



Messung der Staub- und Schwermetalldeposition in Niklasdorf-Leoben-Donawitz

1997 bis 2002

Lu 05-04

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 17C
8010 Graz, Landhausgasse 7, Tel. 877/2172

Leiter der Fachabteilung
Dr. Gerhard SEMMELROCK

Dieser Bericht entstand unter Mitarbeit folgender Personen der Fachabteilung 17C:

Für den Inhalt verantwortlich Berichterstellung	Dipl. Ing. Dr. Thomas Pongratz Susanne Fritz Dipl. Ing. Dr. Thomas Pongratz Ing. Waltraud Köberl Mag. Andreas Schopper
Messnetzbetreuung und Labor	Petra Eibel Gertrude Toppler Andrea Werni
Schwermetallanalytik	Ing. Hermann Schwinghammer (Referat Umweltlaboratorium)

Herausgeber

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 17C - Technische Umweltkontrolle und Sicherheitswesen
Referat Luftgüteüberwachung
Landhausgasse 7
8010 Graz

© Juni 2004

Telefon: 0316/877-2172 (Fax: -3995)
Informationen im Internet: <http://umwelt.steiermark.at/>
Unter dieser Adresse ist auch dieser Bericht im Internet verfügbar
Bei Wiedergabe unserer Messergebnisse ersuchen wir um Quellenangabe!

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	5
2	Einleitung	8
3	Beschreibung des Messnetzes	8
4	Beschreibung der Messmethoden.....	10
4.1	Bestimmung der Staubdeposition nach dem Bergerhoff-Verfahren.....	10
4.2	Bestimmung des Schwermetallgehaltes im Staub	11
5	Die immissionsklimatische Situation im Untersuchungsgebiet Niklasdorf- Leoben-Donawitz	11
6	Beurteilungsgrundlagen	13
6.1	Immissionsschutzgesetz Luft.....	13
6.2	Steiermärkische Klärschlammverordnung	13
6.3	Kurzcharakteristik der untersuchten Schwermetalle	14
7	Messergebnisse	17
7.1	Allgemeines	17
7.2	Zusammengefasste Ergebnisse aus den Jahren 1997 – 2002.....	18
7.3	Detailbetrachtungen für das Jahr 2002.....	50
8	Literatur.....	58

1 Zusammenfassung

Der Raum Leoben zwischen Donawitz und Niklasdorf war in den letzten Jahren neben Graz jener, der am intensivsten hinsichtlich der Belastung mit Luftschadstoffen untersucht wurde. Hier wurden, vor allem durch industrielle Emissionen verursacht, hohe Immissionskonzentrationen nachgewiesen.

Dies veranlasste die Steiermärkische Landesregierung, das „Luftsanierungskonzept Leoben“ mit dem Ziel zu beschließen, die Schadstoffbelastungen im Donawitzer Raum deutlich zu senken. Dieses Konzept umfasst im Wesentlichen emissionsmindernde Maßnahmen im Eisen- und Stahlwerk der Voest-Alpine.

Konzentrierten sich zunächst die Messungen auf den engeren Siedlungsbereich (Leoben, Leoben-Göß, Donawitz) und hier auf die klassischen Luftschadstoffe (Schwefeldioxid, Schwebstaub, Stickstoffoxide, ...), so folgten schließlich weiterführende Untersuchungen, speziell durch Analysen von Staubinhaltsstoffen wie Schwermetallen.

Die Messungen haben die Aufgabe, die Umsetzung des Luftsanierungskonzeptes zu überprüfen und die Wirksamkeit der Emissionsminderungsmaßnahmen zu dokumentieren. Weiters ist die Immissionssituation der Staubdeposition sowie der Deposition der Schwermetallen Blei und Cadmium nach den Grenzwerten des Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L) (BGBl. I 115/1997 i.d.g.F.) zu beurteilen. Auch zusätzliche Schwermetalle waren von Interesse, obwohl es dafür bisher noch keine gesetzlich verbindlichen lufthygienischen Beurteilungswerte gibt. Es wurden als Richtwerte zusätzlich jene der Steiermärkischen Klärschlammverordnung, die auf Basis des Steiermärkischen Bodenschutzgesetzes erlassen worden ist, herangezogen.

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Untersuchungen aus den Jahren 1997 bis 2002 zusammen, wobei ein besonderes Augenmerk auf den Werten von 2002 liegt.

Bei der **Gesamtstaubdeposition** ist ein stetiger Rückgang zu verzeichnen. Im Jahr 2002 wird der Grenzwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft für die Staubdeposition an den Messpunkten Do 10 bis Do 13 überschritten. Der auch mit Schwermetallen am meisten belastete Messpunkt Do 12 (BFI) liegt in unmittelbarer Nähe der Sinteranlage des Eisen- und Stahlwerkes der VOEST Alpine Stahl AG. Dieser Messpunkt ist wesentlich durch die Emissionen des Eisen- und Stahlwerk beeinflusst, wofür auch die hohen Schwermetalldepositionen sprechen. Auf Grund der Lage ist davon auszugehen, dass niedrige Quellen und diffuse Emissionen das Immissionsbild entscheidend mitbestimmen.

Der Jahresgang der Staubdepositionen zeigt einen klaren Verlauf mit geringer belastetem Winter- und höher belastetem Sommerhalbjahr, wie er auch schon von anderen Staubdepositionsmessnetzen bekannt ist.

Zur **Deposition von Schwermetallen** ist festzuhalten, dass derzeit nur für die Elemente Blei und Cadmium Grenzwerte vorliegen, die die Immission über den Luftpfad begrenzen. Für weitere Elemente werden als Richtwerte die Grenzwerte der steirischen Klärschlammverordnung herangezogen. Diese Werte beziehen sich auf den

Eintrag von Schwermetallen über aufgebrauchten Klärschlamm in landwirtschaftlich genutzte Böden.

Die Deposition von **Blei** liegt 2002 an allen Messpunkten deutlich unter den Grenzwerten des Immissionsschutzgesetzes Luft, nachdem dieser Grenzwert in den Jahren 1997 bis 1999 noch an einigen werksnahen Messstellen überschritten wurde. Ab 2000 kann ein deutlicher Trend zu niedrigeren Bleiimmissionen im gesamten Untersuchungsgebiet festgestellt werden.

Die **Cadmiumkonzentrationen** liegen 2002 durchwegs unter der Nachweisgrenze des eingesetzten Verfahrens. Der Immissionsgrenzwert ist damit auch sicher eingehalten worden. Überschreitungen wurden 1997 bis 2000 festgestellt, wobei die maximale Belastung am Messpunkt Do 10, Judaskreuzsiedlung, mit $6,0 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ ermittelt wurde. 2000 wurde der Grenzwert für Cadmium nur mehr am Messpunkt Do 10 überschritten. Bei den werksfernen Punkten war über die Zeit kein Trend zu erkennen. Bei den Messpunkten im Einflussbereich der Hütte waren die Minderungen durchwegs deutlich. Auffallend sind die Abnahmen zwischen den Jahren 1999 und 2000.

Die Messdaten für **Arsen** zeigen einen Rückgang bis 2001. Dann wurde ein überraschend hoher Anstieg im Jahr 2002 registriert, wodurch der Grenzwert für Ackerland nach der Klärschlammverordnung an den Messpunkten Do 9 bis Do 14 erreicht wurde. Mit Ausnahme der Messpunkte Do 17 und Do 18 wurde an den restlichen Punkten eine Überschreitung des Grenzwertes für Grünland festgestellt. Bei der Betrachtung der Messergebnisse pro Periode für 2002 ist sehr gut zu sehen, dass die höchsten Arsenbelastungen in den Monaten August und September erreicht wurden. Dieser Effekt wurde nicht nur beim Leobner Messnetz beobachtet. Er trat in ähnlicher Form auch in anderen Messnetzen auf.

Kupfer weist seit dem Beginn der Messungen eine eher fallende Tendenz auf. Bemerkenswert ist, dass die Belastung bei Messpunkt Do 14, St. Peter Freienstein, entgegen dem Trend stetig steigt und dieser Punkt auch als einziger Überschreitungen des Grenzwertes für Grünland nach der Klärschlammverordnung seit 1999 aufweist. Der Höchstwert von $275,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ wurde ebenfalls an diesem Messpunkt im Jahr 2002 erreicht.

Bei **Zink** kann das selbe Phänomen wie bei Kupfer festgestellt werden: tendenziell sinkende Werte mit Ausnahme des Messpunktes Do 14, St. Peter/Freienstein, wo die Werte stetig steigen. 2002 wurde an diesem Punkt der Höchstwert von etwas über $3.500 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ erreicht, was einer ca. 2,5-fachen Überschreitung des Grenzwertes für Ackerland nach der Klärschlammverordnung entspricht.

Zu **Eisen** ist festzuhalten, dass es sich dabei – im besonderen im Werksbereich – um einen Hauptbestandteil im Staub handelt. Der Gehalt von Eisen in der Gesamtstaubdeposition erreicht ein Drittel bis ein Viertel.

Die Messergebnisse von **Chrom, Kobalt, Mangan und Molybdän** weisen keine Besonderheiten auf, es zeigen sich keine Überschreitungen der Grenzwerte - soweit diese vorhanden sind.

Die bisher umgesetzten emissionsmindernden Maßnahmen bewirkten also bereits einen deutlichen Rückgang der Depositionen. Um aber die gesetzlichen Grenzwerte flächendeckend einhalten zu können, sind weitere Emissionsreduktionen notwendig.

2 Einleitung

Die Luftgütemessungen Niklasdorf – Leoben - Donawitz werden von der Fachabteilung 17C, vormals Fachabteilung 1a, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfassen Erhebungen der flächenhaften Staubdepositions- und Schwermetallbelastung mit integralen Messverfahren. Das integrale Messnetz mit 18 Messpunkten hat das Ziel, Informationen über die flächenhafte Verteilung dieser Luftschadstoffe in Donawitz, Leoben, Proleb und Niklasdorf, im Besonderen in der Umgebung des VOEST-Alpine Stahlwerkes, zu erhalten und die immissionsseitigen Auswirkungen der Umsetzung des „Luftgütesanierungskonzeptes Leoben“ (Regierungsbeschluss vom 6.3.1995) zu dokumentieren.

Die dort gesammelten Staubdepositionsproben werden auf den Gehalt an bestimmten Schwermetallen untersucht. Blei und Cadmium werden auf Grund der Vorgaben des IG-L bestimmt. Für weitere Schwermetalle erfolgt die Bewertung auf Basis der Steiermärkischen Klärschlammverordnung.

Im vorliegenden Bericht werden alle Messergebnisse, die von 01.01.1997 bis 31.12.2002 erhalten wurden, zusammengefasst und interpretiert. Einzelne Auswertungen, insbesondere solche, die sich mit Schadstoffen, die im IG-L begrenzt sind, befassen, wurden bereits in Jahresberichten und Umweltschutzberichten veröffentlicht.

3 Beschreibung des Messnetzes

Tabelle 1: Liste der Messpunkte (Staubdeposition)

Kürzel	Lage der Messpunkte	Kürzel	Lage der Messpunkte
Do 1	Utschmoar	Do 10	Judaskreuzsiedlung
Do 2	Niklasdorf-Bahnhof	Do 11	Station Donawitz
Do 3	Köllach	Do 12	BFI
Do 4	Proleb	Do 13	Zellenfeldgasse
Do 5	Niklasdorf-WIFI	Do 14	St.Peter/Freienstein
Do 6	Mühlthal	Do 15	Kittenwaldstraße
Do 7	Station Leoben	Do 16	Traidersberg LEO3
Do 8	Judendorf	Do 17	Traidersberg LEO8
Do 9	Tivoli-Stadion	Do 18	Traidersberg LEO3-8

**Abbildung 1: Messnetz Niklasdorf-
Leoben-Donawitz, Stati-
on Traidersberg**



**Abbildung 2: Messnetz Niklasdorf-
Leoben-Donawitz, Mess-
punkt DO 12, BFI**



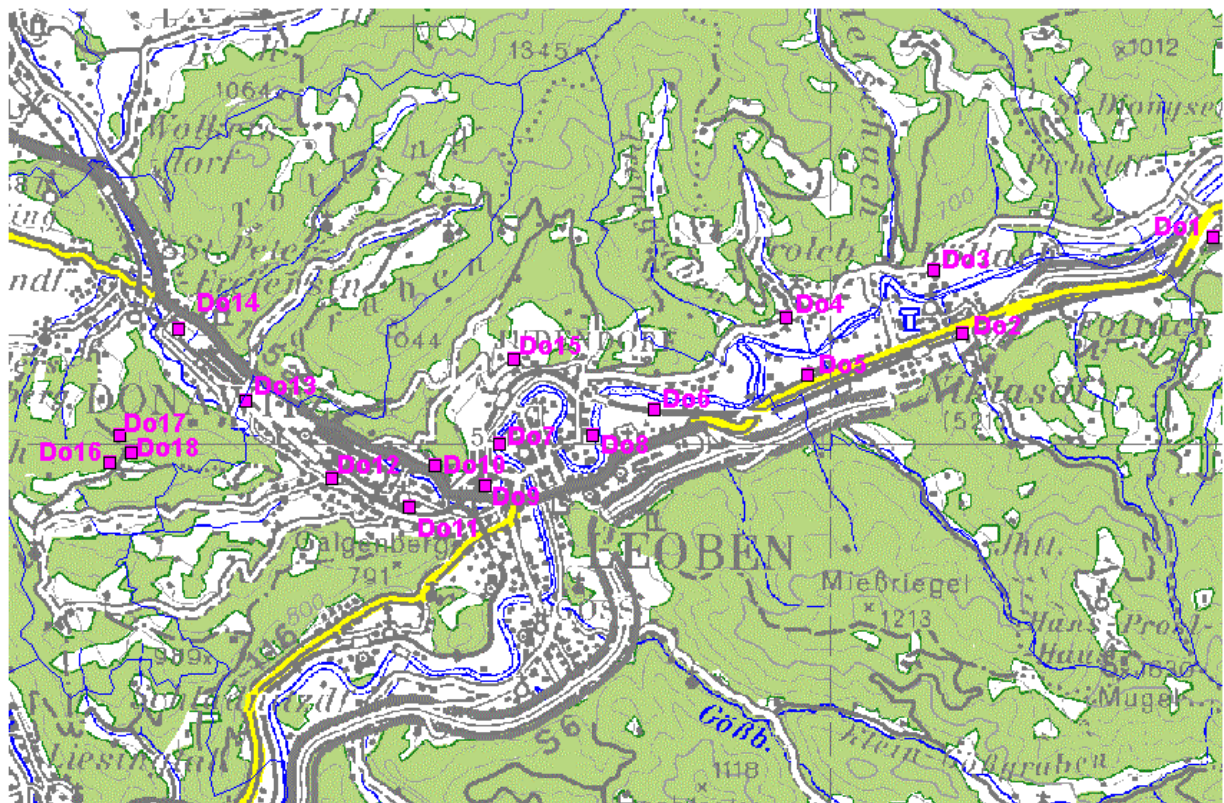
Die Erhebungen zur Ermittlung der Staubdeposition an den 18 Messpunkten wurden am 07.11.1996 begonnen.

Den Jahresauswertungen liegt als Zeiteinteilung ein volles Kalenderjahr vom 1. Jänner bis zum 31.12. eines jeden Jahres zugrunde. Für die Jahresmittelwertsberechnung sind Ergebnisse aus Perioden, in denen Messungen im Zeitraum von Mitte Dezember bis Mitte Jänner durchgeführt wurden, anteilmäßig berücksichtigt worden. Weiters wurden noch Auswertungen nach Jahreszeiten erstellt. Dabei werden die Winterperioden aus den Messwerten der Monate Oktober bis März, die Sommerperioden aus den Monaten April bis September gebildet. Bei der Bildung der Periodenmittelwerte werden die Messperioden zu jenem Halbjahr gezählt, an dem sie den größeren Anteil haben.

Tabelle 2: Zeitplan der Depositionsmessungen

Jahr 01.01.-31.12.	Messperioden
1997	2 - 16
1998	16 - 29
1999	29 - 41
2000	41 - 54
2001	54 - 67
2002	67 - 80

Abbildung 3: Karte der Messpunkte



4 Beschreibung der Messmethoden

4.1 Bestimmung der Staubdeposition nach dem Bergerhoff-Verfahren

Die Staubniederschlagsmessung erfolgt nach der VDI-Richtlinie 2119, Blatt 2, des Handbuches zur Reinhaltung der Luft. Ziel ist es, die in einer bestimmten Zeit aus der Atmosphäre ausfallende Menge fester und flüssiger Substanz - mit Ausnahme des Wasseranteiles - zu erfassen („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 werden in

diesem Gefäß gesammelt. Die Expositionszeit beträgt etwa 28 Tage. Danach werden der Staubniederschlag und das Wasser in einer gewogenen Schale zur Trocknung eingedampft und als Gesamtstaubniederschlag gewogen. Das Ergebnis wird auf 1 Tag und 1 m² bezogen.

4.2 Bestimmung des Schwermetallgehaltes im Staub

Die getrockneten und gewogenen Proben werden durch die Einwirkung von konzentrierter Salpetersäure und Wasserstoffperoxid unter erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur aufgeschlossen. Zum Einsatz gelangt ein Mikrowellen-Druckaufschlussgerät. Diese Prozedur dient dazu, die Schwermetalle für die nachfolgende Analyse in eine gelöste Form überzuführen.

Die Analyse der Schwermetallgehalte erfolgt im Labor des Referates Umweltlaboratorium mit Hilfe der ICP-OES-Technik.

Diese Methode gestattet es, simultan eine Vielzahl an Elementen zu bestimmen. Folgende Elemente werden untersucht: Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Kobalt (Co), Chrom (Cr), Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Nickel (Ni) und Zink (Zn). Die Auswahl der Elemente erfolgt auf Grund der Vorgaben des Immissionsschutzgesetzes Luft sowie der Steiermärkischen Klärschlamm-Verordnung (LGBl. Nr. 89/1997).

5 Die immissionsklimatische Situation im Untersuchungsgebiet Niklasdorf-Leoben-Donawitz

Der Witterungsablauf und die geländeklimatischen Gegebenheiten spielen eine wesentliche Rolle für die Ausbreitung der Luftschadstoffe.

Die Messungen wurden in der Klimazone „Murtal von Preg bis Bruck“ durchgeführt.

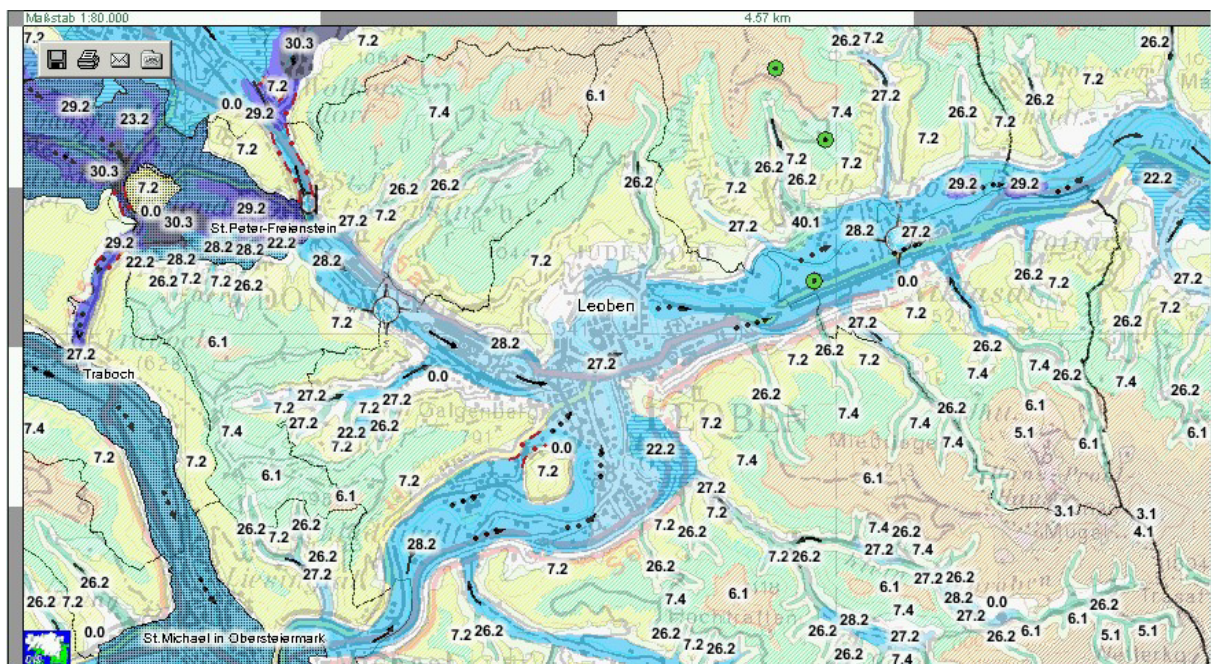
Diese Zone betrifft einen der trockensten Abschnitte des Murtales (Kraubath 753 mm, im Jänner 31 mm, im Juli 121 mm). Als wichtigste Charakteristika können die auffällig hohe Bereitschaft zu Hochnebel in Verbindung mit freien Inversionen, die Schneearmut im Winter (70-80 d/a), die reduzierte Sonnenscheindauer infolge des Hochnebels (im Dez. 25%) und die Dominanz der Talauswinde (SW bis W - Winde) angeführt werden.

Die Zahl der Tage mit Hochnebel schwankt zwischen 70 und 90 d/a, wobei einige Tage einen mächtigen Talnebel aufweisen- dies lässt sich oft im Abschnitt mit der Einmündung des Liesingtales beobachten. Erst im Laufe des Vormittages kommt es dann zur Abhebung des Nebels und damit zur Hochnebelgenese. Weiter talabwärts kommt es zur Abhebung meist schon um Mitternacht.

Die Hochnebelobergrenzen liegen häufig um 1000 m und stellen somit eine Barriere für den weiteren vertikalen Aufstieg von Rauchgasen dar. Diese Grenze spiegelt sich demnach auch in den Belastungszonen für Schadstoffe in den Wäldern wider. Das Talklima ist nur mäßig winterkalt und sommerwarm (Kraubath im Jänner -4 °C, Juli 17 °C, Jahr 7,3 °C, Zahl der Tage mit Frost ca. 130 d/a); nach Osten nehmen die Temperaturen noch etwas zu (z.B. Jänner -3,4 °C, Juli 17,9 °C).

Wie auch für andere Ballungsräume der Steiermark, wie den Raum Graz und Graz-Umgebung, das Leibnitzer Feld, das Voitsberger Becken und das Aichfeld wurde auch für den Raum Leoben bis Bruck an der Mur eine sogenannte Klimateignungskarte auf wissenschaftlicher Basis erstellt (Lazar, ARGE LÖSS, 1994). Diese stellt in Form einer synthetischen Karte (Überlagerung verschiedener Karteninhalte zu einer Gesamtaussage) die Klimatypen des besagten Raumes dar. Diese Klimatypen sind u.a. durch Temperatur-, Wind- und Nebelverhältnisse definiert. Die sehr detaillierten Kartendarstellungen lassen auch für eine Immissionsbewertung wichtige Schlüsse, wie Häufigkeit von Inversionen, Durchlüftung etc. zu.

Abbildung 4: Ausschnitt aus der Klimateignungskarte Raum Leoben



Die Zifferncodes bezeichnen Klimatope, Gebiete mit vergleichbaren Größen der Klimaparameter. Das Messgebiet wird im Wesentlichen durch folgende Klimatope der Talbereiche beschrieben.

Mit 27.2 werden „begünstigte inneralpine Haupt- und Seitentallagen“ gekennzeichnet. Das Klima dieser Zone lässt sich als mäßig inversions- und frostgefährdet einstufen (Inversionsgefährdung ca. 70% der Nachtstunden). Die Durchlüftung bleibt an das Talwindssystem gebunden, wobei 1 - 2 m/s als Jahresmittel der Windgeschwindigkeit kaum überschritten werden. Diese Zone ist thermisch gegenüber der Zone 28.2 etwas begünstigt; die Wärmeinseleffekte der Städte und größeren Siedlungskerne sind nur sehr schwach ausgebildet und vornehmlich auf die 1. Nachthälfte beschränkt. Die Nebelhäufigkeit erreicht 40 - 50 d/a.

Die „inneralpinen Haupt- und Seitentallagen“ (28.2) umfassen Tallagen mit relativ hoher Frost- und Inversionsgefährdung (130 -138 Frosttage/Jahr, 70 - 85% Inversionshäufigkeit) und Nebelgefährdung. Hinsichtlich der Durchlüftung zeigt sich eine Verringerung der Windgeschwindigkeiten (Jahresmittel der Windgeschwindigkeit 1 - 2 m/s, im Winterhalbjahr zumeist noch darunter) und eine Zunahme der Kalmenhäufigkeit (60 - 70 %, im Liesingtal 40 - 60 % speziell in der 2. Nachthälfte); begünstigt sind Abschnitte im Einflussbereich des Murtalwindsystems (mittlere Geschwindigkeiten 1,5 - 2,5 m/s). Die Nebelhäufigkeit erreicht abschnittsweise >100 d/a (Liesingtal, Mürztal).

Die „kalten Seitentallagen“ (29.2) betreffen stark inversions- und frostgefährdete Tal- und Beckenabschnitte im Trofaiacher Becken (140 - 150 Tage/Jahr mit Frost und 80 - 90% Inversionshäufigkeit) mit geringer Durchlüftung und erhöhter Talnebelbereitschaft. Die thermischen Verhältnisse sind nur wenig günstiger als die kältesten Bereiche (Zone 30.3). Bodeninversionen treten speziell in der 1. Nachthälfte auf, ansonsten bilden sich freie Inversionen mit Hochnebel. Die Durchlüftungsverhältnisse sind bei geringen Windgeschwindigkeiten (Winterhalbjahr: 0,8 - 1,3 m/s, Sommerhalbjahr: 1,5 - 2-5 m/s) durch erhöhte Kalmenbereitschaft gekennzeichnet. Die Nebelhäufigkeit erreicht 80 - 100 d/a. Ungunststandort für Wohnen und Gewerbe/Industrie.

6 Beurteilungsgrundlagen

6.1 Immissionsschutzgesetz Luft

Die entscheidende gesetzliche Grundlage für die Messung von Luftschadstoffen in Österreich ist das Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L), das in seiner ursprünglichen Fassung aus dem Jahr 1997 stammt (BGBl I 115/1997). Im Jahr 2001 wurde das Gesetz umfassend novelliert (BGBl I 62/2001) und damit an die Vorgaben der Europäischen Union angepasst. Die bisher letzte Anpassung erfolgte mit BGBl I 34/2003.

Die wesentlichen Ziele dieses Gesetzes sind:

- ⇒ der dauerhafte Schutz der Gesundheit des Menschen, des Tier- und Pflanzenbestands, sowie der Kultur- und Sachgüter vor schädlichen Luftschadstoffen
- ⇒ der Schutz des Menschen vor unzumutbar belästigenden Luftschadstoffen
- ⇒ die vorsorgliche Verringerung der Immission von Luftschadstoffen
- ⇒ die Bewahrung und Verbesserung der Luftqualität, auch wenn aktuell keine Grenz- und Zielwertüberschreitungen registriert werden

Zur Erreichung dieser Ziele wird eine bundesweit einheitliche Überwachung der Schadstoffbelastung der Luft durchgeführt.

Tabelle 3: Immissionsgrenzwerte für die Deposition

Luftschadstoff	Depositionswerte in mg/(m ² .d) als Jahresmittelwert
Staubniederschlag	210
Blei im Staubniederschlag	0,100
Cadmium im Staubniederschlag	0,002

6.2 Steiermärkische Klärschlammverordnung

Für eine Reihe von Schwermetallen gibt die Steiermärkische Klärschlammverordnung (LGBl. Nr. 89/1987), einer Verordnung zum Steiermärkischen Bodenschutzgesetz, Grenzwerte zur Beurteilung des Schwermetalleintrages vor. Es werden einerseits Grenzen für den Schwermetallgehalt des Klärschlammes in mg/kg Trockensub-

stanz vorgegeben, andererseits wird der Eintrag von Schwermetallen in landwirtschaftlich genutzte Böden (g/ha.Jahr) begrenzt.

Der Vergleich mit dem Grenzwert für die Schwermetallgehalte im Klärschlamm in mg/kg ist nicht sehr aussagekräftig, da Klärschlamm in wesentlich höheren Mengen aufgebracht wird als die Deposition von Staub. Mehr Bedeutung hat der flächenbezogene Eintrag von Schwermetallen in den Boden, da dadurch jener Anteil, der über den Luftpfad eingebracht wird, ermittelt werden kann.

Tabelle 4: Grenzwerte lt. Steiermärkischer Klärschlammverordnung für Schwermetalleinträge (umgerechnet in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)

Element	Ackerland	Grünland
Arsen	13,7	6,8
Blei	342,5	171,2
Chrom	342,5	171,2
Cadmium	6,8	3,4
Kobalt	68,5	34,2
Kupfer	342,5	171,2
Nickel	68,5	34,2
Zink	1369,9	684,9

6.3 Kurzcharakteristik der untersuchten Schwermetalle

Als Schwermetalle werden jene ca. 60 metallischen Elemente bezeichnet, die eine Dichte von über $4,5 \text{ g}/\text{cm}^3$ aufweisen. Viele dieser Substanzen sind essentielle Spurenstoffe für pflanzliches und tierisches Leben, viele wirken als reine Stoffe oder als deren Verbindungen toxisch, wobei diese Eigenschaften sich oft nicht gegenseitig ausschließen. Die schädliche Wirkung ist hier eine Frage der Dosis.

Tabelle 5: Physikalische Eigenschaften von Schwermetallen

Element	Symbol	Ordnungszahl	Atomgewicht	Dichte	Schmelzpunkt	Siedepunkt
			[g/mol]	[g/cm ³]	[°C]	[°C]
Arsen	As	33	74,9	5,73	-	-
Blei	Pb	82	207,2	11,34	327,5	1744
Chrom	Cr	24	51,996	7,18-7,20	1890	2670
Eisen	Fe	26	55,85	7,874	1535	~3000
Cadmium	Cd	48	112,41	8,65	321	767
Kobalt	Co	27	58,93	8,9	1495	3100
Kupfer	Cu	29	63,55	8,94	1083	2595
Mangan	Mn	25	54,94	7,20-7,43	1244	2032
Molybdän	Mo	42	95,94	10,22	~2620	~5560
Nickel	Ni	28	58,69	8,90	1453	2732
Zink	Zn	30	65,39	7,13	419,5	907

Arsen: Arsen ist kein Schwermetall sondern es zählt zu den Halbmetallen der 5. Hauptgruppe des Periodensystems. In der Natur kommt Arsen in Form von sulfidischen Erzen, z.B. als As_2S_3 vor. Außerdem sind sie als Verunreinigungen in Kupfer-, Blei-, Silber- und Quecksilbererzen anzutreffen. Die biologische Bedeutung des Arsens als Spurenelement ist noch nicht völlig geklärt. Sie beruht wohl hauptsächlich auf seiner Inhibitor-Wirkung für freie Thiol-Gruppen bestimmter Enzymsysteme und äußert sich in der Steigerung der physiologischen Hämolysevorgänge, der Bildung von Blutzellen, der Hemmung der Oxidationen und der Senkung des Grundumsatzes infolge Hemmung der Schilddrüse. Arsen soll eine Erhöhung des Umsatzes von Kohlenhydraten bei Tieren und Pflanzen bewirken; hier ist eventuell die Ursache zu suchen für das in manchen Alpengegenden verbreitete Arsenikessen. Die Toxizität von Arsen und seinen Verbindungen ist sehr unterschiedlich. Sind metallisches Arsen und die schwerlöslichen Sulfide nahezu ungiftig, so sind die leicht resorbierbaren Verbindungen - insbesondere des 3-wertigen Arsens - hoch toxisch: Arsenik war jahrhundertlang als Mordgift bekannt. Akute Intoxikationen, die vor allem auf einer Blockade der Thiol-Gruppen der Kapillaren beruhen, haben blutige Brechdurchfälle, Graufärbung und Erschlaffung der Haut, Kreislauf-Kollaps und Atemlähmung zur Folge. Arsen und seine Verbindungen gelten als krebserregende Arbeitsstoffe. Der von der WHO mit 0,01 mg/l Arsen festgelegte Grenzwert beinhaltet einen hohen Sicherheitsfaktor und ist nicht als toxischer Grenzwert zu sehen.

Blei: Sowohl metallisches Blei als auch seine Verbindungen sind giftig. Sie können durch Einnahme, Inhalation oder Hautresorption in den Körper gelangen. Akute Bleivergiftungen sind allerdings wegen der geringen Resorption relativ selten und nur bei Aufnahme sehr hoher Dosen zu erwarten. Weitaus gefährlicher jedoch ist die fortge-

setzte Aufnahme kleiner Bleimengen. Auf Pflanzen wirkt Blei durch Hemmung der Chlorophyll-Synthese.

Chrom: Als Spurenelement ist Chrom essentiell für den Glucosstoffwechsel. Menschliches Gewebe enthält ca. 0,01–0,1 ppm Chrom. Für Chrom ist die Spanne zwischen notwendiger und toxischer Konzentration besonders groß. Säugetiere tolerieren ohne Schäden das 100–200fache ihres normalen Chromgehaltes im Körper. Von toxikologischer Bedeutung sind nur die sechswertigen Chromverbindungen. Besonders Chrom(VI)-oxid („Chromsäure“) und Alkalimetallchromate sind giftig und wirken als starke Oxidationsmittel ätzend auf Haut und Schleimhäute. Metallisches Chrom und dreiwertige Verbindungen sind weder hautreizend noch mutagen oder kanzerogen.

Eisen ist als wichtiges Spurenelement essentiell in tierischen und pflanzlichen Organismen. Ein erwachsener Mensch von 70 kg Gewicht enthält 4,2 g Eisen in chemischen Bindungen. Der Eisengehalt einiger wichtiger Nahrungsmittel beträgt (bezogen auf 100 g) für rohes Obst ca. 0,5–1 mg Eisen, Gemüse (roh) 0,5–2 mg, Nüsse 2–5 mg, Fette 0,1–0,2 mg, Milch und Milchprodukte 0,1–0,5 mg, Fleisch 2–5 mg, Fisch 1–3 mg. Für Pflanzen ist Eisen ebenfalls ein wichtiger Mikronährstoff, der die Photosynthese sowie die Bildung von Chlorophyll und Kohlenhydraten beeinflusst.

Cadmium: Der Körper des Erwachsenen enthält ca. 30 mg Cadmium, welches kein essentielles Element ist. Mit der Nahrung nimmt der Mensch täglich maximal 0,03 mg Cadmium auf. Die WHO ermittelte 0,07 mg als kritischen Grenzwert. Da ein krebserzeugendes Potential vermutet wird, das jedoch bisher nicht schlüssig bewiesen ist, wurden Cadmium und einige seiner Verbindungen 1983 in die MAK-Liste, Absatz III B (MAK = Maximale Arbeitsplatzkonzentration), aufgenommen.

Kobalt: Bedeutung besitzt Kobalt als essentielles Spurenelement. Es ist Zentralatom im Vitamin B12, das hauptsächlich zur Bildung der roten Blutkörperchen benötigt wird. In Regionen mit kobaltarmen Böden können Mangelkrankheiten (Hirsch-Krankheit, Bush Sickness) auftreten. Kobalt besitzt bei oraler Aufnahme für den Menschen eine relativ geringe Giftigkeit. Erst bei Dosierungen von 25–30mg pro Tag tritt eine toxische Wirkung auf. Der MAK-Wert wurde 1980 ausgesetzt, da Kobaltstäube und Aerosole, auch die der schwerlöslichen Salze, sich im Tierversuch als kanzerogen erwiesen.

Kupfer: Metallisches Kupfer zeigt nur insofern physiologische Wirkung, als es in saurer Umgebung Spuren von löslichen Salzen abgibt, die Kupferionen (Cu^{2+}) bilden. Diese wirken auf niedrigere Pflanzen (Algen, Kleinpilze, Bakterien) schon in sehr geringen Mengen als starkes Gift. Vom tierischen Organismus werden im Allgemeinen verhältnismäßig große Mengen an Kupferverbindungen ohne besondere Nachteile vertragen. So nimmt der Mensch mit der Nahrung täglich bis zu 5 mg Kupfer auf, wovon aber nur wenig (0,5–2 mg) resorbiert wird. Kupfer ist für den Menschen, höhere Tiere und für zahlreiche Pflanzen ein essentielles Spurenelement. Die Inhalation von Dämpfen und Rauch kann jedoch das so genannte Metallfieber verursachen. Bei Kupfer vermutet man ein erhebliches mutagenes und kanzerogenes Potential.

Mangan (Mn) ist das zweithäufigste Schwermetall. Es ist ein essentielles Spurenelement, das in allen lebenden Zellen vorkommt. Es wird in Form von Mangan(II)-Salzen von den Pflanzen aufgenommen und spielt eine wichtige Rolle bei der Photo-

synthese. Auch bei Tieren ist Mangan ein lebenswichtiges Spurenelement. Der menschliche Körper enthält ca. 20 mg Mangan, das hauptsächlich in den Mitochondrien, in Zellkernen und Knochen angereichert ist. Eine tägliche Zufuhr von mindestens 3 mg wird als notwendig angesehen.

Molybdän (Mo) ist ein essentielles Spurenelement. Es ist Bestandteil der Enzyme Nitrogenase und Nitratreduktase, die bei der Stickstofffixierung durch Blaualgen und Knöllchenbakterien, bei der Nitratassimilation und Nitratdissimilation in grünen Pflanzen und Bakterien beteiligt sind. Daher ruft das Fehlen von Molybdän bei verschiedenen höheren Pflanzen Mangelkrankheiten hervor. Die Aufnahme größerer Molybdänmengen führt bei Tieren zu Durchfall und Wachstumshemmungen. Kupfer kann diese Molybdänwirkung verhindern.

Nickel (Ni): Zur biologischen Rolle von Nickel ist noch wenig bekannt, doch scheint es am Kohlenhydratstoffwechsel beteiligt zu sein. Atembare Stäube oder Aerosole von Nickelmetall, NiS, sulfidischen Nickelerzen, NiO und NiCO₃, wie sie bei der Herstellung und Weiterverarbeitung auftreten können, gelten als gefährliche Arbeitsstoffe (TRgA 910/26) und als eindeutig krebserregend (MAK-Stoffliste III A1). Bei vielen Nickelverbindungen ist ein toxisches, allergenes und/oder mutagenes Potential nachgewiesen worden. Ungefähr 80% des insgesamt produzierten Nickels verwendet man zu Herstellung verschiedener Legierungen. Eine der wichtigsten Nickel-Legierungen ist rostfreier Stahl, der außerdem noch bedeutende Mengen Chrom enthält.

Zink (Zn) ist ein für Menschen, Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen lebensnotwendiges Spurenelement. Einige Pflanzenkrankheiten (Rosettenkrankheit, Zwergwuchs, Chlorophylldefekt) können durch sehr geringe Zinkzugaben geheilt werden. Dosen über 100 mg/l Nährlösung sind jedoch bereits schädlich. Zink spielt auch eine wichtige Rolle in der Wundheilung. Die Mehrzahl der physiologischen Wirkungen des Zinks dürfte auf dessen Funktion im Enzymsystem zurückgehen. Zink ist metallischer Bestandteil von über 200 Enzymen. Zink wird auch zum Schutz vor Oxidation von Eisenoberflächen verwendet (kathodischer Schutz).

7 Messergebnisse

7.1 Allgemeines

Die Ergebnisse der Staubdepositionsmessungen geben Auskunft über den staubförmigen Niederschlag im Untersuchungsgebiet. Bestimmt wird die Höhe des Messwertes überwiegend durch Staubteilchen mit großem Korndurchmesser (50 bis 500 µm). Durch die Größe der Teilchen ist deren Verweilzeit in der Atmosphäre beeinflusst. Größere Teilchen setzen sich rascher ab, der Transportweg in der Luft bleibt kurz. Emissionsquelle und Immissionsort liegen in der Regel nahe beieinander. Die Messergebnisse beschreiben daher vorwiegend die unmittelbare Umgebung der Messstelle.

Die jahreszeitliche Änderung der Staubdeposition ist von mehreren Einflüssen in der Umgebung der Messpunkte abhängig. Von Garten- und Ackerflächen treten Emissionen vorwiegend im Sommer auf. Dies wird durch nicht bewachsene Flächen und

Trockenheit oder durch die Bodenbearbeitung hervorgerufen. Aber auch natürliche Ursachen, wie z.B. Pollenflug beeinflussen die Menge der Staubdeposition. Weitere Quellen für die Emission grober Staubfraktionen, die ja die Hauptmasse in der Staubdeposition ausmachen, sind diffuse Emissionen aus der Gewinnung und der Bearbeitung von staubenden Gütern (Sand, Schotter, Bauschutt etc.). Aber auch Fahrbewegungen verursachen beträchtliche Staubaufwirbelungen, einerseits durch das Befahren von nicht staubfrei befestigten Wegen bei Trockenheit, andererseits durch das Zermahlen von im Winter aufgebrauchten Streumaterialien. Industrielle Prozesse können ebenfalls Ursache von Staubemissionen sein, wenn belastete Abluft nicht entsprechend gefasst und entstaubt wird.

Aus den gesammelten Proben der Staubdeposition wurden nach dem Aufschluss die Schwermetallgehalte bestimmt. Die Liste der untersuchten Elemente orientiert sich an den im Immissionsschutzgesetz Luft und in der Klärschlamm-Verordnung festgelegten Grenzwerten sowie an Metallen, die Hinweise auf mögliche Verursacher von Emissionen sein können. Den hier dargestellten aggregierten Werten liegen eine Vielzahl von einzelnen Analyseergebnissen zugrunde, die jedoch aus Platzgründen in diesem Bericht nicht enthalten sind.

7.2 Zusammengefasste Ergebnisse aus den Jahren 1997 – 2002

Bei der Gesamtstaubdeposition zeigt sich in den vergangenen fünf Jahren ein deutlicher Rückgang, der von einer jahreszeitlichen Schwankung überlagert wird. Dabei ist zwar in der Staubmenge, nicht aber im Verlauf ein Unterschied zwischen den Punkten im Einflussbereich des Werkes (Messpunkte 9 bis 15) und jenen, die nicht direkt von den Emissionen der Hütte beeinflusst werden (Messpunkte 1 bis 8 und 16 bis 18).

Abbildung 5: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Zeitlicher Verlauf der Staubdepositionen (Mittelwerte über Messpunkte)

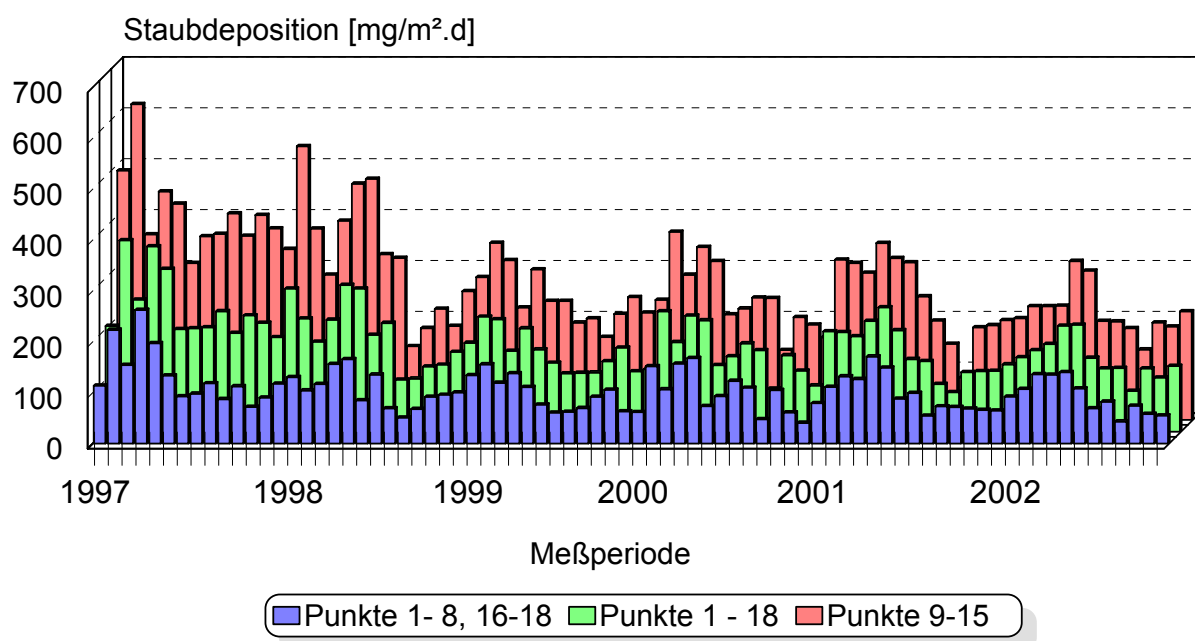


Abbildung 6: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Zeitlicher Verlauf der Bleidepositionen (Mittelwerte über Messpunkte)

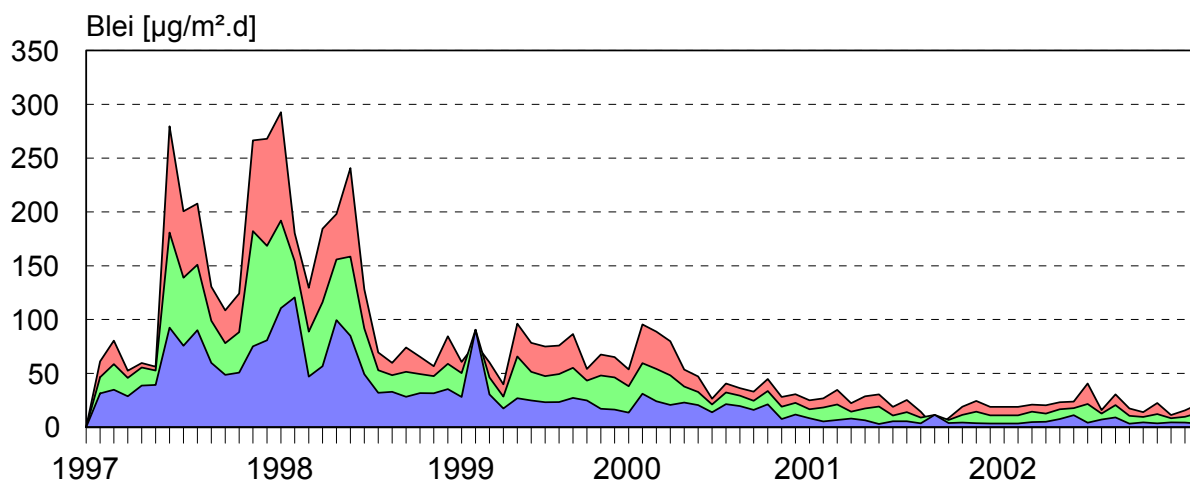


Abbildung 7: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Zeitlicher Verlauf der Cadmiumdepositionen (Mittelwerte über Messpunkte)

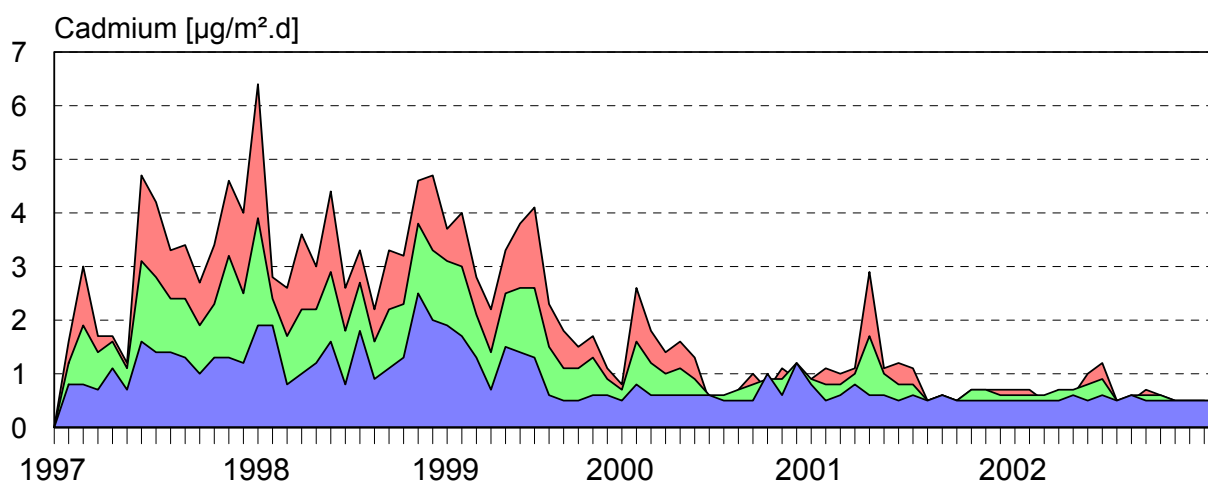


Abbildung 8: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Zeitlicher Verlauf der Arsendepositionen (Mittelwerte über Messpunkte)

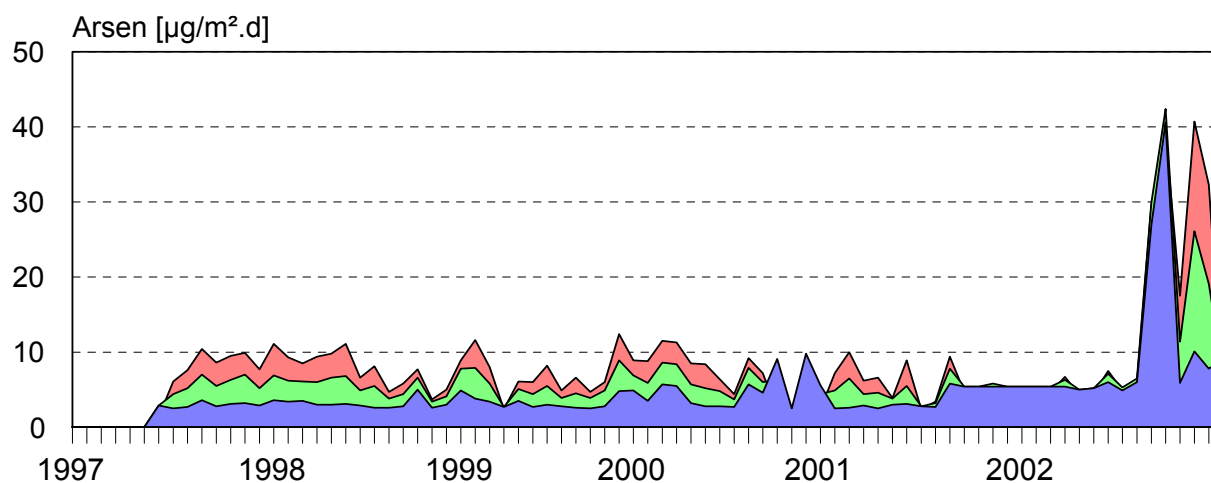


Abbildung 9: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Zeitlicher Verlauf der Chromdepositionen (Mittelwerte über Messpunkte)

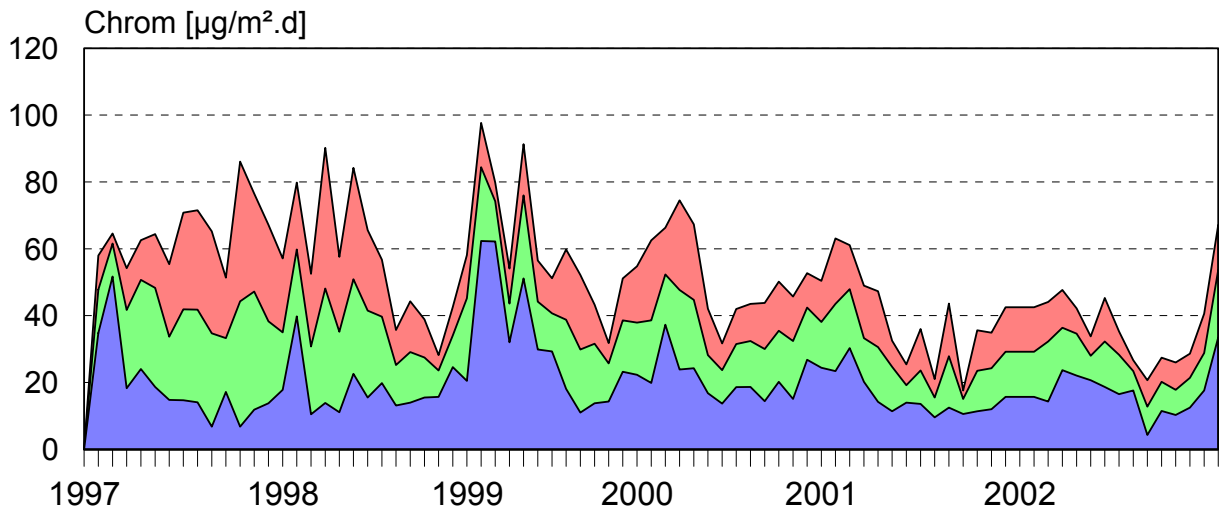


Abbildung 10: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Zeitlicher Verlauf der Eisendepositionen (Mittelwerte über Messpunkte)

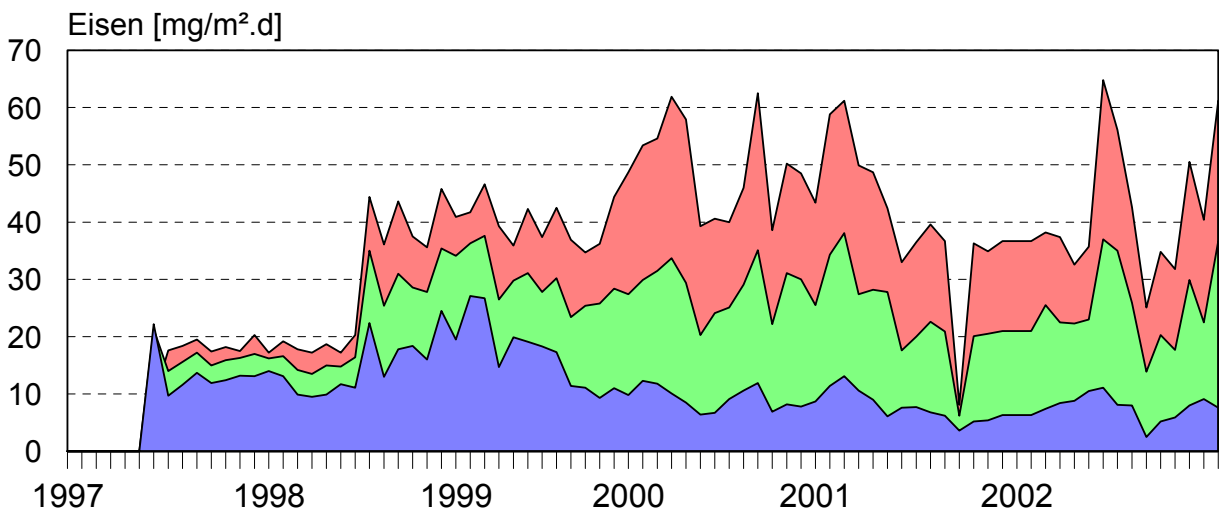


Abbildung 11: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Zeitlicher Verlauf der Kobaltdositionen (Mittelwerte über Messpunkte)

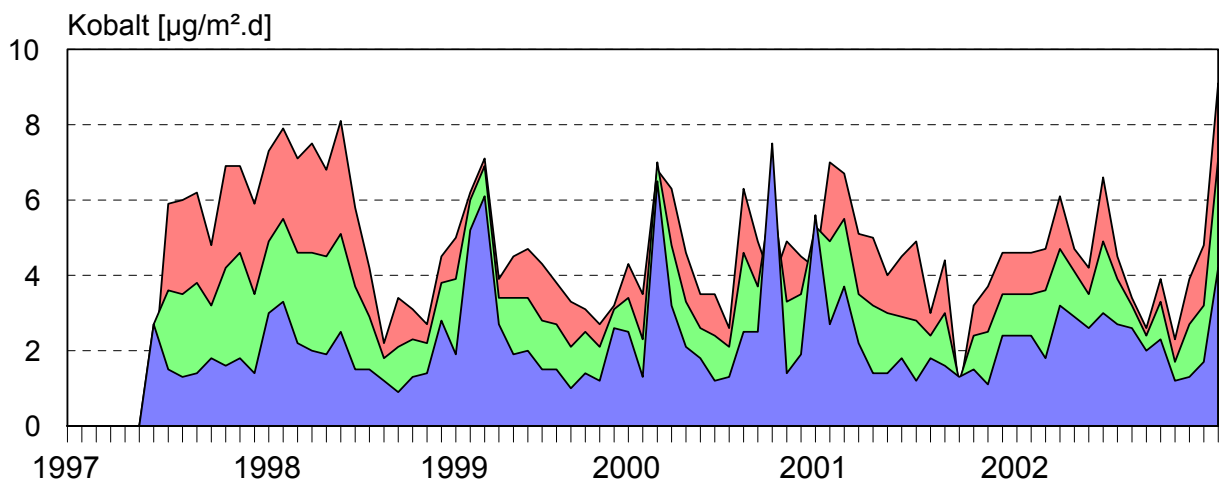


Abbildung 12: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Zeitlicher Verlauf der Kupferdepositionen (Mittelwerte über Messpunkte)

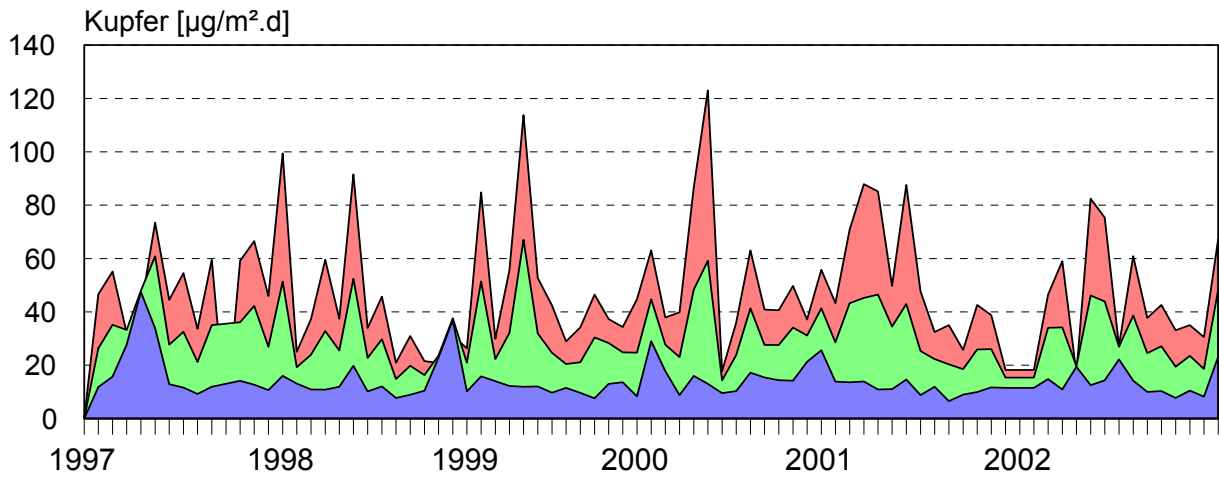


Abbildung 13: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Zeitlicher Verlauf der Mangandepositionen (Mittelwerte über Messpunkte)

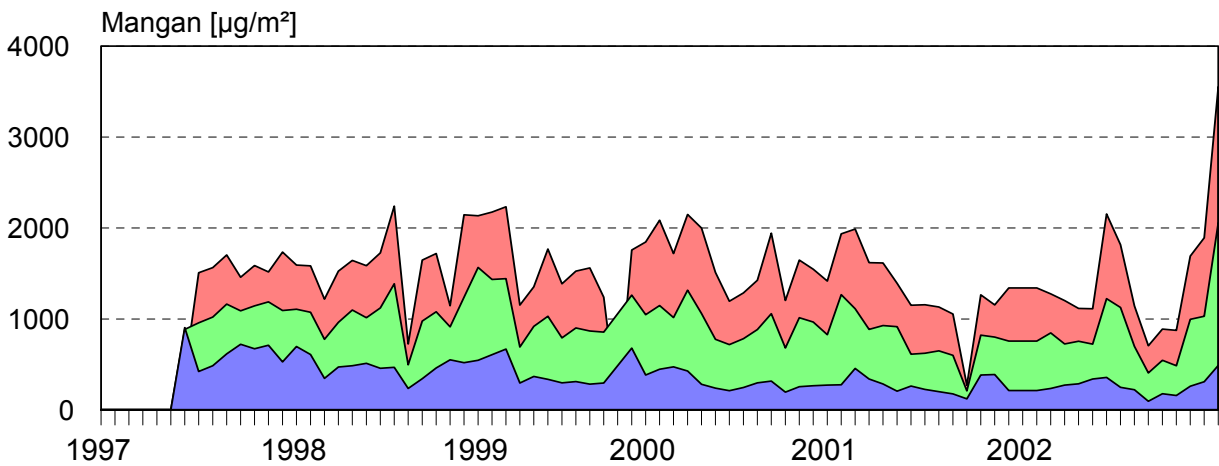


Abbildung 14: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Zeitlicher Verlauf der Molybdändepositionen (Mittelwerte über Messpunkte)

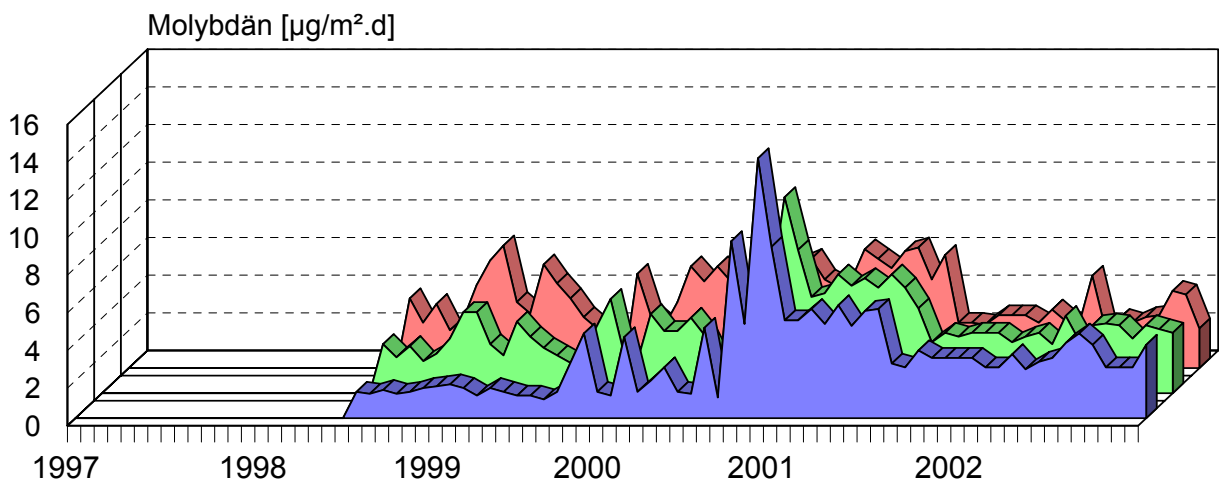


Abbildung 15: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Zeitlicher Verlauf der Nickeldepositionen (Mittelwerte über Messpunkte)

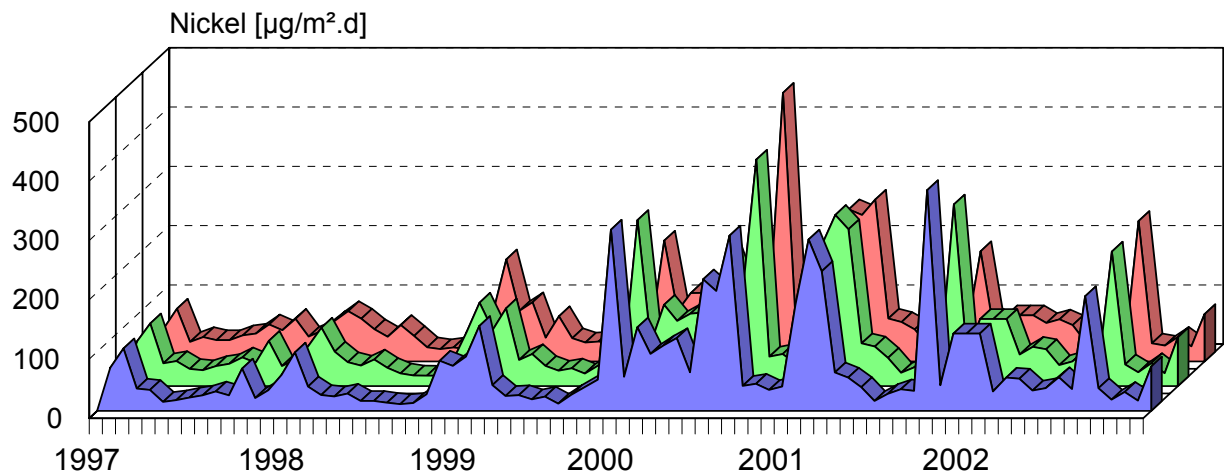


Abbildung 16: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Zeitlicher Verlauf der Zinkdepositionen (Mittelwerte über Messpunkte)

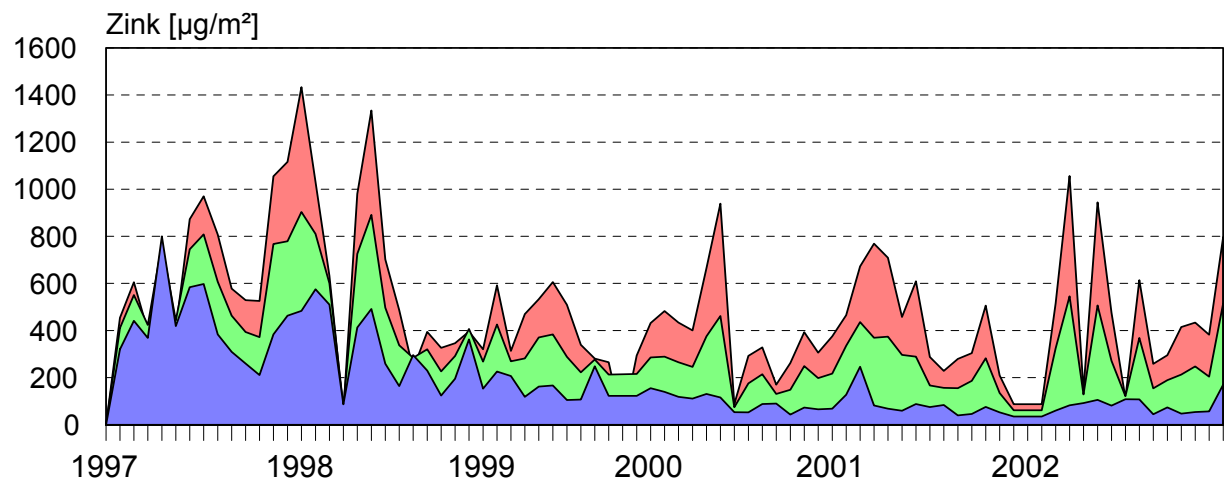


Tabelle 6: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Staubdepositionen [mg/m².d]

Messpunkt		JMW 1997	Verfügbarkeit	JMW 1998	Verfügbarkeit	JMW 1999	Verfügbarkeit	JMW 2000	Verfügbarkeit	JMW 2001	Verfügbarkeit	JMW 2002	Verfügbarkeit
Utschmoar	Do 1	89	87%	106	57%	65	100%	126	100%	83	100%	57	100%
Niklasdorf-Bahnhof	Do 2	62	80%	62	86%	66	54%	60	100%	68	93%	68	100%
Köllach	Do 3	100	93%	106	93%	127	85%	118	93%	123	100%	165	100%
Proleb	Do 4	117	87%	114	100%	127	100%	117	100%	97	100%	86	100%
Niklasdorf-WIFI	Do 5	59	73%	70	86%	66	1005	69	100%	79	93%	31	93%
Mühltal	Do 6	92	60%	116	71%	109	69%	101	100%	117	100%	92	100%
Station Leoben	Do 7	229	100%	206	93%	147	85%	119	100%	121	100%	100	100%
Judendorf	Do 8	148	80%	123	57%	106	100%	89	100%	70	100%	74	100%
Tivoli-Stadion	Do 9	195	93%	200	79%	148	100%	132	100%	116	100%	112	100%
Judaskreuzsiedlung	Do 10	282	53%	284	93%	248	92%	216	100%	261	100%	249	100%
Station Donawitz	Do 11	449	93%	377	93%	320	92%	378	100%	278	100%	181	100%
BFI	Do 12	665	100%	501	93%	432	92%	378	93%	351	100%	344	100%
Zellenfeldgasse	Do 13	369	93%	323	100%	243	92%	222	1005	194	100%	242	100%
St.Peter/Freienstein	Do 14	197	100%	185	100%	142	100%	123	100%	147	100%	126	100%
Kittenwaldstraße	Do 15	206	73%	146	86%	135	100%	126	100%	173	100%	105	100%
Traidernberg LEO3	Do 16	69	60%	46	100%	66	100%	95	100%	113	100%	88	100%
Traidernberg LEO8	Do 17	78	67%	70	100%	68	85%	68	93%	60	93T	47	93%
Traidernberg LEO3-8	Do 18	105	60%	78	100%	88	92%	63	100%	69	100%	54	93%

Tabelle 7: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Bleidepositionen [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkt		JMW 1997	Verfügbarkeit	JMW 1998	Verfügbarkeit	JMW 1999	Verfügbarkeit	JMW 2000	Verfügbarkeit	JMW 2001	Verfügbarkeit	JMW 2002	Verfügbarkeit
Utschmoar	Do 1	24	80	39	50	14	31	11	93	3	93	3	100
Niklasdorf-Bahnhof	Do 2	21	73	25	79	22	85	18	93	4	100	6	100
Köllach	Do 3	42	87	47	86	32	92	18	100	4	100	4	100
Proleb	Do 4	40	87	46	93	24	92	14	100	4	93	4	93
Niklasdorf-WIFI	Do 5	27	67	27	79	12	54	10	93	2	100	2	100
Mühltal	Do 6	67	53	60	71	38	85	19	100	6	100	5	100
Station Leoben	Do 7	161	93	214	93	51	100	36	100	14	100	9	100
Judendorf	Do 8	68	73	64	57	27	100	20	100	6	100	4	100
Tivoli-Stadion	Do 9	135	87	135	79	52	77	37	93	10	100	11	100
Judaskreuzsiedlung	Do 10	330	53	249	93	105	92	72	100	30	100	31	100
Station Donawitz	Do 11	216	80	171	86	100	92	90	93	32	100	17	100
BFI	Do 12	280	93	200	93	142	92	70	100	37	100	31	100
Zellenfeldgasse	Do 13	113	87	112	93	57	100	44	100	29	100	26	100
St.Peter/Freienstein	Do 14	66	93	51	93	34	100	30	100	20	100	21	100
Kittenwaldstraße	Do 15	95	73	72	79	33	100	24	100	12	100	7	100
Traidernberg LEO3	Do 16	54	60	30	93	15	54	11	86	4	93	3	93
Traidernberg LEO8	Do 17	37	60	26	93	20	69	13	93	4	100	3	93
Traidernberg LEO3-8	Do 18	58	60	32	93	28	69	21	93	5	100	4	93

Tabelle 8: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Cadmiumdepositionen [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkt		JMW 1997	Verfügbarkeit	JMW 1998	Verfügbarkeit	JMW 1999	Verfügbarkeit	JMW 2000	Verfügbarkeit	JMW 2001	Verfügbarkeit	JMW 2002	Verfügbarkeit
Utschmoar	Do 1	0,5	80	1,0	50	0,5	46	0,5	100	0,5	93	0,4	100
Niklasdorf-Bahnhof	Do 2	0,4	73	0,5	79	0,6	77	0,9	93	0,5	100	0,4	100
Köllach	Do 3	0,6	87	0,8	86	0,5	92	0,5	100	0,5	100	0,4	100
Proleb	Do 4	0,8	87	1,2	93	0,7	92	0,5	100	0,5	93	0,5	93
Niklasdorf-WIFI	Do 5	0,4	67	0,7	79	0,4	62	0,5	100	0,5	100	0,4	100
Mühltal	Do 6	1,2	53	1,5	71	1,1	85	0,5	100	0,5	100	0,4	100
Station Leoben	Do 7	3,3	93	4,6	93	2,2	100	1,2	100	0,6	100	0,5	100
Judendorf	Do 8	1,4	73	1,7	57	1,1	100	0,5	100	0,5	100	0,4	100
Tivoli-Stadion	Do 9	2,6	87	3,4	79	2,0	92	0,8	100	0,4	100	0,5	100
Judaskreuzsiedlung	Do 10	5,7	53	6,1	93	4,4	92	2,2	100	1,6	100	1,0	100
Station Donawitz	Do 11	4,6	80	4,5	86	4,3	92	1,7	93	1,0	100	0,6	100
BFI	Do 12	6,0	93	4,7	93	5,1	92	1,8	100	1,1	100	0,7	100
Zellenfeldgasse	Do 13	2,7	87	3,2	93	2,2	100	1,1	100	0,7	100	0,6	100
St.Peter/Freienstein	Do 14	1,4	93	1,6	93	1,3	100	0,6	100	0,5	100	0,7	100
Kittenwaldstraße	Do 15	2,0	73	2,7	79	1,3	100	0,6	100	1,7	100	0,4	100
Traidlersberg LEO3	Do 16	1,0	60	0,8	93	0,9	69	0,5	93	0,7	93	0,4	93
Traidlersberg LEO8	Do 17	0,7	67	0,8	93	0,9	85	0,5	100	0,5	100	0,4	93
Traidlersberg LEO3-8	Do 18	1,1	60	0,9	93	1,0	85	0,6	100	0,5	100	0,5	93

Tabelle 9: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Arsendepositionen [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkt		JMW 1997	Verfügbarkeit	JMW 1998	Verfügbarkeit	JMW 1999	Verfügbarkeit	JMW 2000	Verfügbarkeit	JMW 2001	Verfügbarkeit	JMW 2002	Verfügbarkeit
Utschmoar	Do 1	2,7	40	2,7	50	2,6	46	4,3	100	3,7	93	11,5	100
Niklasdorf-Bahnhof	Do 2	2,7	53	2,7	79	2,7	77	7,8	93	3,7	100	11,1	100
Köllach	Do 3	2,7	47	3,0	86	2,9	92	3,9	100	3,5	100	11,3	100
Proleb	Do 4	2,7	47	3,0	93	3,5	92	5,2	100	2,6	93	10,9	93
Niklasdorf-WIFI	Do 5	2,7	47	3,0	79	3,5	62	2,7	100	4,0	100	13,4	100
Mühltal	Do 6	2,7	40	3,0	71	3,7	85	4,7	100	3,8	100	8,6	100
Station Leoben	Do 7	5,1	53	4,8	93	4,8	100	9,5	100	4,4	100	10,7	100
Judendorf	Do 8	2,7	47	4,2	57	4,4	100	3,3	100	3,5	100	13,0	100
Tivoli-Stadion	Do 9	4,4	53	4,2	79	5,5	92	5,2	100	7,1	100	14,0	100
Judaskreuzsiedlung	Do 10	10,5	40	7,6	93	7,0	92	6,3	100	6,9	100	23,6	100
Station Donawitz	Do 11	12,4	47	10,5	86	11,2	92	11,8	93	9,0	100	11,1	100
BFI	Do 12	19,8	53	19,3	93	16,2	92	13,9	100	11,1	100	26,8	100
Zellenfeldgasse	Do 13	13,6	53	11,8	93	9,8	100	6,4	100	5,3	100	25,2	100
St.Peter/Freienstein	Do 14	5,1	53	4,4	93	4,8	100	5,4	100	4,3	100	16,3	100
Kittenwaldstraße	Do 15	3,3	60	4,0	79	4,3	100	3,9	100	4,3	100	10,3	100
Traidernberg LEO3	Do 16	2,7	60	2,7	93	2,6	69	2,6	93	3,7	93	13,7	93
Traidernberg LEO8	Do 17	2,7	60	2,7	93	2,9	85	3,4	100	3,8	100	6,2	93
Traidernberg LEO3-8	Do 18	2,7	53	3,5	93	2,6	85	4,5	100	4,4	100	5,5	93

Tabelle 10: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Chromdepositionen [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkt		JMW 1997	Verfügbarkeit	JMW 1998	Verfügbarkeit	JMW 1999	Verfügbarkeit	JMW 2000	Verfügbarkeit	JMW 2001	Verfügbarkeit	JMW 2002	Verfügbarkeit
Utschmoar	Do 1	4,9	80	10,5	50	16,0	46	13,1	100	9,7	93	11,1	100
Niklasdorf-Bahnhof	Do 2	10,2	73	14,5	79	20,5	77	24,7	93	15,8	100	15,5	100
Köllach	Do 3	10,4	87	15,5	86	34,0	92	22,1	100	19,6	100	29,7	100
Proleb	Do 4	16,8	87	19,8	93	46,7	92	28,3	100	19,1	93	16,4	93
Niklasdorf-WIFI	Do 5	6,1	67	7,3	79	15,9	62	11,1	100	9,3	100	7,4	100
Mühltal	Do 6	23,8	53	20,6	71	34,4	85	26,8	100	24,5	100	21,8	100
Station Leoben	Do 7	60,0	93	60,6	93	49,5	100	42,6	100	30,3	100	26,9	100
Judendorf	Do 8	25,6	73	26,0	57	49,4	100	27,3	100	19,5	100	17,8	100
Tivoli-Stadion	Do 9	43,8	87	52,7	79	55,0	92	42,7	100	35,5	100	31,6	100
Judaskreuzsiedlung	Do 10	93,8	53	82,2	93	91,2	92	92,2	100	78,6	100	68,6	100
Station Donawitz	Do 11	101,9	80	88,0	86	112,7	92	95,3	93	64,2	100	35,8	100
BFI	Do 12	138,8	93	99,9	93	100,8	92	72,3	100	53,3	100	59,4	100
Zellenfeldgasse	Do 13	92,8	87	76,9	93	58,4	100	55,9	100	38,2	100	49,1	100
St.Peter/Freienstein	Do 14	33,1	93	26,6	93	37,4	100	32,0	100	27,5	100	29,7	100
Kittenwaldstraße	Do 15	29,3	73	27,8	79	34,7	100	34,0	100	29,7	100	28,8	100
Traidlersberg LEO3	Do 16	8,9	60	6,2	93	8,8	69	6,9	93	5,5	93	8,2	93
Traidlersberg LEO8	Do 17	4,8	67	6,9	93	12,8	85	8,2	100	6,8	100	7,6	93
Traidlersberg LEO3-8	Do 18	11,0	60	9,4	93	19,0	85	13,3	100	10,2	100	8,9	93

Tabelle 11: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Kobaltdositionen [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkt		JMW 1997	Verfügbarkeit	JMW 1998	Verfügbarkeit	JMW 1999	Verfügbarkeit	JMW 2000	Verfügbarkeit	JMW 2001	Verfügbarkeit	JMW 2002	Verfügbarkeit
Utschmoar	Do 1	0,8	40	0,8	50	0,6	46	1,5	100	1,3	93	1,6	100
Niklasdorf-Bahnhof	Do 2	1,1	53	2,2	79	1,8	77	7,0	93	1,6	100	2,2	100
Köllach	Do 3	1,2	47	2,2	86	3,6	92	3,6	100	3,5	100	5,9	100
Proleb	Do 4	1,6	47	3,1	93	5,0	92	5,1	100	2,8	93	2,5	93
Niklasdorf-WIFI	Do 5	0,5	47	1,0	79	0,8	62	0,9	100	1,2	100	0,7	100
Mühltal	Do 6	2,5	40	2,4	71	2,9	85	2,9	100	3,3	100	3,1	100
Station Leoben	Do 7	3,9	53	4,3	93	3,0	100	8,4	100	2,2	100	2,6	100
Judendorf	Do 8	2,2	47	3,1	57	4,1	100	2,6	100	2,1	100	2,4	100
Tivoli-Stadion	Do 9	3,9	53	4,7	79	3,6	92	3,3	100	3,3	100	3,2	100
Judaskreuzsiedlung	Do 10	6,9	40	5,7	93	5,1	92	4,3	100	5,2	100	4,7	100
Station Donawitz	Do 11	9,1	47	7,5	86	6,3	92	9,5	93	6,3	100	4,7	100
BFI	Do 12	11,9	53	10,7	93	8,3	92	7,7	100	7,9	100	8,1	100
Zellenfeldgasse	Do 13	10,1	53	7,7	93	5,0	100	5,3	100	4,4	100	7,4	100
St.Peter/Freienstein	Do 14	4,2	53	3,7	93	3,3	100	3,5	100	4,3	100	4,9	100
Kittenwaldstraße	Do 15	3,0	60	3,3	79	3,3	100	3,5	100	3,7	100	4,0	100
Traidernberg LEO3	Do 16	1,3	60	1,0	93	0,6	69	0,8	93	0,6	93	1,1	93
Traidernberg LEO8	Do 17	1,0	60	0,7	93	0,7	85	0,8	100	0,9	100	1,1	93
Traidernberg LEO3-8	Do 18	1,6	53	0,9	93	1,1	85	3,2	100	1,6	100	0,9	93

Tabelle 12: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Eisendepositionen [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkt		JMW 1997	Verfügbarkeit	JMW 1998	Verfügbarkeit	JMW 1999	Verfügbarkeit	JMW 2000	Verfügbarkeit	JMW 2001	Verfügbarkeit	JMW 2002	Verfügbarkeit
Utschmoar	Do 1	6278	40	7893	50	4779	46	3374	100	2960	93	2451	100
Niklasdorf-Bahnhof	Do 2	7376	53	11279	79	12295	77	8748	93	7114	100	6346	100
Köllach	Do 3	6632	47	9028	86	10612	92	6194	100	6192	100	7772	100
Proleb	Do 4	10537	47	13528	93	13827	92	8614	100	6748	93	5270	93
Niklasdorf-WIFI	Do 5	6963	47	8199	79	8462	62	4861	100	4002	100	2939	100
Mühltal	Do 6	17845	40	18539	71	18120	85	12286	100	10210	100	9103	100
Station Leoben	Do 7	21609	53	36309	93	37936	100	23748	100	19991	100	17680	100
Judendorf	Do 8	18746	47	23669	57	21192	100	13365	100	10501	100	8350	100
Tivoli-Stadion	Do 9	20524	53	35291	79	45787	92	32036	100	25449	100	23854	100
Judaskreuzsiedlung	Do 10	21647	40	34789	93	53818	92	51950	100	44256	100	41059	100
Station Donawitz	Do 11	21625	47	39623	86	48748	92	91377	86	76886	100	53627	100
BFI	Do 12	21609	53	35305	93	62293	92	103371	100	93270	100	101050	100
Zellenfeldgasse	Do 13	21609	53	34722	93	58135	100	75765	100	54743	100	74620	93
St.Peter/Freienstein	Do 14	21609	53	29172	93	36178	100	27829	100	19708	100	26746	100
Kittenwaldstraße	Do 15	19117	60	21560	79	23194	100	16698	100	12609	100	11249	100
Traidernberg LEO3	Do 16	11175	60	7807	93	8568	69	3849	93	3876	93	6808	93
Traidernberg LEO8	Do 17	13218	60	10473	93	12863	85	5353	100	5657	100	6712	93
Traidernberg LEO3-8	Do 18	16809	53	13421	93	19424	85	7294	100	7283	100	8924	93

Tabelle 13: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Kupferdepositionen [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkt		JMW 1997	Verfügbarkeit	JMW 1998	Verfügbarkeit	JMW 1999	Verfügbarkeit	JMW 2000	Verfügbarkeit	JMW 2001	Verfügbarkeit	JMW 2002	Verfügbarkeit
Utschmoar	Do 1	49,0	73	45,8	50	9,8	46	15,9	100	8,1	93	8,9	100
Niklasdorf-Bahnhof	Do 2	17,3	67	28,4	79	20,7	77	39,7	93	28,7	100	37,5	100
Köllach	Do 3	6,7	80	7,1	86	11,7	92	12,0	100	9,2	100	11,1	100
Proleb	Do 4	8,7	80	10,2	93	10,7	92	15,2	100	13,5	93	10,5	93
Niklasdorf-WIFI	Do 5	6,3	60	9,1	79	7,9	62	8,8	100	11,5	100	6,7	100
Mühltal	Do 6	16,5	47	14,3	71	13,5	85	19,4	100	12,7	100	15,5	100
Station Leoben	Do 7	23,6	87	26,2	93	18,6	100	22,4	100	13,3	100	12,4	100
Judendorf	Do 8	15,9	67	11,8	57	11,8	100	9,7	100	8,5	100	9,3	100
Tivoli-Stadion	Do 9	30,1	80	39,1	79	33,2	92	32,6	100	28,5	100	40,6	100
Judaskreuzsiedlung	Do 10	33,8	47	31,3	93	27,5	92	22,5	100	21,6	100	21,4	100
Station Donawitz	Do 11	57,3	73	39,0	86	60,5	92	38,5	93	19,6	100	15,1	100
BFI	Do 12	75,2	87	47,3	93	35,0	92	32,6	100	25,4	100	20,8	100
Zellenfeldgasse	Do 13	50,6	80	35,8	93	20,9	100	22,0	100	16,4	100	19,8	100
St.Peter/Freienstein	Do 14	128,7	87	93,8	93	196,3	100	263,8	100	256,2	100	275,5	100
Kittenwaldstraße	Do 15	25,8	67	61,5	79	13,6	100	16,8	100	24,0	100	11,4	100
Traidernberg LEO3	Do 16	7,9	53	5,5	93	6,3	69	8,8	93	10,0	93	7,1	93
Traidernberg LEO8	Do 17	8,2	60	5,3	93	4,7	85	11,5	100	5,4	100	5,5	93
Traidernberg LEO3-8	Do 18	10,7	53	6,5	93	6,9	85	8,7	100	6,2	100	4,1	93

Tabelle 14: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Mangandepositionen [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkt		JMW 1997	Verfügbarkeit	JMW 1998	Verfügbarkeit	JMW 1999	Verfügbarkeit	JMW 2000	Verfügbarkeit	JMW 2001	Verfügbarkeit	JMW 2002	Verfügbarkeit
Utschmoar	Do 1	221,5	40	226,0	50	119,5	46	129,2	100	104,0	93	85,5	100
Niklasdorf-Bahnhof	Do 2	177,1	53	204,6	79	157,6	69	178,1	93	150,5	100	153,1	100
Köllach	Do 3	251,3	47	264,0	86	228,9	85	216,3	100	211,8	100	272,2	100
Proleb	Do 4	405,1	47	392,4	93	328,8	85	296,1	100	237,8	93	216,2	93
Niklasdorf-WIFI	Do 5	237,4	47	228,3	79	187,9	62	158,4	100	132,8	100	105,2	100
Mühlthal	Do 6	734,2	40	520,0	71	397,1	77	402,5	100	323,4	100	269,4	100
Station Leoben	Do 7	1790,9	53	1574,0	93	1126,5	92	827,5	100	655,9	100	627,1	100
Judendorf	Do 8	876,5	47	697,6	57	491,0	92	436,9	100	331,1	100	284,4	100
Tivoli-Stadion	Do 9	1636,6	53	1434,1	79	1068,8	92	970,2	100	686,6	100	700,3	100
Judaskreuzsiedlung	Do 10	2164,7	40	1938,5	93	2327,1	85	2147,7	100	1688,1	100	1696,0	100
Station Donawitz	Do 11	2162,5	47	2434,1	86	2603,2	85	2998,2	86	2385,2	100	1769,4	100
BFI	Do 12	2160,9	53	2662,2	93	3957,6	85	3330,8	100	2964,7	100	3086,3	93
Zellenfeldgasse	Do 13	2160,9	53	2079,2	93	2261,8	92	2336,8	100	1719,1	100	2817,1	100
St.Peter/Freienstein	Do 14	1525,3	53	1064,4	93	779,7	92	854,4	100	651,4	100	978,9	100
Kittenwaldstraße	Do 15	975,1	60	900,6	79	668,0	92	645,6	100	564,9	100	504,6	100
Traidernberg LEO3	Do 16	470,7	60	275,1	93	195,1	69	167,1	93	151,5	93	251,5	93
Traidernberg LEO8	Do 17	472,3	60	319,9	93	337,1	85	181,1	100	247,7	100	219,2	93
Traidernberg LEO3-8	Do 18	870,6	53	457,2	93	604,1	85	232,3	100	482,6	100	313,3	93

Tabelle 15: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Molybdändepositionen [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkt		JMW 1997	Verfügbarkeit	JMW 1998	Verfügbarkeit	JMW 1999	Verfügbarkeit	JMW 2000	Verfügbarkeit	JMW 2001	Verfügbarkeit	JMW 2002	Verfügbarkeit
Utschmoar	Do 1			1,1	14	1,7	46	5,3	100	4,7	93	4,5	100
Niklasdorf-Bahnhof	Do 2			1,1	29	1,1	69	10,0	93	4,5	100	4,1	100
Köllach	Do 3			1,1	36	1,4	85	2,1	100	4,5	100	2,7	100
Proleb	Do 4			1,1	43	1,2	85	2,1	100	5,2	93	2,7	93
Niklasdorf-WIFI	Do 5			1,1	36	1,0	62	2,1	100	5,0	100	2,7	100
Mühltal	Do 6			1,1	36	1,4	77	2,2	100	4,3	100	2,7	100
Station Leoben	Do 7			3,7	50	3,5	92	10,0	100	4,6	100	2,7	100
Judendorf	Do 8			1,4	36	3,0	92	2,7	100	4,5	100	3,3	100
Tivoli-Stadion	Do 9			3,1	43	3,3	92	4,4	100	6,0	100	3,0	100
Judaskreuzsiedlung	Do 10			4,3	50	6,0	85	5,0	100	6,2	100	3,0	100
Station Donawitz	Do 11			4,3	50	6,0	85	5,8	93	4,4	100	2,7	100
BFI	Do 12			5,7	43	7,7	85	7,0	100	6,1	100	3,8	100
Zellenfeldgasse	Do 13			4,0	43	5,1	92	5,8	100	4,4	100	3,9	100
St.Peter/Freienstein	Do 14			1,5	43	2,0	92	2,5	100	4,4	100	3,3	100
Kittenwaldstraße	Do 15			1,3	36	2,1	92	2,6	100	5,5	100	3,6	100
Traidlersberg LEO3	Do 16			1,1	43	1,1	69	1,6	93	4,3	93	2,7	93
Traidlersberg LEO8	Do 17			1,1	43	1,1	85	1,7	100	4,7	100	3,7	93
Traidlersberg LEO3-8	Do 18			1,1	43	1,1	85	4,1	100	5,1	100	2,8	93

Tabelle 16: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Nickeldepositionen [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkt		JMW 1997	Verfügbarkeit	JMW 1998	Verfügbarkeit	JMW 1999	Verfügbarkeit	JMW 2000	Verfügbarkeit	JMW 2001	Verfügbarkeit	JMW 2002	Verfügbarkeit
Utschmoar	Do 1	23,2	80	35,5	50	28,8	46	71,4	100	103,5	93	29,5	100
Niklasdorf-Bahnhof	Do 2	37,9	73	36,7	79	50,2	69	113,2	93	119,4	100	45,8	100
Köllach	Do 3	40,9	87	43,8	86	75,7	85	142,6	100	152,6	100	111,2	100
Proleb	Do 4	49,3	87	55,8	93	140,8	85	195,9	100	150,6	93	62,6	93
Niklasdorf-WIFI	Do 5	29,3	67	28,8	79	76,7	62	88,9	100	121,8	100	46,3	100
Mühltal	Do 6	52,3	53	35,1	71	114,0	77	139,0	100	167,6	100	67,9	100
Station Leoben	Do 7	50,5	93	49,7	93	98,9	92	150,2	100	141,5	100	52,8	100
Judendorf	Do 8	57,9	73	53,7	57	96,3	92	155,7	100	166,9	100	69,7	100
Tivoli-Stadion	Do 9	43,0	87	61,4	79	135,0	92	153,6	100	102,5	100	59,4	100
Judaskreuzsiedlung	Do 10	48,3	53	56,1	93	68,9	85	147,4	100	135,0	100	72,5	100
Station Donawitz	Do 11	68,6	80	57,7	86	91,0	85	170,7	93	146,5	100	68,3	100
BFI	Do 12	91,9	93	76,8	93	78,0	85	149,0	100	152,3	100	91,2	100
Zellenfeldgasse	Do 13	60,6	87	57,3	93	60,6	92	140,4	100	99,8	100	64,3	100
St.Peter/Freienstein	Do 14	46,7	93	44,7	93	97,0	92	135,6	100	145,5	100	80,9	100
Kittenwaldstraße	Do 15	40,1	73	48,6	79	59,5	92	122,1	100	104,9	100	64,3	100
Traidernberg LEO3	Do 16	27,6	60	19,6	93	43,6	69	89,2	93	51,0	93	36,8	93
Traidernberg LEO8	Do 17	21,2	67	19,5	93	18,9	85	59,9	100	42,8	100	14,3	93
Traidernberg LEO3-8	Do 18	25,6	60	20,4	93	18,8	85	74,8	100	42,1	100	14,5	93

Tabelle 17: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Zinkdepositionen [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkt		JMW 1997	Verfügbarkeit	JMW 1998	Verfügbarkeit	JMW 1999	Verfügbarkeit	JMW 2000	Verfügbarkeit	JMW 2001	Verfügbarkeit	JMW 2002	Verfügbarkeit
Utschmoar	Do 1	661,2	80	552,9	50	74,2	46	103,6	100	71,5	93	51,3	100
Niklasdorf-Bahnhof	Do 2	175,3	73	160,3	79	123,9	69	104,4	93	105,8	100	118,8	100
Köllach	Do 3	612,6	87	518,7	86	392,0	85	170,8	100	76,8	100	80,7	100
Proleb	Do 4	290,5	87	367,4	93	105,7	85	60,5	100	77,2	93	149,2	93
Niklasdorf-WIFI	Do 5	169,0	67	154,8	79	77,5	62	59,3	100	119,1	100	39,8	100
Mühltal	Do 6	362,9	53	242,8	71	151,5	77	81,9	100	118,5	100	59,9	100
Station Leoben	Do 7	908,0	93	881,0	93	311,9	92	155,4	100	151,0	100	116,8	100
Judendorf	Do 8	380,2	73	372,8	57	162,4	92	93,2	100	77,7	100	62,2	100
Tivoli-Stadion	Do 9	675,0	87	748,2	79	280,1	92	180,7	100	97,6	100	121,2	100
Judaskreuzsiedlung	Do 10	1380,4	53	1004,8	93	570,5	85	310,2	100	214,2	100	198,2	100
Station Donawitz	Do 11	973,6	80	806,8	86	467,8	85	314,0	93	165,9	100	110,2	100
BFI	Do 12	1075,9	93	877,5	93	492,1	85	226,7	100	138,0	100	149,6	100
Zellenfeldgasse	Do 13	530,0	87	517,2	93	233,5	92	153,7	100	155,8	100	157,1	100
St.Peter/Freienstein	Do 14	821,6	93	677,8	93	1081,0	92	1878,3	100	2361,7	100	3517,5	100
Kittenwaldstraße	Do 15	519,3	73	491,3	79	187,4	92	162,0	100	154,7	100	101,8	100
Traidensberg LEO3	Do 16	262,1	60	138,3	93	74,0	69	58,1	93	58,8	93	53,3	93
Traidensberg LEO8	Do 17	167,4	60	117,9	93	77,2	85	41,0	100	42,7	100	60,5	93
Traidensberg LEO3-8	Do 18	306,4	60	125,5	93	96,1	85	57,5	100	47,8	100	32,1	93

Abbildung 17: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Staubdeposition, Jahresmittelwerte

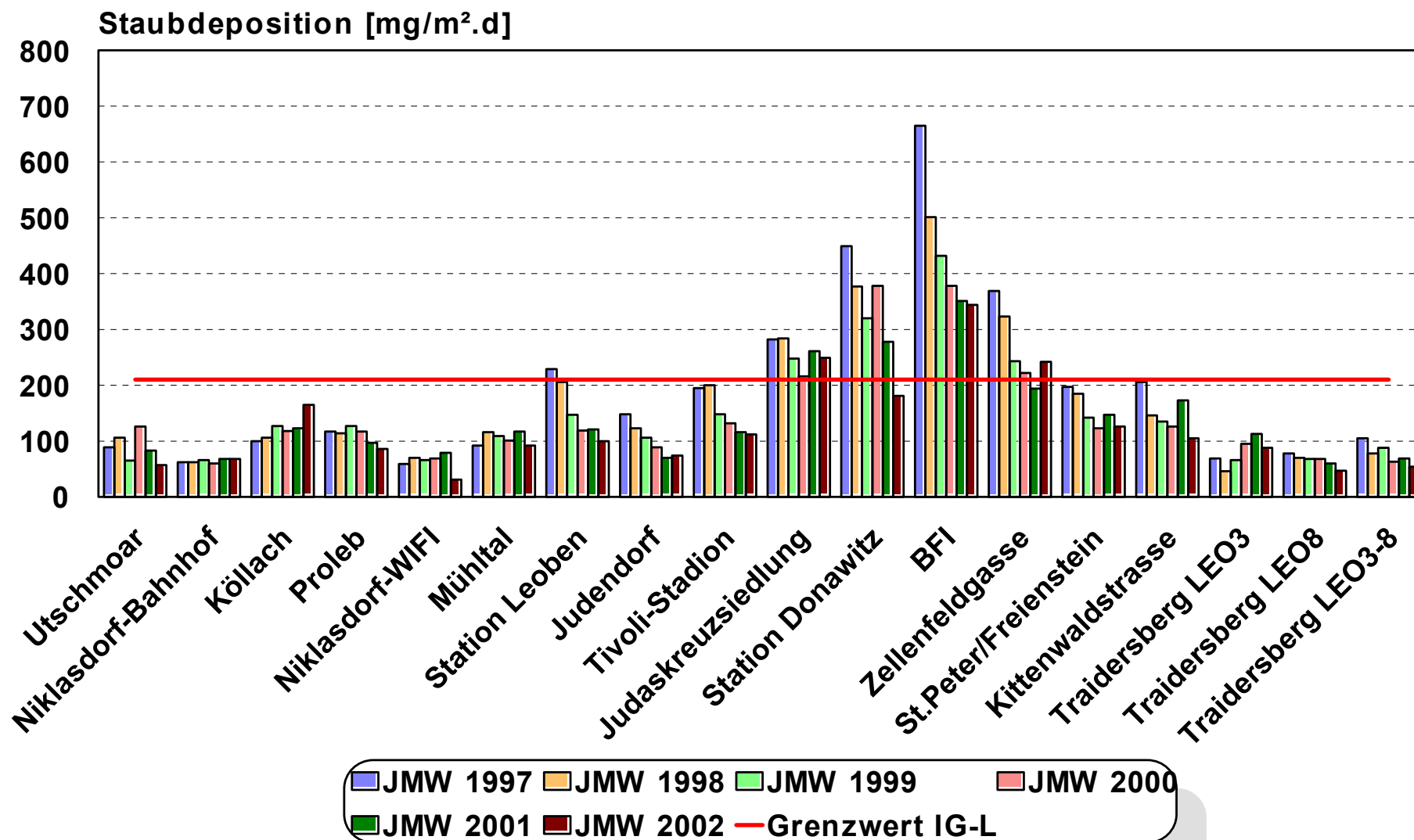


Abbildung 18: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Staubdeposition, Sommermittelwerte

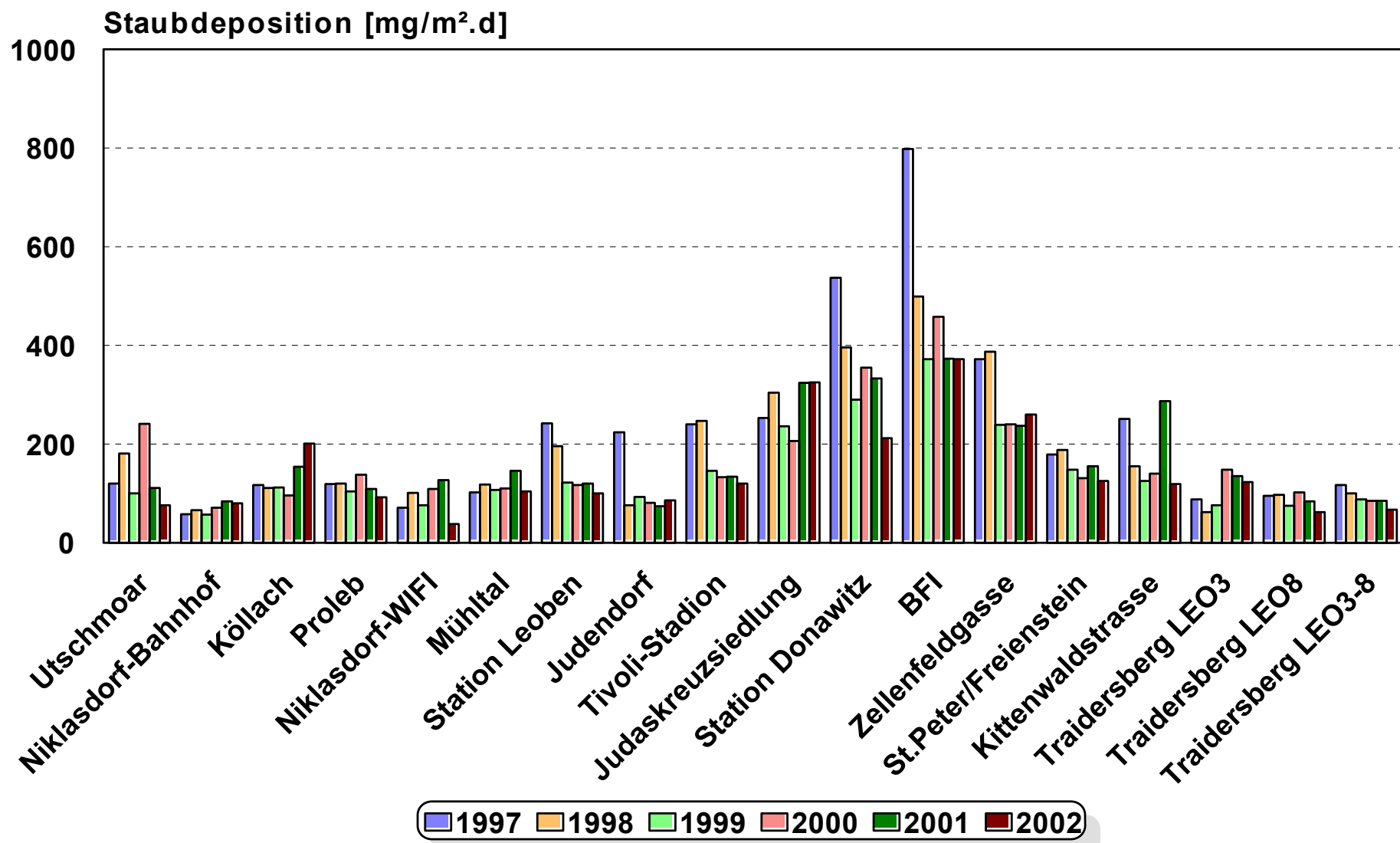


Abbildung 19: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Staubdeposition, Wintermittelwerte

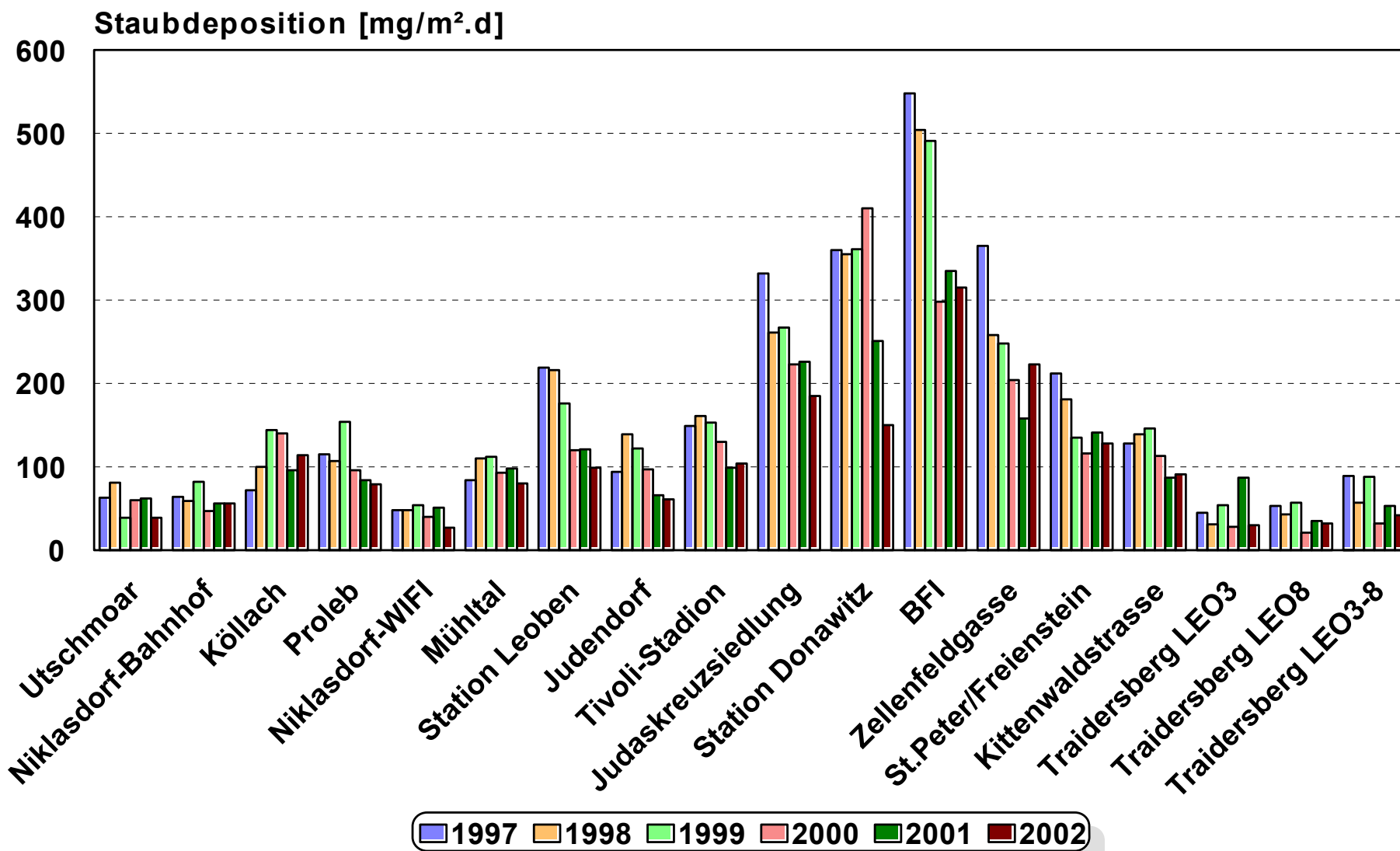


Abbildung 20: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Bleideposition

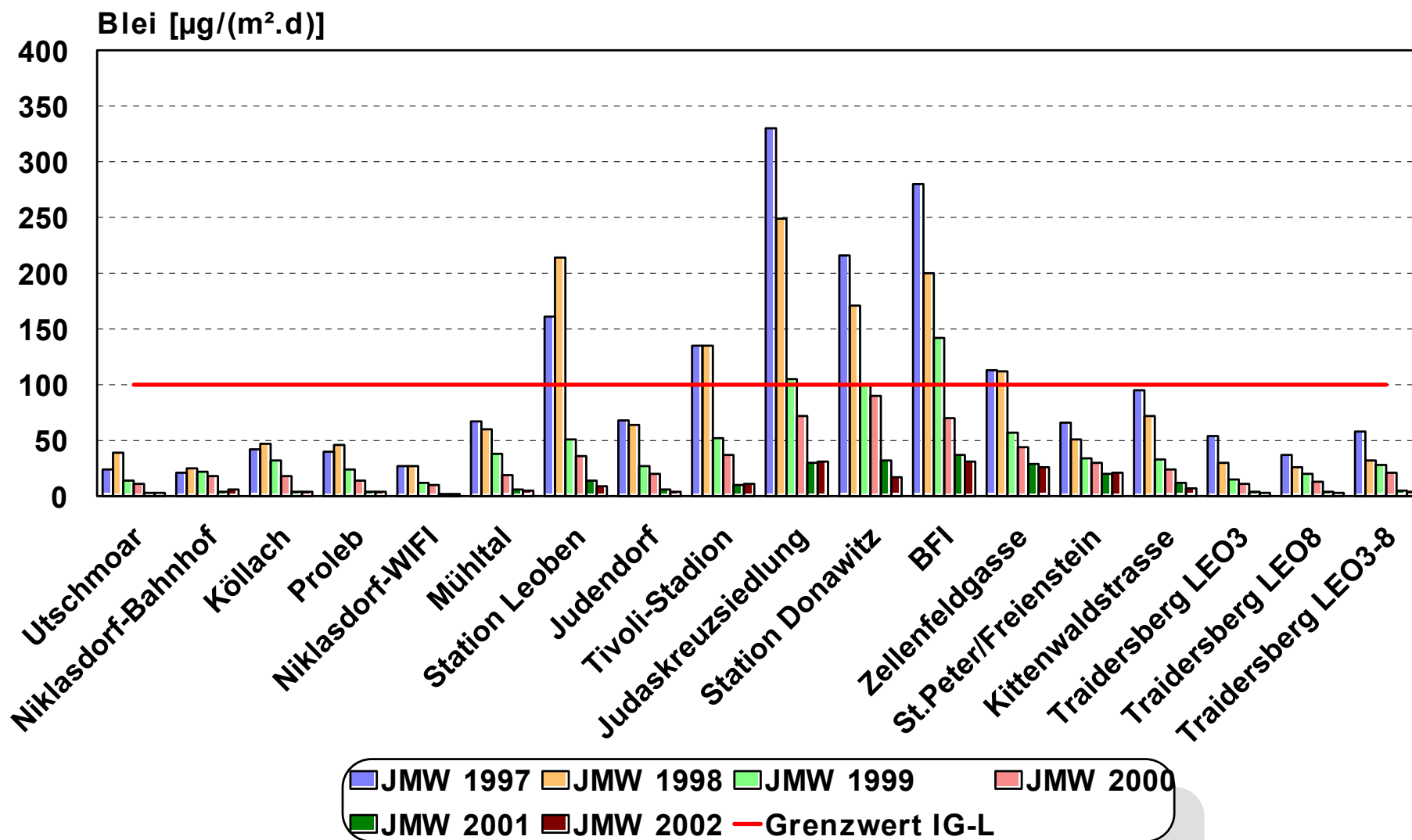


Abbildung 21: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Cadmiumdeposition

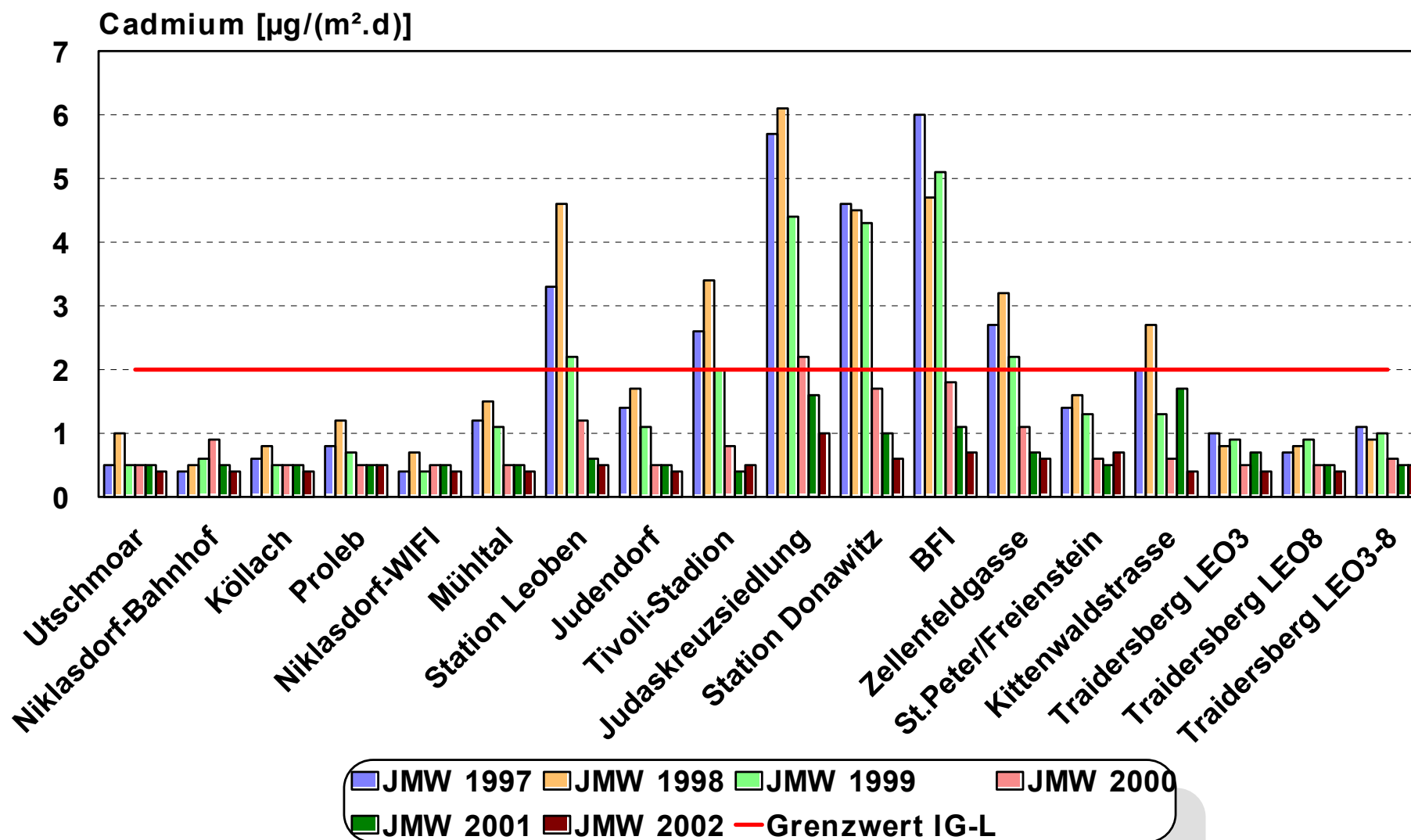


Abbildung 22: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Arsendeposition

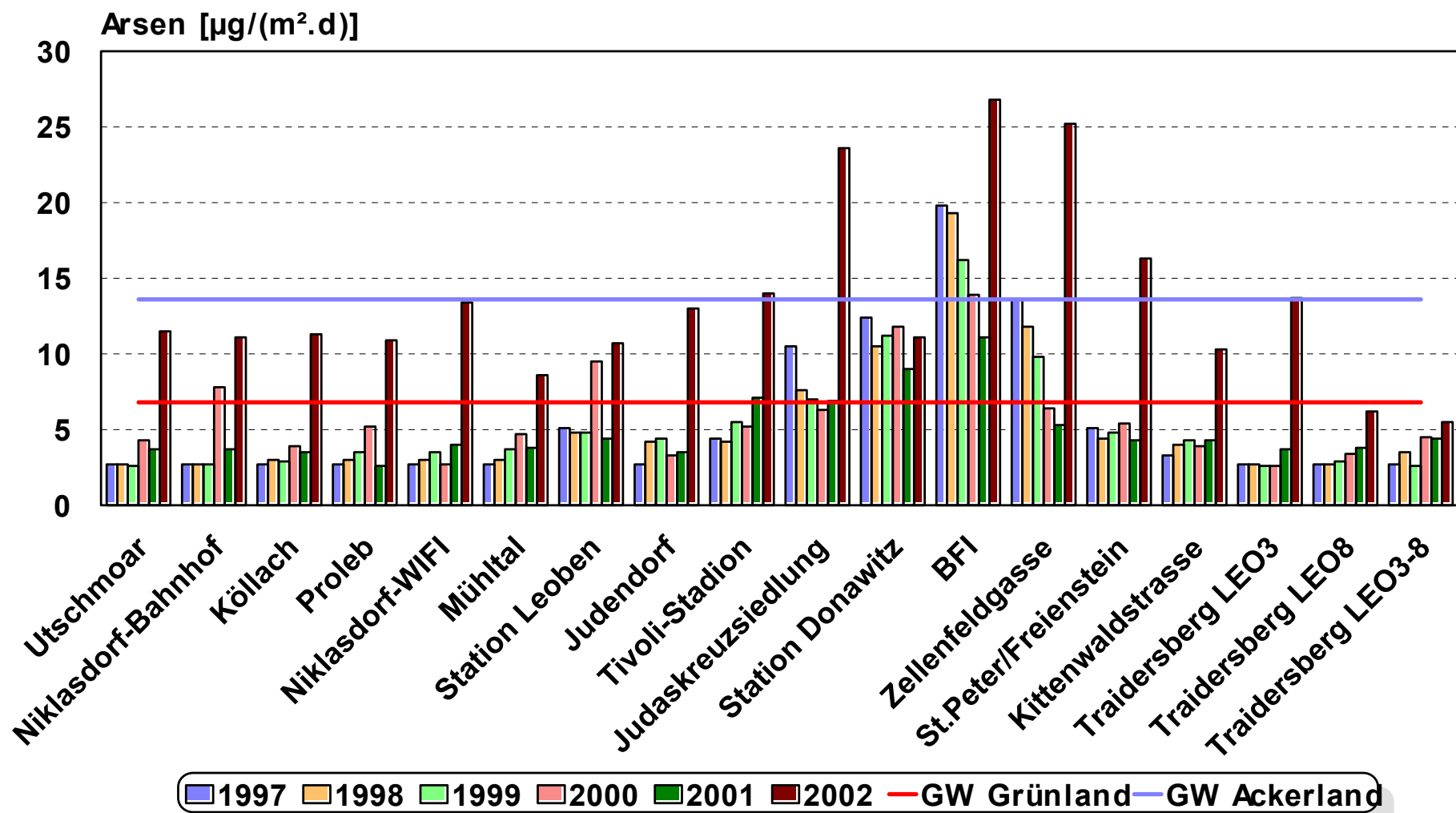


Abbildung 23: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Chromdeposition

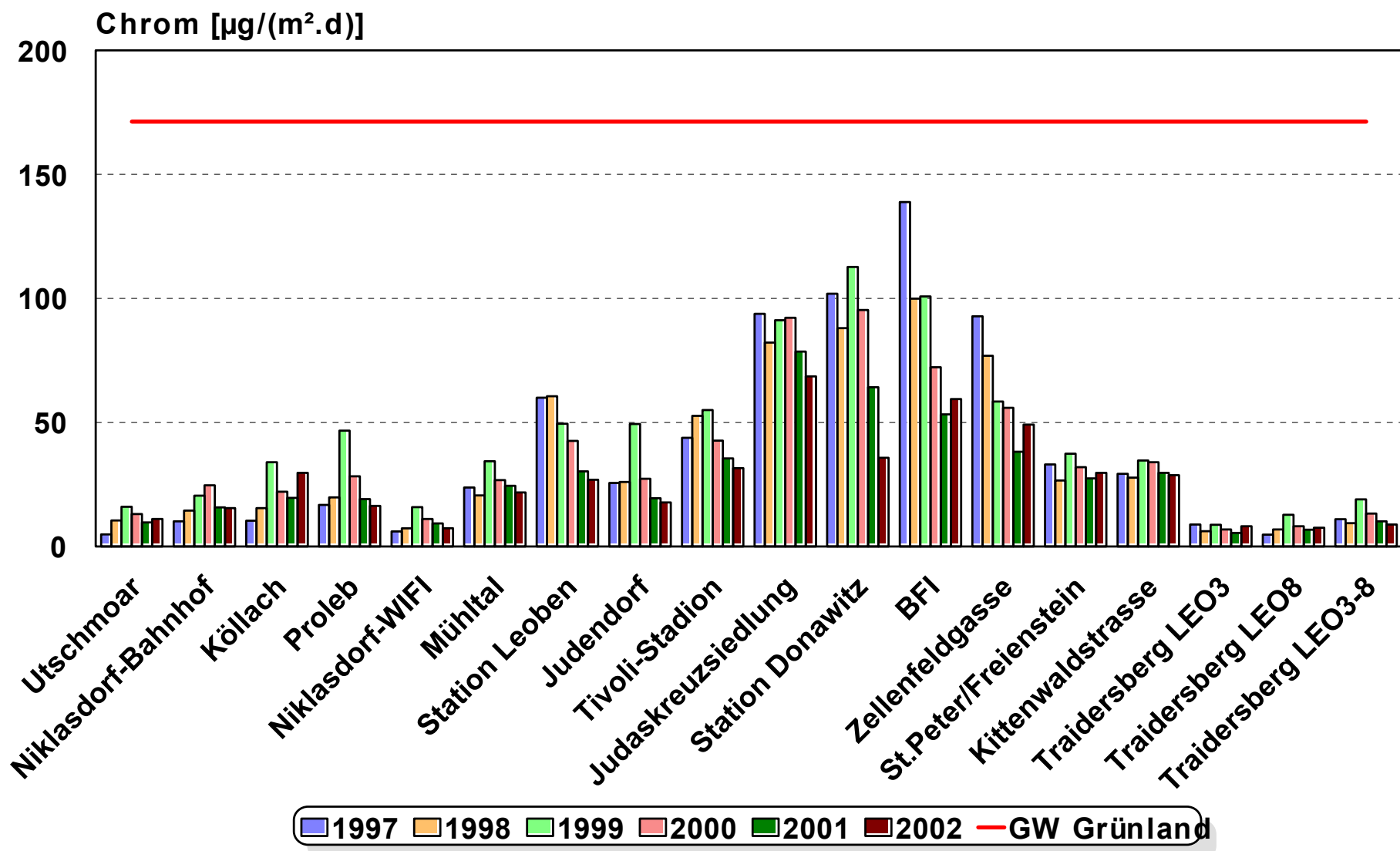


Abbildung 24: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Kobaltdeposition

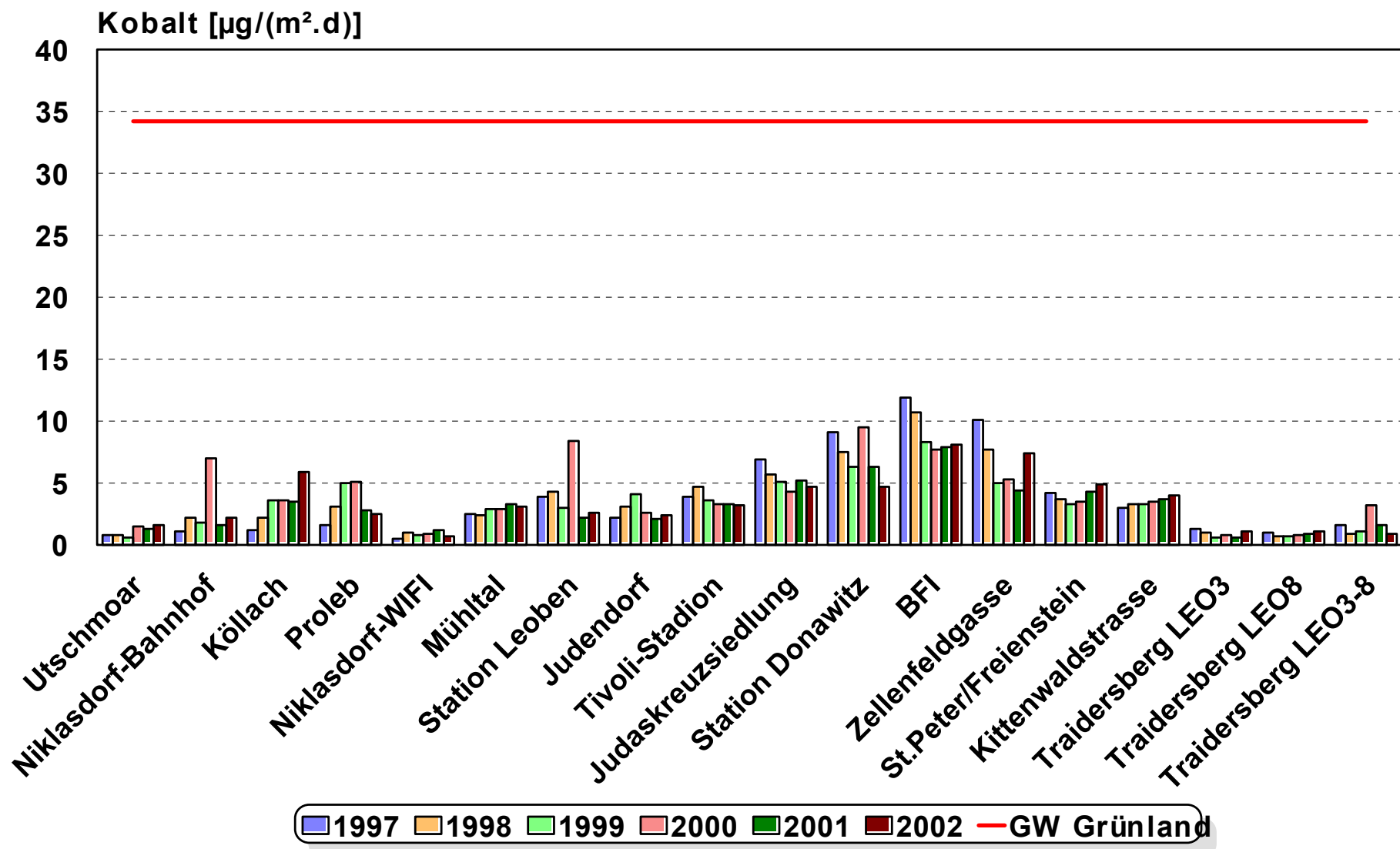


Abbildung 25: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Eisendeposition

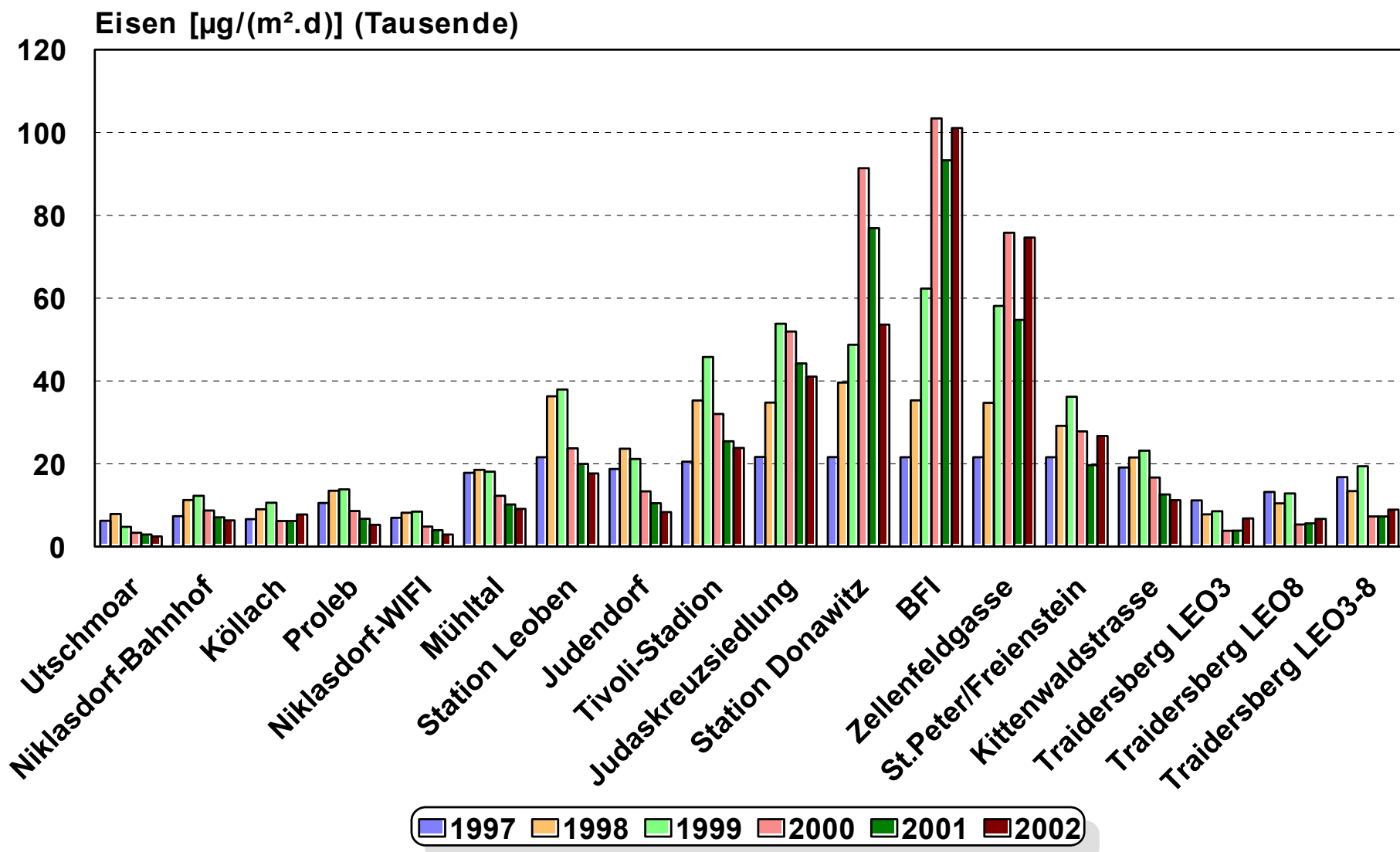


Abbildung 26: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Kupferdeposition

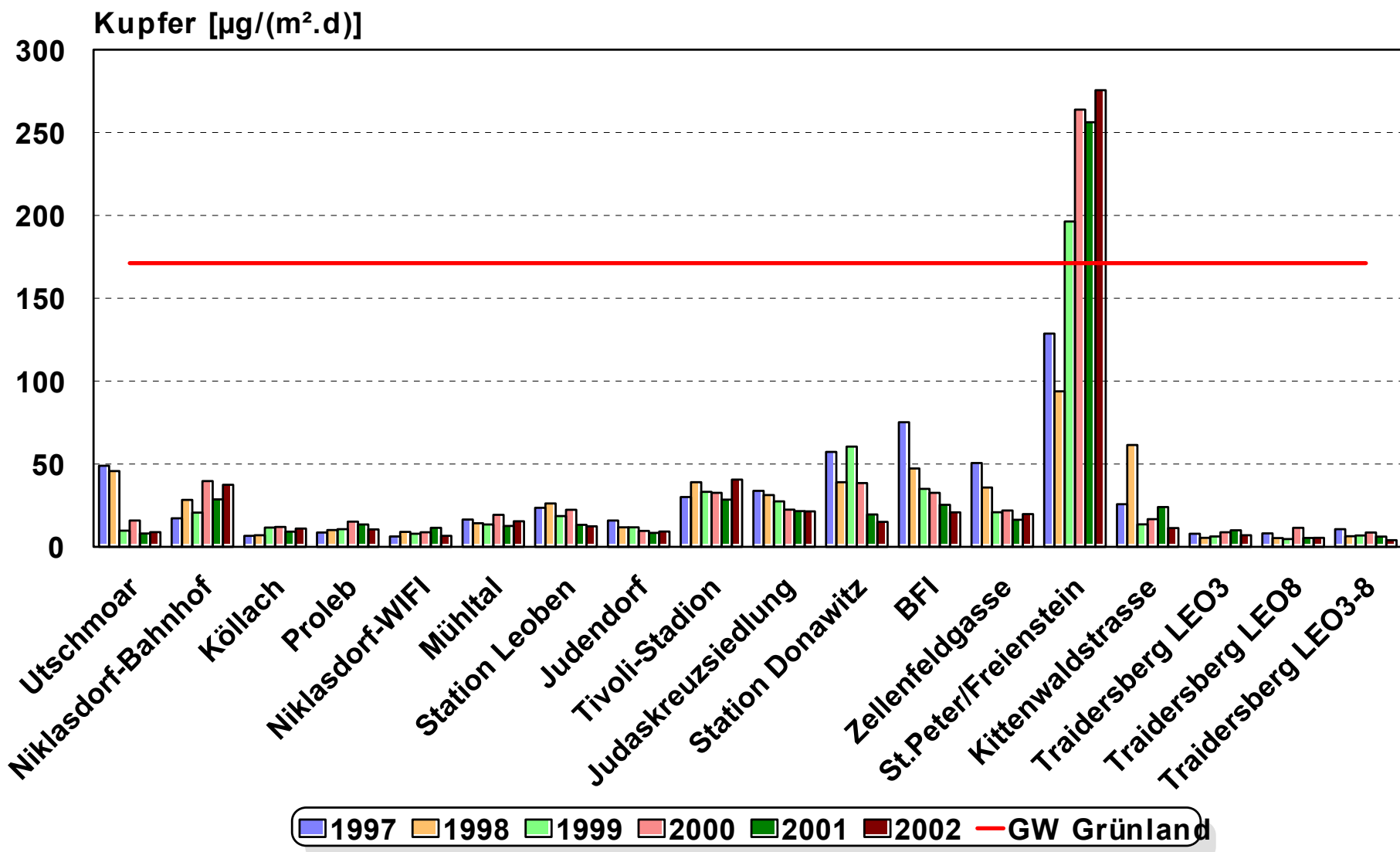


Abbildung 27: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Mangandeposition

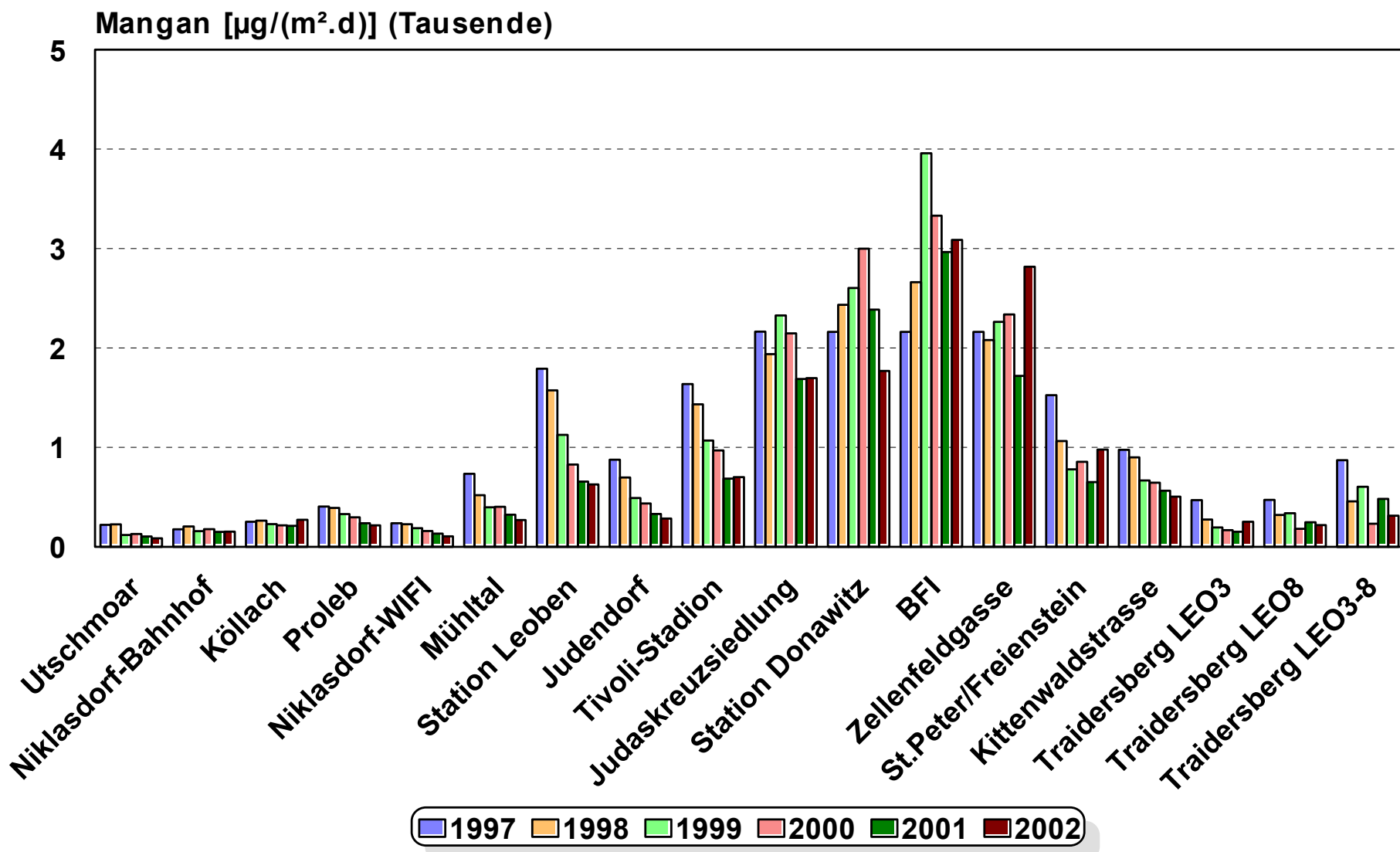


Abbildung 28: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Molybdändeposition

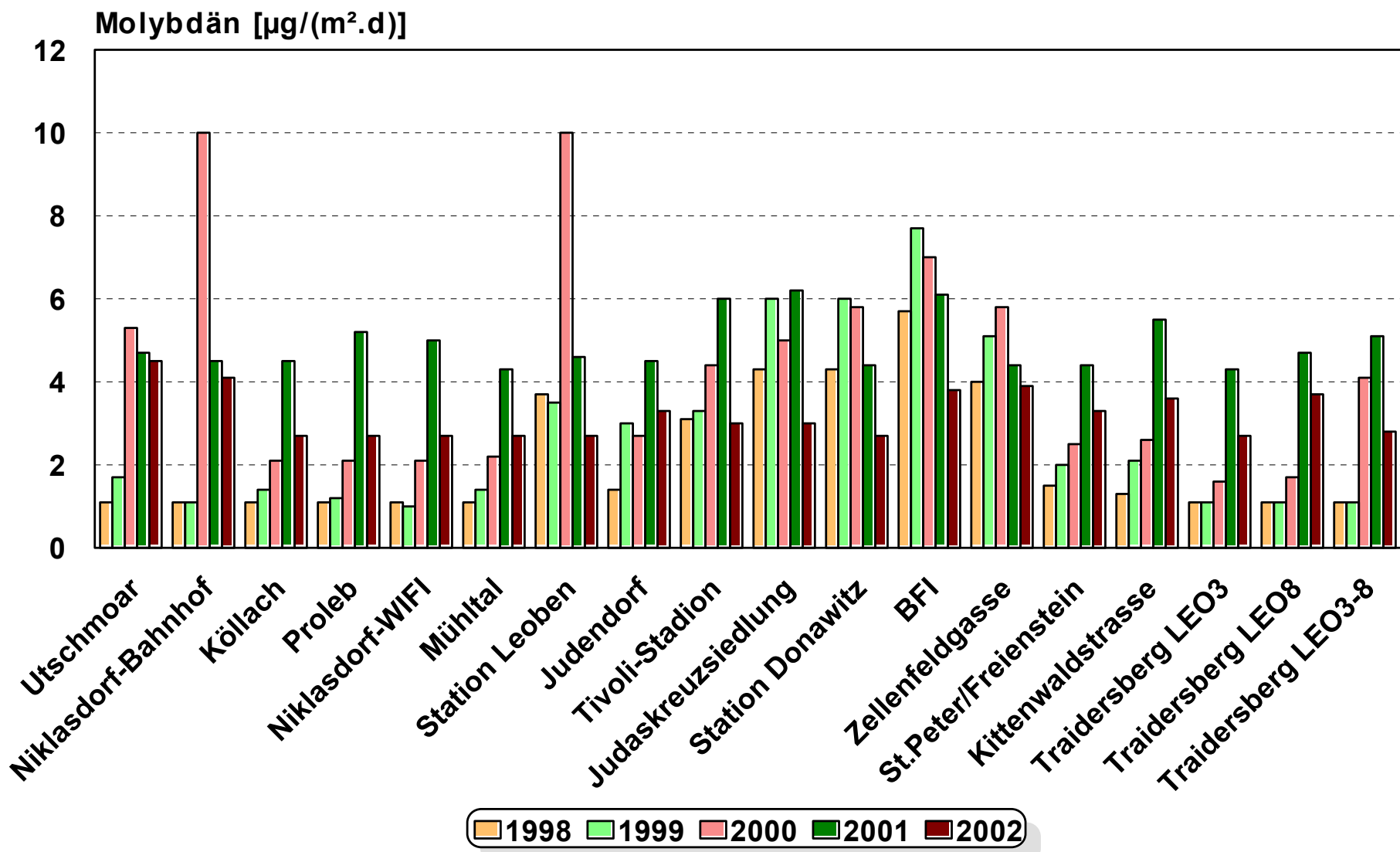


Abbildung 29: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Nickeldeposition

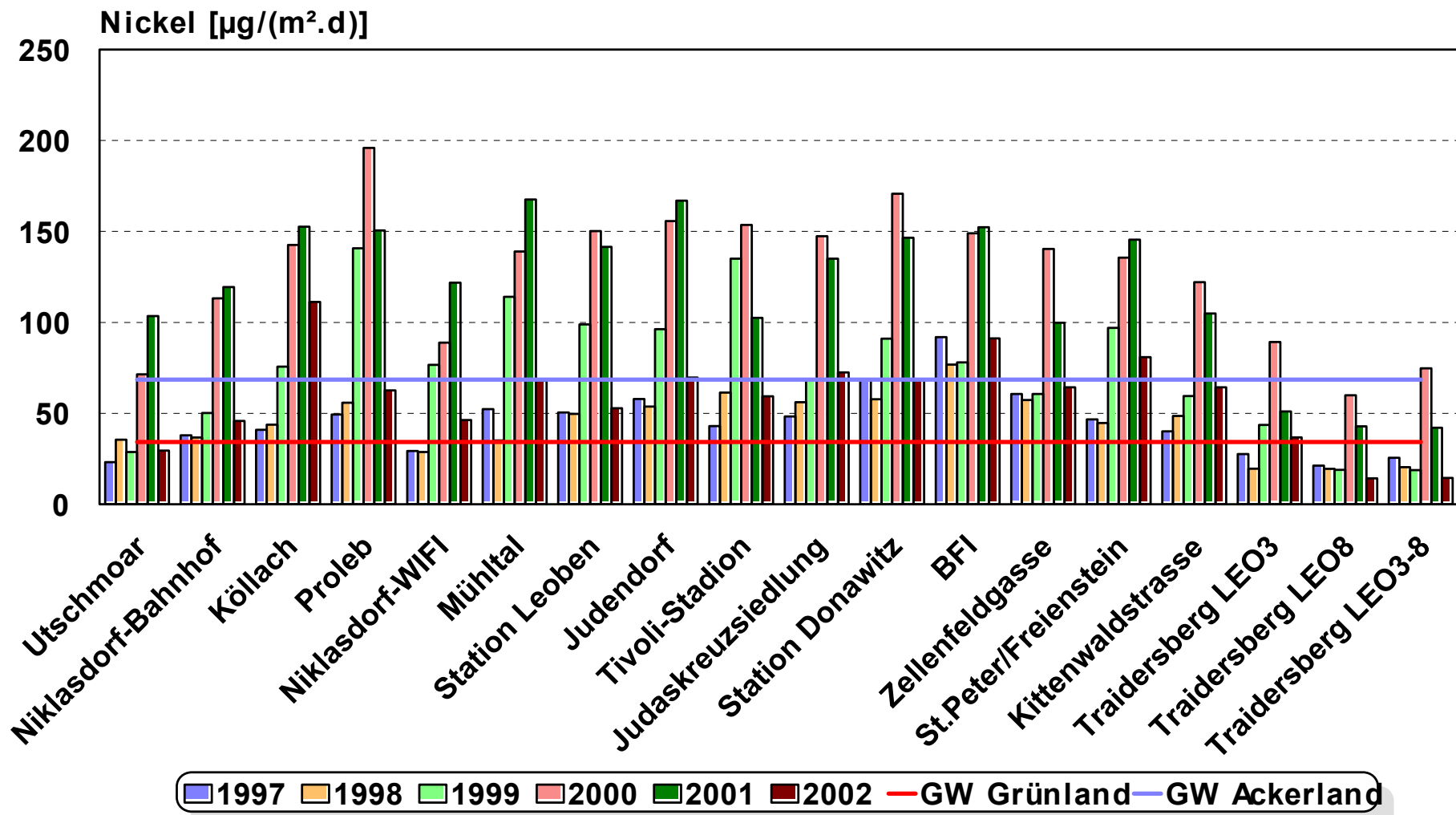


Abbildung 30: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Zinkdeposition

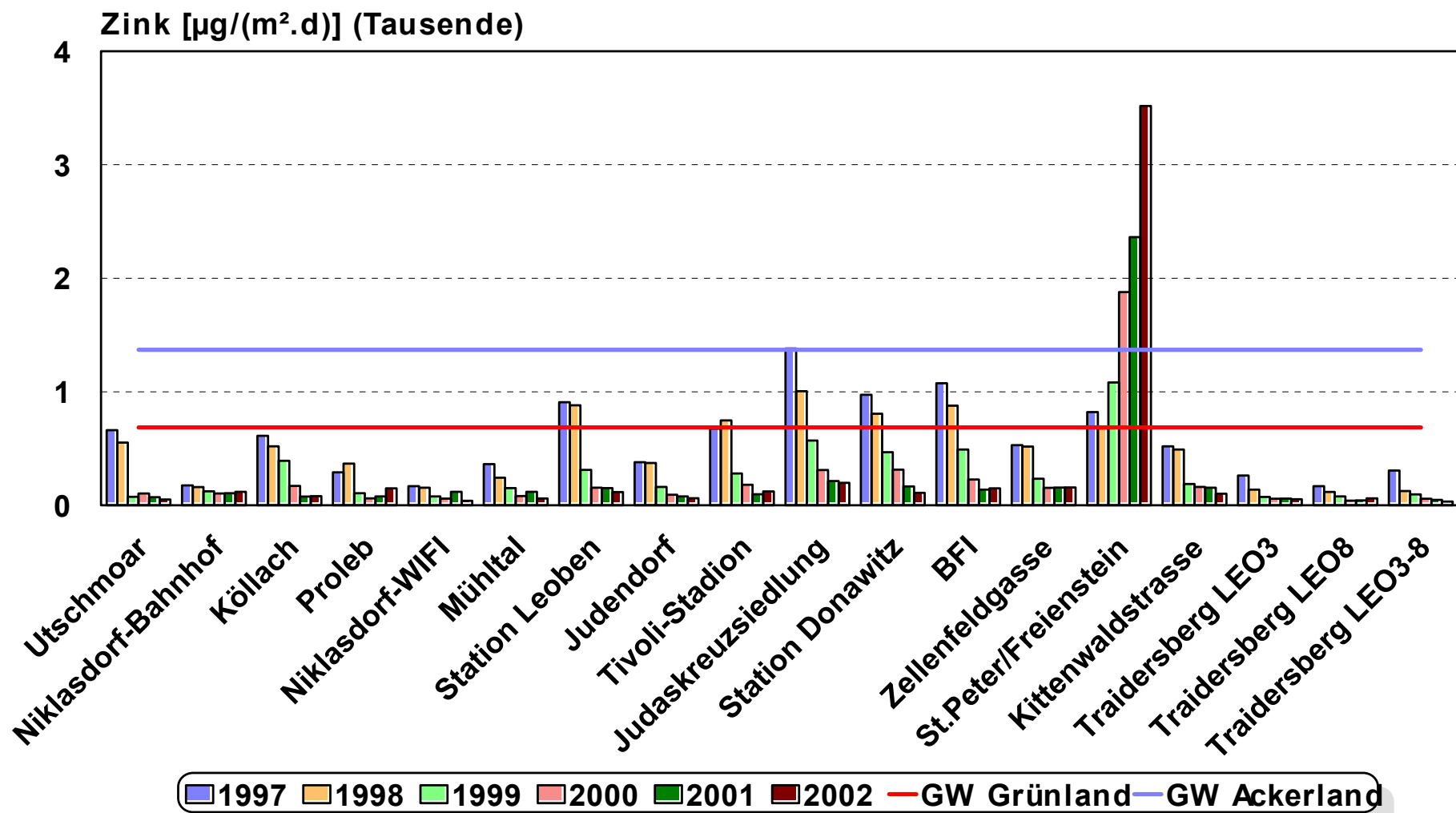
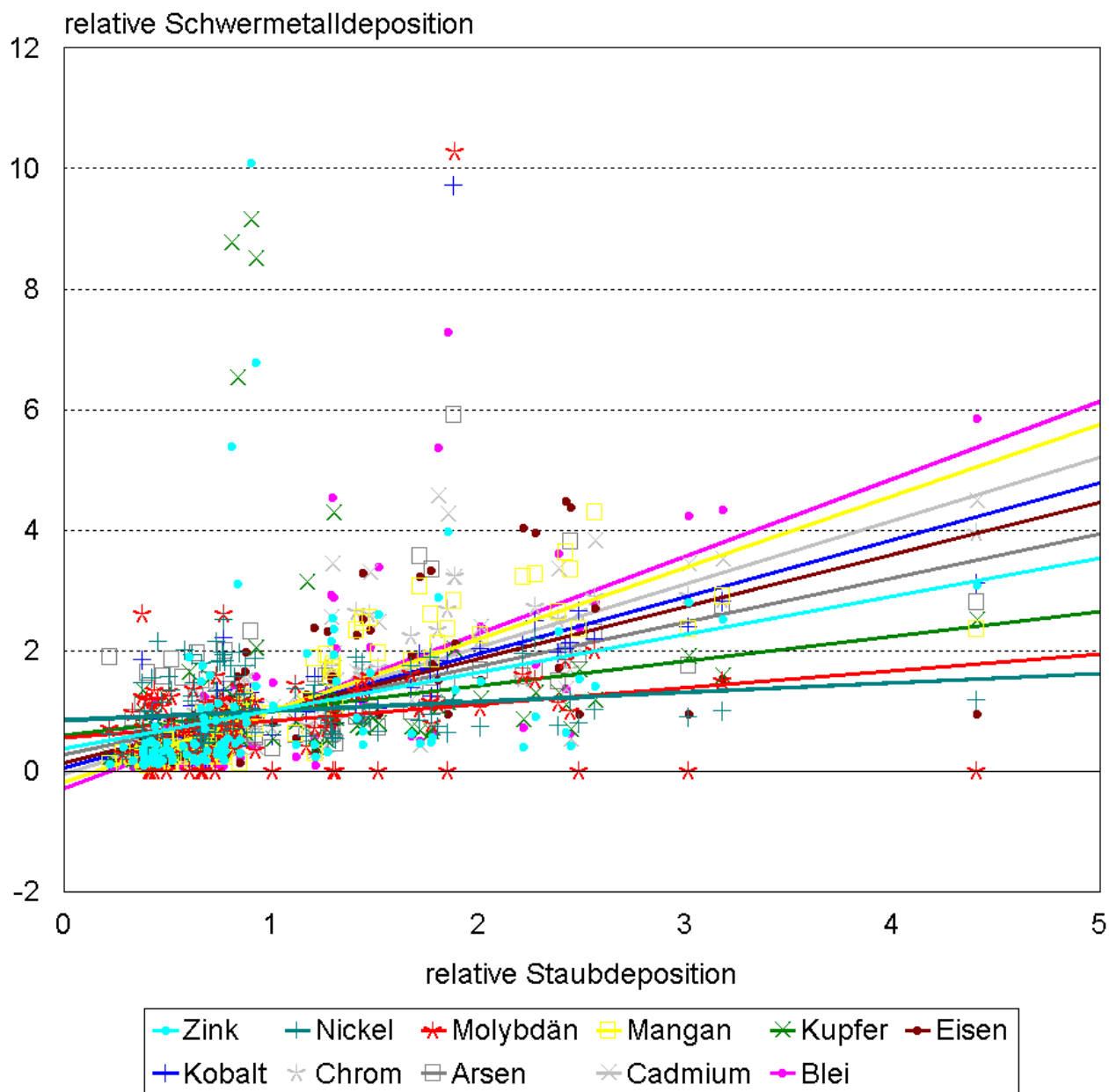


Abbildung 31: Abhängigkeit der Schwermetallbelastung von der Staubdeposition



In Abbildung 31 wird dargestellt, in welchem Ausmaß die Schwermetalldepositionen bei steigender Deposition von Gesamtstaub steigt. Zu diesem Zweck wurde die relative Abweichung vom Mittelwert über die Jahre 1997 bis 2002 für Staub sowie für die analysierten Schwermetalle berechnet und gegenübergestellt. Aus diesen Daten wurde eine Regressionsgerade berechnet.

Mit höheren Staubniederschlagsmengen steigende Schwermetalldepositionen weisen auf eine bestimmte Quelle hin. Zeigen die Verläufe geringe Abhängigkeiten – dies äußert sich in einer Steigung der Ausgleichsgeraden deutlich unter 1 – können unterschiedliche Quellen angenommen werden.

Für Nickel ergibt sich praktisch keine Abhängigkeit der Belastung von den Staubimmissionen. Weiters zeigen Molybdän, Kupfer, Arsen und Zink keine ausgeprägten

Zusammenhänge mit der deponierten Staubmenge. Andererseits zeigen die registrierten Mengen an Eisen, Kobalt, Cadmium, Blei und Mangan deutliche Gemeinsamkeiten mit der Menge des Staubniederschlages.

7.3 Detailbetrachtungen für das Jahr 2002

7.3.1 Staubdeposition

Tabelle 18: Staubdeposition 2002 [mg/m².d]

Messpunkt		JMW 2002	Sommer	Winter
Utschmoar	Do 1	57	76	39
Niklasdorf-Bahnhof	Do 2	68	80	56
Köllach	Do 3	165	201	114
Proleb	Do 4	86	92	79
Niklasdorf-WIFI	Do 5	31	38	27
Mühltal	Do 6	92	104	80
Station Leoben	Do 7	100	100	99
Judendorf	Do 8	74	86	61
Tivoli-Stadion	Do 9	112	120	104
Judaskreuzsiedlung	Do 10	249	325	185
Station Donawitz	Do 11	181	212	150
BFI	Do 12	344	372	315
Zellenfeldgasse	Do 13	242	260	223
St.Peter/Freienstein	Do 14	126	125	128
Kittenwaldstraße	Do 15	105	119	91
Traidersberg LEO3	Do 16	88	123	30
Traidersberg LEO8	Do 17	47	62	32
Traidersberg LEO3-8	Do 18	54	67	42

Abbildung 32: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz; Staubdeposition 2002; Jahres-, Sommer- und Wintermittelwerte

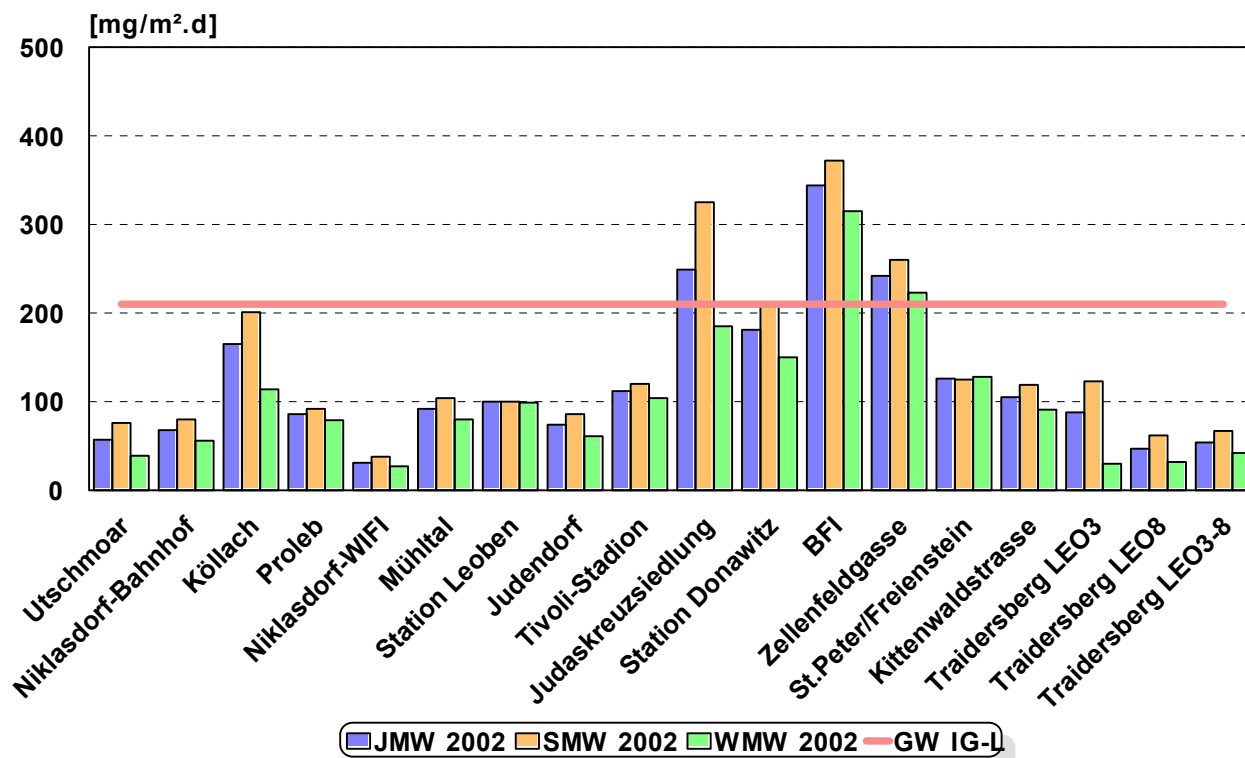


Abbildung 33: Integrales Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz, relative Staubbelastung

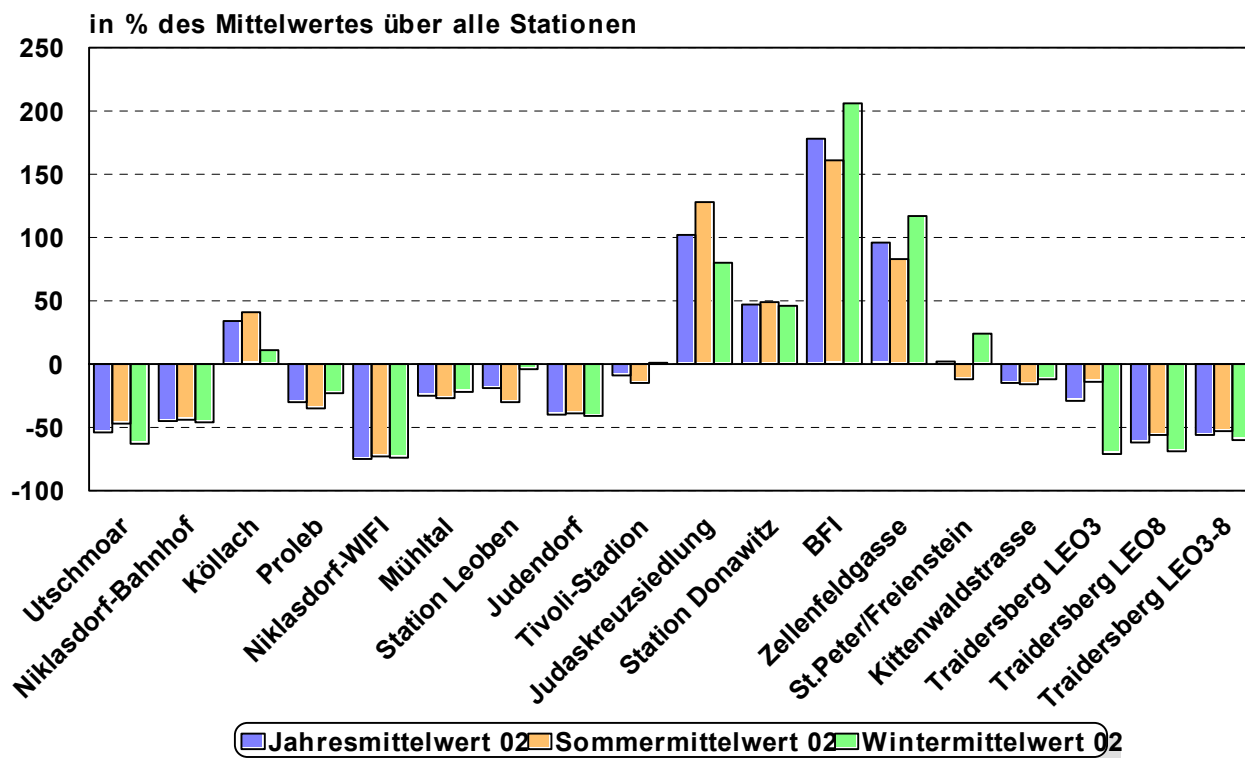
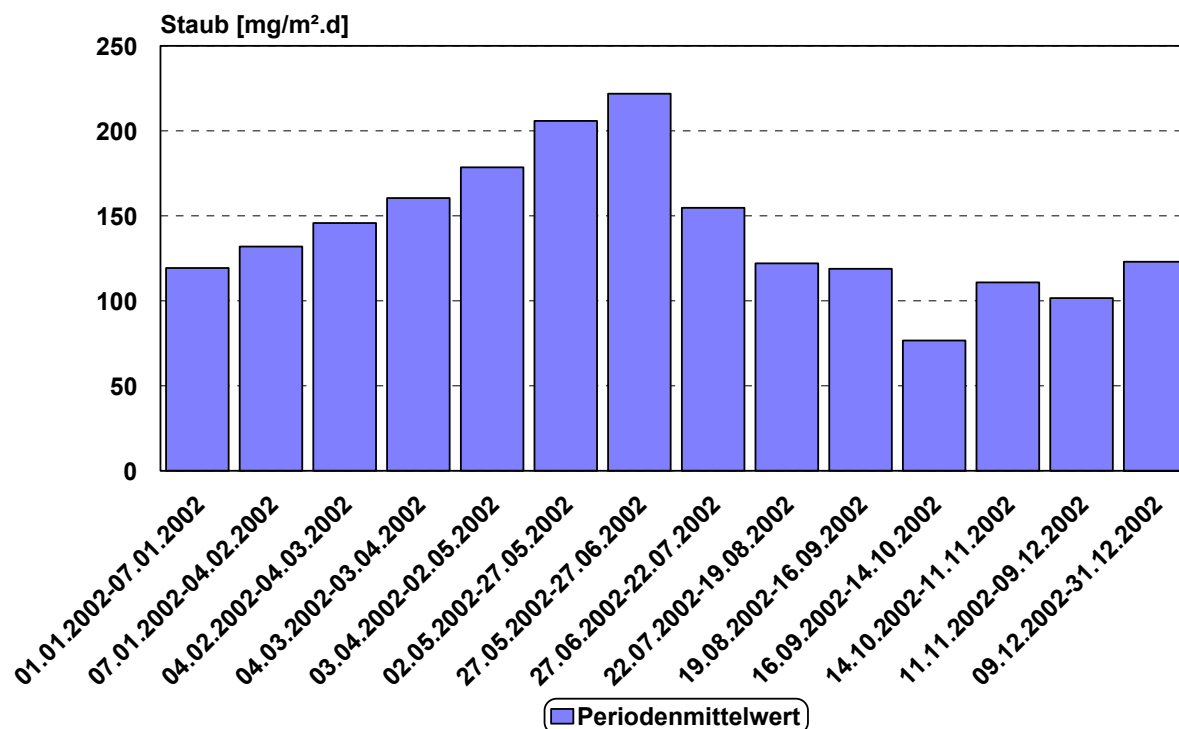


Tabelle 19: Jahrgang der Staubbelastung 2002

Messperiode		Periodenmittelwert [mg/m ² .d]
Nr.	Zeitraum	
67	01.01.2002-07.01.2002	25,6
68	07.01.2002-04.02.2002	132,0
69	04.02.2002-04.03.2002	151,9
70	04.03.2002-03.04.2002	160,5
71	03.04.2002-02.05.2002	179
72	02.05.2002-27.05.2002	215,6
73	27.05.2002-27.06.2002	209,5
74	27.06.2002-22.07.2002	149,8
75	22.07.2002-19.08.2002	123,5
76	19.08.2002-16.09.2002	124,8
77	16.09.2002-14.10.2002	82,15
78	14.10.2002-11.11.2002	123,8
79	11.11.2002-09.12.2002	107,6
80	09.12.2002-31.12.2002	91,21

Abbildung 34: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz, Jahrgang der Staubbelastung 2002



7.3.2 Schwermetalldepositionen 2002

Die Grenzwerte nach dem Immissionsschutzgesetz Luft wurden für Blei und Cadmium bei weitem nicht erreicht. Die Richtwerte der Klärschlammverordnung wurden 2002 bei den Elementen Arsen und Nickel an allen Messstationen überschritten. Für Chrom wurden an drei Messstationen und für Kobalt an zwei Messstationen Grenzwertüberschreitungen nach den Richtwerten für die Klärschlammverordnung festgestellt.

Die Probenahmestellen mit der stärksten Belastung sind die Messpunkte Do 10 bis Do 13 in unmittelbarer Nähe des Hauptemittenten VOEST-Alpine Stahl AG. Insbesondere der Messpunkt Do 12, BFI, wies die höchsten Werte über alle Schadstoffe auf.

Tabelle 20: Schwermetalldeposition [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$], Jahresmittelwerte 2002

Messpunkte		Schwertmetalle										
		Arsen	Blei	Chrom	Eisen	Cadmium	Kobalt	Kupfer	Mangan	Molybdän	Nickel	Zink
Utschmoar	Do 1	11,5	3	11,1	2451	0,4	1,6	8,9	85,5	4,5	29,5	51,3
Niklasdorf-Bahnhof	Do 2	11,1	6	15,5	6346	0,4	2,2	37,5	153,1	4,1	45,8	118,8
Köllach	Do 3	11,3	4	29,7	7772	0,4	5,9	11,1	272,2	2,7	111,2	80,7
Proleb	Do 4	10,9	4	16,4	5270	0,5	2,5	10,5	216,2	2,7	62,6	149,2
Niklasdorf-WIFI	Do 5	13,4	2	7,4	2939	0,4	0,7	6,7	105,2	2,7	46,3	39,8
Mühltal	Do 6	8,6	5	21,8	9103	0,4	3,1	15,5	269,4	2,7	67,9	59,9
Station Leoben	Do 7	10,7	9	26,9	17680	0,5	2,6	12,4	627,1	2,7	52,8	116,8
Judendorf	Do 8	13,0	4	17,8	8350	0,4	2,4	9,3	284,4	3,3	69,7	62,2
Tivoli-Stadion	Do 9	14,0	11	31,6	23854	0,5	3,2	40,6	700,3	3,0	59,4	121,2
Judaskreuzsiedlung	Do 10	23,6	31	68,6	41059	1,0	4,7	21,4	1696	3,0	72,5	198,2
Station Donawitz	Do 11	11,1	17	35,8	53627	0,6	4,7	15,1	1769	2,7	68,3	110,2
BFI	Do 12	26,8	31	59,4	101050	0,7	8,1	20,8	3086	3,8	91,2	149,6
Zellenfeldgasse	Do 13	25,2	26	49,1	74620	0,6	7,4	19,8	2817	3,9	64,3	157,1
St.Peter/Freienstein	Do 14	16,3	21	29,7	26746	0,7	4,9	275,5	978,9	3,3	80,9	351,7
Kittenwaldstraße	Do 15	10,3	7	28,8	11249	0,4	4,0	11,4	504,6	3,6	64,3	101,8
Traidersberg LEO3	Do 16	13,7	3	8,2	6808	0,4	1,1	7,1	251,5	2,7	36,8	53,3
Traidersberg LEO8	Do 17	6,2	3	7,6	6712	0,4	1,1	5,5	219,2	3,7	14,3	60,5
Traidersberg LEO3-8	Do 18	5,5	4	8,9	8924	0,5	0,9	4,1	313,3	2,8	14,5	32,1
Legende:		Grenzwert KVO Grünland										
		Grenzwert KVO Ackerland										

Abbildung 35: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz, Arsendeposition Jahresgang 2002

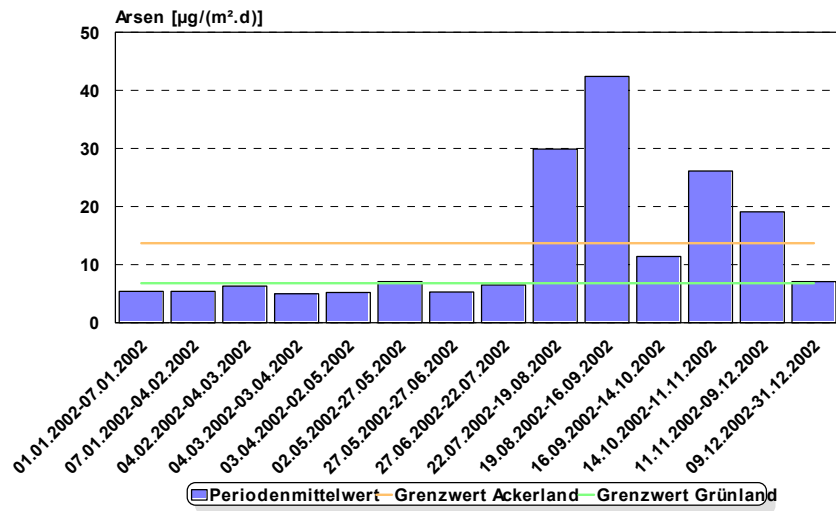


Abbildung 36: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz, Bleideposition Jahresgang 2002

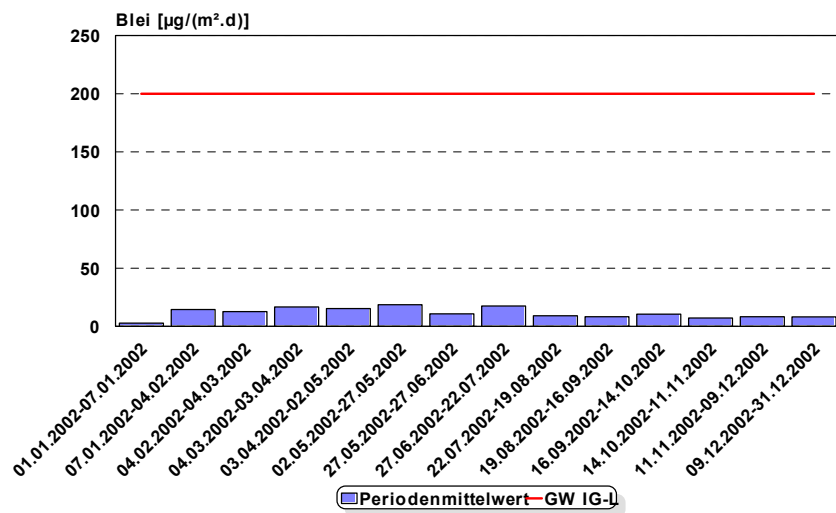


Abbildung 37: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz, Chromdeposition Jahresgang 2002

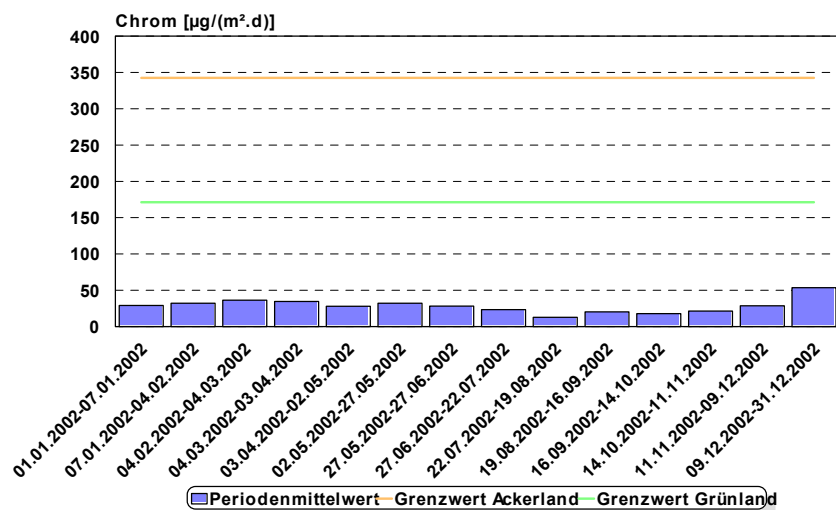


Abbildung 38: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz, Eisendeposition Jahresgang 2002

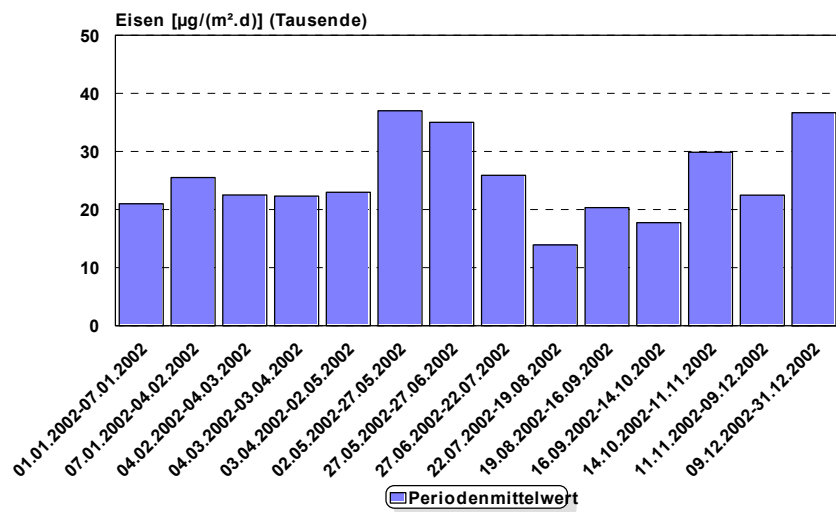


Abbildung 39: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz, Cadmiumdeposition Jahresgang 2002

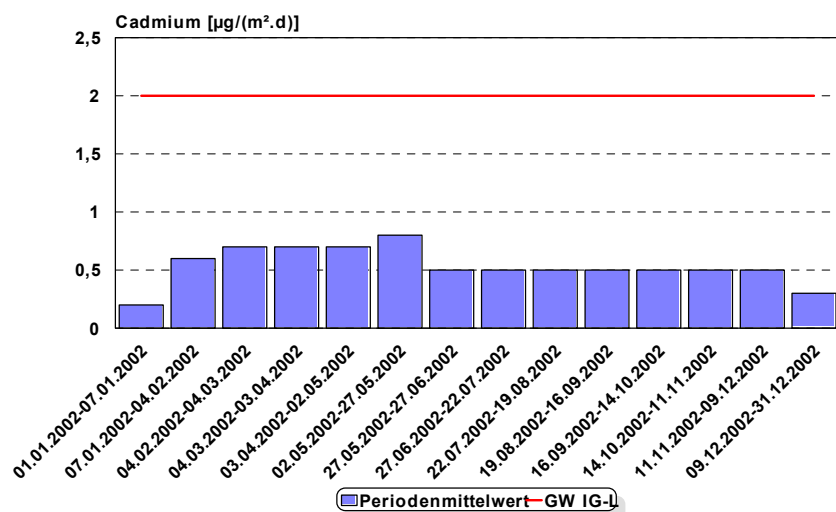


Abbildung 40: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz, Kobaltdeposition Jahresgang 2002

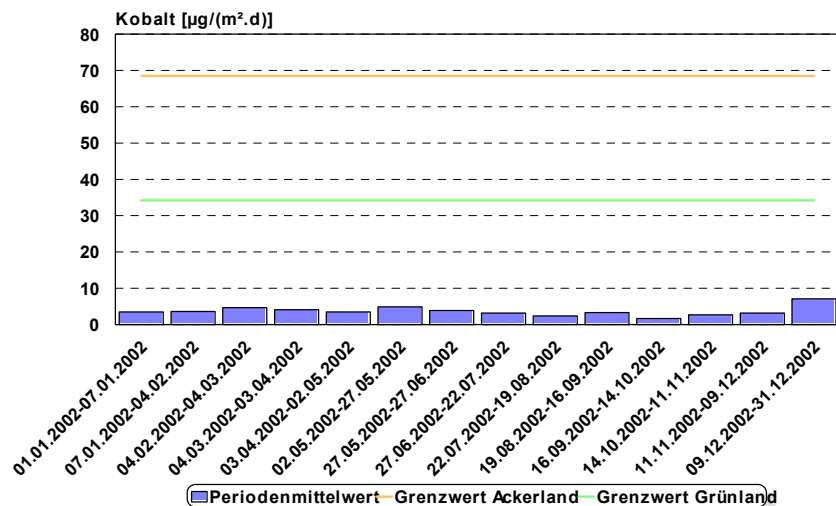


Abbildung 41: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz, Kupferdeposition Jahrgang 2002

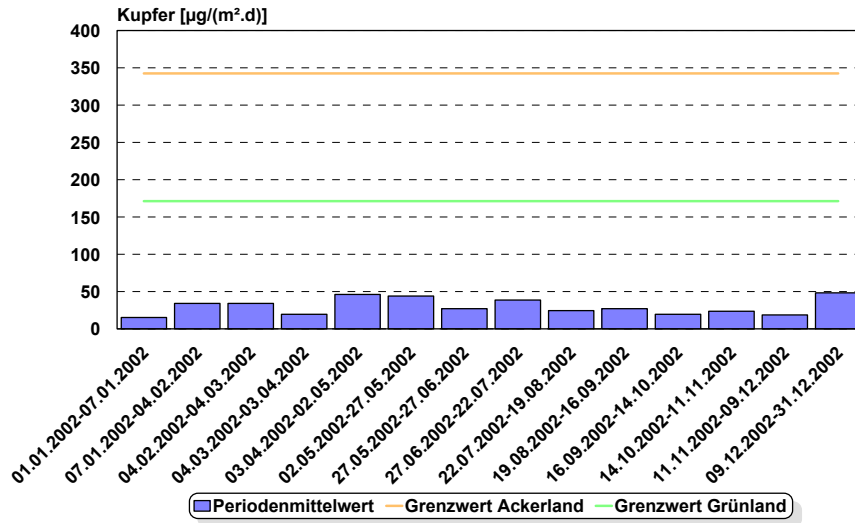


Abbildung 42: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz, Mangandeposition Jahrgang 2002

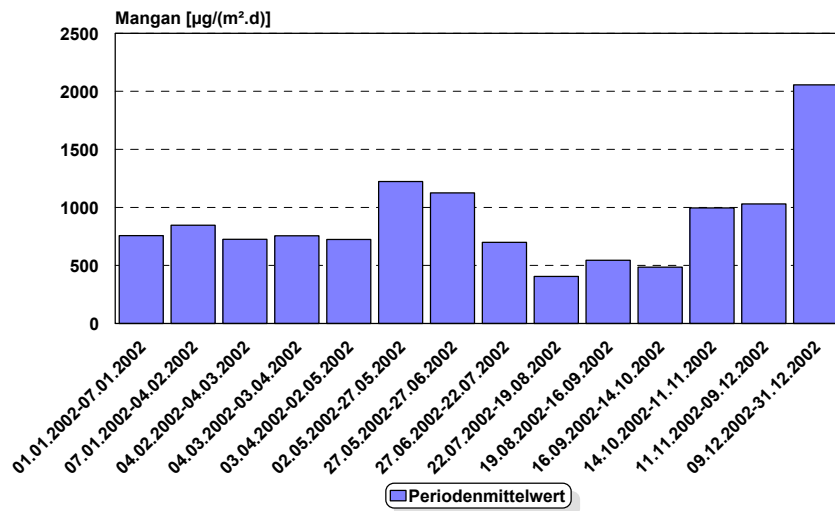


Abbildung 43: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz, Molybdändeposition Jahrgang 2002

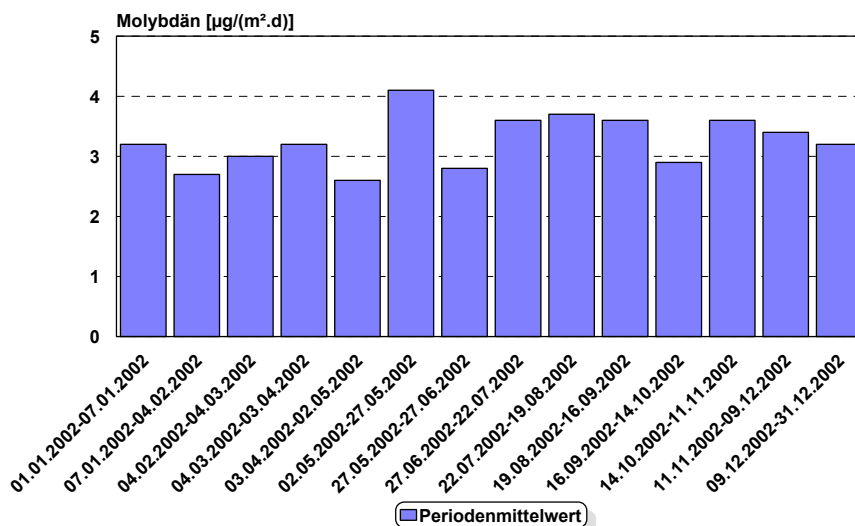


Abbildung 44: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz, Nickeldeposition Jahrgang 2002

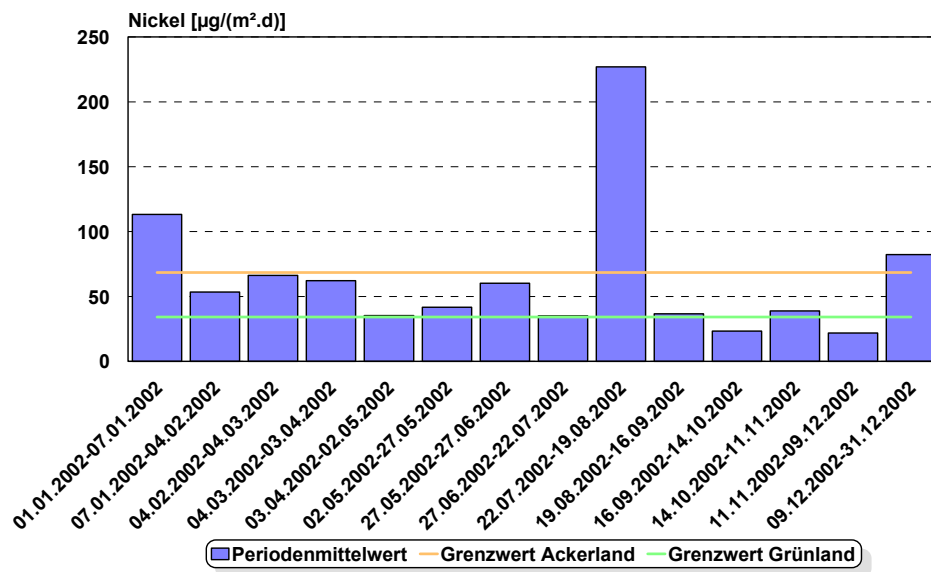
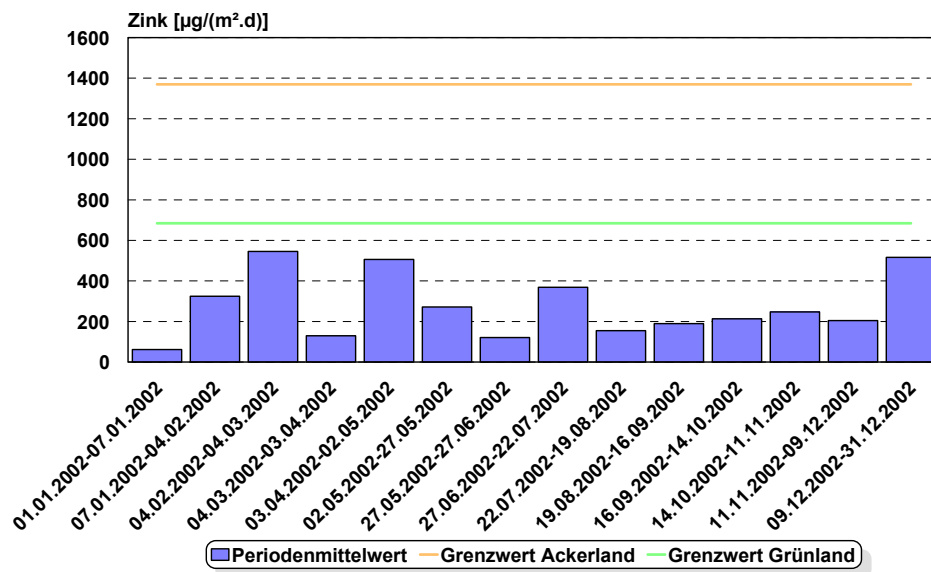


Abbildung 45: Messnetz Niklasdorf-Leoben-Donawitz, Zinkdeposition Jahrgang 2002



8 Literatur

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 1a, 1999:
Staubdepositionsmessungen Kapfenberg

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1997:
Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L, BGBl. I Nr.115 vom 30.9.1997.

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1992:
210. Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung und die Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen, mit dem das Smogalarmgesetz, BGBl.Nr.38/1989, geändert wird (Ozongesetz). BGBl.Nr.210 vom 24.4.1992.

Klimaeignungskarten Steiermark, ARGE LÖSS, Lazar, GIS Steirer

Landesgesetzblatt für die Steiermark, 1987 :
Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung
LGBl.Nr.5 vom 21.10.1987.

Römpp Lexikon Umwelt; V 1.0, Thieme Verlag

VDI-Kommission Reinhaltung der Luft (Hrsg.), 1988:
Stadtklima und Luftreinhaltung; Ein wissenschaftliches Handbuch für die Praxis in der Umweltplanung, Berlin

Wakonigg, H., 1978:
Witterung und Klima in der Steiermark.
Arb. Inst. Geogr. Univ. Graz 23: 478S.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2000 und 2001:
Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
Oktober, November, Dezember 2000. Wien.