

Amt der Steiermärkischen Landesregierung



Fachabteilung 1a

Luftgütemessungen Laßnitzhöhe

März 1997 bis April 1998

Lu-1-99

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Landesbaudirektion, Fachabteilung 1a
8010 Graz, Landhausgasse 7, Tel. 877/2172

Abteilungsvorstand:
Hofrat Dipl. Ing. Norbert PERNER

Dieser Bericht entstand unter Mitarbeit folgender Personen
der Fachabteilung 1a (Referat Luftgüteüberwachung):

Referatsleiter	Dr. Gerhard Semmelrock
Standortauswahl und Berichtserstellung	Mag. Andreas Schopper Ing. Waltraud Köberl
Meßtechnik	Manfred Gassenburger Gerhard Schrempf

Herausgeber

LBD – Fachabteilung 1a
Referat Luftgüteüberwachung
Landhausgasse 7
8010 Graz

Druck

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Zentralkanzlei

Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Titel	Seite
1.	Einleitung	1
2.	Immissionsklimatische Situation – Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe im Raum Laßnitzhöhe	3
3.	Mobile Immissionsmessungen	4
3.1.	Ausstattung und Meßmethoden	4
3.2.	Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen	5
3.2.1.	Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“	5
3.2.2.	Immissionsschutzgesetz Luft	5
3.2.3.	Immissionsgrenzwertverordnung der Steiermärkischen Landesregierung	6
3.2.4.	Luftqualitätskriterien der Österreichischen Akademie der Wissenschaften	7
3.3.	Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen	7
3.4.	Meßergebnisse	10
3.4.1.	Schwefeldioxid	10
3.4.2.	Schwebstaub	12
3.4.3.	Stickstoffmonoxid	15
3.4.4.	Stickstoffdioxid	17
3.4.5.	Kohlenmonoxid	20
3.4.6.	Ozon	23
3.5.	Luftbelastungsindex	27
3.6.	Zusammenfassung der mobilen Messungen	28
4.	Mobile Messungen	30
4.1.	Einleitung	30
4.2.	Messmethodik	30
4.2.1.	Bestimmung des Staubniederschlages	30
4.2.2.	Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentrationen	31
4.3.	Beurteilungsgrundlagen	32
4.3.1.	Beurteilung der Staubdeposition	32
4.3.2.	Beurteilung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration	32
4.4.	Auswertung der Messergebnisse	33
4.4.1.	Staubdeposition	33
4.4.2.	Konzentrationsmessungen	36
4.5.	Interpretation und Zusammenfassung	40
5.	Literatur	42
6.	Anhang	43

LUFTGÜTEMESSUNGEN LABNITZHÖHE

1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Laßnitzhöhe wurden auf Ansuchen der Gemeinde als Überprüfungsmessungen auf Basis des Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetzes (LGBI. Nr. 161/1962) von der Fachabteilung 1a, Referat Luftgüteüberwachung, vorgenommen.

Das Steiermärkische Heilvorkommen- und Kurortegesetz schreibt für Luft- und heilklimatische Kurorte alle 5 Jahre überprüfende Messungen vor. Die gewonnenen Messergebnisse sind daher eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung der Luftgütesituation nach diesem Gesetz.

Die **mobilen Messungen** wurden von 24. 3. bis 25. 6. 1997 und von 13. 1. bis 24. 3. 1998 durchgeführt. Die vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie herausgegebene Richtlinie „Immissionsmessungen in Kurorten“ schreibt vor, dass die kontinuierlichen Messungen im Kurbezirk im Bereich des potentiellen Immissionsmaximums vorgenommen werden. Für den mobilen Messcontainer wurde in diesem Sinne jeweils ein Standort am Parkplatz der Hauptschule von Laßnitzhöhe in rund 515 m Seehöhe als Messstandort ausgewählt.

Der Messstandort der mobilen Station in Laßnitzhöhe



Die **integralen Messungen**, die eine flächenhafte Interpretation der Luftschadstoffbelastungen ermöglichen, erfolgten von März 1997 bis April 1998. Dabei wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

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

Das Messnetz umfasste 9 Messpunkte, an denen folgende Schadstoffe gemessen wurden:

LH 1	Moggau	NO ₂ , SO ₂ , Staub
LH 2	Kreuzung Lassnitzhöhe/Nestelbach/Autal	NO ₂ , SO ₂ , Staub
LH 3	Ortstafel, Greimelweg	Staub
LH 4	Mobile Messstation , Hauptschule	NO ₂ , SO ₂ , Staub
LH 5	Kirche	NO ₂ , SO ₂ , Staub
LH 6	Wasserwerk	Staub
LH 7	Peter-Rossegger-Str.	NO ₂ , SO ₂ , Staub
LH 8	Botenhof	NO ₂ , SO ₂ , Staub
LH 9	Gh. Liebmann	Staub

Das Messnetz Laßnitzhöhe

2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe im Raum Laßnitzhöhe

Der Witterungsablauf und die geländeklimatischen Gegebenheiten spielen eine wesentliche Rolle für die Ausbreitung von Luftschadstoffen.

Laßnitzhöhe gehört nach H. Wakonigg zum „Klima des Riedellandes“. Dieses kann vereinfacht als „sommerwarmes, sehr wintermildes und thermisch stark ausgeglichenes Klima“ bezeichnet werden (H. Wakonigg, 1978, S.379).

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt in Laßnitzhöhe im langjährigen Durchschnitt (Periode 1961-1990) 8,6°C, wobei als Monatsmittel im Jänner -2,1°C und im Juli 18,1°C erreicht werden (zum Vergleich die Daten der Stationen Graz-Universität / Flughafen Thalerhof: Jahr: 9,2° / 8,3°C, Jänner: -1,8° / -3,4°C, Juli: 19,1° / 18,7°C). Die Jahresniederschlagssumme belief sich in der Periode 1961-90 auf durchschnittlich 868 mm (839mm / 839 mm), die im Schnitt an etwa 100 Tagen im Jahr fallen. Die niederschlagsärmste Zeit ist dabei der Jänner mit knapp 30 mm, der niederschlagsreichste Monat ist der Juli mit beinahe 129 mm.

Aufgrund der Riedellage muß in Laßnitzhöhe kleinräumigen kleinklimatischen Differenzierungen Beachtung geschenkt werden. Im Detail sind die Bereiche am Riedelrücken beziehungsweise die südexponierten Sonnenlagen in Bezug auf Belüftung, Sonnenscheindauer, Frosttage etc. bevorzugt. Im Bezug auf die Nebelhäufigkeit bzw. der Anzahl der Nebeltage ist Laßnitzhöhe im Vergleich zum Grazer Becken nur bei geringmächtigen Tal- und Bodennebellagen bevorzugt. Bei den im Grazer Becken so häufigen Hochnebellagen reicht aber die relative Höhe zum Murtal nicht aus, um die Obergrenze der freien Inversion zu durchbrechen. Die Klassifikation „sehr wintermild“ ist daher für den Standort Laßnitzhöhe nicht unbedingt zutreffend, wie auch der thermische Vergleich mit der Klimastation Graz-Universität zeigt.

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 an den Messcontainern auch die meteorologischen Geber für Temperatur, 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 und anschließend bestätigt 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

Die vorliegende Messung wurde auf Basis der folgenden Grundlagen durchgeführt.

3.2.1. Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ (hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, 1997)

Im Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetzes (LGBl. Nr. 161/1962) fehlen quantifizierbare Vorgaben zur Luftqualität. Diese sind nunmehr in dieser Richtlinie festgelegt, die darüberhinaus auch die Vorgangsweise zur Bestimmung der Luftgüte vorgibt.

Für heilklimatische Kurorte und Luftkurorte sind demnach folgende Immissionsgrenzwerte einzuhalten (Konzentrationen in mg/m³):

Schwefeldioxid	Halbstundenmittelwert (HMW)	0,100
	Tagesmittelwert (TMW)	0,050
Stickstoffdioxid	HMW	0,100
	TMW	0,050
Kohlenmonoxid	Achtstundenmittelwert (MW8)	5
Schwebstaub	TMW	0,120

Weiters ist für die Gesamtstaubdeposition ein Jahresmittelgrenzwert von 165 g/m².d festgelegt.

3.2.2. Immissionsschutzgesetz Luft (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. Bereits in den Jahren 2000 bzw. 2001 wird aber das Gesetz aufgrund der Vorgaben seitens der EU zu überarbeiten sein.

Grenzwerte nach dem Immissionsschutzgesetz Luft

Schadstoff	HMW	TMW	MW8	JMW
Stickstoffdioxid	0,20 mg/m ³			
Schwefeldioxid	0,20 mg/m ³ *	0,12 mg/m ³		
Schwebstaub		0,15 mg/m ³		
Kohlenmonoxid			10mg/m ³	
Benzol				0,010 mg/m ³

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

Auch das IG-L schreibt einen Grenzwert für die Gesamtstaubdeposition vor. Dieser beträgt 210 g/m².d als Jahresmittelwert.

**3.2.3. 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 (Vegetation). Weiters sind unterschiedliche Zonen definiert (Grenzwerte jeweils in mg/m³):

Zone I („Reinluftgebiete“):

	Sommer (April – Oktober)		Winter (November – März)	
	HMW	TMW	HMW	TMW
Schwefeldioxid	0,070	0,050	0,150	0,100
Staub	-	0,120	-	0,120
Stickstoffmonoxid	0,600	0,200	0,600	0,200
Stickstoffdioxid	0,200	0,100	0,200	0,100
Kohlenmonoxid	20	7	20	7

Zone II („Ballungsräume“):

	Sommer		Winter	
	HMW	TMW	HMW	TMW
Schwefeldioxid	0,100	0,050	0,200	0,100
Staub	-	0,120	-	0,200
Stickstoffmonoxid	0,600	0,200	0,600	0,200
Stickstoffdioxid	0,200	0,100	0,200	0,100
Kohlenmonoxid	20	7	20	7

Die Grenzwerte für Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid gelten auch dann als eingehalten, wenn die Halbstundenmittelwerte maximal 3 x pro Tag, jedoch höchstens bis 0,4 mg/m³ überschritten werden.

Für den Messstandort in Laßnitzhöhe sind die Grenzwerte für die Zone I (Reinluftgebiete) relevant.

3.2.4. „Luftqualitätskriterien Ozon“ der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

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

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

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

3.3. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen

Wie schon in Kapitel 2. erwähnt, hat der Witterungsablauf bzw. die Häufigkeit bestimmter Wetterlagen einen maßgeblichen Einfluß auf das Schadstoffkonzentrationsniveau. Die folgende Kurzdarstellung der meteorologischen Bedingungen während der Messungen soll daher Aufschluss über die Repräsentanz der Messungen geben.

Frühjahrs-, Sommermessung 1997:

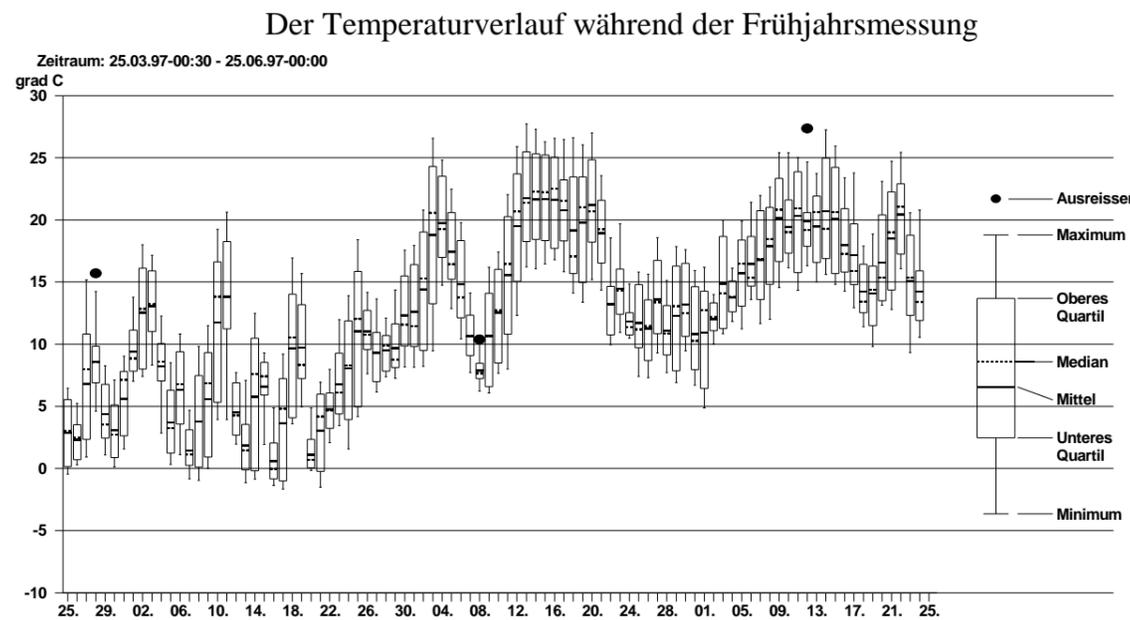
Die letzte **März**woche und der **April** waren durch eine starke Dominanz von Strömungswetterlagen aus West bis Nordwest geprägt. Dadurch war der Zeitraum in der gesamten Steiermark fast

durchgehend deutlich zu kalt. Die Witterung teilte die Steiermark in zwei Niederschlagsprovinzen: Während in der Obersteiermark (besonders in den Nordalpen) deutlich überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen fielen, blieb der Süden des Landes im Lee der Alpen deutlich zu trocken.

Der **Mai** brachte typisches Aprilwetter. Den gesamten Monat wechselten sich die Wetterlagen in rascher Folge ab. Die Monatstemperatur blieb in der ganzen Steiermark über dem langjährigen Mittel, die Niederschläge blieben meist im Bereich der Erwartungen.

Auch der **Juni** war bei leicht überdurchschnittlichen Niederschlägen zu warm. Vom Wetterlagenverlauf her war er vorwiegend durch zyklonale Höhenströmungen aus West und Südwest sowie gewitteranfällige gradientschwache Lagen geprägt.

Insgesamt war diese erste Meßperiode durch einen hohen Anteil an Strömungswetterlagen aus dem Westsektor sowie zyklonal geprägte Lagen dominiert. Länger Hochdruckphasen fehlten fast



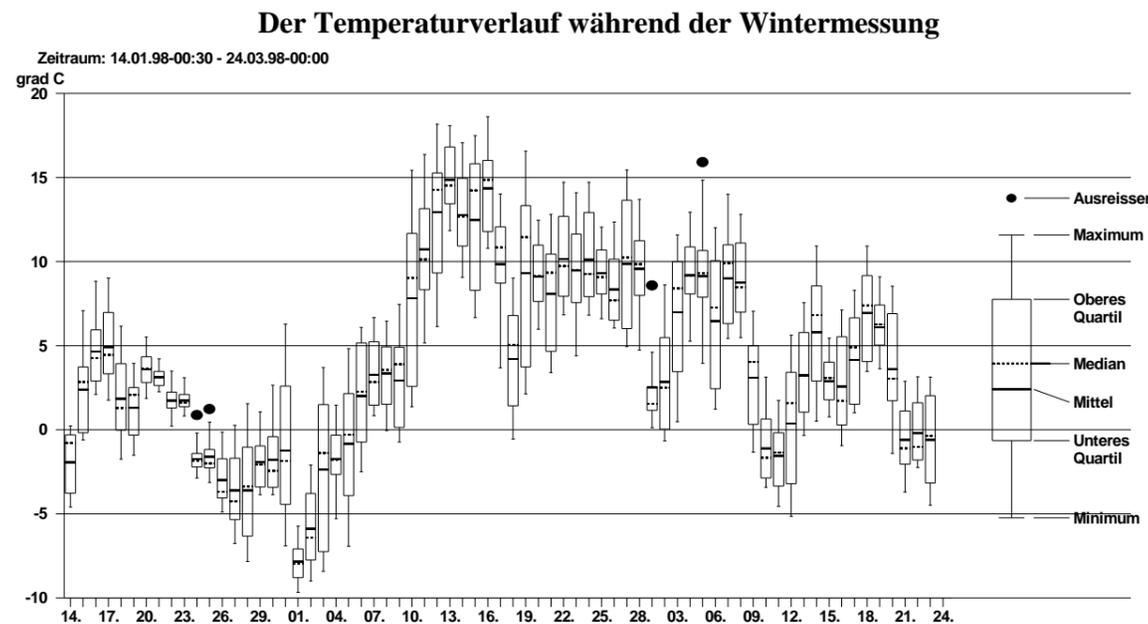
völlig, dies entspricht aber auch weitgehend den Bedingungen, wie sie im Frühjahr zu erwarten sind. Die Witterungsbedingungen können also als grundsätzlich repräsentativ bezeichnet werden.

Wintermessung 1998:

Die zweite Messperiode begann zwar recht mild, in der letzten Jännerwoche kühlte es dann aber stark ab. Durchziehende Zyklonen blieben nördlich der Alpen, dadurch blieb es in der Steiermark weitgehend trocken.

Der **Februar** war durch einen häufigen Wechsel zwischen Nordwestwetter und „warmen“ Hochdrucklagen bestimmt. Es war viel zu warm (im Grazer Becken über 5 K wärmer als im langjährigen Schnitt) und fast völlig niederschlagsfrei.

Der **März** war dann fast ausschließlich von Strömungswetter aus dem Nordwest- bis Nordsektor dominiert. Bei Temperaturen im zu erwartenden Bereich lagen die Niederschlagsmengen im Nordstau um das Dreifache über dem Märznormalwert, während im Süden deutlich unterdurchschnittliche Summen fielen.



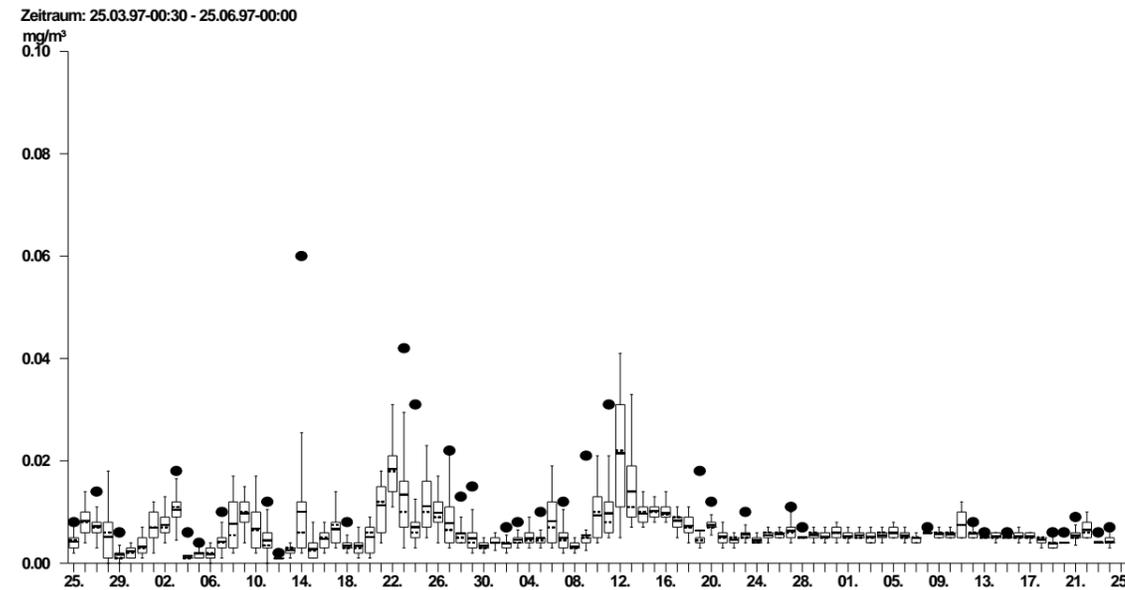
Insgesamt muss der Witterungs- und Temperaturverlauf während der Wintermessung als eher nicht repräsentativ bezeichnet werden. Für den Hochwinter war es zu mild und die luft-hygienischen Rahmenbedingungen waren günstiger als für diese Jahreszeit üblich. Längere, „kalte“ Hochdruckphasen, die zu höheren Belastungen neigen, fehlten völlig. Für die vorliegenden Ergebnisse der Messungen in Laßnitzhöhe bedeutet das, dass bei ungünstigen Ausbreitungsbedingungen und hochreichenden Inversionen durchaus noch mit höheren Belastungen gerechnet werden muss.

3.4. Meßergebnisse und Schadstoffverläufe

Für die folgenden Auswertungen wurden primär die Stmk. Immissionsgrenzwerteverordnung und die Kurorterrichtlinie als Vergleichsgrundlagen herangezogen.

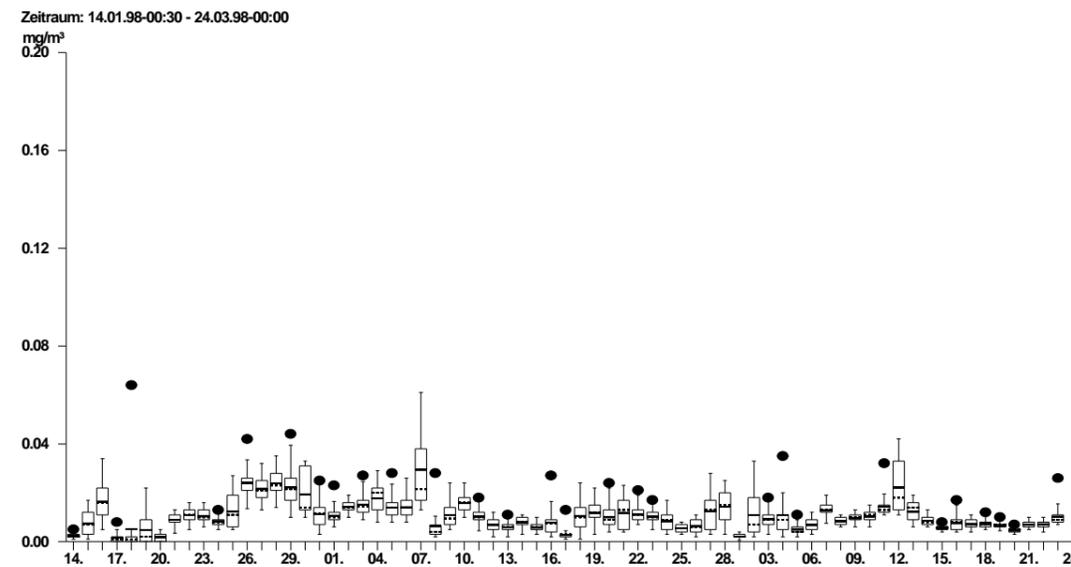
3.4.1. Schwefeldioxid (SO₂)

Frühlingsmessung 24. 3. 97 - 25. 6.97	Meßergebnisse SO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax - maximaler Halbstundenmittelwert	0,060	0,070 0,100	LGBI.Nr.5/1987 Kurorterrichtlinie	68 % 60 %
Mtmax – mittleres tägliches Maximum	0,012			
TMWmax – maximaler Tagesmittelwert	0,022	0,050 0,050	LGBI.Nr.5/1987 Kurorterrichtlinie	44 % 44 %
MPMW – Meß- periodenmittelwert	0,006			



Wintermessung 14.1. 98 – 24.3. 98	Meßergebnisse SO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax	0,064	0,150 0,100	LGBI.Nr.5/1987 Kurorterrichtlinie	43 % 64 %
Mtmax	0,021			
TMWmax	0,030	0,100	LGBI.Nr.5/1987	30 %

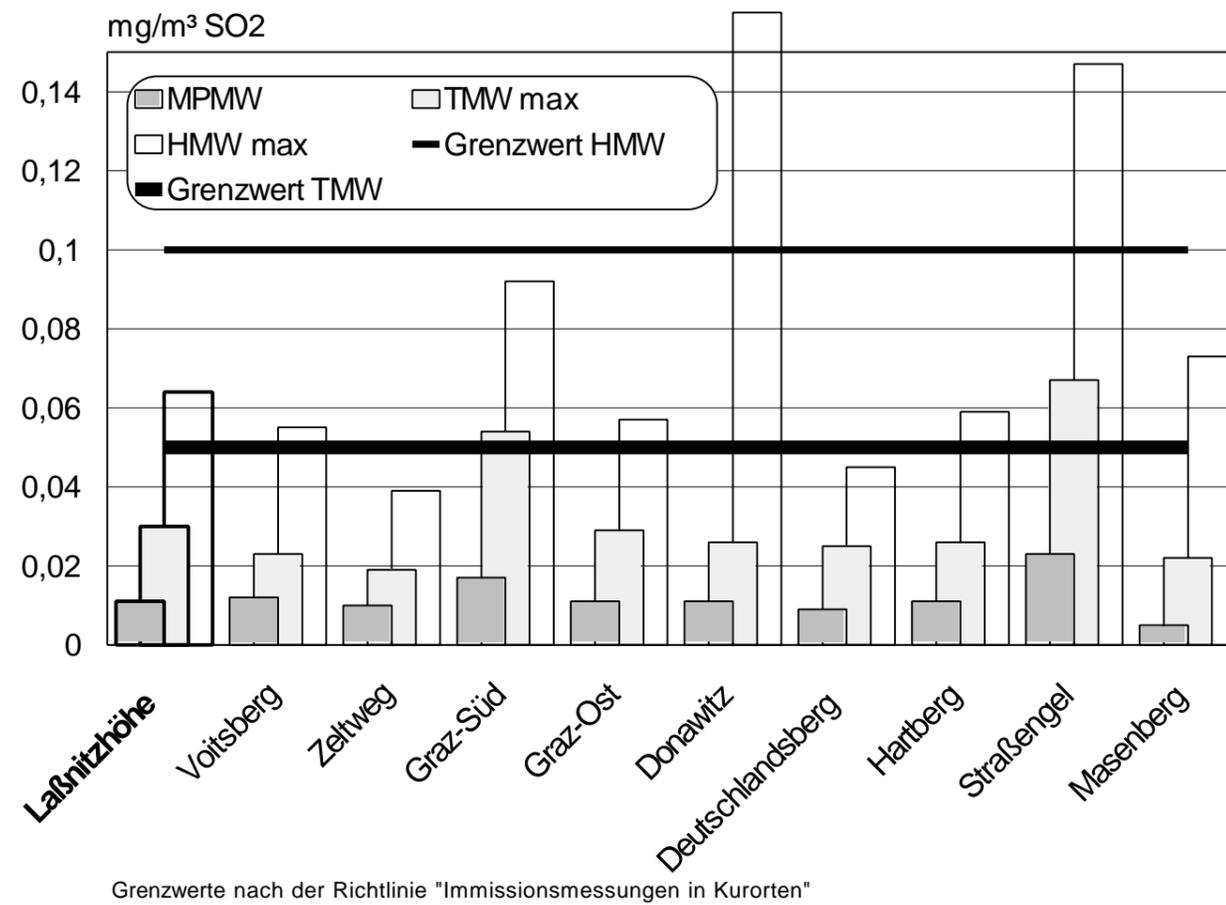
		0,050	Kurortrichtlinie	60 %
MPMW	0,011			



SO₂ wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozeßwärme freigesetzt. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit ungleich höher als im Sommer.

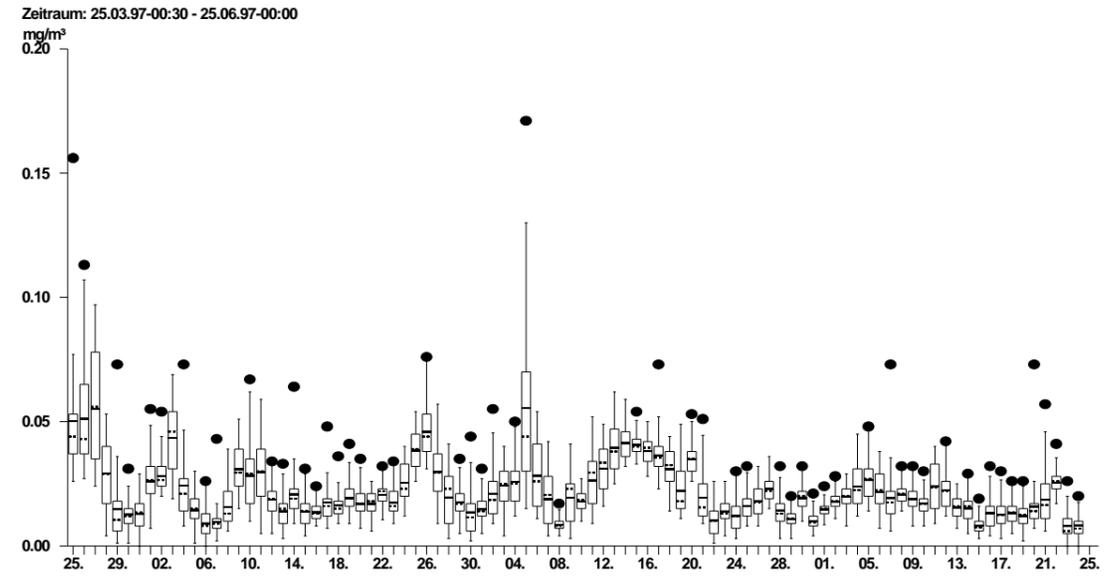
Die SO₂-Belastungen blieben in Laßnitzhöhe während beider Messperioden unter den Grenzwerten sowohl der Landesverordnung (LGBI.Nr. 5/1987) als auch der Kurortrichtlinie. Die höchsten Konzentrationen der Wintermessung erreichten rund 64% des Kurortegrenzwertes, was für den vergleichsweise gut belüfteten Messstandort bei der Hauptschule doch etwas überrascht.

Im Vergleich mit anderen Stationen bzw. speziell mit dem Großraum Graz zeigt sich, daß Laßnitzhöhe sowohl bei den Halbstundenmittelwerten als auch bei den Tagesmittelwerten leicht über dem steirischen Durchschnitt auf dem Niveau der höchstbelasteten Grazer Stationen liegt. Nur die beiden emittentenüberwachenden Stationen Straßengel-Kirche und Donawitz liegen deutlich höher.

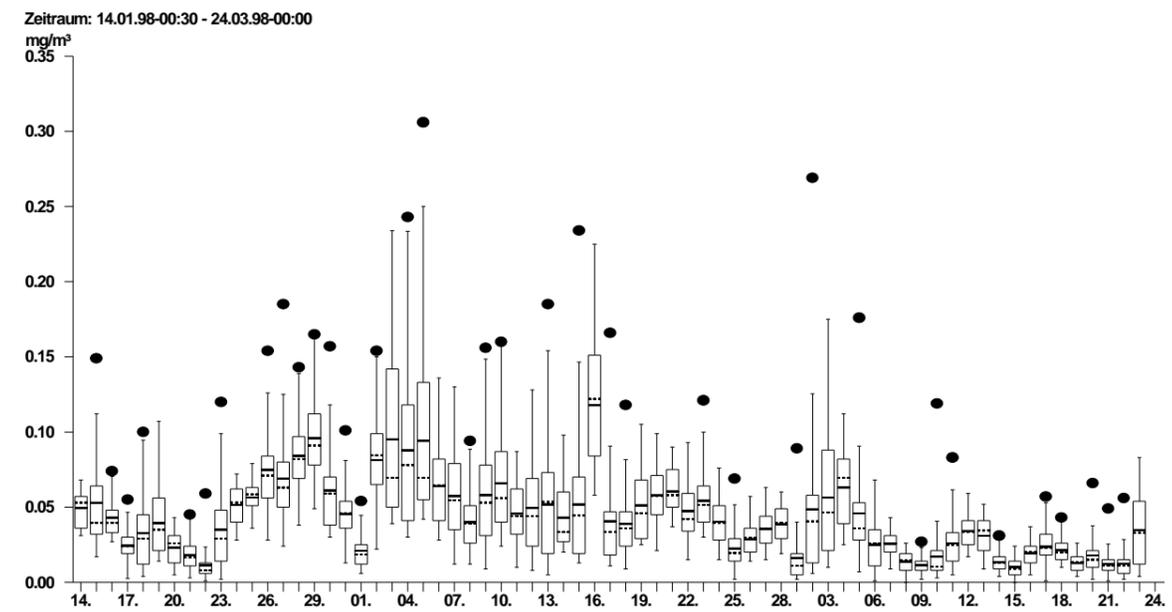


3.4.2. Schwebstaub

Frühlingsmessung 24. 3. 97 - 25. 6.97	Meßergebnisse Staub in mg/m ³	Grenzwerte Staub in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax	0,171			
TMWmax	0,056	0,120	LGBI.Nr.5/1987	47%
		0,120	Kurorterrichtlinie	47%
MPMW	0,022			



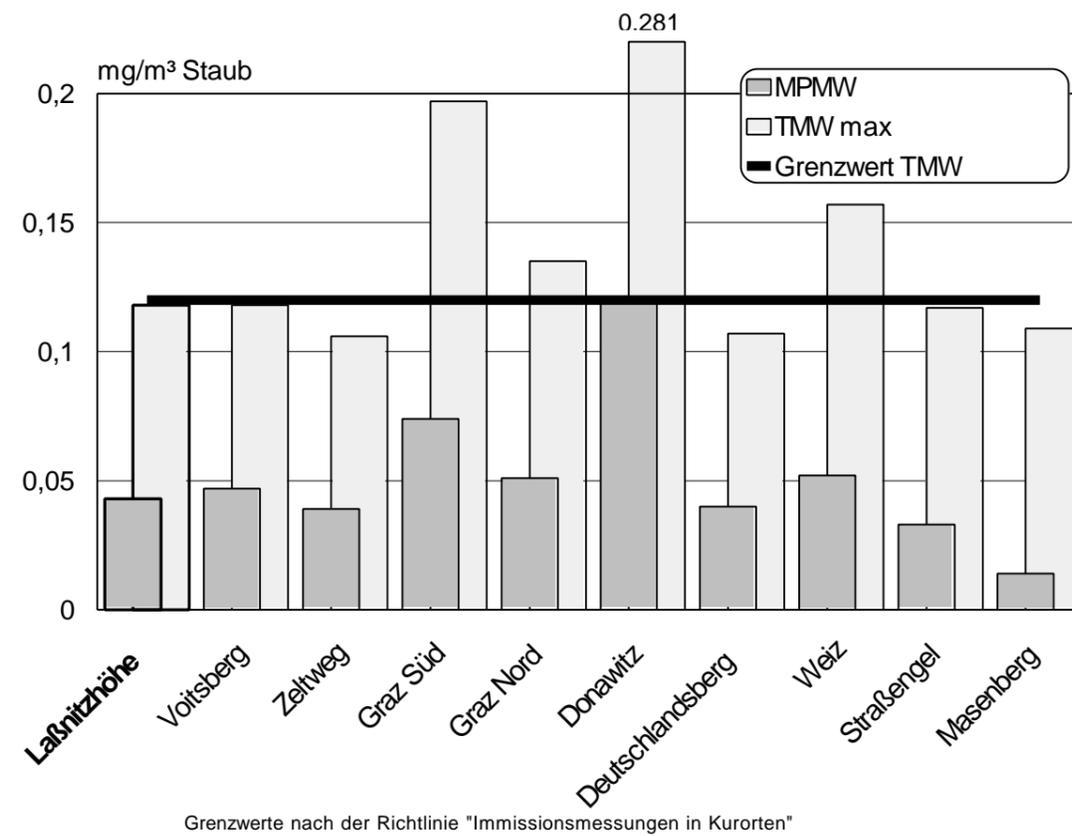
Wintermessung 14.1. 98 – 24.3. 98	Meßergebnisse Staub in mg/m ³	Grenzwerte Staub in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax	0,306			
TMWmax	0,118	0,200	LGBI.Nr.5/1987	59%
		0,120	Kurorterrichtlinie	98%
MPMW	0,043			



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.

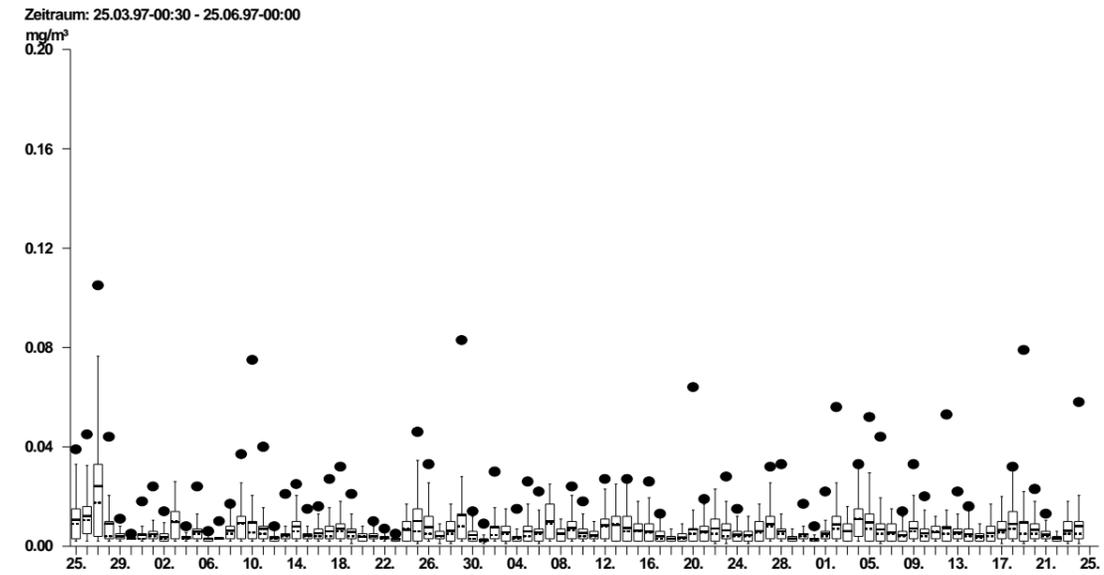
Bei den Schwebstaubmessungen wurde während der Wintermeßperiode am 16.2.98 mit einem maximalen Tagesmittelwert von 0,118 mg/m³ der Grenzwert der Kurorterrichtlinie (0,120 mg/m³) nur um 2% unterschritten. Als hauptverantwortlich dafür ist vor allem der Hausbrand anzusehen. Emissionsseitige Verbesserungen sind hier also lokal sicher möglich.

Im Vergleich mit anderen steirischen Meßstation zeigt sich, dass die Staubsitzenbelastungen in Laßnitzhöhe während der Wintermessung durchaus mit der in steirischen Ballungszentren vergleichbar sind.

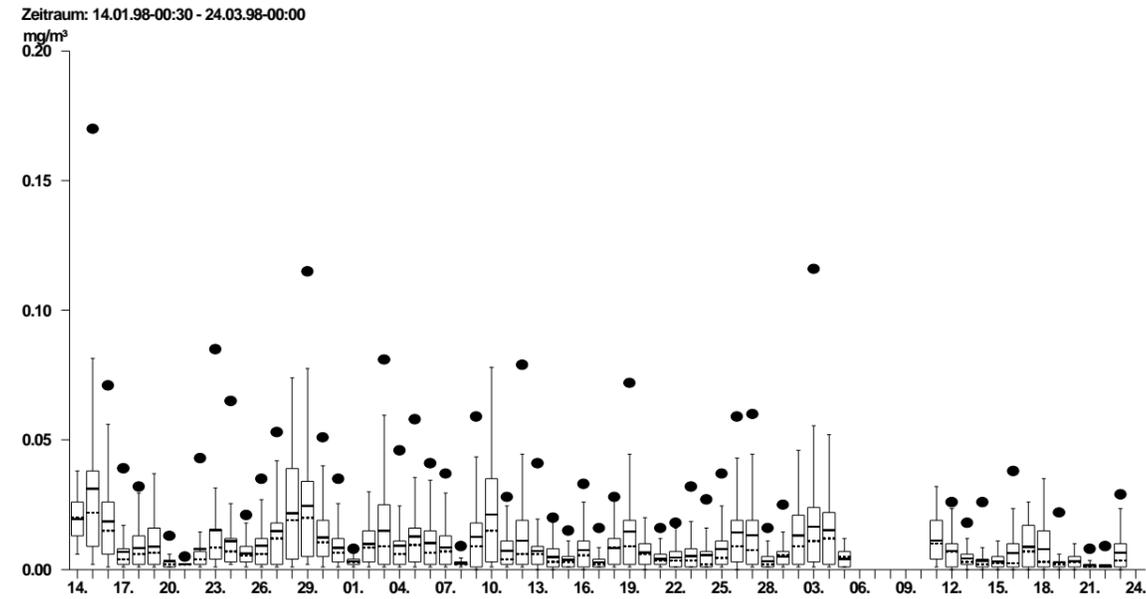


3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO)

Frühlingsmessung 24. 3. 97 - 25. 6.97	Meßergebnisse NO in mg/m ³	Grenzwerte NO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax	0,105	0,600	LGBI.Nr.5/1987	18%
Mtmax	0,025			
TMWmax	0,024	0,200	LGBI.Nr.5/1987	12%
MPMW	0,006			



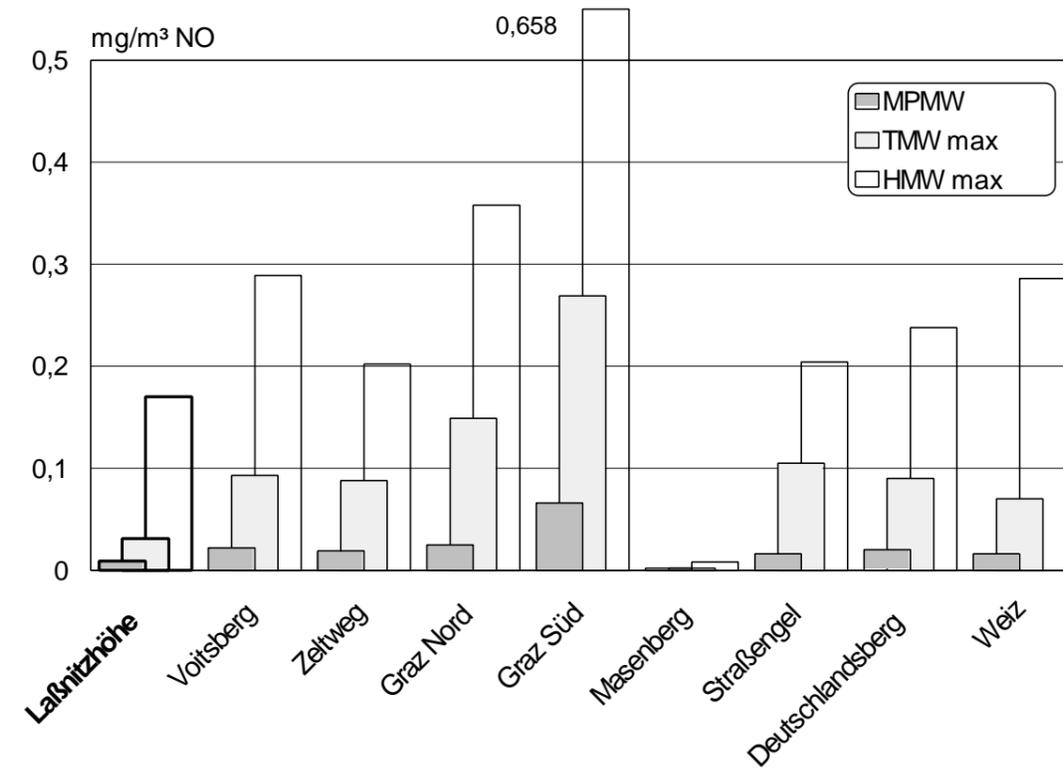
Wintermessung 14.1. 98 – 24.3. 98	Meßergebnisse NO in mg/m ³	Grenzwerte NO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax	0,170	0,600	LGBI.Nr.5/1987	28%
Mtmax	0,041			
TMWmax	0,031	0,200	LGBI.Nr.5/1987	16%
MPMW	0,009			



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.

Für den Schadstoff Stickstoffmonoxid sind in der Kurorterichtlinie keine Grenzwerte festgelegt. Die registrierten Werte blieben aufgrund des doch nicht allzu großen lokalen Emissionspotentials erwartungsgemäß deutlich unter den in der Landesverordnung (LGBI. Nr. 5/1987) genannten Grenzwerten.

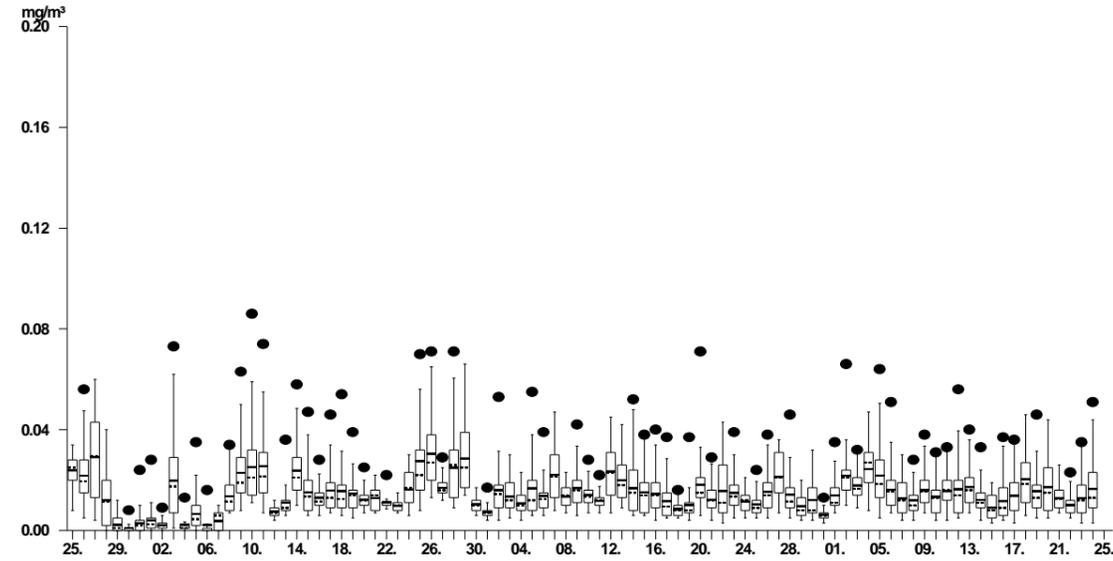
Dies macht auch der Vergleich mit anderen steirischen Messstationen offensichtlich. Die Stickstoffmonoxidbelastungen liegen da beim Tagesmittelwert in den Ballungsräumen doch klar über dem Wert von Laßnitzhöhe. Nur der Masenberg weist erwartungsgemäß erheblich tiefere Immissionen auf. Bei den Spitzenbelastungen sind die Differenzen nicht mehr so erheblich. Hier liegt Laßnitzhöhe in einem vergleichbaren Belastungsniveau mit Stationen wie Zeltweg oder Straßengel – Kirche.



3.4.4. Stickstoffdioxid (NO₂)

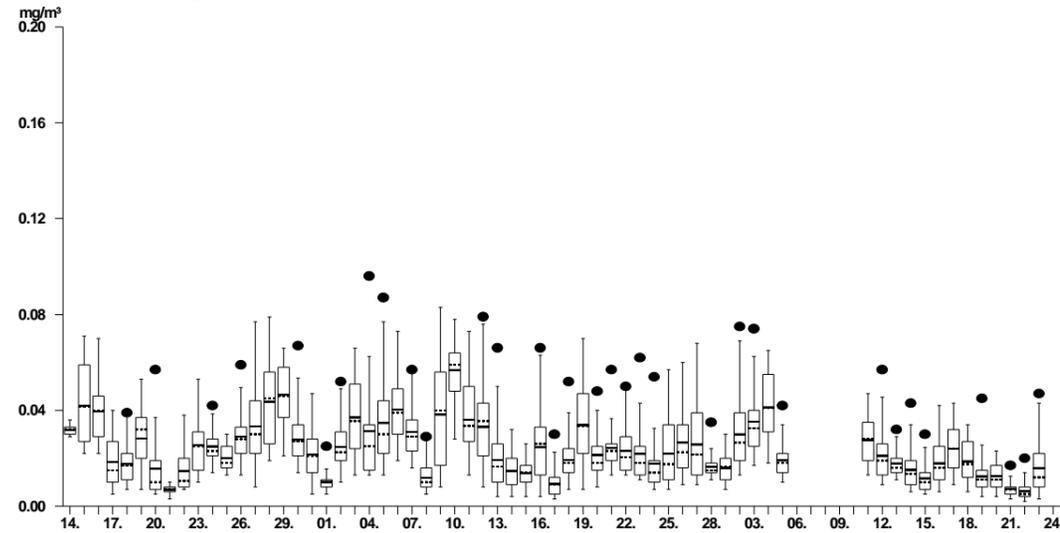
Frühlingsmessung 24. 3. 97 - 25. 6.97	Meßergebnisse NO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax	0,086	0,200	LGBI.Nr.5/1987	43 %
		0,100	Kurorterrichtlinie	86 %
Mtmax	0,038			
TMWmax	0,031	0,100	LGBI.Nr.5/1987	31 %
		0,050	Kurorterrichtlinie	62 %
MPMW	0,015			

Zeitraum: 25.03.97-00:30 - 25.06.97-00:00



Wintermessung 14.1. 98 – 24.3. 98	Meßergebnisse NO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax	0,096	0,200	LGBI.Nr.5/1987	48 %
		0,100	Kurorterrichtlinie	96 %
Mtmax	0,053			
TMWmax	0,057	0,100	LGBI.Nr.5/1987	57 %
		0,050	Kurorterrichtlinie	114 %
MPMW	0,024			

Zeitraum: 14.01.98-00:30 - 24.03.98-00:00



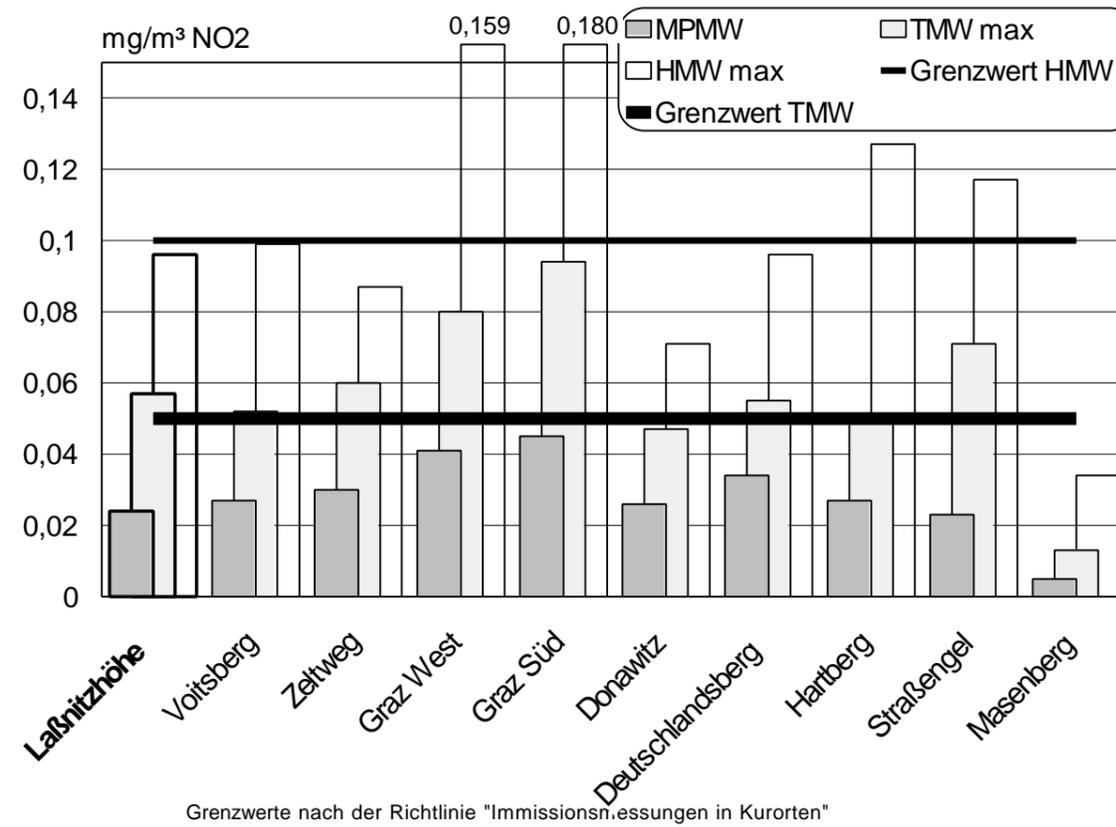
Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff NO erläutert. Immissionsseitig stellt sich im allgemeinen der Schadstoffgang beim NO₂ ähnlich wie beim NO dar.

Während die Grenzwerte nach der Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) erwartungsgemäß unterschritten wurden, muss aber festgestellt werden, dass der in der Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten angeführte Tagesmittelwertgrenzwert von 0,050 mg/m³ am 10.2.1998 überschritten wurde. Auch der maximale Halbstundenmittelwert blieb am 4.2. nur um 4 % unter dem entsprechenden Kurortegrenzwert.

Diese Belastungen fallen in eine der im Februar 98 so häufigen „warmen“ Hochdruckphasen mit recht geringem Luftaustausch. Ein Ausnahmeereignis (z.B. irgendwelche Tätigkeiten im Nahbereich der Station) liegt nicht vor, da sich das erhöhte Konzentrationsniveau durchaus über mehrere Tage erstreckte. Es muss also davon ausgegangen werden, dass während länger andauernder, immissionsklimatisch ungünstiger Witterungsphasen im Winterhalbjahr immer wieder mit Belastungen im Bereich bzw. über den Grenzwerten der Kurorterrichtlinie zu rechnen ist.

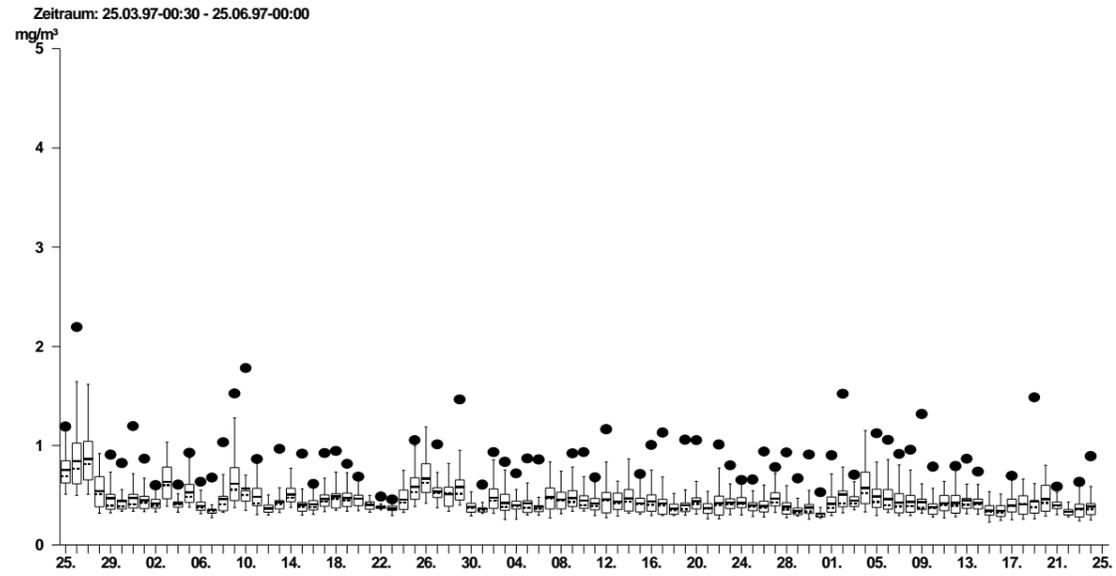
Die Stickstoffdioxidbelastung in Laßnitzhöhe kann sicher nicht als rein lokales Problem gesehen werden. Neben Emissionen der durch den Ort führenden Landesstraße muß auch mit Verfrachtungen aus dem Raum Graz sowie Zusatzbelastungen durch die nahegelegene Autobahn gerechnet werden.

Der Vergleich mit anderen steirischen Meßstation zeigt, dass die Maximalbelastungen (sowohl HMW_{max} als auch TMW_{max}) für Stickstoffdioxid in Laßnitzhöhe mit denen in steirischen Bezirkshauptstädten vergleichbar ist.

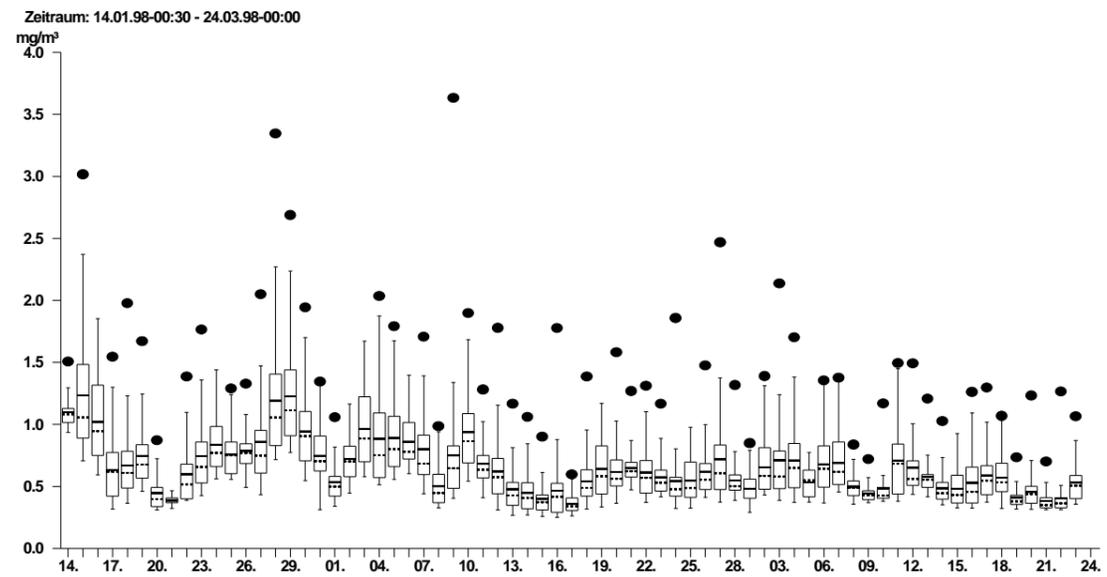


3.4.5. Kohlenmonoxid (CO)

Frühlingsmessung 24. 3. 97 - 25. 6.97	Meßergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax	2,194	20	LGBl.Nr.5/1987	11 %
MTmax	0,881			
MW8max	1,110	5	Kurorterrichtlinie	22 %
TMWmax	0,865	7	LGBl.Nr.5/1987	12 %
MPMW	0,452			

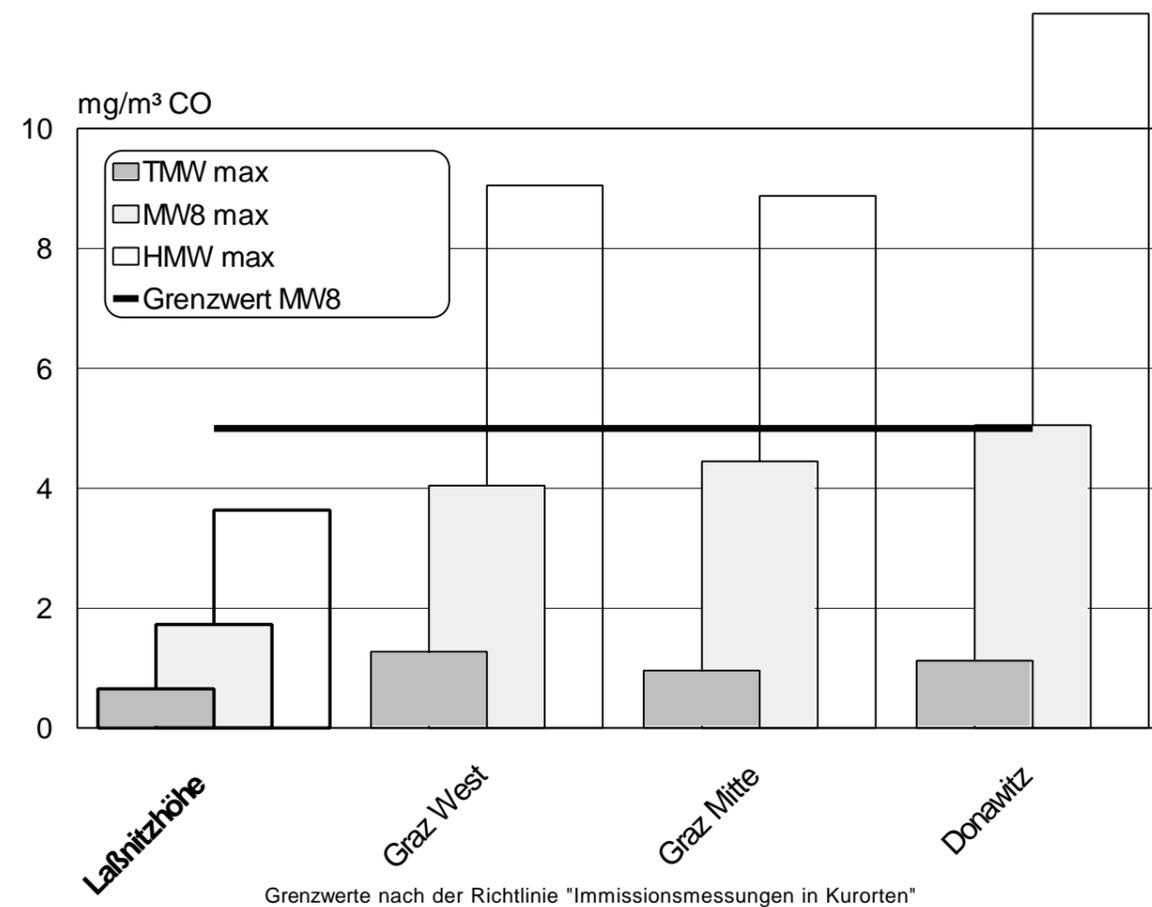


Wintermessung 14.1. 98 – 24.3. 98	Meßergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	Prozent des Grenzwertes
HMWmax	3,633	20	LGBI.Nr.5/1987	18 %
MTmax	1,455			
MW8max	1,729	5	Kurorterrichtlinie	35 %
TMWmax	1,235	7	LGBI.Nr.5/1987	18 %
MPMW	0,653			



Auch beim Kohlenmonoxid gelten der KFZ-Verkehr sowie die Schwerindustrie als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den

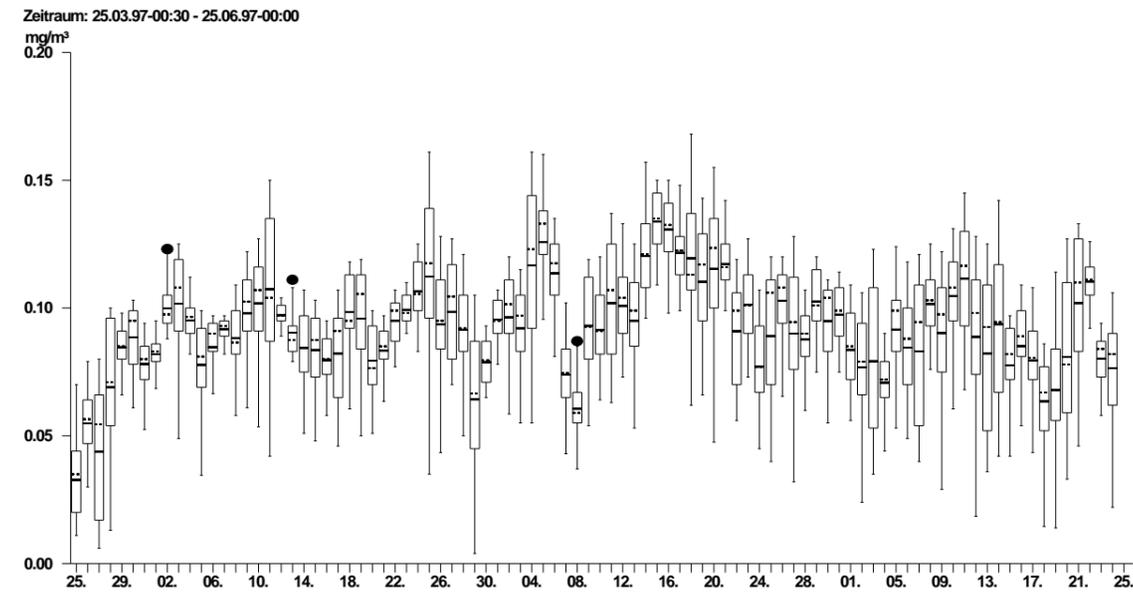
Hauptverkehrsträgern im allgemeinen ab. Insgesamt kann festgehalten werden, dass CO als Schadstoff in der Aussenluft in der Steiermark nur selten, nämlich an extrem verkehrsfrequentierten oder emittentennahen Standorten, wirklich von Bedeutung ist. CO wird dementsprechend in der Steiermark auch nicht flächendeckend, sondern nur gezielt in höher belasteten Regionen gemessen. Daher zeigt sich auch im Vergleich mit Stationen in Graz und Donawitz in Laßnitzhöhe ein weit geringeres Immissionsniveau. Erwartungsgemäß blieben die registrierten Konzentrationen während beider Meßperioden deutlich unter den Immissionsgrenzwerten sowohl der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) als auch der Kurorterichtlinie.



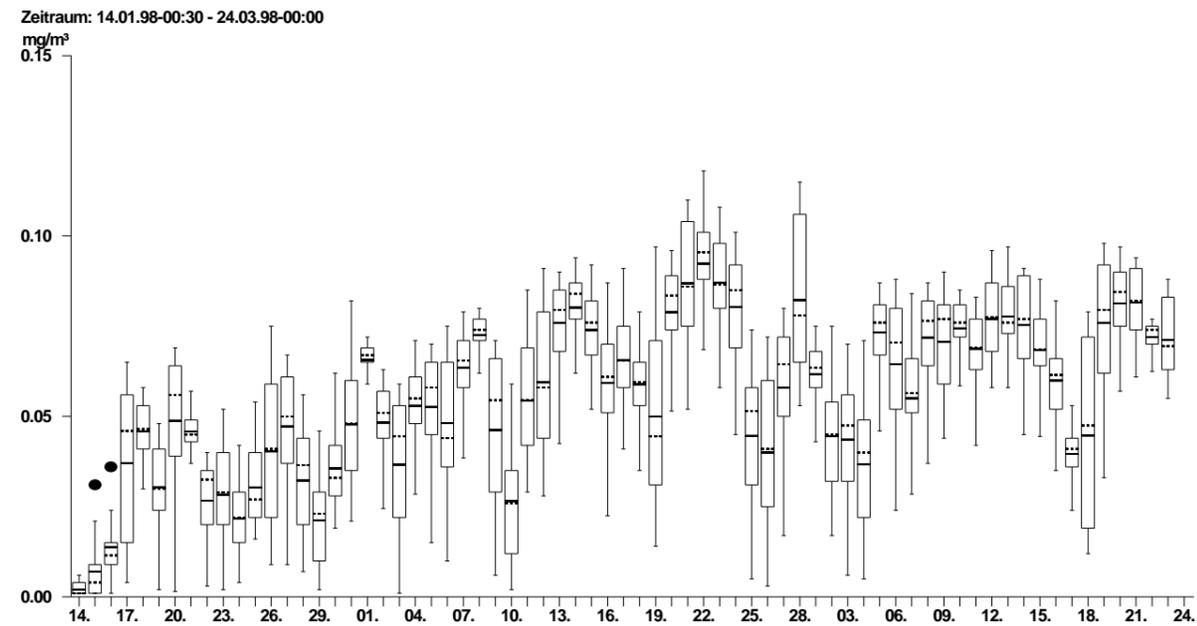
3.4.6. Ozon (O₃)

Frühlingsmessung 24. 3. 97 - 25. 6.97	Meßergebnisse O ₃ in mg/m ³	Grenzwerte O ₃ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
--	--	---	----------------------------------

HMWmax	0,168	0,120	Österreichische Akademie der Wissenschaften
MTmax	0,118		
TMWmax	0,134		
MPMW	0,092		



Wintermessung 14.1. 98 – 24.3. 98	Meßergebnisse O ₃ in mg/m ³	Grenzwerte O ₃ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
HMWmax	0,118	0,120	Österreichische Akademie der Wissenschaften
MTmax	0,077		
TMWmax	0,092		
MPMW	0,056		



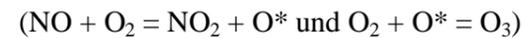
Für Ozon sind in der Richtlinie „Immissionsmessungen in Kurorten“ keine Grenzwerte angegeben. Trotzdem liegt eine kurze Diskussion der Messergebnisse im Sinne einer Betrachtung der lufthygienischen Bedingungen am Standort Laßnitzhöhe.

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 in vergleichbaren Höhenlagen über große Gebiete relativ homogen in den Spitzenbelastungen nachweisbar sind. Das gesamte österreichische Bundesgebiet wurde daher im Ozongesetz (BGBl.Nr.210/1992) in 8 Ozon-Überwachungsgebiete mit annähernd einheitlicher Ozonbelastung eingeteilt. Der Standort Laßnitzhöhe liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 2 "Süd- und Oststeiermark und südliches Burgenland".

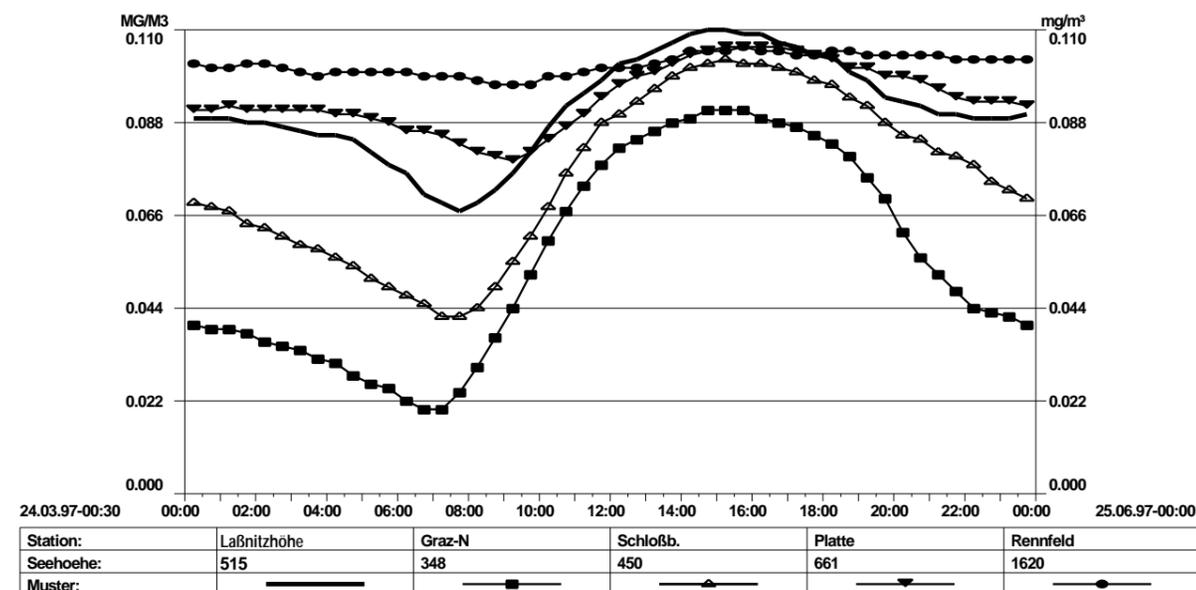
Der Ozontagesgang ist in weiterer Folge vor allem stark von der Höhenlage abhängig. Siedlungsnahen Talregionen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt ein rasches Ansteigen der Konzentrationen, die dann am Nachmittag konstant hoch 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: Das Stickstoffmonoxid (NO) bildet mit dem Luftsauerstoff (O_2) das Stickstoffdioxid (NO_2), dabei bleibt ein Sauerstoffradikal (O^*) übrig. Dieses bindet sich in der Folge mit dem Luftsauerstoff (O_2) zu Ozon (O_3).



Während es nun in den Ballungsgebieten in den Nachtstunden zu einer Rückbildung kommt, nehmen die Ozonkonzentrationen in den Reinluftgebieten (aufgrund des weit geringeren NO_x -Angebotes) nur in einem deutlich beschränkten Maß ab.

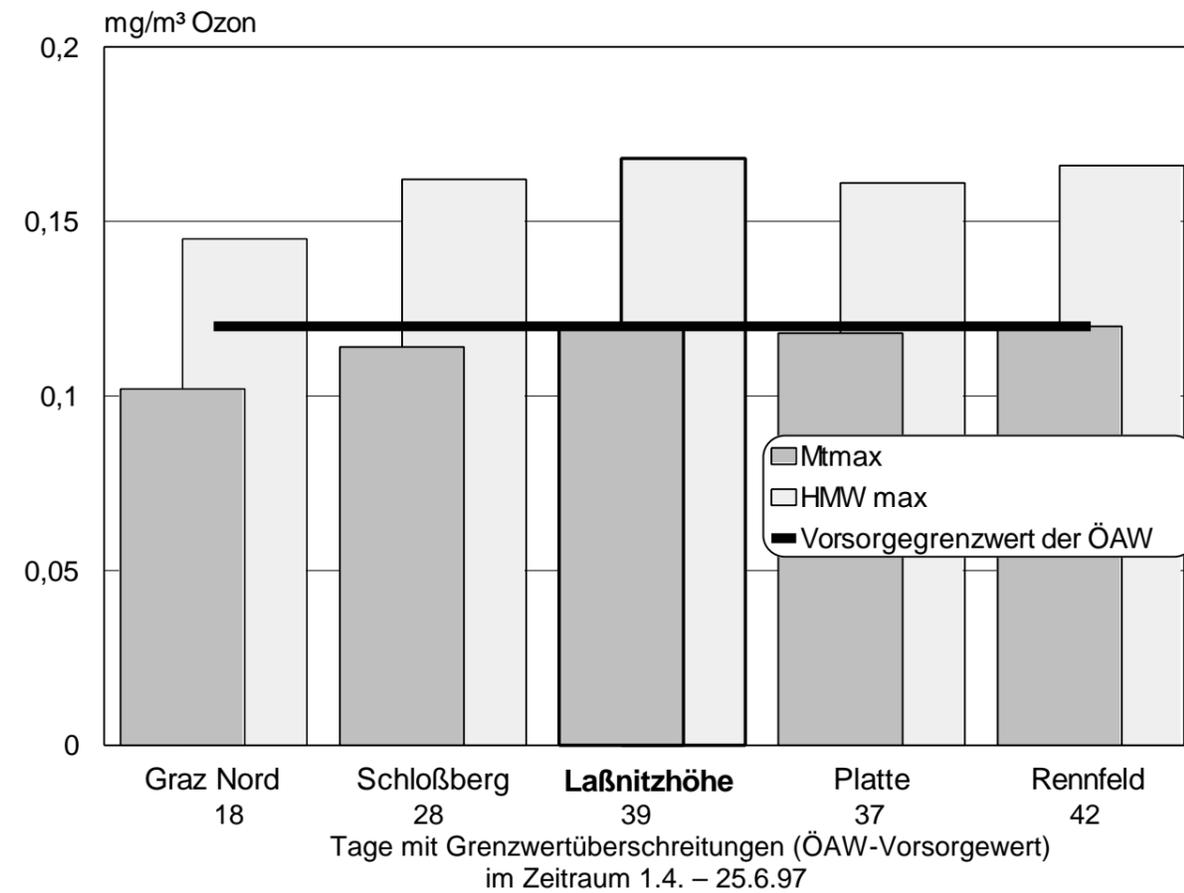
Die folgende Abbildung dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort Laßnitzhöhe mit den benachbarten Stationen Graz-Nord, Schloßberg und Platte:



Die Beckenstation Graz-Nord und der Schloßberg weisen noch einen deutlichen Tagesgang der Ozonkonzentrationen auf. Dieser nimmt jedoch mit zunehmender Seehöhe merklich ab. Am Rennfeld in 1620 m Höhe ist keine Tagesschwankung mehr feststellbar.

Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die zu erwartende Übereinstimmung mit dem Witterungsverlauf. Hohe Werte wurden bei Hochdruck- und gradientschwachen Lagen registriert. Im Zeitraum vom 1.4. bis zum 25.6. 1997 wurde der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Laßnitzhöhe an 39 Tagen überschritten. Mit 168

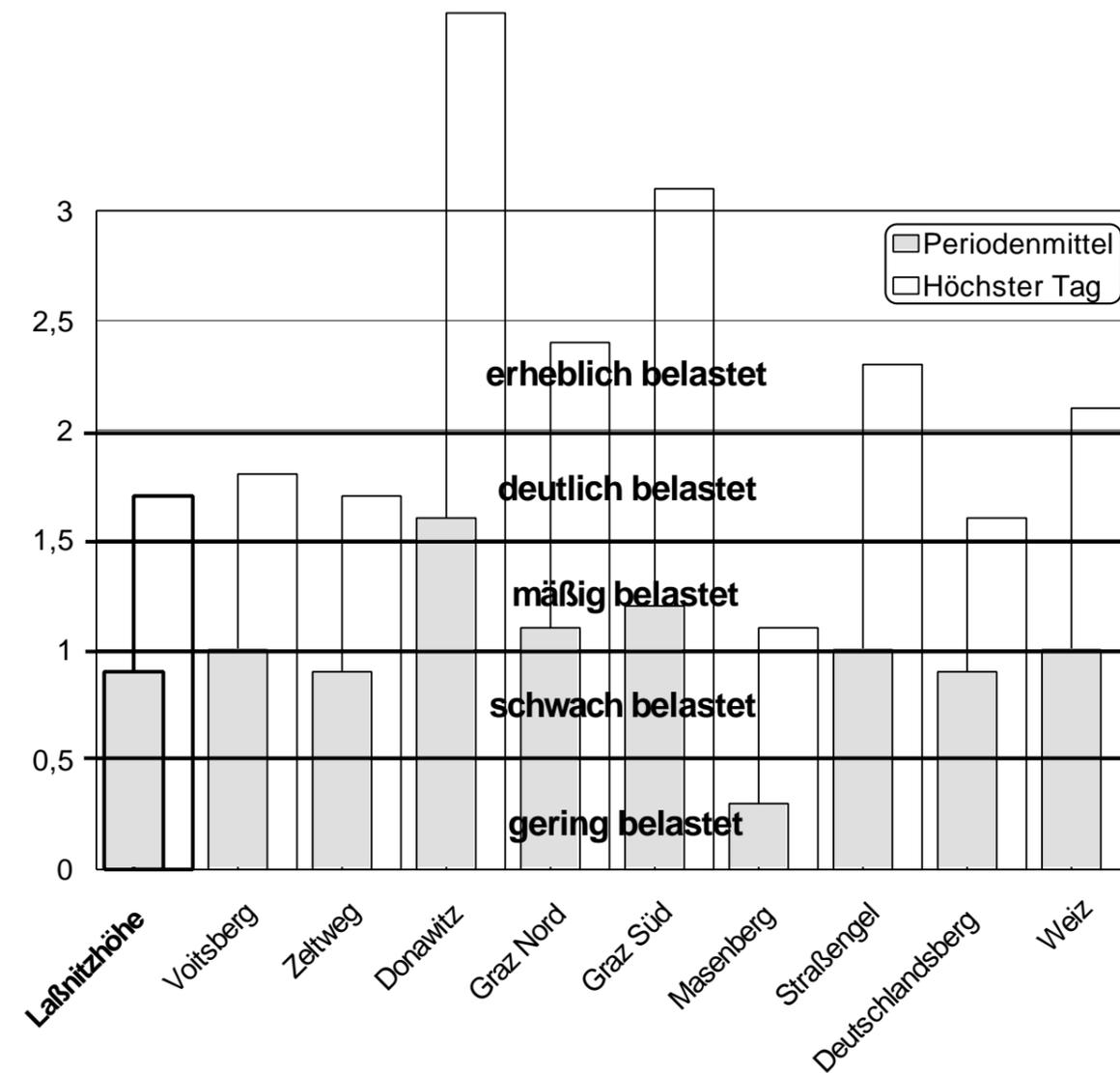
$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon wurde auch der höchste Halbstundenmittelwert der vorher genannten Station in diesem Zeitraum registriert. Dies korreliert auch gut mit den bisherigen Erfahrungen mit der Ozonbelastung im Raum Graz. Bei Phasen höherer Belastung finden sich die höchsten Werte dem eingangs Gesagten entsprechend weniger im eigentlichen Stadtgebiet, sondern auf den Höhenrücken in der Peripherie der Stadt (Station Graz-Platte). Daher muss in diesem Fall (siehe auch obige und nachfolgende Abbildung) auch in Laßnitzhöhe mit vergleichsweise hohen Spitzenwerten gerechnet werden.



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 1988, S. 223 ff) vorgeschlagene Berechnungsmethode wurden dabei für die Wintermeßperiode (14.1. – 24.3.98) die Parameter der Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Schwebstaub in Verhältnis zu dem jeweiligen Grenzwert der Landesverordnung 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.



3.6. Zusammenfassung der mobilen Messungen

Die mobilen Luftgütemessungen in Laßnitzhöhe wurden auf Ansuchen der Gemeinde als Überprüfungsmessungen auf Basis des Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortgesetzes (LGBl. Nr. 161/1962) in den Zeiträumen 24. 3. bis 25. 6. 1997 und von 13. 1. bis 24. 3. 1998 durchgeführt. Der mobile Meßcontainer wurde jeweils am Parkplatz der Hauptschule von Laßnitzhöhe in rund 515 m Seehöhe situiert.

Für die vorliegende Fragestellung war besonders die Bewertung hinsichtlich des Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortgesetzes von Bedeutung.

Hierbei wurde am 10.2.98 der Tagesmittelgrenzwert für Stickstoffdioxid nach der Richtlinie „Immissionsmessungen in Kurorten“ überschritten. Darüberhinaus blieben auch die Maximalbelastung (maximale Halbstundenmittelwerte) bei Stickstoffdioxid und der höchste Staub-Tagesmittelwert mit 96 bzw. 98% des Grenzwertes nur unwesentlich unter den Grenzen der Richtlinie.

Im **Vergleich mit steirischen Ballungsräumen** kann bei keinem der gemessenen Schadstoffe von einer generell geringen Belastung gesprochen werden. Am ehesten sind noch die **Stickstoffmonoxid**konzentrationen als leicht unterdurchschnittlich zu bezeichnen. Die Belastungen durch **Schwebstaub**, **Kohlenmonoxid** und **Stickstoffdioxid** lagen in einem vergleichsweise durchschnittlichen Größenbereich, die durch **Schwefeldioxid** können als durchschnittlich bis leicht überdurchschnittlich klassifiziert werden. Für den Sekundärschadstoff **Ozon** muss aufgrund der Erfahrungen und auch der vorliegenden Messergebnisse davon ausgegangen werden, dass sich der Standort Laßnitzhöhe in einer im steiermarkweiten Vergleich leicht überdurchschnittlich belasteten Lage (Höhenlage und Nähe zum Großraum Graz) befindet.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass die Luftqualität in Laßnitzhöhe im Vergleich mit steirischen Ballungsräumen durchaus in einem durchschnittlichen Bereich liegt, sie erfüllt aber nicht die Vorgaben, die in der Richtlinie „Immissionsmessungen in Kurorten“ festgesetzt sind.

Dazu ist anzumerken:

Die **Stickstoffdioxid** - Immissionen sind durchaus ein großflächigeres Problem. Hier liegt, unter anderem auch durch Ferneinflüsse der Stadt Graz und der Autobahn, eine doch vergleichsweise hohe Grundbelastung vor. Da eine Verringerung über eine Verkehrsreduktion auf der Landesstraße in der Praxis eher unrealistisch sein dürfte, erscheinen hier größere raumplanerische Änderungen wie eine Neukonzeption des Kurbezirkes notwendig. Es kann jedoch auch durch eine Verlegung des Kurbezirkes in größere Straßenferne ein Einhalten der Kurorte-Grenzwerte nicht zweifelsfrei garantiert werden.

Die Belastungen durch **Schwefeldioxid** und **Schwebstaub** sind zu einem erheblichen Teil auf den Hausbrand zurückzuführen. Dementsprechend bietet sich der Gemeinde hier die Möglichkeit, in ihrem Wirkungsbereich eine Verbesserung der lokalen Emissionsituation vorzunehmen.

4. Integrale Messungen

4.1. Einleitung

Integrale Messnetze sind in der Lage, langfristige Belastungen von Gebieten zu erkennen und lokale Unterschiede aufzuzeigen und dadurch flächige Interpretationen zu ermöglichen. Als Ergebnisse werden Messperiodenmittelwerte erhalten, kurzzeitige Belastungsspitzen können nicht verfolgt werden.

Das Messnetz wurde im Zeitraum vom 24.3.1997 bis 29.4.1998 betrieben. Bei den Auswertungen wurden die 14 Messperioden (à 28 Tagen) folgendermaßen zusammengefasst:

Sommersaison : 24.3.97 - 18.9.97 (1. - 6. Messperiode)
 und 2.4.98 - 29.4.98 (14. Messperiode)
Wintersaison : 18.9.97 - 2.4.98 (7.- 13. Messperiode)

4.2. Messmethodik

4.2.1. Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren

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

Die Staubbmessung erfolgt nach dem "Bergerhoff-Verfahren". Dabei wird ein oben offenes Kunststoffgefäß auf einem etwa 1,5 m hohen Ständer angebracht. Der sich absetzende Staub und das Regenwasser 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.

4.2.2. Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentrationen mit Badge-Sammlern

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

Das Prinzip der verwendeten Badge-Sammler beruht auf einer Diffusion von SO_2 , NO_2 , HCl und HNO_3 , also von sauren Gasen, zu einem absorbierenden Medium (häufig wird Triethanolamin verwendet). Die Menge des absorbierten Schadstoffes ist proportional zur Umgebungskonzentration an der Messstelle. Nach Beendigung der Messung werden die zu untersuchenden Substanzen extrahiert und anschliessend ionenchromatographisch bestimmt und quantifiziert.

Die verwendeten Badge-Sammler bestehen aus einem Plastikzylinder mit einem Durchmesser von 4 cm und einer Höhe von 1 cm, versehen mit einer Aufhängevorrichtung. Die Rückseite ist fest verschlossen, während sich auf der Vorderseite eine entfernbare Schutzkappe befindet. Im Inneren ist ein Stahlnetz befestigt, das mit dem absorbierenden Medium imprägniert wurde 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 wie jene, die von kontinuierlichen Messstationen erhalten werden.

4.3. Beurteilungsgrundlagen

4.3.1. Beurteilung der Staubdeposition

Für die Beurteilung der Luftqualität in Kurorten wurde 1997 vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie die Richtlinie „**Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten**“ (**Kurorterrichtlinie**) herausgegeben. Diese schreibt für Luftkurorte einen **Jahresmittelgrenzwert** von **0,165 g/m².d Staub** vor.

Als Immissionsgrenzwert der Deposition wird zum dauerhaften Schutz der menschlichen Gesundheit im **Immissionsschutzgesetz-Luft** (BGBl. 115/1997) ein Wert von **0,210 g/m².d als Jahresmittelwert** festgelegt. Dieser Grenzwert gilt seit dem 1.4.1998.

Darüber hinaus wurde in der "**Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft 1986**" (**TA-Luft '86**), einer Verordnung zum deutschen Bundesimmissionsschutzgesetz, zum Schutz vor erheblichen Nachteilen und Belästigungen durch Staub ein Grenzwert von **0.65 g/m².d als Kurzzeitimmissionswert (IW 2)** für nicht gefährliche Stäube festgelegt.

Als **Langzeitimmissionswert (IW 1)**, vergleichbar mit einem **Jahresmittelwert**) ist in der TA-Luft ein Grenzwert von **0.35 g/m².d** festgelegt.

4.3.2. Beurteilung der Stickstoffdioxid- bzw. Schwefeldioxidkonzentration

Für **Stickstoffdioxid** wurden von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in den Luftqualitätskriterien für NO₂ Vorschläge für wirkungsbezogene Immissionsgrenz-konzentrationen veröffentlicht. Diese Grenzwerte sind auch in der **Steiermärkischen Immissionsgrenzwertverordnung** (LGBl. Nr 5/1987) und zum Teil auch im **Immissionsschutzgesetz - Luft** festgelegt. Für längere Zeiträume werden jedoch keine Angaben gemacht.

Erfahrungen und vergleichende Untersuchungen in steirischen Messnetzen zeigen, dass bei **Messperiodenmittelwerten von über 40 µg/m³ NO₂** fallweise mit Überschreitungen der vorhin genannten Grenzwerte zum Schutz des Menschen zu rechnen ist. Für **Schwefeldioxid** sind in der Steiermärkischen Immissionsgrenzwertverordnung (LGBl. Nr 5/1987) ebenfalls Grenzwerte festgelegt. Auch bei diesem Schadstoff haben Vergleichsmessungen mit kontinuierlich aufzeichnenden Messgeräten ergeben, dass bei **Messperiodenmittelwerten von über 40 µg/m³ SO₂** fallweise Überschreitungen der genannten Grenzwerte zu erwarten sind.

Wie bei der Staubdeposition sind auch für die Schadstoffe Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid in der Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ strengere Grenzwerte veröffentlicht. Für beide Schadstoffkomponenten gelten demzufolge ganzjährig ein Tagesmittelgrenzwert von 50 µg/m³ sowie ein Halbstundenmittelgrenzwert von 100 µg/m³. Detaillierte Erfahrungen mit der Korrelation der integralen Messergebnisse mit diesen Grenzwerten fehlen noch, erste Vergleiche weisen aber darauf hin, dass **ab Messperiodenmittelwerten von 25 µg/m³ mit Überschreitungen der Kurortgrenzwerte gerechnet werden muss.**

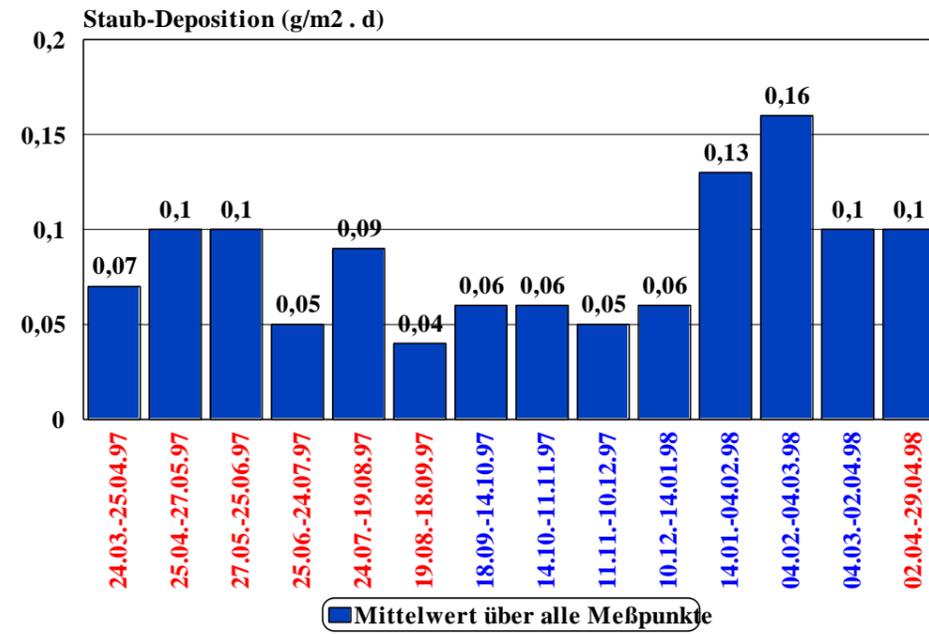
4.4. Auswertung der Messergebnisse

4.4.1. Staubdeposition

Zeitverlauf der Staubdeposition (in g/m² · d)

	LH 1	LH 2	LH 3	LH 4	LH 5	LH 6	LH 7	LH 8	LH 9	Mittelwert
24.03.-25.04.97	0,14	0,11	0,05	0,08	0,07	0,02	0,05	0,04	0,02	0,07
25.04.-27.05.97	0,13	0,18	0,14	0,11	0,11	0,04	0,08	0,08	0,05	0,10
27.05.-25.06.97	0,10	0,17	0,23	0,07	0,07	0,05	0,07	0,06	0,06	0,10
25.06.-24.07.97	0,01	0,10	0,17	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,01	0,05
24.07.-19.08.97	0,09	0,14	0,13	fehlt	0,09	0,06	0,08	0,06	0,05	0,09
19.08.-18.09.97	0,03	0,09	0,11	0,03	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03	0,04
18.09.-14.10.97	0,04	0,15	0,14	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,09	0,06
14.10.-11.11.97	0,06	0,17	0,06	0,05	0,06	0,03	0,06	0,03	0,01	0,06
11.11.-10.12.97	fehlt	0,14	fehlt	0,02	fehlt	0,03	0,05	0,02	fehlt	0,05
10.12.-14.01.98	fehlt	0,23	0,05	0,07	fehlt	0,02	0,02	0,04	0,01	0,06
14.01.-04.02.98	0,18	0,34	0,06	0,21	0,07	0,07	0,06	fehlt	0,05	0,13
04.02.-04.03.98	0,18	0,42	0,10	0,24	0,11	0,05	0,08	0,09	fehlt	0,16
04.03.-02.04.98	0,07	0,30	0,09	0,15	0,09	0,05	0,05	0,07	0,04	0,10
02.04.-29.04.98	0,07	0,33	0,09	0,12	0,13	0,05	0,06	0,06	0,03	0,10

Jahresgang der Staubbelastung



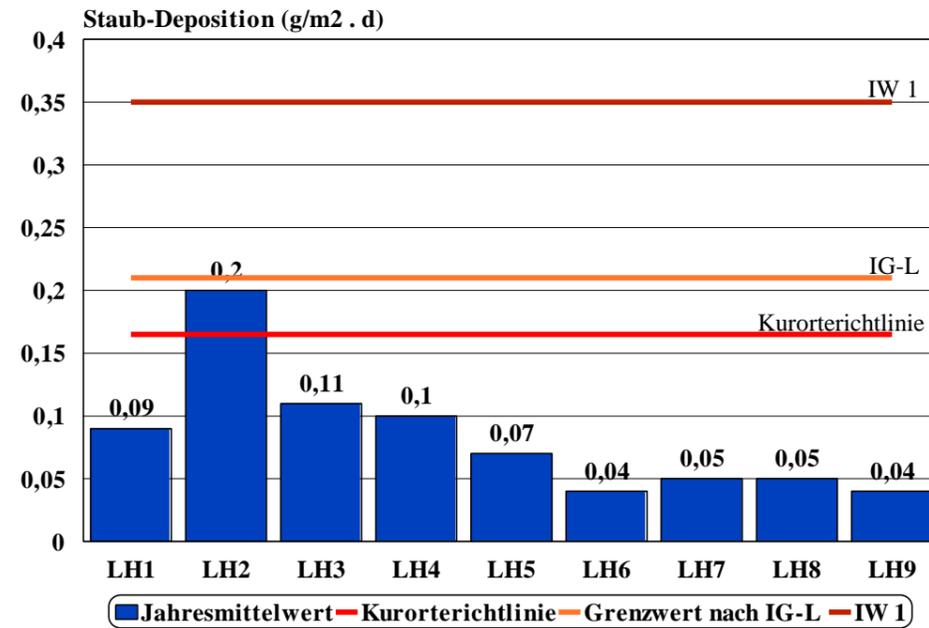
Mittlere Staub-Deposition (in g/m² . d)

	Mittelwert Sommer	Mittelwert Winter	Jahresmittelwert
LH 1	0,08	0,10	0,09
LH 2	0,16	0,25	0,20
LH 3	0,13	0,08	0,11
LH 4	0,07	0,11	0,10
LH 5	0,08	0,07	0,07
LH 6	0,04	0,04	0,04
LH 7	0,06	0,05	0,05
LH 8	0,05	0,04	0,05
LH 9	0,04	0,04	0,04

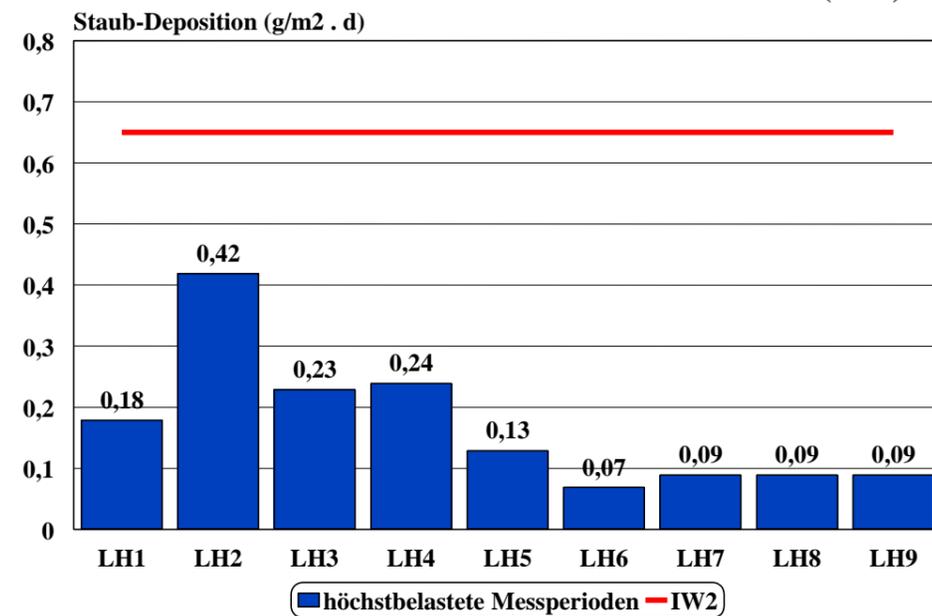
Sommersaison : 24.3.97 - 18.9.97 (1. - 6. Messperiode)
und 2.4.98 - 29.4.98 (14. Messperiode)

Wintersaison : 18.9.97 - 2.4.98 (7. - 13. Messperiode)

Jahresmittelwert in Relation zum Langzeitimmissionswert der TA-Luft '86 (IW 1) zur „Kurortrichtlinie“ und zum Grenzwert nach dem Immissionschutzgesetz-Luft (IG-L)



Durchschnittliche tägliche Staubbelastung der jeweils höchstbelasteten Messperiode in Relation zum Kurzzeitimmissionswert der TA-Luft '86 (IW2)



4.4.2. Konzentrationsmessungen

Zeitverlauf der NO₂- und SO₂-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in µg/m³)

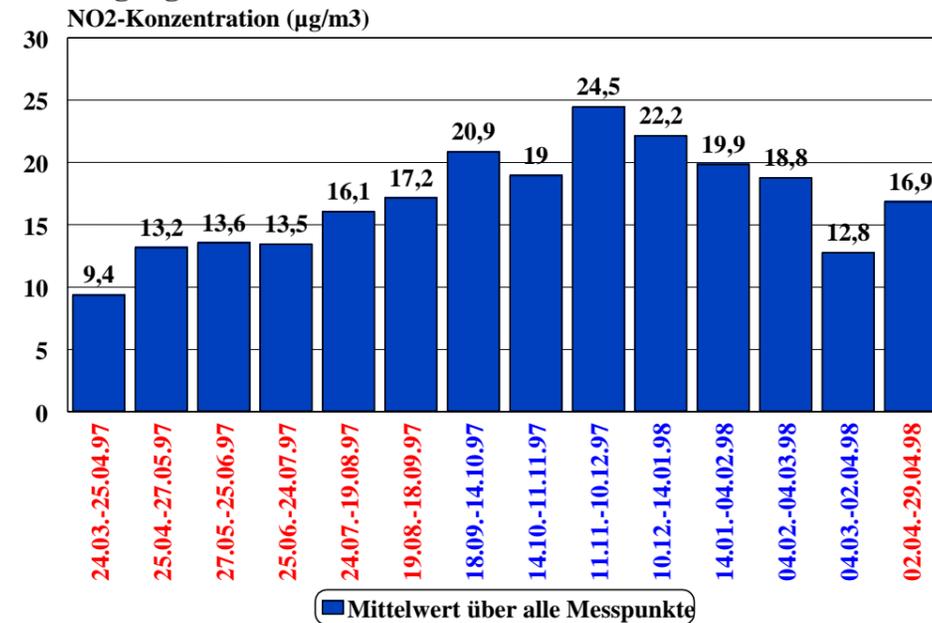
	LH 1		LH 2		LH 4		LH 5		LH 7		LH 8	
	NO ₂	SO ₂										
24.03.97-25.04.97	13,0	6,7	15,3	7,8	9,6	7,8	7,6	5,7	6,5	5,7	4,2	4,7

25.04.97-27.05.97	8,4	3,6	24,5	7,8	12,2	5,2	12,2	5,7	8,8	4,1	fehlt	fehlt
27.05.97-25.06.97	17,6	1,0	20,3	2,6	13,0	1,6	13,4	1,6	11,1	1,0	6,5	0,5
25.06.97-24.07.97	20,3	1,6	21,0	2,6	9,6	1,6	13,0	2,1	9,9	1,6	7,3	1,6
24.07.97-19.08.97	19,5	1,0	20,6	2,6	17,2	2,6	16,0	2,1	10,7	1,6	12,6	2,1
19.08.97-18.09.97	25,2	6,2	31,7	5,7	13,8	3,1	13,8	3,1	11,1	3,6	7,6	2,6
18.09.97-14.10.97	24,1	1,6	30,6	6,2	24,5	5,2	18,0	8,3	16,0	3,6	12,2	3,1
14.10.97-11.11.97	21,4	4,1	26,4	10,9	20,6	9,3	16,0	7,8	16,0	8,3	13,8	7,8
11.11.97-10.12.97	26,7	3,6	27,5	8,8	24,1	6,2	25,6	11,4	19,9	8,8	22,9	8,8
10.12.97-14.01.98	25,2	2,6	29,0	13,5	22,5	12,4	21,0	5,7	15,7	6,2	19,9	6,2
14.01.98-04.02.98	17,6	7,3	24,8	23,3	21,0	18,7	21,0	19,2	19,5	19,7	15,7	17,1
04.02.98-04.03.98	25,6	5,7	27,5	13,5	17,2	12,4	14,9	10,9	13,8	11,4	14,1	13,0
04.03.98-02.04.98	17,2	5,2	15,7	10,4	13,0	10,4	11,1	9,3	10,7	8,8	9,2	9,3
02.04.98-29.04.98	21,8	3,1	25,6	8,3	18,3	12,4	14,9	5,2	13,0	6,2	7,6	3,6

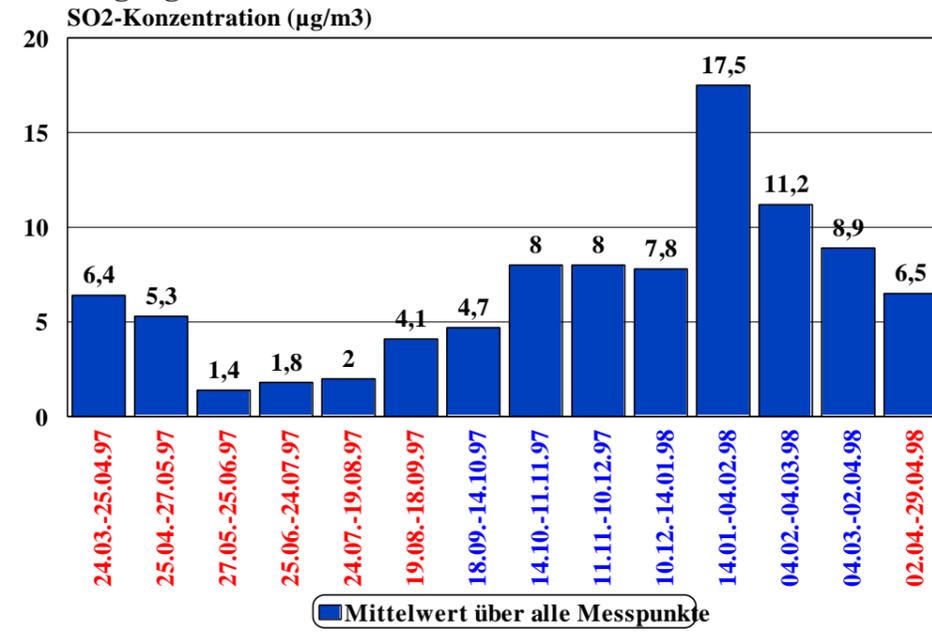
Mittlere NO₂- und SO₂-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in µg/m³)

	Mittelwert Sommer		Mittelwert Winter		Jahresmittelwert	
	NO2	SO2	NO2	SO2	NO2	SO2
LH 1	18,0	3,3	22,5	4,3	20,3	3,8
LH 2	22,7	5,3	25,9	12,4	24,3	8,9
LH 4	13,4	4,9	20,4	10,7	16,9	7,8
LH 5	13,0	3,6	18,2	10,4	15,6	7,0
LH 7	10,2	3,4	15,9	9,6	13,0	6,5
LH 8	7,6	2,5	15,4	9,3	11,8	6,2

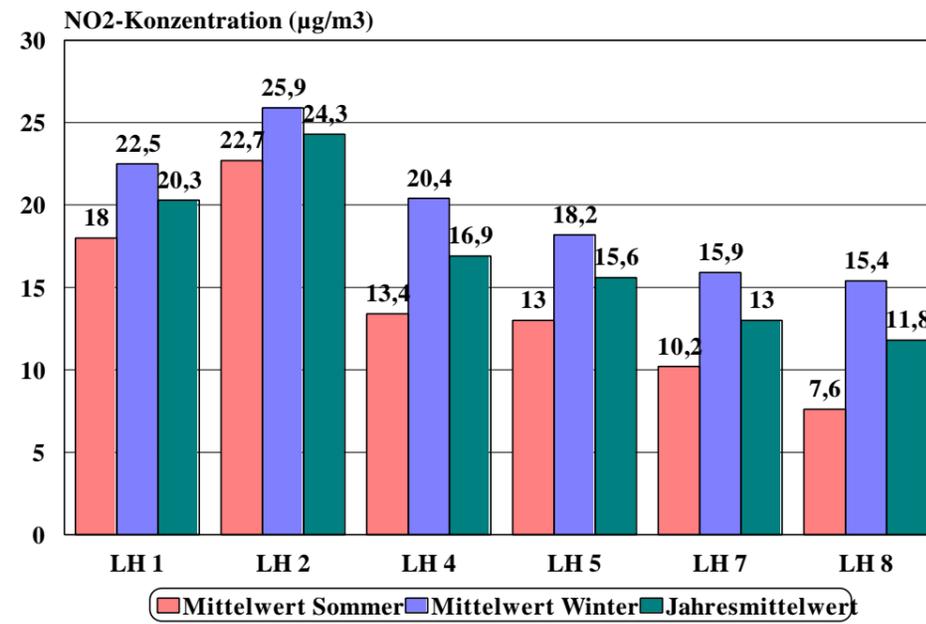
Jahresgang der NO₂-Konzentration



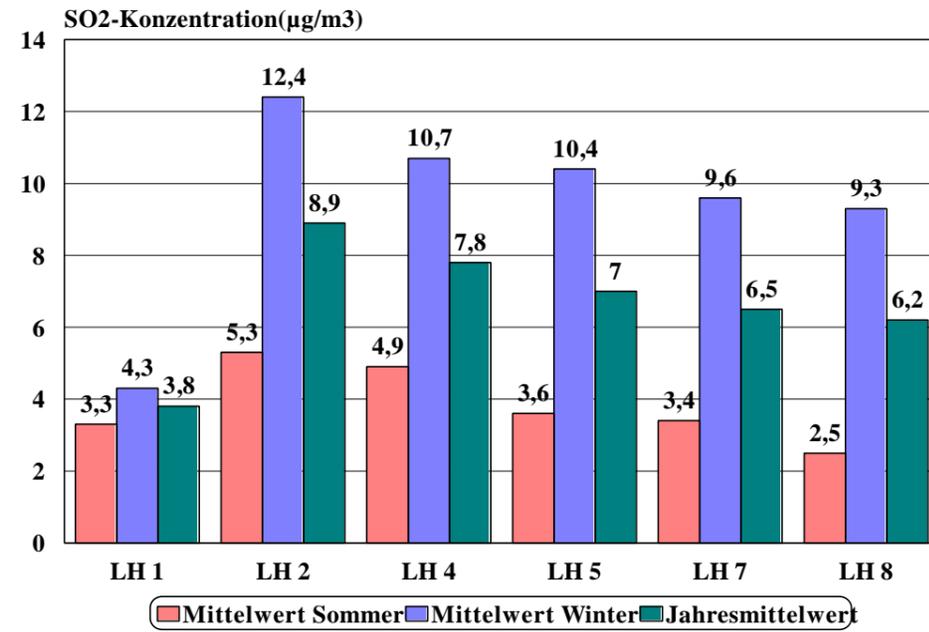
Jahresgang der SO₂-Konzentration



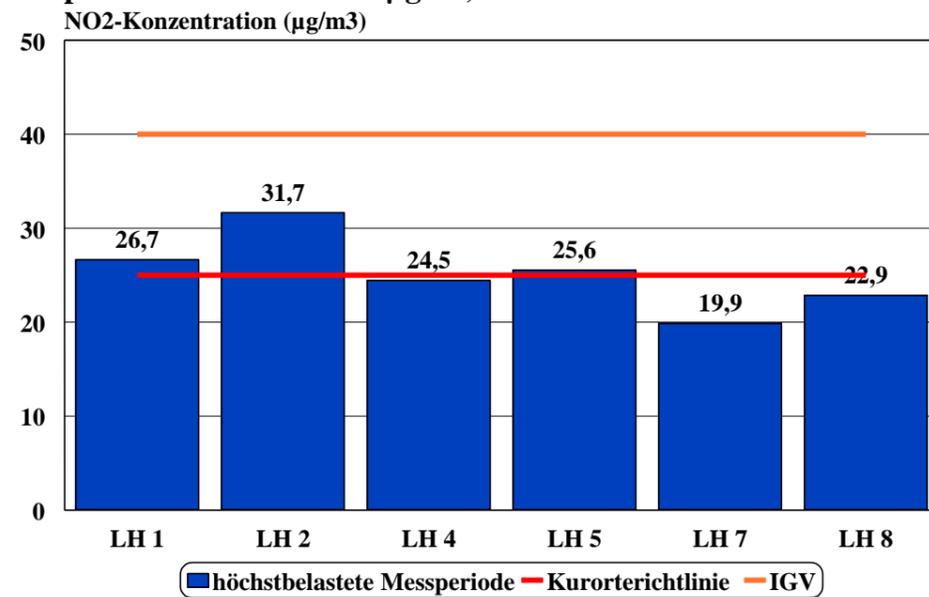
Mittlere NO₂-Konzentration (in µg/m³)



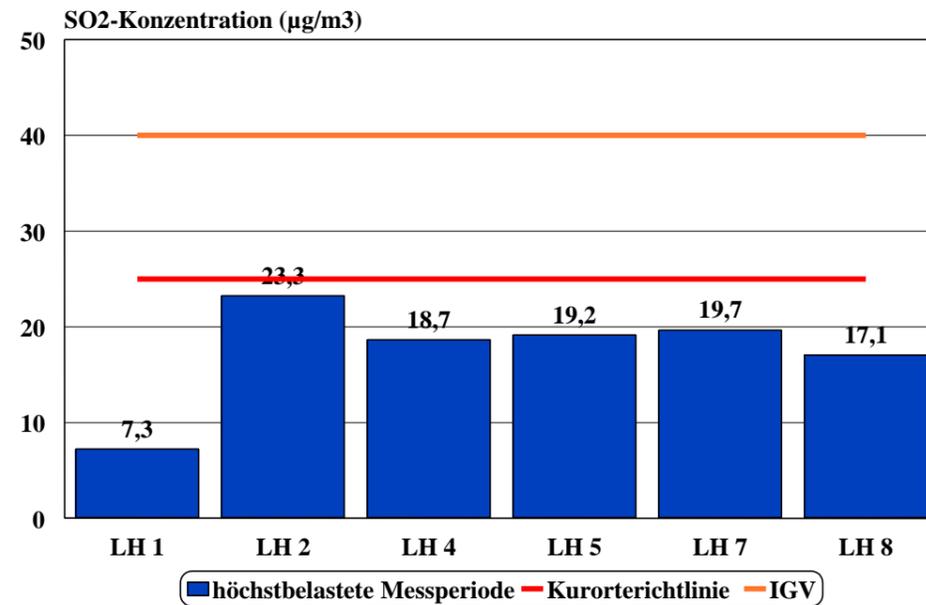
Mittlere SO₂-Konzentration (in µg/m³)



NO₂-Konzentration in Relation zu den Erfahrungswerten nach der Kurorterrichtlinie und der Immissionsgrenzwertverordnung (IGV)
(Messperiodenmittelwerte in µg/m³)



SO₂-Konzentration in Relation zu den Erfahrungswerten nach der Kurorterrichtlinie und der Immissionsgrenzwertverordnung (IGV)
(Messperiodenmittelwerte in µg/m³)



4.5. Interpretation und Zusammenfassung der integralen Messergebnisse

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

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

Die Staubimmission ist im Jahresdurchschnitt am Messpunkt LH 2 (Kreuzung Lassnitzhöhe/Nestelbach/Autal) mit 0,20 g/m².d mit Abstand am höchsten und überschreitet damit den Grenzwert der "Kurortrichtlinie"; die höchsten Messperiodenmittelwerte wurden ebenfalls am Messpunkt LH 2 in den letzten 4 Messperioden festgestellt mit Werten zwischen 0,34 und 0,42 g/m².d.

Die Werte an allen anderen Messpunkten lagen deutlich unter dem Grenzwert nach der "Kurortrichtlinie".

Die Grenzwerte nach der TA-Luft '86 wurden weder im Jahresdurchschnitt (IW 1) noch in den Mittelwerten für die einzelnen Messperioden (IW 2) auch nur annähernd erreicht.

Für die **Konzentrationsmessung** von **Stickstoffdioxid** ist festzuhalten, dass der in den Beurteilungsgrundlagen (Kapitel 4.3.2.) angegebene Wert von 25 µg/m³ (Mittelwert über eine Messperiode) nach der "Kurortrichtlinie" am Messpunkt LH 1 (Moggau) während 4 Messperioden,

am Punkt LH 2 (Kreuzung Lassnitzhöhe/Nestelbach/Autal) während 7 Messperioden und am Punkt LH 5 (Kirche) während 1 Messperiode überschritten wurde. Weiters wurden an allen Messpunkten (außer LH 7, Peter-Rossegger-Strasse) Werte über $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass es an diesen Messpunkten fallweise zu Überschreitungen von Grenzwerten für NO_2 nach der „Kurortrichtlinie“ kommt.

Für die **Konzentration von Schwefeldioxid** stellt sich die Situation weitaus entspannter dar.

Hier wurde am Messpunkt LH 2 während einer Messperiode ein Wert über $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert, ansonsten lagen die Werte durchaus unter den strengen Angaben nach der "Kurortrichtlinie".

Bei den SO_2 -Konzentrationen kann man einen deutlichen Jahresgang mit Maxima in den Winterperioden und einem Minimum im Sommer beobachten, was auf Emissionen aus dem Hausbrand während der Heizperiode zurückzuführen sein dürfte.

Auch bei den NO_2 -Konzentrationen, die überwiegend durch den Strassenverkehr verursacht werden, kann man höhere Konzentrationen im Winter feststellen, was auf Inversionswetterlagen in der kälteren Jahreszeit mit geringer Luftdurchmischung und dadurch Anreicherung der Luftschadstoffe schließen lässt. Das wird auch durch die höheren Staub-Depositionen im Winter bekräftigt, die ebenfalls vom Verkehr herrühren dürften (Abrieb von Streusplitt).

5. Literatur

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: 473S.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 1997 und 1998:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich. 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 (LGBl. Nr.5/1987) sind die Kennwerte als maximale Tages- und Halbstundenmittelwerte, für den von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlenen Vorsorgegrenzwert der maximale Ozon - Halbstundenmittelwert angegeben.

Die Grenzwerte des Vorwarnwertes nach dem Ozongesetz (BGBl.Nr.210/1992) sind mittels Dreistundenmittelwerten festgelegt.

Meßperiodenmittelwert (MPMW)

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 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.

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 sogenannten 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.