



Bericht Nr. 1/97

# **Luftgütemessungen Feldkirchen**

**Februar - Juli 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
<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	1
<b>2.</b>	<b>Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe im Raum Feldkirchen</b>	2
<b>3.</b>	<b>Grundlagen mobiler Immissionsmessungen</b>	5
3.1.	Ausstattung und Meßmethoden	5
3.2.	Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen	6
3.2.1	Immissionsgrenzwertverordnung der . Steiermärkischen Landesregierung	6
3.2.2	Ozongesetz	7
.		
3.2.3	Luftqualitätskriterien der Österreichischen Akademie . der Wissenschaften	7
3.2.4	Zweite Verordnung gegen forstschädliche . Luftverunreinigungen	7
3.3.	Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen	8
3.3.1	Tabellen	8
.		
3.3.2	Diagramme	9
.		
3.4.	Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen	12
3.5.	Meßergebnisse	15
3.5.1	Schadstoffverläufe	15
.		
3.5.1.1	Schwefeldioxid	15
3.5.1.2.	Schwebstaub	18
3.5.1.3.	Stickstoffmonoxid	22
3.5.1.4.	Stickstoffdioxid	26
3.5.1.5.	Kohlenmonoxid	31
3.5.1.6.	Kohlenwasserstoffe	34
3.5.1.7.	Ozon	37
3.6.	Zusammenfassung der Ergebnisse der mobilen Messungen und Vergleich mit anderen Luftgütemeßstationen	42
<b>4.</b>	<b>Literatur</b>	52



# LUFTGÜTEMESSUNGEN FELDKIRCHEN

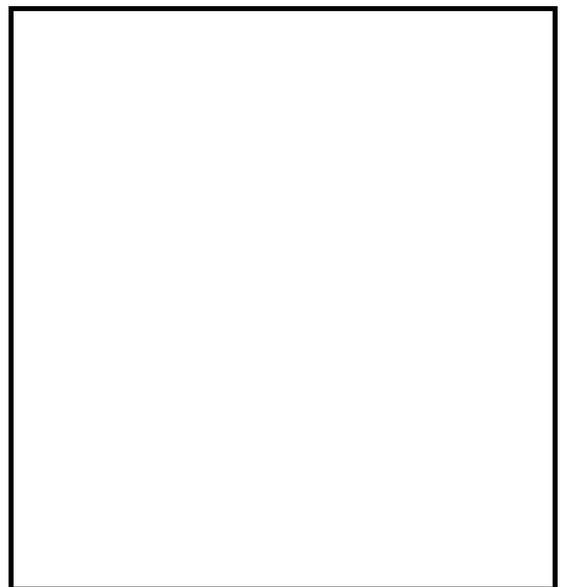
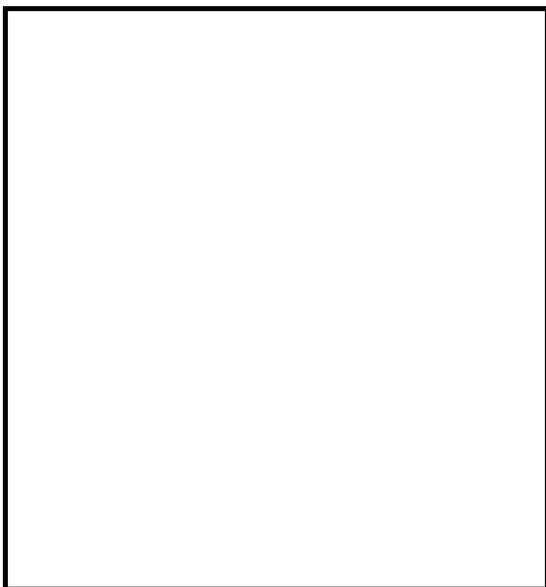
## **1. Einleitung**

Die Luftgütemessungen in Feldkirchen wurden auf Grund eines Ersuchens der Gemeinde Feldkirchen auf Basis des Steiermärkischen Luftreinhaltegesetzes durchgeführt. Die Ergebnisse der Messungen wurden als Grundlage für die Festlegung von Wohngebieten im Rahmen des Revisionsverfahrens für den örtlichen Flächenwidmungsplan benötigt.

Um eine möglichst umfassende Aussage treffen zu können, wurden die Messungen sowohl mittels einer automatischen Meßstation als auch mittels eines integralen Meßnetzes durchgeführt. Als Standort für die mobile Winter- und Frühjahrmessung (6.2. bis 24.4.96) wurde dabei mit dem Marktplatz vor dem Gemeindeamt ein potentieller Immissionsschwerpunkt ausgewählt. Die Sommermessung (2.5. bis 4.7.96) wurde an einem Standort im Ortsteil Wagnitz zur Erfassung der Luftgütesituation in einem Wohngebiet durchgeführt.

Das integrale Meßnetz, das geeignet ist, langfristige Belastungen über ein Gebiet annähernd flächendeckend zu erfassen, wurde von Oktober 1995 bis März 1996 betrieben.

### **Abbildung 1: Die Standorte der mobilen Meßstation in Feldkirchen.**



## **2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe im Raum Feldkirchen**

Der Witterungsablauf und die geländeklimatischen Gegebenheiten spielen eine wesentliche  
sbreitung von Luftschadstoffen.

Feldkirchen liegt im zentralen Bereich des Grazer Feldes und gehört nach H. Wakonigg der Klimalandschaft der „Talböden des Vorlandes“ an, als Referenzstation für die meteorologischen Parameter bietet sich die nahegelegene Station Graz-Thalerhof an. Dieses Klima kann als sommerwarmes und winterkaltes, schwach kontinentales Klima charakterisiert werden (H. WAKONIGG 1978, S. 378). Erwähnenswert ist aus lufthygienischer Sicht vor allem die sehr schwache Ventilation und die damit verbundene große Inversions- und Frostbereitschaft.

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt in Graz-Thalerhof im langjährigen Durchschnitt (Periode 1961-1990) 8,3 °C, wobei als Monatsmittel im Jänner -3,4 °C und im Juli 18,7 °C erreicht werden. In Vergleich mit anderen Stationen des Grazer Raumes zeigt sich schon bei der Temperatur die klimatische Ungunst des Standortes Graz-Thalerhof: So weist die Station Graz-Universität sowohl deutlich weniger Frosttage (99 gegenüber 132) als auch ein deutlich höheres Jahres- ( plus 0,9 K gegenüber Thalerhof) und Jännermittel (plus 1,8 K) auf. Besonders in Strahlungsnächten im Winterhalbjahr muß jedoch gegenüber dem zentralen Stadtgebiet (innerstädtischer Wärmeinseleffekt) mit noch weit höheren Temperaturdifferenzen (5 K und mehr) gerechnet werden (R.LAZAR 1991).

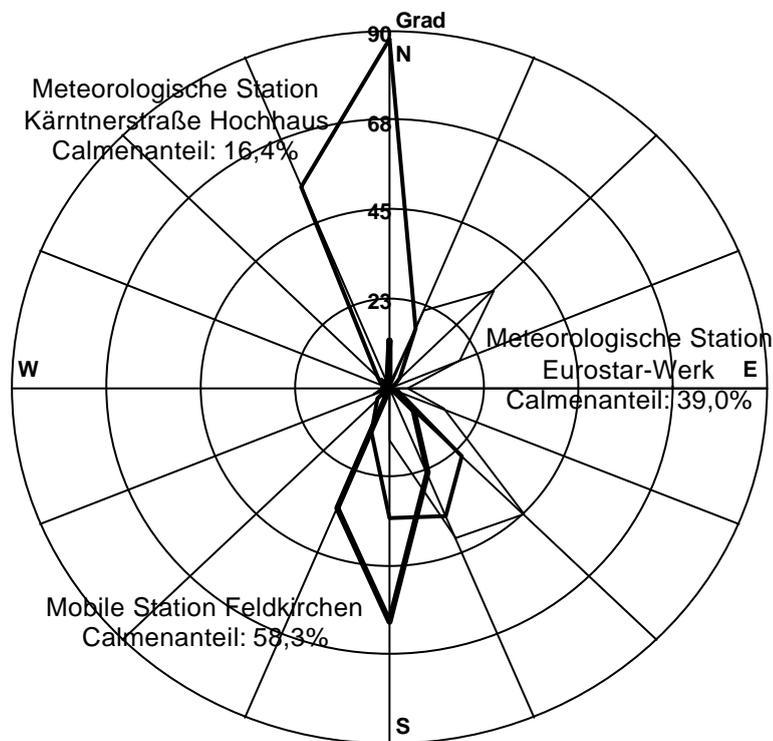
Die Jahresniederschlagssumme beläuft sich auf 839 mm, die im Schnitt an 143,6 Tagen im Jahr fallen. Die niederschlagsärmste Zeit ist dabei der Winter (Dezember, Jänner und Februar mit monatlich 31 bis 37 mm an jeweils rund 10 Tagen), die niederschlagsreichsten Monate sind der Juni, der Juli und der August mit 115 bis 126 mm an rund 14 Tagen.

Bereits erwähnt wurde die hohe Inversionsgefährdung und damit auch die hohe Nebelhäufigkeit: So muß im Raum Feldkirchen mit über 100 Nebeltagen pro Jahr gerechnet  
Stadtzentrum nur halb so viele Nebeltage zu erwarten sind.

Die Windverhältnisse sind einerseits durch die übergeordneten Winde bei zyklonalen oder advektiven Wetterlagen, andererseits bei antizyklonalen Lagen aber maßgeblich durch das Lokalwindsystem des Grazer Beckens geprägt. Untertags dominieren in diesem Fall im

Raum Feldkirchen die süd- bis südöstlichen Talaufwinde, in den Nachtstunden vor allem die aus dem Süd- bis Südostsektor kommenden, nur wenige Zehnermeter mächtigen Flurwinde. Der aus Nord bis Nordwest kommende MurtaLabwind greift hier nur selten bis zum Boden durch, meist wird er von den Flurwinden unterlagert. Diese starke Dominanz des Südsektors bei einem gleichzeitig hohen Kalmenanteil in Bodennähe läßt sich mit Hilfe eines Polardiagrammes der vorherrschenden Windrichtungen bei Hochdruckwetter gut veranschaulichen.

**Abbildung 2: Die Windrichtungsverteilung und Calmenhäufigkeit im Süden von Graz  
längerdauernden winterlichen Hochdruckphase  
vom 23.2. bis 29.2.1996.**



Die mobile Meßstation in Feldkirchen wird bei einem hohen Calmenanteil fast vollständig von den Flurwinden und Talaufwinden aus dem Südsektor dominiert. Die Meßstation auf dem Hochhaus Kärntnerstraße in rund 60 - 70 Metern über Grund ist demgegenüber bereits deutlich besser ventiliert und zeigt bereits eine starke Beeinflussung durch den MurtaLabwind (vorherrschende Windrichtung: N bzw. NNW), die Winde aus dem Süd- bis Südostsektor (Talaufwind, teilweise vermutlich auch noch Flurwinde) sind bereits ebenfalls noch deutlich ausgeprägt, jedoch nicht mehr in der Intensität wie in Bodennähe. Die weiter

Eurostar zeigt neben einer im Vergleich mit dem Standort Feldkirchen deutlich besseren Ventilation auch bereits den Einfluß des nächtlichen Kaltluftabflusses aus den im Osten der Stadt gelegenen Riedeltälern, im Fall Eurostar aus dem Aulal.

Wie schon die hohe Inversions- und damit verbundene Calmenbereitschaft erahnen lassen, bleiben auch die Windgeschwindigkeiten auf einem allgemein niedrigen Niveau. So blieben sie im Mittel während der winterlichen Messung (6.2.96 - 1.4.96) im allgemeinen unter 1 m/s, wobei jedoch Windspitzen über 10 m/s erreichten, meist aber zwischen 3 und 5 m/s  
hjahrs- (1.4.96 - 24.4.96) und der Sommermessung (2.5. - 4.7.96) führte die jahreszeitlich bedingte Labilisierung der Atmosphäre zu etwas höheren Windgeschwindigkeiten.

### 3. Grundlagen mobiler Immissionsmessungen

#### 3.1. Ausstattung und Meßmethoden

Die mobile Luftgütemeßstation zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Schwebstaub, Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO), den Gesamtkohlenwasserstoffen außer Methan (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>) und Ozon (O<sub>3</sub>) auf.

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

Schadstoff	Meßmethode	Gerätetyp
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub>	UV-Fluoreszenzanalyse	Horiba APSA 350E
Schwebstaub	Beta-Strahlenabsorption	Horiba APDA 350E
Stickstoffoxide NO, NO <sub>2</sub>	Chemilumineszenzanalyse	Horiba APNA 350E
Kohlenmonoxid CO	Gasfilterkorrelation	Horiba APMA 350E
Gesamtkohlenwasserstoffe C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	Flammenionisationsdetektor	Horiba APHA 350E
Ozon O <sub>3</sub>	UV-Photometrie	Horiba APOA 350E

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

Die Auswertung der Meßwerte erfolgt mittels eines 30-Kanal-Kompensationsschreibers.

zlich werden die Meßdaten auf einem Vororterechner erfaßt, dessen Aufgabe darin besteht, die Daten auf Plausibilität zu prüfen und die täglich notwendige Funktionskontrolle zu steuern. Zur Datensicherung werden 3.5“-Disketten verwendet.

## 3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen

### 3.2.1. Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung

(LGBl. Nr. 5/ 1987)

Die Landesverordnung unterscheidet für einzelne Schadstoffe Grenzwerte für Halbstunden- (HMW) und Tagesmittelwerte (TMW) sowie für Sommer und Winter (Vegetation). Weiters sind unterschiedliche Zonen definiert (Grenzwerte jeweils in mg/m<sup>3</sup>), der Raum Feldkirchen liegt in der Zone II der Verordnung.

#### Zone I („Reinluftgebiete“):

	Sommer		Winter	
	HMW	TMW	HMW	TMW
Schwefeldioxid	0,07	0,05	0,15	0,1
Staub	-	0,12	-	0,12
Stickstoffmonoxid	0,6	0,2	0,6	0,2
Stickstoffdioxid	0,2	0,1	0,2	0,1
Kohlenmonoxid	20	7	20	7

#### Zone II („Ballungsräume“):

	Sommer		Winter	
	HMW	TMW	HMW	TMW
Schwefeldioxid	0,1	0,05	0,2	0,1
Staub	-	0,12	-	0,2
Stickstoffmonoxid	0,6	0,2	0,6	0,2
Stickstoffdioxid	0,2	0,1	0,2	0,1
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/m<sup>3</sup>

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

Das Ozongesetz teilt Österreich in 7 Ozonüberwachungsgebiete und legt Grenzwerte als Dreistundenmittelwerte fest. Feldkirchen liegt dabei im Ozon-Überwachungsgebiet 2  
rrreich mit oberem Murtal“ (Grenzwerte jeweils in mg/m<sup>3</sup>).

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 <sup>3</sup> als Halbstundenmittelwert (HMW)
0,100 mg/m <sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup>):

Sommer		Winter	
97,5 Perzentil	TMW	97,5 Perzentil	TMW

0,07	0,05	0,15	0,10
------	------	------	------

Weitere zur Zeit aktuelle immissionsbegrenzende Gesetze werden im Rahmen dieses Berichtes nicht näher vorgestellt, da sie entweder für die vorliegende Fragestellung nicht von Bedeutung sind, oder wie z.B. beim **Smogalarmgesetz** (BGBl.Nr.38/1989) die gemessenen Schadstoff-konzentrationen deutlich unter den jeweiligen Grenzwerten blieben.

### **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 die maximalen Tages- und Halbstundenmittelwerte, für den von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlenen Vorsorgegrenzwert der maximale Ozon - Halbstundenmittelwert.

Die Grenzwerte nach dem Ozongesetz (BGBl.Nr.210/1992) sowie nach dem Smogalarmgesetz sind als Dreistundenmittelwerte festgelegt.

#### **Meßperiodenmittelwert (MPMW)**

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

#### **Mittleres tägliches Maximum (Mtmax)**

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

#### **Maximaler Tagesmittelwert (TMW<sub>max</sub>)**

Der maximale Tagesmittelwert ist der höchste Tagesmittelwert während einer Meßperiode. Der Tagesmittelwert wird als arithmetisches Mittel aus den 48 Halbstundenmittelwerten eines Tages berechnet.

#### **Maximaler Dreistundenmittelwert (MW<sub>3max</sub>)**

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

#### **Maximaler Halbstundenmittelwert (HMW<sub>max</sub>)**

Er kennzeichnet für jeden Schadstoff den höchsten Halbstundenmittelwert während der Periode. 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 senk-

rechte 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 Tages-mittelwert. Er wird als arithmetisches Mittel aus den 48 Halbstundenmittelwerten eines Tages gebildet.

Das Minimum und das Maximum stellen jeweils den tiefsten 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 um den höchsten Halbstundenmittelwert des Tages. Das als kleiner waagrecht Strich darunter liegende Maximum stellt in diesem Fall eine rein statistische Größe 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 naufbereitung dient das nachstehende Beispiel:

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

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

09:00	0,492	18.	0,411	OBERES QUARTIL
09:30	0,504	19.	0,456	
10:00	0,411	20.	0,458	
10:30	0,456	21.	0,492	
11:00	0,344	22.	0,504	
11:30	0,201	23.	0,523	
12:00	0,178	24.	0,578	MAXIMUM

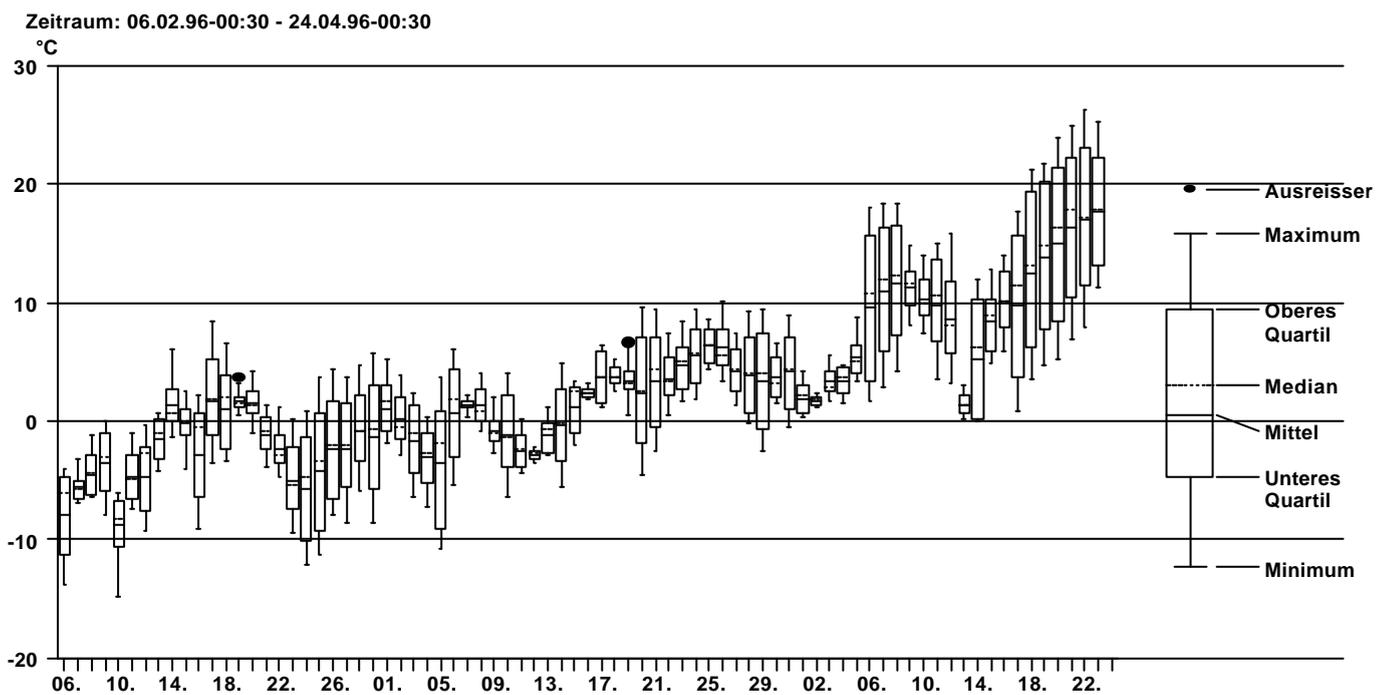
### 3.4. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen

#### 1. Meßperiode (5.Februar bis 24.April 1996)

Der Beginn der Messungen stand witterungsklimatologisch unter dem Einfluß einer lebhaften Nordströmung, die sehr kalte Polarluft über die Alpen führte. Auch an den ab 10. folgenden Hochdrucktagen kam es zu keiner merkbaren Erwärmung, erst um Monatsmitte stiegen die Temperaturen unter zyklonalem Einfluß bzw. Nordwestwetter auf für diese Jahreszeit zu erwartenden Werte. Ab 23. brachte stabiler Hochdruck winterliches Schönwetter mit tiefen Morgentemperaturen bei kräftiger Tageserwärmung.

Auch der März blieb kalt. Zu Monatsbeginn transportierte eine Nordströmung neuerlich Arktikluft in die Steiermark, erst ab 6. brachte Nordwestwetter vorübergehend eine leichte Frostabschwächung. Doch schon ab 8. sanken die Temperaturen unter Hochdruck im Osten neuerlich und ab 11. führte feuchtkalte Luftmassen aus Südosten zu ergiebigen Schneefällen. Erst ab Monatsmitte verringerte sich die Kälte bei Tiefdruckeinfluß aus dem eßenden milden Ostströmung. Die letzte Monatsdekade war von Nordwestwetter geprägt, am 27. brachte ein Kaltfrontdurchgang einen neuerlichen

Auch der Aprilbeginn blieb noch winterlich. Ein Mittelmeertief verursachte bis 5. ergiebige Schneefälle, bei sehr tiefen Temperaturen bildete sich noch einmal eine Schneedecke. In der Folge brachte Hochdruck endlich einen deutlichen Temperaturanstieg und bei sonnigem, frühlinghaftem Wetter erstmals während dieser Messungen einige Tage, deren Tagestemperaturen über dem langjährigen Mittel lagen. Am 13. brachte eine Kaltfront mit Temperatursturz einen neuerlichen Winterrückfall, doch an der Rückseite der Störung einfließende mildere Luftmassen ließen die Temperaturen rasch wieder ansteigen. Ab 17.



## 2. Meßperiode (1.Mai bis 4.Juli 1996)

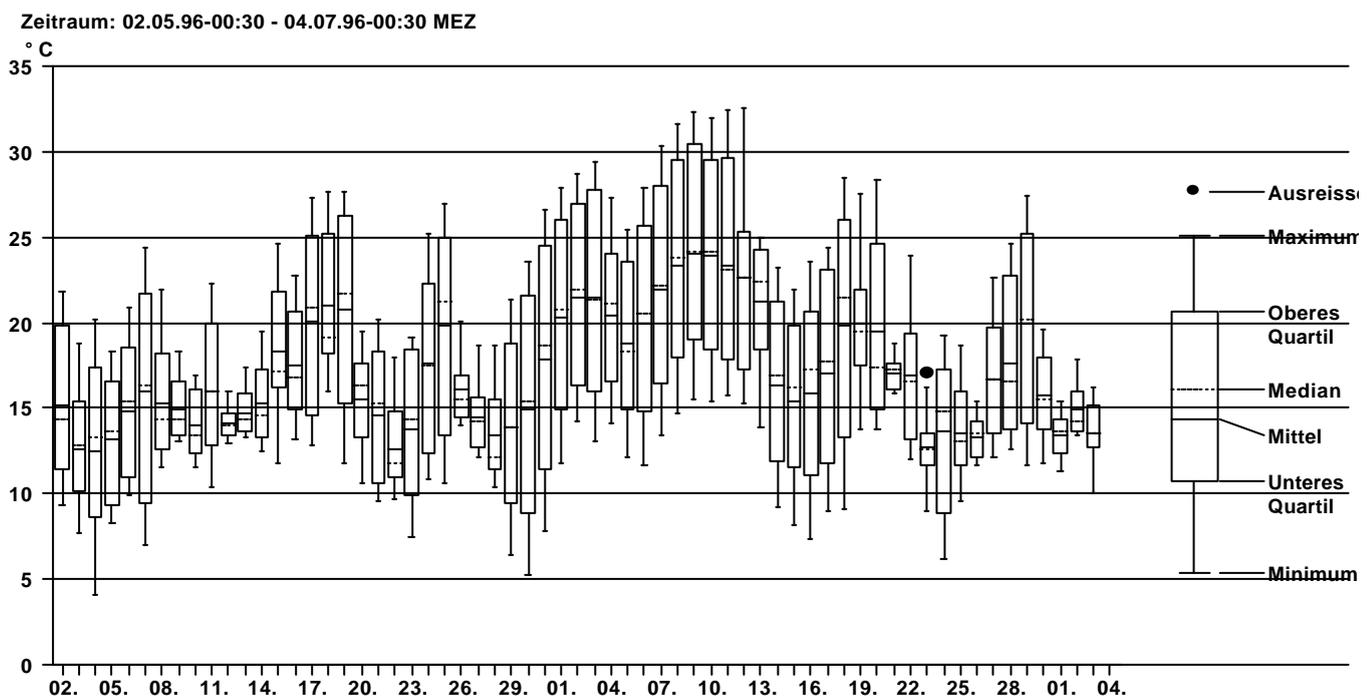
Die erste Maidekade war bei von Störungsdurchgängen unterbrochenen südwestlichen bis westlichen Strömungslagen gewittrig-schwül. Ab 9. verstärkte sich Tiefdruck sowohl über dem Kontinent als auch im Süden und verursachte bis Monatsmitte allgemeines Schlechtwetter. Auch nach Abzug des Tiefs blieb es bei südwestlicher bis westlicher Strömung mit eingelagerten Störungen labil-gewittrig. Erst gegen Ende des Monats konnte

sich nach einem Kaltfrontdurchgang zu Pfingsten und nachfolgend einigen Tagen mit kalter Nordwestströmung Hochdruck aufbauen.

Nach einer vorübergehend labileren Phase zu Junibeginn verfestigte sich ab 4. nochmals der Hochdruck. Ab 10. labilisierte sich die Atmosphäre wieder zunehmend und am 13. beendete eine Kaltfront mit nachfolgender nördlicher Höhenströmung das heiße Wetter. Auch die zweite Monatshälfte begann mit sich zunehmend labilisierendem Hochdruck, wobei es vor allem ab 19. sehr gewittrig wurde. Die letzte Monatsdekade war dann vorwiegend zyklonal geprägt. Erst ab 27. besserte sich das Wetter im Süden der Steiermark unter einer nordwestlichen Höhenströmung kurzzeitig, bevor diese ab Julibeginn auf Südwest dreht und wieder zunehmend feucht und niederschlagsanfällig wurde. Zum Ende der Messungen setzte sich noch einmal schwacher Hochdruck durch.

Der Mai und Juni 96 lagen thermisch im Raum Grazer Feld um ca. 2°C über den auf Grund des langjährigen Mittels zu erwartenden Werten. Von der Witterungsabfolge her war eine normale Häufung zyklonaler bis gradientschwacher Wetterlagen festzustellen, während dauernde Hochdruckphasen selten blieben.

**Abbildung 4: Die Temperaturverhältnisse in Feldkirchen-Wagnitz während**



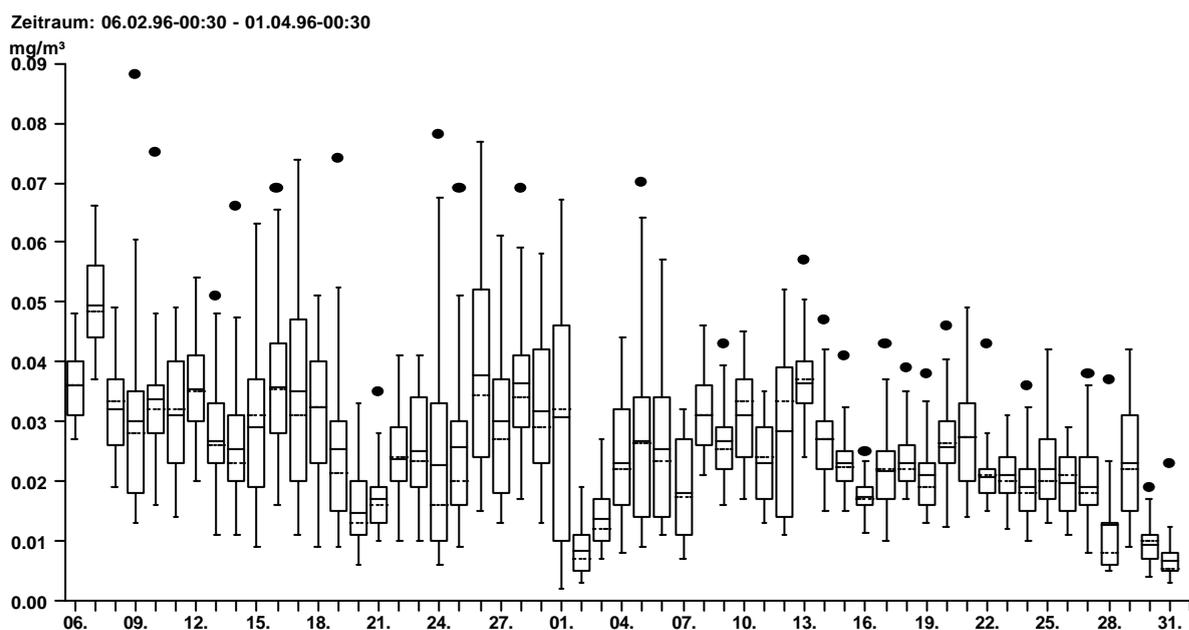
### 3.5. Meßergebnisse

#### 3.5.1. Schadstoffverläufe

##### 3.5.1.1. Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

**Abbildung 5: Die Schwefeldioxidkonzentrationen in Feldkirchen (Marktplatz) während der Wintermessung**

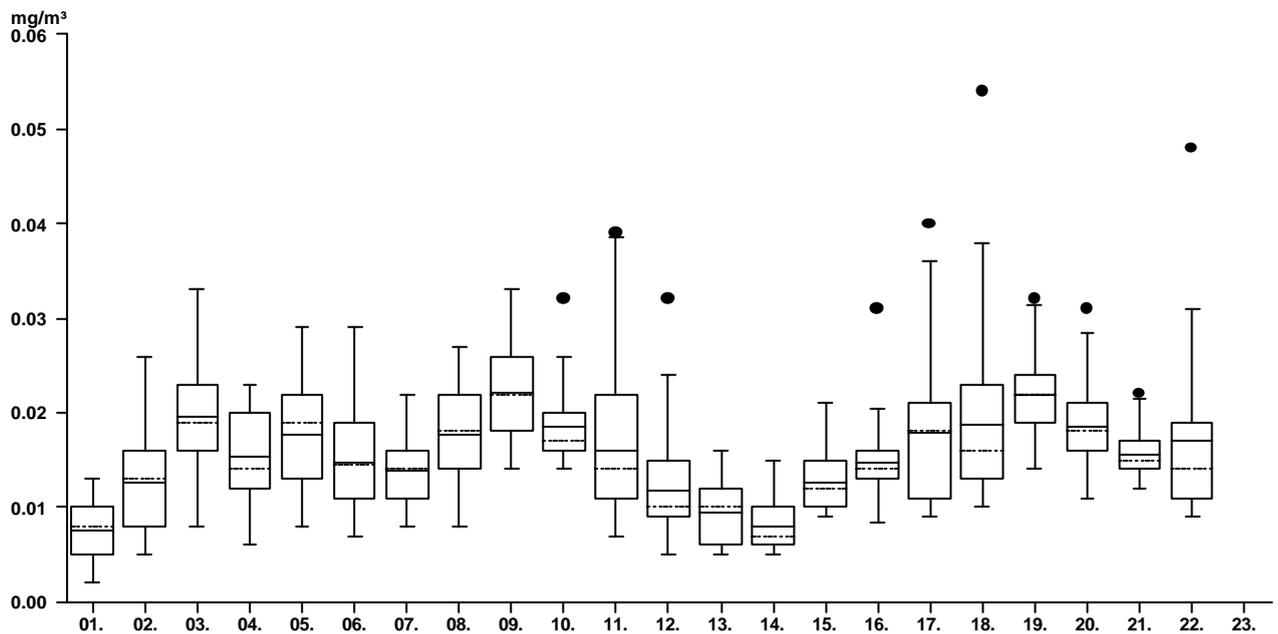
Wintermeßperiode: 6.2. - 31.3.96	Meßergebnisse SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,026		
MTmax	0,049		
TMWmax	0,050	0,100	LGBI.Nr.5/1987
HMWmax	0,088	0,200	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,049		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,056	0,150	BGBI.Nr.440/1975



**Abbildung 6: Die Schwefeldioxidkonzentrationen in Feldkirchen (Marktplatz)  
im April 1996**

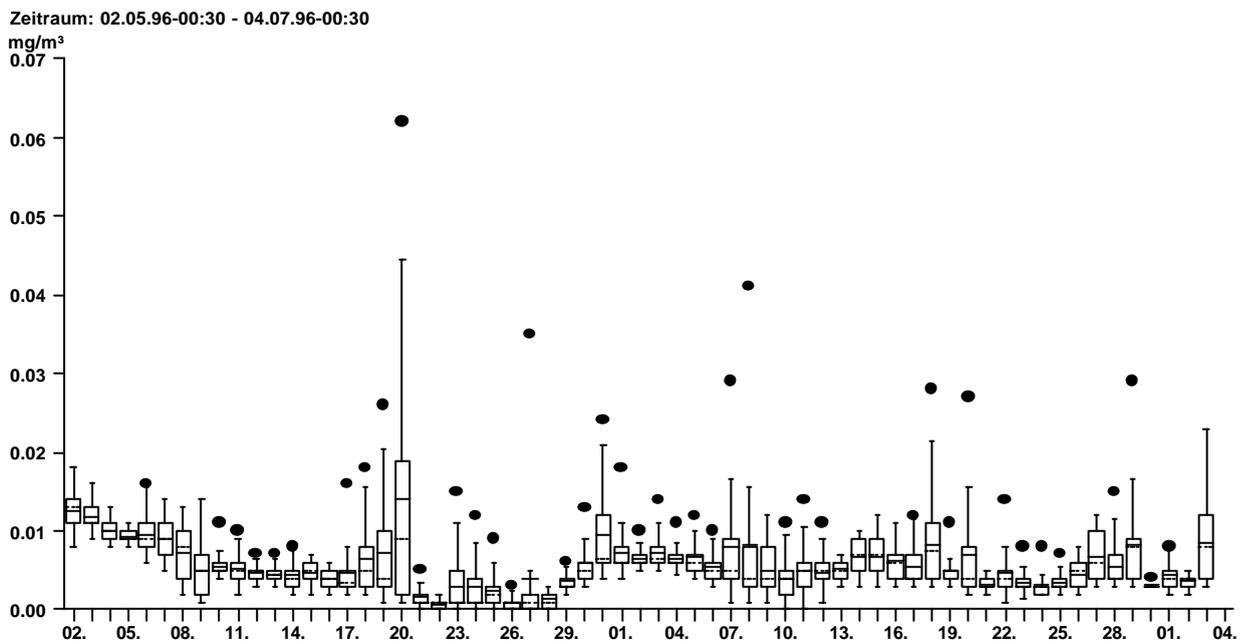
Frühjahrsmeßperiode: 1.4. - 24.4.96	Meßergebnisse SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,016		
MTmax	0,029		
TMWmax	0,022	0,050	LGBI.Nr.5/1987
HMWmax	0,054	0,100	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,027		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,030	0,070	BGBI.Nr.440/1975

Zeitraum: 01.04.96-00:30 - 23.04.96-00:30



**Abbildung 7: Die Schwefeldioxidkonzentrationen in Feldkirchen-Wagnitz während der Sommermessung**

Sommermeßperiode: 1.5. - 3.7.96	Meßergebnisse SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,006		
MTmax	0,014		
TMWmax	0,014	0,050	LGBl.Nr.5/1987
HMWmax	0,062	0,100	LGBl.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,013		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,016	0,070	BGBl.Nr.440/1975



SO<sub>2</sub> 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. Damit erklärt sich auch im Normalfall immissionsseitig das höhere Anreicherungs-niveau von Schwefeldioxid im Winter.

Die Schwefeldioxidbelastung war in Feldkirchen während der Sommer- und iode jahreszeitlich bedingt relativ gering. Während der Wintermessung lagen die Schwefeldioxidkonzentrationen auf einem im gesamtsteirischen Vergleich überdurchschnittlichen Niveau (vergleichbar mit dem Stadtgebiet von Graz), jedoch klar

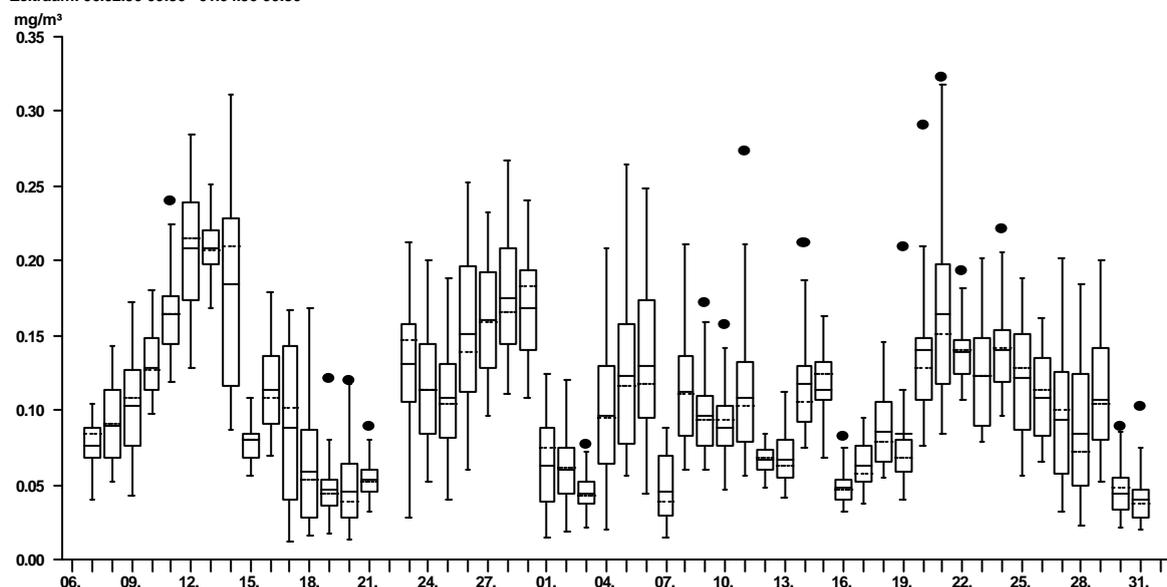
unter den Grenzwerten der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl.Nr. 5/1987). Aufgrund der Verkehrsnähe des Meßstandortes muß hier neben den üblichen SO<sub>2</sub>-Emittenten auch der Schwefelgehalt in den Treibstoffen als möglicher Mitverursacher berücksichtigt werden. Die höchsten Konzentrationen wurden aber erwartungsgemäß bei Hochdruckwetterlagen und den damit verbundenen tiefen Temperaturen (6. - 7.2., 15. - 18.2., 24. - 29.2.) registriert.

### 3.5.1.2. Schwebstaub

**Abbildung 8: Die Schwebstaubkonzentrationen in Feldkirchen (Marktplatz) während der Wintermessung**

Wintermeßperiode: 6.2. - 31.3.96	Meßergebnisse Staub in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte Staub in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,107		
MTmax	0,185		
TMWmax	<b>0,209</b>	<b>0,200</b>	LGBl.Nr.5/1987
HMWmax	0,323		
95 Perzentil	0,211		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,232		

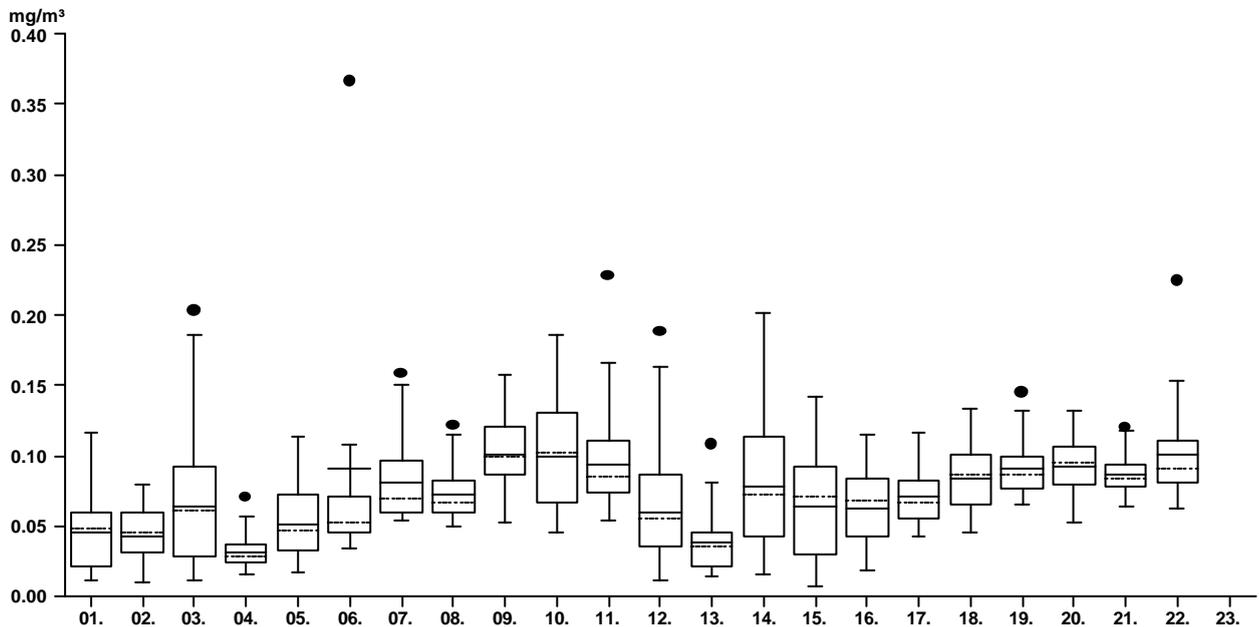
Zeitraum: 06.02.96-00:30 - 01.04.96-00:30



**Abbildung 9: Die Schwebstaubkonzentrationen in Feldkirchen (Marktplatz)  
im April 1996**

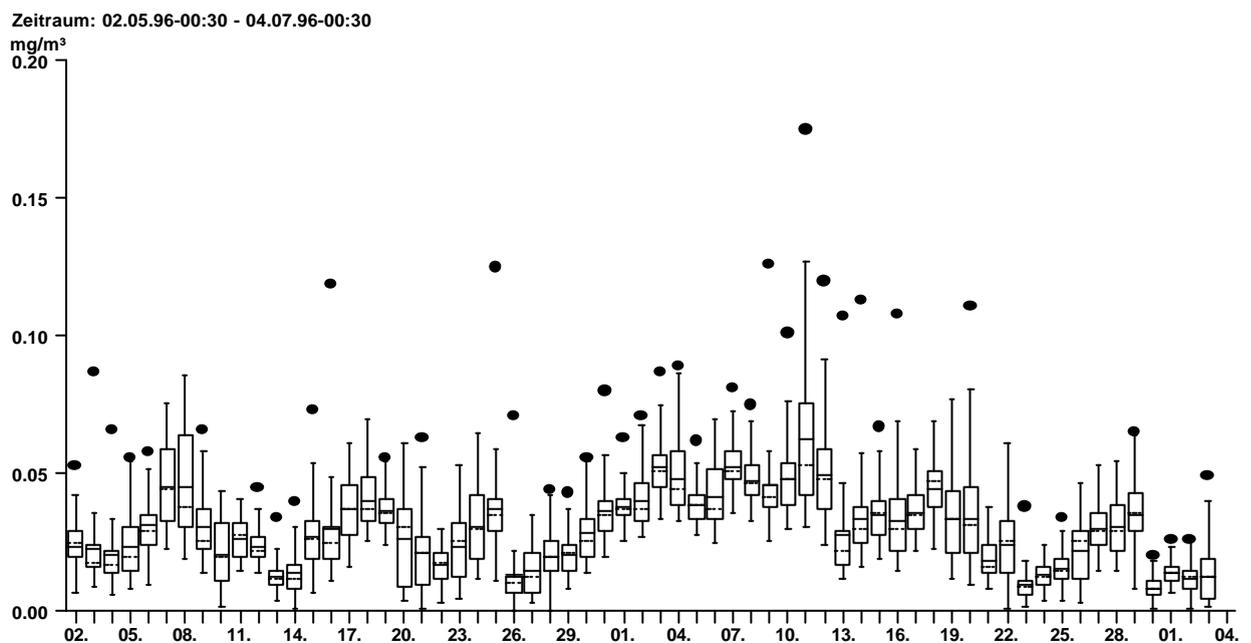
Frühjahrsmeßperiod e: 1.4. - 24.4.96	Meßergebnisse Staub in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte Staub in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,073		
MTmax	0,156		
TMWmax	0,101	0,120	LGBl.Nr.5/1987
HMWmax	0,366		
95 Perzentil	0,133		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,157		

Zeitraum: 01.04.96-00:30 - 23.04.96-00:30



**Abbildung 10: Die Schwebstaubkonzentrationen in Feldkirchen-Wagnitz während der Sommermessung**

Sommermeßperiode: 1.5. - 3.7.96	Meßergebnisse Staub in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte Staub in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,030		
MTmax	0,067		
TMWmax	0,062	0,120	LGBl.Nr.5/1987
HMWmax	0,175		
95 Perzentil	0,059		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,068		

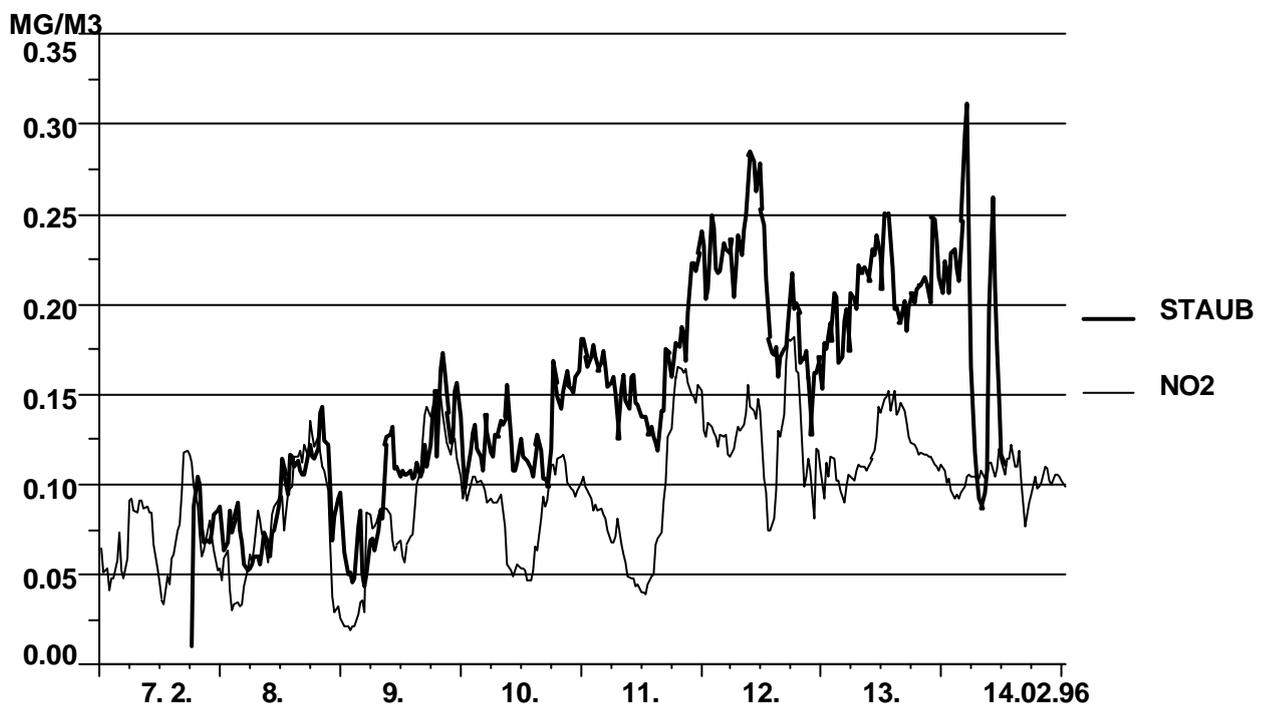


Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Dementsprechend sind auch nlich wie beim SO<sub>2</sub> höhere Konzentrationen zu erwarten. Die Praxis zeigt aber, daß auch den diffusen Quellen eine ganz wesentliche Bedeutung zukommt. Als diffuse Quellen sind beispielsweise der Straßen- (Streusplitt und Streusalz) und Blütenstaub sowie das (mittlerweile verbotene) Abheizen von Gartenabfällen und das Abbrennen von Böschungen zu nennen.

Für den zentrale, verkehrsnahen Standort am Marktplatz in Feldkirchen muß sicher der Verkehr als Hauptverursacher gelten, wenn auch fallweise Parallelverläufe mit Schwefeldioxid auf Staubbeiträge aus dem Hausbrand hinweisen. Während der Wintermessung kam es vereinzelt zu hohen Belastungen, am 12. und 13.2 wurde dabei der Tagesmittelgrenzwert nach der Steiermärkischen Landesverordnung überschritten.

Wie die nachfolgende Abbildung zeigt, kam es dabei über den Zeitraum einer Woche zu einem sukzessiven Aufbau des Konzentrationsniveaus. Ausschlaggebend war eine zähe Inversionssituation, die über den gesamten Zeitraum aufrecht blieb und sich auch untermittags nicht auflöste. Als Verursacher kommt aufgrund der Parallelitäten zu dem Verlauf der Stickstoff-oxide vor allem der Verkehr in Frage.

**Abbildung 11: Die Verlaufskurven der Halbstundenmittelwerte von Schwebstaub und Stickstoffdioxid während einer längerdauernden winterlichen Inversionssituation vom 7.2. bis 14.2.1996.**



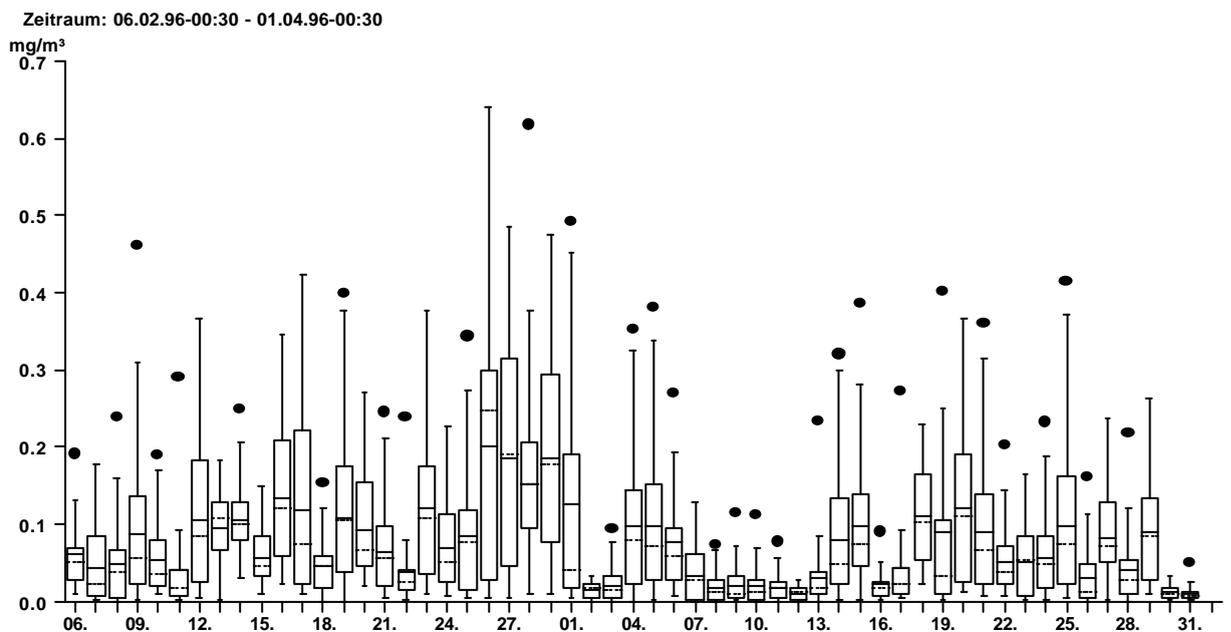
Die Staubbelastung muß für die Wintermessung als insgesamt überdurchschnittlich bezeichnet werden, was jedoch aufgrund der Verkehrsnähe des Standortes und der Verkehrsdichte auf der Triesterstraße nicht verwundern sollte. Sowohl die Aprilmessung als

auch die Sommermessung im Ortsteil Wagnitz (deutlich verkehrsfernerer Standort) lassen dagegen nur eine durchschnittliche Schwebstaubbelastung erkennen.

### 3.5.1.3. Stickstoffmonoxid (NO)

**Abbildung 12: Die Stickstoffmonoxidkonzentrationen in Feldkirchen (Marktplatz) während der Wintermessung**

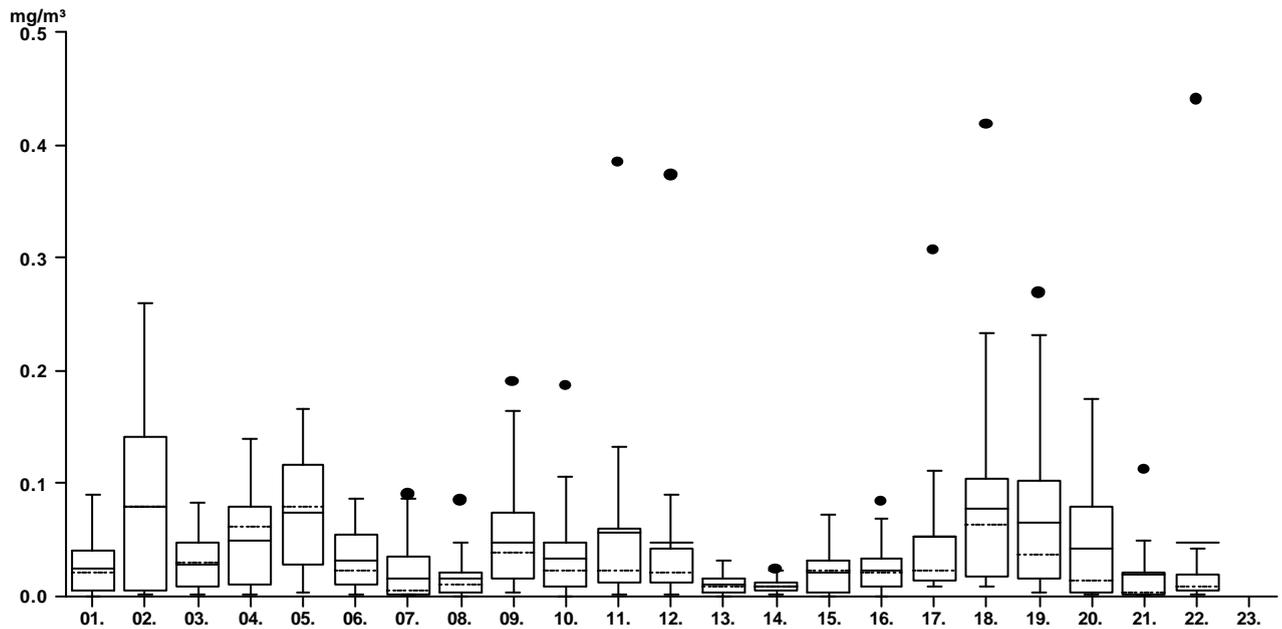
Wintermeßperiode:	Meßergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen, Empfehlungen
6.2. - 31.3.96	NO in mg/m <sup>3</sup>	NO in mg/m <sup>3</sup>	
MPMW	0,074		
MTmax	0,264		
TMWmax	0,200	0,200	LGBI.Nr.5/1987
HMWmax	<b>0,641</b>	<b>0,600</b>	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,261		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,321		



**Abbildung 13: Die Stickstoffmonoxidkonzentrationen in Feldkirchen (Marktplatz) im April 1996**

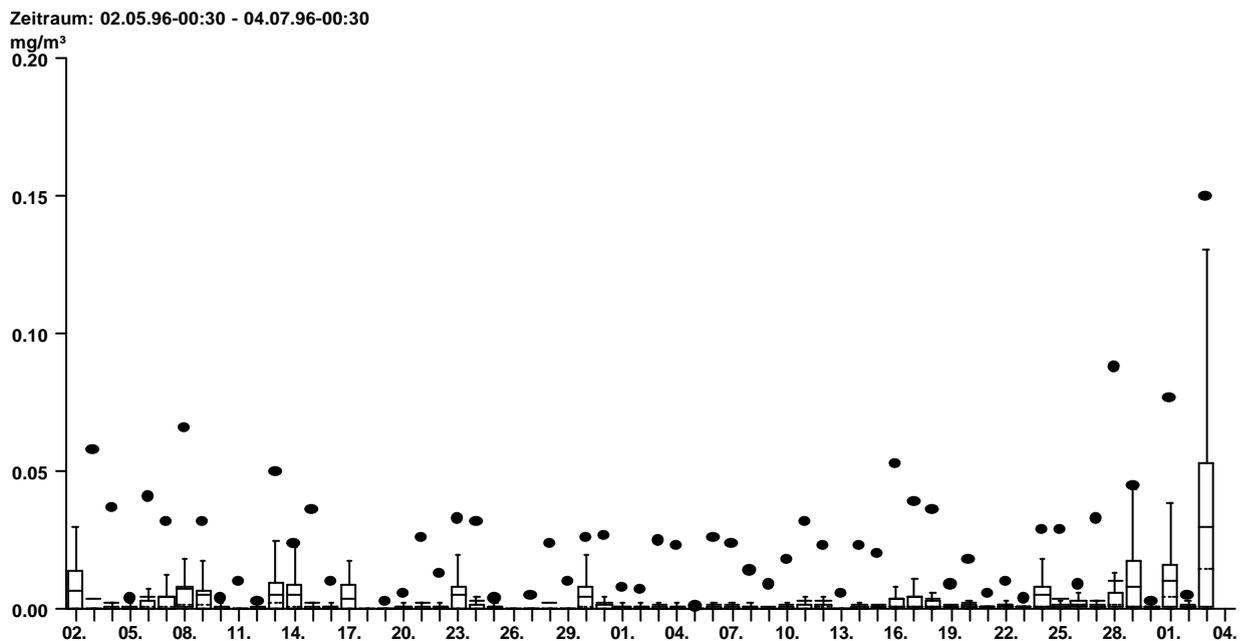
Frühjahrsmeßperiode: 1.4. - 24.4.96	Meßergebnisse NO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte NO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,040		
MTmax	0,185		
TMWmax	0,079	0,200	LGBI.Nr.5/1987
HMWmax	0,440	0,600	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,142		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,190		

Zeitraum: 01.04.96-00:30 - 23.04.96-00:30



**Abbildung 14: Die Stickstoffmonoxidkonzentrationen in Feldkirchen-Wagnitz während der Sommermessung**

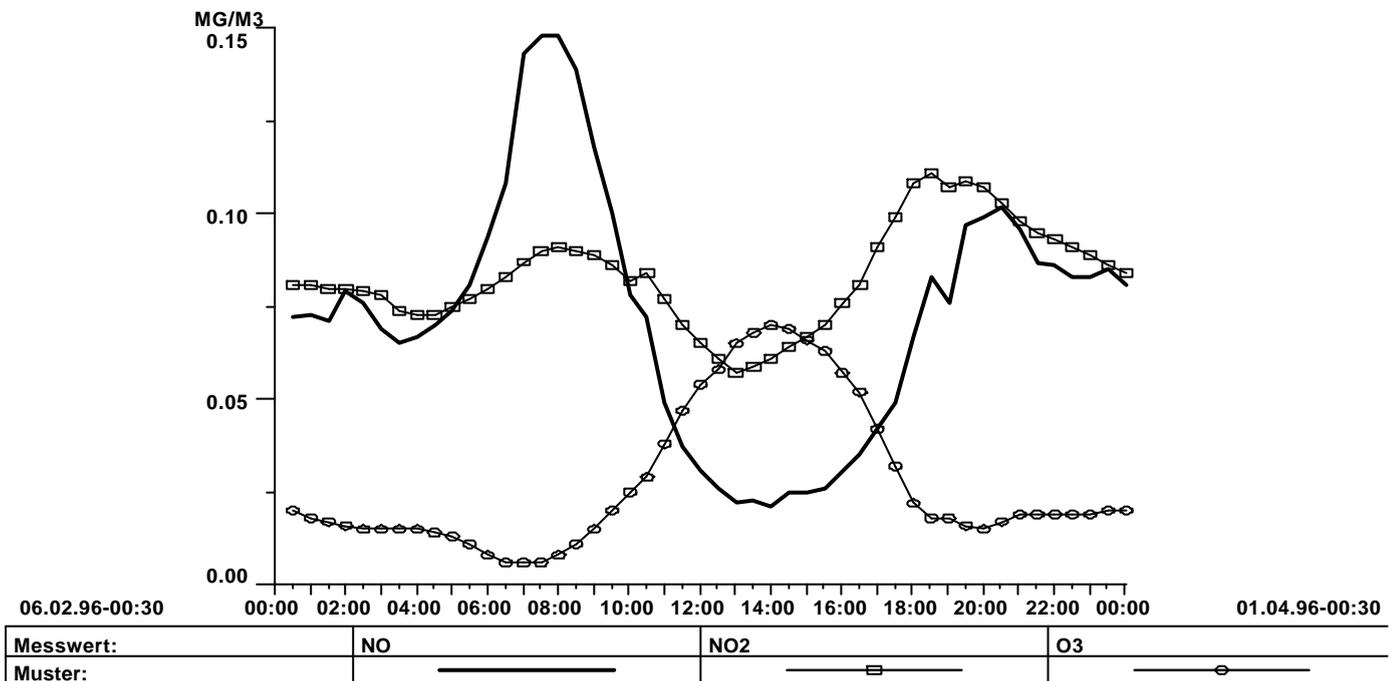
Sommermeßperiode: 1.5. - 3.7.96	Meßergebnisse NO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte NO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,003		
MTmax	0,025		
TMWmax	0,030	0,200	LGBI.Nr.5/1987
HMWmax	0,150	0,600	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,017		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,025		



Als Hauptverursacher der Stickstoffoxid (NO<sub>x</sub>)-Emissionen gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der Stickstoffmonoxid (NO)-Anteil etwa 95% des NO<sub>x</sub>-Ausstoßes aus. Die Bildung des aus medizinischer Sicht bedeutenderen Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O<sub>2</sub>) oder mit Ozon (O<sub>3</sub>) zu NO<sub>2</sub> verbindet. Dementsprechend weisen verkehrsnahen Meßstationen eine signifikant höhere NO-Belastung als verkehrsfjernere auf. Die gemessenen Stickstoffmonoxidkonzentrationen ergaben für den Standort am Marktplatz während der Wintermeßperiode erwartungsgemäß an mehreren Tagen eine deutlich

hschnittliche Belastung. Am 26. und 28.2. kam es zu Überschreitungen der Halbstundenmittelgrenzwerte nach der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987), am 26. wurde überdies der Tagesmittelgrenzwert erreicht, jedoch nicht überschritten. Anhand des mittleren Tagesganges über die Wintermeßperiode läßt sich dabei gut der Verkehr als Verursacher bestimmen.

**Abbildung 15: Der mittlere Tagesgang der Stickstoffoxid- und Ozonkonzentrationen in Feldkirchen im Februar und März 1996**



Die morgendliche Verkehrsspitze (in diesem Teil der Triesterstraße durch die Tagespendler besonders stark ausgeprägt) führt zu einem raschen Anstieg der Stickstoffmonoxid- und in der Folge auch Stickstoffdioxidkonzentrationen, die aber auch nachtsüber durch das hohe Grundverkehrsaufkommen auf einem relativ hohen Niveau blieben. Ab Mitte des Vormittags sinken die  $\text{NO}_x$ -Werte dann ab, um gegen 14 Uhr ihr Tagesminimum zu erreichen. Diese mittägliche Abnahme ist einerseits durch das Abflauen der morgendlichen Verkehrsspitze, vor allem aber durch die tageszeitlich bedingte Umwandlung der Stickstoffoxide in Ozon zu begründen, das zu dieser Tageszeit sein Tagesmaximum erreicht. Im Laufe des Nachmittags

kbildung in Stickstoffdioxid, wodurch die

Stickoxidkonzentrationen, verstärkt durch den Abendverkehr, einen zweiten Maximalstand erreichen, während die Ozonkonzentrationen auf ihr nächtliches Minimum zurückgehen.

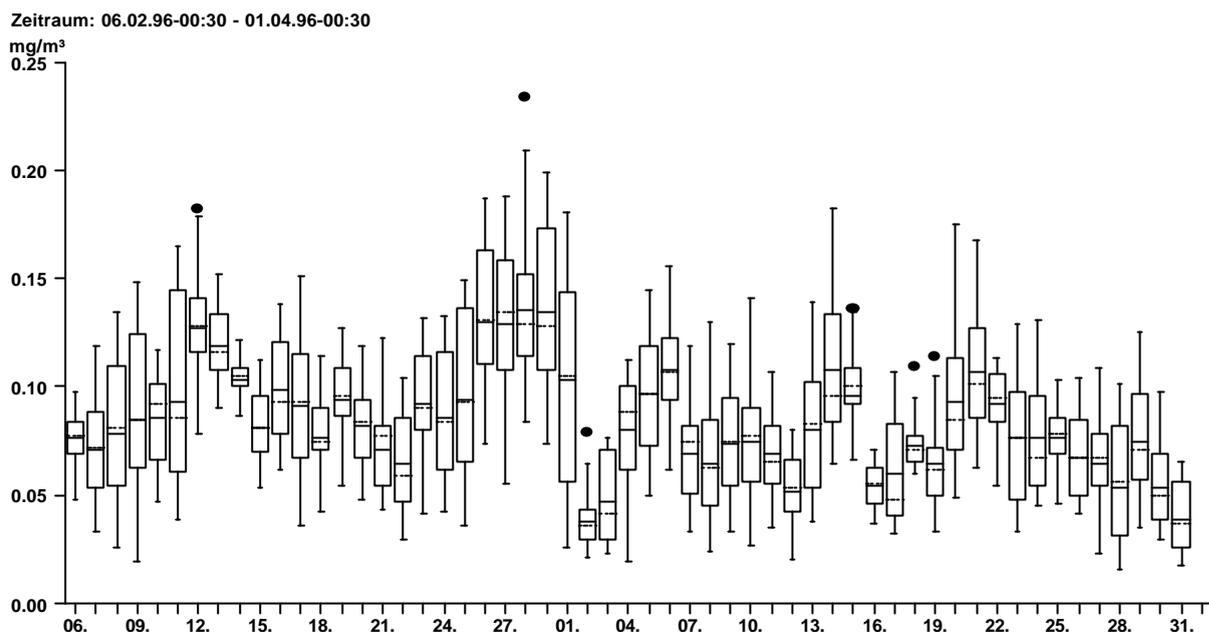
Bemerkenswert ist an dieser Kurve besonders der NO-Tagesgang, der nicht wie (auch bei anderen verkehrsnahen Stationen) üblich ein in etwa gleich hohes Mittags- und Nachtminimum, sondern eine deutlich höheres nächtliches Konzentrationsniveau aufweist (ein Hinweis auf das starke Grundverkehrsaufkommen).

Auch während der Aprilmessung waren die NO-Konzentrationen erheblich höher als an anderen verkehrsnahen, auch innerstädtischen Stationen. Erst am deutlich verkehrsfurtheren Standort Wagnitz lag das Stickstoffmonoxid auf einem mit dem Grazer Raum vergleichbaren Niveau.

### 3.5.1.4. Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

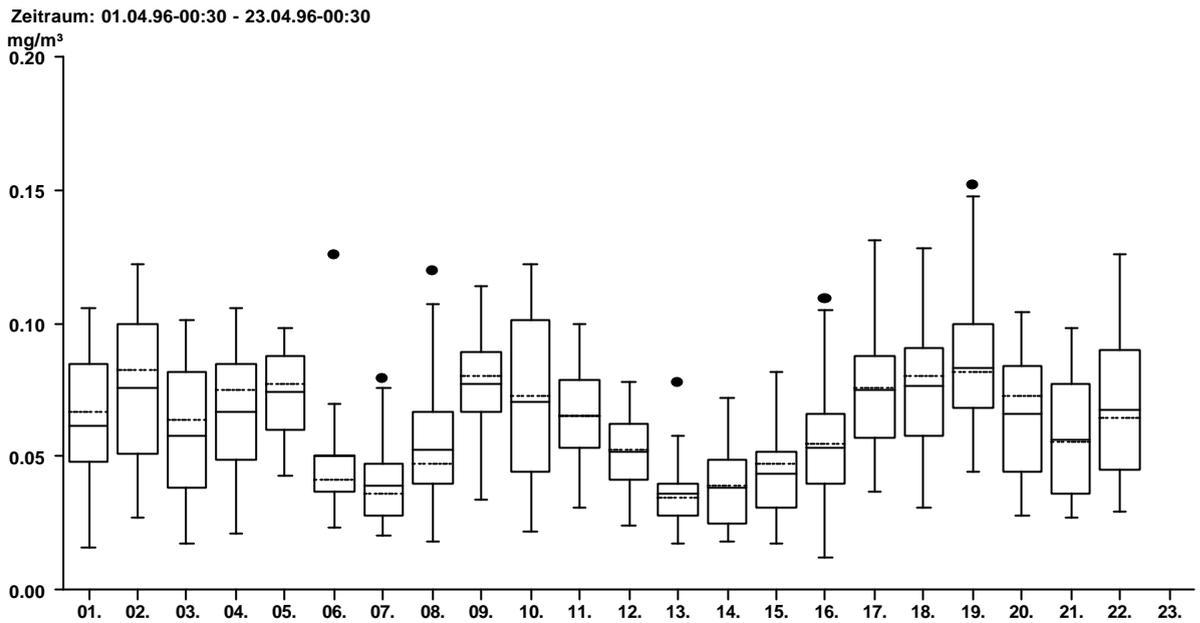
**Abbildung 16: Die Stickstoffdioxidkonzentrationen in Feldkirchen (Marktplatz) während der Wintermessung**

Wintermeßperiode: 6.2. - 31.3.96	Meßergebnisse NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,083		
MTmax	0,130		
TMWmax	<b>0,136</b>	<b>0,100</b>	LGBI.Nr.5/1987
MW3max	0,206	0,350 0,600	Vorwarnstufe Smogalarmstufe I lt. BGBI.Nr.38/1989
HMWmax	<b>0,234</b>	<b>0,200</b>	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,145		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,162		



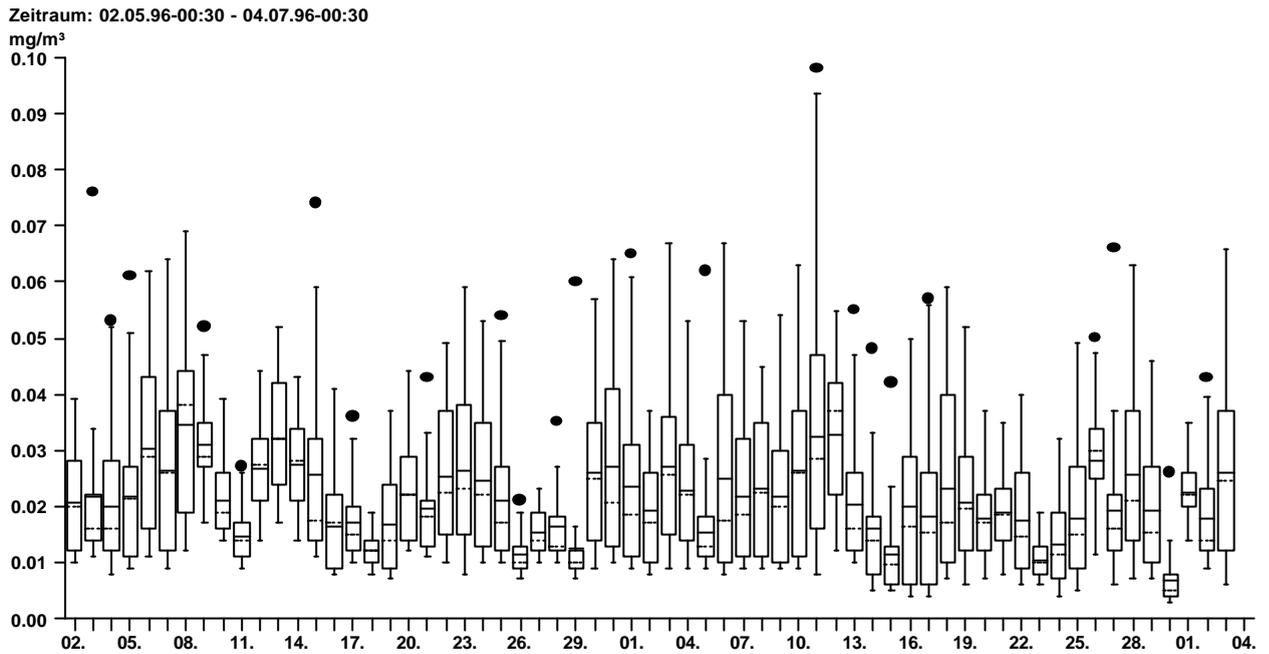
**Abbildung 17: Die Stickstoffdioxidkonzentrationen in Feldkirchen (Marktplatz) im April 1996**

Frühjahrsmeßperiode:	Meßergebnisse NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
1.4. - 24.4.96			
MPMW	0,061		
MTmax	0,107		
TMWmax	0,083	0,100	LGBI.Nr.5/1987
MW3max	0,120	0,350 0,600	Vorwarnstufe Smogalarmstufe I lt. BGBI. Nr. 38/1989
HMWmax	0,152	0,200	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,105		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,111		



**Abbildung 18: Die Stickstoffdioxidkonzentrationen in Feldkirchen-Wagnitz während der Sommermessung**

Sommermeßperiode: 1.5. - 3.7.96	Meßergebnisse NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,021		
MTmax	0,050		
TMWmax	0,034	0,100	LGBI.Nr.5/1987
MW3max	0,074	0,350 0,600	Vorwarnstufe Smogalarmstufe I lt. BGBI. Nr. 38/1989
HMWmax	0,098	0,200	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,048		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,053		



Die Emissionssituation von Stickstoffdioxid wurde bereits beim Schadstoff Stickstoffmonoxid erläutert, auch immissionsseitig stellt sich der Schadstoffgang beim NO<sub>2</sub> ähnlich wie beim NO dar. In Feldkirchen wurden während des gesamten Meßzeitraumes am Standort Marktplatz hohe Stickstoffdioxidkonzentrationen gemessen. Während der Wintermessung wurde dabei an einem Tag der Halbstundenmittel- und an 11 Tagen der Tagesmittelgrenzwert der Steiermärkischen Landesverordnung überschritten. Auch während der Frühjahrmessung waren die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen hoch, wenn auch keine Grenzwerte mehr überschritten wurden. Damit stellte der Meßstandort Feldkirchen während diesem Zeitraumes (6.2. - 22.4.96) sowohl bei den Schadstoffen Stickstoffdioxid als auch -monoxid die höchstbelastete Meßstelle der Steiermark dar.

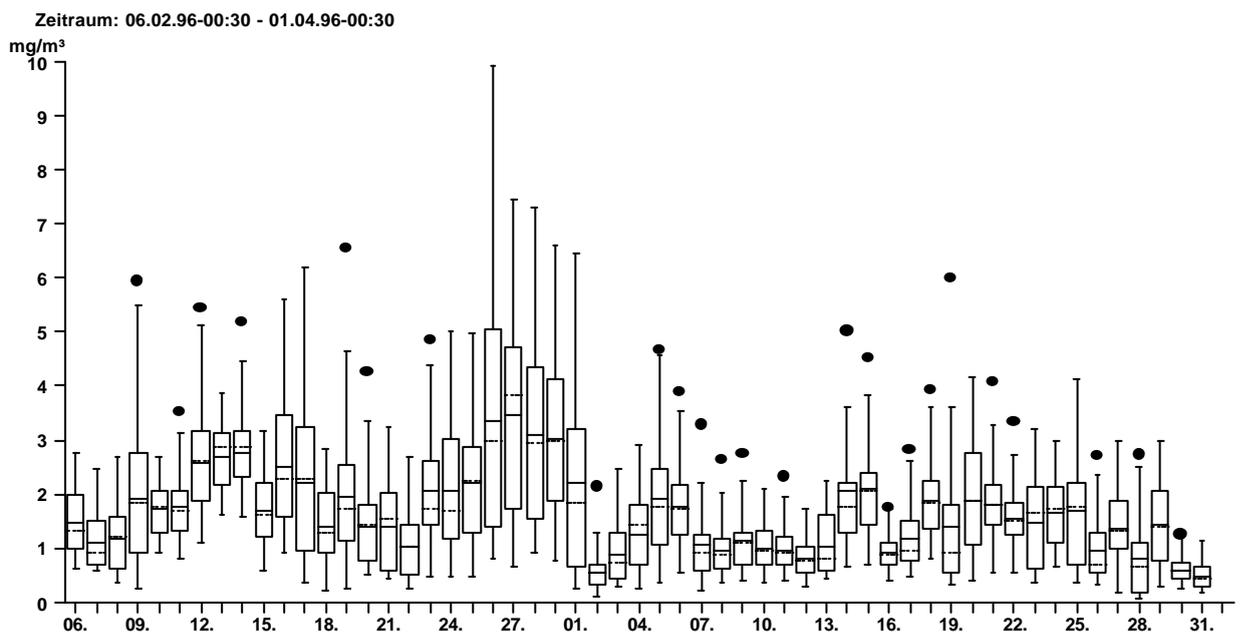
Während der sommerlichen Messung am verkehrsfurtheren Standort Wagnitz lagen die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf einem mit höherbelasteten Grazer Stationen vergleichbaren Niveau.



### 3.5.1.5. Kohlenmonoxid (CO)

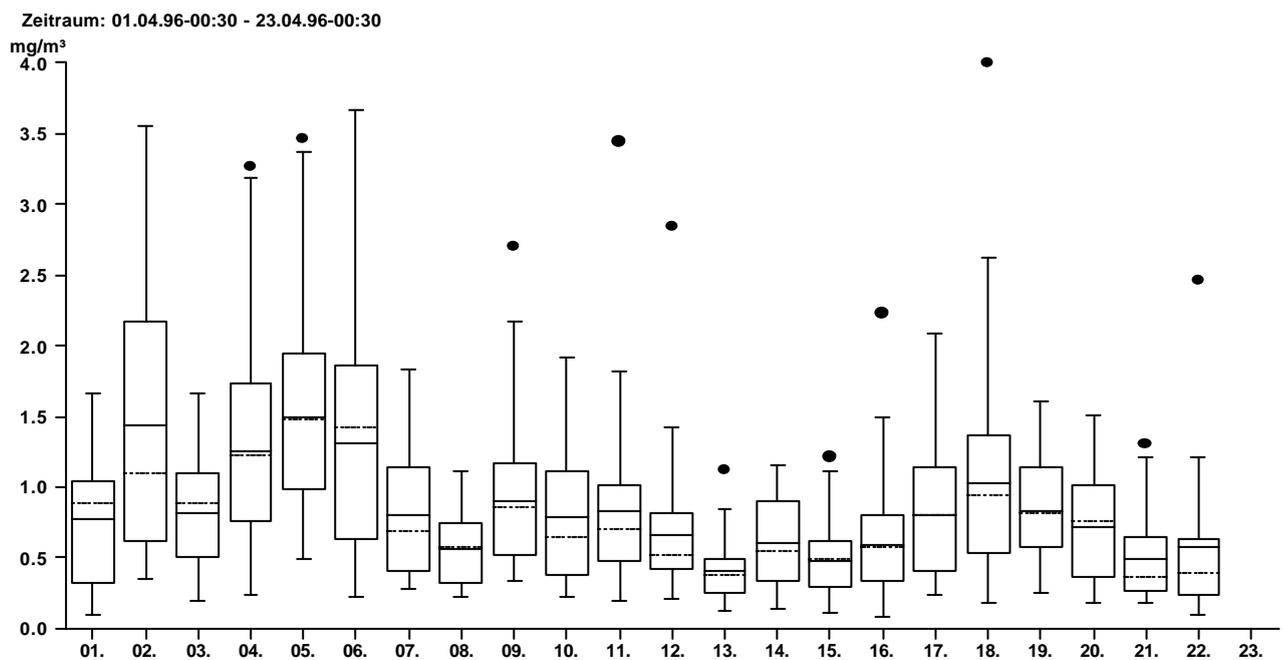
**Abbildung 20: Die Kohlenmonoxidkonzentrationen in Feldkirchen (Marktplatz) während der Wintermessung**

Wintermeßperiode: 6.2. - 31.3.96	Meßergebnisse CO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte CO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	1,650		
MTmax	3,898		
TMWmax	3,455	7	LGBI.Nr.5/1987
MW3max	7,340	20 30	Vorwarnstufe Smogalarmstufe I lt. BGBI. Nr. 38/1989
HMWmax	9,939	20	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	4,021		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	4,631		



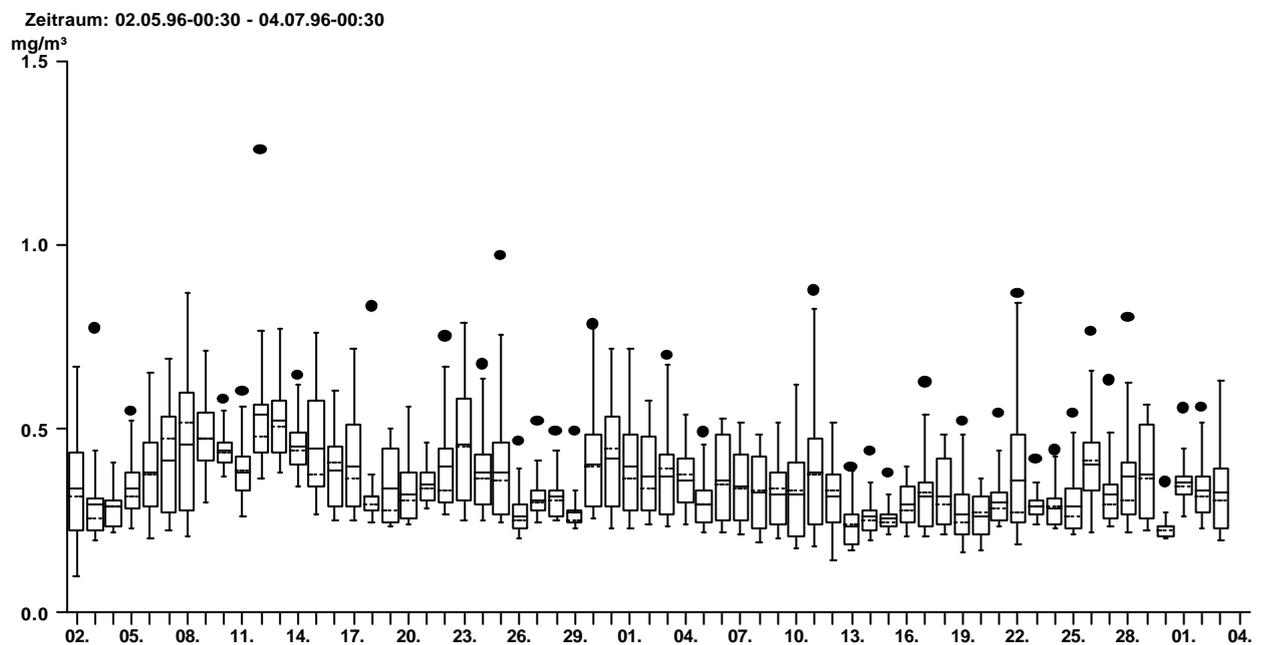
**Abbildung 21: Die Kohlenmonoxidkonzentrationen in Feldkirchen (Marktplatz)  
im April 1996**

Frühjahrsmeßperiod e: 1.4. - 24.4.96	Meßergebnisse CO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte CO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,826		
MTmax	2,263		
TMWmax	1,487	7	LGBI.Nr.5/1987
MW3max	2,893	20 30	Vorwarnstufe Smogalarmstufe I lt. BGBI. Nr. 38/1989
HMWmax	3,994	20	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	2,017		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	2,345		



**Abbildung 22: Die Kohlenmonoxidkonzentrationen in Feldkirchen-Wagnitz während der Sommermessung**

Sommermeßperiode:	Meßergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen, Empfehlungen
1.5. - 3.7.96	CO in mg/m <sup>3</sup>	CO in mg/m <sup>3</sup>	
MPMW	0,351		
MTmax	0,613		
TMWmax	0,536	7	LGBI.Nr.5/1987
MW3max	0,917	20 30	Vorwarnstufe Smogalarmstufe I lt. BGBI. Nr. 38/1989
HMWmax	1,257	20	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,584		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,667		



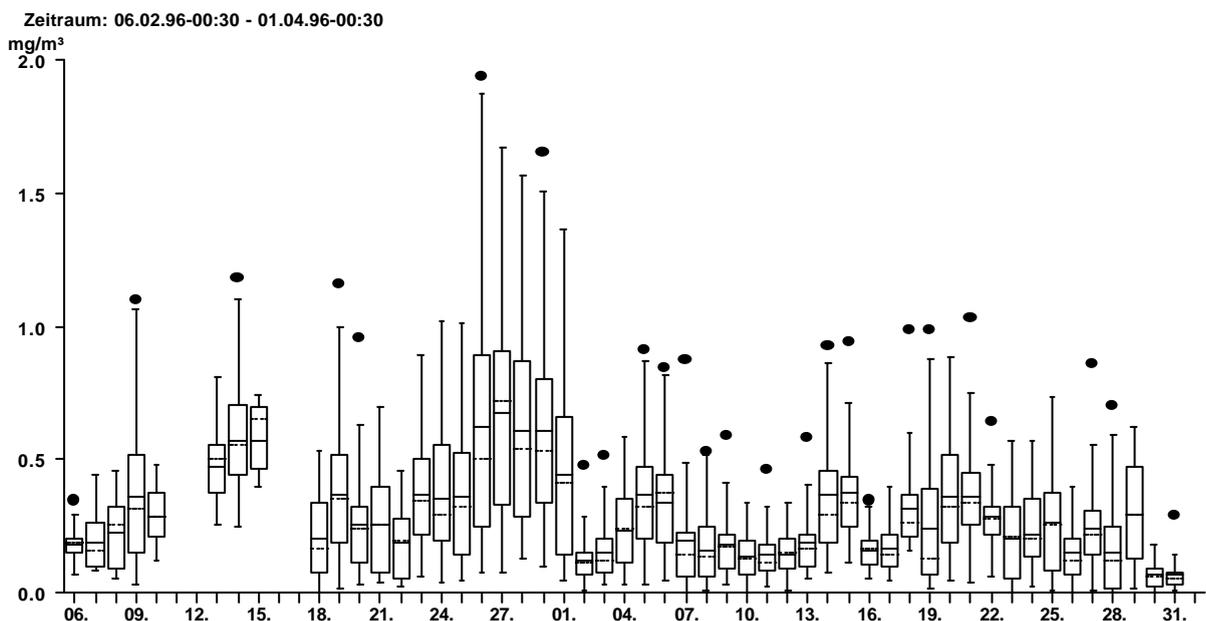
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der KFZ-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern jedoch im allgemeinen stärker ab als bei den Stickstoffoxiden. Durch die extreme Verkehrsnähe des

Standortes Marktplatz ergibt sich dadurch eine ähnlich hohe Belastungssituation wie bei den den Stickstoffoxiden. Während der Wintermessung lagen die Konzentrationen erheblich über jenen der Station Graz West, die Landesgrenzwerte wurden jedoch klar unterschritten. Erst die sommerliche Messung in Wagnitz erbrachte deutlich geringere Kohlenmonoxidkonzentrationen.

### 3.5.1.6. Kohlenwasserstoffe (CnHm)

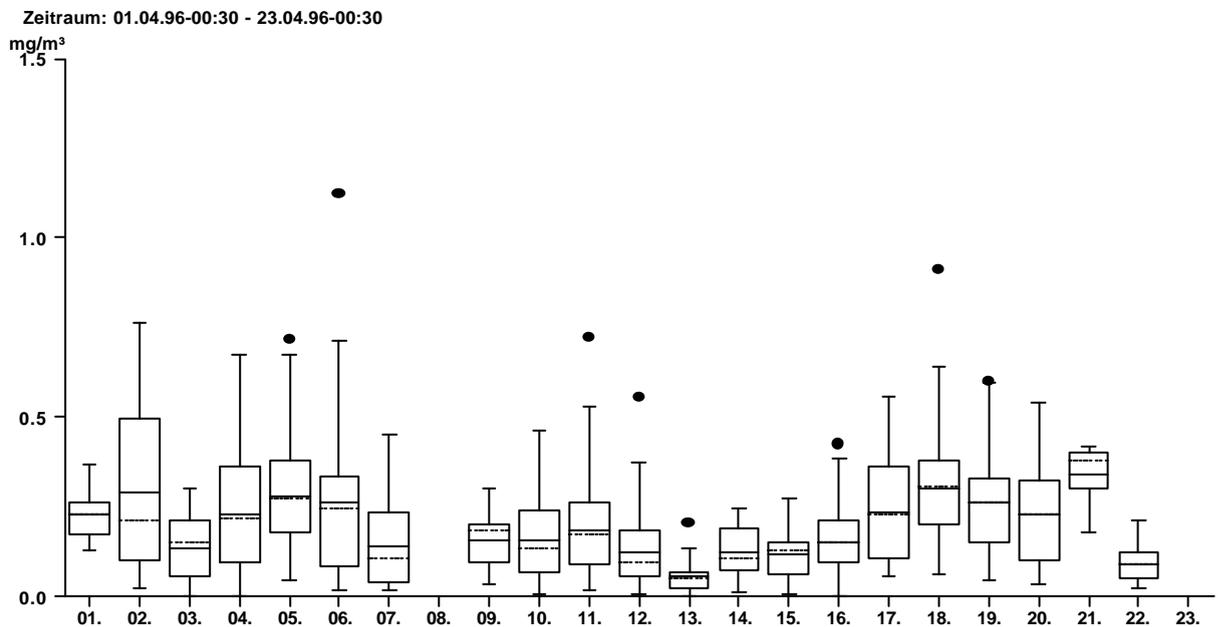
**Abbildung 23: Die Kohlenwasserstoffkonzentrationen in Feldkirchen (Marktplatz) während der Wintermessung**

Wintermeßperiode: 6.2. - 31.3.96	Meßergebnisse CnHm in ppm	Grenzwerte CnHm in ppm	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,285		
MTmax	0,778		
TMWmax	0,674		
HMWmax	1,940		
95 Perzentil	0,782		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,941		



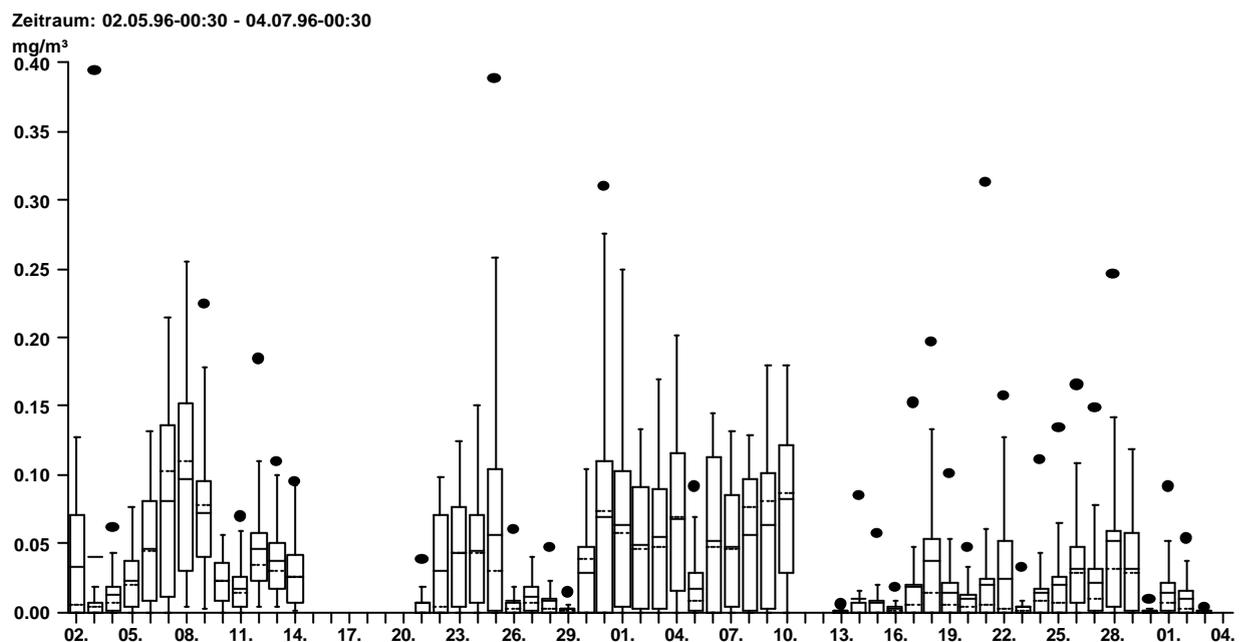
**Abbildung 24: Die Kohlenwasserstoffkonzentrationen in Feldkirchen (Marktplatz) im April 1996**

Frühjahrsmeßperiode: 1.4. - 24.4.96	Meßergebnisse CnHm in ppm	Grenzwerte CnHm in ppm	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,187		
MTmax	0,541		
TMWmax	0,302		
HMWmax	1,120		
95 Perzentil	0,457		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,538		



**Abbildung 25: Die Kohlenwasserstoffkonzentrationen in Feldkirchen-Wagnitz während der Sommermessung**

Sommermeßperiode: 1.5. - 3.7.96	Meßergebnisse CnHm in ppm	Grenzwerte CnHm in ppm	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,032		
MTmax	0,134		
TMWmax	0,096		
HMWmax	0,394		
95 Perzentil	0,126		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,153		



Die Kohlenwasserstoffe spielen neben ihrer gesundheitlichen Relevanz unter anderem bei der Bildung von photochemischem Smog als Ozonvorläufersubstanz eine wesentliche Rolle. Hauptverursacher von Kohlenwasserstoffemissionen ist der KFZ-Verkehr, unter Umständen kann auch die Verdampfung von Lösungsmittel mitverantwortlich sein.

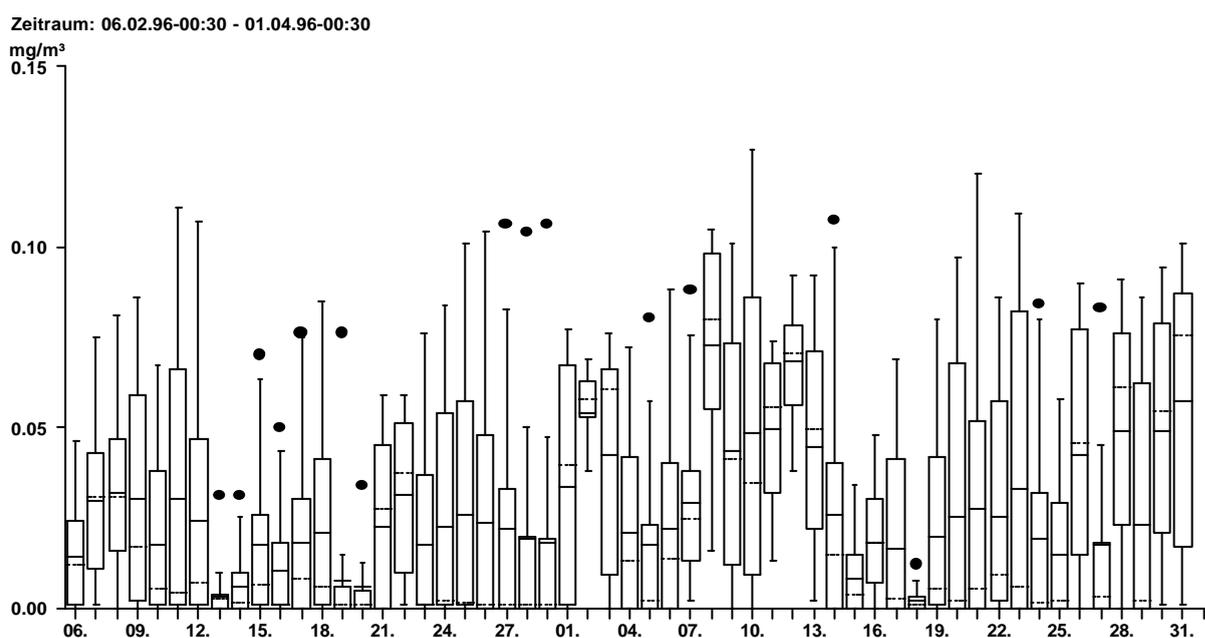
Für die Beurteilung der Kohlenwasserstoffimmissionen stehen keine gesetzlichen Grundlagen zur Verfügung. Trotzdem muß aufgrund der bisherigen Erfahrungen und eines Vergleiches mit anderen Kohlenwasserstoffe registrierenden Meßstellen in der Steiermark von einer - aufgrund der Verkehrsnähe zu erwartenden - deutlich überdurchschnittlichen Konzentration am Feldkirchener Marktplatz gesprochen werden. Während

der Sommermessung in Wagnitz lag das Konzentrationsniveau unter jenem von Graz West oder Voitsberg.

### 3.5.1.7. Ozon (O<sub>3</sub>)

**Abbildung 26: Die Ozonkonzentrationen in Feldkirchen (Marktplatz) während der Wintermessung**

Wintermeßperiode:	Meßergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen, Empfehlungen
6.2. - 31.3.96	O <sub>3</sub> in mg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> in mg/m <sup>3</sup>	
MPMW	0,027		
MTmax	0,080		
TMWmax	0,073		
MW3max	0,122	0,200	BGBI.Nr.210/1992
HMWmax	<b>0,127</b>	<b>0,120</b>	Österreichische Akademie der Wissenschaften
95 Perzentil	0,087		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,097		

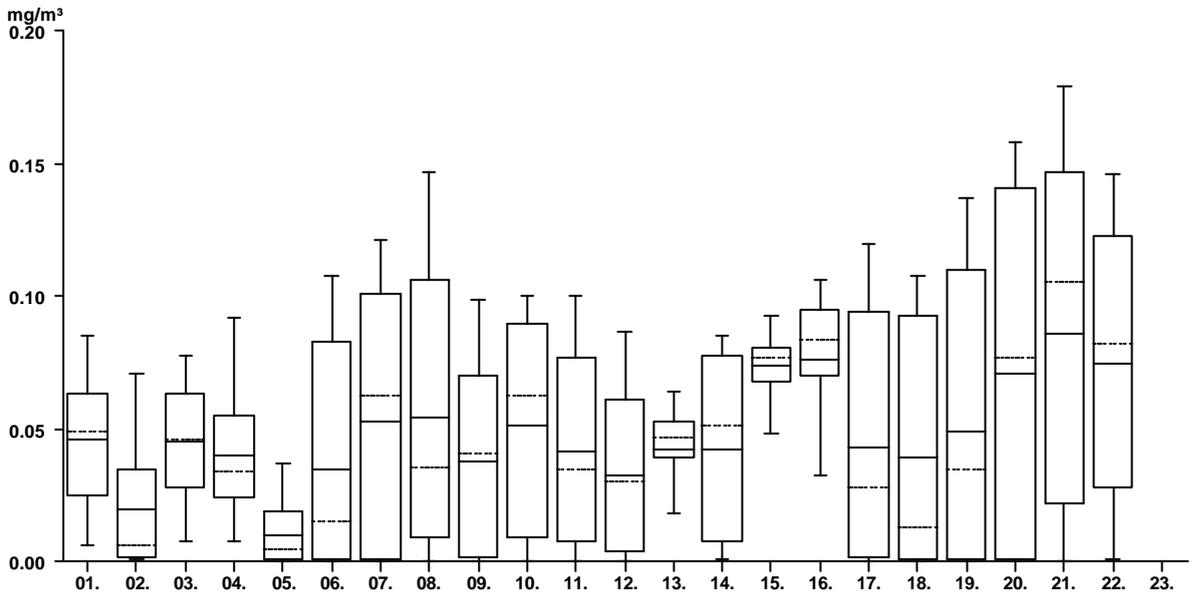


**Abbildung 27: Die Ozonkonzentrationen in Feldkirchen (Marktplatz)**

im April 1996

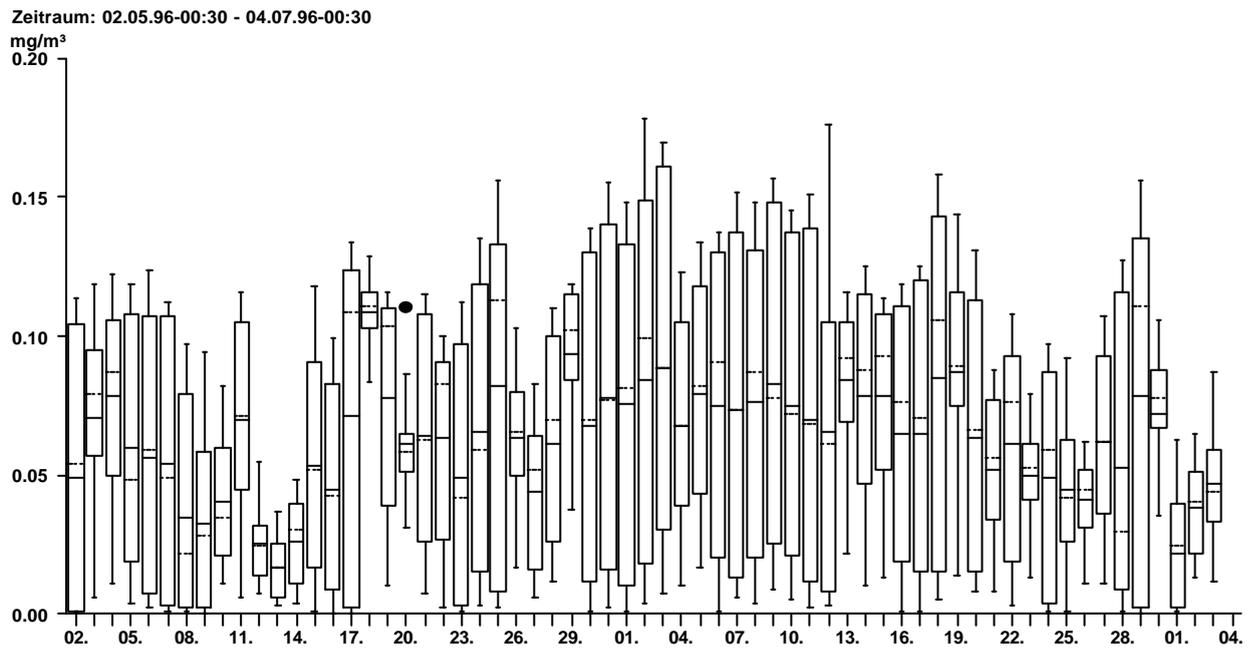
Frühjahrsmeßperiod e: 1.4. - 24.4.96	Meßergebnisse O <sub>3</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte O <sub>3</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,048		
MTmax	0,105		
TMWmax	0,086		
MW3max	0,176	0,200	BGBI.Nr.210/1992
HMWmax	<b>0,179</b>	<b>0,120</b>	Österreichische Akademie der Wissenschaften
95 Perzentil	0,125		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,143		

Zeitraum: 01.04.96-00:30 - 23.04.96-00:30



**Abbildung 28: Die Ozonkonzentrationen in Feldkirchen-Wagnitz während der Sommermessung**

Sommermeßperiode: 1.5. - 3.7.96	Meßergebnisse O <sub>3</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte O <sub>3</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,063		
MTmax	0,117		
TMWmax	0,108		
MW3max	0,172	0,200	BGBI.Nr.210/1992
HMWmax	<b>0,178</b>	<b>0,120</b>	Österreichische Akademie der Wissenschaften
95 Perzentil	0,139		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,148		



Eine wesentliche Rolle bei der Bildung von Ozon kommt den Vorläufersubstanzen wie den Stickstoffoxiden und den Kohlenwasserstoffen zu, deren Emittenten bereits erläutert wurden. Für das Vorkommen von Ozon in den bodennahen Luftschichten sind aber besonders die luftchemischen Umwandlungsbedingungen und dabei speziell die Sonneneinstrahlung entscheidend. Die Ozonbildung in der Troposphäre erfolgt daher in der

reichische Bundesgebiet wurde daher im Ozongesetz (1992) in 7 Ozon-Überwachungsgebiete mit annähernd einheitlicher Ozonbelastung eingeteilt. Der Standort Feldkirchen liegt dabei im Ozon-Überwachungsgebiet 2 „Südostösterreich mit oberem

Der Ozontagesgang ist in weiterer Folge auch stark von der Höhenlage abhängig. Siedlungsnah, stärker mit primären Luftschadstoffen belastete Tal- und Beckenregionen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt dann ein rasches Ansteigen der Konzentrationen, die in der Folge am Nachmittag konstant hoch bleiben. Ein Rückgang setzt erst mit Sonnenuntergang ein.

rschwindet die Phase der nächtlichen Ozonabsenkung und die Ozonkonzentrationen bleiben gleichmäßig hoch.

Diese Unterschiede sind auf die luftchemische Bedingungen zurückzuführen:

In den Siedlungsgebieten reagiert nach Sonnenuntergang das Stickstoffmonoxid mit dem Ozon zu Stickstoffdioxid ( $\text{NO} + \text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{O}_2$ ).

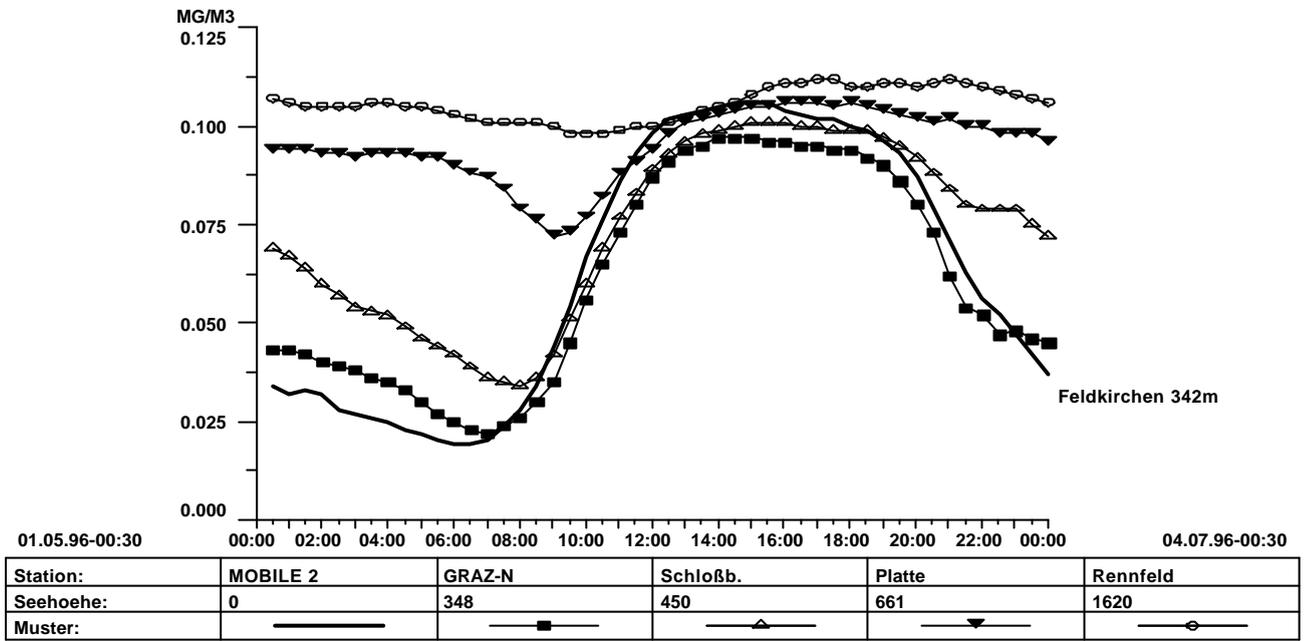
In den Vormittagsstunden laufen dagegen bei entsprechender UV-Strahlung durch das Sonnenlicht folgende Prozesse ab: Das Stickstoffmonoxid (NO) bildet mit dem Luftsauerstoff ( $\text{O}_2$ ) das Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ), dabei bleibt ein Sauerstoffradikal ( $\text{O}^*$ ) übrig. Dieses bindet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



Die folgende Abbildung dokumentiert dies anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort Feldkirchen mit den benachbarten Stationen Graz Nord, Schloßberg und Platte sowie der Höhenstation am Rennfeld während der Sommermessung.

Die Beckenstationen Feldkirchen und Graz Nord weisen einen ausgeprägten Tagesgang auf, der mit zunehmender Höhe (Schloßberg, Platte) deutlich schwächer wird. Am Rennfeld fehlt eine Tagesschwankung bereits fast vollständig.

**Abbildung 29: Vergleich des mittleren Ozon-Tagesganges der Stationen Feldkirchen (MOBILE 2), Graz Nord, Schloßberg, Platte und Rennfeld vom 1.5. bis 4.7. 1996**



Der Verlauf der Ozonkonzentrationen während der Messungen in Feldkirchen zeigt die zu erwartende Übereinstimmung mit dem Witterungsverlauf. Hohe Werte wurden bei Hochdruckwetter und gradientschwachen Lagen registriert, wobei in der Frühjahrs- und Sommermeßperiode der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften von  $0,120 \text{ mg/m}^3$  an rund 40 % der Tage überschritten wurde. Die Dreistundenmittelwerte blieben aber während der gesamten Meßperiode deutlich unter den Grenzwerten des Ozongesetzes (BGBl. Nr. 210/1992). Überhaupt blieben die Ozonkonzentrationen im Sommer 1996 aufgrund der größtenteils unbeständigen Witterung über weite Strecken unter den jahreszeitlich zu erwartenden Werten.

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

Im Zeitraum Februar bis April und Mai bis Anfang Juli 1996 wurden in Feldkirchen mobile Luftgütemessungen aufgrund eines Ersuchens der Gemeinde Feldkirchen auf Basis des Steiermärkischen Luftreinhaltegesetzes durchgeführt. Die Ergebnisse der Messungen werden als Grundlage für die Festlegung von Wohngebieten im Rahmen des Revisionsverfahrens für den örtlichen Flächenwidmungsplan benötigt.

Anhand der Messungen wurde versucht, die lokale Immissionsstruktur, wie sie durch die Primärschadstoffe und das Ozon verursacht wird, zu eruieren. Bezüglich der Primärschadstoffe werden in den nachstehenden Tabellen die höchsten Halbstunden- und Tagesmittelwerte der ersten Meßperiode den Grenzwerten der Landesverordnung (LGBl. Nr.5/1987) gegenübergestellt.

**Tabelle 2: Angabe der höchsten Halbstunden- (HMW<sub>max</sub>) und Tagesmittelwerte (TMW<sub>max</sub>) als Prozentangaben zum Grenzwert (=100%) der Steiermärk. Landesverordnung (LGBl. Nr.5/1987) für die Meßperioden 6.2. bis 31.3.96 und 1.4. bis 23.4.96.**

Schadstoff	Grenzwerte der Landesverordnung für die Monate November bis März in mg/m <sup>3</sup>	Prozentanteil	Grenzwerte der Landesverordnung für die Monate April bis Oktober in mg/m <sup>3</sup>	Prozentanteil
Schwefeldioxid	HMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>	44%	HMW: 0,100 mg/m <sup>3</sup>	54%
	TMW: 0,100 mg/m <sup>3</sup>	50%	TMW: 0,050 mg/m <sup>3</sup>	44%
Schwebstaub	TMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>	<b>105%</b>	TMW: 0,120 mg/m <sup>3</sup>	84%
Stickstoffmonoxid	HMW: 0,600 mg/m <sup>3</sup>	<b>107%</b>	HMW: 0,600 mg/m <sup>3</sup>	73%
	TMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>	100%	TMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>	40%
Stickstoffdioxid	HMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>	<b>117%</b>	HMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>	76%
	TMW: 0,100 mg/m <sup>3</sup>	<b>136%</b>	TMW: 0,100 mg/m <sup>3</sup>	83%
Kohlenmonoxid	HMW: 20 mg/m <sup>3</sup>	50%	HMW: 20 mg/m <sup>3</sup>	20%
	TMW: 7 mg/m <sup>3</sup>	49%	TMW: 7 mg/m <sup>3</sup>	21%

Um die Ergebnisse der Messungen in Feldkirchen mit anderen Gebieten vergleichen zu können, werden sie in der nachstehenden Tabelle sowohl Meßstellen in Ballungsräumen wie etwa Graz oder Donawitz als auch gering belasteten Stationen aus dem forstrelevanten Meßnetz, wie zum Beispiel der Station Masenberg, gegenübergestellt.

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

Meßstation <b>6.2. - 31.3.96</b>	SO <sub>2</sub> mg / m <sup>3</sup>	Staub mg / m <sup>3</sup>	NO mg / m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> mg / m <sup>3</sup>
<b>Feldkirchen</b>	<b>0.049</b>	<b>0.211</b>	<b>0.261</b>	<b>0.145</b>
Graz West	0.054	0.157	0.125	0.117
Voitsberg	0.034	0.163	0.075	0.083
Zeltweg	0.029	0.151	0.058	0.099
Donawitz	0.038	0.295	0.033	0.067
Liezen	-	-	0.041	0.062
Masenberg	0.038	0.054	0.001	0.013
Knittelfeld	0.038	0.165	0.062	0.091
Deutschlandsber g	0.026	0.160	0.049	0.081

Meßstation <b>6.2. - 31.3.96</b>	CO mg / m <sup>3</sup>	CnHm ppm	O <sub>3</sub> mg / m <sup>3</sup>
<b>Feldkirchen</b>	<b>4.021</b>	<b>0.782</b>	<b>0.087</b>
Graz West	3.399	0.589	0.088
Voitsberg	2.291	0.402	0.100
Zeltweg	-	-	-
Donawitz	2.431	-	-
Liezen	-	-	0.101
Masenberg	-	-	0.122
Knittelfeld	-	-	-
Deutschlandsber	-	-	0.070

09			
----	--	--	--

Meßstation <b>1.4. - 22.4.96</b>	SO <sub>2</sub> mg / m <sup>3</sup>	Staub mg / m <sup>3</sup>	NO mg / m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> mg / m <sup>3</sup>
<b>Feldkirchen</b>	<b>0.027</b>	<b>0.113</b>	<b>0.142</b>	<b>0.105</b>
Graz West	0.033	0.112	0.054	0.088
Voitsberg	0.030	0.137	0.049	0.066
Zeltweg	0.016	0.096	0.031	0.066
Donawitz	0.034	0.272	0.031	0.045
Liezen	-	-	0.012	0.040
Masenberg	0.019	0.051	0.000	0.010
Knittelfeld	0.021	0.106	0.031	0.059
Deutschlandsber g	0.013	0.084	0.024	0.060

Meßstation <b>1.4. - 22.4.96</b>	CO mg / m <sup>3</sup>	CnHm ppm	O <sub>3</sub> mg / m <sup>3</sup>
<b>Feldkirchen</b>	<b>2.017</b>	<b>0.457</b>	<b>0.125</b>
Graz West	2.050	0.279	0.151
Voitsberg	1.763	0.329	0.145
Zeltweg	-	-	-
Donawitz	2.512	-	-
Liezen	-	-	0.129
Masenberg	-	-	0.160
Knittelfeld	-	-	-
Deutschlandsber g	-	-	0.146

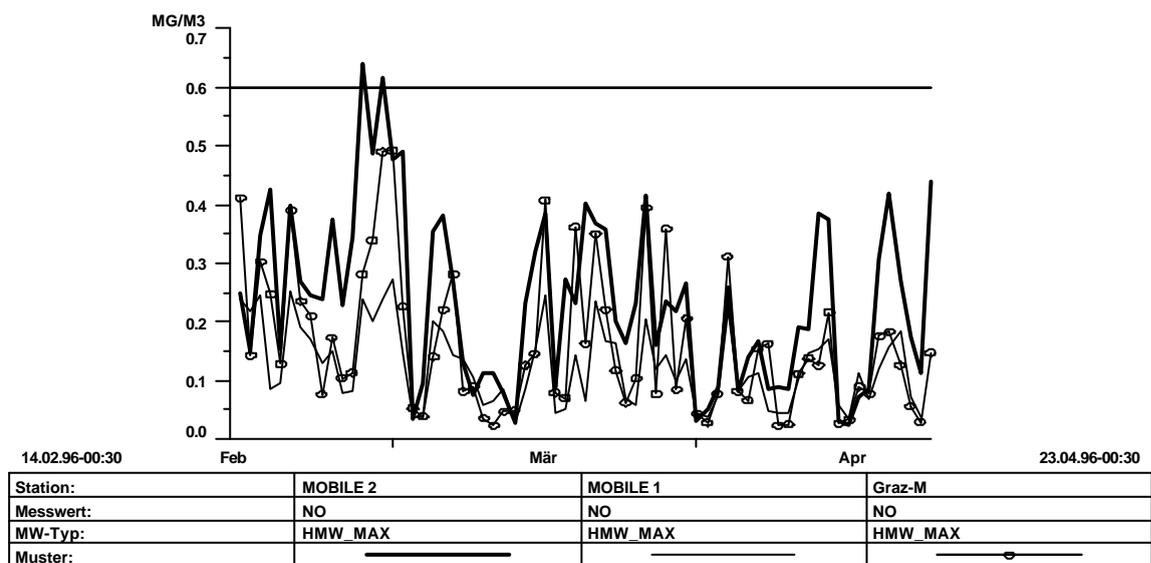
Meßstation 1.5. - 4.7.96	SO <sub>2</sub> mg / m <sup>3</sup>	Staub mg / m <sup>3</sup>	NO mg / m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> mg / m <sup>3</sup>
<b>Feldkirchen</b>	<b>0.013</b>	<b>0.059</b>	<b>0.017</b>	<b>0.048</b>
Graz West	0.023	0.050	0.020	0.054
Voitsberg	0.008	0.075	0.018	0.029
Zeltweg	0.012	0.063	0.010	0.029
Donawitz	0.023	0.208	0.012	0.024
Liezen	-	-	0.011	0.022
Masenberg	0.009	0.042	0.000	0.007
Knittelfeld	0.012	0.065	0.013	0.033
Deutschlandsber g	0.008	0.046	0.009	0.027

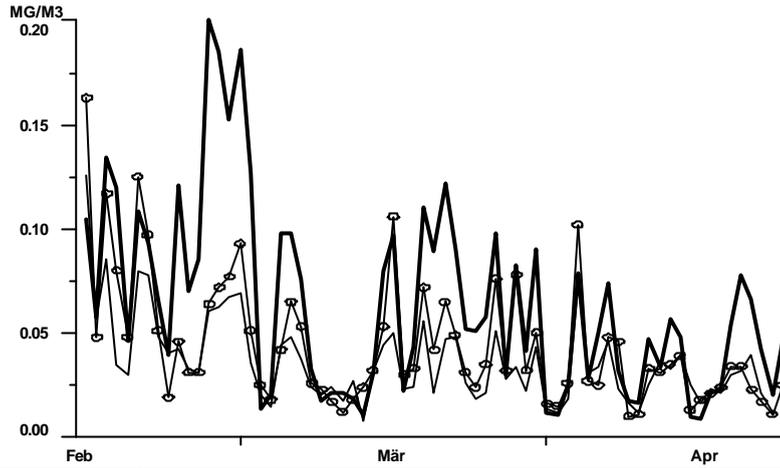
Meßstation 1.5. - 4.7.96	CO mg / m <sup>3</sup>	CnHm ppm	O <sub>3</sub> mg / m <sup>3</sup>
<b>Feldkirchen</b>	<b>0.583</b>	<b>0.125</b>	<b>0.139</b>
Graz West	0.738	0.185	0.131
Voitsberg	0.823	0.156	0.138
Zeltweg	-	-	-
Donawitz	1.689	-	-
Liezen	-	-	0.117
Masenberg	-	-	0.137
Knittelfeld	-	-	-
Deutschlandsber g	-	-	0.137

Da von 13.2. bis 23.4.1996 die zweite mobile Station in Graz am Riesplatz situiert war, bietet sich aufgrund der Verkehrsnähe dieser beiden Standorte ein Vergleich an. Vom kontinuierlichen Meßnetz können noch die Daten der Station Graz Mitte (Landhausgasse) mitverwendet werden, die am ehesten einer verkehrsnahen Meßstelle entspricht. Auch bei

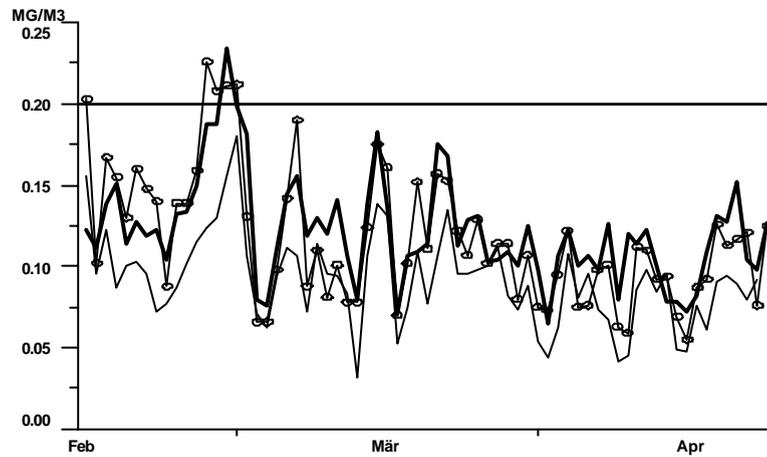
diesem Vergleich zeigt sich die ungünstige Immissionssituation des Meßstandortes Feldkirchen Marktplatz. Sowohl bei den Maximalkonzentrationen als auch bei den Tagesmittelwerten der verkehrsverursachten Schadstoffe Stickstoffmonoxid und -dioxid sowie Kohlenmonoxid und Gesamtkohlenwasserstoffe liegt das Belastungsniveau deutlich über dem am Riesplatz oder an der Station Graz Mitte. Als Gründe dafür können das deutlich stärkere Verkehrsaufkommen mit hohem Anteil an Schwerverkehr (vor allem im Vergleich zur Station Graz Mitte) sowie die insgesamt ungünstigeren lokalklimatischen Ausbreitungsbedingungen (vor allem im Vergleich zum deutlich besser durchlüfteten Riesplatz) angegeben werden.

**Abb. 30: Die Zeitverlaufskurven der Tages- und maximalen Halbstundenmittelwerte der Schadstoffe Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe an den Stationen Feldkirchen (MOBILE 2), Graz-Riesplatz (MOBILE 1) und Graz-Mitte während des Zeitraumes von 14.2. bis 22.4.1996.**

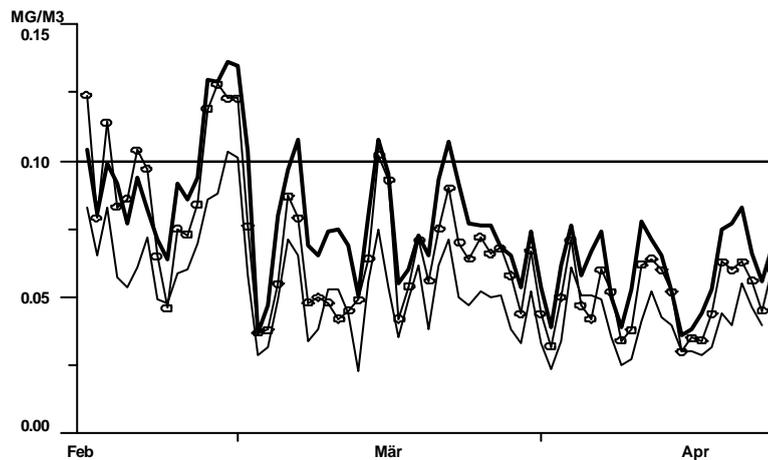




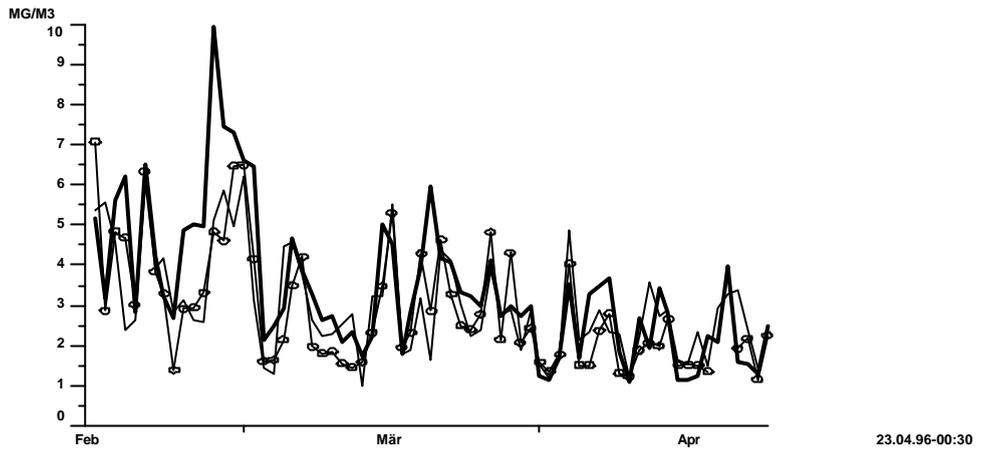
14.02.96-00:30	Feb	Mär	Apr	23.04.96-00:30
Station:	MOBILE 2	MOBILE 1	Graz-M	
Messwert:	NO	NO	NO	
MW-Typ:	TMW	TMW	TMW	
Muster:				



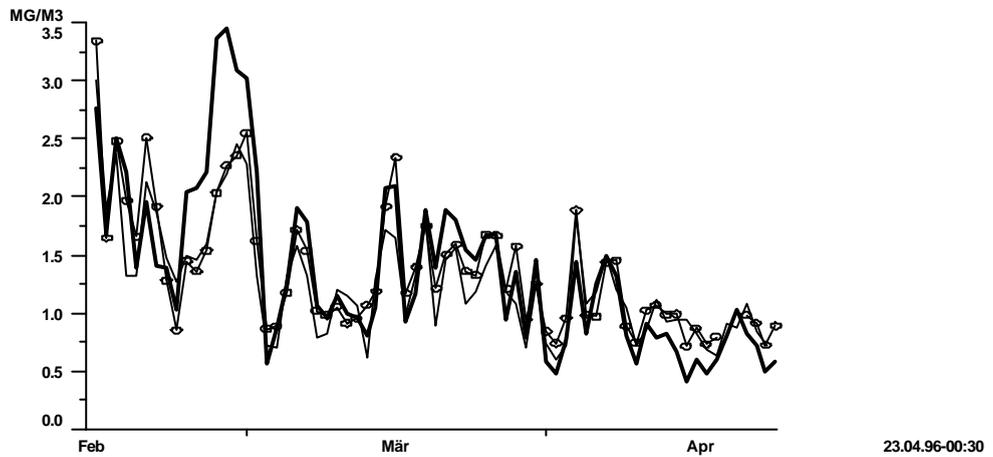
14.02.96-00:30	Feb	Mär	Apr	23.04.96-00:30
Station:	MOBILE 2	MOBILE 1	Graz-M	
Messwert:	NO2	NO2	NO2	
MW-Typ:	HMW_MAX	HMW_MAX	HMW_MAX	
Muster:				



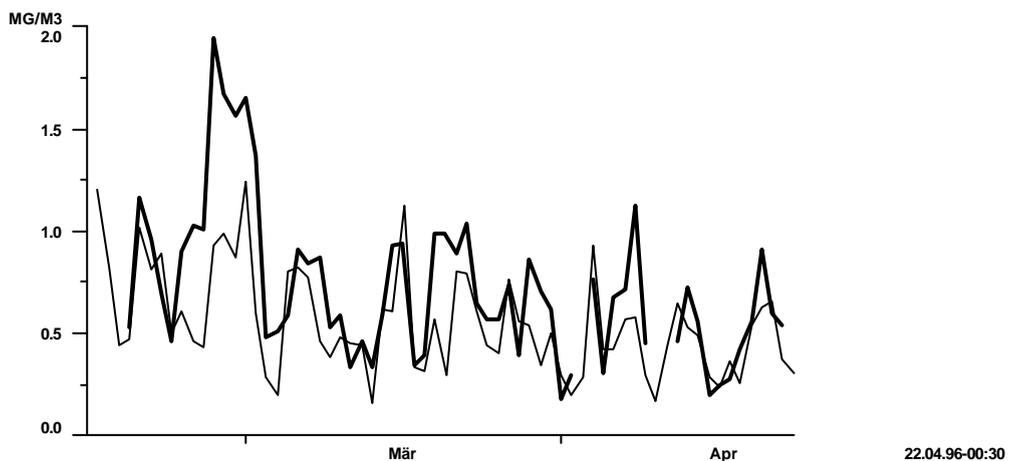
14.02.96-00:30	Feb	Mär	Apr	23.04.96-00:30
Station:	MOBILE 2	MOBILE 1	Graz-M	
Messwert:	NO2	NO2	NO2	
MW-Typ:	TMW	TMW	TMW	
Muster:				



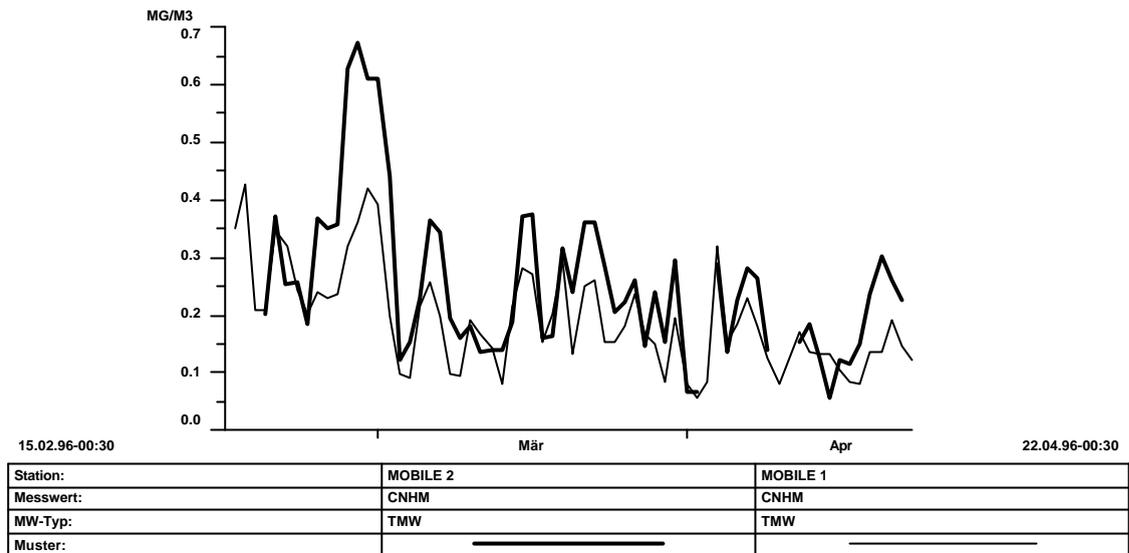
Station:	MOBILE 2	MOBILE 1	Graz-M
Messwert:	CO	CO	CO
MW-Typ:	HMW_MAX	HMW_MAX	HMW_MAX
Muster:	_____	_____	_____



Station:	MOBILE 2	MOBILE 1	Graz-M
Messwert:	CO	CO	CO
MW-Typ:	TMW	TMW	TMW
Muster:	_____	_____	_____



Station:	MOBILE 2	MOBILE 1
Messwert:	CNHM	CNHM
MW-Typ:	HMW_MAX	HMW_MAX
Muster:	_____	_____

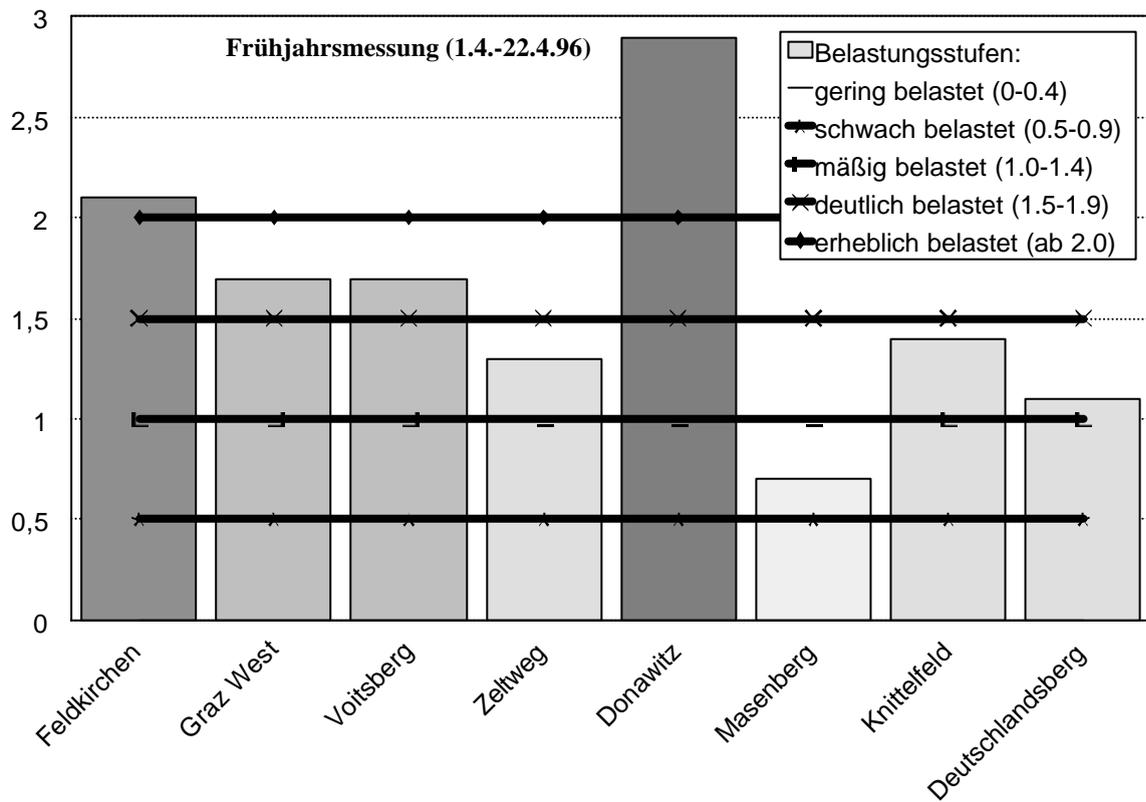
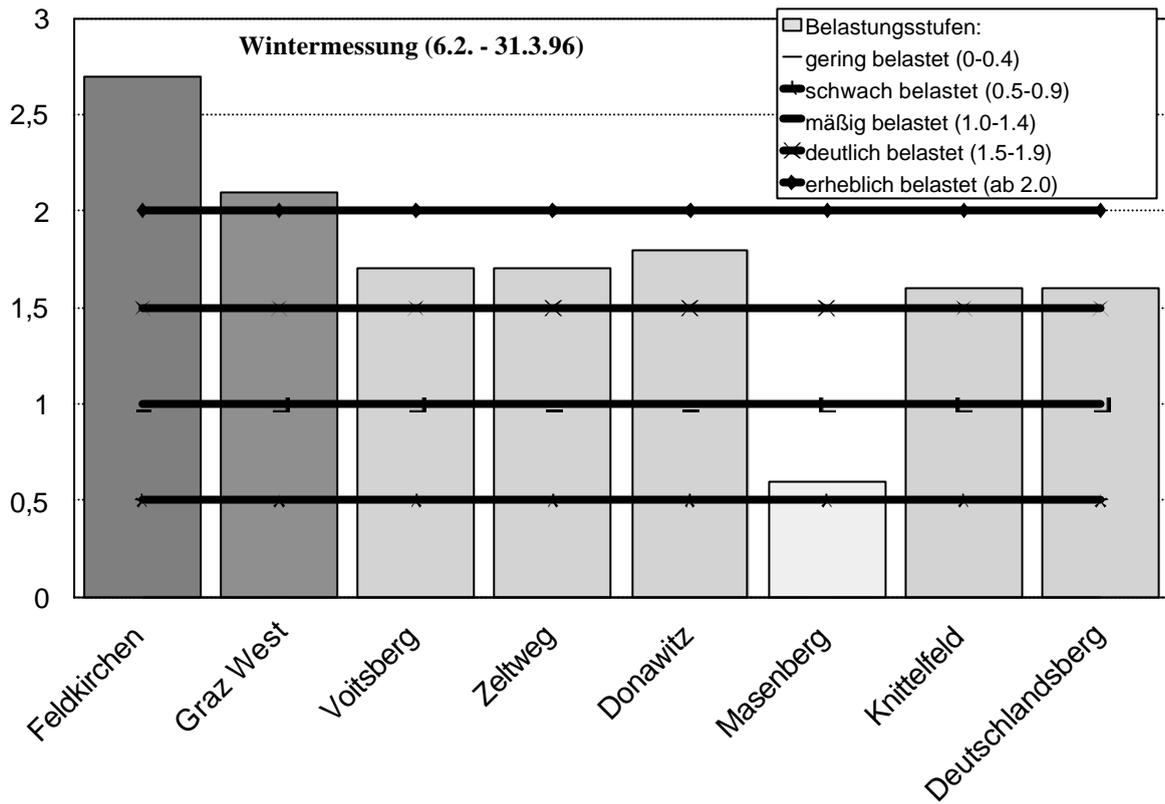


Das hohe Belastungsniveau am Marktplatz von Feldkirchen wird auch beim Vergleich des **Luftbelastungsindex** des Meßstandortes Feldkirchen mit denen anderer steirischer Stationen sichtbar.

Dieser ermöglicht eine übersichtliche Bewertungs- und Vergleichsmöglichkeit der Luftbelastung verschiedener Meßstationen.

Angelehnt an die von J. Baumüller (VDI 1988, S. 223 ff) vorgeschlagene Berechnungsmethode wurden dabei für die einzelne Meßperioden 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.

**Abbildung 31: Luftbelastungsindex der Stationen Feldkirchen, Graz West, Voitsberg, Zeltweg, Donawitz, Masenberg, Knittelfeld und Deutschlandsberg für die**



## Sommermessung (1.5. - 4.7.96)

Im steiermarkweiten Vergleich können am Meßstandort **Feldkirchen Marktplatz** (Zeitraum: 6.2. - 22.4.96) die Konzentrationen keines Luftschadstoffes als generell durchschnittlich eingestuft werden.

Bei **sämtlichen Schadstoffen** wurden deutlich überdurchschnittliche Belastungen festgestellt, bei den verkehrsverursachten Schadstoffen **Stickstoffmonoxid** und **Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid, Schwebstaub** und den **Gesamtkohlenwasserstoffen** war die mobile Station Feldkirchen die höchstbelastete Meßstation der Steiermark

Am Standort **Feldkirchen-Wagnitz** (Meßzeitraum: 1.5. - 4.7.97) können die Schadstoffkonzentrationen als insgesamt mit denen im Raum Graz vergleichbar bezeichnet werden. Bei **Schwefeldioxid** und **Schwebstaub** kann von einer im steiermarkweiten Vergleich durchschnittlichen, bei den **Stickstoffoxiden** von einer leicht überdurchschnittlichen Belastung gesprochen werden.

Bezüglich des **Ozongehalts** in den bodennahen Luftschichten ergaben die Messungen das für den Standort und die jeweilige Jahreszeit zu erwartende Belastungsprofil. Während der Frühjahrs- und Sommermessung wurde der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlene Vorsorgegrenzwert von  $0,120 \text{ mg/m}^3$  (als Halbstundenmittelwert) an rund 40% der Tage überschritten, der Grenzwert der Vorwarnstufe nach dem Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/ 1992) von  $0,200 \text{ mg/m}^3$  (als Dreistundenmittelwert) wurde jedoch nicht erreicht.

## 4. Literatur

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1984:

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

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1989:

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

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1992:

210. Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung und die Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen, mit dem das Smogalarmgesetz, BGBl.Nr.38/1989, geändert wird (Ozongesetz). BGBl.Nr.210 vom 24.4.1992.

Landesgesetzblatt für die Steiermark, 1987 :

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

Lazar R., 1991:

Stadtklimaanalyse Graz und ihre Bedeutung für die Stadtplanung  
Arb. Geogr. Inst. Graz, Bd. 30: S.141-171

Österreichische Akademie der Wissenschaften, 1989:

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

Österreichische Akademie der Wissenschaften, Entwurf:

Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten.  
Länderarbeitskreis der Luftexperten. Wien.

Österreichisches Normungsinstitut, 1992:

Ausbreitung von luftverunreinigenden Stoffen in der Atmosphäre - Berechnung von Immissionskonzentrationen und Ermittlung von Schornsteinhöhen.

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, Mai, Juni, Juli 1996. Wien.