



# **Luftgütemessungen Bad Mitterndorf**

**Juni 2002 bis Juni 2003**

Lu-06-07

**Autor**

Mag. Norbert Braun

**ARGE LÖSS Ges.b.R**

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

**Für den Inhalt verantwortlich**

Dipl.Ing. Dr. Thomas Pongratz

**Projektleitung**

Mag. Andreas Schopper

**Messtechnik**

Gerhard Schrempf

**Integrales Messnetz**

Waltraud Köberl

**Herausgeber**

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

© September 2007

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>8</b>
2.1. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.F. BGBl.I Nr.102/2002) .....	8
2.2. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften .....	9
2.3. Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten .....	9
<b>3. Die immissionsklimatische Situation in Bad Mitterndorf</b> .....	<b>9</b>
3.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet .....	9
3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung .....	10
<b>4. Mobile Immissionsmessungen</b> .....	<b>12</b>
4.1. Ausstattung und Messmethoden .....	12
4.2. Messergebnisse und Schadstoffverläufe .....	14
4.2.1 Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) .....	14
4.2.2 Schwebstaub (TSP) .....	16
4.2.3 Stickstoffmonoxid (NO) .....	19
4.2.4 Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) .....	22
4.2.5 Kohlenmonoxid (CO) .....	24
4.2.6 Ozon (O <sub>3</sub> ) .....	27
4.3. Luftbelastungsindex .....	31
<b>5. Integrale Messungen</b> .....	<b>32</b>
5.1. Vorbemerkung .....	32
5.2. Das Messnetz .....	32
5.3. Messmethodik .....	32
5.3.1 Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren .....	32
5.3.2 Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit Badge-Sammlern .....	33
5.4. Beurteilungsgrundlagen .....	33
5.5. Darstellung der Messergebnisse .....	34
5.5.1 Gesamtstaubdeposition .....	34
5.5.2 Konzentrationsmessungen .....	35
5.6. Zusammenfassende Beurteilung .....	38
<b>6. Literatur</b> .....	<b>40</b>
<b>7. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen</b> .....	<b>40</b>
7.1. Tabellen .....	40
7.2. Diagramme .....	41



## Zusammenfassung

Die Luftgüteuntersuchungen in Bad Mitterndorf wurden auf Ansuchen der Gemeinde aus Anlass der gesetzlich vorgesehenen periodischen Überprüfungs-messungen der Luftgüte in Kurorten durchgeführt. Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation sowie eines einjährig betriebenen integralen Messnetzes.

Die mobilen Messungen wurden von 02.07.2002 bis 20.08.2002 (Sommermessperiode) von 22.11.2002 bis 08.01.2003 (Wintermessperiode) durchgeführt. Das integrale Messnetz wurde im Zeitraum von 23. 06. 2002 bis 01. 07. 2003 betrieben.

Die mobilen Immissionsmessungen wurden im Sommer an einem Standort bei der Hauptschule und im Winter an der Hauptstraße östlich des Ortszentrums vorgenommen, um die vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen im Bereich der Kureinrichtungen erheben und beurteilen zu können.

Der Witterungsverlauf während der mobilen Messungen war im Juli und August 2002 bei häufiger und intensiver Tiefdrucktätigkeit durch leicht überdurchschnittliche Temperaturen und deutlich über den Erwartungen gelegenen Niederschlagsmengen gekennzeichnet. Im Winter 2002/03 entsprachen die Niederschläge etwa dem Normalwert, während die Temperaturen über dem langjährigen Schnitt lagen. Immissionsklimatisch können die Bedingungen aufgrund ausreichend häufiger Hochdrucklagen mit autochthonen Ausbreitungsbedingungen als repräsentativ bezeichnet werden.

Bezüglich der einzelnen Schadstoffe wurden während beider Messperioden keinerlei Überschreitungen gesetzlicher Grenzwerte oder der Grenzwerte der für die vorliegende Fragestellung relevanten „Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ (hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie) festgestellt. Hinsichtlich der Primärschadstoffe Schwefeldioxid, Schwebstaub, Stickstoffmonoxid, und Kohlenmonoxid wurde sowohl für die Grundbelastung (längerfristige Mittelwerte) als auch die Spitzenkonzentrationen ein im steirischen Vergleich unterdurchschnittliches Konzentrationsniveau festgestellt. Die Grundbelastung an Stickstoffdioxid war generell unterdurchschnittlich, die Spitzenkonzentrationen blieben im Sommer ebenfalls unterdurchschnittlich, während sie im Winter jenen steirischer Bezirkshauptstädte, also dem steirischen Durchschnitt, entsprachen.

Die Ozonwerte blieben in einem der Jahreszeit und der Lage der Standorte entsprechenden Konzentrationsbereich. Der zum Zeitpunkt der Messung noch gültige maximale Achtstundenmittel-Grenzwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft wurde ebenso wie der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für den maximalen Halbstundenmittelwert während der Sommermessungen mehrfach überschritten.

Die integralen Messungen erbrachten hinsichtlich des Jahresganges der Gesamtstaubdeposition im Frühjahr und Sommer höhere Staubbela-stungen 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 der „Kurortrichtlinie“ 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 Station BM2 (Pfarrkirche) bei 45% dieses Wertes. Die gemessenen Schwefeldioxidwerte können generell als sehr niedrig bezeichnet werden.

Die integralen Messergebnisse zeigten zudem, dass der Messstandort der mobilen Wintermessung als potentielltes Immissionsmaximum anzusehen ist. Es ist daher davon auszugehen, dass die hier registrierten Werte an anderen Standorten des Kurbezirks nicht übertroffen werden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass während der Überprüfungsmessung 2002/2003 die Erfordernisse der Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten erfüllt wurden.

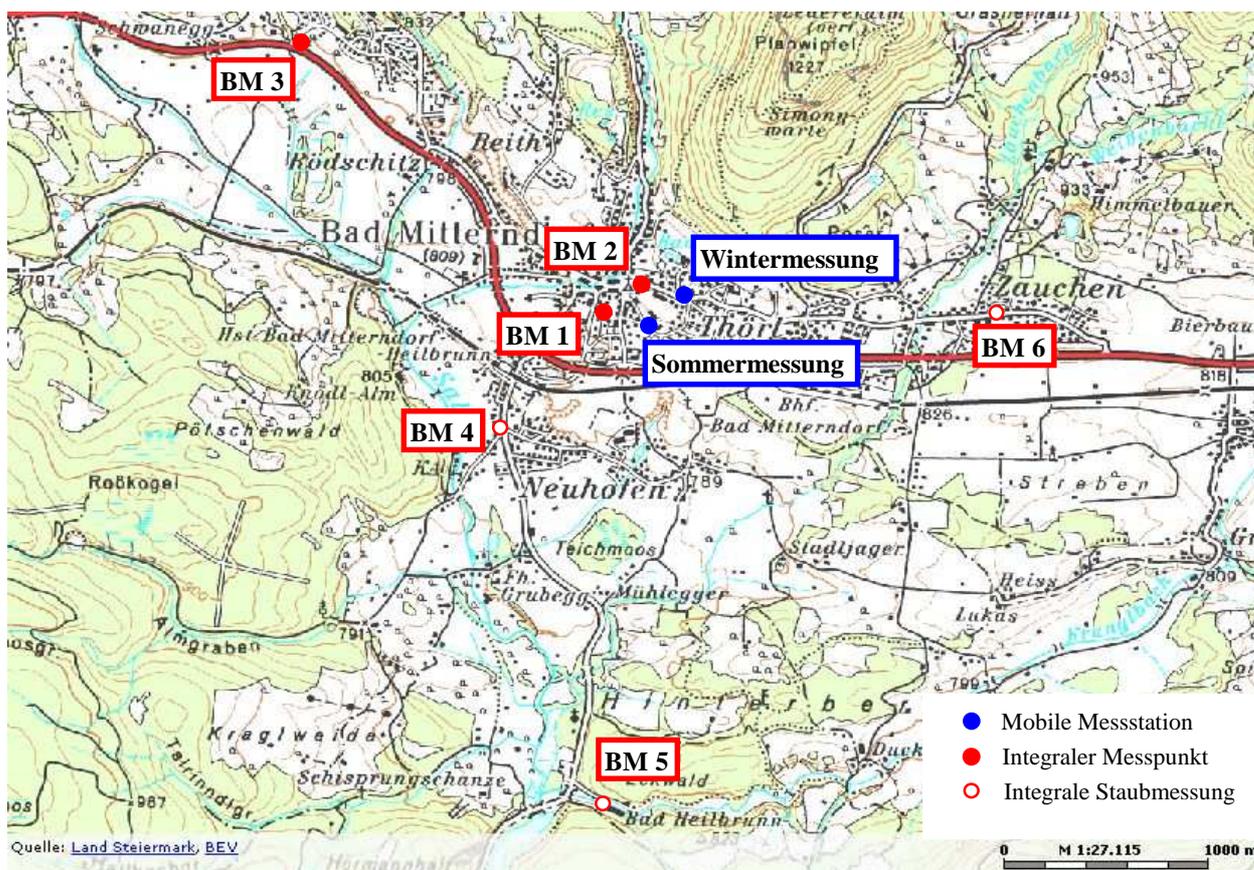
# 1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Bad Mitterndorf wurden auf Ansuchen der Gemeinde von der Fachabteilung 17C, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation sowie eines einjährig betriebenen integralen Messnetzes. Den Anlass für die Messungen stellte die im Kurortegesetz vorgeschriebene Kontrollmessung dar, wobei zuletzt 1992/93 Messungen durchgeführt worden waren.

Die mobilen Immissionsmessungen umfassten eine Sommermessperiode vom 02.07.2002 bis 20.08.2002 an einem Standort bei der Volks- und Hauptschule und eine Wintermessperiode vom 22.11.2002 bis 08.01.2003 an der Hauptstraße östlich des Ortszentrums jeweils in ca. 810 m Seehöhe, um die im Kurbereich vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen zu erheben und beurteilen zu können.

Die gewonnenen Messergebnisse stellen eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung der Luftgütesituation nach dem Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetz (LGBl. Nr.161/1962) dar.

## Lage der Messstandorte



Die **integralen Messungen**, die eine flächenhafte Interpretation der Luftschadstoffbelastungen ermöglichen, erfolgten von 23.06.2002 bis 01.07.2003 und umfassten 13 Messperioden.

Dabei wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Ermittlung des Staubbiederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren

- Messung der Konzentrationen von Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) bzw. Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) mittels Badge-Sammler

Im Gemeindegebiet von Bad Mitterndorf wurden an 6 Standorten integrale Messeinrichtungen installiert, die nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt wurden:

**Messpunktbeschreibung:**

Nr.	Lage des Messpunktes		Charakteristik / Messziel
BM1	Kurpark	Staub, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>	Zentrum des Kurbezirkes
BM2	Pfarrkirche	Staub, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>	Ortszentrum
BM3	Sonnenalm	Staub, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>	Peripherie, verkehrsnah
BM4	Neuhofen	Staub	Wohngebiet
BM5	Heilbronn	Staub	Therapiezentrum
BM6	Zauchen	Staub	Wohngebiet

## 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 mg/m<sup>3</sup>):

Immissionsgrenzwerte (**Alarmwerte, Zielwerte**) in µg/m<sup>3</sup> (für CO in mg/m<sup>3</sup>)

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

<sup>1)</sup> Drei Halbstundenmittelwerte SO<sub>2</sub> pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte pro Kalenderjahr bis zu einer Konzentration von 350 µg/m<sup>3</sup> gelten nicht als Überschreitung

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

<sup>3)</sup> Der Immissionsgrenzwert von 30 µg/m<sup>3</sup> ist ab 1. Jänner 2012 einzuhalten. Die Toleranzmarge beträgt 30 µg/m<sup>3</sup> bei In-Kraft-Treten dieses Bundesgesetzes und wird am 1. Jänner jedes Jahres bis 1. Jänner 2005 um 5 µg/m<sup>3</sup> verringert. Die Toleranzmarge von 10 µg/m<sup>3</sup> gilt gleich bleibend von 1. Jänner 2005 bis 31. Dezember 2009. Die Toleranzmarge von 5 µg/m<sup>3</sup> gilt gleich bleibend von 1. Jänner 2010 bis 31. Dezember 2011.

## 2.2. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 1989 veröffentlichten Luftqualitätskriterien für Ozon enthalten unter anderem 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)

## 2.3. 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	100µg/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 Bad Mitterndorf

### 3.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet

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

Das Klima im Raum Bad Mitterndorf entspricht nach H. Wakonigg der Klimalandschaft der „mäßig winterkalten Talklimate der Nördlichen Kalkalpen“. Das Klima kann als mäßig winterkaltes, mäßig sommerwarmes, ozeanisch beeinflusstes, niederschlags- und schneereiches Laubwaldklima beschrieben werden (H. Wakonigg 1978, 393f).

Das Jahresmittel der Lufttemperatur beträgt im langjährigen Mittel (1971-2000) 5,9°C, das Jännermittel -4,2°C und das Julimittel 15,7°C. Der Jahresgang der Niederschläge weist ein Winterminimum (Februar 61,7mm) und ein Sommermaximum (Juli 167,9mm) auf, die Jahresniederschlagsmenge beträgt rund 1222,3mm, die an 143 Tagen pro Jahr fallen. Die mittleren Windgeschwindigkeiten sind eher gering (unter 1,5 m/s) und weisen im Jahresgang ein Frühjahrsmaximum und ein Herbstminimum auf.

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

Zu Beginn der Sommermessungen bei der Hauptschule herrschte eine zyklonale Südwestströmung vor, die von einem Durchzug einer Kaltfront mit Niederschlägen und kurzfristiger kräftiger Abkühlung abgelöst wurde.

Nach kurzem Zwischenhocheinfluss überquerte erneut eine Kaltfront den Alpenraum. Danach beruhigte sich das Wettergeschehen etwas, allerdings konnten sich bei gradientschwacher Druckverteilung weiterhin Schauer und Gewitter ausbilden. Bei auflebender SW-Strömung erfolgte ein Temperaturanstieg, der in Bad Mitterndorf Höchstwerte bis über 30°C brachte. Mit zunehmendem Einfluss eines aus SW heranziehenden Höhentiefs intensivierte sich jedoch die Gewittertätigkeit.

Nach Abzug der Störung setzte unter schwachem Hochdruck nur zögernd Wetterbesserung ein. Neuerliche Tiefdrucktätigkeit mit Durchzug einer Kaltfront aus NW brachte schließlich eine deutliche Abkühlung.

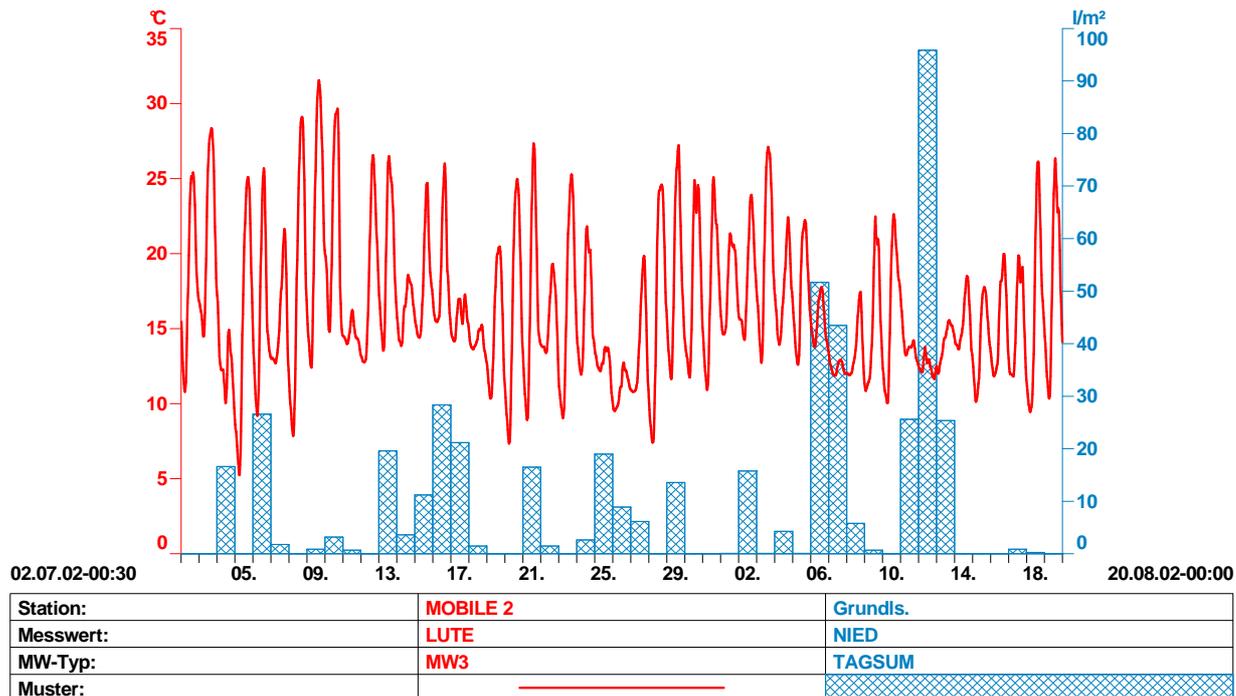
Steigender Luftdruck bewirkte anschließend eine Wetterberuhigung. In der feuchtwarmen labil geschichteten Luft konnten sich allerdings bis über den Monatswechsel hin häufig Quellwolken und Gewitter bilden, die sich beim Durchzug eines Tiefdruckgebietes Anfang August verstärkten.

Nach einer kurzen Schönwetterphase überquerte ein aus SW nach NE ziehendes Höhentief Österreich. Dieses löste im Wald- und Mühlviertel und im Donauraum extreme Niederschläge aus, die in weiten Teilen der betroffenen Gebiete zu Hochwasser und Überschwemmungen führten.

Vorübergehendes Nachlassen der Tiefdrucktätigkeit bewirkte nachfolgend eine Niederschlagspause. Ab 11. August verlagerte sich jedoch ein weiteres Tiefdruckgebiet von Oberitalien Richtung Slowakei und verursachte heftige Niederschläge. Am Folgetag wurden an der Station Grundlsee eine Niederschlagsmenge von über 95 l/m<sup>2</sup> gemessen, so dass die Pegelstände an manchen Flüssen nie zuvor gemessene Werte erreichten.

Unter zunehmendem Hochdruckeinfluss beruhigte sich schließlich das Wettergeschehen allmählich und bescherte am Ende der Messperiode noch sonnige und warme Tage.

## Lufttemperatur in Bad Mitterndorf während der Sommermessungen



Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

Zu Beginn der Wintermessperiode bestimmte eine Front eines Tiefs über Oberitalien das Wettergeschehen. Nach dem Abklingen der Niederschläge bewirkte einsetzende SW- bis S-Strömung einen deutlichen Temperaturanstieg.

Nach kurzem Zwischenhocheinfluss setzten Ende November und in den ersten Dezembertagen im Einflussbereiches eines Tiefdruckgebietes, das sich von Golf von Genua langsam ostwärts bewegte, wieder leichte Niederschläge ein.

Danach verstärkte sich Hochdruckeinfluss und blieb bis Mitte Dezember wetterwirksam. Die Zufuhr kontinentaler Kaltluft ließ die Temperaturen deutlich unter den Gefrierpunkt sinken.

Die Schönwetterphase wurde erst mit dem Durchzug einer Front eines von Norddeutschland nach Polen ziehenden Tiefs mit geringen Niederschlägen beendet.

Mit der nachfolgend auf N drehenden Strömung und zunehmendem Hochdruck gelangte trockenkalte Luft in den Alpenraum, wodurch ein deutlicher Temperaturrückgang mit Tiefstwerten bis deutlich unter  $-10\text{ °C}$  erfolgte.

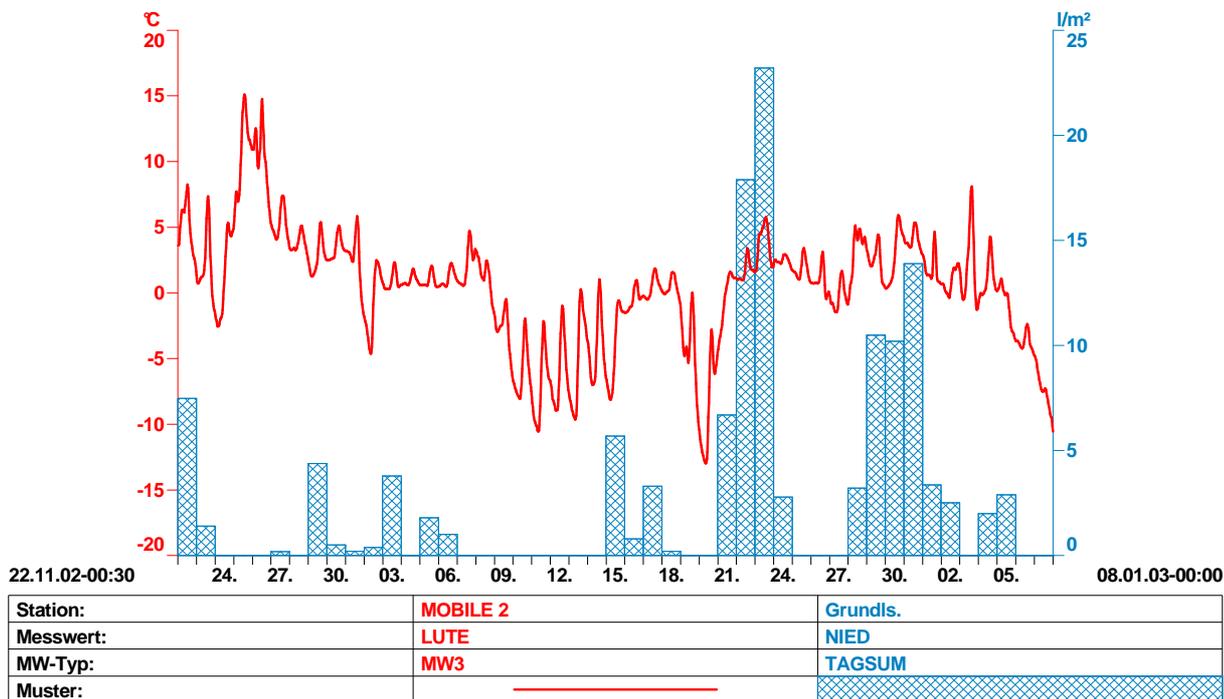
Mit Bewölkungsaufzug und dem Eintreffen niederschlagsauslösender feuchtmilder Luftmassen aus W stiegen die Temperaturen aber wieder an.

Nach einer kurzen Schönwetterphase zu den Weihnachtsfeiertagen blieb der Witterungsverlauf bis über den Jahreswechsel hinaus bei westlichen Strömungslagen weitgehend zyklonal geprägt.

Mit der Drehung der Strömung auf N und allmählich zunehmendem Einfluss eines Hoch über Osteuropa gelangten kalte Luftmassen in den Ostalpenraum, wodurch die Tempe-

peraturen bis zum Ende der Messungen in Bad Mitterndorf wieder deutlich unter den Gefrierpunkt sanken.

### Lufttemperatur in Bad Mitterndorf während der Wintermessungen



Der Witterungsverlauf während der Messungen erwies sich im Sommer am Standort Bad Mitterndorf als etwas zu warm. Die Niederschlagsmengen waren im Juli leicht unterdurchschnittlich während der August auf Grund extremem Tiefdruckeinflusses mit Niederschlagsschwerpunkt im Norden Österreichs auch am Standort Bad Mitterndorf überdurchschnittliche Mengen bescherte.

Während der Wintermessungen lagen die Temperaturen ebenfalls und zum Teil deutlich über dem langjährigen Schnitt, die Niederschlagsmengen hingegen entsprachen etwa dem Normalwert.

Insgesamt kann der Witterungsverlauf aufgrund ausreichend langer Perioden mit autochthonem Witterungscharakter während der Wintermessungen in Hinblick auf eine luft-hygienische Beurteilung als repräsentativ bezeichnet werden.

## 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 (PM10) wurde 2002/2003 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 wurden 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 Funk 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.

## 4.2. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

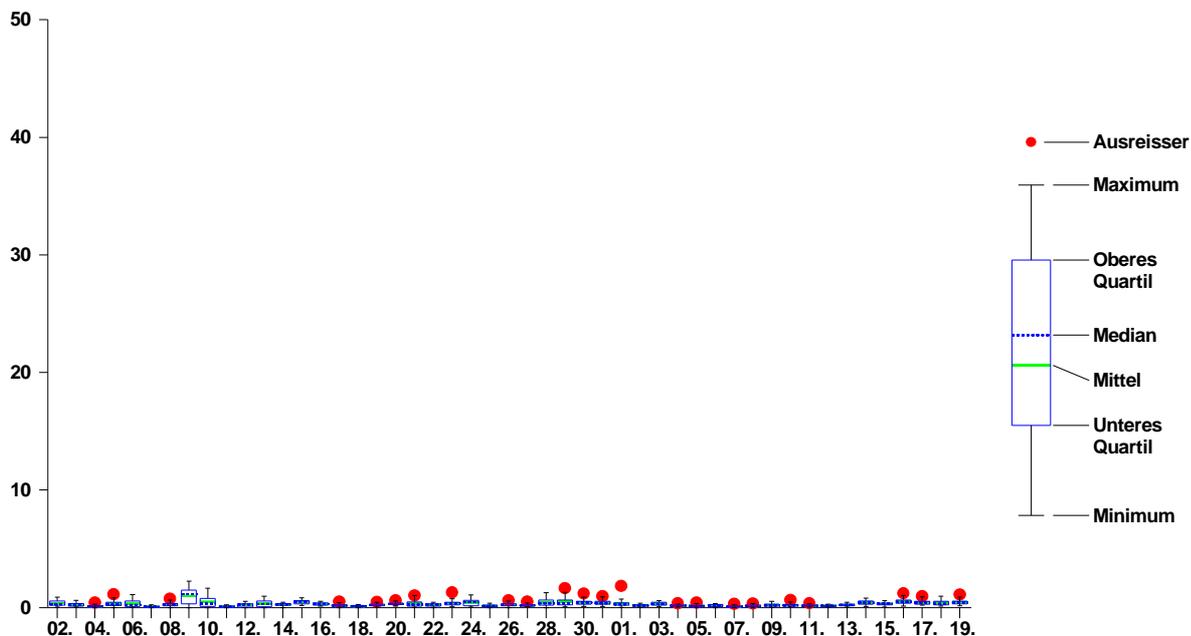
### 4.2.1 Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

#### Sommermessung

02.07.2002 - 20.08.2002	Messergebnisse SO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	2	0,20 0,10	BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	1 % 2 %
Mtmax	1			
TMWmax	1	0,12 0,05	BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	0,8 % 2 %
PMW	0,5			

Station: MOBILE 2 Messwert: SO<sub>2</sub> MW-Typ: HMW  
Zeitraum: 02.07.02-00:30 - 20.08.02-00:00 MEZ

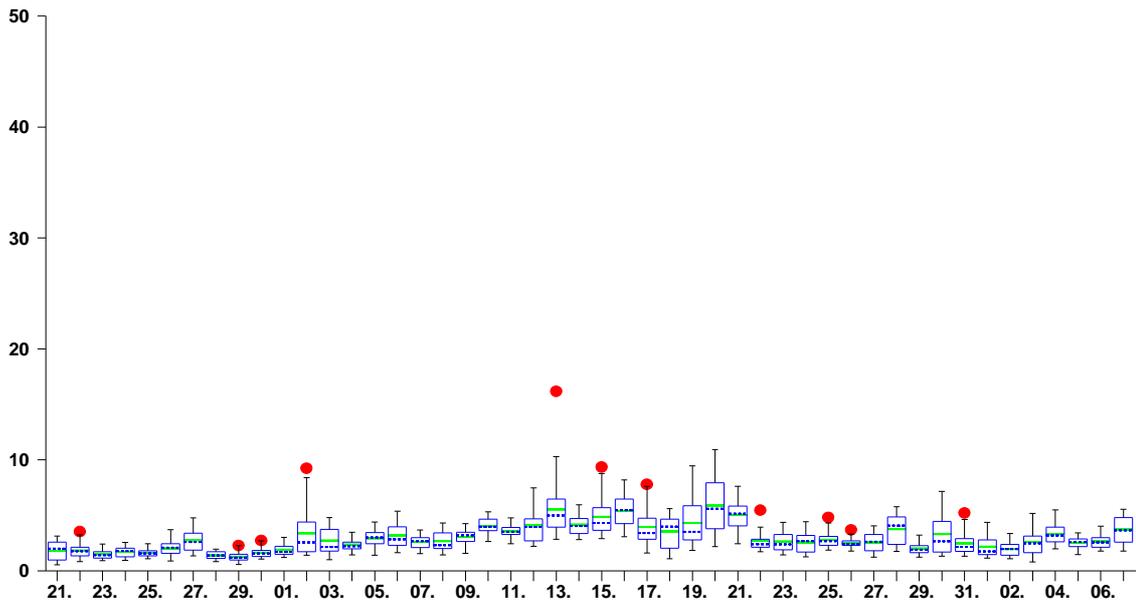
1 mg/m<sup>3</sup> = 1000 µg/m<sup>3</sup>  
1 µg/m<sup>3</sup> = 0,001 mg/m<sup>3</sup>



#### Wintermessung

21.11.2002 - 08.01.2003	Messergebnisse SO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	16	0,20 0,10	BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	8 % 16 %
Mtmax	5			
TMWmax	6	0,12 0,05	BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	5 % 12 %
PMW	3			

Station: MOBILE 2 Messwert: SO<sub>2</sub> MW-Typ: HMW  
 Zeitraum: 21.11.02-00:30 - 08.01.03-00:00 MEZ

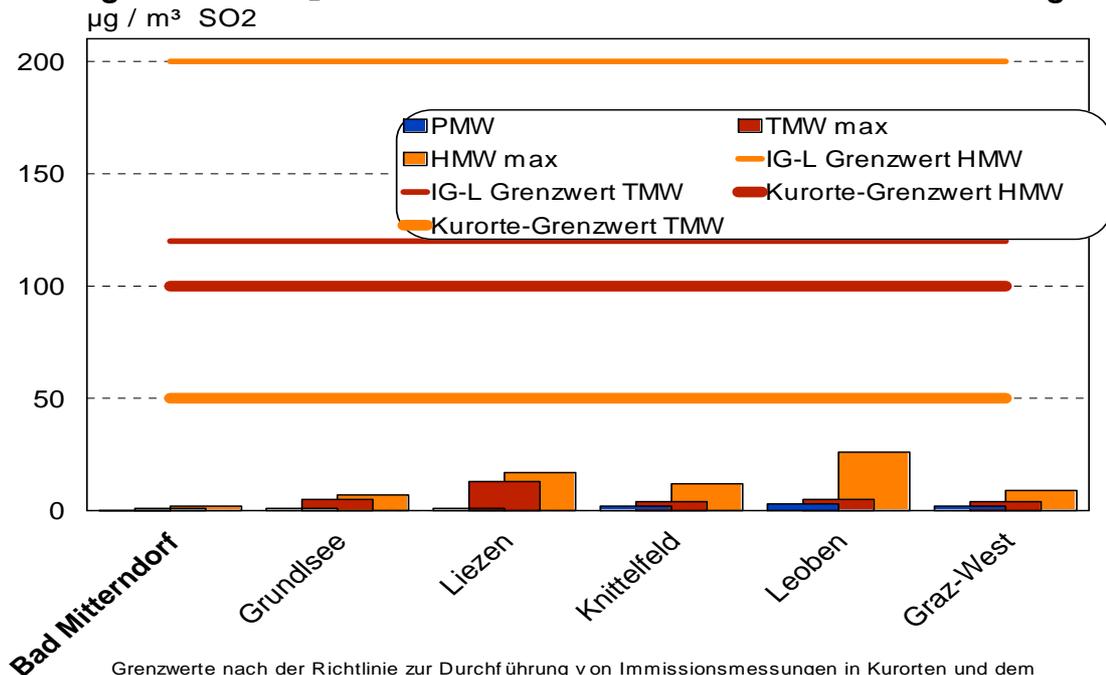


SO<sub>2</sub> wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt, Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit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

Die SO<sub>2</sub>-Konzentrationen blieben an beiden Messpunkten sowohl bei den maximalen Halbstundenmittelwerten als auch bei den Tagesmittelwerten deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten und dem Grenzwert der Kurorterichtlinie.

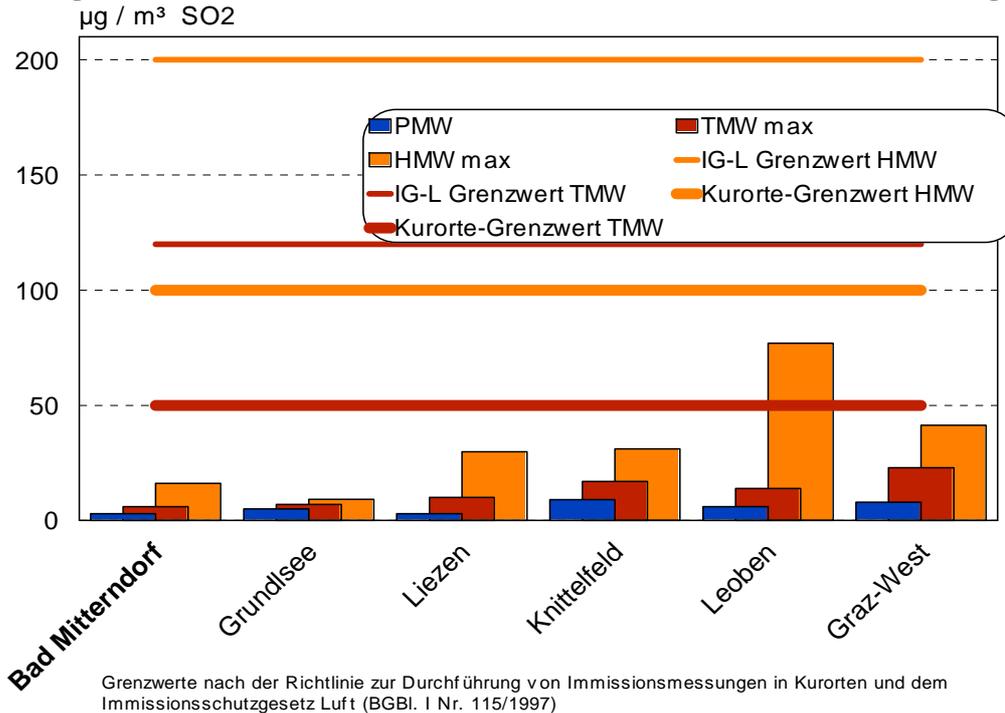
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen zeigte sich beim Luftschadstoff Schwefeldioxid an beiden Messstandorten in Bad Mitterndorf eine deutlich unterdurchschnittliche Belastungssituation.

**Vergleich der SO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Sommermessung**



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

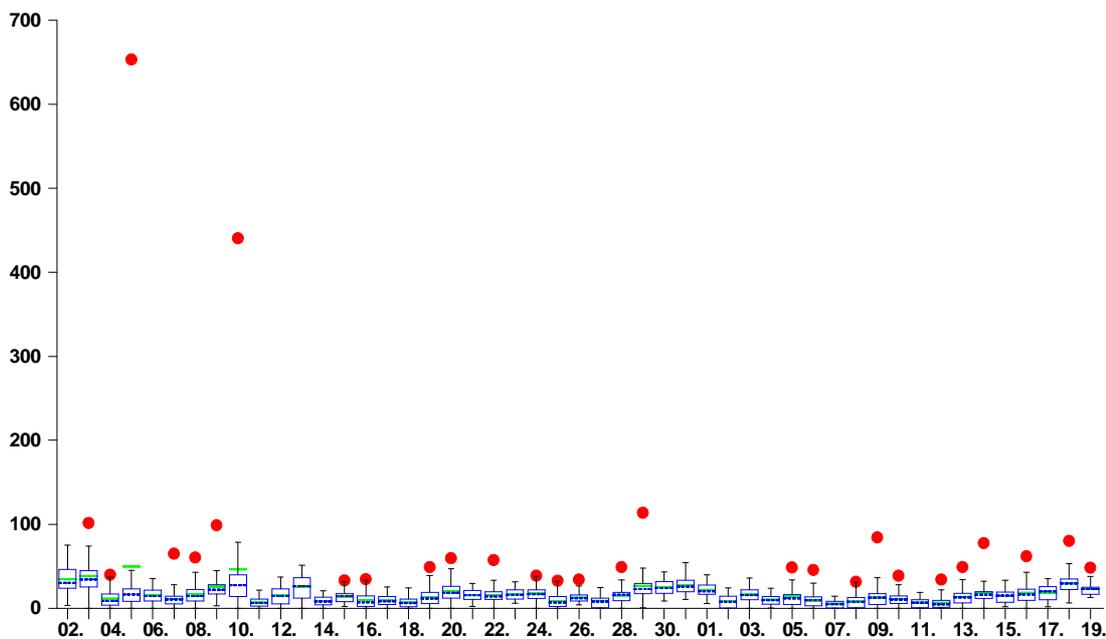
## Vergleich der SO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Wintermessung



## 4.2.2 Schwebstaub (TSP)

### Sommermessung

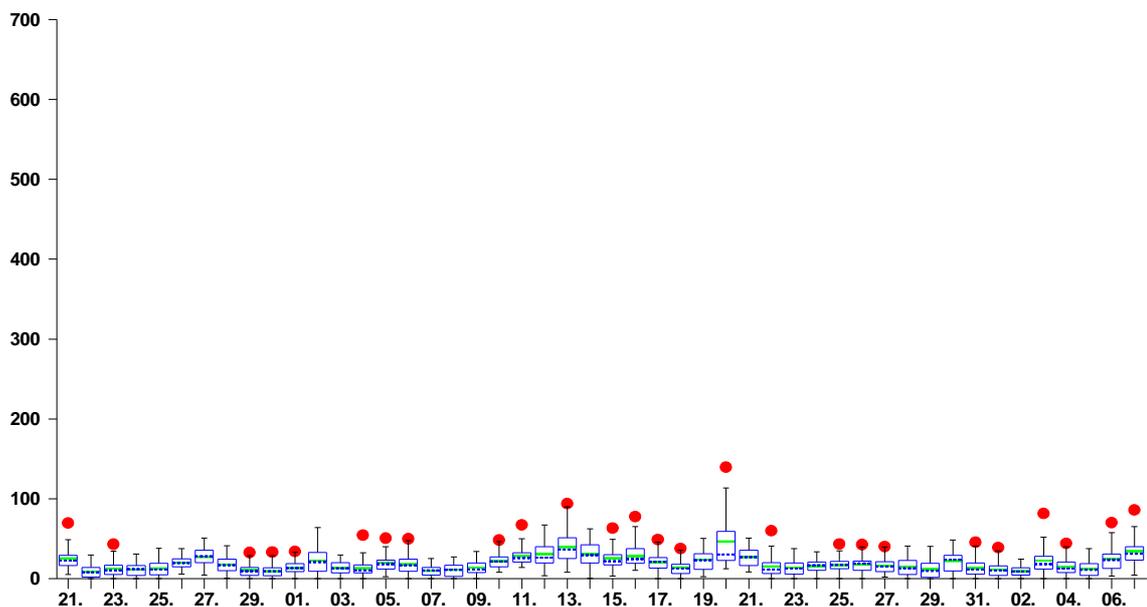
Station: MOBILE 2 Messwert: STAUB MW-Typ: HMW  
 Zeitraum: 02.07.02-00:30 - 20.08.02-00:00 MEZ



02.07.2002 - 20.08.2002	Messergebnisse Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte Staub in $\text{mg}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	653			
Mtmax	66			
TMWmax	50	0,15 0,12	BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	33 % 42 %
PMW	17			

## Wintermessung

Station: MOBILE 2 Messwert: STAUB MW-Typ: HMW  
Zeitraum: 21.11.02-00:30 - 08.01.03-00:00 MEZ



21.11.2002 - 08.01.2003	Messergebnisse Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte Staub in $\text{mg}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	139			
Mtmax	50			
TMWmax	47	0,15 0,12	BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	31 % 39 %
PMW	19			

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.

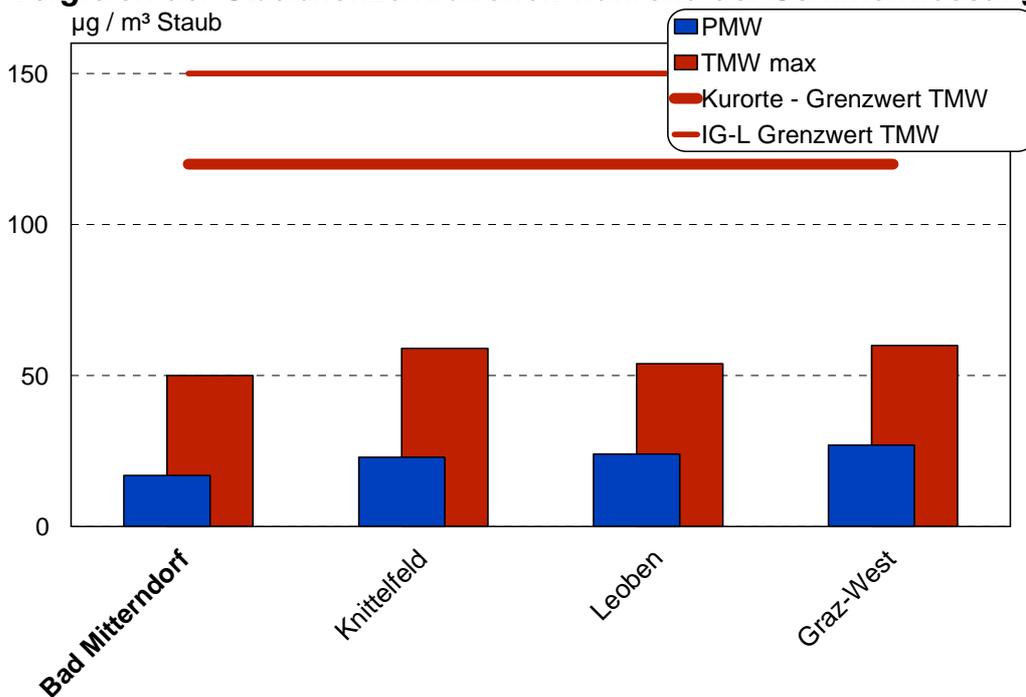
In urbanen Räumen und im Nahbereich von stark frequentierten Verkehrsträgern ist jedoch der Verkehr als dominanter Verursacher anzusehen, wobei Stäube als direkte Emissionen aus Verbrennungsvorgängen (z.B. Ruß, Dieselruß) oder als diffuse Emissionen (mechanischer Abrieb, Aufwirbelung) freigesetzt werden. Ein nicht unbeträchtlicher Teil der Staubimmissionen beruht auf der Umwandlung von Gasen (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, 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.

2002/2003 war die mobile Messstation noch nicht mit einer Feinstaub (PM10) – Erfassung ausgestattet. Die Schwebstaub (TSP) - Konzentrationen bewegten sich am Messstandort in Bad Mitterndorf während der Wintermessungen auf einem gleichbleibend niedrigen Niveau. Im Sommer hingegen traten vereinzelt, meist im Zusammenhang mit höheren Windgeschwindigkeiten bei trockener Witterung oder wie sie auch vor Gewittern auftreten, höhere Belastungen auf. Überschreitungen der Grenzwerte für den maximalen Tagesmittelwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft und der Kurorterichtlinie wurden nicht festgestellt.

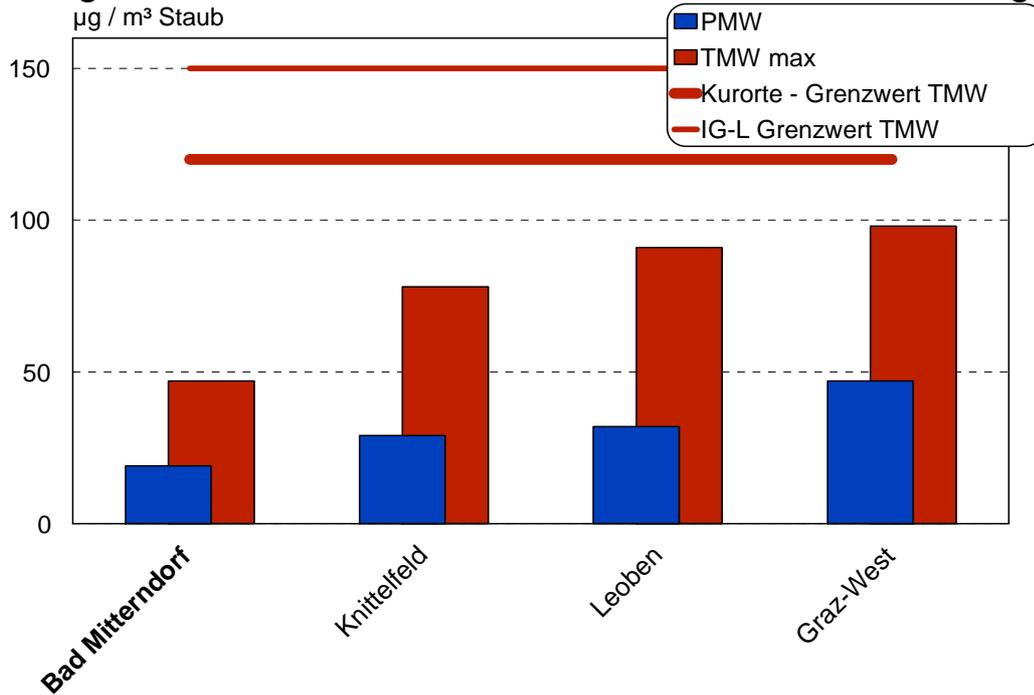
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen lagen die Staubkonzentrationen in Bad Mitterndorf hinsichtlich der Grundbelastung während beider Messperioden auf einem unterdurchschnittlichen Niveau. Die Spitzenkonzentrationen (maximaler Halbstundenmittelwert) blieben im Winter ebenfalls deutlich unterdurchschnittlich, im Sommer hingegen wiesen sie auf Grund eines kurzfristigen Einzelereignisses ein durchschnittliches Belastungsniveau auf.

### Vergleich der Staubkonzentrationen während der Sommermessung



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

### Vergleich der Staubkonzentrationen während der Wintermessung

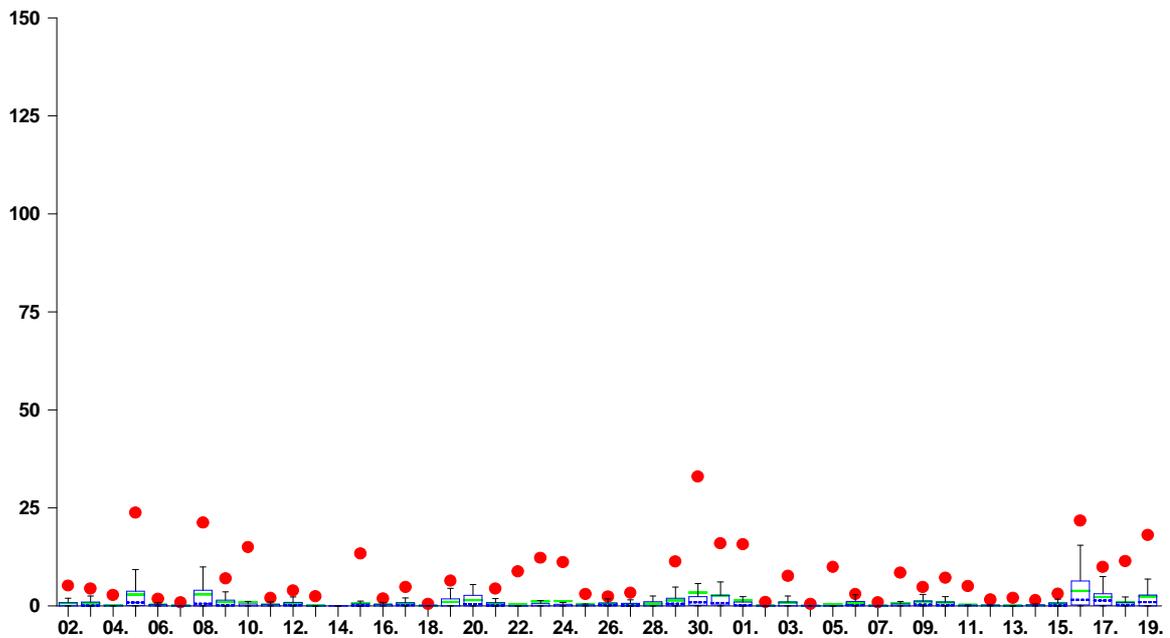


Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

## 4.2.3 Stickstoffmonoxid (NO)

### Sommermessung

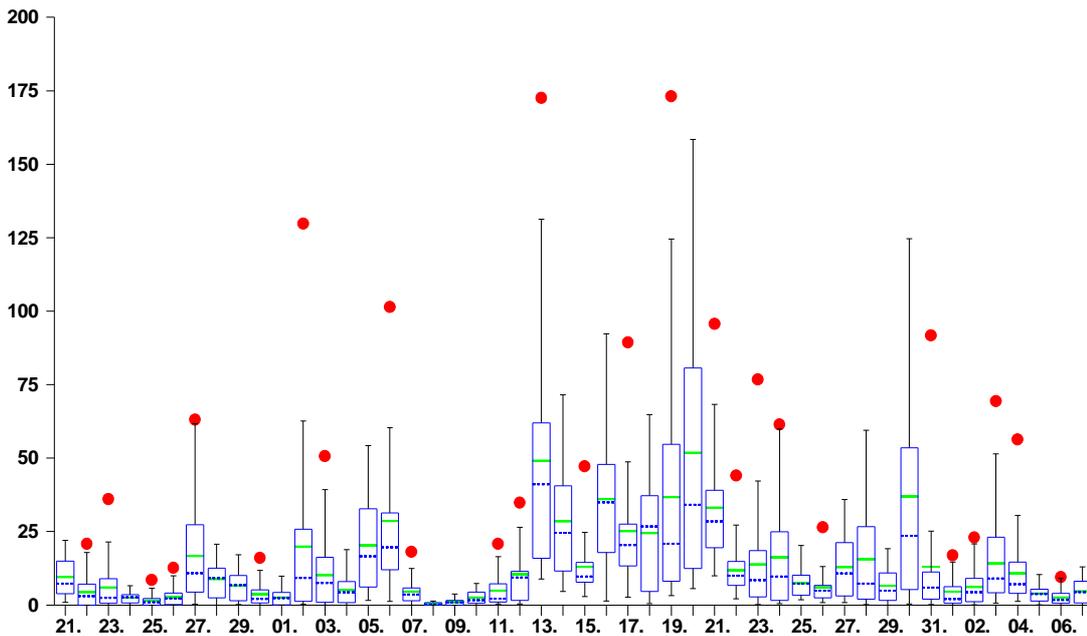
Station: MOBILE 2 Messwert: NO MW-Typ: HMW  
 Zeitraum: 02.07.02-00:30 - 20.08.02-00:00 MEZ



02.07.2002 - 20.08.2002	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in $\text{mg}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	33			
Mtmax	7			
TMWmax	4			
PMW	1			

## Wintermessung

Station: MOBILE 2 Messwert: NO MW-Typ: HMW  
Zeitraum: 21.11.02-00:30 - 08.01.03-00:00 MEZ

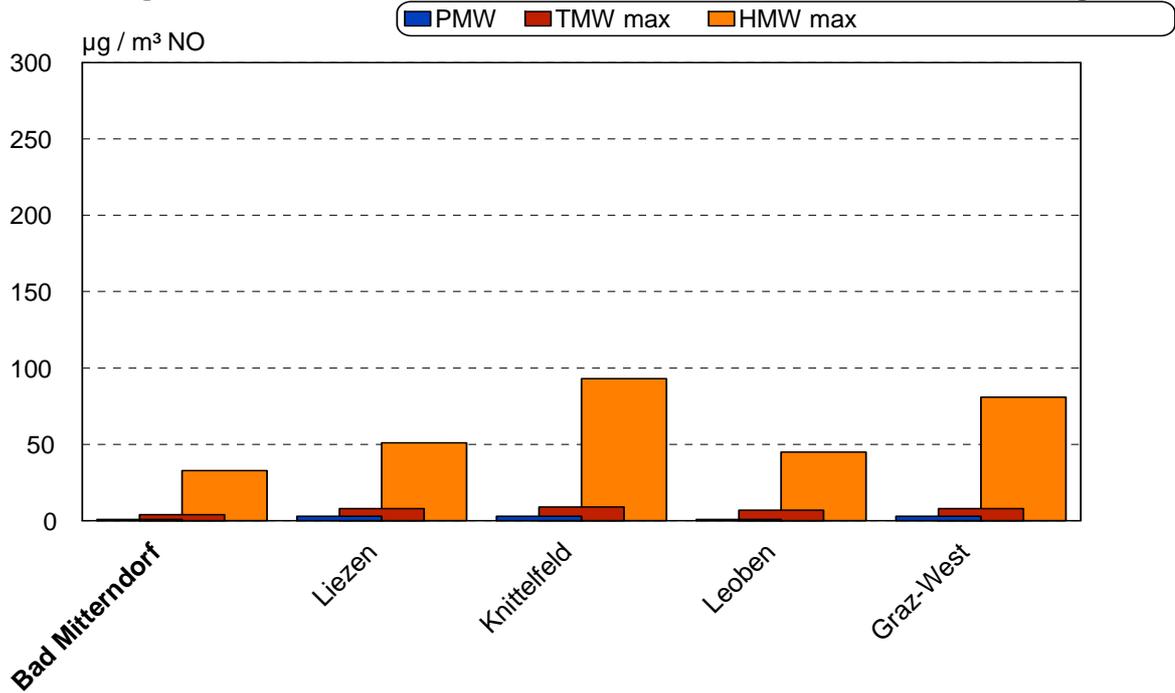


21.11.2002 - 08.01.2003	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in $\text{mg}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	173			
Mtmax	51			
TMWmax	52			
PMW	14			

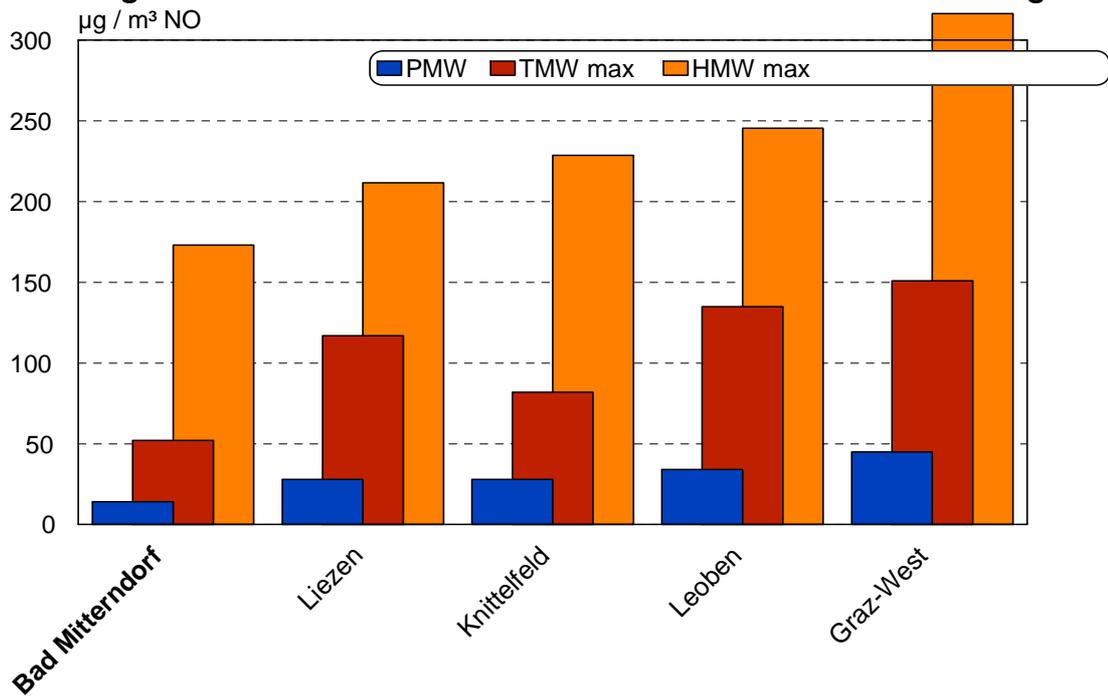
Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen ( $\text{NO}_x$ ) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO-Anteil etwa 75 - 90% des  $\text{NO}_x$ -Ausstoßes aus. Die Bildung von  $\text{NO}_2$  erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff ( $\text{O}_2$ ) oder mit Ozon ( $\text{O}_3$ ) zu  $\text{NO}_2$  verbindet.

Zur Beurteilung der Stickstoffmonoxidkonzentrationen sind keine Grenzwerte festgelegt, ein Vergleich mit anderen steirischen Messstationen bestätigt jedoch für beide Messzeiträume sowohl hinsichtlich der maximalen Halbstundenmittelwerte als auch der Tagesmittelwerte eine unterdurchschnittliche NO-Belastung in Bad Mitterndorf.

### Vergleich der NO-Konzentrationen während der Sommermessung



### Vergleich der NO-Konzentrationen während der Wintermessung

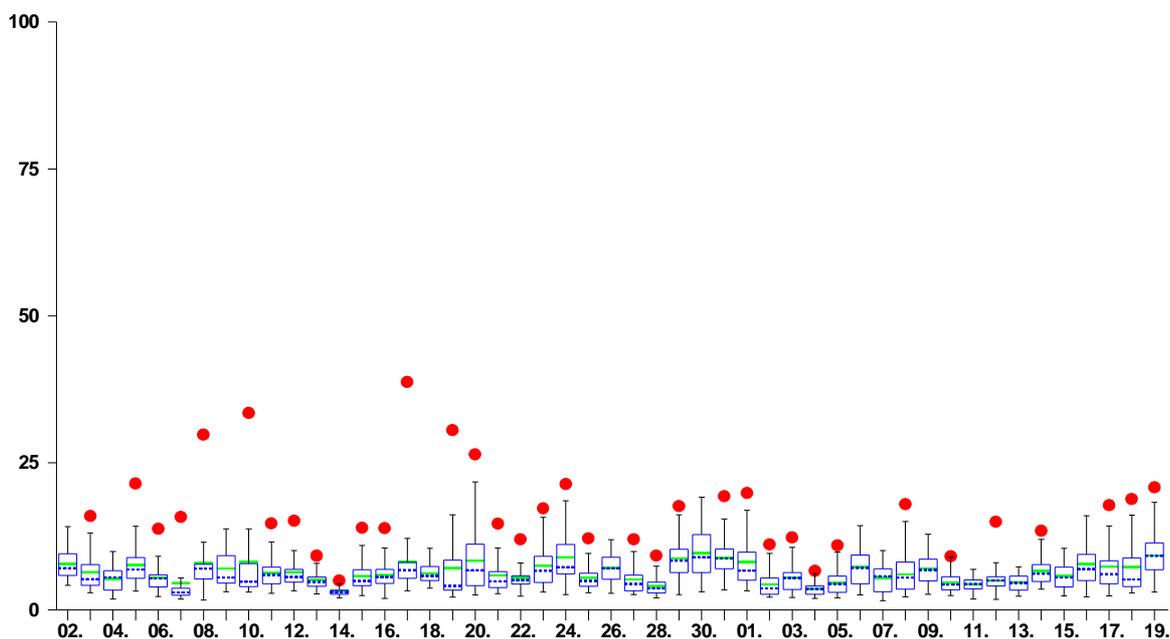


## 4.2.4 Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

### Sommermessung

02.07.2002 - 20.08.2002	Messergebnisse NO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenz- wertes
HMWmax	39	0,20 0,10	BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	19,5 % 39 %
Mtmax	16			
TMWmax	10	0,08 0,05	BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	12,5 % 20 %
PMW	6			

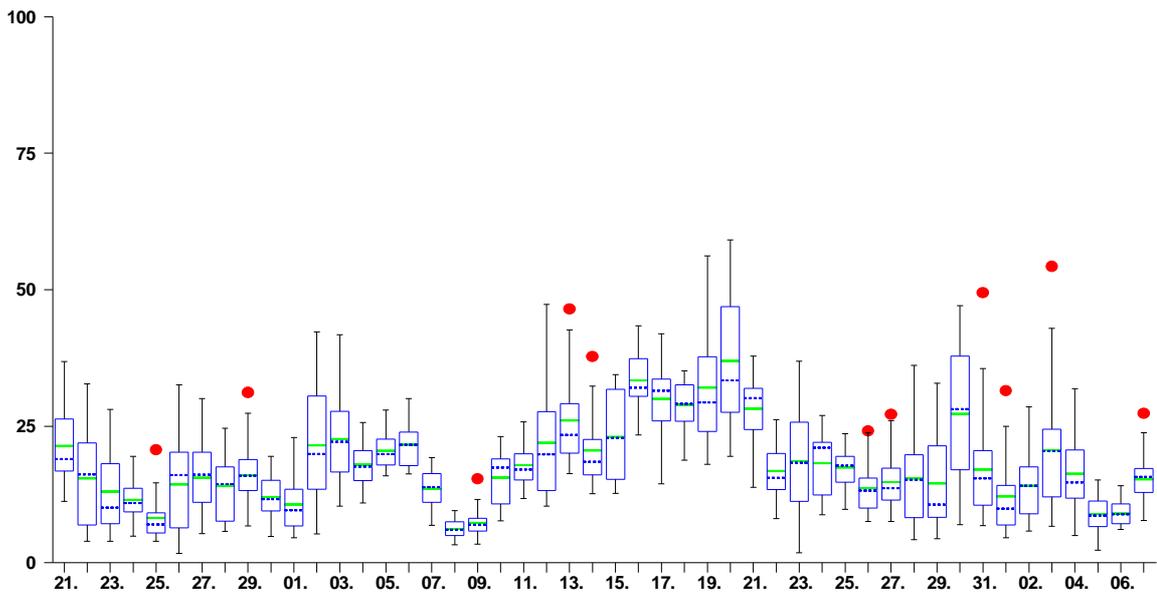
Station: MOBILE 2 Messwert: NO<sub>2</sub> MW-Typ: HMW  
Zeitraum: 02.07.02-00:30 - 20.08.02-00:00 MEZ



### Wintermessung

21.11.2002 - 08.01.2003	Messergebnisse NO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenz- wertes
HMWmax	59	0,20 0,10	BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	29,5 % 59 %
Mtmax	32			
TMWmax	37	0,08 0,05	BGBl I Nr. 115/1997K Kurorterrichtlinie	46 % 74 %
PMW	18			

Station: MOBILE 2 Messwert: NO2 MW-Typ: HMW  
 Zeitraum: 21.11.02-00:30 - 08.01.03-00:00 MEZ

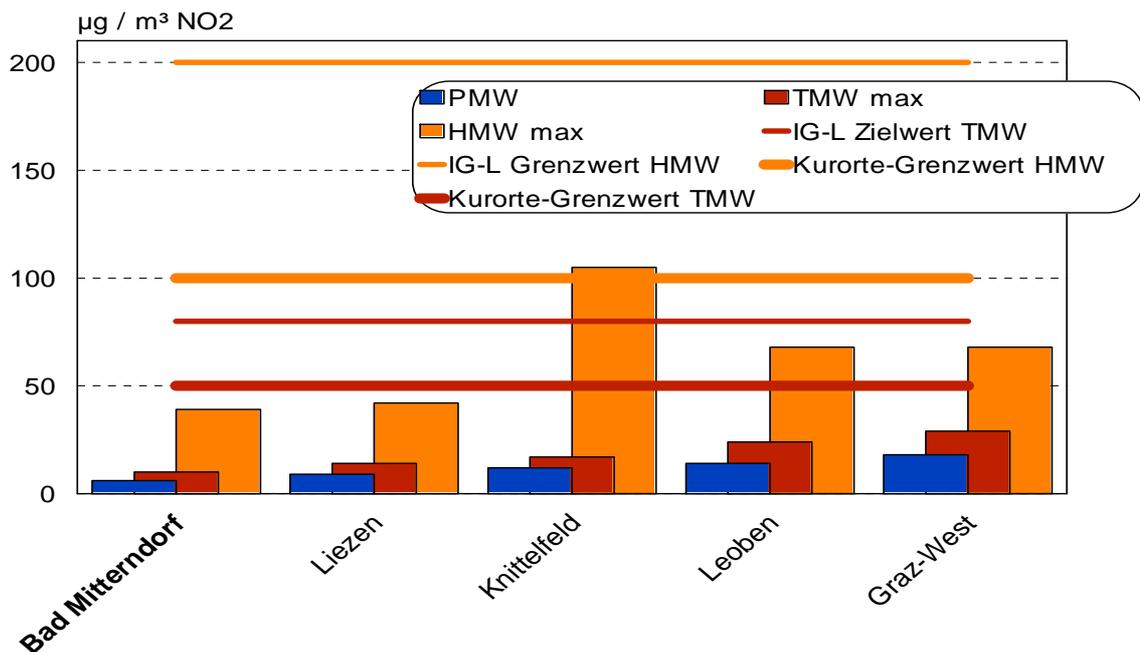


Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff Stickstoffmonoxid erläutert. Immissionsseitig stellt sich im Allgemeinen der Schadstoffgang beim Stickstoffdioxid ähnlich wie beim Stickstoffmonoxid dar.

Bei den NO<sub>2</sub>-Konzentrationen wurden an beiden Standorten sowohl hinsichtlich der maximalen Halbstundenmittelwerte als auch bezüglich der maximalen Tagesmittelwerte keine Überschreitungen von gesetzlichen Grenzwerten oder Grenzwerten der Kurortrichtlinie registriert.

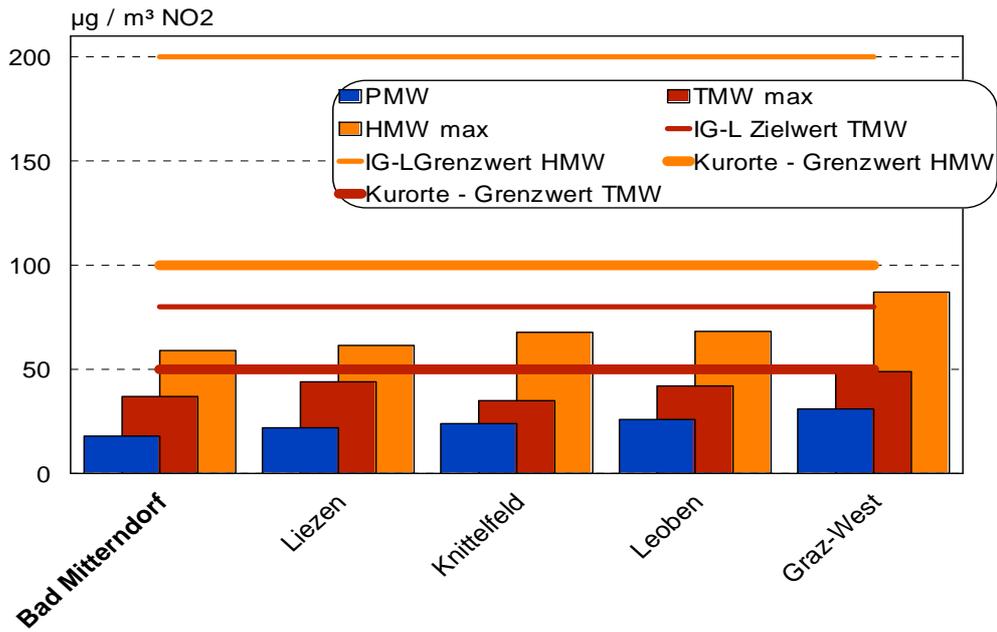
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen zeigte sich in Bad Mitterndorf für die Sommermessperiode ein unterdurchschnittliches Belastungsniveau, während im Winter die Konzentrationen jenen steirischer Bezirkshauptstädte entsprachen.

### Vergleich der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Sommermessung



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

## Vergleich der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Wintermessung

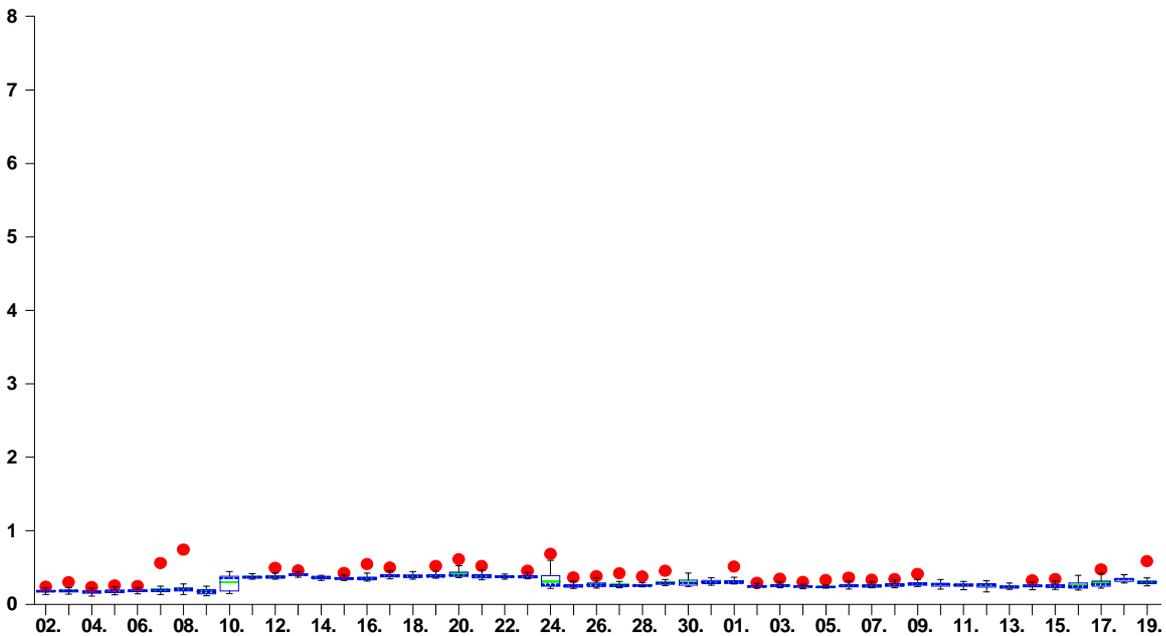


Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

## 4.2.5 Kohlenmonoxid (CO)

### Sommermessung

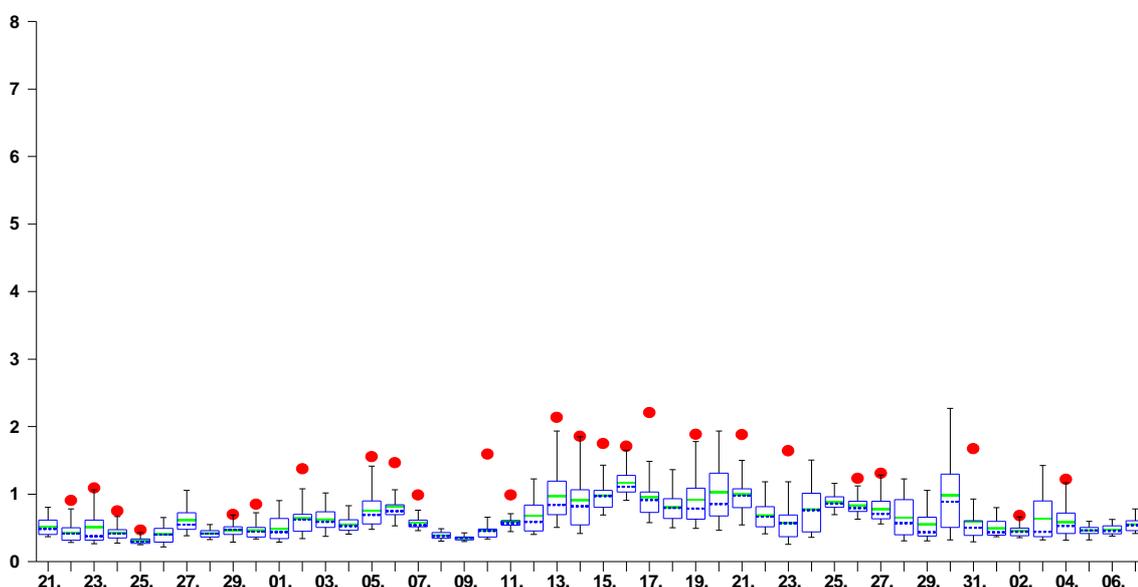
Station: MOBILE 2 Messwert: CO MW-Typ: HMW  
Zeitraum: 02.07.02-00:30 - 20.08.02-00:00 MEZ



02.07.2002 - 20.08.2002	Messergebnisse CO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte CO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,74			
Mtmax	0,41			
MW8max	0,48	10 5	BGBI. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	5 % 10 %
TMWmax	0,42			
PMW	0,29			

## Wintermessung

Station: MOBILE 2 Messwert: CO MW-Typ: HMW  
Zeitraum: 21.11.02-00:30 - 08.01.03-00:00 MEZ



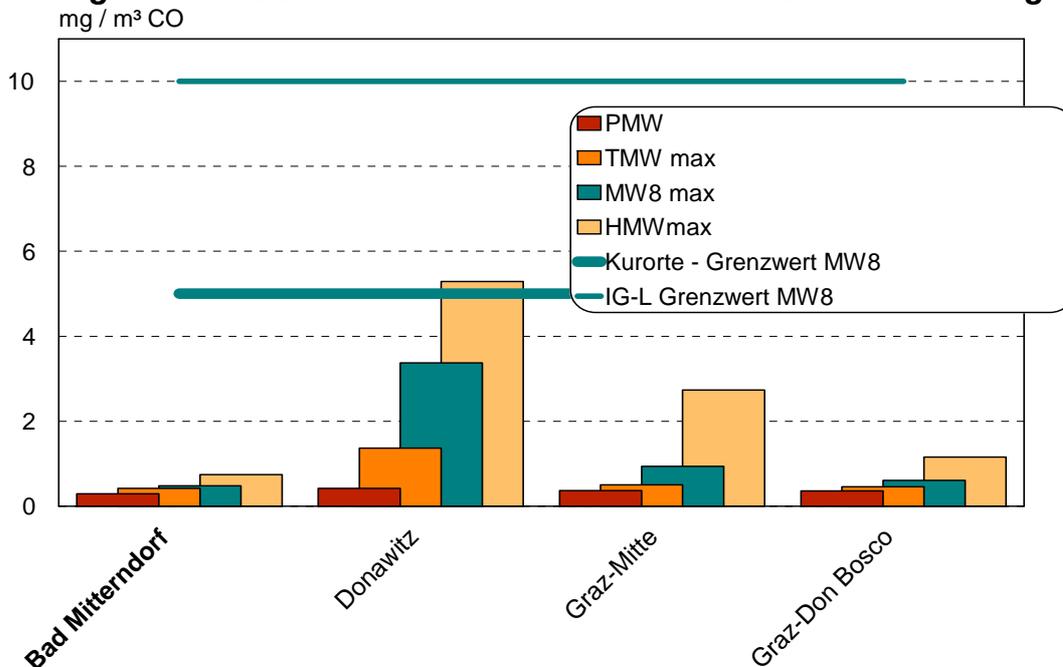
21.11.2002 - 08.01.2003	Messergebnisse CO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte CO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	2,27			
Mtmax	1,20			
MW8max	1,60	10 5	BGBI. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	16 % 32 %
TMWmax	1,17			
PMW	0,65			

Auch beim Kohlenmonoxid gelten der Kfz-Verkehr und der Hausbrand 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 in Bad Mitterndorf während beider Messungen deutlich unter den gesetzlichen Immissionsgrenzwerten des Immissionsschutzgesetzes-Luft (BGBI. I Nr. 115/1997) und der Kurorterrichtlinie.

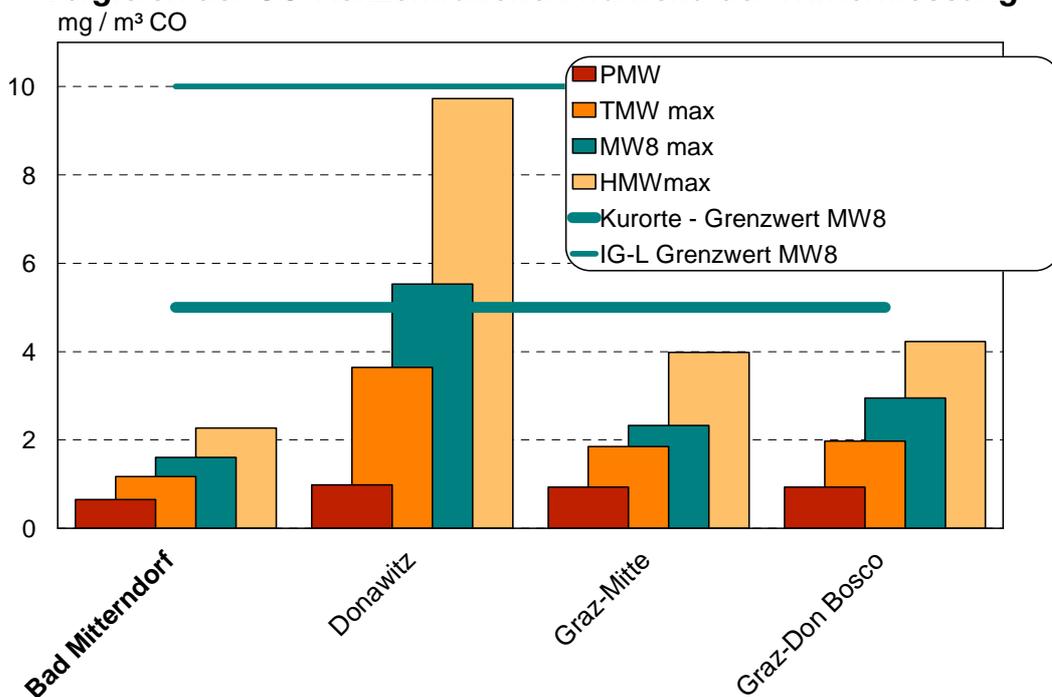
Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden nur an einigen neuralgischen Punkten wie etwa an stark frequentierten Kreuzungsbereichen in Graz sowie an den beiden mobilen Messstationen erhoben. Dementsprechend ergibt ein Vergleich mit den tendenziell höher belasteten Messstellen für die Messstandorte in Bad Mitterdorf erwartungsgemäß ein unterdurchschnittliches Belastungsniveau.

### Vergleich der CO-Konzentrationen während der Sommermessung



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

### Vergleich der CO-Konzentrationen während der Wintermessung

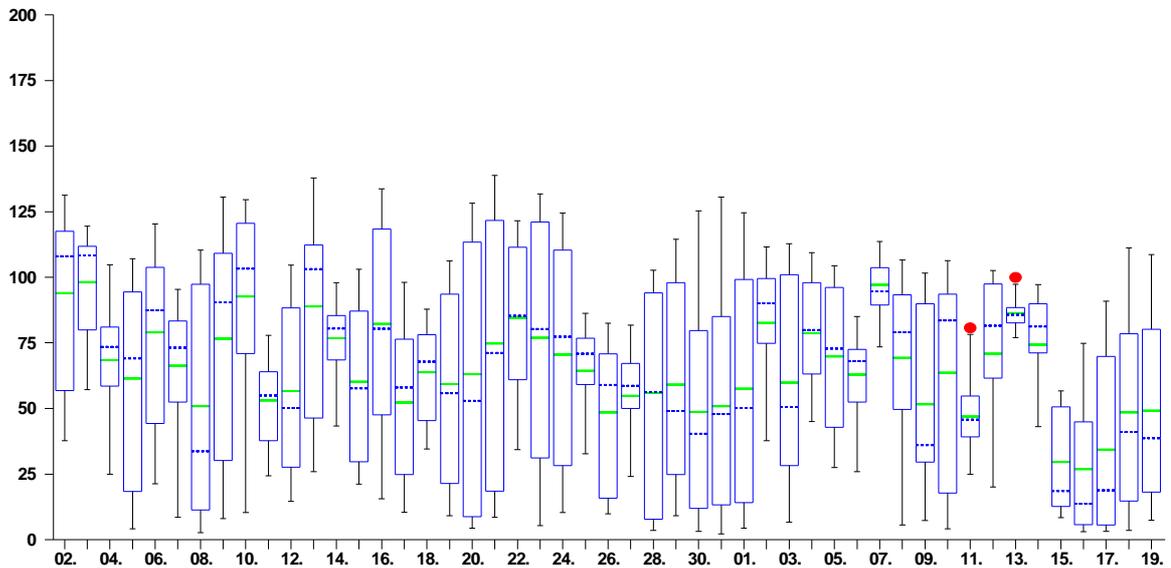


Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

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

### Sommermessung

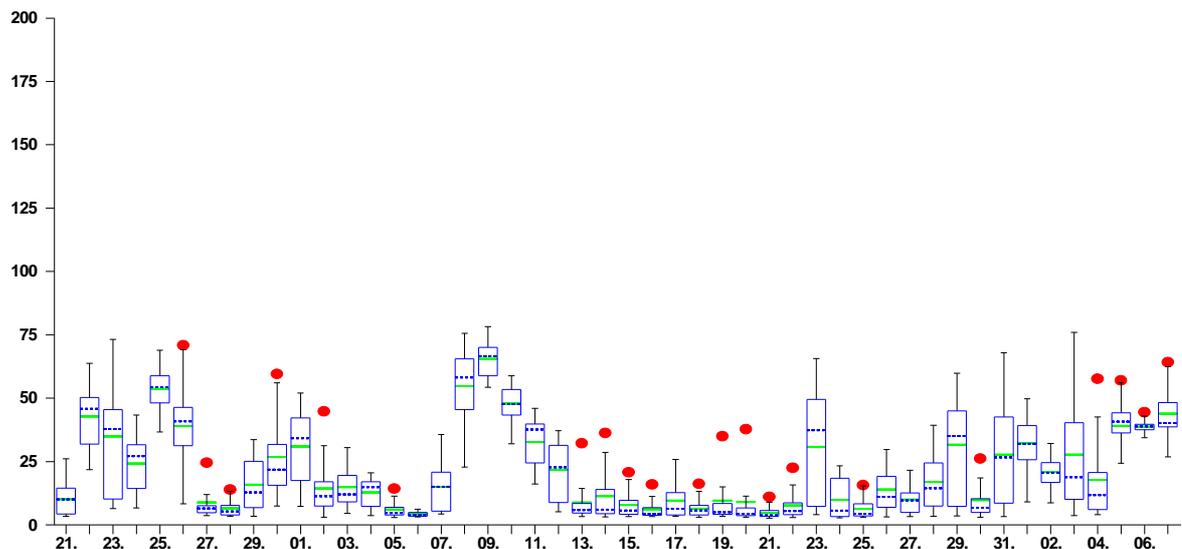
Station: MOBILE 2 Messwert: O<sub>3</sub> MW-Typ: HMW  
Zeitraum: 02.07.02-00:30 - 20.08.02-00:00 MEZ



02.07.2002 - 20.08.2002	Messergebnisse O <sub>3</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte O <sub>3</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	139	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	116 %
Mtmax	107			
MW8max	127	0,110	BGBI. I Nr. 115/1997	115 %
TMWmax	98			
PMW	65			

### Wintermessung

Station: MOBILE 2 Messwert: O<sub>3</sub> MW-Typ: HMW  
Zeitraum: 21.11.02-00:30 - 08.01.03-00:00 MEZ

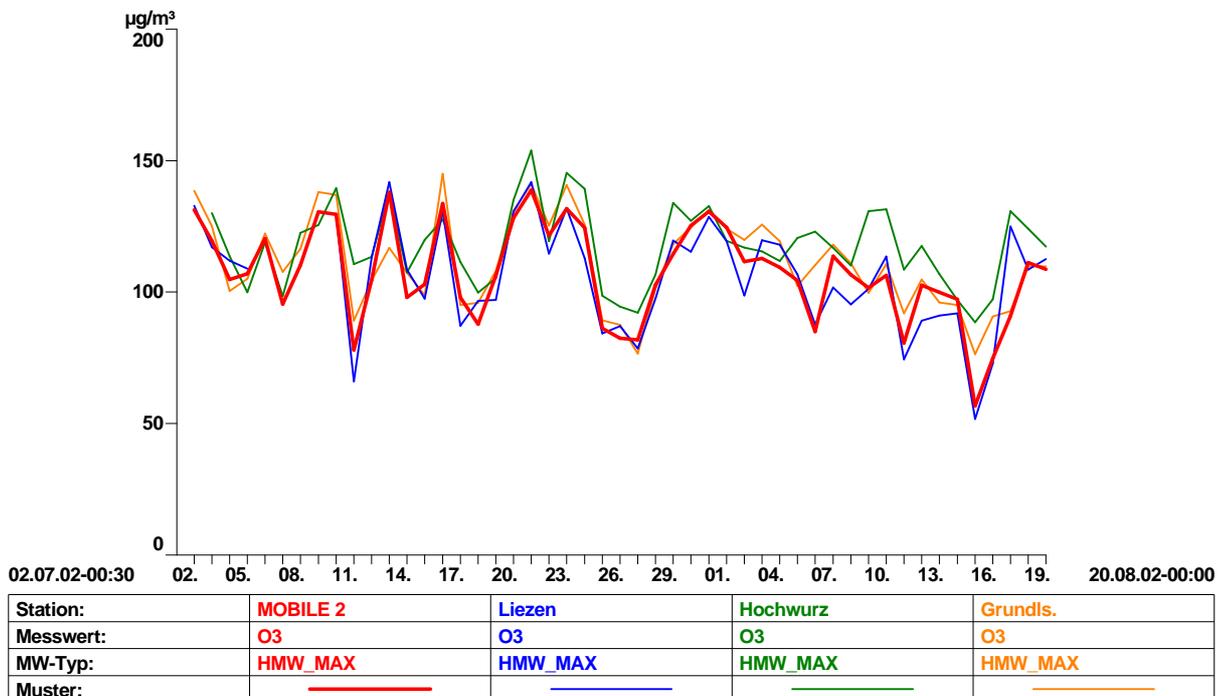


21.11.2002 - 08.01.2003	Messergebnisse O <sub>3</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte O <sub>3</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	78	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	65 %
Mtmax	41			
MW8max	72	0,110	BGBI. I Nr. 115/1997	65 %
TMWmax	66			
PMW	22			

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 8 Ozon-Überwachungsgebiete mit annähernd einheitlicher Ozonbelastung eingeteilt. Bad Mitterndorf liegt dabei im Ozon-Überwachungsgebiet 4 "Pinzgau, Pongau und Steiermark nördlich der Niederen Tauern".

Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass sich die täglichen Ozonspitzenkonzentrationen in Bad Mitterndorf (Sommermessung) im Allgemeinen etwa in der Größenordnung bewegen, wie sie an den Messstellen Liezen und Hochwurz gemessen werden.



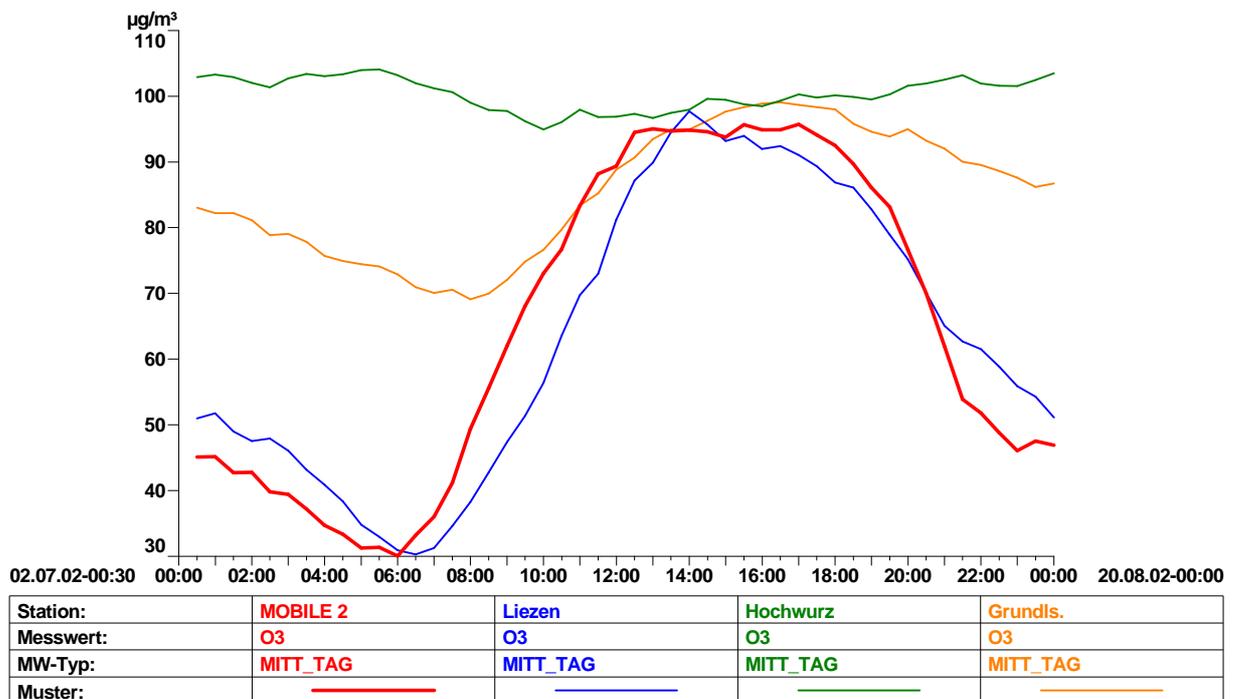
Der Ozontagesgang ist ebenfalls stark von der Höhenlage sowie von der Nähe zu Ballungszentren abhängig. Siedlungsnahе Talregionen mit höherer Grundbelastung an

Ozonvorläufersubstanzen 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: Stickstoffmonoxid (NO) bildet mit dem Luftsauerstoff ( $\text{O}_2$ ) 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 in Bad Mitterndorf/Hauptschule während der Sommermessung mit den Stationen in Liezen und Hochwurzen.



Die Talstationen in Liezen und in Bad Mitterndorf wiesen einen für Tallagen typischen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsmaximum am Nachmittag auf. An der höher gelegenen Messstelle Hochwurzen (1850m) erfolgte hingegen keine nächtliche Konzentrationsabsenkung mehr.

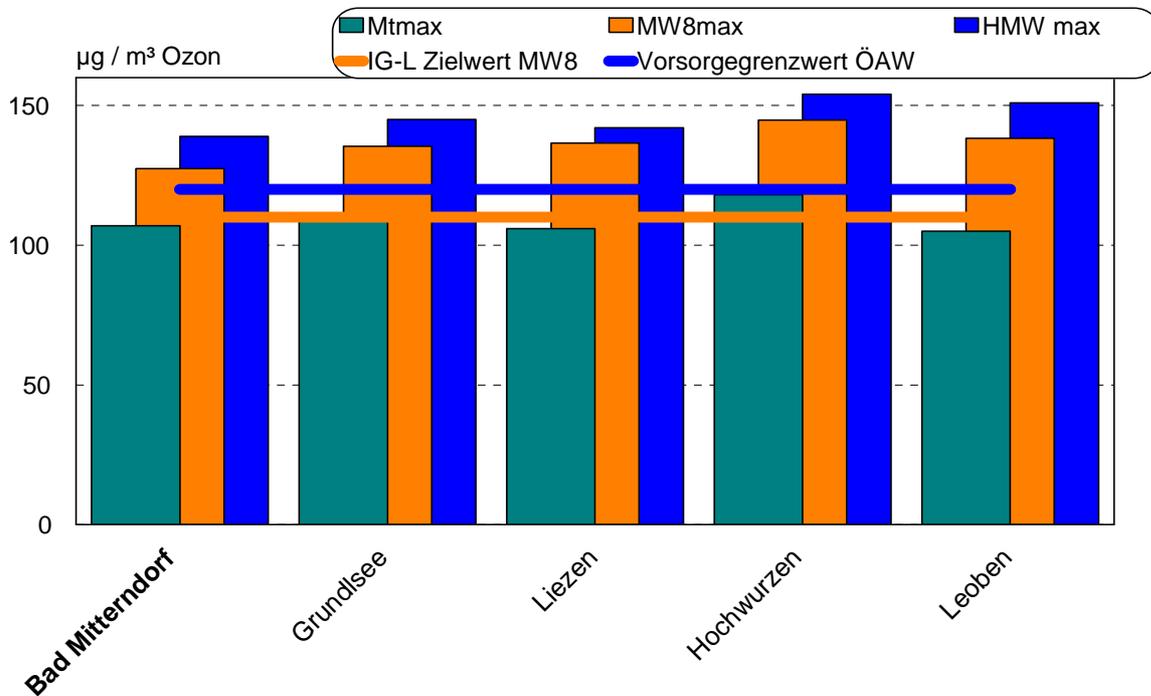
Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigte die erwartete Übereinstimmung mit den Witterungsverhältnissen. Während der Wintermessung blieben die Konzentrationen deutlich unter jenen der Sommermessung. Speziell bei strahlungsintensiven Hochdruck- und gradientschwachen Lagen wurden hohe Werte registriert.

Dementsprechend wurde der zum Messzeitpunkt gültige Achtstundenmittelgrenzwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) ebenso wie der empfoh-

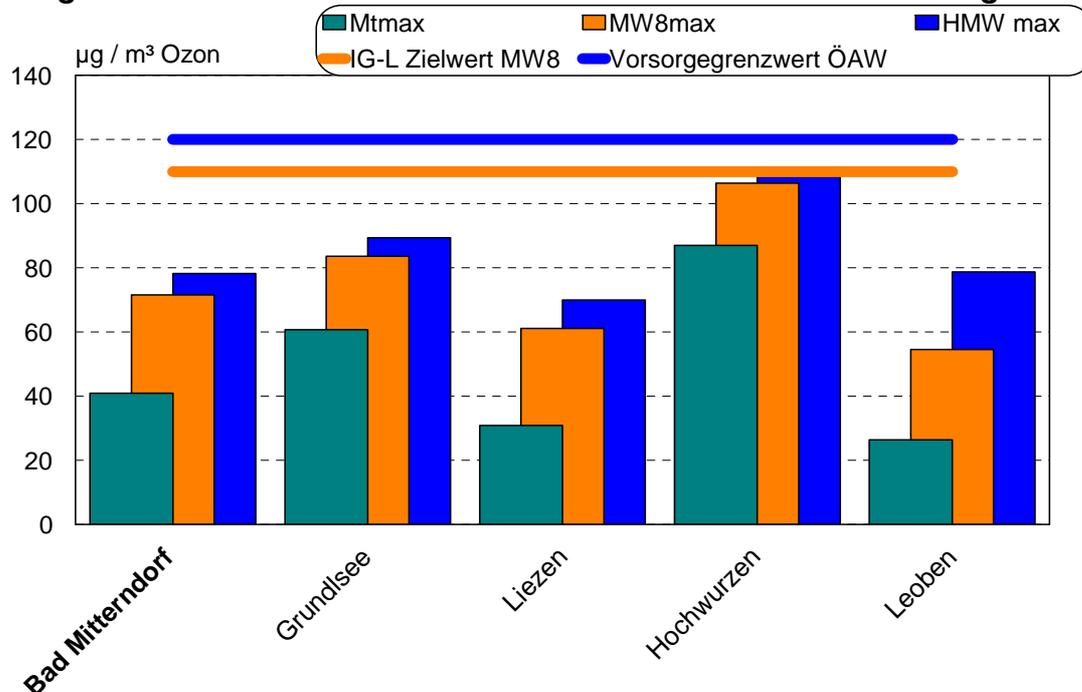
lene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für den maximalen Halbstundenmittelwert während der Wintermessungen nicht, im Sommer hingegen bei Schönwetter sehr häufig überschritten.

Im Vergleich mit anderen Messstellen ergab sich für beide Messungen ein der Lage von Bad Mitterndorf entsprechendes durchschnittliches Belastungsniveau.

### Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Sommermessungen



### Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Wintermessungen



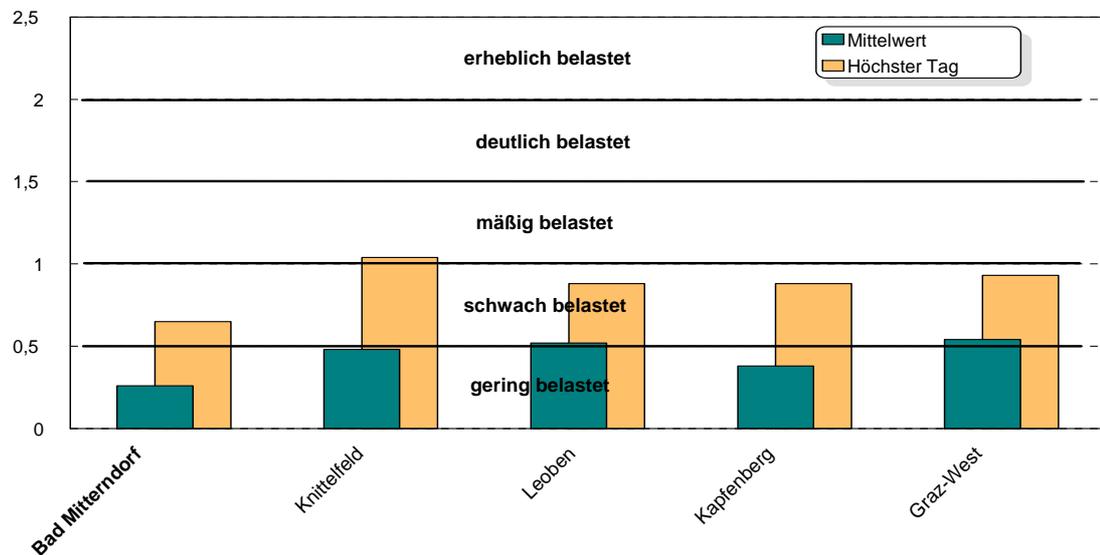
### 4.3. Luftbelastungsindex

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

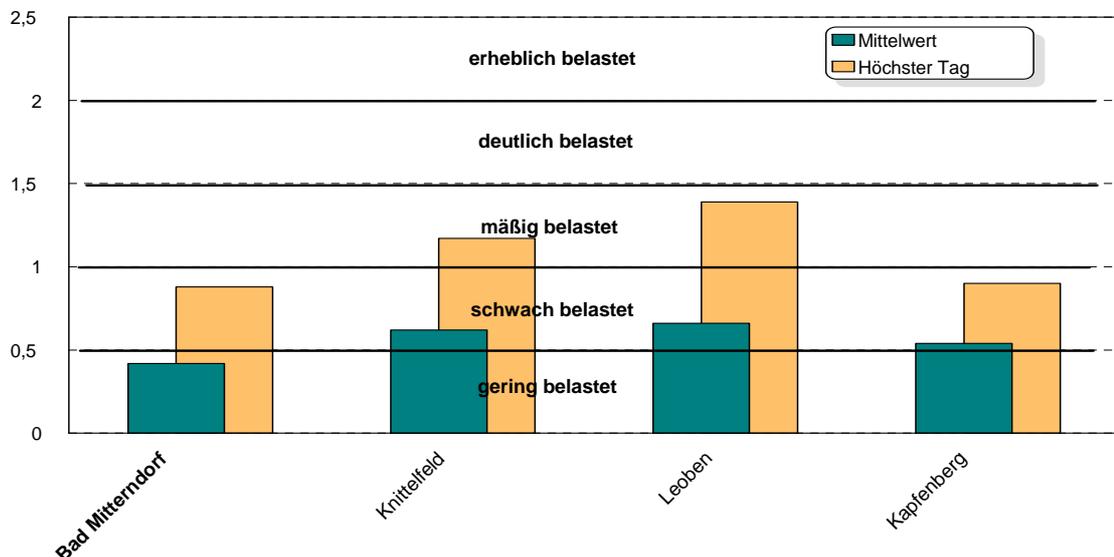
Angelehnt an die von J. Baumüller (VDI-Kommission Luftreinhaltung 1988, S. 223 ff) vorgeschlagene Berechnungsmethode wurden die Tagesmittelwerte und maximalen Halbstundenmittelwerte der Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Schwebstaub in Verhältnis zum jeweiligen Grenzwert des Immissionsschutzgesetzes 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 die Messstandorte im Vergleich zu weiteren steirischen Messstellen dargestellt. Demnach wiesen die lufthygienischen Verhältnisse in Bad Mitterndorf im steiermarkweiten Vergleich sowohl im Winter vor allem aber im Sommer unterdurchschnittliche Werte auf.

**Luftbelastungsindex während der Sommermessung**



**Luftbelastungsindex während der Wintermessung**



## 5. Integrale Messungen

### 5.1. Vorbemerkung

Ergänzend zu den mobilen Immissionsmessungen wurde in Bad Mitterndorf auch ein integrales Messnetz betrieben. Integrale Messungen sind in der Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ („Kurorterichtlinie“), herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, für die flächenhafte Interpretation der Immissionsbelastung vorgeschrieben.

Für die Gesamtstaubdeposition wurde dabei die Beurteilung der Immissionssituation nach dem Grenzwerten vorgenommen, der in dieser Richtlinie festgelegt sind.

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

### 5.2. Das Messnetz

Für die integralen Messungen gibt die Kurorterichtlinie sowohl die Mindestanzahl der Messpunkte als auch deren räumliche Verteilung vor. Zusätzlich werden die therapeutischen Bereiche, das Ortszentrum sowie das potentielle Immissionsmaximum als verpflichtende Probenahmepunkte genannt.

Bei den Auswertungen der Ergebnisse der bereits einleitend beschriebenen 6 Messpunkte (Kap. 1.) wurden die 13 Messperioden folgendermaßen zusammengefasst:

Sommersaison:	27.06.2002 - 23.09.2002 (1. - 3. Messperiode)
	10.03.2003 – 01.07.2003 (10. - 13. Messperiode)
Wintersaison:	23.09.2002 - 10.03. 2003 (4. - 9. 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 Staubb- und Niederschlag und das Wasser in einer gewogenen Schale zur Trockene eingedampft und als Gesamtstaubb- und Niederschlag 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  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{HCl}$  und  $\text{HNO}_3$ , 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 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wie jene, die von kontinuierlichen Messstationen erhalten werden, stellen jedoch integrale Werte 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 Kurorten wird die Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ herangezogen. Diese 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.

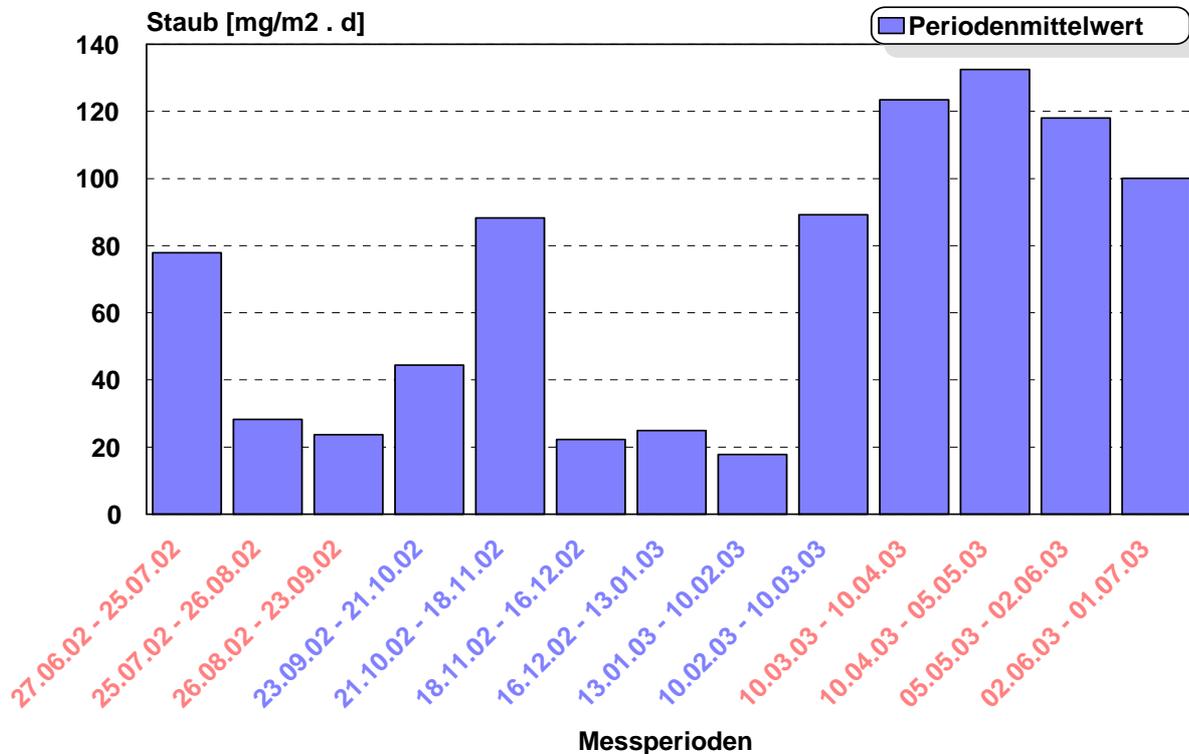
## 5.5. Darstellung der Messergebnisse

### 5.5.1 Gesamtstaubdeposition

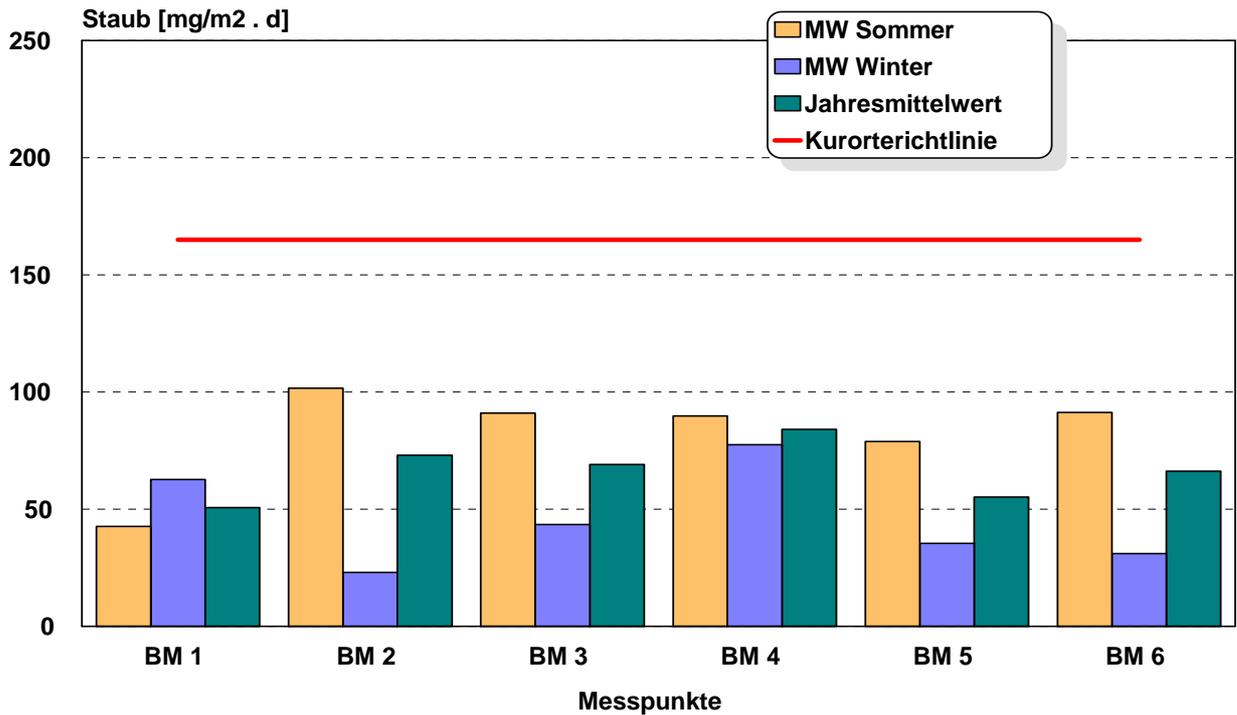
**Zeitverlauf der Staubdeposition (in mg/m<sup>2</sup> . d)**

Messperioden	BM1	BM2	BM3	BM4	BM5	BM6	Perioden- mittelwert
27.06.2002 - 25.07.2002	15	64	155	85	71	78	78
25.07.2002 - 26.08.2002	18	37	29	25	34	26	28
26.08.2002 - 23.09.2002	5	38	23	27	29	20	24
23.09.2002 - 21.10.2002			36	64	42	34	44
21.10.2002 - 18.11.2002	137		50	103	80	72	88
18.11.2002 - 16.12.2002	6	26	15	42	29	16	22
16.12.2002 - 13.01.2003	108	7	14	14	3	3	25
13.01.2003 - 10.02.2003	1	8	28	45	7		18
10.02.2003 - 10.03.2003		51	117	196	52	30	89
10.03.2003 - 10.04.2003	20	172	127	159		139	123
10.04.2003 - 05.05.2003	87	167	110	158		141	132
05.05.2003 - 02.06.2003	111	120	124	104	103	146	118
02.06.2003 - 01.07.2003		113	69	71	156	91	100
Messpunktmittelwert	51	73	69	84	55	66	

**Jahresgang der Staubbelastung**



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

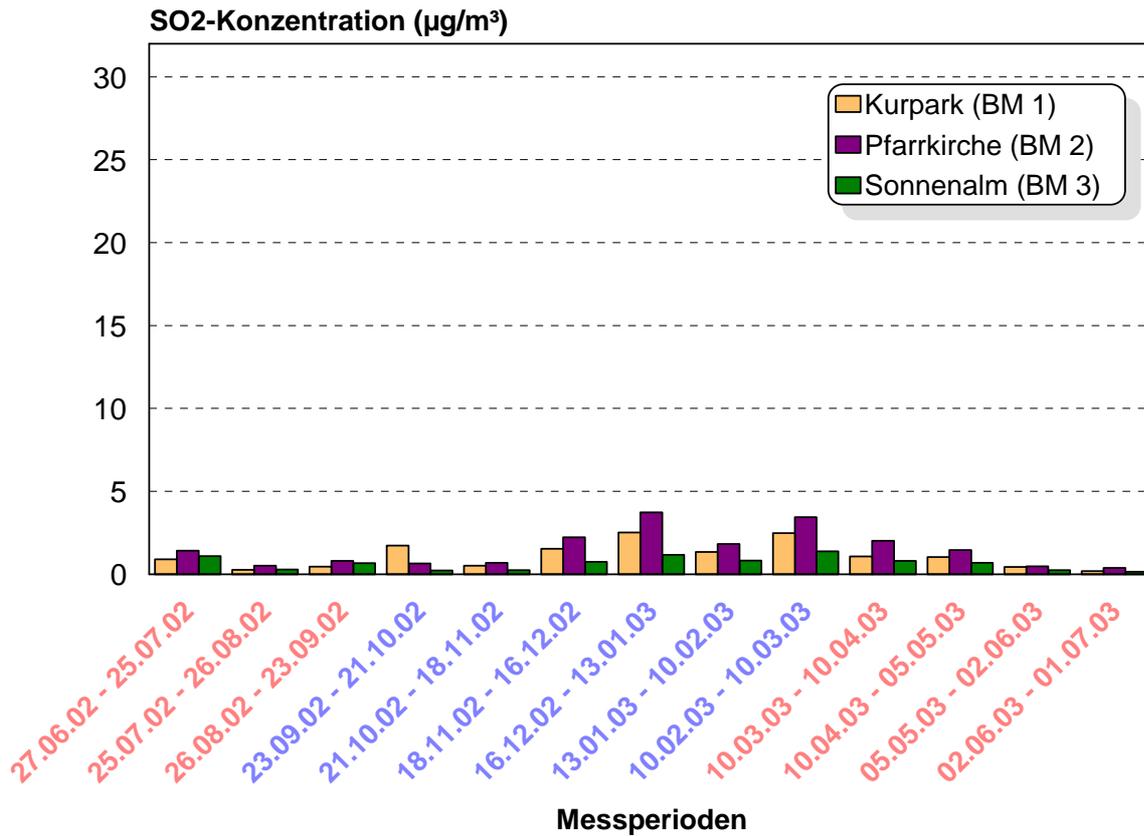


### 5.5.2 Konzentrationsmessungen

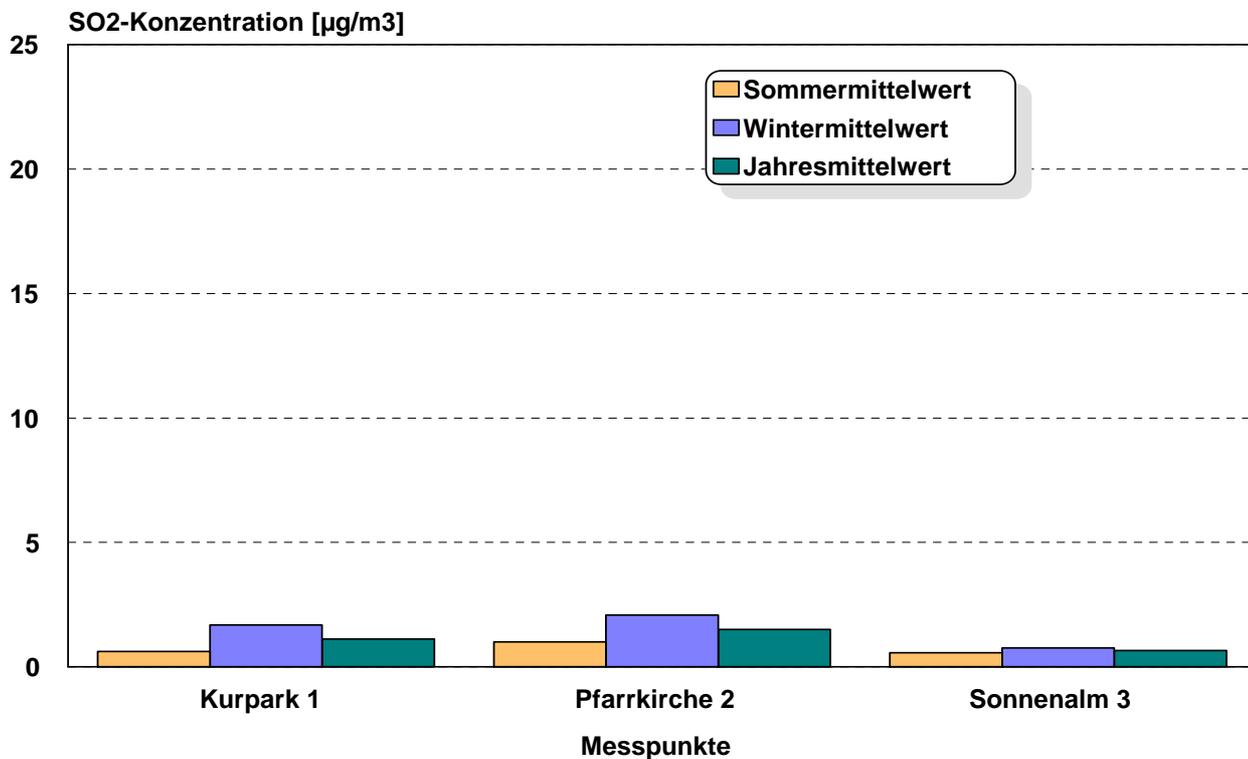
#### Zeitverlauf der Schwefeldioxid-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

SO2	BM1	BM2	BM3	Perioden- mittelwert
27.06.2002 - 25.07.2002	0,89	1,42	1,09	1,1
25.07.2002 - 26.08.2002	0,26	0,52	0,28	0,4
26.08.2002 - 23.09.2002	0,46	0,80	0,67	0,6
23.09.2002 - 21.10.2002	1,72	0,64	0,22	0,9
21.10.2002 - 18.11.2002	0,52	0,69	0,25	0,5
18.11.2002 - 16.12.2002	1,54	2,22	0,75	1,5
16.12.2002 - 13.01.2003	2,51	3,72	1,17	2,5
13.01.2003 - 10.02.2003	1,35	1,83	0,82	1,3
10.02.2003 - 10.03.2003	2,47	3,43	1,38	2,4
10.03.2003 - 10.04.2003	1,08	2,02	0,81	1,3
10.04.2003 - 05.05.2003	1,04	1,45	0,68	1,1
05.05.2003 - 02.06.2003	0,44	0,47	0,25	0,4
02.06.2003 - 01.07.2003	0,18	0,37	0,14	0,2
Messpunktmittelwert	1,1	1,5	0,7	

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



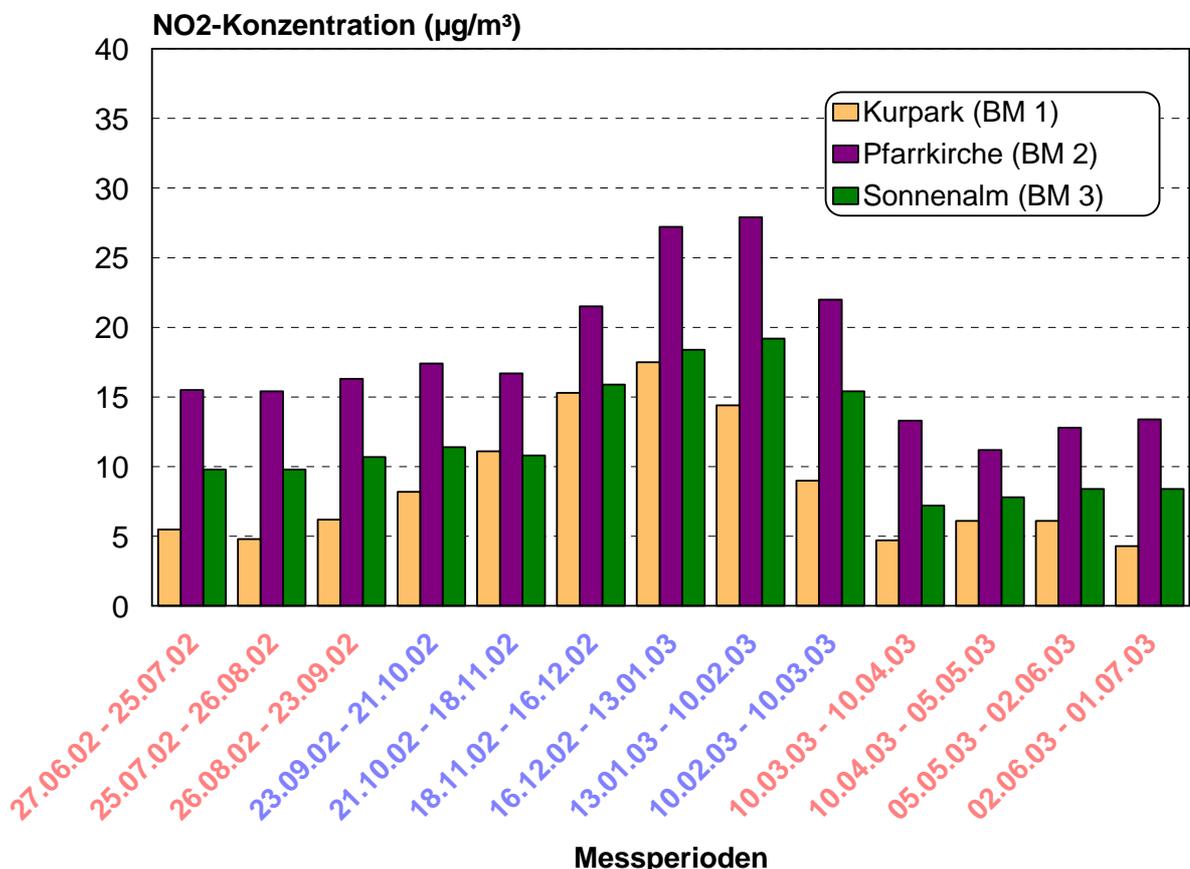
### Mittlere SO<sub>2</sub>-Konzentration



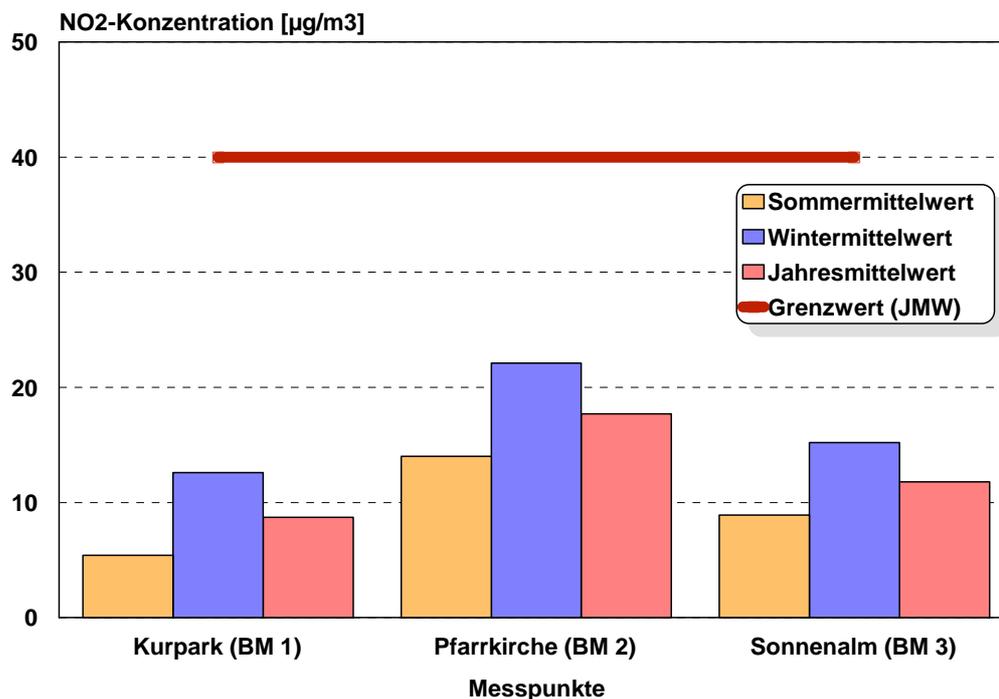
**Zeitverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentrationen  
(Messperiodenmittelwert in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>BM1</b>	<b>BM2</b>	<b>BM3</b>	<b>Perioden- mittelwert</b>
27.06.2002 - 25.07.2002	5,5	15,5	9,8	10,3
25.07.2002 - 26.08.2002	4,8	15,4	9,8	10,0
26.08.2002 - 23.09.2002	6,2	16,3	10,7	11,1
23.09.2002 - 21.10.2002	8,2	17,4	11,4	12,3
21.10.2002 - 18.11.2002	11,1	16,7	10,8	12,9
18.11.2002 - 16.12.2002	15,3	21,5	15,9	17,5
16.12.2002 - 13.01.2003	17,5	27,2	18,4	21,0
13.01.2003 - 10.02.2003	14,4	27,9	19,2	20,5
10.02.2003 - 10.03.2003	9,0	22,0	15,4	15,5
10.03.2003 - 10.04.2003	4,7	13,3	7,2	8,4
10.04.2003 - 05.05.2003	6,1	11,2	7,8	8,4
05.05.2003 - 02.06.2003	6,1	12,8	8,4	9,1
02.06.2003 - 01.07.2003	4,3	13,4	8,4	8,7
Messpunktmittelwert	8,7	17,7	11,8	

**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 deutlich höher war als in den Herbst- und Wintermonaten.

Die Staubimmissionen lagen im Jahresdurchschnitt im Bereich zwischen 51 und 84 mg/m<sup>2</sup>.d, wobei der höchste Jahresmittelwert am Messpunkt BM 4 (Neuhofen) registriert wurde, wofür Staubaufwirbelungen durch den Straßenverkehr ausschlaggebend sein dürften. Die Jahresmittelwerte blieben an allen Messpunkten unter dem in der Kurorterrichtlinie 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 „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, lag die höchstbelastete Station BM2 (Pfarrkirche) bei 45% dieses Wertes.

Die gemessenen **Schwefeldioxid**werte 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 blieben an allen Messstellen unter 10% dieses Grenzwertes von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Die integralen Messergebnisse belegten in jedem Fall, dass der Messstandort der mobilen Wintermessung als potentielles Immissionsmaximum anzusehen ist und zudem die zweite Hälfte der mobilen Wintermessung tendenziell die höchstbelastete Periode des Messjahres war. Es ist daher davon auszugehen, dass die durch die mobile Messstation registrierten Werte an anderen Standorten des Kurbezirks nicht übertroffen werden.

Zusammenfassend ergaben die integralen Immissionsmessungen von Oktober 2000 bis Oktober 2001, dass die lufthygienischen Bedingungen in Bad Mitterndorf hinsichtlich der Deposition von Staub und der integral erhobenen Konzentrationen von  $\text{SO}_2$  den Vorgaben der Kurorterrichtlinie bzw. dem Immissionsschutzgesetz-Luft entsprechen.

## 6. Literatur

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1997:

Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L, BGBl. I Nr.115 in der Fassung von BGBl I Nr. 34/2003.

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1992:

Ozongesetz. BGBl.Nr.210 in der Fassung von BGBl I Nr.34/2003

Österreichische Akademie der Wissenschaften, 1989:

Photooxidantien in der Atmosphäre - Luftqualitätskriterien Ozon.  
-Kommission für Reinhaltung der Luft. 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: 478S.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2002 und 2003:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,  
Juli, August, November, Dezember 2002, Jänner 2003. 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 einschlägigen Grenzwerte aus den Gesetzen und Verordnungen gegenübergestellt.

Für die Immissionsgrenzwertverordnung des Landes (LGBl. Nr.5/1987) und des Immissionsschutzgesetzes-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997) sind die Kennwerte als maximale Tages- und Halbstundenmittelwerte, für den von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlenen Vorsorgegrenzwert der maximale Ozon - Halbstundenmittelwert angegeben.

### **Messperiodenmittelwert (PMW)**

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 Achtstundenmittelwert (MW8max)**

Im Immissionsschutzgesetz-Luft und in der Kurorterichtlinie sind Grenzwerte für Kohlenmonoxid als gleitende Achtstundenmittelwerte festgelegt. Sie werden aus sechzehn 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.

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

LUTE	Lufttemperatur
WIGE	Windgeschwindigkeit
NIED	Niederschlag
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.

## 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 so genannten Ausreißer dargestellt, dann handelt es sich hierbei um den höchsten Halbstundenmittelwert des Tages.

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.