

**Amt der Steiermärkischen Landesregierung**



**Fachabteilung Ia**

Bericht Nr. 5/98

# **Luftgütemessungen Feldbach**

**16.Mai bis 4. Juli 1996  
9.Jänner bis 2.März 1997**

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

Abteilungsvorstand:  
Hofrat Dipl. Ing. Norbert PERNER

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

<b>Referatsleiter</b>	Dr. Gerhard Semmelrock
<b>Berichtserstellung</b>	Richard Koudelka
<b>Meßtechnik</b>	Manfred Gassenburger

# LUFTGÜTEMESSUNGEN FELDBACH

## **1. Einleitung**

Die Luftgütemessungen in Feldbach wurden auf Anfrage der Gemeinde von Seiten der Fachabteilung Ia, Referat für Luftgüteüberwachung durchgeführt. Sie umfaßten eine Sommermeßperiode vom 16.5. bis 4.7. 1996 und eine Wintermeßperiode vom 9.1. bis 2. 3. 1997.

Für die mobilen Meßkontainer (Mobile 1) wurde jeweils ein Standort im Bereich des Kinderspielplatzes der Siedlung Gartenstadt in 280m Seehöhe ausgewählt, um die Immissionsituation im zentralen Siedlungsraum zu erheben. Die gewonnenen Meßergebnisse sind eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung der derzeitigen Luftgütesituation.

Abbildung 1: Der Standort der mobilen Meßstation in Feldbach.



Abbildung 2: Foto des Standortes



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

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

Feldbach gehört nach H. Wakonigg zur Klimalandchaft des “Übergangsklimas der Terrassenstufe”, wobei sich als Referenzstation für meteorologische Parameter die Station Gleichenberg anbietet. Dieses Klima kann als sommerwarmes, mäßig winterkaltes, schwach kontinentales Klima eingestuft werden. (H. Wakonigg, 1978, S.378).

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt im Raum Feldbach im langjährigen Durchschnitt (Periode 1951-1970) um 9 °C, wobei als Monatsmittel im Jänner -2°C bis -3°C und im Juli 18 °C bis 19 °C erreicht werden. Die Jahresniederschlagssumme beläuft sich auf 900 mm, die

im Schnitt an etwa 105 Tagen im Jahr fallen. Die niederschlagsärmste Zeit ist dabei der Jänner mit knapp 38 mm, der niederschlagsreichste Monat ist der Juli mit beinahe 126 mm.

### 3. Mobile Immissionsmessungen

#### 3.1. Ausstattung und Meßmethoden

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

Die Meßcontainer sind 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 ABDA 350E (Mobile 2) FH - 62 JN (Mobile 1)
Stickstoffoxid NO, NO <sub>2</sub>	Chemilumineszenzanalyse	Horiba APNA 350E
Kohlenmonoxid CO	Gasfilterkorrelation	Horiba APMA 350E
Kohlenwasserstoffe C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> (Summe)	Flammenionisationsdetektor	Horiba APHA 350E
Ozon O <sub>3</sub>	UV-Photometrie	Horiba APOA 350E

Neben den Meßgeräten für die Schadstofffassung werden an den Meßcontainern auch die meteorologischen Geber für Temperatur, Windrichtung und Windgeschwindigkeit, an der mobilen Station 1 zusätzlich noch für Luftfeuchtigkeit und Luftdruck, betrieben.

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

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

#### 3.2. 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>), wobei der Raum Feldbach in der Zone II der Verordnung liegt.

**Zone I (“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/m<sup>3</sup> überschritten werden

**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/m<sup>3</sup>). Feldbach 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 <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
0,070	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 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 Meßdatenaufbereitung 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

(Mai bis Juli 1996 und Jänner bis März 1997)

Mit Beginn der Messungen am 16.Mai 1996 lagern feuchte aber milde Luftmassen über Mitteleuropa, wobei sich in ihnen lokale Gewitter und Schauer bilden. Im allgemeinen beruhigt sich jedoch das Wetter, die Bewölkung geht zurück und die Temperatur steigt.

Während es am 19.5. noch warm bleibt, überquert am 20. eine Kaltfront Österreich und bringt einen Temperatursturz mit sich, der nur noch Höchstwerte von 10° bis 20°C zuläßt.

Am 21. verursacht ein Zwischenhoch einen recht sonnigen, aber nur mäßig warmen Tag.

Nach Durchzug einer Kaltfront bewirken weitere Störungszonen in der Folge Gewitter und Regenschauer.

Am 24. erleben wir unter schwachem Hochdruckeinfluß einen sonnigen, trockenen Tag, während am Folgetag vor und mit einer Kaltfront häufig Gewitter oder Regenschauer auftreten.

Nach intensiven Regenfällen läßt tagsüber der Störungseinfluß am 26. nach.

Am 27. greift eine Kaltfront, die von einem Tief über den Britischen Inseln ausgeht, auf unseren Raum über.

Am 28. wird in den Niederungen der Wind stürmischer und der Zustrom trockener Luft bewirkt vielfach Aufheiterung, die maximalen Temperaturen betragen nur noch 9° bis 18°C.

Zum Monatsende bewirken Hochdruckeinfluß und Warmluftzufuhr sommerlich warmes Wetter.

An den ersten Tagen im Juni herrscht, bei flacher Druckverteilung am Boden, in größeren Höhen eine südwestliche Strömung vor, die hochsommerliche Temperaturen mit sich bringt.

Diese "Hitzewelle" wird am 13. durch eine markante Kaltfront, die sich jedoch im Süden nicht so stark auswirkt, beendet.

Vom 16.-20. wird es allmählich wieder wärmer und die Temperaturen steigen bis wieder gegen 27°C an.

Am 23. leitete ein markanter Temperatursturz einige viel zu kalte Tage ein, der nur durch ein Zwischenhoch kurz unterbrochen wurde und bis zum Ende der Sommermessung andauerte.

Mit Beginn der **Wintermessung** am 9.1.97 bis 13. des Monats wurden konstante Temperaturen, die sich im Bereich von 0°C bewegen, gemessen, danach erstreckt sich ein kräftiges Hochdruckgebiet über Mitteleuropa, welches bis 19. andauert und die Temperaturen konstant unter der 0°C Grenze hält.

Am 20. gelangen feuchtmilde Luftmassen nach Österreich. Sie verursachen im Westen und Süden Regen- oder Schneefälle von meist nur geringer Ergiebigkeit. Die maximalen Temperaturen steigen dort, wo zuvor Kaltluftseen lagerten, um bis zu 5°, während sie in den zuvor sonnigen Gebieten etwas zurückgehen.

Am 21. bis 22. verstärkt sich wieder der Hochdruckeinfluß. Vom 23. – 25. überwiegt zunächst der Hochdruckeinfluß, der Wettercharakter ändert sich daher kaum. Vom 26. – 27. setzt sich neuerlich Hochdruckeinfluß durch, die Temperatur sinkt leicht ab. Am 28. wird es wieder etwas milder. Zwischen 29. und 31. dominiert ein Hoch bis zum Balkan unser Wetter.

Nach dem Durchzug einer Kaltfront von nur geringer Wetterwirksamkeit lockert die Bewölkung rasch wieder auf. Die Temperatur erreicht maximal –2° bis 7°C.

Der Alptraum steht unter Hochdruckeinfluß. Nach klarer Nacht ist es am Morgen meist sehr kalt, örtlich bildet sich Nebel oder Hochnebel. Tagsüber werden bei vielfach wolkenlosem oder heiterem Himmel –3°C bis 7°C erreicht. Am 4. nehmen bei schwächerem Hochdruckeinfluß die Hochnebefelder und Wolken zu, die Temperatur ändert sich kaum.

Mit kräftigem Nordwestwind zieht eine Kaltfront über Österreich. Dabei verschwinden bestehende Kaltluftseen und die Temperatur in den Niederungen steigt leicht. Der Süden

bleibt weitgehend niederschlagsfrei, aber auch im übrigen Österreich fallen nur geringe bis mäßige Niederschläge, in tiefen Lagen als Regen.

Von Südwesten erfaßt ein Hochdruckgebiet den Alpenraum. Sehr rasch tritt am 6. Aufheiterung ein. An den Folgetagen ist es verbreitet sonnig und auch in höheren Lagen zunehmend mild. Nur in manchen inneralpinen Tal- und Beckenlagen herrscht nachts noch recht strenger Frost. Am 9. stören Wolken mit unerheblichem Niederschlag in Nordostösterreich ein wenig den sonnigen Eindruck. Bis 10. steigen die Temperaturmaxima auf 4° bis 14°C. Nun hat sich das Hoch in den Mittelmeerraum zurückgezogen und von Norden her schiebt sich eine westliche Höhenströmung über Österreich.

Atlantische Störungszonen ziehen im Westwindband über Österreich ostwärts. Von den dabei auftretenden Niederschlägen werden der Süden und Südosten Österreich kaum erfaßt. Schon am 12.d.M. richtet ein Sturm in Ober- und Niederösterreich sowie in Wien beträchtliche Schäden an. Am 13. überquert dann eine Kaltfront mit nachfolgender Polarluft unser Bundesgebiet. Nach sehr milden Tagen mit maximal 4° bis 17°C löst sie einen Temperatursturz aus (siehe Seite 14). Begleitet wird die Front von heftigen Gewittern und Sturmböen.

In der Nacht zum 14. fallen noch einige Niederschläge, diesmal auch im Süden. Tagsüber stellt sich nur eine kurze Zwischenbesserung ein. Schon am frühen Nachmittag greifen Schnee- und Regenfälle wieder auf den Westen Österreichs über.

Aus Norden fließt nun feuchtkalte Luft in den Ostalpenraum. In höheren Lagen Westösterreichs verbessern Schneefälle etwas die prekäre Schneelage. In großen Teilen Österreichs regnet oder schneit es am 15., während am 16.d.M. die Niederschläge wieder abklingen. Die Temperatur steigt nur auf maximal 0° bis 8°C.

Österreich liegt im Bereich eines Hochdruckkeiles. Eine schwache Störung streift mit geringen Niederschlägen die Alpennordseite. Mit maximal 0° bis 6°C ist es recht kühl.

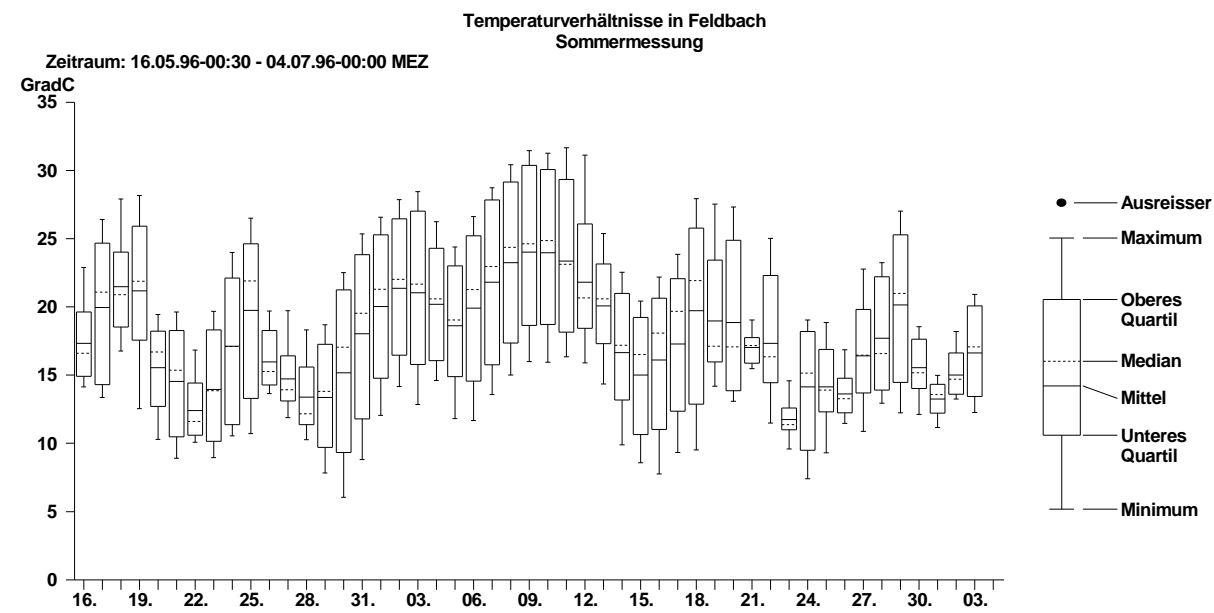
Störungszonen überqueren Österreich. Nach anfänglich noch sonnigem Wetter setzen am 18. ab Mittag Regen- oder Schneefälle in großen Teilen Österreichs ein. Der Süden wird davon kaum betroffen, größere Neuschneemengen fallen nur in Westösterreich oberhalb 500 m Höhe an. Die Temperatur erreicht Höchstwerte von 1° bis 10°C.

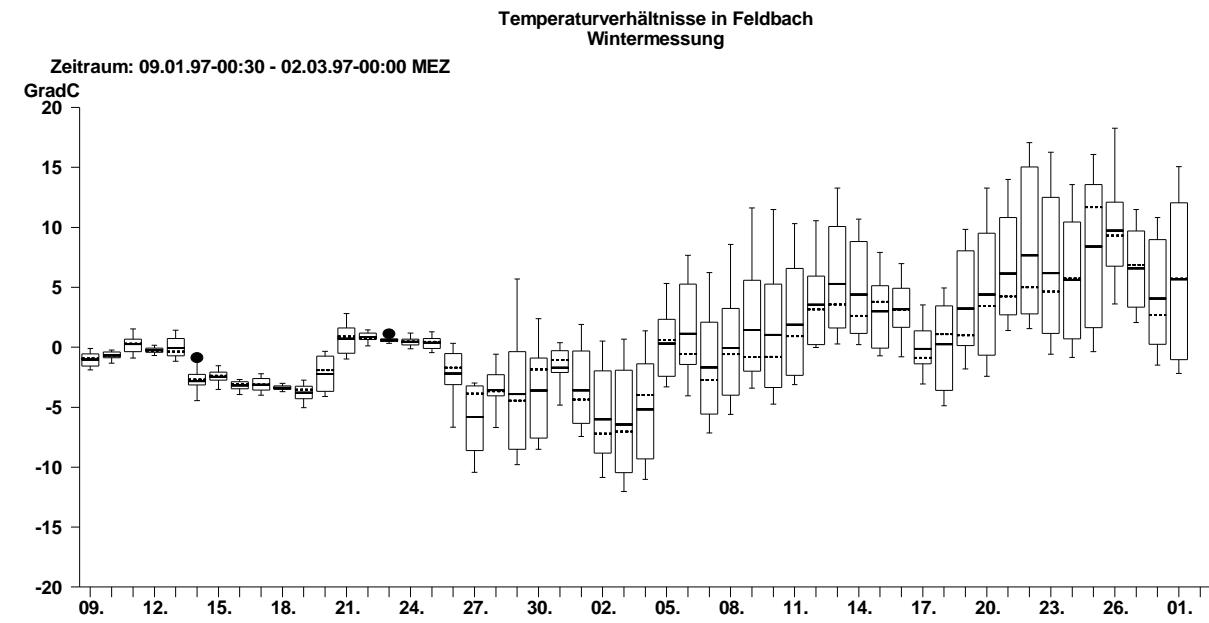
Mit einer Westströmung gelangt weniger feuchte und sehr milde Luft in den Ostalpenraum. Niederschläge fallen in diesen Tagen meist nur als lokale Schauer; die atlantischen Störungen streifen nur den Norden Österreichs mit Wolkenfeldern. Am 22. verstärkt sich der Hochdruckeinfluß und die Bewölkung löst sich im Tagesverlauf auf. Von Tag zu Tag wird es

wärmer, am 22. reichen die Temperaturmaxima von 8° bis 16°C. Ein Hoch über Mitteleuropa bringt uns einen strahlend sonnigen und milden Tag.

Ein Sturmtief zieht von Schottland nordostwärts. Es steuert feuchtmilde Luft nach Mitteleuropa. Bei unterschiedlicher Bewölkung fällt im Westen strichweise geringer Niederschlag. Die höchsten Temperaturen erreichen 6° bis 21°C (Salzburg am 25.).

Am 26. überquert eine Kaltfront Österreich. Sie löst überall geringe bis mäßige Niederschläge und strichweise stürmische Winde aus. Die Temperatur sinkt um etwa fünf Grad. Am Morgen des 27. liegt bis unter 900 m herab stellenweise Neuschnee. Im Tagesverlauf gehen im Westen, Norden und Osten immer wieder Schauer, auch als Schneeregen oder Schnee, nieder. Am Nachmittag führt Druckanstieg zu allmählicher Wetterberuhigung. Hochdruckeinfluß bewirkt rasche Aufheiterung und Erwärmung.





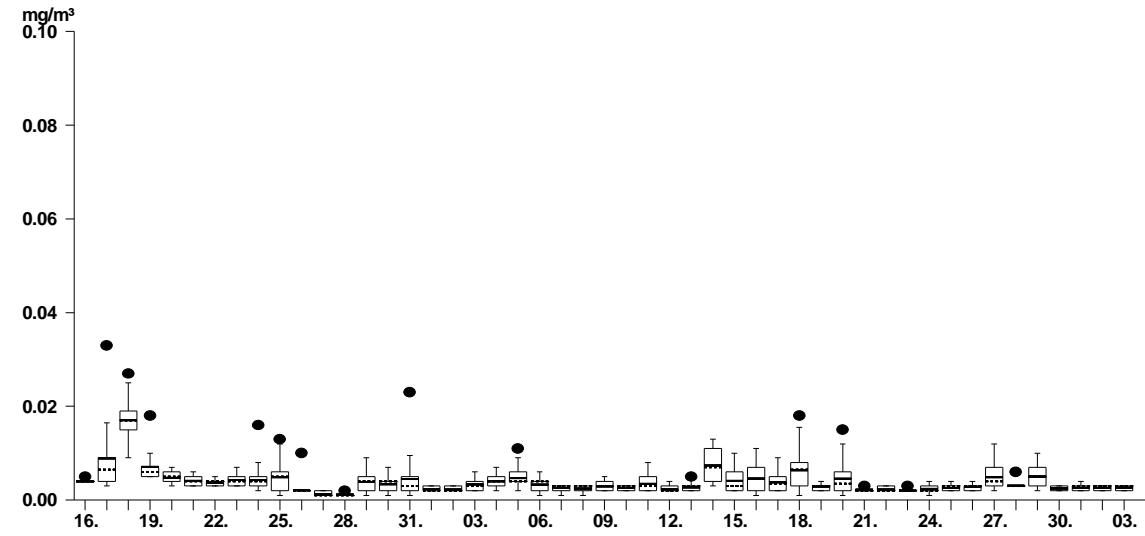
### 3.5. Meßergebnisse und Schadstoffverläufe

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

Sommermeßperiode 16.05.96 - 04.07.96	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	0,004	-	-
MTmax	0,008	-	-
TMWmax	0,017	0,100	LGBI.Nr.5/1987
HMWmax	0,033	0,200	LGBI.Nr.5/1987

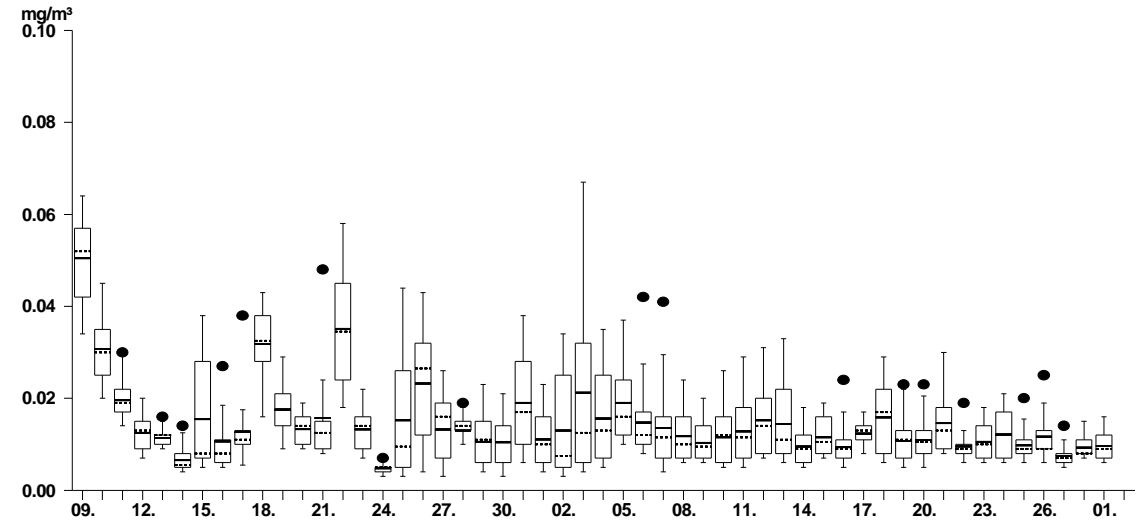
Schwefeldioxidkonzentrationen in Feldbach  
Sommermessung

Zeitraum: 16.05.96-00:30 - 04.07.96-00:00 MEZ



Schwefeldioxidkonzentrationen in Feldbach  
Wintermessung

Zeitraum: 09.01.97-00:30 - 02.03.97-00:00 MEZ





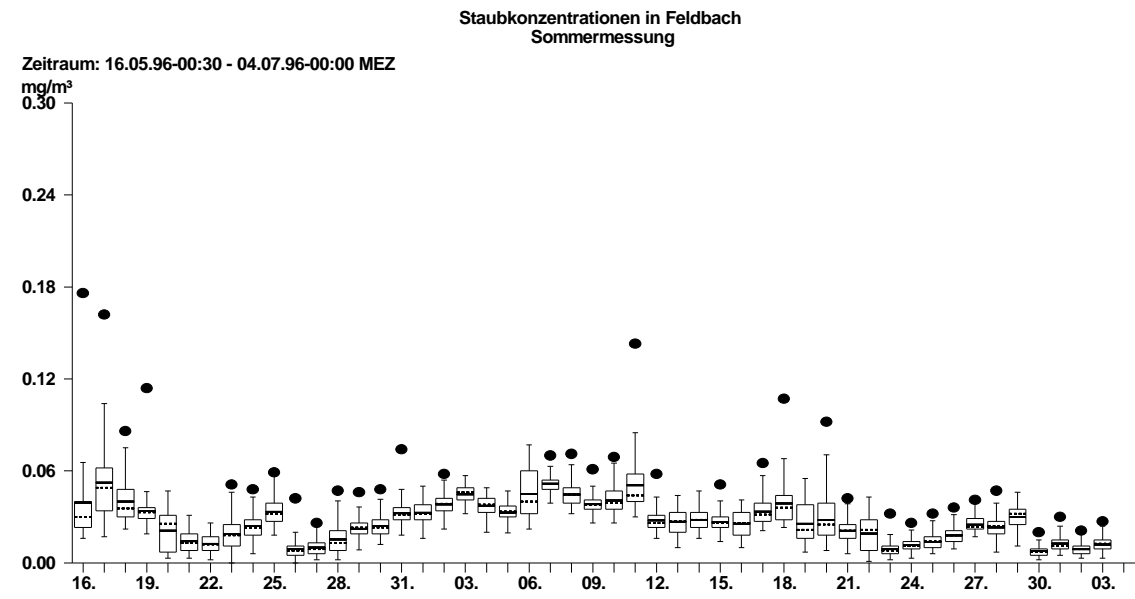
Wintermeßperiode 09.01.97 - 02.03.97	Meßergebnisse SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,015		
MTmax	0,029		
TMWmax	0,051	0,100	LGBI.Nr.5/1987
HMWmax	0,067	0,200	LGBI.Nr.5/1987

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.

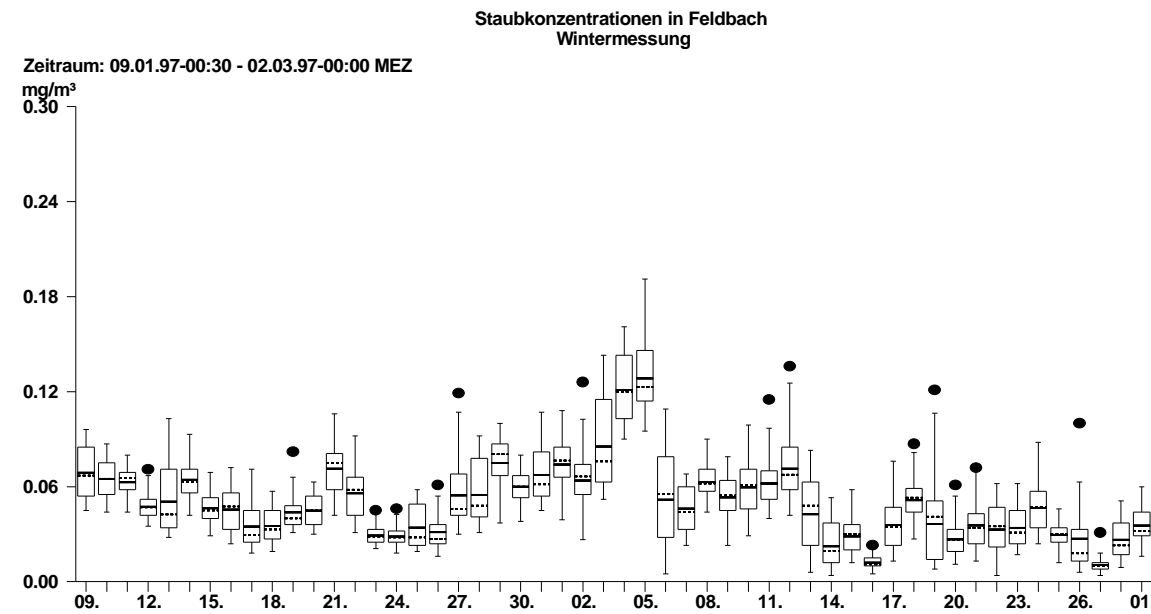
Während der Sommermeßperiode war die Schwefeldioxidbelastung sehr gering. In den Wintermonaten wurde erwartungsgemäß ein höheres Konzentrationsniveau festgestellt. Die Konzentrationen blieben während beider Meßperioden deutlich unter den Grenzwerten der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBI.Nr. 5/1987),

### 3.5.2. Schwebstaub

Sommermeßperiode 16.5.96-4.7.96	Meßergebnisse Staub in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte Staub in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,027		
MTmax	0,058		
TMWmax	0,052	0,120	LGBI.Nr.5/1987
HMWmax	0,176		



Wintermeßperiode 9.1.97-2.3.97	Meßergebnisse Staub in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte Staub in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,050		
MTmax	0,085		
TMWmax	0,128	0,200	LGBI.Nr.5/1987
HMWmax	0,191		

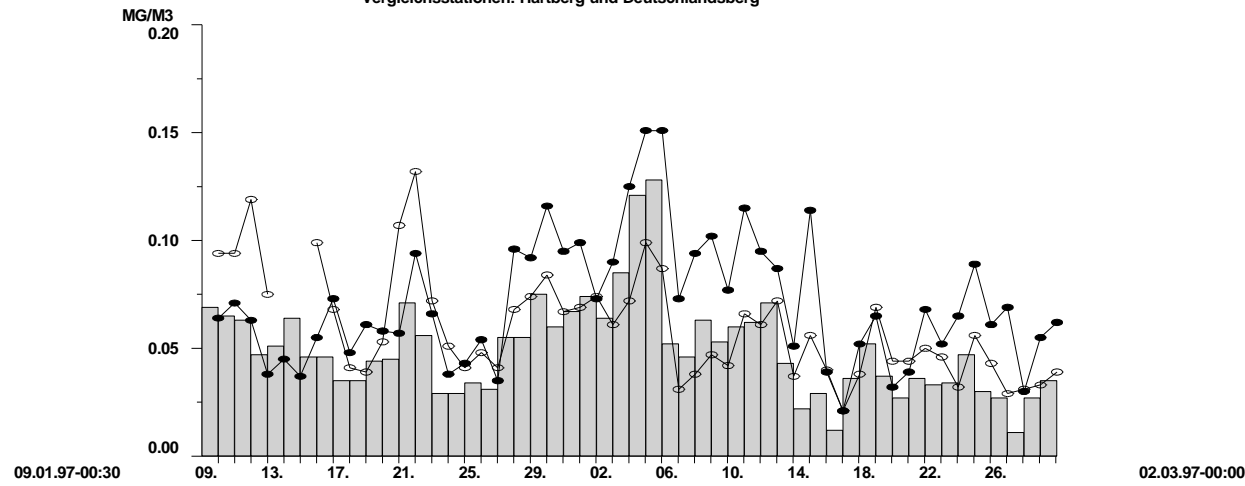


Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Dementsprechend sind auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim SO<sub>2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

Bezüglich der Belastung durch den Luftschadstoff Schwebstaub konnten während der Meßperioden keine Überschreitungen der in der Immissionsgrenzwertverordnung des Landes festgelegten Tagesmittelwerte festgestellt werden sind.

Station:	Hartberg	D-Lands.	MOBILE 1
Messwert:	STAUB	STAUB	STAUB
MW-Typ:	TMW	TMW	TMW
Zeitraum:	1	1	1
Y - Achse:	1	1	1
Muster:			

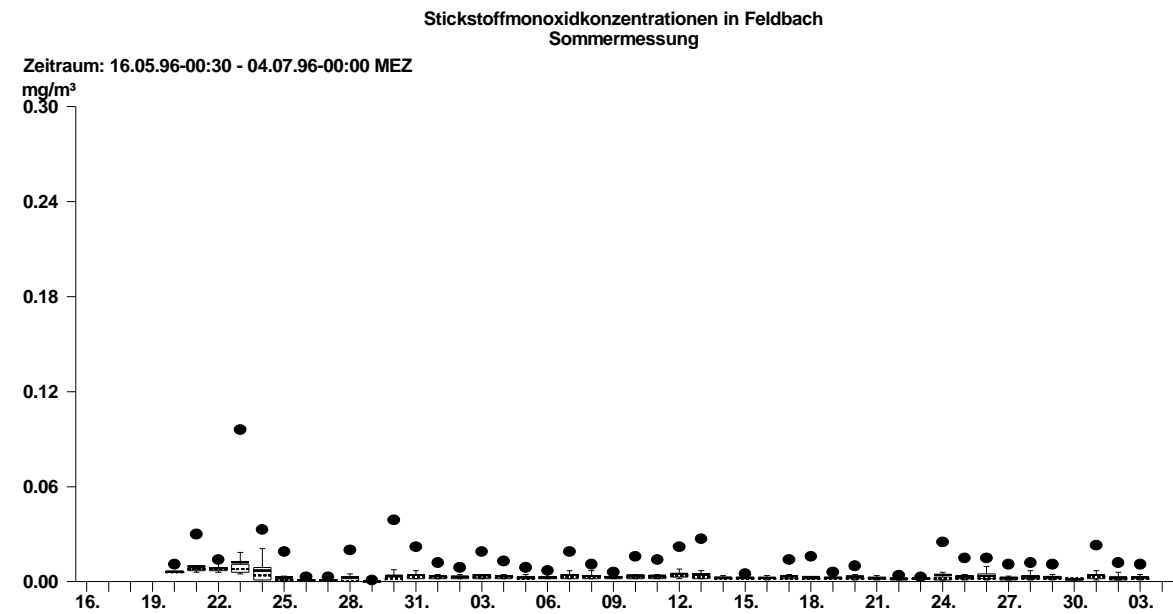
Staubbelastungen während der Wintermeßperiode  
Vergleichsstationen: Hartberg und Deutschlandsberg



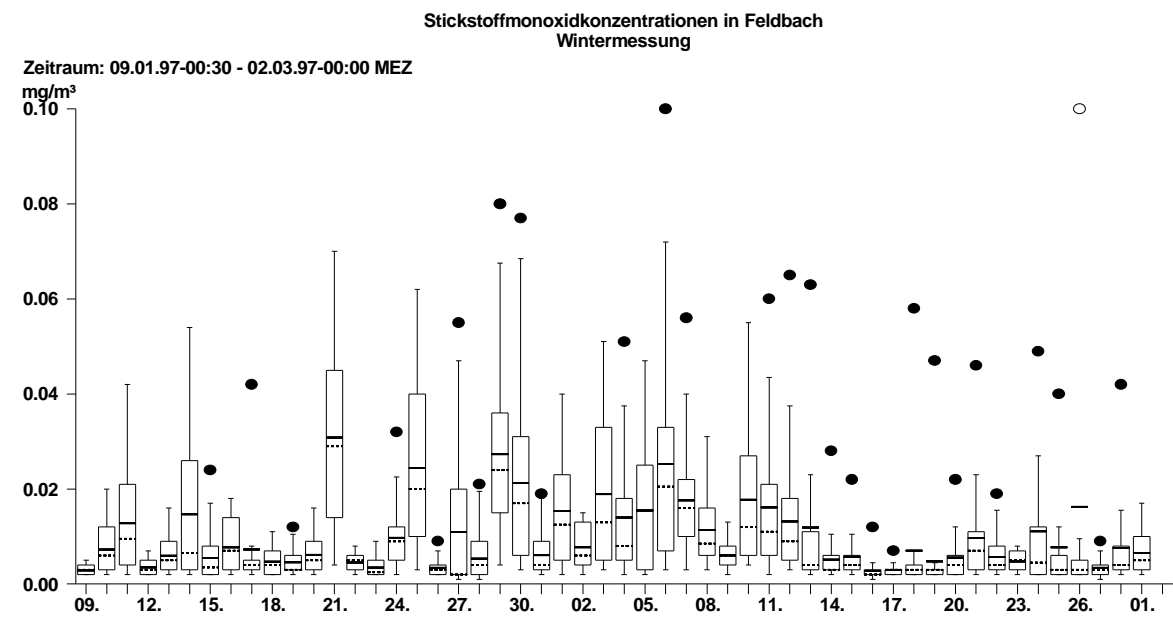
Wertanzahl:	52	50	52
Maximum:	0.151	0.132	0.128
Zeit (Max):	04.02.97	21.01.97	05.02.97
Minimum:	0.021	0.021	0.011
Zeit (Min):	16.02.97	16.02.97	27.02.97
Arith. Mw.:	0.071	0.060	0.050
Spannweite:	0.130	0.111	0.117
Abweichung:	0.0293	0.0247	0.0224
Grenzwert:	0.200	0.200	0.200
Überschreitung:	0	0	0

### 3.5.3. Stickstoffmonoxid (NO)

Sommermeßperiode	Meßergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen, Empfehlungen
16.5.96-4.7.96	NO in mg/m <sup>3</sup>	NO in mg/m <sup>3</sup>	
MPMW	0,004		
MTmax	0,015		
TMWmax	0,012	0,200	LGBI.Nr.5/1987
HMWmax	0,096	0,600	LGBI.Nr.5/1987



Wintermeßperiode 9.1.97-2.3.97	Meßergebnisse NO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte NO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,010		
Mtmax	0,037		
TMWmax	0,031	0,200	LGBI.Nr.5/1987
HMWmax	0,123	0,600	LGBI.Nr.5/1987



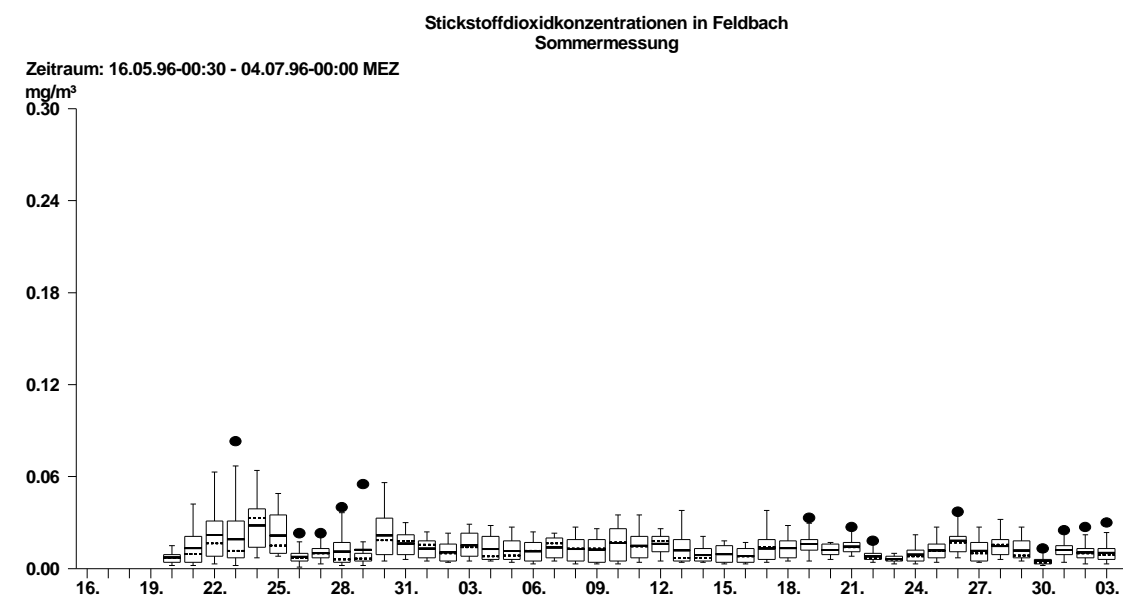
Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO<sub>x</sub>) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO-Anteil etwa 95% des NO<sub>x</sub>-Ausstoßes

aus. Die Bildung von 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.

Die Messungen ergaben erwartungsgemäß sehr niedrige NO-Konzentrationen während beider Meßperioden. Die registrierten Werte blieben deutlich unter den in der Landesverordnung (LGBI. Nr. 5/1987) genannten Grenzwerten.

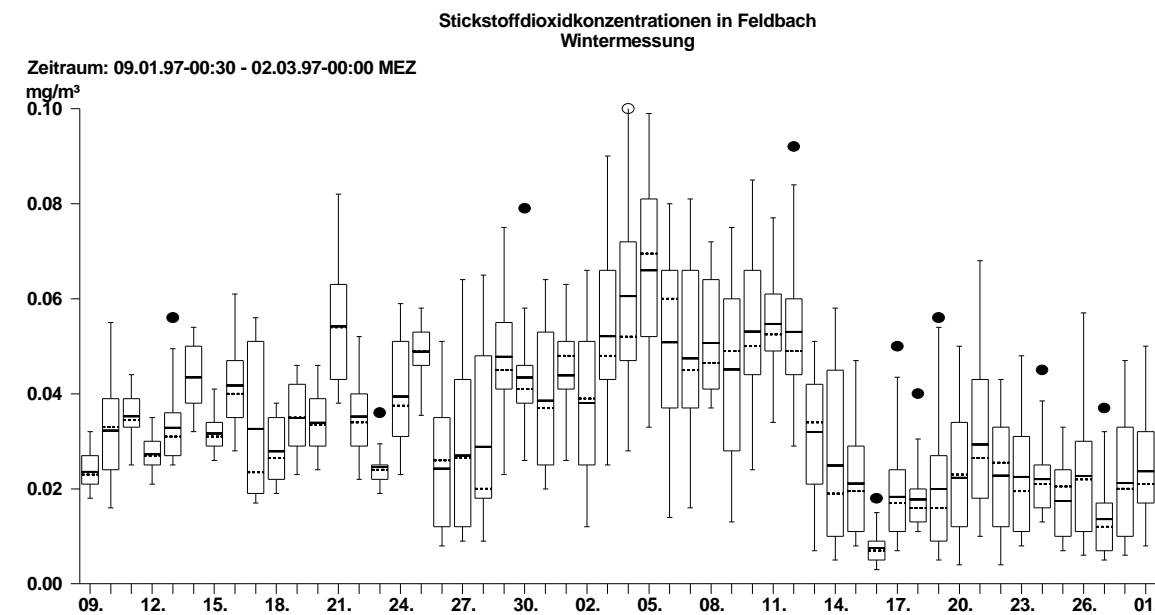
### 3.5.4. Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

Sommermeßperiode 16.5.96-4.7.96	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	0,013		
MTmax	0,032		
TMWmax	0,028	0,100	
HMWmax	0,083	0,200	LGBI.Nr.5/1987



Wintermeßperiode 9.1.97-2.3.97	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	0,034		

Mtmax	0,058		
TMWmax	0,066	0,100	LGBI.Nr.5/1987
HMWmax	0,114	0,200	LGBI.Nr.5/1987

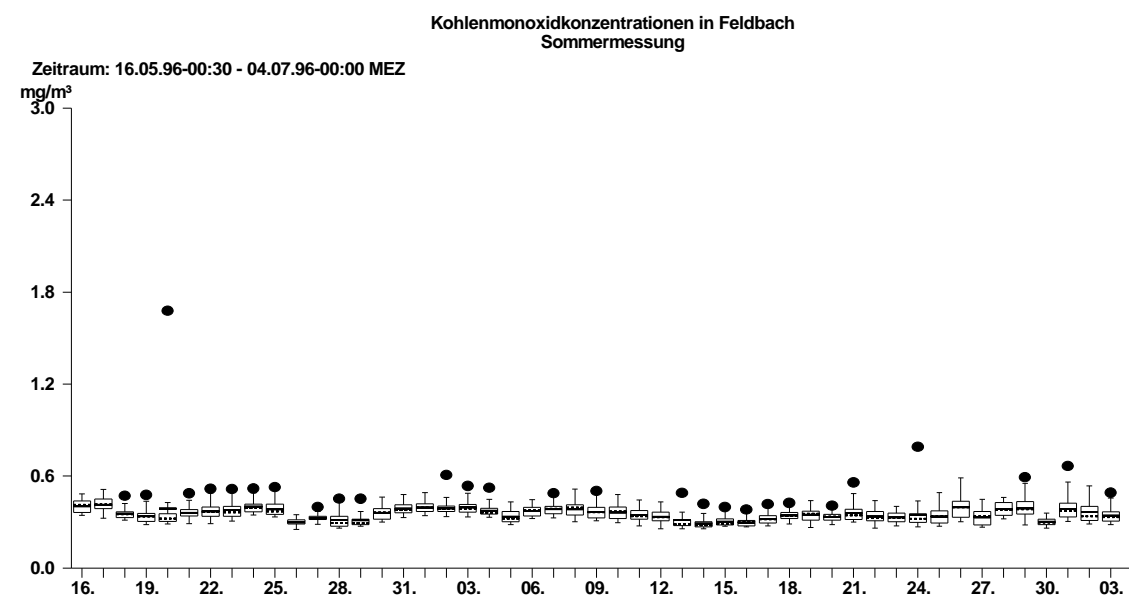


Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff NO erläutert. Immissionsseitig stellt sich im allgemeinen der Schadstoffgang beim NO<sub>2</sub> ähnlich wie beim NO dar. Es ergaben sich keine Überschreitungen der in der Landesverordnung (LGBI. Nr. 5/1987) festgelegten Grenzwerte.

### 3.5.5. Kohlenmonoxid (CO)

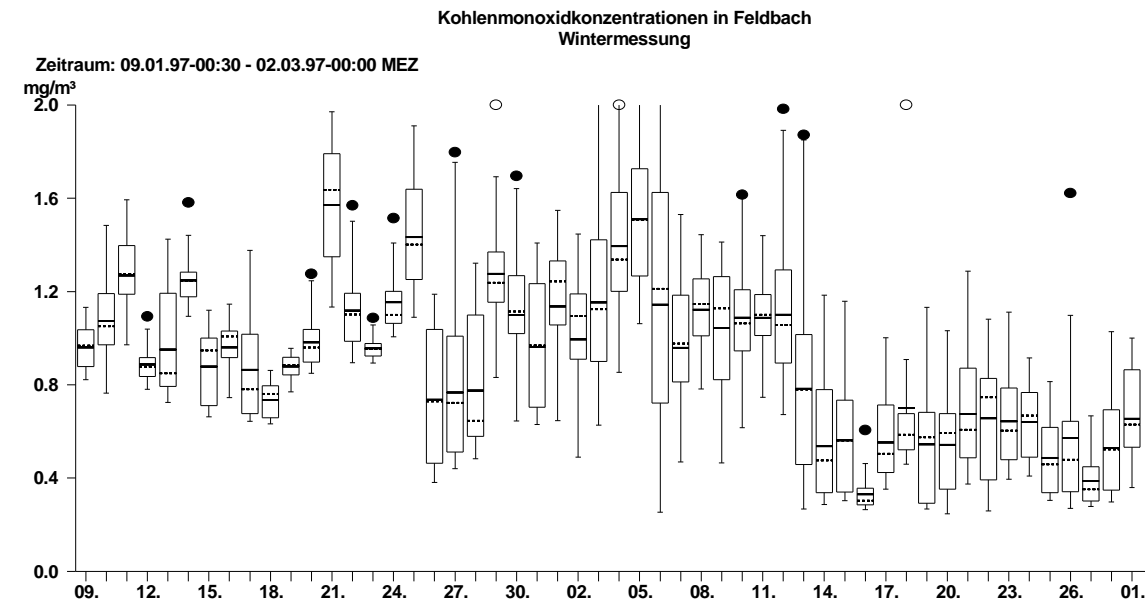
Sommermeßperiode 16.5.96-4.7.96	Meßergebnisse CO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte CO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,355		
MTmax	0,508		

TMWmax	0,412	7	LGBI.Nr.5/1987
HMWmax	1,678	20	LGBI.Nr.5/1987



Wintermeßperiode 9.1.97-2.3.97	Meßergebnisse CO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte CO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,905		
MTmax	1,442		
TMWmax	1,571	7	LGBI.Nr.5/1987
HMWmax	2,854	20	LGBI.Nr.5/1987

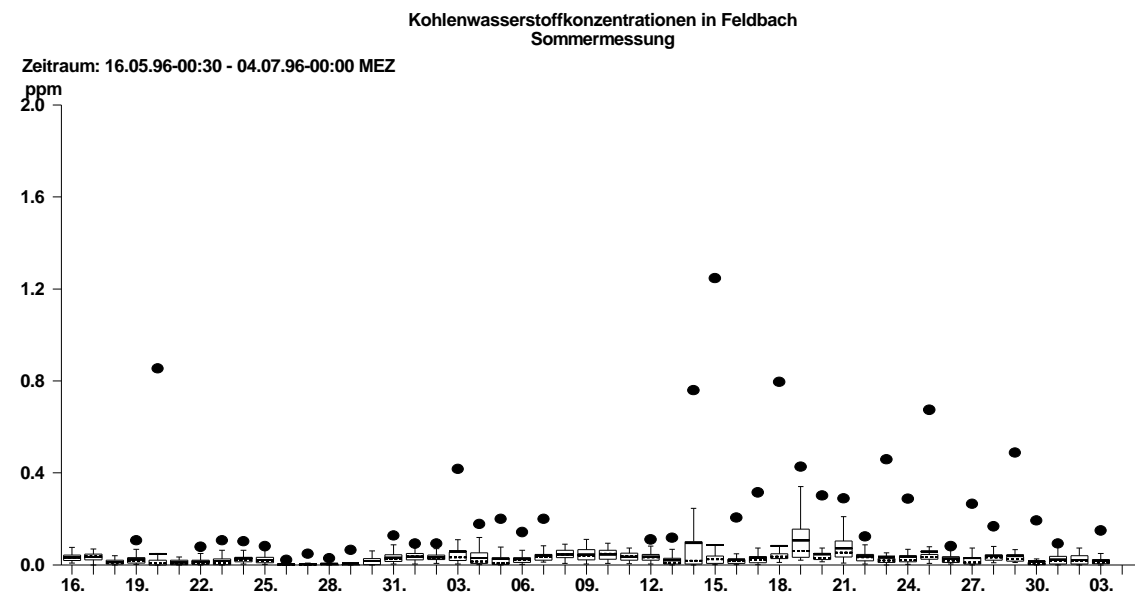




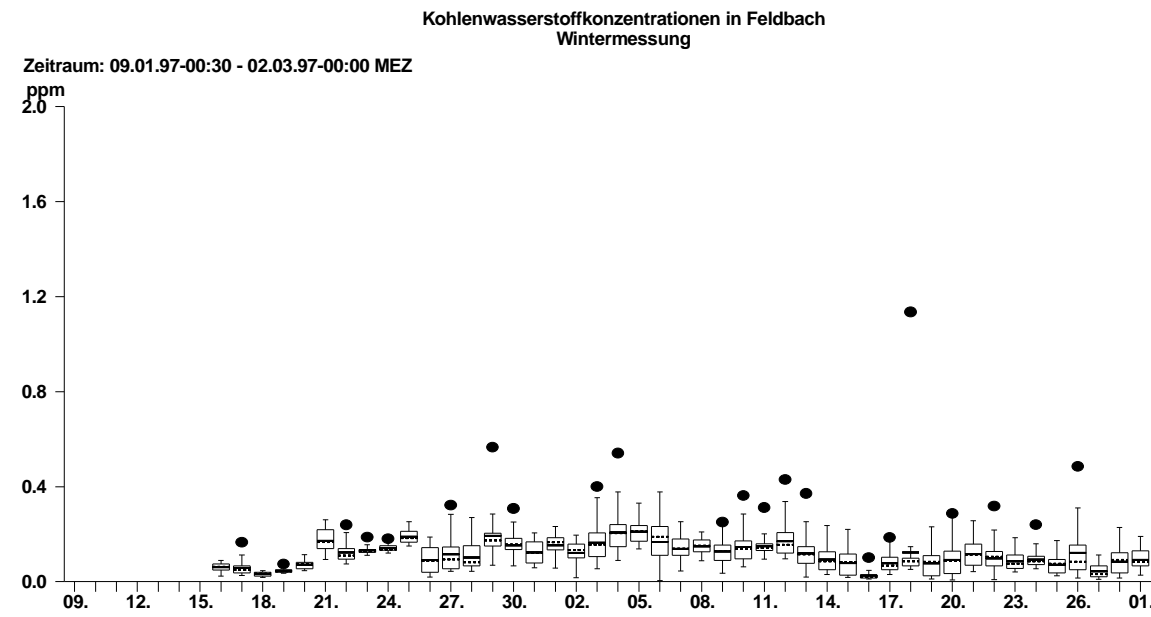
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der KFZ-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern im allgemeinen ab. Die registrierten Konzentrationen blieben jedoch während beider Meßperioden deutlich unter den Immissionsgrenzwerten der steiermärkischen Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987).

### 3.5.6. Kohlenwasserstoffe (CnHm)

Sommermeßperiode 16.5.96-4.7.96	Meßergebnisse CnHm in ppm	Grenzwerte CnHm in ppm	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,035		
MTmax	0,229		
TMWmax	0,107		
HMWmax	1,247		



Wintermeßperiode 9.1.97-2.3.97	Meßergebnisse CnHm in ppm	Grenzwerte CnHm in ppm	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,116		
MTmax	0,274		
TMWmax	0,211		
HMWmax	1,135		



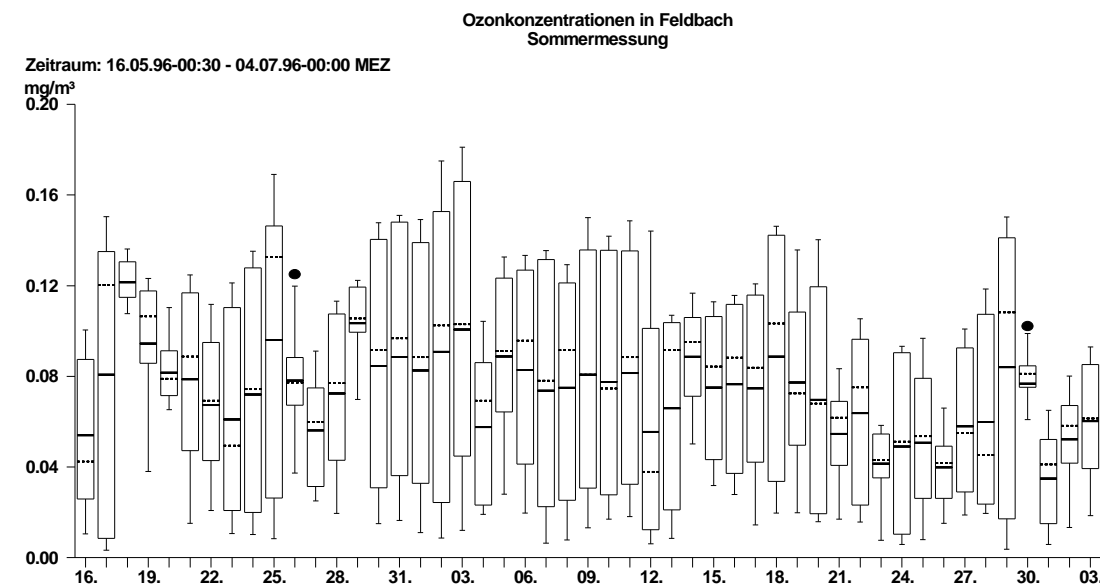
Neben dem Verkehr ist für die Kohlenwasserstoffemissionen z.B. auch die Verdampfung von Lösungsmittel maßgebend. Die Kohlenwasserstoffe spielen bei der Bildung von Ozon eine wesentliche Rolle.

Für die Beurteilung der Kohlenwasserstoffimmissionen stehen keine gesetzlichen Grundlagen zur Verfügung. Es kann aber aufgrund der bisherigen Erfahrungen von einer unterdurchschnittlichen Belastung in Feldbach gesprochen werden.

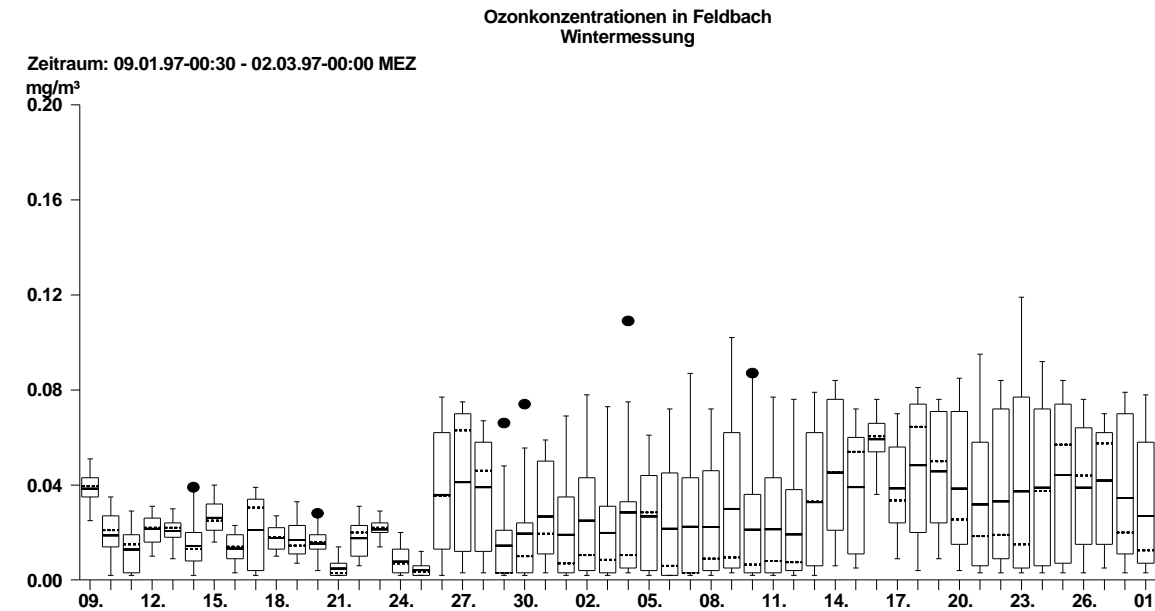
### 3.5.7. Ozon (O<sub>3</sub>)

Sommermeßperiode	Meßergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen,
------------------	---------------	------------	------------------

16.5.96-4.7.96	O <sub>3</sub> in mg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Empfehlungen
MPMW	0,073		
MTmax	0,125		
TMWmax	0,120		
MW3max	0,181	0,200	BGBI.Nr.210/1992
HMWmax	0,184	0,120	Österreichische Akademie der Wissenschaften



Wintermeßperiode 9.1.97-2.3.97	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	0,027		
MTmax	0,063		
TMWmax	0,059		
MW3max	0,117	0,200	BGBI.Nr.210/1992
HMWmax	0,119	0,120	Österreichische Akademie der



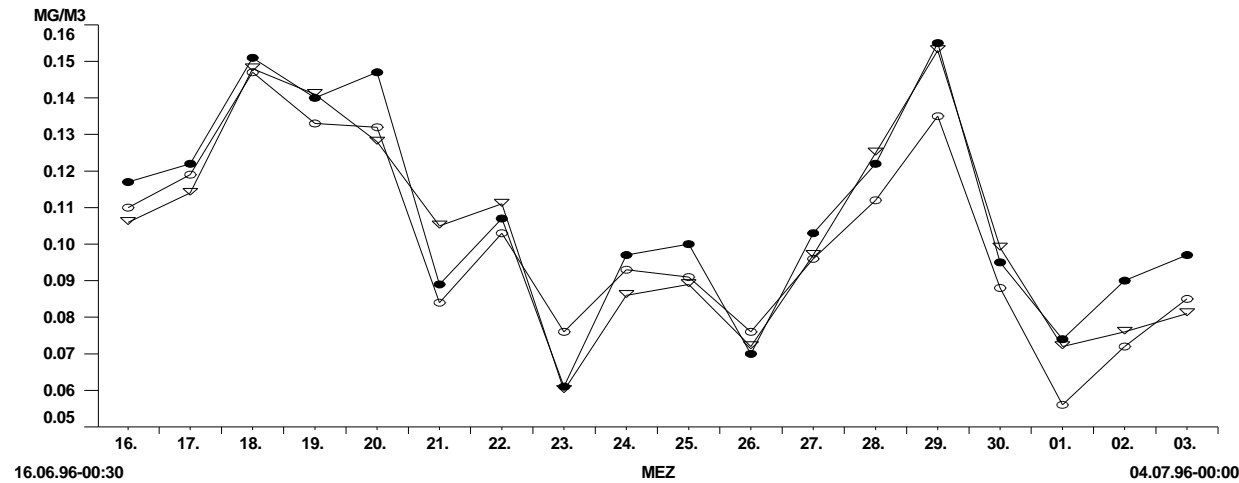
Die Ozonbildung in der bodennahen Atmosphäre erfolgt in der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit wesentlich stärker als in den Herbst- und Wintermonaten. Eine wesentliche Rolle kommt dabei den Vorläufersubstanzen wie den Stickstoffoxiden und den Kohlenwasserstoffen zu, auf deren Emittenten 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. Der Standort Feldbach liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 2 "Südostösterreich mit Oberem Murtal".

Anhand der nachstehenden Abbildung läßt sich gut zeigen, daß sich die Ozonspitzenkonzentrationen am Standort in Feldbach während der Sommermonate in der gleichen Größenordnung wie an den Stationen Weiz und Klöch bewegen.

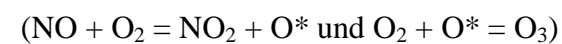
Station:	MOBILE 1	Weiz	Klöch
Messwert:	O3	O3	O3
Muster:	●	○	▽

HMWmax von Ozon in Feldbach, Weiz und Klöch  
Sommermessung



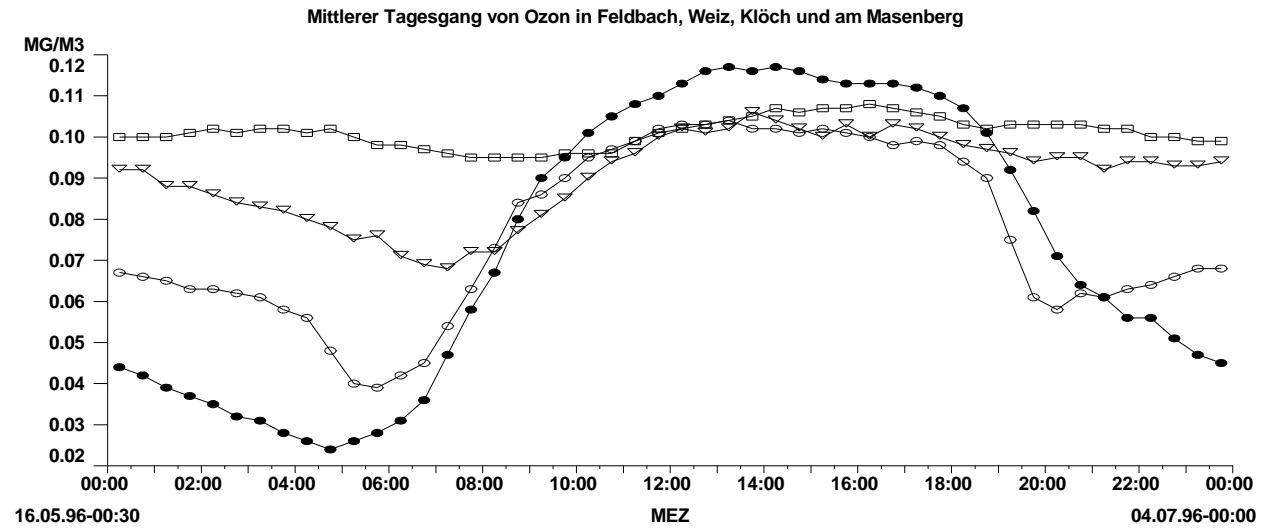
Der Ozontagesgang ist in weiterer Folge auch stark von der Höhenlage abhängig. Siedlungsnaher Talregionen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt ein rasches Ansteigen der Konzentrationen, die dann am Nachmittag konstant hoch bleiben.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

In den Siedlungsgebieten reagiert nach Sonnenuntergang das Stickstoffmonoxid mit dem Ozon zu Stickstoffdioxid ( $\text{NO} + \text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{O}_2$ ). In den Vormittagsstunden laufen dagegen bei entsprechender UV-Strahlung durch das Sonnenlicht folgende Prozesse ab: Das Stickstoffmonoxid (NO) bildet mit dem Luftsauerstoff ( $\text{O}_2$ ) 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 sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort Feldbach mit den Stationen Weiz, Klöch und Masenberg während der Sommermessung

Station:	Klöch	Weiz	MOBILE 1	Masenbg.
Messwert:	O3	O3	O3	O3
Muster:	▽	○	●	□



Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die zu erwartende Übereinstimmung mit dem Witterungsverlauf. Hohe Werte wurden bei Hochdruck- und gradientschwachen Lagen registriert.

Die Dreistundenmittelwerte blieben 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 Sommer 1996 (16. Mai bis 4. Juli) und im Winter 1997 (9. Jänner bis 2. März) wurden in Feldbach Luftgütemessungen mittels eines mobilen Meßcontainers durchgeführt.

Die Messungen dienen zur Ermittlung der lokalen Immissionsstruktur, wie sie durch die Primärschadstoffe und das Ozon verursacht wird

Hinsichtlich der Ozonkonzentrationen hat sich dabei herausgestellt, daß dieser Meßstandort bei den maximalen Halbstundenmittelwerten und den maximalen Dreistundenmittelwerten annähernd die gleichen Ergebnisse wie die Luftgütemeßstationen Weiz und Klöch liefert. Die Witterungsverhältnisse während der für die Beurteilung der Ozonbelastung maßgeblichen Sommermeßperiode können als repräsentativ bezeichnet werden, da sie eine ausreichende Anzahl von Tagen mit

reichlichem Sonnenschein und überdurchschnittlichen Lufttemperaturen aufzuweisen hatte. Es wurde an keinem Tag die Vorwarngrenze für Ozon von 0,200 mg/m<sup>3</sup> (als Dreistundenmittelwert nach dem Ozongesetz) erreicht. Der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften publizierte Richtwert von 0,120 mg/m<sup>3</sup> als Halbstundenmittelwert wurde jedoch während der Sommermessung an 27 Tagen überschritten.

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

**Tabelle 2 (umseitig): Angabe der höchsten Halbstundenmittelwerte (HMWmax) und der höchsten Tagesmittelwerte (TMWmax) als Prozentangaben zum Grenzwert (=100%) der Landesverordnung (LGBL. Nr.5/1987) für die Perioden 9.1. bis 2.3.1997 und vom 16.5. bis 4.7.1997.**

Schadstoff	Grenzwerte der Landesverordnung für die Monate April bis Oktober in mg/m <sup>3</sup>	Prozentanteil (Sommermessung)	Grenzwerte der Landesverordnung für die Monate November bis März in mg/m <sup>3</sup>	Prozentanteil (Wintermessung)
Schwefeldioxid	HMW: 0,100 mg/m <sup>3</sup>	18 %	HMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>	33,5 %
	TMW: 0,050 mg/m <sup>3</sup>	12 %	TMW: 0,100 mg/m <sup>3</sup>	51 %
Schwebstaub	TMW: 0,120 mg/m <sup>3</sup>	32,5 %	TMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>	64 %
Stickstoffmonoxid	HMW: 0,600 mg/m <sup>3</sup>	4,1 %	HMW: 0,600 mg/m <sup>3</sup>	20,5 %
	TMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>	2 %	TMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>	15,5 %
Stickstoffdioxid	HMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>	19 %	HMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>	57 %
	TMW: 0,100 mg/m <sup>3</sup>	18 %	TMW: 0,100 mg/m <sup>3</sup>	66 %
Kohlenmonoxid	HMW: 20 mg/m <sup>3</sup>	4 %	HMW: 20 mg/m <sup>3</sup>	14,3 %
	TMW: 7 mg/m <sup>3</sup>	5,7 %	TMW: 7 mg/m <sup>3</sup>	22,4 %



Um die Ergebnisse der Messungen in Feldbach mit anderen Gebieten vergleichen zu können, wird in der nachstehenden Tabelle ein Überblick gegeben. In dieser Übersicht werden sowohl Meßstellen in Ballungsräumen wie etwa Graz oder Donawitz als auch gering belastete Stationen aus dem forstrelevanten Meßnetz, wie Masenberg, berücksichtigt.

Meßstation 16.5.96 – 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>Feldbach</b>	<b>0,018</b>	<b>0,107</b>	<b>0,025</b>	<b>0,038</b>
Graz West	0,022	0,224	0,075	0,094
Voitsberg	0,011	0,262	0,054	0,056
Zeltweg	0,014	0,097	0,028	0,049
Donawitz	0,076	0,769	0,054	0,040
Deutschlandsberg	0,027	0,112	0,055	0,048
Weiz	0,016	0,245	0,107	0,081
Masenberg	0,023	0,011	0,002	0,009

Meßstation 16.5. – 4.7.1997	CO mg / m <sup>3</sup>	CnHm ppm	O <sub>3</sub> mg / m <sup>3</sup>
<b>Feldbach</b>	<b>0,791</b>	<b>0,796</b>	<b>0,184</b>
Graz West	1,408	1,127	0,182
Voitsberg	1,120	0,208	0,176
Zeltweg	-	-	-
Donawitz	3,829	-	-
Deutschlandsberg	-	-	0,177
Weiz	1,497	-	0,162
Masenberg	-	-	0,159

Meßstation 9.1. – 2.3.1997	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>Feldbach</b>	<b>0,067</b>	<b>0,191</b>	<b>0,123</b>	<b>0,114</b>
Graz West	0,078	0,360	0,351	0,163
Voitsberg	0,136	0,248	0,194	0,102
Zeltweg	0,089	0,231	0,317	0,120
Donawitz	0,091	0,904	0,144	0,074
Deutschlandsberg	0,048	0,304	0,220	0,111
Weiz	0,118	0,428	0,250	0,113
Masenberg	0,065	0,061	0,005	0,041

Meßstation 9.1.- 2.3.1997	CO mg / m <sup>3</sup>	CnHm ppm	O <sub>3</sub> mg / m <sup>3</sup>
<b>Feldbach</b>	<b>2,854</b>	<b>1,135</b>	<b>0,119</b>
Graz West	9,241	1,639	0,099
Voitsberg	4,873	0,717	0,107
Zeltweg	-	-	-
Donawitz	15,813	-	-
Deutschlandsberg	-	-	0,106
Weiz	6,654	-	0,109
Masenberg	-	-	0,102

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

**Im steiermarkweiten Vergleich wurden bezüglich des Ozongehalts in den bodennahen Luftschichten während beider Meßperioden die der Höhenlage des Meßstandortes entsprechenden Belastungen registriert. Während der Sommerperiode wurde der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlene Vorsorgegrenzwert von 0,120 mg/m<sup>3</sup> (als Halbstundenmittelwert) an 27 Tagen überschritten, der Grenzwert der**

**Vorwarnstufe nach dem Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/ 1992) von 0,200 mg/m<sup>3</sup> (als Dreistundenmittelwert) wurde jedoch nicht erreicht.**

**Hinsichtlich der Primärschadstoffe können am vorliegenden Meßstandort die Konzentrationen von Schwefeldioxid, Staub, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe als unterdurchschnittlich eingestuft werden, wobei diese Gunstsituation speziell bei den verkehrsrelevanten Schadstoffen in den lufthygienisch ungünstigeren Wintermonaten deutlicher hervortritt.**

**Es zeigt sich, daß während der Sommermeßperiode und Wintermeßperiode bei allen Schadstoffen die Spitzenkonzentrationen deutlich unter den vorgegebenen Grenzwerten liegen.**

## **6. Literatur**

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1984:

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

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1989:

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

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1992:

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

Landesgesetzblatt für die Steiermark, 1987 :

Immissionsgrenzwertverordnung 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, 1996-97:  
Monatsübersicht der Witterung in Österreich,  
Mai, Juni und Juli 1996, Jänner, Februar und März 1997. Wien.