



# **Luftgütemessungen Hall bei Admont**

**August 2002 bis September 2003**

Lu-05-08

Amt der Steiermärkischen Landesregierung  
Fachabteilung 17C  
8010 Graz, Landhausgasse 7, Tel. 877/2172

Leiter der Fachabteilung  
Dr. Gerhard SEMMELROCK

**Autor**

Mag. Norbert Braun

**ARGE LÖSS Ges.b.R**

Arbeitsgemeinschaft f. Landschafts- u.  
Ökosystemanalysen Steiermark  
BADER BRAUN SULZER  
Schillerstraße 52 / I; A-8010 Graz  
Tel/Fax.: 0316 / 81 45 51  
e-mail: arge.loess@aon.at

**Projektleitung**

Mag. Andreas Schopper

**Messtechnik**

(mobile Messstation)

Gerhard Schrempf

**Integrales Messnetz**

Gertrude Toppler

**Herausgeber**

Amt der Steiermärkischen Landesregierung  
Fachabteilung 17C – Technische Umweltkontrolle und Sicherheitswesen  
Referat Luftgüteüberwachung  
Landhausgasse 7,  
8010 Graz

© Juni 2008

Dieser Bericht ist im Internet unter folgender Adresse verfügbar:

<http://www.umwelt.steiermark.at>**Bei Wiedergabe unserer Messergebnisse ersuchen wir um Quellenangabe!**

## Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Zusammenfassung</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>1. Einleitung</b> .....   | <b>7</b>  |
| <b>2. Beurteilungsgrundlagen</b> .....   | <b>9</b>  |
| 2.1. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.F. BGBl.I Nr.102/2002)..... | 9         |
| 2.2. Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten.....                | 9         |
| <b>3. Die immissionsklimatische Situation in Hall bei Admont</b> .....                       | <b>10</b> |
| 3.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet.....                          | 10        |
| 3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung .....                                  | 10        |
| <b>4. Mobile Immissionsmessungen</b> .....   | <b>12</b> |
| 4.1. Ausstattung und Messmethoden .....  | 12        |
| Messergebnisse und Schadstoffverläufe .....  | 14        |
| 4.1.1 Schwebstaub (TSP).....   | 14        |
| 4.1.2 Stickstoffmonoxid (NO).....  | 16        |
| 4.1.3 Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ).....   | 18        |
| 4.1.4 Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ).....   | 19        |
| 4.1.5 Kohlenmonoxid (CO) .....   | 21        |
| 4.1.6 Ozon (O <sub>3</sub> ).....  | 22        |
| 4.2. Luftbelastungsindex .....   | 26        |
| <b>5. Integrale Messungen</b> .....  | <b>27</b> |
| 5.1. Vorbemerkung .....  | 27        |
| 5.2. Das Messnetz .....  | 27        |
| 5.3. Messmethodik.....   | 27        |
| 5.3.1 Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren ....                  | 27        |
| 5.3.2 Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit Badge-Sammlern.....  | 28        |
| 5.4. Beurteilungsgrundlagen .....  | 28        |
| 5.5. Darstellung der Messergebnisse.....   | 29        |
| 5.5.1 Gesamtstaubdeposition .....  | 29        |
| 5.5.2 Konzentrationsmessungen .....  | 30        |
| 5.6. Zusammenfassende Beurteilung .....  | 33        |
| <b>6. Literatur</b> .....  | <b>35</b> |
| <b>7. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen</b> .....                         | <b>36</b> |
| 7.1. Tabellen .....  | 36        |
| 7.2. Diagramme .....   | 37        |



## Zusammenfassung

Die Luftgütemessungen in Hall bei Admont wurden auf Ansuchen der Gemeinde durchgeführt. Anlass für die Messungen waren Überlegungen der Gemeinde, sich in Richtung Kurort zu entwickeln, wobei auch ein lokales Heilvorkommen (salzhältige Quelle) integriert werden sollte. Das Messprogramm umfasste Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation sowie eines einjährig betriebenen integralen Messnetzes. Die mobilen Messungen wurden vom 21.08. bis 21.11.2002, die integralen Messungen von 26.08.2002 bis 04.09.2003 durchgeführt.

Die mobilen Immissionsmessungen wurden an einem Standort beim Gemeindeamt vorgenommen, um die vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen erheben und beurteilen und die gewonnenen Messergebnisse dem Immissionsschutzgesetz-Luft sowie den Vorgaben für heilklimatische und Luftkurorte nach dem Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetz (LGBl. Nr.161/1962) gegenüberstellen zu können.

Der Witterungsverlauf während der Messungen in Hall bei Admont gestaltete sich sehr abwechslungsreich und zeichnete sich im August und im November durch überdurchschnittliche Temperaturen aus. Der September und der Oktober blieben etwas zu kühl. Die Regenmengen entsprachen in der ersten Hälfte der Messperiode den Erwartungen, im Oktober und im November hingegen lagen sie über dem Normalwert.

Bezüglich der Primärschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und Kohlenmonoxid wurden während der Messperioden keinerlei Überschreitungen gesetzlicher Grenzwerte oder der Grenzwerte der „Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ (hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie) festgestellt. Im steiermarkweiten Vergleich wurde sowohl für die Grundbelastung (längerfristige Mittelwerte) als auch die Spitzenkonzentrationen ein unterdurchschnittliches Konzentrationsniveau festgestellt.

Bei den Schwebstaubkonzentrationen wurden an zwei Tagen (15.11., 16.11.2002) Grenzwertüberschreitungen registriert. Diese waren aber auf eine selten auftretende Fernverfrachtung von Saharastaub zurückzuführen und daher für eine Interpretation nach dem IG-L bzw. dem Heilvorkommen- und Kurortegesetz nicht von Bedeutung. Während der übrigen Zeit blieben die maximalen Tagesmittelwerte deutlich unter den Vorgaben und auch im steiermarkweiten Vergleich auf einem unterdurchschnittlichen Niveau.

Die Ozonwerte blieben in einem der Jahreszeit und der Lage des Standortes entsprechenden Konzentrationsbereich. Der zum Zeitpunkt der Messung noch gültige maximale Achtstundenmittel-Grenzwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft wurde nicht überschritten.

Die integralen Messungen erbrachten hinsichtlich des Jahresganges der Gesamtstaubdeposition im Frühjahr und Sommer höhere Staubbelastrungen als in den Wintermonaten, was sowohl auf vegetationsbedingte als auch auf lokale Einflüsse am jeweiligen Messstandort zurückzuführen sein dürfte. Der Grenzwert der Kurorte-Richtlinie von 165 mg/m<sup>2</sup>.d wurde an allen Messpunkten eingehalten.

Die integralen Konzentrationsmessungen von Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid zeigten den typischen Jahresverlauf mit höheren Werten im Winterhalbjahr und einem geringeren Belastungsniveau im Sommerhalbjahr, was auf schlechtere immissionsklimatische Bedingungen und höhere Emissionen während der kälteren Jahreszeit zurückzuführen ist. Integrale Konzentrationsmessergebnisse können als Langzeitmittelwerte nicht direkt mit den Grenzwerten des IG-L bzw. der „Kurorterrichtlinie“ verglichen werden, die als Halbstunden- und Tagesmittelwerte festgelegt sind. Im Vergleich zum Jahresmittelgrenzwert für Stickstoffdioxid des Immissionsschutzgesetzes-Luft, der 2003 mit  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgelegt war, blieb die höchstbelastete Messstelle an der Ennsbrückenkreuzung unter 40% dieses Wertes. Die gemessenen Schwefeldioxidwerte können generell als sehr niedrig bezeichnet werden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Ergebnisse sowohl der mobilen Messungen 2002 als auch des integralen Messnetzes während der Messungen 2002/2003 als positiv beurteilt werden können und die Erfordernisse der Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten erfüllt wurden.

# 1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Hall bei Admont wurden auf Ansuchen der Gemeinde von der Fachabteilung 17C, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Den Anlass stellte, unter anderem wegen eines bestehenden Heilvorkommens (Sohlequelle), eine mögliche Bewerbung um das Prädikat „Kurort“ dar. Die Messungen umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation sowie eines einjährig betriebenen integralen Messnetzes, um die vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen zu erheben und beurteilen zu können, wobei die gewonnenen Messergebnisse den Vorgaben für heilklimatische und Luftkurorte nach dem Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetz (LGBl. Nr.161/1962) gegenübergestellt wurden.

Die **mobilen Immissionsmessungen** wurden vom 21.08. bis 21.11.2002 an einem Standort beim Gemeindeamt in ca. 670 m Seehöhe durchgeführt.

### ***Standort der mobilen Messstation***



Die **integralen Messungen**, die eine flächenhafte Interpretation der Luftschadstoffbelastungen ermöglichen, erfolgten von 26.08.2002 bis 04.09.2003 und umfassten 13 Messperioden.

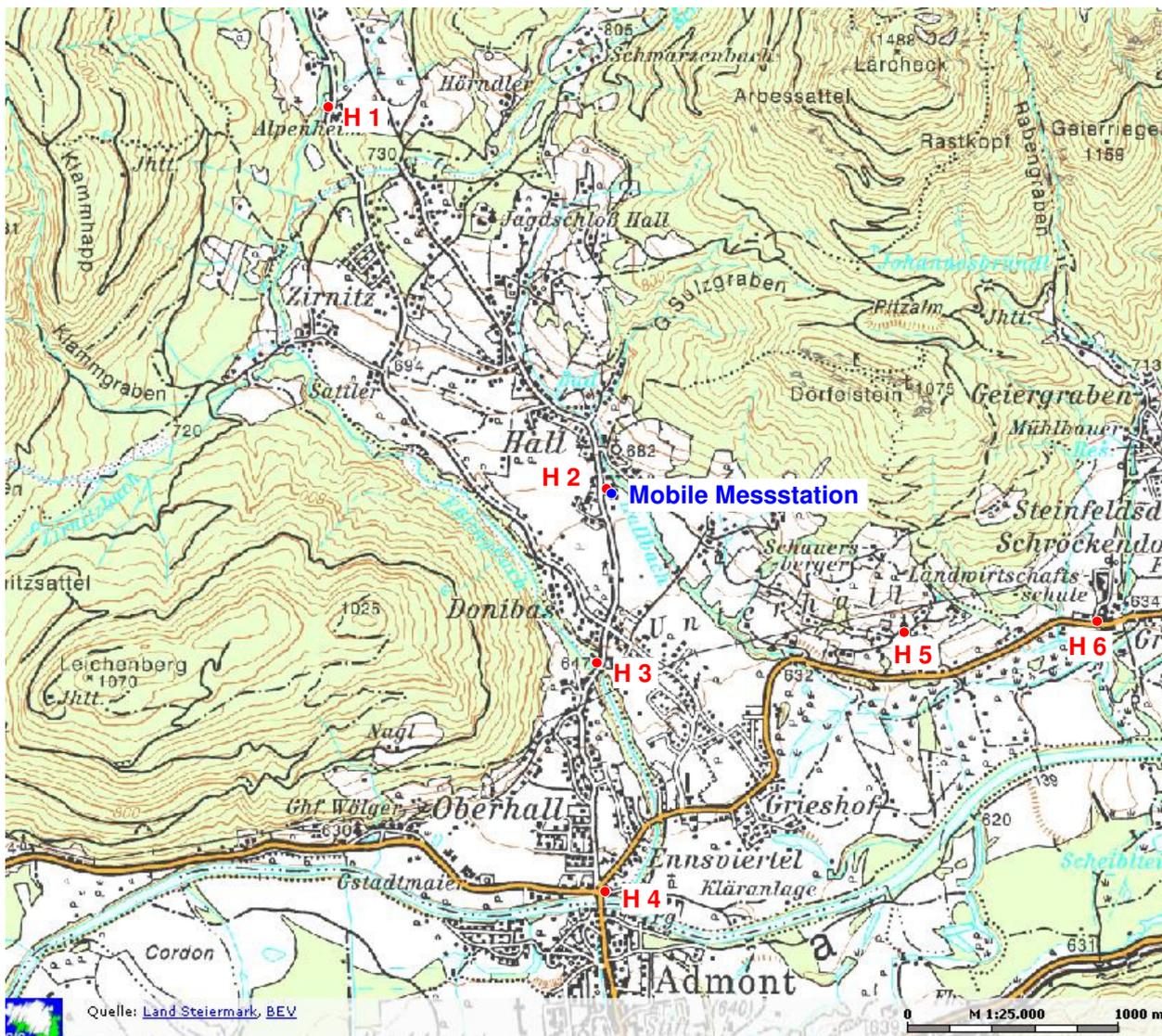
Im Gemeindegebiet von Hall bei Admont wurden dabei an 6 Standorten integrale Messeinrichtungen installiert, wobei folgende Untersuchungen durchgeführt wurden:

- Ermittlung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren
- Messung der Konzentrationen von Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) bzw. Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) mittels Badge-Sammler

### Messpunktbeschreibung:

| Nr. | Lage des Messpunktes |  |
|-----|----------------------|--|
| H1  | Alpenheim            | Staub                                    |
| H2  | Gemeindeamt          | Staub, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> |
| H3  | Freizeitzentrum      | Staub, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> |
| H4  | Ennsbrückenkreuzung  | Staub, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> |
| H5  | Kapelle Sonnhang     | Staub                                    |
| H6  | LFS Grabnerhof       | Staub                                    |

### Lage der Messstandorte in Hall bei Admont



## 2. Beurteilungsgrundlagen

Zum Zeitpunkt der Messung waren folgende gesetzliche Vorgaben als Beurteilungsgrundlagen anzusehen.

### 2.1. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.F. BGBl.I Nr.102/2002)

Neben allgemeinen Festlegungen zur Immissionsüberwachung definiert das IG-L in Erfüllung der EU - Rahmenrichtlinie sowie der dazu in Kraft getretenen Tochterrichtlinien bundesweit gültige Immissionsgrenzwerte, von denen die für diese Messung relevanten in der folgenden Tabelle wiedergegeben sind (Grenzwerte jeweils in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ):

Immissionsgrenzwerte (**Alarmwerte**, *Zielwerte*) in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (für CO in  $\text{mg}/\text{m}^3$ )

| Luftschadstoff     | HMW               | MW3 | MW8               | TMW | JMW              |
|--------------------|-------------------|-----|-------------------|-----|------------------|
| Schwefeldioxid     | 200 <sup>1)</sup> | 500 |                   | 120 |                  |
| Kohlenstoffmonoxid |                   |     | 10                |     |                  |
| Stickstoffdioxid   | 200               | 400 |                   | 80  | 30 <sup>3)</sup> |
| Schwebestaub       |                   |     |                   | 150 |                  |
| Ozon               |                   |     | 110 <sup>2)</sup> |     |                  |

1) Drei Halbstundenmittelwerte  $\text{SO}_2$  pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte pro Kalenderjahr bis zu einer Konzentration von  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gelten nicht als Überschreitung

2) Der Zielwert für Ozon wird viermal täglich anhand der Achtstundenwerte (0 - 8 Uhr, 8 - 16 Uhr, 16 - 24 Uhr, 12 - 20 Uhr) berechnet.

3) Der Immissionsgrenzwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ist ab 1. Jänner 2012 einzuhalten. Die Toleranzmarge beträgt  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei In-Kraft-Treten dieses Bundesgesetzes und wird am 1. Jänner jedes Jahres bis 1. Jänner 2005 um  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verringert. Die Toleranzmarge von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gilt gleich bleibend von 1. Jänner 2005 bis 31. Dezember 2009. Die Toleranzmarge von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gilt gleich bleibend von 1. Jänner 2010 bis 31. Dezember 2011.

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

Für den Vollzug der gesetzlichen Vorgaben an Kurorte nach dem Österreichischen Kurortegesetz (BGBl. Nr. 272/1958) sind in der "Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten" (hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie) Grenzwerte definiert. Diese sollen den erhöhten Anforderungen, wie sie an Kurorte gestellt werden, gerecht werden.

Für heilklimatische und Luftkurorte sind demnach folgende Immissionsgrenzwerte einzuhalten:

|                       |                             |                          |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Schwefeldioxid        | HMW                         | 100 µg/m <sup>3</sup>    |
|                       | TMW                         | 50 µg/m <sup>3</sup>     |
| Stickstoffdioxid      | HMW                         | 100 µg/m <sup>3</sup>    |
|                       | TMW                         | 50 µg/m <sup>3</sup>     |
| Kohlenmonoxid         | Achtstundenmittelwert (MW8) | 5 mg/m <sup>3</sup>      |
| Schwebstaub           | TMW                         | 120 µg/m <sup>3</sup>    |
| Gesamtstaubdeposition | Jahresmittelwert            | 165 mg/m <sup>2</sup> .d |

### 3. Die immissionsklimatische Situation in Hall bei Admont

#### 3.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet

Der Witterungsablauf und die geländeklimatischen Gegebenheiten spielen eine wesentliche Rolle für die Ausbreitung der Luftschadstoffe.

Die Lage der Messstellen in Hall bei Admont entspricht nach H. Wakonigg der Klimalandchaft des „Talbeckenklimas des Oberen Ennstales“ und kann vereinfacht als winterkaltes bis winterstrenges, mäßig sommerwarmes, relativ niederschlags- und schnee-reiches Beckenklima charakterisiert werden (H. Wakonigg 1978, 390).

Das Jahresmittel der Lufttemperatur beträgt an der Station Admont im langjährigen Mittel (1971 - 2000) 6,6 °C, das Jännermittel -4,2 °C und das Julimittel 16,3 °C. Der Jahresgang der Niederschläge weist ein Winterminimum (Februar 72 mm) und ein Sommermaximum (Juli 198,3 mm) auf, die Jahresniederschlagsmenge beträgt rund 1400 mm, die an gut 147 Tagen pro Jahr fallen. Die mittleren Windgeschwindigkeiten sind eher gering (2 m/s) und weisen im Jahresgang ein Frühjahrsmaximum im April und ein Winterminimum im November und Dezember auf. Die Windrichtungsverteilung wird aufgrund der hohen Reliefenergie durch die Talverläufe bestimmt, so dass im nördlichen Gemeindegebiet von Hall bei Admont eine NW - SE gerichtete und im Ennstal im Süden eine W - E orientierte Hauptwindrichtungachse vorherrscht.

#### 3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung

Zu Messbeginn überquerte eine Gewitterfront mit teils intensiven Niederschlägen Österreich. Danach beruhigte sich das Wetter und unter Warmluftzufuhr aus SW stellten sich hochsommerliche Temperaturen ein.

Zunehmender Tiefdruckeinfluss aus S zeigte im Ennstal nur geringe Auswirkung mit leichtem Temperaturrückgang, stärkerer Bewölkung und nur strichweise kurzen Regenschauern. Zum Monatsende hin sorgte schwacher Hochdruck wieder für sonniges und warmes Wetter.

Anfang September verursachte eine rasch durchziehende Störungszone ergiebige Niederschläge. In der Folge stellte sich in der ersten Septemberdekade bei flacher Druckverteilung schwacher Hochdruckeinfluss mit spätsommerlich warmem Wetter ein.

Am 10. sorgte eine atlantische Störung für deutlich tiefere Temperaturen. Nach kurzer Wetterbesserung bewirkte zur Monatsmitte ein Kaltfrontdurchzug aus NW mit verbreiteten Niederschlägen einen weiteren Temperaturrückgang.

Zwischenhocheinfluss brachte anschließend eine kurze Wetterberuhigung, bevor mit Beginn der dritten Septemberdekade ein Tiefdruckkomplex mit Zentrum über Oberitalien wetterbestimmend wurde und bis zum Monatsende feuchtkaltes Herbstwetter brachte.

Der Oktoberbeginn stand unter Hochdruckeinfluss, der für sonniges und trockenes Wetter sorgte. Danach stellte sich abwechslungsreiches NW-Wetter mit mehrfachem Durchzug von Störungszonen, die immer wieder Niederschläge verursachten, ein. Mit zunehmendem Einfluss eines Mittelmeertiefs verstärkten sich die Niederschläge.

Der Wechsel von zyklonalem Wetter und Strömungslagen aus W bis NW mit eingelagerten Frontsystemen bestimmte in weiterer Folge bis zum Monatsende das Wettergeschehen. Auch in den ersten Novembertagen blieb bei stärkerem zyklonalen Einfluss der feuchtkalte Witterungscharakter erhalten.

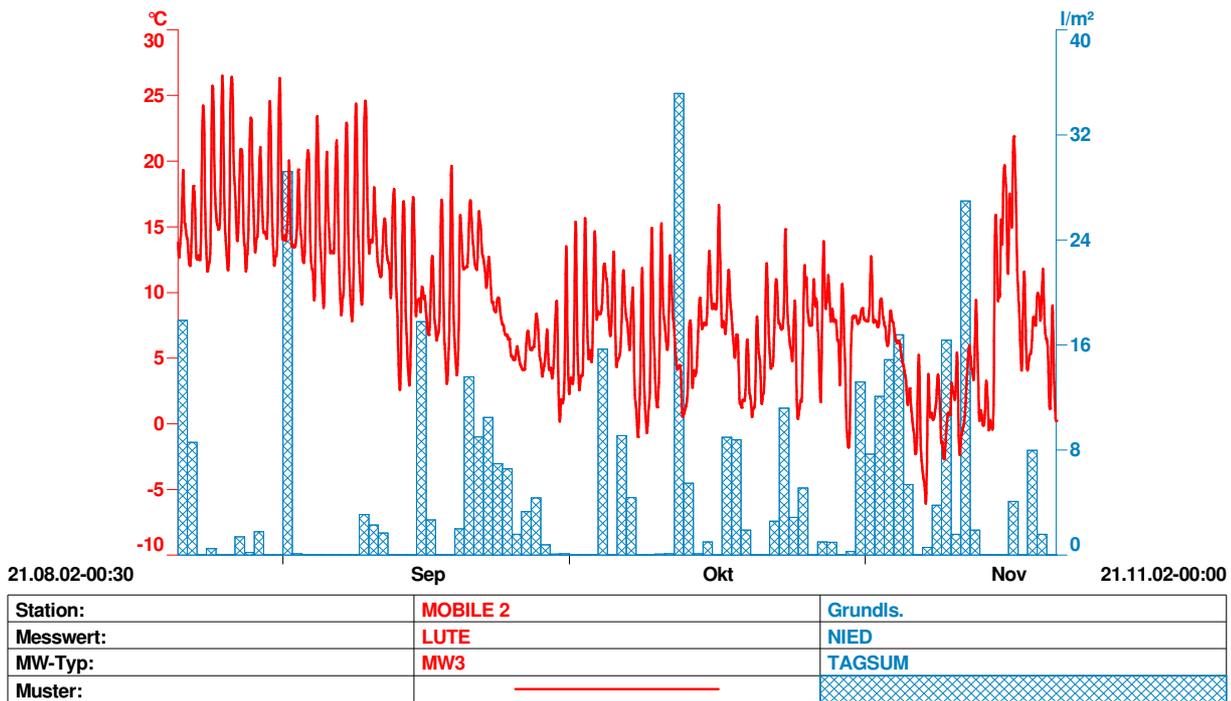
Unter Zwischenhocheinfluss erfolgte dann kurzfristig eine Wetterberuhigung. Mit den nachfolgenden Frontdurchgängen, die neuerlich Niederschläge verursachten, wurden auch kältere Luftmassen herangeführt, sodass am Messstandort in Hall bei Admont die Temperaturminima schon deutlich unter den Gefrierpunkt sanken.

Zur Monatsmitte setzte an der Vorderseite eines Tiefdruckgebiets über den Britischen Inseln eine stürmische föhnige S bis SW-Strömung ein. Die Zufuhr subtropischer Warmluft führte zu einem markanten Temperaturanstieg und ließ am Messstandort Tageshöchstwerte bis deutlich über 20 °C zu.

Die letzten Tage der Messperiode waren schließlich erneut von zyklonalem Einfluss mit der Jahreszeit entsprechenden Temperaturen, starker Bewölkung und geringen Niederschlägen bestimmt.

Der Witterungsverlauf während der Messungen in Hall bei Admont gestaltete sich sehr abwechslungsreich und zeichnete sich im August sowie im November durch teils deutlich überdurchschnittliche Temperaturen aus, während der September und der Oktober etwas zu kühl blieben. Die Regenmengen entsprachen in der ersten Hälfte der Messperiode den Erwartungen, im Oktober und im November hingegen lagen die Niederschlagswerte aufgrund überdurchschnittlich häufigen Tiefdruckeinflusses über dem Normalwert.

## Lufttemperatur und Niederschläge im Raum Hall bei Admont während der Luftgütemessungen 2002



Die Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

## 4. Mobile Immissionsmessungen

### 4.1. Ausstattung und Messmethoden

Die mobile Luftgütemessstation zeichnete während der Messungen den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Schwebstaub (TSP), Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO) und Ozon (O<sub>3</sub>) auf. Feinstaub (PM<sub>10</sub>) wurde 2002 noch nicht gemessen.

Der Messcontainer war mit kontinuierlich registrierenden Immissionsmessgeräten ausgestattet, die nach folgenden Messprinzipien arbeiten:

| Schadstoff                          | Messmethode             | Gerätetyp        |
|-------------------------------------|-------------------------|------------------|
| Schwefeldioxid SO <sub>2</sub>      | UV-Fluoreszenzanalyse   | Horiba APSA 350E |
| Schwebstaub (TSP)                   | Beta-Strahlenabsorption | Horiba ABDA 350E |
| Stickstoffoxide NO, NO <sub>2</sub> | Chemolumineszenzanalyse | Horiba APNA 350E |
| Kohlenmonoxid CO                    | Infrarotabsorption      | Horiba APMA 350E |
| Ozon O <sub>3</sub>                 | UV-Photometrie          | Horiba APOA 350E |

Neben den Messgeräten für die Schadstofffassung werden am Messcontainer auch die meteorologischen Geber für Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windrichtung und Windgeschwindigkeit, fallweise auch 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 GSM in die Luftgüteüberwachungszentrale übertragen, wo sie nochmals hinsichtlich ihrer Plausibilität geprüft 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.

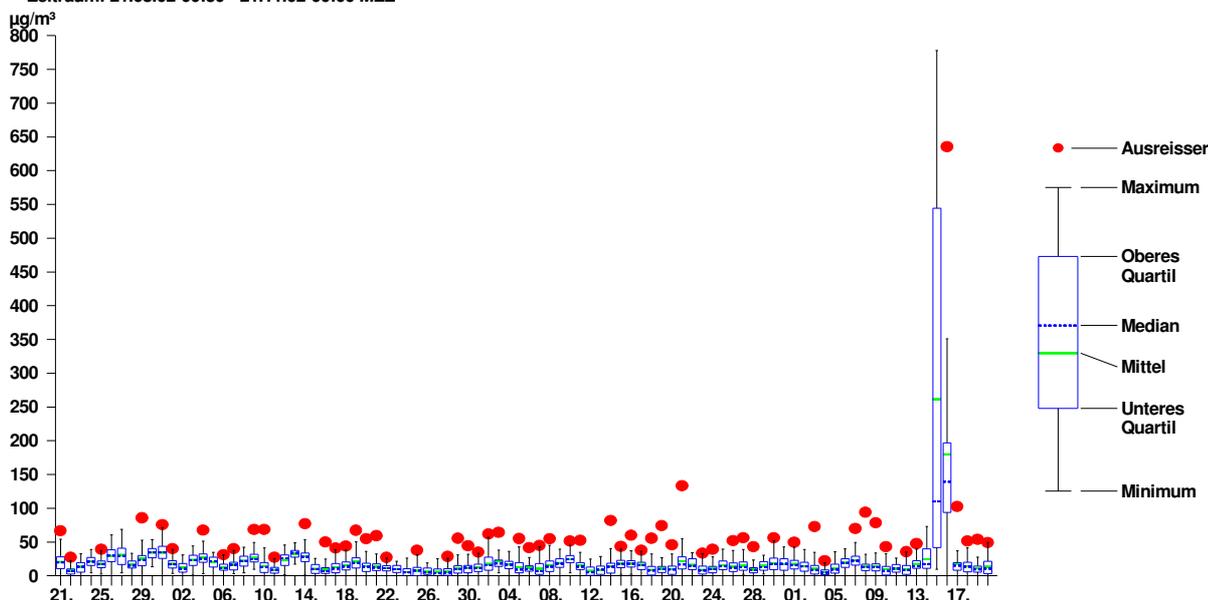
# Messergebnisse und Schadstoffverläufe

## 4.1.1 Schwebstaub (TSP)

| 21.08.2002 - 21.11.2002 | Messergebnisse Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Grenzwerte Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Gesetze, Normen, Empfehlungen             | % des Grenzwertes            |
|-------------------------|--|--|---|------------------------------|
| HMWmax                  | 151 (778)  |  |   |                              |
| Mtmax                   | 17 (64)  |  |   |                              |
| TMWmax                  | 35 (261)   | 150<br>120                                   | BGBl I Nr. 115/1997<br>Kurorterrichtlinie | 23 % (174 %)<br>29 % (217 %) |
| PMW                     | 12 (21)  |  |   |                              |

(In Klammer sind die Werte unter Berücksichtigung des 15. und 16.11.2002 angeführt)

Station: MOBILE 2 Messwert: STAUB R MW-Typ: HMW  
Zeitraum: 21.08.02-00:30 - 21.11.02-00:00 MEZ



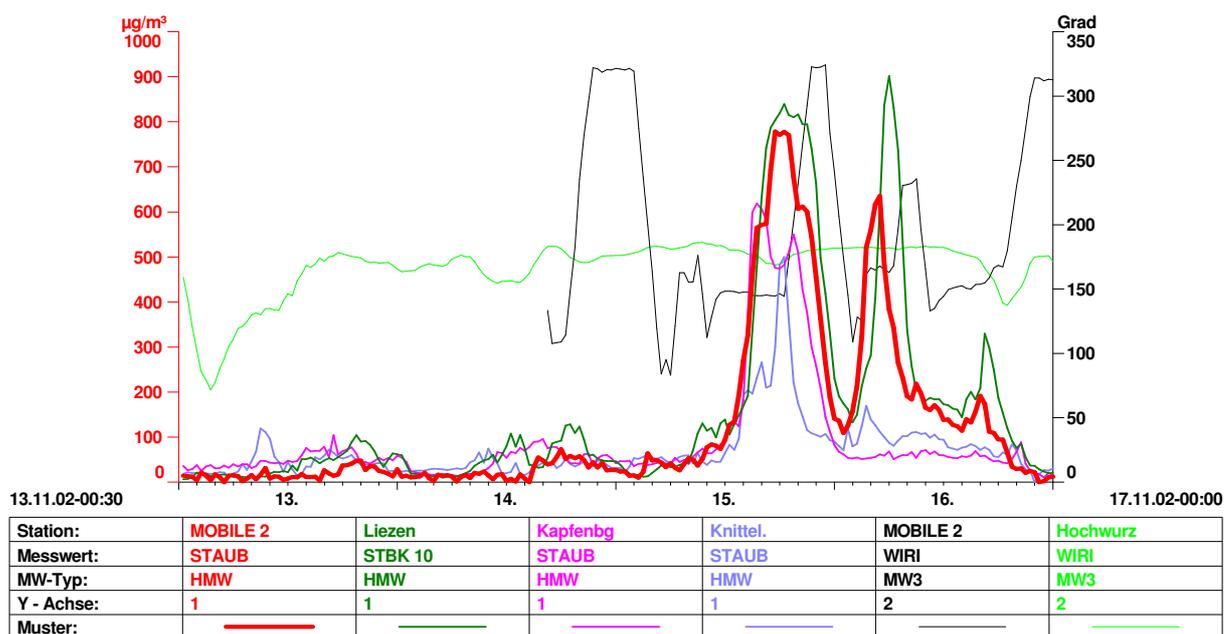
Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Die Luftgütemesspraxis zeigt aber auch, dass diffusen Emissionsquellen eine ganz 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.

Im Nahbereich von stark frequentierten Verkehrsträgern ist generell der Verkehr als dominanter Verursacher anzusehen, wobei Stäube als direkte Emissionen aus Verbrennungsvorgängen (z.B. Ruß, Dieselruß) oder als diffuse Emissionen (mechanischer Abrieb, Aufwirbelung) freigesetzt werden. Ein nicht unbeträchtlicher Teil der Staubimmissionen beruht auf der Umwandlung von Gasen ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , Ammoniak) in sekundäre Partikel (Nitrat, Sulfat, Ammonium).

Das Problem ist dabei vor allem die Quantifizierung der diffusen Emissionen und der Sekundärpartikel sowie die Abschätzung, welcher Teil der Staubimmissionen lokal verursacht wird bzw. als regionale Grundbelastung (natürlicher Hintergrund, verfrachtete anthropogene Emissionen) anzusehen ist.

2002 war die mobile Messstation noch nicht mit einer Feinstaub (PM10) - Erfassung ausgestattet. Für einen Standort wie beim Gemeindeamt können die erhobenen TSP-Werte aber etwa mit PM10 gleichgesetzt werden. Die Schwebstaub (TSP) - Konzentrationen bewegten sich am Messstandort in Hall bei Admont während der Messungen im Allgemeinen auf einem gleichbleibend niedrigen Niveau.

Eine auffallende Ausnahme stellten jedoch der 15. und 16. 11. 2002 dar, die extrem hohe Staubimmissionen aufwiesen. Diese sind auf den Eintrag von Saharastaub infolge eines Sturmereignisses in Nordafrika zurückzuführen, der sich vor allem in der westlichen und nördlichen Obersteiermark bemerkbar machte. In der nachfolgenden Abbildung sind die Konzentrationsverläufe für Schwebstaub an der mobilen Messstation in Hall bei Admont und an den Stationen Liezen, Knittelfeld und Kapfenberg dargestellt. Es zeigt sich, dass während einer mehrtägigen Phase mit einer südlichen Höhenströmung (aus dem Windrichtungsverlauf an der Station Hochwurz ersichtlich) an allen genannten Stationen ein markanter Konzentrationsanstieg am 15. 11. registriert wurde. An den Stationen in Hall und Liezen waren auch noch am Folgetag erhöhte Staubeinträge festzustellen, ehe sich wieder ein normales Konzentrationsniveau einstellte.

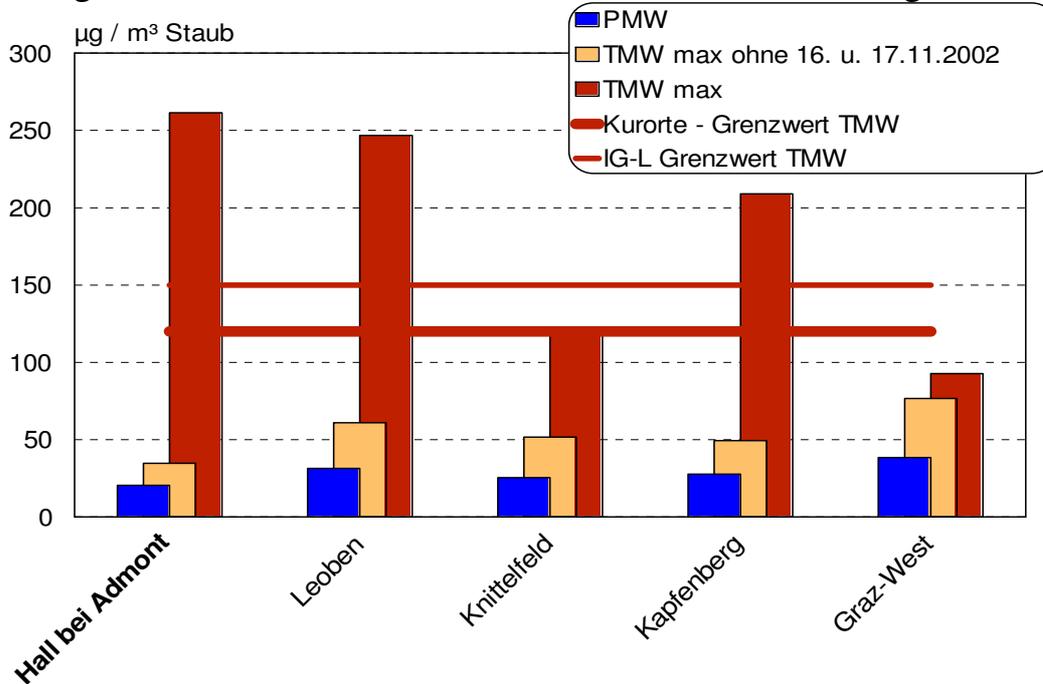


Dementsprechend wurden an diesen Tagen Überschreitungen der Grenzwerte für den maximalen Tagesmittelwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft und der Kurortrichtlinie festgestellt. Unter Ausschluss dieses vergleichsweise seltenen Ereignisses stellen sich die Verhältnisse jedoch bedeutend günstiger dar und die Konzentrationshöhen bleiben deutlich unter den Grenzwerten.

Im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen lagen die Staubkonzentrationen in Hall bei Admont hinsichtlich der Grundbelastung auf einem unterdurchschnittlichen Niveau. Den höchsten Tagesmittelwert betreffend ist unter Berücksichtigung der Aus-

nahmesituation von Mitte November die Belastungssituation ebenfalls als unterdurchschnittlich zu beurteilen.

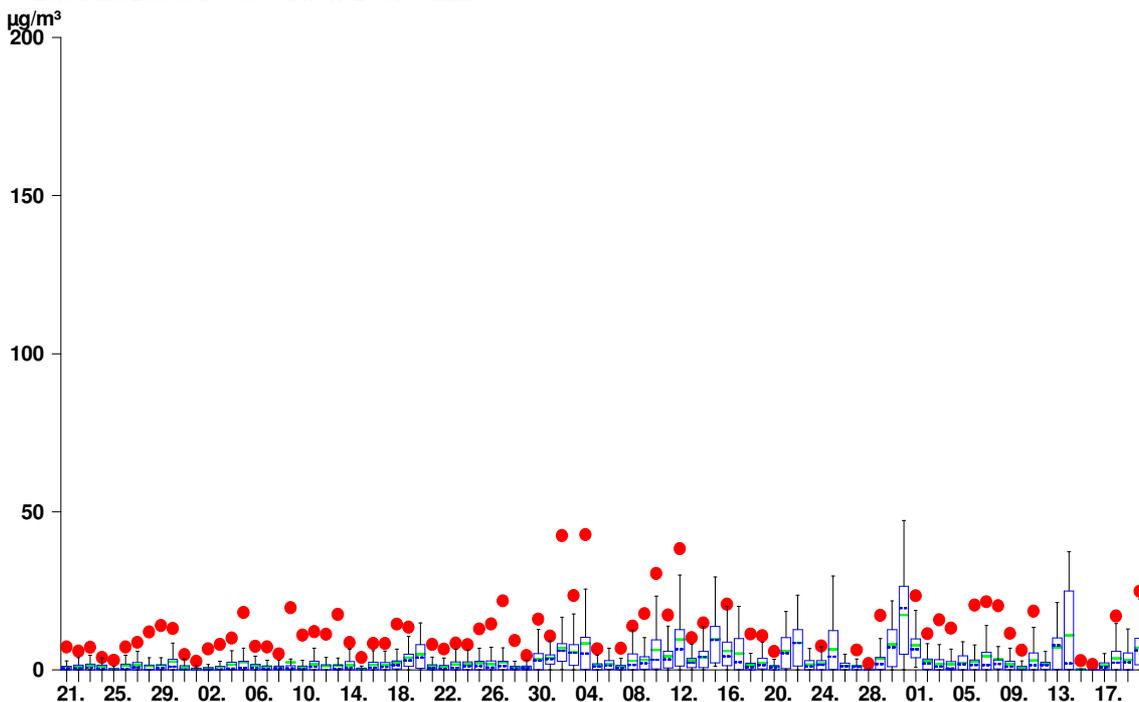
### Vergleich der Staubkonzentrationen während der Messungen 2002



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

### 4.1.2 Stickstoffmonoxid (NO)

Station: MOBILE 2 Messwert: NO MW-Typ: HMW  
 Zeitraum: 21.08.02-00:30 - 21.11.02-00:00 MEZ



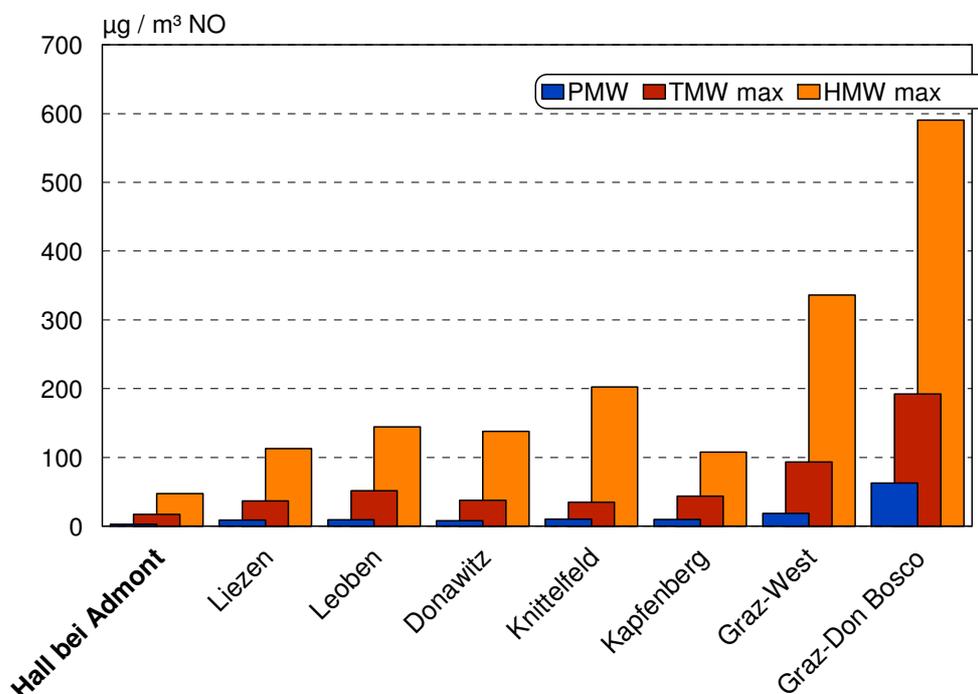
| 21.08.2002 -<br>21.11.2002 | Messergebnisse<br>NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Grenzwerte<br>NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Gesetze, Normen,<br>Empfehlungen | % des<br>Grenzwertes |
|----------------------------|--|--|----------------------------------|----------------------|
| HMWmax                     | 47   |  |                                  |                      |
| Mtmax                      | 14   |  |                                  |                      |
| TMWmax                     | 17   |  |                                  |                      |
| PMW                        | 3  |  |                                  |                      |

Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen ( $\text{NO}_x$ ) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei machte der NO-Anteil bis vor wenigen Jahren etwa 95% des  $\text{NO}_x$ -Ausstoßes aus. Durch den Einsatz von Oxidationskatalysatoren in modernen dieselbetriebenen Kraftfahrzeugen steigt der  $\text{NO}_2$ -Anteil im Abgas. Die Bildung von  $\text{NO}_2$  in der Atmosphäre erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff ( $\text{O}_2$ ) oder mit Ozon ( $\text{O}_3$ ) zu  $\text{NO}_2$  verbindet.

Für Stickstoffmonoxid existieren keine gesetzlichen Grenzwerte, da aus medizinischer Sicht  $\text{NO}_2$  der relevantere Schadstoff ist. Für Rückschlüsse auf mögliche Verursacher ist eine Betrachtung der NO-Verläufe jedoch sinnvoll.

Eine Gegenüberstellung der NO-Konzentrationen an steirischen Messstationen während des Messzeitraumes bestätigt eine geringe Belastungssituation mit deutlich unterdurchschnittlichen Werten am Messstandort in Hall bei Admont.

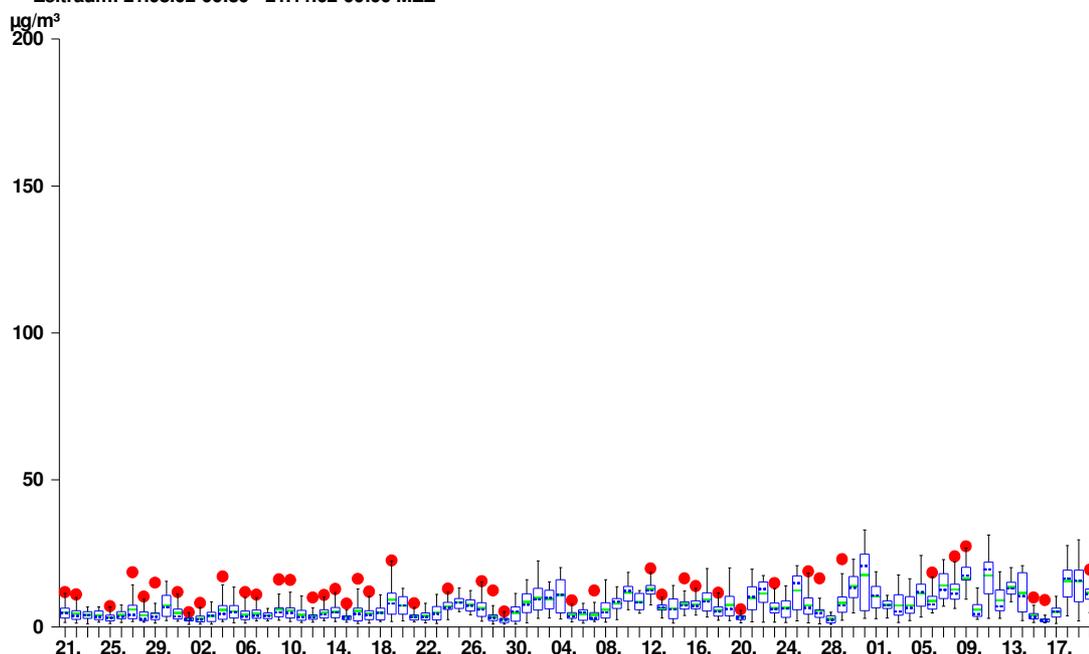
### Vergleich der NO-Konzentrationen während der Messungen 2002



### 4.1.3 Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

| 21.08.2002 - 21.11.2002 | Messergebnisse NO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte NO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen, Empfehlungen             | % des Grenzwertes |
|-------------------------|---|---|---|-------------------|
| HMWmax                  | 33  | 200<br>100                                      | BGBl I Nr. 115/1997<br>Kurorterrichtlinie | 16,5 %<br>33 %    |
| Mtmax                   | 6   |   |   |                   |
| TMWmax                  | 18  | 80<br>50  | BGBl I Nr. 115/1997<br>Kurorterrichtlinie | 22,5 %<br>36 %    |
| PMW                     | 7   |   |   |                   |

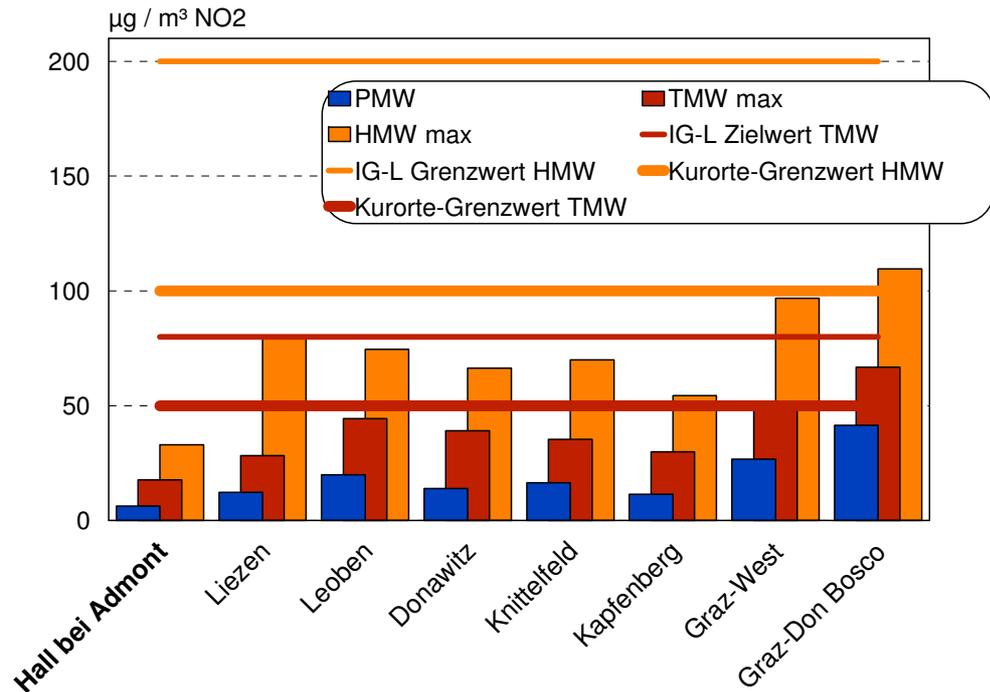
Station: MOBILE 2 Messwert: NO<sub>2</sub> MW-Typ: HMW  
Zeitraum: 21.08.02-00:30 - 21.11.02-00:00 MEZ



Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff Stickstoffmonoxid erläutert. Immissionsseitig stellt sich im Allgemeinen der Schadstoffgang beim Stickstoffdioxid ähnlich wie beim Stickstoffmonoxid dar.

Am Messstandort wurden während der Messungen 2002 keine Überschreitungen von Grenz- bzw. Zielwerten nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl I Nr. 115/1997) registriert. Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen sind die Belastungen als unterdurchschnittlich zu bewerten.

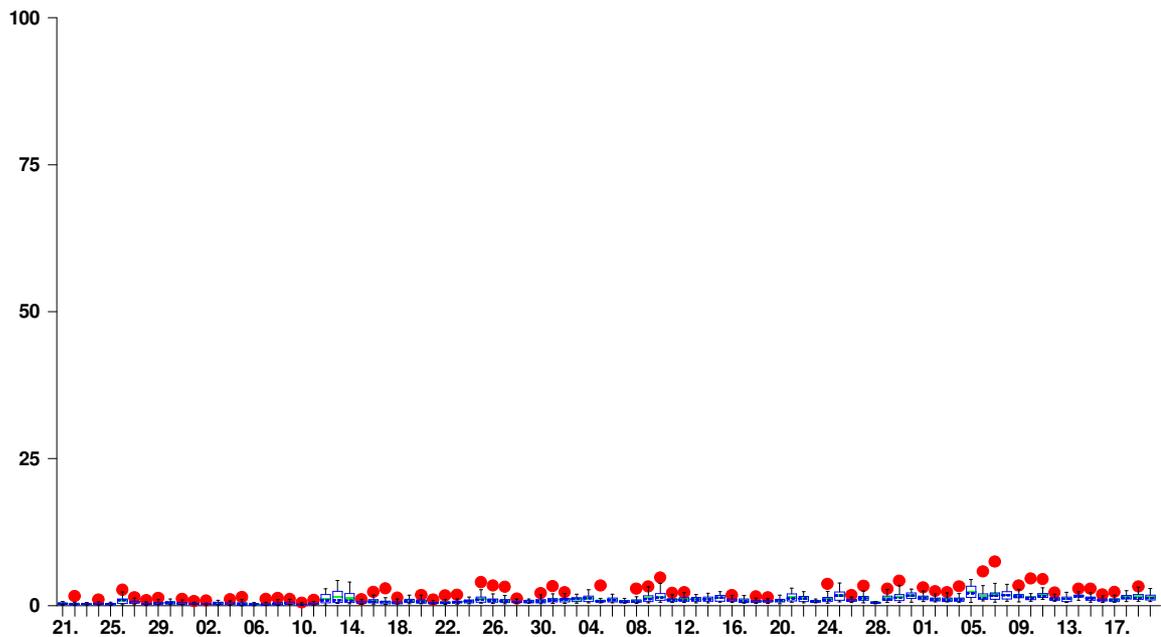
## Vergleich der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Messungen in 2002



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

### 4.1.4 Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

Station: MOBILE 2 Messwert: SO<sub>2</sub> MW-Typ: HMW  
 Zeitraum: 21.08.02-00:30 - 21.11.02-00:00 MEZ



| 21.08.2002 -<br>21.11.2002 | Messergebnisse<br>SO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte<br>SO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen,<br>Empfehlungen         | % des<br>Grenzwertes |
|----------------------------|--|--|--|----------------------|
| HMWmax                     | 7  | 200<br>100   | BGBl I Nr. 115/1997<br>Kurorterichlinie  | 3,5 %<br>7 %         |
| Mtmax                      | 2  |  |  |                      |
| TMWmax                     | 2  | 120<br>50  | BGBl I Nr. 115/1997<br>Kurorterichtlinie | 1,5 %<br>4 %         |
| PMW                        | 1  |  |  |                      |

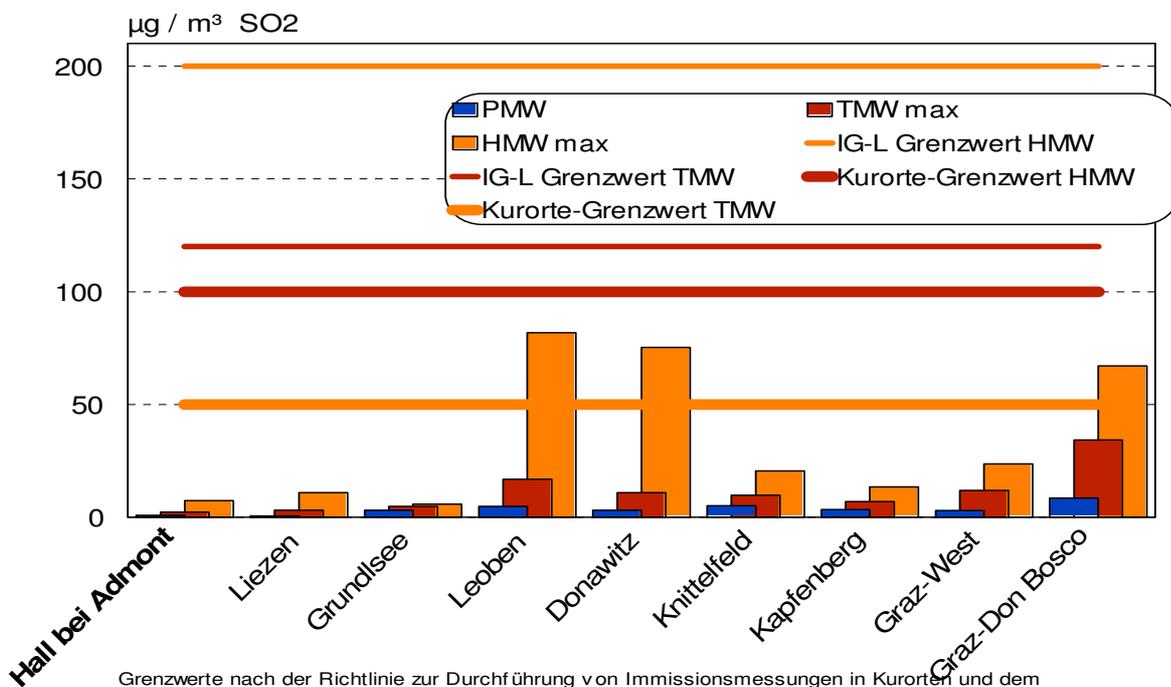
SO<sub>2</sub> wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt, Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit ungleich höher als im Sommer.

Die Schwefeldioxidkonzentrationen konnten in den letzten 20 Jahren durch diverse Maßnahmen (Hausbrandbereich, industrielle Emissionen, Schwefelreduktionen in Treib- und Brennstoffen) deutlich reduziert werden.

Bei den Messungen überschritten die maximalen Konzentrationen im Allgemeinen daher auch nicht 10% der Grenzwerte für das maximale Tagesmittel und das maximale Halbstundenmittel.

Auch im steiermarkweiten Vergleich stellten sich die Belastungen bei den Messungen 2002 erwartungsgemäß als unterdurchschnittlich dar.

### Vergleich der SO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Messungen 2002

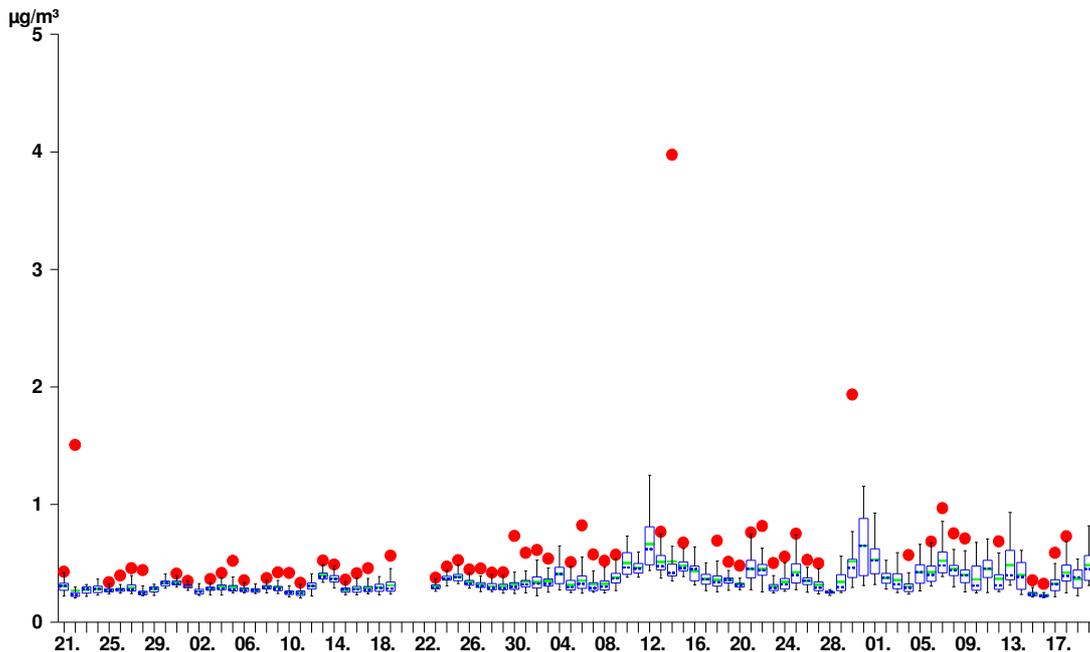


Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

#### 4.1.5 Kohlenmonoxid (CO)

| 21.08.2002 - 21.11.2002 | Messergebnisse CO in mg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte CO in mg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen, Empfehlungen              | % des Grenzwertes |
|-------------------------|--|------------------------------------|--|-------------------|
| HMWmax                  | 3,98                                   |                                    |  |                   |
| Mtmax                   | 0,35                                   |                                    |  |                   |
| MW8max                  | 0,95                                   | 10<br>5                            | BGBl. I Nr. 115/1997<br>Kurorterrichtlinie | 9 %<br>19 %       |
| TMWmax                  | 0,66                                   |                                    |  |                   |
| PMW                     | 0,36                                   |                                    |  |                   |

Station: MOBILE 2 Messwert: CO MW-Typ: HMW  
Zeitraum: 21.08.02-00:30 - 21.11.02-00:00 MEZ



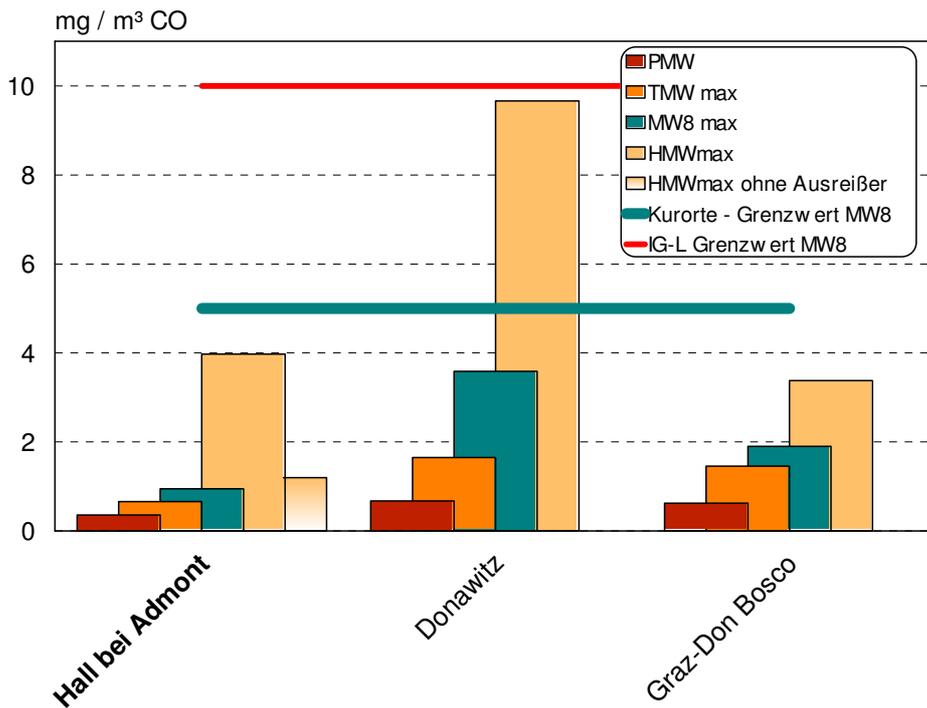
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der Kfz-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern jedoch im Allgemeinen stärker ab als bei den Stickstoffoxiden.

Die registrierten Konzentrationen blieben während der Messungen deutlich unter dem gesetzlichen Immissionsgrenzwerten der Kurorterrichtlinie und des Immissionsschutzgesetzes-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997).

Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden nur an einigen neuralgischen Punkten sowie an den beiden mobilen Messstationen erhoben.

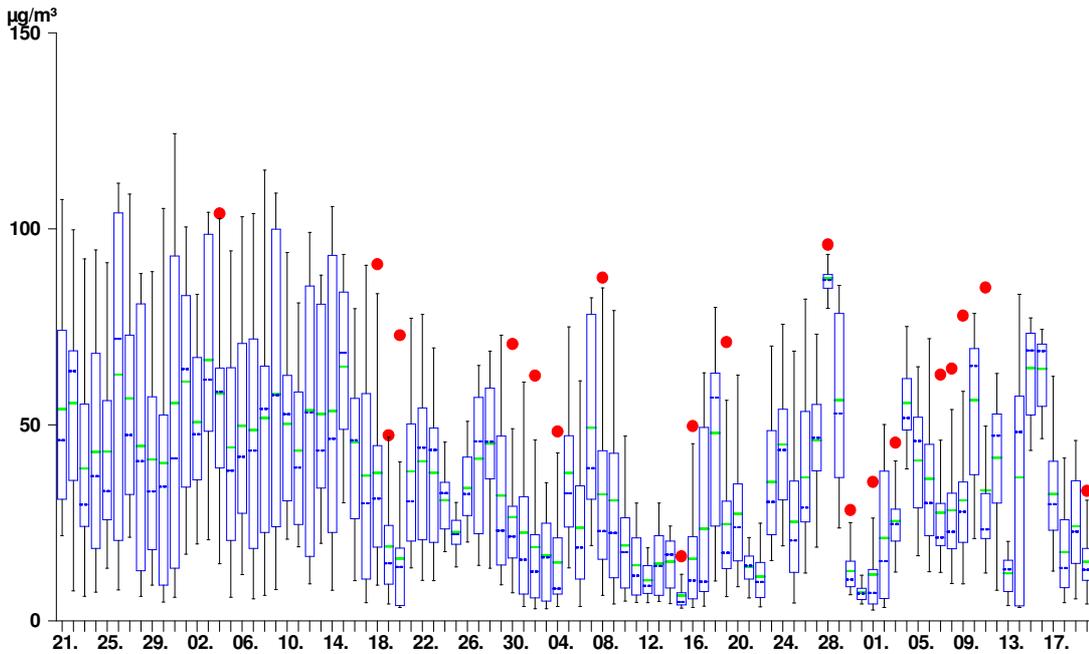
Die Ergebnisse der Immissionsmessungen weisen während der Messperiode beim Kohlenmonoxid im Vergleich zu den Fixmessstellen in Graz und in Donawitz speziell hinsichtlich der Grundbelastung unterdurchschnittliche Belastungen auf. Die drei markanten Ausreißer dürften auf kurzzeitige lokale Emissionen zurückzuführen sein. Die Maxima wurden daher in der folgenden Abbildung sowohl mit als auch ohne Ausreißer dargestellt.

## Vergleich der CO-Konzentrationen während der Messungen 2002



### 4.1.6 Ozon (O<sub>3</sub>)

Station: MOBILE 2 Messwert: O<sub>3</sub> MW-Typ: HMW  
 Zeitraum: 21.08.02-00:30 - 21.11.02-00:00 MEZ



| 21.08.2002 -<br>21.11.2002 | Messergebnisse<br>O <sub>3</sub> in µg/m <sup>3</sup> | Grenzwerte<br>O <sub>3</sub> in µg/m <sup>3</sup> | Gesetze, Normen,<br>Empfehlungen | % des<br>Grenzwertes |
|----------------------------|---|---|----------------------------------|----------------------|
| HMWmax                     | 124   |   |                                  |                      |
| Mtmax                      | 74  |   |                                  |                      |
| MW8max                     | 108   | 110   | BGBI. I Nr. 115/1997             | 98 %                 |
| TMWmax                     | 87  |   |                                  |                      |
| PMW                        | 37  |   |                                  |                      |

Die Ozonbildung in der bodennahen Atmosphäre erfolgt in der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit wesentlich stärker als in den Herbst- und Wintermonaten.

Ozon wird als vorwiegend sekundärer Luftschadstoff nur in sehr geringen Maß direkt freigesetzt, viel mehr bildet es sich auf luftchemischem Weg aus anderen luftfremden Stoffen. Eine wesentliche Rolle zur Ozonbildung kommt daher den Vorläuferstoffen 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.

Vereinfacht lässt sich die Ozonbildung so beschreiben, dass in einer ersten Reaktion Stickstoffdioxid unter Einwirkung der UV-Strahlung der Sonne in Stickstoffmonoxid und ein angeregtes Sauerstoffatom zerlegt wird (Photodissoziation).

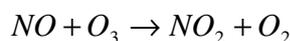


Das angeregte Sauerstoffatom vereinigt sich in der Folge mit dem in der Luft vorhandenen Sauerstoffmolekül zu Ozon.



In Reinluftgebieten erfolgt die Rückbildung eher langsam über Depositionsvorgänge und (in deutlich geringerem Maß) über neuerliche Photodissoziation.

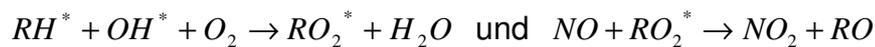
In Bereichen mit hoher Schadstoffbelastung wie z.B. in Ballungsgebieten reagiert das Ozon sehr rasch mit Stickstoffmonoxid (z.B. aus dem KFZ-Verkehr) und bildet Stickstoffdioxid und Sauerstoff.



Das bedeutet einerseits, dass die Ozonkonzentration gerade an Orten mit ansonsten schlechter Luftqualität (z.B. in Städten) tendenziell niedriger ist als in sogenannten Reinluftgebieten und andererseits, dass die Ozonbildung umso stärker ist, je mehr UV-Strahlung vorhanden ist.

Hohe Ozonkonzentrationen werden erreicht, wenn Kohlenwasserstoffe vorhanden sind. Diese können entweder durch menschliche Aktivitäten aber auch durch Pflanzen (z.B. Isoprene, Terpene aus Nadelwäldern) in die Atmosphäre gelangen. Diese Kohlenwasserstoffe werden durch freie OH-Radikale oxidiert, dabei entstehen sogenannte Per-

oxidradikale  $R-O-O^*$ . Diese können wiederum Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid oxidieren, wodurch der Ozonabbau verringert wird.

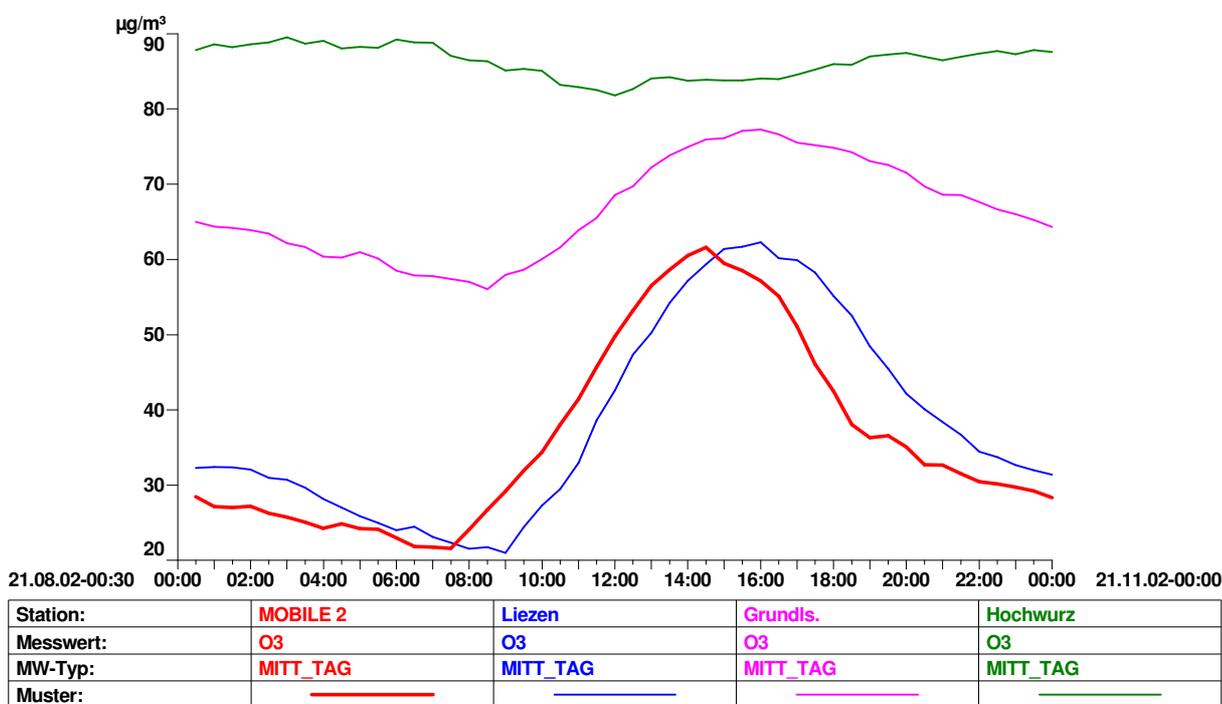


bzw.



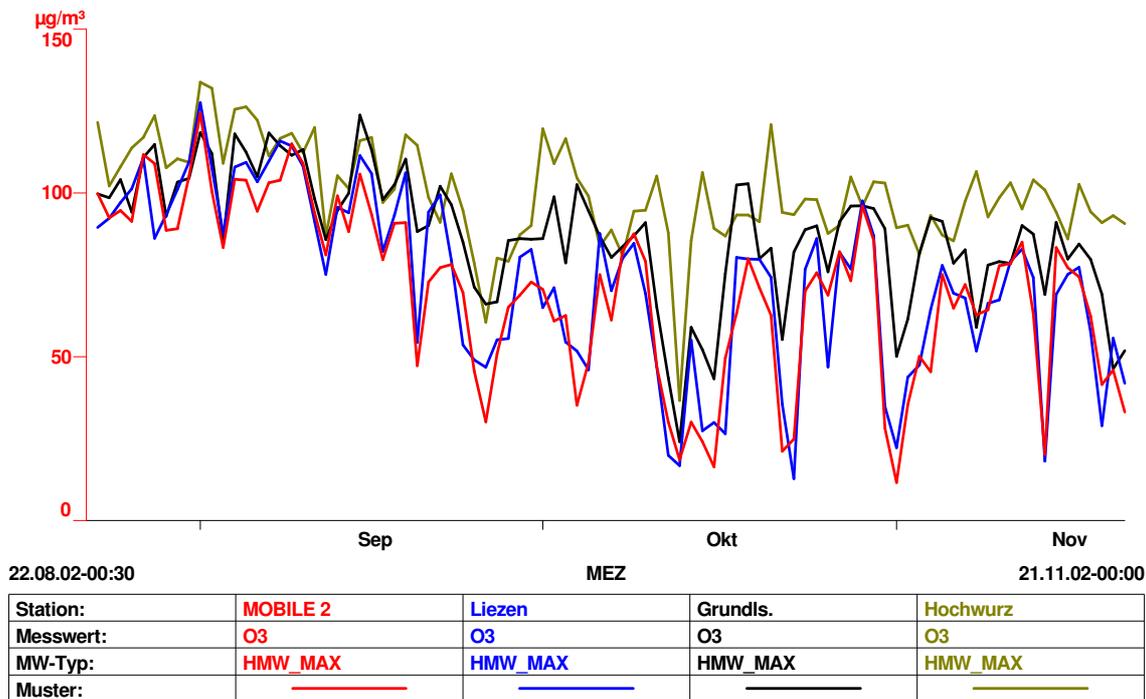
Das bedeutet, dass sich die Ozonspitzenkonzentrationen im Sommer in unterschiedlichen Höhen und Siedlungsstrukturen (Stadt – Peripherie) in vergleichbaren Größenordnungen bewegen, dass aber die Tagesschwankung je nach Standort extrem variiert.

Die folgende Abbildung des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Messstandort Hall bei Admont und der Stationen Liezen, Grundlsee und Hochwurzen dokumentiert die Schwankungsunterschiede. Die in dieser Abbildung sehr unterschiedlichen Mittagsmaxima sind jahreszeitlich bedingt und entsprechen nicht den für die Ozonsaison (Sommermonate) zu erwartenden Bedingungen.



Die Talstationen Hall und Liezen weisen einen für Tallagen typischen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsmaximum am Nachmittag auf. Der Tagesgang ist an der höher gelegenen Station Grundlsee schon deutlich schwächer und in noch größerer Höhenlage (Hochwurzen) tritt keine nächtliche Konzentrationsabsenkung mehr ein.

Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass sich die täglichen Ozonspitzenkonzentrationen in Hall bei Admont in den Sommermonaten im Allgemeinen etwa in der Größenordnung wie an den Messstellen Liezen, Grundlsee und Hochwurzen bewegen. Erst im Herbst machen sich die höhenbedingten Unterschiede auch in den Maxima stärker bemerkbar.



Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt sowohl entsprechend der Jahreszeiten zu Beginn der Messungen höhere Werte als in den Herbstmonaten als auch die zu erwartende Übereinstimmung mit den Witterungsverhältnissen. Bei strahlungsintensiven Hochdrucklagen wurden höhere Werte registriert als bei wolkenreichem Tiefdruckwetter. Im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen ergibt sich für den Messstandort in Hall bei Admont ein für Siedlungsgebiete leicht unterdurchschnittliches Belastungsniveau.

### Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Messungen 2002



## 4.2. Luftbelastungsindex

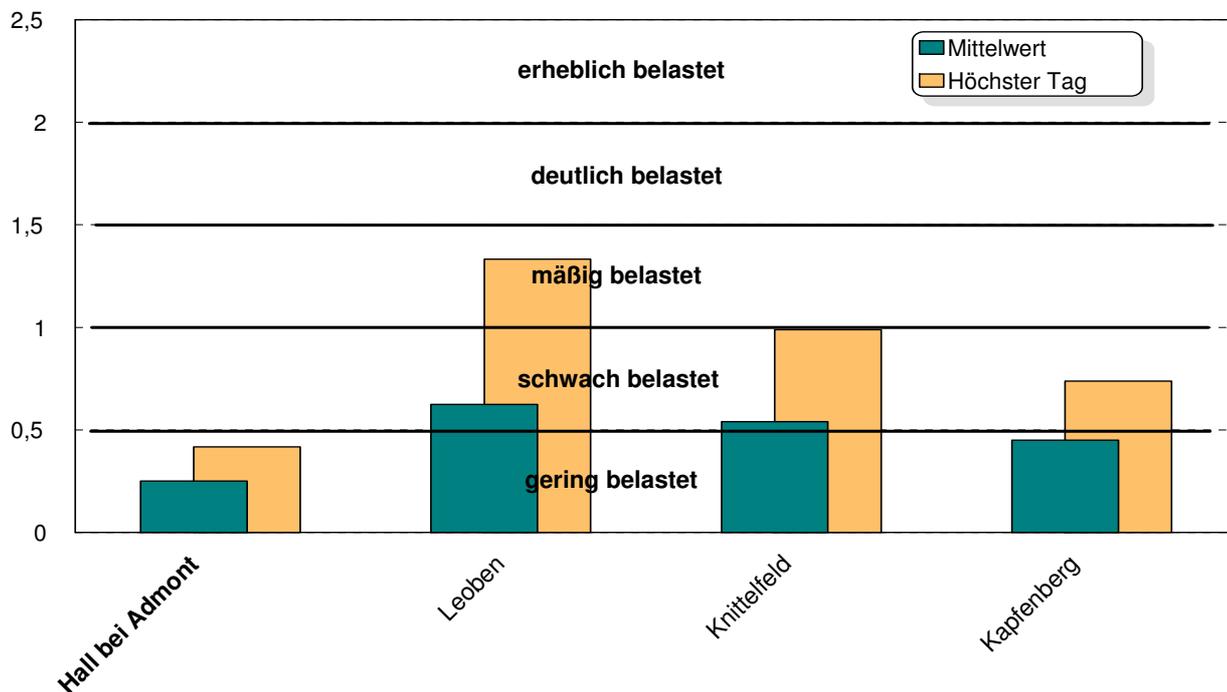
Eine relativ einfache Bewertungs- und Vergleichsmöglichkeit der Luftbelastung verschiedener Messstationen wird durch den Luftbelastungsindex ermöglicht.

Angelehnt an die von J. Baumüller (VDI-Kommission Luftreinhaltung 1988, S. 223 ff) vorgeschlagene Berechnungsmethode wurden die Tagesmittelwerte und maximalen Halbstundenmittelwerte der Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Schwebstaub in Verhältnis zum jeweiligen Grenzwert des Immissionsschutzgesetzes Luft 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.

In nachfolgender Abbildung wird der Luftbelastungsindex für den Messstandort in Hall bei Admont und weitere steirische Standorte für die Messung im Jahr 2002 dargestellt.

Demnach wiesen die lufthygienischen Verhältnisse im Bereich des Messstandortes im Vergleich mit weiteren steirischen Messstellen sowohl hinsichtlich des höchstbelasteten Tages als auch bei der Grundbelastung unterdurchschnittliche Werte auf.

**Luftbelastungsindex während der Messungen 2002**



## **5. Integrale Messungen**

### **5.1. Vorbemerkung**

Ergänzend zu den mobilen Immissionsmessungen wurde in Hall bei Admont auch ein integrales Messnetz betrieben. Integrale Messungen ermöglichen eine flächenhafte Analyse der Luftschadstoffbelastungen eines zu untersuchenden Gebietes. Sie bringen als Ergebnis jedoch längerzeitliche Mittelwerte, kurze Belastungsspitzen können nicht verfolgt werden. Sie sind u. a. auch in der Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ („Kurorterrichtlinie“), herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, für die flächenhafte Interpretation der Immissionsbelastung vorgeschrieben.

Für die Gesamtstaubdeposition wurde dabei in der vorliegenden Studie die Beurteilung der Immissionssituation nach dem Grenzwert vorgenommen, der in dieser Richtlinie festgelegt ist.

Für die Konzentrationsmessungen für Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid ist ein direkter Vergleich mit den Kurortegrenzwerten nicht möglich. Hier gilt es vor allem nachzuweisen, dass der Standort der mobilen Messstation tatsächlich ein potentielleres Immissionsmaximum darstellt. Zudem ist eine grobe Beurteilung über die Jahresmittelgrenzwerte des Immissionsschutzgesetzes - Luft möglich.

### **5.2. Das Messnetz**

Für die integralen Messungen werden in der Kurorterrichtlinie die therapeutischen Bereiche, das Ortszentrum sowie das potentielle Immissionsmaximum als verpflichtende Probenahmepunkte genannt. Darüber hinaus sollte eine möglichst flächendeckende Erfassung des Untersuchungsgebietes erfolgen.

Bei den Auswertungen der Ergebnisse der bereits einleitend beschriebenen 6 Messpunkte wurden die 13 Messperioden folgendermaßen zusammengefasst:

|               |  |
|---------------|--|
| Sommersaison: | 26.08.2002 - 23.09.2002 (1. Messperiode)       |
|               | 10.04.2003 – 03.09.2003 (9. - 13. Messperiode) |
| Wintersaison: | 23.09.2002 - 10.04. 2003 (2. - 8. Messperiode) |

### **5.3. Messmethodik**

#### **5.3.1 Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren**

Ziel der Staubniederschlagsmessung ist es, die in einer bestimmten Zeit aus der Atmosphäre ausfallende Menge fester und flüssiger Substanz - mit Ausnahme des Wasseranteiles - zu erfassen.

Die Staubbmessung erfolgt nach dem "Bergerhoff-Verfahren". Dabei wird ein oben offenes Kunststoffgefäß auf einem etwa 1,5 m hohen Ständer angebracht. Der sich absetzende Staub und der Niederschlag (Regenwasser, Schnee) werden in diesem Gefäß

über eine Dauer von 28 Tagen gesammelt. Danach werden der Staubbiederschlag und das Wasser in einer gewogenen Schale zur Trockene eingedampft und als Gesamtstaubbiederschlag gewogen. Das Ergebnis wird auf einen Tag und 1 m<sup>2</sup> Fläche bezogen.

### **5.3.2 Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit Badge-Sammlern**

Die Grundlagen der Badge-Sammler-Methode stammen von Palmes und Gunnison aus dem Jahr 1976. Weiterentwickelt wurde die Methode von H. Puxbaum und B. Brantner am Institut für Analytische Chemie der TU Wien.

Das Prinzip der verwendeten Badge-Sammler beruht auf einer Diffusion von SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, HCl und HNO<sub>3</sub>, also von sauren Gasen, zu einem absorbierenden Medium (häufig wird Triethanolamin verwendet). Die Menge des absorbierten Schadstoffes ist proportional zur Umgebungskonzentration an der Messstelle. Nach Beendigung der Messung werden die zu untersuchenden Substanzen extrahiert und anschließend ionenchromatographisch bestimmt und quantifiziert.

Die verwendeten Badge-Sammler bestehen aus einem Plastikzylinder mit einem Durchmesser von 4 cm und einer Höhe von 1 cm, versehen mit einer Aufhängevorrichtung. Die Rückseite ist fest verschlossen, während sich auf der Vorderseite eine entfernbare Schutzkappe befindet. Im Inneren ist ein Stahlnetz befestigt, das mit dem absorbierenden Medium imprägniert ist und durch eine Membran vor Verschmutzungen geschützt ist.

Zu Beginn der Messung wird die Schutzkappe entfernt und der Sammler exponiert. Am Ende der Messung wird der Sammler wieder verschlossen und kann bis zur Aufarbeitung kühl gelagert werden. Exponiert werden die Sammler auf ca. 1,5 m hohen Stangen. Vor Witterungseinflüssen werden sie durch Glocken geschützt. Die Expositionszeit beträgt ca. vier Wochen. Da die Menge der absorbierten Probe durch Diffusion an das Absorptionsmittel gelangt, kann über die Diffusionsgleichung der Mittelwert der Konzentration über die Messdauer bestimmt werden. Die erhaltenen Werte haben die gleiche Dimension (µg/m<sup>3</sup>) wie jene, die von kontinuierlichen Messstationen erhalten werden, stellen jedoch Messperiodenmittelwerte dar und können somit nicht zur Beschreibung kurzzeitiger Spitzen herangezogen werden. Der Sinn liegt in der flächenhaften Abschätzung der Immissionssituation und in der Bestimmung längerfristiger Trends.

## **5.4. Beurteilungsgrundlagen**

Für die Beurteilung der Luftqualität in Hall werden das Immissionsschutzgesetz-Luft und die Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ herangezogen. Diese Richtlinie wurde 1997 vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie herausgegeben, da weder das Bundesgesetz vom 2. Dezember 1958 über natürliche Heilvorkommen und Kurorte (BGBl. Nr. 272/1958) noch die ausführenden Landesgesetze (Stmk. Heilvorkommen- und Kurortegesetz, LGBl. Nr. 161/1962) Grenzwerte für Luftschadstoffimmissionen vorgeben.

Zwar liefern die Messungen mittels Badge-Sammler Konzentrationsangaben, diese sind aber als Mittelwert über die Messperiode (in der Regel 28 Tage) zu verstehen und können daher nicht direkt mit den obenstehenden Grenzwerten verglichen werden. Sehr wohl ist allerdings eine Beurteilung anhand der Jahresmittelgrenzwerte des IG-L möglich.

## 5.5. Darstellung der Messergebnisse

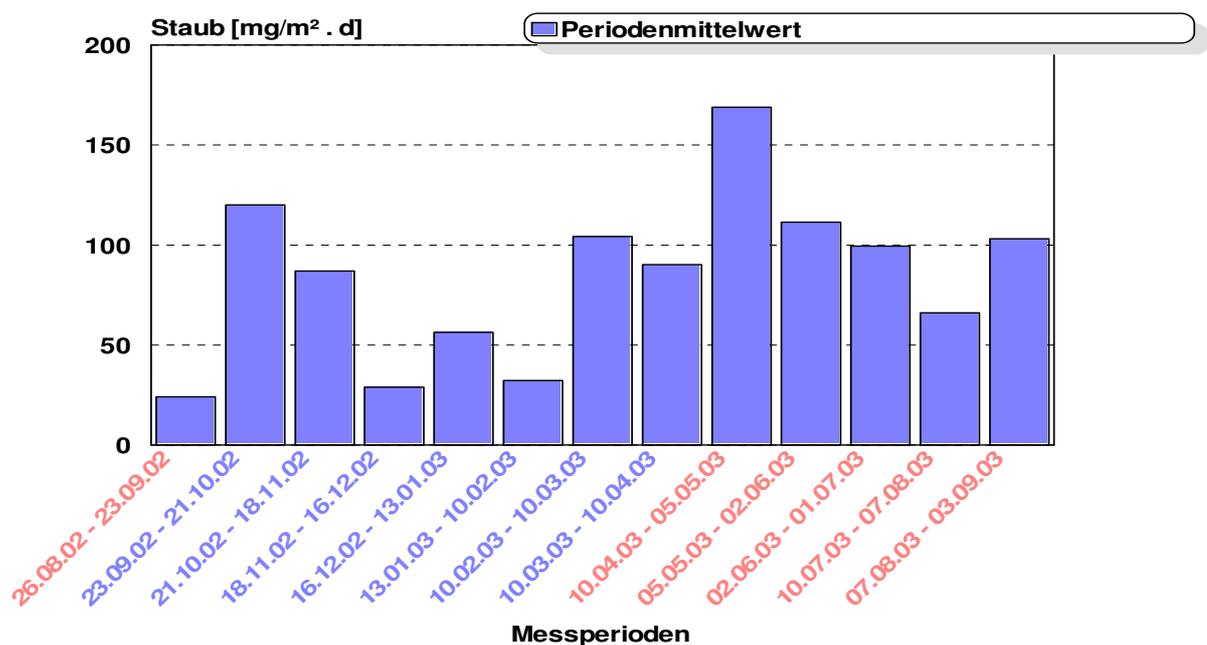
### 5.5.1 Gesamtstaubdeposition

*Zeitverlauf der Staubdeposition (in mg/m<sup>2</sup> . d)*

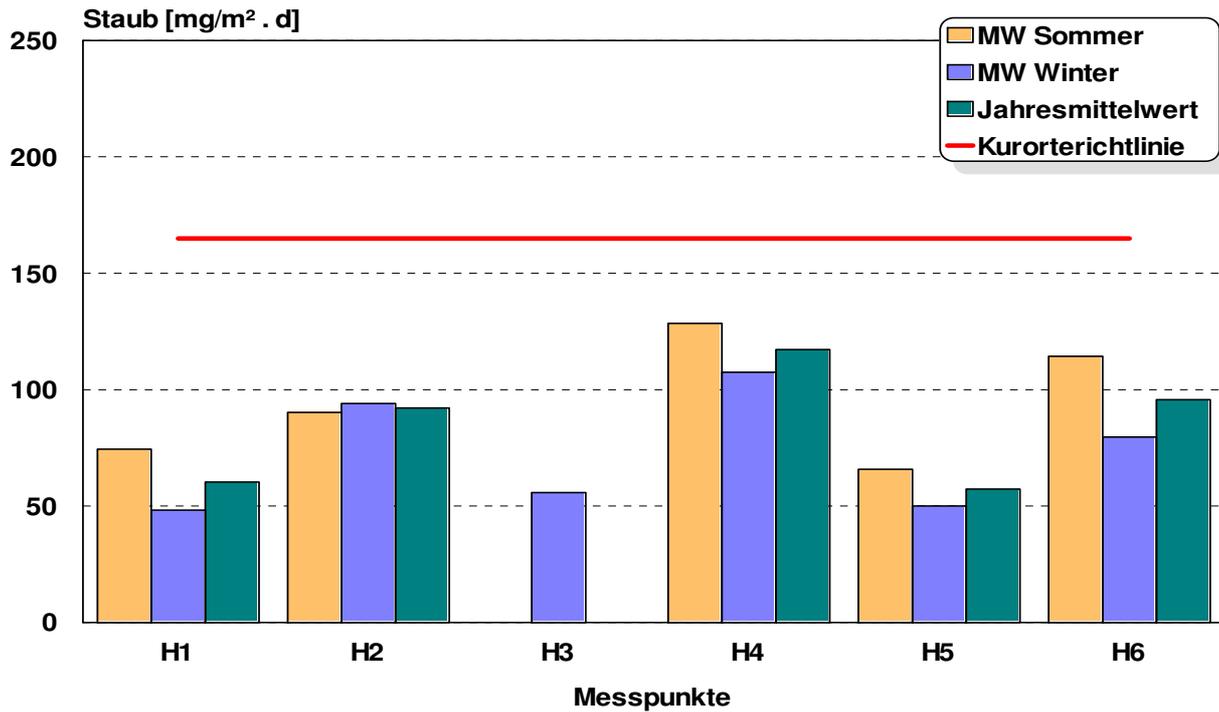
| Messperioden               | H 1       | H 2       | H 3       | H 4        | H 5       | H 6       | Periodenmittelwert |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|--------------------|
| 26.08.2002 - 23.09.2002    | 25        | 11        | *         | 8          | 18        | 57        | 24                 |
| 23.09.2002 - 21.10.2002    | 133       | 43        | *         | 74         | 176       | 174       | 120                |
| 21.10.2002 - 18.11.2002    | 61        | 86        | *         | 109        | 80        | 99        | 87                 |
| 18.11.2002 - 16.12.2002    | 15        |           | 33        | 58         | 6         | 33        | 29                 |
| 16.12.2002 - 13.01.2003    | 2         | 41        | *         | 222        | 3         | 14        | 56                 |
| 13.01.2003 - 10.02.2003    | 22        | 70        | 26        | 35         | 13        | 27        | 32                 |
| 10.02.2003 - 10.03.2003    | 19        | 217       | 108       | 142        | 38        | 101       | 104                |
| 13.03.2003 - 10.04.2003    | 86        | 108       | *         | 113        | 34        | 110       | 90                 |
| 10.04.2003 - 05.05.2003    | 153       | 139       | *         | 242        | 127       | 184       | 169                |
| 05.05.2003 - 02.06.2003    | 80        | 116       | *         | 149        | 94        | 119       | 111                |
| 02.06.2003 - 01.07.2003    | 50        | 146       | *         | 125        | 40        | 136       | 99                 |
| 01.07.2003 - 07.08.2003    | 52        | 57        | *         | 98         | 53        | 72        | 66                 |
| 07.08.2003 - 03.09.2003    | 87        | 72        | 129       | 149        | 63        | 118       | 103                |
| <b>Messpunktmittelwert</b> | <b>60</b> | <b>92</b> | <b>74</b> | <b>117</b> | <b>57</b> | <b>96</b> |                    |

\* am Messpunkt H3 war der Staubsammelbehälter immer wieder verschmutzt bzw. war in einem Fall die ganze Messeinrichtung verschwunden

*Jahresgang der Staubbelastung*



### Jahresmittelwert in Relation zum Grenzwert der „Kurorterrichtlinie“

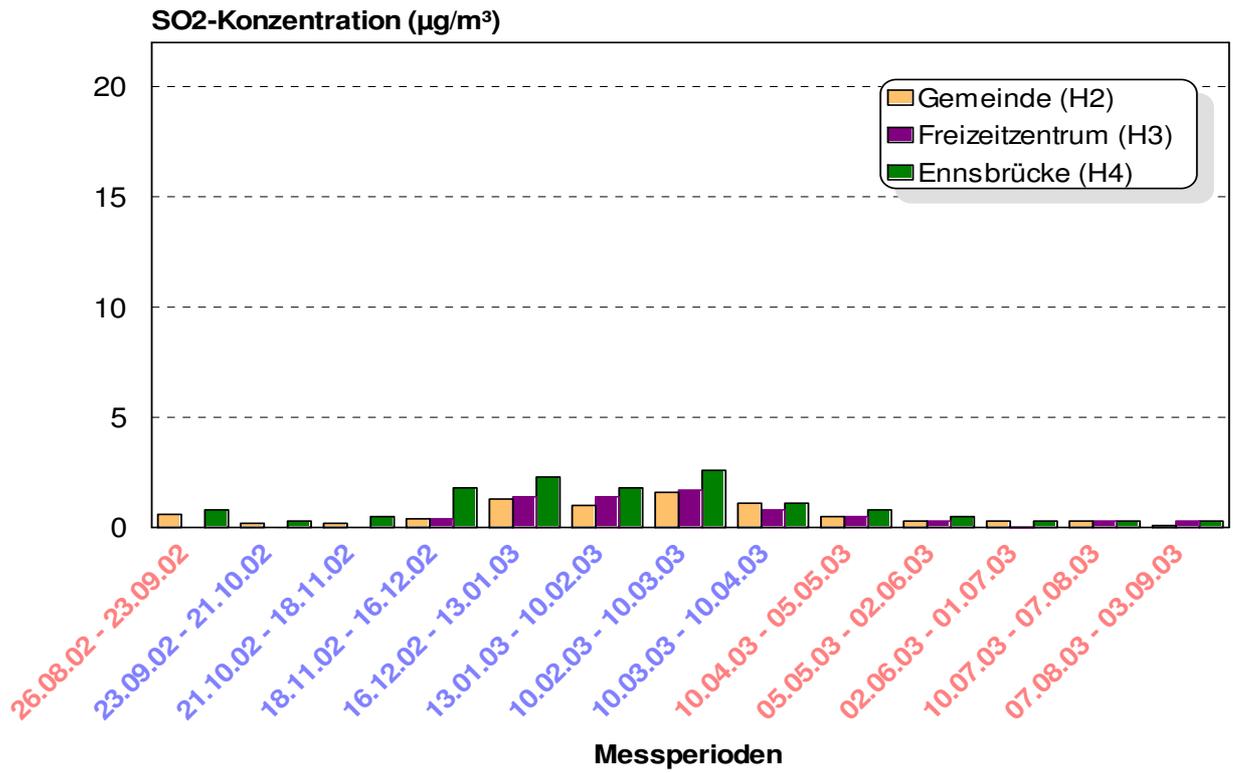


### 5.5.2 Konzentrationsmessungen

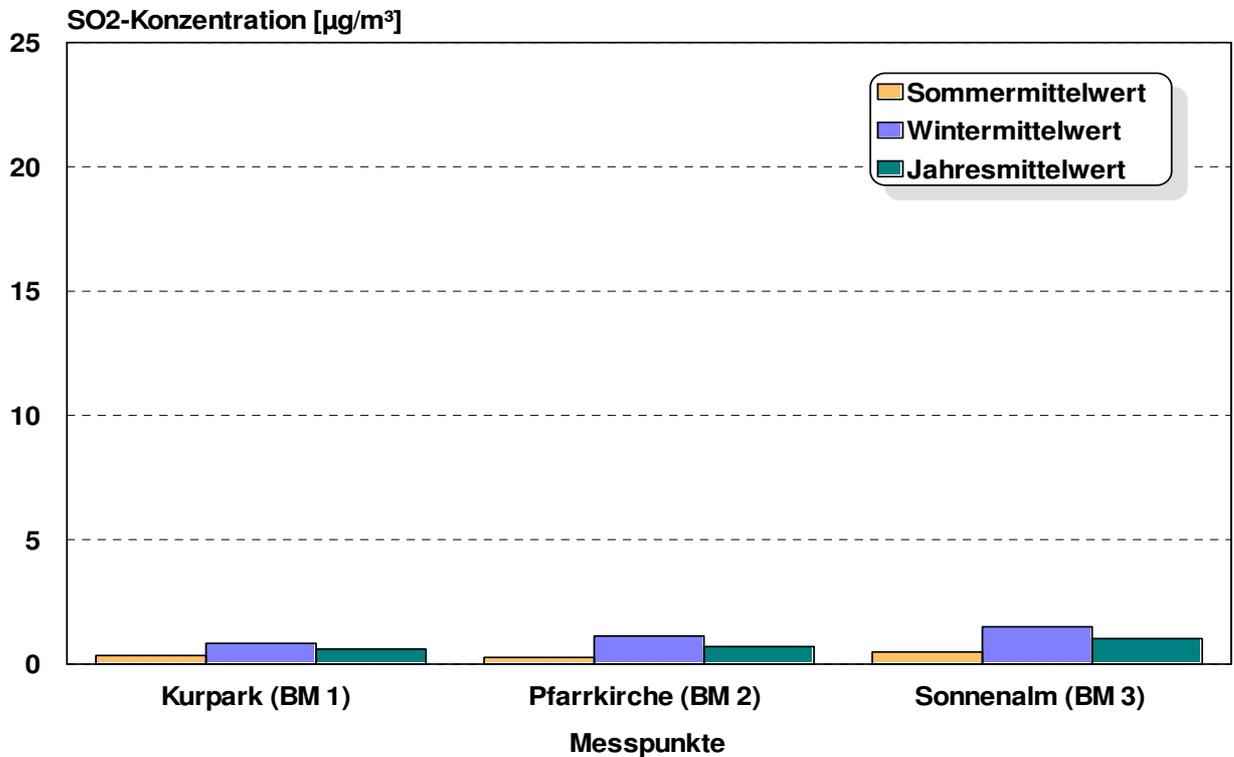
#### Zeitverlauf der Schwefeldioxid-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

| SO <sub>2</sub>            | H 2        | H 3        | H 4        | Perioden-<br>mittelwert |
|----------------------------|------------|------------|------------|-------------------------|
| 26.08.2002 - 23.09.2002    | 0,6        |            | 0,8        | <b>0,7</b>              |
| 23.09.2002 - 21.10.2002    | 0,2        |            | 0,3        | <b>0,3</b>              |
| 21.10.2002 - 18.11.2002    | 0,2        |            | 0,5        | <b>0,4</b>              |
| 18.11.2002 - 16.12.2002    | 0,4        | 0,4        | 1,8        | <b>0,9</b>              |
| 16.12.2002 - 13.01.2003    | 1,3        | 1,4        | 2,3        | <b>1,7</b>              |
| 13.01.2003 - 10.02.2003    | 1,0        | 1,4        | 1,8        | <b>1,4</b>              |
| 10.02.2003 - 10.03.2003    | 1,6        | 1,7        | 2,6        | <b>2,0</b>              |
| 13.03.2003 - 10.04.2003    | 1,1        | 0,8        | 1,1        | <b>1,0</b>              |
| 10.04.2003 - 05.05.2003    | 0,5        | 0,5        | 0,8        | <b>0,6</b>              |
| 05.05.2003 - 02.06.2003    | 0,3        | 0,3        | 0,5        | <b>0,4</b>              |
| 02.06.2003 - 01-07-2003    | 0,3        | 0,0        | 0,3        | <b>0,2</b>              |
| 01.07.2003 - 07.08.2003    | 0,3        | 0,3        | 0,3        | <b>0,3</b>              |
| 07.08.2003 - 03.09.2003    | 0,1        | 0,3        | 0,3        | <b>0,2</b>              |
| <b>Messpunktmittelwert</b> | <b>0,6</b> | <b>0,7</b> | <b>1,0</b> |                         |

### SO<sub>2</sub>-Messperiodenmittelwerte



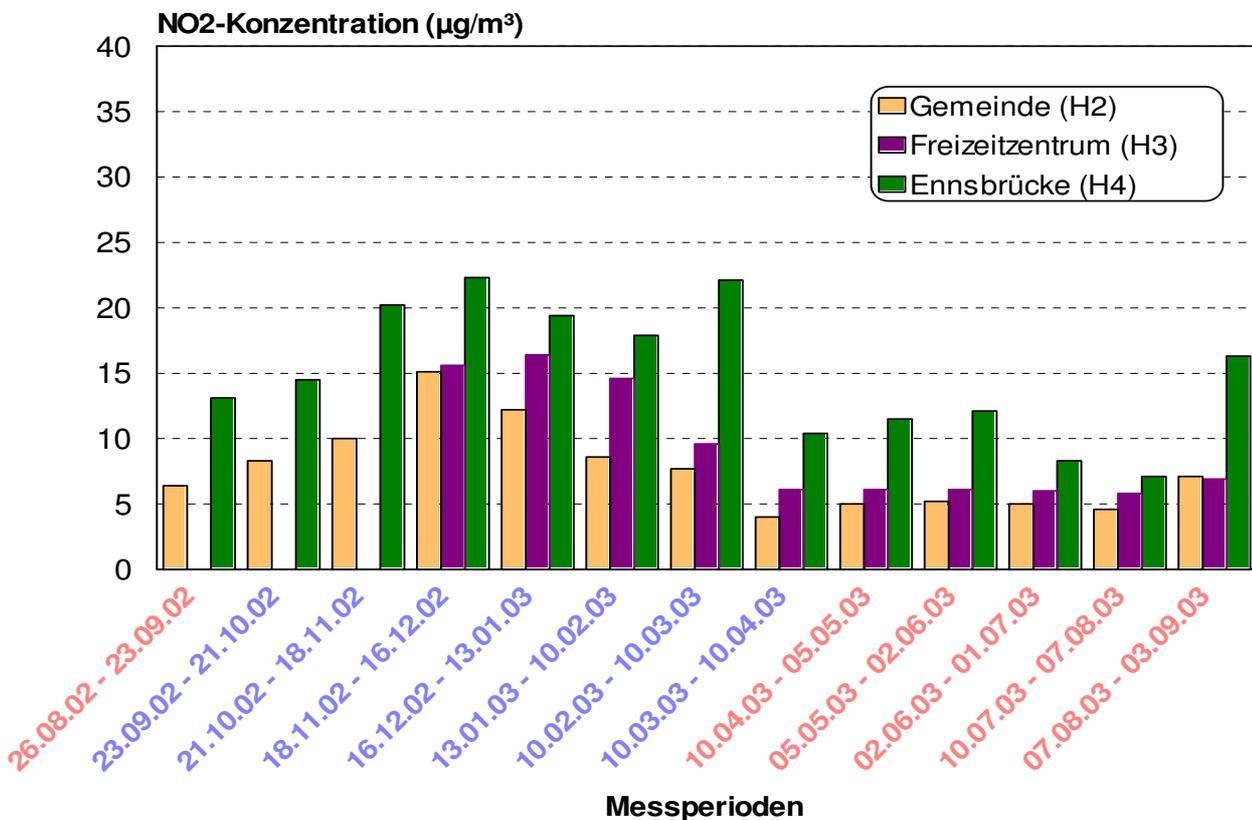
### Mittlere SO<sub>2</sub>-Konzentration



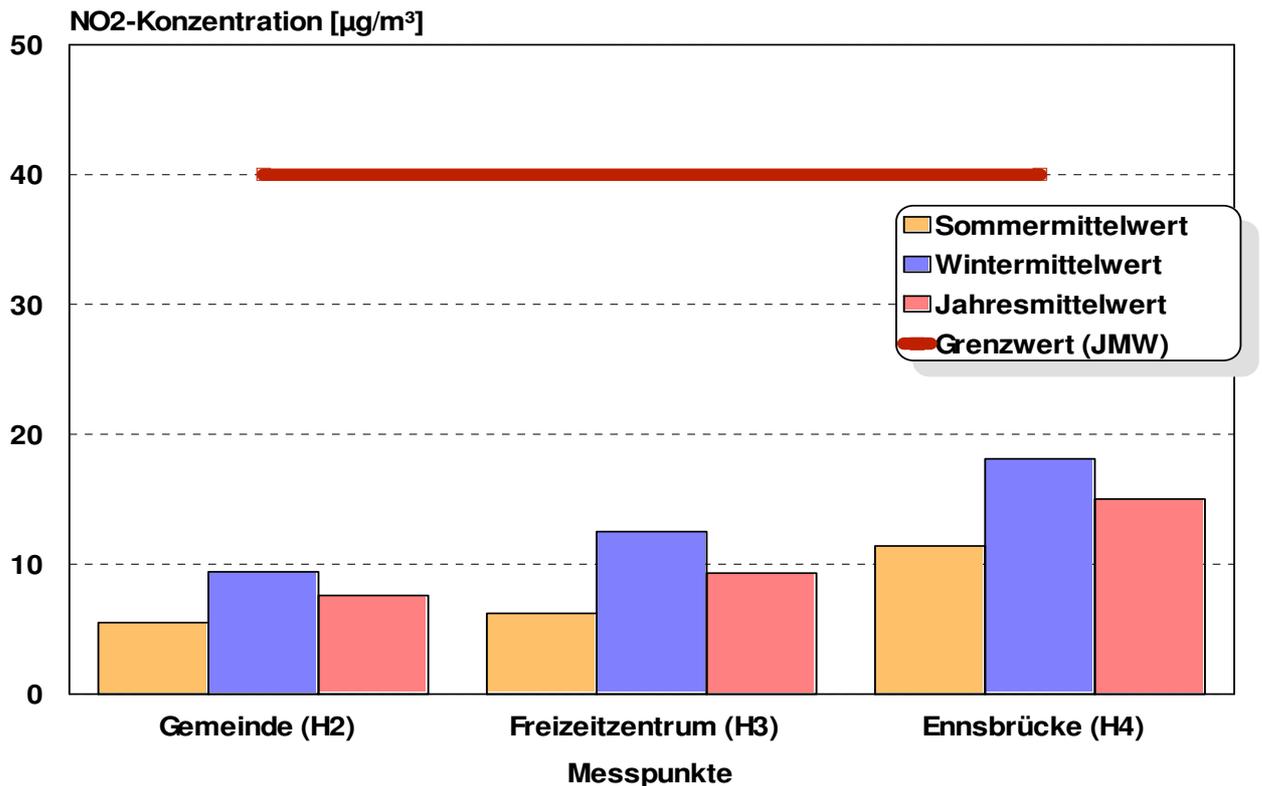
**Zeitverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentrationen  
(Messperiodenmittelwert in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

| NO <sub>2</sub>            | H 2        | H 3        | H 4         | Perioden-<br>mittelwert |
|----------------------------|------------|------------|-------------|-------------------------|
| 26.08.2002 - 23.09.2002    | 6,4        |            | 13,1        | <b>9,8</b>              |
| 23.09.2002 - 21.10.2002    | 8,3        |            | 14,5        | <b>11,4</b>             |
| 21.10.2002 - 18.11.2002    | 10,0       |            | 20,2        | <b>15,1</b>             |
| 18.11.2002 - 16.12.2002    | 15,1       | 15,6       | 22,3        | <b>17,7</b>             |
| 16.12.2002 - 13.01.2003    | 12,2       | 16,4       | 19,4        | <b>16,0</b>             |
| 13.01.2003 - 10.02.2003    | 8,6        | 14,6       | 17,9        | <b>13,7</b>             |
| 10.02.2003 - 10.03.2003    | 7,7        | 9,6        | 22,1        | <b>13,1</b>             |
| 13.03.2003 - 10.04.2003    | 4,0        | 6,1        | 10,4        | <b>6,8</b>              |
| 10.04.2003 - 05.05.2003    | 5,0        | 6,1        | 11,5        | <b>7,6</b>              |
| 05.05.2003 - 02.06.2003    | 5,2        | 6,1        | 12,1        | <b>7,8</b>              |
| 02.06.2003 - 01.07.2003    | 5,0        | 6,0        | 8,3         | <b>6,4</b>              |
| 01.07.2003 - 07.08.2003    | 4,6        | 5,8        | 7,1         | <b>5,8</b>              |
| 07.08.2003 - 03.09.2003    | 7,1        | 6,9        | 16,3        | <b>10,1</b>             |
| <b>Messpunktmittelwert</b> | <b>7,6</b> | <b>9,3</b> | <b>15,0</b> |                         |

**NO<sub>2</sub>-Messperiodenmittelwerte**



## Mittlere NO<sub>2</sub>-Konzentration in Relation zum Jahresmittelgrenzwert gemäß IG-L



### 5.6. Zusammenfassende Beurteilung

Integrale Messnetze sind in der Lage, langfristige Luftschadstoff-Belastungen von Gebieten zu erkennen und lokale Unterschiede aufzuzeigen. Kurzzeitige Belastungsspitzen können nicht verfolgt werden.

Die Depositionsmessungen (Gesamtstaub) liefern als Ergebnisse keine Konzentrationsangaben, wie sie etwa von automatischen Messstationen erhalten werden, und sind mit diesen auch nicht direkt vergleichbar.

Der Jahresgang der Gesamtstaubbelastung zeigte, dass die Staubdeposition im Frühjahr und Sommer teils deutlich höher war als in den Herbst- und Wintermonaten.

Die Staubimmissionen lagen im Jahresmittel im Bereich zwischen 57 und 117 mg/m<sup>2</sup>.d, wobei der höchste Jahresmittelwert am Messpunkt H4 (Ennsbrückenkreuzung) registriert wurde, wofür Staubaufwirbelungen durch den Straßenverkehr ausschlaggebend sein dürften. Die Jahresmittelwerte blieben an allen Messpunkten unter dem in der Kurortrichtlinie vorgeschriebenen Grenzwert von 165 mg/m<sup>2</sup>.d.

Die Konzentrationsmessungen von Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid ergaben erwartungsgemäß während der kalten Jahreszeit höhere Konzentrationen als im Sommer. Dies ist aufgrund der immissionsklimatischen Ungunst des Winterhalbjahres - verstärkte Inversionsbereitschaft und dementsprechend schlechtere Ausbreitungsbedingungen - und der v.a. heizungsbedingt erhöhten Emissionen aber zu erwarten.

Integrale Konzentrationsmessergebnisse können als Langzeitmittelwerte nicht direkt mit den Grenzwerten der „Kurortrichtlinie“ oder des IG-L verglichen werden, die als Halbstunden- und Tagesmittelwerte festgelegt sind.

Im Vergleich zum Jahresmittelgrenzwert für Stickstoffdioxid des Immissionsschutzgesetzes-Luft, der 2003 mit  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgelegt war, lag die höchstbelastete Station H4 (Ennsbrückenkreuzung) unter 40% dieses Wertes.

Die gemessenen Schwefeldioxidwerte können generell als sehr niedrig bezeichnet werden. Eine grobe Vergleichsmöglichkeit bietet der Jahresmittelwert zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation der Immissionsgrenzwerte-Verordnung zum IG-L (BGBl.II Nr.298/2001), der allerdings für eine andere Fragestellung festgelegt ist. Die registrierten Konzentrationen überschritten an allen Messstellen die 5%-Marke dieses Grenzwertes von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht.

Zusammenfassend ergaben die integralen Immissionsmessungen von August 2002 bis September 2003, dass die lufthygienischen Bedingungen in Hall bei Admont hinsichtlich der Deposition von Staub und der integral erhobenen Konzentrationen von  $\text{SO}_2$  den Vorgaben der Kurortrichtlinie bzw. dem Immissionsschutzgesetz-Luft entsprechen.

## 6. Literatur

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (Hrsg.), 1996:

„Richtlinie 12 Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“

Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L:

115. Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert werden (Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L), BGBl. I Nr.115 vom 30.9.1997.

Stmk. Heilvorkommen- und Kurortegesetz:

Stmk. Heilvorkommen- und Kurortegesetz, LGBl. Nr.161/1962, in der Fassung von LGBl. Nr.15/2002

Ozongesetz:

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.210/1992, i.d.F. BGBl.I Nr.34/2003.

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: 478S.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2002:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,

August, September, Oktober und November 2002. Wien.

## 7. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

### 7.1. Tabellen

In den Tabellen zu den einzelnen Schadstoffkapiteln wird versucht, anhand der wesentlichsten Kennwerte einen Überblick über die Immissionsstruktur zu vermitteln. Diesen Kennwerten werden die Grenzwerte des Immissionsschutzgesetzes Luft und des Ozongesetzes gegenübergestellt.

#### **Messperiodenmittelwert (PMW)**

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

#### **Tagesmittelwert (TMW)**

Der Tagesmittelwert wird als arithmetisches Mittel aus den 48 Halbstundenmittelwerten eines Tages berechnet. Der TMWmax bezeichnet den höchsten Tagesmittelwert der Messperiode.

#### **Achtstundenmittelwert (MW8), Dreistundenmittelwert (MW3), Einstundenmittelwert (MW1)**

Im Immissionsschutzgesetz-Luft und im Ozongesetz sind Grenzwerte als gleitende oder nicht gleitende Achtstunden-, Dreistunden und Einstundenmittelwerte festgelegt. Sie werden aus hintereinanderliegenden Halbstundenmittelwerten bzw. gebildet.

#### **Halbstundenmittelwert (HMW)**

Der Halbstundenmittelwert berücksichtigt die kürzeste archivierte Zeiteinheit und stellt daher die Belastungsspitze dar. Der HMWmax kennzeichnet für jeden Schadstoff die höchste gemessene Konzentration während der gesamten Messperiode.

#### **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.

#### **Abkürzungen von meteorologischen Parametern und Messwerttypen**

|        |                       |
|--------|-----------------------|
| LUTE   | Lufttemperatur        |
| WIGE   | Windgeschwindigkeit   |
| NIED   | Niederschlag          |
| MW3    | Dreistundenmittelwert |
| TAGSUM | Tagessumme            |

## 7.2. 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.

### Boxplot

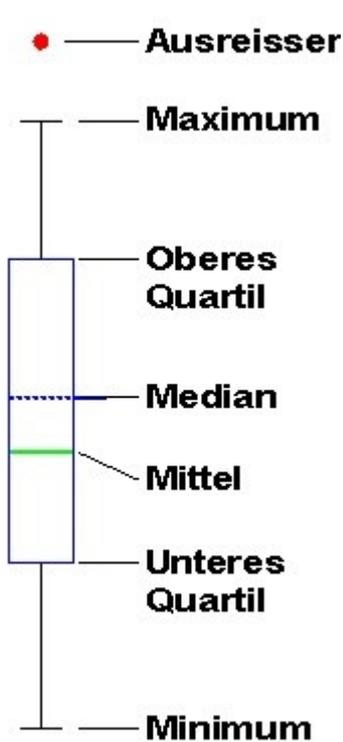
Die Darstellungsform des Boxplots bietet die beste Möglichkeit, alle Kennzahlen des Schadstoffganges mit dem geringsten Informationsverlust in einer Abbildung übersichtlich zu gestalten.

Dieses Diagramm zur einfachen graphischen Charakterisierung einer Verteilung besteht aus einer "Box", deren unterer bzw. oberer Rand durch den Wert des ersten bzw. des dritten Quartils beschrieben wird; innerhalb der Box wird die Lage des Medians durch eine Linie angegeben. Unter- und oberhalb der Box zeigen sogenannte "Whiskers" (Barthaare) die Ausbreitung der übrigen Datenpunkte bis zu einem Abstand von maximal 1,5 Interquartilsabständen (= der Abstand zwischen dem 1. und 3. Quartil).

Sofern es Datenpunkte gibt, die weiter weg von den Grenzen der Box liegen, werden diese als "Ausreißer" eigens ausgewiesen. Dies bedeutet also nicht, dass es sich dabei um ungültige Messwerte handelt. Sie sind als HMWmax des Tages zu interpretieren.

In den folgenden Boxplots sind auf der x-Achse sind die einzelnen Tage einer Messperiode aufgetragen. Auf der y-Achse wird die Schadstoffkonzentration dargestellt.

Für die Berechnung der folgenden Kennwerte werden alle 48 Halbstundenmittelwerte eines Messtages nach ihrer Wertgröße aufsteigend gereiht.



**Ausreißer:** Werte die mehr als 1,5 Interquartilabstände vom oberen Quartil entfernt sind (maximale Halbstundenmittelwerte)

**Maximum:** höchster Halbstundenmittelwert eines Tages

**Oberes Quartil** (3. Quartil, 75%-Perzentil): 12-höchster Halbstundenmittelwert (75% der Werte liegen unter, 25% über dem oberen Quartil)

**Median** (50%-Perzentil): 24. Wert in der nach Konzentration geordneten Reihe der Halbstundenmittelwerte

**Mittel** (arithmetischer Mittelwert): Tagesmittelwert. Er wird als arithmetisches Mittel aus den 48 Halbstundenmittelwerten eines Tages gebildet.

**Unteres Quartil** (1. Quartil, 25%-Perzentil): 12-niedrigster Halbstundenmittelwert (25% der Werte liegen unter, 75% über dem unteren Quartil)

**Minimum:** niedrigster Halbstundenmittelwert eines Tages