



Luftgütemessungen Ramsau am Dachstein

Februar 2000 bis Mai 2001

Lu-02-02

Autoren

Norbert Braun

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

Projektleitung

Mag. Andreas Schopper

Messtechnik

(mobile Messstation)

Gerhard Schrempf

**Messnetzbetreuung und
Laboranalytik**

(integrales Messnetz)

Ing. Waltraud Köberl

Herausgeber

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

© April 2002

Dieser Bericht ist im Internet unter folgender Adresse verfügbar:

http://www.stmk.gv.at/LUIS/UMWELTSCHUTZ/LUFTREINHALTUNG/MOBILE_MESSUNGEN/Ramsau/Ramsau.htm

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung

1. Einleitung	1
2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe in der Ramsau	3
3. Mobile Immissionsmessungen.....	4
3.1. Ausstattung und Messmethoden	4
3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen	5
3.2.1. Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr. 5/1987)	5
3.2.2. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997).....	5
3.2.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften	6
3.2.4. Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten	6
3.3. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen.....	7
3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe	10
3.4.1. Schwefeldioxid (SO ₂)	10
3.4.2. Schwebstaub	13
3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO).....	16
3.4.4. Stickstoffdioxid (NO ₂)	18
3.4.5. Kohlenmonoxid (CO)	21
3.4.6. Ozon (O ₃).....	24
3.5. Luftbelastungsindex	29
4. Integrale Messungen	31
4.1. Vorbemerkung	31
4.2. Das Messnetz.....	31
4.3. Messmethodik	32
4.3.1. Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren	32
4.3.2. Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit Badge-Sammlern.....	32
4.4. Beurteilungsgrundlagen	33
4.5. Darstellung der Messergebnisse	34

4.5.1. Gesamtstaubdeposition	34
4.5.2. Konzentrationsmessungen	36
4.6. Zusammenfassende Beurteilung.....	39
5. Literatur	40
6. Anhang	42

Luftgütemessungen Ramsau am Dachstein

Zusammenfassung

Die **Luftgütemessungen in Ramsau am Dachstein** wurden auf Ansuchen der Gemeinde in der Absicht, sich um das Prädikat „Luftkurort“ zu bewerben, durchgeführt. Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation sowie eines einjährig betriebenen integralen Messnetzes.

Die mobilen Messungen wurden vom 17. 02. 2000 bis 12. 03. 2000 (Wintermessperiode) und vom 29. 03. 2000 bis 21. 05. 2000 (Sommermessperiode) durchgeführt. Das integrale Messnetz wurde im Zeitraum vom 16. 05. 2000 bis 17. 05. 2001 betrieben.

Die **mobilen Immissionsmessungen** wurden jeweils an einem Standort im Bereich des Langlaufstadions vorgenommen, um die vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen erheben und nach dem Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetz (LGBl. Nr.161/1962) bzw. nach der für die vorliegende Fragestellung relevanten „Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ (hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie) beurteilen zu können.

Für den Luftschadstoff **Stickstoffdioxid** wurde während der Wintermessperiode eine Grenzwertüberschreitung für den maximalen Halbstundenmittelwert nach der Kurorterichtlinie registriert. Die Ursache dafür lag in einer lokalen und kurzfristigen Erhöhung der Emissionen im Nahbereich der Messstelle im Zuge einer Veranstaltung im Langlaufstadion, weshalb diese Situation als singuläres Ereignis angesehen werden kann.

Während der Sommermessperiode blieben die Konzentrationen unter den Grenzwerten der Kurorterichtlinie.

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

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

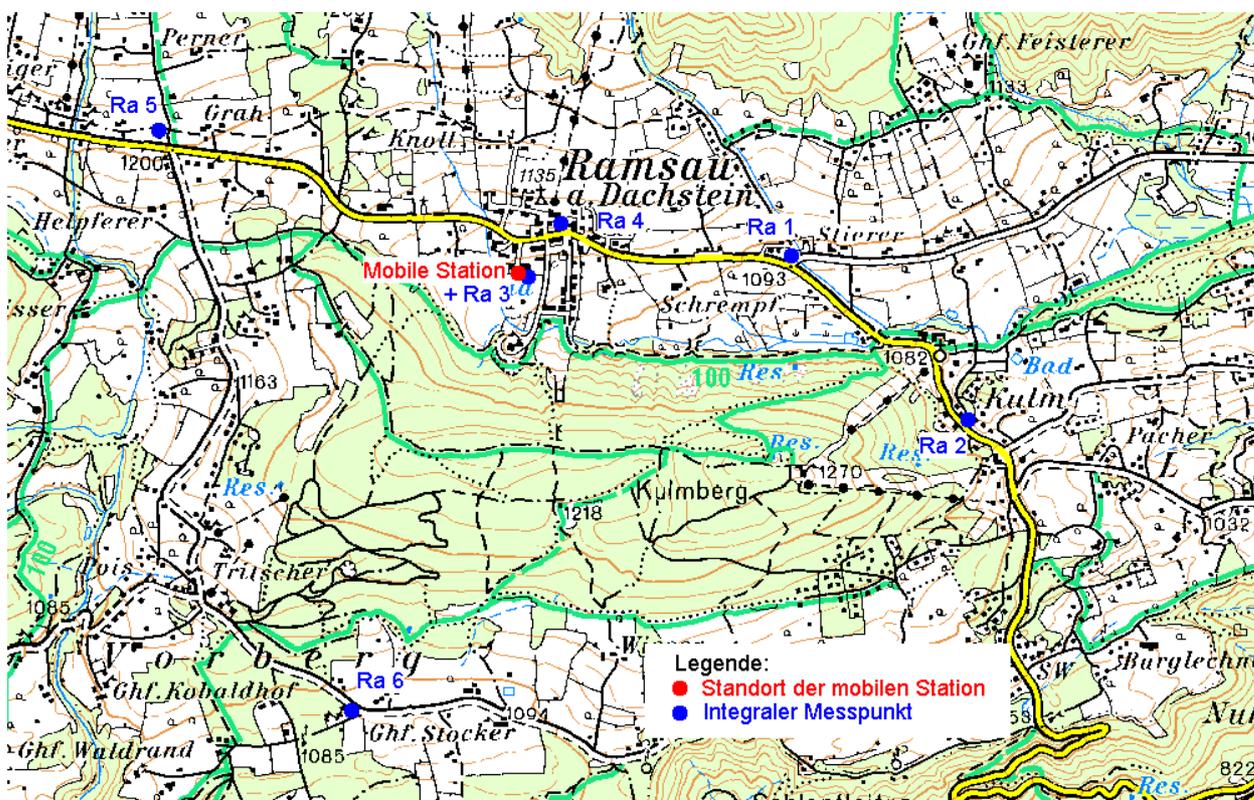
Die **integralen Messungen** erbrachten hinsichtlich des Jahresganges der Gesamtstaubdeposition in den meisten Fällen im Sommerhalbjahr höhere Staubbelastungen als in den Wintermonaten, was sowohl auf die vorherrschende Witterung als auch auf Vegetationseinflüsse zurückzuführen sein dürfte. Lediglich an stärker befahrenen Straßenzügen (Ra1 – Stiererkreuzung) machten sich Verkehrseinflüsse durch höhere Staubbelastungen im Winter (zerriebener Streusplitt) bemerkbar. Der Grenzwert der Kurorterrichtlinie wurde an allen Messpunkten eingehalten.

Die integralen Konzentrationsmessungen für Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid bestätigen weitgehend die Ergebnisse der mobilen Messungen, wobei kurzzeitige Konzentrationsspitzen, wie sie von den kontinuierlichen Messungen nachgewiesen werden, nicht nachvollzogen werden können. So weisen die integralen Messergebnisse für beide Schadstoffe hinsichtlich der Grundbelastung auf ein Einhalten der Vorgaben der Kurorterrichtlinie hin.

1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Ramsau wurden auf Ansuchen der Gemeinde von der Fachabteilung 1a (nunmehr Fachabteilung 17C), Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation sowie eines einjährig betriebenen integralen Messnetzes. Der Anlass für die Messungen war die Absicht der Gemeinde, sich um das Prädikat „Luftkurort“ zu bewerben.

Das Messnetz Ramsau 2000/2001



Die **mobilen Immissionsmessungen** umfassten eine Wintermessperiode vom 17. 02. 2000 bis 12. 03. 2000 und eine Sommermessperiode vom 29. 03. 2000 bis 21. 05. 2000. Für den mobilen Messcontainer wurde jeweils ein Standort im Bereich des Langlaufstadions in ca. 1120 m Seehöhe ausgewählt, um die im geplanten Kurbereich vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen zu erheben und beurteilen zu können. Die gewonnenen Messergebnisse stellen eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung der Luftgütesituation nach dem Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortgesetz (LGBl. Nr.161/1962) dar.

Der mobile Messstandort in Ramsau am Dachstein



Die **integralen Messungen**, die eine flächenhafte Interpretation der Luftschadstoffbelastungen ermöglichen, erfolgten von Mai 2000 bis Mai 2001 und umfassten 13 ca. vierwöchige Messperioden.

Dabei wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

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

Im Gemeindegebiet von Ramsau wurden an 6 Standorten integrale Messeinrichtungen installiert, die nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt wurden:

Messpunktbeschreibung:

Nr.	Lage des Messpunktes	Charakteristik / Messziel
Ra1	Stierer Kreuzung	lokaler Verkehrsknotenpunkt
Ra2	Ramsau - Kulm	lokaler Siedlungskern
Ra3	Veranstaltungszentrum	mobile Messstation, geplantes Kurzentrum
Ra4	Ortszentrum	Ortskern / potentielles Immissionsmaximum
Ra5	ZAMG-Station	meteorologische Messstation
Ra6	Ramsau - Vorberg	Hintergrundmesspunkt

2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe in der Ramsau

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

Das Klima im Raum Ramsau entspricht nach H. Wakonigg der Klimalandschaft der „unteren Berglandstufe im Umkreis des Oberen Ennstales“. Das Klima kann als mäßig winterkaltes, sommerkühles, mäßig niederschlagsreiches Waldklima beschrieben werden (H. Wakonigg 1978, 391f).

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt in Ramsau im langjährigen Durchschnitt (Periode 1951-70) 4,8 °C, wobei im Jänner -4,4 °C und im Juli 13,5 °C erreicht werden. Die Jahresniederschlagssumme liegt bei 1175 mm, die an knapp 145 Tagen im Jahr fallen. Die niederschlagsärmsten Monate sind der Februar und der März mit etwa 70 mm, die niederschlagsreichste Jahreszeit ist der Sommer (Juli über 170 mm).

Die mittleren Windgeschwindigkeiten erreichen in der Ramsau 1,5 bis 2 m/s.

Besonders günstig stellen sich die Nebelverhältnisse mit weniger als 50 Nebeltagen/Jahr dar sowie auch die Sonnengunst. Die relative Sonnenscheindauer beträgt im Spätsommer / Frühherbst 50%.

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	Chemolumineszenzanalyse	Horiba APNA 350E
Kohlenmonoxid CO	Infrarotabsorption	Horiba APMA 350E
Ozon O ₃	UV-Photometrie	Horiba APOA 350E

Neben den Messgeräten für die Schadstofffassung werden am Messcontainer auch die meteorologischen Geber für Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windrichtung und Windgeschwindigkeit betrieben.

Eine vollständige Aufzeichnung und Überwachung des Messvorganges erfolgt durch einen Stationsrechner. Automatische Plausibilitätsprüfungen der Messwerte finden bereits vor Ort statt. Die notwendigen Funktionsprüfungen erfolgen ebenfalls automatisch. Die erfassten Messdaten werden in der Regel über Funk in die Luftgüteüberwachungszentrale übertragen, wo sie nochmals hinsichtlich ihrer Plausibilität geprüft werden.

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

3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen

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

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

Für den Messstandort Ramsau sind die Grenzwerte für die Zone I relevant (Grenzwerte jeweils in mg/m³):

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

HMW = Halbstundenmittelwert

TMW = Tagesmittelwert

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

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

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

MW8 = Achtstundenmittelwert

JMW = Jahresmittelwert

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

3.2.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

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

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

3.2.4. Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten

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

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

Schwefeldioxid	HMW	100
	TMW	50
Stickstoffdioxid	HMW	100
	TMW	50
Kohlenmonoxid	MW8	5 mg/m^3
Schwebstaub	TMW	120

3.3. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen

Wintermessperiode: 17. Februar bis 12. März 2000

Bei Messbeginn verursachte ein Kaltfrontdurchgang verbreitet Schneefälle, die an den Folgetagen im Nordalpenbereich bei kalter Nordwestströmung andauerten.

Nach kurzem Zwischenhocheinfluss, der nach klarer Nacht in Ramsau die Frühtemperatur am 22. 2. auf knapp -13°C sinken ließ, stellte sich erneut eine Nordwestströmung mit Schneefällen ein. In der Folge zog ein kleinräumigen Tiefdruckgebiet über Ostösterreich, wodurch die Strömung auf West drehte, und mildere Luftmassen heranzuführte.

Ab 26. 2. erreichte ein Hochdruckausläufer aus West den Alpenraum und brachte strahlend schönes Winterwetter.

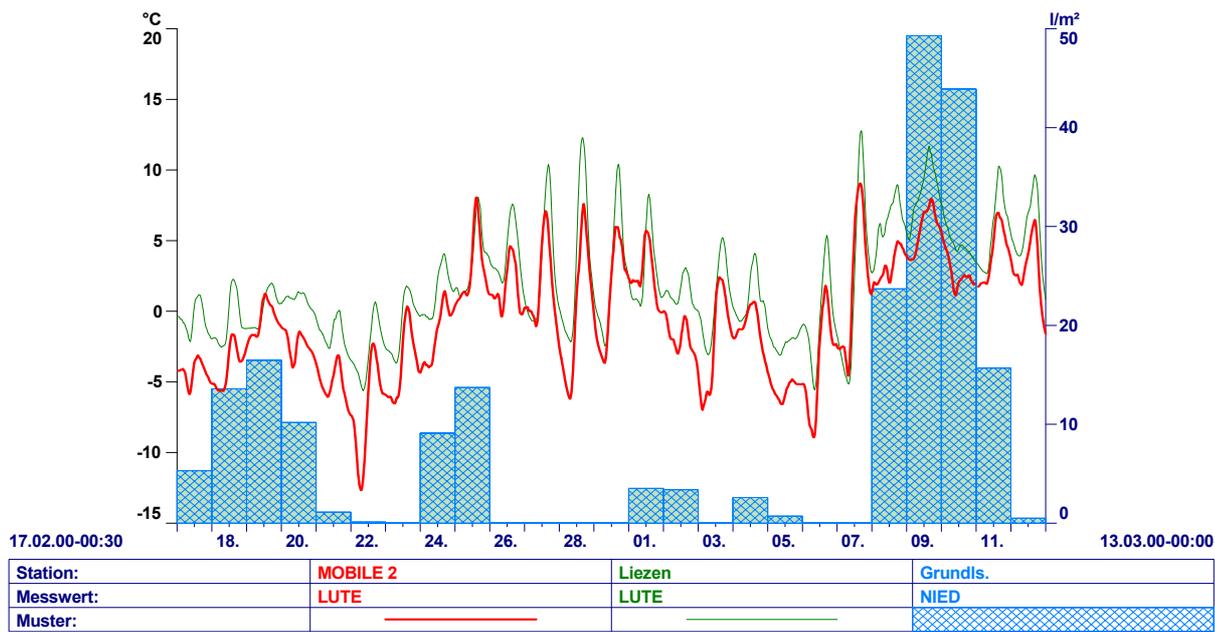
Zum Monatswechsel setzte eine Südwestströmung ein, in deren Folge mit dem Durchzug eines Höhentrogs geringe Niederschläge zu verzeichnen waren.

Anschließend blieb es bei einer Strömungslage aus West noch relativ mild, doch nach dem Durchzug einer ein wenig Niederschlag verursachenden Kaltfront am 4. 3. wurde polare Kaltluft aus Nordwest herangeführt.

Unter zunehmenden Hochdruckeinfluss lösten sich die Störungsreste rasch auf und es konnte sich kurzzeitig sonniges Wetter einstellen.

Danach wurde eine sehr milde, aber stürmische zyklonale West- bis Nordwestströmung wetterbestimmend. Die eingelagerten Frontsysteme verursachten vor allem nördlich des Alpenhauptkammes teils ergiebige Niederschläge, die bis zum Ende der Messperiode andauerten.

Lufttemperatur und Niederschläge im Raum Ramsau während der Wintermessperiode



Die Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

Sommermessperiode: 29. März bis 21. Mai 2000

Zu Beginn der zweiten Messperiode verlagerte sich ein Tiefdruckgebiet von Italien nach Mitteleuropa. Es bewirkte zunächst im Süden und später bis über den Monatswechsel hinweg im gesamten Ostalpenraum kaltes und niederschlagsreiches Wetter.

Nach kurzem Zwischenhocheinfluss stellte sich anschließend an der Vorderseite eines Tiefs über der Biscaya eine kräftige, milde Südwestströmung ein. Am 5. 4. überquerte dieses Tiefdruckgebiet Österreich und verursachte leichte Niederschläge.

An der Rückseite des abziehenden Tiefdruckgebietes wurden in der Folge kalte Luftmassen aus Nordwest herangeführt, die zunächst noch Niederschläge mit sich brachten. Unter zunehmendem Hochdruckeinfluss lockerte die Bewölkung jedoch allmählich auf.

Mit Beginn der zweiten Aprildekade erfolgte mit einer südwestlichen Höhenströmung die Zufuhr milderer Luftmassen, wodurch die Temperaturwerte langsam anstiegen. Eine in die Strömung eingelagerte Kaltfront blieb im Osten Österreichs nur schwach wetterwirksam und verursachte lediglich geringe Niederschläge.

Ein neuerlicher Durchzug eines Frontsystems am 17. 4. sorgte bei gedämpften Temperaturen verbreitet für regnerisches Wetter. Die nachfolgende Wetterbesserung erfolgte bei geringen Luftdruckgegensätzen nur sehr zögernd.

Schließlich konnte sich ab dem 20. 4. Hochdruckeinfluss durchsetzen. Warmluftzufuhr ließ die Temperaturen kräftig steigen und bescherte eine ungewöhnlich warme und sonnige Osterwoche. Die Hochdruckphase wurde am 24. 4. durch einen Kaltfrontdurchgang, der sich in der Ramsau durch eine leichte Abkühlung bemerkbar machte, aber keine Niederschläge mit sich brachte, kurzfristig unterbrochen.

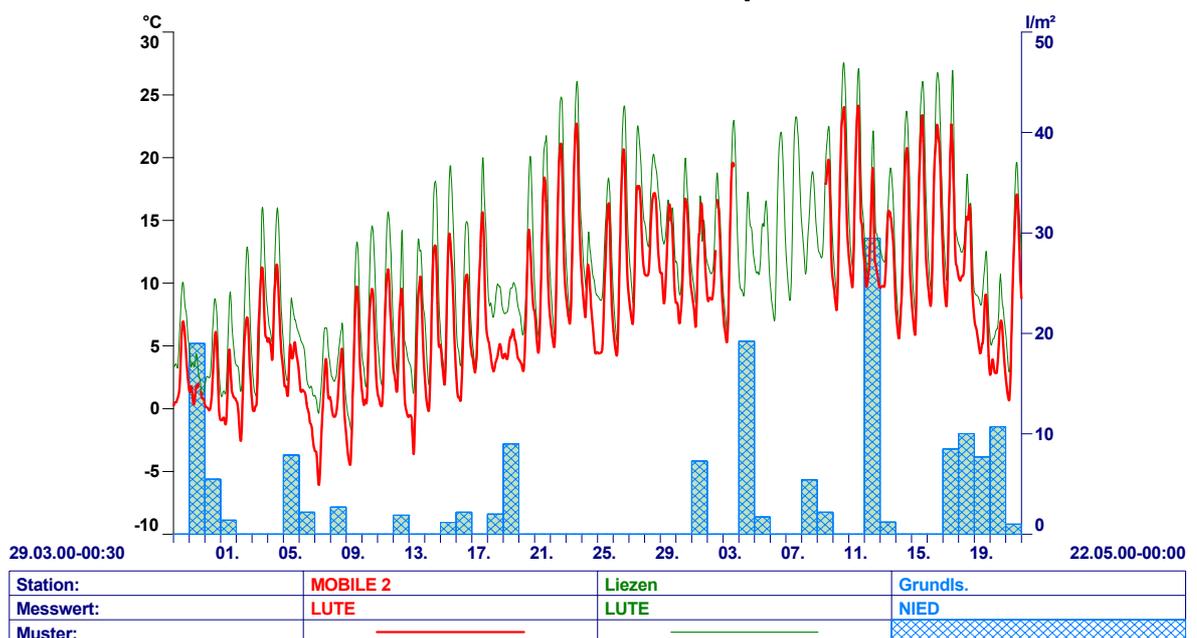
Gegen Ende des Monats schwächte sich der Hochdruckeinfluss ab, sodass zum einen Wolkenfelder aus Süd herangeführt wurden, sich zum anderen über den Zentralalpen häufig gewittrige Regenschauer ausbilden konnten.

In der Folge blieben bis Mitte Mai abwechselnd mehr oder weniger kräftiger Hochdruckeinfluss und gradientschwache Wetterlagen, in deren Verlauf verbreitet zum Teil heftige Gewitter auftraten, wetterbestimmend.

Am 18. 5. wurde mit dem Übergreifen einer Front aus West und sich verstärkendem Einfluss eines Tiefdruckgebietes dieser frühsummerliche Witterungsverlauf beendet. Verbreitet setzte Regen ein und ein markanter Temperaturrückgang ließ die Tageshöchstwerte in Ramsau auf unter 10°C sinken.

Am letzten Tag der Messperiode stellte sich unter Zwischenhocheinfluss wieder ruhigeres und bewölkungsarmes Wetter mit kräftiger Tageserwärmung ein.

Lufttemperatur und Niederschläge im Raum Ramsau während der Sommermessperiode



Der Witterungsverlauf während der Messungen in Ramsau am Dachstein zeichnete sich im Februar und März durch einen überdurchschnittlichen Anteil an Strömungslagen und zumeist eher schwachen Hochdrucklagen aus, sodass während der ersten Messperiode die Temperaturen deutlich und die Niederschlagssummen ein wenig über dem langjährigen Durchschnitt lagen.

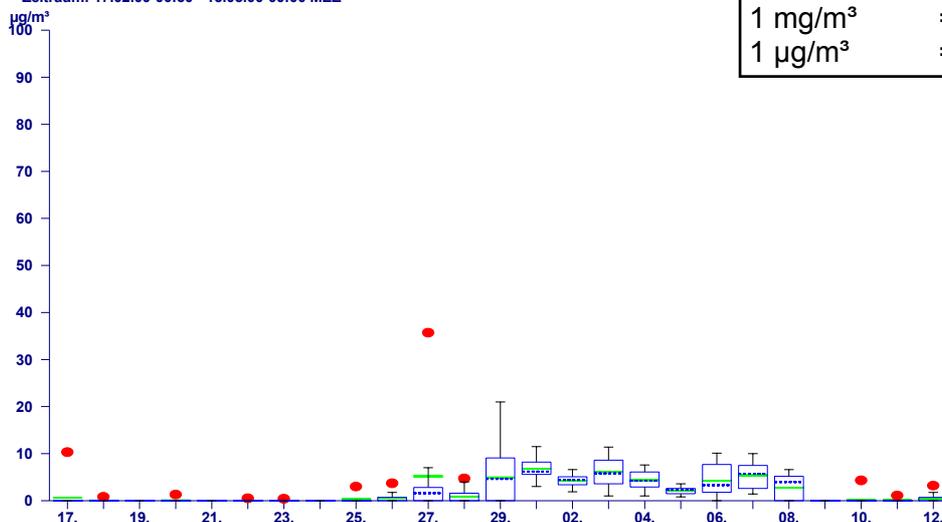
Während der zweiten Messperiode lag das Temperaturniveau aufgrund der von Mitte April bis Mitte Mai andauernden sehr warmen Hochdruckwetterlagen ebenfalls deutlich über dem langjährigen Mittel. Die Niederschläge blieben in der Ramsau im April allerdings unter dem Normalwert, wogegen im Mai durchschnittliche Niederschlagsmengen registriert wurden.

3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

3.4.1. Schwefeldioxid (SO₂)

17.02.2000 - 12.03.2000	Messergebnisse SO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	36	0,15 0,20 0,100	LGBI. Nr. 5/1987 BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	24 % 18 % 36 %
Mtmax	6			
TMWmax	7	0,10 0,12 0,050	LGBI. Nr. 5/1987 BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	7 % 6 % 14 %
PMW	2			

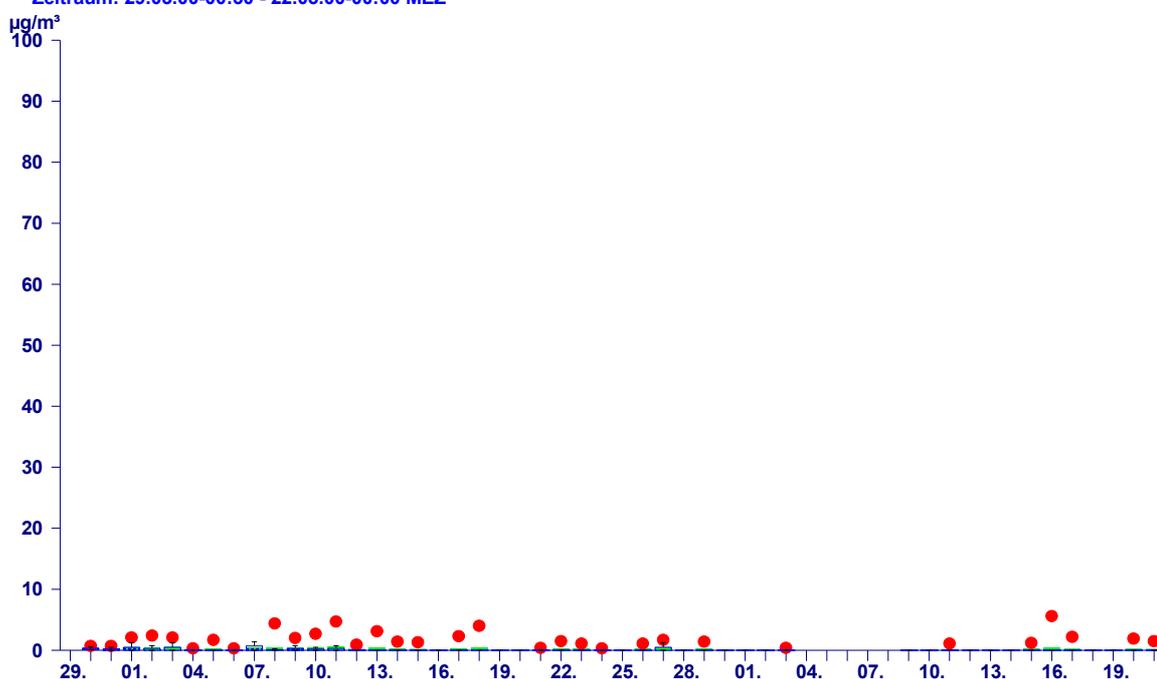
Zeitraum: 17.02.00-00:30 - 13.03.00-00:00 MEZ



1 mg/m³ = 1000 µg/m³
 1 µg/m³ = 0,001 mg/m³

29.03.2000 - 21.05.2000	Messergebnisse SO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	5	0,07 0,20 0,100	LGBl. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	7 % 3 % 5 %
Mtmax	1			
TMWmax	0,4	0,05 0,12 0,050	LGBl. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	0,8 % 0,3 % 0,8 %
PMW	0,1			

Zeitraum: 29.03.00-00:30 - 22.05.00-00:00 MEZ



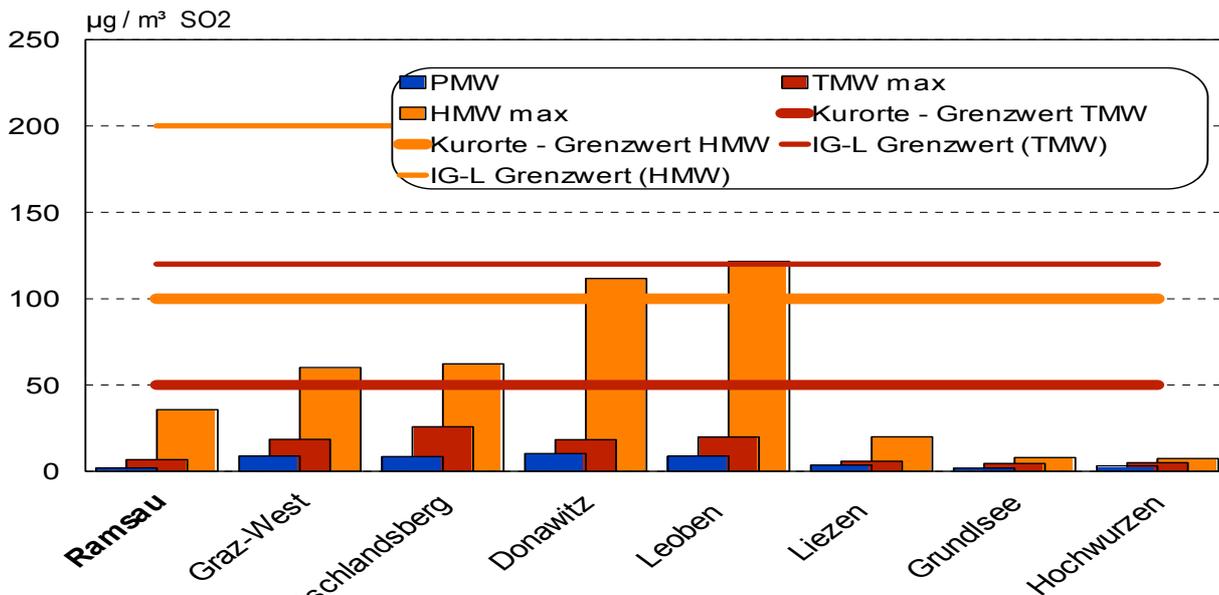
SO₂ wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt, Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit ungleich höher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

Dementsprechend waren auch in Ramsau die Immissionskonzentrationen von Schwefeldioxid während der Wintermessung höher als im Frühjahr. Der Verlauf der Immissionskonzentrationen zeigte speziell bei der Wintermessung eine gute Übereinstimmung mit dem Witterungsgeschehen. Die Konzentrationen lagen bei kalten und austauscharmen Wetterlagen wie etwa bei Hochdruckwetter um den Monatswechsel Februar - März signifikant über den Werten, die bei lufthygienisch

günstigeren Witterungsbedingungen registriert wurden, was zum größten Teil auf die höheren Emissionen aus dem Hausbrand zurückzuführen war.

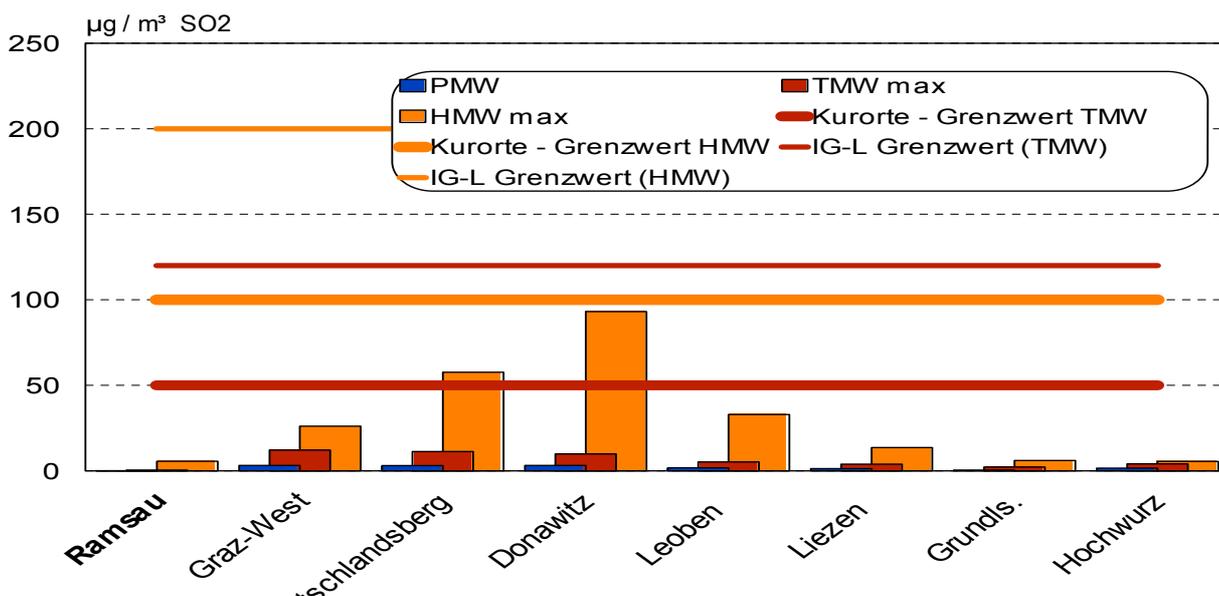
Die SO₂-Konzentrationen blieben während beider Messungen aber sowohl bei den maximalen Halbstundenmittelwerten als auch bei den Tagesmittelwerten deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten und den Grenzen der Kurorterichtlinie.

Vergleich der SO₂-Konzentrationen während der Wintermessung 2000



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

Vergleich der SO₂-Konzentrationen während der Sommermessung 2000

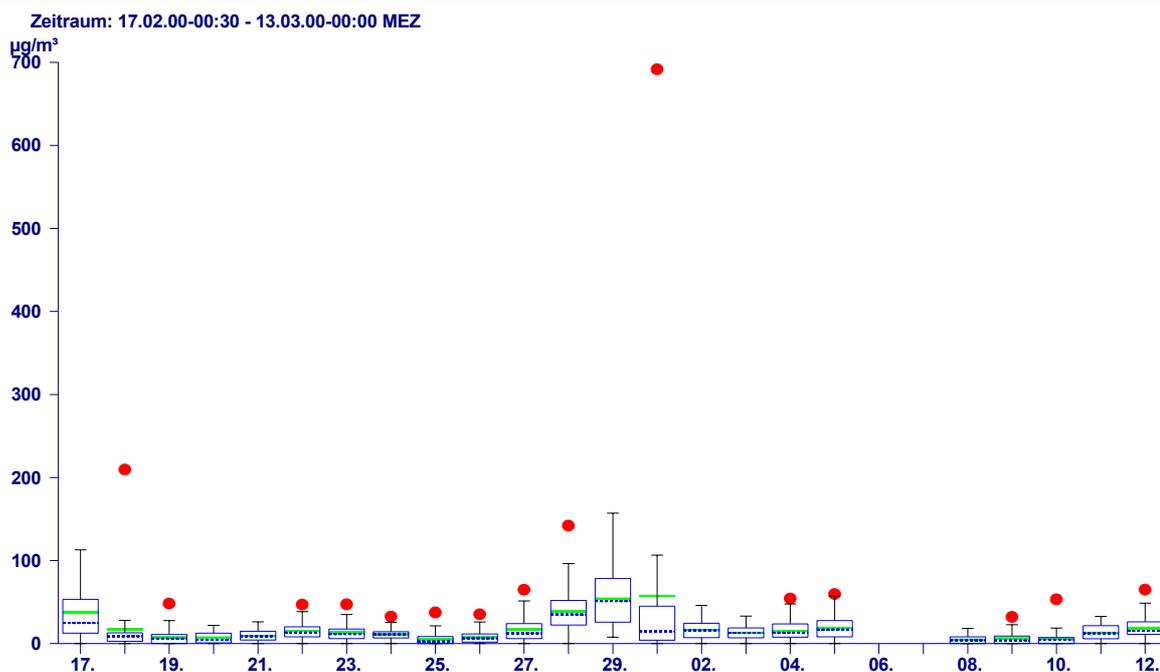


Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

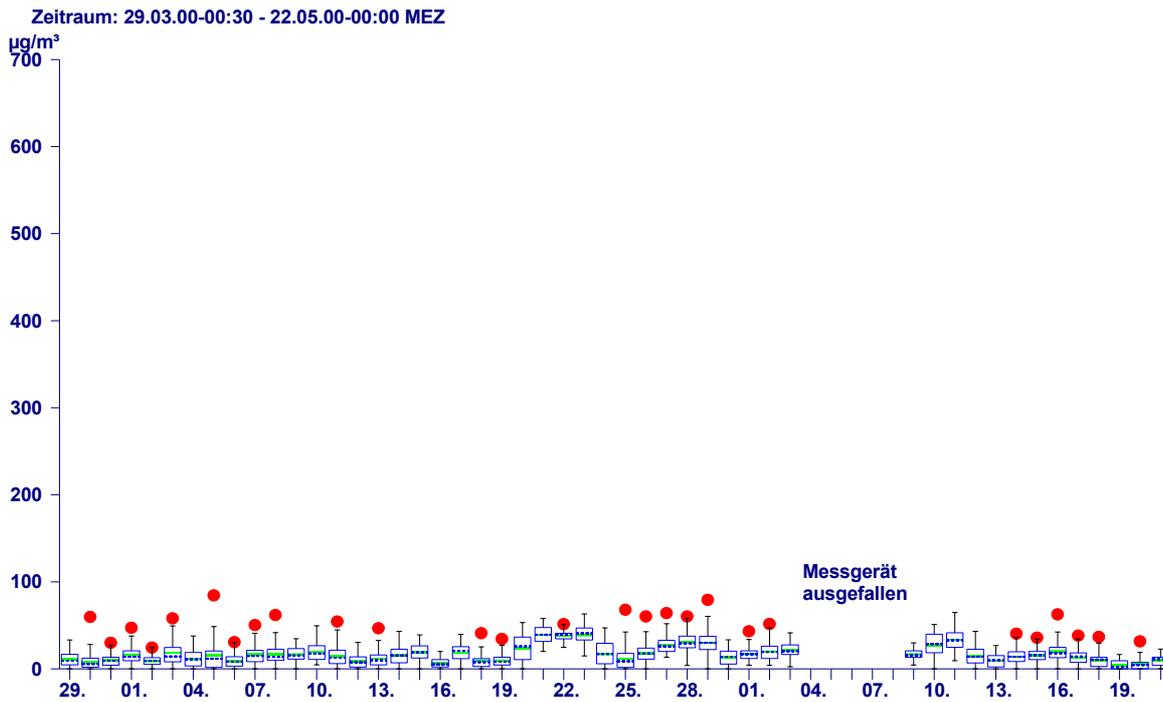
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen ergab sich beim Luftschadstoff Schwefeldioxid am Messstandort in Ramsau eine unterdurchschnittliche, für die Sommermessperiode sogar eine deutlich unterdurchschnittliche Belastungssituation.

3.4.2. Schwebstaub

17.02.2000 - 12.03.2000	Messergebnisse Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte Staub in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	692			
Mtmax	92			
TMWmax	57	0,12 0,15 0,120	LGBI. Nr. 5/1987 BGBL I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	48 % 38 % 48 %
PMW	18			



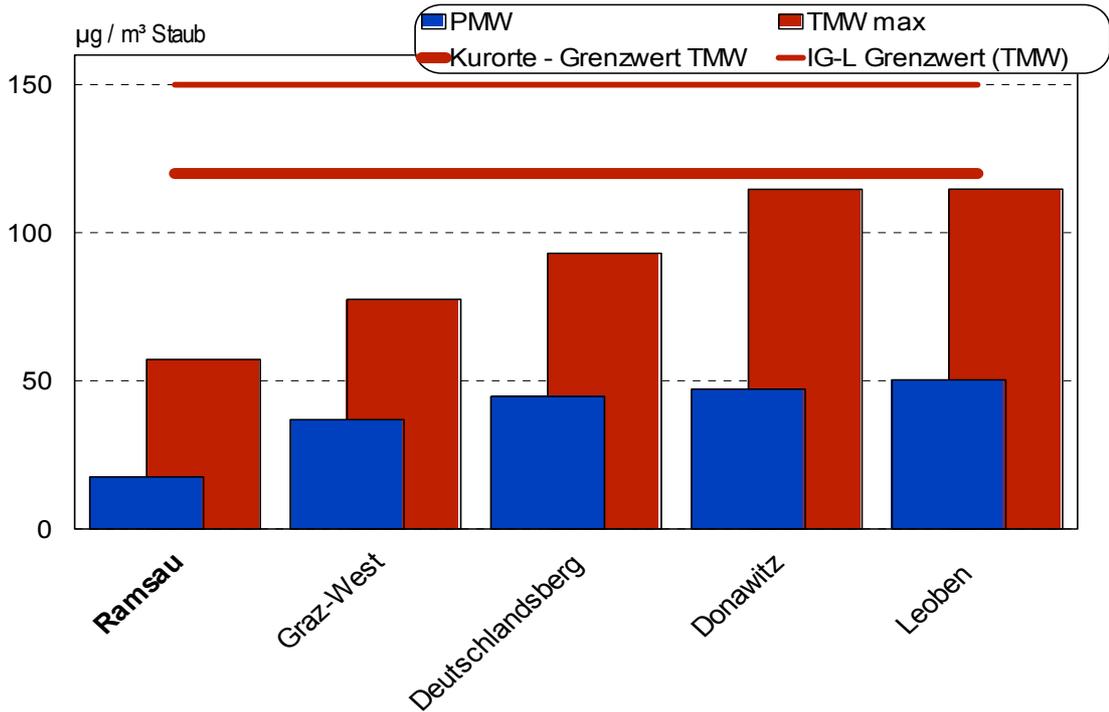
29.03.2000 - 21.05.2000	Messergebnisse Staub in mg/m^3	Grenzwerte Staub in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	84			
Mtmax	46			
TMWmax	39	0,12 0,15 0,120	LGBI. Nr. 5/1987 BGBL I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	33 % 26 % 33 %
PMW	17			



Als Verursacher der Staubemissionen gelten vor allem die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, in Ballungsräumen auch Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Auch der Verkehr trägt nicht unerheblich zu den Staubimmissionen bei. Generell sind auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim SO_2 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 (beides eigentlich gesetzlich verboten) zu nennen. Bezüglich des Verlaufs der Staubkonzentrationen ist wie bei Schwefeldioxid das höhere Belastungsniveau während der Hochdrucklage Ende Februar aufgrund der höheren Emissionen bei gleichzeitig schlechteren Ausbreitungsbedingungen festzustellen. Es wurden während beider Messungen keine Überschreitungen von gesetzlichen Grenzwerten festgestellt.

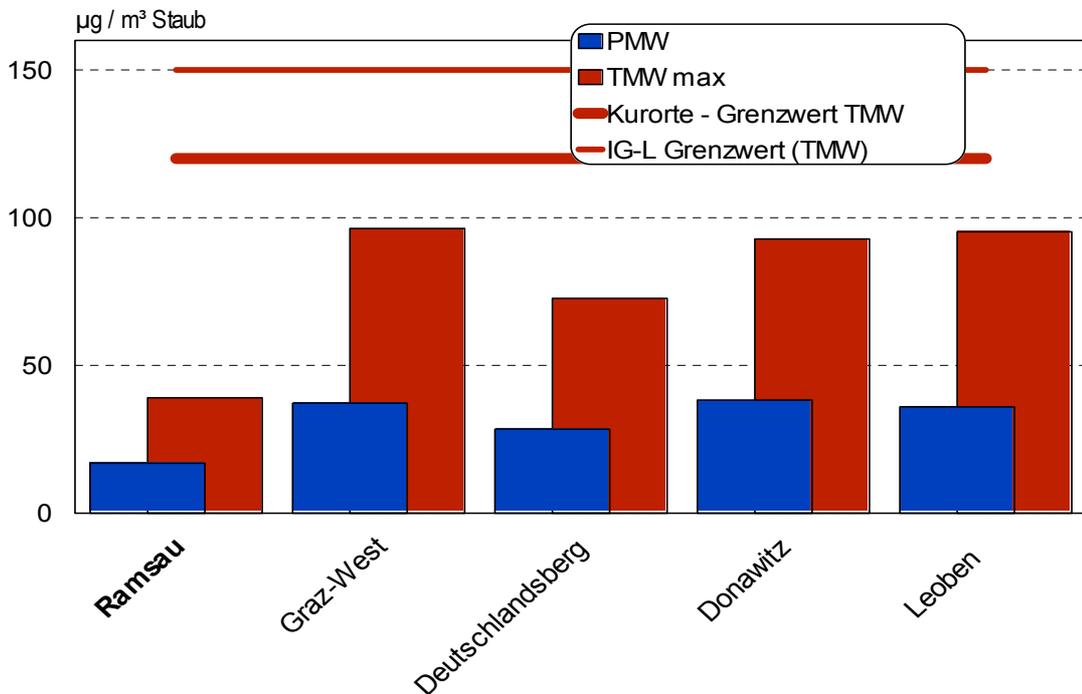
Im Vergleich zu anderen steirischen Messstellen lagen die Schwebstaubkonzentrationen in Ramsau während beider Messperioden auf einem unterdurchschnittlichen Niveau.

Vergleich der Staubkonzentrationen während der Wintermessung 2000



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

Vergleich der Staubkonzentrationen während der Sommermessung 2000

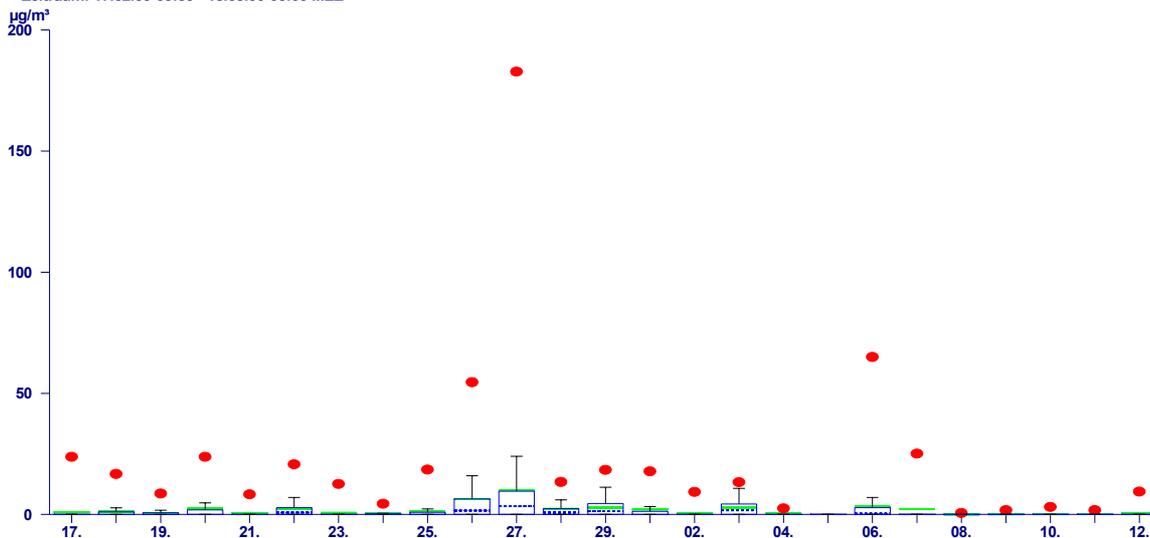


Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO)

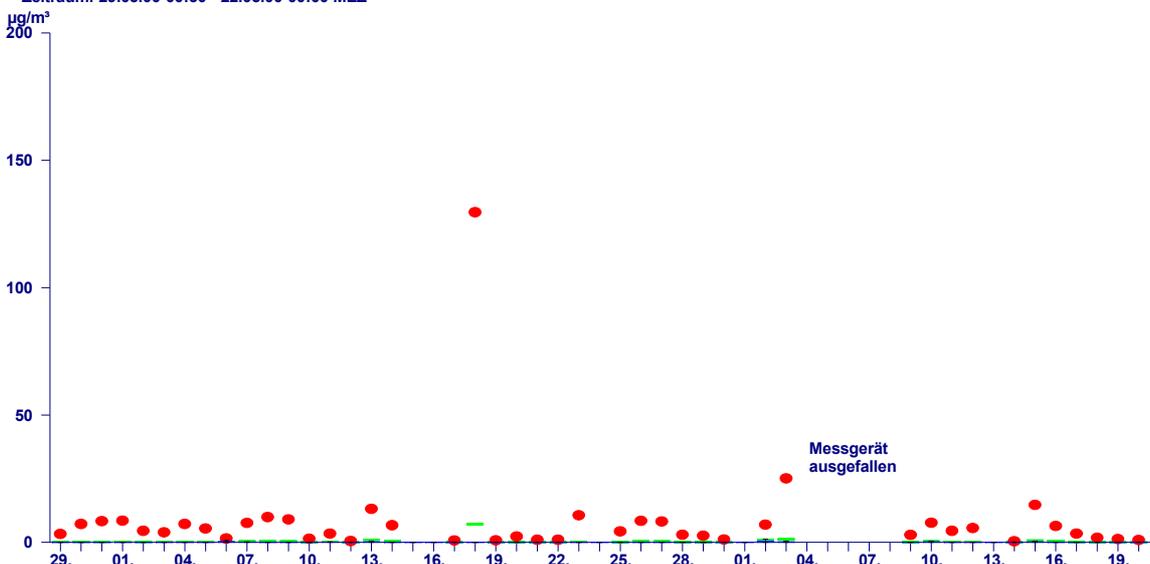
17.02.2000 - 12.03.2000	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	183	0,600	LGBl. Nr. 5/1987	31 %
Mtmax	22			
TMWmax	10	0,200	LGBl. Nr. 5/1987	5 %
PMW	2			

Zeitraum: 17.02.00-00:30 - 13.03.00-00:00 MEZ



29.03.2000 - 21.05.2000	Messergebnisse NO in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	130	0,600	LGBl. Nr. 5/1987	22 %
Mtmax	7			
TMWmax	7	0,200	LGBl. Nr. 5/1987	4 %
PMW	0,4			

Zeitraum: 29.03.00-00:30 - 22.05.00-00:00 MEZ

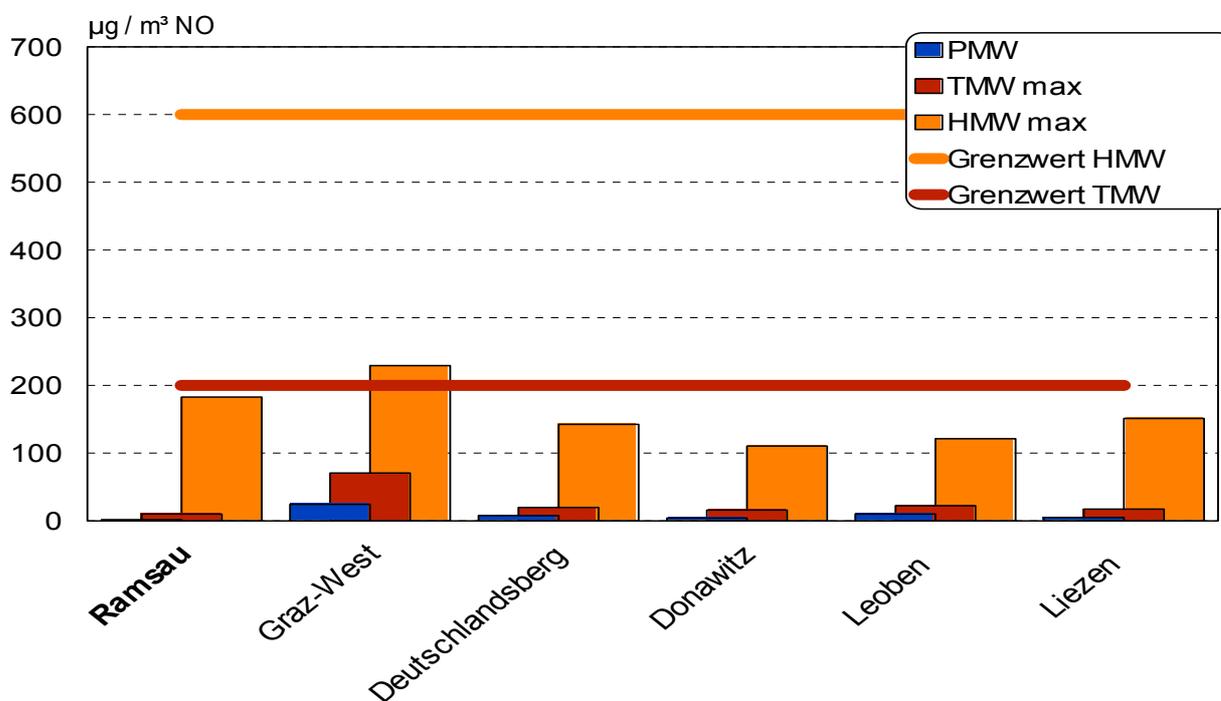


Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO_x) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO-Anteil etwa 95% des NO_x-Ausstoßes aus. Die Bildung von NO₂ erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O₂) oder mit Ozon (O₃) zu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

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

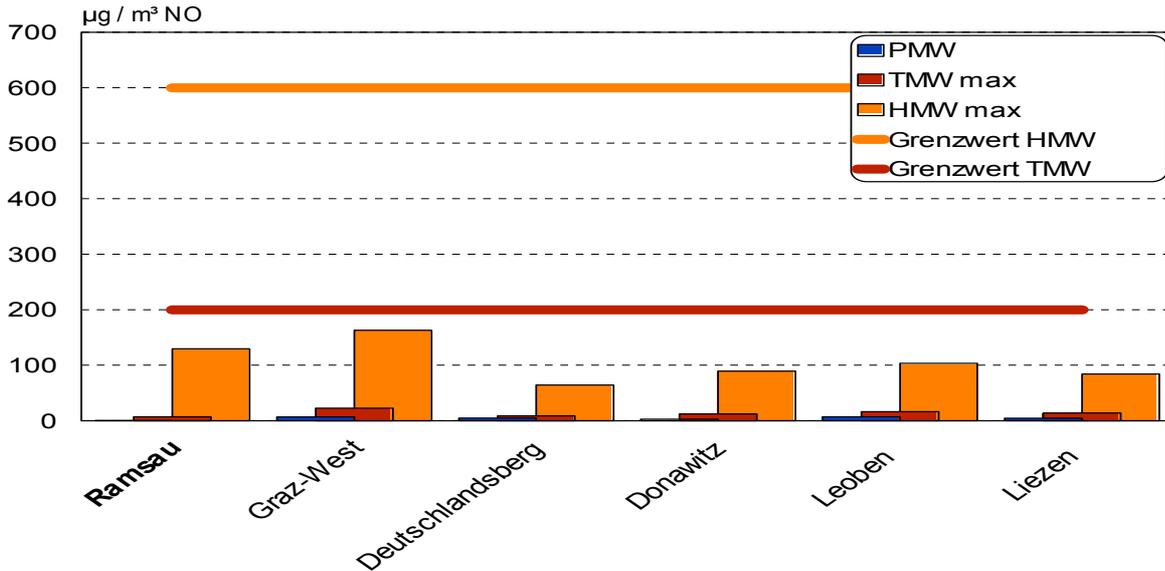
Im steiermarkweiten Vergleich können die Stickstoffmonoxidbelastungen in der Ramsau hinsichtlich der Grundbelastung aufgrund des deutlich geringeren Emissionspotentials als in den Bezirkshauptstädten ganzjährig als unterdurchschnittlich bezeichnet werden. Kurzfristige Belastungsspitzen, die zumeist im Zusammenhang mit Veranstaltungen im Stadiongelande standen, erreichten jedoch fallweise leicht überdurchschnittliche Konzentrationshöhen.

Vergleich der NO-Konzentrationen während der Wintermessung 2000



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

Vergleich der NO-Konzentrationen während der Sommermessung 2000

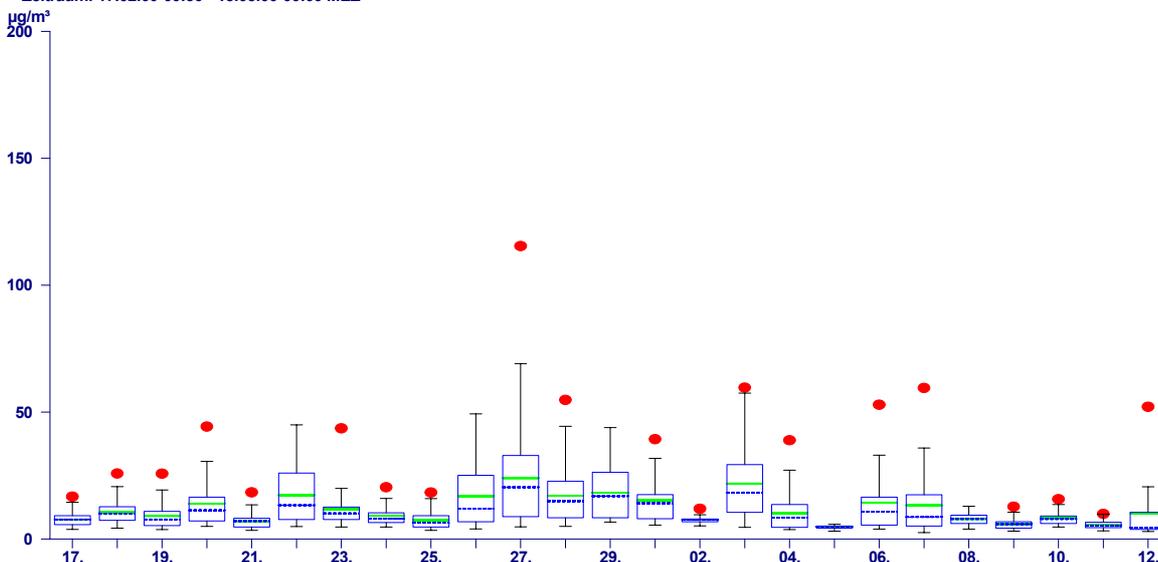


Grenzwerte nach der Steiermärkischen Immissionsgrenzwertverordnung (LGBl. Nr. 5/1987)

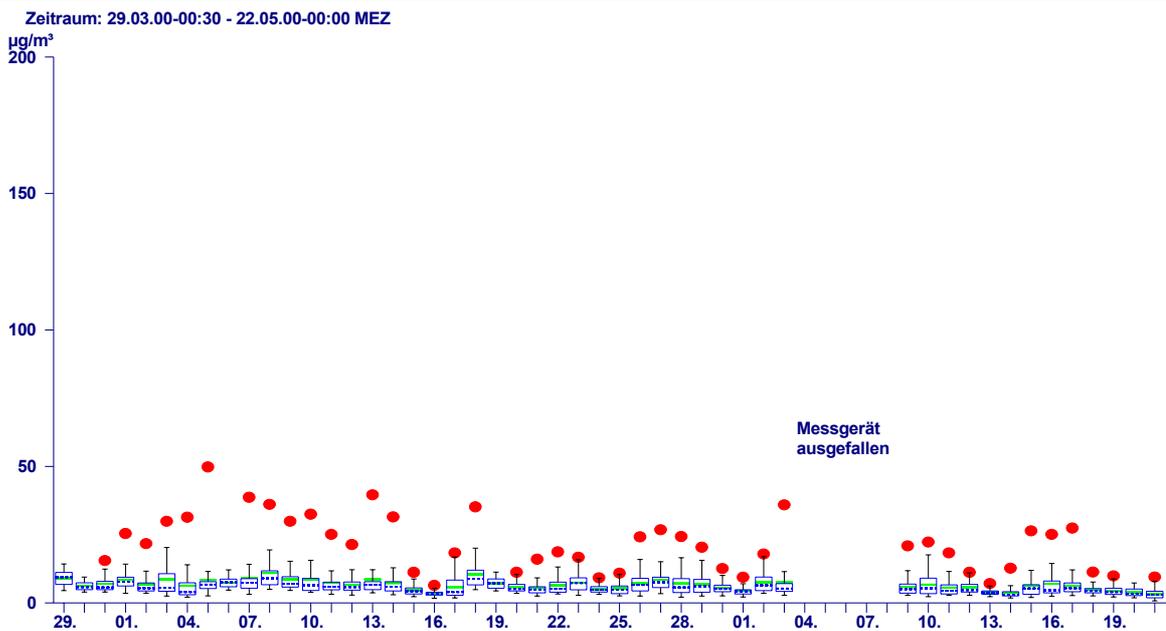
3.4.4. Stickstoffdioxid (NO₂)

17.02.2000 - 12.03.2000	Messergebnisse NO ₂ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte NO ₂ in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	115	0,20 0,20 0,100	LGBL. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	58 % 58 % 115 %
Mtmax	36			
TMWmax	24	0,10 0,050	LGBL. Nr. 5/1987 Kurorterrichtlinie	24 % 48 %
PMW	12			

Zeitraum: 17.02.00-00:30 - 13.03.00-00:00 MEZ



29.03.2000 - 21.05.2000	Messergebnisse NO ₂ in µg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	50	0,20 0,20 0,100	LGBI. Nr. 5/1987 BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	25 % 25 % 50 %
Mtmax	20			
TMWmax	11	0,10 0,050	LGBI. Nr. 5/1987 Kurorterrichtlinie	11 % 22 %
PMW	7			

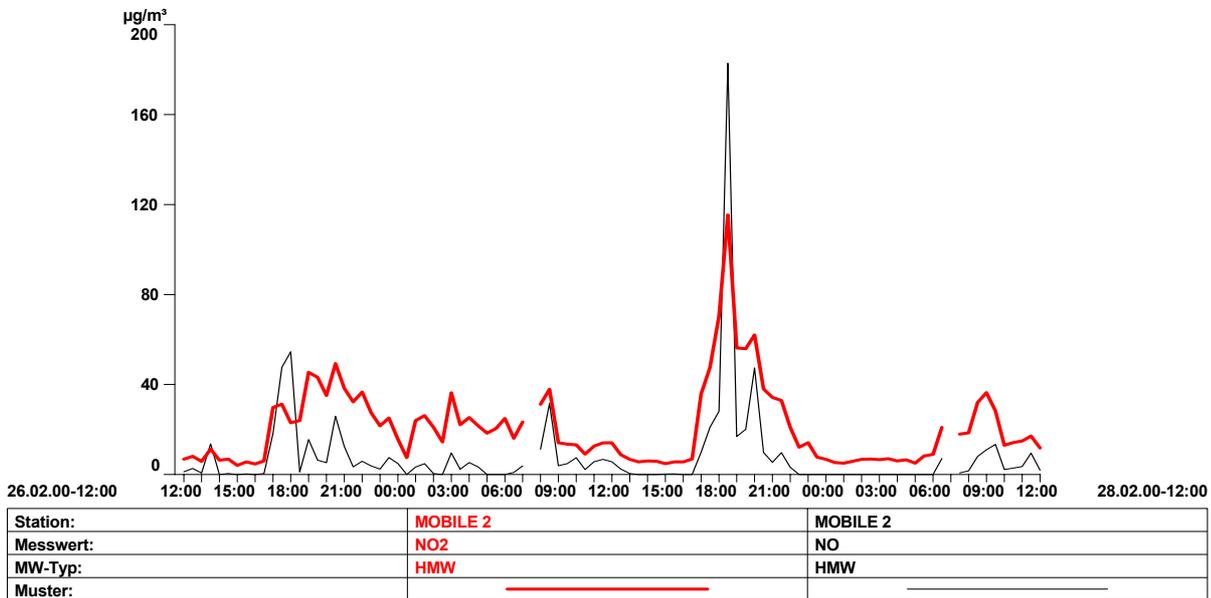


Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff Stickstoffmonoxid erläutert. Immissionsseitig stellt sich im Allgemeinen der Schadstoffgang beim Stickstoffdioxid ähnlich wie beim Stickstoffmonoxid dar.

Bei den NO₂-Konzentrationen wurde während der Sommermessung keine Verletzung gesetzlicher Grenzwerte bzw. der Grenzen der für die vorliegende Fragestellung relevanten „Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ registriert.

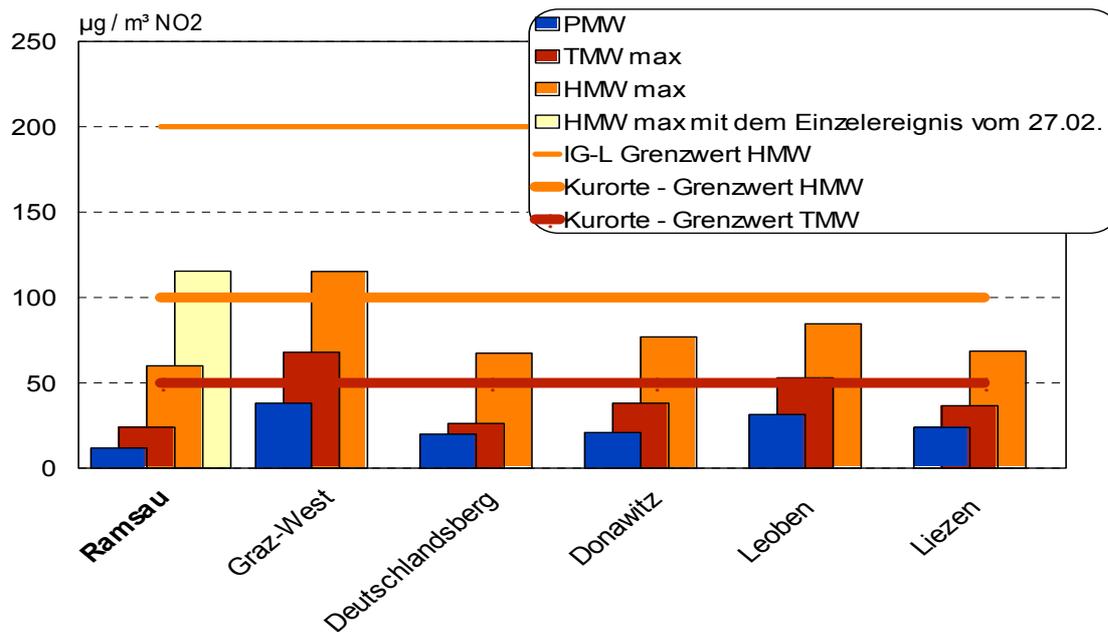
Während der Wintermessung wurden bei einem grundsätzlich höheren Belastungsniveau die Grenzwerte der Steiermärkischen Landesverordnung bzw. des Immissionsschutzgesetzes-Luft ebenfalls nicht erreicht. Der Grenzwert der „Kurorterrichtlinie“ für den maximalen Halbstundenmittelwert für heilklimatische - und Luftkurorte wurde jedoch am 27.02. überschritten. In der nachfolgenden Abbildung ist der Konzentrationsverlauf der Luftschadstoffe NO₂ und NO für diesen Zeitraum dargestellt. Es zeigt sich bei beiden Schadstoffen ein singuläres Ereignis mit markanten

Konzentrationspitzen in den Abendstunden des angesprochenen Tages, das durch erhöhte Emissionen im Nahbereich des Messcontainers im Zuge einer Veranstaltung im Langlaufstadion hervorgerufen wurde.



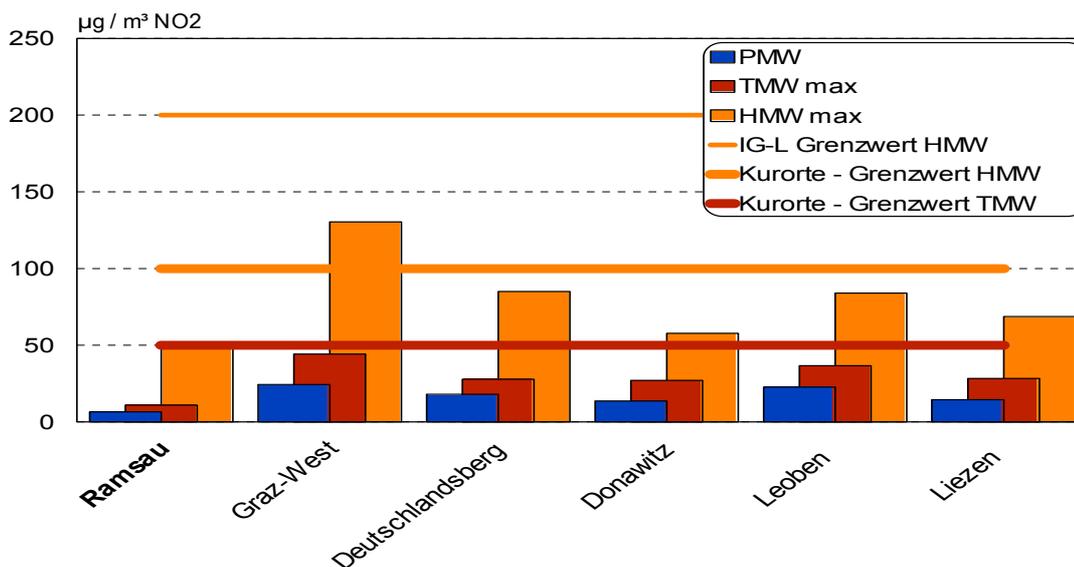
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen wurde eine allgemein unterdurchschnittliche Grundbelastung festgestellt. Auch die Spitzenkonzentrationen liegen im Allgemeinen auf einem unterdurchschnittlichen Niveau. Der hohe Spitzenwert vom 27.02. sollte als lokales Einzelereignis nicht überbewertet werden.

Vergleich der NO₂-Konzentrationen während der Wintermessung 2000



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

Vergleich der NO₂-Konzentrationen während der Sommermessung 2000

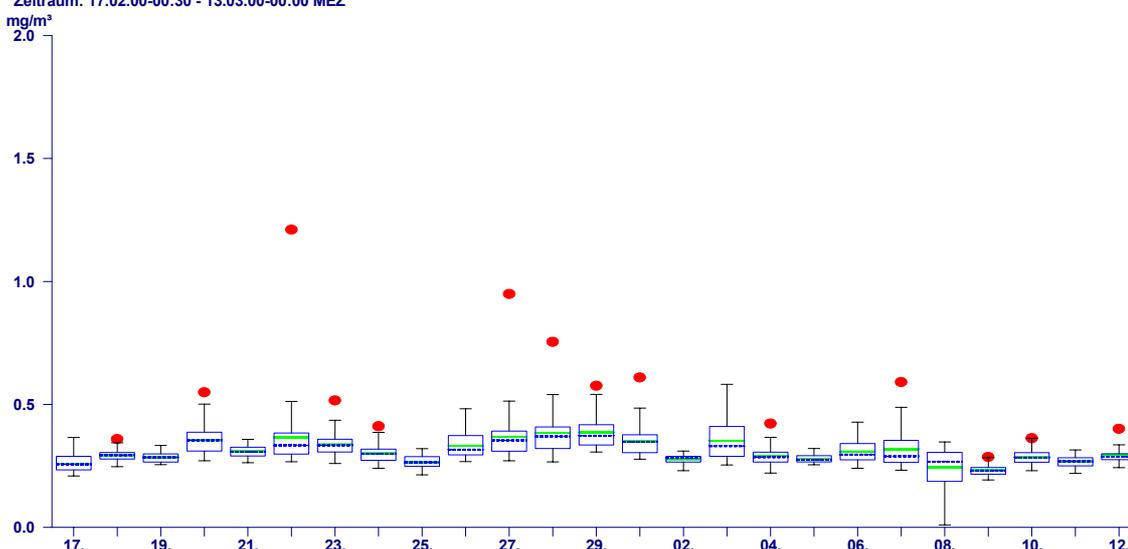


Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

3.4.5. Kohlenmonoxid (CO)

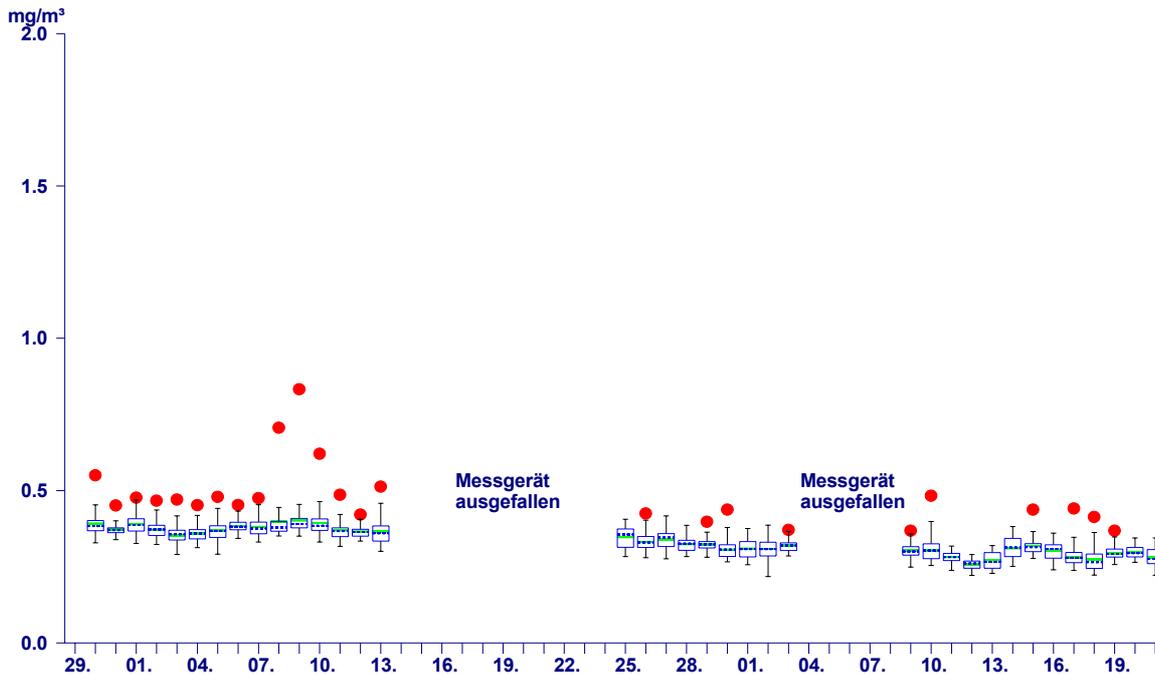
17.02.2000 - 12.03.2000	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	1,211	20	LGBl. Nr. 5/1987	6 %
Mtmax	0,486			
MW8max	0,463	10 5	BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterichtlinie	5 % 9 %
TMWmax	0,386	7	LGBl. Nr. 5/1987	6 %
PMW	0,309			

Zeitraum: 17.02.00-00:30 - 13.03.00-00:00 MEZ



29.03.2000 - 21.05.2000	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,832	20	LGBL. Nr. 5/1987	4 %
Mtmax	0,441			
MW8max	0,452	10 5	BGBL. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	5 % 9 %
TMWmax	0,403	7	LGBL. Nr. 5/1987	6 %
PMW	0,332			

Zeitraum: 29.03.00-00:30 - 22.05.00-00:00 MEZ

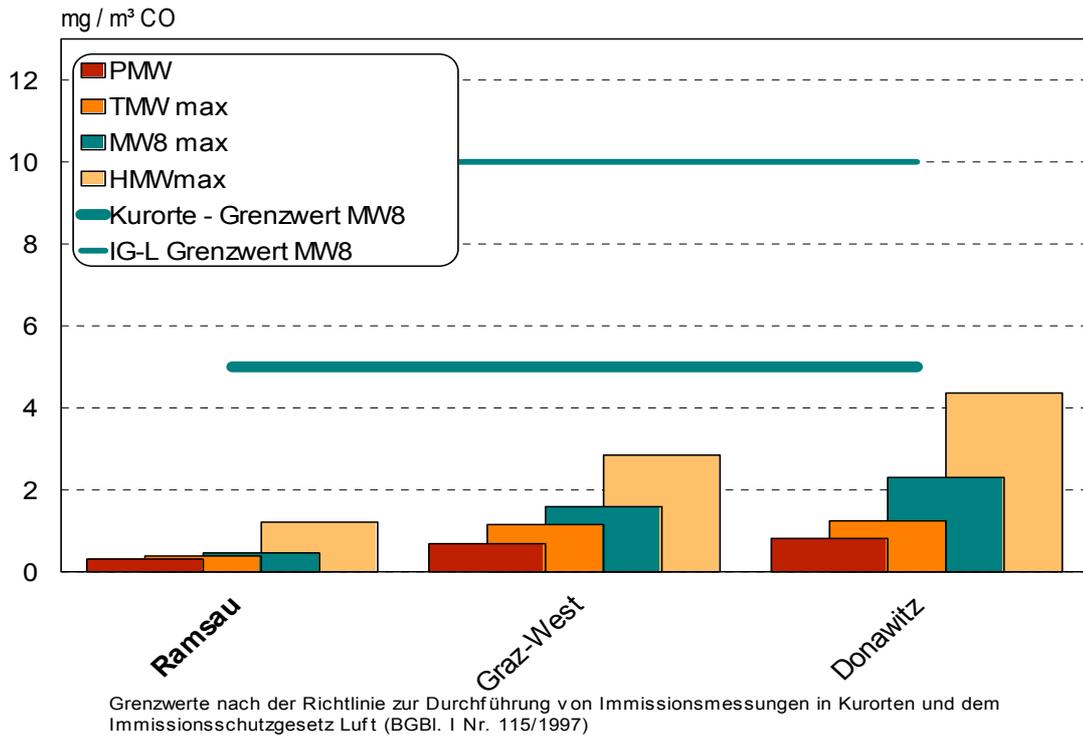


Auch beim Kohlenmonoxid gilt der Kfz-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern jedoch im Allgemeinen stärker ab als bei den Stickstoffoxiden.

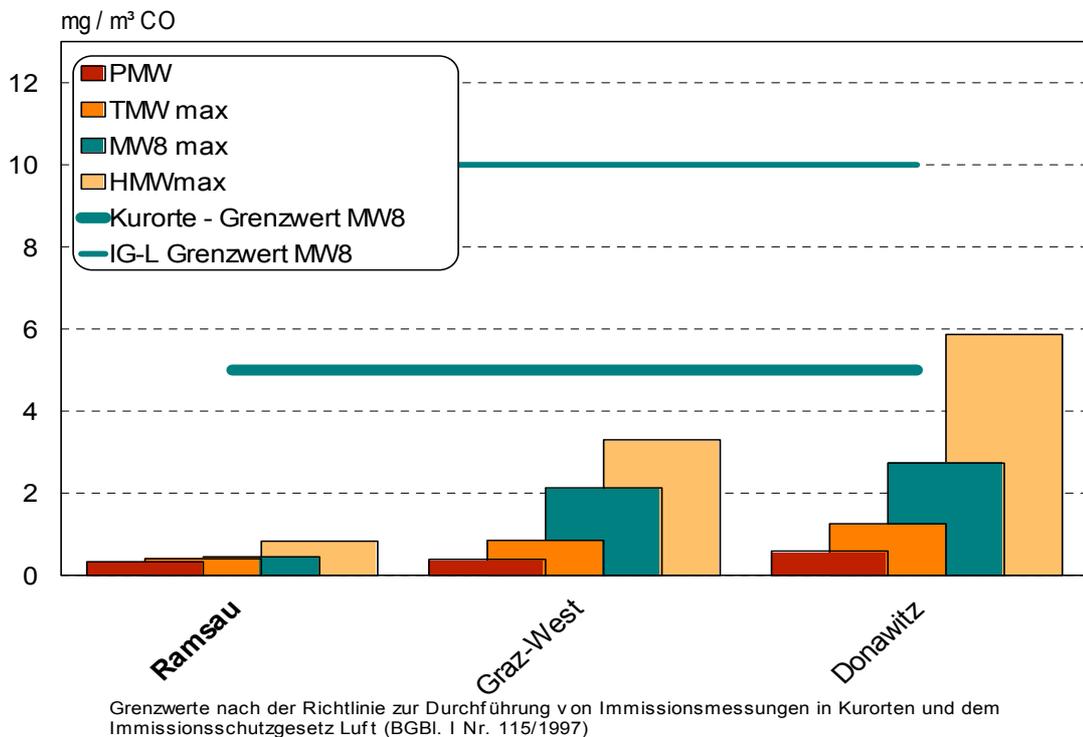
Die registrierten Konzentrationen blieben während beider Messungen deutlich unter den gesetzlichen Immissionsgrenzwerten sowohl der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBL. Nr. 5/1987) und des Immissionsschutzgesetzes-Luft (BGBL. I Nr. 115/1997) als auch der Richtlinie für Immissionsmessungen in Kurorten.

Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden in der Steiermark nur an einigen neuralgischen Punkten sowie durch die beiden mobilen Messstationen erhoben. Im Vergleich mit den Fixmessstellen in Graz und Leoben-Donawitz sind die Belastungen erwartungsgemäß als deutlich unterdurchschnittlich einzustufen.

Vergleich der CO-Konzentrationen während der Wintermessung 2000

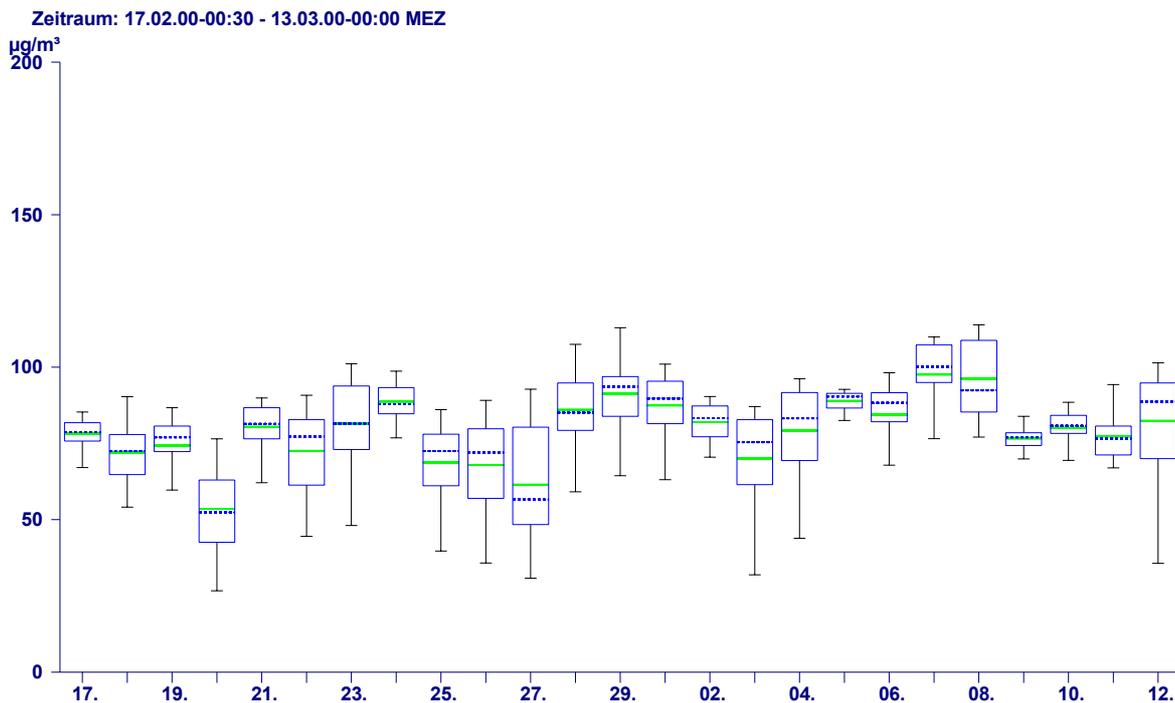


Vergleich der CO-Konzentrationen während der Sommermessung 2000

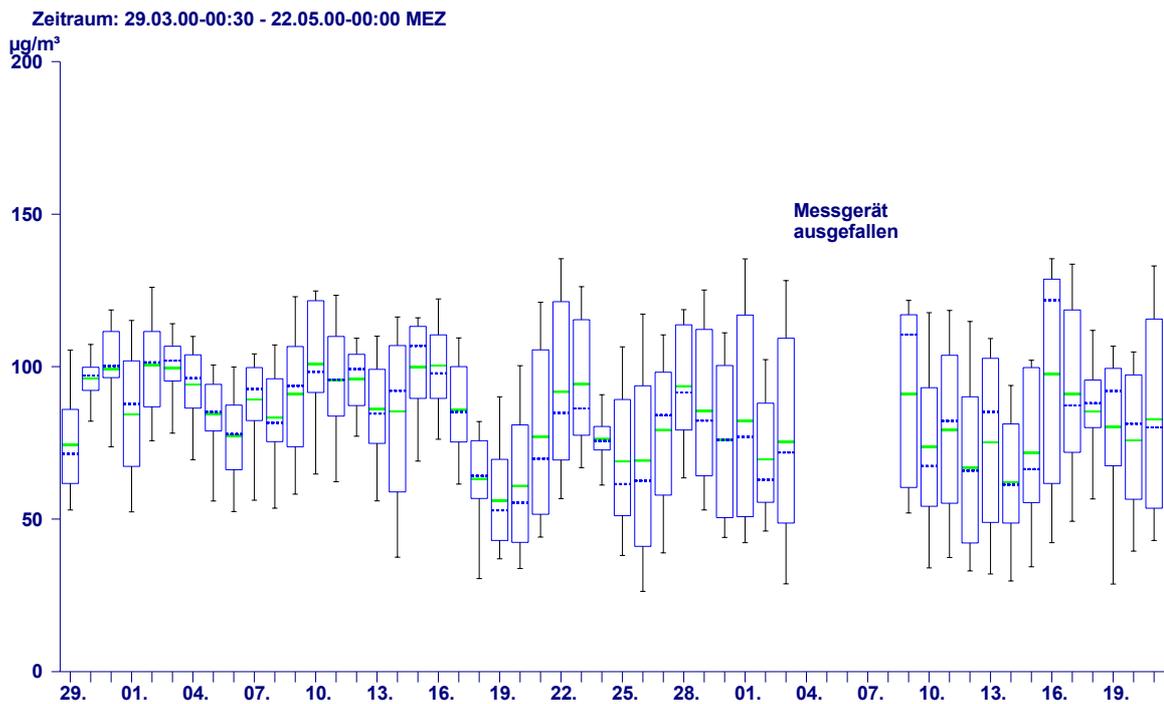


3.4.6. Ozon (O₃)

17.02.2000 - 12.03.2000	Messergebnisse O ₃ in µg/m ³	Grenzwerte O ₃ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	114	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	95 %
Mtmax	95			
MW8max	110	0,110	BGBl. I Nr. 115/1997	100%
TMWmax	98			
PMW	79			



29.03.2000 - 21.05.2000	Messergebnisse O ₃ in µg/m ³	Grenzwerte O ₃ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	135	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	113 %
Mtmax	113			
MW8max	129	0,110	BGBl. I Nr. 115/1997	117 %
TMWmax	101			
PMW	83			



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 (Stickstoffoxiden, Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe) zu, auf deren Emittenten bereits hingewiesen wurde. Für das Entstehen von Ozon in der Außenluft sind dabei die luftchemischen Umwandlungsbedingungen entscheidend:

In den Siedlungsgebieten beginnt in den Vormittagsstunden bei entsprechender UV-Strahlung durch das Sonnenlicht und mit zunehmender Lufttemperatur Stickstoffmonoxid (NO) mit dem Luftsauerstoff (O₂) Stickstoffdioxid (NO₂) zu bilden. Dabei bleibt ein Sauerstoffradikal (O*) übrig. Dieses bindet sich in der Folge mit dem Luftsauerstoff (O₂) zu Ozon (O₃).



In den Nachmittagsstunden kommt es durch nachlassende Sonneneinstrahlung und Abnahme der Temperatur dann zu einem Wiederabbau des Ozons, der sich nach Sonnenuntergang noch verstärkt. Das Stickstoffmonoxid reagiert mit dem Ozon zu Stickstoffdioxid (NO + O₃ = NO₂ + O₂).

Die erwähnten siedlungsnahen Talregionen mit höherer Grundbelastung an Ozonvorläufersubstanzen weisen daher einen typischen Tagesgang der Ozonbelastung auf: Signifikant ist das Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden (vor

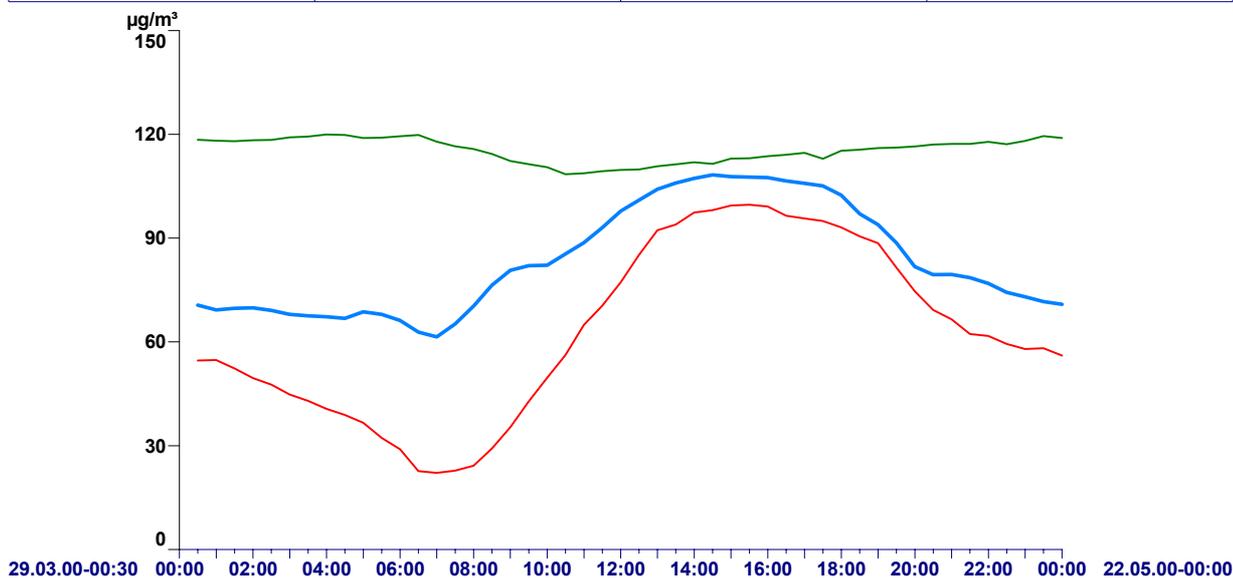
Sonnenaufgang), ein rasches Ansteigen der Konzentrationen in den Vormittagsstunden, die dann ihr Maximum zu Mittag und am frühen Nachmittag erreichen. Der Rückgang setzt am späten Nachmittag ein und verstärkt sich mit dem Sonnenuntergang.

In weiterer Folge ist der Ozontagesgang aber auch stark von der Höhenlage sowie von der Nähe zu Ballungszentren abhängig. Mit zunehmender Seehöhe und Entfernung zu größeren Siedlungszentren glättet sich der signifikante Tagesgang. Bei durchaus vergleichbaren Maximalkonzentrationen verschwindet die Phase der nächtlichen Ozonabsenkung und die Ozonkonzentrationen bleiben gleichmäßig hoch.

Die folgende Abbildung dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort in Ramsau am Dachstein mit den Stationen Liezen und Hochwurz für die zweite Messperiode vom 29. 03. bis 21. 05. 2000.

Mittlerer Ozontagesgang in der Ramsau und benachbarten steirischen Stationen

Station:	MOBILE 2	Liezen	Hochwurz
Messwert:	O3	O3	O3
MW-Typ:	MITT_TAG	MITT_TAG	MITT_TAG
Muster:			



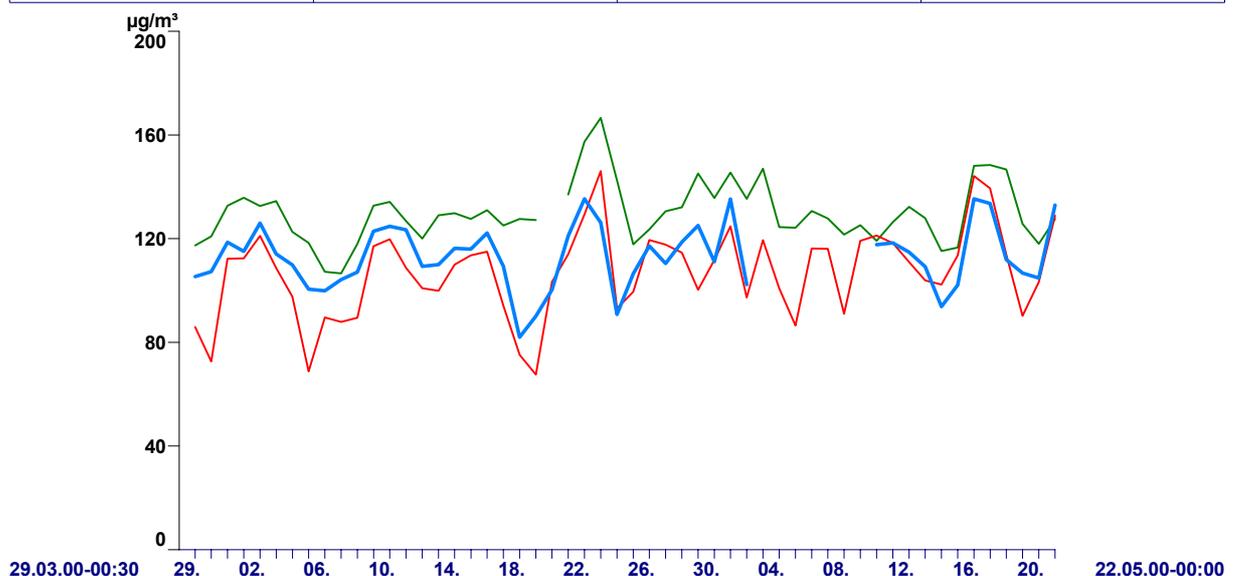
Die Talstation in Liezen weist einen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsmaximum am Nachmittag auf. Wie an den Tagesgängen der Stationen Ramsau am Dachstein und Hochwurz erkennbar wird, verflacht mit zunehmender Höhenlage der Station die Tagesschwankung bei einer gleichzeitig höheren Dauerbelastung.

Eine weitere Eigenheit der Ozonimmissionen liegt darin, dass die Konzentrationsgrößen über große Gebiete relativ homogen in den Spitzenbelastungen nachweisbar sind. Das gesamte österreichische Bundesgebiet wurde daher im Ozongesetz (1992) in 8 Ozon-Überwachungsgebiete mit annähernd einheitlicher Ozonbelastung eingeteilt. Der Standort Ramsau liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 4 "Pinzgau, Pongau und Steiermark nördlich der Niederen Tauern".

Die nachstehende Abbildung für die höher belastete Sommermessperiode zeigt, dass sich die täglichen Ozonspitzen am Standort in Ramsau am Dachstein im Allgemeinen zwischen den Spitzenkonzentrationen der Talstation Liezen und der Höhenstation Hochwurzen bewegen.

Tägliche Ozonspitzenkonzentrationen in der Ramsau und benachbarten steirischen Stationen

Station:	MOBILE 2	Liezen	Hochwurz
Messwert:	O3	O3	O3
MW-Typ:	HMW_MAX	HMW_MAX	HMW_MAX
Muster:			

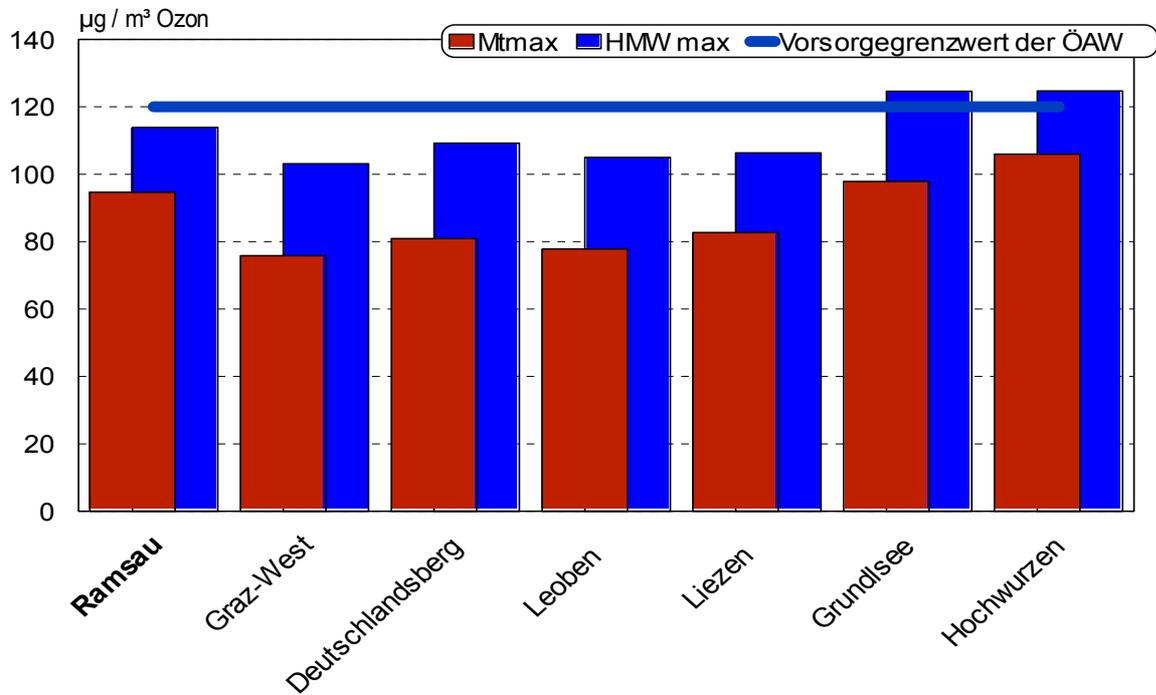


Der Verlauf der Ozonkonzentrationen während der Messperioden zeigt die zu erwartende Übereinstimmung mit dem Witterungsverlauf. Hohe Werte wurden bei Hochdruck- und gradientschwachen Lagen registriert, wobei während der Sommermessperiode der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie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

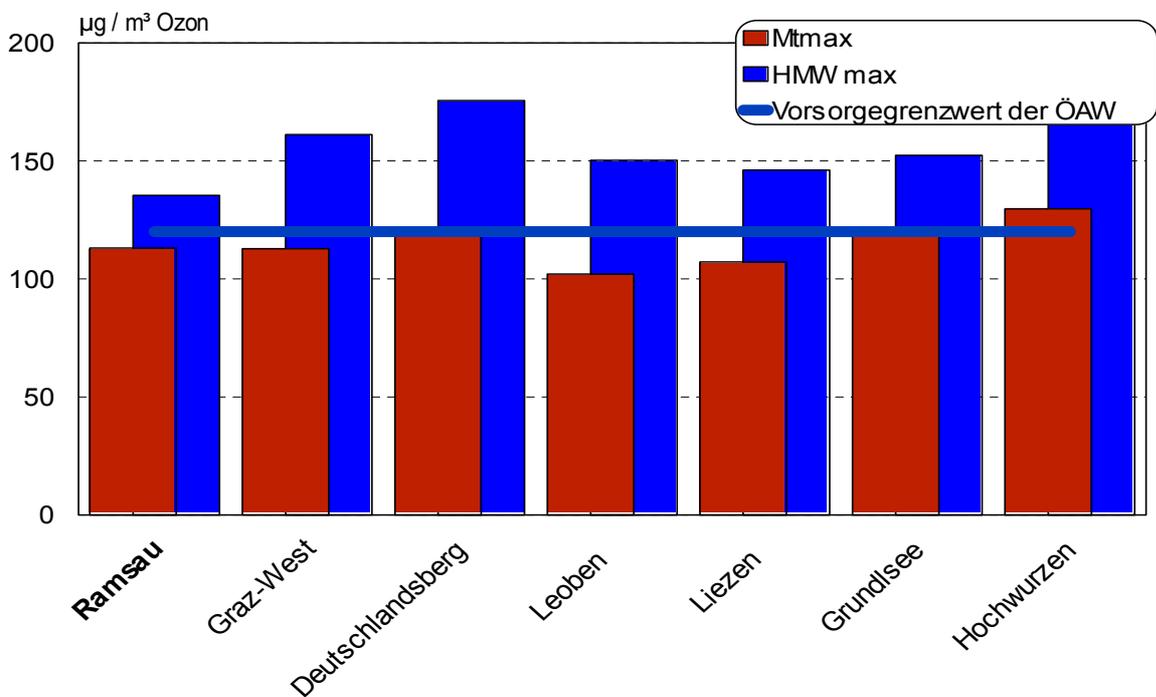
Ein steiermarkweiter Vergleich der Ozonkonzentrationen ergibt für die Wintermessperiode aufgrund der relativen Höhenlage ein leicht überdurchschnittliches

Belastungsniveau, während im Frühjahr durchschnittliche, bei den Spitzenbelastungen sogar leicht unterdurchschnittliche Konzentrationen erhoben wurden.

Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Wintermessung 2000



Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Sommermessung 2000



3.5. Luftbelastungsindex

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

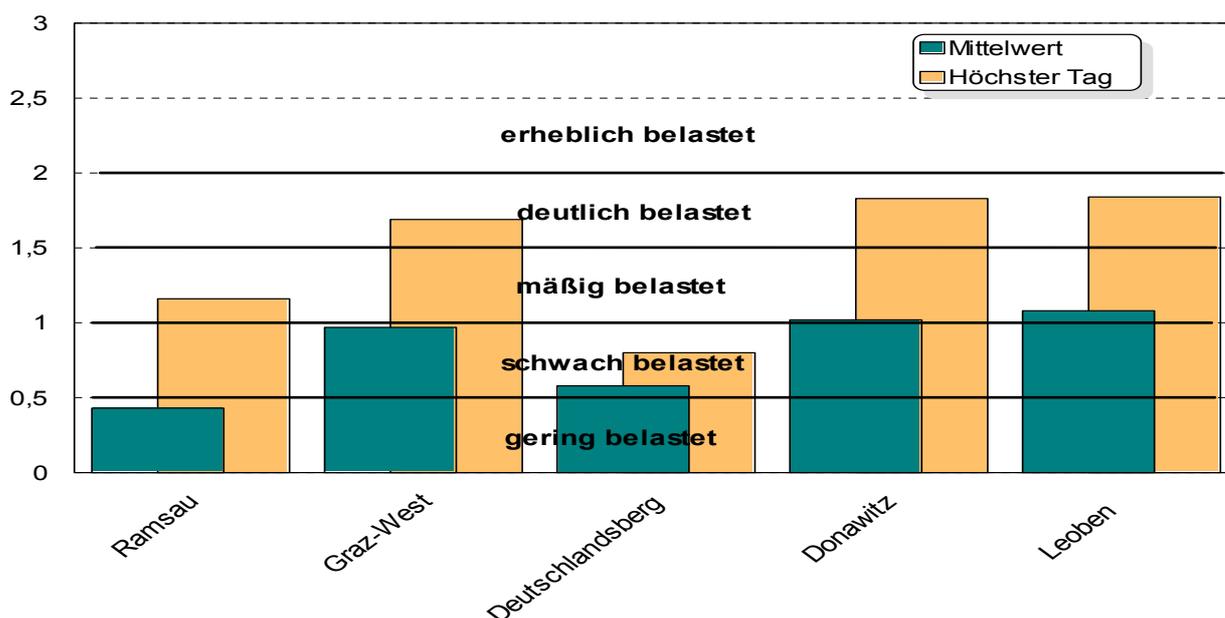
Angelehnt an die von J. Baumüller (VDI-Kommission Luftreinhaltung 1988, S. 223 ff) vorgeschlagene Berechnungsmethode wurden die Tagesmittelwerte und maximalen Halbstundenmittelwerte der Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Schwebstaub in Verhältnis zum jeweiligen Grenzwert des Immissionsschutzgesetzes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

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

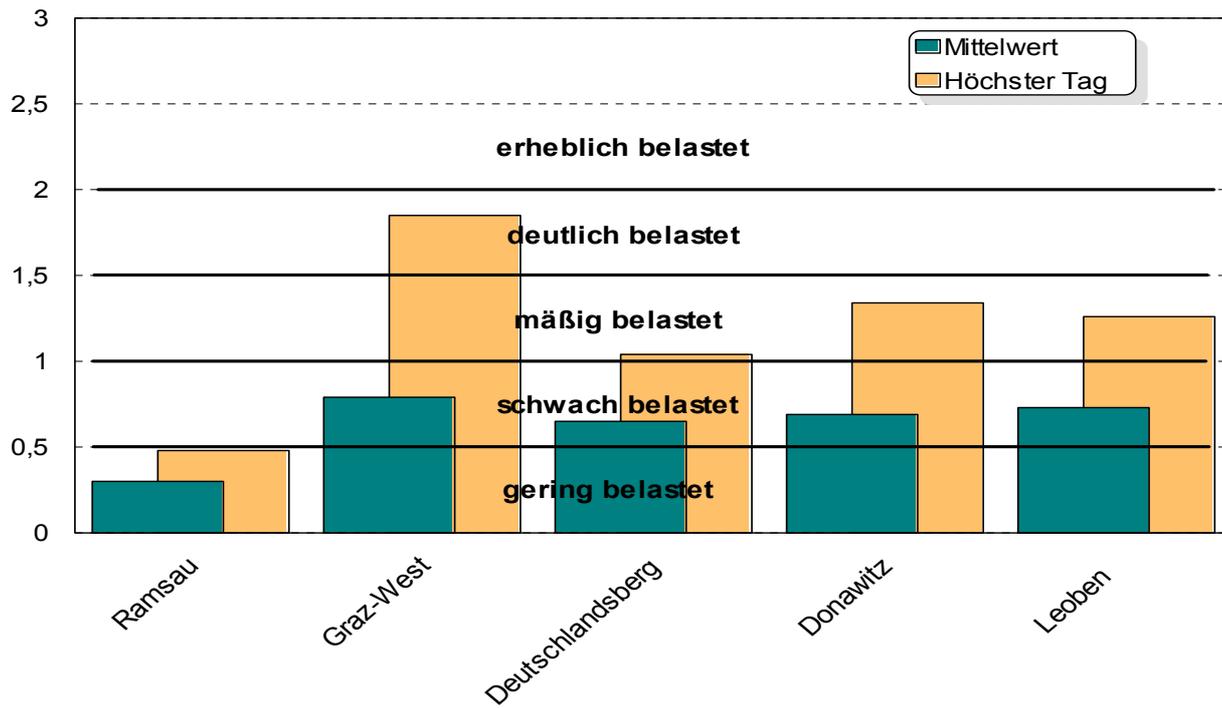
Demnach wiesen die lufthygienischen Verhältnisse in Ramsau während der Wintermessperiode im Mittel unterdurchschnittliche Belastungen auf, der am höchsten belastete Tag (27.02.2000) erreichte jedoch infolge der kurzfristig höheren Stickstoffoxidemissionen im Zuge einer Veranstaltung im Nahbereich des Messstandortes einen leicht überdurchschnittlichen Wert. Die Gewichtung dieses Ereignisses wurde bereits diskutiert.

In der Sommermessperiode blieben sowohl der höchstbelastete Tag als auch das Messperiodenmittel deutlich unter den Indexwerten anderer steirischer Messtellen.

Luftbelastungsindex während der Wintermessung 2000



Luftbelastungsindex während der Sommermessung 2000



4. Integrale Messungen

4.1. Vorbemerkung

Ergänzend zu den mobilen Immissionsmessungen wurde in Ramsau am Dachstein auch ein integrales Messnetz betrieben. Integrale Messungen sind in der Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ für die flächenhafte Interpretation der Immissionsbelastung vorgeschrieben. Auch hier wurde die Beurteilung der Immissionssituation nach Grenzwerten vorgenommen, die in dieser Richtlinie festgelegt sind.

4.2. Das Messnetz

Der integrale Messpunkt Ra 4 im Ramsauer Ortszentrum



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

Bei den Auswertungen der Ergebnisse der bereits in der Einleitung beschriebenen 6 Messpunkte wurden die 13 Messperioden folgendermaßen zusammengefasst:

Sommersaison:	16.05.2000 - 04.10.2000 (1. - 5. Messperiode)
	21.03.2001 - 17.05.2001 (6. - 11. Messperiode)
Wintersaison:	04.10.2000 - 21.03.2001 (12. und 13. Messperiode)

4.3. Messmethodik

4.3.1. Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren

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

Die Staubbmessung erfolgt nach dem "Bergerhoff-Verfahren". Dabei wird ein oben offenes Kunststoffgefäß auf einem etwa 1,5 m hohen Ständer angebracht. Der sich absetzende Staub und der Niederschlag (Regenwasser, Schnee) werden in diesem Gefäß über eine Dauer von 28 Tagen gesammelt. Danach werden der Staubb- und der Niederschlag in einer gewogenen Schale zur Trockene eingedampft und als Gesamtstaubb- und Niederschlag gewogen. Das Ergebnis wird auf einen Tag und 1 m² Fläche bezogen.

4.3.2. Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit Badge-Sammlern

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

Das Prinzip der verwendeten Badge-Sammler beruht auf einer Diffusion von SO₂, NO₂, HCl und HNO₃, also von sauren Gasen, zu einem absorbierenden Medium (häufig wird Triethanolamin verwendet). Die Menge des absorbierten Schadstoffes ist proportional zur Umgebungskonzentration an der Messstelle. Nach Beendigung der Messung werden die zu untersuchenden Substanzen extrahiert und anschließend ionenchromatographisch bestimmt und quantifiziert.

Die verwendeten Badge-Sammler bestehen aus einem Plastikzylinder mit einem Durchmesser von 4 cm und einer Höhe von 1 cm, versehen mit einer Aufhängevorrichtung. Die Rückseite ist fest verschlossen, während sich auf der Vorderseite eine entfernbare Schutzkappe befindet. Im Inneren ist ein Stahlnetz befestigt, das mit dem absorbierenden Medium imprägniert ist und durch eine Membran vor Verschmutzungen geschützt ist.

Zu Beginn der Messung wird die Schutzkappe entfernt und der Sammler exponiert. Am Ende der Messung wird der Sammler wieder verschlossen und kann bis zur Aufarbeitung kühl gelagert werden. Exponiert werden die Sammler auf ca. 1,5 m hohen Stangen. Vor Witterungseinflüssen werden sie durch Glocken geschützt. Die Expositionszeit beträgt ca. vier Wochen.

Da die Menge der absorbierten Probe durch Diffusion an das Absorptionsmittel gelangt, kann über die Diffusionsgleichung der Mittelwert der Konzentration über die Messdauer bestimmt werden. Die erhaltenen Werte haben die gleiche Dimension (mg/m³) wie jene, die von kontinuierlichen Messstationen erhalten werden, stellen jedoch integrale Werte dar und können somit nicht zur Beschreibung kurzzeitiger Spitzen herangezogen werden. Der Sinn liegt in der flächenhaften Abschätzung der Immissionssituation und in der Bestimmung längerfristiger Trends.

4.4. Beurteilungsgrundlagen

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

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

	Heilklimatische und Luftkurorte		Bäderkurorte
Schwefeldioxidkonzentration	HMW	100 µg /m ³	200 µg /m ³
	TMW	50 µg /m ³	100 µg /m ³
Stickstoffdioxidkonzentration	HMW	100 µg /m ³	200 µg /m ³
	TMW	50 µg /m ³	100 µg /m ³
Gesamtstaubdeposition	JMW	165 mg/m ² .d	165 mg/m ² .d

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

Nach den vorliegenden Erfahrungen und den Ergebnissen vergleichender Untersuchungen zwischen kontinuierlich registrierenden und integralen Messverfahren in steirischen Messnetzen kann sowohl für Stickstoffdioxid als auch für Schwefeldioxid bei Einhaltung eines **Messperiodenmittelwertes von 25 µg/m³** als Erfahrungs-Richtwert auch die Erfüllung der Kriterien für **heilklimatische- und Luftkurorte** der „Kurorterichtlinie“ angenommen werden.

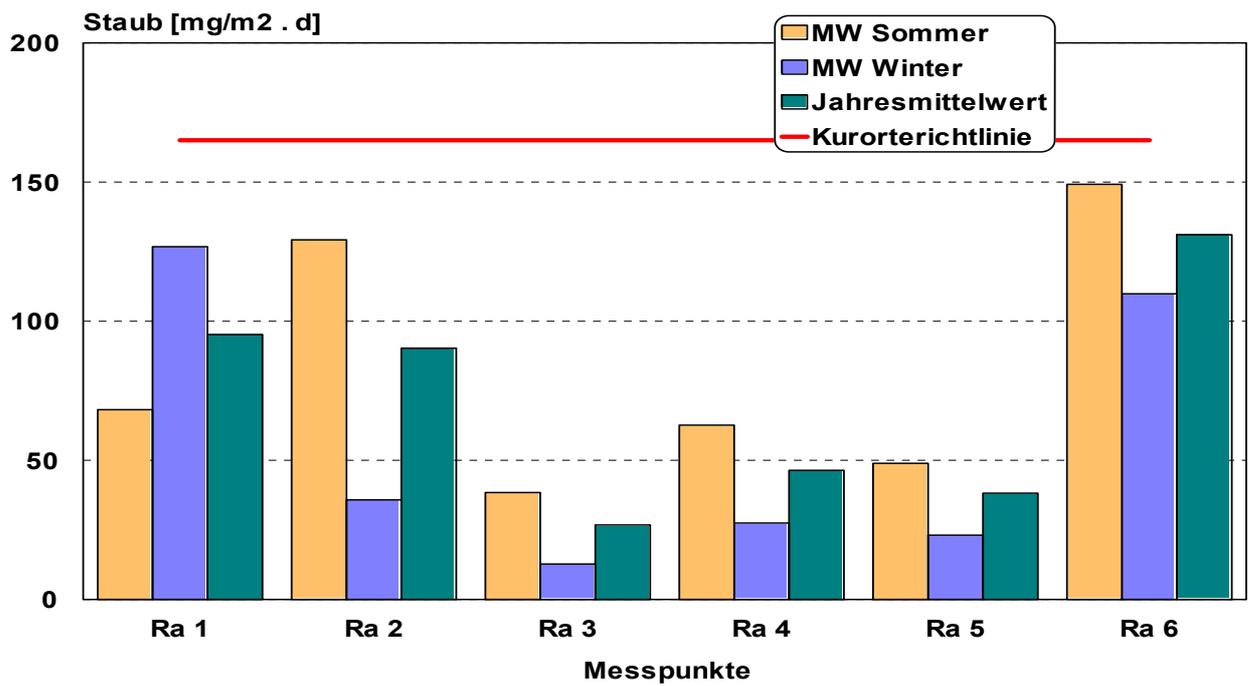
4.5. Darstellung der Messergebnisse

4.5.1. Gesamtstaubdeposition

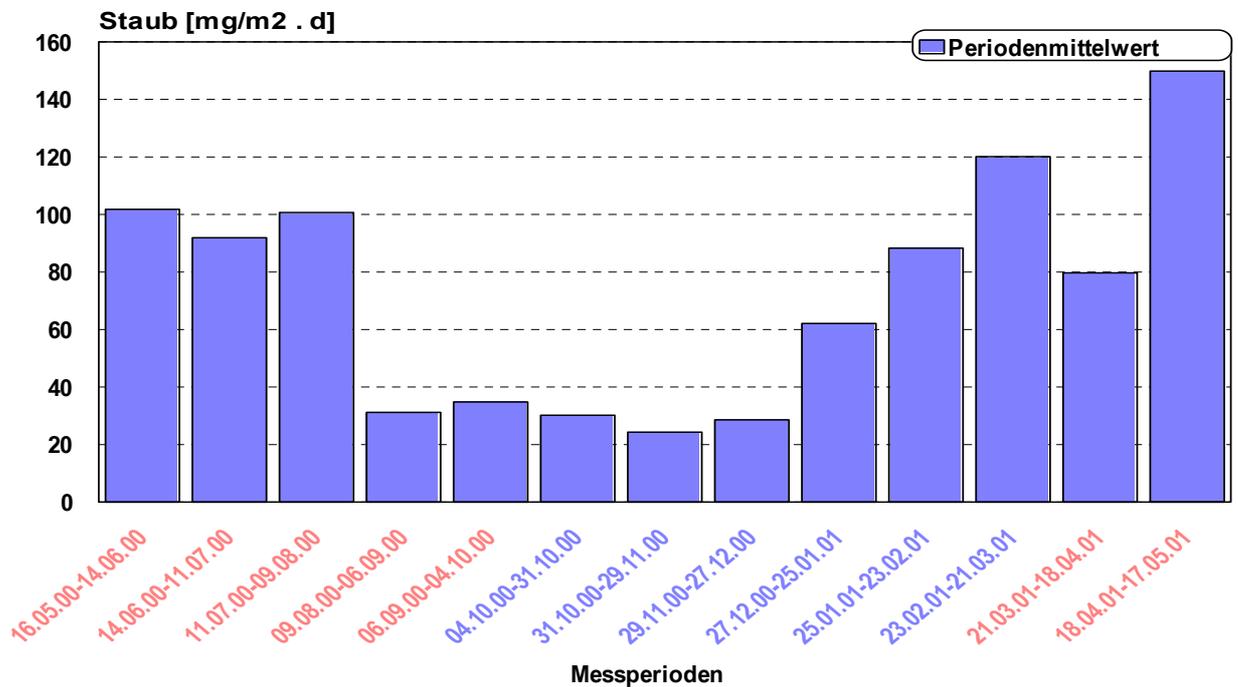
Zeitverlauf der Staubdeposition (in mg/m² . d)

Messperioden	RA 1	RA 2	RA 3	RA 4	RA 5	RA 6	Periodenmittelwert
16.05.00-14.06.00	91,7	219,3	46,9	101,7	57,6	93,5	101,8
14.06.00-11.07.00	71,8	87,1	38,2	57,3	73,7	223,4	91,9
11.07.00-09.08.00	46,6	209,0	-	17,8	34,1	196,2	100,7
09.08.00-06.09.00	38,7	17,3	14,4	24,7	33,9	58,2	31,2
06.09.00-04.10.00	31,3	23,9	16,2	29,8	34,6	72,9	34,8
04.10.00-31.10.00	45,4	18,7	13,0	26,3	-	47,3	30,2
31.10.00-29.11.00	34,5	4,3	2,8	11,0	32,3	60,8	24,3
29.11.00-27.12.00	67,0	-	8,5	8,8	5,2	53,8	28,6
27.12.00-25.01.01	170,3	47,3	23,8	36,6	19,9	74,7	62,1
25.01.01-23.02.01	188,1	26,3	15,6	42,7	15,6	241,4	88,3
23.02.01-21.03.01	255,4	82,5	-	39,3	42,4	181,2	120,1
21.03.01-18.04.01	85,8	40,1	28,7	84,3	44,9	194,0	79,7
18.04.01-17.05.01	111,6	307,9	86,4	123,0	64,0	206,2	149,8
Messpunktmittelwert	95,2	90,3	26,8	46,4	38,2	131,0	

Jahresmittelwert in Relation zum Grenzwert der „Kurorterrichtlinie“



Jahresgang der Staubbelastung

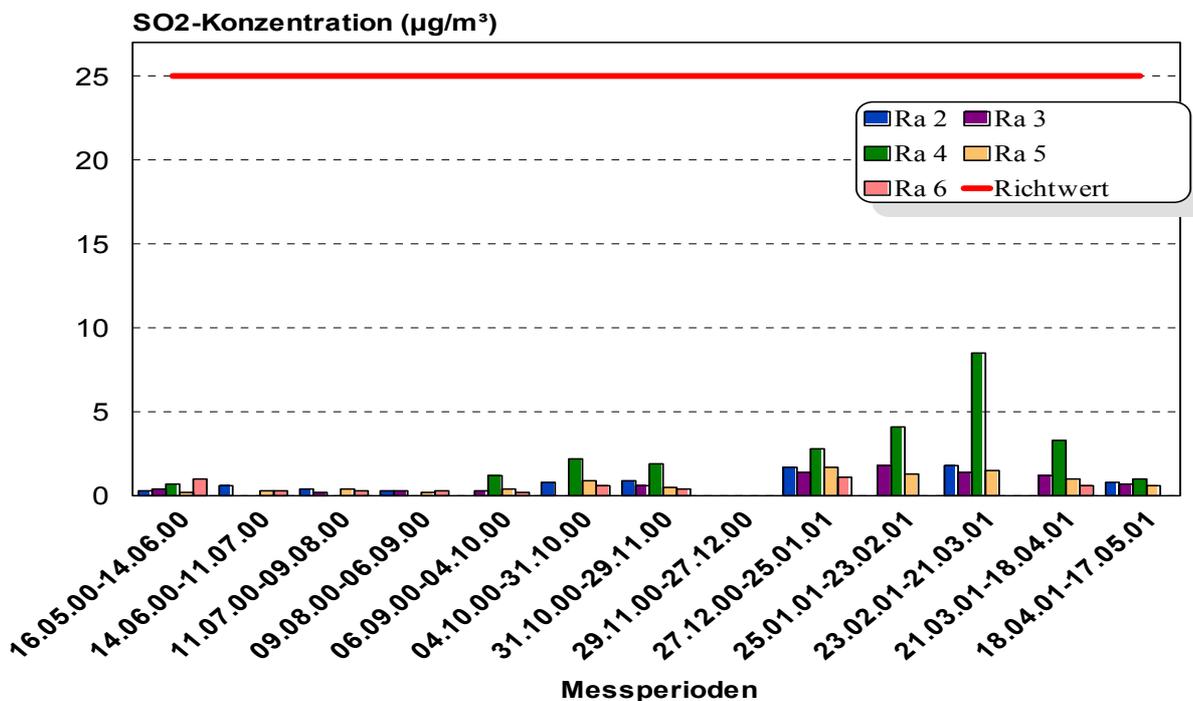


4.5.2. Konzentrationsmessungen

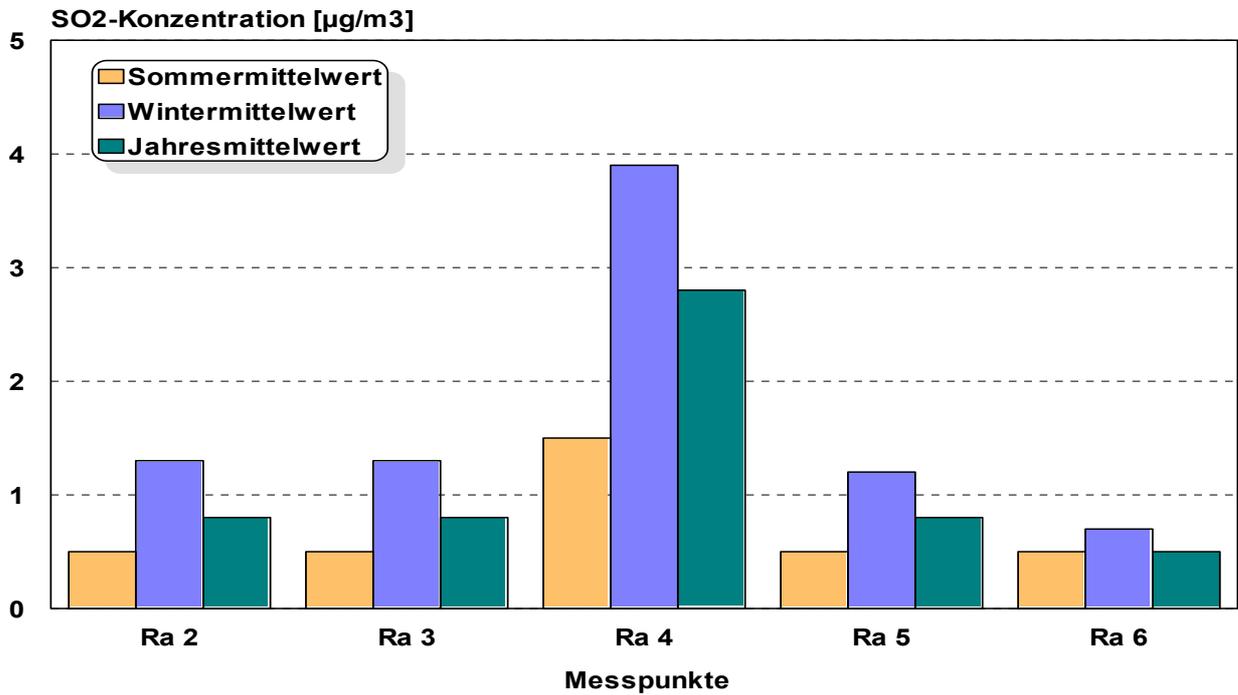
Zeitverlauf der Schwefeldioxid-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

SO ₂	RA 2	RA 3	RA 4	RA 5	RA 6	Perioden- mittelwert
16.05.00-14.06.00	0,3	0,4	0,7	0,2	1,0	0,5
14.06.00-11.07.00	0,6	-	-	0,3	0,3	0,4
11.07.00-09.08.00	0,4	0,2	-	0,4	0,3	0,3
09.08.00-06.09.00	0,3	0,3	-	0,2	0,3	0,3
06.09.00-04.10.00	-	0,3	1,2	0,4	0,2	0,5
04.10.00-31.10.00	0,8	-	2,2	0,9	0,6	1,1
31.10.00-29.11.00	0,9	0,6	1,9	0,5	0,4	0,9
29.11.00-27.12.00	-	-	-	-	-	-
27.12.00-25.01.01	1,7	1,4	2,8	1,7	1,1	1,7
25.01.01-23.02.01		1,8	4,1	1,3	-	2,4
23.02.01-21.03.01	1,8	1,4	8,5	1,5	-	3,3
21.03.01-18.04.01	-	1,2	3,3	1,0	0,6	1,5
18.04.01-17.05.01	0,8	0,7	1,0	0,6	-	0,8
Messpunkt- mittelwert	0,8	0,8	2,8	0,8	0,5	

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



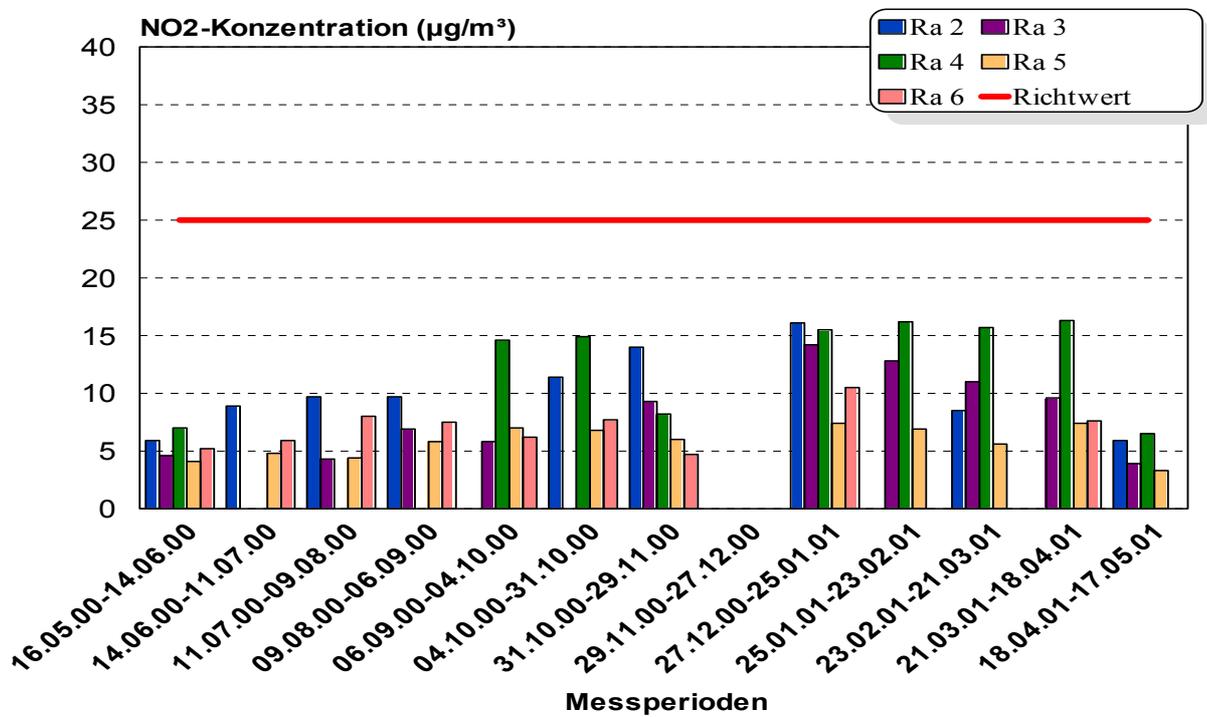
Mittlere SO₂-Konzentration (in µg/m³)



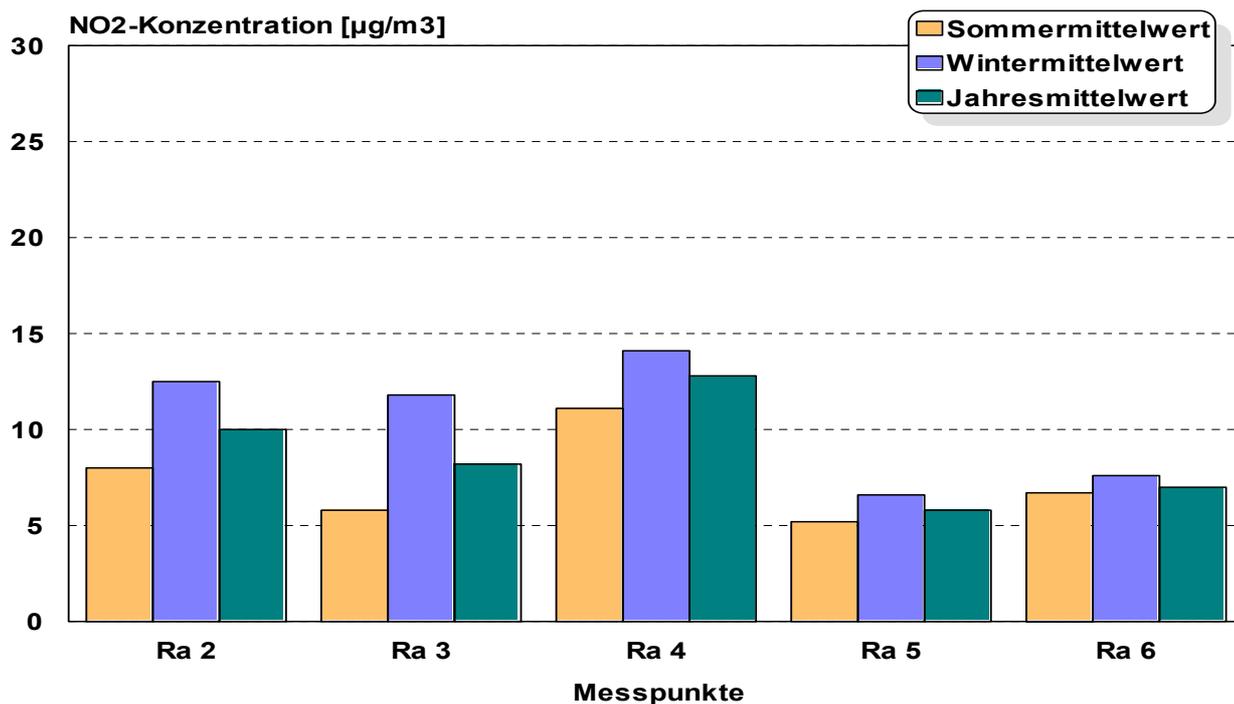
Zeitverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in µg/m³)

NO ₂	RA 2	RA 3	RA 4	RA 5	RA 6	Perioden- mittelwert
16.05.00-14.06.00	5,9	4,6	7,0	4,1	5,2	5,3
14.06.00-11.07.00	8,9	-	-	4,8	5,9	6,5
11.07.00-09.08.00	9,7	4,3	-	4,4	8,0	6,6
09.08.00-06.09.00	9,7	6,9	-	5,8	7,5	7,5
06.09.00-04.10.00	-	5,8	14,6	7,0	6,2	8,4
04.10.00-31.10.00	11,4	-	14,9	6,8	7,7	10,2
31.10.00-29.11.00	14,0	9,3	8,2	6,0	4,7	8,4
29.11.00-27.12.00	-	-	-	-	-	-
27.12.00-25.01.01	16,1	14,2	15,5	7,4	10,5	12,8
25.01.01-23.02.01	-	12,8	16,2	6,9	-	12,0
23.02.01-21.03.01	8,5	11,0	15,7	5,6	-	10,2
21.03.01-18.04.01	-	9,6	16,3	7,4	7,6	10,2
18.04.01-17.05.01	5,9	3,9	6,5	3,3	-	4,9
Messpunktmittelwert	10,0	8,2	12,8	5,8	7,0	

NO₂-Konzentration in Relation zum Erfahrungs-Richtwert für die Einhaltung der Kurortrichtlinie (Messperiodenmittelwerte in µg/m³) für die Messpunkte Ra 2 bis Ra 6



Mittlere NO₂-Konzentration (in µg/m³)



4.6. Zusammenfassende Beurteilung

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

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

Der Jahresgang der **Gesamtstaubbelastung** zeigte, dass die Staubdeposition an fast allen Messpunkten im Frühjahr (Vegetationseinflüsse - Blütezeit) höher war als in den Herbst- und speziell in den Wintermonaten. Lediglich am Messpunkt RA 1 (Stierer Kreuzung) ist ein ausgeprägtes Wintermaximum festzustellen, das mit temporär erhöhten Staubemissionen des Straßenverkehrs (Streusplitt, Salz) zusammenhängen dürfte. Die Staubimmissionen lagen im Jahresdurchschnitt im Bereich zwischen 26,8 und 131,0 mg/m².d, wobei der höchste Jahresmittelwert am Messpunkt RA 6 (Ramsau-Vorberg) registriert wurde. Die Jahresmittelwerte blieben an allen Messpunkten unter dem in der Kurorterichtlinie vorgeschriebenen Grenzwert von 165 mg/m².d.

Die **Konzentrationsmessungen** von **Schwefeldioxid** und **Stickstoffdioxid** ergaben erwartungsgemäß während der Wintermonate höhere Konzentrationen als im Sommer. Dies ist aufgrund der immissionsklimatischen Ungunst des Winterhalbjahres - verstärkte Inversionsbereitschaft und dementsprechend schlechtere Ausbreitungsbedingungen - und der v.a. heizungsbedingt erhöhten Emissionen aber zu erwarten. Der in den Beurteilungsgrundlagen angegebene Richtwert von 25 µg/m³ über eine Messperiode wurde sowohl beim Schadstoff **Schwefeldioxid** als auch beim **Stickstoffdioxid** deutlich unterschritten.

Zusammenfassend ergaben die integralen Immissionsmessungen von Mai 2000 bis Mai 2001, dass in der Ramsau sowohl hinsichtlich der Staubdeposition als auch hinsichtlich der SO₂-Konzentrationen und der vornehmlich verkehrsverursachten NO₂-Konzentrationen in diesem Zeitraum die Werte unter dem Grenzwert der Kurorterichtlinie bzw. des Erfahrungs-Richtwertes blieben und somit die lufthygienischen Anforderungen, die an heilklimatische und Luftkurorte gestellt werden, erfüllt wurden.

5. Literatur

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1997:

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

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1992:

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

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

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

Landesgesetzblatt für die Steiermark, 1987 :

Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung
LGBl.Nr.5 vom 21.10.1987.

Österreichische Akademie der Wissenschaften, 1989:

Photooxidantien in der Atmosphäre - Luftqualitätskriterien Ozon.
-Kommission für Reinhaltung der Luft. Wien.

Landesgesetzblatt für die Steiermark, 1962 :

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

VDI-Kommission Reinhaltung der Luft (Hrsg.), 1988:

Stadtklima und Luftreinhaltung
Ein wissenschaftliches Handbuch für die Praxis in der Umweltplanung, Berlin

Wakonigg, H., 1978:

Witterung und Klima in der Steiermark..
- Arb. Inst. Geogr. Univ. Graz 23: 478S.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2000:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
Februar, März, April, Mai 2000. Wien.

6. Anhang

6.1. Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

6.1.1. Tabellen

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

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

Messperiodenmittelwert (PMW)

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

Mittleres tägliches Maximum (Mtmax)

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

Maximaler Tagesmittelwert (TMWmax)

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

Maximaler Achtstundenmittelwert (MW8max)

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

Maximaler Halbstundenmittelwert (HMWmax)

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

Abkürzungen von meteorologischen Parametern und Messwerttypen

LUTE	Lufttemperatur
NIED	Niederschlag
MW3	Dreistundenmittelwert
TAGSUM	Tagessumme

6.1.2. Diagramme

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

Zeitverlauf

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

Mittlerer Tagesgang

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

Box Plot

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

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

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

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

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

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