



Bericht Nr. 4/98

# **Luftgütemessungen St. Jakob im Walde**

**26. Juni 1997 bis 13. August 1997  
1. Oktober 1997 bis 13. November 1997**

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

Abteilungsvorstand:  
Hofrat Dipl. Ing. Norbert PERNER

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

**Referatsleiter** Dr. Gerhard Semmelrock

**Meßtechnik** Manfred Gassenburger

**Berichtserstellung**  
(im Auftrag der Fa Ia)

**ARGE LÖSS Ges.b.R**  
Arbeitsgemeinschaft f. Landschafts-  
u. Ökosystemanalysen Steiermark  
BADER BRAUN KUNCIC SULZER  
Schillerstraße 52 / I; A-8010 Graz  
Tel.: 0316 / 81 45 51

Bearbeiter: Norbert Braun

## Inhaltsverzeichnis

| Kapitel   | Titel   | Seite |
|-----------|---|-------|
| <b>1.</b> | <b>Einleitung</b>   | 1     |
| <b>2.</b> | <b>Immissionsklimatische Situation – Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe in St.Jakob im Walde</b> | 2     |
| <b>3.</b> | <b>Mobile Immissionsmessungen</b>   | 3     |
| 3.1.      | Ausstattung und Meßmethoden   | 3     |
| 3.2.      | Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen   | 4     |
| 3.2.1.    | Immissionsgrenzwertverordnung der Steiermärkischen Landesregierung  | 4     |
| 3.2.2.    | Ozongesetz  | 5     |
| 3.2.3.    | Luftqualitätskriterien der Österreichischen Akademie der Wissenschaften                                   | 5     |
| 3.2.4.    | Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen  | 6     |
| 3.2.5.    | Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten                                       | 6     |
| 3.3.      | Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen  | 6     |
| 3.3.1.    | Tabellen  | 7     |
| 3.3.2.    | Diagramme   | 8     |
| 3.4.      | Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen  | 11    |
| 3.5.      | Meßergebnisse   | 14    |
| 3.5.1.    | Schwefeldioxid  | 14    |
| 3.5.2.    | Schwebstaub   | 16    |
| 3.5.3.    | Stickstoffmonoxid   | 19    |
| 3.5.4.    | Stickstoffdioxid  | 21    |
| 3.5.5.    | Kohlenmonoxid   | 23    |
| 3.5.6.    | Ozon  | 24    |
| 3.6.      | Zusammenfassung der Ergebnisse der mobilen Messungen und Vergleich mit anderen Luftgütemeßstationen       | 28    |
| <b>4.</b> | <b>Literatur</b>  | 34    |

## LUFTGÜTEMESSUNGEN ST. JAKOB im WALDE

### 1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in St. Jakob im Walde wurden auf Anfrage der Gemeinde durch die Fachabteilung 1a, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfaßten eine Sommermeßperiode vom 26. 06. bis 13. 08. 1997 und eine Wintermeßperiode vom 01.10. bis 13. 11. 1997.

Für den mobilen Meßcontainer (Mobile 1) wurde als Standort jeweils eine Grünfläche im Bereich der Hauptschule in ca. 910 m Seehöhe ausgewählt, um die derzeitige Immissionsituation zu erheben. Die gewonnenen Meßergebnisse sind eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung der Luftgütesituation nach dem steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortgesetz.

Abbildung 1: Der Standort der mobilen Meßstation in St. Jakob im Walde.

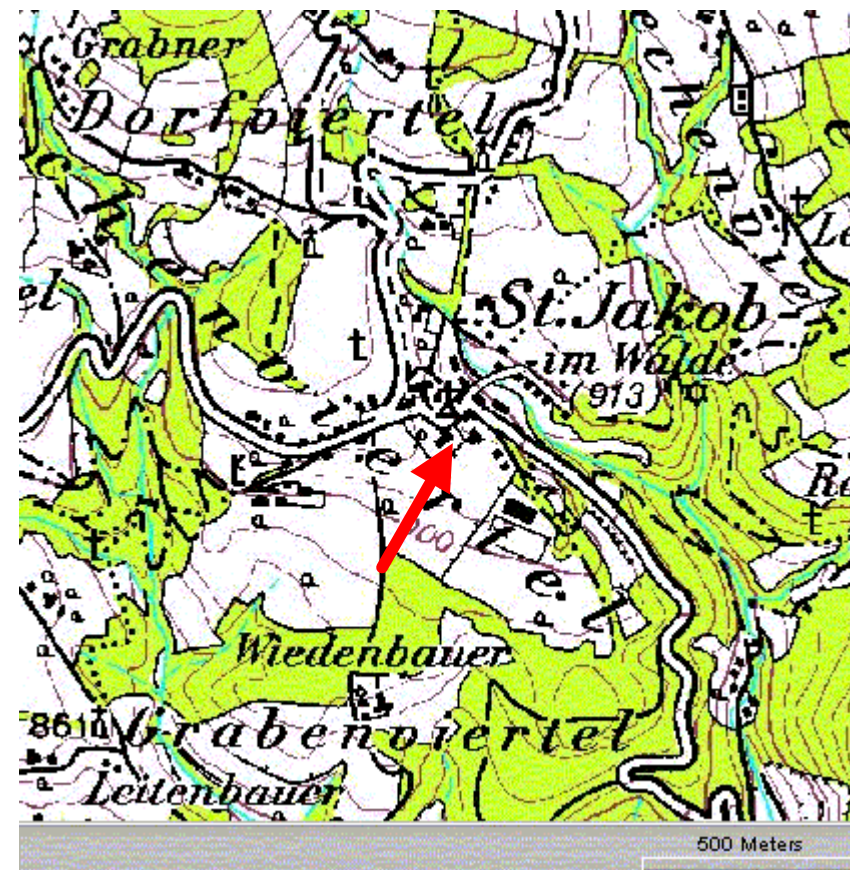


Abbildung 2: Die Station vor der HS St. Jakob



## **2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe im Raum St. Jakob im Walde**

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

St. Jakob gehört nach H. Wakonigg zur Klimalandschaft des "Klimas am Fuß des Randgebirges". Das Klima dieser Zone kann vereinfacht als "mäßig sommerwarmes, sehr wintermildes, thermisch ausgeglichenes Schonklima" charakterisiert werden, bei dem die Lage über den kalten Talböden mit ihren tagesperiodischen Inversionen und Talnebeln entscheidend ist (H. Wakonigg, 1978, 381f).

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt für die Klimalandschaft, der St. Jakob angehört, im langjährigen Durchschnitt (Periode 1951-1970) 5,5 °C bis 8 °C, wobei als Monatsmittel im Jänner -2°C bis -3°C und im Juli 15,5 °C bis 17,5 °C erreicht werden. Die Jahresniederschlagssumme beläuft sich in St. Jakob auf 914 mm, die im Schnitt an 108 Tagen im Jahr fallen. Die niederschlagsärmste Zeit ist dabei der Jänner mit knapp 30 mm, der niederschlagsreichste Monat ist der Juli mit über 150 mm.

### 3. Mobile 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 Kohlenwasserstoffen (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> außer Methan) 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    | FH - 62 JN       |
| Stickstoffoxid NO, NO <sub>2</sub>                          | Chemilumineszenzanalyse    | Horiba APNA 350E |
| Kohlenmonoxid CO  | Infrarotabsorption         | Horiba APMA 350E |
| Kohlenwasserstoffe C <sub>n</sub> H <sub>m</sub><br>(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, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, sowie Windrichtung und Windgeschwindigkeit betrieben.

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

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

#### 3.2. 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>):

**Zone I ("Reinluftgebiete"):**

|                   | Sommer<br>(April – Oktober) |       | Winter<br>(November – März) |       |
|-------------------|-----------------------------|-------|-----------------------------|-------|
|                   | 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<br>(April – Oktober) |       | Winter<br>(November – März) |       |
|-------------------|-----------------------------|-------|-----------------------------|-------|
|                   | 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. Für den Meßstandort in St. Jakob sind die Grenzwerte für die Zone I (Reinluftgebiete) relevant.

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

Das Ozongesetz teilt Österreich in 7 Ozonüberwachungsgebiete und legt Grenzwerte als Dreistundenmittelwerte fest (Grenzwerte jeweils in mg/m<sup>3</sup>). St. Jakob 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 Luftqualitätskriterien 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 |



### 3.2.5. Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten

Das bisherige Fehlen von Normen zur Konkretisierung und Anwendung der gesetzlichen Anforderungen an Kurorte hat die Vollziehung des Österreichischen Kurortgesetzes (BGBl. Nr. 272/1958) erheblich erschwert. Mit der nunmehrigen Richtlinie liegen jetzt Grenzwerte vor, die den erhöhten Anforderungen, wie sie an Kurorte gestellt werden, genügen sollen.

Für heilklimatische Kurorte und Luftkurorte sind demnach folgende Immissionsgrenzwerte einzuhalten (in mg/m<sup>3</sup>):

|                  |                             |       |
|------------------|-----------------------------|-------|
| Schwefeldioxid   | HMW                         | 0,100 |
|                  | TMW                         | 0,050 |
| Stickstoffdioxid | HMW                         | 0,100 |
|                  | TMW                         | 0,050 |
| Kohlenmonoxid    | Achtstundenmittelwert (MW8) | 5     |
| Schwebstaub      | TMW                         | 0,120 |

### 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 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.

**Perzentil 97,5**

In der Verordnung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft vom 24. 4. 1984 über forstschädliche Luftverunreinigungen (Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen) wird zur Bestimmung der Vorbelastung das 97,5 Perzentil für Schwefeldioxid festgelegt. Es besagt, daß 2,5% der Werte noch über diesem Wert liegen. 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 waagrechter 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

(26. Juni bis 13. August 1997 und 1. Oktober bis 13. November 1997)

Zu Beginn der Sommermeßperiode stellte sich an der Vorderseite eines Tiefs über dem Ärmelkanal eine kräftige Südwestströmung ein, die feuchtwarme Mittelmeerluft in den Ostalpenraum steuerte und zu einem kräftigen Temperaturanstieg führte, sodaß in St. Jakob am 29. 6. mit knapp über 25 °C der höchste Temperaturwert der Meßperiode erreicht wurde.

Zum Monatswechsel erfolgte der Durchzug einer markanten Gewitterstörung, die vorübergehend kühlere Luft heranzuführte. In der Folge brachte schwacher Hochdruckeinfluß mit Warmluftzufuhr aus Südwest kurzfristig sommerliches Wetter.

Ab 5. 7. verstärkte sich der Einfluß eines Tiefdruckgebietes über den Karpaten, das bis zum 8. 7. wetterbestimmend blieb. Speziell an der Nordseite der Alpen kam es zu extremen Regenfällen, die in weiten Teilen Ober- und Niederösterreichs zu teils verheerenden Überschwemmungen führten.

Nach Abzug des Tiefdruckgebietes stellte sich bei geringen Luftdruckgegensätzen über Mitteleuropa wieder sommerliche Witterung ein. Die feuchtlabile Luftschichtung führte jedoch besonders ab den Mittagstunden immer wieder zu Regenschauern und Gewittern.

In der Nacht vom 14. auf den 15. 7. überquerte von Westen her eine Störungszone die Alpen und verursachte speziell in Südostösterreich ergiebige Niederschläge.

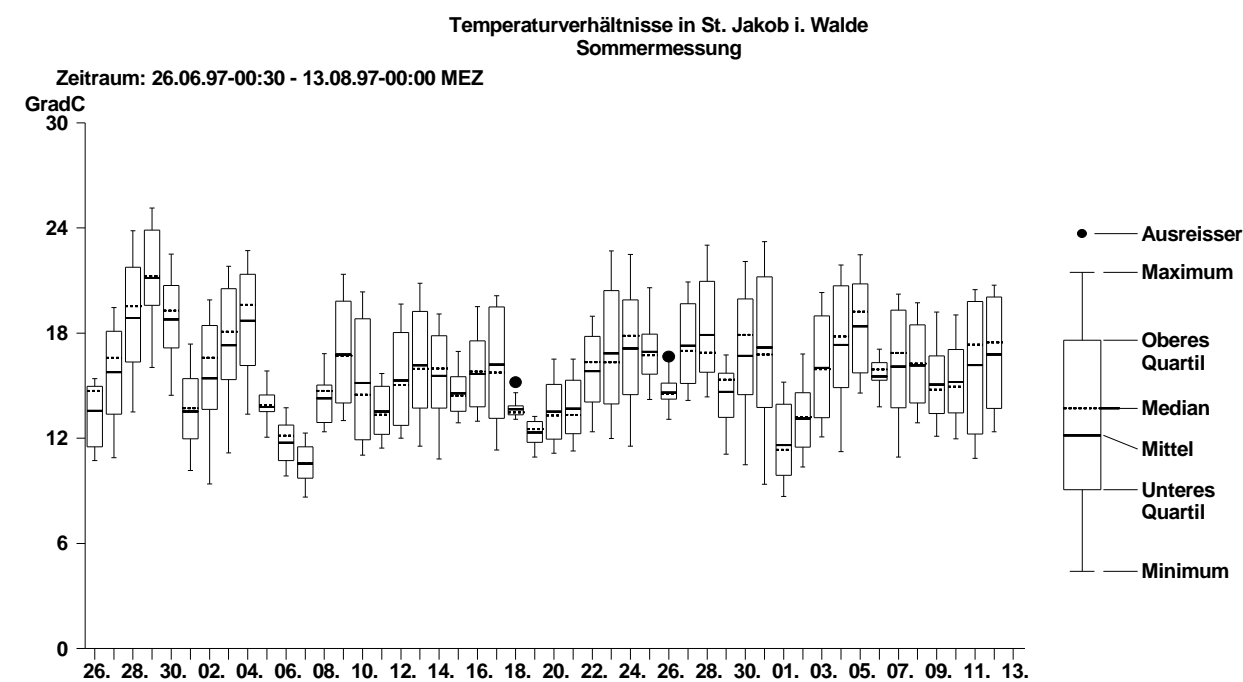
Nach kurzfristigem Hochdruckeinfluß am 16. 7. mit trockenem Sommerwetter verstärkt sich in der Folge wieder Tiefdrucktätigkeit. An der Alpennordseite führt das wieder zu intensiven Regenfällen, die vor allem in Salzburg und Oberösterreich Hochwässer nach sich ziehen.

Ab 21. 7. beruhigte sich das Wettergeschehen wieder. An der Rückseite des Tiefdruckgebietes wurden mit nördlicher Strömung vorerst noch kühlere Luftmassen herangeführt, mit steigendem Luftdruck setzte jedoch die Zufuhr warmer, feuchter Luft aus Südwest ein, sodaß sich Schauer und Gewitter ausbilden konnten. Diese warme, aber gewitterträchtige Witterungsphase blieb für die letzte Monatsdekade bestimmend und wurde nur am 26. 7. durch einen von kühlem Nordwestwind bestimmten Tag unterbrochen.

Am 31. 7. überquerte eine Kaltfront den Alpenraum. Nachfolgend führte aus Nordwest einfließende Kaltluft zu einem markanten Temperaturrückgang an den beiden ersten Augusttagen.

Ab 3. 8. setzte sich schwacher Hochdruckeinfluß durch, der wieder wärmeres, sonniges und trockenes Wetter bewirkte.

Bei flacher Druckverteilung konnten sich ab 6. 8. häufiger Gewitter mit teils ergiebigen Regenschauern ausbilden, ehe sich ab 10. 8. Hochdruckeinfluß verstärkte, sodaß bis zum Ende der Meßperiode sonniges und heißes Hochsommerwetter vorherrschte.



Eine kräftige, feuchte Nordwestströmung bestimmte das Wettergeschehen zu Beginn der zweiten Meßperiode Anfang Oktober. Eine eingelagerte Kaltfront bescherte neben dichter Bewölkung,

aus der südlich des Alpenhauptkammes nur unergiebig Niederschlag fiel, einen leichten Temperaturrückgang.

Ab 4. 10. verstärkte sich von Westen her Hochdruckeinfluß mit heiterem bis wolkenlosem Wetter.

Am 7. 10. verlor das Hoch rasch an Einfluß, sodaß eine Strömungslage aus West- bis Südwest Platz greifen konnte. Mit ihr wurde sehr milde Atlantikluft herangeführt, die in St. Jakob noch Tageshöchstwerte bis über 20 °C zuließ.

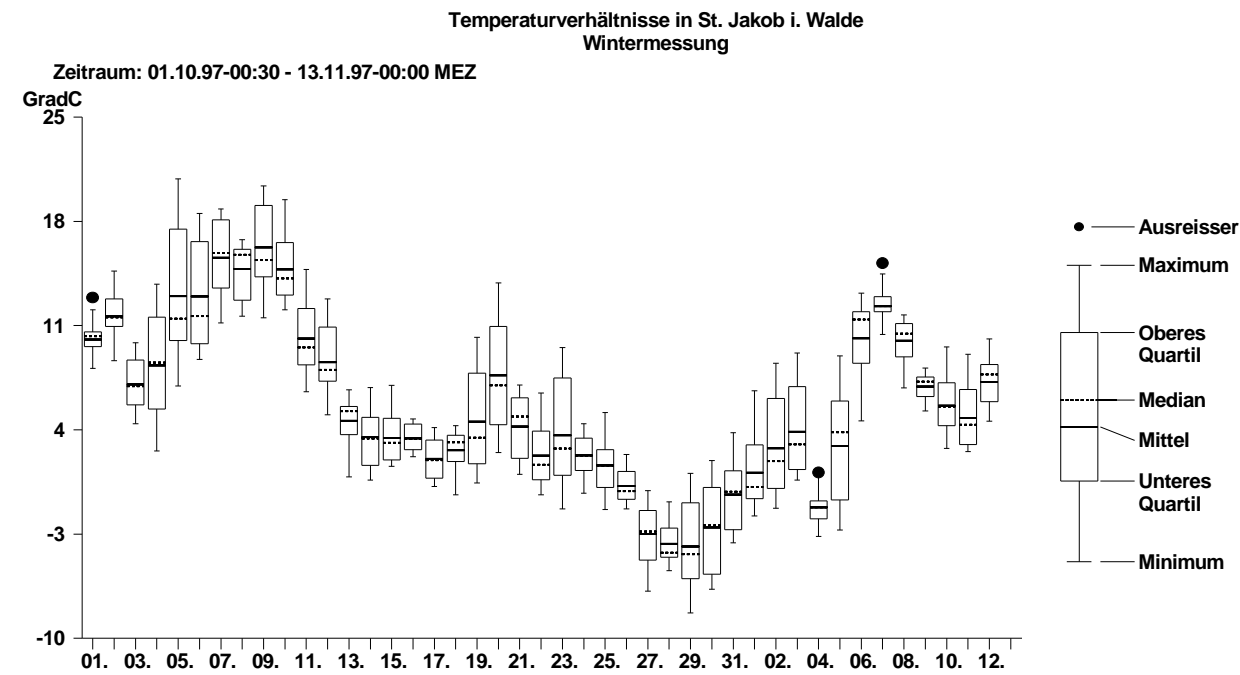
Nach dem Durchzug einer Kaltfront am 11. 10. drehte die Strömung allmählich auf Nordwest. Mit der Zufuhr feuchtkalter Luft wurde das Temperaturniveau deutlich herabgesenkt.

Bei zunehmendem Hochdruckeinfluß stellte sich ab 17. 10. sonniges und vor allem im Bergland oberhalb anhaltender Hochnebeldecken sehr mildes Wetter ein, das mit Ausnahme des Durchzuges einer schwachen Kaltfront am 21. 10., bis 23. 10. anhielt.

In der Folge gelangten mit einer zyklonalen Strömungslage aus Nordwest bis Nord kalte Luftmassen in den Ostalpenraum. Der Durchzug einer Kaltfront am 26. 10. führte auch verbreitet zu Schneefällen.

Ab 28. 10. wurde Hochdruckeinfluß wetterbestimmend. Bei klarem Wetter kam es anfangs zu strengen Nachtfrosten (Tiefstwert in St. Jakob unter -8°C), erst zum Monatswechsel wurde es allmählich milder.

Die winterliche Hochdruckphase endete am 4. 11., als sich an der Vorderseite eines Tiefdruckkomplexes über Westeuropa eine feuchte Südwestströmung einstellte. Am 4. blieb es bei zähem Nebel noch relativ kühl, ab 6. 11. drehte die lebhaftere Strömung auf Süd und hob das Temperaturniveau allgemein kräftig an. Südlich des Alpenhauptkammes setzten unter Tiefdruckeinfluß von 7. bis 9. 11. auch teils ergiebige Niederschläge ein. Nach Abklingen des Tiefdruckeinflusses blieb die milde Südwestströmung mit wechselnder Bewölkung bis zum Ende der Meßperiode erhalten.



Aus immissionsklimatologischer Sicht kann die Wetterlagenabfolge während der Messungen als sehr abwechslungsreich bezeichnet werden. Die Häufigkeitsverteilung der Witterungen zeigte während der ersten Meßperiode (Juni bis August) im Vergleich zum langjährigen Mittel einen überdurchschnittlichen Anteil an gradientschwachen Wetterlagen, Tiefdrucklagen blieben anteilmäßig darunter. Die zweite Meßperiode (Oktober / November) wies bei einem leicht unterdurchschnittlichen Anteil an Hochdrucklagen und vor allem im Oktober fehlender Tiefdrucktätigkeit einen deutlich erhöhten Anteil von Strömungslagen auf.

Hinsichtlich der Temperaturverhältnisse entsprach die Sommermeßperiode dem langjährigen Durchschnitt, während in der zweiten Meßperiode der Oktober und die ersten Novembertage deutlich zu kalt waren.

Die Niederschlagsverhältnisse waren in der Sommermeßperiode speziell im Juli durch überdurchschnittliche Regenmengen gekennzeichnet. In der zweiten Meßperiode blieben die Niederschlagsmengen speziell im Oktober hinter den Erwartungen zurück.

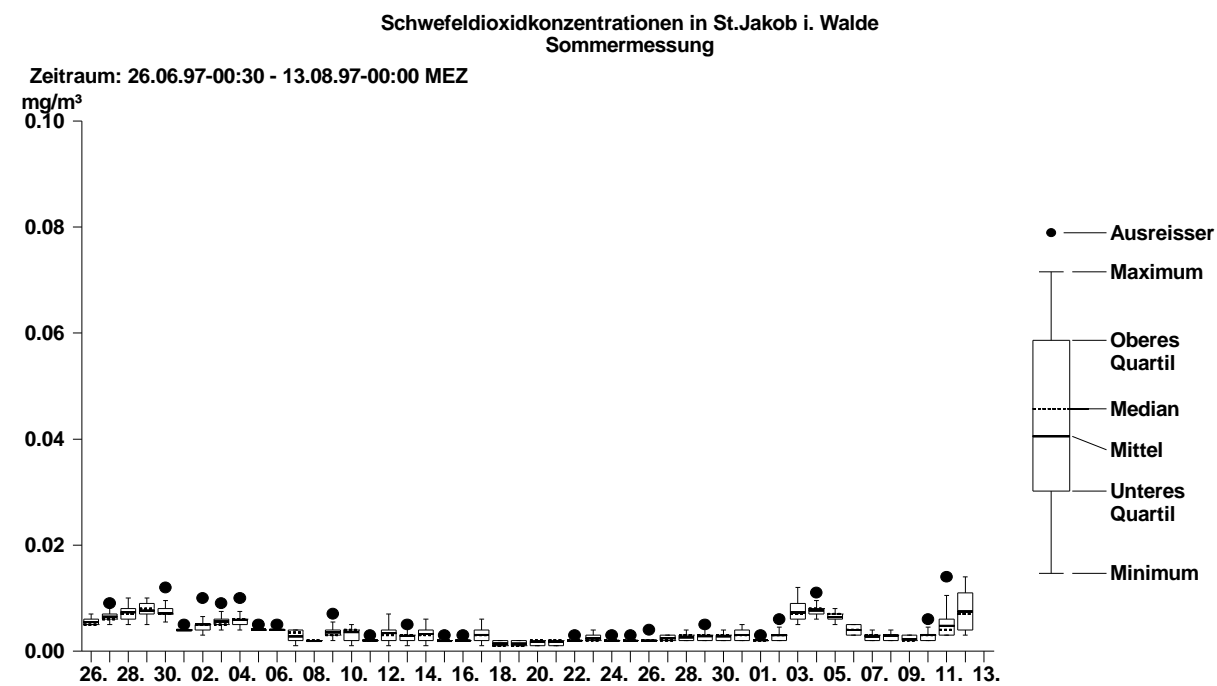
### 3.5. Meßergebnisse und Schadstoffverläufe

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



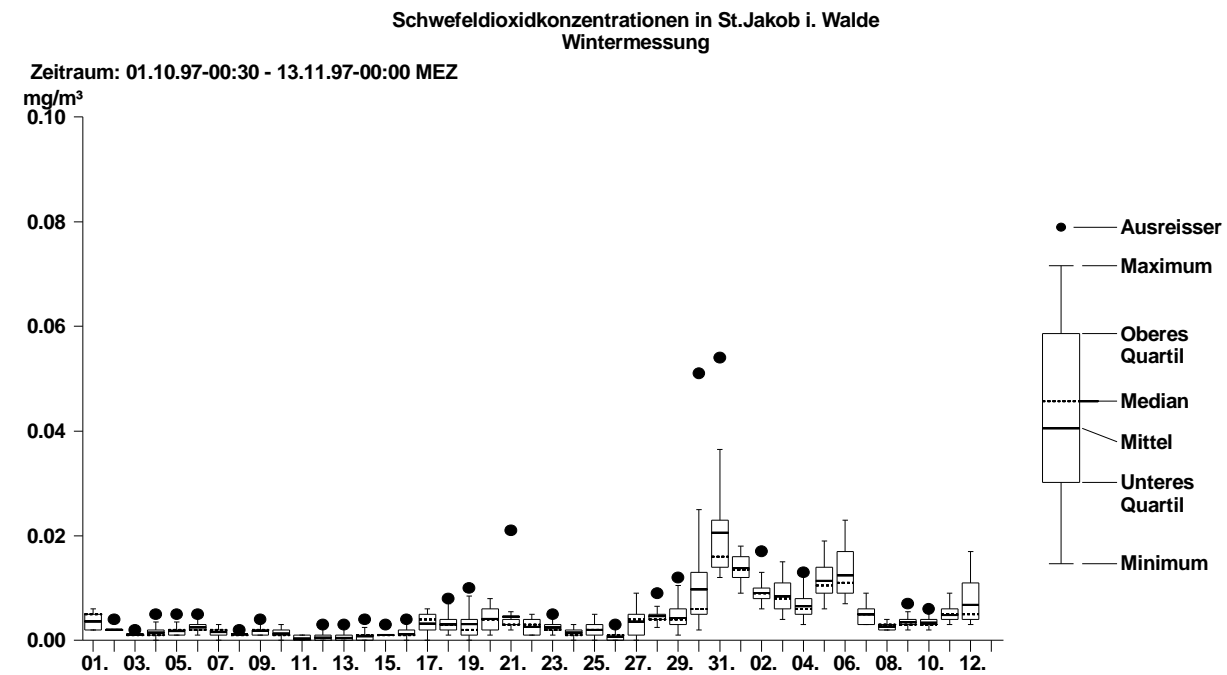
### 3.5.1. Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

| 1. Messung<br>26.06.97 - 13.08.97 | Meßergebnisse<br>SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte<br>SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen,<br>Empfehlungen     |
|-----------------------------------|---|--|--------------------------------------|
| MPMW                              | 0,004   |  |                                      |
| MTmax                             | 0,006   |  |                                      |
| TMWmax                            | 0,008   | 0,050<br>0,050                                     | LGBI.Nr.5/1987<br>Kurorterrichtlinie |
| HMWmax                            | 0,014   | 0,070<br>0,100                                     | LGBI.Nr.5/1987<br>Kurorterrichtlinie |
| 97,5 Perzentil                    | 0,009   | 0,150  | BGBI.Nr.440/1975                     |



| 2. Messung<br>01.10.97 - 13.11.97 | Meßergebnisse<br>SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte<br>SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen,<br>Empfehlungen |
|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|
| MPMW                              | 0,004   |  |                                  |
| MTmax                             | 0,010   |  |                                  |
| TMWmax                            | 0,021   | 0,050  | LGBI.Nr.5/1987                   |

|                    |       |       |                  |
|--------------------|-------|-------|------------------|
|                    |       | 0,050 | Kurortrichtlinie |
| HMW <sub>max</sub> | 0,054 | 0,070 | LGBI.Nr.5/1987   |
|                    |       | 0,100 | Kurortrichtlinie |
| 97,5 Perzentil     | 0,016 | 0,150 | BGBI.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.

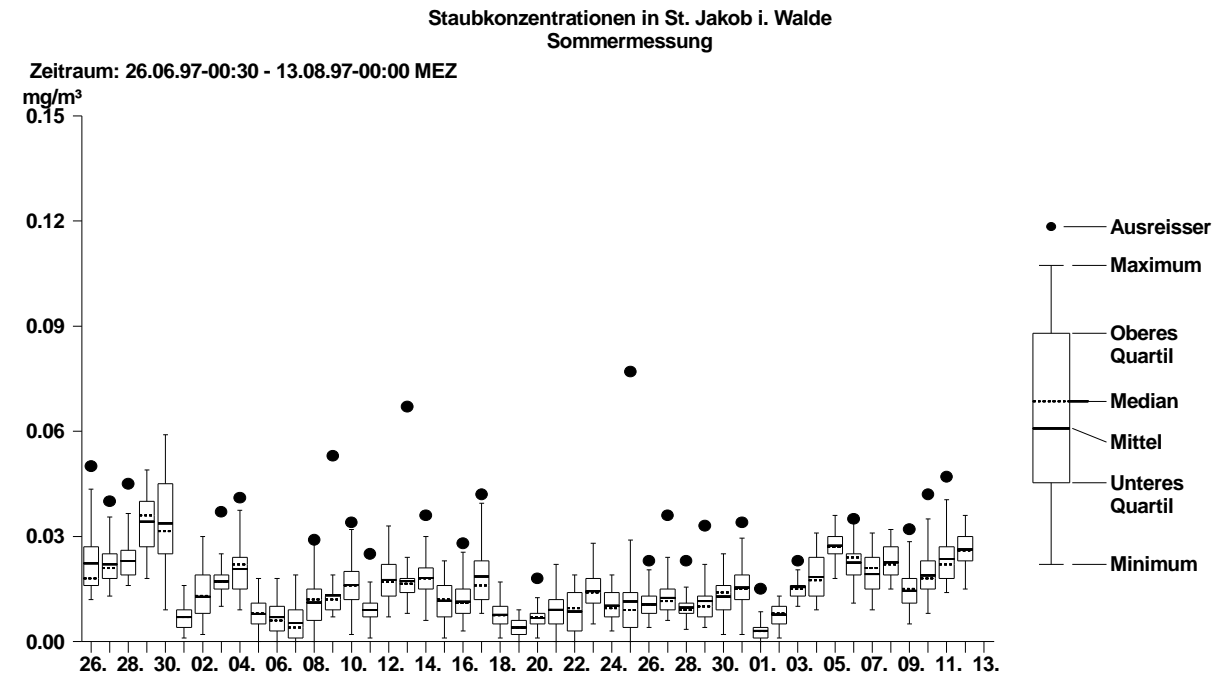
Während der sommerlichen Meßperiode war die Schwefeldioxidbelastung extrem gering. In den kalten Wintermonaten (speziell während der kalten Witterungsphase Ende Oktober) wurde erwartungsgemäß ein etwas höheres Konzentrationsniveau festgestellt.

Die Konzentrationen blieben jedoch während beider Meßperioden deutlich unter den Grenzwerten sowohl der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBI.Nr. 5/1987), als auch der Kurortrichtlinie.

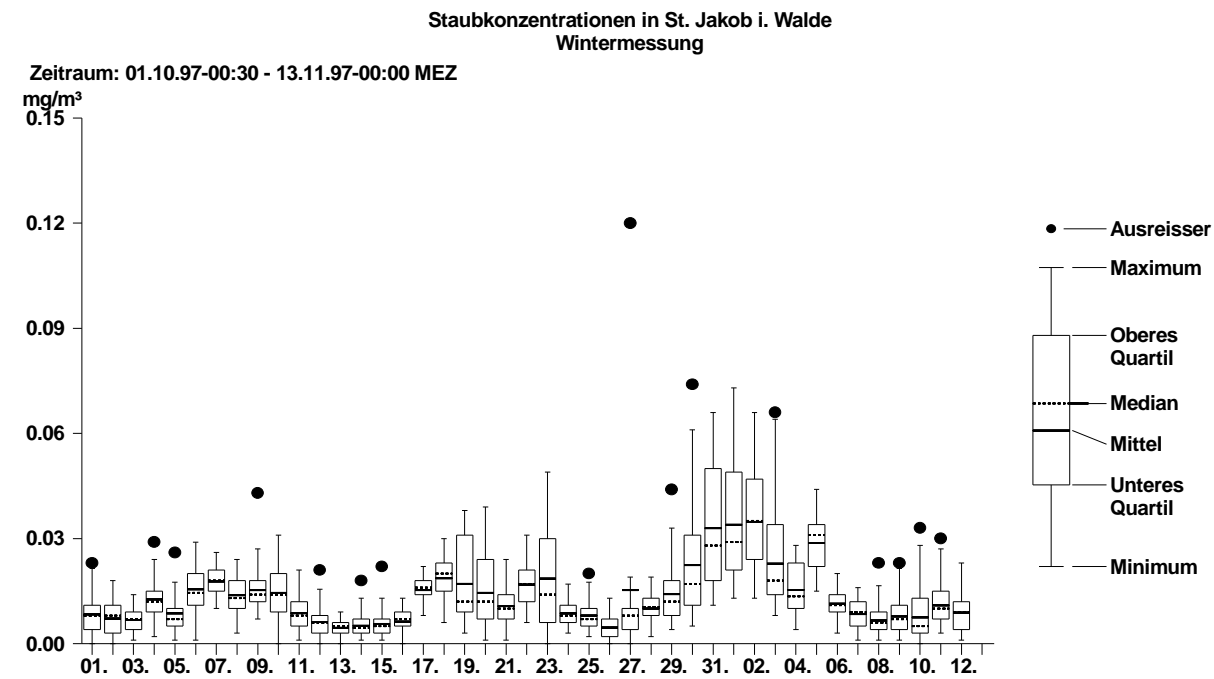
### 3.5.2. Schwebstaub

| 1. Messung<br>26.06.97 - 13.08.97 | Meßergebnisse<br>Staub in mg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte<br>Staub in mg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen,<br>Empfehlungen |
|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|
| MPMW                              | 0,015                                       |  |                                  |
| MTmax                             | 0,032                                       |  |                                  |

|        |       |                |                                      |
|--------|-------|----------------|--------------------------------------|
| TMWmax | 0,035 | 0,120<br>0,120 | LGBI.Nr.5/1987<br>Kurorterrichtlinie |
| HMWmax | 0,077 |                |                                      |



| 2. Messung<br>01.10.97 - 13.11.97 | Meßergebnisse<br>Staub in mg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte<br>Staub in mg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen,<br>Empfehlungen     |
|-----------------------------------|---|--|--------------------------------------|
| MPMW                              | 0,014                                       |  |                                      |
| MTmax                             | 0,033                                       |  |                                      |
| TMWmax                            | 0,035                                       | 0,120<br>0,120                           | LGBI.Nr.5/1987<br>Kurorterrichtlinie |
| HMWmax                            | 0,120                                       |  |                                      |

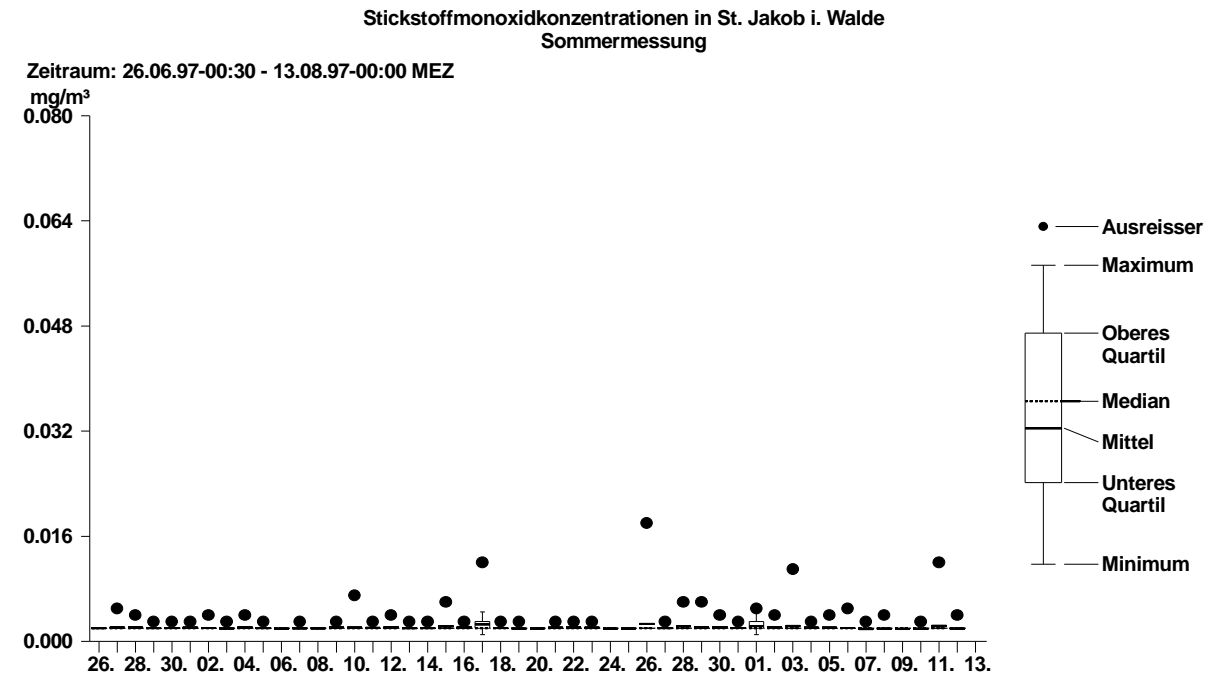


Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Dementsprechend sind auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim SO<sub>2</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.

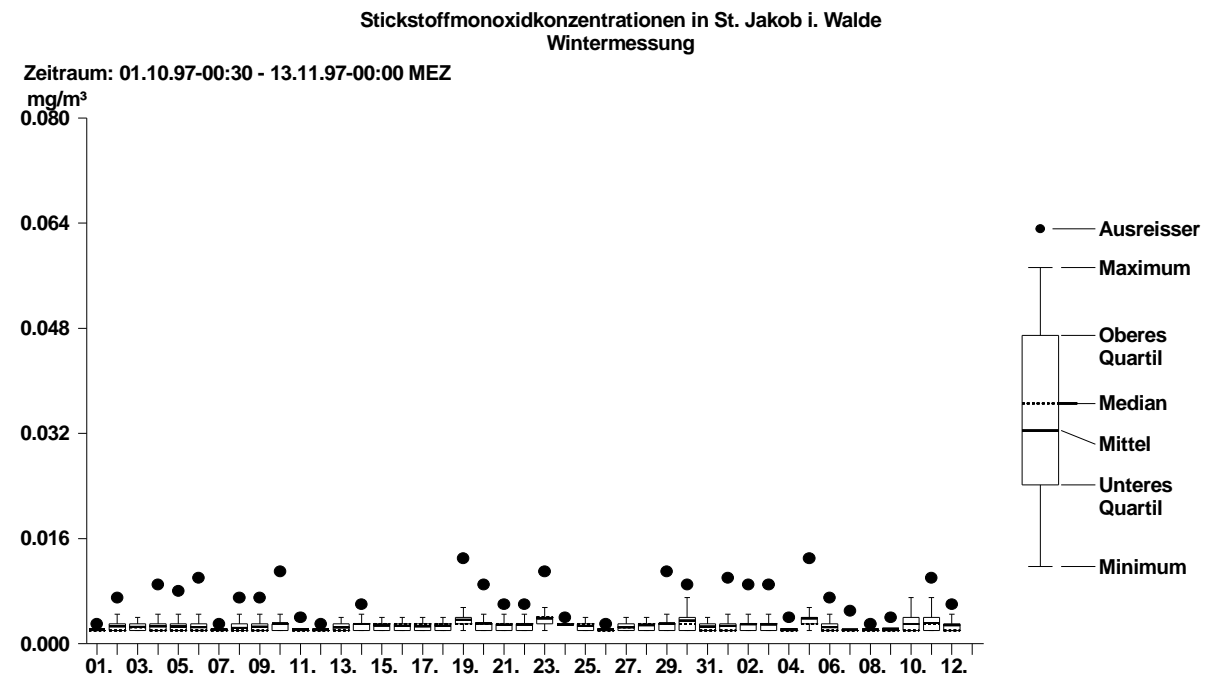
Bezüglich der Belastung durch den Luftschadstoff Schwebstaub konnten während der Meßperioden keine Überschreitungen der in der Immissionsgrenzwertverordnung des Landes festgelegten Tagesmittelwerte festgestellt werden. Der in der Kurorterrichtlinie festgesetzte Grenzwert von 0,120 mg/m<sup>3</sup> wurde ebenfalls nicht erreicht.

### 3.5.3. Stickstoffmonoxid (NO)

| 1. Messung<br>26.06.97 - 13.08.97 | Meßergebnisse<br>NO in mg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte<br>NO in mg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen,<br>Empfehlungen |
|-----------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------------|
| MPMW                              | 0,002                                    |                                       |                                  |
| MTmax                             | 0,004                                    |                                       |                                  |
| TMWmax                            | 0,003                                    | 0,200                                 | LGBI.Nr.5/1987                   |
| HMWmax                            | 0,018                                    | 0,600                                 | LGBI.Nr.5/1987                   |



| 2. Messung<br>01.10.97 - 13.11.97 | Meßergebnisse<br>NO in mg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte<br>NO in mg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen,<br>Empfehlungen |
|-----------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------------|
| MPMW                              | 0,003                                    |                                       |                                  |
| MTmax                             | 0,003                                    |                                       |                                  |
| TMWmax                            | 0,004                                    | 0,200                                 | LGBI.Nr.5/1987                   |
| HMWmax                            | 0,013                                    | 0,600                                 | LGBI.Nr.5/1987                   |

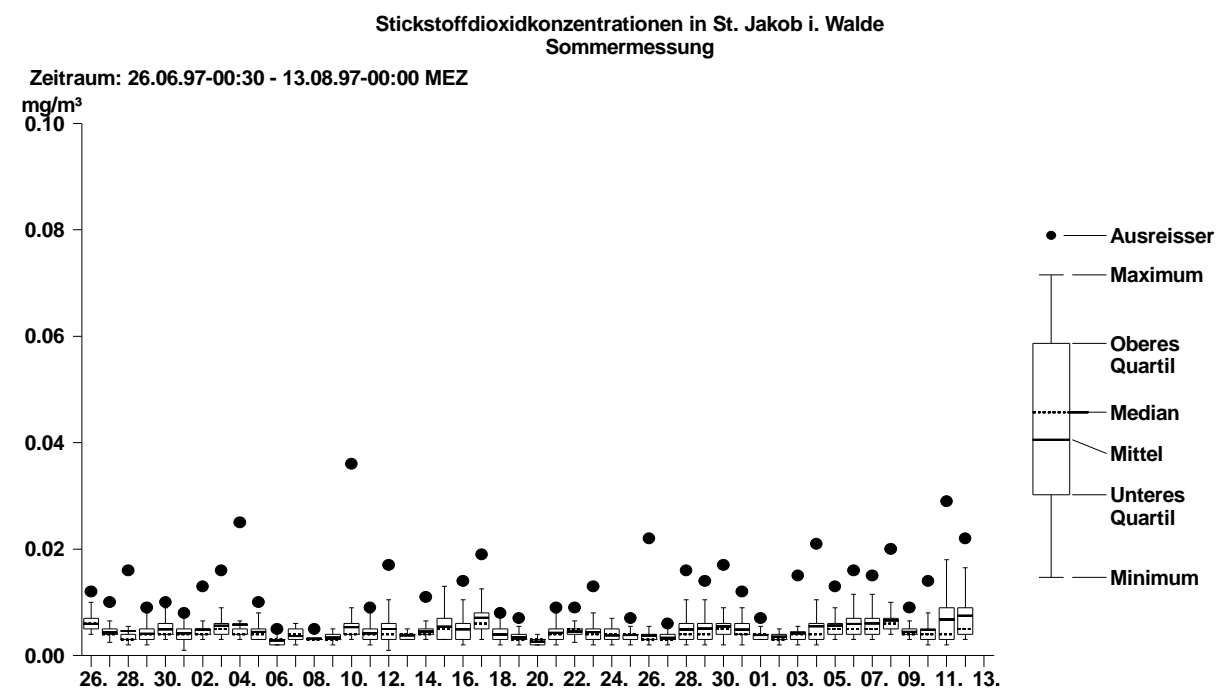


Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO<sub>x</sub>) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO-Anteil etwa 95% des NO<sub>x</sub>-Ausstoßes aus. Die Bildung von NO<sub>2</sub> erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (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 damit deutlich unter den in der Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) genannten Grenzwerten.

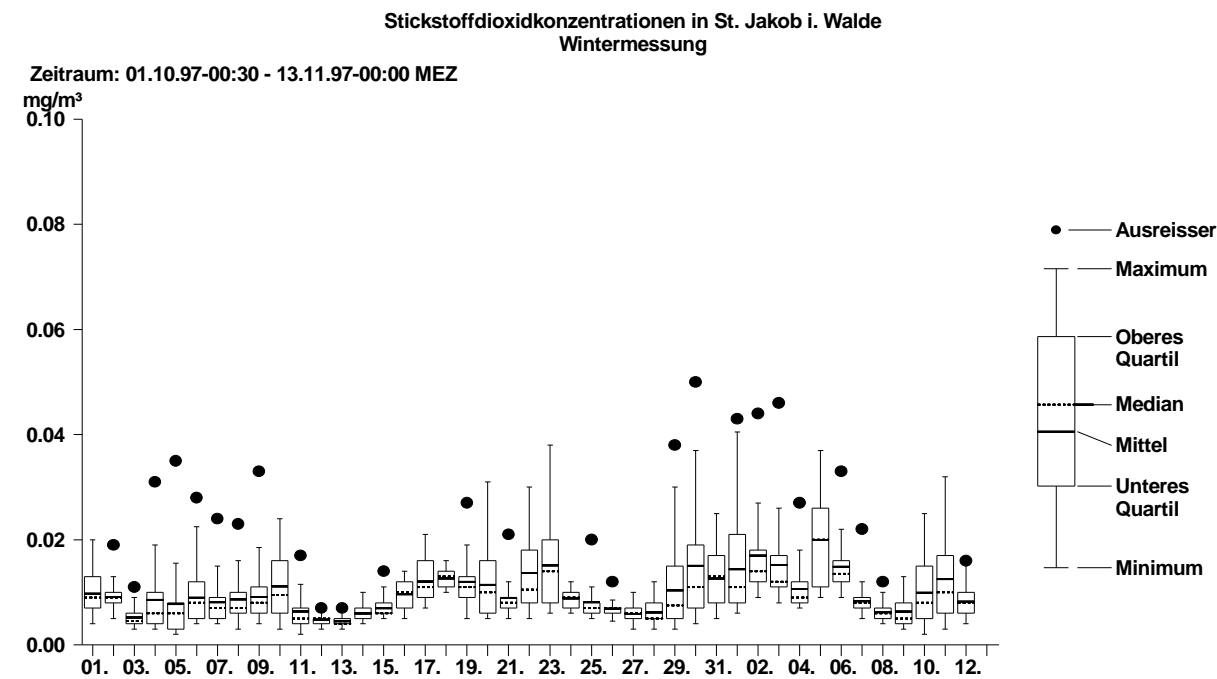
#### 3.5.4. Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

| 1. Messung<br>26.06.97 - 13.08.97 | Meßergebnisse<br>NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte<br>NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen,<br>Empfehlungen     |
|-----------------------------------|---|--|--------------------------------------|
| MPMW                              | 0,005   |  |                                      |
| MTmax                             | 0,013   |  |                                      |
| TMWmax                            | 0,007   | 0,100<br>0,050                                     | LGBI.Nr.5/1987<br>Kurorterrichtlinie |
| HMWmax                            | 0,036   | 0,200<br>0,100                                     | LGBI.Nr.5/1987<br>Kurorterrichtlinie |



| 2. Messung<br>01.10.97 - 13.11.97 | Meßergebnisse<br>NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte<br>NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen,<br>Empfehlungen |
|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|
| MPMW                              | 0,010   |  |                                  |
| MTmax                             | 0,024   |  |                                  |

|        |       |                |                                      |
|--------|-------|----------------|--------------------------------------|
| TMWmax | 0,020 | 0,100<br>0,050 | LGBI.Nr.5/1987<br>Kurorterrichtlinie |
| HMWmax | 0,050 | 0,200<br>0,100 | LGBI.Nr.5/1987<br>Kurorterrichtlinie |



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.

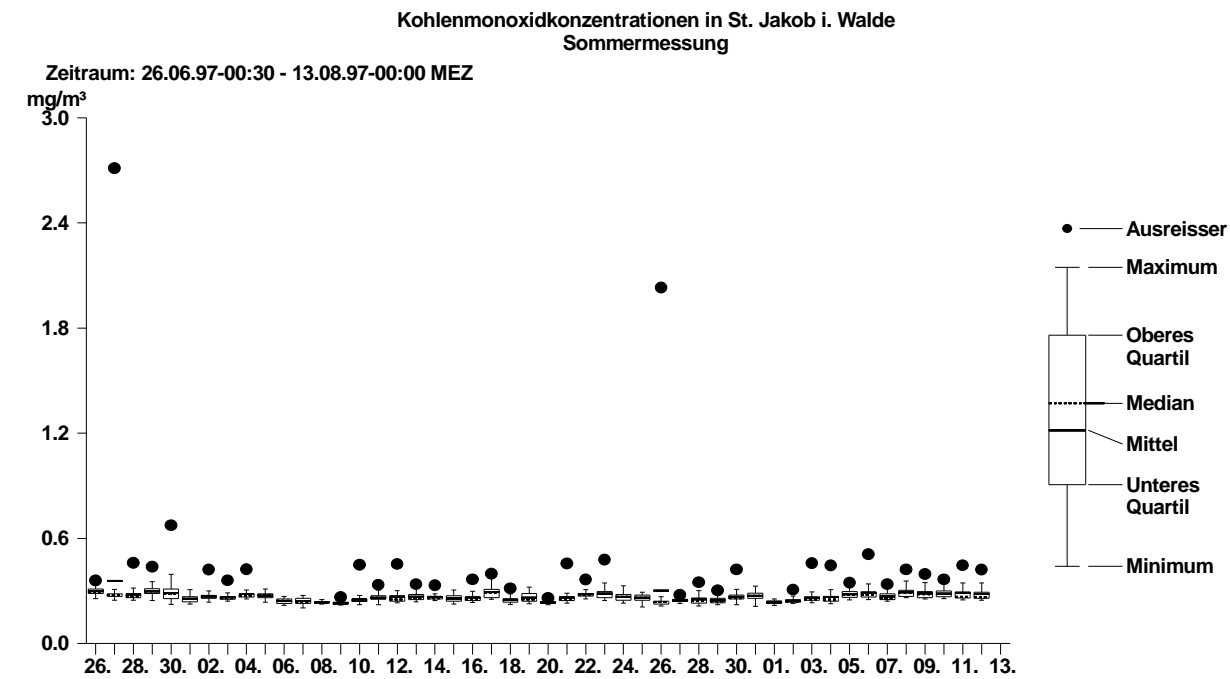
Es ergaben sich während beider Meßperioden keine Überschreitungen der in der Landesverordnung (LGBI. Nr. 5/1987) festgelegten Grenzwerte. Auch der in der Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten angeführte Grenzwert für den Tagesmittelwert von 0,050 mg/m<sup>3</sup> wurde nicht erreicht.

### 3.5.5. Kohlenmonoxid (CO)

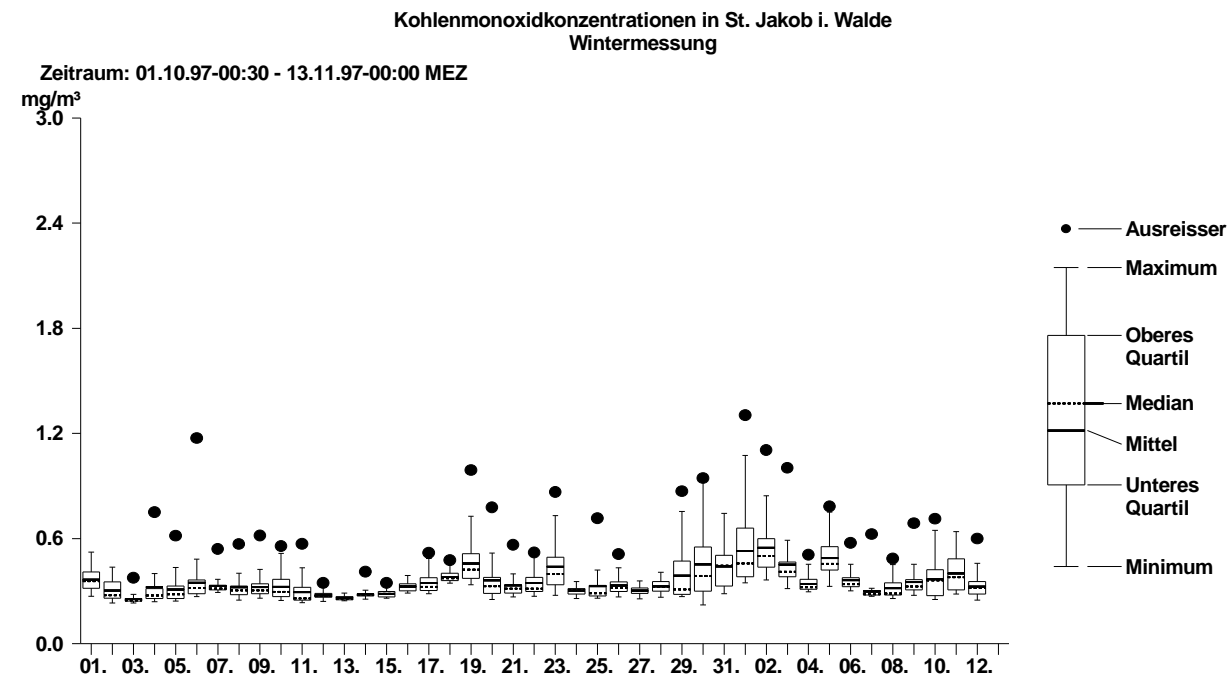
| 1. Messung<br>26.06.97 - 13.08.97 | Meßergebnisse<br>CO in mg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte<br>CO in mg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen,<br>Empfehlungen |
|-----------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------------|
| MPMW                              | 0,268                                    |                                       |                                  |
| MTmax                             | 0,455                                    |                                       |                                  |



|        |       |    |                    |
|--------|-------|----|--------------------|
| TMWmax | 0,360 | 7  | LGBI.Nr.5/1987     |
| MW8max | 0,526 | 5  | Kurorterrichtlinie |
| HMWmax | 2,712 | 20 | LGBI.Nr.5/1987     |



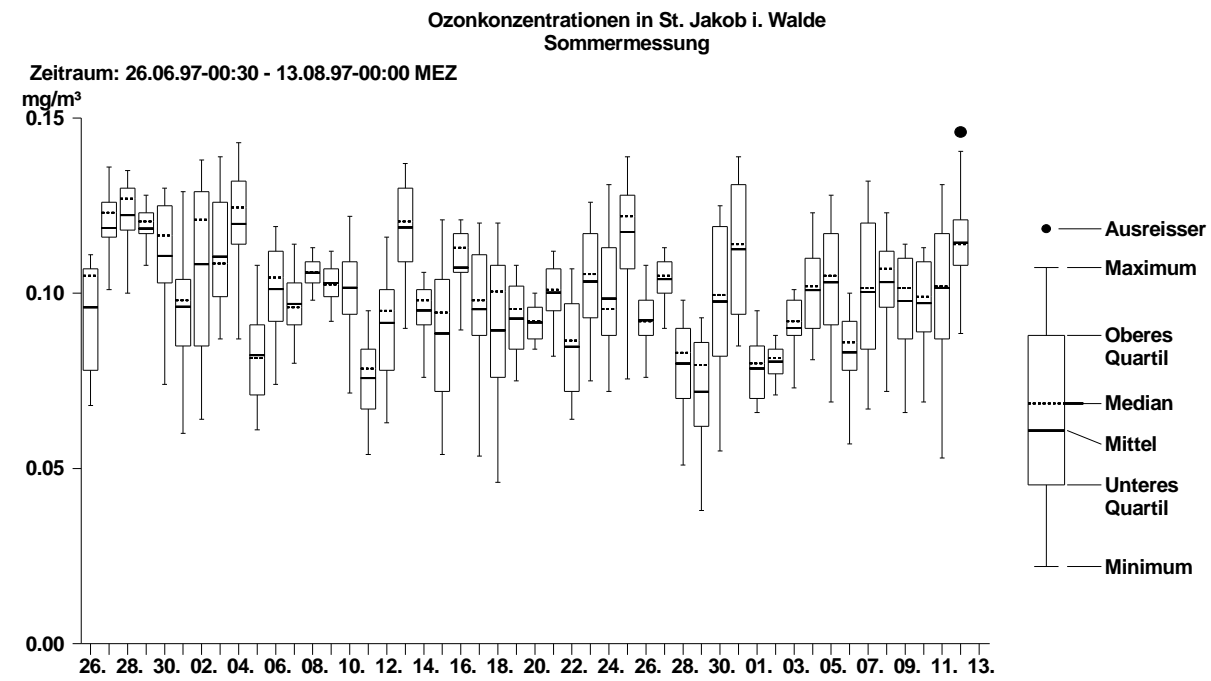
| 2. Messung<br>01.10.97 - 13.11.97 | Meßergebnisse<br>CO in mg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte<br>CO in mg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen,<br>Empfehlungen |
|-----------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------------|
| MPMW                              | 0,354                                    |                                       |                                  |
| MTmax                             | 0,631                                    |                                       |                                  |
| TMWmax                            | 0,547                                    | 7                                     | LGBI.Nr.5/1987                   |
| MW8max                            | 0,760                                    | 5                                     | Kurorterrichtlinie               |
| HMWmax                            | 1,304                                    | 20                                    | LGBI.Nr.5/1987                   |



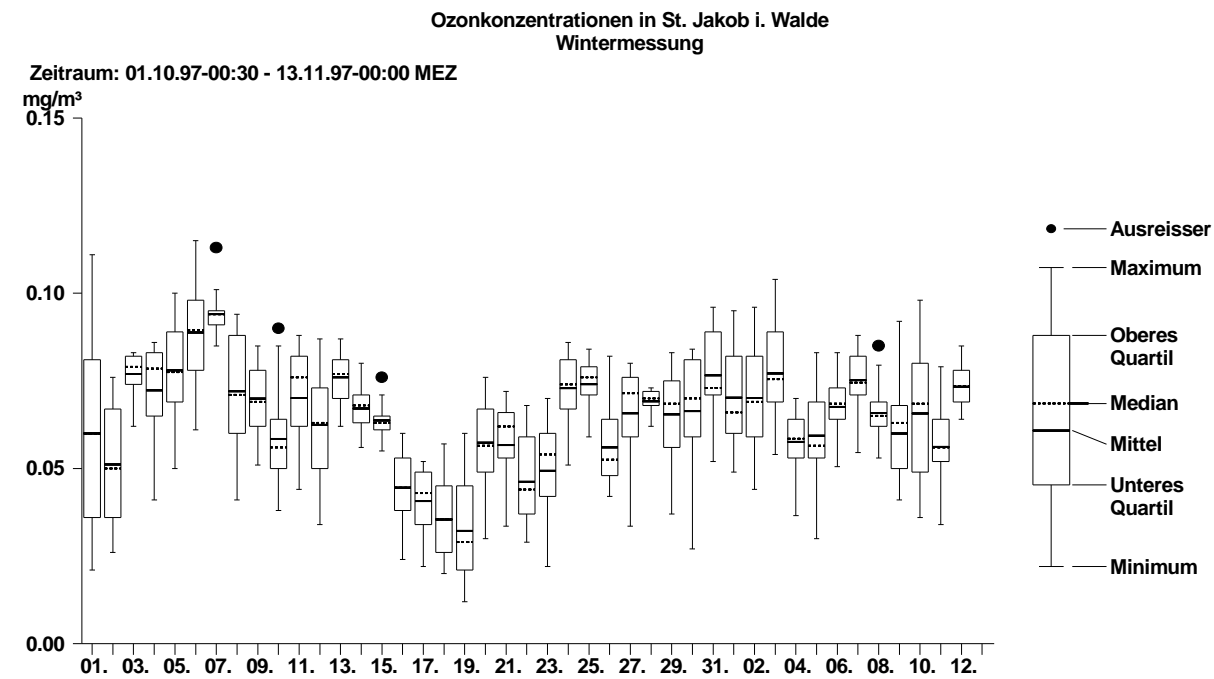
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der KFZ-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern im allgemeinen ab. Die registrierten Konzentrationen blieben während der Meßperioden deutlich unter den Immissionsgrenzwerten sowohl der steiermärkischen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

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

| 1. Messung<br>26.06.97 - 13.08.97 | Meßergebnisse<br>O <sub>3</sub> in mg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte<br>O <sub>3</sub> in mg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen,<br>Empfehlungen                  |
|-----------------------------------|--|---|---|
| MPMW                              | 0,099  |   |   |
| MTmax                             | 0,119  |   |   |
| TMWmax                            | 0,123  |   |   |
| MW3max                            | 0,138  | 0,200   | BGBI.Nr.210/1992                                  |
| HMWmax                            | 0,146  | 0,120   | Österreichische<br>Akademie der<br>Wissenschaften |



| 2. Messung<br>01.10.97 - 13.11.97 | Meßergebnisse<br>O <sub>3</sub> in mg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte<br>O <sub>3</sub> in mg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen,<br>Empfehlungen                  |
|-----------------------------------|--|---|---|
| MPMW                              | 0,064  |   |   |
| MTmax                             | 0,084  |   |   |
| TMWmax                            | 0,094  |   |   |
| MW3max                            | 0,111  | 0,200   | BGBI.Nr.210/1992                                  |
| HMWmax                            | 0,115  | 0,120   | Österreichische<br>Akademie der<br>Wissenschaften |

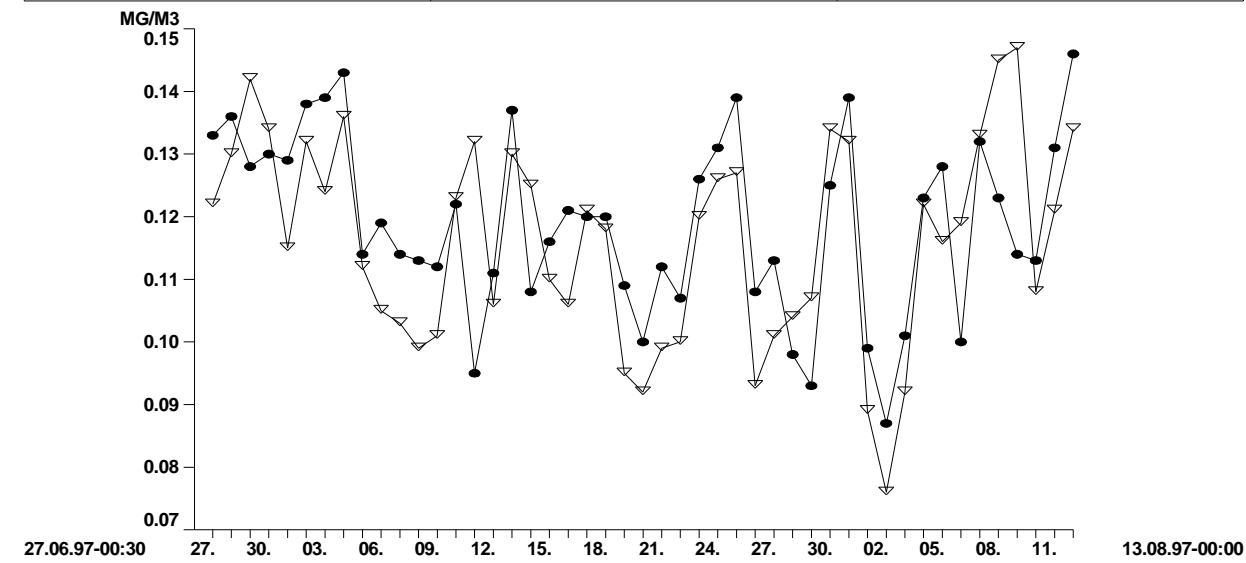


Die Ozonbildung in der bodennahen Atmosphäre erfolgt in der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit wesentlich stärker als in den Herbst- und Wintermonaten. Eine wesentliche Rolle kommt dabei den Vorläufersubstanzen wie den Stickstoffoxiden und den Kohlenwasserstoffen zu, auf deren Emittenten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

Eine weitere Eigenheit der Ozonimmissionen liegt darin, daß die Konzentrationsgrößen über große Gebiete relativ homogen in den Spitzenbelastungen nachweisbar sind. Das gesamte österreichische Bundesgebiet wurde daher im Ozongesetz (1992) in 7 Ozon-Überwachungsgebiete mit annähernd einheitlicher Ozonbelastung eingeteilt werden. Der Standort St. Jakob liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 2 "Südostösterreich mit Oberem Murtal".

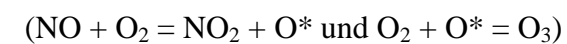
Anhand der nachstehenden Abbildung läßt sich gut zeigen, daß sich die Ozonspitzenkonzentrationen am Standort in St. Jakob im allgemeinen in der gleichen Größenordnung wie an der Station Masenberg bewegen.

|           |          |          |
|-----------|----------|----------|
| Station:  | MOBILE 1 | Masenbg. |
| Messwert: | O3       | O3       |
| MW-Typ:   | HMW_MAX  | HMW_MAX  |
| Muster:   | ●        | ▽        |



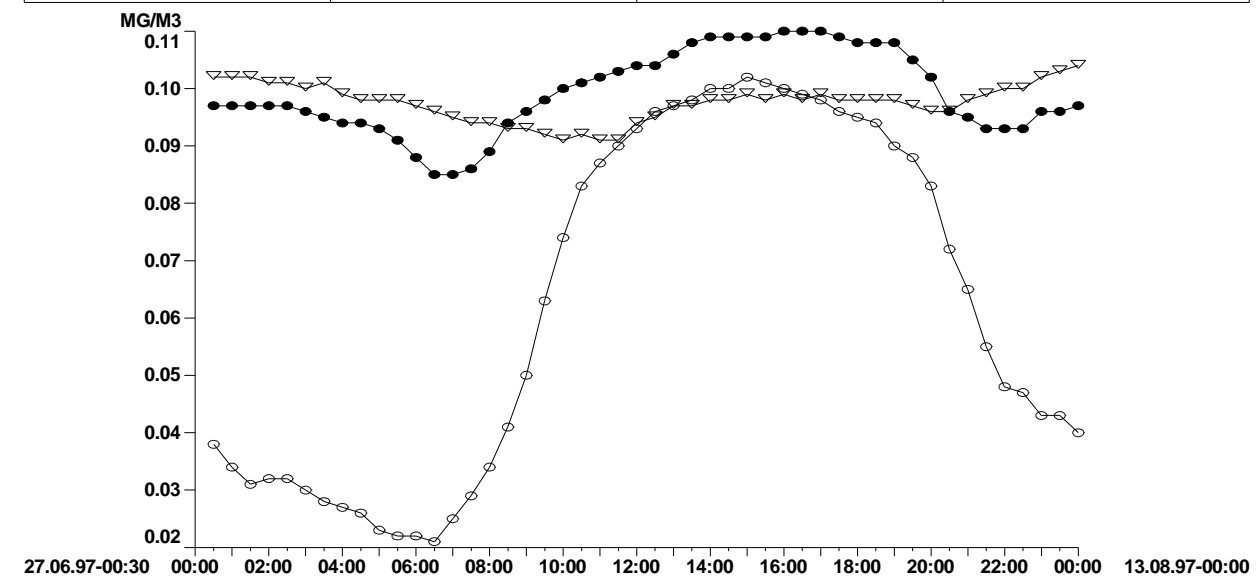
Der Ozontagesgang ist in weiterer Folge auch stark von der Höhenlage abhängig. Siedlungsnahe Talregionen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt ein rasches Ansteigen der Konzentrationen, die dann am Nachmittag konstant hoch bleiben. 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 ( $\text{NO}$ ) 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 St. Jakob mit der benachbarten Station Masenberg und der Talstation Hartberg während der ersten Meßperiode vom 26.06. bis 13.08.97.

|           |          |          |          |
|-----------|----------|----------|----------|
| Station:  | MOBILE 1 | Masenbg. | Hartberg |
| Messwert: | O3       | O3       | O3       |
| MW-Typ:   | MITT_TAG | MITT_TAG | MITT_TAG |
| Muster:   | ●        | ▽        | ○        |



Die Talstation in Hartberg weist einen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen auf, während im Gegensatz dazu in St. Jakob der Tagesgang bereits dem der Höhenstation Masenberg deutlich angenähert ist.

Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die zu erwartende Übereinstimmung mit dem Witterungsverlauf. Hohe Werte wurden bei Hochdruck- und gradientschwachen Lagen registriert, wobei an etwa der Hälfte aller Tage der Sommermeßperiode der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften überschritten wurde. Die Dreistundenmittelwerte blieben aber während der gesamten Meßperiode unter den Grenzwerten des Ozongesetzes (BGBl. Nr. 210/1992).

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

Im Sommer 1997 (26. Juni bis 13. August) und im Herbst 1997 (01. Oktober bis 13. November) wurden in St. Jakob Luftgütemessungen mittels eines mobilen Meßcontainers durchgeführt. Die Messungen dienten zur Eruiierung der lokalen Immissionsstruktur, wie sie durch die Primärschadstoffe und das Ozon verursacht wird, und als Vorerhebung zu einer Bewerbung um das Prädikat "Luftkurort".

Hinsichtlich der Ozonkonzentrationen hat sich dabei herausgestellt, daß dieser Meßstandort bei den maximalen Halbstundenmittelwerten und den maximalen Dreistundenmittelwerten annähernd die gleichen Ergebnisse wie die Luftgütemeßstation Masenberg (siehe Abb. S27)

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 Richtwerte von 0,120 mg/m<sup>3</sup> als Halbstundenmittelwert wurde jedoch während der Sommermeßperiode an ca. 50% der Tage 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: Angabe der höchsten Halbstundenmittelwerte (HMWmax) und der höchsten Tagesmittelwerte (TMWmax) als Prozentangaben zum Grenzwert (=100%) der Landesverordnung (LGBl. Nr.5/1987) für die Perioden 26.06. bis 13.08.1997 und vom 01.10 bis 13.11.1997.

| Schadstoff        | 1. Messung   |               | 2. Messung   |               |
|-------------------|--|---------------|--|---------------|
|                   | Grenzwerte der Landesverordnung in mg/m <sup>3</sup> | Prozentanteil | Grenzwerte der Landesverordnung in mg/m <sup>3</sup> | Prozentanteil |
| Schwefeldioxid    | HMW: 0,070 mg/m <sup>3</sup>                         | 20 %          | HMW: 0,070 mg/m <sup>3</sup>                         | 77 %          |
|                   | TMW: 0,050 mg/m <sup>3</sup>                         | 16 %          | TMW: 0,050 mg/m <sup>3</sup>                         | 42 %          |
| Schwebstaub       | TMW: 0,120 mg/m <sup>3</sup>                         | 29 %          | TMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>                         | 29 %          |
| Stickstoffmonoxid | HMW: 0,600 mg/m <sup>3</sup>                         | 3 %           | HMW: 0,600 mg/m <sup>3</sup>                         | 2 %           |
|                   | TMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>                         | 1,5 %         | TMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>                         | 2 %           |
| Stickstoffdioxid  | HMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>                         | 18 %          | HMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>                         | 25 %          |
|                   | TMW: 0,100 mg/m <sup>3</sup>                         | 7 %           | TMW: 0,100 mg/m <sup>3</sup>                         | 20 %          |
| Kohlenmonoxid     | HMW: 20 mg/m <sup>3</sup>                            | 13 %          | HMW: 20 mg/m <sup>3</sup>                            | 7 %           |
|                   | TMW: 7 mg/m <sup>3</sup>                             | 5 %           | TMW: 7 mg/m <sup>3</sup>                             | 8 %           |

Um die Ergebnisse der Messungen in St. Jakob 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 zum Masenberg, berücksichtigt.

Tabelle 3: Maximale Halbstundenmittelwerte und maximale Tagesmittelwerte der einzelnen Schadstoffe für ausgewählte Stationen in der Steiermark während der Meßzeiträume

| Meßstation<br>26.6.97 - 13.8.97 |               | SO <sub>2</sub><br>mg / m <sup>3</sup> | Staub<br>mg / m <sup>3</sup> | NO<br>mg / m <sup>3</sup> |
|---------------------------------|---------------|--|------------------------------|---------------------------|
| <b>St. Jakob</b>                | <b>HMWmax</b> | <b>0,014</b>                           | <b>0,077</b>                 | <b>0,018</b>              |
|                                 | <b>TMWmax</b> | <b>0,008</b>                           | <b>0,035</b>                 | <b>0,003</b>              |
| Graz West                       | HMWmax        | 0,014                                  | 0,175                        | 0,103                     |
|                                 | TMWmax        | 0,008                                  | 0,040                        | 0,020                     |
| Voitsberg                       | HMWmax        | 0,028                                  | 0,091                        | 0,055                     |
|                                 | TMWmax        | 0,010                                  | 0,031                        | 0,009                     |
| Zeltweg                         | HMWmax        | 0,023                                  | 0,102                        | 0,058                     |
|                                 | TMWmax        | 0,011                                  | 0,049                        | 0,006                     |
| Donawitz                        | HMWmax        | 0,099                                  | 0,522                        | 0,035                     |
|                                 | TMWmax        | 0,022                                  | 0,113                        | 0,004                     |
| Deutschlandsberg                | HMWmax        | 0,027                                  | 0,105                        | 0,037                     |
|                                 | TMWmax        | 0,010                                  | 0,028                        | 0,008                     |
| Weiz                            | HMWmax        | 0,014                                  | 0,185                        | 0,063                     |
|                                 | TMWmax        | 0,008                                  | 0,047                        | 0,008                     |
| Masenberg                       | HMWmax        | 0,016                                  | 0,091                        | 0,001                     |
|                                 | TMWmax        | 0,005                                  | 0,041                        | 0,001                     |

| Meßstation<br>26.6.97 - 13.8.97 |               | NO <sub>2</sub><br>mg / m <sup>3</sup> | CO<br>mg / m <sup>3</sup> | O <sub>3</sub><br>mg / m <sup>3</sup> |
|---------------------------------|---------------|--|---------------------------|---------------------------------------|
| <b>St. Jakob</b>                | <b>HMWmax</b> | <b>0,036</b>                           | <b>2,712,</b>             | <b>0,146</b>                          |
|                                 | <b>TMWmax</b> | <b>0,007</b>                           | <b>0,360</b>              | <b>0,123</b>                          |
| Graz West                       | HMWmax        | 0,067                                  | 1,574                     | 0,144                                 |
|                                 | TMWmax        | 0,030                                  | 0,520                     | 0,087                                 |
| Voitsberg                       | HMWmax        | 0,056                                  | 1,332                     | 0,141                                 |
|                                 | TMWmax        | 0,017                                  | 0,437                     | 0,088                                 |



|                  |        |       |       |       |
|------------------|--------|-------|-------|-------|
| Zeltweg          | HMWmax | 0,039 | -     | -     |
|                  | TMWmax | 0,015 | -     | -     |
| Donawitz         | HMWmax | 0,067 | 7,097 | -     |
|                  | TMWmax | 0,019 | 1,968 | -     |
| Deutschlandsberg | HMWmax | 0,051 | -     | 0,136 |
|                  | TMWmax | 0,018 | -     | 0,084 |
| Weiz             | HMWmax | 0,058 | 1,210 | 0,142 |
|                  | TMWmax | 0,019 | 0,510 | 0,095 |
| Masenberg        | HMWmax | 0,006 | -     | 0,147 |
|                  | TMWmax | 0,004 | -     | 0,121 |

| Meßstation<br>1.10.97 - 13.11.97 |               | SO <sub>2</sub><br>mg / m <sup>3</sup> | Staub<br>mg / m <sup>3</sup> | NO<br>mg / m <sup>3</sup> |
|----------------------------------|---------------|--|------------------------------|---------------------------|
| <b>St. Jakob</b>                 | <b>HMWmax</b> | <b>0,054</b>                           | <b>0,120</b>                 | <b>0,013</b>              |
|                                  | <b>TMWmax</b> | <b>0,021</b>                           | <b>0,035</b>                 | <b>0,004</b>              |
| Graz West                        | HMWmax        | 0,042                                  | 0,172                        | 0,336                     |
|                                  | TMWmax        | 0,024                                  | 0,101                        | 0,085                     |
| Voitsberg                        | HMWmax        | 0,086                                  | 0,126                        | 0,227                     |
|                                  | TMWmax        | 0,024                                  | 0,066                        | 0,076                     |
| Zeltweg                          | HMWmax        | 0,048                                  | 0,431                        | 0,195                     |
|                                  | TMWmax        | 0,016                                  | 0,069                        | 0,060                     |
| Donawitz                         | HMWmax        | 0,190                                  | 0,561                        | 0,071                     |
|                                  | TMWmax        | 0,023                                  | 0,204                        | 0,023                     |
| Deutschlandsberg                 | HMWmax        | 0,050                                  | 0,147                        | 0,187                     |
|                                  | TMWmax        | 0,028                                  | 0,058                        | 0,041                     |
| Weiz                             | HMWmax        | 0,101                                  | 0,318                        | 0,413                     |
|                                  | TMWmax        | 0,022                                  | 0,090                        | 0,063                     |
| Masenberg                        | HMWmax        | 0,069                                  | 0,063                        | 0,008                     |
|                                  | TMWmax        | 0,017                                  | 0,030                        | 0,004                     |

| Meßstation<br>1.10.97 - 13.11.97 |               | NO <sub>2</sub><br>mg / m <sup>3</sup> | CO<br>mg / m <sup>3</sup> | O <sub>3</sub><br>mg / m <sup>3</sup> |
|----------------------------------|---------------|--|---------------------------|---------------------------------------|
| <b>St. Jakob</b>                 | <b>HMWmax</b> | <b>0,050</b>                           | <b>1,304</b>              | <b>0,115</b>                          |
|                                  | <b>TMWmax</b> | <b>0,020</b>                           | <b>0,547</b>              | <b>0,094</b>                          |
| Graz West                        | HMWmax        | 0,102                                  | 4,934                     | 0,082                                 |
|                                  | TMWmax        | 0,064                                  | 1,931                     | 0,031                                 |
| Voitsberg                        | HMWmax        | 0,082                                  | 2,987                     | 0,107                                 |
|                                  | TMWmax        | 0,042                                  | 1,515                     | 0,045                                 |
| Zeltweg                          | HMWmax        | 0,074                                  | -                         | -                                     |
|                                  | TMWmax        | 0,044                                  | -                         | -                                     |

|                  |        |       |       |       |
|------------------|--------|-------|-------|-------|
| Donawitz         | HMWmax | 0,045 | 9,123 | -     |
|                  | TMWmax | 0,029 | 2,913 | -     |
| Deutschlandsberg | HMWmax | 0,079 | -     | 0,101 |
|                  | TMWmax | 0,045 | -     | 0,048 |
| Weiz             | HMWmax | 0,097 | 4,829 | 0,112 |
|                  | TMWmax | 0,040 | 1,598 | 0,054 |
| Masenberg        | HMWmax | 0,017 | -     | 0,113 |
|                  | TMWmax | 0,008 | -     | 0,095 |

Insgesamt läßt sich aus den automatischen Luftgütemessungen in St. Jakob folgender Schluß ziehen:

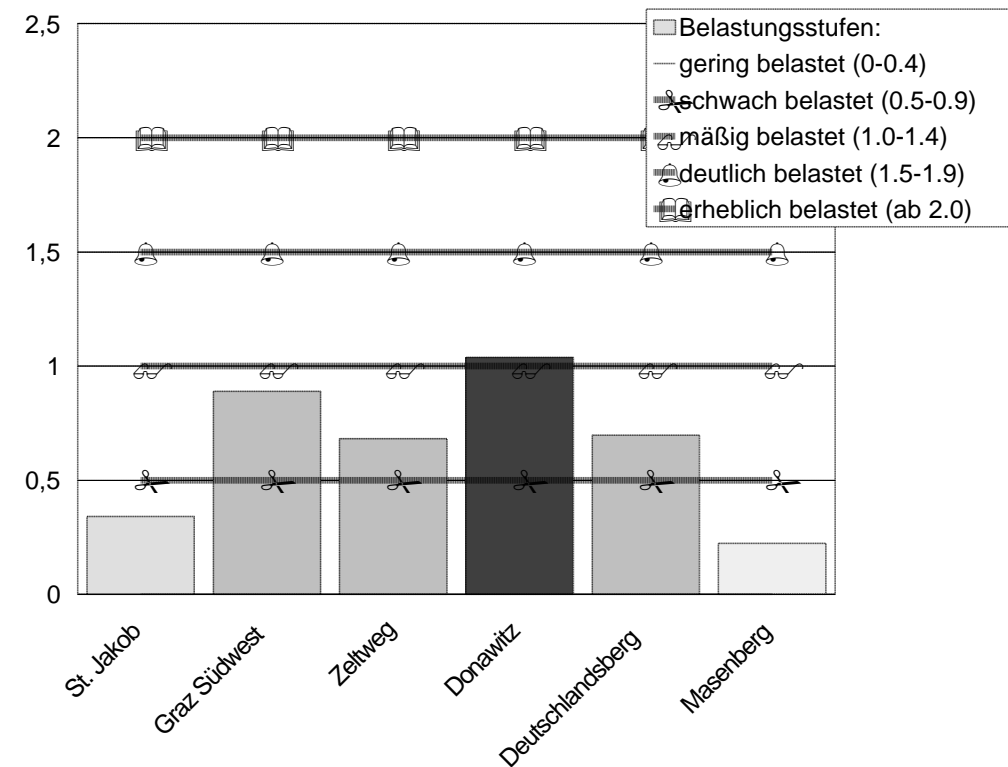
Im steiermarkweiten Vergleich wurden bezüglich des Ozongehalts in den bodennahen Luftschichten während beider Meßperioden die der Lage des Meßstandortes entsprechenden Belastungen registriert. Während der ersten Meßperiode wurde der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlene Vorsorgegrenzwert von  $0,120 \text{ mg/m}^3$  (als Halbstundenmittelwert) an 50% 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.

Hinsichtlich der Primärschadstoffe können am vorliegenden Meßstandort die Konzentrationen von Schwefeldioxid, Staub, Stickstoffdioxid und Kohlenmonoxid als unterdurchschnittlich eingestuft werden. Beim Luftschadstoff Stickstoffmonoxid wurden im Vergleich mit steirischen Referenzstationen sogar deutlich unterdurchschnittliche Konzentrationen registriert.

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

Angelehnt an die von J. Baumüller (VDI 1988, S. 223 ff) vorgeschlagene Berechnungsmethode wurden dabei für die lufthygienisch ungünstigere Herbstmessung (7.10. - 13.11.1997) die 98% Perzentile der Luftschadstoffe Schwefeldioxid, 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.

Luftbelastungsindizes für den Meßzeitraum 1.10.97 bis 13.11.97



Für die vorliegende Fragestellung ist neben einem allgemeinen Vergleich jedoch vor allem die Bewertung der lufthygienischen Situation am Meßstandort anhand der Kurorterrichtlinie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften von Bedeutung. Nachfolgend werden daher in Anlehnung an Tabelle 2 die jeweiligen Meßwerte den Grenzwerten der Kurorterrichtlinie gegenübergestellt.

Tabelle 3: Angabe der höchsten Halbstunden- (HMW<sub>max</sub>), Tages- (TMW<sub>max</sub>) und für Kohlenmonoxid Achtstundenmittelwerte (MW<sub>8</sub>) als Prozentangaben zum Grenzwert (=100%) der Kurorterrichtlinie.

| Schadstoff       | Grenzwerte der Kurorterrichtlinie     | Prozentanteil (1. Messung) | Prozentanteil (2. Messung) |
|------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Schwefeldioxid   | HMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>          | 14 %                       | 54 %                       |
|                  | TMW: 0,100 mg/m <sup>3</sup>          | 16 %                       | 42 %                       |
| Schwebstaub      | TMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>          | 29 %                       | 29 %                       |
| Stickstoffdioxid | HMW: 0,200 mg/m <sup>3</sup>          | 36 %                       | 50 %                       |
|                  | TMW: 0,100 mg/m <sup>3</sup>          | 14 %                       | 40 %                       |
| Kohlenmonoxid    | MW <sub>8</sub> : 5 mg/m <sup>3</sup> | 10 %                       | 15 %                       |

Es zeigt sich, daß während beider Meßperioden bei allen Schadstoffen die Spitzenkonzentrationen deutlich unter den vorgegebenen Grenzwerten liegen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß nach den Ergebnissen der mobilen Messungen die Kriterien für das Prädikat "Luftkurort" erfüllt werden, da bei den Immissionsmessungen der Fachabteilung 1a vom Juni bis August 1997 und vom Oktober bis November 1997 keine Grenzwertüberschreitungen nach der Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten festgestellt wurden. Die Ergebnisse des parallel dazu betriebenen integralen Meßnetzes werden in einem gesonderten Bericht dargestellt.

#### **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 :

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, 1997:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,  
Juni, Juli, August, Oktober, November 1997. Wien.