

Amt der Steiermärkischen Landesregierung



Fachabteilung Ia

Bericht Nr. 3/97

Luftgütemessungen Krakau

10. Jänner 1997 - 17. Februar 1997

Herausgeber:
Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ia
8010 Graz, Landhausgasse 7, Tel. 877/2172

Abteilungsvorstand:
Hofrat Dipl. Ing. Norbert PERNER

Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Titel	Seite
1.	Einleitung	1
2.	Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe im Hochtal der Krakau	2
3.	Mobile Immissionsmessungen	3
3.1.	Ausstattung und Meßmethoden	3
3.2.	Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen	4
3.2.1.	Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung	4
3.2.2.	Ozongesetz	5
3.2.3.	Luftqualitätskriterien der Österreichischen Akademie der Wissenschaften	5
3.2.4.	Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen	5
3.2.5.	Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten	6
3.3.	Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen	6
3.3.1.	Tabellen	7
3.3.2.	Diagramme	8
3.4.	Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen	11
3.5.	Meßergebnisse	13
3.5.1.	Schwefeldioxid	13
3.5.2.	Schwebstaub	14
3.5.3.	Stickstoffmonoxid	16
3.5.4.	Stickstoffdioxid	17
3.5.5.	Kohlenmonoxid	18
3.5.6.	Kohlenwasserstoffe	19
3.5.7.	Ozon	20
3.6.	Zusammenfassung der Ergebnisse der mobilen Messungen und Vergleich mit anderen Luftgütemeßstationen	24
4.	Literatur	29

LUFTGÜTEMESSUNGEN KRAKAU

1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Krakaudorf wurden auf Anfrage der Gemeinde Krakauhintermühlen von Seiten des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung Ia, Referat für Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Der Anlaß für die Messungen sind Bestrebungen der Gemeinde Krakauhintermühlen gemeinsam mit den Gemeinden Krakaudorf und Krakauschatten das Prädikat „Luftkurort“ zu erwerben. Die gewonnenen Meßergebnisse sind somit eine wesentliche Grundlage zur Beurteilung der Luftgütesituation nach dem Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetz.

Die Messungen umfaßten den Zeitraum vom 10. Jänner bis 17. Februar 1997. Für die mobile Meßstation wurde ein Standort beim Gemeindeamt Krakaudorf in etwa 1170m Seehöhe ausgewählt, um die Immissionssituation in der größten Siedlung im Hochtal der Krakau zu erheben. Parallel dazu wurde von April 1996 bis März 1997 ein integrales Meßnetz betrieben, dessen Ergebnisse in einem gesonderten Bericht veröffentlicht werden.

Abbildung 1: Der Standort der mobilen Meßstation in Krakaudorf.

2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für

Luftschadstoffe im Hochtal der Krakau

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

Die Lage des Meßstandortes Krakaudorf entspricht nach H. Wakonigg der Klimalandschaft des „Tal- und Beckenklimas im Umkreis des obersten Murtales“. Das Klima kann vereinfacht als „winterstrenges, sommerkühles, relativ niederschlagsarmes und nebelarmes Waldklima“ bezeichnet werden (H. Wakonigg, 1978, 386).

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt im langjährigen Durchschnitt (Periode 1951-1970) 5 °C bis über 6 °C, wobei als Monatsmittel im Jänner -4 °C bis -6 °C und im Juli 14 °C bis 16 °C erreicht werden.

Die Jahresniederschlagssumme beläuft sich auf rund 750 - 950 mm, die im Schnitt an etwas über 100 Tagen im Jahr fallen, wobei der Winter (Dezember bis Februar) mit 85 - 120 mm ausgesprochen niederschlagsarm bleibt. Die mittleren Windgeschwindigkeiten bleiben aufgrund der abgeschirmten Lage mit 1 - 2 m/s eher gering, wobei im Jahresgang ein Spätherbstminimum und ein Maximum im Spätwinter/Frühjahr zu verzeichnen ist. Die Windrichtungsverteilung ergibt sich im Krakauer Hochtal vorwiegend aus der tagesperiodischen Ventilation bei Hochdrucklagen mit nächtlichen Talauswinden (NW bis W) und Taleinwinden tagsüber (E bis SE). Aber auch Nordföhn mit böigen, teils heftigen Winden aus W bis NW stellt eine häufige Witterungserscheinung dar („Rückseitenwetter“) (R. LAZAR, 1993).

Hinsichtlich der relativen Sonnenscheindauer und der Nebelgefährdung zählt das Krakauer Hochtal zu den begünstigsten Gebieten der Steiermark. Bei nur 30 - 40 Tagen/Jahr mit Nebel erreicht die relative Sonnenscheindauer speziell im Herbst (September, Oktober) und im Spätwinter (Februar) mit über 50% der möglichen Dauer überdurchschnittliche Werte.

3. Mobile Immissionsmessungen

3.1. Ausstattung und Meßmethoden

Die mobile Luftgütemeßstation zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO₂), Schwebstaub, Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂), Kohlenmonoxid (CO), den Kohlenwasserstoffen (C_nH_m außer Methan) und Ozon (O₃) auf.

Der Meßcontainer ist mit kontinuierlich registrierenden Immissionsmeßgeräten ausgestattet, die nach folgenden Meßprinzipien arbeiten:

Schadstoff	Meßmethode	Gerätetyp
Schwefeldioxid SO ₂	UV-Fluoreszenzanalyse	Horiba APSA 350E
Schwebstaub	Beta-Strahlenabsorption	Horiba ABDA 350E
Stickstoffoxid NO, NO ₂	Chemilumineszenzanalyse	Horiba APNA 350E
Kohlenmonoxid CO	Gasfilterkorrelation	Horiba APMA 350E
Kohlenwasserstoffe C _n H _m (Summe)	Flammenionisationsdetektor	Horiba APHA 350E
Ozon O ₃	UV-Photometrie	Horiba APOA 350E

Neben den Meßgeräten für die Schadstofffassung werden am Meßcontainer auch die meteorologischen Geber für Temperatur, Windrichtung und Windgeschwindigkeit betrieben.

Die Auswertung der Meßwerte erfolgt mittels eines 30-Kanal-Kompensationsschreibers. Zusätzlich werden die Meßdaten auf einem Vororterechner erfaßt, dessen Aufgabe darin besteht, die Daten auf Plausibilität zu prüfen und die täglich notwendige Funktionskontrolle zu steuern. Zur Datensicherung werden 3.5“-Disketten verwendet.

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

Zone I („Reinluftgebiete“):

	Sommer		Winter	
	HMW	TMW	HMW	TMW
Schwefeldioxid	0,070	0,050	0,150	0,100
Staub	-	0,120	-	0,200
Stickstoffmonoxid	0,600	0,200	0,600	0,200
Stickstoffdioxid	0,200	0,100	0,200	0,100
Kohlenmonoxid	20	7	20	7

Zone II („Ballungsräume“):

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

Die Grenzwerte für Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid gelten auch dann als eingehalten, wenn die Halbstundenmittelwerte maximal 3 x pro Tag, jedoch höchstens bis 0,4 mg/m³ überschritten werden. Für den Meßstandort Krakaudorf sind die Grenzwerte für die Zone I („Reinluftgebiete“) relevant.

3.2.2. Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/ 1992)

Das Ozongesetz teilt Österreich in 7 Ozonüberwachungsgebiete und legt Grenzwerte als Dreistundenmittelwerte fest (siehe Tabelle, Grenzwerte jeweils in mg/m³). Krakaudorf liegt dabei im Ozon-Überwachungsgebiet 2 "Südostösterreich mit Oberem Murtal".

Vorwarnstufe	0,200
Warnstufe I	0,300
Warnstufe II	0,400

3.2.3. „Luftqualitätskriterien Ozon“ der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

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

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

3.2.4. Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen (BGBl. Nr. 199/ 1984)

Diese legt unter anderem Grenzwerte für die Schwefeldioxidkonzentrationen für den Sommer (Vegetationsperiode) und den Winter fest und zwar als 97,5-Perzentil- und als Tagesmittelwerte (mg/m³):

Sommer		Winter	
97,5 Perzentil	TMW	97,5 Perzentil	TMW
0,070	0,050	0,150	0,100

3.2.5. Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten (unveröffentlicht)

Das bisherige Fehlen von Normen zur Konkretisierung und Anwendung der gesetzlichen Anforderungen an Kurorte hat die Vollziehung des Österreichischen Kurortegesetzes (BGBl. Nr. 272/1958) erheblich erschwert. Mit der nunmehrigen noch unveröffentlichten Richtlinie liegen jetzt Grenzwerte vor, die den erhöhten Anforderungen, wie sie an Kurorte gestellt werden, genügen sollen.

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

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

3.3. Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

Um die Lesbarkeit der verwendeten Tabellen und Diagramme zu erleichtern, wird anhand einiger Erläuterungen in die Thematik eingeführt.

3.3.1. Tabellen

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

Für die Immissionsgrenzwerteverordnung des Landes (LGBl. Nr. 5/1987) sind die Kennwerte als maximale Tages- und Halbstundenmittelwerte angegeben. Bei Ozon wird für den von der

Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlenen Vorsorgegrenzwert der maximale Halbstundenmittelwert angeführt.

Die Grenzwerte der Vorwarnstufe nach dem Smogalarmgesetz (BGBl.Nr.38/1989) und der Grenzwert des Vorwarnwertes nach dem Ozongesetz (BGBl.Nr.210/1992) sind mittels Dreistundenmittelwerten festgelegt.

Meßperiodenmittelwert (MPMW)

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

Mittleres tägliches Maximum (Mtmax)

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

Maximaler Tagesmittelwert (TMWmax)

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

Maximaler Dreistundenmittelwert (MW3max)

Im Smogalarmgesetz und im Ozongesetz sind die Grenzwerte als Dreistundenmittelwerte festgelegt. Sie werden aus sechs 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.

Perzentile 95 und 97,5

In der ÖNORM M9440 wird zur Bestimmung der Vorbelastung das 95 Perzentil eines Jahres herangezogen. Es besagt, daß 5% der Werte noch über diesem Wert liegen.

In der Verordnung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft vom 24.4.1984 über forstschädliche Luftverunreinigungen (Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen) sind 97,5 Perzentile für Schwefeldioxid festgelegt. Die Berechnung der Perzentile erfolgt sinngemäß wie bei den Quartilsgrenzen (siehe Punkt 3.3.2.).

3.3.2. Diagramme

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

Zeitverlauf

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

Mittlerer Tagesgang

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

Box Plot

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

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

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

Das Minimum und das Maximum stellen jeweils den niedrigsten bzw. den höchsten Halbstundenmittelwert eines Tages dar. Dabei gibt es allerdings eine Ausnahme, die als Ausreißer bezeichnet wird. Werden in der Grafik die sogenannten Ausreißer dargestellt, dann handelt es sich hierbei ebenfalls um den höchsten Halbstundenmittelwert des Tages. Das als kleiner waagrecht Strich darunter liegende Maximum stellt in diesem Fall einen statistischen Wert dar (es beschreibt den eineinhalbfachen Interquartilsabstand vom oberen Quartil).

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.

Zur Erläuterung dieser zugegeben komplizierten, aber aufschlußreichen statistischen Meßdatenaufbereitung dient das nachstehende Beispiel:

Tabelle 1: Erläuterung der statistischen Begriffe anhand von 24 Halbstundenmittelwerten.

Uhrzeit	Konzentration in mg/m ³	Reihung	Konzentration in mg/m ³	Bezeichnung
00:30	0,001	1.	0,001	MINIMUM
01:00	0,001	2.	0,001	
01:30	0,002	3.	0,001	

02:00	0,003	4.	0,001	
02:30	0,001	5.	0,002	
03:00	0,001	6.	0,002	UNTERES QUARTIL
03:30	0,002	7.	0,002	
04:00	0,003	8.	0,003	
04:30	0,002	9.	0,003	
05:00	0,004	10.	0,004	
05:30	0,065	11.	0,065	
06:00	0,109	12.	0,109	MEDIAN
06:30	0,199	13.	0,178	
07:00	0,387	14.	0,199	
07:30	0,458	15.	0,201	
08:00	0,578	16.	0,344	
08:30	0,523	17.	0,387	
09:00	0,492	18.	0,411	OBERES QUARTIL
09:30	0,504	19.	0,456	
10:00	0,411	20.	0,458	
10:30	0,456	21.	0,492	
11:00	0,344	22.	0,504	
11:30	0,201	23.	0,523	
12:00	0,178	24.	0,578	MAXIMUM

3.4. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen

(10. Jänner bis 17. Februar 1997)

Zu Beginn der Messungen verursachte ein Tiefdruckgebiet mit Kern über dem Tyrrhenischen Meer wenig ergiebige Schneefälle, die bereits am 11. 1. unter zunehmendem Hochdruckeinfluß abklingen.

Ein kräftiges Hochdruckgebiet über Mitteleuropa bestimmte in der Folge bis zum 17. 1. das Wettergeschehen. In den kalten Niederungen bildeten sich hartnäckige Nebel- und Hochnebfelder, während in höheren Lagen und auf den Bergen milde Temperaturen vorherrschten.

Ab 18. 1. gelangten an der Vorderseite eines Tiefs über den Britischen Inseln feuchtmilde, wolkenreiche Luftmassen in den Alpenraum, die den Frost in den Niederungen milderten, in höheren Lagen jedoch zu einem leichten Temperaturrückgang führten.

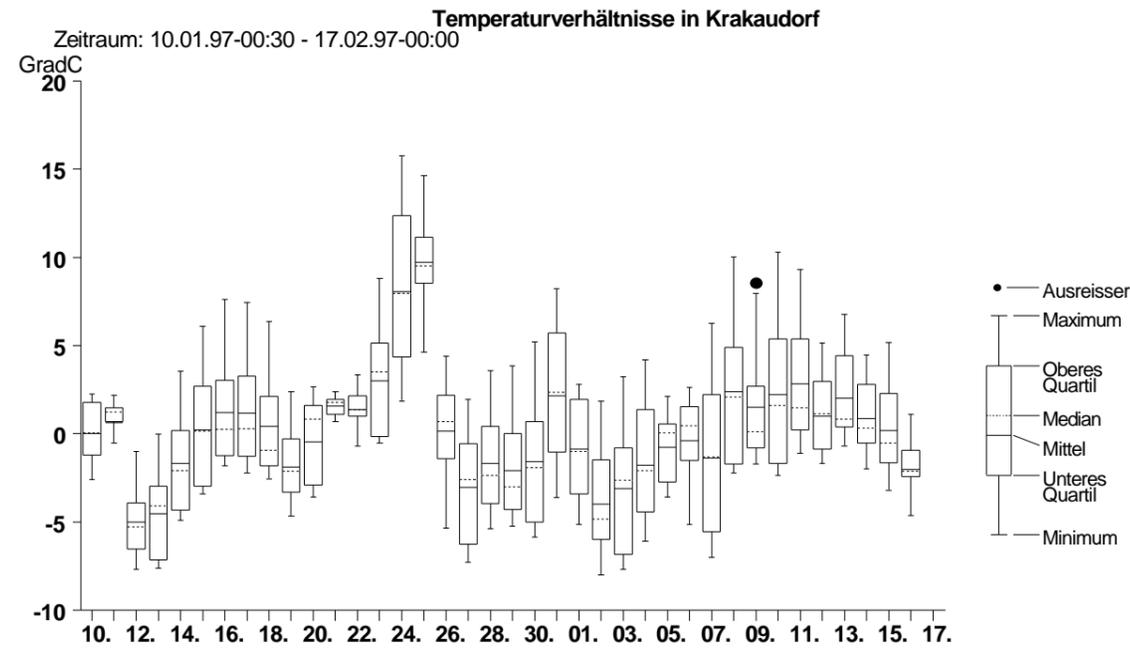
Von Südosten her verstärkte sich ab 22. 1. wieder Hochdruckeinfluß, der schließlich bei zum Teil flacherer Druckverteilung bis zum Monatsende wetterbestimmend blieb. Zu Beginn dieser Hochdruckphase stellten sich in höheren Lagen über den Kaltluftseen der Becken und Niederungen wieder sehr milde Temperaturen ein und brachten in Krakaudorf am 24. 1. ein Temperaturmaximum von über 16 °C. Am 26. 1. drehte die antizyklonale Höhenströmung auf Nordwest, wodurch das Temperaturniveau deutlich zurückging.

Zum Monatswechsel unterbrach der Durchzug einer schwach wetterwirksamen Kaltfront kurzfristig den Hochdruckeinfluß, der sich in der Folge bis zum 4. 2. wieder verstärkte. Am 5. überquerte mit kräftigem Nordwestwind eine Kaltfront Österreich, die südlich des Alpenhauptkammes lediglich zu dichter Bewölkung führte.

Ab 6. 2. erfaßte von Südwesten her ein Hochdruckgebiet den Alpenraum, das in mittleren und hohen Lagen erneut milde Temperaturen bewirkte.

Am 11. 2. verlagerte sich der Kern des Hochdruckgebietes in den Mittelmeerraum, sodaß sich in Österreich eine westliche Höhenströmung durchsetzen konnte. Eingelagerte Fronten bewirkten starke Bewölkung, die südlich des Alpenhauptkammes jedoch nur geringe Niederschläge verursachte.

Nach kurzer Zwischenbesserung am 14. 2. wurde mit nordwestlicher Strömung kalte Polarluft herangeführt, die am Ende der Meßperiode einen deutlichen Temperaturrückgang bewirkte.



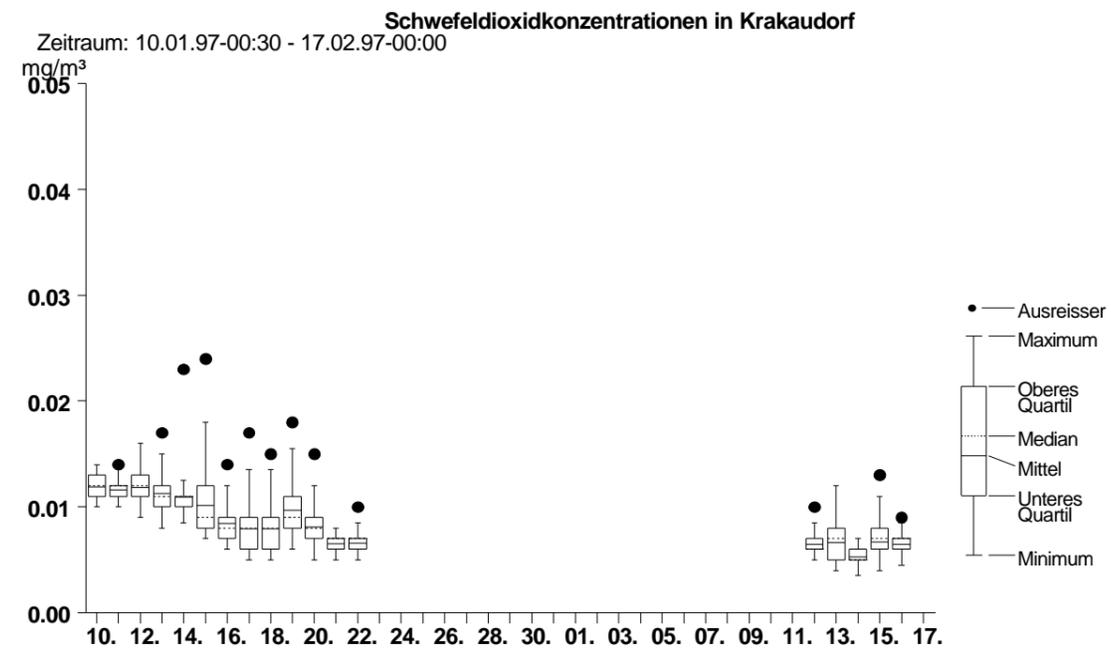
Aus immissionsklimatologischer Sicht kann die Wetterlagenabfolge während der Messungen als mäßig abwechslungsreich bezeichnet werden. Die Häufigkeitsverteilung der Witterungen zeigt im Vergleich zum langjährigen Mittel einen außerordentlich hohen Anteil an Hochdrucklagen im Jänner (fast 80%) bei deutlich unterdurchschnittlich häufigen Strömungs- und Tiefdrucklagen. Die zweite Hälfte der Meßperiode (Februar) weist bei einem nur gering erhöhten Anteil von Hochdrucksituationen einen überdurchschnittlichen Anteil von Strömungslagen auf. Tiefdrucktätigkeit unterblieb im Februar zur Gänze.

Hinsichtlich der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse war die Meßperiode durch einen deutlich zu warmen und zu trockenen Witterungsablauf gekennzeichnet.

3.5. Meßergebnisse und Schadstoffverläufe

3.5.1. Schwefeldioxid (SO₂)

Meßperiode 10.1.97 - 17.2.97	Meßergebnisse SO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,009		
MTmax	0,014		
TMWmax	0,012	0,100 0,050	LGBI.Nr.5/1987 Kurorterrichtlinie
MW3max	0,014	0,400	BGBI.Nr.38/1989
HMWmax	0,024	0,150 0,100	LGBI.Nr.5/1987 Kurorterrichtlinie
95 Perzentil	0,013		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,014	0,150	BGBI.Nr.199/1984



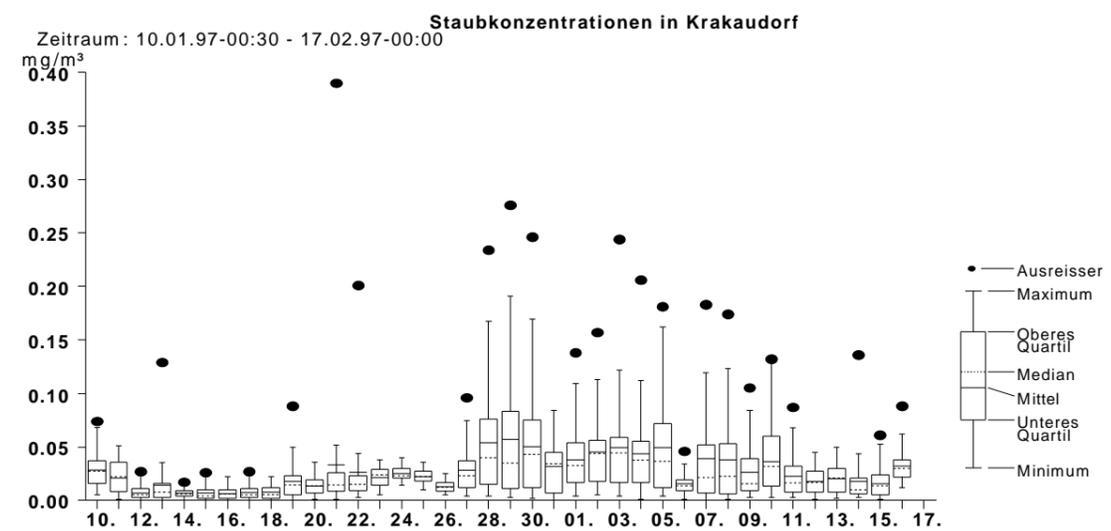
SO₂ wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozeßwärme freigesetzt. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit ungleich höher als im Sommer.

Aufgrund eines Defektes des Probennahmegerätes konnten bei den Schwefeldioxidkonzentrationen vom 23. 1. bis zum 11. 2. keine Meßwerte erfaßt werden.

Die Schwefeldioxidbelastung am Standort Krakaudorf war im allgemeinen sehr gering, sodaß die Konzentrationen während der Meßperiode sowohl unter den Grenzwerten der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl.Nr. 5/1987) als auch unter jenen der Kurorterichtlinie blieben.

3.5.2. Schwebstaub

Meßperiode 10.1.97 - 17.2.97	Meßergebnisse Staub in mg/m ³	Grenzwerte Staub in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,026		
MTmax	0,111		
TMWmax	0,057	0,200 0,120	LGBl.Nr.5/1987 Kurorterichtlinie
MW3max	0,175		
HMWmax	0,390		
95 Perzentil	0,088		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,122		



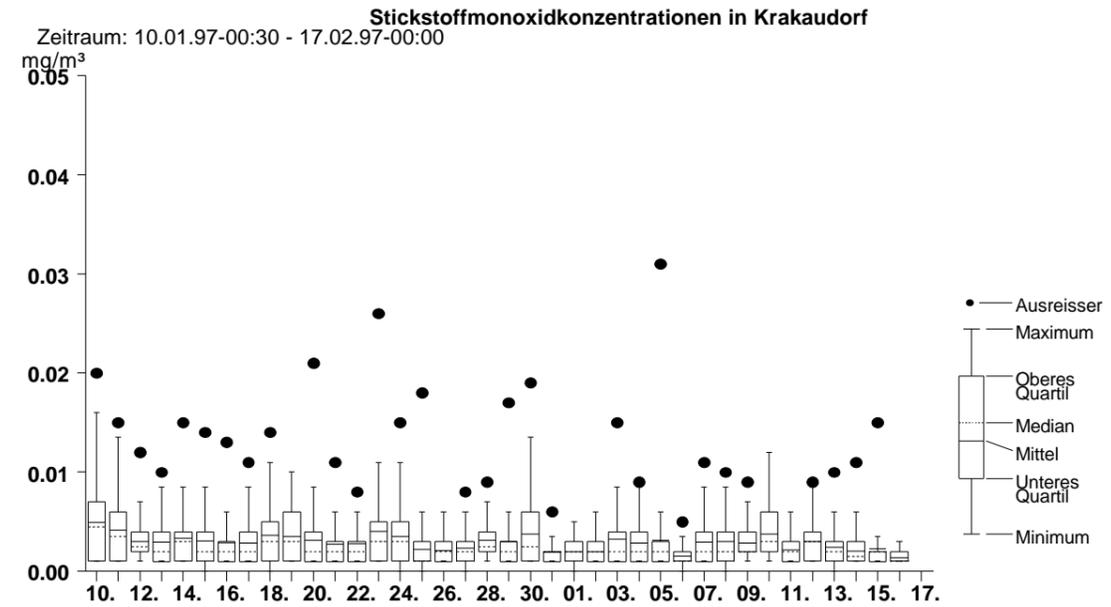
Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Dementsprechend sind auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim SO₂ höhere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

Bezüglich der Belastung durch den Luftschadstoff Schwebstaub konnten während der Meßperiode keine Überschreitungen des in der Immissionsgrenzwerteverordnung des Landes festgelegten Tagesmittelwertes festgestellt werden. Auch die Grenzwerte der Kurorterichtlinie wurden nicht erreicht.

Einzelne höhere Staubsitzen sind auf die erhöhten Emissionen aus dem Hausbrand bei kühler und trockener Witterung zurückzuführen.

3.5.3. Stickstoffmonoxid (NO)

Meßperiode	Meßergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen, Empfehlungen
10.1.97 - 17.2.97	NO in mg/m ³	NO in mg/m ³	
MPMW	0,003		
MTmax	0,012		
TMWmax	0,005	0,200	LGBI.Nr.5/1987
MW3max	0,013		
HMWmax	0,031	0,600	LGBI.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,008		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,010		



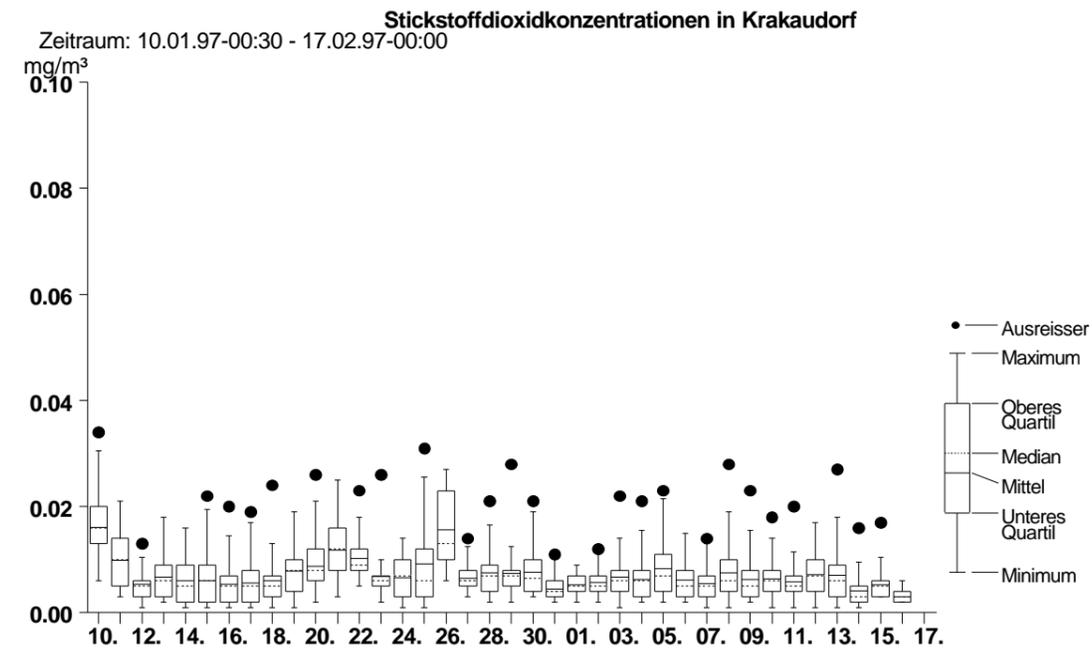
Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO_x) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO -Anteil etwa 95% des NO_x -Ausstoßes aus. Die Bildung von NO_2 erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O_2) oder mit Ozon (O_3)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

Die Messungen ergaben aufgrund des Fehlens stark befahrener Hauptverkehrsstraßen erwartungsgemäß sehr niedrige NO -Konzentrationen. Die registrierten Werte blieben während der gesamten Meßperiode deutlich unter den in der Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) genannten Grenzwerten.

3.5.4. Stickstoffdioxid (NO_2)

Meßperiode	Meßergebnisse NO_2 in mg/m^3	Grenzwerte NO_2 in mg/m^3	Gesetze, Normen, Empfehlungen
10.1.97 - 17.2.97			
MPMW	0,007		
MTmax	0,020		
TMWmax	0,016	0,100 0,050	LGBl.Nr.5/1987 Kurorterrichtlinie
MW3max	0,026	0,350	BGBl.Nr.38/1989
HMWmax	0,034	0,200 0,100	LGBl.Nr.5/1987 Kurorterrichtlinie
95 Perzentil	0,018		ÖNORM M9440

97,5 Perzentil	0,021		
----------------	-------	--	--

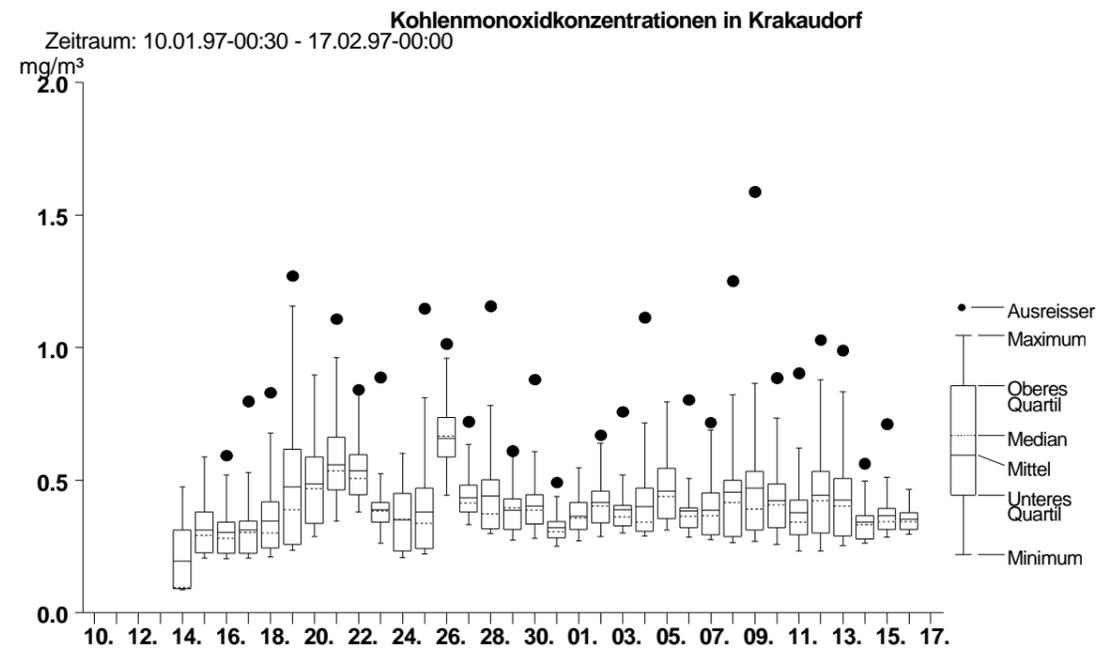


Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff NO erläutert. Immissionsseitig stellt sich im allgemeinen der Schadstoffgang beim NO₂ ähnlich wie beim NO dar.

Es ergaben sich während der Meßperiode wie bei Stickstoffmonoxid keine Überschreitungen der in der Landesverordnung (LGBl.Nr. 5/1987) festgelegten Grenzwerte. Die in der Kurorterrichtlinie vorgegebenen Grenzwerte wurden ebenfalls deutlich unterschritten.

3.5.5. Kohlenmonoxid (CO)

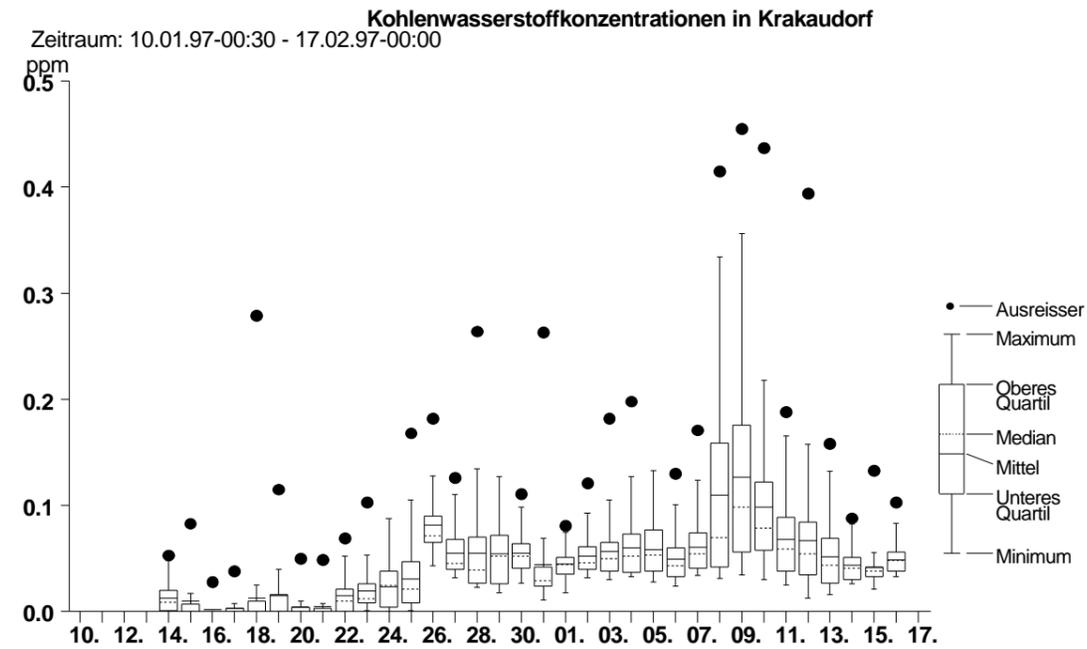
Meßperiode	Meßergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen
10.1.97 - 17.2.97			
MPMW	0,404		
MTmax	0,844		
TMWmax	0,658	7	LGBl.Nr.5/1987
MW3max	0,937	20	BGBl.Nr.38/1989
MW8max	0,765	5	Kurorterrichtlinie
HMWmax	1,587	20	LGBl.Nr.5/1987
95 Perzentil	0,715		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,802		



Auch beim Kohlenmonoxid gilt der KFZ-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrsträgern im allgemeinen ab. Aufgrund eines Defektes des Meßgerätes konnten zu Meßbeginn vom 10. bis 13. 1. keine CO-Konzentrationswerte aufgezeichnet werden. Die registrierten Konzentrationen blieben während der Meßperiode deutlich unter den Immissionsgrenzwerten sowohl der steiermärkischen Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) als auch der Kurorterichtlinie.

3.5.6. Kohlenwasserstoffe (CnHm)

Meßperiode 10.1.97 - 17.2.97	Meßergebnisse CnHm in ppm	Grenzwerte CnHm in ppm	Gesetze, Normen, Empfehlungen
MPMW	0,045		
MTmax	0,164		
TMWmax	0,127		
MW3max	0,315		
HMWmax	0,455		
95 Perzentil	0,124		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,169		



Neben dem Verkehr ist für die Kohlenwasserstoffemissionen z.B. auch die Verdampfung von Lösungsmittel maßgebend. Die Kohlenwasserstoffe spielen bei der Bildung von Ozon eine wesentliche Rolle.

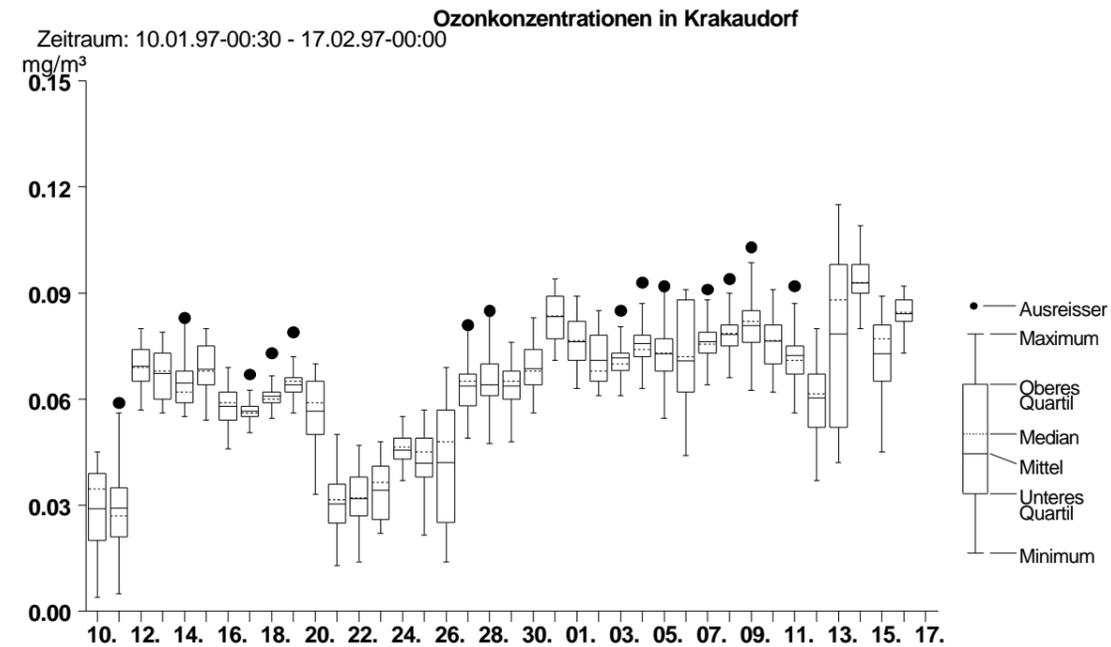
Die Meßreihe bei den Kohlenwasserstoffen weist aufgrund eines Meßgerätefehlers Datenausfälle vom 10. bis 13. 1. auf.

Für die Beurteilung der Kohlenwasserstoffmissionen stehen keine gesetzlichen Grundlagen zur Verfügung. Es kann aber aufgrund der bisherigen Erfahrungen von einem deutlich unterdurchschnittlichen Belastungsbild in Krakaudorf gesprochen werden.

3.5.7. Ozon (O₃)

Meßperiode	Meßergebnisse	Grenzwerte	Gesetze, Normen, Empfehlungen
10.1.97 - 17.2.97	O ₃ in mg/m ³	O ₃ in mg/m ³	
MPMW	0,063		
MTmax	0,079		
TMWmax	0,093		
MW3max	0,113	0,200	BGBL.Nr.210/1992

HMWmax	0,115	0,120	Österreichische Akademie der Wissenschaften
95 Perzentil	0,090		ÖNORM M9440
97,5 Perzentil	0,093		

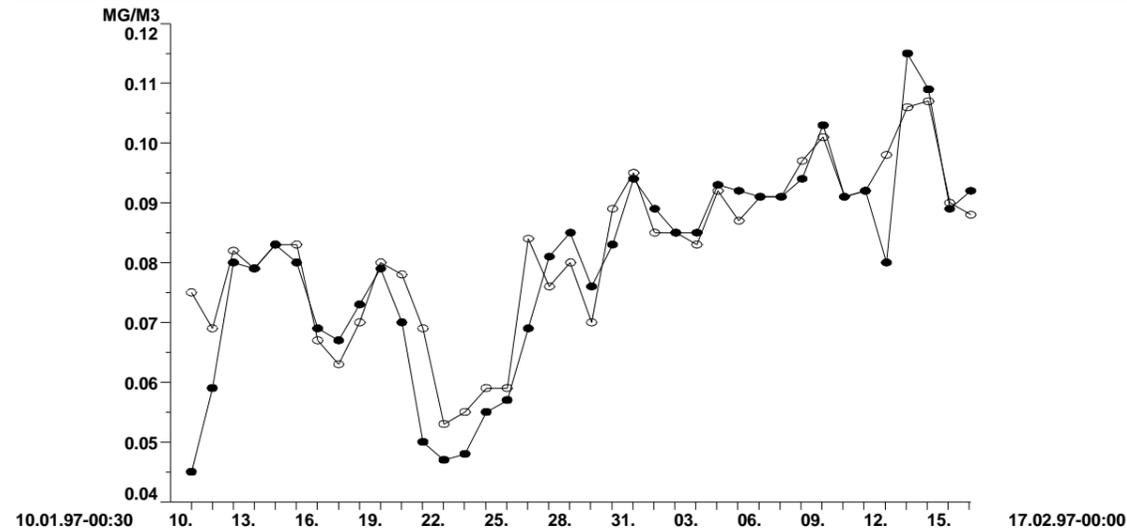


Die Ozonbildung in der bodennahen Atmosphäre erfolgt in der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit wesentlich stärker als in den Herbst- und Wintermonaten. Eine wesentliche Rolle kommt dabei den Vorläufersubstanzen wie den Stickstoffoxiden und den Kohlenwasserstoffen zu, auf deren Emittenten bereits hingewiesen wurde. Für das Vorkommen von Ozon in der Außenluft sind daher die luftchemischen Umwandlungsbedingungen entscheidend.

Eine weitere Eigenheit der Ozonimmissionen liegt darin, daß die Konzentrationsgrößen über große Gebiete relativ homogen in den Spitzenbelastungen nachweisbar sind. Das gesamte österreichische Bundesgebiet wurde daher im Ozongesetz (1992) in 7 Ozon-Überwachungsgebiete mit annähernd einheitlicher Ozonbelastung eingeteilt. Die Krakau liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 2 "Südostösterreich mit Oberem Murtal".

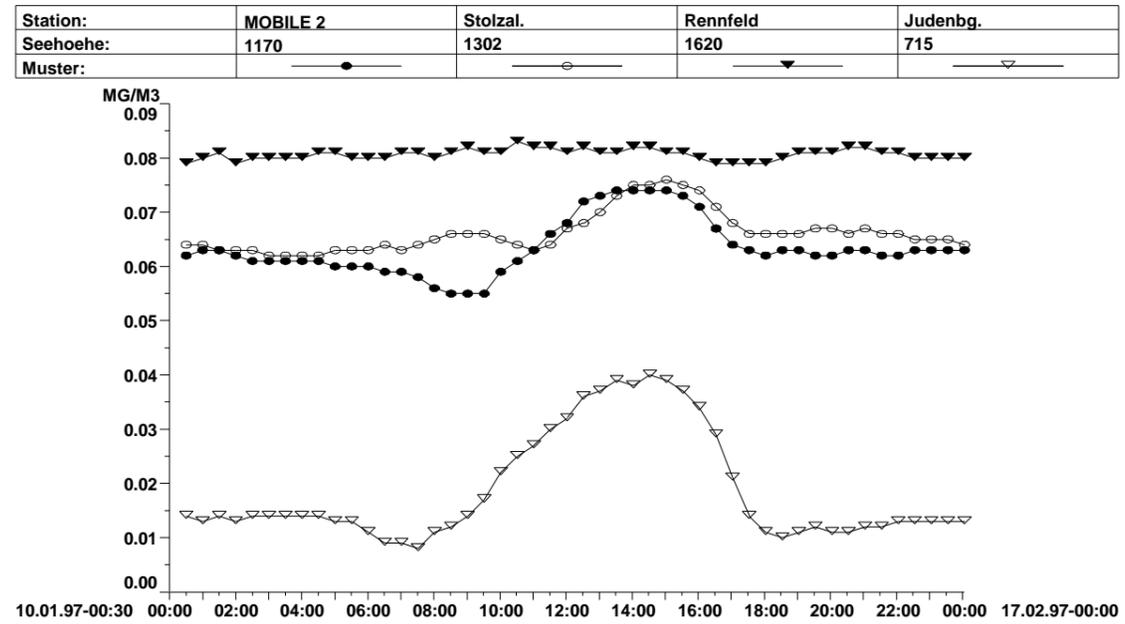
Anhand der nachstehenden Abbildung läßt sich gut zeigen, daß sich die Ozonspitzenkonzentrationen am Standort in Krakaudorf in der gleichen Größenordnung wie an der Station Stolzalpe bewegen.

Station:	MOBILE 2	Stolzal.
Seehöhe:	1170	1302
Muster:	●	○



Der Ozontagesgang ist in weiterer Folge auch stark von der Höhenlage abhängig. Siedlungsnahen Talregionen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt dann ein rasches Ansteigen der Konzentrationen, die dann am Nachmittag konstant hoch bleiben. Ein Rückgang setzt erst mit Sonnenuntergang ein. Mit zunehmender Seehöhe verschwindet die Phase der nächtlichen Ozonabsenkung und die Ozonkonzentrationen bleiben gleichmäßig hoch.

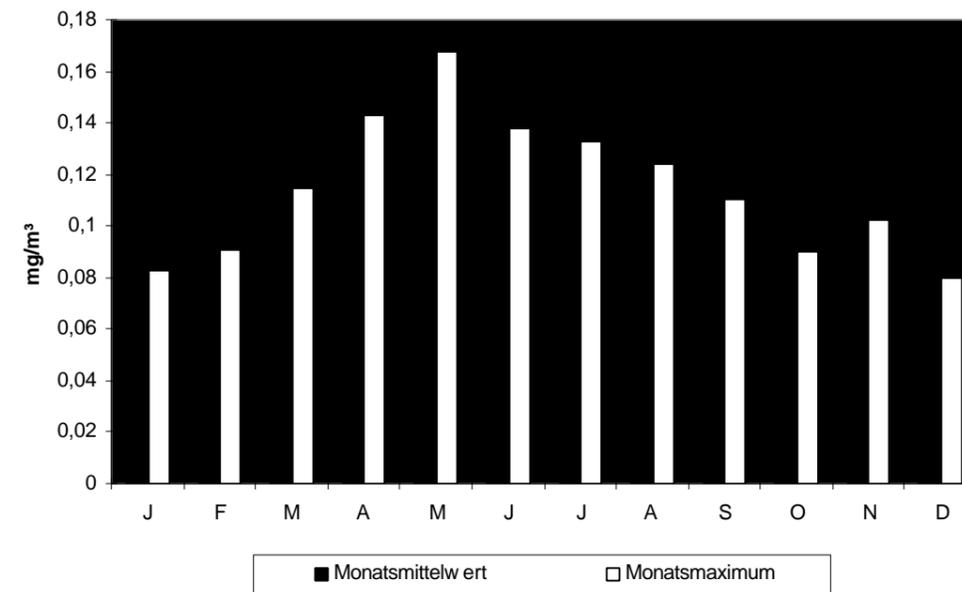
Die folgende Abbildung dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort Krakaudorf mit der Talstation Judenburg, der benachbarten Höhenstation Stolzalpe sowie der noch höher gelegenen Station am Rennfeld.



Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die der Jahreszeit entsprechend niedrigen Werte. Der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlene Vorsorgegrenzwert wurde nicht erreicht. Ebenso blieben die Dreistundenmittelwerte während der gesamten Meßperiode unter den Grenzwerten des Ozongesetzes (BGBl. Nr. 210/1992).

In der wärmeren Jahreszeit sind jedoch höhere Ozonkonzentrationen zu erwarten. In der nachfolgenden Abbildung wird die Ozonbelastung im typischen Verlauf eines Jahres (1995) anhand der Monatsmittelwerte und Monatsmaxima der für den Standort Krakaudorf repräsentativen Station Stolzalpe dargestellt. Es zeigt sich, daß dem Winterminimum ein deutliches Maximum im späten Frühjahr und im Sommer gegenübersteht, wobei dann erfahrungsgemäß auch mit häufigen Überschreitungen des von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlenen Vorsorgegrenzwertes von $0,120 \text{ mg/m}^3$ zu rechnen ist.

Monatsmittelwerte und Monatsmaxima von Ozon an der Station Stolzalpe im Jahr 1995:



3.6. Zusammenfassung der Ergebnisse der mobilen Messungen und Vergleich mit anderen Luftgütemeßstationen

Im Winter 1997 (10. Jänner bis 17. Februar 1997) wurden in Krakaudorf (Meßstandort Gemeindeamt) Luftgütemessungen mittels eines mobilen Meßcontainers durchgeführt. Die Messungen dienten zur Eruiierung der lokalen Immissionsstruktur, wie sie durch die Primärschadstoffe und das Ozon verursacht wird, für die Bewerbung um das Prädikat „Luftkurort“.

Bezüglich der Primärschadstoffe werden in der nachstehenden Tabelle für die gesamte Meßperiode der Meßperiodenmittelwert (MPMW) sowie die höchsten Tages- (TMWmax), Dreistunden- (MW3max) und Halbstundenmittelwerte (HMWmax) aufgelistet.

Schadstoffkomponente	MPMW	TMWmax	MW3max	HMWmax
----------------------	------	--------	--------	--------

SO ₂ in µg / m ³	9	12	14	24
Schwebstaub in µg / m ³	26	57	175	390
NO in µg / m ³	3	5	13	31
NO ₂ in µg / m ³	7	16	26	34
CO in µg / m ³	404	658	937	1587
CnHm in ppb	45	127	315	455
O ₃ in µg / m ³	63	93	113	115

In der folgenden Tabelle werden für den HMWmax und den TMWmax die Prozentanteile zum Grenzwert (=100%) der Landesverordnung (LGBI. Nr.5/1987) für die Zone 1 zusammengefaßt.

Schadstoffkomponente	HMW	TMW
Schwefeldioxid	16%	12%
Schwebstaub	-	28%
Stickstoffmonoxid	5%	3%
Stickstoffdioxid	17%	16%
Kohlenmonoxid	8%	9%

Um die Ergebnisse der Messungen in Krakaudorf mit anderen Gebieten vergleichen zu können, werden diesen in einer weiteren tabellarischen Übersicht die Werte sowohl von Meßstellen in Ballungsräumen wie Graz als auch von gering belasteten Stationen aus dem forstrelevanten Meßnetz (Stolzalpe) gegenübergestellt.

Die angegebenen Daten sind als 95 Perzentile (µg/m³ bzw. bei CnHm ppb) über den Meßzeitraum 10.1.1997 - 17.2.1997 zu verstehen.

Schadstoffkomponente	SO ₂	Staub	NO	NO ₂	CO	CnHm	O ₃
Krakaudorf	13	88	8	18	715	124	90
Graz West	42	158	168	105	4605	665	53

Voitsberg	62	113	103	68	3059	467	70
Deutschlandsberg	31	131	76	80	-	-	69
Donawitz	32	292	88	54	5005	-	-
Judenburg	18	81	75	65	-	-	73
Stolzalpe	5	-	-	-	-	-	90

Insgesamt läßt sich aus den automatischen Luftgütemessungen in Krakaudorf folgender Schluß ziehen:

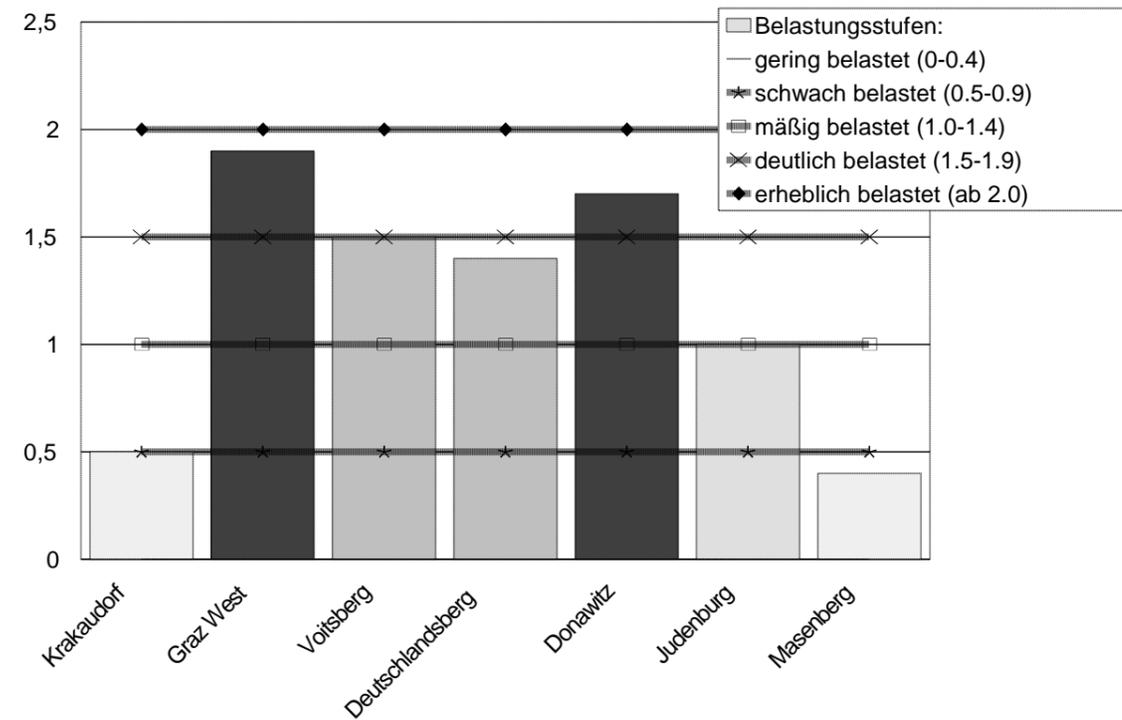
Bezüglich des Ozongehalts in den bodennahen Luftschichten wurden die der Jahreszeit und den Witterungsverhältnissen entsprechenden niedrigen Immissionskonzentrationen registriert. Zur Beurteilung der Ozonkonzentrationen während der wärmeren Jahreszeit können die Meßwerte der Station Stolzalpe herangezogen werden

Hinsichtlich der Primärschadstoffe können am vorliegenden Meßstandort die Konzentrationen von Schwefeldioxid, Schwebstaub, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid und von Kohlenwasserstoffen im steiermarkweiten Vergleich allgemein als unterdurchschnittlich angesehen werden.

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

Angelehnt an die von J. Baumüller (VDI 1988, S. 223 ff) vorgeschlagene Berechnungsmethode wurden dabei für die Meßperiode (10.1. - 17.2.1997) die 98-Perzentile der Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und Schwebstaub in

Verhältnis zum jeweiligen Grenzwert der Landesverordnung gesetzt und die Ergebnisse anschließend aufsummiert. Mit Hilfe der aus der Abbildung ersichtlichen Skala können die so gebildeten Indexzahlen für den genannten Meßzeitraum bewertet und verglichen werden.



Für die vorliegende Fragestellung ist neben einem allgemeinen Vergleich jedoch vor allem die Bewertung der lufthygienischen Situation am Meßstandort anhand der Kurorterrichtlinie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften von Bedeutung. Nachfolgend sind die jeweiligen Meßwerte den Grenzwerten der Kurorterrichtlinie gegenübergestellt.

Angabe der höchsten Halbstunden- (HMWmax), Tages- (TMWmax) und für Kohlenmonoxid Achtstundenmittelwerte (MW8) als Prozentangaben zum Grenzwert (=100%) der Kurorterrichtlinie:

Schadstoff	Grenzwerte der Kurorterrichtlinie	Prozentanteil
Schwefeldioxid	HMW: 0,100 mg/m ³	24%
	TMW: 0,050 mg/m ³	24%

Schwebstaub	TMW: 0,120 mg/m ³	47%
Stickstoffdioxid	HMW: 0,100 mg/m ³	34%
	TMW: 0,050 mg/m ³	32%
Kohlenmonoxid	MW8: 5 mg/m ³	15%

Es zeigt sich, daß während der Meßperiode bei allen Schadstoffen, für die in der Kurortrichtlinie Grenzwerte angeführt werden, die Spitzenkonzentrationen deutlich unter den vorgegebenen Grenzwerten liegen.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Die Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten schreibt sowohl Schadstoffkonzentrationsmessungen mittels kontinuierlich registrierender Meßgeräte (mobile Meßstation) als auch Depositionsmessungen mittels integraler Meßmethoden vor.

Der vorliegende Bericht über die mobilen Messungen in Krakaudorf ergibt, daß die registrierten Schadstoffkonzentrationen durchwegs deutlich unter den Grenzwerten der Richtlinie lagen und damit die Vorgaben erfüllen.

Eine endgültige Aussage, ob die Kriterien für die Verleihung des Prädikats „Luftkurort“ in der Krakau erfüllt werden, kann jedoch erst nach Vorliegen der Ergebnisse der integralen Messungen erfolgen.

4. Literatur

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1984:

199. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft vom 24. April 1984 über forstschädliche Luftverunreinigungen (Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen). BGBl.Nr.199 vom 22.5.1984.

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1989:

38. Bundesgesetz vom 21. Oktober 1987 über Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren für das Leben und die Gesundheit von Menschen durch Luftverunreinigungen (Smogalarmgesetz). BGBl.Nr.38 vom 20.1.1989.

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1992:

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

Landesgesetzblatt für die Steiermark, 1987 :

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

Lazar, R. 1993 :

Klimaökologische Gliederung des Krakauer-Hochtales.
In: Arb. Geogr. Inst. Univ. Graz, Bd 31, Graz, S. 163 - 184.

Österreichische Akademie der Wissenschaften, 1989:

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

Österreichisches Normungsinstitut, 1992:

Ausbreitung von luftverunreinigenden Stoffen in der Atmosphäre -Berechnung von Immissionskonzentrationen und Ermittlung von Schornsteinhöhen. ÖNORM M 9440, Wien.

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

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

Wakonigg, H., 1978:

Witterung und Klima in der Steiermark..
- Arb. Inst. Geogr. Univ. Graz 23: 473S.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 1997:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,
Jänner, Februar 1997. Wien.