



Luftgütemessungen Zeutschach

Dezember 1998 bis Dezember 1999

Lu-03-01

Autor

(im Auftrag der FA1a)

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

Bearbeitung: Norbert Braun

Projektleitung

Mag. Andreas Schopper

Messtechnik

(mobile Messstation)

Gerhard Schrempf
Manfred Gassenburger

**Messnetzbetreuung und
Laboranalytik**

(integrales Messnetz)

Ing. Waltraud Köberl

Herausgeber

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

Dieser Bericht ist im Internet unter folgender Adresse verfügbar:

http://www.stmk.gv.at/umwelt/luis/umweltschutz/luftreinhaltung/MOBILE_MESSUNGEN/Zeutschach/Zeutschach.htm

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung

1. Einleitung	1
2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe in Zeutschach	3
3. Mobile Immissionsmessungen	4
3.1. Ausstattung und Messmethoden	4
3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen	5
3.2.1. Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr. 5/ 1987)	5
3.2.2. Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997)	6
3.3. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen.....	7
3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe	10
3.4.1. Schwefeldioxid (SO ₂)	10
3.4.2. Schwebstaub	13
3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO)	16
3.4.4. Stickstoffdioxid (NO ₂)	19
3.4.5. Kohlenmonoxid (CO).....	21
3.4.6. Ozon (O ₃).....	24
3.5. Luftbelastungsindex	28
4. Integrale Messungen.....	31
4.1. Vorbemerkung	31
4.2. Das Messnetz.....	31
4.3. Messmethodik	31
4.3.1. Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren	31
4.3.2. Messung der Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidkonzentration mit Badge-Sammlern	32
4.4. Beurteilungsgrundlagen	33
4.5. Darstellung der Messergebnisse	33
4.5.1. Gesamtstaubdeposition.....	34

4.5.2. Konzentrationsmessungen	35
4.6. Zusammenfassende Beurteilung.....	38
5. Literatur	40
6. Anhang.....	42

Luftgütemessungen Zeutschach

Zusammenfassung

Die Luftgütemessungen in Zeutschach wurden auf Ansuchen der Gemeinde in der Absicht, sich um das Prädikat „Luftkurort“ zu bewerben, durchgeführt. Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation sowie mittels eines einjährig betriebenen integralen Messnetzes. Die mobilen Messungen wurden vom 12.12.1998 bis 01.02.1999 (Wintermessperiode) und vom 17.08.1999 bis 05.10.1999 (Sommermessperiode) durchgeführt. Das integrale Messnetz wurde im Zeitraum vom 01.12.1998 bis 01.12.1999 betrieben.

Für den mobilen Messcontainer wurde ein Standort beim Rüsthaus der örtlichen Freiwilligen Feuerwehr im Ortsteil Graslupp gewählt, um die dort vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen erheben und beurteilen zu können.

Bezüglich der einzelnen Schadstoffe wurden während der Messperioden keinerlei Überschreitungen gesetzlicher Grenzwerte oder der Grenzwerte der für die vorliegende Fragestellung relevanten „Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ (hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie) festgestellt.

Hinsichtlich der Primärschadstoffe Schwefeldioxid, Schwebstaub, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und Kohlenmonoxid wurde sowohl für die Grundbelastung (längerfristige Mittelwerte) als auch die Spitzenkonzentrationen ein im steirischen Vergleich unterdurchschnittliches Konzentrationsniveau festgestellt.

Die Ozonwerte blieben in einem dem Witterungsverlauf und der Lage des Standortes entsprechenden Konzentrationsbereich. Der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlene Vorsorgegrenzwert für den maximalen Halbstundenmittelwert wurde lediglich während der Sommermessungen an einem Tag überschritten.

Die integralen Messungen erbrachten hinsichtlich des Jahresganges der Gesamtstaubdeposition im Frühjahr und im Sommer etwas höhere Staubbelastungen als in den Wintermonaten, was sowohl auf Vegetationseinflüsse als auch vor allem auf landwirtschaftliche Tätigkeiten zurückzuführen sein dürfte.

Die Staubdepositionen lagen im Jahresmittel im Bereich zwischen 55,4 und 117,3 mg/m².d, der Grenzwert der Kurorte-Richtlinie wurde an allen Messpunkten eingehalten.

Die integralen Konzentrationsmessungen von Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid zeigten den typischen Jahresverlauf mit höheren Werten während der Wintermonate und einem geringeren Belastungsniveau im Sommerhalbjahr, was auf schlechtere immissionsklimatische Bedingungen und höhere Emissionen während der kälteren Jahreszeit zurückzuführen ist. Integrale Konzentrationsmessergebnisse können als Langzeitmittelwerte nicht direkt mit den Grenzwerten der „Kurortrichtlinie“ verglichen werden, die als Halbstunden- und Tagesmittelwerte festgelegt sind. Der Erfahrungsrichtwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Messperiodenmittelwert wurde jedoch während des gesamten Messzeitraumes bei beiden Schadstoffen klar unterschritten. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die maßgeblichen Grenzwerte der „Kurortrichtlinie“ durchwegs eingehalten wurden.

Zusammenfassend ergaben sowohl die mobilen als auch die integralen Messungen, dass die Luftqualität in Zeutschach den Anforderungen, wie sie an heilklimatische und Luftkurorte gestellt werden, entspricht.

1. Einleitung

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

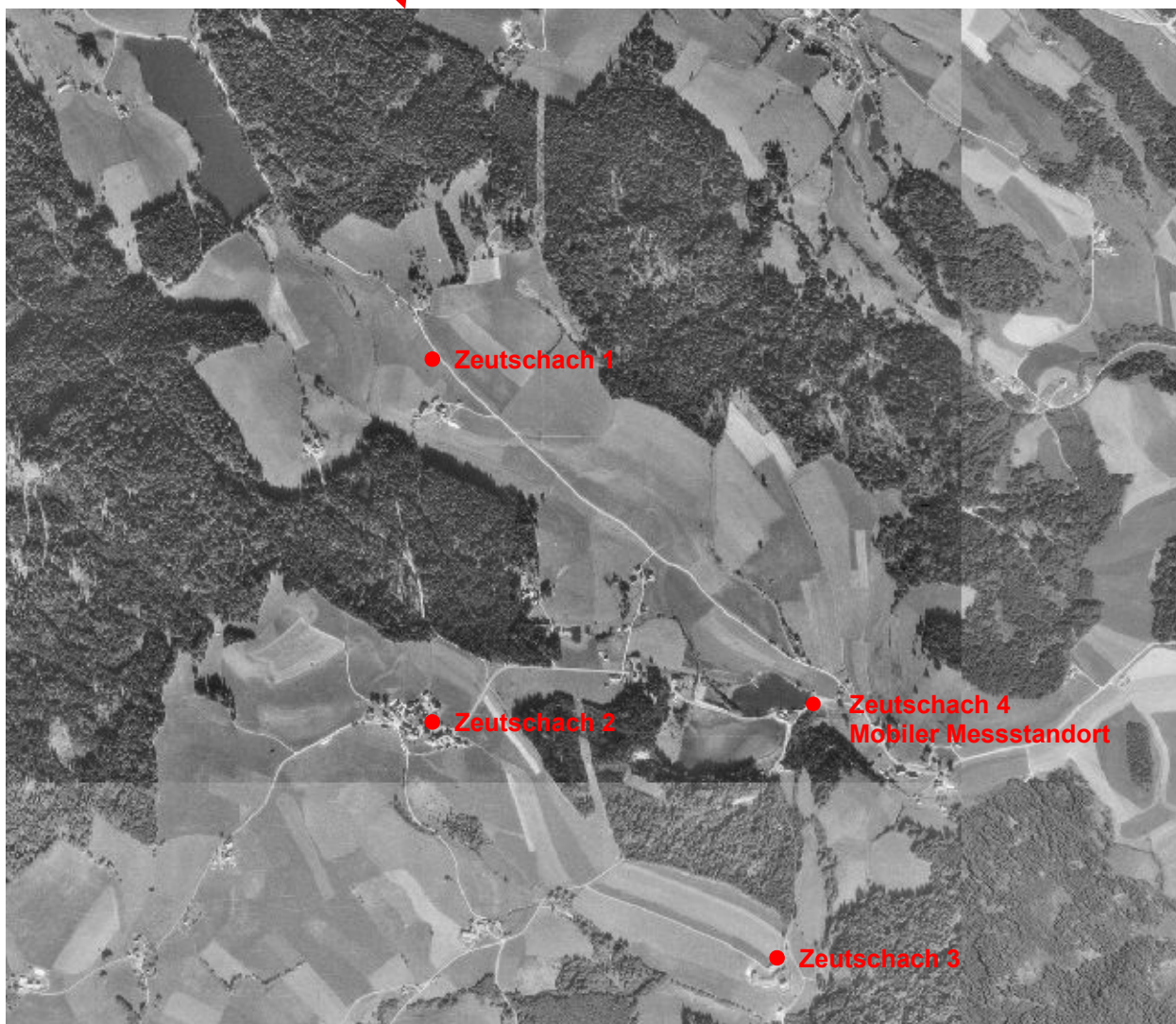
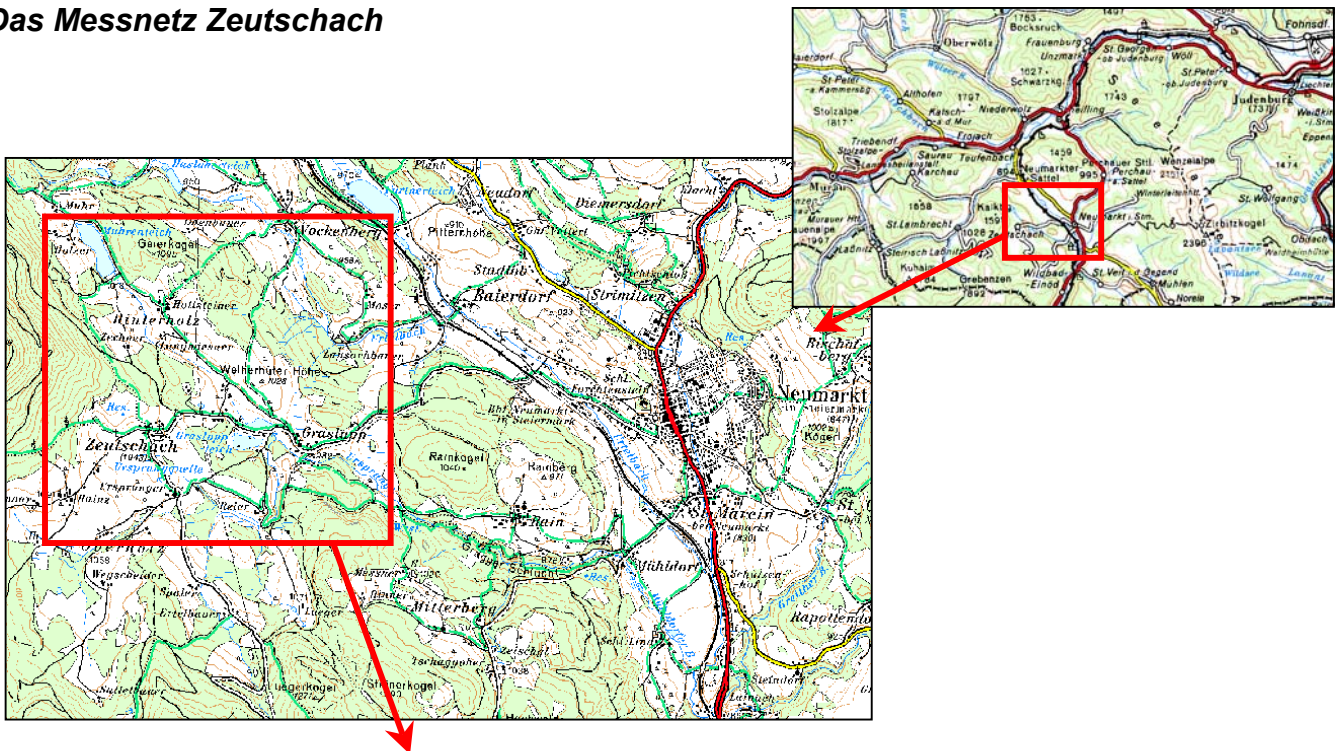
Die **mobilen Messungen** umfassten eine Wintermessperiode vom 12.12.1998 bis 01.02.1999 und eine Sommermessperiode vom 17.08.1999 bis 05.10.1999. Für den mobilen Messcontainer wurde jeweils ein Standort beim Rüsthaus der örtlichen Freiwilligen Feuerwehr im Ortsteil Graslupp in ca. 990 m Seehöhe ausgewählt, um die vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen erheben und beurteilen zu können.

Die gewonnenen Messergebnisse sind eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung der Luftgütesituation nach dem Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetz (LGBl. Nr.161/1962).

Die mobile Messstation in Zeutschach



Das Messnetz Zeutschach



Die **integralen Messungen**, die eine flächenhafte Interpretation der Luftschadstoffbelastungen ermöglichen, erfolgten von Dezember 1998 bis Dezember 1999 und umfassten 13 Messperioden.

Dabei wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

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

Im Gemeindegebiet von Zeutschach wurden an 4 Standorten integrale Messeinrichtungen installiert, die nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt wurden:

Messpunktbeschreibung:

Nr.	Lage des Messpunktes	Charakteristik
ZeU 1	Hinterholz	Hintergrundmesspunkt
ZeU 2	Zeutschach, Gemeindeamt	Ortszentrum
ZeU 3	Zeutschach - Ursprung	Meteorologische Station der ZAMG
ZeU 4	Feuerwehr	potentielles Immissionsmaximum

2. Immissionsklimatische Situation - Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe in Zeutschach

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

Das Klima im Raum Zeutschach ist nach H. Wakonigg als Übergangsbereich zwischen den Klimalandschaften der „Tal und Beckenklimate im Umkreis des obersten Murtales“ und der „Unteren Berglandstufe in der Mur – Mürz – Furche“ zu sehen. Das Klima kann je nach Höhenlage über den Talbereichen als winterkaltes bis winterstrenges, sommerkühles, relativ niederschlagsarmes und nebelarmes Waldklima charakterisiert werden. (H. Wakonigg 1978, 386ff).

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt im langjährigen Durchschnitt (Periode 1951-70) 5°C bis 7°C, wobei im Jänner rund -3,4°C bis etwas unter -4°C (in stark inversionsgefährdeten Tal- und Beckenabschnitten sogar bis -6°C) und im Juli 13,5 °C

bis 16°C erreicht werden. Die Jahresniederschlagssummen liegen im Bereich von 800 mm bis 1000 mm (Neumarkt: 904 mm), die an rund 100 Tagen im Jahr fallen. Die niederschlagsärmsten Monate sind Jänner und Februar mit knapp unter 30 mm, die niederschlagsreichste Jahreszeit ist der Sommer (Juli, August rund 150 mm).

Die mittleren Windgeschwindigkeiten erreichen im Allgemeinen kaum 2 m/s, wobei auch die tagesperiodische Ventilation auffallend gering bleibt.

Besonders günstig stellen sich hingegen die Nebelverhältnisse dar. Mit 20 bis 25 Nebeltagen/Jahr zählen die Tallagen zu den nebelärmsten Gebieten der Steiermark. Die Nebelhäufigkeit nimmt infolge aufliegender Bewölkung nach oben hin zwar zu (40 bis 75 Tage/Jahr – für den Raum Zeutschach sind eher die niedrigeren Werte anzunehmen), bleibt aber deutlich günstiger als in anderen Gebieten mit vergleichbarer Höhenlage.

3. Mobile Immissionsmessungen

3.1. Ausstattung und Messmethoden

Die mobile Luftgütemessstation zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO₂), Schwebstaub, Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂), Kohlenmonoxid (CO) und Ozon (O₃) auf.

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

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

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

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

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

3.2. Gesetzliche Grundlagen und Empfehlungen

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

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

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

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

HMW = Halbstundenmittelwert
 TMW = Tagesmittelwert

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

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 jeweils in mg/m³):

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

MW8 = maximaler Achtstundenmittelwert

JMW = Jahresmittelwert

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

3.2.3. "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

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

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

3.2.4. Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten

Für den Vollzug der gesetzlichen Vorgaben nach dem Bundesgesetz über natürliche Heilvorkommen und Kurorte (BGBl. Nr. 272/1958) und den ausführenden Landesgesetzen (Stmk. Heilvorkommen- und Kurortegesetz, LGBl. Nr. 161/1962) sind in der "Richtlinie für die Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten" (hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie) Grenzwerte definiert. Diese sollen den erhöhten Anforderungen, wie sie an Kurorte gestellt werden, genügen.

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

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

3.3. Der Witterungsablauf während der mobilen Messungen

(12. Dezember 1998 bis 2. Februar 1999 und 17. August bis 6. Oktober 1999)

Zu Beginn der Wintermessungen brachte kurzzeitige Tiefdrucktätigkeit bescheidene Niederschläge im Raum Zeutschach. Mit dem Durchgreifen von Strömungslagen aus Nordwest bis West blieb es südlich des Alpenhauptkammes niederschlagsfrei und durch föhnige Effekte wurden die höchsten Temperaturen der Messperiode (Zeutschach $8,1^\circ\text{C}$) gemessen. Bis zum Heiligen Abend kühlte es unter Tiefdruckeinfluss wieder sukzessive ab.

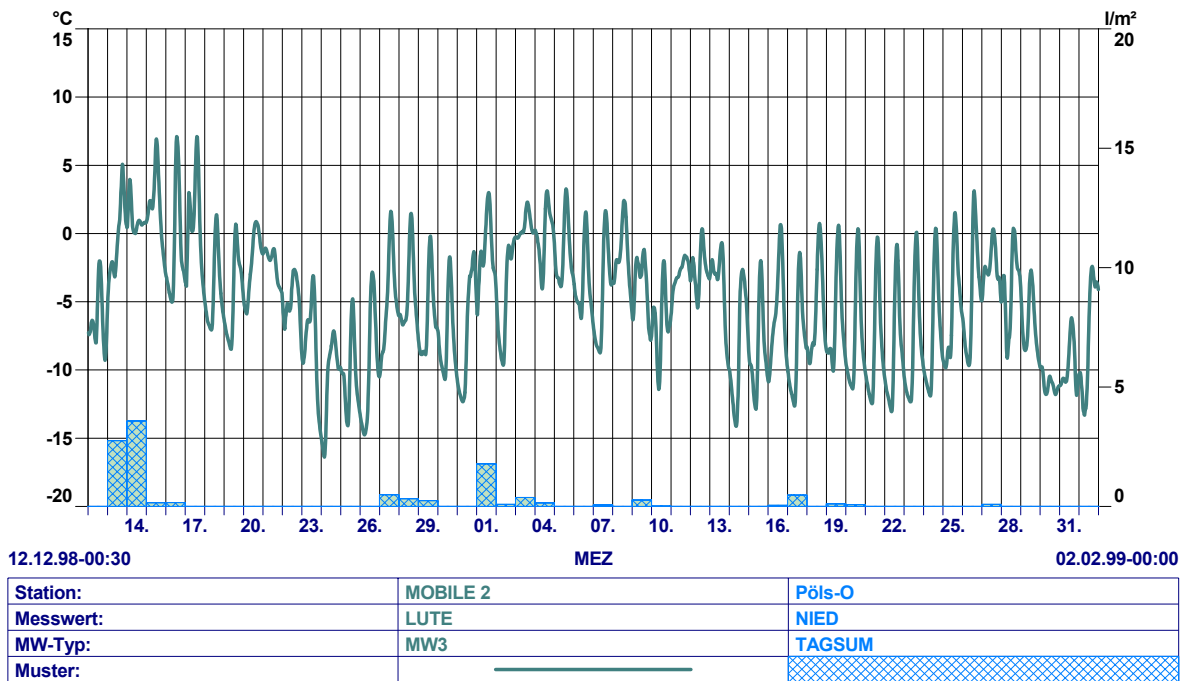
Ab dem 24.12. bis zum Jahresende wurde das Wettergeschehen weitgehend von Hochdruck bestimmt, die Tagesmittel der Temperatur stiegen wieder leicht, blieben aber unter dem Gefrierpunkt. Über den Jahreswechsel hinweg setzte Tiefdrucktätigkeit ein. Beständiger Nebel und Hochnebel waren die Folge. Ab dem 3.1. sorgten Strömungslagen aus West für etwas mildere Temperaturen. In der Folge wurde der Einfluss von Tiefdruckgebieten über dem westlichen Mittelmeerraum und im Süden wetterbestimmend, brachte aber wenig Änderung am Witterungscharakter und die Niederschlagssummen blieben marginal.

Ab dem 12.1. bestimmten wieder Strömungslagen aus Nordwest bis Südwest das Wettergeschehen im Alpenraum und sorgten in Höhenlagen über den seichten Kaltluftseen der Becken und Tallagen für leichte Frostmilderung.

Vom 17.1. an bestimmte ein Hoch über Mitteleuropa das Wettergeschehen und bescherte kaltes, stabiles Winterwetter mit anhaltendem, zähem Hochnebel in Tal- und Beckenlagen. Mit dem allmählichen Durchgreifen einer Höhenströmung aus West erfolgte ab dem 26. 1. eine Umstellung der Witterungssituation. Zuerst wurden mildere,

atlantische Luftmassen herangeführt. Zum Monatsende hin drehte die Strömung auf Nordwest bis Nord, wodurch kalte Polarluft in den Alpenraum einfließen konnte. Das Nordwestwetter mit lebhaften bis stürmischen Winden blieb schließlich bis zum Ende der Messperiode wetterbestimmend.

Lufttemperatur und Niederschläge im Raum Zeutschach während der Wintermessperiode



Die Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

Die erste Woche der Sommermessperiode wurde von wolkenreichem, unbeständigem Westwetter geprägt. Danach festigte sich Hochdruckeinfluss mit lokalen morgendlichen Nebelfeldern und tagsüber meist sonnigem Wetter.

Die Schönwetterphase wurde durch einen Trogdurchgang am 27.8., der verbreitet Niederschläge verursachte, beendet. In der Folge dauerte bei flacher Druckverteilung wechselnd bis stark bewölktetes Wetter mit erhöhter Gewitterneigung bis zum Monatsende an.

Zu Septemberbeginn erfasste ein Tiefdruckgebiet, das sich von der Slowakei nach Süden verlagerte, den Ostalpenraum und bewirkte bewölktetes und regnerisches Wetter. Nach nur zögernder Wetterbesserung überquerte am 7.9. erneut eine Störung, die verbreitet Gewitter und Schauer auslöste, Österreich.

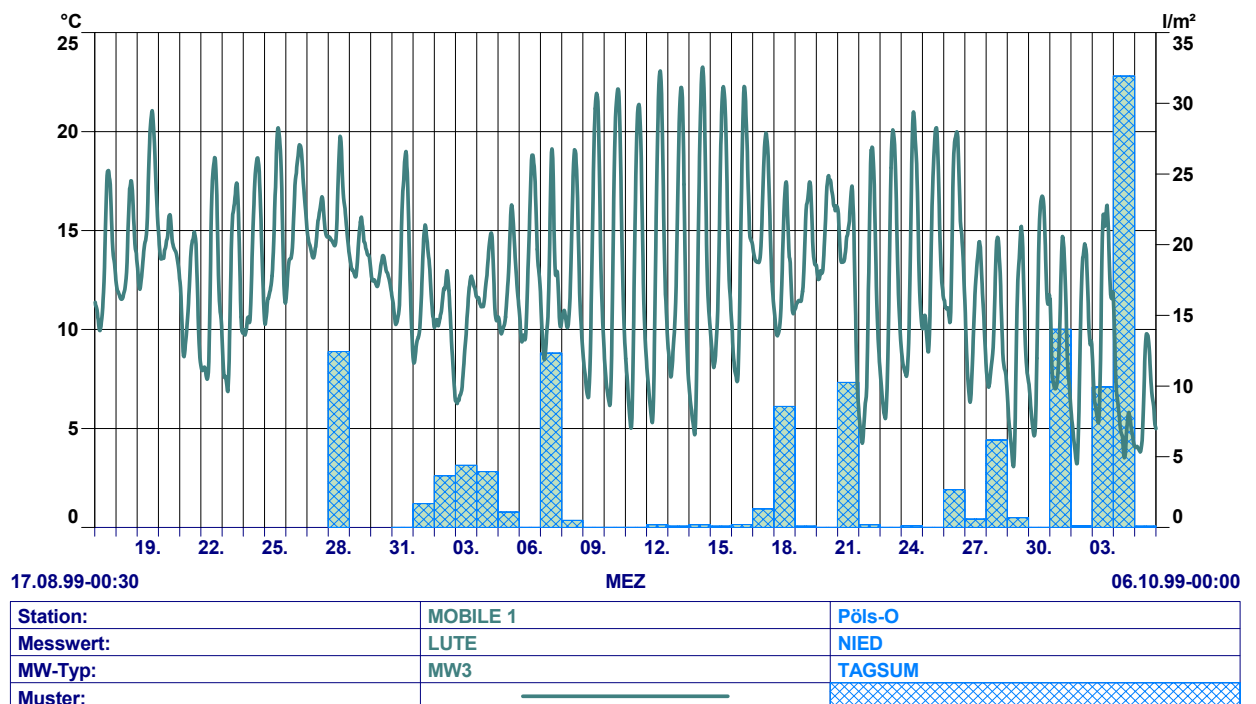
In der Folge setzte sich Hochdruckeinfluss durch, der eine lang anhaltende Schönwetterperiode bewirkte. Bei bereits starker nächtlicher Abkühlung bildeten sich häufig morgendliche Nebel- und Hochnebfelder, die sich jedoch rasch auflösten. Tagsüber erreichten die Temperaturen in Zeutschach noch Werte bis 23 °C.

Verstärkte Zufuhr feuchtmilder, labil geschichteter Luftmassen aus Südwest leitete ab 16.9. einen dynamischeren Witterungsablauf ein. Bei stark quellender Bewölkung konnten sich immer wieder gewittrige Regenschauer ausbilden.

Ein Frontdurchgang verursachte am 21.9. verbreitet stärkere Niederschläge, mit steigendem Luftdruck setzte jedoch rasche Wetterberuhigung ein. Die neuerlich auflebende West- bis Südwestströmung führte in den folgenden Tagen mehrfach eher schwach wetterwirksame Störungsausläufer, die geringe Niederschläge verursachten, heran und blieb bis Monatsende wetterbestimmend.

Anfang Oktober gelangte der Ostalpenraum nach einem kurzen Zwischenhoch in den Einflussbereich eines Tiefs über der Adria, das vor allem südlich des Alpenhauptkammes erhebliche Niederschläge hervorrief. Die nachfolgende Zufuhr feuchtkalter Luft aus Nordwest dauerte schließlich bis zum Ende der Messperiode an.

Lufttemperatur und Niederschläge im Raum Zeutschach während der Sommermessperiode



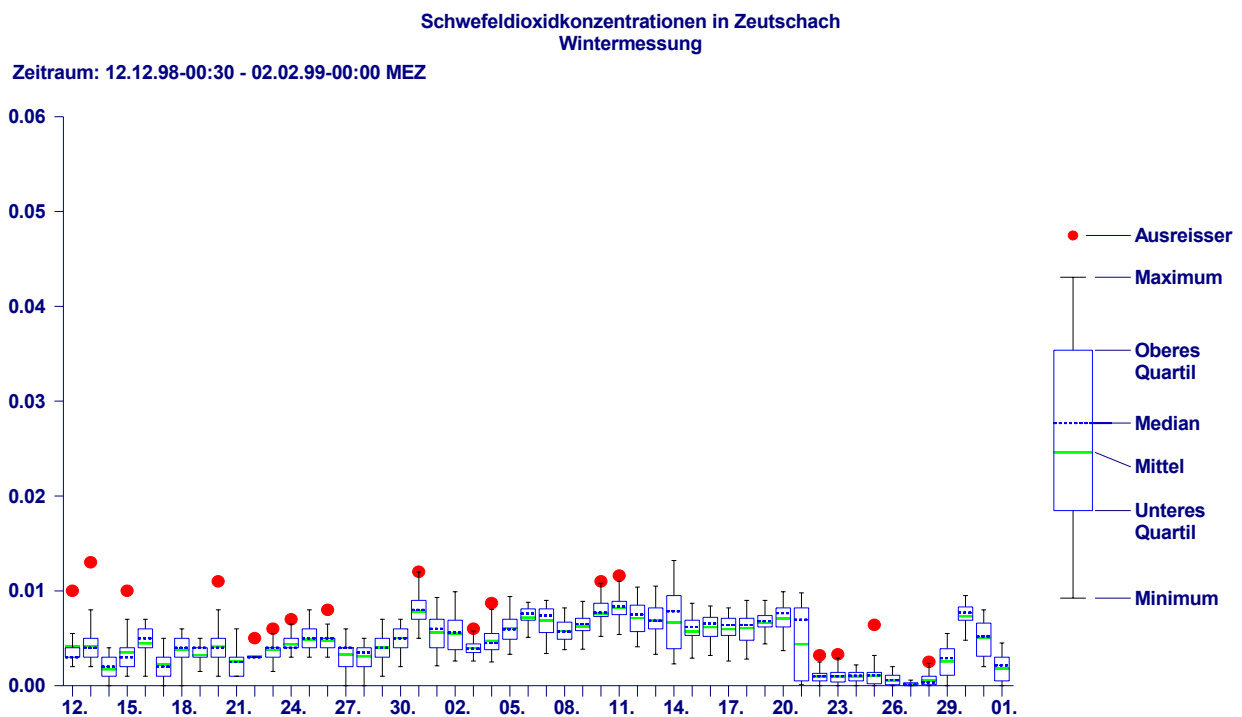
Zusammenfassend stellte sich aus immissionsklimatischer Sicht der Witterungsverlauf während der Messungen in Zeutschach folgendermaßen dar:

Während der Wintermessungen herrschte im Dezember ein sehr abwechslungsreicher Wetterablauf, der Jänner hingegen wurde überwiegend von Strömungslagen beherrscht. Die Lufttemperatur entsprach weitgehend dem Normalwert (langjähriges Mittel der Periode 1961-1990), die Niederschlagsmengen blieben jedoch speziell im Jänner deutlich hinter den Erwartungen zurück.

Während der Sommermessungen dominierten im August Strömungslagen, im September und Oktober entsprach die Wetterlagenverteilung den langjährigen Erfahrungen. Die Temperaturwerte lagen allgemein deutlich über dem Durchschnitt. Die Niederschlagsverteilung zeigte für August und Oktober überdurchschnittliche Werte, im September wurden die erwarteten Niederschlagsmengen erreicht.

3.4. Messergebnisse und Schadstoffverläufe

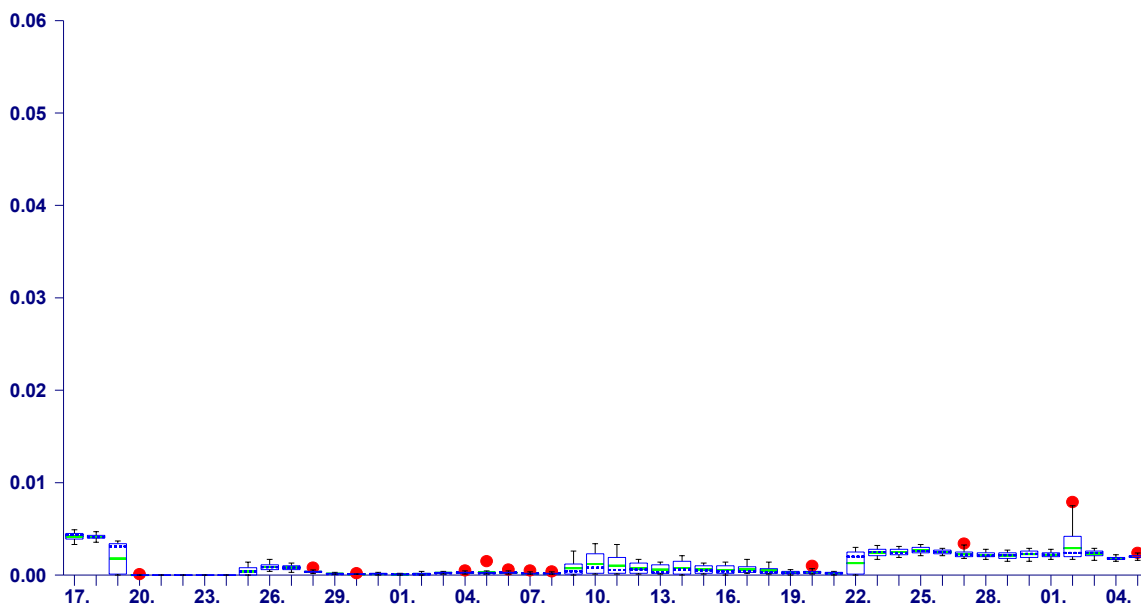
3.4.1. Schwefeldioxid (SO₂)



12.12.1998 – 01.02.1999	Messergebnisse SO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,013	0,15	LGBl.Nr.5/1987	9 %
		0,20	BGBl I Nr. 115/1997	7 %
		0,100	Kurorterrichtlinie	13 %
Mtmax	0,008			
TMWmax	0,008	0,10	LGBl.Nr.5/1987	8 %
		0,12	BGBl I Nr. 115/1997	7 %
		0,050	Kurorterrichtlinie	16 %
PMW	0,004			

**Schwefeldioxidkonzentrationen in Zeutschach
Sommermessung**

Zeitraum: 17.08.99-00:30 - 06.10.99-00:00 MEZ



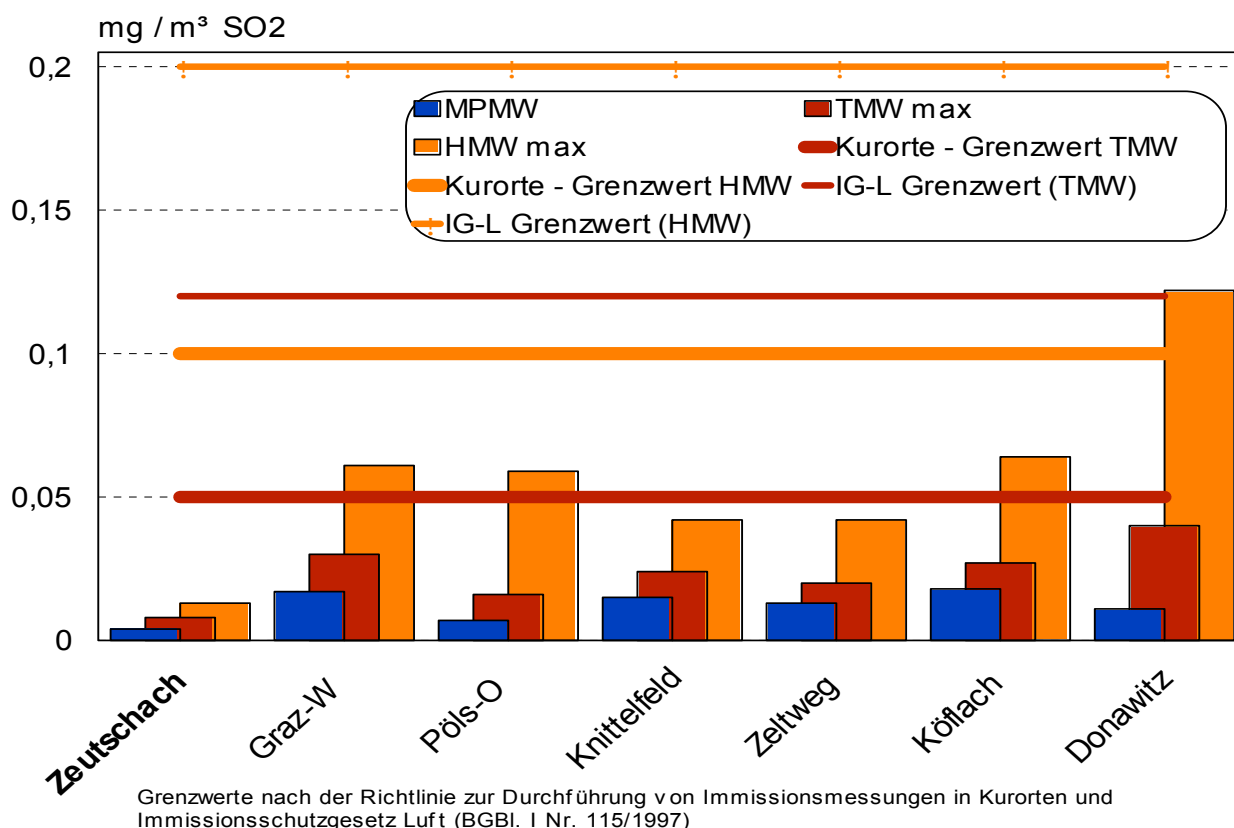
17.08.1999 – 05.10.1999	Messergebnisse SO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte SO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,008	0,07	LGBl.Nr.5/1987	11 %
		0,20	BGBl I Nr. 115/1997	4 %
		0,100	Kurorterrichtlinie	8 %
Mtmax	0,002			
TMWmax	0,004	0,05	LGBl.Nr.5/1987	8 %
		0,12	BGBl I Nr. 115/1997	3 %
		0,050	Kurorterrichtlinie	8 %
PMW	0,001			

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

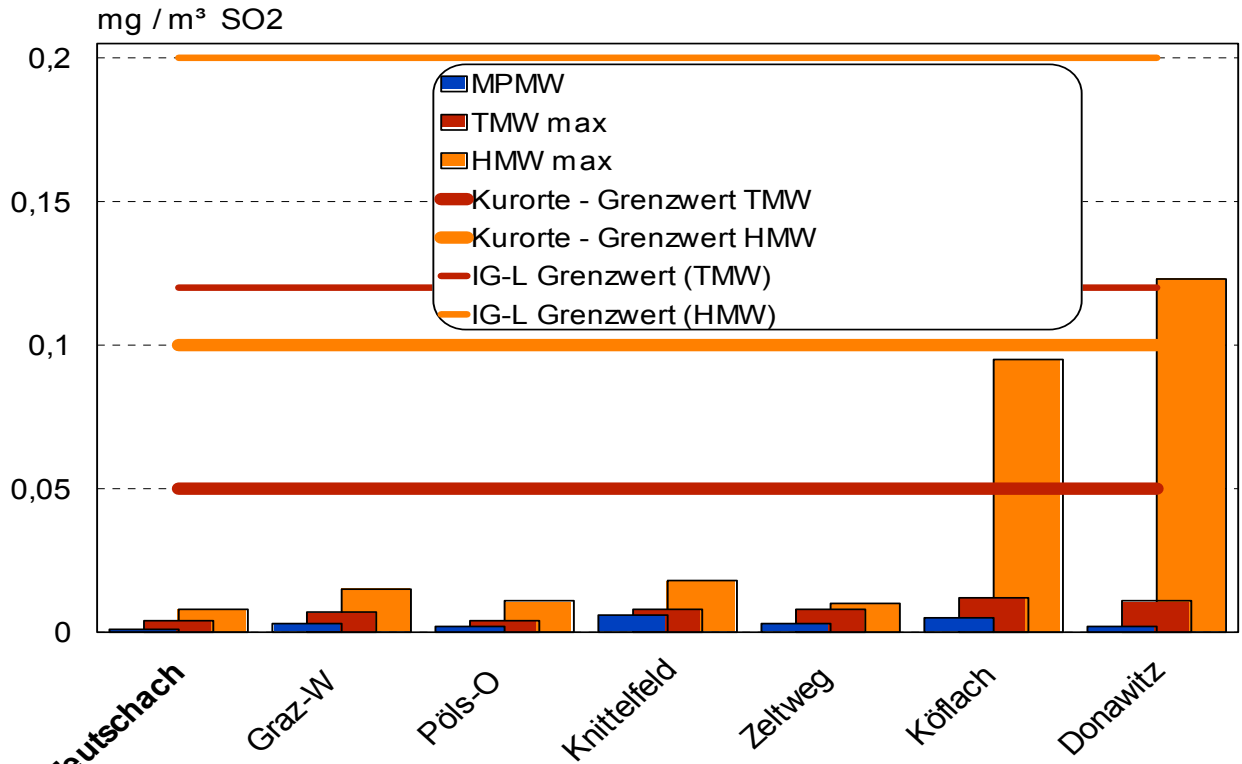
Die SO₂-Konzentrationen blieben während beider Messungen auf einem ausgesprochen niedrigen Niveau und lagen sowohl bei den maximalen Halbstundenmittelwerten als auch bei den Tagesmittelwerten deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten und den Grenzen der Kurorterrichtlinie.

Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen ergibt sich beim Luftschadstoff Schwefeldioxid am Messstandort in Zeutschach für beide Messperioden eine unterdurchschnittliche Belastungssituation. Die günstigen Bedingungen zeigen sich in den stärker belasteten Wintermonaten besonders deutlich.

Vergleich der SO₂-Konzentrationen während der Wintermessung 1998/99

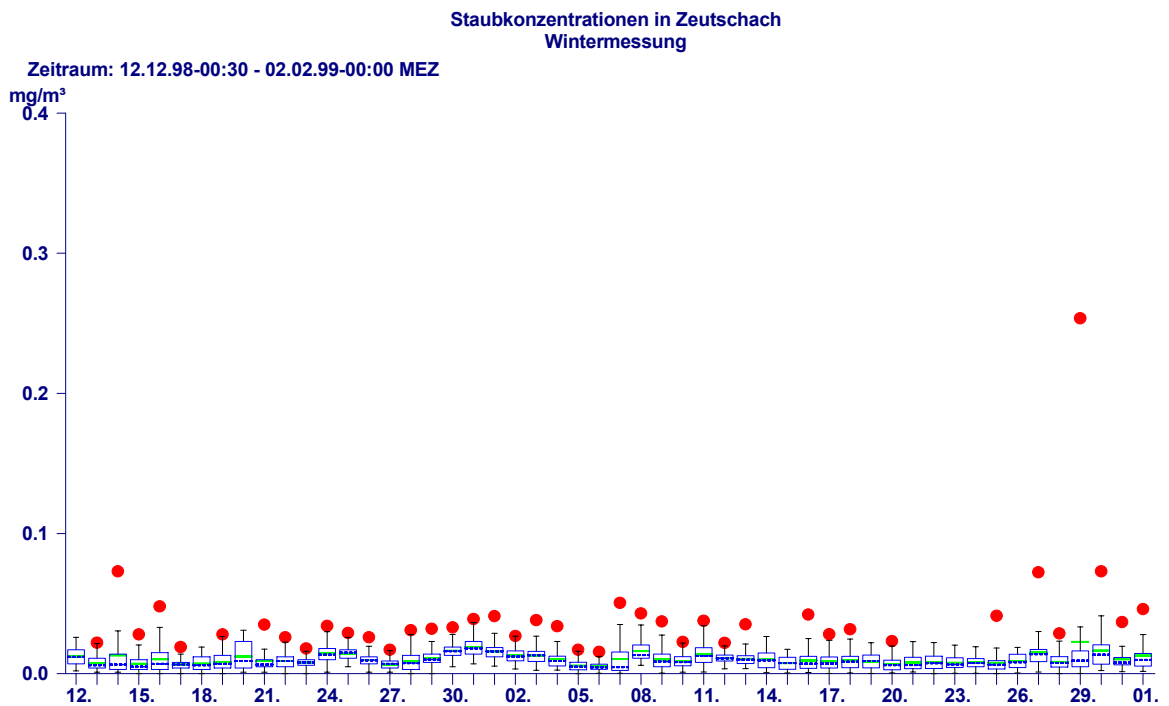


Vergleich der SO₂-Konzentrationen während der Sommermessung 1999



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

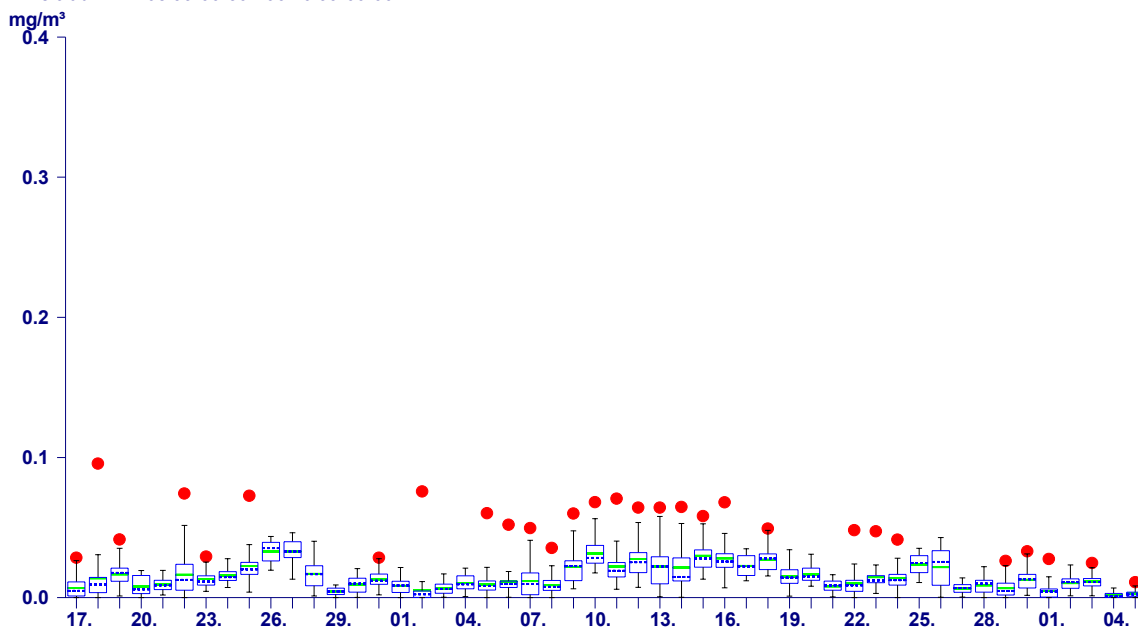
3.4.2. Schwebstaub



12.12.1998 – 01.02.1999	Messergebnisse Staub in mg/m ³	Grenzwerte Staub in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,254			
Mtmax	0,036			
TMWmax	0,023	0,12 0,15 0,120	LGBI.Nr.5/1987 BGBL I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	19 % 15 % 19 %
PMW	0,011			

**Staubkonzentrationen in Zeutschach
Sommermessung**

Zeitraum: 17.08.99-00:30 - 06.10.99-00:00 MEZ



17.08.1999 – 05.10.1999	Messergebnisse Staub in mg/m ³	Grenzwerte Staub in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,096			
Mtmax	0,040			
TMWmax	0,033	0,12 0,15 0,120	LGBI.Nr.5/1987 BGBL I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	28 % 22 % 28 %
PMW	0,015			

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

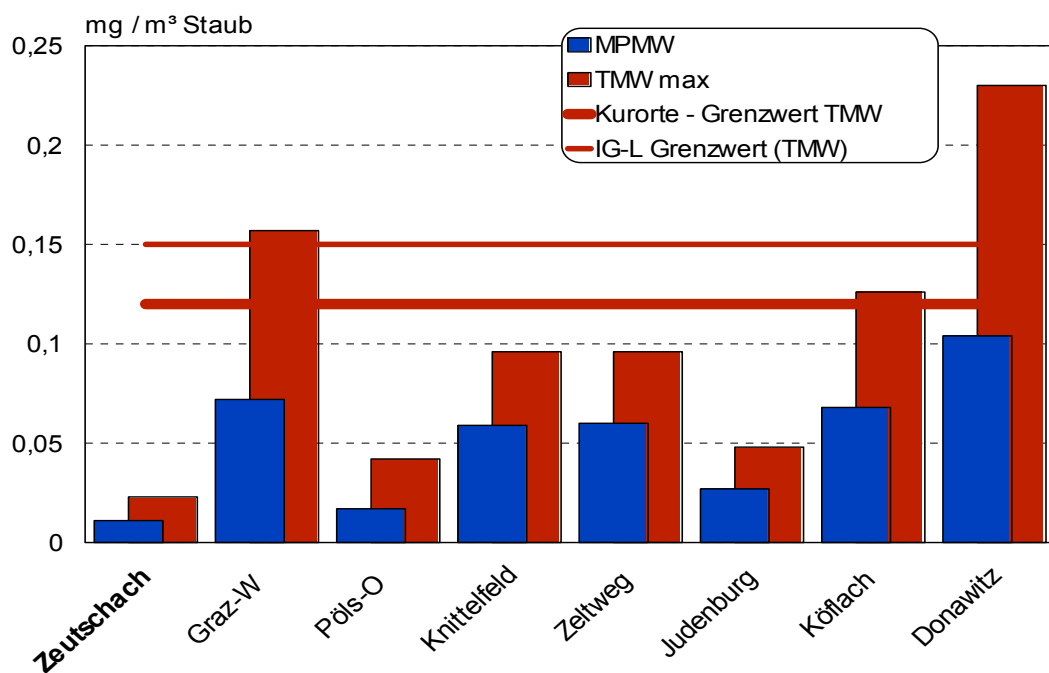
auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim SO₂ höhere Konzentrationen zu erwarten. Die Luftgütemesspraxis zeigt aber, dass auch den diffusen Quellen eine ganz wesentliche Bedeutung zukommt. Als diffuse Quellen sind beispielsweise der Straßenstaub (Streusplitt und Streusalz), Blütenstaub, das Abheizen von Gartenabfällen und das Abbrennen von Böschungen zu nennen.

Bezüglich der Belastung durch den Luftschadstoff Schwebstaub ist wie bei Schwefeldioxid das ganzjährig niedrige Belastungsniveau hervorzuheben, wobei im Gegensatz zum Jahresgang an anderen Messstellen im Sommer eine etwas höhere Grundbelastung (längerfristige Mittelwerte) festzustellen ist als in den Wintermonaten. Dies ist vornehmlich auf die Wirkung diffuser Quellen (wohl vorwiegend landwirtschaftliche Tätigkeit) bei trockener Witterung und höheren Windgeschwindigkeiten zurückzuführen.

Es wurden während beider Messungen keine Überschreitungen von Grenzwerten festgestellt.

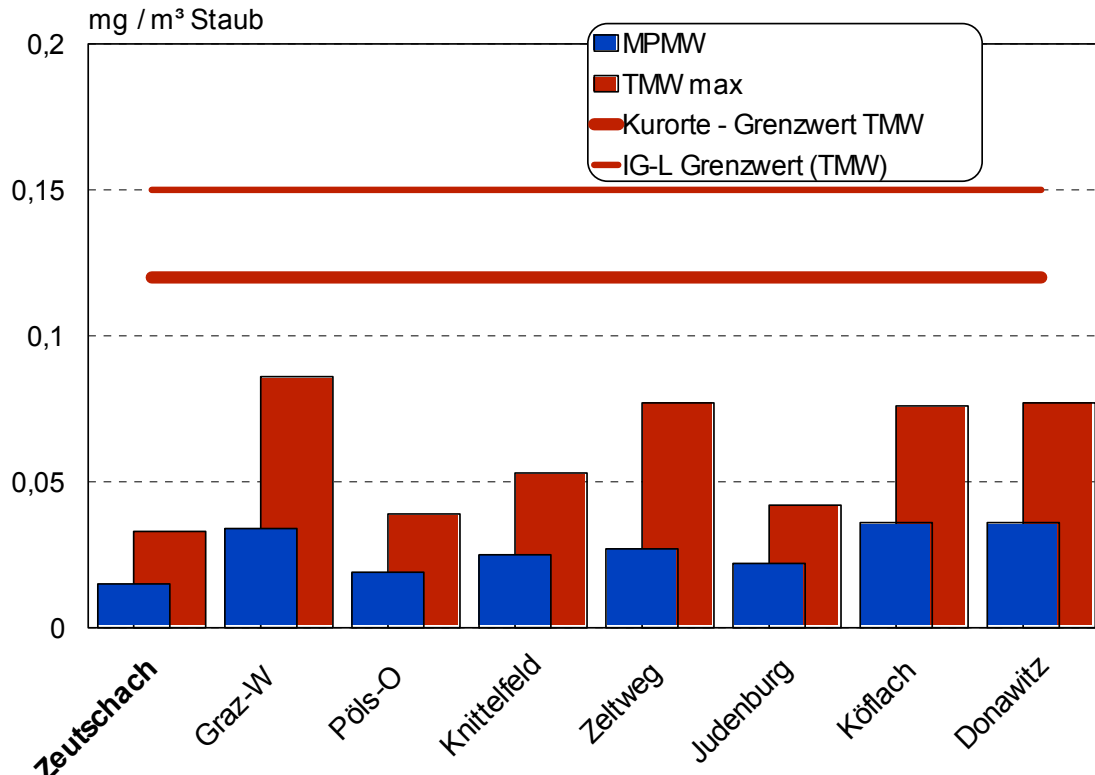
Im Vergleich mit anderen steirischen Messstellen liegen die Schwebstaubkonzentrationen in Zeutschach auf einem unterdurchschnittlichen Niveau, das besonders während der Wintermessungen deutlich hervortritt.

Vergleich der Staubkonzentrationen während der Wintermessung 1998/99



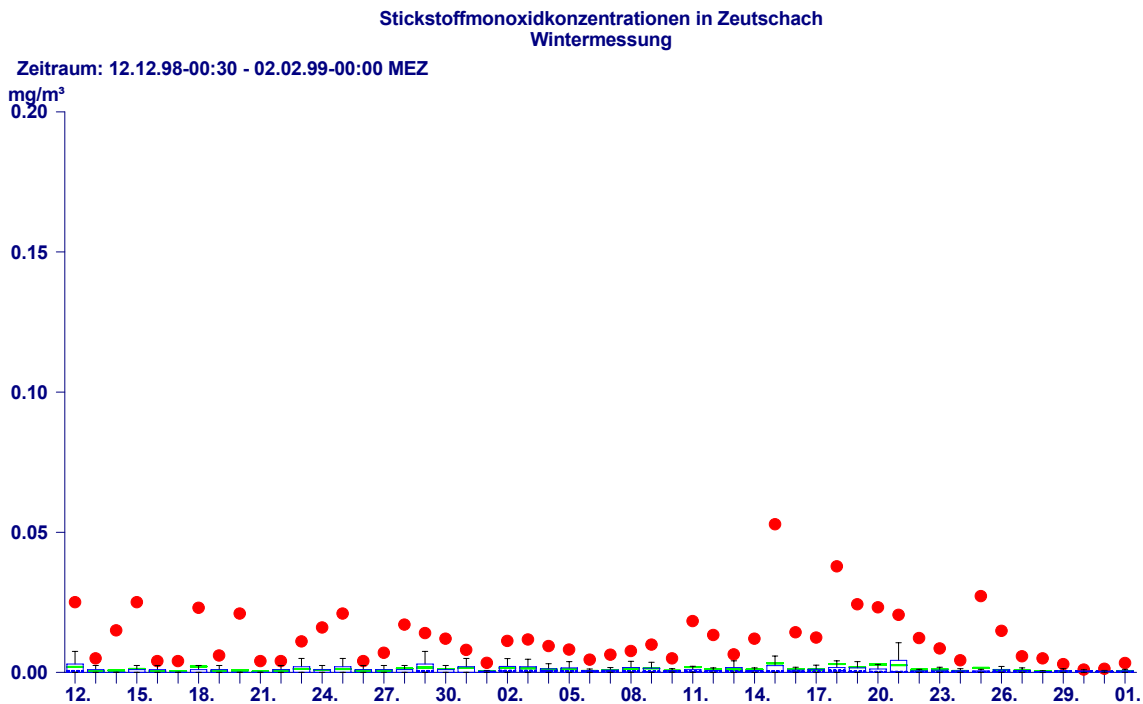
Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Vergleich der Staubkonzentrationen während der Sommermessung 1999



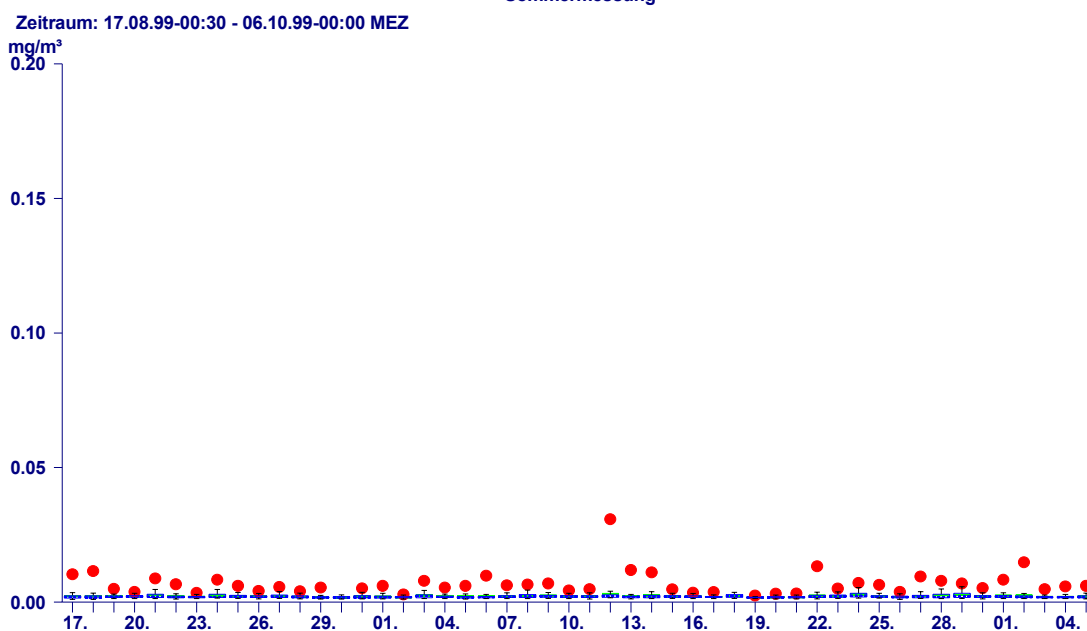
Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

3.4.3. Stickstoffmonoxid (NO)



12.12.1998 – 01.02.1999	Messergebnisse NO in mg/m ³	Grenzwerte NO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,053	0,600	LGBl.Nr.5/1987	9 %
Mtmax	0,012			
TMWmax	0,003	0,200	LGBl.Nr.5/1987	2 %
PMW	0,001			

Stickstoffmonoxidkonzentrationen in Zeutschach
Sommermessung



17.08.1999 – 05.10.1999	Messergebnisse NO in mg/m ³	Grenzwerte NO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,031	0,600	LGBl.Nr.5/1987	5 %
Mtmax	0,007			
TMWmax	0,003	0,200	LGBl.Nr.5/1987	2 %
PMW	0,002			

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

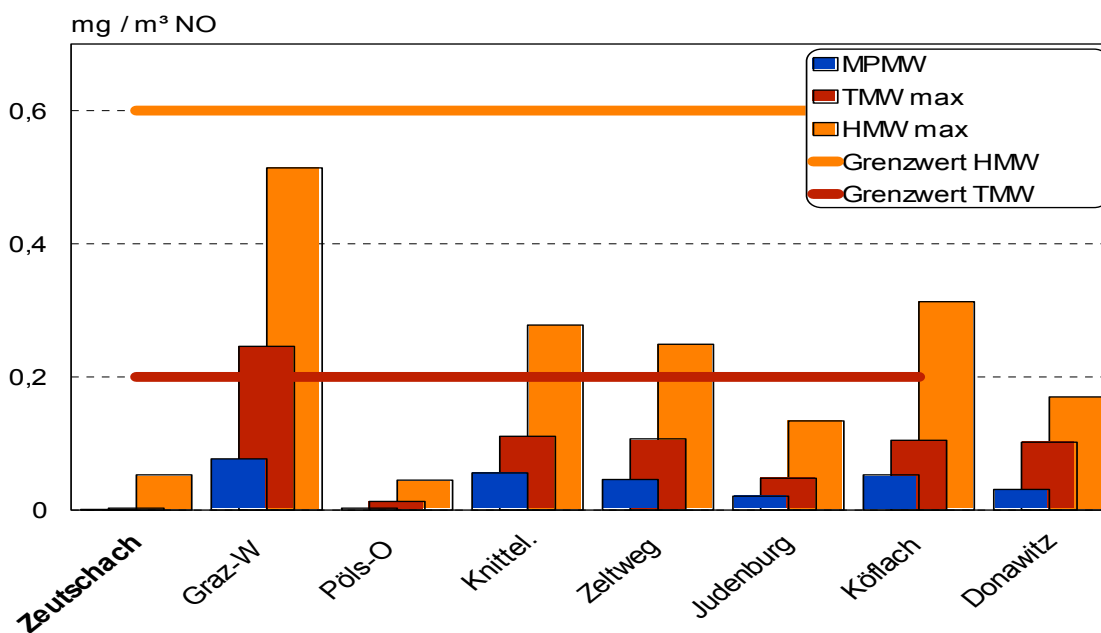
Den Erwartungen entsprechend wurden in Zeutschach sehr niedrige Stickstoffoxidkonzentrationen gemessen.

Die Grenzwerte der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) für den maximalen Halbstundenmittelwert bzw. für den maximalen Tagesmittelwert wurden bei weitem unterschritten. In der Richtlinie für die Durchführung

von Immissionsmessungen in Kurorten sind für den Schadstoff Stickstoffmonoxid keine Grenzwerte festgelegt.

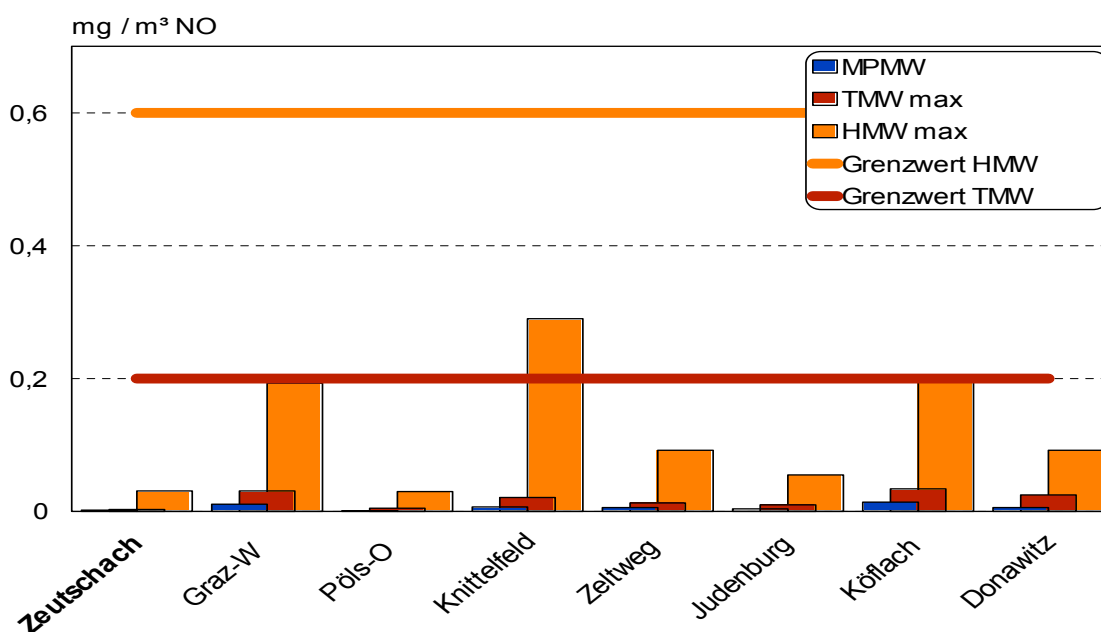
Im steiermarkweiten Vergleich können die Stickstoffmonoxidbelastungen als deutlich unterdurchschnittlich bezeichnet werden. Dies gilt sowohl für die Grundbelastung als auch vor allem für die Belastungsspitzen.

Vergleich der NO-Konzentrationen während der Wintermessung 1998/99



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

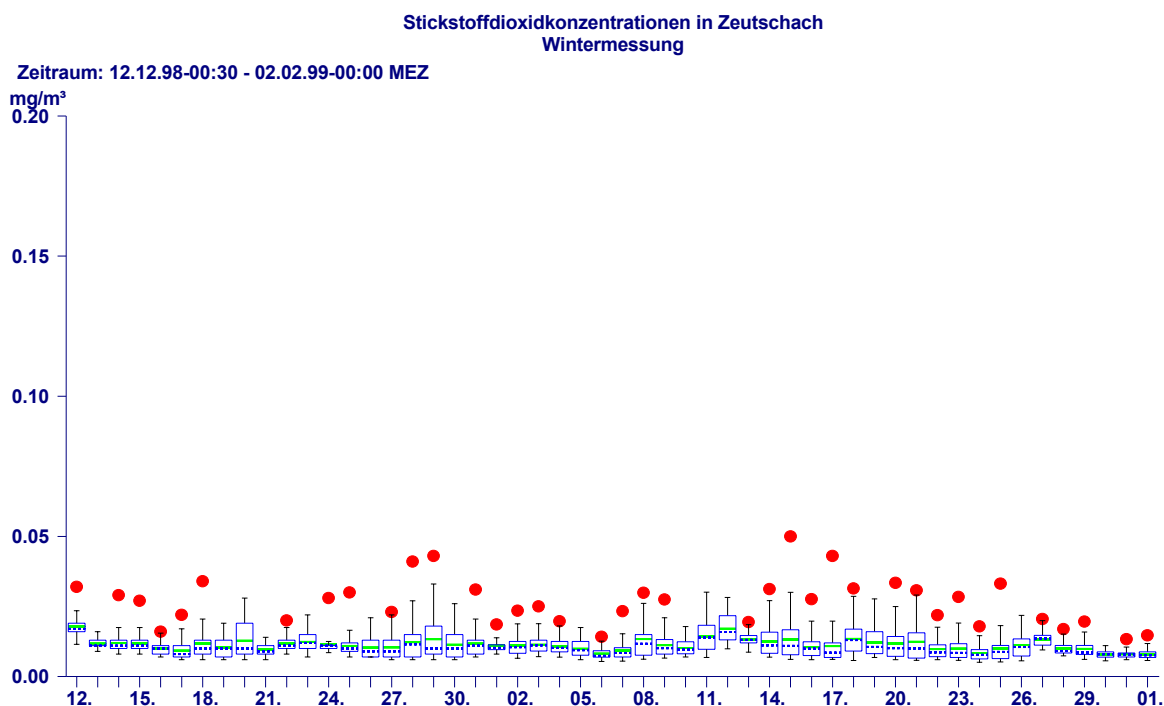
Vergleich der NO-Konzentrationen während der Sommermessung 1999



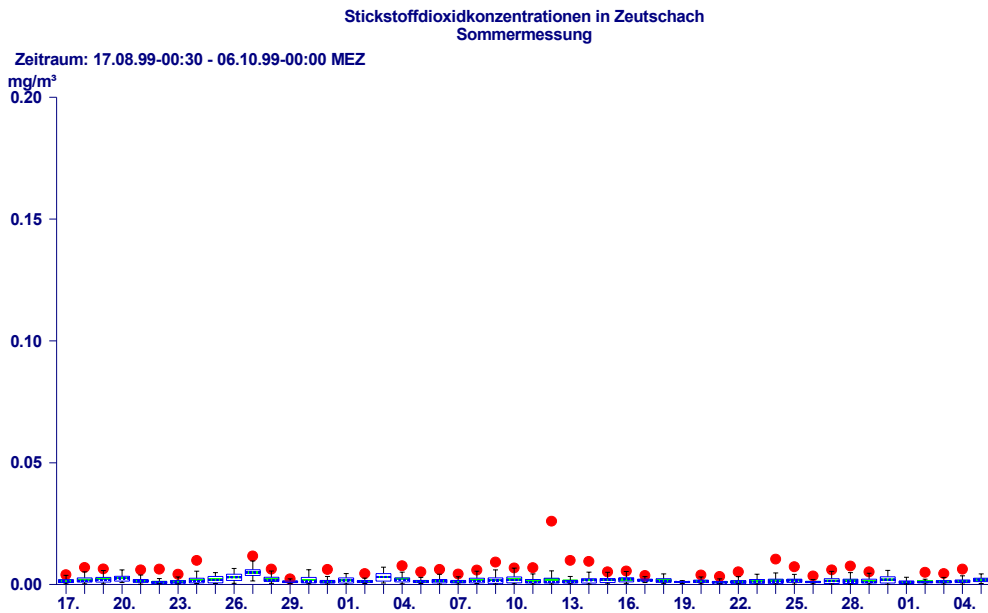
Grenzwerte nach der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr. 5/1987)

3.4.4. Stickstoffdioxid (NO₂)

12.12.1998 – 01.02.1999	Messergebnisse NO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,050	0,20 0,20 0,100	LGBI.Nr.5/1987 BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	25 % 25 % 50 %
Mtmax	0,025			
TMWmax	0,018	0,10 0,050	LGBI.Nr.5/1987 Kurorterrichtlinie	18 % 36 %
PMW	0,011			



17.08.1999 – 05.10.1999	Messergebnisse NO ₂ in mg/m ³	Grenzwerte NO ₂ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,026	0,20 0,20 0,100	LGBI.Nr.5/1987 BGBI I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	13 % 13 % 26 %
Mtmax	0,006			
TMWmax	0,005	0,10 0,050	LGBI.Nr.5/1987 Kurorterrichtlinie	5 % 10 %
PMW	0,002			

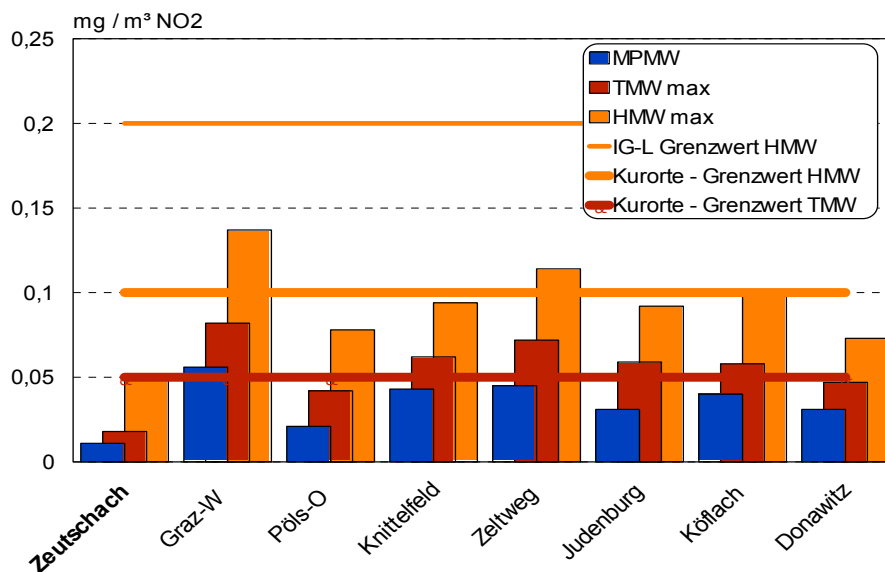


Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff Stickstoffmonoxid erläutert. Immissionsseitig stellt sich im Allgemeinen der Schadstoffgang beim Stickstoffdioxid ähnlich wie beim Stickstoffmonoxid dar.

Wie bei NO lagen auch bei NO₂ die gemessenen Konzentrationen auf einem erwarteten niedrigen Niveau. Es wurde dementsprechend auch keine Verletzung gesetzlicher Grenzwerte bzw. der Grenzwerte der Kurorterichtlinie registriert.

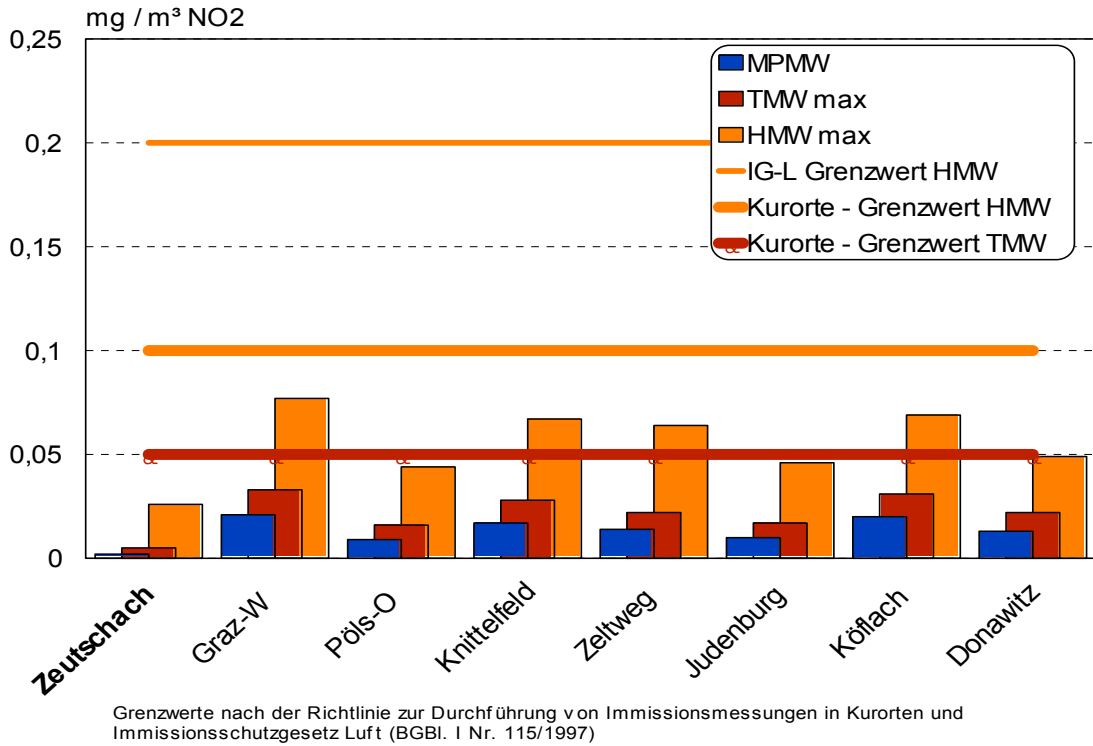
Im gesamtsteirischen Vergleich zeigt sich sowohl im Winter als auch im Sommer eine deutlich unterdurchschnittliche Belastung.

Vergleich der NO₂-Konzentrationen während der Wintermessung 1998/99

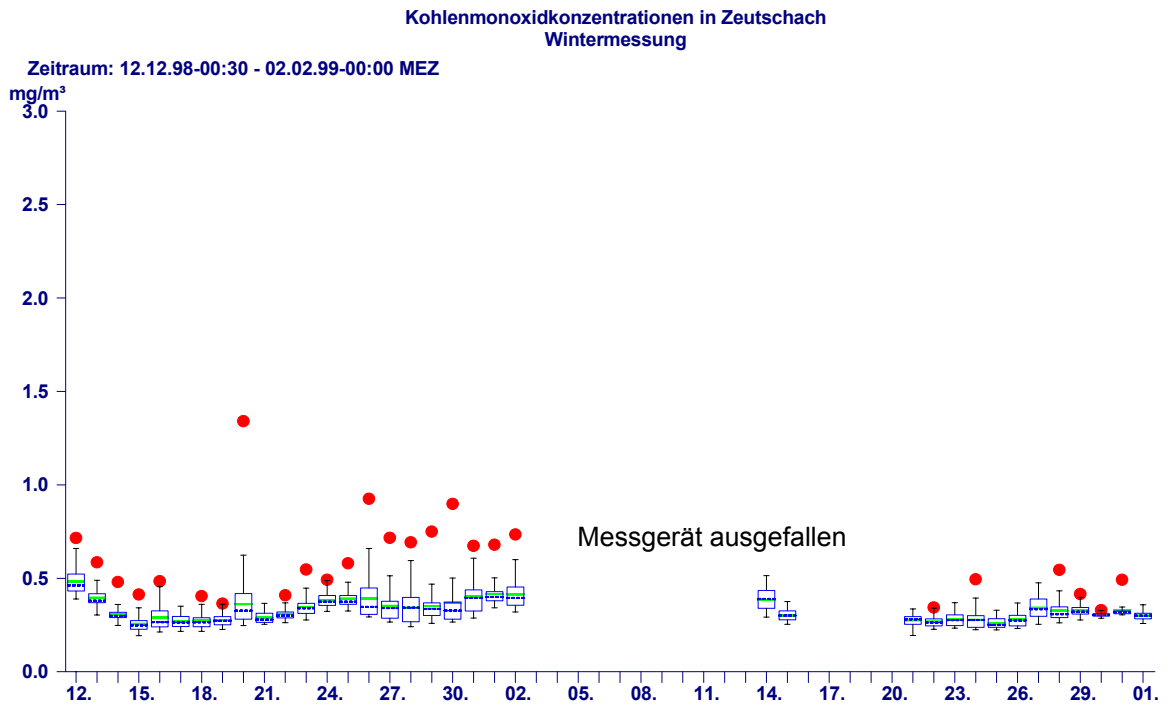


Grenzwerte nach der Richtlinie zur Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten und Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Vergleich der NO₂-Konzentrationen während der Sommermessung 1999



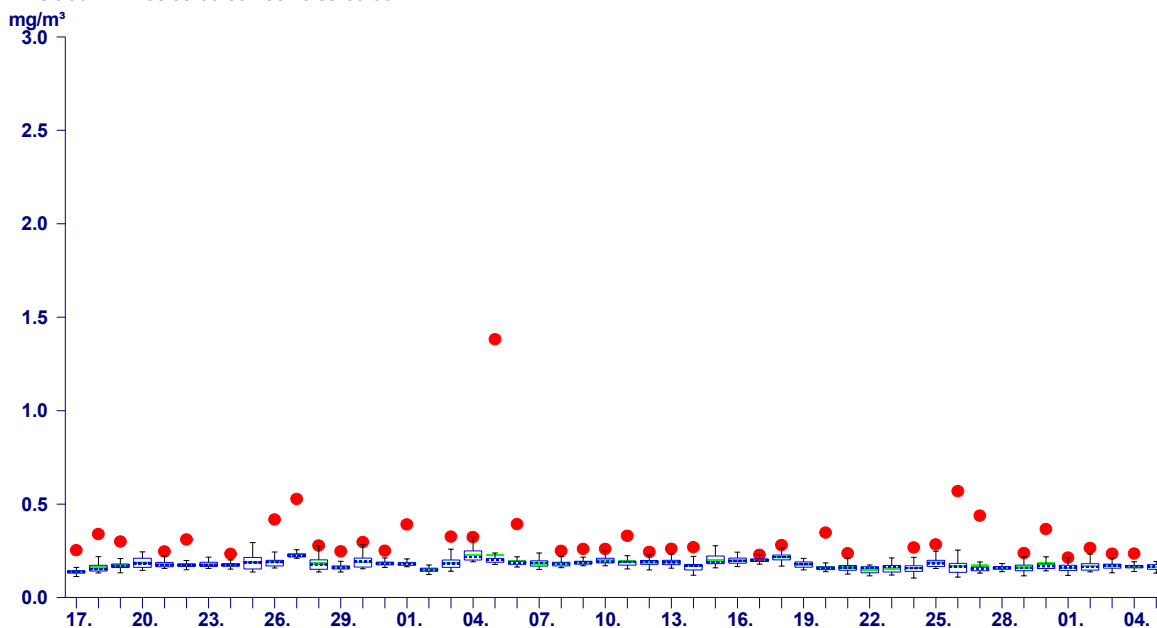
3.4.5. Kohlenmonoxid (CO)



12.12.1998 – 01.02.1999	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	1,341	20	LGBl.Nr.5/1987	7 %
Mtmax	0,543			
MW8max	0,574	10 5	BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	6 % 12 %
TMWmax	0,482	7	LGBl.Nr.5/1987	7 %
PMW	0,329			

**Kohlenmonoxidkonzentrationen in Zeutschach
Sommermessung**

Zeitraum: 17.08.99-00:30 - 06.10.99-00:00 MEZ



17.08.1999 – 05.10.1999	Messergebnisse CO in mg/m ³	Grenzwerte CO in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	1,382	20	LGBl.Nr.5/1987	7 %
Mtmax	0,305			
MW8max	0,284	10 5	BGBl. I Nr. 115/1997 Kurorterrichtlinie	3 % 6 %
TMWmax	0,233	7	LGBl.Nr.5/1987	3 %
PMW	0,180			

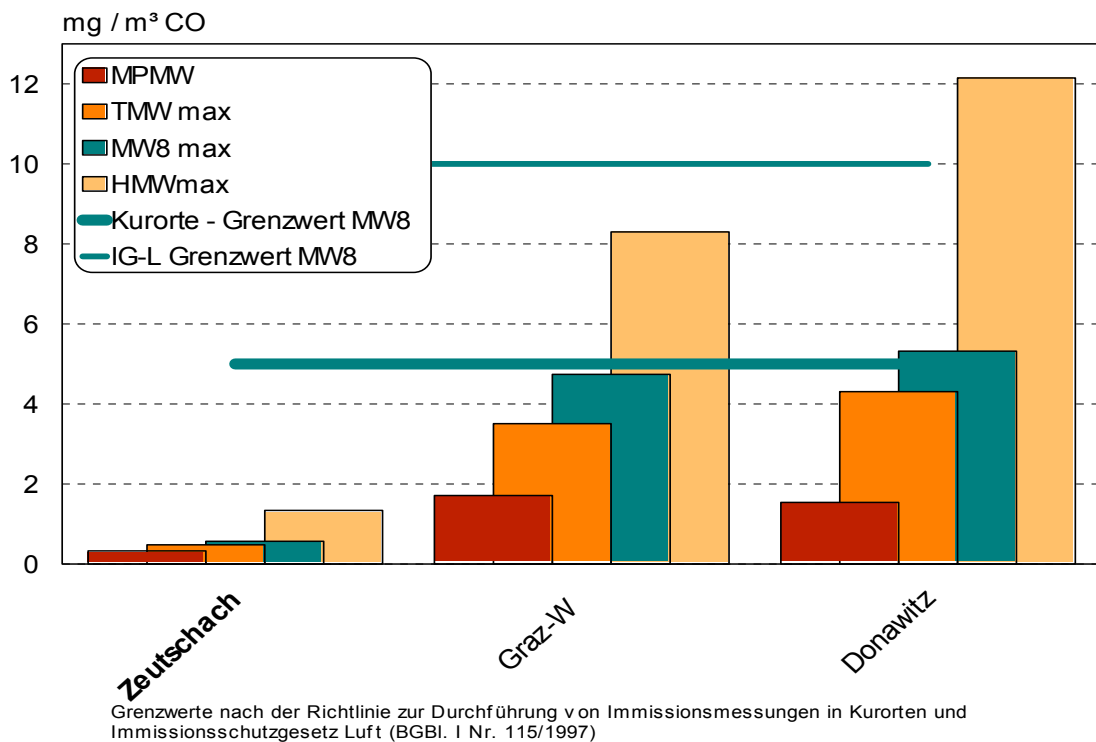
Auch beim Kohlenmonoxid gilt der KFZ-Verkehr als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt mit der Entfernung zu den Hauptverkehrssträgern jedoch im Allgemeinen stärker ab als bei den Stickstoffoxiden.

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

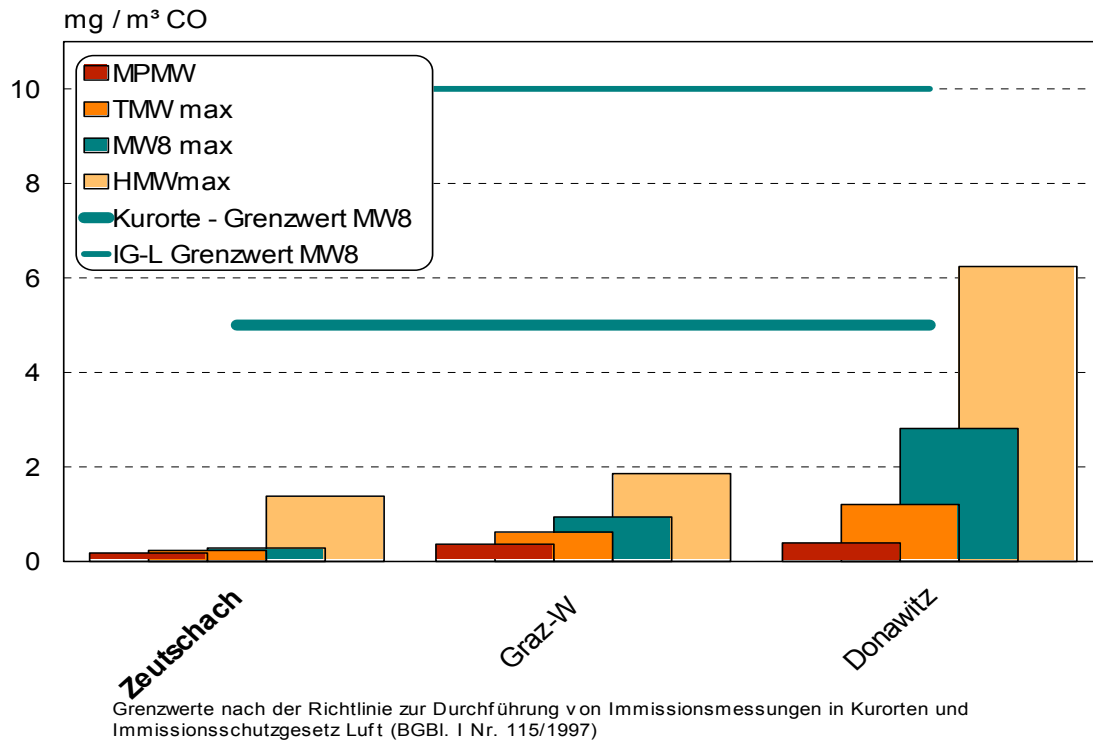
Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden in der Steiermark nur an einigen neuralgischen Punkten permanent sowie an den beiden mobilen Messstationen erhoben.

Die Konzentrationen bleiben aufgrund der großen Distanz zu stärker befahrenen Verkehrsträgern sehr gering. Im Vergleich mit den Fixmessstellen in Graz und Leoben-Donawitz sind die Belastungen ganzjährig als klar unterdurchschnittlich einzustufen, wobei die Begünstigung speziell im Winterhalbjahr deutlich ersichtlich wird.

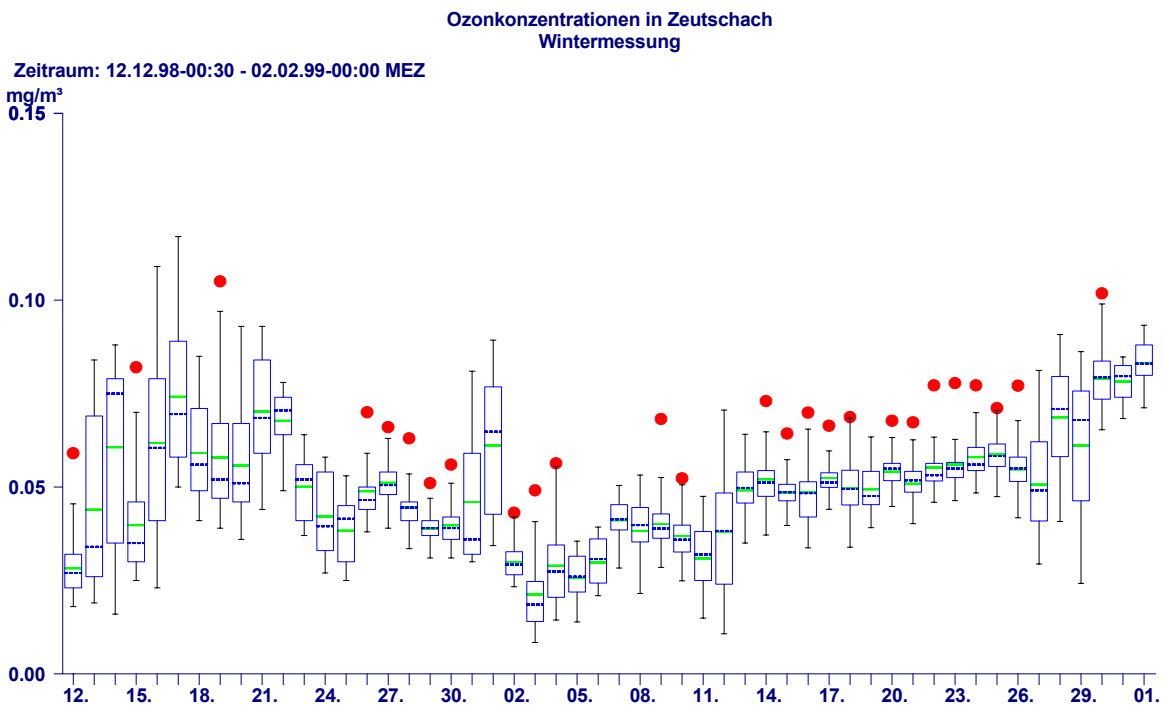
Vergleich der CO-Konzentrationen während der Wintermessung 1998/99



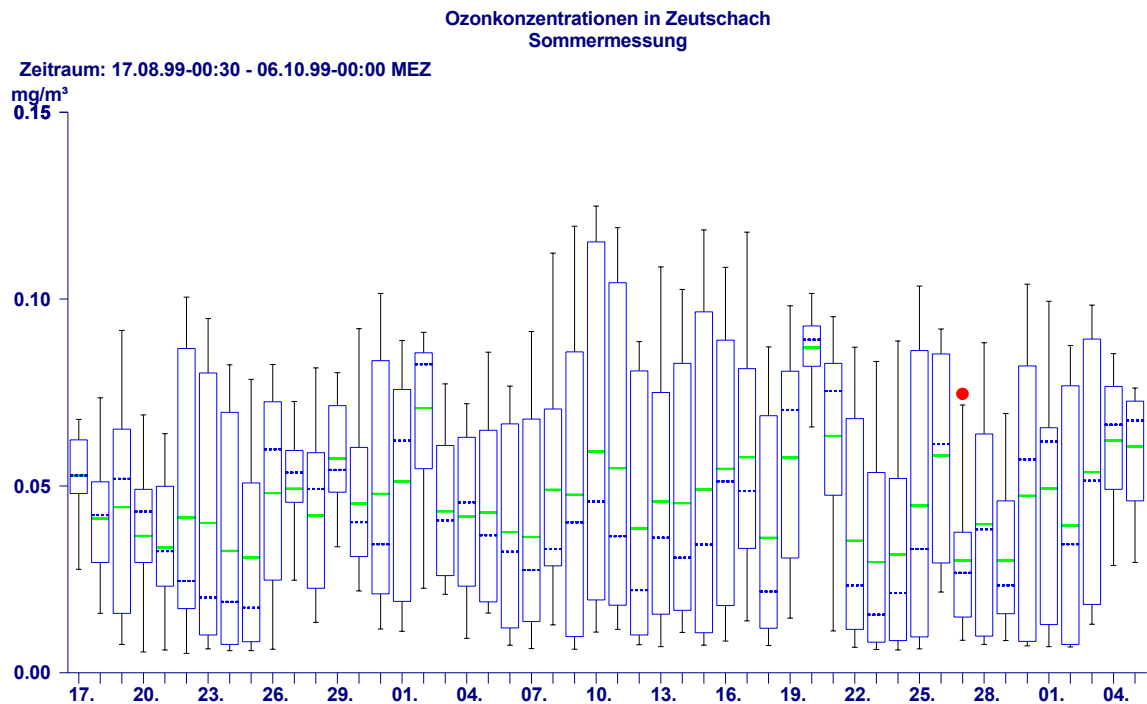
Vergleich der CO-Konzentrationen während der Sommermessung 1999



3.4.6. Ozon (O₃)



12.12.1998 – 01.02.1999	Messergebnisse O ₃ in mg/m ³	Grenzwerte O ₃ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,117	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	98 %
Mtmax	0,070			
TMWmax	0,083			
PMW	0,049			

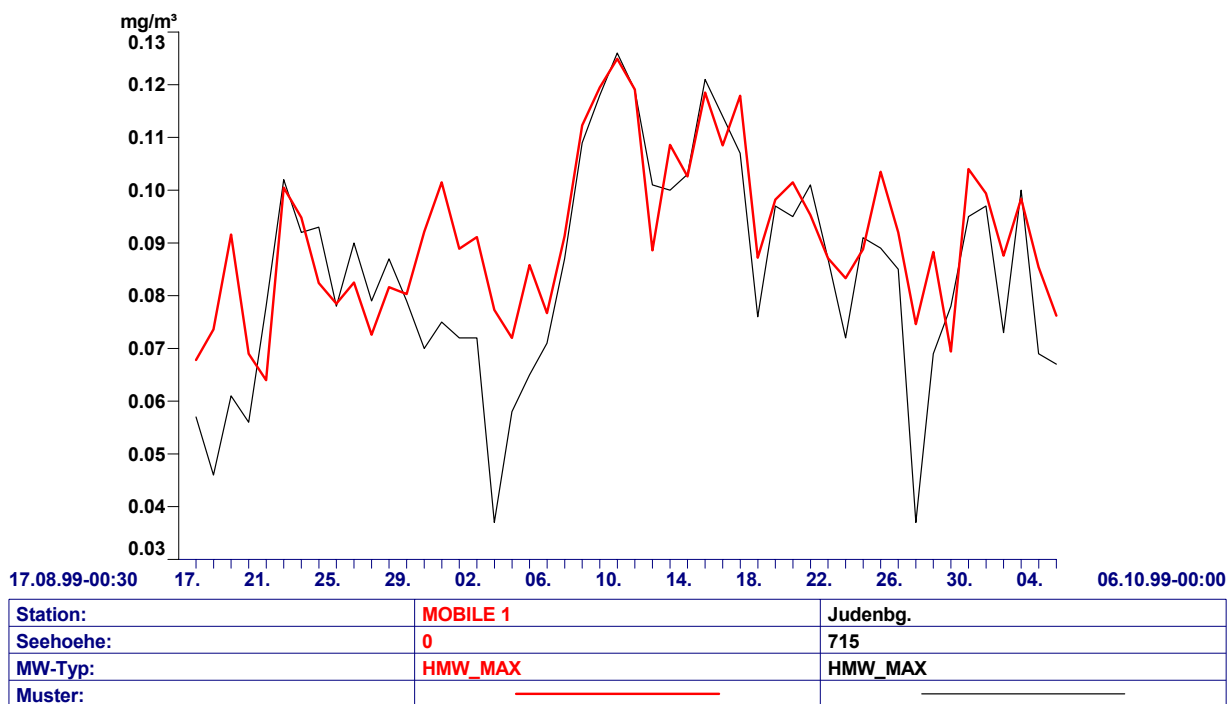


17.08.1999 – 05.10.1999	Messergebnisse O ₃ in mg/m ³	Grenzwerte O ₃ in mg/m ³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	0,125	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	104 %
Mtmax	0,091			
TMWmax	0,087			
PMW	0,047			

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 8 Ozon-Überwachungsgebiete mit annähernd einheitlicher Ozonbelastung eingeteilt. Der Standort Zeutschach liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 8 "Lungau und Oberes Murtal".

Die nachstehende Abbildung zeigt, dass sich die täglichen Ozonspitzenkonzentrationen am Standort in Zeutschach im Allgemeinen in der gleichen Größenordnung wie an der Station Judenburg bewegen.



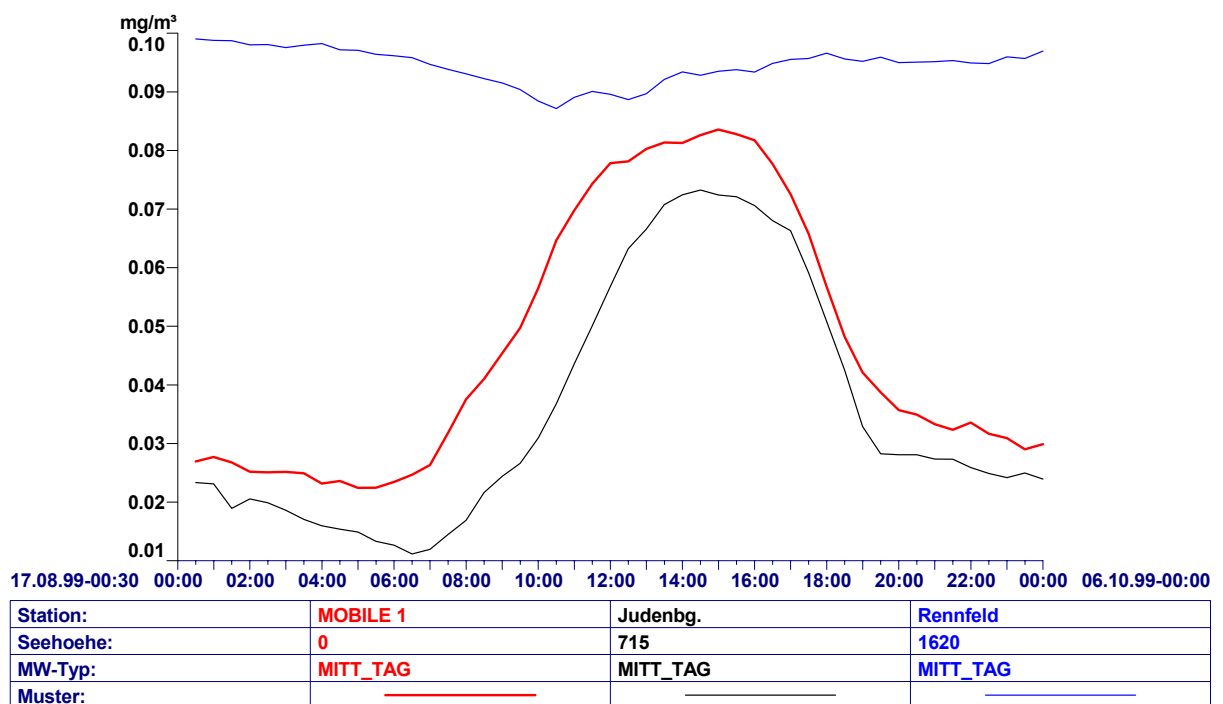
Der Ozontagesgang ist in weiterer Folge auch stark von der Höhenlage abhängig. Siedlungsnahen Talregionen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt ein rasches Ansteigen der Konzentrationen, die dann am Nachmittag konstant hoch bleiben.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

In den Siedlungsgebieten reagiert nach Sonnenuntergang das Stickstoffmonoxid mit dem Ozon zu Stickstoffdioxid ($\text{NO} + \text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{O}_2$). In den Vormittagsstunden laufen

dagegen bei entsprechender UV-Strahlung durch das Sonnenlicht folgende Prozesse ab: Stickstoffmonoxid (NO) bildet mit dem Luftsauerstoff (O₂) Stickstoffdioxid (NO₂), dabei bleibt ein Sauerstoffradikal (O*) übrig. Dieses bindet sich in der Folge mit dem Luftsauerstoff (O₂) zu Ozon (O₃).



Die folgende Abbildung dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort in Zeutschach mit der Talstation Judenburg und der Höhenstation Rennfeld während der Sommermessperiode vom 17.08. bis 05.10.1999.

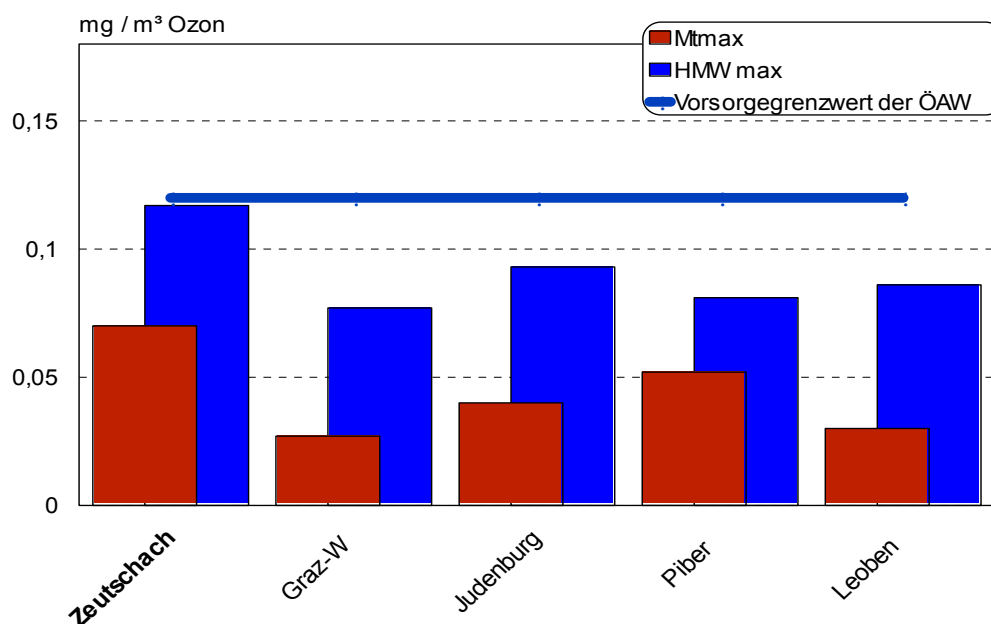


Die Talstationen in Zeutschach und Judenburg weisen einen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen auf, wobei Zeutschach aufgrund seiner Höhenlage ein etwas höheres Grundniveau aufweist. Im Gegensatz dazu bleibt an der Höhenstation Rennfeld die Tagesschwankung sehr gering.

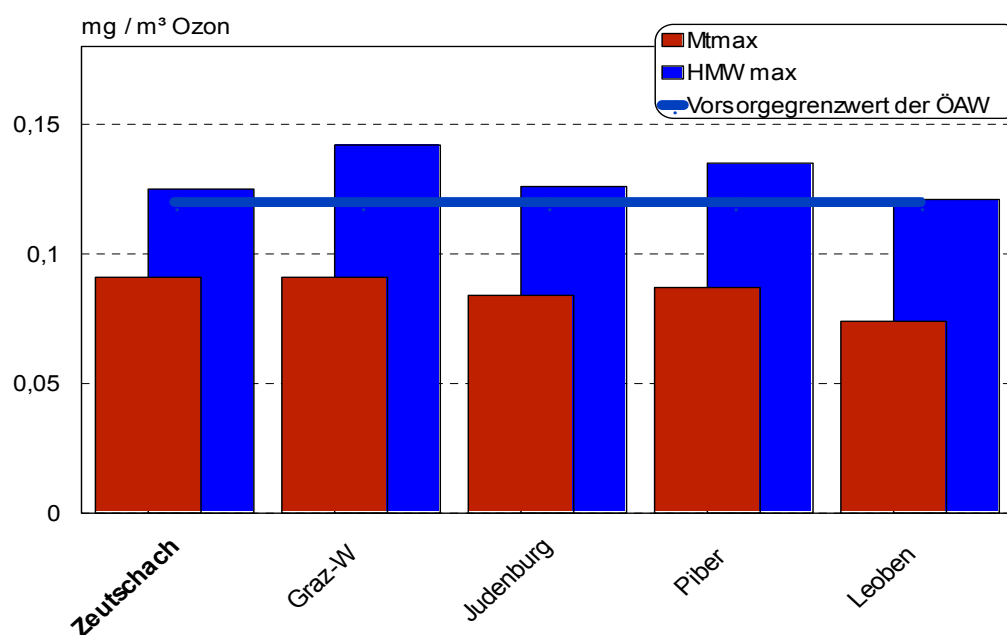
Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die zu erwartende Übereinstimmung mit dem Witterungsverlauf. Hohe Werte wurden bei Hochdruck- und gradientschwachen Lagen registriert, wobei während der Sommermessperiode der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften lediglich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

Ein steiermarkweiter Vergleich der Ozonkonzentrationen ergibt für die generell geringer belastete Wintermessperiode infolge der Höhenlage von Zeutschach ein leicht überdurchschnittliches Belastungsniveau. Im Sommer erreichen die Konzentrationen durchschnittliche Werte.

Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Wintermessung 1998/99



Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Sommermessung 1999



3.5. Luftbelastungsindex

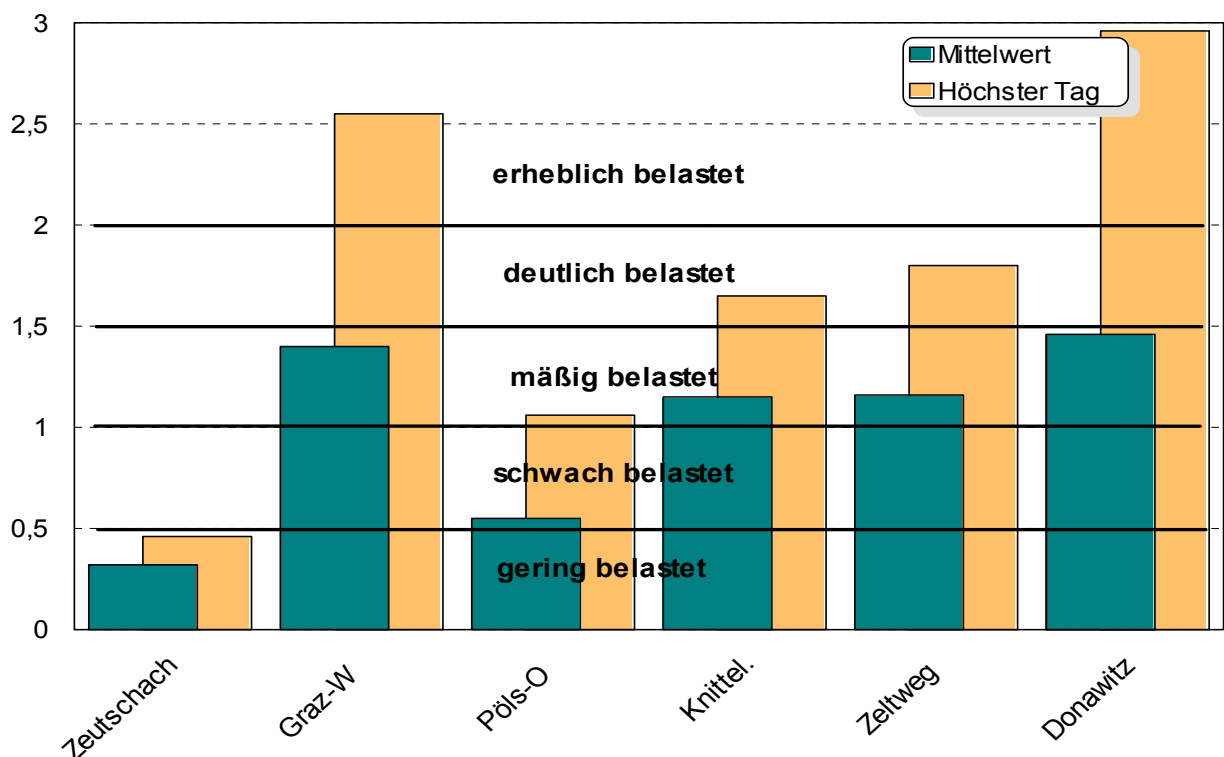
Eine relativ einfache Bewertungs- und Vergleichsmöglichkeit der Luftbelastung verschiedener Messstationen wird durch den Luftbelastungsindex ermöglicht.

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

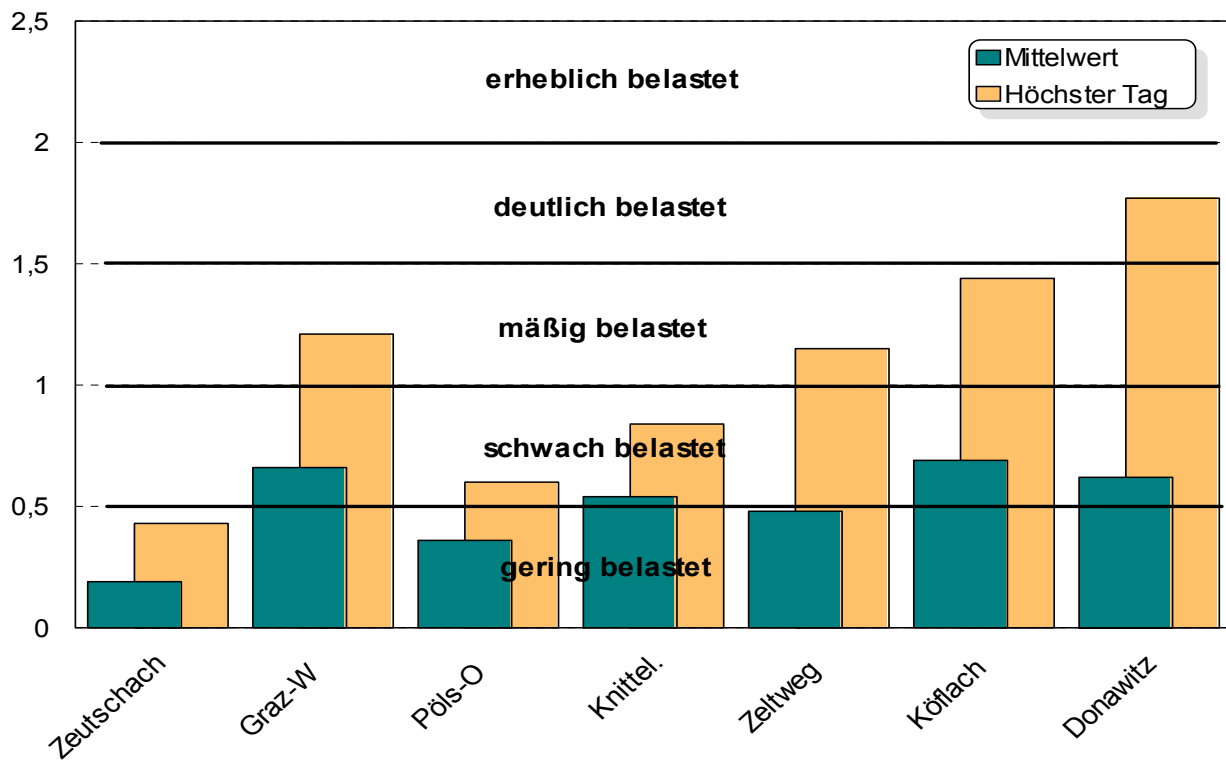
In nachfolgender Abbildung wird der Luftbelastungsindex für den Messstandort und ausgewählte steirische Standorte dargestellt.

Demnach weisen die lufthygienischen Verhältnisse in Zeutschach ganzjährig nur geringe Belastungen auf und sind deutlich günstiger als die durchschnittlichen Verhältnisse in der Steiermark.

Luftbelastungsindex während der Wintermessung 1998/99



Luftbelastungsindex während der Sommermessung 1999



4. Integrale Messungen

4.1. Vorbemerkung

Ergänzend zu den mobilen Immissionsmessungen wurde in Zeutschach auch ein integrales Messnetz betrieben. Solche Messungen sind in der Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ („Kurorterichtlinie“), herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, für die flächenhafte Interpretation der Immissionsbelastung vorgesehen. Auch die Beurteilung der Immissionssituation wurde nach Grenzwerten vorgenommen, die in dieser Richtlinie festgelegt sind.

4.2. Das Messnetz

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

Bei den Auswertungen der Ergebnisse der bereits einleitend beschriebenen 4 Messpunkte (Kap. 1.) wurden die 13 Messperioden folgendermaßen zusammengefasst:

Wintersaison:	01.12.1998 - 24.03.1999 (1. - 3. Messperiode)
	06.10.1999 - 01.12.1999 (11. - 13. Messperiode)
Sommersaison:	24.03.1999 – 06.10.1999 (4. - 10. Messperiode)

4.3. Messmethodik

4.3.1. Bestimmung des Staubniederschlages nach dem Bergerhoff-Verfahren

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

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

absetzende Staub und das Regenwasser werden in diesem Gefäß über eine Dauer von 28 Tagen gesammelt. Danach werden der Staubbiederschlag und das Wasser in einer gewogenen Schale zur Trockene eingedampft und als Gesamtstaubbiederschlag gewogen. Das Ergebnis wird auf einen Tag und 1 m² Fläche bezogen.

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

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

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

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

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

Da die Menge der absorbierten Probe durch Diffusion an das Absorptionsmittel gelangt, kann über die Diffusionsgleichung der Mittelwert der Konzentration über die Messdauer bestimmt werden. Die erhaltenen Werte haben die gleiche Dimension (mg/m³) wie jene, die von kontinuierlichen Messstationen erhalten werden.

4.4. Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung der Luftqualität in Kurorten wird die Richtlinie „Durchführung von Immissionsmessungen in Kurorten“ herangezogen. Diese wurde 1997 vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie herausgegeben, da weder das Bundesgesetz vom 2. Dezember 1958 über natürliche Heilvorkommen und Kurorte (BGBl. Nr. 272/1958) noch die ausführenden Landesgesetze (Stmk. Heilvorkommen- und Kurortegesetz, LGBl. Nr. 161/1962) Grenzwerte für Luftschadstoffimmissionen vorgeben. Die Kurorterichtlinie schreibt neben allgemeinen Regelungen bezüglich der Messungen für Luftkurorte unter anderem folgende Immissionsgrenzwerte vor:

Schwefeldioxidkonzentration	Halbstundenmittelwert	100 µg /m ³
	Tagesmittelwert	50 µg /m ³
Stickstoffdioxidkonzentration	Halbstundenmittelwert	100 µg /m ³
	Tagesmittelwert	50 µg /m ³
Gesamtstaubdeposition	Jahresmittelwert	0,165 mg/m ² .d

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

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

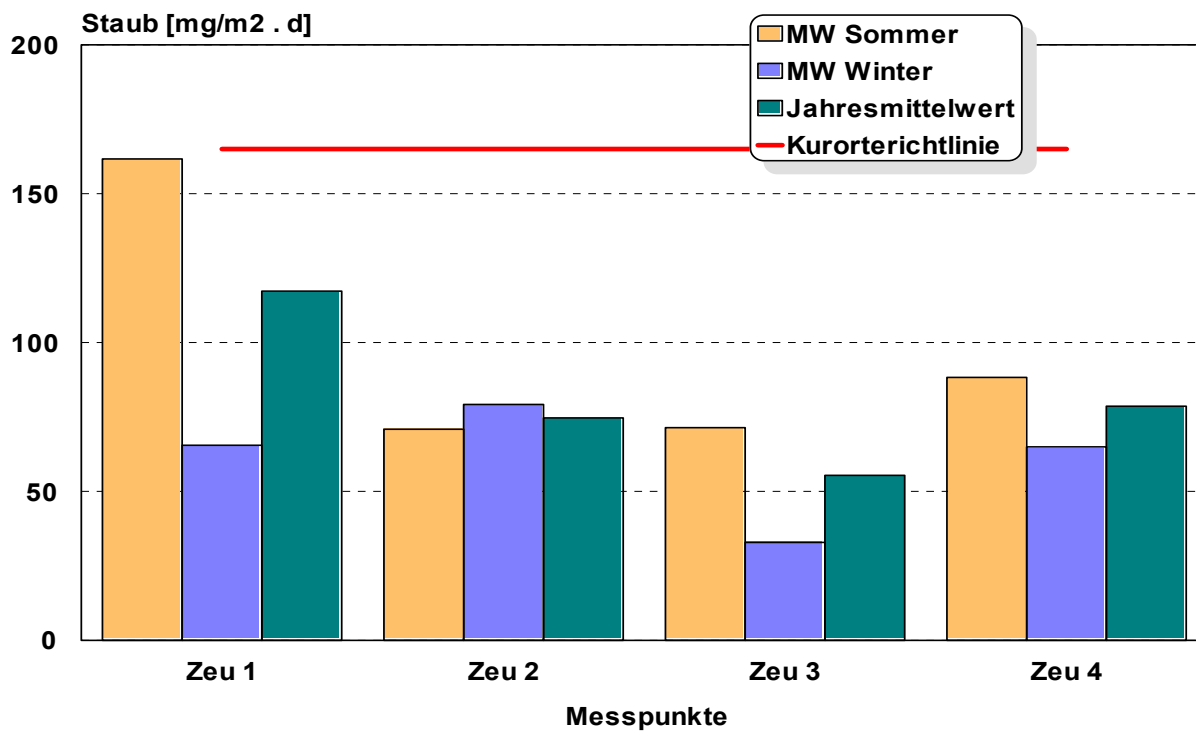
4.5. Darstellung der Messergebnisse

4.5.1. Gesamtstaubdeposition

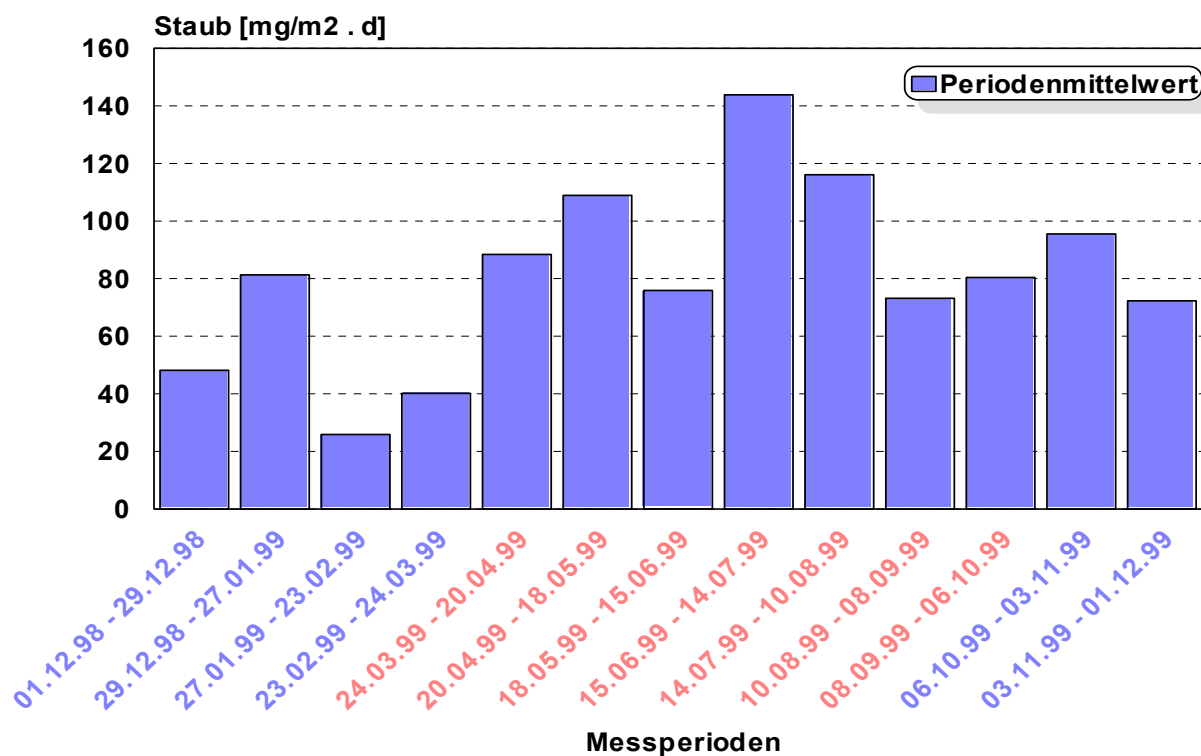
Zeitverlauf der Staubdeposition (in mg/m² · d)

Messperioden	Zeug 1	Zeug 2	Zeug 3	Zeug 4	Periodenmittelwert
01.12.98 - 29.12.98	39,3	57,1	-	-	48,2
29.12.98 - 27.01.99	32,1	139,3	35,7	117,9	81,3
27.01.99 - 23.02.99	25,0	25,0	21,4	32,1	25,9
23.02.99 - 24.03.99	28,6	28,6	25,0	78,6	40,2
24.03.99 - 20.04.99	85,7	50,0	78,6	139,3	88,4
20.04.99 - 18.05.99	100,0	78,6	135,7	121,4	108,9
18.05.99 - 15.06.99	164,3	89,3	28,6	21,4	75,9
15.06.99 - 14.07.99	310,7	110,7	71,4	82,1	143,8
14.07.99 - 10.08.99	314,3	57,1	39,3	53,6	116,1
10.08.99 - 08.09.99	92,9	67,9	60,7	71,4	73,2
08.09.99 - 06.10.99	64,3	42,9	85,7	128,6	80,4
06.10.99 - 03.11.99	78,6	200,0	53,6	50,0	95,5
03.11.99 - 01.12.99	189,3	25,0	28,6	46,4	72,3
Messpunktmittelwert	117,3	74,7	55,4	78,6	

Jahresmittelwert in Relation zum Grenzwert der „Kurortrichtlinie“



Jahresgang der Staubbelastung

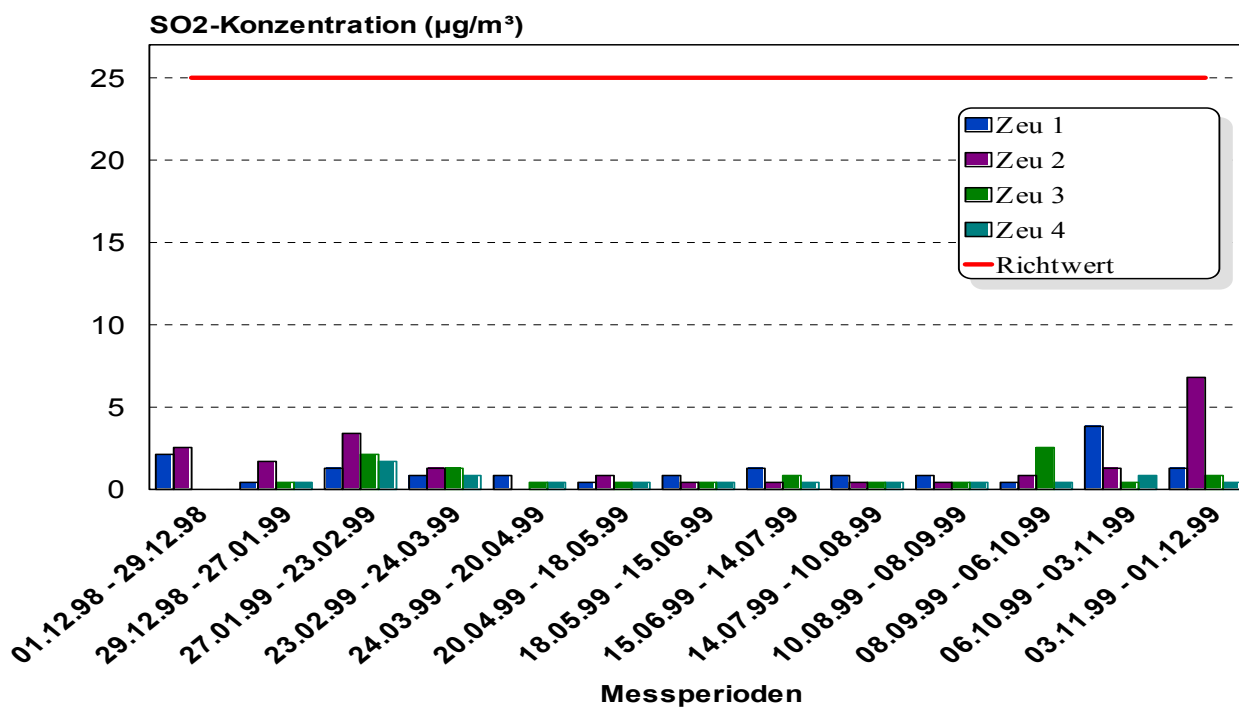


4.5.2. Konzentrationsmessungen

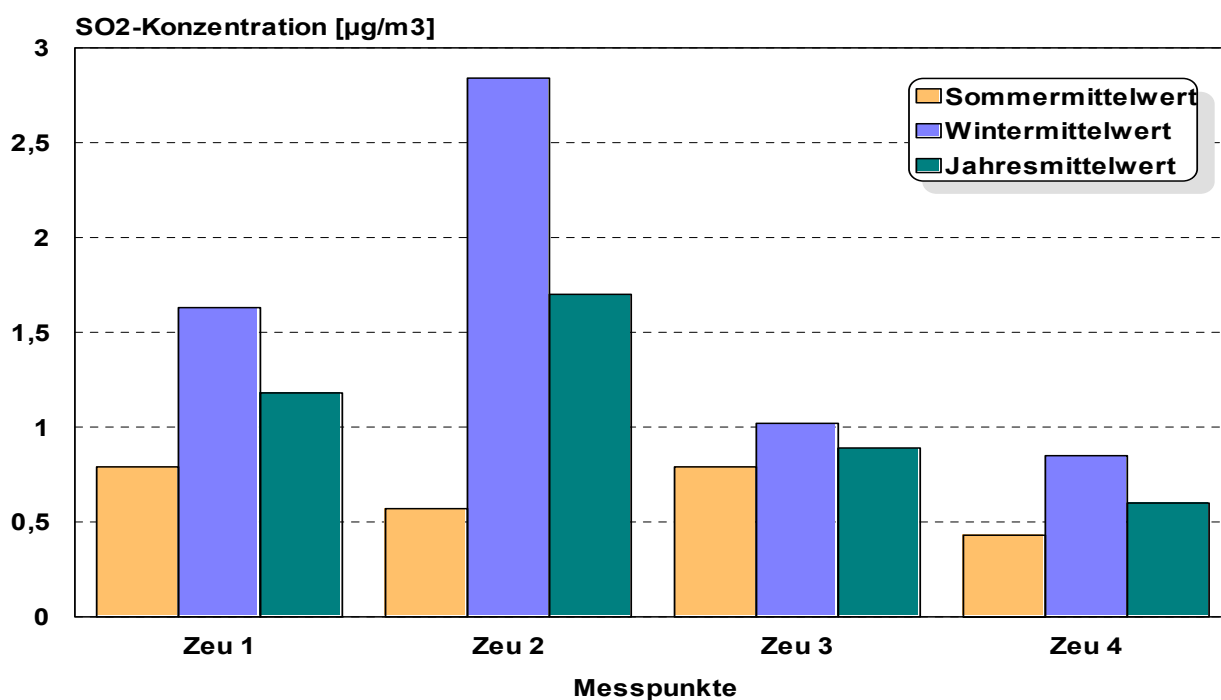
Zeitverlauf der Schwefeldioxid-Konzentrationen (Messperiodenmittelwert in µg/m³)

SO ₂	Zeu 1	Zeu 2	Zeu 3	Zeu 4	Periodenmittelwert
01.12.98 - 29.12.98	2,13	2,55	-	-	2,34
29.12.98 - 27.01.99	0,43	1,70	0,43	0,43	0,74
27.01.99 - 23.02.99	1,28	3,40	2,13	1,70	2,13
23.02.99 - 24.03.99	0,85	1,28	1,28	0,85	1,06
24.03.99 - 20.04.99	0,85	-	0,43	0,43	0,57
20.04.99 - 18.05.99	0,43	0,85	0,43	0,43	0,53
18.05.99 - 15.06.99	0,85	0,43	0,43	0,43	0,53
15.06.99 - 14.07.99	1,28	0,43	0,85	0,43	0,74
14.07.99 - 10.08.99	0,85	0,43	0,43	0,43	0,53
10.08.99 - 08.09.99	0,85	0,43	0,43	0,43	0,53
08.09.99 - 06.10.99	0,43	0,85	2,55	0,43	1,06
06.10.99 - 03.11.99	3,83	1,28	0,43	0,85	1,60
03.11.99 - 01.12.99	1,28	6,81	0,85	0,43	2,34
Messpunktmittelwert	1,18	1,70	0,89	0,60	

SO₂-Konzentration in Relation zum Erfahrungs-Richtwert für die Einhaltung der Kurorterrichtlinie (Messperiodenmittelwerte in µg/m³)



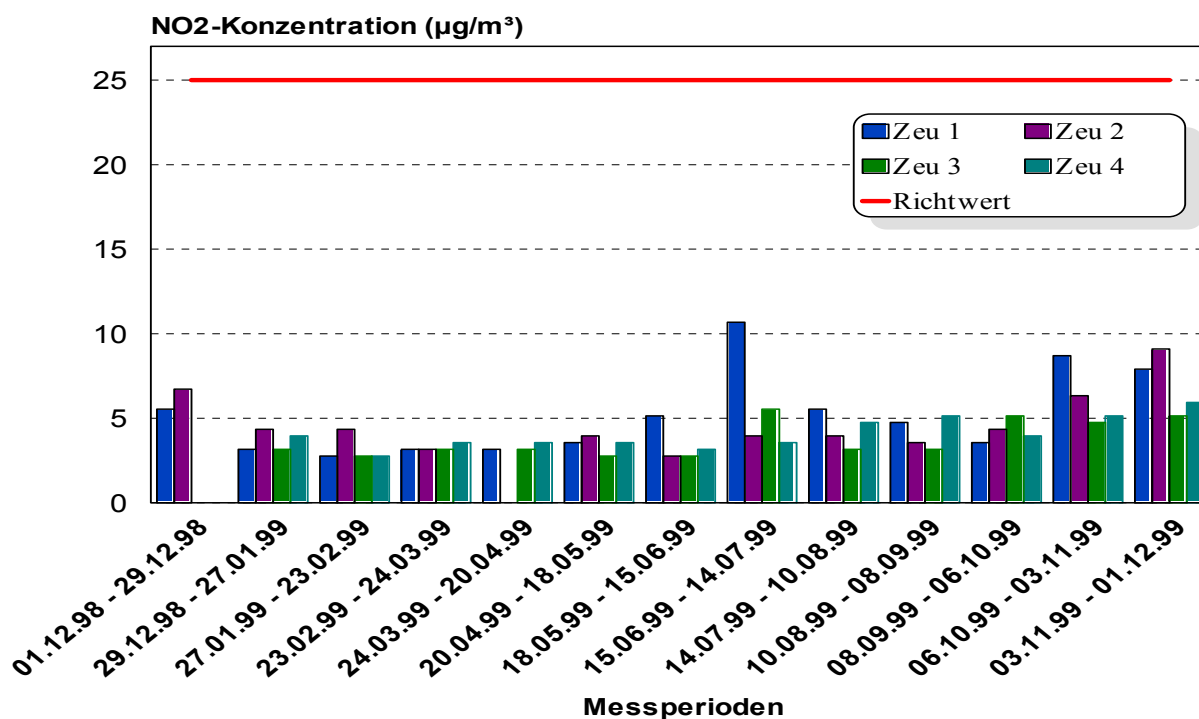
Mittlere SO₂-Konzentration (in µg/m³)



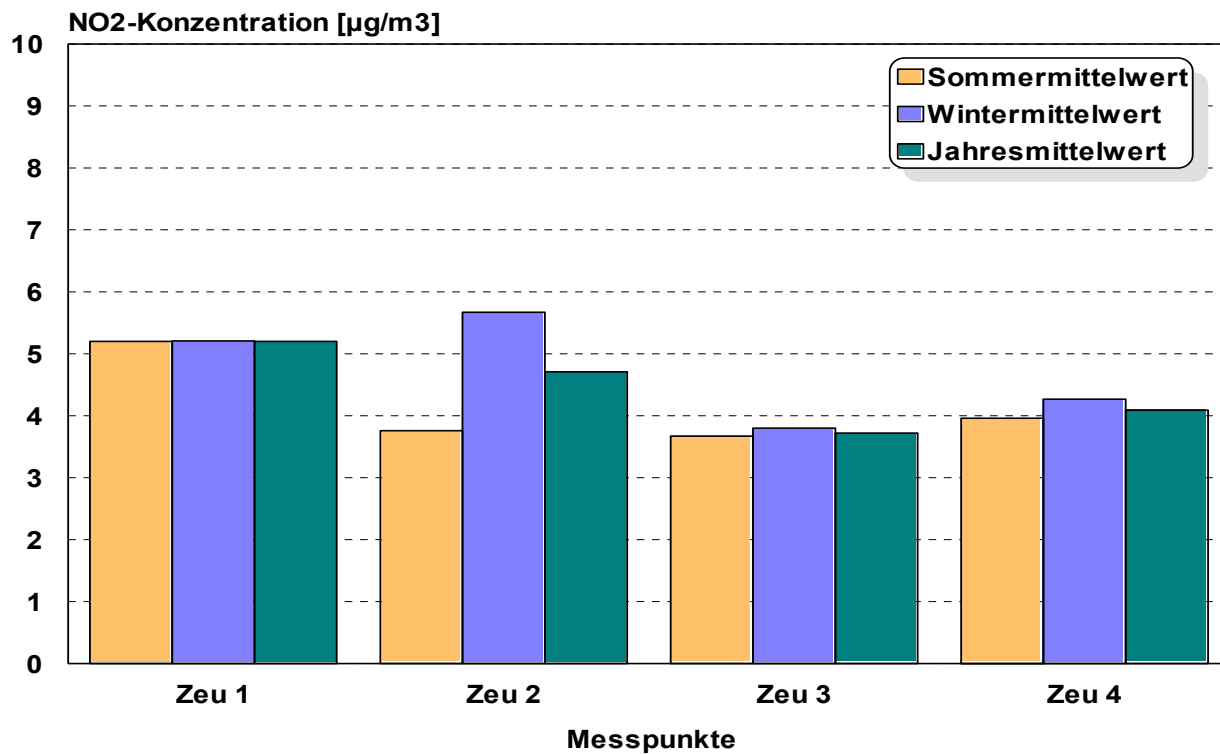
**Zeitverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentrationen
(Messperiodenmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)**

NO2	Zeug 1	Zeug 2	Zeug 3	Zeug 4	Periodenmittelwert
01.12.98 - 29.12.98	5,54	6,72	-	-	6,13
29.12.98 - 27.01.99	3,16	4,35	3,16	3,96	3,66
27.01.99 - 23.02.99	2,77	4,35	2,77	2,77	3,16
23.02.99 - 24.03.99	3,16	3,16	3,16	3,56	3,26
24.03.99 - 20.04.99	3,16	-	3,16	3,56	3,30
20.04.99 - 18.05.99	3,56	3,96	2,77	3,56	3,46
18.05.99 - 15.06.99	5,14	2,77	2,77	3,16	3,46
15.06.99 - 14.07.99	10,68	3,96	5,54	3,56	5,93
14.07.99 - 10.08.99	5,54	3,96	3,16	4,75	4,35
10.08.99 - 08.09.99	4,75	3,56	3,16	5,14	4,15
08.09.99 - 06.10.99	3,56	4,35	5,14	3,96	4,25
06.10.99 - 03.11.99	8,70	6,33	4,75	5,14	6,23
03.11.99 - 01.12.99	7,91	9,10	5,14	5,93	7,02
Messpunktmittelwert	5,20	4,71	3,72	4,09	

NO₂-Konzentration in Relation zum Erfahrungs-Richtwert für die Einhaltung der Kurorterichtlinie (Messperiodenmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Mittlere NO₂-Konzentration (in µg/m³)



4.6. Zusammenfassende Beurteilung

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

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

Der Jahresgang der **Gesamtstaubbelastung** zeigte, dass die Staubdeposition im Frühjahr und im Sommer etwas höher war als in den Wintermonaten. Das dürfte sowohl auf Vegetationseinflüsse (Blütezeit im Frühling) als auch auf landwirtschaftliche Tätigkeiten zurückzuführen sein.

Die Staubimmissionen lagen im Jahresdurchschnitt im Bereich zwischen 55,4 und 117,3 mg/m².d, wobei der höchste Jahresmittelwert am Messpunkt Zeus 1 (Hinterholz)

registriert wurde. Hierfür dürften lokale Staubaufwirbelungen während landwirtschaftlicher Tätigkeiten verantwortlich gewesen sein, da vor allem die Messperiodenmittel vom 15.06 bis 14.07. mit 310,7 mg/m².d und vom 14.07. bis 10.08.1999 mit 314,3 mg/m².d deutlich hervorstechen. Die Jahresmittelwerte blieben an allen Messpunkten unter dem durch die Kurorterrichtlinie vorgegebenen Grenzwert von 165 mg/m².d.

Die **Konzentrationsmessungen** von **Stickstoffdioxid** und **Schwefeldioxid** ergaben erwartungsgemäß während der Wintermonate höhere Konzentrationen als im Sommer. Dies ist aufgrund der immissionsklimatischen Ungunst des Winterhalbjahres – verstärkte Inversionsbereitschaft und dementsprechend schlechtere Ausbreitungsbedingungen – und der v.a. heizungsbedingt erhöhten Emissionen aber zu erwarten. Der in den Beurteilungsgrundlagen angegebene Richtwert von 25 µg/m³ über eine Messperiode wurde an keinem Messpunkt, weder bei NO₂ noch bei SO₂, überschritten. Es ist daher auch davon auszugehen, dass es während des Messzeitraumes zu keinen Überschreitungen von Grenzwerten nach der „Kurorterrichtlinie“ gekommen ist. Auffallend sind jedoch die relativ hohen Konzentrationen von Stickstoffdioxid in den Sommermessperioden an der Station Zeu 1 (Hinterholz), sowohl im Vergleich zu den Werten der Wintermonate als auch im Vergleich mit den anderen Messstellen.

Zusammenfassend ergaben die integralen Immissionsmessungen von Dezember 1998 bis Dezember 1999, dass in Zeutschach in diesem Zeitraum die lufthygienischen Anforderungen, wie sie an Luft- und heilklimatische Kurorte gestellt werden, erfüllt wurden.

5. Literatur

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1997:

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

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1992:

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

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1958:

272. Bundesgesetz über natürliche Heilvorkommen und Kurorte (Kurortegesetz).
BGBl. Nr. 272 vom 2. Dezember 1958

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

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

Landesgesetzblatt für die Steiermark, 1987 :

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

Landesgesetzblatt für die Steiermark, 1962 :

161. Landesgesetz über natürliche Heilvorkommen und Kurorte
(Stmk. Heilvorkommen- und Kurortegesetz). LGBl. Nr. 161 vom 4. Juli 1962

Österreichische Akademie der Wissenschaften, 1989:

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

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

Stadtklima und Luftreinhaltung

Ein wissenschaftliches Handbuch für die Praxis in der Umweltplanung, Berlin

Wakonigg, H., 1978:

Witterung und Klima in der Steiermark..

- Arb. Inst. Geogr. Univ. Graz 23. 478S.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 1999:

Monatsübersicht der Witterung in Österreich,

Dezember 1998, Jänner, Februar, August, September, Oktober 1999,. Wien.

6. Anhang

6.1. Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

6.1.1. Tabellen

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

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

Messperiodenmittelwert (PMW)

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

Mittleres tägliches Maximum (Mtmax)

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

Maximaler Tagesmittelwert (TMWmax)

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

Maximaler Achtstundenmittelwert (MW8max)

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

Maximaler Halbstundenmittelwert (HMWmax)

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

Abkürzungen von meteorologischen Parametern

LUTE	Lufttemperatur
WIGE	Windgeschwindigkeit
WIRI	Windrichtung
NIED	Niederschlag
MW3	Dreistundenmittelwert
TAGSUM	Tagessumme

6.1.2. Diagramme

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

Zeitverlauf

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

Mittlerer Tagesgang

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

Box Plot

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

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

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

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

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

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