



**Mobile
Luftgütemessungen
Graz-Geidorf
B(R)G Carnerigasse**

8. Februar 2001 bis 17. April 2001

Autor

Oliver Hofmann

Schüler des
B(R)G Carnerigasse
Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium
Carnerigasse 30 - 32, A-8010 Graz

COMENIUS-Projektleitung

Mag. Josefine Jaritz (B(R)G Carneri)

Projektbetreuung

(Für den Inhalt verantwortlich)

Mag. Andreas Schopper (Fachabteilung 17C)

Messtechnik

Gerhard Schrempf (Fachabteilung 17C)

Herausgeber

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

© April 2002

Dieser Bericht ist im Internet unter folgender Adresse verfügbar:

http://www.stmk.gv.at/LUIS/UMWELTSCHUTZ/LUFTREINHALTUNG/MOBILE_MESSUNGEN/Carnerigasse/Carnerigasse.htm

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung

1. Einleitung	3
2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe in Graz-Geidorf	5
3. Mobile Immissionsmessungen	7
3.1. Stationsausstattung und Messmethoden	7
3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen	8
3.2.1. Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr. 5/ 1987)	8
3.2.2. Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)	8
3.2.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.....	9
3.3. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen .. (8. Februar bis 17. April 2000)	10
3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe	12
3.4.1. Schwefeldioxid (SO₂)	12
3.4.2. Schwebstaub	14
3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO)	16
3.4.4. Stickstoffdioxid (NO₂)	18
3.4.5. Kohlenmonoxid (CO)	20
3.4.6. Ozon (O₃).....	22
3.5. Luftbelastungsindex	25
4. Literatur	26
5. Anhang	28

Luftgütemessungen Graz-Geidorf - B(R)G Carnerigasse

Zusammenfassung

Die Luftgütemessungen in Graz Geidorf wurden auf Ersuchen des B(R)G Carnerigasse zur Unterstützung eines von der Schule durchgeführten **COMENIUS** - Projektes der Europäischen Union im Zeitraum vom 8.02.2001 bis 17.04.2001 durchgeführt.

Das Ziel des mehrjährigen Projektes ist die Untersuchung der Luftqualität im Umfeld der Schule sowie der Vergleich der Luftgüte während und nach dem Bau einer nahegelegenen neuen Straßenverbindung zwischen Kalvarienbergbrücke und Grabenstraße, der sogenannten „Nordspange“.

Dem Projektziel entsprechend wurden die Auswertungen der Messergebnisse von beteiligten Schülern vorgenommen. Auch der vorliegende Bericht wurde von einem - mittlerweile ehemaligen - Schüler des B(R)G Carnerigasse, Oliver Hofmann, verfasst.

Für den mobilen Messcontainer wurde ein Standort in der Vogelweiderstraße an der Rückseite der Schule, in unmittelbarer Nähe zur Baustelle der „Nordspange“ ausgewählt.

Die Witterung wurde während der Messperiode zu einem nicht unbeträchtlichen Teil von zyklonalen Wetterlagen dominiert, die sich generell günstig auf die immissionsklimatischen Bedingungen auswirkten.

Die Ergebnisse der Messungen erbrachten bezüglich der Primärschadstoffe Schwefeldioxid, Schwebstaub, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und Kohlenmonoxid während der Messperiode keine Überschreitung von gesetzlichen Grenzwerten.

Im Vergleich mit anderen Grazer Messstellen kann das Konzentrationsniveau als unterdurchschnittlich eingestuft werden, lediglich an der nahen Station Graz-Nord ist die Luftgütesituation noch etwas besser. Hauptverantwortlich dafür ist die im innerstädtischen Vergleich günstige immissionsklimatische Situation im Grazer Norden und Osten, die auf eine vergleichsweise gute Durchlüftung und Durchmischung der bodennahen Luftschichten (Kaltluftzufuhr durch die einmündenden Seiten- und Riedeltäler) zurückzuführen ist.

Die Luftqualität in Graz-Geidorf im Bereich des B(R)G Carnerigasse war im Messzeitraum trotz der Bautätigkeiten für Grazer Verhältnisse gut. Im gesamtsteirischen Vergleich dagegen macht sich das hohe Verkehrsaufkommen im Großraum Graz natürlich durch ein erhöhtes Immissionsniveau bemerkbar.

Über die Luftgüteentwicklung im Umfeld des B(R)G Carnerigasse durch die Inbetriebnahme der „Nordspange“ kann momentan noch keine Prognose erstellt werden. Eine Dokumentation der Entwicklung kann erst nach einer Überprüfungsmessung nach Eröffnung dieses Straßenabschnittes erfolgen.

1. Einleitung

Die Luftgütemessungen im Grazer Stadtbezirk Geidorf wurden im Zeitraum vom 08.02. bis 17.04.2001 auf Ersuchen des B(R)G Carnerigasse von der Fachabteilung 1a (nunmehr Fachabteilung 17C), Referat Luftgüteüberwachung, vorgenommen. Das B(R)G Carnerigasse beschäftigt sich in einem mehrjährigen **COMENIUS**-Projekt der Europäischen Union unter Anderem mit der Situation der Luftschadstoffbelastungen im Umfeld der Schule (Projektleitung: Frau Mag. Josefine Jaritz). Neben umfangreichen integralen Messungen sollten dabei auch kontinuierlich erhobene Messdaten zur Verfügung stehen, die Auskunft über die Luftgütesituation im Nahebereich der Schule, unter anderem auch im Hinblick auf die benachbarte Baustelle der „Nordspange“ geben können.

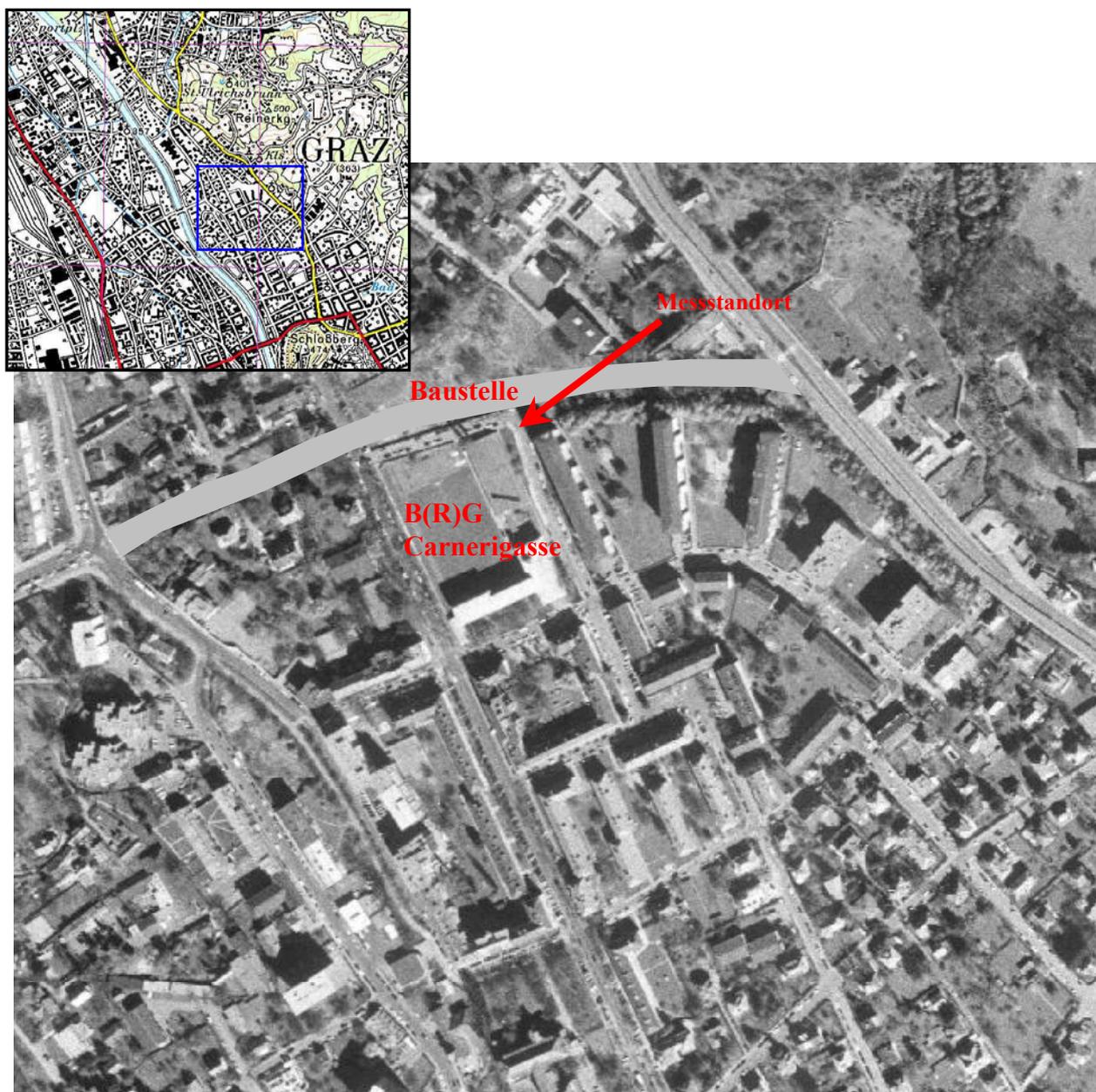
Der Messstandort B(R)G Carnerigasse in Graz-Geidorf



Die „Nordspange“ ist eine seit Jahrzehnten geplante und nun im Bau befindliche Verbindungsstraße zwischen der Kalvarienbergbrücke im Westen und der Grabenstraße im Osten, für die eine hohe Verkehrsfrequenz zu erwarten ist und die fast zur Gänze als Unterflurtrasse errichtet wird.

Für den mobilen Messcontainer wurde ein Standort in der Vogelweiderstraße an der Rückseite der Schule in unmittelbarer Nähe zum Baustellenbereich ausgewählt.

Der Standort der Messstation in Graz-Geidorf



2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe in Graz-Geidorf

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

Das Stadtklima von Graz lässt sich nach H. Wakonigg am ehesten der Klimalandschaft der „Terrassenstufe“ im Vorland zuordnen. Das Klima kann generell als sommerwarmes, mäßig winterkaltes, schwach kontinentales Klima charakterisiert werden. (H. Wakonigg 1978, 378f).

Die Temperaturverhältnisse erfahren durch die Bebauungsdichte im Stadtbereich von Graz eine starke Differenzierung, die sich in einem ausgeprägten Wärmeinseleffekt im Stadtzentrum manifestiert. So beträgt das Jahresmittel der Temperatur im langjährigen Durchschnitt (Periode 1951-80) zwischen 8,3 °C (Thalerhof) und 9,7 °C (Graz-Stadt), wobei im Jänner rund -3,4 °C bis -1,2°C und im Juli 18,5 °C bis 19,5°C erreicht werden. Die Jahresniederschlagssummen liegen im Bereich von 870 mm, die an rund 100 Tagen im Jahr fallen. Die niederschlagsärmste Jahreszeit ist der Winter, die niederschlagsreichsten Monate sind der Juli und der August.

Im Gegensatz zum Süden und Westen des Stadtgebietes ist das Gebiet im Norden und Osten durch die Einmündung größerer Seitentäler, die als Frischluftzubringer fungieren, immissionsklimatisch deutlich begünstigt. Es kommt daher in diesem Stadtbereich zu einer besseren Durchmischung der Luft, zudem wird die schadstoffreiche Luft Richtung Süden und Westen „abgedrängt“.

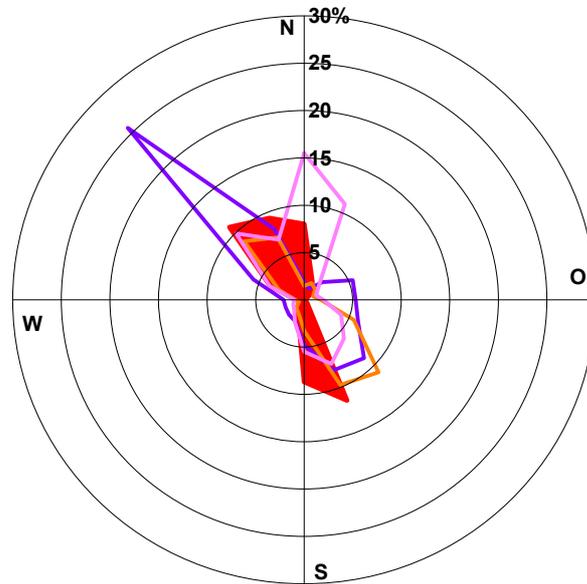
Das zeigt auch die nachfolgende Abbildung: Die Windrichtungsverteilung während der mobilen Messungen zeigt für die Messstelle Graz-Nord im Vergleich zum Grazer Süden (Station Graz-Süd) deutlich höhere Windgeschwindigkeiten bei einer geringeren Kalmenbereitschaft. Noch besser durchlüftet ist erwartungsgemäß das Schlossbergplateau.

Die etwas überraschend geringeren Windgeschwindigkeiten am Messstandort Geidorf dürften damit zusammenhängen, dass der Murtalabwind bis in den Raum von Gösting (Station Graz-Nord) noch bis zum Boden durchgreift, im Zentrum der Stadt (auch am Messstandort Carnerigasse) aber, unter anderem wegen der hohen Baudichte und der anderen (höheren) Baukörperstruktur, zum Abheben tendiert.

Die Windrichtungsverteilung in Graz

Station:	Graz-N	Graz-S	Schloßb.	MOBILE 2
Wind:	WIRI	WIRI	WIRI	WIRI
Calmen:	18.45%	40.04%	7.58%	40.04%
Y-Achse:	N	N	N	N

Nr	Zeitraum
1	08.02.01-00:30 - 17.04.01-00:00



3. Mobile Immissionsmessungen

3.1. Stationsausstattung und Messmethoden

Die mobile Luftgütemessstation (in der Legende Mobile 2) zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO₂), Schwebstaub, 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	Beta-Strahlenabsorption	Horiba ABDA 350E
Stickstoffoxid 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, Luftfeuchtigkeit, 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 Funk in die Luftgüteüberwachungszentrale übertragen, wo sie nochmals hinsichtlich ihrer Plausibilität geprüft werden.

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

3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen

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

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

Für den Messstandort Graz-Geidorf sind die Grenzwerte für die Zone II relevant (Grenzwerte jeweils in mg/m³):

	April – Oktober		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.

3.2.2. Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Neben allgemeinen Festlegungen zur Immissionsüberwachung definiert das IG-L in Erfüllung der EU - Rahmenrichtlinie sowie der dazu in Kraft getretenen Tochterrichtlinien bundesweit gültige Immissionsgrenzwerte, die in der folgenden Tabelle wiedergegeben sind (Grenzwerte jeweils in mg/m³):

Schadstoff	HMW	TMW	MW8
Stickstoffdioxid	0,20		
Schwefeldioxid	0,20 *	0,12	
Schwebestaub		0,15	
Kohlenmonoxid			10
Ozon			0,11

MW8 = Achtstundenmittelwert

* Drei Halbstundenmittelwerte pro Tag bis zu einer Konzentration von 0,50 mg/m³ gelten nicht als Überschreitung des Grenzwertes.

3.2.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 1989 veröffentlichten Luftqualitätskriterien für Ozon enthalten unter anderem die folgenden, über das Ozongesetz hinausgehenden Empfehlungen für Vorsorgegrenzwerte zum Schutz des Menschen:

0,120 mg/m ³ als Halbstundenmittelwert (HMW)
0,100 mg/m ³ als Achtstundenmittelwert (MW8)

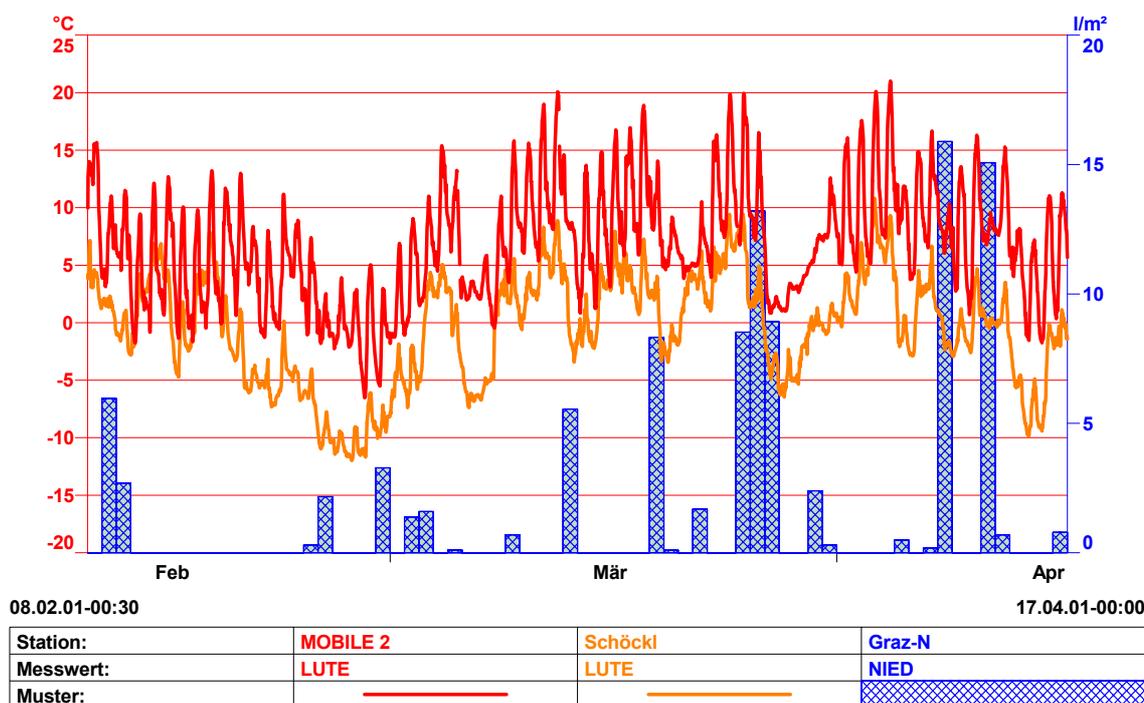
3.3. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen

(8. Februar bis 17. April 2001)

Der Messzeitraum war überdurchschnittlich niederschlagsreich, nur an 44 von 68 Tagen fiel kein Niederschlag. Entsprechend abwechslungsreich gestaltete sich die Temperaturverteilung.

Von Beginn der Messungen bis Anfang März prägten Hochdruck und Nordwestwetter das Witterungsgeschehen. Im Grazer Raum war es dementsprechend freundlich (u.a. föhnbedingt), die Temperaturen blieben durch die kräftige Tageserwärmung weitgehend über den für Februar zu erwartenden Werten.

Lufttemperatur und Niederschläge im Raum Graz während des Messzeitraumes



Die Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

Im März überwog dann weitgehend Tiefdruckeinfluss und Strömungswetter aus dem Südwest- bis Westsektor, welcher zwar häufige Niederschläge mit sich brachte, aber neuerlich überdurchschnittliche Temperaturen zwischen 10 – 20°C erlaubte. Eine Ausnahme bildete der Zeitraum Ende März, in welchem sich wieder hoher Druck

durchsetzen konnte, der die Temperaturen durch die starke nächtliche Abkühlung noch einmal in die Nähe des Gefrierpunkts drückte.

Der April war dann stärker durch zyklonales Strömungswetter aus West bis Nord geprägt. Die Temperaturen blieben im Bereich des langjährigen Mittels, Graz profitierte häufig wieder von seiner Lage im Lee der Alpen. Es war föhnig-wechselhaft, aber nicht so niederschlagsanfällig wie im Bereich des Alpenhauptkammes.

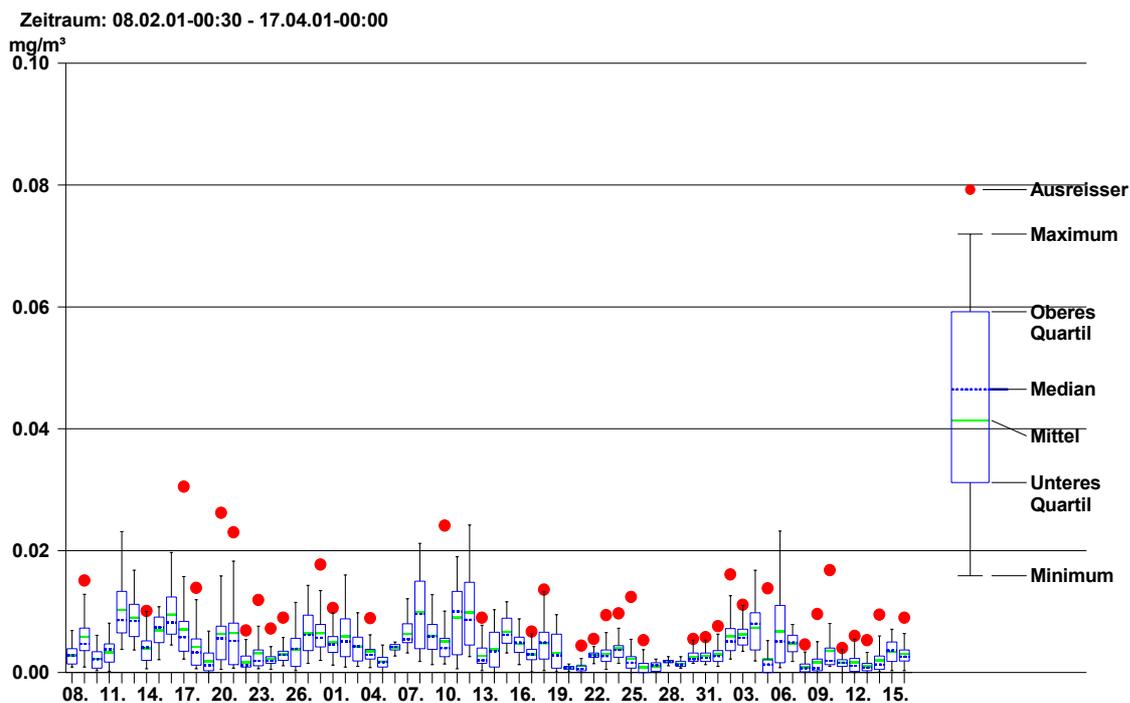
Der Gesamtwitterungsverlauf kann als überdurchschnittlich warm mit ab Märzbeginn leicht überdurchschnittlicher Niederschlagshäufigkeit charakterisiert werden.

Aus immissionsklimatischer Sicht war die Wetterlagenabfolge als günstig zu bezeichnen, da die turbulente Witterung häufige Luftmassenwechsel mit sich brachte, die die im Grazer Becken lagernden schadstoffreichen Luftpakete immer wieder ausräumen konnten. Zudem wurden infolge der häufigen Niederschläge die Schadstoffe regelmäßig aus der Luft „ausgewaschen“ („downwash“-Effekt). Daten der vorliegenden Messung sollten daher nicht als Absolutwerte, sondern ausschließlich im Vergleich mit anderen Messstationen im Stadtgebiet von Graz interpretiert werden.

3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

3.4.1. Schwefeldioxid (SO₂)

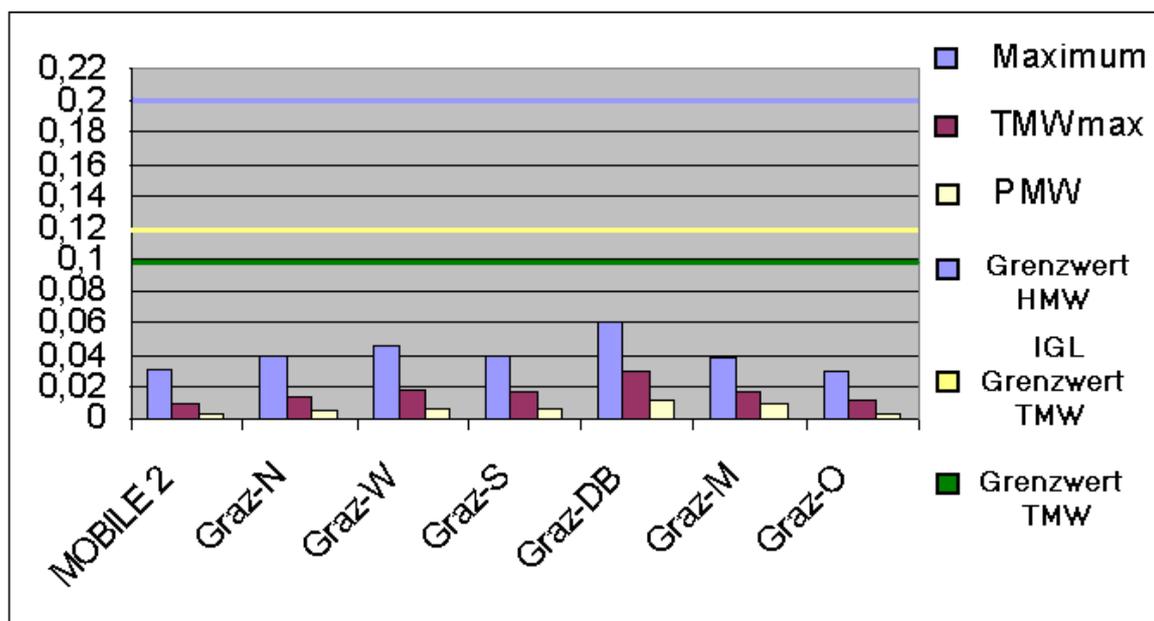
08.02.2001 – 17.04.2001	Messergebnisse SO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,031	0,20	LGBI.Nr.5/1987	15 %
		0,20	BGBI I Nr. 115/1997	15 %
Mtmax	0,011			
TMWmax	0,01	0,10	LGBI.Nr.5/1987	10 %
		0,12	BGBI I Nr. 115/1997	8,3 %
MPMW	0,004			



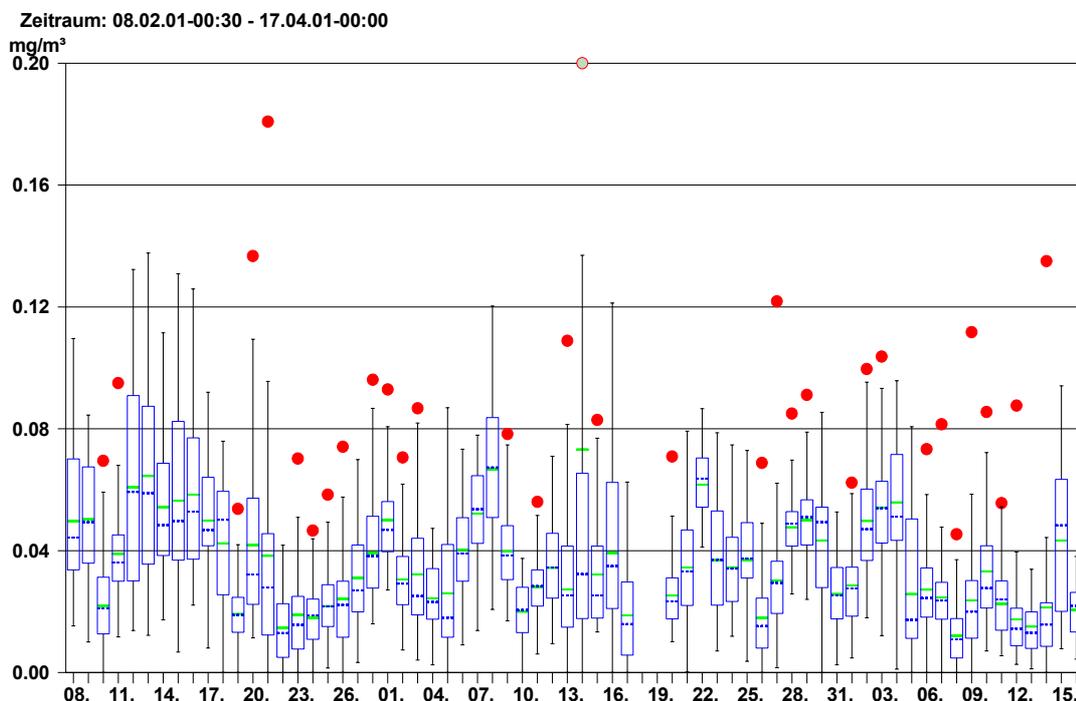
SO₂ wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt. Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei, so es sich nicht um einen extrem verkehrsnahen Standort handelt, lediglich eine untergeordnete 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 weit unter den Grenzwerten der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl.Nr. 5/1987) und des Immissionschutzgesetzes-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997).

Der Vergleich mit anderen Messstationen ergab beim Luftschadstoff Schwefeldioxid am Messstandort Geidorf - BG Carneri eine für den Ballungsraum Graz überdurchschnittlich günstige Situation. Sowohl die Maximalwerte (maximaler Halbstundenmittelwert) als auch die längerfristigen Mittelwerte (Tagesmittelwert, Messperiodenmittelwert) lagen unterhalb der Messwerte der meisten anderen Stationen in Graz und sind weitgehend mit denen der Messstelle Graz-Ost vergleichbar. Dies ist sowohl auf die günstige immissionsklimatische Lage des Standortes als auch auf die hohe lokale Versorgungsdichte durch leitungsgebundene Energieträger (Erdgas, Fernwärme) zurückzuführen, wodurch nur vergleichsweise geringe Hausbrandemissionen anfallen.



3.4.2. Schwebstaub



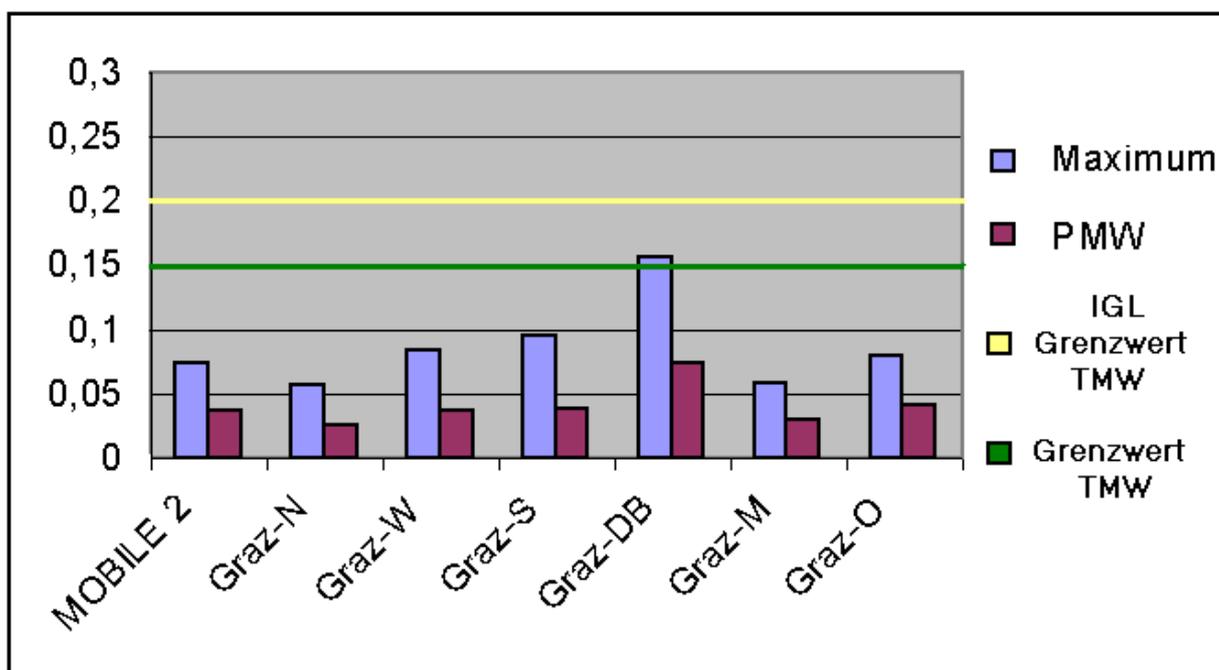
08.02.2001 – 17.04.2001	Messergebnisse Staub in mg/m ³	Grenzwerte Staub in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,825			
Mtmax	0,096			
TMWmax	0,073	0,20	LGBl.Nr.5/1987	37 %
		0,15	BGBL I Nr. 115/1997	49 %
MPMW	0,036			

Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Dementsprechend sind auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim SO₂ höhere Konzentrationen zu erwarten. Die Luftgütemesspraxis zeigt aber, dass auch den diffusen Quellen eine ganz wesentliche Bedeutung zukommt. Als diffuse Quellen sind beispielsweise der Straßenstaub (Streusplitt und Streusalz) sowie Bautätigkeiten, Blütenstaub, das Abheizen von Gartenabfällen und das Abbrennen von Böschungen zu nennen.

Bezüglich der Belastung durch den Luftschadstoff Schwebstaub wurden während der Messperiode keine Überschreitungen von gesetzlichen Grenzwerten festgestellt. Auch die Spitzenbelastungen blieben weitgehend in einem für eine Großstadt eher unterdurchschnittlichen Bereich, lediglich an einem Tag (13.4.) wurden kurzfristig hohe Staubkonzentrationen registriert.

Ein Vergleich der Grazer Stationen zeigt eine etwas höhere Belastung der mobilen Messstation im Vergleich mit den nahegelegenen Stationen Graz-Nord und Graz-Mitte, die wohl unter anderem auf die benachbarte Baustelle zurückgeführt werden kann.

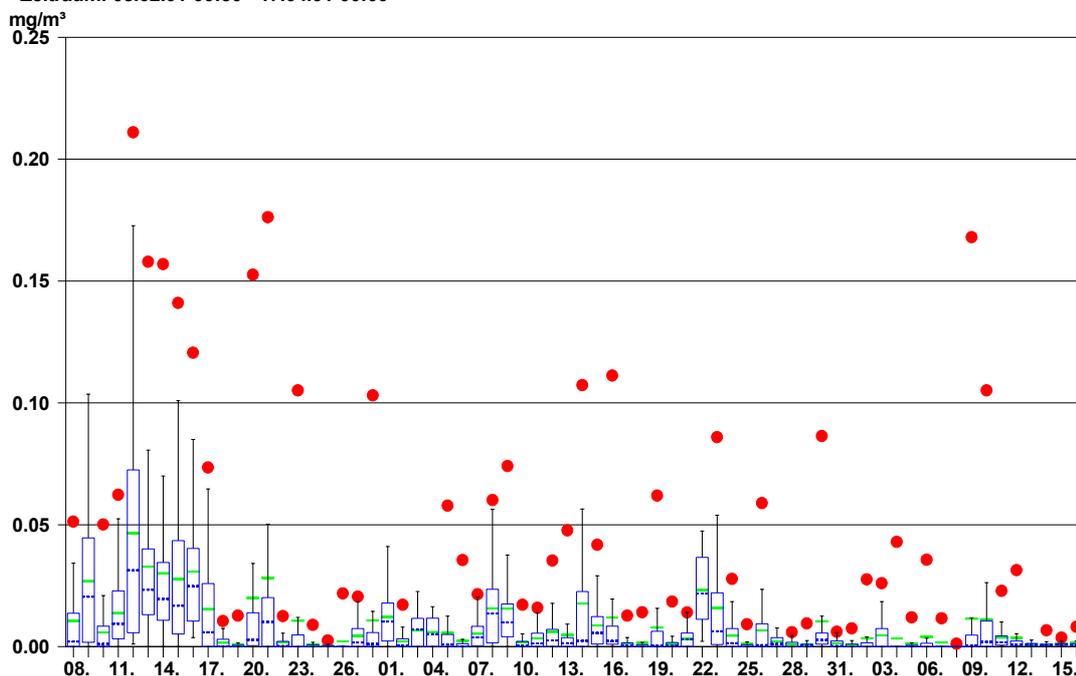
Die Baustelle machte sich jedoch insgesamt bei den Schwebstaubkonzentrationen eher gering bemerkbar. Dies könnte sowohl auf eine eher geringe Bautätigkeit zum Zeitpunkt der Messungen als auch auf die Korngrößenverteilung der dabei emittierten Stäube zurückzuführen sein (tendenziell eher grobe Staubfraktionen, die, da medizinisch von geringerer Relevanz als der Feinstaub, in die Messung nur teilweise eingehen).



3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO)

08.02.2001 – 17.04.2001	Messergebnisse NO in mg/m ³	Grenzwerte NO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,211	0,60	LGBI.Nr.5/1987	35 %
Mtmax	0,051			
TMWmax	0,047	0,20	LGBI.Nr.5/1987	24 %
MPMW	0,009			

Zeitraum: 08.02.01-00:30 - 17.04.01-00:00

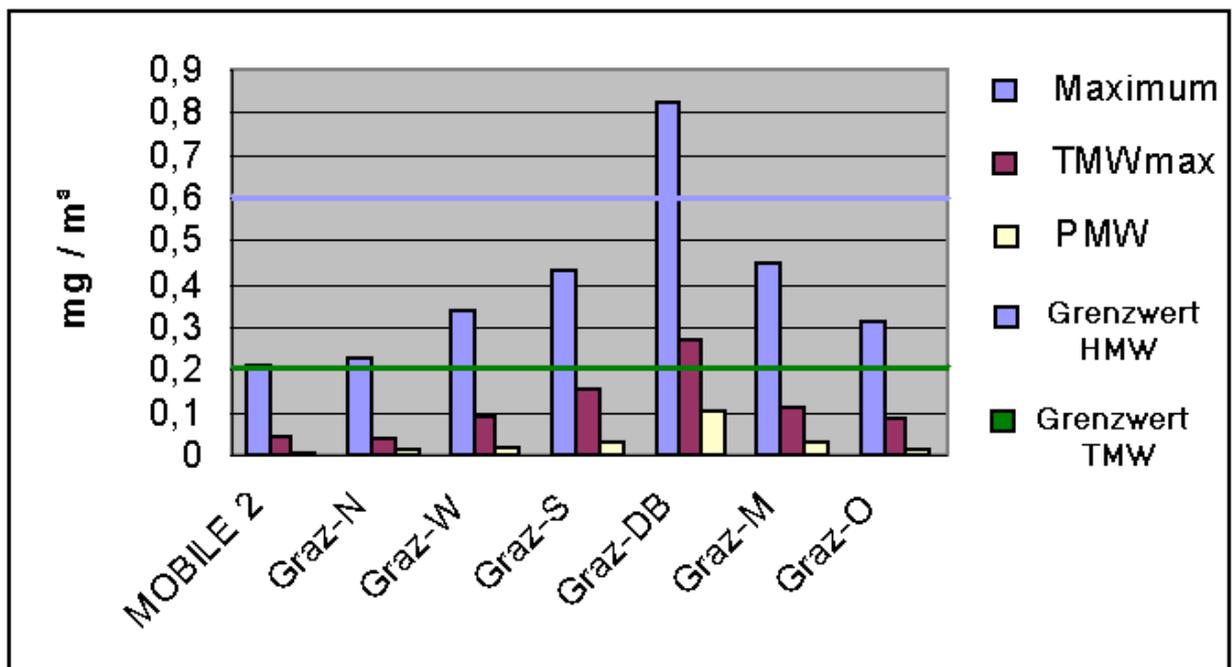


Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO_x) gelten der Kfz-Verkehr sowie in geringerem Maß Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO-Anteil etwa 95% des NO_x-Ausstoßes aus. Die Bildung von NO₂ erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O₂) oder mit Ozon (O₃) zu NO₂ verbindet.

Da industriebedingte NO_x-Emissionen innerhalb von Graz von eher untergeordneter Bedeutung sind und der verkehrsbedingte NO-Ausstoß vorwiegend an verkehrsnahen Messpunkten (wie z.B. in Graz-Don Bosco, Graz-Süd) hohe Konzentrationen erreicht, sind Grenzwertüberschreitungen auf Grund der günstigen immissionsklimatischen Bedingungen ausgeblieben.

Ähnlich wie die Messstelle Graz-Nord kann der Messstandort Carnerigasse als innerhalb von Graz deutlich begünstigt bezeichnet werden, auch der Einfluss der nur wenige 100m entfernten Hauptverbindungstraßen Körösisstraße und Grabenstraße ist nur schwach zu spüren. Speziell benachteiligt sind hier neben dem Stadtzentrum der Westen und Süden des Stadtgebietes, wie auch aus dem Graz-internen Vergleich ersehen werden kann.

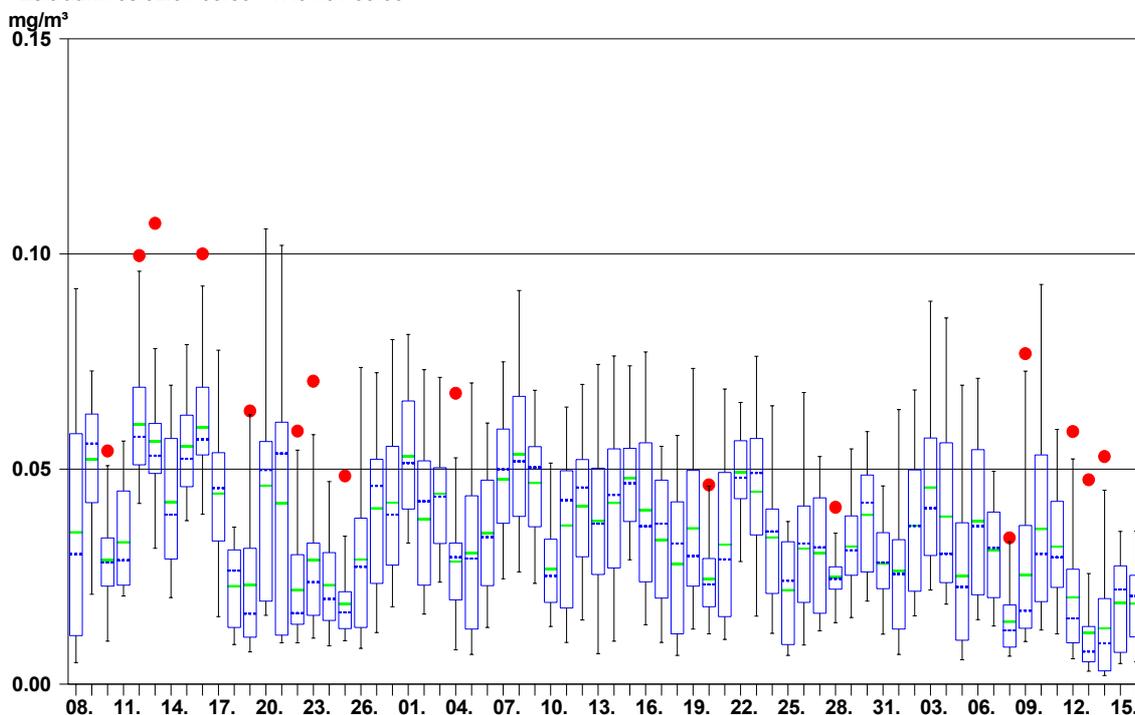
Im steiermarkweiten Vergleich jedoch müssen die Stickstoffmonoxidbelastungen aufgrund des generell höheren Verkehrsaufkommens im Ballungsraum Graz in jedem Fall als überdurchschnittlich bezeichnet werden.



3.4.4. Stickstoffdioxid (NO₂)

08.02.2001 – 17.04.2001	Messergebnisse NO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,107	0,20	LGBI.Nr.5/1987	54 %
		0,20	BGBl I Nr. 115/1997	54 %
Mtmax	0,067			
TMWmax	0,060	0,10	LGBI.Nr.5/1987	60 %
MPMW	0,035			

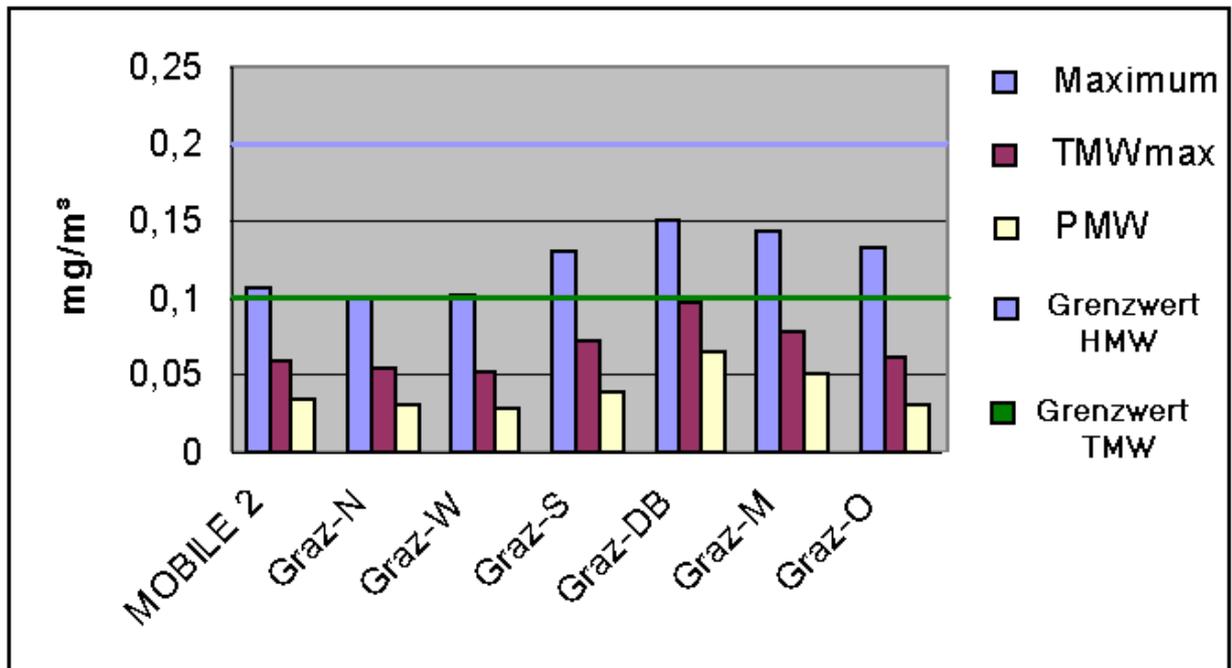
Zeitraum: 08.02.01-00:30 - 17.04.01-00:00



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

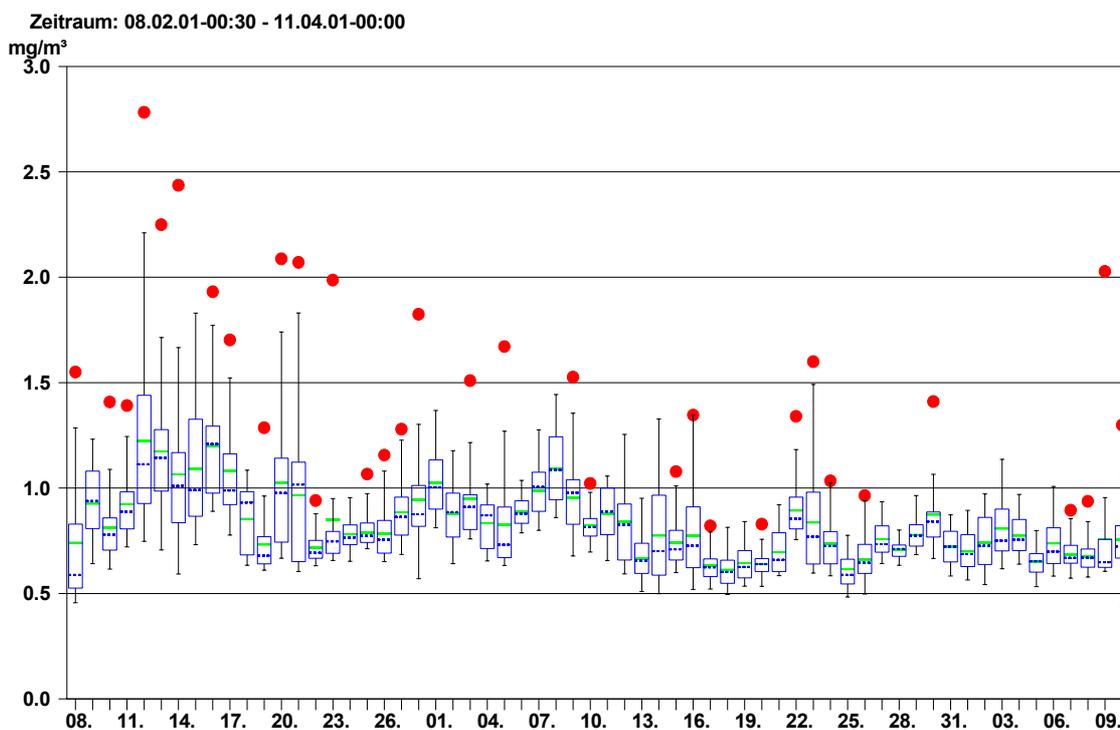
Die gemessenen NO₂-Konzentrationen lagen am Standort B(R)G Carnerigasse auf einem mit der Station Graz–Nord vergleichbaren Niveau. Grenzwertüberschreitungen wurden im Zeitraum der mobilen Messung nicht registriert und sind auch aufgrund der bereits erörterten innerstädtischen Gunstsituation eher nicht zu erwarten, sie können

bei wirklich ungünstigen immissionsklimatischen Bedingungen allerdings nicht gänzlich ausgeschlossen werden.



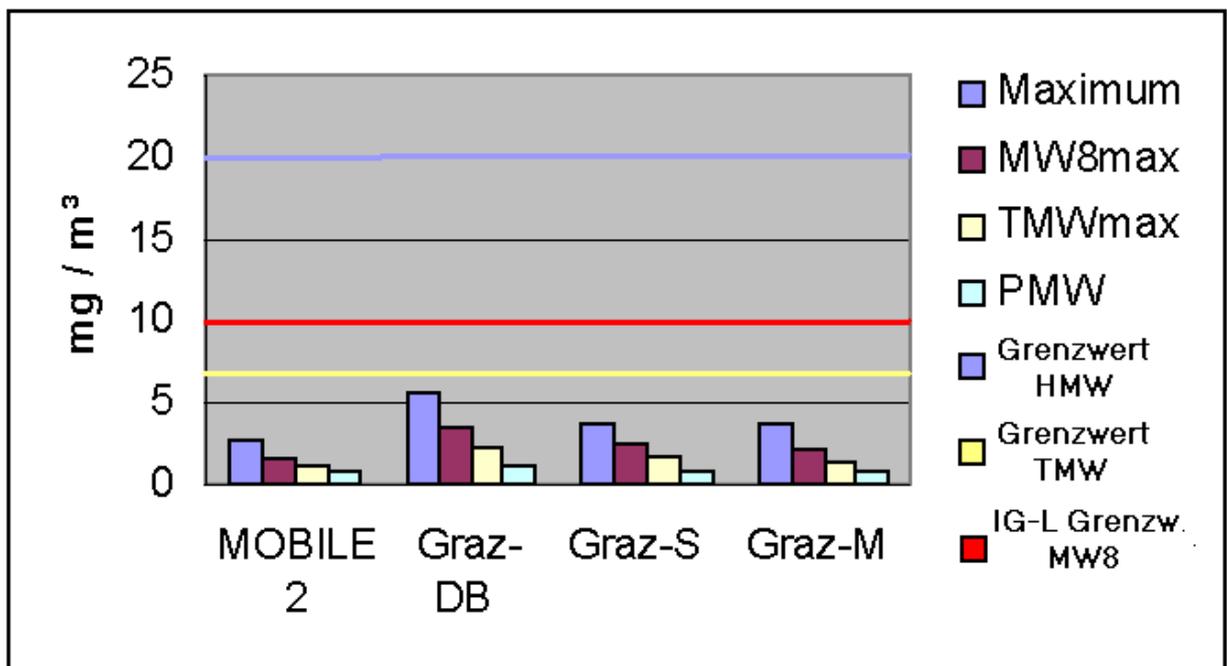
3.4.5. Kohlenmonoxid (CO)

08.02.2001 – 17.04.2001	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	2,782	20	LGBl.Nr.5/1987	14 %
Mtmax	1,342			
MW8max	1,584	10	BGBl. I Nr. 115/1997	16 %
TMWmax	1,223	7	LGBl.Nr.5/1987	17 %
MPMW	0,833			



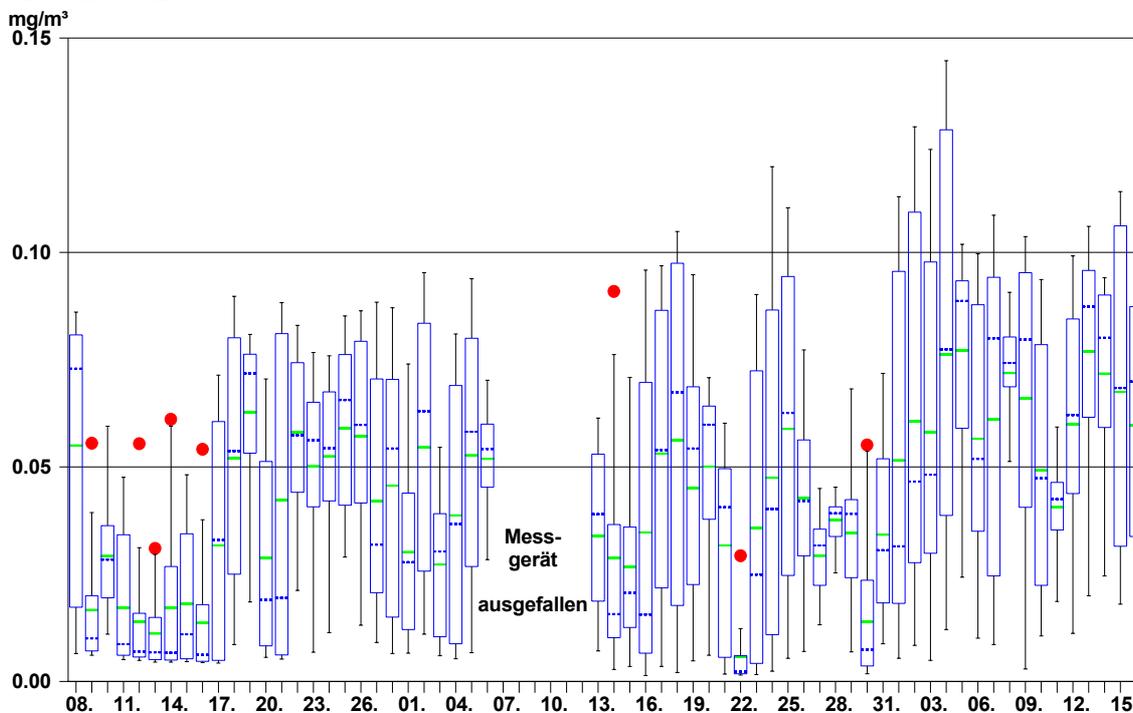
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der KFZ-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern jedoch im Allgemeinen rascher ab als bei den Stickstoffoxiden.

Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden in der Steiermark nur an einigen neuralgischen Punkten (verkehrs- bzw. industrienah) sowie in den beiden mobilen Messstationen kontinuierlich erhoben. Waren die Konzentrationen an Stickoxiden an der Messstelle Geidorf - BG Carneri schon sehr gering, so zeigte auch die Kohlenmonoxidbelastung erwartungsgemäß ein vergleichsweise niedriges Niveau. Grenzwertüberschreitungen bei Kohlenmonoxid sind in praktisch auszuschließen.



3.4.6. Ozon (O₃)

Zeitraum: 08.02.01-00:30 - 17.04.01-00:00



08.02.2001- 17.04.2001	Messergebnisse O ₃ in mg/m ³	Grenzwerte O ₃ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,145	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	121 %
Mtmax	0,082			
MW8max	0,133	0,110	BGBI. I Nr. 115/1997	120 %
TMWmax	0,077			
PMW	0,044			

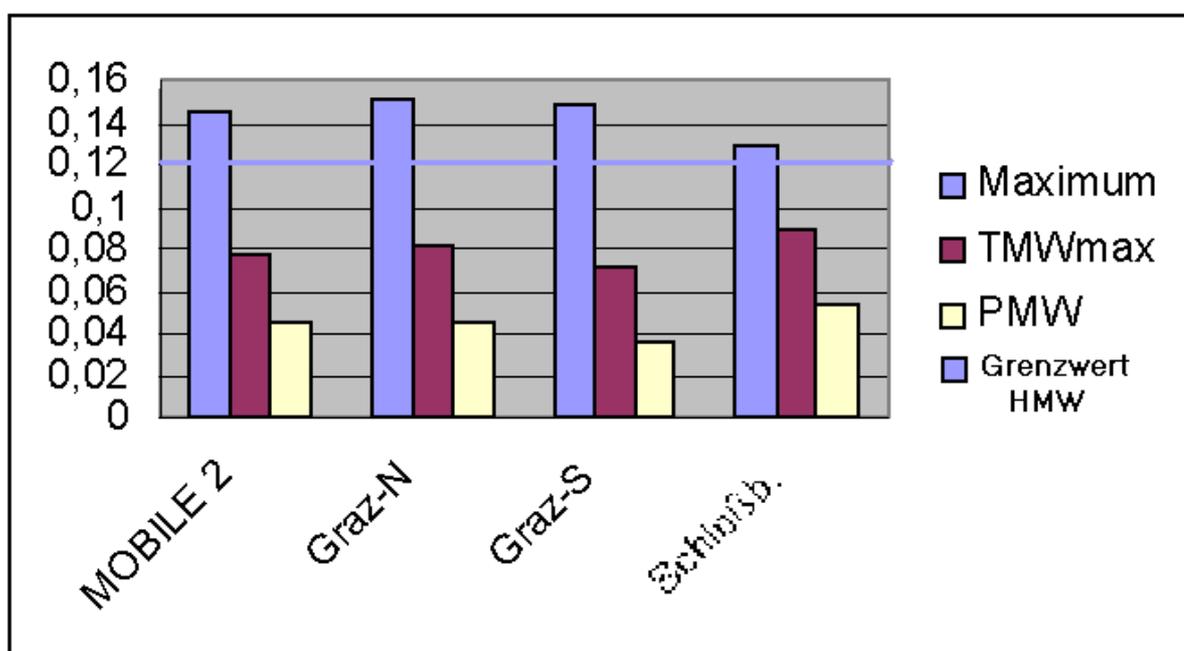
Die Ozonbildung in der bodennahen Atmosphäre erfolgt in der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit wesentlich stärker als in den Herbst- und Wintermonaten. Eine wesentliche Rolle kommt dabei den Vorläufersubstanzen wie den Stickstoffoxiden und den Kohlenwasserstoffen zu, auf deren Emittenten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

In 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 (O₂) Stickstoffdioxid (NO₂), dabei bleibt ein Sauerstoffradikal (O*) übrig. Dieses bindet sich in der Folge mit dem Luftsauerstoff (O₂) zu Ozon (O₃).



Wie für den Übergangsmonat April durchaus zu erwarten, hat die Konzentration an O₃ den vorgeschriebenen IG-L - Grenzwert um rund ein Fünftel überschritten. Wie aus dem innerstädtischen Vergleich ersichtlich ist, waren die Konzentrationen an Ozon in ganz Graz, unabhängig von der Stickoxidbelastung der einzelnen Standorte, auf einem vergleichbaren Niveau, was daran liegt, dass Ozon in Bodennähe untertags relativ stabil ist und die Konzentrationen daher über größere Gebiete in einer weitgehend konstanten Höhe liegen.

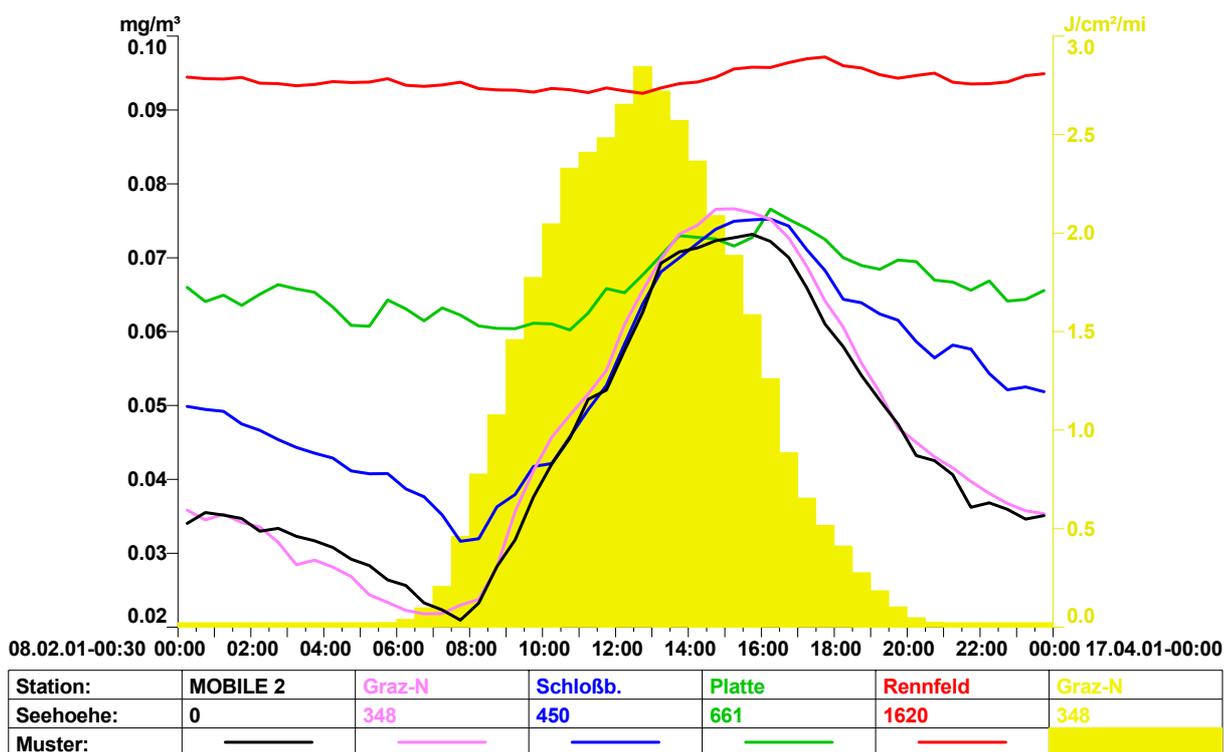


Grenzwertüberschreitungen nach dem Immissionsschutzgesetz Luft IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997) oder der Richtlinie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften werden an den meisten steirischen Stationen das gesamte Sommerhalbjahr über registriert. Überschreitungen der Vorwarnstufe nach dem Ozongesetz (0,200 mg/m³ als MW3) wurden in der Steiermark im Gegensatz zu den Bereichen Ober-, Niederösterreich und Wien in den letzten Jahren jedoch nicht gemessen. Es macht sich

hier doch das vergleichsweise weit geringere Emissionspotential an Ozon-Vorläufersubstanzen bemerkbar. Bei ausgesprochen ungünstigen Bedingungen sind Ozonalarme aber auch in der Steiermark nicht grundsätzlich auszuschließen.

Während die Ozonkonzentrationsverläufe in vergleichbaren Höhenlagen also relativ einheitlich sind, zeigt sich mit zunehmender Höhe ein deutlicher Rückgang der Tagesschwankung. Am Rennfeld bei Bruck in 1620 m Seehöhe ist praktisch kein Tagesgang mehr erkennbar, da hier die Phase des nächtlichen Ozonabbaus bereits gänzlich wegfällt. Dies lässt sich besonders gut durch eine Darstellung des mittleren Tagesganges über die Messperiode an ausgewählten Stationen des Raumes Graz zeigen.

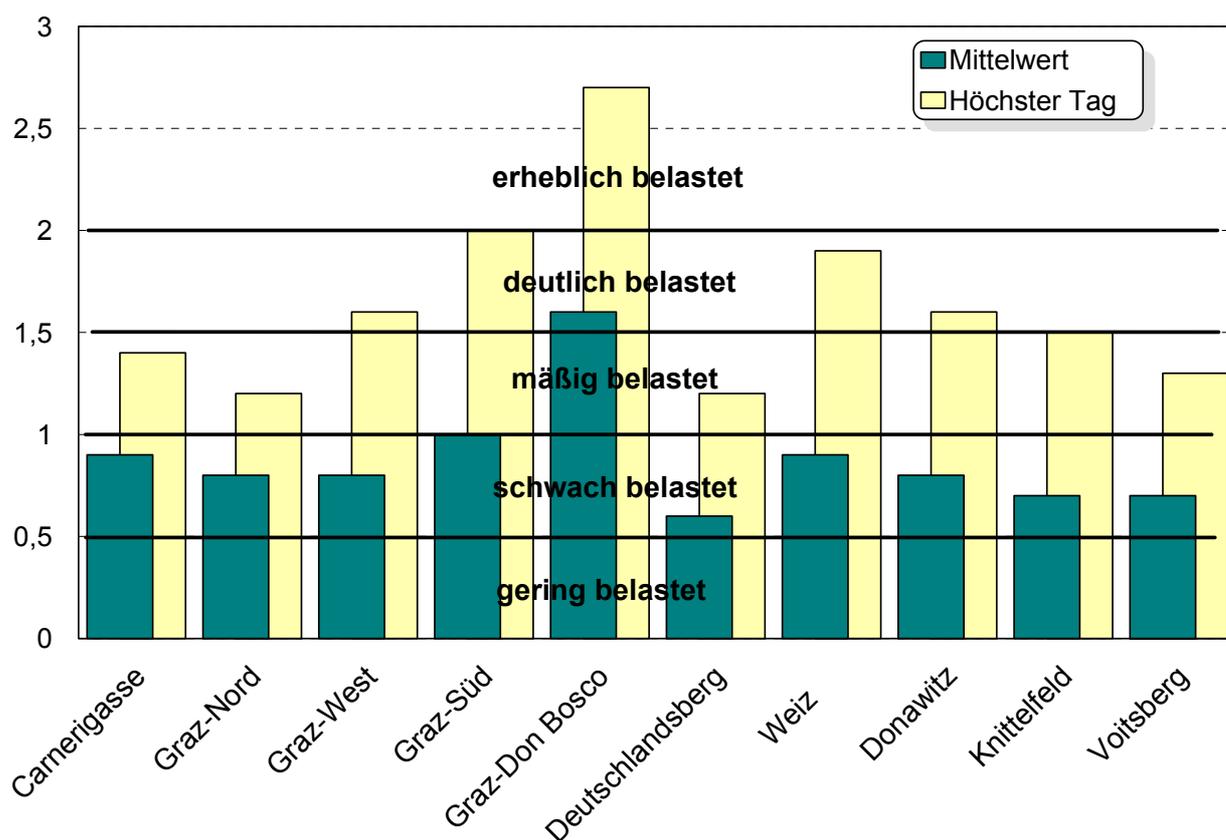
Mittlerer Tagesgang von Ozon und Globalstrahlung in Graz und am Rennfeld



3.5. Luftbelastungsindex

Eine relativ einfache Bewertung und ein Vergleich 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 bzw. 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 der Abbildung wird der Luftbelastungsindex für den Messstandort und ausgewählte steirische Standorte dargestellt. Die bereits erwähnten erhöhten Schadstoffkonzentrationen infolge der hohen Verkehrsemissionen schlagen sich

natürlich auch im Index nieder. Die im gesamtsteirischen Vergleich ungünstige Immissionssituation zeigt sich speziell beim höchstbelasteten Tag.

Betrachtet man die Grundbelastung, so ist der Standort Graz-Geidorf weitgehend mit der Fixstation Graz–Nord zu vergleichen. Trotz der räumlichen Nähe zu dieser Station liegt die Belastung aber um rund 10% höher, was auf die etwas schlechtere Durchlüftung und die Baustelle der „Nordspange“ zurückzuführen sein dürfte. Im innerstädtischen Vergleich kann die Belastung aber dennoch als durchschnittlich angesehen werden.

4. 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.

* Zum Zeitpunkt der Messung gültige Fassung

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, 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 2001:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
Februar, März, April 2001. Wien.

5. Anhang

5.1. Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

5.1.1. Tabellen

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

Für die Immissionsgrenzwerteverordnung des Landes (LGBl. Nr.5/1987) sind die Kennwerte als maximale Tages- und Halbstundenmittelwerte, für den von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlenen Vorsorgegrenzwert der maximale Ozon - Halbstundenmittelwert angegeben.

Die Grenzwerte des Vorwarnwertes nach dem Ozongesetz (BGBl.Nr.210/1992) sind mittels Dreistundenmittelwerten festgelegt.

Messperiodenmittelwert (MPMW)

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 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

LUTE	Lufttemperatur
WIGE	Windgeschwindigkeit
WIRI	Windrichtung
NIED	Niederschlag
TAGSUM	Tagessumme

5.1.2. Diagramme

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

Zeitverlauf

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

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.