

1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Gröbming und Mitterberg wurden auf Ersuchen der Gemeinden als Überprüfungsmessung im Rahmen des Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetzes durchgeführt. Sie umfaßten neben den integralen auch Messungen mittels mobiler Meßstation, die in einem gesonderten Bericht (Bericht Nr. 6/1997) bereits veröffentlicht wurden.

Das Steiermärkische Heilvorkommen- und Kurortegesetz schreibt für Luft- und heilklimatische Kurorte alle 5 Jahre überprüfende Messungen vor. Die gewonnenen Meßergebnisse sind daher eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung der Luftgütesituation nach diesem Gesetz.

Die integralen Messungen wurden von März 1996 bis März 1997 durchgeführt.

Sie umfaßten folgende Untersuchungen:

- Messung der Belastung durch Schwefeldioxid (SO₂) mittels Bleikerzen
- Ermittlung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren
- Messung der Konzentrationen von Schwefeldioxid (SO₂) bzw. Stickstoffdioxid (NO₂) durch Batch-Sammler

2. Das Meßnetz

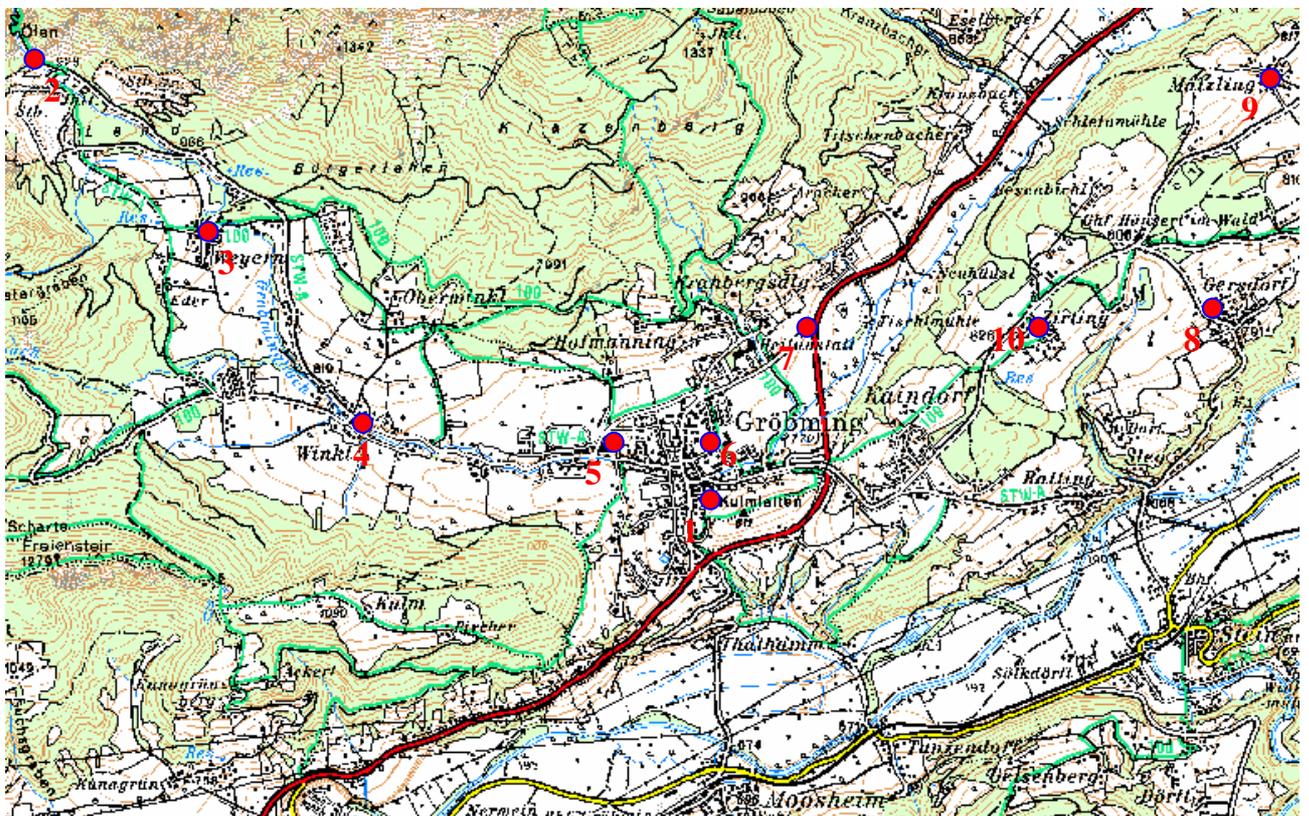
Insgesamt wurden an 10 Standorten integrale Meßeinrichtungen installiert, an denen folgende Schadstoffe gemessen wurden:

Grö 1 Kurpark Gröbming	NO ₂ , SO ₂ , Staub
Grö 2 Kneippanlage Lend	Staub
Grö 3 Weyern	SO ₂ , Staub
Grö 4 Winkl	SO ₂ , Staub
Grö 5 Kreuzung Trabrennbahn	NO ₂ , SO ₂ , Staub
Grö 6 MZA-Station Gröbming	NO ₂ , SO ₂ , Staub
Grö 7 Ennstal Bundesstraße (Abzweigung Gröbming)	NO ₂ , SO ₂ , Staub

Grö 8	Gersdorf	SO ₂ , Staub
Grö 9	Matzling	SO ₂ , Staub
Grö 10	Zwirting	SO ₂ , Staub

Die Punkte 1 bis 7 befinden sich im Gemeindegebiet von Gröbming, 8, 9 und 10 in Mitterberg.

Abbildung 1: Das Meßnetz Gröbming / Mitterberg



Das Meßnetz wurde im Zeitraum vom 26.3.1996 bis 4.3.1997 betrieben. Bei den Auswertungen wurden die 12 Meßperioden folgendermaßen zusammengefaßt:

Sommersaison : 26.3.1996 - 17.9.1996 (1. - 6. Meßperiode)
 Wintersaison : 17.9.1996 - 4.3.1997 (7. - 12. Meßperiode)

3. Meßmethodik und Beurteilungsgrundlagen

3.1. Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren

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

Die Staubbmessung erfolgt nach dem "Bergerhoff-Verfahren". Dabei wird ein oben offenes Kunststoffgefäß auf einem etwa 1,5 m hohen Ständer angebracht. Der sich absetzende Staub und das Regenwasser werden in diesem Gefäß über eine Dauer von 28 Tagen gesammelt. Danach werden der Staubniederschlag und das Wasser in einer gewogenen Schale zur Trockene eingedampft und als Gesamtstaubniederschlag gewogen. Das Ergebnis wird auf 28 Tage und 1 m² Fläche bezogen.

Der Beurteilung zugrunde gelegt sind die in den Tabellen 1 und 2 wiedergegebenen Kategorisierungen des Staub- bzw. Schwefeldioxidniederschlages. Diese wurden vom Hygieneinstitut II der Universität Innsbruck entworfen und vom Amt der Salzburger Landesregierung 1975 veröffentlicht.

Tabelle 1 : Kategorien der Staubbbelastung - modifiziert
(Angaben als arithmet. Jahresmittelwert in g/m².28d)

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

Darüberhinaus wurden noch weitere Grenzwerte für die Staubdeposition veröffentlicht:

Als **Kurzzeitemmissionswert (IW2)** wurde zum Schutz vor erheblichen Nachteilen und Belästigungen in der "**Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft 1986**" (TA-Luft '86), einer Verordnung zum deutschen Bundesimmissionsschutzgesetz, ein Grenzwert von $0.65 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ für nicht gefährliche Stäube festgelegt.

Als **Langzeitemmissionswert (IW1)** (vergleichbar mit einem **Jahresmittelwert**) ist in der TA-Luft ein Grenzwert von $0.35 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ festgelegt.

Für die Beurteilung der Luftqualität in Kurorten wurde 1997 vom **Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie** die Richtlinie „**Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten**“ herausgegeben. Diese schreibt für Luftkurorte einen **Jahresmittelgrenzwert** von $0,165 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ Staub vor.

3.2. Bestimmung der Schwefeldioxiddeposition nach der Bleikerzenmethode

Tabelle 2: Kategorien der Schwefeldioxidbelastung
(Angaben als arithmet. Jahresmittelwert in $\text{mg SO}_3 / \text{dm}^2 \cdot 28\text{d}$)

Kategorie	Meßwert	Beschreibung
I	unter 5	SO ₂ -Belastung vernachlässigbar
II	5,0 - 14,9	Gebiete mit geringer SO ₂ -Belastung
III	15,0 - 34,9	Gebiete mit mittlerer SO ₂ -Belastung ¹⁾
IV	über 35	Gebiete mit starker SO ₂ -Belastung ²⁾

¹⁾ Bei lang andauernden Inversionswetterlagen kann vor allem bei Werten über 25 mg nicht ausgeschlossen werden, daß gesundheitsschädigende Konzentrationen erreicht werden.

²⁾ Solange durch Messungen der Konzentration nicht das Gegenteil bewiesen ist, muß damit gerechnet werden, daß bei länger andauernden Inversionswetterlagen gesundheitsschädigende SO₂-Konzentrationen erreicht werden.

Flächenförmig aufgetragenes Bleidioxid (PbO_2) absorbiert aus der freien Atmosphäre schwefelhaltige, gasförmige Luftverunreinigungen unter Bildung von Bleisulfat (PbSO_4). Die Menge des gebildeten PbSO_4 ist proportional zur Menge der gasförmigen Schwefelverbindungen und zur Expositionszeit. Da Schwefeldioxid (SO_2) im Vergleich zu anderen Schwefelverbindungen als Luftschadstoff dominiert, gestattet eine quantitative Sulfat-Bestimmung (berechnet als SO_3) Rückschlüsse auf die mittlere SO_2 -Immission während der Expositionszeit. Zur Aufnahme des gasförmigen SO_2 dient ein mit PbO_2 bestrichener Baumwollappen mit der Fläche von 1 dm^2 , der um einen Zylinder (Höhe = 12.8 cm , Durchmesser = 2.5 cm) befestigt wird. Diese Vorrichtung wird "Bleikerze" genannt. Zum Schutz vor Regen und Verschmutzungen sowie zur Gewährleistung einer guten Luftzirkulation um die Bleikerze wird diese in einer Glocke mit Belüftungsöffnungen und offenem Boden in rund $1,5 \text{ m}$ Höhe exponiert. Die Expositionszeit beträgt etwa 28 Tage.

3.3. Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit Badge-Sammlern

Zur Probenahme wurden Badge-Sammler verwendet. Die Grundlagen dieser Methode stammen von Palmes und Gunnison aus dem Jahr 1976. Weiterentwickelt wurde die Methode von H. Puxbaum und B. Brantner am Institut für Analytische Chemie der TU Wien.

Das Prinzip der verwendeten Badge-Sammler beruht auf einer Diffusion von SO_2 , NO_2 , HCl und HNO_3 , also von sauren Gasen, zu einem absorbierenden Medium (häufig wird Triethanolamin verwendet). Die Menge des absorbierten Schadstoffes ist proportional zur Umgebungskonzentration an der Meßstelle. Nach Beendigung der Messung werden die zu untersuchenden Substanzen extrahiert und anschließend ionenchromatographisch bestimmt und quantifiziert.

Die verwendeten Badge-Sammler bestehen aus einem Plastikzylinder mit einem Durchmesser von 4 cm und einer Höhe von 1 cm , versehen mit einer Aufhängevorrichtung. Die Rückseite ist fest verschlossen, während sich auf der Vorderseite eine entfernbare Schutzkappe befindet. Im Inneren ist ein Stahlnetz befestigt, das mit dem absorbierenden Medium imprägniert wurde und durch eine Membran vor Verschmutzungen geschützt ist.

Zu Beginn der Messung wird die Schutzkappe entfernt und der Sammler exponiert. Am Ende der Messung wird der Sammler wieder verschlossen und kann bis zur Aufarbeitung kühl gelagert werden. Exponiert werden die Sammler auf ca. 1.5 m hohen Stangen. Vor Witterungseinflüssen werden sie durch Glocken geschützt. Die Expositionszeit beträgt ca. vier Wochen.

Da die Menge der absorbierten Probe durch Diffusion an das Absorptionsmittel gelangt, kann über die Diffusionsgleichung der Mittelwert der Konzentration über die Meßdauer bestimmt werden. Die erhaltenen Werte haben die gleiche Dimension wie jene, die von kontinuierlichen Meßstationen erhalten werden.

Für Stickstoffdioxid wurden von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in den Luftqualitätskriterien für NO₂ Vorschläge für wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen veröffentlicht. Diese Grenzwerte sind auch in der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr 5/1987) festgelegt (siehe Tab. 3), die selben Werte finden sich im VDI-Handbuch zur Reinhaltung der Luft. Für längere Zeiträume werden jedoch keine Angaben gemacht.

Erfahrungen und vergleichende Untersuchungen in steirischen Meßnetzen zeigen, daß bei Meßperiodenmittelwerten von über 40 µg/m³ NO₂ fallweise mit Überschreitungen der vorhin genannten Grenzwerte zum Schutz des Menschen zu rechnen ist. Auch für Schwefeldioxid sind in der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr 5/1987) Grenzwerte festgelegt (siehe Tab. 3). Auch bei diesem Schadstoff haben Vergleichsmessungen mit kontinuierlich aufzeichnenden Meßgeräten ergeben, daß bei Meßperiodenmittelwerten von über 40 µg/m³ SO₂ fallweise Überschreitungen der genannten Grenzwerte zu erwarten sind.

Tab. 3: Grenzwerte nach der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr 5/1987) für Stickstoff- und Schwefeldioxid für die Zone I („Reinluftgebiete“) (Konzentrationsangaben in µg/m³)

	Sommer		Winter	
	HMW	TMW	HMW	TMW
Schwefeldioxid	70	50	150	100
Stickstoffdioxid	200	100	200	100

Wie bei der Staubdeposition sind auch für die Schadstoffe Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid in der Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ strengere Grenzwerte veröffentlicht. Für beide Schadstoffkomponenten gelten demzufolge ganzjährig ein Tagesmittelgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sowie ein Halbstundenmittelgrenzwert von $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Detaillierte Erfahrungen mit der Korrelation der integralen Meßergebnisse mit diesen Grenzwerten fehlen noch, erste Vergleiche weisen aber darauf hin, daß ab Meßperiodenmittelwerten von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mit Überschreitungen der Kurortgrenzwerte gerechnet werden muß.

4. Auswertung der Meßergebnisse

4.1. Staubdeposition

Tabelle 4: Zeitverlauf der Staubdeposition (in $\text{g}/\text{m}^2 \cdot 28\text{d}$)

	Grö 1	Grö 2	Grö 3	Grö 4	Grö 5	Grö 6	Grö 7	Grö 8	Grö 9	Grö 10
26.3. - 30.-4.96	1,8	1,1	4,3	2,7	5,1	1,2	2,6	4,2	2	1,7
30.4. - 30.5.96	fehlt	0,8	2,6	0,9	3,4	1,2	1,3	3,3	1,4	1,5
30.5. - 26.6.96	1,8	1,4	3,9	2,4	2,4	1,3	1,6	2,7	1,8	1,2
26.6. - 23.7.96	1,4	0,6	3,2	0,6	3,4	0,9	4,2	3,1	0,8	1,1
23.7. - 20.8.96	1,9	0,6	1	0,8	1,7	1,4	1,5	1,9	1,9	0,8
20.8. - 17.9.96	1,4	0,5	0,5	fehlt	0,9	7,7?	0,9	0,7	0,3	0,2
17.9. - 15.10.96	0,4	0,4	0,9	0,5	2,6	1,3	1,1	1,5	1,3	0,7
15.10. - 11.11.96	0,1	0,4	fehlt	fehlt	1,1	0,4	0,7	1,5	1,5	0,2
11.11. - 09.12.96	0,4	0,6	0,7	fehlt	fehlt	fehlt	fehlt	fehlt	0,6	0,4
9.12.96 - 7.1.97	0,5	0,7	0,6	0,9	1,3	0,5	1,7	0,3	0,3	fehlt
7.1. - 3.2.97	0,6	0,8	0,9	1,2	1,6	1,2	1,9	0,8	fehlt	0,6
3.2. - 4.3.97	0,2	0,2	0,2	2,4	3,3	2,3	2,1	1,7	1,2	0,9

Tabelle 5: Mittlere Staub-Deposition (in $\text{g}/\text{m}^2 \cdot 28 \text{ d}$)

Meßpunkte	Mittelwert Sommer	Mittelwert Winter	Jahresmittelwert
Grö 1	1,7	0,4	1,0
Grö 2	0,8	0,5	0,7
Grö 3	2,6	0,7	1,7
Grö 4	1,5	1,3	1,4
Grö 5	2,8	2,0	2,4
Grö 6	1,2	1,1	1,2
Grö 7	2,0	1,5	1,8
Grö 8	2,7	1,2	2,0
Grö 9	1,4	1,0	1,2
Grö 10	1,1	0,6	0,8

Sommersaison : 26.3.1996 - 17.9.1996 (1. - 6. Meßperiode)

Wintersaison : 17.9.1996 - 4.3.1997 (7. - 12. Meßperiode)

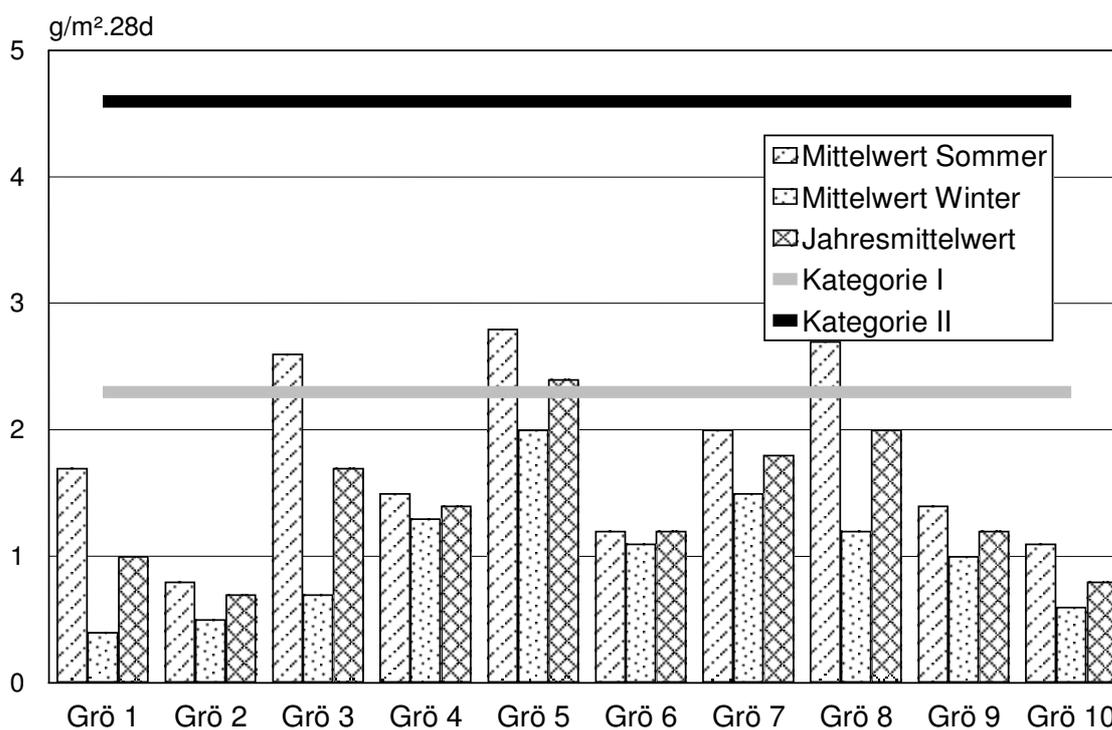
Abbildung 2: Mittlere Staubdeposition im Vergleich zu den Staubbelastungskategorien (in $\text{g}/\text{m}^2 \cdot 28\text{d}$)

Abbildung 3: Jahresmittelwert in Relation zum Langzeitimmissionswert der TA-Luft '86 (IW 1) und zum Grenzwert der „Kurorterrichtlinie“

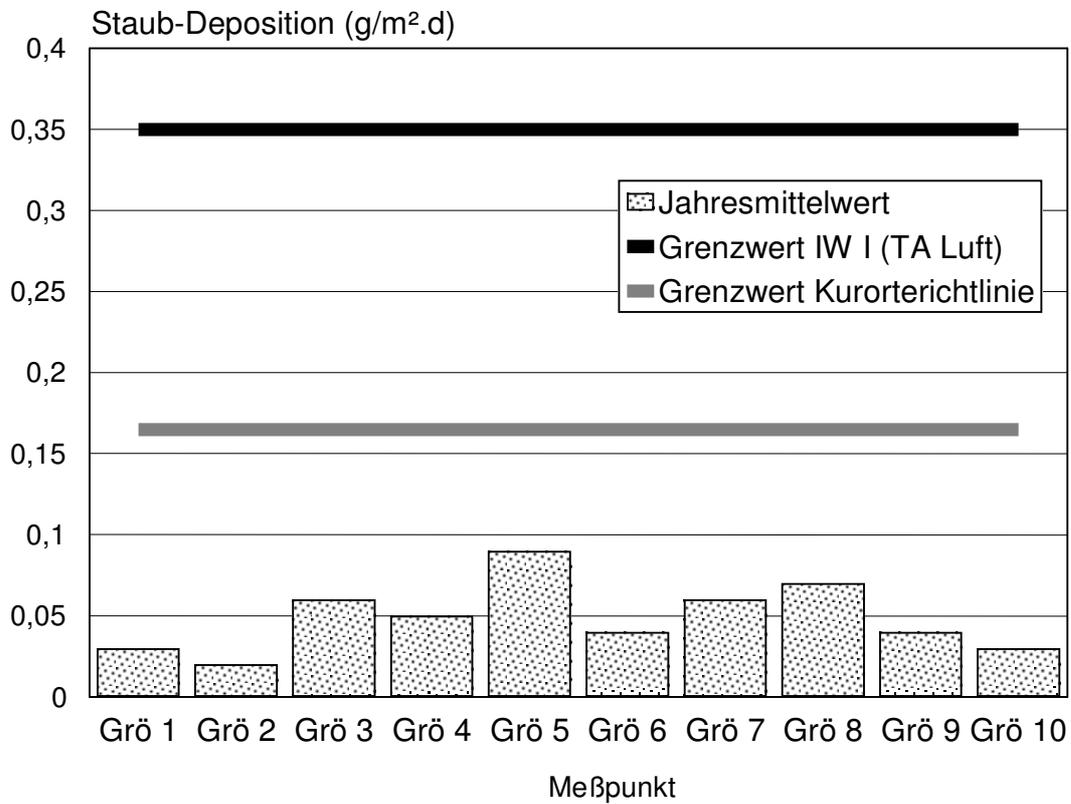
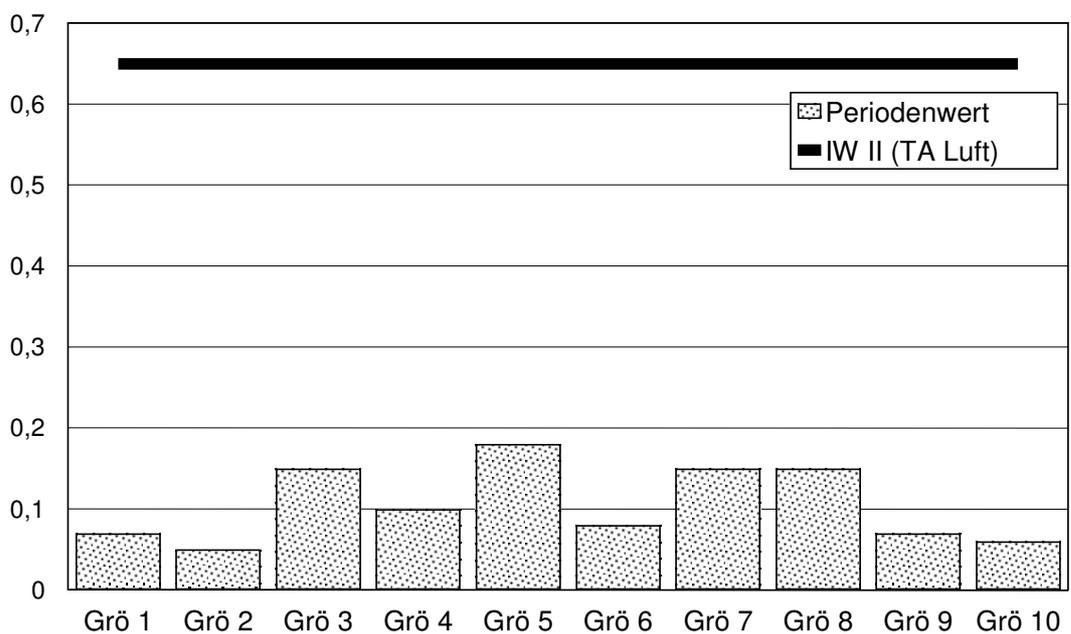


Abbildung 4: Durchschnittliche tägliche Staubbelastung der jeweils höchstbelasteten Meßperiode in Relation zum Kurzzeitimmissionswert der TA-Luft '86 (IW2) (in g/m².d)



4.2. Schwefeldioxiddeposition

Tabelle 4: Zeitverlauf der Schwefeldioxiddeposition (in mg SO₃/dm².28d)

	Grö 1	Grö 3	Grö 4	Grö 5	Grö 6	Grö 7	Grö 8	Grö 9	Grö 10
26.3. - 30.4.96	1,8	1,9	1,6	1,5	2,8	2,9	1,1	1,5	1,3
30.4.-30.5.96	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,7	0,8	2,4	1,1
30.5.-26.6.96	1,7	1,5	0,9	1,7	0,6	1,7	1,2	1,3	1,6
26.6.-23.7.96	1,6	1,3	1,7	1,6	1,2	1,6	1,8	1,8	1,6
23.7.-20.8.96	2,6	2,3	1,7	0,8	1,1	1,9	4,2	1	3,9
20.8.-17.9.96	0,7	1,4		1,4	2	1,5	3,4	1,9	3,4
17.9.-15.10.96		2,2	1,9	3,2	2,8	1,9	2,3	4,3	2,3
15.10.-11.11.96	1,5		1,5	1,5	1,1	1,5	1,2	1,2	1,3
11.11.-9.12.96	1,5	1,3	1,7	1,5	0,9	1,1	0,8	0,5	1,3
9.12. - 7.1.97	3,8	4,2	2,3	4,3	4,1	3,6	3,6	3,1	4,6
7.1.-3.2.97	2	1,5	1,7	1,7	2,2	2,2	1,8	1,3	1,6
3.2.-4.3.97	1,5	2,4	1,8	2,5	1,7	2,7	1,3	1,3	1,9

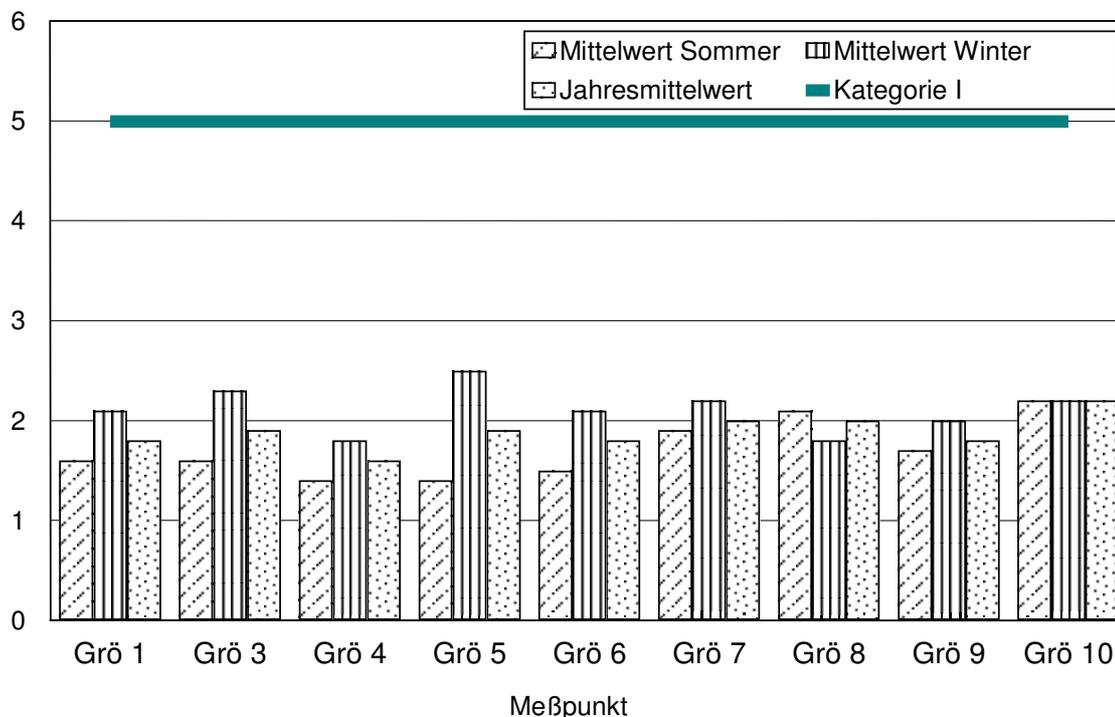
Tabelle 7: Mittlere SO₂-Deposition (in mg SO₃/dm².28d)

	Sommerrmittel	Wintermittel	Jahresmittelwert
Grö 1	1,6	2,1	1,8
Grö 3	1,6	2,3	1,9
Grö 4	1,4	1,8	1,6
Grö 5	1,4	2,5	1,9
Grö 6	1,5	2,1	1,8
Grö 7	1,9	2,2	2,0
Grö 8	2,1	1,8	2,0
Grö 9	1,7	2,0	1,8
Grö 10	2,2	2,2	2,2

Sommersaison : 26.3.1996 - 17.9.1996 (1. - 6. Meßperiode)

Wintersaison : 17.9.1996 - 4.3.1997 (7. - 12. Meßperiode)

Abbildung 5: Mittlere SO₂-Deposition im Vergleich zu den Belastungskategorien
(in mg SO₃/dm². 28d)



4.3. Konzentrationsmessungen

Tabelle 8: Zeitverlauf der SO₂- und NO₂-Konzentrationen
(Meßperiodenmittelwert in µg/m³)

Meßzeitraum	Grö 1		Grö 5		Grö 6		Grö 7	
	NO ₂	SO ₂						
26.3. - 30.4.96	10,3	3,1		2,0	9,6	3,1	14,5	3,1
30.4. - 30.5.96	9,2	0,5	10,7	0,5	8,0	0,5	15,7	1,6
30.5. - 26.6.96	7,6	0,5	8,4	0,5	9,2	0,5	16,4	3,6
26.6. - 23.7.96	1,5	5,7	1,9	6,7	2,3	7,3		2,0
23.7. - 20.8.96	1,5	7,3	1,1	7,8	1,1	7,8	6,1	15,0
20.8. - 17.9.96	9,6	0,5	10,7	0,5	10,3	0,5	19,1	1,0
17.9. - 15.10.96	14,1	1,0	14,1	1,0	14,1	1,0	23,3	1,0
15.10. - 11.11.96	13,8	1,0	13,0	1,0	14,5	1,0	19,1	2,1
11.11. - 9.12.96	19,1	2,1	14,5	2,6	16,0	3,1	21,4	3,1
9.12.96 - 7.1.97	21,8	7,8	14,5	6,2	16,4	6,7	22,2	30,1
7.1. - 3.2.97	15,7	4,7					28,3	19,7
3.2. - 4.3.97	3,1	3,1	3,4	4,7	4,6	3,6	4,6	3,1

Tabelle 9: Mittlere SO₂- und NO₂-Konzentrationen (Meßperiodenmittelwert in µg/m³)

		Sommersmittel	Wintermittel	Jahresmittel
NO ₂	Grö 1	5,2	6,4	10,6
	Grö 5	4,0	3,8	9,2
	Grö 6	5,3	7,7	9,7
	Grö 7	7,2	9,2	17,3
SO ₂	Grö 1	4,3	7,4	9,7
	Grö 5	4,4	7,5	9,7
	Grö 6	7,6	9,9	9,7
	Grö 7	9,6	10,9	9,7

Sommersaison : 26.3.1996 - 17.9.1996 (1. - 6. Meßperiode)

Wintersaison : 17.9.1996 - 4.3.1997 (7. - 12. Meßperiode)

5. Interpretation und Zusammenfassung der Meßergebnisse

Integrale Meßnetze sind in der Lage, langfristige Belastungen von Gebieten zu erkennen und lokale Unterschiede aufzuzeigen. Kurzzeitige Belastungsspitzen können nicht verfolgt werden.

Die **Depositionsmessungen** (Gesamtstaub, SO₂) liefern als Ergebnisse keine Konzentrationsangaben, wie sie etwa von automatischen Meßstationen erhalten werden und sind mit diesen auch nicht direkt vergleichbar.

Die Mittelwerte der **Schwefeldioxid**-Belastung in der Winterperiode lagen im Kurbezirk Gröbming/Mitterberg zwischen 1,8 und 2,5 mg SO₃/dm².28d, in der Sommerperiode zwischen 1,4 und 2,2 mg SO₃/dm².28d. Es zeigt sich dabei deutlich das SO₂-Belastungsmaximum in der kälteren Jahreszeit, das auf lokale Emissionen, in Gröbming/Mitterberg dürfte das neben dem Hauptverursacher Hausbrand und Gewerbe auch der Verkehr auf der Ennstalbundesstraße sein, zurückzuführen ist. Als Jahresmittel wurde zwischen 1,8 und 2,2 mg SO₃/dm².28d errechnet, somit sind alle Meßpunkte in Kategorie I einzuordnen, die Gebiete mit vernachlässigbarer SO₂-Langzeitbelastung ausweist.

Die **Staubdepositions**belastung ist im Jahresmittel am Punkt Grö 5 (Kreuzung Trabrennbahn) in Kategorie II (nach Tabelle 1), an allen anderen Punkten in Kategorie I einzuordnen. Generell zeigt bei der Gesamtstaubdeposition die Winterperiode eine geringe Belastung, während im Sommer aufgrund landwirtschaftlicher Tätigkeit und Vegetationseinflüssen die Staubbelastung höher ist.

Die Immissionsgrenzwerte IW 1 und IW 2 nach der TA-Luft '86 sowie auch der strengere Grenzwert der Richtlinie „Immissionsmessungen in Kurorten“ wurden weder im Jahresdurchschnitt noch bei den Mittelwerten für die einzelnen Meßperioden überschritten.

Für die **Konzentrationsmessungen** von **Stickstoffdioxid** und **Schwefeldioxid** ist festzuhalten, daß der in den Beurteilungsgrundlagen (Kapitel 3.3.) angegebene Wert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Mittelwert über eine Meßperiode) am Meßpunkt Grö 7 (Ennstal Bundesstraße – Abzweigung Gröbming) während jeweils einer Meßperiode überschritten wurde. Bei NO_2 wurden außerdem während dreier weiterer Meßperioden Werte über $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert. Es muß daher davon ausgegangen werden, daß es an diesem Meßpunkt fallweise zu Überschreitungen von Grenzwerten nach der „Kurorterichtlinie“ kommt. Damit bestätigen sich die Erkenntnisse aus der mobilen Messung, die eine doch beträchtliche Belastung durch die Ennstal Bundesstraße auswiesen.

Es muß daher neuerlich bemerkt werden, daß ein derart stark frequentierter Hauptverkehrsträger innerhalb eines ausgewiesenen Kurbezirkes aus fachlicher Sicht nicht gutgeheißen werden kann. Daraus ergibt sich eine Erneuerung der Empfehlung, die Grenzen des Kurbezirkes an die lokalen lufthygienischen Begebenheiten anzupassen und die B146 mit angrenzenden Bereichen aus diesem herauszunehmen.