



Luftgütemessungen Graz - Jakomini

7. Februar bis 15. April 2002

Lu-03-03

Autor

Norbert Braun

ARGE LÖSS Ges.b.R

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

© Juni 2003

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. Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr. 5/ 1987).....	8
2.2. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.F. BGBl.I Nr.102/2002).....	9
2.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.....	10
3. Die immissionsklimatische Situation in Graz Jakomini	10
3.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet.....	10
3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung	11
4. Mobile Immissionsmessungen	12
4.1. Ausstattung und Messmethoden	12
4.2. Messergebnisse und Schadstoffverläufe	14
4.2.1 Schwefeldioxid (SO ₂)	14
4.2.2 Schwebstaub (TSP)	15
4.2.3 Stickstoffmonoxid (NO)	20
4.2.4 Stickstoffdioxid (NO ₂)	23
4.2.5 Kohlenmonoxid (CO).....	27
4.2.6 Ozon (O ₃)	30
4.3. Luftbelastungsindex.....	33
5. Literatur	34
6. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen	35
6.1. Tabellen.....	35
6.2. Diagramme	36

Zusammenfassung

Die **Luftgüteuntersuchungen Graz - Jakomini** wurden auf Ansuchen des Bezirksrates als Zustandserhebung der örtlichen Immissionssituation im stark frequentierten Kreuzungsbereich Conrad von Hötzendorfstraße - Fröhlichgasse durchgeführt, um die vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen zu erheben und beurteilen zu können.

Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation im Zeitraum vom 07.02. bis 15.04.2002.

Der **Witterungsverlauf** während der Messungen war im Februar durch überdurchschnittlich rege Tiefdrucktätigkeit gekennzeichnet, während im März und April häufig Hochdrucklagen auftraten. Immissionsklimatisch können daher die Bedingungen während der Messperiode als repräsentativ bezeichnet werden.

Bezüglich der vornehmlich verkehrsrelevanten Luftschadstoffe **Schwebstaub (TSP)**, **Stickstoffmonoxid**, **Stickstoffdioxid** und **Kohlenmonoxid** wurden aufgrund der Lage des Messstandortes an der Kreuzung sehr stark befahrener Hauptverkehrsstraßen im Vergleich mit anderen Grazer Stationen über die gesamte Messperiode hinweg deutlich überdurchschnittliche Belastungen registriert, womit der Standort auch steiermarkweit zu den Bereichen mit den höchsten Belastungen zu zählen ist.

Bei **Schwebstaub** wurde am 15.2. mit einem Tagesmittelwert von $196\mu\text{g}/\text{m}^3$ eine Überschreitung des Grenzwertes nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl I Nr. 115/1997 i.d.g.F.) festgestellt. Der Grenzwert der Immissionsgrenzwertverordnung der Steiermärkischen Landesregierung ($200\mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde dabei nur knapp verfehlt.

Am 14.3. wurde beim Schadstoff **Stickstoffdioxid** der Zielwert von $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ für den Tagesmittelwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft überschritten.

Hinsichtlich des Primärschadstoffes **Schwefeldioxid** wurde sowohl für die Grundbelastung (längerfristige Mittelwerte) als auch für die Spitzenkonzentrationen ein im innerstädtischen Vergleich durchschnittliches Konzentrationsniveau festgestellt.

Die **Ozonwerte** blieben in einem der Jahreszeit und der Lage des Standortes entsprechenden Konzentrationsbereich. Während einer ausgeprägten Hochdruckwetterlage Anfang April wurde der maximale Achtstundenmittelwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft ebenso wie der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für den maximalen Halbstundenmittelwert überschritten.

1. Einleitung

Die Luftgütemessungen im Grazer Stadtbezirk Jakomini wurden auf Ansuchen des Bezirksrates von Jakomini von der Fachabteilung 17C, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation im Zeitraum vom 07.02. bis 15.04.2002.

Anlass für die Messungen war die Erhebung der örtlichen Immissionsituation in einem verkehrsbelasteten Bereich des Bezirks, daher wurde für den mobilen Messcontainer ein Standort im stark frequentierten Kreuzungsbereich Conrad von Hötzendorfstraße - Fröhlichgasse ausgewählt.

Lage des mobilen Messstandortes in Jakomini



Der Messstandort



2. Beurteilungsgrundlagen

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

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

Für den Messstandort Jakomini sind die Grenzwerte für die Zone II relevant (Werte jeweils in mg/m^3):

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

HMW = Halbstundenmittelwert

TMW = Tagesmittelwert

* Drei Halbstundenmittelwerte pro Tag bis zu einer Konzentration von 0,40 mg/m³ gelten nicht als Überschreitung des Grenzwertes.

2.2. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.F. BGBl.I Nr.102/2002)

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 (Grenzwerte jeweils in mg/m³):

Immissionsgrenzwerte (**Alarmwerte**, *Zielwerte*) in µg/m³ (für CO in mg/m³)

Luftschadstoff	HMW	MW3	MW8	TMW
Schwefeldioxid	200 ¹⁾	500		120
Kohlenstoffmonoxid			10	
Stickstoffdioxid	200	400		80
Schwebestaub				150
Ozon			110 ²⁾	

MW3 = Dreistundenmittelwert

MW8 = Achtstundenmittelwert

¹⁾ Drei Halbstundenmittelwerte SO₂ pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte pro Kalenderjahr bis zu einer Konzentration von 350 µg/m³ gelten nicht als Überschreitung

²⁾ Der Zielwert für Ozon wird viermal täglich anhand der Achtstundenwerte (0 - 8 Uhr, 8 - 16 Uhr, 16 - 24 Uhr, 12 - 20 Uhr) berechnet.

2.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 1989 veröffentlichten Luftqualitätskriterien für Ozon enthalten unter anderem folgende Empfehlungen für Vorsorgewertgrenzwerte zum Schutz des Menschen:

0,120 mg/m ³ als Halbstundenmittelwert (HMW)

0,100 mg/m ³ als Achtstundenmittelwert (MW8)

3. Die immissionsklimatische Situation in Graz Jakomini

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 - Jakomini 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).

Die thermischen Verhältnisse werden nachhaltig durch die Lage am Rand des innerstädtischen Wärmeinselnkerns von Graz geprägt. So beträgt das Jahresmittel der Lufttemperatur im langjährigen Mittel (1971-2000) etwas über 9°C, das Jännermittel etwa -1°C und das Julimittel rund 19,5°C. Der Jahresgang der Niederschläge weist ein Winterminimum (Jänner knapp 30mm) und ein Sommermaximum (Juli über 120mm) auf, die Jahresniederschlagsmenge beträgt rund 820mm, die an zirka 100 Tagen pro Jahr fallen. Die mittleren Windgeschwindigkeiten sind eher gering (1 bis 2m/s) und weisen im Jahresgang ein Frühjahrsmaximum und ein Herbstminimum auf. Die Hauptwindrichtungsachse 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 Murtalwindssystem, das tagsüber mit murtalaufwärts gerichteten Winden aus Süd in Erscheinung tritt, die bei ungestörter Entwicklung (keine Gewittertätigkeit bzw. keine einstrahlungshemmende Bewölkung) Geschwindigkeiten von 3 bis 5m/s erreichen können.

In den Abend- und Nachtstunden wird das Windfeld im Raum Graz durch nördliche Richtungen beherrscht. Diese Murtalabwindströmung hebt allerdings über dem Stadtzentrum von Graz meist ab und ist am Standort in Jakomini daher in Bodennähe selten spürbar. An seine Stelle treten vor allem im Winterhalbjahr stadteinwärts gerichtete Flurwinde aus Süd mit geringen Windgeschwindigkeiten (0,5 bis 1,5m/s), wodurch auch die Nebelbildung begünstigt wird (vom Zentrum bis zum südlichen Stadtrand von 60 auf 90 Tage/Jahr zunehmend).

Aufgrund der häufigen autochthonen Wetterlagen wird die Ausbildung von Inversionen gefördert, die zumeist als Bodeninversionen entwickelt sind, im Winter aber auch als freie Inversionen mit Mischungsschichthöhen von nur etwa 200 bis 300m mit den daraus resultierenden ungünstigen Ausbreitungsbedingungen ausgebildet sein können (R. Lazar, 1989, 1994).

3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung

Die Messungen begannen unter abklingendem Einfluss eines Mittelmeertiefs bei regnerischem Wetter. Danach stellte sich eine Westströmung mit Zufuhr milder Luftmassen ein. Im Lee der Alpen konnte diese Strömung im Südosten Österreichs nicht bis zum Boden durchgreifen und blieb daher in Tal- und Beckenlagen nur schwach wetterwirksam.

Um Mitte Februar verstärkte sich erneut rege Tiefdrucktätigkeit über dem westlichen Mittelmeer, wodurch ein markanter Temperaturrückgang und im Süden Niederschläge, die zum Teil bis in die Niederungen als Schnee fielen, verursacht wurden.

In der Folge stellte sich wieder eine Strömungslage mit Zufuhr feuchtkalter Luftmassen aus West bis Nordwest ein. Zum Monatswechsel gelangten zusätzlich feuchtmilde Luftmassen aus Südwest in den Ostalpenraum, die verbreitet Niederschläge auslösten.

Unter zunehmendem Hochdruckeinfluss beruhigte sich ab 4. März das Wettergeschehen allmählich. Warmluftzufuhr aus Südwest bis West bewirkte einen spürbaren Temperaturanstieg.

Nach dem Durchzug einer nur schwach wetterwirksamen Kaltfront in der Nacht auf den 10. 3. verstärkte sich bei etwas niedrigeren Temperaturen wieder Hochdruckeinfluss, der ausgenommen von schwachem zyklonalen Einfluss um die Monatsmitte bis zum Ende der zweiten Märzdekade wetterbestimmend blieb.

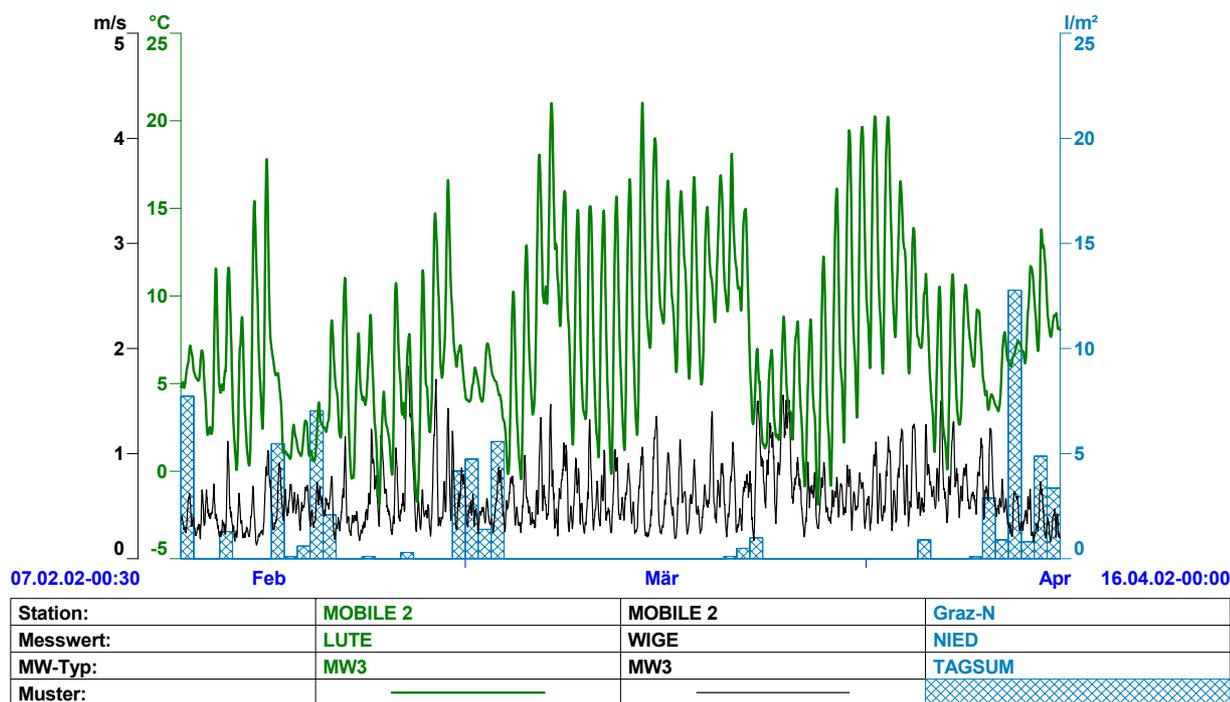
Nach dem Durchzug einer Störungszone mit geringen Niederschlägen führte eine kräftige Nordströmung mit Zufuhr sehr kühler Luft zu einem markanten Temperaturrückgang. Die zunächst noch feuchten Luftmassen lösten bis in tiefe Lagen Schneefall und Graupelschauer aus.

In der Folge wurden die einströmenden Luftmassen trockener und unter kräftigem Hochdruck stiegen die Temperaturen bei trockenem sonnigem Wetter bis zum Monatsende wieder deutlich an.

Nach kurzem schwachem Tiefdruckeinfluss Anfang April nahm der Einfluss eines Hochdruckgebietes über Nordosteuropa zu. Durch diese eher für den Winter typische Großwetterlage gelangten hochreichend kalte, aber trockene Luftmassen in den Alpenraum und bewirkten für diese Jahreszeit zu kühles Wetter.

Mit zunehmendem Einfluss eines Tiefdruckgebietes, dessen Zentrum sich vom Mittelmeer nach Nordosten verlagerte blieb es weiterhin kühl, allmählich setzten jedoch teils ergiebige Niederschläge ein, die bis zum Ende der Messperiode anhielten.

Lufttemperatur, Niederschläge und Windgeschwindigkeit im Raum Graz - Jakomini während der Messperiode



Die Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

Der Witterungsverlauf während der Messungen in Graz - Jakomini erwies sich im Februar aufgrund überdurchschnittlich häufiger milder Strömungslagen bei fehlendem winterlichen Hochdruckwetter als deutlich zu warm. Die Niederschlagsmengen entsprachen hingegen den Erwartungen.

Der März war bei nur seltenem Tiefdruckwetter und häufigen Hochdrucklagen ebenfalls deutlich zu warm, die Niederschlagssumme erreichte jedoch nur 20% des Normalwertes.

Die erste Aprilhälfte zeichnete sich bei normale Niederschlägen durch eine etwas zu kühle Witterung aus.

Insgesamt kann der Witterungsverlauf in Hinblick auf eine lufthygienischen Beurteilung als repräsentativ bezeichnet werden.

4. Mobile Immissionsmessungen

4.1. Ausstattung und Messmethoden

Die mobile Luftgütemessstation zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO₂), Schwebstaub (TSP), 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
Schwebstaub (TSP)	Beta-Strahlenabsorption	Horiba ABDA 350E
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.

Die 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 über Funk oder GSM - Telefon in die Luftgüteüberwachungszentrale übertragen, wo sie nochmals hinsichtlich ihrer Plausibilität geprüft werden.

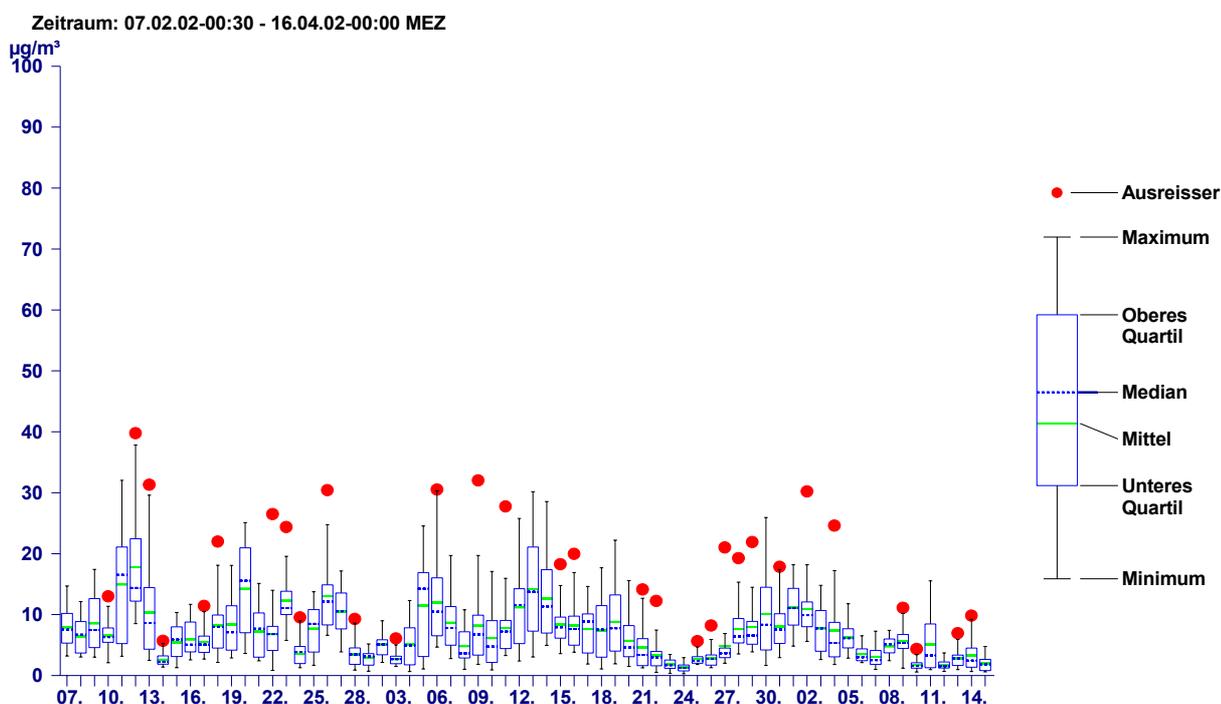
Die Kalibrierung der Messwerte wird gemäß ÖNORM M5889 durchgeführt. Die in Verwendung befindlichen Transferstandards werden regelmäßig an internationalen Standards, bereitgestellt durch das Umweltbundesamt Wien, abgeglichen.

4.2. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

4.2.1 Schwefeldioxid (SO₂)

07.02.2002 - 15.04.2002	Messergebnisse SO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte SO ₂	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	40	0,20 mg/m ³ 200 µg/m ³	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997	20 % 20 %
Mtmax	17			
TMWmax	18	0,10 mg/m ³ 120 µg/m ³	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997	18 % 15 %
PMW	7			

1 mg/m ³	=	1000 µg/m ³
1 µg/m ³	=	0,001 mg/m ³

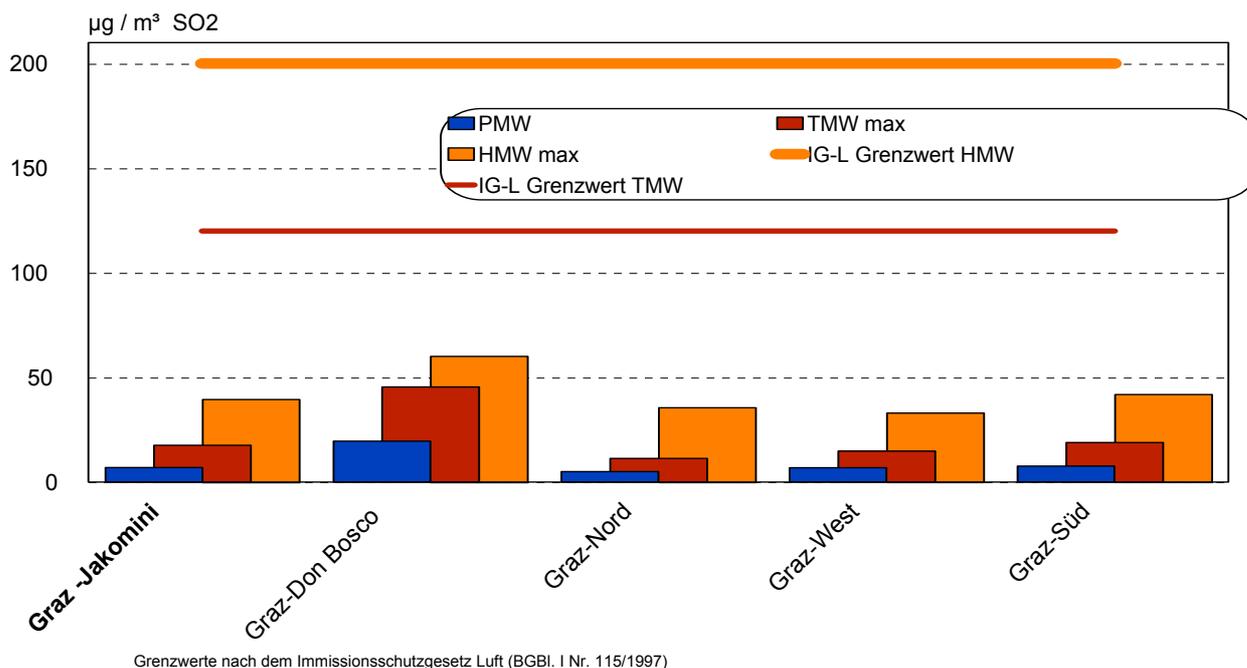


SO₂ wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt, Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit ungleich höher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

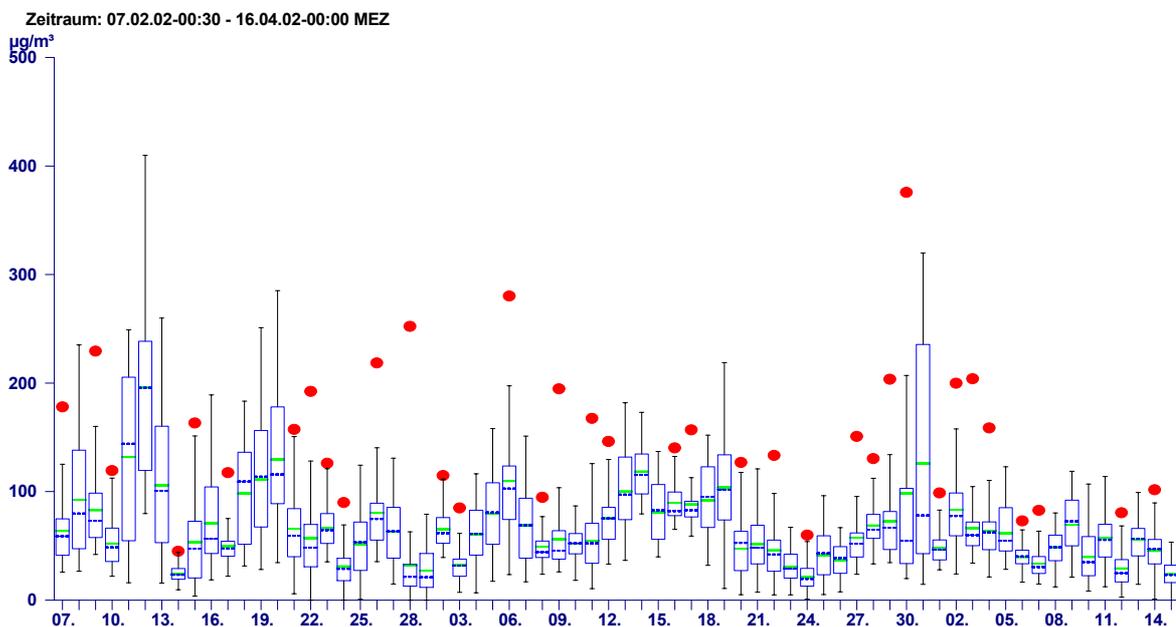
Die SO₂-Konzentrationen blieben sowohl bei den maximalen Halbstundenmittelwerten als auch bei den Tagesmittelwerten deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten.

Im Vergleich mit anderen Messstationen in Graz zeigte sich beim Luftschadstoff Schwefeldioxid am Messstandort in Jakomini eine durchschnittliche Belastungssituation.

Vergleich der SO₂-Konzentrationen während der Messperiode



4.2.2 Schwebstaub (TSP)



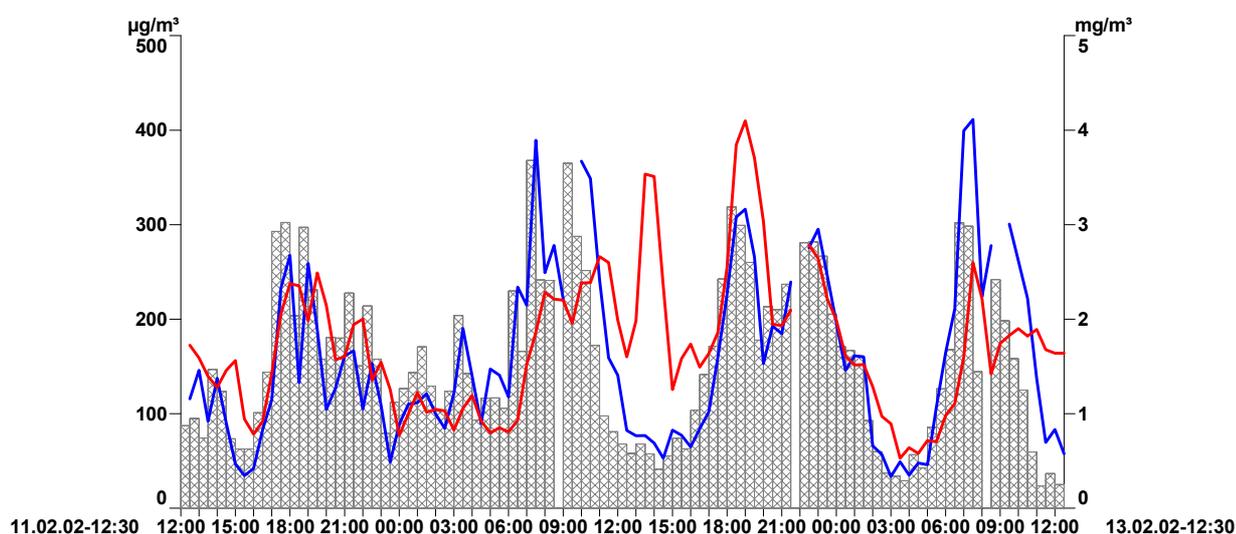
07.02.2002 - 15.04.2002	Messergebnisse Staub in µg/m ³	Grenzwerte Staub	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	409			
Mtmax	156			
TMWmax	196	0,20 mg/m³ 150 µg/m³	LGBl. Nr. 5/1987 BGBl. I Nr. 115/1997	98 % 131 %
PMW	67			

Als „klassische“ 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. Im Ballungsraum Graz und insbesondere an verkehrsnahen Messstellen ist jedoch der Verkehr als weitaus dominierender Emittent anzusehen. Die Luftgütemesspraxis zeigt dabei, dass neben den direkten Emissionen in Form von Dieselruß den diffusen Quellen eine ganz wesentliche Bedeutung zukommt. Als diffuse Emissionen werden alle durch Abrieb (Reifen, Bremsen, Straße) oder Aufwirbelung freigesetzten Stäube bezeichnet. Auch die Bildung sekundärer Stäube (aus NO₂ bilden sich ultrafeine Nitratpartikel) sind maßgeblich auf den Straßenverkehr zurückzuführen.

Der Verlauf der Staubkonzentrationen spiegelt sowohl eine Abhängigkeit von der Jahreszeit als auch von den Witterungsverhältnissen wider. Bei trockenem Wetter sind die Konzentrationen zumeist deutlich höher als bei feuchter Witterung, wobei der Winter immissionsklimatisch und emissionsbedingt deutlich höher belastet ist als der Sommer.

Am Messstandort Jakomini wurde am 12.2. eine Überschreitung des Grenzwertes für den Tagemittelwert nach dem Immissionschutzgesetz-Luft festgestellt. Der Grenzwert der Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung wurde dabei nur knapp unterschritten. In der nachfolgenden Abbildung ist der Konzentrationsverlauf von Schwebstaub und der hauptsächlich durch den Verkehr verursachten Schadstoffe Stickstoffmonoxid und Kohlenmonoxid für den betroffenen Zeitraum dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die Ganglinien dieser Luftschadstoffe weitgehend parallel verlaufen und die Staubimmissionen daher vornehmlich verkehrsbedingt sind.

Verlauf der Konzentrationen von Staub, Stickstoffmonoxid und Kohlenmonoxid vom 11.2. bis 13.2.2002

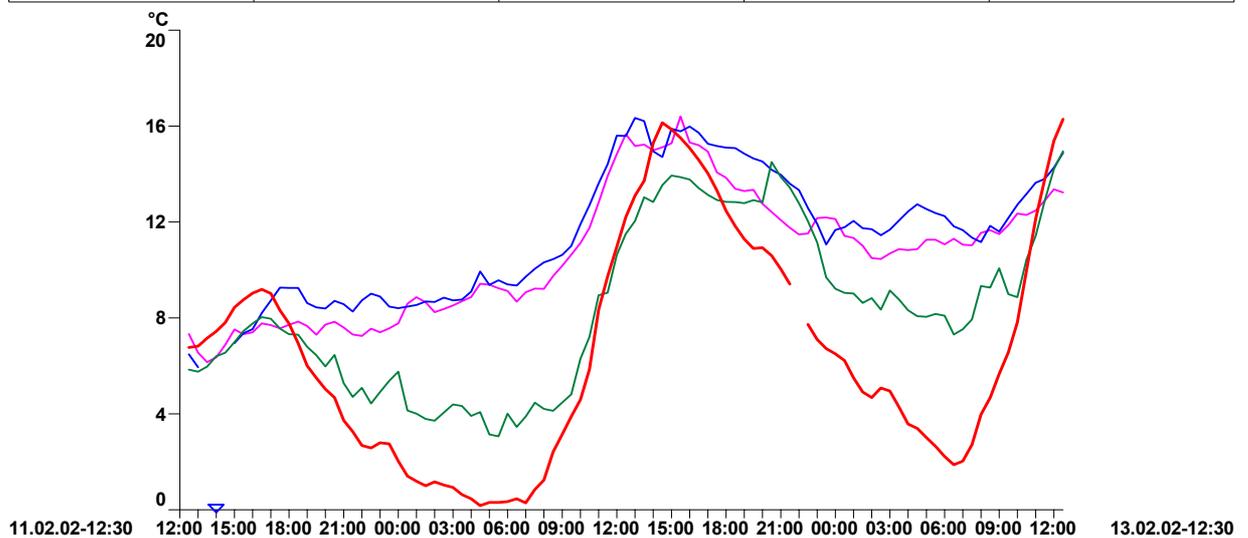


Station:	MOBILE 2	MOBILE 2	MOBILE 2
Seehöhe:	521	521	521
Messwert:	STAUB	NO	CO
MW-Typ:	HMW	HMW	HMW
Y - Achse:	1	1	2
Muster:			

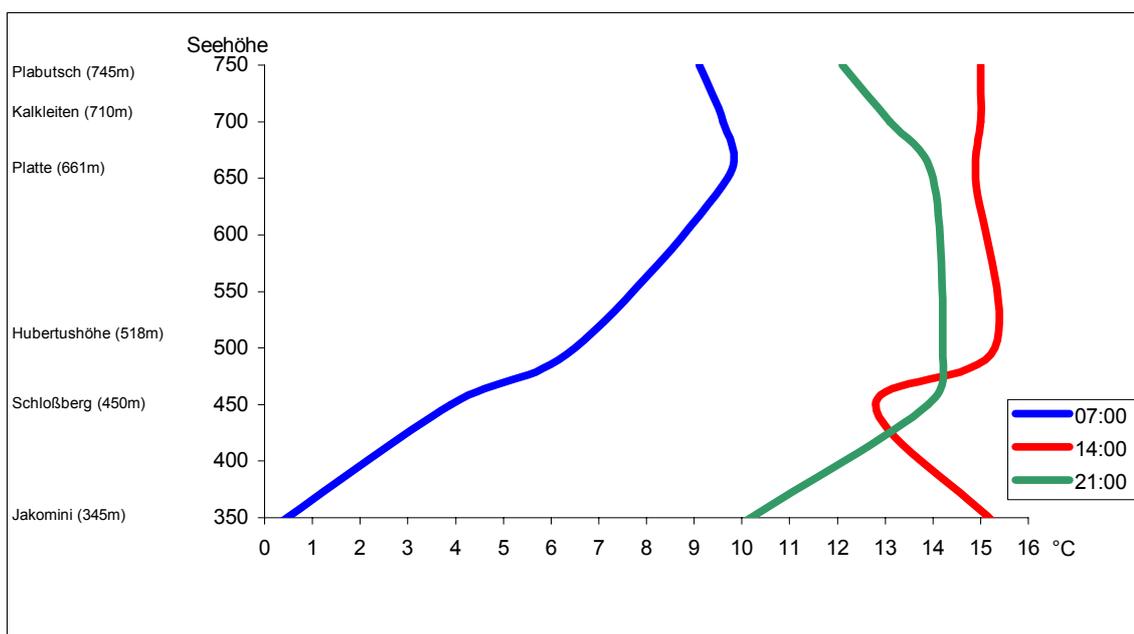
Ursache für die grundsätzlich schlechten lufthygienischen Bedingungen in diesem Zeitraum waren die ungünstigen Ausbreitungsbedingungen infolge einer längerfristig anhaltenden Inversionswetterlage. Wie aus den folgenden Abbildungen ersichtlich wird, bildete sich über dem Stadtgebiet Graz während der Nachtstunden jeweils eine kräftige Bodeninversion aus, die tagsüber lediglich in den Nachmittagsstunden in eine „abgehobene“ Inversion mit nur geringer Mischungsschichthöhe (Mächtigkeit unter 150m) umgewandelt wurde und so nachhaltig zur Erhöhung der Konzentrationen von Luftschadstoffen beitrug.

Temperaturverlauf vom 11.2. bis 13.2.2002 an ausgewählten Grazer Stationen

Station:	MOBILE 2	Schloßb.	Platte	Plabut.
Seehöhe:	521	450	661	754
Messwert:	LUTE	LUTE	LUTE	LUTE
MW-Typ:	HMW	HMW	HMW	HMW
Muster:				

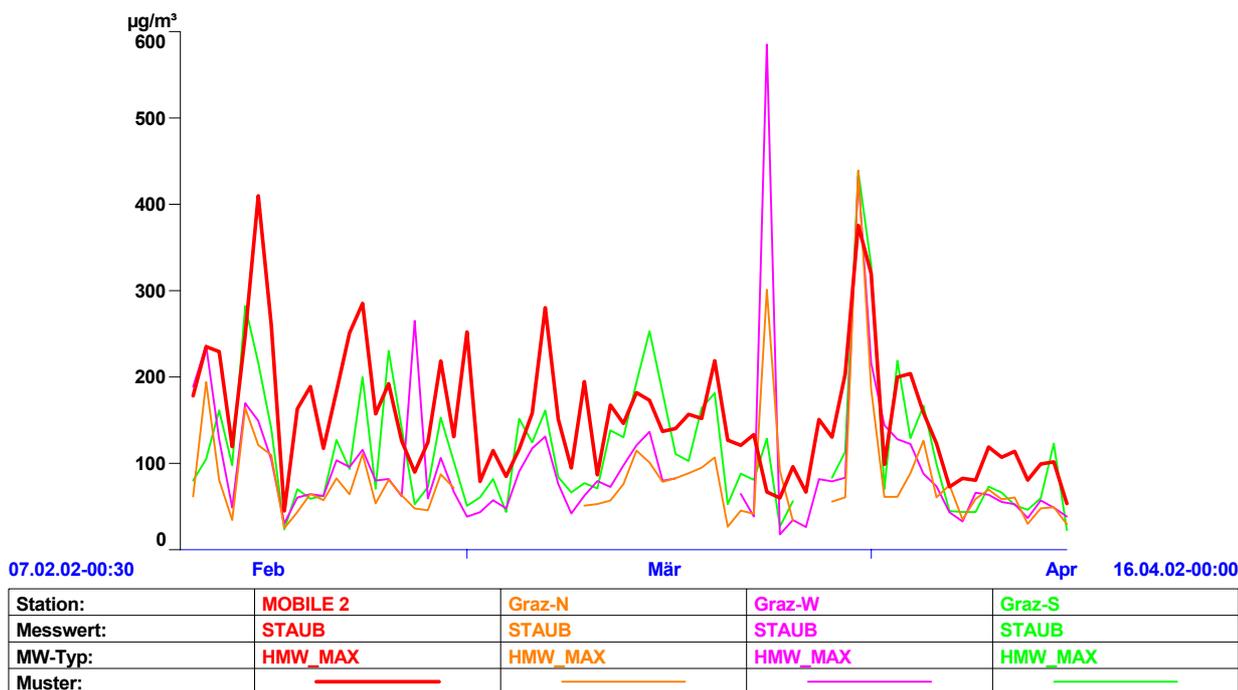


Vertikale Temperaturprofile für den Raum Graz am 12.2.2002



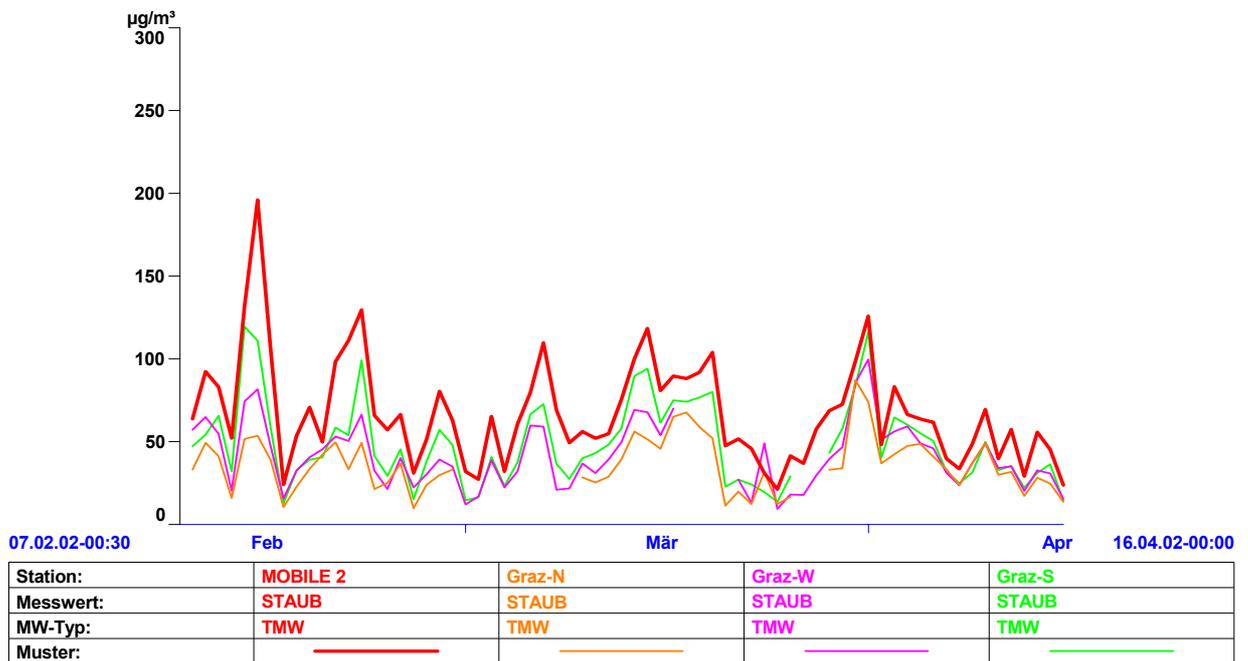
Der Vergleich der täglichen Spitzenkonzentrationen (HMWmax) mit weiteren Grazer Messstationen über den gesamten Messzeitraum weist die höchsten Werte zumeist für den Messstandort in Jakomini aus, wobei die höchsten Konzentrationen im der bereits erläuterten Situation vom 15.2. und als Folge der Osterfeuer am 30.3. auftraten. Die kurzfristigen hohen Messwerte in Graz-West und Graz-Nord am 23.3. ergaben sich möglicherweise durch Ansaugung von feinem Schnee während eines Kaltlufteinbruches.

Vergleich der maximalen Halbstundenmittelwerte der Staubkonzentrationen während der Messperiode



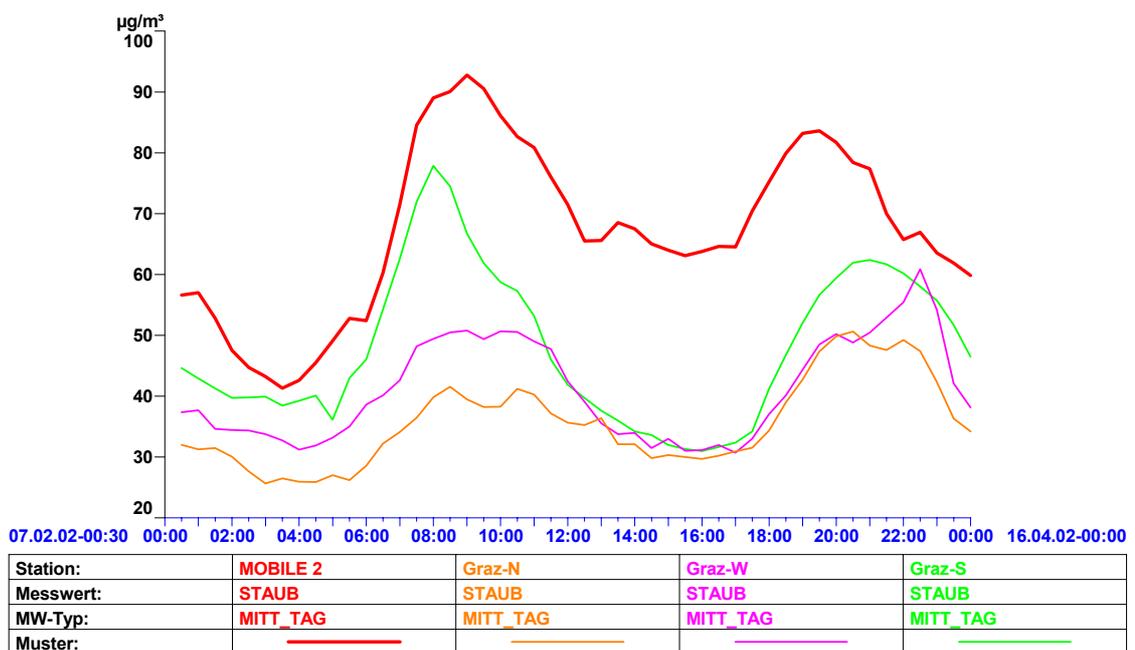
Noch deutlicher unterstreicht ein Vergleich der Tagesmittelwerte die Ungunstsituation an der Kreuzung Conrad von Hötzdorfstraße – Fröhlichgasse. Dabei treten die Konzentrationsdifferenzen zu den anderen Grazer Messstellen vor allem während ungünstiger Ausbreitungsbedingungen noch deutlicher in Erscheinung.

Vergleich der Tagesmittelwerte der Staubkonzentrationen während der Messperiode



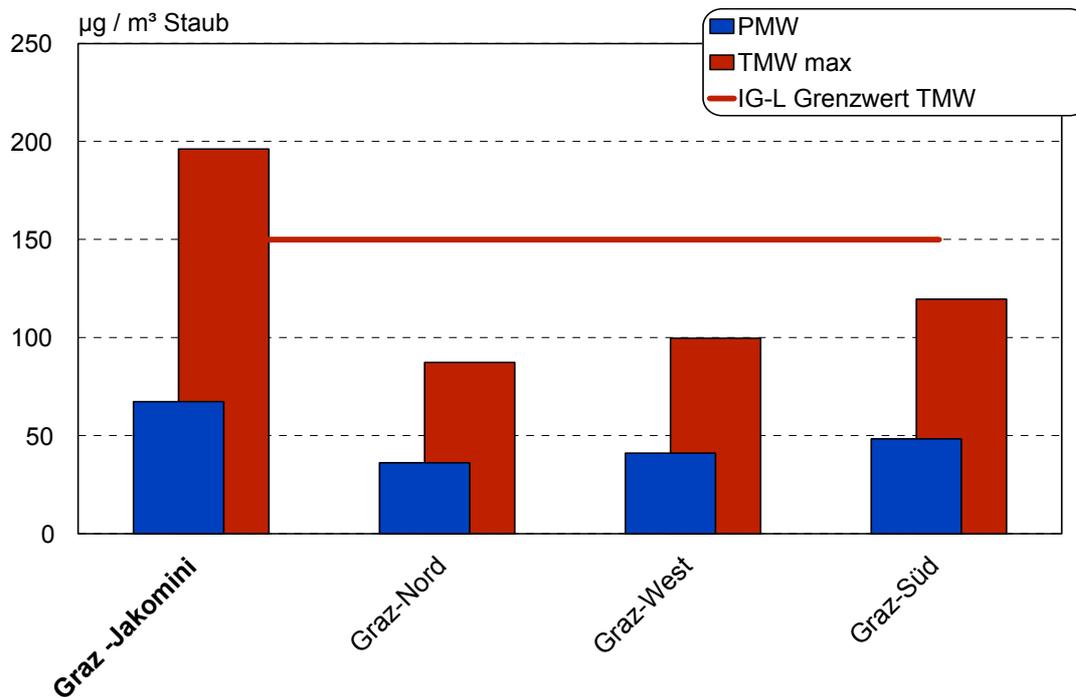
Diese höhere Grundbelastung ist, wie aus der Darstellung der mittleren Tagesgänge hervorgeht, vornehmlich darauf zurückzuführen, dass im Gegensatz zu den anderen Messstellen die Konzentrationsabsenkung zwischen dem Morgenmaximum zur Frühverkehrsspitze und dem sekundären Abendmaximum aufgrund des anhaltend hohen Verkehrsaufkommens deutlich geringer ausfällt.

Vergleich der mittleren Tagesgänge der Staubkonzentrationen während der Messperiode



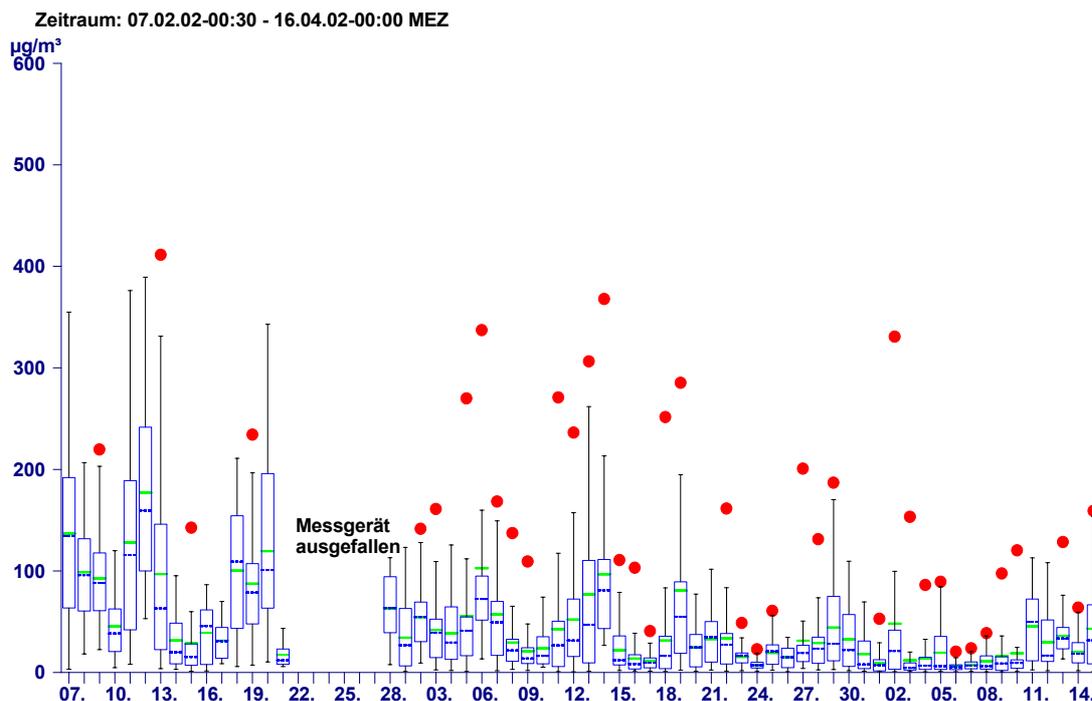
Im Vergleich mit anderen Grazer Messstellen lagen die Schwebstaubkonzentrationen in Jakomini während der Messperiode auf einem überdurchschnittlichen Niveau.

Vergleich der Staubkonzentrationen während der Messperiode



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

4.2.3 Stickstoffmonoxid (NO)



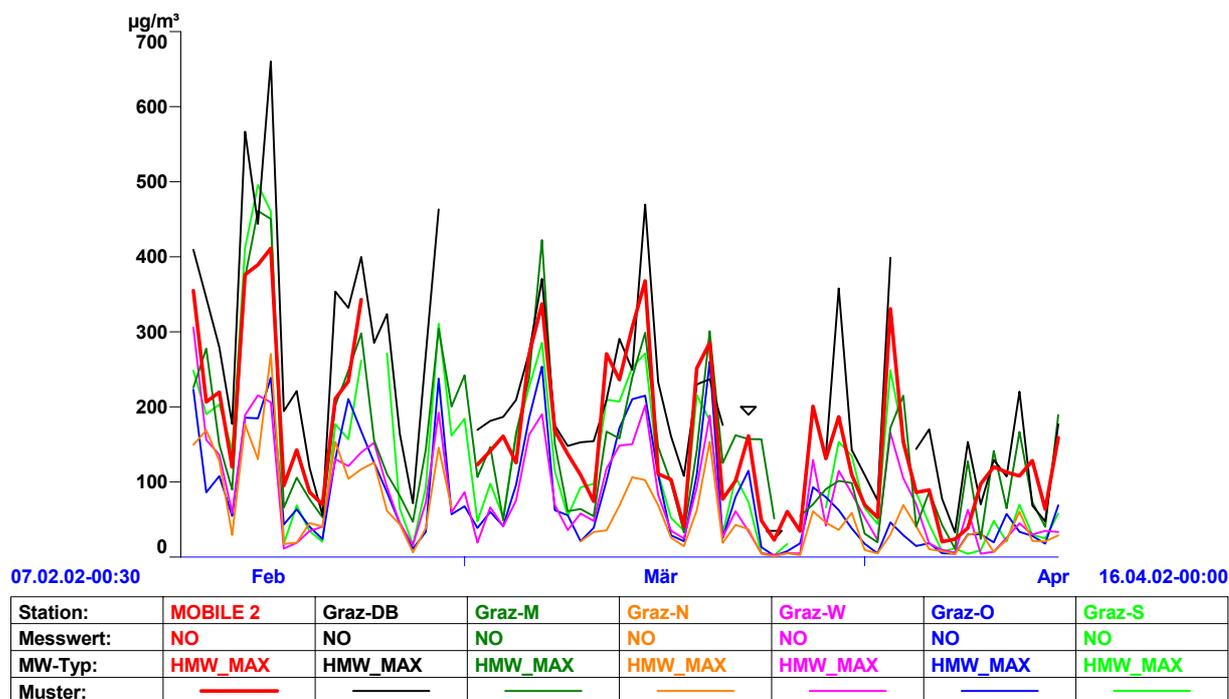
07.02.2002 - 15.04.2002	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	411	0,60	LGBl. Nr. 5/1987	69 %
Mtmax	161			
TMWmax	177	0,20	LGBl. Nr. 5/1987	89 %
PMW	46			

Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO_x) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO-Anteil etwa 95% des NO_x -Ausstoßes aus. Die Bildung von NO_2 erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O_2) oder mit Ozon (O_3) zu NO_2 verbindet.

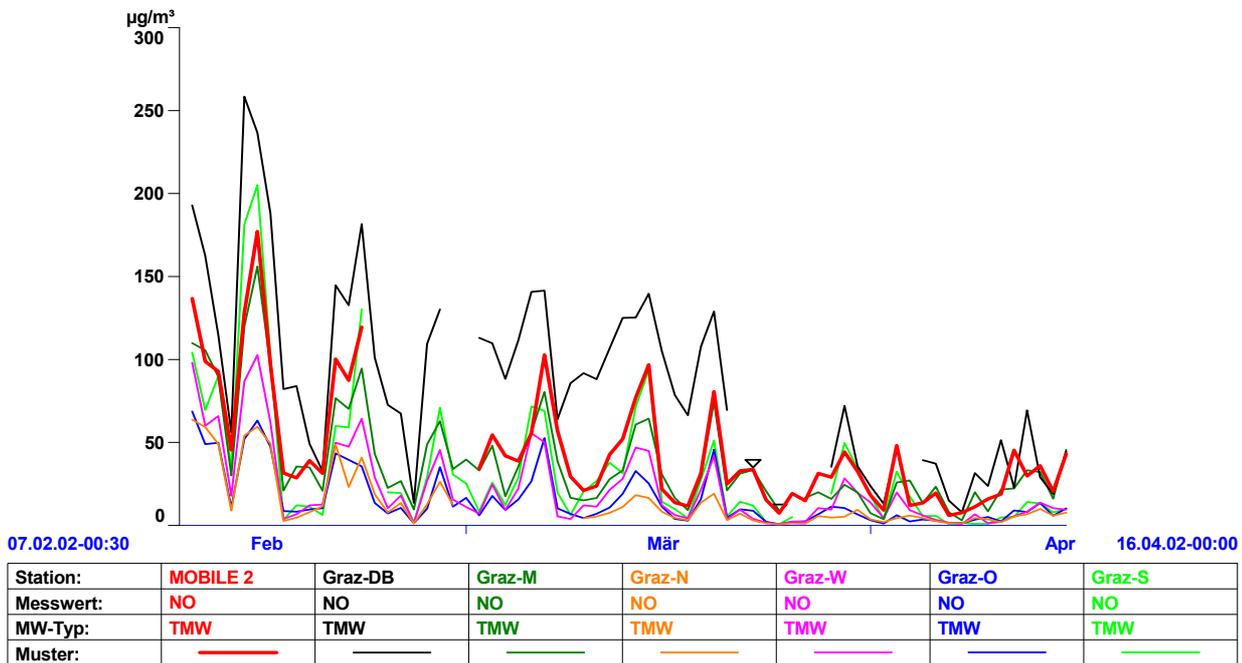
Die Grenzwerte der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) für die Stickstoffmonoxidkonzentrationen wurden bei den Messungen nicht erreicht.

Ein Vergleich der höchsten täglichen Halbstundenmittelwerte und der Tagesmittelwerte mit den übrigen Grazer Messstellen ergibt für den Messstandort in Jakomini überdurchschnittlich hohe Konzentrationswerte, die zumeist das Niveau der ebenfalls stark verkehrsbeeinflussten Messstellen Graz-Mitte und Graz-Süd erreichen und nur von der Station Don Bosco übertroffen werden.

Vergleich der maximalen Halbstundenmittelwerte der NO-Konzentrationen während der Messperiode

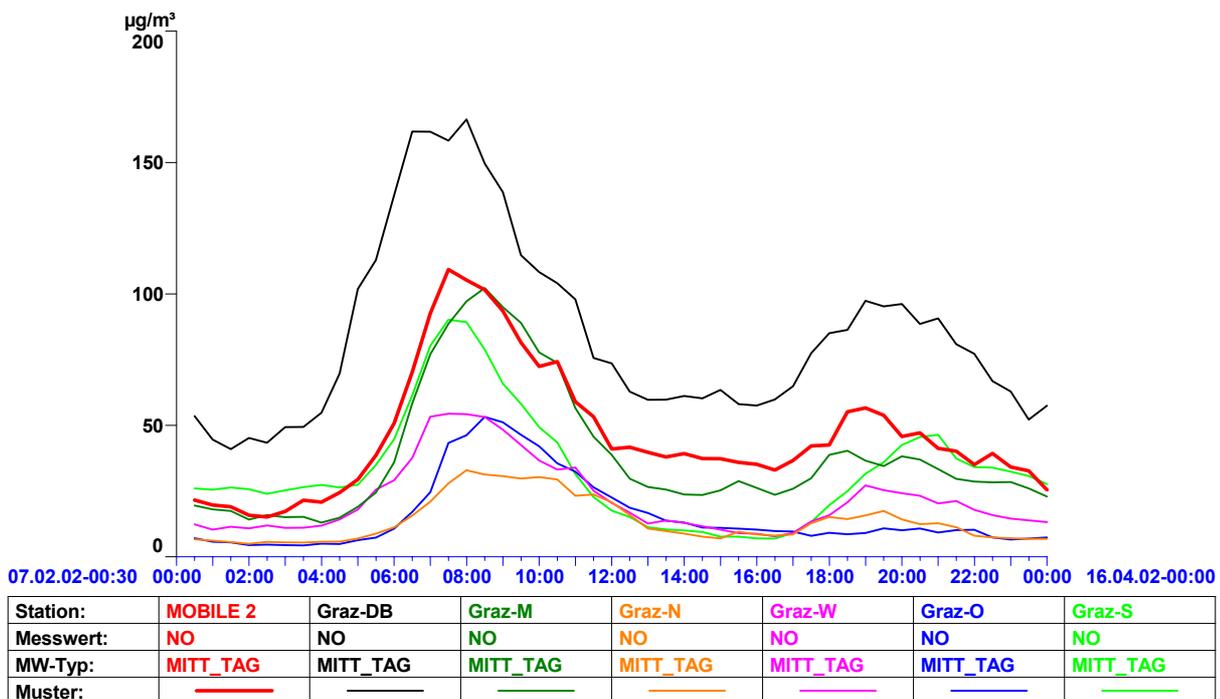


Vergleich der Tagesmittelwerte der NO-Konzentrationen während der Messperiode



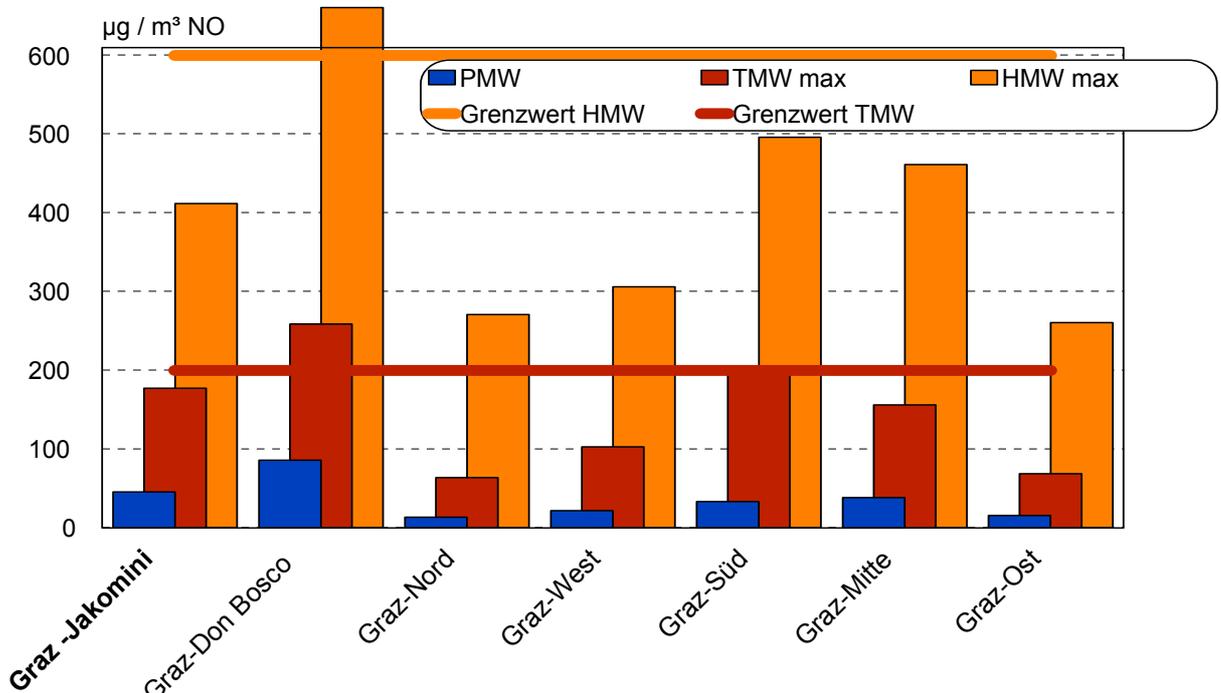
Der mittlere Tagesgang weist ein markantes Morgenmaximum zur Frühverkehrsspitze auf. Die Konzentrationshöhen entsprechen dabei etwa den Werten wie sie im Stadtzentrum (Station Graz-Mitte) gemessen werden und werden gantztägig nur von der noch stärker durch Verkehrsemissionen beeinflussten Messstelle Don Bosco übertroffen.

Vergleich der mittleren Tagesgänge der NO-Konzentrationen während der Messperiode



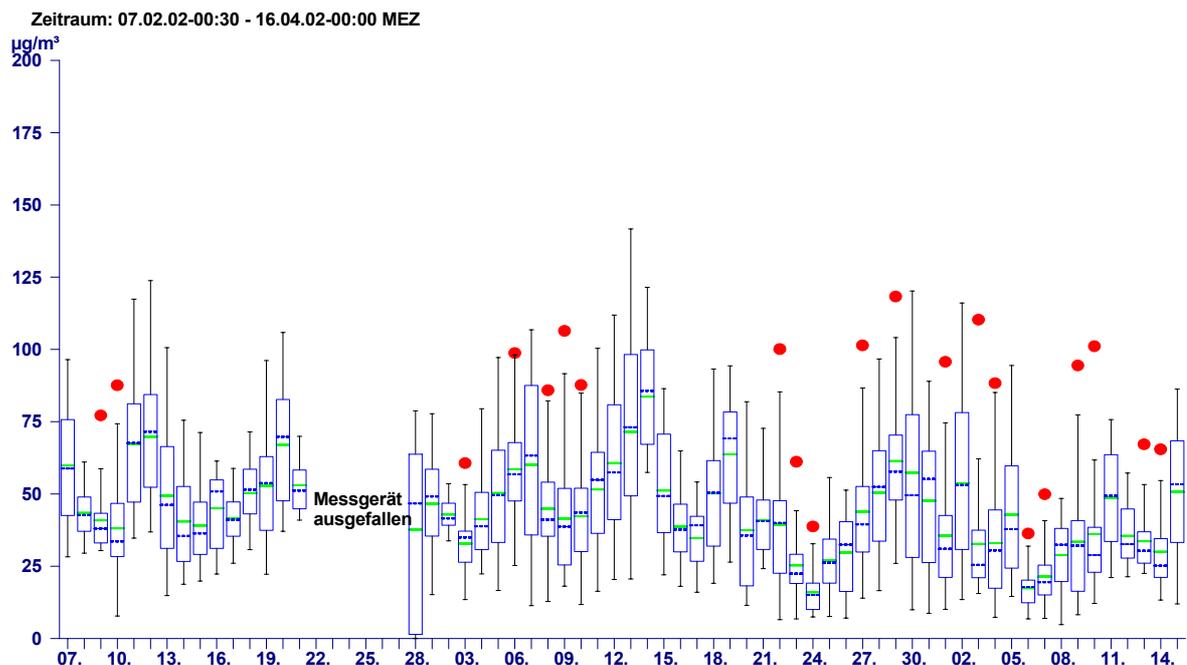
Eine Gegenüberstellung der einzelnen Maximalwerte der NO-Konzentrationen während des Messzeitraumes bestätigt die überdurchschnittliche Belastungssituation am Messstandort in Jakomini.

Vergleich der NO-Konzentrationen während der Messperiode



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

4.2.4 Stickstoffdioxid (NO₂)

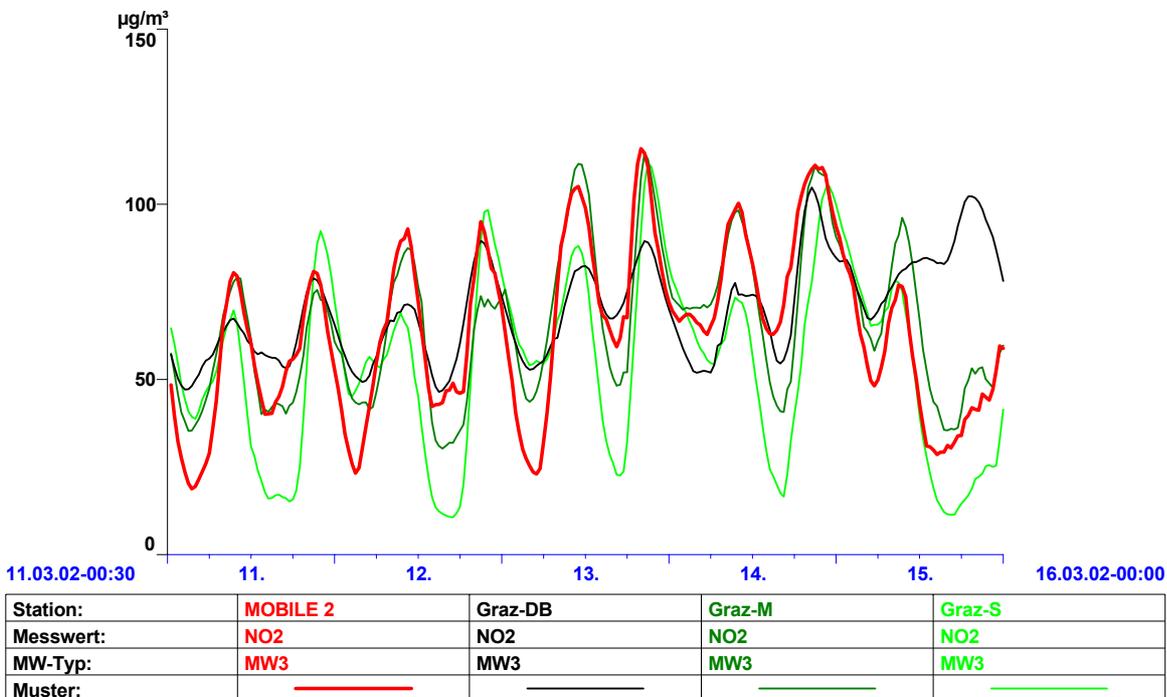


07.02.2002 - 15.04.2002	Messergebnisse NO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenz- wertes
HMWmax	142	0,20 mg/m ³ 200 µg/m ³	LGBl. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997	71 % 71 %
Mtmax	85			
TMWmax	84	0,10 mg/m ³ 80 µg/m ³	LGBl. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997	84 % 105 %
PMW	45			

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

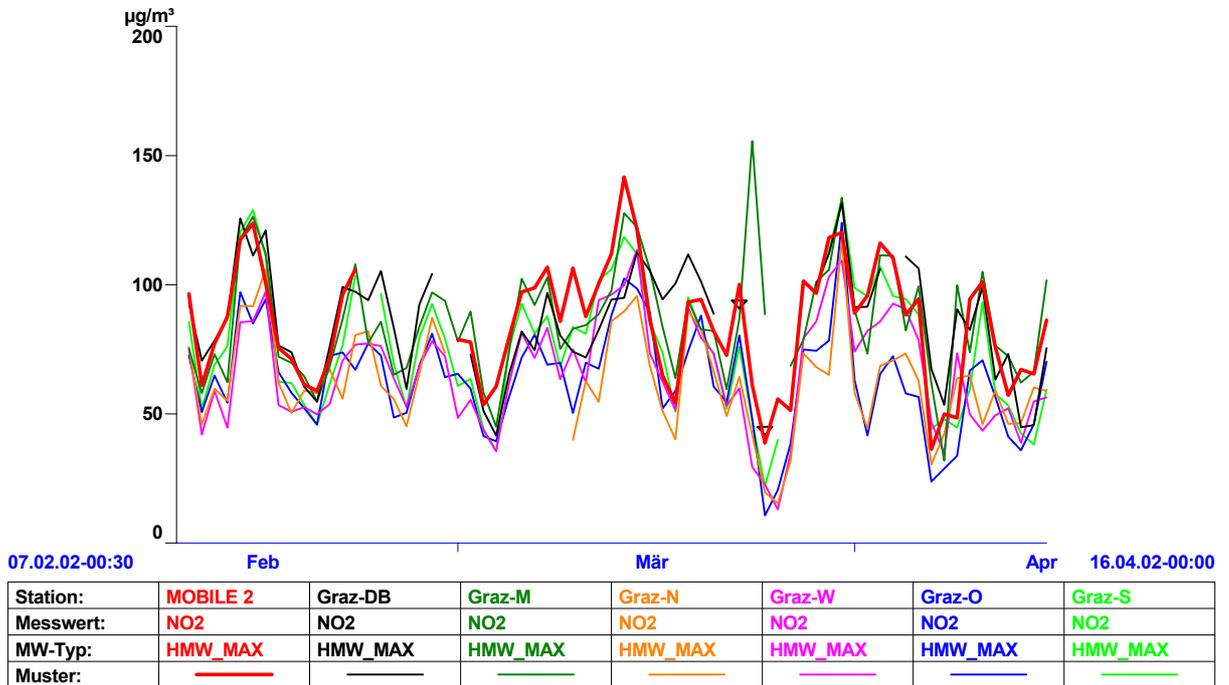
Bei den NO₂-Konzentrationen wurde am 14.3. eine Überschreitung des Zielwertes für den Tagesmittelwert von 80µg/m³ nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft registriert. Bei austauscharem Hochdruckwetter erfolgte aufgrund des höheren Temperaturniveaus eine stärkere NO₂-Bildung, die, wie nachfolgend dargestellt, über mehrere Tage hin zu einem Aufschaukelungsprozess führte. Die lokalklimatischen Bedingungen waren dabei jenen vom 15.2. sehr ähnlich (vergl. Kap. 4.2.2), jedoch wurden jahreszeitlich bedingt die nächtlichen Bodeninversionen tagsüber aufgelöst. Erst unter schwachem zyklonalem Einfluss am 15.3. sanken die Konzentrationen wieder ab.

Verlauf der NO₂-Konzentrationen im Zeitraum 11. bis 15.3.2002

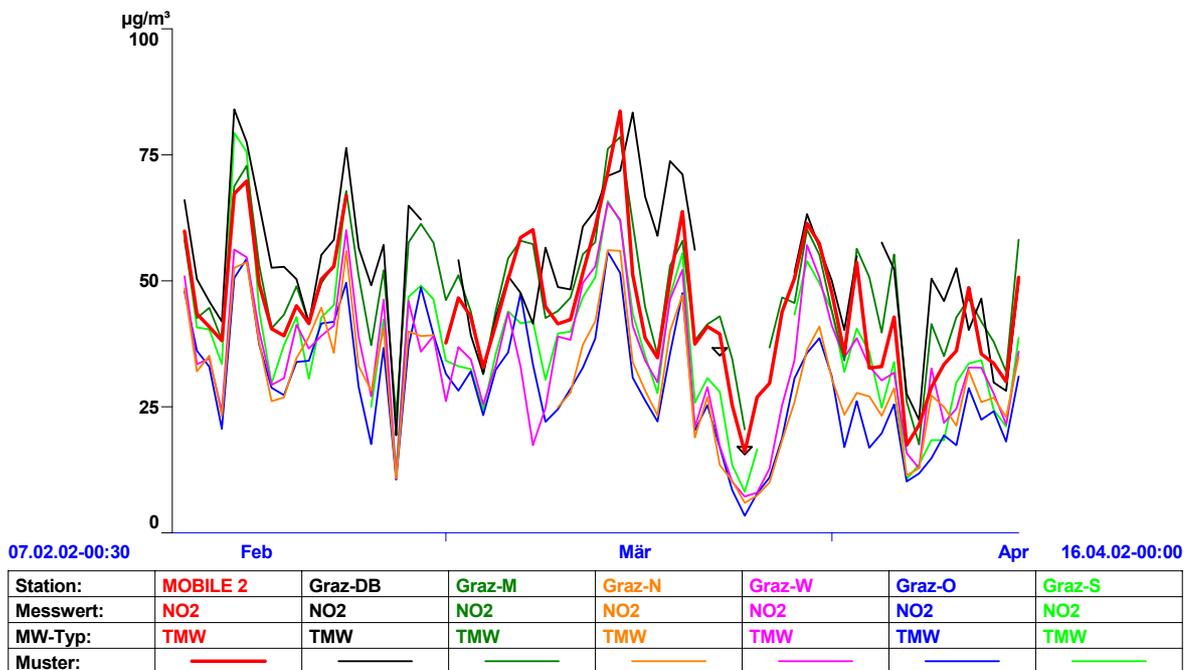


Die täglichen Maximalwerte wie auch die Tagesmittelwerte erreichten im gesamten Verlauf der Messungen die an den verkehrsnahen Messstellen Don Bosco und Graz-Mitte erhobenen Konzentrationen.

Vergleich der maximalen Halbstundenmittelwerte der NO₂-Konzentrationen während der Messperiode

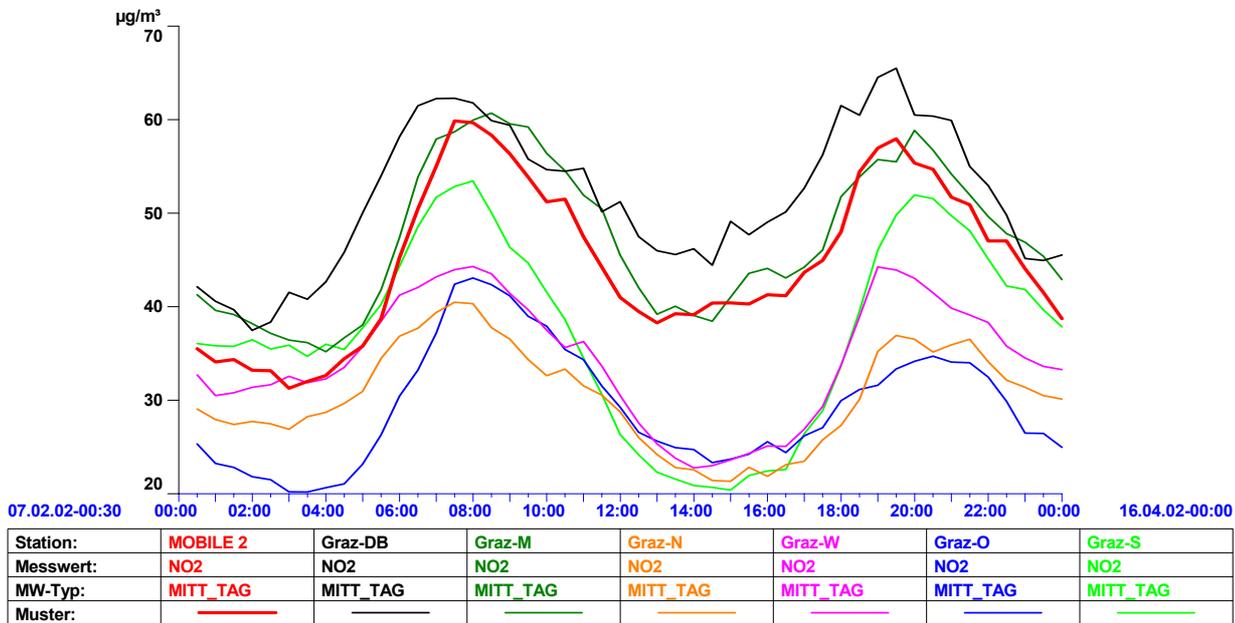


Vergleich der Tagesmittelwerte der NO₂-Konzentrationen während der Messperiode



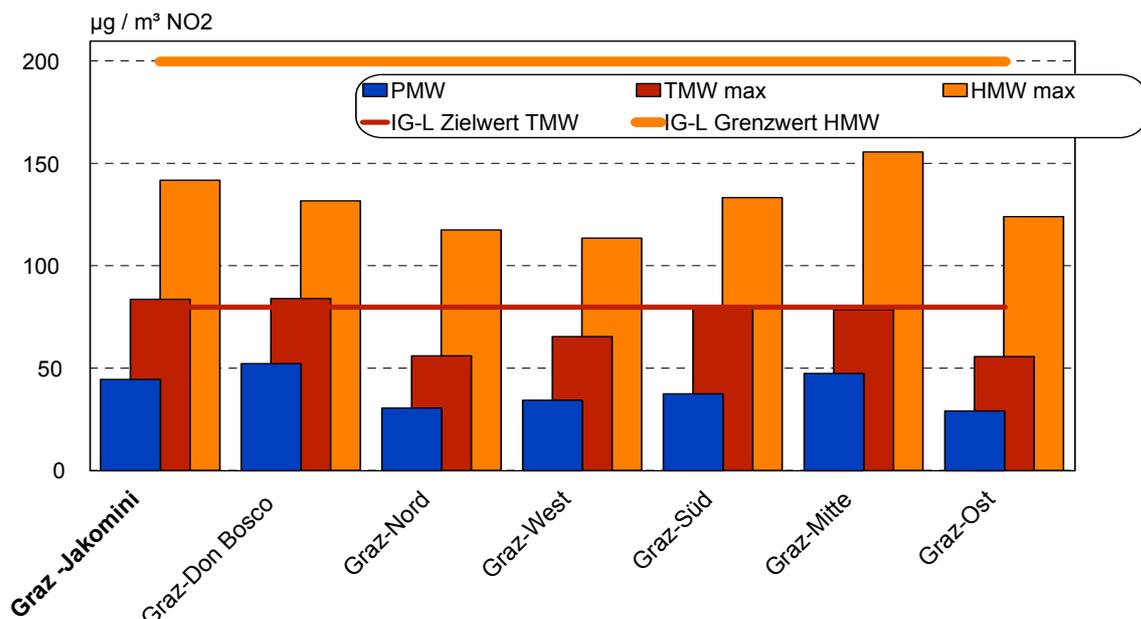
Auch der durchschnittliche Tagesverlauf der NO₂-Konzentrationen entsprach im Kreuzungsbereich Conrad von Hötzendorfstraße – Fröhlichgasse jenen an den verkehrständigen Fixmesstellen Graz-Mitte und Don Bosco.

Vergleich der mittleren Tagesgänge der NO₂-Konzentrationen während der Messperiode



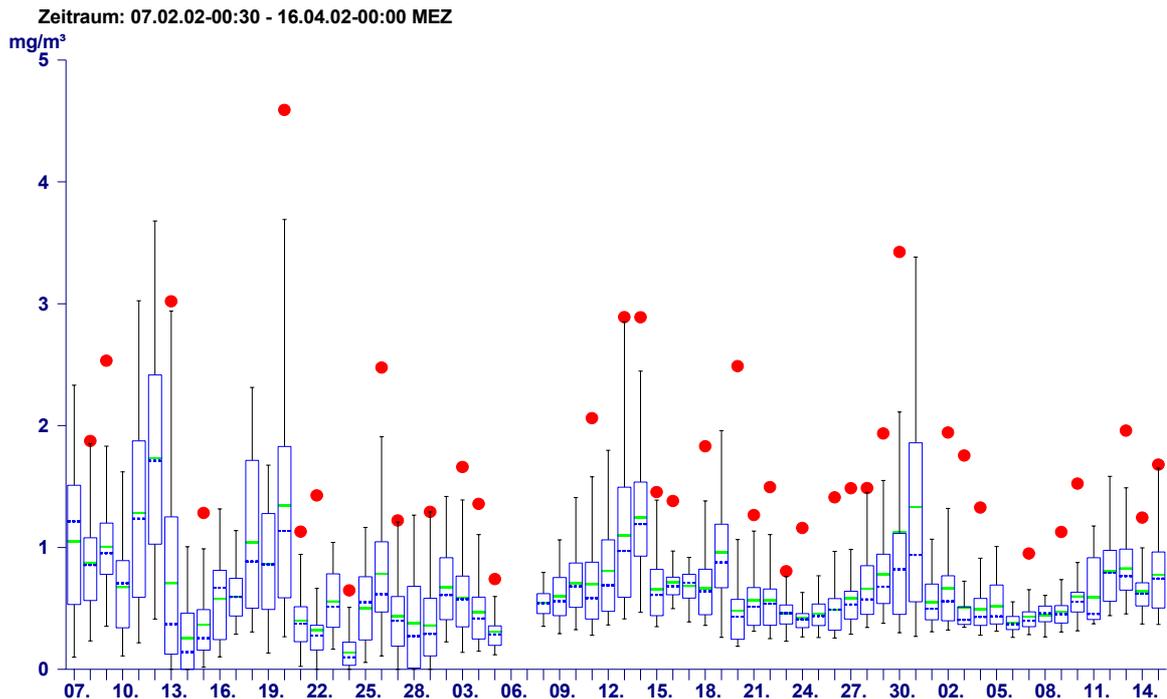
Ein Vergleich der jeweiligen Höchstwerte während der Messperiode verdeutlicht die ungünstige Belastungssituation. Sowohl hinsichtlich der Belastungsspitzen als auch die Grundbelastung betreffend wurden am Standort Jakomini überdurchschnittliche Konzentrationen festgestellt.

Vergleich der NO₂-Konzentrationen während der Messperiode



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

4.2.5 Kohlenmonoxid (CO)



07.02.2002 - 15.04.2002	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	4,59	20	LGBl.Nr. 5/1987	23 %
Mtmax	1,69			
MW8max	2,83	10	BGBl. I Nr. 115/1997	28 %
TMWmax	1,73	7	LGBl.Nr. 5/1987	25 %
PMW	0,68			

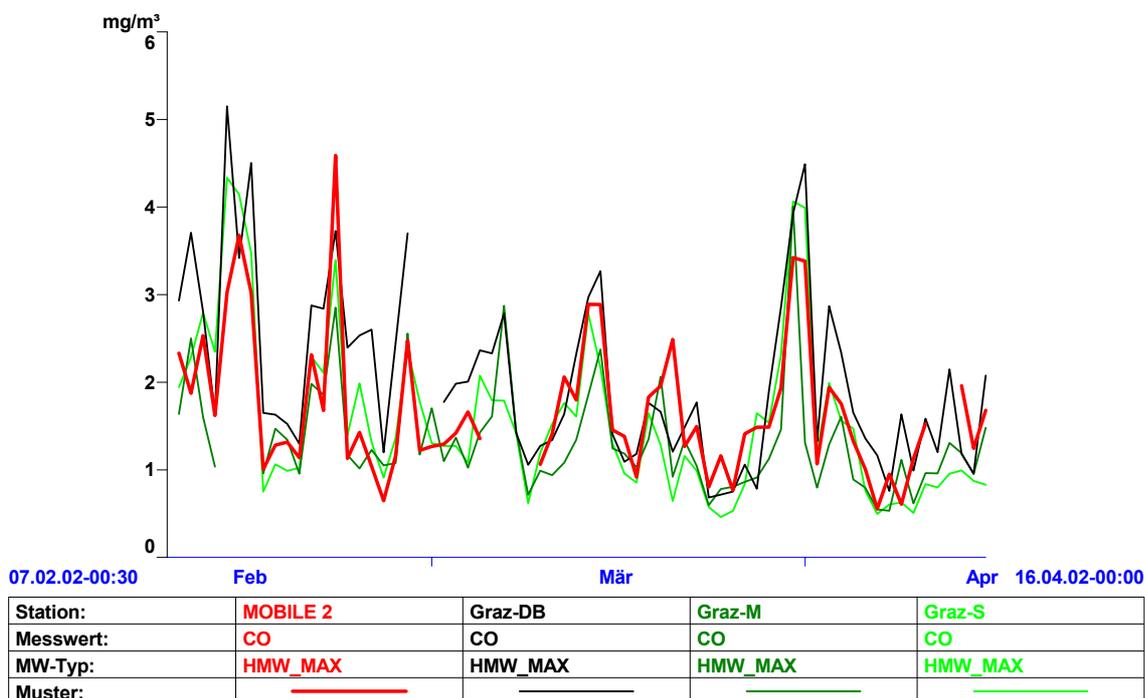
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der Kfz-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern jedoch im Allgemeinen stärker ab als bei den Stickstoffoxiden.

Die registrierten Konzentrationen blieben während der Messungen unter den gesetzlichen Immissionsgrenzwerten sowohl der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) als auch des Immissionsschutzgesetzes-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997).

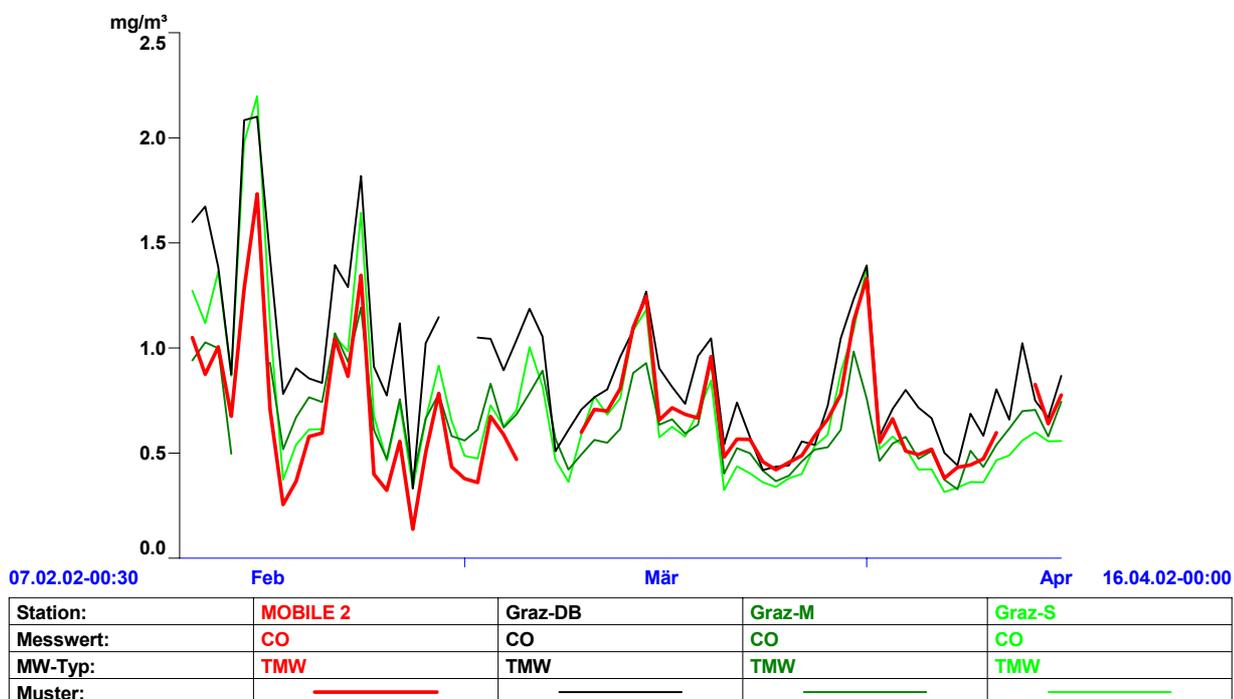
Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden nur an einigen neuralgischen Punkten sowie an den beiden mobilen Messstationen erhoben.

Wie bei den Stickstoffoxiden weisen die Ergebnisse der Immissionsmessungen beim Kohlenmonoxid im Vergleich zu den Fixmessstellen in Graz sowohl hinsichtlich der kurzfristigen Spitzenkonzentrationen als auch der Grundbelastung vergleichbare Belastungen auf.

Vergleich der maximalen Halbstundenmittelwerte der CO-Konzentrationen während der Messperiode

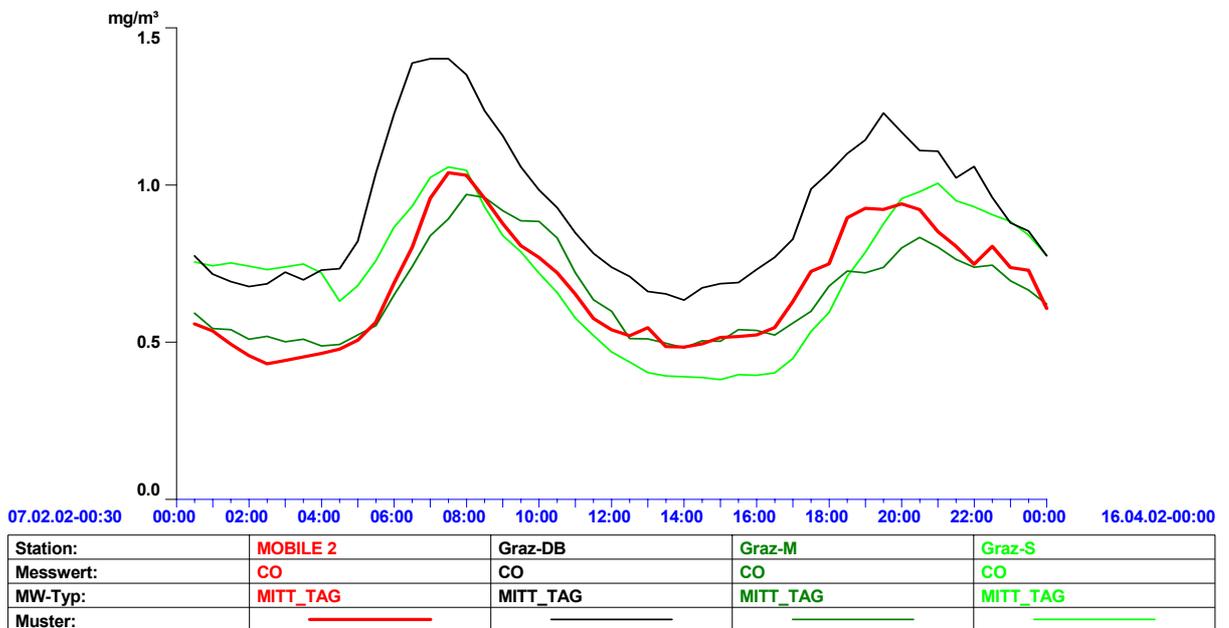


Vergleich der Tagesmittelwerte der CO-Konzentrationen während der Messperiode



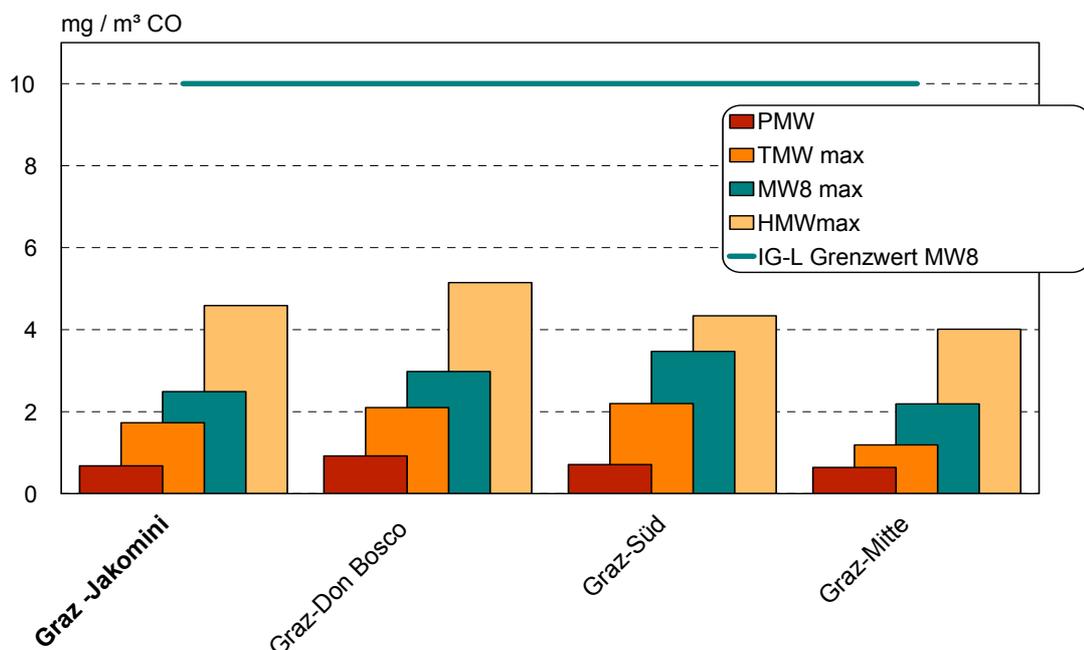
Der mittlere Tagesgang der CO-Konzentrationen mit seinem Morgenmaximum und dem Sekundärmaximum in den frühen Abendstunden bestätigt im Vergleich mit den stark verkehrsbeeinflussten Messstellen Don Bosco, Graz-Mitte und Graz-Süd ebenfalls eine ganztägig hohe Belastung.

Vergleich der mittleren Tagesgänge der CO-Konzentrationen während der Messperiode



Dementsprechend liegen auch die Höchstwerte der Messperiode an der mobilen Messstation in Jakomini auf einem mit den drei Grazer Fixstationen vergleichbaren Niveau.

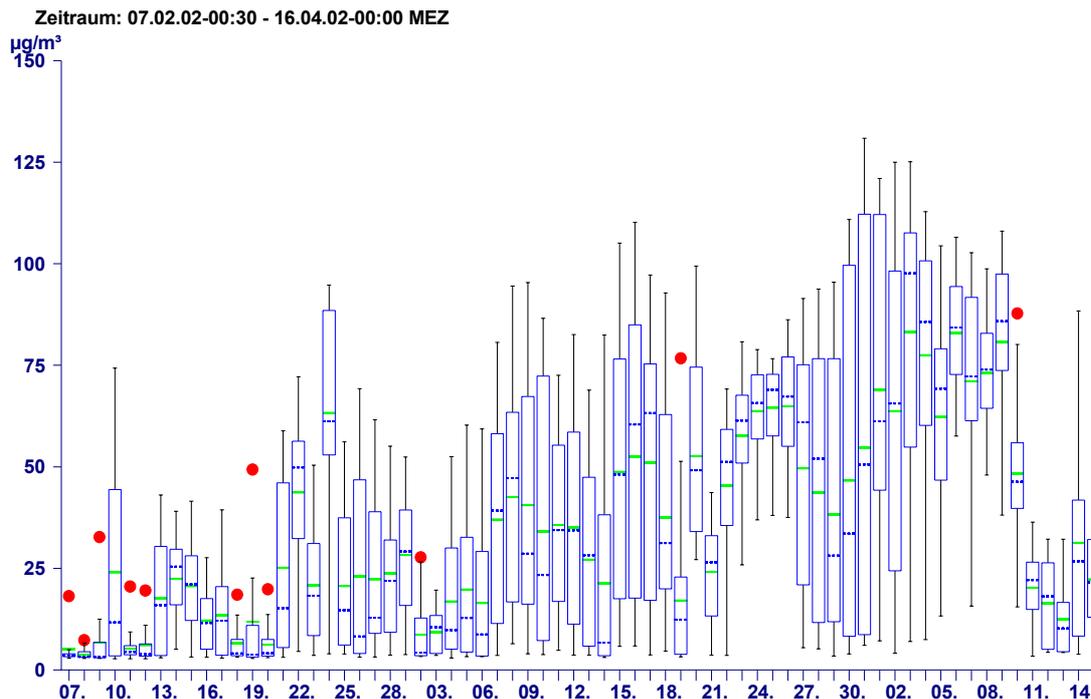
Vergleich der CO-Konzentrationen während der Messperiode



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

4.2.6 Ozon (O₃)

07.02.2002 - 15.04.2002	Messergebnisse O ₃ in µg/m ³	Grenzwerte O ₃ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	131	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	109 %
Mtmax	70			
MW8max	113	0,110	BGBI. I Nr. 115/1997	102 %
TMWmax	83			
PMW	35			

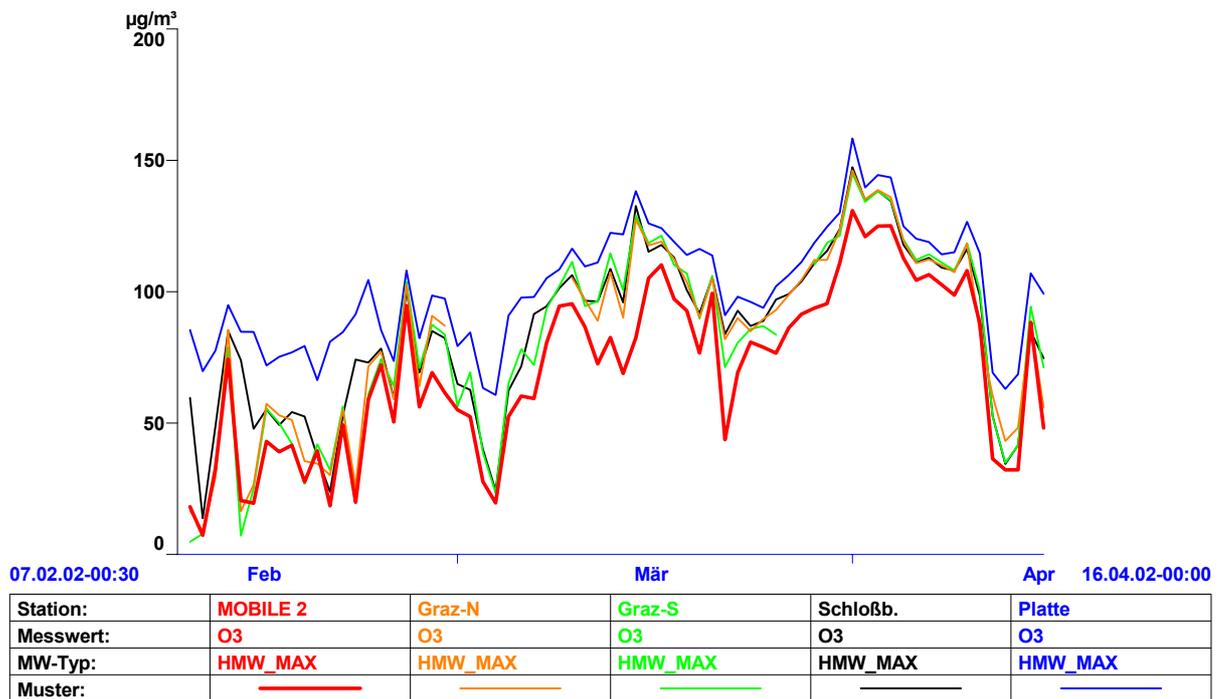


Die Ozonbildung in der bodennahen Atmosphäre erfolgt in der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit wesentlich stärker als in den Herbst- und Wintermonaten. Eine wesentliche Rolle kommt dabei den Vorläufersubstanzen wie den Stickstoffoxiden und den Kohlenwasserstoffen zu, auf deren Emittenten bereits hingewiesen wurde. Für das Vorkommen von Ozon in der Außenluft sind daher die luftchemischen Umwandlungsbedingungen entscheidend.

Eine weitere Eigenheit der Ozonimmissionen liegt darin, dass die Konzentrationsgrößen über große Gebiete relativ homogen in den Spitzenbelastungen nachweisbar sind. Das gesamte österreichische Bundesgebiet wurde daher im Ozongesetz (1992) in 8 Ozon-Überwachungsgebiete mit annähernd einheitlicher Ozonbelastung eingeteilt. Graz liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 2 "Süd- und Oststeiermark und südliches Burgenland".

Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass sich die täglichen Ozonspitzenkonzentrationen am Standort in Graz - Jakomini im Allgemeinen etwas unter den Größenordnungen wie sie an den benachbarten Stationen Schloßberg und Graz-Süd gemessen werden, bewegen. Dies ist an einem verkehrsnahen Messstandort aber auch zu erwarten, da es zu einem verstärkten Abbau des Ozons durch das hohe Angebot an Vorläufersubstanzen

kommt. Verstärkte Ozonproduktion und daher auch erhöhte Konzentrationen treten erst mit einigem Abstand zu den Emissionsquellen auf.

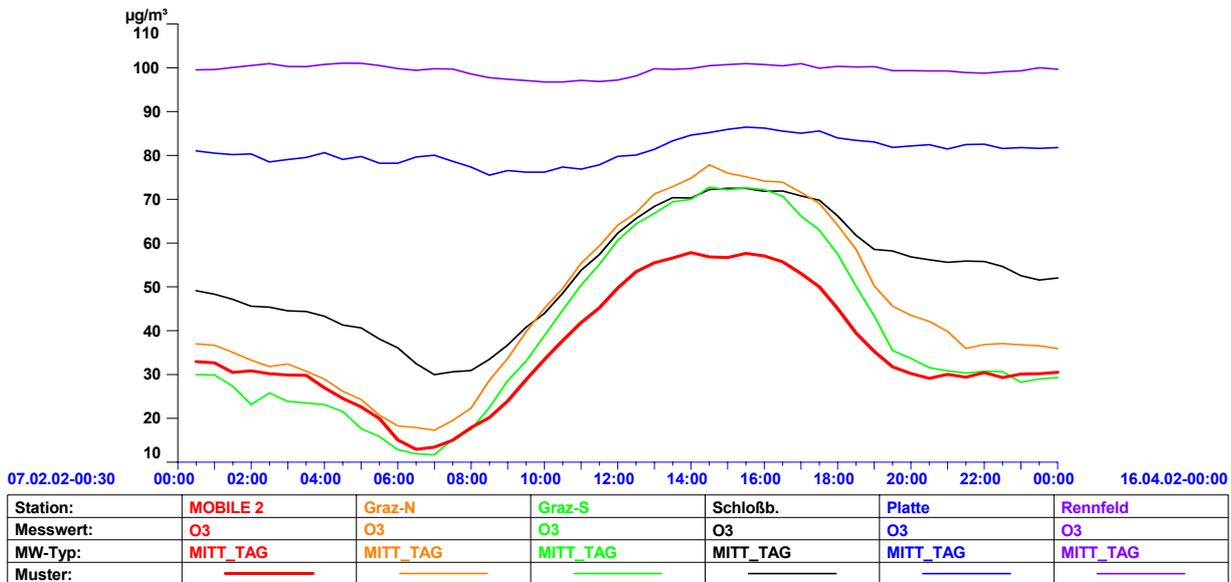


Der Ozontagesgang ist ebenfalls stark von der Höhenlage sowie von der Nähe zu Ballungszentren abhängig. Siedlungsnahe Talregionen mit höherer Grundbelastung an Ozonvorläufersubstanzen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt ein rasches 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 (O_2) Stickstoffdioxid (NO_2), dabei bleibt ein Sauerstoffradikal (O^*) übrig. Dieses bindet sich in der Folge mit dem Luftsauerstoff (O_2) zu Ozon (O_3).



Die folgende Abbildung dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort in Graz - Jakomini mit weiteren Grazer Stationen und der Messstelle am Rennfeld.

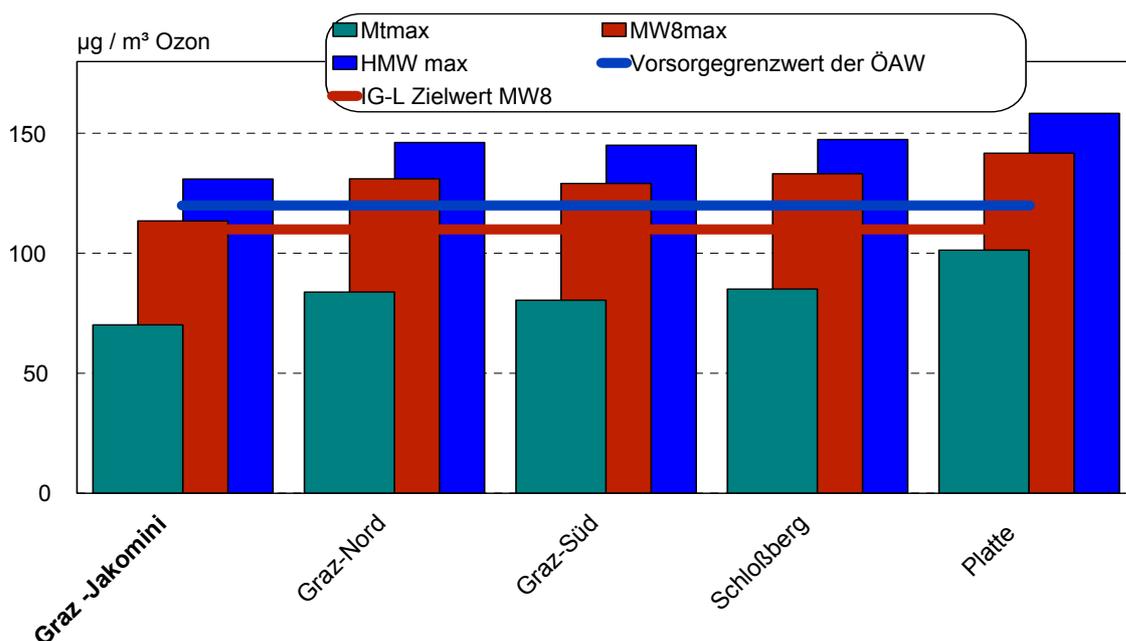


Die Grazer Stationen weisen allgemein einen für Tallagen typischen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsmaximum am Nachmittag auf, wobei die nächtliche Konzentrationsabsenkung an der höher gelegenen Messstelle Schloßberg schon deutlich geringer ausfällt und auf der Platte (661m Seehöhe) und am Rennfeld (1620m) gänzlich verschwindet.

Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die zu erwartende Übereinstimmung mit den Witterungsverhältnissen. Bei strahlungsintensiven Hochdrucklagen wurden höhere Werte registriert, als bei wolkenreichem Tiefdruckwetter.

Während der ausgeprägten Hochdruckwetterlage Anfang April wurde der maximale Achtstundenmittelwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) ebenso wie der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für den maximalen Halbstundenmittelwert überschritten.

Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Messperiode



4.3. Luftbelastungsindex

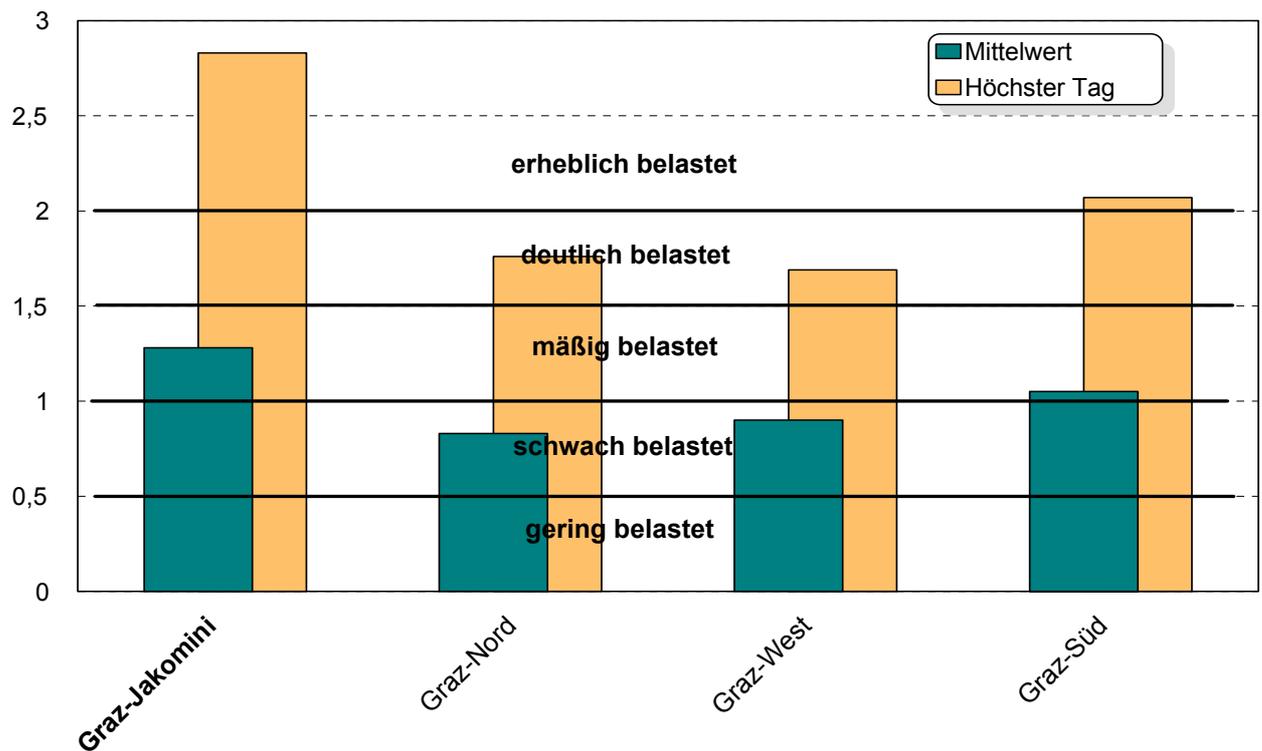
Eine relativ einfache Bewertungs- und Vergleichsmöglichkeit der Luftbelastung verschiedener Messstationen wird durch den Luftbelastungsindex ermöglicht.

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 und weitere Grazer Standorte dargestellt.

Demnach wiesen die lufthygienischen Verhältnisse in Graz - Jakomini auf Grund der Lage des Messstandortes im unmittelbaren Kreuzungsbereich zweier stark befahrener Straßen im Vergleich mit den Messstellen Graz - Nord, Graz - Süd und Graz - West sowohl hinsichtlich des höchstbelasteten Tages als auch bezüglich der Grundbelastung während der Messperiode überdurchschnittliche Werte auf.

Luftbelastungsindex während der Messperiode



5. Literatur

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1997:

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

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1992:

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

Landesgesetzblatt für die Steiermark, 1987 :

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

Lazar, R. et al. 1994 :

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

Österreichische Akademie der Wissenschaften, 1989:

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

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, 2002:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
Februar, März, April 2002. 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 Immissionsgrenzwerteverordnung des Landes (LGBl. Nr.5/1987) und des Immissionsschutzgesetzes-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997) sind die Kennwerte als maximale Tages- und Halbstundenmittelwerte, für den von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlenen Vorsorgegrenzwert der maximale Ozon - Halbstundenmittelwert angegeben.

Messperiodenmittelwert (PMW)

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

Mittleres tägliches Maximum (Mtmax)

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

Maximaler Tagesmittelwert (TMWmax)

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

Maximaler Achtstundenmittelwert (MW8max)

Im Immissionsschutzgesetz-Luft und in der Kurorterrichtlinie sind Grenzwerte für Kohlenmonoxid als gleitende Achtstundenmittelwerte festgelegt. Sie werden aus sechzehn hintereinanderliegenden Halbstundenmittelwerten gleitend gebildet.

Maximaler Halbstundenmittelwert (HMWmax)

Er kennzeichnet für jeden Schadstoff den höchsten Halbstundenmittelwert während der gesamten Messperiode. Er berücksichtigt die kürzeste Zeiteinheit und stellt daher die Belastungsspitze dar.

Abkürzungen von meteorologischen Parametern und Messwerttypen

LUTE	Lufttemperatur
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 aufgezichnet werden, ist es notwendig, einen entsprechenden Kompromiss zu finden, um die Luftgütesituation eines Ortes prägnant und übersichtlich darzustellen.

Zeitverlauf

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

Mittlerer Tagesgang

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

Box Plot

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

Auf der waagrechten Achse sind die einzelnen Tage einer Messperiode aufgetragen. Die senkrechte Achse gibt das Konzentrationsmaß der Schadstoffe wieder.

Die Signaturen innerhalb der Darstellung berücksichtigen das gesamte täglich registrierte Datenkollektiv eines Schadstoffes. Der arithmetische Mittelwert (Arith.MW) entspricht dem Tagesmittelwert. Er wird als arithmetisches Mittel aus den 48 Halbstundenmittelwerten eines Tages gebildet.

Das Minimum und das Maximum stellen jeweils den niedrigsten bzw. den höchsten Halbstundenmittelwert eines Tages dar. Dabei gibt es allerdings eine Ausnahme, die als Ausreißer bezeichnet wird. Werden in der Grafik die so genannten Ausreißer dargestellt, dann handelt es sich hierbei um den höchsten Halbstundenmittelwert des Tages.

Für die Berechnung des Medians und des oberen und unteren Quartils werden alle 48 Halbstundenmittelwerte eines Messtages nach ihrer Wertgröße aufsteigend gereiht.

Dann wird in dieser Wertreihe der 24. Halbstundenmittelwert herausgesucht und als Median (= 50 Perzentil) festgelegt. Für die Berechnung der oberen und unteren Quartilsgrenzen sind der 12. Halbstundenmittelwert (= 25 Perzentil) bzw. der 36. Halbstundenmittelwert (= 75 Perzentil) maßgebend.