



# Luftgütemessungen in Judenburg 2000/2001

Lu-09-02

Amt der Steiermärkischen Landesregierung  
Fachabteilung 17C  
8010 Graz, Landhausgasse 7, Tel. 877/2172

Leiter der Fachabteilung  
Dr. Gerhard SEMMELROCK

Dieser Bericht entstand unter Mitarbeit folgender Personen:

## **Autoren**

Mobile Messungen

Norbert Braun

**ARGE LÖSS Ges.b.R**

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

Integrale Messungen

Dipl. Ing. Dr. Thomas Pongratz

**Standortauswahl**

Mag. Andreas Schopper

**Messtechnik** (mobile Messstation)

Manfred Gassenburger

**Auswertungen**

Ing. Waltraud Köberl

**GIS-Darstellung**

Heidemarie Proyer

**Messnetzbetreuung und Labor**

Petra Eibel

Gertrude Toppler

Andrea Werni

**Schwermetallanalytik**

Ing. Hermann Schwinghammer

**Passivsammleranalytik SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>**

TU Wien

Institut für Analytische Chemie

Abteilung für Umweltanalytik

Getreidemarkt 9

1040 Wien

**Für den Inhalt verantwortlich**

Dipl. Ing. Dr. Thomas Pongratz

## **Herausgeber**

Amt der Steiermärkischen Landesregierung

Fachabteilung 17C - Technische Umweltkontrolle und Sicherheitswesen

Referat Luftgüteüberwachung

Landhausgasse 7

8010 Graz

© Dezember 2002

Telefon: 0316/877-2172 (Fax: -3995)

Informationen im Internet: <http://www.umwelt.steiermark.at/luis/luft>

**Bei Wiedergabe der Inhalte dieses Berichtes ersuchen wir um Quellenangabe!**

# Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung .....	5
2. Einleitung .....	7
3. Beschreibung des Messnetzes.....	7
4. Die immissionsklimatische Situation in Judenburg .....	11
4.1 Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet.....	11
4.2 Der Witterungsablauf während der mobilen Messung .....	11
5. Beschreibung der Messmethoden .....	13
5.1 Ausstattung und Messmethoden der mobilen Messstation.....	13
5.2 Bestimmung der Staubkonzentration mit dem High-Volume-Sammler .....	14
5.3 Probenahme für Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid .....	14
5.4 Bestimmung der Staubdeposition nach dem Bergerhoff-Verfahren.....	16
5.5 Bestimmung der Schwermetallgehalte .....	17
6. Beurteilungsgrundlagen.....	17
6.1 Immissionsgrenzwertverordnung der Steiermärkischen Landesregierung (LGBl. Nr. 5/1987).....	17
6.2 Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L (BGBl. I Nr. 115/1997).....	18
6.3 "Luftqualitätskriterien Ozon" der Österreichischen Akademie der Wissen- schaften .....	18
6.4 Weitere Festlegungen zur Beurteilung der Ergebnisse aus integralen Mess- verfahren.....	18
6.4.1 Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid.....	18
6.4.2 Staubdeposition.....	19
6.4.3 Schwermetalle .....	19
6.4.4 Kurzcharakteristik der untersuchten Schwermetalle .....	20
7. Messergebnisse.....	23
7.1 Messergebnisse und Schadstoffverläufe der mobilen Messung .....	23
7.1.1 Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ).....	23
7.1.2 Schwebstaub (TSP).....	25
7.1.3 Stickstoffmonoxid (NO).....	26
7.1.4 Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ).....	29
7.1.5 Kohlenmonoxid (CO).....	32
7.1.6 Ozon (O <sub>3</sub> ) .....	33
7.1.7 Luftbelastungsindex.....	37
7.2 Staubkonzentration (High-Volume-Sammler) .....	39
7.3 Messergebnisse der integralen Messungen .....	43
7.3.1 Schwefeldioxid.....	43
7.3.2 Stickstoffdioxid.....	46
7.3.3 Staubdeposition.....	49
7.3.4 Schwermetalldepositionen.....	52
8. Literatur.....	55
9. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen .....	56
9.1 Tabellen .....	56
9.2 Diagramme .....	57



## 1. Zusammenfassung

Die **Luftgüteuntersuchungen Judenburg** wurden durchgeführt, um die Aussagekraft der Messergebnisse der eher an der Peripherie der Stadt gelegenen fixen Luftgütemessstelle für das Stadtzentrum von Judenburg zu überprüfen. Sie umfassten Immissionsmessungen mit einer mobilen Messstation im Zeitraum vom 27. 10. bis 12. 12. 2000 sowie Erhebungen unter Anwendung integraler Messverfahren zur Bestimmung der flächenhaften Verteilung der Schadstoffbelastung. Am Standort des mobilen Messcontainers wurden die Schadstoffe Schwefeldioxid, Schwebstaub (TSP), Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid sowie Ozon erfasst. An den integralen Messpunkten wurden Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid sowie die Staubdeposition bestimmt.

Ergänzend wurde im Rahmen dieses Messprogrammes noch Beschwerden über Belästigungen durch Staubimmissionen nachgegangen. Dazu wurden die Staubkonzentrationen und die Staubdepositionen erhoben sowie die gesammelten Staubproben auf Schwermetalle untersucht.

Als zentrumsnaher Vergleichsstandort zur fixen Messstelle wurde für die mobile Station die Freifläche vor der Bezirkshauptmannschaft Judenburg ausgewählt. Das integrale Messnetz umfasste neun Standorte, die an repräsentativen Stellen möglichst flächendeckend über das Stadtgebiet verteilt wurden.

Für sämtliche erhobenen Schadstoffe wurden während der Messung mit der mobilen Station keine Überschreitungen gesetzlicher Grenzwerte registriert.

An der fixen Messstelle Judenburg werden die Primärschadstoffe **Schwefeldioxid**, **Schwebstaub** und **Kohlenmonoxid** aktuell nicht gemessen, die Belastungen für diese Schadstoffe am Messstandort BH Judenburg können daher nur im steiermarkweiten Vergleich beurteilt werden. In diesem Sinne kann sowohl hinsichtlich der Grundbelastung (längerfristige Mittelwerte) als auch der Spitzenkonzentrationen von einem unterdurchschnittlichen Konzentrationsniveau gesprochen werden.

Für die vornehmlich durch den Verkehr verursachten Luftschadstoffe **Stickstoffmonoxid** und **Stickstoffdioxid** wurden im steiermarkweiten Vergleich ebenfalls leicht unterdurchschnittliche Konzentrationen erhoben. Der Vergleich der beiden Messstandorte in Judenburg erbrachte bei beiden Schadstoffen für längerfristige Mittelwerte nur wenig differierende Konzentrationswerte. Hinsichtlich der Spitzenkonzentrationen wurden bei Stickstoffmonoxid an der Fixstation die höheren Immissionskonzentrationen festgestellt, während beim Stickstoffdioxid im Stadtzentrum die höheren Halbstundenmittelwerte registriert wurden.

Die **Ozon**werte blieben in einem der Jahreszeit und der Lage des Standortes entsprechenden Konzentrationsbereich. Weder der im Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) festgelegte Achtstundenmittelgrenzwert noch der von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlene Vorsorgegrenzwert für den maximalen Halbstundenmittelwert wurden an den beiden Messstellen überschritten.

Bereits im Winter 1995/96 wurden an Standorten am Hauptplatz von Judenburg und im Styriapark mobile Immissionsmessungen durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die Messergebnisse der fixen Luftgütemessstation mit den Ergebnissen der Messungen im Stadtzentrum (Hauptplatz) gut übereinstimmten.

Die integralen Messungen zeigten deutlich die dominante Rolle des Verkehrs bei der Belastung mit Luftschadstoffen. Der verkehrsnaher Messpunkt direkt auf dem Hauptplatz wies bei allen erfassten Komponenten die höchsten Belastungen nach. Es ist auf Grund der Messergebnisse allerdings nicht zu erwarten, dass in Judenburg die Vorgaben des Immissionsschutzgesetzes Luft verletzt werden.

Sowohl die mobile Messung im Bereich der Bezirkshauptmannschaft als auch die Erhebung der flächenhaften Schadstoffverteilung ergab insgesamt eine gute Vergleichbarkeit der Daten der fixen Messstation Judenburg. Die dort gemessenen Werte können daher für das Siedlungsgebiet von Judenburg als repräsentativ angesehen werden.

Der Messpunkt Ju6/Ju6a (Tennispark/Waltersdorferstraße) repräsentiert den Referenzpunkt. Der Messpunkt Ju9 (Paigweg) wurde in jenem Bereich errichtet, wo die Beschwerden vorgebracht worden sind.

Die Erhebungen auf Grund einer Beschwerde lieferten keine Hinweise auf erhöhte Staubimmissionen im Untersuchungszeitraum. Die Grenzwerte nach dem Immissionsschutzgesetz Luft wurden für Blei und Cadmium bei weitem nicht erreicht. Die Richtwerte der Klärschlammverordnung konnten bis auf einen erhöhten Nickelwert ebenfalls eingehalten werden.

## **2. Einleitung**

Die Luftgütemessungen Judenburg wurden von der ehemaligen Fachabteilung 1a, nunmehr Fachabteilung 17C, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie umfassten Immissionsmessungen mittels einer mobilen Messstation im Zeitraum vom 26.10. bis 12.12.2000 sowie Erhebungen der flächenhaften Schadstoffbelastung mit integralen Messverfahren von September 2000 bis September 2001.

Die Messungen mit dem mobilen Messcontainer wurden als Referenzmessung zur fixen Luftgütemessstation beim Judenburger Stadion durchgeführt, um deren Messergebnisse hinsichtlich ihrer Aussagekraft für das Stadtzentrum von Judenburg zu überprüfen.

Das flächendeckende integrale Messnetz zur Erfassung der Schadstoffe SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> sowie der Staubdeposition an neun Messpunkten hatte das Ziel, Informationen über die flächenhafte Verteilung der Luftschadstoffe in Judenburg zu erhalten und so den eher peripher gelegenen Standort der fixen Luftgütemessstelle unter Berücksichtigung der Ergebnisse der kontinuierlichen Messungen entweder zu bestätigen oder abgesicherte Vorschläge für einen neuen Standplatz zu machen.

Weiters wurde im Zuge der Erhebungen einer Beschwerden über Staubimmissionen nachgegangen. Dazu wurde das Messprogramm um Schwermetallanalysen und Messungen der Staubkonzentration im Bereich des Anwesens der Beschwerdeführer erweitert.

Bereits zwischen November 1995 und Februar 1996 wurde die Schadstoffbelastungen in Judenburg mit mobilen Messstationen erhoben. Die damaligen Ergebnisse sind im Messbericht 9/1996 veröffentlicht.

## **3. Beschreibung des Messnetzes**

Für den mobilen Messcontainer wurde ein Standort im Bereich der Bezirkshauptmannschaft im nordwestlichen Teil des Stadtzentrums ausgewählt, um die vorherrschenden lufthygienischen Bedingungen zu erheben und im Vergleich zur peripher gelegenen Fixstation beurteilen zu können.

Eine vergleichbare Messung wurde bereits im Messzeitraum 1995/96 mit Standorten am Hauptplatz und im Styriapark durchgeführt.

Zusätzlich zur mobilen, kontinuierlichen Immissionsmessung wurden im Stadtgebiet von Judenburg an neun repräsentativen Stellen integrale Messpunkte installiert. Ausgehend von der fixen Luftgütemessstelle beim Stadion (Messpunkt Ju1) wurden einerseits die zu erwartenden Belastungsschwerpunkte (z.B. Styriapark) mit Messeinrichtungen bestückt. Andererseits sollte eine gute Flächenabdeckung des Untersuchungsgebietes erreicht werden.

Abbildung 1: Das Messnetz Judenburg 2000/2001

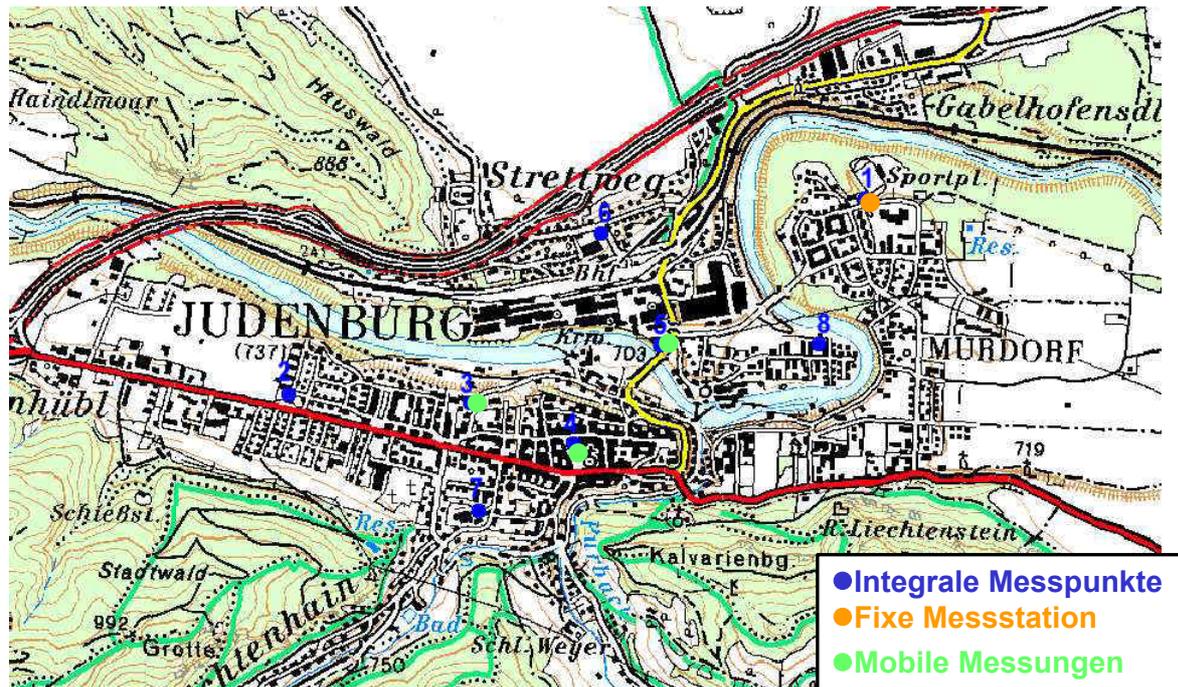


Tabelle 1: Standorte integraler Messpunkte

Ju1	Stadion – Fixe Station Judenburg
Ju2	Judenburg West – Frauengasse 41
Ju3	Bezirkshauptmannschaft
Ju4	Hauptplatz
Ju5	Styriapark
Ju6	Tennispark
Ju6a	Waltersdorferstraße – Fam.Zechner
Ju7	Landeskrankenhaus
Ju8	Magdalena-Vorstadt – Fischergasse 11
Ju9	Paigweg 18, Familie Ritzmaier

Die integralen Messungen wurden am 26. September 2000 begonnen. Der Wechsel der Sammler erfolgte 14-tägig, sodass bis zum Ende der Erhebungen am 27. September 2001 26 Messperioden anfielen. Die Sammelbecher zur Erfassung der Staubdeposition wurden in 28-tägigem Rhythmus getauscht.

Für Auswertungen wurden die Messperioden 1 bis 14 zum Winterhalbjahr, die Messperioden 15 bis 26 zum Sommerhalbjahr zusammengefasst.

Während der Untersuchungen zeigte sich, dass am Messpunkt Ju6 (Tennispark) immer wieder die Messeinrichtungen zerstört oder die Sammler entfernt worden sind. Daher musste zu Beginn der 10. Messperiode eine andere Messstelle in der Nähe ausgesucht werden (Waltersdorfer Straße, Ju6a).

Auf Grund von Beschwerden über Staubimmissionen wurde ab der 2. Messperiode ein zusätzlicher Messpunkt Ju9 eingerichtet. Das Messprogramm wurde insofern erweitert, als dass an den Messpunkten Ju9 und im Vergleich dazu Ju6/Ju6a Schwermetallanalysen aus der Staubdeposition durchgeführt worden sind. Zusätzlich wurde über einen Zeitraum von je ca. vier Wochen im Winter- und Sommerhalbjahr am Messpunkt Ju9 die Staubkonzentration mit einem High-Volume-Sammler erhoben.

### Abbildung 2: Die Messstationen in Judenburg

Die Fixe Luftgütemessstelle beim Judenburger Stadion



Die mobile Messstation vor der BH Judenburg



### Abbildung 3: Standorte integraler Messungen

Ju 4: Hauptplatz



Ju9: Paigweg



### Abbildung 3 (Fortsetzung): Standorte integraler Messungen

Ju 3: Bezirkshauptmannschaft



Ju1: Stadion (fixe Messstelle)



## **4. Die immissionsklimatische Situation in Judenburg**

### **4.1 Allgemeine klimatische Bedingungen im Untersuchungsgebiet**

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

Judenburg gehört nach H. Wakonigg zur Klimalandchaft des „Knittelfelder Beckens“. In diesem Bereich ist das markanteste Beckenklima der Steiermark ausgebildet, das vereinfacht als „winterstrenges, nur mäßig sommerwarmes, zu starken Temperaturextremen neigendes relativ niederschlags- und schneearmes Beckenklima“ charakterisiert werden kann (H. Wakonigg, 1978, 385f).

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt im Raum Judenburg im langjährigen Durchschnitt (Periode 1951-1980) 6,3 °C bis 6,6 °C, wobei als Monatsmittel im Jänner -5 °C und im Juli 16 °C bis 17 °C erreicht werden. Die Jahresniederschlagssumme beläuft sich auf 850 mm, die im Schnitt an knapp 100 Tagen im Jahr fallen. Die niederschlagsärmste Zeit ist dabei der Februar mit unter 30 mm, der niederschlagsreichste Monat ist der Juli mit beinahe 140 mm. Die mittleren Windgeschwindigkeiten erreichen in Judenburg bis 2 m/s bei einer der Beckenausrichtung entsprechenden Ost - West orientierten Hauptwindrichtung.

Die Beckenlage begünstigt zudem die Ansammlung von Kaltluft und die Bildung von Kaltluftseen. Die dadurch erhöhte Inversionsbereitschaft bewirkt im Winter eine Inversionshäufigkeit von 80 - 90% aller Tage zum Morgentermin (im Sommer immerhin noch 70 - 80%). Die Bodeninversionen erreichen durchschnittlich Mächtigkeiten bis 700 m über Grund bei Inversionsstärken zwischen 8° und 15°.

Aufgrund der Lage von Judenburg im Einmündungsbereich des Murtales in das Knittelfelder Becken ist der Stadtbereich zu den klimatisch begünstigten Abschnitten des Beckens zu zählen. Vergleichsweise gute Durchlüftungsbedingungen infolge des Düseneffektes des Murtalauswindes verringern die Kaltluft- und Nebelgefährdung. Im Stadtkern von Judenburg beträgt die Nebelhäufigkeit weniger als 20 Tage/Jahr, im zentralen Bereich der rezenten Beckensohle erhöht sich diese auf 100 bis 120 Tage/Jahr. Ebenso wird durch die gute Ventilation die Entwicklung eines Wärmeinseleffektes durch städtische Überwärmung, wie das etwa für Knittelfeld der Fall ist, unterbunden (E. Kuncic, 1995).

### **4.2 Der Witterungsablauf während der mobilen Messung**

Die Witterung während der mobilen Messung von 26.10. bis 12.12.2000 wird im Folgenden beschrieben.

Zu Beginn der Erhebungen stellte sich nach dem Durchzug einer Kaltfront schwacher Hochdruckeinfluss ein. Unter Zufuhr milder Luftmassen aus Südwest stieg das Temperaturniveau bei ausgeprägten Tagesgängen allmählich an und erreichte Tageshöchstwerte bis über 16°C.

Zum Monatswechsel überquerte eine Kaltfront aus Südwest den Alpenraum und bewirkte bei intensiven Niederschlägen einen deutlichen Temperaturrückgang.

Nach kurzer Zwischenbesserung wurde an der Vorderseite eines mächtigen und beinahe ortsfesten Tiefdruckgebietes über Großbritannien erneut feuchtmilde Mittelmeerluft herangeführt, die an den Folgetagen immer wieder zum Teil ergiebige Niederschläge verursachte.

Gegen Ende der ersten Novemberdekade setzte sich Hochdruckeinfluss mit son-nigem Spätherbstwetter durch.

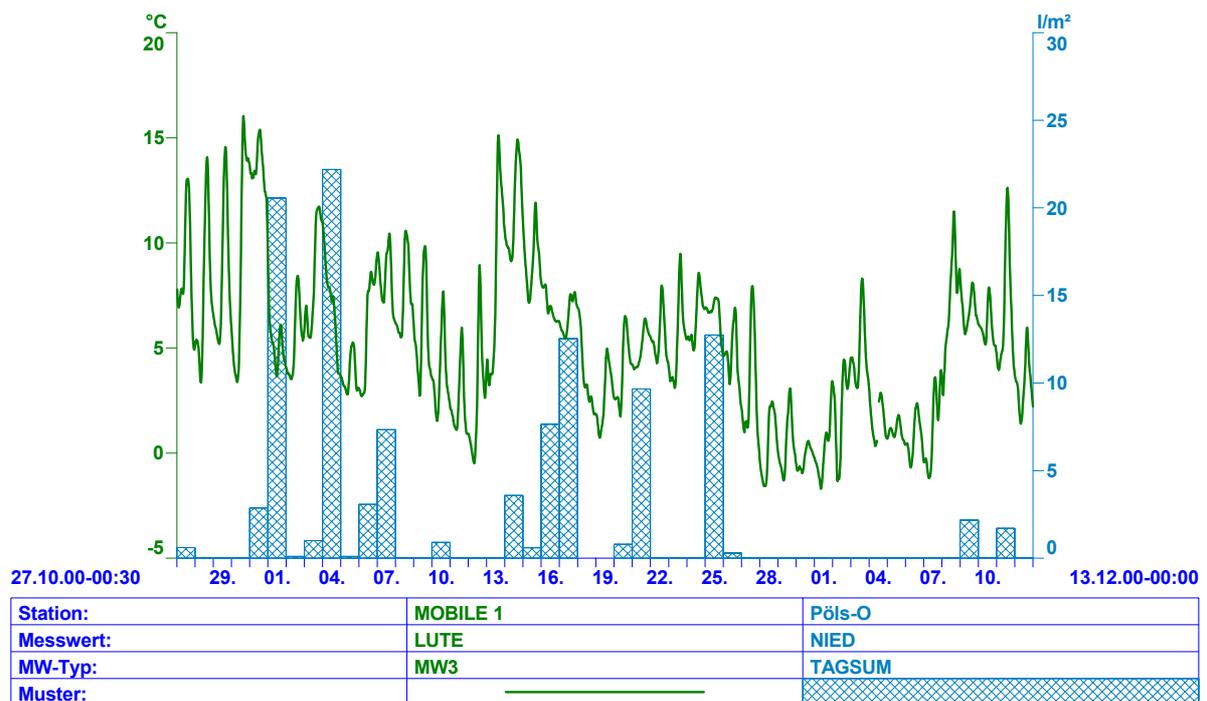
Ab 13.11. wurde an der Vorderseite eines Tiefdruckgebietes über Westeuropa neuerlich eine anfänglich föhnige Südwestströmung mit einem kräftigen Tempera-turanstieg wetterbestimmend. In der Folge verlagerte sich das Zentrum des Tiefs nach Oberitalien, wodurch vor allem südlich des Alpenhauptkammes Niederschlä-ge ausgelöst wurden.

Auf Grund des wiederholten Durchzug von Tiefdruckgebieten blieb der zyklonale Witterungsverlauf mit teils kräftigen Niederschlägen bis 26.11. erhalten.

Zum Monatsende hin klangen die Niederschläge unter zunehmendem Hochdruck-einfluss allmählich ab. Die Temperaturen blieben in Judenburg wegen einer zähen Hochnebeldecke allerdings gedämpft.

Mit Dezemberbeginn stellte sich ausgehend von einem stationären mächtigen Tiefdruckkomplex über dem Nordatlantik eine Südwestströmung ein, die die ge-samte erste Dezemberhälfte bis zum Ende der Messungen erhalten blieb. Auf Grund der Zufuhr sehr milder Luftmassen in größeren Höhen konnten sich verbrei-tet beständige Hochnebeldecken ausbilden, die sich nur unter Einfluss schwacher Störungszonen, die um den 10.12. mit geringen Niederschlägen den Alpenraum überquerten, auflösten.

**Abbildung 4: Lufttemperatur und Niederschläge im Raum Judenburg wäh-rend der Messperiode**



Die Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anhang

Der Witterungsverlauf während der Messungen in Judenburg erwies sich für diese Jahreszeit als deutlich zu warm und zu feucht, was vornehmlich auf die im Vergleich zum langjährigen Mittel überdurchschnittlich rege Tiefdrucktätigkeit im November und im Dezember durch die lang anhaltende Zufuhr milder Luftmassen aus Südwest zurückzuführen war.

Im Vergleich dazu fanden die Messungen im Winter 1995/96 unter Witterungsbedingungen statt, die in ihrer Abfolge von Hochdruck-, Strömungs- und Tiefdrucklagen eher dem langjährigen Mittel entsprachen.

## 5. Beschreibung der Messmethoden

### 5.1 Ausstattung und Messmethoden der mobilen Messstation

Die mobile Luftgütemessstation zeichnet den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Schwebstaub (TSP), 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:

**Tabelle 2: Mobile Station; Messmethoden und Ausstattung**

Schadstoff	Messmethode	Gerätetyp
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub>	UV-Fluoreszenzanalyse	Horiba APSA 350E
Schwebstaub (TSP)	Beta-Strahlenabsorption	Horiba ABDA 350E
Stickstoffoxide NO, NO <sub>2</sub>	Chemolumineszenzanalyse	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 Lufttemperatur, Luftfeuchte, 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 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.

## **5.2 Bestimmung der Staubkonzentration mit dem High-Volume-Sammler**

Die Bestimmung der Staubkonzentration mit dem High-Volume-Sammler erfolgt nach der VDI-Richtlinie 2463, Blatt 1 und 11 des Handbuchs zur Reinhaltung der Luft. Mit Hilfe des High-Volume-Sammlers können die in der Aussenluft dispergierten Partikel auf Filtern gesammelt werden. Jeweils nach Beendigung eines Probenahmezyklus wird das mit Partikel belegte Filter automatisch gegen ein unbelegtes Filter ausgetauscht und ein neuer Probenahmezyklus eingeleitet. Die Masse des auf den Filtern abgeschiedenen Staubes wird durch Differenzwägung der konditionierten Filter vor und nach der Probenahme bestimmt. Das Messergebnis wird als Massenkonzentration angegeben.

Zum Einsatz gelangt ein Gerät der Firma Digital.

Das durchgesaugte Luftvolumen betrug bei den hier vorliegenden Messungen 40 m<sup>3</sup>/h. Die Probenahmezeit betrug 24 Stunden pro Filter. Die Filterwechsel erfolgten um Mitternacht. Als Ergebnis wurden somit Tagesmittelwerte erhalten, die mit jenen der kontinuierlichen Luftgütemessstationen vergleichbar sind.

## **5.3 Probenahme für Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid**

Die Schadstoffe Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid wurden mit Passivsammlern erfasst. Für das Messnetz Judenburg gelangten sogenannte Badge-Sammler zum Einsatz, die vom Institut für Arbeitsmedizin der Universität Helsinki entwickelt wurden. Die Weiterentwicklung erfolgte am Institut für Analytische Chemie der TU Wien. Es sind dies dosenförmige Körper aus Polypropylen mit einer Höhe von 9 mm, einem Durchmesser von 29 mm und einer aktiven Sammelfläche von 6,6 cm<sup>2</sup>. Als absorbierende Schicht wird ein mit Triethanolamin imprägniertes Stahlnetz eingesetzt. Diese Imprägnierung ist in der Lage, die sauren Luftschadstoffe zu binden. Es kann also nicht nur NO<sub>2</sub>, sondern auch SO<sub>2</sub> mit einem Sammler gemessen werden. Zum Schutz vor Verunreinigungen wird der Badge-Sammler mit einer gasdurchlässigen Teflon-Membran verschlossen.

Zu Beginn der Messung wird der dichtsitzende Verschluss vom Sammler entfernt. Am Ende der Expositionszeit, die für das Messnetz Judenburg zwei Wochen betrug, wird er wieder verschlossen und der Sammler kann bis zur Analyse kühl gelagert werden. Exponiert wurden die Badge-Sammler auf ca. 1,5 m hohen Stangen. Vor Witterungseinflüssen wurden sie durch Glocken geschützt.

Die Herstellung der Sammler für diese Messkampagne sowie die Analyse der Schadstoffkonzentrationen wurde von der Abteilung für Umweltanalytik am Institut für Analytische Chemie der TU Wien durchgeführt.

Während der gesamten Messkampagne wurden an der Judenburger Luftgütemessstelle Passivsammler angebracht, um das integrale Messverfahren mit den kontinuierlichen Schadstoffmessungen vergleichen zu können. Dies ist nicht nur zum Vergleich der unterschiedlichen Messverfahren erforderlich. Es besteht darüberhinaus auch die Möglichkeit und Notwendigkeit, das integrale Messverfahren zu kalibrieren.

Da in der Judenburger Messstation nur die Konzentration von Stickstoffdioxid, nicht jedoch von Schwefeldioxid kontinuierlich gemessen wird, erfolgt der Vergleich nur für  $\text{NO}_2$ .

Zur Erstellung der Kalibriergeraden (vergleiche Abbildung 5) werden aus den Ergebnissen der kontinuierlich messenden Station Mittelwerte über die Expositionszeit der Passivsammler nachträglich errechnet und den Resultaten der integralen Messungen gegenübergestellt.

Um den Zusammenhang der Messwerte zwischen den Verfahren zu erkennen, wurden die jeweils entsprechenden Wertepaare aus dem errechneten Mittelwert der kontinuierlichen Messung und dem Analysewert der Passivsammlermessung gebildet und einer linearen Regression unterzogen. Als Randbedingung wurde fixiert, dass die Ausgleichsgerade durch den Nullpunkt des Koordinatensystems gehen muss, da davon ausgegangen wurde, dass bei Fehlen des nachzuweisenden Schadstoffes beide Messverfahren den Konzentrationswert  $c = 0$  liefern müssen.

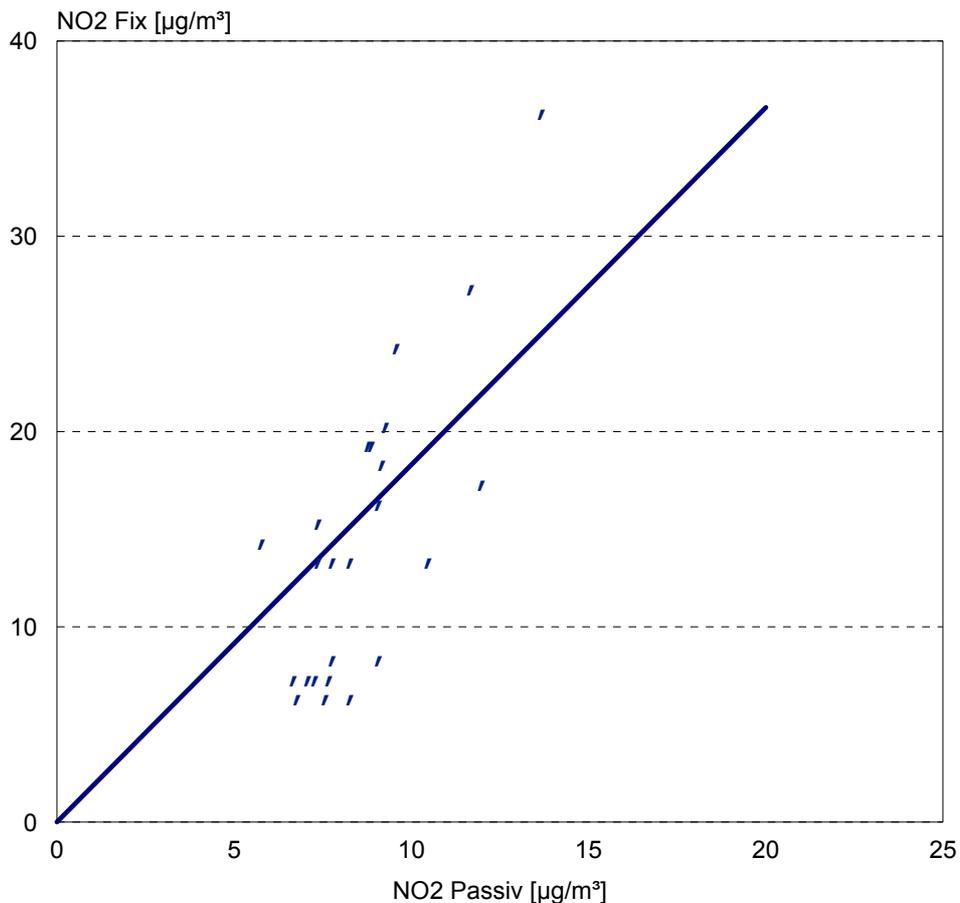
Eine Kalibrierung der unterschiedlichen Messverfahren ist deshalb erforderlich, da die analytischen Auswertungen der Passivsammlermessungen, die eine Beziehung zwischen der gefundenen Ionenmenge und der Konzentration in der Umgebungsluft herstellen, nur auf Basis des Diffusionsgesetzes erfolgen. Bei dieser Vorgangsweise werden vor allem in höherbelasteten Gebieten zu geringe Konzentrationen erhalten, wie Versuche an der TU-Wien ergeben haben.

Für Stickstoffdioxid ergab sich beim vorliegenden Messnetz ein Faktor von 2,06. Damit bestätigten sich die Ergebnisse der bisherigen Vergleichsmessungen, die ebenfalls Faktoren um 2 ergeben haben.

Für Schwefeldioxid wurde in vielen vergleichbaren Messkampagnen ein Faktor von ca. 1,6 ermittelt. Dieser wurde auch bei der Auswertung der  $\text{SO}_2$ -Konzentrationen im Judenburger Messnetz angewandt.

In diesem Bericht sind nur Werte, die bereits um die Kalibrierfaktoren korrigiert sind, angegeben. Sie sind also direkt mit Ergebnissen der fixen Luftgütemessstationen vergleichbar.

**Abbildung 5: Stickstoffdioxid: Gegenüberstellung der Messwerte von Passivsammlern und kontinuierlich messenden Geräten**



Ein entscheidender Unterschied zwischen kontinuierlich registrierenden und integralen Messverfahren besteht darin, dass die automatischen Verfahren Halbstundenmittelwerte liefern. Bei integrierenden Messverfahren ergeben sich Mittelwerte über die Expositionszeit, die bei diesem Messnetz 14 Tage betrug. Ein Vergleich mit Immissionsgrenzwerten ist daher nicht direkt möglich, da diese für  $\text{SO}_2$  und  $\text{NO}_2$  auf der Basis von Halbstundenmittelwerten und Tagesmittelwerten festgesetzt sind. Erfahrungen und Vergleiche aus bisherigen Messungen ermöglichen jedoch, Aussagen über jene Gebiete zu treffen, in denen Grenzwertüberschreitungen auftreten können. Es zeigte sich, dass dies bei 14-Tages-Mittelwerten über  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  der Fall sein kann.

#### **5.4 Bestimmung der Staubdeposition nach dem Bergerhoff-Verfahren**

Die Staubniederschlagsmessung erfolgt nach der Richtlinie 4 – Staubniederschlag – Bergerhoff-Verfahren (Hg. Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz, Wien 1976) sowie der VDI-Richtlinie 2119, Blatt 2 des Handbuches zur Reinhaltung der Luft. Ziel ist es, die in einer bestimmten Zeit aus der Atmosphäre ausfallende Menge fester und flüssiger Substanz - mit Ausnahme des Wasseranteiles - zu erfassen („Bergerhoff-Verfahren“). Dabei wird ein oben offenes Glas- oder Kunststoffgefäß auf einem etwa 1,5 m hohen Ständer angebracht. Der sich absetzende Staub und das Niederschlagswasser werden in diesem Gefäß ge-

sammelt. Die Expositionszeit beträgt 28 Tage. 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> bezogen.

## 5.5 Bestimmung der Schwermetallgehalte

Die getrockneten und gewogenen Proben werden durch die Einwirkung von konzentrierter Salpetersäure und Wasserstoffperoxid unter erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur aufgeschlossen. Zum Einsatz gelangt ein Mikrowellen-Druckaufschlußgerät. Diese Prozedur dient dazu, die Schwermetalle für die nachfolgende Analyse in eine gelöste Form überzuführen.

Die Analyse der Schwermetallgehalte erfolgte im Labor des Referates Gewässer-aufsicht mit Hilfe der ICP-OES-Technik.

Es wurden folgende Elemente untersucht: Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Cobalt (Co), Chrom (Cr), Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Nickel (Ni) und Zink. Die Auswahl der Elemente erfolgte auf Grund der Vorgaben des Immissions-schutzgesetzes Luft sowie der Steiermärkischen Klärschlamm-Verordnung.

## 6. Beurteilungsgrundlagen

### 6.1 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 Judenburg sind die Grenzwerte für die Zone II relevant.:

**Tabelle 3: Grenzwerte nach Immissionsgrenzwerteverordnung [mg/m<sup>3</sup>]**

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

HMW = Halbstundenmittelwert

TMW = Tagesmittelwert

\* Drei Halbstundenmittelwerte pro Tag bis zu einer Konzentration von 0,40 mg/m<sup>3</sup> gelten nicht als Überschreitung des Grenzwertes.

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

Neben allgemeinen Festlegungen zur Immissionsüberwachung definiert das IG-L in Erfüllung der EU - Rahmenrichtlinie sowie der dazu in Kraft getretenen Tochterrichtlinien bundesweit gültige Immissionsgrenzwerte,

**Tabelle 4: Grenzwerte nach dem Immissionsschutzgesetz Luft [mg/m<sup>3</sup>]**

Schadstoff	HMW	TMW	MW8
Stickstoffdioxid	0,200		
Schwefeldioxid	0,200*	0,120	
Schwebestaub		0,150	
Kohlenmonoxid			10
Ozon			0,110

MW8 = 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.

Anmerkung: Im Juli 2001 trat die Novelle des Immissionsschutzgesetzes Luft in Kraft (BGBl I 62/2001). Damit ergaben sich auch teilweise Änderungen bei den Grenzwerten. Da die Erhebungen jedoch bereits zum überwiegenden Teil während der Gültigkeit der alten Gesetzeslage durchgeführt worden sind, erfolgt die Beurteilung noch nicht nach den neuen Vorgaben.

## 6.3 "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:

**Tabelle 5: Empfehlungen nach dem Luftqualitätskriterium Ozon**

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

## 6.4 Weitere Festlegungen zur Beurteilung der Ergebnisse aus integralen Messverfahren

### 6.4.1 Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid

Ein entscheidender Unterschied zwischen kontinuierlich registrierenden und integralen Messverfahren besteht darin, dass die automatischen Verfahren Halbstundenmittelwerte liefern. Bei integrierenden Messverfahren hingegen ergeben sich Mittelwerte über die Expositionszeit, welche bei diesem Messnetz 14 Tage betrug. Ein Vergleich mit den in den Kapiteln 6.1 bis 6.3 aufgelisteten Immissionsgrenz-

werten ist daher nicht direkt möglich, da diese für SO<sub>2</sub> und NO<sub>2</sub> auf der Basis von Halbstundenmittelwerten und Tagesmittelwerten festgesetzt sind.

Erfahrungen und Vergleichsuntersuchungen in steirischen Messnetzen zeigen, dass bei **Messperiodenmittelwerten von über 40 µg/m<sup>3</sup>** bei den Schadstoffen SO<sub>2</sub> und NO<sub>2</sub> fallweise Überschreitungen der vorhin genannten Grenzwerte zum Schutz des Menschen nicht ausgeschlossen werden können.

#### **6.4.2 Staubdeposition**

Als Immissionsgrenzwert der Deposition wird zum dauerhaften Schutz der menschlichen Gesundheit im Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I 115/1997) ein Wert von **0,210 g/m<sup>2</sup>.d als Jahresmittelwert** festgelegt. Dieser Grenzwert gilt seit dem 1.4.1998.

Darüber hinaus 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.

#### **6.4.3 Schwermetalle**

Das Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L; BGBl. 115/1997, Teil 1) sieht Grenzwerte für die Deposition zum dauerhaften Schutz der menschlichen Gesundheit von Blei und Cadmium vor. **Blei** im Staubbiederschlag ist mit **100 µg/m<sup>2</sup>.d**, **Cadmium** im Staubbiederschlag mit **2 µg/m<sup>2</sup>.d** begrenzt.

Für eine Reihe von Schwermetallen gibt die Klärschlammverordnung (LGBl 89/1987), einer Verordnung zum Steirischen Bodenschutzgesetz, Grenzwerte zur Beurteilung des Schwermetalleintrages vor. Es sind Werte für Schwermetallbelastungen im Klärschlamm (mg/kg Trockensubstanz) und den Eintrag in landwirtschaftlich genutzte Böden (g/ha.Jahr) vorgesehen.

Der Vergleich mit dem Grenzwert für die Schwermetallgehalte im Klärschlamm in mg/kg ist nicht sehr aussagekräftig, da Klärschlamm in wesentlich höheren Mengen aufgebracht wird, als die Deposition von Staub. Mehr Bedeutung hat der flächenbezogene Eintrag von Schwermetallen in den Boden, da dadurch jener Anteil, der über den Luftpfad eingebracht wird, ermittelt werden kann.

**Tabelle 6: Grenzwerte für Schwermetalleinträge (umgerechnet in  $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ )**

Element	Ackerland	Grünland
Zink	1369,9	684,9
Kupfer	342,5	171,2
Chrom	342,5	171,2
Blei	342,5	171,2
Kobalt	68,5	34,2
Nickel	68,5	34,2
Cadmium	6,8	3,4
Arsen	13,7	6,8

#### 6.4.4 Kurzcharakteristik der untersuchten Schwermetalle

Als Schwermetalle werden jene ca. 60 metallischen Elemente bezeichnet, die eine Dichte von über  $4,5 \text{ g}/\text{m}^3$  aufweisen. Viele dieser Substanzen sind essentielle Spurenstoffe für pflanzliches und tierisches Leben, viele wirken als reine Stoffe oder als deren Verbindungen toxisch, wobei diese Eigenschaften sich oft nicht gegenseitig ausschließen. Die schädliche Wirkung ist hier eine Frage der Dosis.

**Tabelle 7: Physikalische Eigenschaften von Schwermetallen**

Element	Symbol	Ordnungszahl	Atomgewicht	Dichte	Schmelzpunkt	Siedepunkt
			[g/mol]	[g/cm <sup>3</sup> ]	[°C]	[°C]
<b>Arsen</b>	As	33	74,9	5,73	-	-
<b>Blei</b>	Pb	82	207,2	11,34	327,5	1744
<b>Cadmium</b>	Cd	48	112,41	8,65	321	767
<b>Chrom</b>	Cr	24	51,996	7,18-7,20	1890	2670
<b>Kobalt</b>	Co	27	58,93	8,9	1495	3100
<b>Eisen</b>	Fe	26	55,85	7,874	1535	~3000
<b>Kupfer</b>	Cu	29	63,55	8,94	1083	2595
<b>Mangan</b>	Mn	25	54,94	7,20-7,43	1244	2032
<b>Molybdän</b>	Mo	42	95,94	10,22	~2620	~5560
<b>Nickel</b>	Ni	28	58,69	8,90	1453	2732
<b>Zink</b>	Zn	30	65,39	7,13	419,5	907

**Arsen:** Arsen ist kein Schwermetall sondern zählt zu den Halbmetallen der 5. Hauptgruppe des Periodensystems. Die biologische Bedeutung als Spurenelement ist noch nicht völlig geklärt; sie beruht wohl hauptsächlich auf seiner Inhibitor-Wirkung für freie Thiol-Gruppen bestimmter Enzymsysteme und äußert sich in der Steigerung der physiologischen Hämolysevorgänge, der Bildung von Blutzellen, der Hemmung der Oxidationen und der Senkung des Grundumsatzes infolge Hemmung der Schilddrüse. Arsen soll eine Erhöhung des Umsatzes von Kohlenhydraten bei Tieren und Pflanzen bewirken; hier ist eventuell die Ursache für das in manchen Alpengegenden verbreitete Arsenikessen zu suchen. Die Toxizität von Arsens und seinen Verbindungen ist sehr unterschiedlich. Sind metallisches Arsen und die schwerlöslichen Sulfide nahezu ungiftig, so sind die leicht resorbierbaren Verbindungen insbesondere des 3-wertigen Arsens hoch toxisch: Arsenik war jahrhundertlang als Mordgift bekannt. Arsen und seine Verbindungen gelten als krebserregende Arbeitsstoffe.

**Blei:** Sowohl metallisches Blei als auch seine Verbindungen sind giftig. Sie können durch Einnahme, Inhalation oder Hautresorption in den Körper gelangen. Akute Bleivergiftungen sind allerdings wegen der geringen Resorption relativ selten und nur bei Aufnahme sehr hoher Dosen zu erwarten. Weitaus gefährlicher jedoch ist die fortgesetzte Aufnahme kleiner Bleimengen. Auf Pflanzen wirkt Blei durch Hemmung der Chlorophyll-Synthese.

**Cadmium:** Der Körper des Erwachsenen enthält ca. 30 mg Cadmium, welches kein essentielles Element ist. Mit der Nahrung nimmt der Mensch täglich maximal 0,03 mg Cadmium auf. Die WHO ermittelte 0,07 mg als kritischen Grenzwert. Da ein krebserzeugendes Potential vermutet wird, das jedoch bisher nicht schlüssig bewiesen ist, wurden Cadmium und einige seiner Verbindungen 1983 in die MAK-Liste, Absatz III B aufgenommen.

**Chrom:** Als Spurenelement ist Chrom essentiell und von Bedeutung für den Glukosestoffwechsel. Menschliches Gewebe enthält ca. 0,01–0,1 ppm Chrom. Für Chrom ist die Spanne zwischen notwendiger und toxischer Konzentration besonders groß. Säugetiere tolerieren ohne Schäden das 100–200fache ihres normalen Chromgehaltes im Körper. Von toxikologischer Bedeutung sind nur die sechswertigen Chromverbindungen. Besonders Chrom(VI)-oxid („Chromsäure“) und Alkali-metallchromate sind giftig und wirken als starke Oxidationsmittel ätzend auf Haut und Schleimhäute. Metallisches Chrom und dreiwertige Verbindungen sind weder hautreizend noch mutagen oder cancerogen.

**Kobalt:** Bedeutung besitzt Kobalt als essentielles Spurenelement. Es ist Zentralatom im Vitamin B12, das hauptsächlich zur Bildung der roten Blutkörperchen benötigt wird. In Regionen mit kobaltarmen Böden können Mangelkrankheiten (Hirsch-Krankheit, Bush Sickness) auftreten. Kobalt besitzt bei oraler Aufnahme für den Menschen eine relativ geringe Giftigkeit. Erst bei Dosierungen von 25–30 mg pro Tag tritt eine toxische Wirkung auf. Der MAK-Wert wurde 1980 ausgesetzt, da Kobaltstäube und Aerosole, auch die der schwerlöslichen Salze, sich im Tierversuch als cancerogen erwiesen.

**Eisen** ist als wichtiges Spurenelement essentiell in tierischen und pflanzlichen Organismen. Ein erwachsener Mensch von 70 kg Gewicht enthält 4,2 g Eisen in

chemischen Bindungen. Der Eisengehalt einiger wichtiger Nahrungsmittel beträgt (bezogen auf 100 g) für rohes Obst ca. 0,5–1 mg Eisen, Gemüse (roh) 0,5–2 mg, Nüsse 2–5 mg, Fette 0,1–0,2 mg, Milch und Milchprodukte 0,1–0,5 mg, Fleisch 2–5 mg, Fisch 1–3 mg. Für Pflanzen ist Eisen ebenfalls ein wichtiger Mikronährstoff, der die Photosynthese sowie die Bildung von Chlorophyll und Kohlenhydraten beeinflusst.

**Kupfer:** Metallisches Kupfer zeigt nur insofern physiologische Wirkung, als es in saurer Umgebung Spuren von löslichen Salzen abgibt, die Kupferionen ( $\text{Cu}^{2+}$ ) bilden. Diese wirken auf niedere Pflanzen (Algen, Kleinpilze, Bakterien) schon in sehr geringen Mengen als starkes Gift. Vom tierischen Organismus werden im allgemeinen verhältnismäßig große Mengen an Kupferverbindungen ohne besondere Nachteile vertragen. So hat man z.B. gefunden, dass der Mensch mit der Nahrung täglich bis zu 5 mg Kupfer aufnimmt, wovon aber nur wenig (0,5–2 mg) resorbiert wird. Kupfer ist für den Menschen, höhere Tiere und für zahlreiche Pflanzen ein essentielles Spurenelement. Die Inhalation von Dämpfen und Rauch kann jedoch das sogenannte Metallfieber verursachen. Bei Kupfer vermutet man ein erhebliches mutagenes und cancerogenes Potential.

**Mangan (Mn)** ist das zweithäufigste Schwermetall. Es ist ein essentielles Spurenelement, das in allen lebenden Zellen vorkommt. Es wird in Form von Mangan(II)-Salzen von den Pflanzen aufgenommen und spielt eine wichtige Rolle bei der Photosynthese. Auch bei Tieren ist Mangan ein lebenswichtiges Spurenelement. Der menschliche Körper enthält ca. 20 mg Mangan, das hauptsächlich in den Mitochondrien, in Zellkernen und Knochen angereichert ist. Eine tägliche Zufuhr von mindestens 3 mg wird als notwendig angesehen.

**Molybdän (Mo)** ist ein essentielles Spurenelement. Es ist Bestandteil der Enzyme Nitrogenase und Nitratreduktase, die bei der Stickstofffixierung durch Blaualgen und Knöllchenbakterien, bei der Nitratassimilation und Nitratdissimilation in grünen Pflanzen und Bakterien beteiligt sind. Daher ruft das Fehlen von Molybdän bei verschiedenen höheren Pflanzen Mangelkrankheiten hervor. Die Aufnahme größerer Molybdänmengen führt bei Tieren zu Durchfall und Wachstumshemmungen. Kupfer kann diese Molybdänwirkung verhindern.

**Nickel (Ni):** Zur biologischen Rolle von Nickel ist noch wenig bekannt, doch scheint es am Kohlenhydratstoffwechsel beteiligt zu sein. Atembare Stäube oder Aerosole von Nickelmetall, NiS, sulfidischen Nickelerzen, NiO und  $\text{NiCO}_3$ , wie sie bei der Herstellung und Weiterverarbeitung auftreten können, gelten als gefährliche Arbeitsstoffe (TRGA 910/26) und als eindeutig krebserzeugend (MAK-Stoffliste III A1). Bei vielen Nickelverbindungen ist ein toxisches, allergenes und/oder mutagenes Potential nachgewiesen worden

**Zink (Zn)** ist ein für Menschen, Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen lebensnotwendiges Spurenelement. Einige Pflanzenkrankheiten (Rosettenkrankheit, Zwergwuchs, Chlorophylldefekt) können durch sehr geringe Zinkzugaben geheilt werden. Dosen >100 mg/l Nährlösung sind jedoch bereits schädlich. Zink spielt auch eine wichtige Rolle in der Wundheilung. Die Mehrzahl der physiologischen Wirkungen des Zinks dürfte auf dessen Funktion im Enzymsystem zurückgehen. Zink ist metallischer Bestandteil von über 200 Enzymen.

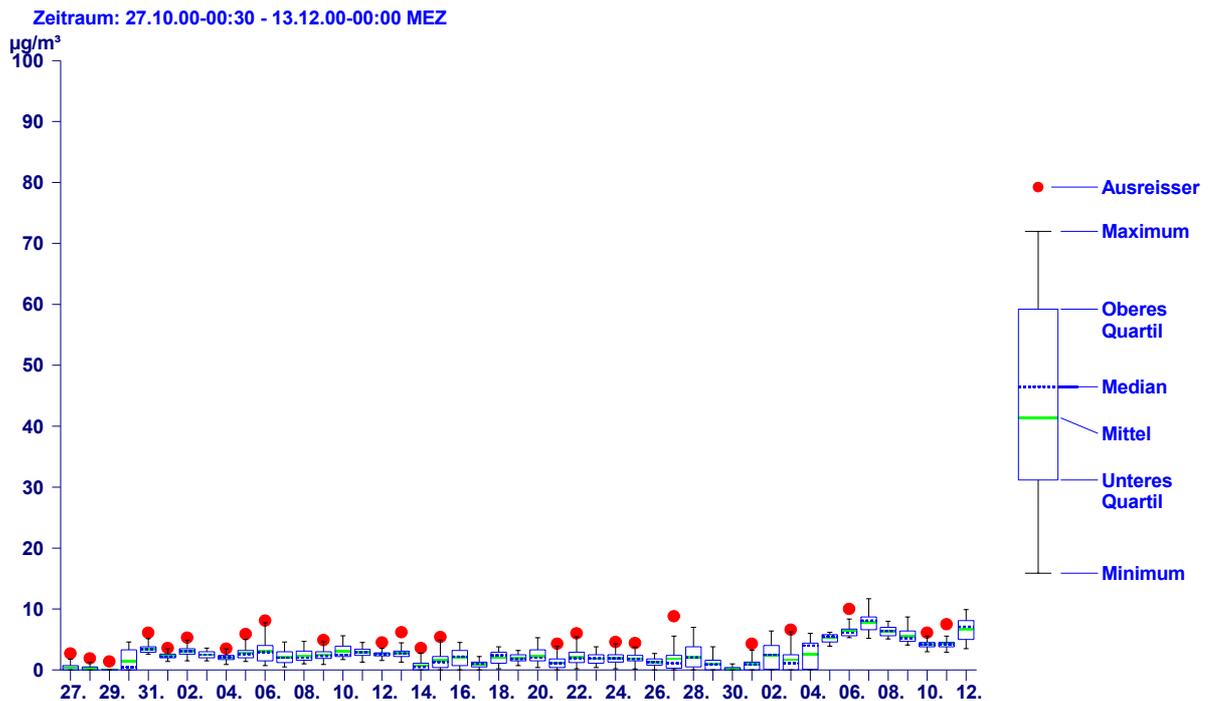
## 7. Messergebnisse

### 7.1 Messergebnisse und Schadstoffverläufe der mobilen Messung

#### 7.1.1 Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

27.10.2000 - 12.12.2000	Messergebnisse SO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte SO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	12	0,20 0,20	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997	6 % 6 %
Mtmax	5			
TMWmax	8	0,10 0,12	LGBI. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997	8 % 7 %
PMW	3			

1 mg/m <sup>3</sup>	=	1000 µg/m <sup>3</sup>
1 µg/m <sup>3</sup>	=	0,001 mg/m <sup>3</sup>



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, Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit ungleich höher als im Sommer.

Schwefeldioxid war bis in die 80er Jahre eines der Hauptprobleme der Luftreinhaltung, gerade das Knittelfelder Becken war durch die Emissionen des kalorischen Kraftwerkes in Zeltweg, das mit Braunkohle betrieben wurde, massiv belastet. Durch umfangreiche emissionsmindernde Maßnahmen konnten die Schadstoff-

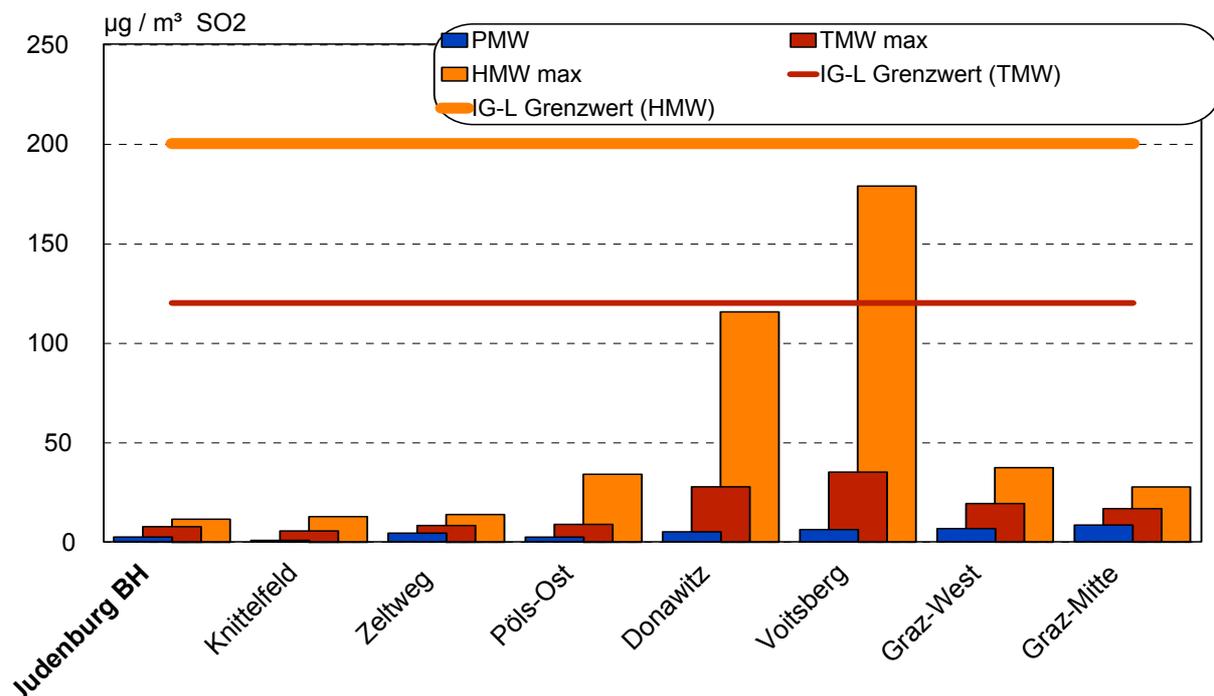
ausstöße soweit abgesenkt werden, dass auch schon vor der mittlerweile erfolgten Stilllegung des Kraftwerkes die Immissionskonzentrationen in der Umgebung auf ein sehr geringes Niveau zurückgegangen waren. In der gesamten Steiermark treten erhöhte SO<sub>2</sub>-Konzentrationen mittlerweile nur mehr in Nachbarschaft von industriellen Großemittenten auf.

Der Verlauf der Immissionskonzentrationen zeigt die erwartete Übereinstimmung mit dem Witterungsgeschehen, wobei während austauschärmerer und kühler Witterung gegen Ende der Messperiode die Konzentrationen leicht anstiegen.

Die SO<sub>2</sub>-Konzentrationen blieben sowohl bei den maximalen Halbstundenmittelwerten als auch bei den Tagesmittelwerten deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten.

An der Fixmessstelle beim Stadion werden die Schwefeldioxidkonzentrationen seit Juni 1998 nicht mehr erhoben. Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen zeigte sich für den Messzeitraum am Standort in Judenburg ähnlich wie bei den anderen Messstellen im Knittelfelder Becken eine unterdurchschnittliche Belastungssituation. Die auffallend hohen Konzentrationswerte in Donawitz und Voitsberg sind auf lokale Emittenten zurückzuführen.

**Abbildung 6: Vergleich der SO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Messperiode**

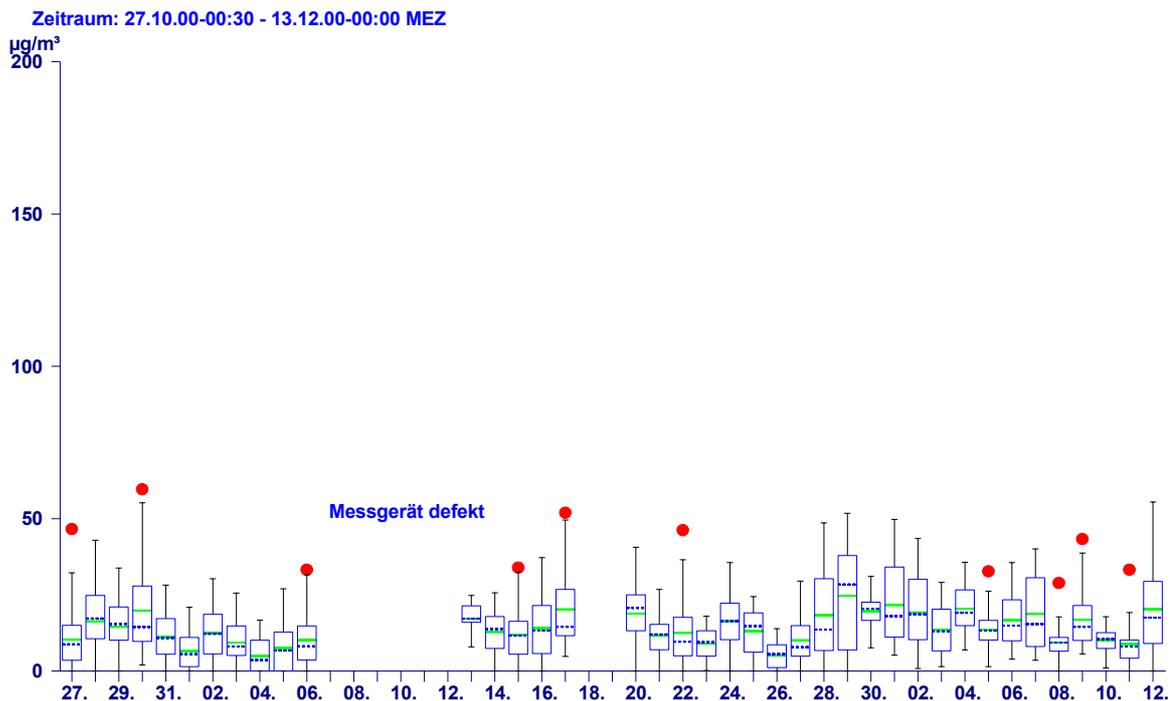


Grenzwerte nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Im Vergleich zu den Messergebnissen aus dem Herbst 1995 (Standort Hauptplatz) wurden nicht zuletzt auf Grund der günstigeren Witterungsbedingungen (gute Durchlüftung aufgrund häufigen Tiefdruckeinflusses und länger anhaltender Strömungslagen) niedrigere Konzentrationen registriert.

## 7.1.2 Schwebstaub (TSP)

27.10.2000 - 12.12.2000	Messergebnisse Staub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwerte Staub in $\text{mg}/\text{m}^3$	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	60			
Mtmax	34			
TMWmax	25	0,20 0,15	LGBl. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997	13 % 17 %
PMW	14			



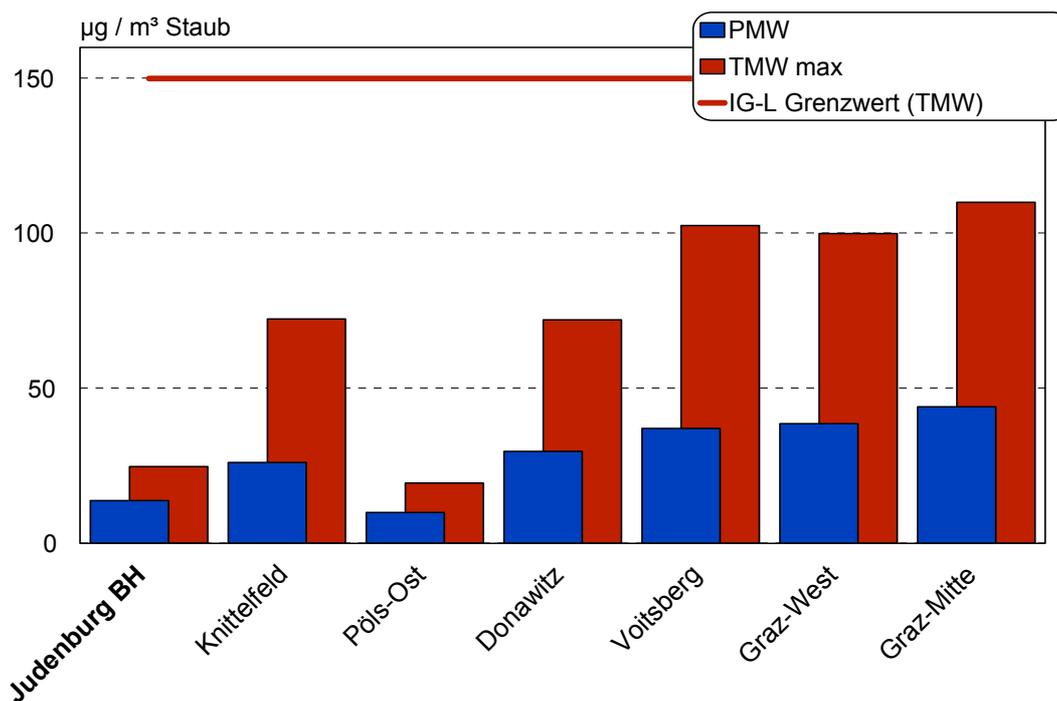
Als Verursacher der Staubemissionen gelten einerseits die Haushalte durch die Verbrennung von festen Brennstoffen, andererseits Gewerbe- und Industriebetriebe, aus deren Produktionsabläufen Staub in die Außenluft gelangt. An verkehrsnahen Messstellen ist auch der Anteil von Dieselruß gerade bei den feinen Staubteilchen bedeutend. Dementsprechend sind auch beim Schwebstaub im Winter ähnlich wie beim  $\text{SO}_2$  höhere Konzentrationen zu erwarten. Die Luftgütemesspraxis zeigt aber, dass auch den diffusen Quellen eine ganz wesentliche Bedeutung zukommt. Als diffuse Quellen sind beispielsweise der Straßenstaub (Streusplitt und Streusalz), Blütenstaub, das Abheizen von Gartenabfällen und das Abbrennen von Böschungen zu nennen.

Der Verlauf der Staubkonzentrationen spiegelt ebenfalls die Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen wider. Bei feuchter Witterung, wie etwa während der zyklonalen Witterungsphasen Anfang November und in der letzten Novemberdekade blieben die Konzentrationen im Vergleich zu den Verhältnissen bei trockenem Wetter auf einem niedrigeren Niveau.

Am Messstandort in Judenburg wurden keine Überschreitungen von Grenzwerten festgestellt.

Die Schwebstaubkonzentrationen werden seit Mai 2000 an der fixen Messstelle in Judenburg nicht mehr gemessen. Im Vergleich mit anderen Messstellen in der Steiermark lagen die Schwebstaubkonzentrationen an der mobilen Station in Judenburg speziell hinsichtlich der Konzentrationsspitzen auf einem deutlich unterdurchschnittlichen Niveau.

**Abbildung 7: Vergleich der Staubkonzentrationen während der Messperiode**

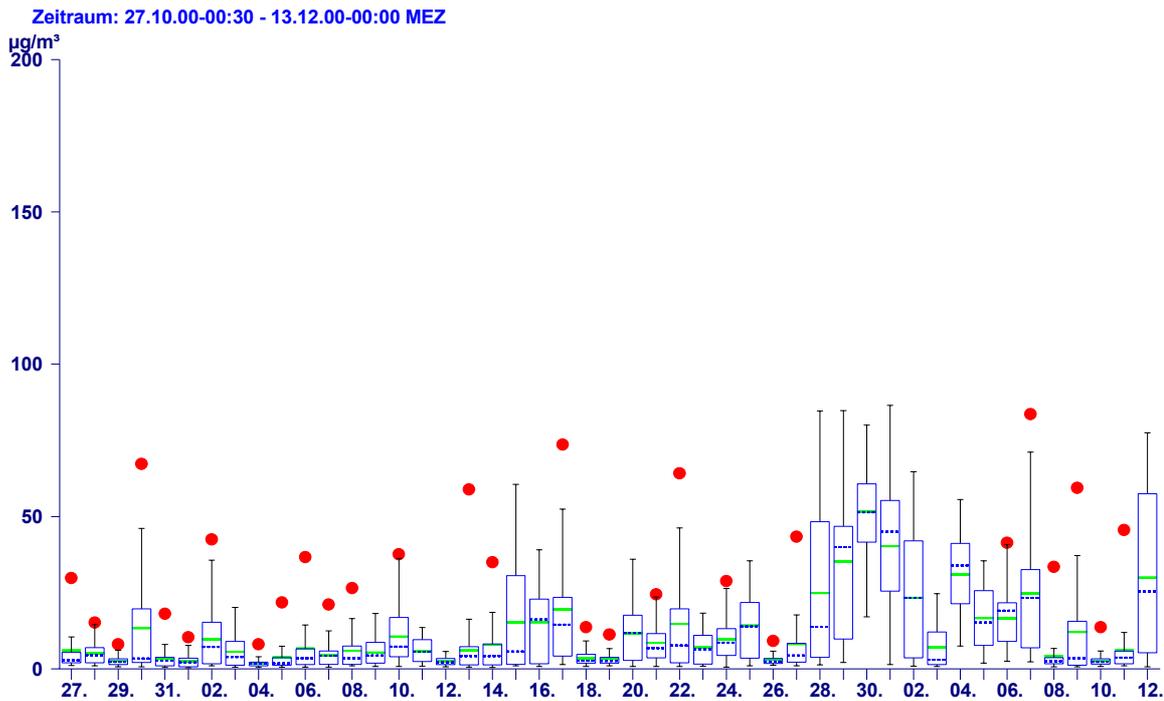


Grenzwert nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

Im Vergleich zu den Messungen 1995 am Judenburger Hauptplatz blieben die Schwebstaubkonzentrationen ähnlich wie beim Schwefeldioxid aufgrund der günstigeren Ausbreitungsbedingungen unter den damaligen Werten.

### 7.1.3 Stickstoffmonoxid (NO)

27.10.2000 - 12.12.2000	Messergebnisse NO in µg/m³	Grenzwerte NO in mg/m³	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	87	0,60	LGBl. Nr. 5/1987	14,5 %
Mtmax	39			
TMWmax	52	0,20	LGBl. Nr. 5/1987	26 %
PMW	12			



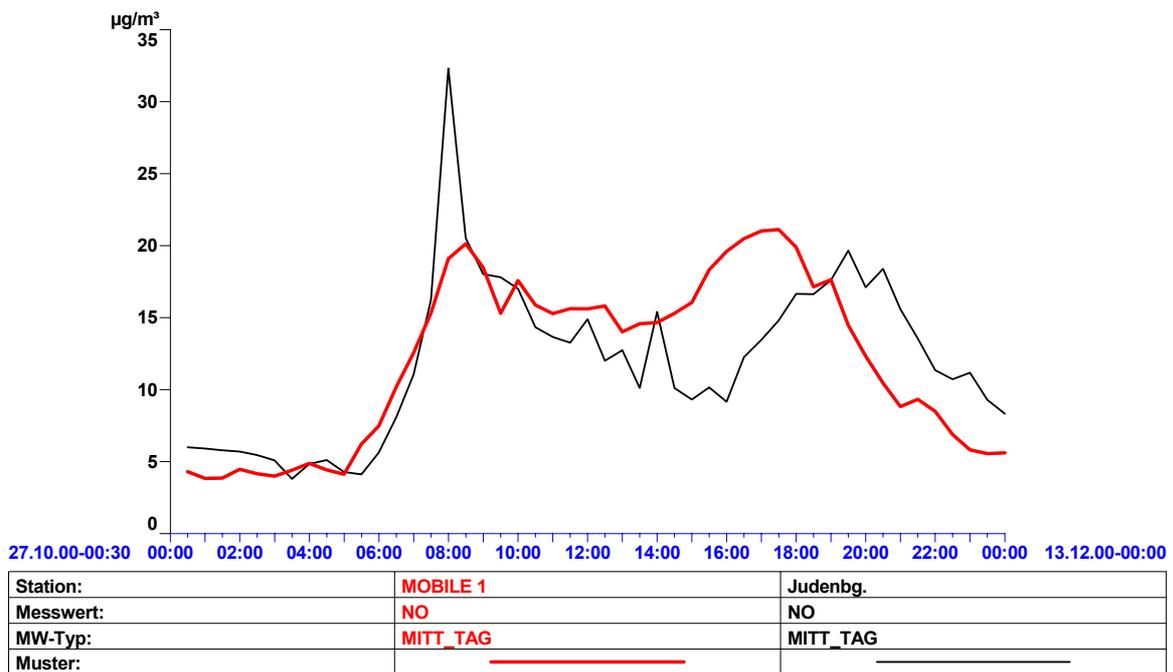
Als Hauptverursacher der Stickstoffoxidemissionen ( $\text{NO}_x$ ) gelten der Kfz-Verkehr sowie Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der  $\text{NO}$ -Anteil etwa 95% des  $\text{NO}_x$ -Ausstoßes aus. Die Bildung von  $\text{NO}_2$  erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das  $\text{NO}$  mit dem Luftsauerstoff ( $\text{O}_2$ ) oder mit Ozon ( $\text{O}_3$ ) zu  $\text{NO}_2$  verbindet.

Die Grenzwerte der Steiermärkischen Immissionsgrenzwerteverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) für die Stickstoffmonoxidkonzentrationen wurden bei den Messungen deutlich unterschritten.

Der Verlauf der  $\text{NO}$ -Konzentrationen zeigt ein deutliches Belastungsmaximum im Zeitraum 28. November bis 2. Dezember unter witterungsbedingt ungünstigen Ausbreitungsbedingungen (Hochdrucklage mit geringer Mischungsschichthöhe).

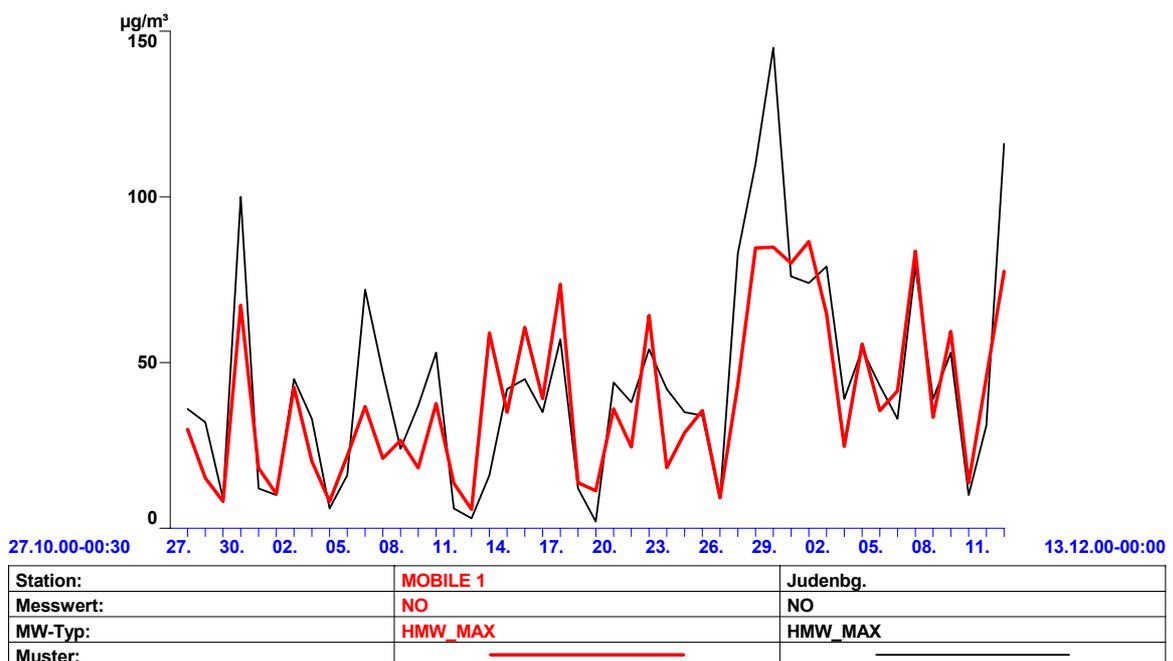
Der in den nachfolgenden Abbildungen dargestellte mittlere Tagesgang der Stickstoffmonoxidkonzentrationen für beide Standorte zeigt ein signifikantes morgendliches Maximum an der Fixstation beim Stadion, das vermutlich durch den Anfahrtsverkehr zum benachbarten Schulzentrum verursacht werden dürfte (Maximum zwischen 7:30 und 8:00 Uhr – Schulbeginn). Die Belastungsspitze ist hier wesentlich markanter ausgeprägt als im Stadtzentrum. Das sekundäre Abendmaximum fällt durchschnittlich etwas geringer aus und tritt im Bereich Zentrum – BH etwa 2 Stunden später ein.

**Abbildung 8: Vergleich der mittleren Tagesgänge der NO-Konzentrationen; fixe und mobile Station in Judenburg**



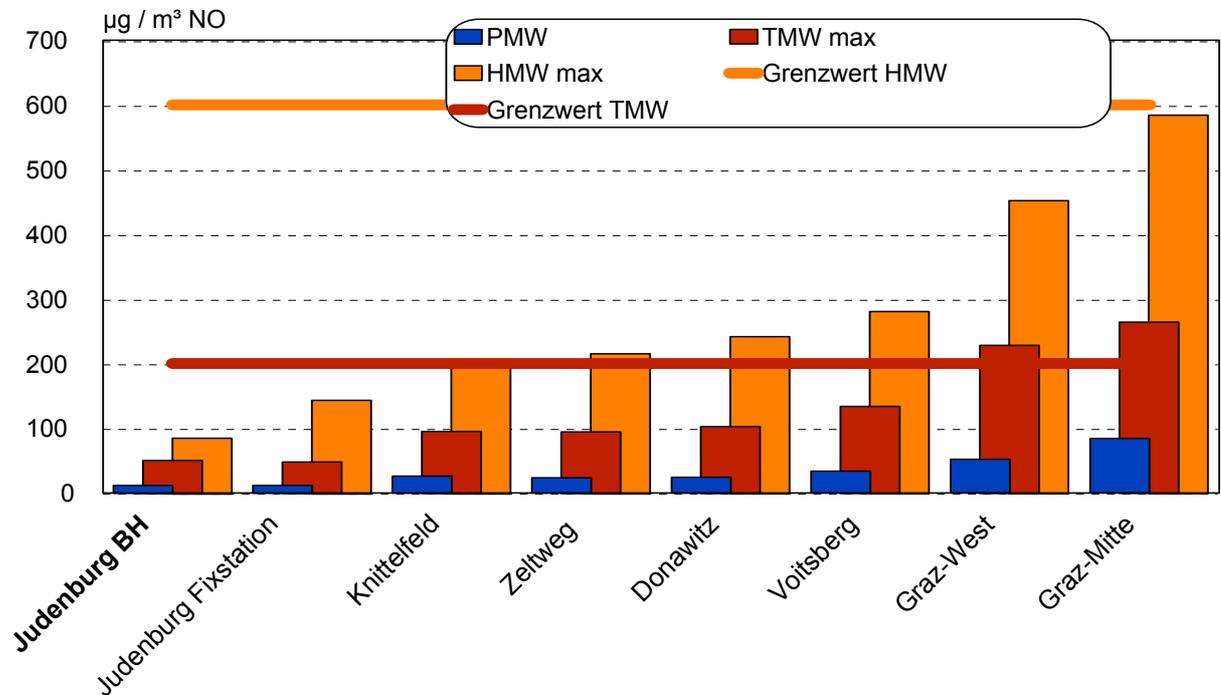
Der Vergleich der täglichen Spitzenkonzentrationen (HMWmax) der beiden Messpunkte ergibt zumeist für den Standort der Fixstation die höheren Konzentrationswerte, wobei dies vor allem auf die Frühverkehrsspitze (vergleiche Abbildung 8) zurückzuführen ist. Der auffallende Höchstwert vom 29.11.2000 um 19:30 Uhr dürfte dagegen als singuläres lokales Ereignis, möglicherweise im Zuge einer Veranstaltung, zu sehen sein.

**Abbildung 9: Vergleich der maximalen täglichen HMW der NO-Konzentrationen; fixe und mobile Station in Judenburg**



Der Vergleich der Stickstoffmonoxidkonzentrationen mit anderen steirischen Messstellen weist für Judenburg sowohl hinsichtlich der Grundbelastung als auch speziell am Standort der mobilen Messstation bei den Spitzenkonzentrationen eine unterdurchschnittliche Belastung auf.

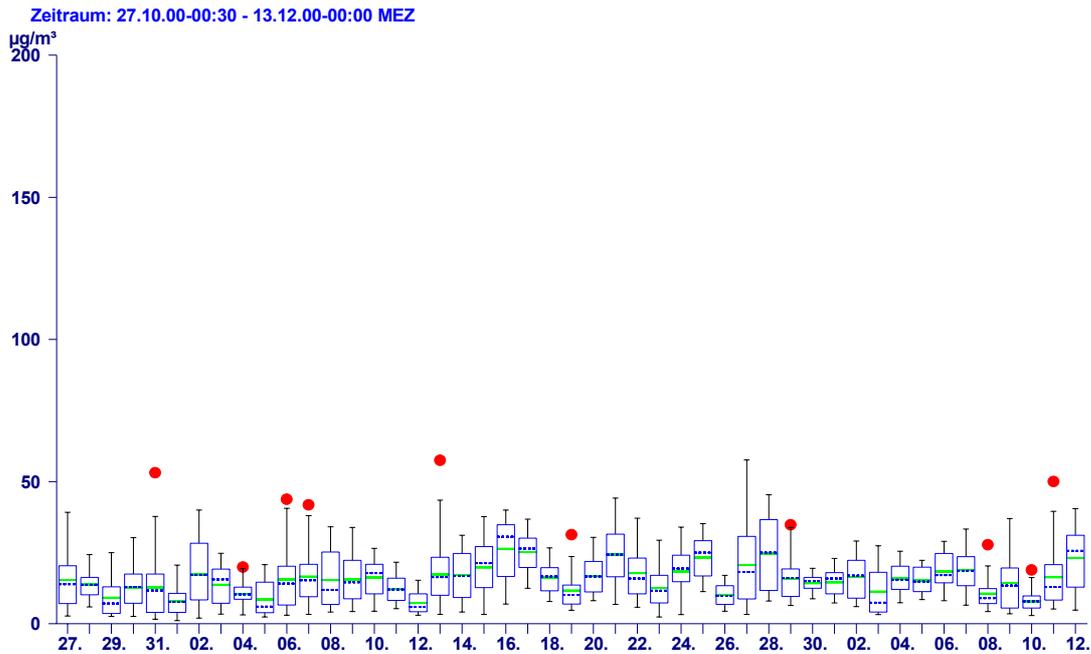
**Abbildung 10: Vergleich der NO-Konzentrationen während der Messperiode**



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

#### 7.1.4 Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

27.10.2000-12.12.2000	Messergebnisse NO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte NO <sub>2</sub> in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	58	0,20 0,20	LGBl. Nr. 5/1987 BGBl I Nr. 115/1997	29 % 29 %
Mtmax	32			
TMWmax	26	0,10	LGBl. Nr. 5/1987	26 %
PMW	16			

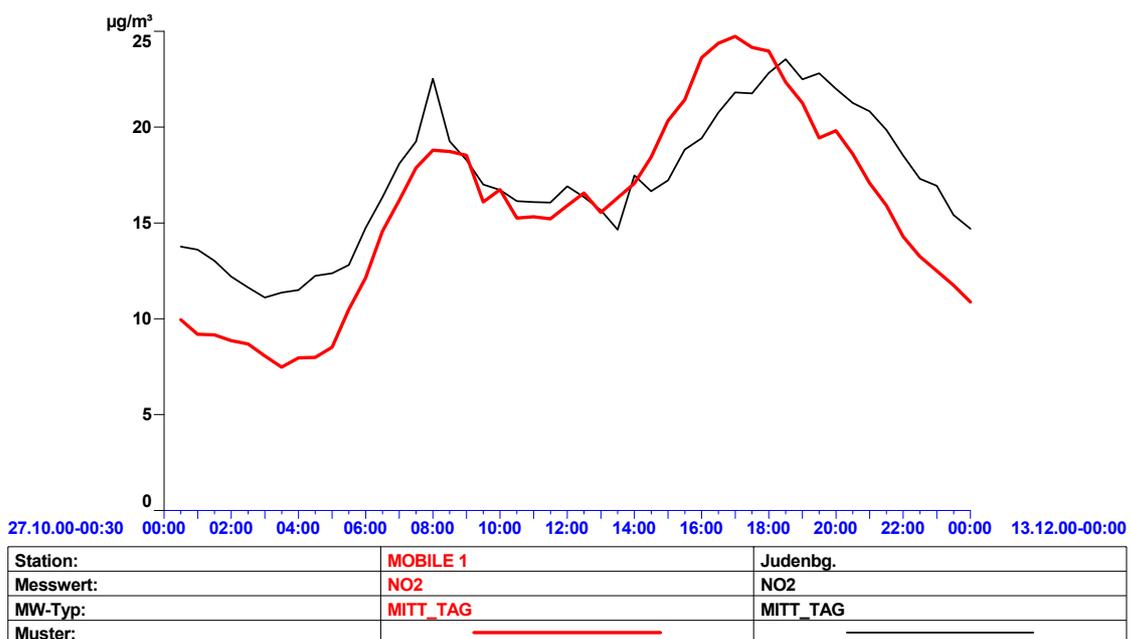


Die Emissionssituation wurde bereits beim Schadstoff Stickstoffmonoxid erläutert. Immissionsseitig stellt sich der Schadstoffgang beim Stickstoffdioxid im Allgemeinen ähnlich wie beim Stickstoffmonoxid dar.

Wie bei NO blieben auch die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen durchwegs unter den gesetzlichen Grenzwerten.

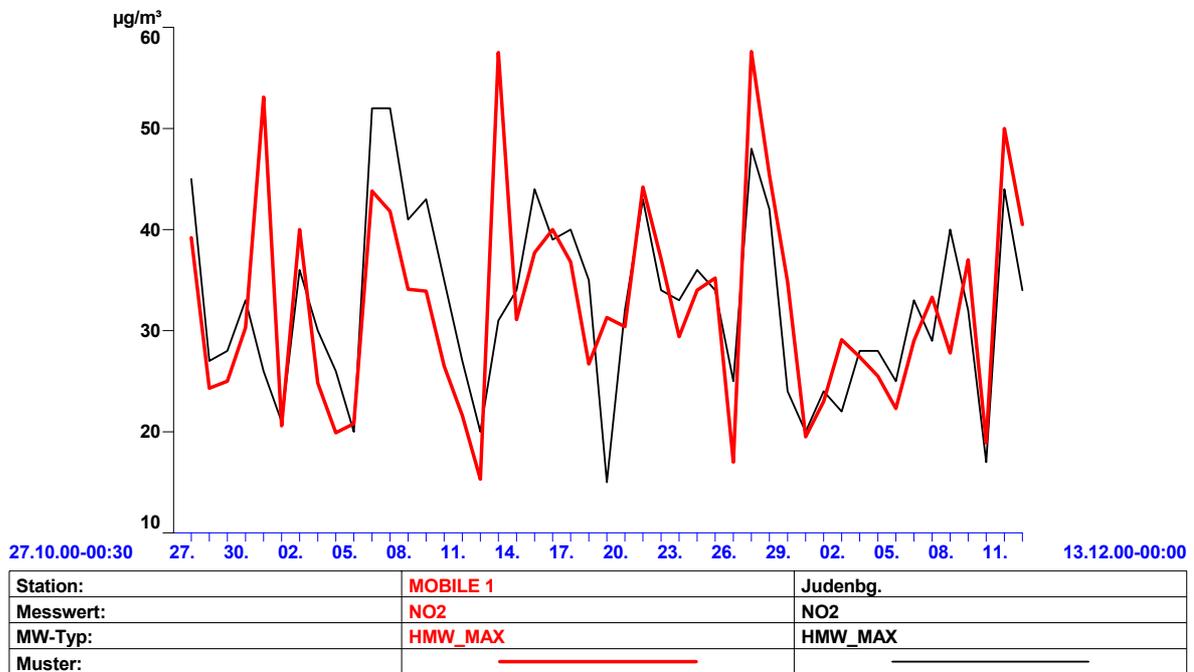
Der mittlere Tagesgang der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen zeigt im Vergleich mit den Messergebnissen an der Fixstation ein ähnliches Bild wie bei Stickstoffmonoxid, wobei allerdings das abendliche Maximum im Stadtzentrum in Folge des im Tagesverlauf größeren Verkehrsaufkommens wesentlich markanter ausgeprägt ist.

**Abbildung 11: Vergleich der mittleren Tagesgänge der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen; fixe und mobile Station in Judenburg**



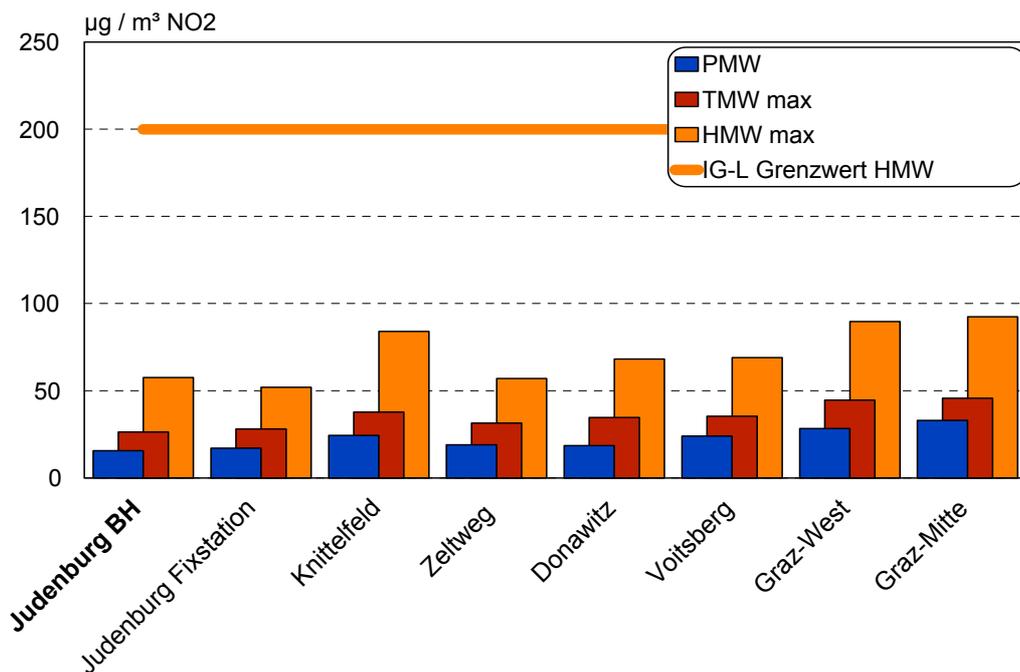
Dementsprechend sind im Vergleich zur peripher gelegenen Fixmessstelle am Standort der mobilen Messstation im Stadtzentrum häufiger höhere Belastungsspitzen zu verzeichnen als beim Stickstoffmonoxid.

**Abbildung 12: Vergleich der maximalen täglichen HMW der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen; fixe und mobile Station in Judenburg**



Im steiermarkweiten Vergleich ergibt sich über den Messzeitraum für die Judenburger Standorte ein durchschnittliches bis leicht unterdurchschnittliches Niveau der Stickstoffdioxidkonzentrationen.

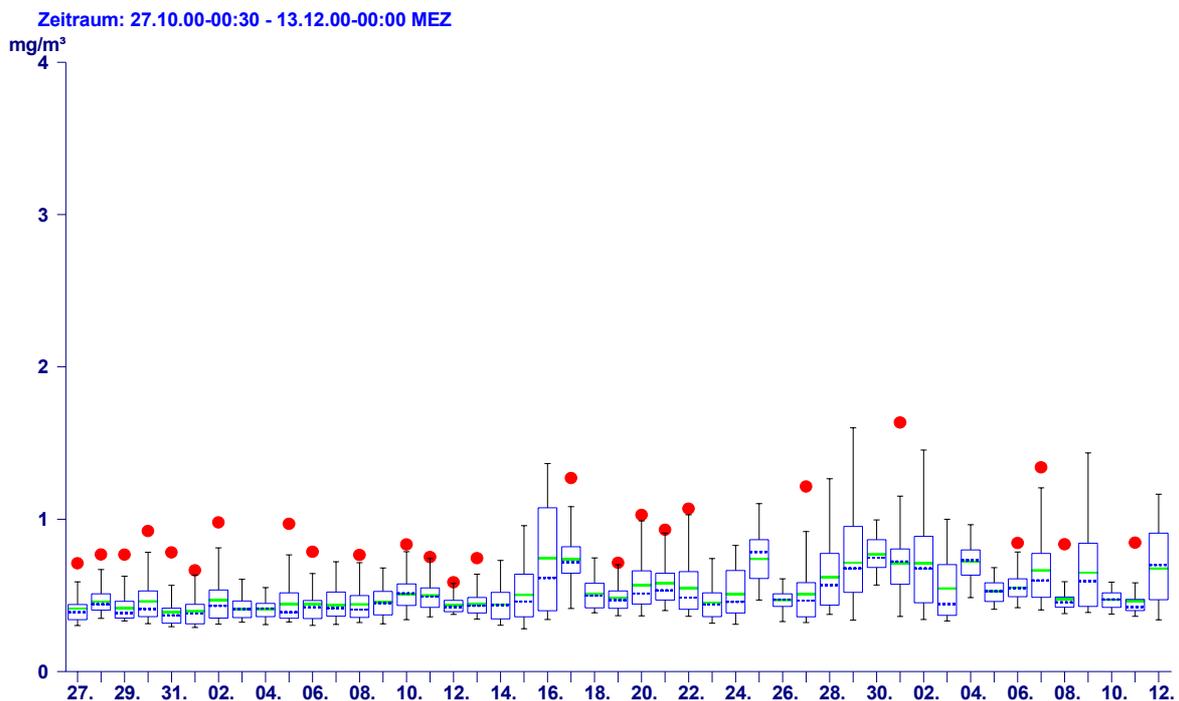
**Abbildung 13: Vergleich der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Messperiode**



Grenzwert nach dem Immissionsschutzgesetz Luft (BGBl. I Nr. 115/1997)

## 7.1.5 Kohlenmonoxid (CO)

27.10.2000 12.12.2000	Messergebnisse CO in mg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte CO in mg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	1,63	20	LGBl.Nr. 5/1987	8 %
Mtmax	0,93			
MW8max	1,14	10	BGBl. I Nr. 115/1997	11 %
TMWmax	0,77	7	LGBl.Nr. 5/1987	11 %
PMW	0,53			

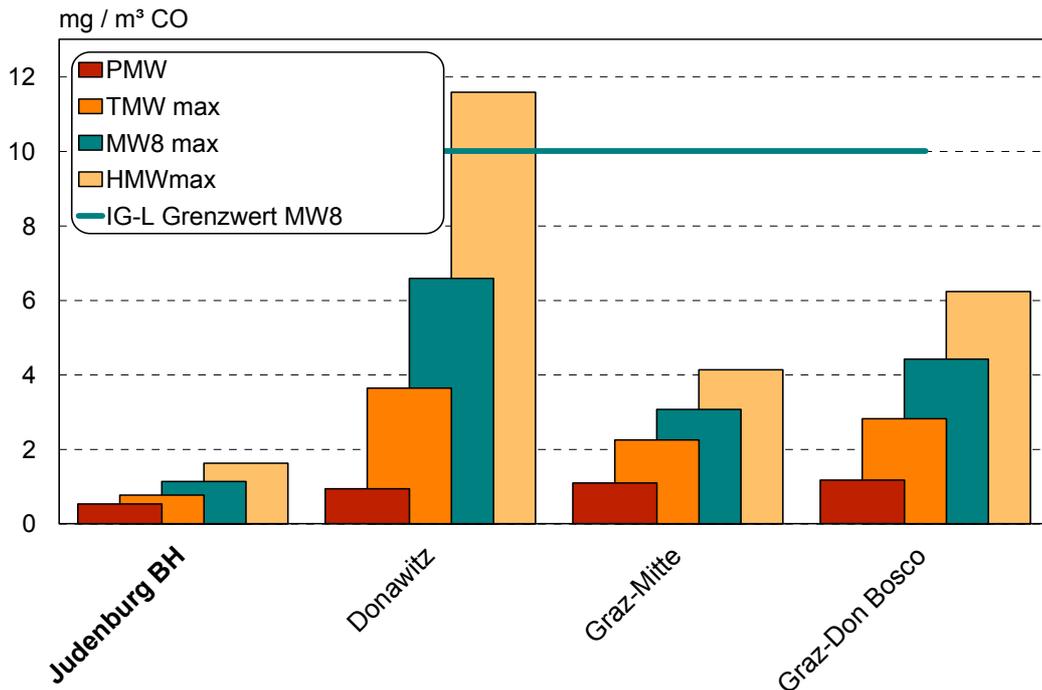


Für den Schadstoff Kohlenmonoxid gelten der Kfz-Verkehr und bestimmte industrielle Prozesse als Hauptverursacher. Die Höhe der Konzentrationen nimmt jedoch mit der Entfernung zu den Emissionsquellen im Allgemeinen deutlich stärker ab als bei den Stickstoffoxiden. Deshalb werden die Kohlenmonoxidkonzentrationen in der Steiermark nur an einigen neuralgischen Punkten sowie an den beiden mobilen Messstationen erhoben.

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

Im Vergleich mit den Fixmessstellen in Graz und in Donawitz weisen die Ergebnisse der Immissionsmessungen in Judenburg deutlich unterdurchschnittliche Belastungen auf. Auch im Vergleich zu den Messungen am Hauptplatz von Judenburg im Spätherbst 1995 erbrachten die aktuellen Messungen nicht zuletzt aufgrund der günstigeren Witterungsbedingungen ein geringeres Belastungsniveau.

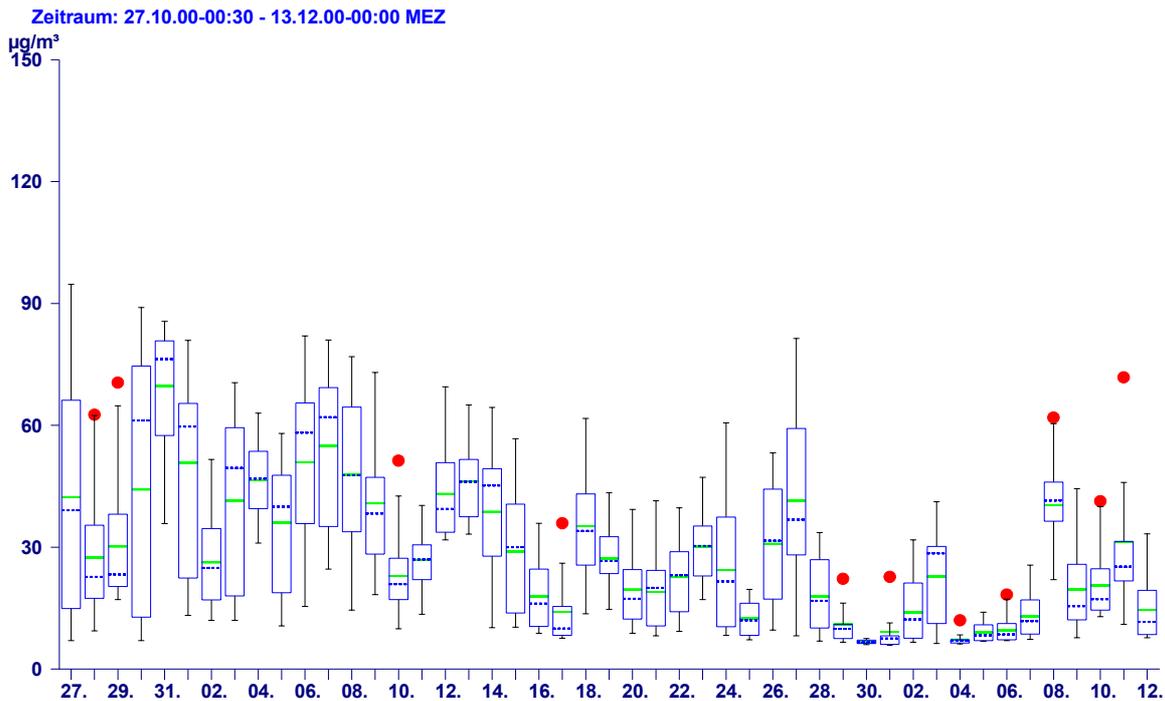
**Abbildung 14: Vergleich der CO-Konzentrationen während der Messperiode**



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

### 7.1.6 Ozon (O<sub>3</sub>)

27.10.2000 - 12.12.2000	Messergebnisse O <sub>3</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Grenzwerte O <sub>3</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Gesetze, Normen, Empfehlungen	% des Grenzwertes
HMWmax	95	0,120	ÖAW-Vorsorgewert	79 %
Mtmax	52			
MW8max	81	0,110	BGBl. I Nr. 115/1997	74 %
TMWmax	70			
PMW	29			

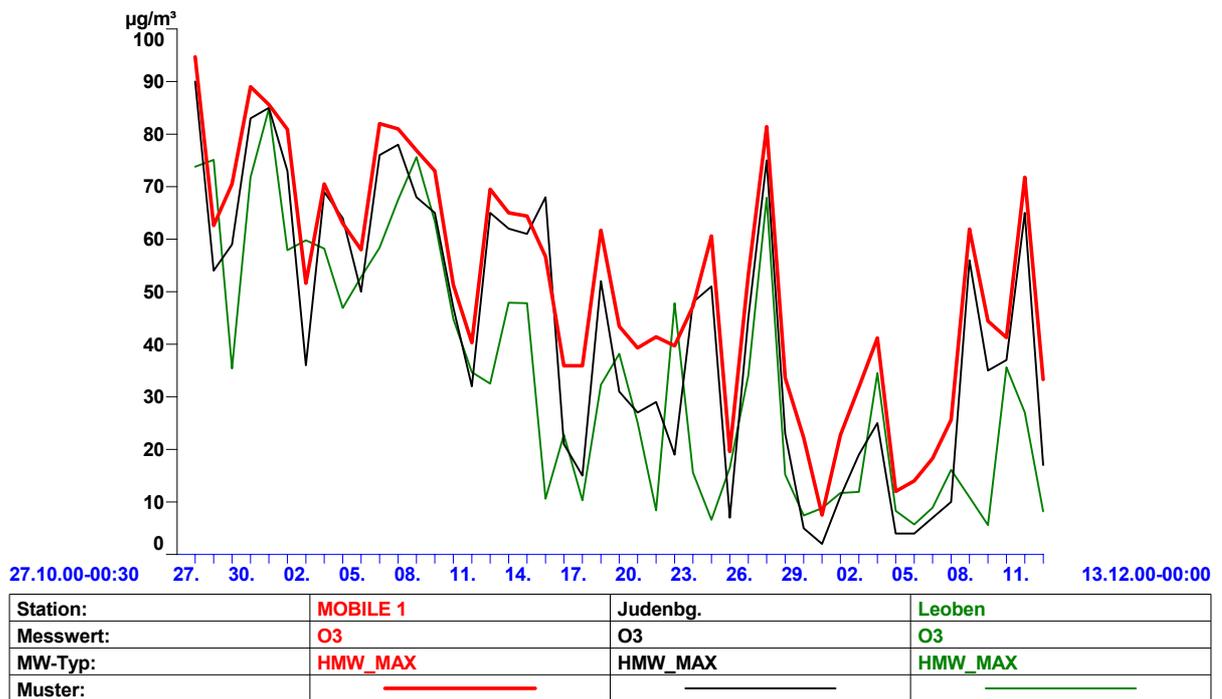


Die Ozonbildung in der bodennahen Atmosphäre erfolgt in der wärmeren und sonnenstrahlungsreicheren Jahreszeit wesentlich stärker als in den Herbst- und Wintermonaten. Eine wesentliche Rolle kommt dabei neben den meteorologischen Bedingungen den Vorläufersubstanzen wie den Stickstoffoxiden und den Kohlenwasserstoffen 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. Judenburg liegt im Ozon-Überwachungsgebiet 8 "Lungau und Oberes Murtal".

Die nachfolgende Abbildung 15 zeigt, dass sich die täglichen Ozonspitzenkonzentrationen am Standort der mobilen Messstation bei der Bezirkshauptmannschaft im Allgemeinen in den gleichen Größenordnungen wie an der fixen Station Judenburg oder an der Station Leoben bewegen.

**Abbildung 15: Vergleich von Ozonkonzentrationen (maximale Halbstundenmittelwert)**



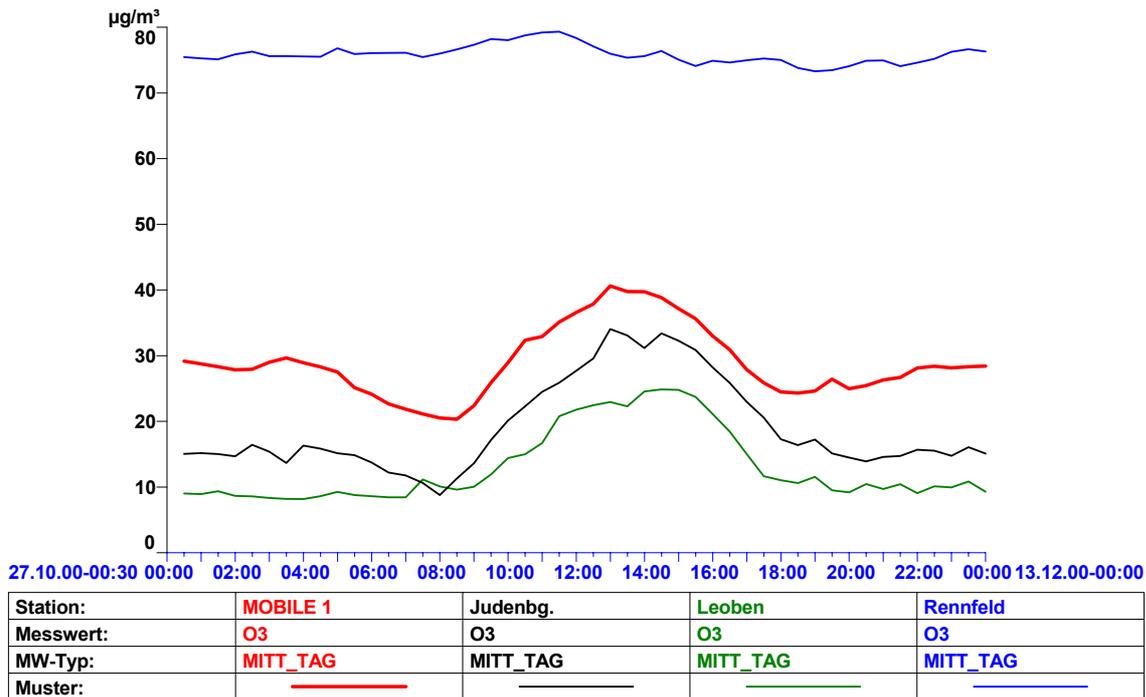
Der Ozontagesgang ist stark von der Höhenlage sowie von der Nähe zu Ballungszentren abhängig. Siedlungsnahе Talregionen mit höherer Grundbelastung an Ozonvorläufersubstanzen sind durch ein Belastungsminimum in den frühen Morgenstunden gekennzeichnet. In den Vormittagsstunden erfolgt ein rasches Ansteigen 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 ( $\text{O}_2$ ) Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ), dabei bleibt ein Sauerstoffradikal ( $\text{O}^*$ ) übrig. Dieses bindet sich in der Folge mit dem Luftsauerstoff ( $\text{O}_2$ ) zu Ozon ( $\text{O}_3$ ).



Die folgende Abbildung 16 dokumentiert dies sehr gut anhand eines Vergleichs des mittleren Tagesganges der mobilen Station am Standort im Zentrum von Judenburg mit der Fixstation Judenburg und den Messstellen in Leoben und am Rennfeld.

**Abbildung 16: Ozon; mittlere Tagesgänge**



Die Judenburger Stationen sowie die Messstelle in Leoben weisen allgemein einen für Tallagen typischen ausgeprägten Tagesgang der Ozonkonzentrationen mit einem Konzentrationsmaximum am Nachmittag auf. An der hoch gelegenen Messstelle am Rennfeld (1620m Seehöhe) ist hingegen die nächtliche Konzentrationsabsenkung nicht mehr vorhanden.

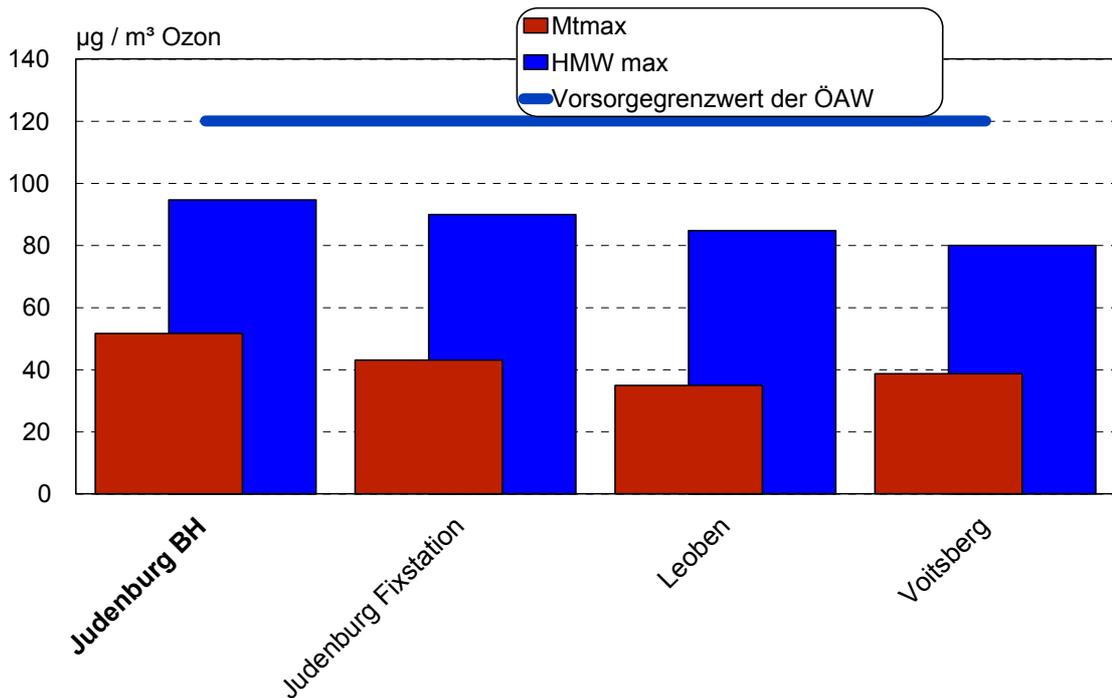
Die beiden Messstandorte in Judenburg weisen im Vergleich einen sehr ähnlichen Tagesgang auf, wobei allerdings das Konzentrationsniveau im Stadtzentrum etwas über dem der fixen Luftgütemessstelle liegt.

Der Verlauf der Ozonkonzentrationen zeigt die zu erwartende Übereinstimmung mit den Witterungsverhältnissen. Bei warmer Witterung zu Beginn der Messperiode und strahlungsintensiven Hochdrucklagen wurden höhere Werte registriert als bei wolkenreichem Tiefdruckwetter.

Sowohl der Achtstundenmittelgrenzwert nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. I Nr. 115/1997) als auch der empfohlene Vorsorgegrenzwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für den maximalen Halbstundenmittelwert wurde während der Messungen nicht überschritten.

Im Vergleich mit anderen steirischen Bezirkshauptstädten stellen sich die Ozonkonzentrationen im Raum Judenburg für den winterlichen Messzeitraum als leicht überdurchschnittlich dar, es darf dabei aber nicht außer Acht gelassen werden, dass es sich um eine Wintermessung handelt und die Ozonkonzentrationen in dieser Jahreszeit wie erwähnt nur von untergeordnetem Interesse sind. Erfahrungsgemäß ist der Raum Aichfeld / Oberes Murtal im gesamtsteirischen Ozonvergleich deutlich begünstigt.

**Abbildung 17: Vergleich der Ozonkonzentrationen während der Messperiode**



### 7.1.7 Luftbelastungsindex

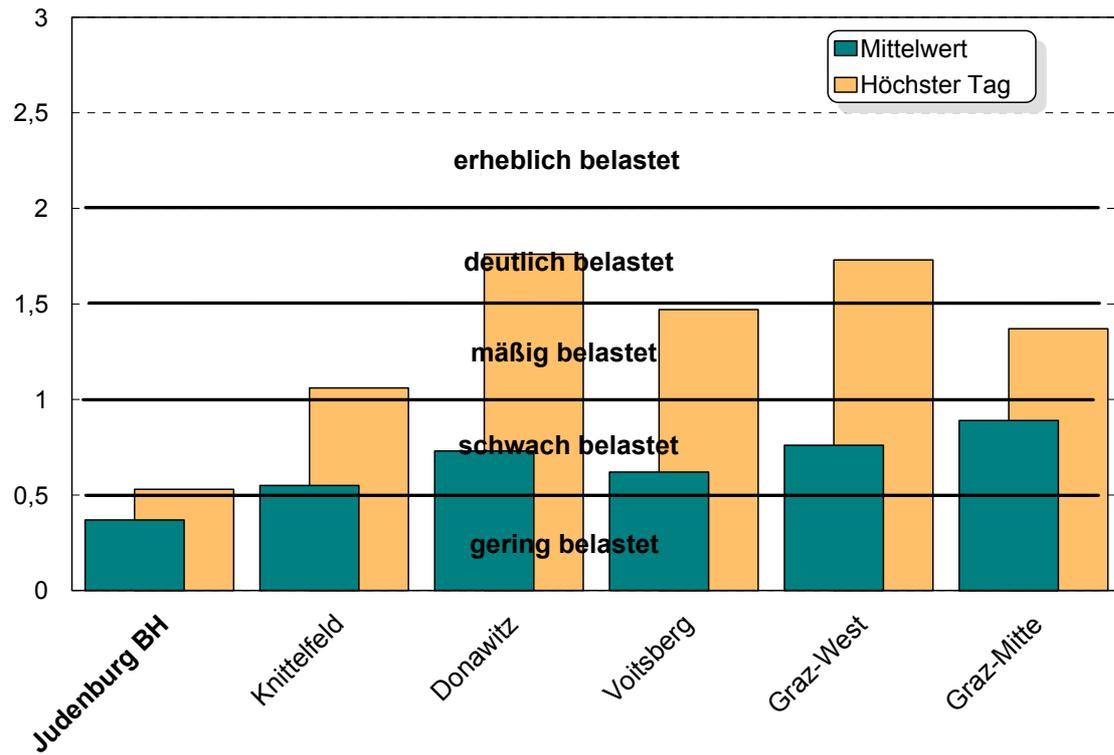
Eine relativ anschauliche Bewertungs- und Vergleichsmöglichkeit der Luftbelastung verschiedener Messstationen wird durch den Luftbelastungsindex ermöglicht.

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 weitere steirische Standorte dargestellt.

Demnach stellen sich die lufthygienischen Verhältnisse im Zentrum von Judenburg im Vergleich sowohl hinsichtlich des höchstbelasteten Tages als auch bezüglich der Grundbelastung während der Messperiode als sehr günstig dar.

**Abbildung 18: Luftbelastungsindex während der Messperiode**



## 7.2 Staubkonzentration (High-Volume-Sammler)

Auf Grund einer Beschwerde über unzumutbare Staubimmissionen wurden am Messpunkt Ju 9 während zwei ca. vierwöchiger Perioden die Staubkonzentration mit einem High-Volume Sampler erfasst. Die Wintermessung erfolgte von 22.11. bis 18.12.2000, im Sommerhalbjahr wurden die Konzentrationen zwischen 22.5. und 19.6.2001 erhoben.

**Tabelle 8: Staubkonzentrationen**

Datum	Konzentration	Datum	Konzentration
	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
22.11.00	24	22.05.01	48
23.11.00	26	23.05.01	42
24.11.00	27	24.05.01	38
25.11.00	27	25.05.01	37
26.11.00	17	26.05.01	29
27.11.00	35	27.05.01	32
28.11.00	49	28.05.01	37
29.11.00	61	29.05.01	30
30.11.00	37	30.05.01	25
01.12.00	43	31.05.01	21
02.12.00	82	01.06.01	22
03.12.00	42	06.06.01	24
04.12.00	41	07.06.01	18
05.12.00	24	08.06.01	30
06.12.00	31	09.06.01	23
07.12.00	41	10.06.01	27
08.12.00	26	11.06.01	11
09.12.00	30	12.06.01	20
10.12.00	17	13.06.01	23
11.12.00	17	14.06.01	13
12.12.00	40	15.06.01	22
13.12.00	49	16.06.01	38
14.12.00	47	17.06.01	8
15.12.00	35	18.06.01	12
16.12.00	17	19.06.01	10
17.12.00	20		

18.12.00	36
----------	----

--	--

Abbildung 19: Staubkonzentrationsmessungen Judenburg Winter 2000; Tagesmittelwerte im Vergleich zum Grenzwert nach dem IG-L

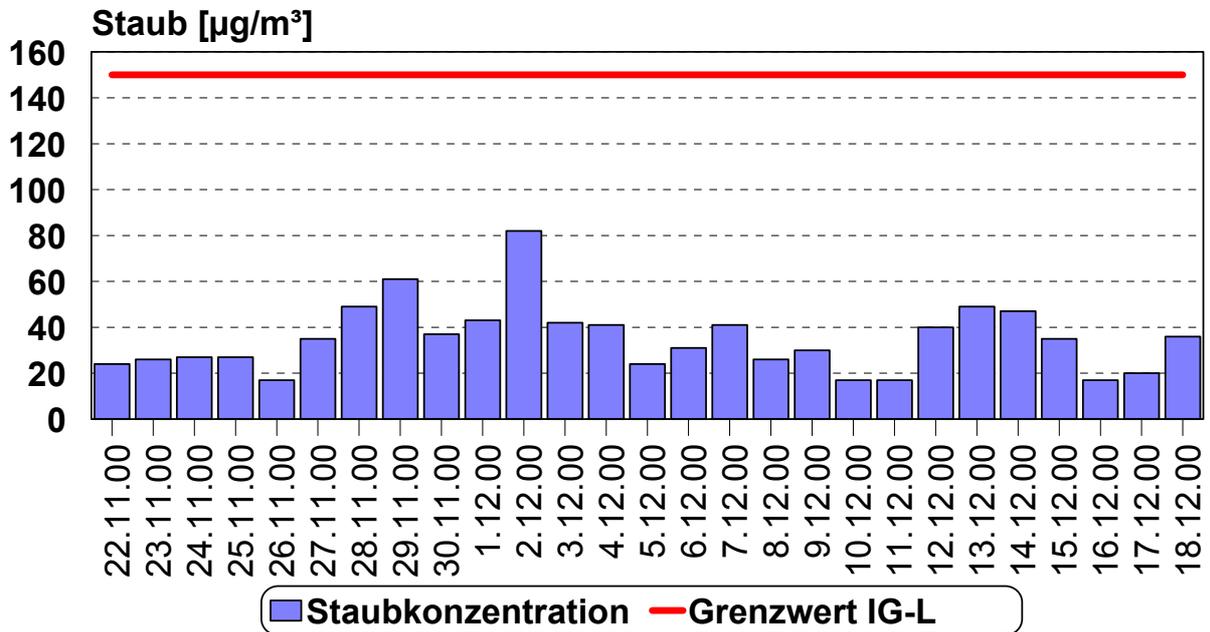
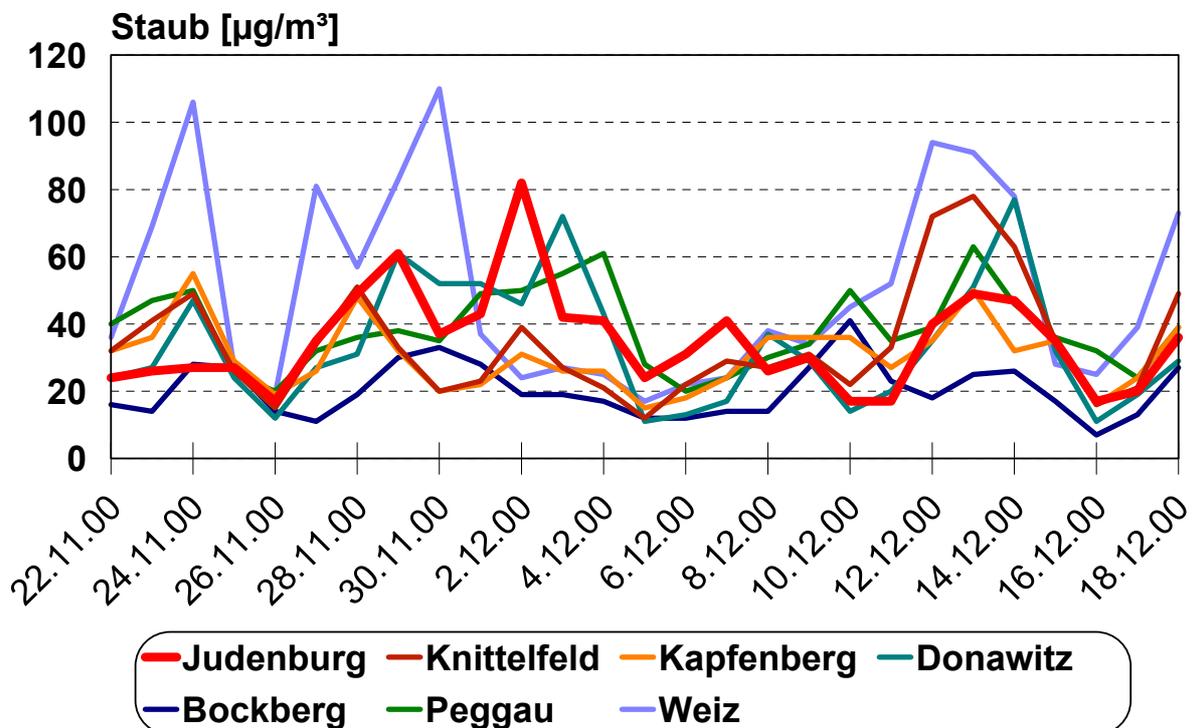
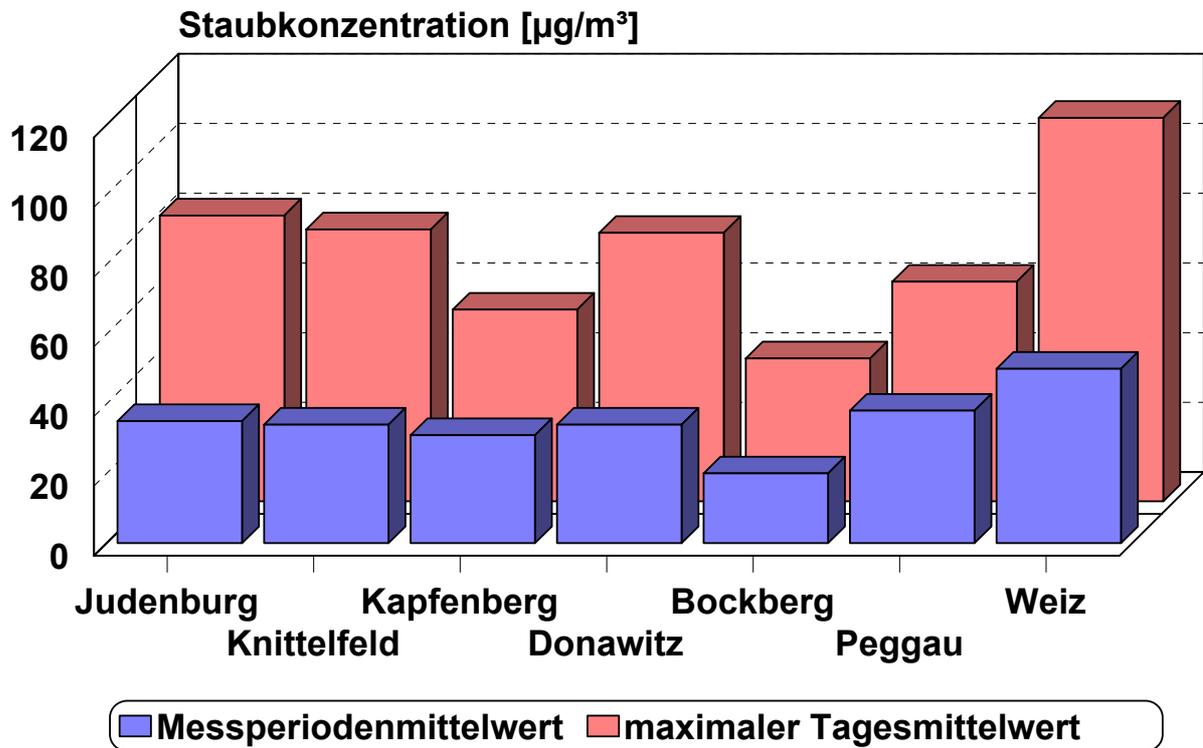


Abbildung 20: Staubkonzentrationsmessungen Judenburg Winter 2000; Vergleich mit kontinuierlich messenden Stationen



**Abbildung 21: Staubkonzentrationsmessungen Judenburg Winter 2000;**  
**Messperiodenmittelwerte bzw. maximale Tagesmittelwerte im**  
**Vergleich zu kontinuierlich messenden Stationen**



**Abbildung 22: Staubkonzentrationsmessungen Judenburg Sommer 2001;**  
**Tagesmittelwerte im Vergleich zum Grenzwert nach dem IG-L**

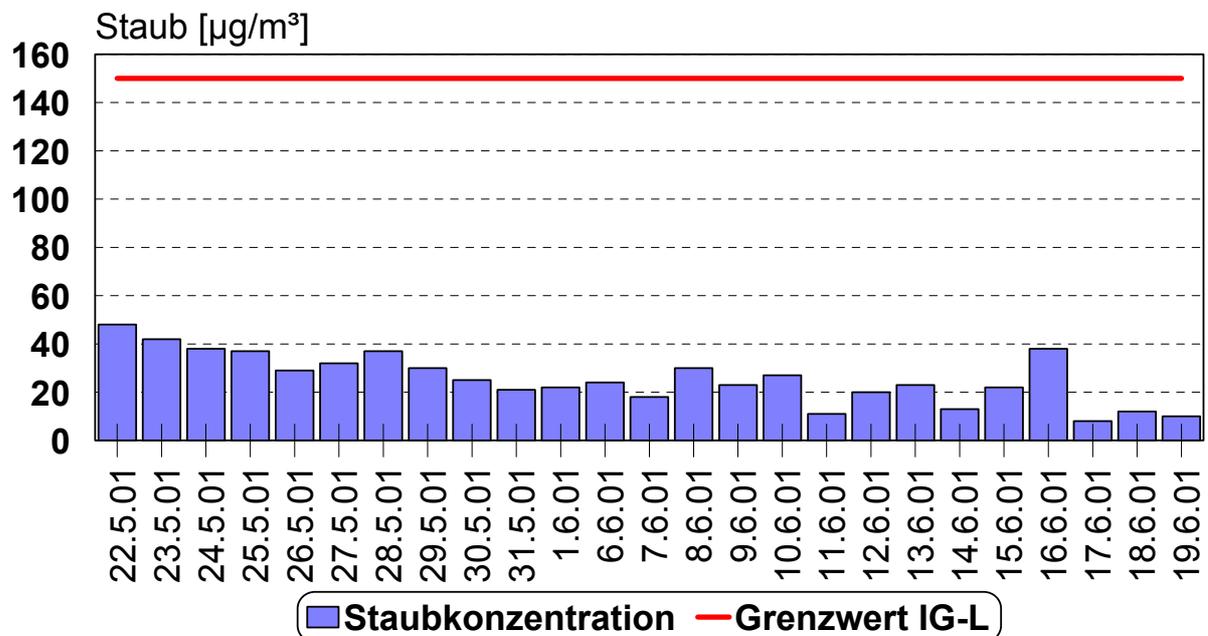


Abbildung 23: Staubkonzentrationsmessungen Judenburg Sommer 2001; Vergleich mit kontinuierlich messenden Stationen

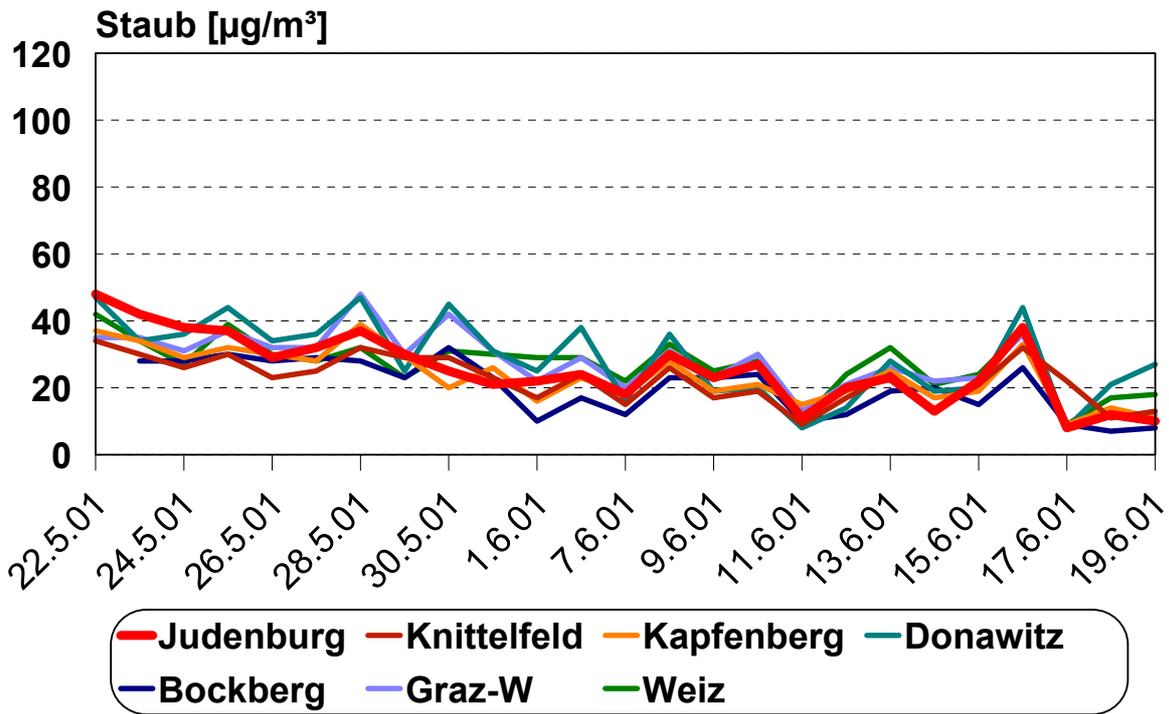
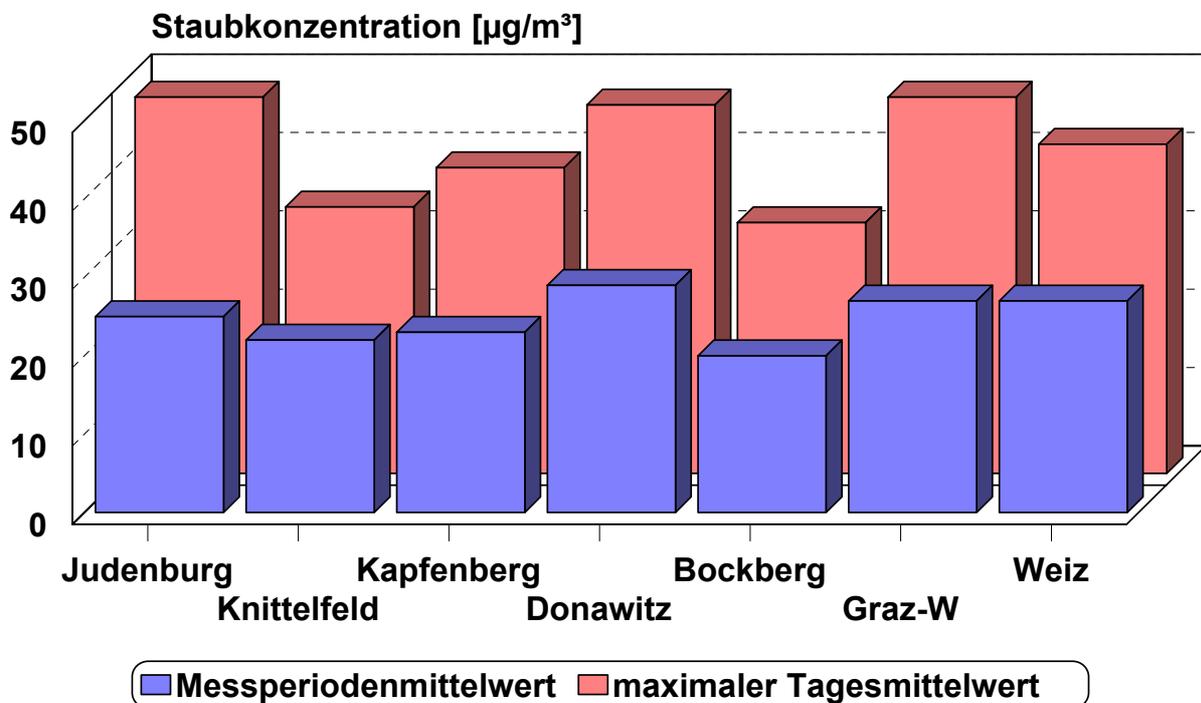


Abbildung 24: Staubkonzentrationsmessungen Judenburg Sommer 2001; Messperiodenmittelwerte bzw. maximale Tagesmittelwerte im Vergleich zu kontinuierlich messenden Stationen



Die gemessenen Werte lagen während der Wintermessperiode deutlich unter den Immissionsgrenzwerten. Mit 82 µg/m³ erreichte die Staubkonzentration am 2.12 2002 etwa etwa 55% des Grenzwertes. Im Frühjahr und im Sommer treten auf

Grund der günstigeren Ausbreitungsbedingungen geringere Konzentrationen auf. Der Vergleich mit anderen Stationen zeigt, dass die Belastung am Standort Judenburg/Paigweg etwa im Bereich von Knittelfeld, aber auch von Donawitz liegt. Dazu ist jedoch festzuhalten, dass in Judenburg nicht jene hohen Staubkonzentrationen zu erwarten sind, wie sie fallweise im Bereich der Hütte und des Stahlwerkes in Donawitz zu beobachten sind. Sowohl bei Betrachtung des maximalen Tagesmittelwertes als auch des Periodenmittelwertes liegt der verkehrsnaher Messpunkt Weiz an der Spitze. Im Sommer sind das Konzentrationsniveau und die relativen Unterschiede geringer.

Hinweise auf erhöhte Staubimmissionen konnten bei diesen Erhebungen nicht gefunden werden.

## 7.3 Messergebnisse der integralen Messungen

### 7.3.1 Schwefeldioxid

Hinsichtlich der Quellen von Schwefeldioxidemissionen wird auf Abschnitt 7.1.1 verwiesen.

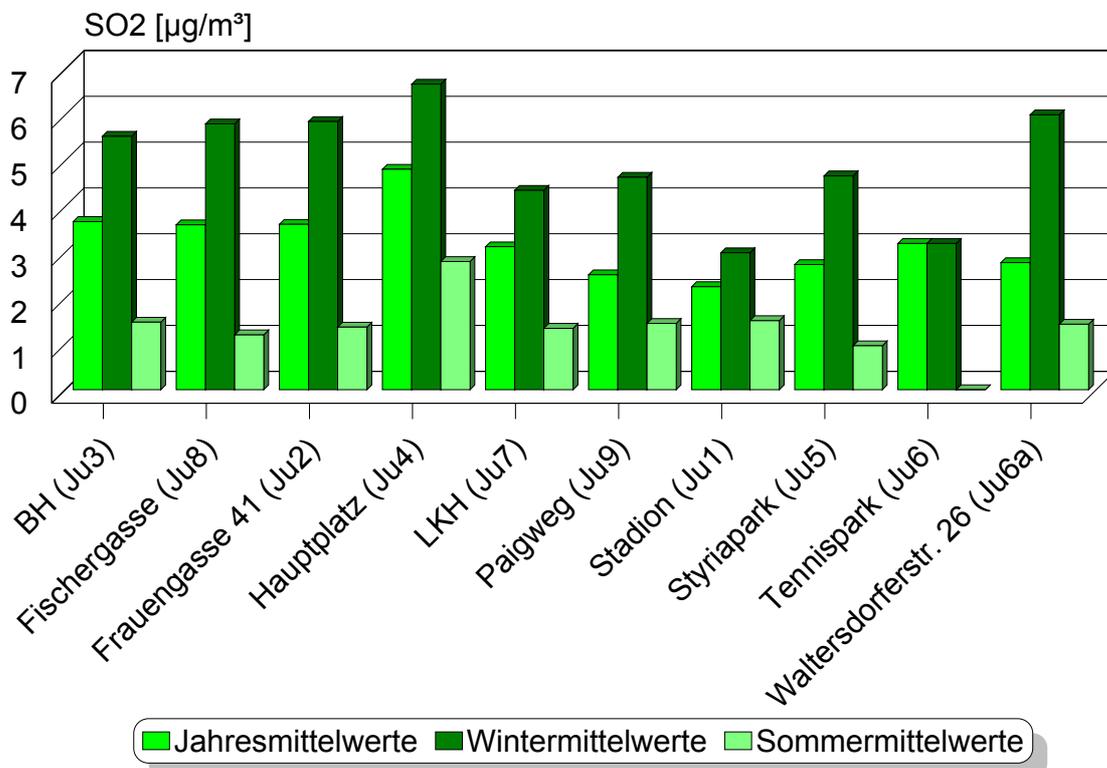
**Tabelle 9: SO<sub>2</sub>-Konzentrationen [µg/m<sup>3</sup>],  
Mittelwerte über Messperioden**

Messpunkt	Jahresmittelwert	Mittelwert Winterperiode	Mittelwert Sommerperiode
Bezirkshauptmannschaft (Ju3)	2,29	3,46	0,92
Fischergasse (Ju8)	2,25	3,63	0,75
Judenburg West – Frauengasse 41 (Ju2)	2,26	3,66	0,85
Hauptplatz (Ju4)	3,01	4,17	1,75
Landeskrankenhaus (Ju7)	1,95	2,72	0,84
Paigweg (Ju9)	1,57	2,9	0,9
Stadion – Fixe Station Judenburg (Ju1)	1,4	1,87	0,94
Styriapark (Ju5)	1,71	2,92	0,6
Tennispark / (Ju6)	1,99	1,99	
Waltersdorferstrasse (Ju6a)	1,73	3,75	0,89

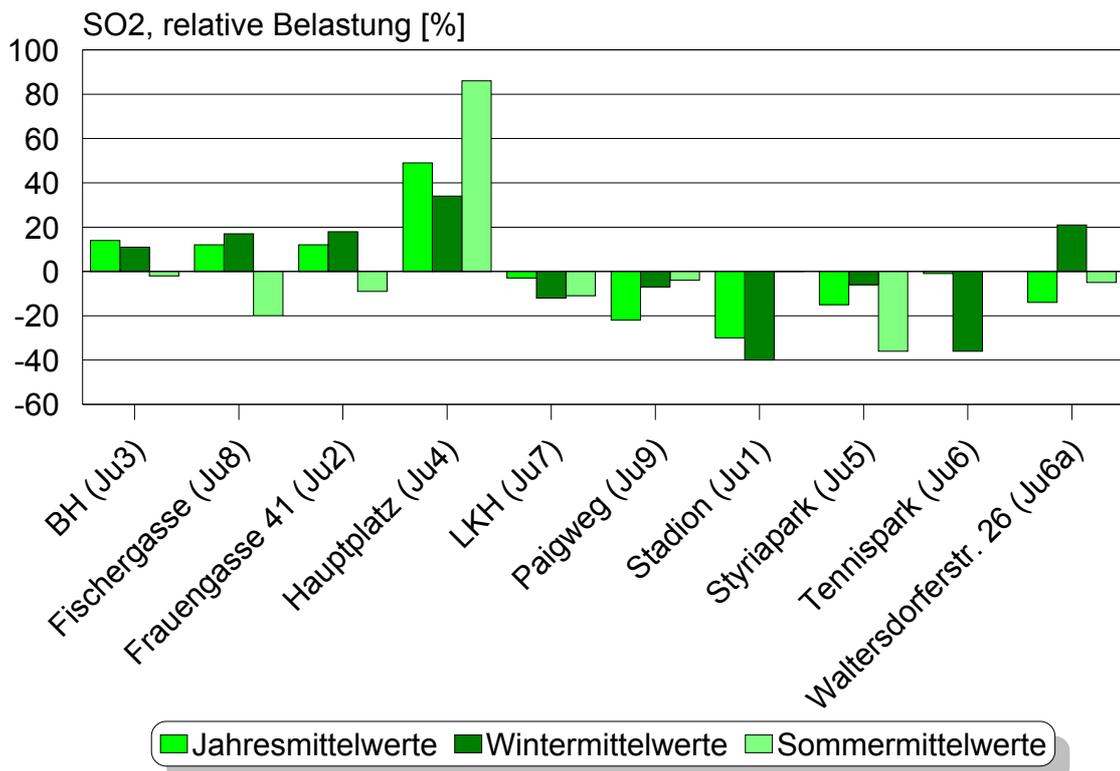
**Tabelle 10: SO<sub>2</sub>-Konzentrationen, Jahresgang (Mittelwert über alle Messpunkte)**

Messperiode			Mittelwert	Messperiode			Mittelwert
1	26.09.2000	- 10.10.2000	1,4	14	27.03.2001	- 11.04.2001	2,9
2	10.10.2000	- 24.10.2000	1,3	15	11.04.2001	- 25.04.2001	2,0
3	24.10.2000	- 08.11.2000	4,8	16	25.04.2001	- 08.05.2001	1,0
4	08.11.2000	- 21.11.2000	1,4	17	08.05.2001	- 21.05.2001	1,3
5	21.11.2000	- 05.12.2000	1,8	18	21.05.2001	- 06.06.2001	1,4
6	05.12.2000	- 19.12.2000	4,2	19	06.06.2001	- 20.06.2001	0,8
7	19.12.2000	- 02.01.2001		20	20.06.2001	- 03.07.2001	0,7
8	02.01.2001	- 15.01.2001	4,3	21	03.07.2001	- 18.07.2001	0,6
9	15.01.2001	- 29.01.2001	5,5	22	18.07.2001	- 01.08.2001	0,7
10	29.01.2001	- 13.02.2001	4,3	23	01.08.2001	- 17.08.2001	0,6
11	13.02.2001	- 28.02.2001	3,5	24	17.08.2001	- 31.08.2001	0,6
12	28.02.2001	- 13.03.2001	3,2	25	31.08.2001	- 13.09.2001	0,3
13	13.03.2001	- 27.03.2001	2,2	26	13.09.2001	- 27.09.2001	1,3

**Abbildung 25: Integrales Messnetz Judenburg, SO<sub>2</sub>-Konzentrationen**

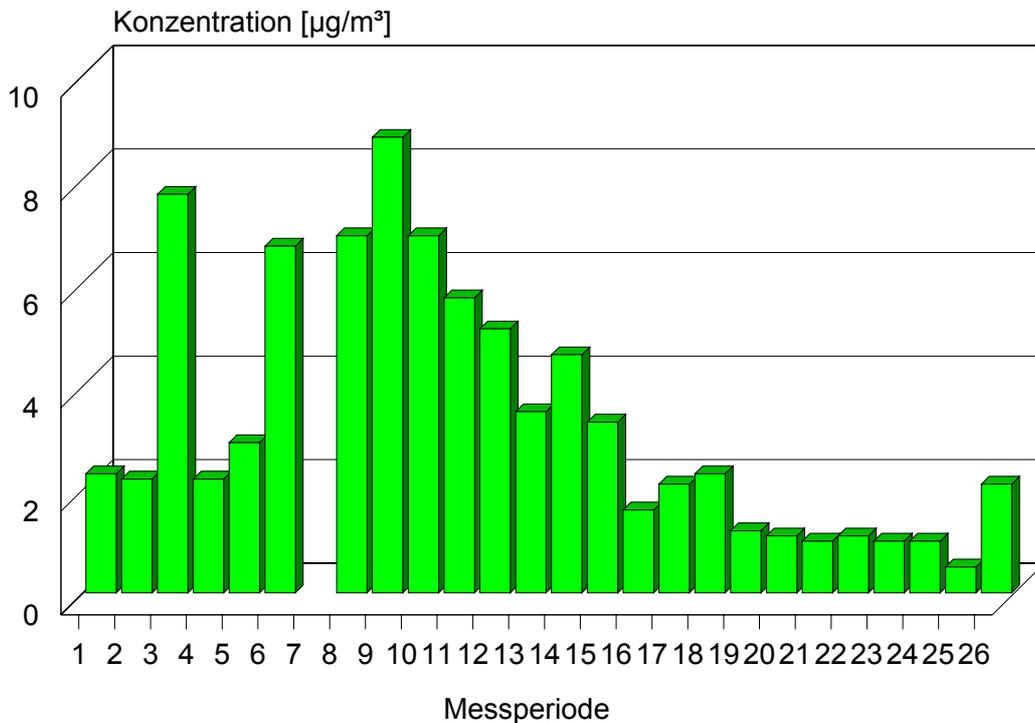


**Abbildung 26: Integrales Messnetz Judenburg, relative SO<sub>2</sub>-Konzentrationen**



Die Darstellung einer relativen Belastung soll das Erkennen von Belastungsschwerpunkten sowie von schwach belasteten Bereichen erleichtern.

**Abbildung 27: Integrales Messnetz Judenburg, Jahrgang der SO<sub>2</sub>-Konzentrationen**



Insgesamt war das Belastungsniveau relativ gering. Die höchsten Werte wurden am zentralen Messpunkt 4 (Hauptplatz) mit 3,01 µg/m<sup>3</sup> als Jahresmittel sowie 4,17 µg/m<sup>3</sup> als Wintermittel registriert. Leicht überdurchschnittliche Belastungen zeigten darüberhinaus jene Messstellen, die durch den Hausbrand beeinflusst wurden (Ju2, Ju 8 und Ju 6a). Ein Vergleich mit der fixen Messstation war nicht möglich, da dort Schwefeldioxid nicht erfasst wird.

Typisch für SO<sub>2</sub> ist auch der ausgeprägte Unterschied zwischen den Sommer- und den Winterwerten sowie der deutliche Jahrgang (Abbildung 27). Dies zeigt, dass einerseits die Erzeugung von Raumwärme die Immissionssituation deutlich beeinflusst, andererseits herrschen im Winterhalbjahr häufiger Wetterlagen, die eine rasche Verdünnung der Schadstoffe verhindern (stabile Ausbreitungsbedingungen, Inversionen).

### 7.3.2 Stickstoffdioxid

Quellen für Stickstoffoxide werden im Kapitel 7.1.3 behandelt.

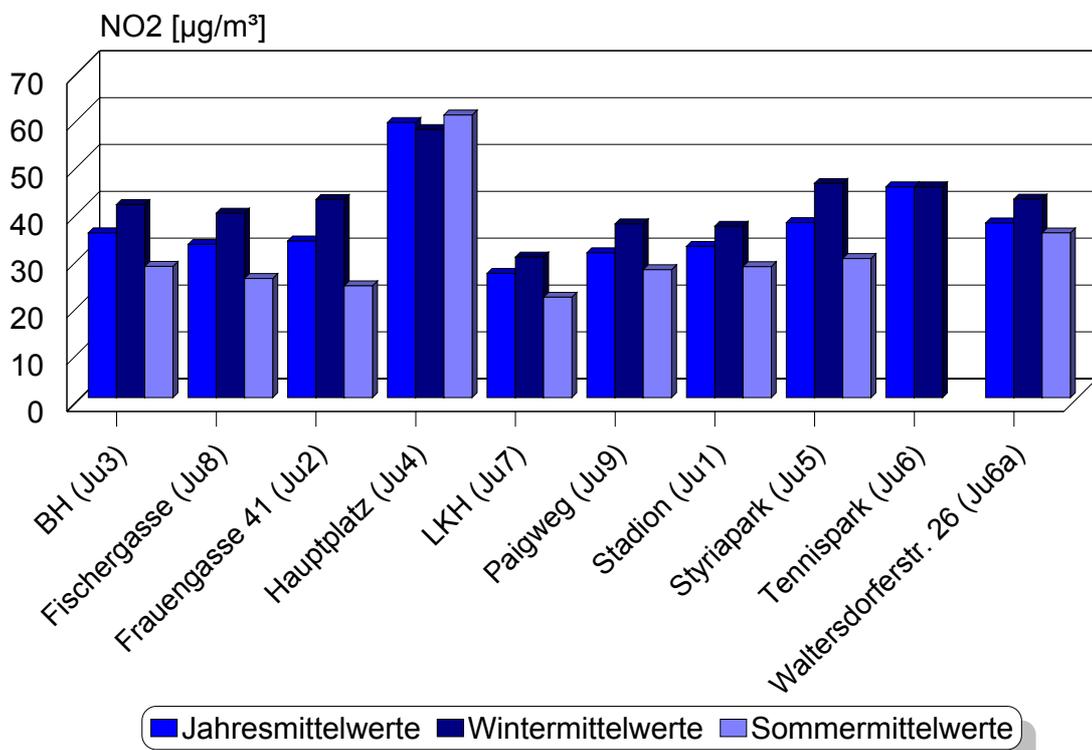
**Tabelle 11: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen [µg/m<sup>3</sup>],  
Mittelwerte über Messperioden**

Messpunkt	Jahresmittelwert	Mittelwert Winterperiode	Mittelwert Sommerperiode
Bezirkshauptmannschaft (Ju3)	19,2	22,5	15,3
Fischergasse (Ju8)	17,9	21,5	13,9
Judenburg West – Frauengasse 41 (Ju2)	18,3	23,1	13,0
Hauptplatz (Ju4)	32,1	31,3	33,0
Landeskrankenhaus (Ju7)	14,5	16,4	11,7
Paigweg (Ju9)	16,9	20,3	14,9
Stadion – Fixe Station Judenburg (Ju1)	17,6	20,0	15,3
Styriapark (Ju5)	20,4	25,0	16,2
Tennispark / (Ju6)	24,6	24,6	
Waltersdorferstrasse (Ju6a)	20,4	23,2	19,2

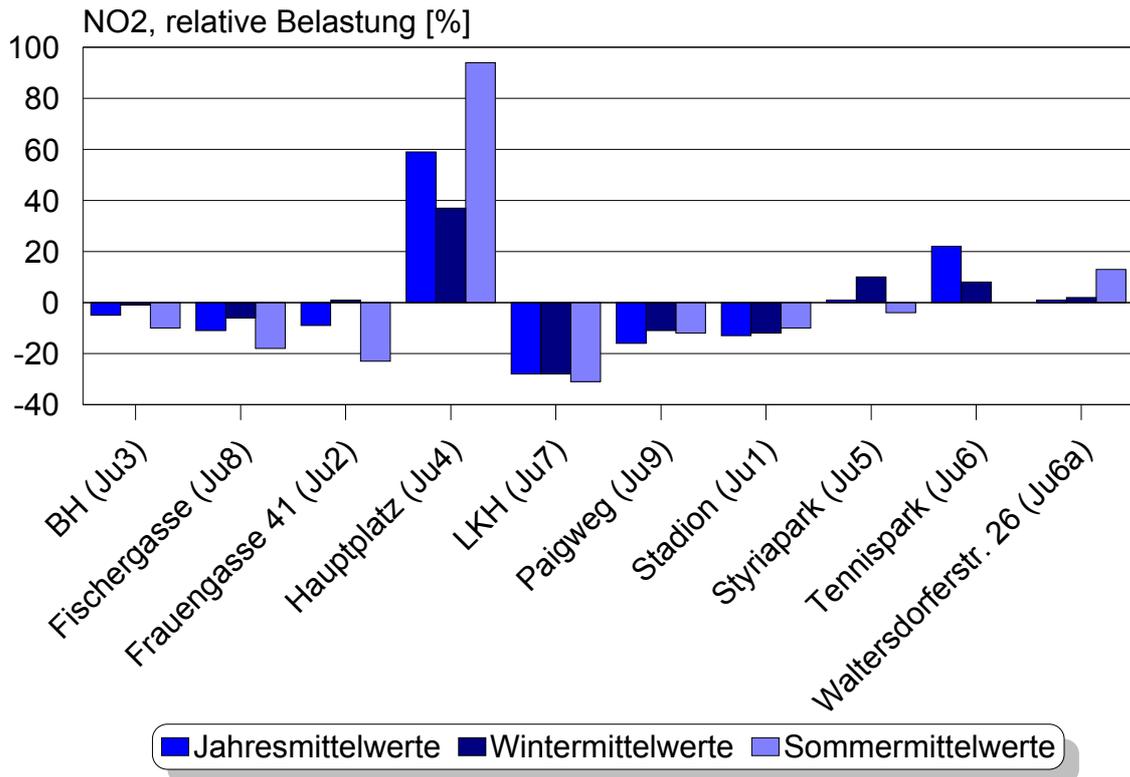
**Tabelle 12: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen, Jahresgang (Mittelwert über alle Messpunkte)**

Messperiode			Mittelwert	Messperiode			Mittelwert
1	26.09.2000 - 10.10.2000		18,7	14	27.03.2001 - 11.04.2001		16,8
2	10.10.2000 - 24.10.2000		20,3	15	11.04.2001 - 25.04.2001		14,9
3	24.10.2000 - 08.11.2000		31,2	16	25.04.2001 - 08.05.2001		15,5
4	08.11.2000 - 21.11.2000		29,5	17	08.05.2001 - 21.05.2001		16,9
5	21.11.2000 - 05.12.2000		22,8	18	21.05.2001 - 06.06.2001		16,5
6	05.12.2000 - 19.12.2000		22,6	19	06.06.2001 - 20.06.2001		17,7
7	19.12.2000 - 02.01.2001			20	20.06.2001 - 03.07.2001		16,5
8	02.01.2001 - 15.01.2001		24,0	21	03.07.2001 - 18.07.2001		17,2
9	15.01.2001 - 29.01.2001		30,8	22	18.07.2001 - 01.08.2001		19,7
10	29.01.2001 - 13.02.2001		17,8	23	01.08.2001 - 17.08.2001		17,5
11	13.02.2001 - 28.02.2001		20,7	24	17.08.2001 - 31.08.2001		18,8
12	28.02.2001 - 13.03.2001		21,8	25	31.08.2001 - 13.09.2001		15,1
13	13.03.2001 - 27.03.2001		20,8	26	13.09.2001 - 27.09.2001		19,4

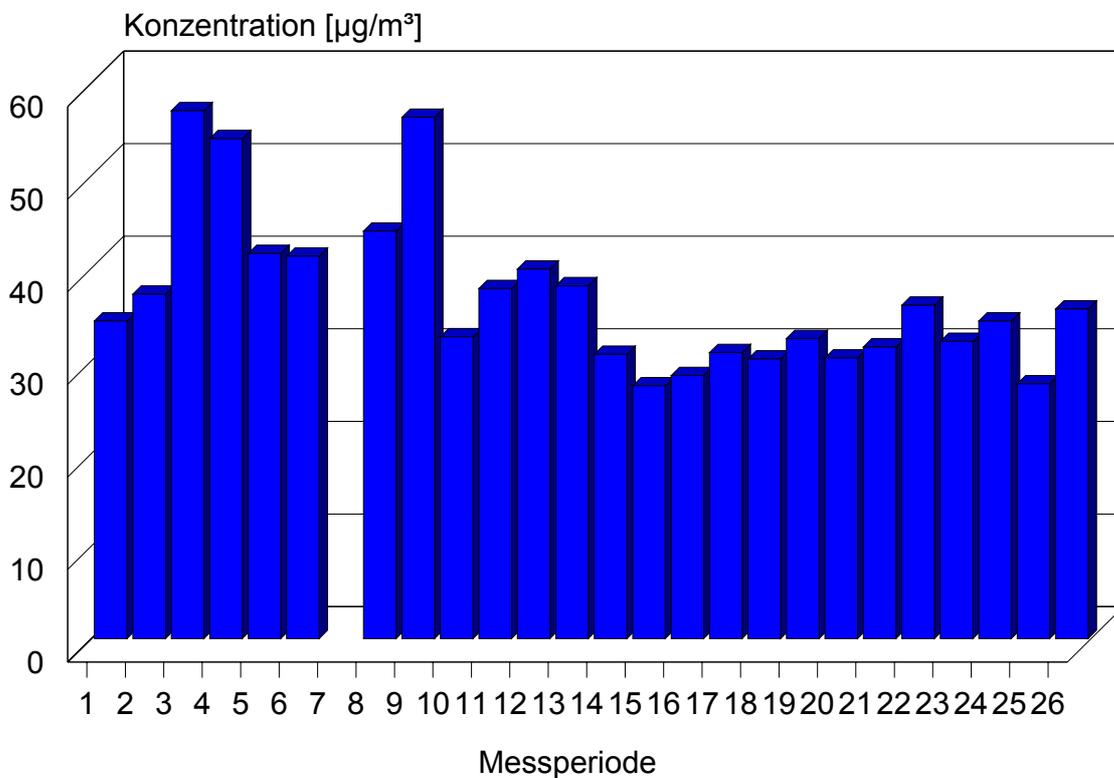
**Abbildung 28: Integrales Messnetz Judenburg, NO<sub>2</sub>-Konzentrationen**



**Abbildung 29: Integrales Messnetz Judenburg, relative NO<sub>2</sub>-Konzentrationen**



**Abbildung 30: Integrales Messnetz Judenburg, Jahresgang der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen**



Die dominante Rolle des Verkehrs sieht man auch bei den Judenburger Messungen ganz deutlich. Die Belastung ist am Messpunkt 17 (Hauptplatz) bei weitem am höchsten. Im Jahresmittel betrug die NO<sub>2</sub>-Konzentration 32,1 µg/m<sup>3</sup>. Damit zeigte sich, dass an diesem Standort die Konzentrationen um etwa 10 µg/m<sup>3</sup> höher lagen, als in anderen, auch vom Verkehr beeinflussten Gebieten.

Für den Standort der fixen Messstelle bedeutet dies, dass die Schadstoffbelastung direkt im Zentrum zwar deutlich höher ist als am Standort Stadion. Dort ist jedoch aus räumlichen Gründen die Aufstellung einer Luftgütemessstelle nicht möglich. Bei den anderen untersuchten Standorten wären zwar im direkten Einflussbereich des Verkehrs (Messpunkt Ju5, Styriapark) etwas höhere Konzentrationen zu erwarten, doch ist hier das Messziel der Überwachung von belasteten Siedlungsgebieten nicht erreicht. Sonst sind die Unterschiede zum derzeitigen Standort so gering, dass eine Verlegung der fixen Messstelle Judenburg nicht gerechtfertigt ist.

### 7.3.3 Staubdeposition

Die Ergebnisse der Staubdepositionsmessungen geben Auskunft über den staubförmigen Niederschlag im Untersuchungsgebiet. Bestimmt wird die Höhe des Messwertes überwiegend durch Staubteilchen mit großem Korndurchmesser (50 bis 500 µm). Im Gegensatz dazu erfassen die Schwebstaubmessungen, wie sie an der fixen Luftgütemessstation durchgeführt werden, feine Staubteilchen mit einem Korndurchmesser bis 30 µm.

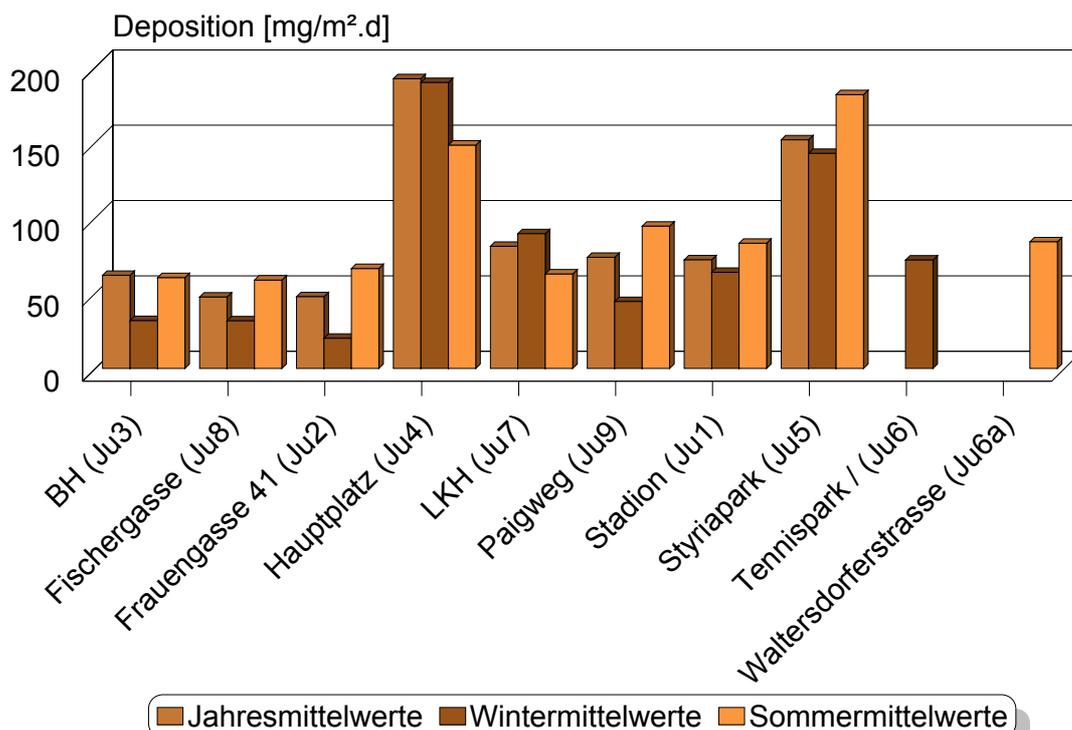
**Tabelle 13: Staubdepositionen [mg/m<sup>2</sup>.d], Mittelwerte über Messperioden**

Messpunkt	Jahresmittelwert	Mittelwert Winterperiode	Mittelwert Sommerperiode
Bezirkshauptmannschaft (Ju3)	61,8	31,8	60,3
Fischergasse (Ju8)	47,4	31,6	58,7
Judenburg West – Frauengasse 41 (Ju2)	47,6	20,1	66,3
Hauptplatz (Ju4)	192,4	189,9	148,3
Landeskrankenhaus (Ju7)	81,1	89,5	62,7
Paigweg (Ju9)	73,8	44,4	94,5
Stadion – Fixe Station Judenburg (Ju1)	72,1	63,8	83,1
Styriapark (Ju5)	151,8	142,8	181,8
Tennispark / (Ju6)		72,0	
Waltersdorferstrasse (Ju6a)			84,1

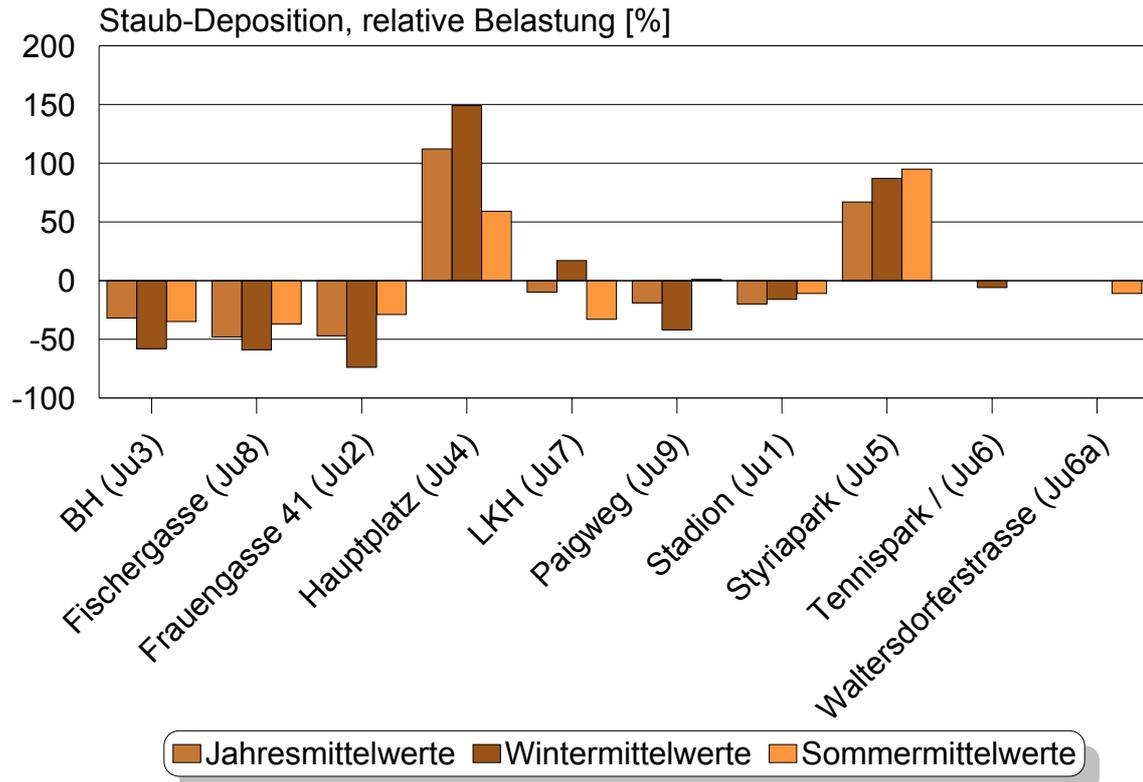
**Tabelle 14: Staubdepositionen [mg/m<sup>2</sup>.d],  
Jahresgang (Mittelwerte über Messpunkte)**

Messperiode		Mittelwert
1-2	26.09.2000 - 24.10.2000	44,3
3-4	24.10.2000 - 21.11.2000	32,3
5-6	21.11.2000 - 19.12.2000	88,3
7-8	19.12.2000 - 15.01.2001	43,7
9-10	15.01.2001 - 13.02.2001	64,5
11-12	13.02.2001 - 13.03.2001	161,3
13-14	13.03.2001 - 11.04.2001	153,7
15-16	11.04.2001 - 08.05.2001	80,0
17-18	08.05.2001 - 06.06.2001	109,8
19-20	06.06.2001 - 03.07.2001	164,9
21-22	03.07.2001 - 01.08.2001	98,5
23-24	01.08.2001 - 31.08.2001	69,5
25-26	31.08.2001 - 27.09.2001	39,8

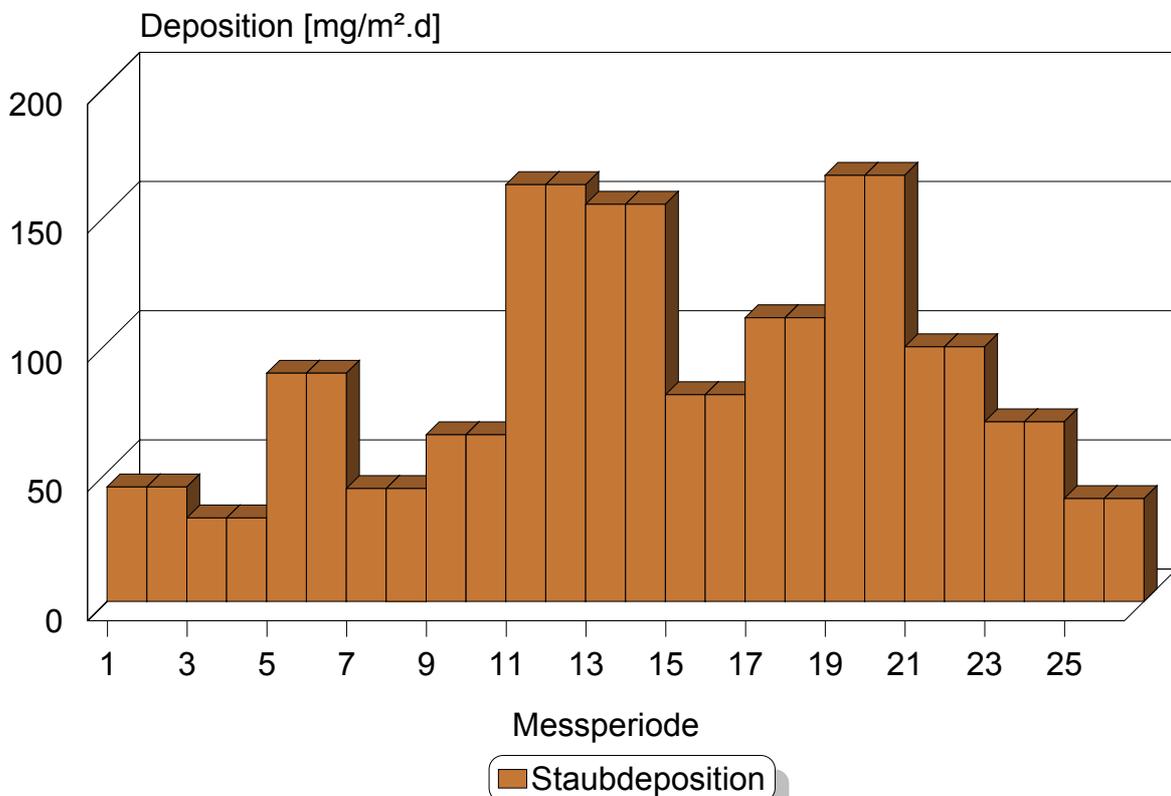
**Abbildung 31: Integrales Messnetz Judenburg, Staubdepositionen**



**Abbildung 32: Integrales Messnetz Judenburg, relative Staubdepositionen**



**Abbildung 33: Integrales Messnetz Judenburg, Jahrgang der Staubdepositionen**



Durch die Größe der Teilchen ist die Verweilzeit und damit der Transportweg in der Atmosphäre kurz. Emissionsquelle und Immissionsort liegen in der Regel nahe beieinander. Die Messergebnisse beschreiben daher nur die unmittelbare Umgebung der Messstelle.

Die jahreszeitliche Änderung der Staubdeposition ist von mehreren Einflüssen abhängig. Von Garten- und Ackerflächen treten Emissionen vorwiegend im Sommer auf. Dies wird durch nicht bewachsene Flächen und Trockenheit oder durch die Bodenbearbeitung hervorgerufen. Aber auch natürliche Ursachen, wie z.B. Pollenflug beeinflussen die Messergebnisse.

Verkehrsflächen verursachen überwiegend im Winterhalbjahr höhere Staubemissionen (Splitstreuung). Aber auch verschmutzte Fahrbahnen durch Baustellen tragen zur Staubbelastung von Verkehrsflächen bei. Zusätzlich spielt die Bodenfeuchtigkeit eine entscheidende Rolle.

Auch bei der Staubdeposition ist der Verkehr entscheidend an der Immissionssituation beteiligt. Dies zeigt sich an den höchsten registrierten Jahresmittelwerten an den Messpunkten Ju 4 (Hauptplatz) mit 192 mg/m<sup>2</sup>.d. und Ju 5 (Styriapark) mit 152 mg/m<sup>2</sup>.d. Der Grenzwert des Immissionsschutzgesetzes Luft wurde aber auch an diesen Stellen eingehalten.

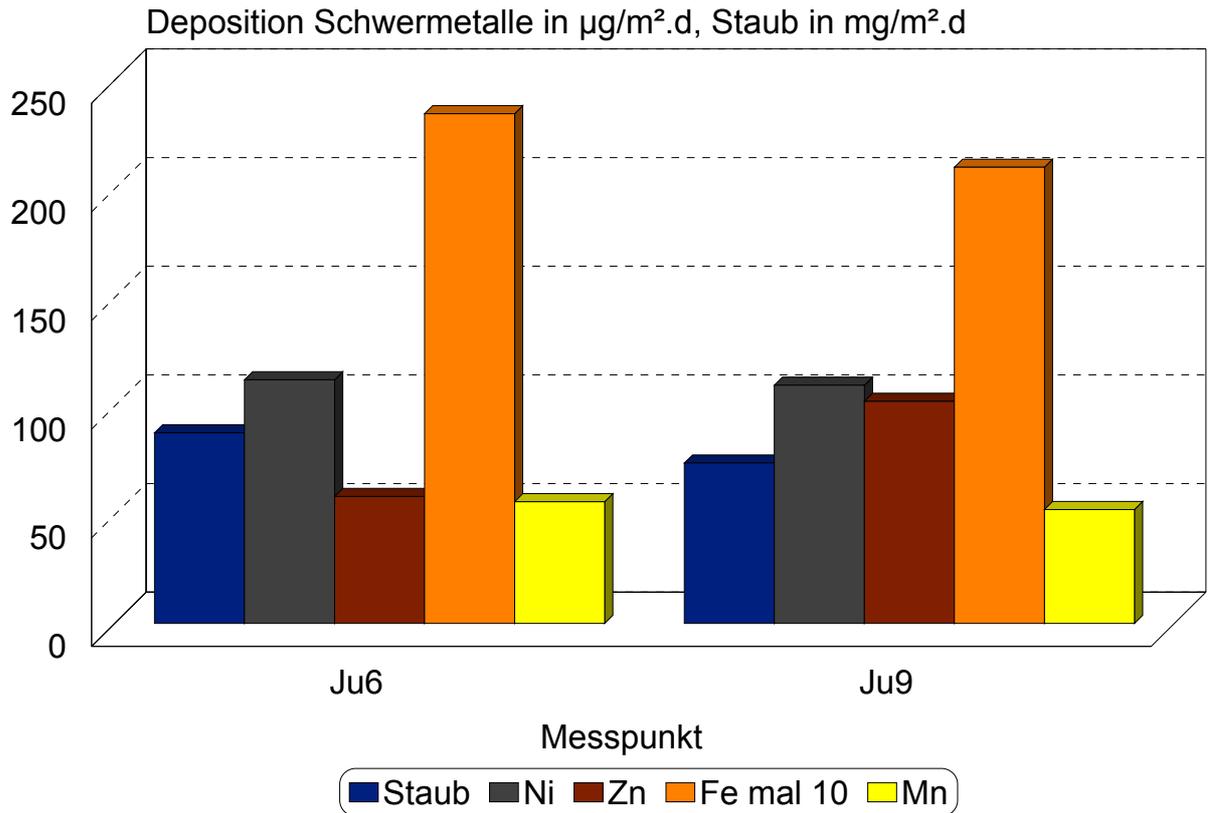
### 7.3.4 Schwermetalldepositionen

Im Zuge der Behandlung der Beschwerde über Belästigungen durch Staubimmissionen wurde auch eine Reihe von Schwermetallen erfasst, um daraus Hinweise auf einen möglichen Verursacher finden zu können.

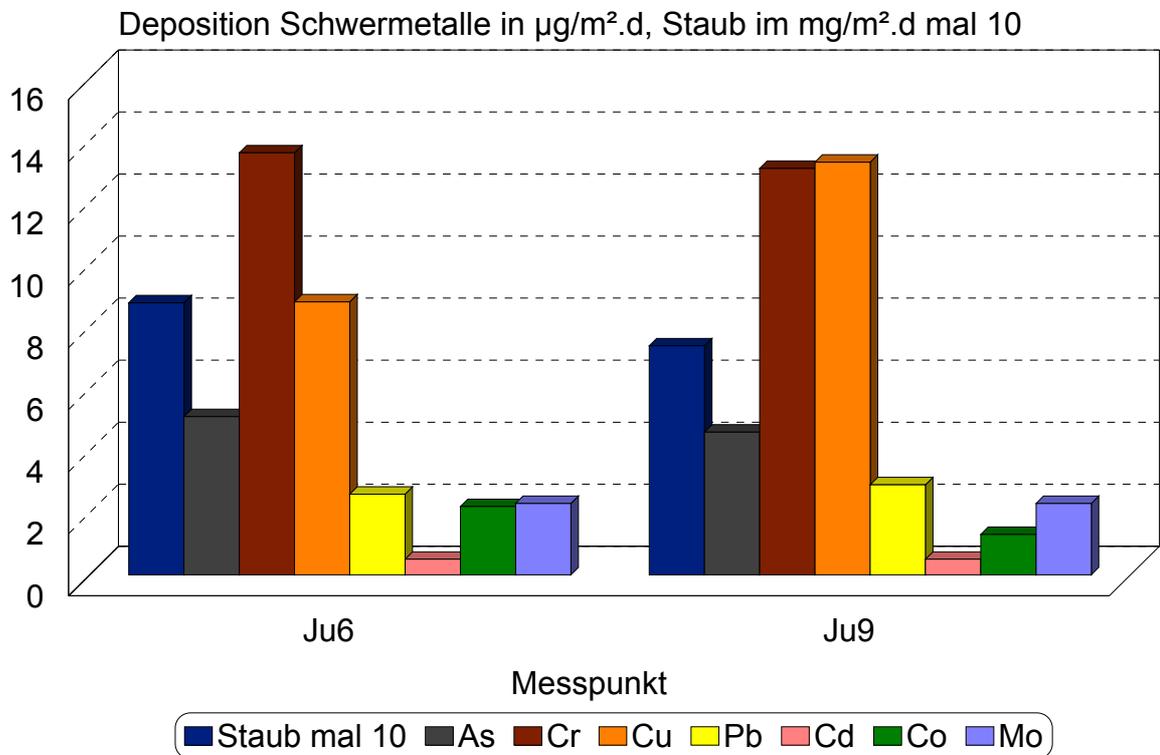
**Tabelle 15: Schwermetalldeposition an den Messstellen Ju6 und Ju9, Werte in µg/m<sup>2</sup>.d, Staub in mg/m<sup>2</sup>.d**

		<b>Ju6</b>	<b>Ju9</b>
Staub		87,7	73,8
Arsen	As	5,1	4,6
Chrom	Cr	13,6	13,1
Kupfer	Cu	8,8	13,3
Nickel	Ni	112,1	109,6
Zink	Zn	58,4	102,2
Blei	Pb	2,6	2,9
Cadmium	Cd	0,5	0,5
Kobalt	Co	2,2	1,3
Molybdän	Mo	2,3	2,3
Eisen	Fe	2345,6	2099,1
Mangan	Mn	56,0	52,4

**Abbildung 34: Schwermetalldeposition an den Messstellen Ju6 und Ju9**



**Abbildung 35: Schwermetalldeposition an den Messstellen Ju6 und Ju9**



Der Messpunkt Ju6/Ju6a (Tennispark/Waltersdorferstraße) repräsentiert den Referenzpunkt. Der Messpunkt Ju9 (Paigweg) wurde in jenem Bereich errichtet, wo die Beschwerden vorgebracht worden sind.

Der Vergleich der Messergebnisse liefert keine Hinweise auf erhöhte Staubimmissionen im Untersuchungszeitraum. Die Belastung ist an beiden Probenahmestellen sehr ähnlich.

Die Grenzwerte nach dem Immissionsschutzgesetz Luft wurden für Blei und Cadmium bei weitem nicht erreicht. Die Richtwerte der Klärschlammverordnung konnten bis auf einen erhöhten Nickelwert ebenfalls eingehalten werden.

## 8. Literatur

- Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 1a, 1996:  
Mobile Luftgütemessungen Judenburg, 9. November 1995 bis 5. Februar 1996. Graz. 38S.
- Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 1997:  
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.
- Landesgesetzblatt für die Steiermark, 1987 :  
Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung LGBl.Nr.5 vom 21.10.1987.
- Kuncic, E., 1995:  
Die Klimaeignungskarte für die Bezirke Judenburg und Knittelfeld.  
Diplomarbeit am Institut für Geographie, Universität Graz.  
Graz 97S.
- Österreichische Akademie der Wissenschaften, 1989:  
Photooxidantien in der Atmosphäre - Luftqualitätskriterien Ozon.  
Kommission für Reinhaltung der Luft. Wien.
- Römpf Lexikon Umwelt; V 1.0, Thieme Verlag
- VDI-Kommission Reinhaltung der Luft (Hrsg.), 1988:  
Stadtklima und Luftreinhaltung; Ein wissenschaftliches Handbuch für die Praxis in der Umweltplanung, Berlin
- Wakonigg, H., 1978:  
Witterung und Klima in der Steiermark.  
Arb. Inst. Geogr. Univ. Graz 23: 478S.
- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2000 und 2001:  
Monatsübersicht der Witterung in Österreich,  
Oktober, November, Dezember 2000. Wien.

## 9. Anhang: Erläuterungen zu den Tabellen und Diagrammen

### 9.1 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 Kurorterrichtlinie sind Grenzwerte für Kohlenmonoxid als gleitende Achtstundenmittelwerte festgelegt. Sie werden aus sechzehn hintereinanderliegenden Halbstundenmittelwerten gleitend gebildet.

#### **Maximaler Halbstundenmittelwert (HMWmax)**

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

#### **Abkürzungen von meteorologischen Parametern und Messwerttypen**

LUTE	Lufttemperatur
NIED	Niederschlag
MW3	Dreistundenmittelwert
TAGSUM	Tagessumme

## 9.2 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.