



Mobile Luftgütemessungen Graz-Geidorfplatz

24.01.2006 – 06.03.2006

Bericht Nr.: Lu-16-08

Dieser Bericht entstand unter Mitarbeit folgender Personen:

Autorin:	Ing. Waltraud Köberl
Für den Inhalt verantwortlich:	Dipl. Ing. Dr. Thomas Pongratz
Projektleitung:	Mag. Andreas Schopper
Messtechnik:	Gerhard Schrempf

Herausgeber

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 17C – Technische Umweltkontrolle
Referat Luftgüteüberwachung
Landhausgasse 7
8010 Graz
Telefon: 0316/877-2172 Fax: -3995

© November 2008

Informationen im Internet: <http://www.umwelt.steiermark.at>
Unter dieser Adresse ist auch dieser Bericht im Internet verfügbar

Bei Wiedergabe unserer Messergebnisse ersuchen wir um Quellenangabe!

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	5
2. Einleitung.....	6
3. Beurteilungsgrundlagen.....	8
3.1. Immissionsschutzgesetz - Luft, IG-L (BGBl. I Nr.115/1997 i.d.F. von BGBl I Nr.70/2007)	8
3.2. Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/1992 i.d.F. von BGBl I Nr.34/2003)	8
4. Die immissionsklimatische Situation in Graz.....	9
4.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet.....	9
4.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung	10
5. Mobile Immissionsmessungen	11
5.1. Ausstattung und Messmethoden	11
5.2. Messergebnisse und Schadstoffverläufe	12
5.2.1 Übersicht	12
5.2.2 Feinstaub (PM10).....	14
5.2.3 Stickstoffmonoxid (NO)	17
5.2.4 Stickstoffdioxid (NO ₂)	18
5.2.5 Schwefeldioxid (SO ₂).....	22
5.2.6 Kohlenmonoxid (CO).....	24
5.2.7 Ozon (O ₃)	26
6. Literatur.....	28
7. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen	28
7.1. Tabellen	28
7.2. Diagramme	29

1. Zusammenfassung

Aufgrund einer Anfrage des Bezirkrates wurden am Geidorfplatz in Graz mobile Luftgütemessungen von 24.01.2006 – 06.03.2006 durchgeführt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Luft am Geidorfplatz während des Messzeitraumes vor allem durch Emissionen aus dem KFZ-Verkehr zumindest gleich hoch belastet war wie der Kreuzungsbereich Kärntnerstraße/Roseggerstraße Nähe Don Bosco.

Die Feinstaubbelastung lag mit 30 Überschreitungen des Grenzwertes gemäß IG-L während der 6 Wochen andauernden Messungen sehr hoch. Auch für Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid wurden Konzentrationen registriert, wie sie sonst nur an der hoch belasteten Messstation Graz-Don Bosco festgestellt wurden. Bei den Luftschadstoffen Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid lag die Belastung auf durchschnittlichem Niveau, wie es auch sonst in Graz registriert wurde. Die Ozonbelastung war nicht nennenswert, da Ozon durch luftchemische Vorgänge während der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit verstärkt gebildet wird und sich deshalb die Ozonkonzentrationen im Winter generell auf niedrigem Niveau bewegen.

Die **Feinstaub-(PM10)-Konzentrationen** lagen auf einem ähnlich hohen Niveau, wie es an den belasteten Grazer Messstationen Graz-Süd, Graz-Mitte und Don Bosco registriert wurde. Der höchste gemessene Tagesmittelwert betrug mit $181 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 362% des Grenzwertes gemäß IG-L, es wurden im Messzeitraum 30 Überschreitungen dieses Grenzwertes festgestellt. Die derzeit tolerierten 30 Tage pro Kalenderjahr mit Grenzwertüberschreitungen können daher mit Sicherheit nicht eingehalten werden.

Die Belastung durch **Stickstoffmonoxid (NO)** und **Stickstoffdioxid (NO₂)** entsprach jener an der verkehrsnahen Messstation Graz-Don Bosco. Bei den NO-Konzentrationen lag der maximale HMW etwas niedriger als an der Messstation Don Bosco, doch bereits der maximale TMW und auch die längerfristige Belastung (MPMW) lagen etwas höher. Die NO₂-Konzentrationen übertrafen in allen Kennwerten sogar noch jene an der Messstation Don Bosco registrierten Werte.

Für **NO** gibt es keine gesetzlichen Grenzwerte; für **NO₂** erreichte der maximale Halbstundenmittelwert mit $245 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 123% des Grenzwertes gemäß IG-L, der Grenzwert wurde 12 mal überschritten. Der maximale Tagesmittelwert erreichte mit $139 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 174% des Zielwertes gemäß IG-L, der Zielwert wurde 26 mal überschritten.

Die Belastung durch **Schwefeldioxid** war in der gesamten Steiermark eher gering. Die Konzentrationen bewegten sich am Geidorfplatz auf durchschnittlichem Niveau, wie es auch sonst in Graz registriert worden war. Auch in den verschiedenen Bezirkshauptstädten wurden ähnlich hohe Belastungen registriert. Mit einem maximalen Halbstundenmittelwert von $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurden 21% des Grenzwertes gemäß IG-L erreicht, der maximale Tagesmittelwert von $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreichte 22% des Grenzwertes gemäß IG-L.

Die **Kohlenmonoxid**-Konzentrationen lagen ebenfalls in Höhe der Belastung an der Messstation Graz-Don Bosco, jedoch nur wenig über den an den übrigen Grazer Messstationen registrierten Konzentrationen. Zum Vergleich wurden an der Messstation Leoben-

Donawitz deutlich höhere Konzentrationen gemessen. Für diesen Luftschadstoff stehen nur die Messwerte an belasteten Messstationen als Vergleich zur Verfügung, da die Belastung in der gesamten Steiermark nur an wenigen relevanten Stationen erhoben wird. Die Konzentrationen erreichten mit einem maximalen MW_08 von 3,1 mg/m³ CO immerhin 31% des Grenzwertes gemäß IG-L.

Die **Ozonkonzentrationen** stellen ein eigenes Thema dar: Ozon wird nicht von Emittenten ausgestoßen, sondern aus Vorläufersubstanzen durch luftchemische Prozesse gebildet. Da dies überwiegend in der warmen, sonneneinstrahlungsreichen Jahreszeit passiert, spielen die Ozonkonzentrationen in den Wintermonaten keine Rolle. Dementsprechend lag die Ozonbelastung während der Messungen mit einem maximalen Einstunden-Mittelwert von 68 µg/m³ bzw. 38% der Informationsschwelle gemäß Ozongesetz auf einem niedrigen Niveau, auch der maximale Achtstunden-Mittelwert von 64 µg/m³ lag mit 53% des Zielwertes gemäß Ozongesetz deutlich unter den Vorgaben.

Somit ist die Luft am Geidorfplatz vor allem durch Emissionen aus dem KFZ-Verkehr stark belastet, die Feinstaub-, Stickstoffmonoxid- und Stickstoffdioxid-Konzentrationen entsprachen jenen an der stark belasteten, verkehrsnahen Messstation Graz-Don Bosco. Die Schwefeldioxid- und Kohlenmonoxid-Konzentrationen bewegten sich auf durchschnittlichem Grazer Niveau, die Ozonbelastung spielte aufgrund der Jahreszeit keine Rolle.

2. Einleitung

Die Luftgütemessungen am Geidorfplatz in Graz wurden auf Ersuchen des Bezirksrates von der Fachabteilung 17C, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt.

Die mobilen Immissionsmessungen erfolgten von 24.01.2006 – 06.03.2006 mit dem Ziel, über die Belastung der Luft am Geidorfplatz Aussagen treffen zu können und einen Vergleich mit dem übrigen Grazer Stadtgebiet zu erhalten.

Für die Mobile Messstation wurde ein Standort in der Nähe des Kreuzungsbereiches am Geidorfplatz ausgewählt, somit wurde vor allem der Einfluss des KFZ-Verkehrs erhoben.

Die folgenden Abbildungen geben einen Überblick über den Standort der Mobilien Messstation:

Abbildung 1: Katasterplan des Standortes der Mobilien Messstation



Abbildung 2: Standort der Mobilien Messstation



3. Beurteilungsgrundlagen

3.1. Immissionsschutzgesetz - Luft, IG-L (BGBl. I Nr.115/1997 i.d.F. von BGBl I Nr.70/2007)

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 1 wiedergegeben sind:

Tabelle 1: Grenzwerte gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L)

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

Luftschadstoff	HMW	MW3	MW8	TMW	JMW
Schwefeldioxid SO ₂	200 ¹⁾	<u>500</u>		120	
Kohlenstoffmonoxid CO			10		
Stickstoffdioxid NO ₂	200	<u>400</u>		80	30 ²⁾
Feinstaub PM10				50 ^{3) 4)}	40 (20)

HMW = Halbstundenmittelwert

MW3 = Dreistundenmittelwert

MW8 = Achtstundenmittelwert

TMW = Tagesmittelwert

JMW = Jahresmittelwert

- 1) Drei Halbstundenmittelwerte SO₂ 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) Der Immissionsgrenzwert von 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gilt ab 1.1.2012. Bis dahin gelten Toleranzmargen, um die der Grenzwert überschritten werden darf, ohne dass die Erstellung von Statuserhebungen oder Maßnahmenkatalogen erfolgen muss. Bis dahin ist als Immissionsgrenzwert anzusehen (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$):

2005 - 2009	40
2010 - 2011	35
- 3) Pro Kalenderjahr ist die folgende Zahl von Überschreitungen zulässig:

bis 2004	35
2005 -2009	30
ab 2010	25
- 4) Als Zielwert gilt eine Anzahl von maximal 7 Überschreitungen pro Jahr

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

Mit dem Ozongesetz wurden Regeln für den Umgang mit erhöhten Ozonkonzentrationen festgelegt. Es wurden Grenzwerte fixiert sowie die Information der Bevölkerung im Falle erhöhter Ozonbelastungen geregelt. Außerdem wurde hier der Grundstein für einen Österreich weiten einheitlichen Datenaustausch von Luftgütendaten gelegt.

Das Bundesgebiet ist in 8 Ozonüberwachungsgebiete eingeteilt, die nicht mit den Bundesländergrenzen übereinstimmen, sondern die sich an österreichischen Großlandschaften orientieren. Graz liegt im Überwachungsgebiet 2 „Südostösterreich mit mittlerem Murta“.

Tabelle 2: Informations- und Alarmwerte für Ozon

Informationsschwelle	180 µg/m ³ als Einstundenmittelwert
Alarmschwelle	240 µg/m ³ als Einstundenmittelwert

Tabelle 3: Zielwerte für Ozon

	ab 2010
Menschliche Gesundheit	120 µg/m ³ als gleitender Achtstundenmittelwert (MW08_1); im Mittel über 3 Jahre nicht mehr als 25 Tage mit Überschreitung
Vegetation	18.000 µg/m ³ .h als AOT40 *) im Zeitraum Mai bis Juli im Mittel über 5 Jahre

*) AOT40 bedeutet die Summe der Differenzen zwischen den Konzentrationen über 80 µg/m³ als Einstundenmittelwerte und 80 µg/m³ unter ausschließlicher Verwendung der Einstundenmittelwerte zwischen 8 und 20 Uhr MEZ.

4. Die immissionsklimatische Situation in Graz

4.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet

Der Witterungsablauf und die geländeklimatischen Gegebenheiten spielen eine wesentliche Rolle für die Ausbreitung von Luftschadstoffen.

Die Lage des Messstandortes entspricht nach H. Wakonigg der Klimalandschaft 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 9,4°C, das Jännermittel etwa -1°C und das Julimittel 19,5°C. Der Jahresgang der Niederschläge weist ein Winterminimum (Jänner ca. 25 mm) und ein breiteres Sommermaximum (Juni und Juli jeweils um 120 mm) auf, die Jahresniederschlagsmenge beträgt rund 820 mm, die an zirka 90 Tagen pro Jahr fällt. Die mittleren Windgeschwindigkeiten sind eher gering (1 bis 2 m/s) und weisen im Jahresgang ein Frühjahrsmaximum und ein Herbstminimum auf. Die Hauptwindrichtung Achse 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 in Graz ist das Murtalwindssystem, das tagsüber durch murtalaufwärts gerichtete Winde aus Süd in Erscheinung tritt, die in den Sommermonaten 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 Graz durch nördliche Richtungen beherrscht. Diese Murtalauswindströmung hebt allerdings über dem Stadtzentrum von Graz meist ab und ist weiter südlich 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 (vom Stadtzentrum Graz bis zum südlichen Stadtrand von 60 auf 90 Tage/Jahr zunehmend).

4.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung

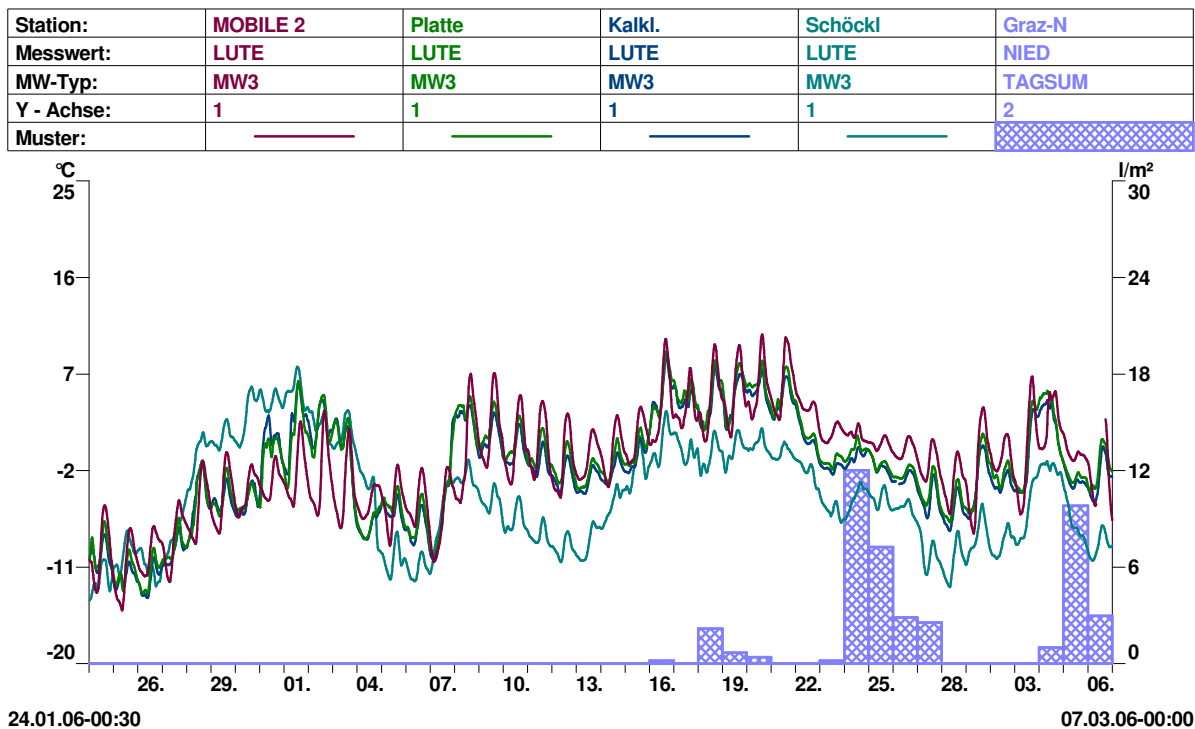
Der Jänner 2008 war deutlich zu kalt, und nur im südöstlichen Alpenvorland entsprachen die Niederschlagssummen dem langjährigen Durchschnitt. Verantwortlich für die tiefen Temperaturen waren vor allem zwei länger andauernde stabile Hochdruckphasen, von denen eine zudem noch durch Luftmassenzufuhr aus Norden verstärkt wurde. Diese winterlichen Hochdruckeinflüsse bewirkten große tägliche Temperaturschwankungen und damit verbunden verstärkte Bildung von Bodeninversionen, die die Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe ungünstig beeinflussten.

Auch der Februar 2006 blieb zu kalt und weitgehend zu trocken aufgrund stabiler Hochdruckphasen in der ersten Monatshälfte einerseits und der geschlossenen Schneedecke andererseits. Mitte des Monats brachte ein Atlantiktief Zufuhr feucht-milder Luftmassen, die einen Anstieg der Temperaturen und Niederschläge im ganzen Land brachten. Im letzten Monatsdrittel bewirkte die Bewölkung durch ein Mittelmeertief verringerte nächtliche Ausstrahlung, was die täglichen Temperaturschwankungen reduzierte und der Bildung von Inversionen entgegenwirkte. Gleichzeitig fielen vor allem im Süden ausreichend Niederschläge. Ende des Monats bewirkte die Zufuhr kalter und teilweise feuchter Luft aus Nordwest wieder Abkühlung und durch den geringeren Bewölkungsgrad wieder größere tägliche Temperaturschwankungen.

Der März war wiederum zu kalt und auch zu trocken. Die erste Märzwoche war geprägt von mehreren Tiefdruckgebieten, wobei vor allem am 5. ergiebige Schneefälle verzeichnet wurden. So war das Ende der Messungen am Geidorfplatz von guten Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe gekennzeichnet.

Generell kann der Witterungsablauf während der Messungen als repräsentativ bezeichnet werden. Die Hochdruckphasen im Jänner und Februar bewirkten Perioden mit sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe, was unter anderem auch eine Erklärung für die Höhe der in diesen Zeiträumen in Graz gemessenen Immissionen darstellt.

Abbildung 3: Lufttemperatur am Geidorfplatz während der mobilen Messungen 24.01.06 – 06.03.06 (Niederschlag an der Messstation Graz-Nord)



5. Mobile Immissionsmessungen

5.1. Ausstattung und Messmethoden

Die mobile Luftgütemessstation zeichnet den Schadstoffverlauf 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:

Tabelle 4: Ausstattung des Messcontainers

Schadstoff	Messmethode	Gerätetyp
Schwefeldioxid SO ₂	UV-Fluoreszenzanalyse	Horiba APSA 360
Feinstaub PM ₁₀	Beta-Strahlenabsorption	FH 62 IR
Stickstoffoxide NO, NO ₂	Chemolumineszenzanalyse	Horiba APNA 360
Kohlenmonoxid CO	Infrarotabsorption	Horiba APMA 360
Ozon O ₃	UV-Photometrie	Horiba APOA 360

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

5.2. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

5.2.1 Übersicht

Tabelle 5: Übersicht Schadstoffbelastung 24.01.2006 – 06.03.2006

Schadstoff	PM10	NO ₂	NO ₂
Messwerttyp	TMWmax [µg/m ³]	HMWmax [µg/m ³]	TMWmax [µg/m ³]
Konzentration	181	245	139
Grenzwert IG-L	50	200	80 1)
Überschreitungen	30	12	26

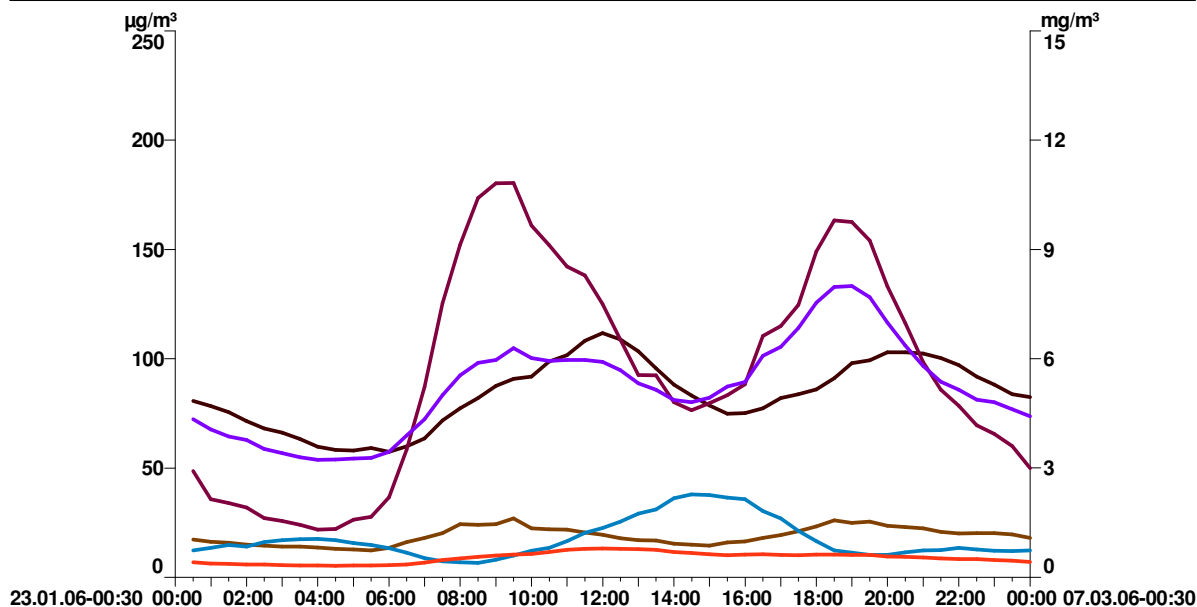
1) Zielwert IG-L

Schadstoff	SO ₂	SO ₂	Ozon	CO
Messwerttyp	HMWmax [µg/m ³]	TMWmax [µg/m ³]	MW8_1max [µg/m ³]	MW08max [mg/m ³]
Konzentration	41	26	64	3,1
Grenzwert IG-L	200	120	120 2)	10
Überschreitungen	0	0	0	0

2) Zielwert Ozongesetz

Abbildung 4: Mittlerer Tagesgang der Schadstoffbelastung 24.01.06 – 06.03.06

Messwert:	NO ₂	NO	STBK 10	SO ₂	O ₃	CO
MW-Typ:	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG
Y - Achse:	1	1	1	1	1	2
Muster:						



Die PM₁₀-Konzentrationen zeigten einen erkennbaren Tagesgang mit einem Anstieg in den Vormittagsstunden bis Mittag, einem leichten Absinken am Nachmittag und einem weiteren Anstieg in den Abendstunden, was – ebenso wie der Tagesgang bei den Stickoxiden – hauptsächlich vom Berufsverkehr in Verbindung mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen (Inversionen) verursacht wird.

Auch bei den Stickoxiden (NO, NO₂) war ein deutlicher Tagesgang mit einem Konzentrationsmaximum am Morgen und am Abend erkennbar, der ganz typisch für Berufsverkehr ist. Ein weiteres Kennzeichen für die Belastung aus dem KFZ-Verkehr waren die wesentlich höheren Stickstoffmonoxid-Konzentrationen, da Kraftfahrzeuge zu 75% - 90% NO emittieren, das erst später durch luftchemische Vorgänge zu Stickstoffdioxid (NO₂) umgewandelt wird. Aus dem mittleren Tagesgang der Schadstoffkonzentrationen (Abbildung 4) ist ersichtlich, dass die NO-Konzentrationen in den Morgenstunden – mit Einsetzen des Berufsverkehrs – sehr schnell anstiegen, während die NO₂-Konzentrationen noch deutlich darunter blieben. Über Mittag wurde NO rasch wieder abgebaut, NO₂ blieb jedoch beinahe auf demselben Niveau. Gegen Abend – wieder um die Zeit des stärksten Verkehrs – stiegen bei beiden Schadstoffen die Konzentrationen nochmals an. Über Nacht sank die Stickstoffmonoxid-Belastung stark ab, während jetzt die Stickstoffdioxid-Konzentrationen trotz eines Rückganges deutlich darüber lagen.

Die Schwefeldioxid-Belastung war nicht nennenswert, auch war kein Tagesgang erkennbar, die Konzentrationen bewegten sich auf gleich bleibendem Niveau. Da SO₂ hauptsächlich aus Heizungsanlagen und Industriebetrieben emittiert wird, ist die geringe Belastung auf die fast flächendeckende Versorgung mit Fernwärme in Graz sowie auf das Fehlen von Industriebetrieben im reinen Wohnbezirk Geidorf zurückzuführen.

Bei den Kohlenmonoxid-Konzentrationen waren leichte Anstiege in den Morgen- und Abendstunden erkennbar, jedoch nicht so deutlich ausgeprägt wie bei Feinstaub und Stickoxiden. Die Konzentrationen bewegten sich auf durchschnittlichem Niveau, wie es auch an den Messstationen Graz-Süd und Graz-Don Bosco registriert wurde.

Da die Bildung von Ozon sehr stark von der Sonneneinstrahlung abhängt und in den Wintermonaten deshalb nicht relevant ist, wird hier die Belastung mit Ozon nur der Vollständigkeit halber diskutiert. Wie auch in Sommermonaten war ein Tagesgang der Ozonbelastung mit einem Maximum in den Nachmittagsstunden und einem Konzentrationsminimum am Morgen festzustellen, insgesamt blieb die Belastung jedoch deutlich unter jener, wie sie in Sommermonaten registriert wird.

5.2.2 Feinstaub (PM10)

Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Die Luftgütemesspraxis zeigt aber auch, dass diffusen Emissionsquellen eine ganz wesentliche Bedeutung zukommt. Als diffuse Quellen sind beispielsweise der Straßenstaub (Streusplitt und Streusalz), Blütenstaub, das Bewirtschaften von Ackerflächen oder die Heuernte in ländlichen Gegenden, das Abheizen von Gartenabfällen und das Abbrennen von Böschungen zu nennen.

In urbanen Räumen und im Nahbereich von stark frequentierten Verkehrsträgern ist 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 (NO₂, SO₂, Ammoniak) in sekundäre Partikel (Nitrat, Sulfat, Ammonium).

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

Tabelle 6: Feinstaub-Konzentrationen 24.01.2006 – 06.03.2006

24.01.06-06.03.06	Messergebnisse PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Grenzwerte PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax - maximaler Halbstundenmittelwert	294			
97,5-Perzentil	200			
Mtmax - durchschnittlicher täglicher HMWmax	152			
TMWmax - maximaler Tagesmittelwert	181	50	BGBI. I Nr.115/1997	362%
Anzahl Überschreitungen	30			
MPMW - Messperiodenmittelwert	84			

Abbildung 5: Box-Plot-Darstellung der PM10-Belastung 24.01.2006 – 06.03.2006

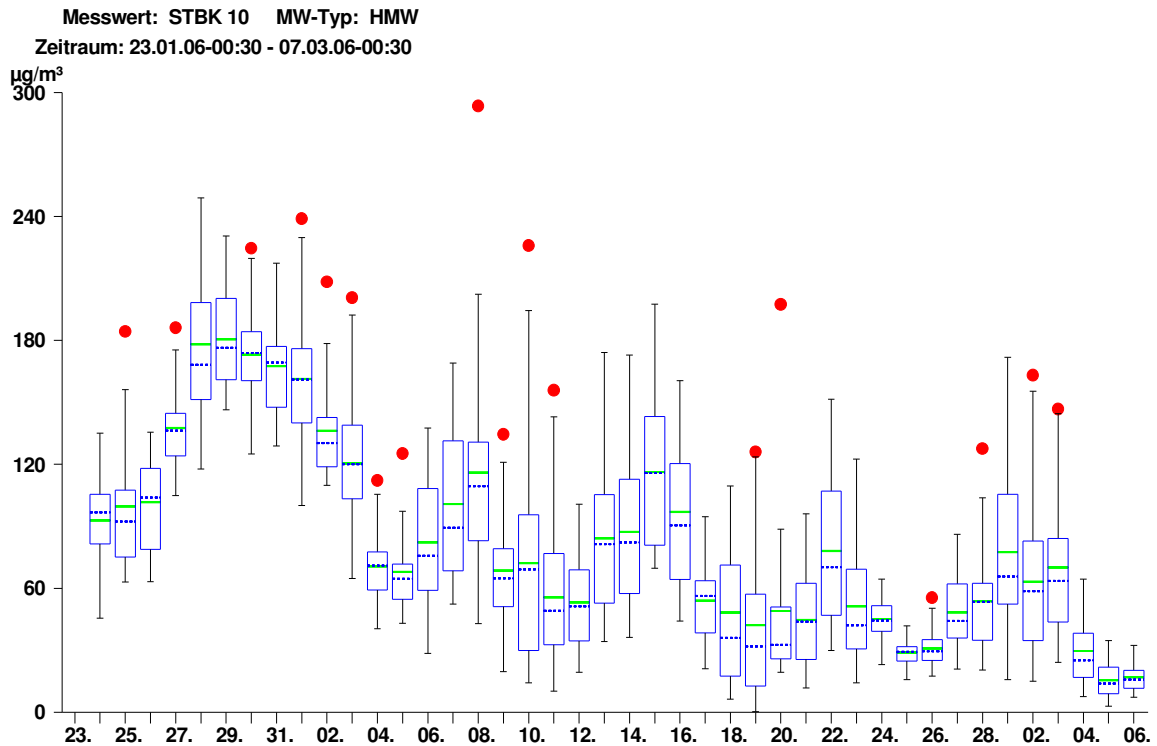
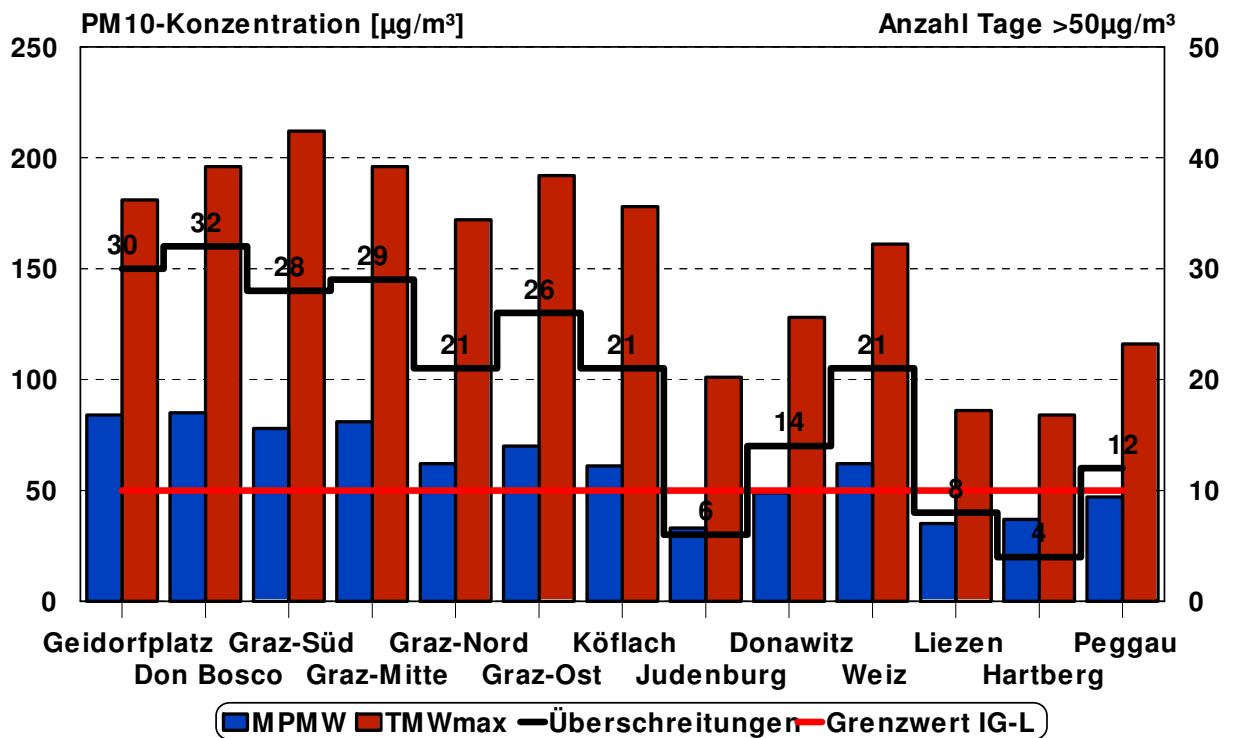


Abbildung 6: Feinstaubkonzentrationen im Vergleich mit Grazer und steirischen Referenz-Messstationen 24.01.06 – 06.03.06



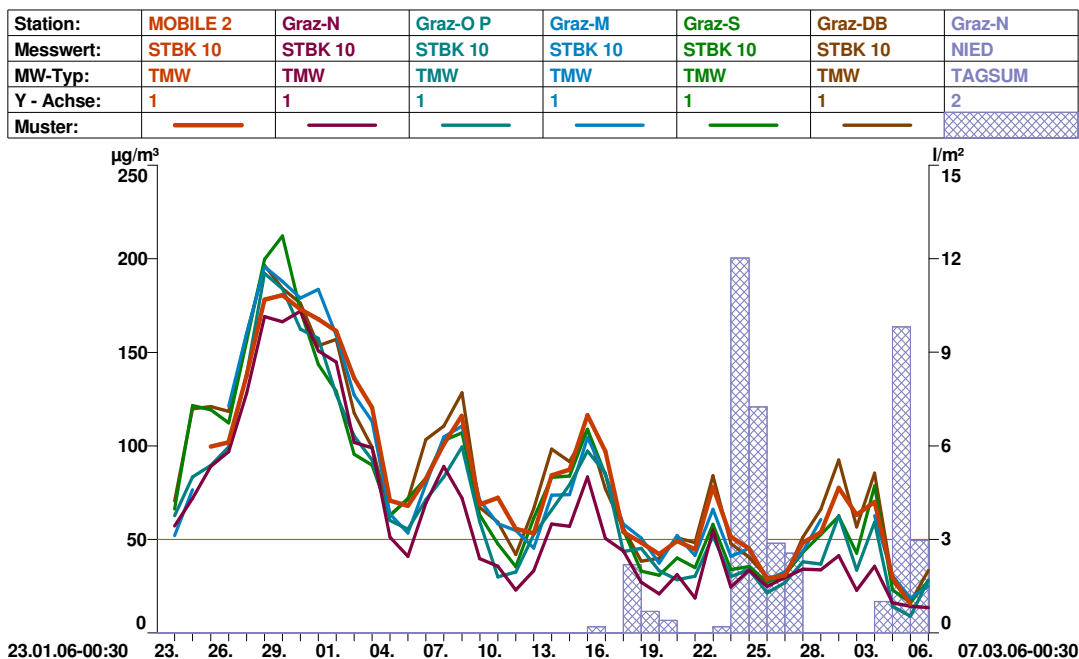
Aufgrund des Standortes der mobilen Messstation am Geidorfplatz wurden erwartungsgemäß sehr hohe Feinstaubkonzentrationen registriert, die jenen an der verkehrsnahen

automatischen Messstation Graz-Don Bosco entsprachen. Der maximale Tagesmittelwert von 181 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (362% des Tagesmittel-Grenzwertes) lag zwar etwas niedriger als an den ebenfalls hoch belasteten Messstationen Graz-Süd und Graz-Mitte, der längerfristige Mittelwert über die gesamte Messperiode von 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ war jedoch – wie auch die Häufigkeit der Überschreitungen des Tagesmittel-Grenzwertes – gemeinsam mit der Messstation Graz-Don Bosco von allen zum Vergleich herangezogenen Messstationen am höchsten.

Insgesamt kann die Belastung durch Feinstaub am Geidorfplatz mit 30 Überschreitungen des Tagesmittel-Grenzwertes gemäß IG-L während der 6 Wochen dauernden Messungen als sehr hoch eingestuft werden, die laut IG-L tolerierten 30 Überschreitungen des Tagesmittel-Grenzwertes je Kalenderjahr können mit Sicherheit nicht eingehalten werden.

Aus Abbildung 7 ist gut erkennbar, dass sich PM10-Konzentrationen großräumig bewegen. Die registrierten Tagesmittelwerte waren zwar an den einzelnen Messstationen unterschiedlich hoch, die Konzentrationen zeigten aber in ganz Graz einen annähernd identischen Verlauf. Auch der Witterungseinfluss spielt bei der Feinstaubbelastung eine große Rolle: Der Beginn der Messungen Ende Jänner 2006 war geprägt durch winterliche Hochdruckeinflüsse mit starken täglichen Temperaturschwankungen und dadurch bedingter Bildung von Bodeninversionen. Das bewirkte eine Anreicherung von Luftschadstoffen, sodass bis Mitte Februar die höchsten Feinstaubkonzentrationen registriert wurden. Ein Atlantiktief bewirkte ab Mitte Februar ein Absinken der Belastung, danach konnten sich gegen Ende Februar Luftschadstoffe wieder anreichern. Zu Ende der Messungen Anfang März 2006 bewirkten mehrere Tiefdruckgebiete und Niederschläge bessere Ausbreitungsbedingungen und damit verbunden auch niedrigere Feinstaubkonzentrationen.

Abbildung 7: Tagesmittelwerte PM10 im Vergleich zur Niederschlagstätigkeit (24.01.06 – 06.03.06)



5.2.3 Stickstoffmonoxid (NO)

Tabelle 7: Stickstoffmonoxid-Konzentrationen 24.01.06 – 06.03.06

24.01.06-06.03.06	Messergebnisse NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Grenzwerte NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax - maximaler Halbstundenmittelwert	518			
97,5-Perzentil	301			
Mtmax - durchschnittlicher täglicher HMWmax	266			
TMWmax - maximaler Tagesmittelwert	214			
MPMW - Messperioden-mittelwert	92			

**Abbildung 8: Box-Plot-Darstellung der Stickstoffmonoxidbelastung
24.01.06 – 06.03.06**

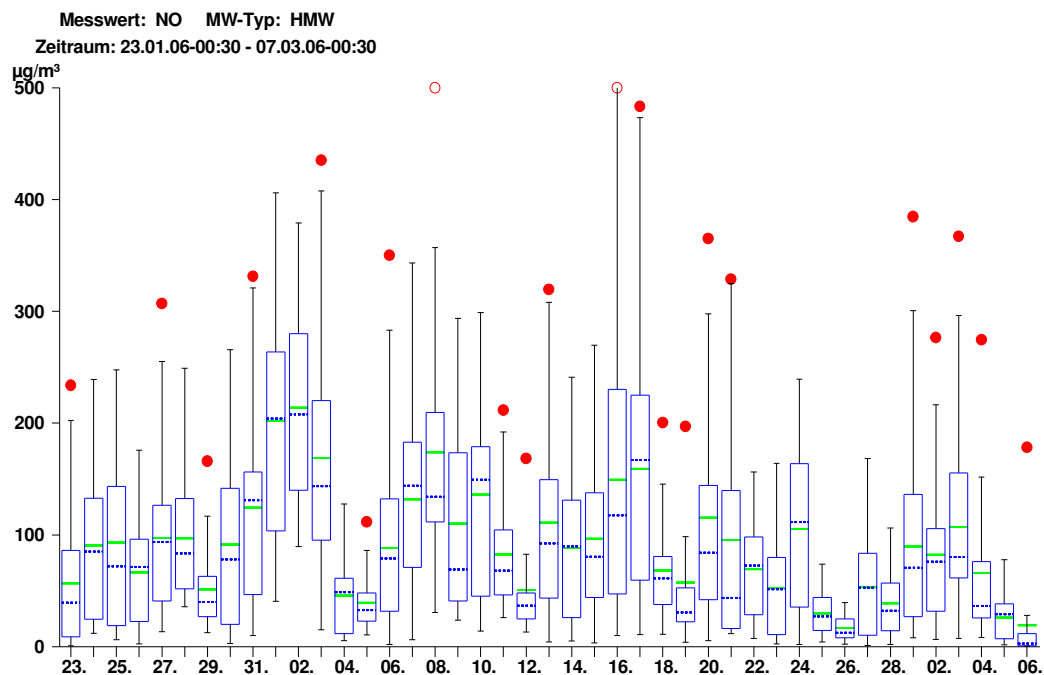
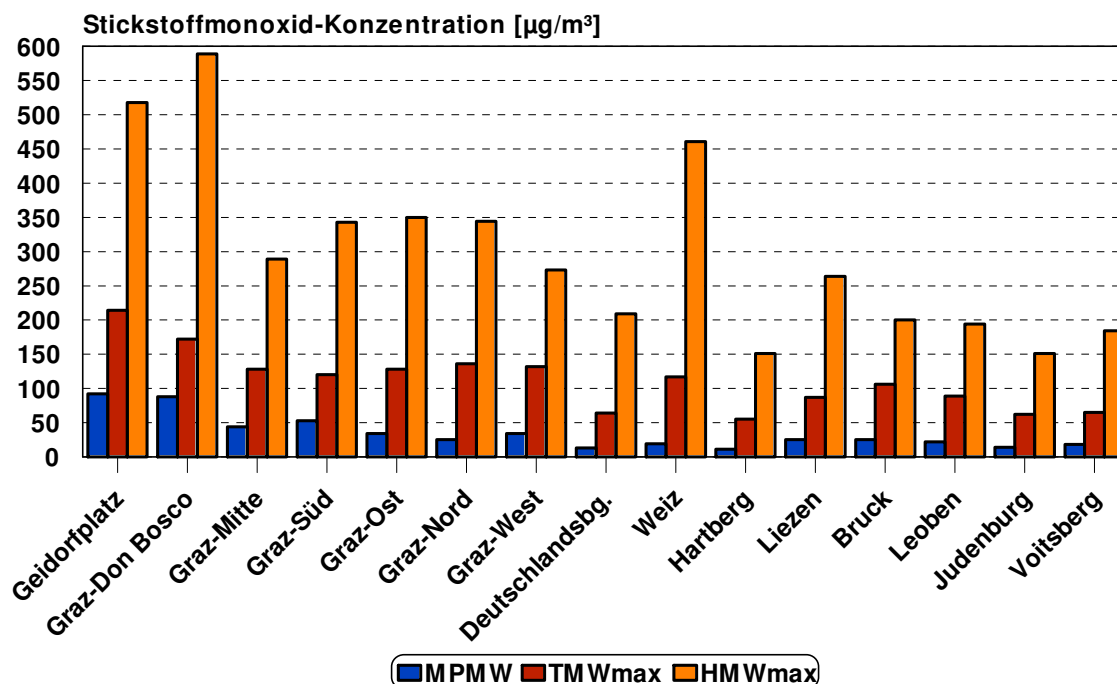


Abbildung 9: Stickstoffmonoxidkonzentrationen im Vergleich mit Grazer und steirischen Referenz-Messstationen 24.01.06 – 06.03.06



Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO_x) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO-Anteil etwa 75% - 90% des NO_x-Ausstoßes aus. Die Bildung von NO₂ erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O₂) oder mit Ozon (O₃) zu NO₂ verbindet. Zur Beurteilung der Stickstoffmonoxidkonzentrationen sind keine Grenzwerte festgelegt, ein Vergleich mit allen Grazer Messstationen bestätigt jedoch für den Standort am Geidorfplatz ein Belastungsniveau wie an der hoch belasteten, verkehrsnahen Messstation Graz-Don Bosco.

5.2.4 Stickstoffdioxid (NO₂)

Tabelle 8: Stickstoffdioxid-Konzentrationen 24.01.06 – 06.03.06

24.01.06-06.03.06	Messergebnisse NO ₂ [µg/m ³]	Grenzwerte NO ₂ [µg/m ³]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax - maximaler Halbstundenmittelwert	245	200	BGBl. I Nr.115/1997	123%
97,5-Perzentil	174			
Mtmax - durchschnittlicher täglicher HMWmax	159			
TMWmax - maximaler Tagesmittelwert	139	80 1)	BGBl. I Nr.115/1997	174%
Anzahl Überschreitungen HMW	12			

1) Zielwert IG-L

**Abbildung 10: Box-Plot-Darstellung der Stickstoffdioxidbelastung
24.01.06 – 06.03.06**

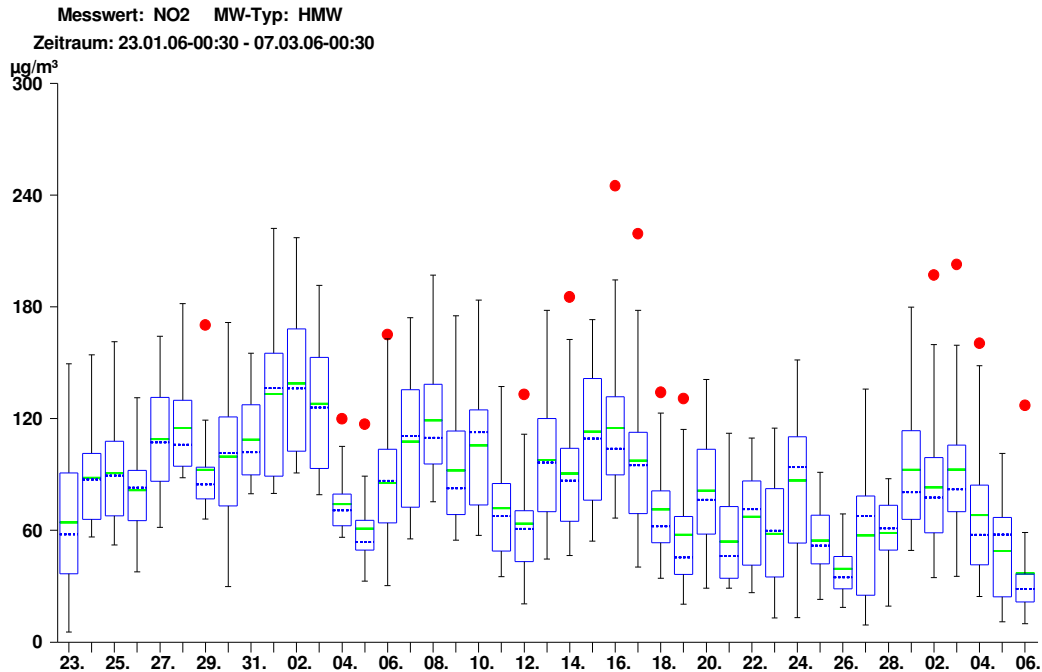
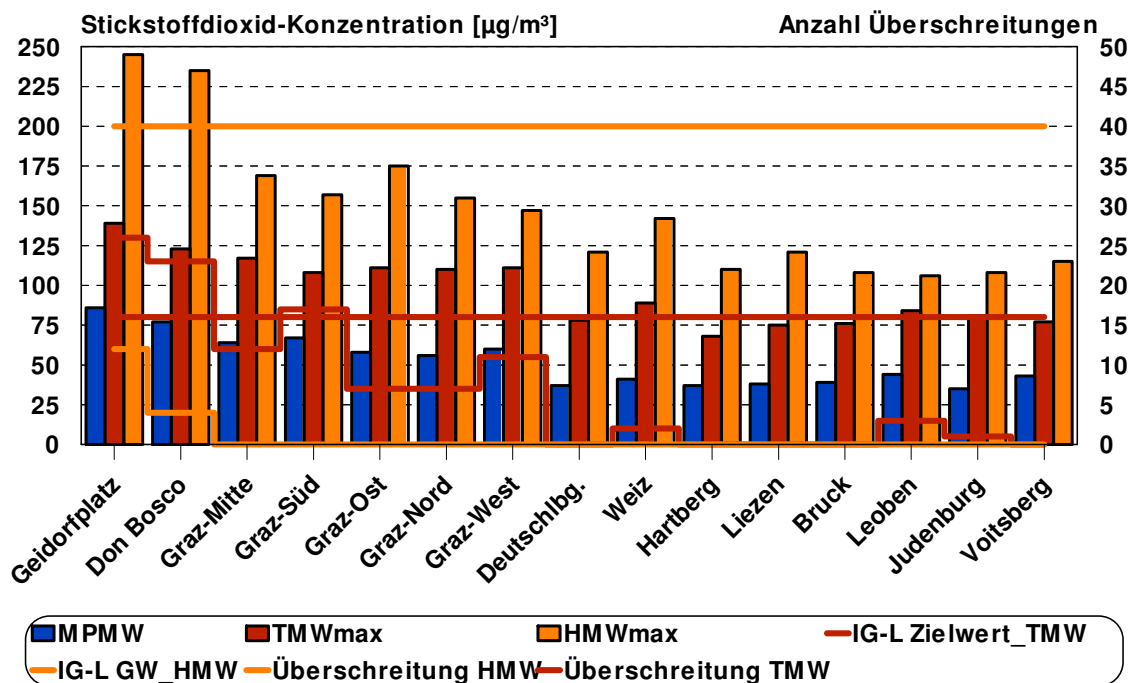


Abbildung 11: Stickstoffdioxidkonzentrationen im Vergleich mit Grazer und steirischen Referenzmessstationen 24.01.06 – 06.03.06

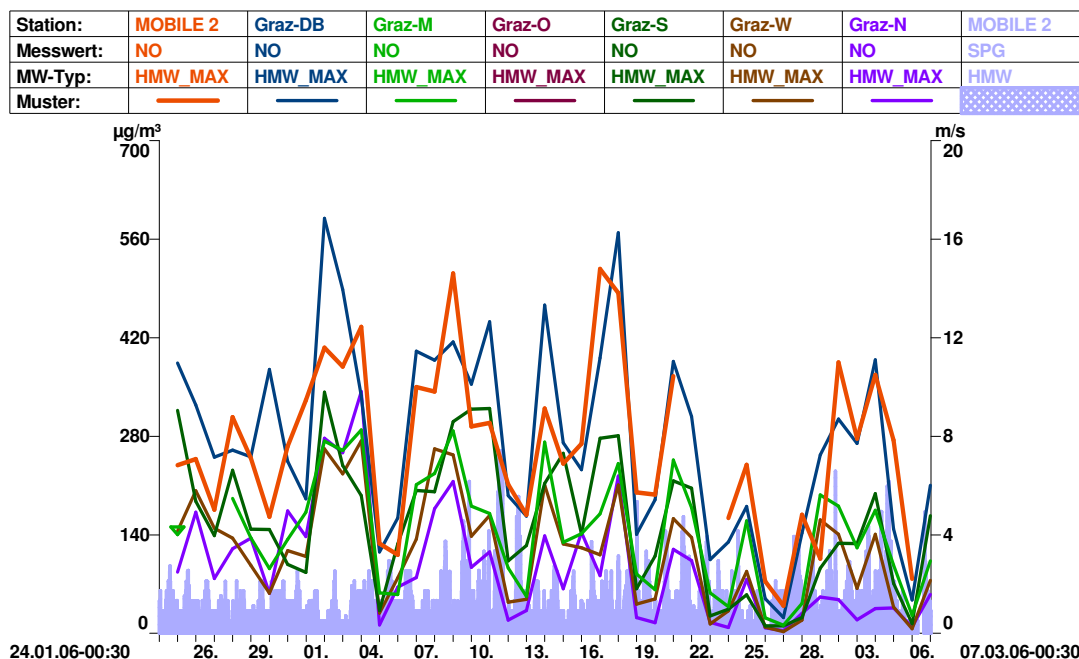


Wie bereits beim Schadstoff Stickstoffmonoxid erläutert, beträgt der Ausstoß von Stickstoffdioxid aus dem KFZ-Verkehr etwa 10% - 25%. NO₂ bildet sich erst aus NO durch die Verbindung mit Luftsauerstoff oder Ozon. Immissionsseitig war auch bei Stickstoffdioxid

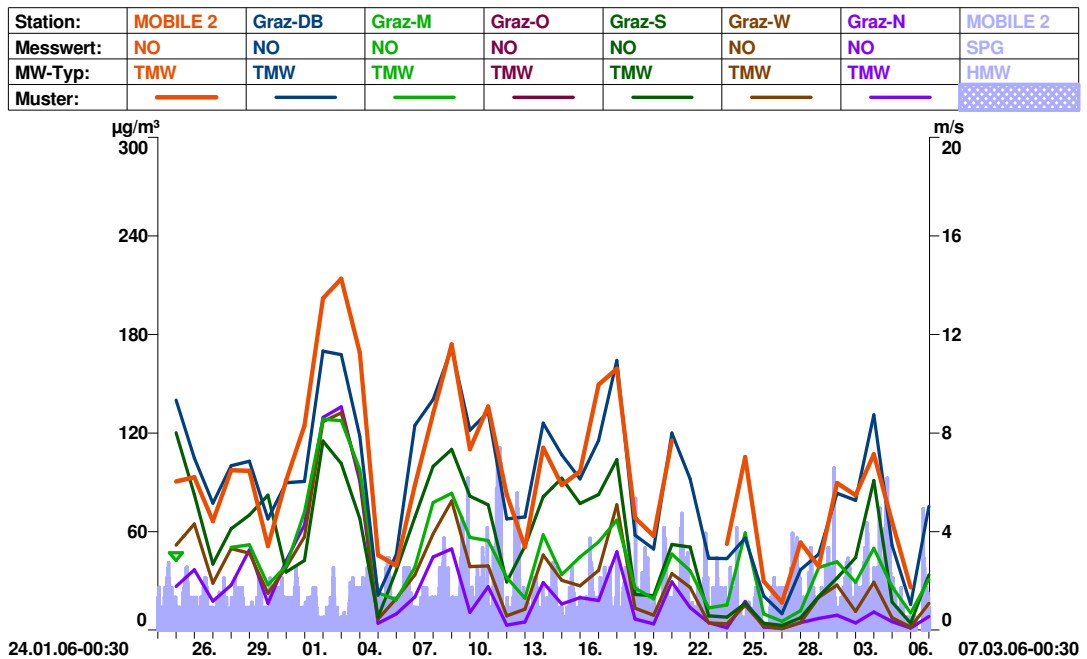
ein ähnlicher Tagesgang wie bei Stickstoffmonoxid erkennbar. Aus dem Vergleich mit allen Grazer Messstationen war ersichtlich, dass am Geidorfplatz die Belastung durch Stickstoffdioxid noch etwas höher war als an der schon hoch belasteten Messstation Graz-Don Bosco. Der maximale Halbstundenmittelwert von $245 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (123% des Grenzwertes) lag deutlich über dem Grenzwert gemäß IG-L, mit 12 Überschreitungen wurde dieser Grenzwert am Geidorfplatz 3mal so oft verletzt wie an der Messstation Graz-Don Bosco. An allen übrigen zum Vergleich herangezogenen Messstationen wurde der Grenzwert nie erreicht. Auch der maximale registrierte Tagesmittelwert von $139 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (174% des Zielwertes) lag einiges über dem Zielwert gemäß IG-L, die angepeilten $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurden am Geidorfplatz während der Messungen 26mal überschritten, an der Messstation Graz-Don Bosco wurden 23 Überschreitungen registriert und auch an allen übrigen Grazer Messstationen wurde dieser Zielwert überschritten, jedoch bei Weitem nicht so häufig.

Die folgenden Abbildungen veranschaulichen den Vergleich der mobilen Messstation am Geidorfplatz mit den kontinuierlichen Grazer Messstationen bezüglich Stickstoffmonoxid bzw. Stickstoffdioxid. Um Aussagen über die Ausbreitungsbedingungen treffen zu können, wurden die Grafiken mit der an der Mobilien Messstation registrierten Spitzenwindgeschwindigkeit (SPG) hinterlegt. Es ist gut erkennbar, dass an Tagen mit niedrigen Windgeschwindigkeiten die Schadstoffkonzentrationen anstiegen.

Abbildung 12: Zeitverlauf der Stickstoffmonoxidkonzentrationen - HMW Vergleich mit Grazer Messstationen

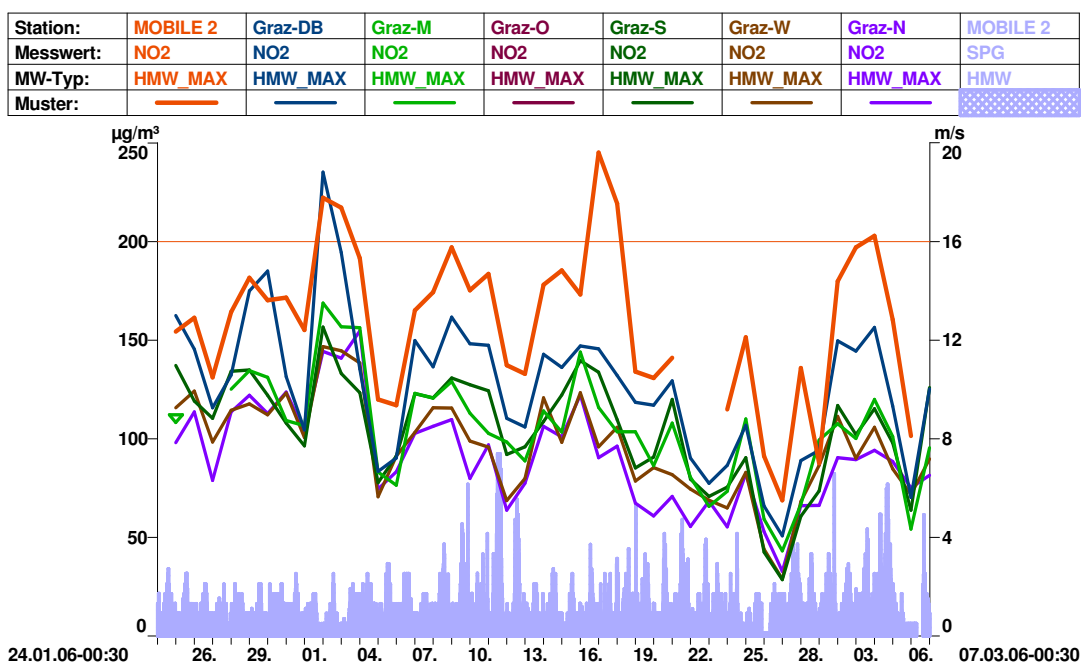


**Abbildung 13: Zeitverlauf der Stickstoffmonoxidkonzentrationen - TMW
Vergleich mit Grazer Messstationen**

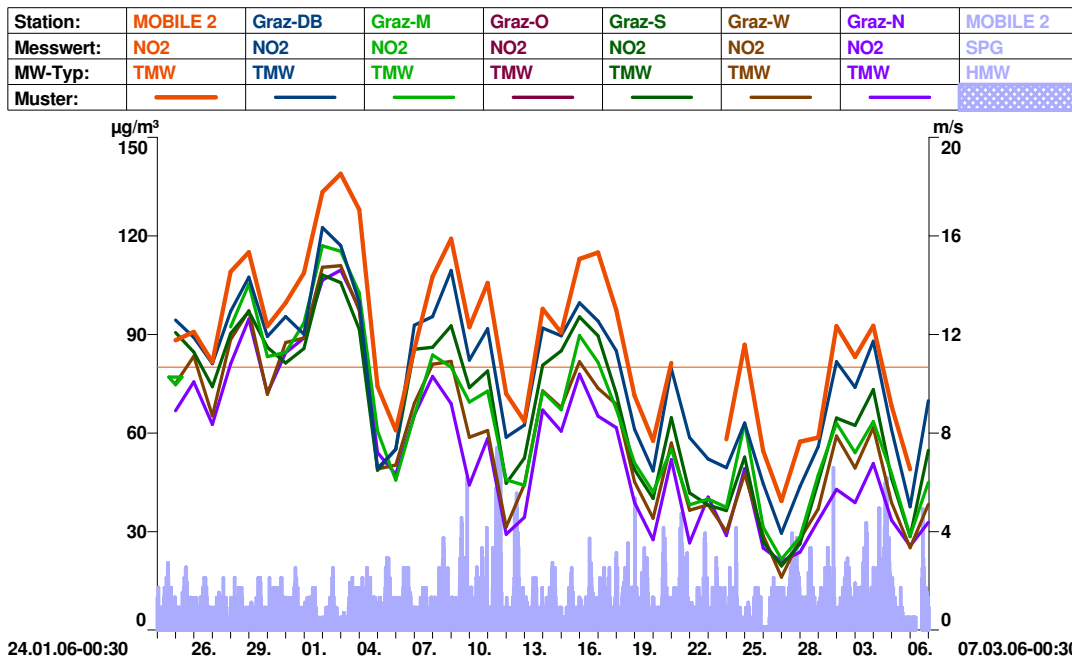


Beim Stickstoffmonoxid lagen die kurzzeitigen Belastungsspitzen (HMWmax) am Geidorfplatz zumeist unter jenen an der Messstation Graz-Don Bosco, die Tagesmittelwerte jedoch übertrafen teilweise noch die Konzentrationen der verkehrsnahen kontinuierlichen Messstation.

**Abbildung 14: Zeitverlauf der Stickstoffdioxidkonzentrationen - HMW
Vergleich mit Grazer Messstationen**



**Abbildung 15: Zeitverlauf der Stickstoffdioxidkonzentrationen - TMW
Vergleich mit Grazer Messstationen**



Wie aufgrund der Verkehrsnähe zu erwarten, war die Belastung am Geidorfplatz durch Stickoxide als sehr hoch einzustufen, vor allem bei Stickstoffdioxid lag die Belastung noch höher als an der bereits hoch belasteten, verkehrsnahen Messstation Graz-Don Bosco. Hier wurden sowohl die höchsten kurzfristigen Belastungsspitzen (HMWmax) als auch die höchsten Tagesmittelwerte während der gesamten Messdauer registriert.

5.2.5 Schwefeldioxid (SO₂)

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 höher als im Sommer, durch den Einsatz von beispielsweise Heizöl-leicht oder schwefelarmer Kohle bzw. effizienteren Filteranlagen in Industriebetrieben haben sich die Emissionen in den letzten Jahren stark verringert, sodass die SO₂-Belastung keine wesentliche Rolle mehr spielt. Dementsprechend lagen die Werte deutlich unter gesetzlichen Grenzwerten, es sind auch kaum Unterschiede zwischen urbanen Räumen und ländlichen Gegenden zu erkennen.

Tabelle 9: Schwefeldioxid-Konzentrationen 24.01.06 – 06.03.06

24.01.06-06.03.06	Messergebnisse SO ₂ [µg/m ³]	Grenzwerte SO ₂ [µg/m ³]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax - maximaler Halbstundenmittelwert	41	200	BGBl. I Nr.115/1997	21%
97,5-Perzentil	25			
Mtmax - durchschnittlicher täglicher HMWmax	16			
TMWmax - maximaler Tagesmittelwert	26	120	BGBl. I Nr.115/1997	22%
MPMW - Messperiodenmittelwert	9			

Abbildung 16: Box-Plot-Darstellung der Schwefeldioxidbelastung 24.01.06 . 06.03.06

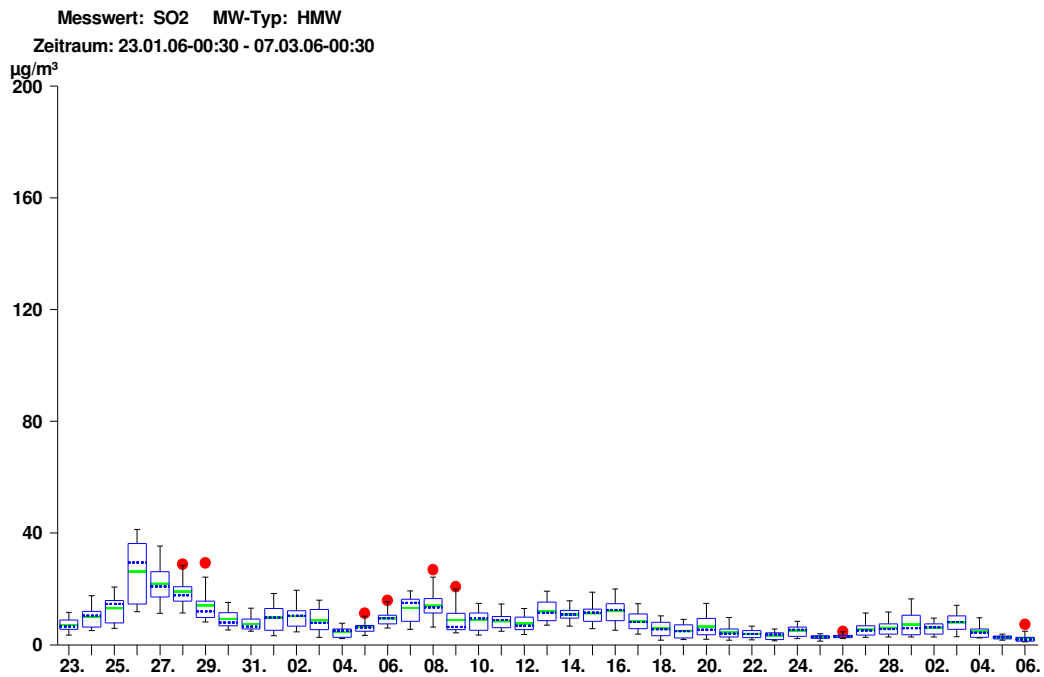
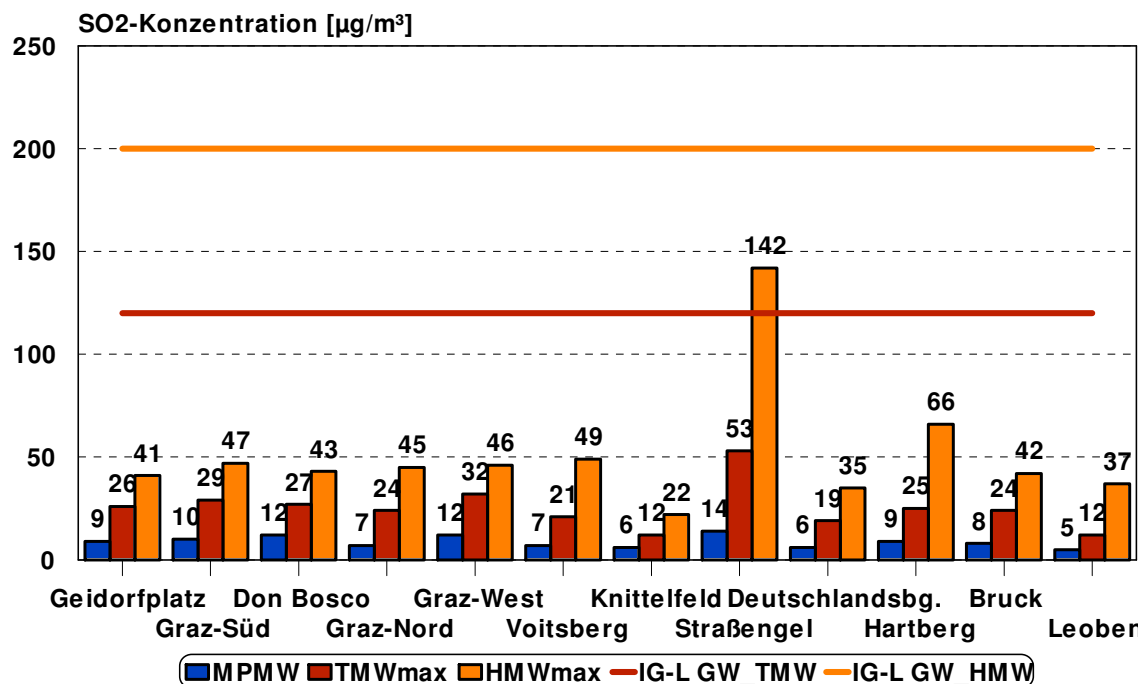


Abbildung 17: Schwefeldioxidkonzentrationen im Vergleich mit Grazer und steirischen Referenzmessstationen 24.01.06 – 06.03.06



Die Schwefeldioxid-Belastung lag am Geidorfplatz auf einem durchschnittlichen Niveau, wie es im gesamten Grazer Raum und teilweise auch in Bezirkshauptstädten wie Voitsberg oder Bruck registriert worden war. In Straßengel ist deutlich der Einfluss der Papierindustrie (SAPPI) erkennbar, welche erhöhte SO₂-Immissionen bewirkt. Generell bewegten sich die SO₂-Konzentrationen trotz teilweise schlechter Ausbreitungsbedingungen während der Messungen auf relativ niedrigem Niveau. Mit 41 µg/m³ erreichte der maximale HMW 21% des Grenzwertes gemäß IG-L, der maximale Tagesmittelwert von 26 µg/m³ erreichte 22% des Grenzwertes gemäß IG-L.

5.2.6 Kohlenmonoxid (CO)

Tabelle 10: Kohlenmonoxid-Konzentrationen 24.01.06 – 06.03.06

24.01.06-06.03.06	Messergebnisse CO [mg/m ³]	Grenzwert CO [mg/m ³]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
MW_08max - maximaler Achtstundenmittelwert	3,1	10	BGBl. I Nr.115/1997	31%
97,5-Perzentil	2,7			
TMWmax - maximaler Tagesmittelwert	2,4			
Mtmax - durchschnittliches tägliches Maximum	2,1			
MPMW - Messperiodenmittelwert	1,1			

Abbildung 18: Box-Plot-Darstellung der Kohlenmonoxidbelastung 24.01.06 – 06.03.06

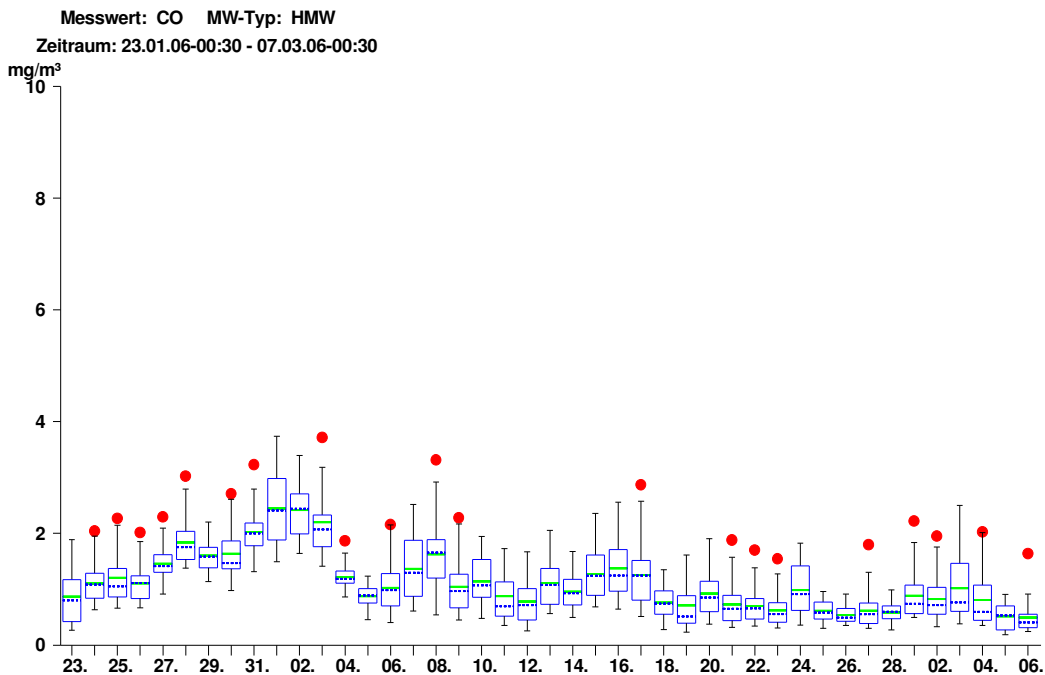
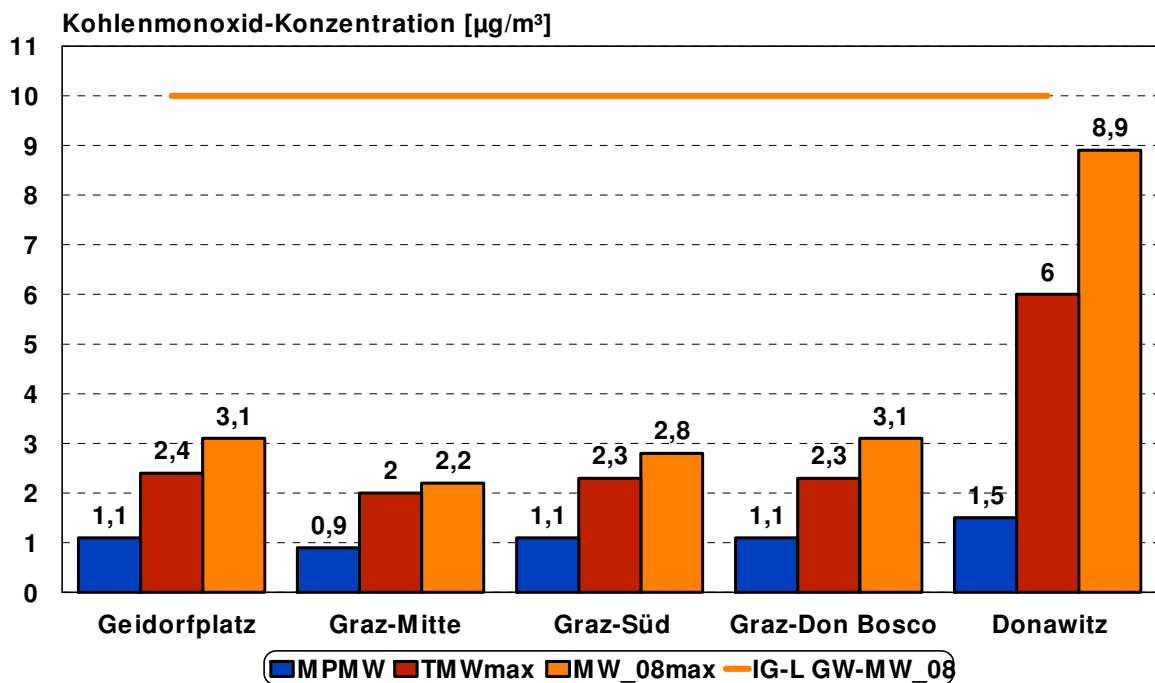


Abbildung 19: Kohlenmonoxidkonzentrationen im Vergleich mit Grazer und steirischen Referenzmessstationen 24.01.06 – 06.03.06



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

Die registrierten Konzentrationen am Geidorfplatz bewegten sich auf dem Niveau der Messstationen Graz-Süd und Graz-Don Bosco, blieben jedoch mit einem maximalen Achtstundenmittelwert von 3,1 mg/m³ (31% des Grenzwertes) deutlich unter dem Grenzwert gemäß IG-L. An der Messstation Leoben-Donawitz, die zur Emittentenüberwachung der VOEST-Stahlindustrie installiert worden war, wurde eine deutlich höhere Belastung durch Kohlenmonoxid festgestellt.

Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden in der gesamten Steiermark nur an einigen neuralgischen Punkten wie etwa an stark frequentierten Kreuzungsbereichen in Graz sowie in der Nähe von Großemittenten wie der VOEST in Leoben-Donawitz und auch an den beiden mobilen Messstationen erhoben. Ein Vergleich mit diesen Messstellen ergab ein Belastungsniveau für den Standort der mobilen Messstation am Geidorfplatz, wie es belasteten Standorten in Graz entspricht.

5.2.7 Ozon (O₃)

Die Ozonbildung erfolgt in der bodennahen Atmosphäre in der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit wesentlich stärker als in den Herbst- und Wintermonaten. Dementsprechend war die Belastung durch Ozon während der Messungen am Geidorfplatz nicht relevant und wird hier nur der Vollständigkeit halber diskutiert.

Tabelle 11: Ozon-Konzentrationen 24.01.06 – 06.03.06

24.01.06-06.03.06	Messergebnisse O ₃ [µg/m ³]	Grenzwerte O ₃ [µg/m ³]	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
MW_01max - maximaler Einstundenmittelwert	68	180	Ozongesetz Informationsschwelle	38%
97,5-Perzentil	60			
Mtmax - durchschnittlicher täglicher HMWmax	45			
MW8_1max - maximaler gleitender Achtstundenmittelwert	64	120	Zielwert Ozongesetz	53%
MPMW - Messperiodenmittelwert	17			

Abbildung 20: Box-Plot-Darstellung der Ozonbelastung 24.01.06 – 06.03.06

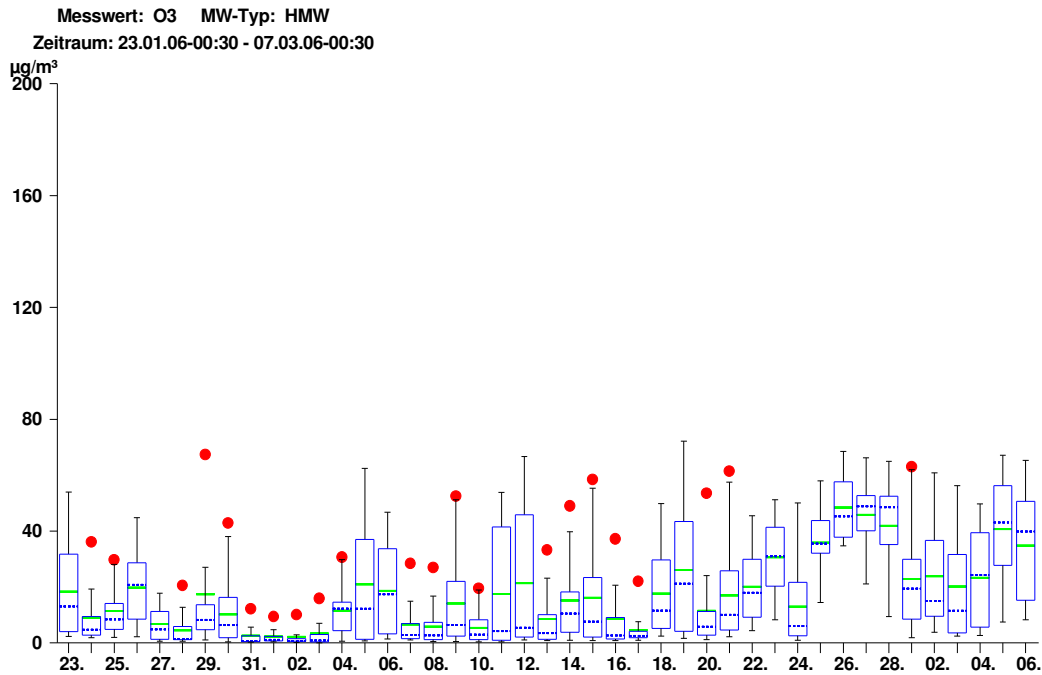
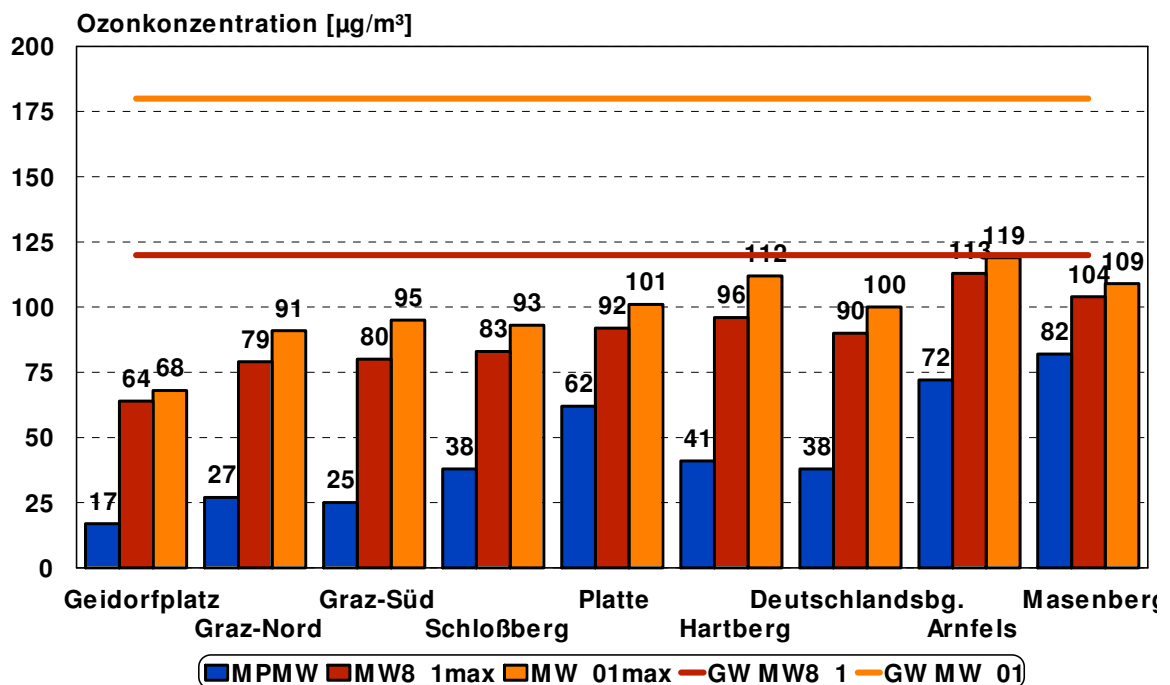


Abbildung 21: Ozonkonzentrationen im Vergleich mit Grazer und steirischen Referenzmessstationen 24.01.06 – 06.03.06



Die Ozonkonzentrationen lagen durchwegs unter jenen aller zum Vergleich herangezogenen Messstationen und bewegten sich mit einem maximalen gleitenden Einstundenmit-

telwert von 68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (38% der Informationsschwelle) bzw. einem maximalen gleitenden Achtstundenmittelwert von 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (53% des Zielwertes) deutlich unter den Vorgaben des Ozongesetzes.

6. Literatur

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1997:

Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L, BGBl. I Nr.115 in der Fassung von BGBl I Nr. 70/2007.

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1992:

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

Wakonigg, H., 1978:

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

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
Jänner – März 2006, Wien.

7. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

7.1. Tabellen

In den Tabellen zu den einzelnen Schadstoffkapiteln wird versucht, anhand der wesentlichsten Kennwerte einen Überblick über die Immissionsstruktur zu vermitteln. Diesen Kennwerten werden die Grenzwerte des Immissionsschutzgesetzes Luft und des Ozongesetzes gegenübergestellt.

Messperiodenmittelwert (MPMW)

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 TMW_max bezeichnet den höchsten Tagesmittelwert der Messperiode.

Achtstundenmittelwert (MW_08), Einstundenmittelwert (MW_01), gleitender Achtstundenmittelwert (MW8_1)

Im Immissionsschutzgesetz-Luft und im Ozongesetz sind Grenzwerte als gleitende oder nicht gleitende Achtstunden- und Einstundenmittelwerte festgelegt. Sie werden aus hintereinander liegenden Halbstundenmittelwerten gebildet. Der gleitende Achtstundenmittelwert (MW8_1) wird zu jeder Stunde neu aus den letzten 8 Einstundenmittelwerten berechnet.

Halbstundenmittelwert (HMW)

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

Mittleres tägliches Maximum (Mtmax)

Das mittlere tägliche Maximum wird als arithmetisches Mittel 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.

97,5-Perzentil

Für das 97,5-Perzentil werden alle Messwerte eines Schadstoffes in aufsteigender Reihenfolge sortiert. Sodann wird jener Messwert ermittelt, der bei 97,5% aller Werte liegt. Somit gibt dieser Wert an, dass 97,5% aller gemessenen Halbstundenmittelwerte unter dem angegebenen Wert liegen.

Abkürzungen von meteorologischen Parametern und Messwerttypen

LUTE	Lufttemperatur
WIGE	Windgeschwindigkeit
NIED	Niederschlag
MW3	Dreistundenmittelwert
TAGSUM	Tagessumme

7.2. Diagramme

Die Diagramme dienen dazu, einen möglichst raschen Überblick über ein bestimmtes Datenkollektiv zu erhalten. Da pro Messtag rund 900 Halbstundenmittelwerte 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 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 HMW_max des Tages zu interpretieren.

In den 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.

