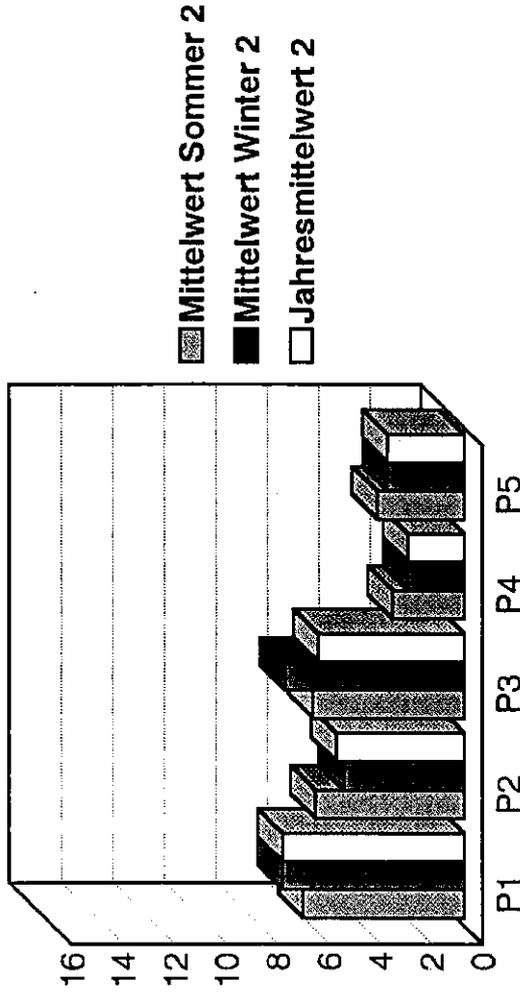
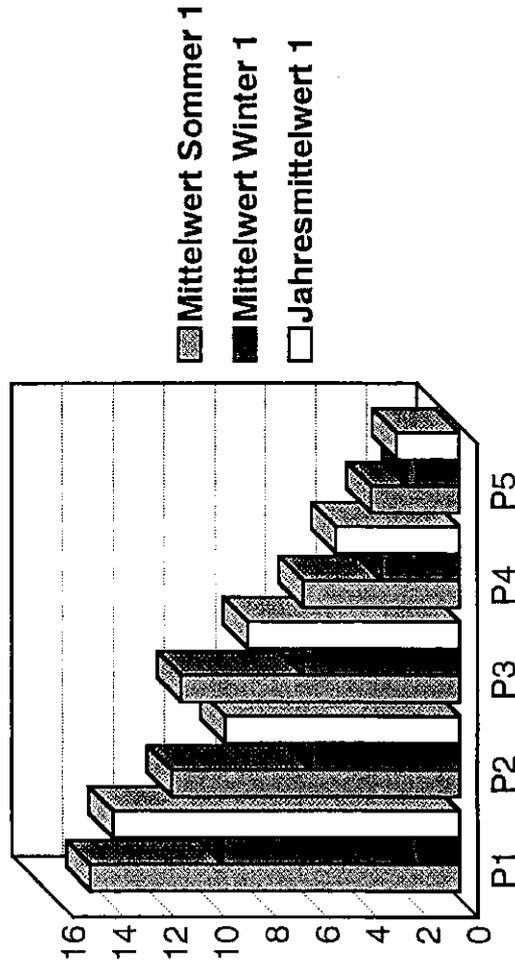


Abb. 1

Peggau

Jahresgang der Staubbelastung über alle Meßpunkte

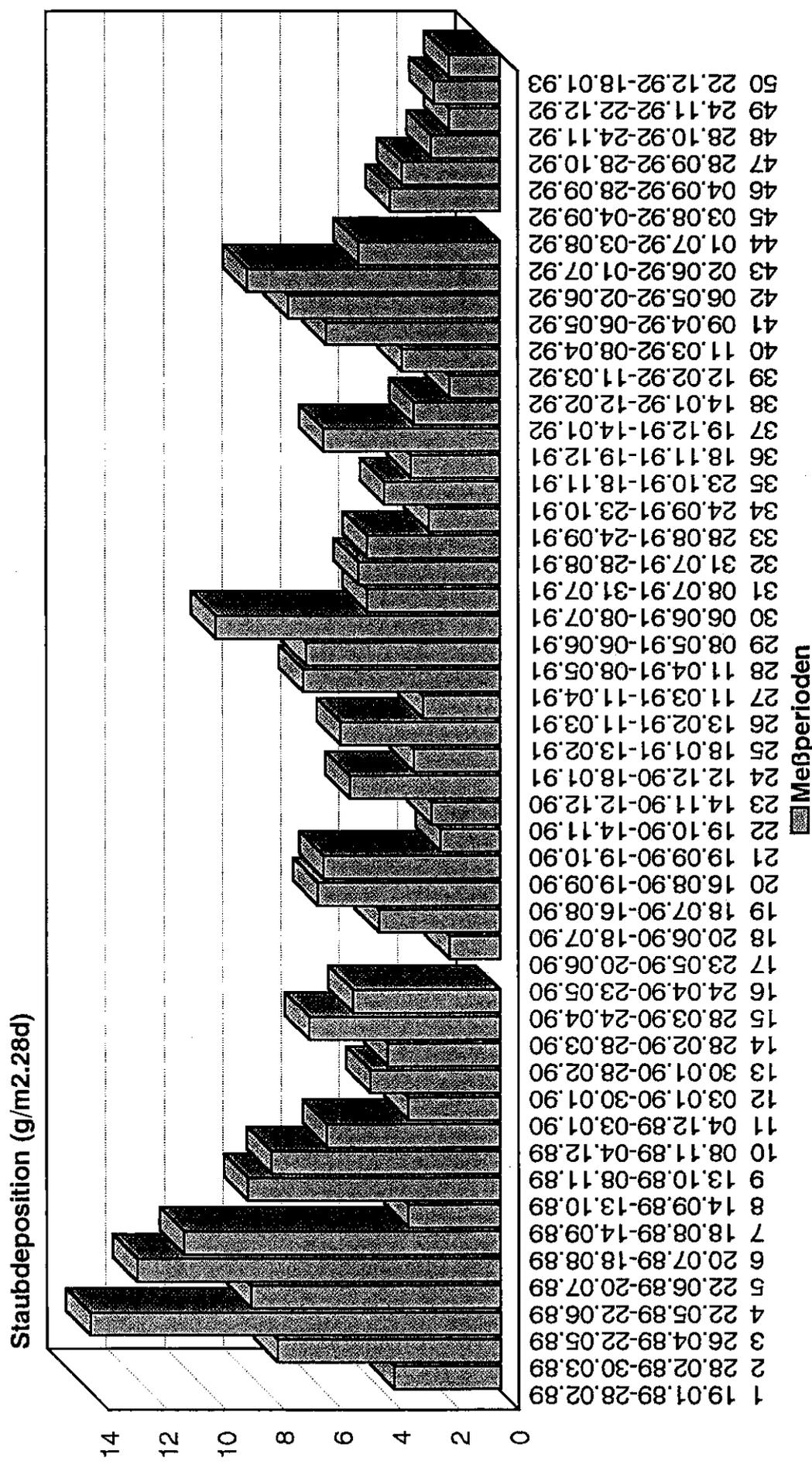


Abb. 2

Peggau

Jahresgang der Staubbelastung

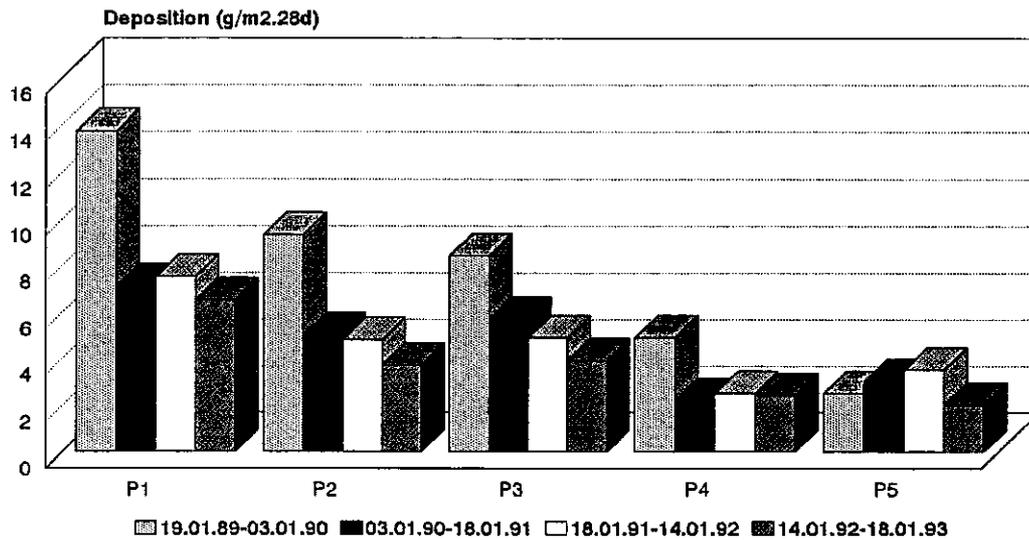


Abb. 3

Peggau 1

Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung

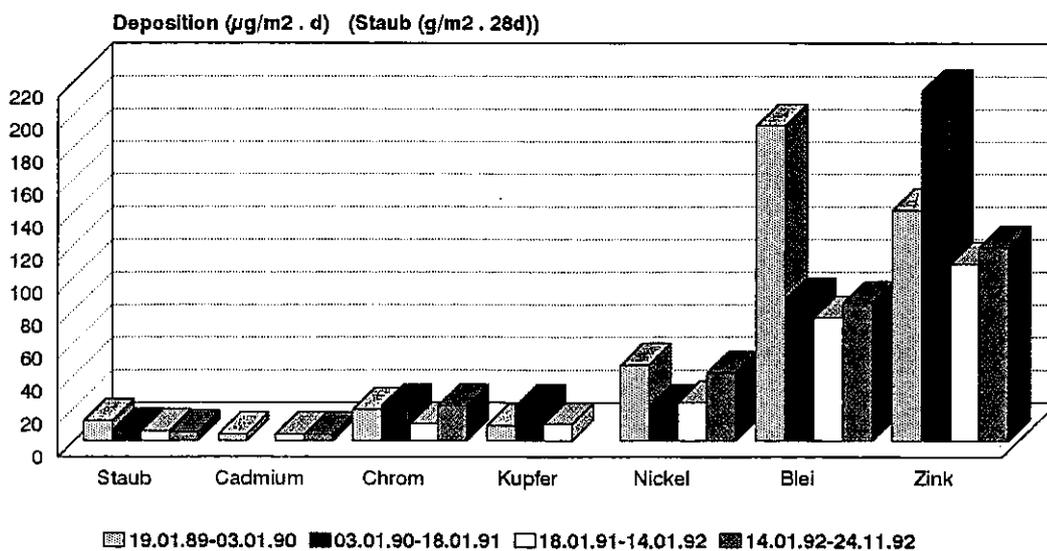
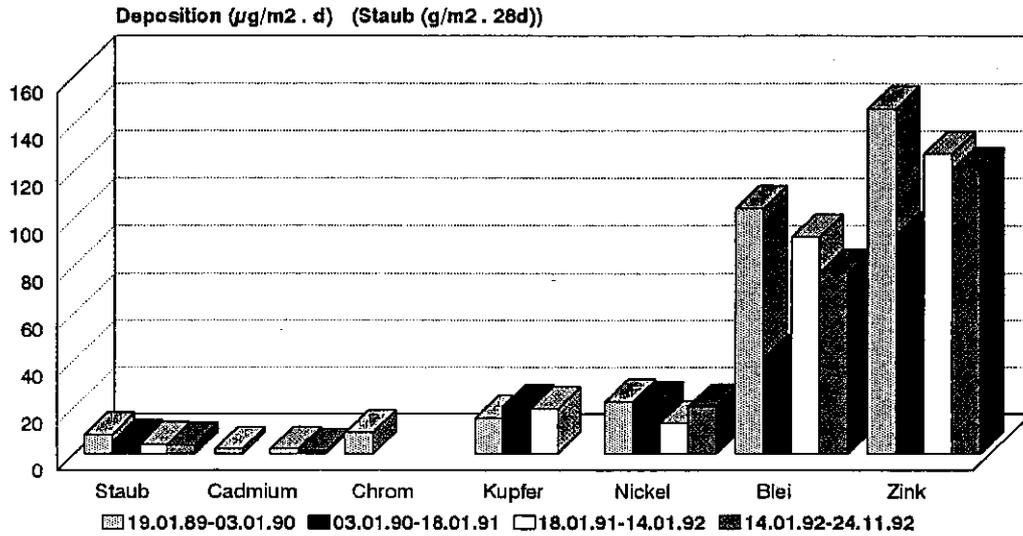


Abb. 4

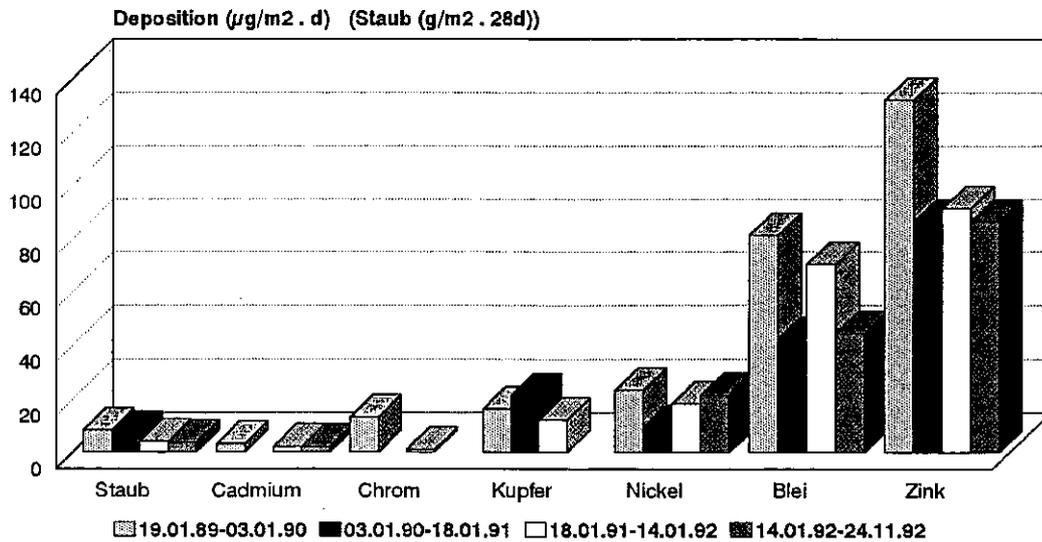
Peggau 2

Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung



Peggau 3

Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung



Peggau 4

Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung

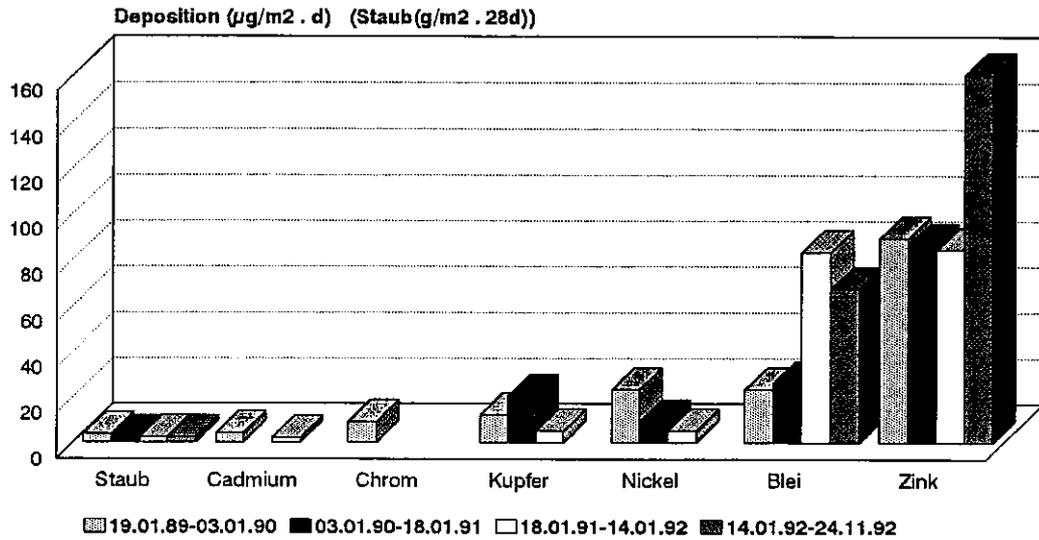


Abb. 7

Peggau 5

Mediane der jährlichen Schwermetallbelastung

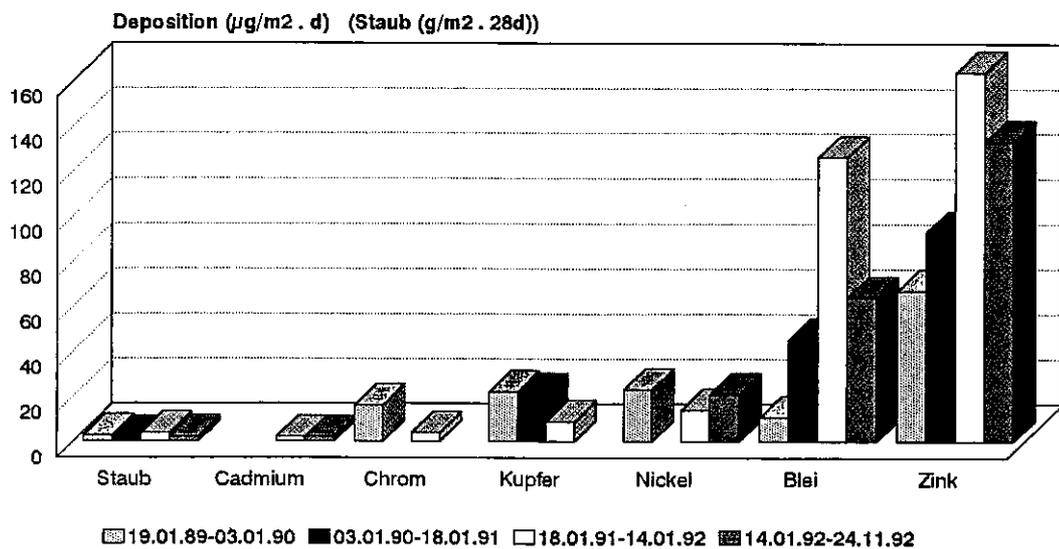


Abb. 8

Peggau - Schwermetalle

Blei (Jahresmedian)

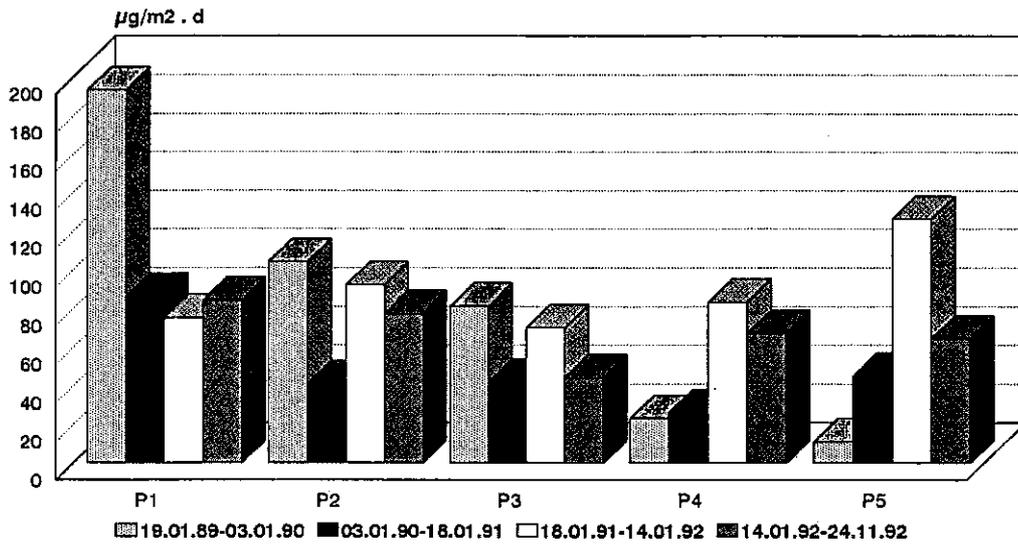
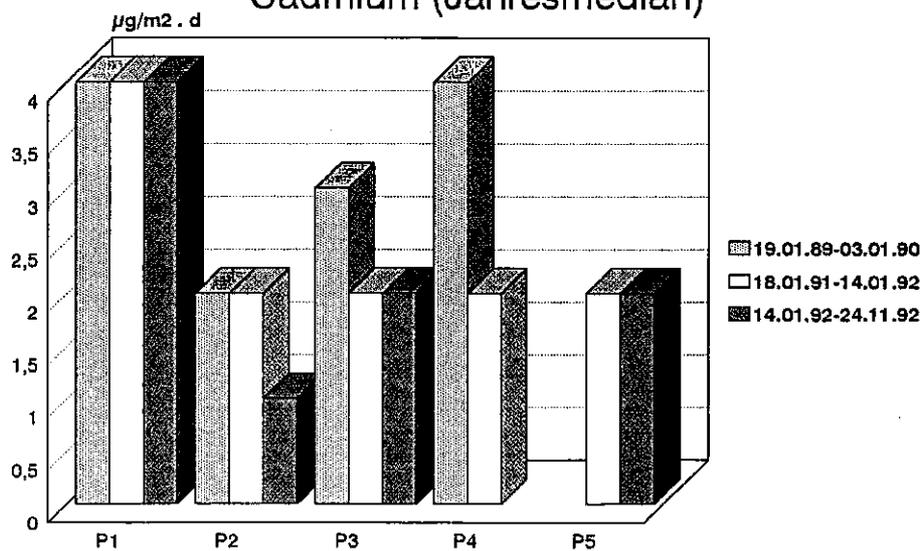


Abb. 9

Peggau - Schwermetalle

Cadmium (Jahresmedian)



Für das Jahr vom 03.01.90-18.01.91 sind sämtliche Werte unter der Nachweisgrenze

Peggau - Schwermetalle

Chrom (Jahresmedian)

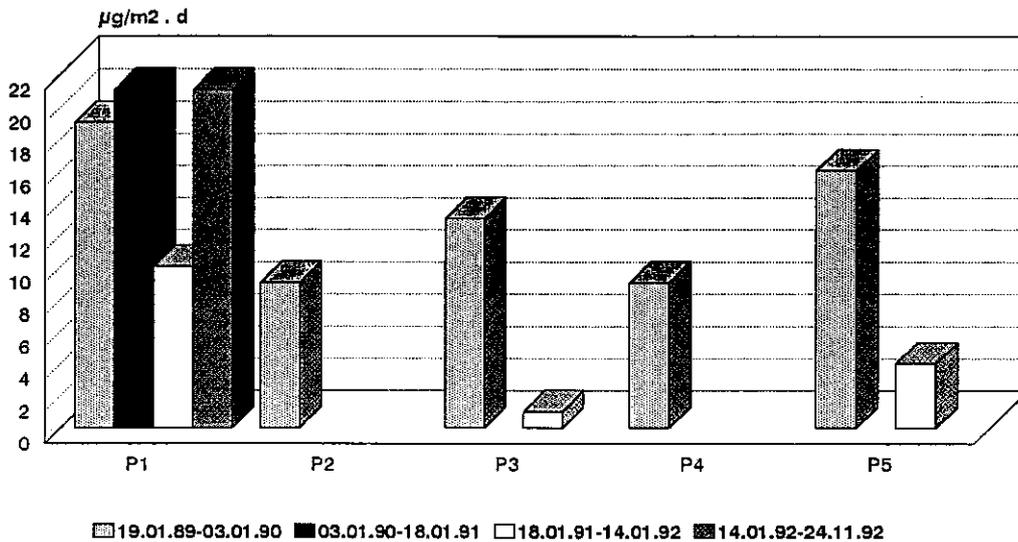
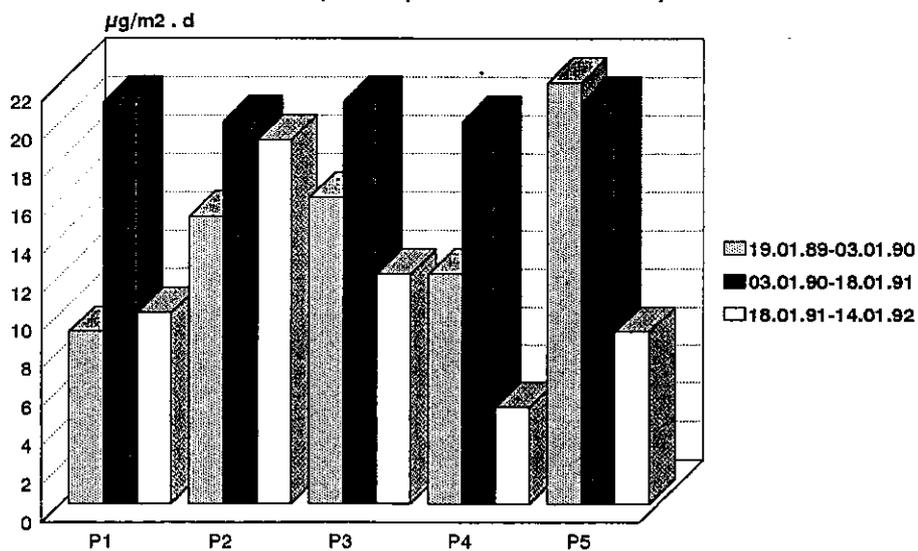


Abb. 11

Peggau - Schwermetalle

Kupfer (Jahresmedian)



Für das Jahr vom 14.01.92 - 24.11.92 sind sämtliche Werte unter der Nachweisgrenze

Peggau - Schwermetalle

Nickel (Jahresmedian)

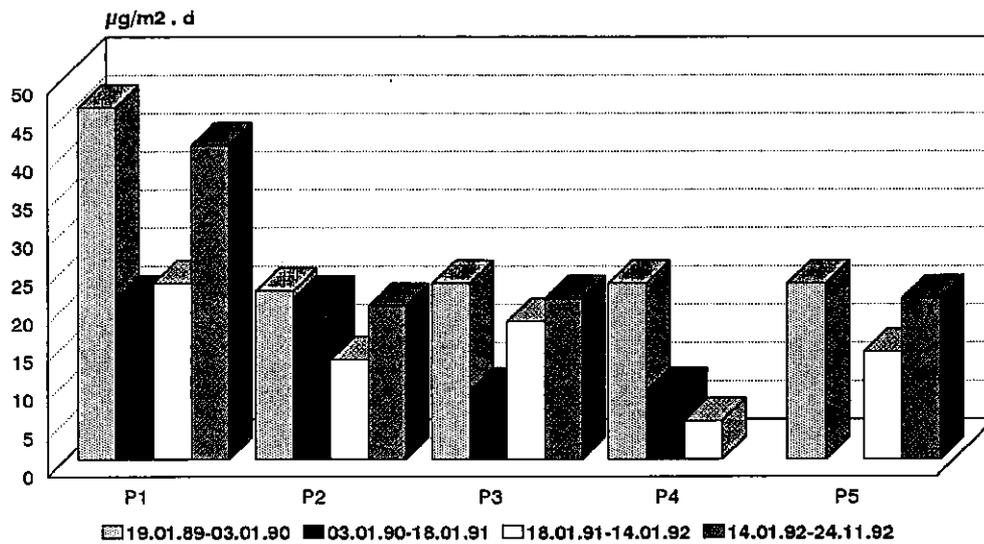


Abb. 13

Peggau - Schwermetalle

Zink (Jahresmedian)

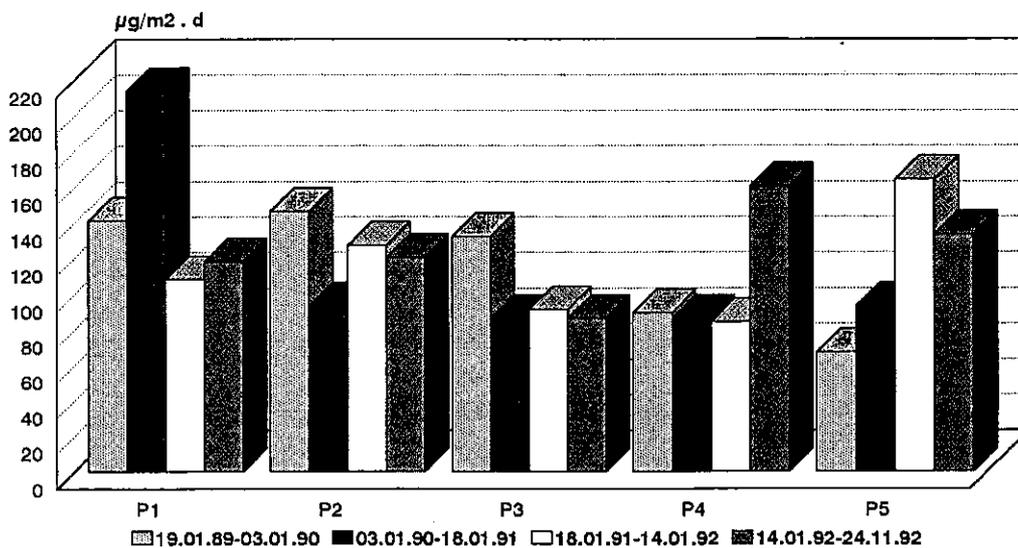


Abb. 14