



Luftgütemessungen Graz - Liebenau

5. November 2002 bis 23. Januar 2003

Autor DI. Dr. Alexander Gollmann
Projektleitung Mag. Andreas Schopper
Messtechnik Manfred Gassenburger
(mobile Messstation)

Herausgeber

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

© Juni 2004

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	9
2.1. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.F. BGBl. I Nr.102/2002)	9
2.2. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften	9
3. Die immissionsklimatische Situation in Graz - Liebenau	10
3.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet.....	10
3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung	11
4. Mobile Immissionsmessungen	14
4.1. Ausstattung und Messmethoden	14
4.2. Messergebnisse und Schadstoffverläufe	15
4.2.1 Schwefeldioxid (SO ₂)	15
4.2.2 Schwebstaub (TSP)	17
4.2.3 Stickstoffmonoxid (NO)	19
4.2.4 Stickstoffdioxid (NO ₂)	22
4.2.5 Kohlenmonoxid (CO).....	26
4.2.6 Ozon (O ₃)	28
4.3. Luftbelastungsindex.....	32
5. Literatur	33
6. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen	34
6.1. Tabellen	34
6.2. Diagramme	35

Zusammenfassung

Die **Luftgüteuntersuchungen Graz - Liebenau** wurden auf Ansuchen einer lokalen Bürgerinitiative als Ist-Zustandserhebung zur Beurteilung der örtlichen Immissionssituation im stark frequentierten Kreuzungsbereich Liebenauer Hauptstraße – 3. Südgürtel durchgeführt, der hinsichtlich des großen Verkehrsaufkommens und der daraus resultierenden Immissionssituation mit der Fixmessstelle im Kreuzungsbereich Don Bosco vergleichbar ist. Die Immissionsmessungen erfolgten mittels einer mobilen Messstation im Zeitraum vom 05.11.2002 bis 23.01.2003.

Der **Witterungsverlauf** während der Messungen war im November durch wechselhaft milde Tiefdrucktätigkeit gekennzeichnet, im Dezember erfolgte ein markanter Temperaturrückgang, während im Januar eine Stabilisierung der stetig sinkenden Temperaturen eintrat. Immissionsklimatisch können die Bedingungen der Messperiode als für das Winterhalbjahr repräsentativ bezeichnet werden.

Bezüglich der einzelnen Schadstoffe wurden während der Messperiode keine Überschreitungen gesetzlicher Grenzwerte registriert. Eine Beurteilung der Messergebnisse im Vergleich mit anderen Grazer Stationen ist sinnvoller Weise vorzunehmen, da bei ungünstigeren Verhältnissen mit schlechteren Ausbreitungsbedingungen auch mit höheren Immissionen gerechnet werden muss.

Hinsichtlich des Primärschadstoffs **Schwefeldioxid** wurde sowohl für die Grundbelastung (längerfristige Mittelwerte) als auch für die Spitzenkonzentrationen ein im innerstädtischen Vergleich leicht bis mäßig unterdurchschnittliches Konzentrationsniveau festgestellt. Für den Primärschadstoff **Schwebstaub (TSP)** wurden im Vergleich mit den Stationen Graz-West und Graz-Süd ähnliche Konzentrationswerte ohne Grenzwertüberschreitungen gemessen.

Bei den vornehmlich verkehrsrelevanten Luftschadstoffen **Stickstoffmonoxid** und **Stickstoffdioxid** wurden aufgrund der Lage des Messstandortes an der Kreuzung sehr stark befahrener Hauptverkehrsstraßen im Vergleich mit anderen Grazer Stationen über die gesamte Messperiode hinweg andauernde deutlich überdurchschnittliche Belastungen registriert. Beim Luftschadstoff **Kohlenmonoxid** wurden im Vergleich zu anderen stark verkehrsbeeinflussten Messstellen in Graz überdurchschnittliche Belastungen, jedoch ohne Grenzwertüberschreitungen registriert.

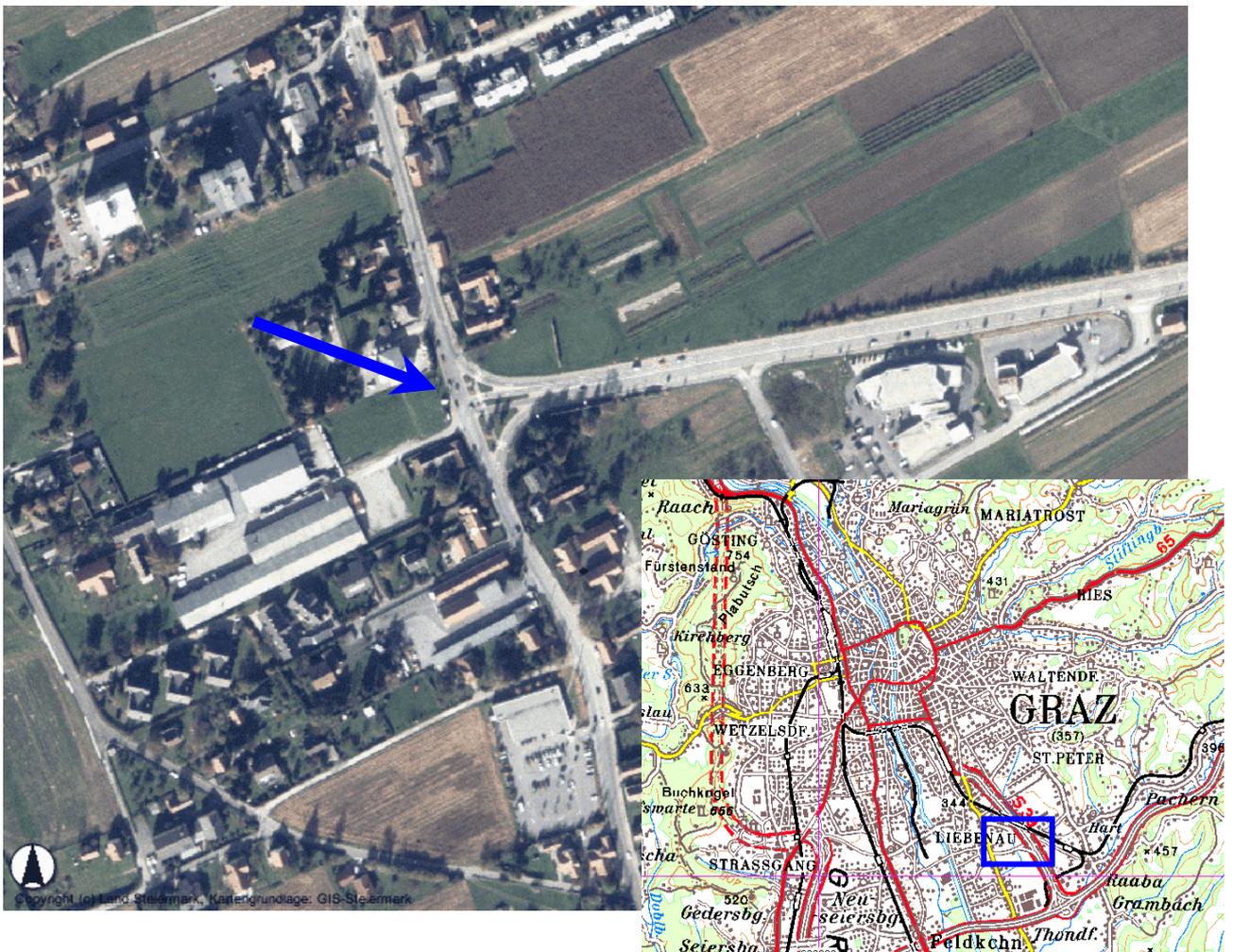
Die **Ozonwerte** blieben in einem der Jahreszeit und der Lage des Standortes entsprechenden niedrigen Konzentrationsbereich. Der im Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) festgelegte maximale Achtstundenmittelwert und der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlene Vorsorgegrenzwert für den maximalen Halbstundenmittelwert wurden nicht erreicht.

1. Einleitung

Die Luftgütemessungen im Grazer Stadtbezirk Liebenau wurden auf Ansuchen einer lokalen Bürgerinitiative in Liebenau von der Fachabteilung 17C, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation im Zeitraum vom 05.11.2002 bis 23.01.2003.

Für den mobilen Messcontainer wurde in Absprache mit VertreterInnen der Bürgerinitiative ein Standort im stark frequentierten Kreuzungsbereich der Kreuzung Liebenauer Hauptstraße – 3. Südgürtel ausgewählt. Die Station stand dabei wenige Meter neben dem Fahrbahnrand und war von allen Seiten gut anströmbar.

Lage des mobilen Messstandortes in Liebenau



Der Messstandort



Blickrichtung 3. Südgürtel



Liebenauer Hauptstraße, Blickrichtung Süd

2. Beurteilungsgrundlagen

2.1. 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.

2.2. "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 IG-L 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. Die immissionsklimatische Situation in Graz - Liebenau

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 - Liebenau 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).

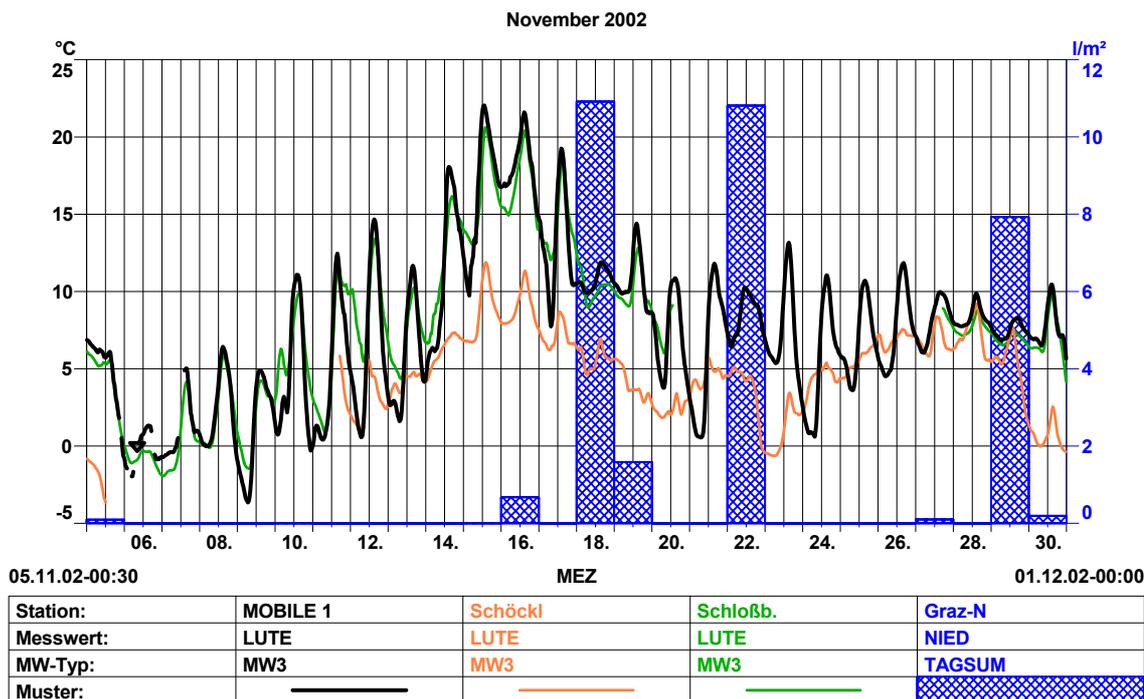
Das Jahresmittel der Lufttemperatur beträgt im langjährigen Mittel (1951-1970) rund 9°C, das Jännermittel etwa -3 bis -4°C und das Julimittel 18 bis 19°C. Der Jahresgang der Niederschläge weist ein Winterminimum (Jänner ca. 30mm) und ein breiteres Sommermaximum (Juni und Juli jeweils über 130mm) auf, die Jahresniederschlagsmenge beträgt rund 880mm, die an zirka 100 Tagen pro Jahr fällt. Die mittleren Windgeschwindigkeiten sind eher gering (1 bis 2m/s) und weisen im Jahresgang ein Frühjahrsmaximum und ein Herbstminimum auf. Die Hauptwindrichtungachse 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 durch murtalaufwärts gerichtete Winde aus Süd in Erscheinung tritt, die bei ungestörter Entwicklung (keine Gewittertätigkeit bzw. 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 Murtalauswindströmung hebt allerdings über dem Stadtzentrum von Graz meist ab und ist am Standort Liebenau daher in Bodennähe selten spürbar. An seine Stelle treten stadteinwärts gerichtete geringmächtige 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).

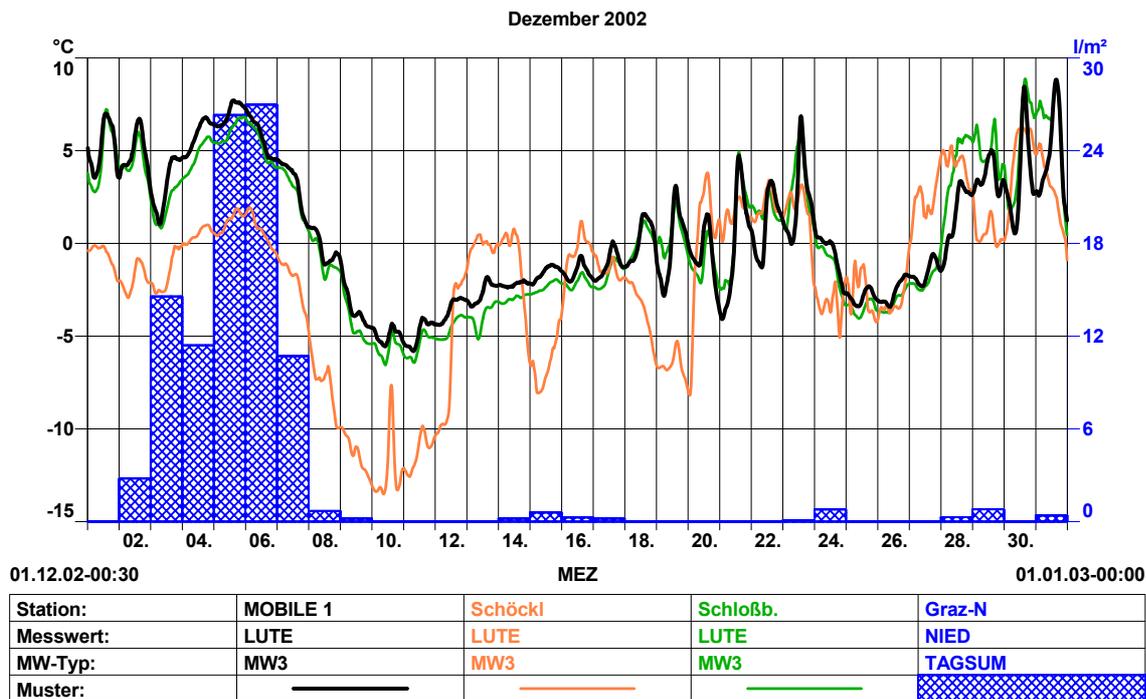
3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung



Im November war der Süden der Steiermark anfangs föhning begünstigt, ab dem 5. November verstärkte sich aber zyklonaler Einfluss und brachte neben einem allgemeinen deutlichen Temperaturrückgang auch geringe Niederschläge. Nach einer Wetterberuhigung blieb der Süden bei sukzessivem Temperaturanstieg neuerlich begünstigt und trocken.

Zur Monatsmitte drehte die Höhenströmung auf Südwest und brachte einen markanten Temperaturanstieg bis über 20°C, bevor am 16. November unter Winddrehung auf Süd mit stürmischem, regional orkanartigem Wind erste Niederschläge eines Tiefs über dem westlichen Mittelmeer die Steiermark erreichten. Der in der Strömung mittransportierte Saharastaub führte an vielen Stationen in der Obersteiermark zu sehr hohen Staubkonzentrationen.

In der Folge sanken die Temperaturen wieder auf „Normalniveau“, vor allem den südöstlichen Landesteilen brachten der 18. und 22. November ergiebige Niederschläge. Nach Abzug des Tiefdruckgebietes besserte sich das Wetter, jedoch bewirkte die Störung eines Genuatiefs an den letzten beiden Monatstagen neuerliche Niederschläge.

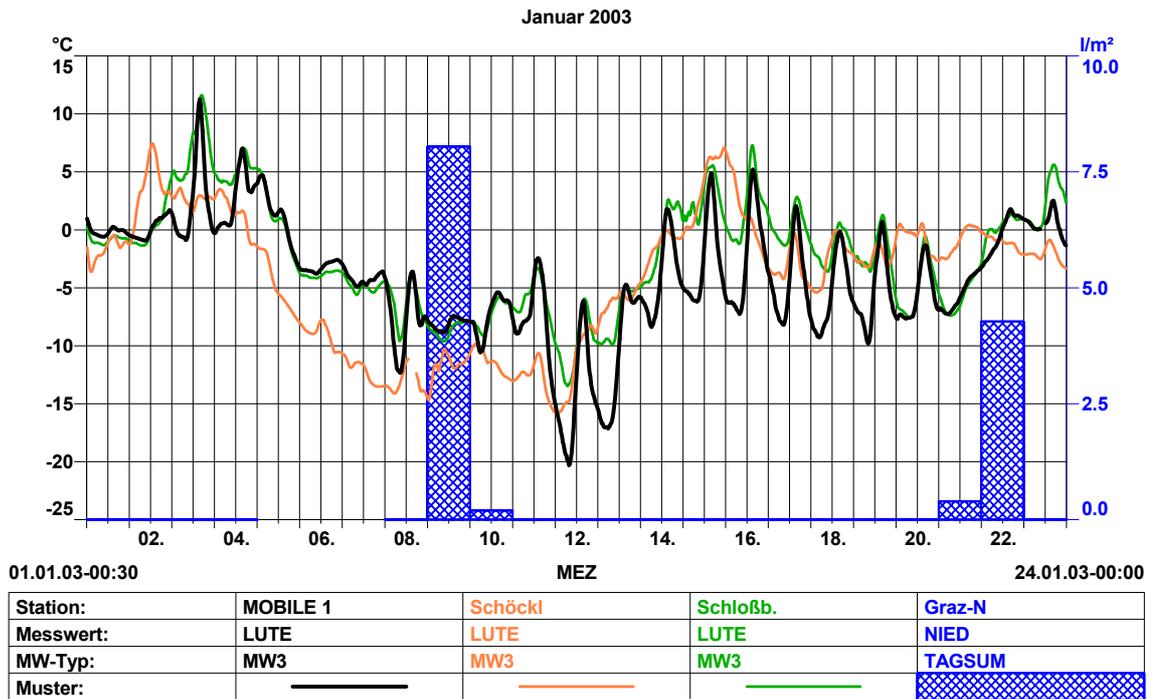


Der Dezember begann in der Steiermark unter dem Einfluss eines Italtiefes. Ab dem 2. Dezember fielen bei milden Temperaturen in der südlichen Steiermark ergiebige Niederschläge, in höheren Lagen durchwegs auch Schnee.

Ab dem 7. Dezember verlor das Italtief seinen Einfluss und ein Skandinavienhoch führte aus Nordosten kontinentale Kaltluft gegen den Alpenostrand, die bis zum 10. Dezember die Temperaturen in allen Höhen um rund 10°C sinken ließ. In den Tälern und Becken der südlichen Steiermark bildeten sich hartnäckige Hochnebeldecken, dadurch blieb in den Siedlungszentren der südlichen Steiermark die Ausbildung von nächtlichen Strahlungsinversionen weitgehend aus.

Ab dem 11. Dezember begannen die Temperaturen wieder zu steigen. Zur Monatsmitte erreichten die Frontalzonen eines Tiefs über dem Nordatlantik den Ostalpenraum und führten zu geringen Niederschlägen, danach blieb es weitgehend trocken und auch überwiegend freundlich.

Am 24. Dezember kühlte es im außeralpinen Teil der Steiermark deutlich ab, ab dem 27. Dezember brachte eine Südwestströmung auch den südlichen Landesteilen wieder eine Erwärmung über den Gefrierpunkt und geringe Niederschläge. Erst der Altjahrstag brachte einen markanten Temperaturrückgang.



Zum Jahreswechsel war die südliche Steiermark von der trockenen kontinentalen Kaltluft einer Hochdruckbrücke geprägt. Ab dem 5. Januar näherte sich ein Mittelmeertief, das im Mischungsbereich mit der im Nordosten lagernden Kaltluft zu Niederschlägen am 9. Januar und durch Ansaugen kalter Luft zu einem deutlichen Temperaturrückgang führte.

Kurz darauf schob sich ein Hoch aus Osteuropa vorübergehend über die Ostalpen und brachte eine Wetterberuhigung und Stabilisierung der bis dahin stetig sinkenden Temperaturen, bevor am Folgetag bereits die Schneewolken des nächsten Mittelmeertiefs die Steiermark erreichten. Bis zum Monatsende konzentrierten sich die Niederschläge auf die südlichen Landesteile, nördlich des Alpenhauptkammes blieb es trocken.

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

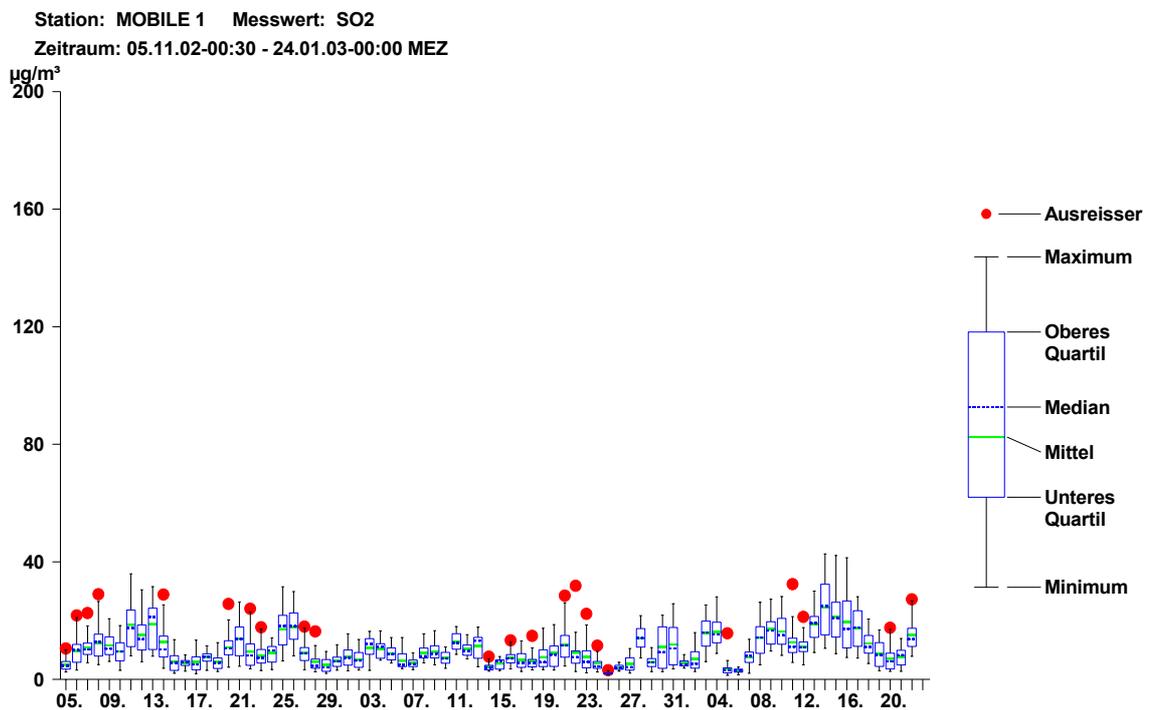
Eine vollständige Aufzeichnung und Überwachung des Messvorganges erfolgt durch einen Stationsrechner. Automatische Plausibilitätsprüfungen der Messwerte finden bereits vor Ort statt. Die notwendigen Funktionsprüfungen erfolgen ebenfalls automatisch. Die erfassten Messdaten werden in der Regel über Funk 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.

4.2. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

4.2.1 Schwefeldioxid (SO₂)

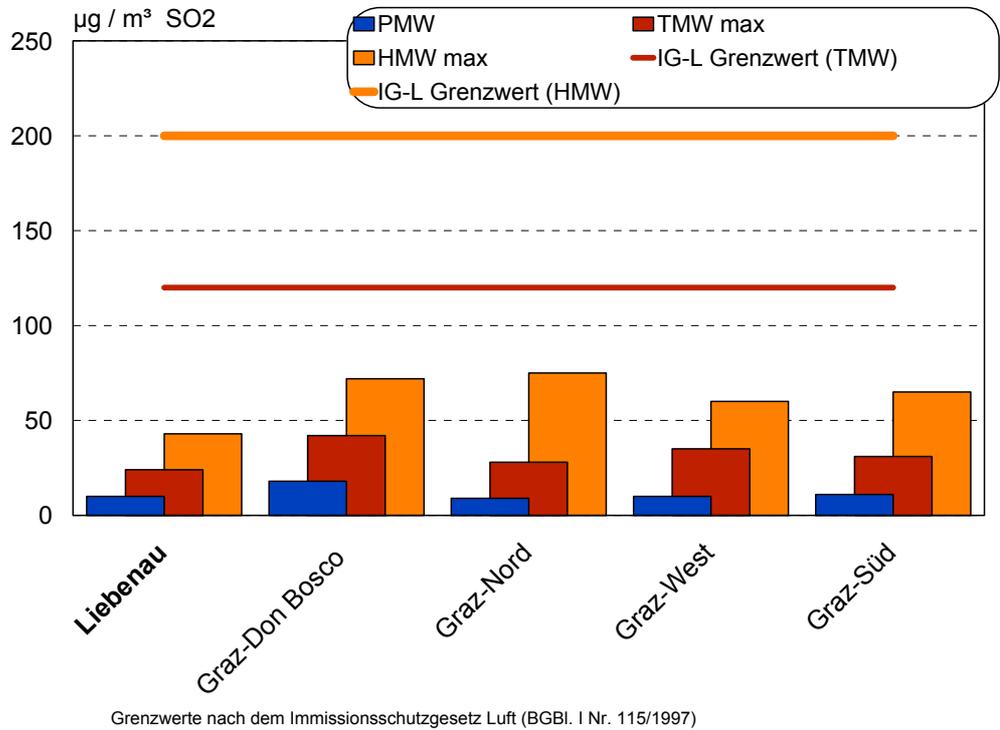
05.11.2002 - 23.01.2003	Messergebnisse SO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	43	200	BGBl I Nr. 115/1997	22 %
Mtmax	19	---	---	---
TMWmax	24	120	BGBl I Nr. 115/1997	20 %
PMW	10	---	---	---



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 von 200 µg/m³ bzw. 120 µg/m³.

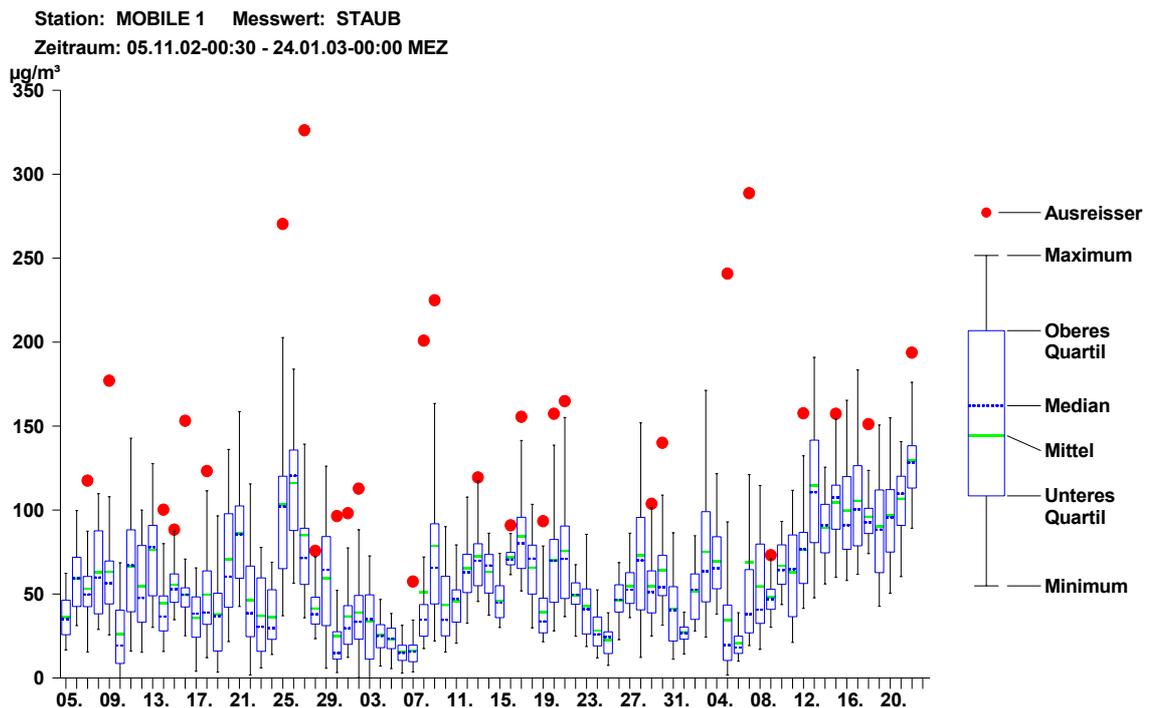
Vergleich der SO₂-Konzentrationen während der Messperiode



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

4.2.2 Schwebstaub (TSP)

05.11.2002 - 23.01.2003	Messergebnisse TSP in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte TSP in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	326	---	---	---
Mtmax	118	---	---	---
TMWmax	129	150	BGBl I Nr. 115/1997	86%
PMW	59	---	---	---



Die Verursacherstruktur von Staubemissionen ist sehr komplex und unterliegt großen räumlichen und zeitlichen Schwankungen. Stäube werden sowohl von den Haushalten durch die Verbrennung fester Brennstoffe als auch von Industrie- und Gewerbebetrieben freigesetzt. Besonders in größeren Ballungsgebieten muss aber vor allem vom Verkehr als Hauptverursacher ausgegangen werden.

Stäube werden auf unterschiedlichste Weise emittiert:

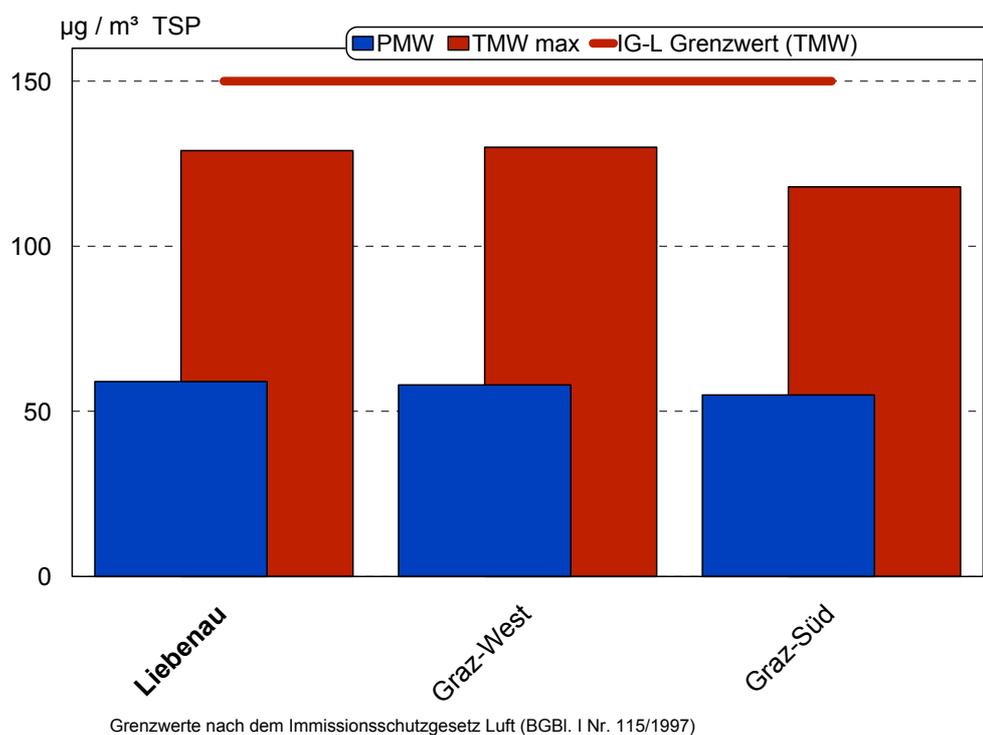
- Als direkte Emissionen aus Verbrennungsvorgängen (z.B. Ruß, Dieselruß)
- Als diffuse Emissionen (Mechanischer Abrieb, Aufwirbelung)
- Ein nicht unbeträchtlicher Teil der Staubimmissionen entsteht durch chemische Umwandlung von Gasen (NO_2 , SO_2 , Ammoniak) in sekundäre Partikel (Nitrat, Sulfat, Ammonium)

Das Problem ist dabei vor allem die Quantifizierung der beiden letzteren Punkte sowie die Abschätzung, welcher Teil der Staubimmissionen lokal verursacht wird bzw. als regionale Grundbelastung (natürlicher Hintergrund, verfrachtete anthropogene Emissionen) anzusehen ist. Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass in urbanen Räumen der Verkehr als klar dominanter Verursacher anzusehen ist.

Neben einem klaren Jahresgang der Staubkonzentrationen spiegelt der kurzfristige Verlauf die Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen wieder. Bei feuchter, austauschreicher Witterung sinken die Immissionen im Vergleich zu den Verhältnissen bei stabil-trockenem Wetter rasch und deutlich ab.

Zum Zeitpunkt der Messung in Liebenau war die mobile Messstation noch mit einer TSP-Schwebstaubansaugung ausgestattet. Die Umstellung auf PM10 – Feinstaub erfolgte erst später. Beim Vergleich der Daten mit anderen Stationen ist darauf unbedingt Rücksicht zu nehmen.

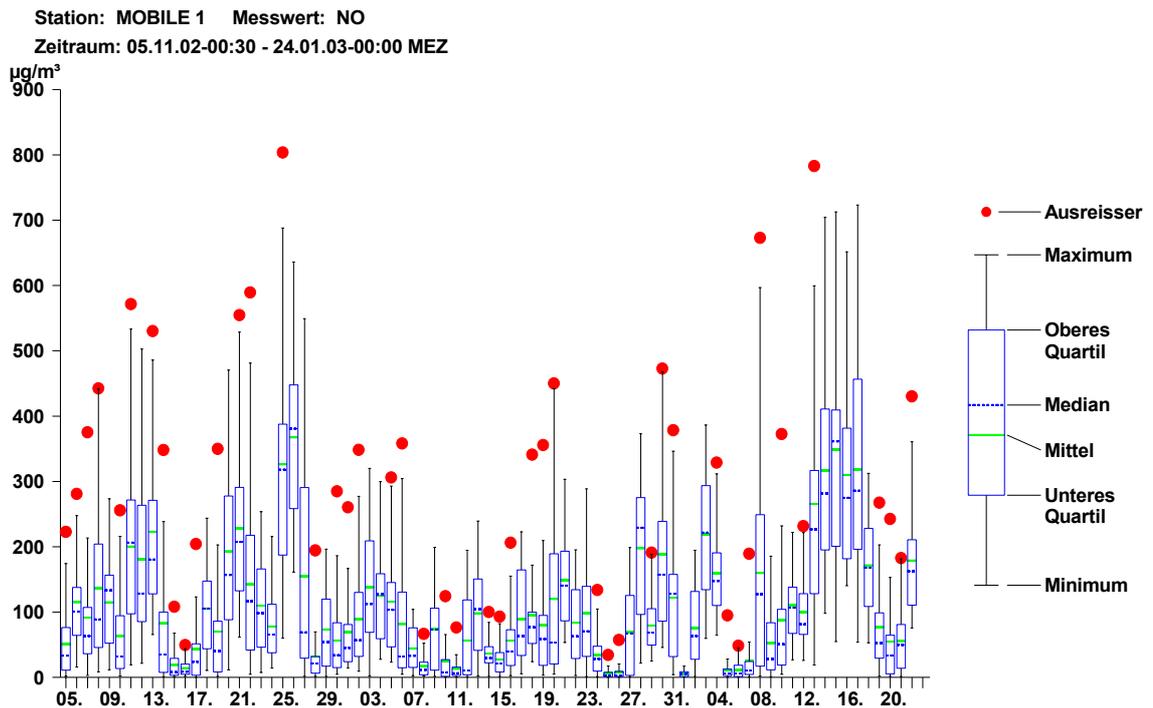
Vergleich der Staubkonzentrationen während der Messperiode



Am Messstandort in Liebenau wurden keine Überschreitungen des TSP Grenzwertes festgestellt. Im Vergleich mit anderen Grazer Messstellen lagen die Schwebstaubkonzentrationen auf einem nur leicht überdurchschnittlichen Niveau. Das entspricht für diesen verkehrsnahen Standort auch den Erwartungen. Auch für Feinstaub PM10 muss für den Messstandort von einer überdurchschnittlichen Belastung ausgegangen werden.

4.2.3 Stickstoffmonoxid (NO)

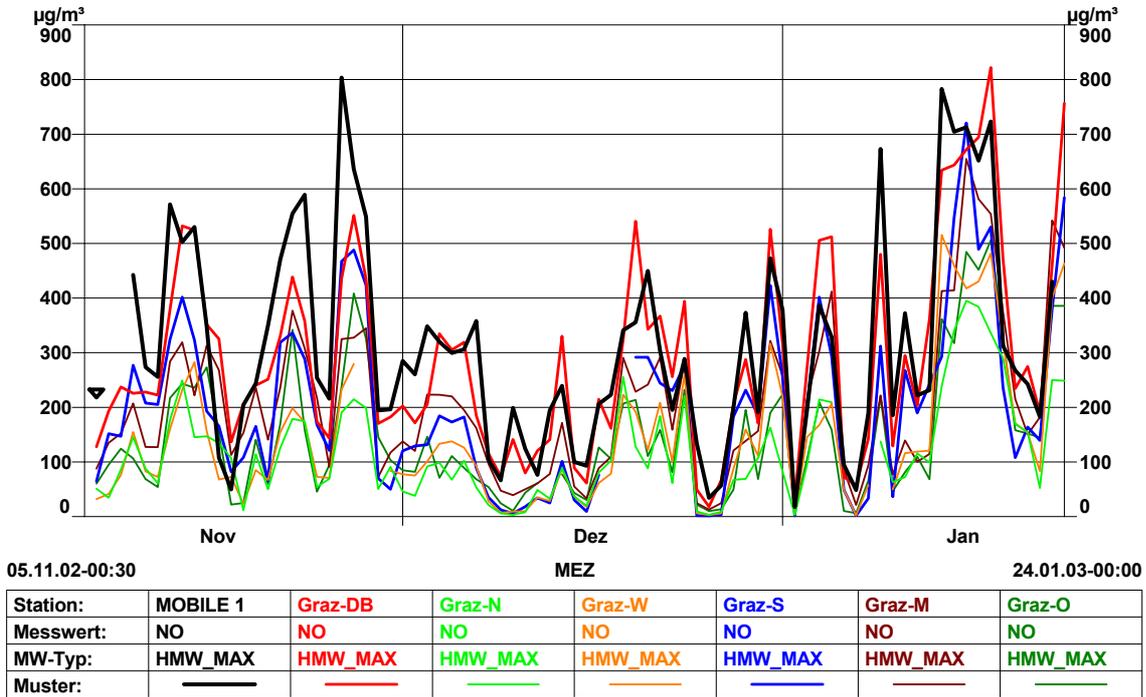
05.11.2002 - 23.01.2003	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	804	---	---	---
Mtmax	313	---	---	---
TMWmax	368	---	---	---
PMW	113	---	---	---



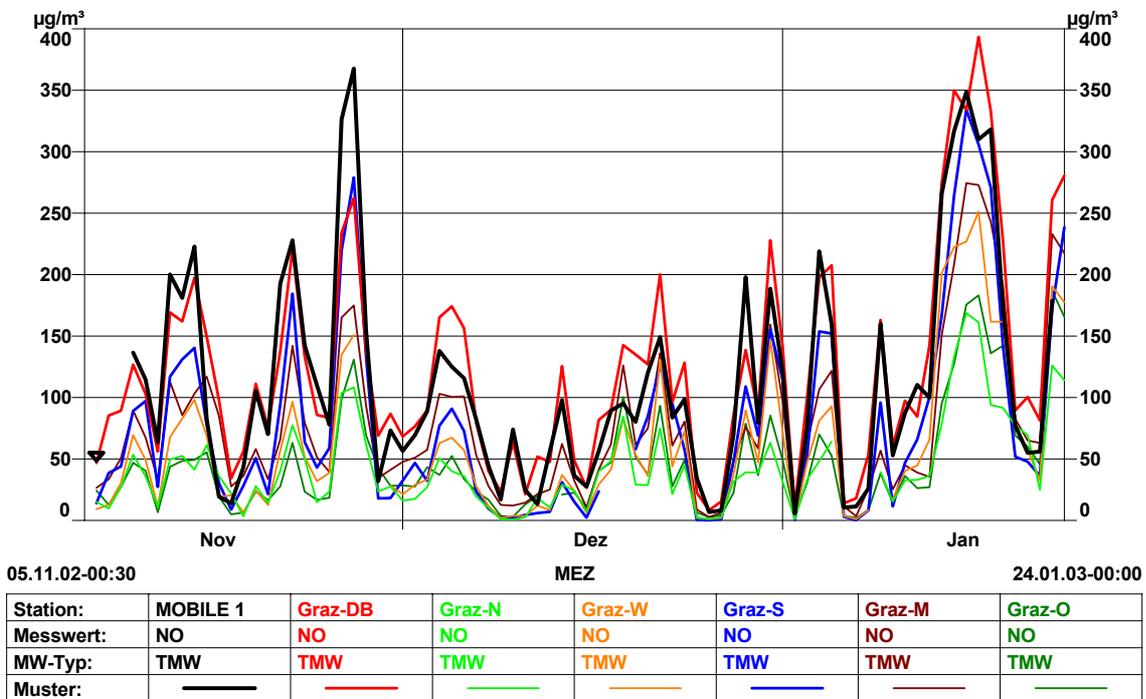
Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO_x) ist ebenfalls klar der Verkehr anzusehen, weiters können noch Gewerbe- und Industriebetriebe nennenswerte NO_x -Mengen freisetzen. Dabei macht beim KFZ-Verkehr der NO-Anteil etwa 95% des NO_x -Ausstoßes aus. Die Bildung von NO_2 erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O_2) oder mit Ozon (O_3) zu NO_2 verbindet.

Ein Vergleich der täglichen Maximalwerte (HMWmax) mit den übrigen Grazer Messstellen ergibt für den Messstandort in Liebenau genauso wie für den Messstandort Don Bosco die höchsten Konzentrationswerte, gefolgt von den ebenfalls verkehrsbeeinflussten Messstellen Graz-Mitte und Graz-Süd.

Vergleich der maximalen Halbstundenmittelwerte der NO-Konzentrationen während der Messperiode

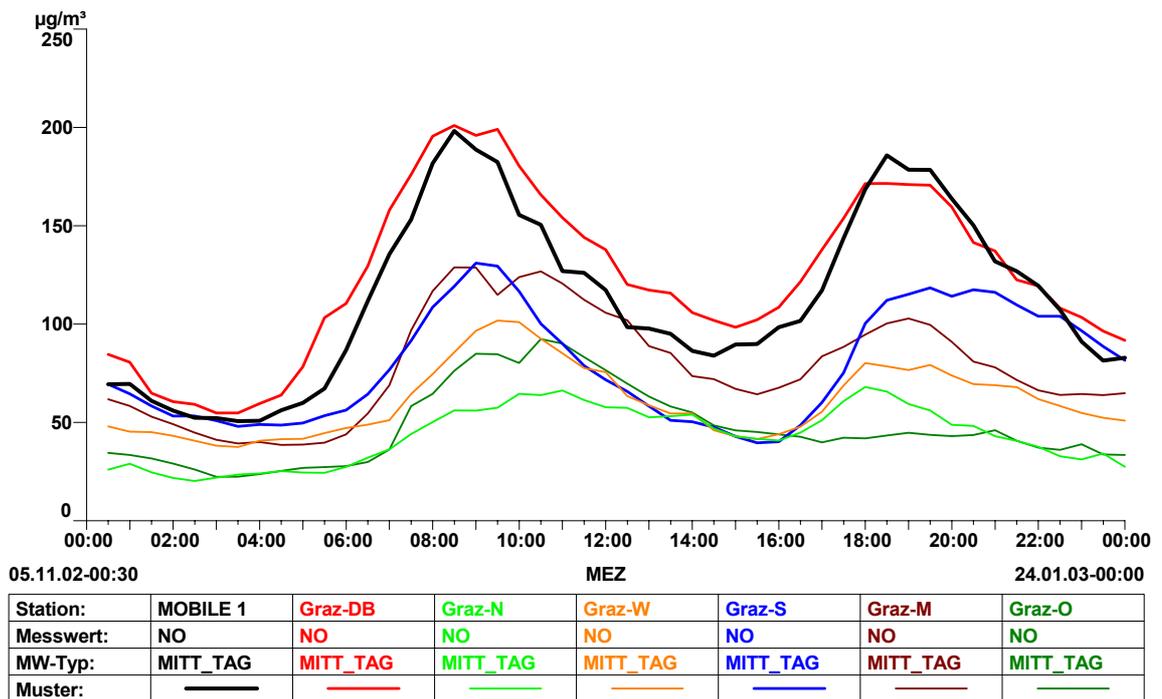


Vergleich der Tagesmittelwerte der NO-Konzentrationen während der Messperiode



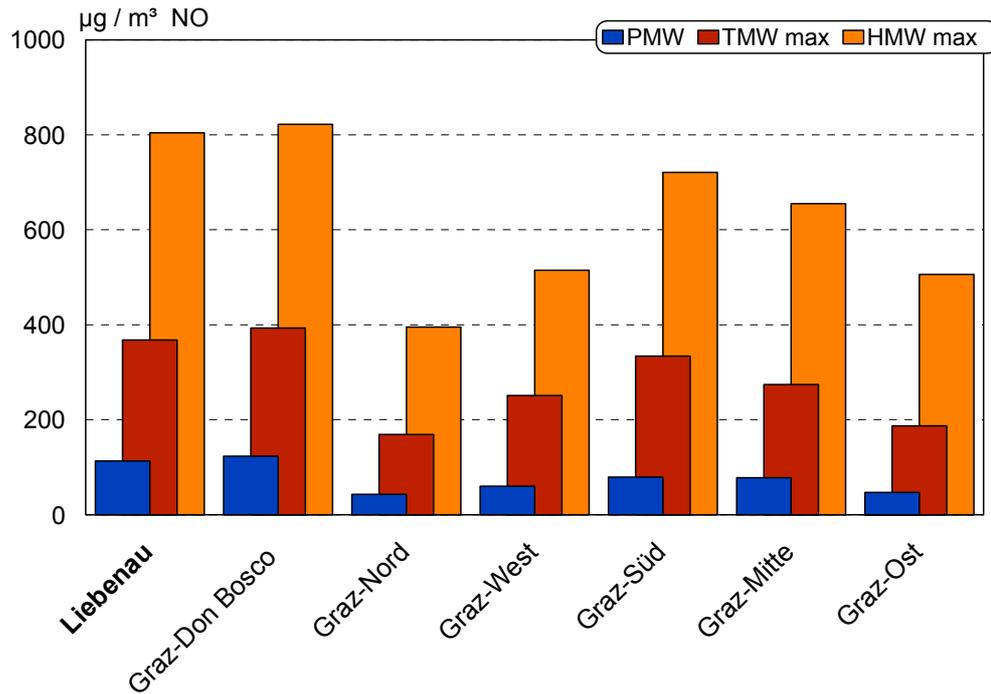
Noch deutlicher unterstreicht ein Vergleich der Tagesmittelwerte die ungünstige Situation an der Kreuzung Liebenauer Hauptstraße – 3. Südgürtel. Dabei treten die Ähnlichkeiten mit den Messstellen Don Bosco, Graz Mitte und Graz Süd und die Konzentrationsdifferenzen zu Graz Nord, Graz Ost und Graz West noch deutlicher in Erscheinung, was darauf hindeutet, dass in Liebenau nicht nur sehr hohe kurzfristige Konzentrationspitzen auftreten, sondern das Belastungsniveau ganztägig als hoch einzustufen ist.

Vergleich der mittleren Tagesgänge der NO-Konzentrationen während der Messperiode



Der mittlere Tagesgang der NO-Konzentrationen weist ein markantes Morgenmaximum zur Frühverkehrsspitze auf, das vor allem an den von Verkehrsemissionen beeinflussten Messstellen Don Bosco, Graz-Mitte, Graz-Süd und im speziellen am Messstandort in Liebenau auffallend ausgeprägt ist. Am Nachmittag tritt zusätzlich ein ausgeprägtes sekundäres Maximum auf, so dass die durchschnittlichen Belastungen ganztägig deutlich höher sind als an den übrigen Grazer Stationen.

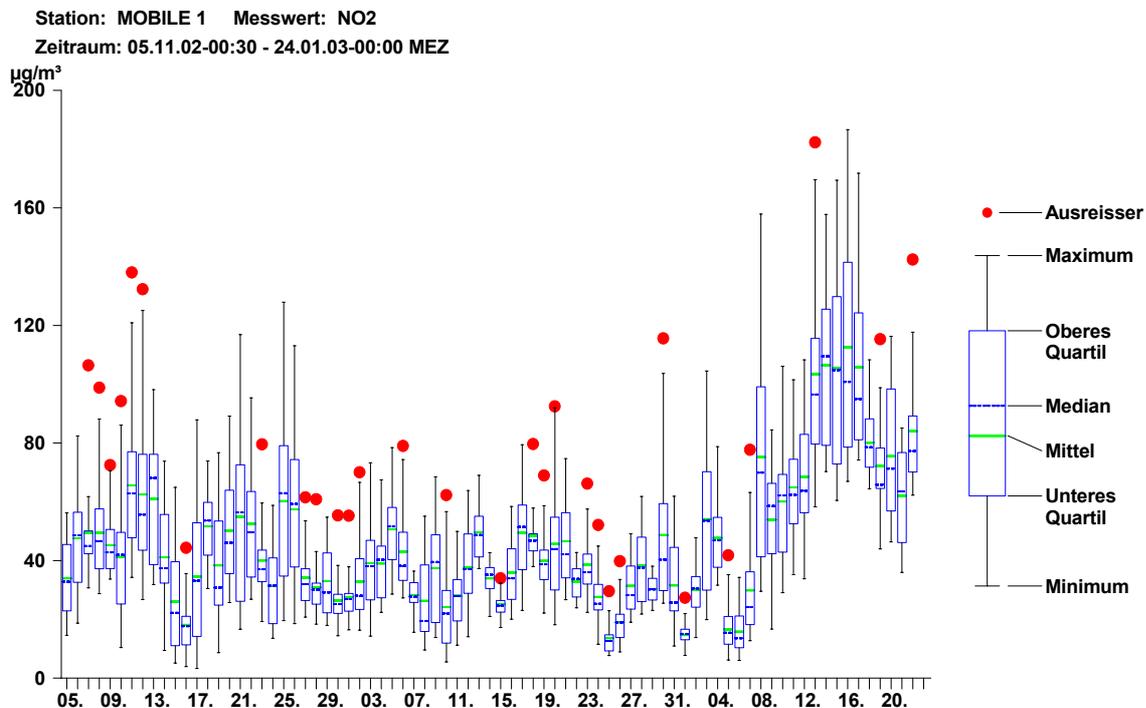
Vergleich der NO-Konzentrationen während der Messperiode



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

4.2.4 Stickstoffdioxid (NO₂)

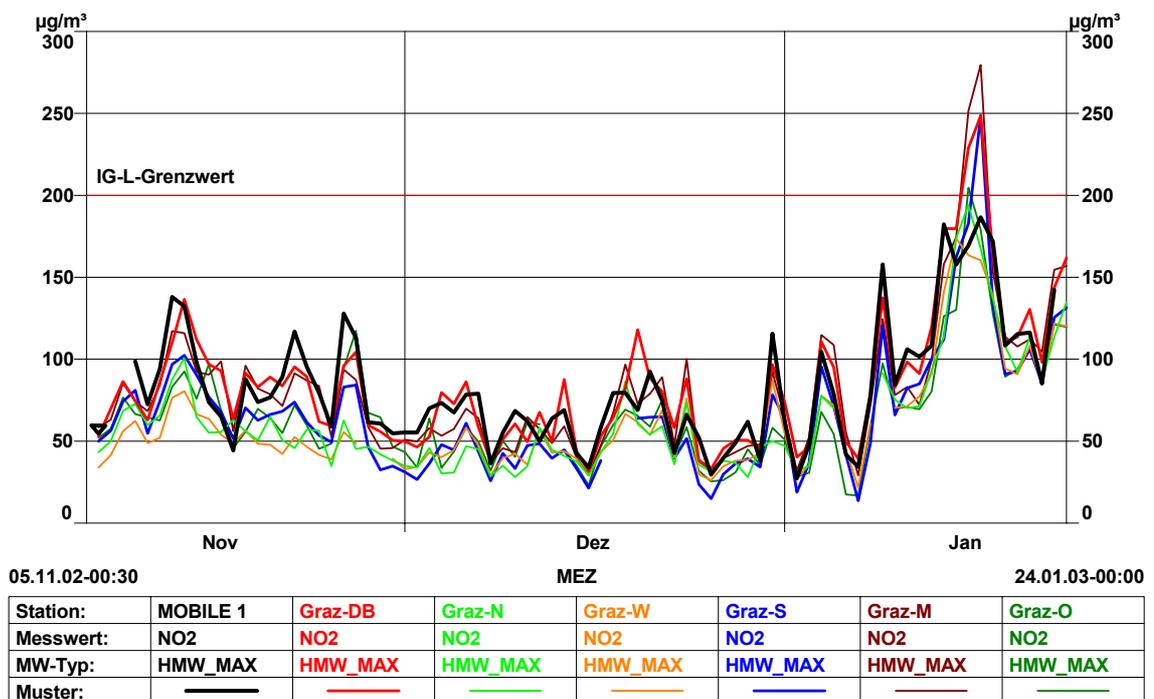
Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff Stickstoffmonoxid erläutert. Immissionsseitig stellt sich im Allgemeinen der Schadstoffgang beim Stickstoffdioxid ähnlich wie beim Stickstoffmonoxid dar.



05.11.2002 - 23.01.2003	Messergebnisse NO ₂ in µg/m ³	Grenz- bzw. Zielwerte NO ₂ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	187	200	BGBI I Nr. 115/1997	94%
Mtmax	82	---	---	---
TMWmax	113	80	BGBI I Nr. 115/1997	141%
PMW	46	---	---	---

Am Standort Liebenau wurde bei den NO₂-Konzentrationen auch während der extrem belasteten Phase Mitte Januar keine Verletzung gesetzlicher Grenzwerte nach dem IG-L registriert, sehr wohl wurde jedoch der Zielwert von 80µg/m³ für den maximalen Tagesmittelwert überschritten.

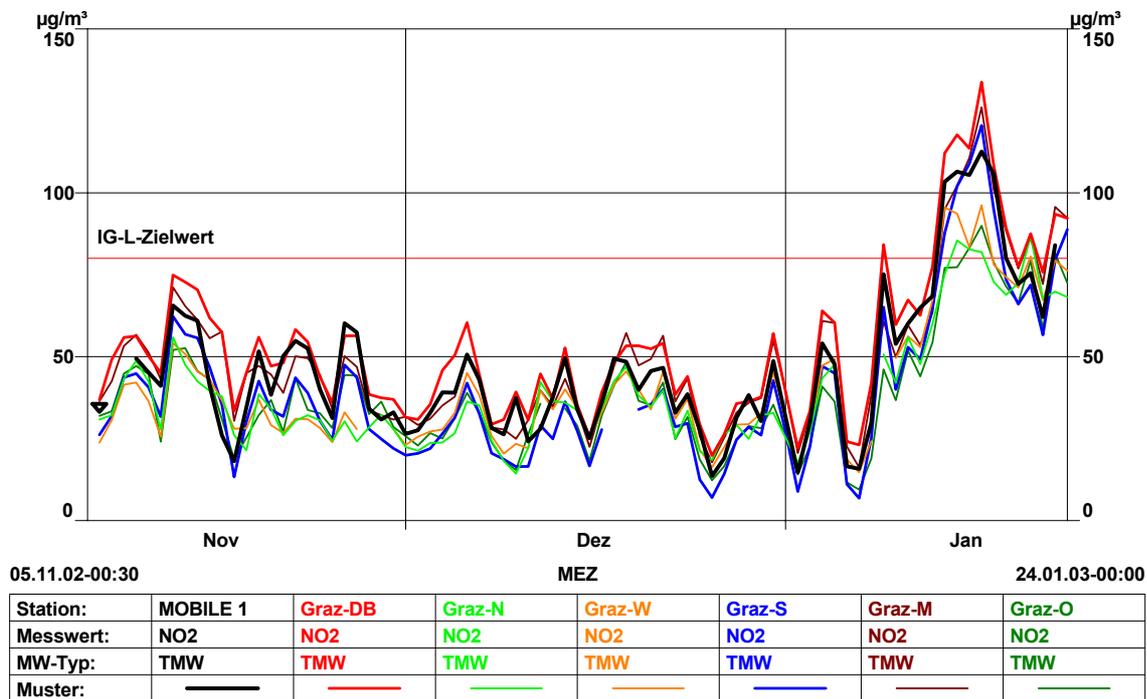
Vergleich der maximalen Halbstundenmittelwerte der NO₂-Konzentrationen während der Messperiode



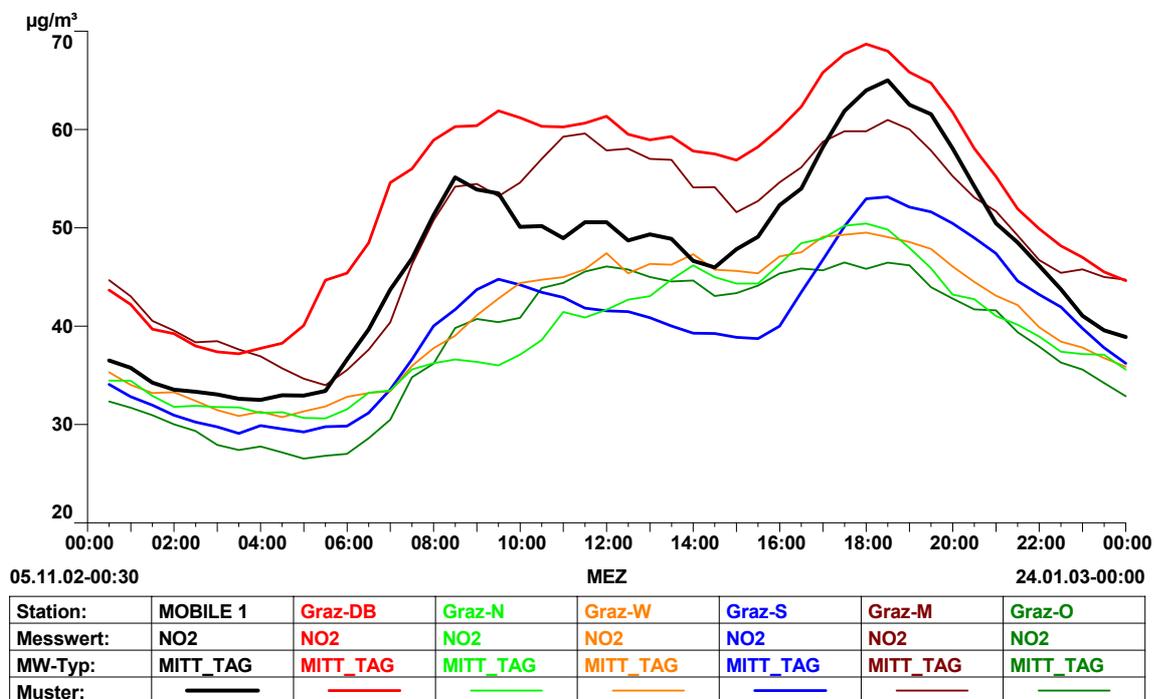
Im Vergleich mit den anderen Grazer Messstationen wurden aufgrund der hohen Verkehrsemissionen eine überdurchschnittliche Belastung sowohl hinsichtlich kurzfristiger Belastungsspitzen als auch der Tagesmittelwerte festgestellt.

Besonders auffällig ist dabei, dass die Konzentrationen teilweise auch über jenen der Station Don Bosco liegen, die in einem vergleichbar stark frequentierten Kreuzungsbereich situiert ist. Dies dürfte auf die immissionsklimatisch ungünstige Situation in Liebenau zurückzuführen sein.

Vergleich der Tagesmittelwerte der NO₂-Konzentrationen während der Messperiode

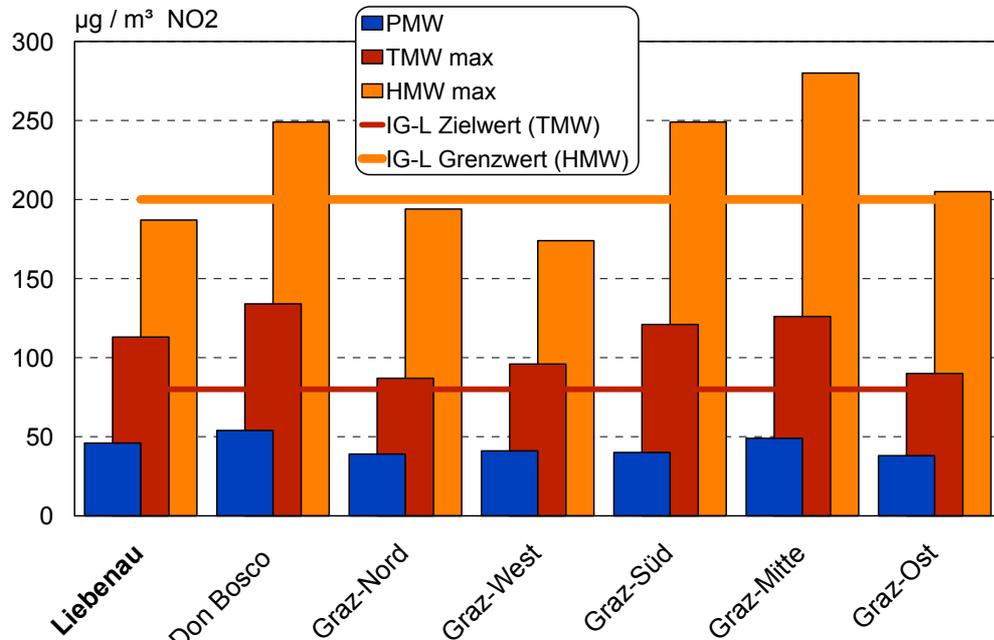


Vergleich der mittleren Tagesgänge der NO₂-Konzentrationen während der Messperiode



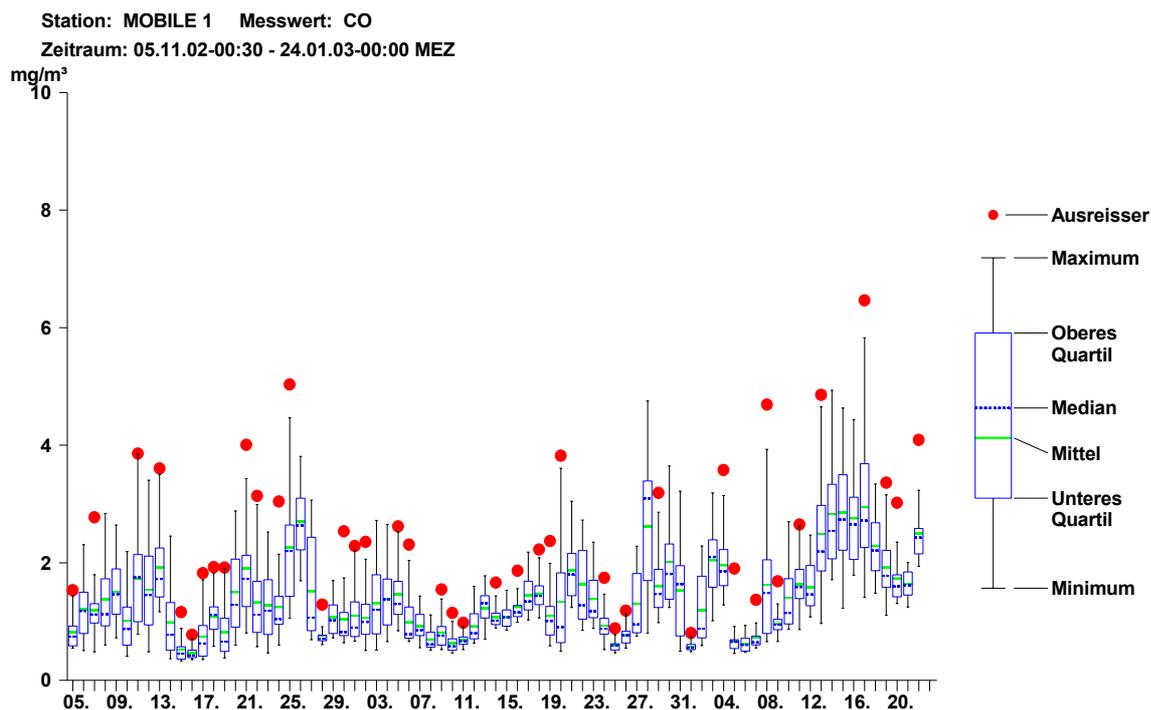
Der mittlere Tagesgang der NO₂-Konzentrationen weist ein erstes Maximum in den Morgen- und Vormittagsstunden und, bedingt durch die Bildungsmechanismen, ein zweites, wesentlich deutlicher ausgeprägtes Abendmaximum zwischen 18 und 20 Uhr auf, wodurch sich speziell in der zweiten Tageshälfte deutlich überdurchschnittliche Belastungen manifestieren.

Vergleich der NO₂-Konzentrationen während der Messperiode



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

4.2.5 Kohlenmonoxid (CO)



05.11.2002 - 23.01.2003	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	6,46	---	---	---
Mtmax	2,62	---	---	---
MW8max	4,04	10	BGBl. I Nr. 115/1997	40 %
TMWmax	2,95	---	---	---
PMW	1,41	---	---	---

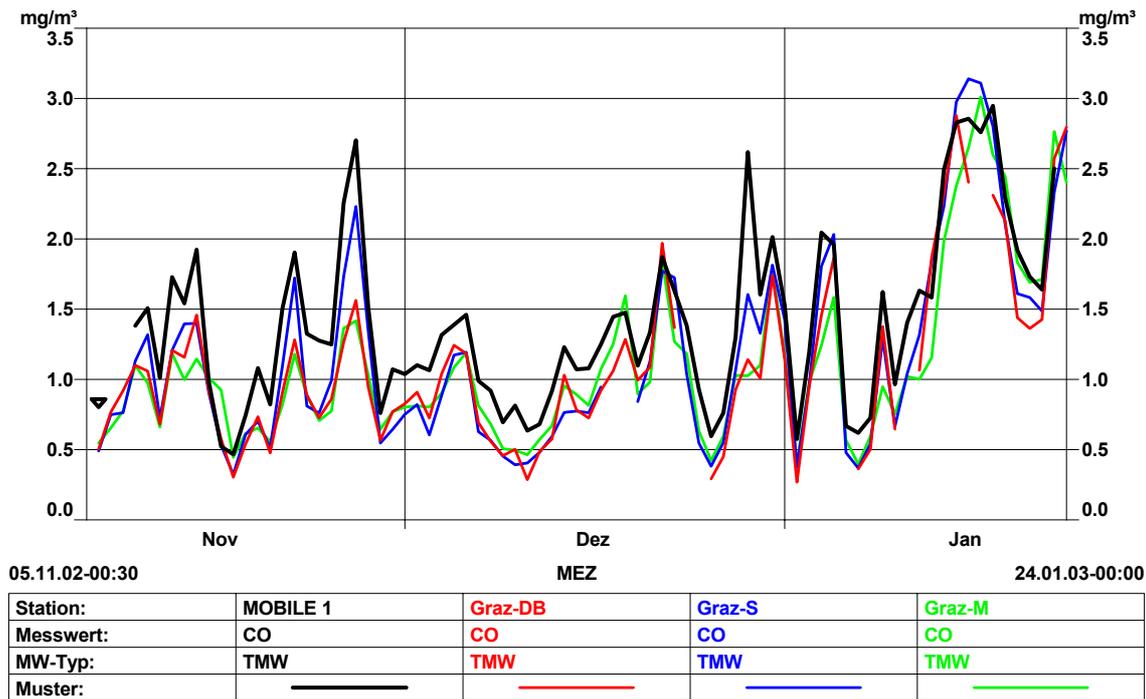
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der Kfz-Verkehr als Hauptverursacher, jedoch können lokal auch Industrieanlagen eine Rolle spielen. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern bzw. Emittenten jedoch im Allgemeinen stärker ab als bei den Stickstoffoxiden.

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

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

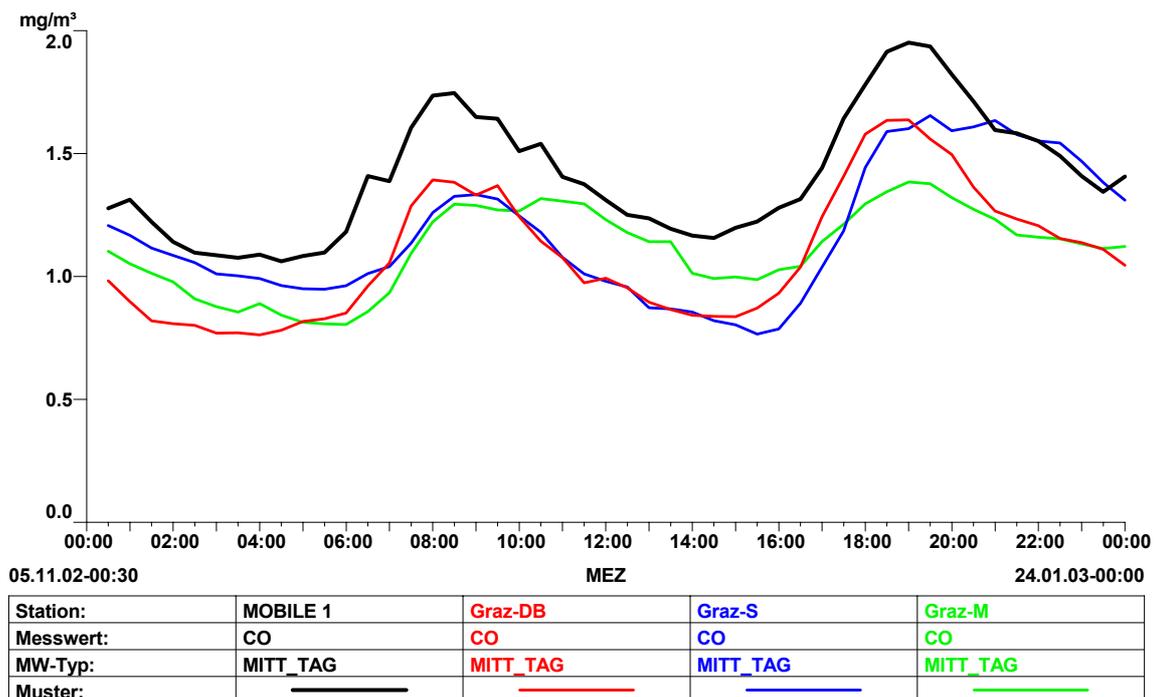
Im Vergleich zu den Fixmessstellen in Graz weisen die Ergebnisse der Immissionsmessungen für Kohlenmonoxid sowohl hinsichtlich der kurzfristigen Spitzenkonzentrationen als auch der Grundbelastung ähnliche Verläufe auf.

Vergleich der Tagesmittelwerte der CO-Konzentrationen während der Messperiode

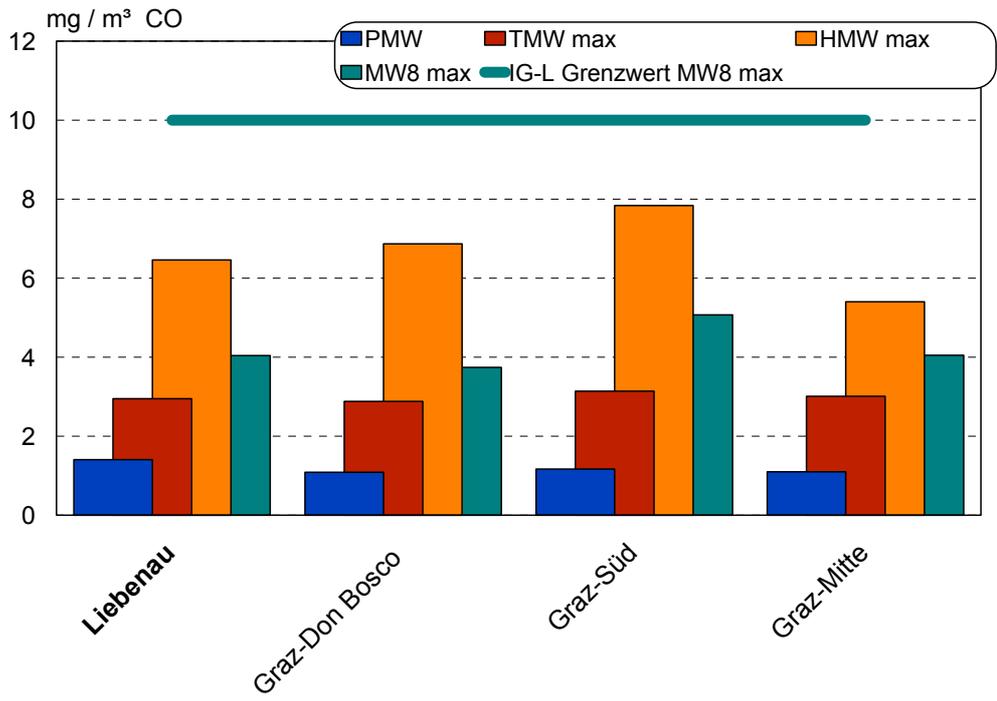


Der mittlere Tagesgang der CO-Konzentrationen mit seinem ausgeprägten Morgenmaximum und dem Sekundärmaximum in den frühen Abendstunden wie auch der Verlauf der Tagesmittelwerte bestätigt auch im Vergleich zu den stark verkehrsbeeinflussten Messstellen Don Bosco und Graz Mitte eine ganztagig überdurchschnittliche Belastung, die wohl vor allem durch die geringe Entfernung der Messstation zum Fahrbahnrand (verkehrsnahe als Don Bosco) erklärt werden kann.

Vergleich der mittleren Tagesgänge der CO-Konzentrationen während der Messperiode

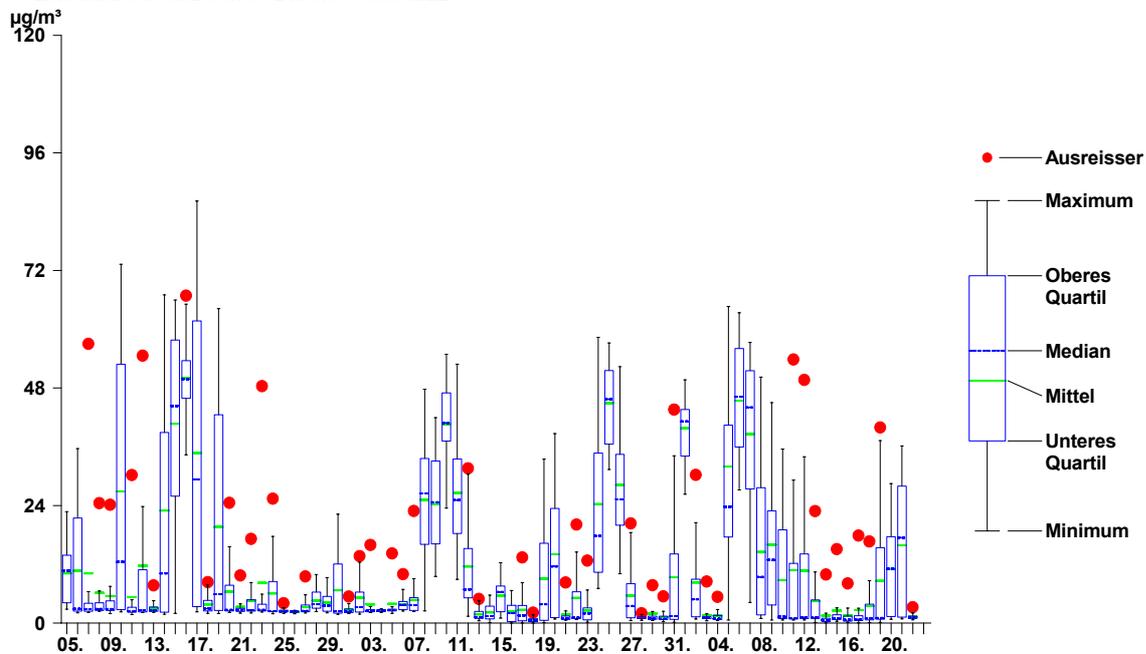


Vergleich der CO-Konzentrationen während der Messperiode



4.2.6 Ozon (O₃)

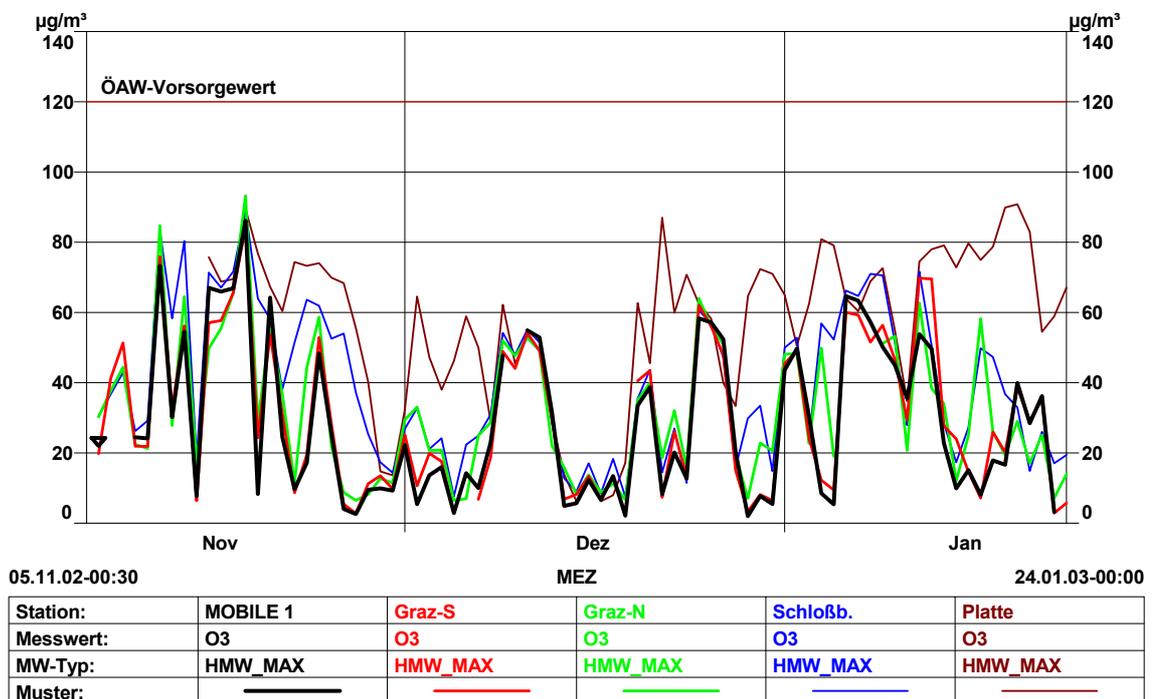
Station: MOBILE 1 Messwert: O₃
 Zeitraum: 05.11.02-00:30 - 24.01.03-00:00 MEZ



05.11.2002 - 23.01.2003	Messergebnisse O ₃ in µg/m ³	Grenzwerte O ₃ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	86	120	ÖAW-Vorsorgewert	72 %
Mtmax	29	---	---	---
MW8max	64	110	BGBI. I Nr. 115/1997	58 %
TMWmax	50	---	---	---
PMW	11	---	---	---

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".

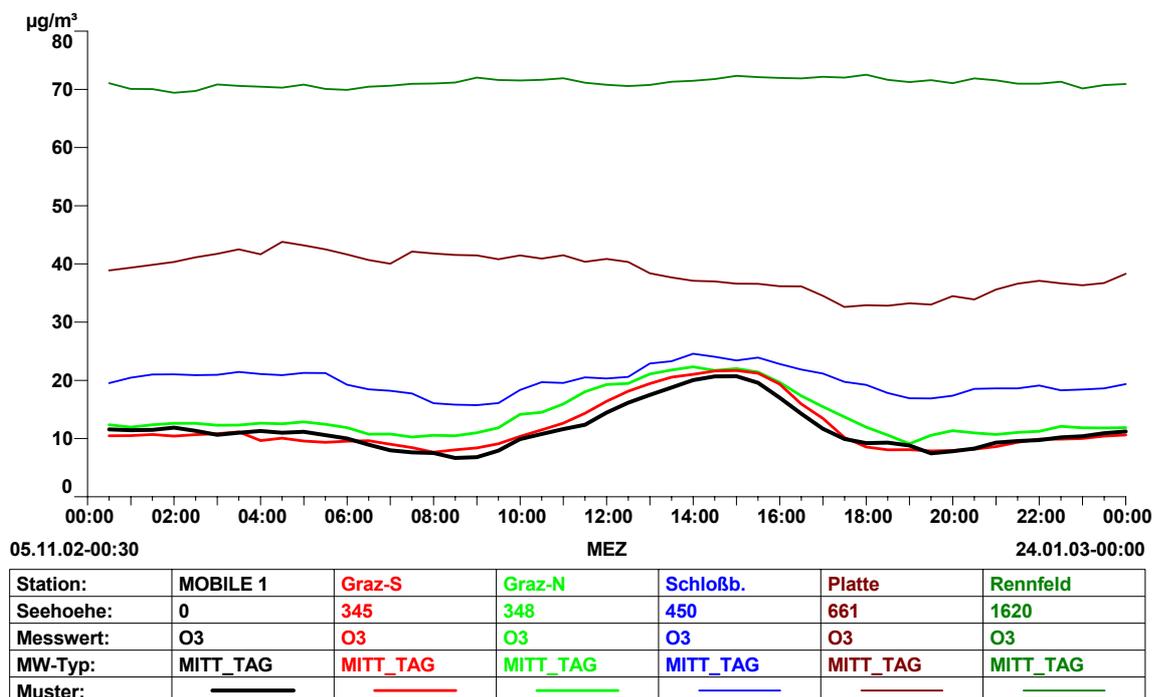


Die Abbildung zeigt, dass die täglichen Ozonspitzenkonzentrationen am Standort in Graz – Liebenau im Vergleich zu den höher gelegenen Messstandorten Graz Schlossberg und Platte wesentlich niedriger sind, im Allgemeinen jedoch ähnlich den Größenordnungen wie sie an anderen zentralen Grazer Stationen gemessen werden.

Dies ist an einem verkehrsnahen Messstandort aber auch zu erwarten, da es in den Nachtstunden 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 also 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).



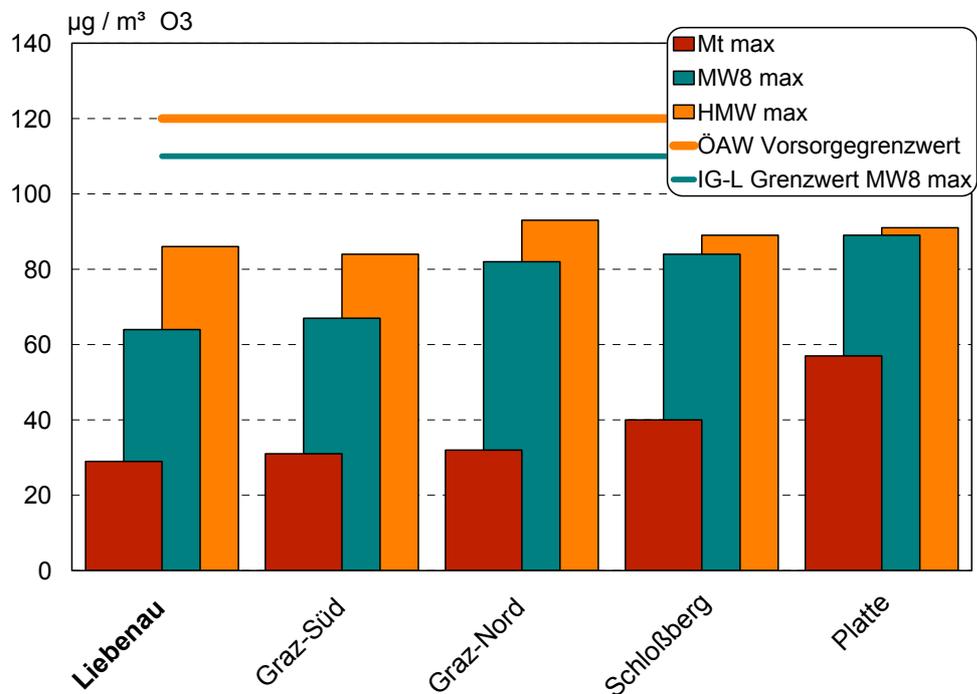
Die Abbildung dokumentiert dies trotz des während des Tages im allgemeinen geringen Belastungsniveaus in den Wintermonaten sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort in Graz – Liebenau mit den Stationen Graz Süd, Graz Nord, am Schlossberg und auf der Platte sowie der Höhenstation Rennfeld.

Die Grazer Messstellen weisen allgemein einen für Tallagen typischen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsminimum am Morgen und einem Maximum am Nachmittag auf, wobei die nächtliche Absenkung an der höher gelegenen Messstelle Platte schon deutlich geringer ausfällt und am Rennfeld (1620m Seehöhe) 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.

Der maximale Achtstundenmittelgrenzwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) wurde während der Messungen nicht erreicht.

Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Messperiode



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

4.3. Luftbelastungsindex

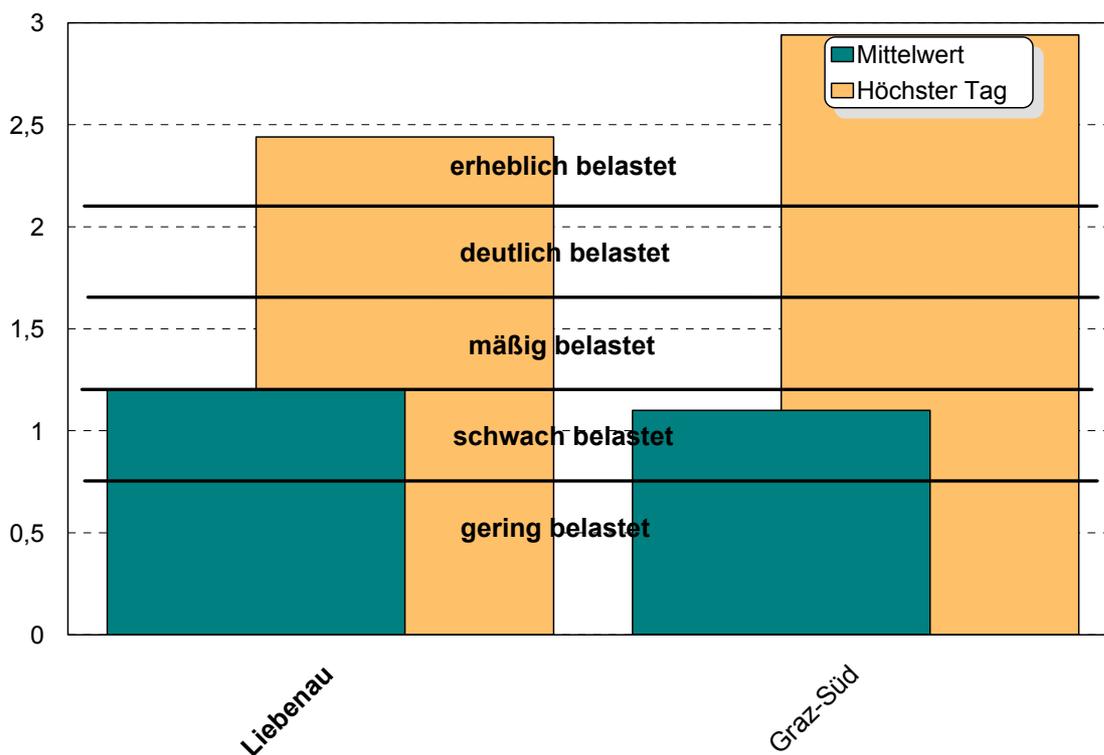
Eine relativ einfache Bewertungs- und Vergleichsmöglichkeit der Luftbelastung verschiedener Messstationen wird durch den Luftbelastungsindex ermöglicht.

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 die Messstandorte Liebenau und Graz Süd im Zeitraum der Messungen dargestellt.

Es zeigt sich, dass die lufthygienischen Verhältnisse in Graz - Liebenau auf Grund der Lage des Messstandortes im unmittelbaren Kreuzungsbereich zweier stark befahrener Straßen hinsichtlich des höchstbelasteten Tages als überdurchschnittlich bzw. „erheblich belastet“ einzustufen sind.

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.

Lazar, R. 1989 :

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

Lazar, R. et al. 1994 :

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

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, 2002-2003:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
November 2002, Dezember 2002, Januar 2003. Wien.

6. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

6.1. Tabellen

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

Für die Immissionsgrenzwerteverordnung 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 Kurorterichtlinie sind Grenzwerte für Kohlenmonoxid als gleitende Achtstundenmittelwerte festgelegt. Sie werden aus sechzehn hintereinanderliegenden Halbstundenmittelwerten gleitend gebildet.

Maximaler Halbstundenmittelwert (HMWmax)

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

Abkürzungen von meteorologischen Parametern und Messwerttypen

LUTE	Lufttemperatur
WIGE	Windgeschwindigkeit
NIED	Niederschlag
MW3	Dreistundenmittelwert
TAGSUM	Tagessumme

6.2. Diagramme

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

Zeitverlauf

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

Mittlerer Tagesgang

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

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.