



Luftgütemessungen Bad Aussee

Juli 1999 bis Juli 2000

Lu-07-01

Autor

(im Auftrag der FA1a)

ARGE LÖSS Ges.b.R

Arbeitsgemeinschaft f. Landschafts- u.
Ökosystemanalysen Steiermark
BADER BRAUN SCHLEICHER SULZER
Schillerstraße 52 / I; A-8010 Graz
Tel.: 0316 / 81 45 51

Bearbeitung: Norbert Braun

Projektleitung

Mag. Andreas Schopper

Messtechnik

(mobile Messstation)

Gerhard Schrempf

**Messnetzbetreuung und
Laboranalytik**

(integrales Messnetz)

Waltraud Köberl

Herausgeber

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 1a,
Referat Luftgüteüberwachung
Landhausgasse 7,
8010 Graz

Dieser Bericht ist im Internet unter folgender Adresse verfügbar:

http://www.stmk.gv.at/umwelt/luis/umweltschutz/luftreinhaltung/MOBILE_MESSUNGEN/BadAussee/BadAussee.htm

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung

1. Einleitung	1
2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe in Bad Aussee	3
3. Mobile Immissionsmessungen	4
3.1. Ausstattung und Messmethoden	4
3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen	5
3.2.1. Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr. 5/ 1987)	5
3.2.2. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997).....	5
3.3. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen.....	7
3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe	11
3.4.1. Schwefeldioxid (SO ₂)	11
3.4.2. Schwebstaub	15
3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO)	19
3.4.4. Stickstoffdioxid (NO ₂)	23
3.4.5. Kohlenmonoxid (CO).....	28
3.4.6. Ozon (O ₃).....	32
3.5. Luftbelastungsindex	38
4. Integrale Messungen	40
4.1. Vorbemerkung	40
4.2. Das Messnetz	40
4.3. Messmethodik	41
4.3.1. Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren	41
4.3.2. Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit Badge-Sammlern	41
4.4. Beurteilungsgrundlagen	42
4.5. Darstellung der Messergebnisse	43
4.5.1. Gesamtstaubdeposition	43
4.5.2. Konzentrationsmessungen	45
4.6. Zusammenfassende Beurteilung	50

5. Literatur	52
6. Anhang	54

Luftgütemessungen Bad Aussee

Zusammenfassung

Die **Luftgüteuntersuchungen in Bad Aussee** 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 von 27.07.1999 bis 28.09.1999 (Sommermessperiode) und von 12.01.2000 bis 15.02.2000 (Wintermessperiode) durchgeführt. Das integrale Messnetz wurde im Zeitraum von 06. 07. 1999 bis 10. 07. 2000 betrieben.

Die **mobilen Immissionsmessungen** wurden im Sommer beim „Vital Bad“ Aussee und im Winter an einem Standort im Kurpark vorgenommen, um die vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen im Bereich zentraler Kureinrichtungen erheben und beurteilen zu können.

Für den Luftschadstoff **Stickstoffdioxid** wurden während der Wintermessperiode mehrfach Grenzwertüberschreitungen nach der für die vorliegende Fragestellung relevanten „Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ (hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie) registriert. Die ungünstigen topographischen und immissionsklimatischen Verhältnisse sowie die prekäre Verkehrssituation im Zentrum führten hier immer wieder zu erhöhten NO₂-Immissionen, sowohl in der Grundbelastung (Tagesmittelwert), als auch in den Konzentrationsspitzen (Halbstundenmittelwert). In Bad Aussee wird der Großteil des lokalen Verkehrs zwischen Altaussee, Grundlsee und Obertraun nach wie vor direkt durch das Ortszentrum abgewickelt. Zusätzlich kommt es durch die bauliche Beengtheit häufig zu Stauungen und einem permanenten „stop and go“-Verkehr, der zu verstärkten Schadstoffemissionen führt. Während der Sommermessperiode blieben die Konzentrationen unter den Grenzwerten der Kurorterichtlinie.

Hinsichtlich der weiteren Primärschadstoffe **Schwefeldioxid**, **Schwebstaub**, **Stickstoffmonoxid** und **Kohlenmonoxid** wurden sowohl die Grundbelastung (längerfristige Mittelwerte) als auch die Spitzenkonzentrationen betreffend während beider Messperioden keine Überschreitungen gesetzlicher Grenzwerte oder der Grenzwerte der Kurorterichtlinie festgestellt.

Die **Ozon**werte blieben in einem den Jahreszeiten und dem Witterungsverlauf sowie der Lage des Standortes entsprechenden Konzentrationsbereich. Der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlene Vorsorgegrenzwert für den maximalen Halbstundenmittelwert wurde lediglich an fünf Tagen während der Sommermessungen überschritten.

Die **integralen Messungen** erbrachten hinsichtlich des Jahresganges der Gesamtstaubdeposition im Frühjahr etwas höhere Staubbelastungen als in den Herbst- und Wintermonaten, was sowohl auf die vorherrschende Witterung als auch auf Vegetationseinflüsse zurückzuführen sein dürfte. Der Grenzwert der Kurorterichtlinie wurde an allen Messpunkten eingehalten.

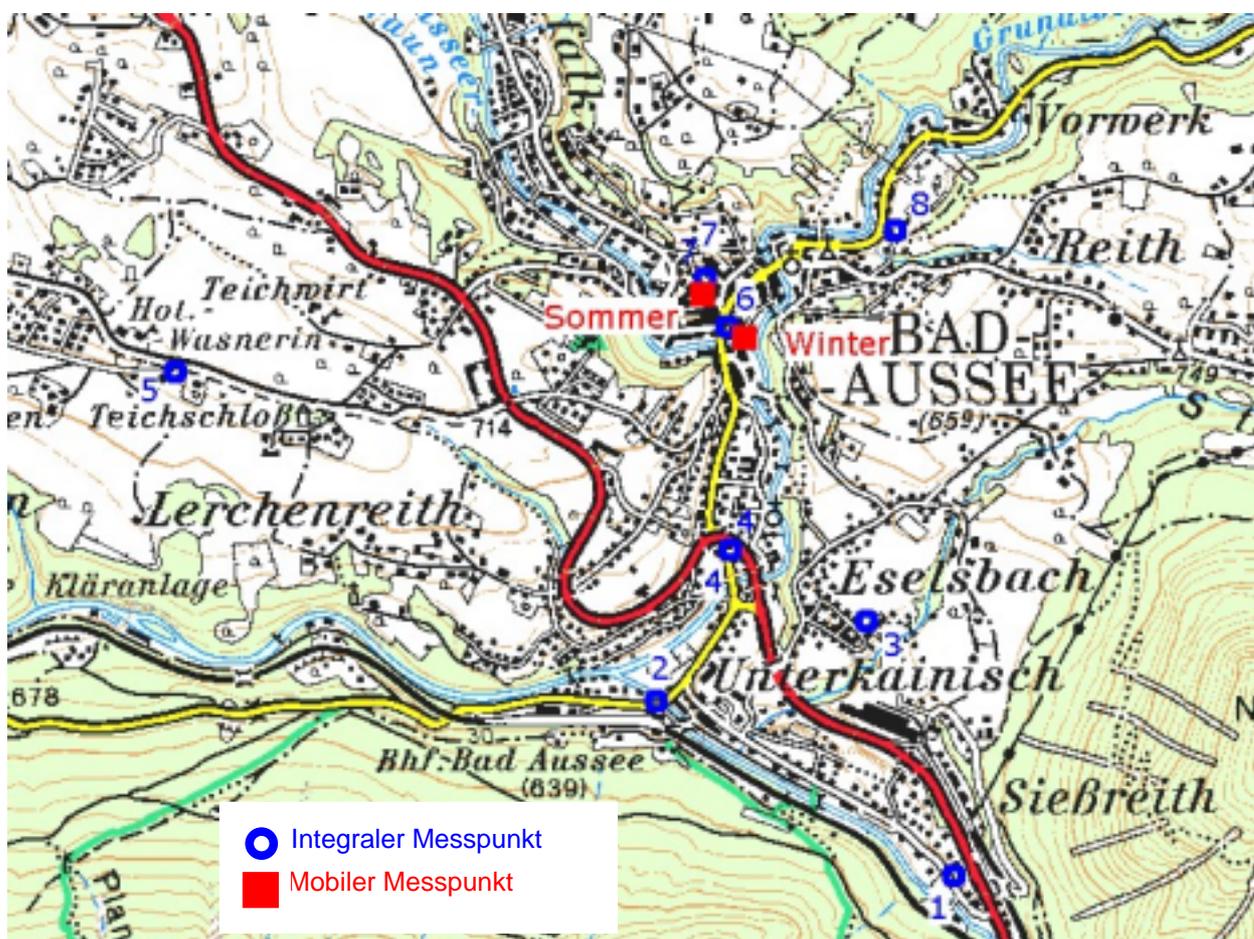
Die integralen Konzentrationsmessungen bestätigen weitgehend die Ergebnisse der mobilen Messungen. Für den Schadstoff Stickstoffdioxid muss im Winterhalbjahr im gesamten zentralen Siedlungsraum von Bad Aussee temporär mit Überschreitungen der Grenzwerte der Kurorterichtlinie gerechnet werden. Für Schwefeldioxid weisen die integralen Messergebnisse auf ein allgemeines Einhalten der Vorgaben der Kurorterichtlinie hin.

Zusammenfassend ergaben die Immissionsmessungen, dass die Luftqualität in Bad Aussee im Winterhalbjahr momentan den Vorgaben, die an Luft- und heilklimatische Kurorte gestellt werden, nicht entspricht. Da neben den ungünstigen topographischen und immissionsklimatischen Verhältnissen zum allergrößten Teil der Kfz-Verkehr für die Belastungen verantwortlich ist, ist eine wirkliche Verbesserung der Immissionssituation nur durch eine großzügige Lösung der lokalen Verkehrsproblematik denkbar.

1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Bad Aussee wurden auf Ansuchen der Gemeinde von der Fachabteilung 1a, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation sowie eines einjährig betriebenen integralen Messnetzes. Den Anlass für die Messungen stellte die im Kurortgesetz vorgeschriebene Kontrollmessung dar, wobei zuletzt im Frühsommer bzw. im November und Dezember 1992 kontinuierliche Messungen durchgeführt worden waren.

Das Messnetz Bad Aussee 1999/2000



Die **mobilen Immissionsmessungen** umfassten eine Sommermessperiode vom 27.07.1999 bis 28.09.1999 und eine Wintermessperiode vom 12.01.2000 bis 15.02.2000. Für den mobilen Messcontainer wurde im Sommer ein Standort beim Vitalbad in ca. 665 m Seehöhe und im Winter einer, wie schon bei den Messungen im Winter 1992, im Kurpark in 650 m Seehöhe ausgewählt, um die im zentralen Orts- und

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.

***Die mobilen Messstandorte
in Bad Aussee***

***Sommermessung im Park
des Vitalbades***



Wintermessung im Kurpark



Die **integralen Messungen**, die eine flächenhafte Interpretation der Luftschadstoffbelastungen ermöglichen, erfolgten von Juli 1999 bis Juli 2000 und umfassten 13 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 Aussee wurden an 8 Standorten integrale Messeinrichtungen installiert, die nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt wurden:

Messpunktbeschreibung:

Nr.	Lage des Messpunktes	Charakteristik / Messziel
BA1	Unterkainisch	peripheres Wohngebiet
BA2	Bahnhof	Schulzentrum
BA3	Eselsbachsiedlung	peripheres Wohngebiet
BA4	Bahnhofstraße	potentielles Immissionsmaximum
BA5	Lerchenreith	Hintergrundmesspunkt
BA6	Kurpark	Kurzentrums, pot. Immissionsmaximum
BA7	Vitalbad Aussee	Kurzentrums
BA8	Pfarrgrabenweg	Seniorenwohnheim

2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe in Bad Aussee

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

Das Klima im Raum Bad Aussee entspricht nach H. Wakonigg der Klimalandschaft der „mäßig winterkalten Talklimate der Nördlichen Kalkalpen“. Das Klima kann als mäßig winterkaltes, mäßig sommerwarmes, ozeanisch beeinflusstes, niederschlags- und schneereiches Laubwaldklima beschrieben werden (H. Wakonigg 1978, 393f).

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt in Bad Aussee im langjährigen Durchschnitt (Periode 1951-70) 6,9 °C, wobei im Jänner -3,6 °C und im Juli 16,1 °C erreicht werden.

Die Jahresniederschlagssumme liegt bei 1494 mm, die an rund 160 Tagen im Jahr fallen. Der niederschlagsärmste Monat ist der Jänner mit knapp über 90 mm, die niederschlagsreichste Jahreszeit ist der Sommer (Juli über 220 mm).

Die mittleren Windgeschwindigkeiten erreichen in Bad Aussee 2 m/s (Mittel 1963 – 1970), wobei die Durchlüftungsbedingungen aufgrund der abgeschirmten Beckenlage eher ungünstig einzustufen sind. Die Windrichtungsverteilung im Ausseer Becken ist zu einem guten Teil von lokalen Windsystemen mit dem Talverlauf entsprechenden Richtungen geprägt.

3. Mobile Immissionsmessungen

3.1. Ausstattung und Messmethoden

Die mobile Luftgütemessstation zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO₂), Schwebstaub, Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂), Kohlenmonoxid (CO) und Ozon (O₃) auf.

Der Messcontainer ist mit kontinuierlich registrierenden Immissionsmessgeräten ausgestattet, die nach folgenden Messprinzipien arbeiten:

Schadstoff	Messmethode	Gerätetyp
Schwefeldioxid SO ₂	UV-Fluoreszenzanalyse	Horiba APSA 350E
Schwebstaub	Beta-Strahlenabsorption	Horiba ABDA 350E
Stickstoffoxid NO, NO ₂	Chemilumineszenzanalyse	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 betrieben.

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

Luftgüteüberwachungszentrale übertragen, wo sie nochmals hinsichtlich ihrer Plausibilität geprüft werden.

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

3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen

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

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

Für den Messstandort Bad Aussee 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.

3.2.2. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997)

Das Immissionsschutzgesetz-Luft definiert für einige in EU - Richtlinien festgelegte Schadstoffe Grenzwerte, die vor allem den KFZ - Verkehr betreffen. Diese sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben (Grenzwerte jeweils in mg/m³):

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

MW8 = maximaler Achtstundenmittelwert

JMW = Jahresmittelwert

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

3.2.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

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

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

3.2.4. 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 heilklimatische Kurorte und Luftkurorte sind demnach folgende Immissionsgrenzwerte einzuhalten (in µg/m³):

Schwefeldioxid	HMW	100
----------------	-----	-----

	TMW	50
Stickstoffdioxid	HMW	100
	TMW	50
Kohlenmonoxid	Achtstundenmittelwert (MW8)	5 mg/m ³
Schwebstaub	TMW	120

3.3. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen

Sommermessperiode: 27. Juli bis 28. September 1999

Die erste Dekade der Sommermessperiode stand im Zeichen geringer Luftdruckgegensätze, wobei sich zu Beginn in der feuchtlabilen Luft über dem Alpenraum häufig Gewitter ausbildeten. Durch verstärkten Einfluss eines ausgedehnten Hochdruckgebietes über Skandinavien verringerte sich die Gewitterneigung vorübergehend, lebte jedoch aufgrund der Zufuhr schwülwarmer Luftmassen aus Südwest ab Ende der ersten Augustwoche wieder auf. Die Temperaturen stiegen in diesem Zeitraum sukzessive an und erreichten am 9.8. einen Höchstwert von über 30 °C.

Mit dem Übergreifen einer Kaltfront erfolgte am nächsten Tag ein deutlicher Temperaturrückgang. In der Folge dominierte unter Zufuhr nur mäßig warmer, feuchter Luft aus West bis Nordwest und gleichzeitig schwachem Einfluss eines Tiefdruckgebietes über Oberitalien wechselhaftes, zumeist stark bewölktetes Wetter, das in der Steiermark immer wieder für Niederschläge sorgte.

Nach kurzem Zwischenhocheinfluss stellte sich erneut wolkenreiches, unbeständiges Westwetter ein. Danach festigte sich Hochdruckeinfluss mit lokalen morgendlichen Nebelfeldern und tagsüber meist sonnigem Wetter.

Die Schönwetterphase wurde mit dem Durchzug eines Tiefdruckgebietes, das am 27.8. verbreitet Niederschläge verursachte, beendet. In der Folge dauerte bei flacher Druckverteilung wechselnd bis stark bewölktetes Wetter mit erhöhter Gewitterneigung bis zum Monatsende an.

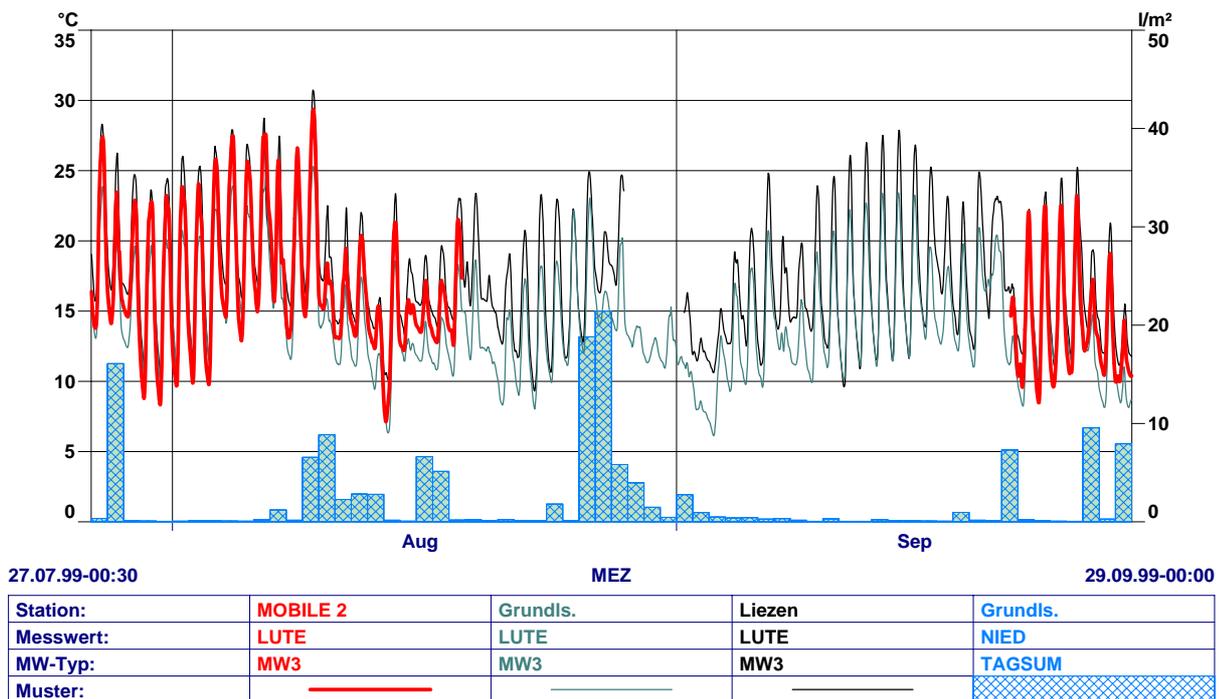
Zu Septemberbeginn erfasste ein Tiefdruckgebiet, das sich von der Slowakei nach Süden verlagerte, den Ostalpenraum und bewirkte bewölktetes und regnerisches Wetter. Nach nur zögernder Wetterbesserung überquerte am 7.9. erneut eine Störung, die verbreitet Gewitter und Schauer auslöste, Österreich.

In der Folge setzte sich Hochdruckeinfluss durch, der eine lang anhaltende Schönwetterperiode einleitete. Bei bereits starker nächtlicher Abkühlung bildeten sich häufig morgendliche Nebel- und Hochnebefelder, die sich jedoch rasch auflösten. Tagsüber erreichten die Temperaturen in Bad Aussee noch Werte bis 28 °C.

Verstärkte Zufuhr feuchtmilder, labil geschichteter Luftmassen aus Südwest leitete ab 16.9. einen dynamischeren Witterungsablauf ein. Bei stark quellender Bewölkung konnten sich immer wieder gewittrige Regenschauer ausbilden.

Ein Frontdurchgang verursachte am 21.9. verbreitet Niederschläge, mit steigendem Luftdruck setzte jedoch rasche Wetterberuhigung ein. Die neuerlich auflebende West- bis Südwestströmung führte in den folgenden Tagen mehrfach Störungsausläufer, die allerdings meist nur eher schwach wetterwirksam blieben, heran und blieb bis Ende der Messperiode wetterbestimmend.

Lufttemperatur und Niederschläge im Raum Bad Aussee während der Sommermessperiode



Die Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

Wintermessperiode: 12. Jänner bis 15. Februar 2000

Zu Beginn der Wintermessung herrschte Hochdruckeinfluss mit klarem und vor allem in den Nächten kaltem Winterwetter vor.

Danach setzte ab 16. 1. eine kräftige Nordwestströmung ein, die zu einer Frostmilderung führte. Zudem überquerten in rascher Folge Störungen den Ostalpenraum, die vor allem nördlich des Alpenhauptkammes Niederschläge verursachten.

Mit der Drehung der Strömung auf Nord wurden folglich wieder kältere Luftmassen herangeführt. Eine eingebettete Kaltfront sorgte im Nordstaubereich am 21. und an den Folgetagen verbreitet für Niederschläge.

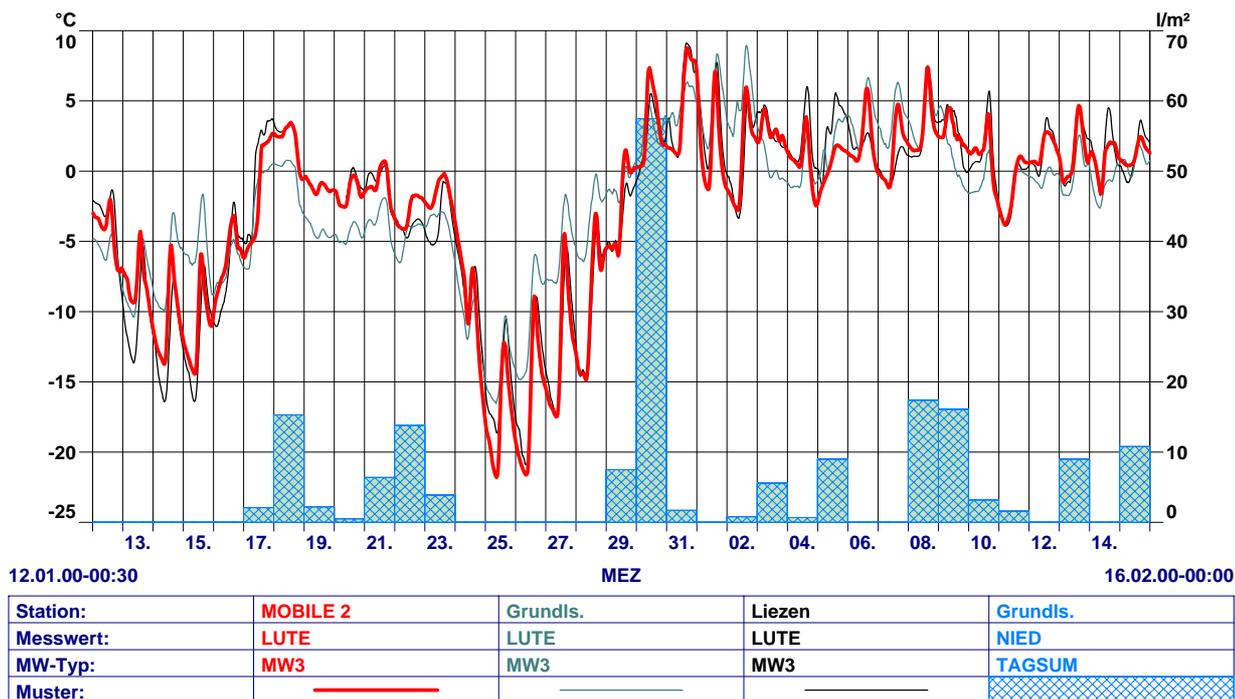
Unter zunehmendem Hochdruckeinfluss gelangte anschließend kalte, trockene Polarluft nach Österreich. Das bewirkte sehr kaltes, aber klares Winterwetter mit strengem Morgenfrost. Die Temperaturen sanken in Bad Aussee in den Morgenstunden des 25. und des 26. 1. auf unter -22 °C.

Das Durchgreifen einer von einem Tief über Skandinavien gesteuerten Westströmung brachte eine markante Wetterumstellung. Neben einer deutlichen Erwärmung traten intensive Niederschläge auf, die in den Niederungen teils als gefrierender Regen fielen und in Nordstaulagen stellenweise außerordentlich ergiebig waren.

Zu Februarbeginn konnte sich kurzfristig Hochdruckeinfluss mit mildem vorfrühlingshaftem Wetter durchsetzen, ehe sich ab 3. Februar eine sehr dynamische Wetterlagenabfolge einstellte. Es dominierten Strömungslagen anfangs aus westlicher, später vornehmlich aus nordwestlicher Richtung, die immer wieder von kurzem Zwischenhocheinfluss unterbrochen wurden. In die Strömung eingebettete Störungszonen verursachten in den Nordstaulagen wiederholt Niederschläge, die speziell beim Durchgang einer Kaltfront am 8. und 9. 2. von größerer Ergiebigkeit waren. Bei ständig wechselnden Bewölkungsverhältnissen bewegten sich die Tagesmittelwerte der Temperatur bis zum Ende der Messperiode um und knapp über dem Gefrierpunkt.

Lufttemperatur und Niederschläge im Raum Bad Aussee

während der Wintermessperiode



Der Witterungsverlauf während der Messungen in Bad Aussee zeichnete sich während der Sommermessungen Ende Juli und im August durch einen sehr hohen Anteil an gradientschwachen Wetterlagen aus. Die Temperaturen lagen etwas über dem langjährigen Mittel, die Niederschlagsmengen entsprachen den Erwartungen. Im September dominierten milde West- bis Südwestlagen, wodurch bei normalen Niederschlagsmengen die Temperaturwerte deutlich überdurchschnittlich ausfielen.

Bei den Wintermessungen stand ein infolge häufiger kalter Strömungslagen und ausgeprägtem Hochdruckwetters deutlich zu kalter Jänner einem viel zu warmen Februar gegenüber. Die Niederschlagsmengen waren im Jänner durchschnittlich, während im Februar trotz des Fehlens von Tiefdrucktätigkeit leicht übernormale Niederschlagsmengen zu verzeichnen waren, die durch die zahlreichen in die zyklonalen Strömungslagen eingebetteten Frontsysteme verursacht wurden.

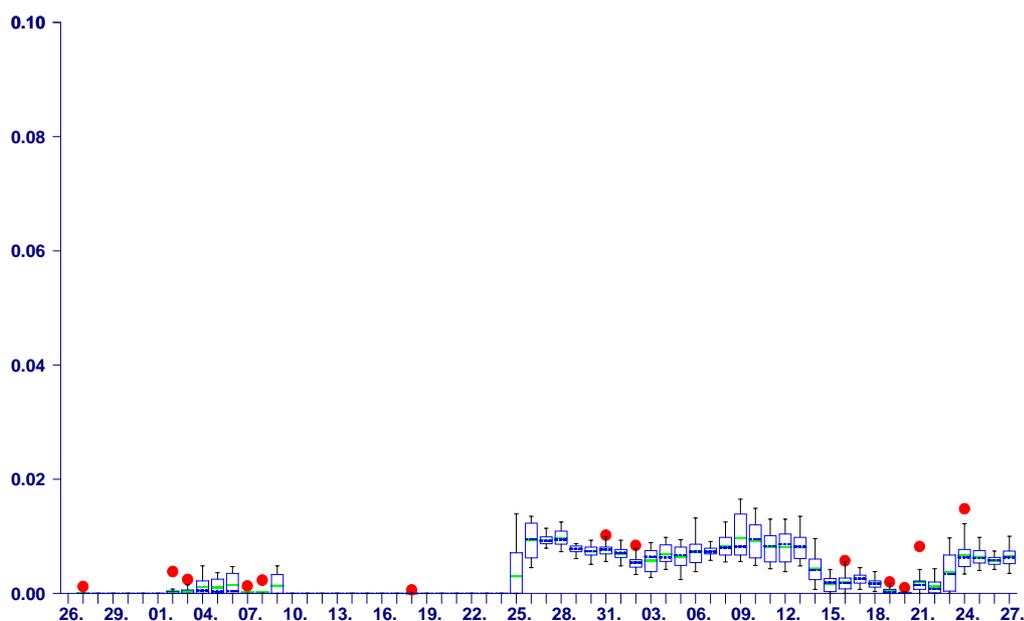
Somit entsprachen aus immissionsklimatischer Sicht diese Messungen eher den Erwartungen als während der Messkampagnen im Jahr 1992, die vor allem während der Wintermessung kaum ungünstige immissionsklimatische Bedingungen aufwiesen.

3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

3.4.1. Schwefeldioxid (SO₂)

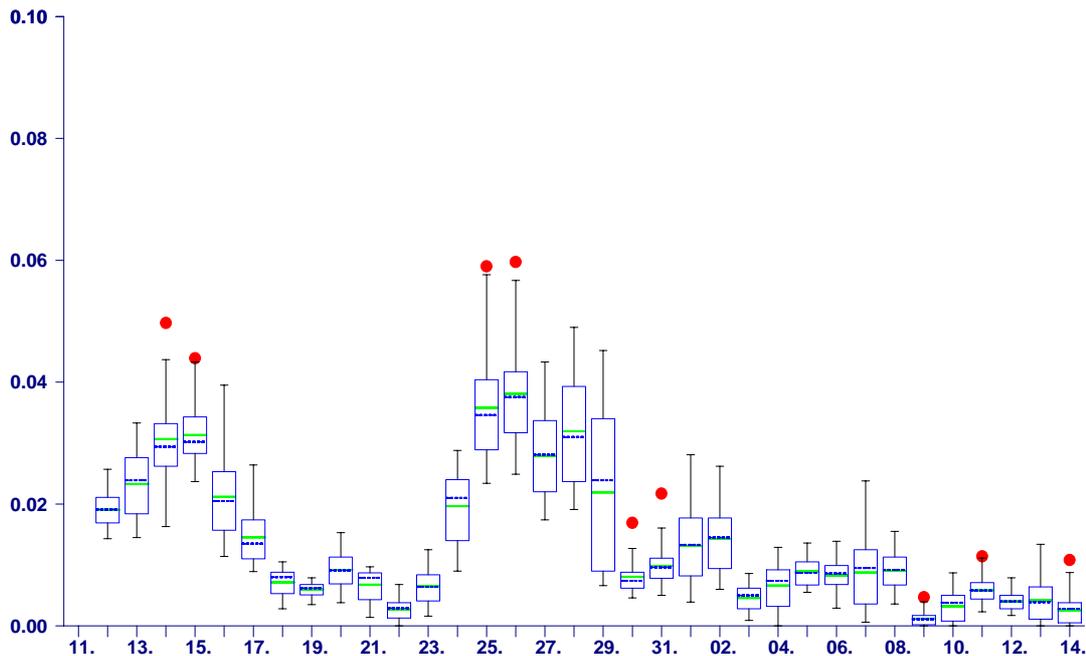
27.07.1999 - 28.09.1999	Messergebnisse SO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,016	0,07 0,20 0,100	LGBI.Nr.5/1987 BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	23 % 8 % 16 %
Mtmax	0,006			
TMWmax	0,010	0,05 0,12 0,050	LGBI.Nr.5/1987 BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	20 % 8 % 20 %
PMW	0,003			

Zeitraum: 27.07.99-00:00 - 29.09.99-00:00 MEZ



12.01.2000 - 15.02.2000	Messergebnisse SO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,060	0,15 0,20 0,100	LGBI.Nr.5/1987 BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	40 % 30 % 60 %
Mtmax	0,023			
TMWmax	0,038	0,10 0,12 0,050	LGBI.Nr.5/1987 BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	38 % 32 % 76 %
PMW	0,013			

Zeitraum: 12.01.00-00:00 - 16.02.00-00:00 MEZ



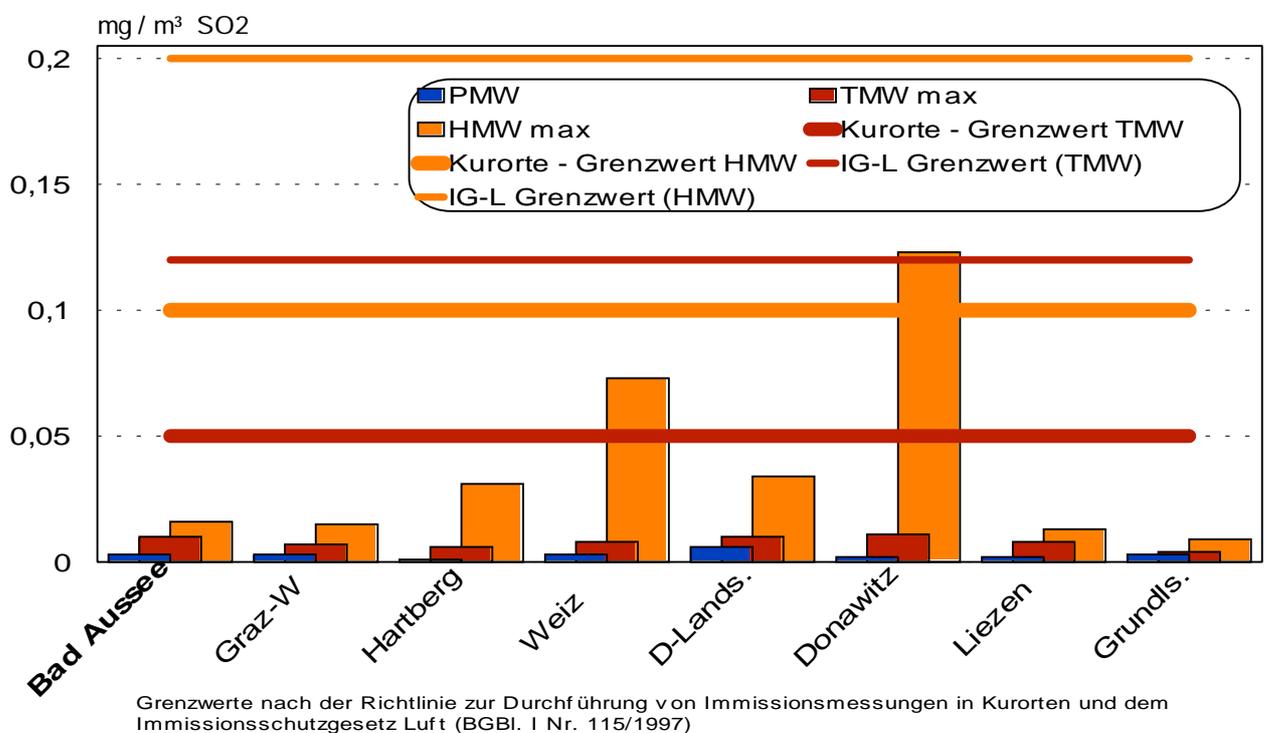
SO₂ wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt, Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit ungleich höher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

Dementsprechend waren auch in Bad Aussee die Immissionskonzentrationen von Schwefeldioxid während der Wintermessung höher als im Sommer. Der Verlauf der Immissionskonzentrationen zeigt speziell bei der Wintermessung eine auffallende Übereinstimmung mit dem Witterungsgeschehen. Die Konzentrationen lagen bei kaltem und austauscharem Hochdruckwetter wie zu Beginn und in der Mitte der Messperiode signifikant über den Werten, die bei lufthygienisch günstigeren Witterungsbedingungen registriert wurden, was auf die höheren Emissionen aus dem Hausbrand zurückzuführen ist.

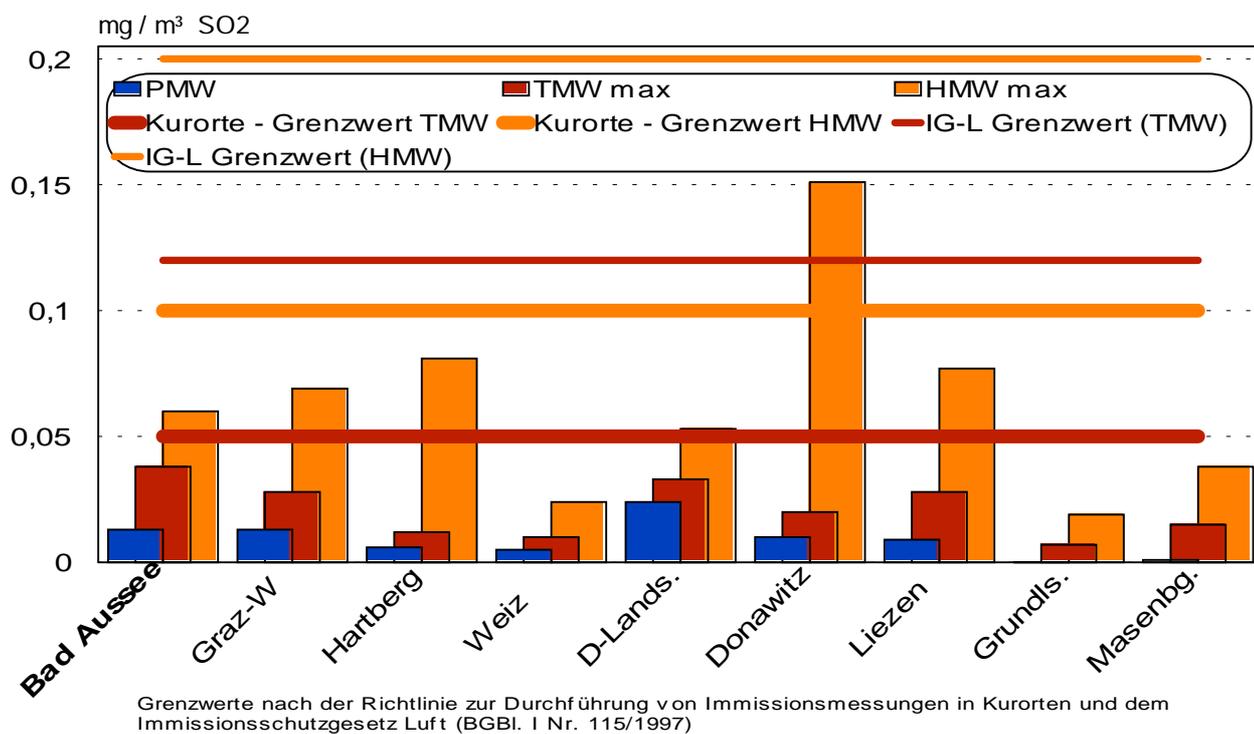
Die SO₂-Konzentrationen blieben während beider Messungen sowohl bei den maximalen Halbstundenmittelwerten als auch bei den Tagesmittelwerten unter den gesetzlichen Grenzwerten und den Grenzen der Kurorterrichtlinie. Während der Wintermessung erreichten die höchsten Konzentrationen allerdings immerhin 60 % (Halbstundenmittelwert) bzw. 76 % (Tagesmittelwert) des Grenzwertes der Kurorterrichtlinie.

Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen ergab sich beim Luftschadstoff Schwefeldioxid am Messstandort in Bad Aussee für die Sommermessperiode eine leicht unterdurchschnittliche Belastungssituation.

Vergleich der SO₂-Konzentrationen während der Sommermessung 1999



Vergleich der SO₂-Konzentrationen während der Wintermessung 1999/2000



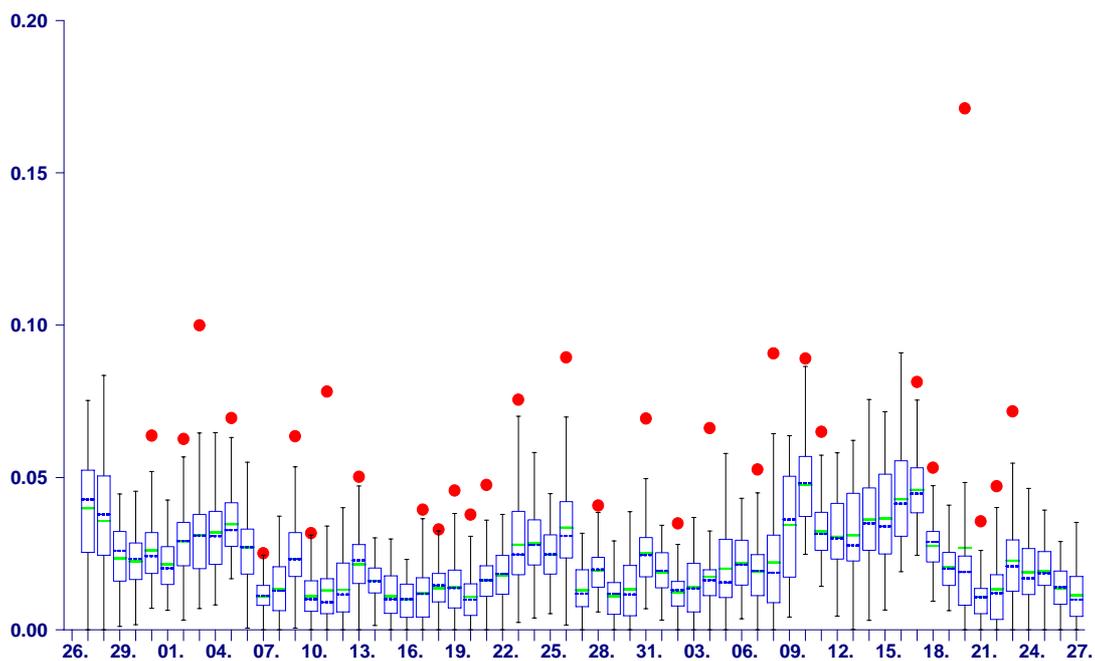
Im Winter hingegen ergab sich aufgrund der ungünstigen Ausbreitungsbedingungen im Ausseer Becken bei den ausgeprägten Hochdruckwetterlagen im Jänner hinsichtlich der Spitzenkonzentrationen (maximaler Halbstundenmittelwert) eine durchschnittliche Belastung, der höchste Tagesmittelwert lag sogar etwas über dem steiermarkweiten Durchschnitt.

Im Vergleich zu den Messungen 1992 ergaben sich bei den aktuellen Messungen speziell im Hinblick auf kurzfristige Konzentrationsspitzen etwas höhere Belastungen.

3.4.2. Schwebstaub

27.07.1999 - 28.09.1999	Messergebnisse Staub in mg/m ³	Grenzwerte Staub in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,171			
Mtmax	0,055			
TMWmax	0,048	0,12 0,15 0,120	LGBI.Nr.5/1987 BGBL I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	40 % 32 % 40 %
PMW	0,022			

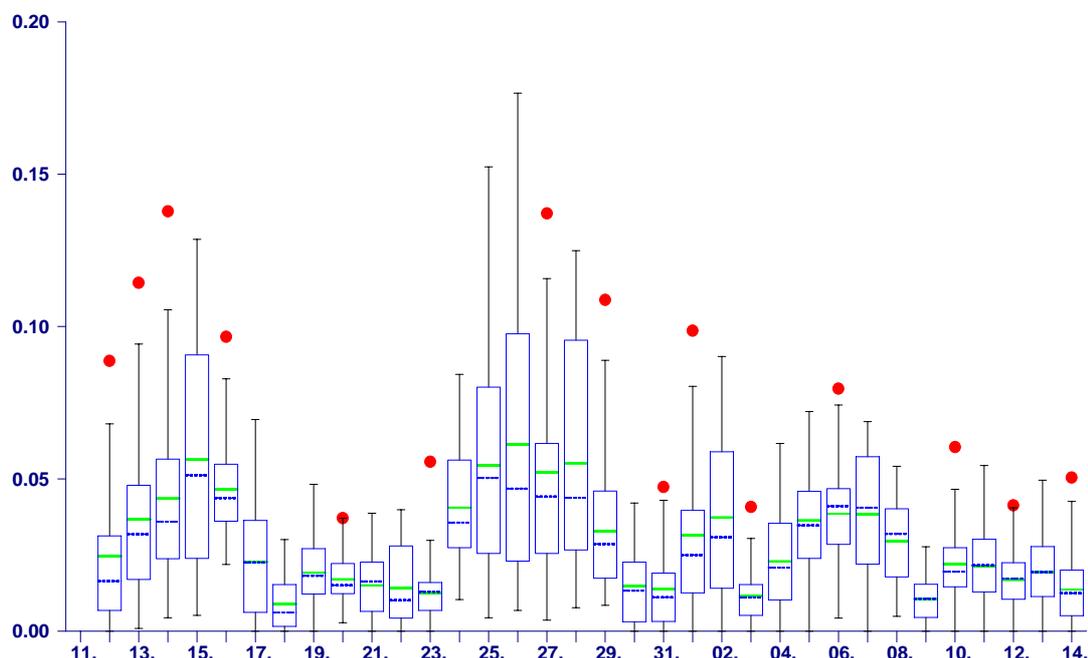
Zeitraum: 27.07.99-00:00 - 29.09.99-00:00 MEZ



12.01.2000 - 15.02.2000	Messergebnisse Staub in mg/m ³	Grenzwerte Staub in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,177			
Mtmax	0,075			
TMWmax	0,062	0,12 0,15 0,120	LGBI.Nr.5/1987 BGBL I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	52 % 41 % 52 %

PMW	0,029		
-----	-------	--	--

Zeitraum: 12.01.00-00:00 - 16.02.00-00:00 MEZ

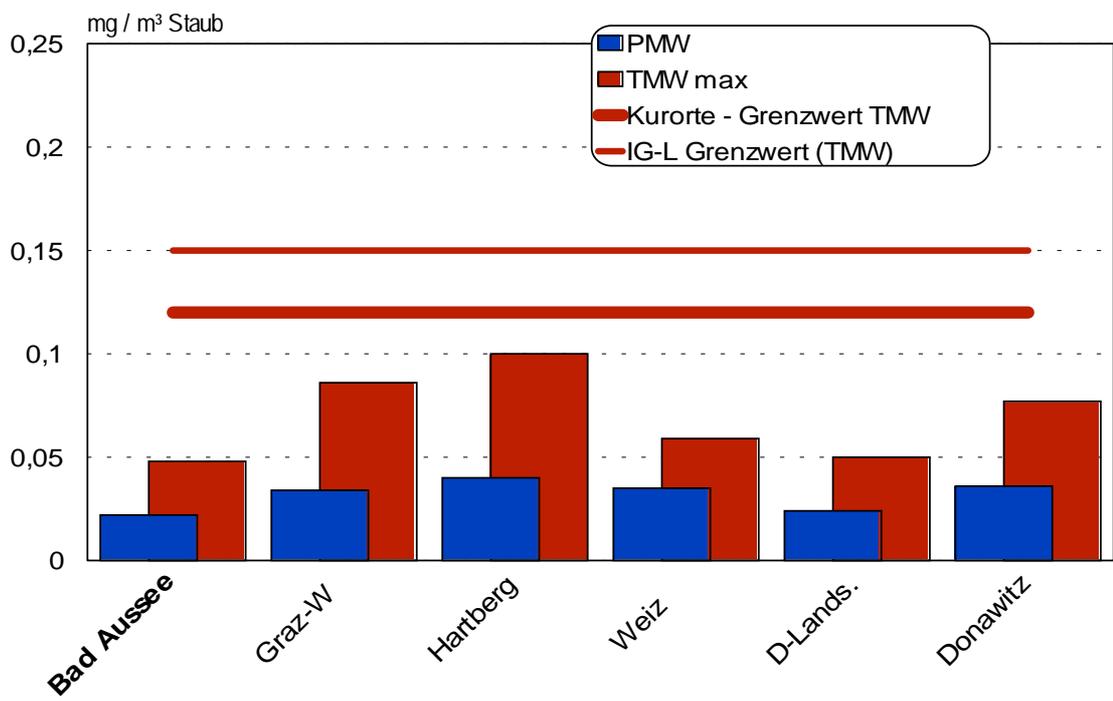


Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Dementsprechend sind auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim SO₂ höhere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

Bezüglich des Verlaufs der Staubkonzentrationen ist wie bei Schwefeldioxid das höhere Belastungsniveau während der Hochdrucklagen im Jänner aufgrund der höheren Emissionen bei gleichzeitig schlechteren Ausbreitungsbedingungen festzustellen.

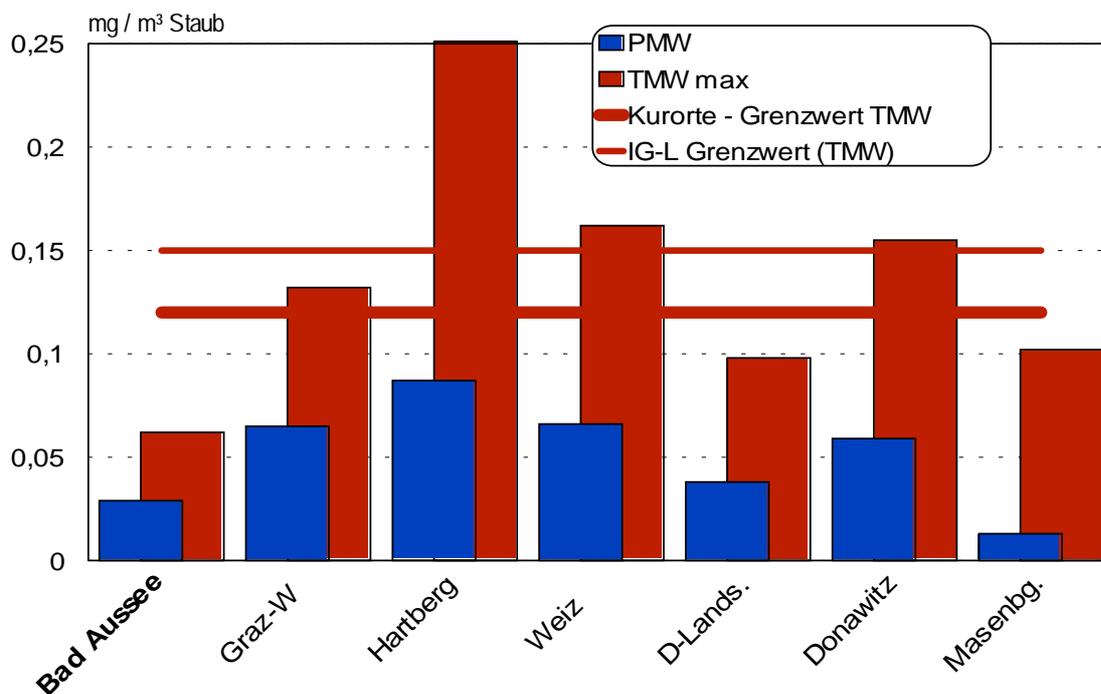
Es wurden während beider Messungen keine Überschreitungen von Grenzwerten festgestellt.

Vergleich der Staubkonzentrationen während der Sommermessung 1999



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

Vergleich der Staubkonzentrationen während der Wintermessung 1999/2000



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

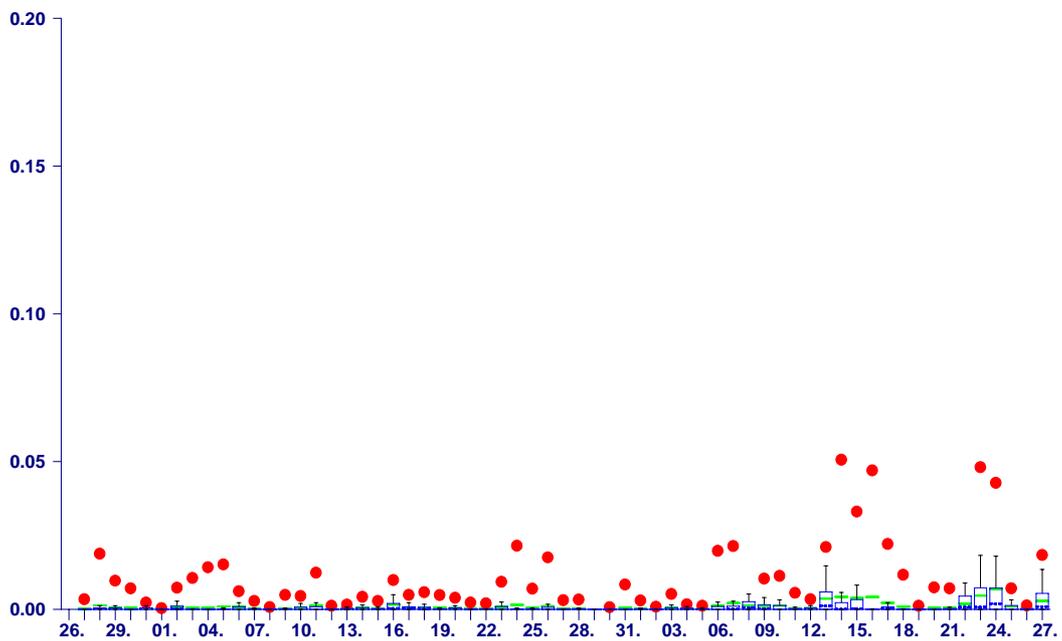
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen lagen die Schwebstaubkonzentrationen in Bad Aussee, besonders während der Wintermessungen, auf einem unterdurchschnittlichen Niveau.

Wie beim Schwefeldioxid wurden auch beim Luftschadstoff Schwebstaub bei den aktuellen Wintermessungen geringfügig höhere Konzentrationen erhoben als bei der Messung 1992.

3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO)

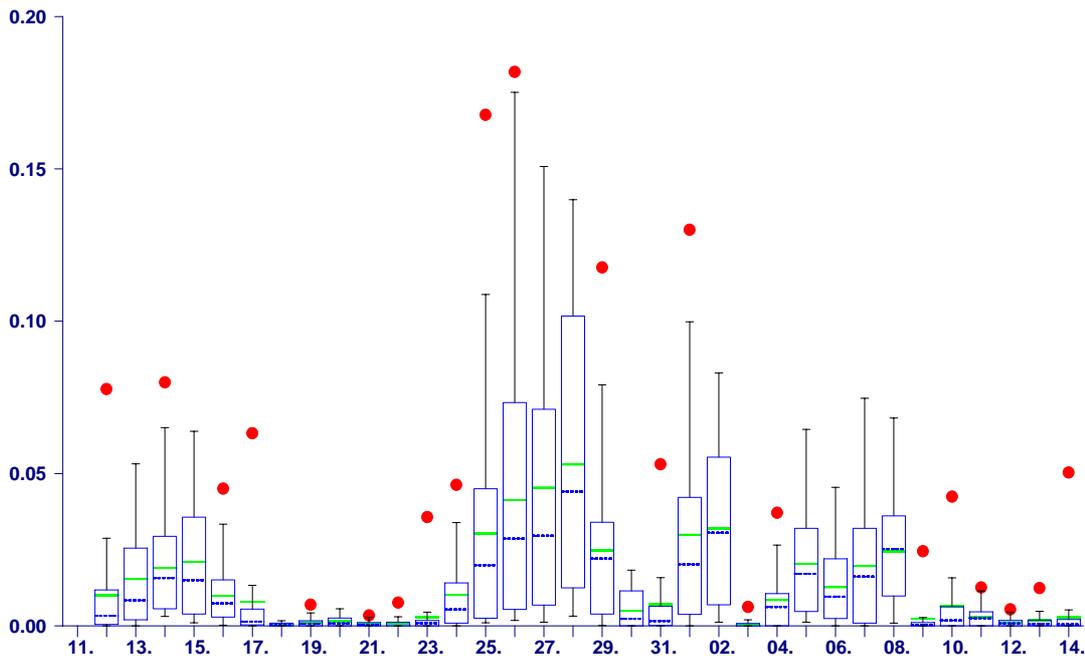
27.07.1999 - 28.09.1999	Messergebnisse NO in mg/m ³	Grenzwerte NO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,051	0,600	LGBI.Nr.5/1987	9 %
Mtmax	0,010			
TMWmax	0,007	0,200	LGBI.Nr.5/1987	4 %
PMW	0,001			

Zeitraum: 27.07.99-00:00 - 29.09.99-00:00 MEZ



12.01.2000 - 15.02.2000	Messergebnisse NO in mg/m ³	Grenzwerte NO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,182	0,600	LGBI.Nr.5/1987	30 %
Mtmax	0,056			
TMWmax	0,055	0,200	LGBI.Nr.5/1987	28 %
PMW	0,014			

Zeitraum: 12.01.00-00:00 - 16.02.00-00:00 MEZ

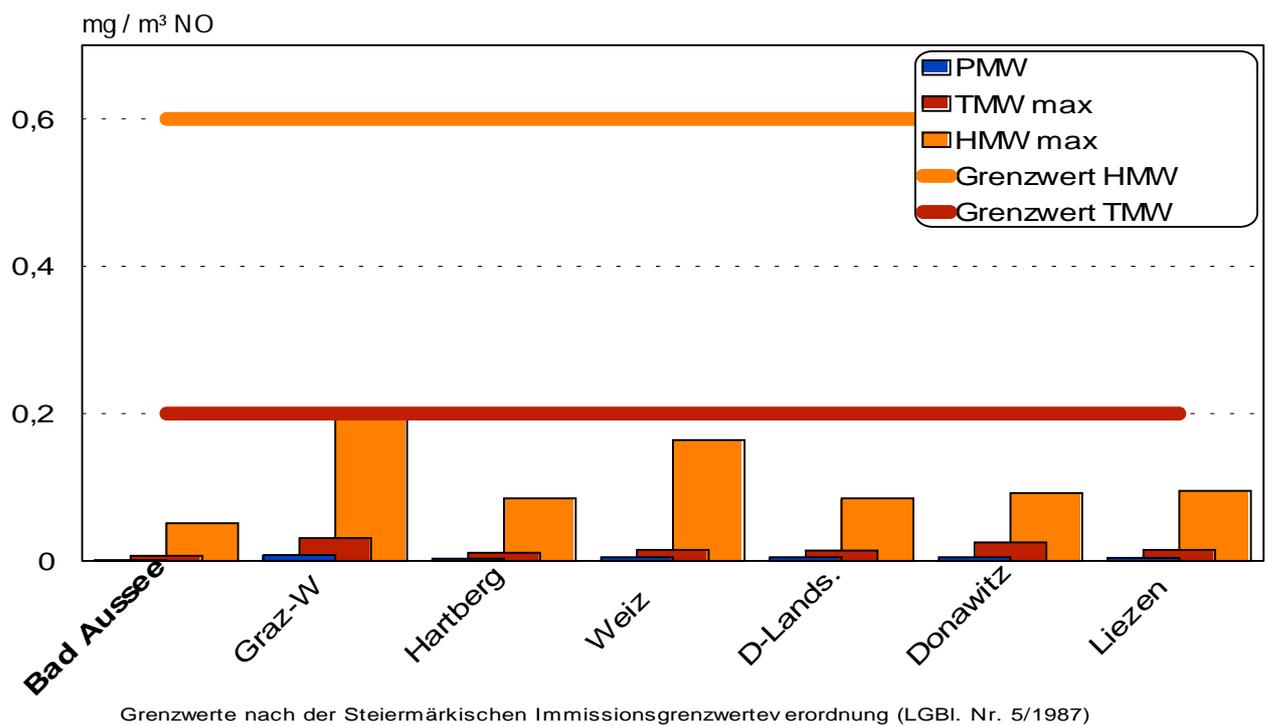


Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO_x) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO -Anteil etwa 95% des NO_x -Ausstoßes aus. Die Bildung von NO_2 erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O_2) oder mit Ozon (O_3)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

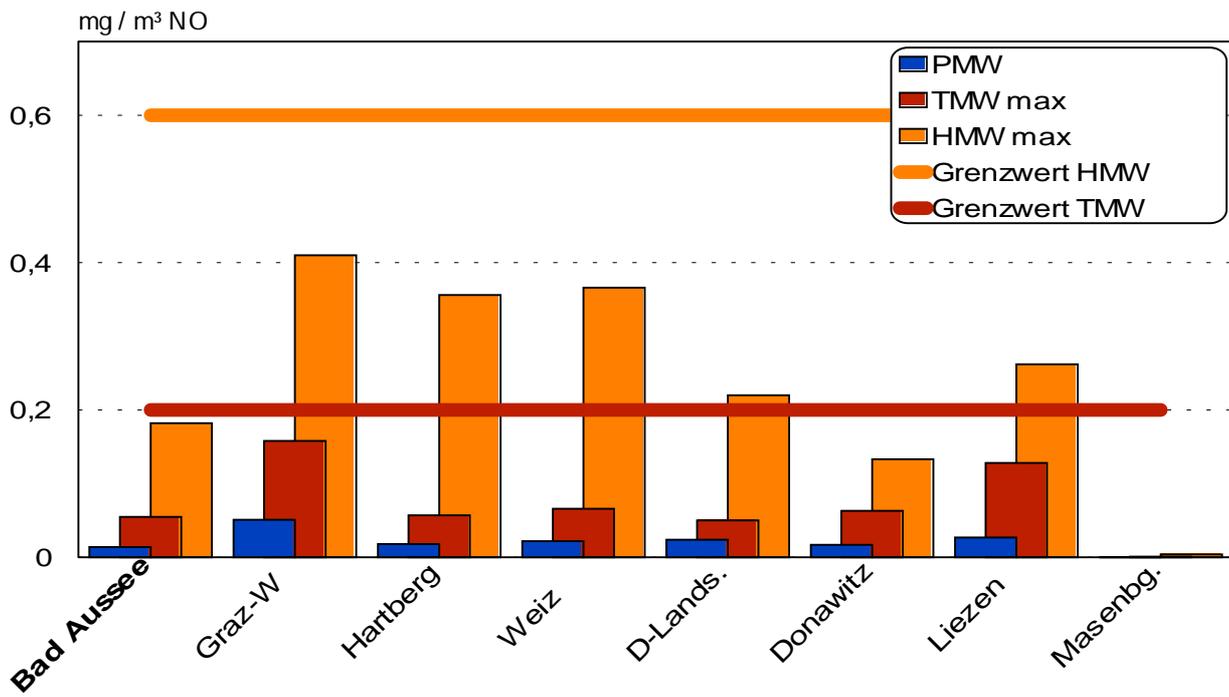
Die Grenzwerte der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) für die Stickstoffmonoxidkonzentrationen wurden nicht erreicht. In der Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten sind für den Schadstoff Stickstoffmonoxid keine Grenzwerte festgelegt.

Im steiermarkweiten Vergleich können die Stickstoffmonoxidbelastungen aufgrund des geringeren Emissionspotentials als in den Bezirkshauptstädten ganzjährig als durchschnittlich bis leicht unterdurchschnittlich bezeichnet werden. Dies gilt sowohl für die Grundbelastung als auch für die Belastungsspitzen. Im Vergleich zur Wintermessung 1992 wurde keine Änderung der Belastung festgestellt.

Vergleich der NO-Konzentrationen während der Sommermessung 1999



Vergleich der NO-Konzentrationen während der Wintermessung 1999/2000

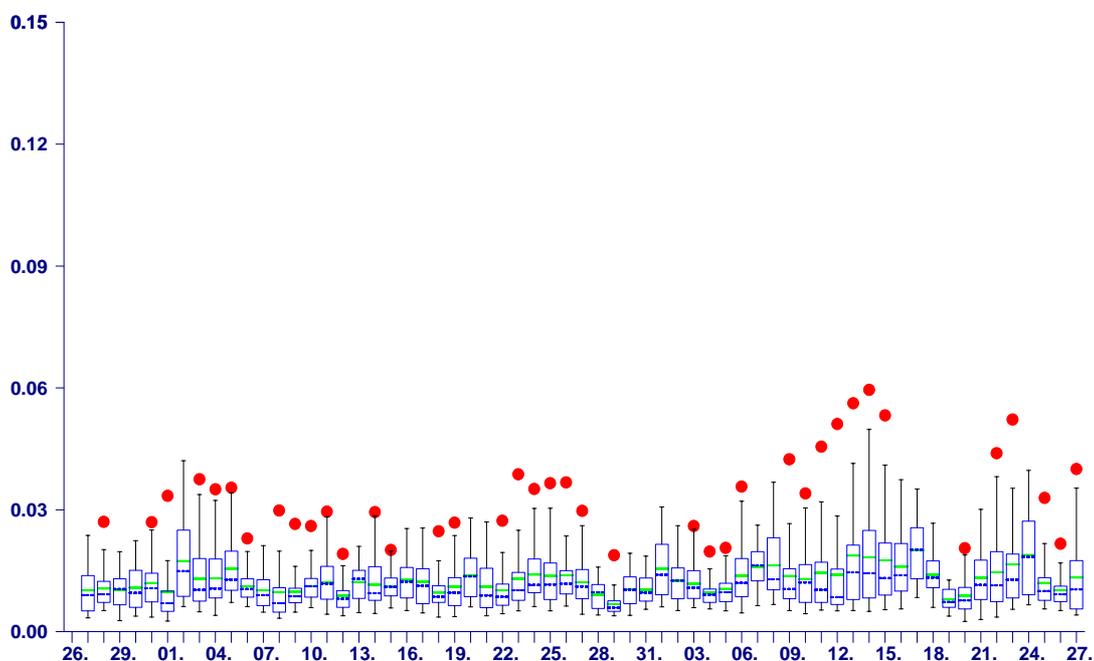


Grenzwerte nach der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr. 5/1987)

3.4.4. Stickstoffdioxid (NO₂)

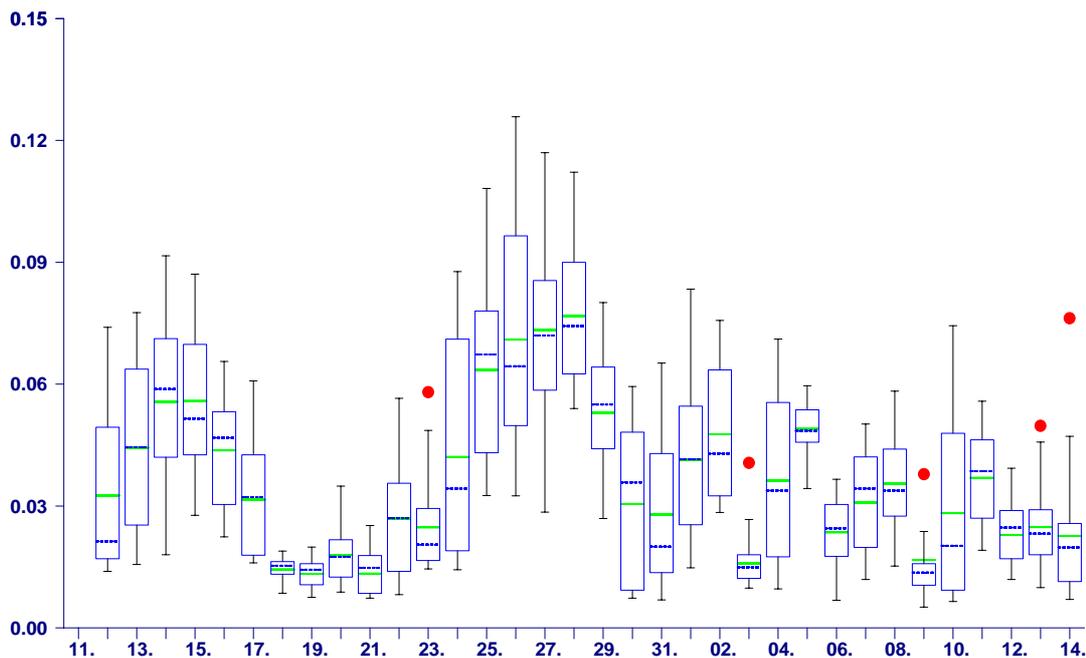
27.07.1999 - 28.09.1999	Messergebnisse NO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,060	0,20	LGBI.Nr.5/1987	30 %
		0,20	BGBI I Nr. 115/1997	30 %
		0,100	Kurorterrichtlinie	60 %
Mtmax	0,0031			
TMWmax	0,020	0,10	LGBI.Nr.5/1987	20 %
		0,050	Kurorterrichtlinie	40 %
PMW	0,013			

Zeitraum: 27.07.99-00:00 - 29.09.99-00:00 MEZ



12.01.2000 - 15.02.2000	Messergebnisse NO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,126	0,20	LGBI.Nr.5/1987	63 %
		0,20	BGBI I Nr. 115/1997	63 %
		0,100	Kurorterrichtlinie	126 %
Mtmax	0,065			
TMWmax	0,077	0,10	LGBI.Nr.5/1987	77 %
		0,050	Kurorterrichtlinie	154 %
PMW	0,037			

Zeitraum: 12.01.00-00:00 - 16.02.00-00:00 MEZ



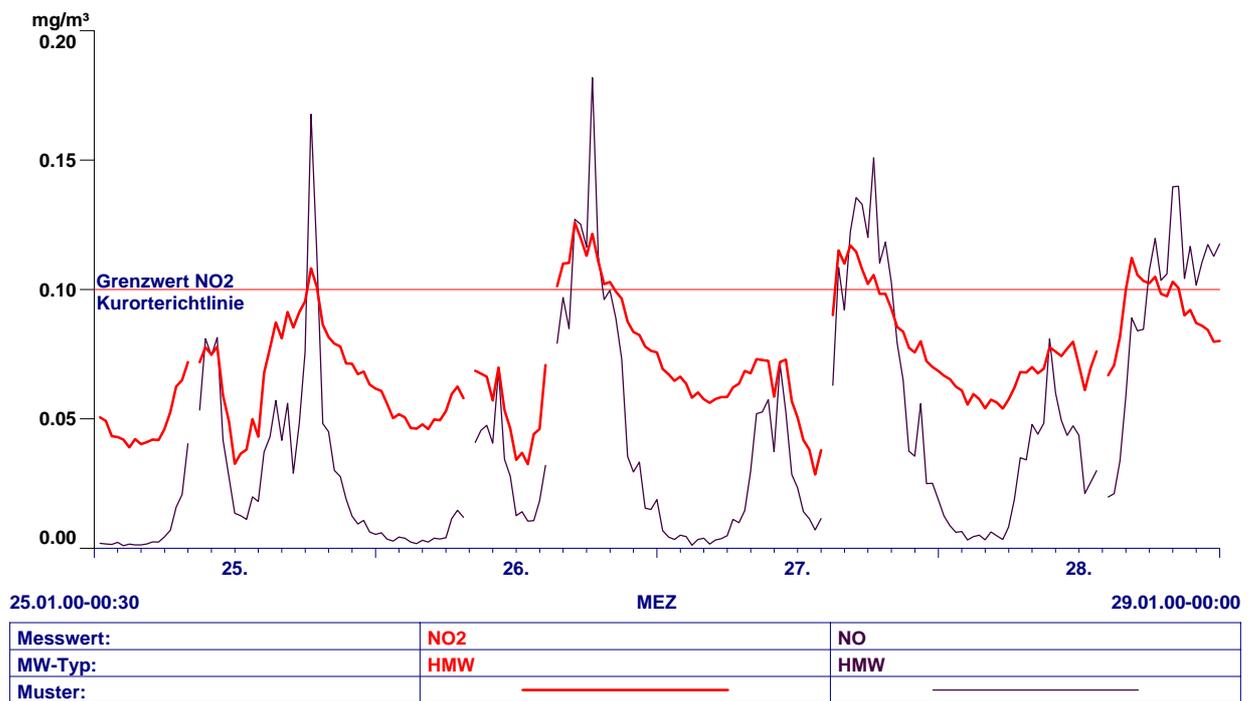
Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff Stickstoffmonoxid erläutert. Immissionsseitig stellt sich im Allgemeinen der Schadstoffgang beim Stickstoffdioxid ähnlich wie beim Stickstoffmonoxid dar.

Bei den NO₂-Konzentrationen wurde im Sommer keine Verletzung gesetzlicher Grenzwerte bzw. der Grenzen der Kurorterichtlinie registriert. Während der Wintermessung wurden bei einem grundsätzlich hohen Belastungsniveau die Grenzwerte der Steiermärkischen Landesverordnung bzw. des Immissionsschutzgesetzes-Luft ebenfalls nicht erreicht.

Die in der für die vorliegende Fragestellung relevanten „Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ festgelegten Grenzen wurden jedoch mehrfach, sowohl beim maximalen Halbstundenmittelwert als auch beim maximalen Tagesmittelwert, überschritten.

In der nachfolgenden Abbildung ist der Konzentrationsverlauf der vornehmlich verkehrsverursachten Luftschadstoffe NO₂ und NO für den am höchsten belasteten Zeitraum vom 25. bis 28. 01. 2000 dargestellt. Bei durch die beengte Beckenlage von Bad Aussee verstärkt ungünstigen Ausbreitungsbedingungen während einer ausgeprägten Hochdruckwetterlage nahmen die Schadstoffkonzentrationen in Form

eines Aufschaukelungsprozesses von Tag zu Tag zu und verblieben schließlich bis zum Ende der austauscharmen, windschwachen Witterungsphase auf einem hohen Niveau.



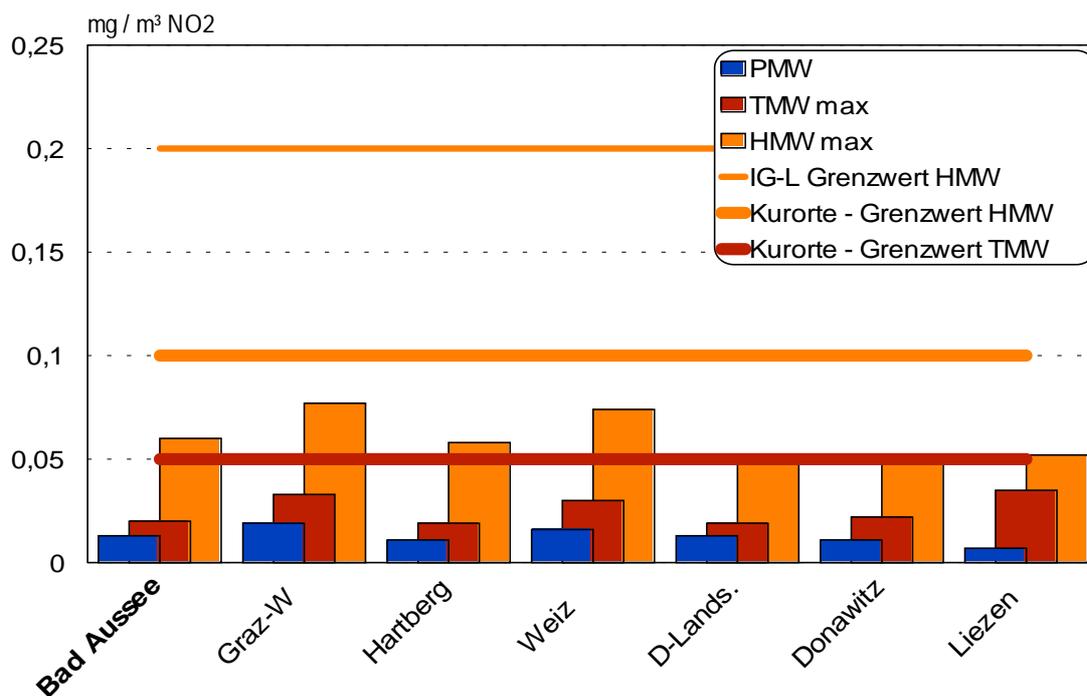
Vergleichbare Konzentrationsanstiege treten bei winterlichen Hochdrucklagen wiederholt auf, wie etwa zu Beginn der Wintermessperiode (12. bis 15. 01. 2000), wodurch ebenfalls Überschreitungen des Tagesmittelwertes nach der Kurorterrichtlinie zu verzeichnen waren. Insgesamt wurden während der Wintermessungen 27

Überschreitungen des maximalen Halbstundenmittelwertes und an 7 Tagen Überschreitungen des Tagesmittelwertes registriert.

Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen wurde im Sommer eine durchschnittliche Belastung festgestellt. Bei der Wintermessung sind allerdings sowohl der maximale Halbstundenmittelwert als auch der maximale Tagesmittelwert aufgrund der ungünstigen Ausbreitungsbedingungen speziell während der Hochdruckphase in der zweiten Jännerhälfte als überdurchschnittlich hoch einzustufen.

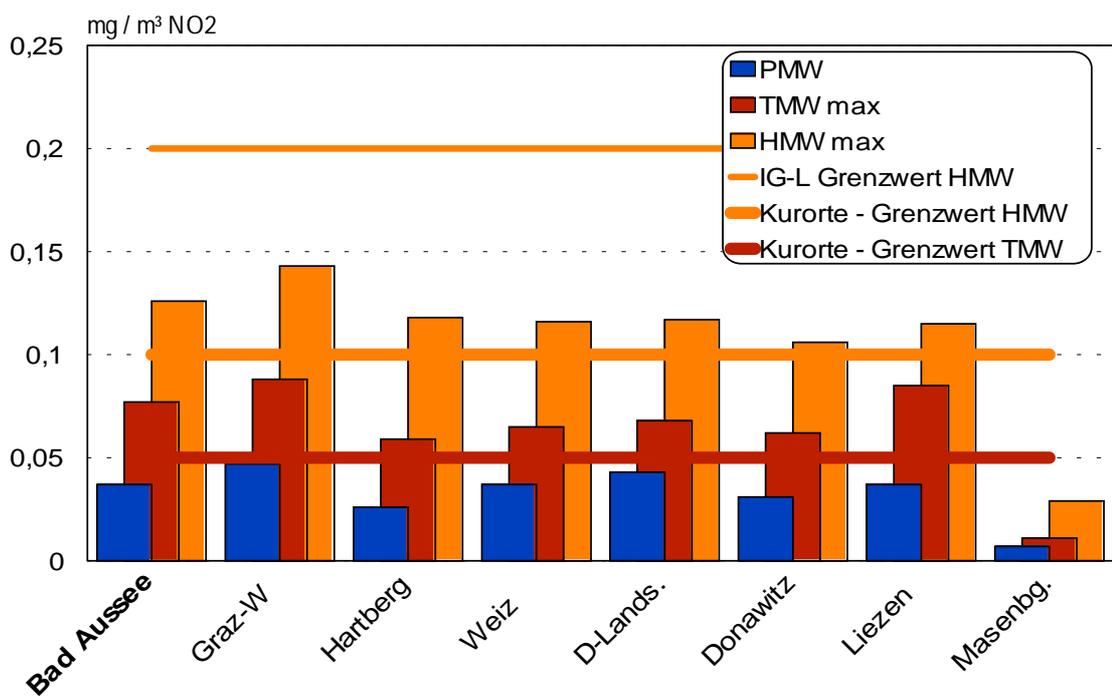
Bei den unter günstigeren lufthygienisch Bedingungen durchgeführten Messungen im Winter 1992 wurden allgemein etwas geringere NO₂-Konzentrationen gemessen, die jedoch nur wenig unter den Grenzen der zu diesem Zeitpunkt allerdings noch nicht gültigen Kurorterichtlinie lagen.

Vergleich der NO₂-Konzentrationen während der Sommermessung 1999



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 Wintermessung 1999/2000

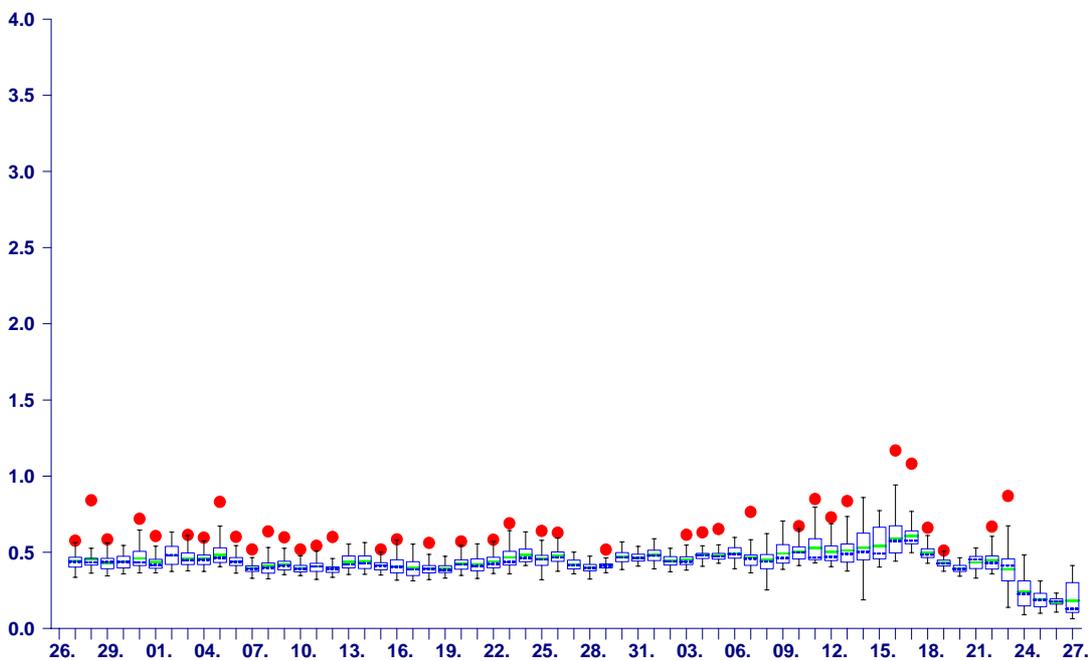


Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

3.4.5. Kohlenmonoxid (CO)

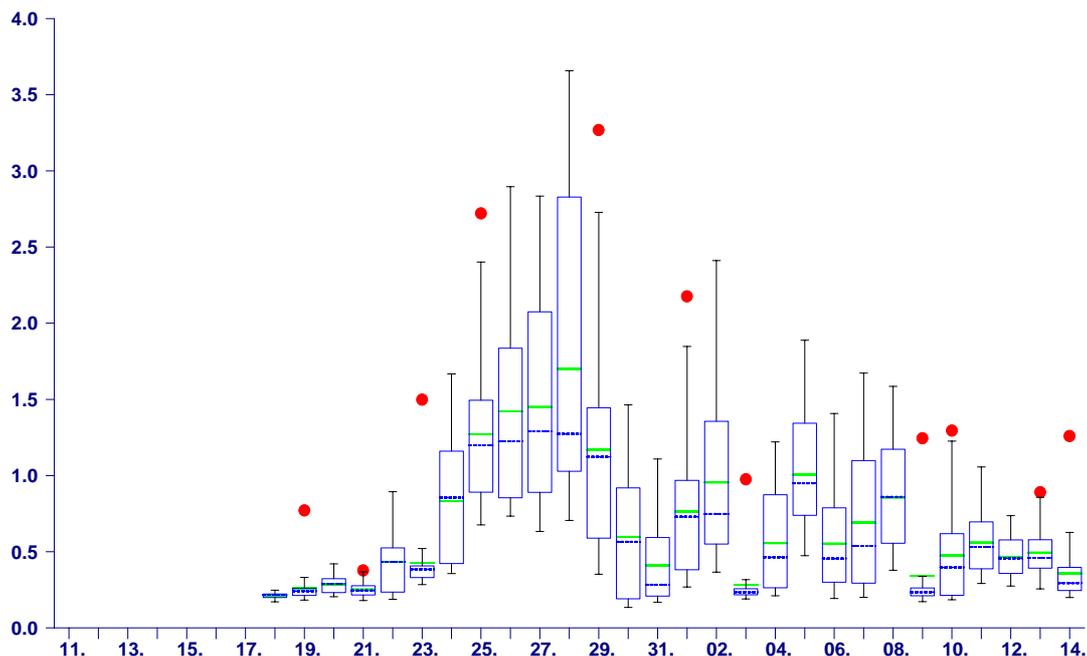
27.07.1999 - 28.09.1999	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	1,168	20	LGBl.Nr.5/1987	6 %
Mtmax	0,618			
MW8max	0,673	10 5	BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	7 % 13 %
TMWmax	0,607	7	LGBl.Nr.5/1987	9 %
PMW	0,437			

Zeitraum: 27.07.99-00:00 - 29.09.99-00:00 MEZ



12.01.2000 - 15.02.2000	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	3,657	20	LGBl.Nr.5/1987	18 %
Mtmax	1,562			
MW8max	3,051	10 5	BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	31 % 61 %
TMWmax	1,742	7	LGBl.Nr.5/1987	25 %
PMW	0,697			

Zeitraum: 12.01.00-00:00 - 16.02.00-00:00 MEZ



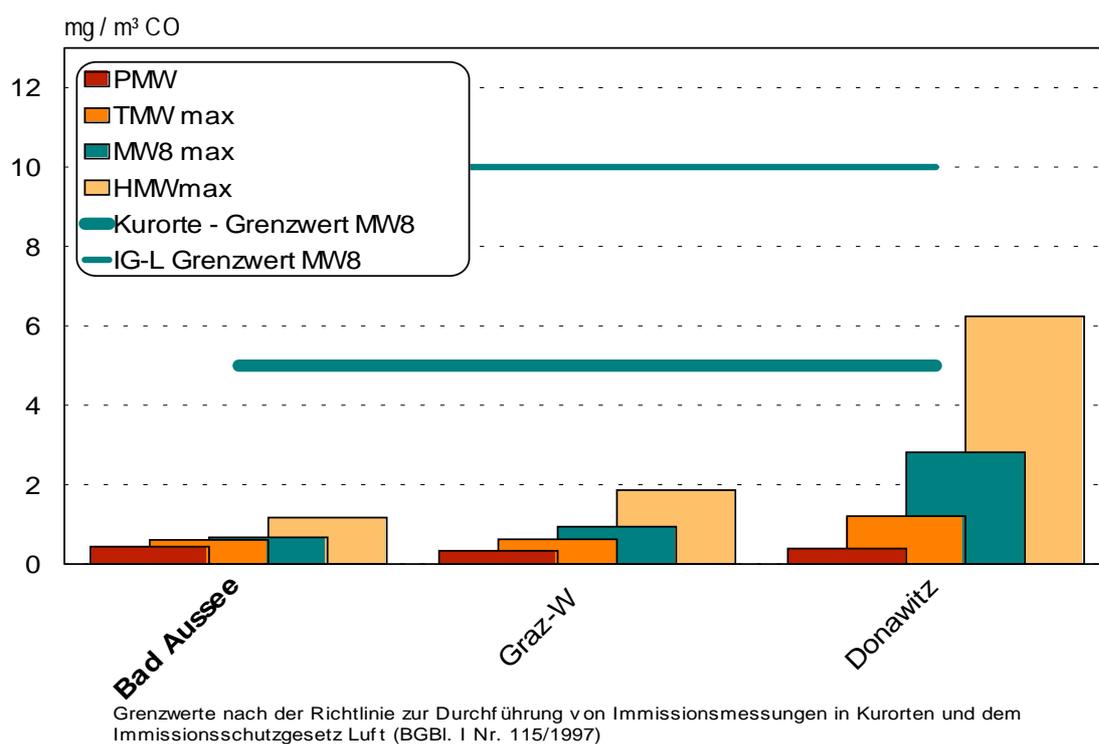
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der Kfz-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern jedoch im Allgemeinen stärker ab als bei den Stickstoffoxiden.

Die registrierten Konzentrationen blieben während beider Messungen unter den gesetzlichen Immissionsgrenzwerten sowohl der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) und des Immissionschutzgesetzes-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) als auch der Richtlinie für Immissionsmessungen in Kurorten. Während der Wintermessungen erreichte der maximale 8-Stundenmittelwert während der lufthygienisch ungünstigen Hochdruckwetterlagen jedoch 61 % des Grenzwertes der Kurorterichtlinie.

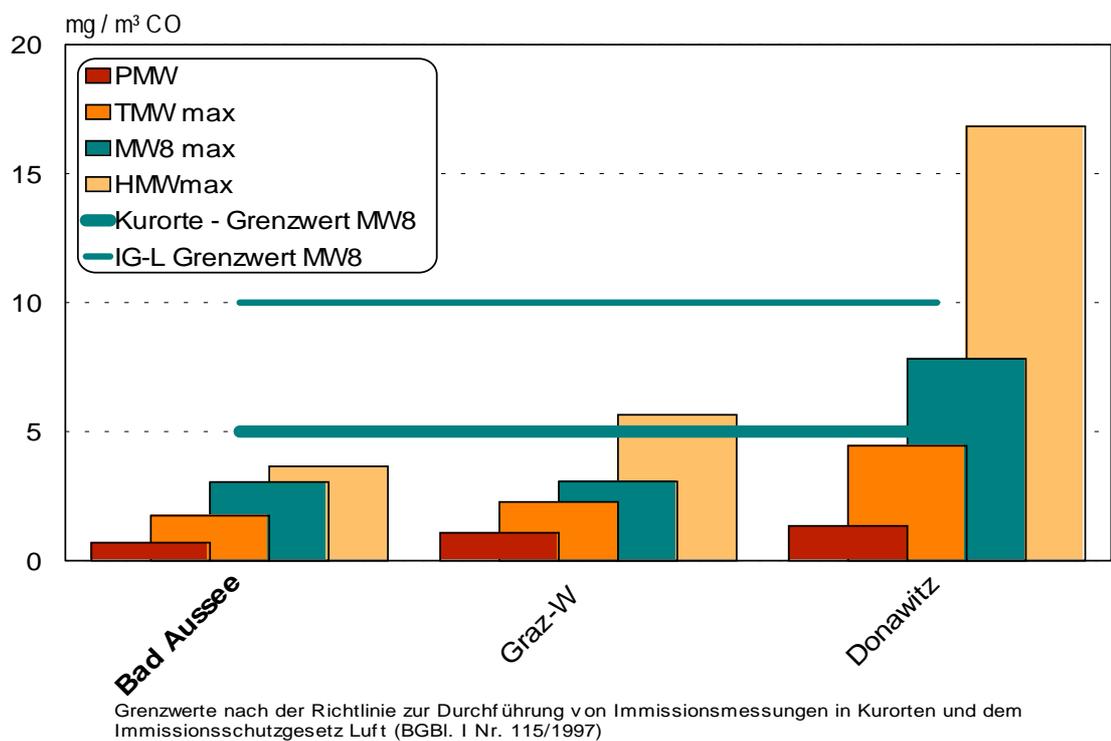
Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden in der Steiermark nur an einigen neuralgischen Punkten sowie an den beiden mobilen Messstationen erhoben.

Im Vergleich mit den Fixmessstellen in Graz und Leoben-Donawitz sind die Belastungen im Sommer als unterdurchschnittlich einzustufen. Im Winter blieben die Spitzenkonzentrationen ebenfalls unterdurchschnittlich, mittel- bis längerfristige Belastungen (maximaler 8-Stundenmittelwert, maximaler Tagesmittelwert) erreichen allerdings speziell im Vergleich zu Graz-West durchschnittliche Werte.

Vergleich der CO-Konzentrationen während der Sommermessung 1999



Vergleich der CO-Konzentrationen während der Wintermessung 1999/2000

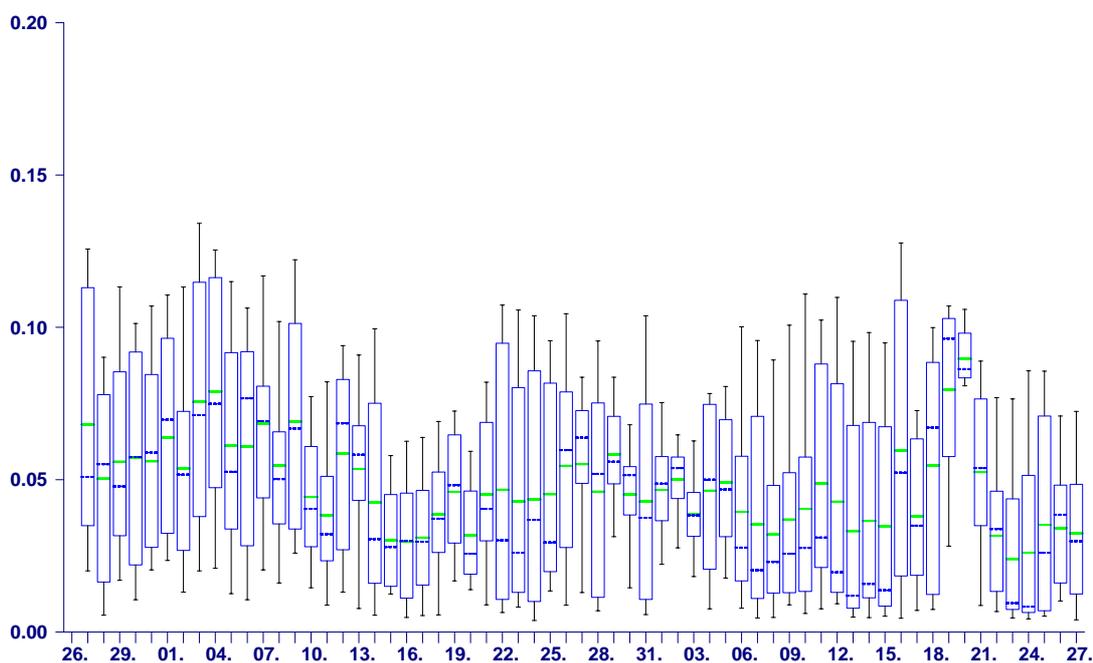


Im Vergleich zum Winter 1992 blieben die aktuellen Werte sowohl beim maximalen Halbstundenmittelwert als auch bei der Grundbelastung etwas unter den damaligen Konzentrationshöhen.

3.4.6. Ozon (O₃)

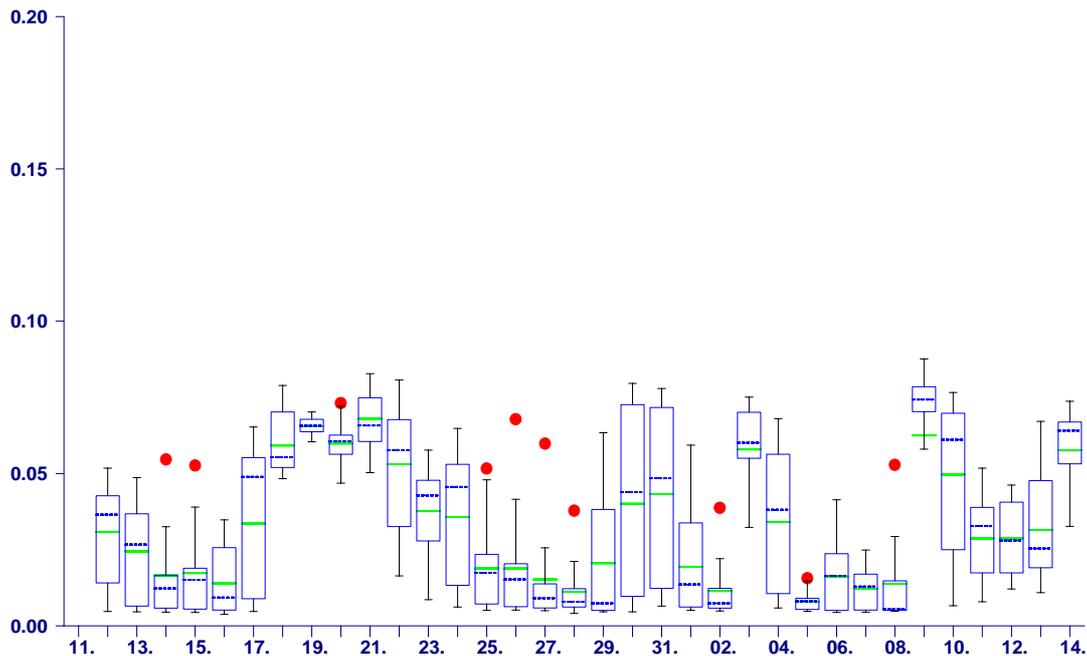
27.07.1999 - 28.09.1999	Messergebnisse O ₃ in mg/m ³	Grenzwerte O ₃ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,134	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	112 %
Mtmax	0,093			
TMWmax	0,089			
PMW	0,048			

Zeitraum: 27.07.99-00:00 - 29.09.99-00:00 MEZ



12.01.2000 - 15.02.2000	Messergebnisse O ₃ in mg/m ³	Grenzwerte O ₃ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,088	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	73 %
Mtmax	0,059			
TMWmax	0,068			
PMW	0,033			

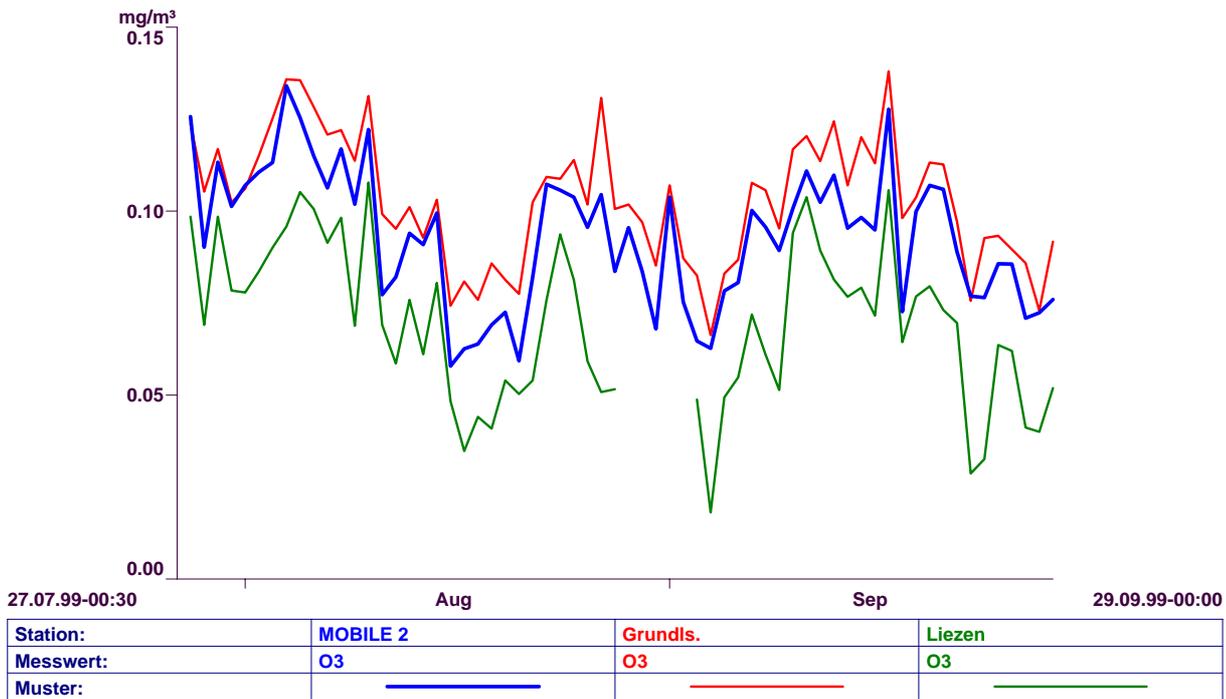
Zeitraum: 12.01.00-00:00 - 16.02.00-00:00 MEZ



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. Der Standort Bad Aussee liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 4 "Pinzgau, Pongau und Steiermark nördlich der Niederen Tauern".

Die nachstehende Abbildung für die höher belastete Sommermessperiode zeigt, dass sich die täglichen Ozonspitzenkonzentrationen am Standort in Bad Aussee im Allgemeinen in der gleichen Größenordnung wie an den nahen, wenn auch höher gelegenen Station Grundlsee bewegen. Die Werte liegen dabei doch insgesamt merklich über den an der Station Liezen registrierten Konzentrationen.

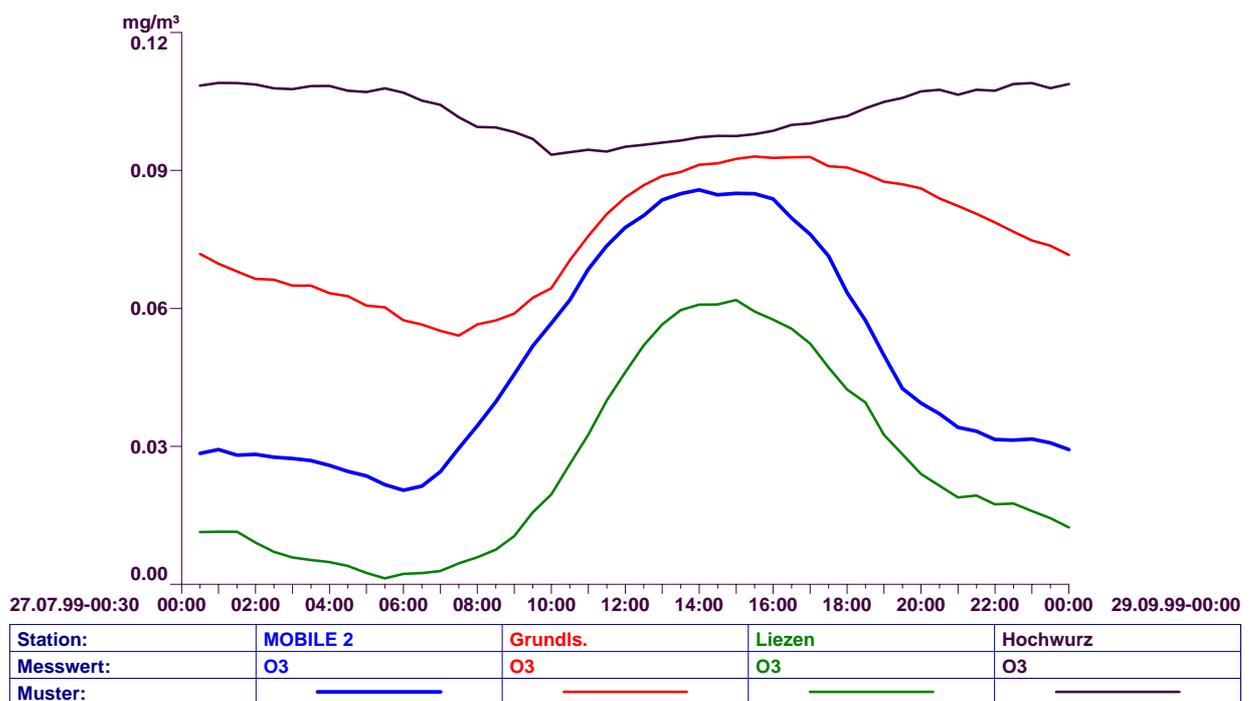


Dies ist dadurch zu begründen, da der Ozontagesgang stark von der Höhenlage sowie von der Nähe zu Ballungszentren abhängig ist. Siedlungsnaher Talregionen mit höherer Grundbelastung an Ozonvorläufersubstanzen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt ein rasches Ansteigen der Konzentrationen, die dann am Nachmittag konstant hoch bleiben. Ein Rückgang setzt erst mit Sonnenuntergang ein. Mit zunehmender Seehöhe verschwindet die Phase der nächtlichen Ozonabsenkung und die Ozonkonzentrationen bleiben gleichmäßig hoch. Diese Unterschiede sind auf luftchemische Bedingungen zurückzuführen:

In den Siedlungsgebieten reagiert nach Sonnenuntergang das Stickstoffmonoxid mit dem Ozon zu Stickstoffdioxid ($\text{NO} + \text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{O}_2$). In den Vormittagsstunden laufen dagegen bei entsprechender UV-Strahlung durch das Sonnenlicht folgende Prozesse ab: Stickstoffmonoxid (NO) bildet mit dem Luftsauerstoff (O_2) Stickstoffdioxid (NO_2), dabei bleibt ein Sauerstoffradikal (O^*) übrig. Dieses bindet sich in der Folge mit dem Luftsauerstoff (O_2) zu Ozon (O_3).



Die folgende Abbildung dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort in Bad Aussee mit den Stationen Liezen, Grundlsee und Hochwurzen für die Sommermessperiode vom 27. 07. bis 28. 09. 1999.

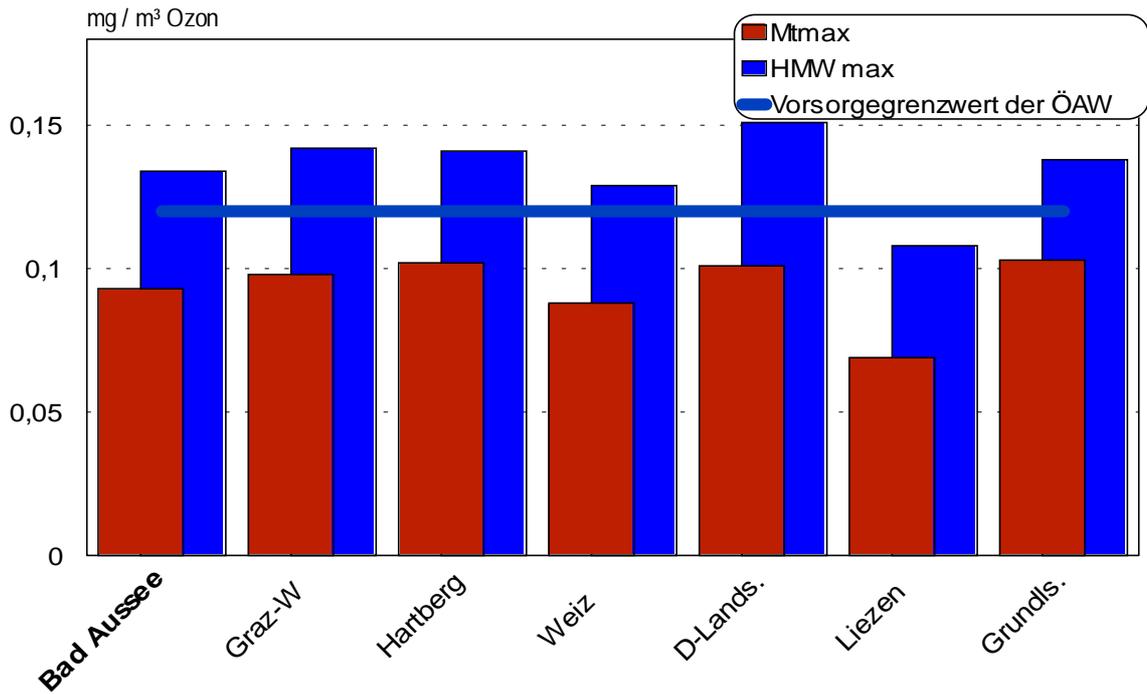


Die Talstationen in Liezen und Bad Aussee weisen einen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsmaximum am Nachmittag auf. Wie an den Tagesgängen der Stationen Grundlsee und Hochwurz erkennbar wird, verflacht sich mit zunehmender Höhenlage der Station der Tagesgang bei einer gleichzeitig höheren Dauerbelastung.

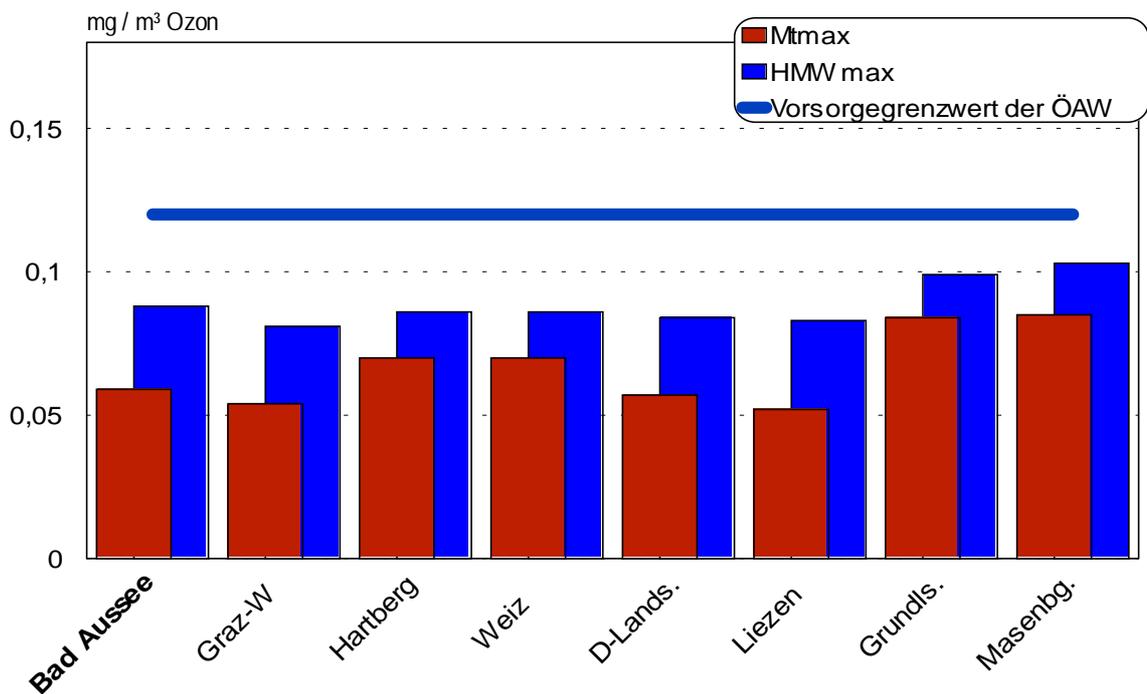
Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die zu erwartende Übereinstimmung mit dem Witterungsverlauf. Hohe Werte wurden bei Hochdruck- und gradientschwachen Lagen registriert, wobei während der Sommermessperiode der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften lediglich an fünf Tagen überschritten wurde.

Ein steiermarkweiter Vergleich der Ozonkonzentrationen ergibt für beide Messperioden ein durchschnittliches Belastungsniveau.

Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Sommermessung 1999



Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Wintermessung 1999/2000



3.5. Luftbelastungsindex

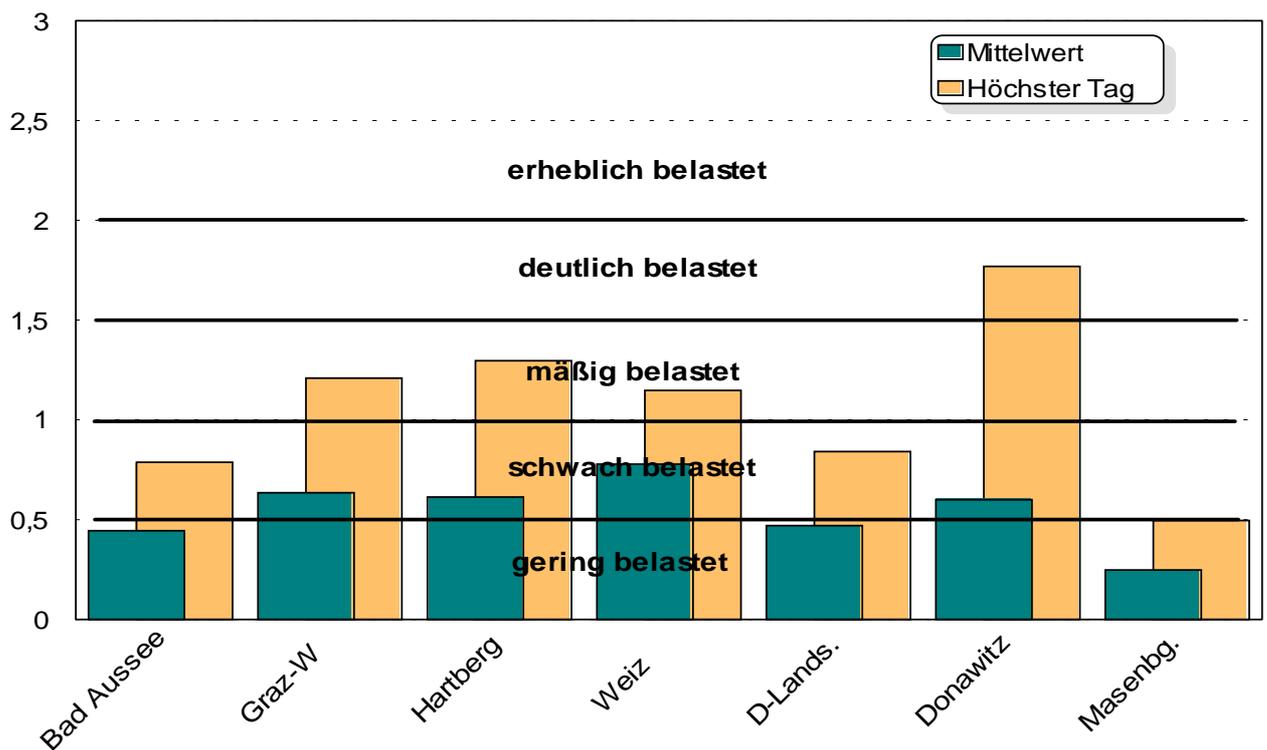
Eine relativ einfache Bewertungs- und Vergleichsmöglichkeit der Luftbelastung verschiedener Messstationen wird durch den Luftbelastungsindex ermöglicht.

Angelehnt an die von J. Baumüller (VDI-Kommission Luftreinhaltung 1988, S. 223 ff) vorgeschlagene Berechnungsmethode wurden die Tagesmittelwerte und maximalen Halbstundenmittelwerte der Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Schwebstaub in Verhältnis zum jeweiligen Grenzwert des Immissionsschutzgesetzes Luft gesetzt und die Ergebnisse anschließend aufsummiert. Mit Hilfe der aus der Abbildung ersichtlichen Skala können die so gebildeten Indexzahlen für den genannten Messzeitraum bewertet und verglichen werden.

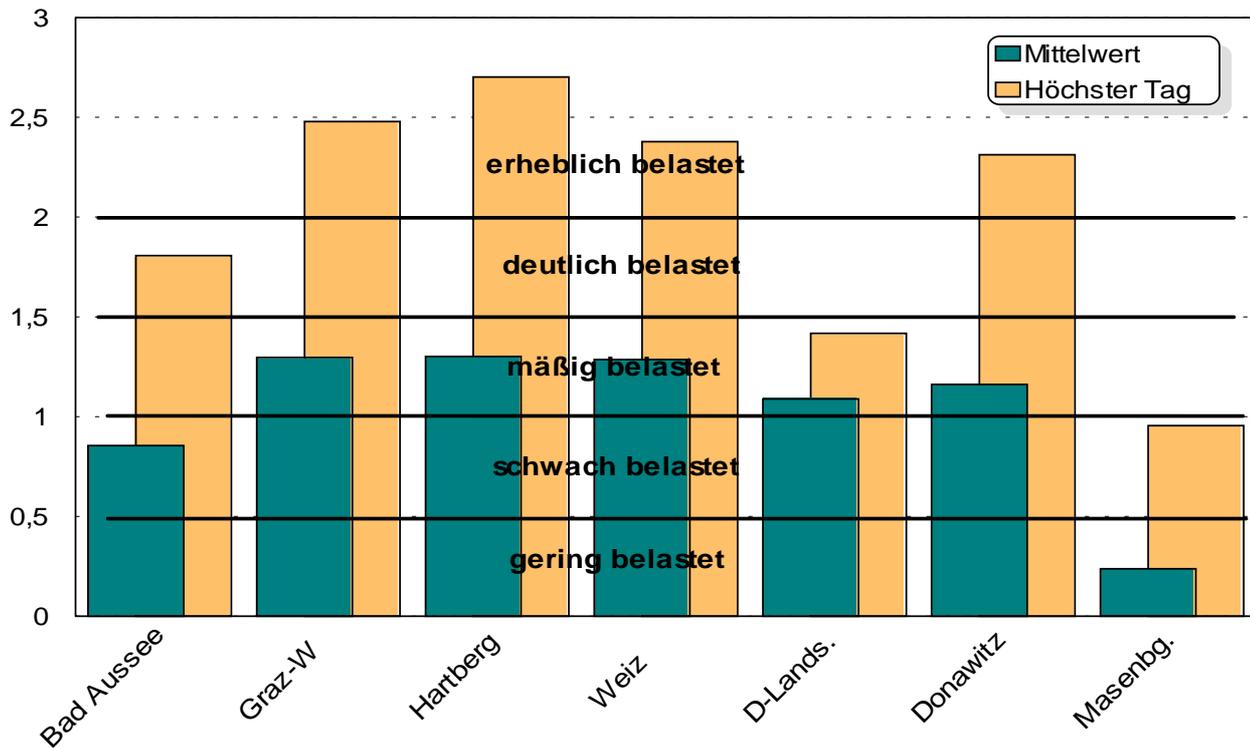
In nachfolgender Abbildung wird der Luftbelastungsindex für den Messstandort und ausgewählte steirische Standorte dargestellt.

Demnach wiesen die lufthygienischen Verhältnisse in Bad Aussee während der Sommermessperiode nur geringe Belastungen auf. In der Wintermessperiode wurde im Kurpark eine im steiermarkweiten Vergleich unterdurchschnittliche Grundbelastung festgestellt, der höchstbelastete Tag, der durch lufthygienisch ungünstige Witterungsbedingungen gekennzeichnet war, wies allerdings nicht zuletzt auch aufgrund der verkehrsbedingten Immissionen eine deutliche Schadstoffbelastung auf.

Luftbelastungsindex während der Sommermessung 1999



Luftbelastungsindex während der Wintermessung 1999/2000



4. Integrale Messungen

4.1. Vorbemerkung

Ergänzend zu den mobilen Immissionsmessungen wurde in Bad Aussee auch ein integrales Messnetz betrieben. Integrale Messungen sind in der Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ („Kurorterrichtlinie“), 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.

4.2. Das Messnetz

Für die integralen Messungen gibt die Kurorterrichtlinie 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 8 Messpunkte (Kap. 1.) wurden die 13 Messperioden folgendermaßen zusammengefasst:

Sommersaison:	06.07.1999 - 29.09.1999 (1. - 3. Messperiode)
	14.03.2000 - 10.07.2000 (10. - 13. Messperiode)
Wintersaison:	29.09.1999 - 14.03.2000 (4. - 9. Messperiode)

4.3. Messmethodik

4.3.1. 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 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 Staubbiederschlag und das Wasser in einer gewogenen Schale zur Trockene eingedampft und als Gesamtstaubbiederschlag gewogen. Das Ergebnis wird auf einen Tag und 1 m² Fläche bezogen.

4.3.2. 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 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 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 Immissionssituation und in der Bestimmung längerfristiger Trends.

4.4. 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. Die Kurorterichtlinie schreibt neben allgemeinen Regelungen bezüglich der Messungen für Luftkurorte unter anderem folgende Immissionsgrenzwerte vor:

Schwefeldioxidkonzentration	Halbstundenmittelwert	100 µg /m ³
	Tagesmittelwert	50 µg /m ³
Stickstoffdioxidkonzentration	Halbstundenmittelwert	100 µg /m ³
	Tagesmittelwert	50 µg /m ³
Gesamtstaubdeposition	Jahresmittelwert	165 mg/m ² .d

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 steirischen Messnetzen kann sowohl für Stickstoffdioxid als auch für Schwefeldioxid bei Einhaltung eines **Messperiodenmittelwertes von 25 µg/m³** als Erfahrungs-Richtwert auch die Erfüllung der Kriterien der „Kurorrichtlinie“ angenommen werden.

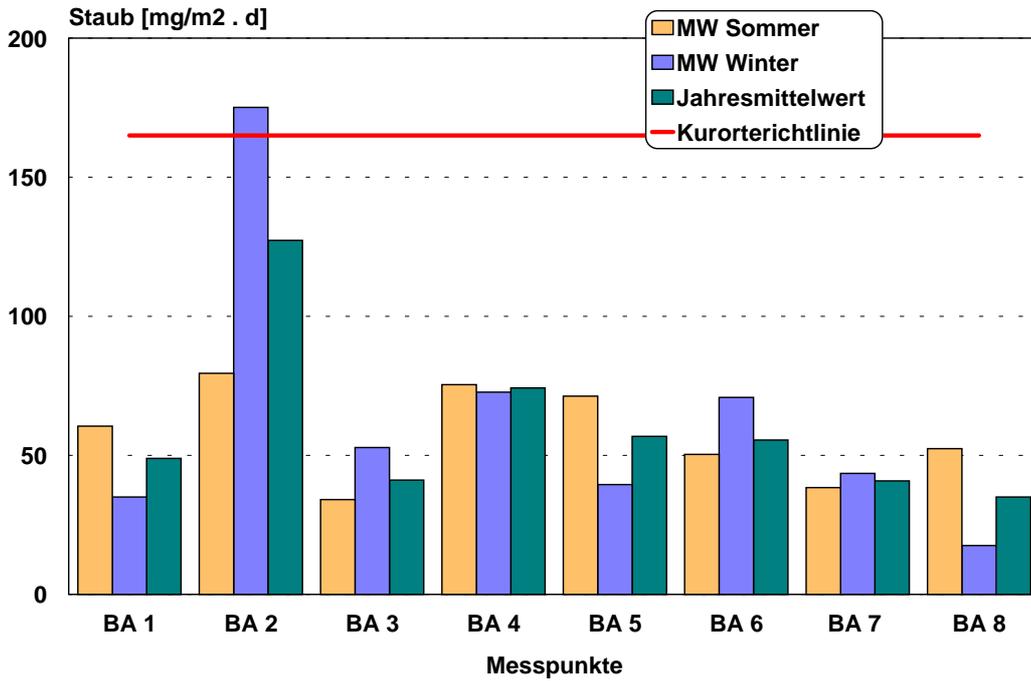
4.5. Darstellung der Messergebnisse

4.5.1. Gesamtstaubdeposition

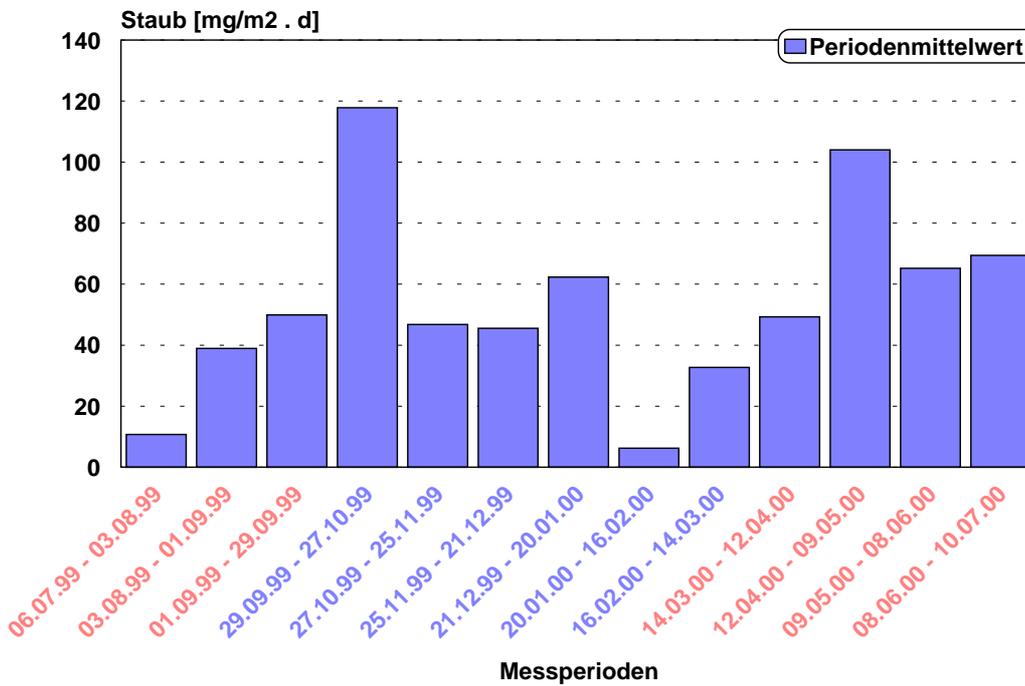
Zeitverlauf der Staubdeposition (in mg/m² . d)

Messperioden	BA 1	BA 2	BA 3	BA 4	BA 5	BA 6	BA 7	BA 8	Perioden- mittelwert
06.07.99 - 03.08.99	21,4	-	5,5	16,9	-	5,2	4,4	-	10,7
03.08.99 - 01.09.99	36,6	31,3	23,8	43,7	52,3	-	41,9	42,3	38,9
01.09.99 - 29.09.99	57,1	137,3	21,7	65,9	50,4	45,3	2,6	19,1	49,9
29.09.99 - 27.10.99	50,8	195,5	145,8	66,6	111,9	137,0	209,5	25,0	117,8
27.10.99 - 25.11.99	35,5	122,3	-	49,4	34,8	-	16,4	22,4	46,8
25.11.99 - 21.12.99	31,3	153,8	9,5	79,7	15,5	-	11,9	17,0	45,5
21.12.99 - 20.01.00	26,1	228,9	-	91,8	4,8	-	9,3	12,7	62,3
20.01.00 - 16.02.00	-	-	3,1	-	-	4,6	8,4	8,8	6,2
16.02.00 - 14.03.00	31,4	-	-	76,2	30,6	-	5,6	19,8	32,7
14.03.00 - 12.04.00	50,9	-	-	75,8	54,5	30,1	12,0	72,2	49,3
12.04.00 - 09.05.00	91,3	-	79,8	159,6	106,1	127,5	80,2	83,6	104,0
09.05.00 - 08.06.00	105,8	78,0	39,5	90,4	48,8	56,4	63,9	38,5	65,2
08.06.00 - 10.07.00	-	71,5	-	-	115,3	37,7	63,8	58,6	69,4
Messpunkt- mittelwert	48,9	127,3	41,1	74,2	56,8	62,9	40,8	35,0	

Jahresmittelwert in Relation zum Grenzwert der „Kurorterrichtlinie“



Jahresgang der Staubbelastung

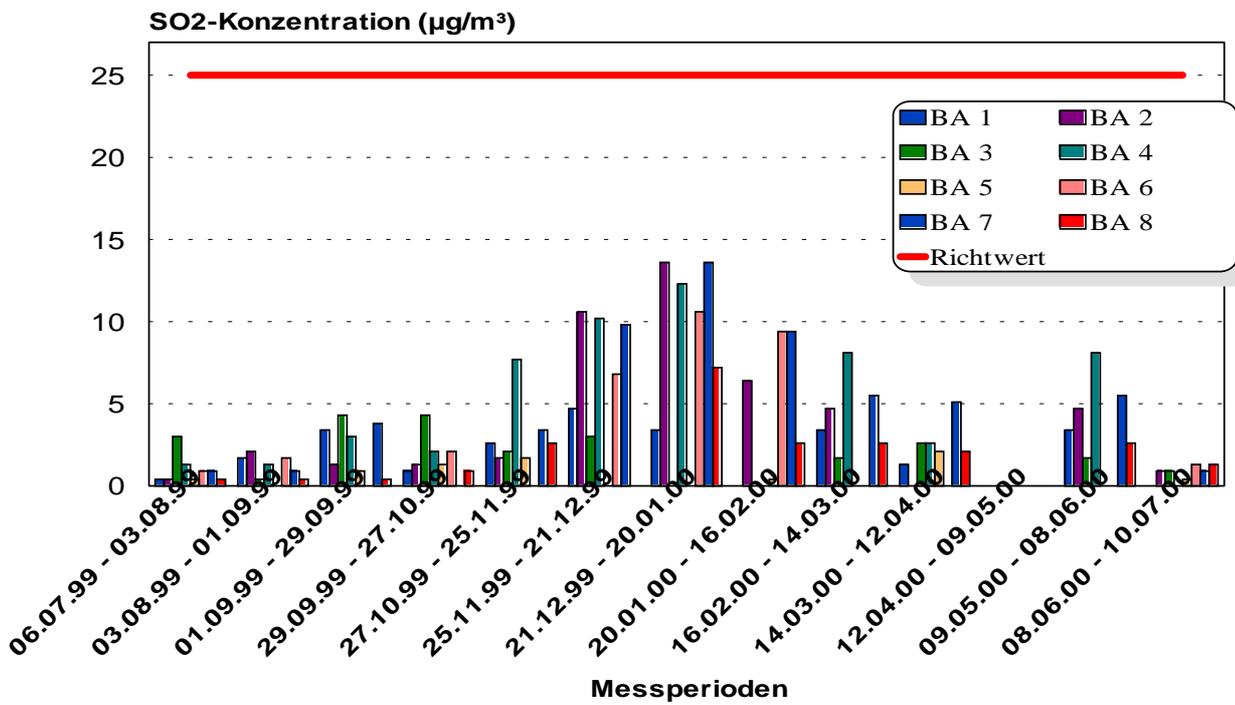


4.5.2. Konzentrationsmessungen

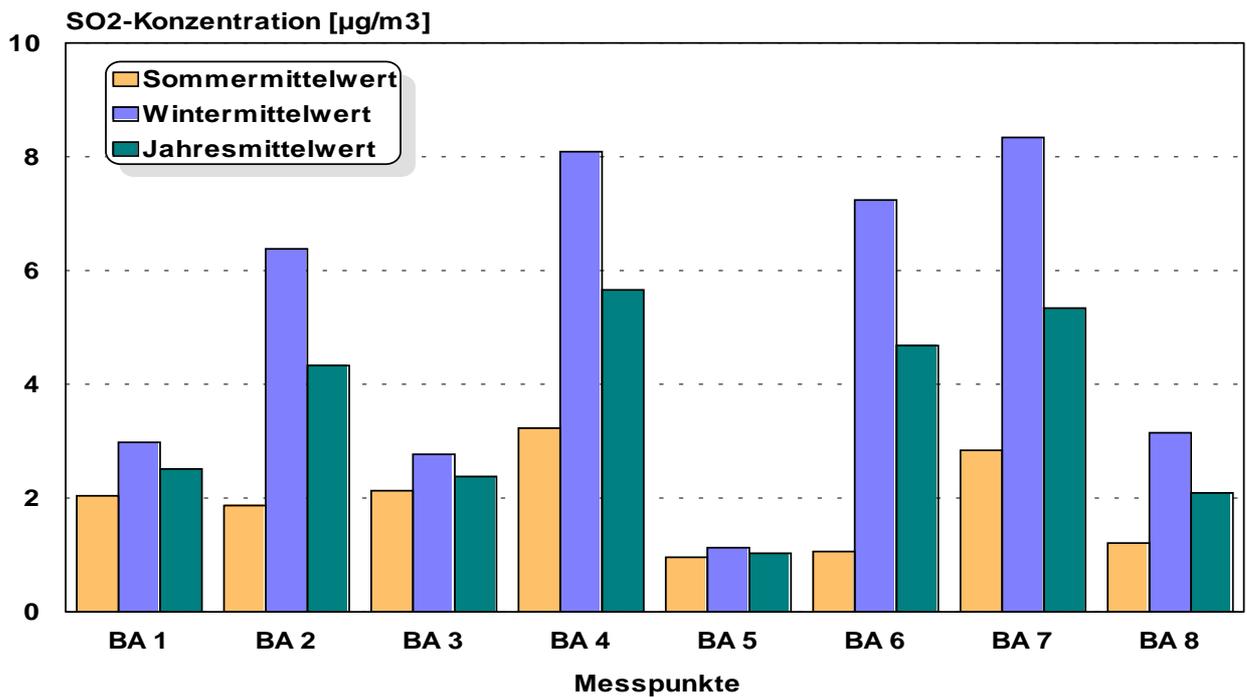
Zeitverlauf der Schwefeldioxid-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

SO₂	BA 1	BA 2	BA 3	BA 4	BA 5	BA 6	BA 7	BA 8	Perioden- mittelwert
06.07.99 - 03.08.99	0,4	0,4	3,0	1,3	0,4	0,9	0,9	0,4	1,0
03.08.99 - 01.09.99	1,7	2,1	0,4	1,3	-	1,7	0,9	0,4	1,2
01.09.99 - 29.09.99	3,4	1,3	4,3	3,0	0,9	-	3,8	0,4	2,4
29.09.99 - 27.10.99	0,9	1,3	4,3	2,1	1,3	2,1	-	0,9	1,8
27.10.99 - 25.11.99	2,6	1,7	2,1	7,7	1,7	-	3,4	2,6	3,1
25.11.99 - 21.12.99	4,7	10,6	3,0	10,2	-	6,8	9,8	-	9,1
21.12.99 - 20.01.00	3,4	13,6	-	12,3	-	10,6	13,6	7,2	11,3
20.01.00 - 16.02.00	-	6,4	-	-	0,4	9,4	9,4	2,6	4,8
16.02.00 - 14.03.00	3,4	4,7	1,7	8,1	-	-	5,5	2,6	4,3
14.03.00 - 12.04.00	1,3	-	2,6	2,6	2,1	-	5,1	2,1	2,6
12.04.00 - 09.05.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09.05.00 - 08.06.00	3,4	4,7	1,7	8,1	-	-	5,5	2,6	4,3
08.06.00 - 10.07.00	-	0,9	0,9	-	0,4	1,3	0,9	1,3	0,9
Messpunktmittelwert	2,5	4,3	3,8	5,2	1,0	4,7	5,3	3,4	

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



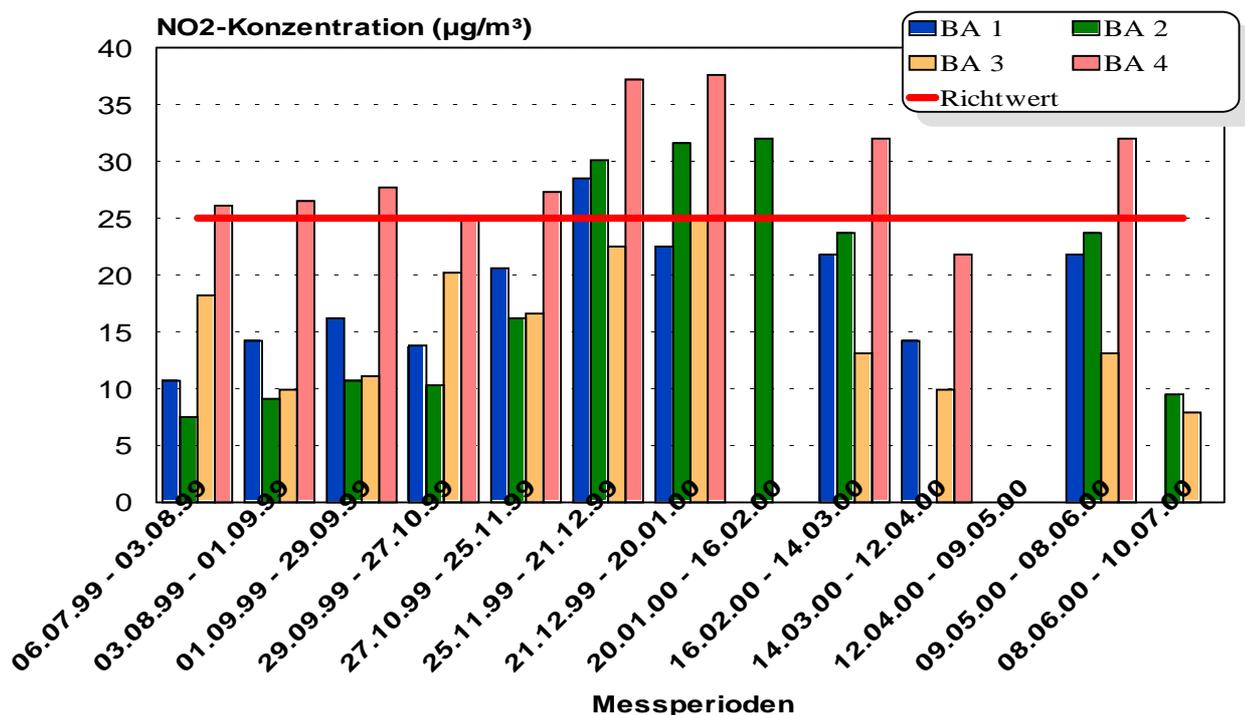
Mittlere SO₂-Konzentration (in µg/m³)



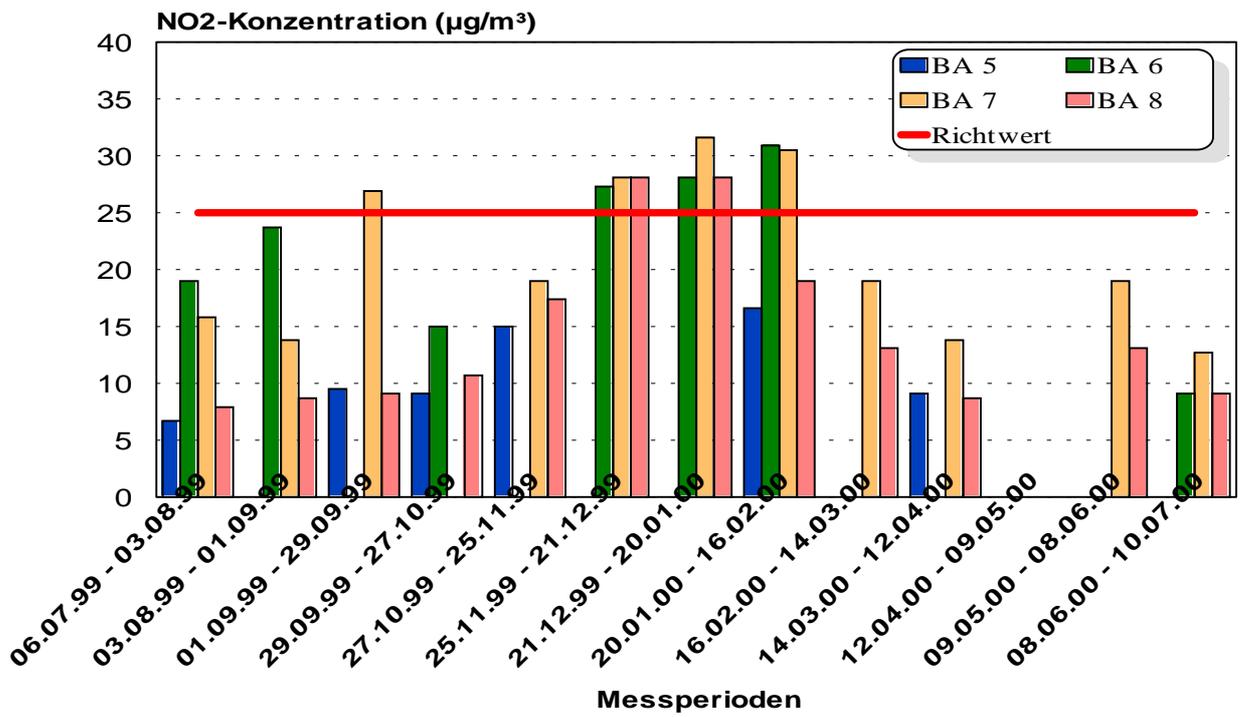
Zeitverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in µg/m³)

NO ₂	BA 1	BA 2	BA 3	BA 4	BA 5	BA 6	BA 7	BA 8	Perioden- mittelwert
06.07.99 - 03.08.99	10,7	7,5	18,2	26,1	6,7	19,0	15,8	7,9	14,0
03.08.99 - 01.09.99	14,2	9,1	9,9	26,5	-	23,7	13,8	8,7	15,1
01.09.99 - 29.09.99	16,2	10,7	11,1	27,7	9,5	-	26,9	9,1	15,9
29.09.99 - 27.10.99	13,8	10,3	20,2	24,9	9,1	15,0	-	10,7	14,9
27.10.99 - 25.11.99	20,6	16,2	16,6	27,3	15,0	-	19,0	17,4	18,9
25.11.99 - 21.12.99	28,5	30,1	22,5	37,2	-	27,3	28,1	28,1	28,8
21.12.99 - 20.01.00	22,5	31,6	24,9	37,6	-	28,1	31,6	28,1	29,2
20.01.00 - 16.02.00	-	32,0	-	-	16,6	30,9	30,5	19,0	22,8
16.02.00 - 14.03.00	21,8	23,7	13,1	32,0	-	-	19,0	13,1	20,4
14.03.00 - 12.04.00	14,2	-	9,9	21,8	9,1	-	13,8	8,7	12,9
12.04.00 - 09.05.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09.05.00 - 08.06.00	21,8	23,7	13,1	32,0	-	-	19,0	13,1	20,4
08.06.00 - 10.07.00	-	9,5	7,9	-	-	9,1	12,7	9,1	9,7
Messpunktmittelwert	18,4	18,6	15,2	27,4	11,0	21,9	20,9	14,4	

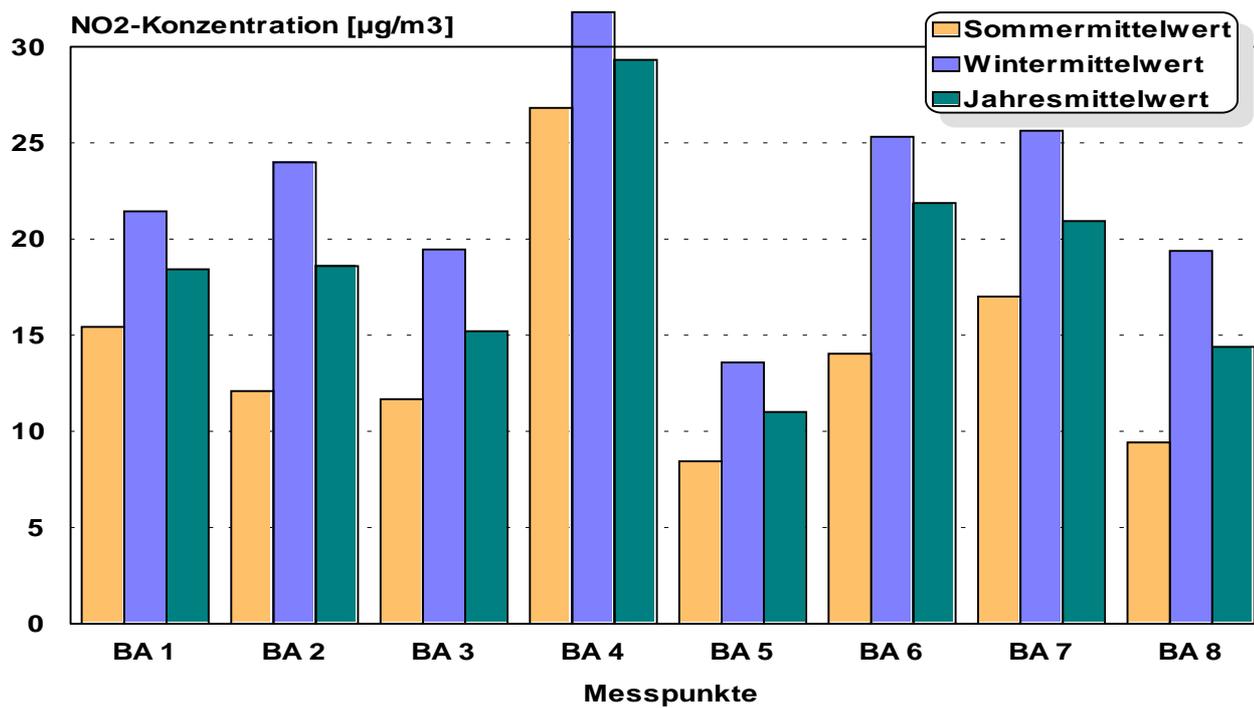
NO₂-Konzentration in Relation zum Erfahrungs-Richtwert für die Einhaltung der Kurorterrichtlinie (Messperiodenmittelwerte in µg/m³) für die Messpunkte BA1 bis BA4



NO₂-Konzentration in Relation zum Erfahrungs-Richtwert für die Einhaltung der Kurorterrichtlinie (Messperiodenmittelwerte in µg/m³) für die Messpunkte BA5 bis BA8



Mittlere NO₂-Konzentration (in µg/m³)



4.6. 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 (Vegetationseinflüsse - Blütezeit) etwas höher war als in den Herbst- und Wintermonaten. Eine Ausnahme stellte der Oktober 1999 dar, der an nahezu allen Messpunkten eine überdurchschnittliche Staubb Belastung aufzuweisen hatte. Das dürfte auf die vorherrschenden Witterungsbedingungen (sehr trockener und zu warmer Oktober) zurückzuführen sein.

Die Staubimmissionen lagen im Jahresdurchschnitt im Bereich zwischen 35,0 und 127,3 mg/m².d, wobei der höchste Jahresmittelwert am Messpunkt BA 2 (Bahnhof) registriert wurde. Hierfür dürften lokale Staubaufwirbelungen verantwortlich gewesen sein, da vor allem die Messperiodenmittel im Herbst und Winter deutlich hervorstechen. 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 Wintermonate höhere Konzentrationen als im Sommer. Dies ist aufgrund der immissionsklimatischen Ungunst des Winterhalbjahres – verstärkte Inversionsbereitschaft und dementsprechend schlechtere Ausbreitungsbedingungen – und der v.a. heizungsbedingt erhöhten Emissionen aber zu erwarten. Der in den Beurteilungsgrundlagen angegebene Richtwert von 25 µg/m³ Schwefeldioxid über eine Messperiode wurde an keinem Messpunkt überschritten.

Bei Stickstoffdioxid hingegen wurden mit Ausnahme der Messpunkte BA5 (Lerchenreith) und BA3 (Eselsbachsiedlung, hier allerdings bei einem Messperiodenmittel von 24,9 µg/m³ in der Messperiode vom 21. 12. 1999 – 20. 01. 2000) an allen Messpunkten Überschreitungen des Richtwertes von 25 µg/m³ ermittelt. Dabei traten die hohen Konzentrationen zumeist nur in den Wintermonaten auf, an der Messstelle BA4 (Bahnhofstraße) ist allerdings ganzjährig mit dem Erreichen des Richtwertes zu rechnen. Es ist daher auch davon auszugehen, dass es bei NO₂

während des Messzeitraumes mehrfach zu Überschreitungen von Grenzwerten nach der „Kurorterrichtlinie“ gekommen ist.

Zusammenfassend ergaben die integralen Immissionsmessungen von Juli 1999 bis Juli 2000, dass in Bad Aussee hinsichtlich der verkehrsverursachten NO₂-Konzentrationen in diesem Zeitraum die lufthygienischen Anforderungen, die an heilklimatische - und Luftkurorte gestellt werden, nicht erfüllt wurden. Es muss davon ausgegangen werden, dass speziell in den Wintermonaten im gesamten zentralen Siedlungsraum von Bad Aussee Grenzwertüberschreitungen nach der „Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ zu erwarten sind. Für den Bereich des Kurzentrums wurden diese Überschreitungen durch die mobilen Messungen nachgewiesen.

Hinsichtlich der Staubdeposition sowie der SO₂-Konzentrationen blieben die Werte unter dem Grenzwert der Kurorterrichtlinie bzw. des Erfahrungs-Richtwertes für den Messperiodenmittelwert.

5. Literatur

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1997:

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

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1992:

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

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (Hrsg.), 1997:

Luftverunreinigung – Immissionsmessung Richtlinie 12, Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten.

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.

Landesgesetzblatt für die Steiermark, 1962 :

Steiermärkisches Heilvorkommen- und Kurortegesetz
LGBl.Nr.161 vom 4.7.1962.

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, 1999, 2000:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
Juli, August, September 1999, Jänner, Februar 2000 ,. Wien.

6. Anhang

6.1. Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

6.1.1. Tabellen

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

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

Maximaler Halbstundenmittelwert (HMWmax)

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

Abkürzungen von meteorologischen Parametern und Messwerttypen

LUTE	Lufttemperatur
NIED	Niederschlag
MW3	Dreistundenmittelwert
TAGSUM	Tagessumme

6.1.2. Diagramme

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

Zeitverlauf

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

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.