



Bericht Nr. 2/97

Luftgütemessungen Pernegg

29. August 1996 - 6. November 1996

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 Judenburg	2
3.	Mobile Immissionsmessungen	2
3.1.	Ausstattung und Meßmethoden	2
3.2.	Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen	3
3.2.1	Immissionsgrenzwertverordnung 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	6
.		
3.4.	Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen	9
3.5.	Meßergebnisse	11
3.5.1	Schwefeldioxid	11
.		
3.5.2	Schwebstaub	12
.		
3.5.3	Stickstoffmonoxid	14
.		
3.5.4	Stickstoffdioxid	15
.		
3.5.5	Kohlenmonoxid	16
.		
3.5.6	Kohlenwasserstoffe	17
.		
3.5.7	Ozon	19
.		
3.6.	Zusammenfassung der Ergebnisse der mobilen	

	Messungen und Vergleich mit anderen Luftgütemeßstationen	22
4.	Literatur	25

LUFTGÜTEMESSUNGEN PERNEGG

1. Einleitung

Die Luftgütemessungen wurden auf Anfrage der Gemeinde Pernegg an der Mur von Seiten des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung Ia, Referat für Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfaßten den Zeitraum vom 29. August bis 6. November 1996.

Wie bei den Messungen im Sommer 1993 wurde für den mobilen Meßcontainer (Mobile 1) als Standort die Grünfläche östlich des Gemeindeamtes in Kirchdorf etwa 100m westlich der S35 gewählt, um die Immissionssituation durch die Verkehrsbelastung im zentralen Siedlungsraum zu erheben. Die gewonnenen Meßergebnisse sind eine wesentliche Grundlage zur Beurteilung der derzeitigen Immissionssituation der registrierten Schadstoffkonzentrationen und erlauben einen Vergleich mit vorangegangenen Messungen.

Abbildung 1: Der Standort der mobilen Meßstation in Pernegg.

2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe im Bereich Kirchdorf-Pernegg

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

Die Lage des Meßstandortes Pernegg entspricht nach H. Wakonigg der Klimalandschaft der „Tal- und Beckenklimate innerhalb des Randgebirges“. Das Klima kann vereinfacht als „mäßig sommerwarm und mäßig winterkalt“ charakterisiert werden (H. Wakonigg, 1978, 382).

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt im langjährigen Durchschnitt (Periode 1951-1970) 6 °C - 8 °C, wobei als Monatsmittel im Jänner -3°C bis -4°C und im Juli 15 °C bis 19 °C erreicht werden. Die Jahresniederschlagssumme beläuft sich auf rund 900 mm, die im Schnitt an etwa 100 - 115 Tagen im Jahr fallen. Die niederschlagsärmsten Monate sind im Winter (Jänner unter 30 mm), der niederschlagsreichste Monat ist der Juli mit etwa 130 mm. Die mittleren Windgeschwindigkeiten bleiben mit 1 - 2 m/s im allgemeinen eher gering (H. Wakonigg 1978). Die Windrichtungsverteilung wird am Meßstandort vom Murtalwindssystem - insbesondere dem Murtalauswind - dominiert. Dadurch ergibt sich entsprechend dem Talverlauf eine Hauptwindrichtungachse NW - SE, wobei die Anteile anderer Windrichtungen vernachlässigbar gering bleiben.

3. Mobile Immissionsmessungen

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	FH - 62 JN
Stickstoffoxid NO, NO ₂	Chemilumineszenzanalyse	Horiba APNA 350E
Kohlenmonoxid CO	Gasfilterkorrelation	Horiba APMA 350E
Kohlenwasserstoffe (Summe)	CnHm 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 für Temperatur, Windrichtung, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck betrieben.

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

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 und Winter (Vegetation). Weiters sind unterschiedliche Zonen definiert (Grenzwerte jeweils in mg/m³):

Reinluftgebiete“):

	Sommer		Winter	
	HMW	TMW	HMW	TMW
Schwefeldioxid	0,070	0,050	0,150	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

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 3 x pro Tag, jedoch höchstens bis 0,4 mg/m³ überschritten werden. Pernegg sind die Grenzwerte für die Zone II („Ballungsräume“) relevant.

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

Das Ozongesetz teilt Österreich in 7 Ozonüberwachungsgebiete und legt Grenzwerte als Dreistundenmittelwerte fest (siehe Tabelle, Grenzwerte jeweils in mg/m³). Pernegg liegt dabei im Ozon-Überwachungsgebiet 2 "Südostösterreich mit Oberem

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 Kriterien für Ozon enthalten unter anderen die folgenden, über das Ozongesetz hinausgehenden Empfehlungen für Vorsorgegrenzwerte zum Schutz des Menschen:

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 (TMWmax)

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

Maximaler Dreistundenmittelwert (MW3max)

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

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.

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 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 rsichtlich 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, Halbstundenmittelwerte, die täglich um 12:00 Uhr registriert wurden, über eine gesamte

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

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 aufbereitung 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	
02:30	0,001	
03:00	0,001	
03:30	0,002	
04:00	0,003	
04:30	0,002	
05:00	0,004	
05:30	0,065	
06:00	0,109	
06:30	0,199	
07:00	0,387	
07:30	0,458	
08:00	0,578	
08:30	0,523	
09:00	0,492	
09:30	0,504	
10:00	0,411	
10:30	0,456	
11:00	0,344	
11:30	0,201	
12:00	0,178	
4.	0,001	
5.	0,002	
6.	0,002	UNTERES QUARTIL
7.	0,002	
8.	0,003	
9.	0,003	
10.	0,004	
11.	0,065	
12.	0,109	MEDIAN
13.	0,178	
14.	0,199	
15.	0,201	
16.	0,344	
17.	0,387	
18.	0,411	OBERES QUARTIL
19.	0,456	
20.	0,458	
21.	0,492	
22.	0,504	
23.	0,523	
24.	0,578	MAXIMUM

3.4. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen

(29. August bis 6. November 1996)

Am Meßbeginn herrschte bei flacher Druckverteilung stark bewölktetes Wetter mit stellenweisem Niederschlag vor. In der Folge verstärkte sich Anfang September Tiefdruckeinfluß, womit auch ein deutlicher Temperaturrückgang verbunden war.

Ab 4. 9. stellte sich an der Ostflanke eines Hochs über der Nordsee eine Nordströmung ein. Damit wurde polare Kaltluft nach Mitteleuropa transportiert und eingelagerte Fronten lösten häufig Niederschläge aus. Mit der Drehung der Strömung auf westliche Richtungen erfolgte am 11. und 12. 9. bei nachlassenden Niederschlägen vorübergehend Zufuhr milderer Atlantikluft.

Folge, die erst am 24. 9. nachließen.

Die letzten Septembertage waren durch wechselhaftes Wetter gekennzeichnet, wobei zum Monatswechsel unter Hochdruckeinfluß und Warmluftzufuhr aus Südwest Temperaturmaxima von über 20°C erreicht wurden.

Nach dem Durchzug einer Kaltfront entwickelte sich am 2. 10. ein Tiefdruckgebiet über Norditalien, das in großen Teilen Österreichs intensive Niederschläge und einen deutlichen Temperaturrückgang zur Folge hatte. Die Tiefdrucktätigkeit hielt, unterbrochen von einem kurzem Zwischenhocheinfluß, der am 4. 10. einen trockenen und sonnigen Tag bescherte, bis zum 7. 10. an.

Ab 8. 10. setzte sich allmählich Hochdruck durch, der bis zum 13. anhaltend schönes Herbstwetter bescherte. In der Folge gelangte mit einer kräftigen südlichen feuchtmilde Luft in den Alpenraum, was zu Bewölkungsverdichtung führte und vereinzelt für Niederschläge sorgte.

Am 16. 10. verstärkte sich der Einfluß eines Mittelmeertiefs und verursachte in der Steiermark ergiebige Regenfälle. Der Tiefdruckeinfluß schwächte sich an den folgenden Zwischenhocheinfluß am 19. 10. setzte eine starke Nordwestströmung ein, die ein atlantisches Frontsystem

21. vor allem an der Alpennordseite intensive Niederschläge auslöste (Hochwasser in

Zunehmender Hochdruckeinfluß leitete ab 23. 10. eine zweite herbstliche Schönwetterphase ein. Der Jahreszeit entsprechend sanken in den klaren Nächten die Temperaturminima bereits unter den Gefrierpunkt und stellenweise konnten sich Nebelfelder ausbilden, die sich tagsüber nur zögernd auflösten.

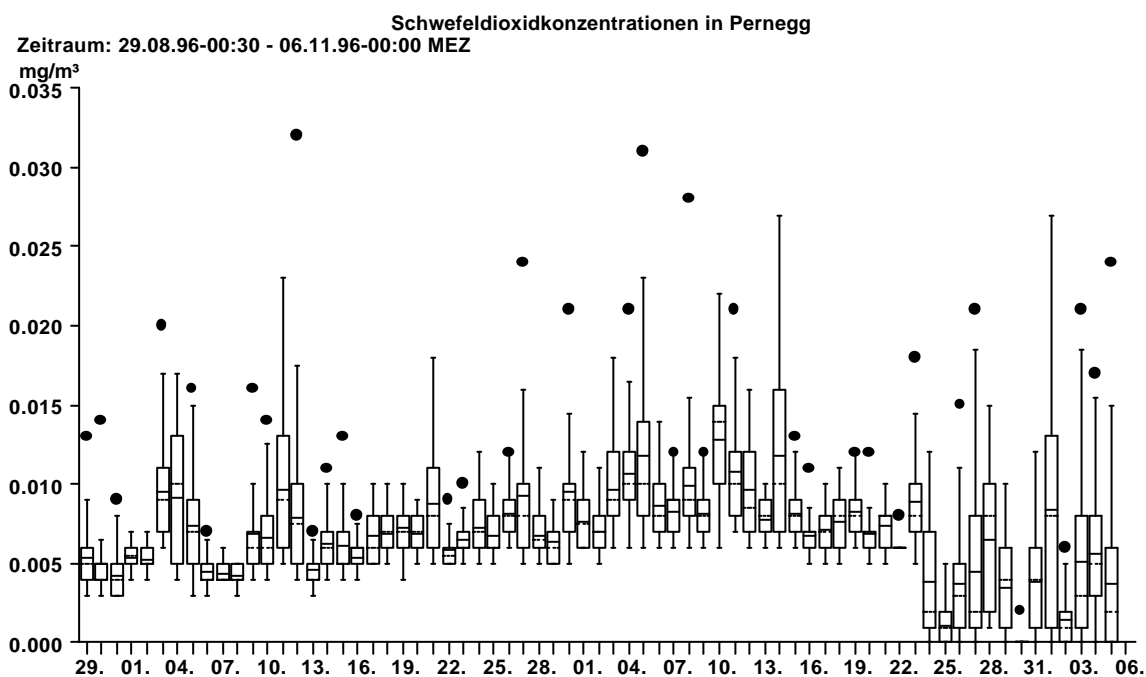
Strömungs-und Tiefdrucklagen. Die zweite Hälfte der Meßperiode (Oktober) weist hingegen bei durchschnittlicher Tiefdrucktätigkeit einen nur gering erhöhten Anteil von Strömungslagen zu Lasten von Hochdrucksituationen auf.

Hinsichtlich der Temperaturverhältnisse erbrachte der September deutlich zu niedrige Werte (Bruck/Mur: 3,3K unter dem langjährigen Mittel), während der Oktober etwas zu warm war. Die Niederschlagsverhältnisse waren speziell in der zweiten Hälfte der Meßperiode durch überdurchschnittliche Regenmengen gekennzeichnet.

Da das LGBl. Nr. 5/1987 für das Winter- und Sommerhalbjahr (November bis März bzw. April bis Oktober) zum Teil unterschiedliche Grenzwerte vorsieht, werden in den Tabellen den höchsten Konzentrationen die jeweils gültigen Grenzwerte gegenübergestellt.

3.5.1. Schwefeldioxid (SO₂)

Meßperiode 29.08.96 - 06.11.96	Meßergebnisse SO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,007		
MTmax	0,014		
TMWmax	0,013	0,050	LGBl.Nr.5/1987
MW3max	0,025	0,400	BGBl.Nr.38/1989
HMWmax	0,032	0,100	LGBl.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,014		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,016	0,150	BGBl.Nr.199/1984



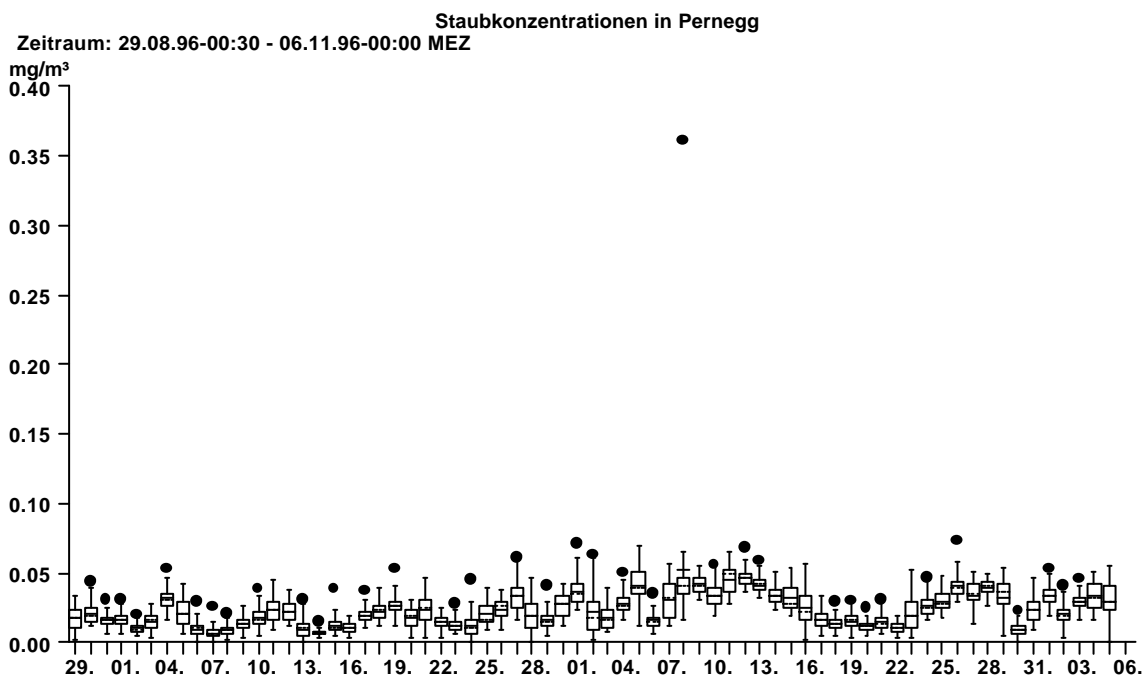
SO₂ wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozeßwärme freigesetzt. Die Emissionen sind daher in der

Der in der Abbildung am 24.10. erkennbare Sprung bei den Minima ist auf eine Nullpunktkorrektur des Meßgerätes zurückzuführen.

Landesverordnung (LGBl.Nr. 5/1987).

3.5.2. Schwebstaub

Meßperiode	Meßergebnisse Staub in mg/m ³	Grenzwerte Staub in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
29.08.96 - 06.11.96			
MPMW	0,045		
MTmax	0,047		
TMWmax	0,052	0,120	LGBl.Nr.5/1987
MW3max	0,145		
HMWmax	0,361		
95 Perzentil	0,047		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,051		



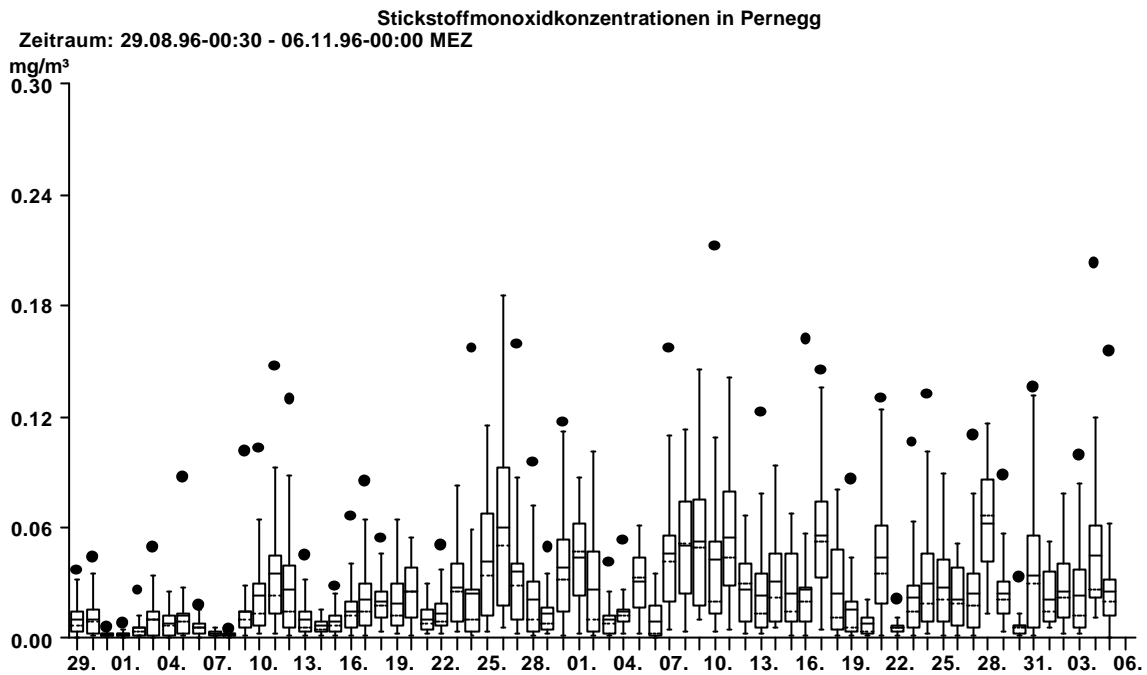
Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Dementsprechend sind auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim SO₂ höhere 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 Meßperiode keine Überschreitungen des in der Immissionsgrenzwerteverordnung des Landes festgelegten Tagesmittelwertes festgestellt werden. Die Staubkonzentrationen entsprachen etwa den Werten der Sommermessung 1993, kurzfristig trat allerdings am Nachmittag des 8. Oktober eine hohe Belastungsspitze auf, die im Zusammenhang mit erhöhter Windgeschwindigkeit bei trockener Witterung zu sehen ist.

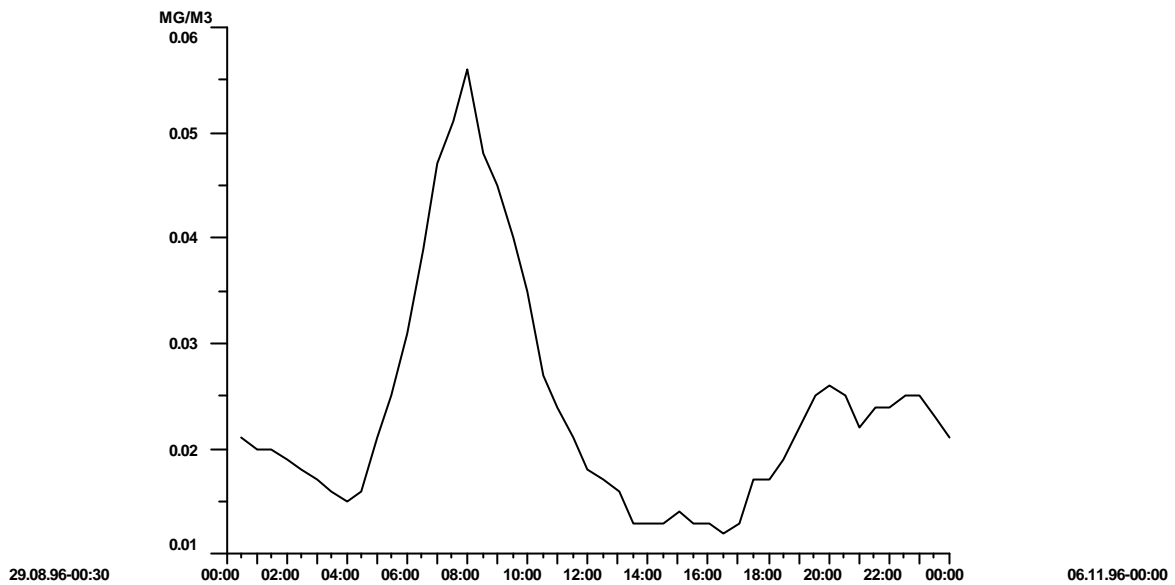
3.5.3. Stickstoffmonoxid (NO)

Meßperiode 29.08.96 - 06.11.96	Meßergebnisse NO in mg/m ³	Grenzwerte NO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,024		
MTmax	0,085		
TMWmax	0,062	0,200	LGBl.Nr.5/1987
MW3max	0,147		
HMWmax	0,212	0,600	LGBl.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,084		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,103		



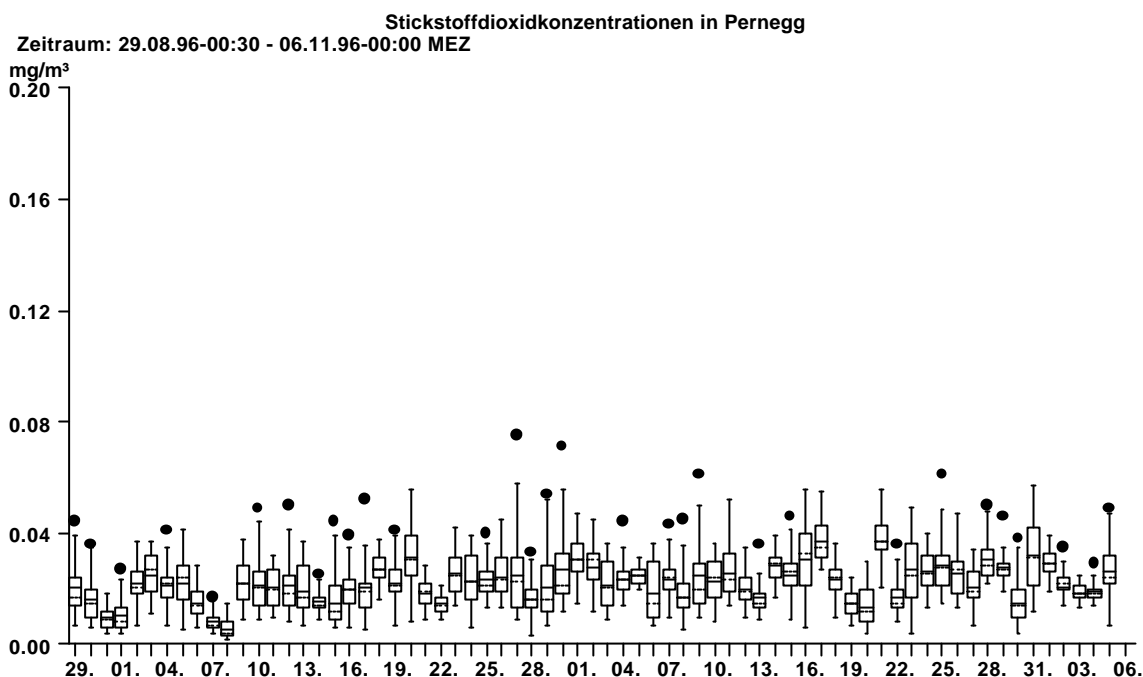
Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO_x) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO-Anteil etwa 95% des NO_x -Ausstoßes aus. Die Bildung von NO_2 erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O_2) oder mit Ozon (O_3) zu NO_2 verbindet.

Das Konzentrationsniveau von Stickstoffmonoxid zeigt im Verlauf der Messung aufgrund der allmählich ungünstiger werdenden Ausbreitungsbedingungen, wie sie für die kühlere Jahreszeit typisch sind, einen leichten Anstieg. Insgesamt verblieben die registrierten Konzentrationen allerdings während der gesamten Meßperiode deutlich unter den in der Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) genannten Grenzwerten. Die nachfolgende Darstellung des mittleren Tagesganges von NO für den Meßzeitraum läßt ein morgendliches Konzentrationsmaximum zum Zeitpunkt der schwaches Nebenmaximum in der ersten Nachthälfte erkennen. Die Konzentrationshöhen entsprechen dabei den Ergebnissen der Sommermessung 1993.



3.5.4. Stickstoffdioxid (NO₂)

Meßperiode 29.08.96 - 06.11.96	Meßergebnisse NO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,022		
MTmax	0,041		
TMWmax	0,037	0,100	LGBl.Nr.5/1987
MW3max	0,059	0,350	BGBl.Nr.38/1989
HMWmax	0,075	0,200	LGBl.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,040		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,045		

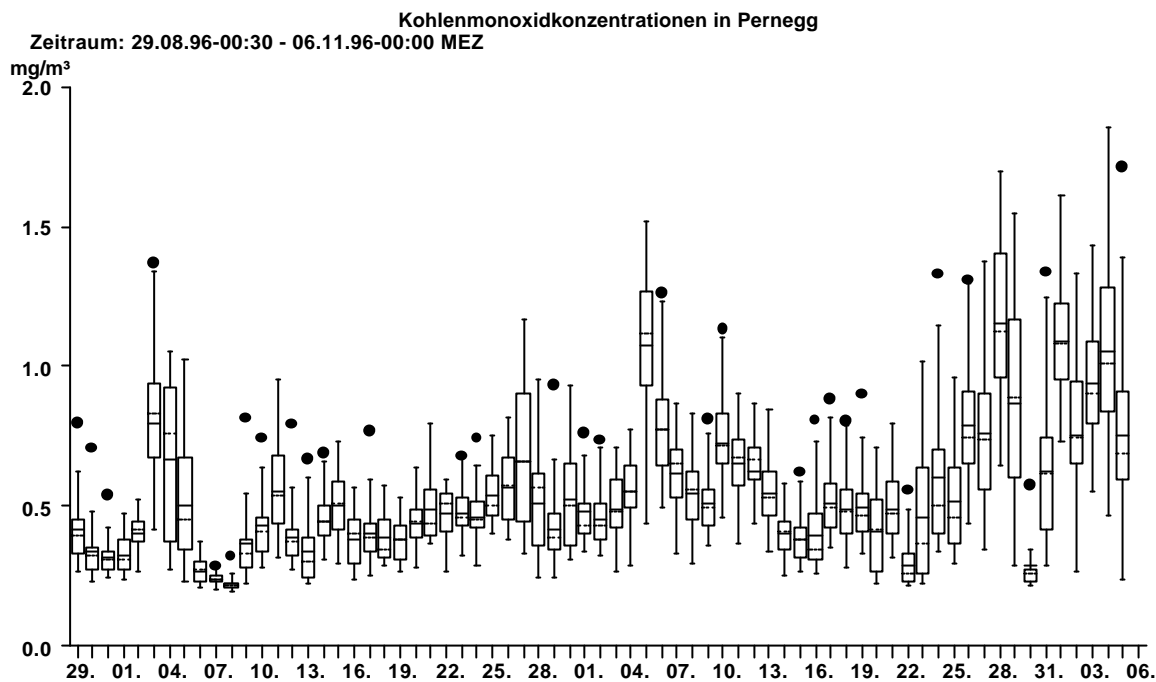


Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff NO erläutert. Immissionsseitig stellt sich im allgemeinen der Schadstoffgang beim NO₂ ähnlich wie beim NO dar.

Es ergaben sich während der Meßperiode ebenfalls keine Überschreitungen der in der Landesverordnung (LGBI.Nr. 5/1987) festgelegten Grenzwerte, das gemessene Konzentrationsniveau lag sogar etwas unter dem der Messungen von 1993.

3.5.5. Kohlenmonoxid (CO)

Meßperiode	Meßergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
29.08.96 - 06.11.96			
MPMW	0,538		
MTmax	0,902		
TMWmax	1,150	7	LGBI.Nr.5/1987
MW3max	1,616	20	BGBI.Nr.38/1989
HMWmax	1,855	20	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	1,077		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	1,240		



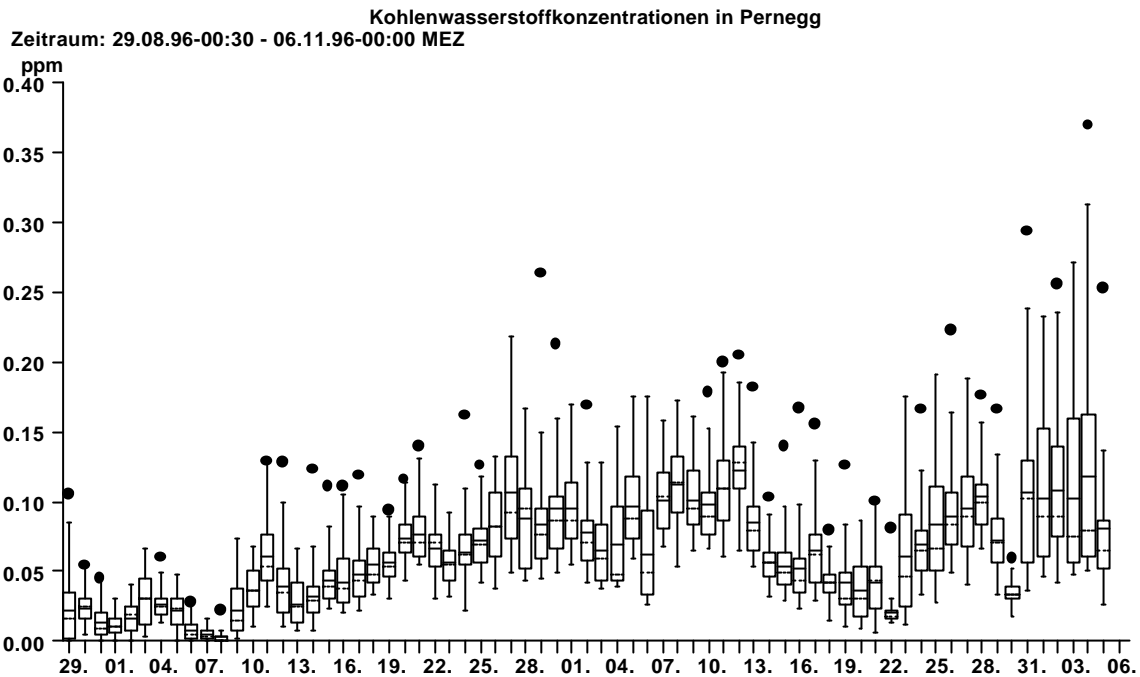
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der KFZ-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern im allgemeinen ab.

Die Kohlenmonoxidkonzentrationen zeigen im Verlauf der Messung mit abnehmendem Temperaturniveau einen allmählichen Anstieg, wobei bereits Anfang September und Anfang Oktober bei kühler Witterung und ungünstigen Ausbreitungsbedingungen kurzfristig höhere Konzentrationen gemessen wurden.

Die registrierten Konzentrationen blieben während der Meßperiode allerdings deutlich unter den Immissionsgrenzwerten der steiermärkischen Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987).

3.5.6. Kohlenwasserstoffe (CnHm)

Meßperiode	Meßergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen, Empfehlungen
29.08.96 - 06.11.96	CnHm in ppm	CnHm in ppm	
MPMW	0,063		
MTmax	0,140		
TMWmax	0,122		
MW3max	0,286		
HMWmax	0,370		
95 Perzentil	0,143		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,169		



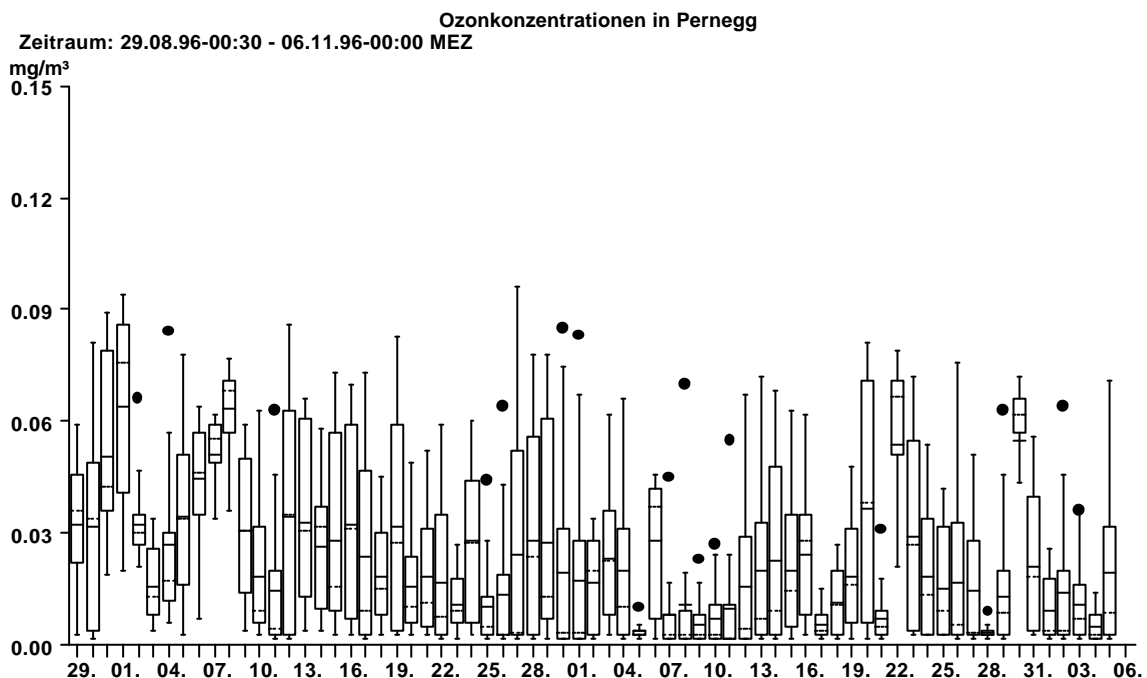
Neben dem Verkehr ist für die Kohlenwasserstoffemissionen z.B. auch die Verdampfung von Lösungsmittel maßgebend. Die Kohlenwasserstoffe spielen bei der Bildung von Ozon eine wesentliche Rolle.

Die Konzentrationen der Kohlenwasserstoffe nehmen ähnlich wie beim CO im Verlauf der herbstlichen Messungen allmählich zu, sodaß im Vergleich zu den Messungen im Jahr 1993 und 1994 das Konzentrationsniveau zu Meßbeginn dem der Sommermessung 1993, am Ende bereits dem der Messungen im Winter 1993/94 entspricht.

Für die Beurteilung der Kohlenwasserstoffemissionen stehen keine gesetzlichen Grundlagen zur Verfügung. Es kann aber aufgrund der bisherigen Erfahrungen von einem leicht unterdurchschnittlichen Belastungsbild in Pernegg gesprochen werden.

3.5.7. Ozon (O₃)

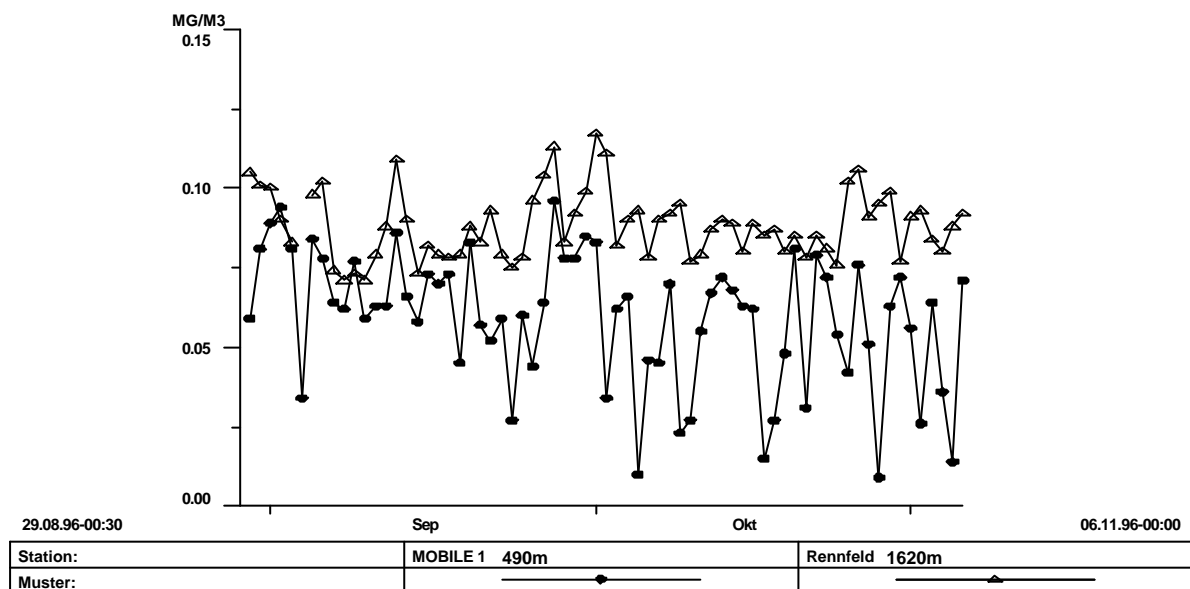
Meßperiode 29.08.96 - 06.11.96	Meßergebnisse O ₃ in mg/m ³	Grenzwerte O ₃ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,023		
MTmax	0,059		
TMWmax	0,065		
MW3max	0,092	0,200	BGBL.Nr.210/1992
HMWmax	0,096	0,120	Österreichische Akademie der Wissenschaften
95 Perzentil	0,070		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,076		



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 österreichische Bundesgebiet wurde daher im Ozongesetz (1992) in 7 Ozon-

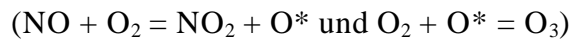
Überwachungsgebiete mit annähernd einheitlicher Ozonbelastung eingeteilt werden. Pernegg liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 2 "Südostösterreich mit Oberem Murtal". Anhand der nachstehenden Abbildung läßt sich gut zeigen, daß sich die Ozonspitzenkonzentrationen am Standort in Pernegg speziell während der wärmeren Witterungsphasen vom Beginn der Messungen bis in die zweite Septemberhälfte in der Ordnung wie an der Station Rennfeld bewegen.



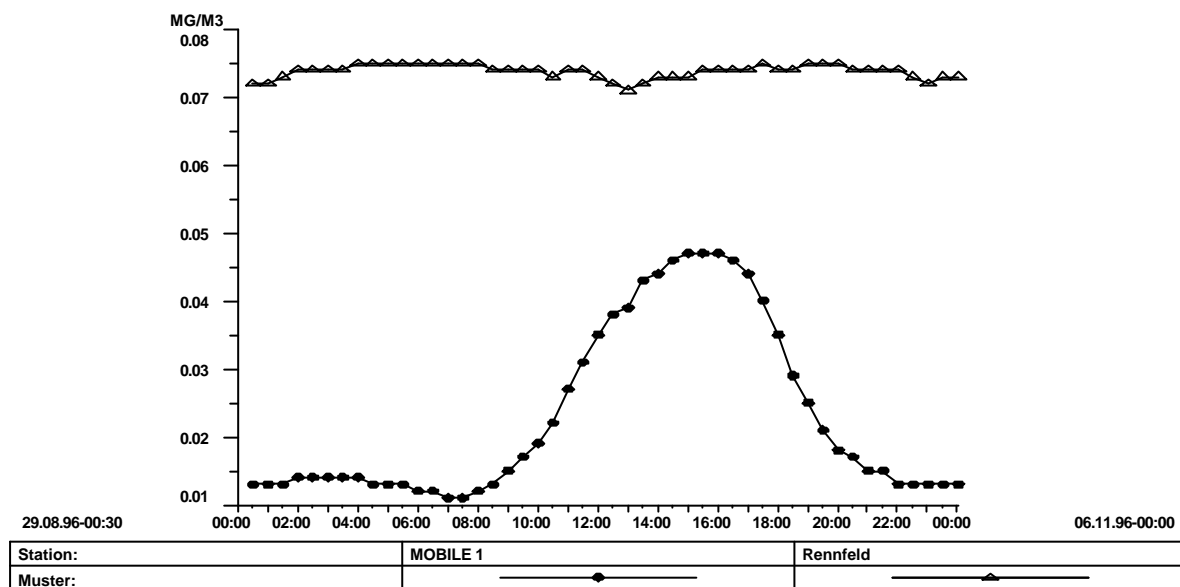
Der Ozontagesgang ist in weiterer Folge auch stark von der Höhenlage abhängig. Siedlungsnahen Talregionen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt dann ein rasches Ansteigen der Konzentrationen, die dann am Nachmittag konstant hoch 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

(NO₂), dabei bleibt ein Sauerstoffradikal (O*) übrig. Dieses bindet sich in der Folge mit dem Luftsauerstoff (O₂) zu Ozon (O₃).



Die folgende Abbildung dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort Pernegg mit der benachbarten Höhenstation Rennfeld.



Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die zu erwartende Übereinstimmung mit dem Witterungsverlauf. Während der wärmeren Wetterlagen am Beginn der Messung wurden höhere Werte registriert, wobei allerdings aufgrund der für die Ozonbildung ungünstigen Witterung allgemein relativ niedrige Konzentrationen vorherrschten.

Der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlene Vorsorgegrenzwert wurde nicht erreicht. Ebenso blieben die Dreistundenmittelwerte während der gesamten Meßperiode unter den Grenzwerten des Ozongesetzes (BGBl. Nr. 210/1992).

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

Im Herbst 1996 (29. August bis 6. November 1996) wurden in Pernegg 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.

wurde die Grünfläche östlich des Gemeindeamtes in Kirchdorf etwa Immissionsituation durch die Verkehrsbelastung im zentralen Siedlungsraum zu erheben, wobei die daraus gewonnenen Meßergebnisse eine wesentliche Grundlage zur Beurteilung der derzeitigen Immissionsituation sind und einen Vergleich mit Messungen aus dem Sommer 1993 und dem Winter 1993/94 erlauben.

Bezüglich der Primärschadstoffe werden in der nachstehenden Tabelle für die gesamte Meßperiode der Meßperiodenmittelwert (MPMW), die höchsten Tages- (TMWmax), Dreistunden- (MW3max) und Halbstundenmittelwerte (HMWmax) aufgelistet.

Schadstoffkomponente	MPMW	TMWmax	MW3max	HMWmax
SO ₂ in µg / m ³	7	13	25	32
Schwebstaub in µg / m ³	23	52	145	361
NO in µg / m ³	24	62	147	212
NO ₂ in µg / m ³	22	37	59	75
CO in µg / m ³	538	1150	1616	1855
CnHm in ppb	63	122	286	370
O ₃ in µg / m ³	23	65	92	96

In der folgenden Tabelle werden für den HMWmax und den TMWmax die Prozentanteile zum Grenzwert (=100%) der Landesverordnung (LGBl. Nr.5/1987) für die Zone 2 zusammengefaßt.

Schadstoffkomponente	HMW	TMW
Schwefeldioxid	32%	26%
Schwebstaub	-	43%
Stickstoffmonoxid	35%	31%
Stickstoffdioxid	37%	37%
Kohlenmonoxid	9%	16%

Um die Ergebnisse der Messungen in Pernegg mit anderen Gebieten vergleichen zu können, werden diesen in einer weiteren tabellarischen Übersicht sowohl Meßstellen in Ballungsräumen wie Graz als auch einer gering belasteten Station aus dem forstrelevanten Meßnetz (Rennfeld) gegenübergestellt.

Die angegebenen Daten sind als 95 Perzentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. bei CnHm ppb) über den Meßzeitraum 29.8.1996 - 6.11.1996 zu verstehen.

Schadstoffkomponente	SO ₂	Staub	NO	NO ₂	CO	CnHm	O ₃
Pernegg	14	47	84	40	1077	143	70
Graz West	19	74	110	60	2224	387	74
Voitsberg	14	65	65	38	1534	280	78
Deutschlandsberg	16	55	37	37	-	-	73
Judenburg	10	34	22	32	-	-	76
Donawitz	27	161	50	37	2289	-	-
Weiz	17	141	66	41	1625	-	78
Rennfeld	7	-	-	-	-	-	96

Insgesamt läßt sich aus den automatischen Luftgütemessungen in Pernegg folgender Schluß ziehen:

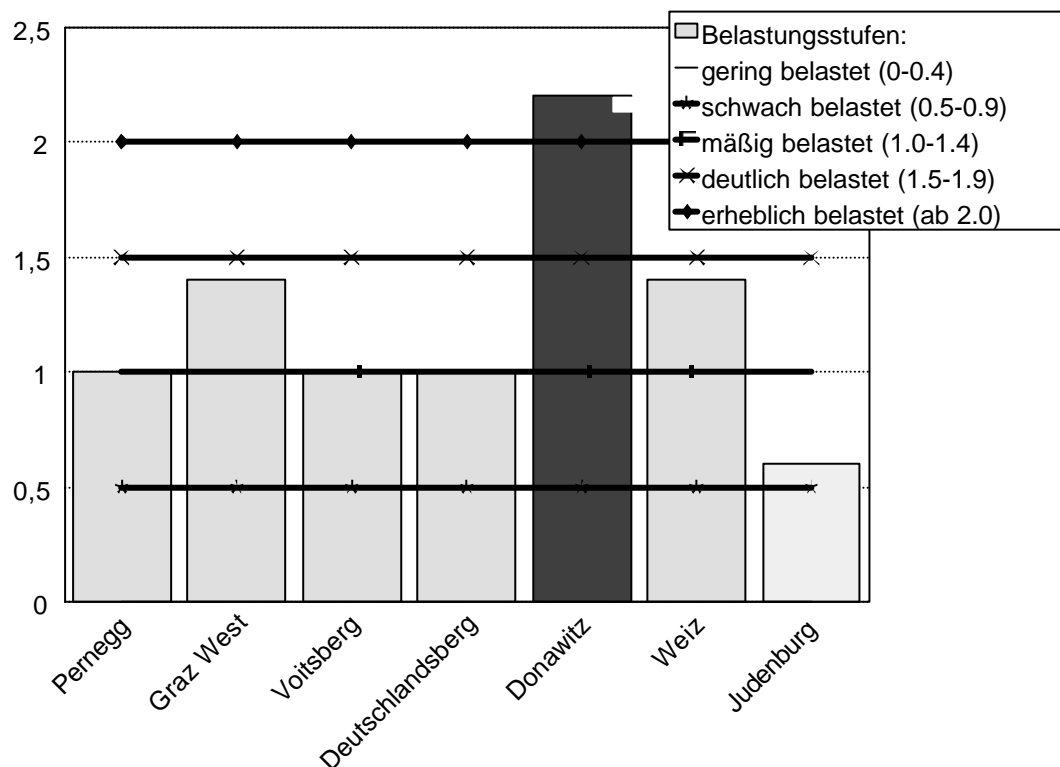
Bezüglich des Ozongehalts in den bodennahen Luftschichten wurden die der Jahreszeit und den Witterungsverhältnissen entsprechenden niedrigen Immissionskonzentrationen registriert.

Hinsichtlich der Primärschadstoffe können am vorliegenden Meßstandort die Konzentrationen von Schwefeldioxid und der verkehrsrelevanten Schadstoffe Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid im steiermarkweiten Vergleich als durchschnittlich bis leicht überdurchschnittlich angesehen werden.

Die Immissionskonzentrationen von Schwebstaub, Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen ergaben im Vergleich mit steirischen Referenzstationen ein leicht unterdurchschnittliches Belastungsniveau.

Eine relativ einfache Bewertungs- und Vergleichsmöglichkeit der Luftbelastung verschiedener

Angelehnt an die von J. Baumüller (VDI 1988, S. 223 ff) vorgeschlagene Berechnungsmethode wurden dabei für die Meßperiode (29.8. - 6.11.1996) die 98-Perzentile der Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und Schwebstaub in Verhältnis zum 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.



4. Literatur

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung Ia, 1994:

Mobile Luftgütemessungen Pernegg 12. August 1993 - 13. September 1993, 22. Jänner 1994 - 17. März 1994. Mobiler Meßbericht 8/94, Graz, 44S.

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, 1996:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
August, September, Oktober und November 1996. Wien.