



Bericht Nr. 5/96

Luftgütemessungen Altaussee

8. August 1995 bis 8. November 1995

Herausgeber:

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

Abteilungsvorstand:

Hofrat Dipl. Ing. Norbert PERNER

Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Titel	Seite
1.	Einleitung	1
2.	Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe im Raum Altaussee	2
3.	Mobile Immissionsmessungen	2
3.1.	Ausstattung und Meßmethoden	2
3.2.	Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen	3
3.2.1.	Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung	3
3.2.2.	Ozongesetz	4
3.2.3.	Luftqualitätskriterien der Österreichischen Akademie der Wissenschaften	4
3.2.4.	Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen	5
3.3.	Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen	5
3.3.1.	Tabellen	5
3.3.2.	Diagramme	7
3.4.	Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen	9
3.5.	Meßergebnisse	11
3.5.1.	Schwefeldioxid	11
3.5.2.	Schwebstaub	13
3.5.3.	Stickstoffmonoxid	14
3.5.4.	Stickstoffdioxid	16
3.5.5.	Kohlenmonoxid	17
3.5.6.	Kohlenwasserstoffe	18
3.5.7.	Ozon	19
3.6.	Zusammenfassung der Ergebnisse der mobilen Messungen und Vergleich mit anderen Luftgütemeßstationen	22
4.	Literatur	25

LUFTGÜTEMESSUNGEN ALTAUSSEE

1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Altaussee wurden auf Anfrage der Gemeinde von Seiten der Fachabteilung Ia, Referat für Luftgüteüberwachung durchgeführt. Sie umfaßten den Zeitraum vom 8. August 1995 bis 8. November 1995.

Für den mobilen Meßcontainer (Mobile 2) wurde ein Standort im Ortsgebiet von Altaussee in ca. 720 m Seehöhe gewählt, um die Immissionssituation im zentralen Siedlungsraum zu erheben. Die gewonnenen Meßergebnisse sind eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung der Luftgütesituation nach dem Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetz. Parallel dazu wurde auch ein integrales Meßnetz betrieben, dessen Ergebnisse in einem gesonderten Bericht dargestellt werden.

Abbildung 1: Der Standort der mobilen Meßstation in Altaussee.

2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe im Raum Altaussee

Der Witterungsablauf und die geländeklimatischen Gegebenheiten spielen eine wesentliche Rolle für die Ausbreitung von Luftschadstoffen.

Altaussee gehört nach H. Wakonigg zur Klimalandschaft der „mäßig winterkalten Talklimate der Nördlichen Kalkalpen“. Dieses Klima wird dabei als mäßig winterkaltes, mäßig sommerwarmes, ozeanisch beeinflusstes, niederschlags- und schneereiches Laubwaldklima charakterisiert. (H. WAKONIGG 1978, S. 393).

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt im Raum Altaussee im langjährigen Durchschnitt 6,4 °C bis 7,6°C, wobei als Monatsmittel im Jänner -2,8°C bis -4,0 °C und im Juli 15 °C bis 17 °C erreicht werden. Die Jahresniederschlagssumme beläuft sich auf 1350 mm bis über 1700 mm, die im Schnitt an 140 bis 160 Tagen im Jahr fallen. Die niederschlagsärmste Zeit ist dabei der Oktober mit etwa 80 mm, der niederschlagsreichste Monat ist der Juli mit etwa 200 mm. Die mittleren Windgeschwindigkeiten erreichen bis 2 m/s.

3. Mobile Immissionsmessungen

3.1. Ausstattung und Meßmethoden

Die mobile Luftgütemeßstation zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO₂), Schwebstaub, Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂), Kohlenmonoxid (CO), den Kohlenwasserstoffen (C_nH_m außer Methan) und Ozon (O₃) auf.

Der Meßcontainer ist mit kontinuierlich registrierenden Immissionsmeßgeräten ausgestattet, die nach folgenden Meßprinzipien arbeiten:

Schadstoff	Meßmethode	Gerätetyp
Schwefeldioxid SO ₂	UV-Fluoreszenzanalyse	Horiba APSA 350E
Schwebstaub	Beta-Strahlenabsorption	Horiba ABDA 350E
Stickstoffdioxid NO, NO ₂	Chemiluminiszenzanalyse	Horiba APNA 350E
Kohlenmonoxid CO	Gasfilterkorrelation	Horiba APMA 350E
Kohlenwasserstoffe C _n H _m (Summe)	Flammenionisationsdetektor	Horiba APHA 350E
Ozon O ₃	UV-Photometrie	Horiba APOA 350E

Neben den Meßgeräten für die Schadstofffassung werden am Meßcontainer auch die meteorologischen Geber Temperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Windrichtung und Windgeschwindigkeit betrieben.

Die Auswertung der Meßwerte erfolgt mittels eines 30-Kanal-Kompensationsschreibers. Zusätzlich werden die Meßdaten auf einem Vororterechner erfaßt, dessen Aufgabe darin besteht, die Daten auf Plausibilität zu prüfen und die täglich notwendige Funktionskontrolle zu steuern. Zur Datensicherung werden 3.5“-Disketten verwendet.

3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen

3.2.1. Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr. 5/ 1987)

Die Landesverordnung unterscheidet für einzelne Schadstoffe Grenzwerte für Halbstunden- (HMW) und Tagesmittelwerte (TMW) sowie für Sommer (Vegetation) und Winter. Weiters sind unterschiedliche Zonen definiert (Grenzwerte jeweils in mg/m³):

Zone I („Reinluftgebiete“):

	Sommer		Winter	
	HMW	TMW	HMW	TMW
Schwefeldioxid	0,070	0,050	0,150	0,100
Staub	-	0,120	-	0,120
Stickstoffmonoxid	0,600	0,200	0,600	0,200
Stickstoffdioxid	0,200	0,100	0,200	0,100
Kohlenmonoxid	7	20	7	20

Zone II („Ballungsräume“):

	Sommer	Winter
--	--------	--------

	HMW	TMW	HMW	TMW
Schwefeldioxid	0,100	0,050	0,200	0,100
Staub	-	0,120	-	0,200
Stickstoffmonoxid	0,600	0,200	0,600	0,200
Stickstoffdioxid	0,200	0,100	0,200	0,100
Kohlenmonoxid	7	20	7	20

Die Grenzwerte für Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid gelten auch dann als eingehalten, wenn die Halbstundenmittelwerte maximal 3 x pro Tag, jedoch höchsten bis 0,4 mg/m³ überschritten werden. Für den Meßstandort Altaussee sind die Grenzwerte für die Zone I (Reinluftgebiete) relevant.

3.2.2. Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/ 1992)

Das Ozongesetz teilt Österreich in 7 Ozonüberwachungsgebiete und legt Grenzwerte als Dreistundenmittelwerte fest. Altaussee liegt dabei im Ozon-Überwachungsgebiet 4 "Pinzgau, Pongau und Steiermark nördlich der Niederen Tauern" (Grenzwerte jeweils in mg/m³).

Vorwarnstufe	0,200
Warnstufe I	0,300
Warnstufe II	0,400

3.2.3. „Luftqualitätskriterien Ozon“ der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 1989 veröffentlichten Luftqualitätskriterien für Ozon enthalten unter anderen die folgenden, über das Ozongesetz hinausgehenden Empfehlungen für Vorsorgegrenzwerte zum Schutz des Menschen:

0,120 mg/m ³ als Halbstundenmittelwert (HMW)
0,100 mg/m ³ als Achtstundenmittelwert (MW8)

3.2.4. Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen (BGBl. Nr. 199/ 1984)

Diese legt unter anderem Grenzwerte für die Schwefeldioxidkonzentrationen für den Sommer und den Winter fest und zwar als 97,5-Perzentil und als Tagesmittelwerte (mg/m³):

Sommer		Winter	
97,5 Perzentil	TMW	97,5 Perzentil	TMW
0,070	0,050	0,150	0,100

3.3. Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

Um die Lesbarkeit der verwendeten Tabellen und Diagramme zu erleichtern, wird anhand einiger Erläuterungen in die Thematik eingeführt.

3.3.1. Tabellen

In den einführenden Tabellen zu den einzelnen Schadstoffkapiteln wird versucht, anhand der wesentlichsten Kennwerte einen Überblick über die Immissionsstruktur zu vermitteln. Diesen Kennwerten werden die einschlägigen Grenzwerte aus den Gesetzen und Verordnungen gegenübergestellt.

Für die Immissionsgrenzwerteverordnung des Landes (LGBl. Nr.5/1987) sind die Kennwerte als maximale Tages- und Halbstundenmittelwerte, für den von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlenen Vorsorgegrenzwert der maximale Ozon - Halbstundenmittelwert angegeben.

Die Grenzwerte der Vorwarnstufe nach dem Smogalarmgesetz (BGBl.Nr.38/1989) und der Grenzwert des Vorwarnwertes nach dem Ozongesetz (BGBl.Nr.210/1992) sind mittels Dreistundenmittelwerten festgelegt.

Meßperiodenmittelwert (MPMW)

Der Meßperiodenmittelwert gibt Auskunft über das mittlere Belastungsniveau während der Meßperiode. Dieser Wert stellt den arithmetischen Mittelwert aller Tagesmittelwerte dar.

Mittleres tägliches Maximum (Mtmax)

Das mittlere tägliche Maximum wird aus den täglich höchsten Halbstundenmittelwerten gebildet. Es stellt somit ebenfalls einen über den gesamten Meßabschnitt berechneten Mittelwert dar, der für den betreffenden Standort die mittlere tägliche Spitzenbelastung angibt.

Maximaler Tagesmittelwert (TMW_{max})

Das ist der höchste Tagesmittelwert während einer Meßperiode. Die Tagesmittelwerte werden als arithmetisches Mittel aus den 48 Halbstundenmittelwerten eines Tages berechnet.

Maximaler Dreistundenmittelwert (MW_{3max})

Im Smogalarmgesetz und im Ozongesetz sind die Grenzwerte als Dreistundenmittelwerte festgelegt. Sie werden aus sechs hintereinanderliegenden Halbstundenmittelwerten gleitend gebildet.

Maximaler Halbstundenmittelwert (HMW_{max})

Er kennzeichnet für jeden Schadstoff den höchsten Halbstundenmittelwert während der gesamten Meßperiode. Er berücksichtigt die kürzeste Zeiteinheit und stellt daher die Belastungsspitze dar.

Perzentile 95 und 97,5

In der ÖNORM M9440 wird zur Bestimmung der Vorbelastung das 95 Perzentil eines Jahres herangezogen. Es besagt, daß 5% der Werte noch über diesem Wert liegen.

In der Verordnung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft vom 24.4.1984 über forstschädliche Luftverunreinigungen (Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen) sind 97,5 Perzentile für Schwefeldioxid festgelegt. Die Berechnung der Perzentile erfolgt sinngemäß wie bei den Quartilsgrenzen (siehe Punkt 3.3.2.).

3.3.2. Diagramme

Die Diagramme dienen dazu, einen möglichst raschen Überblick über ein bestimmtes Datenkollektiv zu erhalten. Da pro Meßtag rund 900 Halbstundenmittelwerte aufgezeichnet werden, ist es notwendig, einen entsprechenden Kompromiß zu finden, um die Luftgütesituation eines Ortes prägnant und übersichtlich darzustellen.

Zeitverlauf

Die Zeitverläufe stellen alle gemessenen Werte (Halbstunden-, maximale Halbstunden- oder Tagesmittelwerte) eines Schadstoffes an einer Station für einen bestimmten Zeitraum dar.

Mittlerer Tagesgang

In der Darstellungsweise des mittleren Tagesganges stellt die waagrechte Achse die Tageszeit zwischen 00:30 Uhr und 24:00 Uhr dar. Die Schadstoffkurve wird derart berechnet, daß, zum Beispiel, sämtliche Halbstundenmittelwerte, die täglich um 12:00 Uhr registriert wurden, über eine gesamte Meßperiode gemittelt werden. Das Ergebnis ist ein mehrtägiger Mittelwert für die Mittagsstunde. Wird diese Berechnung in der Folge dann für alle Halbstundenmittelwerte durchgeführt, läßt sich der mittlere Schadstoffgang über einen Tag ablesen.

Box Plot

Die statistische, hochauflösende Darstellungsform des Box Plots bietet die beste Möglichkeit, alle Kennzahlen des Schadstoffganges mit dem geringsten Informationsverlust in einer Abbildung übersichtlich zu gestalten.

Auf der waagrechten Achse sind die einzelnen Tage einer Meßperiode aufgetragen. Die senkrechte Achse gibt das Konzentrationsmaß der Schadstoffe wieder.

Die Signaturen innerhalb der Darstellung berücksichtigen das gesamte täglich registrierte Datenkollektiv eines Schadstoffes. Der arithmetische Mittelwert (Arith.MW) entspricht dem Tagesmittelwert. Er wird als arithmetisches Mittel aus den 48 Halbstundenmittelwerten eines Tages gebildet.

Das Minimum und das Maximum stellen jeweils den niedrigsten bzw. den höchsten Halbstundenmittelwert eines Tages dar. Dabei gibt es allerdings eine Ausnahme, die als Ausreißer bezeichnet wird. Werden in der Grafik die sogenannten Ausreißer dargestellt, dann handelt es sich hierbei ebenfalls um den höchsten Halbstundenmittelwert des Tages. Das als kleiner waagrecht Strich darunter liegende Maximum stellt in diesem Fall einen statistischen Wert dar (es beschreibt den eineinhalbfachen Interquartilsabstand vom oberen Quartil).

Für die Berechnung des Medians und des oberen und unteren Quartils werden alle 48 Halbstundenmittelwerte eines Meßtages nach ihrer Wertgröße aufsteigend gereiht.

Dann wird in dieser Wertreihe der 24. Halbstundenmittelwert herausgesucht und als Median

(= 50 Perzentil) festgelegt. Für die Berechnung der oberen und unteren Quartilsgrenzen sind der 12. Halbstundenmittelwert (= 25 Perzentil) bzw. der 36. Halbstundenmittelwert (= 75 Perzentil) maßgebend.

Zur Erläuterung dieser zugegeben komplizierten, aber aufschlußreichen statistischen Meßdatenaufbereitung dient das nachstehende Beispiel:

Tabelle 1: Erläuterung der statistischen Begriffe anhand von 24 Halbstundenmittelwerten.

Uhrzeit	Konzentration in mg/m ³	Reihung	Konzentration in mg/m ³	Bezeichnung
00:30	0,001	1.	0,001	MINIMUM
01:00	0,001	2.	0,001	
01:30	0,002	3.	0,001	
02:00	0,003	4.	0,001	
02:30	0,001	5.	0,002	
03:00	0,001	6.	0,002	UNTERES QUARTIL
03:30	0,002	7.	0,002	
04:00	0,003	8.	0,003	
04:30	0,002	9.	0,003	
05:00	0,004	10.	0,004	
05:30	0,065	11.	0,065	
06:00	0,109	12.	0,109	MEDIAN
06:30	0,199	13.	0,178	
07:00	0,387	14.	0,199	
07:30	0,458	15.	0,201	
08:00	0,578	16.	0,344	
08:30	0,523	17.	0,387	
09:00	0,492	18.	0,411	OBERES QUARTIL
09:30	0,504	19.	0,456	
10:00	0,411	20.	0,458	
10:30	0,456	21.	0,492	
11:00	0,344	22.	0,504	

11:30	0,201	23.	0,523	
12:00	0,178	24.	0,578	MAXIMUM

3.4. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen (August 1995 bis November 1995)

Zu Beginn der mobilen Messungen herrschte Tiefdruckeinfluß mit kühlem, regnerischem Wetter. Ab dem 10. 8. setzte sich Hochdruckeinfluß durch, der heiteres, sommerliches Wetter bewirkte. Am 14. 8. wurde der Hochdruckeinfluß mit dem Durchzug einer atlantischen Störungsfront beendet. In den folgenden Tagen wurde das Wettergeschehen von einem bis in große Höhen reichenden Tiefdruckgebiet, das von Polen in den Adriaraum zog und einen Temperaturrückgang sowie verbreitet Niederschläge verursachte, geprägt.

Nur zögernd setzte ab dem 18. 8. Wetterberuhigung ein, ehe am 22. ein Hoch über Osteuropa wetterbestimmend wurde.

Im Verlauf des 25. 8. überquerte eine Kaltfront Österreich, wodurch es zu einem empfindlichen Temperaturrückgang kam. Bei anhaltender Zufuhr feuchtkalter Polarluft und Tiefdruckeinfluß, der vor allem in den Nordstaulagen der Alpen intensive Niederschläge zur Folge hatte, wurden in Altaussee zum Monatswechsel nur noch Tageshöchstwerte von 6°C bis 8°C erzielt.

Ab 3. 9. gelangten mit Strömungen aus West bis Südwest wieder wärmere Luftmassen in den Alpenraum, eingelagerte Fronten verursachten jedoch bei starker Bewölkung vereinzelt Schauer und Gewitter.

Für Wetterberuhigung sorgte am 10. und 11. 9. schwacher Hochdruckeinfluß, danach setzte an der Vorderseite eines Tiefdruckkomplexes über den Britischen Inseln wieder Warmluftzufuhr ein. Die zyklonale Südwestströmung hielt mit einer Unterbrechung am 15., der unter Einfluß eines Tiefdruckgebietes, das von Italien nordostwärts zog, stand, bis zum 20. 9. an.

Nach kurzfristigem Tiefdruckeinfluß am 21. 9. sorgte ein Ausläufer eines Azorenhochs für Wetterberuhigung. Unter schwachem Hochdruckeinfluß blieb das milde Herbstwetter bis zum 27. erhalten.

Die letzten Septembertage waren durch eine lebhaft, sehr kühle Nordwestströmung und darin eingelagerte Kaltfronten gekennzeichnet.

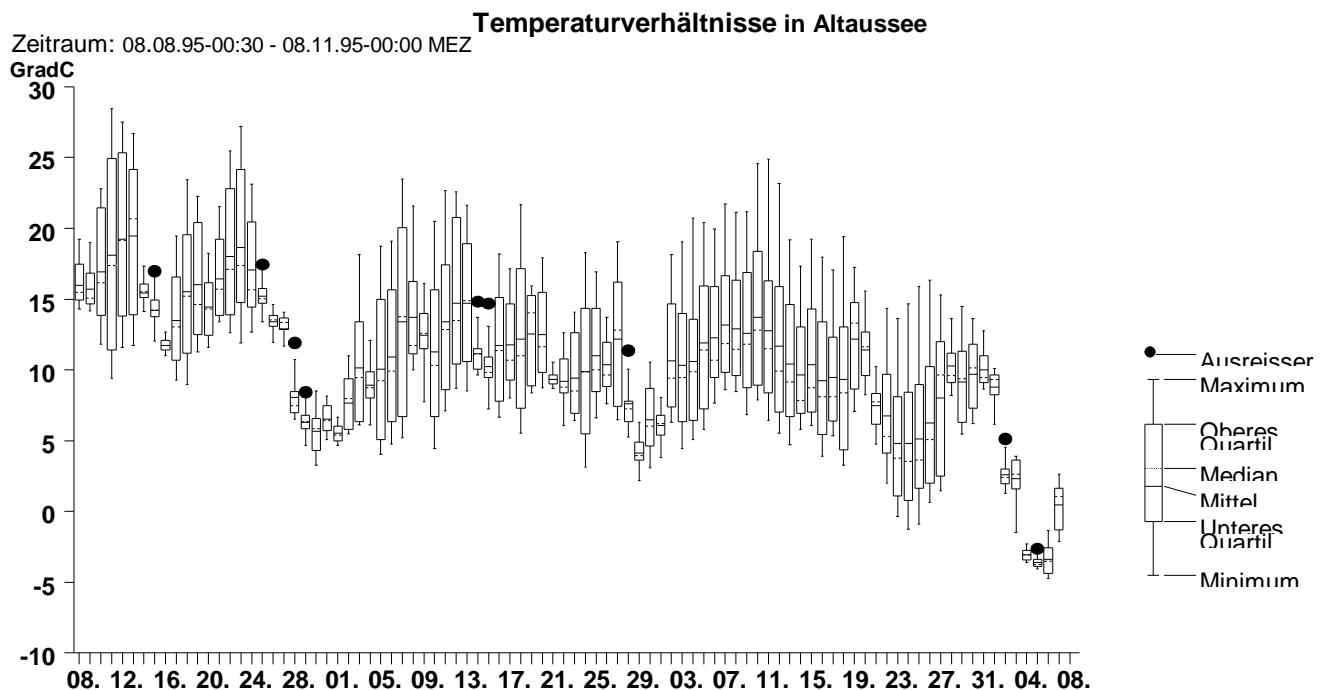
Nach dem Monatswechsel setzte ab 3. 10. eine milde Südwestströmung ein, die ab 5. von einer stabilen, bis 18. 10. anhaltenden Hochdrucklage abgelöst wurde. Das vor allem Gebirge sonnige

und milde Schönwetter brachte in Altaussee noch Tageshöchstwerte bis 25°C. Nach dem Durchzug einer Störungszone am 20.10. stieg der Luftdruck rasch wieder an und prolongierte die herbstliche Schönwetterphase, allerdings sank das Temperaturniveau, sodaß am 22.10. der erste Nachtfrost verzeichnet wurde.

Am 28. 10. beendete eine schwache Atlantikfront die Schönwetterperiode. In der Folge drangen mit westlichen Strömungen weitere schwache Störungen in den Alpenraum vor. Mit dem Durchzug einer Kaltfront gelangten ab 2. 11. an der Rückseite eines beständigen Tiefdruckkomplexes über Osteuropa feuchtkalte Luftmassen aus Nord nach Österreich und brachten bis zum Ende der Meßperiode frühwinterliche Wetterverhältnisse mit Temperaturen unter dem Gefrierpunkt und Schneefall.

Die Temperaturverhältnisse entsprachen während der ersten Hälfte der Meßperiode den langjährigen Mittelwerten, wobei der September infolge häufig aufgetretener Strömungslagen und überdurchschnittlicher Tiefdrucktätigkeit etwas zu kühl war. Auch die Niederschlagsmenge erreichte den Normalwert.

Die Zweite Hälfte der Meßperiode war aufgrund der Dominanz von Hochdrucklagen im Oktober bei nur etwa 50% der zu erwartenden Niederschlagsmenge deutlich zu warm .

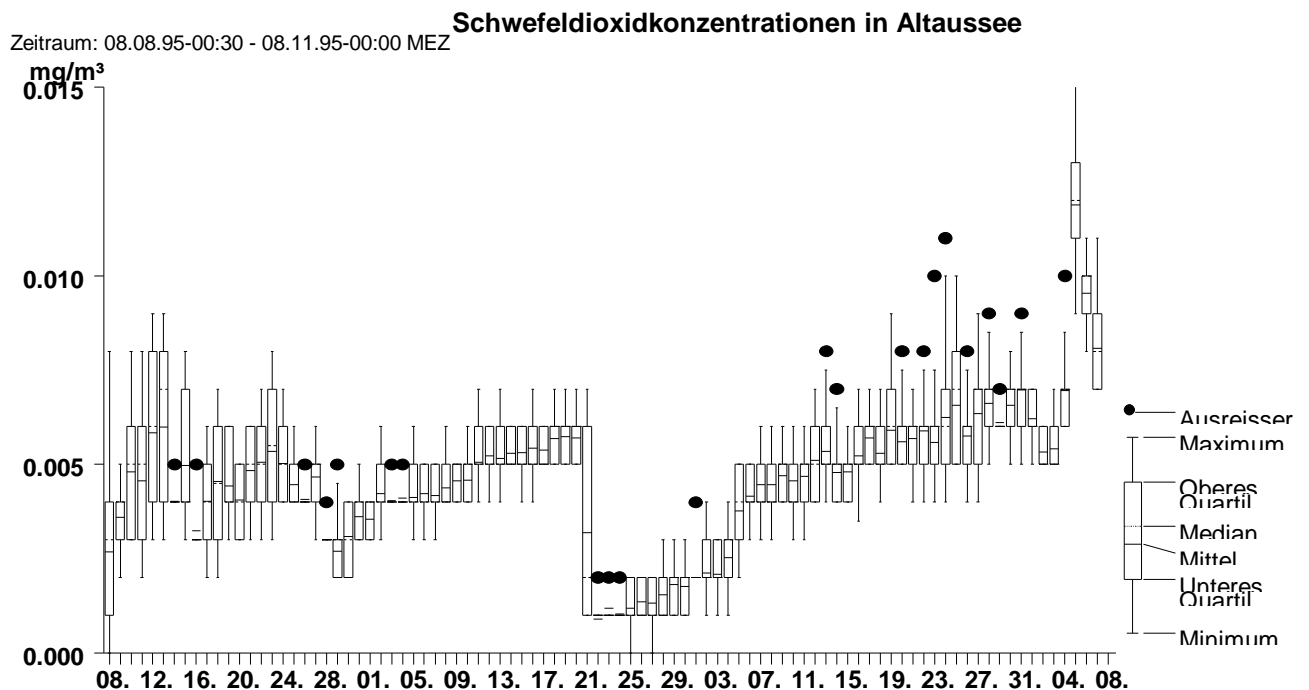


3.5. Meßergebnisse und Schadstoffverläufe

3.5.1. Schwefeldioxid (SO₂)

Die in der Tabelle angeführten Grenzwerte entsprechen jenen für das Winterhalbjahr, da die höchsten Halbstunden- und Tagesmittelwerte im November auftraten.

Meßperiode:	Meßergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen, Empfehlungen
8.8.95 - 8.11.95	SO ₂ in mg/m ³	SO ₂ in mg/m ³	
MPMW	0,005		
MTmax	0,006		
TMWmax	0,012	0,100	LGBl.Nr.5/1987
MW3max	0,014	0,400	BGBl.Nr.38/1989
HMWmax	0,015	0,150	LGBl.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,008		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,009	0,150	BGBl.Nr.440/1975



SO₂ wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozeßwärme freigesetzt. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit höher als im Sommer. Damit erklärt sich das geringfügig höhere

Anreicherungslevel von Schwefeldioxid an den kalten ersten Novembertagen am Ende der Meßperiode in Altaussee.

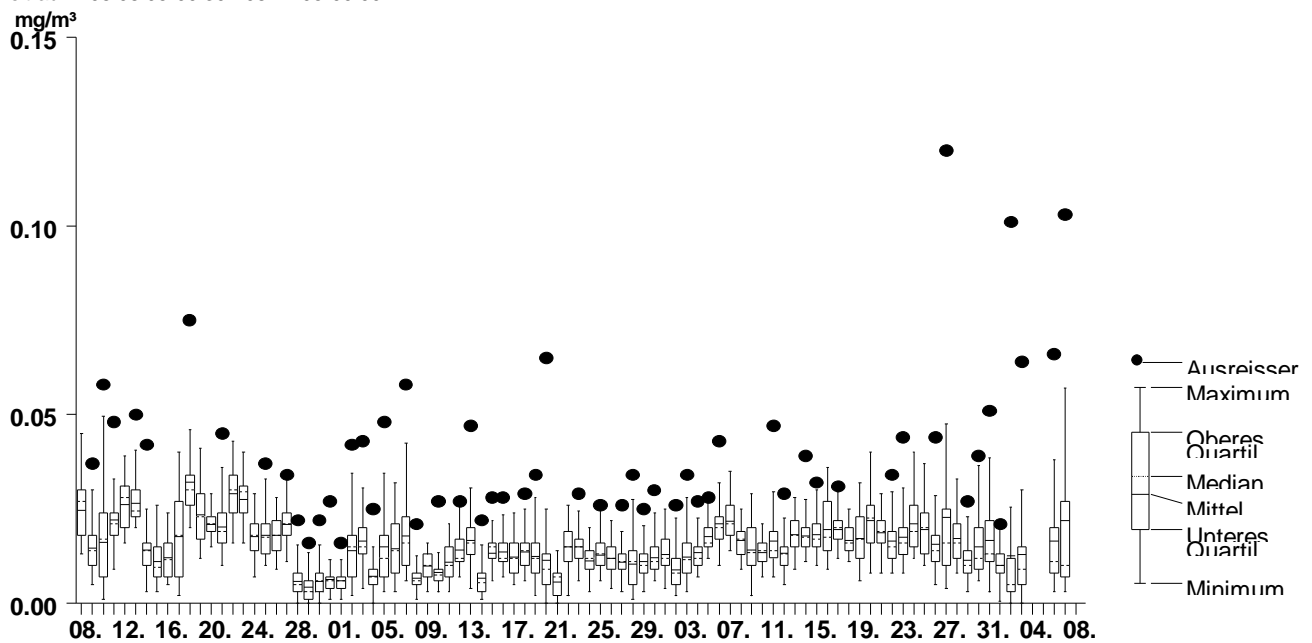
Allgemein war die Schwefeldioxidbelastung am Standort Altaussee während der gesamten Meßperiode ausgesprochen gering. Die Konzentrationen blieben daher auch weit unter den Grenzwerten der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl.Nr. 5/1987).

3.5.2. Schwebstaub

Meßperiode: 8.8.95 - 8.11.95	Meßergebnisse Staub in mg/m ³	Grenzwerte Staub in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,016		
MTmax	0,036		
TMWmax	0,032	0,120	LGBl.Nr.5/1987
MW3max	0,075		
HMWmax	0,120		
95 Perzentil	0,031		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,035		

Staubkonzentrationen in Altaussee

Zeitraum: 08.08.95-00:30 - 08.11.95-00:00 MEZ



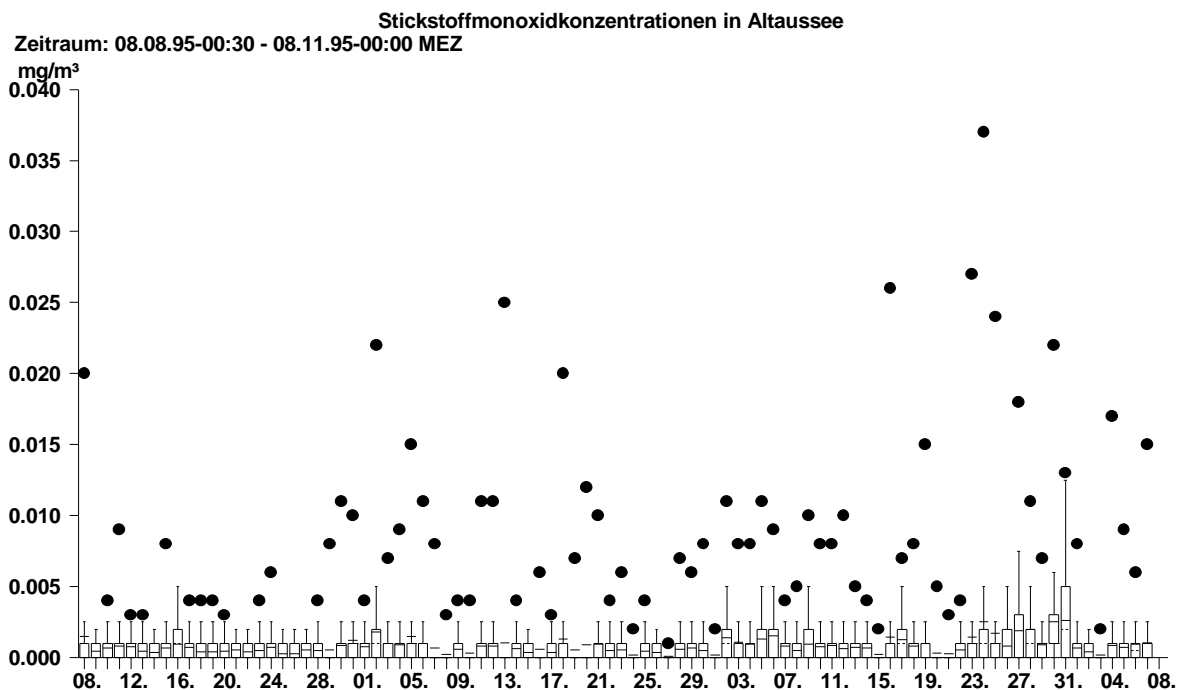
Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Dementsprechend sind auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim SO₂ höhere Konzentrationen zu erwarten. Die Luftgütemeßpraxis zeigt aber, daß auch den diffusen Quellen eine ganz wesentliche Bedeutung zukommt. Als diffuse Quellen sind beispielsweise der Straßenstaub (Streusplitt und Streusalz), Blütenstaub, das Abheizen von Gartenabfällen und das Abbrennen von Böschungen zu nennen.

Die Meßreihe der Staubkonzentrationen weist in Folge von Schneefall am 4. und 5. 11. einen Datenausfall auf.

Bezüglich der Belastung durch den Luftschadstoff Schwebstaub konnten während der Meßperiode keine Überschreitungen der in der Immissionsgrenzwerteverordnung des Landes festgelegten Tagesmittelwerte festgestellt werden. Kurzfristig treten allerdings immer wieder einzelne Belastungsspitzen auf. Im allgemeinen ist der Konzentrationsverlauf mit einem Anstieg während der kalten Witterungsphase am Ende der Meßperiode aufgrund höherer Hausbrandemissionen ähnlich dem von Schwefeldioxid.

3.5.3. Stickstoffmonoxid (NO)

Meßperiode:	Meßergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen, Empfehlungen
8.8.95 - 8.11.95	NO in mg/m ³	NO in mg/m ³	
MPMW	0,001		
MTmax	0,008		
TMWmax	0,003	0,200	LGBI.Nr.5/1987
MW3max	0,013		
HMWmax	0,037	0,600	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,004		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,006		



Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO_x) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO-Anteil etwa 95% des NO_x-Ausstoßes aus.

Die Bildung von NO₂ erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O₂) oder mit Ozon (O₃) zu NO₂ verbindet.

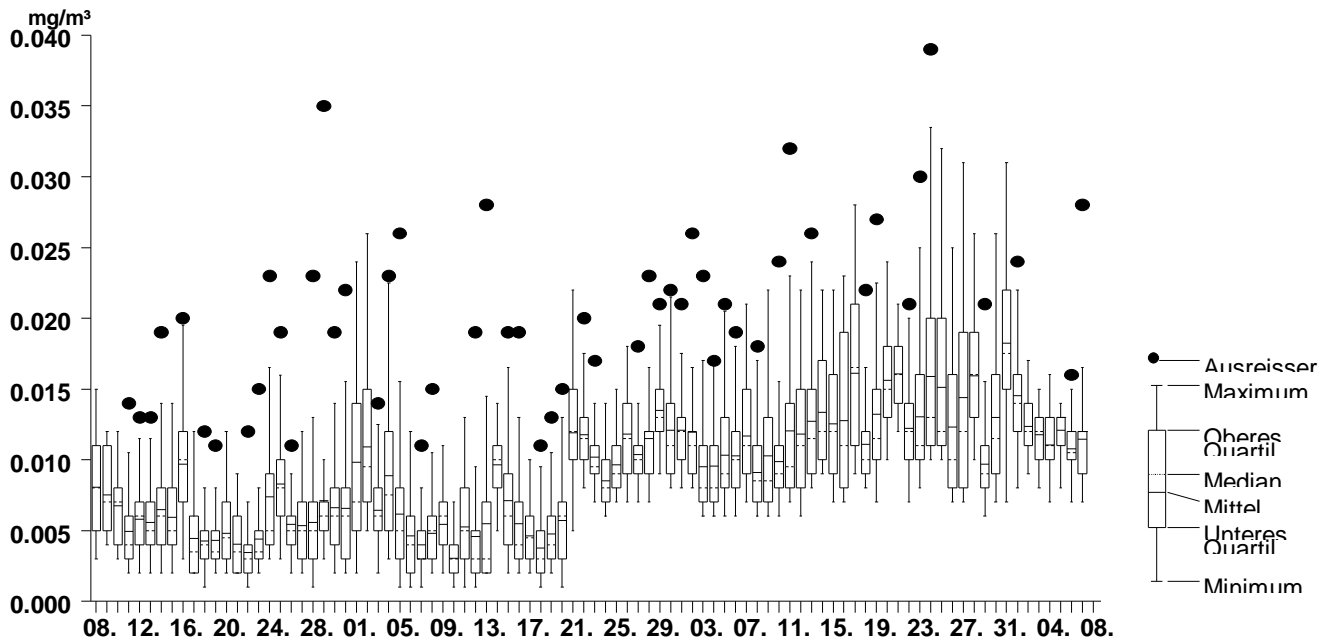
Aufgrund der Entfernung der Immissionsmeßstelle zu bedeutenden Verkehrsträgern traten während der gesamten Meßperiode erwartungsgemäß keine hohen Stickstoffmonoxidkonzentrationen auf. Insgesamt blieben die registrierten NO-Konzentrationen deutlich unter den in der Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) genannten Grenzwerten.

3.5.4. Stickstoffdioxid (NO₂)

Meßperiode: 8.8.95 - 8.11.95	Meßergebnisse NO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,009		
MTmax	0,019		
TMWmax	0,018	0,100	LGBl.Nr.5/1987
MW3max	0,028	0,350	BGBl.Nr.38/1989
HMWmax	0,039	0,200	LGBl.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,019		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,022		

Stickstoffdioxidkonzentrationen in Altaussee

Zeitraum: 08.08.95-00:30 - 08.11.95-00:00 MEZ



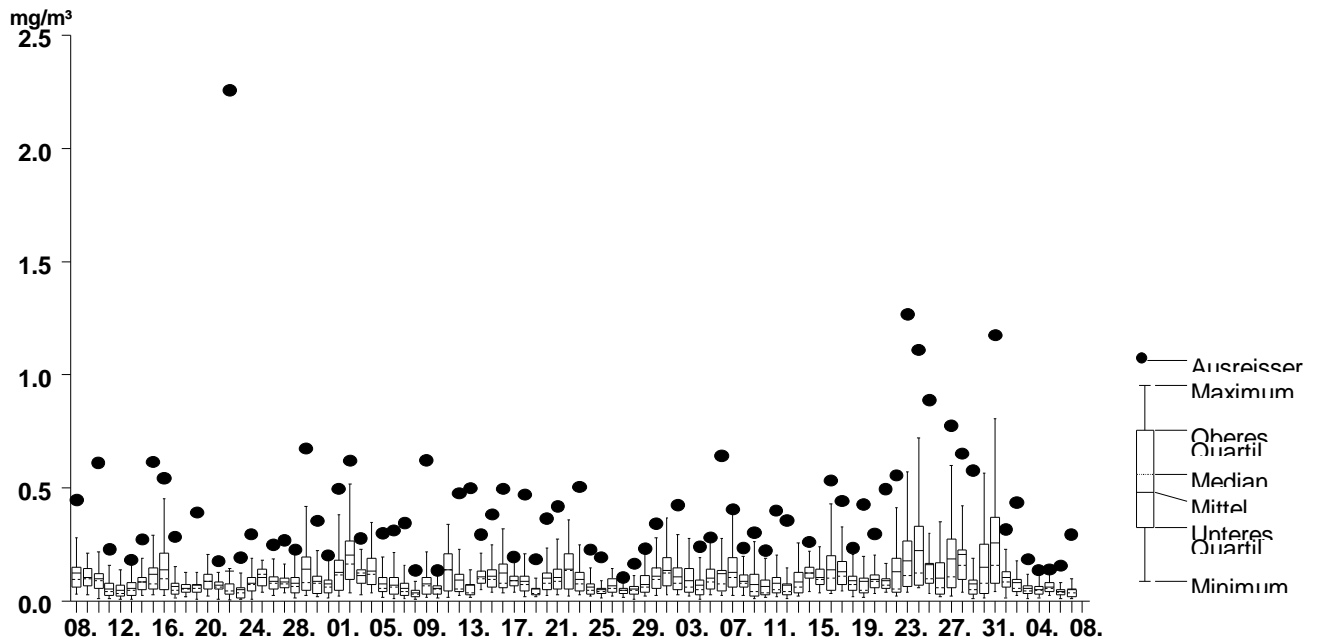
Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff NO erläutert. Immissionsseitig stellt sich der Schadstoffgang beim NO₂ ähnlich wie beim NO dar. Das Konzentrationsniveau von Stickstoffdioxid war ebenfalls während der gesamten Meßperiode sehr gering. Es ergaben sich daher keine Überschreitungen der in der Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) festgelegten Grenzwerte.

3.5.5. Kohlenmonoxid (CO)

Meßperiode:	Meßergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen, Empfehlungen
8.8.95 - 8.11.95	CO in mg/m ³	CO in mg/m ³	
MPMW	0,099		
MTmax	0,359		
TMWmax	0,258	7	LGBl.Nr.5/1987
MW3max	0,756	20	BGBl.Nr.38/1989
HMWmax	2,257	20	LGBl.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,269		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,356		

Kohlenmonoxidkonzentrationen in Altaussee

Zeitraum: 08.08.95-00:30 - 08.11.95-00:00 MEZ



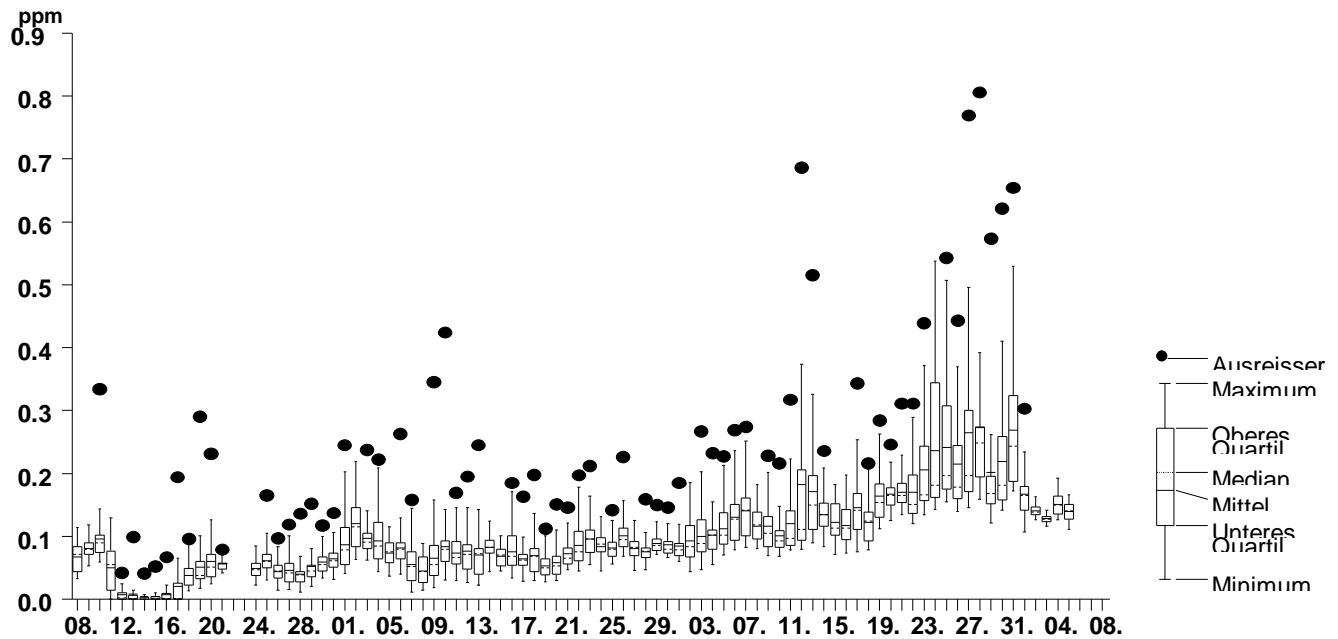
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der KFZ-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern im allgemeinen ab. Die registrierten Konzentrationen blieben während der gesamten Meßperiode deutlich unter den Immissionsgrenzwerten.

3.5.6. Kohlenwasserstoffe (CnHm)

Meßperiode:	Meßergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen, Empfehlungen
8.8.95 - 8.11.95	CnHm in ppm	CnHm in ppm	
MPMW	0,103		
MTmax	0,240		
TMWmax	0,273		
MW3max	0,581		
HMWmax	0,806		
95 Perzentil	0,229		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,302		

Kohlenwasserstoffkonzentrationen in Altaussee

Zeitraum: 08.08.95-00:30 - 08.11.95-00:00 MEZ



Neben dem Verkehr ist für die Kohlenwasserstoffemissionen z.B. auch die Verdampfung von Lösungsmittel maßgebend. Die Kohlenwasserstoffe spielen bei der Bildung von Ozon eine wesentliche Rolle.

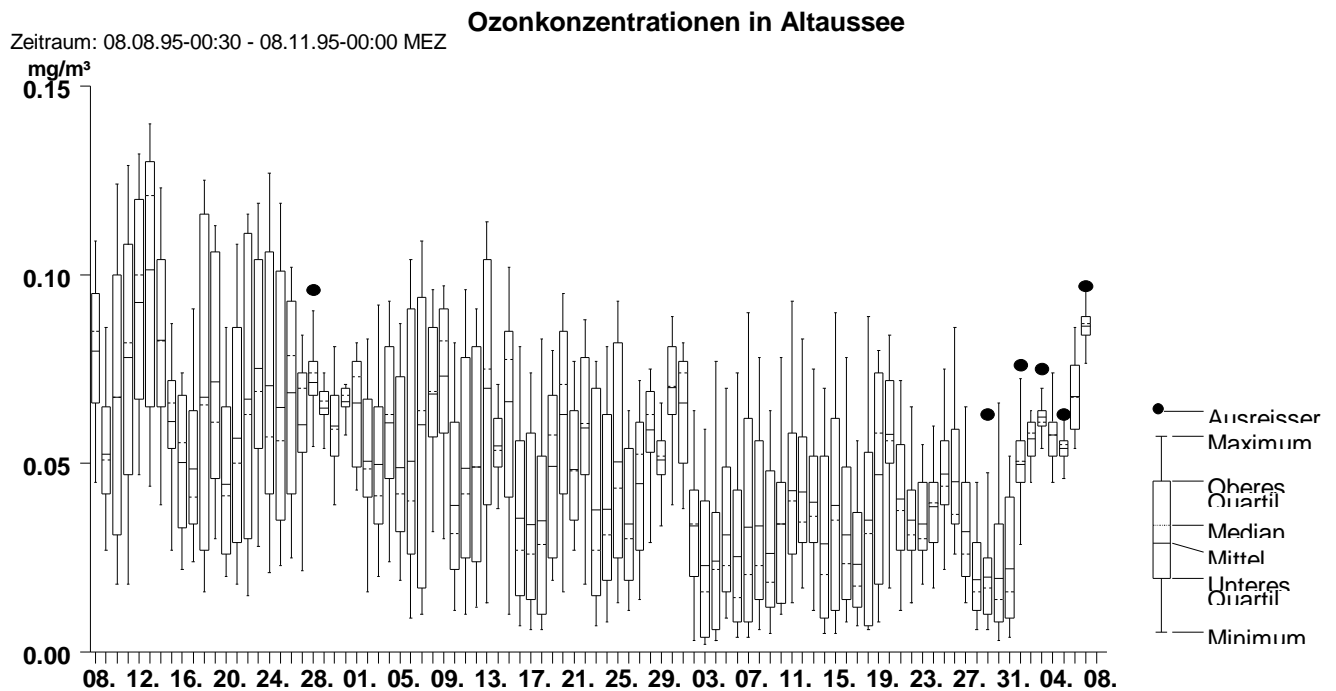
Die Datenausfälle vom 22. bis 23. 8. und vom 6. bis 8. 11. bei den Kohlenwasserstoffkonzentrationen sind auf technische Probleme zurückzuführen.

Für die Beurteilung der Kohlenwasserstoffemissionen stehen keine gesetzlichen Grundlagen zur Verfügung. Es kann aber aufgrund der bisherigen Erfahrungen von einer unterdurchschnittlichen Belastung am Meßstandort Altaussee gesprochen werden.

3.5.7. Ozon (O₃)

Meßperiode:	Meßergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen, Empfehlungen
8.8.95 - 8.11.95	O ₃ in mg/m ³	O ₃ in mg/m ³	
MPMW	0,051		
MTmax	0,086		
TMWmax	0,099		
MW3max	0,137	0,200	BGBI.Nr.210/1992

HMWmax	0,140	0,120	Österreichische Akademie der Wissenschaften
95 Perzentil	0,101		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,113		

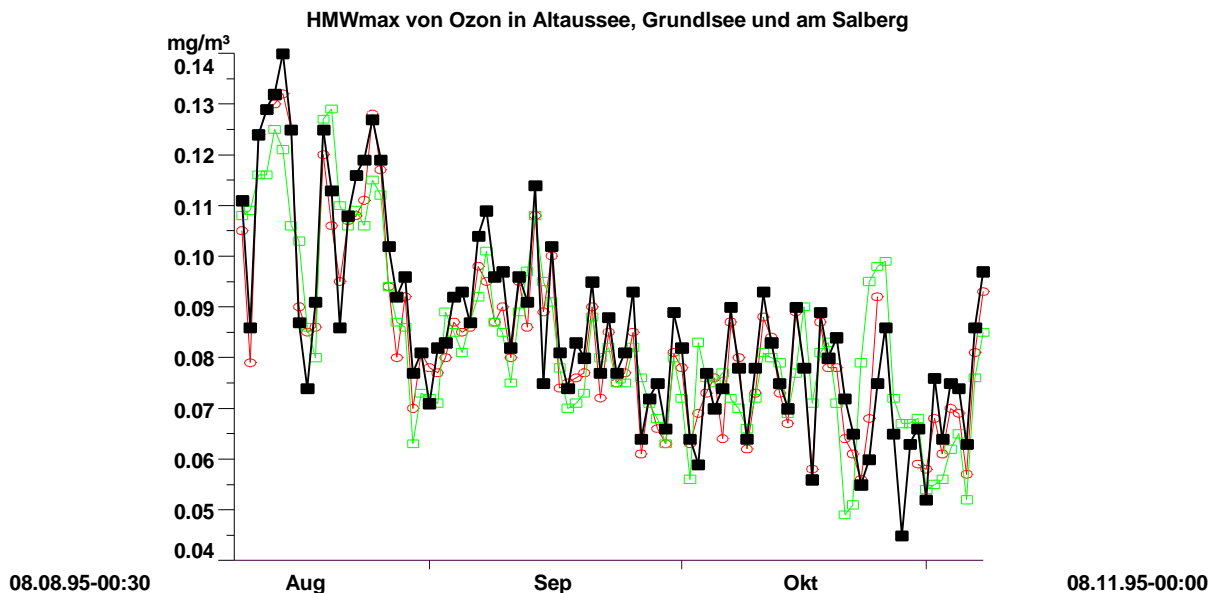


Die Ozonbildung in der bodennahen Atmosphäre erfolgt in der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit wesentlich stärker als in den Herbst- und Wintermonaten. Eine wesentliche Rolle kommt dabei den Vorläufersubstanzen wie den Stickstoffoxiden und den Kohlenwasserstoffen zu, auf deren Emittenten bereits hingewiesen wurde. Für das Vorkommen von Ozon in der Außenluft sind daher die luftchemischen Umwandlungsbedingungen entscheidend.

Eine weitere Eigenheit der Ozonimmissionen liegt darin, daß die Konzentrationsgrößen über große Gebiete relativ homogen in den Spitzenbelastungen nachweisbar sind. Das gesamte österreichische Bundesgebiet wurde daher im Ozongesetz (1992) in 7 Ozon-Überwachungsgebiete mit annähernd einheitlicher Ozonbelastung eingeteilt werden. Der Standort Altaussee liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 4 "Pinzgau, Pongau und Steiermark nördlich der Niederen Tauern".

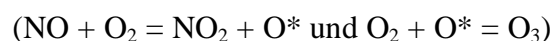
Anhand der nachstehenden Abbildung läßt sich gut zeigen, daß sich die Ozonspitzenkonzentrationen am Standort Altaussee in der gleichen Größenordnung wie an den Stationen Grundlsee und Salberg bewegen.

Station:	Altaussee	Salberg	Grundlsee
Messwert:	O ₃	O ₃	O ₃
Muster:	—■—	—□—	—○—



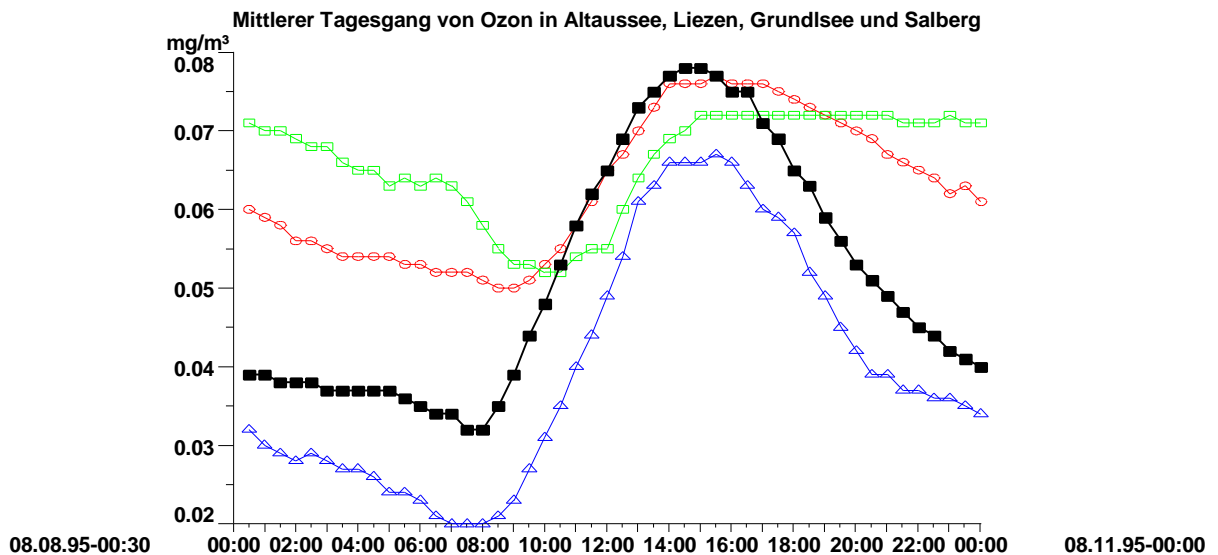
Der Ozontagesgang ist in weiterer Folge auch stark von der Höhenlage abhängig. Siedlungsnahe Talregionen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt dann ein rasches Ansteigen der Konzentrationen, die dann am Nachmittag konstant hoch bleiben. Ein Rückgang setzt erst mit Sonnenuntergang ein. Mit zunehmender Seehöhe verschwindet die Phase der nächtlichen Ozonabsenkung und die Ozonkonzentrationen bleiben gleichmäßig hoch. Diese Unterschiede sind auf luftchemische Bedingungen zurückzuführen:

In den Siedlungsgebieten reagiert nach Sonnenuntergang das Stickstoffmonoxid mit dem Ozon zu Stickstoffdioxid ($\text{NO} + \text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{O}_2$). In den Vormittagsstunden laufen dagegen bei entsprechender UV-Strahlung durch das Sonnenlicht folgende Prozesse ab: Das Stickstoffmonoxid (NO) bildet mit dem Luftsauerstoff (O_2) das Stickstoffdioxid (NO_2), dabei bleibt ein Sauerstoffradikal (O^*) übrig. Dieses bindet sich in der Folge mit dem Luftsauerstoff (O_2) zu Ozon (O_3).



Die folgende Abbildung dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort Altaussee mit den benachbarten Stationen Liezen, Salberg und Grundlsee.

Station:	Altaussee	Liezen	Salberg	Grundls.
Seehöhe:	720	665	1250	980
Messwert:	O3	O3	O3	O3
Muster:	■	▲	□	○



Die beiden Talstationen Altaussee und Liezen weisen eine ausgeprägte Tagesschwankung auf, die mit zunehmender Seehöhe deutlich schwächer wird.

Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die zu erwartende Übereinstimmung mit dem Witterungsverlauf. Hohe Werte wurden bei Hochdruck- und gradientschwachen Lagen registriert, wobei in der Sommermeßperiode der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften an rund einem Drittel der Tage überschritten wurde. Die Dreistundenmittelwerte blieben aber während der gesamten Meßperiode deutlich unter den Grenzwerten des Ozongesetzes (BGBl. Nr. 210/1992).

3.6. Zusammenfassung der Ergebnisse der mobilen Messungen und Vergleich mit anderen Luftgütemeßstationen

Im Sommer und Herbst 1995 (8. August bis 8. November 1995) wurden in Altaussee Luftgütemessungen mittels eines mobilen Meßcontainers durchgeführt.

Die Messungen dienten dazu, die lokale Immissionsstruktur, wie sie durch die Primärschadstoffe und das Ozon verursacht wird, zu eruieren. Dabei hat sich hinsichtlich der Ozonkonzentrationen

herausgestellt, daß dieser Meßstandort bei den maximalen Halbstundenmittelwerten und den maximalen Dreistundenmittelwerten annähernd die gleichen Ergebnisse wie z.B. die Luftgütemeßstationen Grundlsee und Salberg (siehe Abb. S 20) liefert. Die Witterungsverhältnisse während der Meßperiode können als repräsentativ bezeichnet werden, da sie eine ausreichende Anzahl von Tagen mit reichlichem Sonnenschein und überdurchschnittlichen Lufttemperaturen aufzuweisen hatte. Es wurde an keinem Tag die Vorwarngrenze für Ozon von 0,200 mg/m³ (als Dreistundenmittelwert nach dem Ozongesetz) erreicht. Der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften publizierte Richtwerte von 0,120 mg/m³ als Halbstundenmittelwert wurde jedoch während der hochsommerlichen Phase vom 10. bis 26. August an 7 Tagen überschritten. Bezüglich der Primärschadstoffe werden in der nachstehenden Tabelle für die Meßperiode die höchsten Halbstunden- und Tagesmittelwerte den Grenzwerten der Landesverordnung (LGBl. Nr.5/1987) als Prozentanteile gegenübergestellt.

Tabelle 2: Angabe der höchsten Halbstundenmittelwerte (HMWmax) und der höchsten Tagesmittelwerte (TMWmax) als Prozentangaben zum jeweils geltenden Grenzwert (=100%) der Landesverordnung (LGBl. Nr.5/1987) für die Periode 8.8.1995 bis 8.11.1995.

Schadstoff	Grenzwerte der Landesverordnung für mg/m ³	Prozentanteil
Schwefeldioxid	HMW: 0,150 mg/m ³	10%
	TMW: 0,100 mg/m ³	12%
Schwebstaub	TMW: 0,120 mg/m ³	27%
Stickstoffmonoxid	HMW: 0,600 mg/m ³	6%
	TMW: 0,200 mg/m ³	1,5%
Stickstoffdioxid	HMW: 0,200 mg/m ³	19,5%
	TMW: 0,100 mg/m ³	18%
Kohlenmonoxid	HMW: 20 mg/m ³	11,2%
	TMW: 7 mg/m ³	3,6%

Um die Ergebnisse der Messungen in Altaussee mit anderen Gebieten vergleichen zu können, wird in der nachstehenden Tabelle ein Überblick gegeben. In dieser Übersicht werden sowohl

Meßstellen in Ballungsräumen wie etwa Graz West oder Donawitz als auch gering belastete Stationen aus dem forstrelevanten Meßnetz, wie zum Beispiel Grundlsee und Salberg, berücksichtigt.

Tabelle 3: 95 Perzentile der einzelnen Schadstoffe für ausgewählte Stationen in der Steiermark während der Meßzeiträume

Meßstation 8.8.95 - 8.11.95	SO ₂ mg / m ³	Staub mg / m ³	NO mg / m ³	NO ₂ mg / m ³
Altaussee	0,008	0,031	0,004	0,019
Graz West	0,023	0,081	0,096	0,062
Voitsberg	0,011	0,074	0,054	0,041
Zeltweg	0,013	0,067	0,055	0,036
Donawitz	0,025	0,233	0,039	0,031
Deutschlandsberg	0,023	0,064	0,045	0,031
Liezen	-	-	0,053	0,042
Salberg	0,007	-	0,003	0,007
Grundlsee	0,003	-	-	-

Meßstation 8.8.95 - 8.11.95	CO mg / m ³	CnHm ppm	O ₃ mg / m ³
Altaussee	0,269	0,229	0,101
Graz West	2,266	0,495	0,087
Voitsberg	1,874	0,314	0,088
Zeltweg	-	-	-
Donawitz	2,119	-	-
Deutschlandsberg	-	-	0,092

Liezen	-	-	0,087
Salberg	-	-	0,103
Grundlsee	-	-	0,103

Insgesamt läßt sich aus den automatischen Luftschadstoffmessungen in Altaussee folgender Schluß ziehen:

Die Immissionskonzentrationen bei den Primärschadstoffen **Schwefeldioxid**, **Staub**, **Stickstoffmonoxid**, **Stickstoffdioxid**, **Kohlenmonoxid** und **Kohlenwasserstoffe** lassen für den Standort Altaussee im steiermarkweiten Vergleich ein unterdurchschnittliches Konzentrationsniveau erkennen.

Bezüglich des **Ozongehalts** in den bodennahen Luftschichten ergaben die Messungen das für den Standort und die Jahreszeit zu erwartende Belastungsprofil. Im August wurde der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlene Vorsorgegrenzwert von 0,120 mg/m³ (als Halbstundenmittelwert) an 7 Tagen überschritten, der Grenzwert der Vorwarnstufe nach dem Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/ 1992) von 0,200 mg/m³ (als Dreistundenmittelwert) wurde jedoch nicht erreicht.)

6. Literatur

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1984:

199. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft vom 24. April 1984 über forstschädliche Luftverunreinigungen (Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen). BGBl.Nr.199 vom 22.5.1984.

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1989:

38. Bundesgesetz vom 21. Oktober 1987 über Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren für das Leben und die Gesundheit von Menschen durch Luftverunreinigungen (Smogalarmgesetz). BGBl.Nr.38 vom 20.1.1989.

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.

Landesgesetzblatt für die Steiermark, 1987 :

Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung
LGBl.Nr.5 vom 21.10.1987.

Österreichische Akademie der Wissenschaften, 1989:

Photooxidantien in der Atmosphäre - Luftqualitätskriterien Ozon.
-Kommission für Reinhaltung der Luft. Wien.

Österreichisches Normungsinstitut, 1992:

Ausbreitung von luftverunreinigenden Stoffen in der Atmosphäre -Berechnung von Immissionskonzentrationen und Ermittlung von Schornsteinhöhen. ÖNORM M 9440, Wien.

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: 473S.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 1995:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
August, September, Oktober und November 1995. Wien.