



Bericht Nr. 12/96

Luftgütemessungen RIESPLATZ

14. Februar 1996 - 22. April 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 Bereich Graz-Riesplatz	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	12
3.5.1	Schwefeldioxid	12
.		
3.5.2	Schwebstaub	13
.		
3.5.3	Stickstoffmonoxid	15
.		
3.5.4	Stickstoffdioxid	16
.		
3.5.5	Kohlenmonoxid	18
.		
3.5.6	Kohlenwasserstoffe	19
.		
3.5.7	Ozon	21
.		
3.6.	Zusammenfassung der Ergebnisse der mobilen Messungen und Vergleich mit anderen	

	Luftgütemeßstationen	22
4.	Literatur	26

2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe im Bereich Graz-Riesplatz

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

Die Lage des Meßstandortes am Riesplatz in Graz gehört nach H. Wakonigg zur Klimalandchaft der „Tallagen des Vorlandes“. Das Klima dieser Zone kann vereinfacht als „sommerwarmes und winterkaltes, schwach kontinentales Klima“ charakterisiert werden (H. Wakonigg, 1978, S 378).

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt im langjährigen Durchschnitt (Periode 1951-1970) rund 9 °C, wobei als Monatsmittel im Jänner -3°C bis -4°C und im Juli 18 °C bis 19 °C erreicht werden. Die Jahresniederschlagssumme beläuft sich auf 880 mm, die im Schnitt an etwa 100 Tagen im Jahr fallen. Die niederschlagsärmsten Monate sind im Winter (Jänner 30mm), die niederschlagsreichsten Monate sind Juni und Juli mit jeweils etwa 130 mm. Die mittleren Windgeschwindigkeiten bleiben im allgemeinen eher gering (1 - 2 m/s) bei einem Jahresgang mit einem Frühjahrsmaximum und einem Herbstminimum (H. Wakonigg 1978). Die Windrichtungsverteilung wird am Meßstandort Riesplatz sehr stark durch die umgebende Baukörperstruktur beeinflusst. Dadurch ergibt sich eine Hauptwindrichtungssachse NE - SW, wobei die Anteile anderer Windrichtungen vernachlässigbar gering bleiben.

3. Mobile Immissionsmessungen

3.1. Ausstattung und Meßmethoden

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

Die Meßcontainer sind 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 CnHm (Summe)	Flammenionisationsdetektor	Horiba APHA 350E
Ozon O ₃	UV-Photometrie	Horiba APOA 350E

Neben den Meßgeräten für die Schadstofffassung werden an den Meßcontainern 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 höchsten bis 0,4 mg/m³ überschritten werden. Für den Meßstandort Riesplatz 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 (Grenzwerte jeweils in mg/m³). Graz liegt dabei im Ozon-Überwachungsgebiet 2 "Südostösterreich mit Oberem Murtal“.

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 Luftqualitäts-kriterien 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 (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 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 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

(14. Februar bis 22. April 1996)

Zu Beginn der Messungen lag über Österreich der Kern eines Höhentiefs. Am 15.2. erfolgte unter schwachem Hochdruckeinfluß Wetterberuhigung. Das Hochdruckgebiet zog sich schon am nächsten Tag nach Westen zurück, sodaß eine stürmische Nordwestströmung einsetzen konnte. Die in die Strömung eingelagerten Fronten wurden im Raum Graz jedoch kaum wetterwirksam.

In der Folge wurden mit einer nordwestlichen Höhenströmung vorübergehend mildere Luftmassen herangeführt, ehe ab 8.3. ein ausgedehntes Hoch über dem Baltikum wetterbestimmend wurde. Im Raum Graz konnte sich allerdings erst am 10. sonniges Wetter durchsetzen.

Am 11.3. griff ein Höhentief aus Osten auf den Alpenraum über. Die in mittelhohen und hohen Schichten einfließende Kaltluft löste in der Steiermark ergiebige Schneefälle aus. Nach einer kurzen Zwischenbesserung am 14.3. gelangte der Alpenraum in den Einflußbereich eines Mittelmeertiefs, das vor allem in Süd- und Südostösterreich zu vereinzelt Regenschauern führte. Zunehmender Hochdruckeinfluß sorgte schließlich ab 19.3. für Wetterberuhigung.

Mit dem Durchzug einer schwachen Störung stellte sich ab 21.3. in Österreich eine Strömungslage aus West bis Nordwest ein, die die letzte Märzdekade wetterbestimmend blieb. In rascher Folge wurden Störungsfronten herangeführt, die im Nord- und Ostösterreich immer wieder zu Niederschlägen führten,

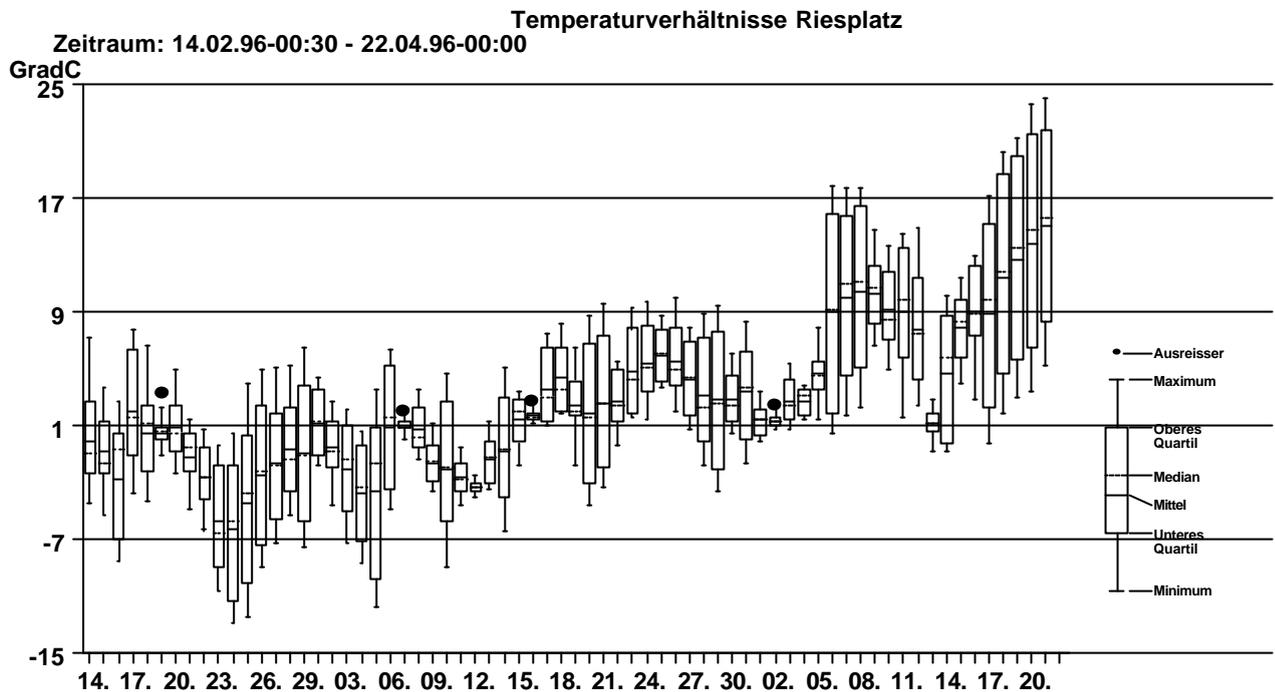
Zum Monatswechsel wurden mit der nordwestlichen Strömung kalte Luftmassen bis in den Mittelmeerraum transportiert, in dessen Folge sich über der Adria ein Tiefdruckwirbel ausbilden konnte. Verbreitet intensive Niederschläge, die anfangs auch in tiefen Lagen als Schnee fielen und für den April zu ungewöhnlich großen Neuschneemengen führten, betrafen vornehmlich den Süden und Osten

Ab 5.4. verlor das ostwärts abziehende Tief allmählich an Einfluß und sich verstärkender Hochdruckeinfluß bewirkte an den Osterfeiertagen einen kräftigen Temperaturanstieg und bescherte überwiegend heiteres, sonniges Wetter. Mit der Zufuhr feuchterer und labil geschichteter Luftmassen ab 9.4. nahm die Bereitschaft zur Quellwolkenbildung und zu gewittrigen Regenschauern zu.

Mit dem Durchzug einer Kaltfront am 12.4. griff ein Tiefdruckgebiet auf Mitteleuropa über. Die einfließende arktische Kaltluft verursachte einen Winterrückfall mit Niederschlägen, die zum Teil bis in tiefe Lagen als Schnee und Schneeregen fielen.

An der Rückseite des abziehenden Tiefdruckkomplexes strömten ab 15.4. wieder mildere Luftmassen in den Alpenraum. Bei steigendem Luftdruck erfolgte eine rasche Wolkenauflösung und die Temperaturen

stiegen kräftig an, sodaß am Ende der Meßperiode frühlingsliche Werte bis knapp 25°C erreicht wurden.

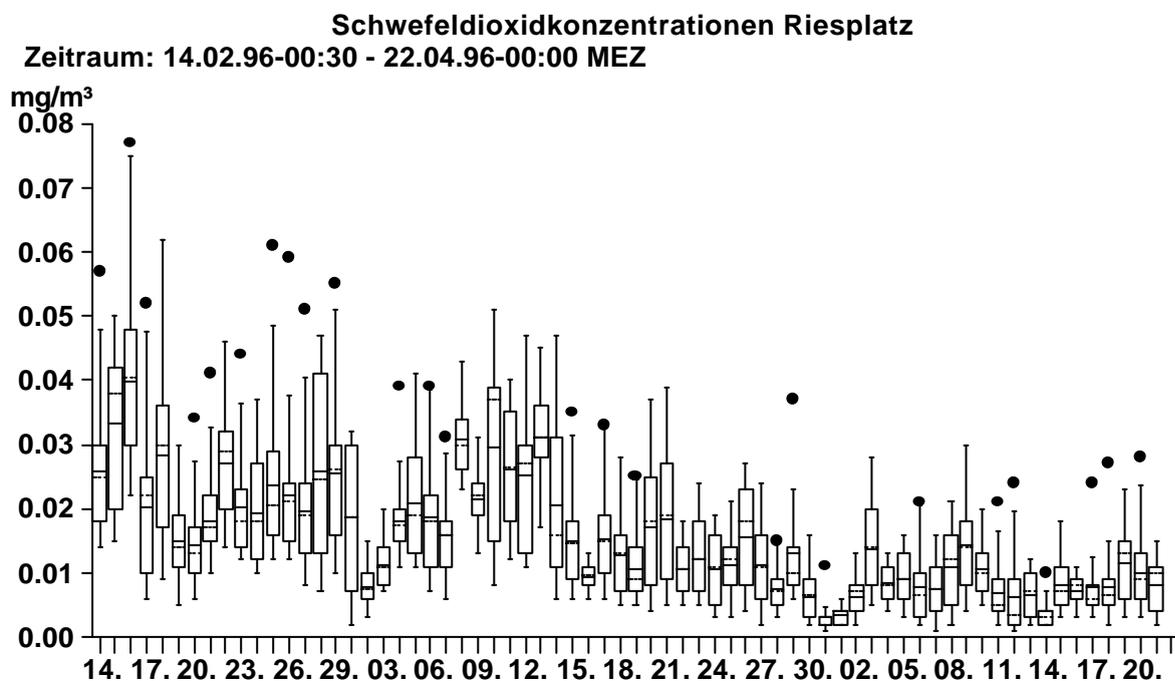


Aus immissionsklimatologischer Sicht kann die Wetterlagenabfolge während der Messungen als sehr abwechslungsreich bezeichnet werden. Die Häufigkeitsverteilung der Witterungen läßt im Vergleich zum langjährigen Mittel für den Februar überdurchschnittlichen Hochdruckeinfluß erkennen, während der März durch kalte Strömungslagen geprägt war. Der April war vor allem in der ersten Monatshälfte durch anhaltend rege Tiefdrucktätigkeit gekennzeichnet.

Die Meßperiode war im Vergleich zum langjährigen Mittel durch deutlich zu niedrige Temperaturen im Februar und März gekennzeichnet, während der April durch ein hohes Temperaturniveau am Monatsende leicht überdurchschnittliche Werte erzielte. Die Niederschlagsverhältnisse zeigten überdurchschnittliche Mengen im Februar und zu geringe Mengen im März. Der April hingegen erreichte

3.5.1. Schwefeldioxid (SO₂)

Meßperiode	Meßergebnisse SO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
14.2.95 - 22.4.95			
MPMW	0,015		
MTmax	0,032		
TMWmax	0,040	0,100	LGBI.Nr.5/1987
MW3max	0,063	0,400	BGBI.Nr.38/1989
HMWmax	0,077	0,200	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,037		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,043	0,150	BGBI.Nr.440/1975



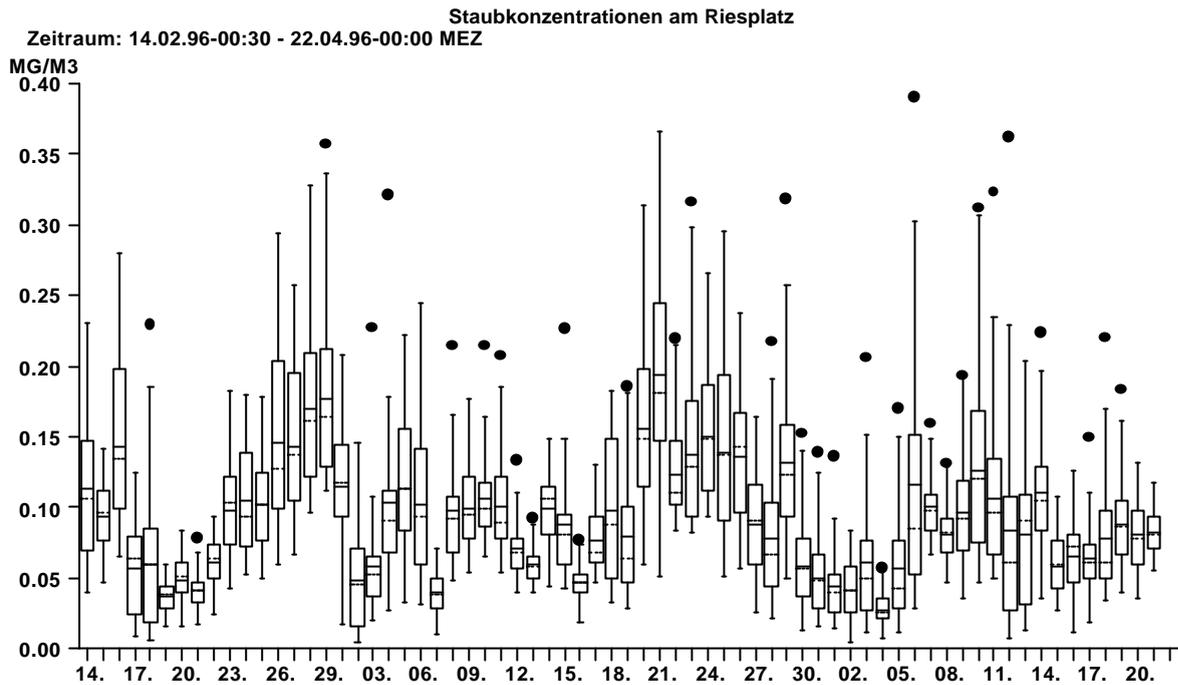
SO₂ wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozeßwärme freigesetzt. Die Emissionen sind daher in der kalten

Die Schwefeldioxidbelastung am Standort Riesplatz war im allgemeinen gering, wobei das Konzentrationsniveau während der kalten Witterungsphasen im Februar und im März deutlich über dem des April lag.

Die Konzentrationen blieben während der gesamten Meßperiode deutlich unter den Grenzwerten der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl.Nr. 5/1987).

3.5.2. Schwebstaub

Meßperiode 14.2.95 - 22.4.95	Meßergebnisse Staub in mg/m ³	Grenzwerte Staub in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,093		
MTmax	0,201		
TMWmax	0,194	0,200	LGBl.Nr.5/1987
MW3max	0,320		
HMWmax	0,390		
95 Perzentil	0,203		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,233		



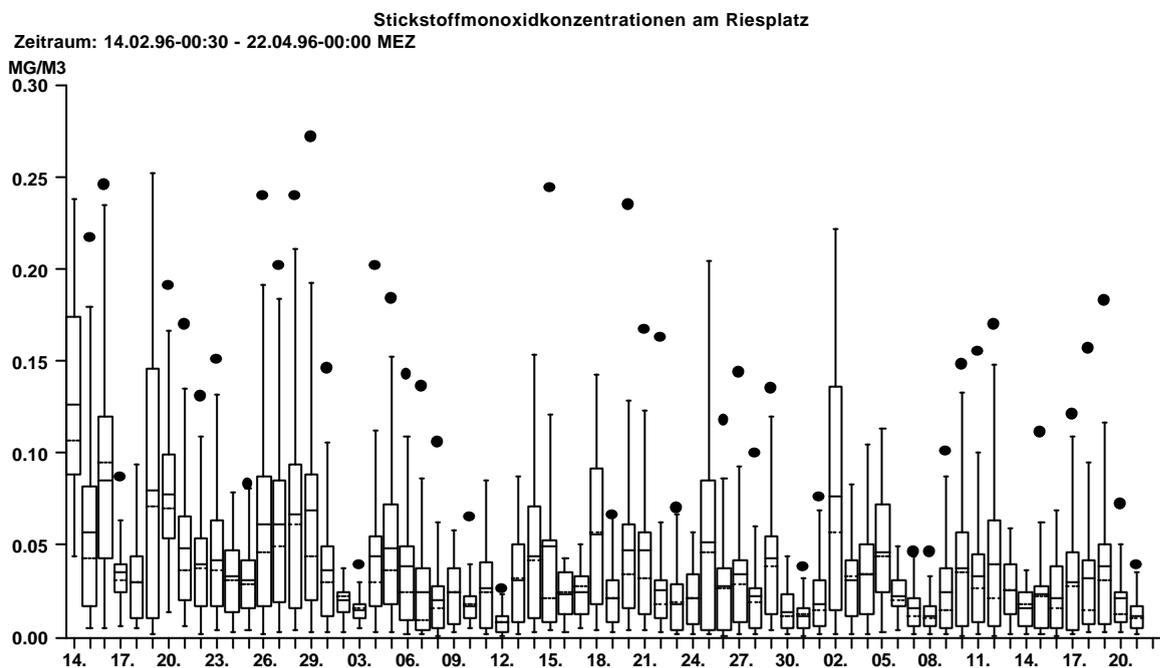
Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die tsprechend sind auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim SO₂ höhere Konzentrationen zu erwarten. 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 ngen zu nennen.

Die Konzentrationen von Schwebstaub erreichten entsprechend der Lage des Standortes als verkehrsnaher Meßpunkt vor allem bei windschwacher, austauscharmer Witterung hohe Werte. Überschreitungen der in der Immissionsgrenzwerteverordnung des Landes festgelegten Tagesmittelwerte konnten während der Meßperioden jedoch nicht festgestellt werden.

3.5.3. Stickstoffmonoxid (NO)

Meßperiode	Meßergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen,
------------	---------------	------------	------------------

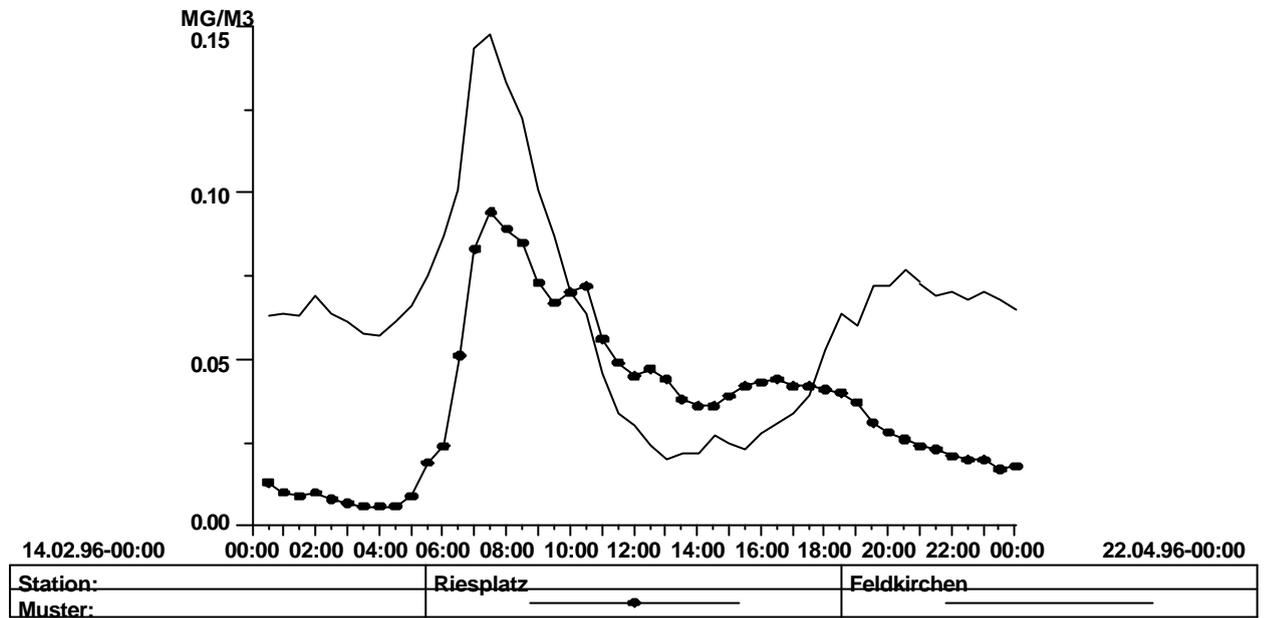
14.2.95 - 22.4.95	NO in mg/m ³	NO in mg/m ³	Empfehlungen
MPMW	0,037		
MTmax	0,126		
TMWmax	0,126	0,200	LGBI.Nr.5/1987
MW3max	0,214		
HMWmax	0,272	0,600	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,125		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,160		



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. Die Messungen ergaben die dem Standort entsprechend hohen NO-Konzentrationen. Die registrierten Werte blieben allerdings während der gesamten Meßperiode unter den in der Landesverordnung (LGBI. Nr. 5/1987) genannten Grenzwerten.

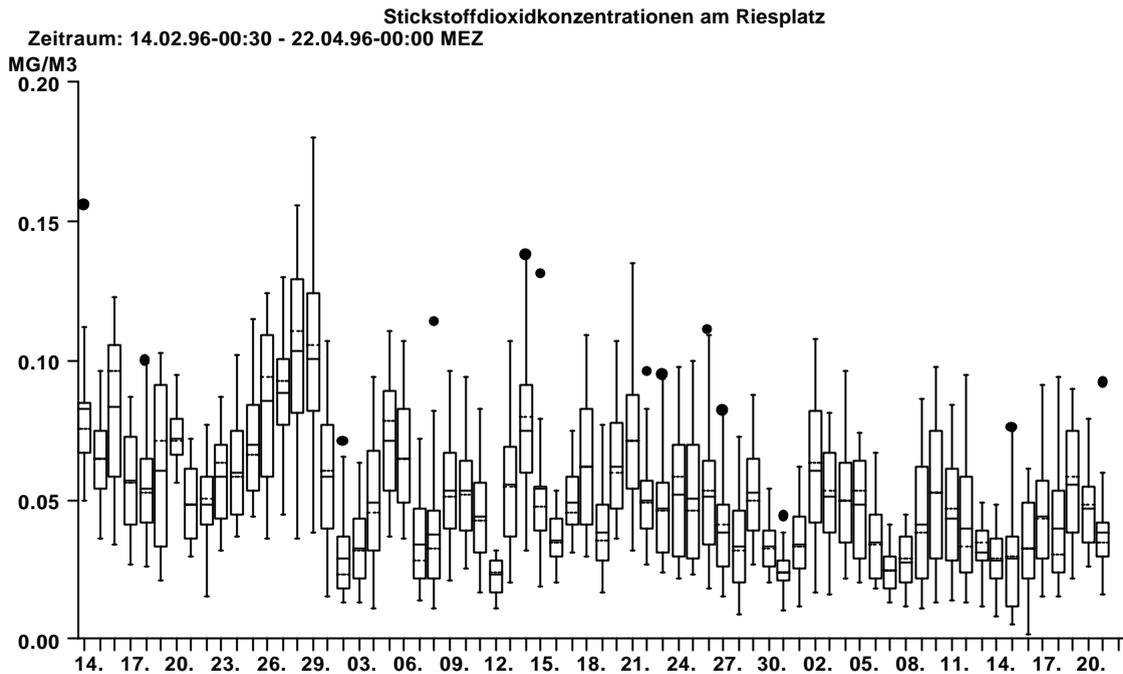
In der nachstehenden Abbildung wird für den Meßzeitraum der mittlere Tagesgang der NO-Konzentrationen am Riesplatz und an der B 67 in Ortsgebiet von Feldkirchen dargestellt. Daraus wird der markantere Tagesgang bei einem deutlich höheren Konzentrationsniveau im Bereich der B 67 ersichtlich. Am Riesplatz ist die Frühverkehrsspitze ebenfalls deutlich ausgeprägt, ein etwas schwächeres

Nebenmaximum wird am späten Vormittag erreicht, danach sinken die Konzentrationen allmählich bis zum



3.5.4. Stickstoffdioxid (NO₂)

Meßperiode	Meßergebnisse NO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
14.2.95 - 22.4.95			
MPMW	0,051		
MTmax	0,092		
TMWmax	0,103	0,100	LGBl.Nr.5/1987
MW3max	0,151	0,350	BGBl.Nr.38/1989
HMWmax	0,180	0,200	LGBl.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,100		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,110		

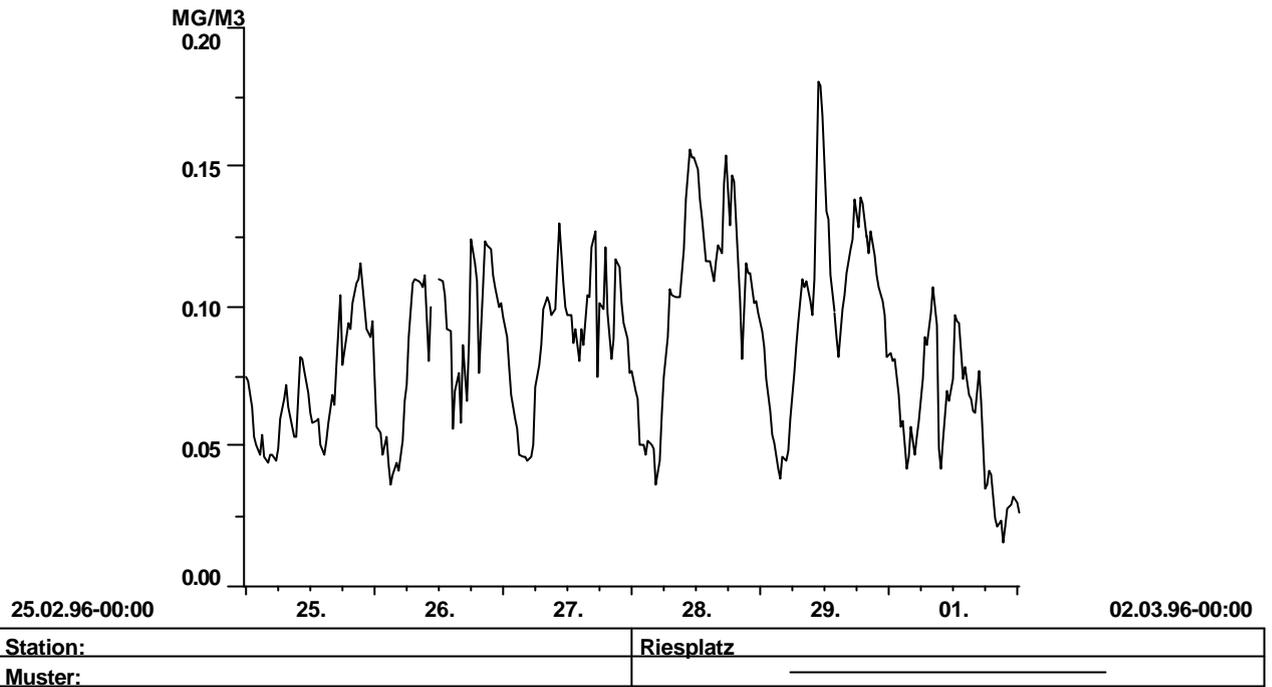


Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff NO erläutert. Immissionsseitig stellt sich im allgemeinen der Schadstoffgang beim NO₂ ähnlich wie beim NO dar.

Die Immissionsmessungen ergaben am 28.2. eine Überschreitungen des in der Landesverordnung (LGBI. Nr. 5/1987) festgelegten Grenzwertes für den Tagesmittelwert. Die Abbildung (siehe nächste Seite) des Verlaufes der Stickstoffdioxidimmissionen vom 24.2 bis 29.2. zeigt einen „Aufschaukelungsprozeß“, der für winterliches Hochdruckwetter bei geringen Mischungsschichthöhen typisch ist. Die schlechten Durchlüftungsbedingungen am Untersuchungsstandort mit Zufuhr vorbelasteter Luft aus dem Stadtbereich tagsüber (SW-Winde) und geringer Frischluftzufuhr aus dem Stiftigtal bzw. Ragnitztal während der Nacht wirken zudem verschärfend. Erst ab dem 1.3., als am Ende der Hochdruckphase überregionale Strömungen den Abtransport der belasteten Luft aus dem Raum Graz bewirkten, sinkt das Konzentrationsniveau wieder deutlich ab.

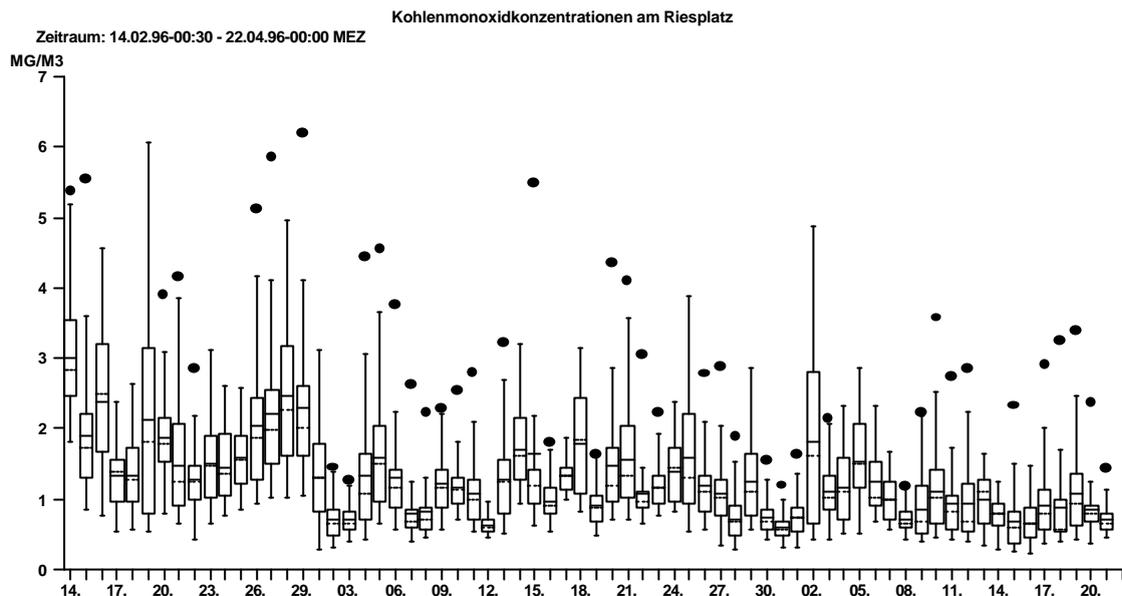
Die Konzentrationshöhen an der stark belasteten B67 in Feldkirchen lagen in diesem Zeitraum noch über den Werten vom Riesplatz.

Ein Vergleich mit den Ergebnissen einer integralen Messung aus dem Jahre 1989 (20.2. - 17.4.1989) ergab für den nahegelegenen Meßstandort „Haus der Barherzigkeit“ ein ähnliches Belastungsbild wie am Standort Riesplatz.



3.5.5. Kohlenmonoxid (CO)

Meßperiode	Meßergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
14.2.95 - 22.4.95			
MPMW	1,276		
MTmax	3,012		
TMWmax	3,004	7	LGBI.Nr.5/1987
MW3max	4,918	20	BGBI.Nr.38/1989
HMWmax	6,204	20	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	2,863		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	3,467		

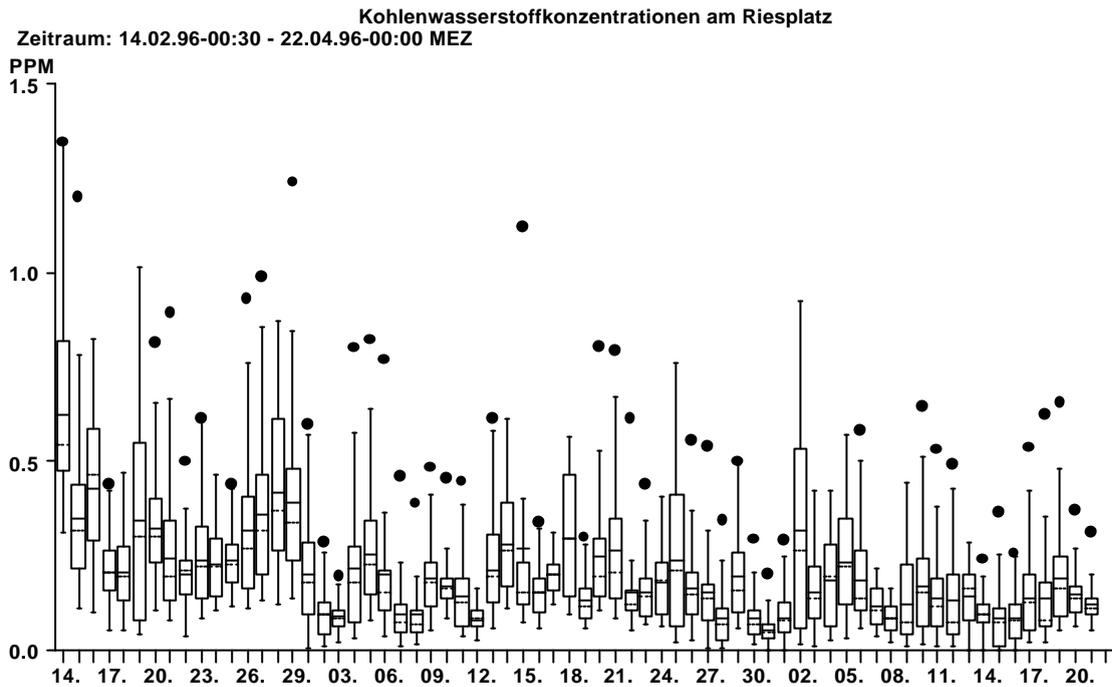


Auch beim Kohlenmonoxid gilt der KFZ-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern im allgemeinen ab.

Die CO-Konzentrationen zeigen einen ähnlichen Verlauf wie die Stickstoffmonoxidkonzentrationen mit einem höheren Konzentrationsniveau während der kalten Witterung im Februar und zurückgehenden Konzentrationshöhen im März und April. Im Vergleich zur Meßstelle an der B 67 in Feldkirchen ist die Belastung am Riesplatz etwas geringer. Die registrierten Konzentrationen blieben während der Messperiode unter den Grenzwerten der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987).

3.5.6. Kohlenwasserstoffe (CnHm)

Meßperiode	Meßergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen, Empfehlungen
14.2.95 - 22.4.95	CnHm in ppm	CnHm in ppm	
MPMW	0,199		
MTmax	0,565		
TMWmax	0,621		
MW3max	0,968		
HMWmax	1,345		
95 Perzentil	0,538		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,671		



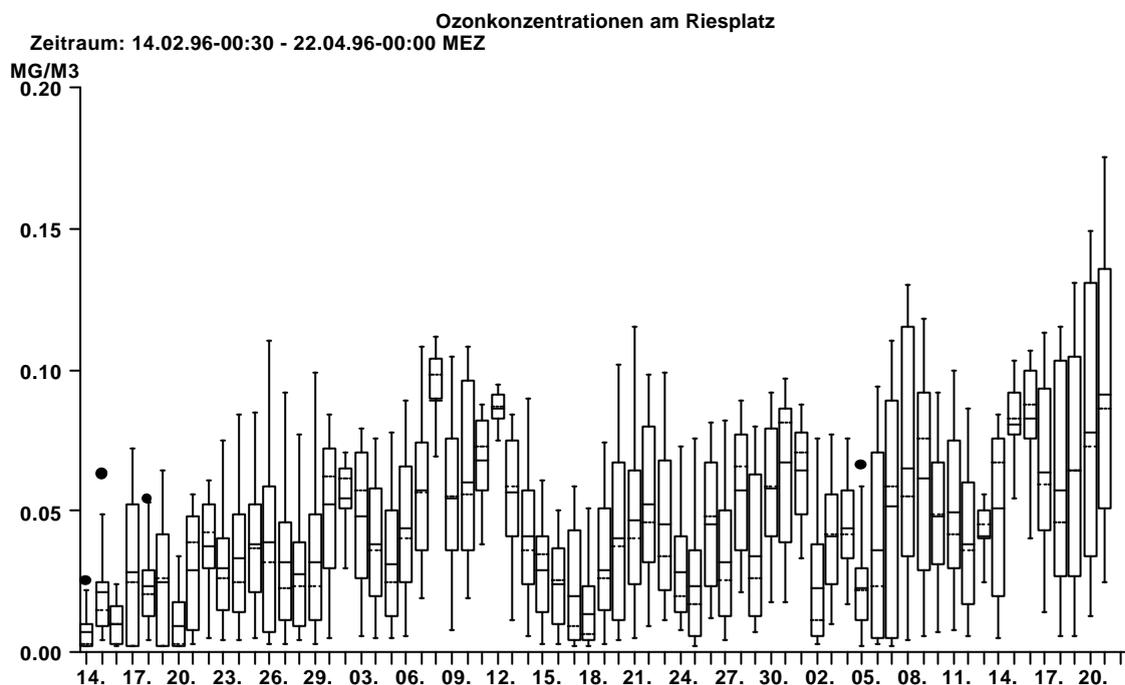
Neben dem Verkehr ist für die Kohlenwasserstoffemissionen z.B. auch die Verdampfung von Lösungsmittel maßgebend. Die Kohlenwasserstoffe spielen bei der Bildung von Ozon eine wesentliche Rolle.

Für die Beurteilung der Kohlenwasserstoffemissionen stehen keine gesetzlichen Grundlagen zur Verfügung. Es kann aber aufgrund der bisherigen Erfahrungen von einer einem verkehrsnahen Meßstandort an einem Hauptverkehrsträger entsprechenden Belastung gesprochen werden.

3.5.7. Ozon (O₃)

Meßperiode 14.2.95 - 22.4.95	Meßergebnisse O ₃ in mg/m ³	Grenzwerte O ₃ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
---------------------------------	--	---	----------------------------------

MPMW	0,044		
Mtmax	0,086		
TMWmax	0,090		
MW3max	0,168	0,200	BGBI.Nr.210/1992
HMWmax	0,175	0,120	Österreichische Akademie der Wissenschaften
95 Perzentil	0,100		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,108		



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. Graz liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 2 "Südostösterreich mit Oberem Murtal".

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.

Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die zu erwartende Übereinstimmung mit dem Witterungsverlauf. Hohe Werte wurden am Ende der Meßperiode im April bei warmem Hochdruckwetter registriert, wobei der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften von $0,120 \text{ mg/m}^3$ an vier Tagen überschritten wurde. Die Dreistundenmittelwerte blieben aber 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 Winter und Frühjahr 1996 (14. Februar bis 22. April 1996) wurden an Riesplatz 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.

Hinsichtlich der Ozonkonzentrationen wurde das für diesen Standort erwartete Konzentrationsniveau festgestellt. Es wurde an keinem Tag die Vorwarngrenze für Ozon von $0,200 \text{ mg/m}^3$ (als Dreistundenmittelwert nach dem Ozongesetz) erreicht. Der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften publizierte Richtwert von $0,120 \text{ mg/m}^3$ als Halbstundenmittelwert wurde jedoch an vier warmen, frühlommerlichen Apriltagen überschritten.

Bezüglich der Primärschadstoffe werden in den nachstehenden Tabellen die höchsten Halbstunden- und Tagesmittelwerte den Grenzwerten der Landesverordnung (LGBl. Nr.5/1987) gegenübergestellt.

Tabelle 2: Angabe der höchsten Halbstundenmittelwerte (HMW_{max}) und der höchsten Tagesmittelwerte (TMW_{max}) als Prozentangaben zum Grenzwert (=100%) der Landesverordnung (LGBl. Nr.5/1987) für die Periode 14. 2.96 bis 22.4.96

Schadstoff	Grenzwerte der Landesverordnung	Prozentanteil
------------	---------------------------------	---------------

Schwefeldioxid	HMW: 0,200 mg/m ³	38,5%
	TMW: 0,100 mg/m ³	40%
Schwebstaub	TMW: 0,200 mg/m ³	97%
Stickstoffmonoxid	HMW: 0,600 mg/m ³	45%
	TMW: 0,200 mg/m ³	63%
Stickstoffdioxid	HMW: 0,200 mg/m ³	90,1%
	TMW: 0,100 mg/m ³	103%
Kohlenmonoxid	HMW: 20 mg/m ³	31,2%
	TMW: 7 mg/m ³	42,9%

Um die Ergebnisse der Messungen am Riesplatz mit anderen Gebieten vergleichen zu können, wird in der nachstehenden Tabelle ein Überblick gegeben. In dieser Übersicht werden sowohl Meßstellen im Ballungsraum Graz als auch gering belastete Stationen aus dem forstrelevanten Meßnetz, wie zum Masenberg, berücksichtigt.

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

14.2.96 - 22.4.96	SO ₂ mg / m ³	Staub mg / m ³	NO mg / m ³	NO ₂ mg / m ³
Riesplatz	0,037	0,203	0,125	0,100
Graz West	0,045	0,130	0,101	0,107
Graz Mitte	0,042	0,192	0,171	0,134
Graz Ost	0,032	0,150	0,123	0,104
Voitsberg	0,032	0,144	0,070	0,076
Donawitz	0,038	0,292	0,032	0,063
Deutschlandsberg	0,022	0,124	0,043	0,072

Weiz	0,033	0,179	0,047	0,068
Masenberg	0,032	0,053	0,000	0,013

Meßstation 14.2.96 - 22.4.96	CO mg / m ³	CnHm ppm	O ₃ mg / m ³
Riesplatz	2,863	0,538	0,100
Graz West	2,857	0,492	0,112
Graz Mitte	3,154	-	-
Graz Ost	-	-	-
Voitsberg	2,102	0,373	0,112
Donawitz	2,485	-	-
Deutschlandsberg	-	-	0,105
Weiz	2,078	-	0,123
Masenberg	-	-	0,138

Insgesamt läßt sich aus den automatischen Luftgütemessungen am Riesplatz folgender Schluß ziehen:

Im steiermarkweiten Vergleich wurden bezüglich des Ozongehalts in den bodennahen Luftschichten die für den Standort und die Jahreszeit erwarteten Immissionskonzentrationen registriert. Am Ende der Meßperiode wurde während warmer Witterungsphasen (Mitte April) der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlene Vorsorgegrenzwert von 0,120 mg/m³ (als Halbstundenmittelwert) an vier Tagen überschritten, der Grenzwert der Vorwarnstufe nach dem Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/ 1992) von 0,200 mg/m³ (als Dreistundenmittelwert) wurde jedoch nicht erreicht.

Hinsichtlich der Primärschadstoffe können am vorliegenden Meßstandort die Konzentrationen von Schwefeldioxid im steiermarkweiten Vergleich als durchschnittlich angesehen werden.

Die Immissionskonzentrationen von Schwebstaub, Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid erreichen aufgrund der am Meßstandort vorherrschenden, durch den KFZ-Verkehr im Kreuzungsbereich

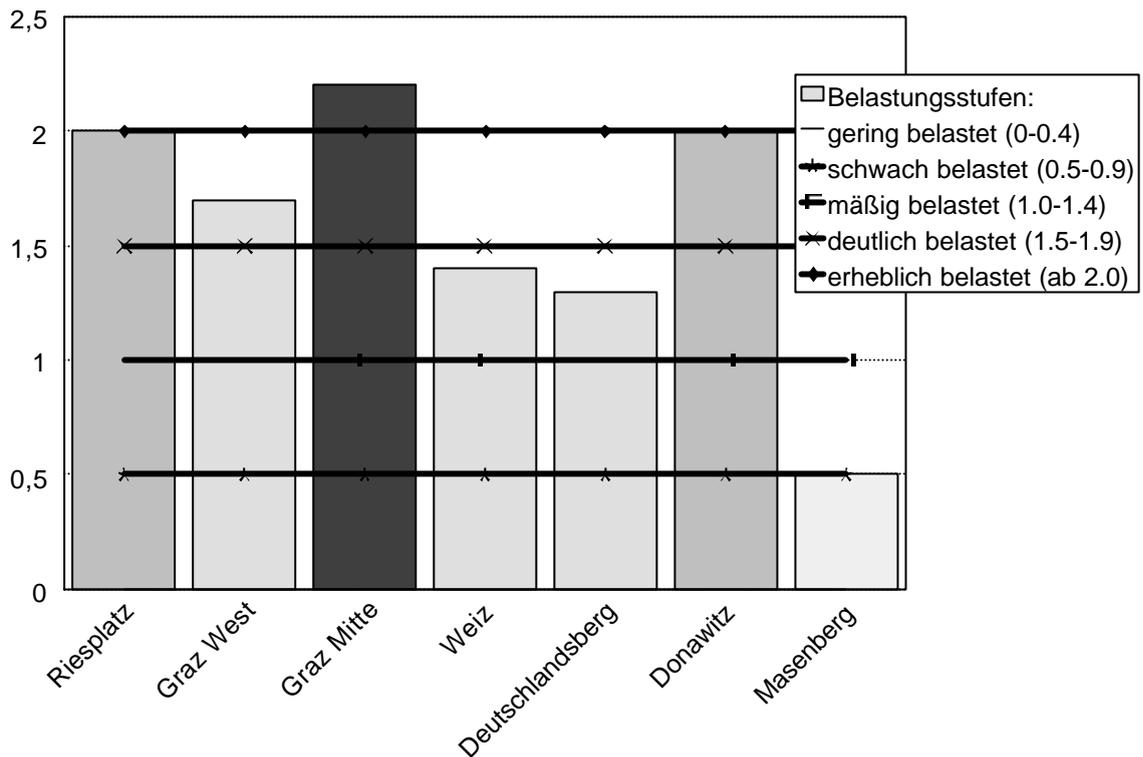
Riesstraße/Stiftigtalstraße bestimmten Emissionsstruktur überdurchschnittliche Werte. Bei der Schadkomponente Stickstoffdioxid wurde am 28.2.1996 eine Überschreitung des Landesgrenzwertes (LGBl. 5/1987) für den Tagesmittelwert festgestellt.

Die Kohlenmonoxid- und Kohlenwasserstoffkonzentrationen ergaben im Vergleich mit steirischen Referenzstationen ein durchschnittliches bis leicht unterdurchschnittliches Belastungsniveau.

Im lufthygienisch ungünstigen Winter 1988/98 wurde am Leonhardplatz, etwa 300m stadteinwärts vom Standort Riesplatz, ebenfalls Luftgütemessungen mit einer mobilen Meßstation durchgeführt. Ein Vergleich mit diesen Meßergebnissen ist zwar nur bedingt möglich, es zeigt sich aber, daß die Immissionsbelastungen am Riesplatz hinter jenen des Leonhardplatzes zurückbleiben.

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 Meßperiode (14.2. - 22.4.1996) 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, 1989:

Luftgütemeßprogramm Graz-Stadt. 17S.

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, rd (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,
Februar, März, April 1996. Wien.