



# **Luftgütemessungen Bad Gams**

**September 1999 bis September 2000**

**Autor**

Norbert Braun

**ARGE LÖSS Ges.b.R**

Arbeitsgemeinschaft f. Landschafts- u. Ökosystemanalysen Steiermark  
BADER BRAUN SCHLEICHER SULZER  
Schillerstraße 52 / I; A-8010 Graz  
Tel.: 0316 / 81 45 51

**Projektleitung**

Mag. Andreas Schopper

**Messtechnik**

(mobile Messstation)

Gerhard Schrempf

Manfred Gassenburger

**Messnetzbetreuung und  
Laboranalytik**

(integrales Messnetz)

Waltraud Köberl

**Herausgeber**

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

© April 2002

Dieser Bericht ist im Internet unter folgender Adresse verfügbar:

[http://www.stmk.gv.at/LUIS/UMWELTSCHUTZ/LUFTREINHALTUNG/MOBILE\\_MESSUNGEN/Bad\\_Gams/Bad\\_Gams.htm](http://www.stmk.gv.at/LUIS/UMWELTSCHUTZ/LUFTREINHALTUNG/MOBILE_MESSUNGEN/Bad_Gams/Bad_Gams.htm)**Bei Wiedergabe unserer Messergebnisse ersuchen wir um Quellenangabe!**

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe in Bad Gams</b> .....	<b>9</b>
<b>3. Beurteilungsgrundlagen</b> .....	<b>9</b>
3.1. Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr. 5/ 1987).....	9
3.2. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997) .....	10
3.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.....	10
3.4. Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten .....	10
<b>4. Mobile Immissionsmessungen</b> .....	<b>11</b>
4.1. Ausstattung und Messmethoden .....	11
4.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen .....	12
4.2.1 Wintermessperiode: 30. September bis 16. November 1999.....	12
4.2.2 Sommermessperiode: 8. Juni bis 23. Juli 2000 .....	13
4.3. Messergebnisse und Schadstoffverläufe .....	15
4.3.1 Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) .....	15
4.3.2 Schwebstaub .....	18
4.3.3 Stickstoffmonoxid (NO) .....	21
4.3.4 Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) .....	23
4.3.5 Kohlenmonoxid (CO).....	26
4.3.6 Ozon (O <sub>3</sub> ) .....	28
4.4. Luftbelastungsindex.....	32
<b>5. Integrale Messungen</b> .....	<b>34</b>
5.1. Vorbemerkung .....	34
5.2. Das Messnetz .....	34
5.3. Messmethodik.....	34
5.3.1 Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren .....	34
5.3.2 Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit Badge-Sammlern.....	34
5.4. Beurteilungsgrundlagen .....	35
5.5. Darstellung der Messergebnisse .....	36
5.5.1 Gesamtstaubdeposition .....	36
5.5.2 Konzentrationsmessungen .....	38
5.6. Zusammenfassende Beurteilung .....	41
<b>6. Literatur</b> .....	<b>42</b>
<b>7. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen</b> .....	<b>43</b>
7.1. Tabellen .....	43
7.2. Diagramme .....	44



## Zusammenfassung

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

Die mobilen Messungen wurden von 30.09.1999 bis 16.11.1999 (Wintermessperiode) und von 08.06.2000 bis 23.07.2000 (Sommermessperiode) durchgeführt. Das integrale Messnetz wurde im Zeitraum von 22. 09. 1999 bis 21. 09. 2000 betrieben.

Die **mobilen Immissionsmessungen** wurden jeweils an einem Standort im Kurpark vorgenommen, um die vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen im Bereich der zentralen Kureinrichtungen erheben und beurteilen zu können.

Bezüglich der einzelnen Schadstoffe wurden während der Messperioden keinerlei Überschreitungen gesetzlicher Grenzwerte oder der Grenzwerte der für die vorliegende Fragestellung relevanten „Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ (hg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie) registriert.

Hinsichtlich der Primärschadstoffe **Schwefeldioxid**, **Schwebstaub**, **Stickstoffmonoxid**, **Stickstoffdioxid** und **Kohlenmonoxid** wurde sowohl für die Grundbelastung (längerfristige Mittelwerte) als auch die Spitzenkonzentrationen ein im steirischen Vergleich unterdurchschnittliches Konzentrationsniveau festgestellt.

Die **Ozonwerte** blieben in einem dem Witterungsverlauf und der Lage des Standortes entsprechenden Konzentrationsbereich. Der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlene Vorsorgegrenzwert für den maximalen Halbstundenmittelwert wurde aufgrund der strahlungsreichen Witterung während der Sommermessperiode an 20 Tagen (annähernd die Hälfte der Messtage) überschritten.

Die **integralen Messungen** erbrachten hinsichtlich des Jahresganges der Gesamtstaubdeposition im Frühjahr und im Frühsommer etwas höhere Staubbelastrungen als in den Wintermonaten, was sowohl auf vegetationsbedingte als auch auf lokale Einflüsse am jeweiligen Messstandort zurückzuführen sein dürfte.

Die **Staubdepositionen** lagen im Jahresmittel im Bereich zwischen 20,2 und 120,6 mg/m<sup>2</sup>.d, der Grenzwert der Kurorterichtlinie wurde an allen Messpunkten eingehalten.

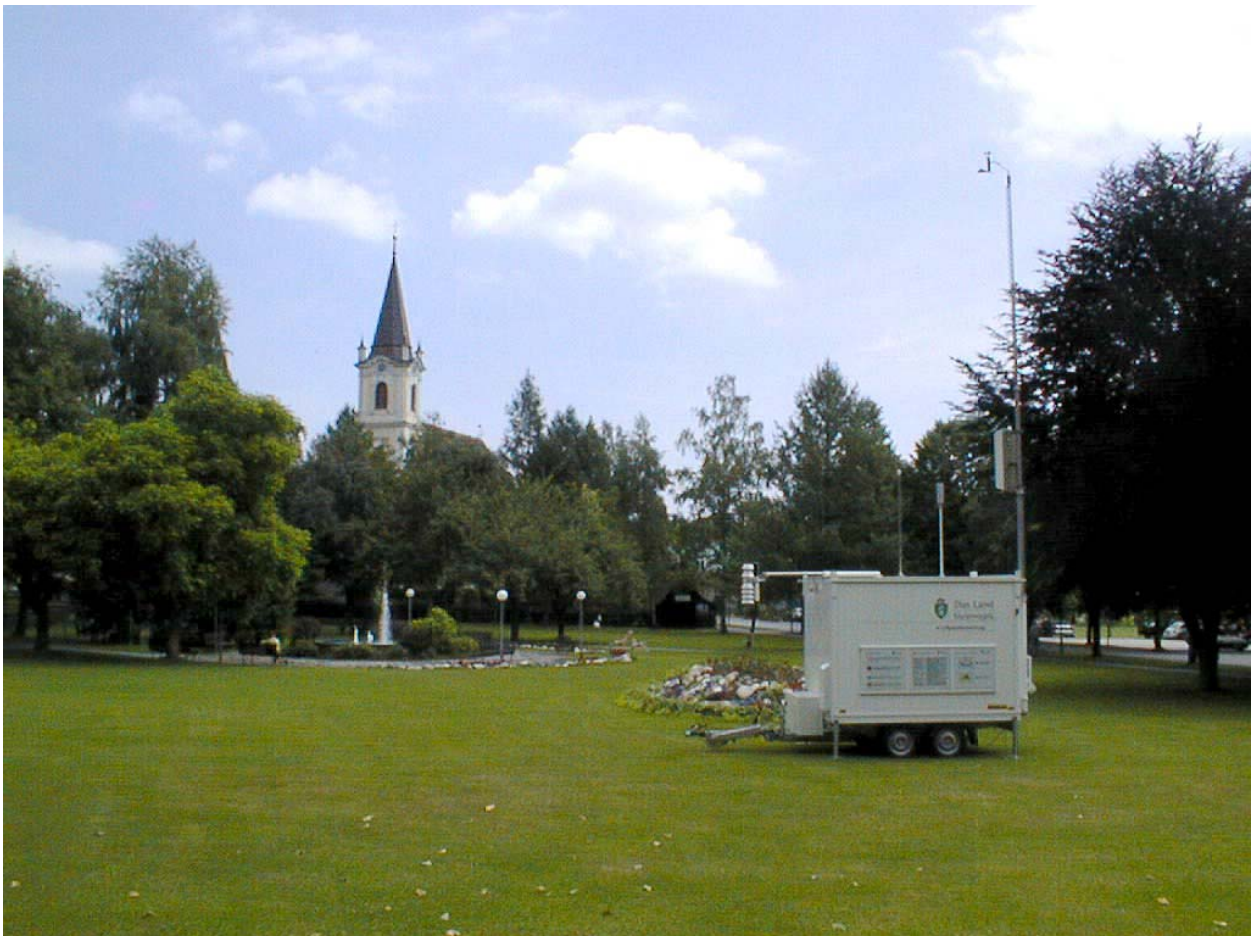
Die integralen Konzentrationsmessungen von **Stickstoffdioxid** und **Schwefeldioxid** zeigten den typischen Jahresverlauf mit höheren Werten im Winterhalbjahr und einem geringeren Belastungsniveau im Sommerhalbjahr, was auf schlechtere immissionsklimatische Bedingungen und höhere Emissionen während der kälteren Jahreszeit zurückzuführen ist. Integrale Konzentrationsmessergebnisse können als Langzeitmittelwerte nicht direkt mit den Grenzwerten der „Kurorterichtlinie“ verglichen werden, die als Halbstunden- und Tagesmittelwerte festgelegt sind. Der Erfahrungs-Richtwert für Bäderkurorte von 40 µg/m<sup>3</sup> als Messperiodenmittelwert wurde jedoch während des gesamten Messzeitraumes bei beiden Schadstoffen klar unterschritten. Es ist daher davon auszugehen, dass die maßgeblichen Grenzwerte der „Kurorterichtlinie“ durchwegs eingehalten wurden.



## 1. Einleitung

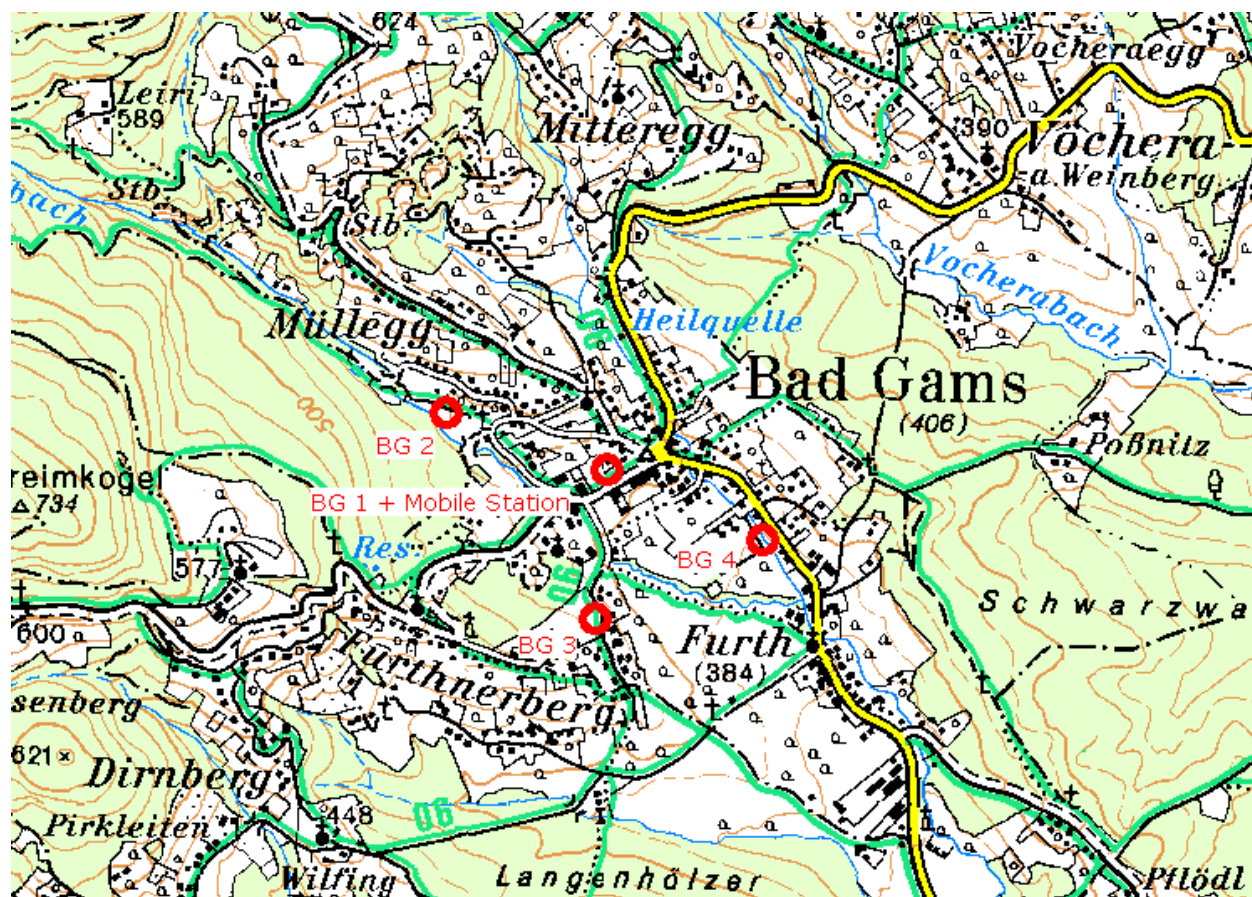
Die Luftgütemessungen im Kurort Bad Gams wurden auf Ansuchen der Gemeinde von der Fachabteilung 1a (nunmehr Fachabteilung 17C), Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation sowie eines einjährig betriebenen integralen Messnetzes. Den Anlass für die Messungen stellte die im Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetz (LGBl. Nr.161/1962) vorgeschriebene Kontrollmessung dar, wobei zuletzt 1992 ein integrales Messnetz betrieben worden waren.

### *Der mobile Messstandort im Kurpark Bad Gams (Sommermessung)*



Die **mobilen Immissionsmessungen** umfassten eine Wintermessperiode vom 30.09.1999 bis 16.11.1999 und eine Sommermessperiode vom 08.06.2000 bis 23.07.2000. Für den mobilen Messcontainer wurde für beide Messungen ein Standort im Kurpark in 405 m Seehöhe ausgewählt, um die im zentralen Kurbereich vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen zu erheben und beurteilen zu können.

## Das Messnetz Bad Gams 1999/2000



Die **integralen Messungen**, die eine flächenhafte Interpretation der Luftschadstoffbelastungen ermöglichen, erfolgten von September 1999 bis September 2000 und umfassten 13 ca. vierwöchige Messperioden.

Dabei wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- 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

Im Gemeindegebiet von Bad Gams wurden an 4 Standorten integrale Messeinrichtungen installiert, die nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt wurden:

Nr.	Lage des Messpunktes	Charakteristik / Messziel
BG1	Kurpark	Kurzentrums
BG2	Müllegg	Hintergrundmesspunkt
BG3	Dorfhofel Fernblick	peripheres Wohngebiet
BG4	Freibad	Freizeiteinrichtung



## 2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe in Bad Gams

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

Das Klima im Raum Bad Gams entspricht nach H. Wakonigg der Klimalandschaft des „Übergangsklimas der Terrassenstufe“. Dieses Klima kann als sommerwarmes und mäßig winterkaltes, schwach kontinentales Klima beschrieben werden (H. Wakonigg 1978, 378).

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt in Raum Bad Gams im langjährigen Durchschnitt um 9 °C, wobei die Jännertemperaturen zwischen -2 und -3 °C und die des Juli zwischen 18 und 19 °C liegen. Die Jahresniederschlagssumme liegt bei 1000 mm, die an rund 100 Tagen im Jahr fallen. Der niederschlagsärmste Monat ist der Jänner mit ca. 35 mm, die niederschlagsreichste Jahreszeit ist der Sommer (Juli etwa 140 mm).

Die mittleren Windgeschwindigkeiten erreichen bis 2 m/s, wobei die Durchlüftungsbedingungen zu einem guten Teil von lokalen Windsystemen mit dem Talverlauf entsprechenden Richtungen geprägt werden.

## 3. Beurteilungsgrundlagen

### 3.1. Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr. 5/ 1987)

Die Landesverordnung unterscheidet für einzelne Schadstoffe Grenzwerte für Halbstunden- (HMW) und Tagesmittelwerte (TMW) sowie für Sommer und Winter (unterschiedliche Auswirkungen auf die Vegetation). Weiters sind unterschiedliche Zonen (Zone I - "Reinluftgebiete", Zone II - "Ballungsräume" ) definiert.

Für den Messstandort Bad Gams sind die Grenzwerte für die Zone I relevant (Grenzwerte jeweils in mg/m<sup>3</sup>):

	Sommer (April – Oktober)		Winter (November – März)	
	HMW	TMW	HMW	TMW
Schwefeldioxid	0,07	0,05	0,15	0,10
Staub	-	0,12	-	0,12
Stickstoffmonoxid	0,60	0,20	0,60	0,20
Stickstoffdioxid	0,20	0,10	0,20	0,10
Kohlenmonoxid	20	7	20	7

HMW = Halbstundenmittelwert

TMW = Tagesmittelwert

### 3.2. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997)

Neben allgemeinen Festlegungen zur Immissionsüberwachung definiert das IG-L in Erfüllung der EU - Rahmenrichtlinie sowie der dazu in Kraft getretenen Tochterrichtlinien bundesweit gültige Immissionsgrenzwerte, die in der folgenden Tabelle wiedergegeben sind (Grenzwerte jeweils in mg/m<sup>3</sup>):

Schadstoff	HMW	TMW	MW8
Stickstoffdioxid	0,20		
Schwefeldioxid	0,20*	0,12	
Schwebestaub		0,15	
Kohlenmonoxid			10
Ozon			0,11

MW8 = Achtstundenmittelwert

JMW = Jahresmittelwert

\* Drei Halbstundenmittelwerte pro Tag bis zu einer Konzentration von 0,50 mg/m<sup>3</sup> gelten nicht als Überschreitung des Grenzwertes.

### 3.3. "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)
---

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

Für den Vollzug der gesetzlichen Vorgaben an Kurorte nach dem Österreichischen Kurortengesetz (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 **Bäderkurorte** gelten folgende Immissionsgrenzwerte (in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ):

Schwefeldioxid	HMW TMW	200 100
Stickstoffdioxid	HMW TMW	200 100
Kohlenmonoxid	MW8	5 $\text{mg}/\text{m}^3$
Schwebstaub	TMW	120

## 4. Mobile Immissionsmessungen

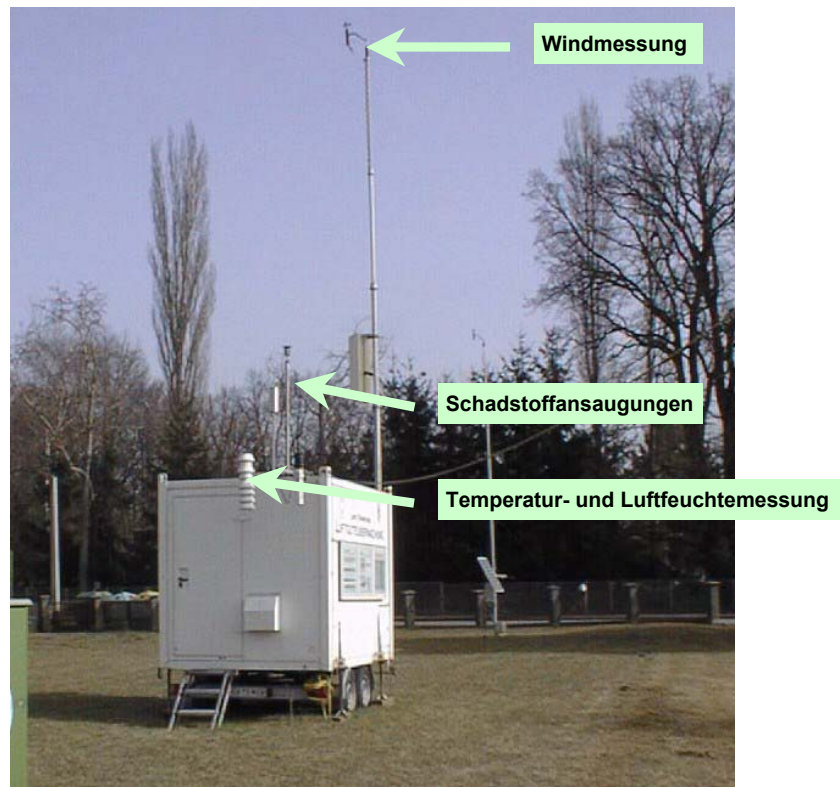
### 4.1. Ausstattung und Messmethoden

Die mobile Luftgütemessstation zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), Schwebstaub (TSP), Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ), Kohlenmonoxid (CO) und Ozon ( $\text{O}_3$ ) auf.

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

Schadstoff	Messmethode	Gerätetyp
Schwefeldioxid $\text{SO}_2$	UV-Fluoreszenzanalyse	Horiba APSA 350E
Schwebstaub (TSP)	Beta-Strahlenabsorption	Horiba ABDA 350E
Stickstoffoxide NO, $\text{NO}_2$	Chemolumineszenzanalyse	Horiba APNA 350E
Kohlenmonoxid CO	Infrarotabsorption	Horiba APMA 350E
Ozon $\text{O}_3$	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 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. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen

### 4.2.1 Wintermessperiode: 30. September bis 16. November 1999

Zu Beginn der Messperiode überquerten mehrfach in eine südwestliche Strömungslage eingebettete Störungszonen den Ostalpenraum. Nach einem kurzen Zwischenhoch Anfang Oktober verstärkte sich der Einfluss eines Tiefs über der Adria, das vor allem südlich des Alpenhauptkammes Niederschläge hervorrief. An seiner Rückseite wurden anschließend feuchtkühle Luftmassen aus Nordwest herangeführt, die für sehr kühles Wetter sorgten und in den Nordstaulagen verbreitet, südlich des Alpenhauptkammes jedoch nur vereinzelt Niederschläge verursachten.

Mit 10. Oktober begann unter Hochdruckeinfluss eine knapp 14tägige ruhige Herbstwetterphase. Das Zentrum des Hochs verschob sich allmählich von den Britischen Inseln

nach Skandinavien, wodurch eine Zufuhr kontinentaler Kaltluft aus Nordost einsetzte und sich für die Jahreszeit zu kühles Wetter einstellte. Die Nebel- und Hochnebfelder wurden beständiger und lösten sich im Tagesverlauf oft nicht mehr vollständig auf.

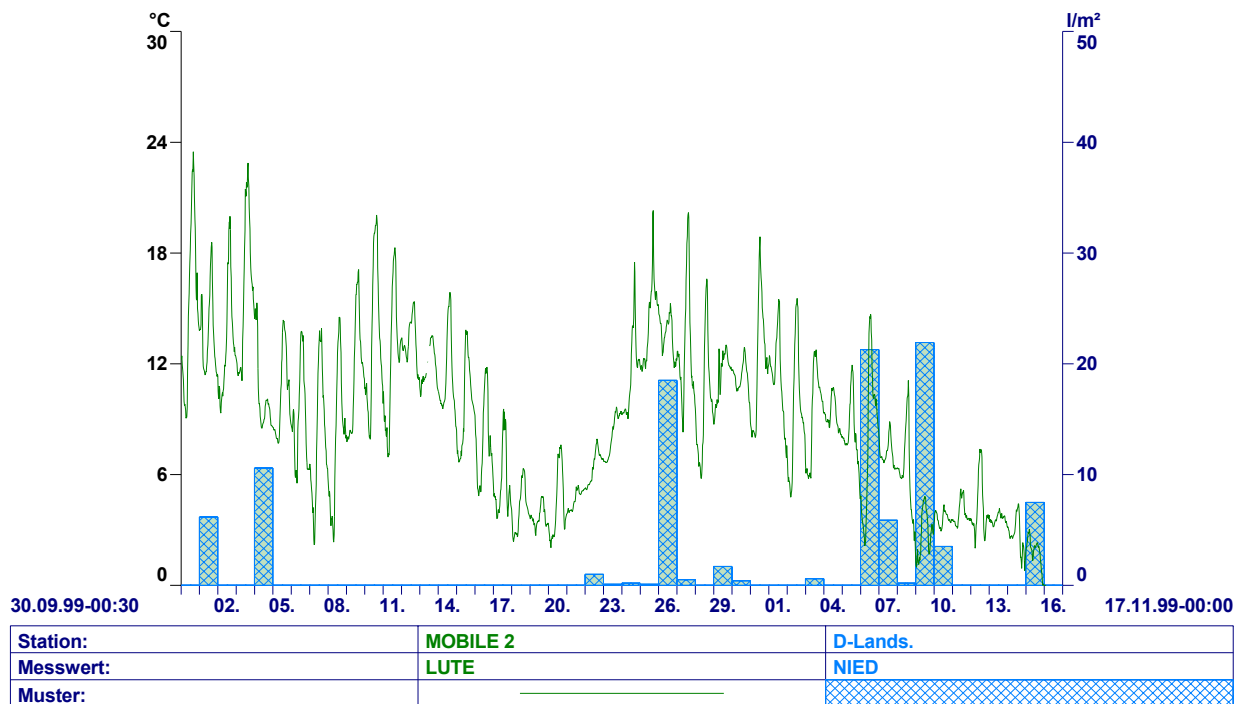
Mit Beginn der letzten Oktoberdekade stellte sich eine kräftige Südwestströmung ein, die einen kräftigen Temperaturanstieg mit sich brachte. Eingelagerte Störungen verursachten wiederholt Niederschläge, wobei im Süden der Alpen speziell am 26. 10. größere Regenmengen zu verzeichnen waren.

In der Folge wechselten sich bis in die ersten Novembertage kurze Schönwetterphasen mit meist eher schwach wetterwirksamen Frontdurchgängen ab.

Ab 6.11. stellte sich mit dem Durchzug der Kaltfront eines Nordseetiefs mit intensiven Niederschlägen und nachhaltigem Temperaturrückgang eine zyklonal geprägte Witterungsphase ein. Der Kern des Tiefs verlagerte sich langsam nach Süden und bescherte dem Alpenraum mehrere regenreiche Tage. Bei nur zögernder Wetterberuhigung blieben die Temperaturen an den Folgetagen sehr gedämpft.

Nach einem neuerlichen Frontdurchgang aus NW konnte sich am Ende der Messperiode kurzfristig Zwischenhocheinfluss etablieren, wobei ausgehend von einem Mittelmeertief jedoch erneut rasche Eintrübung erfolgte.

### **Lufttemperatur und Niederschläge im Raum Bad Gams während der Wintermessperiode**



Die Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

#### **4.2.2 Sommermessperiode: 8. Juni bis 23. Juli 2000**

Mit Beginn der Sommermessperiode stellte sich Hochdruckeinfluss mit sommerlichem Schönwetter ein. Das Zentrum des Hochs verlagerte sich nachfolgend langsam nach

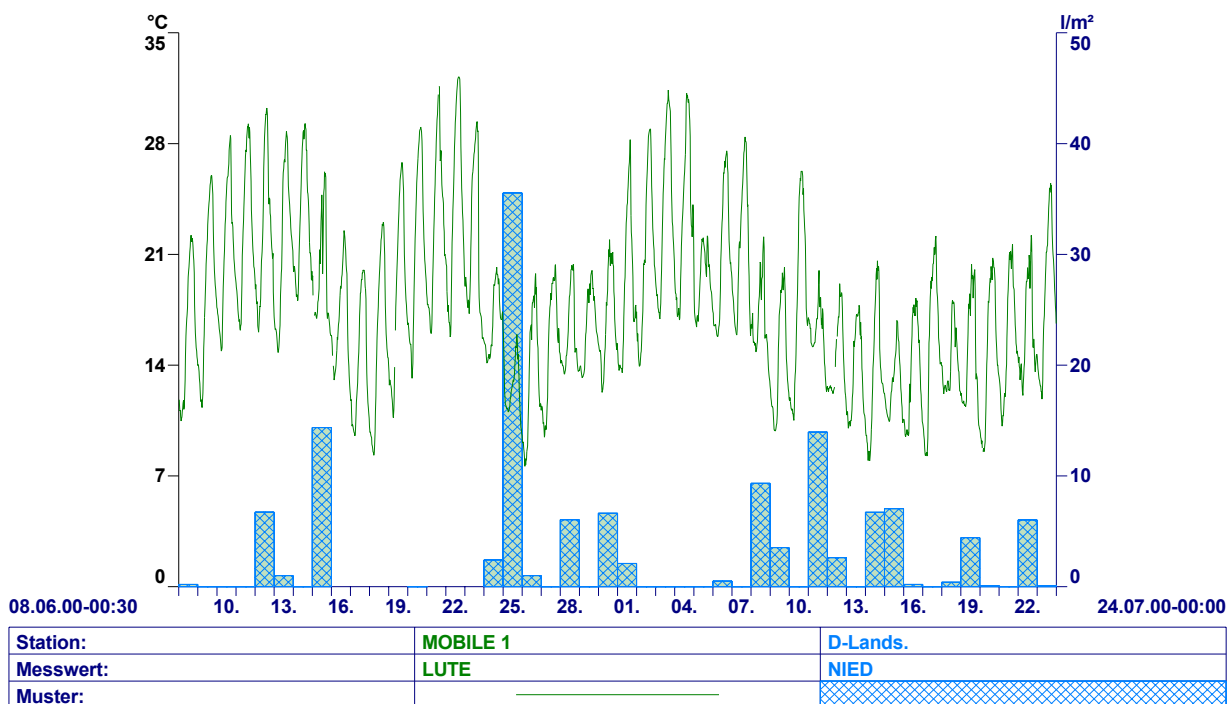
Osten, sodass durch Warmluftzufuhr ein deutlicher Temperaturanstieg erfolgte. Die Druckverteilung verflachte jedoch allmählich, wodurch sich die Gewitterbereitschaft deutlich erhöhte.

Mitte Juni beendete Störungseinfluss aus Nordwest die Schönwetterphase und bescherte neben einem merklichen Temperaturrückgang verbreitet Niederschläge. Anschließend bewirkte zunehmender Hochdruckeinfluss rasche Wolkenauflösung, aber aufgrund einfließender kühl-trockener Luft stiegen die Temperaturen nur langsam.

Mit dem Einsetzen von Warmluftzufuhr aus Südwest stiegen die Temperaturen schließlich rascher an und die Maxima erreichten wieder über 30°C. Gleichzeitig erhöhte sich aber durch die häufiger werdende Quellwolkenbildung die Gewitterneigung.

Der Durchzug einer atlantischen Störung aus West verursachte am 23. 6. erneut einen deutlichen Temperaturrückgang. Unter Tiefdruckeinfluss kam es verbreitet zu Niederschlägen, die speziell in der Nacht zum 25. 6. in Südösterreich sehr ergiebig ausfielen.

### **Lufttemperatur und Niederschläge im Raum Bad Gams während der Sommermessperiode**



Bei kühler West- bis Nordwestströmung blieb es bis zum Monatsende wechselhaft, feucht und nur mäßig warm.

Ab Anfang Juli wurde es bei flacher Druckverteilung wieder sommerlich heiß und schwül. Aufgrund der feuchtwarmen, labil geschichteten Luftmassen entstanden häufig Quellwolken und es bildeten sich verbreitet gewittrige Regenschauer aus.

Mit dem Übergreifen einer Kaltfront am 7. 7., die teils heftige Gewitter auslöste, wurde durch Zufuhr feuchtkühler Luftmassen das Ende der hochsommerlichen Wetterphase eingeleitet. Nach kurzem Zwischenhocheinfluss verstärkte sich neuerlich der zyklonale Witterungscharakter. Die Zufuhr feuchtkühler Luftmassen aus Nordwest und der Durchzug mehrerer Tiefdruckgebiete brachte bis zum 22. 7. überwiegend feuchtes und unbe-

ständiges Wetter. Erst zum Ende der Messperiode hin stellte sich mit einer warmen Südwestströmung wieder sommerliches Wetter ein.

Der Witterungsverlauf während der Messungen in Bad Gams zeichnete sich während der Wintermessungen durch einen deutlich zu warmen und etwas zu feuchten Oktober aus. Der November war in der Weststeiermark im Gegensatz zu weiten Teilen Österreichs bei etwas zu wenig Niederschlag nur leicht untertemperiert. Der Witterungsverlauf entsprach mit Ausnahme der ausgeprägten, warmen Südwestlage in der zweiten Monatshälfte des Oktober weitgehend dem langjährigen Mittel.

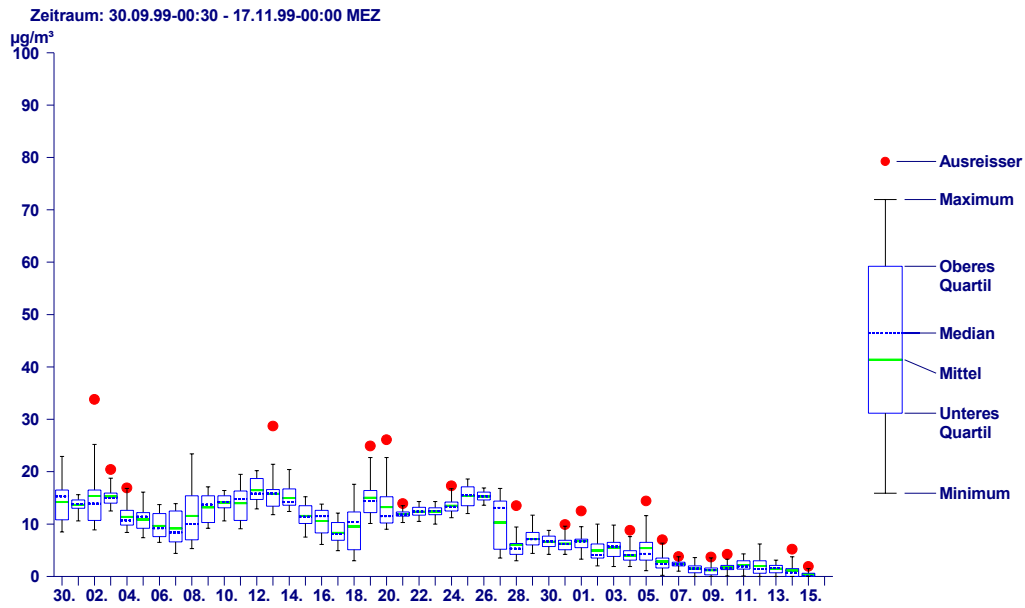
Bei den Sommermessungen stellte sich der Juni als deutlich zu warm und in Teilen der Weststeiermark lokal als etwas zu niederschlagsreich dar, während der Juli bei durchschnittlichen Niederschlagsmengen in der Mittelsteiermark annähernd normal temperiert war. Der Witterungsverlauf zeigte im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt im Juni zu wenig Tiefdrucktätigkeit und etwas überdurchschnittlich häufig Strömungs- und gradientschwache Lagen mit Gewitterbildung. Der Juli war durch einen überdurchschnittlichen Anteil an Tiefdruckwetterlagen und Strömungslagen speziell in der zweiten Monatshälfte gekennzeichnet.

### 4.3. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

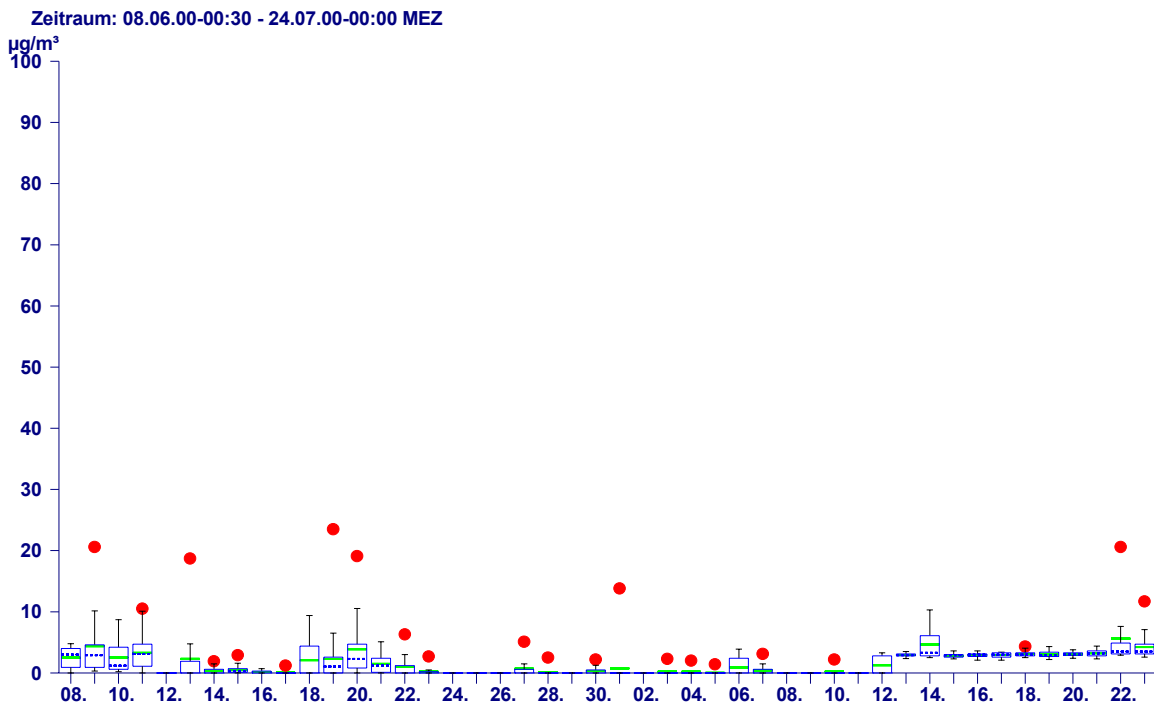
#### 4.3.1 Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

30.09.1999 - 16.11.1999	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	33	0,07 0,20 0,200	LGBl.Nr.5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	48 % 17 % 17 %
Mtmax	14			
TMWmax	16	0,05 0,12 0,100	LGBl.Nr.5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	33 % 14 % 16 %
PMW	9			

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>



08.06.00 - 23.07.00	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	23	0,07 0,20 0,200	LGBI.Nr.5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	34 % 12 % 12 %
Mtmax	5			
TMWmax	5	0,05 0,12 0,100	LGBI.Nr.5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	11 % 5 % 6 %
PMW	1			





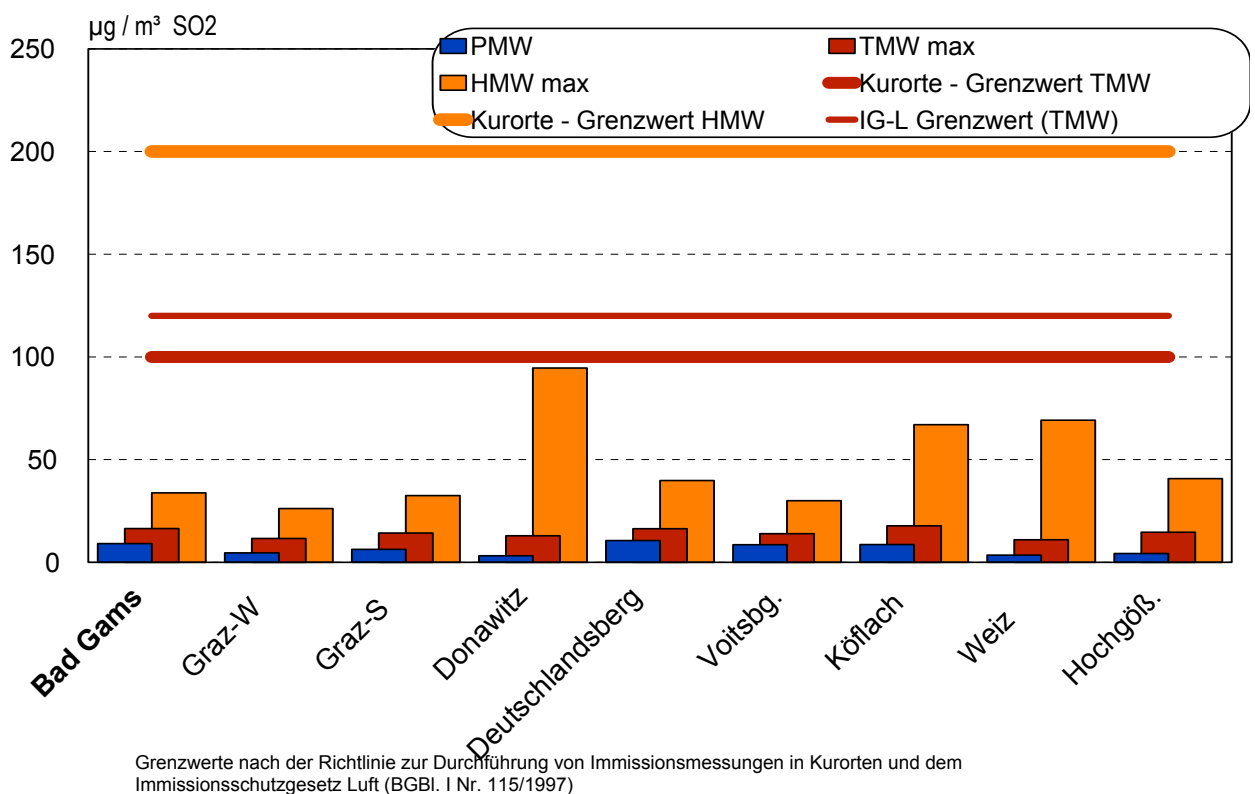
SO<sub>2</sub> wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt, Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit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

Dementsprechend waren auch in Bad Gams die Immissionskonzentrationen von Schwefeldioxid während der Wintermessung höher als im Sommer. Der Verlauf der Immissionskonzentrationen zeigt speziell bei der Wintermessung eine Übereinstimmung mit dem Witterungsgeschehen. Während der allgemein windschwächeren und austauschärmeren Witterung im Oktober lagen die Konzentrationen etwas über den Werten, die bei lufthygienisch günstigeren Witterungsbedingungen im November registriert wurden.

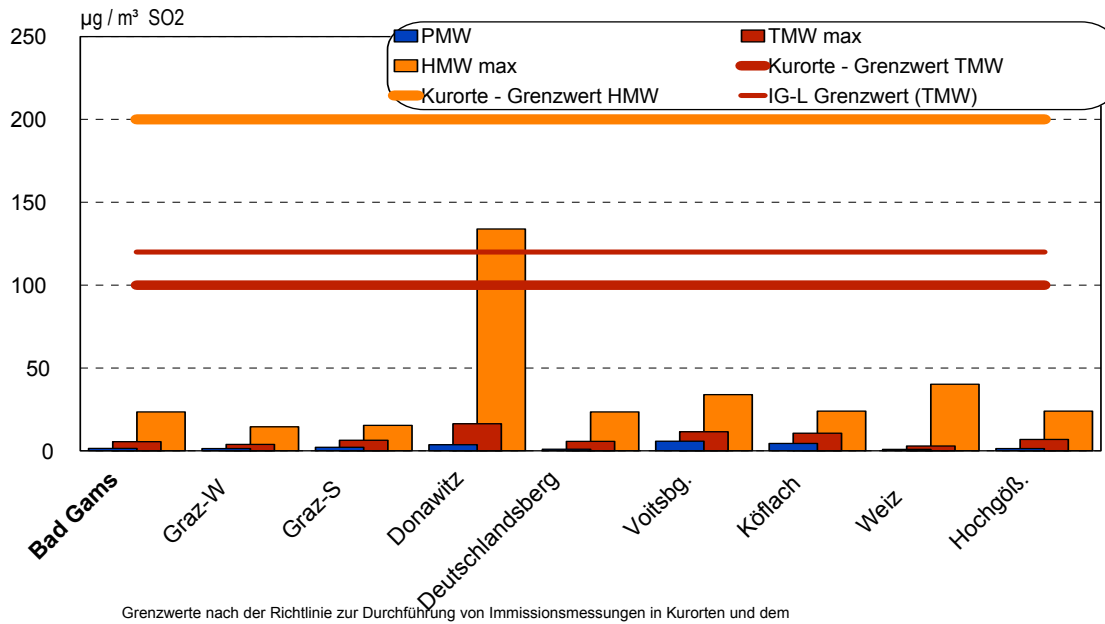
Die SO<sub>2</sub>-Konzentrationen blieben jedoch während beider Messungen sowohl bei den maximalen Halbstundenmittelwerten als auch bei den Tagesmittelwerten deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten und den Grenzen der Kurorterichtlinie.

Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen zeigte sich beim Luftschadstoff Schwefeldioxid am Messstandort in Bad Gams sowohl für die Winter-, als auch für die Sommermessperiode eine durchschnittliche bis leicht unterdurchschnittliche Belastungssituation.

### Vergleich der SO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Wintermessung 1999

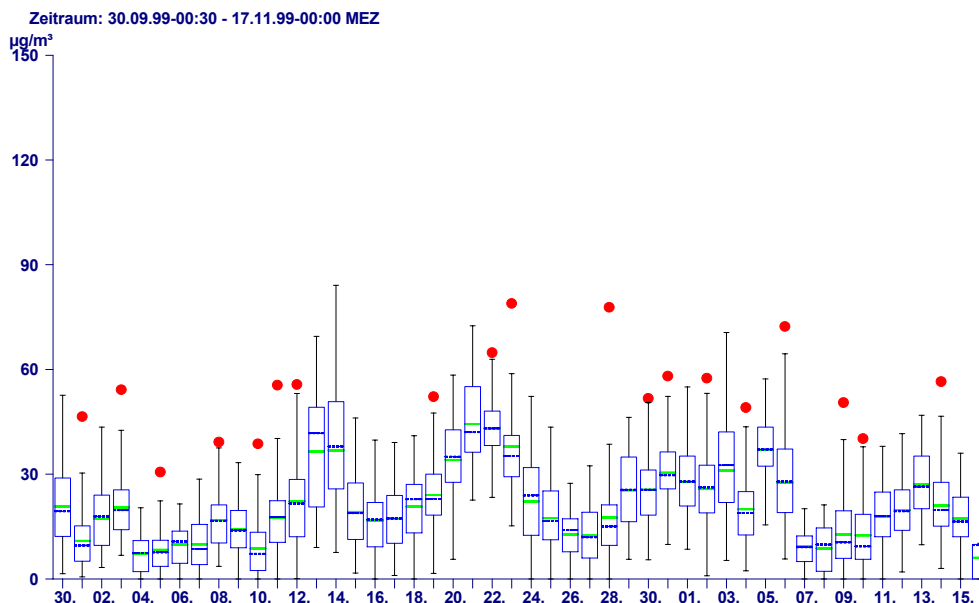


## Vergleich der SO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Sommermessung 2000

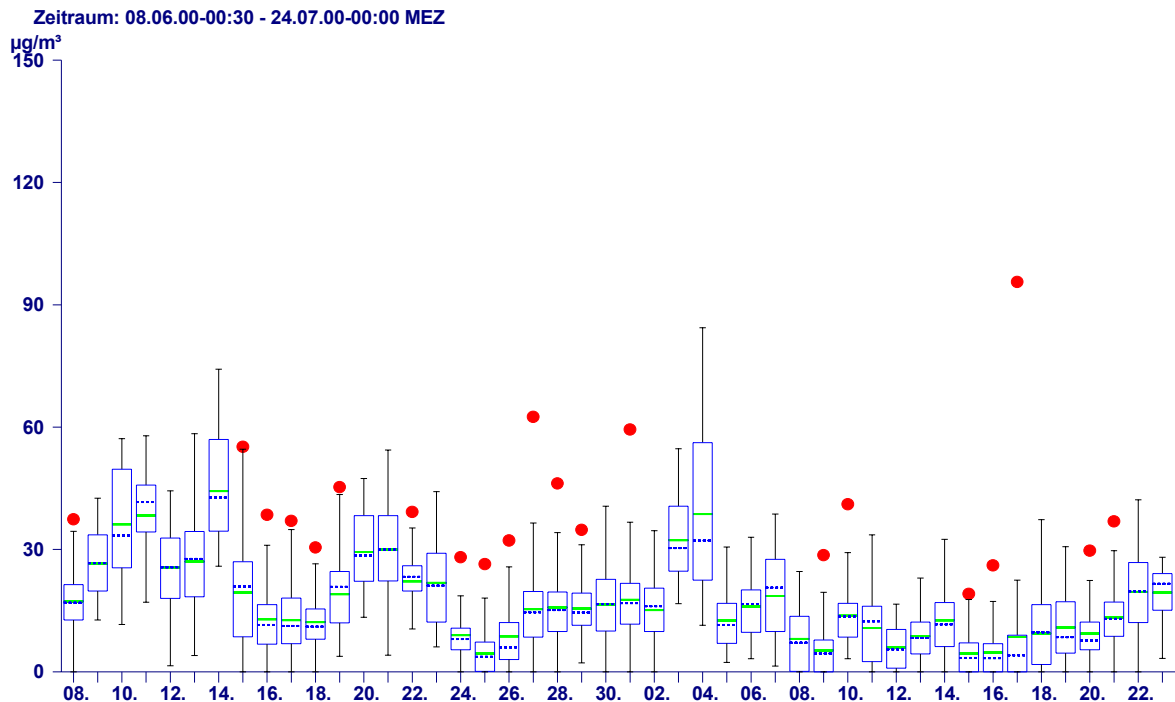


### 4.3.2 Schwebstaub

30.09.1999 - 16.11.1999	Messergebnisse Staub in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte Staub in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	84			
Mtmax	48			
TMWmax	44	0,12 0,15 0,120	LGBl.Nr.5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	37 % 30 % 37 %
PMW	21			



08.06.00 - 23.07.00	Messergebnisse Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte Staub in $\text{mg}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	95			
Mtmax	41			
TMWmax	44	0,12 0,15 0,120	LGBI.Nr.5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	37 % 30 % 37 %
PMW	17			

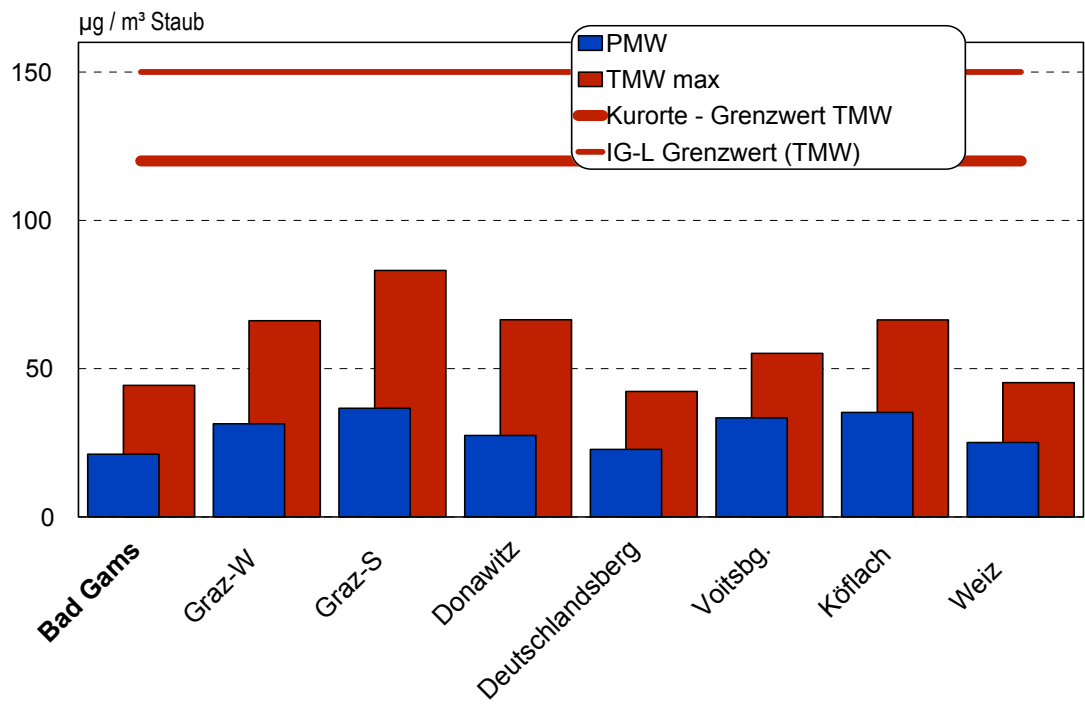


Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Dementsprechend sind auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim  $\text{SO}_2$  höhere Konzentrationen zu erwarten. Die Luftgütemesspraxis zeigt aber, dass auch den diffusen Quellen eine ganz wesentliche Bedeutung zukommt. Als diffuse Quellen sind beispielsweise der Straßensaub (Streusplitt und Streusalz), Blütenstaub, das Abheizen von Gartenabfällen und das Abbrennen von Böschungen zu nennen.

Am Messstandort in Bad Gams bewegten sich die Staubkonzentrationen während beider Messungen auf einem etwa gleich hohen Niveau, das im Winter zu einem großen Teil auf Emissionen aus dem Hausbrand zurückzuführen ist. Im Sommer treten höhere Belastungen meist im Zusammenhang mit höheren Windgeschwindigkeiten bei trockener Witterung (Aufwirbelung von Staub) auf. Überschreitungen von Grenzwerten wurden nicht festgestellt.

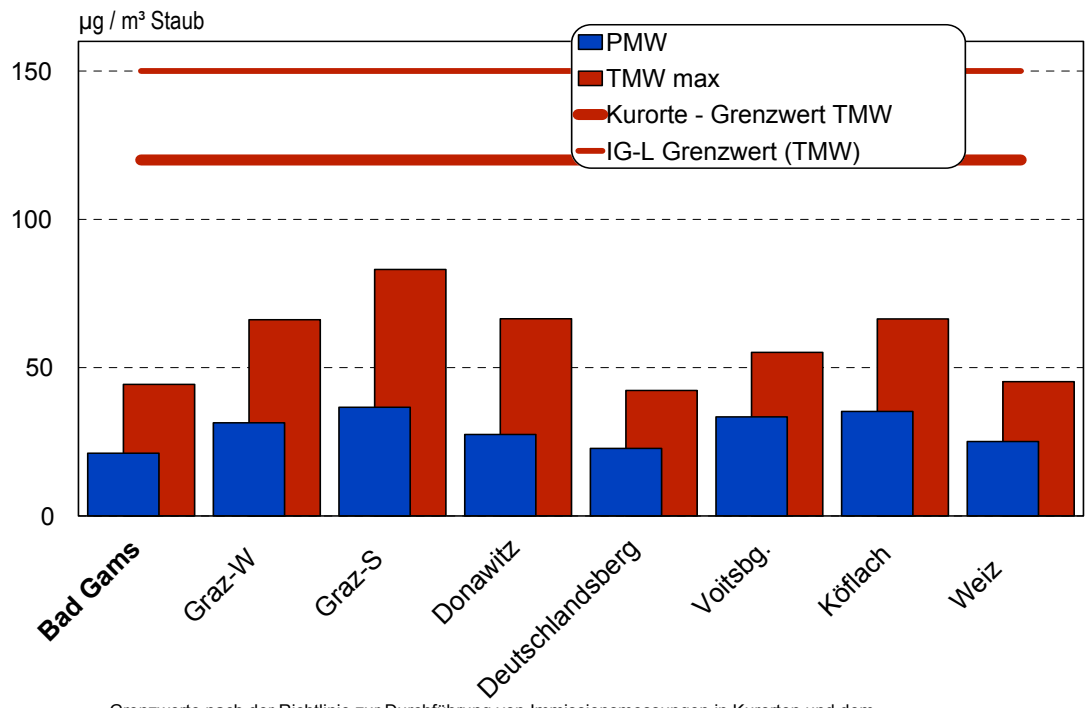
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen lagen die Schwebstaubkonzentrationen in Bad Gams allgemein auf einem unterdurchschnittlichen Niveau.

### Vergleich der Staubkonzentrationen während der Wintermessung 1999



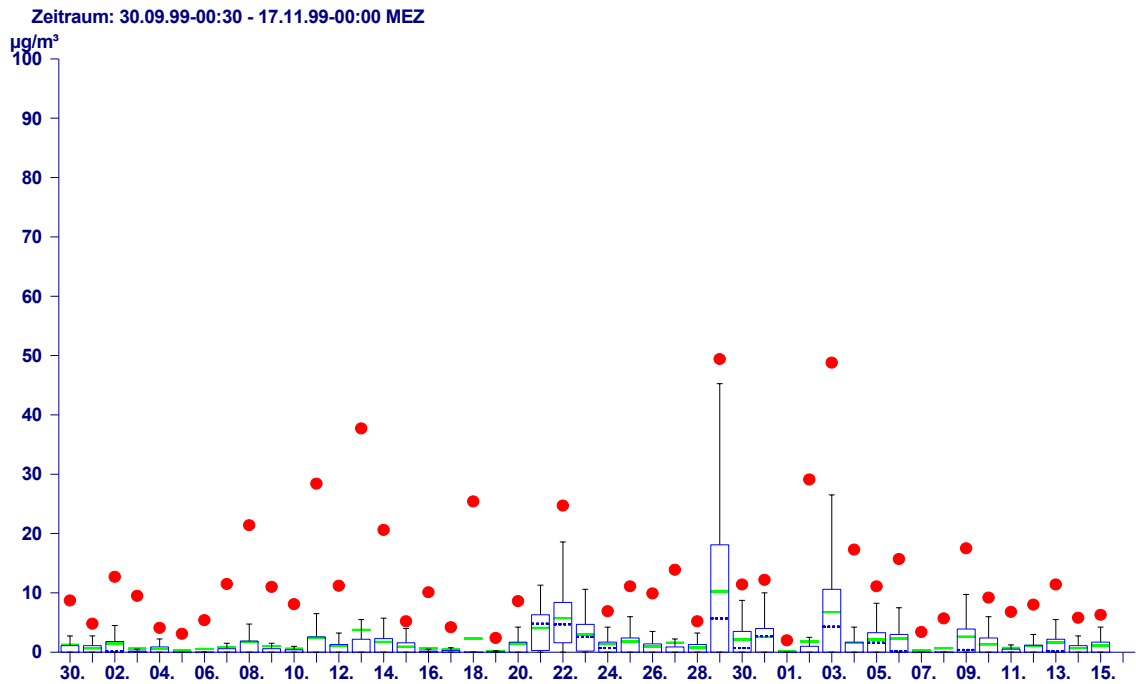
Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

### Vergleich der Staubkonzentrationen während der Sommermessung 2000

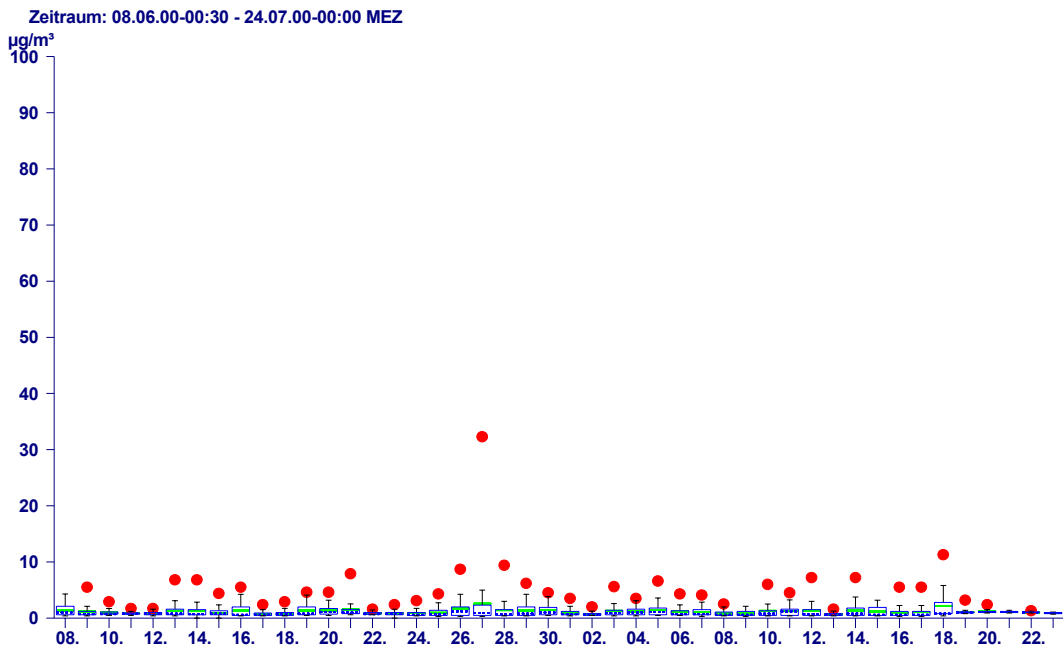


Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

### 4.3.3 Stickstoffmonoxid (NO)



30.09.1999 - 16.11.1999	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in $\text{mg}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	49	0,60	LGBl.Nr. 5/1987	8 %
Mtmax	12			
TMWmax	10	0,20	LGBl.Nr. 5/1987	5 %
PMW	1			



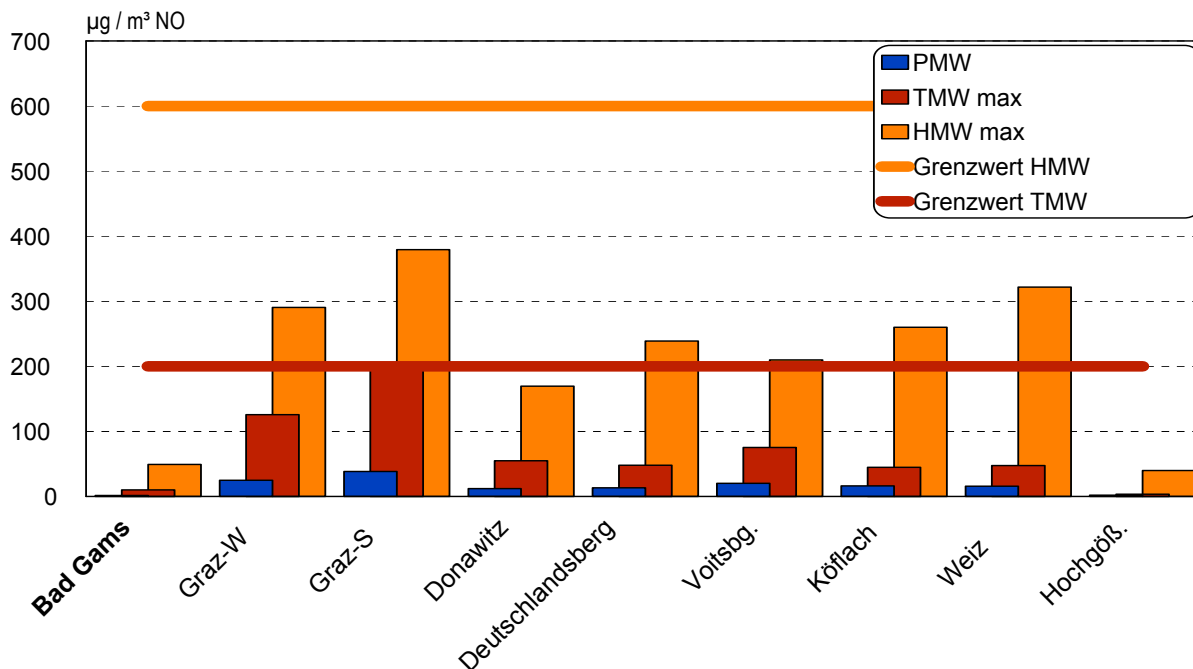
08.06.00 - 23.07.00	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in $\text{mg}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	32	0,60	LGBl.Nr. 5/1987	5 %
Mtmax	5			
TMWmax	2	0,20	LGBl.Nr. 5/1987	1 %
PMW	1			

Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen ( $\text{NO}_x$ ) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO-Anteil etwa 95% 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.

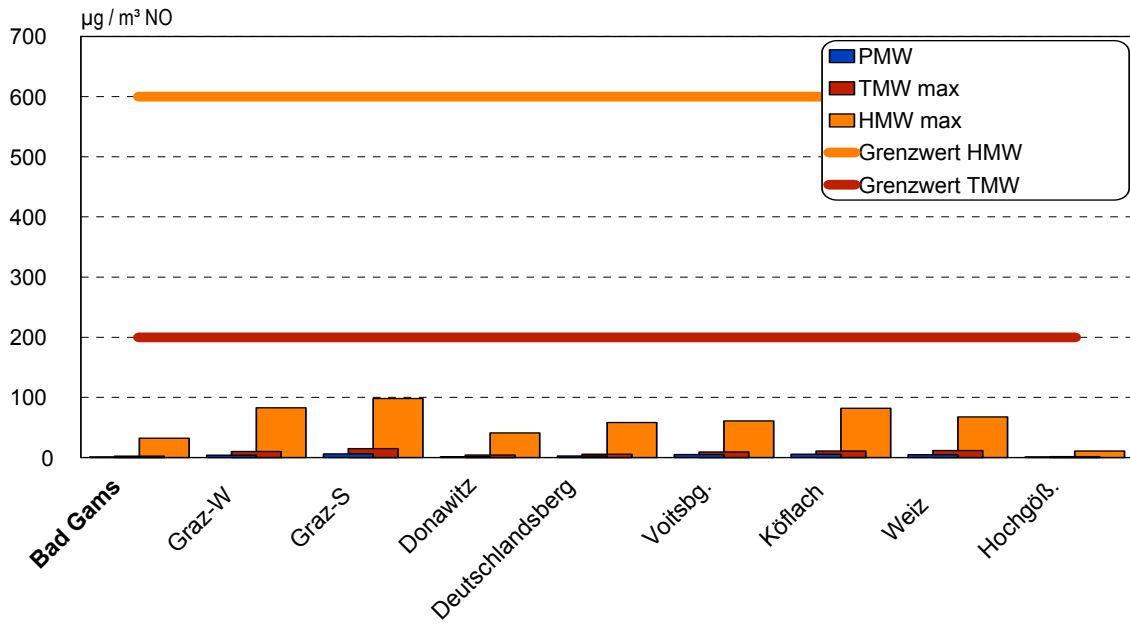
Die Grenzwerte der Steiermärkischen Immissionsgrenzwertverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) für die Stickstoffmonoxidkonzentrationen wurden bei beiden Messungen deutlich unterschritten. In der Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten sind für den Schadstoff Stickstoffmonoxid keine Grenzwerte festgelegt.

Im steiermarkweiten Vergleich können die Stickstoffmonoxidbelastungen in Bad Gams aufgrund des geringeren Emissionspotentials als in den Bezirkshauptstädten ganzjährig als deutlich unterdurchschnittlich bezeichnet werden, wobei speziell in den Wintermonaten günstige Verhältnisse vorherrschen. Dies gilt sowohl für die Grundbelastung als auch für die Belastungsspitzen.

### Vergleich der NO-Konzentrationen während der Wintermessung 1999

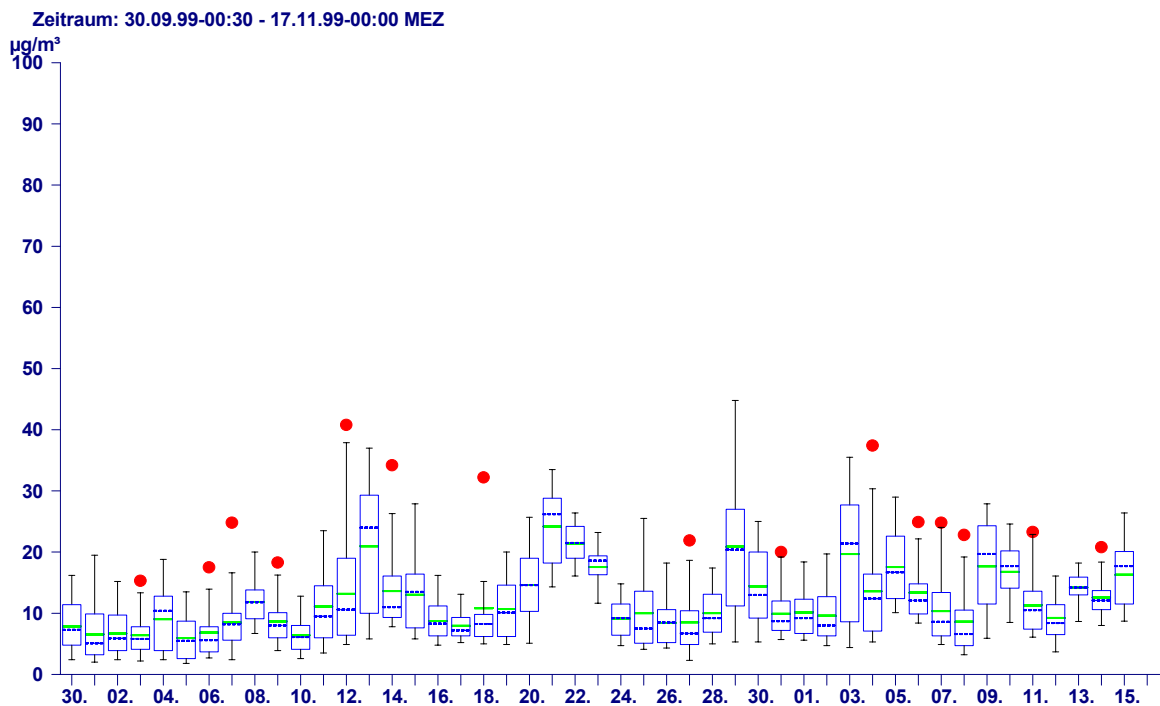


## Vergleich der NO-Konzentrationen während der Sommermessung 2000



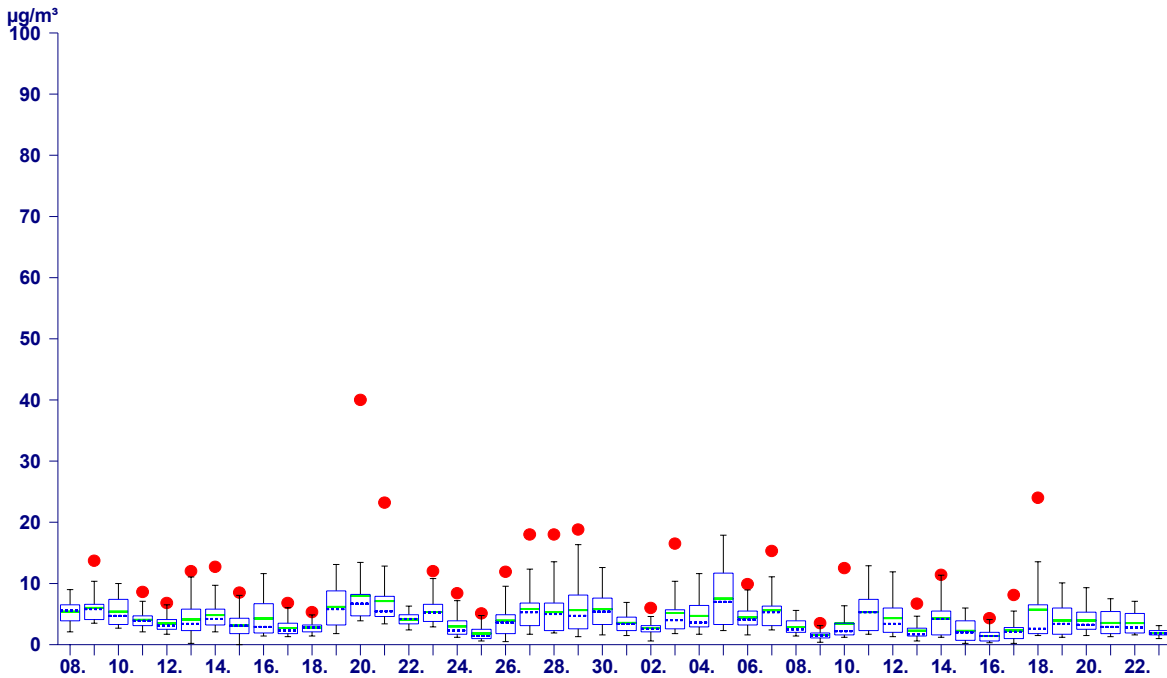
Grenzwerte nach der Steiermärkischen Immissionsgrenzwertverordnung (LGBl. Nr. 5/1987)

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



30.09.1999 - 16.11.1999	Messergebnisse NO <sub>2</sub> n µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	44	0,20 0,20 0,200	LGBI.Nr.5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	22 % 22 % 22 %
Mtmax	23			
TMWmax	24	0,10 0,100	LGBI.Nr. 5/1987 Kurorterrichtlinie	24 % 24 %
PMW	12			

Zeitraum: 08.06.00-00:30 - 24.07.00-00:00 MEZ



08.06.00 - 23.07.00	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 Grenzwertes
HMWmax	40	0,20 0,20 0,200	LGBI.Nr.5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	20 % 20 % 20 %
Mtmax	11			
TMWmax	8	0,10 0,100	LGBI.Nr. 5/1987 Kurorterrichtlinie	8 % 8 %
PMW	4			

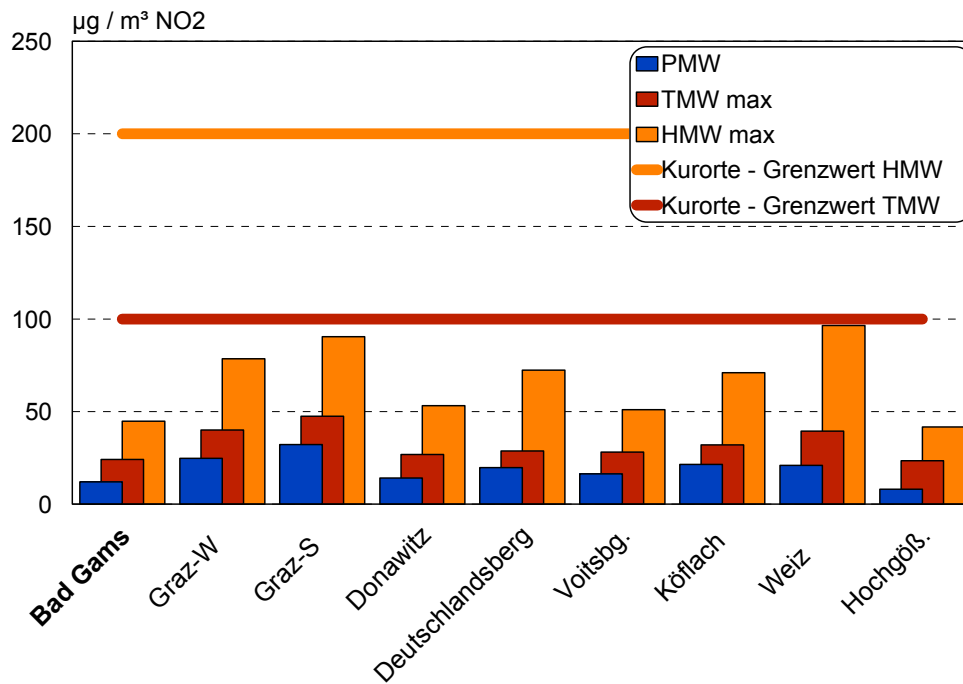
Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff Stickstoffmonoxid erläutert. Immissionsseitig stellt sich im Allgemeinen der Schadstoffgang beim Stickstoffdioxid ähnlich wie beim Stickstoffmonoxid dar.



Bei den NO<sub>2</sub>-Konzentrationen wurde sowohl im Winter als auch im Sommer keine Verletzung gesetzlicher Grenzwerte bzw. der Grenzen der für die vorliegende Fragestellung relevanten „Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ registriert.

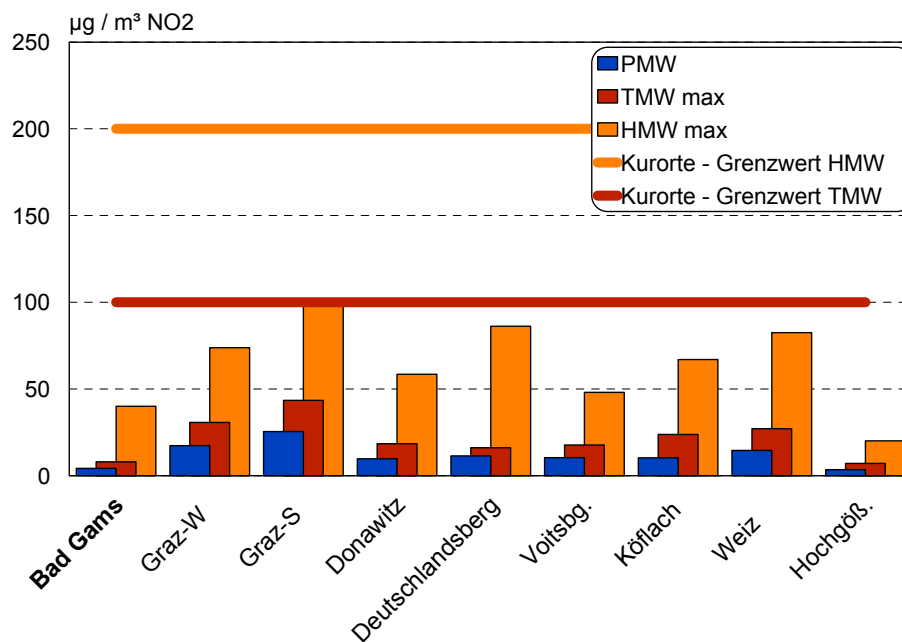
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen wurde eine unterdurchschnittliche Belastung festgestellt.

### Vergleich der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Wintermessung 1999



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten

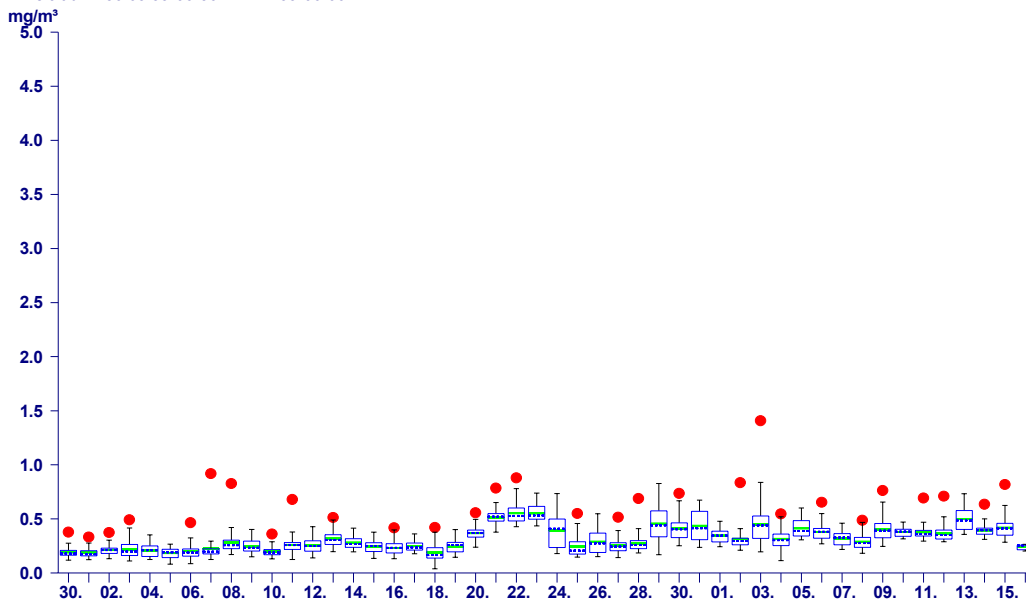
### Vergleich der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Sommermessung 2000



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten

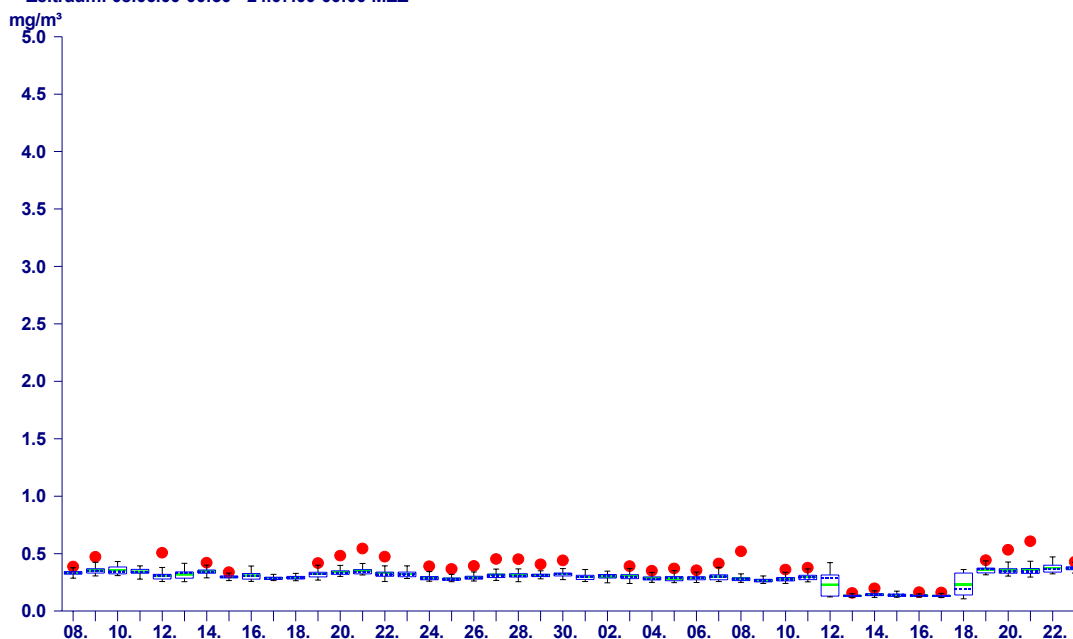
### 4.3.5 Kohlenmonoxid (CO)

Zeitraum: 30.09.99-00:30 - 17.11.99-00:00 MEZ



30.09.1999 - 16.11.1999	Messergebnisse CO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte CO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	1,408	20	LGBl.Nr. 5/1987	8 %
Mtmax	0,591			
MW8max	0,655	10 5	BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	7 % 13 %
TMWmax	0,553	7	LGBl.Nr. 5/1987	8 %
PMW	0,32			

Zeitraum: 08.06.00-00:30 - 24.07.00-00:00 MEZ



08.06.00 - 23.07.00	Messergebnisse CO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte CO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,607	20	LGBl.Nr. 5/1987	3 %
Mtmax	0,389			
MW8max	0,419	10 5	BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterichtlinie	4 % 8 %
TMWmax	0,373	7	LGBl.Nr. 5/1987	5 %
PMW	0,293			

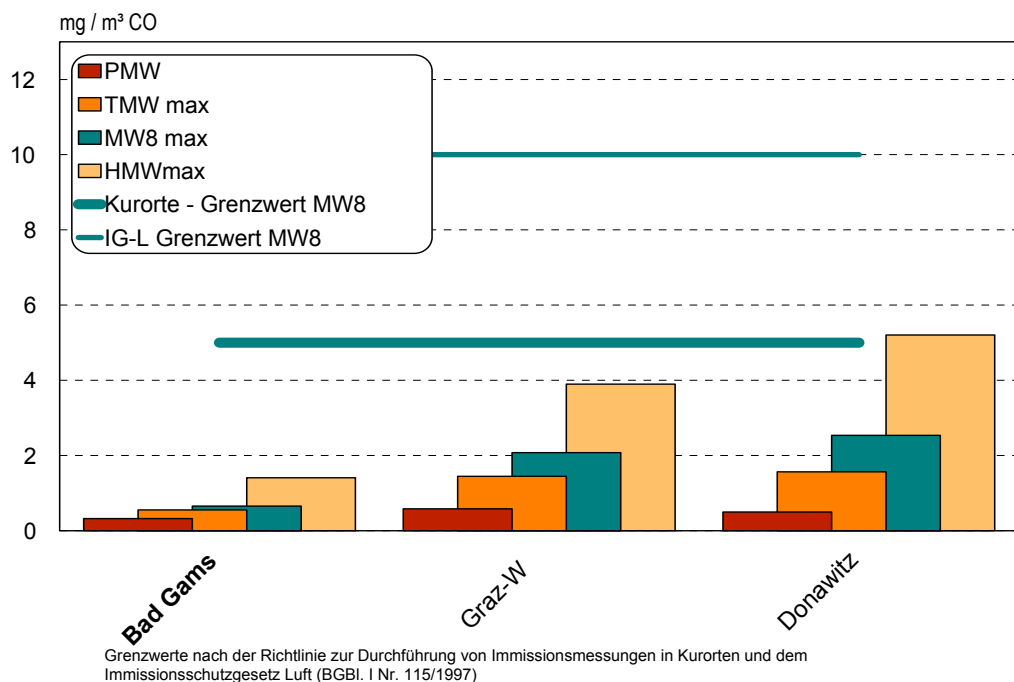
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der Kfz-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern jedoch im Allgemeinen stärker ab als bei den Stickstoffoxiden.

Die registrierten Konzentrationen blieben während beider Messungen deutlich unter den gesetzlichen Immissionsgrenzwerten sowohl der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) und des Immissionsschutzgesetzes-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997), als auch der Richtlinie für Immissionsmessungen in Kurorten.

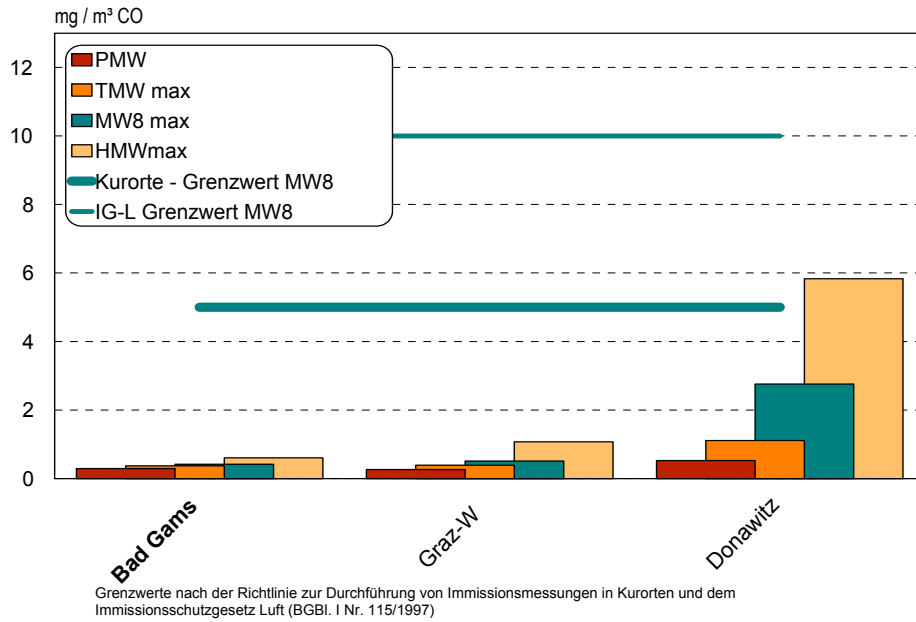
Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden in der Steiermark nur an einigen neuralgischen Punkten sowie an den beiden mobilen Messstationen erhoben.

Im Vergleich mit den Fixmessstellen in Graz und Leoben-Donawitz sind die Belastungen vor allem im Winter als deutlich unterdurchschnittlich einzustufen.

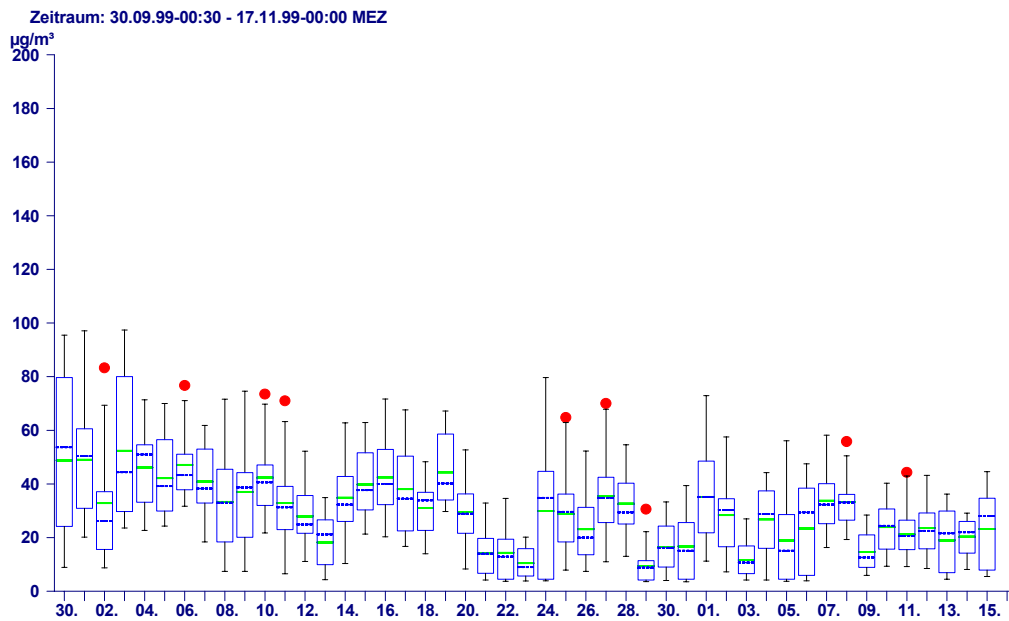
### Vergleich der CO-Konzentrationen während der Wintermessung 1999



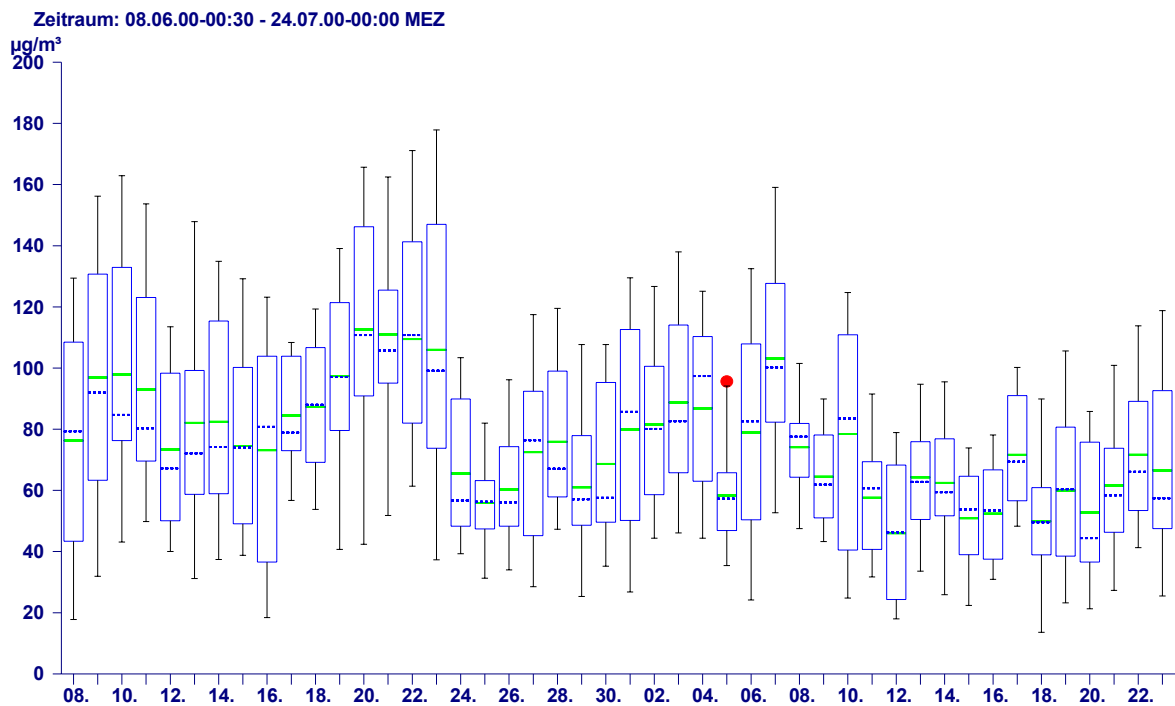
## Vergleich der CO-Konzentrationen während der Sommermessung 2000



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



30.09.1999 - 16.11.1999	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	97	120	ÖAW-Vorsorgewert	81 %
Mtmax	56			
MW8max	80	110	BGBl. I Nr. 115/1997	73 %
TMWmax	52			
PMW	29			

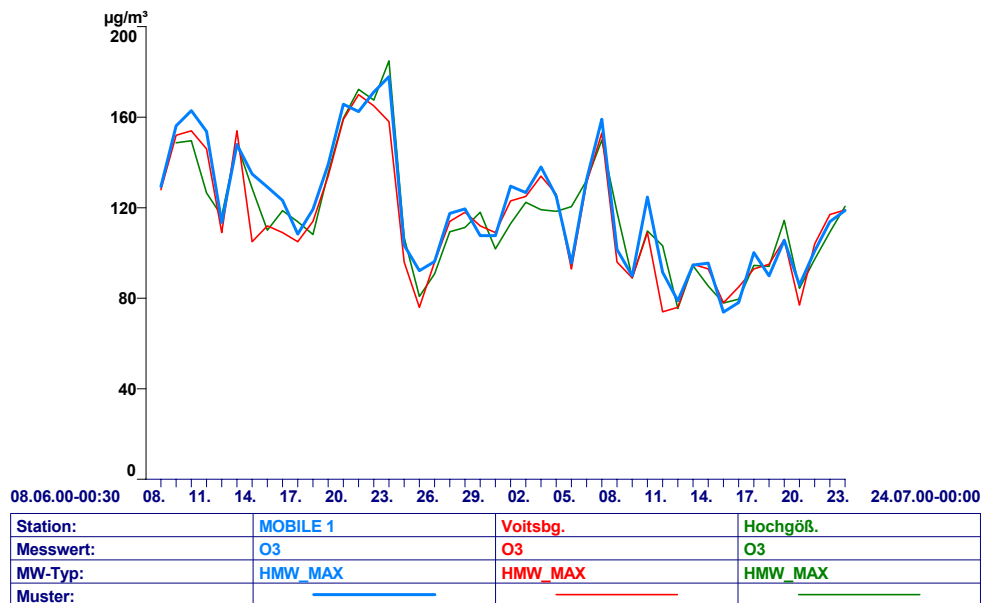


08.06.00 - 23.07.00	Messergebnisse O <sub>3</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte O <sub>3</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	177	120	ÖAW-Vorsorgewert	148 %
Mtmax	119			
MW8max	153	110	BGBI. I Nr. 115/1997	139 %
TMWmax	112			
PMW	75			

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. Der Standort Bad Gams liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 2 "Süd- und Oststeiermark und südliches Burgenland".

Die nachfolgende Abbildung für die höher belastete Sommermessperiode zeigt, dass sich die täglichen Ozonspitzenkonzentrationen am Standort in Bad Gams im Allgemeinen in der gleichen Größenordnung wie an den benachbarten Stationen Voitsberg und Hochgörsnitz bewegen.



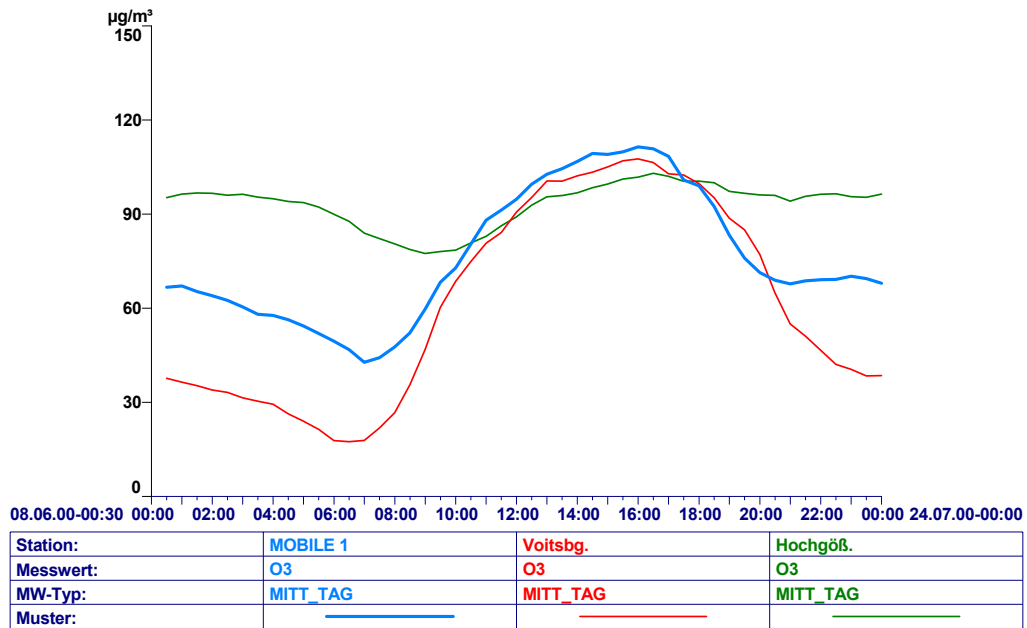
Der Ozontagesgang ist stark von der Höhenlage sowie von der Nähe zu Ballungszentren abhängig. Siedlungsnahе Talregionen mit höherer Grundbelastung an Ozonvorläufersubstanzen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt ein rasches Ansteigen 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 ( $\text{NO}$ ) 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 am Standort in Bad Gams mit den Stationen Voitsberg und Hochgößnitz für die Sommermessperiode vom 08. 06. bis 23. 07. 2000.

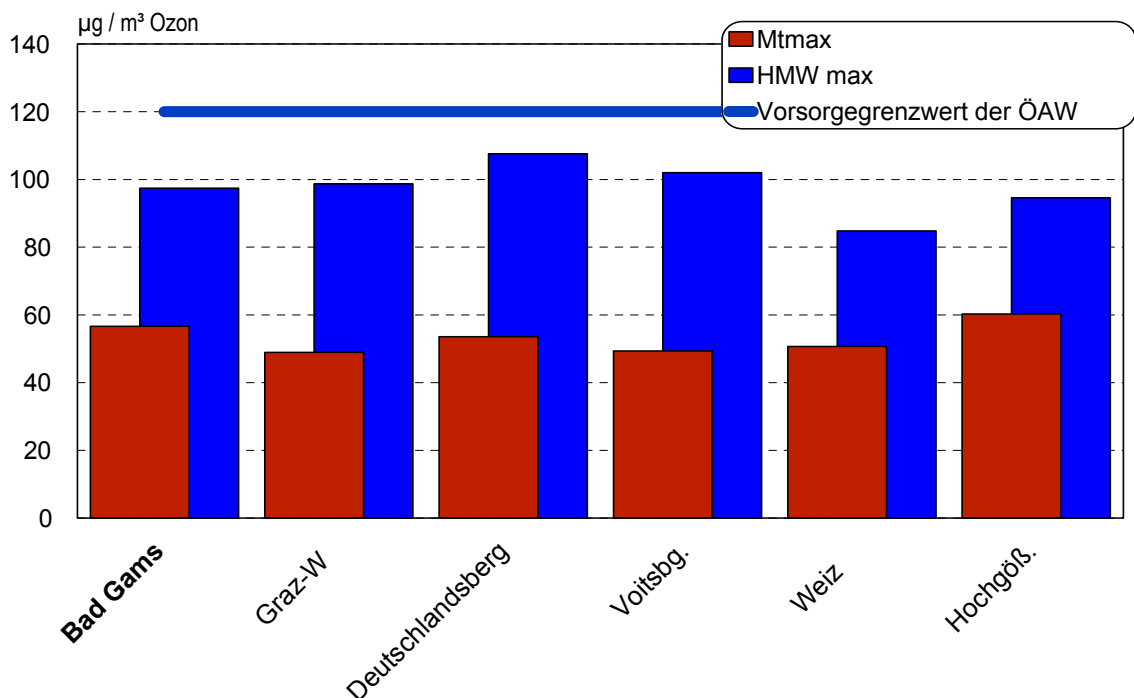
Die Talstationen in Voitsberg und Bad Gams weisen einen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsmaximum am Nachmittag auf. Mit zunehmender Höhenlage verflacht sich der Tagesgang bei einer gleichzeitig höheren Dauerbelastung, wie an der Station Hochgößnitz erkennbar wird.



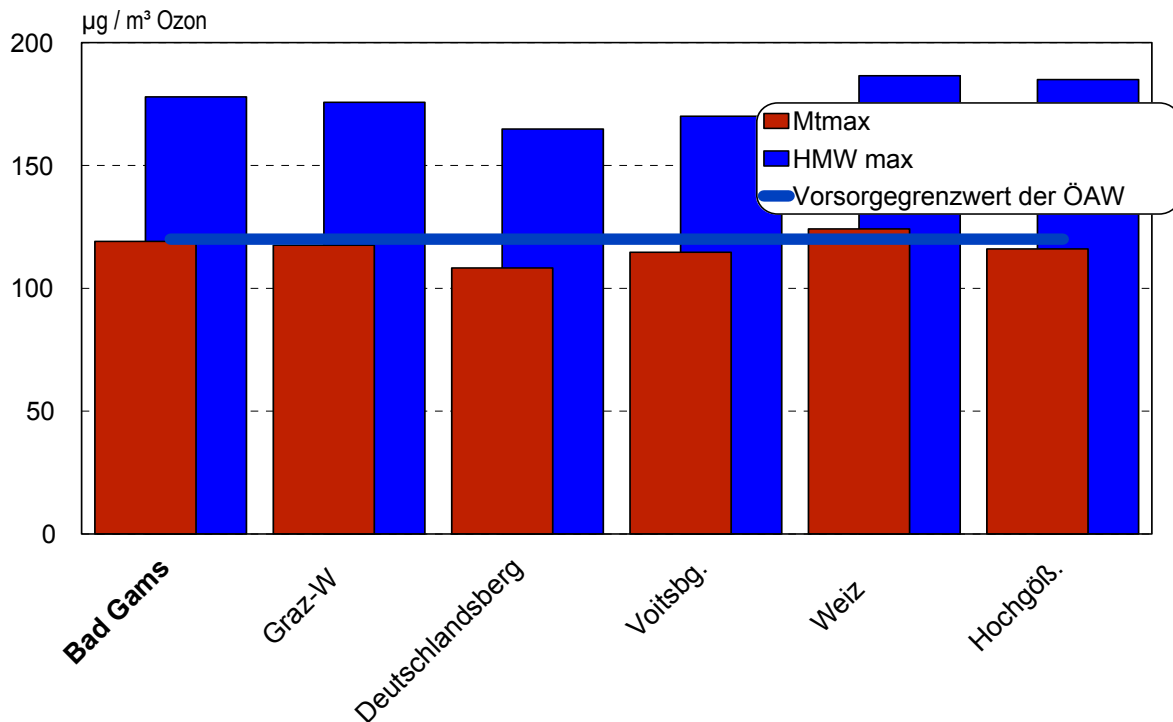
Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die zu erwartende Übereinstimmung mit den Witterungsverhältnissen. Während der Wintermessung blieben die Konzentrationen deutlich unter jenen der Sommermessung. Im Verlauf der Sommermessung wurden speziell bei strahlungsintensiven Hochdruck- und gradientschwachen Lagen hohe Werte registriert. Der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften wurde an 20 Tagen der Sommermessperiode (annähernd die Hälfte der Messtage) überschritten.

Ein steiermarkweiter Vergleich der Ozonkonzentrationen ergibt für die Wintermessperiode ein durchschnittliches, für die Sommermessperiode ein leicht überdurchschnittliches Belastungsniveau.

### Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Wintermessung 1999



## Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Sommermessung 2000



### 4.4. Luftbelastungsindex

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

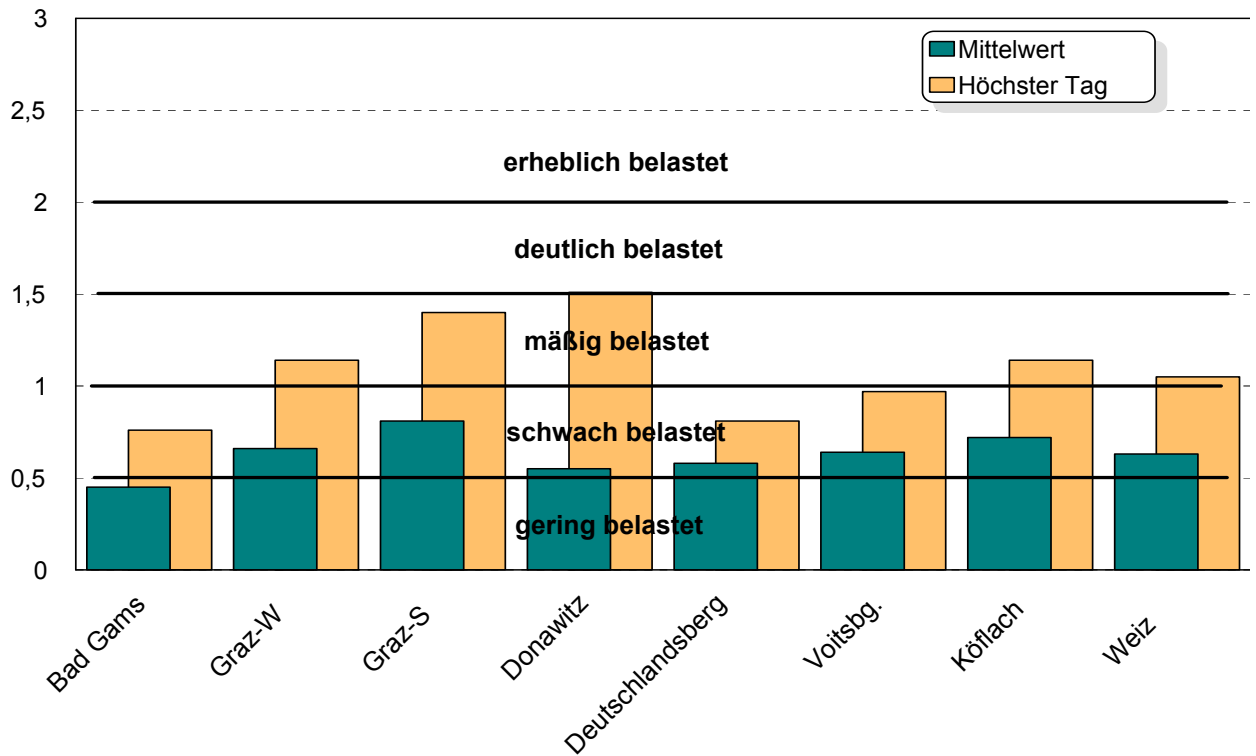
Angelehnt an die von J. Baumüller (VDI-Kommission Luftreinhaltung 1988, S. 223 ff) vorgeschlagene Berechnungsmethode wurden die Tagesmittelwerte und maximalen Halbstundenmittelwerte der Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Schwebstaub in Verhältnis zum jeweiligen Grenzwert des Immissionsschutzgesetzes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

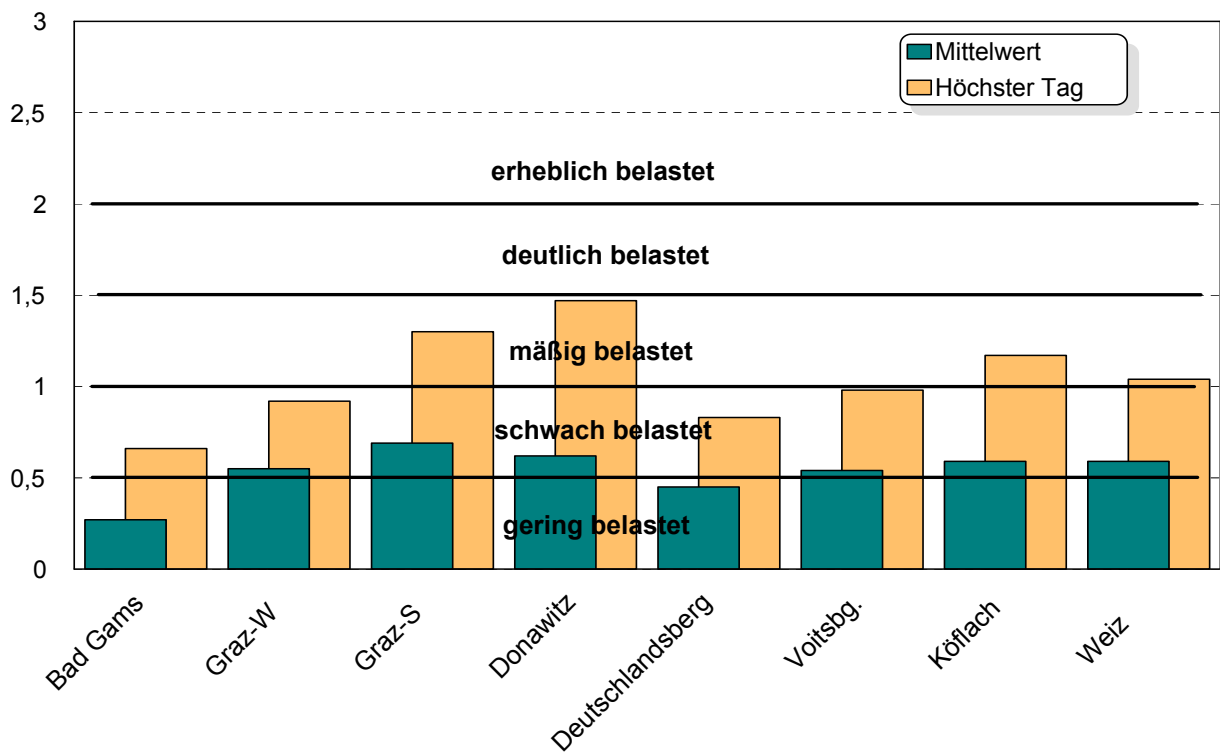
Demnach wiesen die lufthygienischen Verhältnisse in Bad Gams im steiermarkweiten Vergleich während beider Messperioden eine unterdurchschnittliche Grundbelastung auf. Auch der höchstbelastete Tag blieb jeweils unter dem steirischen Durchschnitt.



### Luftbelastungsindex während der Wintermessung 1999



### Luftbelastungsindex während der Sommermessung 2000



## **5. Integrale Messungen**

### **5.1. Vorbemerkung**

Ergänzend zu den mobilen Immissionsmessungen wurde in Bad Gams 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. Auch hier wurde die Beurteilung der Immissions-situation nach Grenzwerten vorgenommen, die in dieser Richtlinie festgelegt sind.

### **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 4 Messpunkte wurden die 13 Messperioden folgendermaßen zusammengefasst:

Wintersaison: 22.09.1999 - 10.03.2000 (1. - 6. Messperiode)

Sommersaison: 10.03.2000 - 21.09. 2000 (7. - 13. 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 Staubniederschlag und das Wasser in einer gewogenen Schale zur Trockene eingedampft und als Gesamtstaubniederschlag 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 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wie jene, die von kontinuierlichen Messstationen erhalten werden, stellen jedoch Langzeitmittelwerte dar und können somit nicht zur Beschreibung kurzzeitiger Spitzen herangezogen werden. Der Sinn liegt in der flächenhaften Abschätzung der Immissionsituation 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. Die Kurorterichtlinie schreibt neben allgemeinen Regelungen bezüglich der Messungen unter anderem folgende Immissionsgrenzwerte vor:

	Heilklimatische und Luftkurorte		Bäderkurorte
Schwefeldioxidkonzentration	HMW TMW	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Stickstoffdioxidkonzentration	HMW TMW	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gesamtstaubdeposition	JMW	165 $\text{mg}/\text{m}^2.\text{d}$	165 $\text{mg}/\text{m}^2.\text{d}$

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.

Nach den vorliegenden Erfahrungen und den Ergebnissen vergleichender Untersuchungen zwischen kontinuierlich registrierenden und integralen Messverfahren in steirischen Messnetzen kann sowohl für Stickstoffdioxid als auch für Schwefeldioxid bei Einhaltung eines **Messperiodenmittelwertes von 25 µg/m<sup>3</sup>** als Erfahrungs-Richtwert auch die Erfüllung der Kriterien für **heilklimatische- und Luftkurorte** der „Kurorterrichtlinie“ angenommen werden. Die Grenzwerte für **Bäderkurorte** können bei **Messperiodenmittelwerten unter 40 µg/m<sup>3</sup>** als eingehalten angenommen werden.

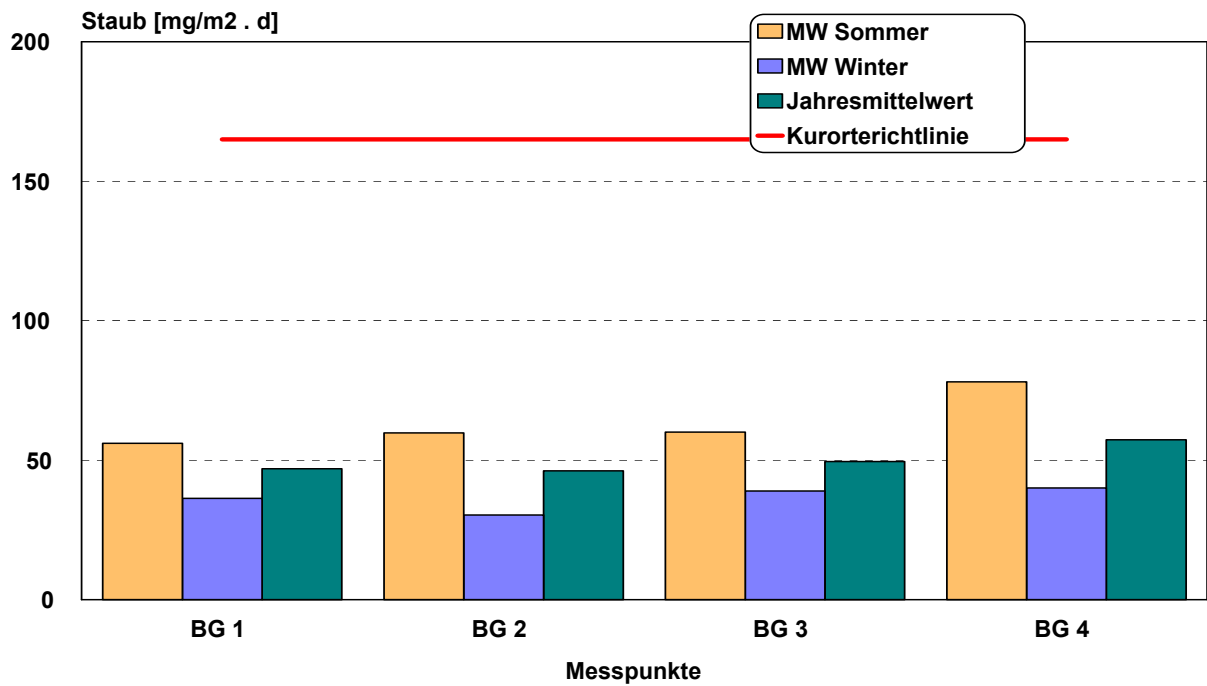
## 5.5. Darstellung der Messergebnisse

### 5.5.1 Gesamtstaubdeposition

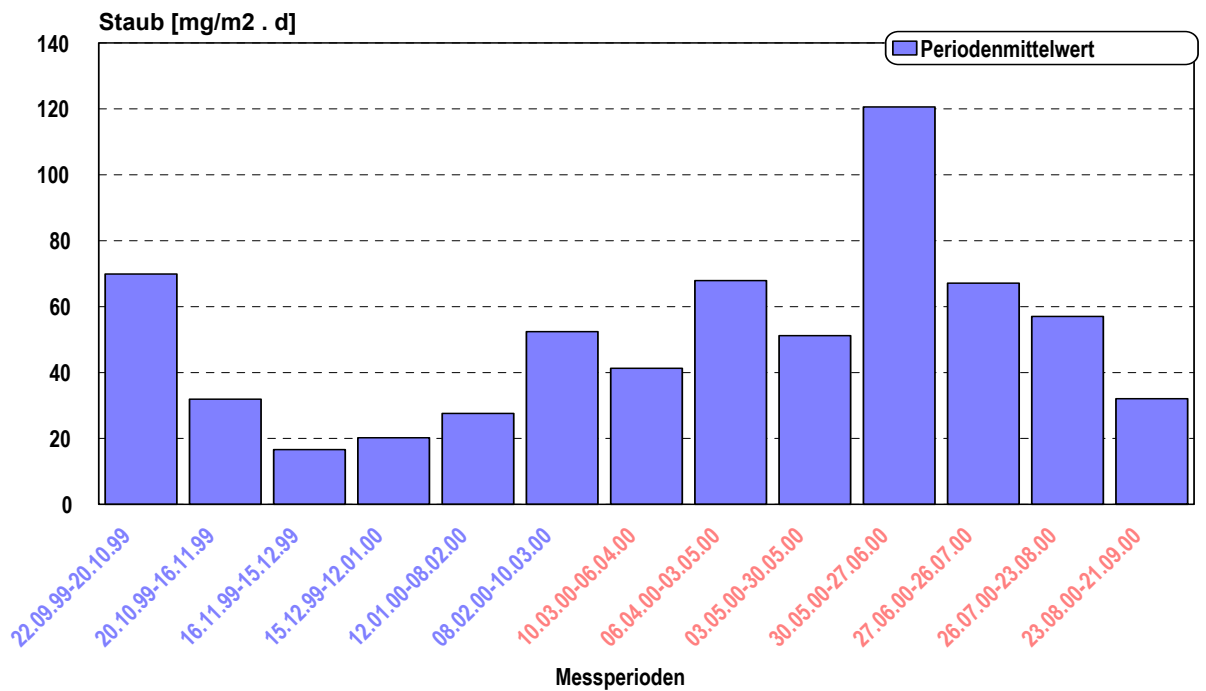
#### *Zeitverlauf der Staubdeposition (in mg/m<sup>2</sup> . d)*

Messperioden	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	Periodenmittelwert
22.09.99-20.10.99	51,4	57,1	72,5	98,6	69,9
20.10.99-16.11.99	26,8	27,5	38,2	35,0	31,9
16.11.99-15.12.99	13,2	15,4	20,7	17,1	16,6
15.12.99-12.01.00	32,9	12,1	23,2	12,5	20,2
12.01.00-08.02.00	41,4	17,9	28,2	22,9	27,6
08.02.00-10.03.00	52,1	52,1	51,1	54,3	52,4
10.03.00-06.04.00	28,9	48,2	53,2	34,6	41,3
06.04.00-03.05.00	67,9	67,9	-	-	67,9
03.05.00-30.05.00	46,4	50,0	57,1	-	51,2
30.05.00-27.06.00	115,4	80,4	98,9	187,9	120,6
27.06.00-26.07.00	52,9	82,5	74,3	58,6	67,1
26.07.00-23.08.00	58,6	57,9	46,8	64,6	57,0
23.08.00-21.09.00	22,1	31,8	30,0	44,6	32,1
Messpunktmittelwert	46,9	46,2	49,5	57,3	

## Jahresmittelwert in Relation zum Grenzwert der „Kurorterrichtlinie“



## Jahresgang der Staubbelastung

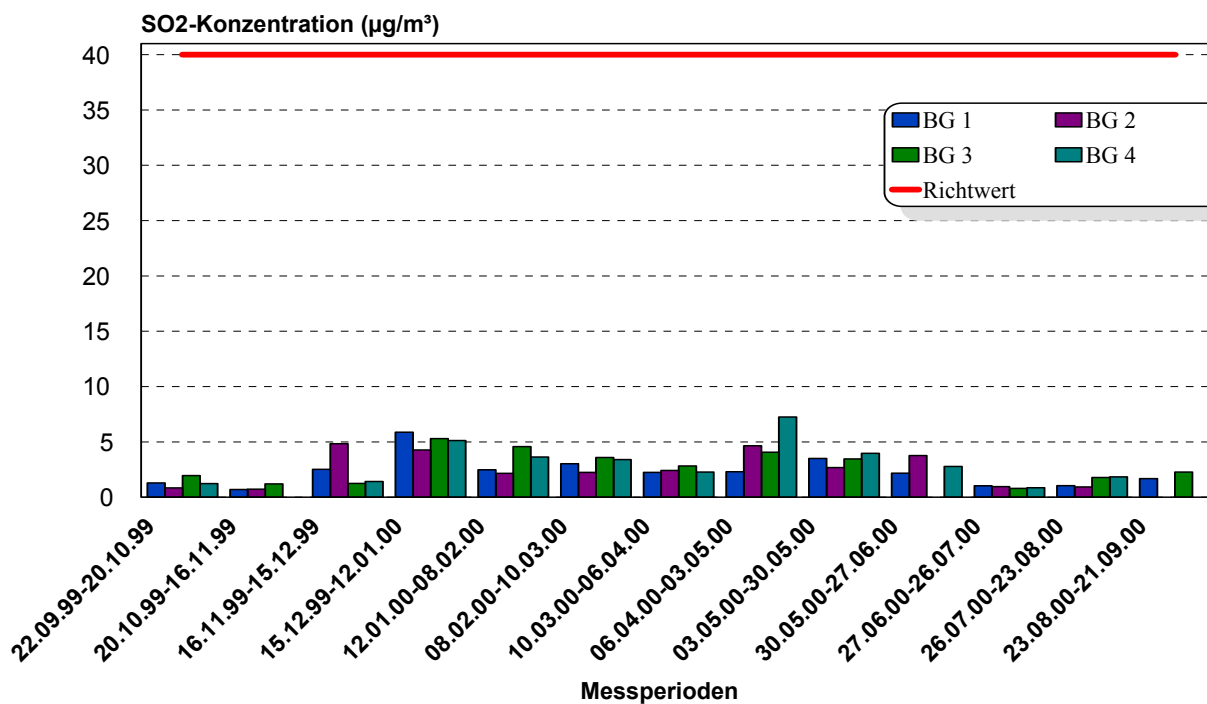


## 5.5.2 Konzentrationsmessungen

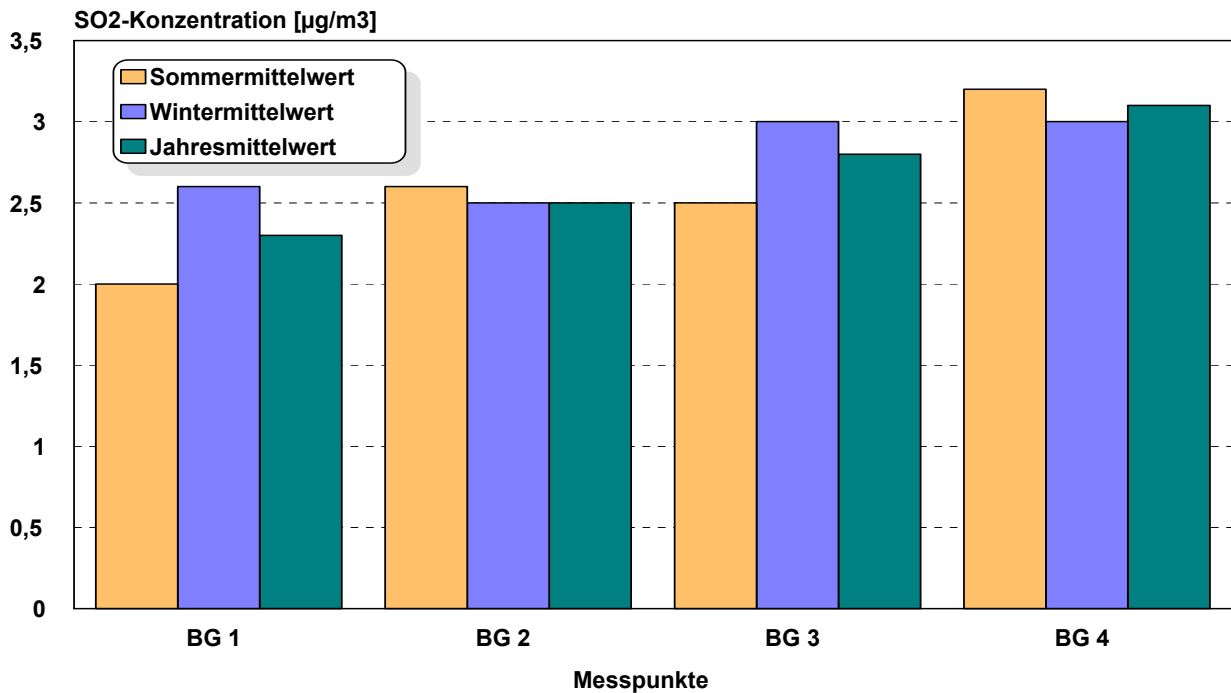
### Zeitverlauf der Schwefeldioxid-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

SO <sub>2</sub>	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	Perioden- mittelwert
22.09.99-20.10.99	1,3	0,8	2,0	1,2	1,3
20.10.99-16.11.99	0,7	0,7	1,2	-	0,9
16.11.99-15.12.99	2,5	4,8	1,2	1,4	2,5
15.12.99-12.01.00	5,9	4,3	5,3	5,1	5,1
12.01.00-08.02.00	2,5	2,2	4,6	3,6	3,2
08.02.00-10.03.00	3,0	2,2	3,6	3,4	3,1
10.03.00-06.04.00	2,2	2,4	2,8	2,3	2,4
06.04.00-03.05.00	2,3	4,7	4,1	7,3	4,6
03.05.00-30.05.00	3,5	2,7	3,5	4,0	3,4
30.05.00-27.06.00	2,2	3,8	-	2,8	2,9
27.06.00-26.07.00	1,0	1,0	0,8	0,9	0,9
26.07.00-23.08.00	1,0	0,9	1,8	1,8	1,4
23.08.00-21.09.00	1,7	-	2,3	-	2,0
Messpunktmittelwert	2,3	2,5	2,8	3,1	

### SO<sub>2</sub>-Konzentration in Relation zum Erfahrungs-Richtwert für die Einhaltung der Kurorterrichtlinie (Messperiodenmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



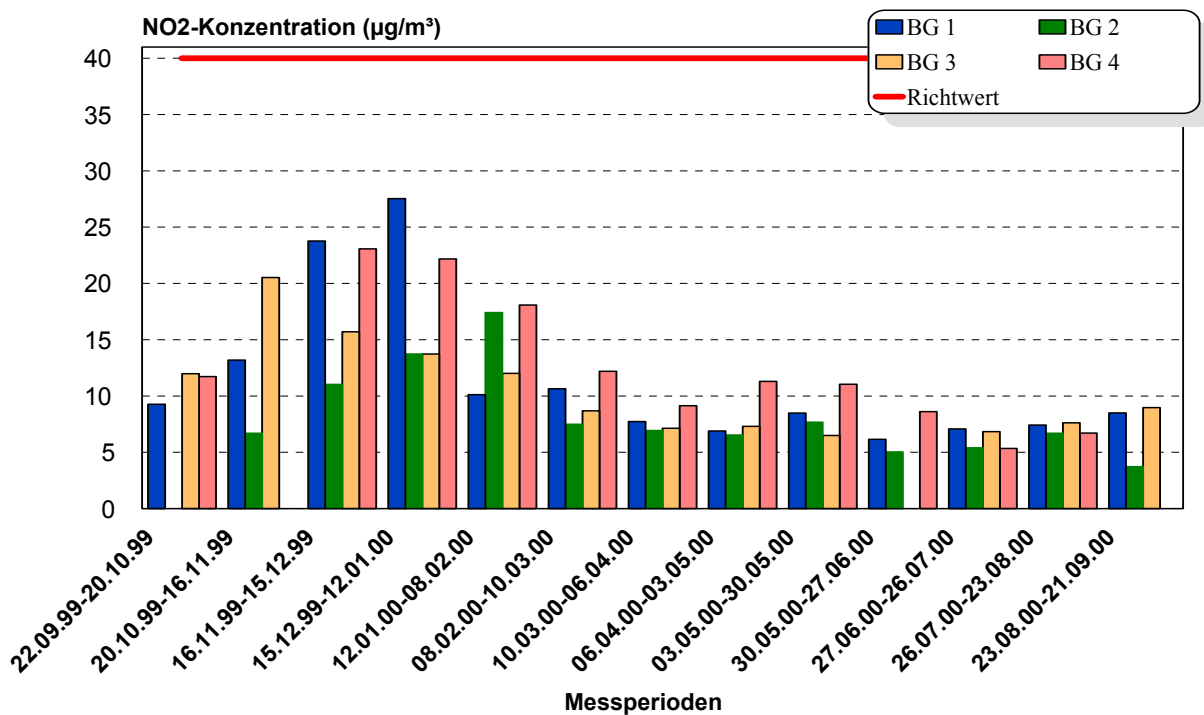
## Mittlere SO<sub>2</sub>-Konzentration (in µg/m<sup>3</sup>)



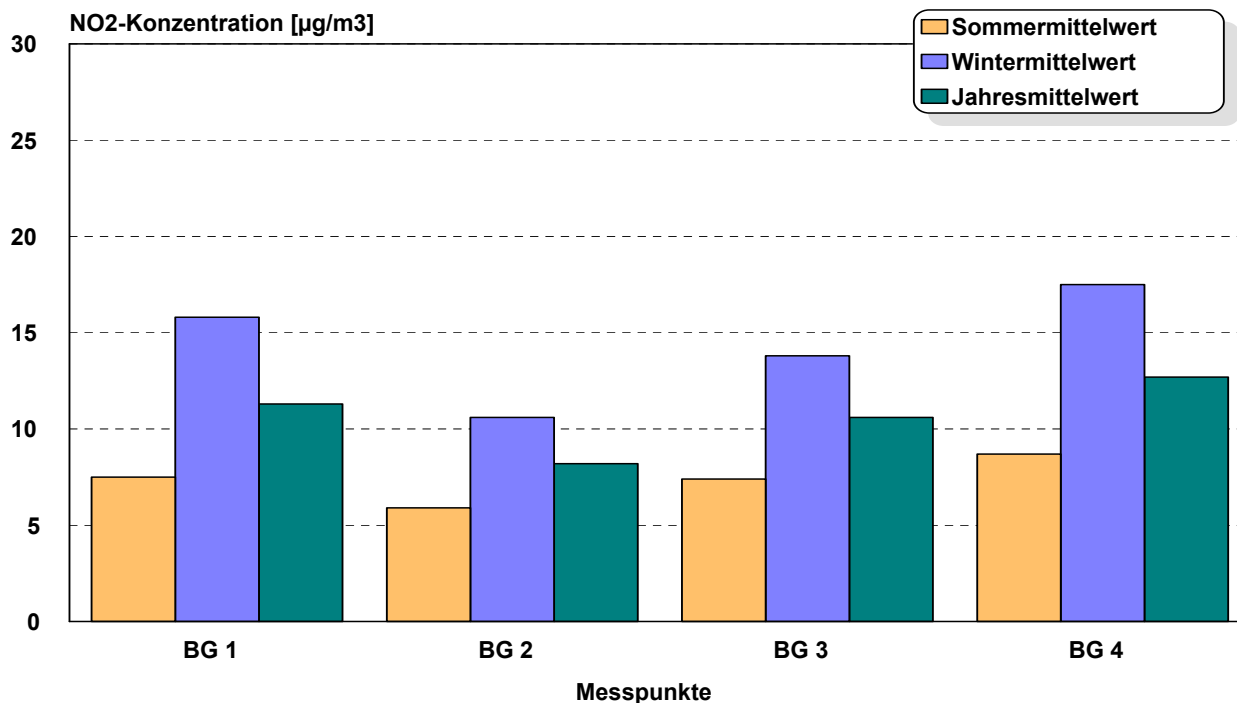
## Zeitverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in µg/m<sup>3</sup>)

NO <sub>2</sub>	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	Perioden- mittelwert
22.09.99-20.10.99	9,3	6,7	12,0	11,7	9,9
20.10.99-16.11.99	13,2	11,0	20,5	-	14,9
16.11.99-15.12.99	23,8	13,7	15,7	23,1	19,1
15.12.99-12.01.00	27,5	17,4	13,7	22,2	20,2
12.01.00-08.02.00	10,1	7,5	12,0	18,1	11,9
08.02.00-10.03.00	10,7	6,9	8,7	12,2	9,6
10.03.00-06.04.00	7,7	6,5	7,1	9,2	7,6
06.04.00-03.05.00	6,9	7,7	7,3	11,3	8,3
03.05.00-30.05.00	8,5	5,0	6,5	11,1	7,8
30.05.00-27.06.00	6,2	5,4	-	8,6	6,7
27.06.00-26.07.00	7,1	6,7	6,8	5,4	6,5
26.07.00-23.08.00	7,4	3,7	7,6	6,7	6,4
23.08.00-21.09.00	8,5	-	9,0	-	8,7
Messpunktmittelwert	11,3	8,2	10,6	12,7	

**NO<sub>2</sub>-Konzentration in Relation zum Erfahrungs-Richtwert für die Einhaltung der Kurorterrichtlinie (Messperiodenmittelwerte in µg/m<sup>3</sup>)**



**Mittlere NO<sub>2</sub>-Konzentration (in µg/m<sup>3</sup>)**





## 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 höher war als in den Herbst- und Wintermonaten. Eine Ausnahme stellte der Oktober 1999 dar, der an nahezu allen Messpunkten eine überdurchschnittliche Staubbelastung aufzuweisen hatte. Das dürfte auf die vorherrschenden Witterungsbedingungen (sehr trockener und zu warmer Oktober) zurückzuführen sein.

Die Staubimmissionen lagen im Jahresdurchschnitt im Bereich zwischen 20,2 und 120,6 mg/m<sup>2</sup>.d, wobei der höchste Jahresmittelwert am Messpunkt BG 4 (Freibad) registriert wurde. Hierfür dürften lokale Staubaufwirbelungen verantwortlich gewesen sein, vor allem das Messperiodenmittel vom Juni mit 187,9 mg/m<sup>2</sup>.d sticht deutlich hervor. Die Jahresmittelwerte blieben an allen Messpunkten unter dem in der Kurorterichtlinie 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. Der in den Beurteilungsgrundlagen angegebene Richtwert für Bäderkurorte von 40 µg/m<sup>3</sup> über eine Messperiode wurde weder bei **Schwefeldioxid** noch bei **Stickstoffdioxid** erreicht.

Zusammenfassend ergaben die integralen Immissionsmessungen von September 1999 bis September 2000, dass die lufthygienischen Bedingungen in Bad Gams hinsichtlich der Deposition von Staub und der integral erhobenen Konzentrationen von SO<sub>2</sub> und NO<sub>2</sub> den Vorgaben der Kurorterichtlinie bzw. des Erfahrungs-Richtwertes für den Messperiodenmittelwert entsprachen.

## 6. Literatur

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1997:

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.

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1992:

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

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (Hrsg.), 1997:

Luftverunreinigung – Immissionsmessung Richtlinie 12, Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten.

Landesgesetzblatt für die Steiermark, 1987 :

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

Österreichische Akademie der Wissenschaften, 1989:

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

Landesgesetzblatt für die Steiermark, 1962 :

Steiermärkisches Heilvorkommen- und Kurortegesetz  
LGBl.Nr.161 vom 4.7.1962.

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, 1999, 2000:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,  
September, Oktober, November 1999, Juni, Juli 2000 ,. 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 Immissionsgrenzwerteverordnung 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 Kurorterrichtlinie 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
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 aufgezichnet 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.