



# **Luftgütemessungen St. Michael**

**25. September 2003 bis 17. November 2003**

Lu-04-05

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

Leiter der Fachabteilung  
Dr. Gerhard SEMMELROCK

**Autor**

Mag. Norbert Braun

**ARGE LÖSS Ges.b.R**

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

**Projektleitung**

Mag. Andreas Schopper

**Messtechnik**  
(mobile Messstation)

Manfred Gassenburger

**Herausgeber**

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

© Oktober 2005

Dieser Bericht ist im Internet unter folgender Adresse verfügbar:

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

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Beurteilungsgrundlagen</b> .....	<b>8</b>
2.1. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.F. BGBl. I Nr.34/2003).....	8
2.2. Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/1992 i.d.F. von BGBl I 34/2003) .....	9
<b>3. Die immissionsklimatische Situation in St. Michael</b> .....	<b>9</b>
3.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet.....	9
3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung .....	10
<b>4. Mobile Immissionsmessungen</b> .....	<b>11</b>
4.1. Ausstattung und Messmethoden.....	11
4.2. Messergebnisse und Schadstoffverläufe .....	13
4.2.1 Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ).....	13
4.2.2 Schwebstaub (TSP).....	14
4.2.3 Stickstoffmonoxid (NO).....	16
4.2.4 Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ).....	19
4.2.5 Kohlenmonoxid (CO) .....	20
4.2.6 Ozon (O <sub>3</sub> ).....	22
4.3. Luftbelastungsindex .....	25
<b>5. Literatur</b> .....	<b>27</b>
<b>6. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen</b> .....	<b>28</b>
6.1. Tabellen .....	28
6.2. Diagramme .....	29



## Zusammenfassung

Die Luftgüteuntersuchungen St. Michael wurden als Zustandserhebung der örtlichen Immissionssituation im Nahbereich der B 116 und S 6 südöstlich des Ortszentrums durchgeführt, um die vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen beurteilen zu können. Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation und wurden im Zeitraum vom 25.09. bis 17.11.2003 vorgenommen.

Der Witterungsverlauf während der Messungen von Mitte September bis Mitte November war bei sehr abwechslungsreichen Wetterlagen durch ein über weite Strecken unterdurchschnittliches Temperaturniveau und überdurchschnittliche Niederschlagsmengen gekennzeichnet. Immissionsklimatisch können die Bedingungen während der Messungen aufgrund ausreichend häufiger Hochdrucklagen mit autochthonen Ausbreitungsbedingungen als repräsentativ bezeichnet werden.

Bezüglich der Primärschadstoffe Schwefeldioxid, Schwebstaub (TSP), Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und Kohlenmonoxid wurden keine Überschreitungen von Grenzbzw. Zielwerten nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl I Nr. 115/1997) registriert. Die eingesetzte Messstation war nicht mit einer Erfassung von Feinstaub (PM10) ausgestattet.

Im steiermarkweiten Vergleich wurden bei den Schadstoffen Schwefeldioxid, Schwebstaub und Kohlenmonoxid leicht unterdurchschnittliche Konzentrationen registriert. Bei den Stickstoffoxiden NO und NO<sub>2</sub>, als deren maßgebliche Verursacher der Verkehr auf den nahe am Messstandort vorbeiführenden Hauptverkehrssträgern B 116 und S 6 anzusehen sind, zeigte sich ein überdurchschnittliches Konzentrationsniveau. Die Belastungen lagen dabei über jenen in den Siedlungsgebieten von Leoben, Niklasdorf und Bruck, aber auf einem etwas niedrigeren Niveau als an der ebenfalls im Nahbereich der S 6 gelegenen Station Leoben-Göß und im Ballungsraum Graz.

Die Ozonwerte blieben in einem der Jahreszeit und der Lage des Standortes entsprechenden Konzentrationsbereich. Der maximale Achtstundenmittelwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft wurde ebenso wie der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für den maximalen Halbstundenmittelwert nicht überschritten.

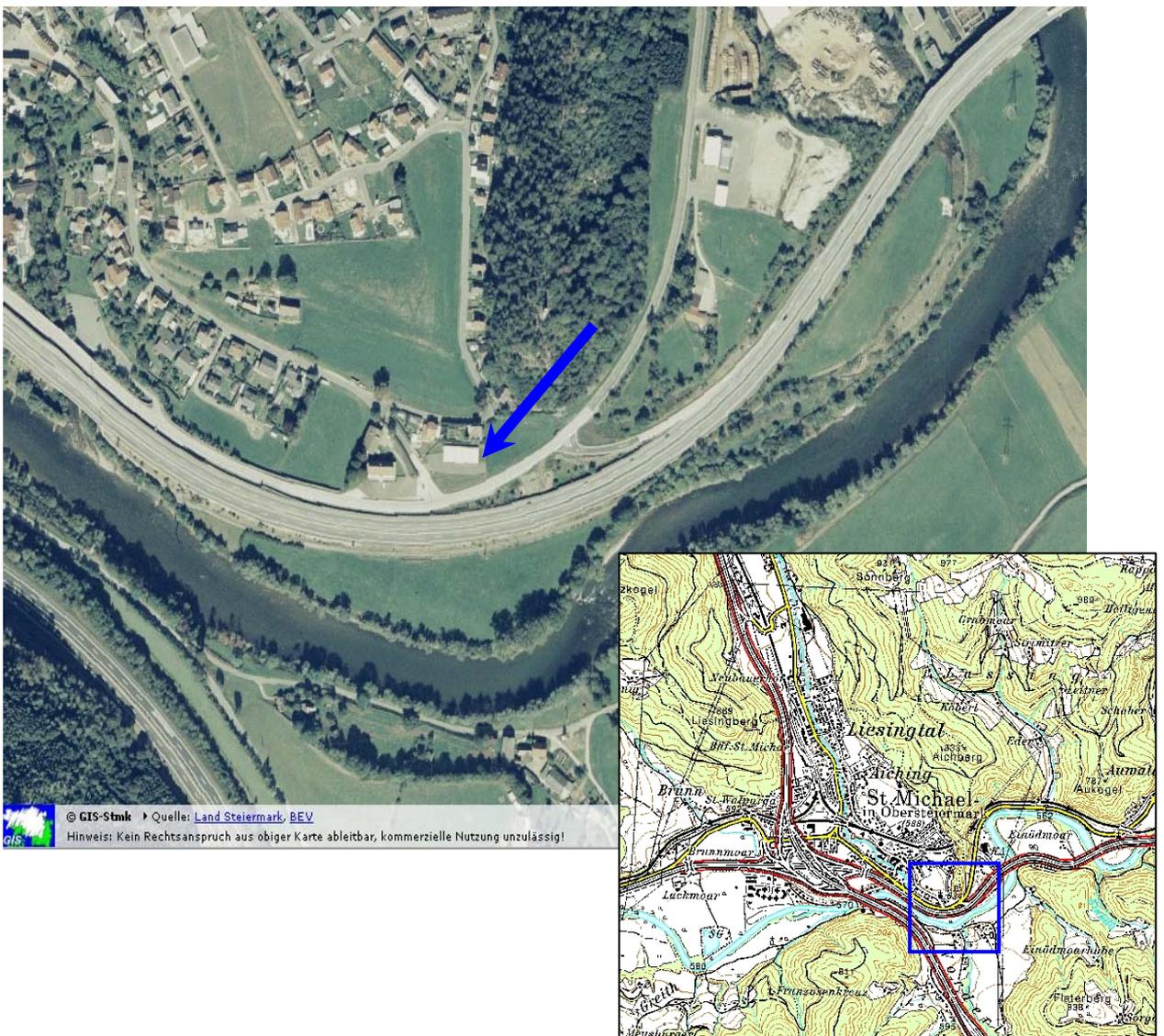


# 1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in St. Michael wurden von der Fachabteilung 17C, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation im Nahbereich der B 116 und S 6 südöstlich des Ortszentrums in ca. 570 m Seehöhe und wurden im Zeitraum vom 25.09. bis 17.11.2003 vorgenommen.

Den Anlass für die Messungen stellte eine Zustandserhebung der örtlichen Immissions-situation dar, um grundlegende lufthygienische Informationen für Fragen der Raumord-nung zu erhalten.

## *Lage des mobilen Messstandortes in St. Michael*



## *Der Messstandort*



## 2. Beurteilungsgrundlagen

### 2.1. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.F. BGBl. I Nr.34/2003)

Neben allgemeinen Festlegungen zur Immissionsüberwachung definiert das IG-L in Erfüllung der EU - Rahmenrichtlinie sowie der dazu in Kraft getretenen Tochterrichtlinien bundesweit gültige Immissionsgrenzwerte, von denen die für diese Messung relevanten in der folgenden Tabelle wiedergegeben sind:

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

Luftschadstoff	HMW	MW3	MW8	TMW
Schwefeldioxid	200 <sup>1)</sup>	<b>500</b>	---	120
Kohlenstoffmonoxid	---	---	10	---
Stickstoffdioxid	200	<b>400</b>	---	80
Schwebstaub				150
Feinstaub PM10	---	---	---	50 <sup>2)3)</sup>

MW3 = Dreistundenmittelwert

MW8 = Achtstundenmittelwert

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

<sup>2)</sup> Pro Kalenderjahr ist die folgende Zahl von Überschreitungen zulässig:

bis 2004	35
2005 -2009	30
ab 2010	25

<sup>3)</sup> Als Zielwert gilt eine Anzahl von maximal 7 Überschreitungen pro Jahr.

## 2.2. Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/1992 i.d.F. von BGBl I 34/2003)

Mit dem Ozongesetz werden Regeln für den Umgang mit erhöhten Ozonkonzentrationen festgelegt. Dazu wurden Grenzwerte fixiert. Weiters wird die Information der Bevölkerung im Falle erhöhter Ozonbelastungen geregelt. Außerdem wurde hier der Grundstein für einen österreichweit einheitlichen Datenaustausch von Luftgütedaten gelegt.

Die Ozonüberwachungsgebiete, das sind jene Gebiete, für die Ozonwarnungen ausgerufen werden, stimmen nicht in allen Fällen mit den Bundesländergrenzen überein, sondern orientieren sich an österreichischen Großlandschaften. Es wurden acht Ozonüberwachungsgebiete festgelegt, wobei die Steiermark Anteil an drei Gebieten hat. St. Michael liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 2, dieses umfasst die Süd- und Oststeiermark sowie das südliche Burgenland.

Im Ozongesetz werden neben Grenzwerten für die Informations- und Alarmschwelle auch Zielwerte für den vorbeugenden Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt. Diese Werte ersetzen die bisher angewandten Richtwerte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

### Informations- und Alarmwerte für Ozon

Informationsschwelle	180 µg/m <sup>3</sup> als Einstundenmittelwert
Alarmschwelle	240 µg/m <sup>3</sup> als Einstundenmittelwert

### Zielwerte für Ozon

Menschliche Gesundheit	120 µg/m <sup>3</sup> als gleitender Achtstundenmittelwert (MW08_1); im Mittel über 3 Jahre nicht mehr als 25 Tage mit Überschreitung (gültig ab 2010)
------------------------	--

## 3. Die immissionsklimatische Situation in St. Michael

### 3.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet

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

Die Lage des Messstandortes in St. Michael entspricht nach H. Wakonigg der Klimalandschaft der "Mur- und Mürztal zwischen Kraubath und Kindberg" und kann vereinfacht als mäßig winterkaltes und mäßig sommerwarmes, recht niederschlags- und schneearmes Talbeckenklima charakterisiert werden (H. Wakonigg 1978, 384).

Das Jahresmittel der Lufttemperatur beträgt im langjährigen Mittel etwa 8,1 °C, das Jännermittel etwas unter -2 °C und das Julimittel rund 17,8 °C. Der Jahresgang der Niederschläge weist ein Winterminimum (Jänner um 30mm) und ein Sommermaximum (Juli ca. 110 mm) auf, die Jahresniederschlagsmenge beträgt knapp 800mm, die an zirka 100 Tagen pro Jahr fallen. Die mittleren Windgeschwindigkeiten sind eher gering (1,5 bis 2 m/s) und weisen im Jahresgang ein Frühjahrsmaximum und ein Spätherbstminimum auf. Die Hauptwindrichtungssachse entspricht dem Talverlauf, da sich aufgrund

der Abschirmung von Störungseinflüssen durch die Alpen verstärkt lokale Windsysteme ausbilden können.

Das bedeutendste Windsystem für den Standort ist das Murtalwindsystem, das tagsüber von murtalaufrwärts gerichteten Winden aus Ost bis Südost dominiert wird, die bei ungestörter Entwicklung (keine Gewittertätigkeit bzw. einstrahlungshemmende Bewölkung) Geschwindigkeiten von 3 bis 5 m/s erreichen können. In den Abend- und Nachtstunden wird das Windfeld im Raum St. Michael durch westliche Richtungen des Murtalauswindes beherrscht.

Kennzeichnend ist auch eine relativ hohe Inversionsbereitschaft von 70 bis 90% aller Tage während der Nacht- und Morgenstunden, wobei sich häufig aus einer in den Abendstunden gebildeten Bodeninversion während der zweiten Nachthälfte eine abgehobene freie Inversion mit Hochnebel und geringer Mischungsschichthöhe bildet.

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

Die Messungen in St. Michael begannen bei herbstlichem Hochdruckwetter mit kühlen Nächten, wobei tagsüber aber noch Höchstwerte bis über 20 °C erreicht wurden.

Nach dem raschen Durchzug eines Tiefdruckgebietes mit leichten Niederschlägen am 29. 9. setzte rasch Wetterberuhigung ein und die Zufuhr milder Luftmassen aus SW sorgte für einen milden Oktoberbeginn.

Das ruhige Herbstwetter wurde durch ein Tiefdruckgebiet über Oberitalien, das ergiebige Niederschläge auslöste, beendet. Mit dem nachfolgenden Einströmen kühler Luft aus NW erfolgte ein markanter Temperaturrückgang und eingelagerte Fronten verursachten auch südlich des Alpenhauptkammes noch vereinzelt Niederschläge.

Das unbeständige und wechselhafte Wetter blieb bis zur Monatsmitte erhalten und wurde erst unter Einfluss eines Hochdruckgebietes über Osteuropa von kalter aber meist sonniger Witterung abgelöst.

Zu Beginn der letzten Oktoberdekade erreichten Störungszonen aus W den Alpenraum. Im Mischungsbereich mit der kontinentalen Kaltluft lösten sie verbreitet Niederschläge aus, die bis in die Niederungen als Schnee fielen und zu einem ungewöhnlich frühen Wintereinbruch führten.

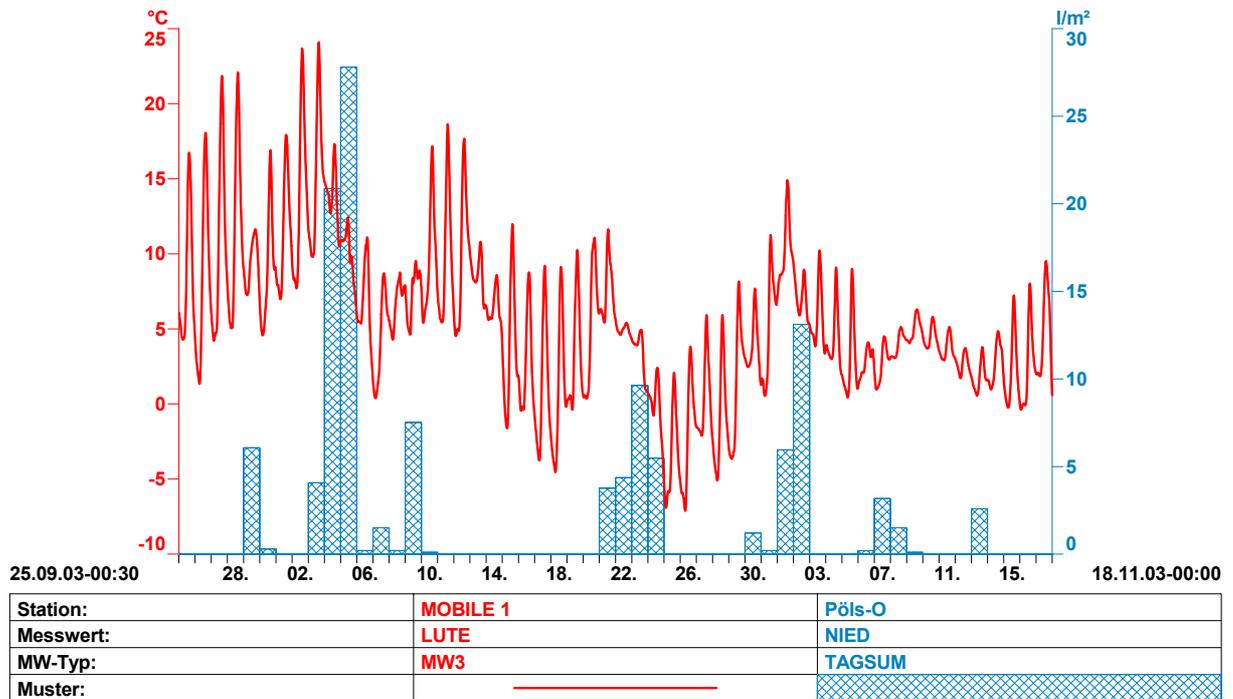
Mit zunehmendem Hochdruck erfolgte langsame Wetterberuhigung bevor zum Monatswechsel erneut Tiefdrucktätigkeit wetterbestimmend wurde. Unter Zufuhr feuchtmilder Luft aus SW stiegen die Temperaturen wieder deutlich über den Gefrierpunkt, so dass die Niederschläge in den Tallagen als Regen fielen.

Nach dem Abklingen des Störungseinflusses etablierte sich ein Hochdruckgebiet mit typischen herbstlichen beständigen Hochnebellagen und dementsprechend geringen Tagesgängen der Temperatur.

Zum Ende der Messperiode hin verstärkten sich zyklonal geprägte Strömungslagen aus W bis SW, die zwar den Hochnebel auflösten, jedoch für zumeist starke bis geschlossene Bewölkung sorgten.

Der Witterungsverlauf während der Messungen in St. Michael gestaltete sich sehr abwechslungsreich und war vor allem durch den deutlich zu kühlen und niederschlagsreichen Oktober gekennzeichnet. Ausschlaggebend dafür waren der häufige zyklonale Witterungscharakter mit Zufuhr kühler Luftmassen aus W bis NW sowie die Hochdrucklagen über Ost- und Nordosteuropa, die das Einfließen kontinentaler Kaltluft ermöglichten.

**Lufttemperatur, Niederschläge und Windgeschwindigkeit im Raum St. Michael während der Luftgütemessungen**



Die Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

## 4. Mobile Immissionsmessungen

### 4.1. Ausstattung und Messmethoden

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

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 (TSP)	Beta-Strahlenabsorption	Horiba ABDA 350E
Stickstoffoxide NO, NO <sub>2</sub>	Chemolumineszenzanalyse	Horiba APNA 350E
Kohlenmonoxid CO	Infrarotabsorption	Horiba APMA 350E
Ozon O <sub>3</sub>	UV-Photometrie	Horiba APOA 350E

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

Eine vollständige Aufzeichnung und Überwachung des Messvorganges erfolgt durch einen Stationsrechner. Automatische Plausibilitätsprüfungen der Messwerte finden bereits vor Ort statt. Die notwendigen Funktionsprüfungen erfolgen ebenfalls automatisch. Die erfassten Messdaten werden in der Regel über GSM in die Luftgüteüberwachungszentrale übertragen, wo sie nochmals hinsichtlich ihrer Plausibilität geprüft werden.

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

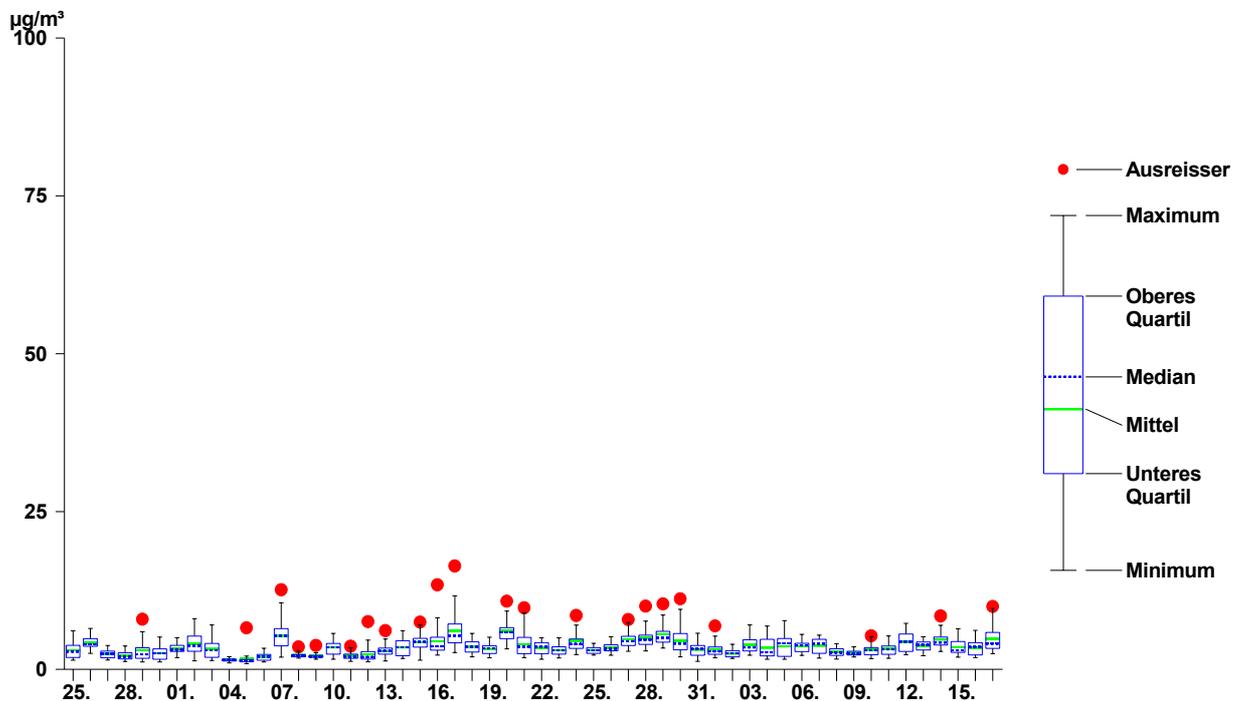
## 4.2. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

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

25.09.2003 - 17.11.2003	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	16	200	BGBl I Nr. 115/1997	8 %
Mtmax	7			
TMWmax	6	120	BGBl I Nr. 115/1997	5 %
PMW	4			

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>

Station: MOBILE 1 Messwert: SO<sub>2</sub> MW-Typ: HMW  
 Zeitraum: 25.09.03-00:30 - 18.11.03-00:00 MEZ



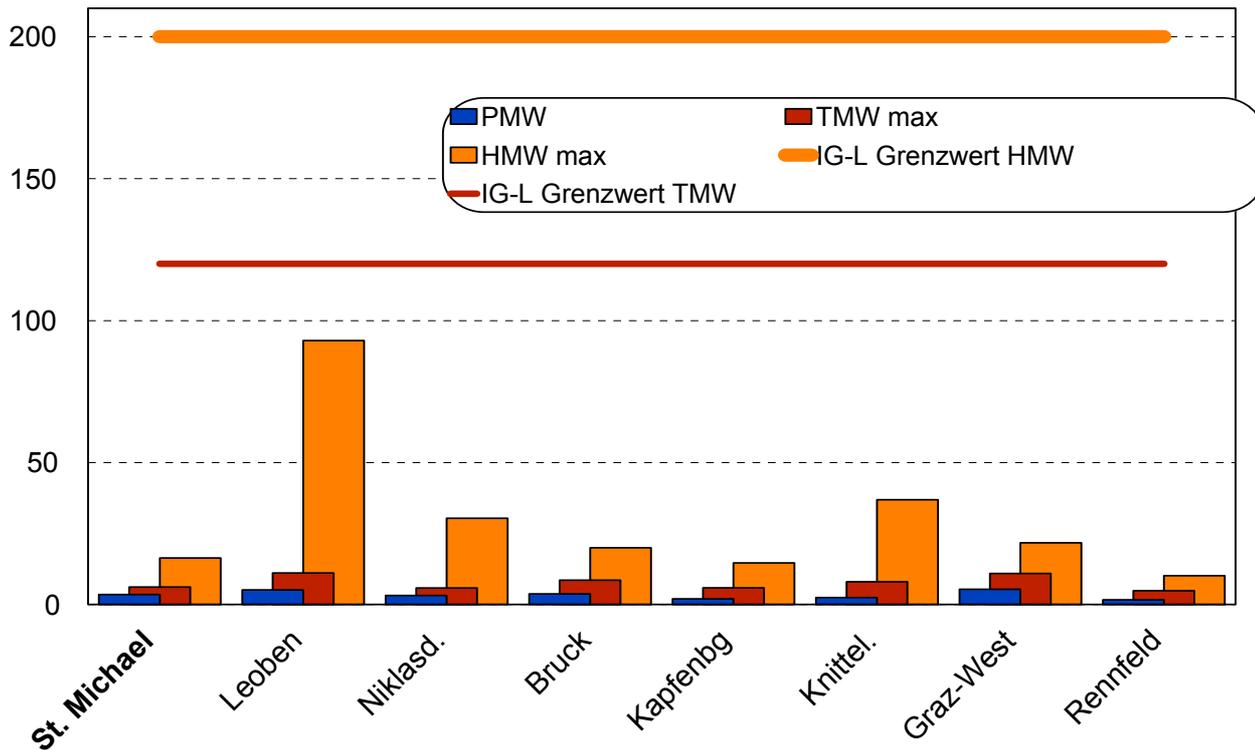
SO<sub>2</sub> wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt, Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit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

Die Schwefeldioxidkonzentrationen konnten in den letzten 20 Jahren durch diverse Maßnahmen (Hausbrandbereich, industrielle Emissionen, Schwefelreduktionen in Treib- und Brennstoffen) deutlich reduziert werden. Die maximalen Konzentrationen blieben daher auch deutlich unter 10% der Grenzwerte für das maximale Tagesmittel und das maximale Halbstundenmittel.

Im steiermarkweiten Vergleich stellten sich die Belastungen als leicht unterdurchschnittlich dar.

### Vergleich der SO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Messungen in St. Michael

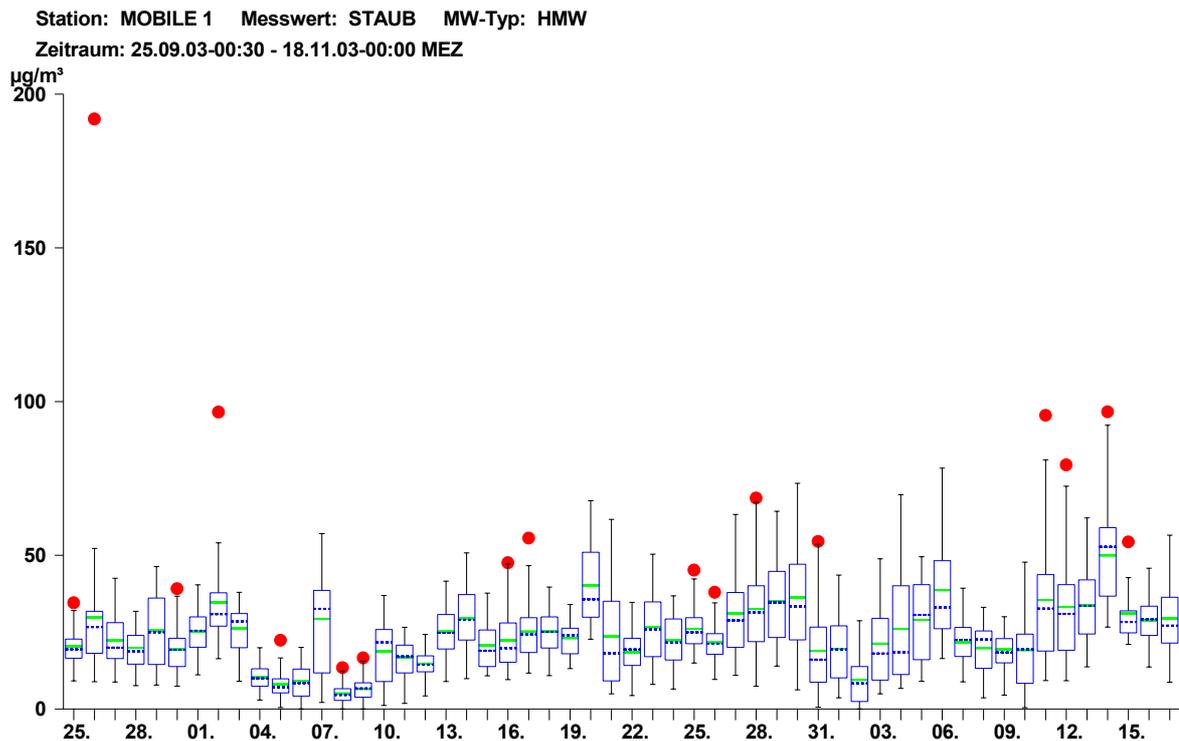
µg / m<sup>3</sup> SO<sub>2</sub>



Grenzwerte nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

#### 4.2.2 Schwebstaub (TSP)

25.09.2003 - 17.11.2003	Messergebnisse Staub in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte Staub in µg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	192			
Mtmax	50			
TMWmax	50	150	BGBl I Nr. 115/1997	33 %
PMW	24			



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

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

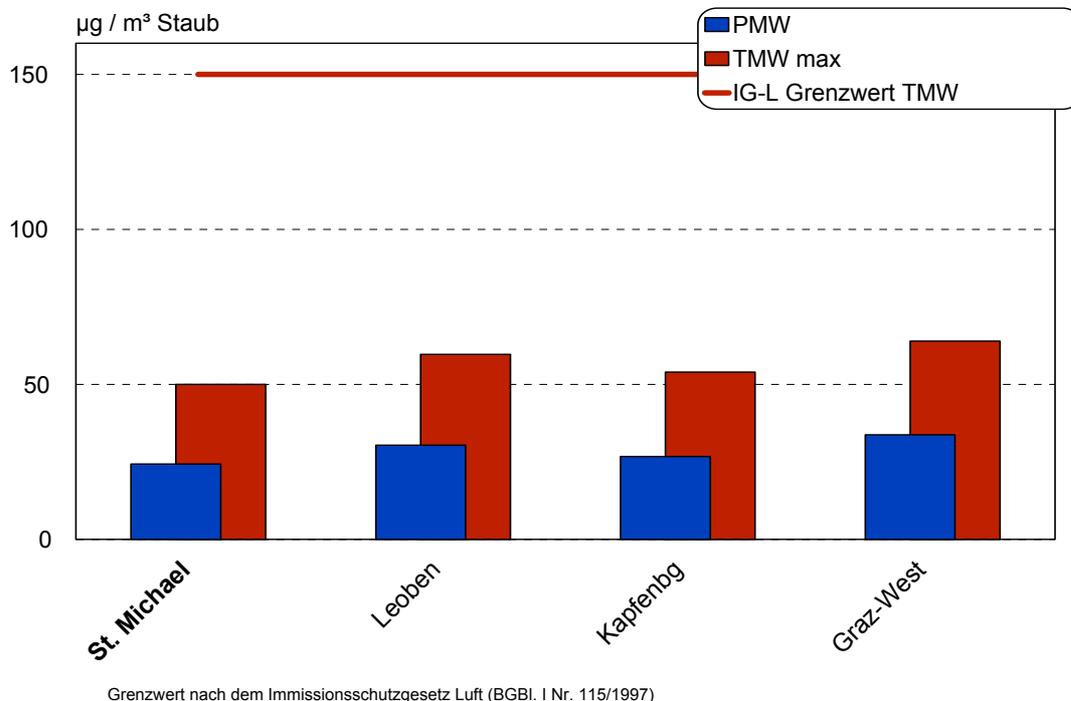
Die Staubkonzentrationen wiesen aufgrund der überwiegend guten Ausbreitungsbedingungen (zyklonale Wetterlagen mit guter Durchlüftung) bzw. der Jahreszeit (Spätherbst) geringere Werte auf als sie bei austauscharmen winterlichen Hochdrucklagen zu erwarten sind. Die maximalen Konzentrationen erreichten bei Schwebstaub 33% des Tagesmittelgrenzwertes für TSP nach dem IG-L. Feinstaubkonzentrationen wurden in diesem Messzeitraum mit der mobilen Station noch nicht erhoben.

Aufgrund der Messdaten der benachbarten Stationen in Leoben ist aber damit zu rechnen, dass auch in St. Michael die vom Gesetz tolerierten 35 Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht eingehalten werden können.

Für Schwebstaub wurden keine Überschreitungen des geltenden Grenzwertes nach dem IG-L für den Tagesmittelwert festgestellt. Der Verlauf der Staubbelastung spiegelt deutlich die Abhängigkeit von Witterungsverhältnissen mit höheren Werten bei trocke-

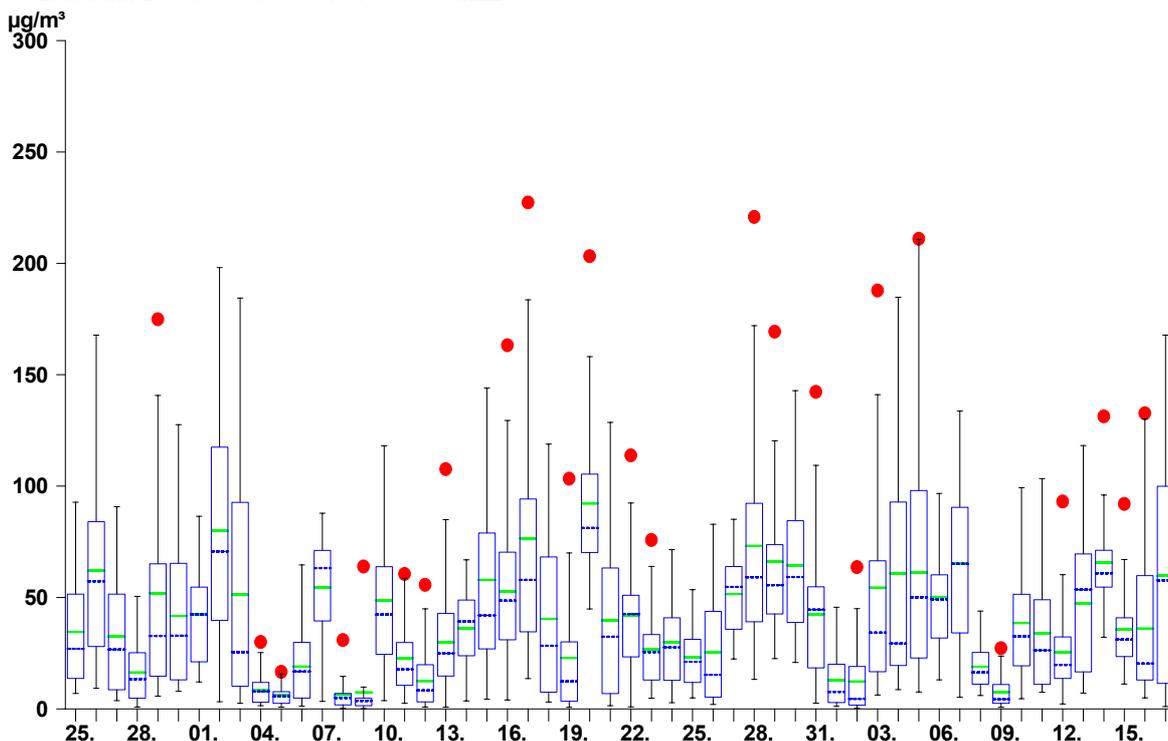
nem Wetter und niedrigeren Konzentrationen bei feuchter Witterung wider. Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen lagen die Schwebstaubkonzentrationen auf einem leicht unterdurchschnittlichen Niveau.

### Vergleich der Staubkonzentrationen während der Messungen in St. Michael



### 4.2.3 Stickstoffmonoxid (NO)

Station: MOBILE 1 Messwert: NO MW-Typ: HMW  
 Zeitraum: 25.09.03-00:30 - 18.11.03-00:00 MEZ

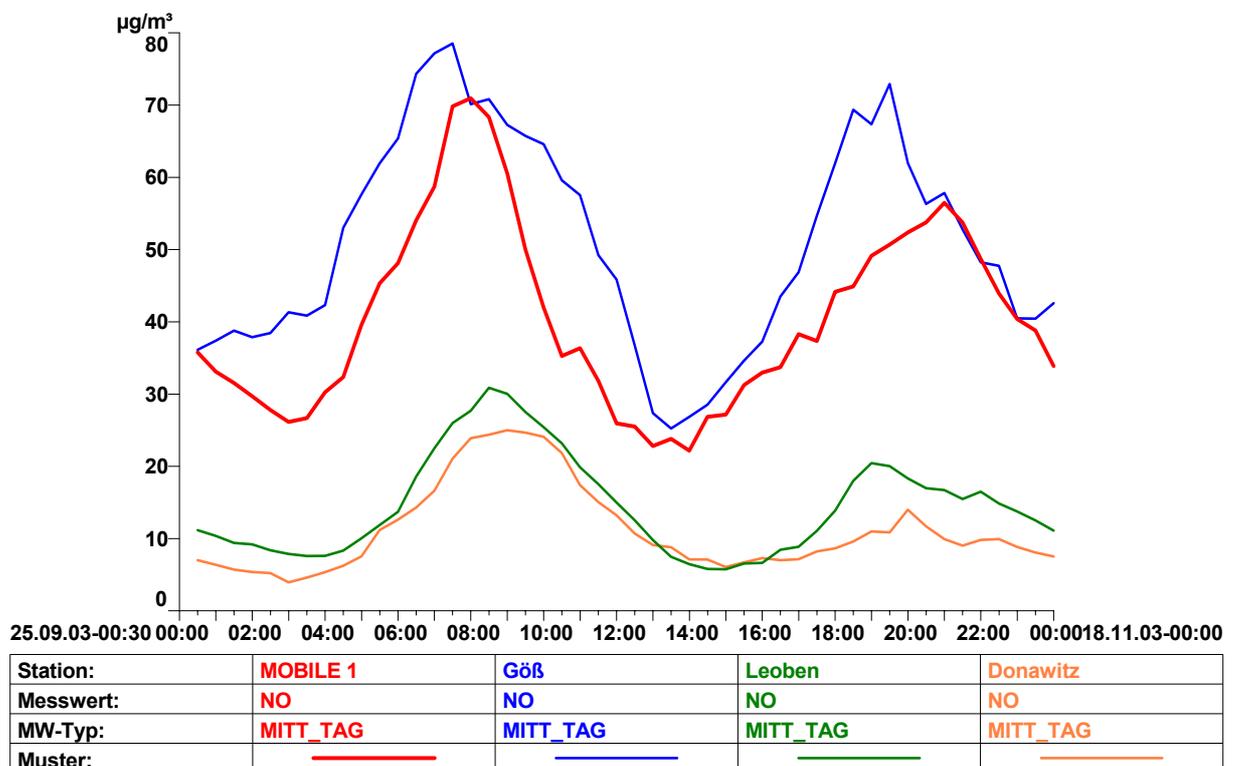


25.09.2003 - 17.11.2003	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	227			
Mtmax	112			
TMWmax	92			
PMW	40			

Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen ( $\text{NO}_x$ ) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei machte der NO-Anteil etwa 95% des  $\text{NO}_x$ -Ausstoßes aus. Durch den Einsatz von Oxidationskatalysatoren in modernen dieselbetriebenen Kraftfahrzeugen sinkt der NO-Anteil im Abgas. 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.

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

Der mittlere Tagesgang weist ein markantes Morgenmaximum zur Frühverkehrsspitze sowie ein ebenfalls sehr deutliches Sekundärmaximum in den frühen Abendstunden auf. Die Konzentrationshöhen entsprechen dabei annähernd den Werten wie sie an der Station Leoben-Göß, die ebenfalls im Nahbereich des S 6 situiert ist, gemessen werden und liegen ganztägig deutlich über den Konzentrationen der benachbarten Messstellen in Leoben und Donawitz.



Die hohen NO-Werte im Vergleich zur Gesamt-NO<sub>x</sub>-Belastung sind eine Folge der Nähe zum Hauptemittenten (Motoremissionen auf der S 6 und der B 116). Aufgrund der geringen Distanz und Transportzeit treffen die Stickoxide noch zum Großteil als NO am Messstandort ein, nur ein kleiner Teil ist in NO<sub>2</sub> umgewandelt. Wie die folgende Darstellung einer Schadstoffwindrose für den Messstandort bestätigt, erfolgt der Schadstoffeintrag vornehmlich dem Verlauf dieser Verkehrsträger entsprechend aus Ost bis Südwest.

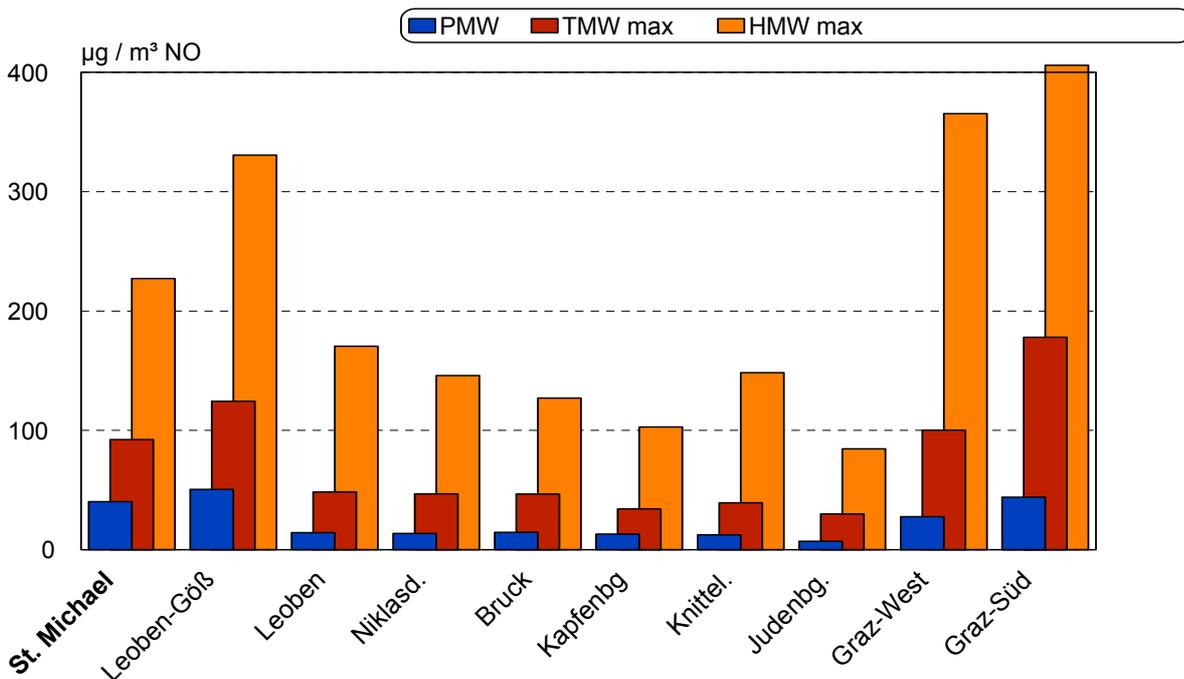
Station:	MOBILE 1	MOBILE 1
Messwert:	NO	NO2
MW-Typ:	HMW	HMW
Station:	MOBILE 1	MOBILE 1
Wind:	WIRI	WIRI
Calmen:	52	26
Y-Achse:	N	N

Nr	Zeitraum - MEZ
1	25.09.03-00:30 - 18.11.03-00:00



Eine Gegenüberstellung der NO-Konzentrationen an steirischen Messstationen während des Messzeitraumes bestätigt die überdurchschnittliche Belastungssituation am Messstandort in St. Michael.

### Vergleich der NO-Konzentrationen während der Messungen in St. Michael

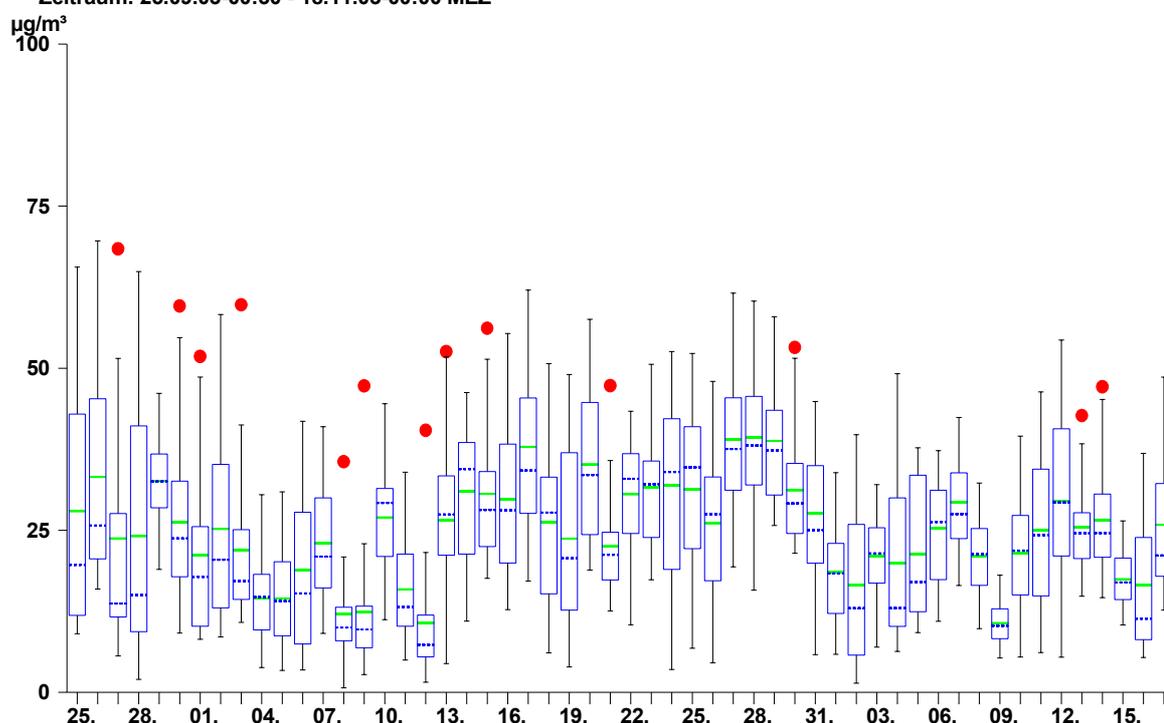


#### 4.2.4 Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

25.09.2003 - 17.11.2003	Messergebnisse NO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte / Zielwerte NO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	70	200	BGBl I Nr. 115/1997	35 %
Mtmax	47			
TMWmax	39	80	BGBl I Nr. 115/1997	49 %
PMW	25			

Station: MOBILE 1 Messwert: NO<sub>2</sub> MW-Typ: HMW

Zeitraum: 25.09.03-00:30 - 18.11.03-00:00 MEZ



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

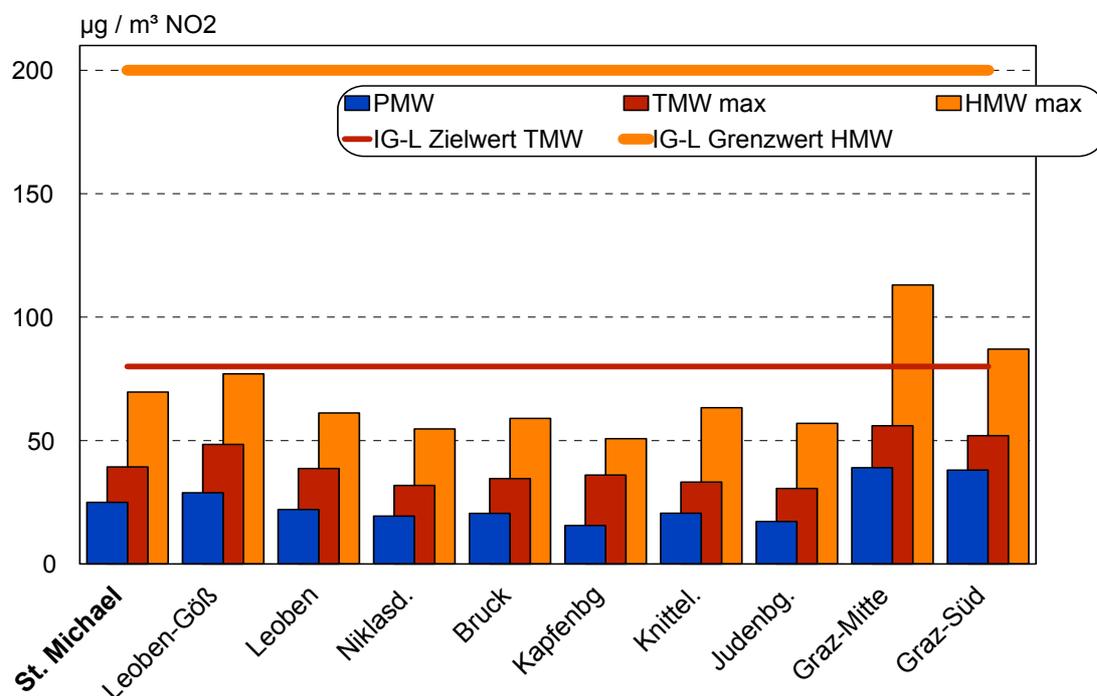
Am Messstandort St. Michael wurden keine Überschreitungen von Grenz- bzw. Zielwerten nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl I Nr. 115/1997) registriert.

Die maximalen Konzentrationen erreichten bei Stickstoffdioxid knapp 40% des Halbstundenmittelgrenzwertes bzw. etwa 50% des Tagesmittelzielwertes, es ist also auch unter schlechteren Ausbreitungsbedingungen nicht mit Grenzwertüberschreitungen zu rechnen.

Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen sind die Belastungen als leicht überdurchschnittlich zu bewerten. Sowohl die Konzentrationsspitzen als auch die Grundbelastung liegen dabei über der an den Stationen Leoben, Niklasdorf und Bruck, aber

auf einem etwas niedrigeren Niveau als an der verkehrsnahen Station Leoben-Göß und im Ballungsraum Graz.

### Vergleich der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Messungen in St. Michael

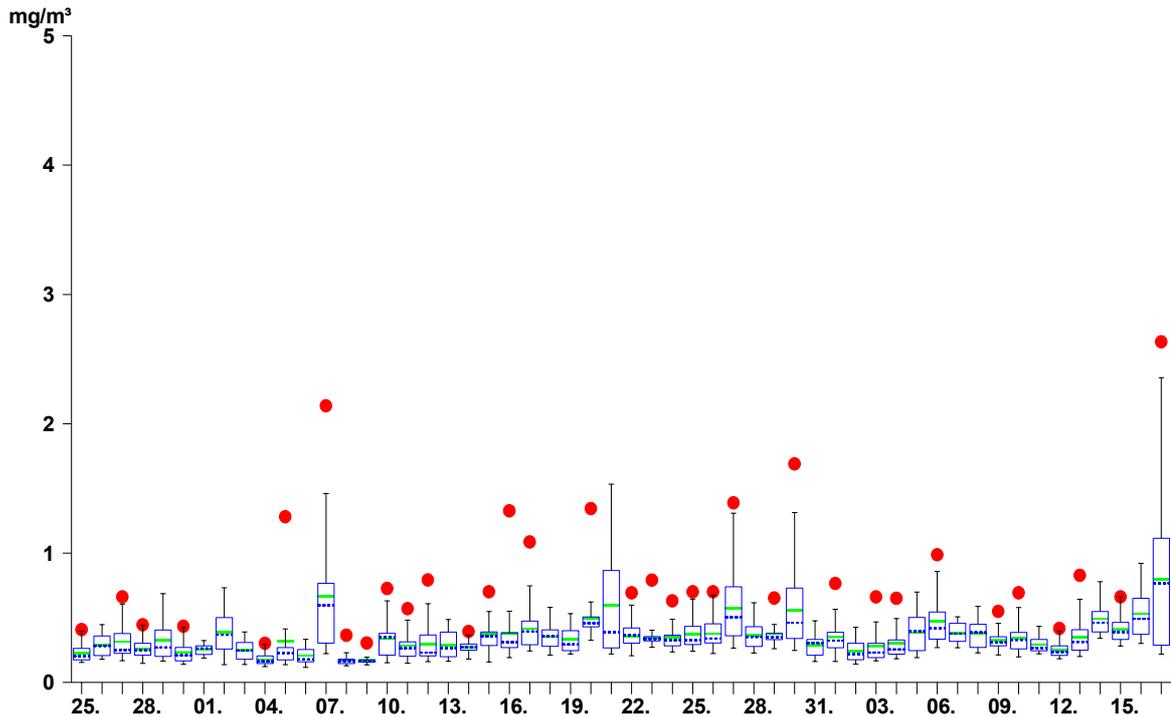


Grenzwert nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

#### 4.2.5 Kohlenmonoxid (CO)

25.09.2003 - 17.11.2003	Messergebnisse CO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte CO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	2,634			
Mtmax	0,757			
MW8max	1,431	10	BGBl. I Nr. 115/1997	14 %
TMWmax	0,796			
PMW	0,356			

Station: MOBILE 1 Messwert: CO MW-Typ: HMW  
Zeitraum: 25.09.03-00:30 - 18.11.03-00:00 MEZ



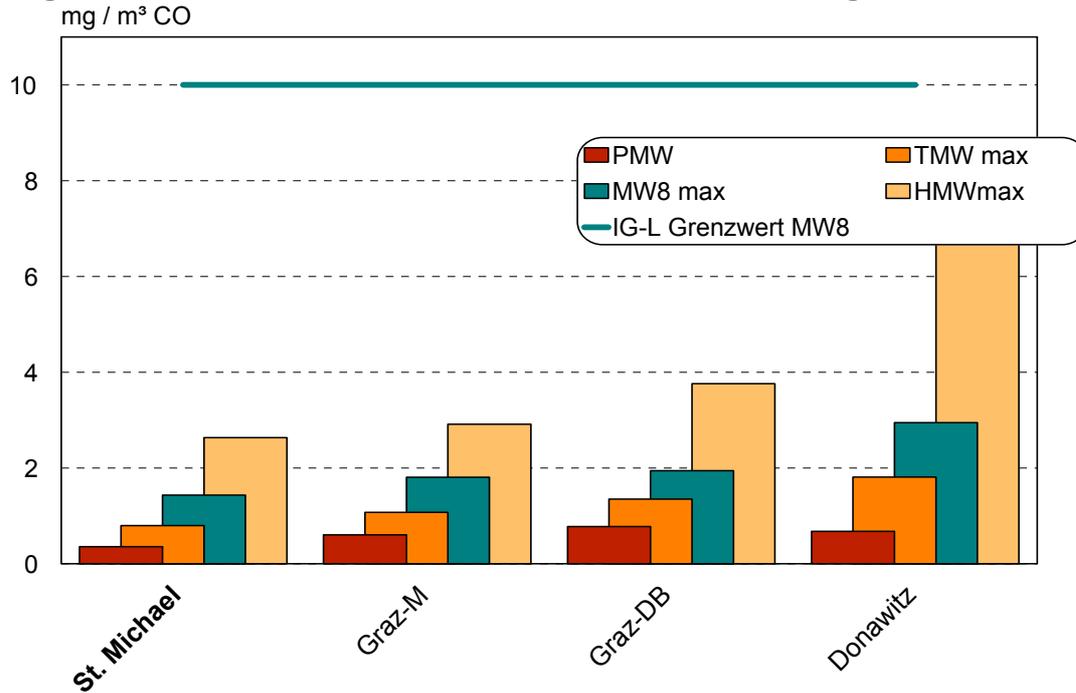
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der Kfz-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern jedoch im Allgemeinen stärker ab als bei den Stickstoffoxiden.

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

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

Die Ergebnisse der Immissionsmessungen weisen beim Kohlenmonoxid im Vergleich zu den Fixmessstellen in Graz und in Donawitz sowohl hinsichtlich der kurzfristigen Spitzenkonzentrationen als auch der Grundbelastung unterdurchschnittliche Belastungen auf.

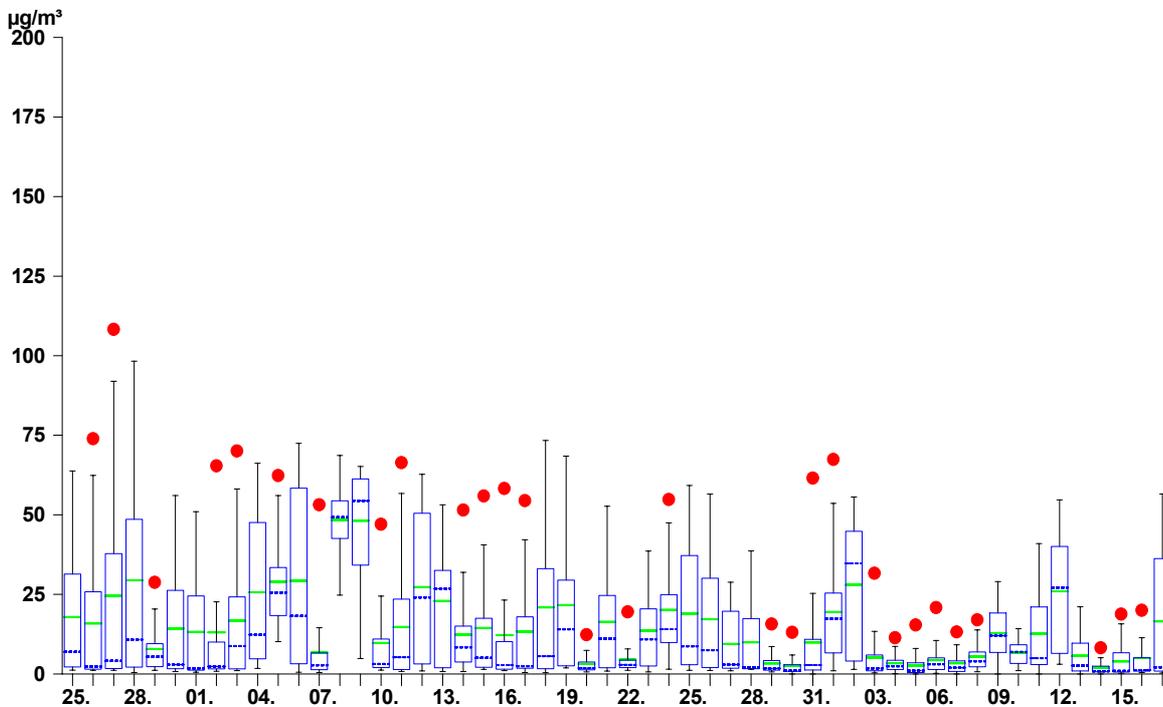
## Vergleich der CO-Konzentrationen während der Messungen in St. Michael



Grenzwerte nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

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

Station: MOBILE 1 Messwert: O<sub>3</sub> MW-Typ: HMW  
Zeitraum: 25.09.03-00:30 - 18.11.03-00:00 MEZ

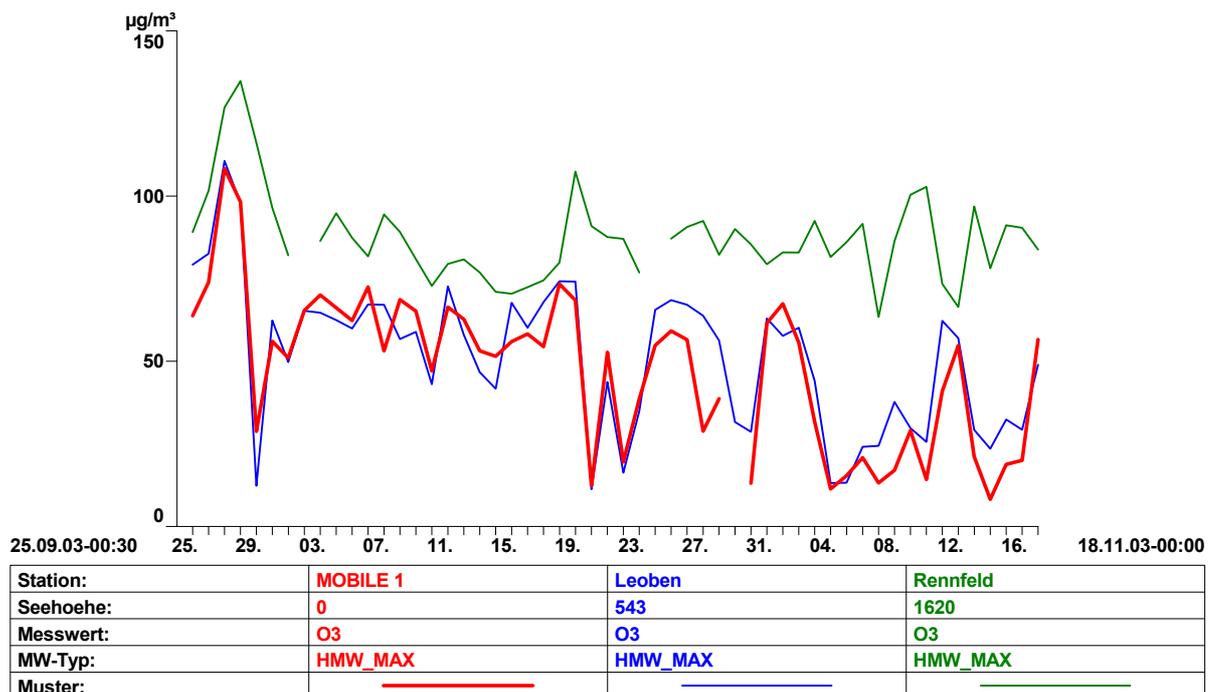


25.09.2003 - 17.11.2003	Messergebnisse O <sub>3</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenz- bzw. Zielwerte O <sub>3</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenz- bzw. Zielwertes
HMWmax	108			
Mtmax	48			
MW1max	107	180	BGBI. I Nr. 210/1992	59 %
MW8max	74	120	BGBI. I Nr. 210/1992	62 %
TMWmax	48			
PMW	15			

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 (i.d.F. von 2003) in 8 Ozon-Überwachungsgebiete mit annähernd einheitlicher Ozonbelastung eingeteilt. St. Michael liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 2 "Süd- und Oststeiermark und südliches Burgenland".

Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass sich die täglichen Ozonspitzenkonzentrationen am Standort in St. Michael im Allgemeinen etwa in der Größenordnung der Messstelle Leoben und etwas unter jener wie sie auf dem Rennfeld gemessen wird, bewegen.

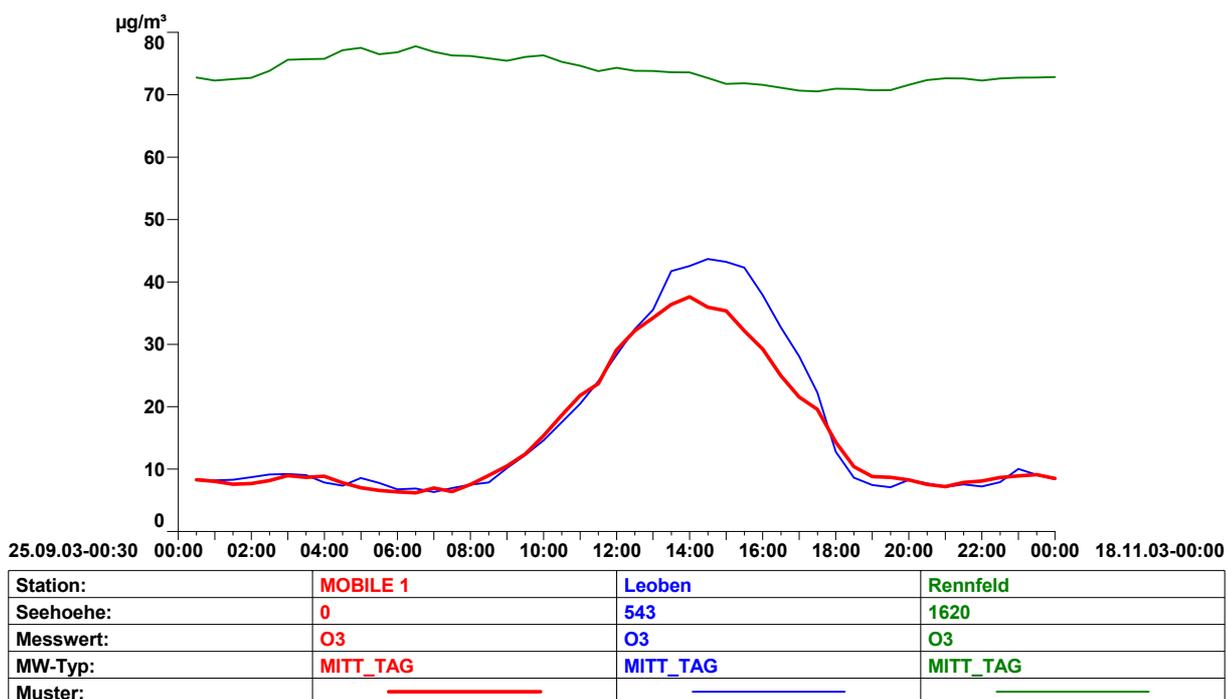


Der Ozontagesgang ist ebenfalls stark von der Höhenlage sowie von der Nähe zu Ballungszentren abhängig. Siedlungsnahе Talregionen mit höherer Grundbelastung an Ozonvorläufersubstanzen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt ein rasches Ansteigen der Konzentrationen, die dann am Nachmittag konstant hoch bleiben. Ein Rückgang setzt erst mit Sonnenuntergang ein. Mit zunehmender Seehöhe verschwindet die Phase der nächtlichen Ozonabsenkung und die Ozonkonzentrationen bleiben gleichmäßig hoch. Diese Unterschiede sind auf luftchemische Bedingungen zurückzuführen:

In den Siedlungsgebieten reagiert nach Sonnenuntergang das Stickstoffmonoxid mit dem Ozon zu Stickstoffdioxid ( $\text{NO} + \text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{O}_2$ ). In den Vormittagsstunden laufen dagegen bei entsprechender UV-Strahlung durch das Sonnenlicht folgende Prozesse ab: Stickstoffmonoxid (NO) bildet mit dem Luftsauerstoff ( $\text{O}_2$ ) Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ), dabei bleibt ein Sauerstoffradikal ( $\text{O}^*$ ) übrig. Dieses bindet sich in der Folge mit dem Luftsauerstoff ( $\text{O}_2$ ) zu Ozon ( $\text{O}_3$ ).



Die folgende Abbildung dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort St. Michael mit den Messstellen Leoben und am Rennfeld.

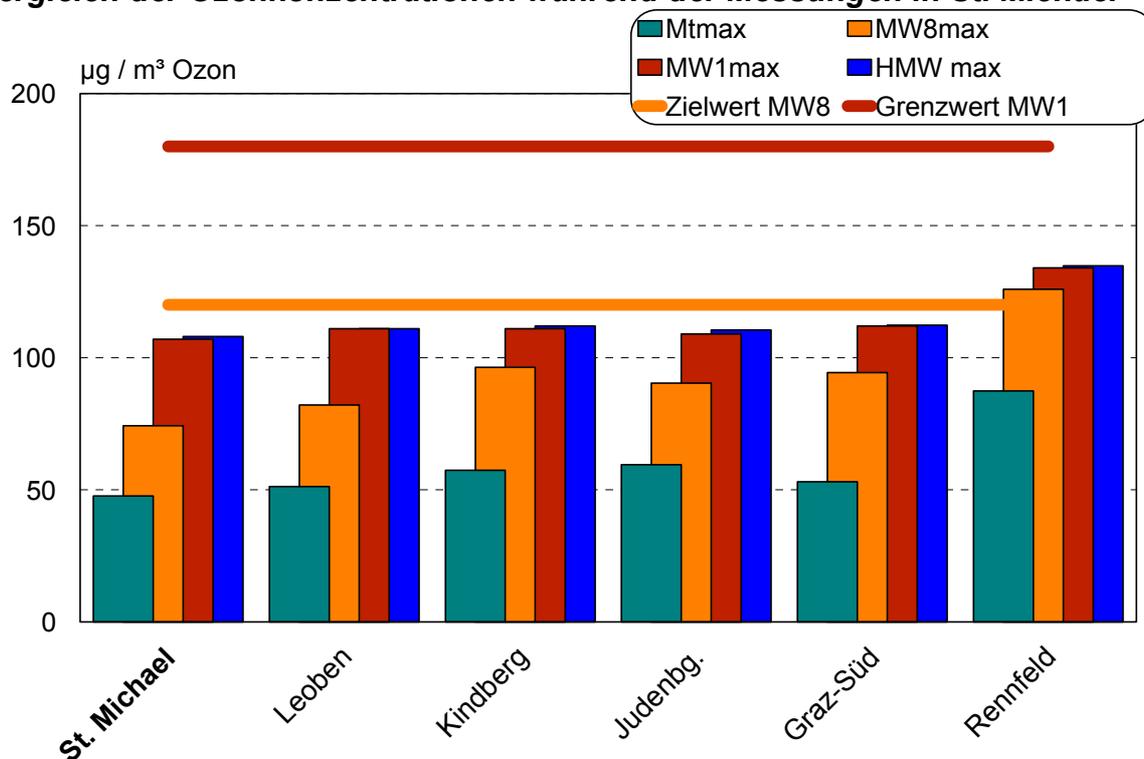


Die Talstationen St. Michael und Leoben weisen einen für Tallagen typischen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsmaximum am Nachmittag auf. Am Rennfeld in 1620m Seehöhe tritt hingegen keine nächtliche Konzentrationsabsenkung mehr ein.

Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt entsprechend der Jahreszeit allgemein niedrige Werte. Die Grenz- bzw. Zielwerte nach dem Ozongesetz (BGBl. I Nr. 210/1992 i.d.F von BGBl I 34/2003) für den maximalen Stundenmittelwert bzw. den maximalen Achtstundenmittelwert wurden nicht überschritten.

Im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen ergibt sich für den Standort in St. Michael ein für das Siedlungsgebiete durchschnittliches bis leicht unterdurchschnittliches Belastungsniveau.

### Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Messungen in St. Michael



Grenz- und Zielwerte nach dem Ozongesetz (BGBl. I Nr. 210/1992)

### 4.3. Luftbelastungsindex

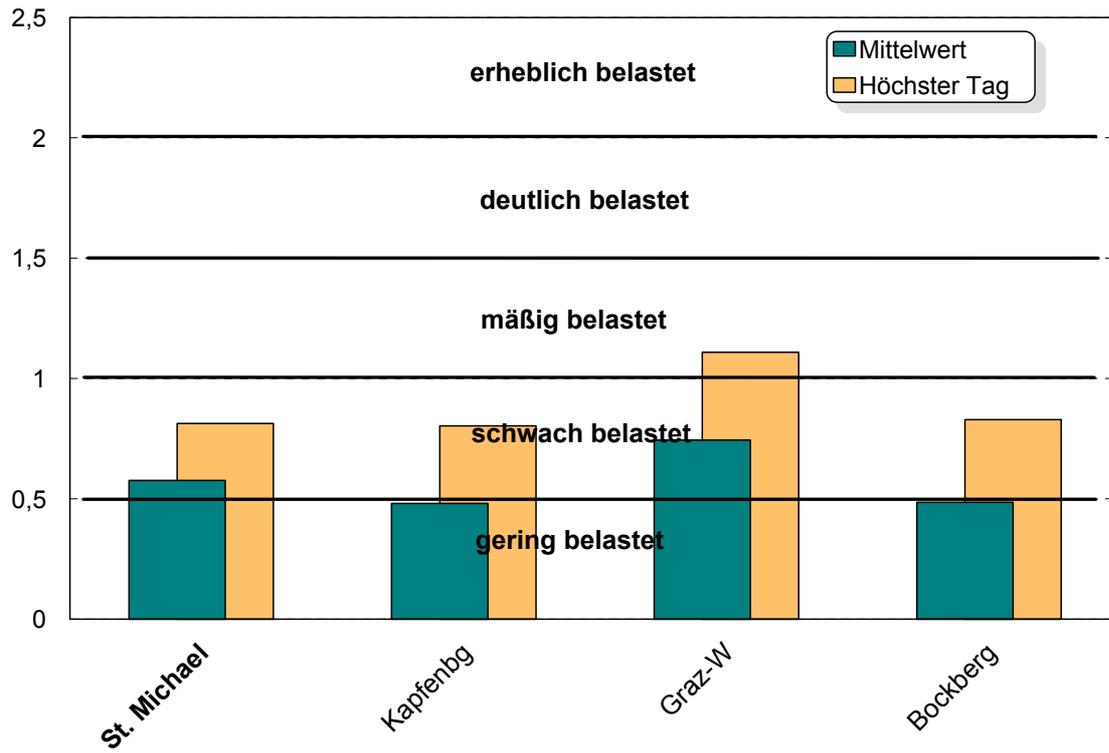
Eine relativ einfache Bewertungs- und Vergleichsmöglichkeit der Luftbelastung verschiedener Messstationen wird durch den Luftbelastungsindex ermöglicht.

Angelehnt an die von J. Baumüller (VDI-Kommission Luftreinhaltung 1988, S. 223 ff) vorgeschlagene Berechnungsmethode wurden die Tagesmittelwerte und maximalen Halbstundenmittelwerte der Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Schwebstaub in Verhältnis zum jeweiligen Grenzwert des Immissionsschutzgesetzes Luft gesetzt und die Ergebnisse anschließend aufsummiert. Mit Hilfe der aus der Abbildung ersichtlichen Skala können die so gebildeten Indexzahlen für den genannten Messzeitraum bewertet und verglichen werden.

In nachfolgender Abbildung wird der Luftbelastungsindex für den Messstandort in St. Michael und weitere steirische Standorte dargestellt.

Demnach wiesen die lufthygienischen Verhältnisse in St. Michael auf Grund der Lage des Messstandortes im Nahbereich eines stark frequentierten Verkehrsträgers im Vergleich mit weiteren steirischen Messstellen sowohl hinsichtlich des höchstbelasteten Tages als auch bei der Grundbelastung durchschnittliche Werte auf.

### Luftbelastungsindex während der Messungen in St. Michael



## 5. Literatur

Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L:

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

Ozongesetz:

Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung und die Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen, mit dem das Smogalarmgesetz, BGBl. Nr.38/1989, geändert wird (Ozongesetz), BGBl. Nr.210/1992, i.d.F. BGBl.I Nr.34/2003.

VDI-Kommission Reinhaltung der Luft (Hrsg.), 1988:

Stadtklima und Luftreinhaltung  
Ein wissenschaftliches Handbuch für die Praxis in der Umweltplanung, Berlin

Wakonigg, H., 1978:

Witterung und Klima in der Steiermark..  
- Arb. Inst. Geogr. Univ. Graz 23: 478S.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2003:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,  
September, Oktober, November 2003. Wien.

## **6. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen**

### **6.1. Tabellen**

In den Tabellen zu den einzelnen Schadstoffkapiteln wird versucht, anhand der wesentlichsten Kennwerte einen Überblick über die Immissionsstruktur zu vermitteln. Diesen Kennwerten werden die einschlägigen Grenzwerte aus den Gesetzen und Verordnungen gegenübergestellt.

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

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

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

#### **Mittleres tägliches Maximum (Mtmax)**

Das mittlere tägliche Maximum wird aus den täglich höchsten Halbstundenmittelwerten gebildet. Es stellt somit ebenfalls einen über den gesamten Messabschnitt berechneten Mittelwert dar, der für den betreffenden Standort die mittlere tägliche Spitzenbelastung angibt.

#### **Maximaler Tagesmittelwert (TMWmax)**

Das ist der höchste Tagesmittelwert während einer Messperiode. Die Tagesmittelwerte werden als arithmetisches Mittel aus den 48 Halbstundenmittelwerten eines Tages berechnet.

#### **Maximaler Achtstundenmittelwert (MW8max)**

Im Immissionsschutzgesetz-Luft und in der 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
WIGE	Windgeschwindigkeit
NIED	Niederschlag
MW3	Dreistundenmittelwert
TAGSUM	Tagessumme

## 6.2. Diagramme

Die Diagramme dienen dazu, einen möglichst raschen Überblick über ein bestimmtes Datenkollektiv zu erhalten. Da pro Messtag rund 900 Halbstundenmittelwerte aufgezeichnet werden, ist es notwendig, einen entsprechenden Kompromiss zu finden, um die Luftgütesituation eines Ortes prägnant und übersichtlich darzustellen.

### Zeitverlauf

Die Zeitverläufe stellen alle gemessenen Werte (Halbstunden-, maximale Halbstunden- oder Tagesmittelwerte) eines Schadstoffes an einer Station für einen bestimmten Zeitraum dar.

### Mittlerer Tagesgang

In der Darstellungsweise des mittleren Tagesganges stellt die waagrechte Achse die Tageszeit zwischen 00:30 Uhr und 24:00 Uhr dar. Die Schadstoffkurve wird derart berechnet, dass, zum Beispiel, sämtliche Halbstundenmittelwerte, die täglich um 12:00 Uhr registriert wurden, über eine gesamte Messperiode gemittelt werden. Das Ergebnis ist ein mehrtägiger Mittelwert für die Mittagsstunde. Wird diese Berechnung in der Folge dann für alle Halbstundenmittelwerte durchgeführt, lässt sich der mittlere Schadstoffgang über einen Tag ablesen.

### Boxplot

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

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

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

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

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

