

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

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

GZ: 72.100-1411/96
Bericht Nr. 2/96

Meßnetz Murau

**Integrale
Luftgütemessung**

April 1994 - Mai 1995

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

Abteilungsvorstand:
Hofrat Dipl. Ing. Norbert PERNER

1. Grundlagen

Als Grundlage für die Beurteilung der Schadstoffbelastung im Gebiet der Gemeinde Murau wurden folgende Untersuchungen und Messungen durchgeführt :

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

2. Beschreibung der Meßpunkte

Im Gebiet von Murau wurden an 11 ausgewählten Standorten Meßpunkte aufgebaut, an denen die Belastung durch Staub und Schwefeldioxid gemessen wurde:

Mu 1:	Grössingstr. 4, Fam. Pirker
Mu 2:	Bahnhof
Mu 3:	Stadtpark
Mu 4:	Rindermarkt
Mu 5:	Gustav Balzer-Siedlung
Mu 6:	Schwarzenberg-Kreuzung
Mu 7:	Murpromenade
Mu 8:	Murfeld
Mu 9:	Gasthaus Ferner
Mu 10:	Schloß Obermurau
Mu 11:	Tieranger

Das Meßnetz wurde im Zeitraum vom 5.4.1994 bis 11.5.1995 betrieben. Bei den Auswertungen wurden 14 Meßperioden erfaßt, die folgendermaßen zusammengefaßt wurden :

Sommersaison :	05.04.1994 - 21.09.1994 bzw. 10.04.1995 - 11.05.1995
Wintersaison :	21.09.1994 - 10.04.1995

Im gesamten Meßzeitraum wurde an allen Punkten die Belastung durch Staub und Schwefeldioxid ermittelt; zur Erfassung der Belastung an Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid wurden zusätzlich an den Punkten Mu 2, Mu 4, Mu 5, Mu 6 und Mu 8 Batch-Sammler angebracht.

3. Beurteilungsgrundlagen

Der Beurteilung zugrunde gelegt sind die in den Tabellen 1 und 2 wiedergegebenen Kategorisierungen des Staubbiederschlags und der SO₂-Deposition. Diese wurden vom Hygieneinstitut II der Universität Innsbruck entworfen und vom Amt der Salzburger Landesregierung 1975 veröffentlicht.

Weiters 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 für die Deposition von Staub festgelegt. Dieser beträgt für nicht gefährliche Stäube 0.35 g/m².d. Dabei handelt es sich um einen Langzeitimmissionswert (IW1), der etwa einem Jahresmittelwert entspricht. Zusätzlich ist noch ein Kurzzeitimmissionswert (IW2) von 0.65 g/m².d festgelegt.

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

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

**Tabelle 2: Kategorien der Schwefeldioxidbelastung
(Angaben als arithmet. Jahresmittelwert in mg SO₃ / dm² .28d)**

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 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.

Für Stickstoffdioxid werden von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in den Luftqualitätskriterien für NO₂ Vorschläge für wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen gemacht. Zum Schutze des Menschen wird ein Halbstunden-Mittelwert von 200 µg/m³ NO₂ und ein Tagesmittelwert von 100 µg/m³ NO₂ vorgeschlagen. Für längere Zeiträume werden keine Angaben gemacht. Die selben Werte finden sich auch im VDI-Handbuch zur Reinhaltung der Luft. Zum Schutz der Vegetation soll der Tagesmittelwert 80 µg/m³ NO₂ nicht überschreiten.

Es kann davon ausgegangen werden, daß es bei Meßwerten, die die Konzentration beschreiben (zeitlicher Mittelwert über eine Meßperiode), von über 50 µg/m³ NO₂ fallweise zu Überschreitungen der vorhin genannten Grenzwerte zum Schutz des

Menschen kommt. Dies zeigten Untersuchungen der Vorarlberger Umweltschutzanstalt sowie Vergleiche in steirischen Meßnetzen.

4. Immissionszustand

4.1. Schwefeldioxiddeposition

4.1.1. Bestimmung von SO₂ nach der Bleikerzenmethode

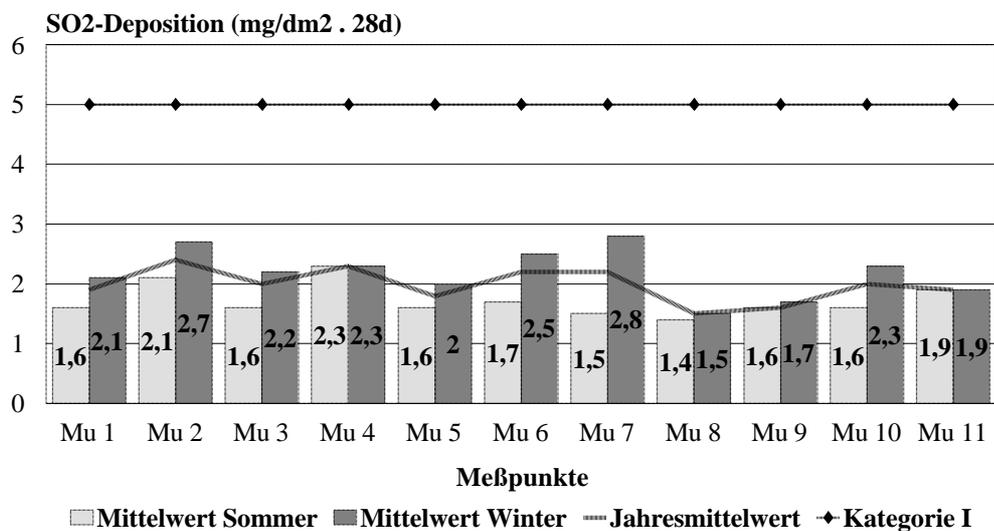
Flächenförmig aufgetragenes Bleidioxid (PbO₂) absorbiert aus der freien Atmosphäre schwefelhaltige, gasförmige Luftverunreinigungen unter Bildung von Bleisulfat (PbSO₄). Die Menge des gebildeten PbSO₄ ist proportional zur Menge der gasförmigen Schwefelverbindungen und zur Expositionszeit. Da Schwefeldioxid (SO₂) im Vergleich zu anderen Schwefelverbindungen als Luftschadstoff dominiert, gestattet eine quantitative Sulfat-Bestimmung (berechnet als SO₃) Rückschlüsse auf die mittlere SO₂-Immission während der Expositionszeit. Zur Aufnahme des gasförmigen SO₂ dient ein mit PbO₂ bestrichener Baumwollappen mit der Fläche von 1 dm², 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, offenem Boden und einer Aufhängung im Freien exponiert. Die Expositionszeit beträgt etwa 28 Tage.

4.1.2. Auswertung der Meßergebnisse

**Tabelle 3: Schwefeldioxid-Deposition (mg SO₃/dm².28d)
Mittelwerte über Meßperioden**

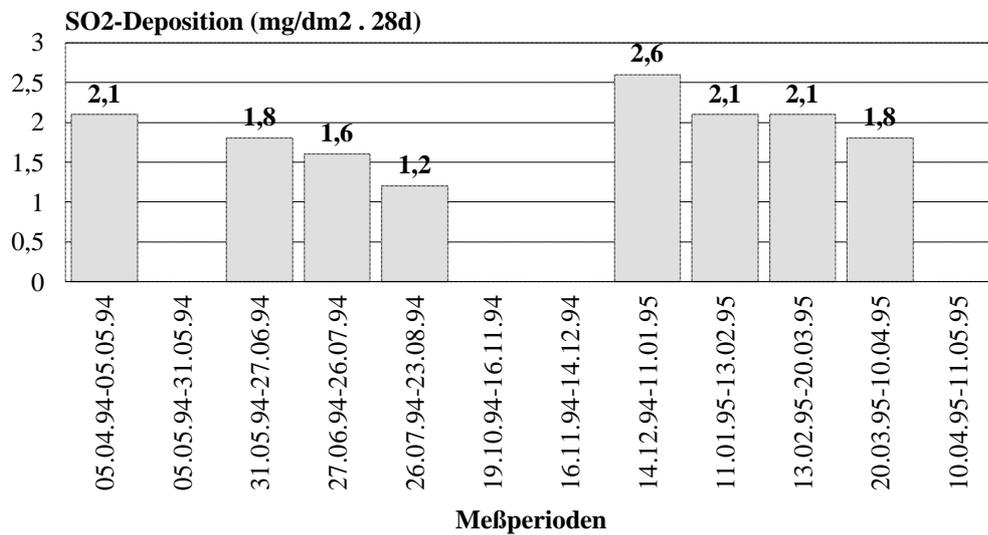
Meßpunkte	Mittelwert		Jahres- mittelwert
	Sommer	Winter	
Mu 1	1,6	2,1	1,9
Mu 2	2,1	2,7	2,4
Mu 3	1,6	2,2	2,0
Mu 4	2,3	2,3	2,3
Mu 5	1,6	2,0	1,8
Mu 6	1,7	2,5	2,2
Mu 7	1,5	2,8	2,2
Mu 8	1,4	1,5	1,5
Mu 9	1,6	1,7	1,6
Mu 10	1,6	2,3	2,0
Mu 11	1,9	1,9	1,9

Sommer: 05.04.94 - 21.09.94 bzw. 10.04.95 - 11.05.095
 Winter: 21.09.94 - 10.04.95
 Jahr: 05.04.94 - 10.04.95



**Tabelle 4: Schwefeldioxid-Deposition (mg SO₃/dm² . 28d)
Mittelwerte über alle Meßpunkte**

Meßperioden	mg SO ₃ /dm ² .28d
05.04.94-05.05.94	2,1
05.05.94-31.05.94	Ausfall
31.05.94-27.06.94	1,8
27.06.94-26.07.94	1,6
26.07.94-23.08.94	1,2
23.08.94-21.09.94	Ausfall
21.09.94-19.10.94	Ausfall
19.10.94-16.11.94	2,4
16.11.94-14.12.94	2,2
14.12.94-11.01.95	2,6
11.01.95-13.02.95	2,1
13.02.95-20.03.95	2,1
20.03.95-10.04.95	1,8
10.04.95-11.05.95	Ausfall



4.2. Staubdeposition

4.2.1. 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 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 auf 28 Tage und 1 m² bezogen.

4.2.2. Auswertung der Meßergebnisse

**Tabelle 5: Staub-Deposition (g/m² . 28 d)
Mittelwerte über Meßperioden**

Meßpunkte	Mittelwert Sommer	Mittelwert Winter	Jahres- mittelwert
Mu 1	3,3	0,9	2,1
Mu 2	3,0	1,8	2,3
Mu 3	1,5	1,6	1,6
Mu 4	3,4	2,4	2,8
Mu 5	3,4	1,5	2,4
Mu 6	3,1	2,7	2,9
Mu 7	1,7	1,3	1,4
Mu 8	2,8	1,1	1,9
Mu 9	4,5	3,2	3,8
Mu 10	2,8	1,3	2,1
Mu 11	2,1	0,9	1,5

Sommer: 05.04.94 - 21.09.94 bzw. 10.04.95 - 11.05.095

Winter: 21.09.94 - 10.04.95

Jahr: 05.04.94 - 10.04.95

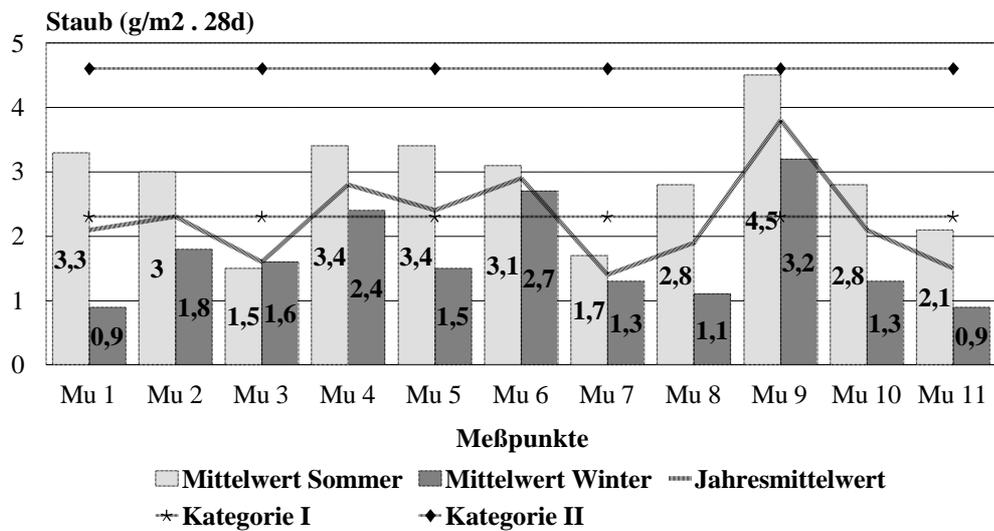


Tabelle 6: Jahresmittelwert der durchschnittlichen täglichen Staubbelastung in Relation zum Langzeitimmissionswert der TA-Luft '86 (IW1)

Meßpunkte	g Staub/m ² . d
Mu 1	0,07
Mu 2	0,08
Mu 3	0,06
Mu 4	0,10
Mu 5	0,08
Mu 6	0,11
Mu 7	0,05
Mu 8	0,07
Mu 9	0,14
Mu 10	0,07
Mu 11	0,05

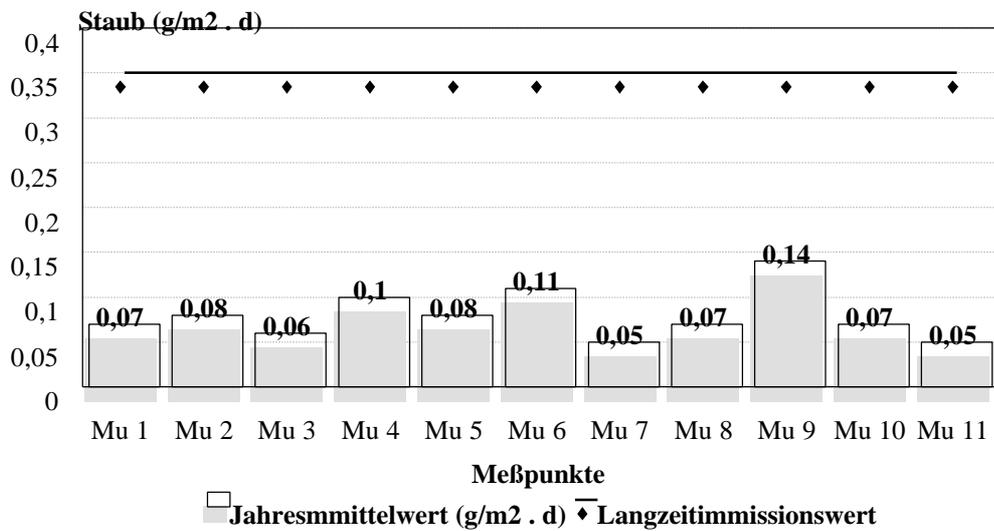
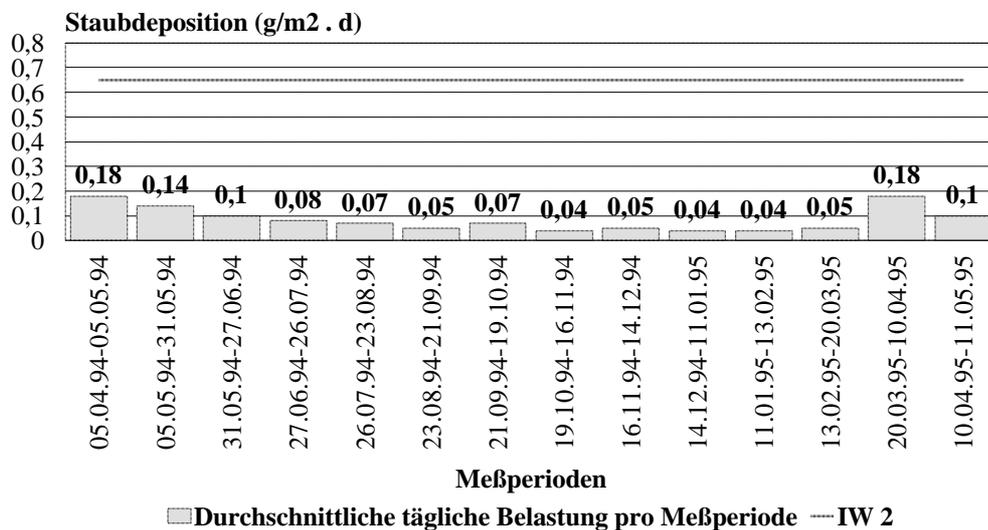


Tabelle 7: Durchschnittliche tägliche Staubbelastung pro Meßperiode in Relation zum Kurzzeitimmissionswert der TA-Luft '86 (IW2)

Meßperioden	g Staub/m ² .d
05.04.94-05.05.94	0,18
05.05.94-31.05.94	0,14
31.05.94-27.06.94	0,10
27.06.94-26.07.94	0,08
26.07.94-23.08.94	0,07
23.08.94-21.09.94	0,05
21.09.94-19.10.94	0,07
19.10.94-16.11.94	0,04
16.11.94-14.12.94	0,05
14.12.94-11.01.95	0,04
11.01.95-13.02.95	0,04
13.02.95-20.03.95	0,05
20.03.95-10.04.95	0,18
10.04.95-11.05.95	0,10



4.3. Messung der NO₂- und SO₂-Konzentration 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 SO₂, NO₂, HCl und HNO₃, 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 wurden die Badge-Sammler auf ca. 1.5 m hohen Stangen. Vor Witterungseinflüssen wurden sie durch Glocken geschützt. Die Expositionszeit betrug wie bei den anderen Verfahren ca. vier Wochen.

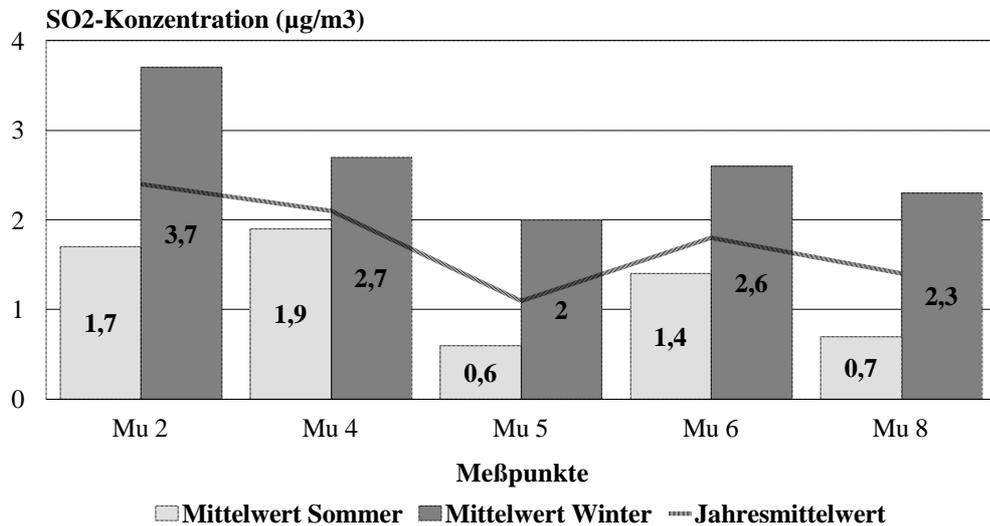
Da die Menge der absorbierten Probe durch Diffusion an das Absorptionsmittel gelangt, kann über die Diffusionsgleichung der Mittelwert der Konzentration über die Meßdauer bestimmt werden. Die Werte haben die gleiche Dimension wie solche, die von kontinuierlichen Meßstationen erhalten werden.

4.3.1. Auswertung der Meßergebnisse

**Tabelle 8: Schwefeldioxid-Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Mittelwerte über Meßperioden**

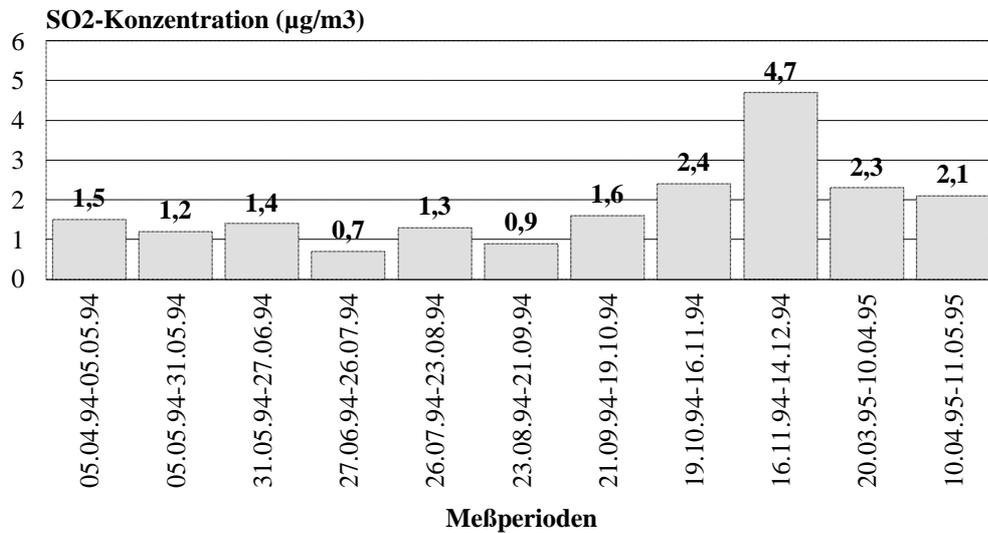
Meßpunkte	Mittelwert	Mittelwert	Jahres- mittelwert
	Sommer	Winter	
Mu 2	1,7	3,7	2,4
Mu 4	1,9	2,7	2,1
Mu 5	0,6	2,0	1,1
Mu 6	1,4	2,6	1,8
Mu 8	0,7	2,3	1,4

Sommer: 05.04.94 - 21.09.94 bzw. 10.04.95 - 11.05.95
 Winter: 21.09.94 - 10.04.95
 Jahr: 05.04.94 - 10.04.95



**Tabelle 9: Schwefeldioxid-Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Mittelwerte über Meßpunkte**

Meßperioden	$\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$
05.04.94-05.05.94	1,5
05.05.94-31.05.94	1,2
31.05.94-27.06.94	1,4
27.06.94-26.07.94	0,7
26.07.94-23.08.94	1,3
23.08.94-21.09.94	0,9
21.09.94-19.10.94	1,6
19.10.94-16.11.94	2,4
16.11.94-14.12.94	4,7
20.03.95-10.04.95	2,3
10.04.95-11.05.95	2,1



**Tabelle 10: Stickstoffdioxid-Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Mittelwerte über Meßperioden**

	Mittelwert	Mittelwert	Jahres-
Meßpunkte	Sommer	Winter	mittelwert
Mu 2	5,7	7,2	6,2
Mu 4	5,4	5,7	5,5
Mu 5	4,6	5,5	4,9
Mu 6	7,0	7,4	7,1
Mu 8	4,0	5,2	4,5

Sommer: 05.04.94 - 21.09.94 bzw. 10.04.95 - 11.05.95
 Winter: 21.09.94 - 10.04.95
 Jahr: 05.04.94 - 10.04.95

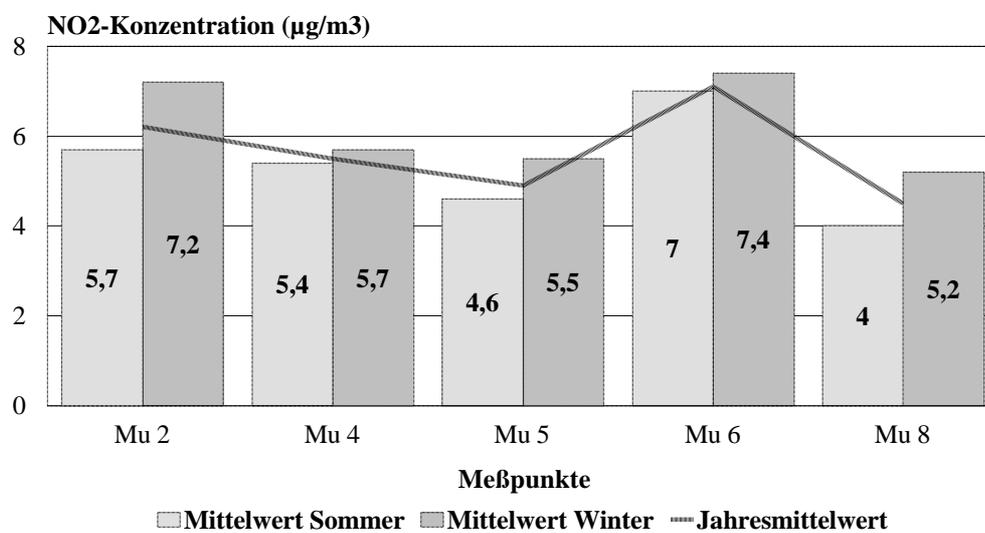
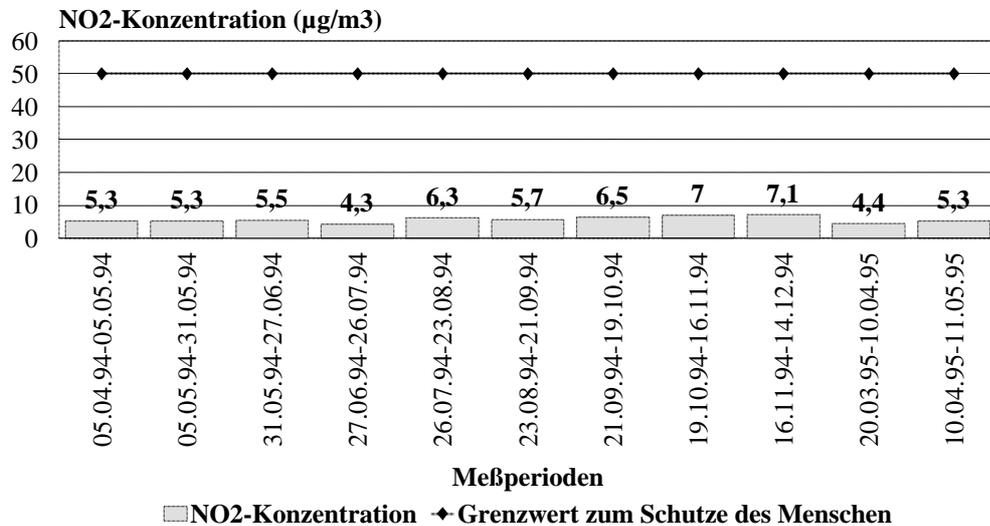


Tabelle 11: **NO₂-Konzentration (µg/m³)**
Mittelwerte über Meßpunkte

Meßperioden	µg NO ₂ /m ³
05.04.94-05.05.94	5,3
05.05.94-31.05.94	5,3
31.05.94-27.06.94	5,5
27.06.94-26.07.94	4,3
26.07.94-23.08.94	6,3
23.08.94-21.09.94	5,7
21.09.94-19.10.94	6,5
19.10.94-16.11.94	7,0
16.11.94-14.12.94	7,1
20.03.95-10.04.95	4,4
10.04.95-11.05.95	5,3



4.4. Zeitverläufe der Schadstoffbelastung

**Tabelle 12: Meßnetz Murau
Mittelwerte über Meßpunkte**

Meßperiode	Staub-Deposition g/m ² .28d	SO ₂ -Deposition mg/dm ² .28d	SO ₂ -Konzentration µg/m ³	NO ₂ -Konzentration µg/m ³
05.04.94-05.05.94	4,9	2,1	1,5	5,3
05.05.94-31.05.94	3,9	10,0	1,2	5,3
31.05.94-27.06.94	2,7	1,8	1,4	5,5
27.06.94-26.07.94	2,3	1,6	0,7	4,3
26.07.94-23.08.94	1,9	1,2	1,3	6,3
23.08.94-21.09.94	1,3	Ausfall	0,9	5,7
21.09.94-19.10.94	2,0	Ausfall	1,6	6,5
19.10.94-16.11.94	1,0	2,4	2,4	7,0
16.11.94-14.12.94	1,3	2,2	4,7	7,1
14.12.94-11.01.95	1,0	2,6	Ausfall	Ausfall
11.01.95-13.02.95	1,1	2,1	Ausfall	Ausfall
13.02.95-20.03.95	1,3	2,1	Ausfall	Ausfall
20.03.95-10.04.95	4,9	1,8	2,3	4,4
10.04.95-11.05.95	2,9	Ausfall	2,1	5,3

6. Zusammenfassung der Ergebnisse

Integrale Meßnetze sind in der Lage, langfristige Belastungen von Gebieten zu erkennen und aufzuzeigen. Kurzzeitige Belastungsspitzen können nicht verfolgt werden. Sie liefern als Ergebnisse auch keine Konzentrationsangaben, wie sie etwa von automatischen Meßstationen erhalten werden, und sind mit diesen auch nicht direkt vergleichbar. Daher erfolgt die Auswertung nicht nach Grenzwerten, wie sie etwa in der Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBI. Nr. 5/1987) festgelegt sind, sondern nach den in den Beurteilungsgrundlagen (Punkt 3.) vorgegebenen Kriterien. Der Beurteilung zugrunde gelegt ist die in Tabelle 1 und 2 wiedergegebene Kategorisierung des Staub- und SO₂-Niederschlags.

Die Mittelwerte der SO₂-Belastung für die Winterperiode liegen in Murau zwischen 1,5 und 2,8 mg/dm².28d SO₃, für die Sommerperiode zwischen 1,4 und 2,3 mg/dm².28d SO₃. Somit sind alle Mittelwerte in Kategorie I (nach Tabelle 2), welche Gebiete mit vernachlässigbarer SO₂-Belastung ausweist, einzuordnen. Der Jahresgang der SO₂-Deposition ist aus den Mittelwerten über alle Meßpunkte (Punkt 4.1.2., Tabelle 4) zu erkennen. Der Zeitverlauf der Schadstoffbelastung weist einen Jahresgang mit einem Maximum in der Winterperiode und einem Minimum im Sommer auf. Die Ursache ist einerseits in einer erhöhten SO₂-Emission - im besonderen durch den Hausbrand -, andererseits in ungünstigen Wetterbedingungen - häufige Inversionssituationen, Perioden mit geringer Luftbewegung - zu finden.

Die Staubbelastung ist im Jahresmittel an allen Punkten außer an Mu 4, Mu 5, Mu 6 und Mu 9 in Kategorie I (nach Tabelle 1) einzuordnen. Die Winterperiode zeigt hier sogar eine minimale Belastung, während im Sommer aufgrund landwirtschaftlicher Tätigkeit und Vegetationseinflüssen die Staubbelastung höher ist (siehe Punkt 4.2.2, Tabelle 5). Wie aus dem Zeitverlauf der Schadstoffbelastung (Punkt 4.2.2, Tabelle 7) zu erkennen ist, haben hier lokale Ereignisse - wie Bautätigkeit oder Straßenverkehr - keinen nennenswerten Einfluß.

Für die Konzentration von NO₂ ist festzuhalten, daß bei einem Vergleich der Meßergebnisse aus Punkt 4.3.1, Tabelle 11, mit dem in den Beurteilungsgrundlagen (Punkt 3) angegebenen Wert von 50 µg/m³ (Mittelwert über eine Meßperiode), dieser Wert in keinem Fall erreicht wird.

Somit kann abschließend gesagt werden, daß die Luftqualität in Murau bezüglich der Komponenten Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Staub den Anforderungen, wie sie an Erholungsgebiete gestellt werden, gerecht wird.