

Amt der Steiermärkischen Landesregierung



Fachabteilung 1a

**Luftgütemessungen**  
**Kulm bei Weiz**  
**Juli 1998 – Juli 1999**

**Lu-02-00**

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

Abteilungsvorstand:  
Hofrat Dipl. Ing. Norbert PERNER

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

**Referatsleiter** Dr. Gerhard Semmelrock

**Projektbetreuung** Mag. Andreas Schopper  
Ing. Waltraud Köberl

**Messtechnik** Gerhard Schrempf

**Berichtserstellung**

(im Auftrag der Fa 1a)

**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

**Passivsammleranalytik**

TU Wien  
Institut für analytische Chemie  
Abteilung für Umweltanalytik

**Herausgeber**

LBD – Fachabteilung 1a,  
Referat Luftgüteüberwachung  
Landhausgasse 7,  
8010 Graz

Druck:  
Amt der Steiermärkischen Landesregierung  
Zentralkanzlei

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1. Einleitung	5
2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe im Raum Kulm bei Weiz	8
3. Mobile Immissionsmessungen	8
3.1. Ausstattung und Messmethoden	8
3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen	9
3.2.1. Immissionsgrenzwertverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBI. Nr. 5/ 1987)	9
3.2.2. Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)	10
3.2.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften	11
3.3. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen (September, Oktober 1998)	11
3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe	13
3.4.1. Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	13
3.4.2. Schwebstaub	15
3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO)	17
3.4.4. Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	18
3.4.5. Kohlenmonoxid (CO)	20
3.4.6. Ozon (O <sub>3</sub> )	21
3.5. Luftbelastungsindex	24
4. Integrale Messungen	26
4.1. Einleitung	26
4.2. Messmethodik	28
4.2.1. Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren	28
4.2.2. Bestimmung der Schwefeldioxiddeposition nach der Bleikerzenmethode	28
4.2.3. Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentrationen mit Badge- Sammlern	30
4.3. Auswertung der Messergebnisse	32
4.3.1. Staubdeposition	32
4.3.2. Schwefeldioxiddeposition	34
4.3.3. Konzentrationsmessungen	36
4.4. Interpretation und Zusammenfassung der integralen Messergebnisse	39
5. Literatur	40
6. Anhang	42
6.1. Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen	42
6.1.1. Tabellen	42
6.1.2. Diagramme	43

## LUFTGÜTEMESSUNGEN KULM BEI WEIZ

### **Zusammenfassung**

Die Luftgütemessungen in Kulm bei Weiz wurden auf Ansuchen der Gemeinde durchgeführt. Sie umfassten für die mobilen Messungen den Zeitraum vom 02.09. bis 29. 10. 1998. Für den Messcontainer (Mobile 2) wurde ein Standort im nördlichen Ortsgebiet von Rohrbach am Kulm in ca. 420 m Seehöhe ausgewählt.

Die Messungen wurden zur Erhebung des Ist-Zustandes der Luftqualität im Gemeindegebiet durchgeführt und in ein künstlerisches Projekt der Kulturinitiative K.U.L.M. im Rahmen des Steirischen Herbstes 1998 eingebunden.

Um eine langfristige Beurteilung und eine flächenhafte Interpretation der lufthygienischen Bedingungen durchführen zu können, wurde parallel dazu im Zeitraum vom 23.07.1998 bis 21.07.1999 ein integrales Messnetz betrieben.

Die Ergebnisse der Messungen bestätigten die für ländliche Gebiete in der Steiermark zu erwartenden lufthygienischen Bedingungen.

Bezüglich der einzelnen Schadstoffe konnte während der Messperiode weder eine Grenzwertüberschreitung nach der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl.Nr. 5/1987) noch Überschreitungen nach dem Immissionschutzgesetzes Luft (BGBl I Nr. 115/1997) festgestellt werden. Hinsichtlich der einzelnen Luftschadstoffe wurde bei Schwefeldioxid speziell die Grundbelastung (längerfristige Mittelwerte) betreffend ein im steirischen Vergleich leicht überdurchschnittliches Konzentrationsniveau festgestellt. Bei Schwebstaub bewegten sich die Werte im Bereich der anderen steirischen Messstellen. Die Konzentrationen der weiteren Primärschadstoffe Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und Kohlenwasserstoffe bewegten sich im steiermarkweiten Vergleich auf einem deutlich unterdurchschnittlichen Niveau.

Die Ozonkonzentrationen blieben während der gesamten Messungen unter dem von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlenen Vorsorgegrenzwert für den maximalen Halbstundenmittelwert.

Die Ergebnisse der integralen Messungen zeigten sowohl bei den Depositionsmessungen (Staub, SO<sub>2</sub>) als auch bei den Konzentrationsmessungen (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>) die erwarteten Belastungen. Überschreitungen von Grenzwerten wurden jedoch bei keinem Schadstoff festgestellt.

## 1. Einleitung

Die Luftgütemessungen in Kulm bei Weiz wurden auf Ansuchen der Gemeinde von der Fachabteilung 1a, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfassten Messungen mittels einer mobilen Messstation (Mobile Station 2) sowie eines einjährig betriebenen integralen Messnetzes. Die Messungen waren in ein künstlerisches Projekt der Kulturinitiative K.U.L.M. (Richard Frankenberger, Kulm) im Rahmen des Steirischen Herbstes 1998, das in diesem Jahr das Thema „Luft“ als Teil eines vierjährigen Konzeptes „Wasser, Erde, Luft, Feuer“ zum Inhalt hatte, eingebunden. Sämtliche Messtellen wurden von KünstlerInnen in Auseinandersetzung mit dem Begriff „Luft“ gestaltet.

Die **mobilen Messungen** wurden im Zeitraum vom 02.09. bis 29. 10. 1998 zur Erhebung des Ist-Zustandes der Luftqualität im Gemeindegebiet durchgeführt.

Für den mobilen Messcontainer wurde ein Standort im nördlichen Ortsgebiet von Rohrbach am Kulm in ca. 420 m Seehöhe ausgewählt, um die vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen erheben und beurteilen zu können.

Abbildung 1: Der Standort der mobilen Messstation in Rohrbach am Kulm

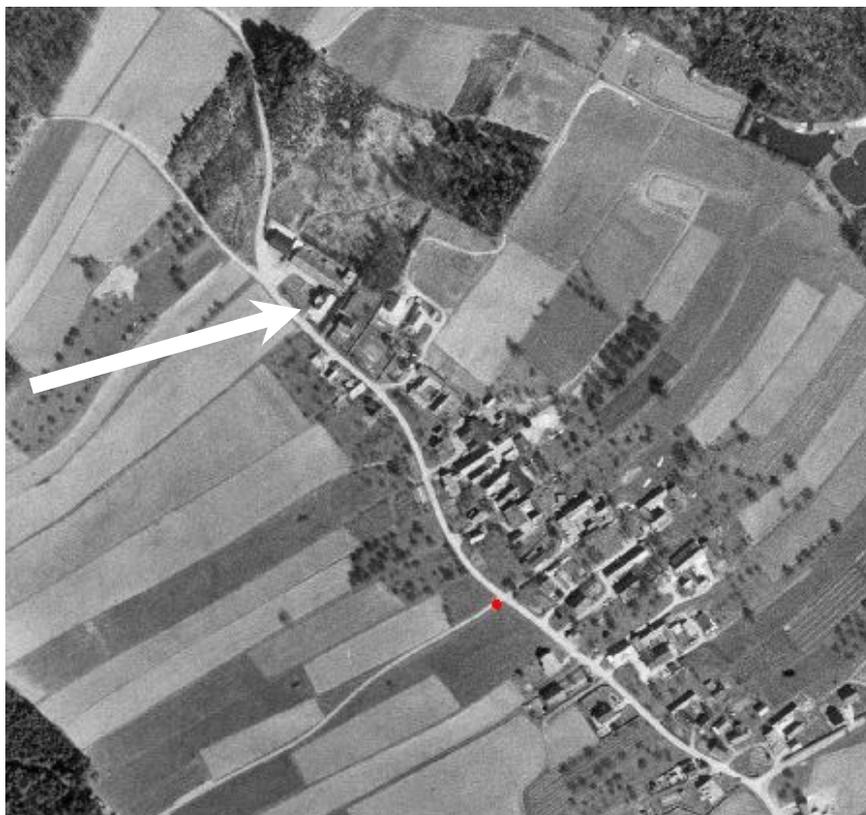


Abbildung 2: Der Messstandort vor dem Gemeindezentrum Kulm bei Weiz



Die **integralen Messungen**, die in Form eines Vertikalprofils von Pischelsdorf (380m) auf den Kulm (975m) durchgeführt wurden, ermöglichen eine flächenhafte Interpretation der Luftschadstoffbelastungen. Sie erfolgten von Juli 1998 bis Juli 1999 und umfassten 13 Messperioden.

Dabei wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

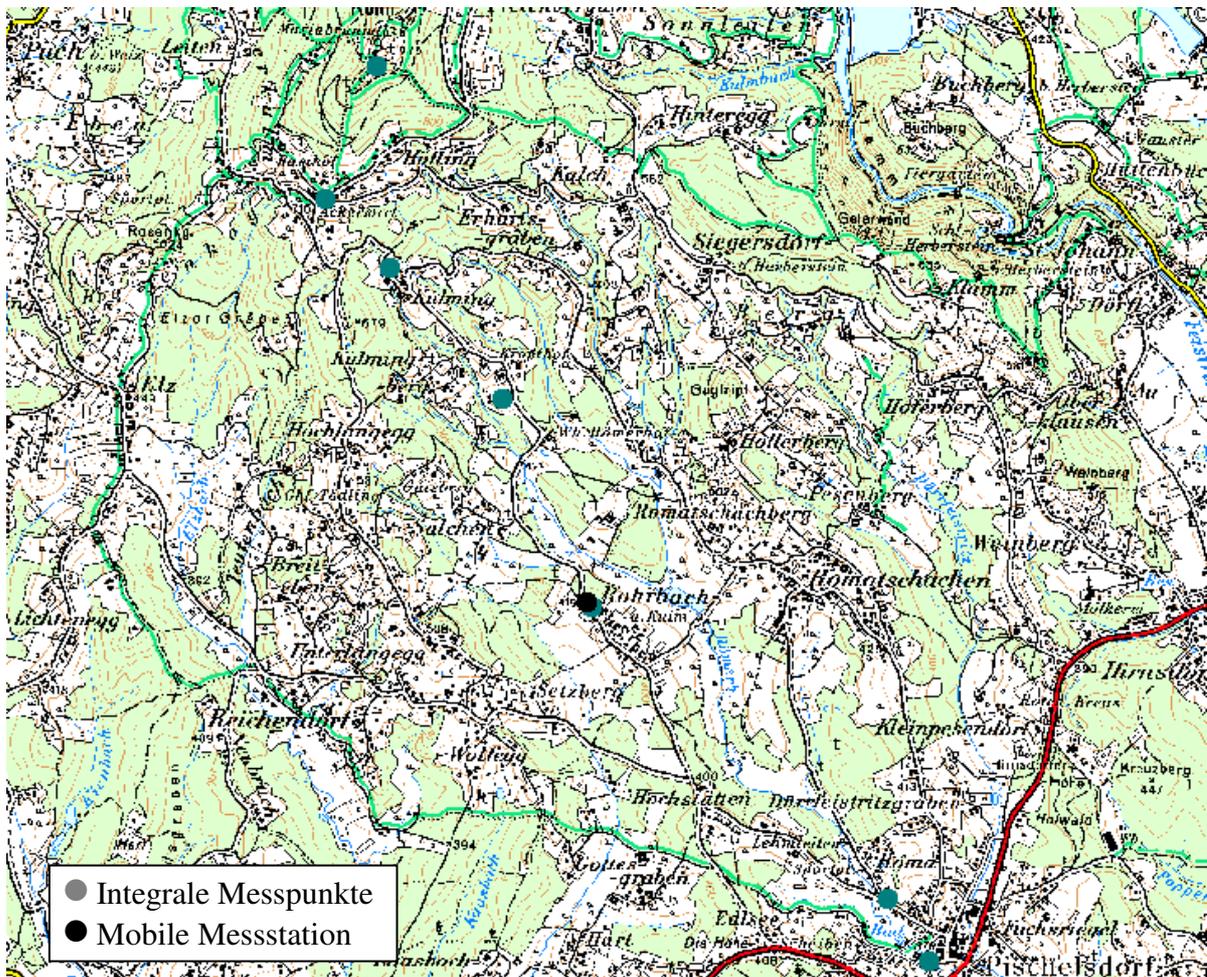
- Messung der Belastung durch Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) mittels Bleikerzen
- Ermittlung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren
- Messung der Konzentrationen von Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) bzw. Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) durch Badge-Sammler

Insgesamt wurden an 8 Standorten integrale Messeinrichtungen installiert, an denen folgende Schadstoffe gemessen wurden:

### Messpunktbeschreibung – Integrales Messnetz

Nr.	Lage des Messpunktes	Erfasste Komponenten
Pi1	Pischelsdorf, Gewerbepark, Bereich KULTURSTOCK 3	Staub, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>
Pi2	Pischelsdorf, Lehmleitenbrücke	Staub, SO <sub>2</sub>
Ro3	Rohrbach, Gemeindezentrum Kulm bei Weiz	Staub, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>
Ku4	Kulming 21, Salmhofersiedlung	Staub, SO <sub>2</sub>
Ku5	Kulming Ort	Staub, SO <sub>2</sub>
Ku6	Ackerwirt	Staub, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>
Ku7	Kulm	Staub, SO <sub>2</sub>

Abbildung 3: Das Messnetz Pischelsdorf - Kulm



## **2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe im Raum Kulm bei Weiz**

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

Die Lage des Messstandortes in Kulm bei Weiz entspricht nach H. Wakonigg der Klimalandschaft der "Terrassenstufe" und kann als sommerwarmes, mäßig winterkaltes, schwach kontinentales Klima charakterisiert werden (H. Wakonigg 1978, 378f).

Das Jahresmittel der Lufttemperatur beträgt im langjährigen Mittel um 9°C, das Jännermittel etwa -2 bis -3°C und das Julimittel 18 bis 19°C. Der Jahresgang der Niederschläge weist ein Winterminimum (Jänner unter 30mm) und ein breiteres Sommermaximum (Juni und Juli jeweils knapp 130mm) auf. Die Jahresniederschlagsmenge beträgt rund 850mm, die an zirka 100 Tagen pro Jahr fällt. Die Ventilation ist von der relativen Höhenlage über den benachbarten Talböden abhängig (Einfluss von Talwindsystemen), wobei die Windgeschwindigkeiten im Jahresmittel 1 bis 2 m/s erreichen und im Jahresgang ein Frühjahrsmaximum und ein Spätherbstminimum aufweisen.

## **3. Mobile Immissionsmessungen**

### **3.1. Ausstattung und Messmethoden**

Die mobile Luftgütemessstation zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Schwebstaub, Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO) und Ozon (O<sub>3</sub>) auf.

Der Messcontainer ist mit kontinuierlich registrierenden Immissionsmessgeräten ausgestattet, die nach folgenden Messprinzipien arbeiten:

Schadstoff	Messmethode	Gerätetyp
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub>	UV-Fluoreszenzanalyse	Horiba APSA 350E
Schwebstaub	Beta-Strahlenabsorption	Horiba ABDA 350E
Stickstoffoxid NO, NO <sub>2</sub>	Chemilumineszenzanalyse	Horiba APNA 350E
Kohlenmonoxid CO	Infrarotabsorption	Horiba APMA 350E
Ozon O <sub>3</sub>	UV-Photometrie	Horiba APOA 350E

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

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

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

## 3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen

Die vorliegende Messung wurde auf Basis der folgenden Grundlagen durchgeführt:

### 3.2.1. 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/m<sup>3</sup>):

Zone I ("Reinluftgebiete"):

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

HMW = Halbstundenmittelwert

TMW = Tagesmittelwert

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/m<sup>3</sup> überschritten werden.

Für den Messstandort in Kulm bei Weiz sind die Grenzwerte für die Zone I (Reinluftgebiete) relevant.

### 3.2.2. Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Das Immissionsschutzgesetz Luft definiert für einige in EU - Richtlinien festgelegte Schadstoffe Grenzwerte, die vor allem den KFZ - Verkehr betreffen. Diese sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

Grenzwerte nach dem Immissionsschutzgesetz Luft

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

MW8 = maximaler Achtstundenmittelwert

JMW = Jahresmittelwert

\* Drei Halbstundenmittelwerte pro Tag bis zu einer Konzentration von 0,50 mg/m<sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> als Halbstundenmittelwert (HMW)
---------------------------------------------------------

0,100 mg/m <sup>3</sup> als Achtstundenmittelwert (MW8)
---------------------------------------------------------

### 3.3. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen (September, Oktober 1998)

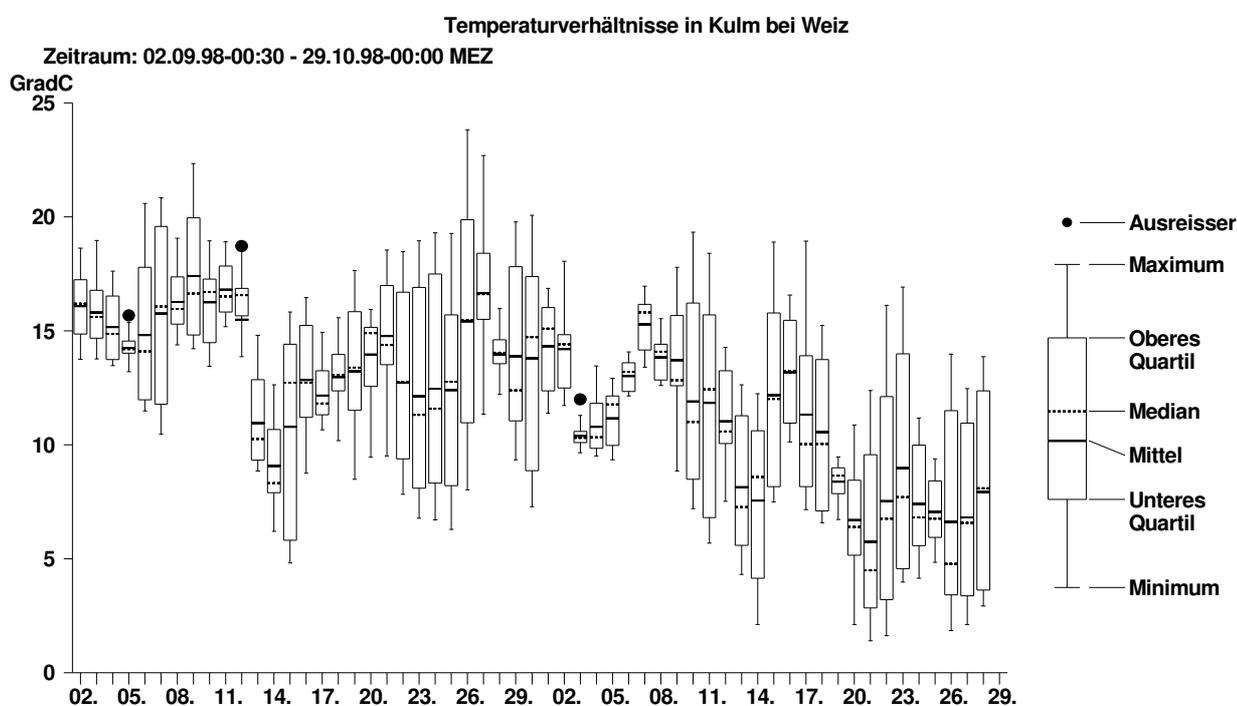
Die beiden ersten Wochen der Messperiode waren vornehmlich durch Tiefdrucktätigkeit gekennzeichnet, wobei mehrfach Tiefdruckzellen den Alpenraum überquerten und speziell am 5. und um den 10.9. stärkere Niederschläge verursachten.

Zur Monatsmitte stellte sich eine Nordwestwetterlage ein, die aufgrund der Zufuhr feuchtkalter Luftmassen einen deutlichen Temperaturrückgang mit sich brachte.

In der letzten Septemberdekade nahm nach kurzfristig föhniger Südwestströmung mit spätsommerlich hohen Temperaturwerten (Messperiodenmaximum am Standort Rohrbach mit knapp 24 °C) die Tiefdrucktätigkeit wieder zu.

Nach kurzem Zwischenhocheinfluss zum Monatswechsel blieb der antizyklonale Witterungscharakter bis 10. Oktober erhalten.

In der Folge ließ der Tiefdruckeinfluss stark nach und Strömungslagen aus SW bis NW brachten abwechselnd milde und kühle Luftmassen nach Österreich. Diese Strömungslagen blieben bis zum Ende der Messungen wetterbestimmend wobei eingelagerte Störungen und Frontsysteme speziell um den 19. 10. teils ergiebige Niederschläge verursachten.

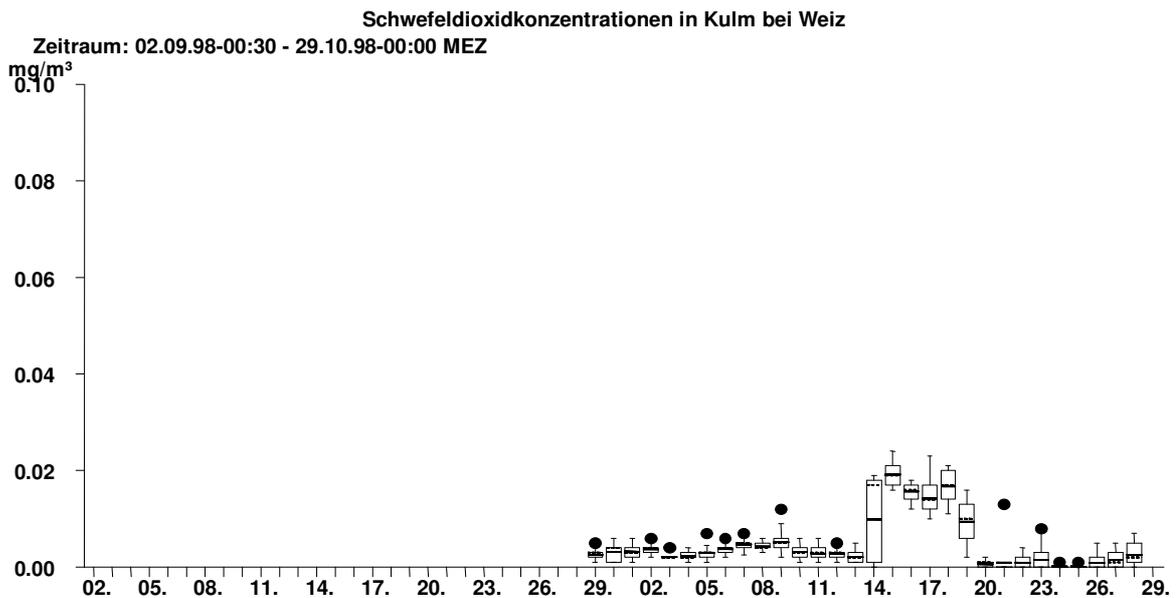


Der Witterungsverlauf während der Messungen am Standort Rohrbach zeichnete sich im September aufgrund häufigen Tiefdruckeinflusses durch deutlich überdurchschnittliche Niederschlagsmengen bei zu kühlen Temperaturen aus. Der Oktober hingegen war normal temperiert und in der Oststeiermark nur geringfügig niederschlagsärmer als im langjährigen Durchschnitt.

### 3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

#### 3.4.1. Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

02.09. - 28.10.1998	Messergebnisse SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,024	0,070	LGBI.Nr.5/1987	34 %
		0,200	BGBI I Nr. 115/1997	12 %
Mtmax	0,008			
TMWmax	0,019	0,050	LGBI.Nr.5/1987	38 %
		0,120	BGBI I Nr. 115/1997	16 %
MPMW	0,005			



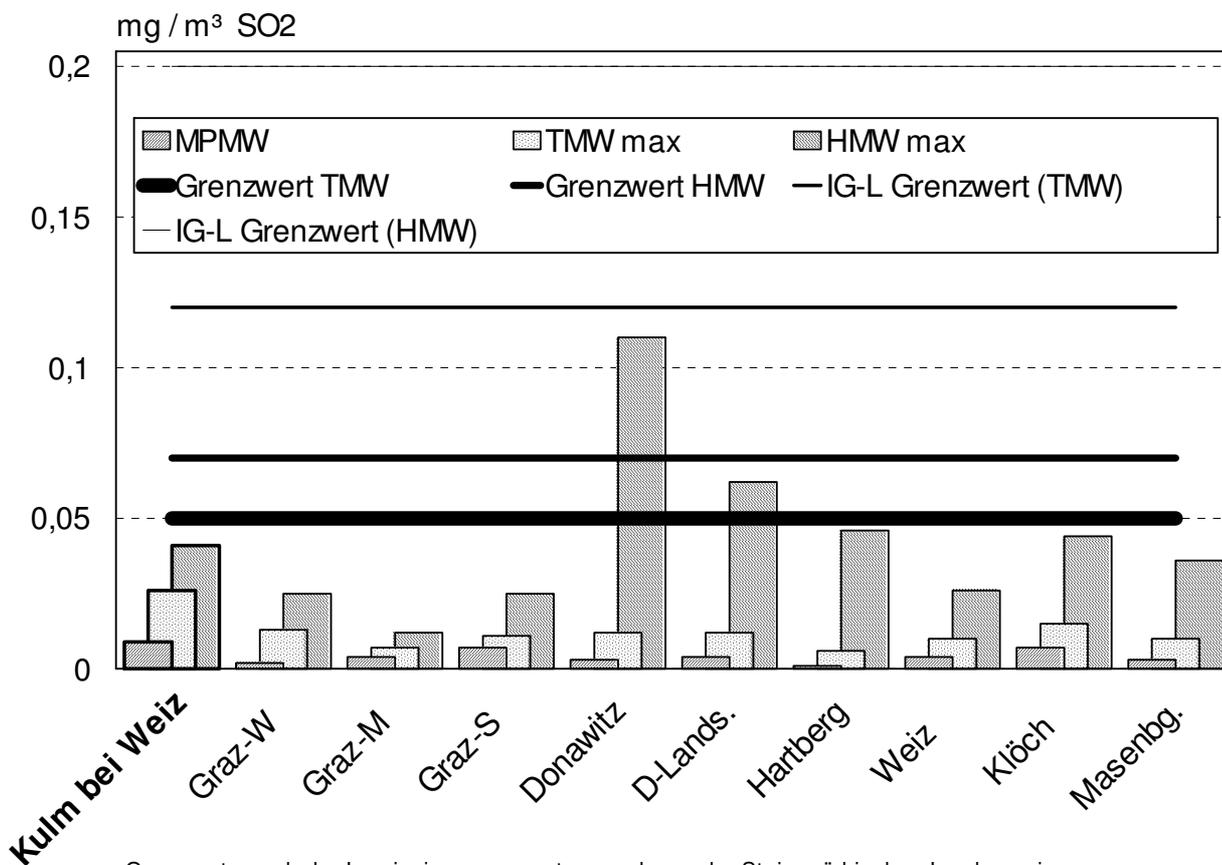
SO<sub>2</sub> wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit ungleich höher als im Sommer.

Aufgrund eines Gerätedefekts konnten in der ersten Hälfte der Messperiode keine Messwerte erhoben werden.

In der zweiten Hälfte der Messperiode blieben die SO<sub>2</sub>-Konzentrationen sowohl bei den maximalen Halbstundenmittelwerten als auch bei den Tagesmittelwerten deutlich unter den

Grenzwerten der Steiermärkischen Landesverordnung (LGBl.Nr. 5/1987) und des Immissionsschutzgesetzes Luft (BGBl I Nr. 115/1997).

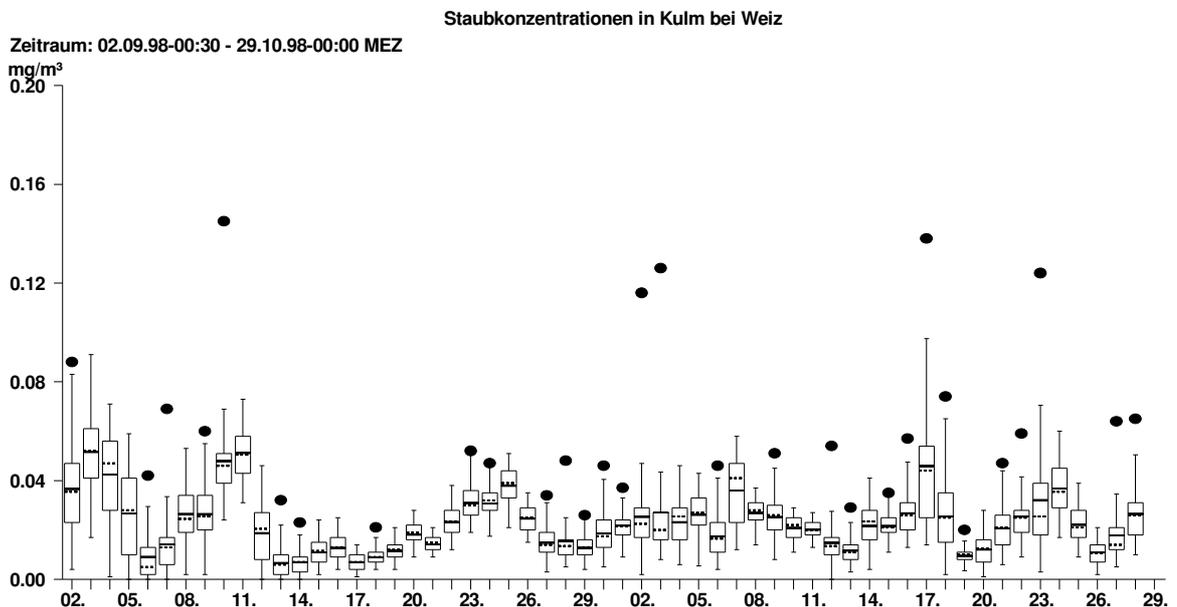
Der Vergleich mit anderen steirischen Messstationen ergibt für den Oktober 1998 beim Luftschadstoff Schwefeldioxid am Messstandort in Kulm bei Weiz eine leicht überdurchschnittliche Belastungssituation. Speziell hinsichtlich der Grundbelastung (Tagesmittelwerte und Messperiodenmittelwert) manifestiert sich ein überdurchschnittliches Konzentrationsniveau, das auf Emissionen aus dem Hausbrand zurückzuführen ist.



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

## 3.4.2. Schwebstaub

02.09. - 28.10.1998	Messergebnisse Staub in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte Staub in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,145			
Mtmax	0,053			
TMWmax	0,052	0,120 0,150	LGBI.Nr.5/1987 BGBL I Nr. 115/1997	43 % 34 %
MPMW	0,024			

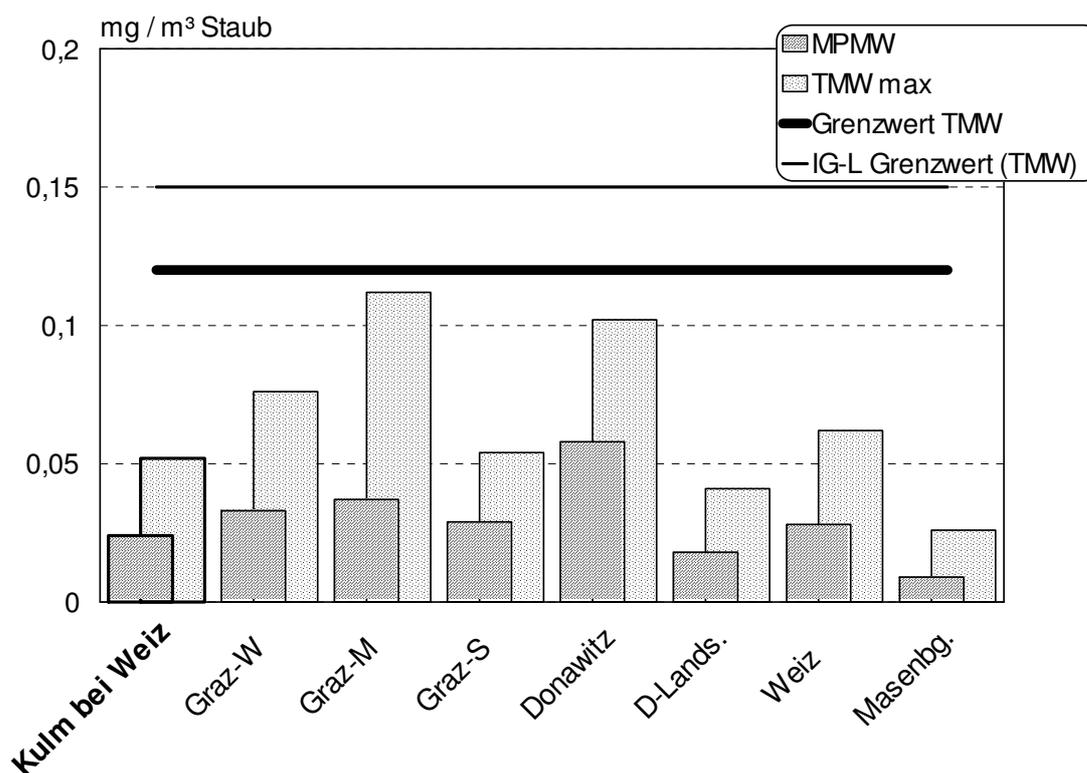


Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. Dementsprechend sind auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim SO<sub>2</sub> höhere Konzentrationen zu erwarten. Die Luftgütemesspraxis zeigt aber, dass auch den diffusen Quellen eine ganz wesentliche Bedeutung zukommt. Als diffuse Quellen sind beispielsweise der Straßenstaub (Streusplitt und Streusalz), Blütenstaub, das Abheizen von Gartenabfällen und das Abbrennen von Böschungen zu nennen.

Bezüglich der Belastung durch den Luftschadstoff Schwebstaub wurden während der Messperiode keine Überschreitungen sowohl des in der Immissionsgrenzwertverordnung des Landes (LGBl.Nr. 5/1987) als auch des im Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl I Nr. 115/1997) festgelegten maximalen Tagesmittelwertes festgestellt.

Der Verlauf der Schwebstaubkonzentrationen zeigt eine deutliche Abhängigkeit von den Niederschlagsverhältnissen. Während der trockenen und zum Teil windstärkeren Witterungsphasen sind die Konzentrationen höher als bei feuchtem, regenreichem Wetter.

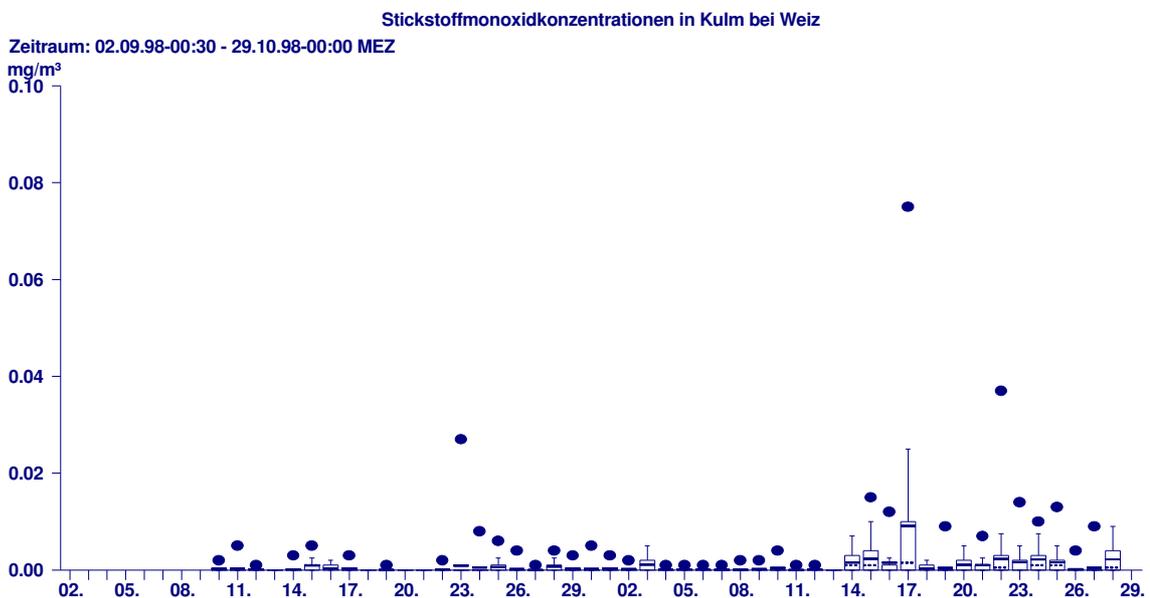
Im steiermarkweiten Vergleich sind die Schwebstaubkonzentrationen während der Messperiode als durchschnittlich anzusehen. Sie liegen aber deutlich unter dem Niveau der großen Ballungsräume, wo die höheren Schwebstaubkonzentrationen vor allem durch den KFZ-Verkehr verursacht werden.



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

### 3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO)

02.09. - 28.10.1998	Messergebnisse NO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte NO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,075	0,600	LGBI.Nr.5/1987	12 %
Mtmax	0,007			
TMWmax	0,009	0,200	LGBI.Nr.5/1987	4 %
MPMW	0,001			

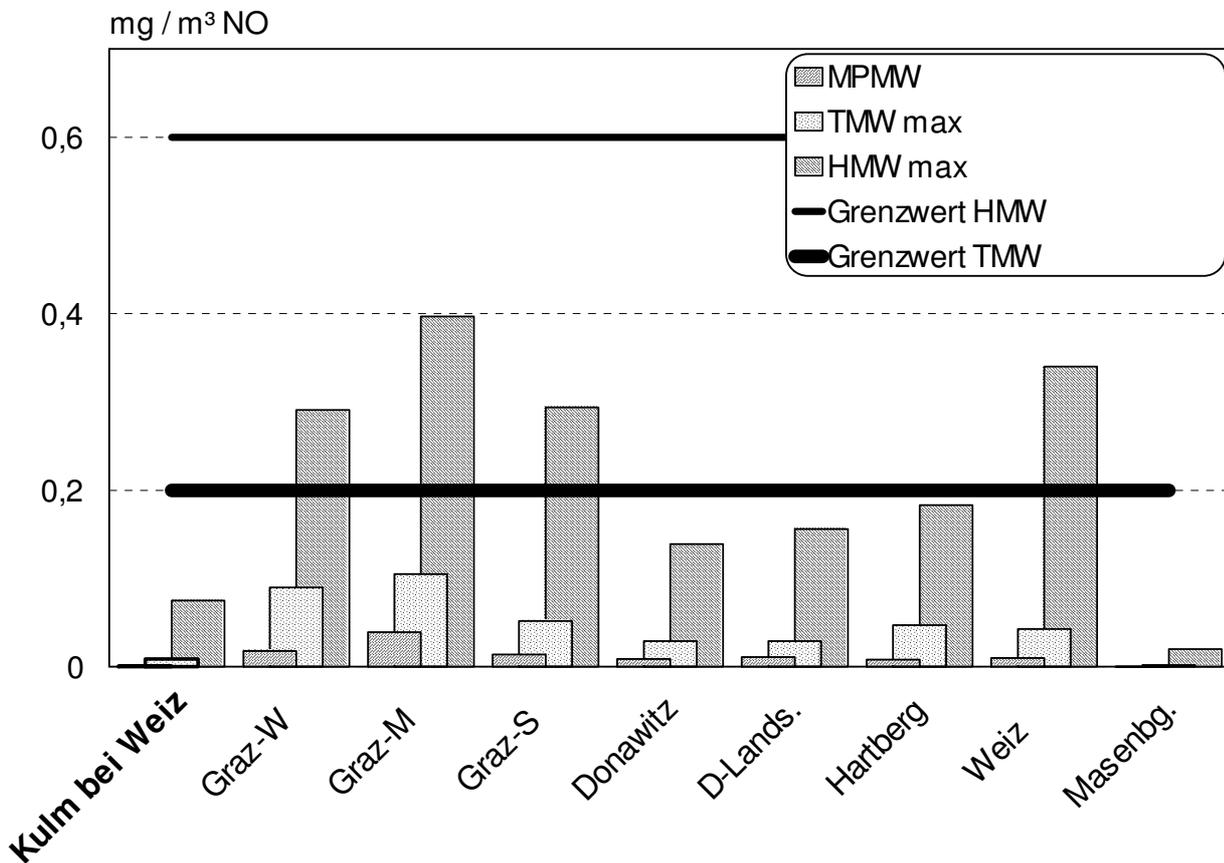


Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen (NO<sub>x</sub>) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der NO-Anteil etwa 95% des NO<sub>x</sub>-Ausstoßes aus. Die Bildung von NO<sub>2</sub> erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O<sub>2</sub>) oder mit Ozon (O<sub>3</sub>) zu NO<sub>2</sub> verbindet.

Die registrierten Werte blieben sowohl hinsichtlich der Spitzenkonzentrationen (HMWmax) als auch bezüglich der maximalen Tagesmittelwerte deutlich unter den in der Landesverordnung (LGBI. Nr. 5/1987) genannten Grenzwerten.

Aufgrund eines Geräteausfalls fehlen ebenso wie bei den Schadstoffen Stickstoffdioxid und Kohlenmonoxid die Konzentrationsaufzeichnungen für die erste Woche der Messperiode.

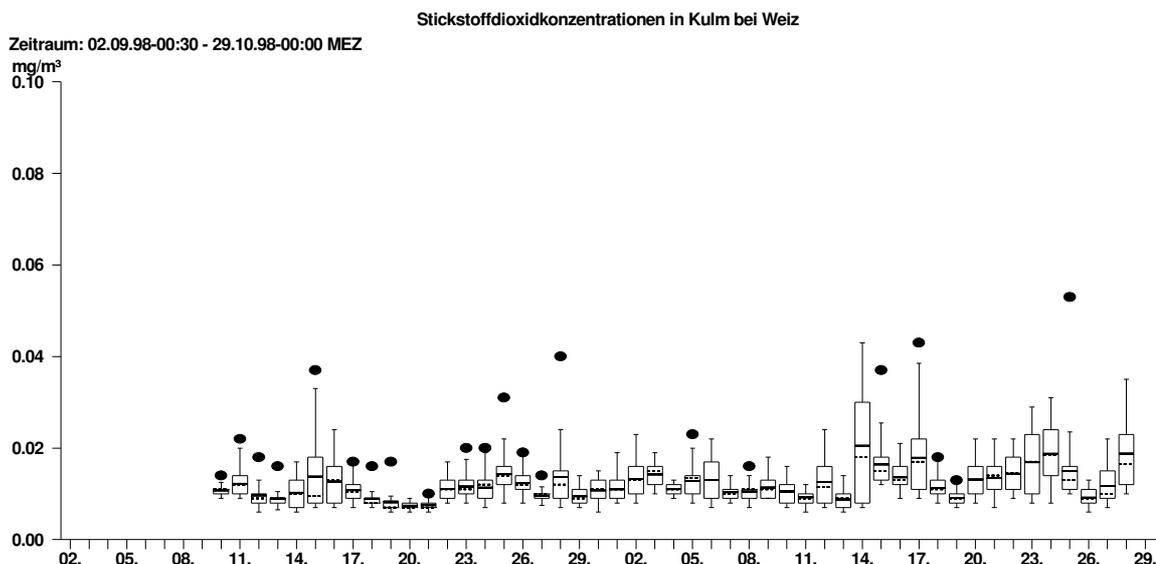
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstation blieben die NO-Konzentrationen auf einem deutlich unterdurchschnittlichen Niveau, was auf das geringe KFZ-Verkehrsaufkommen im Bereich des Messstandortes zurückzuführen ist.



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

### 3.4.4. Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

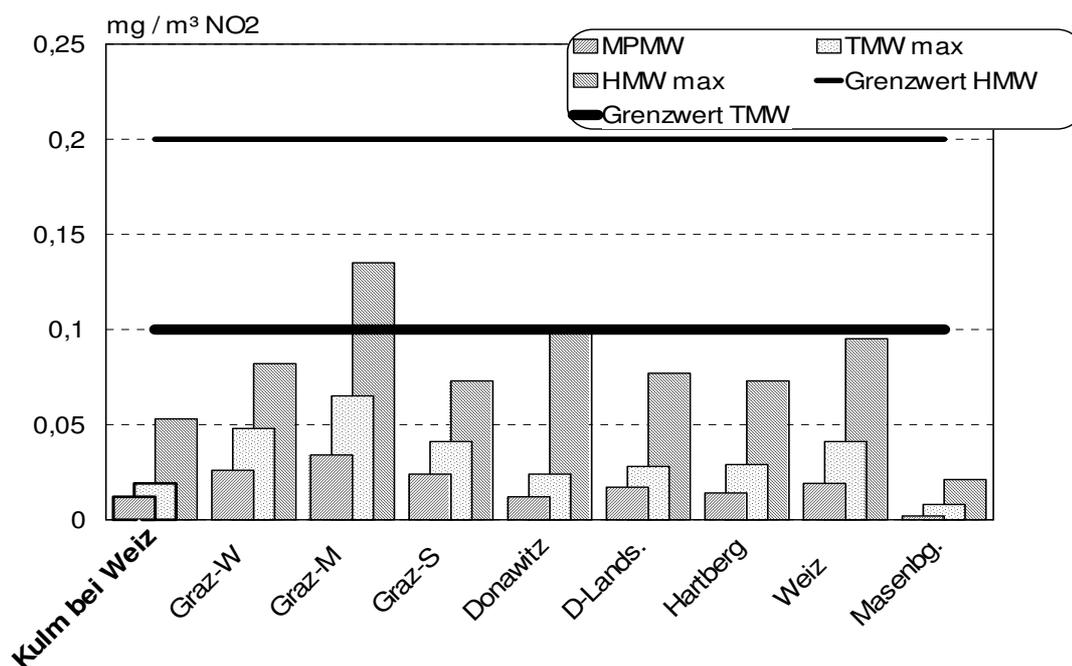
02.09. - 28.10.1998	Messergebnisse NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,053	0,200	LGBl.Nr.5/1987	26 %
		0,200	BGBl I Nr. 115/1997	26 %
Mtmax	0,022			
TMWmax	0,019	0,100	LGBl.Nr.5/1987	19 %
MPMW	0,012			



Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff NO erläutert. Immissionsseitig stellt sich im Allgemeinen der Schadstoffgang beim NO<sub>2</sub> ähnlich wie beim NO dar.

Es ergaben sich keine Überschreitungen der in der Landesverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) und im Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl I Nr. 115/1997) festgelegten Grenzwerte.

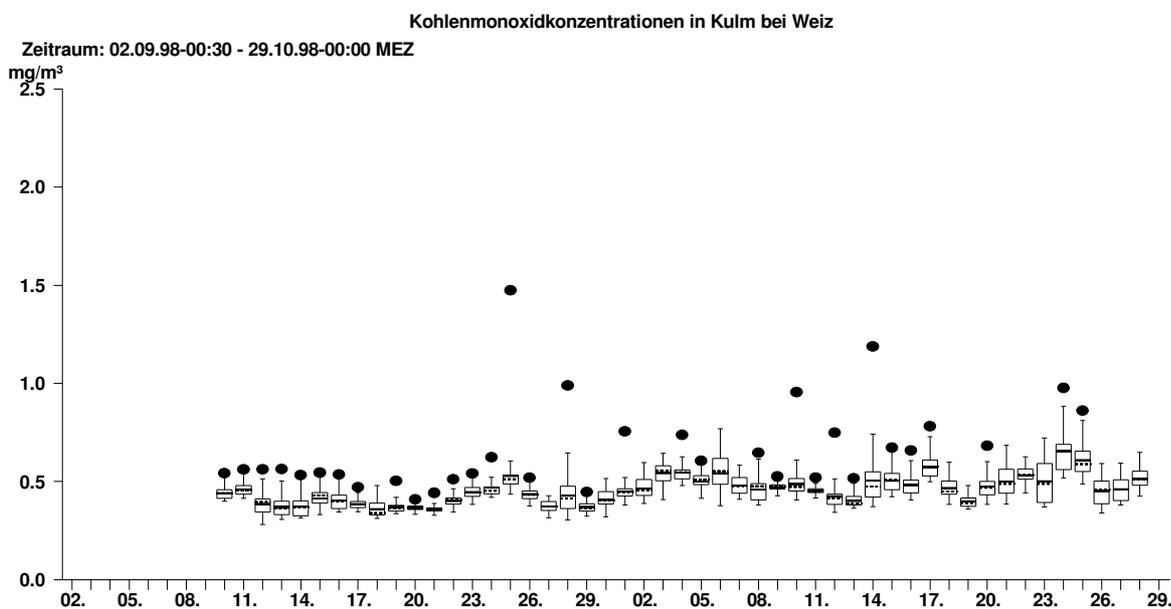
Der Vergleich mit anderen steirischen Messstation ergibt sowohl hinsichtlich kurzfristiger Spitzenbelastungen (HMWmax) als auch langfristiger Grundbelastung (MPMW) ein unterdurchschnittliches Konzentrationsniveau.



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

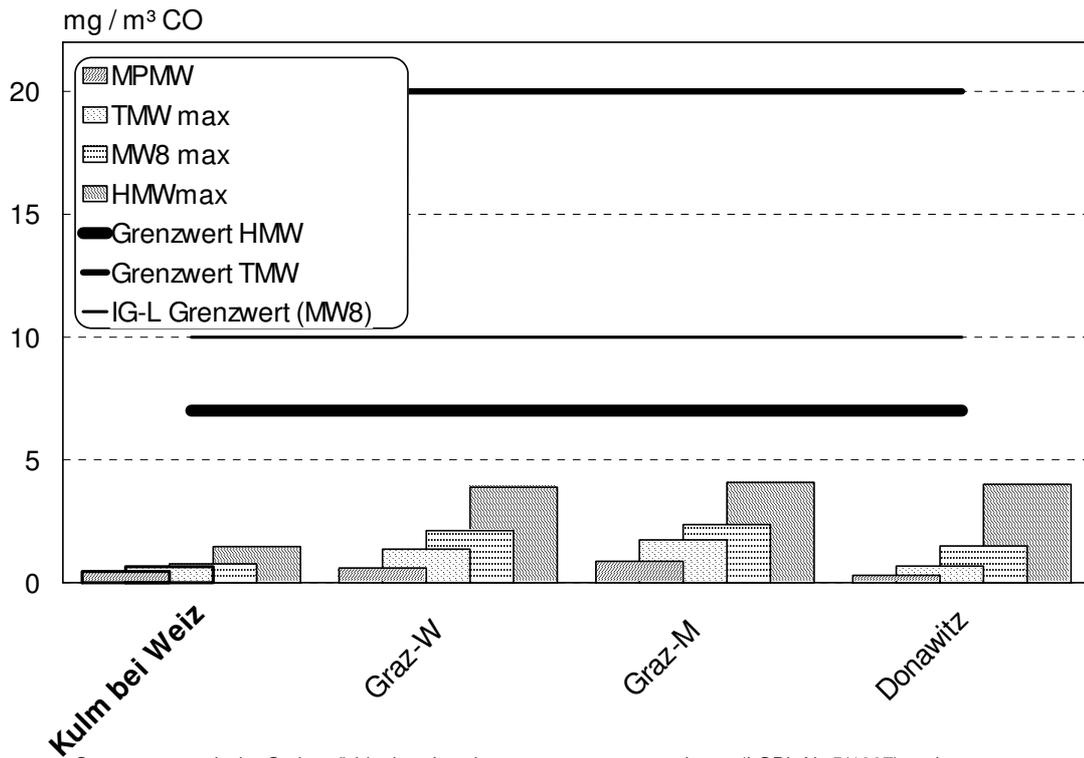
### 3.4.5. Kohlenmonoxid (CO)

02.09. - 28.10.1998	Messergebnisse CO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte CO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	1,474	20	LGBI.Nr.5/1987	7 %
Mtmax	0,654			
MW8max	0,773	10	BGBI. I Nr. 115/1997	8 %
TMWmax	0,655	7	LGBI.Nr.5/1987	9 %
MPMW	0,461			



Die registrierten Konzentrationen blieben während der Messungen deutlich unter den Immissionsgrenzwerten sowohl der steiermärkischen Landesverordnung (LGBI. Nr. 5/1987) als auch des Immissionschutzgesetz Luft (BGBI I Nr. 115/1997).

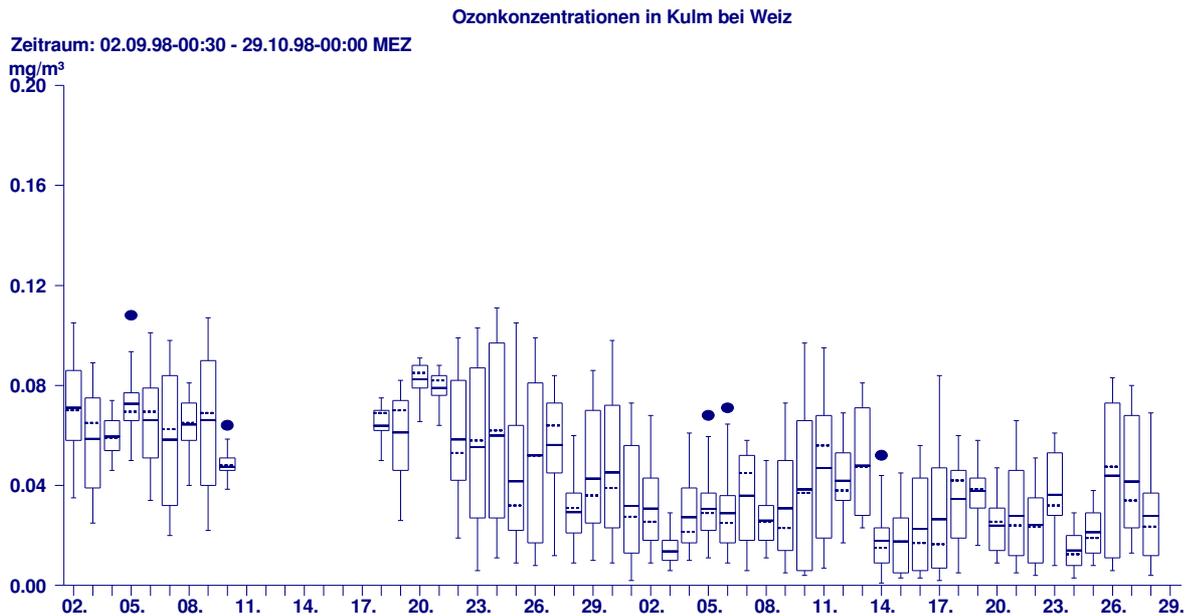
Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden in der Steiermark nur an einigen neuralgischen Punkten erhoben. Im Vergleich mit diesen Messstationen ergaben die Messungen in Kulm beim Weiz ein deutlich unterdurchschnittliches Konzentrationsniveau.



Grenzwerte nach der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr.5/1987) und Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

3.4.6. Ozon (O<sub>3</sub>)

02.09. - 28.10.1998	Messergebnisse O <sub>3</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte O <sub>3</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,111	0,120	Österreichische Akademie der Wissenschaften	92 %
Mtmax	0,076			
MW3max	0,109	0,200	BGBI.Nr.210/1992	54 %
TMWmax	0,082			
MPMW	0,042			



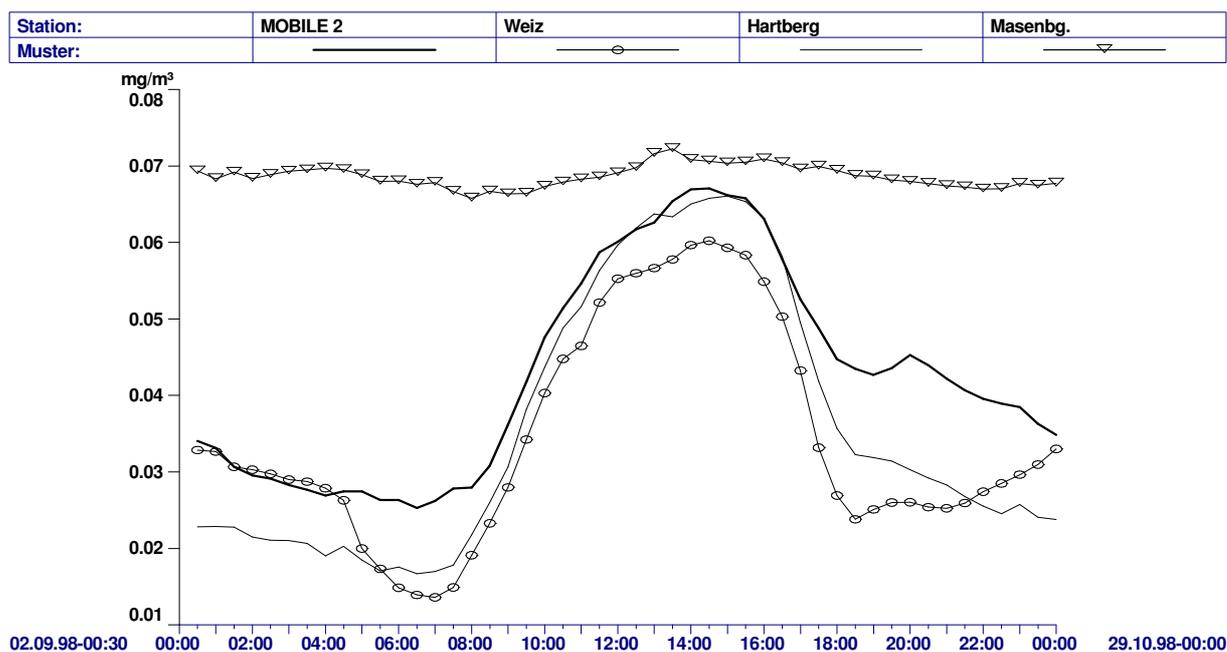
Die Ozonbildung in der bodennahen Atmosphäre erfolgt in der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit wesentlich stärker als in den Herbst- und Wintermonaten. Eine wesentliche Rolle kommt dabei den Vorläufersubstanzen wie den Stickstoffoxiden und den Kohlenwasserstoffen zu, auf deren Emittenten bereits hingewiesen wurde. Für das Vorkommen von Ozon in der Außenluft sind 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 (BGBl Nr. 210/1992) in 8 Ozon-Überwachungsgebiete mit annähernd einheitlicher Ozonbelastung eingeteilt. Die Gemeinde Kulm bei Weiz liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 2 "Süd- und Oststeiermark und Südliches Burgenland".

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 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 nachfolgende Abbildung stellt den mittleren Tagesgang der Ozonkonzentrationen an den Messstellen in Rohrbach (Mobile 2), Weiz, Hartberg und am Masenberg dar. Die Talstationen

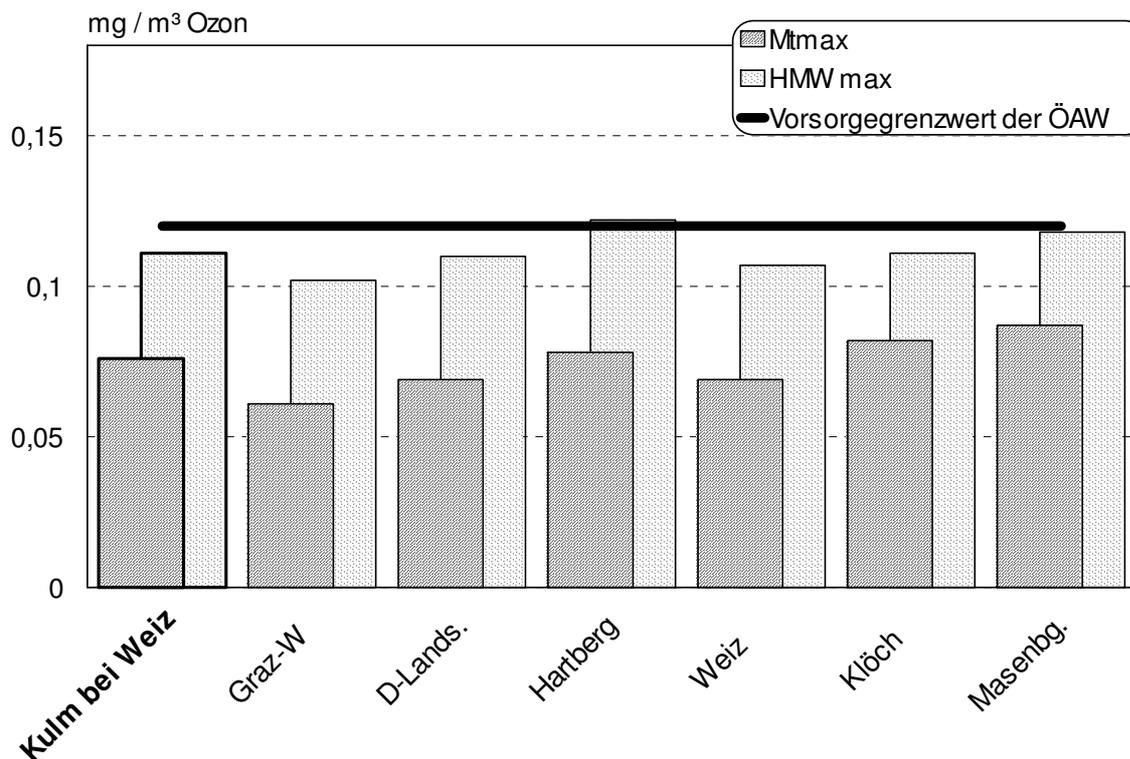
weisen im Gegensatz zur Höhenstation Masenberg einen markanten Tagesgang der Ozonkonzentrationen auf, wobei die nächtliche Konzentrationsabsenkung in Rohrbach aufgrund des niedrigeren Verkehrsaufkommens und damit geringeren Mengen von Vorläufersubstanzen im Nahbereich der Messstelle im Vergleich zu den Stationen Hartberg und Weiz etwas weniger deutlich ausgeprägt ist.



Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt erwartungsgemäß zu Beginn der Messungen während der noch wärmeren und zum Teil einstrahlungsreicheren Witterungsphasen ein höheres Konzentrationsniveau, das zum Ende der Messungen hin bei niedrigeren Temperaturen merklich sinkt.

Weder der als maximaler Halbstundenmittelwert empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, noch der Grenzwert des Ozongesetzes (BGBl. Nr. 210/1992) wurde überschritten.

Der Standort Rohrbach am Kulm weist, wie in folgender Abbildung dargestellt, im Vergleich steirischer Stationen während der Messperiode ein durchschnittliches Konzentrationsniveau bei Ozon auf.



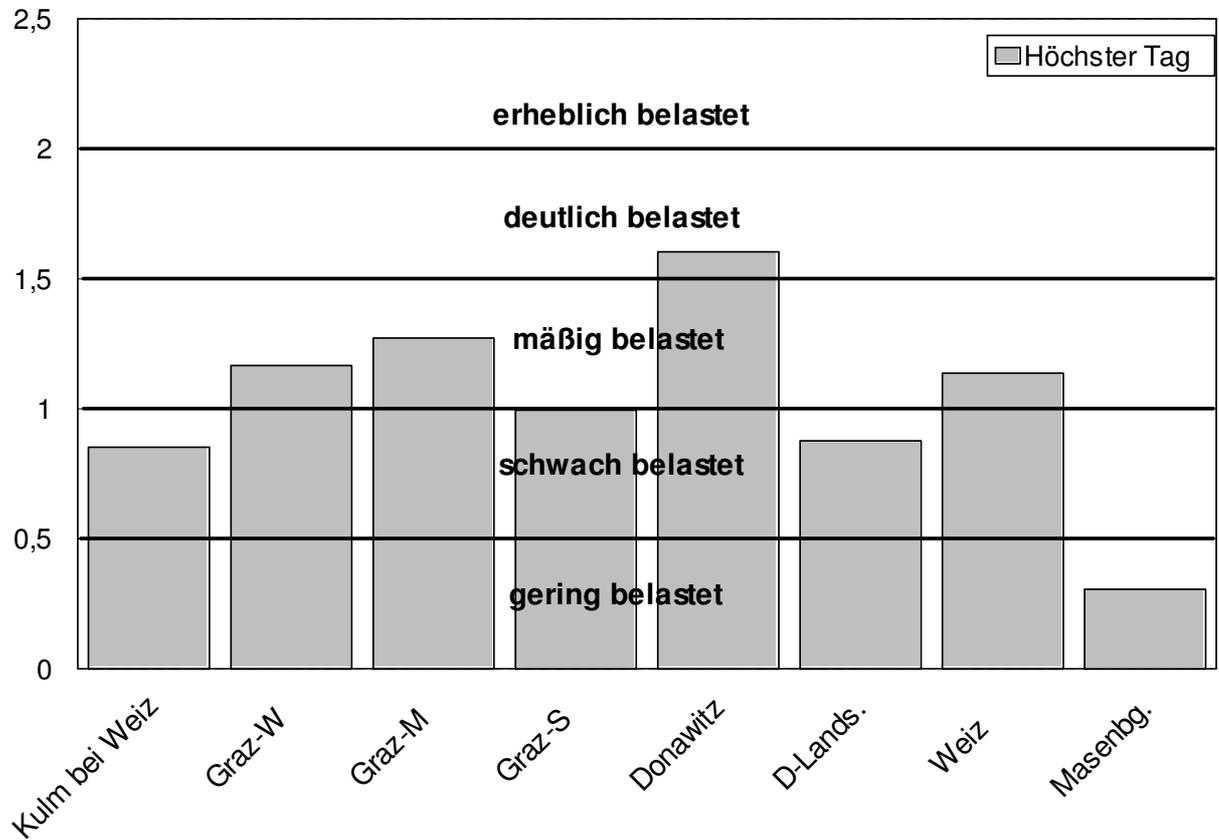
### 3.5. Luftbelastungsindex

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

Angelehnt an die von J. Baumüller (VDI 1988, S. 223 ff) vorgeschlagene Berechnungsmethode wurden dabei für die beiden Messperioden die Tagesmittelwerte und maximalen Halbstundenmittelwerte der Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Schwebstaub in Verhältnis zum jeweiligen Grenzwert dem Immissionsschutzgesetz-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 Monat Oktober 1998 für den Messstandort und ausgewählte steirische Standorte dargestellt. Demnach entsprechen die

lufthygienischen Verhältnisse in Kulm bei Weiz weitgehend jenen der ländlichen Gebiete der Steiermark.



## 4. Integrale Messungen

### 4.1. Einleitung

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

Das Messnetz wurde im Zeitraum vom 23.07.1998 bis 21.07.1999 betrieben. Bei den Auswertungen wurden die 13 Messperioden folgendermaßen zusammengefasst:

Wintersaison : 14.10.1998 - 01.04.1999 (4. - 9. Messperiode)

Sommersaison :       23.07.1998 - 14.10.1999 (1. - 3. Messperiode)  
                          01.04.1999 - 21.07.1999 (10. - 13. Messperiode)

#### Messpunktbeschreibung – Integrales Messnetz

Nr.	Lage des Messpunktes	Erfasste Komponenten
Pi1	Pischelsdorf, Gewerbepark, Bereich KULTURSTOCK 3	Staub, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>
Pi2	Pischelsdorf, Lehmleitenbrücke	Staub, SO <sub>2</sub>
Ro3	Rohrbach, Gemeindezentrum Kulm bei Weiz	Staub, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>
Ku4	Kulming 21, Salmhofersiedlung	Staub, SO <sub>2</sub>
Ku5	Kulming Ort	Staub, SO <sub>2</sub>
Ku6	Ackerwirt	Staub, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>
Ku7	Kulm	Staub, SO <sub>2</sub>

Die Messpunkte wurden von folgenden KünstlerInnen bearbeitet:

„Ikarus/Hommage an Yves Klein“ - Klaus Kahlen, Dieter Pape, Frederike Sommer (D)

„Energie sparen“ - Gottfried Ranegger und Schüler der HS Pischelsdorf (A)

„Lebensluft“ - Petra Pußwald, Franz Niederl, Gerfried Wanker-Tiffner (A)

„Windrad“ - Karin Schragen (A)

„global sculpture 1“ - Heribert Friedel (A)

„o.T.“ – Ines Nikolavcic

„Wolken“ - Richard Frankenberger, Margret Kreidl (A)

Abbildung 4: Integraler Messpunkt Ku 4 - „Windrad“ – Karin Schragen (A)

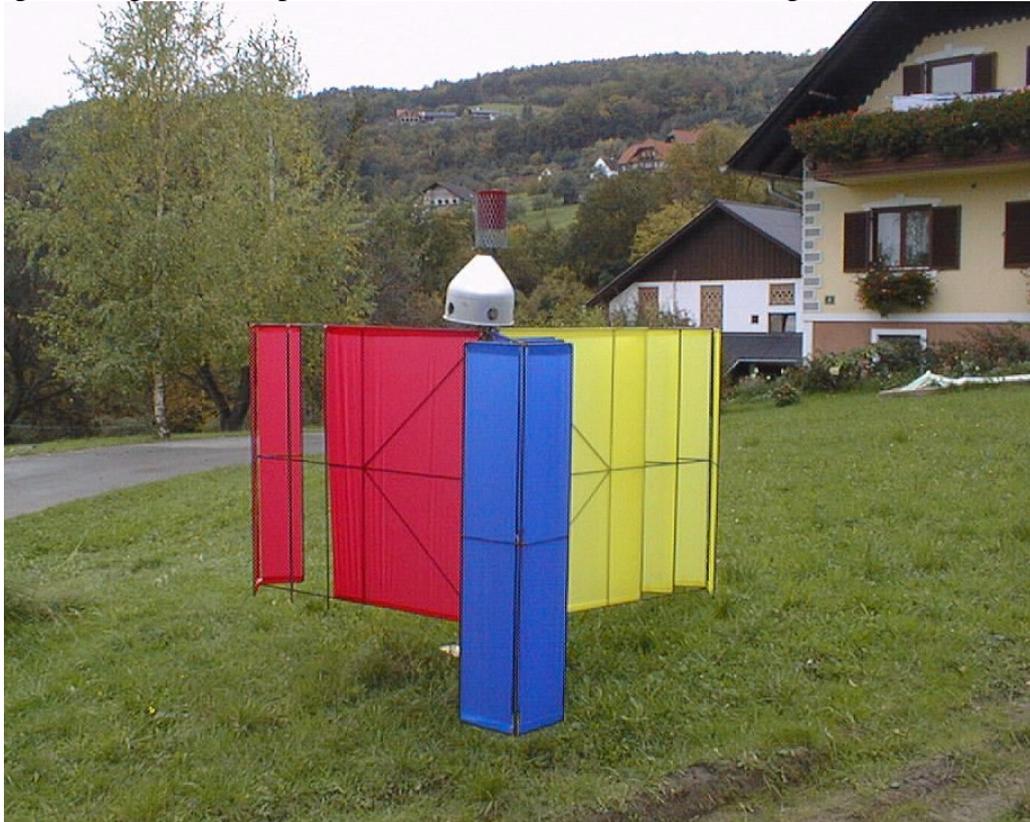


Abbildung 5: Integraler Messpunkt Ku 5 - „global sculpture 1“ – Heribert Friedl (A)



## 4.2. Messmethodik

### 4.2.1. Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren

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

Die Staubbmessung erfolgt nach dem "Bergerhoff-Verfahren". Dabei wird ein oben offenes Kunststoffgefäß auf einem etwa 1,5 m hohen Ständer angebracht. Der sich absetzende Staub und das Regenwasser werden in diesem Gefäß über eine Dauer von 28 Tagen gesammelt. Danach werden der Staubniederschlag und das Wasser in einer gewogenen Schale zur Trockene eingedampft und als Gesamtstaubniederschlag gewogen. Das Ergebnis wird auf einen Tag und 1 m<sup>2</sup> Fläche bezogen.

Für die Staubdeposition wurden folgende **Grenzwerte** veröffentlicht:

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

Als **Langzeitimmissionswert (IW 1)**, vergleichbar mit einem **Jahresmittelwert**) ist in der TA-Luft ein Grenzwert von 0.35 g/m<sup>2</sup>.d festgelegt.

Strengere Maßstäbe werden für Kur- und Erholungsgebiete angewendet: Für die Beurteilung der Luftqualität in Kurorten wurde 1997 vom **Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie** die Richtlinie „**Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten**“ (Kurorterichtlinie) herausgegeben. Diese schreibt für Luftkurorte einen **Jahresmittelgrenzwert** von 0,165 g/m<sup>2</sup>.d Staub vor.

### 4.2.2. Bestimmung der Schwefeldioxiddeposition nach der Bleikerzenmethode

Flächenförmig aufgetragenes Bleidioxid (PbO<sub>2</sub>) absorbiert aus der freien Atmosphäre schwefelhaltige, gasförmige Luftverunreinigungen unter Bildung von Bleisulfat (PbSO<sub>4</sub>). Die

Menge des gebildeten  $\text{PbSO}_4$  ist proportional zur Menge der gasförmigen Schwefelverbindungen und zur Expositionszeit. Da Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) im Vergleich zu anderen Schwefelverbindungen als Luftschadstoff dominiert, gestattet eine quantitative Sulfat-Bestimmung (berechnet als  $\text{SO}_3$ ) Rückschlüsse auf die mittlere  $\text{SO}_2$ -Immission während der Expositionszeit. Zur Aufnahme des gasförmigen  $\text{SO}_2$  dient ein mit  $\text{PbO}_2$  bestrichener Baumwollappen mit der Fläche von  $1 \text{ dm}^2$ , der um einen Zylinder (Höhe = 12.8 cm, Durchmesser = 2.5 cm) befestigt wird. Diese Vorrichtung wird "Bleikerze" genannt. Zum Schutz vor Regen und Verschmutzungen sowie zur Gewährleistung einer guten Luftzirkulation um die Bleikerze wird diese in einer Glocke mit Belüftungsöffnungen und offenem Boden in rund 1,5 m Höhe exponiert. Die Expositionszeit beträgt etwa 28 Tage.

Die Beurteilung erfolgt mittels der in Tabelle 1 wiedergegebenen Kategorisierung des Schwefeldioxidniederschlages. Diese wurde vom Hygieneinstitut II der Universität Innsbruck entworfen und vom Amt der Salzburger Landesregierung 1975 veröffentlicht.

Tabelle 1: Kategorien der Schwefeldioxidbelastung (Angaben als arithmetischer Jahresmittelwert in  $\text{mg SO}_3 / \text{dm}^2 \cdot 28\text{d}$ )

Kategorie	Messwert	Beschreibung
I	unter 5	$\text{SO}_2$ -Belastung vernachlässigbar
II	5,0 - 14,9	Gebiete mit geringer $\text{SO}_2$ -Belastung
III	15,0 - 34,9	Gebiete mit mittlerer $\text{SO}_2$ -Belastung <sup>1)</sup>
IV	über 35	Gebiete mit starker $\text{SO}_2$ -Belastung <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Bei lang andauernden Inversionswetterlagen kann vor allem bei Werten über 25 mg nicht ausgeschlossen werden, daß gesundheitsschädigende Konzentrationen erreicht werden.

<sup>2)</sup> Solange durch Messungen der Konzentration nicht das Gegenteil bewiesen ist, muß damit gerechnet werden, daß bei länger andauernden Inversionswetterlagen gesundheitsschädigende  $\text{SO}_2$ -Konzentrationen erreicht werden.

### 4.2.3. Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentrationen mit Badge-Sammlern

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

Das Prinzip der verwendeten Badge-Sammler beruht auf einer Diffusion von  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{HCl}$  und  $\text{HNO}_3$ , also von sauren Gasen, zu einem absorbierenden Medium (häufig wird Triethanolamin verwendet). Die Menge des absorbierten Schadstoffes ist proportional zur Umgebungskonzentration an der Messstelle. Nach Beendigung der Messung werden die zu untersuchenden Substanzen extrahiert und anschließend ionenchromatographisch bestimmt und quantifiziert.

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

Zu Beginn der Messung wird die Schutzkappe entfernt und der Sammler exponiert. Am Ende der Messung wird der Sammler wieder verschlossen und kann bis zur Aufarbeitung kühl gelagert werden. Exponiert werden die Sammler auf ca. 1.5 m hohen Stangen. Vor Witterungseinflüssen werden sie durch Glocken geschützt. Die Expositionszeit beträgt ca. vier Wochen.

Da die Menge der absorbierten Probe durch Diffusion an das Absorptionsmittel gelangt, kann über die Diffusionsgleichung der Mittelwert der Konzentration über die Messdauer bestimmt werden. Die erhaltenen Werte haben die gleiche Dimension wie jene, die von kontinuierlichen Messstationen erhalten werden.

Für **Stickstoffdioxid** wurden von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in den Luftqualitätskriterien für  $\text{NO}_2$  Vorschläge für wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen veröffentlicht. Diese Grenzwerte sind auch in der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr 5/1987) festgelegt (siehe Tab. 2), die selben Werte finden sich im VDI-Handbuch zur Reinhaltung der Luft. Für längere Zeiträume werden jedoch keine Angaben gemacht.

Erfahrungen und vergleichende Untersuchungen in steirischen Meßnetzen zeigen, daß bei **Messperiodenmittelwerten von über 40 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>** fallweise mit Überschreitungen der vorhin genannten Grenzwerte zum Schutz des Menschen zu rechnen ist. Für **Schwefeldioxid** sind in der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr 5/1987) ebenfalls Grenzwerte festgelegt (siehe Tab. 2). Auch bei diesem Schadstoff haben Vergleichsmessungen mit kontinuierlich aufzeichnenden Meßgeräten ergeben, daß bei **Messperiodenmittelwerten von über 40 µg/m<sup>3</sup> SO<sub>2</sub>** fallweise Überschreitungen der genannten Grenzwerte zu erwarten sind.

Tabelle 2: Grenzwerte nach der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr 5/1987) für Stickstoff- und Schwefeldioxid für die Zone I („Reinluftgebiete“; Konzentrationsangaben in µg/m<sup>3</sup>)

	Sommer		Winter	
	HMW	TMW	HMW	TMW
Schwefeldioxid	70	50	150	100
Stickstoffdioxid	200	100	200	100

Auch für die Schadstoffe Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid ist ein Vergleich mit den Kurortegrenzwerten nicht uninteressant. Nach der Richtlinie **„Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“** gelten für beide Schadstoffkomponenten ganzjährig ein Tagesmittelgrenzwert von 50 µg/m<sup>3</sup> sowie ein Halbstundenmittelgrenzwert von 100 µg/m<sup>3</sup>. Detaillierte Erfahrungen mit der Korrelation der integralen Messergebnisse mit diesen Grenzwerten fehlen noch, erste Vergleiche weisen aber darauf hin, **dass ab Messperiodenmittelwerten von 25 µg/m<sup>3</sup> mit Überschreitungen der Kurortegrenzwerte gerechnet werden muss.**

### 4.3. Auswertung der Messergebnisse

#### 4.3.1. Staubdeposition

Tabelle 3: Zeitverlauf der Staubdeposition (in mg/m<sup>2</sup> . d)

Messperioden	PI 1	PI 2	RO 3	KU 4	KU 5	KU 6	KU 7	MW
23.07.98-19.08.98		78,6		42,9	42,9	71,4		58,9
19.08.98-17.09.98	60,7	50,0	32,1	46,4	96,4	42,9	53,6	54,6
17.09.89-14.10.98	50,0	25,0	42,9	21,4	32,1	21,4	28,6	31,6
14.10.98-13.11.98	32,1	67,9	103,6	46,4	35,7	39,3	107,1	61,7
13.11.98-10.12.98	46,4		42,9	32,1	114,3	78,6	28,6	57,1
10.12.98-05.01.99	46,4	89,3	75,0	25,0	64,3		50,0	58,3
05.01.99-03.02.99	25,0		96,4	17,9	32,1	167,9		67,9
03.02.99-03.03.99	114,3		32,1	78,6	60,7	107,1	60,7	75,6
03.03.99-01.04.99	171,4		35,7	160,7	89,3	89,3	53,6	100,0
01.04.99-29.04.99	92,9	121,4	92,9	167,9	39,3	53,6	60,7	89,8
29.04.99-27.05.99	60,7	89,3	103,6	117,9	242,9	114,3	60,7	112,8
27.05.99-24.06.99	100,0		78,6	60,7		160,7	132,1	106,4
24.06.99-21.07.99	42,9	10,7	17,9	103,6	28,6	14,3	92,9	44,4
Mittelwert	70,24	66,52	62,80	70,88	73,21	80,06	66,23	

Abbildung 6: Jahregang der Staubbelastung

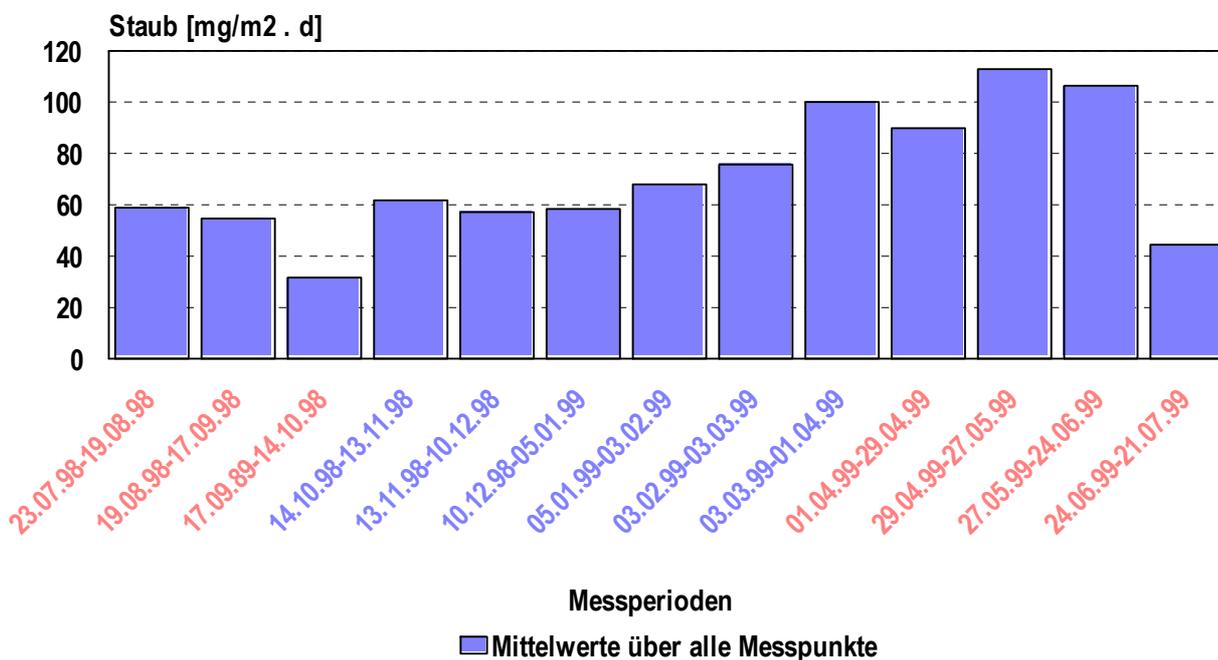


Tabelle 4: Mittlere Staub-Deposition (in  $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ )

	Mittelwert Sommer	Mittelwert Winter	Jahres- mittelwert
PI 1	67,9	72,6	70,2
PI 2	62,5	78,6	66,5
RO 3	61,3	64,3	62,8
KU 4	80,1	60,1	70,9
KU 5	80,4	66,1	73,2
KU 6	68,4	96,4	80,1
KU 7	71,4	60,0	66,2

Sommersaison : 23.07.1998 - 14.10.1998 (1. - 3. Messperiode)  
01.04.1999 - 27.07.1999 (10. - 13. Messperiode)  
Wintersaison : 14.10.1998 - 01.04.1999 (4. - 9. Messperiode)

Abbildung 7: Jahresmittelwert in Relation zum Grenzwert der „Kurortrichtlinie“ und zum Langzeitimmissionswert der TA-Luft '86 (IW 1)

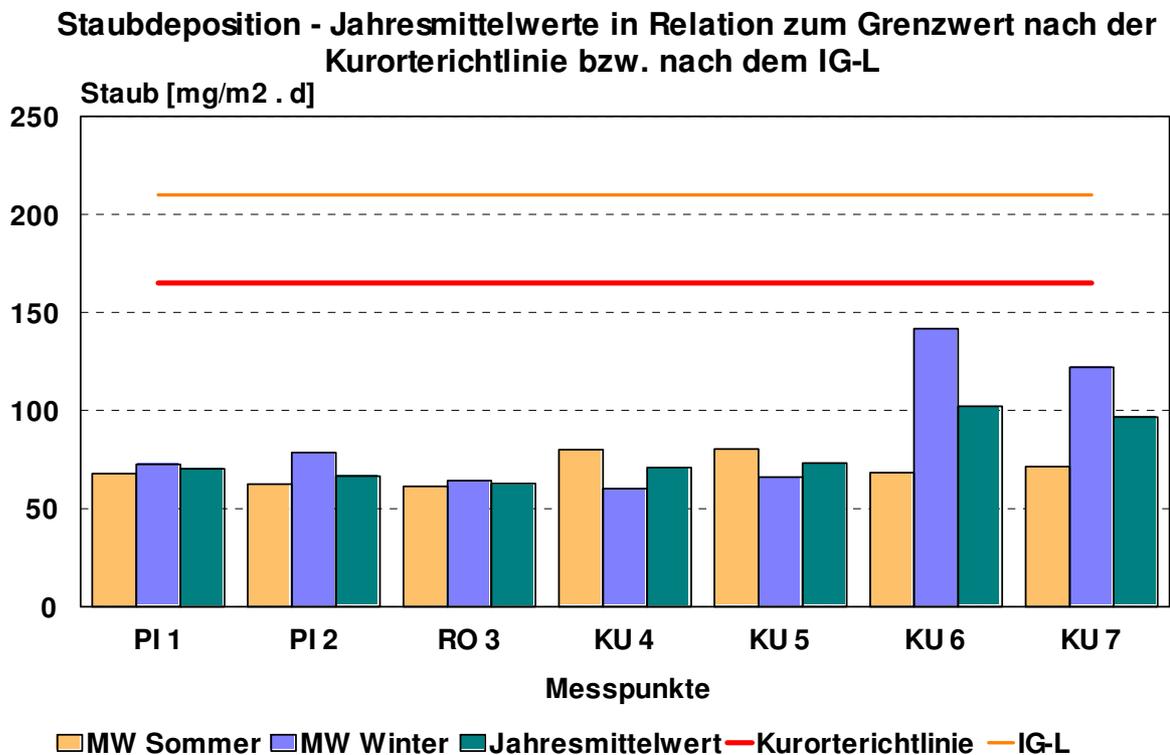
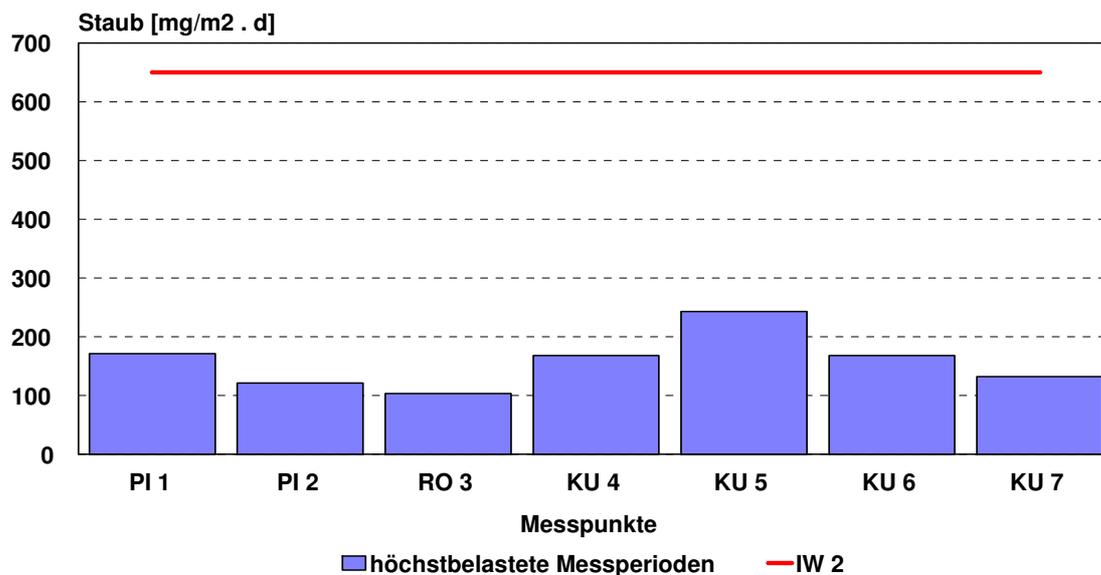


Abbildung 8: Durchschnittliche tägliche Staubbelastung der jeweils höchstbelasteten Meßperiode in Relation zum Kurzzeitimmissionswert der TA-Luft '86 (IW2)

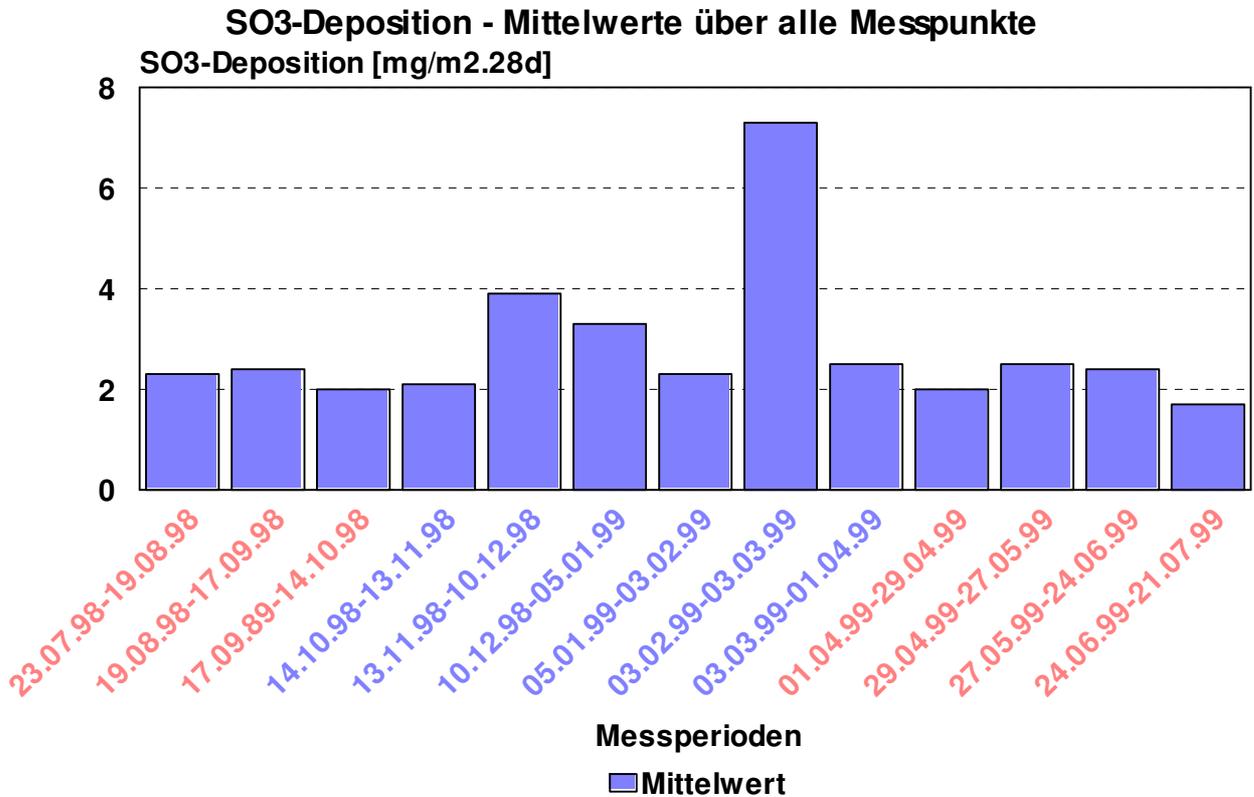


#### 4.3.2. Schwefeldioxiddeposition

 Tabelle 5: Zeitverlauf der Schwefeldioxiddeposition (in mg SO<sub>3</sub>/dm<sup>2</sup> · 28d)

	PI 1	PI 2	RO 3	KU 4	KU 5	KU 6	KU 7	MW
23.07.98-19.08.98	2,5	2,5	1,9	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3
19.08.98-17.09.98	2,3	2,4	1,9	2,3	2,8	2,5	2,3	2,4
17.09.89-14.10.98	2,7	2,5	1,6	1,6	2	1,9	1,4	2,0
14.10.98-13.11.98	2,1	2,3	2,2	1,7	fehlt	1,8	2,7	2,1
13.11.98-10.12.98	3,9	4,2	3,5	3,2	4,2	5,1	3,3	3,9
10.12.98-05.01.99	3,4	3	2,7	2,4	2,5	3,7	5,3	3,3
05.01.99-03.02.99	2,9	2,3	2,2	2,2	2,4	2,1	1,8	2,3
03.02.99-03.03.99	7,6	9,1	6,8	6,3	5	8,3	7,7	7,3
03.03.99-01.04.99	2,3	2,3	2,7	2,1	2,7	2,6	2,7	2,5
01.04.99-29.04.99	1,7	1,1	2,2	2,1	2,2	2,7	1,7	2,0
29.04.99-27.05.99	2,8	2,7	2,3	2,3	2,3	2,8	2,3	2,5
27.05.99-24.06.99	2,4	2,2	2,4	2,2	2,6	2,8	2,5	2,4
24.06.99-21.07.99	1,7	fehlt	1,9	1,7	1,6	1,7	1,8	1,7

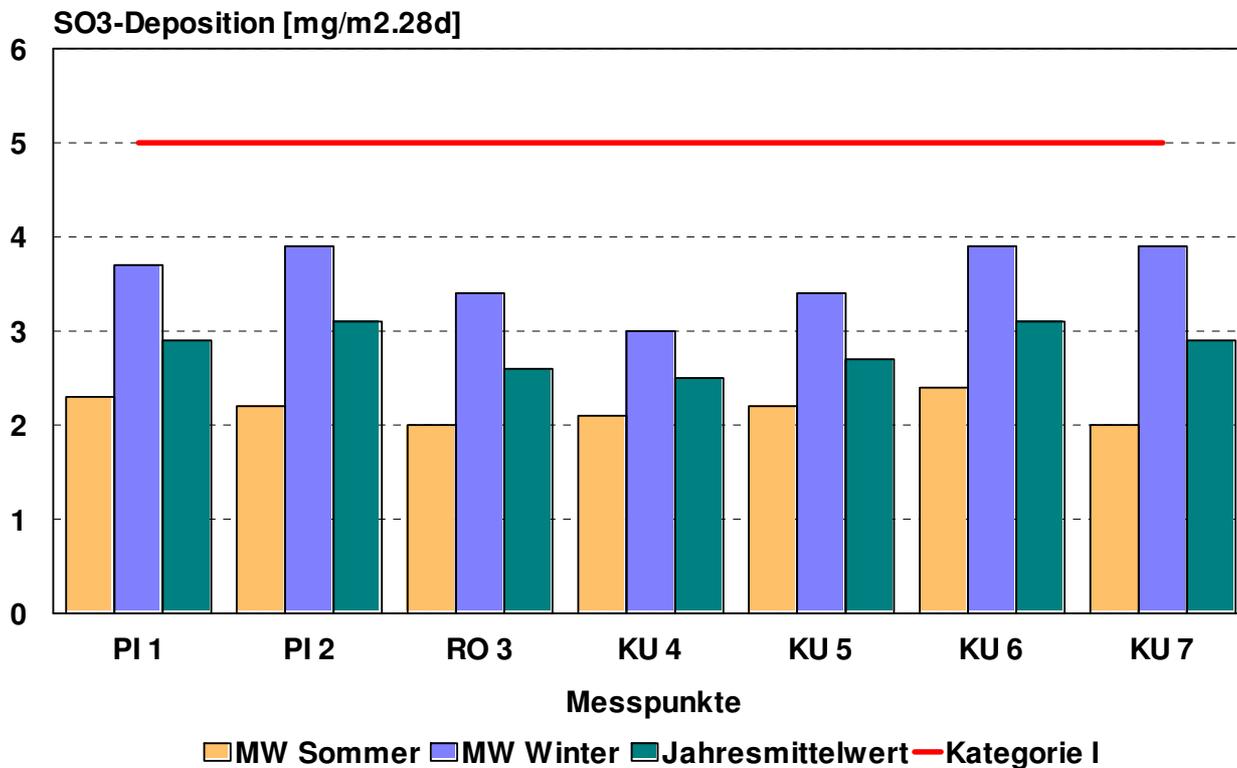
Abbildung 9: Jahresgang der Schwefeldioxidbelastung

Tabelle 6: Mittlere SO<sub>2</sub>-Deposition (in mg SO<sub>3</sub>/dm<sup>2</sup> · 28d)

	MW Sommer	MW Winter	Jahresmittelwert
PI 1	2,3	3,7	2,9
PI 2	2,2	3,9	3,1
RO 3	2,0	3,4	2,6
KU 4	2,1	3,0	2,5
KU 5	2,2	3,4	2,7
KU 6	2,4	3,9	3,1
KU 7	2,0	3,9	2,9

Wintersaison : 10.11.1997 – 12.3.1998 und 23.9.1998 - 18.11.1998  
(1. - 4. und 12.-13. Messperiode)

Sommersaison : 12.3.1998 – 23.9.1998 (5. - 11. Messperiode)

Abbildung 10: Mittlere SO<sub>2</sub>-Deposition im Vergleich zu den Belastungskategorien

#### 4.3.3. Konzentrationsmessungen

Tabelle 7: Zeitverlauf der SO<sub>2</sub>- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in µg/m<sup>3</sup>)

	PI 1		RO 3		KU 6		Mittelwert	
	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>						
23.07.98-19.08.98	12,7	0,9	5,5	0,4	7,5	1,7	8,6	1,0
19.08.98-17.09.98	13,8	0,9	7,1	0,9	5,9	1,3	9,0	1,0
17.09.98-14.10.98	17,8	1,7	11,9	1,7	7,5	2,1	12,4	1,8
14.10.98-13.11.98	21,8	1,3	13,1	0,4	9,9	3,0	14,9	1,6
13.11.98-10.12.98	26,5	7,7	16,2	5,1	13,8	8,5	18,9	7,1
10.12.98-05.01.99	31,6	5,1	23,3	7,2	13,4	8,1	22,8	6,8
05.01.99-03.02.99	28,5	4,7	26,9	2,1	13,8	4,3	23,1	3,7
03.02.99-03.03.99	16,6	4,7	9,9	4,7	9,5	7,7	12,0	5,7
03.03.99-01.04.99	15,4	3,8	7,9	3,4	7,9	4,3	10,4	3,8
01.04.99-29.04.99	15,8	1,7	7,1	2,6	7,5	3,4	10,2	2,6
29.04.99-27.05.99	12,7	1,3	8,7	3,0	5,9	1,7	9,1	2,0
27.05.99-24.06.99	16,6	1,7	5,5	0,4	5,9	0,4	9,4	0,9
24.06.99-21.07.99	11,1	0,4	6,3	0,9	6,3	0,9	7,9	0,7

Tabelle 8: Mittlere SO<sub>2</sub>- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in µg/m<sup>3</sup>)

	MW Sommer		MW Winter		MW Jahr	
	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
PI 1	14,4	1,2	23,4	4,5	18,5	2,8
RO 3	7,5	1,4	16,2	3,8	11,5	2,5
KU 6	6,7	1,6	11,4	6,0	8,9	3,6

Wintersaison : 10.11.1997 – 12.3.1998 und 23.9.1998 - 18.11.1998  
(1. - 4. und 12.-13. Messperiode)  
Sommersaison : 12.3.1998 – 23.9.1998 (5. - 11. Messperiode)

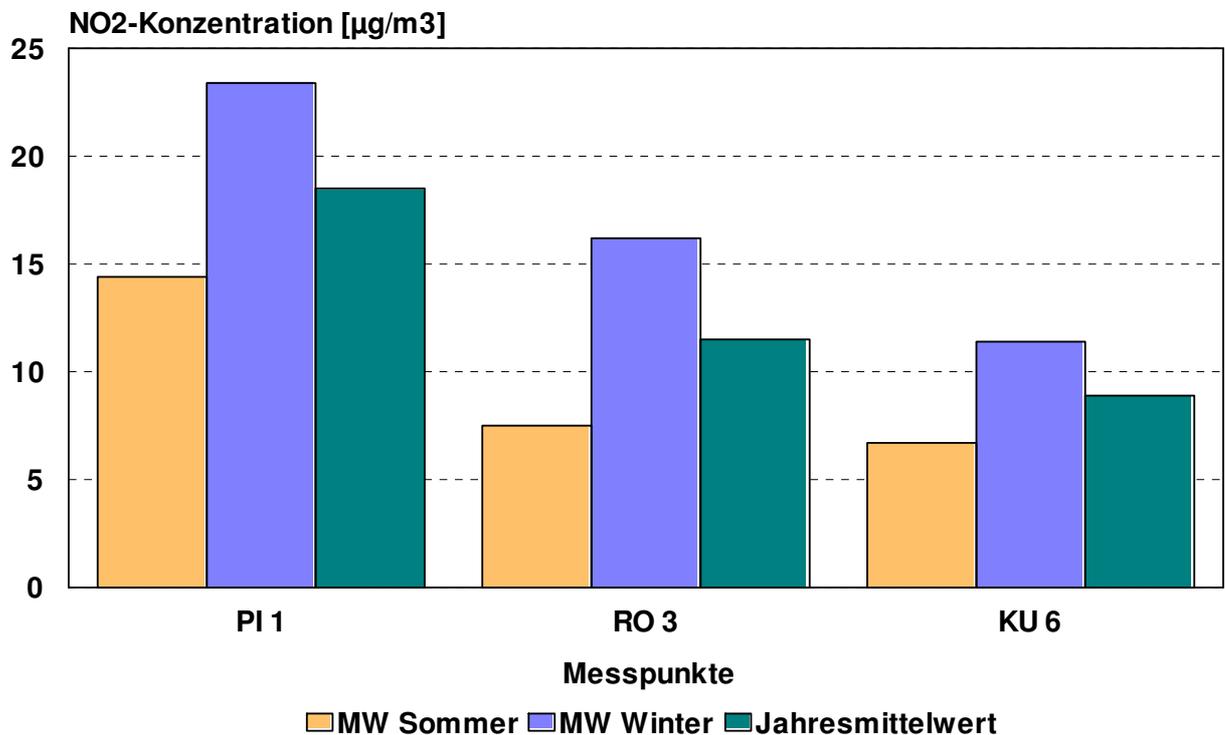
Abbildung 11: Mittlere NO<sub>2</sub>-Konzentration (in µg/m<sup>3</sup>)

Abbildung 12: Mittlere SO<sub>2</sub>-Konzentration (in µg/m<sup>3</sup>)

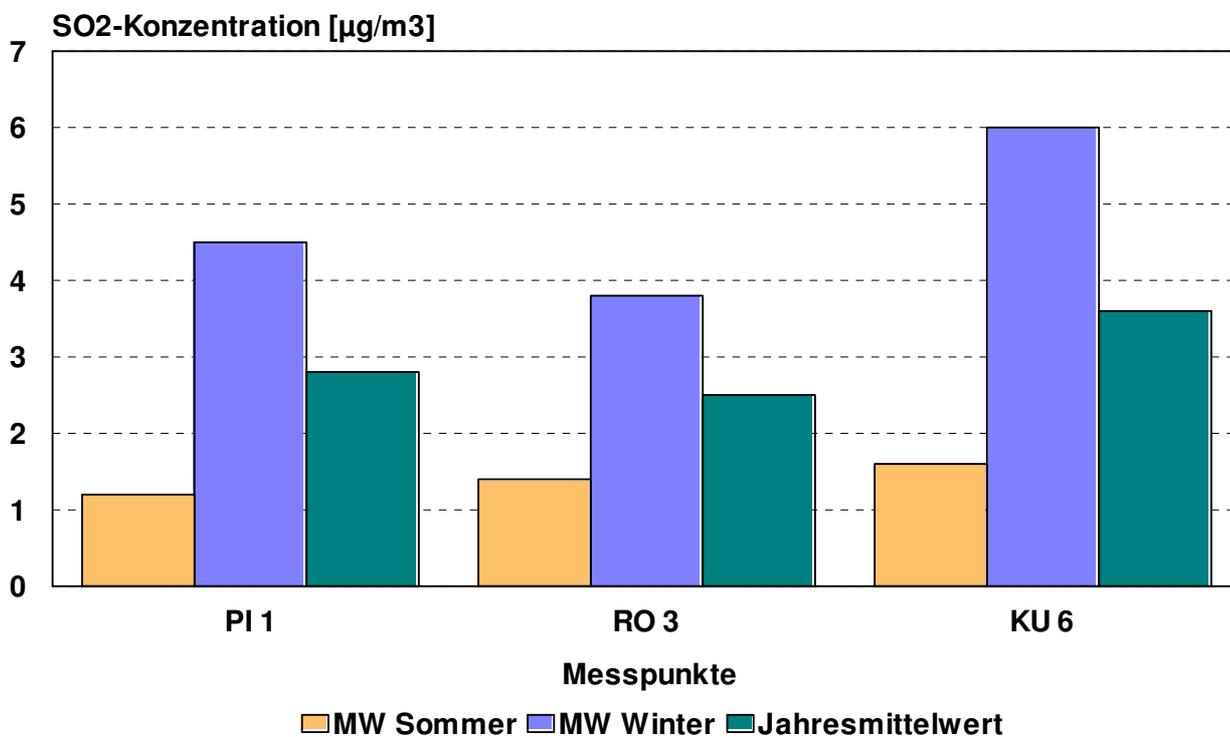


Abbildung 13: NO<sub>2</sub>-Konzentration in Relation zu den Erfahrungswerten nach der Kurorterrichtlinie und der Immissionsgrenzwerteverordnung (Messperiodenmittelwerte in µg/m<sup>3</sup>)

**NO<sub>2</sub>-Konzentration - Messperiodenmittelwerte in Relation zum Erfahrungswert nach der Kurorterrichtlinie bzw.nach der ÖAW**

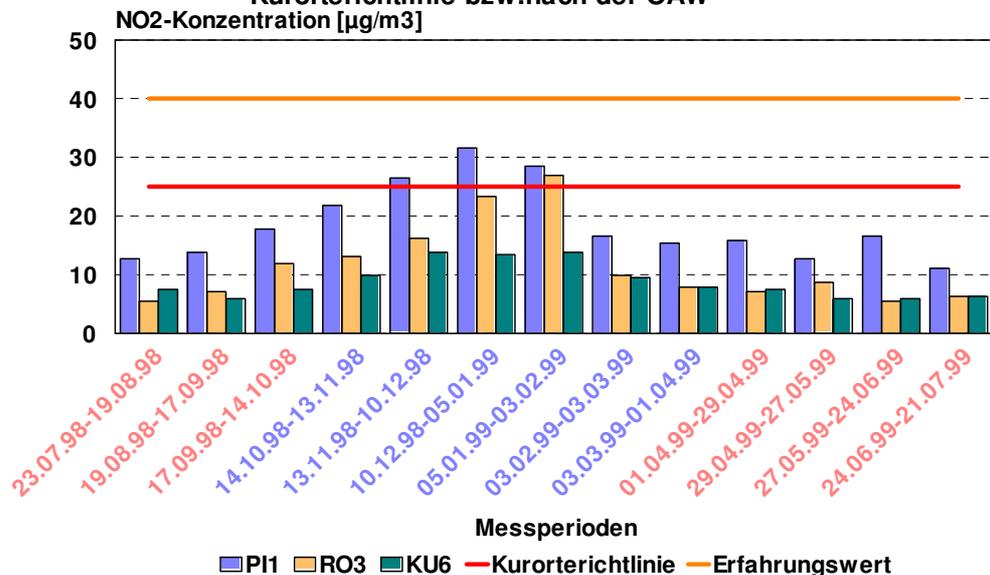
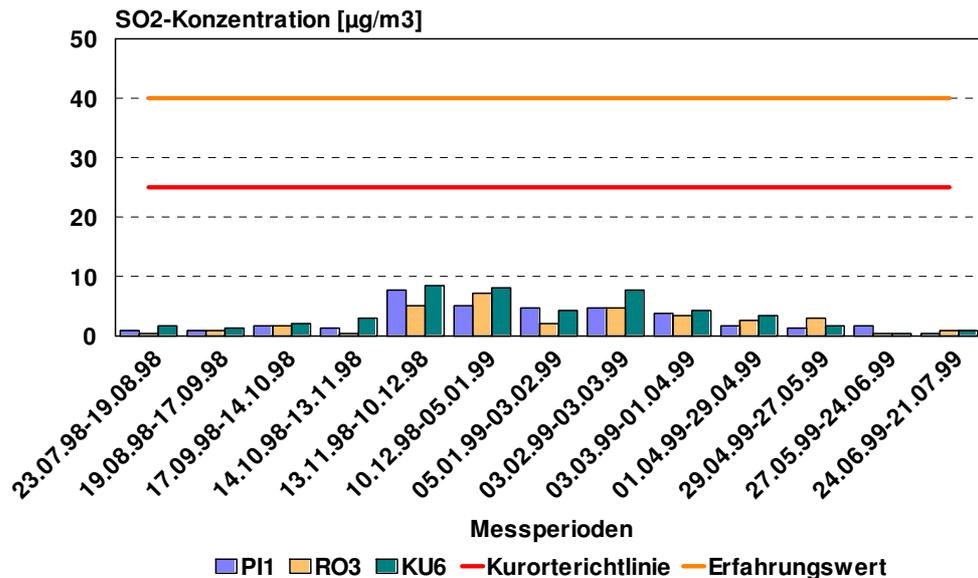


Abbildung 14: SO<sub>2</sub>-Konzentration in Relation zu den Erfahrungswerten nach der Kurorterrichtlinie und der Immissionsgrenzwerteverordnung (Messperiodenmittelwerte in µg/m<sup>3</sup>)

SO<sub>2</sub>-Konzentration - Messperiodenmittelwerte in Relation zum Erfahrungswert nach der Kurorterrichtlinie bzw. nach der ÖAW



#### 4.4. Interpretation und Zusammenfassung der integralen Messergebnisse

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

Die **Depositionsmessungen** (**Gesamtstaub**, **SO<sub>2</sub>**) liefern als Ergebnisse keine Konzentrationsangaben, wie sie etwa von automatischen Messstationen erhalten werden, und sind mit diesen auch nicht direkt vergleichbar.

Der Jahrgang der **Staubbelastung** (Abb.4) zeigt, daß die Staubdeposition im Frühjahr (März bis Juni) etwas höher ist als im sonstigen Jahresverlauf. Das mag sowohl auf Vegetationseinflüsse (Blütezeit im Frühling) als auch auf landwirtschaftliche Tätigkeit zurückzuführen sein.

Die Staubimmission im Jahresdurchschnitt ist an den Messpunkten KU 6 (Ackerwirt) und KU 7 (Kulm) mit 102,2 bzw. 96,73 mg/m<sup>2</sup>.d am höchsten; die höchstbelastete Messperiode wurde im Jänner 2000 am Messpunkt KU 7 mit 432,1 mg/m<sup>2</sup>.d festgestellt.

Die Immissionsgrenzwerte IW 1 und IW 2 nach der TA-Luft '86 sowie auch der strengere Grenzwert der Richtlinie „Immissionsmessungen in Kurorten“ wurden weder im Jahresdurchschnitt noch bei den Mittelwerten für die einzelnen Messperioden überschritten.

Die Mittelwerte der **Schwefeldioxid**-Belastung in der Winterperiode lagen im Messnetz Kulm-Pischelsdorf zwischen 3,0 und 3,9 mg SO<sub>3</sub>/dm<sup>2</sup>.28d, in der Sommerperiode zwischen 2,0 und 2,4 mg SO<sub>3</sub>/dm<sup>2</sup>.28d (Tab.6). Es zeigt sich dabei deutlich das SO<sub>2</sub>-Belastungsmaximum in der kälteren Jahreszeit, das auf lokale Emissionen - im Besonderen wohl vor allem der Hausbrand - zurückzuführen ist. Als Jahresmittel wurde zwischen 2,5 und 3,1 mg SO<sub>3</sub>/dm<sup>2</sup>.28d errechnet, somit sind alle Messpunkte in Kategorie I (Tab. 1; Abb. 8) einzuordnen, die Gebiete mit vernachlässigbarer SO<sub>2</sub>-Langzeitbelastung ausweist.

Für die **Konzentrationsmessungen** von **Stickstoffdioxid** und **Schwefeldioxid** ist festzuhalten, dass in den Wintermessperioden die Konzentrationen deutlich höher lagen als während der wärmeren Jahreszeiten. Es wurde jedoch an keinem Messpunkt der für die Untersuchung maßgebende in den Beurteilungsgrundlagen (Kapitel 4.2.) angegebene Wert von 40 µg/m<sup>3</sup> (Mittelwert über eine Messperiode) überschritten (Tab.7; Abb.11 und 12).

## 5. Literatur

Richard Frankenberger (Hrsg.), 1998:

K.U.L.M., Projekt Luft. Kunst Politik Wissenschaft.  
Katalog.

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, 1992:

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

Landesgesetzblatt für die Steiermark, 1987 :

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

Österreichische Akademie der Wissenschaften, 1989:

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

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

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

Wakonigg, H., 1978:

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

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 1998:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,  
September, Oktober 1998. Wien.

## 6. Anhang

### 6.1. Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

#### 6.1.1. Tabellen

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

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

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

#### **Messperiodenmittelwert (MPMW)**

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

#### **Mittleres tägliches Maximum (Mtmax)**

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

#### **Maximaler Tagesmittelwert (TMWmax)**

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

#### **Maximaler Dreistundenmittelwert (MW3max)**

Im Ozongesetz sind die Grenzwerte als Dreistundenmittelwerte festgelegt. Sie werden aus sechs hintereinanderliegenden Halbstundenmittelwerten gleitend gebildet.

### **Maximaler Halbstundenmittelwert (HMW<sub>max</sub>)**

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

### **Perzentil 97,5**

In der Verordnung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft vom 24. 4. 1984 über forstschädliche Luftverunreinigungen (Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen) wird zur Bestimmung der Vorbelastung das 97,5 Perzentil für Schwefeldioxid festgelegt. Es besagt, dass 2,5% der Werte noch über diesem Wert liegen. Die Berechnung der Perzentile erfolgt sinngemäß wie bei den Quartilsgrenzen (siehe Punkt 3.3.2.).

## **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.