



Bericht Nr. 7/97

Integrale Luftgütemessungen Altaussee

Juli 1995 bis Juli 1996

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

Abteilungsvorstand:
Hofrat Dipl. Ing. Norbert PERNER

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

Referatsleiter

Dr. Gerhard Semmelrock

Berichtserstellung
(im Auftrag der FaIa)

ARGE LÖSS Ges.b.R
Arbeitsgemeinschaft f. Landschafts- u.
Ökosystemanalysen Steiermark
BADER BRAUN KUNCIC SULZER
Schillerstraße 52 / I; A-8010 Graz
Tel.: 0316 / 81 45 51

Bearbeiter: Norbert Braun

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	Seite	1
2.	Das Meßnetz		1
3.	Beurteilungsgrundlagen		3
4.	Immissionszustand		5
4.1.	Schwefeldioxiddeposition		5
4.1.1.	Bestimmung von SO ₂ nach der Bleikerzenmethode		5
4.1.2.	Auswertung der Meßergebnisse		6
4.2.	Staubdeposition		7
4.2.1.	Bestimmung des Staubniederschlags nach dem Bergerhoff-Verfahren		7
4.2.2.	Auswertung der Meßergebnisse		8
4.3.	Messung der NO ₂ - und der SO ₂ -Konzentrationen mit Badge-Sammlern		10
4.3.1.	Auswertung der Meßergebnisse		11
5.	Interpretation und Zusammenfassung der Meßergebnisse		12

1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Altaussee wurden auf Ersuchen der Gemeinde von der Fachabteilung Ia, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfaßten neben den integralen auch Messungen mittels mobiler Meßstation, die in einem gesonderten Bericht (Bericht Nr. 5/1996) bereits veröffentlicht wurden. Die gewonnenen Meßergebnisse sind eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung der Luftgütesituation nach dem Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetz.

Die integralen Messungen wurden von Juli 1995 bis Juli 1996 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 Badge-Sammler

2. Das Meßnetz

Im Gemeindegebiet von Altaussee wurden an 7 Standorten integrale Meßeinrichtungen installiert, an denen folgende Schadstoffe gemessen wurden:

Au 1:	Fischerndorf	SO ₂ , Staub
Au 2:	Volkshaus	SO ₂ , Staub, NO ₂
Au 3:	Loserstraße, Abzw. Salzbergwerk	SO ₂ , Staub, NO ₂
Au 4:	Gradieranstalt	SO ₂ , Staub
Au 5:	Ortseingang / Traunbrücke	SO ₂ , Staub, NO ₂
Au 6:	Puchen, Rückhaltebecken	SO ₂ , Staub
Au 7:	Puchen, Abzw. Restaurant Strandcafe	SO ₂ , Staub, NO ₂

Abbildung 1: Das Meßnetz Altaussee

Das Meßnetz wurde im Zeitraum vom 05.07.1995 bis 02.07.1996 betrieben. Bei den Auswertungen wurden die 13 Meßperioden folgendermaßen zusammengefaßt:

Sommersaison : 05.07.1995 - 28.09.1995 und 15.03.1996 - 02.07.1996
 (1. - 3. und 10. - 13. Meßperiode)

Wintersaison : 28.09.1995 - 15.03.1996 (4. - 9. Meßperiode)

Anmerkung: Während der 1. sowie der 3. und 4. Meßperiode konnten aus organisatorischen Gründen keine Bleikerzen exponiert werden.

3. Beurteilungsgrundlagen

Der Beurteilung zugrunde gelegt sind die in den nachfolgenden Tabellen wiedergegebenen Kategorisierungen des Staubbiederschlages und der Schwefeldioxiddeposition. Diese wurden vom Hygieneinstitut II der Universität Innsbruck entworfen und 1975 vom Amt der Salzburger Landesregierung veröffentlicht.

Weiters wurden zum Schutz vor erheblichen Nachteilen und Belästigungen in der "Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft 1986" (TA-Luft '86), einer Verordnung zum deutschen Bundes-immissionsschutzgesetz, Grenzwerte für die Deposition von Staub festgelegt. Der Langzeitimmissionswert (**IW1**), der etwa einem Jahresmittelwert entspricht, beträgt für nicht gefährliche Stäube $0.35 \text{ g/m}^2\cdot\text{d}$. Zusätzlich ist noch ein Kurzzeitimmissionswert (**IW2**) von $0.65 \text{ g/m}^2\cdot\text{d}$ festgelegt.

**Tabelle 1 : Kategorien der Staubbelastung - modifiziert
(Angaben als arithmet. Jahresmittelwert in $\text{g/m}^2\cdot 28\text{d}$)**

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 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.

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. Zum Schutz der Vegetation soll der Tagesmittelwert 80 µg/m³ NO₂ nicht überschreiten. Für längere Zeiträume werden keine Angaben gemacht.

Es kann davon ausgegangen werden, daß es bei Meßperiodenmittelwerten von über 40 µg/m³ NO₂ fallweise zu Überschreitungen der vorhin genannten Grenzwerte kommt. Dies zeigten vergleichende Untersuchungen in steirischen Meßnetzen.

Auch für Schwefeldioxid sind in der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr 5/1987) Grenzwerte festgelegt (siehe Tab. 3). Auch bei diesen Schadstoffen haben Vergleichsmessungen mit kontinuierlich aufzeichnenden Meßgeräten ergeben, daß bei

Meßperiodenmittelwerten von über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ SO_2 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 mg/m^3)

	Sommer		Winter	
	HMW	TMW	HMW	TMW
Schwefeldioxid	0,070	0,050	0,150	0,100
Stickstoffdioxid	0,200	0,100	0,200	0,100

4. Immissionszustand

4.1. Schwefeldioxiddeposition

4.1.1. Bestimmung von SO_2 nach der Bleikerzenmethode

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 exponiert. Die Expositionszeit beträgt etwa 28 Tage.

4.1.2. Auswertung der Meßergebnisse

Tabelle 3: Mittlere SO₂-Deposition (in mg SO₃/dm².28d)

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

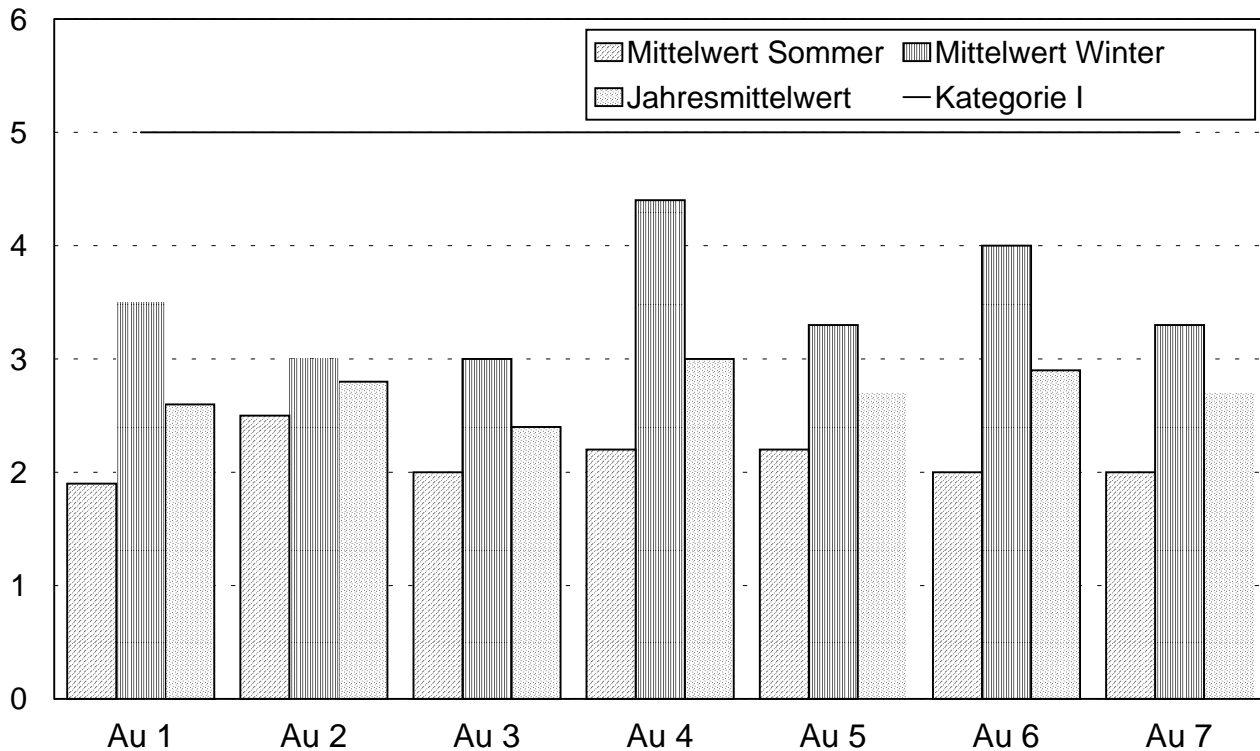
Sommersaison : 05.07.1995 - 28.09.1995 und 15.03.1996 - 02.07.1996
(1. - 3. und 10. - 13. Meßperiode)

Wintersaison : 28.09.1995 - 15.03.1996 (4. - 9. Meßperiode)

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

	Au 1	Au 2	Au 3	Au 4	Au 5	Au 6	Au 7	Mittel
05.07.95 - 02.08.95								
02.08.95 - 30.08.95	1,9		1,7	2,5	3,3	2,1	2,1	2,3
30.08.95 - 28.09.95								
28.09.95 - 25.10.95								
25.10.95 - 22.11.95			2,6				2,3	2,5
22.11.95 - 20.12.95	3,1	2,7	2,0		2,3	3,3	3,0	2,7
20.12.95 - 15.01.96	3,0		2,5	5,9	3,6	4,3	3,6	3,8
15.01.96 - 13.02.96	5,1	3,7	4,9	5,6	4,5	5,7	4,5	4,9
13.02.96 - 15.03.96	2,8	2,6		1,7	2,7	2,8	2,9	2,6
15.03.96 - 10.04.96	3,9	3,2	2,5	3,4	3,7	3,4	2,8	3,3
10.04.96 - 08.05.96	1,2	1,7	2,0	1,9	1,7	1,9	1,5	1,7
08.05.96 - 04.06.96	1,5		2,7	2,2	1,1	1,3	1,4	1,7
04.06.96 - 02.07.96	1,2		0,9	1,1	1,0	1,2		1,1

Abbildung 2: Mittlere SO₂-Deposition im Vergleich zu den Schwefeldioxidbelastungskategorien (Tab. 2) (in mg SO₃/dm². 28d)



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 oben offenes Glas- oder Kunststoffgefäß auf einem etwa 1.5 m hohen Steher angebracht. Der sich absetzende Staub und das Regenwasser werden in diesem Gefäß gesammelt. Die Expositionszeit beträgt 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 Fläche bezogen.

4.2.2. Auswertung der Meßergebnisse

Tabelle 5: Zeitverlauf der Staubdeposition (in g/m².28d)

	Au 1	Au 2	Au 3	Au 4	Au 5	Au 6	Au 7	Mittel
05.07.95 - 02.08.95			3,5	2,4	2,1	2,0	3,7	2,7
02.08.95 - 30.08.95	0,4		0,4	0,3	0,4	0,2	0,5	0,4
30.08.95 - 28.09.95	2,1	0,2	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5	0,6
28.09.95 - 25.10.95	0,9	0,2	3,4	1,6	1,5	1,0	0,8	1,3
25.10.95 - 22.11.95		0,03	1,6			0,3	0,2	0,5
22.11.95 - 20.12.95	0,05	0,2	0,2		0,8	0,2	0,5	0,3
20.12.95 - 15.01.96	0,1	0,1	0,5	0,6				0,3
15.01.96 - 13.02.96	1,2	0,7	1,6	1,7	3,9	0,9	1,2	1,6
13.02.96 - 15.03.96			0,7	1,2	3,6		1,5	1,8
15.03.96 - 10.04.96	0,3	0,8	1,3	0,8	1,5	0,6	1,1	0,9
10.04.96 - 08.05.96	1,1	0,5	2,9	3,1	2,1	3,5	3,0	2,3
08.05.96 - 04.06.96	0,4	0,5	0,2	0,7	1,0	1,0	1,2	0,7
04.06.96 - 02.07.96	1,4	1,0	0,8		1,0	3,7	0,9	1,5

Abbildung 3: Jahresmittelwert in Relation zum Langzeitimmissionswert der TA-Luft '86 (IW 1)

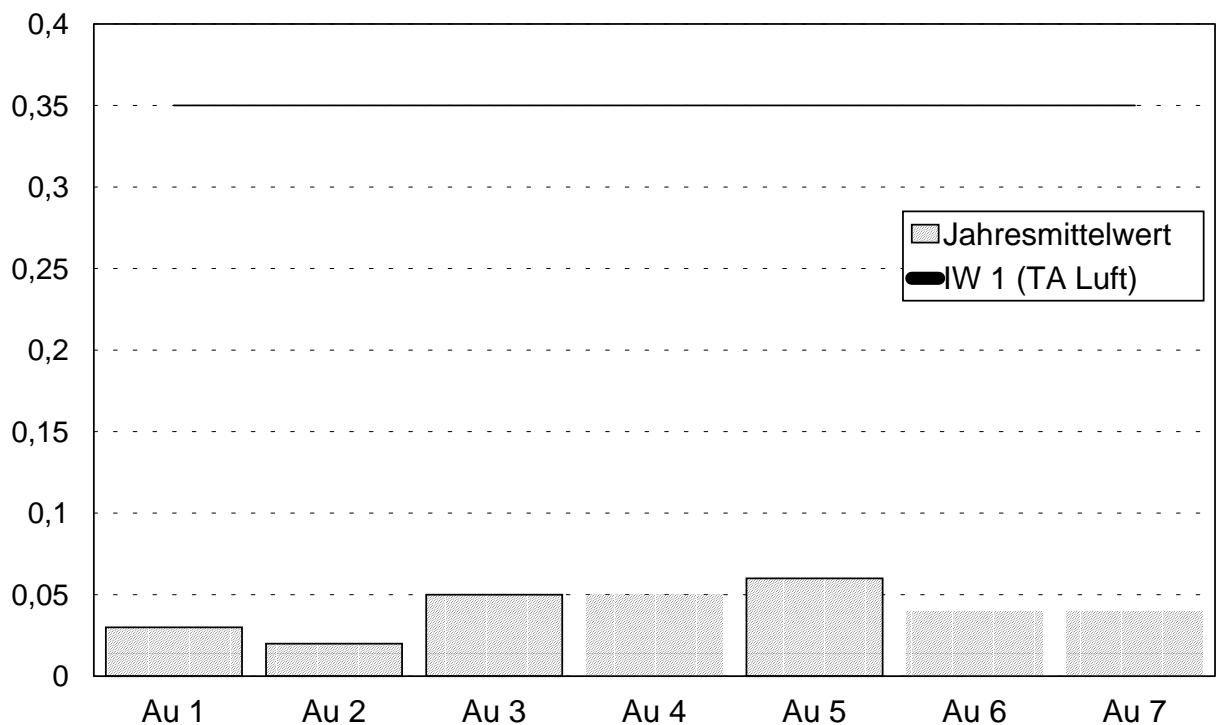


Abbildung 4: Durchschnittliche tägliche Staubbelastung pro Meßperiode (g/m².d) in Relation zum Kurzzeitimmissionswert der TA-Luft '86 (IW2)

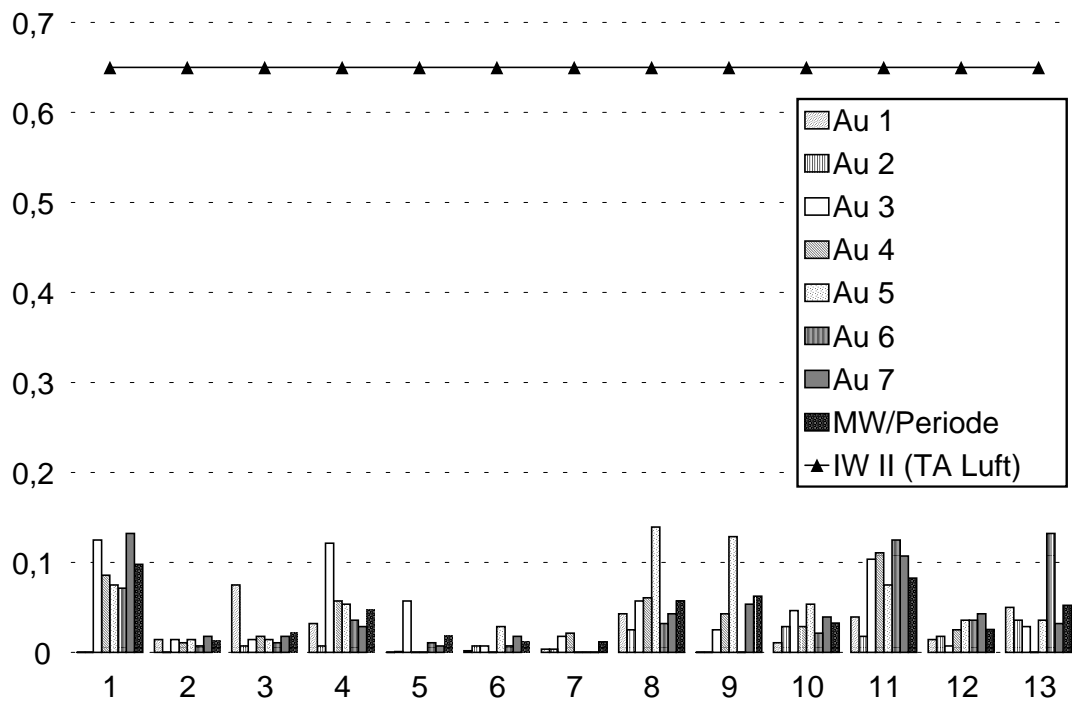


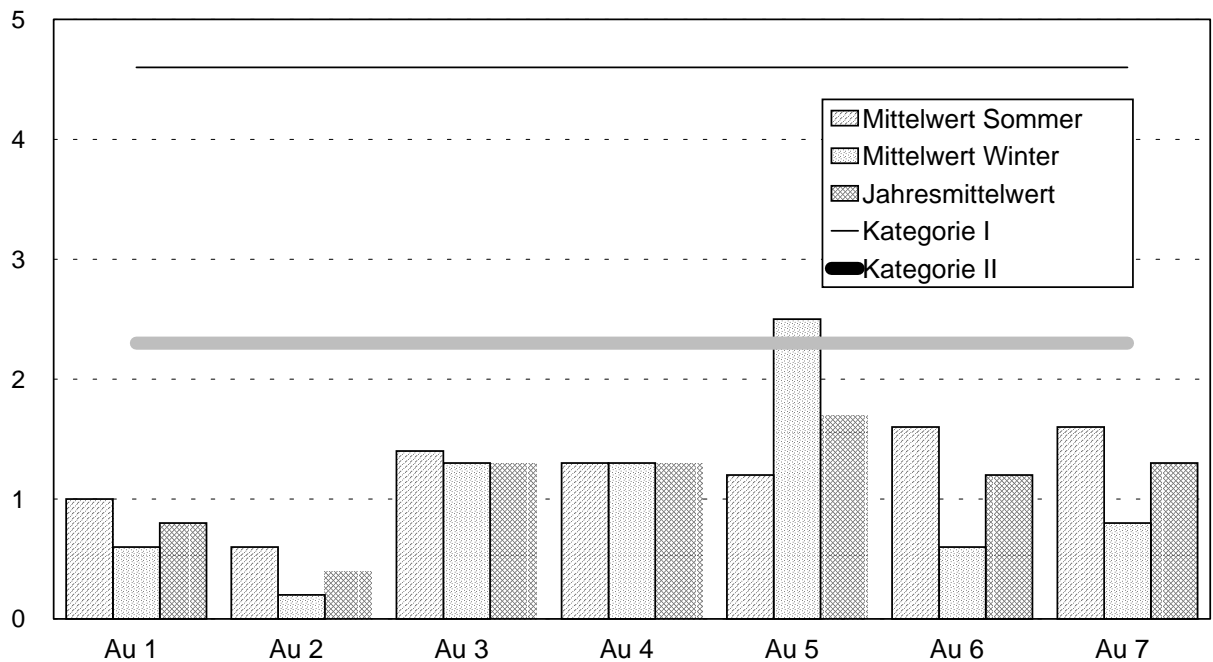
Tabelle 6: Mittlere Staub-Deposition (in $\text{g/m}^2 \cdot 28 \text{ d}$)

Meßpunkte	Mittelwert Sommer	Mittelwert Winter	Jahresmittelwert
Au 1	1,0	0,6	0,8
Au 2	0,6	0,2	0,4
Au 3	1,4	1,3	1,3
Au 4	1,3	1,3	1,3
Au 5	1,2	2,5	1,7
Au 6	1,6	0,6	1,2
Au 7	1,6	0,8	1,3

Sommersaison : 05.07.1995 - 28.09.1995 und 15.03.1996 - 02.07.1996
(1. - 3. und 10. - 13. Meßperiode)

Wintersaison : 28.09.1995 - 15.03.1996 (4. - 9. Meßperiode)

Abbildung 5: Mittlere Staubdeposition im Vergleich zu den Staubbelastungskategorien (Tab. 1) (in $\text{g/m}^2 \cdot 28 \text{ d}$)



4.3. Messung der NO₂- und SO₂-Konzentration mit Badge-Sammlern

In Altaussee wurden an den Meßpunkten Au 2 (Volkshaus), Au 3 (Loserstraße, Abzw. Salzbergwerk), Au 5 (Traunbrücke) und Au 7 (Puchen, Abzw. Restaurant Strandcafe) Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidmessungen vorgenommen.

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 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 Werte haben die gleiche Dimension wie jene, die von kontinuierlichen Meßstationen erhalten werden.

4.3.1. Auswertung der Meßergebnisse

Tabelle 7: SO₂-und NO₂-Konzentrationen (Meßperiodenmittelwerte in µg/m³)

Meßzeitraum	Au 2		Au 3		Au 5		Au 7	
	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂
05.07.95 - 02.08.95	0,2	3,0	0,2	2,8	0,2	2,4		
02.08.95 - 30.08.95	0,4	2,6	5,3	8,2	0,4	6,0	0,4	3,0
30.08.95 - 28.09.95	0,2	3,2	0,2	2,6	0,2	6,2	0,4	3,4
28.09.95 - 25.10.95	0,2	3,0	0,2	3,2	0,2	7,2	0,2	4,0
25.10.95 - 22.11.95	0,8	4,2	0,6	3,4	1,0	5,8	0,6	4,0
22.11.95 - 20.12.95	2,3	5,8	1,8	5,0	5,1	10,0		
20.12.95 - 15.01.96	3,7	5,0	2,0	6,6	3,1	10,7	2,0	5,4
15.01.96 - 13.02.96	5,1	3,0	4,1	4,0	6,4	9,4	5,3	7,2
13.02.96 - 15.03.96	4,7	1,8	4,7	2,6	6,2	6,2	2,7	1,6
15.03.96 - 10.04.96	2,5	4,0	1,4	2,8	1,4	5,0	1,4	4,0
10.04.96 - 08.05.96	0,8	1,8	0,8	2,2	0,6	4,6	0,6	2,0
08.05.96 - 04.06.96			0,4	3,2	0,2	5,6	0,2	2,6
04.06.96 - 02.07.96	0,2	0,4	0,4	2,6	0,6	4,4	0,2	2,6

Tabelle 8: Mittlere SO₂-und NO₂-Konzentrationen (Jahreszeitenmittelwerte in µg/m³)

	Au 2		Au 3		Au 5		Au 7	
	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂
Winter	2,8	3,8	2,2	4,1	3,7	8,2	2,1	4,4
Sommer	0,7	2,5	1,2	3,5	0,5	4,9	0,5	2,9
Jahr	1,8	3,1	1,7	3,8	2,0	6,4	1,3	3,6

Sommersaison : 05.07.1995 - 28.09.1995 und 15.03.1996 - 02.07.1996
(1. - 3. und 10. - 13. Meßperiode)

Wintersaison : 28.09.1995 - 15.03.1996 (4. - 9. 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. Daher erfolgt die Auswertung nicht nach Grenzwerten, wie sie z. B. in der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) festgelegt sind, sondern nach den in den Beurteilungsgrundlagen (Kapitel 3.) vorgegebenen Kriterien. Der Beurteilung zugrunde gelegt ist die in Tabelle 1 und 2 wiedergegebene Kategorisierung des Staub- und SO₂-Niederschlages.

Weiters wurde für die Beurteilung die „Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft 1986“ (TA-Luft '86) mit den Immissionsgrenzwerten für nicht gefährliche Stäube (IW1 und IW2) herangezogen.

Die Mittelwerte der **Schwefeldioxid**belastung für die Winterperioden liegen in Altaussee zwischen 3,0 und 4,4 mg SO₃/dm².28d, für die Sommerperioden zwischen 1,9 und 2,5 mg SO₃/dm².28d. Es zeigt sich dabei deutlich das SO₂-Belastungsmaximum in der kälteren Jahreszeit, das auf lokale Emissionen, in Altaussee dürfte das fast ausschließlich der Hausbrand sein, zurückzuführen ist.

Als Jahresmittel wurde zwischen 2,4 und 3,0 mg SO₃/dm².28d errechnet, somit sind alle Meßpunkte in Kategorie I einzuordnen, die Gebiete mit vernachlässigbarer SO₂-Belastung ausweist.

Die **Staub**depositionsbelastung ist im Jahresmittel an allen Punkten in Kategorie I (nach Tabelle 1) einzuordnen. Am höchstbelasteten Punkt Au 5 (Ortseingang / Traunbrücke) ist die Staubbelastung im Winter höher, was vornehmlich auf Verkehrseinflüsse (Abrieb von Streusplit etc.) zurückzuführen sein dürfte. Im allgemeinen zeigt 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 werden 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.) angegebene Wert von 40 µg/m³ (Mittelwert über eine Meßperiode) während des gesamten Meßzeitraumes deutlich unterschritten wurde.

Somit entspricht die Luftqualität in Altaussee bezüglich der integralen Messung der Komponenten Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Gesamtstaubdeposition den Anforderungen, wie sie an Erholungsgebiete gestellt werden.