



Luftgütemessungen Bad Waltersdorf

Jänner 2001 bis Februar 2002

Autor

Mag. Norbert Braun

ARGE LÖSS Ges.b.R

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

Projektleitung

Mag. Andreas Schopper

Messtechnik

(mobile Messstation)

Manfred Gassenburger

Messnetzbetreuung und**Laboranalytik**

(integrales Messnetz)

Andrea Werni

Herausgeber

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

© Juli 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	4
1. Einleitung	6
2. Beurteilungsgrundlagen	8
2.1. Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr. 5/ 1987).....	8
2.2. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.F. BGBl.I Nr.102/2002).....	8
2.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.....	9
2.4. Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten	9
3. Die immissionsklimatische Situation in Bad Waltersdorf	10
3.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet.....	10
3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung	10
4. Mobile Immissionsmessungen	13
4.1. Ausstattung und Messmethoden	13
4.2. Messergebnisse und Schadstoffverläufe	14
4.2.1 Schwefeldioxid (SO ₂)	14
4.2.2 Schwebstaub (TSP)	17
4.2.3 Stickstoffmonoxid (NO)	20
4.2.4 Stickstoffdioxid (NO ₂)	23
4.2.5 Kohlenmonoxid (CO).....	25
4.2.6 Ozon (O ₃)	28
4.3. Luftbelastungsindex.....	32
5. Integrale Messungen	34
5.1. Vorbemerkung	34
5.2. Das Messnetz.....	34
5.3. Messmethodik.....	34
5.3.1 Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren	34
5.3.2 Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit Badge-Sammlern	35
5.4. Beurteilungsgrundlagen	35
5.5. Darstellung der Messergebnisse	36
5.5.1 Gesamtstaubdeposition	36
5.5.2 Konzentrationsmessungen	38
5.6. Zusammenfassende Beurteilung	41
6. Literatur	42
7. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen	43
7.1. Tabellen.....	43
7.2. Diagramme	44

Zusammenfassung

Die Luftgütemessungen in Bad Waltersdorf wurden auf Ansuchen der Gemeinde aus Anlass der gesetzlich vorgesehenen periodischen Überprüfungs-messungen der Luftgüte in Kurorten durchgeführt. Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation sowie eines einjährig betriebenen integralen Messnetzes. Die mobilen Messungen wurden an einem Standort im Kurpark vom 04.04. bis 21.05.2001 (Sommermessperiode) und vom 19.11.2001 bis 16.01.2002 (Wintermessperiode) durchgeführt. Das integrale Messnetz wurde im Zeitraum vom 23.01.2001 bis 21.02.2002 betrieben.

Der Witterungsverlauf während der mobilen Messungen stellte sich bei den Sommermessungen aufgrund häufiger Hochdruck- und Hochdruckrandlagen im Mai als etwas zu warm und zu trocken dar. Im Winter erfolgten die Messungen bei zu niederschlagsarmer und in Folge häufiger Zufuhr kalter Luft aus N bis NW zu kühler Witterung. Immissionsklimatisch können die Bedingungen während der Messungen aufgrund ausreichend häufiger Hochdrucklagen mit autochthonen Ausbreitungsbedingungen als repräsentativ bezeichnet werden.

Hinsichtlich des Primärschadstoffes **Schwefeldioxid** wurde zum Jahreswechsel aufgrund eines Silvesterfeuerwerks in unmittelbarer Nachbarschaft des Messstandortes eine Überschreitung des Grenzwertes für den maximalen Halbstundenmittelwert nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten registriert. Abgesehen von diesem Einzelereignis blieben die Konzentrationen jedoch deutlich unter den festgesetzten Grenzwerten.

Bezüglich der Primärschadstoffe **Schwebstaub**, **Stickstoffmonoxid**, **Stickstoffdioxid** und **Kohlenmonoxid** wurden keinerlei Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Sowohl hinsichtlich der Grundbelastung (längerfristige Mittelwerte) als auch die Spitzenkonzentrationen betreffend blieben die Konzentrationen im steiermarkweiten Vergleich auf einem unterdurchschnittlichen Niveau.

Die **Ozonwerte** blieben in einem der Jahreszeit und der Lage des Standortes entsprechenden Konzentrationsbereich. Der maximale Achtstundenmittelwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft wurde bei strahlungsreichem Schönwetter während der Sommermessungen ebenso wie der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für den maximalen Halbstundenmittelwert mehrfach überschritten.

Die **integralen Messungen** erbrachten hinsichtlich des Jahresganges der Gesamtstaubdeposition im Frühjahr und im Frühsommer etwas 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 52,5 und 158,4 mg/m².d, der Grenzwert der Kurorte-Richtlinie wurde an allen Messpunkten eingehalten.

Die integralen Konzentrationsmessungen von Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid zeigten 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. Integrale Konzentrationsmessergebnisse können als Langzeitmittelwerte nicht direkt mit den Grenzwerten der „Kurortrichtlinie“ verglichen werden, die als Halbstunden- und Tagesmittelwerte festgelegt sind. Der Erfahrungs-Richtwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Messperiodenmittelwert für Bäderkurorte wurde bei SO_2 klar unterschritten. Bei NO_2 wurde dieser Richtwert in der letzten Messperiode knapp überschritten, es kann jedoch aufgrund der Ergebnissen der kontinuierlichen Messungen davon ausgegangen werden, dass die maßgeblichen Grenzwerte der „Kurortrichtlinie“ eingehalten wurden.

1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Bad Waltersdorf wurden auf Ansuchen der Gemeinde 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 die im Kurortegesetz vorgeschriebene Kontrollmessung dar, wobei zuletzt in den Jahren 1994 und 1995 Immissionsmessungen durchgeführt worden waren.

Die mobilen Immissionsmessungen umfassten eine Sommermessperiode vom 04.04. bis 21.05.2001 und eine Wintermessperiode vom 19.11.2001 bis 16.01.2002 an einem Standort im Kurpark der Gemeinde Bad Waltersdorf in ca. 270 m Seehöhe, um die im zentralen Kurbereich vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen zu erheben und beurteilen zu können.

Die gewonnenen Messergebnisse stellen eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung der Luftgütesituation nach dem Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetz (LGBl. Nr.161/1962) dar.

Das Messnetz Bad Waltersdorf 2001/2002



Der mobile Messcontainer im Bad Waltersdorfer Kurpark



Die integralen Messungen, die eine flächenhafte Interpretation der Luftschadstoffbelastungen ermöglichen, erfolgten von 23.01.2001 bis 21.02.2002 und umfassten 14 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

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

Messpunktbeschreibung:

Nr.	Lage des Messpunktes		Charakteristik / Messziel
Wa 1	Therme, Information	Staub, NO ₂ , SO ₂	Zentrale Kur- und Tourismuseinrichtung
Wa 2	Kreuzung, Wagersberg	Staub, NO ₂ , SO ₂	Hintergrundmesspunkt
Wa 3	Waltersdorfberg, Gasthaus Eberhardt	Staub	Sondermesspunkt, lokale Immissionssituation
Wa 4	Waltersdorfberg, Gasthaus Eberhardt - Parkplatz	Staub, NO ₂ , SO ₂	Sondermesspunkt, lokale Immissionssituation
Wa 5	Autobahn	Staub, NO ₂ , SO ₂	Verkehrsbeeinflusster Ortsbereich
Wa 6	Schule, Sportplatz, Tennisplatz	Staub, NO ₂ , SO ₂	Schule, Freizeiteinrichtung
Wa 7	Kurpark	Staub, NO ₂ , SO ₂	Zentrale Kureinrichtung

2. Beurteilungsgrundlagen

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

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

Für die Messstandorte in Bad Waltersdorf sind die Grenzwerte für die Zone I relevant (Grenzwerte jeweils in mg/m³):

	Sommer (April – Oktober)		Winter (November – März)	
	HMW	TMW	HMW	TMW
Schwefeldioxid	0,07	0,05	0,15*	0,10
Staub	-	0,12	-	0,12
Stickstoffmonoxid	0,60	0,20	0,60	0,20
Stickstoffdioxid	0,20	0,10	0,20*	0,10
Kohlenmonoxid	20	7	20	7

HMW = Halbstundenmittelwert

TMW = Tagesmittelwert

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

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

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

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

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

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

2.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 1989 veröffentlichten Luftqualitätskriterien für Ozon enthalten unter anderem 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)

2.4. Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten

Für den Vollzug der gesetzlichen Vorgaben an Kurorte nach dem Österreichischen Kurortegesetz (BGBl. Nr. 272/1958) sind in der "Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten" (hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie) Grenzwerte definiert. Diese sollen den erhöhten Anforderungen, wie sie an Kurorte gestellt werden, gerecht werden.

Für **Bäderkurorte** sind demnach folgende Immissionsgrenzwerte einzuhalten ($\mu\text{g}/\text{m}^3$):

Schwefeldioxid	HMW	200
	TMW	100
Stickstoffdioxid	HMW	200
	TMW	100
Kohlenmonoxid	Achtstundenmittelwert (MW8)	5 mg/m^3
Schwebstaub	TMW	120
Gesamtstaubdeposition	Jahresmittelwert	165 $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{d}$

3. Die immissionsklimatische Situation in Bad Waltersdorf

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 Bad Waltersdorf entspricht nach H. Wakonigg der Klimalandchaft der „Talböden des Vorlandes“ und kann vereinfacht als sommerwarmes und winterkaltes, schwach kontinentales Klima charakterisiert werden (H. Wakonigg 1978, 378).

Das Jahresmittel der Lufttemperatur beträgt im langjährigen Mittel (1971-2000) 9,0°C, das Jännermittel um -1,7°C und das Julimittel rund 19,0°C. Der Jahresgang der Niederschläge weist ein Winterminimum (Februar 27mm) und ein Frühsommermaximum (Juni 104mm) auf, die Jahresniederschlagsmenge beträgt 729mm, die an ca. 100 Tagen pro Jahr fallen. Die mittleren Windgeschwindigkeiten sind mit einem Jahresmittel von 1,6 m/s eher gering und weisen im Jahresgang ein Frühjahrsmaximum und ein Winterminimum auf. Die Windrichtungsverteilung zeigt eine dem Talverlauf entsprechende Nord - Süd gerichtete Hauptwindrichtungsachse.

3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung

Mit Beginn der Messungen in Bad Waltersdorf setzte rege Tiefdrucktätigkeit ein, die bis zum 22. 4. andauerte und wiederholt Niederschläge verursachte. Zudem erfolgte unter Zufuhr kühler Luftmassen aus NW und N ein allmählicher Temperaturrückgang, sodass um die Monatsmitte verbreitet Nachtfrost auftrat.

Zwischenhocheinfluss unterbrach die zyklonale Witterungsphase kurzfristig, bevor eine in eine Westströmung eingelagerte Kaltfront neuerlich Niederschläge bewirkte.

Nach Abzug der Front stellte sich Hochdruckwetter ein und mit der Zufuhr milder Luft aus S bis SW erfolgte bis nach dem Monatswechsel ein kräftiger Temperaturanstieg, wodurch in Bad Waltersdorf die Tageshöchstwerte Anfang Mai frühlommerliche Werte bis über 27°C erreichten.

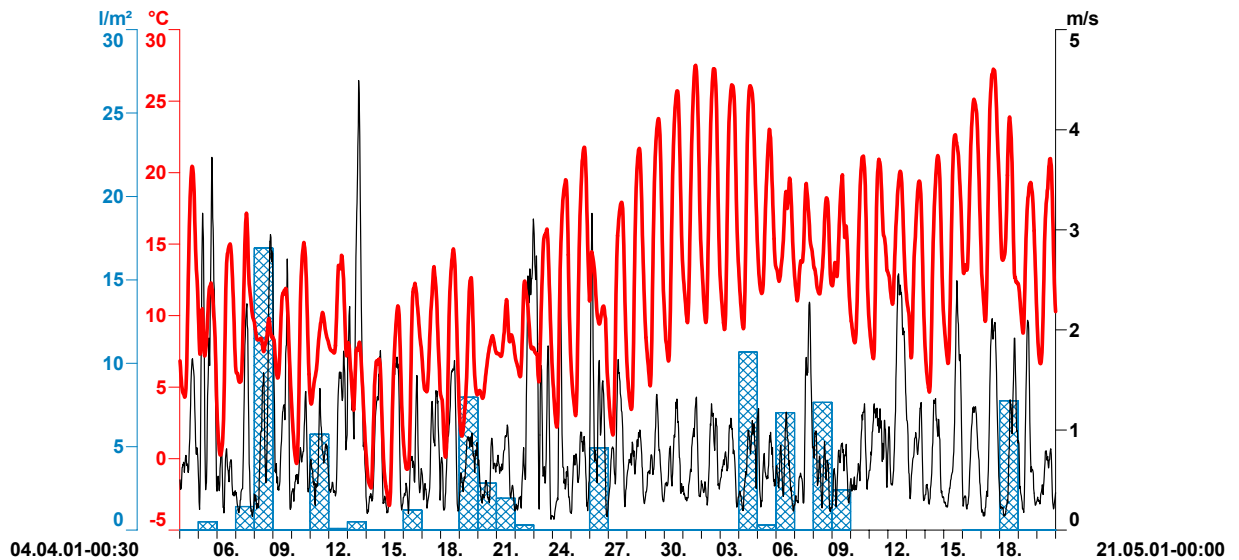
Die südliche Höhenströmung begünstigte folglich aufgrund zunehmend feuchterer Luftmassen Quellwolkenbildung und im Vorfeld eines Tiefdruckdurchzuges verstärkte sich die Gewitterneigung deutlich.

Nach dem Abklingen der Tiefdrucktätigkeit beruhigte sich das Wettergeschehen nur langsam. Im Randbereich eines Hochdruckgebietes über Nordeuropa verblieben über dem Alpenraum weiterhin labil geschichtete nur mäßig warme Luftmassen, die unter Einfluss schwacher Störungsausläufer die Bildung von Quellwolken, Schauern und Gewittern begünstigten.

Ab Mitte Mai wurde eine Strömungslage aus SW wetterbestimmend. Die damit herangeführte Warmluft bewirkte sonniges, trockenes Wetter mit frühlommerlichen Temperaturen.

Der nachfolgende Durchzug einer Kaltfront am 18. 5. verursachte verbreitet Niederschläge. An ihrer Rückseite konnten schließlich mit einer NW-Strömung bis zum Ende der Sommermesskampagne kühlere Luftmassen in den Alpenraum vordringen.

Lufttemperatur, Niederschlag und Windgeschwindigkeit während der Sommermessungen in Bad Waltersdorf



Station:	MOBILE 1	MOBILE 1	Masenbg.
Messwert:	LUTE	WIGE	NIED
MW-Typ:	MW3	MW3	TAGSUM
Y - Achse:	1	2	3
Muster:			

Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

Die Wintermessungen begannen unter schwachem Störungseinfluss aus Nord. Nach kurzzeitigem Zwischenhocheinfluss mit sonnigem Wetter überquerte mit auflebendem Wind erneut eine Kaltfront den Alpenraum.

Bis Ende November blieben dann nördliche bis nordwestliche Strömungslagen wetterbestimmend. In die Strömung eingelagerte Fronten, die südlich des Alpenhauptkammes kaum Niederschläge verursachten, bescherten einen abwechslungsreichen Witterungsverlauf.

Zum Monatswechsel verstärkte sich allmählich Hochdruck, wodurch sich über den Niederungen Ostösterreichs verbreitet hartnäckige Hochnebeldecken ausbildeten.

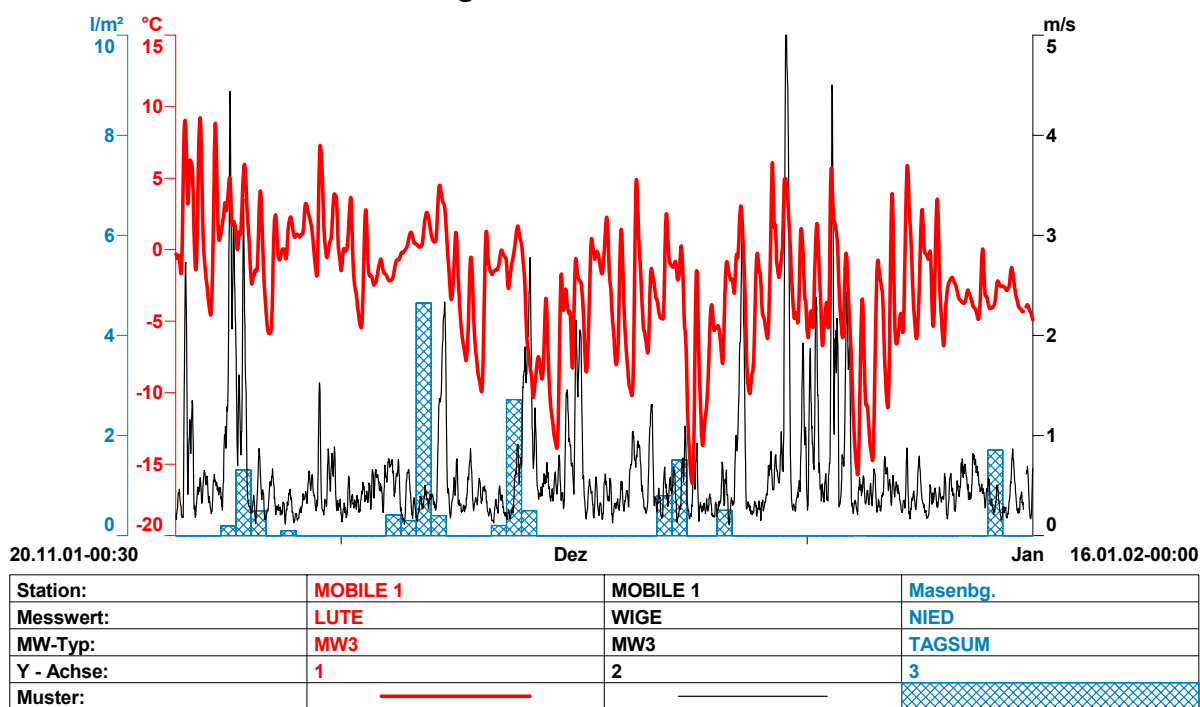
Mit dem Durchzug einer Störung am 6.12., die geringe Niederschläge bewirkte, lösten sich die Nebeldecken auf, sodass sich nachfolgend unter Hochdruckeinfluss klares kaltes Winterwetter durchsetzen konnte.

Das Ende der ersten Dezemberdekade war durch eine Strömungslage aus Nord gekennzeichnet. Unter zunehmendem Luftdruck ab 13.12. erfolgte Zufuhr sehr kalter Luftmassen aus Nordost. Mit der allmählichen Drehung der Strömung auf nordwestliche Richtungen wurden folglich Wolkenfelder herangeführt, die eine Frostmilderung bewirkten. Schließlich verursachte der Durchzug eines Tiefdruckgebietes kurz vor Weihnachten leichte Niederschläge, die in tiefen Lagen in Regen übergingen.

An den Weihnachtsfeiertagen selbst herrschte zunächst unter Zwischenhocheinfluss sehr kaltes sonniges Wetter mit Tiefstwerten in Bad Waltersdorf bis unter -16 °C vor, ehe mit einer West- bis Nordwestströmung mildere Luftmassen herangeführt wurden. Eingelagerte Störungsausläufer und schwache Tiefdrucktätigkeit sorgten in Südostösterreich bis über den Jahreswechsel hinaus verbreitet für dichte Bewölkung und strichweise unergiebig Niederschläge.

Ab 3.1. etablierte sich Hochdruckwetter, das mit einer kurzen Unterbrechung aufgrund eines nur schwach wetterwirksamen Störungsdurchzuges bis zum 12. 1. andauerte. Dabei stellte sich zunächst sehr kaltes sonniges Winterwetter ein, mit zunehmender Alterung des Hochs bildeten sich jedoch beständige, frostmildernde Hochnebeldecken aus. Mit dem Durchzug eines Höhentiefs Richtung Oberitalien wurde die Hochdruckphase beendet. Dabei stellte sich in Ostösterreich bis zum Ende der Messperiode trübes Wetter mit geringen Niederschlägen ein.

Lufttemperatur, Niederschlag und Windgeschwindigkeit während der Wintermessungen in Bad Waltersdorf



Der Witterungsverlauf während der Sommermessungen in Bad Waltersdorf entsprach im April sowohl hinsichtlich der Temperaturverhältnisse als auch der Niederschlagsmengen dem langjährigen Mittel. Der Mai hingegen war aufgrund überdurchschnittlich häufiger Hochdruck- und Hochdruckrandlagen zu warm und zu trocken. Die Wintermessungen erwiesen sich über den gesamten Messzeitraum als zu niederschlagsarm. Die Temperaturen lagen in Folge häufiger Zufuhr kalter Luft aus N bis NW unter dem langjährigen Mittel.

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

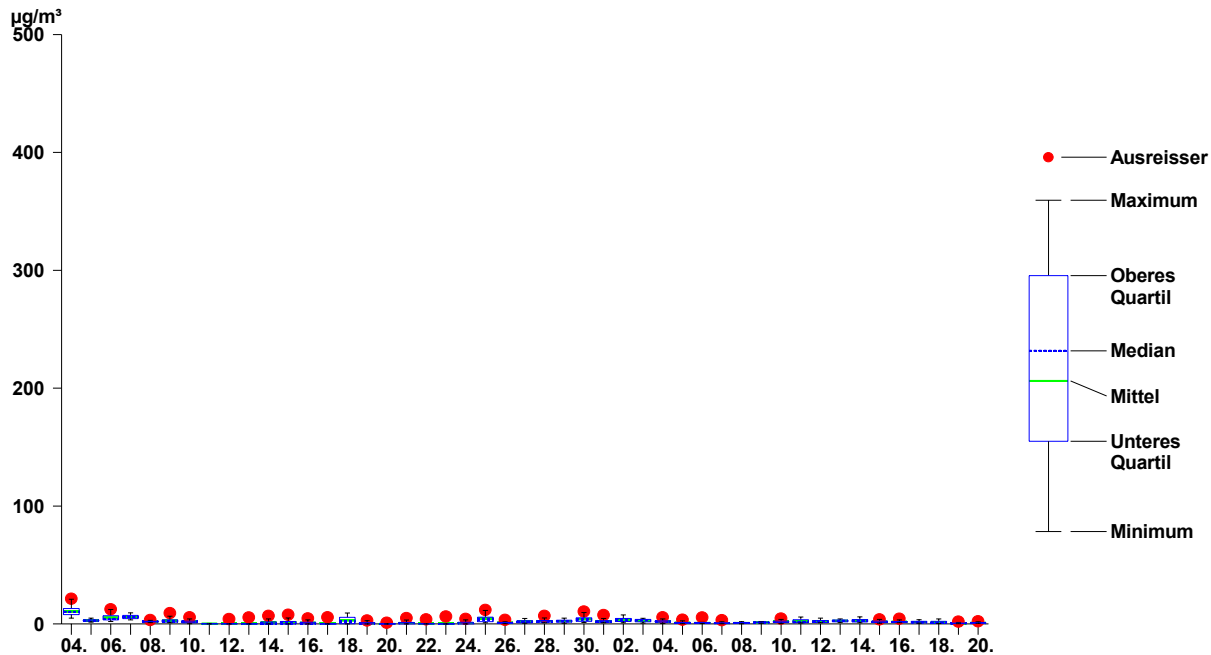
4.2.1 Schwefeldioxid (SO₂)

Sommermessung

04.04.2001 - 20.05.2001	Messergebnisse SO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	21	0,07 0,20 0,20	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	30 % 10,5 % 10,5 %
Mtmax	6			
TMWmax	11	0,05 0,12 0,10	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	22 % 9 % 11%
PMW	2			

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

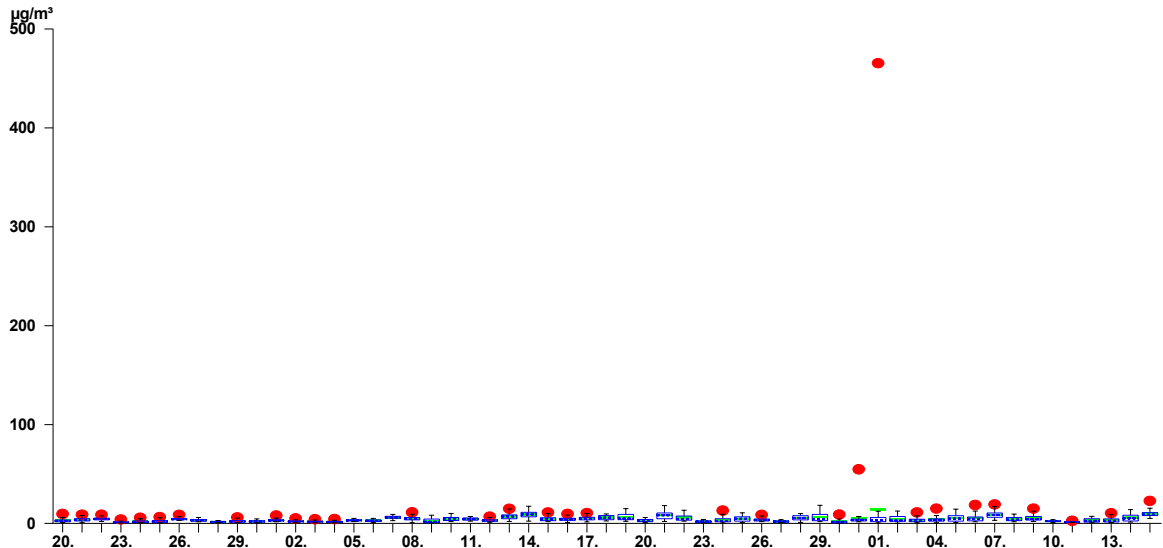
Station: MOBILE 1 Messwert: SO₂ MW-Typ: HMW
Zeitraum: 04.04.01-00:30 - 21.05.01-00:00 MEZ



Wintermessung

20.11.2001 - 15.01.2002	Messergebnisse SO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	465	0,15 0,20 0,20	LGBl. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	310 % 232,5 % 232,5 %
HMWmax (ohne 01.01.2002)	55	0,15 0,20 0,20	LGBl. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	37 % 27,5 % 27,5 %
Mtmax	19			
TMWmax	14	0,10 0,12 0,10	LGBl. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	14 % 12 % 14 %
PMW	4			

Station: MOBILE 1 Messwert: SO₂ MW-Typ: HMW
Zeitraum: 20.11.01-00:30 - 16.01.02-00:00 MEZ



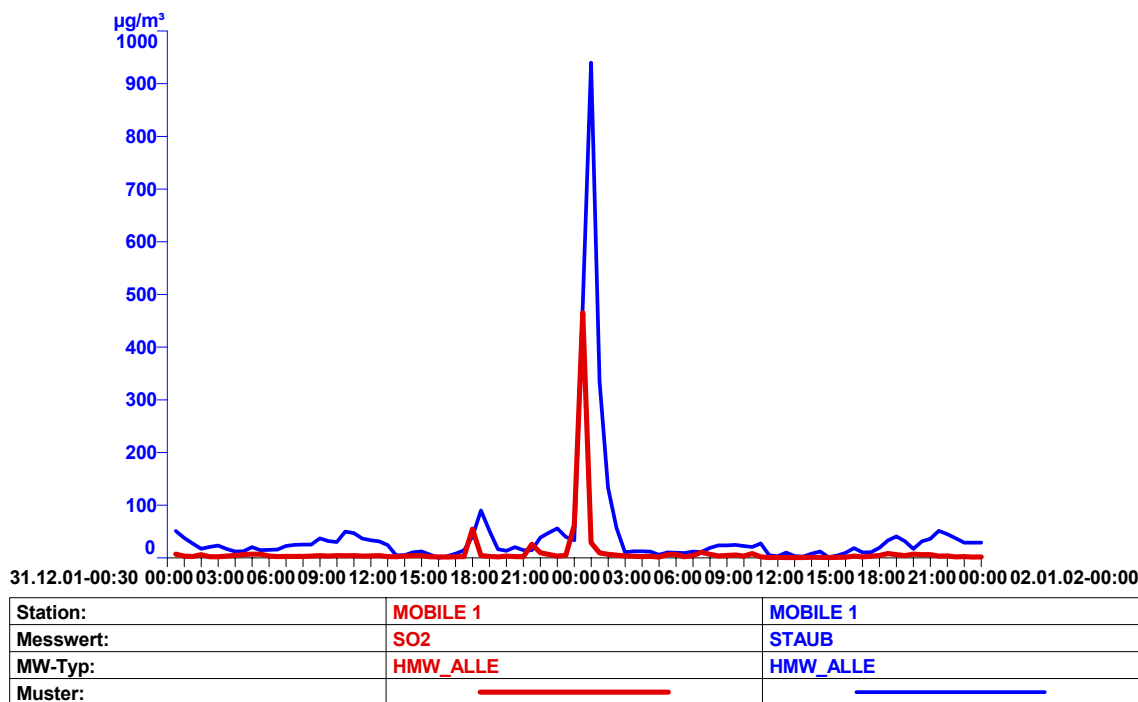
SO₂ wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt, Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit ungleich höher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

Die SO₂-Konzentrationen blieben während beider Messperioden hinsichtlich der Tagesmittelwerte deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten und dem Grenzwert der Kurorterrichtlinie. Die maximalen Halbstundenmittelwerte blieben im Allgemeinen ebenfalls deutlich unter den Grenzwerten. Eine Ausnahme stellte jedoch der 1. 1. 2002 dar, an dem mit einer Konzentrationsspitze von 465 µg/m³ eine Überschreitung des Grenzwertes nach der Richtlinie für die Durchführung von Konzentrationsmessungen in Kurorten registriert wurde.

Wie aus der nachfolgender Darstellung des Konzentrationsverlaufes von Schwefeldioxid und Schwebstaub vom 31. 12. 2001 und 1. 1. 2002 ersichtlich ist, nehmen bei einem allgemein niedrigen Konzentrationsniveau die Werte beider Schadstoffe um den

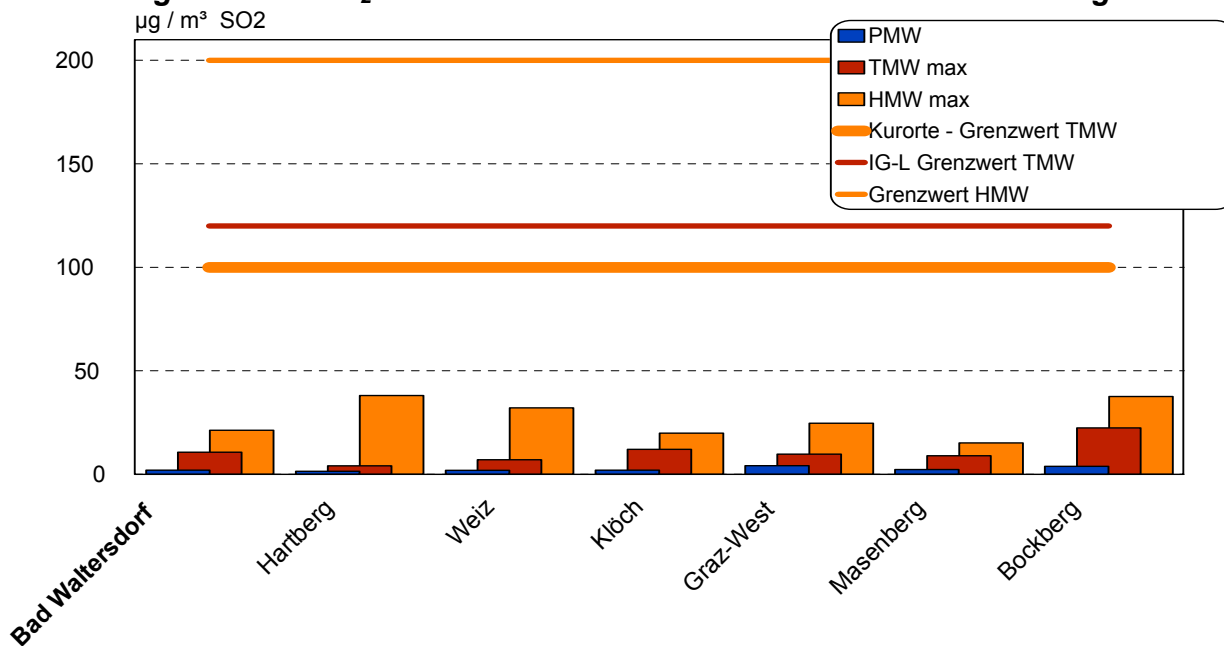
Jahreswechsel kurzfristig markant zu, was auf das Zünden von Feuerwerkskörpern in unmittelbarer Umgebung der Messstation zurückzuführen ist.

Verlauf der SO₂- und Schwebstaubkonzentrationen während der Silvesternacht 2001/2002



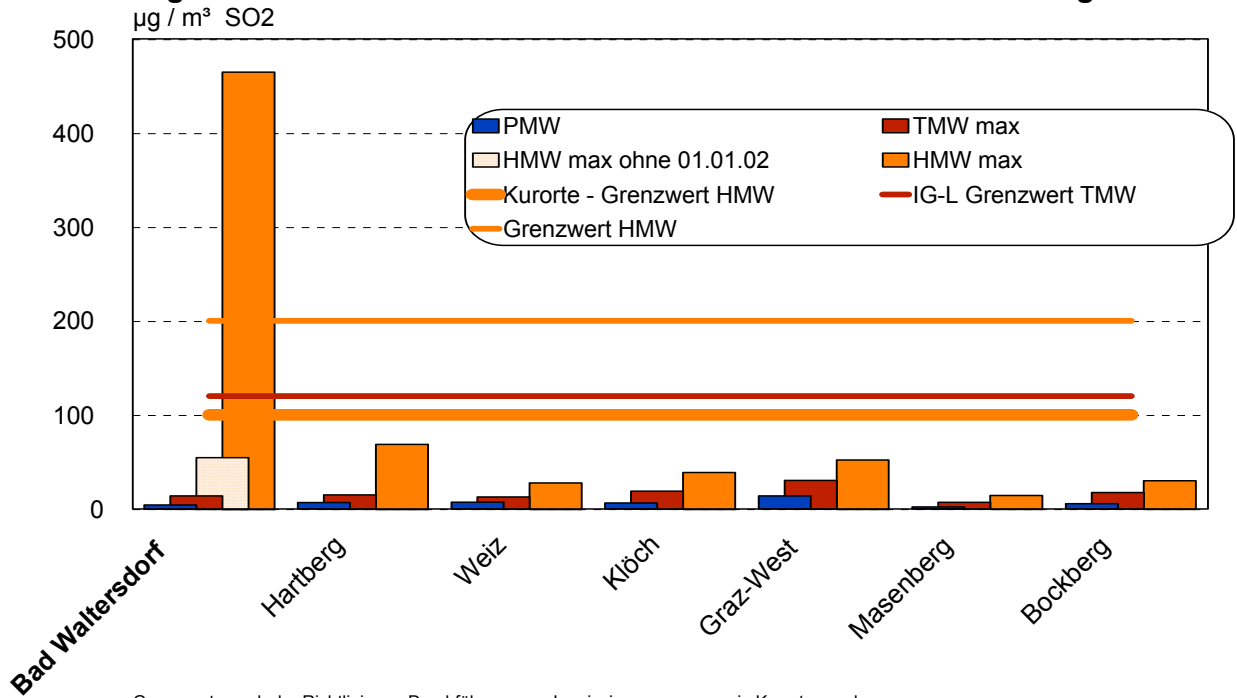
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen zeigte sich in Bad Waltersdorf beim Luftschadstoff Schwefeldioxid hinsichtlich der Grundbelastung während beider Messperioden eine durchschnittliche Belastungssituation. Die Spitzenkonzentrationen bewegten sich abgesehen vom Einzelereignis zum Jahreswechsel 2001/02 ebenfalls im steirischen Durchschnitt.

Vergleich der SO₂-Konzentrationen während der Sommermessungen



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Vergleich der SO₂-Konzentrationen während der Wintermessungen



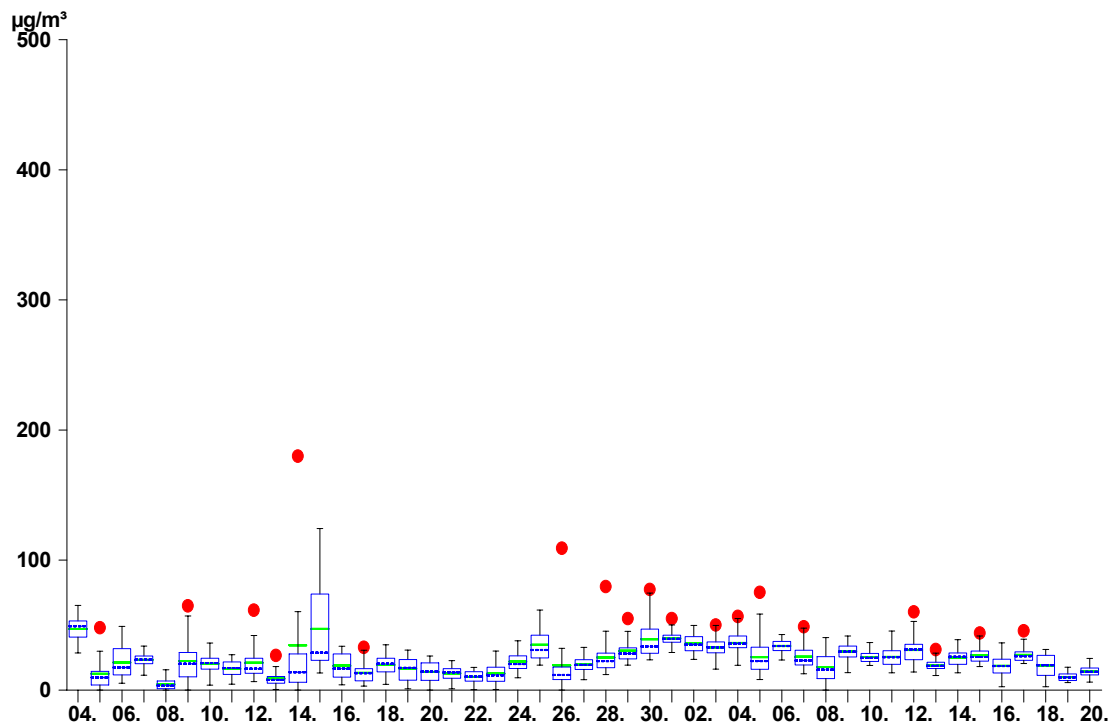
Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

4.2.2 Schwebstaub (TSP)

Sommermessung

Station: MOBILE 1 Messwert: STAUB MW-Typ: HMW

Zeitraum: 04.04.01-00:30 - 21.05.01-00:00 MEZ



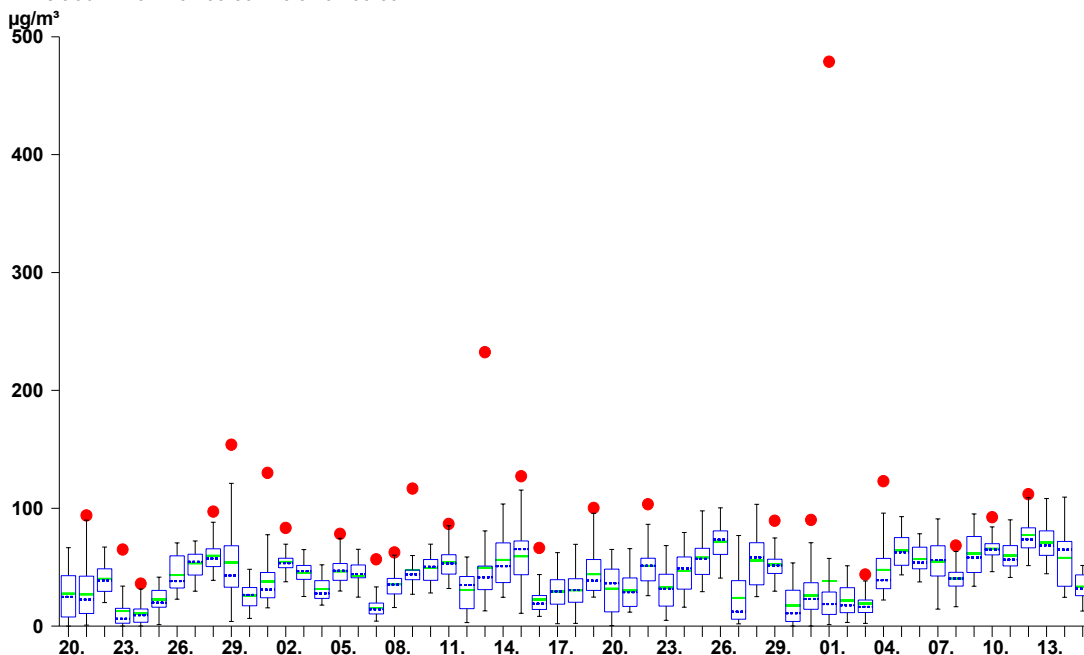
04.04.2001 -	Messergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen,	% des
--------------	----------------	------------	------------------	-------

20.05.2001	Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Staub in mg/m^3	Empfehlungen	Grenzwertes
HMWmax	180			
Mtmax	49			
TMWmax	47	0,12 0,15 0,12	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	39 % 31% 39 %
PMW	24			

Wintermessung

Station: MOBILE 1 Messwert: STAUB MW-Typ: HMW

Zeitraum: 20.11.01-00:30 - 16.01.02-00:00 MEZ



20.11.2001 - 15.01.2002	Messergebnisse Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte Staub in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	479			
Mtmax	96			
TMWmax	77	0,20 0,15 0,12	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	38,5 % 51 % 64 %
PMW	43			

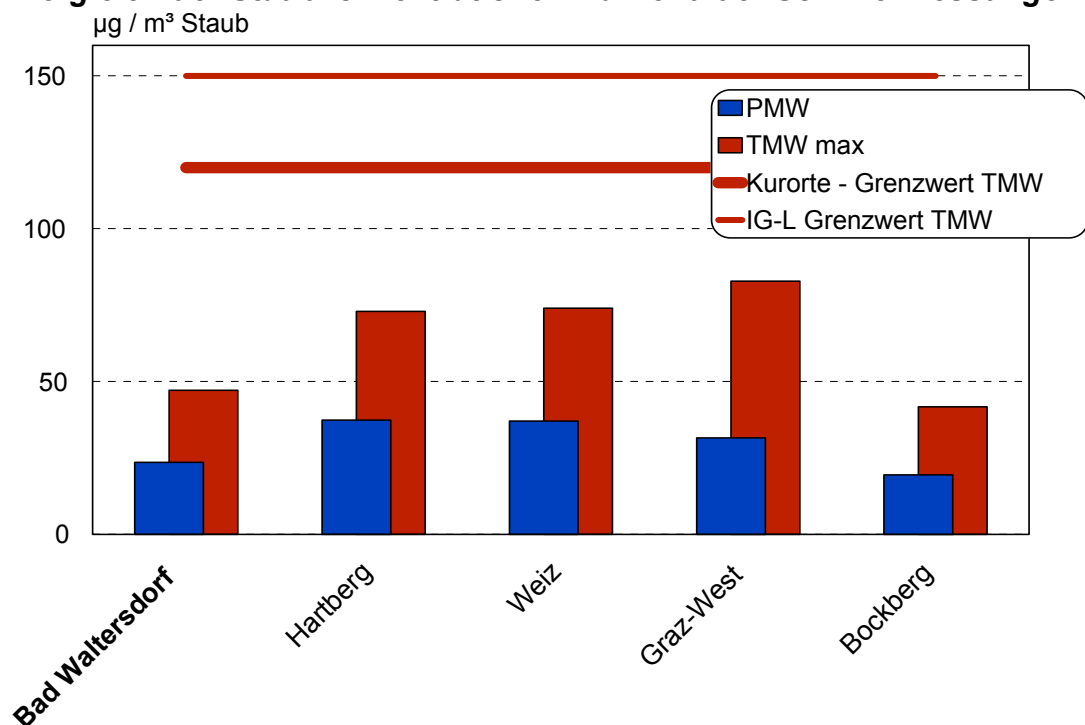
Hauptverursacher der Staubemissionen ist der Straßenverkehr, daneben sind die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen und Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt, weitere Emittenten.

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.

Die Staubkonzentrationen am Messstandort in Bad Waltersdorf bewegten sich während der Wintermessungen auf einem etwas höheren Niveau als im Sommer, wobei im Zusammenhang mit einem Feuerwerk zum Jahreswechsel 2001/02, wie bereits in Kap. 4.2.1. dargestellt, eine auffallende kurzzeitige Belastungsspitze registriert wurde. Überschreitungen der Grenzwerte für den maximalen Tagesmittelwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft und der Kurorterrichtlinie wurden jedoch nicht festgestellt.

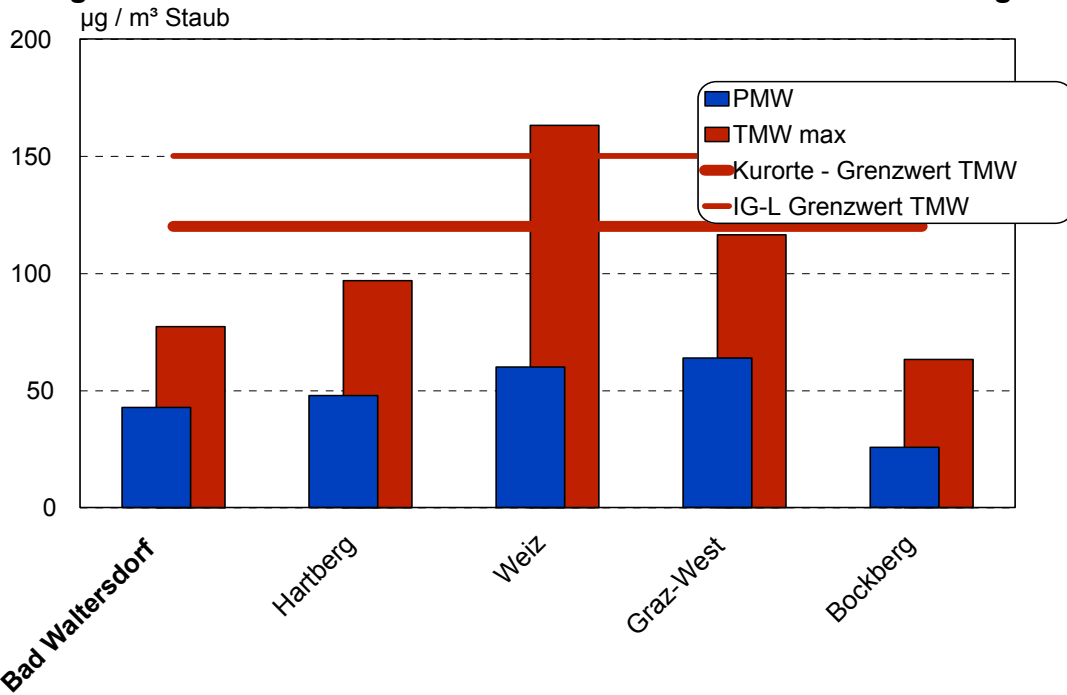
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen lagen die Schwebstaubkonzentrationen in Bad Waltersdorf während beider Messperioden auf einem für Siedlungsgebiete leicht unterdurchschnittlichen Belastungsniveau.

Vergleich der Staubkonzentrationen während der Sommermessungen



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Vergleich der Staubkonzentrationen während der Wintermessungen



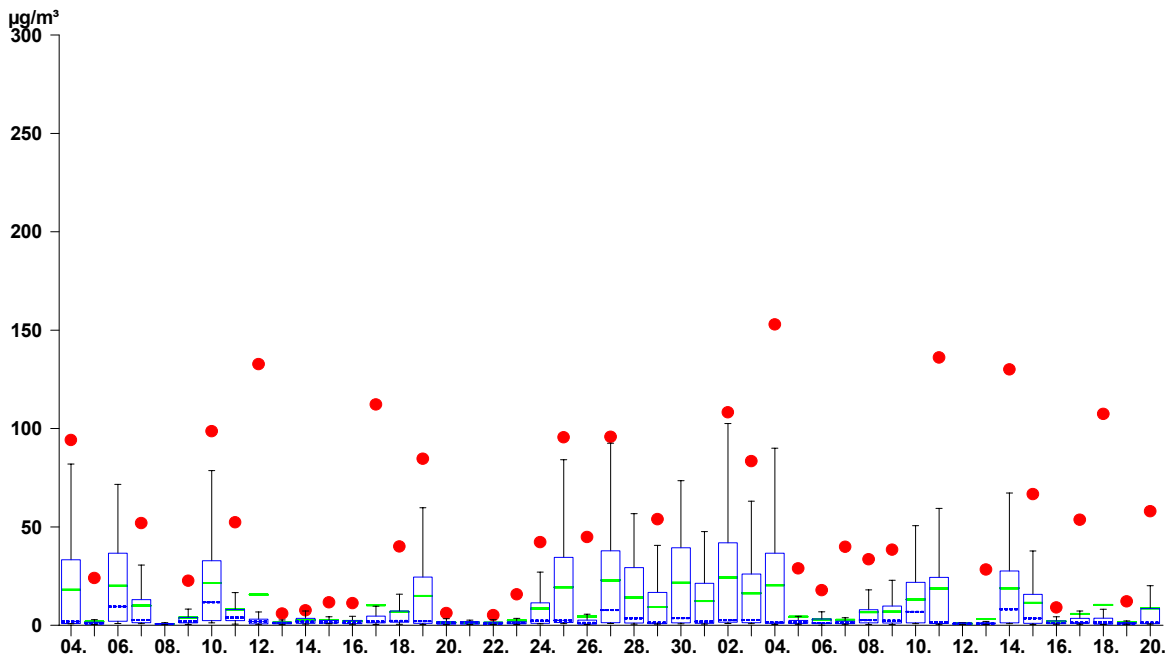
Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

4.2.3 Stickstoffmonoxid (NO)

Sommermessung

Station: MOBILE 1 Messwert: NO MW-Typ: HMW

Zeitraum: 04.04.01-00:30 - 21.05.01-00:00 MEZ

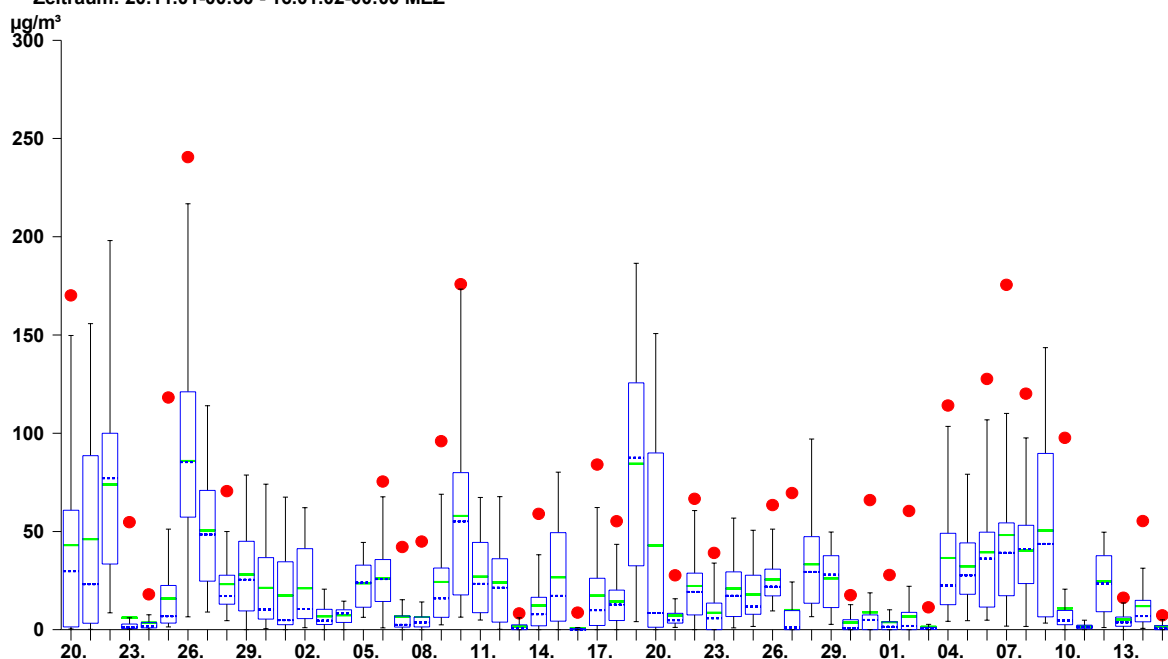


04.04.2001 - 20.05.2001	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	153	0,60	LGBI. Nr. 5/1987	25,5 %
Mtmax	54			
TMWmax	24	0,20	LGBI. Nr. 5/1987	12 %
PMW	9			

Wintermessung

Station: MOBILE 1 Messwert: NO MW-Typ: HMW

Zeitraum: 20.11.01-00:30 - 16.01.02-00:00 MEZ



20.11.2001 - 15.01.2002	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	241	0,60	LGBI. Nr. 5/1987	40 %
Mtmax	76			
TMWmax	86	0,20	LGBI. Nr. 5/1987	43 %
PMW	23			

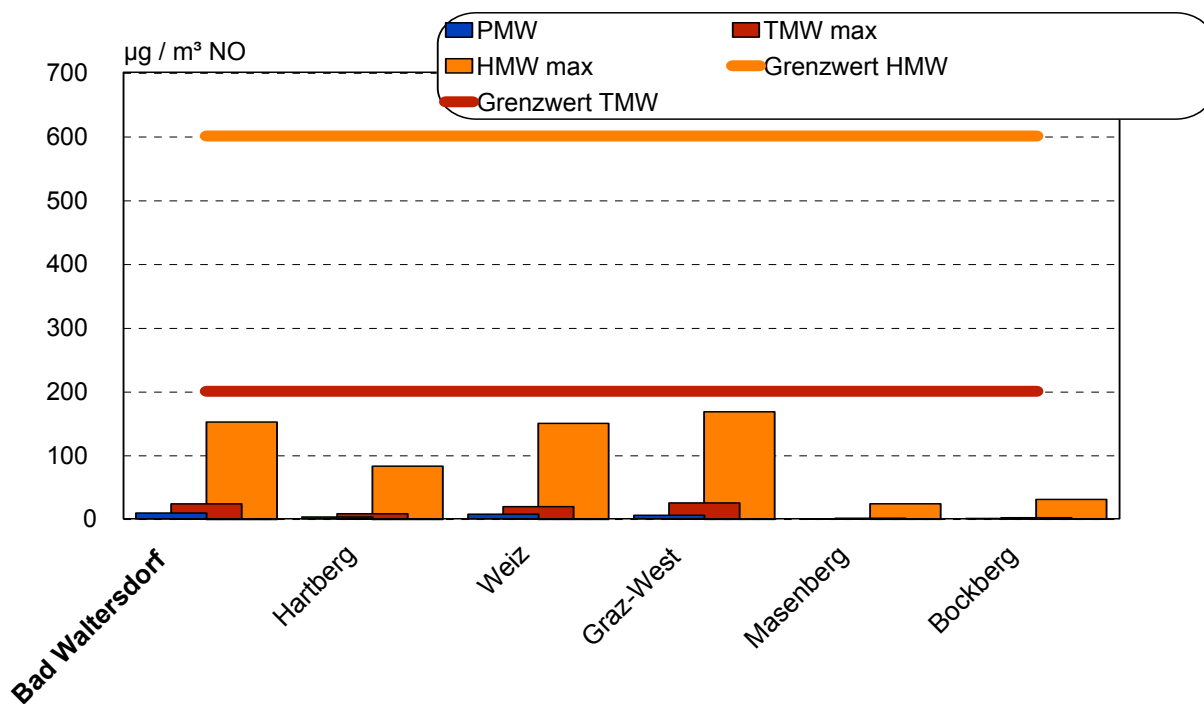
Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO_x) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO-Anteil etwa 95% des NO_x -Ausstoßes aus. Die Bildung von NO_2 erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O_2) oder mit Ozon (O_3)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

Die Grenzwerte der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBI. Nr. 5/1987) für die Stickstoffmonoxidkonzentrationen wurden dabei während beider Mess-

kampagnen weder hinsichtlich der maximalen Halbstundenmittelwerte noch der Tagesmittelwerte überschritten.

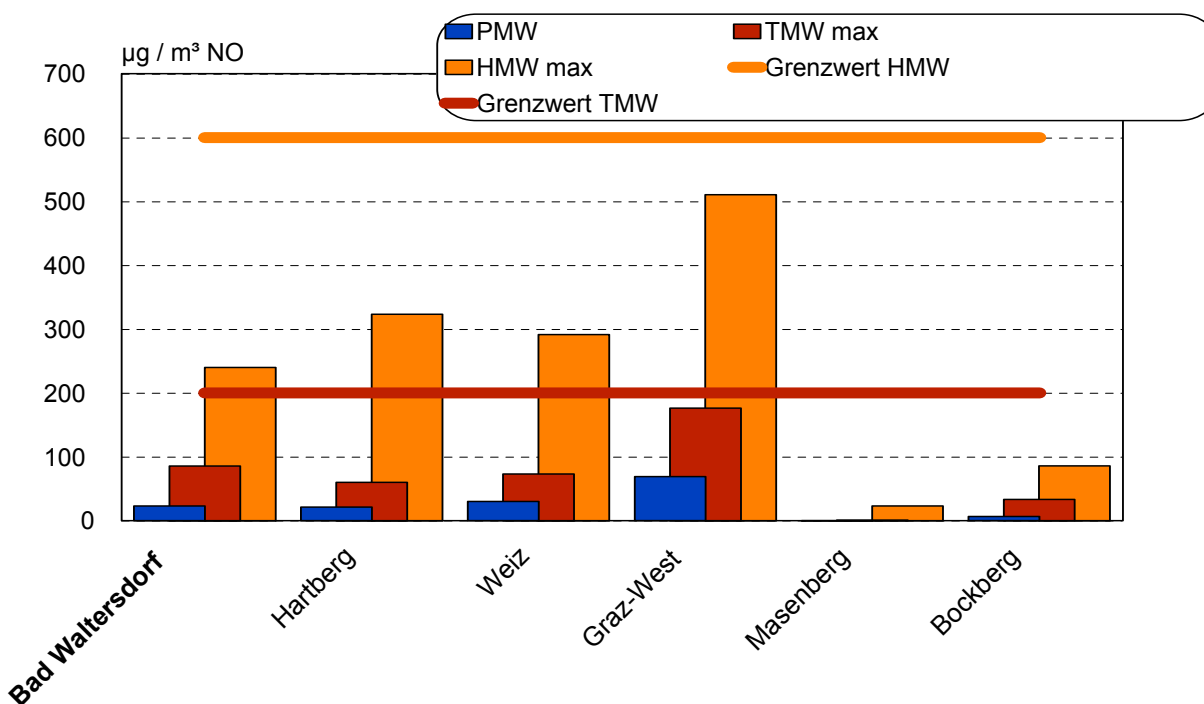
Ein Vergleich mit anderen steirischen Messstationen bestätigte für beide Messzeiträume in Bad Waltersdorf eine für Siedlungsräume durchschnittliche NO-Belastung.

Vergleich der NO-Konzentrationen während der Sommermessungen



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

Vergleich der NO-Konzentrationen während der Wintermessungen



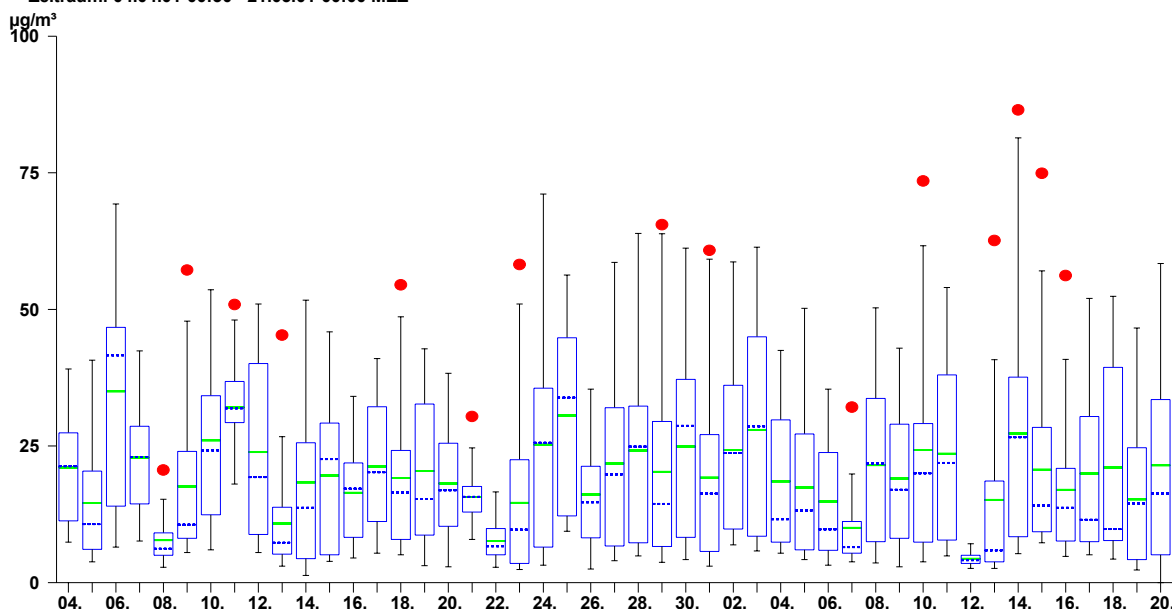
Grenzwerte nach der Steiermärkischen Immissionsgrenzwertverordnung (LGBl. Nr. 5/1987)

4.2.4 Stickstoffdioxid (NO₂)

Sommermessung

04.04.2001 - 20.05.2001	Messergebnisse NO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	87	0,20 0,20 0,20	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	43,5 % 43,5 % 43,5 %
Mtmax	50			
TMWmax	35	0,10 0,08 0,10	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	35 % 44 % 35 %
PMW	20			

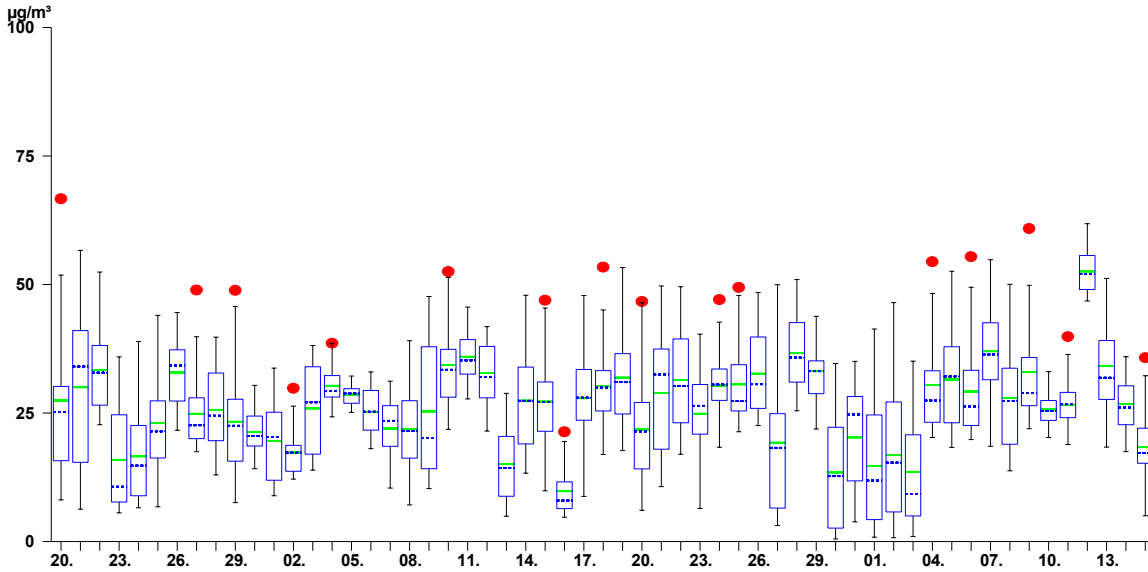
Station: MOBILE 1 Messwert: NO2 MW-Typ: HMW
Zeitraum: 04.04.01-00:30 - 21.05.01-00:00 MEZ



Wintermessung

20.11.2001 - 15.01.2002	Messergebnisse NO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	67	0,20 0,20 0,20	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	33,5 % 33,5 % 33,5 %
Mtmax	44			
TMWmax	53	0,10 0,08 0,10	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	53 % 66 % 53 %
PMW	26			

Station: MOBILE 1 Messwert: NO2 MW-Typ: HMW
 Zeitraum: 20.11.01-00:30 - 16.01.02-00:00 MEZ

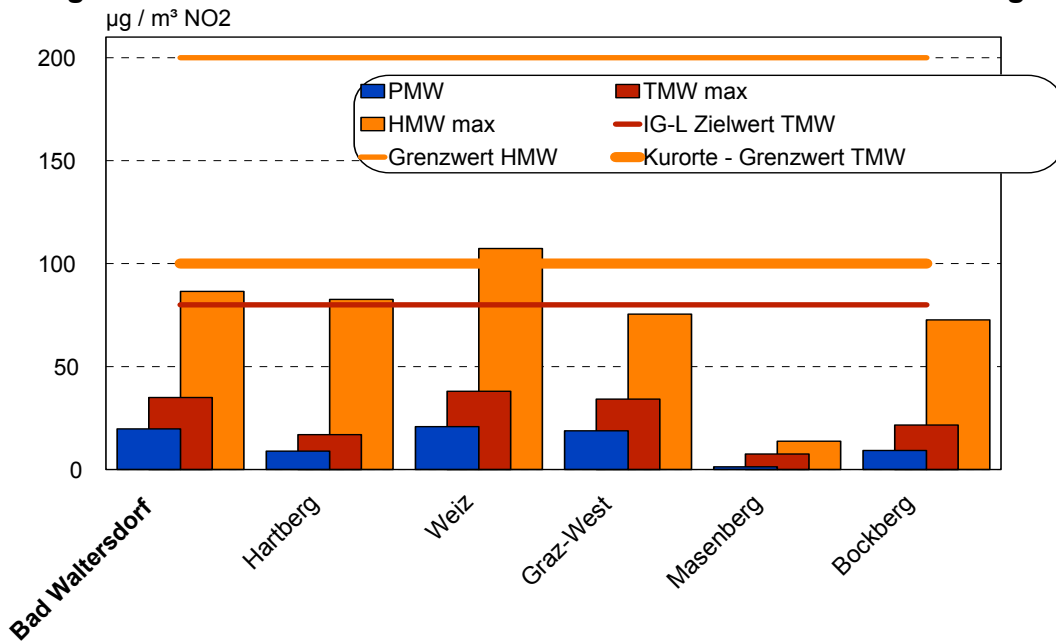


Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff Stickstoffmonoxid erläutert. Immissionsseitig stellt sich im Allgemeinen der Schadstoffgang beim Stickstoffdioxid ähnlich wie beim Stickstoffmonoxid dar.

Bei den NO₂-Konzentrationen wurden an beiden Standorten sowohl hinsichtlich der maximalen Halbstundenmittelwerte als auch bezüglich der maximalen Tagesmittelwerte keine Überschreitungen von gesetzlichen Grenzwerten und Grenzwerten der Kurortrichtlinie registriert.

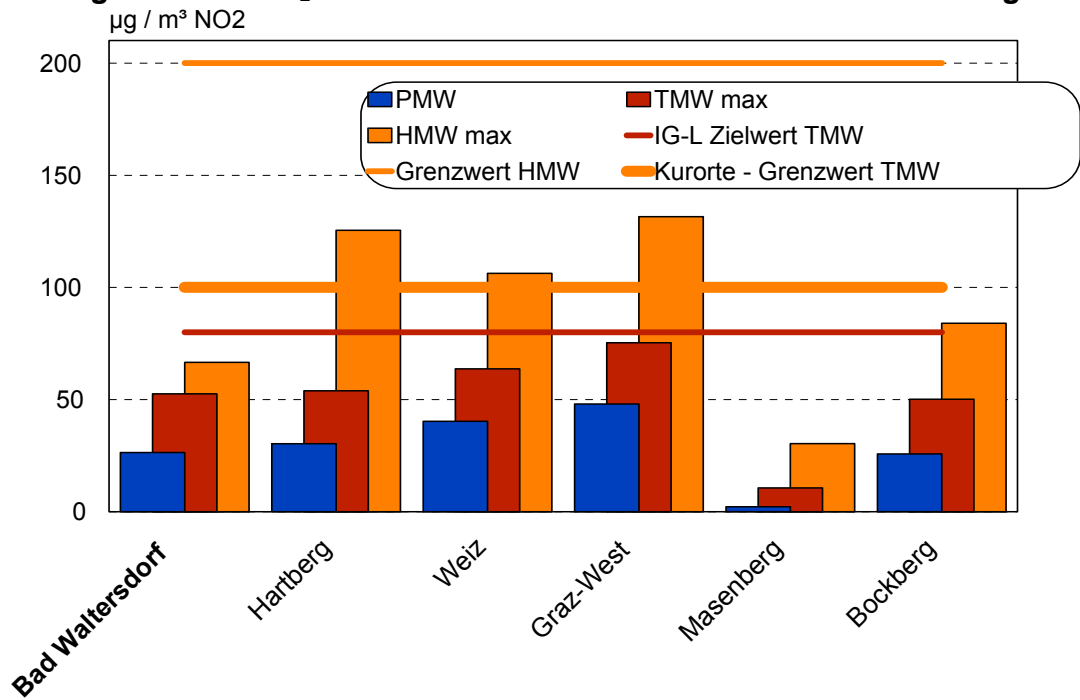
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen zeigte sich für die Wintermessungen in Bad Waltersdorf ein leicht unterdurchschnittliches Belastungsniveau. Die Sommermessungen hingegen erbrachten vor allem bei der Grundbelastung durchschnittliche bis leicht überdurchschnittliche Belastungen.

Vergleich der NO₂-Konzentrationen während der Sommermessungen



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Vergleich der NO₂-Konzentrationen während der Wintermessungen



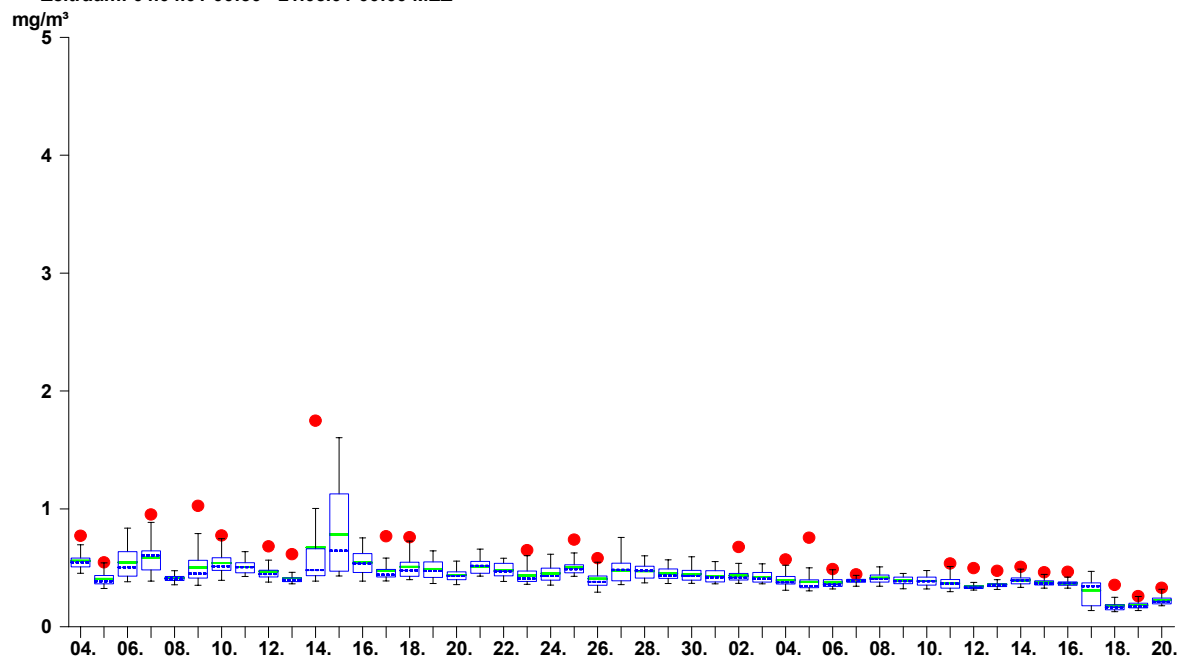
Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

4.2.5 Kohlenmonoxid (CO)

Sommermessung

Station: MOBILE 1 Messwert: CO MW-Typ: HMW

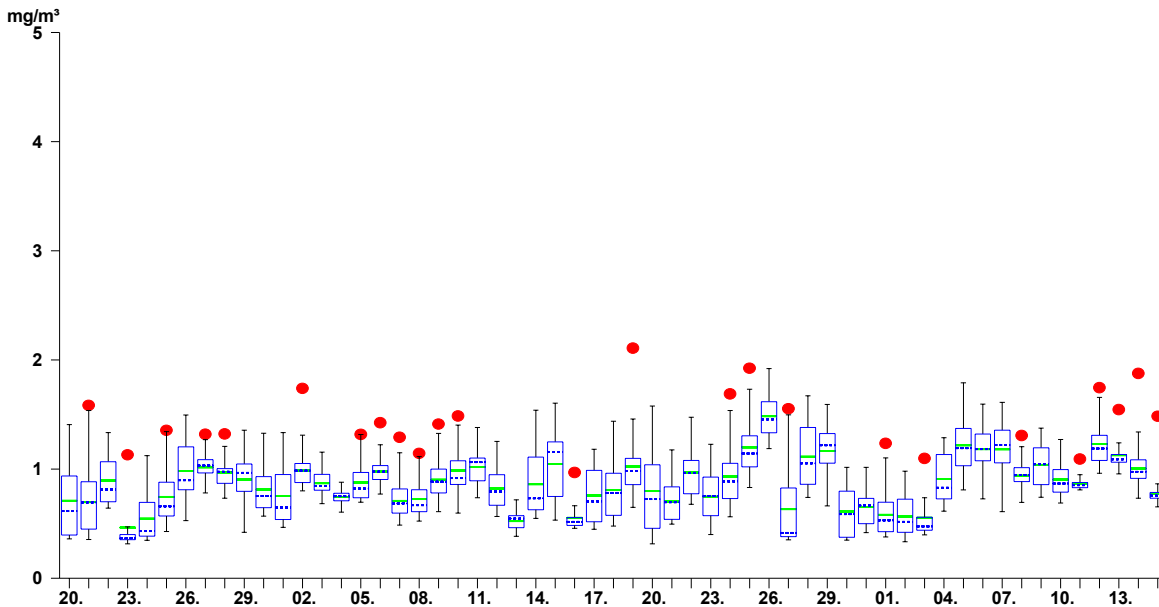
Zeitraum: 04.04.01-00:30 - 21.05.01-00:00 MEZ



04.04.2001 - 20.05.2001	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	1,748	20	LGBl.Nr. 5/1987	9 %
Mtmax	0,645			
MW8max	1,427	10 5	BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	14 % 29 %
TMWmax	0,783	7	LGBl.Nr. 5/1987	11 %
PMW	0,439			

Wintermessung

Station: MOBILE 1 Messwert: CO MW-Typ: HMW
Zeitraum: 20.11.01-00:30 - 16.01.02-00:00 MEZ



20.11.2001 - 15.01.2002	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	2,108	20	LGBl.Nr. 5/1987	11 %
Mtmax	1,389			
MW8max	1,658	10 5	BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	17 % 33 %
TMWmax	1,485	7	LGBl.Nr. 5/1987	21 %
PMW	0,875			

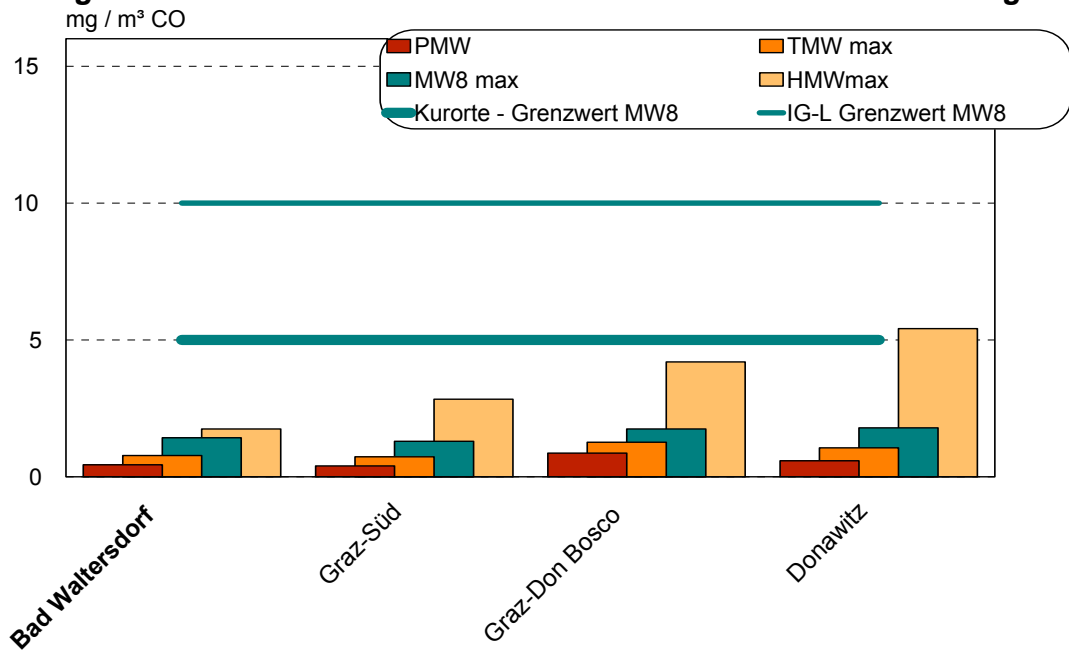
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der Kfz-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern jedoch im Allgemeinen stärker ab als bei den Stickstoffoxiden.

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 Bad Waltersdorf während beider Messungen deutlich unter den gesetzlichen Immissionsgrenzwerten der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987), des Immissionsschutzgesetzes-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) und der Kurorterichtlinie.

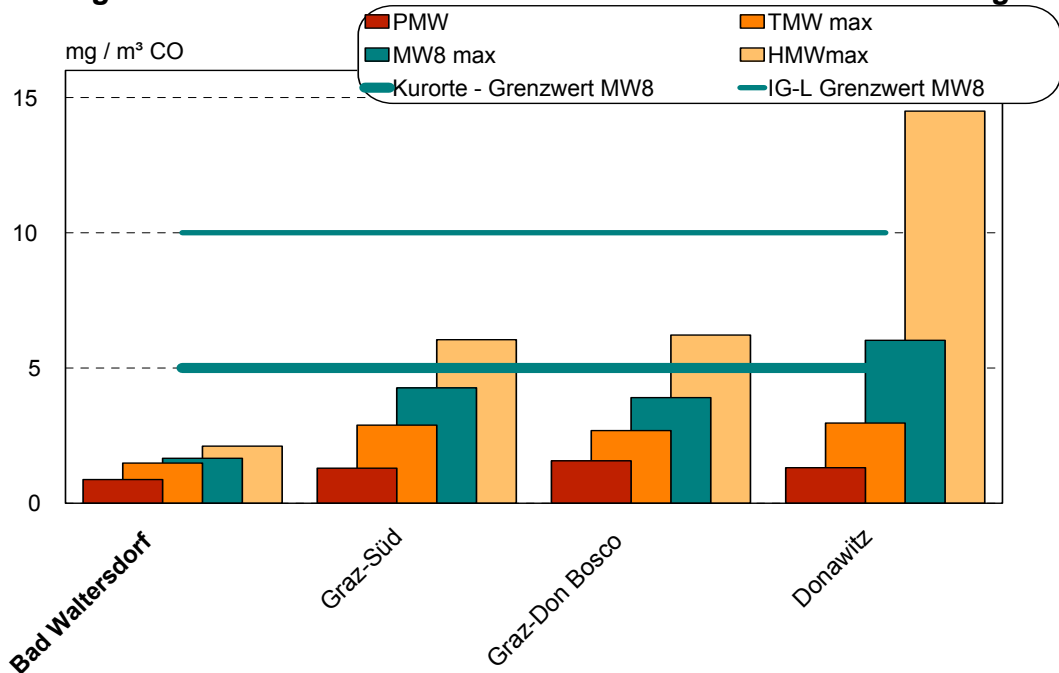
Im Vergleich mit anderen steiermärkischen Messstellen sind die Konzentrationshöhen sowohl hinsichtlich der Belastungsspitzen als auch der Grundbelastung als unterdurchschnittlich zu bezeichnen.

Vergleich der CO-Konzentrationen während der Sommermessungen



Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Vergleich der CO-Konzentrationen während der Wintermessungen



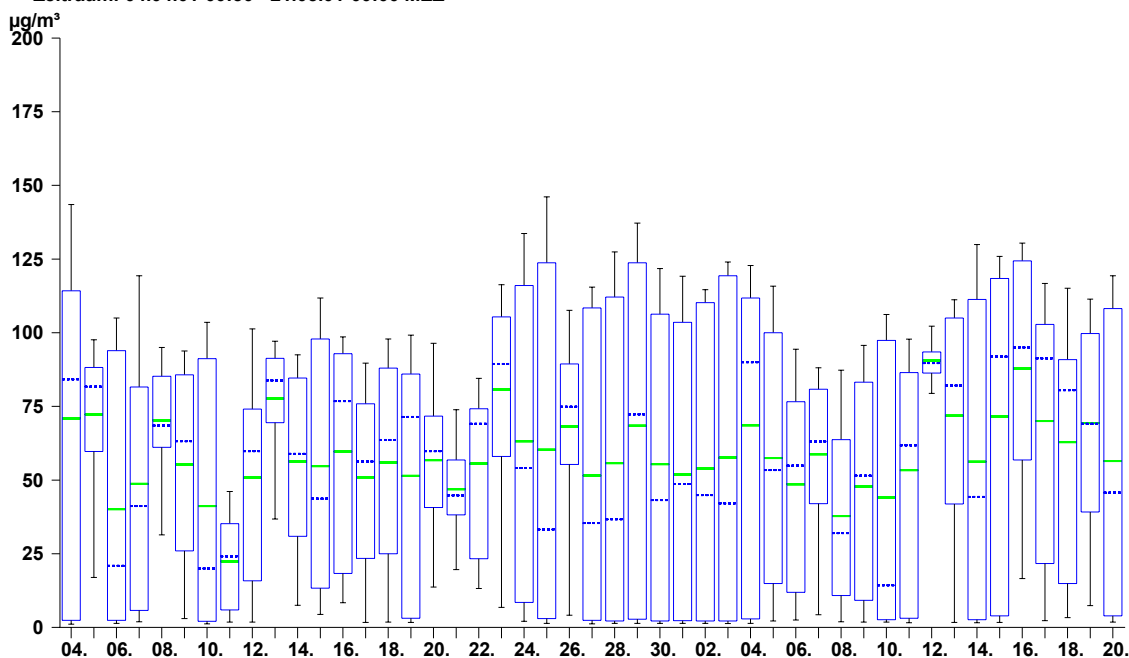
Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

4.2.6 Ozon (O₃)

Sommermessung

04.04.2001 - 20.05.2001	Messergebnisse O ₃ in µg/m ³	Grenzwerte O ₃ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	146	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	122 %
Mtmax	108			
MW8max	131	0,110	BGBI. I Nr. 115/1997	119 %
TMWmax	91			
PMW	59			

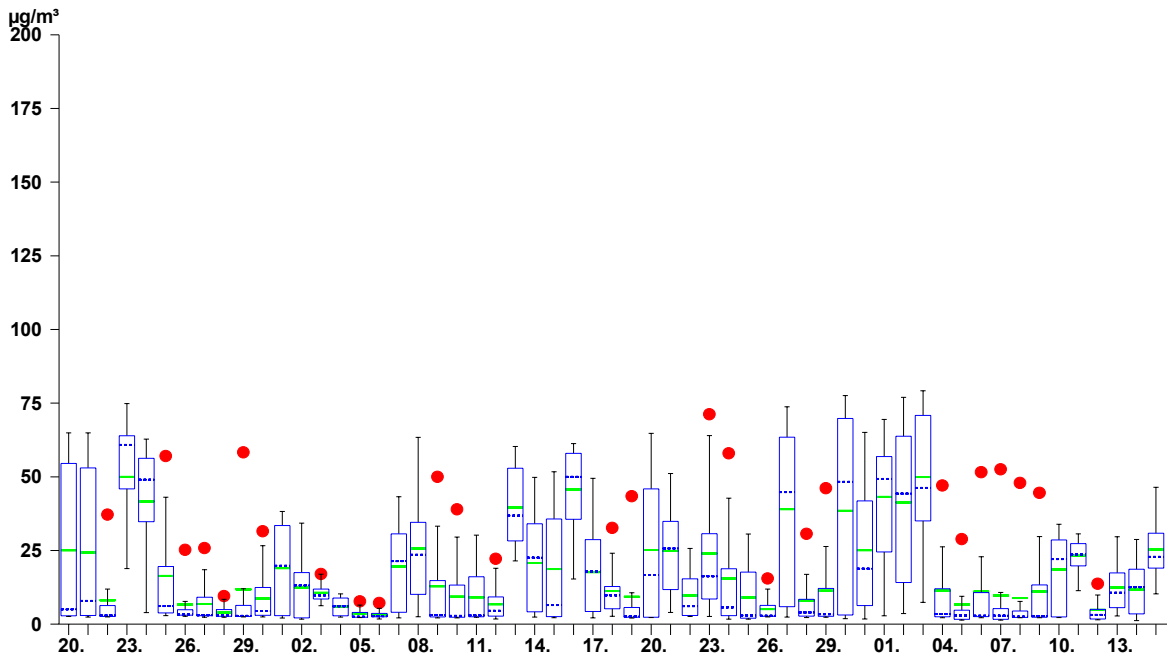
Station: MOBILE 1 Messwert: O₃ MW-Typ: HMW
Zeitraum: 04.04.01-00:30 - 21.05.01-00:00 MEZ



Wintermessung

20.11.2001 - 15.01.2002	Messergebnisse O ₃ in µg/m ³	Grenzwerte O ₃ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	79	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	66 %
Mtmax	44			
MW8max	74	0,110	BGBI. I Nr. 115/1997	67 %
TMWmax	50			
PMW	18			

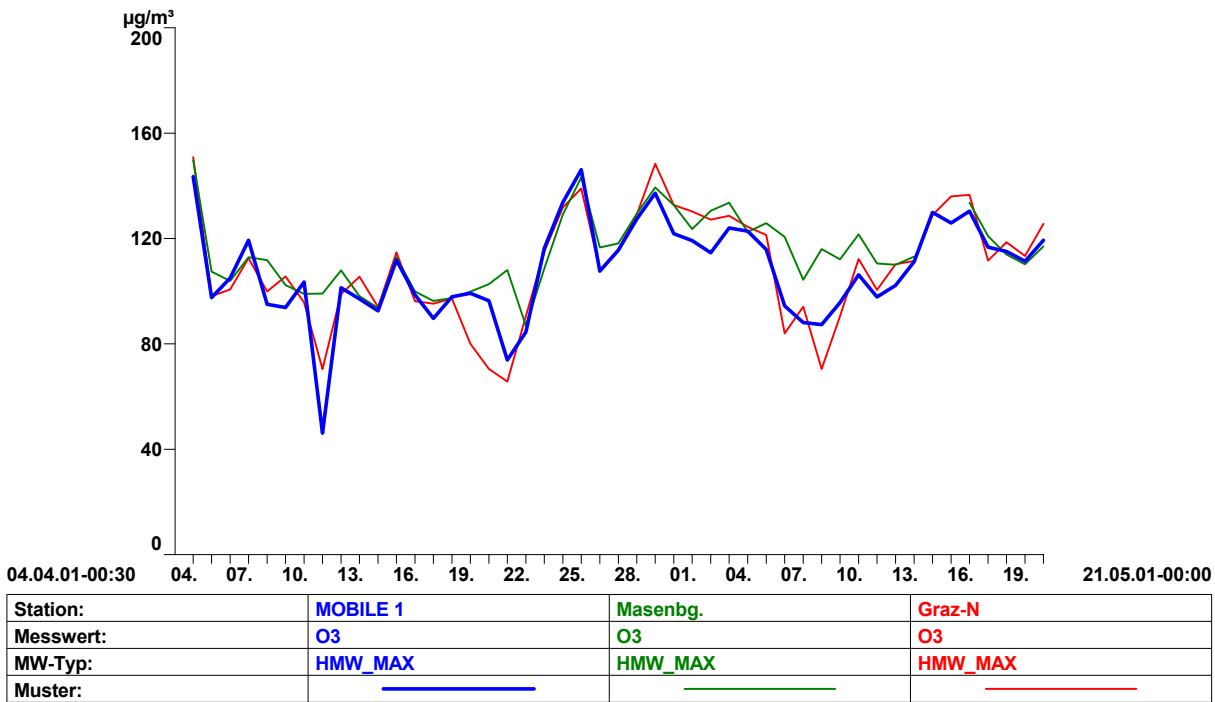
Station: MOBILE 1 Messwert: O3 MW-Typ: HMW
Zeitraum: 20.11.01-00:30 - 16.01.02-00:00 MEZ



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

Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass sich die täglichen Ozonspitzenkonzentrationen in Bad Waltersdorf (Sommermessung) im Allgemeinen etwa in der Größenordnung bewegen, wie sie an den Messstellen Graz - Nord und am Masenberg gemessen werden.



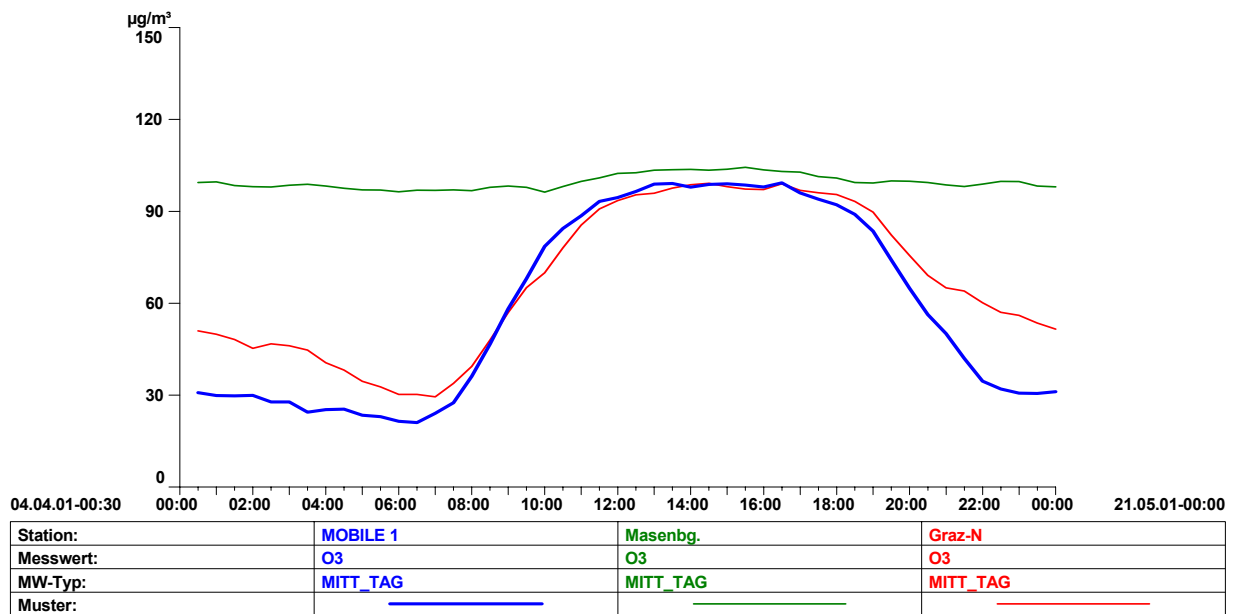
Der Ozontagesgang ist ebenfalls stark von der Höhenlage sowie von der Nähe zu Ballungszentren abhängig. Siedlungsnahе Talregionen mit höherer Grundbelastung an Ozonvorläufersubstanzen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt ein rasches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

Die Talstationen in Bad Waltersdorf und in Graz - Nord weisen einen für Tallagen typischen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsmaximum am Nachmittag auf. An der höher gelegenen Messstelle am Masenberg erfolgt hingegen keine nächtliche Konzentrationsabsenkung mehr.

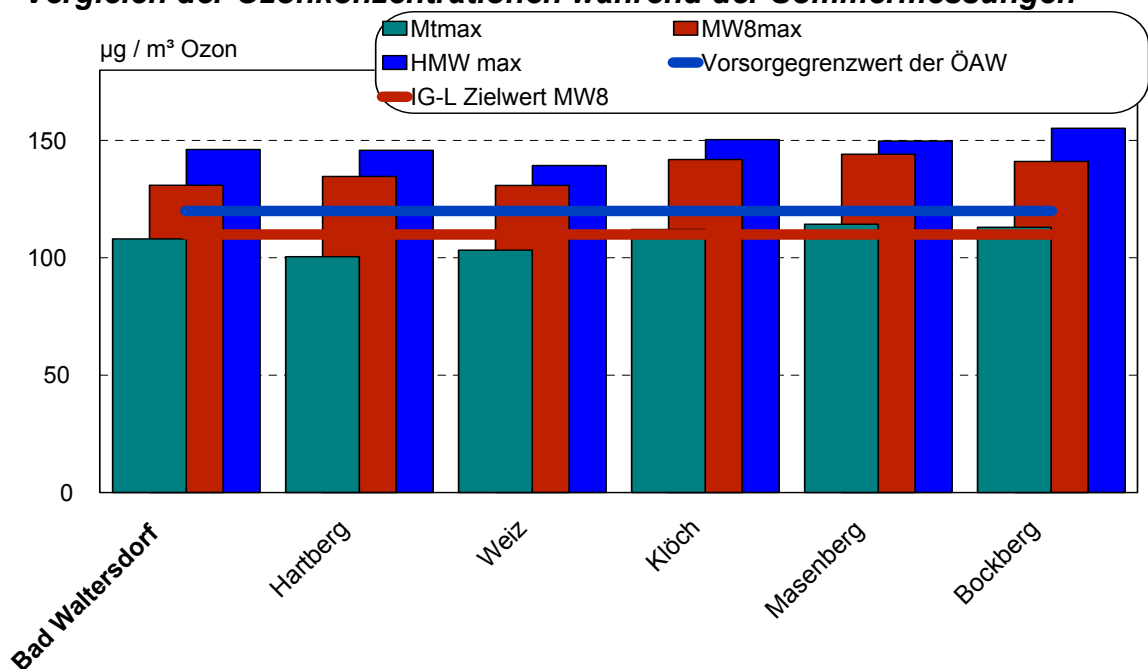


Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die erwartete Übereinstimmung mit den Witterungsverhältnissen. Während der Wintermessung blieben die Konzentrationen deutlich unter jenen der Sommermessung. Speziell bei strahlungsintensiven Hochdruck- und gradientschwachen Lagen wurden hohe Werte registriert.

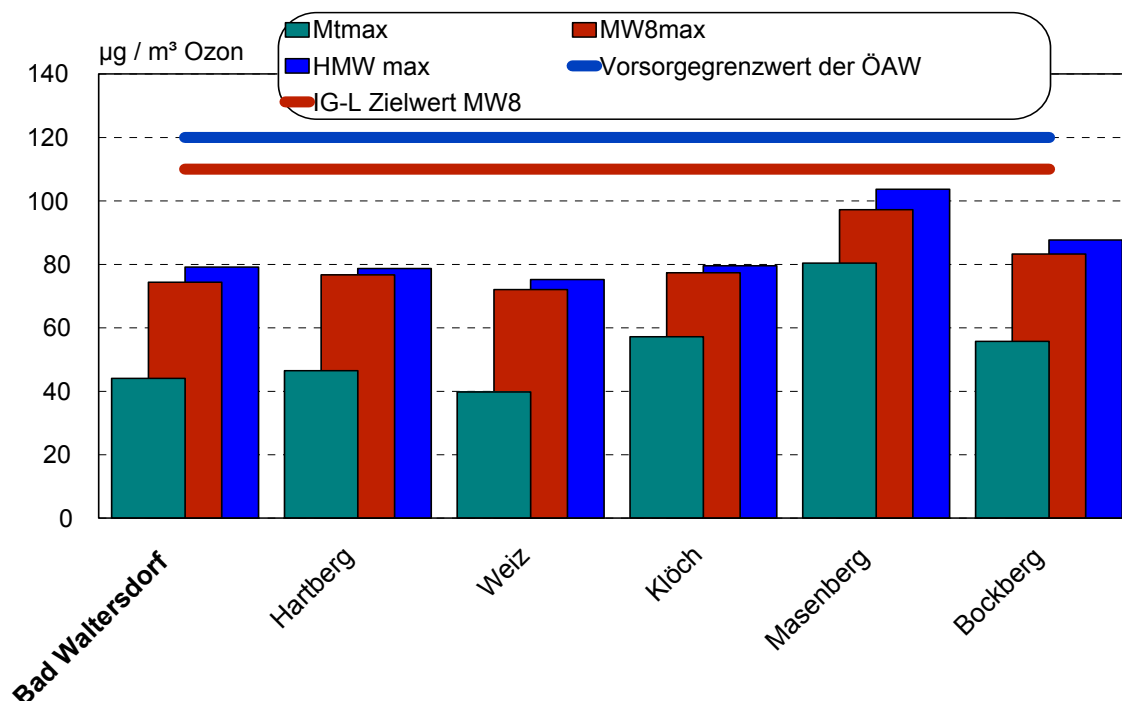
Dementsprechend wurde der maximale Achtstundenmittelwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) ebenso wie der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für den maximalen Halbstundenmittelwert während der Wintermessungen nicht, im Sommer hingegen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

Im Vergleich mit anderen Messstellen ergibt sich für beide Messungen ein der Lage von Bad Waltersdorf entsprechendes durchschnittliches Belastungsniveau.

Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Sommermessungen



Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Wintermessungen



4.3. Luftbelastungsindex

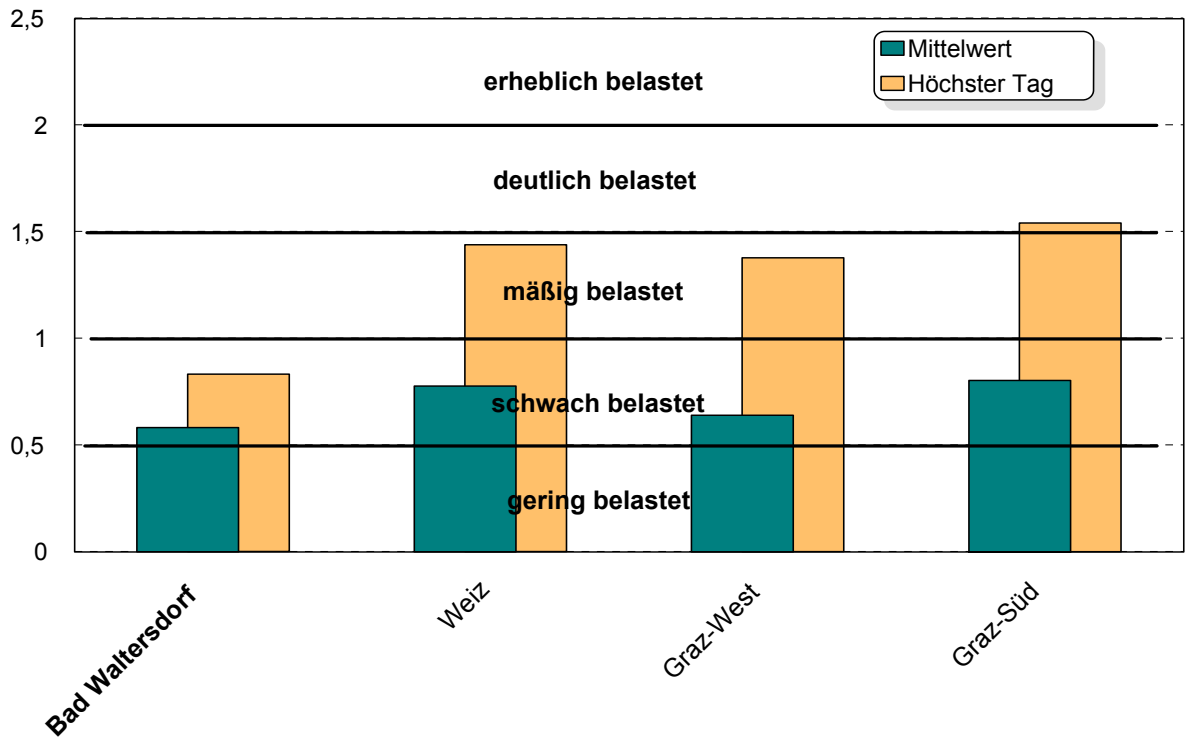
Eine relativ einfache Bewertungs- und Vergleichsmöglichkeit der Luftbelastung verschiedener Messstationen wird durch den Luftbelastungsindex ermöglicht.

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

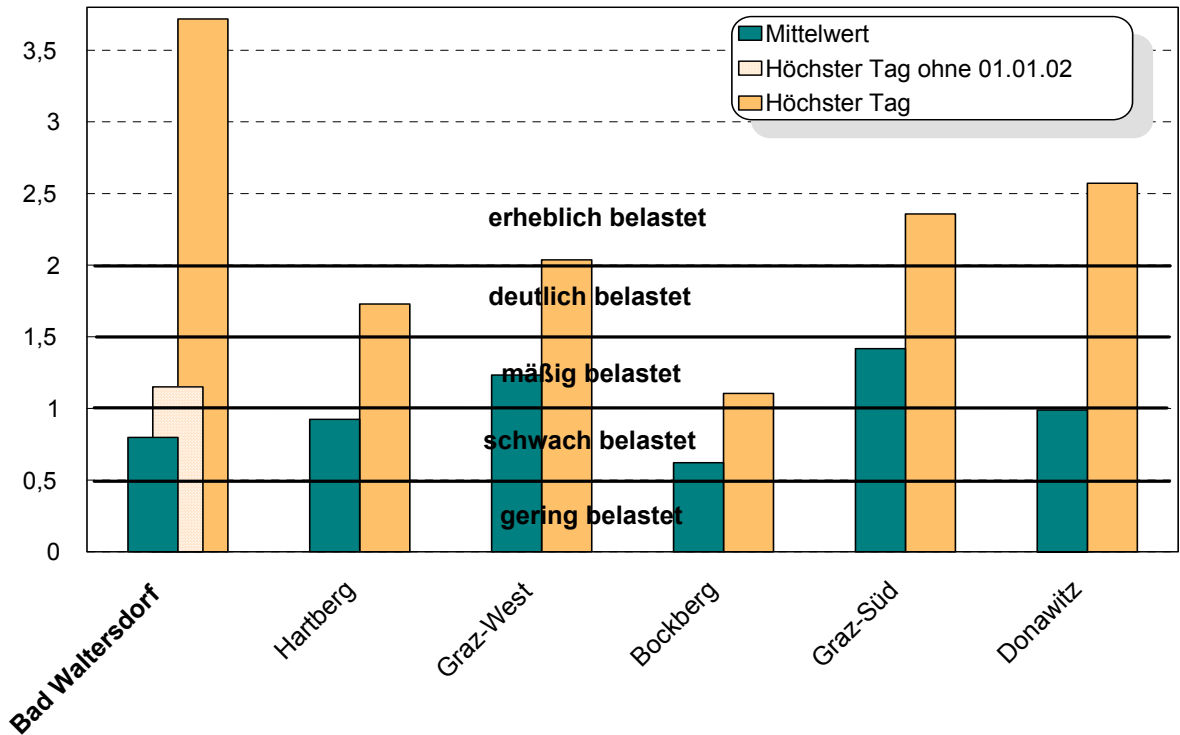
In nachfolgender Abbildung wird der Luftbelastungsindex für die Messperioden in Bad Waltersdorf im Vergleich zu weiteren steirischen Messstellen dargestellt.

Demnach wiesen die lufthygienischen Verhältnisse in Bad Waltersdorf im Sommer sowohl bei der Grundbelastung als auch am höchst belasteten Tag eine nur schwache Belastung auf. Im Winter stellte sich aufgrund des Silvesterfeuerwerks der Neujahrstag als erheblich belastet dar. Unter Ausblendung dieses Einzelereignisses ergaben die Indexwerte auch in diesem Zeitraum ein im steiermarkweiten Vergleich unterdurchschnittlich Belastungsniveau.

Luftbelastungsindex während der Sommermessungen



Luftbelastungsindex während der Wintermessungen



5. Integrale Messungen

5.1. Vorbemerkung

Ergänzend zu den mobilen Immissionsmessungen wurde in Bad Waltersdorf auch ein integrales Messnetz betrieben. Integrale Messungen sind in der Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ („Kurorterichtlinie“), herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, für die flächenhafte Interpretation der Immissionsbelastung vorgeschrieben. Auch hier wurde die Beurteilung der Immissionssituation nach Grenzwerten vorgenommen, die in dieser Richtlinie festgelegt sind.

5.2. Das Messnetz

Für die integralen Messungen gibt die Kurorterichtlinie sowohl die Mindestanzahl der Messpunkte als auch deren räumliche Verteilung vor. Zusätzlich werden die therapeutischen Bereiche, das Ortszentrum sowie das potentielle Immissionsmaximum als verpflichtende Probenahmepunkte genannt.

Bei den Auswertungen der Ergebnisse der bereits einleitend beschriebenen 7 Messpunkte (Kap. 1.) wurden die 14 Messperioden folgendermaßen zusammengefasst:

Wintersaison:	23.01.2001 - 20.03.2001 (1., 2. Messperiode)
	02.10.2001 - 21.02. 2002 (10. - 14. Messperiode)
Sommersaison:	20.03.2001 – 02.10.2001 (3. - 9. Messperiode)

5.3. Messmethodik

5.3.1 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 Staubmessung 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.

5.3.2 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 SO_2 , NO_2 , HCl und HNO_3 , 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 beträgt ca. vier 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 (mg/m^3) 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 Immissionsituation und in der Bestimmung längerfristiger Trends.

5.4. Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung der Luftqualität in Kurorten wird die Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ herangezogen. Diese wurde 1997 vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie herausgegeben, da weder das Bundesgesetz vom 2. Dezember 1958 über natürliche Heilvorkommen und Kurorte (BGBl. Nr. 272/1958) noch die ausführenden Landesgesetze (Stmk. Heilvorkommen- und Kurortegesetz, LGBl. Nr. 161/1962) Grenzwerte für Luftschadstoffimmissionen vorgeben.

Zwar liefern die Messungen mittels Badge-Sammler Konzentrationsangaben, diese sind aber als Mittelwert über die Messperiode (in der Regel 28 Tage) zu verstehen und können daher nicht direkt mit den obenstehenden Grenzwerten verglichen werden.

Nach den vorliegenden Erfahrungen und den Ergebnissen vergleichender Untersuchungen zwischen kontinuierlich registrierenden und integralen Messverfahren in steiri-

schen Messnetzen kann sowohl für Stickstoffdioxid als auch für Schwefeldioxid bei Einhaltung eines Messperiodenmittelwertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Erfahrungs-Richtwert auch die Erfüllung der Kriterien für Bäderkurorte der „Kurorterrichtlinie“ angenommen werden.

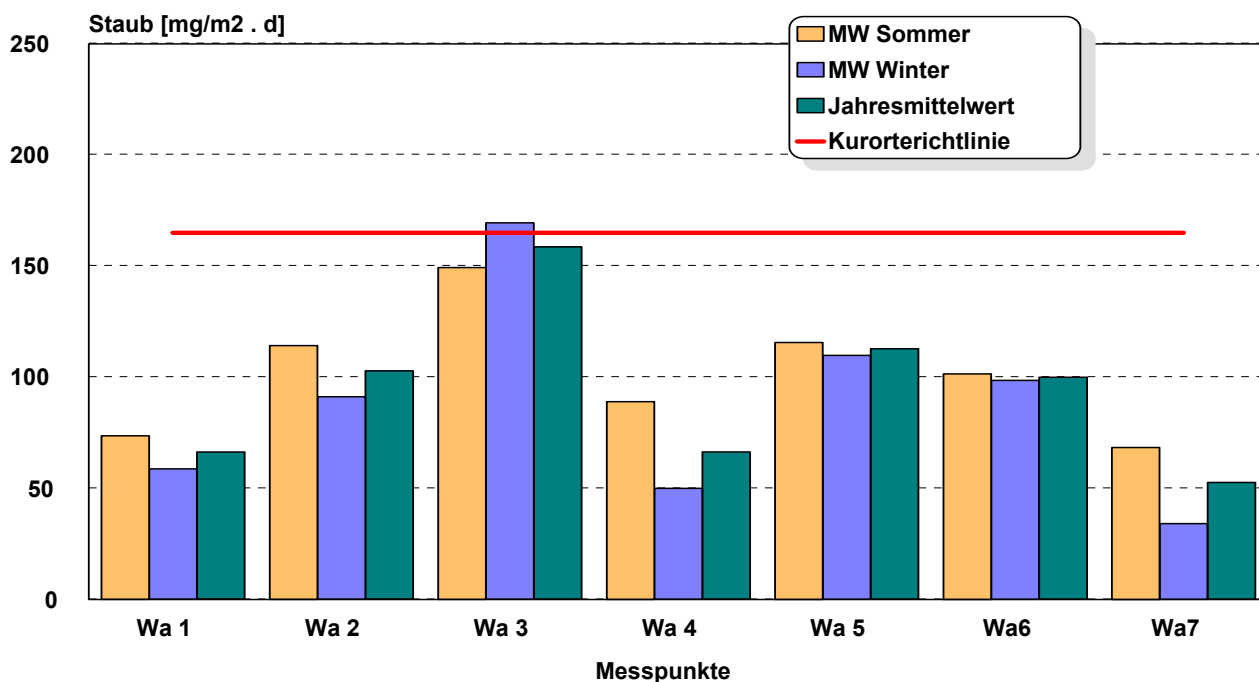
5.5. Darstellung der Messergebnisse

5.5.1 Gesamtstaubdeposition

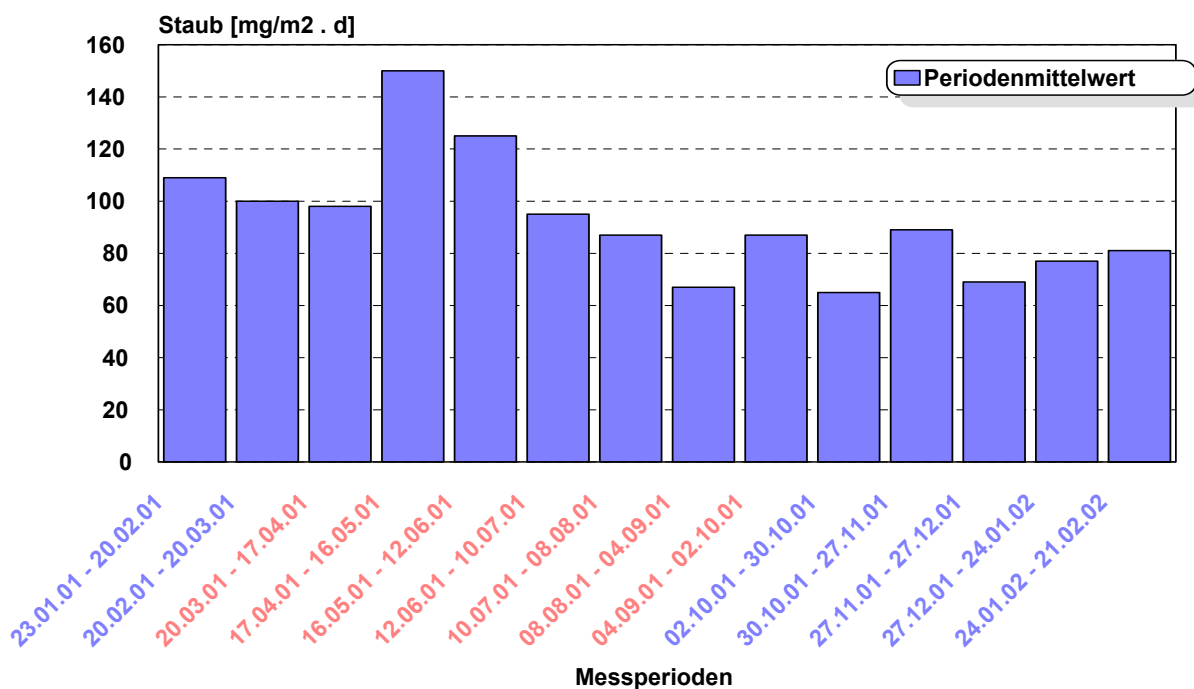
Zeitverlauf der Staubdeposition (in $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)

Messperioden	Wa 1	Wa 2	Wa 3	Wa 4	Wa 5	Wa 6	Wa 7	Perioden- mittelwert
23.01.01 - 20.02.01	66,6	151,0	208,4	27,6	138,1	136,2	35,0	109,0
20.02.01 - 20.03.01	62,6	92,4	244,5	65,2	132,2	85,8	17,7	100,0
20.03.01 - 17.04.01	73,6	161,3	91,7	64,4	129,2	93,9	70,3	97,8
17.04.01 - 16.05.01	122,3	161,4	283,7	124,8	93,5	-	116,2	150,3
16.05.01 - 12.06.01	92,0	112,3	176,4	139,0	151,2	112,6	90,5	124,9
12.06.01 - 10.07.01	62,2	101,3	-	-	153,2	-	63,3	95,0
10.07.01 - 08.08.01	-	-	94,9	-	99,2	112,7	40,5	86,8
08.08.01 - 04.09.01	33,2	72,5	110,7	38,9	95,5	77,9	37,0	66,5
04.09.01 - 02.10.01	58,2	76,2	138,4	77,7	87,3	110,5	60,8	87,0
02.10.01 - 30.10.01	43,1	78,1	-	52,3	74,4	89,8	54,5	65,4
30.10.01 - 27.11.01	88,7	85,4	-	87,3	89,8	122,6	61,1	89,2
27.11.01 - 27.12.01	-	-	113,7	27,5	113,4	73,9	14,4	68,6
27.12.01 - 24.01.02	43,4	58,9	149,1	40,5	120,8	103,5	21,7	76,8
24.01.02 - 21.02.02	47,1	81,0	130,7	49,0	99,0	77,7	-	80,8
Messpunktmittelwert	66,1	102,6	158,4	66,2	112,6	99,8	52,5	

Jahresmittelwert in Relation zum Grenzwert der „Kurorterrichtlinie“



Jahresgang der Staubbelastung

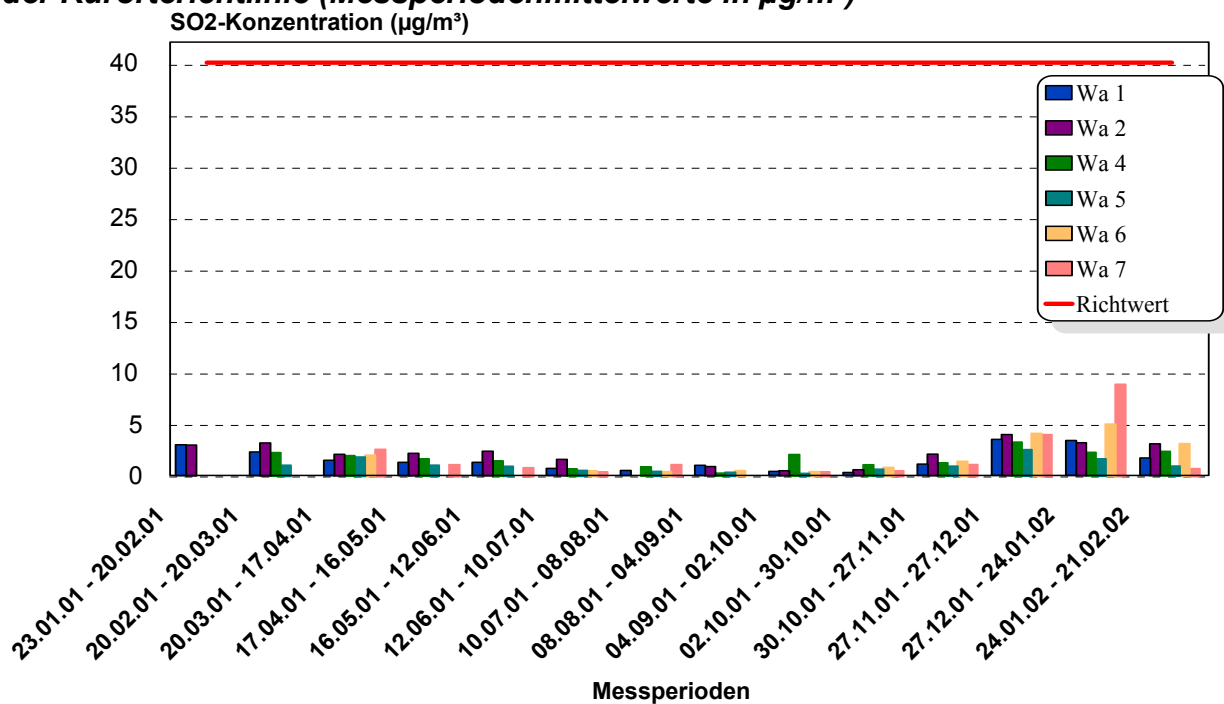


5.5.2 Konzentrationsmessungen

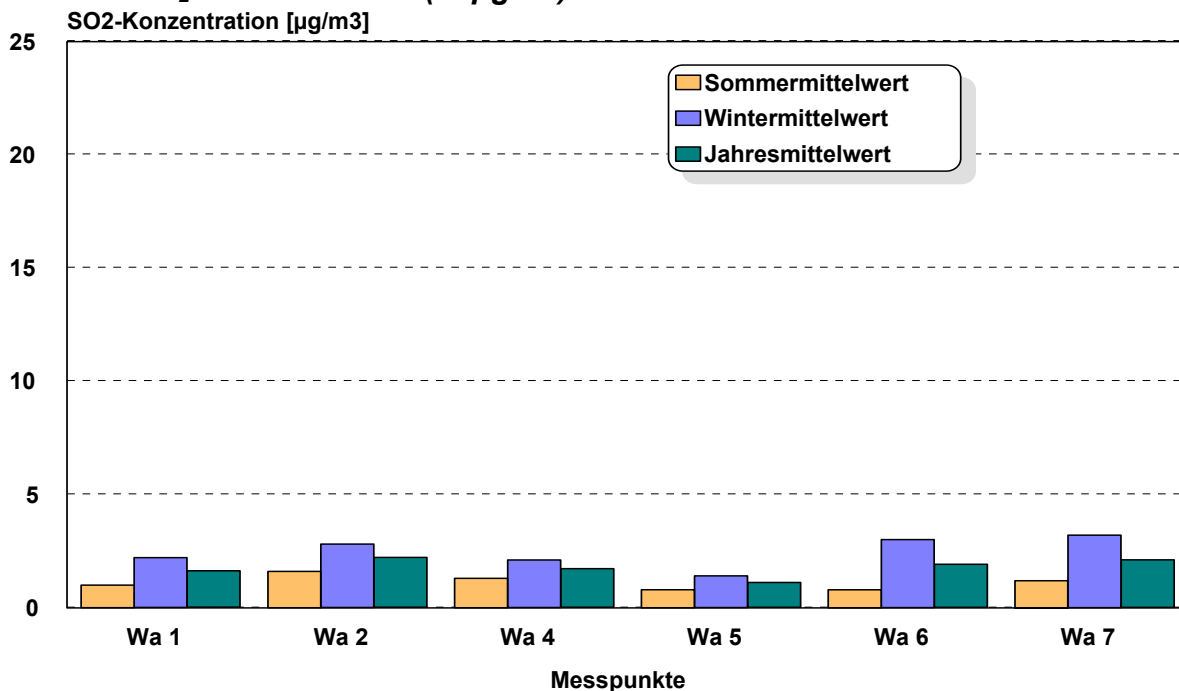
Zeitverlauf der Schwefeldioxid-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

SO2	Wa 1	Wa 2	Wa 4	Wa 5	Wa 6	Wa 7	Perioden- mittelwert
23.01.01 - 20.02.01	3,0	3,0	-	-	-	-	3,0
20.02.01 - 20.03.01	2,3	3,2	2,3	1,1	-	-	2,2
20.03.01 - 17.04.01	1,5	2,1	2,0	1,9	2,1	2,7	2,0
17.04.01 - 16.05.01	1,3	2,2	1,7	1,1	-	1,2	1,5
16.05.01 - 12.06.01	1,3	2,4	1,5	1,0	-	0,9	1,4
12.06.01 - 10.07.01	0,7	1,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,8
10.07.01 - 08.08.01	0,5	-	0,9	0,5	0,5	1,2	0,7
08.08.01 - 04.09.01	1,0	0,9	0,3	0,4	0,6	-	0,7
04.09.01 - 02.10.01	0,4	0,5	2,1	0,3	0,5	0,5	0,7
02.10.01 - 30.10.01	0,3	0,6	1,1	0,7	0,9	0,6	0,7
30.10.01 - 27.11.01	1,1	2,1	1,3	1,0	1,5	1,2	1,4
27.11.01 - 27.12.01	3,5	4,0	3,3	2,6	4,2	4,1	3,6
27.12.01 - 24.01.02	3,4	3,2	2,3	1,7	5,1	9,0	4,1
24.01.02 - 21.02.02	1,7	3,1	2,4	1,0	3,2	0,8	2,0
Messpunktmittelwert	1,1	1,7	2,2	2,1	1,9	1,6	

SO₂-Konzentration in Relation zum Erfahrungs-Richtwert für die Einhaltung der Kurorterrichtlinie (Messperiodenmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



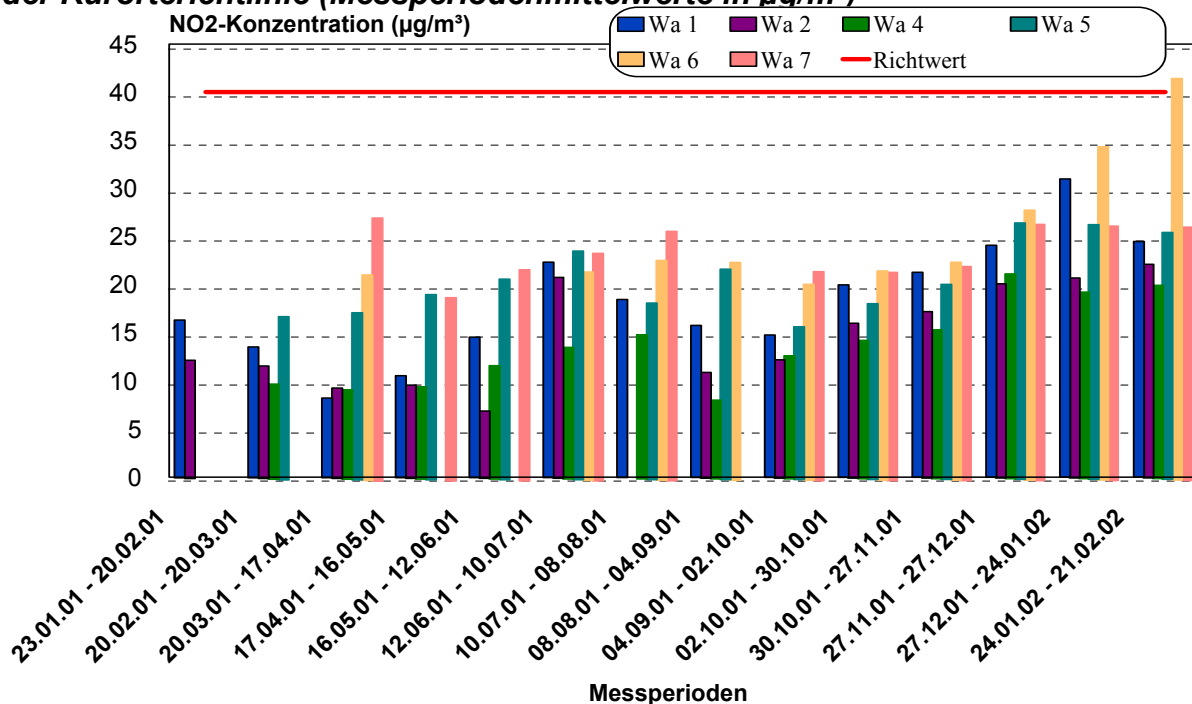
Mittlere SO₂-Konzentration (in µg/m³)



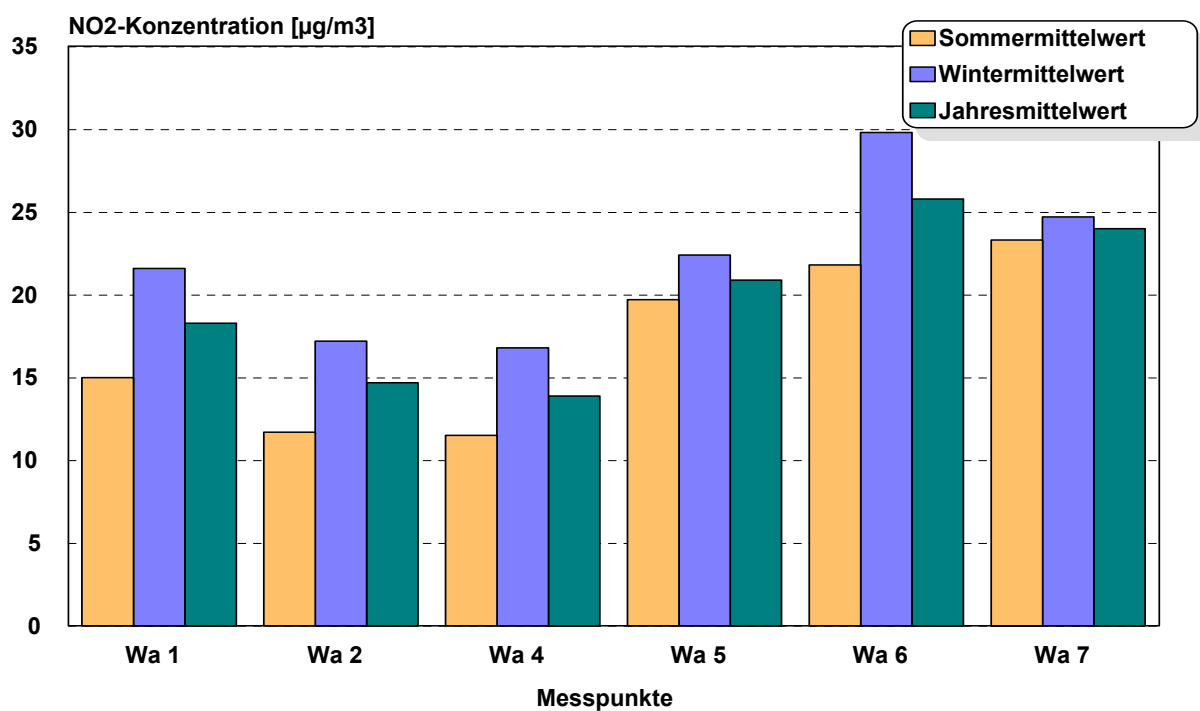
Zeitverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in µg/m³)

NO ₂	Wa 1	Wa 2	Wa 4	Wa 5	Wa 6	Wa 7	Perioden- mittelwert
23.01.01 - 20.02.01	16,4	12,3	-	-	-	-	14,4
20.02.01 - 20.03.01	13,6	11,7	9,9	17,0	-	-	13,1
20.03.01 - 17.04.01	8,3	9,4	9,3	17,4	21,4	27,4	15,5
17.04.01 - 16.05.01	10,6	9,7	9,6	19,3	-	19,1	13,7
16.05.01 - 12.06.01	14,6	7,0	11,8	20,9	-	22,0	15,3
12.06.01 - 10.07.01	22,4	20,9	13,7	23,8	21,7	23,7	21,0
10.07.01 - 08.08.01	18,5	-	15,0	18,4	22,9	26,0	20,1
08.08.01 - 04.09.01	15,8	11,0	8,2	21,9	22,7	-	15,9
04.09.01 - 02.10.01	14,8	12,3	12,8	15,9	20,4	21,8	16,3
02.10.01 - 30.10.01	20,0	16,1	14,4	18,3	21,8	21,7	18,7
30.10.01 - 27.11.01	21,3	17,3	15,5	20,3	22,7	22,3	19,9
27.11.01 - 27.12.01	24,1	20,2	21,3	26,7	28,1	26,7	24,5
27.12.01 - 24.01.02	31,0	20,8	19,4	26,5	34,7	26,5	26,5
24.01.02 - 21.02.02	24,5	22,2	20,1	25,7	41,8	26,4	26,8
Messpunktmittelwert	20,9	13,9	14,7	24,0	25,8	18,3	

NO₂-Konzentration in Relation zum Erfahrungs-Richtwert für die Einhaltung der Kurortrichtlinie (Messperiodenmittelwerte in µg/m³)



Mittlere NO₂-Konzentration (in µg/m³)



5.6. 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 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 und Frühsommer höher war als in den Herbst- und Wintermonaten.

Die Staubimmissionen lagen im Jahresdurchschnitt im Bereich zwischen 52,5 und 158,4 mg/m².d, wobei der höchste Jahresmittelwert am Messpunkt Wa 3 (Waltersdorfberg, Gasthaus Eberhardt) registriert wurde. Hierfür dürften sehr begrenzte lokale Staubaufwirbelungen verantwortlich gewesen sein, da die benachbarte Messstelle am Parkplatz des Gasthauses Eberhardt (Wa4) vergleichsweise niedrige Depositionsraten aufweist. Die Jahresmittelwerte blieben an allen Messpunkten unter dem in der Kurorterrichtlinie vorgeschriebenen Grenzwert von 165 mg/m².d.

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 - erhöhte Inversionsbereitschaft und daher schlechtere Ausbreitungsbedingungen - und der v.a. heizungsbedingt erhöhten Emissionen aber zu erwarten. Der in den Beurteilungsgrundlagen angegebene Richtwert für Bäderkurorte von 40 µg/m³ über eine Messperiode wurde bei Schwefeldioxid nicht überschritten.

Bei Stickstoffdioxid wurde in der letzten Messperiode aus nicht eindeutig nachvollziehbaren Gründen an der Messstelle Wa 6 (Schule, Sportplatz) eine Überschreitung des Richtwertes festgestellt.

Zusammenfassend ergaben die integralen Immissionsmessungen von Jänner 2001 bis Februar 2002, dass die lufthygienischen Bedingungen in Bad Waltersdorf hinsichtlich der Deposition von Staub und der integral erhobenen Konzentrationen von SO₂ den Vorgaben der Kurorterrichtlinie bzw. des Erfahrungs-Richtwertes für den Messperiodenmittelwert entsprechen. Hinsichtlich der verkehrsverursachten NO₂-Konzentration wurde zwar der Richtwert für Bäderkurorte überschritten, es sind jedoch, wie auch aus den Ergebnissen der mobilen Messungen gefolgert werden kann, keine Überschreitungen von Grenzwerten nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten zu erwarten.

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, 2001 und 2002:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
April, Mai, November, Dezember 2001, Jänner 2002. 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 Immissionsgrenzwerteverordnung des Landes (LGBl. Nr.5/1987) und des Immissionsschutzgesetzes-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997) sind die Kennwerte als maximale Tages- und Halbstundenmittelwerte, für den von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlenen Vorsorgegrenzwert der maximale Ozon - Halbstundenmittelwert angegeben.

Messperiodenmittelwert (PMW)

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

Mittleres tägliches Maximum (Mtmax)

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

Maximaler Tagesmittelwert (TMWmax)

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

Maximaler Achtstundenmittelwert (MW8max)

Im Immissionsschutzgesetz-Luft und in der 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	NIED	Niederschlag
WIGE	Windgeschwindigkeit	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 aufgezichnet werden, ist es notwendig, einen entsprechenden Kompromiss zu finden, um die Luftgütesituation eines Ortes prägnant und übersichtlich darzustellen.

Zeitverlauf

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

Mittlerer Tagesgang

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

Box Plot

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

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

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

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

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

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