

Messungen zum Vollzug der  
23. BImSchV  
in Baden-Württemberg  
Mai 2001 bis Mai 2002



**UMEG**

Umweltmessungen  
Umwelterhebungen  
und Gerätesicherheit



Messungen zum Vollzug der  
23. BImSchV  
in Baden-Württemberg  
Mai 2001 bis Mai 2002

**Auftraggeber:**

Ministerium für  
Umwelt und Verkehr  
Baden-Württemberg  
Kernerplatz 9

70182 Stuttgart

**Bearbeitung:**

UMEG Zentrum für  
Umweltmessungen,  
Umwelterhebungen  
und Gerätesicherheit  
Baden-Württemberg

Großoberfeld 3  
76135 Karlsruhe

kontakt@umeg.de  
www.umeg.de

Bericht-Nr.: 31/11-2002  
Druckdatum: April 2003  
Berichtsumfang: 34 Seiten

## INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	4
2	AUSWAHL DER MESSPUNKTE	6
3	LAGE DER MESSPUNKTE	9
4	ERGEBNISSE	10
5	BEOBACHTUNG DER LANGJÄHRIGEN ENTWICKLUNG DER MESSERGEBNISSE	13
ANHANG		
A1	Datenblätter	20
A2	Ergebnisse aller 23.BImSchV Messprogramme	30

# 1 EINLEITUNG

Seit Herbst 1997 werden in Baden-Württemberg Messungen der verkehrsbedingten Schadstoffimmissionen zum Vollzug des §40 Abs.2 BImSchG i.d.F.v.

03.05.2000 i.V.m. der 23. Bundes-Immissionsschutzverordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (23. BImSchV) durchgeführt. Die im März 1997 in Kraft getretene Verordnung legt Konzentrationswerte für die verkehrstypischen Schadstoffe Benzol, Ruß und Stickstoffdioxid fest, deren Einhaltung an stark befahrenen Straßen, Straßenabschnitten oder Verkehrsknotenpunkten zu überprüfen ist.

Die Durchführung der Messungen erfolgt durch die UMEG, Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg im Rahmen ihrer satzungsmäßigen Tätigkeit für das Land Baden-Württemberg.

Im Rahmen eines ersten im Herbst 1998 abgeschlossenen Messprogramms wurden 83 Messpunkte untersucht. Die Ergebnisse wurden im Januar 1999 in dem UMEG-Bericht Nr. 31-1/99 „Ergebnisse der Messungen zum Vollzug der 23. BImSchV — Messzeitraum Herbst ‘97 bis Herbst ‘98“ veröffentlicht.

Im Anschluss erfolgten orientierende Messungen an 11 Messpunkten, die im UMEG Bericht 31-1/00 veröffentlicht wurden.

Ab November 1999 wurden die Messungen in einem zweiten Messprogramm fortgeführt, wobei von insgesamt 72 beprobten Messpunkten 8 aus dem ersten Messprogramm beibehalten wurden, um die Entwicklung der Schadstoffbelastung bzw. die Auswirkung von bereits durchgeführten Emissionsminderungsmaßnahmen zu erfassen.

Die Ergebnisse des zweiten Messprogrammes sind im UMEG-Bericht Nr. 31-4/01 veröffentlicht.

Von Mai 2001 bis Mai 2002 erfolgte im dritten Jahr die Fortführung der Messungen nach der 23. BImSchV.

Insgesamt wurden 18 Messpunkte beprobt, von denen 14 Messpunkte aus den vorangegangenen Messkampagnen übernommen wurden.

Im vorliegenden Abschlussbericht werden die Ergebnisse des Messprogrammes vorgestellt und mit den Ergebnissen der vorangegangenen Messprogramme verglichen. So kann die Entwicklung der relevanten Schadstoffe weiter verfolgt werden.

## 2 AUSWAHL DER MESSPUNKTE

Die Auswahl der Messpunkte erfolgte in enger Zusammenarbeit mit den Regierungspräsidien. Bei der Auswahl wurden sowohl neue Messpunkte berücksichtigt als auch solche Messpunkte, an denen sich die Verkehrssituation entweder bereits infolge von Maßnahmen geändert hat oder sich in absehbarer Zeit ändern wird. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, die Wirksamkeit verschiedener Maßnahmen zu prüfen. Weiterhin sind Messpunkte berücksichtigt, die aufgrund der bisher festgestellten hohen Belastung weiter beprobt werden sollten.

Auf diese Weise wurden in den Regierungsbezirken drei bzw. vier Messpunkte festgelegt. Außerdem wurden im Stadtgebiet von Stuttgart drei Messpunkte ausgewählt, um die verkehrslenkenden Maßnahmen, die in Stuttgart derzeit in Planung sind, messtechnisch zu begleiten.

Tabelle 2-1 zeigt eine Übersicht über die Messpunkte des Messprogrammes „Messprogramm zum Vollzug der 23. BImSchV - Messzeitraum Mai 2001 bis Mai 2002“.

**Tabelle 2-1a:** Messpunkte der Messungen nach der 23. BImSchV — Mai 2001 bis Mai 2002

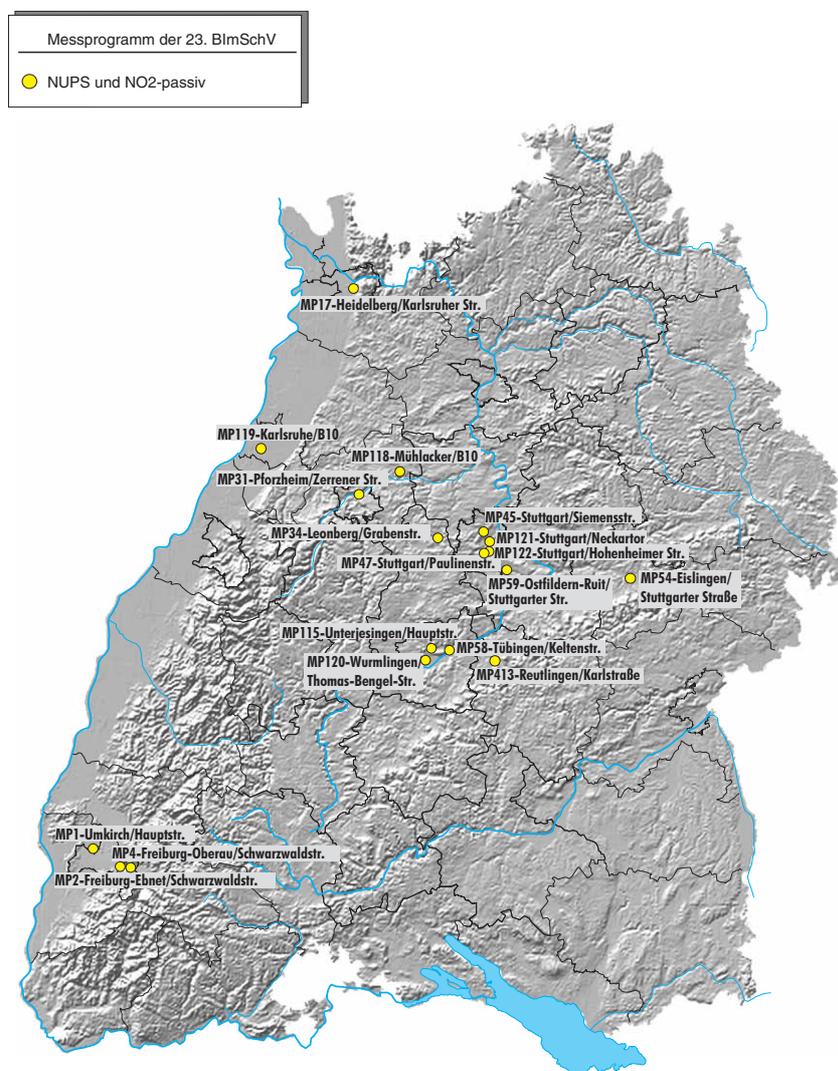
Nr.	Landkreis	Stadt/Gemeinde	Straße	Messpunktname	Bemerkung
<b>Regierungspräsidium Freiburg</b>					
1	Breisgau-Hochschwarzwald	Umkirch	Hauptstraße	Umkirch	Messpunkt wurde bereits in den Messprogrammen 1997 - 2000 beprobt. Überschreitung des Benzol-Konzentrationswertes in den ersten beiden Messjahren, des Ruß-Konzentrationswertes in allen drei Jahren
2	Freiburg i. B., Stadt	Freiburg	Schwarzwaldstr.	Freiburg-Ebnet	Messpunkt wurde bereits in den Messprogrammen 1997 - 2000 beprobt. Überschreitungen des Ruß-Konzentrationswertes in allen drei Jahren, Benzol Konzentrationwert seit 1999 sicher unterschritten, Überschreitungen des NO <sub>2</sub> -98%-Wertes
4	Freiburg i. B., Stadt	Freiburg	Schwarzwaldstr.	Freiburg-Oberau	Messpunkt wurde bereits in den Messprogrammen 1997 - 2000 beprobt. Benzolbelastung deutlich zurückgegangen, Ruß-Konzentration rückläufig jedoch über Konzentrationswert
<b>Regierungspräsidium Karlsruhe</b>					
118	Enzkreis	Mühlacker	Stuttgarter Str. (B10)	Mühlacker	neuer Messpunkt
31	Pforzheim, Stadt	Pforzheim	Zerrener Straße	Pforzheim	Messpunkt wurde bereits im Messprogramm 1997/1998 beprobt. Überschreitung der Konzentrationswerte für Ruß und Benzol
17	Heidelberg, Stadt	Heidelberg	Karlsruher Str. (B3)	HD-Karlsruher Str. Höhe Viktoriastr.	Messpunkt wurde bereits im Messprogramm 1997/1998 beprobt. Überschreitung der Konzentrationswertes für Benzol
119	Karlsruhe, Stadt	Karlsruhe	B10	Karlsruhe-B10	neuer Messpunkt
<b>Regierungspräsidium Tübingen</b>					
58	Tübingen	Tübingen	Keltenstraße	Tübingen	Messpunkt wurde bereits im Messprogramm 1999/2000 beprobt. Überschreitung des Ruß Konzentrationswertes
115	Tübingen	Tübingen	Jesinger Hauptstr.	Unterjesingen	Messpunkt wurde bereits im Messprogramm 1999/2000 beprobt. Überschreitung des Ruß Konzentrationswertes
120	Rottenburg a. N.	Rottenburg a. N. (Wurmlingen)	Thomas-Bengel-Str.	Wurmlingen	neuer Messpunkt
413	Reutlingen	Reutlingen	Karlstraße	Reutlingen-Karlstr.	Messpunkt wurde bereits in den Messprogrammen 1997-2000 beprobt.

**Tabelle 2-1b:** Messpunkte der Messungen nach der 23. BImSchV — Mai 2001 bis Mai 2002

Nr.	Landkreis	Stadt/Gemeinde	Straße	Messpunktname	Bemerkung
<b>Regierungspräsidium Stuttgart</b>					
59	Esslingen	Ostfildern-Ruit	Stuttgarter Straße	Ostfildern-Ruit Scharnhäuserstr.	Messpunkt wurde bereits im Messprogramm 1997/98 beprobt.  Überschreitungen der Konzentrationswerte für Ruß und Benzol
121	Stuttgart	Stuttgart	Am Neckartor	Stuttgart-Neckartor	neuer Messpunkt
122	Stuttgart	Stuttgart	Hohenheimer Str.	Stuttgart	neuer Messpunkt
47	Stuttgart	Stuttgart	Paulinenstraße	Stuttgart-Süd	Messpunkt wurde bereits in den Messpro- grammen 1997 - 1999 beprobt. Überschreitungen der Konzentrationswerte für Ruß und Benzol
45	Stuttgart	Stuttgart	Siemensstraße	Stuttgart- Feuerbach	Messpunkt wurde bereits in den Mess- programmen 1997 - 2000 beprobt. Überschreitungen des Benzol Konzentri- onswertes in den ersten beiden Messjahren; Ruß Konzentrationswert in allen drei Jahren deutlich überschritten; NO <sub>2</sub> -98%-Wert- Überschreitungen in allen drei Jahren
34	Böblingen	Leonberg	Grabenstraße	Leonberg-I	Messpunkt wurde bereits in den Mess- programmen 1997 - 2000 beprobt. Überschreitungen des Benzol Konzentri- onswertes in den ersten beiden Messjahren; Ruß Konzentrationswert in allen Jahren deutlich überschritten
54	Göppingen	Eislingen	Stuttgarter Straße	Eislingen- Stuttgarter Straße	Messpunkt wird bereits seit 1994 beprobt (Ruß)

### 3 LAGE DER MESSPUNKTE

Die Lage der Punkte ist in Karte 3-1 dargestellt.



**Karte 3-1:** Lage der Messpunkte des 3. Messprogramms gemäß 23. BImSchV

## 4 ERGEBNISSE

In der folgenden Tabelle 4-1 sind alle Ergebnisse der Ruß-, Benzol- und Stickstoffdioxidmessungen dargestellt. Dabei sind für Ruß und Benzol gemäß 23. BImSchV jeweils die arithmetischen Jahresmittelwerte und für NO<sub>2</sub> der 98%-Wert dargestellt. Die Ergebnisse sind nach Regierungspräsidien sortiert.

Zur Messung der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen kamen Passivsammler zum Einsatz. Für die Messung der Ruß- und Benzolkonzentrationen wurden ausschließlich netzunabhängige Probenahmesysteme (NUPS) verwendet. Eine Beschreibung der Messgeräte ist im Anhang 1 eingebunden.

An den Messpunkten 413 Karlstraße, 54 Stuttgarter Straße und 119 Karlsruhe-B10 stehen bis Ende Dezember 2001 Ergebnisse aus Rußmessungen mittels Digital zur Verfügung. Diese können zum Vergleich herangezogen werden.

Da das Messverfahren für Stickstoffdioxid nur die Ermittlung von Mittelwerten zulässt, wurde der 98%-Wert durch Multiplikation des Mittelwertes mit dem Faktor 2,2 ermittelt. Dieses Verfahren wird vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) für die Ermittlung des 98%-Wertes mittels Passivsammlern vorgeschlagen. Eine Beschreibung der eingesetzten Messgeräte und der Analyseverfahren ist im Anhang 1 eingebunden.

Insgesamt traten an sieben Messpunkten Überschreitungen des Ruß-Konzentrationswertes von 8 µg/m<sup>3</sup> auf.

An zahlreichen Messpunkten, an denen in den Vorjahren Überschreitungen festgestellt wurden, traten im Messjahr Mai 2001 - Mai 2002 keine Überschreitungen mehr auf.

Die Stickstoffdioxidwerte überschritten 8mal den Konzentrationswert nach 23. BImSchV von 160 µg/m<sup>3</sup>; in Freiburg - Ebnet (MP2) mit 157 µg/m<sup>3</sup> der Wert nur knapp unterschritten blieb.

An den Messpunkten Stuttgart - Paulinenstraße (MP 47) und Leonberg - Grabenstraße (MP 34) kam es zu Ausfällen bei den Messungen, so dass der Jahreswert aus lediglich 10 Monatswerten gebildet wurde.

An sechs Messpunkten sind der Ruß- und der NO<sub>2</sub>-Konzentrationswert gleichzeitig überschritten.

Der Konzentrationswert für Benzol wurde an keinem Messpunkt überschritten, was den Ergebnissen vorangegangener Messprogramme entspricht. Die gemessenen Benzolkonzentrationen sind weiter rückläufig.

Die höchsten Konzentrationswerte mit 216 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> und 11,1 µg/m<sup>3</sup> Ruß wurden am Messpunkt 122 Stuttgart - Hohenheimer Straße gemessen. Die höchste Rußkonzentration von 12,2 µg/m<sup>3</sup> wurde am Messpunkt 54 an der Stuttgarter Straße gemessen. Am Neckartor in Stuttgart (MP 121) wurde eine Rußkonzentration von 11,2 µg/m<sup>3</sup> gemessen.

Landkreis	MP Nummer	Stadt/Gemeinde	Straße	NO <sub>2</sub> 98% [µg/m <sup>3</sup> ]	Anzahl NO <sub>2</sub>	Ruß [µg/m <sup>3</sup> ]	Benzol [µg/m <sup>3</sup> ]	Anzahl Ruß/Benzol
<b>Regierungspräsidium Freiburg</b>								
Breisgau-Hochschwarzwald	43001	Umkirch	Hauptstraße	130	12	5.5	4.0	12
Freiburg i.B., Stadt	43002	Freiburg-Ebnet	Schwarzwaldstraße	157	12	6.6	3.2	12
Freiburg i.B., Stadt	43004	Freiburg-Oberau	Schwarzwaldstraße	182	12	10.3	3.8	12
<b>Regierungspräsidium Karlsruhe</b>								
Heidelberg, Stadt	43017	Heidelberg	Karlsruher Straße	144	12	4.7	3.9	12
Pforzheim, Stadt	43031	Pforzheim	Zerrener Straße	138	12	5.2	4.2	12
Enzkreis	43118	Mühlacker	B10	142	11	7.7	4.0	12
Karlsruhe, Stadt	43119	Karlsruhe	B10	199	11	7.1	3.0	12
<b>Regierungspräsidium Tübingen</b>								
Tübingen	43058	Tübingen	Keltenstraße	122	12	5.9	4.7	12
Tübingen	43115	Unteresingen	Hauptstraße	136	12	9.6	4.5	12
Rottenburg a.N.	43120	Wurmlingen	Thomas-Bengel Straße	83	12	6.6	2.6	11
Reutlingen	43413	Reutlingen	Karlstraße	173	12	7.6	5.3	12
<b>Regierungspräsidium Stuttgart</b>								
Böblingen*	43034	Leonberg	Grabenstraße	175	10	8.1	6.0	11
Stuttgart	43045	Stuttgart-Feuerbach	Siemensstraße	185	12	10.4	5.1	12
Stuttgart*	43047	Stuttgart	Paulinenstraße	144	10	6.3	4.4	12
Göppingen	43054	Eislingen	Stuttgarter Straße	200	11	12.2	4.9	12
Esslingen	43059	Ostfildern-Ruit	Stuttgarter/Scharnhäuser Straße	108	12	5.4	2.7	11
Stuttgart	43121	Stuttgart	Neckartor	198	12	11.2	5.0	12
Stuttgart	43122	Stuttgart	Hohenheimer Straße	216	11	11.1	4.4	12

\* Die Mittelwerte umfassen den Messzeitraum von Juli 2001 - Juli 2002

**Tabelle 4-1:** Ergebnisse des Messprogrammes nach der 23. BImSchV von Mai 2001 bis Mai 2002

In Abbildung 4-1 sind die Messpunkte anhand ihrer Rangfolge der Rußkonzentrationen dargestellt. Gleichzeitig sind die 98%-Werte von NO<sub>2</sub> dargestellt. Dabei ist gut zu erkennen, dass an den Messpunkten, an denen die Rußkonzentration über dem 23. BImSchV Konzentrationswert liegt, auch die NO<sub>2</sub>-Konzentration sehr hoch ist und teilweise ebenfalls über dem Konzentrationswert liegt.

In Reutlingen-Karlstraße und Karlsruhe-B10 ist der NO<sub>2</sub> Wert überschritten, während der Konzentrationswert für Ruß unterschritten bleibt. Es ist also keine direkte Korrelation zwischen den Ruß und NO<sub>2</sub>-Werten festzustellen.

Die Unterschiede zwischen den Ruß und NO<sub>2</sub> Konzentrationen resultieren aus den verschiedenen Fahrmodi und der Fahrzeugflotte, die an den Messpunkten vorherrschen.

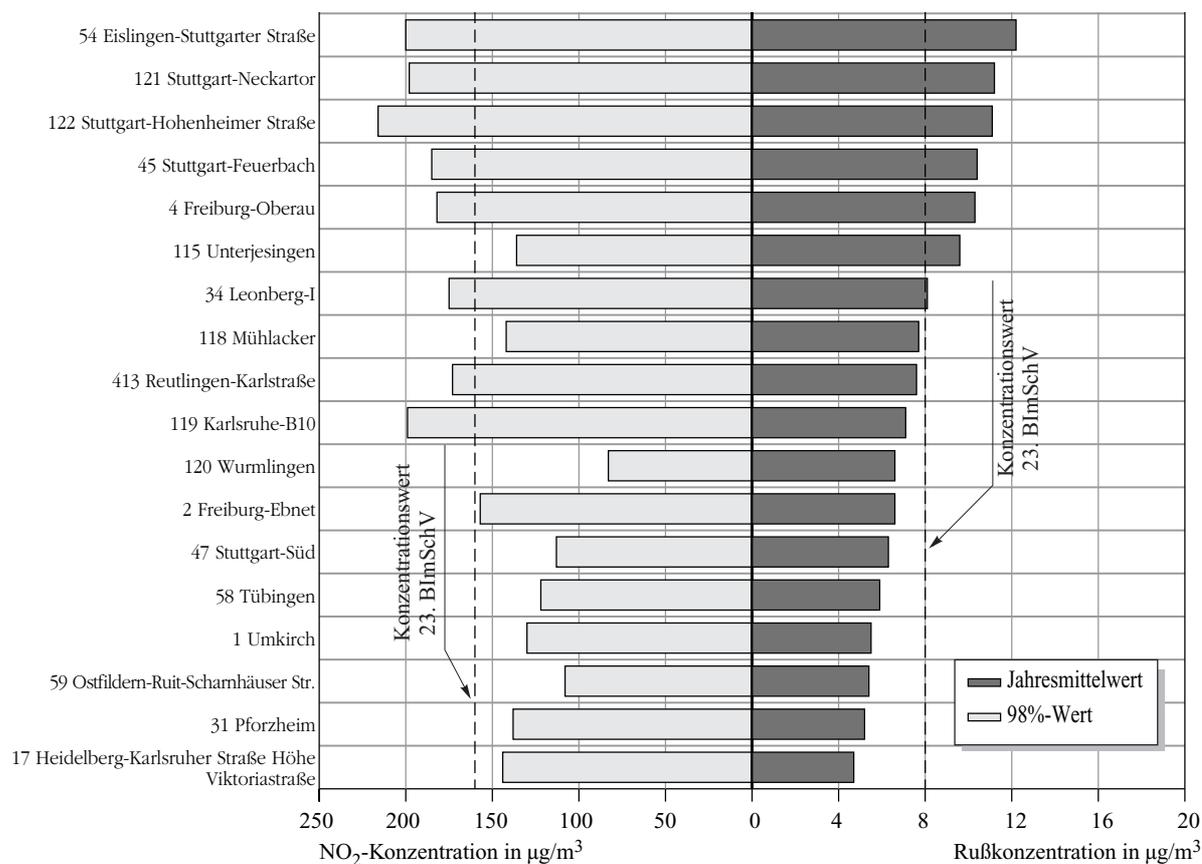


Abbildung 4-1: Rangfolge der gemessenen Konzentrationen von NO<sub>2</sub> und Ruß an den Messpunkten

## 5 BEOBACHTUNG DER LANGJÄHRIGEN ENTWICKLUNG DER MESSERGEBNISSE

Um eine Aussage über die langjährige Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen zu machen, werden die Messpunkte herangezogen, die bereits über mehrere Jahre beobachtet werden. Diese Messpunkte sind:

### *Regierungspräsidium Freiburg*

43001	Umkirch	Hauptstraße
43002	Freiburg-Ebnet	Schwarzwaldstraße
43004	Freiburg-Oberau	Schwarzwaldstraße

### *Regierungspräsidium Tübingen*

43058	Tübingen	Keltenstraße
-------	----------	--------------

### *Regierungspräsidium Stuttgart*

43045	Stuttgart-Feuerbach	Siemensstraße
43034	Leonberg-I	Grabenstraße

In den Abbildungen 5-1a bis c sind die Ergebnisse jeweils als Säulendiagramm dargestellt.

Für Stickstoffdioxid ist kein eindeutiger Trend festzustellen. Es kann also keine Aussage dazu gemacht werden, ob die Konzentrationen längerfristig fallen oder steigen.

In Freiburg-Oberau wird zum ersten Mal seit Beginn der Beobachtungen der Konzentrationswert der 23. BImSchV überschritten, in Freiburg-Ebnet hingegen bleibt er zum ersten Mal knapp unterschritten.

Die Benzolkonzentrationen weisen eine eindeutig fallende Tendenz an allen Messpunkten auf.

Auch die Ruß-Konzentrationen zeigen einen eindeutig fallenden Trend auf. Der Messpunkt Freiburg-Oberau läuft als einziger diesem Trend entgegen. Dies entspricht der Beobachtung, die an diesem

Messpunkt für die NO<sub>2</sub>-Konzentration gemacht wird. In Umkirch, Freiburg-Ebnet und Tübingen bleibt in diesem Jahr der Ruß-Konzentrationswert der 23. BImSchV zum ersten Mal unterschritten.

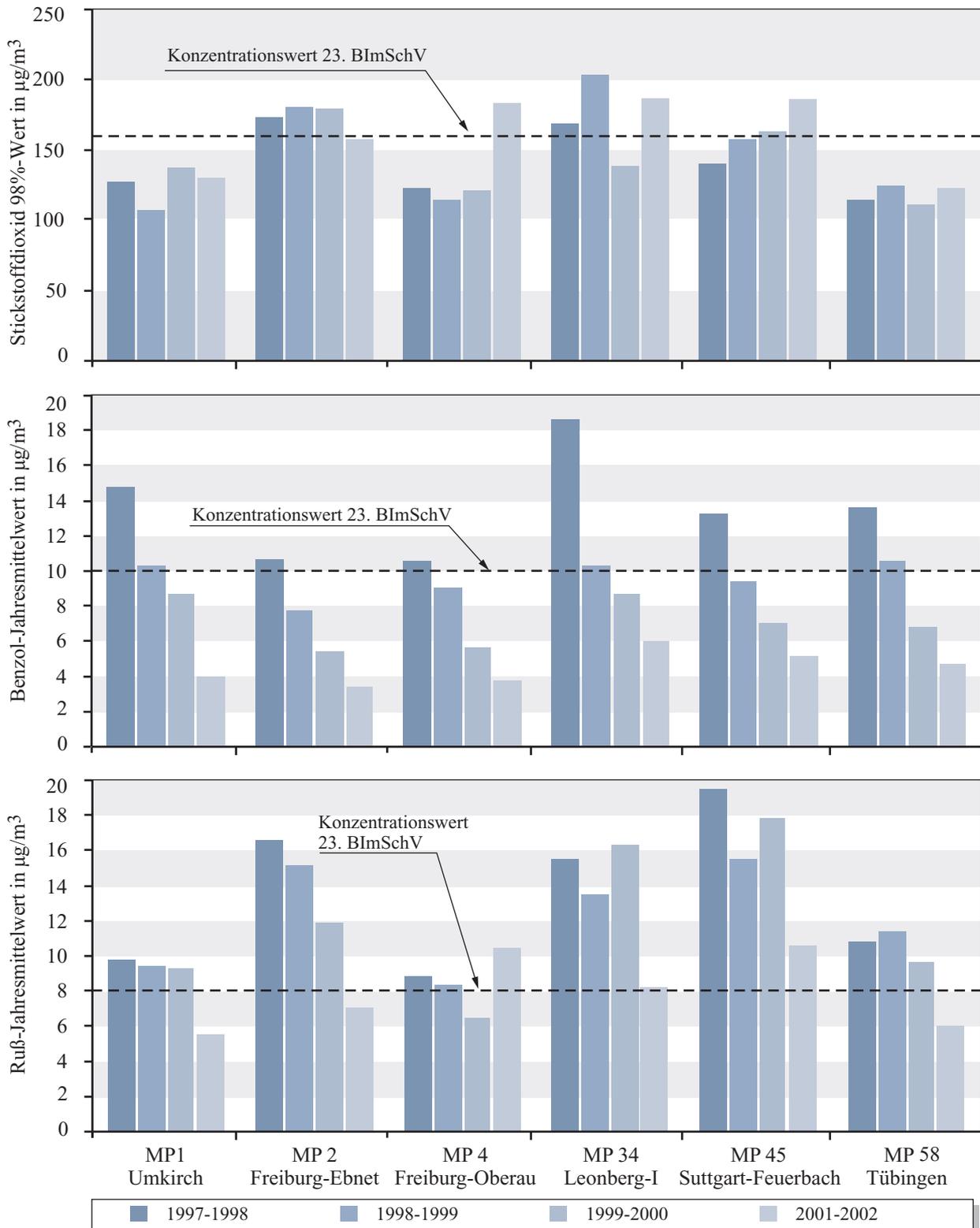


Abbildung 5-1a-c: Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen über 4 Jahre an Straßenmessstationen gemäß 23. BImSchV

Zur Auswertung stehen außerdem die Ergebnisse von drei Rußmesspunkten des Landes Baden-Württemberg zur Verfügung. An diesen Messpunkten wurden bis Dezember 2001 mittels Digitels tägliche Rußkonzentrationen ermittelt. Insgesamt stehen seit 1994 Ergebnisse zur Verfügung. Die Ergebnisse der Messprogramme von 1997-2002 sind im Anhang 2 in einer Tabelle zusammengefasst.

Auch im aktuellen Messjahr wird an allen drei Rußmessstationen der Konzentrationswert von  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Ruß überschritten. Die Werte lagen an allen drei Stationen unter den Werten der Vorjahre. Die Ergebnisse sind in Abbildung 5-2 dargestellt.

In den Abbildungen 5-3a-c sind die Komponenten  $\text{NO}_2$  als 98% Wert und Ruß und Benzol jeweils als Jahresmittelwert der Straßenmessstationen dargestellt. Die  $\text{NO}_2$  Messung erfolgt an den Straßenmessstationen mittels Gasanalysator. Das Verfahren wird im Anhang 1 erklärt.

Die Stickstoffdioxidkonzentration bleibt an allen Straßenmessstationen unter dem Konzentrationswert der 23. BImSchV von  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Anhand der Messjahre von 1994 bis 2002 lässt sich keine Tendenz ableiten.

Die Benzolkonzentration ist an allen 4 Messstationen weiter rückläufig und bleibt somit unter dem Konzentrationswert der 23. BImSchV.

Die Rußkonzentration ist an allen Messstationen niedriger als im Vorjahr und liegt überall unter der Konzentrationswert von  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dennoch kann auch hier wie für Stickstoffdioxid noch keine langfristige Tendenz angegeben werden.

In Stuttgart-Mitte bleibt im Jahr 2001 zum ersten Mal seit 4 Jahren der 23. BImSchV-Wert unterschritten.

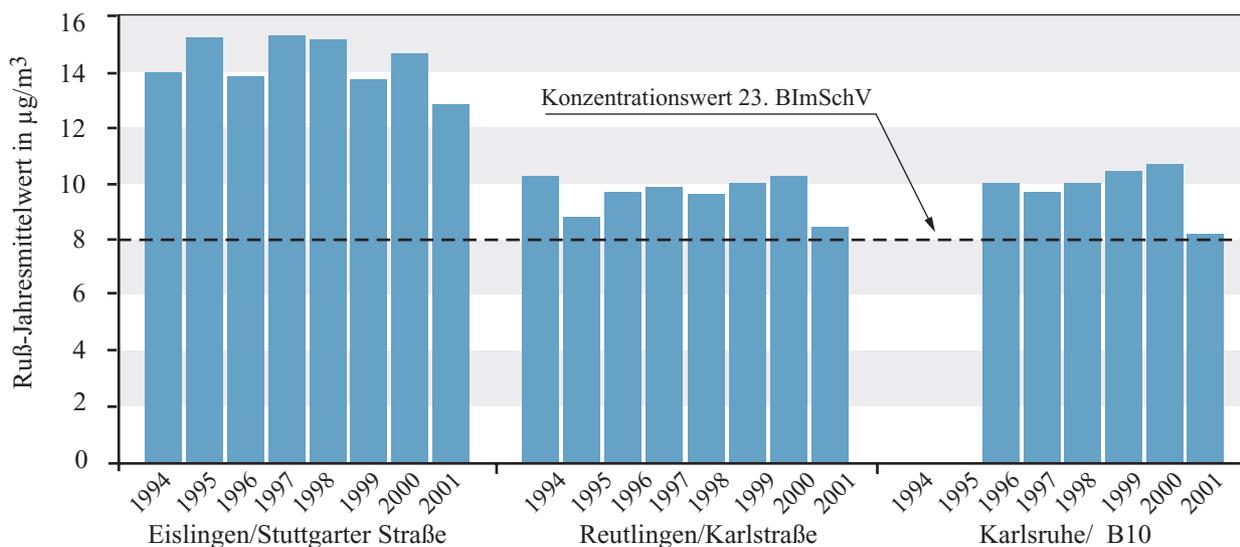


Abbildung 5-2: Langfristige Entwicklung der Ruß Jahresmittelwerte an den Straßenmessstationen

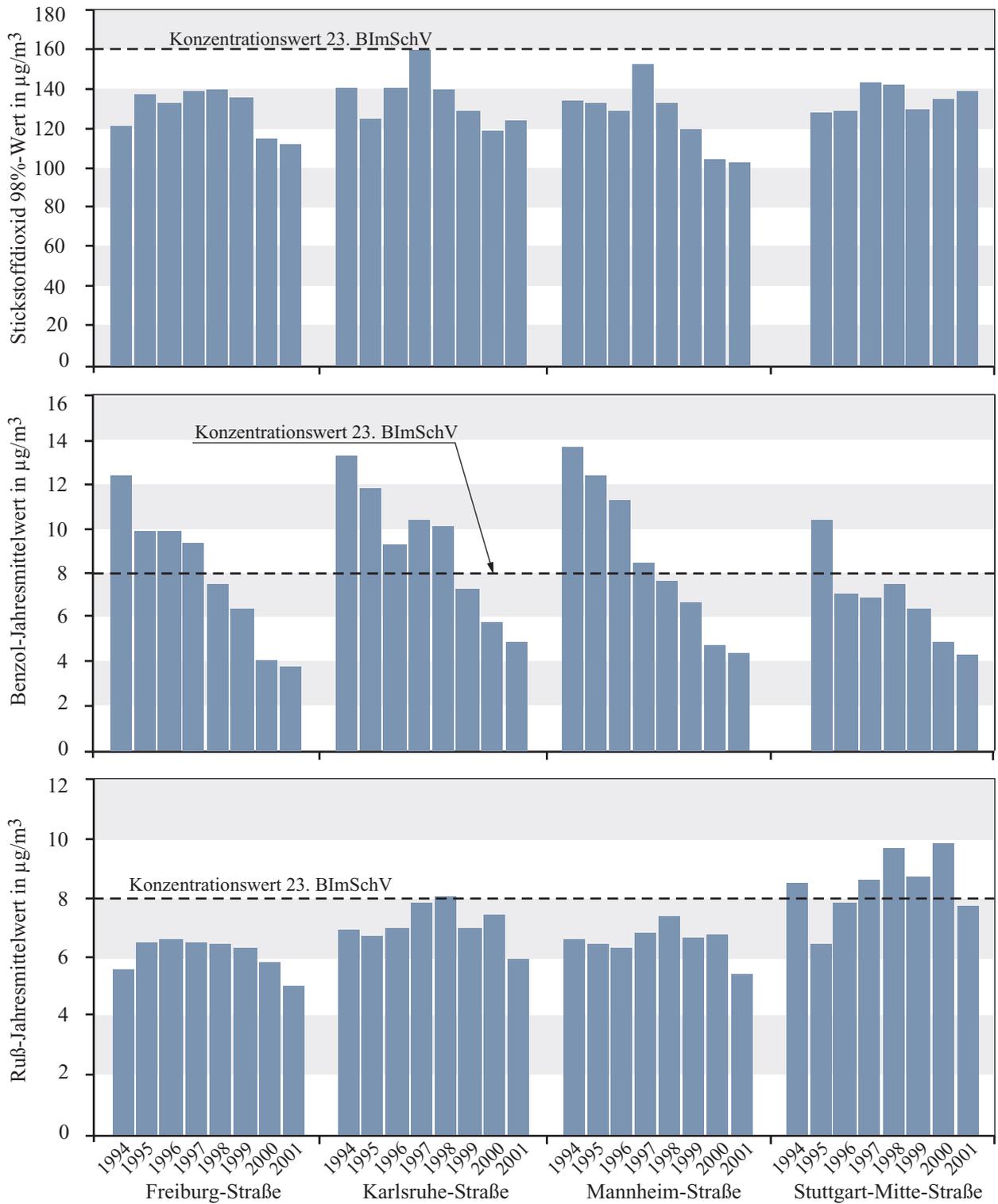


Abbildung 5-3a-c: Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen von NO<sub>2</sub>, Ruß und Benzol an den Straßenmessstationen

Zur langfristigen Beurteilung werden außerdem der gleitende 98%-Werte für NO<sub>2</sub> und die gleitenden Jahresmittelwerte für Benzol und Ruß an den Straßenmessstationen ermittelt. Die Ergebnisse sind in den Abbildung-en 5-4a-c dargestellt.

Auch dieses Auswertungsverfahren zeigt die gleichen Tendenzen auf wie die Darstellung der Jahresmittelwerte. Allerdings werden die Trends deutlicher erkennbar.

Die Auswertung der 98%-Werte von NO<sub>2</sub> zeigt, dass die Werte immer unter dem Grenzwert bleiben. Die höchsten Konzentrationen treten in Stuttgart-Mitte-Straße auf. Hier liegen die Konzentrationen über denen des Vorjahres. Sie weisen in den Jahren 1999 bis 2001 einen leicht ansteigenden Trend auf.

Der gleitende Jahresmittelwert von Benzol weist ebenfalls wie die Auswertung der Jahresmittelwerte eine eindeutig fallende Tendenz auf. Seit Oktober 2000 bleiben die Werte auf einem Niveau. Besonders auffällig ist dies an der Station Freiburg-Straße, wo der Wert bei etwa 4 µg/m<sup>3</sup> bleibt.

Bei Ruß fällt seit Anfang 2001 ein eindeutig fallender Trend an allen Stationen auf. Dies entspricht dem errechneten Jahresmittelwert, wie er in Abbildung 5-3 dargestellt ist.

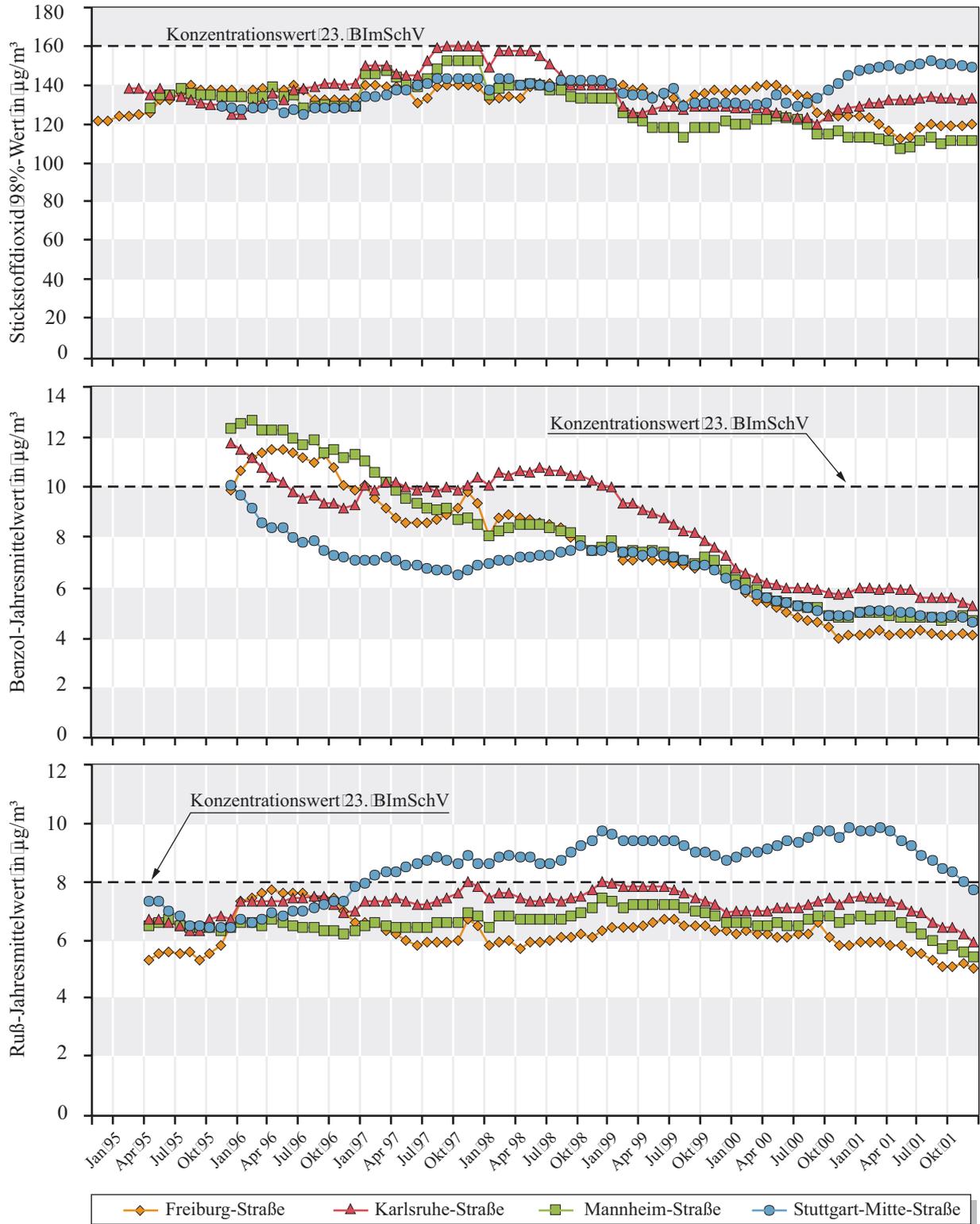


Abbildung 5-4a-c: Verlauf der gleitenden Jahresmittelwertes von Stickstoffdioxid, Benzol und Ruß von 1995 bis Dezember 2001

## ANHANG

- A1 Datenblätter Messverfahren
- A2 Ergebnisse aller 23.BImSchV Messprogramme

## BENZOLMESSUNG MITTELS NUPS

**DIN 33963-2** “Messen organischer Verbindungen in Außenluft - Teil 2: Anforderungen und Prüfvorschriften für automatisch messende Geräte für Einzelmessungen von Benzol in Luft mit anreichernder Probenahme und anschließender gaschromatographischer Trennung”

**VDI 2100 Blatt 2** “Messen gasförmiger Verbindungen in der Außenluft; Messen von Innenraumluftverunreinigungen - Gaschromatographische Bestimmung organischer Verbindungen - Aktive Probenahme durch Anreicherung auf Aktivkohle; Lösemittelextraktion”

**SAV 504-32111-1** “Analyse von leicht- und mittelflüchtigen Kohlenwasserstoffen bei Probenahme nach SAV 507-31111”

Die Probenahme erfolgt auf Aktivkohle in einem Sorptionsrohr.

Die Probenahme erfolgt so, dass Luft mittels einer Pumpe über das Quarzfilter und durch zwei hintereinandergeschaltete, mit Aktivkohle gefüllte Glasröhrchen geleitet wird. Dabei wird Benzol an der Aktivkohle adsorbiert.

Das Probenahmenvolumen wird mit einer Gasuhr bestimmt und die Temperatur mittels Datenlogger (Tinytalk) aufgezeichnet.

Der **Netzunabhängige Probensammler** (NUPS) wird mit Batterie betrieben und kann mindestens zwei Wochen energieautark arbeiten.

Das im Laufe der Probenahmezeit an der Aktivkohle adsorbierte Benzol wird im Labor mittels Schwefelkohlenstoff desorbiert und nach kapillargaschromatographischer Auftrennung mit einem **Flammenionisationsdetektor (FID)** über die Retentionszeit identifiziert. Die Quantifizierung erfolgt über Peakflächenvergleich mit einem internen Standard.

Die Nachweisgrenze liegt bei **0,5 µg/m<sup>3</sup>** bei einer Probenahmezeit von 2 Wochen.

### Richtlinien

### Probenahme

### Messgerät

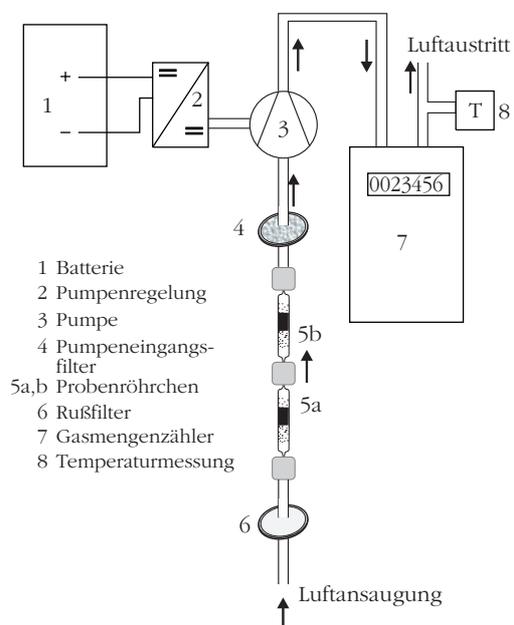
### Analyse

### Nachweisgrenze



Foto der Messeinrichtung

Funktionskizze



## RUSSMESSUNG MITTELS NUPS

**VDI Richtlinie 2465 Bl. 1** "Messen von Ruß (Immission) - Chemisch-analytische Bestimmung des elementaren Kohlenstoffes nach Extraktion und Thermodesorption des organischen Kohlenstoffes"  
Verfahren ist äquivalent zu dem in dem in der **23. BImSchV** beschriebenen Verfahren.

Die Probenahme erfolgt auf einem **Quarzfaserfilter**.

Die Probenahme erfolgt so, dass Luft mittels einer Pumpe über das Quarzfaserfilter und durch zwei hintereinandergeschaltete, mit Aktivkohle gefüllte Glasröhrchen geleitet wird. Dabei werden die Rußpartikel am Filter abgetrennt.

Das Probenahmenvolumen wird mit einer Gasuhr bestimmt und die Temperatur mittels Datenlogger (Tinytalk) aufgezeichnet.

Der **Netzunabhängige Probensammler** (NUPS) wird mit Batterie betrieben und kann mindestens zwei Wochen energieautark arbeiten.

Die Bestimmung des Rußes als elementaren Kohlenstoff (EC) erfolgt durch Verbrennung der Probe unter Sauerstoff und der **coulometrischen Detektion** des dabei gebildeten CO<sub>2</sub>.

Das Analyseverfahren erlaubt jedoch keine Unterscheidung zwischen organisch gebundenem (OC) und elementarem Kohlenstoff (EC). Die Spezifität des Verfahrens auf elementaren Kohlenstoff wird durch eine Vorbehandlung der Filterprobe erreicht. Diese Vorbehandlung setzt sich aus einer Flüssigkeitsextraktion in einem polar/unpolaren Lösungsmittelgemisch zur Entfernung der extrahierbaren organischen Verbindungen und der anschließenden Thermodesorption nicht extrahierbarer organischer Verbindungen unter Stickstoff zusammen.

Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei **0,4 µg/m<sup>3</sup>** bei einer Probenahme von 15 l/h.

### Richtlinien

### Probenahme

### Messgerät

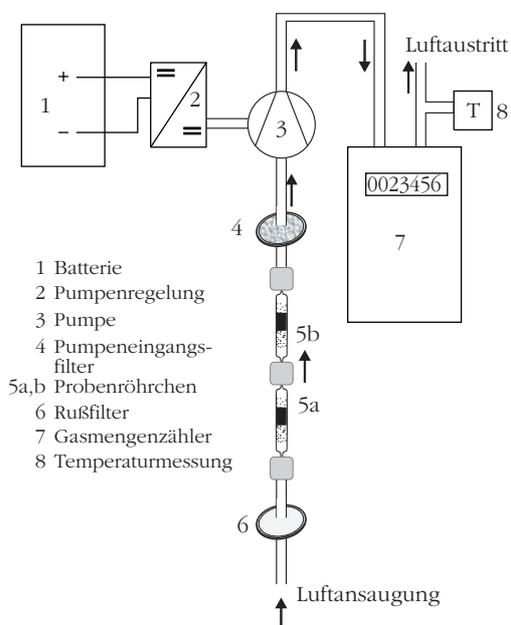
### Analyse

### Nachweisgrenze



Foto der Messeinrichtung

Funktionskizze



## RUSSMESSUNG MITTELS DIGITEL DHA-80

In Anlehnung an **VDI Richtlinie 2465 Bl. 2** "Messen von Ruß (Immission) - Thermographische Bestimmung des elementaren Kohlenstoffes nach Thermodesorption des organischen Kohlenstoffes "

Verfahren ist äquivalent zu dem in dem in der **23. BImSchV** beschriebenen Verfahren.

**SAV 3205162** Analyse von Ruß [IR-Spektroskopie]

Die Probenahme von Ruß in der Schwebstaubfraktion **PM10** erfolgt als **Tagesmittelwert** von 0 bis 24 Uhr. Der vorgeschaltete gröbselektierende Lufteinlass weist eine **Abscheidewirksamkeit** von **50 %** für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von  $>10 \mu\text{m}$  auf (PM10 Einlass). Zur Bestimmung von Ruß im Schwebstaub erfolgt die Probenahme auf **Quarzfasernfiltern**.

Der Digital High-Volume-Sampler (DHA-80) erfüllt die Anforderungen an Äquivalenzsampler nach DIN/EN 12341. Das Gerät verfügt über einen **automatischen Probenwechsler**, so dass ohne Wartung 14 Tagesmittelwerte gewonnen werden können. Zusätzlich enthält das Gerät einen Filter zur Blindwertkontrolle. Der Filter hat einen Durchmesser von 150 mm. Der **Volumenstrom** wird konstant auf **720 m<sup>3</sup>/24 h** geregelt. Die Gerätefunktion wird per Fernübertragung der Pumpenleistung kontrolliert.

Die Bestimmung des Rußes als elementarem Kohlenstoff (EC) und organischen Kohlenstoff (OC) im abgeschiedenen Feinstaub erfolgt durch Verbrennung der Probe unter Sauerstoffatmosphäre und der **IR-spektroskopischen Detektion** des dabei gebildeten CO<sub>2</sub>.

Das kohlenstoffspezifische Analyseverfahren der Infrarotspektroskopie erlaubt jedoch keine Unterscheidung zwischen organisch gebundenem (OC) und elementarem (EC). Die Spezifität des Verfahrens auf elementarem Kohlenstoff wird durch ein **Zweiphasentemperaturprogramm** erreicht. Im ersten Schritt wird der organisch gebundene Kohlenstoff zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O verbrannt. Dies lässt sich auch an dem Auftreten eines Wasserpeaks feststellen. Im zweiten Schritt wird der verbleibende Kohlenstoff als elementarer Kohlenstoff bestimmt.

Die relative Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei einem Sammelvolumen von 720 m<sup>3</sup> bei **0,2 µg Kohlenstoff/m<sup>3</sup>**.

### Richtlinien

### Probenahme

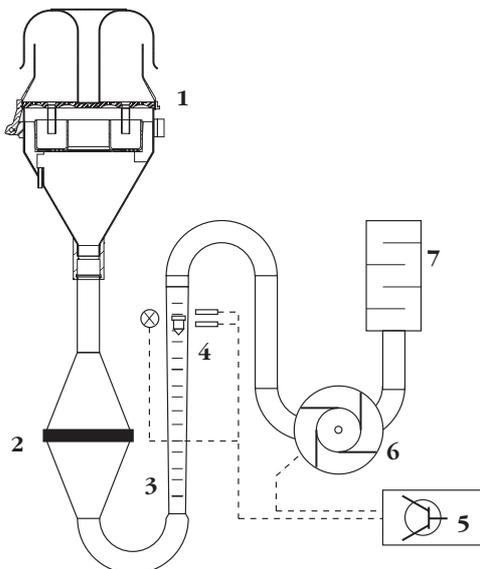
### Messgerät

### Analyse

### Nachweisgrenze



Foto der Messeinrichtung



Funktionskizze

- |   |                    |
|---|--------------------|
| 1. PM10-Einlass                                     | 5. Regelelektronik |
| 2. Filterhalter                                     | 6. Saugaggregat    |
| 3. Durchflussmesser                                 | 7. Schalldämpfung  |
| 4. Lichtschranke zum Einstellen der Durchflussmenge |                    |

## STICKSTOFFDIOXID

Die Probenahme erfolgt durch Diffusion von NO<sub>2</sub> durch eine PE-Fritte (Porosität = 100 µm) in ein Glasröhrchen. Am anderen Ende des Glasröhrchens wird NO<sub>2</sub> an einem beschichteten Glasfaserfilter sorbiert.

### Probenahme

Der Passivsammler besteht aus einem Glasröhrchen definierter Länge, das an einem Ende mit einer Polyethenkappe verschlossen ist, in die ein beschichtetes Glasfaserfilter eingelegt ist. NO<sub>2</sub> diffundiert durch eine PE-Fritte in das Glasröhrchen und wird an dem Glasfaserfilter sorbiert. Die PE-Fritte dient als Windschutz zur Vermeidung von Turbulenzen im Glasröhrchen. Zum Wetterschutz ist der Passivsammler in ein PE-Rohr eingehängt.

### Messgerät

Die Bestimmung des an dem beschichteten Glasfaserfilter sorbierten NO<sub>2</sub> erfolgt nach Elution als Nitrat anion durch **ionenchromatographische Analyse** mit Leitfähigkeitsdetektion.

### Auswertung

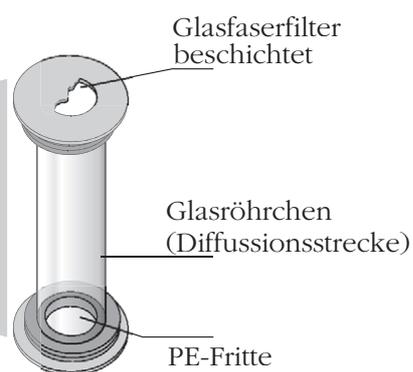
Die Nachweisgrenze für das Verfahren liegt bei **< 10 µg/m<sup>3</sup>** bei einer Sammelzeit von **28 Tagen**.

### Nachweisgrenze



Foto der Messeinrichtung

Skizze des Systems



## NO<sub>2</sub> MIT CHEMILUMINESZENZ

**DIN EN 14211** (Entwurf) “Luftqualität - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz”

**VDI 2453 Bl. 1** “Messen gasförmiger Immissionen; Messen der Stickstoffdioxid-Konzentration; manuelles photometrisches Basis-Verfahren (Saltzmann)” zur Bestimmung von NO im Prüfgas nach Oxidation zu NO<sub>2</sub>”

**SAV 3105191** “Probenahme von gasförmigen Luftverunreinigungen in der Immission”

Die Probenahme und Analyse erfolgt als **Halbstundenwerte** mittels eigensgeprüfem Gasanalysator MLU Modell 200A.

Bei der Reaktion mit Ozon entsteht aus NO ein elektronisch angeregtes NO<sub>2</sub>- Molekül. Dieses gibt beim Rücksprung auf ein niedrigeres Energieniveau seine überschüssige Energie als Lichtquant ab. Der von einem Photomultiplier erfasst wird. Die abgegebene Lichtenergie verhält sich proportional zur NO-Konzentration. Zur Bestimmung von NO<sub>2</sub> wird dieses in einem Konverter zu NO reduziert. Zyklisch wird NO und die Summe von NO + NO<sub>2</sub> bestimmt. Aus der Differenz erhält man die NO<sub>2</sub> -Konzentration. Der Gasanalysator wird durch Nullgas und mindestens zwei verschiedene Prüfgaskonzentrationen kalibriert. Hierzu wird ein **Permeationssystem** verwendet. Die Funktionskontrolle vor Ort erfolgt über ein Prüfgas mit bekannter NO - Konzentration.

Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei **2,5 µg/m<sup>3</sup>**.

### Richtlinien

### Probenahme Messgerät

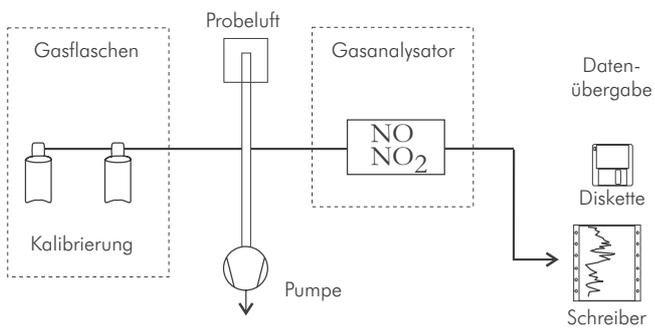
### Messung

### Nachweisgrenze

Foto der Messeinrichtung



Funktionskizze



## A2: Ergebnisse aller 23.BImSchV Messprogramme

Landkreis	MP-Nr.	Stadt/Gemeinde	Straße	Stickstoffdioxid 98%-Wert in µg/m³					Benzol JMW in µg/m³					Ruß JMW in µg/m³				
				1997/1998	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002	1997/1998	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002	1997/1998	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002
Regierungspräsidium Freiburg																		
Breisgau-Hochschwarzwald	1	Umkirch	Ortsdurchfahrt	126	107	136	130	147	10,3	8,7	4	9,7	9,3	9,2	5,5			
Freiburg i.B., Stadt	2	Freiburg-Ebnet	Schwarzwaldstraße (B31)	173	180	178	157	10,6	7,7	5,4	3,2	16,5	15,1	11,8	6,6			
Freiburg i.B., Stadt	3	Freiburg-Neuburg	Habsburger Straße	122	113	120		10,5	9	5,6		8,8	8,3	6,4				
Freiburg i.B., Stadt	4	Freiburg-Oberau	Schwarzwaldstraße	135	152	141	182	10,3	7,3	5,2	3,8	12,8	11,9	9,4	10,3			
Ortenaukreis	5	Achern	Sasbacher Straße (B3)	133				11,5				7,1						
Rastatt	6	Bühl	Hauptstraße (B3)	121				7,9				6,9						
Rastatt	7	Rastatt	Kehler Straße (B3)	145				8,9				9,1						
Ortenaukreis	23	Offenburg	Okenstraße	130				11,2				8,7						
Ortenaukreis	110	Kehl	Großherzog-Friedrich-Straße			125			5,9			7,9						
Ortenaukreis	112	Offenburg	Grabenallee			135			5,8			6,8						
Emmendingen	114	Emmendingen	Karl-Friedrich-Straße			104			4,6			6						
Ortenaukreis	416	Offenburg	Badstraße			102			3,3			3,3						
Ortenaukreis	417	Offenburg	Ortenberger Straße			121			3,8			4						
Ortenaukreis	418	Offenburg	Wilhelmstraße			129			4,4			4,2						
Waldshut	419	Bad Säckingen	Schaffhauser Straße			122			3,4			4,5						
Waldshut	420	Bad Säckingen	Waldshuter Straße			122			4,9			3,7						
Regierungspräsidium Karlsruhe																		
Karlsruhe, Stadt	8	Karlsruhe-Oststadt	Waldhornstraße	125				9,1				6,9						
Karlsruhe, Stadt	9	Karlsruhe-Daxlanden	Eckener Straße (B36)	103				6,5				6,7						
Karlsruhe	10	Erlingen	Albstraße (B3)	97				6,7				6,2						
Karlsruhe	11	Pfinztal	Ortsdurchfahrt (B10)	125				9,1				9,3						
Karlsruhe	12	Graben-Neudorf	Ortsdurchfahrt (B36)	131				9,2				10,4						
Karlsruhe	13	Waghäusel	Hauptstraße	110				8				7,9						
Karlsruhe	14	Karlsruhe-Grötzingen	Ortsdurchfahrt (B10)	183	118	101		11,3	6,9	3,3		12,7	9,2	5,2				
Rhein-Neckar-Kreis	15	Wiesloch	Baiertaler Straße	95				7,9				7,5						
Rhein-Neckar-Kreis	16	Schwetzingen	Mühlstraße	132				7,2				6,6						
Heidelberg	17	Heidelberg-Rohrbach	Viktoriastraße (B3)	122			144	10,8			3,9	7,8		4,7				
Mannheim	18	Mannheim-Jungbusch	Kaiserring	139				10,4				8,9						

## A2: Ergebnisse aller 23.BImSchV Messprogramme

Landkreis	MP-Nr.	Stadt/Gemeinde	Straße	Stickstoffdioxid 98%-Wert in µg/m³			Benzol JMW in µg/m³			Ruß JMW in µg/m³					
				1997/ 1998	1998/ 1999	2001/ 2002	1997/ 1998	1998/ 1999	2001/ 2002	1997/ 1998	1998/ 1999	2001/ 2002			
Regierungspräsidium Karlsruhe															
Mannheim	19	Mannheim-Jungbusch	Luisenring	153	168	11	5,3	9,9	6,3						
Heidelberg	20	Heidelberg-Bergheim	Ernst-Walz-Brücke	151	114	12,5	7,8	9,7	8,5						
Karlsruhe	21	Weingarten	B3	120		9,9		9,1							
Rhein-Neckar-Kreis	22	Weinheim	Bergstraße (B3)	112		7,3		7							
Pforzheim, Stadt	31	Pforzheim-Südweststadt	Zerrener Straße	123		138	4,2	11	5,2						
Pforzheim, Stadt	32	Pforzheim-Innenstadt	Jahnstraße	127		9,8		10,3							
Pforzheim, Stadt	33	Pforzheim-Oststadt	Karl-Friedrich-Straße	117		8,1		8,7							
Calw	56	Nagold	Marktstraße	110		13,1		10							
Heidelberg	103	Heidelberg	Friedrich-Ebert-Anlage		121		3,8		3,2						
Heidelberg	104	Heidelberg	Sofienstraße		121		3,5		6,2						
Heidelberg	105	Heidelberg	Brückenstraße		121		5,5		6						
Heidelberg	106	Heidelberg	Rottmanstraße		96		4,2		5,9						
Heidelberg	107	Heidelberg	Dossenheimer Landstraße		142		6,5		6,1						
Heidelberg	108	Heidelberg	Berliner Straße		95		3,4		5,5						
Heidelberg	109	Heidelberg	Rohrbacher Straße		117		5,3		5,7						
Rhein-Neckar-Kreis	113	Weinheim	Birkenauer Talstraße		107		4,7		7,6						
Enzkreis	118	Mühlacker	B10		142		4		7,7						
Karlsruhe, Stadt	119	Karlsruhe	B10		199		3		7,1						
Rhein-Neckar-Kreis	421	Weinheim	Müllheimer Talstraße		95		2,1		3						
Karlsruhe, Stadt	426	Karlsruhe	Südtangente		205		3,1		10,4						
Mannheim	428	Mannheim	Dahlbergstraße				5,7		8,4						
Mannheim	429	Mannheim	Freßgasse		137		3		2,9						
Regierungspräsidium Stuttgart															
Böblingen	34	Leonberg	Grabenstraße	140	156	138	175	18,6	10,3	8,7	6	15,4	13,5	16,2	8,1
Böblingen	35	Böblingen	Berliner Straße	106				13				7,2			
Böblingen	36	Herrnberg	Hindenburgstraße/Seestraße	99				9,6				8,9			
Esslingen	38	Esslingen	Augustinerstraße	121				9,5				7,8			
Stuttgart	39	Wernau	Kirchheimer Straße	92				10,5				6,8			



## A2: Ergebnisse aller 23.BImSchV Messprogramme

Landkreis	MP-Nr.	Stadt/Gemeinde	Straße	Stickstoffdioxid 98%-Wert in µg/m <sup>3</sup>				Benzol JMW in µg/m <sup>3</sup>				Ruß JMW in µg/m <sup>3</sup>											
				1997/ 1998	1998/ 1999	1999/ 2000	2001/ 2002	1997/ 1998	1998/ 1999	1999/ 2000	2001/ 2002	1997/ 1998	1998/ 1999	1999/ 2000	2001/ 2002								
Regierungspräsidium Stuttgart																							
Ludwigsburg	89	Korntal-Münchingen	Hauptstraße	144				6,1							9,1								
Ludwigsburg	90	Kornwestheim	Ludwigsburger Straße	90				3,5							6,8								
Ludwigsburg	91	Ludwigsburg	Frankfurter Straße	154				5,5							12,4								
Ludwigsburg	92	Ludwigsburg	Friedrichstraße	157				6,9							13,4								
Böblingen	93	Magstadt	Weilemer Straße	162				5,3							11								
Esslingen	94	Nürtingen	Steingrabenstraße	112				4,8							7,9								
Rems-Murr-Kreis	95	Oppenweiler	Hauptstraße (B14)	156				7							14,7								
Ludwigsburg	96	Pleidelsheim	Beihinger Straße	138				5,3							12,3								
Rems-Murr-Kreis	97	Schomdorf	Wieslaufstraße	130				6,1							9,3								
Rems-Murr-Kreis	98	Schomdorf	Feuerseestraße	110				5,7							7,7								
Böblingen	99	Sindelfingen	Calwer Straße	130				6							9,5								
Rems-Murr-Kreis	100	Waiblingen	Bahnhofstraße	97				4,3							6,9								
Rems-Murr-Kreis	101	Winnenden	Waiblinger Straße	154				5							11,7								
Rems-Murr-Kreis	102	Winterbach	Bachstraße	94				4,5							8,2								
Stuttgart	121	Stuttgart	Neckartor				198								5								
Stuttgart	122	Stuttgart	Hohenheimer Straße				216								4,4								
Ludwigsburg	401	Vaihingen an der Enz	Rieter Straße	139				7,3							7,3								
Ludwigsburg	402	Korntal-Münchingen	Schwieberdingen Straße	121				1,6							2,9								
Ludwigsburg	403	Korntal-Münchingen	Kallenbergstraße	120				1,7							3								
Ludwigsburg	404	Korntal-Münchingen	Zuffenhauser Straße	134				3,3							3,7								
Ludwigsburg	405	Ludwigsburg	Wilhelmstraße	147				3,6							4,7								
Ludwigsburg	406	Ludwigsburg	Schomdorfer Straße	144				3,3							3,4								
Böblingen	407	Sindelfingen	Hans-Martin-Schleyer-Straße	147				3,4							5,1								
Göppingen	427	Süßen	Heidenheimer Straße	125				3,3							8,3								

## A2: Ergebnisse aller 23.BImSchV Messprogramme

Landkreis	MP-Nr.	Stadt/Gemeinde	Straße	Stickstoffdioxid 98%-Wert in µg/m³				Benzol JMW in µg/m³				Ruß JMW in µg/m³			
				1997/ 1998	1998/ 1999	2000/ 2001	2001/ 2002	1997/ 1998	1998/ 1999	1999/ 2000	2000/ 2001	1997/ 1998	1998/ 1999	1999/ 2000	2000/ 2001
Regierungspräsidium Tübingen															
Reutlingen	37	Reutlingen	Lederstraße	126				8,8					10,8		
Tübingen	57	Rottenburg am Neckar	Stuttgarter Straße (B14)	91				8,1					9,4		
Tübingen	58	Tübingen	Kelternstraße/Bethlestraße	113	124	111	122	13,6	10,5	6,8	4,7	10,8	11,4	9,6	
Alb-Donau-Kreis	76	Langenau	Hindenburgstraße	103				5,8					7,7	5,9	
Alb-Donau-Kreis	77	Merklingen	Landesstraße 1230	123				4,7					10,1		
Alb-Donau-Kreis	78	Blaustein	Ottostraße (B28)	137				7,2					11		
Ulm	79	Ulm	Zinglerstraße	148		169		7,9	5,3			12,2	10,4		
Ulm	80	Ulm	Wagnerstraße	134				7,5				8,2			
Alb-Donau-Kreis	81	Erbach	Hauptstraße (B311)	135				6,2				11,1			
Biberach	82	Biberach an der Riß	Kolping Straße	137				8,6				11			
Tübingen	115	Tübingen	Jesinger Hauptstraße		120		136			4,2	4,5		11,4	9,6	
Reutlingen	116	Reutlingen	Im Dorf		113					4,7			7,7		
Rottenburg a.N.	120	Würmlingen	Thomas-Bengel-Straße				83				2,6			6,6	
Ulm	408	Ulm	Haßlerstraße		119					1,8			3		
Ulm	409	Ulm	Bismarckring		128					3,3			4,4		
Ulm	411	Ulm	Frauenstraße		121					2,7			4,5		
Ulm	412	Ulm	Wielandstraße		125					3,4			4,4		
Ulm	413	Ulm	Karlstraße		148					4,9			6,6		
Bodenseekreis	414	Friedrichshafen	Keplerstraße		153					3,3			4,6		
Bodenseekreis	415	Friedrichshafen	Ravensburger Straße		141					3,8			4,6		
Reutlingen	422	Reutlingen	Georgenstraße		132					5,5			5,5		
Reutlingen	423	Reutlingen	Hauptstraße		110					2,3			4,5		
Reutlingen	424	Reutlingen	Karlstraße		182	173				4,9	5,3		9,9	7,6	