



# Luftgütemessungen Bad Gleichenberg

Mai 2000 bis Mai 2001

Lu-03-02

**Autor**  
(im Auftrag der FA17C)

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

**Messnetzbetreuung und  
Laboranalytik**  
(integrales Messnetz)

Ing. Waltraud Köberl

## **Herausgeber**

Amt der Steiermärkischen Landesregierung  
Fachabteilung 17C – Technische Umweltkontrolle 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\\_Gleichenberg/Bad\\_Gleichenberg.htm](http://www.stmk.gv.at/LUIS/UMWELTSCHUTZ/LUFTREINHALTUNG/MOBILE_MESSUNGEN/Bad_Gleichenberg/Bad_Gleichenberg.htm)

## **INHALTSVERZEICHNIS**

## **Zusammenfassung**

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe in Bad Gleichenberg .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Mobile Immissionsmessungen.....</b>	<b>4</b>
3.1. Ausstattung und Messmethoden .....	4
3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen .....	5
3.2.1. Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr. 5/ 1987) .....	5
3.2.2. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997) .....	5
3.2.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften .....	6
3.2.4. Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten	6
3.3. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen.....	7
3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe .....	11
3.4.1. Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) .....	11
3.4.2. Schwebstaub .....	14
3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO) .....	17
3.4.4. Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) .....	20
3.4.5. Kohlenmonoxid (CO).....	23
3.4.6. Ozon (O <sub>3</sub> ).....	26
3.5. Luftbelastungsindex .....	30
<b>4. Integrale Messungen .....</b>	<b>33</b>
4.1. Vorbemerkung .....	33
4.2. Das Messnetz.....	33
4.3. Messmethodik .....	34
4.3.1. Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren	34
4.3.2. Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit Badge-Sammlern .....	34
4.4. Beurteilungsgrundlagen .....	35
4.5. Darstellung der Messergebnisse .....	36
4.5.1. Gesamtstaubdeposition.....	36

<b>4.5.2. Konzentrationsmessungen .....</b>	<b>38</b>
<b>4.6. Zusammenfassende Beurteilung.....</b>	<b>41</b>
<b>5. Literatur .....</b>	<b>43</b>
<b>6. Anhang .....</b>	<b>45</b>

# Luftgütemessungen Bad Gleichenberg

## Zusammenfassung

Die **Luftgüteuntersuchungen in Bad Gleichenberg** 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 22.05.2000 bis 19.07.2000 (Sommermessperiode) und von 14.12.2000 bis 28.01.2001 (Wintermessperiode) durchgeführt. Das integrale Messnetz wurde im Zeitraum von 23. 05. 2000 bis 22. 05. 2001 betrieben.

Die **mobilen Immissionsmessungen** wurden im südlichen Ortsgebiet nahe des Messstandortes der Messungen vom Winter 1992 vorgenommen, um die vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen im Orts- und Kurbereich 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“ (hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie) festgestellt.

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

Die Konzentrationen von Schwebstaub erreichten steiermarkweit durchschnittliche Werte, wobei während der Wintermessungen unter lufthygienisch ungünstigen Bedingungen ein maximaler Tagesmittelwert von  $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registriert wurde und somit 80% des in der Kurorterrichtlinie festgelegten Grenzwertes erreicht wurden.

Die **Ozonwerte** blieben in einem den Jahreszeiten und dem Witterungsverlauf sowie der Lage des Standortes entsprechenden Konzentrationsbereich. Der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlene Vorsorgegrenzwert für den maximalen Halbstundenmittelwert wurde an über 50% der Tage der Sommermessungen überschritten.

Die **integralen Messungen** erbrachten hinsichtlich des Jahresganges der Gesamtstaubdeposition im Frühjahr etwas höhere Staubbelastungen als in den Herbstmonaten, was sowohl auf die vorherrschende Witterung als auch auf vegetationsbedingte und weitere lokale Einflüsse am jeweiligen Messstandort zurückzuführen sein dürfte.

Die Staubdepositionen lagen im Jahresmittel im Bereich zwischen 62,7 und 144,7 mg/m<sup>2</sup>.d, wobei der höchste Jahresmittelwert am Messpunkt BG 2 (Ortszentrum) registriert wurde. 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 Erfahrungsrichtwert für Bäderkurorte von 40 µg/m<sup>3</sup> als Messperiodenmittelwert wurde jedoch während des gesamten Messzeitraumes bei beiden Schadstoffen klar unterschritten.

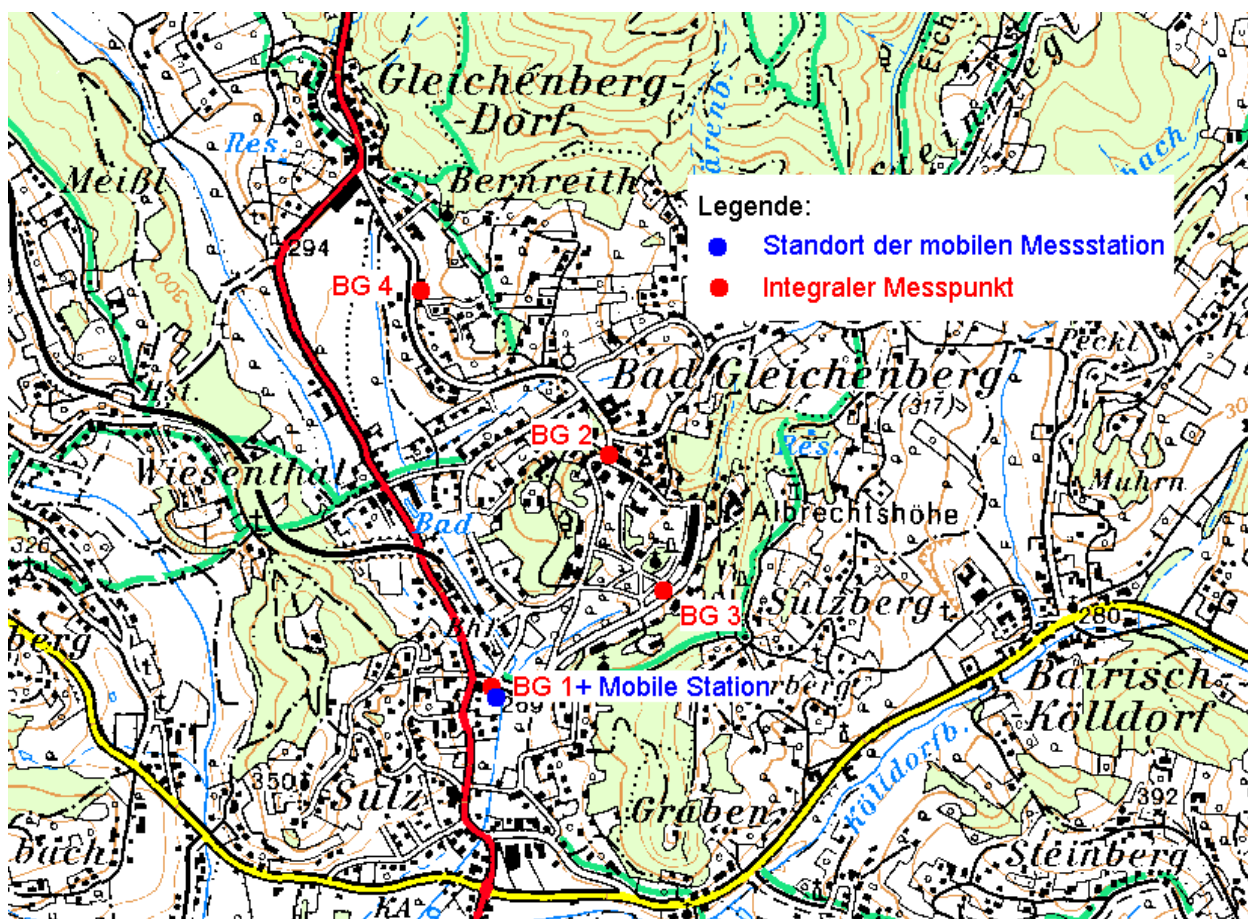
Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die maßgeblichen Grenzwerte der „Kurorterichtlinie“ durchwegs eingehalten wurden.

Insgesamt entsprach also die Luftgüte in Bad Gleichenberg während der Messungen durchwegs den Anforderungen, wie sie in der Steiermark an Bäderkurorte gestellt werden.

## 1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Bad Gleichenberg 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 Kurortgesetz vorgeschriebene Kontrollmessung dar, wobei zuletzt im Spätsommer bzw. im November und Dezember 1992 kontinuierliche Messungen durchgeführt wurden und von November 1991 bis Dezember 1992 ein integrales Messnetz betrieben worden war.

**Das Messnetz Bad Gleichenberg 2000/2001**



Die **mobilen Immissionsmessungen** umfassten eine Sommermessperiode vom 22.05.2000 bis 19.07.2000 und eine Wintermessperiode vom 14.12.2000 bis 28.01.2001. Für den mobilen Messcontainer wurde für beide Messperioden ein Standort im südlichen Ortsgebiet in ca. 270 m Seehöhe nahe des Messstandortes der

Messungen vom Winter 1992 ausgewählt, um die lokal 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.

Die **integralen Messungen**, die eine flächenhafte Interpretation der Luftschadstoffbelastungen ermöglichen, erfolgten von 23. Mai 2000 bis 22. Mai 2001 und umfassten 13 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

### ***Der integrale Messpunkt BG 3 vor der Kuranstalt***





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

**Messpunktbeschreibung:**

<b>Nr.</b>	<b>Lage des Messpunktes</b>	<b>Charakteristik / Messziel</b>
BG1	Umspannwerk	Standort der mobilen Messstation, Verkehrsmaximum
BG2	Zentrum	Ortszentrum
BG3	Kurbad	zentrale Kureinrichtung
BG4	Brunnenstraße 71	peripherer Messpunkt

## **2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe in Bad Gleichenberg**

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

Das Klima im Raum Bad Gleichenberg entspricht nach H. Wakonigg der Klimalandchaft „Übergangsklima der Terrassenstufe“. Das Klima kann als sommerwarmes und mäßig winterkaltes, schwach kontinentales Klima beschrieben werden (H. Wakonigg 1978, 378f).

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt in Bad Gleichenberg im langjährigen Durchschnitt (Periode 1951-95) 9,1 °C, wobei im Jänner -1,9 °C und im Juli 19,1 °C erreicht werden. Die Jahresniederschlagssumme liegt bei 864 mm, die an rund 105 Tagen im Jahr fallen. Der niederschlagsärmste Monat ist der Jänner mit etwas unter 40 mm, die niederschlagsreichste Jahreszeit ist der Sommer (Juli über 120 mm).

Die mittleren Windgeschwindigkeiten erreichen in Bad Gleichenberg 2,1 m/s (Mittel 1961 - 1970), wobei im Jahresgang ein Frühjahrsmaximum einem Spätherbstminimum gegenübersteht. Die Hauptwindrichtungsachse ist entsprechend dem Verlauf des Gleichenberger Tales Nord - Süd, wobei Winde aus dem Sektor Süd dominieren.

### 3. Mobile Immissionsmessungen

#### 3.1. Ausstattung und Messmethoden

Die mobile Luftgütemessstation zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Schwebstaub, Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO) und Ozon (O<sub>3</sub>) auf.

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

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

Neben den Messgeräten für die Schadstofffassung werden am Messcontainer auch die meteorologischen Geber für Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windrichtung und Windgeschwindigkeit, fallweise auch für Luftfeuchtigkeit und Luftdruck, betrieben.

Eine vollständige Aufzeichnung und Überwachung des Messvorganges erfolgt durch einen Stationsrechner. Automatische Plausibilitätsprüfungen der Messwerte finden bereits vor Ort statt. Die notwendigen Funktionsprüfungen erfolgen ebenfalls automatisch. Die erfassten Messdaten werden in der Regel über 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.

## 3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen

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

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

Für den Messstandort Bad Gleichenberg 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

### 3.2.2. 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

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

### 3.2.3. "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 HMW
0,100 mg/m <sup>3</sup> als MW8

### 3.2.4. 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 **Bäderkurorte** gelten folgende Immissionsgrenzwerte (in µg/m<sup>3</sup>):

Schwefeldioxid	HMW	200
	TMW	100
Stickstoffdioxid	HMW	200
	TMW	100
Kohlenmonoxid	MW8	5 mg/m <sup>3</sup>
Schwebstaub	TMW	120

### 3.3. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen

#### Sommermessperiode: 23. Mai bis 19. Juli 2000

Mit Beginn der Sommermessperiode wurde Hochdruckeinfluss wetterbestimmend. Unter zunehmender Warmluftzufuhr aus Südwest stiegen die Temperaturen sukzessive an, ehe mit dem Übergreifen eines Tiefdruckgebietes am 29. 5. ein markanter Temperaturrückgang und verbreitet Niederschläge zu verzeichnen waren.

Nach dem Abzug der Störungszone verstärkte sich Anfang Juni rasch wieder Hochdruckeinfluss und bewirkte sommerliches Schönwetter. Aufgrund sich verringernder Druckunterschiede über Mitteleuropa und der labil geschichteten Warmluft erfolgte jedoch von Tag zu Tag stärkere Quellwolkenbildung.

Der Durchzug einer Störung am 6. 6. löste schließlich verbreitet heftige Gewitter aus, von denen der Südosten der Steiermark jedoch weitgehend verschont blieb. Ein spürbarer Temperaturrückgang war jedoch auch hier zu registrieren.

In der Folge etablierte sich erneut ein kräftiges Hochdruckgebiet und bewirkte wieder eine hochsommerliche Witterungsphase. Mit der Verlagerung des Zentrums des Hoch nach Osten gelangten allmählich feuchtwarme labil geschichtete Luftmassen aus Südwest nach Österreich und verstärkten die Quellwolkenbildung und die Gewitterneigung.

Um die Monatsmitte wurde der sehr warme Witterungsverlauf durch Störungseinfluss mit Niederschlägen und die Zufuhr kühler Luft aus Nordwest kurzzeitig unterbrochen.

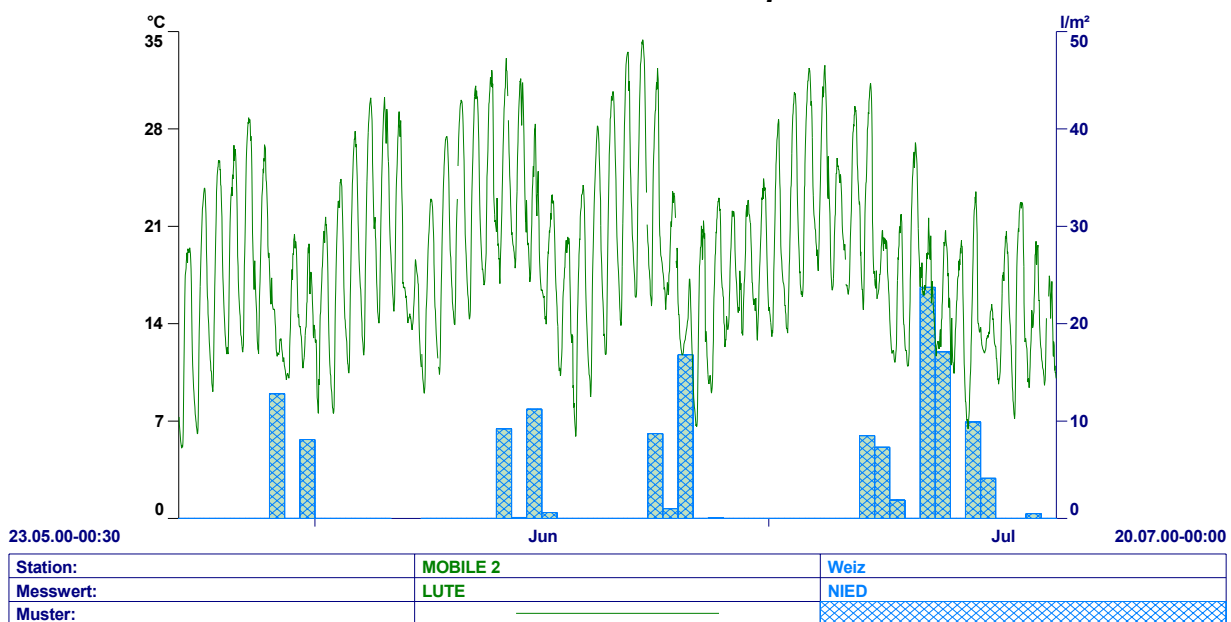
Zunehmender Hochdruckeinfluss sorgte nachfolgend für rasche Bewölkungsauflösung und leitete wieder eine hochsommerliche Wetterperiode ein. Mit Warmluftzufuhr aus Südwest stiegen die Temperaturen kräftig an und erreichten in Bad Gleichenberg Tageshöchstwerte bis knapp 35°C (22. 6.).

In der Folge überquerte mit auffrischendem Westwind eine Tiefdruckrinne den Alpenraum und bewirkte eine spürbare Abkühlung mit verbreitet ergiebigen Niederschlägen. Unter anhaltender Zufuhr feuchtkühler Luft aus Nordwest bis West blieb es schließlich bis zum Monatsende nur noch mäßig warm.

Zu Julibeginn stellte sich bei geringen Luftdruckgegensätzen neuerlich sommerlich heißes und schwüles Wetter mit sich allmählich verstärkender Quellwolkenbildung und hoher Gewitterbereitschaft ein.

Mit dem Übergreifen eines Tiefdruckgebietes am 8. 7. wurde eine kühlere und abwechslungsreichere Witterungsphase eingeleitet. In rascher Folge überquerten Störungszonen den Alpenraum. Das wechselhafte und unbeständige Nordwestwetter bewirkte bis zum Ende der Sommermessungen die Zufuhr feuchtkalter Luftmassen und verursachte ergiebige Niederschläge.

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



Die Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

## **Wintermessperiode: 14. Dezember 2000 bis 28. Jänner 2001**

Eine Nordwestströmung steuerte zu Beginn der Wintermessungen kühle Luftmassen nach Österreich. Südlich des Alpenhauptkammes machte sich ein Tief über Oberitalien bemerkbar, das vor allem am 15. und 19. 12. Schneefälle verursachte.

Danach gelangte der Ostalpenraum bis zu den Weihnachtsfeiertagen in den Einflussbereich eines kräftigen Hochs über Osteuropa. Bei stabilem Winterwetter blieben die Tageshöchsttemperaturen in Bad Gleichenberg unter dem Gefrierpunkt und die nächtlichen Tiefstwerte sanken bis unter  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Am 26. 12. setzte an der Vorderseite eines Tiefs eine milde Südwestströmung ein. Erste Störungsausläufer sorgten bereits verbreitet für Niederschläge, die sich mit dem Durchzug des Tiefdruckkomplexes in den folgenden Tagen intensivierten.

Zum Jahreswechsel hin verstärkte sich wieder Hochdruckeinfluss, der vor allem in den klaren Nächten starke Abkühlung hervorrief. Die nachfolgend einsetzende milde Südwestströmung brachte anfänglich nur in höheren Lagen Erwärmung, während die Kaltluftseen in den Tälern und Becken vorerst bestehen blieben. Erst mit dem Eintreffen sehr milder und feuchter Meeresluft wurde die bodennahe Kaltluft verdrängt und in Bad Gleichenberg am 6. 1. ein Tageshöchstwert von  $15^{\circ}\text{C}$  erreicht.

Nachfolgend erfasste ein Tiefdruckgebiet, das rasch von der Adria in Richtung Ukraine zog, den Süden Österreichs und verursachte sehr ergiebige Niederschläge.

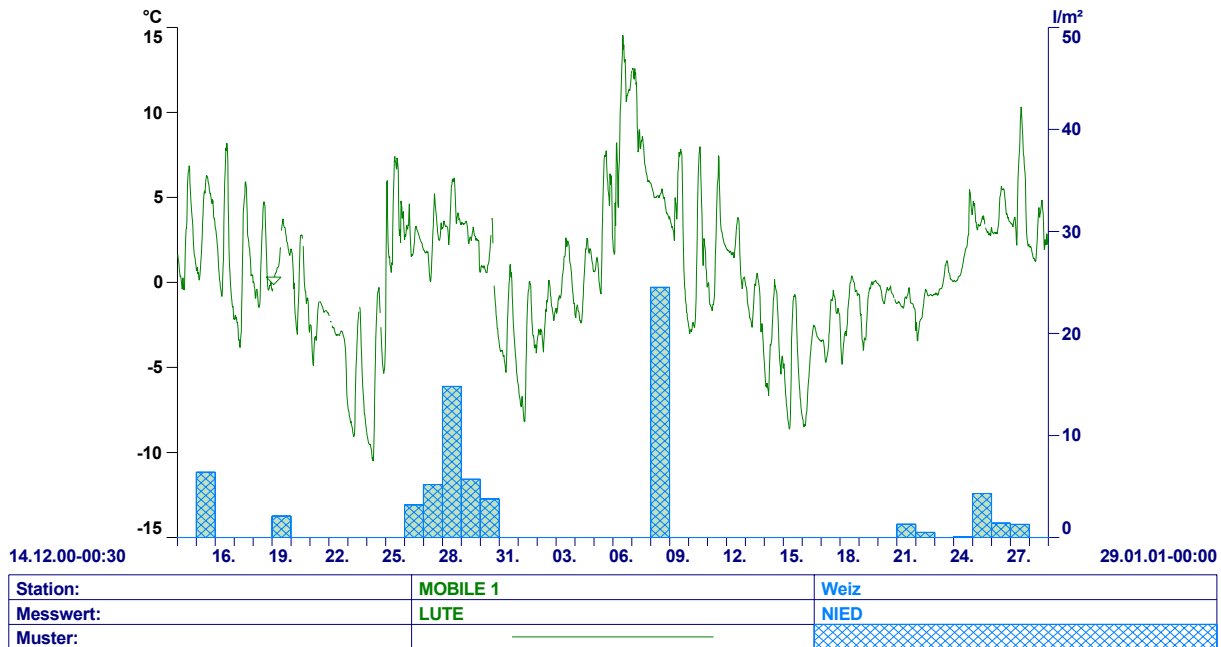
Nach kurzer Zwischenbesserung wurde mit einer kühleren west- bis nordwestlichen Strömung erneut wolkenreiche Luft herangeführt, die aber keine weiteren Niederschläge mit sich brachte.

Um die Monatsmitte gelangte der Alpenraum unter Einfluss eines ausgedehnten Hochdruckgebietes mit Zentrum über Schottland. Bei zunächst klarem Winterwetter fielen die Temperaturen wieder deutlich unter den Gefrierpunkt. Mit fortschreitender Abschwächung des Hochdrucks konnten sich beständigere Hochnebfelder ausbilden, die bei geringerer Tagesschwankung der Temperaturen eine Abschwächung des nächtlichen Frostes bewirkten.

Ab 20. 1. machte sich bei einer flachen Druckverteilung über Mitteleuropa schwacher Störungseinfluss eines Mittelmeertiefs mit Zufuhr feuchter Luftmassen und geringen Niederschlägen bemerkbar. In der Folge stellte sich eine Strömungslage aus West- bis Südwest ein, wodurch wieder mildere Luft herangeführt wurde. Eingelagerte Fronten

verursachten unbeständiges und teilweise regnerisches Wetter, das bis zum Ende der Messungen andauerte.

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



Der Witterungsverlauf zeichnete sich während der Sommermessungen im Mai und Juni durch einen sehr hohen Anteil an gradientschwachen Wetterlagen und sehr geringer Tiefdrucktätigkeit aus. Die Temperaturen lagen über dem langjährigen Mittel, die Niederschlagsmengen blieben etwas unter den Erwartungen. Im Juli dominierten Strömungslagen, wodurch normale Temperaturwerte und durchschnittliche Niederschlagsmengen zu verzeichnen waren.

Während der Wintermessungen erreichten die Temperaturen infolge häufiger milder Strömungslagen und nur weniger Tage mit ausgeprägtem winterlichem Hochdruckwetter überdurchschnittliche Werte. Die Niederschlagsmengen lagen im Dezember etwas über den Erwartungen, während im Jänner der Normalwert erreicht wurde.

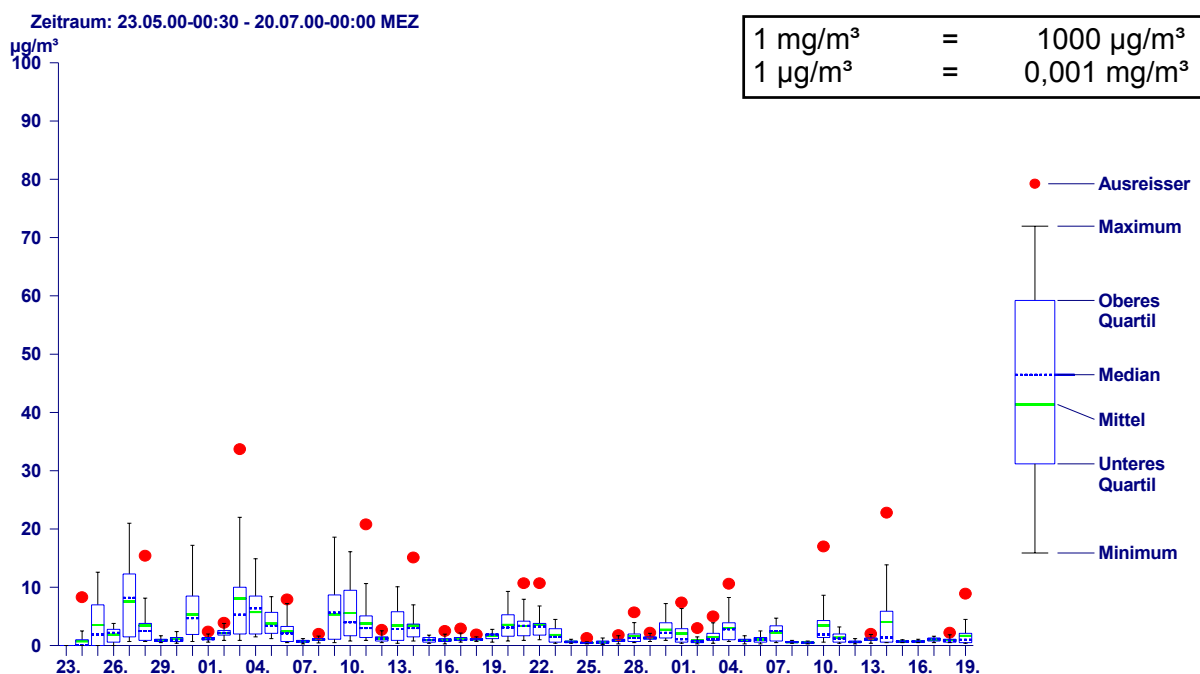
Somit entsprachen aus immissionsklimatischer Sicht die Messungen für das Sommerhalbjahr weitgehend jenen der Messkampagne im Jahr 1992. Für die Wintermessungen, die im Jahr 1992 in einem Zeitraum mit immissionsklimatisch günstiger Anhäufung von Wetterlagen mit Schlechtwettercharakter stattfanden, sind die aktuellen Messergebnisse eher als repräsentativ anzusehen.



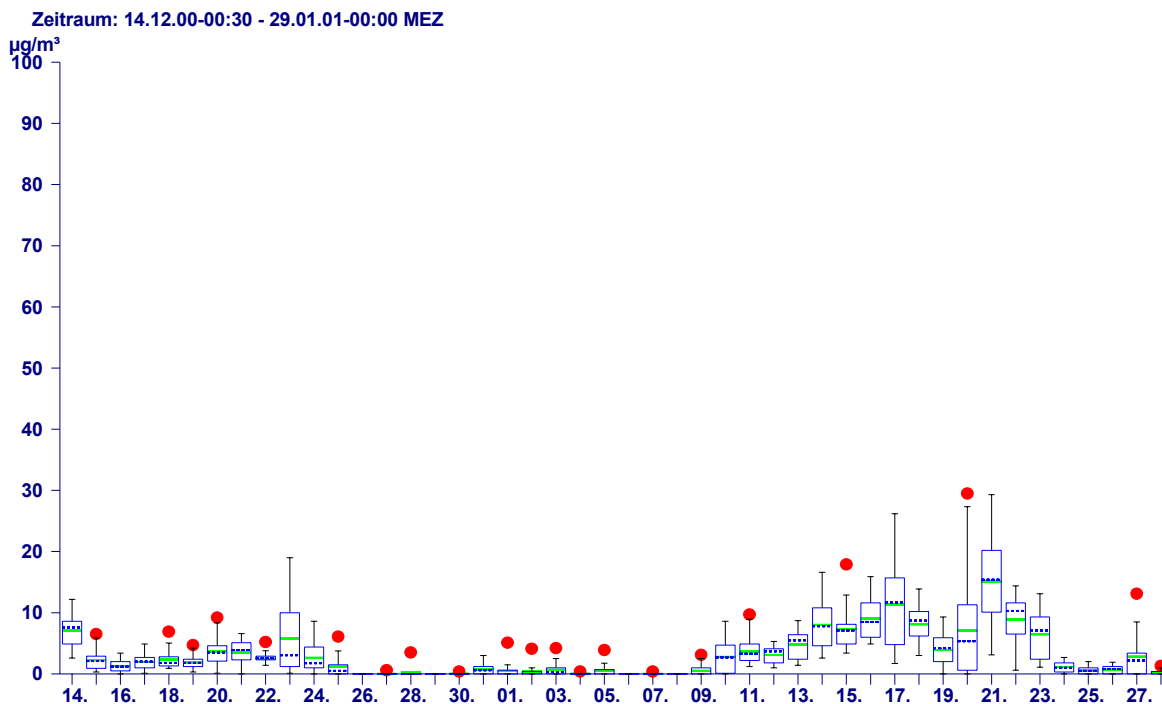
### 3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

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

23.05.2000 - 19.07.2000	Messergebnisse SO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte SO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	34	0,07	LGBl. Nr. 5/1987	48 %
		0,20	BGBl I Nr. 115/1997	17 %
		0,200	Kurorterrichtlinie	17 %
Mtmax	7			
TMWmax	8	0,05	LGBl. Nr. 5/1987	16 %
		0,12	BGBl I Nr. 115/1997	7 %
		0,100	Kurorterrichtlinie	8 %
PMW	2			



14.12.2000 - 28.01.2001	Messergebnisse SO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte SO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	30	0,15	LGBl. Nr. 5/1987	20 %
		0,20	BGBl I Nr. 115/1997	15 %
		0,200	Kurorterrichtlinie	15 %
Mtmax	8			
TMWmax	15	0,10	LGBl. Nr. 5/1987	15 %
		0,12	BGBl I Nr. 115/1997	13 %
		0,100	Kurorterrichtlinie	15 %
PMW	3			



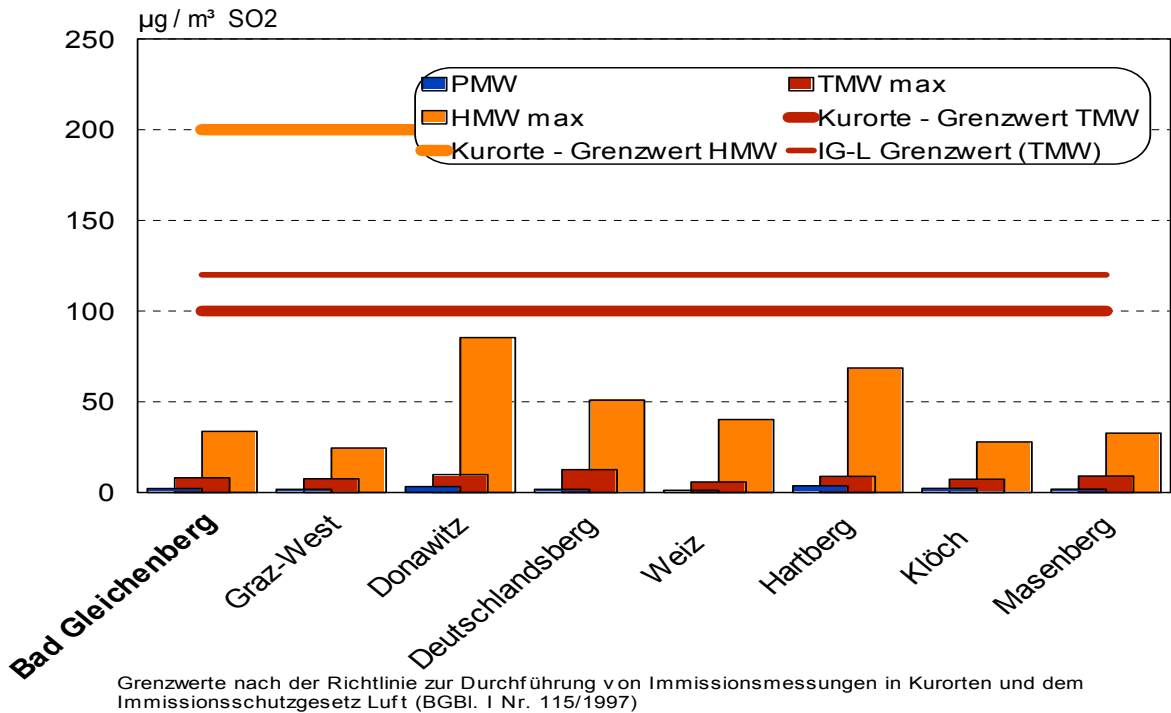
SO<sub>2</sub> wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt, Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit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

Dementsprechend waren auch in Bad Gleichenberg die Immissionskonzentrationen von Schwefeldioxid während der Wintermessung höher als im Sommer. Der Verlauf der Immissionskonzentrationen zeigt speziell bei der Wintermessung eine auffallende Übereinstimmung mit dem Witterungsgeschehen. Die Konzentrationen lagen bei kaltem und austauscharem Hochdruckwetter wie etwa während der zweiten Jännerdekade signifikant über den Werten, die bei lufthygienisch günstigeren Witterungsbedingungen registriert wurden, was auf die höheren Emissionen aus dem Hausbrand zurückzuführen ist.

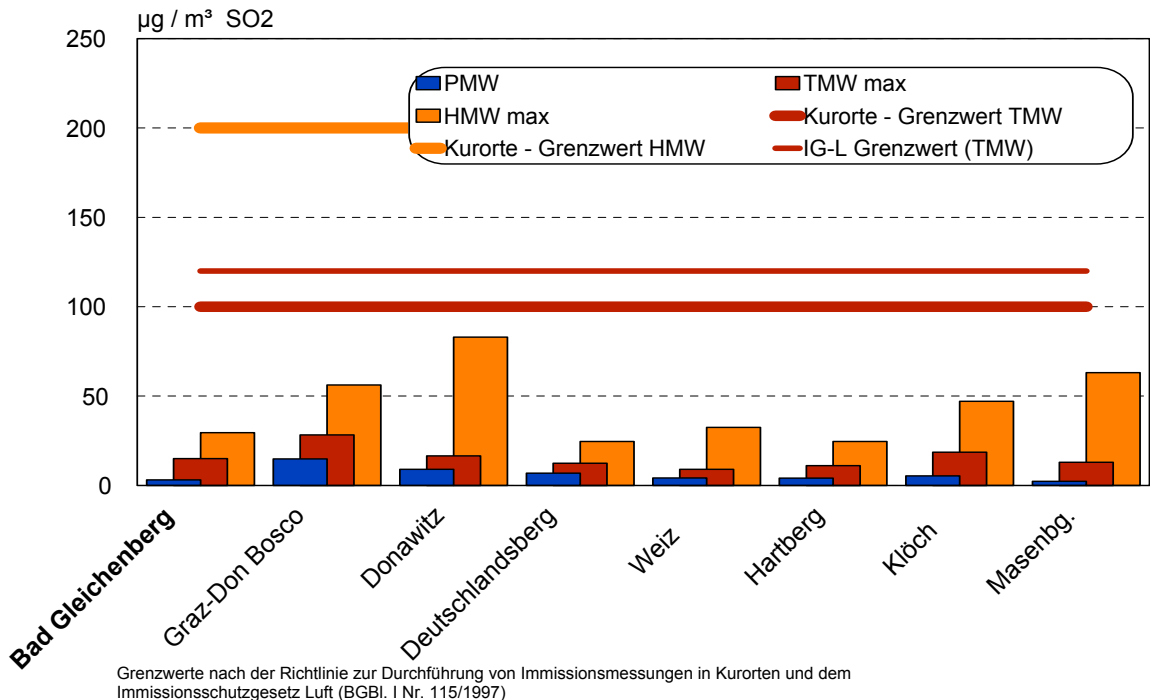
Die SO<sub>2</sub>-Konzentrationen blieben während beider Messungen sowohl bei den maximalen Halbstundenmittelwerten als auch bei den Tagesmittelwerten unter den gesetzlichen Grenzwerten und den Grenzen der Kurortrichtlinie.

Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen ergab sich beim Luftschadstoff Schwefeldioxid am Messstandort in Bad Gleichenberg für die beide Messperioden eine durchschnittliche bis leicht unterdurchschnittliche Belastungssituation.

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



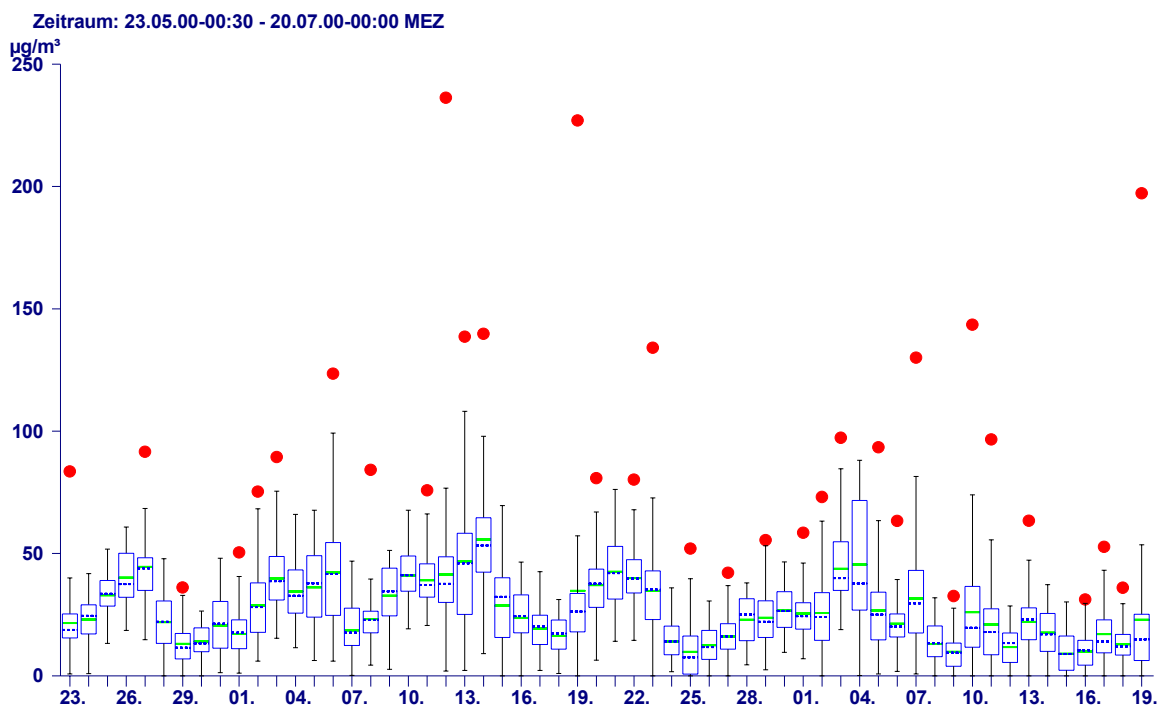
### Vergleich der SO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Wintermessung 2000/2001



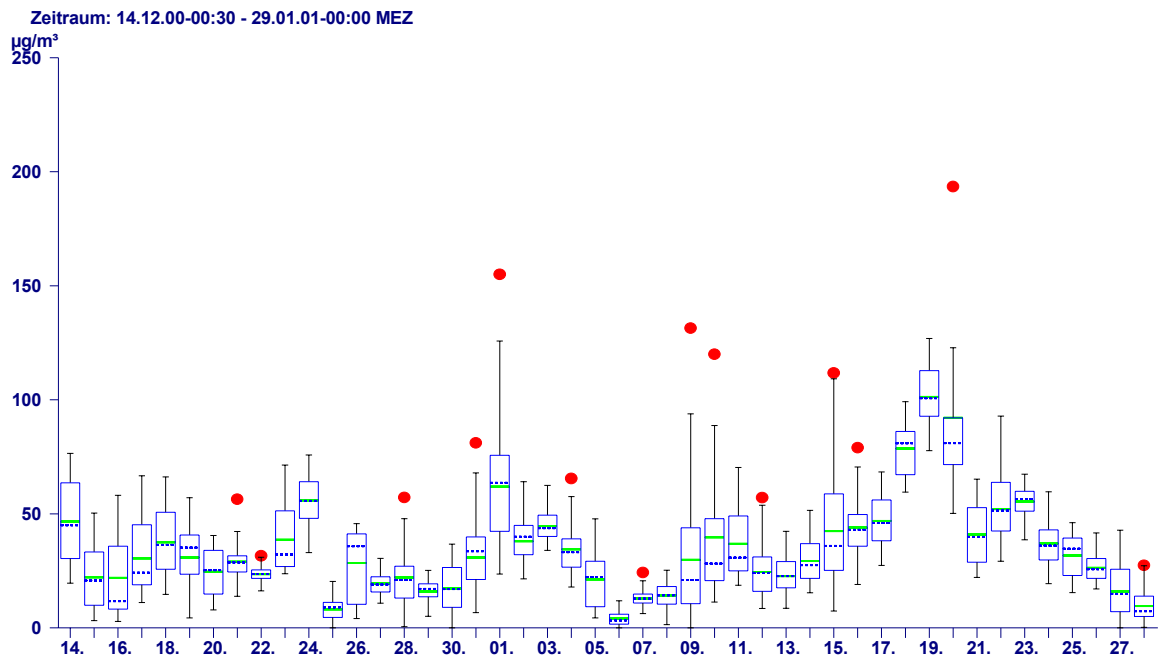
Im Vergleich zu den Messungen 1992 ergaben sich bei den aktuellen Messungen etwas niedrigere Belastungen.

### 3.4.2. Schwebstaub

23.05.2000 - 19.07.2000	Messergebnisse Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	236			
Mtmax	74			
TMWmax	56	0,12 0,15 0,120	LGBI. Nr. 5/1987 BGBL I Nr. 115/1997 Kurorterichtlinie	47 % 37 % 47 %
PMW	27			



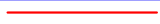
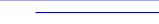
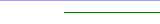
14.12.2000 - 28.01.2001	Messergebnisse Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	194			
Mtmax	65			
TMWmax	101	0,12 0,15 0,120	LGBI. Nr. 5/1987 BGBL I Nr. 115/1997 Kurorterichtlinie	84 % 67 % 84 %
PMW	35			

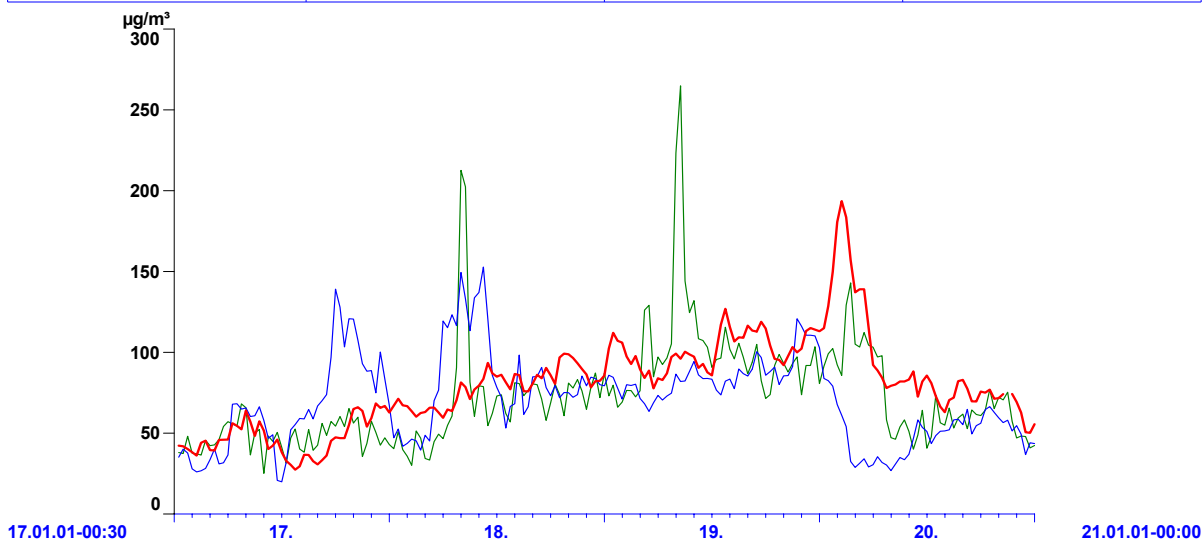


Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Dementsprechend sind auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim SO<sub>2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

Bezüglich des Verlaufs der Staubkonzentrationen ist wie bei Schwefeldioxid während der austauscharmen Hochdrucklage in der zweiten Jännerdekade ein höheres Belastungsniveau festzustellen. In der nachfolgenden Abbildung ist der Konzentrationsverlauf von Schwebstaub vom 17. bis 21. 1. in Bad Gleichenberg im Vergleich zu den Stationen Weiz und Hartberg dargestellt.

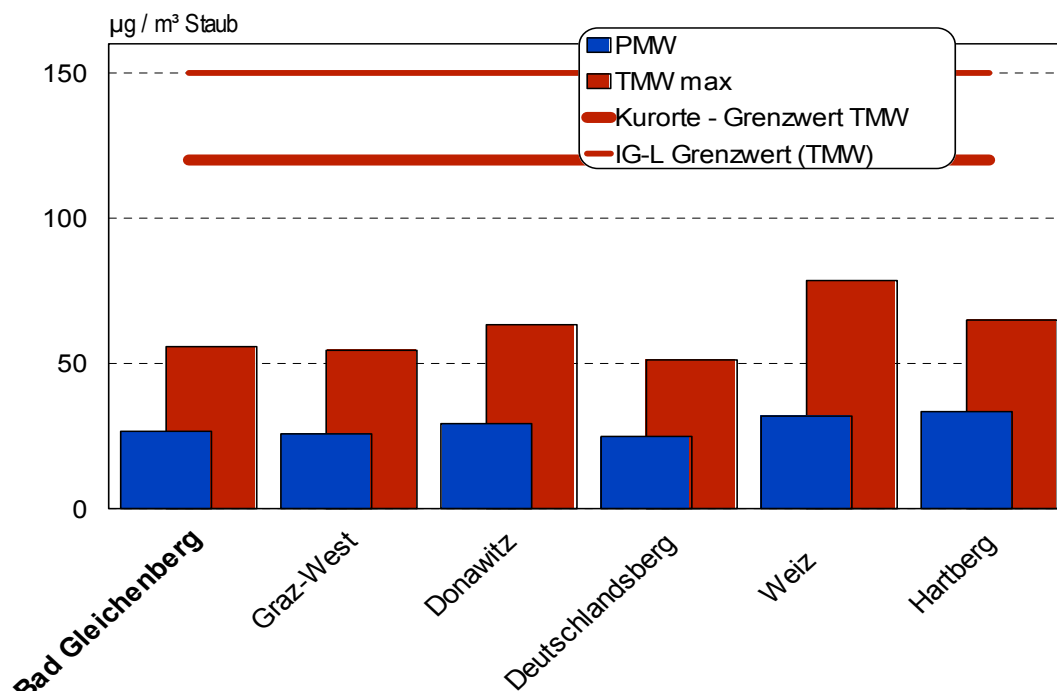
Bei sich abschwächendem Hochdruckwetter erfolgte allgemein ein Aufschaukelungsprozess, der durch die schlechten Ausbreitungsbedingungen aufgrund der Hochnebelbildung und der damit verbundenen weitgehenden Unterbindung der tagesperiodischen Ventilation hervorgerufen wurde. Unter zunehmend zyklonalem Witterungseinfluss und höheren Windgeschwindigkeiten verringerten sich im Verlauf des 20. 1. die Konzentrationen an allen Messstellen deutlich.

Station:	MOBILE 1	Weiz	Hartberg
Messwert:	STAUB	STAUB	STAUB
MW-Typ:	HMW	HMW	HMW
Muster:			



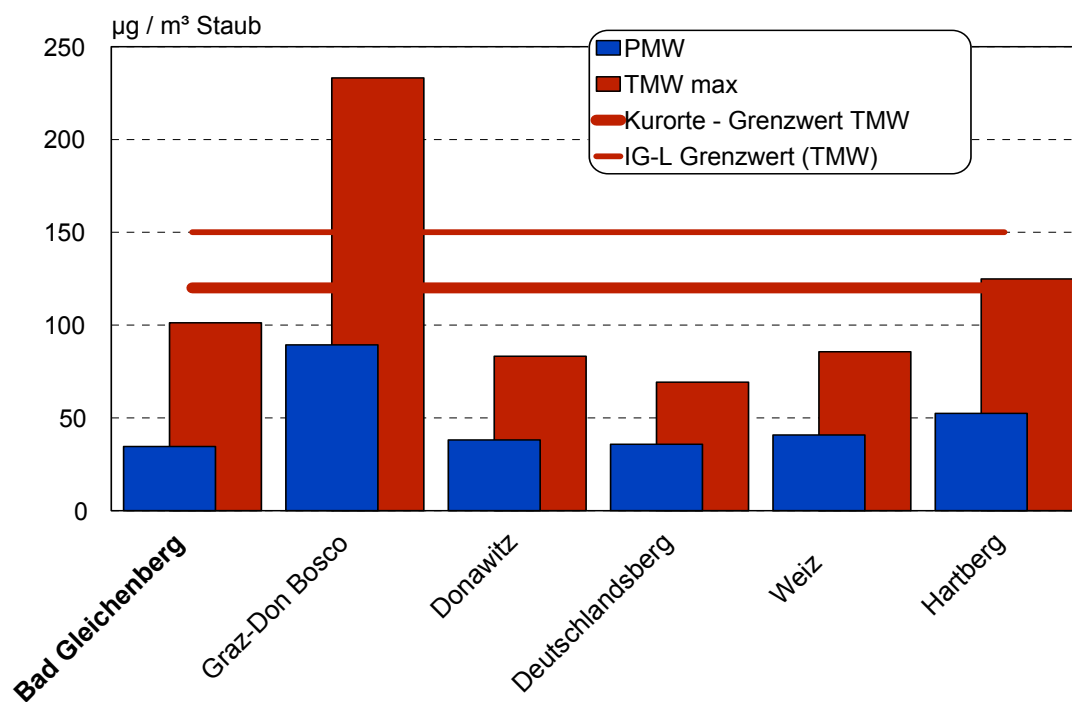
Es wurden während beider Messungen keine Überschreitungen von Grenzwerten festgestellt, der höchste Tagermittelwert erreichte während der Wintermessungen allerdings 80% des Grenzwertes, wodurch auch die relativ hohen winterlichen Depositionswerte der integralen Messungen an der Messstelle im Zentrum bestätigt wurden (siehe Kapitel 4.5.1.).

### 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)

## Vergleich der Staubkonzentrationen während der Wintermessung 2000/2001



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

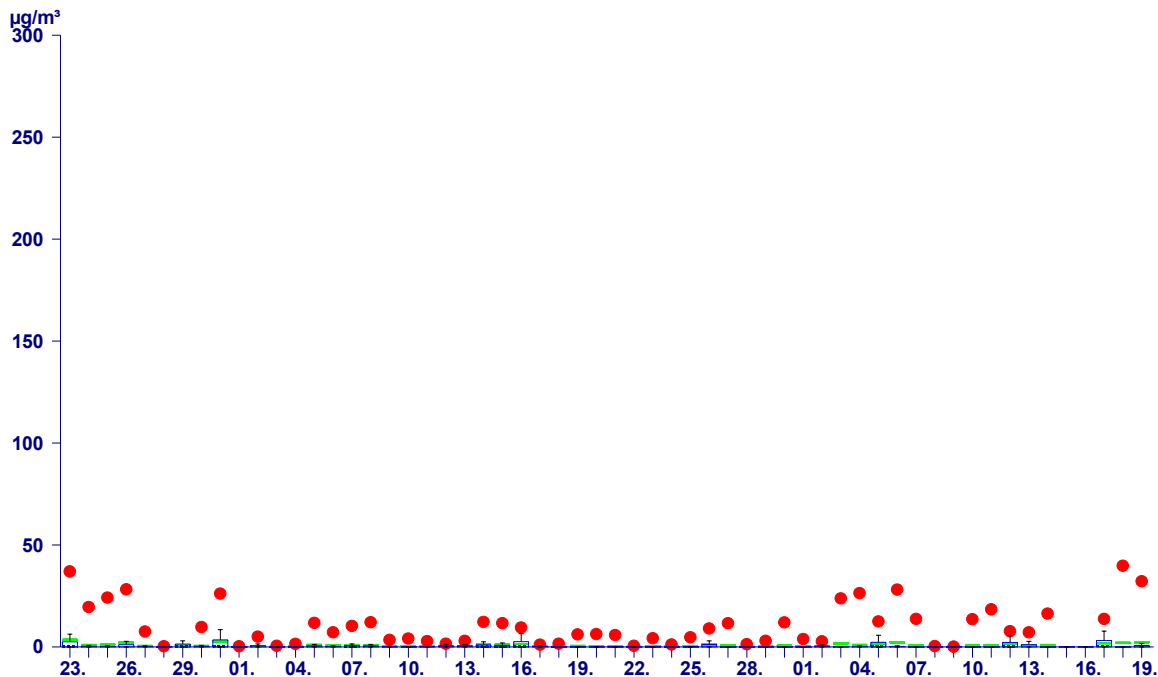
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen lagen die Schwebstaubkonzentrationen in Bad Gleichenberg während der Sommermessungen auf einem durchschnittlichen Niveau. Im Winter blieb der Messperiodenmittelwert ebenfalls im steiermarkweiten Durchschnitt, der höchstbelastete Tag hingegen erreichte einen im Vergleich zu den steirischen Bezirkshauptstädten leicht überdurchschnittlichen Wert.

Im Vergleich zu den Messungen 1992 wurden vor allem hinsichtlich der längerfristigen Mittelwerte sowohl während der Sommermessperiode als auch speziell bei den Wintermessungen höhere Konzentrationen registriert.

### 3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO)

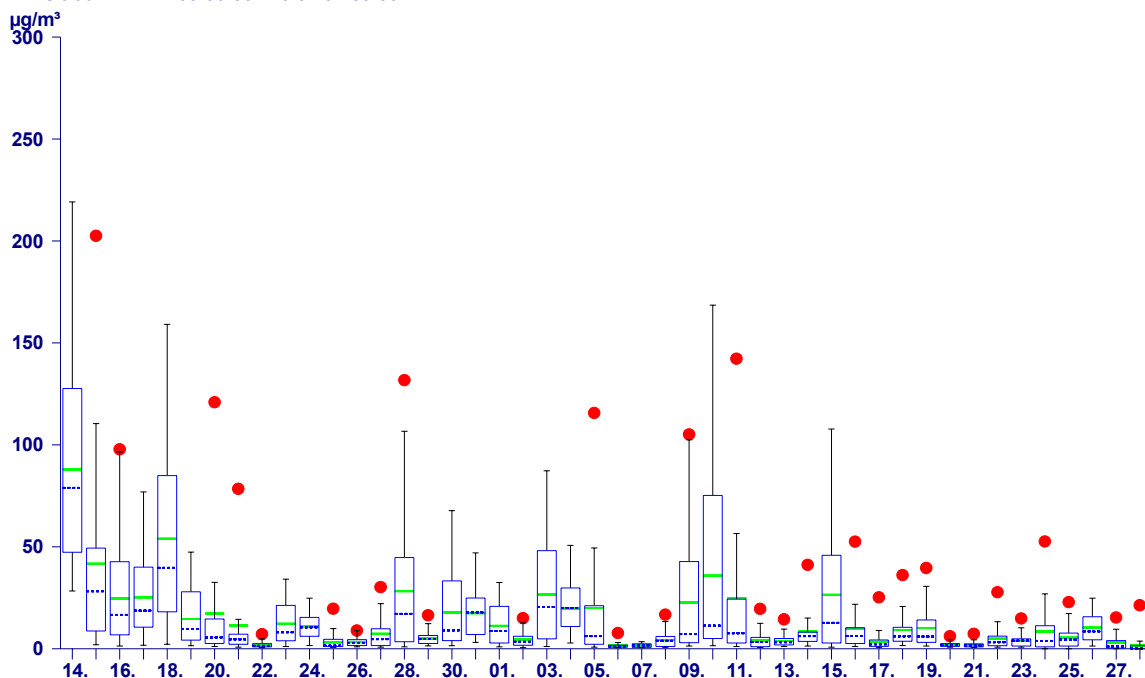
23.05.2000 - 19.07.2000	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	40	0,600	LGBl. Nr. 5/1987	7 %
Mtmax	10			
TMWmax	4	0,200	LGBl. Nr. 5/1987	2 %
PMW	1			

Zeitraum: 23.05.00-00:30 - 20.07.00-00:00 MEZ



14.12.2000 - 28.01.2001	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	219	0,600	LGBl. Nr. 5/1987	37 %
Mtmax	58			
TMWmax	88	0,200	LGBl. Nr. 5/1987	44 %
PMW	15			

Zeitraum: 14.12.00-00:30 - 29.01.01-00:00 MEZ



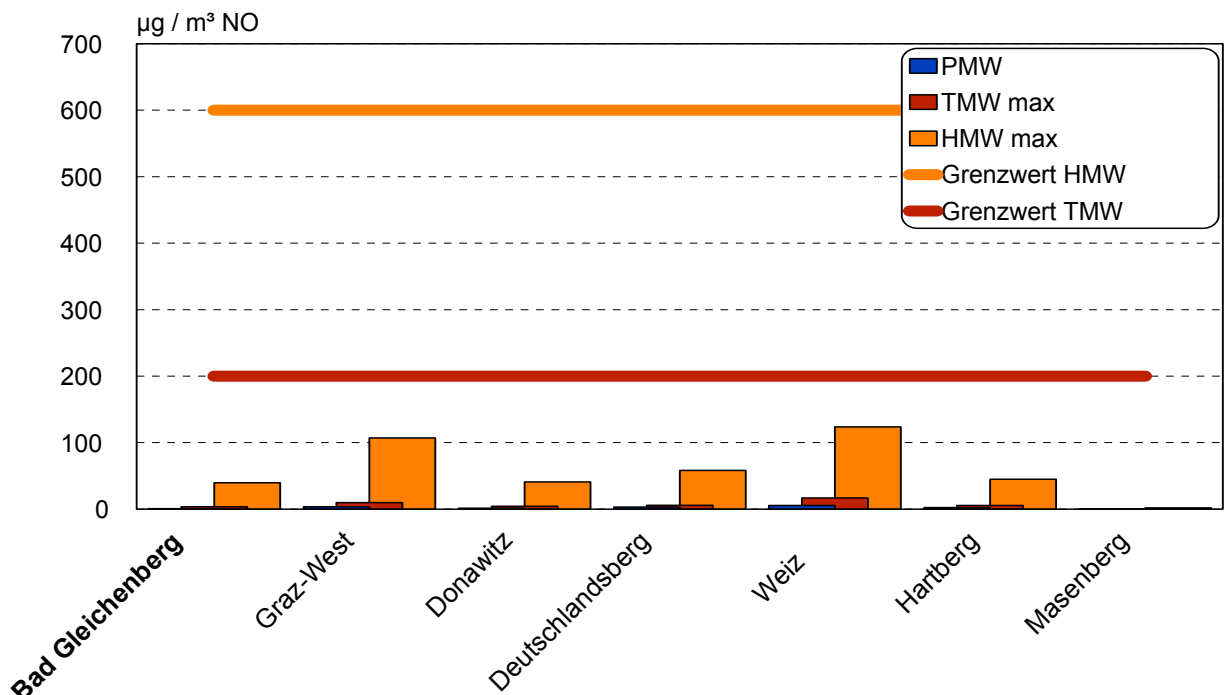


Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO<sub>x</sub>) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO-Anteil etwa 95% des NO<sub>x</sub>-Ausstoßes aus. Die Bildung von NO<sub>2</sub> erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O<sub>2</sub>) oder mit Ozon (O<sub>3</sub>) zu NO<sub>2</sub> verbindet.

Die Grenzwerte der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) für die Stickstoffmonoxidkonzentrationen wurden nicht erreicht. In der Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten sind für den Schadstoff Stickstoffmonoxid keine Grenzwerte festgelegt.

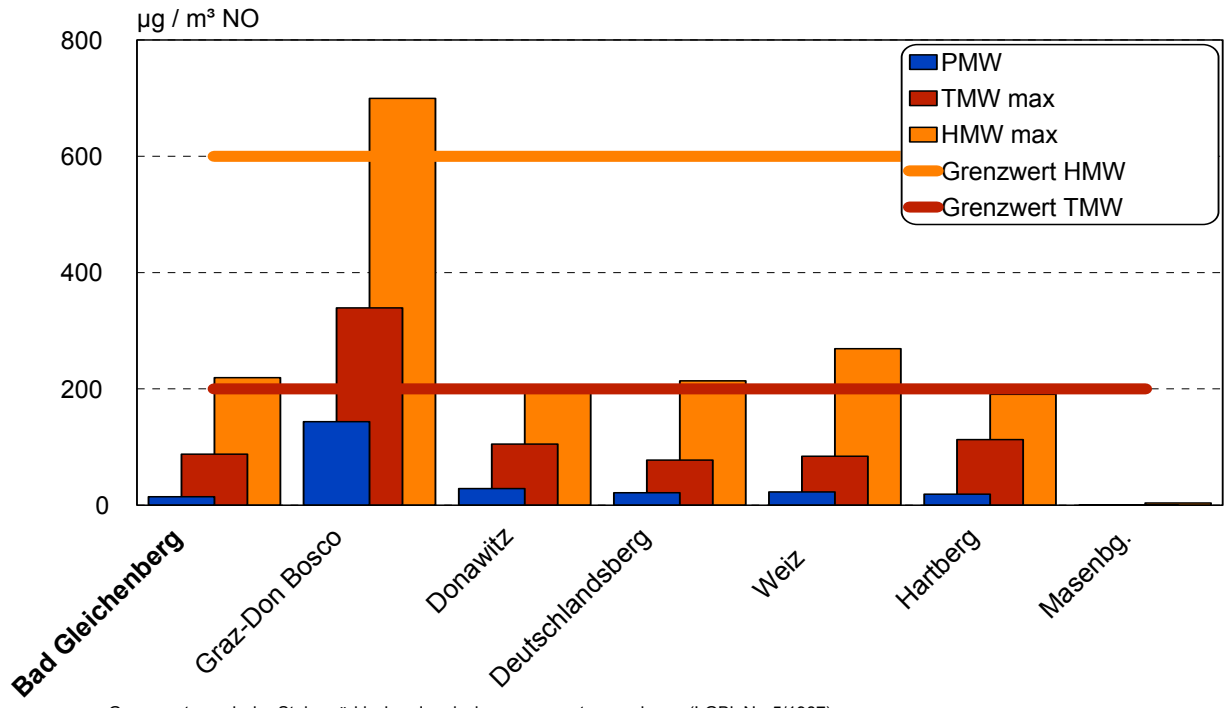
Im steiermarkweiten Vergleich können die Stickstoffmonoxidbelastungen als leicht unterdurchschnittlich bezeichnet werden. Dies gilt sowohl für die Grundbelastung als auch für die Belastungsspitzen. Im Vergleich zur Wintermessung 1992 wurde keine signifikante Änderung der Belastungen festgestellt.

### Vergleich der NO-Konzentrationen während der Sommermessung 2000



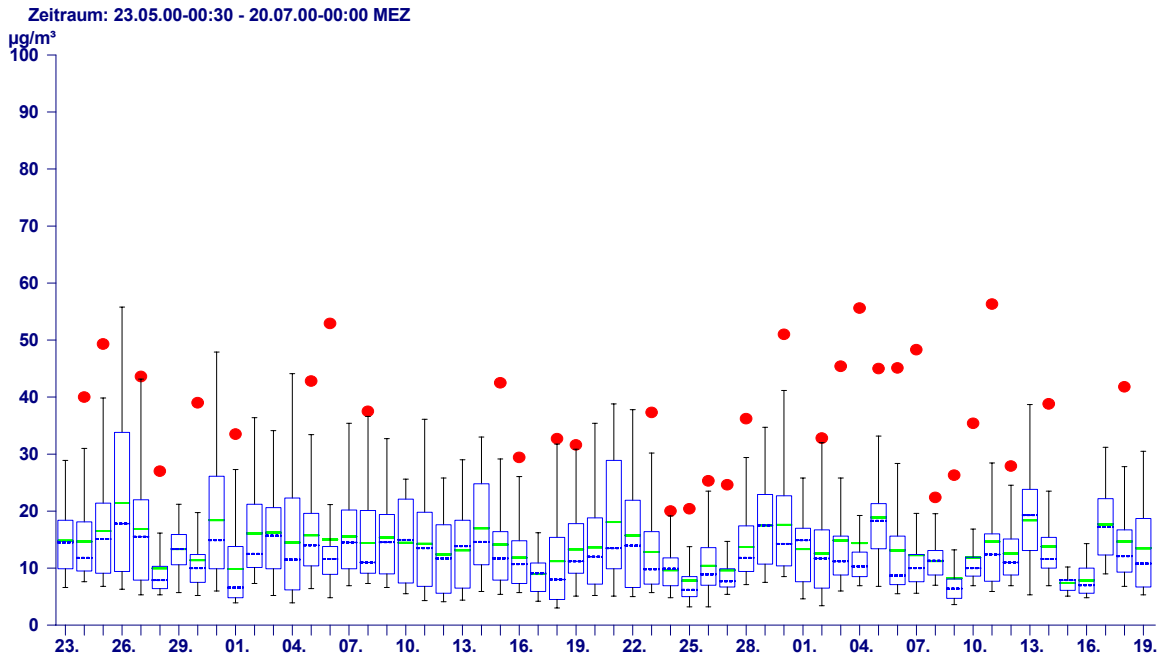
Grenzwerte nach der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr. 5/1987)

### Vergleich der NO-Konzentrationen während der Wintermessung 2000/2001

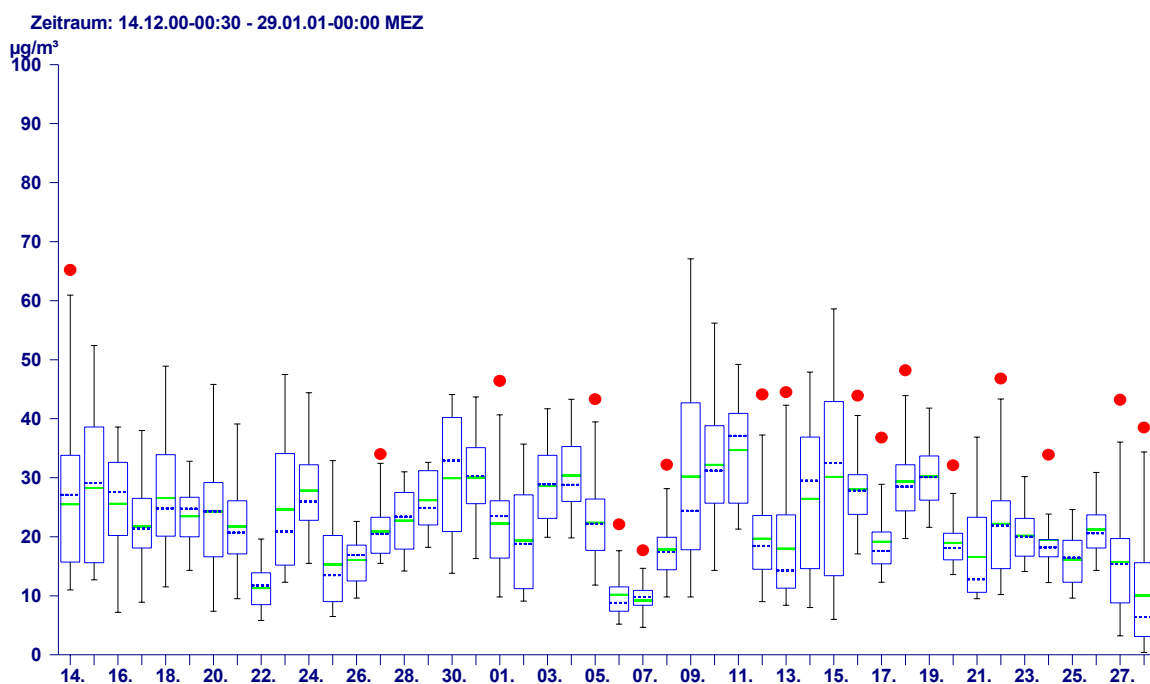


Grenzwerte nach der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr. 5/1987)

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



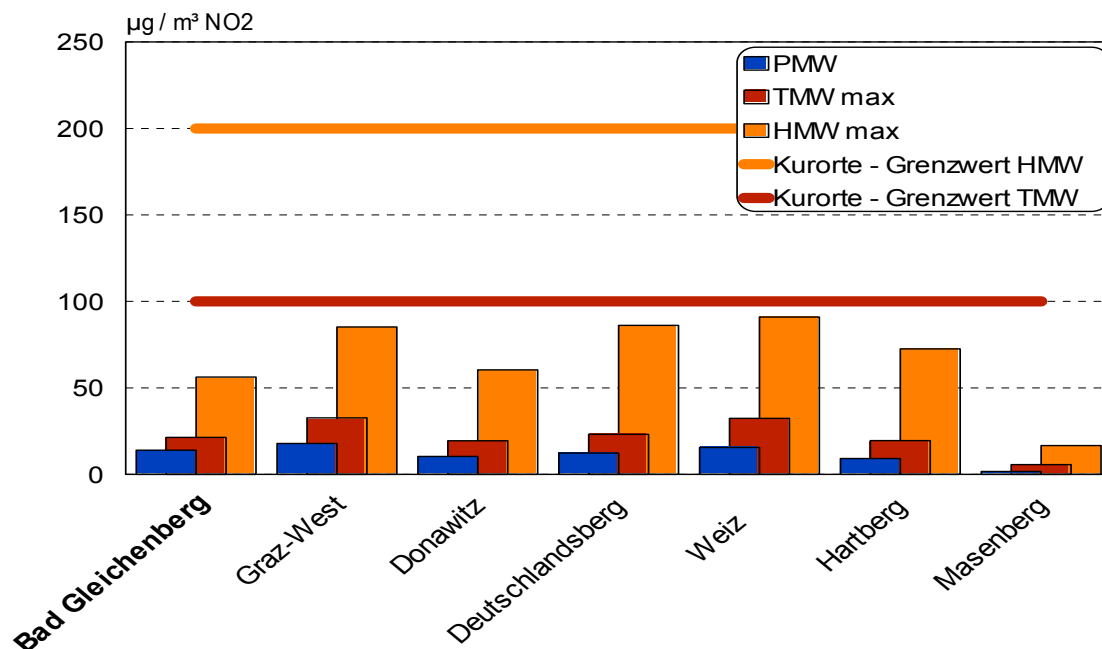
23.05.2000 - 19.07.2000	Messergebnisse NO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte NO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	56	0,20 0,20 0,200	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	28 % 28 % 28 %
Mtmax	36			
TMWmax	21	0,10 0,100	LGBI. Nr. 5/1987 Kurorterrichtlinie	21 % 21 %
PMW	14			



14.12.2000 - 28.01.2001	Messergebnisse NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte NO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	67	0,20 0,20 0,200	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	34 % 34 % 34 %
Mtmax	40			
TMWmax	35	0,10 0,100	LGBI. Nr. 5/1987 Kurorterrichtlinie	35 % 35 %
PMW	23			

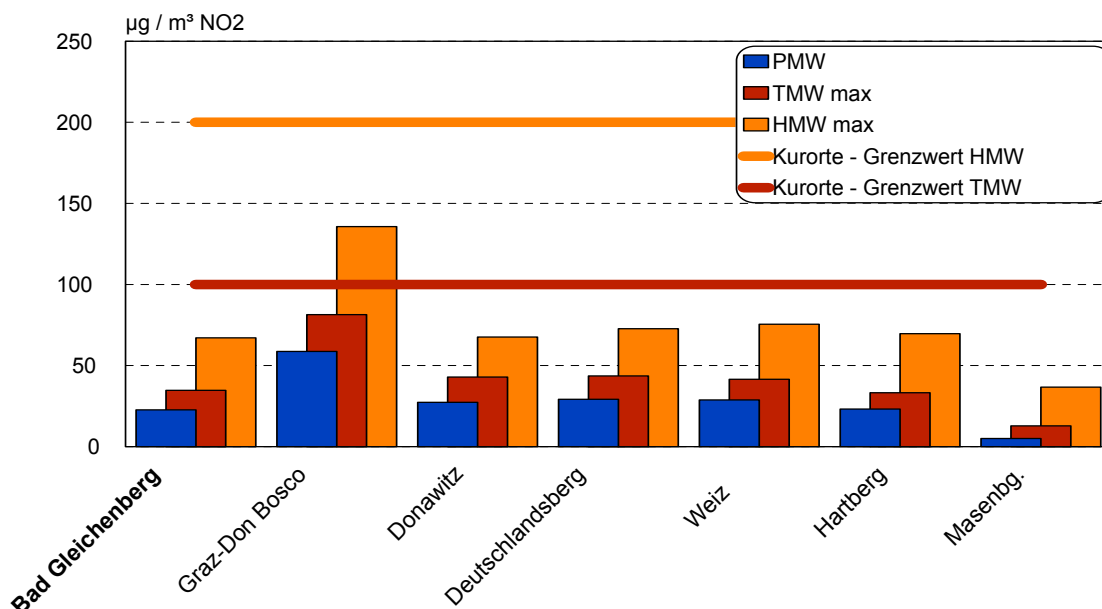
Die Emissionssituation der Stickstoffoxide wurde bereits beim Schadstoff Stickstoffmonoxid erläutert. Immissionsseitig stellt sich der Schadstoffgang beim Stickstoffdioxid im Allgemeinen ähnlich wie beim Stickstoffmonoxid dar.

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



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

### Vergleich der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Wintermessung 2000/2001



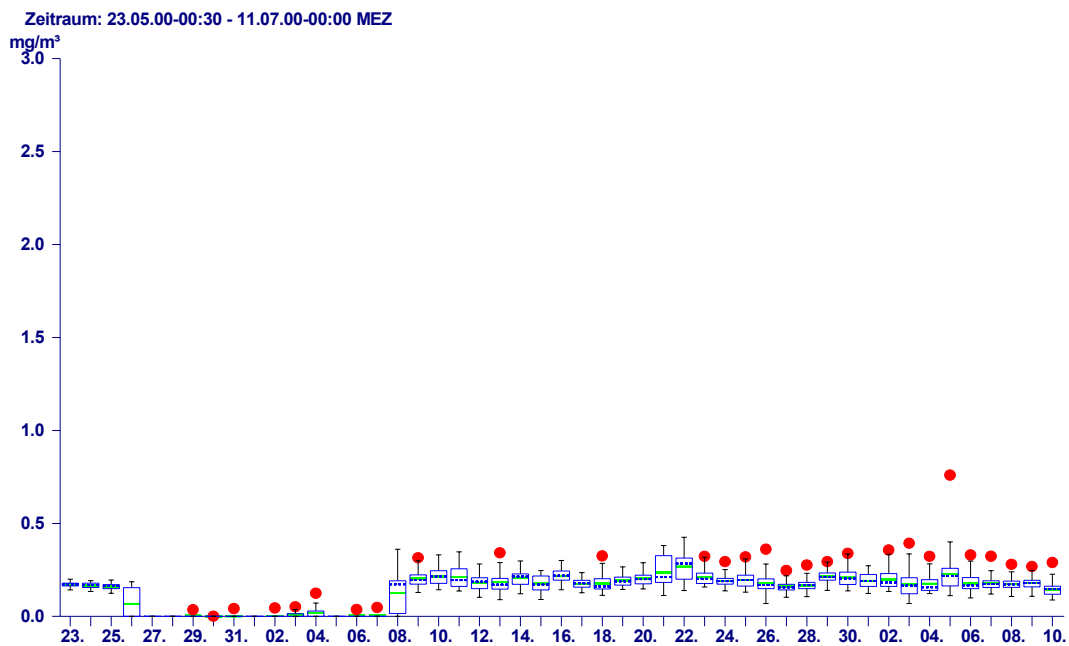
Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Bei den NO<sub>2</sub>-Konzentrationen wurden sowohl im Sommer als auch bei der Wintermessung 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 während beider Messperioden eine leicht unterdurchschnittliche Belastung festgestellt.

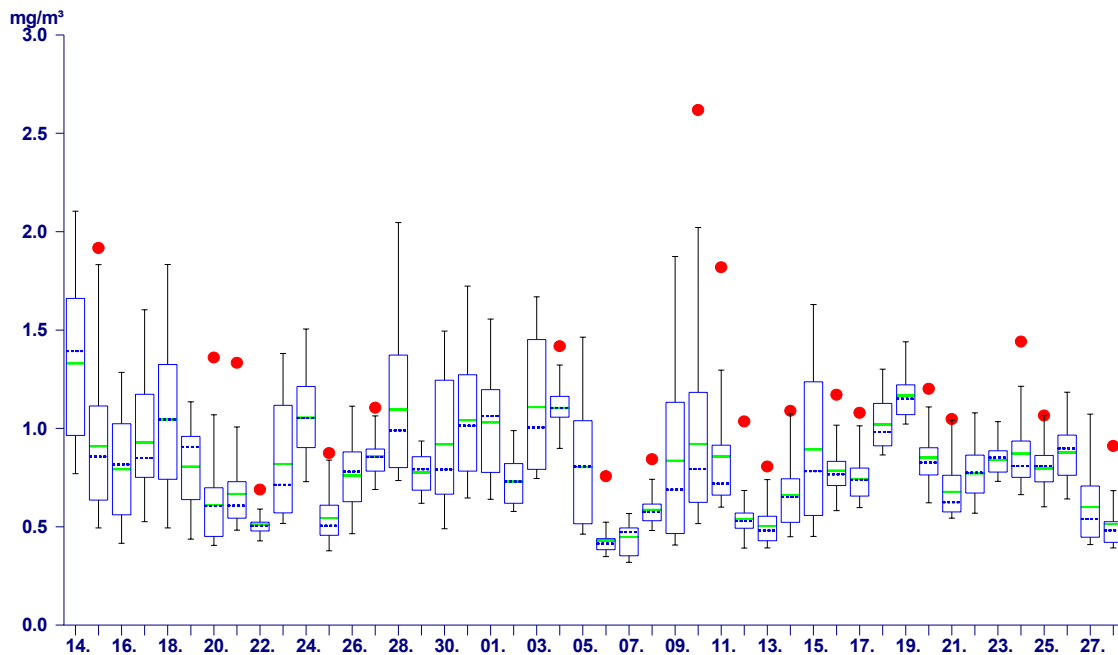
Auch im Vergleich zu den Messungen 1992 ergaben die aktuellen Messungen beim Luftschadstoff Stickstoffdioxid sowohl im Sommer als auch im Winter niedrigere Konzentrationen.

### 3.4.5. Kohlenmonoxid (CO)



23.05.2000 - 19.07.2000	Messergebnisse CO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte CO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,760	20	LGBl. Nr. 5/1987	4 %
Mtmax	0,304			
MW8max	0,600	10 5	BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	6 % 12 %
TMWmax	0,556	7	LGBl. Nr. 5/1987	8 %
PMW	0,195			

Zeitraum: 14.12.00-00:30 - 29.01.01-00:00 MEZ



14.12.2000 - 28.01.2001	Messergebnisse CO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte CO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	2,618	20	LGBl. Nr. 5/1987	13 %
Mtmax	1,317			
MW8max	1,760	10 5	BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	18 % 35 %
TMWmax	1,331	7	LGBl. Nr. 5/1987	19 %
PMW	0,814			

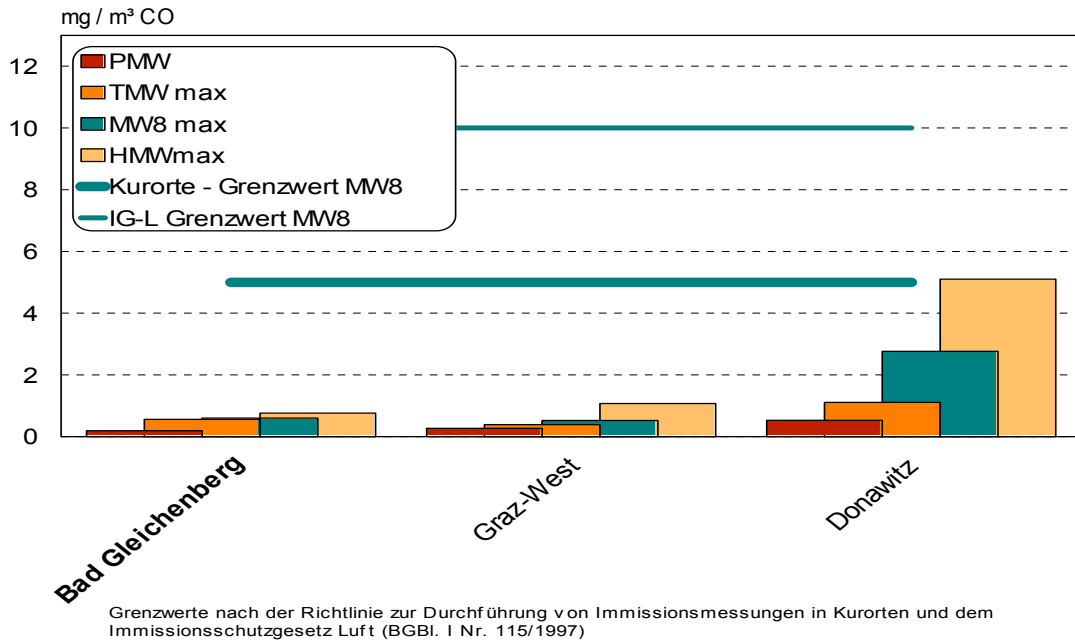
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der Kfz-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern jedoch im Allgemeinen stärker ab als bei den Stickstoffoxiden.

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.

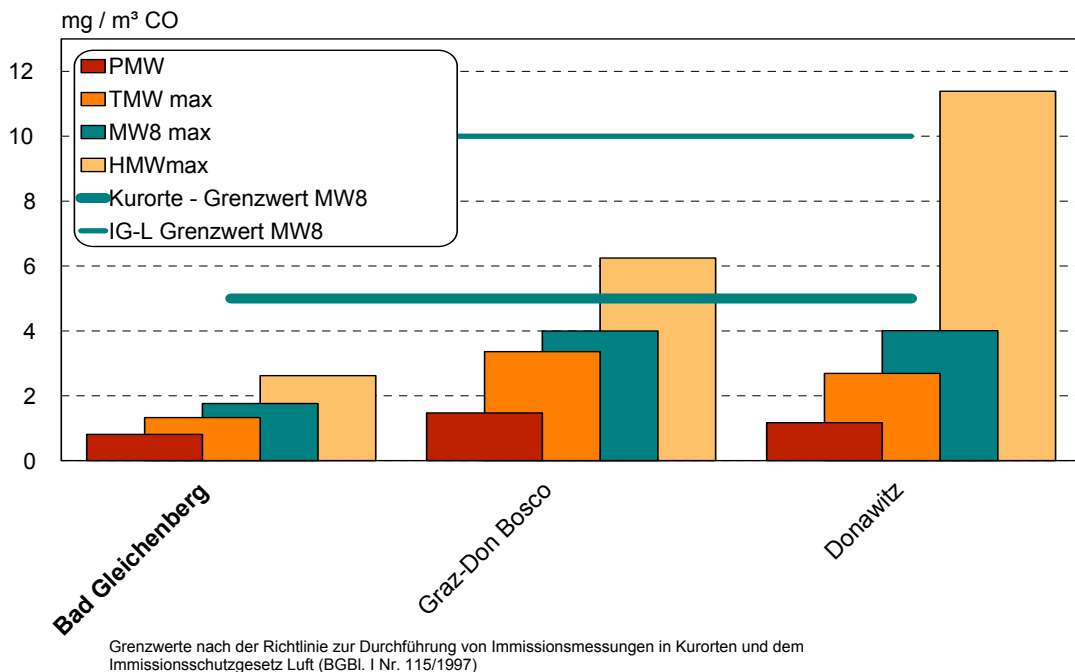
Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden in der Steiermark nur an einigen neuralgischen Punkten sowie an den beiden mobilen Messstationen erhoben.

Im Vergleich mit den Fixmessstellen in Graz und Leoben-Donawitz blieben die Belastungen sowohl im Sommer als auch im Winter unterdurchschnittlich.

## Vergleich der CO-Konzentrationen während der Sommermessung 2000



## Vergleich der CO-Konzentrationen während der Wintermessung 2000/2001

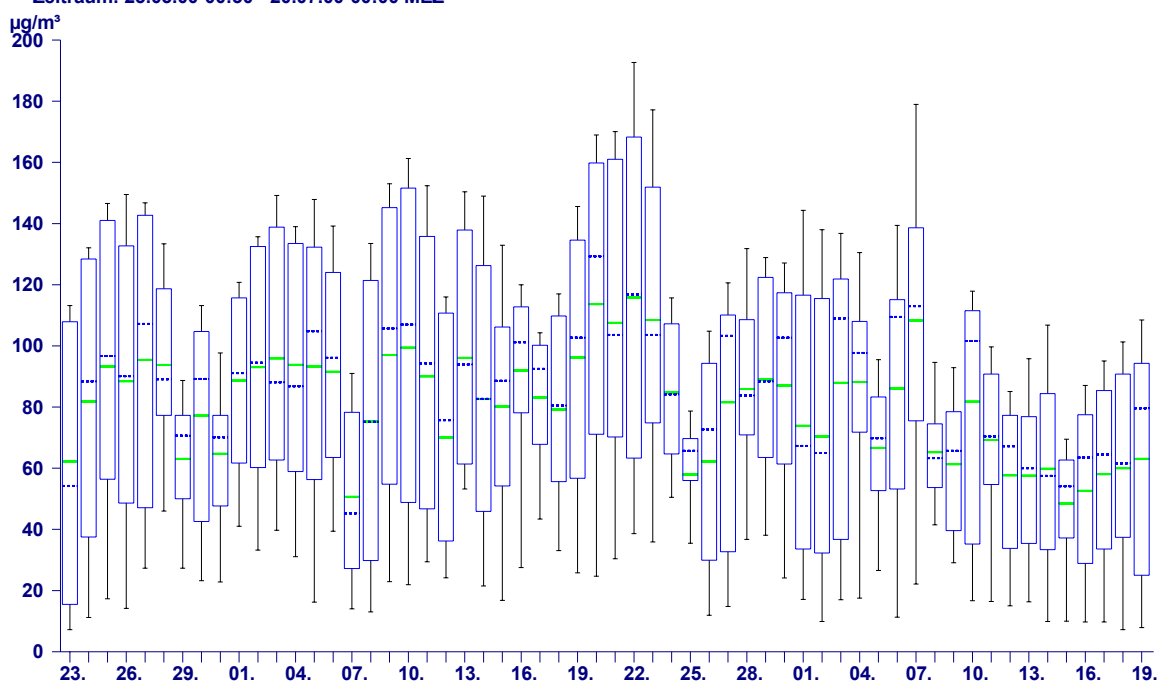


Im Vergleich zu den Ergebnissen von 1992 blieben die aktuellen Werte sowohl beim maximalen Halbstundenmittelwert als auch bei der Grundbelastung etwas unter den damaligen Konzentrationshöhen.

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

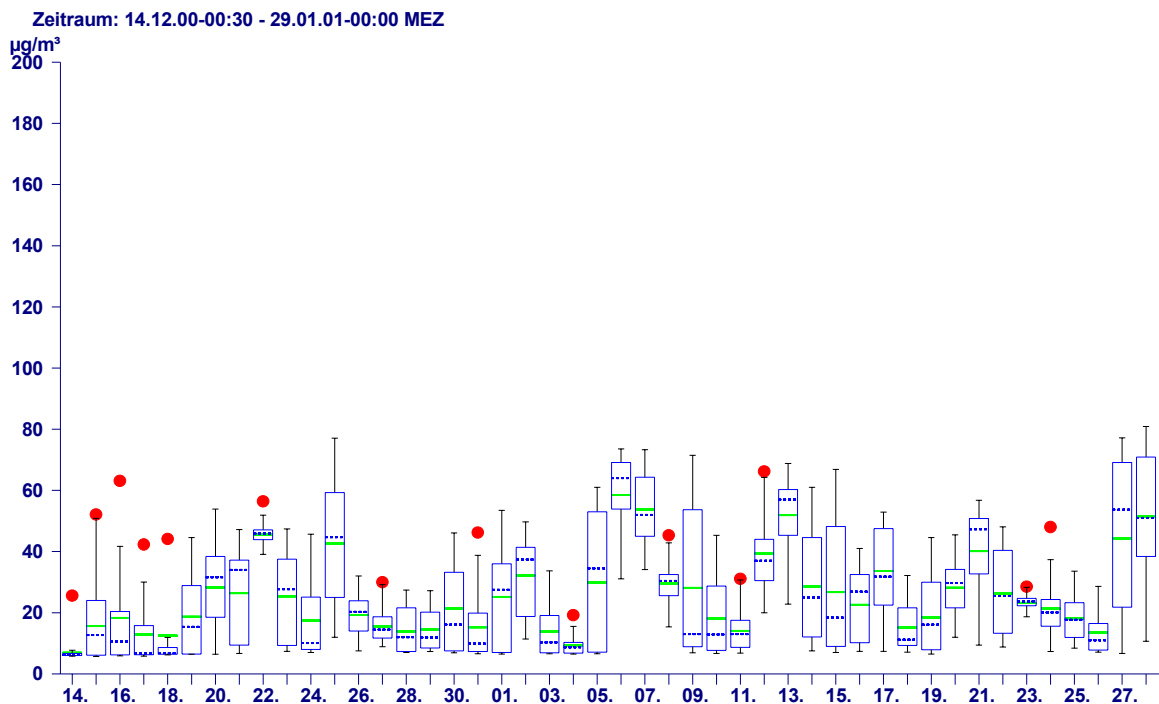
23.05.2000 - 19.07.2000	Messergebnisse O <sub>3</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte O <sub>3</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	193	120	ÖAW-Vorsorgewert	161 %
Mtmax	126			
MW8max	174	110	BGBI. I Nr. 115/1997	158 %
TMWmax	116			
PMW	81			

Zeitraum: 23.05.00-00:30 - 20.07.00-00:00 MEZ



14.12.2000 - 28.01.2001	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	81	120	ÖAW-Vorsorgewert	68 %
Mtmax	49			
MW8max	67	110	BGBI. I Nr. 115/1997	61 %
TMWmax	58			
PMW	26			





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 meteorologischen Rahmenbedingungen sowie den Vorläufersubstanzen (Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe) zu, auf deren Emittenten bereits hingewiesen wurde. Für das Entstehen von Ozon in der Außenluft sind dabei die luftchemischen Umwandlungsbedingungen entscheidend:

In den Siedlungsgebieten beginnt in den Vormittagsstunden bei entsprechender UV-Strahlung durch das Sonnenlicht und mit zunehmender Lufttemperatur Stickstoffmonoxid (NO) mit dem Luftsauerstoff (O<sub>2</sub>) Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) zu bilden. Dabei bleibt ein Sauerstoffradikal (O\*) übrig. Dieses bindet sich in der Folge mit dem Luftsauerstoff (O<sub>2</sub>) zu Ozon (O<sub>3</sub>).



In den Nachmittagsstunden kommt es durch nachlassende Sonneneinstrahlung und Abnahme der Temperatur dann zu einem Wiederabbau des Ozons, der sich nach Sonnenuntergang noch verstärkt. Das Stickstoffmonoxid reagiert mit dem Ozon zu Stickstoffdioxid (NO + O<sub>3</sub> = NO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>).

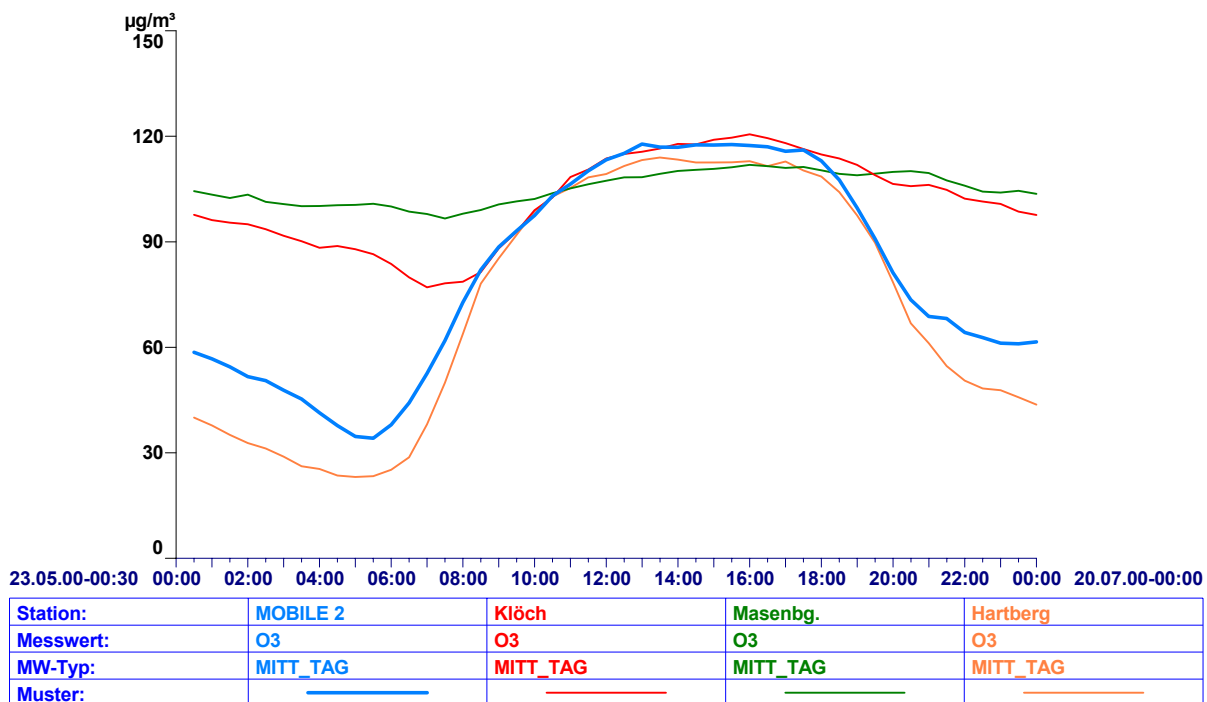
Die erwähnten siedlungsnahen Talregionen mit höherer Grundbelastung an Ozonvorläufersubstanzen weisen daher einen typischen Tagesgang der Ozonbelastung

auf: Signifikant ist das Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden und ein rasches Ansteigen der Konzentrationen in den Vormittagsstunden, die dann ihr Maximum zu Mittag und am frühen Nachmittag erreichen. Der Rückgang setzt mit spätem Nachmittag ein und verstärkt sich mit dem Sonnenuntergang.

In weiterer Folge ist der Ozontagesgang aber auch stark von der Höhenlage sowie von der Nähe zu Ballungszentren abhängig. Mit zunehmender Seehöhe und Entfernung zu größeren Siedlungszentren glättet sich dieser signifikante Tagesgang und bei durchaus vergleichbaren Maximalkonzentrationen verschwindet die Phase der nächtlichen Ozonabsenkung und die Ozonkonzentrationen bleiben gleichmäßig hoch.

Die folgende Abbildung dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort in Bad Gleichenberg mit den Stationen Hartberg, Klöch und Masenberg für die Sommermessperiode vom 23. 05. bis 20. 07. 2000.

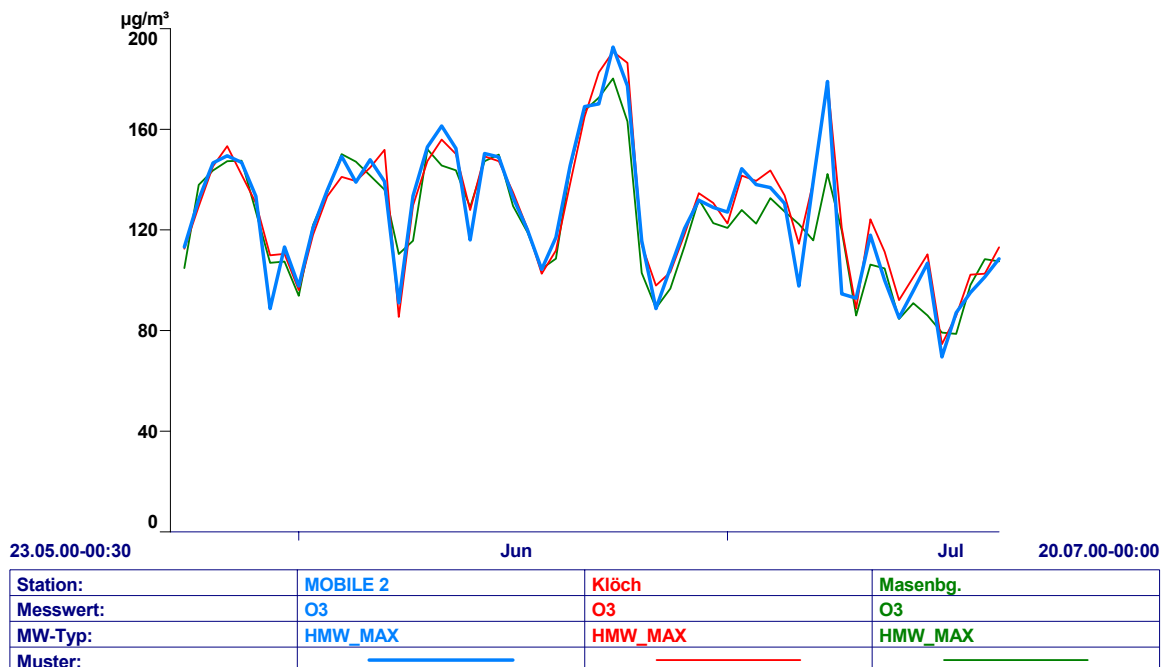
**Mittlerer Tagesgang der Ozonkonzentrationen in Bad Gleichenberg und an anderen oststeirischen Stationen**



Die Talstationen in Hartberg und Bad Gleichenberg weisen einen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsmaximum am Nachmittag auf. Wie an den Tagesgängen der Stationen Klöch und Masenberg erkennbar wird, verflacht sich mit zunehmender Höhenlage der Station die Tagesschwankung bei einer gleichzeitig höheren Dauerbelastung.

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 Gleichenberg liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 2 " Süd- und Oststeiermark und südliches Burgenland".

Die nachstehende Abbildung für die höher belastete Sommermessperiode zeigt, dass sich die täglichen Ozonspitzenkonzentrationen am Standort in Bad Gleichenberg im Allgemeinen in der gleichen Größenordnung wie an den nahen, wenn auch höher gelegenen Stationen Klöch und Masenberg bewegen.



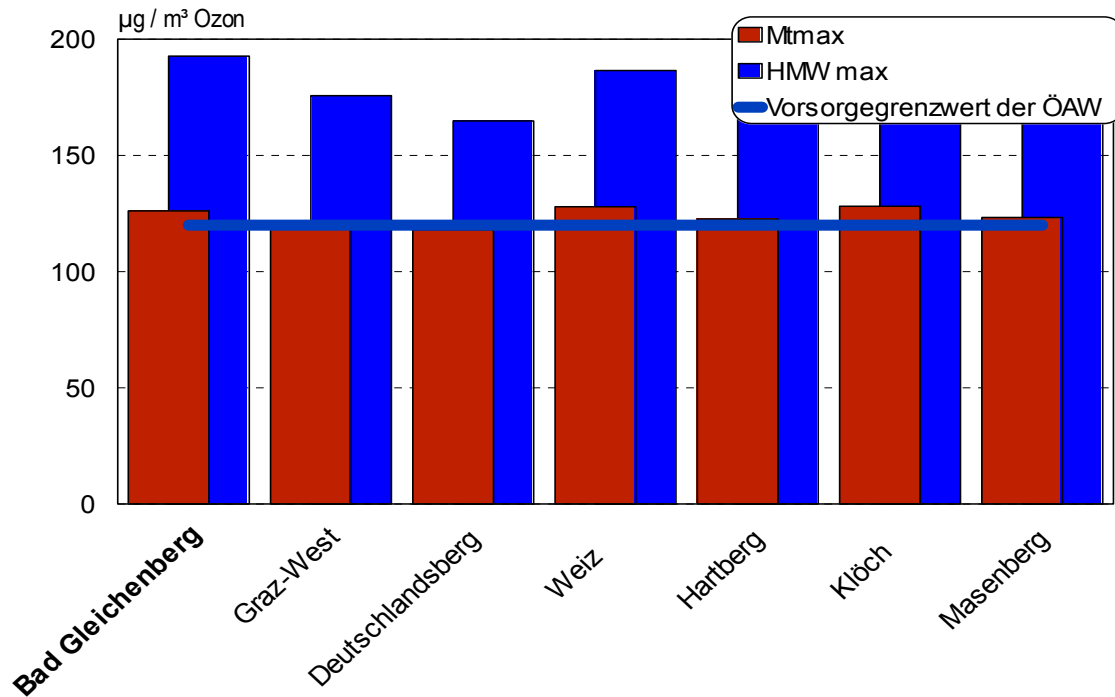
Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die zu erwartende Übereinstimmung mit dem Witterungsverlauf. Hohe Werte wurden vor allem bei den während der Sommermessperiode vorherrschenden Hochdruck- und gradientschwachen Lagen registriert. Der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften wurde daher an über 50% der Tage der Sommermessungen überschritten.

Ein steiermarkweiter Vergleich der Ozonkonzentrationen ergibt für beide Messperioden ein durchschnittliches Belastungsniveau.

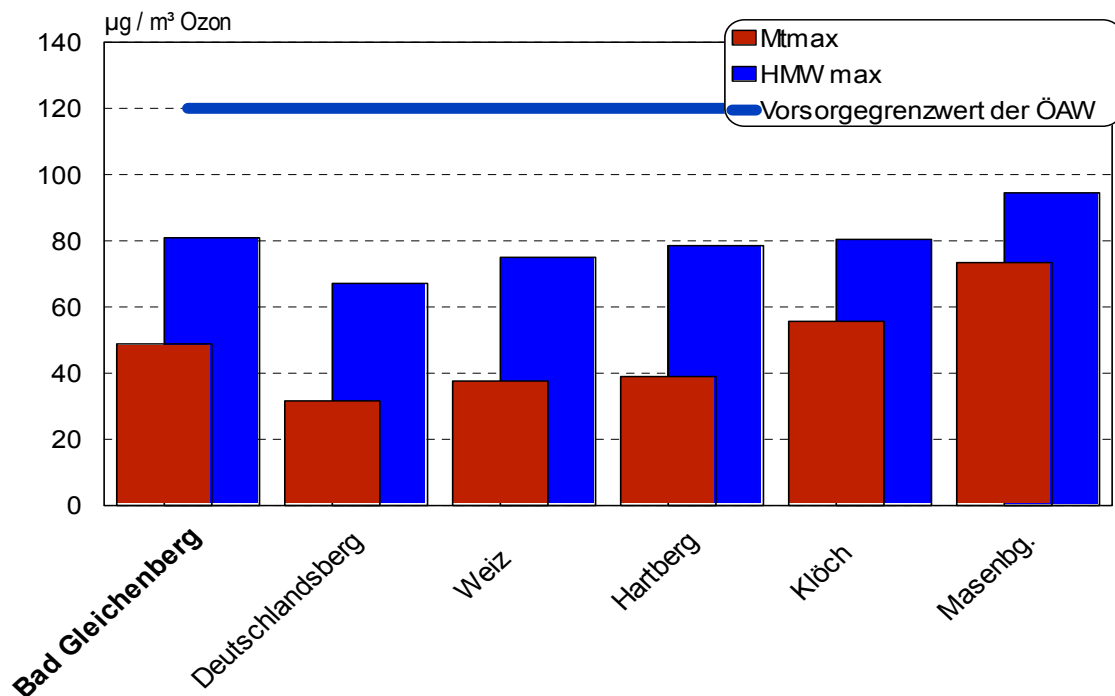
Im Vergleich mit den Messungen 1992 ergaben sich im Sommer aufgrund des strahlungsreicheren und wärmeren Witterungsverlaufs höhere Konzentrationen. Im

Winter wurde eine annähernd gleiche Belastung wie bei den vorangegangenen Messungen festgestellt.

### Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Sommermessung 2000



### Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Wintermessung 2000/2001



### 3.5. Luftbelastungsindex

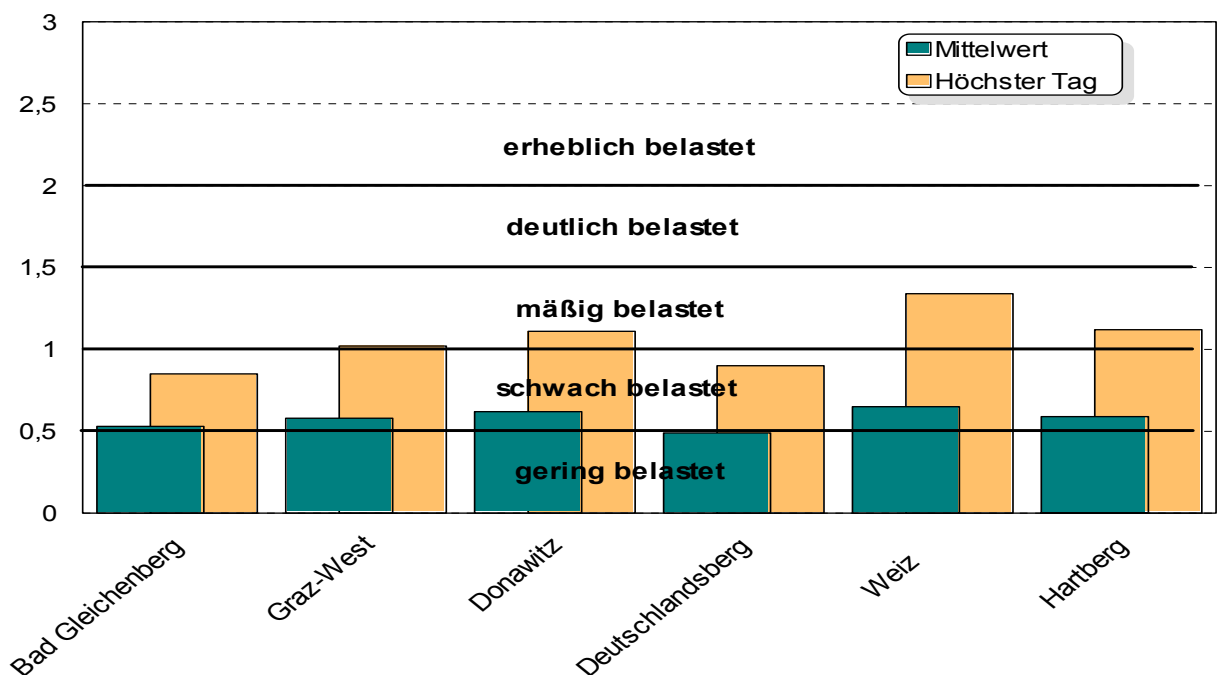
Eine relativ einfache Bewertungs- und Vergleichsmöglichkeit der Luftbelastung verschiedener Messstationen wird durch den Luftbelastungsindex ermöglicht.

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.

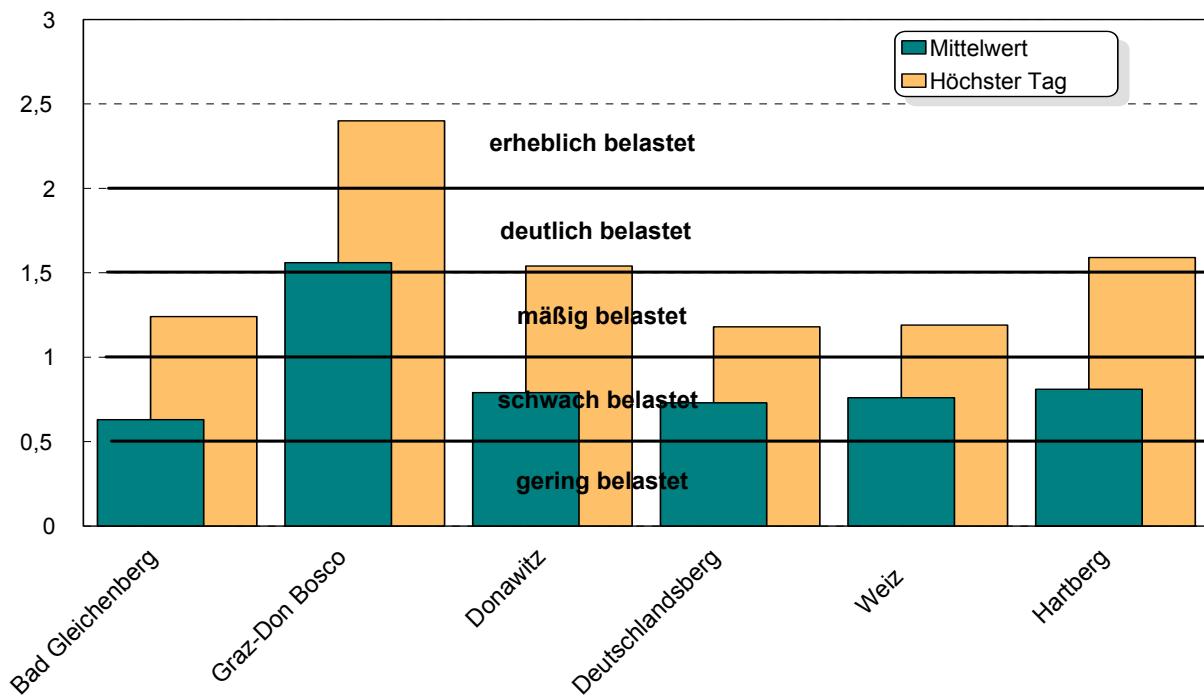
In nachfolgender Abbildung wird der Luftbelastungsindex für den Messstandort und ausgewählte steirische Standorte dargestellt.

Demnach wiesen die lufthygienischen Verhältnisse in Bad Gleichenberg während der Sommermessperiode nur geringe Belastungen auf. In der Wintermessperiode wurde eine im steiermarkweiten Vergleich unterdurchschnittliche Grundbelastung festgestellt, der höchstbelastete Tag, der durch lufthygienisch ungünstige Witterungsbedingungen gekennzeichnet war, wies allerdings vornehmlich aufgrund der hohen Staubimmissionen eine durchschnittliche Schadstoffbelastung auf.

### **Luftbelastungsindex während der Sommermessung 2000**



### **Luftbelastungsindex während der Wintermessung 2000/2001**



## 4. Integrale Messungen

### 4.1. Vorbemerkung

Ergänzend zu den mobilen Immissionsmessungen wurde in Bad Gleichenberg auch ein integrales Messnetz betrieben. Integrale Messungen sind in der Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ für die flächenhafte Interpretation der Immissionsbelastung vorgeschrieben. Auch hier wurde die Beurteilung der Immissionssituation nach Grenzwerten vorgenommen, die in dieser Richtlinie festgelegt sind.

### 4.2. 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:



***Der integrale Messpunkt BG 2***

Sommersaison:	23.05.2000 - 12.10.2000 (1. - 5. Messperiode)
	29.03.2001 – 22.05.2001 (12. - 13. Messperiode)
Wintersaison:	12.10.2000 - 29.03.2001 (6. - 11. Messperiode)

### **4.3. Messmethodik**

#### **4.3.1. 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.

#### **4.3.2. 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 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) wie jene, die von kontinuierlichen Messstationen erhalten werden, stellen jedoch Mittelwerte über die Expositionsdauer dar und können somit nicht zur Dokumentation kurzzeitiger Spitzen herangezogen werden. Der Sinn liegt in der flächenhaften Abschätzung der Immissionssituation und in der Bestimmung längerfristiger Trends.

#### 4.4. 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	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	TMW	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Stickstoffdioxidkonzentration	HMW	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	TMW	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gesamtstaubdeposition	JMW	165 $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{d}$	165 $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{d}$

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 „Kurorterichtlinie“ angenommen werden. Die Grenzwerte für **Bäderkurorte** können bei **Messperiodenmittelwerten unter 40 µg/m<sup>3</sup>** als eingehalten angenommen werden.

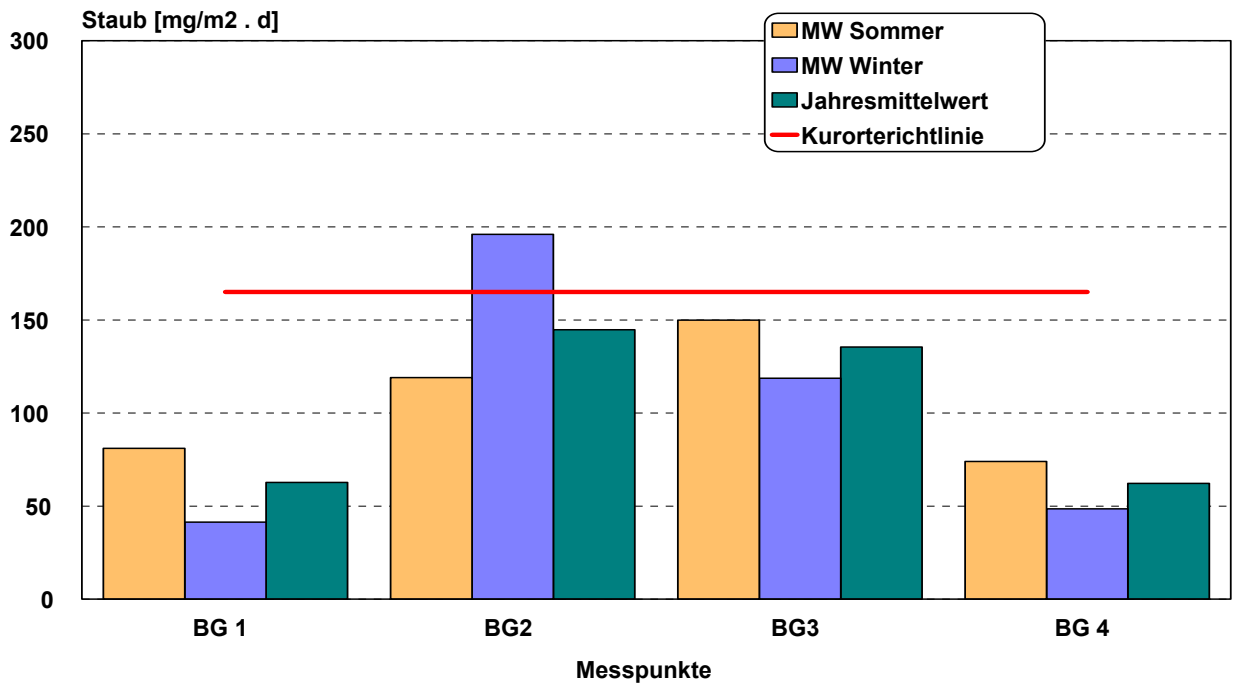
#### 4.5. Darstellung der Messergebnisse

##### 4.5.1. Gesamtstaubdeposition

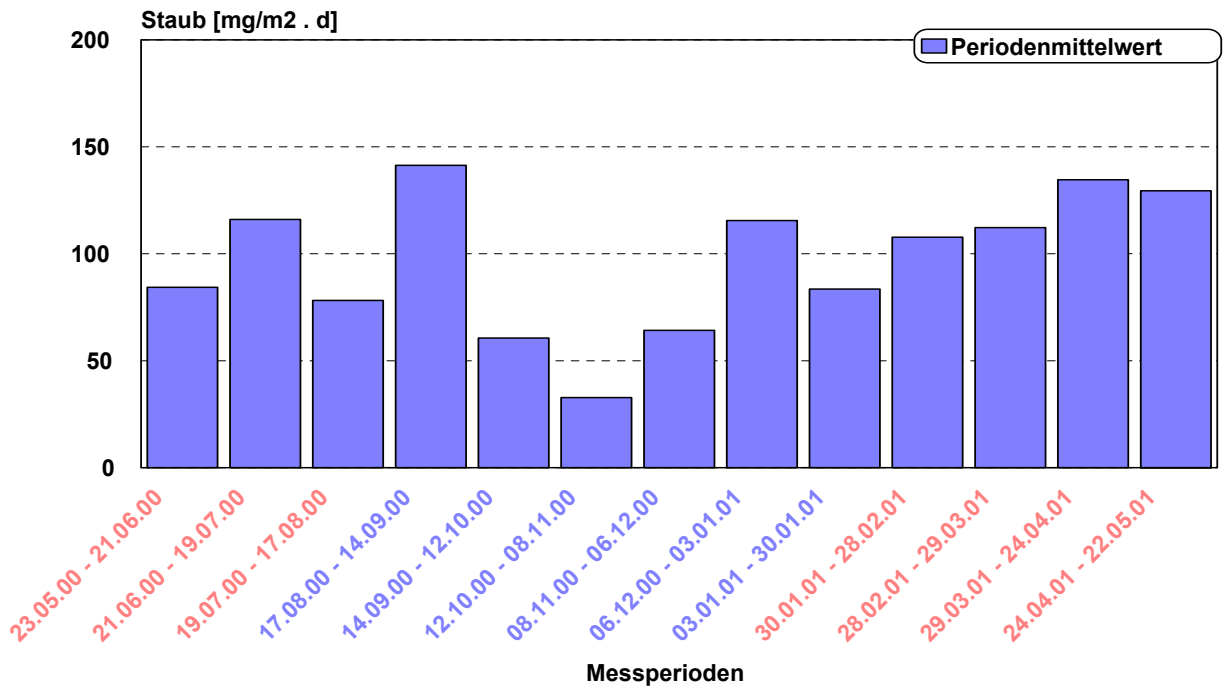
###### *Zeitverlauf der Staubdeposition (in mg/m<sup>2</sup> . d)*

Messperioden	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	Perioden- mittelwert
23.05.00-21.06.00	81,8	116,2	81,8	57,2	84,3
21.06.00-19.07.00	135,1	144,0	102,7	82,1	116,0
19.07.00-17.08.00	53,3	95,3	79,6	84,6	78,2
17.08.00-14.09.00	31,7	130,0	376,3	27,2	141,3
14.09.00-12.10.00	45,7	73,6	79,2	43,8	60,6
12.10.00-08.11.00	17,9	-	63,4	17,2	32,8
08.11.00-06.12.00	34,2	96,8	79,2	46,8	64,2
06.12.00-03.01.01	23,9	315,9	81,7	40,5	115,5
03.01.01-30.01.01	35,5	-	167,2	47,7	83,5
30.01.01-28.02.01	64,3	-	184,1	74,7	107,7
28.02.01-29.03.01	72,5	175,3	136,5	64,3	112,2
29.03.01-24.04.01	117,8	155,0	172,1	93,6	134,6
24.04.01-22.05.01	101,6	-	157,6	128,9	129,4
Messpunktmittelwert	62,7	144,7	135,5	62,2	

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



### Jahresgang der Staubbelastrung

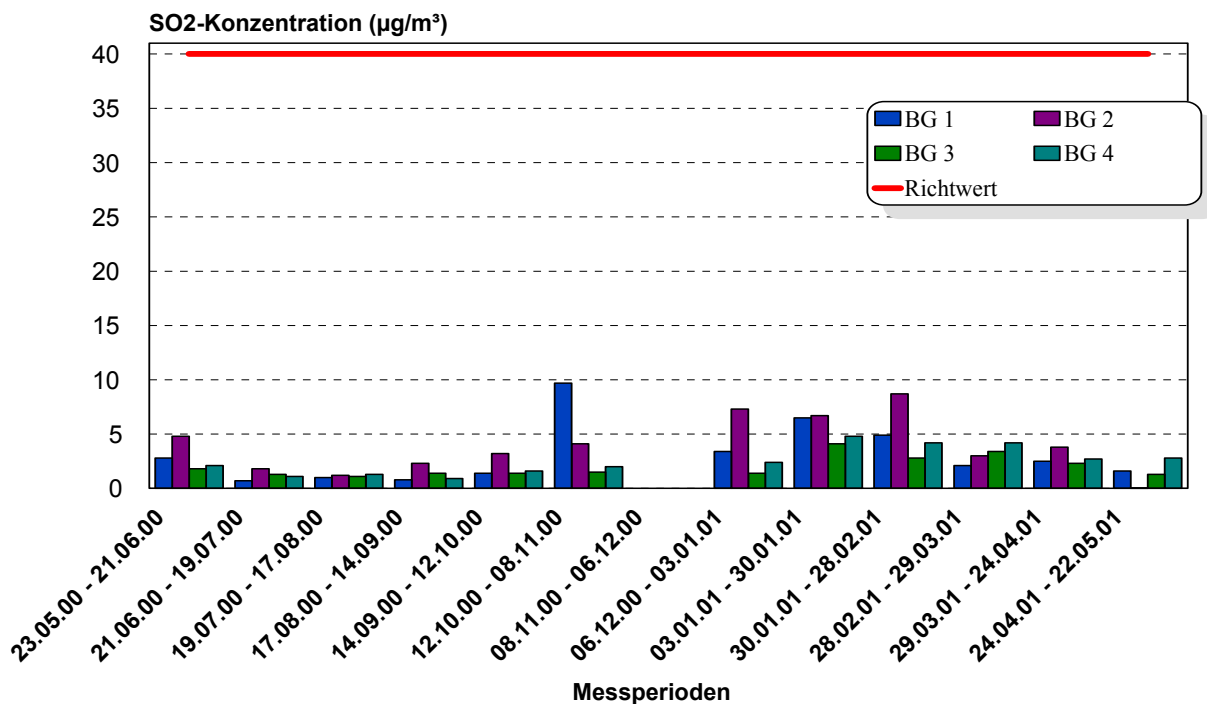


## 4.5.2. Konzentrationsmessungen

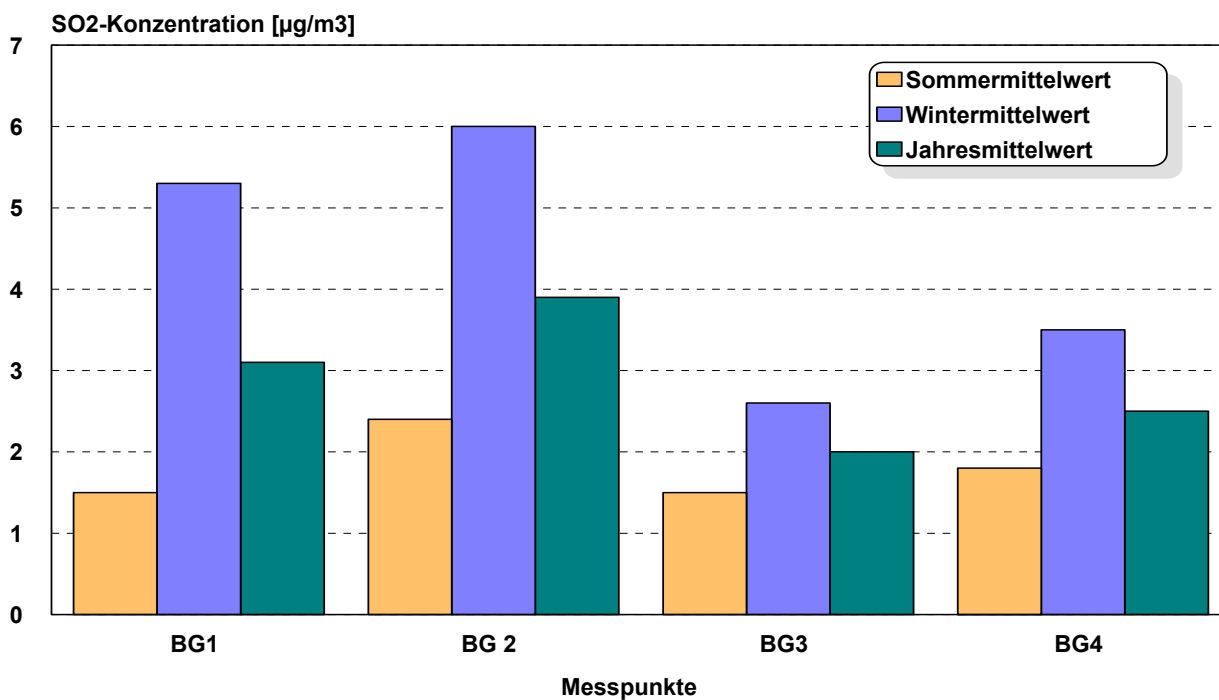
### Zeitverlauf der Schwefeldioxid-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

SO <sub>2</sub>	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	Perioden- mittelwert
23.05.00-21.06.00	2,8	4,8	1,8	2,1	2,9
21.06.00-19.07.00	0,7	1,8	1,3	1,1	1,2
19.07.00-17.08.00	1,0	1,2	1,1	1,3	1,1
17.08.00-14.09.00	0,8	2,3	1,4	0,9	1,3
14.09.00-12.10.00	1,4	3,2	1,4	1,6	1,9
12.10.00-08.11.00	9,7	4,1	1,5	2,0	4,3
08.11.00-06.12.00					
06.12.00-03.01.01	3,4	7,3	1,4	2,4	3,6
03.01.01-30.01.01	6,5	6,7	4,1	4,8	5,5
30.01.01-28.02.01	4,9	8,7	2,8	4,2	5,1
28.02.01-29.03.01	2,1	3,0	3,4	4,2	3,2
29.03.01-24.04.01	2,5	3,8	2,3	2,7	2,8
24.04.01-22.05.01	1,6		1,3	2,8	1,9
Messpunktmittelwert	3,1	3,9	2,0	2,5	

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



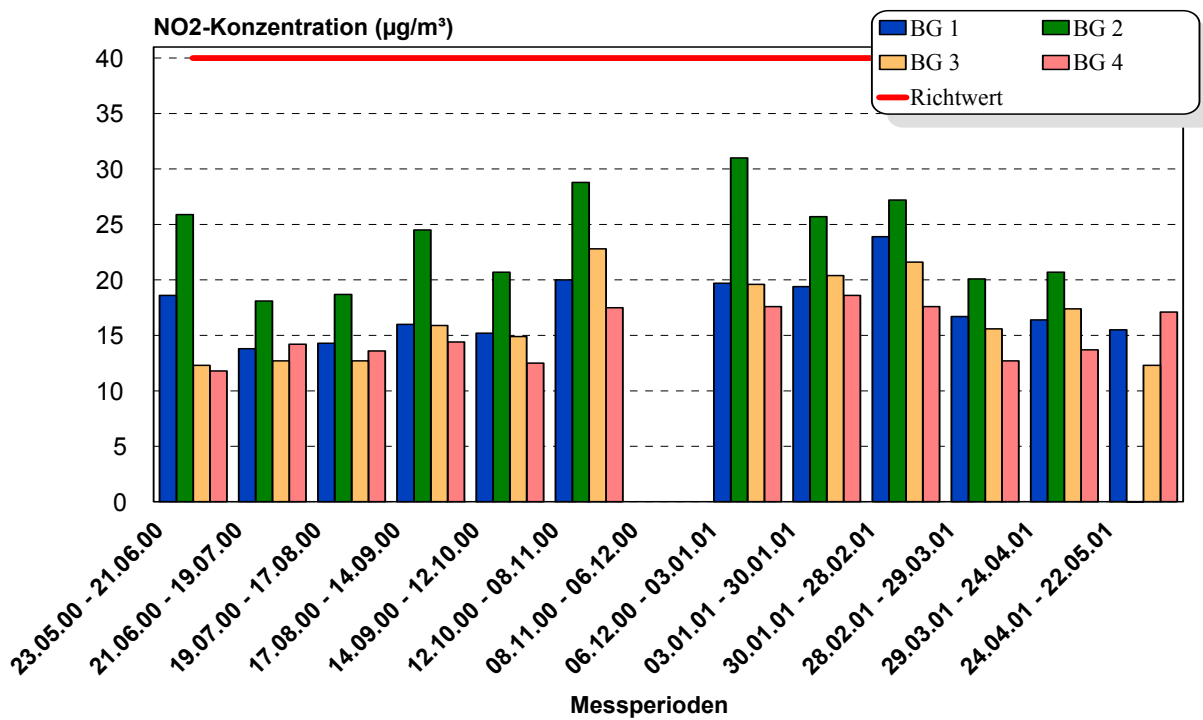
### Mittlere SO<sub>2</sub>-Konzentration (in µg/m<sup>3</sup>)



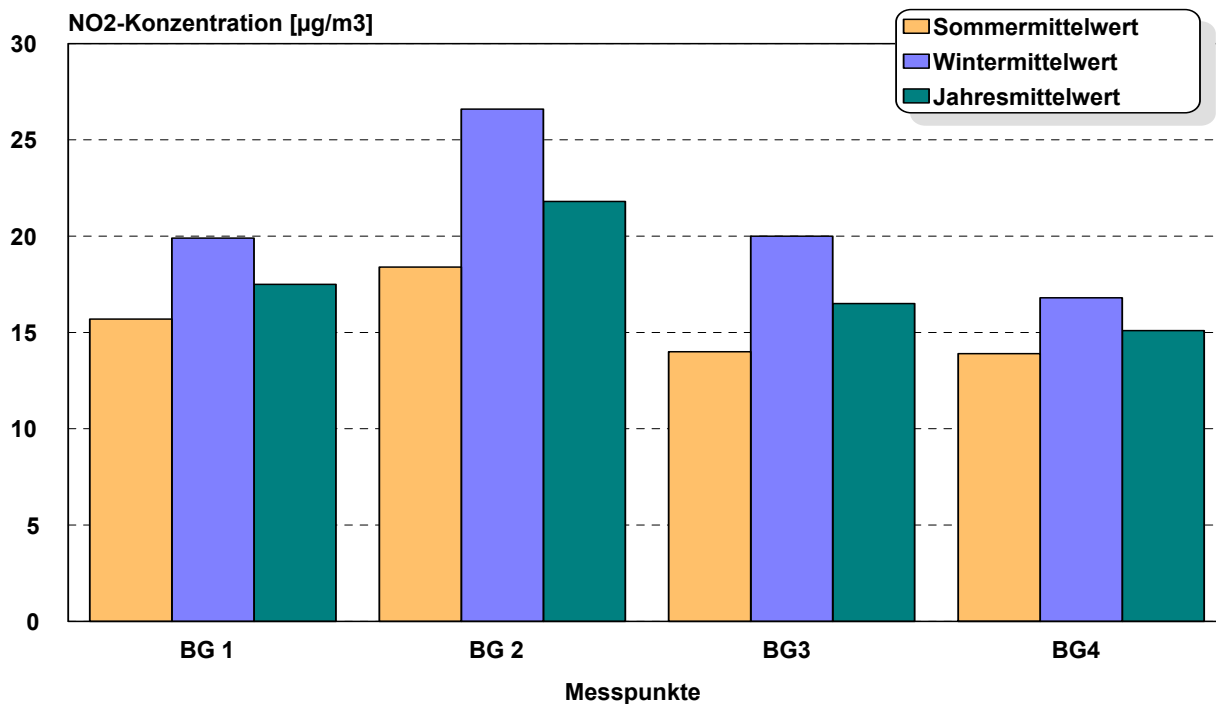
### Zeitverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in µg/m<sup>3</sup>)

NO <sub>2</sub>	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	Perioden- mittelwert
23.05.00-21.06.00	18,6	25,9	12,3	11,8	17,1
21.06.00-19.07.00	13,8	18,1	12,7	14,2	14,7
19.07.00-17.08.00	14,3	18,7	12,7	13,6	14,8
17.08.00-14.09.00	16,0	24,5	15,9	14,4	17,7
14.09.00-12.10.00	15,2	20,7	14,9	12,5	15,8
12.10.00-08.11.00	20,0	28,8	22,8	17,5	22,3
08.11.00-06.12.00	-	-	-	-	-
06.12.00-03.01.01	19,7	31,0	19,6	17,6	22,0
03.01.01-30.01.01	19,4	25,7	20,4	18,6	21,0
30.01.01-28.02.01	23,9	27,2	21,6	17,6	22,6
28.02.01-29.03.01	16,7	20,1	15,6	12,7	16,2
29.03.01-24.04.01	16,4	20,7	17,4	13,7	17,0
24.04.01-22.05.01	15,5		12,3	17,1	15,0
Messpunkt mittelwert	17,5	21,8	16,5	15,1	

**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>)**



#### 4.6. 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 Jahrgang der **Gesamtstaubbelastung** zeigt, dass die Staubdeposition im Frühjahr (Vegetationseinflüsse - Blütezeit) etwas höher war als in den Herbstmonaten.

Die Staubimmissionen lagen im Jahresdurchschnitt im Bereich zwischen 62,7 und 144,7 mg/m<sup>2</sup>.d, wobei der höchste Jahresmittelwert am Messpunkt BG 2 (Zentrum) registriert wurde. Hierfür dürften lokale Staubaufwirbelungen (zerriebener Streusplitt etc.) verantwortlich gewesen sein, da vor allem das Messperiodenmittel vom Dezember 2000 deutlich hervorsticht. Die Jahresmittelwerte blieben an allen Messpunkten unter dem in der Kurorterichtlinie vorgeschriebenen Grenzwert von 165 mg/m<sup>2</sup>.d. An den Messstellen BG2 (Zentrum) und BG3 (Kurbad) erreichten die Mittelwerte jedoch über 80% des Grenzwertes, wobei allerdings speziell in den Wintermessperioden an der Messstelle im Zentrum aufgrund von Fremdeinflüssen und Manipulationen am Sammler während der Expositionszeiträume mehrfach Datenausfälle zu verzeichnen waren.

Die **Konzentrationsmessungen von Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid** ergaben erwartungsgemäß während der Wintermonate höhere Konzentrationen als im Sommer. Dies ist aufgrund der immissionsklimatischen Ungunst des Winterhalbjahres – verstärkte Inversionsbereitschaft und dementsprechend schlechtere Ausbreitungsbedingungen – und der vor allem heizungsbedingt erhöhten Emissionen aber zu erwarten.

Beim Schadstoff Stickstoffdioxid zeigte sich auch deutlich eine räumliche Differenzierung mit höheren Konzentrationen im Zentrum von Bad Gleichenberg. Aufgrund der stärkeren Verkehrsbeeinflussung wurden hier über den gesamten Messzeitraum die jeweils höchsten Konzentrationen erhoben.

Der in den Beurteilungsgrundlagen angegebene Richtwert für Bäderkurorte von 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  über eine Messperiode wurde weder bei **Schwefeldioxid** noch bei **Stickstoffdioxid** überschritten.

Zusammenfassend ergaben die integralen Immissionsmessungen von Mai 2000 bis Mai 2001, dass die lufthygienischen Bedingungen in Bad Gleichenberg hinsichtlich der Deposition von Staub den Vorgaben der Kurorterrichtlinie entsprechen. Da auch der Erfahrungs-Richtwert für den Messperiodenmittelwert der integral erhobenen Konzentrationen von  $\text{SO}_2$  und  $\text{NO}_2$  deutlich unterschritten wurde, kann auch für diese Schadstoffe von einem Einhalten der Grenzwerte ausgegangen werden. Aufgrund der temporär erhöhten Staubbelastungen wird der Gemeinde aber empfohlen, auf den Straßen im Winter bei trockenkalter Witterung häufiger Maßnahmen zur Staubreduzierung (Kehren) zu treffen.



## 5. 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, 2000, 2001:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,  
Mai, Juni, Juli, Dezember 2000 und Jänner 2001. Wien.

## **6. Anhang**

### **6.1. Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen**

#### **6.1.1. 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 Kurortrichtlinie 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

#### **6.1.2. 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.



Das Land  
Steiermark

---