

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

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

GZ : 72.100-1207/94-1
Luftgütebericht Nr. 4/94

Meßnetz Bad Aussee

**Integrale Luftgütemessungen
April 1992 - Mai 1993**

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 Bad Aussee 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 bzw. Stickstoffdioxid (NO₂) mittels Passivsammlern

2. Beschreibung der Meßpunkte

Im Gebiet von Bad Aussee wurden an 9 ausgewählten Standorten Meßpunkte aufgebaut, an denen die Belastung an Staub, Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid gemessen wurde:

- Au 1: Sießreith 142
- Au 2: Eselsbach 92
- Au 3: Hauptplatz
- Au 4: Tourismusausbildungszentrum
- Au 5: Jugendherberge
- Au 6: Lerchenreith 46
- Au 7: Obertresen
- Au 8: Kurzentrum
- Au 9: Pensionistenwohnheim

Das Meßnetz wurde im Zeitraum vom 21.4.1992 bis 11.5.1993 betrieben. Bei den Auswertungen wurden 14 Meßperioden erfaßt, die folgendermaßen zusammengefaßt wurden :

Sommersaison : 21.4.1992 - 8.9.1992 bzw. 15.3.1993 - 11.5.1993

Wintersaison : 8.9.1992 - 15.3.1993

Die SO₂- und Staubdeposition wurde an allen Meßpunkten gemessen. Zur Erfassung der Belastung durch Stickstoffdioxid sowie Schwefeldioxid wurden im Zeitraum vom 20.5.1992 (Meßperiode 2) bis 11.5.1993 (Meßperiode 14) an den Punkten Au 2, Au 3, Au 8 und Au 9 Passivsammler angebracht.

3. Beurteilungsgrundlagen

Der Beurteilung zugrunde gelegt sind die in den Tabellen 1 und 2 wiedergegebenen Kategorisierungen des Staubniederschlages 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.

Ein Zusammenhang zwischen den erhaltenen Meßergebnissen und Grenzwerten ist nicht ohne weiteres herzustellen. 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 nicht überschreiten.

Es kann davon ausgegangen werden, daß es bei Meßwerten (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.

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

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

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

<u>Kategorie</u>	<u>SO₂-Belastung</u>	<u>Beschreibung</u>
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.

4. Immissionszustand

4.1 Schwefeldioxid

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: Meßnetz Bad Aussee
Mittelwerte über Meßperioden
SO₂-Deposition (mg/dm².28d SO₃)

Meßpunkt	Mittelwert Sommer	Mittelwert Winter	Jahres- mittelwert
Au1	1,8	3,3	2,5
Au2	1,9	3,7	2,8
Au3	1,9	4,1	3,0
Au4	1,6	3,3	2,5
Au5	1,7	3,3	2,5
Au6	2,0	3,9	3,0
Au7	1,5	2,7	2,1
Au8	2,5	2,9	2,7
Au9	1,6	3,2	2,4

Sommer: 21.4.1992 - 8.9.1992 bzw. 15.3.1993 - 11.5.1993

Winter : 8.9.1992 - 15.3.1993

4.2. Staub

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 4: Meßnetz Bad Aussee
Mittelwerte über Meßperioden
Staub-Deposition (g/m² . 28 d)**

Meßpunkt	Mittelwert Sommer	Mittelwert Winter	Jahres- mittelwert
Au1	1,0	0,5	0,7
Au2	1,2	0,3	0,7
Au3	2,0	0,6	1,3
Au4	2,4	0,5	1,4
Au5	0,9	0,2	0,5
Au6	1,3	1,0	1,1
Au7	1,8	0,6	1,2
Au8	1,2	0,2	0,7
Au9	1,5	0,3	0,9

Sommer: 21.4.1992 - 8.9.1992 bzw. 15.3.1993 - 11.5.1993

Winter : 8.9.1992 - 15.3.1993

4.3 Messung der NO₂- und SO₂-Konzentration mit Passivsammlern

Zur Probenahme wurden Passivsammler 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 Passivsammler 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 Passivsammler bestehen aus einem 7.3 cm langen Plastikröhrchen mit einem Innendurchmesser von 10 mm, das an beiden Enden verschlossen werden

kann, und einer Aufhängevorrichtung. Am oberen Ende wird ein Stahlnetz, das mit der absorbierenden Substanz imprägniert wurde, befestigt. Zu Beginn der Messung wird das Röhrchen am unteren Ende geöffnet. Am Ende der Expositionszeit wird es wieder verschlossen und kann bis zur Aufarbeitung kühl gelagert werden. Exponiert wurden die Passivsammler 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 5: Meßnetz Bad Aussee
Mittelwerte über Meßperioden
SO₂-Konzentration (µg/m³)**

Meßpunkt	Mittelwert Sommer	Mittelwert Winter	Jahres- mittelwert
Au2	18,6	51,9	37,9
Au3	8,0	20,0	14,5
Au8	11,7	31,7	21,6
Au9	6,7	18,9	12,8

**Tabelle 6: Meßnetz Bad Aussee
Mittelwerte über Meßperioden
NO₂-Konzentration (µg/m³)**

Meßpunkt	Mittelwert Sommer	Mittelwert Winter	Jahres- mittelwert
Au2	5,6	10,4	8,4
Au3	15,7	16,7	16,3
Au8	6,1	16,1	11,2
Au9	5,2	8,3	6,6

Sommer: 21.4.1992 - 8.9.1992 bzw. 15.3.1993 - 11.5.1993

Winter : 8.9.1992 - 15.3.1993

4.5 Zeitverläufe der Schadstoffbelastung

Tabelle 7: Meßnetz Bad Aussee
Mittelwerte über alle Meßpunkte

Meßperiode	SO ₂ - Deposition (mg/dm ² .28d SO ₃)	SO ₂ - Konzentration (µg/m ³)	NO ₂ - Konzentration (µg/m ³)	Staub- Deposition (g/m ² .28d)
01 21.04.92-20.05.92	1,7			3,6
02 20.05.92-17.06.92	1,5	8,2	8,2	1,5
03 17.06.92-15.07.92	1,7	11	7,6	1,1
04 15.07.92-13.08.92	1,3	7,4	6,7	0,8
05 13.08.92-08.09.92	1,5	7,3	12,8	0,5
06 08.09.92-05.10.92	1,9	11,8	12,3	0,4
07 05.10.92-28.10.92	2,7	23,4	15,6	0,5
08 28.10.92-24.11.92	2,3	16,1	15,4	0,2
09 24.11.92-21.12.92	3,8	52,3	15,9	0,2
10 21.12.92-20.01.93	3,7	53,9	13,8	0,3
11 20.01.93-17.02.93	4,7	57,1	7,2	1,1
12 17.02.93-15.03.93	4,7	17,5	5,7	0,5
13 15.03.93-15.04.93	3,2	14,7	6,7	0,7
14 15.04.93-11.05.93	1,9	18,1	5,2	1,9

5. Witterungsverhältnisse

Die Witterungsverhältnisse beeinflussen die Schadstoffverteilung gravierend. Insbesondere bedingen lang andauernde, trockene winterliche Schönwetterperioden mit tiefen Temperaturen die Anreicherung der bodennahen Luftschicht mit Emissionen aus dem Verkehr, Hausbrand bzw. Industrie und Gewerbe.

Dementsprechend zeigen die meisten Schadstoffe ein Wintermaximum und ein Sommerminimum, wie z.B. SO₂ oder NO₂. Die mittels des Bergerhoffverfahrens gemessene Staubdeposition hingegen läßt ein Sommermaximum erkennen (Pollenflug), was sich nicht mit den Ergebnissen kontinuierlicher Staubkonzentrationsmessungen decken muß (dort wird nur lungengängiger

Staub mit einem Korngrößendurchmesser von $< 10\mu\text{m}$ gemessen). Auch das mittels dieses integralen Meßnetzes nicht erfaßte Ozon zeigt ein Sommermaximum.

In der Folge sollen nunmehr die einzelnen Meßperioden (Sommer, Winter) immissionsklimatisch kurz beleuchtet werden:

5.1. Sommer 21.4.1992 bis 8.9.1992 bzw. 15.3.1993 bis 11.5.1993
(Meßperiode 1 bis Meßperiode 5 bzw. 13 bis 14):

Die Schadstoffwerte von SO₂ und NO₂ zeigen gegenüber den Winterergebnissen einen deutlichen Rückgang, lediglich die Staubdeposition erreichte in der Meßperiode 1 ihren Höhepunkt. Dies ist auf die seit Jahren intensivste Fichtenblüte zurückzuführen, welche um den 10.5.1992 stattfand und die Steiermark mit einem gelblichen Schleier überzog.

Insgesamt entsprach witterungsmäßig nur der April den Erwartungen, alle übrigen Monate waren z.T. trocken und vor allem der Juli und August sehr heiß. Niederschläge in nennenswertem Ausmaß fielen nur Mitte Juni sowie mit dem abrupten Sommerende durch einen Wettersturz Anfang September, wobei allerdings der Nordstauereich der Steiermark nicht die extreme Trockenheit der südlichen Landesteile erlebte.

Eine Übersicht der meteorologischen Gegebenheiten während der Monate Mai bis August zeigt die beigefügte Abbildung.

Insgesamt ist die Messung "Sommer" daher gekennzeichnet von überdurchschnittlich vielen stabilen Wetterlagen und sehr wenigen reinigend wirkenden Niederschlagsperioden. Die Schadstoffkonzentrationen von SO₂ und NO₂ blieben erwartungsgemäß gering, die Staubwerte ergaben aus besagten Gründen im Vergleich zu "Normaljahren" wohl leicht überdurchschnittliche Größenordnungen.

5.2. Winter (Meßperiode 6 bis Meßperiode 12): 8.9.1992 bis 15.3.1993

Die erste Meßperiode war - bis auf den September - durch eine Anhäufung von Schlechtwetterlagen gekennzeichnet. Es kam zu häufigen zum Teil intensiven Niederschlägen - so erreichte der Oktober das Dreifache des langjährigen durchschnittlichen Monatsniederschlags - und es blieb über weite Zeiträume zu mild. Erst ab Mitte Dezember stellte sich eine stabile winterliche Wetterphase ein, die Temperaturen bis $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ zuließ. Diese wurde aber schon bald von einer weiteren trockenen Wetterphase abgelöst (Südwestströmungen).

Im Februar und im März allerdings dominierten häufige kalte Nordströmungen (trocken) einerseits bzw. Hochdrucklagen mit Abkühlung andererseits, sodaß in diesen Zeiträumen die höchsten SO₂-Depositionen gemessen wurden.

Als Ganzes betrachtet kamen während der Messungen "Winter" stabile Wetterlagen von längerer Andauer vor allem im Februar und Teilen des März häufig vor. Langjährige Auswertungen in der betreffenden Zeit zeigen Häufigkeiten der besagten Wetterlagen von ca. 20 % bis 25 % auf, zwischen Mitte September 1992 und März 1993 waren ebenfalls fast 20% aller Tage als solche zu bezeichnen (Hochdrucklagen und z.T. Hochdruckrandlagen).

Es ist daher dieser Meßzeitraum als repräsentativ zu bezeichnen und läßt höhere Schadstoffwerte erwarten.

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 daher auch nicht direkt vergleichbar. Daher erfolgt die Auswertung nicht nach Grenzwerten, wie sie etwa in der Immissionsgrenzwertverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) festgelegt sind, sondern nach den in den Beurteilungsgrundlagen vorgegebenen Kriterien. Der Beurteilung zugrunde gelegt ist die in Tabelle 1 und 2 (Punkt 3) wiedergegebene Kategorisierung des SO₂- und Staubbiederschlages. Diese wurde vom Hygieneinstitut II der Universität Innsbruck entworfen und vom Amt der Salzburger Landesregierung 1975 veröffentlicht.

Die Jahresmittelwerte der Staubbilastung für die einzelnen Meßpunkte liegen zwischen 0,5 und 1,4 g/m².28d und fallen somit in Kategorie I (Punkt 3, Tabelle 1). Die Mittelwerte für die einzelnen Meßperioden über alle Meßpunkte zeigen, daß der Wert für die erste Meßperiode (21.4.1992-20.5.1992) in Kategorie II fällt, die Mittelwerte für die übrigen Meßperioden jedoch durchwegs Kategorie I entsprechen. Im Durchschnitt liegen die Werte im Sommer etwas höher - aufgrund landwirtschaftlicher Tätigkeit und Vegetationseinflüssen -, ein ausgesprochener Jahresgang ist allerdings nicht festzustellen.

Die SO₂ - Belastung ist im Jahresmittel an allen Punkten in Kategorie I (Punkt 3, Tabelle 2) einzuordnen. In diesem Fall ist auch ein deutlicher Jahresgang mit einem Minimum im Sommer und einem Maximum im Winter zu erkennen (Punkt 4.5,

Tabelle 7 bzw. Anhang, Abb. 3-5), was auf eine erhöhte SO₂-Emission - im besonderen durch den Hausbrand - zurückzuführen ist.

Für die Konzentration an NO₂ ist festzuhalten, daß bei einem Vergleich der Meßergebnisse aus Punkt 4.5, Tabelle 7 mit dem in den Beurteilungsgrundlagen (Punkt 3) angegebenen Wert von 50 µg/m³ (Mittelwert über eine Meßperiode) dieser Wert in keinem Fall erreicht wird.

Zusammenfassend kann die Luftgüte im Kurort Bad Aussee bezüglich der Komponenten Staub, Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid den strengen Anforderungen, wie sie an Erholungsgebiete gestellt werden, als durchaus entsprechend bezeichnet werden.

6. Anhang

Diagramme zu den Auswertungen der Ergebnisse des Meßnetzes Bad Aussee :

- Abb. 1: Staub-Deposition, Vergleich Sommer - Winter
- Abb. 2: Staub-Deposition, Mittelwerte über Meßperioden
- Abb. 3: SO₂-Deposition, Vergleich Sommer - Winter
- Abb. 4: SO₂-Deposition, Mittelwerte über Meßperioden
- Abb. 5: SO₂ - Vergleich Deposition - Konzentration
- Abb. 6: SO₂- und NO₂-Konzentration, Vergleich Sommer - Winter
- Abb. 7: SO₂-Konzentration, Mittelwerte über Meßperioden
- Abb. 8: NO₂-Konzentration, Mittelwerte über Meßperioden
- Abb. 9: Temperaturverhältnisse Bad Aussee
- Abb. 10: Niederschlag in Bad Aussee
- Abb. 11: Vergleich der Niederschlagssummen in Bad Aussee