



Luftgütemessungen Mürzzuschlag

April 2002 bis September 2003

Lu-05-05

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

Leiter der Fachabteilung
Dr. Gerhard SEMMELROCK

Autor

Mag. Norbert Braun

ARGE LÖSS Ges.b.R

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

Projektleitung

Mag. Andreas Schopper

Messtechnik
(mobile Messstation)Manfred Gassenburger
Gerhard Schrempf**Integrale Messungen**

Andrea Werni

Passivsammleranalytik

Institut für Chemische Technologie und Analytik
TU-Wien
Getreidemarkt 9/164/AC
1060 Wien

Herausgeber

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

© Oktober 2005

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 Mürzzuschlag	10
3.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet	10
3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung.....	10
4. Mobile Immissionsmessungen	12
4.1. Ausstattung und Messmethoden.....	12
4.2. Messergebnisse und Schadstoffverläufe	14
4.2.1 Schwefeldioxid (SO ₂)	14
4.2.2 Schwebstaub (TSP)	16
4.2.3 Stickstoffmonoxid (NO).....	19
4.2.4 Stickstoffdioxid (NO ₂).....	22
4.2.5 Kohlenmonoxid (CO)	25
4.2.6 Ozon (O ₃).....	26
4.3. Luftbelastungsindex	30
5. Integrale Messungen	31
5.1. Das Messnetz	31
5.2. Messmethodik.....	32
5.2.1 Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren.....	32
5.2.2 Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit Badge-Sammlern	32
5.3. Darstellung der Messergebnisse.....	33
5.3.1 Gesamtstaubdeposition	33
5.3.2 Konzentrationsmessungen	34
5.4. Zusammenfassende Beurteilung	37
6. Literatur	39
7. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen	40
7.1. Tabellen	40
7.2. Diagramme	41

Zusammenfassung

Die **Luftgüteuntersuchungen Mürzzuschlag** wurden als Zustandserhebung der örtlichen Immissionssituation durchgeführt, um die vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen zu erheben und einen geeigneten Standort für eine fixe Immissionsmessstelle festlegen zu können.

Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation sowie eines einjährig betriebenen integralen Messnetzes. Die mobilen Immissionsmessungen wurden während einer Sommermessperiode vom 18.04.2002 bis 24.06.2002 im Bereich des LKH und einer Wintermessperiode vom 09.01.2003 bis 27.02.2003 bei der Volks- und Hauptschule durchgeführt.

Der **Witterungsverlauf** während der Messungen war im Sommer bei normalen Niederschlagsmengen etwas zu warm. Die Wintermessungen erfolgten bei auffallend trockenen Verhältnissen, wobei die Temperaturen im Jänner über dem langjährigen Durchschnitt und Februar deutlich darunter lagen. Immissionsklimatisch können die Bedingungen während der Messungen aufgrund ausreichend häufiger Hochdrucklagen im Winter mit autochthonen Ausbreitungsbedingungen als repräsentativ bezeichnet werden.

Bezüglich der einzelnen Schadstoffe wurden während der Messperioden keine Überschreitungen gesetzlicher Grenzwerte festgestellt. Die eingesetzte Messstation war nicht mit einer Erfassung von Feinstaub (PM10) ausgestattet.

Hinsichtlich der Primärschadstoffe Schwefeldioxid, Schwebstaub (TSP), Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und Kohlenmonoxid wurde sowohl für die Grundbelastung (längerfristige Mittelwerte) als auch die Spitzenkonzentrationen ein im Vergleich mit steirische Städten durchschnittliches bis leicht unterdurchschnittliches Konzentrationsniveau erhoben.

Die Ozonwerte blieben in einem der Jahreszeit, dem Witterungsverlauf und der Lage des Standortes entsprechenden Konzentrationsbereich. Der maximale Achtstundenmittelwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) wurde ebenso wie der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für den maximalen Halbstundenmittelwert im Winter nicht erreicht, im Sommer hingegen bei strahlungsreichem Schönwetter häufig überschritten.

Die **integralen Messungen** zeigten bei den Konzentrationsmessungen von Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid den typischen Jahresverlauf mit höheren Werten im Winterhalbjahr und einem geringeren Belastungsniveau im Sommerhalbjahr, was auf schlechtere immissionsklimatische Bedingungen und höhere Emissionen während der kälteren Jahreszeit zurückzuführen ist. Die am relativ höchsten belasteten Messstandorte waren dabei der direkt am Straßenrand gelegene Messpunkt 4 (Feuerwehr) und – vermutlich baustellenbedingt - (hohe Staubbelastung) auch der Messpunkt 5 (Pensionistenheim). Bei Stickstoffdioxid wies zudem der Messpunkt 1 (Landeskrankenhaus) höhere Belas-

tungen auf. Insgesamt blieben die Konzentrationen aber für einen steirischen Zentralraum auf einem günstigen Niveau.

Der Jahresganges der Gesamtstaubdeposition wies im Frühjahr und im Frühsommer höhere Staubbelastungen als in den Wintermonaten, was sowohl auf vegetationsbedingte als auch auf lokale Einflüsse am jeweiligen Messstandort zurückzuführen sein dürfte.

Die Staubdepositionen lagen im Jahresmittel im Bereich zwischen 51,1 und 190,4 mg/m².d. Der Grenzwert des Immissionsschutzgesetz-Luft von 210 mg/m².d wurde an allen Messpunkten eingehalten.

1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Mürzzuschlag wurden von der Fachabteilung 17C, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation sowie eines einjährig betriebenen integralen Messnetzes. Den Anlass für die Messungen stellte eine Erhebung der Immissions-Ist-Situation dar, um einen geeigneten Standort für eine fixe Immissionsmessstelle festlegen zu können.

Die mobilen Immissionsmessungen umfassten eine Sommermessperiode vom 18.04.2002 bis 24.06.2002 an einem Standort im Bereich des LKH und eine Wintermessperiode vom 09.01.2003 bis 27.02.2003 bei der Volks- und Hauptschule Mürzzuschlag jeweils in ca. 670 m Seehöhe.

Die mobile Messstation (Wintermessung VS Mürzzuschlag)

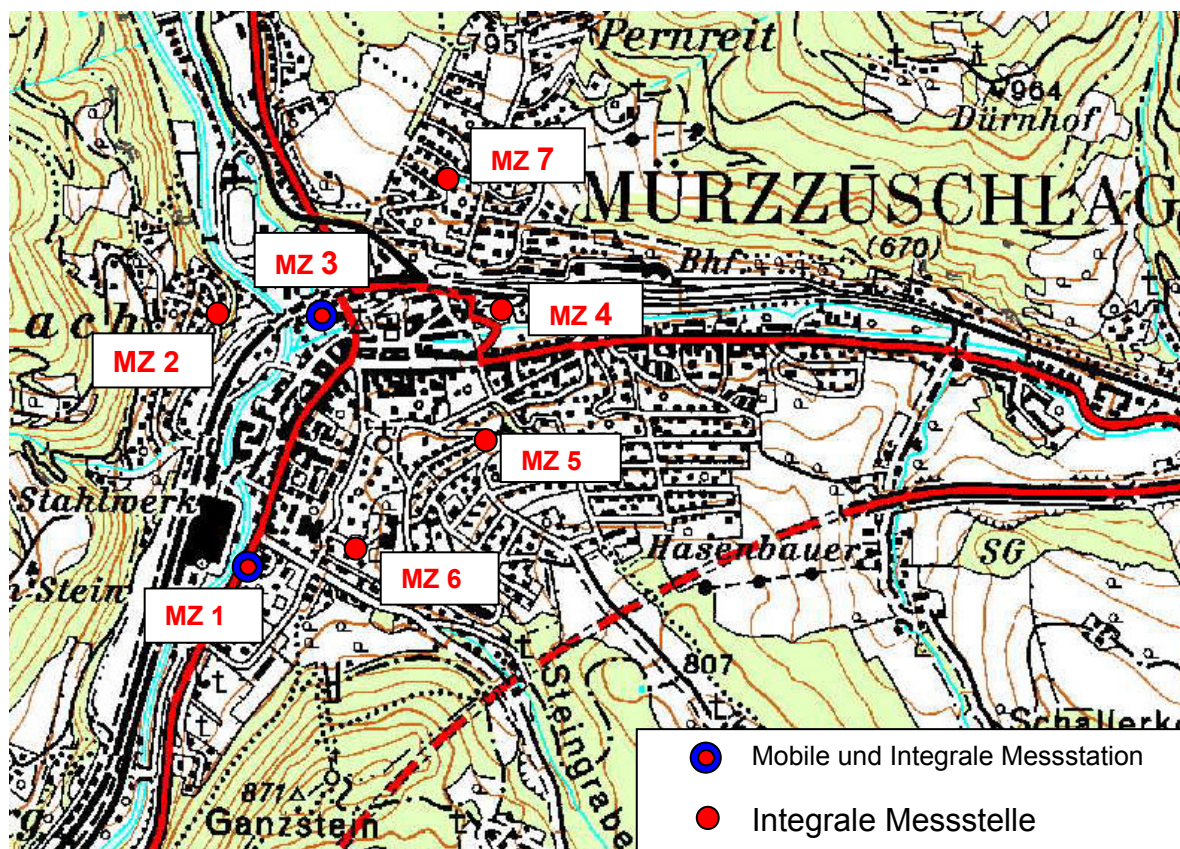


Die **integralen Messungen**, die eine flächenhafte Interpretation der Luftschadstoffbelastungen ermöglichen, erfolgten von 1.10.2002 bis 30.09.2003 und umfassten bei vierzehntägiger Expositionszeit der Sammler 26 Messperioden.

Dabei wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Ermittlung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren
- Messung der Konzentrationen von Schwefeldioxid (SO₂) bzw. Stickstoffdioxid (NO₂) mittels Badge-Sammler

Das Messnetz Mürzzuschlag 2002/2003



Im Gemeindegebiet von Mürzzuschlag wurden an 7 Standorten integrale Messeinrichtungen installiert, die nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt wurden:

Messpunktbeschreibung:

Nr.	Lage des Messpunktes	Charakteristik / Messziel
MZ 1	Landeskrankenhaus	Stadttrand, Krankenhaus
MZ 2	Untere Waldrandsiedlungsgasse	industriell beeinflusstes Wohngebiet
MZ 3	Volks/Hauptschule	Stadtzentrum
MZ 4	Feuerwehr	stark verkehrsbeeinflusst
MZ 5	Pensionistenheim	städtisches Wohngebiet
MZ 6	Sportzentrum	städtisches Wohngebiet
MZ 7	Vogelweidestraße	städtischer Hintergrund

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$):

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

Luftschadstoff	HMW	MW3	MW8	TMW	JMW
Schwefeldioxid	200 ¹⁾	500		120	
Kohlenstoffmonoxid			10		
Stickstoffdioxid	200	400		80	
Schwebestaub				150	
Feinstaub PM10				50 ²⁾³⁾	
Ozon			110 ⁴⁾		
Staubdeposition					210 $\text{mg}/\text{m}^2.\text{d}$

MW3 = Dreistundenmittelwert

MW8 = Achtstundenmittelwert

- 1) Drei Halbstundenmittelwerte SO_2 pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte pro Kalenderjahr bis zu einer Konzentration von $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gelten nicht als Überschreitung
- 2) Pro Kalenderjahr ist die folgende Zahl von Überschreitungen zulässig:

bis 2004	35
2005 -2009	30
ab 2010	25
- 3) Als Zielwert gilt eine Anzahl von maximal 7 Überschreitungen pro Jahr.
- 4) 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 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. Die immissionsklimatische Situation in Mürzzuschlag

3.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet

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

Die Lage der Messstandorte in Mürzzuschlag entspricht nach H. Wakonigg der Klim Landschaft der „Talbeckenklimate im Umfeld des Mürztales“ und kann vereinfacht als winterkaltes, sommerkühles und relativ niederschlagsarmes Klima charakterisiert werden (H. Wakonigg 1978, 384f).

Das Jahresmittel der Lufttemperatur beträgt im langjährigen Mittel (1971-2000) 6,2 °C, das Jännermittel -3,5 °C und das Julimittel 15,9 °C. Der Jahresgang der Niederschläge weist ein Winterminimum (Jänner 61,8 mm) und ein Sommermaximum (August 143,6 mm) auf, die Jahresniederschlagsmenge beträgt rund 1035,9 mm, die an zirka 100 Tagen pro Jahr fallen. Die mittleren Windgeschwindigkeiten sind eher gering (nur knapp über 1 m/s) und weisen im Jahresgang ein Frühjahrsmaximum und ein Herbstminimum auf.

3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung

Zu Beginn der Sommermessungen im Bereich des LKH bestimmte Tiefdrucktätigkeit das Wettergeschehen. Bis Ende April fielen bei gedämpften Temperaturen und mit nur einer kurzen Unterbrechung durch Zwischenhocheinfluss verbreitet Niederschläge.

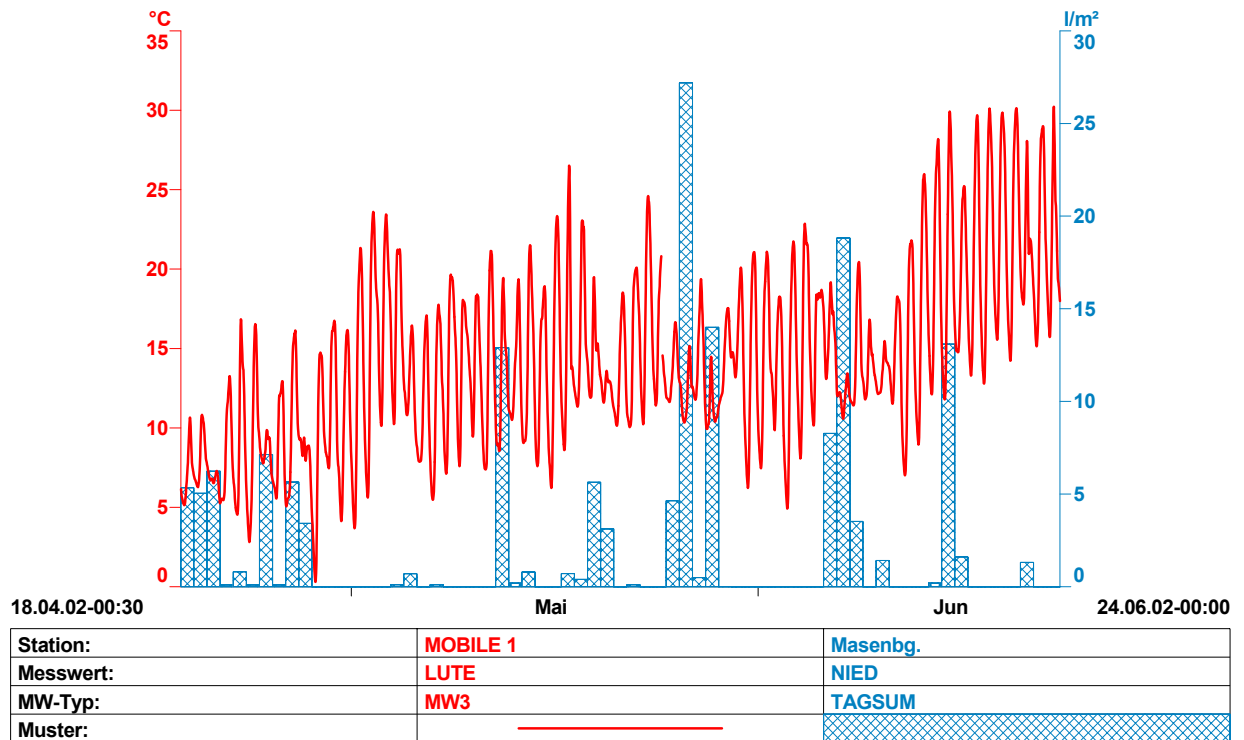
Zum Monatswechsel stellte sich eine zyklonale SW- bis S-Strömung ein, die eine deutliche Temperaturzunahme bewirkte. Der folgende Durchzug einer Störungszone verursachte aber nur geringe Niederschläge, sodass sich bei flacher Druckverteilung rasch schwacher Hochdruckeinfluss mit überwiegend sonnigem Wetter durchsetzen konnte.

An der Vorderseite eine Höhentiefs über Westeuropa lebte die SW-Strömung erneut auf und die Zufuhr feuchtlabiler Luftmassen führte zur Ausbildung von lokalen Gewittern. Hochdruckwetter konnte sich vorübergehend erst um die Monatsmitte wieder durchsetzen

Das Übergreifen eines Tiefdruckgebietes über der Adria leitete in der letzten Maidekade eine unbeständige Witterungsphase ein. Eine Reihe von Störungszone brachte wiederholt zum Teil ergiebige Niederschläge. Erst am Monatsende beruhigte sich das Wetter wieder und Hochdruckeinfluss bescherte auch noch an der ersten Junitagen sonniges, aber aufgrund der vorherrschenden kühlen NW-Strömung nur mäßig warmes Frühsommerwetter.

Nachfolgend zunehmende Tiefdrucktätigkeit verursachte verbreitet und am Alpennordrand auch sehr ergiebige Niederschläge. Nach Abzug des Tiefdruckgebietes erfolgte bei allmählich steigendem Luftdruck Zufuhr subtropischer Warmluft aus SW und die Temperaturen stiegen auf hochsommerliche Werte an. Mit Ausnahme des Durchzugs einer Gewitterfront am 22.6. blieb das Hochdruckwetter bis Ende der Messperiode erhalten.

Lufttemperatur und Niederschlagsverhältnisse in Mürzzuschlag während der Sommermessungen



Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

Die Wintermessungen begannen bei leichtem Schneefall, der von einem Mittelmeertief ausgelöst wurde. Danach setzte sich Hochdruckwetter durch, das mit klaren Nächten für morgendliche Temperaturminima von unter -25°C sorgte.

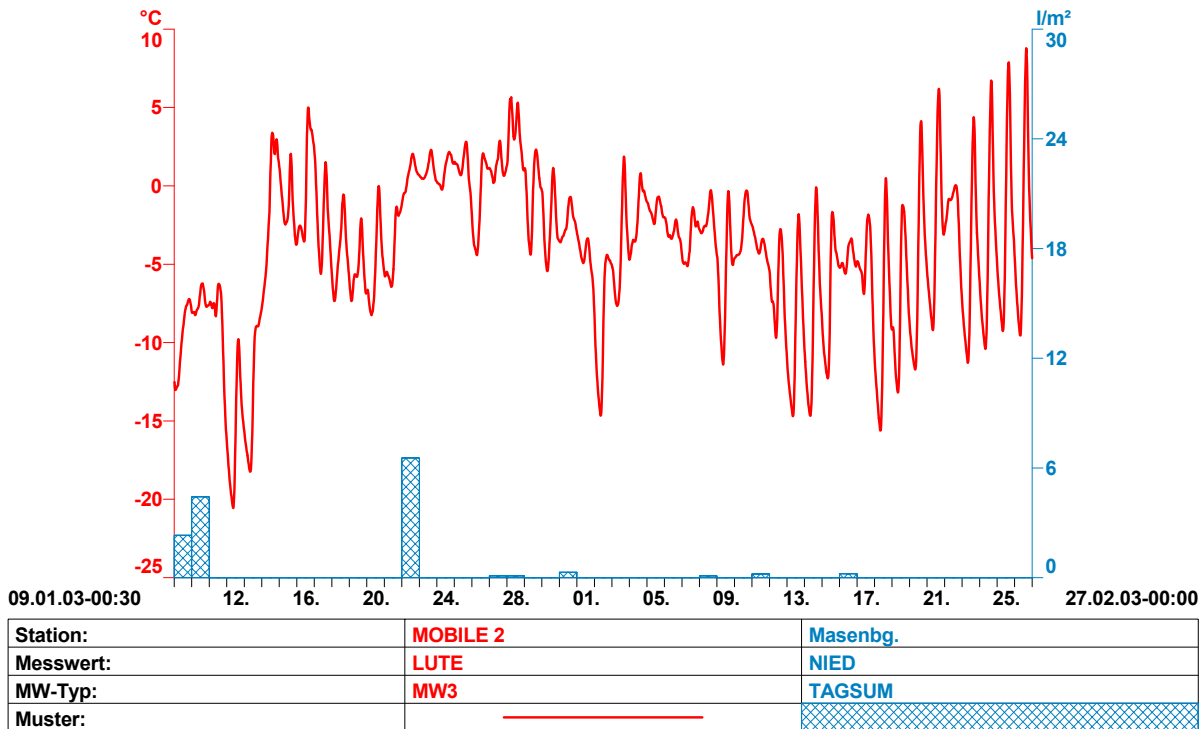
In der Folge führte eine lebhafte W-Strömung mildere Luftmassen heran, so dass sich die Temperaturen um den Gefrierpunkt einpendelten. Zunehmender Hochdruck begünstigte die Bildung von Nebel und Hochnebel, der sich tagsüber nur zögernd auflöste.

Mit dem Durchzug eines Tiefdruckgebietes, das nur geringe bis mäßige Niederschläge brachte, erfolgte ein Luftmassenwechsel. In der Folge stellte sich bis zum Monatsende wechselhaftes, aber weitgehend niederschlagsfreies Westwetter mit Strömungslagen aus W bis NW ein.

Die ersten Februartage bescherten kurzzeitigen Hochdruckeinfluss mit sonnigem Wetter, bevor wieder kalte Strömungslagen aus NW bis N auflebten. Eingelagerte Fronten brachten jedoch südlich des Alpenhauptkammes kaum Niederschläge

Ab dem 10. Februar setzte sich schließlich sehr stabiler Hochdruck durch, der unterbrochen nur durch einen raschen Durchzug eines Höhentiefs mit starker Bewölkung bis zum Ende der Messperiode wetterbestimmend blieb. Bei sonnigem und trockenem Wetter erreichten die Tageshöchstwerte in Mürzzuschlag bis über 8°C , während in den klaren kalten Nächten um -10°C gemessen wurden.

Lufttemperatur und Niederschlagsverhältnisse in Mürzzuschlag während der Wintermessungen



Der Witterungsverlauf während der Messungen in Mürzzuschlag erwies sich während der Sommerperiode bei durchschnittlichen Niederschlagsmengen als allgemein zu warm.

Im Winter stellten sich der Jänner als etwas zu warm und zu trocken dar. Der Februar blieb beinahe niederschlagsfrei und die Temperaturen blieben ebenfalls deutlich unter dem langjährigen Mittel, was vornehmlich auf die überdurchschnittlich langen Hochdrucklagen in der zweiten Februarhälfte zurückzuführen war.

Insgesamt kann der Witterungsverlauf aufgrund ausreichend langer Perioden mit autochthonem Witterungscharakter 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

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

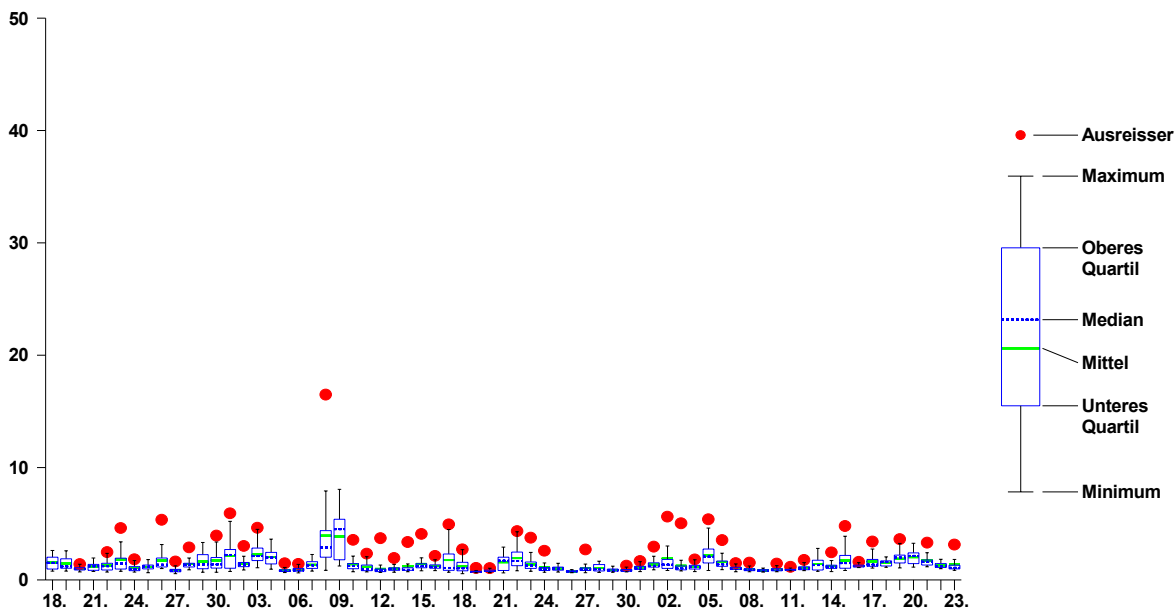
4.2.1 Schwefeldioxid (SO₂)

Sommermessung

18.04.2002 - 24.06.2002	Messergebnisse SO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	16	200	BGBI I Nr. 115/1997	8 %
Mtmax	3			
TMWmax	4	120	BGBI I Nr. 115/1997	3 %
PMW	1			

Station: MOBILE 1 Messwert: SO₂ MW-Typ: HMW
Zeitraum: 18.04.02-00:30 - 24.06.02-00:00 MEZ

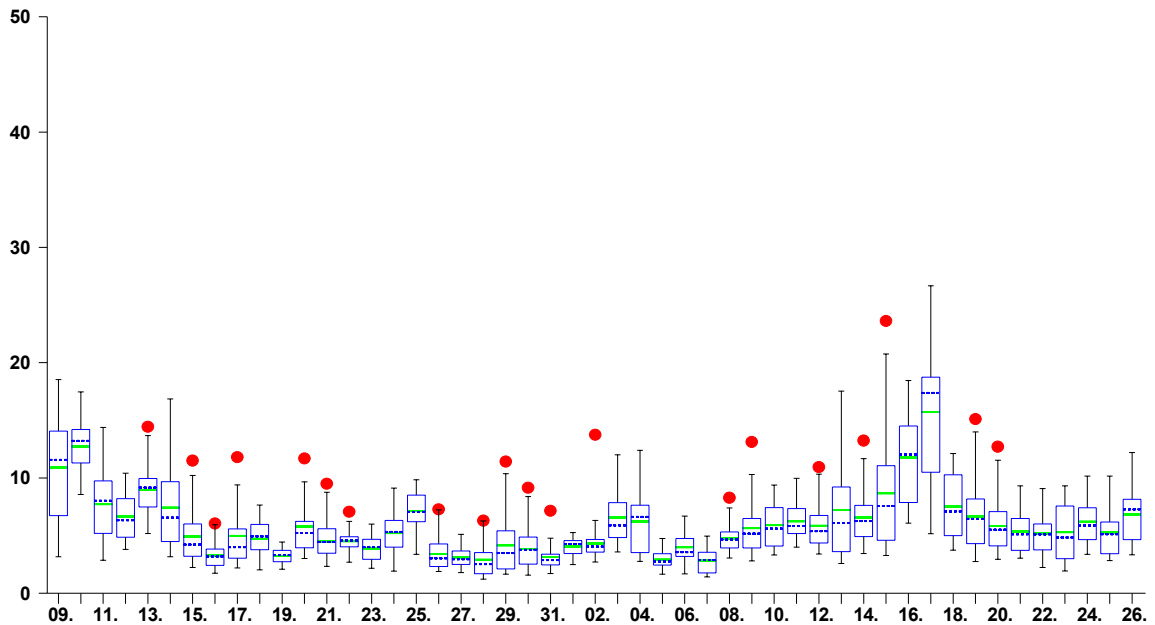
1 mg/m ³	=	1000 µg/m ³
1 µg/m ³	=	0,001 mg/m ³



Wintermessung

09.01.2003 - 27.02.2003	Messergebnisse SO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	27	200	BGBI I Nr. 115/1997	13,5 %
Mtmax	11			
TMWmax	16	120	BGBI I Nr. 115/1997	13 %
PMW	6			

Station: MOBILE 2 Messwert: SO₂ MW-Typ: HMW
 Zeitraum: 09.01.03-00:30 - 27.02.03-00:00 MEZ

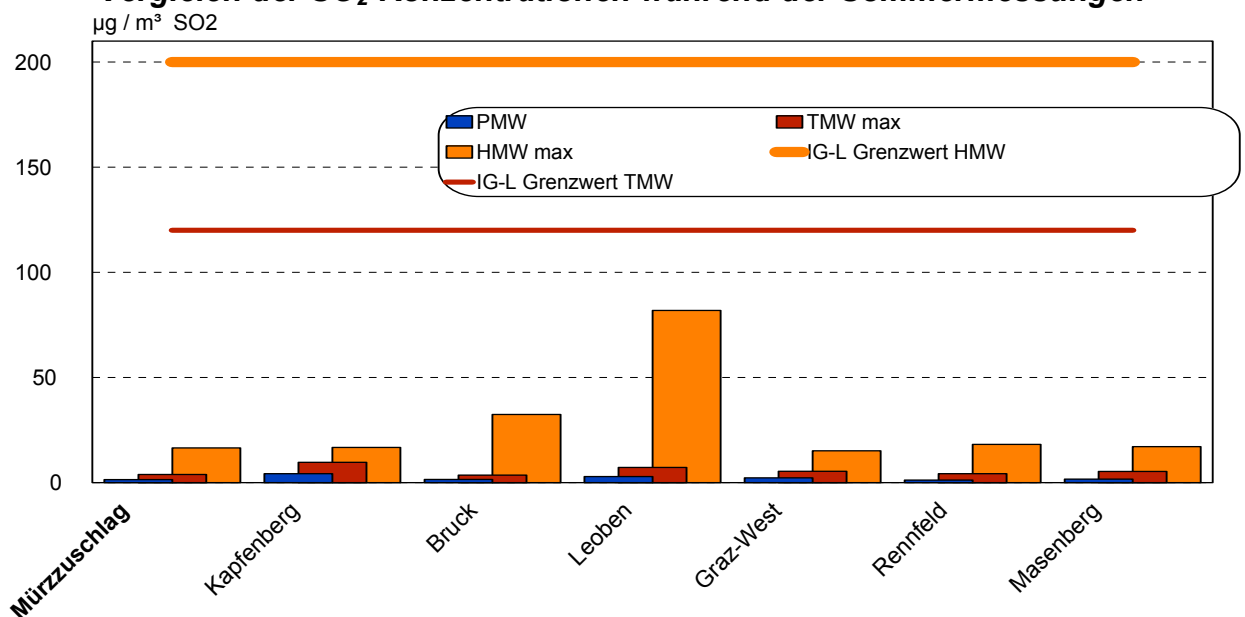


SO₂ wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt, Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit ungleich höher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

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

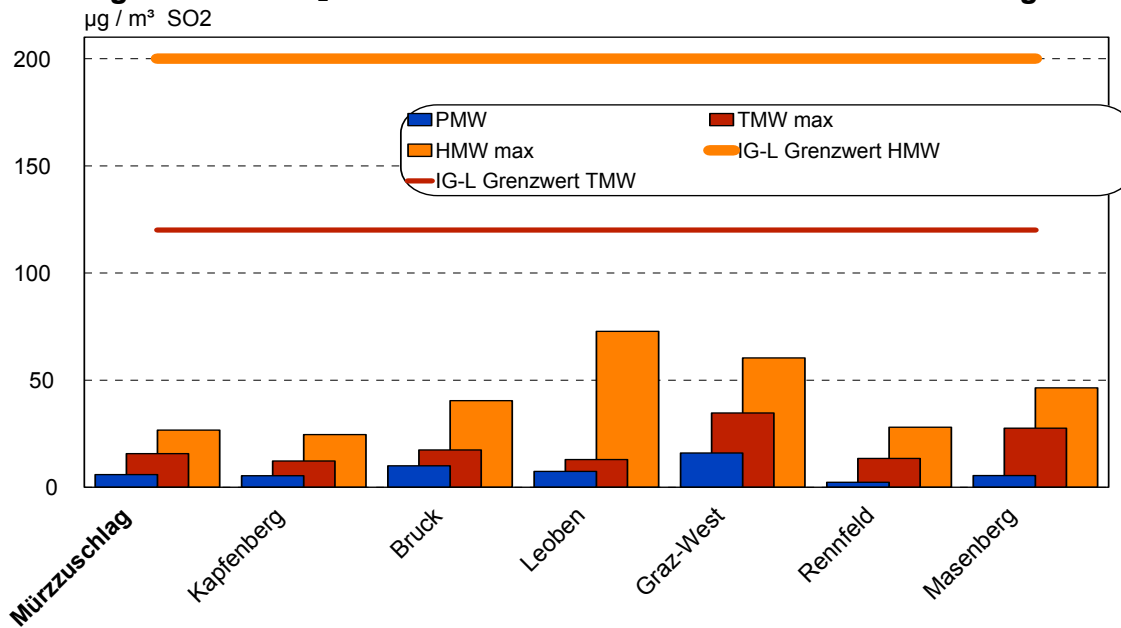
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen zeigte sich beim Luftschadstoff Schwefeldioxid an beiden Messstandorten in Mürzzuschlag eine leicht unterdurchschnittliche Belastungssituation.

Vergleich der SO₂-Konzentrationen während der Sommermessungen



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

Vergleich der SO₂-Konzentrationen während der Wintermessungen



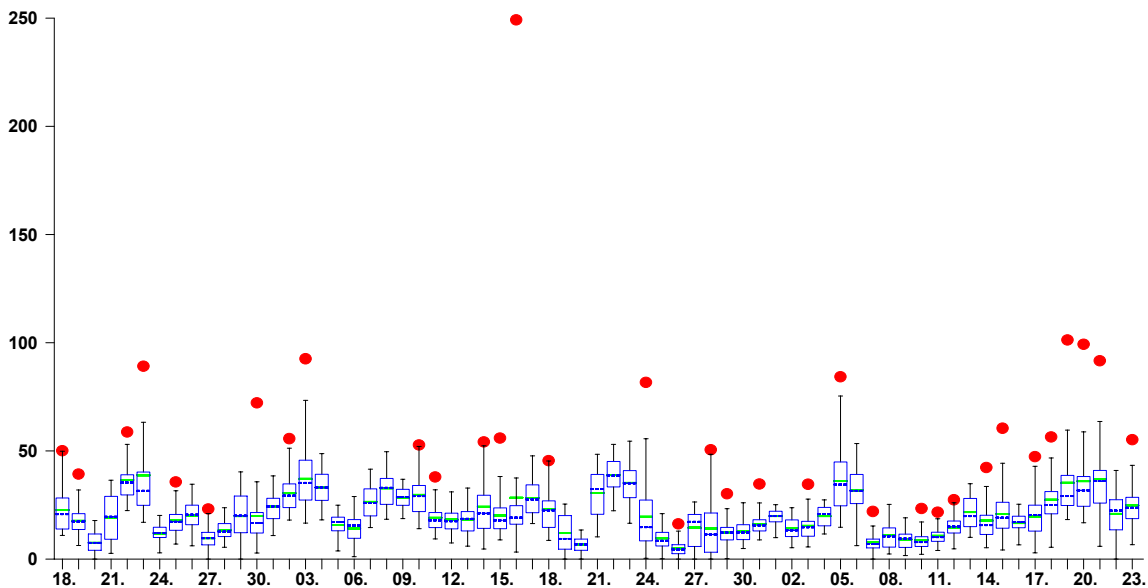
Grenzwerte nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

4.2.2 Schwebstaub (TSP)

Sommermessung

18.04.2002 - 24.06.2002	Messergebnisse Staub in µg/m ³	Grenzwerte Staub in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	249			
Mtmax	46			
TMWmax	39	150	BGBl I Nr. 115/1997	26 %
PMW	9			

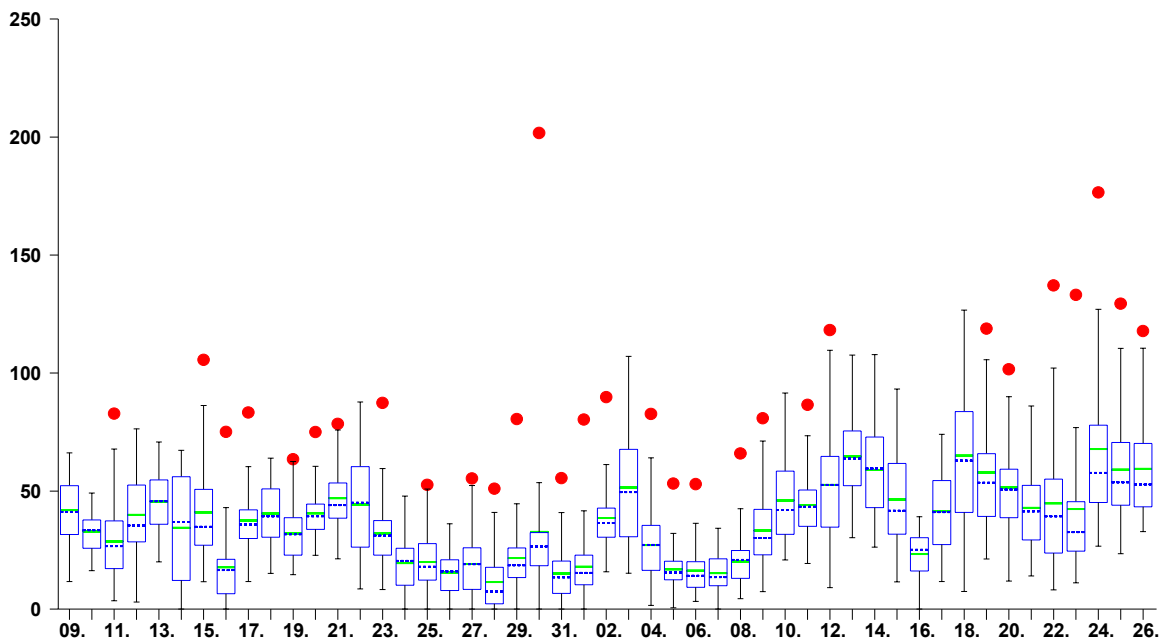
Station: MOBILE 1 Messwert: STAUB MW-Typ: HMW
Zeitraum: 18.04.02-00:30 - 24.06.02-00:00 MEZ



Wintermessung

09.01.2003 - 27.02.2003	Messergebnisse Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	201			
Mtmax	86			
TMWmax	68	150	BGBl I Nr. 115/1997	45 %
PMW	37			

Station: MOBILE 2 Messwert: STAUB MW-Typ: HMW
 Zeitraum: 09.01.03-00:30 - 27.02.03-00:00 MEZ



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

In urbanen Räumen und im Nahbereich von stark frequentierten Verkehrsträgern ist jedoch der Verkehr als dominanter Verursacher anzusehen, wobei Stäube als direkte Emissionen aus Verbrennungsvorgängen (z.B. Ruß, Dieselruß) oder als diffuse Emissionen (mechanischer Abrieb, Aufwirbelung) freigesetzt werden. Ein nicht unbeträchtlicher Teil der Staubimmissionen beruht auf der Umwandlung von Gasen (NO_2 , SO_2 , Ammoniak) in sekundäre Partikel (Nitrat, Sulfat, Ammonium).

Das Problem ist dabei vor allem die Quantifizierung diffuser Emissionen und der Umwandlungsprodukte sowie die Abschätzung, welcher Teil der Staubimmissionen lokal

verursacht wird bzw. als regionale Grundbelastung (natürlicher Hintergrund, verfrachtete anthropogene Emissionen) anzusehen ist.

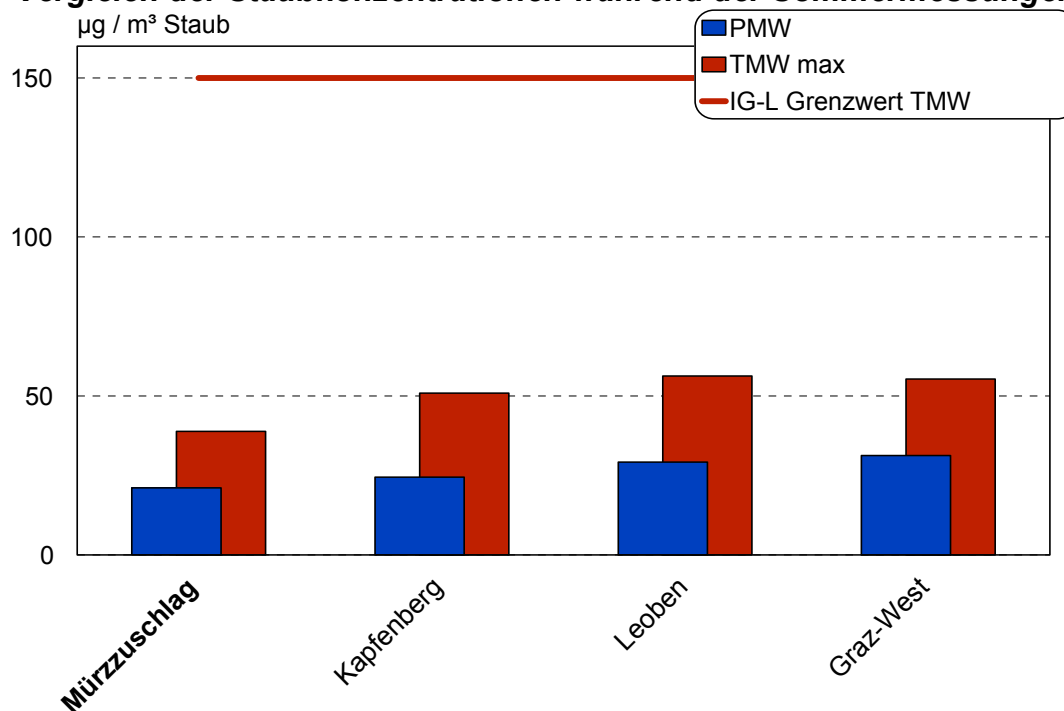
Die Staubkonzentrationen weisen dem Jahresgang entsprechend im Winter höhere Werte auf, die zu einem Teil auf Emissionen aus dem Hausbrand, vorwiegend aber auf die stabilen und damit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen zurückzuführen sind. Im Sommer ist das Belastungsniveau niedriger. Höhere Belastungen treten meist nur kurzfristig im Zusammenhang mit höheren Windgeschwindigkeiten bei trockener Witterung (etwa Aufwirblung von Staub im Vorfeld von Gewittern) auf. Der Konzentrationsverlauf zeigt auch eine deutliche Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen. Bei feuchter Witterung mit guter Durchlüftung sinken die Immissionen im Vergleich zu den Verhältnissen bei stabilen austauscharmen Hochdruckwetter rasch ab.

Für Schwebstaub wurden keine Überschreitungen des geltenden Grenzwertes nach dem IG-L für den Tagesmittelwert festgestellt. Die maximalen Konzentrationen erreichten im Sommer 26% und im Winter 45% des Tagesmittelgrenzwertes für TSP nach dem IG-L.

Feinstaubkonzentrationen wurden in diesem Messzeitraum mit der mobilen Station noch nicht erhoben. Trotzdem lassen sich aus den Daten der Messung grundlegende Aussagen über die Feinstaubbelastung treffen. Nach einem Vergleich der Messdaten mit anderen steirischen Stationen ist demnach damit zu rechnen, dass im Stadtgebiet von Mürzzuschlag die vom Gesetz bis Ende 2004 tolerierten 35 Überschreitungen/Kalenderjahr des Tagesmittelgrenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht gesichert eingehalten werden können.

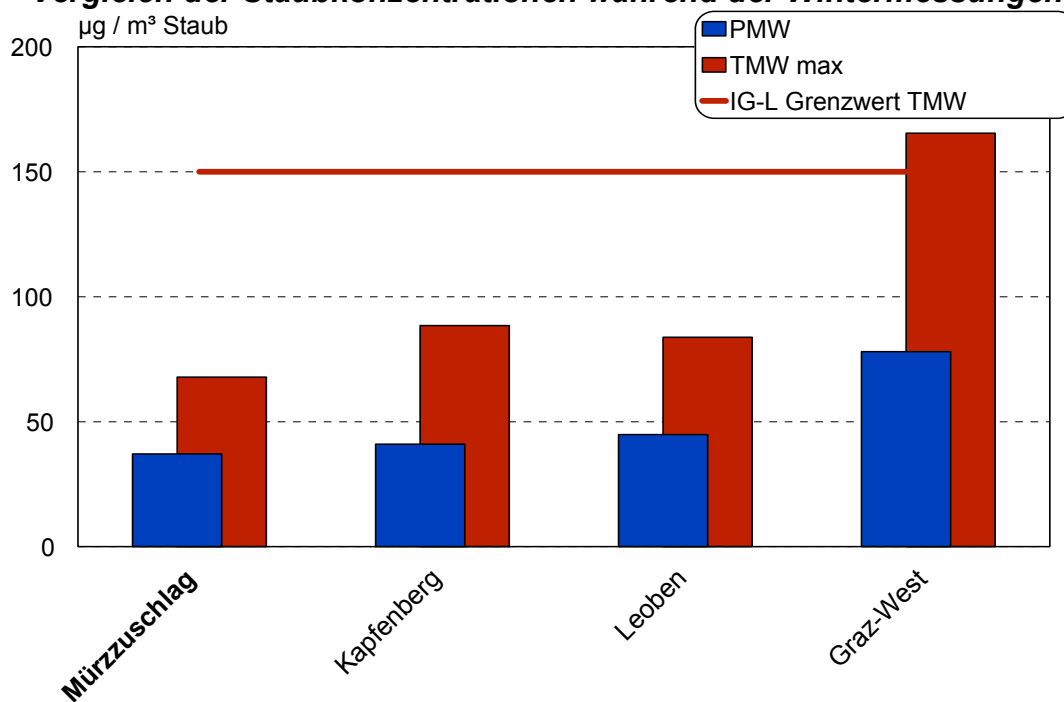
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen lagen die Schwebstaubkonzentrationen in Mürzzuschlag ganzjährig auf einem leicht unterdurchschnittlichen Belastungsniveau.

Vergleich der Staubkonzentrationen während der Sommermessungen



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

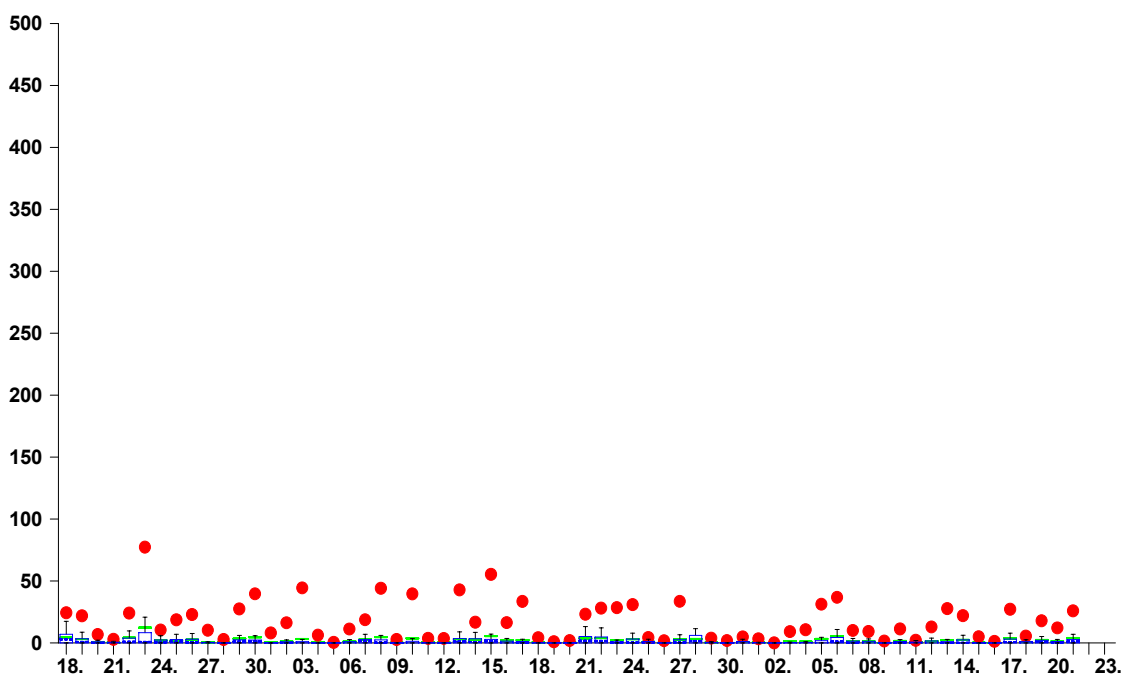
Vergleich der Staubkonzentrationen während der Wintermessungen



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

4.2.3 Stickstoffmonoxid (NO)

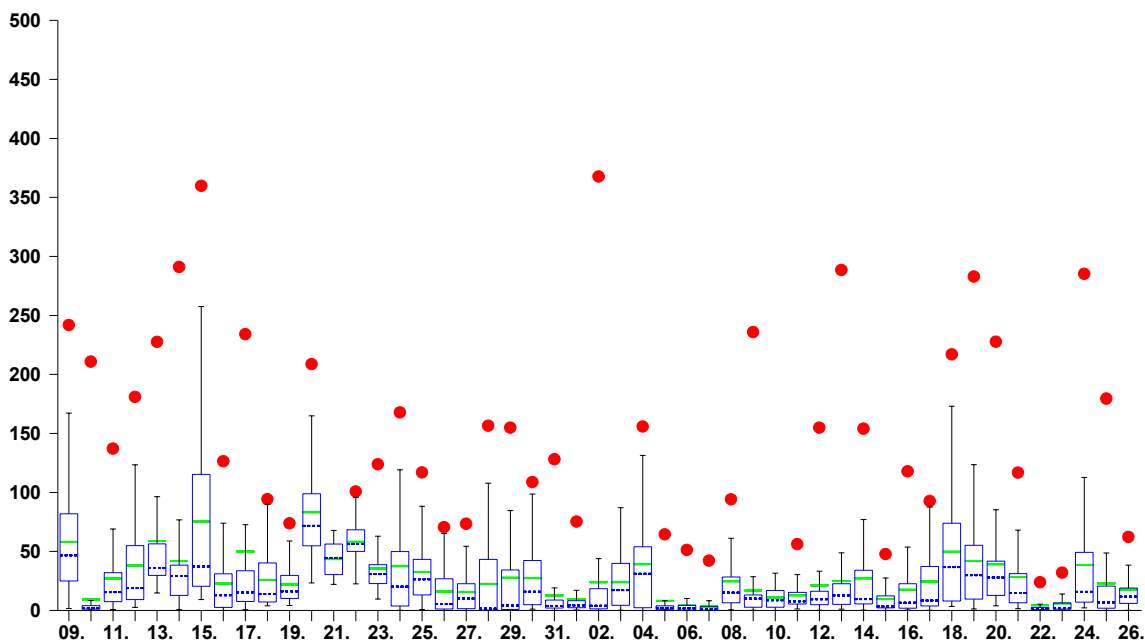
Station: MOBILE 1 Messwert: NO MW-Typ: HMW
 Zeitraum: 18.04.02-00:30 - 24.06.02-00:00 MEZ



Sommermessung

18.04.2002 - 24.06.2002	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	77			
Mtmax	17			
TMWmax	12			
PMW	2			

Station: MOBILE 2 Messwert: NO MW-Typ: HMW
Zeitraum: 09.01.03-00:30 - 27.02.03-00:00 MEZ



Wintermessung

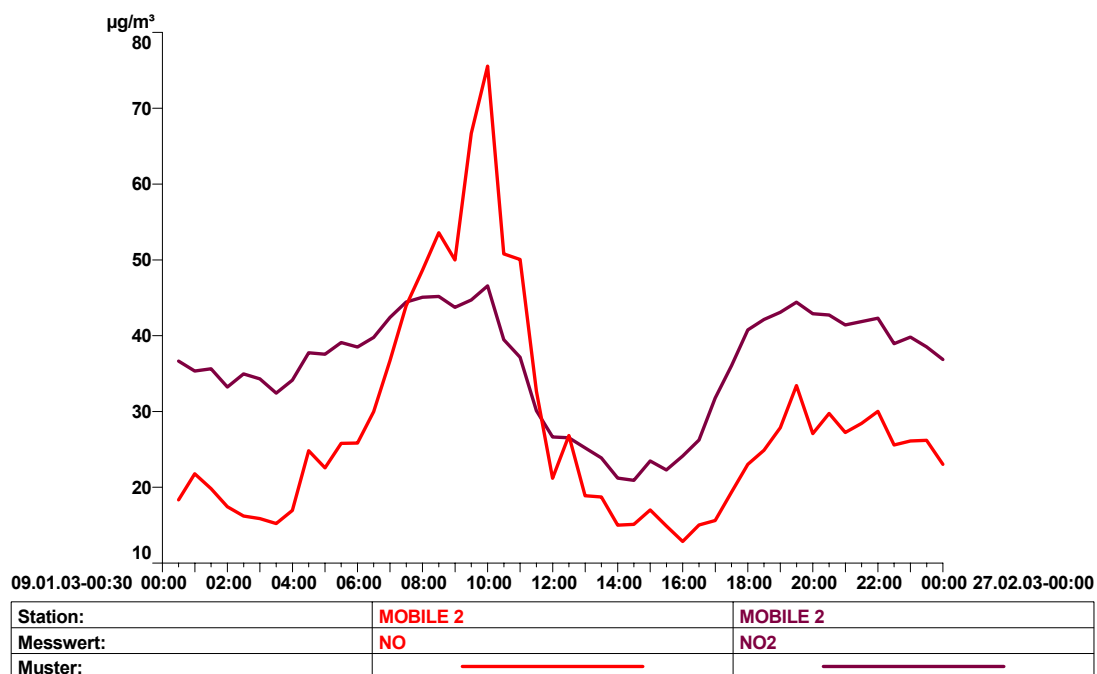
09.01.2003 - 27.02.2003	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	368			
Mtmax	147			
TMWmax	83			
PMW	28			

Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO_x) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei machte der NO-Anteil etwa 95% des NO_x -Ausstoßes aus. Durch den Einsatz von Oxidationskatalysatoren in modernen dieselbetriebenen Kraftfahrzeugen sinkt der NO-Anteil im Abgas. Die Bildung von NO_2 erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O_2) oder mit Ozon (O_3) zu NO_2 verbindet.

Für Stickstoffmonoxid existieren keine gesetzlichen Grenzwerte, da aus medizinischer Sicht NO_2 der relevantere Schadstoff ist. Für Rückschlüsse auf mögliche Verursacher ist eine Betrachtung der NO-Verläufe jedoch sinnvoll.

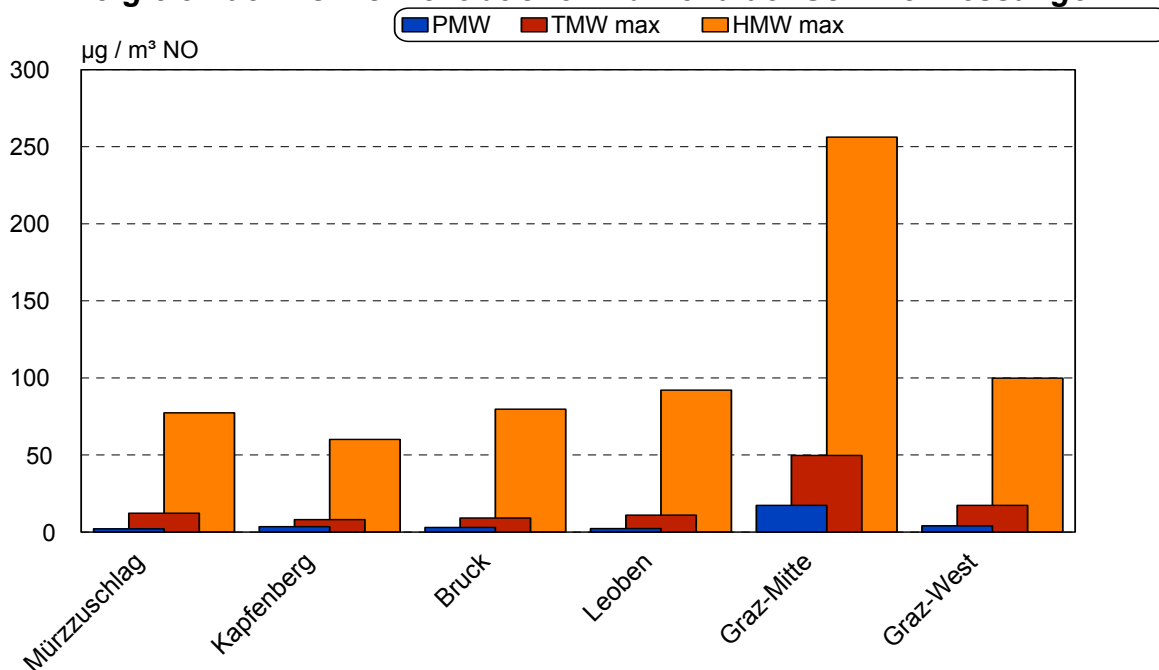
Der mittlere Tagesgang weist ein markantes Vormittagsmaximum sowie ein schwaches Sekundärmaximum in den frühen Abendstunden auf.

Mittlerer Tagesgang der NO-Konzentrationen während der Wintermessungen

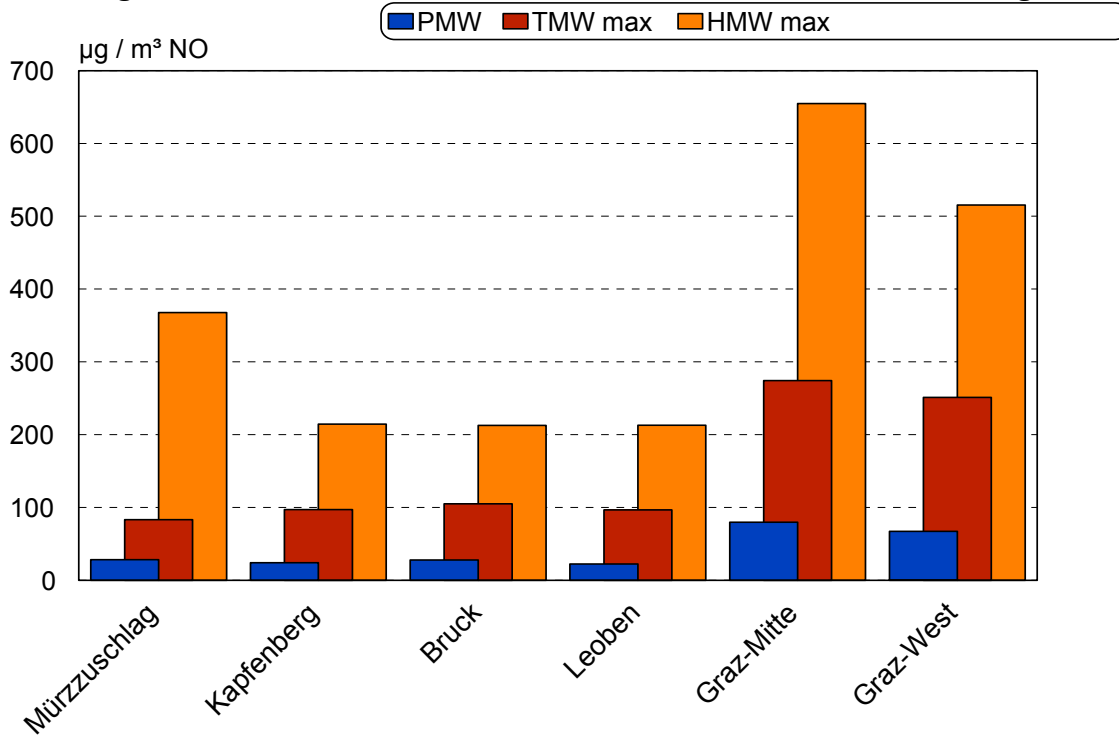


Ein Vergleich mit anderen Messstellen in steirischen Städten bestätigt für beide Messzeiträume eine durchschnittliche bis unterdurchschnittliche NO-Belastung in Müzzuschlag, wobei die höheren Spitzenkonzentrationen im Winter auf die verkehrsnah Lage des Messstandortes zurückzuführen sind

Vergleich der NO-Konzentrationen während der Sommermessungen

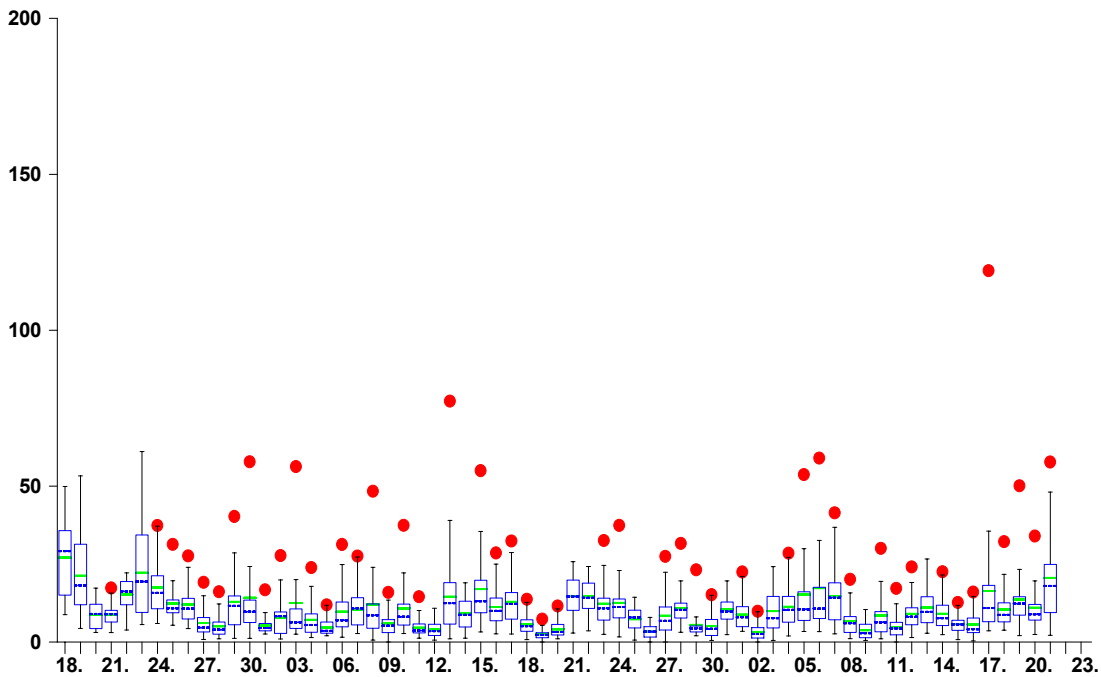


Vergleich der NO-Konzentrationen während der Wintermessungen



4.2.4 Stickstoffdioxid (NO₂)

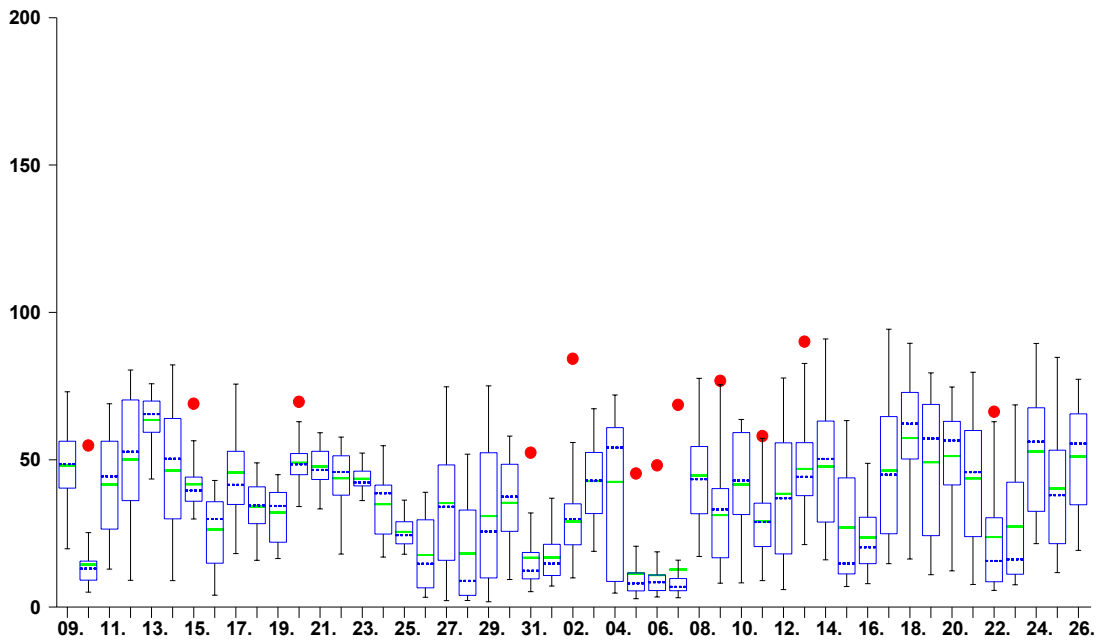
Station: MOBILE 1 Messwert: NO₂ MW-Typ: HMW
 Zeitraum: 18.04.02-00:30 - 24.06.02-00:00 MEZ



Sommermessung

18.04.2002 - 24.06.2002	Messergebnisse NO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	119	200	BGBI I Nr. 115/1997	59,5 %
Mtmax	31			
TMWmax	27	80	BGBI I Nr. 115/1997	34 %
PMW	5			

Station: MOBILE 2 Messwert: NO₂ MW-Typ: HMW
Zeitraum: 09.01.03-00:30 - 27.02.03-00:00 MEZ



Wintermessung

09.01.2003 - 27.02.2003	Messergebnisse NO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	94	200	BGBI I Nr. 115/1997	47 %
Mtmax	67			
TMWmax	64	80	BGBI I Nr. 115/1997	80 %
PMW	36			

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

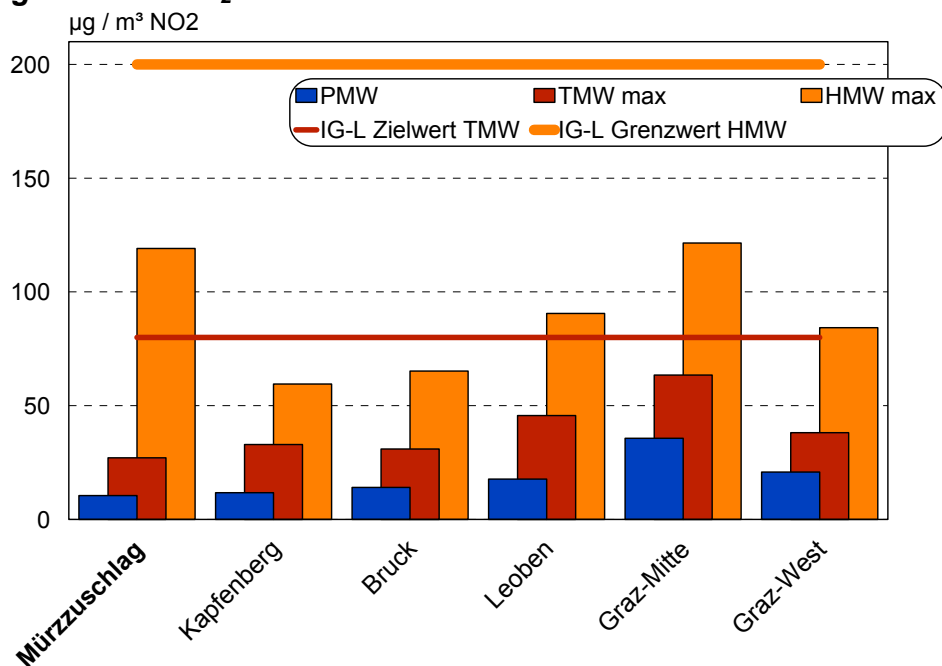
An den Messstandorten in Müzzzuschlag wurden keine Überschreitungen von Grenz- bzw. Zielwerten nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBI I Nr. 115/1997) registriert.

Die maximalen Konzentrationen erreichten während der Sommermessungen knapp 60%, im Winter unter 50% des Halbstundenmittelgrenzwertes. Diese untypische höhere

Sommerbelastung wurde allerdings durch einen Ausreißer am 17.6. verursacht, generell blieben die höchsten Tagesmaxima im Bereich von $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, also bei rund 30% des Grenzwertes. Die höchsten Tagesmittel erreichten im Sommer 34% und im Winter 80% des Tagesmittelzielwertes, womit auch unter schlechteren Ausbreitungsbedingungen nicht mit Grenzwertüberschreitungen zu rechnen ist.

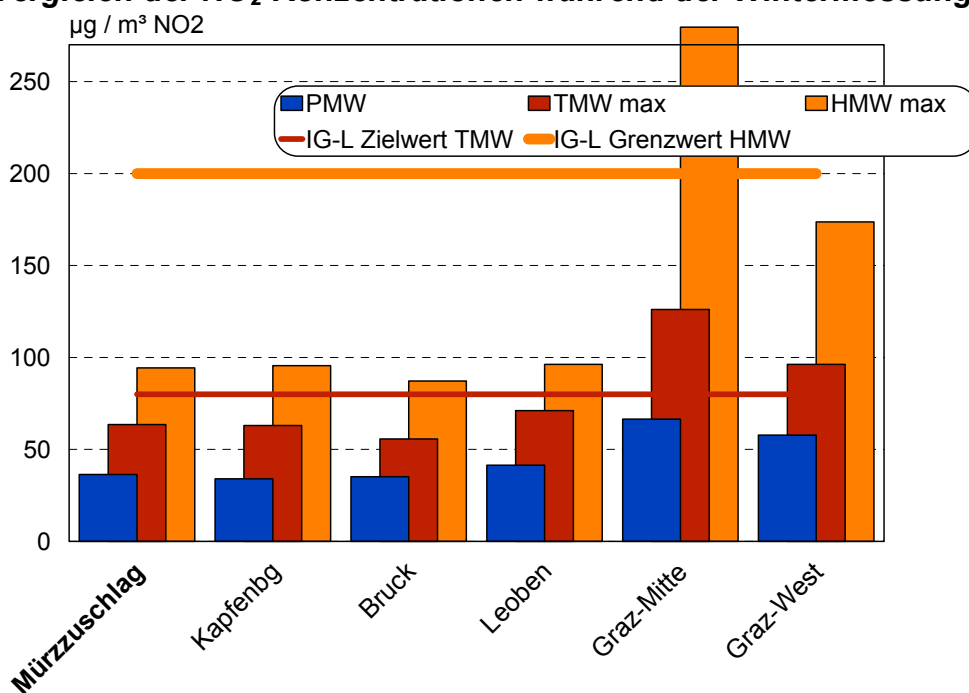
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen zeigte sich in Mürzzuschlag vor allem hinsichtlich der Grundbelastung ein durchschnittliches bis leicht unterdurchschnittliches Belastungsniveau.

Vergleich der NO_2 -Konzentrationen während der Sommermessungen



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

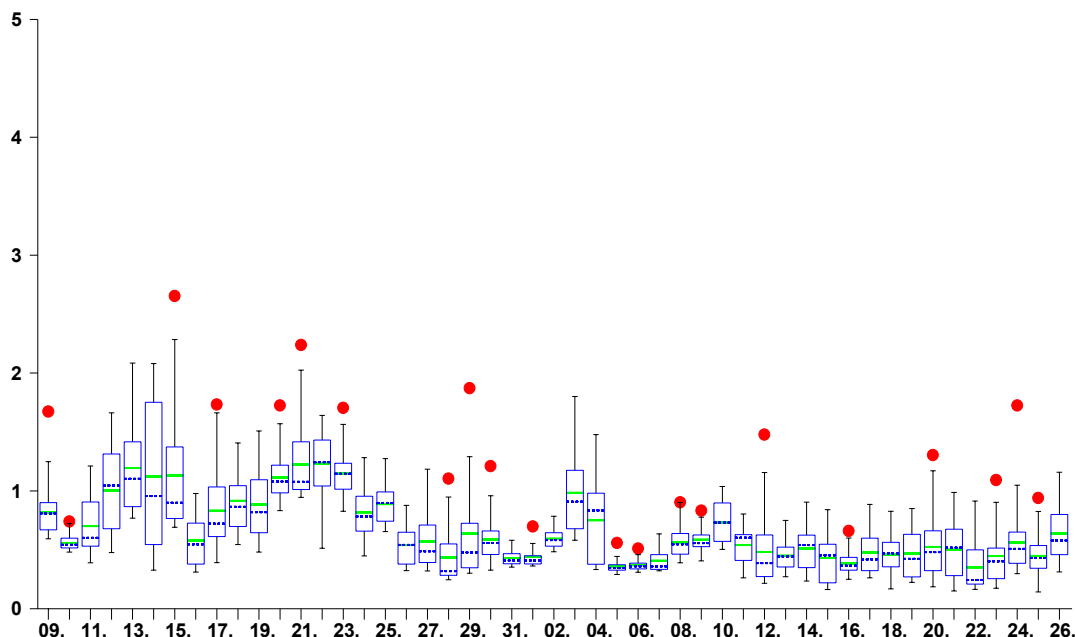
Vergleich der NO_2 -Konzentrationen während der Wintermessungen



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

4.2.5 Kohlenmonoxid (CO)

Station: MOBILE 2 Messwert: CO MW-Typ: HMW
Zeitraum: 09.01.03-00:30 - 27.02.03-00:00 MEZ



Wintermessung

09.01.2003 - 27.02.2003	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	2,65			
Mtmax	1,22			
MW8max	1,91	10	BGBI. I Nr. 115/1997	19 %
TMWmax	1,23			
PMW	0,67			

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.

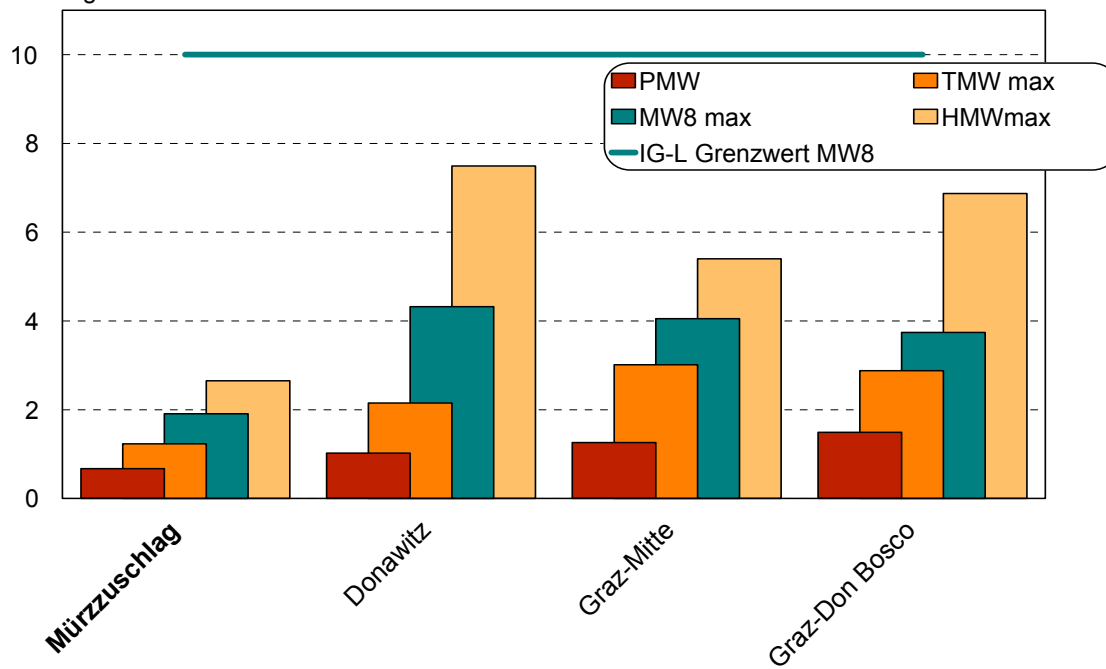
Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden nur an einigen neuralgischen Punkten wie etwa an stark frequentierten Kreuzungsbereichen in Graz sowie an den beiden mobilen Messstationen erhoben.

Die registrierten Konzentrationen blieben in Mürzzuschlag während der Wintermessungen deutlich unter dem gesetzlichen Immissionsgrenzwert des Immissionsschutzgesetzes-Luft (BGBI. I Nr. 115/1997).

Die Ergebnisse der Immissionsmessungen weisen im Vergleich zu den Fixmessstellen in Graz und in Donawitz sowohl hinsichtlich der kurzfristigen Spitzenkonzentrationen als auch der Grundbelastung deutlich unterdurchschnittliche Belastungen auf.

Vergleich der CO-Konzentrationen während der Wintermessungen

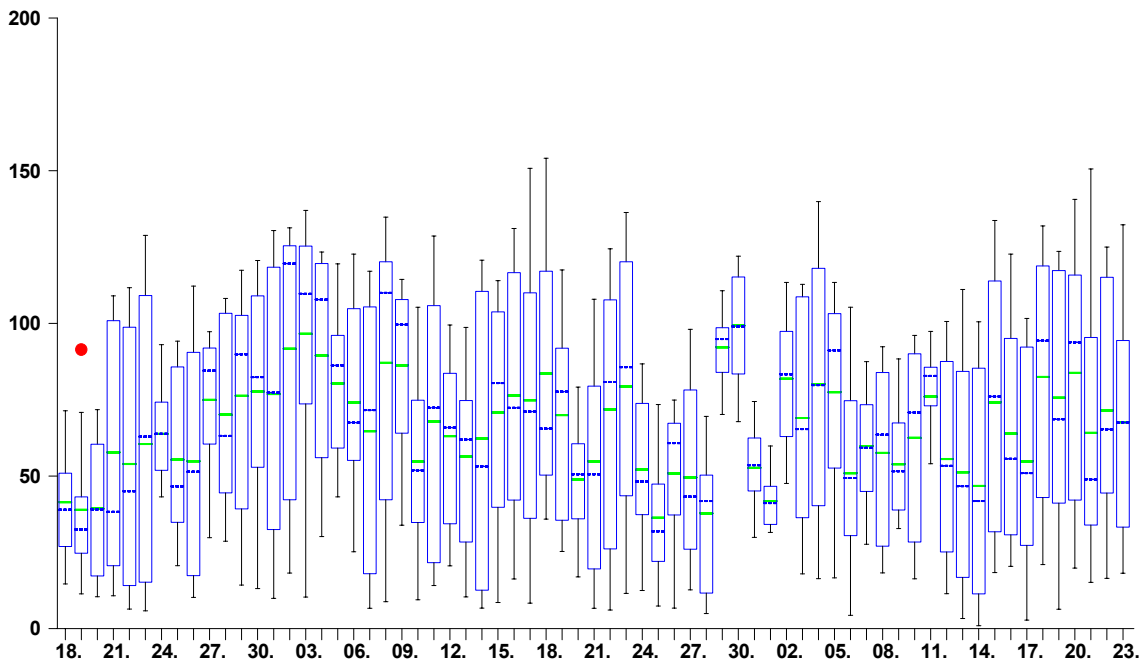
mg / m³ CO



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

4.2.6 Ozon (O₃)

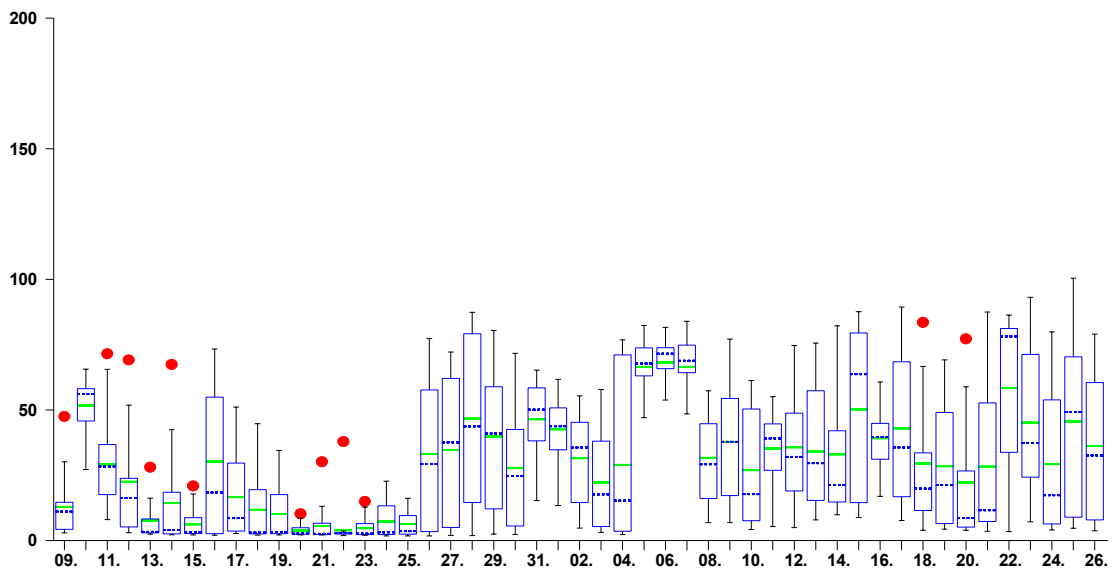
Station: MOBILE 1 Messwert: O₃ MW-Typ: HMW
 Zeitraum: 18.04.02-00:30 - 24.06.02-00:00 MEZ



Sommermessung

18.04.2002 - 24.06.2002	Messergebnisse O ₃ in µg/m ³	Grenzwerte O ₃ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	154	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	128 %
Mtmax	112			
MW8max	136	0,110	BGBl. I Nr. 115/1997	124 %
TMWmax	97			
PMW	14			

Station: MOBILE 2 Messwert: O₃ MW-Typ: HMW
Zeitraum: 09.01.03-00:30 - 27.02.03-00:00 MEZ



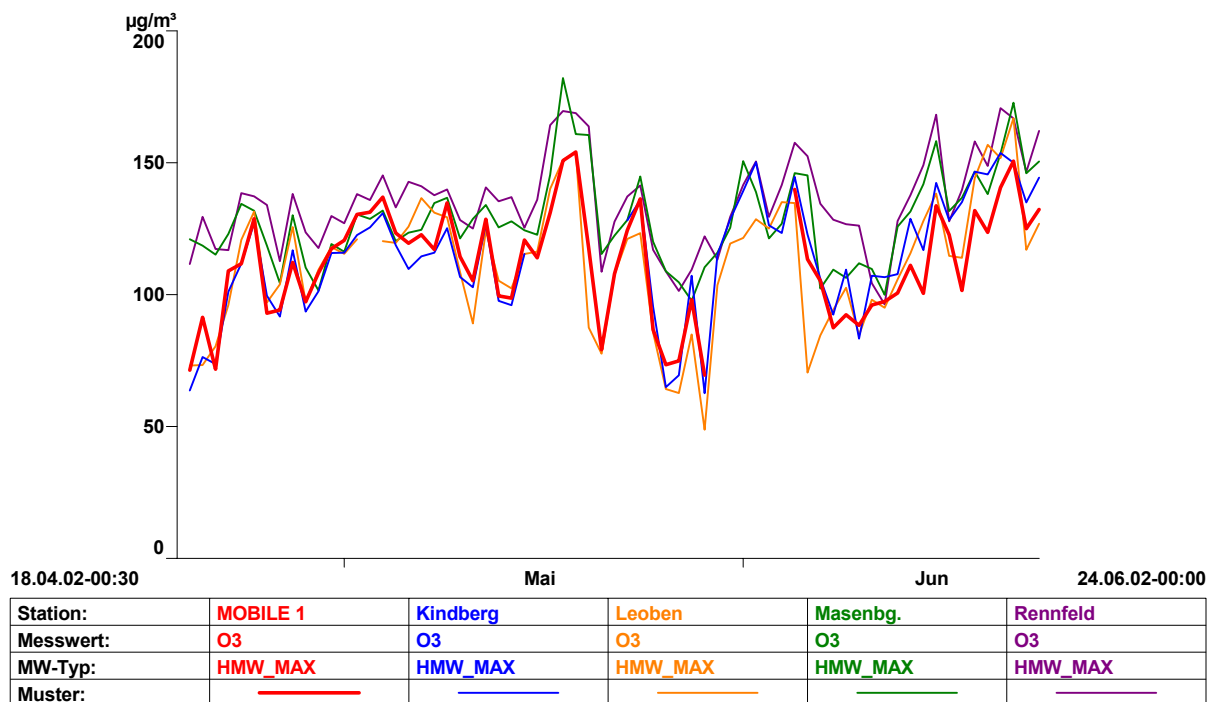
Wintermessung

09.01.2003 - 27.02.2003	Messergebnisse O ₃ in µg/m ³	Grenzwerte O ₃ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	100	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	83 %
Mtmax	64			
MW8max	83	0,110	BGBl. I Nr. 115/1997	75 %
TMWmax	68			
PMW	30			

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. Mürzzuschlag liegt dabei im Ozon-Überwachungsgebiet 2 "Süd- und Oststeiermark und südliches Burgenland".

Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass sich die täglichen Ozonspitzenkonzentrationen in Mürzzuschlag (Sommermessung) im Allgemeinen etwa in der Größenordnung bewegen, wie sie an den Messstellen Kindberg, Leoben, am Rennfeld und am Masenberg gemessen werden.

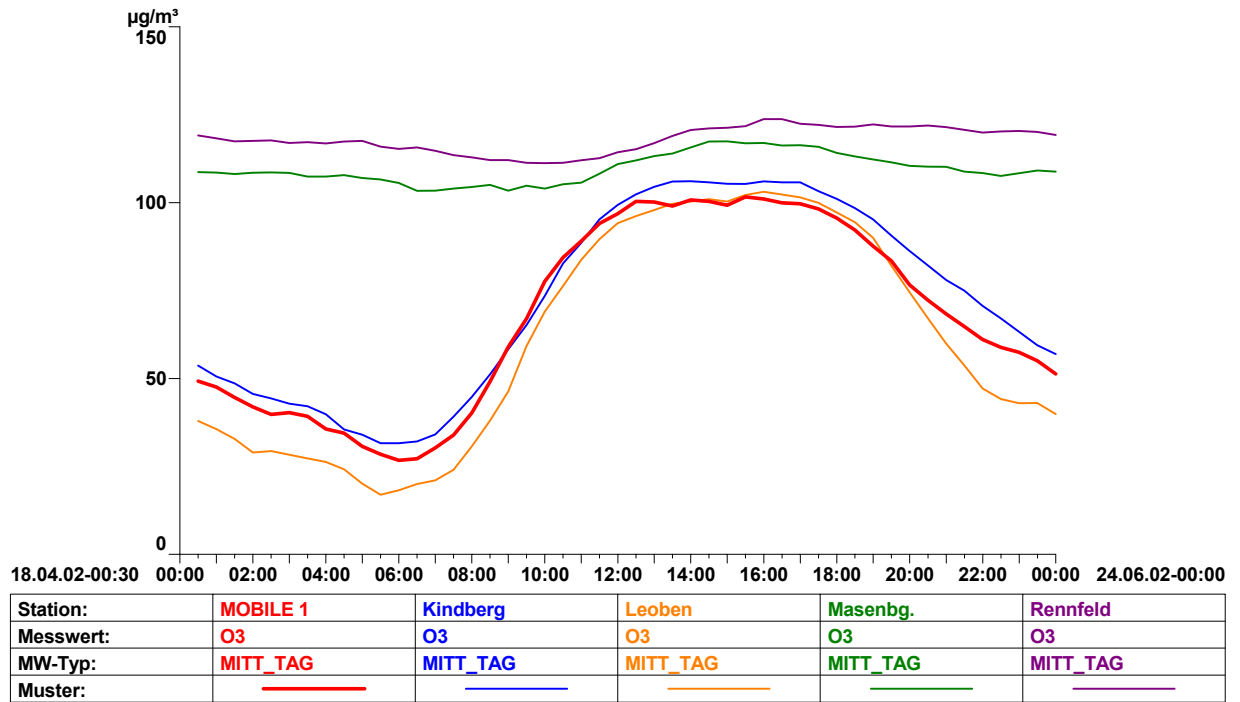


Der Ozontagesgang ist ebenfalls stark von der Höhenlage sowie von der Nähe zu Ballungszentren abhängig. Siedlungsnahе Talregionen mit höherer Grundbelastung an Ozonvorläufersubstanzen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt ein rasches 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 in Mürzzuschlag während der Sommermessung mit den Stationen in Leoben, Kindberg, am Rennfeld und am Masenberg.



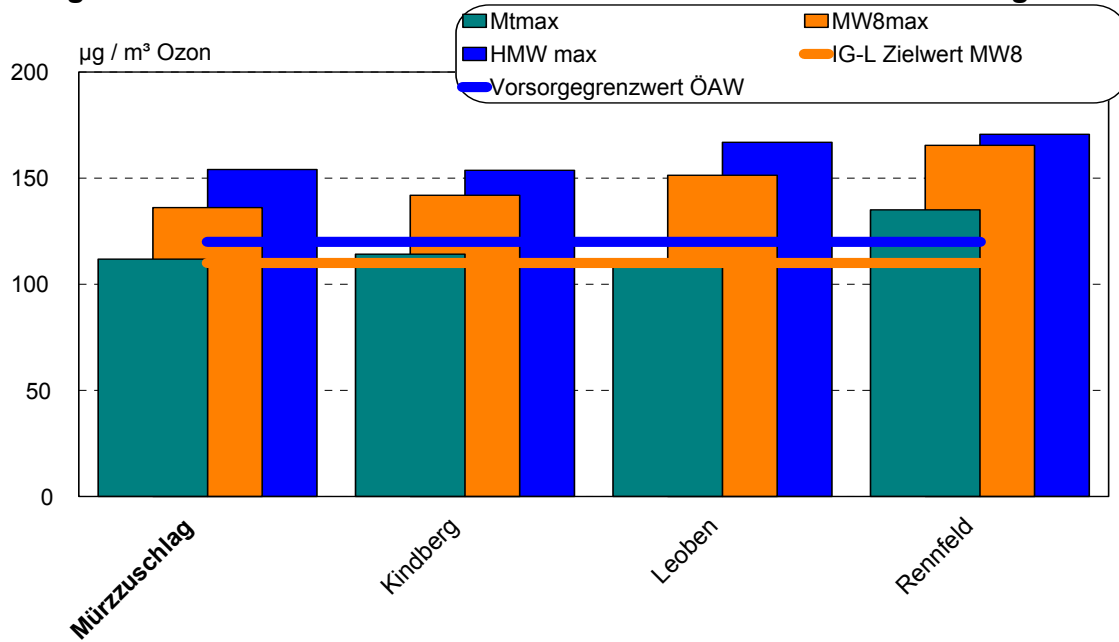
Talstationen in Mürzzuschlag, Leoben und Kindberg weisen einen für Tallagen typischen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsmaximum am Nachmittag auf. An den höher gelegenen Messstellen Masenberg (1180m) und Rennfeld (1620m) erfolgt hingegen keine nächtliche Konzentrationsabsenkung mehr.

Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die erwartete Übereinstimmung mit den Witterungsverhältnissen. Während der Wintermessung blieben die Konzentrationen deutlich unter jenen der Sommermessung. Speziell bei strahlungsintensiven Hochdruck- und gradientschwachen Lagen wurden hohe Werte registriert.

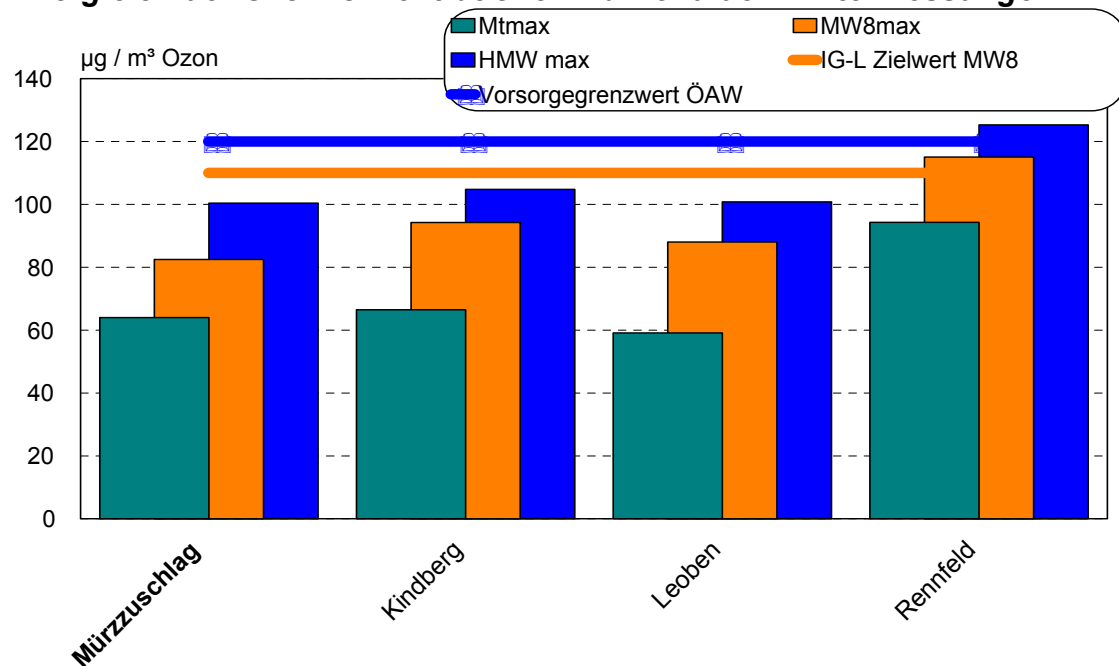
Dementsprechend wurde der maximale Achtstundenmittelwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) ebenso wie der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für den maximalen Halbstundenmittelwert während der Wintermessungen nicht, im Sommer hingegen bei Schönwetter häufig überschritten.

Im Vergleich mit anderen Messstellen ergibt sich für beide Messungen ein durchschnittliches Belastungsniveau.

Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Sommermessungen



Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Wintermessungen



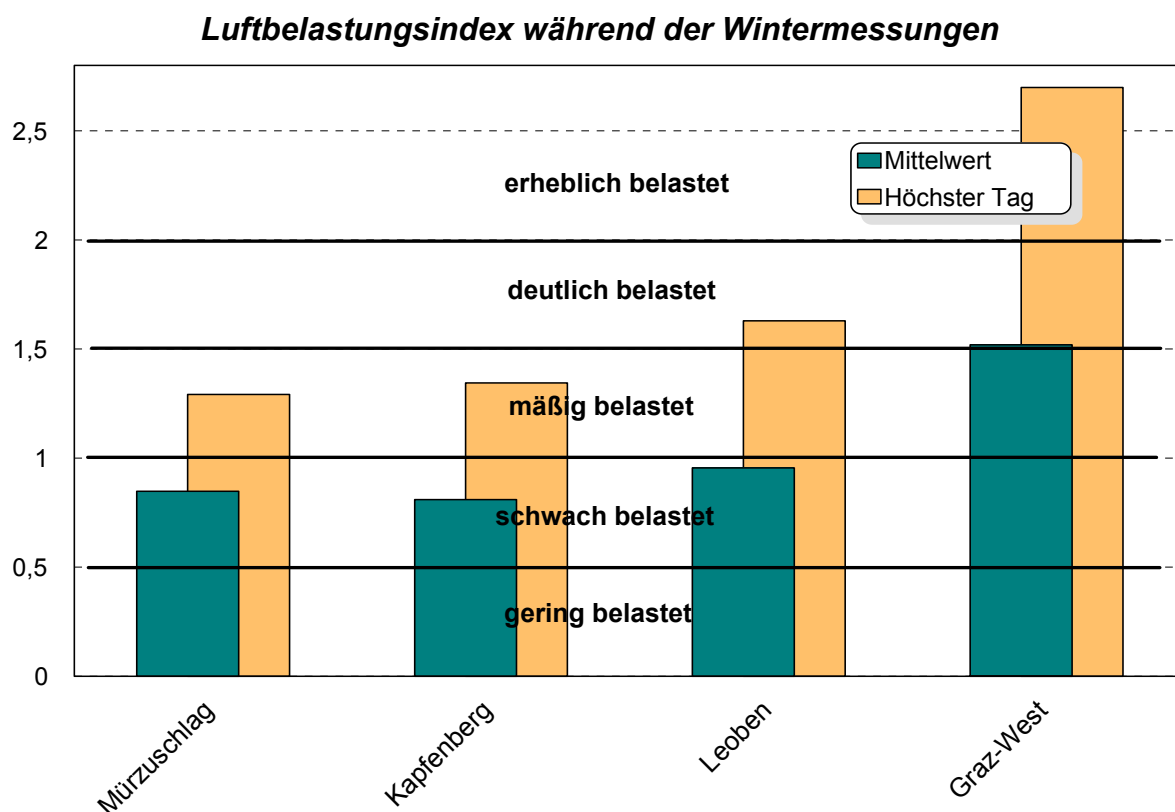
4.3. Luftbelastungsindex

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 Abbil-

dung ersichtlichen Skala können die so gebildeten Indexzahlen für den genannten Messzeitraum bewertet und verglichen werden.

In nachfolgender Abbildung wird der Luftbelastungsindex für die Wintermessperiode im Vergleich zu Messstellen in Kapfenberg, Leoben und Graz dargestellt. Demnach wiesen die lufthygienischen Verhältnisse in Mürzzuschlag im Vergleich anderen steirischen Städten durchschnittliche bis leicht unterdurchschnittliche Werte auf.



5. Integrale Messungen

5.1. Das Messnetz

Ergänzend zu den mobilen Immissionsmessungen wurde in Mürzzuschlag für die flächenhafte Interpretation der Immissionsbelastung auch ein integrales Messnetz mit sieben Messpunkten (siehe Kapitel 1) betrieben.

Bei den Auswertungen der Ergebnisse wurden die 26 vierzehntägigen Messperioden für die gasförmigen Luftschadstoffe NO₂ und SO₂, bzw. 13 vierwöchige Messperioden zur Erfassung der Staubdeposition folgendermaßen zusammengefasst:

Wintersaison: 01.10.2002 - 16.04.2003 (1. - 7. Messperiode bei den Staubdepositionsmessungen, 1. - 14. Messperiode bei den Konzentrationsmessungen von SO₂ und NO₂)

Sommersaison: 16.04.2003 - 30.09. 2003 (8. - 13. bzw. 15. - 26.Messperiode)

5.2. Messmethodik

5.2.1 Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren

Ziel der Staubniederschlagsmessung ist es, die in einer bestimmten Zeit aus der Atmosphäre ausfallende Menge fester und flüssiger Substanz - mit Ausnahme des Wasseranteiles - zu erfassen.

Die Staubbmessung erfolgt nach dem "Bergerhoff-Verfahren". Dabei wird ein oben offenes Kunststoffgefäß auf einem etwa 1,5 m hohen Ständer angebracht. Der sich absetzende Staub und der Niederschlag (Regenwasser, Schnee) werden in diesem Gefäß über eine Dauer von 28 Tagen gesammelt. Danach werden der Staubniederschlag und das Wasser in einer gewogenen Schale zur Trockene eingedampft und als Gesamtstaubniederschlag gewogen. Das Ergebnis wird auf einen Tag und 1 m² Fläche bezogen.

5.2.2 Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit Badge-Sammlern

Die Grundlagen der Badge-Sammler-Methode stammen von Palmes und Gunnison aus dem Jahr 1976. Weiterentwickelt wurde die Methode von H. Puxbaum und B. Brantner am Institut für Analytische Chemie der TU Wien.

Das Prinzip der verwendeten Badge-Sammler beruht auf einer Diffusion von SO₂, NO₂, HCl und HNO₃, also von sauren Gasen, zu einem absorbierenden Medium (häufig wird Triethanolamin verwendet). Die Menge des absorbierten Schadstoffes ist proportional zur Umgebungskonzentration an der Messstelle. Nach Beendigung der Messung werden die zu untersuchenden Substanzen extrahiert und anschließend ionenchromatographisch bestimmt und quantifiziert.

Die verwendeten Badge-Sammler bestehen aus einem Plastikzylinder mit einem Durchmesser von 4 cm und einer Höhe von 1 cm, versehen mit einer Aufhängevorrichtung. Die Rückseite ist fest verschlossen, während sich auf der Vorderseite eine entfernbare Schutzkappe befindet. Im Inneren ist ein Stahlnetz befestigt, das mit dem absorbierenden Medium imprägniert ist und durch eine Membran vor Verschmutzungen geschützt ist.

Zu Beginn der Messung wird die Schutzkappe entfernt und der Sammler exponiert. Am Ende der Messung wird der Sammler wieder verschlossen und kann bis zur Aufarbeitung kühl gelagert werden. Exponiert werden die Sammler auf ca. 1,5 m hohen Stangen. Vor Witterungseinflüssen werden sie durch Glocken geschützt. Die Expositionszeit betrug bei den Messungen in Mürzzuschlag zwei Wochen.

Da die Menge der absorbierten Probe durch Diffusion an das Absorptionsmittel gelangt, kann über die Diffusionsgleichung der Mittelwert der Konzentration über die Messdauer bestimmt werden. Die erhaltenen Werte haben die gleiche Dimension (µg/m³) wie jene, die von kontinuierlichen Messstationen erhalten werden, stellen jedoch integrale Werte dar und können somit nicht zur Beschreibung kurzzeitiger Spitzen herangezogen werden. Der Sinn liegt in der flächenhaften Abschätzung der Immissionssituation und in der Bestimmung längerfristiger Trends.

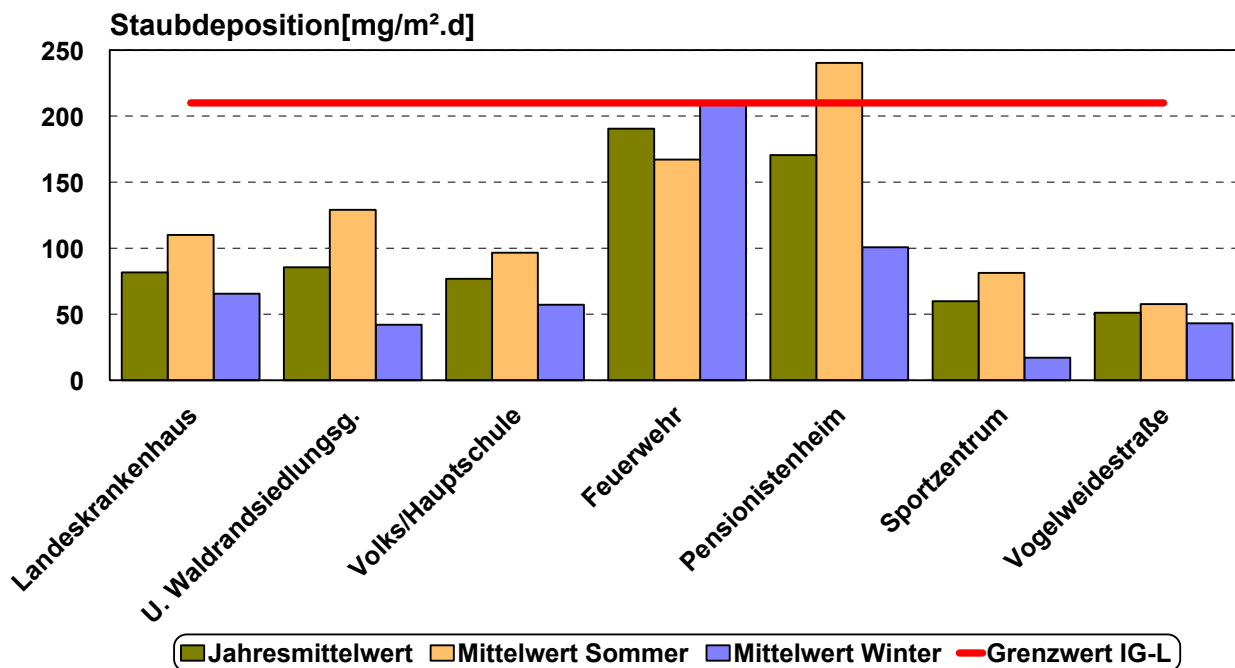
5.3. Darstellung der Messergebnisse

5.3.1 Gesamtstaubdeposition

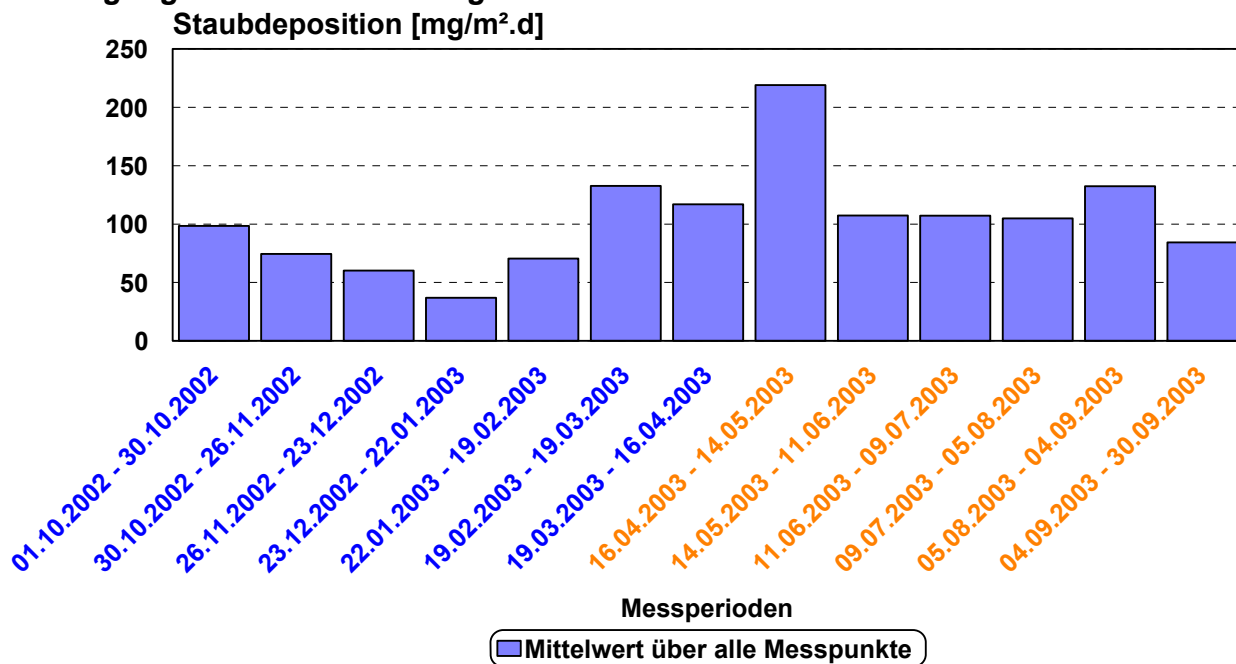
Zeitverlauf der Staubdeposition (in mg/m² . d)

Messperioden	MZ 1	MZ 2	MZ 3	MZ 4	MZ 5	MZ 6	MZ 7	Perioden- mittelwert
01.10.2002 - 30.10.2002	53,7	-	61,5	179,2	164,9	33,4	-	98,5
30.10.2002 - 26.11.2002	55,7	39,7	74,8	163,4	98,1	14,5	-	74,4
26.11.2002 - 23.12.2002	41,6	28,6	-	146,6	-	-	24,4	60,3
23.12.2002 - 22.01.2003	34,7	-	24,7	62,5	38,1	-	24,4	36,9
22.01.2003 - 19.02.2003	100,5	39,8	33,1	215,8	67,0	3,3	33,9	70,5
19.02.2003 - 19.03.2003	103,5	43,4	50,8	450,7	103,5	-	44,6	132,7
19.03.2003 - 16.04.2003	68,9	58,9	98,3	254,1	132,5	-	88,7	116,9
16.04.2003 - 14.05.2003	162,4	152,8	188,9	313,7	454,7	128,1	133,3	219,1
14.05.2003 - 11.06.2003	-	116,3	99,0	172,7	119,3	86,9	49,7	107,3
11.06.2003 - 09.07.2003	169,7	280,6	53,0	105,7	101,3	18,0	22,1	107,2
09.07.2003 - 05.08.2003	-	53,1	76,4	122,2	166,1	166,1	45,4	104,9
05.08.2003 - 04.09.2003	62,5	-	99,0	119,9	394,8	52,2	66,7	132,5
04.09.2003 - 30.09.2003	45,2	42,0	63,0	168,5	205,8	36,5	28,9	84,3
Messpunktmittelwert	81,7	85,5	76,9	190,4	170,5	59,9	51,1	

Jahresmittelwert in Relation zum Grenzwert nach dem IG-L



Jahresgang der Staubbelastung



5.3.2 Konzentrationsmessungen

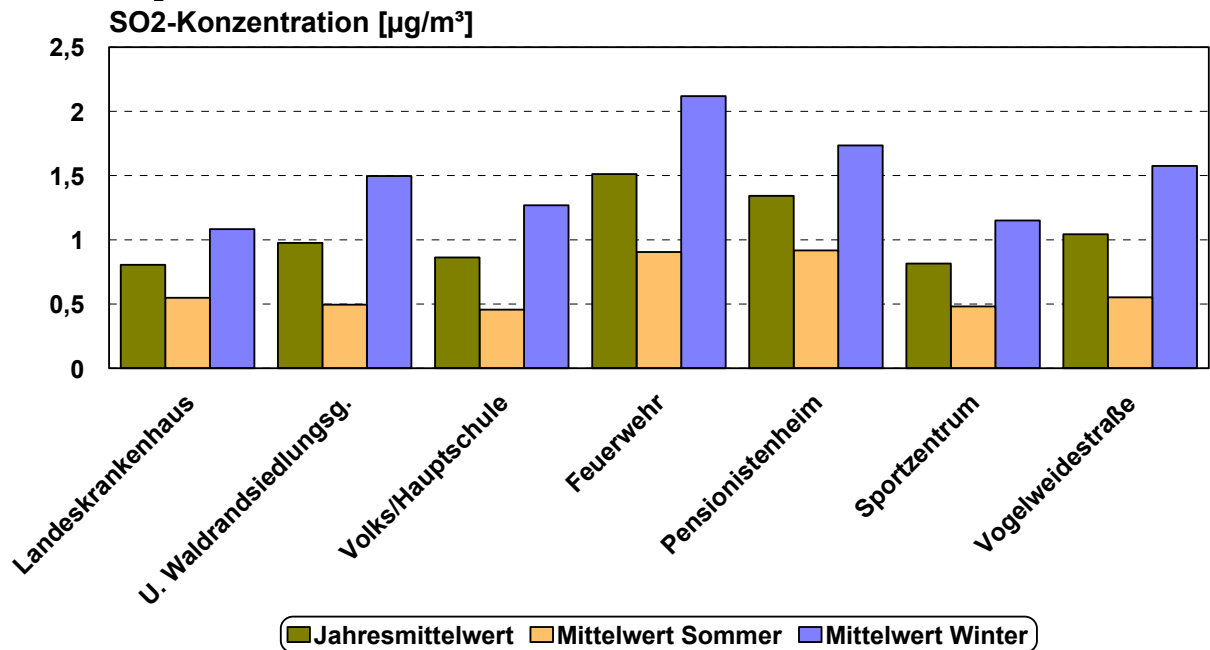
Zeitverlauf der Schwefeldioxid-Konzentrationen

(Messperiodenmittelwert in µg/m³)

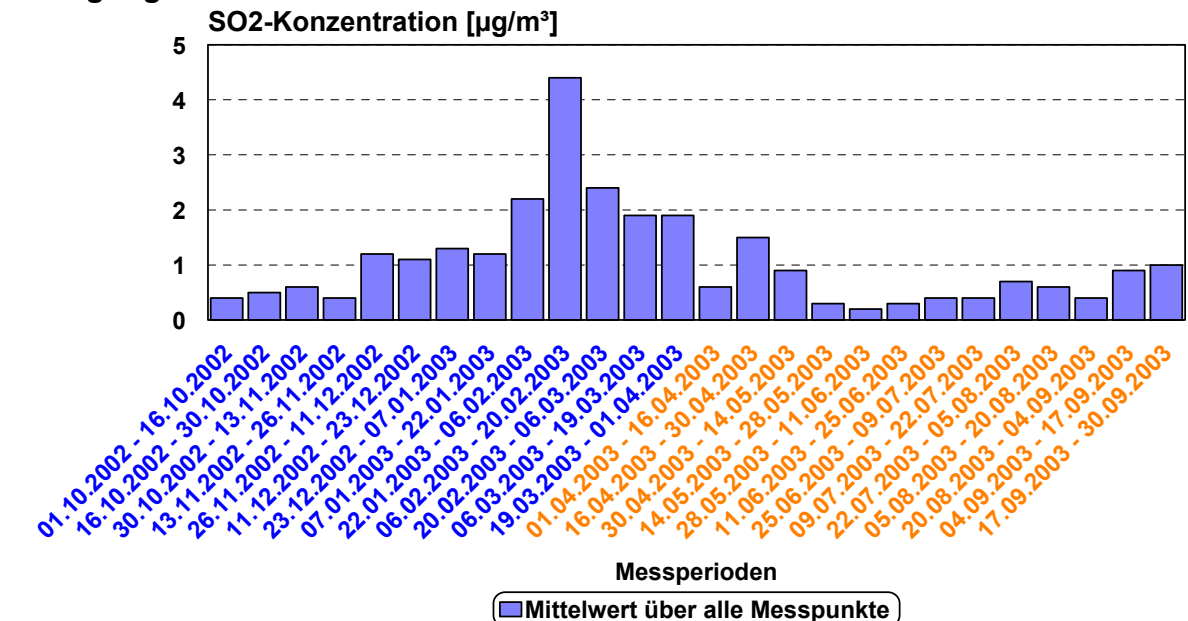
SO ₂	MZ 1	MZ 2	MZ 3	MZ 4	MZ 5	MZ 6	MZ 7	Perioden- mittelwert
01.10.2002 - 16.10.2002	0,5		0,2	0,9	0,3	0,3		0,4
16.10.2002 - 30.10.2002	0,0	0,3	0,2	0,7	1,6	0,3	0,4	0,5
30.10.2002 - 13.11.2002	0,4	0,5	0,4	1,0	0,7	0,5	0,6	0,6
13.11.2002 - 26.11.2002	0,3	0,5	0,2	0,8	0,4	0,2	0,4	0,4
26.11.2002 - 11.12.2002	1,1	1,0	1,0	2,2	1,2	0,8	0,9	1,2
11.12.2002 - 23.12.2002	1,0	0,9	1,0	1,1	1,7	0,8	1,4	1,1
23.12.2002 - 07.01.2003	0,8	1,2	0,9	2,3	1,5	0,9	1,2	1,3
07.01.2003 - 22.01.2003	0,8	1,3	1,1	1,4	1,6	0,8	1,3	1,2
22.01.2003 - 06.02.2003	1,5	3,4	1,8	2,9	2,6	1,3	1,9	2,2
06.02.2003 - 20.02.2003		3,9	4,1	6,0	4,3	3,6	4,2	4,4
20.02.2003 - 06.03.2003	2,9	1,7	1,9	3,3	2,5	2,3	2,6	2,4
06.03.2003 - 19.03.2003	1,6	1,6	1,6	2,9	2,1	1,4	2,1	1,9
19.03.2003 - 01.04.2003	2,1	1,6	2,1	2,0	2,1	1,7	2,0	1,9
01.04.2003 - 16.04.2003	0,6	0,5	0,5	1,0	0,7	0,3	0,7	0,6
16.04.2003 - 30.04.2003	1,3	1,5	1,2	2,2	1,4	1,3	1,9	1,5
30.04.2003 - 14.05.2003	0,8	0,6	0,6	1,3	0,8	1,5	0,5	0,9
14.05.2003 - 28.05.2003	0,2	0,1	0,2	0,6	0,3	0,2	0,2	0,3
28.05.2003 - 11.06.2003	0,2	0,1	0,2	0,4	0,3	0,1	0,2	0,2
11.06.2003 - 25.06.2003	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3

SO2	MZ 1	MZ 2	MZ 3	MZ 4	MZ 5	MZ 6	MZ 7	Perioden- mittelwert
25.06.2003 - 09.07.2003	0,3	0,4	0,3	0,6	0,5	0,2	0,2	0,4
09.07.2003 - 22.07.2003	0,3	0,5	0,2	0,8	0,3	0,3	0,3	0,4
22.07.2003 - 05.08.2003	0,6	0,2	0,2	0,2	2,9	0,3	0,4	0,7
05.08.2003 - 20.08.2003	0,5	0,3	0,4	0,7	1,5	0,2	0,4	0,6
20.08.2003 - 04.09.2003	0,2	0,3	0,2	0,6	0,7	0,2	0,6	0,4
04.09.2003 - 17.09.2003	1,2	0,8	0,6	1,3		0,8	0,8	0,9
17.09.2003 - 30.09.2003	0,5	0,7	1,1	1,6	1,4	0,7	0,9	1,0
Messpunktmittelwert	0,8	1,0	0,9	1,5	1,3	0,8	1,0	

Mittlere SO₂-Konzentration



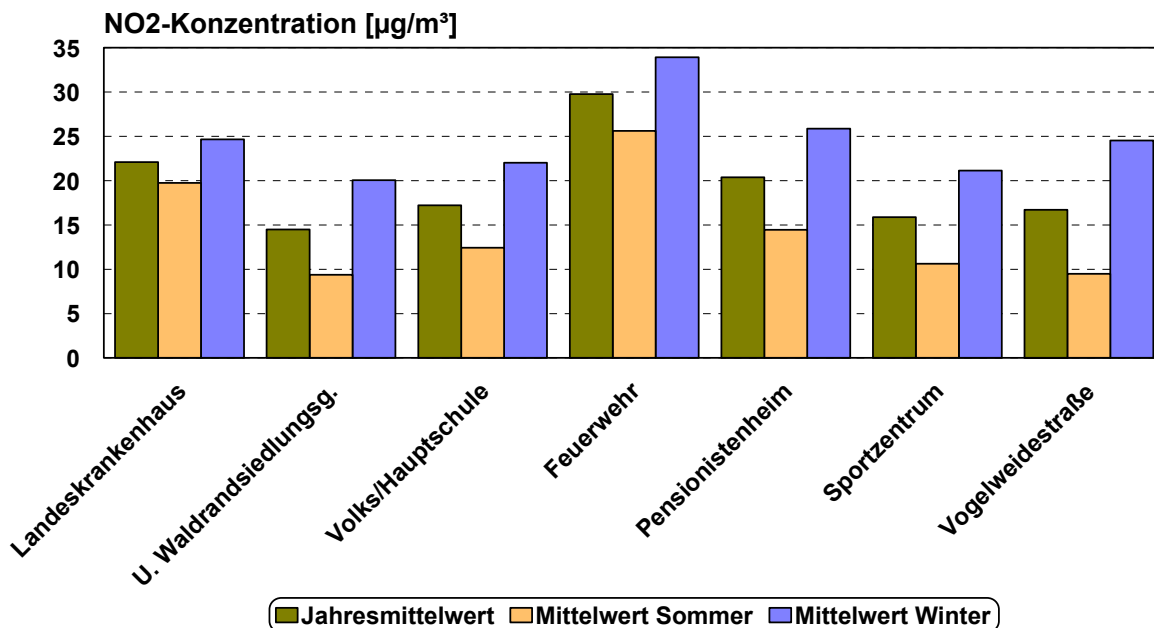
Jahresgang der SO₂-Konzentration



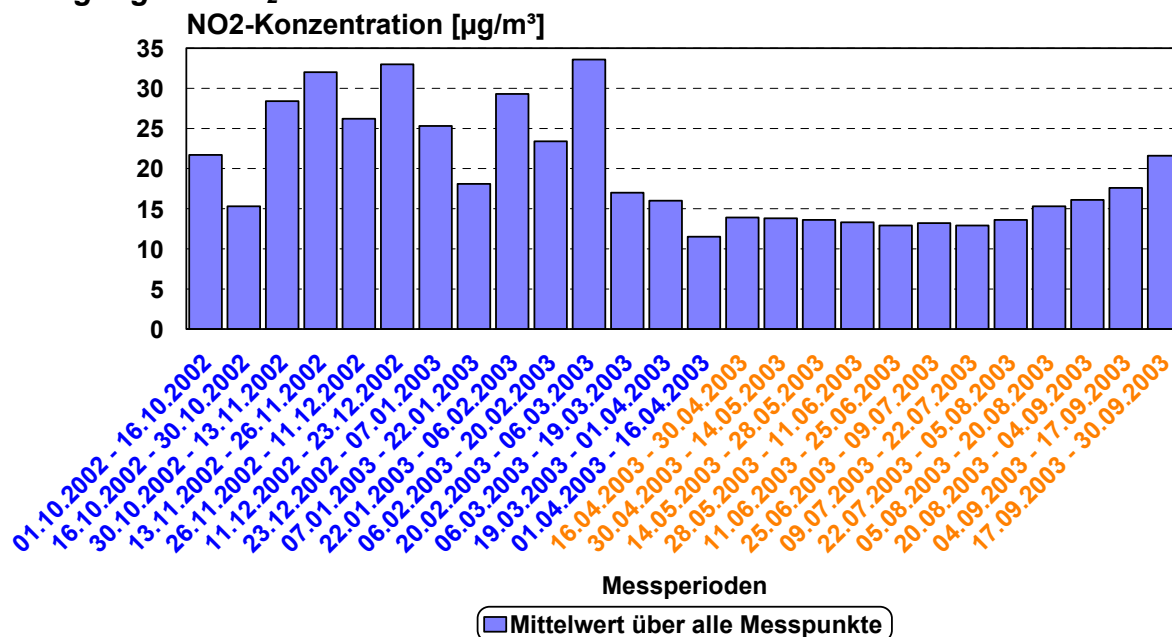
**Zeitverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentrationen
(Messperiodenmittelwert in µg/m³)**

NO2	MZ 1	MZ 2	MZ 3	MZ 4	MZ 5	MZ 6	MZ 7	Perioden- mittelwert
01.10.2002 - 16.10.2002	24,6		17,5	31,1	19,5	15,8		21,7
16.10.2002 - 30.10.2002	7,5	12,0	14,3	29,3	16,1	13,3	14,3	15,3
30.10.2002 - 13.11.2002	31,2	23,1	25,5	39,4	32,1	21,6	25,6	28,4
13.11.2002 - 26.11.2002	30,8	20,3	26,1	46,0	40,9	25,5	34,6	32,0
26.11.2002 - 11.12.2002	26,9	23,1	23,9	32,5	25,4	23,6	28,3	26,2
11.12.2002 - 23.12.2002	32,7	30,3	29,0	40,7	34,3	28,1	36,0	33,0
23.12.2002 - 07.01.2003	25,5	24,5	23,4	33,0	23,4	20,0	27,5	25,3
07.01.2003 - 22.01.2003	17,6	16,1	16,8	21,6	18,6	16,8	19,5	18,1
22.01.2003 - 06.02.2003	28,0	28,2	23,9	40,3	32,3	26,4	26,0	29,3
06.02.2003 - 20.02.2003		21,1	25,0	31,7	22,6	21,6	18,7	23,4
20.02.2003 - 06.03.2003	33,0	21,0	27,3	44,7	37,8	32,9	38,5	33,6
06.03.2003 - 19.03.2003	19,0	12,6	15,3	26,8	17,0	14,7	13,9	17,0
19.03.2003 - 01.04.2003	19,0	8,4	18,2	24,2	16,3	14,6	11,5	16,0
01.04.2003 - 16.04.2003	12,8	8,3	10,6	19,1	11,5	9,0	9,5	11,5
16.04.2003 - 30.04.2003	15,9	8,1	13,7	22,6	16,1	10,9	9,8	13,9
30.04.2003 - 14.05.2003	17,3	8,8	12,0	26,9	14,4	8,6	8,4	13,8
14.05.2003 - 28.05.2003	18,3	8,3	12,4	24,2	13,3	9,9	8,5	13,6
28.05.2003 - 11.06.2003	18,7	8,1	11,0	24,2	13,5	9,3	8,5	13,3
11.06.2003 - 25.06.2003	19,7	8,0	9,9	22,4	12,2	9,7	8,8	12,9
25.06.2003 - 09.07.2003	18,7	7,6	10,1	23,2	15,7	9,2	7,9	13,2
09.07.2003 - 22.07.2003	19,1	15,2	8,7	23,9	6,6	6,8	10,0	12,9
22.07.2003 - 05.08.2003	24,7	8,0	11,2	20,5	13,6	9,9	7,5	13,6
05.08.2003 - 20.08.2003	22,2	7,6	13,1	28,1	14,8	12,6	8,5	15,3
20.08.2003 - 04.09.2003	21,3	9,8	13,7	27,1	18,0	12,2	10,7	16,1
04.09.2003 - 17.09.2003	22,6	10,9	16,1	31,6		13,1	11,4	17,6
17.09.2003 - 30.09.2003	25,3	13,2	19,0	39,2	23,7	17,1	13,9	21,6
Messpunktmittelwert	22,1	14,5	17,2	29,8	20,4	15,9	16,7	

Mittlere NO₂-Konzentration (in µg/m³)



Jahresgang der NO₂-Konzentration



5.4. Zusammenfassende Beurteilung

Integrale Messnetze sind in der Lage, langfristige Luftschadstoff-Belastungen von Gebieten zu erkennen und lokale Unterschiede aufzuzeigen. Kurzzeitige Belastungsspitzen können nicht verfolgt werden.

Die Konzentrationsmessungen von Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid ergaben erwartungsgemäß während der kalten Jahreszeit höhere Konzentrationen als im Sommer. Dies ist aufgrund der immissionsklimatischen Ungunst des Winterhalbjahres - verstärkte

Inversionsbereitschaft und dementsprechend schlechtere Ausbreitungsbedingungen - und der vor allem heizungsbedingt erhöhten Emissionen aber zu erwarten.

Die am relativ höchsten belasteten Messstandorte waren bei Stickstoffdioxid erwartungsgemäß die verkehrsnahen Standorte, vor allem der direkt am Straßenrand gelegenen Messpunkt 4 (Feuerwehr), sowie der Messpunkt 1 (Landeskrankenhaus). Bei Schwefeldioxid wiesen die Messpunkte 4 und 5 (Pensionistenheim) höhere Belastungen auf.

Die Depositionsmessungen (Gesamtstaub) liefern als Ergebnisse keine Konzentrationsangaben, wie sie etwa von automatischen Messstationen erhalten werden, und sind mit diesen auch nicht direkt vergleichbar.

Der Jahresgang der Gesamtstaubbelastung zeigte, dass die Staubdeposition im Frühjahr/Frühsummer höher war als in den Herbst- und Wintermonaten. Die Staubimmissionen lagen im Jahresdurchschnitt im Bereich zwischen 51,1 und 190,4 mg/m².d, die höchsten Jahresmittelwerte wurden an den Messpunkten MZ 4 (Feuerwehr) und MZ 5 (Pensionistenheim) registriert, wobei an Messstelle 5 aufgrund einer Baustelle von Juli bis September 2003 überdurchschnittliche Staubeinträge verzeichnet wurden. Der Jahresmittelwert blieb jedoch unter dem im Immissionsschutzgesetz-Luft vorgeschriebenen Grenzwert von 210 mg/m².d.

6. 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.

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 und 2003:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
April, Mai, Juni 2002, Jänner, Februar 2003. Wien.

7. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

7.1. Tabellen

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

Für die Immissionsgrenzwertverordnung 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 Kurortrichtlinie 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
TAGSUM	Tagessumme

7.2. Diagramme

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

Zeitverlauf

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

Mittlerer Tagesgang

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

Boxplot

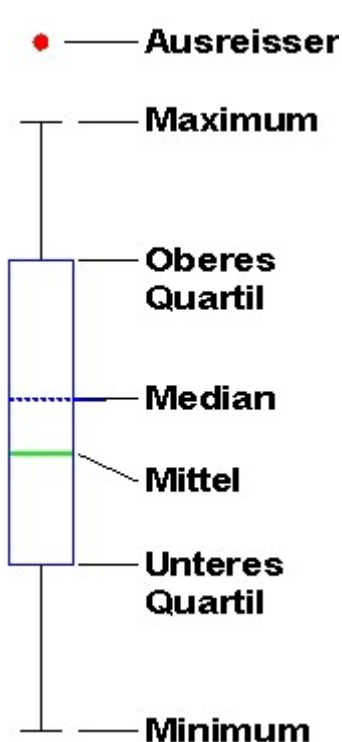
Die Darstellungsform des Boxplots bietet die beste Möglichkeit, alle Kennzahlen des Schadstoffganges mit dem geringsten Informationsverlust in einer Abbildung übersichtlich zu gestalten.

Dieses Diagramm zur einfachen graphischen Charakterisierung einer Verteilung besteht aus einer "Box", deren unterer bzw. oberer Rand durch den Wert des ersten bzw. des dritten Quartils beschrieben wird; innerhalb der Box wird die Lage des Medians durch eine Linie angegeben. Unter- und oberhalb der Box zeigen sogenannte "Whiskers" (Barthaare) die Ausbreitung der übrigen Datenpunkte bis zu einem Abstand von maximal 1,5 Interquartilsabständen (= der Abstand zwischen dem 1. und 3. Quartil).

Sofern es Datenpunkte gibt, die weiter weg von den Grenzen der Box liegen, werden diese als "Ausreißer" eigens ausgewiesen. Dies bedeutet also nicht, dass es sich dabei um ungültige Messwerte handelt. Sie sind als HMWmax des Tages zu interpretieren.

In den folgenden Boxplots sind auf der x-Achse die einzelnen Tage einer Messperiode aufgetragen. Auf der y-Achse wird die Schadstoffkonzentration dargestellt.

Für die Berechnung der folgenden Kennwerte werden alle 48 Halbstundenmittelwerte eines Messtages nach ihrer Wertgröße aufsteigend gereiht.



Ausreißer: Werte die mehr als 1,5 Interquartilabstände vom oberen Quartil entfernt sind (maximale Halbstundenmittelwerte)

Maximum: maximaler Halbstundenmittelwert

Oberes Quartil (3. Quartil, 75%-Perzentil): 12-höchster Halbstundenmittelwert (75% der Werte liegen unter, 25% über dem oberen Quartil)

Median (50%-Perzentil): 24. Wert in der nach Konzentration geordneten Reihe der Halbstundenmittelwerte

Mittel (arithmetischer Mittelwert): Tagesmittelwert. Er wird als arithmetisches Mittel aus den 48 Halbstundenmittelwerten eines Tages gebildet.

Unteres Quartil (1. Quartil, 25%-Perzentil): 12-niedrigster Halbstundenmittelwert (25% der Werte liegen unter, 75% über dem unteren Quartil)

Minimum: niedrigster Halbstundenmittelwert eines Tages