

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG



Das Land
Steiermark

→ Fachabteilung 1a
Luftgüteüberwachung

Luftgütemessungen RETZNEI

23. Juni - 6. Oktober 1998

Lu-09-99

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Landesbaudirektion, Fachabteilung 1a
8010 Graz, Landhausgasse 7, Tel. 877/2172

Abteilungsvorstand:
Hofrat Dipl. Ing. Norbert PERNER

Dieser Bericht entstand unter Mitarbeit folgender Personen
der Fachabteilung 1a (Referat Luftgüteüberwachung):

Referatsleiter
Standortauswahl
Berichtserstellung
Messtechnik

Dr. Gerhard Semmelrock
Mag. Andreas Schopper
Richard Koudelka
Manfred Gassenburger

Herausgeber

LBD – Fachabteilung 1a
Referat Luftgüteüberwachung
Landhausgasse 7
8010 Graz

Druck

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Zentralkanzlei

INHALTSVERZEICHNIS

1. ZUSAMMENFASSUNG.....	1
2. EINLEITUNG.....	2
3. MOBILE LUFTGÜTEMESSUNG.....	2
3.1. STANDORT DER MESSUNG.....	2
3.2. IMMISSIONSKLIMATISCHE SITUATION - AUSBREITUNGSBEDINGUNGEN.....	3
3.3. GRUNDLAGEN MOBILER IMMISSIONSMESSUNGEN.....	4
3.3.1. Ausstattung und Messmethoden.....	4
3.3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen.....	5
3.3.2.1. Immissionsgrenzwertverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr. 5/ 1987).....	5
3.3.2.2. Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997).....	5
3.3.2.3. Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/ 1992).....	6
3.3.2.4. „Luftqualitätskriterien Ozon“ der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.....	6
Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen.....	7
3.3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe.....	8
3.3.4.1. Schwefeldioxid (SO ₂).....	8
3.3.4.2. Schwebstaub.....	10
3.3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO).....	12
3.3.4.4. Stickstoffdioxid (NO ₂).....	13
3.3.4.5. Kohlenmonoxid (CO).....	15
3.3.4.6. Ozon (O ₃).....	16
3.3.5. Luftbelastungsindex.....	19
3.4. Literatur.....	20
3.5. ANHANG.....	21
3.5.1. Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen.....	21
3.5.1.1. Tabellen.....	21
3.5.1.2. Diagramme.....	21



LUFTGÜTEMESSUNG IN RETZNEI

1. Zusammenfassung

Die mobile Luftgütemessung wurde auf Anfrage der Fachabteilung für das Forstwesen vonseiten des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 1a, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfasste den Zeitraum vom 23. Juni bis 6. Oktober 1998.

Der Anlass für die Messungen waren erhöhte Schwefelgehalte, die bei Bioindikatoruntersuchungen in Fichtennadeln im Umkreis von Retznei festgestellt wurden.

Für den mobilen Messcontainer (Mobile 1) wurde ein Standort in rund 280m Seehöhe WNW der Zementfabrik Perlmoser-Lafarge an der Straße von Retznei nach Lubitscheni ausgewählt, wobei die gewonnenen Messergebnisse eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung der derzeitigen Luftgütesituation darstellen sollen.

Während der Messperiode war die **Schwefeldioxidbelastung** gering, lediglich an einigen Tagen wurden bei einer Windrichtung von ESE erhöhte SO₂-Belastungen registriert, die meist auf Emissionen der Zementfabrik hinweisen.

Die Konzentrationen blieben jedoch unter den Grenzwerten sowohl der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl.Nr. 5/1987), als auch nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997).

Bezüglich der Belastung durch den Luftschadstoff **Schwebstaub** konnten während der Messperiode keine Überschreitungen der in der Immissionsgrenzwerteverordnung des Landes festgelegten Tagesmittelwerte festgestellt werden. Der maximale Tagesmittelwert lag bei 0,054 mg/m³ und blieb damit auch deutlich unter dem Grenzwert des Immissionsschutzgesetzes-Luft (0,15 mg/m³).

Die Messung ergab auf Grund der Entfernung von stark befahrenen Verkehrswegen erwartungsgemäß sehr niedrige **Stickstoffmonoxid**-Konzentrationen während der Messperiode. Die registrierten Werte blieben deutlich unter den in der Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987).

Auch bei **Stickstoffdioxid** und **Kohlenmonoxid** ergaben sich keine Überschreitungen nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) und der in der Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) festgelegten Grenzwerte.

Die Belastungen durch **Ozon** lagen in dem für diese Region zu erwarteten Bereich.

Im Zeitraum vom 23.6. bis zum 6.10.1998 wurde der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Retznei an 13 Tagen überschritten.

Zusammenfassend muss daher gesagt werden, dass die Luftqualität in Retznei im Vergleich zu den Ballungsräumen der Steiermark ein durchschnittliches Niveau erreicht, die Primärschadstoffe unter den Grenzwerten der vorgegebenen Gesetze liegen und auch beim Sekundärschadstoff Ozon die Konzentrationen im zu erwarteten Niveau lagen.



2. Einleitung

Die mobile Messung wurde auf Anfrage der Fachabteilung für das Forstwesen vonseiten des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 1a, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt.

Der Anlass für die Messungen waren erhöhte Schwefelgehalte, die bei Bioindikatoruntersuchungen in Fichtennadeln im Umkreis von Retznei festgestellt wurden.

Sie umfasste den Zeitraum vom 23. Juni bis 6. Oktober 1998.

Für den mobilen Messcontainer (Mobile 1) wurde ein Standort in rund 280m Seehöhe im WNW der Zementfabrik Perlmooser-Lafarge an der Straße von Retznei nach Lubitscheni ausgewählt. Die gewonnenen Messergebnisse bilden daher eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung der derzeitigen Luftgütesituation an diesem Standort.

3. Mobile Luftgütemessung

3.1. Standort der Messung

Abbildung 1: Der Standort der mobilen Messstation





Abbildung 2: Die mobile Messstation in Retznei



3.2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen

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

Retznei gehört nach H. Wakonigg zur Klimalandchaft des „Unteren Murtales“, wobei sich als Referenzstation meteorologischer Parameter die Station Leibnitz anbietet.

Dieses Klima kann als schwach kontinentales, sommerwarmes und mäßig winterkaltes Talbodenklima charakterisiert werden und erhält seine Ausprägung durch die Lage südlich des Alpenhauptkamms, die relativ geringe Seehöhe und den Talbodencharakter bei nur mäßig hoher Umrahmung. (H. Wakonigg, 1978, S.377)



3.3. Grundlagen mobiler Immissionsmessungen

3.3.1. Ausstattung und Messmethoden

Die mobile Luftgütemessstation zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO₂), Schwebstaub, Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂), Kohlenmonoxid (CO) 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	FH - 62 IN
Stickstoffoxide NO, NO ₂	Chemilumineszenzanalyse	Horiba APNA 350E
Kohlenmonoxid CO	Gasfilterkorrelation	Horiba APMA 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.

Eine vollständige Aufzeichnung und Überwachung des Messvorganges erfolgt durch einen Stationsrechner. Automatische Plausibilitätsprüfungen der Messwerte finden bereits vor Ort statt. Die notwendigen Funktionsprüfungen erfolgen ebenfalls automatisch. Die erfassten Messdaten werden in der Regel über Funk in die Luftgüteüberwachungszentrale übertragen, wo sie nochmals hinsichtlich ihrer Plausibilität geprüft und anschließend bestätigt werden.

Die Kalibrierung der Messwerte wird gemäß ÖNORM M5889 durchgeführt. Die in Verwendung befindlichen Transferstandards werden regelmäßig an internationalen Standards, bereitgestellt durch das Umweltbundesamt Wien, abgeglichen.



3.3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen

Die vorliegende Messung wurde auf Basis der folgenden gesetzlichen Grundlagen durchgeführt.

3.3.2.1. Immissionsgrenzwertverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr. 5/ 1987)

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

Zone I („Reinluftgebiete“):

	Sommer (April – Oktober)		Winter (November – März)	
	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	20	7	20	7

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	20	7	20	7

*Die Grenzwerte für Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid gelten auch dann als eingehalten, wenn die Halbstundenmittelwerte maximal 3x pro Tag, jedoch nur bis 0,4 mg/m³ überschritten werden.

Retznei liegt an der Grenze von Ballungsraum und Reinluftgebiet. Die Grenzwerte der mobilen Messung beziehen sich auf Immissionsgrenzwertverordnung der Steiermärkischen Landesregierung **Zone I (Reinluftgebiet)**.

3.3.2.2. Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Das Immissionsschutzgesetz Luft definiert für einige in EU - Richtlinien festgelegte Schadstoffe Grenzwerte, die vor allem den KFZ - Verkehr betreffen. Diese sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben. Bereits in den Jahren 2000 bzw. 2001 wird aber das Gesetz aufgrund der Vorgaben seitens der EU zu überarbeiten sein.

**Grenzwerte nach dem Immissionsschutzgesetz Luft**

Schadstoff	HMW	TMW	MW8	JMW
Stickstoffdioxid	0,20 mg/m ³			
Schwefeldioxid	0,20 mg/m ³ *	0,12 mg/m ³		
Schwebstaub		0,15 mg/m ³		
Kohlenmonoxid			10mg/m ³	
Benzol				0,010 mg/m ³

* Drei Halbstundenmittelwerte pro Tag bis zu einer Konzentration von 0,50 mg/m³ gelten nicht als Überschreitung des Grenzwertes.

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

Grenzwerte von Schwefeldioxid SO₂ :

97,5 Perzentil für den Halbstundenmittelwert (HMW) in den Monaten:	
April bis Oktober	0,07 mg/m ³
November bis März	0,15 mg/m ³

Die zulässige Überschreitung des Grenzwertes, die sich aus der Perzentilregelung ergibt, darf höchstens 100% des Grenzwertes betragen

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

Das Ozongesetz teilt Österreich in 8 Ozonüberwachungsgebiete und legt Grenzwerte als Dreistundenmittelwerte fest (Grenzwerte jeweils in mg/m³). Retznei liegt dabei im Ozon-Überwachungsgebiet 2 , „Süd- und Ost - Steiermark und südliches Burgenland“.

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

3.3.2.4. „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)



Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen

Zu Messbeginn sind fröhsommerliche Temperaturen vorherrschend.

Im Juli war es verbreitet zu warm und zu feucht und auch der August war in der südlichen Steiermark bei leicht unterdurchschnittlichen Niederschlagsverhältnissen zu warm, wobei am 27. eine Kaltfront Abkühlung und Niederschläge bewirkte, die verbunden mit Gewittern lokal sehr ergiebig waren.

Feuchtkühle wolkenreiche Luft ließ den August mit viel zu kühlen Tagen enden.

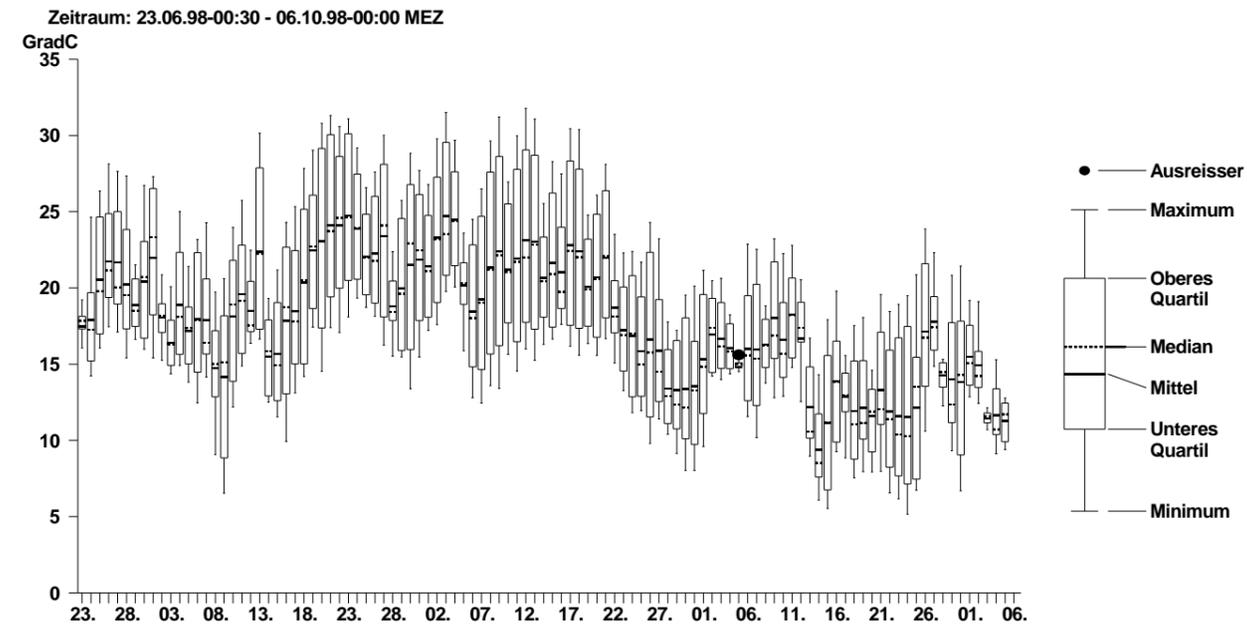
Der Verlauf der Temperatur im September zeigte nur wenige zu warme Tage, die überwiegend in die erste und dritte Dekade fielen. Markant war der Kaltlufteinbruch kurz vor Monatsmitte.

Anfang Oktober überwog bei insgesamt flacher Druckverteilung der Tiefdruckeinfluss und es kam jahreszeitlich bedingt zu einer weiteren Abkühlung mit der auch die mobile Messung in Retznei endete.

Immissionsklimatisch ist die Gesamtsituation während der Messung als günstig zu bezeichnen.



Abbildung 3: Temperaturverhältnisse in Retznei

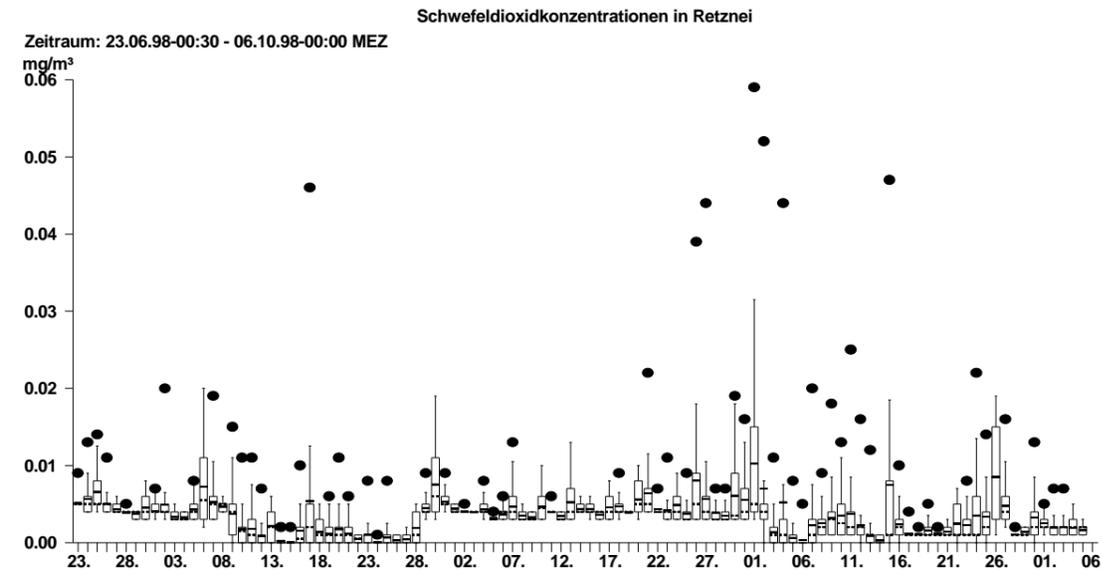


3.3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

3.3.4.1. Schwefeldioxid (SO₂)

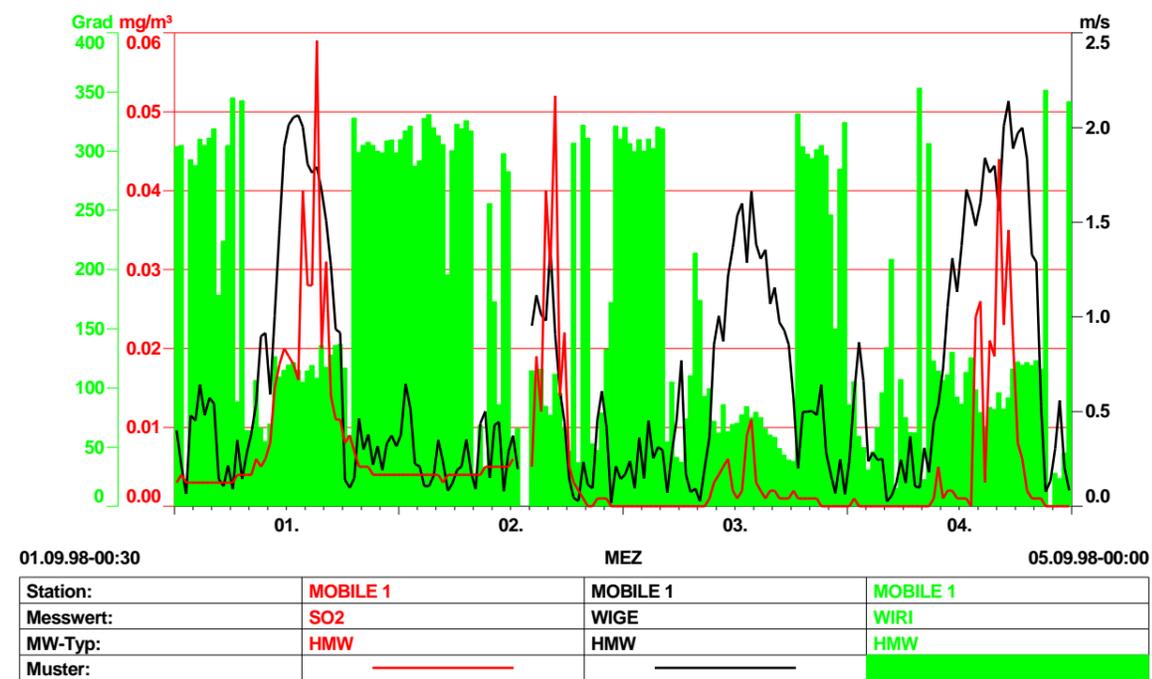
Abbildung 4: Schwefeldioxidkonzentrationen in Retznei

	Messergebnisse SO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax	0,059	0,070 0,20	LGBL.Nr.5/1987 BGBL. I Nr. 115/1997	84 % 30 %
Mtmax	0,011			
TMWmax	0,010	0,050 0,12	LGBL.Nr.5/1987 BGBL. I Nr. 115/1997	20 % 8 %
MPMW	0,003			
97,5 Percentil	0,012	0,07	BGBL. Nr. 199/1984	17%



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 ungleich höher als im Sommer.

Abbildung 5: Schwefeldioxid, Windrichtung und Windgeschwindigkeit



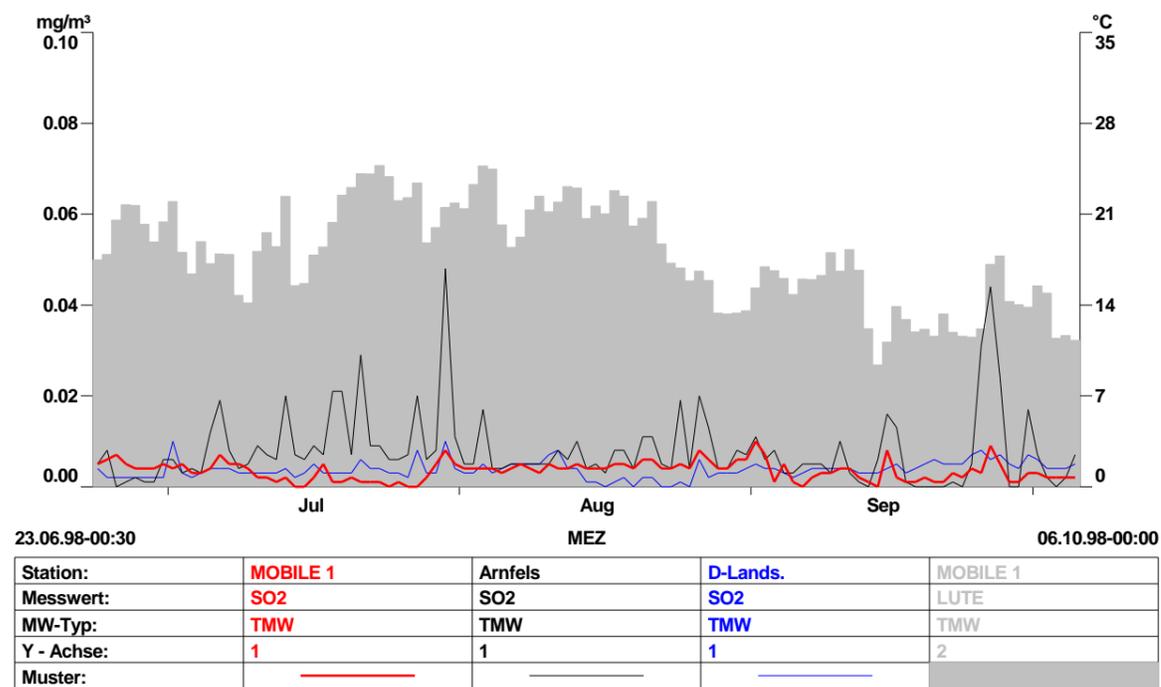


Während der Messperiode war die Schwefeldioxidbelastung insgesamt gering wobei die maximalen Halbstundenmittelwerte nur an einigen Tagen bei einer Windrichtung von ESE erreicht wurden (siehe Abbildung 5).

Aufgrund der Windverteilung kann daher ausgegangen werden, dass die Emissionen des Zementwerkes maßgeblich an den erhöhten Schwefeldioxidwerten beteiligt waren.

Die Konzentrationen blieben jedoch unter den Grenzwerten der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl.Nr. 5/1987) und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997).

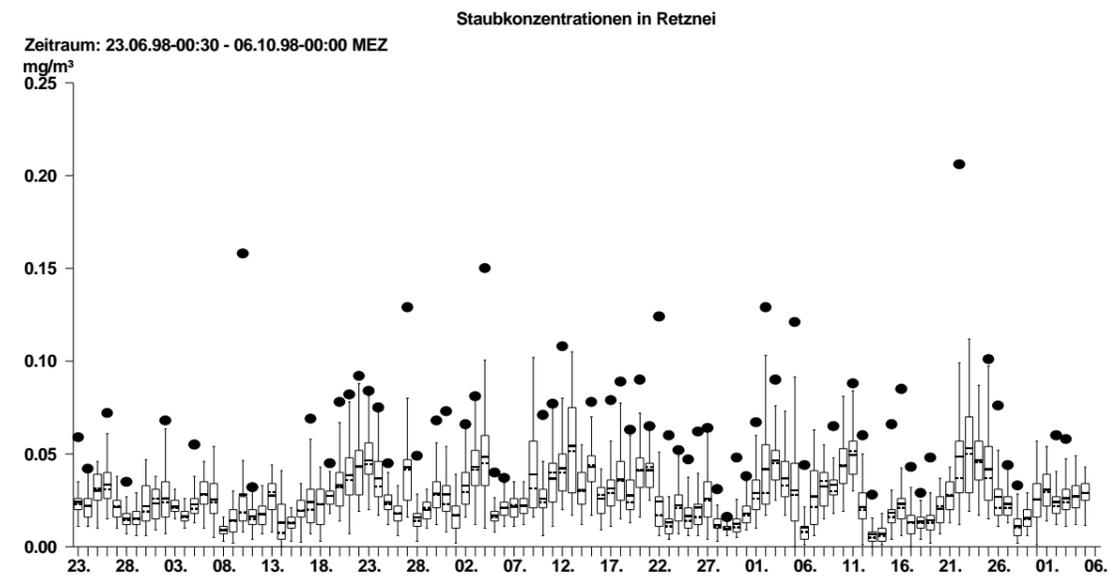
Abbildung 6: Vergleich der Schwefeldioxidkonzentrationen



3.3.4.2. Schwebstaub

Abbildung 7: Staubkonzentrationen in Retznei

	Messergebnisse Staub in mg/m ³	Grenzwerte Staub in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax	0,206			
MTmax	0,062			
TMWmax	0,054	0,120 0,15	LGBl.Nr.5/1987 BGBl. I Nr. 115/1997	45 % 36 %
MPMW	0,027			

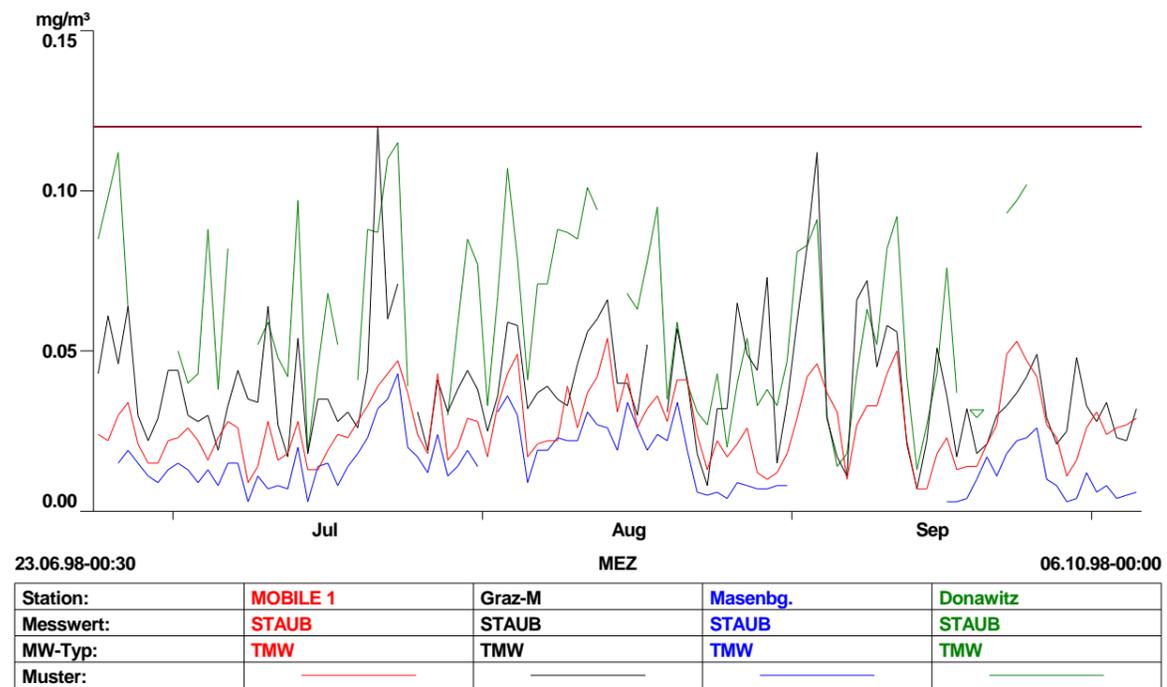


Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Dementsprechend sind auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim SO₂ höhere 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.

Bezüglich der Belastung durch den Luftschadstoff Schwebstaub konnten während der Messperioden keine Überschreitungen der in der Immissionsgrenzwertverordnung des Landes festgelegten Tagesmittelwerte festgestellt werden. Der maximale Tagesmittelwert lag bei 0,054 mg/m³ und blieb damit auch deutlich unter dem Grenzwert des Immissionschutzgesetzes Luft. (0,15 mg/m³).



Abbildung 7: Vergleich der Staubkonzentrationen

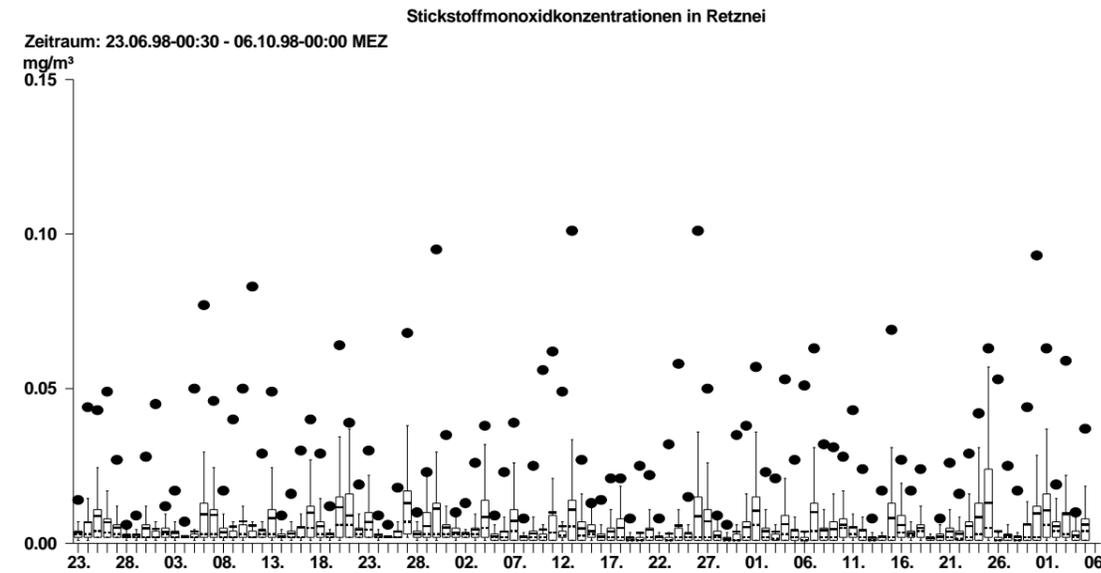


Im Vergleich mit den Stationen Donawitz und Graz-Mitte und der forstrelevanten Station Masenberg zeigen sich in der Grafik deutlich die geringen Konzentrationen in Retznei.

3.3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO)

Abbildung 8: Stickstoffmonoxidkonzentrationen in Retznei

	Messergebnisse NO in mg/m ³	Grenzwerte NO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax	0,101	0,600	LGBI.Nr.5/1987	17 %
MTmax	0,033			
TMWmax	0,013	0,200	LGBI.Nr.5/1987	7 %
MPMW	0,005			



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 NO_2 erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O_2) oder mit Ozon (O_3) zu NO_2 verbindet.

Die Messungen ergaben auf Grund der großen Entfernung zu stark befahrenen Verkehrswegen erwartungsgemäß niedrige NO -Konzentrationen während der Messperiode. Die registrierten Werte blieben deutlich unter den in der Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) genannten Grenzwerten.

3.3.4.4. Stickstoffdioxid (NO_2)

Abbildung 9: Stickstoffdioxidkonzentrationen in Retznei

	Messergebnisse NO_2 in mg/m^3	Grenzwerte NO_2 in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMW _{max}	0,086	0,200	LGBl.Nr.5/1987	43 %
		0,200	BGBl. I Nr. 115/1997	43 %
MT _{max}	0,034			
TMW _{max}	0,023	0,100	LGBl.Nr.5/1987	23 %
MPMW	0,009			

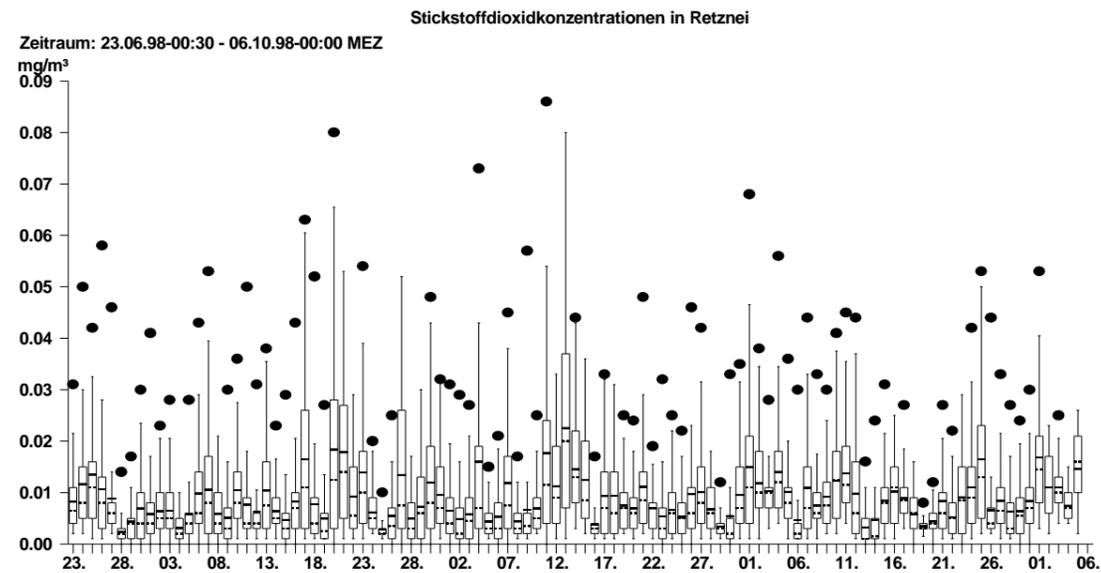
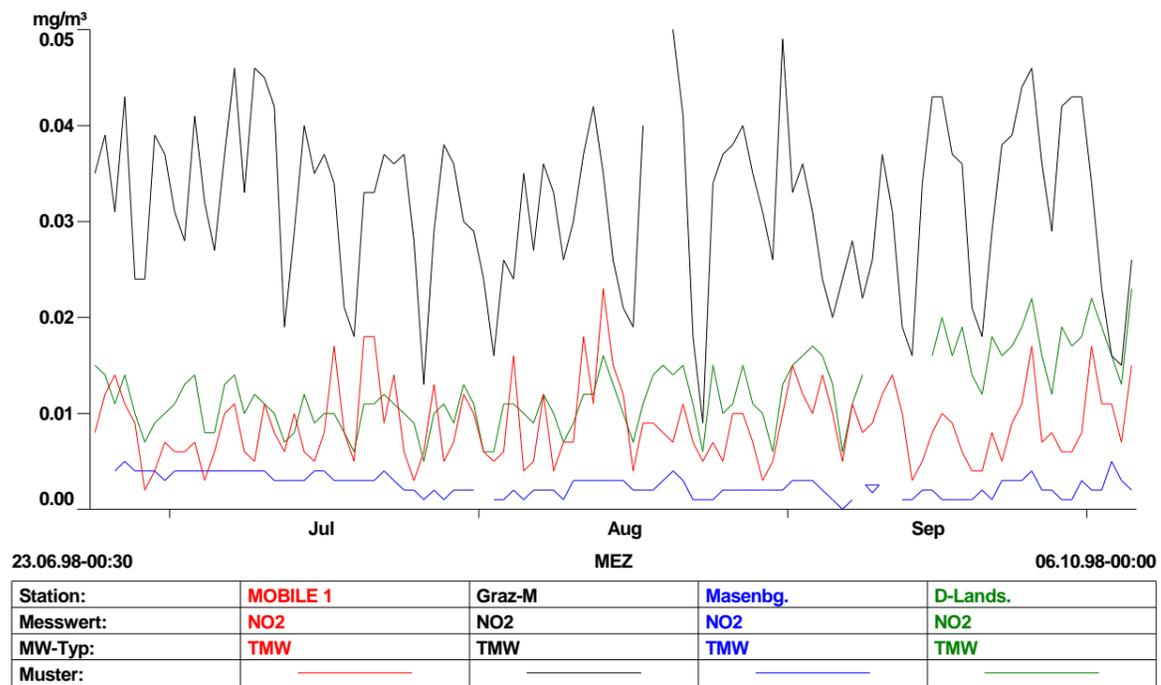


Abbildung 10: Vergleich der Stickstoffdioxidkonzentrationen



Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff NO erläutert. Immissionsseitig stellt sich im Allgemeinen der Schadstoffgang beim NO₂ ähnlich wie beim NO dar.

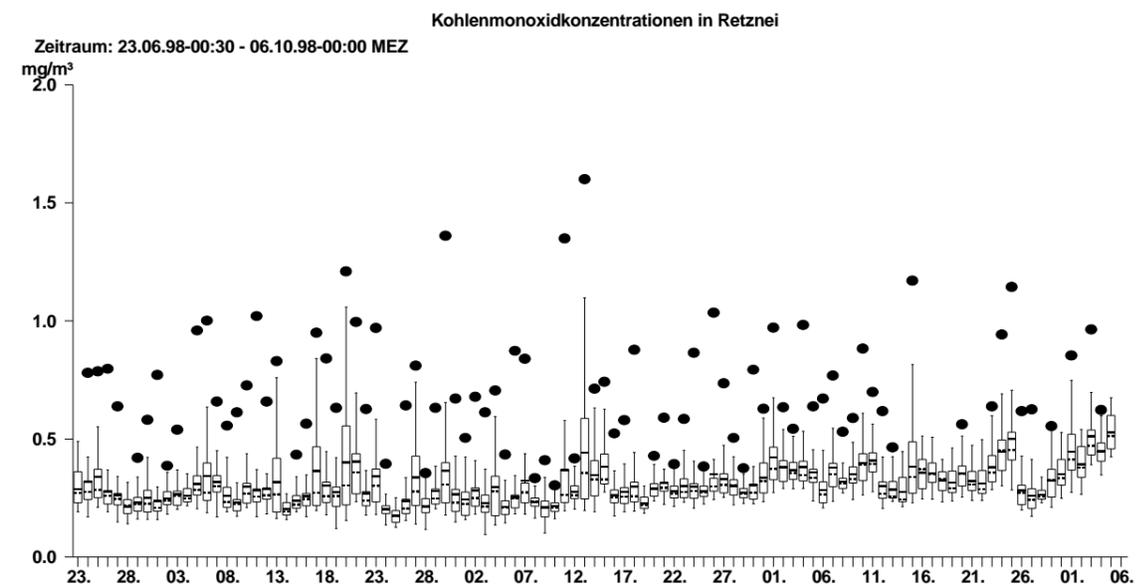
Es ergaben sich keine Überschreitungen nach dem Immissionsschutzgesetz Luft und der in der Landesverordnung festgelegten Grenzwerte.



3.3.4.5. Kohlenmonoxid (CO)

Abbildung 10: Kohlenmonoxidkonzentrationen in Retznei

	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax	1,6	20	LGBl.Nr.5/1987	8 %
MTmax	0,663			
TMWmax	0,528	7	LGBl.Nr.5/1987	8 %
MPMW	0,312			



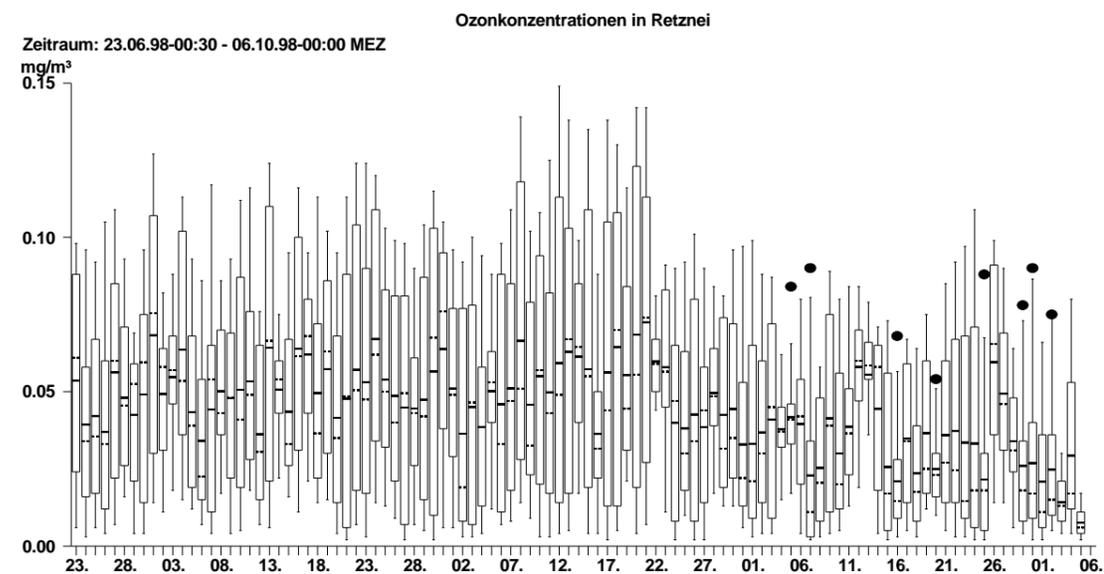
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der KFZ-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern im Allgemeinen rasch ab.

Die registrierten Konzentrationen blieben während beider Messperioden deutlich unter den Immissionsgrenzwerten sowohl der Steiermärkischen Landesverordnung als auch nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft.

3.3.4.6. Ozon (O₃)

Abbildung 11: Ozonkonzentrationen in Retznei

	Messergebnisse O ₃ in mg/m ³	Grenzwerte O ₃ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax	0,149	0,120	Österr. Akademie der Wissenschaften	124 %
MW3max	0,139	0,200	Ozongesetz	70%
MTmax	0,095			
TMWmax	0,073			
MPMW	0,045			



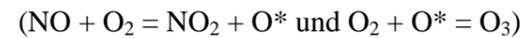
Die Ozonbildung in der bodennahen Atmosphäre erfolgt in der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit wesentlich stärker als in den Herbst- und Wintermonaten. Eine wesentliche Rolle kommt dabei den Vorläufersubstanzen wie den Stickstoffoxiden und den Kohlenwasserstoffen zu, auf deren Emittenten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

Eine weitere Eigenheit der Ozonimmissionen liegt darin, dass die Konzentrationsgrößen in vergleichbaren Höhenlagen über große Gebiete relativ homogen in den Spitzenbelastungen nachweisbar sind. Das gesamte österreichische Bundesgebiet wurde daher im Ozongesetz (BGBl.Nr.210/1992) in 8 Ozon-Überwachungsgebiete mit annähernd einheitlicher Ozonbelastung eingeteilt. Der Standort Retznei liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 2, „Süd- und Ost - Steiermark und südliches Burgenland“.



Der Ozontagesgang ist in weiterer Folge vor allem stark von der Höhenlage abhängig. Siedlungsnaher Talregionen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt 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:

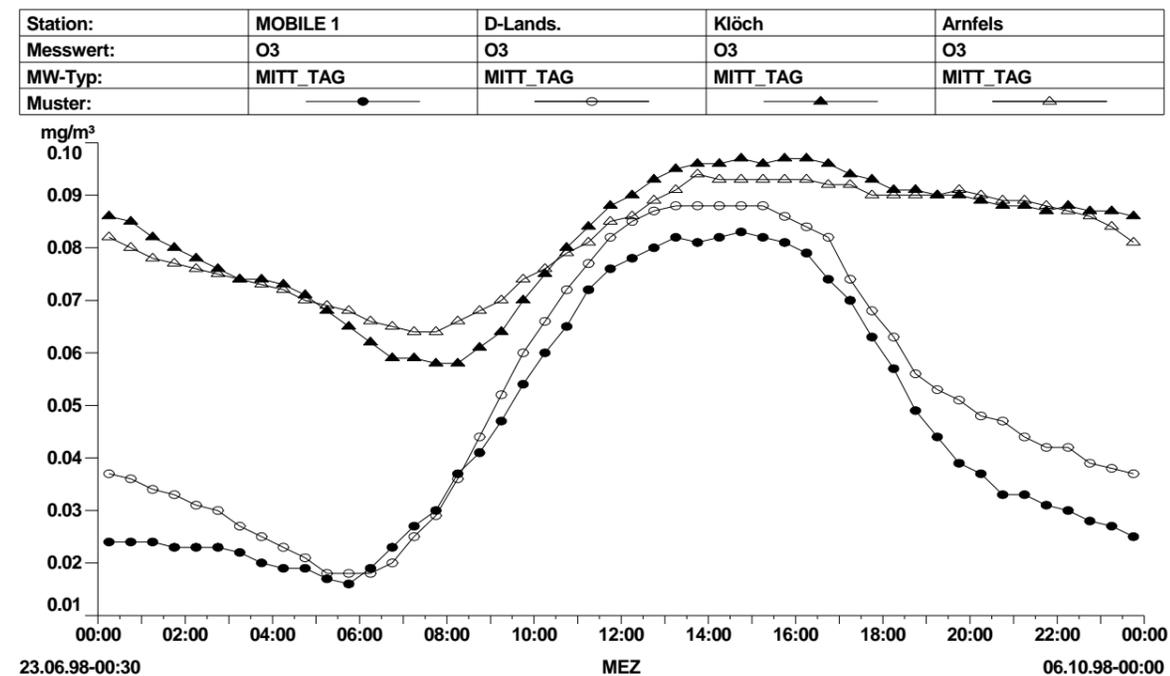
In den Siedlungsgebieten reagiert nach Sonnenuntergang das Stickstoffmonoxid mit dem Ozon zu Stickstoffdioxid ($\text{NO} + \text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{O}_2$). In den Vormittagsstunden laufen dagegen bei entsprechender UV-Strahlung durch das Sonnenlicht folgende Prozesse ab: Das Stickstoffmonoxid (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).

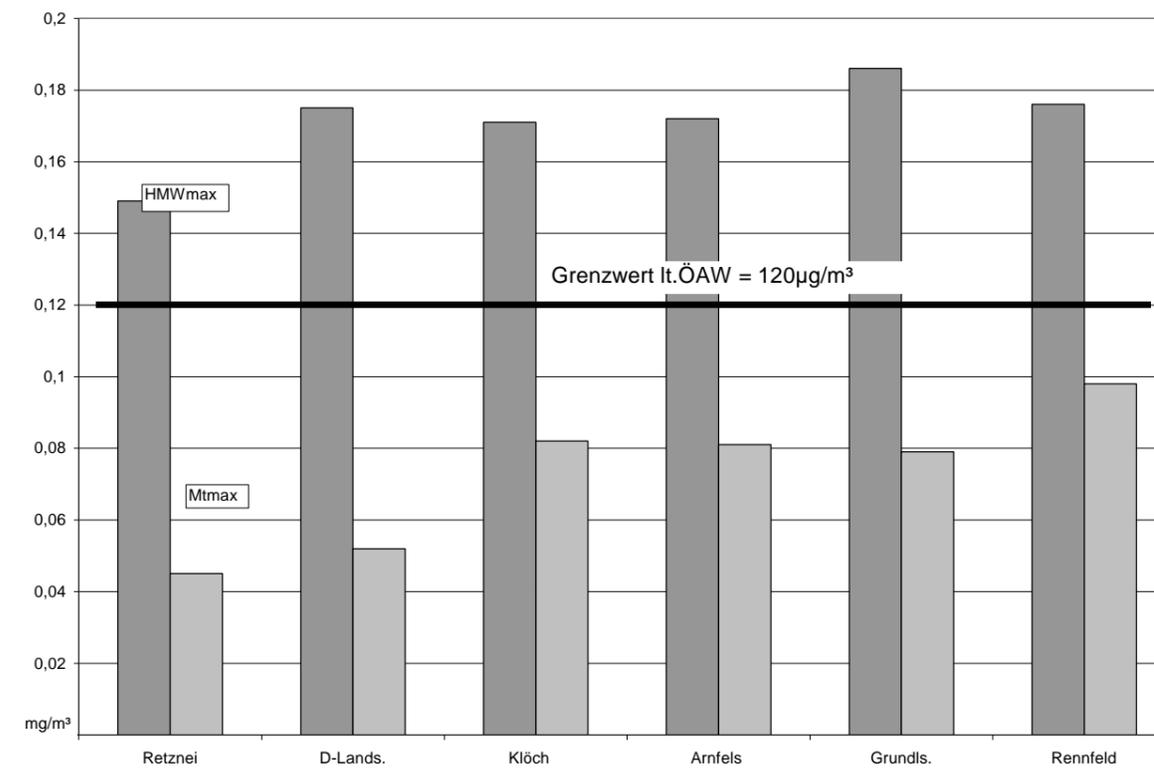


Während es nun in den Ballungsgebieten in den Nachtstunden zu einer Rückbildung kommt, nehmen die Ozonkonzentrationen in den Reinluftgebieten (auf Grund des weit geringeren NO_x -Angebotes) nur in einem deutlich beschränkten Maß ab.

Die folgende Abbildung dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort Retznei mit den Stationen Deutschlandsberg, Klöch und Arnfels.

Mittlerer Tagesgang von OZON



**Maximale Halbstundenmittelwerte und mittleres tägliches Maximum**

Hohe Werte wurden bei Hochdruck- und gradientschwachen Lagen registriert. Im Zeitraum vom 23.6. bis zum 6.10.1998 wurde der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Retznei an 13 Tagen überschritten.

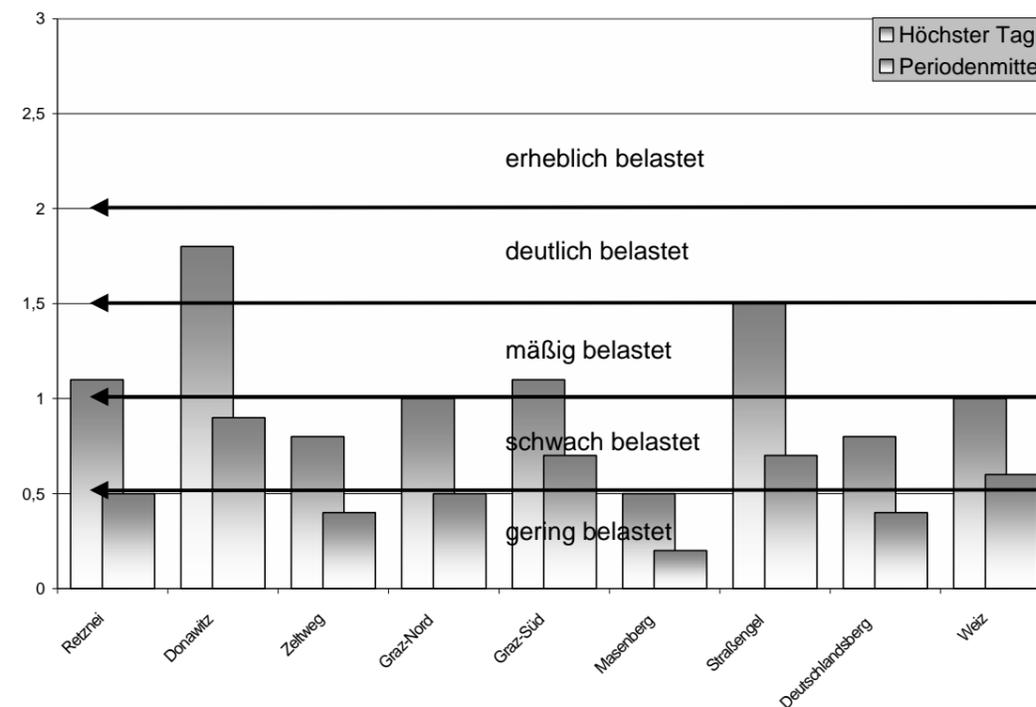
Die Ozonkonzentrationen lagen daher auf ein für dieses Gebiet und die Höhenlage erreichbaren Niveau.



3.3.5. Luftbelastungsindex

Eine relativ einfache Bewertungs- und Vergleichsmöglichkeit der Luftbelastung verschiedener Messstationen wird durch den Luftbelastungsindex ermöglicht.

Angelehnt an die von J. Baumüller (VDI 1988, S. 223 ff) vorgeschlagene Berechnungsmethode wurden dabei für die Messperiode (23.6.bis 6.10.1998) die Parameter der Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Schwebstaub in Verhältnis zu dem jeweiligen Grenzwert der Landesverordnung gesetzt und die Ergebnisse anschließend aufsummiert. Mit Hilfe der aus der Abbildung ersichtlichen Skala können die so gebildeten Indexzahlen für den genannten Messzeitraum bewertet und verglichen werden.





3.4. Literatur

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.

Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert wurden

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.

Wakonigg, H., 1978:

Witterung und Klima in der Steiermark.
Arb. Inst. Geogr. Univ. Graz 23: 377S.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 1998:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich.



3.5. Anhang

3.5.1. Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

3.5.1.1. Tabellen

In den 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 Immissionsgrenzwertverordnung 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.

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 (TMWmax)

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

Maximaler Halbstundenmittelwert (HMWmax)

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

2.5.1.2. 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 so genannten Ausreißer dargestellt, dann handelt es sich hierbei um den höchsten Halbstundenmittelwert des Tages.

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.