



Luftgütemessungen Graz Puntigam

23. Jänner 2004 bis 9. März 2004

Lu-02-08

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

Leiter der Fachabteilung
Dr. Gerhard SEMMELROCK

Autor

Mag. Norbert Braun

ARGE LÖSS Ges.b.R

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

Projektleitung

Mag. Andreas Schopper

Messtechnik

(mobile Messstation)

Gerhard Schrempf

Herausgeber

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

© Mai 2008

Dieser Bericht ist im Internet unter folgender Adresse verfügbar:

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

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1. Einleitung	7
2. Beurteilungsgrundlagen	8
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
3. Die immissionsklimatische Situation in Graz Puntigam	10
3.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet.....	10
3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung	10
4. Mobile Immissionsmessungen	12
4.1. Ausstattung und Messmethoden	12
4.2. Messergebnisse und Schadstoffverläufe	13
4.2.1 Feinstaub (PM10)	13
4.2.2 Stickstoffmonoxid (NO).....	16
4.2.3 Stickstoffdioxid (NO ₂).....	18
4.2.4 Kohlenmonoxid (CO)	19
4.2.5 Schwefeldioxid (SO ₂).....	21
4.2.6 Ozon (O ₃).....	23
5. Literatur	27
6. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen	27
6.1. Tabellen	27
6.2. Diagramme	28

Zusammenfassung

Die **Luftgüteuntersuchungen Graz - Puntigam** wurden als Istzustandserhebung zur Beurteilung der örtlichen Immissionssituation im Nahbereich der stark frequentierten Triester Straße am Standort Feldkirchner Weg durchgeführt.

Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation im Zeitraum vom 23.01. bis 09.03.2004.

Der **Witterungsverlauf** während der Messungen war im Jänner durch eine hochwinterliche und in der ersten Februarhälfte durch eine außergewöhnlich milde Witterungsphase gekennzeichnet. Ab Mitte Februar stellte sich bis zum Ende der Messungen eine der Jahreszeit entsprechend temperierte, über weite Strecken zyklonal geprägte Witterung ein.

Bezüglich der Primärschadstoffe **Schwefeldioxid**, **Stickstoffmonoxid**, **Stickstoffdioxid** und **Kohlenmonoxid** wurden keine Überschreitungen von Grenzwerten nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl I Nr. 115/1997) registriert. Der Zielwert für den maximalen Tagesmittelwert von Stickstoffdioxid wurde jedoch im Februar bei ungünstigen lufthygienischen Bedingungen überschritten. Bei NO₂ ist davon auszugehen, dass der Kurzzeitgrenzwert fallweise bei sehr ungünstigen Bedingungen nicht eingehalten werden kann.

Die **Feinstaubkonzentrationen** zeigten eine deutliche Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen. Bei trockener und austauscharmer Witterung stiegen die Konzentrationen rasch und deutlich an und führten zu Überschreitungen des Grenzwertes für den Tagesmittelwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl I Nr. 115/1997). Bereits innerhalb der ca. sechswöchigen Messperiode wurden bereits 32 Überschreitungen des Grenzwertes für das Tagesmittel registriert, sodass sicher, dass die vom Gesetz tolerierten 35 Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes von 50 µg/m³ pro Kalenderjahr bei weitem nicht eingehalten werden können.

Im innerstädtischen Vergleich mit anderen Grazer Stationen wurde bei allen Schadstoffen eine über die gesamte Messperiode hinweg andauernde überdurchschnittliche Belastung registriert, die etwa der Schadstoffbelastung entspricht, wie sie an den hoch belasteten Messstationen Don Bosco und Graz-Mitte gemessen wird.

Die **Ozonwerte** blieben in einem der Jahreszeit und der Lage des Standortes entsprechenden Konzentrationsbereich. Der im Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) festgelegte maximale Achtstundenmittelwert wurde nicht erreicht.

Generell muss der Messstandort aufgrund seiner ungünstigen immissionsklimatologischen Lage und der erheblichen lokalen Emissionen als deutlich überdurchschnittlich durch Luftschadstoffe belastet angesehen werden.

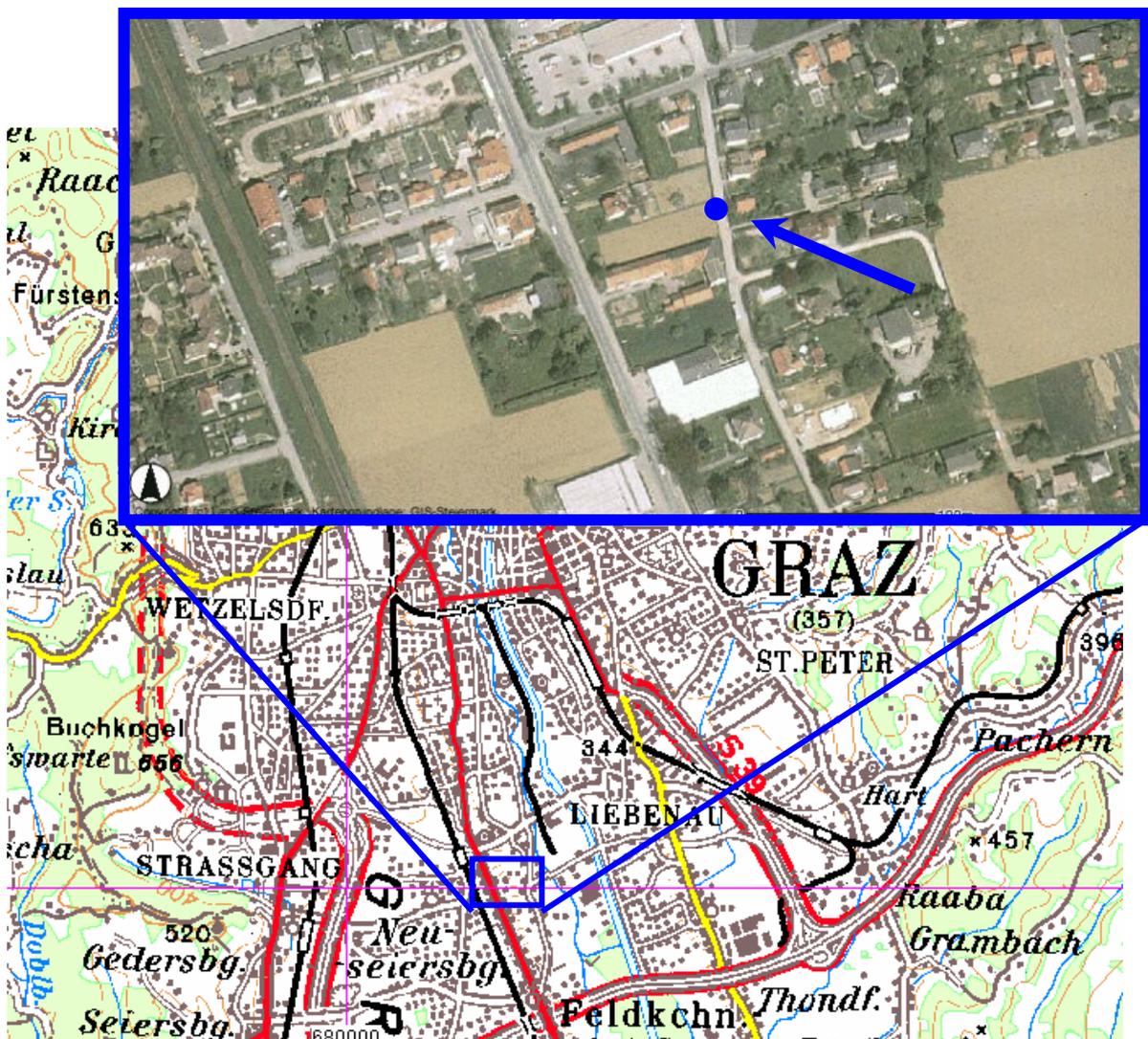
1. Einleitung

Die Luftgütemessungen im Grazer Stadtbezirk Puntigam wurden von der Fachabteilung 17C, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation im Zeitraum vom 23.01. bis 09.03.2004.

Den Anlass für die Messungen stellte eine Zustandserhebung der örtlichen Immissionssituation dar.

Für den mobilen Messcontainer wurde ein Standort am Feldkirchner Weg im Nahbereich der stark frequentierten Triester Straße ausgewählt, um die in einem potentiell stark belasteten Bereich des Bezirkes vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen beurteilen zu können.

Lage des mobilen Messstandortes in Graz Puntigam



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 mg/m^3)

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

¹⁾ Drei Halbstundenmittelwerte SO_2 pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte pro Kalenderjahr bis zu einer Konzentration von $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gelten nicht als Überschreitung

²⁾ Pro Kalenderjahr ist die folgende Zahl von Überschreitungen zulässig:

bis 2004	35
2005 -2009	30
ab 2010	25

³⁾ 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. Graz 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 Alarmpunkte für Ozon

Informationsschwelle	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert
Alarmschwelle	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als Einstundenmittelwert

Zielwerte für Ozon

Menschliche Gesundheit	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 Graz Puntigam

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 Graz-Puntigam entspricht nach H. Wakonigg der Klimalandchaft der „Talböden des Vorlandes“ und kann als sommerwarmes und winterkaltes, schwach kontinentales Klima charakterisiert werden (H. Wakonigg 1978, 378).

Das Jahresmittel der Lufttemperatur beträgt im langjährigen Mittel (1971-2000) rund 9 °C, das Jännermittel etwa –2 °C und das Julimittel etwas über 19 °C. Der Jahresgang der Niederschläge weist ein Winterminimum (Jänner ca. 25 mm) und ein breiteres Sommermaximum (Juni und Juli jeweils über 120 mm) auf, die Jahresniederschlagsmenge beträgt rund 830 mm, die an zirka 90 Tagen pro Jahr fällt. Die mittleren Windgeschwindigkeiten sind eher gering (1,5 m/s) und weisen im Jahresgang ein Frühjahrsmaximum und ein Herbstminimum auf. Die Hauptwindrichtungssachse verläuft Nord - Süd, da sich aufgrund der Abschirmung von Störungseinflüssen aus West bis Nord durch die Alpen verstärkt lokale Windsysteme ausbilden können.

Das dominierende Windsystem für den Standort ist das Murtalwindsystem, das tagsüber durch murtalaufwärts gerichtete Winde aus Süd in Erscheinung tritt.

In den Abend- und Nachtstunden wird das Windfeld im Raum Graz durch nördliche Richtungen beherrscht. Diese Murtalauswindströmung hebt allerdings über dem Stadtzentrum von Graz meist ab und ist am Standort Puntigam daher in Bodennähe selten spürbar. An seine Stelle treten stadteinwärts gerichtete geringmächtige Flurwinde aus Süd mit geringen Windgeschwindigkeiten (0,5 bis 1,5 m/s), wodurch auch die Nebelbildung begünstigt wird (R. Lazar; 1989, 1994).

3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung

Die Luftgütemessungen in Graz-Puntigam begannen unter Einfluss eines Hochdruckgebietes mit Zentrum über dem nördlichen Mitteleuropa. Bei klarem frostigem Winterwetter fielen die morgendlichen Minima bis deutlich unter –10 °C und auch tagsüber blieben die Temperaturen unter dem Gefrierpunkt.

Am 27. und 28. Jänner wurde der strenge Frost mit dem Durchzug eines Tiefdruckgebietes, das leichten Schneefall auslöste, kurzfristig gemildert. In der Folge stellte sich eine nordwestliche Höhenströmung ein, mit der wieder kalte Luftmassen herangeführt wurden. Ab Monatsende drehte die Strömung auf W bis SW, so dass mildere Luft die Temperaturen allmählich steigen ließ.

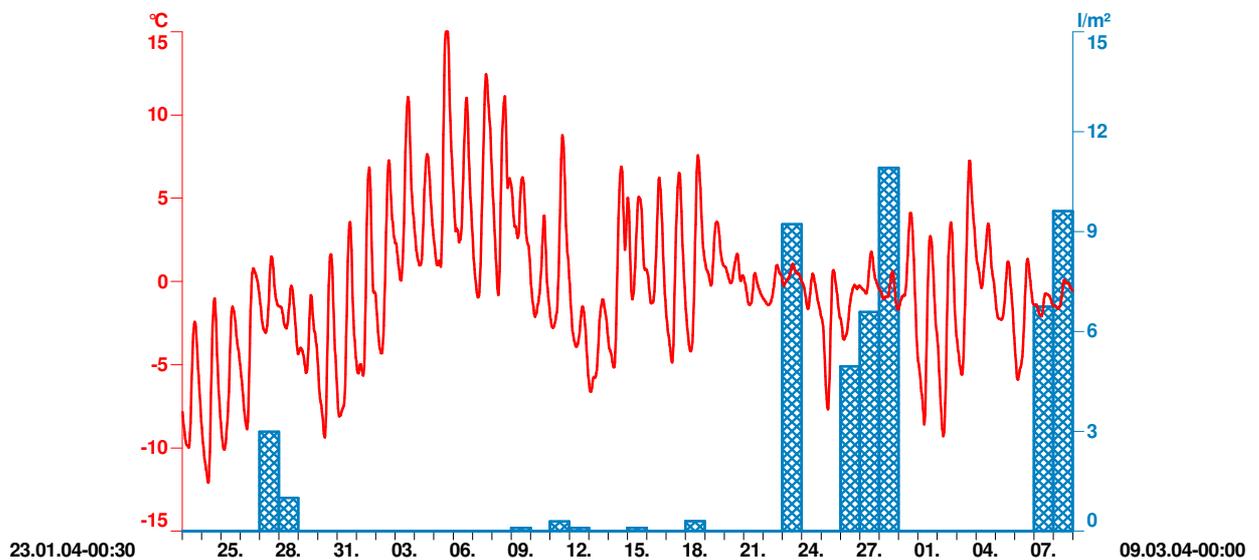
Unter weiter zunehmendem Hochdruckeinfluss verstärkte sich in der ersten Februardekade der Zustrom außergewöhnlich warmer Atlantikluft und ermöglichte bei milden Nächten Tageshöchstwerten bis knapp 15 °C. Mit dem Durchzug einer Störungszone aus W wurde diese warme Witterungsphase beendet. Anschließend führte eine Strö-

mungslage aus NW bis zur Monatsmitte kalte Luftmassen, vorübergehend sogar sehr kalte Luft aus N heran.

Die zweite Monathälfte war durch der Jahreszeit entsprechend kühles und auf Grund von zunehmendem Tiefdruckeinfluss niederschlagsreiches Wetter gekennzeichnet, das nur kurzfristig durch sonnige und trockene Zwischenhochphasen unterbrochen wurde.

Anfang März stellte sich im Randbereich eines Hochs über Osteuropa erneut klares Winterwetter mit strengem Nachtfrost ein. Erst mit der Annäherung eines Niederschlag bringenden Tiefs über der Adria erfolgte am Ende der Messungen eine Frostmilderung.

Lufttemperatur und Niederschläge im Raum Graz während der Luftgütemessungen 2004



Station:	MOBILE 2	Graz-N
Messwert:	LUTE	NIED
MW-Typ:	MW3	TAGSUM
Y - Achse:	1	2
Muster:	—	▨

Die Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

Der Witterungsverlauf während der Messungen in Graz-Puntigam gestaltete sich durchaus abwechslungsreich und war nach einer hochwinterlichen Witterungsphase im Jänner in der ersten Februarhälfte deutlich zu warm. Danach stellten sich der Jahreszeit entsprechende Temperaturverhältnisse ein. Die Niederschläge blieben während der ersten Hälfte der Messperiode etwas unter den Erwartungen. Unter stärkerem Tiefdruckeinfluss ab der dritten Februardekade wurden in der zweiten Hälfte der Messperiode überdurchschnittliche Niederschlagsmengen erreicht.

4. Mobile Immissionsmessungen

4.1. Ausstattung und Messmethoden

Die mobile Luftgütemessstation zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO₂), Feinstaub (PM₁₀), Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂), Kohlenmonoxid (CO) und Ozon (O₃) auf.

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

Schadstoff	Messmethode	Gerätetyp
Schwefeldioxid SO ₂	UV-Fluoreszenzanalyse	Horiba APSA 350E
Feinstaub (PM ₁₀)	Beta-Strahlenabsorption	FH62 I-R
Stickstoffoxide NO, NO ₂	Chemolumineszenzanalyse	Horiba APNA 350E
Kohlenmonoxid CO	Infrarotabsorption	Horiba APMA 350E
Ozon O ₃	UV-Photometrie	Horiba APOA 350E

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

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

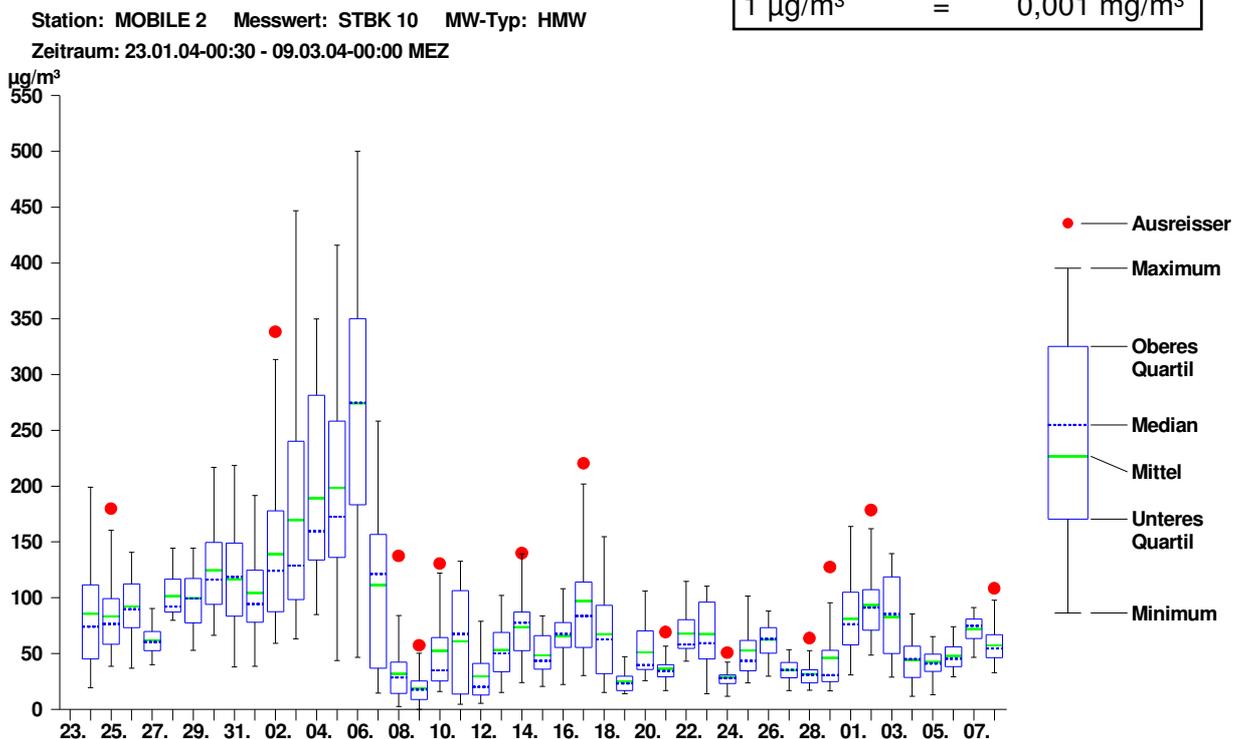
Die Kalibrierung der Messwerte wird gemäß ÖNORM M5889 durchgeführt. Die in Verwendung befindlichen Transferstandards werden regelmäßig an internationalen Standards, bereitgestellt durch das Umweltbundesamt Wien, abgeglichen.

4.2. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

4.2.1 Feinstaub (PM10)

23.01.2004 - 09.03.2004	Messergebnisse Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	500			
Mtmax	156			
TMWmax	274	50	BGBI I Nr. 115/1997	548 %
PMW	79			

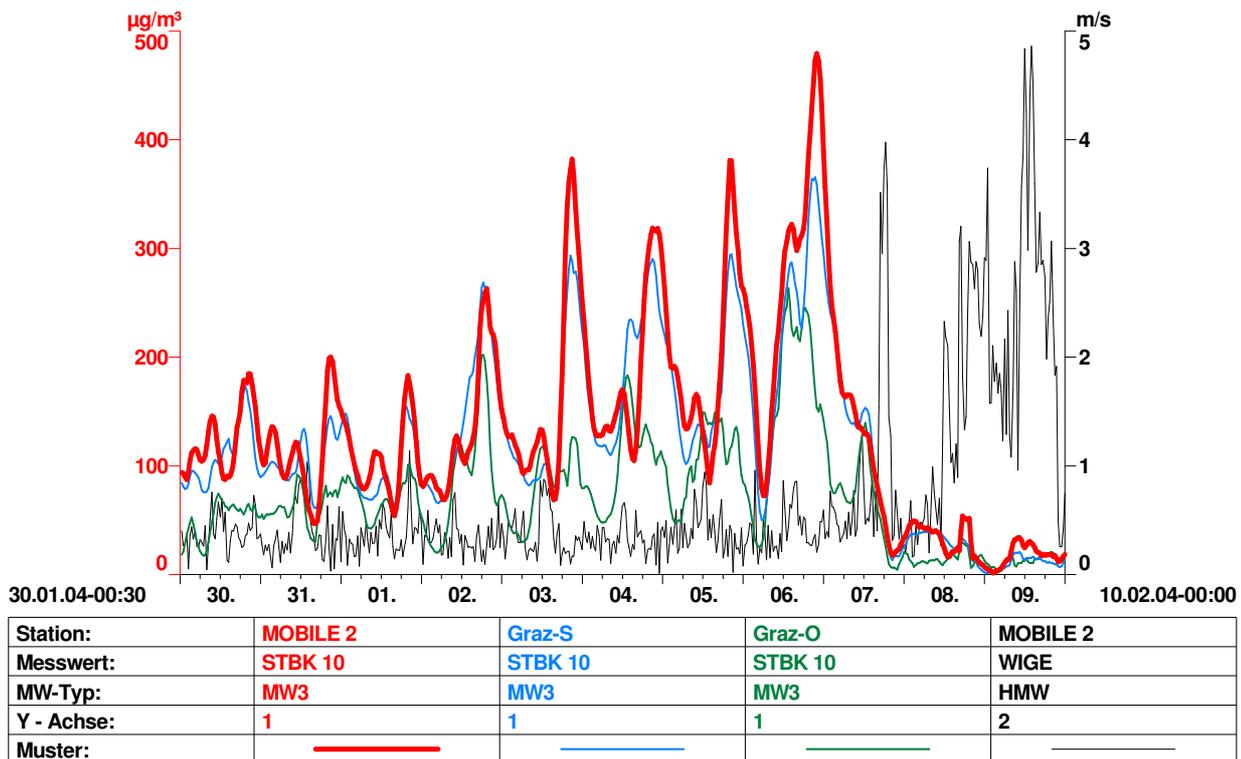
1 mg/m^3	=	1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	=	0,001 mg/m^3



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 (NO_2 , 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 Feinstaubkonzentrationen wiesen vor allem Anfang Februar sehr hohe Konzentrationen auf, die nicht zu letzt auf witterungsbedingt ungünstige lufthygienische Bedingungen zurückzuführen waren. Wie aus nachfolgender Abbildung des Konzentrationsverlaufes für den Zeitraum 30.01. bis 10.02.2004 ersichtlich ist, erfolgte unter in Bodennähe austauscharmer Witterung mit geringen Windgeschwindigkeiten über mehrere Tage hin ein Aufschaukelungsprozess. Die Feinstaubbelastung nahm dabei von Tag zu Tag zu, wobei diese Entwicklung auch an anderen Stationen des Grazer Messnetzes zu verzeichnen war. Erst mit dem Durchgreifen einer lebhaften NW-Strömung mit zunehmenden Windgeschwindigkeiten erfolgte ein deutlicher Konzentrationsrückgang.



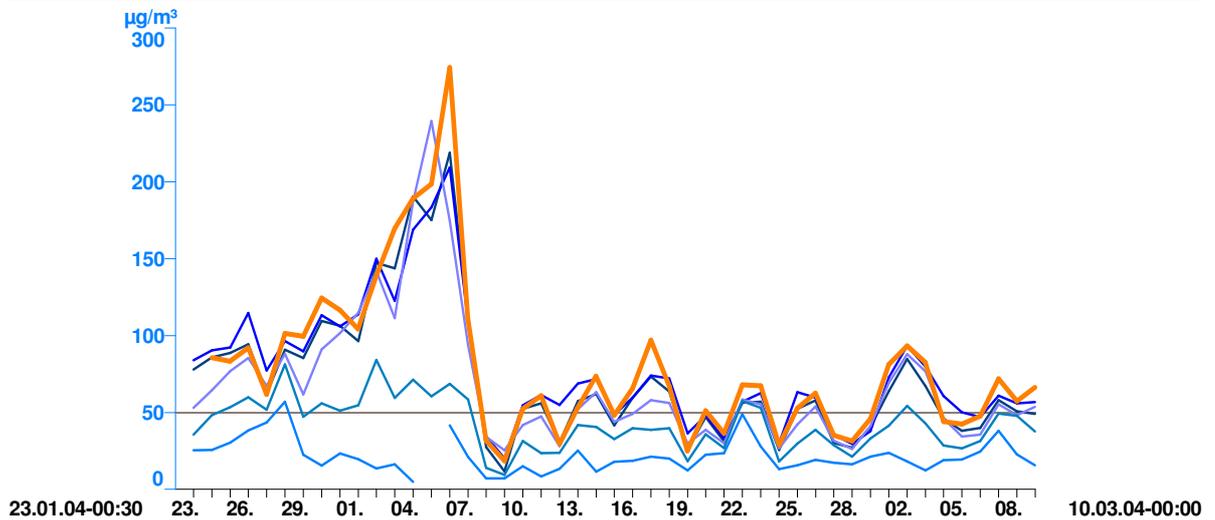
Für Feinstaub wurden während der Messkampagne sehr häufig Überschreitungen des geltenden Grenzwertes nach dem IG-L für den Tagesmittelwert festgestellt. Aufgrund der Messdaten ist auch davon auszugehen, dass am Messstandort die vom Gesetz tolerierten 35 Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Kalenderjahr bei weitem nicht eingehalten werden können.

Der Verlauf der Feinstaubbelastung spiegelt deutlich die Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen mit höheren Werten bei trockenem stabilem Wetter und niedrigeren Konzentrationen bei feuchter Witterung und guter Durchlüftung wider. Im Vergleich mit anderen Messstellen in Graz lagen die Konzentrationen sowohl hinsichtlich des maximalen Tagesmittelwertes als auch über den gesamten Messzeitraum gemittelt auf einem deutlich überdurchschnittlichen Niveau.

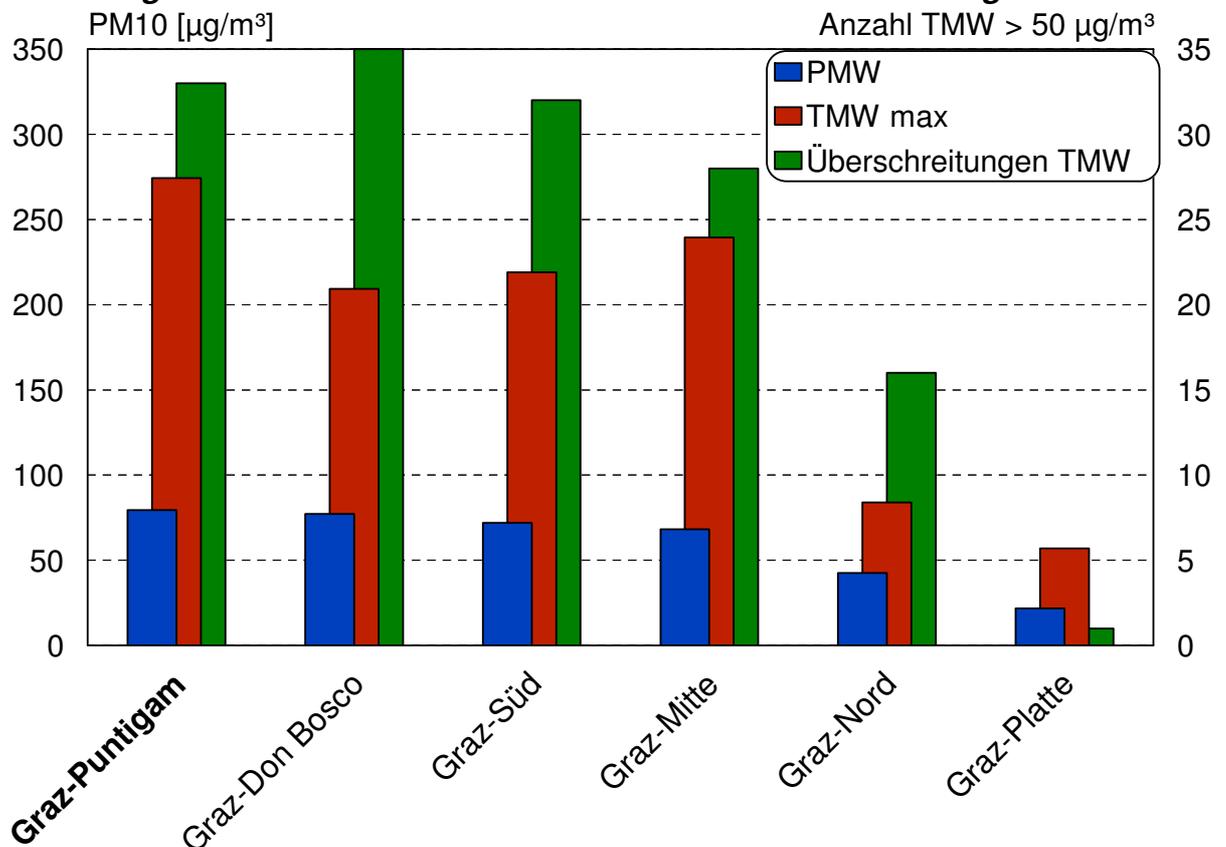
Die folgenden Abbildungen zeigen, dass der Standort Graz Puntigam als sehr stark belasteter verkehrsnaher Standort eingestuft werden muss, der mit der fixen Grazer Verkehrsstation Don Bosco sowohl von der Anzahl der Grenzwertüberschreitungen als auch vom Messperiodenmittelwert verglichen werden kann. Die Anzahl der TMW-Überschreitungen erreichte in der ca. sechswöchigen Messperiode bereits fast jene Schwelle, die für das ganze Jahr gerade noch zu tolerieren wäre.

PM10-Konzentrationen an den Grazer Stationen – Vergleich der Tagesmittelwerte

Station:	MOBILE 2	Platte	Graz-N	Graz-M	Graz-DB	Graz-S
Seehöhe:	732	661	348	350	358	340
Messwert:	STBK 10	STBK 10	STBK 10	STBK 10	STBK 10	STBK 10
MW-Typ:	TMW	TMW	TMW	TMW	TMW	TMW
Zeitraum:	1	1	1	1	1	1
Y - Achse:	1	1	1	1	1	1
Muster:						

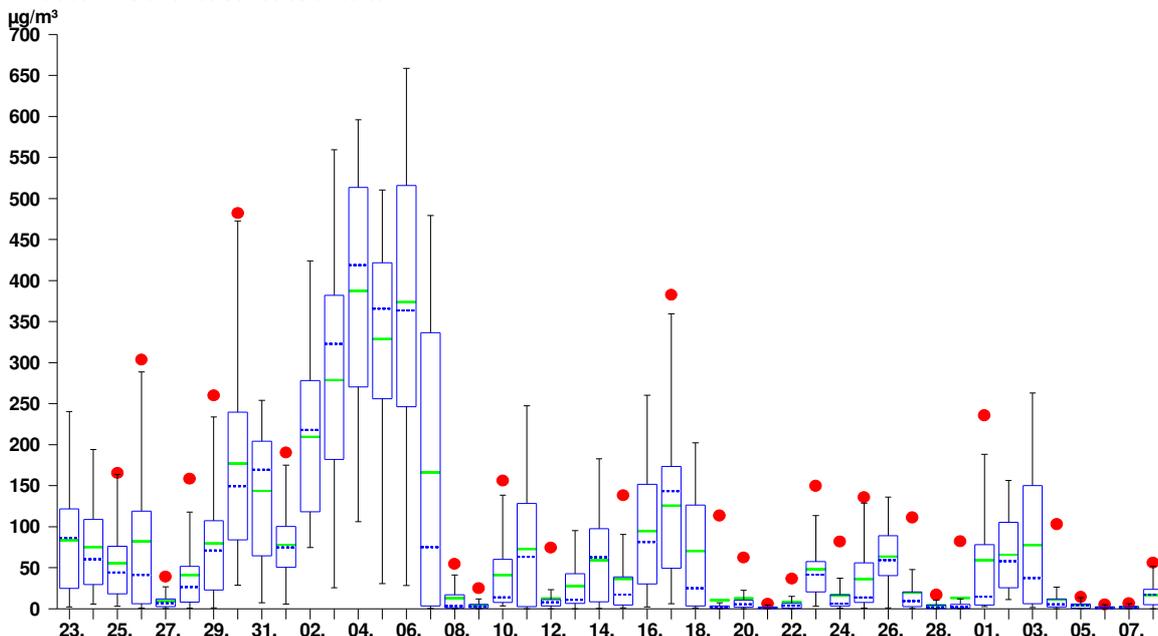


Vergleich der PM10-Konzentrationen während der Messungen 2004



4.2.2 Stickstoffmonoxid (NO)

Station: MOBILE 2 Messwert: NO MW-Typ: HMW
Zeitraum: 23.01.04-00:30 - 09.03.04-00:00 MEZ

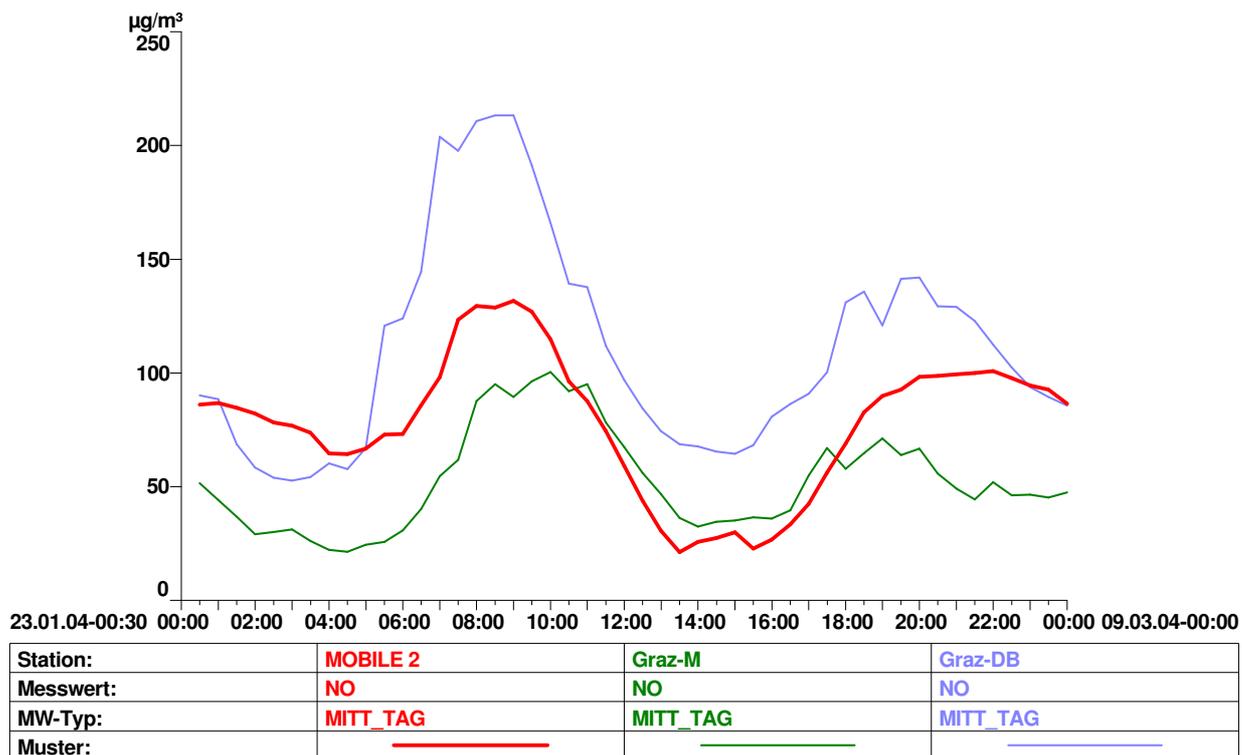


23.01.2004 - 09.03.2004	Messergebnisse NO in µg/m ³	Grenzwerte NO in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	659			
Mtmax	198			
TMWmax	388			
PMW	78			

Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO_x) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei machte der NO-Anteil etwa 95% des NO_x-Ausstoßes aus. Durch den Einsatz von Oxidationskatalysatoren in modernen dieselbetriebenen Kraftfahrzeugen sinkt der NO-Anteil im Abgas. Die Bildung von NO₂ erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O₂) oder mit Ozon (O₃) zu NO₂ verbindet.

Für Stickstoffmonoxid existieren keine gesetzlichen Grenzwerte, da aus medizinischer Sicht NO₂ der relevantere Schadstoff ist. Für Rückschlüsse auf mögliche Verursacher ist eine Betrachtung der NO-Verläufe jedoch sinnvoll.

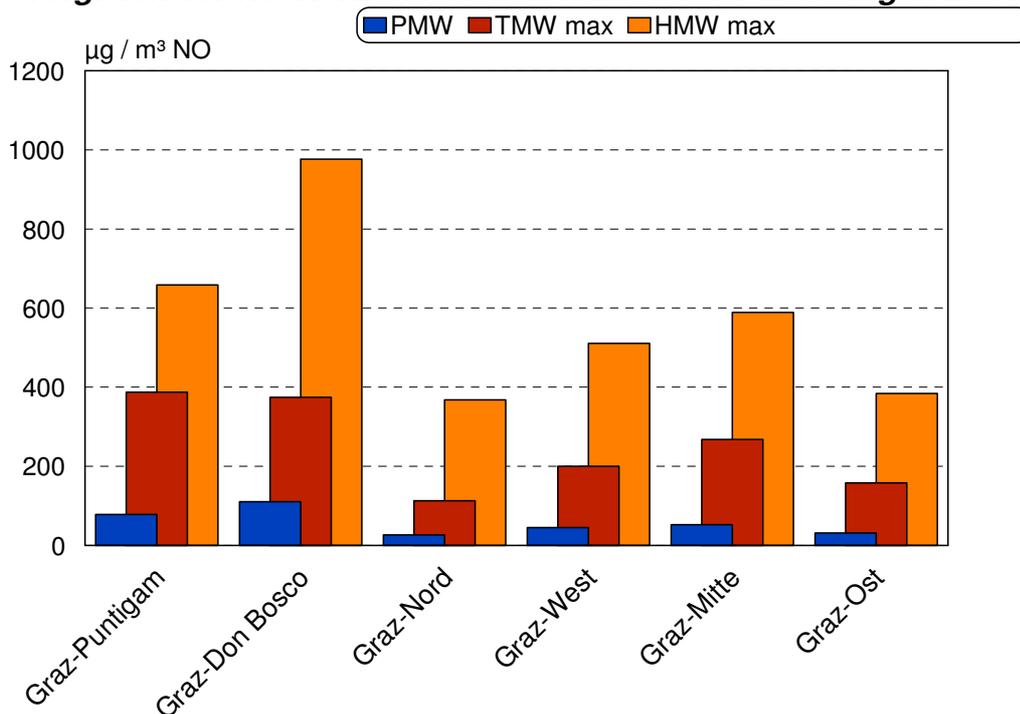
Der mittlere Tagesgang weist ein markantes Morgenmaximum zur Frühverkehrsspitze auf. Ein ebenfalls sehr deutliches Sekundärmaximum in den frühen Abendstunden und vergleichsweise hohe Belastungen während Nachtstunden sind für diesen Messstandort ebenfalls kennzeichnend. Die Konzentrationshöhen sind dabei fast durchwegs höher als an der Station Graz-Mitte.



Die hohen NO-Werte im Vergleich zur Gesamt-NO_x-Belastung sind eine Folge der Nähe zum Hauptemittenten (Motoremissionen auf der Triester Straße). Aufgrund der geringen Distanz und Transportzeit treffen die Stickoxide noch zum Großteil als NO am Messstandort ein, nur ein kleiner Teil ist in NO₂ umgewandelt.

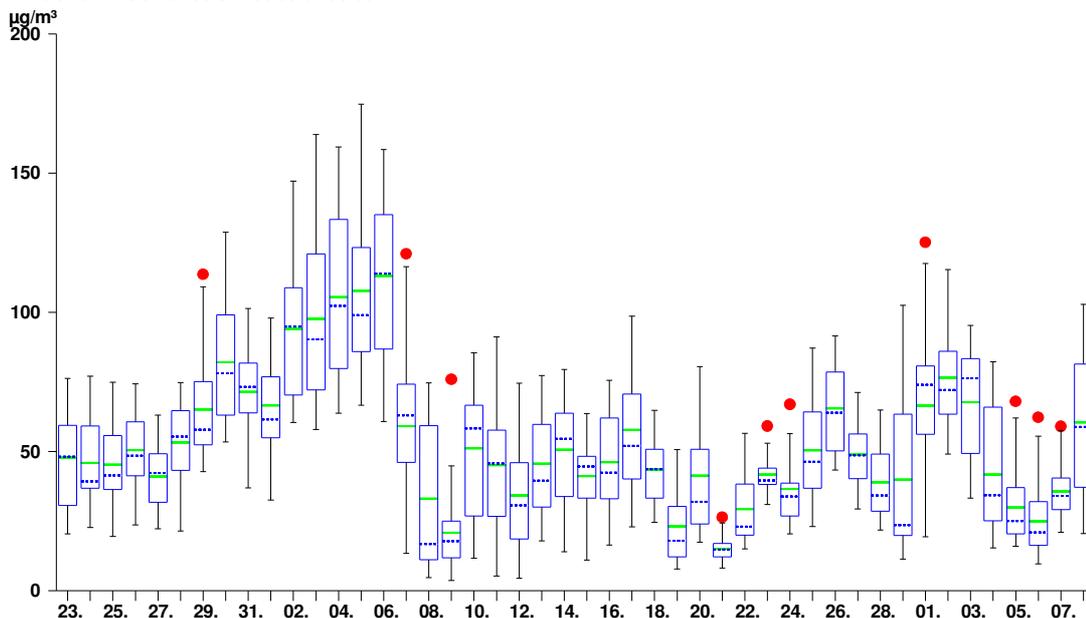
Eine Gegenüberstellung der NO-Konzentrationen an Grazer Messstationen bestätigt eine überdurchschnittliche Belastungssituation am Messstandort.

Vergleich der NO-Konzentrationen während der Messungen 2004



4.2.3 Stickstoffdioxid (NO₂)

Station: MOBILE 2 Messwert: NO₂ MW-Typ: HMW
 Zeitraum: 23.01.04-00:30 - 09.03.04-00:00 MEZ



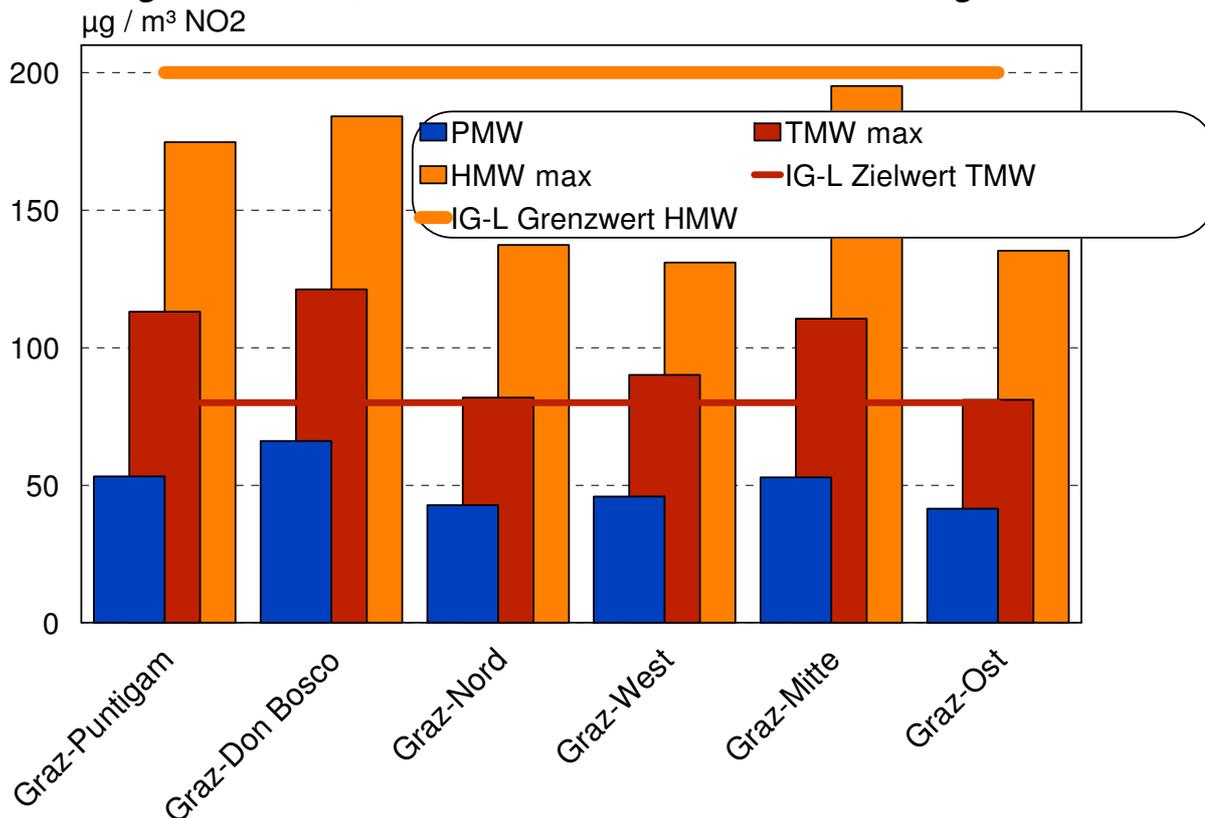
23.01.2004 - 09.03.2004	Messergebnisse NO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte / Zielwerte NO ₂ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	175	200	BGBl I Nr. 115/1997	87,5 %
Mtmax	90			
TMWmax	113	80	BGBl I Nr. 115/1997	141 %
PMW	53			

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

Am Messstandort wurden während der Messungen 2004 keine Überschreitungen des Grenzwertes für den maximalen Halbstundenmittelwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl I Nr. 115/1997) registriert. Der Zielwert für den maximalen Tagesmittelwert wurde jedoch speziell während der lufthygienisch ungünstigen Witterungsphase Anfang Februar mehrfach überschritten.

Im Vergleich mit anderen Messstationen in Graz sind die Belastungen als überdurchschnittlich zu bewerten, wobei die Konzentrationen dabei etwa im Bereich der ebenfalls stark von Verkehrsemissionen beeinflussten Stationen Don Bosco und Graz Mitte liegen.

Vergleich der NO₂-Konzentrationen während der Messungen in 2004



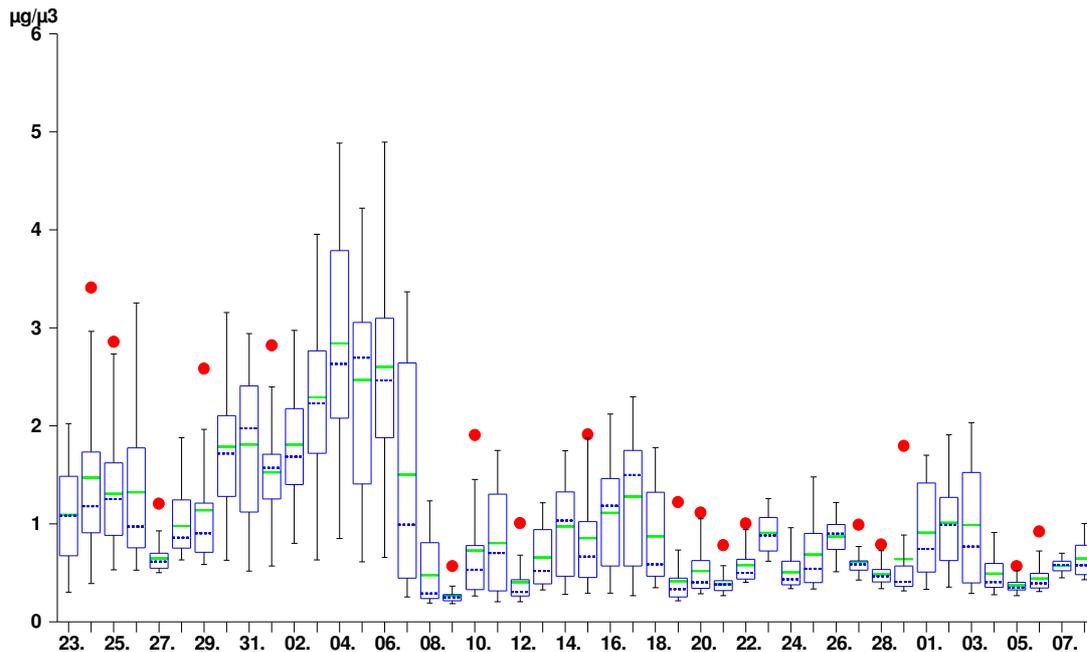
Grenzwert nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

4.2.4 Kohlenmonoxid (CO)

23.01.2004 - 09.03.2004	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	4,895			
Mtmax	1,963			
MW8max	4,079	10	BGBl. I Nr. 115/1997	41 %
TMWmax	2,841			
PMW	1,022			

Station: MOBILE 2 Messwert: CO MW-Typ: HMW

Zeitraum: 23.01.04-00:30 - 09.03.04-00:00 MEZ



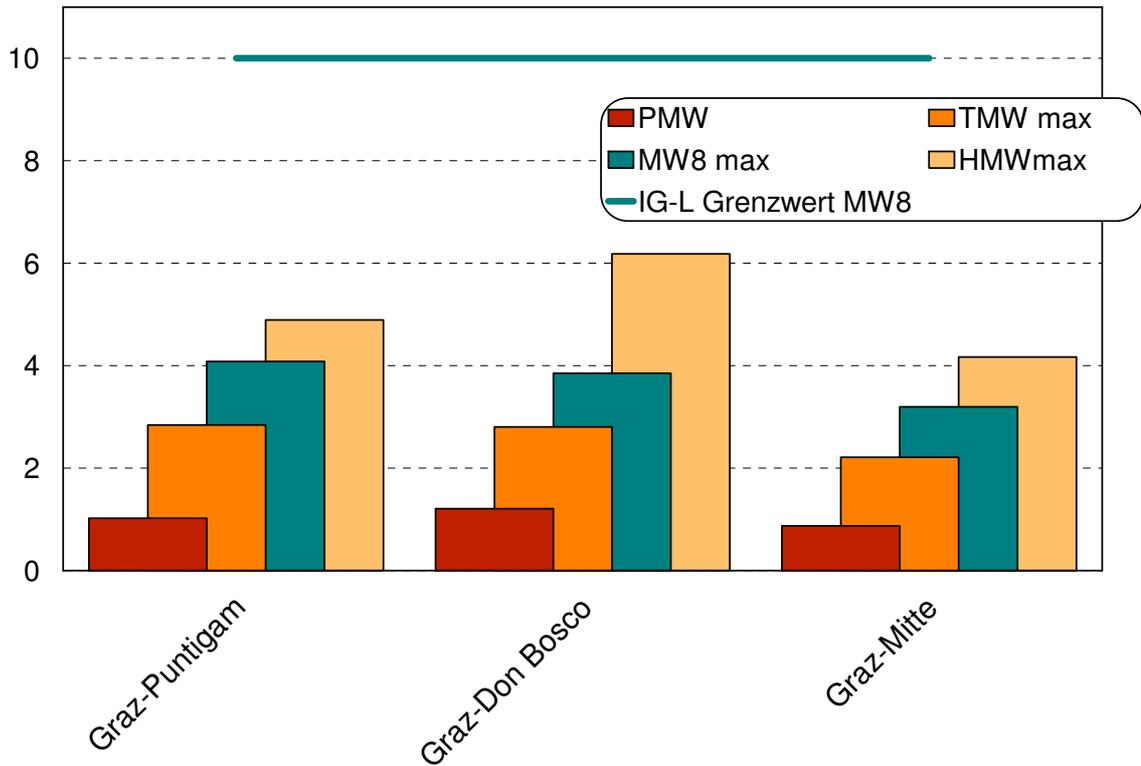
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der Kfz-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern jedoch im Allgemeinen stärker ab als bei den Stickstoffoxiden.

Die registrierten Konzentrationen blieben während der Messungen 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.

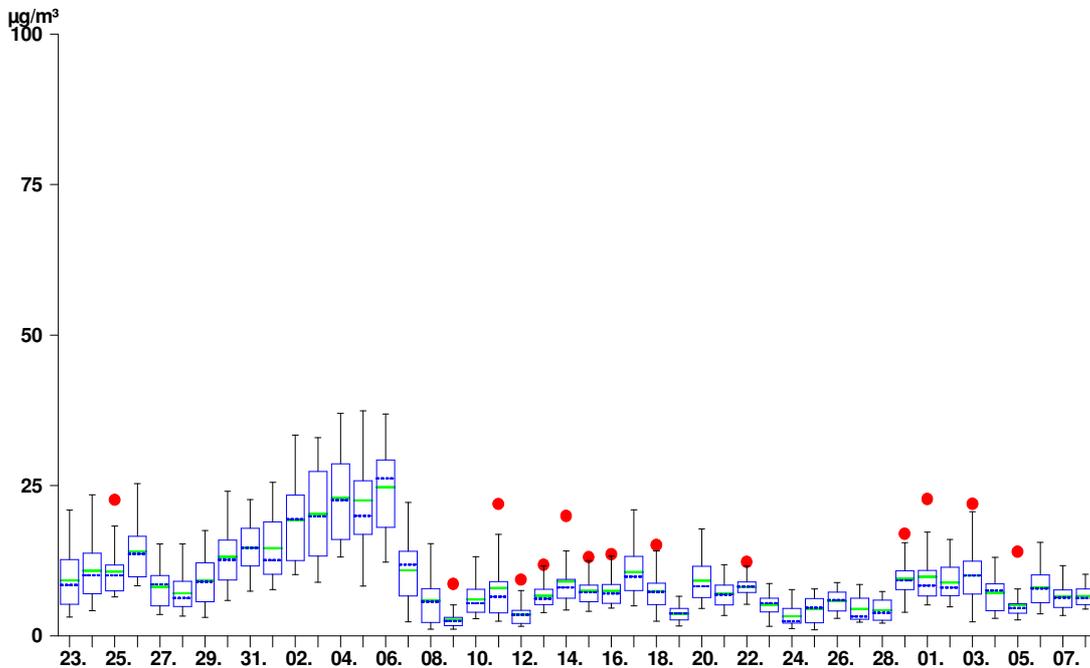
Die Ergebnisse der Immissionsmessungen weisen beim Kohlenmonoxid sowohl hinsichtlich der kurzfristigen Spitzenkonzentrationen als auch der Grundbelastung eine mit den Fixmessstellen Don Bosco und Graz-Mitte vergleichbare Belastungen auf.

Vergleich der CO-Konzentrationen während der Messungen 2004
 mg / m³ CO



4.2.5 Schwefeldioxid (SO₂)

Station: MOBILE 2 Messwert: SO₂ MW-Typ: HMW
 Zeitraum: 23.01.04-00:30 - 09.03.04-00:00 MEZ



23.01.2004 - 09.03.2004	Messergebnisse SO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	37	200	BGBl I Nr. 115/1997	18,5 %
Mtmax	17			
TMWmax	24	120	BGBl I Nr. 115/1997	20 %
PMW	9			

SO₂ wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt, Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit ungleich höher als im Sommer.

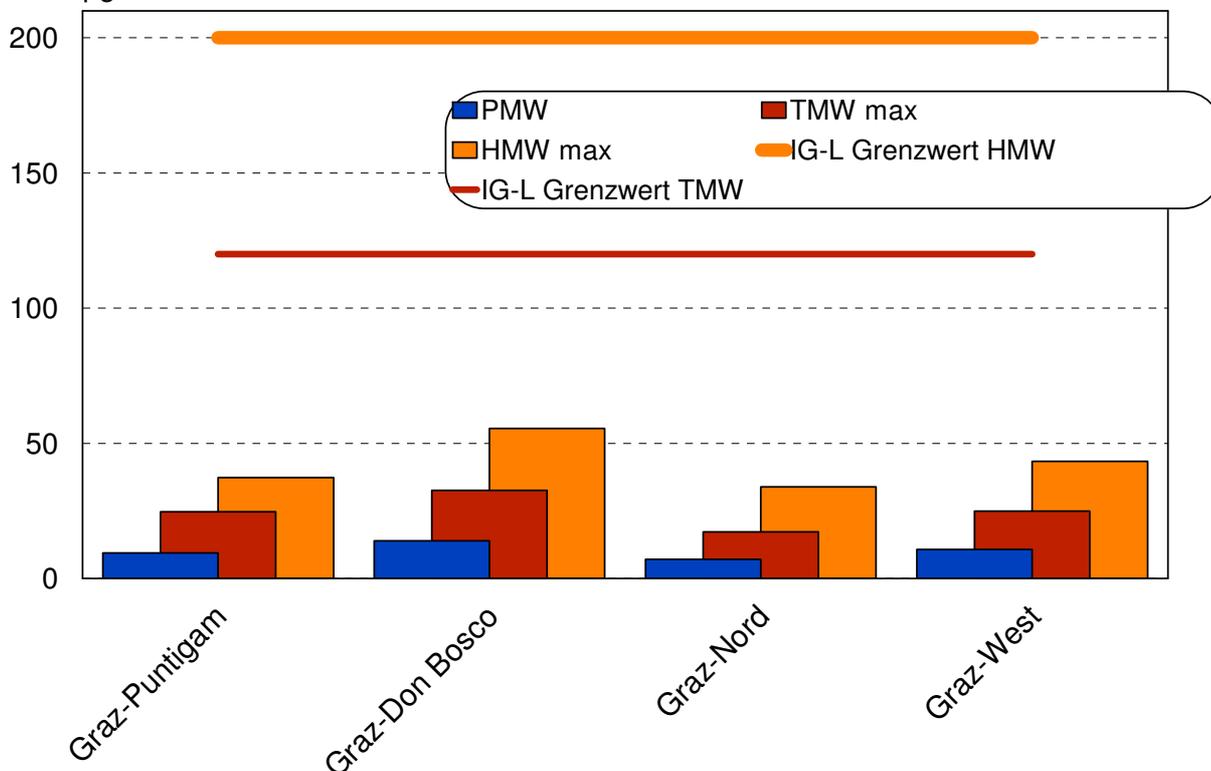
Die Schwefeldioxidkonzentrationen konnten in den letzten 20 Jahren durch diverse Maßnahmen (Hausbrandbereich, industrielle Emissionen, Schwefelreduktionen in Treib- und Brennstoffen) deutlich reduziert werden.

Bei den Messungen überschritten die maximalen Konzentrationen im Allgemeinen daher auch nicht 20% der Grenzwerte für das maximale Tagesmittel und das maximale Halbstundenmittel. Die höchsten Konzentrationen wurden dabei einmal mehr während der lufthygienisch ungünstigen austauscharmen Witterungsphase Anfang Februar erreicht.

Im Vergleich mit anderen Messstationen in Graz stellten sich die Belastungen als durchschnittlich dar.

Vergleich der SO₂-Konzentrationen während der Messungen 2004

µg / m³ SO₂



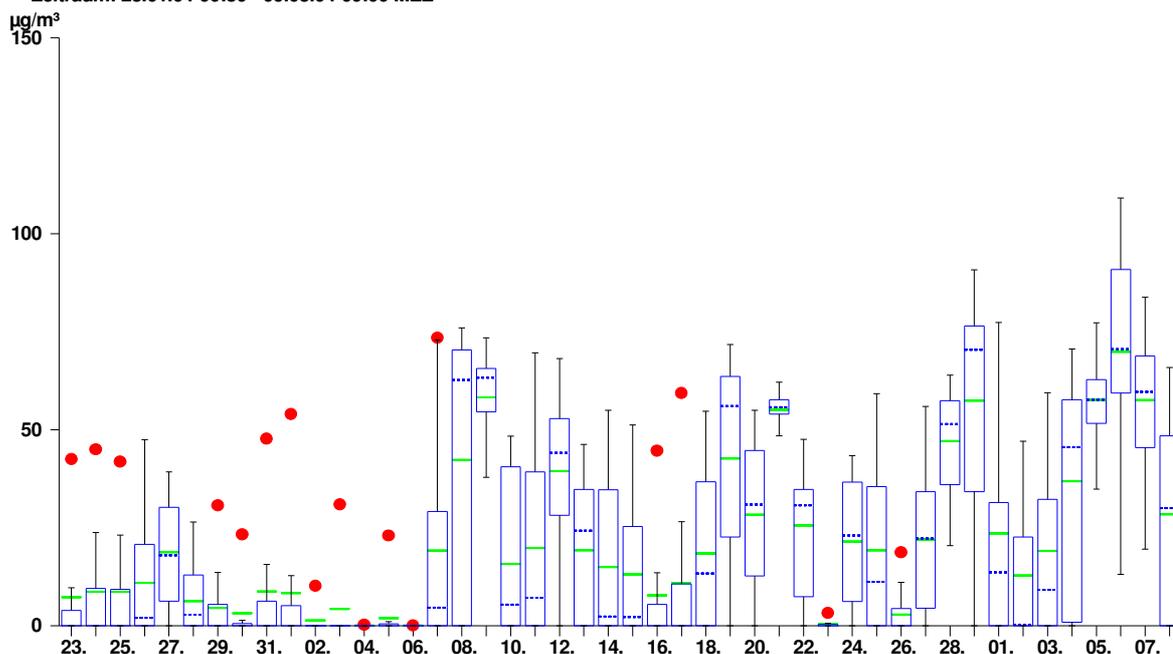
Grenzwerte nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

4.2.6 Ozon (O₃)

Die Ozonbildung erfolgt in der bodennahen Atmosphäre in der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit wesentlich stärker als in den Wintermonaten. Die Ozonmessung in Puntigam hat aufgrund der Jahreszeit daher nur eine eingeschränkte Aussage und wird im Folgenden vornehmlich der Vollständigkeit halber diskutiert.

23.01.2004 - 09.03.2004	Messergebnisse O ₃ in µg/m ³	Grenz- bzw. Zielwerte O ₃ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenz- bzw. Zielwertes
HMWmax	109			
Mtmax	51			
MW8max	98	120	BGBl. I Nr. 210/1992	82 %
TMWmax	70			
PMW	22			

Station: MOBILE 2 Messwert: O₃ MW-Typ: HMW
 Zeitraum: 23.01.04-00:30 - 09.03.04-00:00 MEZ

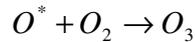


Ozon wird als vorwiegend sekundärer Luftschadstoff nur in sehr geringen Maß direkt freigesetzt, viel mehr bildet er sich aus luftchemischem Weg aus anderen luftfremden Stoffen. Eine wesentliche Rolle zur Ozonbildung kommt daher den Vorläufer-substanzen wie den Stickstoffoxiden und den Kohlenwasserstoffen zu, auf deren Emittenten bereits hingewiesen wurde. Für das Vorkommen von Ozon in der Außenluft sind daher die luftchemischen Umwandlungsbedingungen entscheidend.

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

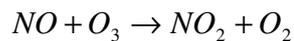


Das angeregte Sauerstoffatom vereinigt sich in der Folge mit dem in der Luft vorhandenen Sauerstoffmolekül zu Ozon.



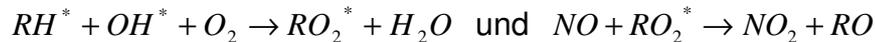
In Reinluftgebieten erfolgt die Rückbildung eher langsam über Depositionsvorgänge und (in deutlich geringerem Maß) über neuerliche Photodissoziation.

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



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

Hohe Ozonkonzentrationen werden erreicht, wenn Kohlenwasserstoffe vorhanden sind. Diese können entweder durch menschliche Aktivitäten aber auch durch Pflanzen (z.B. Isoprene, Terpene aus Nadelwäldern) in die Atmosphäre gelangen. Diese Kohlenwasserstoffe werden durch freie OH-Radikale oxidiert, dabei entstehen sogenannte Peroxidradikale R-O-O^{*}. Diese können wiederum Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid oxidieren, wodurch der Ozonabbau verringert wird.

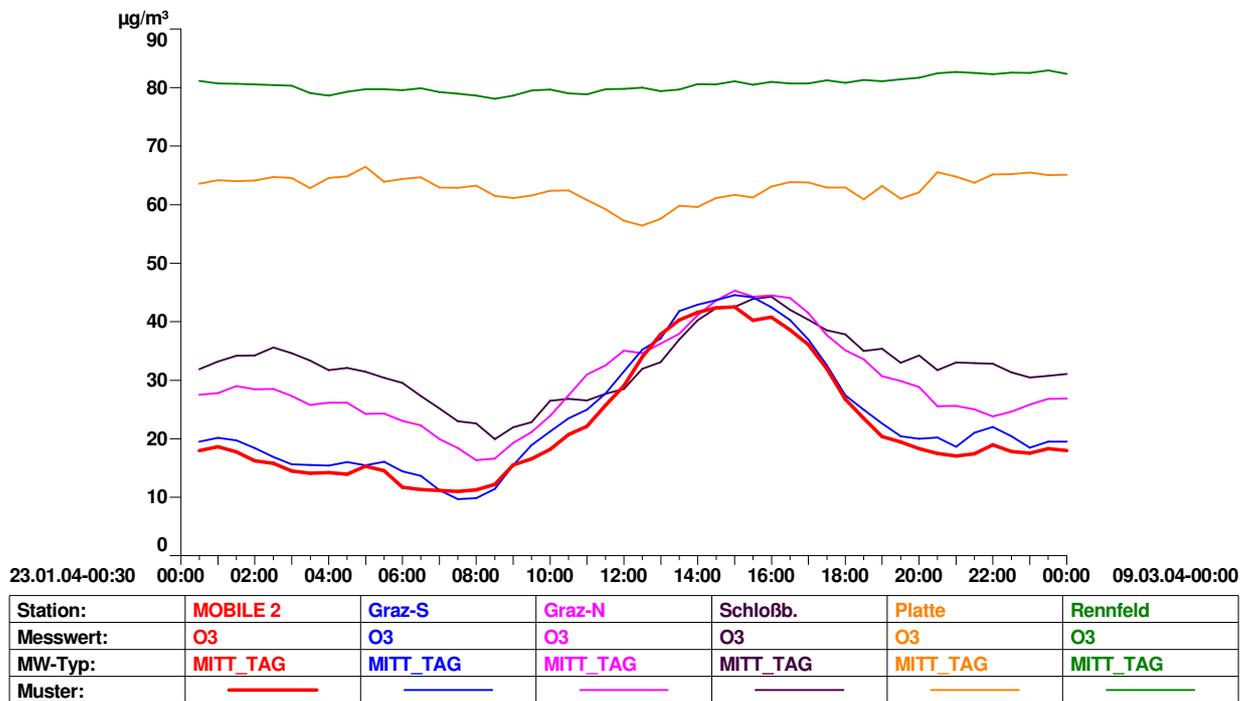


bzw.

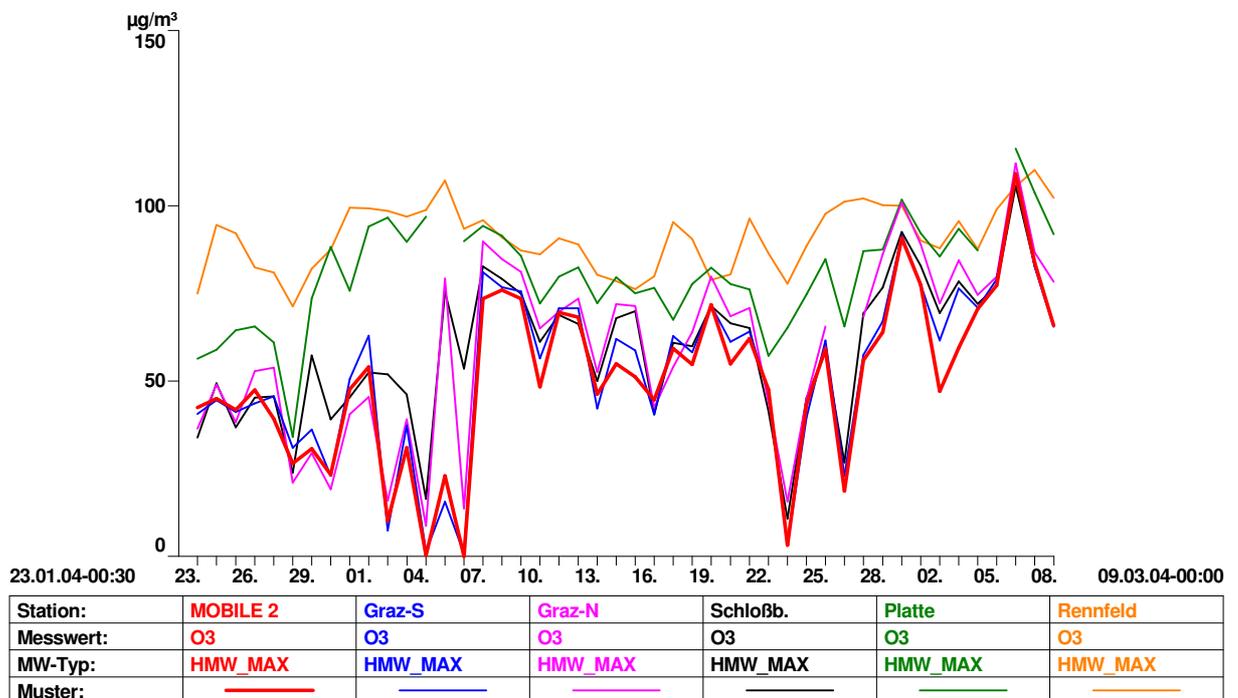


Das bedeutet, dass sich die Ozonspitzenkonzentrationen im Sommer zwar in unterschiedlichen Höhen und Siedlungsstrukturen (Stadt – Peripherie) in vergleichbaren Größenordnungen bewegen, dass aber die Tagesschwankung je nach Standort extrem variiert.

Die folgende Abbildung dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort Graz-Puntigam mit den Messstellen Graz-Süd, Graz-Nord, Schlossberg, Platte und Rennfeld. Die in dieser Abbildung sehr unterschiedlichen Mittagsmaxima sind jahreszeitlich bedingt und entsprechen nicht den für die Ozonsaison (Sommermonate) zu erwartenden Bedingungen. Die Talstationen im Stadtgebiet von Graz weisen einen für Tallagen typischen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsmaximum am Nachmittag auf. An den Höhenstationen auf der Platte und am Rennfeld tritt hingegen keine nächtliche Konzentrationsabsenkung mehr ein.



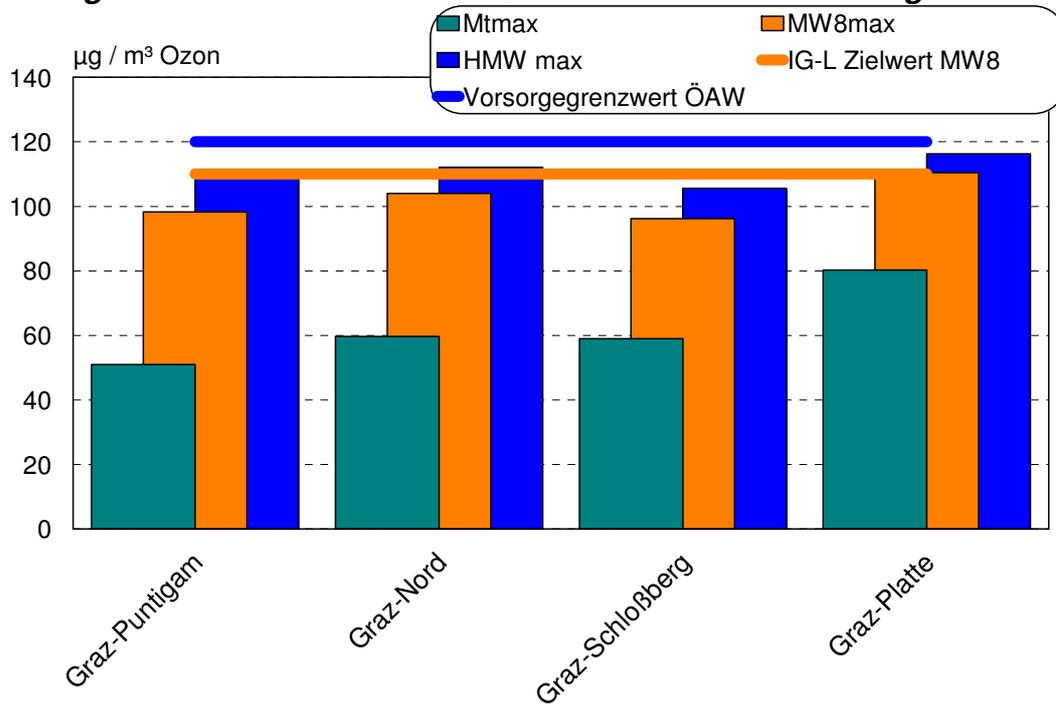
Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass die täglichen Ozonspitzenkonzentrationen am Standort Messstandort Graz-Puntigam im Vergleich zu den höher gelegenen Messstandorten Platte und Rennfeld zwar jahreszeitlich bedingt (siehe oben) niedriger bleiben, jedoch in ähnlichen Größenordnungen wie an anderen zentralen Stationen im städtischen Bereich von Graz liegen.



Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die zu erwartende Übereinstimmung mit den Witterungsverhältnissen. Bei strahlungsintensiven Hochdrucklagen wurden höhere Werte registriert als bei wolkenreichem Tiefdruckwetter, wobei allgemein der Jahreszeit entsprechend eher niedrige Werte registriert wurden. Im Vergleich mit anderen

Grazer Messstellen ergibt sich für den Messstandort in Puntigam ein durchschnittliches Belastungsniveau.

Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Messungen 2004



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.

Lazar, R. 1989 :

Lokalwindssysteme und zugehörige Temperaturschichtung und ihre Bedeutung für die Ausbreitung von Luftschadstoffen im Südosten von Graz (Köglerweg). Graz 5S.

Lazar, R. et al. 1994 :

Stadtklimaanalyse Graz.
Magistrat Graz, Stadtplanungsamt.
Graz 163S.

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, 2004:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
Jänner, Februar, März 2004. 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 Grenzwerte des Immissionsschutzgesetzes Luft und des Ozongesetzes gegenübergestellt.

Messperiodenmittelwert (PMW)

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

Tagesmittelwert (TMW)

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

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

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

Halbstundenmittelwert (HMW)

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

Mittleres tägliches Maximum (Mtm_{max})

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

Abkürzungen von meteorologischen Parametern und Messwerttypen

LUTE	Lufttemperatur
WIGE	Windgeschwindigkeit
NIED	Niederschlag
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.

