



Luftgütemessungen Aflenz

Oktober 2000 bis Oktober 2001

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)

Gerhard Schrempf

Messnetzbetreuung

(integrales Messnetz)

Andrea Werni

Herausgeber

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

© Juni 2004

Dieser Bericht ist im Internet unter folgender Adresse verfügbar:

<http://www.umwelt.steiermark.at>**Bei Wiedergabe unserer Messergebnisse ersuchen wir um Quellenangabe!**

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1. Einleitung	7
2. Beurteilungsgrundlagen	9
2.1. Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr. 5/ 1987).....	9
2.2. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.F. BGBl.I Nr.102/2002).....	9
2.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.....	10
2.4. Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten	10
3. Die immissionsklimatische Situation in Aflenz	11
3.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet.....	11
3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung	11
4. Mobile Immissionsmessungen	14
4.1. Ausstattung und Messmethoden	14
4.2. Messergebnisse und Schadstoffverläufe	15
4.2.1 Schwefeldioxid (SO ₂)	15
4.2.2 Schwebstaub (TSP)	17
4.2.3 Stickstoffmonoxid (NO)	21
4.2.4 Stickstoffdioxid (NO ₂).....	23
4.2.5 Kohlenmonoxid (CO).....	26
4.2.6 Ozon (O ₃)	27
4.3. Luftbelastungsindex.....	32
5. Integrale Messungen	33
5.1. Vorbemerkung	33
5.2. Das Messnetz.....	33
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.....	34
5.4. Beurteilungsgrundlagen	35
5.5. Darstellung der Messergebnisse	35
5.5.1 Gesamtstaubdeposition	35
5.5.2 Konzentrationsmessungen	37
5.6. Zusammenfassende Beurteilung	40
6. Literatur	41
7. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen	42
7.1. Tabellen	42
7.2. Diagramme	43

Zusammenfassung

Die Luftgüteuntersuchungen in Aflenz wurden auf Ansuchen der Marktgemeinde 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 08.11. bis 20.12.2000 (Wintermessperiode) und von 11.07. bis 02.09.2001 (Sommermessperiode) durchgeführt. Das integrale Messnetz wurde im Zeitraum von 23. 10. 2000 bis 23. 10. 2001 betrieben.

Die **mobilen Immissionsmessungen** wurden im Winter an einem Standort nahe dem Kurpark und im Sommer beim Bauhof vorgenommen, um die vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen im Bereich zentraler Kureinrichtungen erheben und beurteilen zu können.

Der **Witterungsverlauf** während der mobilen Messungen war bei beiden Messperioden durch ein überdurchschnittliches Temperaturniveau gekennzeichnet, das im Winter auf lang anhaltende Zufuhr milder Luftmassen aus Südwest und im Sommer auf Hochdruckwetterlagen zurückzuführen war. Immissionsklimatisch können die Bedingungen während der Messungen aufgrund ausreichend häufiger Hochdrucklagen mit autochthonen Ausbreitungsbedingungen als repräsentativ bezeichnet werden.

Bezüglich der einzelnen Schadstoffe wurden während der Messperioden keinerlei Überschreitungen gesetzlicher Grenzwerte oder der Grenzwerte der für die vorliegende Fragestellung relevanten „Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ (hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie) festgestellt.

Hinsichtlich der Primärschadstoffe **Schwefeldioxid**, **Schwebstaub (TSP)**, **Stickstoffmonoxid**, **Stickstoffdioxid** und **Kohlenmonoxid** wurde sowohl für die Grundbelastung (längerfristige Mittelwerte) als auch für die Spitzenkonzentrationen ein im steiermarkweiten Vergleich unterdurchschnittliches Konzentrationsniveau festgestellt.

Die **Ozonwerte** blieben in einem dem Witterungsverlauf und der Lage des Standortes entsprechenden Konzentrationsbereich. Der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlene Vorsorgegrenzwert für den maximalen Halbstundenmittelwert wurde jedoch ebenso wie der Zielwert für den maximalen Achtstundenmittelwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) aufgrund der strahlungsreichen Witterung während der Sommermessperiode mehrfach überschritten.

Die **integralen Messungen** erbrachten hinsichtlich des Jahresganges der Gesamtstaubdeposition im Frühjahr und im Sommer etwas höhere Werte 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 84,2 und 132,4 mg/m².d, der Grenzwert von 165 mg/m².d 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 „Kurorterrichtlinie“ verglichen werden, die als Halbstunden- und Tagesmittelwerte festgelegt sind. Der Erfahrungs-Richtwert für heilklimatische- und Luftkurorte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Messperiodenmittelwert wurde jedoch während des gesamten Messzeitraumes bei beiden Schadstoffen nicht erreicht. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die maßgeblichen Grenzwerte der „Kurorterrichtlinie“ eingehalten wurden.

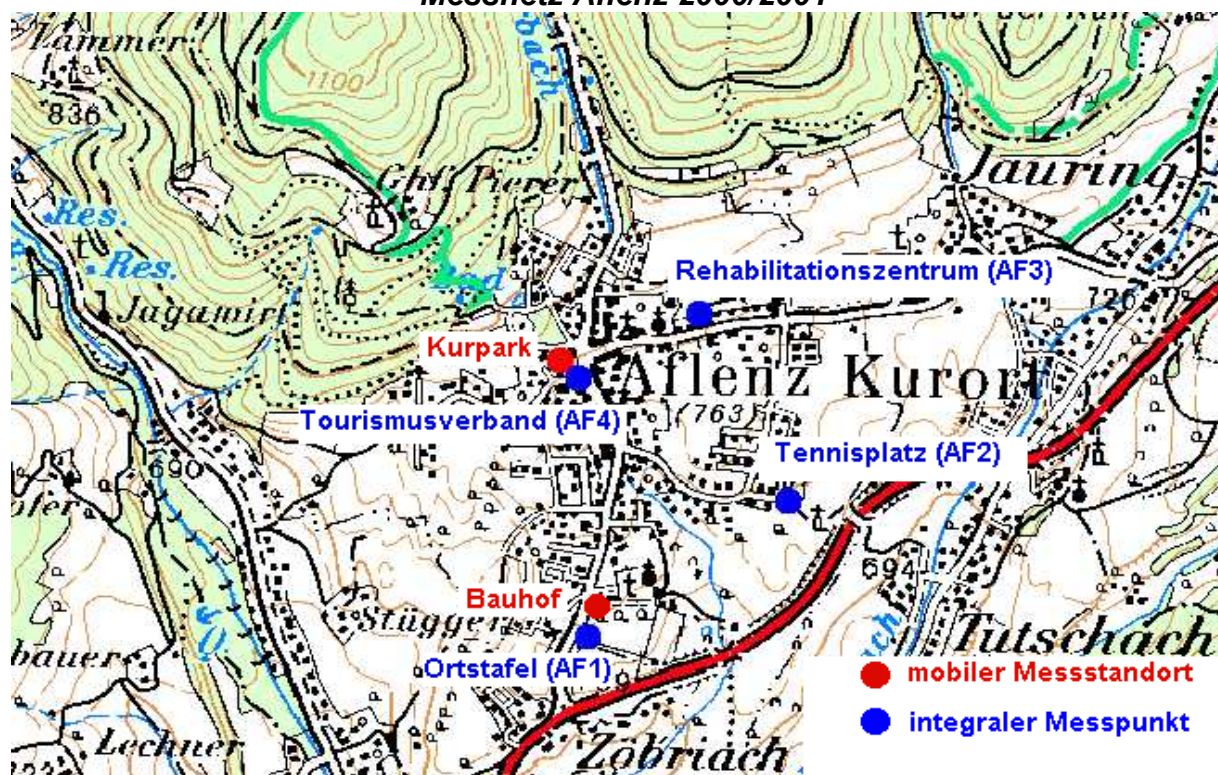
1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Aflenz wurden auf Ansuchen der Marktgemeinde 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 im Zeitraum Februar 1991 bis Juni 1992 ein integrales Messnetz betrieben worden waren.

Die mobilen Immissionsmessungen umfassten eine Wintermessperiode vom 08.11.2000 bis 20.12.2000 an einem Standort im Bereich der freiwilligen Feuerwehr in der Nähe des Kurparkes in einer Seehöhe ca. 760 m und eine Sommermessperiode vom 11.07.2001 bis 02.09.2001 im Bereich des Bauhofes der Gemeinde Aflenz in ca. 720 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.

Messnetz Aflenz 2000/2001



Der mobile Messstandort (Wintermessung)



Die **integralen Messungen**, die eine flächenhafte Interpretation der Luftschadstoffbelastungen ermöglichen, erfolgten von 23.10.2000 bis 23.10.2001 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 Aflenz wurden an 4 Standorten integrale Messeinrichtungen installiert:

Messpunktbeschreibung:

Nr.	Lage des Messpunktes
AF1	Südlicher Ortseingang
AF2	Tennisplatz
AF3	Rehabilitationszentrum
AF4	Tourismusverband

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 Aflenz 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:

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
Schwebestaub				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 Kurortengesetz (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 **heil klimatische Kurorte und Luftkurorte** sind demnach folgende Immissionsgrenzwerte einzuhalten (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$):

Schwefeldioxid	HMW	100
	TMW	50
Stickstoffdioxid	HMW	100
	TMW	50
Kohlenmonoxid	Achtstundenmittelwert (MW8)	5 mg/m^3
Schwebstaub	TMW	120
Gesamtstaubdeposition	JMW	165 $\text{mg}/\text{m}^2.\text{d}$

3. Die immissionsklimatische Situation in Aflenz

3.1. Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet

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

Aflenz liegt nach H. Wakonigg in der Klimalandschaft der „Talbeckenklimate im Umfeld des Müritztales“ und kann vereinfacht als winterkaltes, sommerkühles und relativ niederschlagsarmes Klima charakterisiert werden (H. Wakonigg 1978, 384f).

Das Jahresmittel der Lufttemperatur beträgt im langjährigen Mittel (1971-2000) etwa $6,3^\circ\text{C}$, das Jännermittel um $-3,2^\circ\text{C}$ und das Julimittel rund $15,5^\circ\text{C}$. Der Jahresgang der Niederschläge weist ein Winterminimum (Februar unter 40mm) und ein Sommermaximum (Juli 127mm) auf, die Jahresniederschlagsmenge beträgt rund 885mm, die an zirka 114 Tagen pro Jahr fallen. Die mittleren Windgeschwindigkeiten sind eher gering (um 1,5 m/s) und weisen im Jahresgang ein Frühjahrsmaximum und ein Spätherbst-, Winterminimum auf.

3.2. Der Witterungsablauf während der mobilen Messung

Zu Beginn der Messungen im November wurde an der Vorderseite eines mächtigen und beinahe ortsfesten Tiefdruckgebietes über Großbritannien feuchtmilde Mittelmeerluft herangeführt, die an den Folgetagen immer wieder zum Teil ergiebige Niederschläge verursachte.

Nach kurzem Hochdruckeinfluss mit sonnigem Spätherbstwetter wurde ab 13.11. an der Vorderseite eines Tiefdruckgebietes über Westeuropa neuerlich eine anfänglich föhnige Südwestströmung mit einem kräftigen Temperaturanstieg wetterbestimmend. In der Folge verlagerte sich das Zentrum des Tiefs nach Oberitalien, was vor allem südlich des Alpenhauptkammes Niederschläge auslöste.

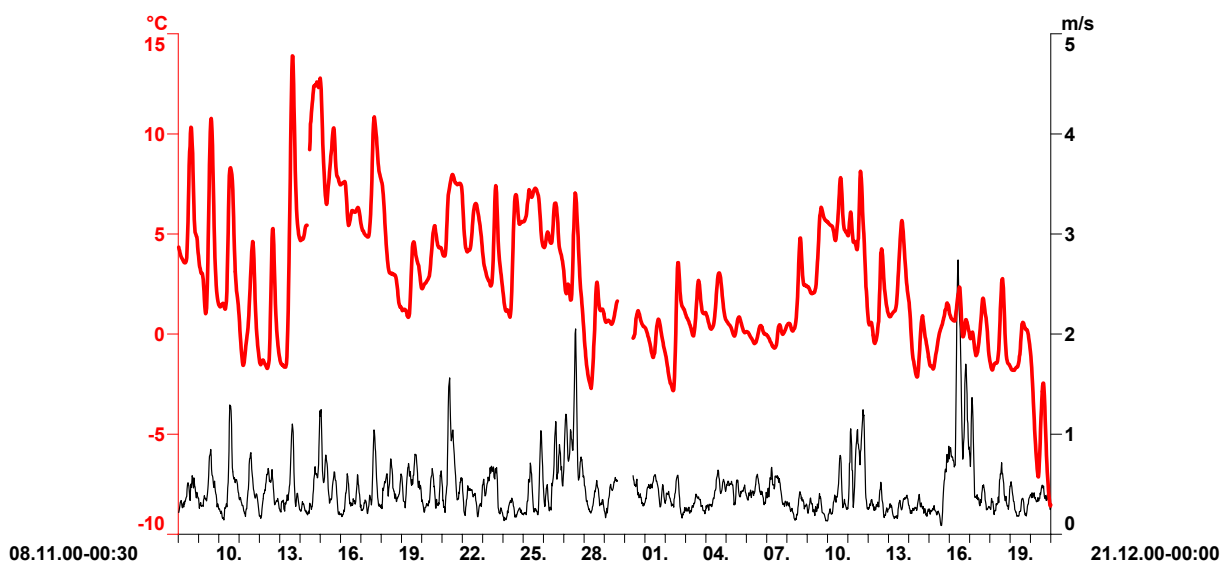
Auf Grund des wiederholten Durchzug von Tiefdruckgebieten blieb der zyklonale Witterungsverlauf mit teils kräftigen Niederschlägen bis 26.11. erhalten.



Zum Monatsende hin klangen die Niederschläge unter zunehmendem Hochdruckeinfluss allmählich ab. Die Temperaturen blieben in Aflenz in Folge nur zögerlicher Bewölkungsrückbildung allerdings gedämpft.

Mit Dezemberbeginn stellte sich ausgehend von einem stationären mächtigen Tiefdruckkomplex über dem Nordatlantik eine Südwestströmung ein, die die gesamte erste Dezemberhälfte erhalten blieb. Auf Grund der Zufuhr sehr milder Luftmassen in größeren Höhen konnten sich verbreitet beständige Hochnebeldecken ausbilden, die sich nur unter Einfluss schwacher Störungszonen, die um den 10.12. mit geringen Niederschlägen den Alpenraum überquerten, auflösten. Mit der Drehung der Strömung auf Nordwest wurden nachfolgend unter anhaltend schwachem Störungseinfluss kühlere Luftmassen herangeführt.

Am Ende der Messkampagne wurde ein kräftiges Hoch mit Zentrum über dem Baltikum wetterbestimmend, wodurch sich unter Zufuhr kontinentaler Kaltluft stabiles klares Winterwetter einstellte.

Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit in Aflenz während der Messungen am Standort Kurpark



Station:	MOBILE 2	MOBILE 2
Messwert:	LUTE	WIGE
MW-Typ:	MW3	MW3
Y - Achse:	1	2
Muster:		

Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

Die Sommermessungen begannen bei wechselhaftem Wetter, wobei die Temperaturen durch Zufuhr warmer Luft aus dem Mittelmeerraum allmählich sommerliche Werte erreichten. Aufgrund der flachen Druckverteilung und schwachen Störungseinflusses konnten sich allerdings häufig Gewitter ausbilden.

Mit dem Durchzug eines Tiefdruckgebietes Mitte Juli wurde die sommerlich warme Wetterphase beendet. In der Folge blieb der zyklonale Witterungscharakter mit Niederschlägen und gedämpften Temperaturen bis zum 24. 7. erhalten.

Steigender Luftdruck bewirkte danach Wetterberuhigung und leitete eine bis über den Monatswechsel hin anhaltende Schönwetterphase ein, die nur an einzelnen Tagen durch Gewitterbildung beeinträchtigt wurde. Die Tageshöchstwerte der Temperatur stiegen kräftig an und erreichten in Aflenz hochsommerliche Werte bis über 30 °C.

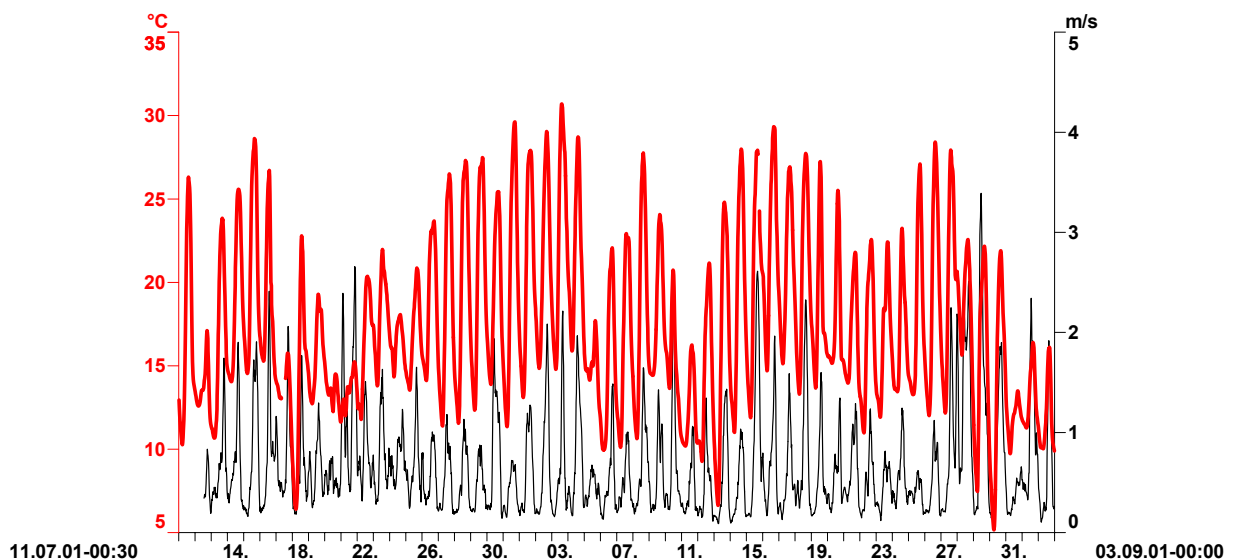
Mit verstärkter Zufuhr feuchterer Luftmassen aus Südwest verstärkte sich ab 3.8. die Gewitterneigung. Der nachfolgende Durchzug eines Tiefdruckgebietes bewirkte schließlich einen markanten Temperaturrückgang und löste verbreitet Niederschläge aus. Die neuerlich auflebende Südwestströmung führte jedoch rasch wieder zu Erwärmung, bevor mit dem langsamen Durchzug einer Kaltfront ein weiteres Mal kühle Luft aus West herangeführt wurde.



Bis zur Monatsmitte hin verstärkte sich Hochdruckeinfluss und bewirkte hochsommerliches Schönwetter. Am Ende der zweiten Augustdekade schwächte sich der Luftdruck etwas ab und in der warmen und labil geschichteten Luft konnten sich häufiger Quellwolken und Gewitter ausbilden.

Nach dem Durchzug eines mit Gewitterbildung verbundenen Störungsausläufers erfolgte ein Temperaturrückgang. In der Folge beruhigte sich in Ostösterreich das Wetter unter dem Einfluss eines Höhentiefs über Ungarn nur zögerlich. Bis zum 27.8. wurden aber noch einmal hochsommerliche Temperaturen erreicht.

Mit dem folgenden Eindringen kalter Luftmassen aus Nordwest erfolgte eine nachhaltige Abkühlung und zunehmender Tiefdruckeinfluss sorgte bis zum Ende der Messperiode für kühles, wechselhaftes und teils regnerisches Wetter.

Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit in Aflenz während der Messungen am Standort Bauhof



Station:	MOBILE 2	MOBILE 2
Messwert:	LUTE	WIGE
MW-Typ:	MW3	MW3
Y - Achse:	1	2
Muster:		

Der Witterungsverlauf während der Messungen in Aflenz erwies sich im Winter für diese Jahreszeit als deutlich zu warm und zu feucht, was vornehmlich auf die im Vergleich

zum langjährigen Mittel überdurchschnittlich rege Tiefdrucktätigkeit im November und im Dezember auf die lang anhaltende Zufuhr milder Luftmassen aus Südwest zurückzuführen war.

Im Sommer stellten sich die Witterungsverhältnisse bei weitgehend normalen Niederschlagsmengen während der gesamten Messperiode in Folge lang anhaltender Hochdruckphasen als überdurchschnittlich warm dar.

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

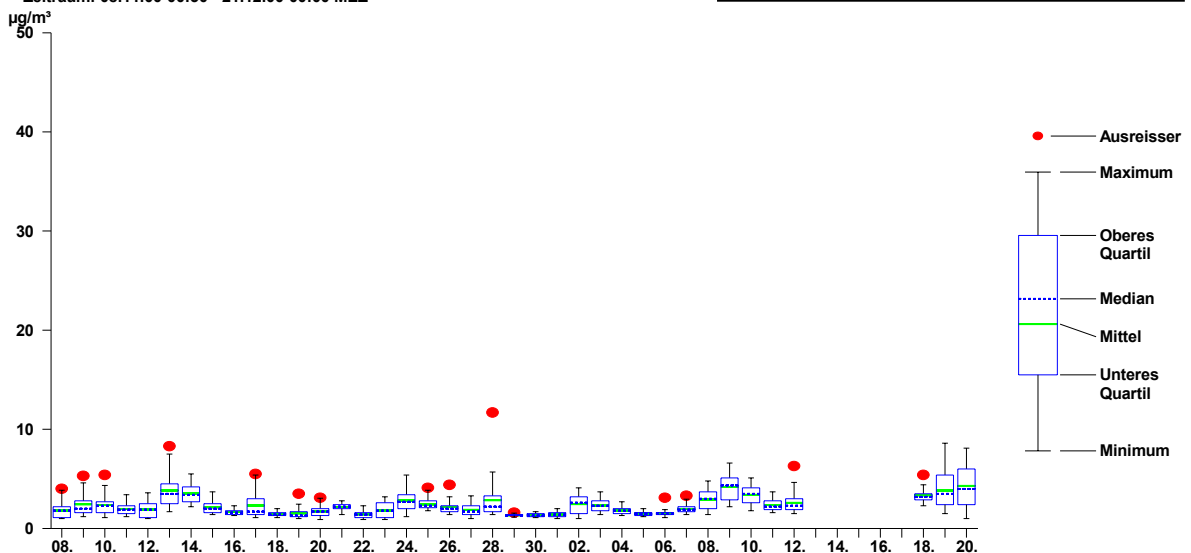
4.2.1 Schwefeldioxid (SO₂)

Messstandort Kurpark

08.11.2000 - 20.12.2000	Messergebnisse SO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	12	0,15 0,20 0,10	LGBI. Nr. 5/1987 BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichlionie	8 % 6 % 12 %
Mtmax	4			
TMWmax	4	0,10 0,12 0,05	LGBI. Nr. 5/1987 BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	4 % 3 % 8 %
PMW	2			

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

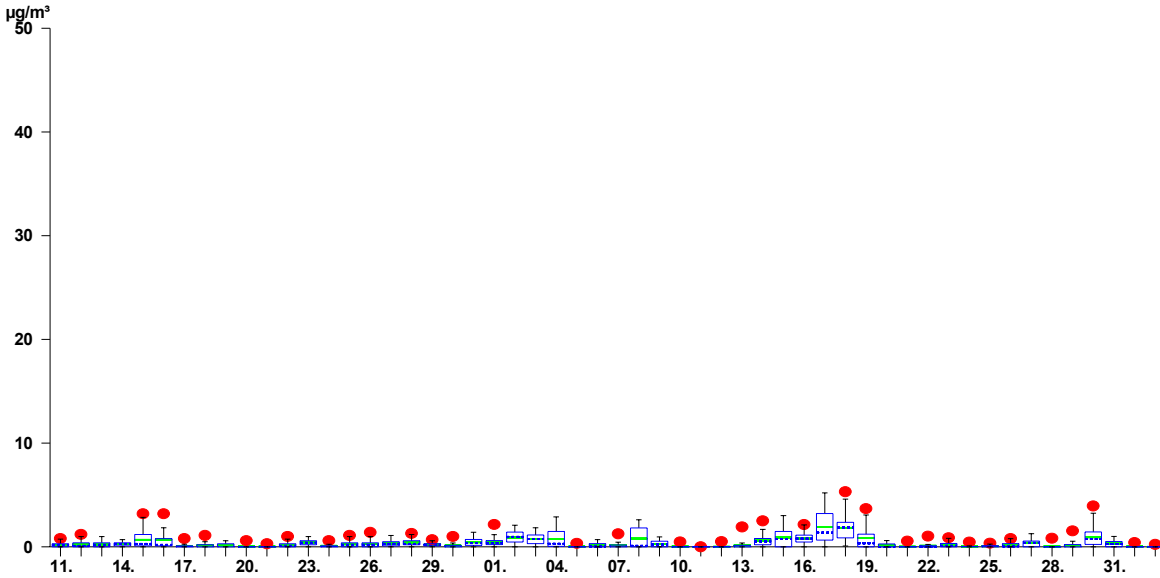
Station: MOBILE 2 Messwert: SO₂ MW-Typ: HMW
Zeitraum: 08.11.00-00:30 - 21.12.00-00:00 MEZ



Messstandort Bauhof

11.07.2001 - 02.09.2001	Messergebnisse SO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	5	0,07 0,20 0,10	LGBI. Nr. 5/1987 BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	7 % 2,5 % 5 %
Mtmax	1			
TMWmax	2	0,05 0,12 0,05	LGBI. Nr. 5/1987 BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	4 % 1,5 % 4 %
PMW	0,5			

Station: MOBILE 2 Messwert: SO2 MW-Typ: HMW
 Zeitraum: 11.07.01-00:30 - 03.09.01-00:00 MEZ

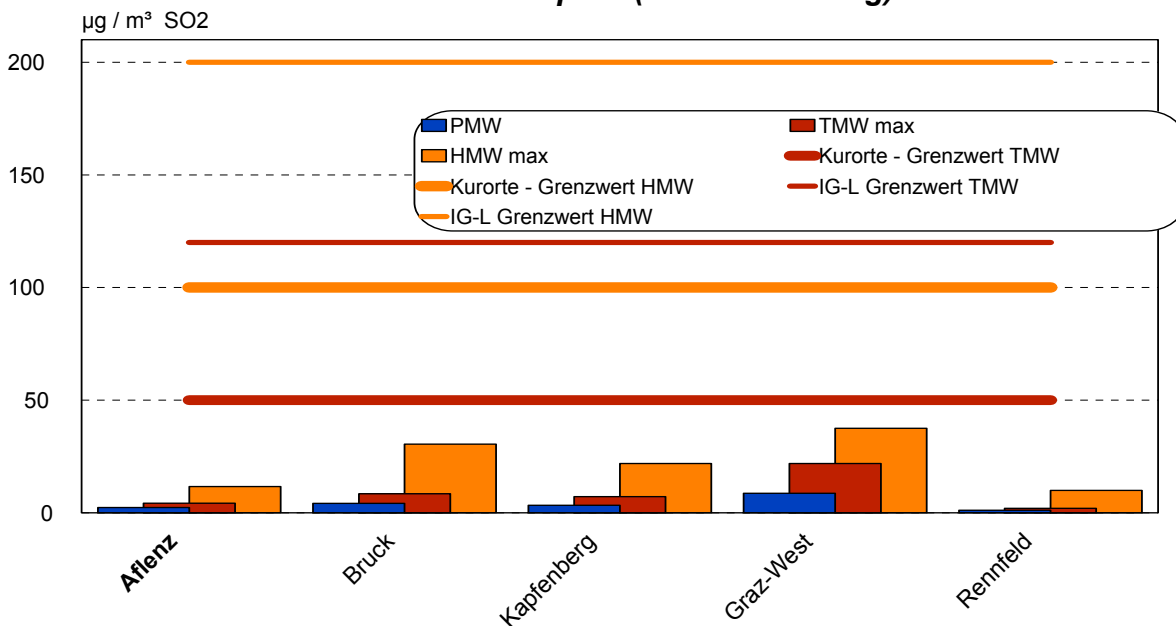


SO₂ wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt, Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit ungleich höher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

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

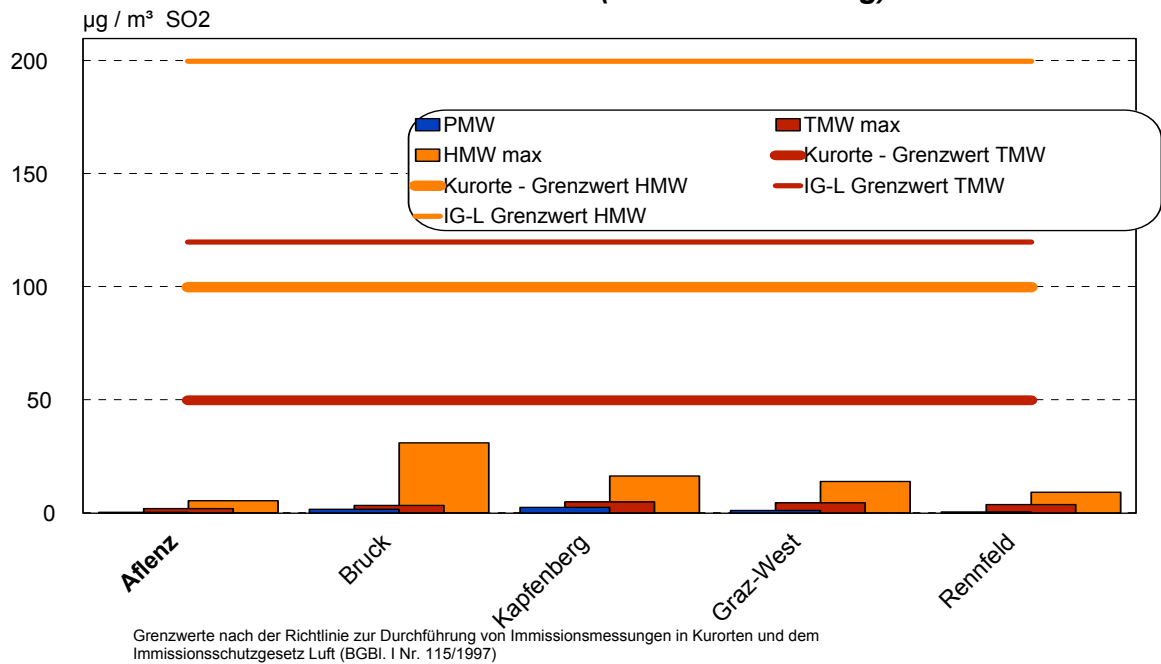
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen zeigte sich beim Luftschadstoff Schwefeldioxid an beiden Messstandorten in Aflenz eine unterdurchschnittliche Belastungssituation.

Vergleich der SO₂-Konzentrationen während der Messungen am Standort Kurpark (Wintermessung)



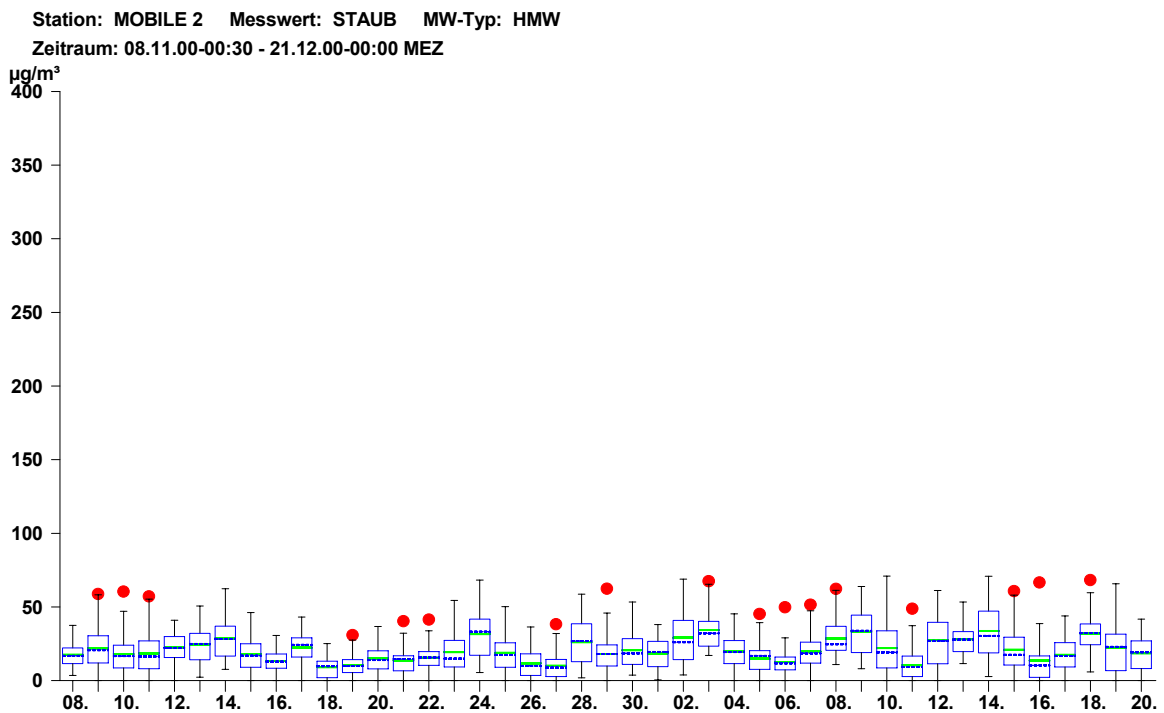
Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Vergleich der SO₂-Konzentrationen während der Messungen am Standort Bauhof (Sommermessung)



4.2.2 Schwebstaub (TSP)

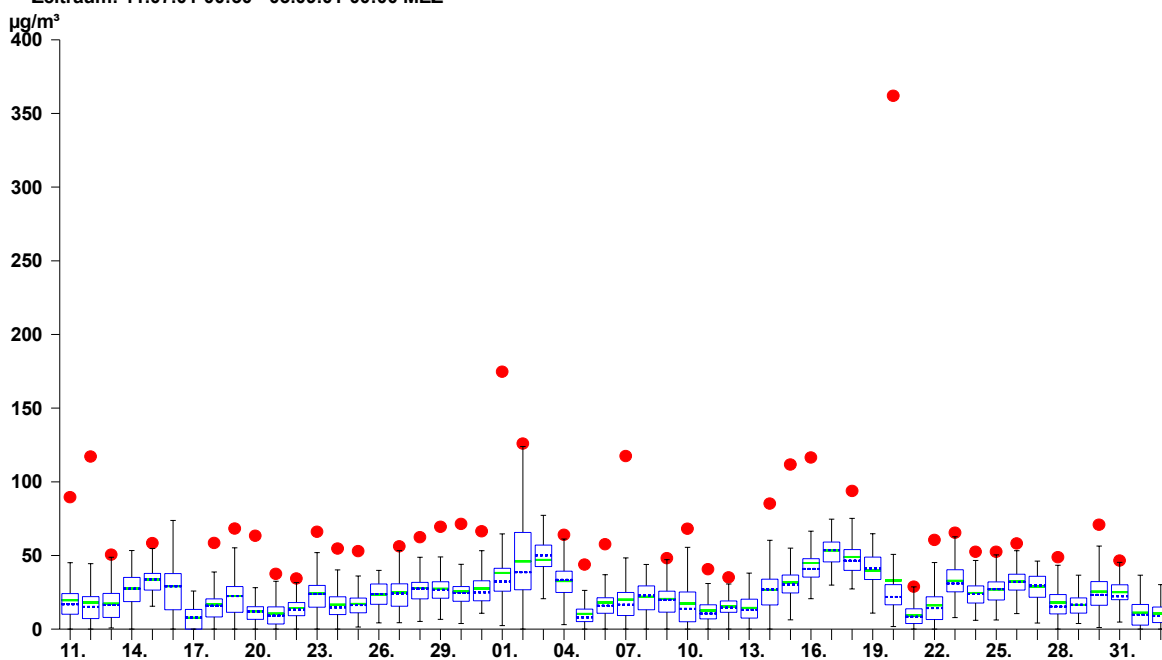
Messstandort Kurpark



08.11.2000 - 20.12.2000	Messergebnisse Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte Staub in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	71			
Mtmax	52			
TMWmax	34	0,12 0,15 0,12	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	28 % 23 % %
PMW	21			

Messstandort Bauhof

Station: MOBILE 2 Messwert: STAUB MW-Typ: HMW
Zeitraum: 11.07.01-00:30 - 03.09.01-00:00 MEZ



11.07.2001 - 02.09.2001	Messergebnisse Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte Staub in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	362			
Mtmax	70			
TMWmax	54	0,20 0,15 0,12	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	27 % 36 % 45 %
PMW	25			

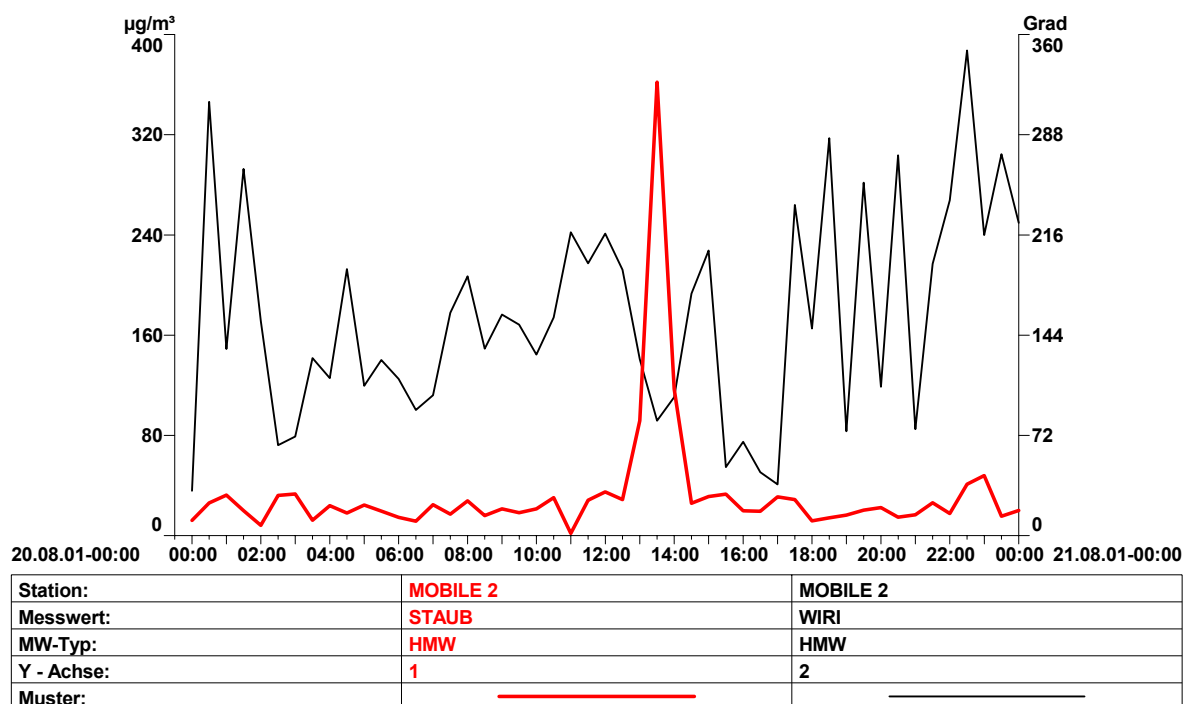
Hauptverursacher der Staubemissionen ist der Straßenverkehr, daneben sind die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen und Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt, weitere Emittenten.

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 Aflenz bewegten sich während der Wintermessungen auf einem gleichbleibend niedrigen Niveau. Im Sommer hingegen treten meist im Zusammenhang mit höheren Windgeschwindigkeiten bei trockener Witterung oder vor Gewittern höhere Belastungen auf. Überschreitungen der Grenzwerte für den maximalen Tagesmittelwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft und der Kurortrichtlinie wurden nicht festgestellt.

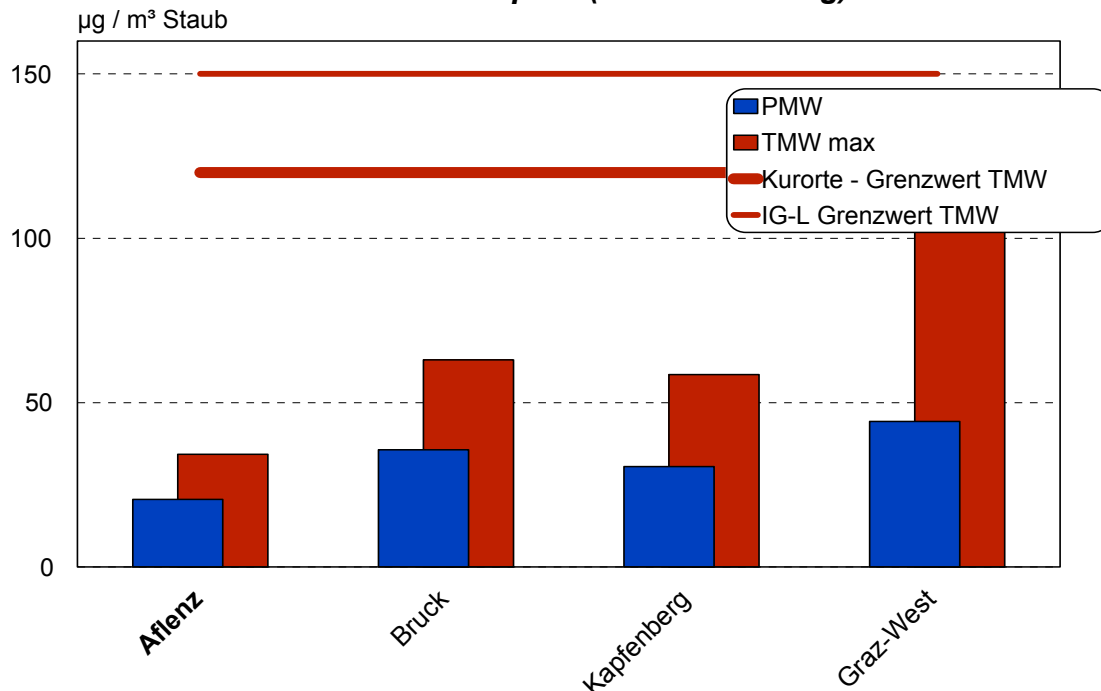
Eine hohe kurzzeitige Belastungsspitze wurde während der Sommermessung am 20.8. registriert. Der in der nachfolgenden Abbildung dokumentierte Verlauf der Staubkonzentrationen zeigt bei einem allgemein niedrigen Konzentrationsniveau in den frühen Nachmittagsstunden einen kurzfristigen markanten Konzentrationsanstieg, der auf ein Einzelereignis im Nahbereich des Messstandortes Aflenz/Bauhof zurückzuführen sein dürfte.

Verlauf der Schwebstaubkonzentrationen am 20.08.2001



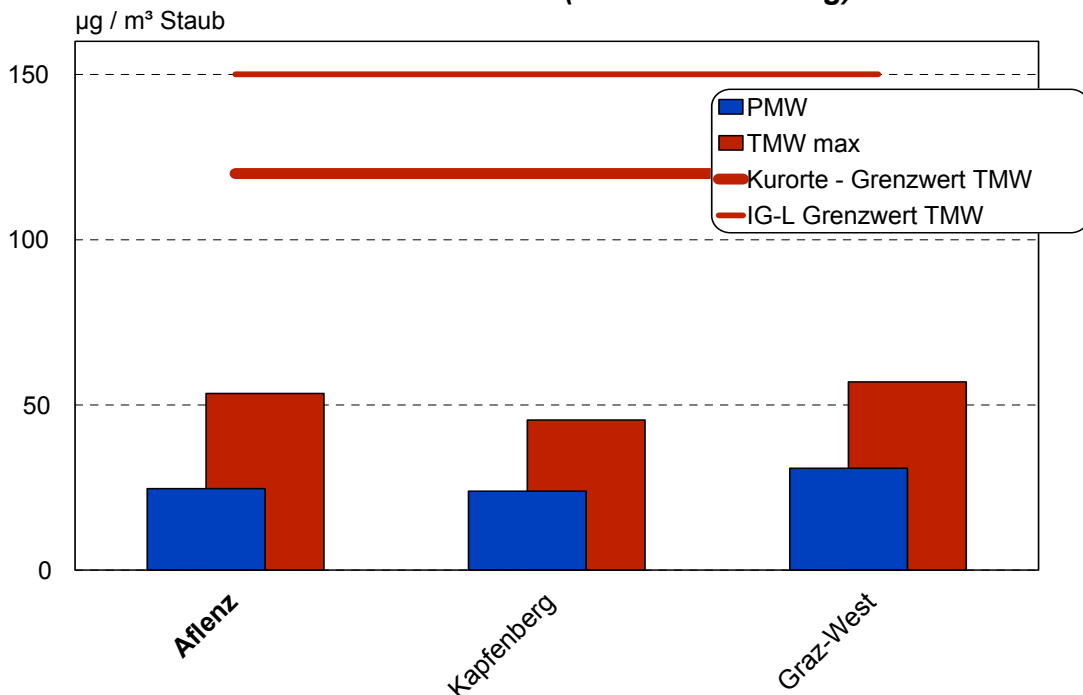
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen lagen die Schwebstaubkonzentrationen in Aflenz während der Wintermessungen auf einem unterdurchschnittlichen, im Sommer auf einem durchschnittlichen Belastungsniveau.

Vergleich der Staubkonzentrationen während der Messungen am Standort Kurpark (Wintermessung)



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

Vergleich der Staubkonzentrationen während der Messungen am Standort Bauhof (Sommermessung)

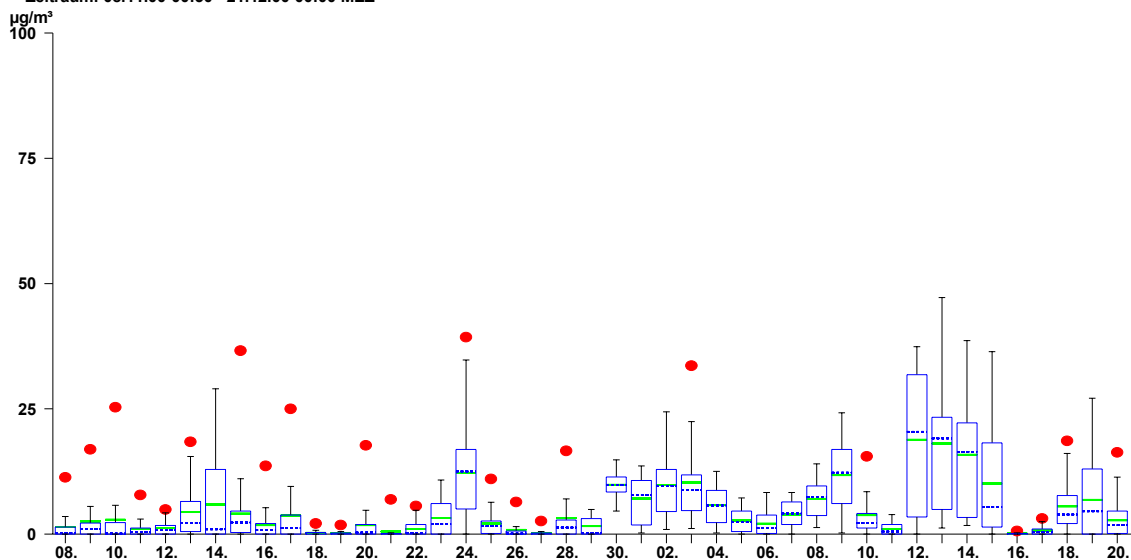


Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

4.2.3 Stickstoffmonoxid (NO)

Messstandort Kurpark

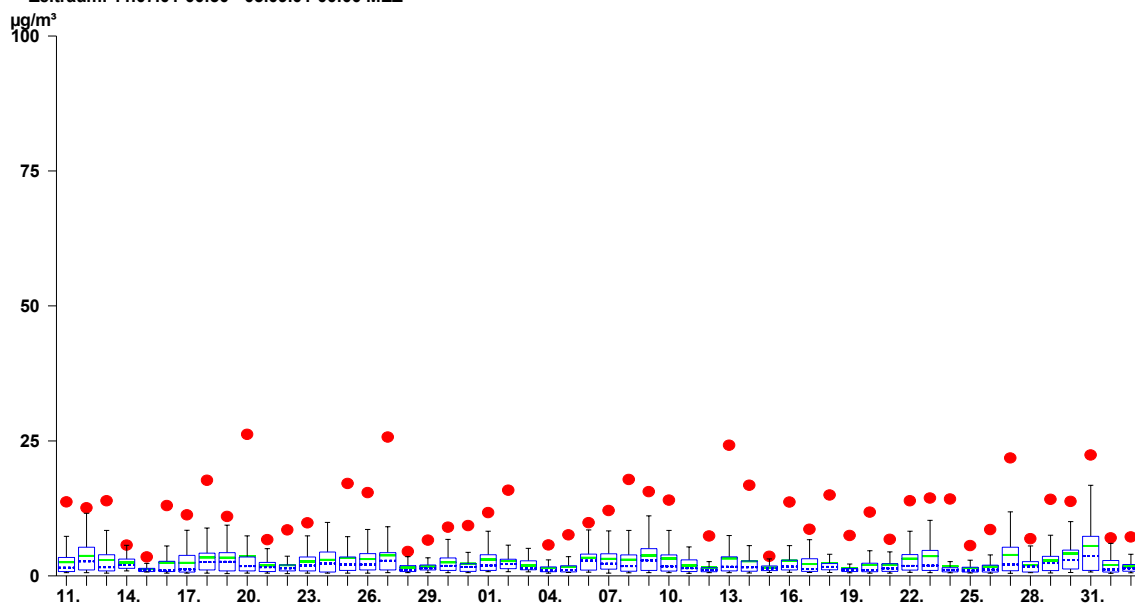
Station: MOBILE 2 Messwert: NO MW-Typ: HMW
 Zeitraum: 08.11.00-00:30 - 21.12.00-00:00 MEZ



08.11.2000 - 20.12.2000	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	47	0,60	LGBl. Nr. 5/1987	8 %
Mtmax	17			
TMWmax	19	0,20	LGBl. Nr. 5/1987	9,5 %
PMW	5			

Messstandort Bauhof

Station: MOBILE 2 Messwert: NO MW-Typ: HMW
 Zeitraum: 11.07.01-00:30 - 03.09.01-00:00 MEZ



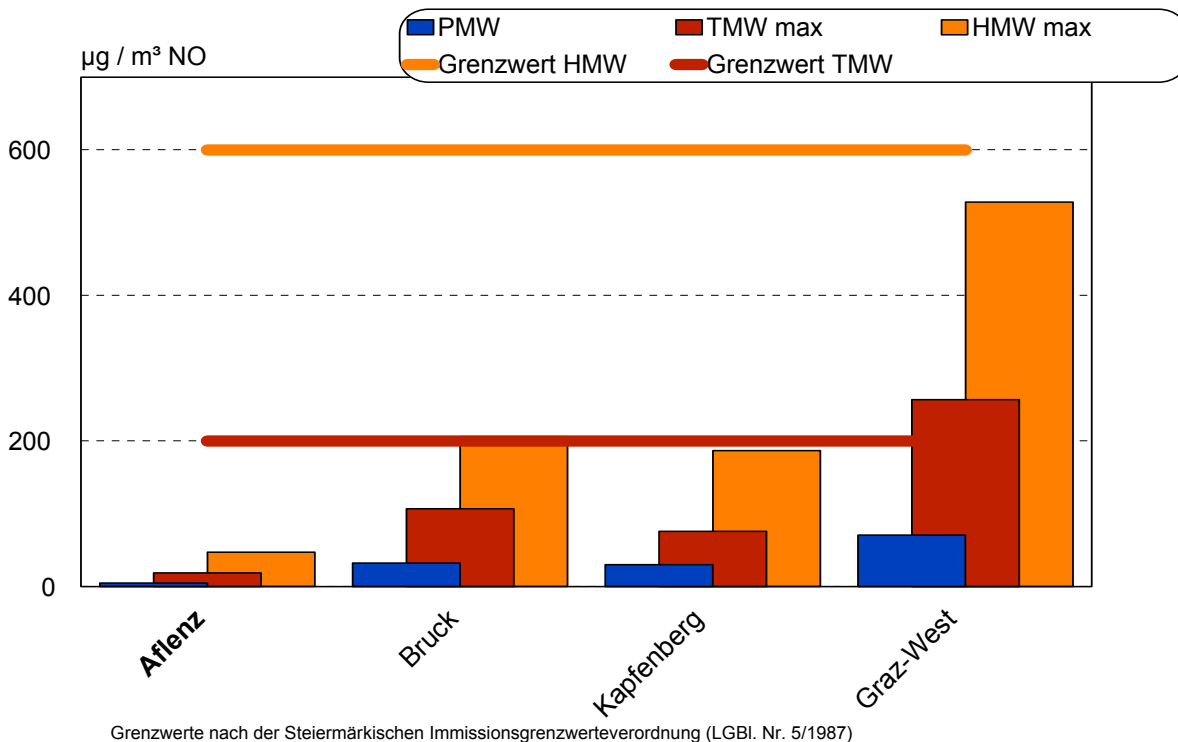
11.07.2001 - 02.09.2001	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	26	0,60	LGBl. Nr. 5/1987	4 %
Mtmax	12			
TMWmax	6	0,20	LGBl. Nr. 5/1987	3 %
PMW	3			

Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO_x) gelten zum überwiegenden Teil der Kfz-Verkehr sowie fallweise 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.

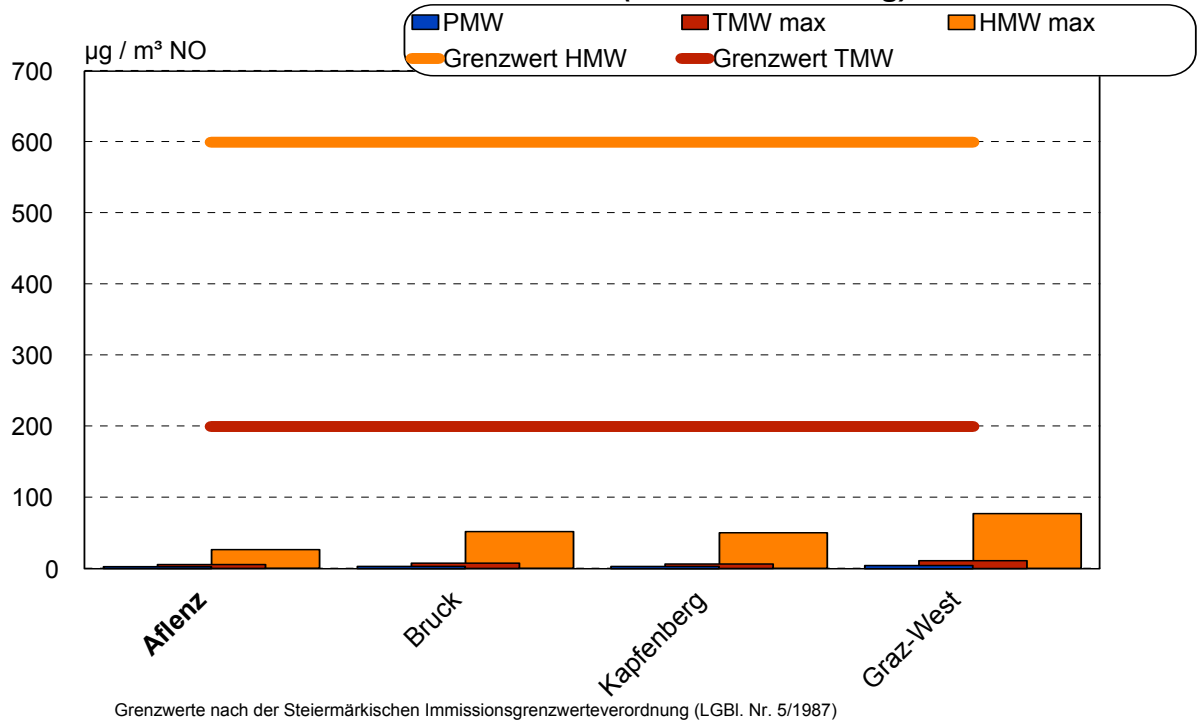
Die Grenzwerte der Steiermärkischen Immissionsgrenzwertverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) für die Stickstoffmonoxidkonzentrationen wurden dabei während beider Messperioden sowohl hinsichtlich der maximalen Halbstundenmittelwerte als auch der Tagesmittelwerte deutlich unterschritten.

Ein Vergleich mit anderen steirischen Messstationen bestätigt für beide Messzeiträume die geringe NO-Belastung in Aflenz.

Vergleich der NO-Konzentrationen während der Messungen am Standort Kurpark (Wintermessung)



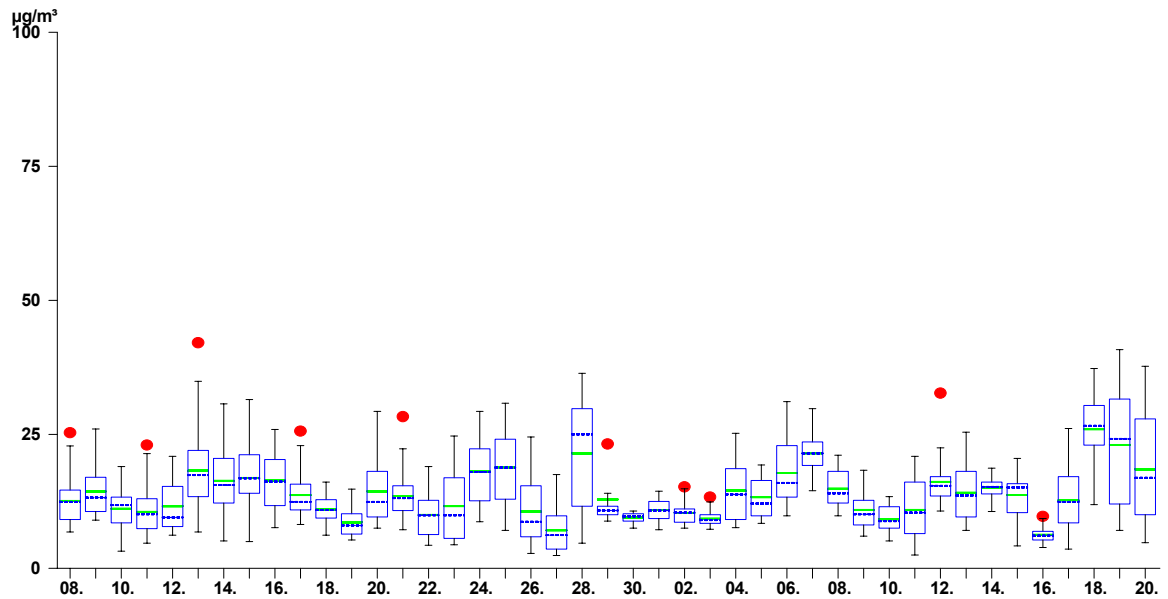
Vergleich der NO-Konzentrationen während der Messungen am Standort Bauhof (Sommermessung)



4.2.4 Stickstoffdioxid (NO₂)

Messtandort Kurpark

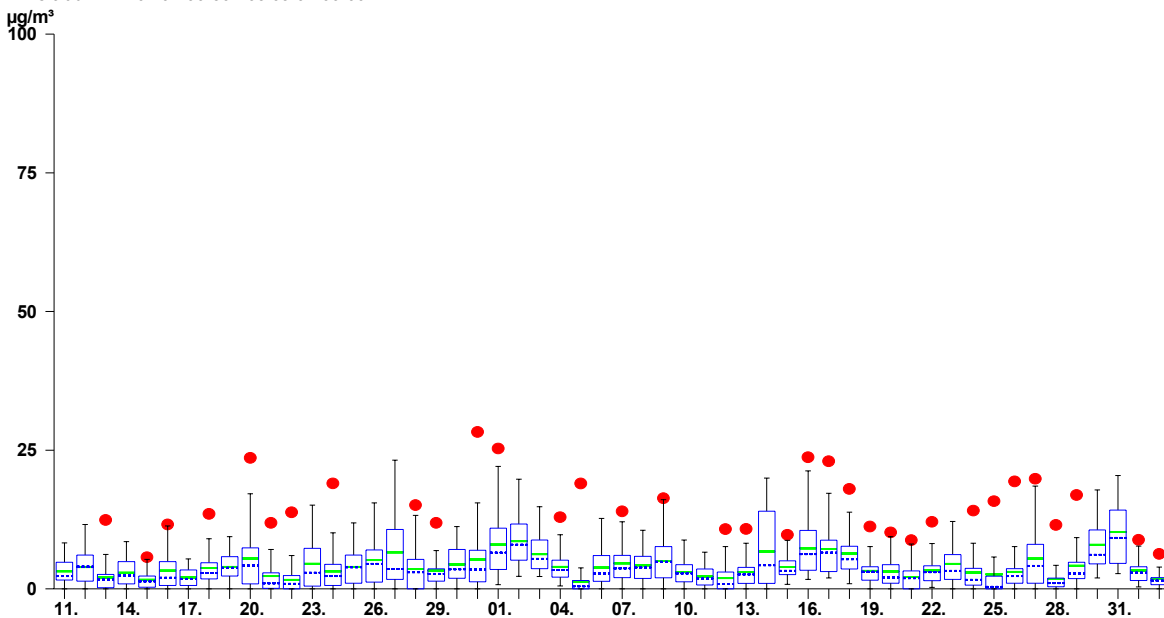
Station: MOBILE 2 Messwert: NO₂ MW-Typ: HMW
 Zeitraum: 08.11.00-00:30 - 21.12.00-00:00 MEZ



08.11.2000 - 20.12.2000	Messergebnisse NO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	42	0,20 0,20 0,10	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	21 % 21 % 42 %
Mtmax	25			%
TMWmax	26	0,10 0,08 0,05	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	26 % 32,5 % 52
PMW	14			

Messtandort Bauhof

Station: MOBILE 2 Messwert: NO₂ MW-Typ: HMW
Zeitraum: 11.07.01-00:30 - 03.09.01-00:00 MEZ



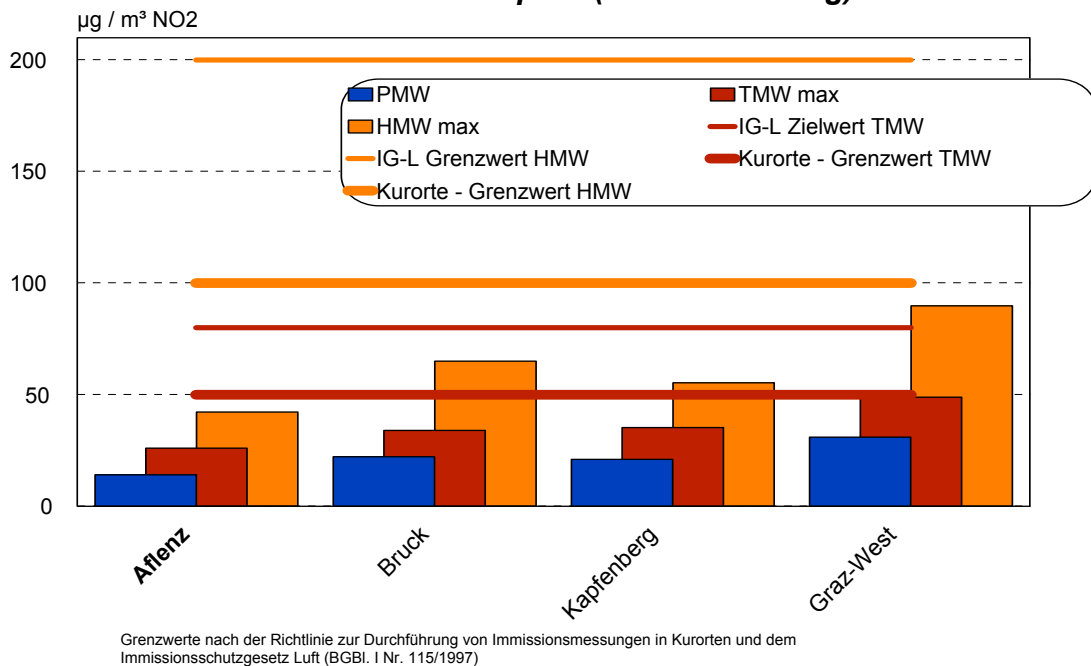
11.07.2001 - 02.09.2001	Messergebnisse NO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	28	0,20 0,20 0,10	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	14 % 14 % 28 %
Mtmax	14			
TMWmax	10	0,10 0,08 0,05	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	10 % 12,5 % 20 %
PMW	4			

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

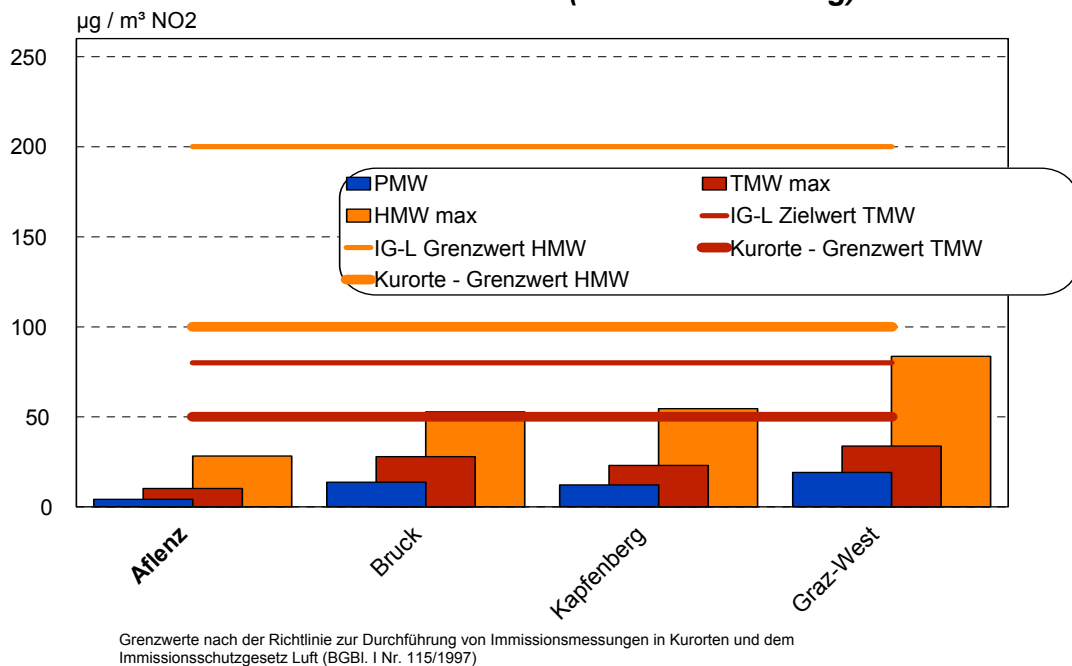
Bei den NO₂-Konzentrationen wurden an beiden Standorten sowohl hinsichtlich der maximalen Halbstundenmittelwerte als auch bezüglich der maximalen Tagesmittelwerte keine Überschreitungen von gesetzlichen Grenzwerten und Grenzwerten der Kurortrichtlinie registriert.

Auch im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen zeigt sich in Aflenz ein unterdurchschnittliches Belastungsniveau.

Vergleich der NO₂-Konzentrationen während der Messungen am Standort Kurpark (Wintermessung)



Vergleich der NO₂-Konzentrationen während der Messungen am Standort Bauhof (Sommermessung)

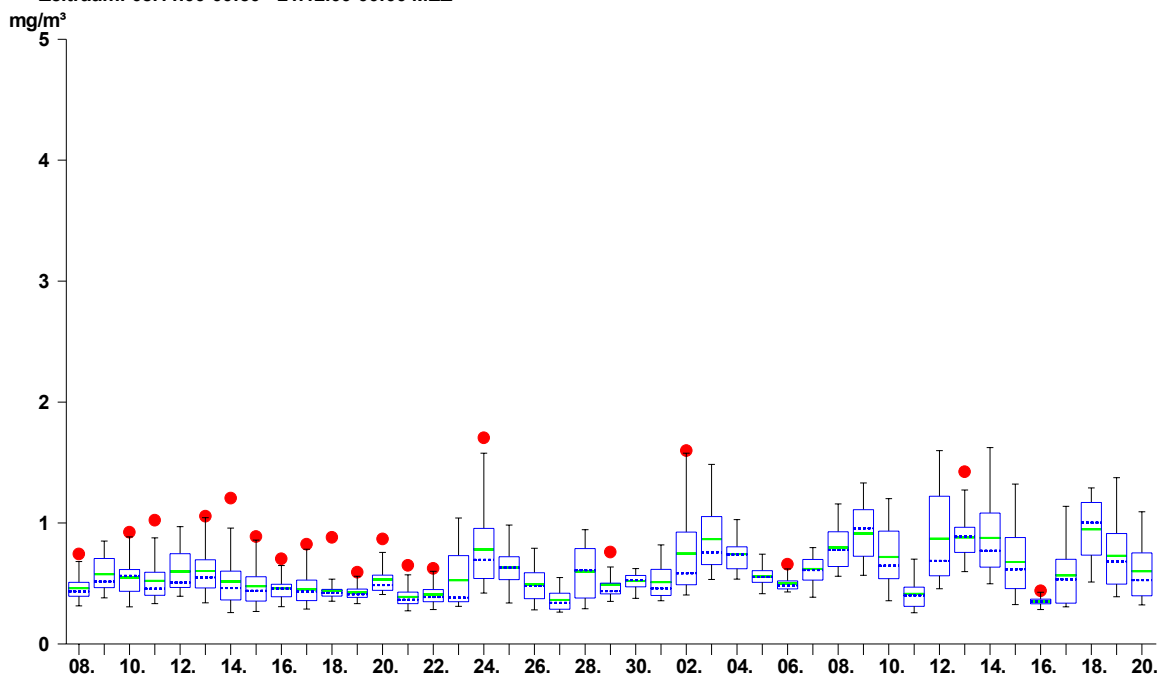


4.2.5 Kohlenmonoxid (CO)

Messtandort Kurpark

Station: MOBILE 2 Messwert: CO MW-Typ: HMW

Zeitraum: 08.11.00-00:30 - 21.12.00-00:00 MEZ



08.11.2000 - 20.12.2000	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	1,71	20	LGBl.Nr. 5/1987	9 %
Mtmax	1,02			
MW8max	1,32	10 5	BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	13 % 26 %
TMWmax	0,95	7	LGBl.Nr. 5/1987	14 %
PMW	0,6			

Messtandort Bauhof

11.07.2001 - 02.09.2001	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	1,07	20	LGBl.Nr. 5/1987	5 %
Mtmax	0,64			
MW8max	0,93	10 5	BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	9 % 19 %
TMWmax	0,88	7	LGBl.Nr. 5/1987	13 %
PMW	0,53			

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.

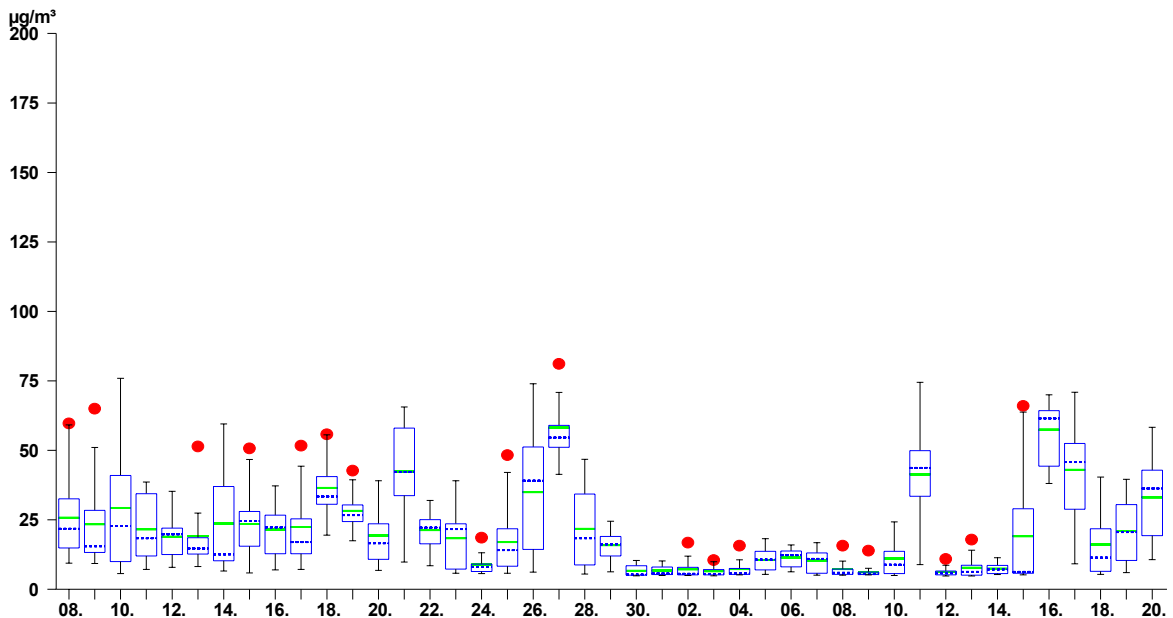
Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden nur an einigen neuralgischen Punkten wie etwa an stark frequentierten Kreuzungsbereichen in Graz sowie an den beiden mobilen Messstationen erhoben. Die registrierten Konzentrationen blieben in Aflenz während beider Messungen deutlich unter den gesetzlichen Immissionsgrenzwerten der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987), des Immissionsschutzgesetzes-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) und der Kurorterrichtlinie.

4.2.6 Ozon (O₃)

Messstandort Kurpark

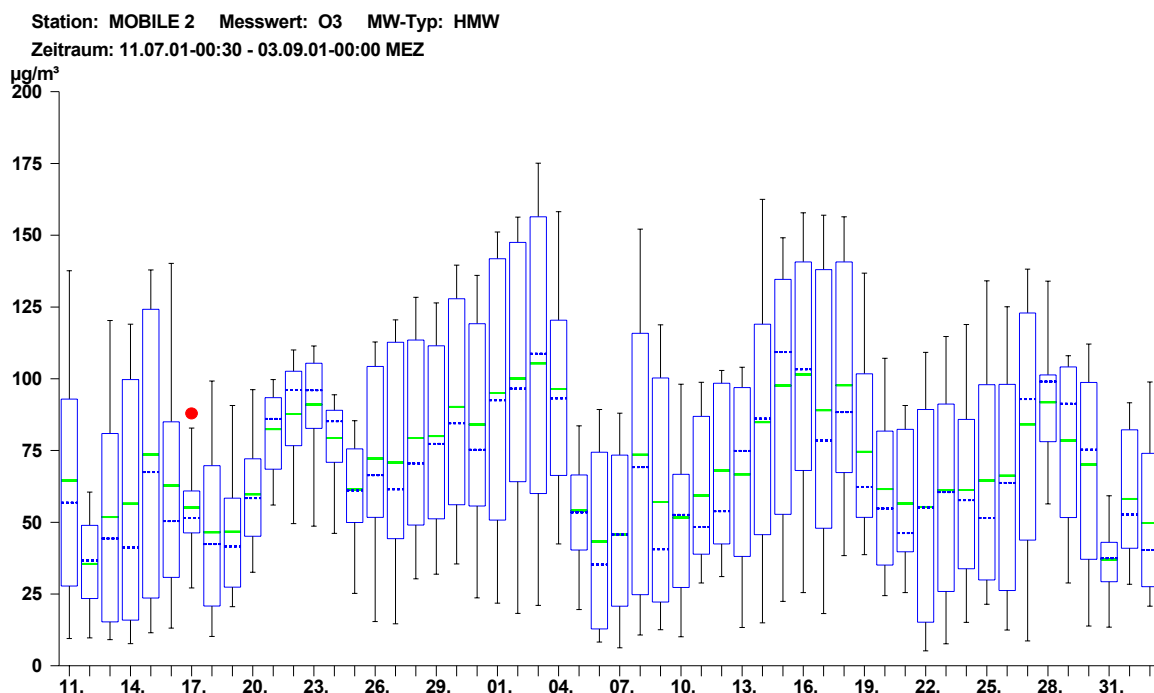
08.11.2000 - 20.12.2000	Messergebnisse O ₃ in µg/m ³	Grenzwerte O ₃ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	81	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	67,5 %
Mtmax	41			
MW8max	69	0,110	BGBl. I Nr. 115/1997	63 %
TMWmax	58			
PMW	21			

Station: MOBILE 2 Messwert: O₃ MW-Typ: HMW
 Zeitraum: 08.11.00-00:30 - 21.12.00-00:00 MEZ



Messstandort Bauhof

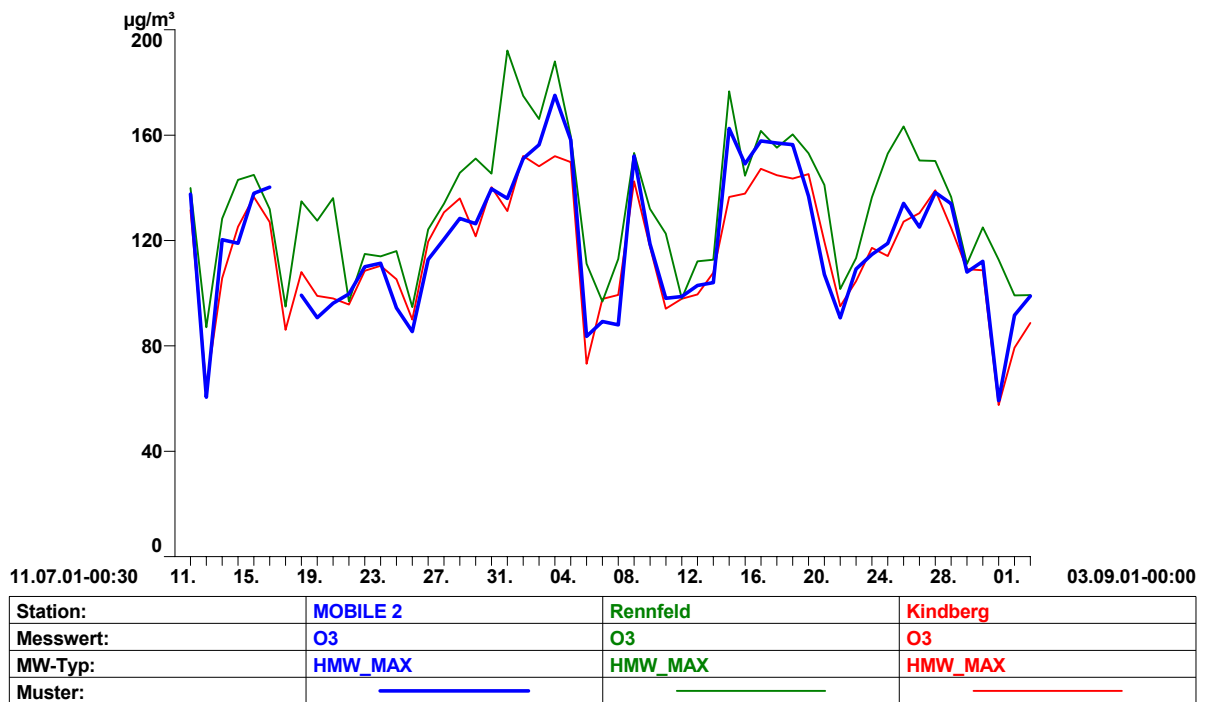
11.07.2001 - 02.09.2001	Messergebnisse O ₃ in µg/m ³	Grenzwerte O ₃ in µg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	175	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	145 %
Mtmax	119			
MW8max	162	0,110	BGBI. I Nr. 115/1997	147 %
TMWmax	105			
PMW	70			



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

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

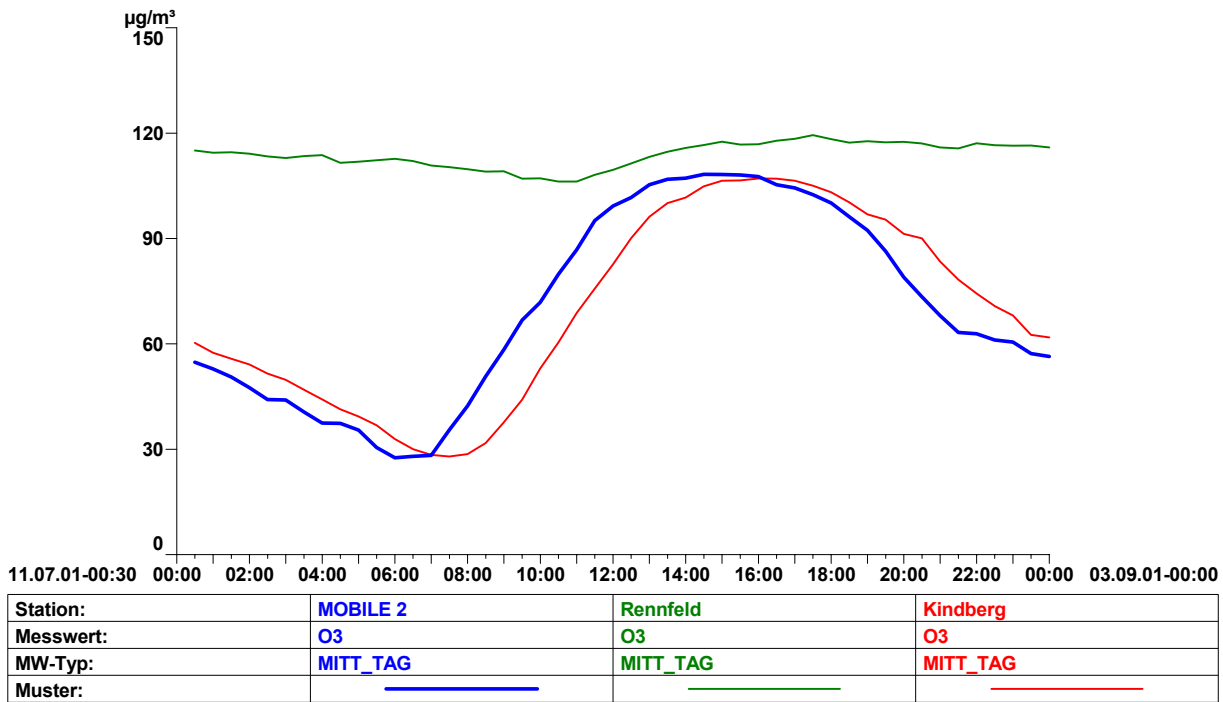


Der Ozontagesgang ist stark von der Höhenlage sowie von der Nähe zu Ballungszentren abhängig. Siedlungsnahe Talregionen mit höherer Grundbelastung an Ozonvorläufersubstanzen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt ein rasches Ansteigen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

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



Die folgende Abbildung dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station in Aflenz während der Sommermessung mit den Stationen in Kindberg und am Rennfeld.



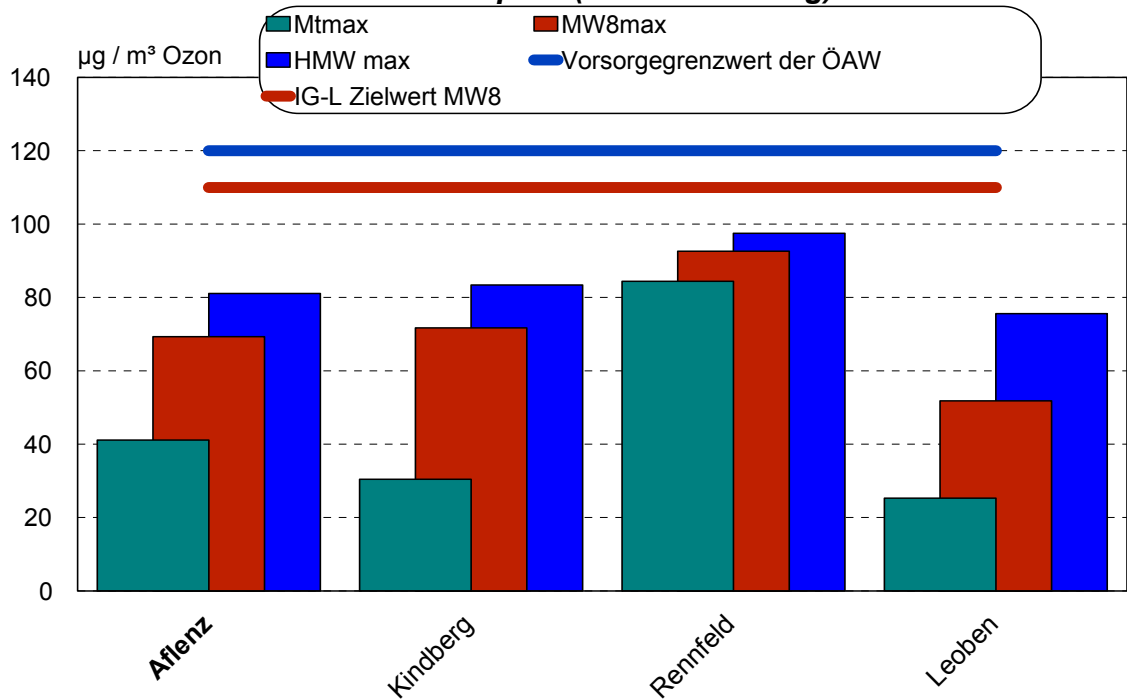
Die Talstationen in Kindberg und in Aflenz weisen einen für Tallagen typischen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsmaximum am Nachmittag auf. An der höher gelegenen Messstelle am Rennfeld (1620m) erfolgt hingegen keine nächtliche Konzentrationsabsenkung mehr.

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

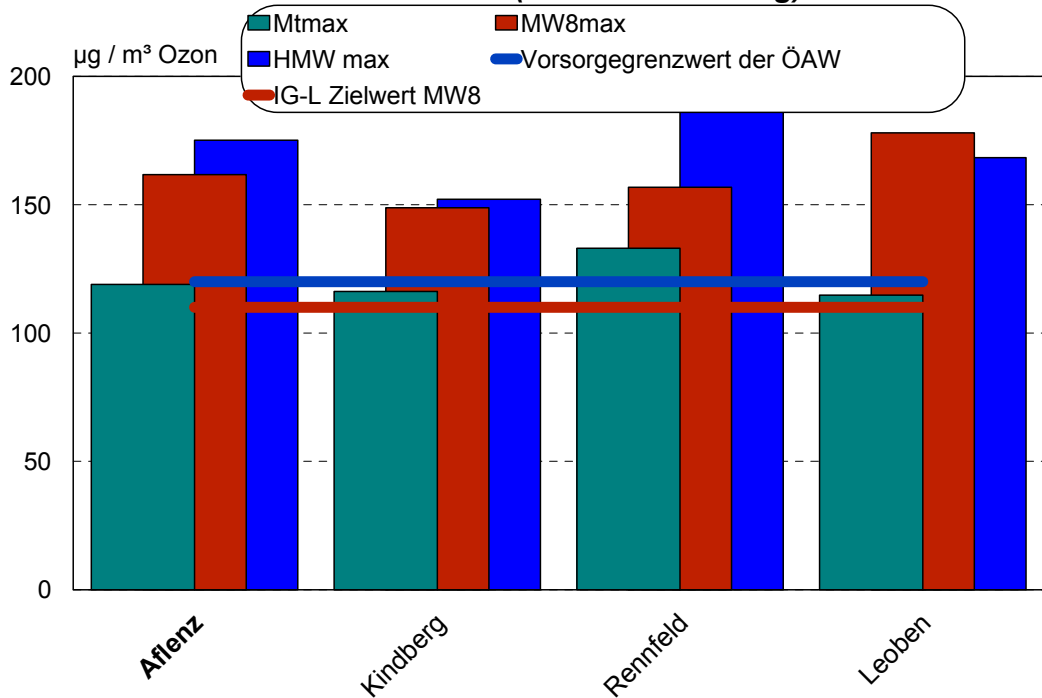
Dementsprechend wurde der maximale Achtstundenmittelwert nach dem Immissionschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) ebenso wie der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für den maximalen Halbstundenmittelwert während der Wintermessungen nicht, im Sommer hingegen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

Im Vergleich mit anderen Messstellen ergibt sich für beide Messperioden ein der Lage von Aflenz entsprechendes leicht überdurchschnittliches Belastungsniveau.

Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Messungen am Standort Kurpark (Wintermessung)



Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Messungen am Standort Bauhof (Sommermessung)



4.3. Luftbelastungsindex

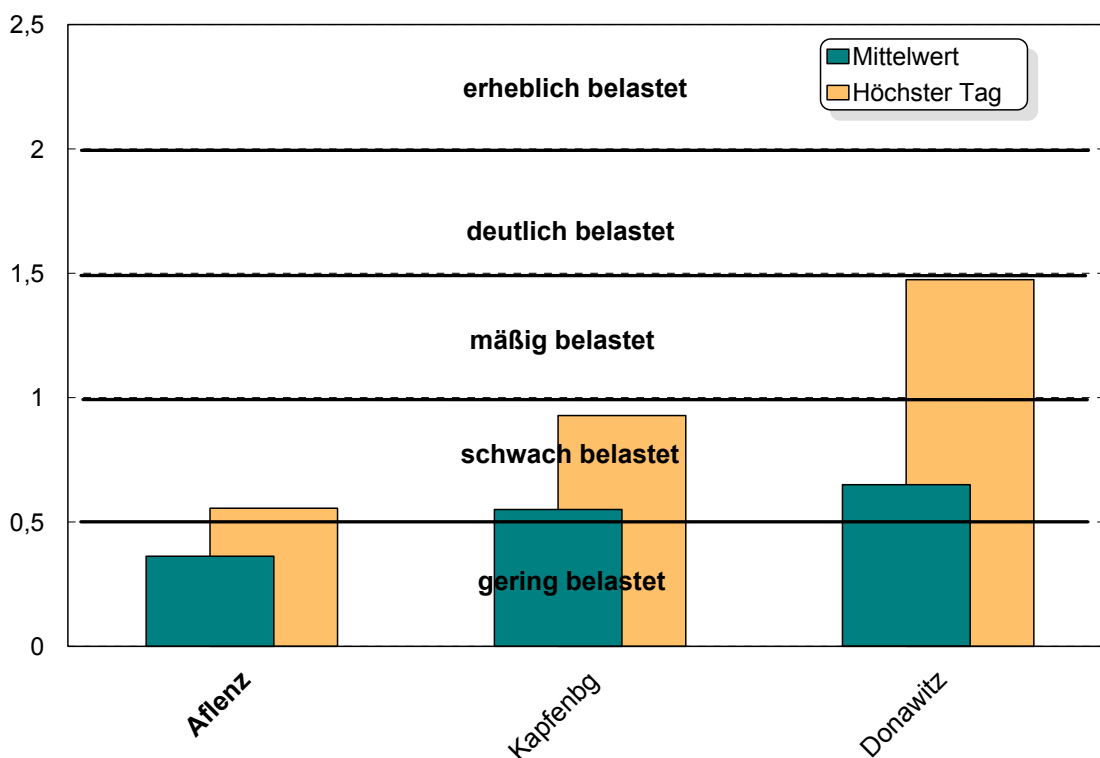
Eine relativ einfache Bewertungs- und Vergleichsmöglichkeit der Luftbelastung verschiedener Messstationen wird durch den Luftbelastungsindex ermöglicht.

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

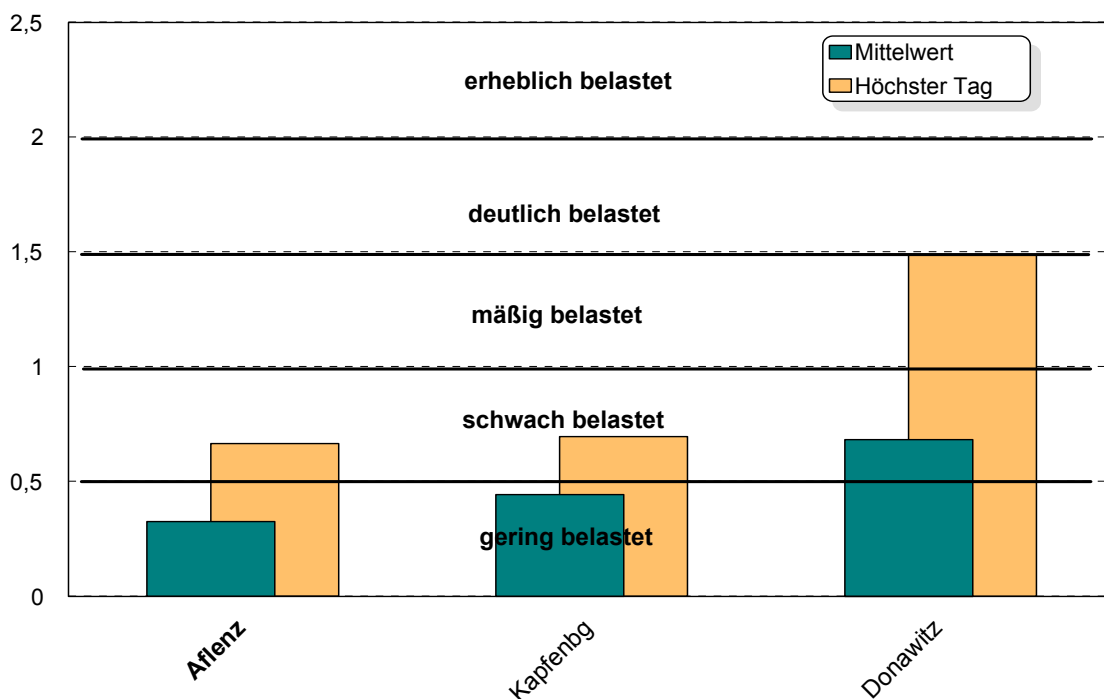
In nachfolgender Abbildung wird der Luftbelastungsindex für die Messstandorte im Vergleich zu den Messstellen in Kapfenberg und Donawitz dargestellt.

Demnach wiesen die lufthygienischen Verhältnisse in Aflenz im steiermarkweiten Vergleich sowohl im Winter als auch im Sommer unterdurchschnittliche Belastungen auf.

Luftbelastungsindex während der Messungen am Standort Kurpark



Luftbelastungsindex während der Messungen am Standort Bauhof



5. Integrale Messungen

5.1. Vorbemerkung

Ergänzend zu den mobilen Immissionsmessungen wurde in Aflenz 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 Immissionsituation nach Grenzwerten vorgenommen, die in dieser Richtlinie festgelegt sind.

5.2. Das Messnetz

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

Bei den Auswertungen der Ergebnisse der bereits einleitend beschriebenen 4 Messpunkte (Kap. 1.) wurden die 13 Messperioden folgendermaßen zusammengefasst:

Wintersaison: 23.10.2000 - 15.03.2001 (1. - 5. Messperiode)

25.09.2001 – 23.10.2001 (13. Messperiode)

Sommersaison: 15.03.2001 - 25.09. 2001 (6. - 12. 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 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 Staubb- und Niederschlag in einer gewogenen Schale zur Trockene eingedampft und als Gesamtstaubb- und Niederschlag 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 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/m³) wie jene, die von kontinuierlichen Messstationen erhalten werden, stellen jedoch integrale Werte dar und können somit nicht zur Beschreibung kurzzeitiger Spitzen herangezogen werden.

den. Der Sinn liegt in der flächenhaften Abschätzung der Immissionssituation 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 (Kap. 2.4). 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 Grenzwerten der Kurorterichtlinie 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 für **heilklimatische- und Luftkurorte** der „Kurorterichtlinie“ angenommen werden.

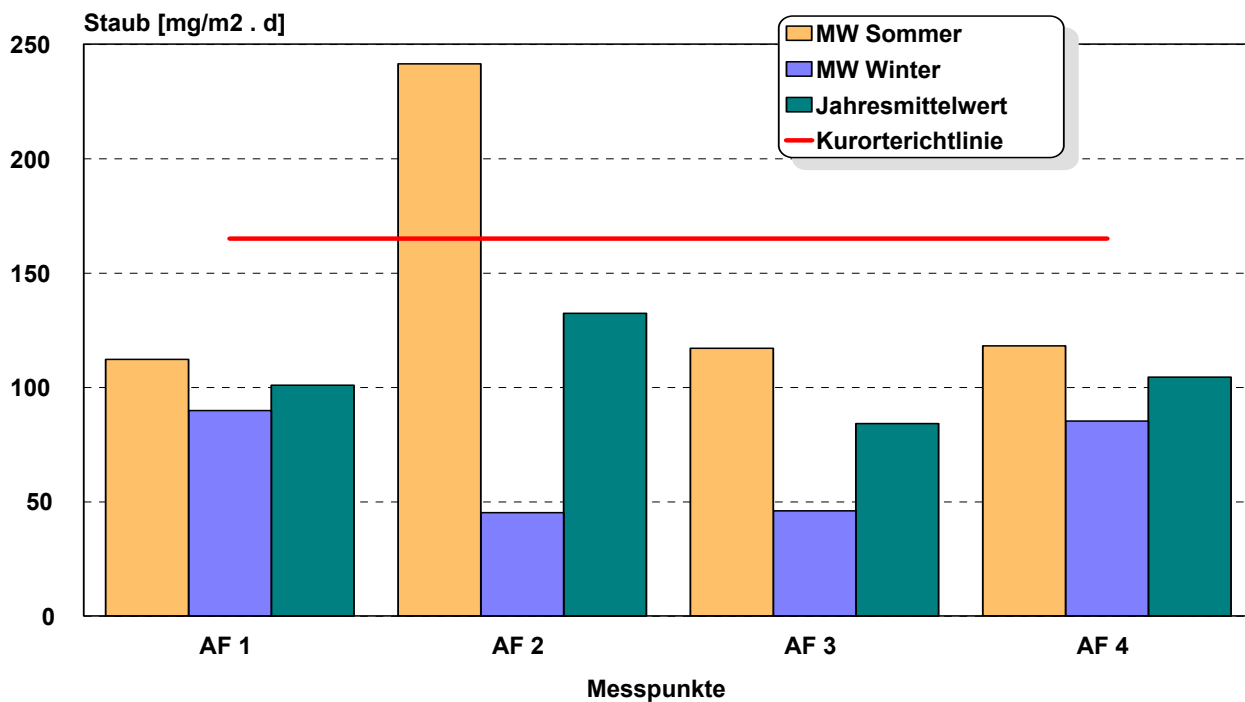
5.5. Darstellung der Messergebnisse

5.5.1 Gesamtstaubdeposition

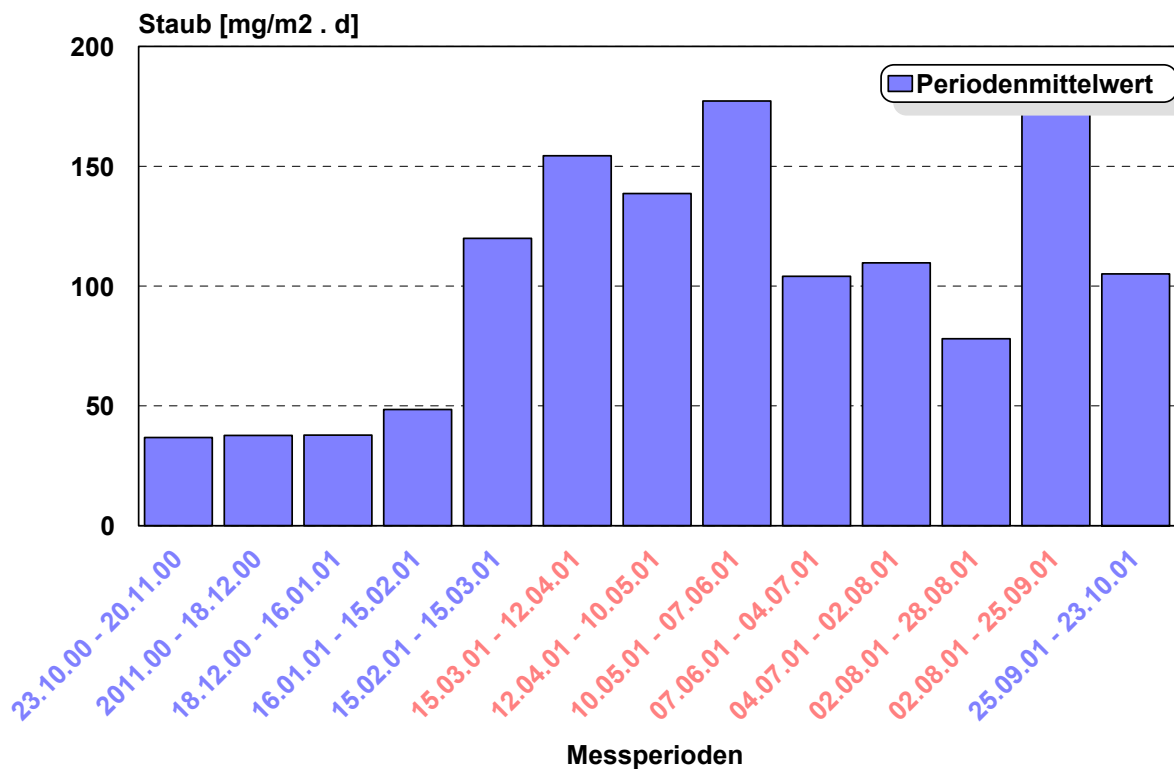
Zeitverlauf der Staubdeposition (in mg/m² . d)

Messperioden	AF 1	AF 2	AF 3	AF 4	Periodenmittelwert
23.10.2000 - 20.11.2000	75,1	4,4	15,5	52,3	36,8
20.11.2000 - 18.12.2000	43,4	-	32,0	-	37,7
18.12.2000 - 16.01.2001	74,3	15,3	16,4	45,1	37,8
16.01.2001 - 15.02.2001	82,1	23,0	44,3	44,7	48,5
15.02.2001 - 15.03.2001	142,5	34,6	104,6	198,1	119,9
15.03.2001 - 12.04.2001	88,7	264,0	110,8	153,9	154,4
12.04.2001 - 10.05.2001	103,8	244,1	90,2	116,3	138,6
10.05.2001 - 07.06.2001	158,3	-	115,6	257,7	177,2
07.06.2001 - 04.07.2001	169,5	-	97,4	45,4	104,1
04.07.2001 - 02.08.2001	-	-	103,4	115,9	109,7
02.08.2001 - 28.08.2001	78,9	143,9	52,7	36,5	78,0
28.08.2001 - 25.09.2001	73,6	313,7	248,5	101,3	184,3
25.09.2001 - 23.10.2001	121,9	148,8	63,3	86,5	105,1
Messpunktmittelwert	101,0	132,4	84,2	104,5	

Jahresmittelwert in Relation zum Grenzwert der „Kurorterrichtlinie“



Jahresgang der Staubbelastrung



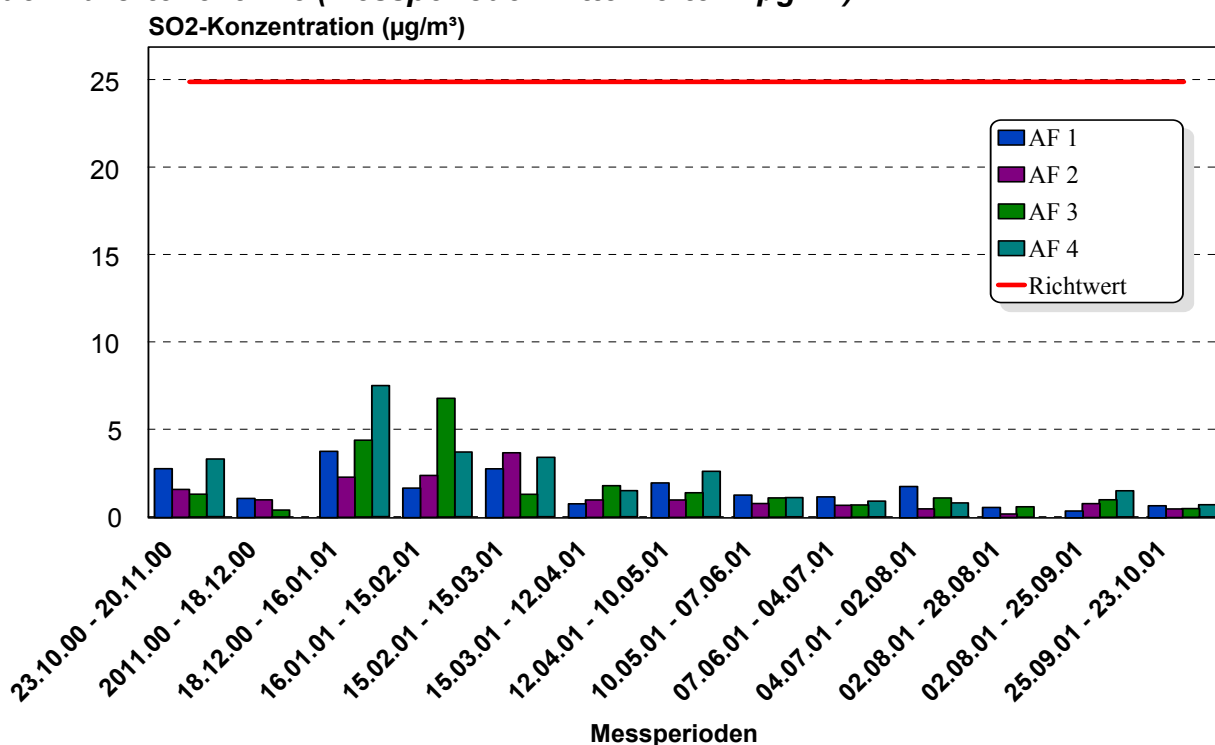
5.5.2 Konzentrationsmessungen

Zeitverlauf der Schwefeldioxid-Konzentrationen

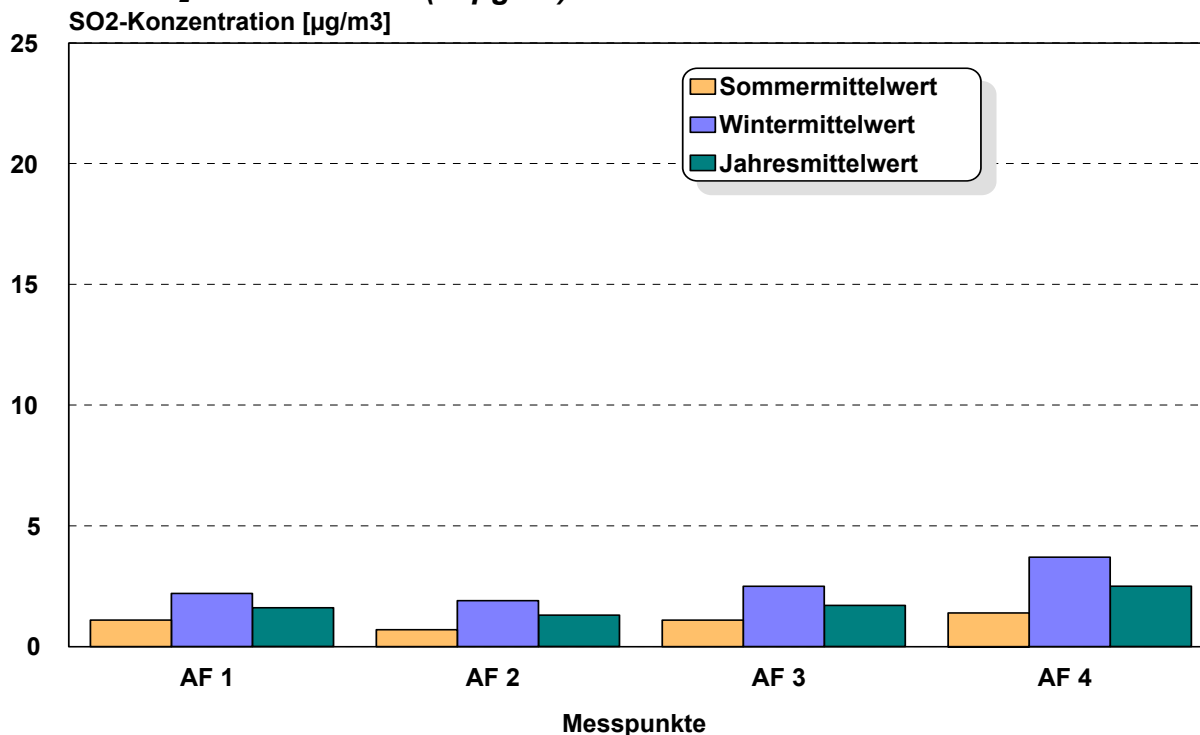
(Messperiodenmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

SO ₂	AF 1	AF 2	AF 3	AF 4	Perioden- mittelwert
23.10.2000 - 20.11.2000	2,8	1,3	1,6	3,3	2,3
20.11.2000 - 18.12.2000	1,1	0,4	1,0	-	0,8
18.12.2000 - 16.01.2001	3,8	4,4	2,3	7,5	4,5
16.01.2001 - 15.02.2001	1,7	6,8	2,4	3,7	3,6
15.02.2001 - 15.03.2001	2,8	1,3	3,7	3,4	2,8
15.03.2001 - 12.04.2001	0,8	1,8	1,0	1,5	1,2
12.04.2001 - 10.05.2001	2,0	1,4	1,0	2,6	1,7
10.05.2001 - 07.06.2001	1,3	1,1	0,8	1,1	1,1
07.06.2001 - 04.07.2001	1,2	0,7	0,7	0,9	0,9
04.07.2001 - 02.08.2001	1,8	1,1	0,5	0,8	1,0
02.08.2001 - 28.08.2001	0,6	0,6	0,2	-	0,5
28.08.2001 - 25.09.2001	0,4	1,0	0,8	1,5	0,9
25.09.2001 - 23.10.2001	0,7	0,5	0,5	0,7	0,6
Messpunktmittelwert	1,6	1,7	1,3	2,5	

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



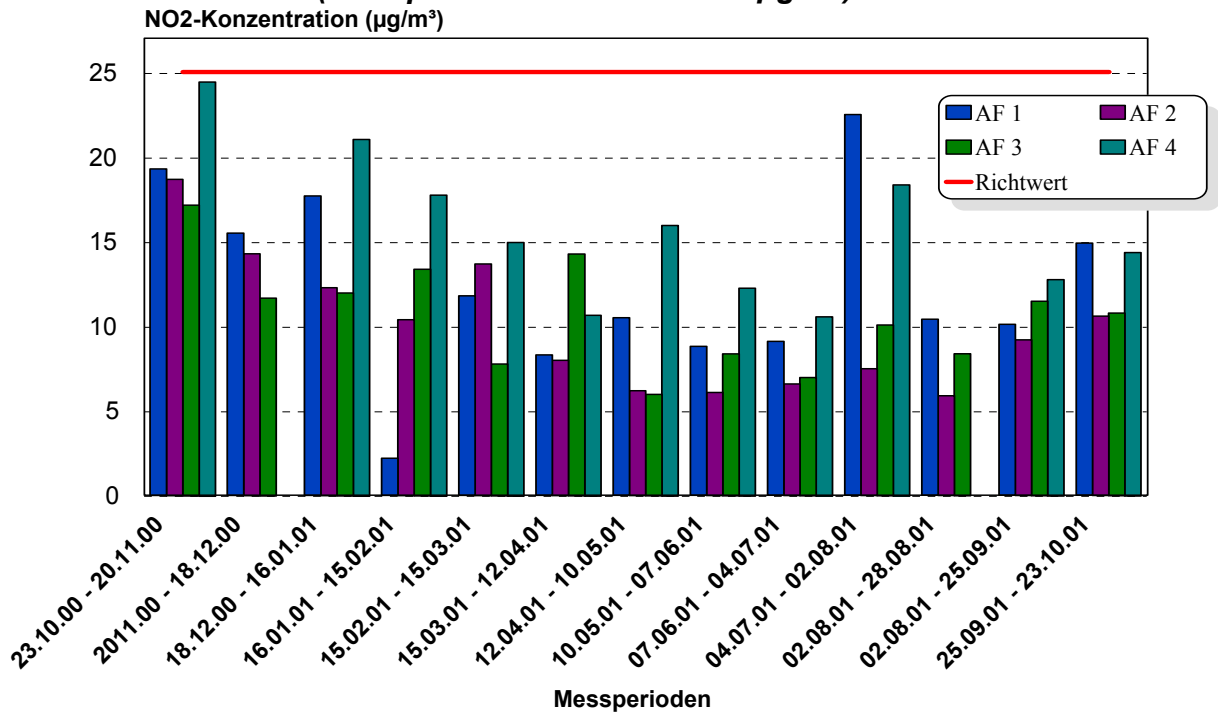
Mittlere SO₂-Konzentration (in µg/m³)



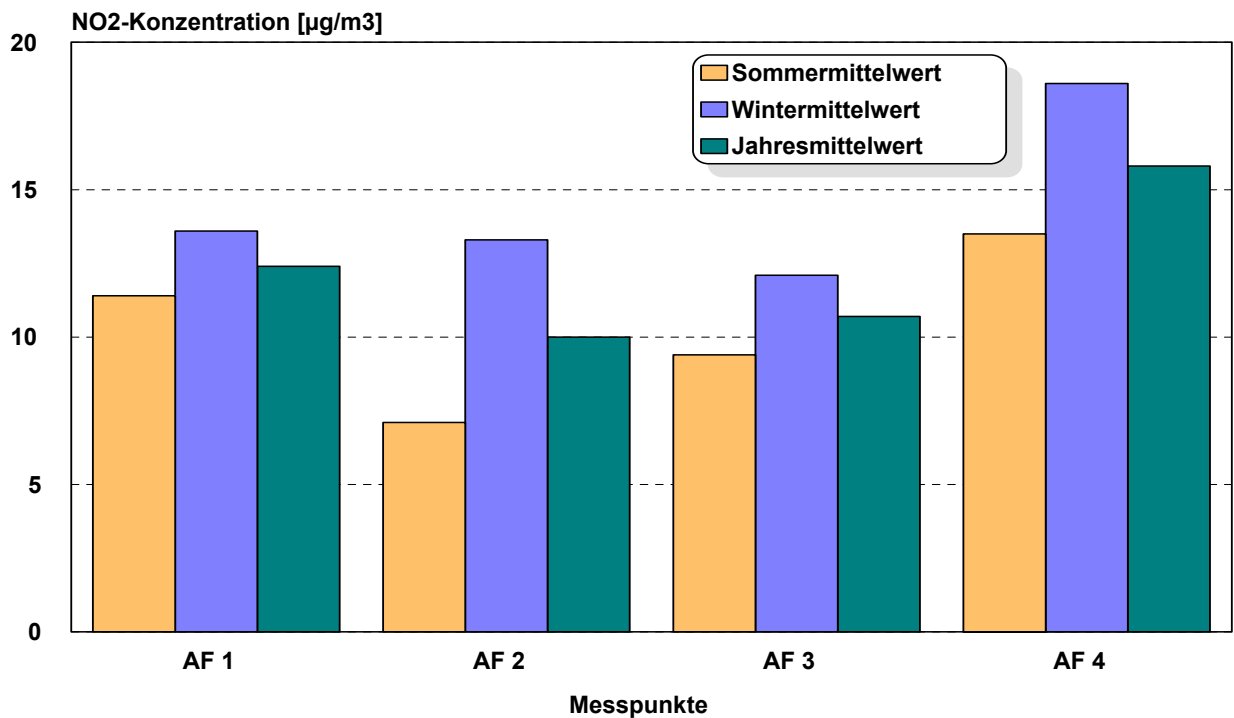
Zeitverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in µg/m³)

NO ₂	AF 1	AF 2	AF 3	AF 4	Perioden- mittelwert
23.10.2000 - 20.11.2000	19,3	18,7	17,2	24,5	19,9
20.11.2000 - 18.12.2000	15,5	14,3	11,7	-	13,8
18.12.2000 - 16.01.2001	17,7	12,3	12,0	21,1	15,8
16.01.2001 - 15.02.2001	2,2	10,4	13,4	17,8	10,9
15.02.2001 - 15.03.2001	11,8	13,7	7,8	15,0	12,1
15.03.2001 - 12.04.2001	8,3	8,0	14,3	10,7	10,3
12.04.2001 - 10.05.2001	10,5	6,2	6,0	16,0	9,7
10.05.2001 - 07.06.2001	8,8	6,1	8,4	12,3	8,9
07.06.2001 - 04.07.2001	9,1	6,6	7,0	10,6	8,3
04.07.2001 - 02.08.2001	22,5	7,5	10,1	18,4	14,6
02.08.2001 - 28.08.2001	10,4	5,9	8,4	-	8,2
28.08.2001 - 25.09.2001	10,1	9,2	11,5	12,8	10,9
25.09.2001 - 23.10.2001	14,9	10,6	10,8	14,4	12,7
Messpunktmittelwert	12,4	10,0	10,7	15,8	

NO₂-Konzentration in Relation zum Erfahrungs-Richtwert für die Einhaltung der Kurorterrichtlinie (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 Jahrgang der Gesamtstaubbelastung zeigte, dass die Staubdeposition im Frühjahr und Sommer höher war als in den Herbst- und Wintermonaten.

Die Staubimmissionen lagen im Jahresdurchschnitt im Bereich zwischen 84,2 und 132,4 mg/m².d, wobei der höchste Jahresmittelwert am Messpunkt AF 2 (Tennisplatz) registriert wurde. Hierfür dürften lokale Staubaufwirbelungen infolge des Platzbetriebes mitverantwortlich gewesen sein, da vor allem die Messperiodenmittel im Sommerhalbjahr 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 kalten Jahreszeit 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 für Luftkurorte von 25 µg/m³ über eine Messperiode wurde bei Schwefeldioxid nicht überschritten. Auch bei Stickstoffdioxid wurde keine Überschreitung dieses Richtwertes festgestellt. An der Messstelle AF 4 (Tourismusverband) blieb der Periodenmittelwert während der ersten Messperiode allerdings nur knapp darunter.

Zusammenfassend ergaben die integralen Immissionsmessungen von Oktober 2000 bis Oktober 2001, dass die lufthygienischen Bedingungen in Aflenz hinsichtlich der Deposition von Staub und der integral erhobenen Konzentrationen von SO₂ und NO₂ den Vorgaben der Kurorterrichtlinie bzw. des Erfahrungs-Richtwertes für den Messperiodenmittelwert entsprechen.

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, 2000 und 2001:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
November, Dezember 2000, Juli, August, September 2001. Wien.

7. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

7.1. Tabellen

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

Für die Immissionsgrenzwertverordnung des Landes (LGBl. Nr.5/1987) und des Immissionsschutzgesetzes-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997) sind die Kennwerte als maximale Tages- und Halbstundenmittelwerte, für den von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlenen Vorsorgegrenzwert der maximale Ozon - Halbstundenmittelwert angegeben.

Messperiodenmittelwert (PMW)

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

Mittleres tägliches Maximum (Mtmax)

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

Maximaler Tagesmittelwert (TMWmax)

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

Maximaler Achtstundenmittelwert (MW8max)

Im Immissionsschutzgesetz-Luft und in der Kurortrichtlinie sind Grenzwerte für Kohlenmonoxid als gleitende Achtstundenmittelwerte festgelegt. Sie werden aus sechzehn hintereinanderliegenden Halbstundenmittelwerten gleitend gebildet.

Maximaler Halbstundenmittelwert (HMWmax)

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

Abkürzungen von meteorologischen Parametern und Messwerttypen

LUTE	Lufttemperatur	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 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.