



Mobile Luftgütemessungen Rottenmann

18. November 1999 bis 11. Jänner 2000

Lu-01-01

Autor

Mag. Andreas Schopper

Messtechnik

Gerhard Schrempf

Herausgeber:

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

Dieser Bericht ist im Internet unter folgender Adresse verfügbar:
http://www.stmk.gv.at/umwelt/luis/umweltschutz/luftreinhaltung/MOBILE_MESSUNGEN/Rottenmann/Rottenmann.htm

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung.....	1
1. Einleitung.....	3
2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe in Rottenmann.....	4
3. Mobile Immissionsmessungen	6
3.1. Stationsausstattung und Messmethoden	6
3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen.....	7
3.2.1. Immissionsgrenzwertverordnung der Steiermärkischen Landes- regierung (LGBl. Nr. 5/ 1987)	7
3.2.2. Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997).....	8
3.2.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften	8
3.3. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen (Mitte November 1999 bis Mitte Jänner 2000)	8
3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe.....	10
3.4.1. Schwefeldioxid (SO ₂)	10
3.4.2. Schwebstaub.....	13
3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO).....	14
3.4.4. Stickstoffdioxid (NO ₂)	19
3.4.5. Kohlenmonoxid (CO)	20
3.4.5. Kohlenwasserstoffe (C _n H _m)	22
3.4.6. Ozon (O ₃).....	23
3.5. Luftbelastungsindex	24
4. Literatur.....	26
5. Anhang	27

Luftgütemessungen Rottenmann

Zusammenfassung

Die Luftgütemessungen in Rottenmann wurden auf Antrag der Stadtgemeinde Rottenmann zur Erhebung des Ist-Zustandes der Luftqualität durchgeführt. Sie wurden im Zeitraum vom 18.11.1999 bis 11.1.2000 vorgenommen.

Für den mobilen Messcontainer wurde ein Standort im östlichen Randbereich des städtischen Busbahnhofes in unmittelbarer Nähe zum Stadtkern in rund 660 m Seehöhe ausgewählt, um eine Aussage über die Luftgüte im zentralen Siedlungsbereich treffen zu können.

Die Witterungsabfolge während der rund siebenwöchigen Messung kann als durchaus repräsentativ im Sinne einer ausgewogenen Wetterlagenverteilung bezeichnet werden.

Die Messungen ergaben für die Schadstoffe **Schwefeldioxid** und **Schwebstaub** eine im Vergleich mit steirischen Ballungsräumen durchschnittliche bis leicht unterdurchschnittliche Belastung.

Als im gesamtsteirischen Vergleich hoch müssen dagegen die Belastungen durch **Stickstoffdioxid** und **Stickstoffmonoxid** bezeichnet werden. Während mehrerer überdurchschnittlich belasteter Phasen wurde für NO der Tagesmittelgrenzwert der Steiermärkischen Immissionsgrenzwertverordnung (LGBl.Nr. 5/1987) an 8 Tagen, für NO₂ an einem Tag überschritten. Somit gingen die Belastungen bei beiden Schadstoffen deutlich über das Maß hinaus, dass für die topographische Lage sowie die Verkehrssituation und die lokale Industrieemissionen zu erwarten war. Aufgrund des Schadstoffverteilungsprofils während der Belastungsphasen, der vorherrschenden Witterung und vor allem dem tageszeitlichen Auftreten muss davon ausgegangen werden, dass Emissionen des im Stadtgebiet von Rottenmann von der STEWEAG betriebenen Heizkraftwerkes (Motorturbine zur Strom- und Fernwärmeerzeugung) im Verein mit ungünstigen meteorologischen Ausbreitungsbedingungen für die Belastungen verantwortlich waren. Aus vermutlich dem selben Grund lagen auch die **Kohlenmonoxid**konzentrationen leicht über dem steirischen Durchschnitt.

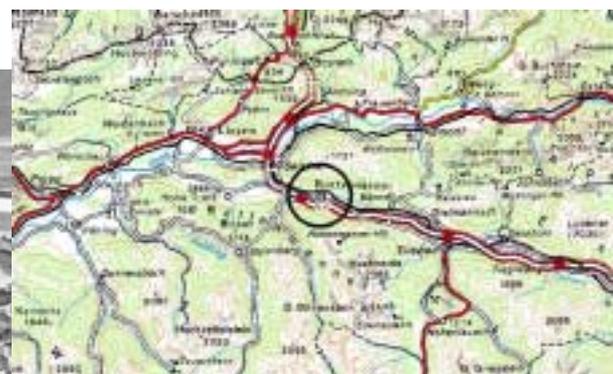
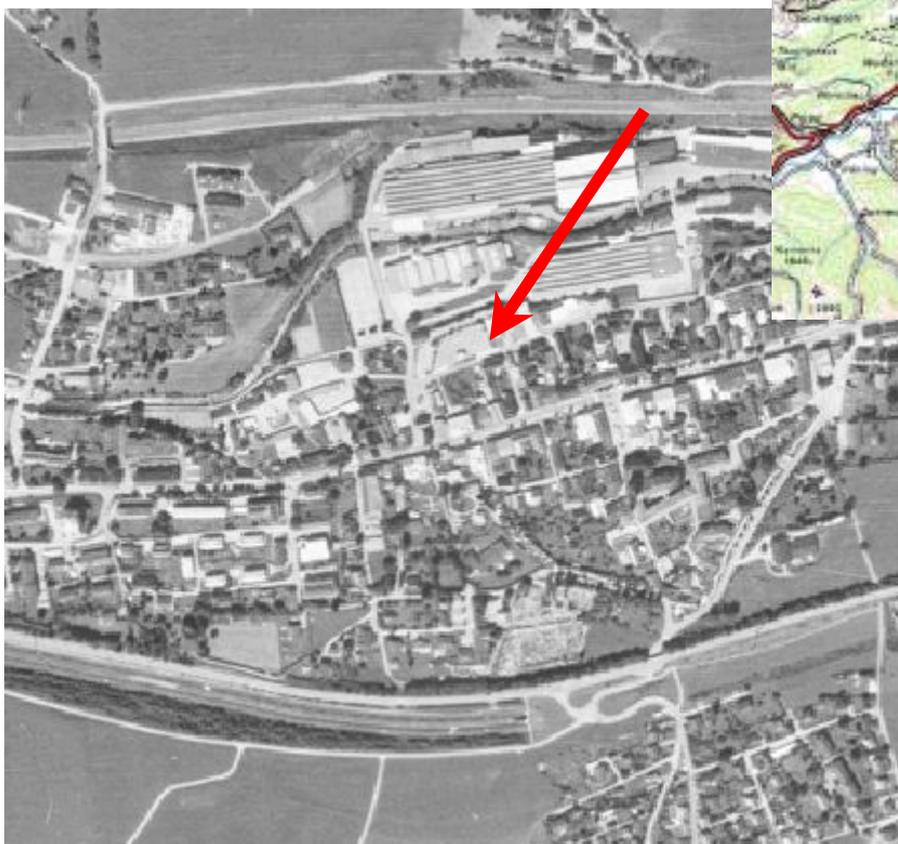
Nach Auskunft der STEWEAG und auch der Stadtgemeinde Rottenmann wird hier aber bereits, unter anderem aufgrund der vorliegenden Messergebnisse, an einer Lösung des Problemes im Sinne einer deutlichen Emissionsminderung durch Umbau der Turbine gearbeitet.

1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Rottenmann wurden im Zeitraum vom 18.11.1999 bis 11.1.2000 auf Antrag der Stadtgemeinde Rottenmann von der Fachabteilung 1a, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Der Anlass für die Messung lag in dem Umstand, dass Rottenmann eine der wenigen größeren Städte der Steiermark war, in denen seit längerer Zeit keine Überprüfungen der Luftgütesituation stattgefunden haben.

Um die Immissionssituation im zentralen Siedlungsraum beurteilen zu können wurde für den mobilen Messcontainer ein Standort im östlichen Randbereich des städtischen Busbahnhofes in unmittelbarer Nähe zum Stadtkern in rund 660 m Seehöhe ausgewählt.

Der Standort der Messstation in Rottenmann





2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe in Rottenmann

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

Rottenmann liegt nach H. Wakonigg im Grenzbereich der Klimalandchaft des „Talbeckenklimas des Oberen Ennstals“ zu den „Tal- und Beckenklimaten im Umkreis des Oberen Ennstales“. Das Klima kann generell als winterkaltes bis winterstrenges, mäßig sommerwarmes und mäßig niederschlagsreiches Talbodenklima charakterisiert werden. (H. Wakonigg 1978, 390f).

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt in dieser Klimalandchaft im langjährigen Durchschnitt (Periode 1951-1970) zwischen 6 und 7 °C (Trieben: 6,8 °C), wobei im Jänner rund -4,0 °C und im Juli rund 16 °C erreicht werden. Rottenmann leidet dabei etwas unter ungünstigen Besonnungsverhältnisse im Winterhalbjahr. Aufgrund der

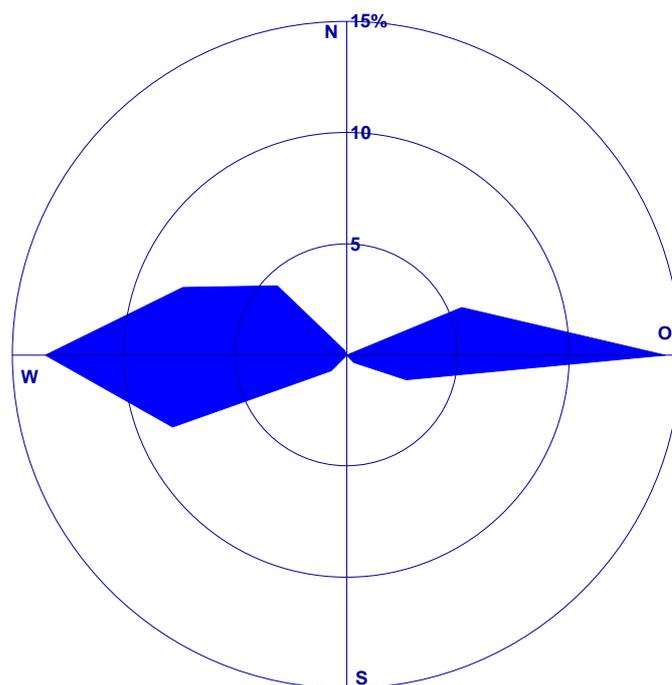
Überschattung durch die Hochhaide können hier nur vergleichsweise wenige Sonnenstunden verzeichnet werden.

Die Jahresniederschlagssummen liegen im Bereich von 1000 mm, die an rund 125 bis 135 Tagen im Jahr fallen. Die niederschlagsärmste Jahreszeit ist der Winter, die niederschlagsreichsten Monate sind der Juli und der August. Die Windverhältnisse sind durch die Lage des Tales in der Hauptwindrichtung geprägt, was zu einer starken Dominanz der Windrichtungen West - Ost führt.

Die Windrichtungsverteilung in Rottenmann während der Messung

Station:	
Seehöhe:	
Messwert:	
MW-Typ:	HMW
Zeitraum:	1
Station:	MOBILE 2
Seehöhe:	0
Wind:	WIRI
Calmen:	41.23%
Y-Achse:	N

Nr	Zeitraum
1	18.11.99-00:30 - 11.01.00-00:00



Während der Messungen blieben die mittleren Windgeschwindigkeiten im allgemeinen unter 3 m/s, lediglich während Westwetterphasen und Störungsdurchgängen wurden mittlere Geschwindigkeiten von über 4 m/s gemessen. Die Windspitzen blieben generell in einem Bereich von rund 6 m/s, als Maximalwerte wurden bis zu 13 m/s registriert. Die Durchlüftung ist im Bodenbereich des Paltentales generell schlecht, wobei der Standort Rottenmann gegenüber dem Talabschnitt Trieben aufgrund der Talverengung (Düseneffekt) leicht begünstigt ist.

3. Mobile Immissionsmessungen

3.1. Stationsausstattung und Messmethoden

Die mobile Luftgütemessstation zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO₂), Schwebstaub, Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂), Kohlenmonoxid (CO), Gesamtkohlenwasserstoffen (CnHm) 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	Chemiluminiszenzanalyse	Horiba APNA 350E
Kohlenmonoxid CO	Infrarotabsorption	Horiba APMA 350E
Kohlenwasserstoffe CnHm	Flammenionisationsdetektor	Horiba APHA 350E
Ozon O ₃	UV-Photometrie	Horiba APOA 350E

Neben den Messgeräten für die Schadstofffassung werden am Messcontainer auch meteorologische Geber für Lufttemperatur, 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

3.2.1. 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 definiert (Grenzwerte jeweils in mg/m³):

Zone I ("Reinluftgebiete"):

	April – Oktober		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

Zone II ("Ballungsräume"):

	April – Oktober		November – März	
	HMW	TMW	HMW	TMW
Schwefeldioxid	0,10	0,05	0,20 *	0,10
Staub	-	0,12	-	0,20
Stickstoffmonoxid	0,60	0,20	0,60	0,20
Stickstoffdioxid	0,20	0,10	0,20 *	0,10
Kohlenmonoxid	20	7	20	7

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

Für den Messstandort Rottenmann sind die Grenzwerte für die Zone II (Ballungsräume) relevant.

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, soweit sie in Rottenmann gemessenen Schadstoffe betreffen, in der folgenden Tabelle wiedergegeben (Grenzwerte jeweils in mg/m³).

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

MW8 = Achtstundenmittelwert

JMW = Jahresmittelwert

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

3.2.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

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

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

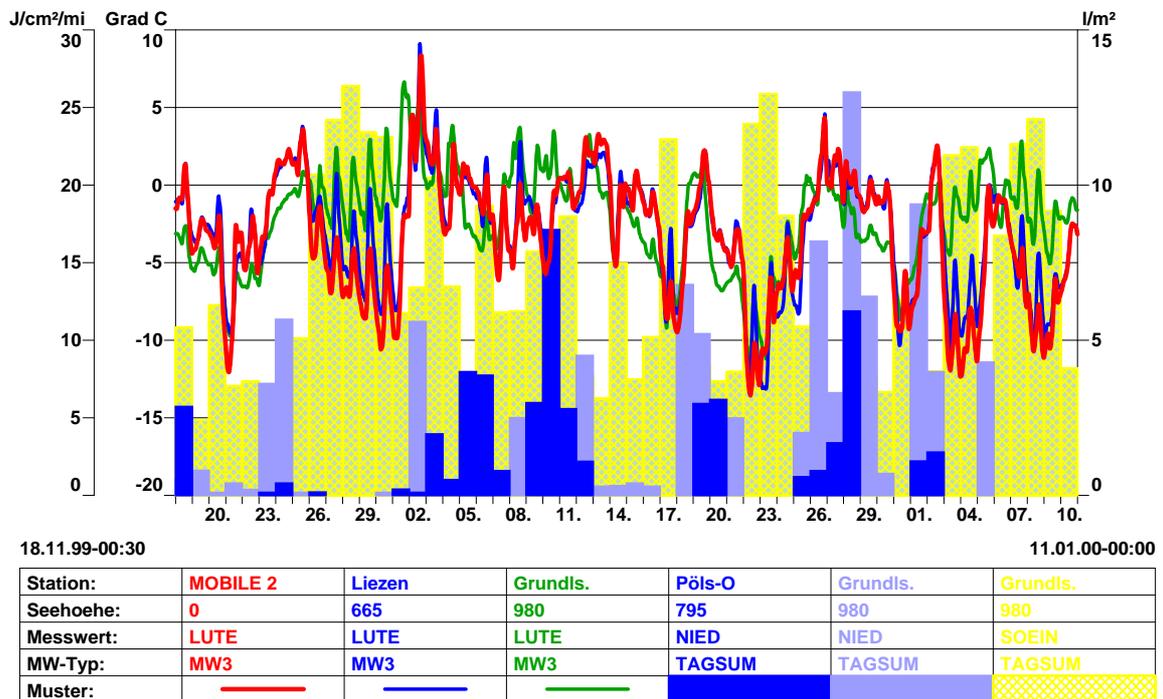
3.3. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen (Mitte November 1999 bis Mitte Jänner 2000)

Zu Beginn der Messungen bestimmte Tiefdrucktätigkeit über Italien und der nördlichen Adria das Wettergeschehen. Bei gleichzeitiger Zufuhr kalter Luft aus Nordwest setzten verbreitet Schneefälle ein. Mit abklingendem Tiefdruckeinfluss gelangten in der Folge mit nordwestlicher Strömung etwas mildere Luftmassen in den Alpenraum.

Vom 25. 11. an herrschte bis zum Monatsende Hochdruckwetter. Bei zumeist sonnigem Wetter blieb es in Tallagen auch tagsüber kalt, während es in den Mittellagen (z.B. Station Grundlsee-Tressensattel) mild war.

Ab Anfang Dezember waren Strömungslagen aus West bis Nordwest, mehrfach unterbrochen durch kurzfristigen Zwischenhocheinfluss, wetterbestimmend. Wie zu erwarten brachte das den Nordstauräumen eine intensive Niederschlagsphase. Die Niederschläge griffen auch immer wieder auf Bereiche entlang und südlich des Alpenhauptkammes über und betrafen somit auch das untere Paltental.

Lufttemperatur und Niederschläge von ausgewählten Stationen der Umgebung



Die Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

Mit dem Übergreifen eines Tiefdruckgebietes aus Südwesten verlagerten sich die Niederschläge ab dem 10.12. weitgehend auf die Gebiete südlich des Alpenhauptkammes. In weiterer Folge überquerten bis zum Ende der zweiten Dezemberdekade mit einer zyklonalen Westströmung weitere, zum Teil Niederschläge bringende Frontsysteme den Ostalpenraum und führten in der nördlichen Obersteiermark bis zum 17.12. zu einem markanten Temperaturrückgang in allen Höhen.

Nach einer kurzen mildereren Westwetterphase drehte die Strömung ab dem 20. allmählich auf Nord, wodurch neuerlich kalte Luftmassen herangeführt wurden. Am

22.12. wurden in Rottenmann die tiefsten Temperaturen des Messzeitraumes registriert.

Unter zunehmendem Hochdruckeinfluss nahm die Bewölkung am Folgetag rasch ab und bescherte bis zum Heiligen Abend klares, aber weiterhin kaltes Winterwetter.

Ab den Weihnachtsfeiertagen setzte sich eine Höhenströmung aus dem West- bis Nordwestsektor durch, die bis zum Jahreswechsel wetterbestimmend blieb. Eingelagerte Störungen sowie der Durchzug eines Tiefdruckgebietes brachten den Nordstaugebieten ergiebige Niederschläge.

Gegen Jahresende beruhigte sich das Wetter vorübergehend unter zunehmendem Hochdruckeinfluss, bevor zu Jahresbeginn die Front eines Nordmeertiefs für zwei Tage für starke Niederschläge am Alpennordrand sorgte.

Nach dessen Abzug herrschte bis zum Messende mit Ausnahme eines schwach wetterwirksamen Störungsdurchganges am 5. 1. überwiegend sonniges, aber kaltes Winterwetter. Nur lokal konnten sich auch tagsüber zähe Nebel- und Hochnebefelder halten.

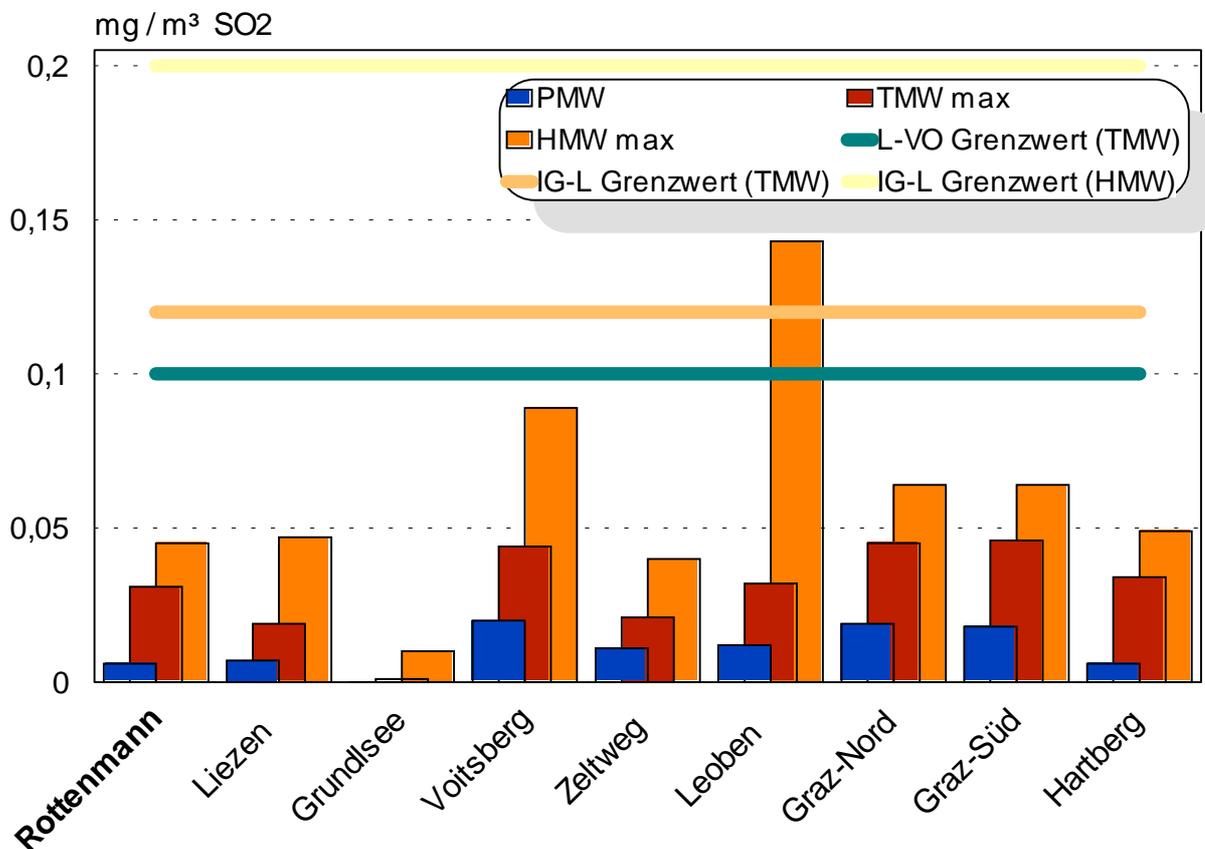
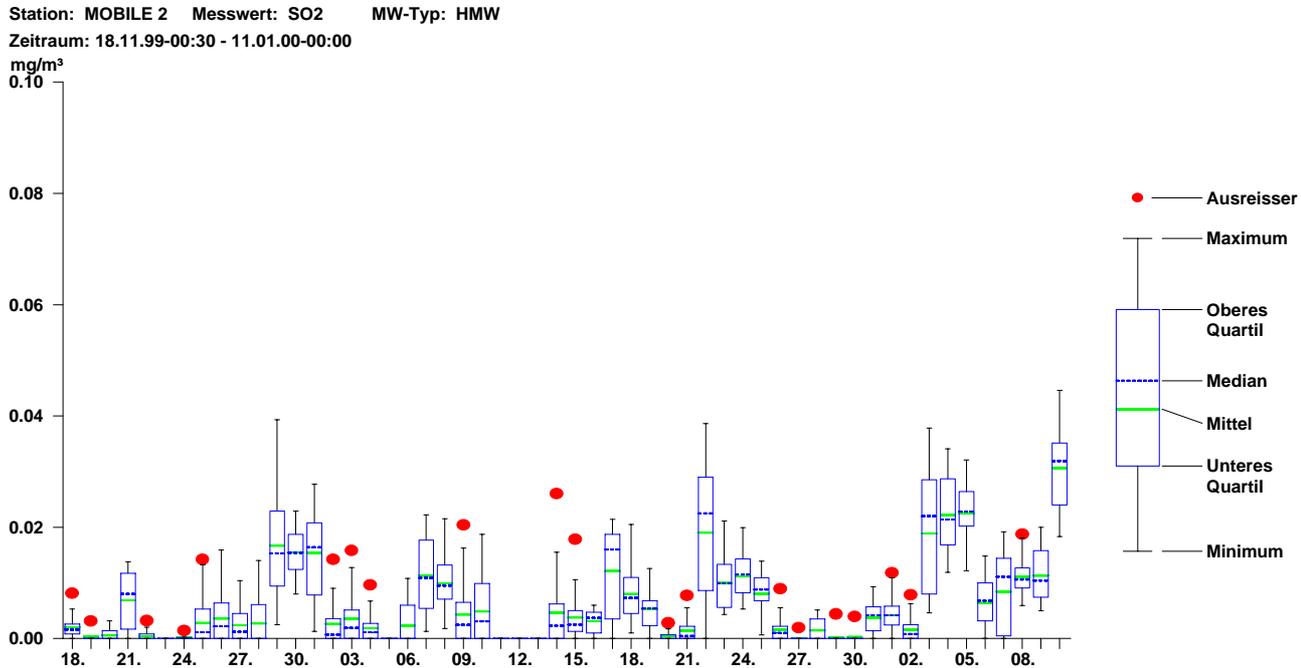
3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

3.4.1. Schwefeldioxid (SO₂)

18.11.1999 – 11.01.2000	Messergebnisse SO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,045	0,200	LGBI.Nr.5/1987	22,5 %
		0,200	BGBI I Nr. 115/1997	22,5 %
Mtmax	0,015			
TMWmax	0,031	0,100	LGBI.Nr.5/1987	31 %
		0,120	BGBI I Nr. 115/1997	26 %
PMW	0,006			

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 eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen wie auch die Immissionen sind daher in der Regel während der kalten Jahreszeit ungleich höher als im Sommer.

Die SO₂-Konzentrationen blieben sowohl bei den maximalen Halbstundenmittelwerten als auch bei den Tagesmittelwerten deutlich unter den Grenzwerten der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl.Nr. 5/1987) und des Immissionsschutzgesetzes-Luft (BGBl I Nr. 115/1997).

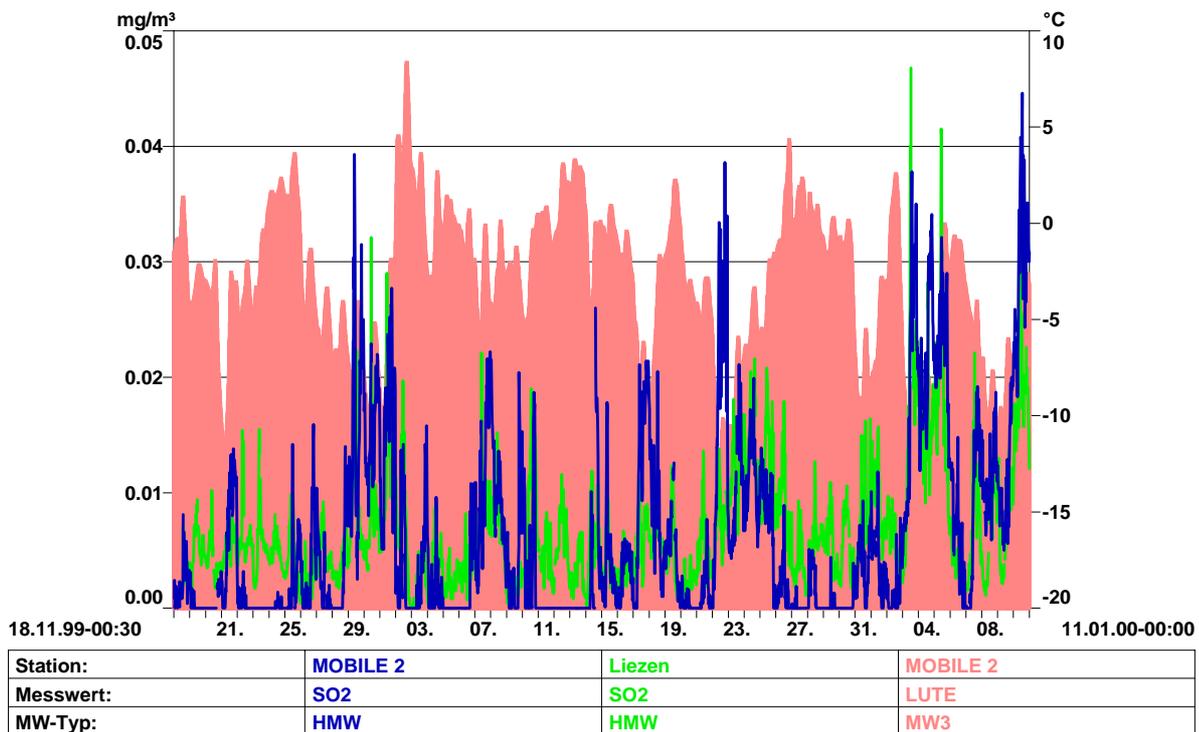


Grenzwerte nach der Immissionsgrenzwertverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr 5/1987) bzw. dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Der Vergleich mit anderen steirischen Messstationen ergab für die Messperiode beim Luftschadstoff Schwefeldioxid in Rottenmann eine durchschnittliche bis leicht unterdurchschnittliche Belastungssituation. Die Maximalwerte (HMWmax) sowie der Messperiodenmittelwert (PMW) entsprachen weitgehend den Daten der Messtation Liezen, lediglich ein höherer maximaler Tagesmittelwert (TMWmax) wurde registriert.

Der Verlauf der Schwefeldioxidimmissionen zeigte, auch im Vergleich mit der nahegelegenen Station Liezen, eine gute Übereinstimmung mit den Witterungs- bzw. den Temperaturbedingungen. Erhöhte Belastungen traten vorwiegend bei niederen Temperaturen auf, was auf Grund der stärkeren Heiztätigkeit klar für den Hausbrand als Hauptverursacher spricht. Die teilweise im Vergleich mit Liezen höheren Immissionen (29.11., 22.12., 10.1.) standen dagegen vermutlich mit darüberhinausreichenden lokalen Emissionen in Verbindung, auf die im Folgenden noch genauer eingegangen wird.

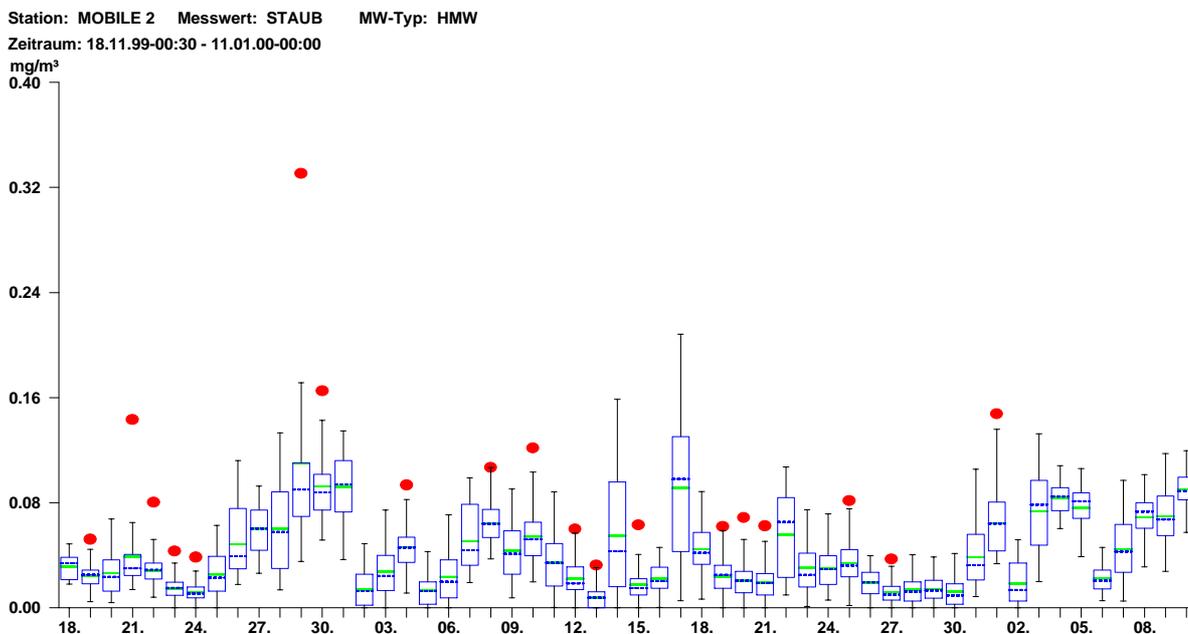
Schwefeldioxid- und Lufttemperaturgänge der Stationen Rottenmann und Liezen



3.4.2. Schwebstaub

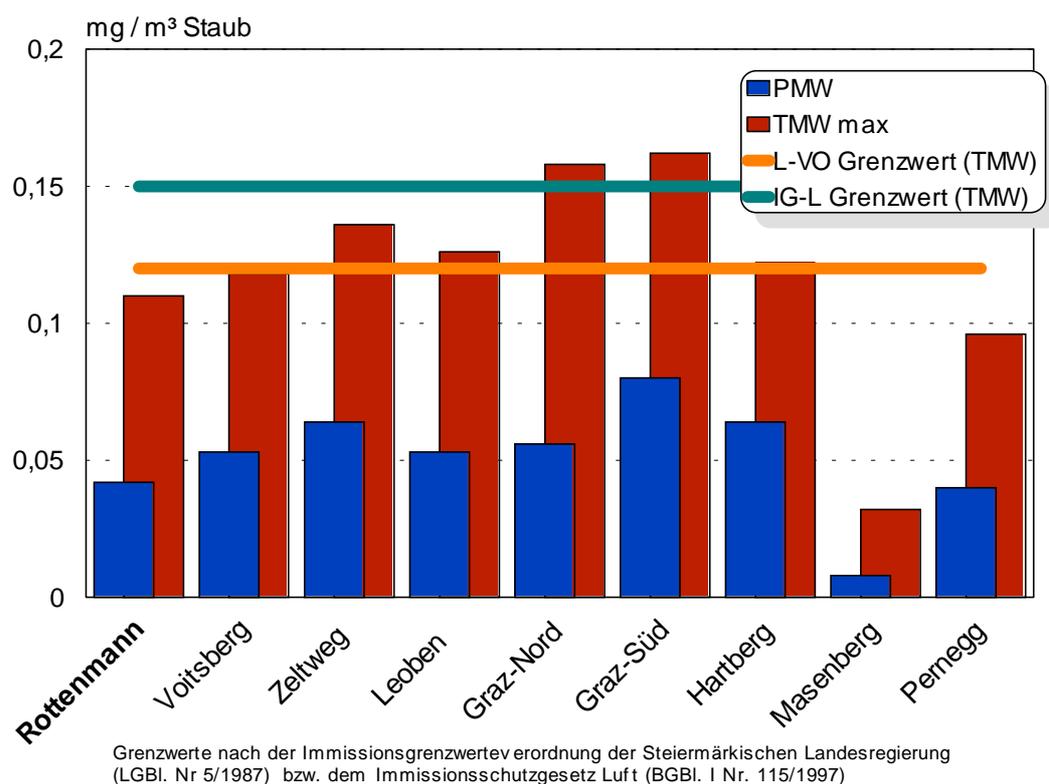
18.11.1999 – 11.01.2000	Messergebnisse Staub in mg/m ³	Grenzwerte Staub in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,331			
Mtmax	0,091			
TMWmax	0,110	0,200 0,150	LGBI.Nr.5/1987 BGBL I Nr. 115/1997	55 % 73,3 %
PMW	0,041			

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. In der Nähe von stark frequentierten Straßen kann es zudem zu Staubemissionen aus Verbrennungsmotoren (v. a. Dieselmotoren) kommen. Insgesamt sind auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim SO₂ höhere Konzentrationen zu erwarten. Die Luftgütemesspraxis zeigt aber, dass auch den diffusen Quellen eine ganz wesentliche Bedeutung zukommt. Als diffuse Quellen sind beispielsweise der Straßenstaub (Streusplitt und Streusalz), Blütenstaub, das Abheizen von Gartenabfällen und das Abbrennen von Böschungen zu nennen.



Bezüglich der Belastung durch den Luftschadstoff Schwebstaub wurden während der Messperiode keine Überschreitungen von gesetzlichen Tagesmittelgrenzwerten festgestellt.

Im Vergleich mit steirischen Ballungsräumen sind die Schwebstaubkonzentrationen in Rottenmann während der Messperiode sowohl in Bezug auf den maximalen Tagesmittelwert als auch auf die Grundbelastung als leicht unterdurchschnittlich anzusehen. Die Werte blieben aber z.B. über denen der zeitgleich durchgeführten Verkehrsmessung an der Murtalschnellstraße im Ortsgebiet von Kirchdorf/Pernegg.

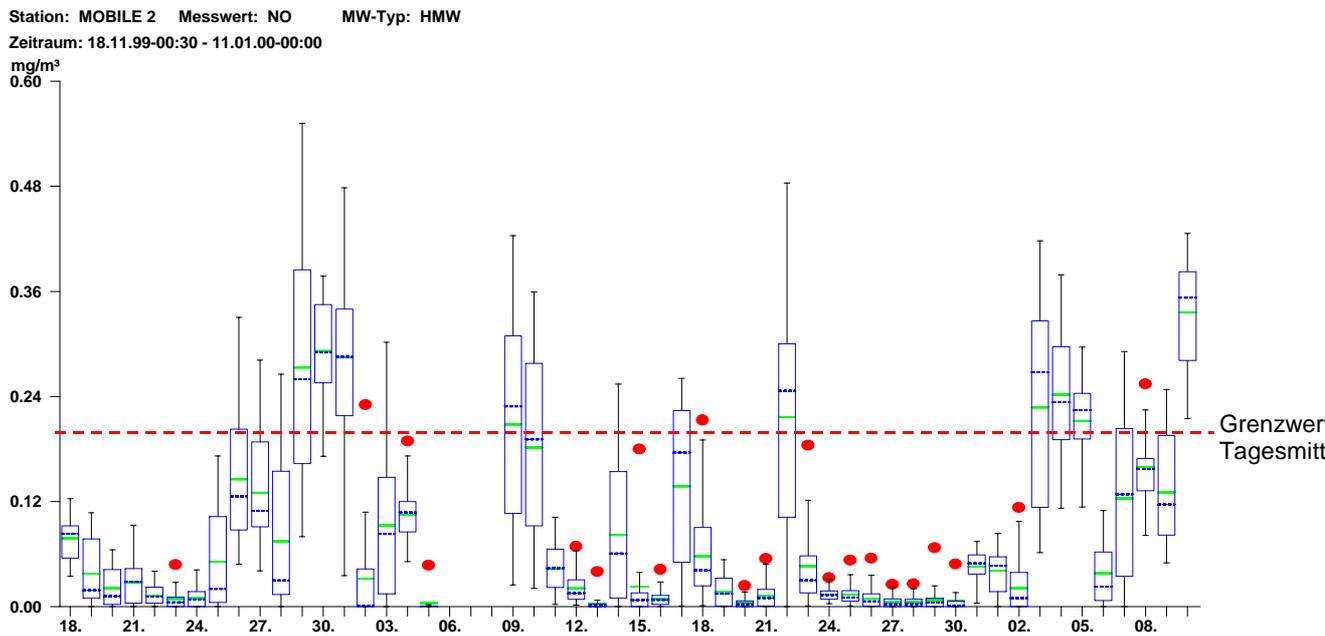


3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO)

18.11.1999 – 11.01.2000	Messergebnisse NO in mg/m ³	Grenzwerte NO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,552	0,600	LGBl.Nr.5/1987	92 %
Mtmax	0,182			
TMWmax	0,336	0,200	LGBl.Nr.5/1987	168 %
PMW	0,085			

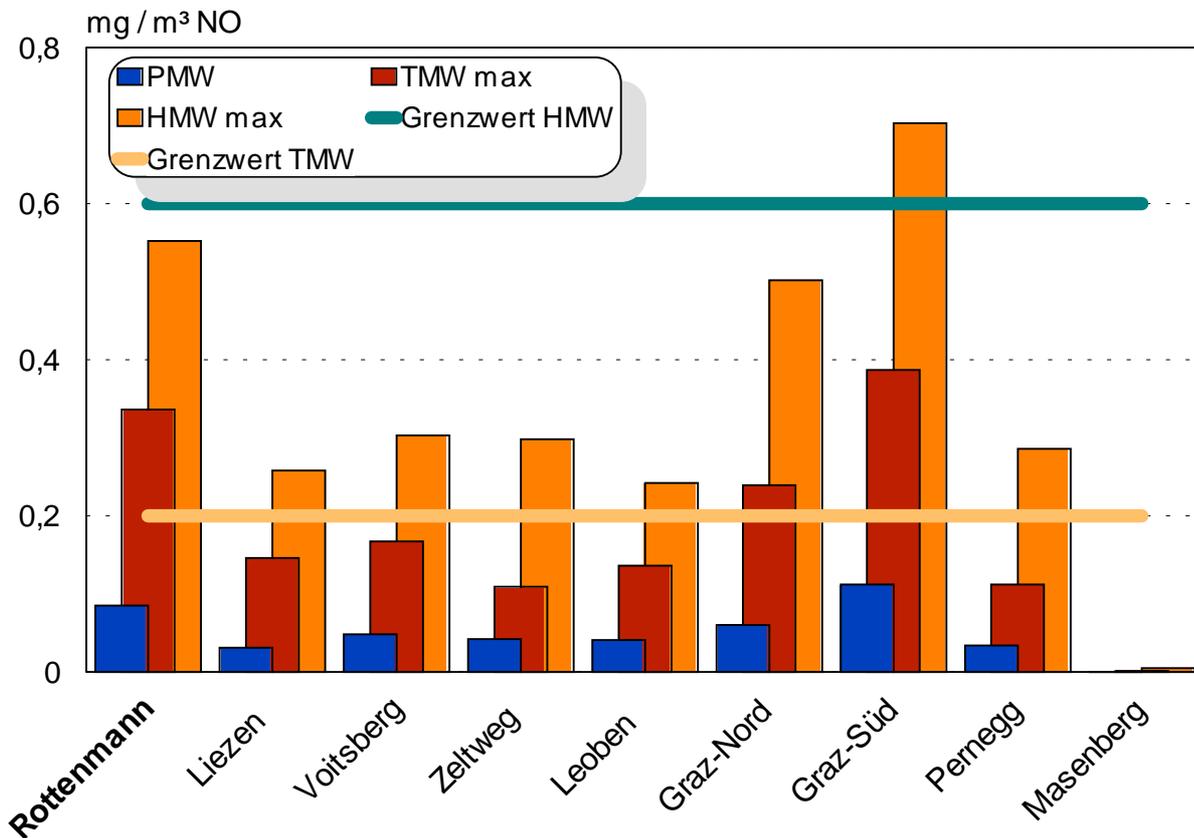
Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO_x) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO-Anteil etwa 95% des NO_x-Ausstoßes aus. Die Bildung von NO₂ erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O₂) oder mit Ozon (O₃) zu NO₂ verbindet.

Entgegen den Erwartungen wurden in Rottenmann temporär deutlich erhöhte Stickstoffoxidkonzentrationen gemessen. So wurde für Stickstoffmonoxid der Tagesmittelgrenzwert der Stmk. Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) an nicht weniger als acht Tagen überschritten. Auch der maximale Halbstundenmittelwert von 552 µg/m³ blieb nur wenig unter dem Landesgrenzwert.



Im steiermarkweiten Vergleich müssen die Stickstoffmonoxidbelastungen als deutlich überdurchschnittlich bezeichnet werden und sind nur mit denen im Belastungsgebiet Graz zu vergleichen. Dies gilt sowohl für die Grundbelastung als auch vor allem für die Belastungsspitzen.

Die NO- und auch NO₂-Belastungen gingen deutlich über das Maß hinaus, das an sich für die topographische Lage sowie die Verkehrssituation zu erwarten ist. Auch der Verkehr der Phyrnautobahn ist nicht in der Lage, ein dermaßen hohes NO_x-Potential zu erzeugen. Hinzu kommt noch, dass die tageszeitliche Verteilung der Belastungsspitzen in keinem Zusammenhang mit sonst bekannten Tagesgängen stand. Die Spitzen traten sehr uneinheitlich und häufig in den späten Abend- bzw. Nachtstunden auf.



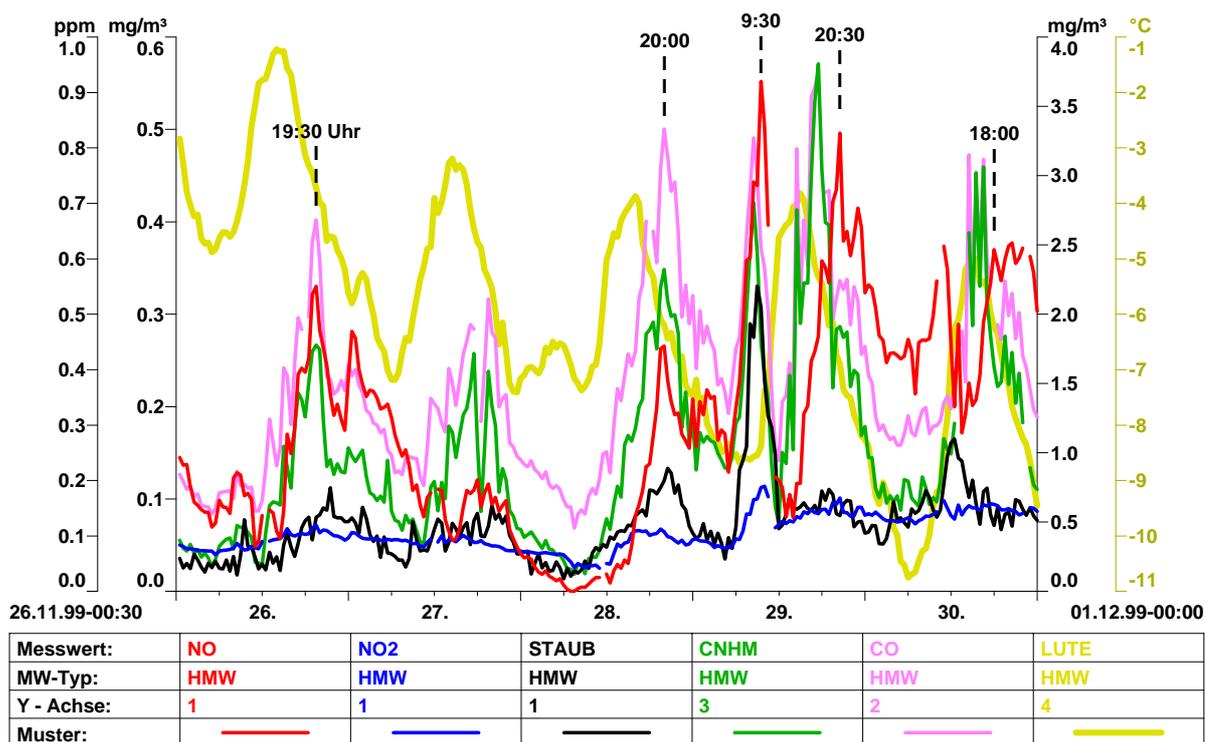
Grenzwerte nach der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr. 5/1987)

Als Verursacher kommt daher wohl nur ein lokaler Emittent in Frage. Da aber durch den Hausbrand nur geringe NO_x -Emissionen frei werden und entsprechend emittierende Industriebetriebe fehlen, muss davon ausgegangen werden, dass das im Stadtgebiet von Rottenmann gelegene Blockheizkraftwerk der STEWEAG der Hauptverursacher der Belastungen ist. Für die dort verwendete Motorturbine zur Strom- und Fernwärmeerzeugung sprechen auch die Verteilungsprofile der Komponenten Stickstoffmonoxid- und -dioxid sowie die Parallelverläufe mit Kohlenmonoxid, Schwebstaub und den Kohlenwasserstoffen und auch die bereits erwähnten untypischen tageszeitlichen Verteilungen der Belastungen.

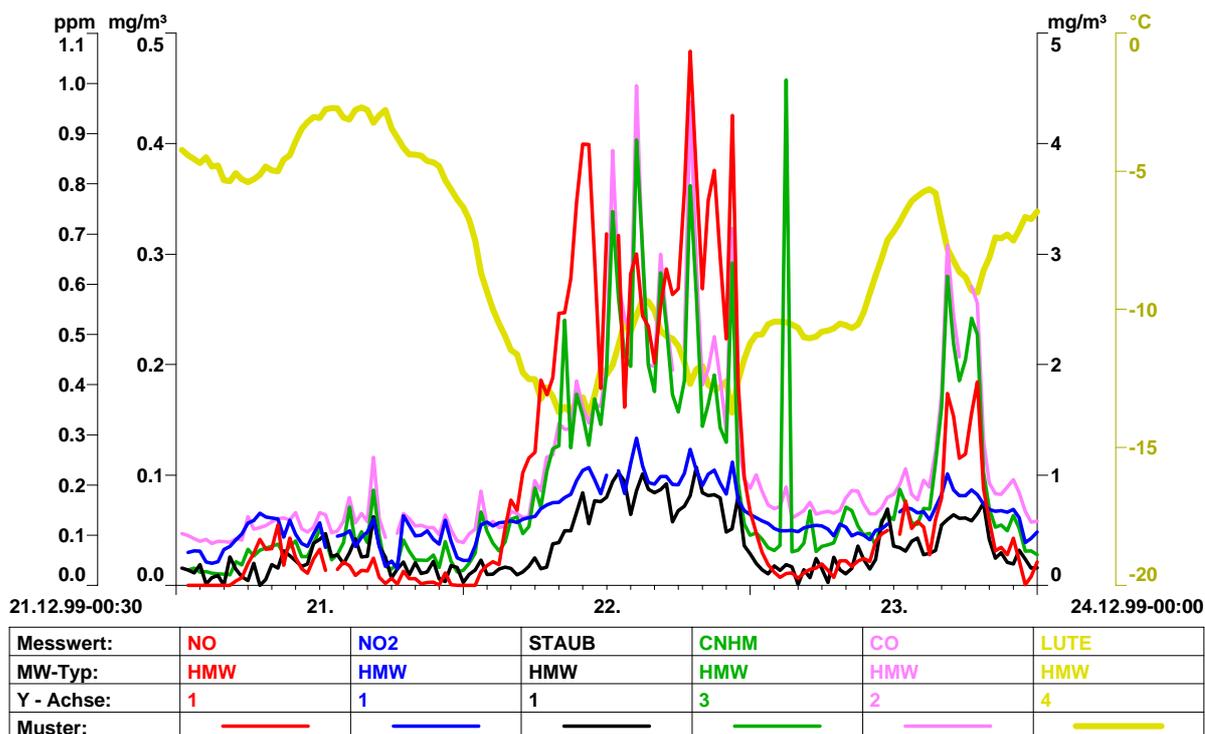
Dies soll im Folgenden anhand einiger Beispiele dokumentiert werden:

Die ersten hohen Belastungen traten gegen Ende November auf. Während einer frühwinterlichen, kalten Hochdruckwetterlage waren immer wieder erhöhte Konzentrationen sämtlicher gemessener Primärschadstoffe festzustellen. Lediglich die SO_2 -Konzentrationen blieben geringer, ein Belastungsanstieg war aber ebenfalls feststellbar. Die Belastungsspitzen wurden vorwiegend in den Abendstunden bzw. in

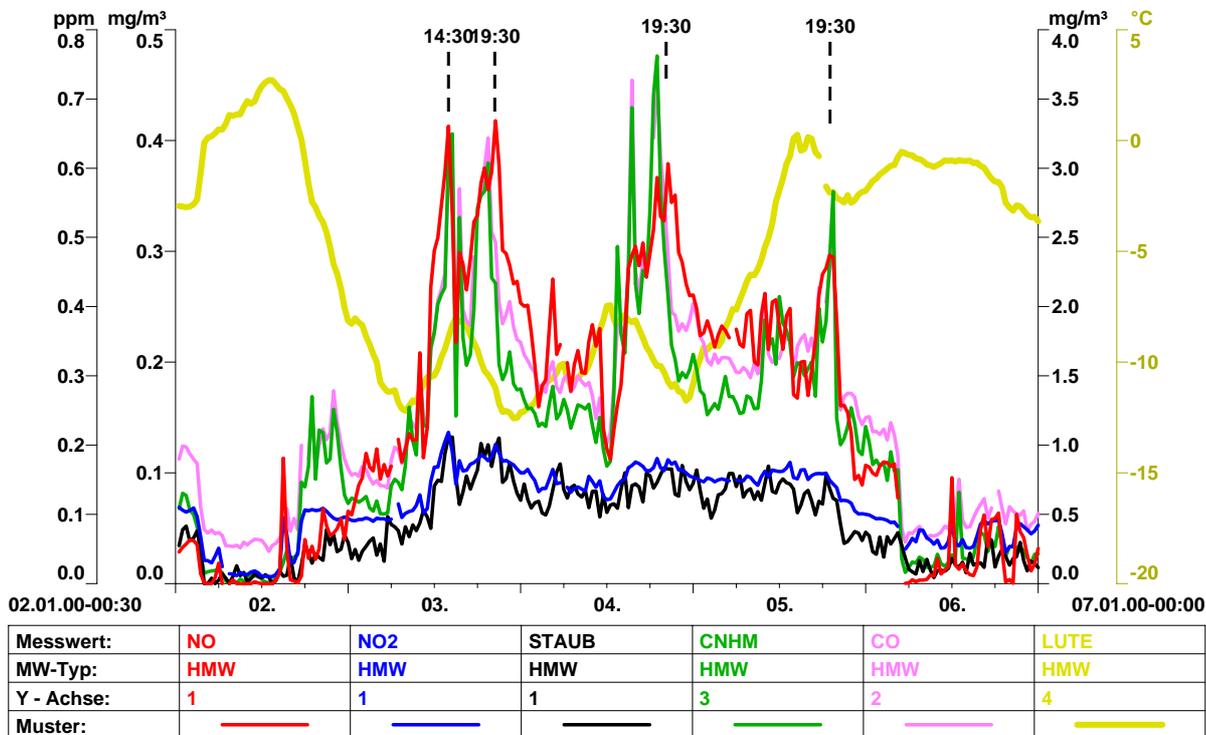
einem Fall am späten Morgen registriert. Signifikant ist der Parallelverlauf der einzelnen Schadstoffe.



Am 22. Dezember wurden die tiefsten Temperaturen der gesamten Messung registriert. Damit einher traten auch den gesamten Tag über deutlich erhöhte Schadstoffkonzentrationen auf, die gegen Mitternacht abrupt wieder zurückgingen.



Signifikant hochbelastet war auch der Zeitraum 3. bis 5. Jänner, der von winterlichem Hochdruckwetter bzw. einem schwach wetterwirksamen Störungsdurchgang (5.1.) geprägt war. Bei insgesamt hoher Grundbelastung traten immer wieder (neuerlich vor allem am Abend gegen 19:30 Uhr) Belastungsspitzen von NO, CO und CnHm auf.



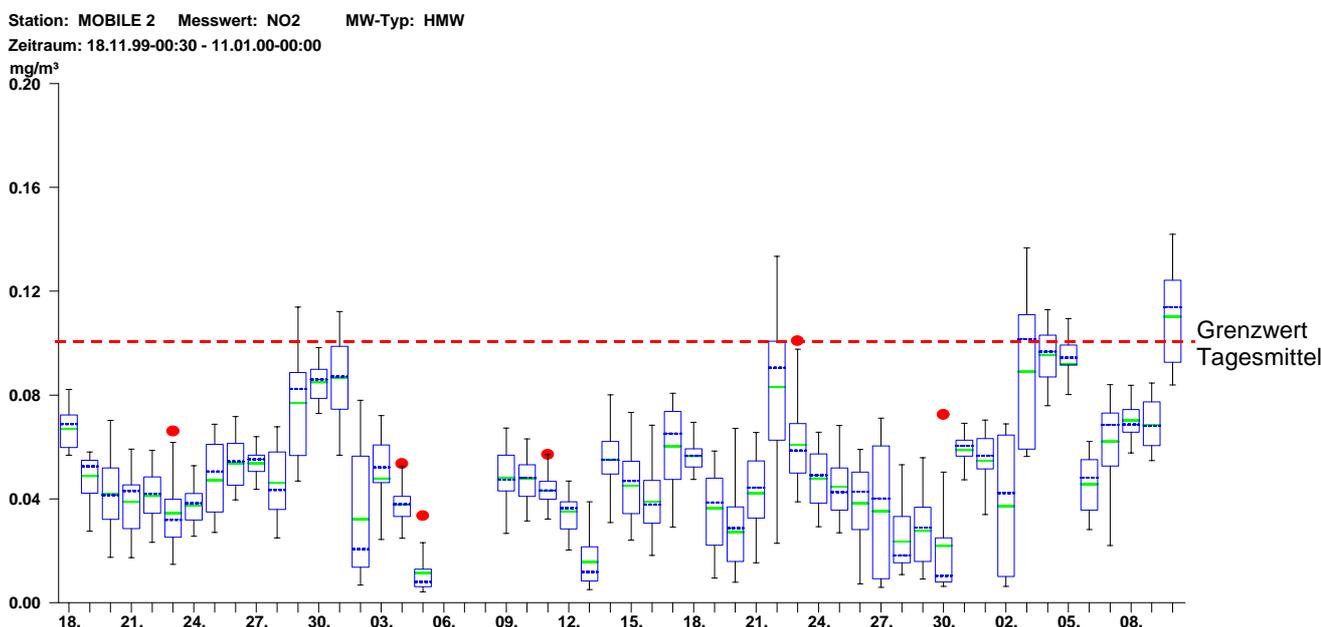
Da das Heizkraftwerk nach telefonischer Auskunft der STEWEAG im Messzeitraum nahezu permanent in Betrieb war, dürften die Belastungen wohl durch ein Zusammenspiel aus temporär schlechten Ausbreitungsbedingungen (Stabilisierung der bodennahen Luftschichten, Inversionsbildung) und Emissionen der Turbine zu erklären sein. Dafür sprechen auch die jeweils vorherrschende Witterung (winterliches Strahlungswetter – Hochdruck), die jeweiligen Temperaturverhältnisse sowie das tageszeitliche Auftreten der Belastungen.

3.4.4. Stickstoffdioxid (NO₂)

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

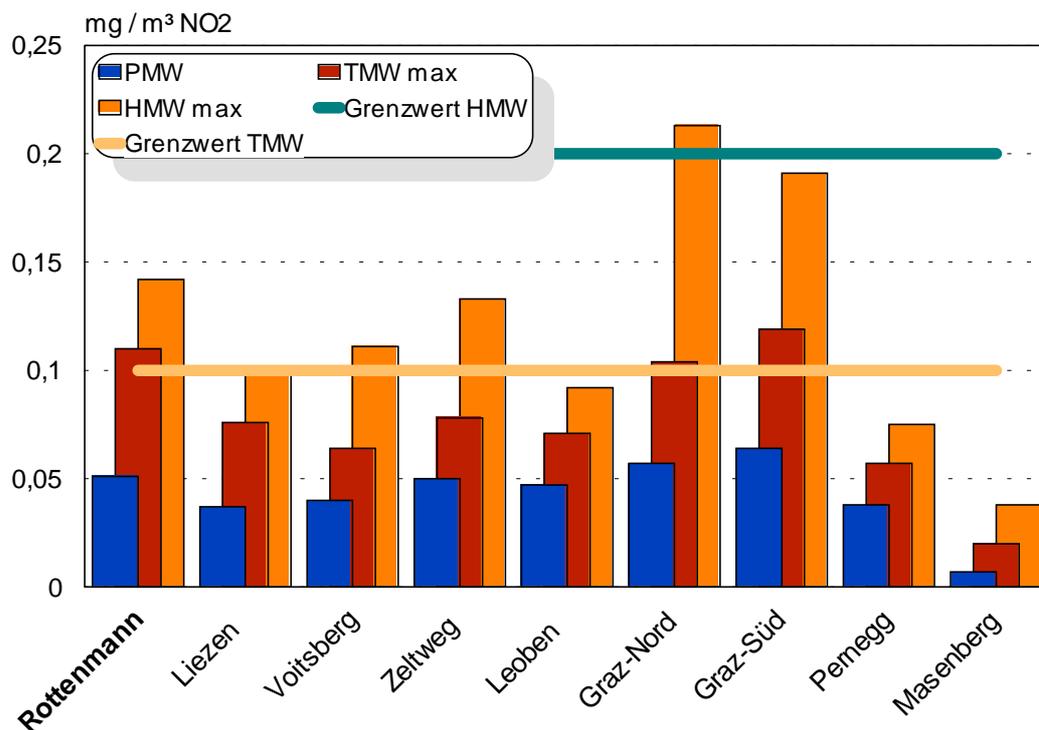
Wie bei NO waren auch bei NO₂ die gemessenen Konzentrationen deutlich höher als erwartet. Vor allem einzelne Tagesmittelwerte lagen signifikant über dem gesamtsteirischen Durchschnittsniveau. Am letzten Messtag, dem 10.Jänner wurde dabei auch eine Grenzwertverletzung des Tagesmittelgrenzwertes der Stmk. Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) registriert.

18.11.1999 – 11.01.2000	Messergebnisse NO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,142	0,200	LGBl.Nr.5/1987	71 %
Mtmax	0,075	0,200	BGBl I Nr. 115/1997	71 %
TMWmax	0,110	0,100	LGBl.Nr.5/1987	110 %
PMW	0,051			



Im gesamtsteirischen Vergleich zeigt sich neuerlich eine ähnliche Höhe der Spitzenbelastungen mit Stationen im Raum Graz, die Unterschiede zu anderen wichtigen Bezirksstädten fielen zwar nicht mehr so extrem aus wie bei NO, sie bleiben aber doch signifikant.

Die Gründe für die vergleichsweise hohen Belastungen wurden bereits beim Schadstoff Stickstoffmonoxid (vorheriges Kapitel) erläutert.



Grenzwerte nach der Immissionsgrenzwerteordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr 5/1987) bzw. dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

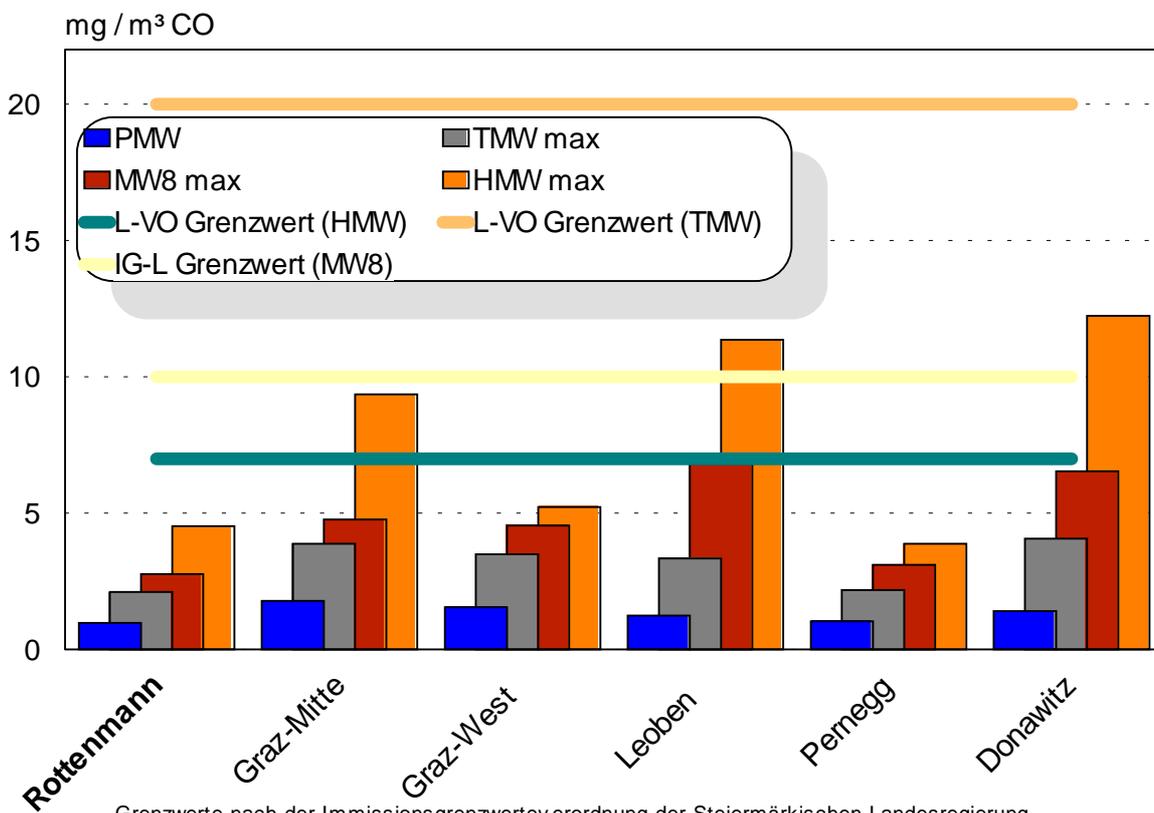
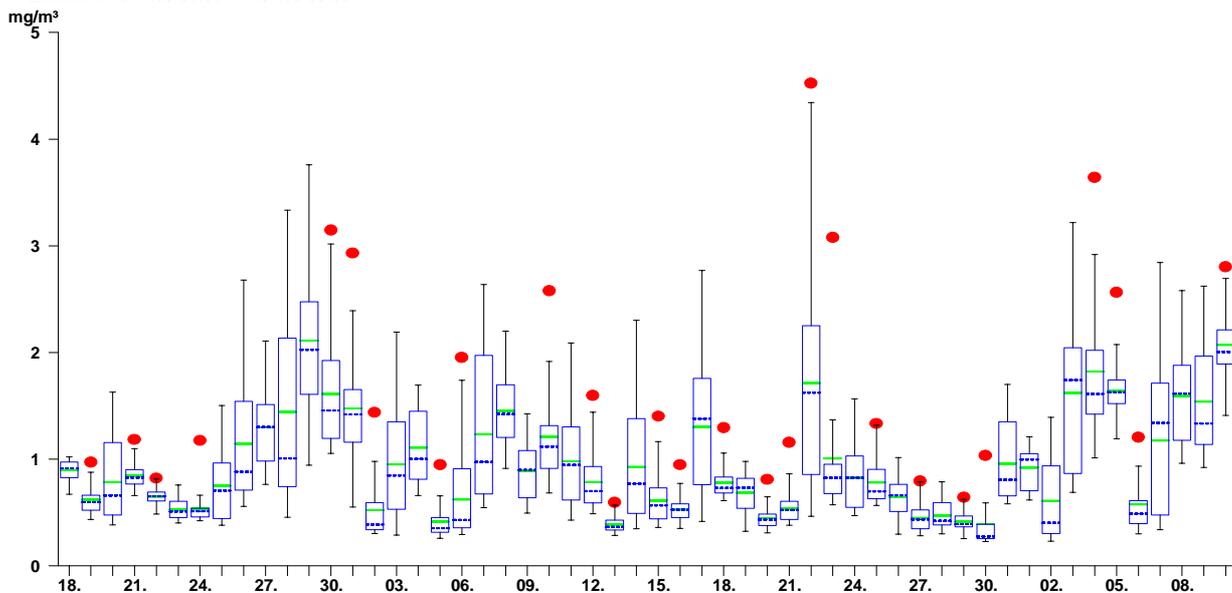
3.4.5. Kohlenmonoxid (CO)

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

Die registrierten Konzentrationen blieben während der Messungen klar unter den Immissionsgrenzwerten sowohl der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) als auch des Immissionsschutzgesetzes-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997).

18.11.1999 – 11.01.2000	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	4,525	20	LGBl.Nr.5/1987	22,6 %
Mtmax	1,879			
MW8max	2,774	10	BGBl. I Nr. 115/1997	27,7 %
TMWmax	2,111	7	LGBl.Nr.5/1987	30,2 %
PMW	0,970			

Station: MOBILE 2 Messwert: CO MW-Typ: HMW
 Zeitraum: 18.11.99-00:30 - 11.01.00-00:00



Grenzwerte nach der Immissionsgrenzwerteordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr 5/1987) bzw. dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

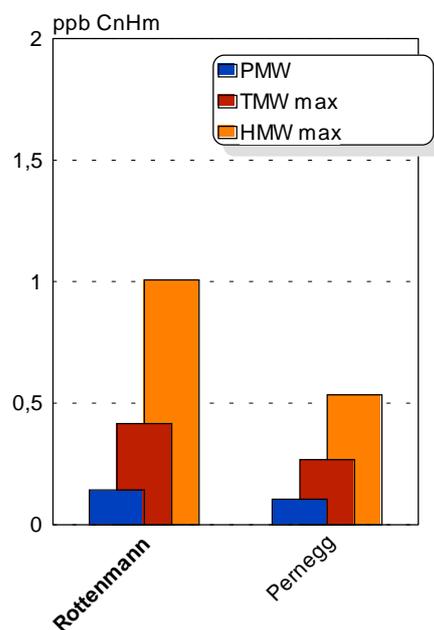
Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden in der Steiermark nur an einigen neuralgischen Punkten (verkehrs- bzw. industriennahe) sowie an den beiden mobilen Messstationen kontinuierlich erhoben. Im Vergleich mit den Fixmessstellen in den Ballungszentren Graz und Leoben sind die Belastungen als unterdurchschnittlich einzustufen. Die Konzentrationen liegen in einem vergleichbaren Bereich mit der

gleichzeitig gelaufenen mobilen Messung in Pernegg, die die Untersuchung der Luftbelastung durch den Verkehr auf der S 35 zum Ziel hatte. Aufgrund der Erfahrungen kann insgesamt im steiermarkweiten Vergleich von durchschnittlichen bis leicht überdurchschnittlichen Belastungen gesprochen werden. Aufgrund der relativ großen Distanz zu stärker befahrenen Verkehrsträgern müssen ebenfalls lokale Emission als hauptverantwortlich für die Immissionen gemacht werden. Aufgrund der üblichen Emissionen von Motoraggregaten kann auch hier von einem erheblichen Beitrag des Heizkraftwerkes ausgegangen werden.

3.4.5. Kohlenwasserstoffe (CnHm)

18.11.1999 – 11.01.2000	Messergebnisse CnHm in ppb
HMWmax	1,007
Mtmax	0,390
TMWmax	0,416
PMW	0,140

Für Gesamtkohlenwasserstoffe sind keine Immissionsgrenzwerte veröffentlicht.

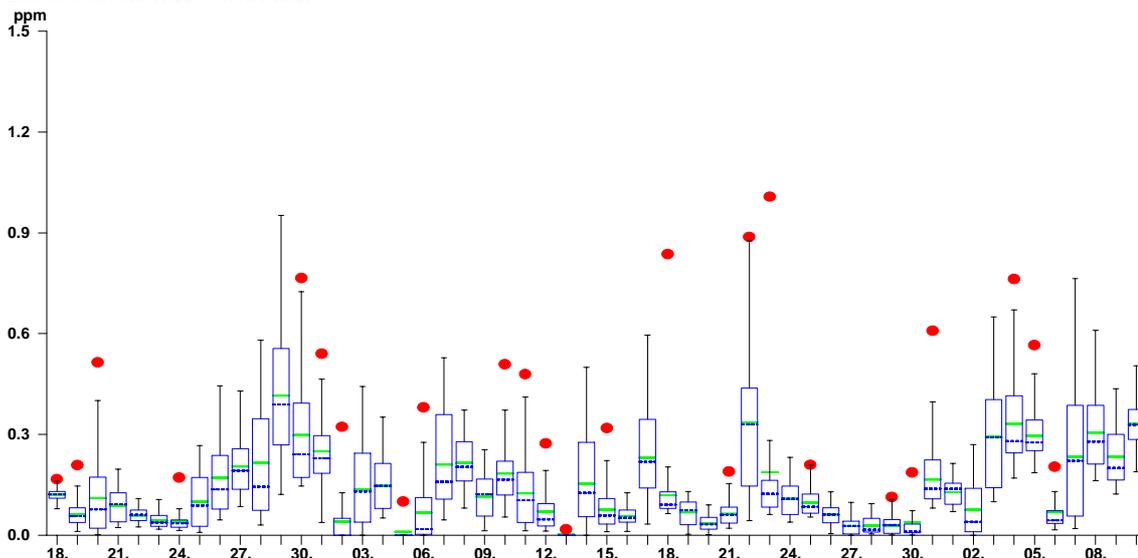


Die Kohlenwasserstoffe spielen neben ihrer gesundheitlichen Relevanz unter anderem bei der Bildung von photochemischem Smog als Ozonvorläufersubstanz eine wesentliche Rolle. Hauptverursacher von Kohlenwasserstoffemissionen sind der KFZ-Verkehr bzw. Verbrennungsprozesse in Verbrennungskraftmaschinen, unter Umständen kann auch die Verdampfung von Lösungsmittel eine Rolle spielen.

Für die Beurteilung der Kohlenwasserstoffimmissionen stehen keine gesetzlichen Grundlagen zur Verfügung. Interessant sind die Konzentrationsverläufe der Kohlenwasserstoffe vor allem in Zusammenhang mit den in Kapitel 3.4.3. beschriebenen Belastungsphasen, da der Parallelverlauf der Kohlenwasserstoffe mit den Stickstoffoxiden und Kohlenmonoxid die Verursacherthese weiter erhärtet.

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

Zeitraum: 18.11.99-00:30 - 11.01.00-00:00



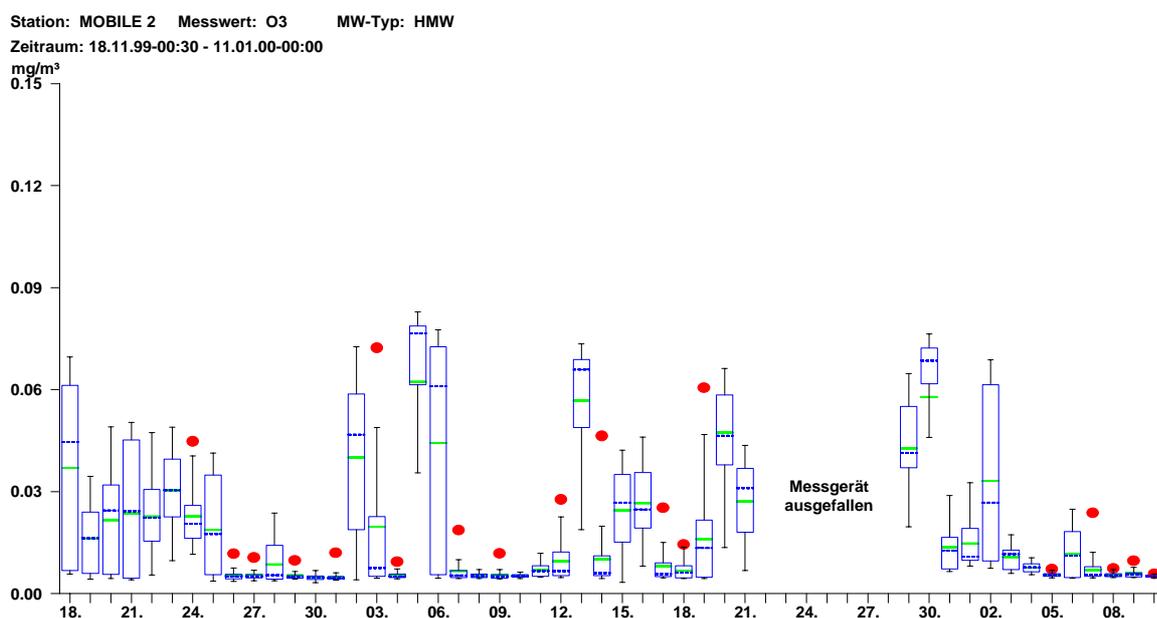
Ein Vergleich mit anderen Stationen ist bei den Kohlenwasserstoffen nicht möglich, da im Untersuchungszeitraum nur die beiden mobilen Stationen weitgehend vollständige Datenreihen lieferten. Im Vergleich mit den Konzentrationen der Pernegger Messung müssen die Belastungen in Rottenmann allerdings als deutlich höher bezeichnet werden.

3.4.6. Ozon (O₃)

Da die Ozonbildung in der bodennahen Atmosphäre in der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit wesentlich stärker als in den Herbst- und Wintermonaten erfolgt, spielen Ozonbelastungen im Winterhalbjahr in der Regel keine nennenswerte Rolle. Es soll daher nur kurz der Vollständigkeit halber auch auf Ozon eingegangen werden.

18.11.1999 – 11.01.2000	Messergebnisse O ₃ in mg/m ³	Grenzwerte O ₃ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,083	0,120	Akademierichtwert	69 %
Mtmax	0,034			
MW8max	0,077	0,110 0,100	BGBI I Nr. 115/1997 Akademierichtwert	70 % 77 %
TMWmax	0,062			
PMW	0,018			

Am Messstandort Rottenmann wurden erwartungsgemäß der Jahreszeit und den Witterungsverhältnissen entsprechend weder der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften noch der Grenzwert des Immissionsschutzgesetzes-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) überschritten. Die Ozonkonzentrationen entsprachen den Erwartungen für die Höhenlage und Region, die in Bezug auf Ozonbelastungen als generell begünstigt bezeichnet werden kann. Die Konzentrationen korrelierten weitgehend mit den Daten der fixen Messstelle Liezen, die damit in Bezug auf Ozon auch für das Paltental als aussagekräftig bezeichnet werden können.

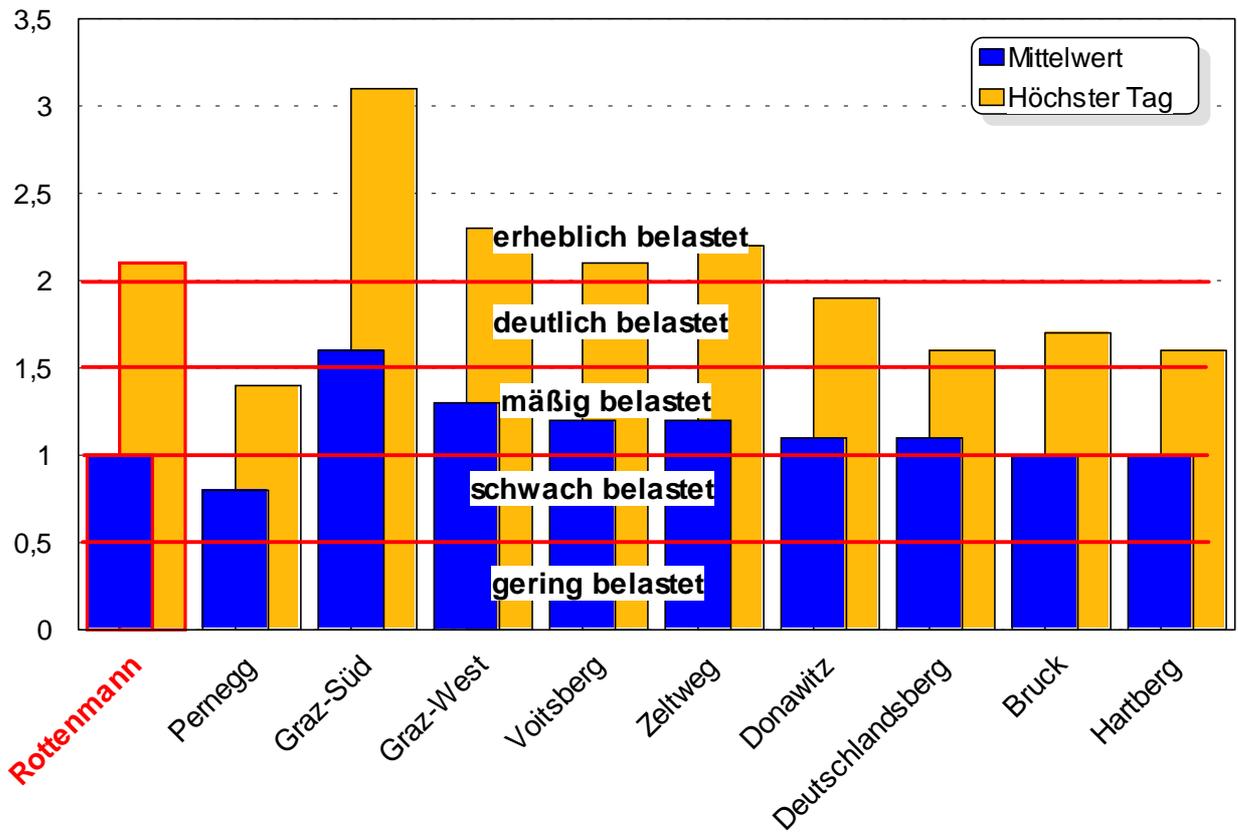


3.5. Luftbelastungsindex

Eine relativ einfache Bewertung und ein Vergleich 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 der Abbildung wird der Luftbelastungsindex für Rottenmann und ausgewählte steirische Standorte dargestellt. Die bereits erwähnten hohen Stickstoffoxidkonzentrationen schlagen sich natürlich auch im Index nieder. Beim höchstbelasteten Tag entspricht der Rottenmanner Wert des letzten Messtages dem von stärker belasteten Ballungsgebieten der Steiermark wie Graz oder Voitsberg und Zeltweg. Nur die Station Graz-Süd blieb mit einem hochbelasteten Tag am 2.12.99 deutlich über diesen Werten. Im Vergleich blieb der Index der gleichzeitig durchgeführten mobilen Messung in Pernegg im Bereich der Murtalsschnellstraße deutlich geringer.

Betrachtet man die Grundbelastung (Mittelwert), so ist diese für die Rottenmanner Messung im Vergleich mit steirischen Bezirksstädten als durchschnittlich belastet anzusehen.

4. 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.

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, 1999, 2000:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
November, Dezember 1999, Jänner 2000. Wien.

5. Anhang

5.1. Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

5.1.1. 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.

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.

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 Dreistundenmittelwert (MW3max)

Dreistundenmittelwerte werden aus sechs hintereinanderliegenden Halbstundenmittelwerten gleitend gebildet.

Maximaler Tagesmittelwert (TMWmax)

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

Messperiodenmittelwert (PMW)

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

Abkürzungen von meteorologischen Parametern

LUTE	Lufttemperatur	NIED	Niederschlag
LUFE	Luftfeuchte	SOEIN	Globalstrahlung
WIRI	Windrichtung	TAGSUM	Tagessumme
WIGE	Windgeschwindigkeit		

5.1.2. 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.

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.