

J A H R E S B E R I C H T 2 0 0 2

## **Impressum**

*Herausgeber und Bearbeitung:*

*UMEG Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg-Großoberfeld 3  
76135 Karlsruhe*

*Redaktion:*

*Geschäftsbereich 1  
Koordination, Projekte und Beratung*

*Kartengrundlagen:*

*• DHM: Digitales Höhenmodell im 250 m-Raster, herausgegeben durch GEOSYS, 31595 Toulouse, Cedex, France*

*Lizenznummer MONA Pro EUROP/Mona Visual Pro 72-99*

*Thematische Ergänzung durch die UMEG*

*• Panchrom. Satellitenbild, EROS A, Kinshasa (Kongo), 1,8 x 1,8 m (M. ca. 1 : 5.000), GAF  
Thematische Ergänzung durch die UMEG*

*Druck:*

*Kraft Druck und Verlag GmbH  
Industriestraße 5-9  
76275 Ettlingen-Oberweier  
gedruckt auf Recycling-Papier aus 100 % Altpapier  
Druckdatum: August 2003*

## **Informationsdienste**

- Aktuelle Luftqualitätswerte:
  - <http://www.umeg.de>
  - T-Online, Seite 67899
  - Südwest-Text Tafel 176
- Ozonansagedienst von Mai bis September:
  - Rufnummer 0721/751076

# INHALTSVERZEICHNIS

	EINLEITUNG	7
1	IMMISSIONEN — GRUNDLAGEN FÜR DIE BEWERTUNG	9
1.1	Meteorologische Größen im Jahr 2002	9
1.2	Grundlage für die Beurteilung von Immissionen - Stand 2002	15
1.2.1	Bundes-Immissionsschutzgesetz	15
1.2.2	Weitere Quellen für die Bewertung der Luftqualität	17
1.2.3	Weitere Beurteilungswerte	17
2	IMMISSIONEN — MESSNETZ BADEN-WÜRTTEMBERG	25
2.1	Messkonzeption und Durchführung	25
2.2	Ergebnisse der Messungen aus dem landesweiten Messnetz	27
2.2.1	Schwefeldioxid	28
2.2.2	Stickstoffoxide	32
2.2.3	Kohlenmonoxid	40
2.2.4	Ozon	40
2.2.5	Organische Luftschadstoffe	53
2.2.6	Schwebstaub und seine Inhaltsstoffe	61
2.2.7	Ruß	73
2.2.8	Radioaktivität	75
2.3	Tabellarische Überprüfung der Messergebnisse von 2002 auf Einhaltung internationaler Bezugswerte (inkl. 1. und 2. Tochterrichtlinie)	78
2.4	Depositionsmessungen	90
3	IMMISSIONEN — ZEITLICH BEGRENZTE MESSUNGEN	95
3.1	Immissionen im Raum Mannheim / Heidelberg	95
3.2	Messungen von MTBE im Großraum Mannheim / Heidelberg	96
3.3	Messungen zum Vollzug der 23. BImSchV in Baden-Württemberg Mai 2001 bis Mai 2002	99
4	EMISSIONEN — ERHEBUNG UND MESSUNG	109
4.1	Musteranlagen und Emissions-Faktoren zur Bearbeitung der Emissionserklärung 2002 in Baden-Württemberg	109
4.2	Anlageninformationssysteme - ANIS	113
4.3	Zuordnung von Geruchsimmissionen durch Vergleich mit anlagentypischen Gerüchen	116

## INHALTSVERZEICHNIS

5	BODEN, HYDROGEOLOGIE UND PFLANZEN	119
5.1	Zustandsgrößen Atmosphäre	119
5.2	Zustandsgrößen Biosphäre	121
5.3	Zustandsgrößen Hydrosphäre	121
5.4	Zustandsgrößen Pedosphäre	124
5.5	Frachten	125
5.6	Bilanzergebnisse	127
5.7	Sonstiges	128
5.7.1	Beurteilungsgrundlagen	128
5.7.2	Methoden	128
5.7.3	Beobachtungsräume	130
5.7.4	Einrichtung eines Onlinejournals	130
6	GERÄTE- UND PRODUKTSICHERHEIT	133
6.1	Prüfungen im UMEG-Labor	133
6.1.1	Allgemeines	133
6.1.2	Ergebnisse bisher durchgeführter Prüfungen	134
6.1.3	Prüfung von Toastern	138
6.1.4	Zulässigkeit von Zwischensteckern mit starrer Verbindung zwischen Stecker und Steckdose	140
6.2	Unterstützung der Marktkontrolle, Zusammenarbeit zwischen den Geräteuntersuchungsstellen	143
6.2.1	Unterstützung Marktaufsichtsbehörden	143
6.2.2	Normungsarbeit	144
6.3	ICSMS	146
6.3.1	Prototypphase und Schwankungen	146
6.3.2	Offizieller Start des ICSMS auf dem Arbeitsschutzkongress in Berlin	146
6.3.3	Werbung und Präsentation	147
6.3.4	Stand zum Jahresende 2002	148
7	WEITERES AUS UNSERER TÄTIGKEIT	149
7.1	„Bioaerosole in der Immission“ - Immissionsmessungen von Schimmelpilzen in Baden-Württemberg	149
7.2	Qualitätssicherungsmaßnahmen in der UMEG am Beispiel von NUPS	153
7.3	Besondere Immissionsverhältnisse während der Inversionswetterlagen im Januar 2002	157
7.4	Ozon- und Stickstoffdioxid-Querempfindlichkeit bei der Immissionsmessung von schwebstaubakkumulierten polizyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) am Beispiel des Benzo(a)pyrens (BAP)	163

## INHALTSVERZEICHNIS

7.5	Zuweisung der Gemeinden zu einem Gebiet nach § 9 Abs. 2 der 22. BImSchV und deren Einstufung	167
7.6	Überprüfung der Anwendbarkeiten des EMPA-Ascheschnelltests zur Beurteilung von Brennstoffmissbrauch	170
LITERATUR		171
ANHANG		
A.1	Rechtliche Grundlagen nach Schadstoff gegliedert	174
A.2	Stationsverzeichnis	179
A.3	Erfasste Luftschadstoffe und angewandte Messverfahren	183
A.4	Dienste der Messnetzzentrale	183



## EINLEITUNG

Die UMEG Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg ist eine selbstständige rechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts. Satzungsgemäß erfüllen wir Aufgaben im Bereich der Messung, Erhebung, Speicherung, Verarbeitung, Auswertung, Bewertung und Sicherung von Daten der Umwelt sowie der Anlagen- und Produktsicherheit. Wir beraten und unterstützen die zuständigen Behörden in Fragen des Umweltschutzes und der Gerätesicherheit. Wir überprüfen Produkte auf sichere Handhabung und entwickeln und untersuchen Messverfahren und Qualitätsstandards, sichern die Qualität für und von Messstellen.

Alle diese Aufgaben, die wir zum Nutzen der Bürger des Landes Baden-Württemberg erfüllen, bieten wir auch Dritten als Dienstleistung an.

Die UMEG betreibt im Land Baden-Württemberg ein Messnetz von kontinuierlich arbeitenden Luftmessstationen zur Überwachung der Luftqualität. Ende 2002 waren 55 Stationen im Betrieb. Neben der Funktion als Alarmsystem dient das Messnetz dazu, Entwicklungen der Luftqualität über längere Zeiträume zu verfolgen. Dieses Messnetz wird in naher Zukunft an die derzeitigen Anforderungen der Umweltgesetzgebung der Europäischen Gemeinschaften angepasst werden.

Zusätzlich zum Messnetz führen wir zeitlich befristete Immissionsmessungen durch, die Informationen zur kleinräumigen Verteilung der Luftschadstoffe, z. B. in Ballungs- und Verdichtungsräumen oder in direkter Nähe zum Straßenverkehr, liefern.

Die UMEG erhebt Emissionsdaten von Industrie, Gewerbe, Hausbrand und Verkehr. Diese Daten werden in Emissionskatastern angelegt, regelmäßig überprüft

und fortgeschrieben. Sie werden u. a. für Planungsvorhaben in den Kommunen genutzt und um prognostische Aussagen über umweltrelevante Entwicklungen durchzuführen.

Die von der UMEG durchgeführten Emissionsmessungen dienen meist der Beantwortung spezieller Fragestellungen, z. B. der Klärung von Nachbarschaftsbeschwerden oder zum Nachweis von Genehmigungspflichten.

Von der UMEG betriebene Boden-Dauerbeobachtungsmessstellen in Baden-Württemberg haben das Ziel, über langjährige Messreihen Veränderungen des Bodens, des Sickerwassers und der Pflanzen zu untersuchen.

Im Bereich Geräte- und Produktsicherheit werden Gebrauchsgegenstände aller Art auf Anwendersicherheit und Normenkonformität geprüft.

Die Prüf- und Analyse-Laboratorien der UMEG sind nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Bei den chemischen, physikalischen und biologischen Prüfverfahren ist unsere Kompetenz für mehr als 100 Prüfungen vom Deutschen Akkreditierungssystem Prüfwesen (DAP) nachgewiesen.

In der Akkreditierungsurkunde wird bestätigt, dass das Qualitätsmanagementsystem der UMEG auch die Anforderungen der DIN EN ISO 9002 erfüllt.

Die UMEG ist als Stelle im Sinne §§ 26, 28, 29 BImSchG für die Ermittlung von Emissionen und Immissionen bekanntgegeben und für die Untersuchung von Trinkwasser nach § 19 Abs. 2 Trinkwasserverordnung zugelassen. Sie hat die Erlaubnis zum Arbeiten mit Krankheitserregern gemäß § 44 ff. Infektionsschutz-

gesetz.

Das Prüflabor der Gerätesicherheit der UMEG wurde von der Zentralstelle der Länder für Sicherheitstechnik nach dem Gerätesicherheitsgesetz akkreditiert.

Unsere Akkreditierung umfasst die Durchführung von Baumusterprüfungen für technische Arbeitsmittel und gleichgestellte Einrichtungen und Geräte. Die Schwerpunkte der Prüfungen liegen auf den Gebieten Haushaltsgeräte und Elektrowerkzeuge im Heimwerkerbereich.

Der diesjährige Jahresbericht der UMEG beschreibt in gewohnter Weise den Sachstand der Messung und Erhebung von Umweltdaten im Berichtsjahr. Er gibt als Nachschlagewerk einen schnellen Überblick über die Luftgüte und deren Langzeitentwicklung in Baden-Württemberg. Weiter zeigt er an Einzelbeispielen Tätigkeiten der UMEG auf.

Der Jahresbericht ist über die Homepage <http://www.umeg.de> oder direkt über <http://www.umeg.de/berichte> abrufbar.

# 1 IMMISSIONEN - GRUNDLAGEN FÜR DIE BEWERTUNG

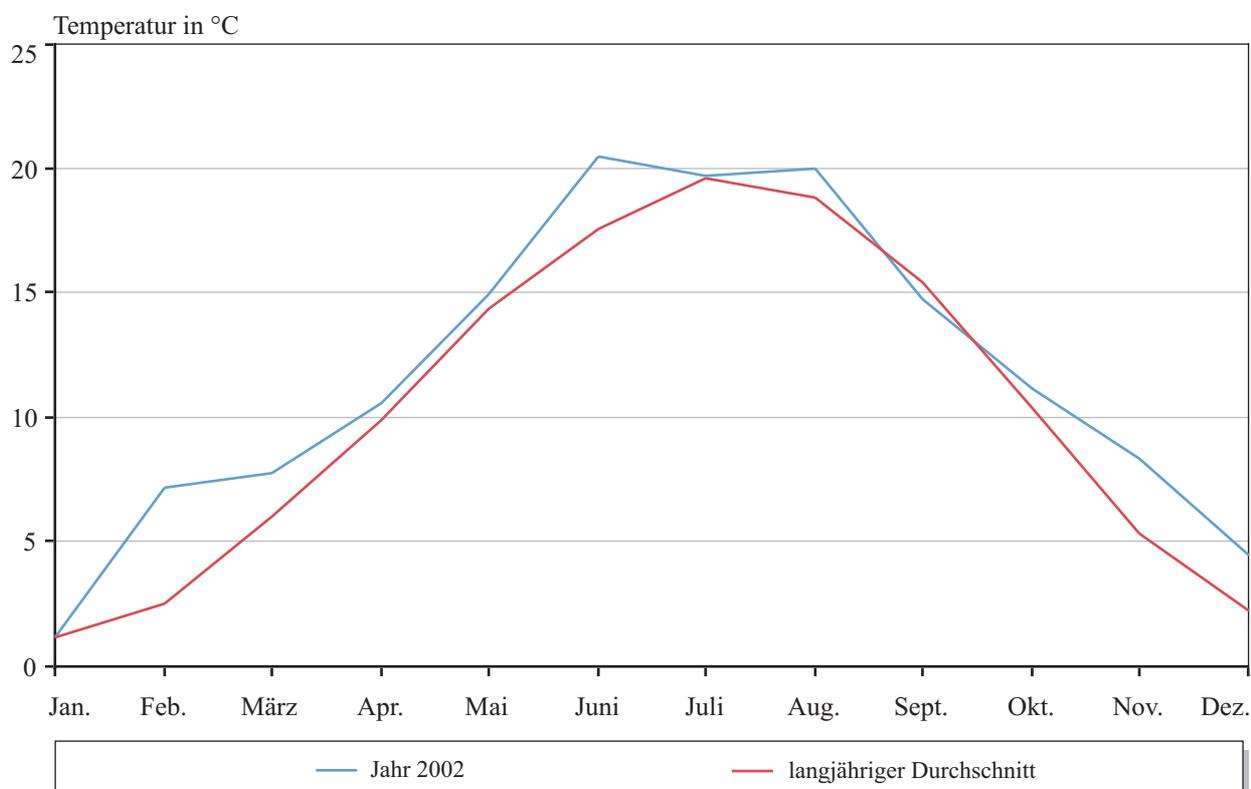
## 1.1 Meteorologische Größen im Jahr 2002

Im Jahr 2002 lagen in Baden-Württemberg die Jahresmitteltemperaturen wiederum über den langjährigen Durchschnittswerten. Die Niederschlagsmenge war überdurchschnittlich, während die Sonne nahezu durchschnittlich schien.

Zu kalt gegenüber dem langjährigen Durchschnitt war landesweit lediglich der Monat September (Abbildung

1.1-1). Gebietsweise geringfügig zu kalt war es in den Monaten Januar und Oktober. Deutlich zu warm war es dagegen in Baden-Württemberg in den Monaten Februar, Juni, November und Dezember.

Die Niederschlagsmengen waren in den Monaten Oktober und November landesweit höher als im langjährigen Mittel. Regionsweise fiel überdurchschnittlich viel Niederschlag in den Monaten Februar, März, Mai, Juli, August und September. Trockener als im langjährigen Mittel war es dagegen in den Monaten



**Abbildung 1.1-1**

Monatsmitteltemperaturen in Karlsruhe für das Jahr 2002 im Vergleich zum langjährigen Mittel der Jahre 1961 bis 1990 (Quelle: Deutscher Wetterdienst)

Januar, April und Juni.

Die Sonnenscheindauer war in den Monaten Januar, März, April und Juni landesweit überdurchschnittlich mit den höchsten Abweichungen im Monat Januar. Dagegen war in den Monaten Juli, August, Oktober, November und Dezember die Sonnenscheindauer landesweit unterdurchschnittlich.

Die Witterung wurde im Monat **Januar** in den ersten beiden Monatsdritteln von Hochdruckeinfluss bestimmt. Dabei kam es zu mehreren Phasen mit über mehrere Tage anhaltenden Inversionen (siehe Kapitel 7.3). In den tieferen Lagen war es im Vergleich zu den langjährigen Durchschnittswerten zu kalt, in den Höhenlagen zu warm. Während des Hochdruckeinflusses waren die Windgeschwindigkeiten nahezu durchweg niedrig und es gab kaum Niederschlag. Ende des zweiten Monatsdrittels wurde durch rasch aufeinanderfolgende Tiefdruckgebiete milde Meeresluft herantransportiert. Bei deutlich erhöhten Temperaturen gab es im letzten Monatsdrittel reichlich Niederschläge. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug im Januar 1,7 m/s (erstes und zweites Monatsdrittel: 1,2 m/s; letztes Monatsdrittel: 2,6 m/s). Insgesamt gab es in 13,5 % der Zeit Windstillen (Windgeschwindigkeiten kleiner 0,4 m/s).

Im Monat **Februar** wurde die Witterung überwiegend durch Störungs- und Tiefdruckeinfluss bestimmt. In der ersten Monathälfte wurde durch rasch ziehende Frontensysteme sehr milde Luft herantransportiert. Zur Monatsmitte wurde arktische Luft hinter einer Kaltfront zugeführt. Dieses niedrigere Temperaturniveau blieb unter leichtem Hochdruckeinfluss bis Ende des zweiten Monatsdrittels erhalten. Im letzten Monatsdrittel war die Witterung bei wiederum höheren Temperaturen wechselhaft. Insgesamt war es im Monat Februar deutlich zu warm und überwiegend zu nass. Die Tiefdrucktätigkeit war häufig mit einer kräftigen Strömung aus südlicher bis westlicher Richtung verbunden. Dadurch wurde mit 2,8 m/s das höchste Monatsmittel der Windgeschwindigkeit für das Jahr 2002 festgestellt (Tabelle 1.1-1). Mit einer Häufigkeit von 5,8 % gab es deutlich weniger Windstillen als in

den anderen Monaten des Jahres.

Im Monat **März** wurde die erste Hälfte des ersten Monatsdrittels und das letzte Monatsdrittel von Hochdruckeinfluss bestimmt, während die zweite Hälfte des ersten Monatsdrittels und das zweite Monatsdrittel von Tief- und Störungseinfluss geprägt wurden. Dabei gab es durch die Zufuhr von unterschiedlichen Luftmassen jeweils deutliche Temperaturzu- und -abnahmen. So wurden zu Beginn des Monats, zur Monatsmitte und zu Beginn des letzten Monatsdrittels deutliche Temperaturrückgänge durch Kaltfronten beobachtet. Unter Hochdruckeinfluss kam es tageweise zu Inversionen. In den Nachtstunden bildeten sich lokale Windsysteme aus. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug 1,8 m/s. Windstillen gab es mit einem Anteil von 10,9 %. Insgesamt war es im Monat März bei deutlich überdurchschnittlicher Sonnenscheindauer zu warm und in weiten Teilen des Landes zu nass.

Im Monat **April** wechselten sich Hoch- und Tiefdruckeinfluss oft ab. Im ersten Monatsdrittel machte sich häufig Hochdruckeinfluss bemerkbar. Dabei war es nahezu landesweit niederschlagsfrei. Hinter einer Kaltfront wurden in der Mitte dieses Zeitraumes kalte Luftmassen herantransportiert. Auf die wechselhafte Witterung in der ersten Hälfte des zweiten Monatsdrittels folgte wieder Hochdruckeinfluss. Im letzten Monatsdrittel überwog nach anfänglichem Hochdruckeinfluss abermals wechselhafte Witterung. Die Tagesmitteltemperaturen unterlagen dabei Schwankungen um einige Grad. Insgesamt nahmen die Tagesmitteltemperaturen im Laufe des Monats zu. Bei überdurchschnittlicher Sonnenscheindauer war es gegenüber den langjährigen Durchschnittswerten zu warm und zu trocken. Die Häufigkeit an Windstillen betrug im Monat April insgesamt 9,3 %. Die mittlere Windgeschwindigkeit lag bei 1,9 m/s.

Im Monat **Mai** wurde die Witterung sehr häufig von Störungs- und Tiefdruckeinfluss bestimmt. Gegenüber der ersten Monathälfte setzte sich in der zweiten Monathälfte häufiger Hochdruckeinfluss durch; es überwog jedoch auch in diesem Zeitraum der Störungs-

**Tabelle 1.1-1**

Meteorologische Jahreskenngrößen und Abweichung der Monatswerte vom langjährigen Mittel (Windgeschwindigkeiten im Mittel über alle Stationen des landesweiten Messnetzes) (Quelle: Deutscher Wetterdienst, landesweites Luftmessnetz Baden-Württemberg)

	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
<b>Temperatur in °C</b>												
Karlsruhe 2002	1,2	7,2	7,8	10,6	14,9	20,4	19,7	20,0	14,7	11,1	8,3	4,5
Abweichung in Grad	1,2	2,5	6,0	9,9	14,3	17,5	19,6	18,8	15,4	10,4	5,3	2,2
Stuttgart 2002	1,2	6,7	7,4	9,6	14,1	19,5	18,8	19,0	13,8	10,4	7,8	3,6
Abweichung in Grad	0,5	1,9	5,3	8,9	13,3	16,4	18,4	17,9	14,7	10,0	4,7	1,5
<b>Niederschlag in mm</b>												
Karlsruhe 2002	28	129	59	34	142	54	156	48	83	90	101	59
Anteil am langjährigen Durchschnitt in %	49	239	111	56	180	63	223	73	157	155	155	88
Stuttgart 2002	9	46	77	42	111	54	98	133	72	80	103	37
Anteil am langjährigen Durchschnitt in %	24	131	197	78	132	58	156	175	136	195	251	90
<b>Sonnenscheindauer in Stunden</b>												
Karlsruhe 2002	66	68	166	199	195	283	204	193	185	95	40	41
Anteil am langjährigen Durchschnitt in %	140	88	136	124	93	129	84	87	108	85	68	87
Stuttgart 2002	103	71	173	187	191	262	210	199	172	99	45	40
Anteil am langjährigen Durchschnitt in %	172	89	140	121	96	125	88	93	103	81	63	73
Mittlere Windgeschwindigkeit in m/s	1,7	2,8	1,8	1,9	1,5	1,5	1,4	1,2	1,3	1,8	1,5	1,7
Windstillen in %	13,5	5,8	10,9	9,3	11,8	11,7	13,8	17,1	16,6	13,7	13,9	10,6
Unterschreitungshäufigkeit von 1,5 m/s in %	58,9	30,3	52,5	47,7	59,6	58,0	61,5	70,4	67,1	55,9	62,3	53,1
3,0 m/s in %	83,1	59,9	83,4	81,1	91,3	90,1	91,1	95,5	93,1	82,6	88,6	84,5

einfluss. Im ersten Monatsdrittel kam es durch die Zufuhr kühler Meeresluft zu einer Abkühlung, der sich eine Erwärmung durch Zufuhr subtropischer Warmluft anschloss. Im zweiten Monatsdrittel kam es zu Schwankungen der Tagesmitteltemperaturen um mehrere Grade. Im letzten Monatsdrittel nahm zunächst die Temperatur zu, dann folgte ein wechselhafter und kühlerer Witterungsabschnitt. Im Monat **Mai** fiel sehr häufig Niederschlag. Insgesamt war es zu nass bei nahezu durchweg unterdurchschnittlicher Sonnenscheindauer. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug im Mai 1,5 m/s. Windstillen gab es mit einer Häufigkeit von 11,8 %. In den Nachtstunden bildeten sich häufig lokale Windsysteme aus.

Hochdruckeinfluss bestimmte im Monat **Juni** überwiegend die Witterung. Auf den anfänglichen Hochdruckeinfluss folgte im ersten Monatsdrittel der Zustrom kühler Luftmassen. Nach weiterem Störungseinfluss dominierte im zweiten Monatsdrittel Hochdruckeinfluss. Dabei kam es durch die Zufuhr von warmer Meeresluft und die Sonneneinstrahlung zu einem deutlichen Temperaturanstieg. Dieser Zeitraum wurde durch die Zufuhr von kühleren Luftmassen beendet. Auch im letzten Monatsdrittel dominierte Hochdruckeinfluss, der jedoch mehrmals durch Störungseinfluss unterbrochen wurde. Die Temperaturen waren dabei nicht mehr so hoch wie im zweiten Monatsdrittel. Insgesamt war der Monat bei überdurchschnittlicher Sonnenscheindauer deutlich zu warm und überwiegend zu trocken. Die mittlere monatliche Windgeschwindigkeit betrug 1,5 m/s. In 11,7 % der Zeit gab es Windstillen. In den Nachtstunden bildeten sich wiederum häufig lokale Windsysteme aus.

Im Monat **Juli** kam es ebenfalls häufig zur Ausbildung von lokalen Windsystemen. Die mittlere Windgeschwindigkeit lag bei 1,4 m/s. Der Anteil der Windstillen stieg gegenüber den Vormonaten auf 13,8 % an. Insgesamt war der Monat Juli durch häufigen Störungseinfluss geprägt. Vereinzelt traten kurze Phasen mit Hochdruckeinfluss auf. Dieser wechselhafte Charakter zeigte sich an häufigen und kurzzeitigen Schwankungen der Tagesmitteltemperaturen und der erhöhten

Häufigkeit an Tagen mit Niederschlägen. Dadurch war es nahezu überall zu nass im Vergleich zu den langjährigen durchschnittlichen Niederschlagssummen. Bei unterdurchschnittlicher Sonnenscheindauer waren die Abweichungen von den langjährigen Durchschnittstemperaturen nur geringfügig.

Im Monat **August** war die Witterung wiederum durch häufigen Störungseinfluss geprägt. Im ersten Monatsdrittel wechselten sich Störungseinfluss und Zwischenhocheinfluss mehrmals ab. Zum Teil gab es ergebige Niederschläge. Bedeutende Niederschläge gab es auch bis ins zweite Monatsdrittel, als durch ein Tief in Oberitalien feuchtwarme Luft nach Mitteleuropa geführt wurde. Für den Zeitraum einer Woche schloss sich Hochdruckeinfluss an, unter dem es niederschlagsfrei war. Im letzten Monatsdrittel wechselten sich wiederum Tief- und Hochdruckeinfluss ab mit häufigen Niederschlägen. Insgesamt war es im Monat August bei unterdurchschnittlicher Sonnenscheindauer zu warm und überwiegend zu nass. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug nur 1,2 m/s. Dagegen wurde mit einer Häufigkeit von 17,1 % der höchste Anteil innerhalb eines Monats an Windstillen im Jahr 2002 festgestellt. In den Nachtstunden bildeten sich wie in den Vormonaten häufig lokale Windsysteme aus.

Im Monat **September** wurde das erste Monatsdrittel im wesentlichen durch feuchtlabile Luftmassen unter Hochdruckeinfluss bestimmt. Dabei kam es zu einem Wechsel von Schauern und sonnigem Spätsommerwetter. Die Ende des ersten Monatsdrittels eingeflossene Kaltluft kam unter Hochdruckeinfluss, der nahezu das gesamte zweite Monatsdrittel anhielt. In diesem Zeitraum gab es kaum Niederschläge. Im letzten Monatsdrittel wechselten sich Tief- und Hochdruckeinfluss ab mit reichlichen Niederschlägen. Verglichen mit den langjährigen Durchschnittswerten war es im Monat September überwiegend zu nass und zu kalt. Mit einem Anteil von 16,6 % gab es relativ häufig Windstillen. Die mittlere monatliche Windgeschwindigkeit betrug 1,2 m/s. Sehr häufig gab es in den Nachtstunden lokale Windsysteme.

Im Monat **Oktober** bestimmte häufig Tiefdruck- und Störungseinfluss die Witterung. Jedoch machte sich besonders im ersten Monatsdrittel auch mehrfach Hochdruckeinfluss bemerkbar. Auch nach dem anschließenden Zustrom von kühler und feuchter Luft setzte sich wiederum Hochdruckeinfluss durch. Das zweite und letzte Monatsdrittel wurde von Tiefdruckeinfluss bestimmt. Dabei wurden zunächst warme sowie feuchte und daraufhin kühle Luftmassen herantransportiert.

An nahezu allen Tagen in diesem Zeitabschnitt gab es Niederschläge. Nur kurzzeitig machte sich Hochdruckeinfluss bemerkbar. Insgesamt war es im Monat Oktober bei unterdurchschnittlicher Sonnenscheindauer deutlich zu nass. Gegenüber den Vormonaten stieg die mittlere monatliche Windgeschwindigkeit deutlich auf 1,8 m/s an. In 13,7 % der Zeit gab es Windstillen.

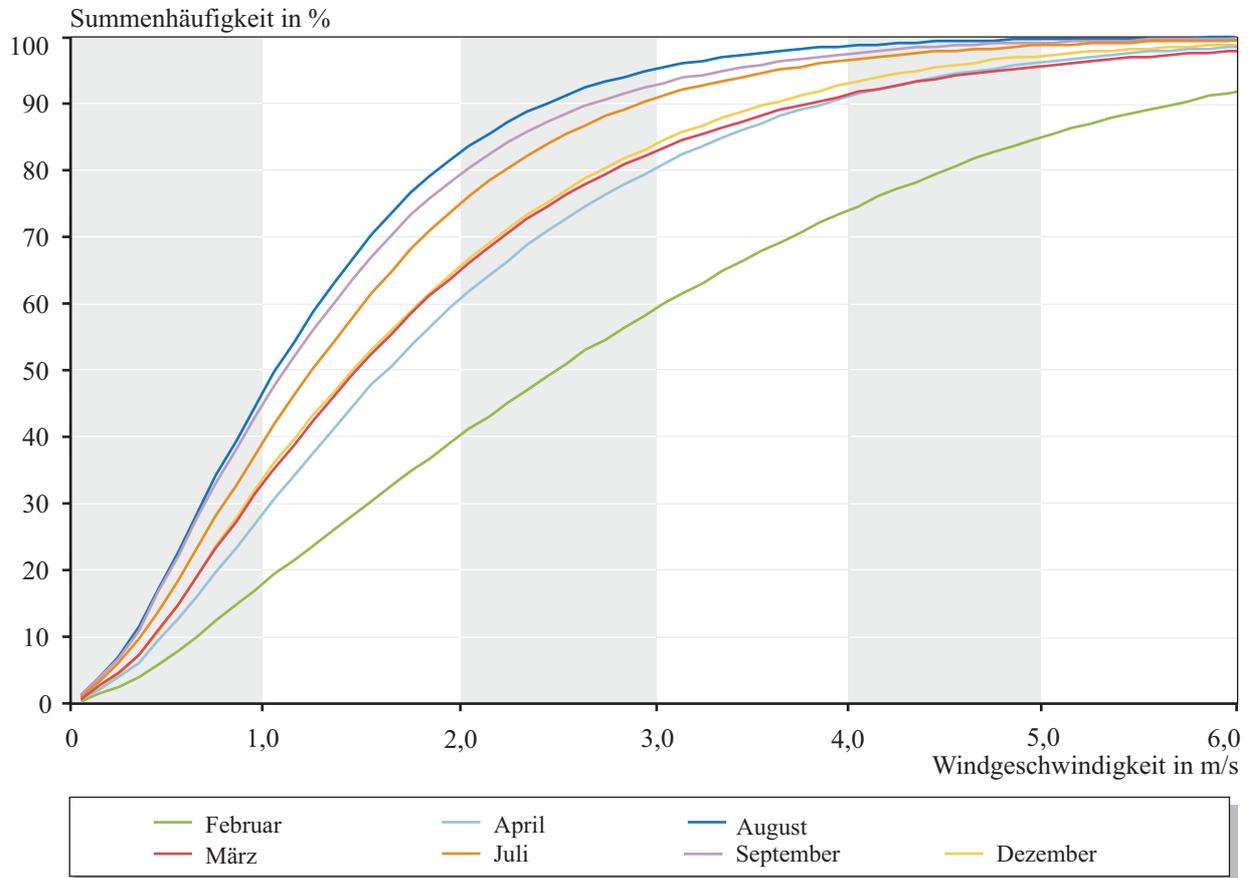
Auch der Monat **November** wurde häufig von Tiefdruck- und Störungseinfluss bestimmt. Im ersten Monatsdrittel folgte auf eine warme und wechselhafte Witterung der Einfluss eines Hochdruckkeils mit Zustrom kühler Luftmassen. Das zweite Monatsdrittel war im wesentlichen von Tiefdruckeinfluss geprägt. Dieser überwog auch im letzten Monatsdrittel, jedoch machte sich zeitweise leichter Hochdruckeinfluss bemerkbar. An wenigen Tagen im letzten Monatsdrittel kam es zur Ausbildung von Inversionen. Insgesamt gab es sehr häufig Niederschläge. Gegenüber den langjährigen Durchschnittswerten war es im Monat November deutlich zu nass und zu warm. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug 1,5 m/s, Windstillen gab es mit einer Häufigkeit von 13,9 %.

Im Monat **Dezember** wurde die Witterung häufig von Hochdruckeinfluss bestimmt, jedoch machte sich auch häufig Tiefdruck- und Störungseinfluss bemerkbar. Zu Beginn des Monats wurden milde Luftmassen herantransportiert. Durch die anschließende Zufuhr von kühlen Luftmassen nahmen die Temperaturen bis Ende des ersten Monatsdrittels deutlich ab. Der Hochdruckeinfluss im zweiten Monatsdrittel wurde zweimal durch Tiefdruckeinfluss unterbrochen. Die Temperaturen nahmen bis zur Monatsmitte zu. In diesem

Zeitraum war es niederschlagsfrei und es bildeten sich über mehrere Tage anhaltende Inversionen aus. Danach gingen bis Ende des zweiten Monatsdrittels wiederum die Temperaturen zurück. Zu Beginn des letzten Monatsdrittels wurde in einer südwestlichen Strömung milde Meeresluft zugeführt. Dieses Temperaturniveau blieb bis Ende des Monats erhalten. Im letzten Monatsdrittel gab es bei überwiegendem Störungseinfluss häufig Niederschläge. Insgesamt war es im Dezember bei nahezu durchweg unterdurchschnittlicher Sonnenscheindauer zu warm und fast durchweg zu trocken. Der Anteil an Windstillen ging gegenüber den Vormonaten auf 10,6 % zurück. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug 1,7 m/s.

Ausgehend von den Windverhältnissen lagen gute Ausbreitungsbedingungen in den Monaten Februar, März, April und Dezember vor (Tabelle 1.1-1). Demgegenüber waren die Windgeschwindigkeiten besonders in den Monaten Juli, August und September deutlich geringer. Bei den Windgeschwindigkeitswerten der Monate im Sommerhalbjahr muss beachtet werden, dass die Konvektion, die in diesen Monaten die Durchmischungsfähigkeit der Atmosphäre wesentlich verbessert, sich nicht unmittelbar in der horizontalen Windgeschwindigkeit niederschlägt. Im Sommerhalbjahr tragen die lokalen Windsysteme, die sich in den Nachtstunden in gegliedertem Gelände bei windschwachen und wolkenarmen Wetterlagen ausbilden, zur Lufterneuerung bei. Die Summenhäufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeit in den anderen Monaten liegen zwischen den in Abbildung 1.1-2 dargestellten Verteilungen.

Werden die Austauschbedingungen nicht monatsweise sondern tageweise betrachtet, so ergaben sich Zeitabschnitte mit ungünstigen Austauschverhältnissen im ersten und zweiten Januardrittel, zu Beginn des Monats Februar, zu Beginn des zweiten Märzdrittels, im ersten und letzten Oktoberdrittel, im letzten Novemberdrittel, in der zweiten Dezemberwoche sowie vereinzelt im letzten Dezemberdrittel.



**Abbildung 1.1-2**

Summenhäufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeit an allen Messstationen in ausgewählten Monaten des Jahres 2002

## 1.2 Grundlage für die Bewertung von Immissionen - Stand 2002

Für die Bewertung der Luftbelastung durch gas- und partikelförmige Schadstoffkomponenten steht eine Vielzahl verschiedener Beurteilungswerte zur Verfügung. Die wesentlichen Unterschiede ergeben sich aus den verschiedenen Ziel- und Zwecksetzungen, die den jeweiligen Bezugswerten zugrunde liegen. Sie können zunächst in Grenzwerte zur Gefahrenabwehr hinreichend wahrscheinlicher Umweltschäden (Schutzprinzip) und in Werte zur Vorsorge vor theoretisch möglichen Umweltschäden unterschieden werden. Dabei gehen letztere definitionsgemäß von einem niedrigeren tolerierbaren Immissionsniveau aus. Neben der Unterscheidung nach dem Schutz- und dem Vorsorgeprinzip stellt das bei den Beurteilungswerten betrachtete Schutzgut ein weiteres wichtiges Unterscheidungsmerkmal der Beurteilungswerte dar. Als Schutzgüter werden bezeichnet:

- menschliche Gesundheit und menschliches Wohlbefinden - Schutzgut Mensch
- ökologische Systeme - Schutzgüter Tier, Pflanze und Boden
- Kultur- und sonstige Sachgüter.

Je nach Schadstoffkomponente werden die Beurteilungswerte, abhängig vom betrachteten Schutzgut und der angesetzten Wirkungsschwelle des Stoffes, höher oder niedriger angesetzt. So reagieren beispielsweise bestimmte Pflanzen schon bei vergleichsweise „niedrigen“ Ozonkonzentrationen, die vom Menschen und von Tieren noch ohne erkennbare Reaktionen toleriert werden, mit sichtbaren Blattschädigungen. Andererseits wirken sich die meisten bei Mensch und Tier als krebserzeugend bekannten Schadstoffkomponenten auf das pflanzliche Wohlbefinden nicht aus.

Um den unterschiedlichen Wirkungsmechanismen der Luftschadstoffe gerecht zu werden, sind für die verschiedenen Beurteilungswerte Lang- und Kurzzeitwerte festgelegt worden. Kurzzeitwerte beziehen sich auf kurzzeitig auftretende Konzentrationsspitzen und auf deren Auftretungshäufigkeit und sind z. B. als

Stunden- oder Tagesmittelwerte oder auch als 95- oder 98-Perzentil der gemessenen Einzelwerte definiert. Mit der Festlegung von Langzeitwerten, z. B. dem Jahresmittelwert, und der Forderung nach Einhaltung soll die langfristige Schädigung eines Schutzgutes durch dauerhafte Einwirkung eines Schadstoffes vermieden werden.

### 1.2.1 Bundes-Immissionsschutzgesetz

Die rechtliche Grundlage für die Bewertung von Immissionskonzentrationen ist in Deutschland das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in Verbindung mit den dazu erlassenen Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften. Zweck des BImSchG ist es, „Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen“.

Das BImSchG regelt die Rahmenbedingungen für den Immissionsschutz, es enthält selbst keine Immissionswerte. Diese sind in den zum Gesetz ergangenen Verordnungen und in Verwaltungsvorschriften festgelegt.

Veranlasst durch die Entwicklung des Luftqualitätsrechts der Europäischen Gemeinschaften hat der deutsche Gesetzgeber 2002 das Bundes-Immissionsschutzgesetz im Bereich der gebietsbezogenen Luftreinhaltung vollständig überarbeitet. Im Bereich des Immissionsschutzes wurde insbesondere der 5. Teil „Überwachung und Verbesserung der Luftqualität, ...“ mit dem § 44 „Überwachung der Luftqualität“ und andere Abschnitte neu geregelt. Auf der Grundlage von § 48 a wurde die 22. BImSchV „Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft“ (September 2002) neu erlassen.

Die Änderungen umfassen wesentliche Teile der neuen und der alten Luftqualitätsrichtlinien der Europäischen Gemeinschaften. Neben den Begrenzungen für Schadstoffkonzentrationen, den Werten bzw. Immissionswerten, werden Vorgaben zum Beurteilungs- und Messverfahren in deutsches Recht umgesetzt. Die Durchsetzung der Immissionswerte ist jedoch im Ge-

gensatz zu dem einheitlichen Regelwerk der EG-Luftqualitätsrahmenrichtlinie nicht nur in der 22. BImSchV sondern auch in den §§ 40, 44 ff. BImSchG geregelt.

Grundlage der neuen 22. BImSchV ist die EG-Rahmenrichtlinie „Über die Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität“, die meist als „Luftqualitätsrahmenrichtlinie“ [RL96/62/EG] bezeichnet wird. Sie ist unterteilt in Richtlinien für bestimmte Luftschadstoffe, die als „EG-Tochtrichtlinien“ gekennzeichnet werden.

Die Luftqualitätsrahmenrichtlinie beschränkt sich nicht nur auf die Beurteilung und die Überwachung der Luftqualität, sondern ist als Kontrolle der Steuerung zu verstehen. Als 1. Tochtrichtlinie wird die 1999 erlassene „Richtlinie 1999/30/EG über die Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft“ bezeichnet. Sie wird ergänzt um die sogenannte 2. Tochtrichtlinie, die „Richtlinie 2000/69/EG über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft“ und um die 3. Tochtrichtlinie, die „Richtlinie 2002/3/EG über den Ozongehalt der Luft“. Weitere Tochtrichtlinien, für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, insbesondere Benzo(a)pyren und für ausgewählte Schwermetalle, sollen folgen.

Die im EG-Luftqualitätsrecht enthaltene Begrenzung von Konzentrationen für Luftschadstoffe umfasst **Grenz- und Zielwerte** sowie **Alarm- und Informationsschwellen**. Die Begrenzungen sind meist schutzzielbezogen, wobei im wesentlichen zwischen dem Schutzziel menschliche Gesundheit sowie dem Schutz der Vegetation und von Ökosystemen unterschieden wird. Die Begrenzungen für das Auftreten eines Luftschadstoffes sind bezogen auf das Konzentrationsmittel über Stunden, Tage und das Kalenderjahr. Zum Teil werden in beschränktem Maß Überschreitungen des Stunden- bzw. Tagesmittelgrenzwertes toleriert. Die **Grenzwerte** sind ab einem noch in der Zukunft liegenden Zeitpunkt (2005, 2010), unabhängig von der Verhältnismäßigkeit zum Erreichen notwendiger Maßnahmen, einzuhalten. Davon ausgenommen sind die Immissionsgrenzwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation, die sofort in Kraft traten. Ab

Inkrafttreten der Richtlinie lassen sogenannte Toleranzmargen bei den Grenzwerten für das Schutzgut menschliche Gesundheit teils höhere Werte zu. Die Toleranzmargen werden jährlich stufenweise abgeschmolzen und erreichen bei dem Datum, bei dem der Grenzwert zu erreichen ist, den Wert Null. Die Toleranzmargen erlauben nicht die Relativierung der Grenzwerte. Sie beeinflussen bei Überschreitung der Summe von Grenzwert und Toleranzmarge lediglich das Verwaltungshandeln, z. B. durch den Erlass von Luftreinhalteplänen in den Jahren vor dem Verbindlichwerden der Grenzwerte, um diese dann einhalten zu können.

Die **Alarmschwellen** traten mit dem Ablauf der Umsetzungsfrist der Richtlinie in Kraft. Sie bezeichnen einen Wert, bei dessen Überschreitung bei kurzfristiger Exposition ein Risiko für die menschliche Gesundheit für die Gesamtbevölkerung besteht und bei dem die Öffentlichkeit unterrichtet und kurzfristige Maßnahmen ergriffen werden müssen.

Die **Informationsschwelle** bezeichnet einen Wert, bei dessen Überschreitung bei kurzfristiger Exposition ein Risiko für die menschliche Gesundheit für besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen besteht und bei dem aktuelle Informationen erforderlich sind.

**Zielwerte** sind bis zum angestrebten Datum soweit wie möglich zu erreichen; dazu sind Maßnahmen notwendig, die in einem angemessenen Verhältnis zum angestrebten Erfolg stehen.

Bis zum vorgegebenen bzw. angestrebten Datum gelten die alten Immissionswerte fort.

Das Luftqualitätsrecht der Europäischen Gemeinschaften und damit auch die 22. BImSchV gibt nicht nur zulässige Konzentrationswerte vor, sondern regelt auch die Beurteilung der Luftqualität. Die Beurteilung umfasst die Ermittlung und Bewertung der Luftqualität durch Messung, Berechnung, Vorhersage oder Schätzung. Der Aufwand für die Ermittlung ist abhängig von der Konzentration des Luftschadstoffes, die nach einer Ausgangsbeurteilung regelmäßig wiederkehrend aus Ermittlungen über mehrere Jahre erfolgt. Schwellenwerte für die Zuordnung sind die **„Obere Beurteilungsschwelle“** und die **„Untere Be-**

**urteilungsschwelle“.**

Liegen die Konzentrationen über der Oberen Beurteilungsschwelle, ist grundsätzlich die Messung vorgesehen. Messungen sind auch in Ballungsräumen vorgeschrieben, wobei der Ballungsraum i. a. mehr als 250.000 Einwohner hat. Im Ballungsraum sowie in Gebieten außerhalb von Ballungsräumen richtet sich die Zahl der Messstationen neben der Bevölkerungszahl nach der Schadstoffkonzentration im Vergleich zu der Oberen bzw. Unteren Beurteilungsschwelle.

Die Richtlinien machen auch Vorgaben zu der Lage der Probenahmestellen. Messungen sind vorzusehen in Bereichen, in denen die höchsten Konzentrationen auftreten und in Bereichen, die für die Exposition der Bevölkerung im allgemeinen repräsentativ sind.

Dies bedingt wegen der geänderten gesetzlichen Vorgaben eine neue Messplanung und daraus folgend eine Neukonzeption der Beobachtung der Luftqualität mit Auswirkungen sowohl auf das Luftmessnetz als auch auf die bisherigen flächendeckenden Messungen.

Mit einer weiteren Novellierung der 22. BImSchV im Jahre 2003 soll die 23. BImSchV, der „Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten“, aufgehoben werden.

**1.2.2 Weitere Quellen für die Bewertung der Luftqualität**

Neben den verbindlichen Beurteilungswerten der genannten Verordnungen und Verwaltungsvorschriften werden in Deutschland u. a. die vom

- VDI (Verein Deutscher Ingenieure) in der VDI-Richtlinie 2310 formulierten maximalen Immissionskonzentrationen (MIK-Werte) und vom
- Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI), z. B. die in der Krebsrisikostudie erarbeiteten Zielwerte für krebserzeugende Luftschadstoffe

als Entscheidungshilfen herangezogen.

Die in der VDI 2310 definierten Richtwerte sind so festgelegt, dass „(...) Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Menschen, ins-

besondere auch für Kinder, Kranke und Alte, bei ihrer Einhaltung“ vermieden werden.

Die vom LAI erarbeiteten Zielwerte für krebserzeugende Luftschadstoffe basieren auf einer Risikobetrachtung. Werden die ermittelten Zielwerte für jeden der sieben Schadstoffe gerade erreicht, wird davon ausgegangen, dass das Risiko, an durch Luftschadstoffe verursachtem Krebs zu sterben, bei 1 : 2500 liegt (bei 70-jähriger Exposition). Inzwischen wurden die sieben Schadstoffe um Nickel erweitert.

Die in den aufgeführten Regelwerken und Richtlinien definierten Grenz-, Beurteilungs- und Zielwerte sind im Folgenden für die jeweiligen Schadstoffe dargestellt (Tabellen 1.2-1 bis 1.2-6).

**1.2.3 Weitere Beurteilungswerte**

Die für Europa zuständige Stelle der Weltgesundheitsorganisation (World Health Organisation; WHO) veröffentlichte 1987 (überarbeitet 2000) für 28 Luftschadstoffe Luftqualitätsleitlinien [WHO]. Sie wurden auf der Grundlage toxikologischer und ökologischer Befunde entwickelt. Die Luftqualitätsleitlinien der WHO sind keine verbindlichen Grenzwerte, sondern sollen den für Immissionsfragen zuständigen Behörden als Hilfestellung bei der Risikobeurteilung von Luftschadstoffen und bei der Festlegung von Grenzwerten dienen. Für die nicht krebserzeugenden Schadstoffe sind die Werte und Expositionszeiten so festgelegt, dass keine nachteiligen gesundheitlichen Wirkungen zu erwarten sind. Für die in den Leitlinien enthaltenen krebserzeugenden Luftschadstoffe wird eine Abschätzung des Krebsrisikos bei lebenslanger Exposition angegeben. Die Leitwerte der WHO sind in Tabelle 1.2-7 aufgelistet.

In der Schweiz sind Immissionswerte für Luftverunreinigungen in der schweizerischen Luftreinhalteverordnung (LRV) so festgelegt, dass nach dem Stand der Wissenschaft Immissionen unterhalb dieser Werte

- a) Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume nicht gefährden;
- b) die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht er-

heblich stören;

- c) Bauwerke nicht beschädigen und
- d) die Fruchtbarkeit des Bodens, die Vegetation und die Gewässer nicht beeinträchtigen.

Die Immissionsgrenzwerte der schweizerischen Luftreinhaltverordnung sind als Orientierungshilfe in Tabelle 1.2-8 dargestellt.

Die in der novellierten 22. BImSchV aus den Tochterrichtlinien umgesetzten Immissionswerte sind ein strengeres Prüfkriterium als die Immissionswerte aus den älteren EG-Richtlinien. Es wird deshalb bei der Beurteilung der Immissionen nicht auf diese in der Übergangszeit noch geltenden Immissionswerte eingegangen, es sei denn, dass einer dieser Immissionswerte im Berichtszeitraum 2002 überschritten worden ist.

Der Vollzug des anlagenbezogenen Immissionsschutzes wurde durch die Novelle der TA Luft (Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BImSchG) neu geregelt. Soweit in den Tochterrichtlinien zur Luftqualitätsrahmenrichtlinie Grenzwerte ausgewiesen waren, wurden diese als Immissionwerte übernommen. Bei nachträglichen Anordnungen kann ein Beitrag der Anlage zur Überschreitung der Immissionswerte bis zum Ablauf einer Übergangsfrist unter bestimmten Voraussetzungen in Kauf genommen werden. Als Immissionwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurde zusätzlich ein Wert für Tetrachlorethen ausgewiesen und zum Schutz vor erheblichen Nachteilen ein Wert für Fluorwasserstoff sowie für die Deposition von Staub und für ausgewählte Schwermetalle.

Die nach Schadstoffen sortierten Beurteilungswerte sind im Anhang A.1 eingebunden.

**Tabelle 1.2-1**

 Immissionsgrenzwerte der 22. BImSchV – alle Werte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – Bezug: 20 °C und 101,3 kPa

Schadstoff	Immissionsgrenzwert einzuhalten	Zeitbezug	Definition	Immissionsgrenzwert	Toleranzmarge	jährliche Minderung	Immissionsgrenzwert + TM in 2002	Bemerkung
<b>Schwefeldioxid</b>	bis 31.12.04	1 Jahr	Median aus 1d-Mittelwerten	80	in 2002		bei Median Schwebstaub > 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	bis 31.12.04	1 Jahr	Median aus 1d-Mittelwerten	120			bei Median Schwebstaub $\leq$ 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	bis 31.12.04	Winterperiode	Median aus 1d-Mittelwerten	130			bei Median Schwebstaub > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	bis 31.12.04	Winterperiode	Median aus 1d-Mittelwerten	180			bei Median Schwebstaub $\leq$ 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	bis 31.12.04	1 Jahr	98%-Wert aus 1d-Mittelwerten	250			bei 98%-Wert Schwebstaub > 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	bis 31.12.04	1 Jahr	98%-Wert aus 1d-Mittelwerten	350			bei 98%-Wert Schwebstaub $\leq$ 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
ab 12.09.02							Überschreitung $\leq$ 24 mal / Kalenderjahr	440
ab 01.01.05		1 volle Stunde	Mittelwert	350	90	30		
ab 01.01.05		24 Stunden (0 bis 24 Uhr)	Mittelwert	125			Überschreitung $\leq$ 3 mal / Kalenderjahr	
		3 volle Stunden	Mittelwert	500			Alarmschwelle	
ab 18.09.02		Kalenderjahr und Winterhalbjahr	Mittelwert	20			Schutz für Ökosysteme ab 12.09.2002	
<b>Stickstoffdioxid</b>	bis 31.12.09	1 Jahr	98%-Wert	200				
	ab 12.09.02	1 volle Stunde	Mittelwert				Überschreitung $\leq$ 18 mal / Kalenderjahr	280
	ab 01.01.10			200	80	10		
	ab 10.09.02	1 Jahr	Mittelwert				gilt für menschliche Gesundheit	56
	ab 01.01.10	3 volle Stunden	Mittelwert	400	16	2	Alarmschwelle	

**Tabelle 1.2-1**

Immissionsgrenzwerte der 22. BImSchV – alle Werte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – Bezug: 20 °C und 101,3 kPa

Schadstoff	Immissionsgrenzwert einzuhalten	Zeitbezug	Definition	Immissionsgrenzwert	Toleranzmarge	jährliche Minderung	Immissionsgrenzwert + TM in 2002	Bemerkung
<b>NOx</b>	ab 12.09.02	1 Jahr	Mittelwert	30				gilt für Vegetation
<b>Schwebstaub<sup>3)</sup></b>	bis 31.12.04	1 Jahr	Mittelwert	150				
	bis 31.12.04	1 Jahr	95%-Wert aus Tagesmittelwerten	300				
<b>Partikel (PM10)<sup>3)</sup></b>	ab 12.09.02	24 Stunden	Mittelwert	50	15	5	65	Überschreitung $\leq 35$ mal / Kalenderjahr
	ab 01.01.05							
	ab 12.09.02	1 Jahr	Mittelwert	40	4,8	1,6	44,8	
<b>Blei<sup>3)</sup></b>	ab 01.01.05							
	bis 31.12.04	1 Jahr	Mittelwert	2				
	ab 12.09.02	1 Jahr	Mittelwert	0,5	0,3	0,1	0,8	
<b>Benzol</b>	ab 12.09.02	1 Jahr	Mittelwert	1,0	0,4	0,05	1,4	in Nachbarschaft zu industriellen Quellen
	ab 01.01.05							
	ab 12.09.02	1 Jahr	Mittelwert	5	5	1 2)	10	
<b>Kohlenmonoxid</b> (in $\text{mg}/\text{m}^3$ )	ab 12.09.02	8 Stunden	Mittelwert				16	
	ab 01.01.05							
<b>Ozon</b>	8 Stunden <sup>1)</sup>		Mittelwert	110				Gesundheitsschutz
	1 Stunde		Mittelwert	200				Schutz der Vegetation
	24 Stunden		Mittelwert	65				Schutz der Vegetation
	1 Stunde		Mittelwert	180				Schwellenwert für die Unterrichtung der Öffentlichkeit
	1 Stunde		Mittelwert	360				Auslösung des Alarmsystems

1) Der Mittelwert über acht Stunden wird vier mal täglich anhand der Achtstundenwerte 0 - 8 Uhr, 8 - 16 Uhr, 12 - 20 Uhr, 16 - 24 Uhr berechnet.

2) Beginn der Minderung am 01.01.06

3) Bezug: Messbedingungen

**Tabelle 1.2-2**

Prüfwerte der 23. BImSchV – Bezug: Messbedingungen

Schadstoff	Jahresmittelwert	98%-Wert	Bemerkung
Stickstoffdioxid	—	160 µg/m <sup>3</sup>	gelten in Verkehrsnähe, wo   sich Menschen nicht nur   kurzzeitig aufhalten
Ruß	8 µg/m <sup>3</sup>	—	
Benzol	10 µg/m <sup>3</sup>	—	

**Tabelle 1.2-3**

Immissionswerte der TA Luft – Bezug: 20 °C und 101,3 kPa

Schadstoff	Mittelwert über	Immissionswert	Bemerkung
Schwefeldioxid	1 Jahr	50 µg/m <sup>3</sup>	Überschreitung ≤ 3 mal / Jahr
	24 Stunden	125 µg/m <sup>3</sup>	
	1 Stunde	350 µg/m <sup>3</sup>	
	Jahr und Winter (01.10.-31.03.)	20 µg/m <sup>3</sup>	Ökosysteme und Vegetation
	Stickstoffdioxid	1 Jahr	40 µg/m <sup>3</sup>
	1 Stunde	200 µg/m <sup>3</sup>	
NO <sub>x</sub> (angegeben als NO <sub>2</sub> )	1 Jahr	30 µg/m <sup>3</sup>	Ökosysteme und Vegetation
Benzol	1 Jahr	5 µg/m <sup>3</sup>	
Schwebstaub (PM <sub>10</sub> )	1 Jahr	40 µg/m <sup>3</sup>	Überschreitung ≤ 35 mal / Jahr
	24 Stunden	50 µg/m <sup>3</sup>	
Blei im PM <sub>10</sub>	1 Jahr	0,5 µg/m <sup>3</sup>	
Cadmium im PM <sub>10</sub>	1 Jahr	0,02 µg/m <sup>3</sup>	
Tetrachlorethen	1 Jahr	10 µg/m <sup>3</sup>	
Fluorwasserstoff	1 Jahr	0,4 µg/m <sup>3</sup>	Schutz sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter
		0,3 µg/m <sup>3</sup>	
Staubniederschlag	1 Jahr	0,35 g/(m <sup>2</sup> d)	
Arsen (Deposition)	1 Jahr	4 µg/(m <sup>2</sup> d)	
Blei (Deposition)	1 Jahr	100 µg/(m <sup>2</sup> d)	
Cadmium (Deposition)	1 Jahr	2 µg/(m <sup>2</sup> d)	
Nickel (Deposition)	1 Jahr	15 µg/(m <sup>2</sup> d)	
Quecksilber (Deposition)	1 Jahr	1 µg/(m <sup>2</sup> d)	
Thallium (Deposition)	1 Jahr	2 µg/(m <sup>2</sup> d)	

**Tabelle 1.2-4**

Ziel- und Schwellenwerte für Ozon nach der 3. Tochterrichtlinie (2002/3/EG) zur EU-Rahmenrichtlinie –  
Bezug: 20 °C und 101,3 kPa (noch kein geltendes nationales Recht)

Mittelungszeitraum	Definition	Zielwert / Schwelle	Bemerkung
8 Stunden (höchster 8-Stundenwert eines Tages)	Zielwert	120 µg/m <sup>3</sup>	Überschreitung ≤ 25 mal / Kalenderjahr, gemittelt über 3 Jahre
1 Stunde	Informationsschwelle	180 µg/m <sup>3</sup>	
1 Stunde	Alarmschwelle	240 µg/m <sup>3</sup>	

**Tabelle 1.2-5**

MIK-Werte nach VDI 2310 – Bezug: 20 °C und 101,3 kPa

Schadstoff	Mittelwert über			
	1/2 Stunde	1 Stunde	24 Stunden	1 Jahr
Kohlenmonoxid	50 mg/m <sup>3</sup>	—	10 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>
Stickstoffdioxid	0,20 mg/m <sup>3</sup> <sup>1)</sup>	—	0,10 mg/m <sup>3</sup> <sup>1)</sup>	—
Stickstoffmonoxid	1,00 mg/m <sup>3</sup>	—	0,50 mg/m <sup>3</sup>	—
Schwefeldioxid	1,00 mg/m <sup>3</sup> <sup>2)</sup>	—	0,30 mg/m <sup>3</sup> <sup>3)</sup>	—
Ozon	0,12 mg/m <sup>3</sup> <sup>4)</sup>	—	—	—
Fluorwasserstoff	0,20 mg/m <sup>3</sup>	—	—	—
Schwebstaub <sup>6)</sup>	—	500 µg/m <sup>3</sup>	250 µg/m <sup>3</sup> <sup>5)</sup>	75 µg/m <sup>3</sup>
Blei im Schwebstaub	—	—	3,0 µg/m <sup>3</sup>	2,0 µg/m <sup>3</sup>
Cadmium im Schwebstaub	—	—	0,05 µg/m <sup>3</sup>	—

<sup>1)</sup> höchstens eine Überschreitung pro Monat bis zum dreifachen Wert

<sup>2)</sup> höchstens einmal pro Tag

<sup>3)</sup> höchstens an vier aufeinanderfolgenden Tagen

<sup>4)</sup> höchstens bis 0,40 mg/m<sup>3</sup> einmal pro Tag

<sup>5)</sup> höchstens 24 Stunden, bei längerer Überschreitung 150 µg/m<sup>3</sup>

<sup>6)</sup> Abscheidefunktion in Anlehnung an die Johannesburger Konvention mit einem Medianwert bei d<sub>ac</sub> ≤ 10 µm

**Tabelle 1.2-6**

Zielwerte (bei einem Gesamtrisiko von 1 : 2500) der sieben in der Krebsrisikostudie des LAI genannten Luftschadstoffe – Bezug: Messbedingungen

Schadstoff	Beurteilungswert
Arsen	5 ng/m <sup>3</sup>
Asbest	88 Fasern/m <sup>3</sup>
Benzol	2,5 µg/m <sup>3</sup>
Cadmium	1,7 ng/m <sup>3</sup>
Dieseldruß	1,5 µg/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pyren (PAK)	1,3 ng/m <sup>3</sup>
2,3,7,8-TCDD	16 fg/m <sup>3</sup>
Nickel	10 ng/m <sup>3</sup>

**Tabelle 1.2-7**

Leitwerte<sup>1)</sup> der WHO – Bezug (Gase): 20 °C und 101,3 kPa

Komponente	Einheit	Mittelwert über							
		10 min	15 min	30 min	1 h	8 h	24 h	1 Woche	1 Jahr
Schwefeldioxid	µg/m <sup>3</sup>	500					125		50
Stickstoffdioxid	µg/m <sup>3</sup>				200				40
Kohlenmonoxid	mg/m <sup>3</sup>		100	60 <sup>2)</sup>	30 <sup>2)</sup>	10			
Ozon	µg/m <sup>3</sup>					120			
Blei (Fraktion PM10)	µg/m <sup>3</sup>								0,5
Cadmium (Fraktion PM10)	ng/m <sup>3</sup>								5
Quecksilber	µg/m <sup>3</sup>								1
Toluol	µg/m <sup>3</sup>							260	
Styrol	µg/m <sup>3</sup>							260	
Tetrachlorethylen	µg/m <sup>3</sup>							250	
Dichlormethan	µg/m <sup>3</sup>						3000		

1) Diese Leitwerte sollten nicht ohne Bezug zu den Begründungen in den zugehörigen Kapiteln der Air Quality Guidelines benutzt werden.

2) Eine Exposition gegenüber diesen Konzentrationen sollte den angegebenen Zeitraum nicht überschreiten und sollte innerhalb von acht Stunden nicht wiederholt werden.

**Tabelle 1.2-8**

Immissionsgrenzwerte der schweizerischen Luftreinhalteverordnung

Luftschadstoff	Immissionsgrenzwert	statistische Definition
Schwefeldioxid	30 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert
	100 µg/m <sup>3</sup>	95 % der 1/2h-Mittelwerte eines Jahres < 100 µg/m <sup>3</sup>
	100 µg/m <sup>3</sup>	24h-Mittelwert; Überschreitung höchstens einmal pro Jahr
Stickstoffdioxid	30 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert
	100 µg/m <sup>3</sup>	95 % der 1/2h-Mittelwerte eines Jahres < 100 µg/m <sup>3</sup>
	80 µg/m <sup>3</sup>	24h-Mittelwert; Überschreitung höchstens einmal pro Jahr
Kohlenmonoxid	8 mg/m <sup>3</sup>	24h-Mittelwert; Überschreitung höchstens einmal pro Jahr
Ozon	100 µg/m <sup>3</sup>	98 % der 1/2h-Mittelwerte eines Monats < 100 µg/m <sup>3</sup>
	120 µg/m <sup>3</sup>	1h-Mittelwert; Überschreitung höchstens einmal pro Jahr
PM10	20 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert
	50 µg/m <sup>3</sup>	Tagesmittelwert
Blei im Schwebstaub	1 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert
Cadmium im Schwebstaub	10 ng/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert
Staubniederschlag	200 mg/(m <sup>2</sup> d)	Jahresmittelwert
Blei im Staubniederschlag	100 µg/(m <sup>2</sup> d)	Jahresmittelwert
Cadmium im Staubniederschlag	2 µg/(m <sup>2</sup> d)	Jahresmittelwert
Zink im Staubniederschlag	400 µg/(m <sup>2</sup> d)	Jahresmittelwert
Thallium im Staubniederschlag	2 µg/(m <sup>2</sup> d)	Jahresmittelwert

## 2 IMMISSIONEN - MESSNETZ BADEN-WÜRTTEMBERG

### 2.1 Messkonzeption und Durchführung

Kontinuierliche Messungen der Luftschadstoffkonzentrationen wurden Ende 2002 in Baden-Württemberg an insgesamt 60 Messstationen (stationäres Messnetz und Sondermessungen) durchgeführt. In Karte 2.1-1 ist die Lage dieser Stationen dargestellt. Das stationäre Messnetz ist so ausgelegt, dass das gesamte Land repräsentativ abgedeckt ist. Dabei ist die Stationsdichte in den Kernbereichen der drei Ballungszentren Stuttgart, Mannheim und Karlsruhe höher.

Aufschluss über die Hintergrundbelastung in Baden-Württemberg geben vier Stationen, die emittentenfern in verschiedenen Höhenlagen und Regionen liegen:

- Schwarzwald Süd (Kälbelescheuer)
- Welzheimer Wald (Edelmannshof)
- Schwäbische Alb (Erpfingen)
- Odenwald (Wilhelmsfeld)

Die Belastung an stark befahrenen, innerstädtischen Straßen oder Verkehrsknotenpunkten wird mit fünf Verkehrsmessstationen überwacht:

- Freiburg-Straße
- Mannheim-Straße
- Karlsruhe-Straße
- Stuttgart-Mitte-Straße
- Ulm-Straße

Die Immissionsverhältnisse in Nähe von Autobahnen werden stellvertretend am Leonberger Dreieck durch die Messstation 'Leonberg BAB' ermittelt. Seit Sommer 2002 wird an der B10 zwischen Knielingen in

Karlsruhe und der Rheinbrücke ein Intensiv-Messprogramm zur Erforschung der Schwebstaubbelastung durch den Straßenverkehr durchgeführt. Durch zwei Stationen, von denen eine südlich ('Karlsruhe-B10-Süd') und eine nördlich ('Karlsruhe-B10-Nord') direkt an der B10 steht, und der häufigen Anströmung aus nördlicher bzw. südlicher Richtung lassen sich Luv-Lee-Effekte beobachten, aus denen der Beitrag des Straßenverkehrs abgeleitet werden kann.

Die Station 'Reutlingen' wird seit 2001 im Auftrag der Stadt Reutlingen betrieben. Der Betrieb der Station 'Isny' wird z. T. von der Stadt Isny finanziert

Seit Jahren werden in den Sommermonaten die Ozonwerte im Auftrag der Stadt Heidelberg an der Ozonstation 'Heidelberg-Schwimmbad' gemessen.

Die Ergebnisse der Konzentrationsmessungen laufen als Halbstundenmittelwerte in der Messnetzzentrale der UMEG in Karlsruhe zusammen und werden rund um die Uhr überwacht (siehe Anhang A.4). Durch die zeitnahe Überwachung der Immissionen ist es möglich, hohe Luftschadstoffkonzentrationen rasch zu erkennen und gegebenenfalls Maßnahmen zur Vorsorge oder Abhilfe einzuleiten. Aufgabe der Messnetzzentrale sind daher auch spezielle Warndienste, wie z. B. Ozon- und Sommersmog-Warndienst.

Neben der Aufgabe als Warnsystem dient das Messnetz der Langzeitüberwachung von Immissionen. Die über Jahre an den Stationen durchgeführten kontinuierlichen Messungen erlauben Aussagen über die zeitliche Entwicklung der Luftschadstoffbelastung und damit auch über den Erfolg von Emissionsminderungsmaßnahmen.



Karte 2.1-1  
Standorte der Luftmessstationen einschließlich des landesweiten Luftmessnetzes (Stand 31.12.2002)

Informationen über das an den einzelnen Stationen erfasste Komponentenspektrum, die eingesetzten Immissionsmessgeräte sowie Messprinzip, Probenahmedauer und -häufigkeit, die jeweiligen Nachweisgrenzen und Genauigkeiten sind im Anhang dieses Berichts aufgelistet. Ebenfalls im Anhang sind die verschiedenen Dienste aufgeführt, die von der Messnetz-zentrale der UMEG wahrgenommen werden.

Neben der kontinuierlichen Überwachung der Luftbelastung durch gas- und partikelförmige Verunreinigungen spielt die frühzeitige Erkennung einer Gefährdung durch radioaktive Strahlung eine wichtige Rolle. Die Erfassung der Radioaktivität in Luft und Niederschlag ist laut Strahlenschutzvorsorgegesetz [StrVG, 1986] Aufgabe des Bundes. Die Länder sind jedoch befugt, weitergehende eigenständige Ermittlungen und Messungen vorzunehmen. Zu diesem Zweck sind in Baden-Württemberg insgesamt 35 Luftmessstationen mit Dosisleistungsmessgeräten ( $\gamma$ -Dosisleistung) sowie mit Geräten zur Ermittlung der  $\beta$ -,  $\gamma$ -Impulsrate ausgerüstet. Die Messgeräte, die hierbei zum Einsatz kommen, sind im Anhang aufgeführt. Weiterhin werden an diesen 35 Messstationen Aerosol- und Niederschlagsprobenahmen durchgeführt, die bei gegebenem Anlass auf radioaktive Stoffe untersucht werden können. Ziel dieser Messungen ist in erster Linie, den Eintrag radioaktiver Nuklide nicht natürlichen Ursprungs, insbesondere infolge von Störfällen in kern-technischen Anlagen, frühzeitig zu erkennen. An welchen Stationen des landesweiten Messnetzes die Radioaktivität erfasst wird, kann der Tabelle A.3-1 im Anhang entnommen werden. Die räumliche Verteilung der Stationen ermöglicht eine flächendeckende Überwachung der Radioaktivität in Baden-Württemberg (Karte A.2-1 im Anhang).

## 2.2 Ergebnisse der Messungen aus dem landesweiten Messnetz

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Luftschadstoff- und Radioaktivitätsmessungen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg vorgestellt. Für jeden Schadstoff wird der Jahresmittel- und der 98%-Wert angegeben. Die Darstellung der beiden Kenngrößen erfolgt in Karten und in Balkendiagrammen.

Die Belastungssituation durch kurzzeitig auftretende Konzentrationsspitzen wird bei der Überprüfung der Messergebnisse auf Einhaltung von Kurzzeitbelastungsrichtwerten (Immissionsgrenzwerte bzw. Schwellenwerte der 22. BImSchV und MIK-Werte der VDI-Richtlinie 2310) dokumentiert. Eventuelle Überschreitungen dieser Grenz- oder Schwellen- und Richtwerte sind in den entsprechenden Kapiteln aufgeführt. Bei der Komponente Ozon findet auch eine Überprüfung bzgl. der Zielwerte und der Informations- und Alarmschwellenwerte der 3. Tochterrichtlinie statt. Die Langzeitentwicklung verschiedener Schadstoffe wird im vorliegenden Bericht am Beispiel der beiden Regionen Großraum Stuttgart und Rheingraben dargestellt. Diese beiden Regionen repräsentieren die Gebiete mit der höchsten Besiedlungs- und Industriedichte in Baden-Württemberg. Zum Vergleich wird die Langzeitentwicklung an den Hintergrundstationen des Landes mit dargestellt. Die Darstellung erfolgt in Form von Monats- und Jahresmittelwerten für den Zeitraum von 1991 bis 2002. In die Betrachtung gehen die folgenden Stationen ein:

- **Großraum Stuttgart:** ‘Ludwigsburg’, ‘Stuttgart-Zuffenhausen’, ‘Stuttgart-Bad Cannstatt’, ‘Stuttgart-Hafen’, ‘Esslingen’ und ‘Plochingen’
- **Rheingraben:** ‘Mannheim-Nord’, ‘Mannheim-Mitte’, ‘Mannheim-Süd’, ‘Eggenstein’, ‘Karlsruhe-Nordwest’, ‘Karlsruhe-Mitte’, ‘Karlsruhe-West’, ‘Kehl-Hafen’, ‘Freiburg-Mitte’ und ‘Weil am Rhein’
- **Hintergrundstationen:** ‘Schwarzwald Süd’ (‘Kälbelescheuer’), ‘Welzheimer Wald’ (‘Edelmannshof’)

Für die Darstellung der Langzeitreihen werden die Monatsmittelwerte der einzelnen Messstationen einer Region zu einem mittleren Monatswert zusammengefasst. Voraussetzung für die Berechnung eines Monatsmittelwertes ist, dass mindestens 75 % aller möglichen Einzelwerte vorliegen. Kann so für mehr als eine Station im Großraum Stuttgart oder im Rheingraben für einen Monat kein Mittelwert gebildet werden, wird in den Zeitreihen kein Monatswert für die Region angegeben. Durch diese Vorgehensweise und dadurch, dass in den dargestellten Zeitreihen zwei Stationen weniger ('Freiburg-Nord' und 'Stuttgart-Mitte' wurden im Jahr 2000 abgebaut) als in den Vorjahren herangezogen werden, sind die dargestellten Zeitreihen nicht direkt mit den Zeitreihen vergleichbar, die in den Jahresberichten bis 1999 dargestellt sind. Für den gleichen Zeitraum von 1991 bis 2002 wird die Temperatur von Mannheim als meteorologischer Parameter dargestellt.

## 2.2.1 Schwefeldioxid

Schwefeldioxid entsteht überwiegend bei Verbrennungsprozessen aus den in fossilen Brennstoffen (Kohle, Erdöl) enthaltenen Schwefelverbindungen. Der mit 55 % größte Anteil an den Schwefeldioxidemissionen entfällt in Baden-Württemberg auf die Quellengruppe Industrie und Gewerbe, wobei hier die größten Beiträge aus der mineralölverarbeitenden Industrie sowie den industriellen Kraft- und Heizwerken stammen. Etwa ein Drittel der  $\text{SO}_2$ -Emissionen werden von Kleinf Feuerungsanlagen verursacht. Der Anteil der Quellengruppe Verkehr (14 %) wird wesentlich durch Dieselfahrzeuge geprägt [UVM, 1998].

In der Atmosphäre wird Schwefeldioxid zu Schwefelsäure umgewandelt, die über den „Sauren Regen“ Schäden an Gebäuden verursacht und zur Versauerung des Bodens beiträgt [UBA, 1991]. Schwefeldioxid kann Pflanzen schädigen und reizt beim Menschen die Schleimhäute und Atemwege. Hohe Konzentrationen von Schwefeldioxid können daher die Gesundheit von Menschen beeinträchtigen.

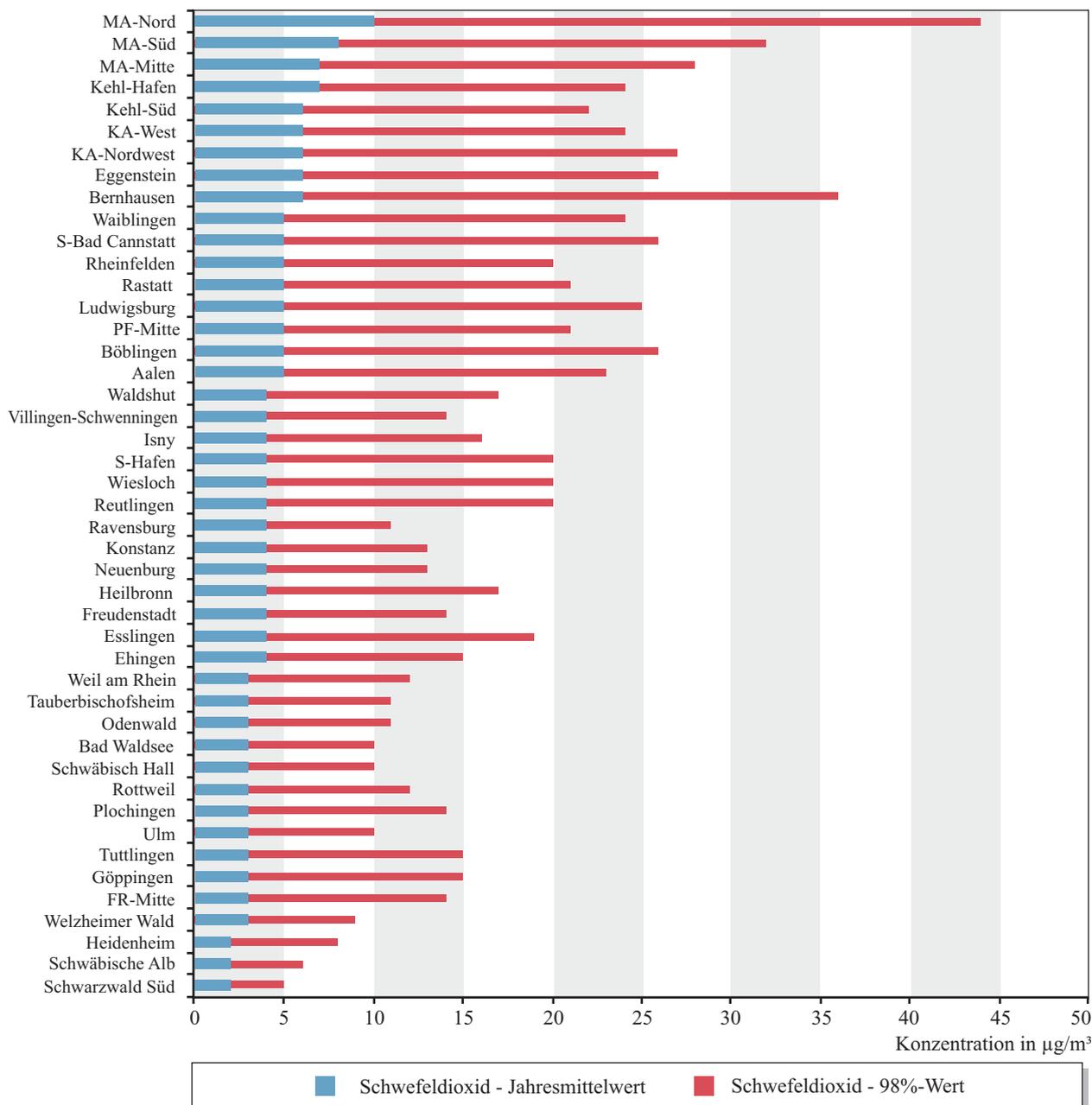
Die Immissionswerte der 22. BImSchV werden an allen Stationen eingehalten. Der Alarmschwellenwert für Schwefeldioxid von  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde im Jahr 2002 nur an der Station 'Mannheim-Nord' überschritten. Die zweite Bedingung einer drei Stunden andauernden Überschreitung war jedoch nicht erfüllt. Der ab 1.1.2005 einzuhaltende Immissionsgrenzwert von  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Stundenmittelwert nach der 22. BImSchV wurde nur an der Station 'Mannheim-Nord' und zwar drei mal überschritten. Bei einer zulässigen Überschreitungshäufigkeit von 24 Stunden im Jahr ist somit das Gesamtkriterium der Überschreitungshäufigkeit eingehalten.

Der höchste Tagesmittelwert für Schwefeldioxid von  $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde ebenfalls an der Station 'Mannheim-Nord' festgestellt. Damit wird auch der 24-Stunden-Immissionsgrenzwert der 22. BImSchV von  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschritten.

Der MIK-Wert von  $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Halbstundenmittelwert wurde im Jahr 2002 an keiner Station überschritten. Der höchste Halbstundenmittelwert wurde mit  $855 \mu\text{g}/\text{m}^3$  am 16.10.2002 an der Station 'Mannheim-Nord' aufgrund eines Einzelemittenten gemessen.

Der Immissionsgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zum Schutz von Ökosystemen wird in beiden Winterhalbjahren 2001/2002 und 2002/2003 sicher eingehalten.

In Abbildung 2.2-1 sind die Jahresmittelwerte und 98%-Werte für Schwefeldioxid dargestellt. Der höchste Jahresmittelwert von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und der höchste 98%-Wert von  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurden an der Station 'Mannheim-Nord' festgestellt. Die nächsthöchsten Jahresmittelwerte wurden an den Stationen 'Mannheim-Süd' mit  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und 'Mannheim-Mitte' sowie 'Kehl-Hafen' mit jeweils  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bestimmt. Als Ursache für diese Belastungen kommen Industrieanlagen in der Umgebung in Frage. An den Stationen 'Schwarzwald Süd', 'Schwäbische Alb' und 'Heidenheim' wurden mit  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  die niedrigsten Jahresmittelwerte ermittelt. Der niedrigste 98%-Wert wurde mit  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der Station 'Schwarzwald Süd' festgestellt. Die Karten 2.2-1 und 2.2-2 zeigen die Jahresmittel-

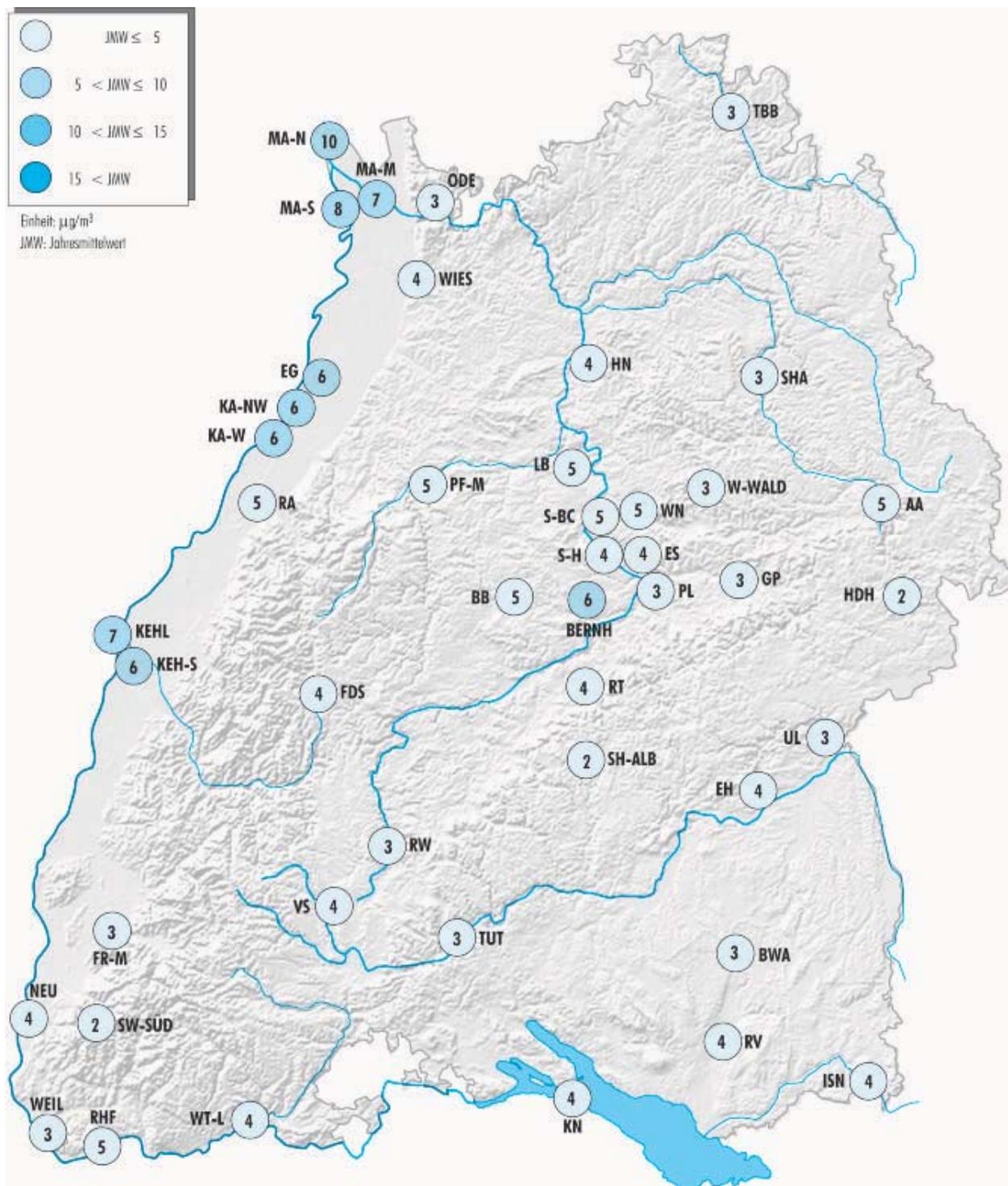


**Abbildung 2.2-1**

Jahresmittel- und 98%-Werte der Schwefeldioxidkonzentrationen an den Messstationen des landesweiten Luftmessnetzes (geordnet nach Jahresmittelwert) im Jahr 2002. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa

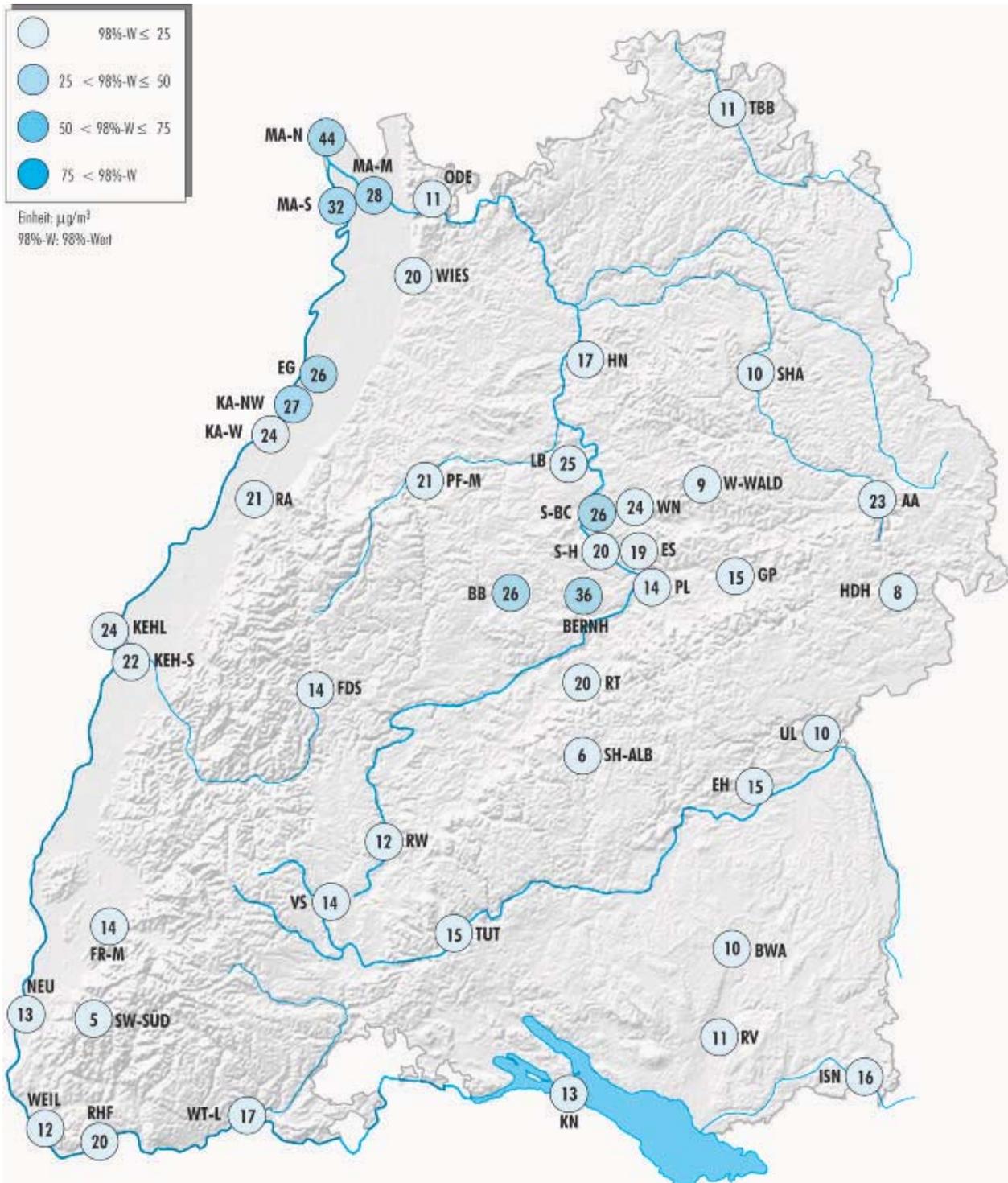
werte und 98%-Werte für die einzelnen Stationen in ihrer räumlichen Verteilung über das Land. Aufgrund des niedrigen Konzentrationsniveaus wurden im Jahr 2002 die SO<sub>2</sub>-Messungen ausgedünnt. An

weiteren Standorten werden die SO<sub>2</sub>-Messungen eingestellt werden.



Karte 2.2-1

Jahresmittelwerte der Schwefeldioxidkonzentrationen an den Messstationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa



Karte 2.2-2

98%-Werte der Schwefeldioxidkonzentrationen an den Messstationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa

In Abbildung 2.2-2 ist die Entwicklung der Schwefeldioxidkonzentrationen in den Jahren 1991 bis 2002 dargestellt. Im Berichtsjahr 2002 lagen die SO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf dem sehr niedrigen Niveau der Vorjahre. Die austauscharme Wetterlage im Januar 2002 zeigt sich an den erhöhten SO<sub>2</sub>-Werten. Die SO<sub>2</sub>-Konzentrationen lagen jedoch in den Ballungsgebieten auch in den Wintermonaten deutlich unter 20 µg/m<sup>3</sup>.

### 2.2.2 Stickstoffoxide

Die Menge Stickstoffoxide, die bei einer Verbrennung entsteht, hängt nicht nur von der im Brennstoff vorhandenen Menge an Stickstoff ab, sondern auch von den Verbrennungsbedingungen. Diese entscheiden, wieviel des mit der Luft zugeführten Stickstoffes zusätzlich oxidiert wird. Daher entstehen z. B. aus einem Liter Kraftstoff je nach der Betriebsart eines Kraftfahrzeuges unterschiedliche Mengen Stickstoffoxide.

Mit 65 % trägt die Quellengruppe Verkehr den größten Anteil an den Stickoxidemissionen in Baden-Württemberg. 18 % der Stickstoffoxide stammen aus der Quellengruppe Industrie und Gewerbe und jeweils 8 % bzw. 9 % entfallen auf Kleinf Feuerungsanlagen und sonstige nicht gefasste Quellen [UVM, 1998]. Stickoxide (Nitrat) wirken als Dünger für Pflanzen, sie werden aus der Luft ausgekämmt und über die Blätter aufgenommen. Da Wälder eine „rauhere“ Oberfläche haben als z. B. landwirtschaftliche Nutzflächen, kämten sie mehr Luftschadstoffe aus als diese. Die meist von Natur aus armen Waldböden können die Bäume nicht in der gleichen Schnelligkeit mit anderen Nährstoffen versorgen, wie diese über die Luft mit Stickstoffverbindungen gedüngt werden. Das durch die Stickstoffdüngung angeregte Wachstum kann daher zu einer Unterversorgung mit Nährstoffen führen, die als eine der Ursachen für Waldschäden angesehen wird.

Für den Menschen ist insbesondere Stickstoffdioxid von Bedeutung: Es reizt die Schleimhäute und begünstigt damit Atemwegserkrankungen. Akute Vergiftungserscheinungen durch Stickstoffoxide treten jedoch erst ab sehr hohen Konzentrationen auf. Ihre

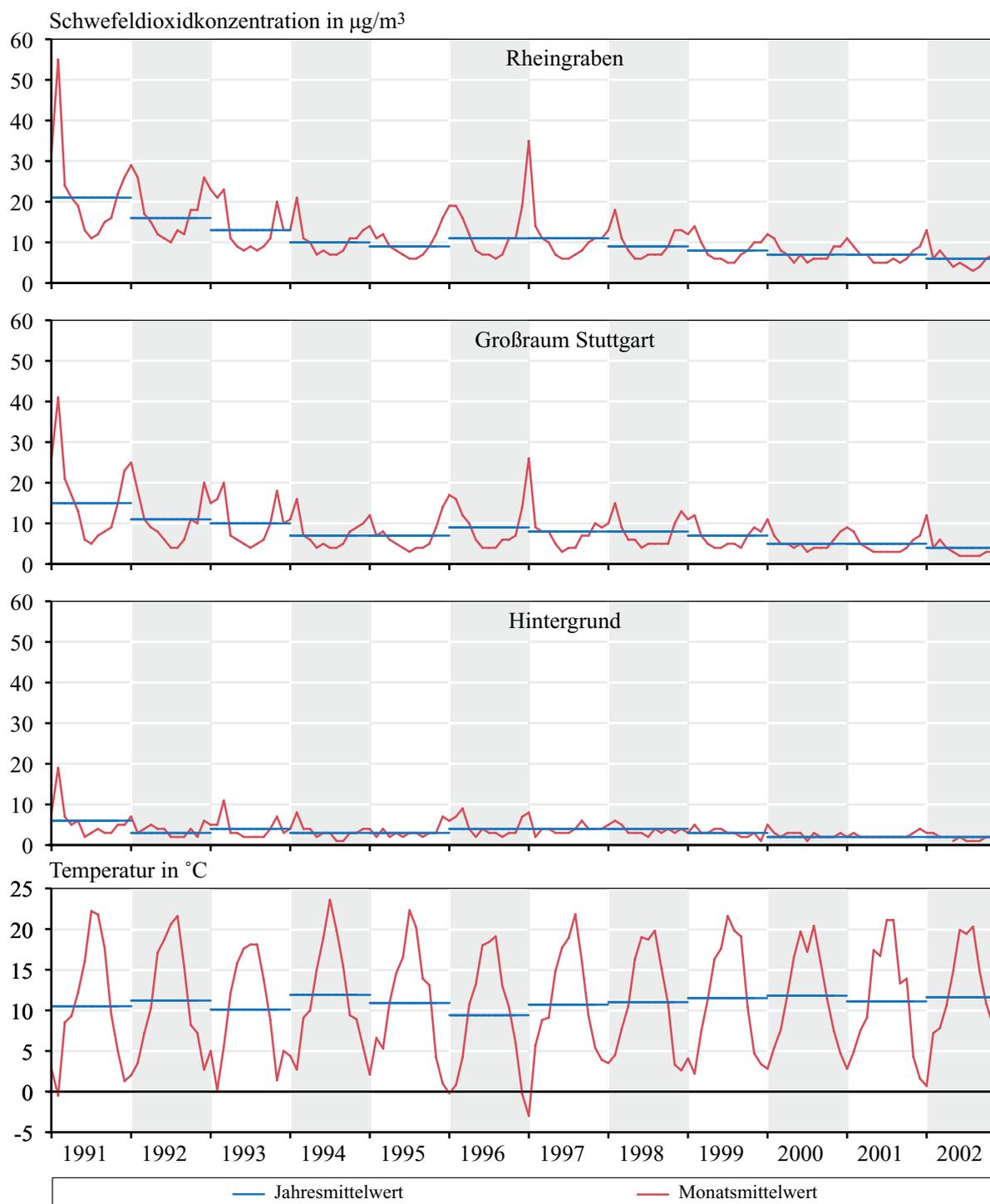
größte Bedeutung für die Luftqualität haben Stickstoffoxide aber als Vorläufersubstanzen für die Bildung von Ozon und anderen Photooxidantien.

Die höchsten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen wurden an den Verkehrsmessstationen in Stuttgart, Karlsruhe und Mannheim gemessen, wobei die Station 'Stuttgart-Mitte-Straße' mit 149 µg/m<sup>3</sup> den höchsten 98%-Wert aufwies. Der in der 23. BImSchV als 98%-Wert festgelegte Prüfwert von 160 µg/m<sup>3</sup> wurde 2002 an allen Stationen eingehalten. In Tabelle 2.2-1 sind die Überschreitungen weiterer Beurteilungsschwellen für Stickstoffoxidkonzentrationen zusammengestellt, die im Jahr 2002 an Stationen des landesweiten Messnetzes Baden-Württemberg ermittelt wurden.

Der 1/2h-MIK-Wert von 200 µg/m<sup>3</sup> für Stickstoffdioxid wurde an fünf Stationen, der 24h-MIK-Wert von 100 µg/m<sup>3</sup> wurde an 19 Stationen überschritten (Tabelle 2.2-1). Der 1/2h-MIK-Wert für Stickstoffmonoxid von 1,0 mg/m<sup>3</sup> wurde 2002 an keiner Messstation überschritten. Der höchste Halbstundenmittelwert wurde mit 977 µg/m<sup>3</sup> an der Station 'Karlsruhe-Straße' gemessen.

Der Grenzwert der 22. BImSchV für Stickstoffdioxid für den Stundenmittelwert von 200 µg/m<sup>3</sup>, der ab 1.1.2010 gültig ist, wurde an fünf Stationen überschritten. Jedoch lag die Anzahl der Überschreitungen mit maximal zwei Überschreitungen deutlich unter der zulässigen Überschreitungshäufigkeit von 18 Stunden pro Jahr. Mit einem maximalen Stundenmittelwert von 238 µg/m<sup>3</sup> an der Station 'Stuttgart-Mitte-Straße' wurde die Alarmschwelle für Stickstoffdioxid von 400 µg/m<sup>3</sup> sicher eingehalten. Der ab 1.1.2010 geltende Jahresmittelwert der 22. BImSchV von 40 µg/m<sup>3</sup> für Stickstoffdioxid wurde an sieben Stationen überschritten. Der höchste Jahresmittelwert wurde an der Verkehrsmessstation 'Stuttgart-Mitte-Straße' mit 74 mg/m<sup>3</sup> festgestellt.

Der Jahresmittelwert für Stickoxide von 30 µg/m<sup>3</sup> für den Schutz der Vegetation wurde 2002 an allen vier Hintergrundstationen eingehalten. Die Jahresmittelwerte für die Stickoxide lagen an diesen Stationen



**Abbildung 2.2-2**

Verlauf der Schwefeldioxidkonzentrationen in den Jahren 1991 bis 2002 (Monatsmittelwert). Vergleich der Regionen Rheingraben und Großraum Stuttgart mit den Hintergrundstationen 'Schwarzwald Süd' und 'Welzheimer Wald' und den mittleren Monatstemperaturen. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa

**Tabelle 2.2-1**

Überschreitungen für Stickstoffdioxid bezüglich des Immissionsgrenzwertes nach der 22. BImSchV bzw. der MIK-Werte nach der VDI-Richtlinie 2310

Station	Stickstoffdioxid 22. BImSchV	Stickstoffdioxid VDI 2310	Stickstoffdioxid VDI 2310
	1-Std.-MW 200 µg/m <sup>3</sup> Anzahl Stunden	1/2-Std.-MW 200 µg/m <sup>3</sup> Anzahl Stunden	24-Std.-MW 100 µg/m <sup>3</sup> Anzahl Tage
Bernhausen	-	-	5
Böblingen	-	-	1
Esslingen	-	-	3
Freiburg-Straße	2	1,5	2
Heidelberg	-	-	2
Heilbronn	-	-	1
Karlsruhe-Straße	2	5	31
Karlsruhe-Mitte	-	-	2
Karlsruhe-West	-	-	2
Leonberg BAB	1	1,5	4
Ludwigsburg	-	-	1
Mannheim-Straße	1	0,5	11
Mannheim-Mitte	-	-	2
Mannheim-Süd	-	-	3
Pforzheim-Mitte	-	-	2
Stuttgart-Bad Cannstatt	-	-	7
Stuttgart-Hafen	-	-	3
Stuttgart-Mitte-Straße	2	8	58
Stuttgart-Zuffenhausen	-	-	2

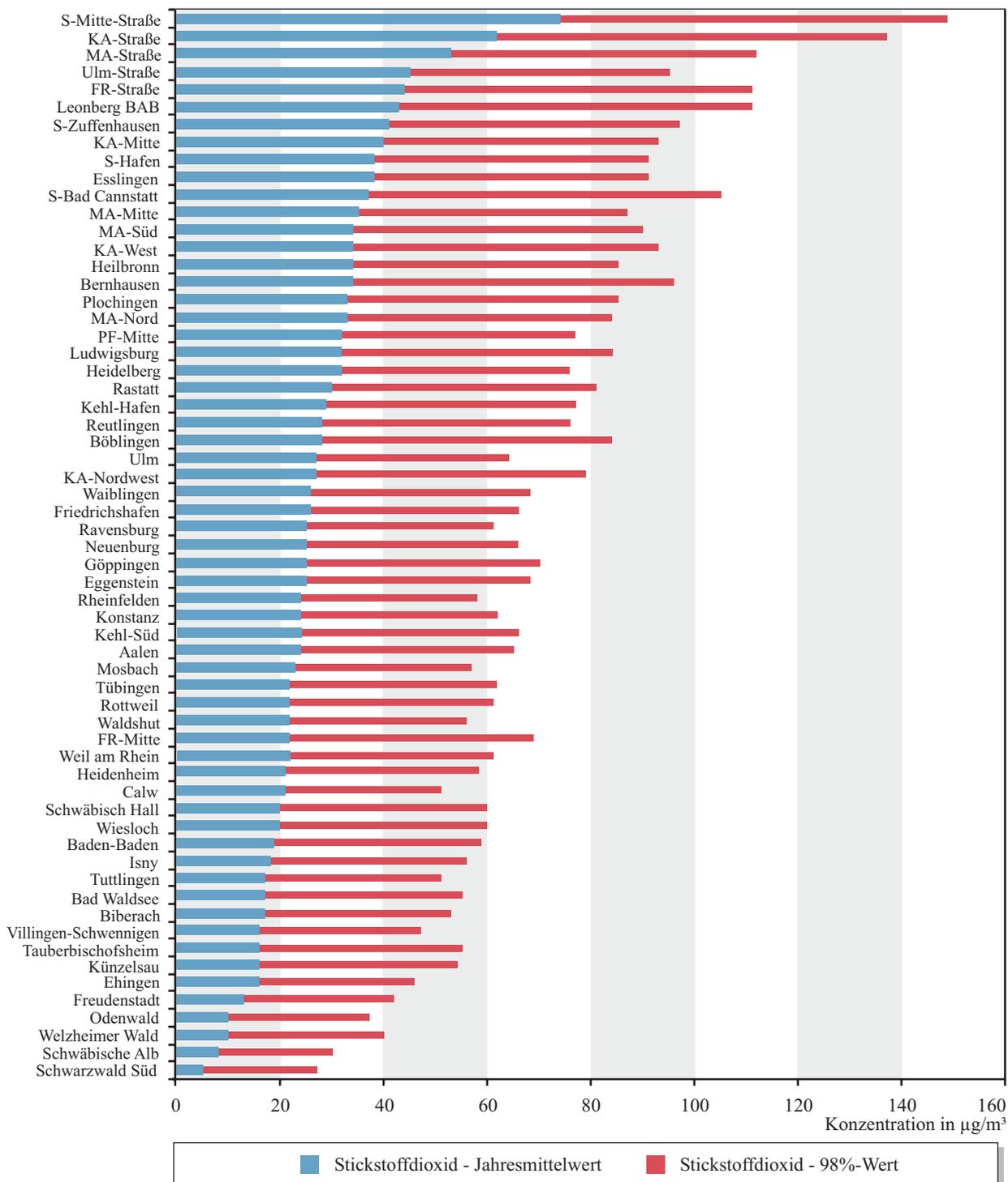
zwischen 8 µg/m<sup>3</sup> (‘Schwarzwald Süd’) und 12 µg/m<sup>3</sup> (‘Welzheimer Wald’ und ‘Odenwald’).

Die Rangfolge der Stationen hinsichtlich der Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen ist Abbildung 2.2-3 zu entnehmen, in der auch die 98%-Werte der Konzentrationen dargestellt sind. Die höchsten Werte treten erwartungsgemäß an den Verkehrsmessstationen und an den Stationen mit Verkehrseinfluss auf. Dagegen werden an den vier Hintergrundstationen die niedrigsten Stickstoffdioxidkonzentrationen beobachtet. Die Karten 2.2-3 und 2.2-4 zeigen die räumliche Verteilung der Jahresmittelwerte und 98%-Werte für die einzelnen Stationen.

Stickstoffoxide werden überwiegend als Stickstoffmo-

noxid emittiert und in der Atmosphäre sehr rasch zu Stickstoffdioxid oxidiert. Aus diesem Grund treten erhöhte Stickstoffmonoxidkonzentrationen hauptsächlich in der Nähe von Emittenten auf, während Stickstoffdioxid auch über größere Strecken transportiert werden kann und damit räumlich gleichmäßiger verteilt ist. In Abbildung 2.2-4 ist der Quotient aus dem 98%-Wert der beiden Komponenten dargestellt. Ein hoher Quotient deutet auf Verkehrseinfluss hin.

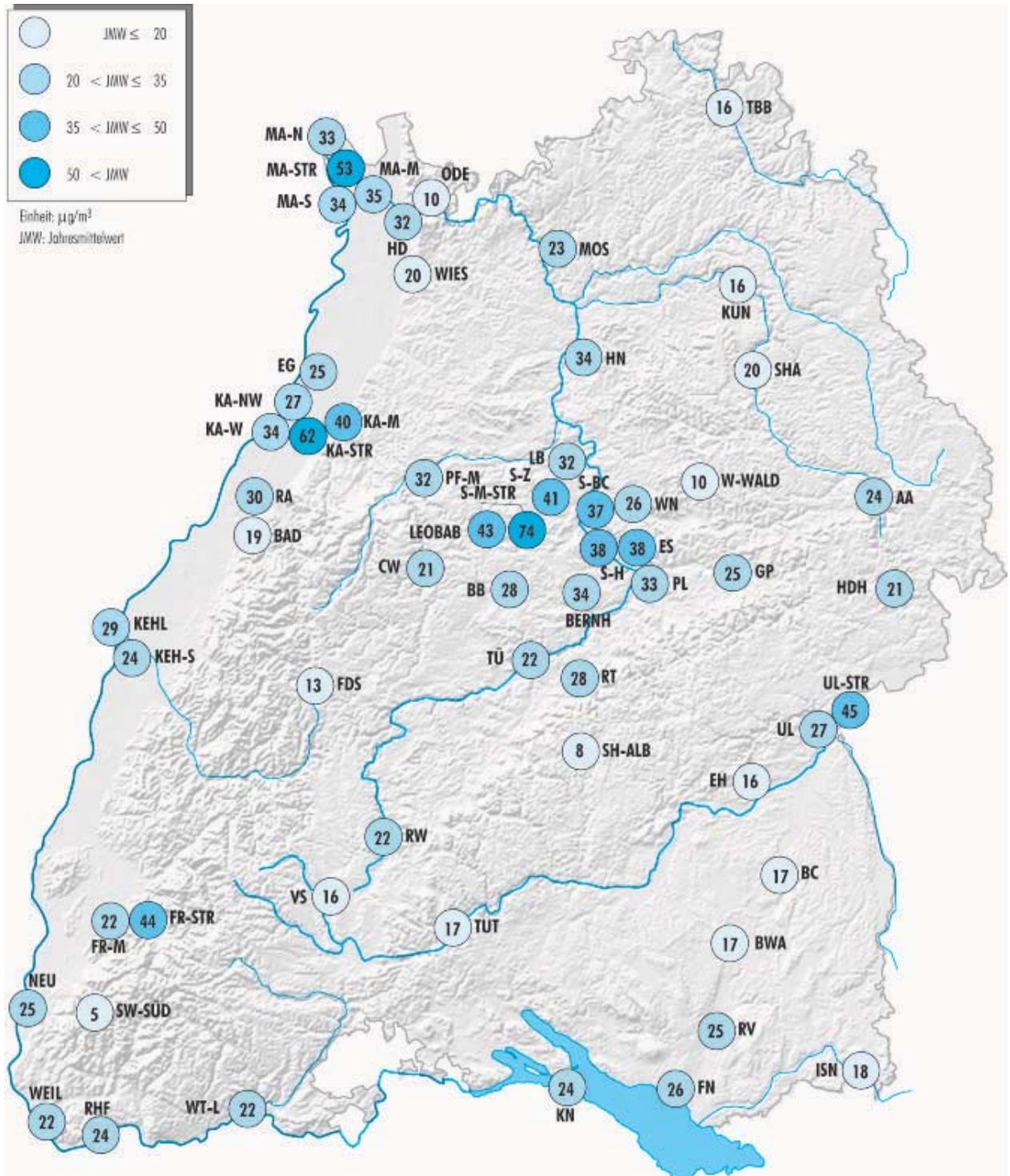
Der Verlauf der Monats- und Jahresmittelwerte von Stickstoffdioxid (Abbildung 2.2-5) zeigt für das Jahr 2002 niedrigere Konzentrationen als in den Vorjahren. Damit setzt sich der schon in den Vorjahren beobach-



**Abbildung 2.2-3**

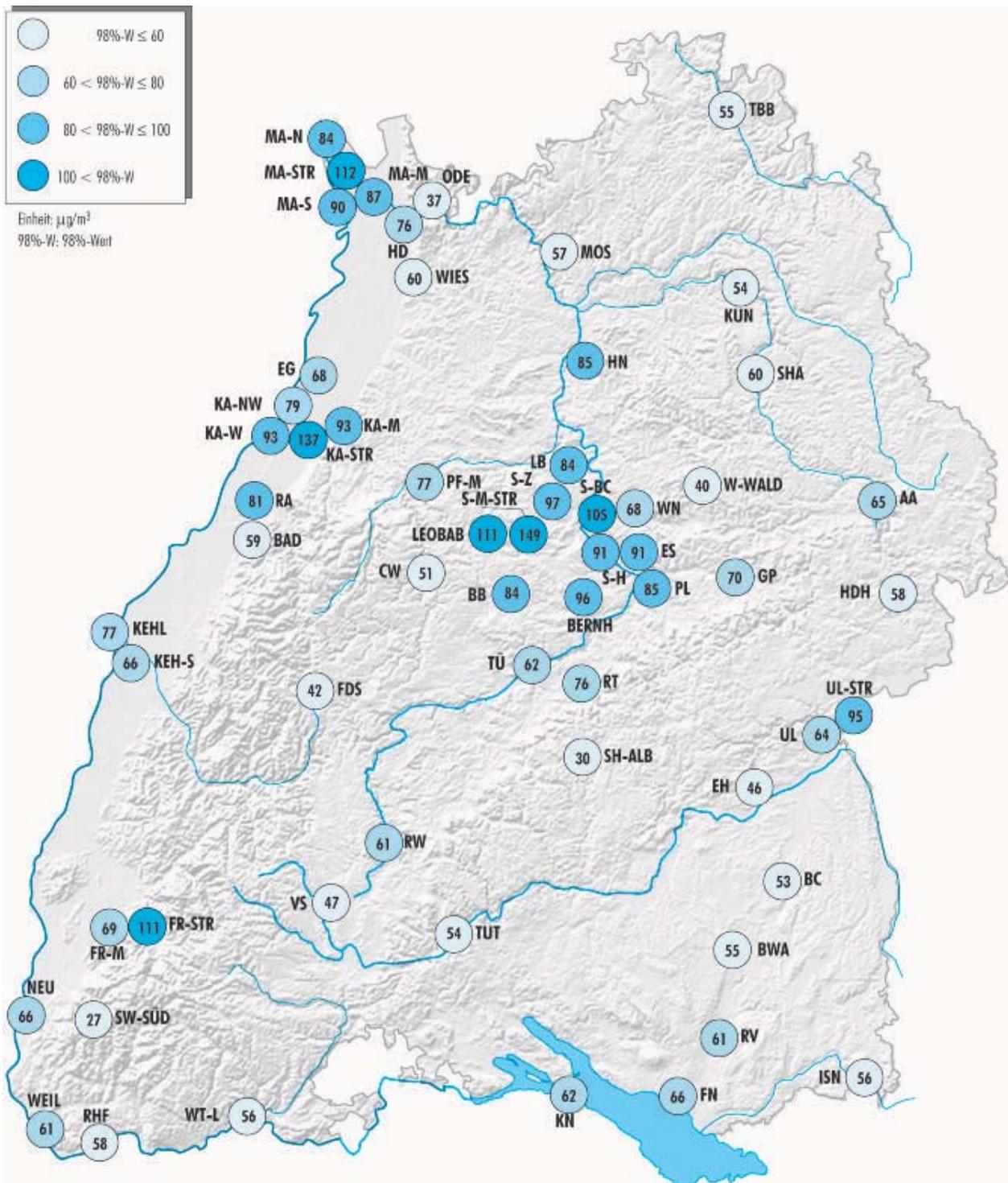
Jahresmittel- und 98%-Werte der Stickstoffdioxidkonzentrationen aus den landesweiten kontinuierlichen Messungen und an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes (geordnet nach Jahresmittelwert) im Jahr 2002.

Bezug: 20 °C und 101,3 kPa



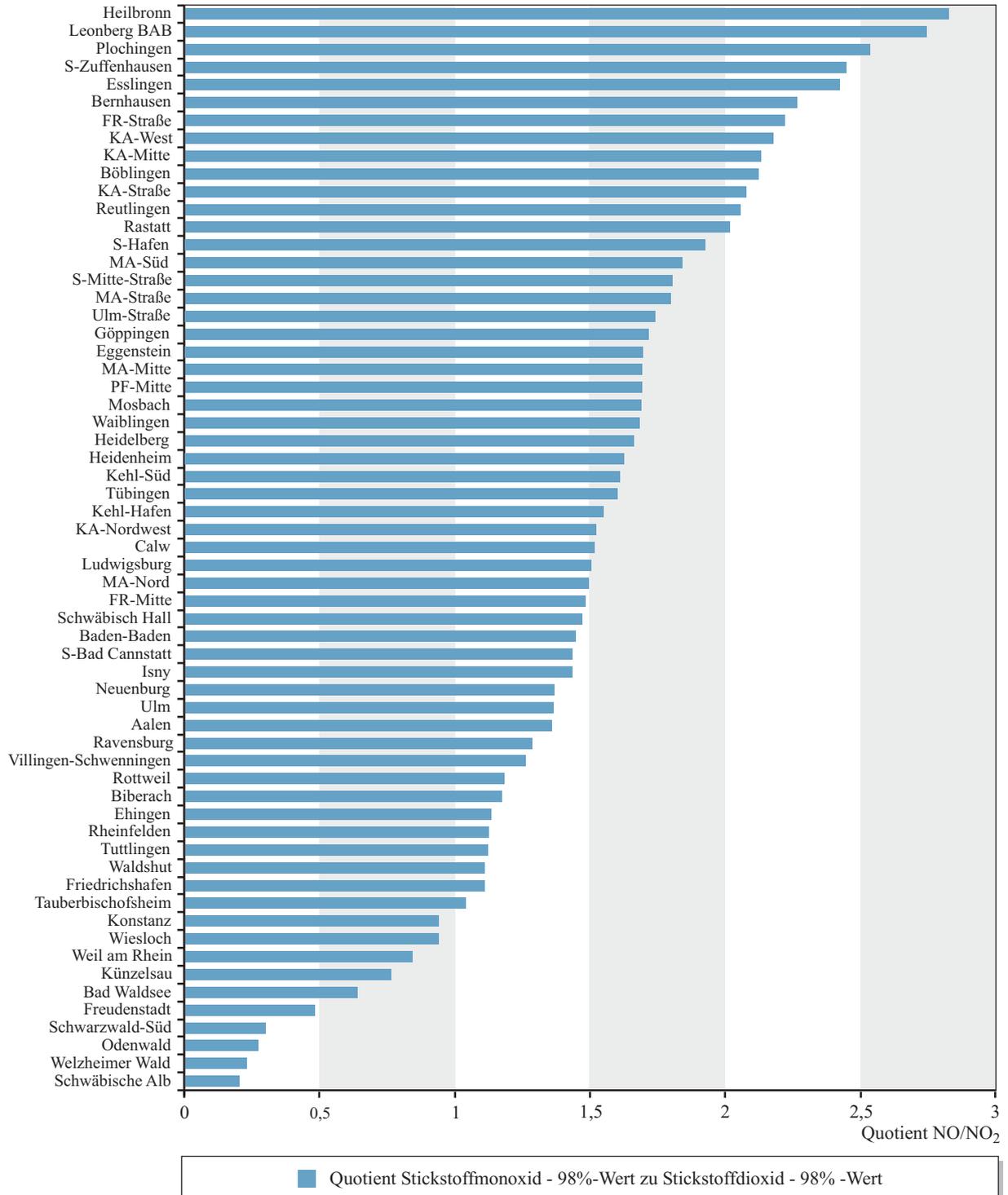
Karte 2.2-3

Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen aus den landesweiten kontinuierlichen Messungen und an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa



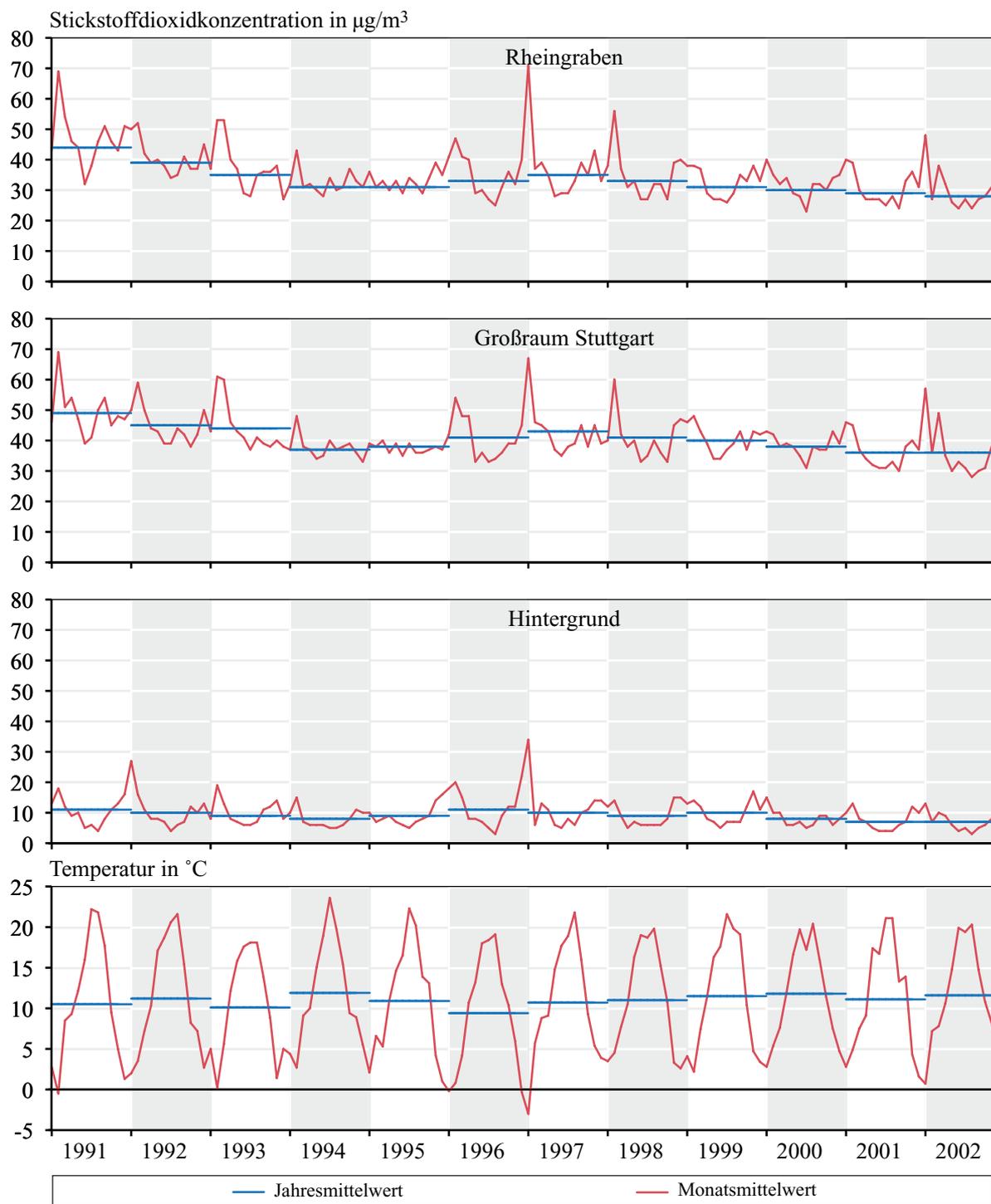
**Karte 2.2-4**

98%-Werte der Stickstoffdioxidkonzentrationen aus den landesweiten kontinuierlichen Messungen und an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa



**Abbildung 2.2-4**

Gegenüberstellung der 98%-Werte von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid aus den landesweiten kontinuierlichen Messungen und an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes (Messstationen sind nach NO-Werten sortiert) im Jahr 2002. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa



**Abbildung 2.2-5**

Verlauf der Stickstoffdioxidkonzentrationen in den Jahren 1991 bis 2002 (Monatsmittelwerte). Vergleich der Regionen Rheingraben und Großraum Stuttgart mit den Hintergrundstationen 'Schwarzwald Süd' und 'Welzheimer Wald' und den mittleren Monatstemperaturen. Bezug 20  $^{\circ}\text{C}$  und 101,3 kPa

tete Rückgang fort. Es zeigt sich jedoch, dass in den Monaten mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen im Winterhalbjahr die Monatsmittelwerte der Stickstoffdioxide im Vergleich zu den anderen Monaten höher liegen.

### 2.2.3 Kohlenmonoxid

Kohlenmonoxid entsteht bei unvollständiger Verbrennung aus dem Kohlenstoff des Brennstoffs. Der mit 67 % größte Teil der Kohlenmonoxidemissionen wird durch den Verkehr verursacht, gefolgt von den Emissionen von Maschinen und Geräten (24 %). Die Kleinfeuerungsanlagen spielen mit einem Beitrag von 7 % ebenso eine untergeordnete Rolle wie die Emissionen von Industrie und Gewerbe (3 %) [UVM, 1998]. Wie bei Schwefeldioxid sind die Kohlenmonoxidemissionen aus Verkehr, Industrie und Gewerbe über das Jahr konstant. Im Winter kommen Emissionen aus den Kleinfeuerungsanlagen hinzu, die in Verbindung mit austauscharmen Wetterlagen kurzzeitig zu erhöhten Konzentrationen von Kohlenmonoxid führen.

Kohlenmonoxid blockiert bei Menschen und Tieren die Sauerstoffaufnahme des Blutes und führt dadurch zu Sauerstoffmangel.

Die Jahresmittelwerte und 98%-Werte der Kohlenmonoxidkonzentrationen sind für alle Messstationen des landesweiten Luftmessnetzes in Abbildung 2.2-6 dargestellt. Die Karten 2.2-5 und 2.2-6 zeigen die Jahresmittelwerte und 98%-Werte für die einzelnen Stationen in ihrer Verteilung auf das Land. Es zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Kohlenmonoxidkonzentrationen an Messstationen in Straßennähe und den Messstationen in den Kernbereichen der Ballungszentren sowie an den emittentenfern gelegenen Hintergrundstationen. Die höchste Konzentration trat an der Verkehrsmessstation 'Karlsruhe-Straße' mit einem Jahresmittelwert von 1,1 mg/m<sup>3</sup> und einem 98%-Wert von 3,1 mg/m<sup>3</sup> auf.

Die MIK-Werte für Kohlenmonoxid (1/2h-MIK-Wert: 50 mg/m<sup>3</sup>; 24h-MIK-Wert: 10 mg/m<sup>3</sup>) wurden 2002 an keiner Station des landesweiten Messnetzes erreicht. Der höchste 1/2h-Mittelwert betrug 11,1 mg/m<sup>3</sup>

an der Station 'Karlsruhe-Straße', der höchste 24h-Mittelwert 4,1 mg/m<sup>3</sup> an der Station 'Freiburg-Straße'.

Der 8h-Mittelwert von 10 µg/m<sup>3</sup> nach der 22. BImSchV wurde an allen Stationen sicher eingehalten. Der höchste 8h-Mittelwert wurde mit 6,4 µg/m<sup>3</sup> an der Station 'Karlsruhe-Straße' ermittelt.

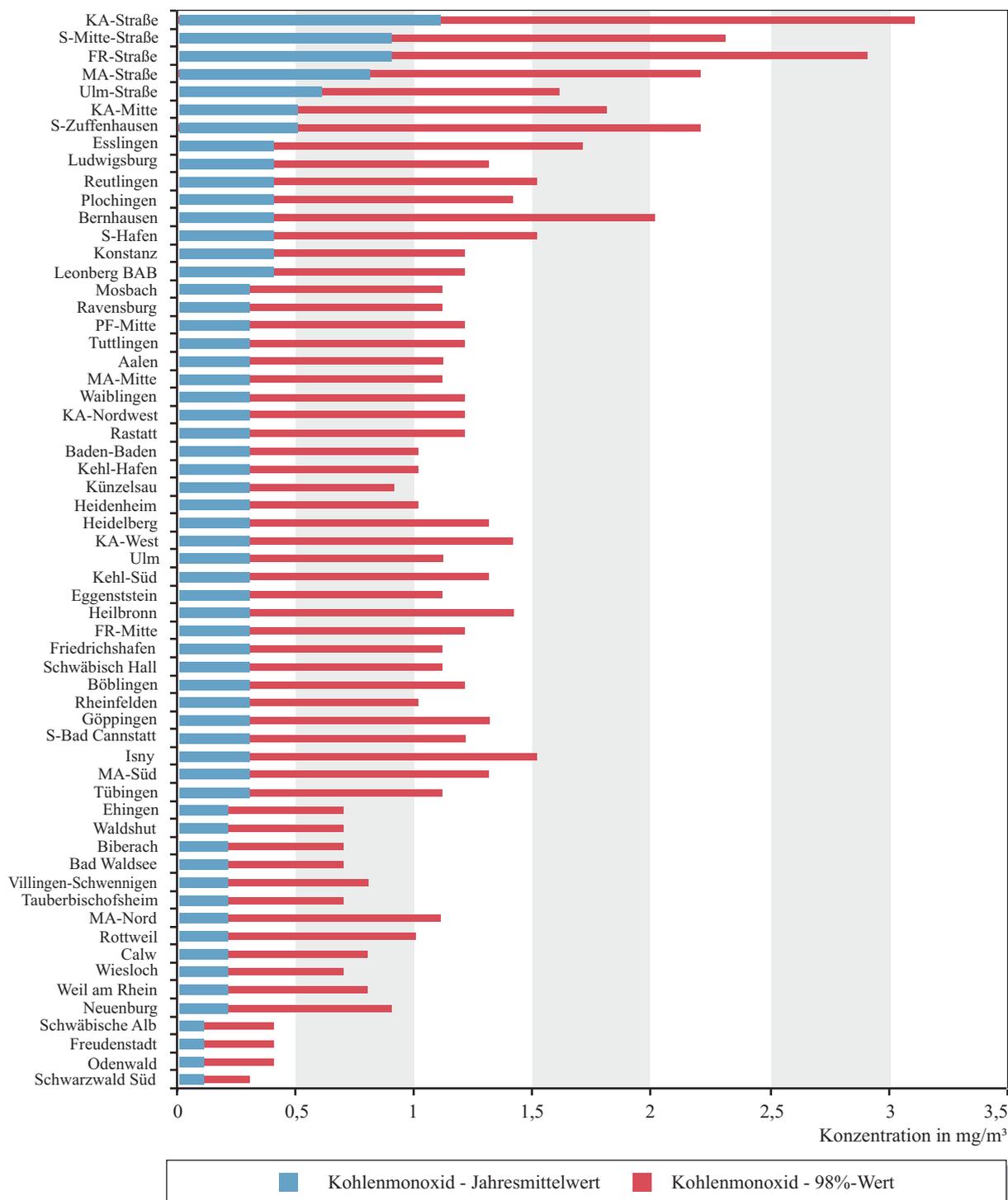
In Abbildung 2.2-7 sind die Zeitreihen der Monatsmittelwerte der Kohlenmonoxidkonzentrationen der Regionen Rheingraben und Großraum Stuttgart dargestellt.

Seit 1991 zeigen die Jahresmittelwerte von CO in den besiedelten Gebieten des Rheingrabens und im Großraum Stuttgart einen Rückgang um etwa 50 %. Im Jahr 2002 liegen die mittleren Konzentrationen auf dem gleichen, niedrigen Niveau wie im Vorjahr. An den Hintergrundmessstellen 'Schwarzwald Süd' und 'Welzheimer Wald' liegen die CO-Konzentrationen seit Beginn der Messungen 1996 auf einem sehr niedrigen Niveau nahe der Nachweisgrenze der Messgeräte von 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

### 2.2.4 Ozon

Ozon wird nach wie vor als Leitkomponente für den Sommersmog herangezogen. Vorläufersubstanzen für die Ozonbildung sind überwiegend Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) und leichtflüchtige organische Verbindungen (VOC - volatile organic compounds). Hohe Ozonkonzentrationen werden bei länger andauernden Hochdruckwetterlagen mit intensiver Sonneneinstrahlung durch chemische Reaktionen aus den Vorläufersubstanzen gebildet. Dabei findet von Tag zu Tag eine Anreicherung von Ozon in der Atmosphäre statt.

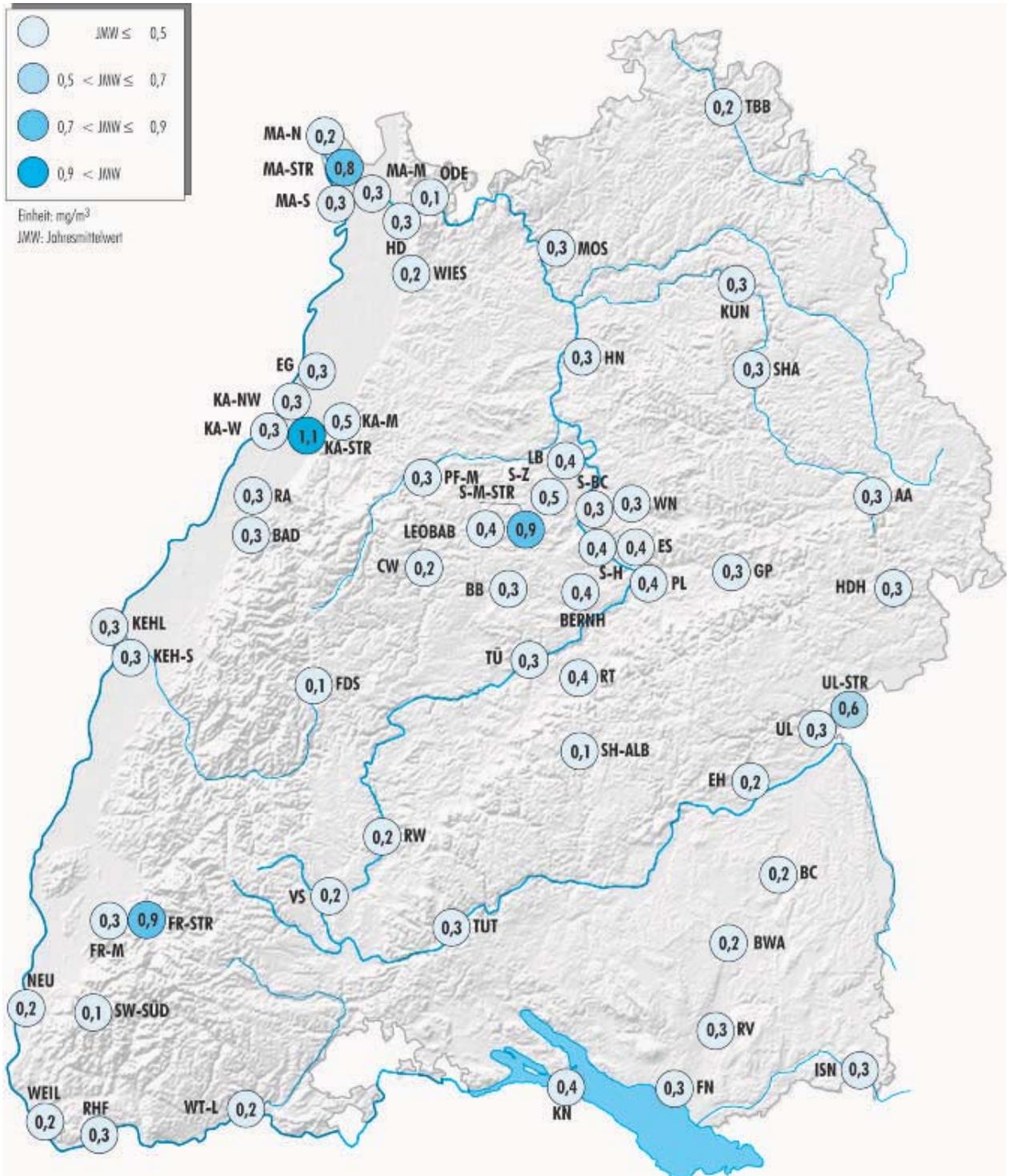
Die höchsten Jahresmittelwerte wurden im Jahr 2002 an den vier Hintergrundstationen und der hoch gelegenen Station 'Freudenstadt' festgestellt (Abbildung 2.2-8). An der Station 'Schwarzwald Süd' wurde mit 78 µg/m<sup>3</sup> der höchste Jahresmittelwert ermittelt, gefolgt von der Station 'Schwäbische Alb' mit 70 µg/m<sup>3</sup>. Standorte mit Verkehrseinfluss zeigen dagegen aufgrund der Reduktion von Ozon durch Stickstoffmonoxid die niedrigsten Jahresmittelwerte. Dazu gehören die drei Stationen 'Karlsruhe-Mitte', 'Esslingen' und



**Abbildung 2.2-6**

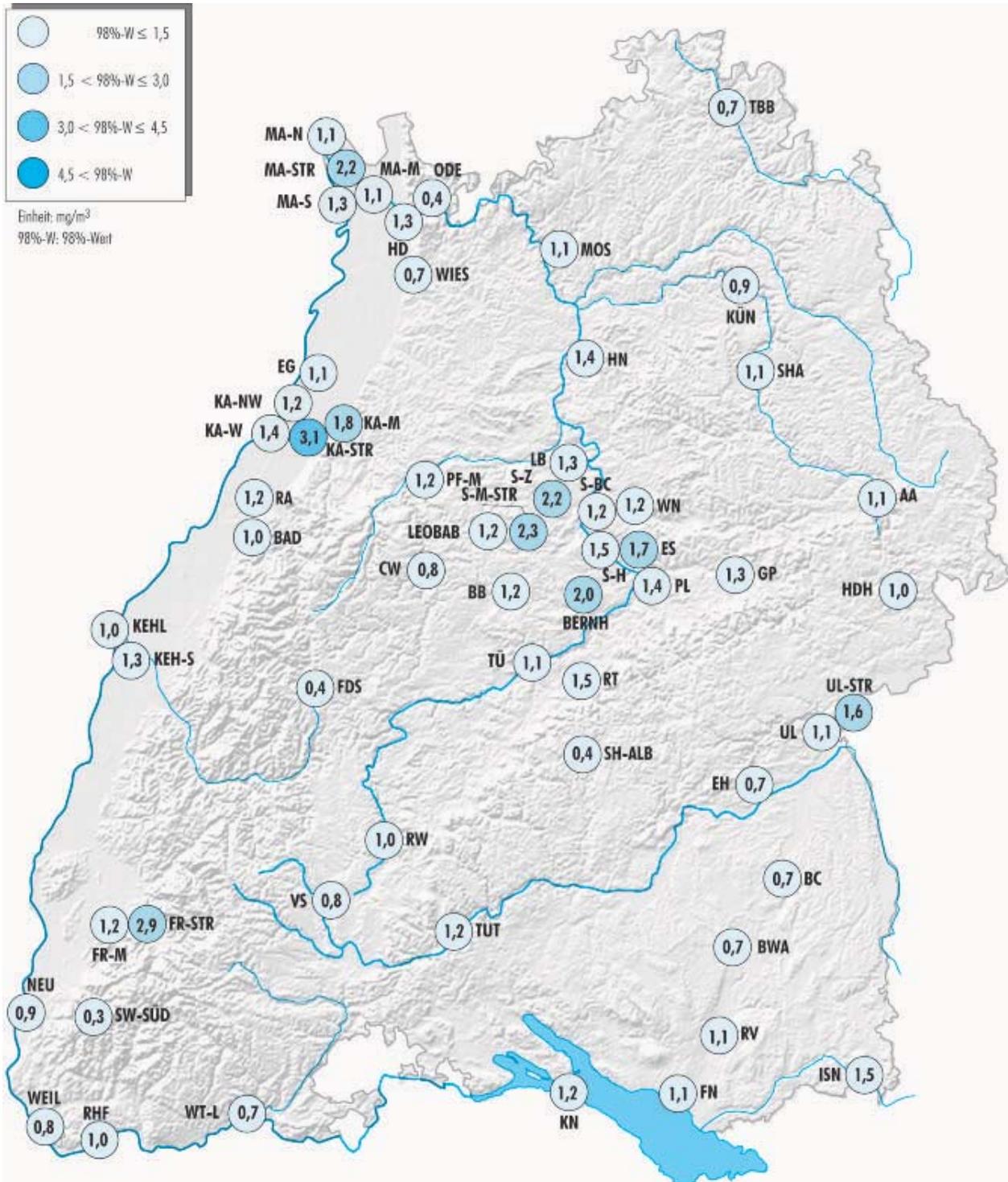
Jahresmittel- und 98%-Werte der Kohlenmonoxidkonzentrationen aus den landesweiten kontinuierlichen Messungen und an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes (geordnet nach Jahresmittelwert) im Jahr 2002.

Bezug: 20 °C und 101,3 kPa

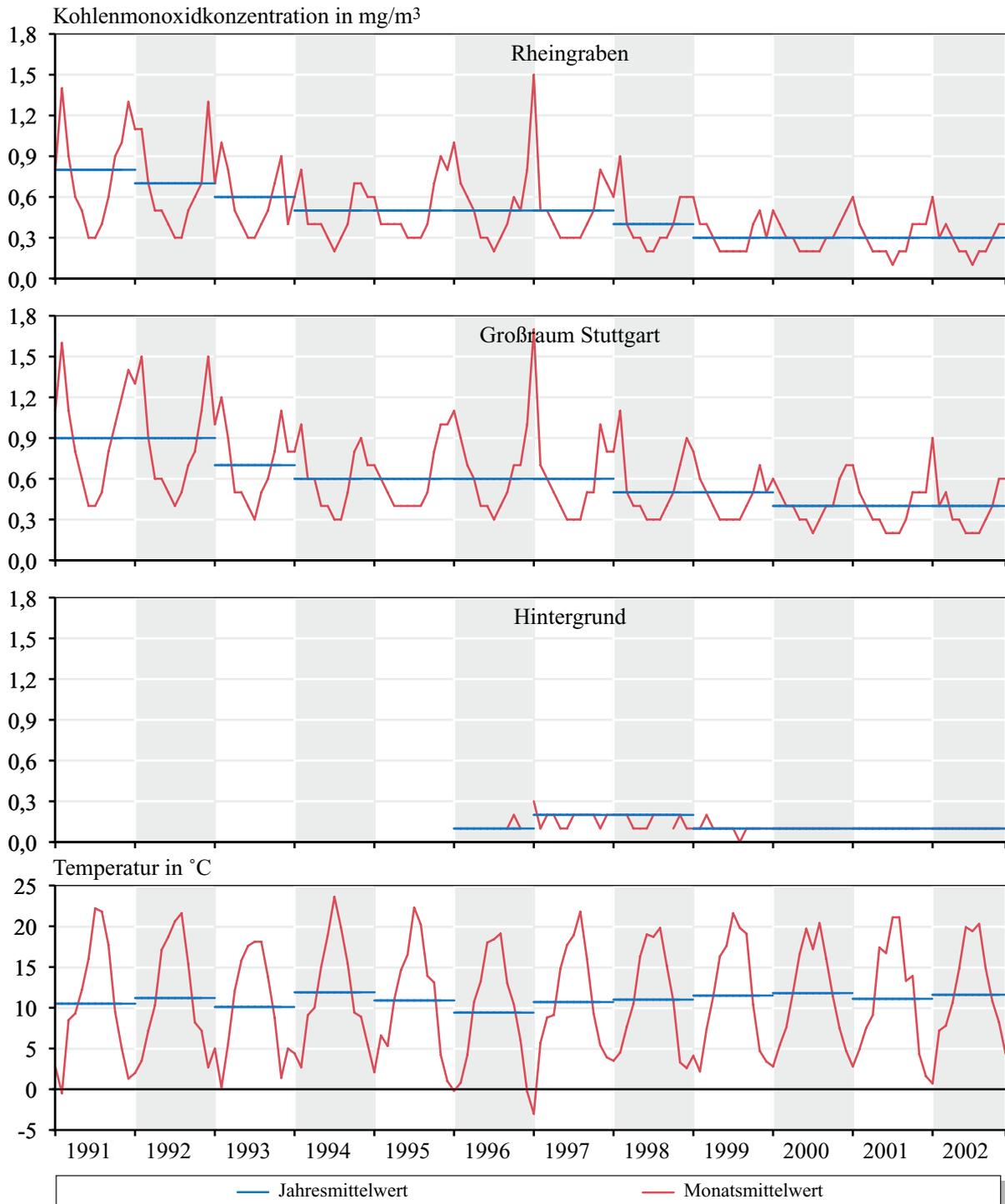


Karte 2.2-5

Jahresmittelwerte der Kohlenmonoxidkonzentrationen aus den landesweiten kontinuierlichen Messungen und an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa

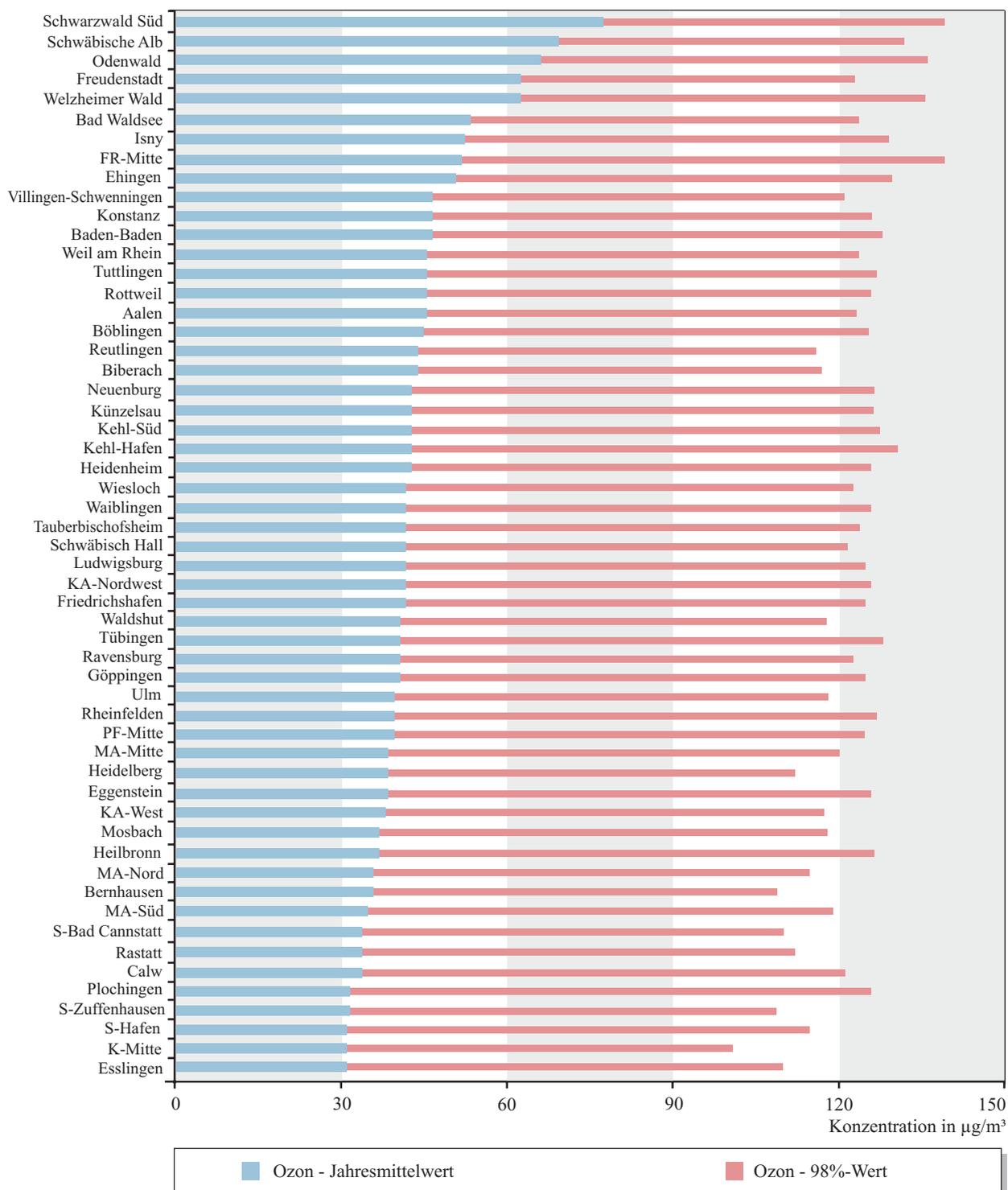


**Karte 2.2-6**  
 98%-Werte der Kohlenmonoxidkonzentrationen aus den landesweiten kontinuierlichen Messungen und an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa



**Abbildung 2.2-7**

Verlauf der Kohlenmonoxidkonzentrationen in den Jahren 1991 bis 2002 (Monatsmittelwerte). Vergleich der Regionen Rheingraben und Großraum Stuttgart mit den Hintergrundstationen 'Schwarzwald Süd' und 'Welzheimer Wald' und den mittleren Monatstemperaturen. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa



**Abbildung 2.2-8**

Jahresmittel- und 98%-Werte der Ozonkonzentrationen an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes (geordnet nach Jahresmittelwert) im Jahr 2002. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa

‘Stuttgart-Hafen’ (jeweils  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Karte 2.2-7). Bei der Belastung durch erhöhte Ozonwerte, hier ausgedrückt anhand der 98%-Werte, wird der mit  $144 \mu\text{g}/\text{m}^3$  höchste Wert im Jahr 2002 an den beiden Stationen ‘Schwarzwald-Süd’ und ‘Freiburg-Mitte’ erreicht (Karte 2.2-8), gefolgt von den beiden Stationen ‘Welzheimer Wald’ und ‘Odenwald’ mit jeweils  $137 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die niedrigsten 98%-Werte ergeben sich an den Stationen ‘Karlsruhe-Mitte’ ( $102 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sowie ‘Bernhausen’ und ‘Stuttgart-Zuffenhausen’ (jeweils  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Die bei den 98%-Werten geringere Spannweite gegenüber den Jahresmittelwerten, die auch sehr gut in Abbildung 2.2-8 ersichtlich ist, zeigt, dass erhöhte Ozonwerte bei sommerlichen Hochdruckwetterlagen fast überall auftreten können.

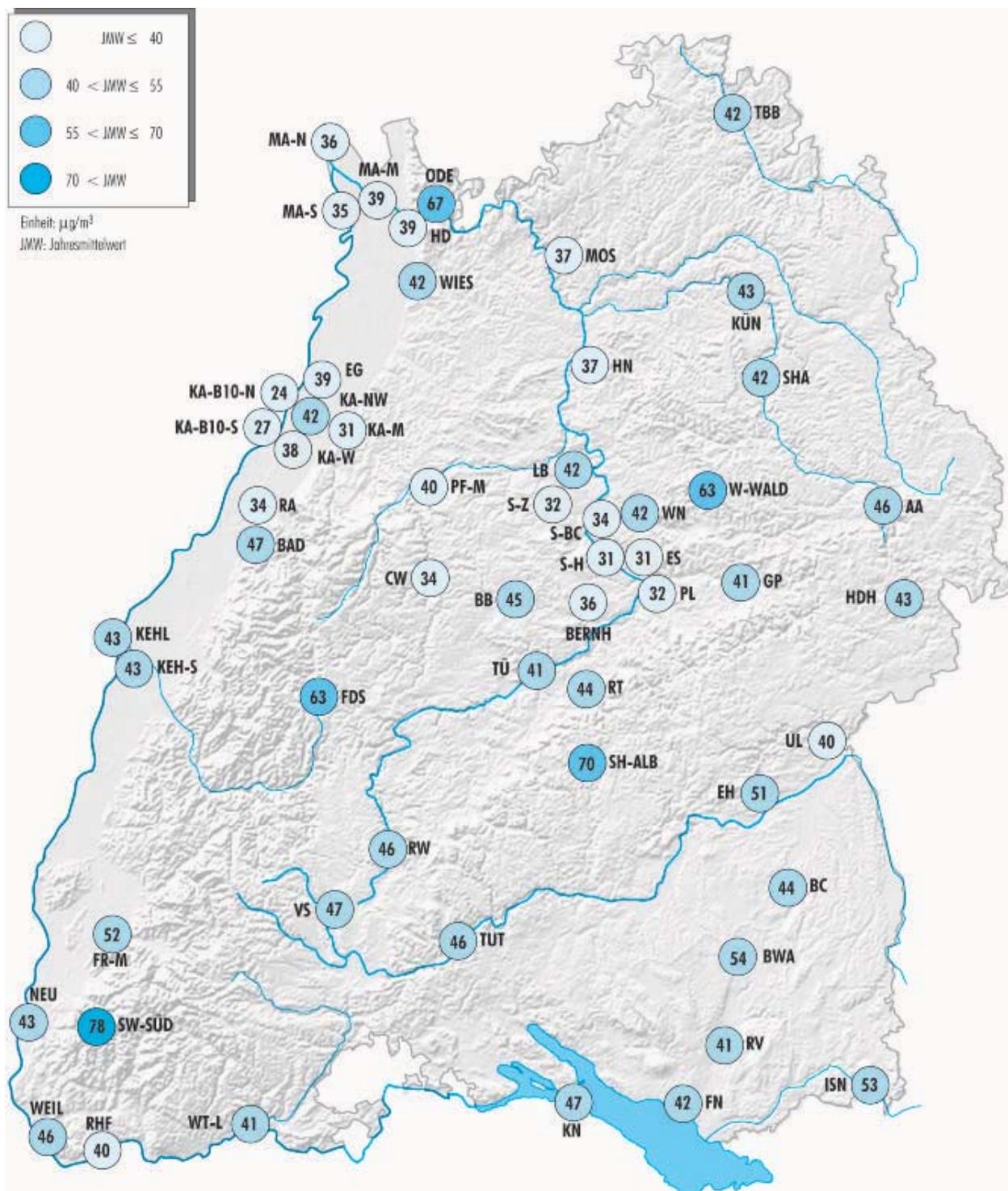
Bei Ozon sind neben dem Jahresmittelwert und dem 98%-Wert die Überschreitungshäufigkeiten verschiedener Schwellenwerte von besonderem Interesse. Der 1/2-Stunden-MIK-Wert von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde 2002 an allen Stationen überschritten (Abbildung 2.2-9). Am häufigsten wurde der MIK-Wert an der Station ‘Schwarzwald Süd’ mit 79 Tagen bei einer mittleren Überschreitungsdauer von 8,3 Stunden pro Überschreitungstag überschritten, gefolgt von der Station ‘Freiburg-Mitte’ (78 Tage). Die wenigsten Tage mit Überschreitungen wurden an den Stationen ‘Karlsruhe-Mitte’ (19 Tage) sowie ‘Esslingen’ und ‘Stuttgart-Bad Cannstatt’ (jeweils 24 Tage) festgestellt. An den meisten Stationen wird der MIK-Wert an 30 bis 60 Tagen überschritten.

In der 22. BImSchV sind für Ozon verschiedene Schwellenwerte zum Schutz vor schädlichen Einflüssen auf Menschen, Pflanzen und andere schützenswerte Güter festgelegt. Der 1-Stunden-Schwellenwert von  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zur Unterrichtung der Bevölkerung wurde im Jahr 2002 an 36 Stationen überschritten (Abbildung 2.2-10). Die Überschreitungshäufigkeit lag dabei nur zwischen einem und vier Tagen. Am häufigsten kam es zu Überschreitungen an den Stationen ‘Freiburg-Mitte’, ‘Eggenstein’, ‘Kehl-Hafen’ und ‘Pforzheim-Mitte’ (jeweils vier Tage).

Der Schwellenwert von  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als 8-Stundenmittelwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurde im Jahr 2002 an allen Stationen überschritten (Abbildung 2.2-11). Die Tage mit Überschreitungen wurden an der Hintergrundstation ‘Schwarzwald Süd’ (78 Tage) und an der Station ‘Freiburg-Mitte’ (69 Tage) beobachtet. Die mittlere Überschreitungsdauer betrug an den Hintergrundstationen zwischen 13 und 15 Stunden am Tag. Am seltensten wurde der Schwellenwert an der Station ‘Karlsruhe-Mitte’ mit sieben Tagen überschritten. Es folgen weitere Stationen mit Verkehrseinfluss.

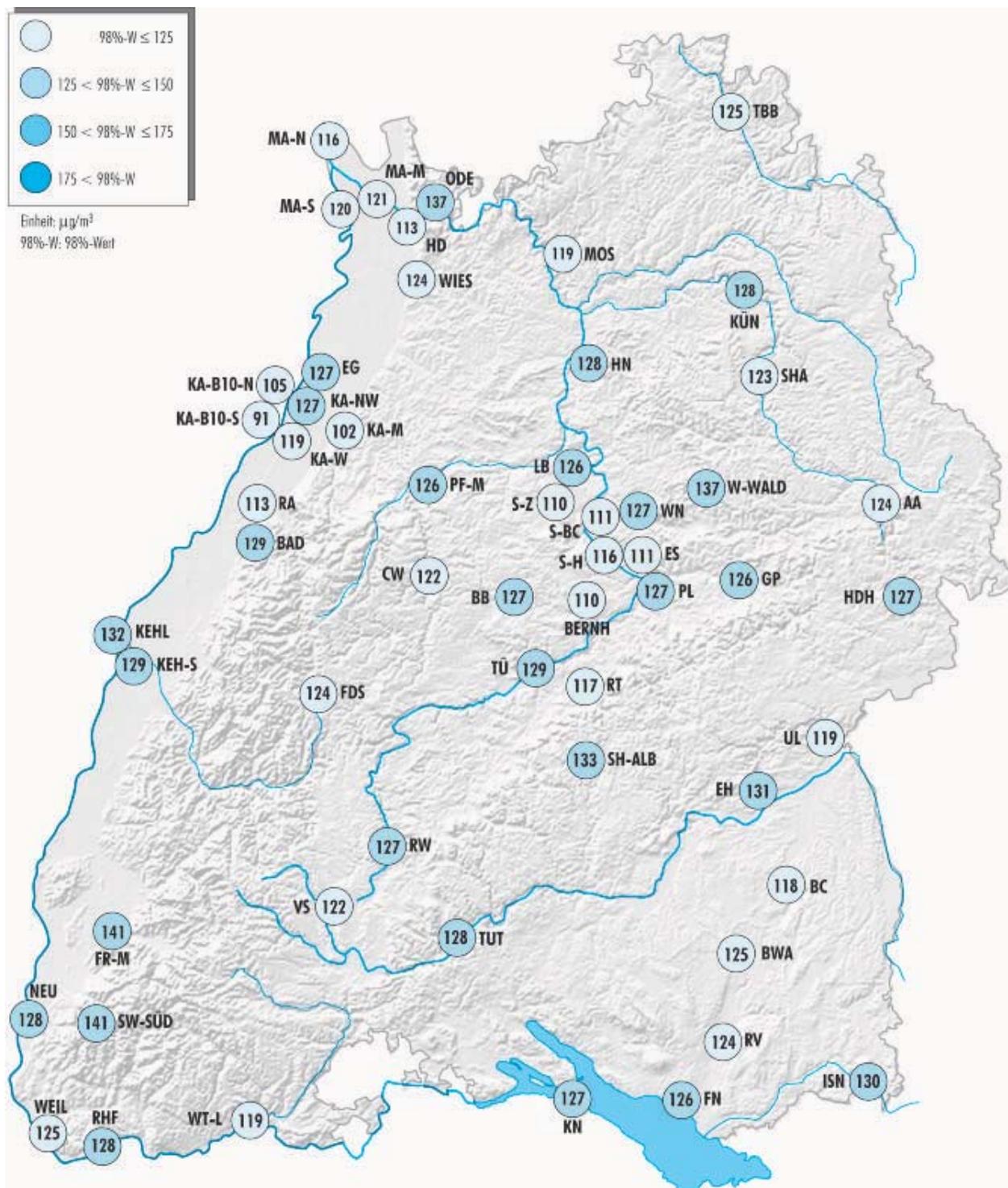
Der Schwellenwert von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Stundenmittelwert zum Schutz der Vegetation wurde im Jahr 2002 an 23 Stationen überschritten. Der ebenfalls zum Schutz der Vegetation definierte Schwellenwert von  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als 24-Stundenmittelwert wurde 2002 an allen Stationen überschritten (Abbildung 2.2-12). Die wenigsten Überschreitungen zeigten die Stationen ‘Rastatt’ (33 Tage) und ‘Karlsruhe-Mitte’ (35 Tage). Dagegen gab es die meisten Überschreitungen an den Hintergrundstationen und den Stationen mit geringem Einfluss von primären Luftschadstoffen. An den beiden Stationen ‘Schwarzwald Süd’ (311 Tage) und ‘Schwäbische Alb’ (258 Tage) wurden die meisten Tage mit Überschreitungen festgestellt.

Der Zielwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit nach der 3. Tochterrichtlinie (2002/3/EG) von maximal 25 Überschreitungen des 8-Stundenmittelwertes von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde 2002 an 38 Stationen nicht erreicht. Mit 64 Tagen an der Station ‘Schwarzwald Süd’ und mit 55 Tagen an der Station ‘Welzheimer Wald’ wurden an diesen beiden Stationen die häufigsten Überschreitungen beobachtet. Der Alarmschwellenwert von  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Stundenmittelwert wurde 2002 an den vier Stationen ‘Eggenstein’, ‘Karlsruhe-Nordwest’, ‘Karlsruhe-Mitte’ und ‘Pforzheim-Mitte’ jeweils an einem Tag überschritten. Das zweite Kriterium zur Ergreifung umgehender Maßnahmen im Falle einer über drei aufeinanderfolgenden Stunden andauernden Überschreitung wurde an diesen Standorten nicht erreicht. Der höchste Stundenmittelwert wurde mit  $259 \mu\text{g}/\text{m}^3$  am 18.6.2002 an der Station ‘Eggenstein’ gemessen.



Karte 2.2-7

Jahresmittelwerte der Ozonkonzentrationen an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002.  
 Bezug: 20 °C und 101,3 kPa



**Karte 2.2-8**

98%-Werte der Ozonkonzentrationen an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002.  
 Bezug: 20 °C und 101,3 kPa

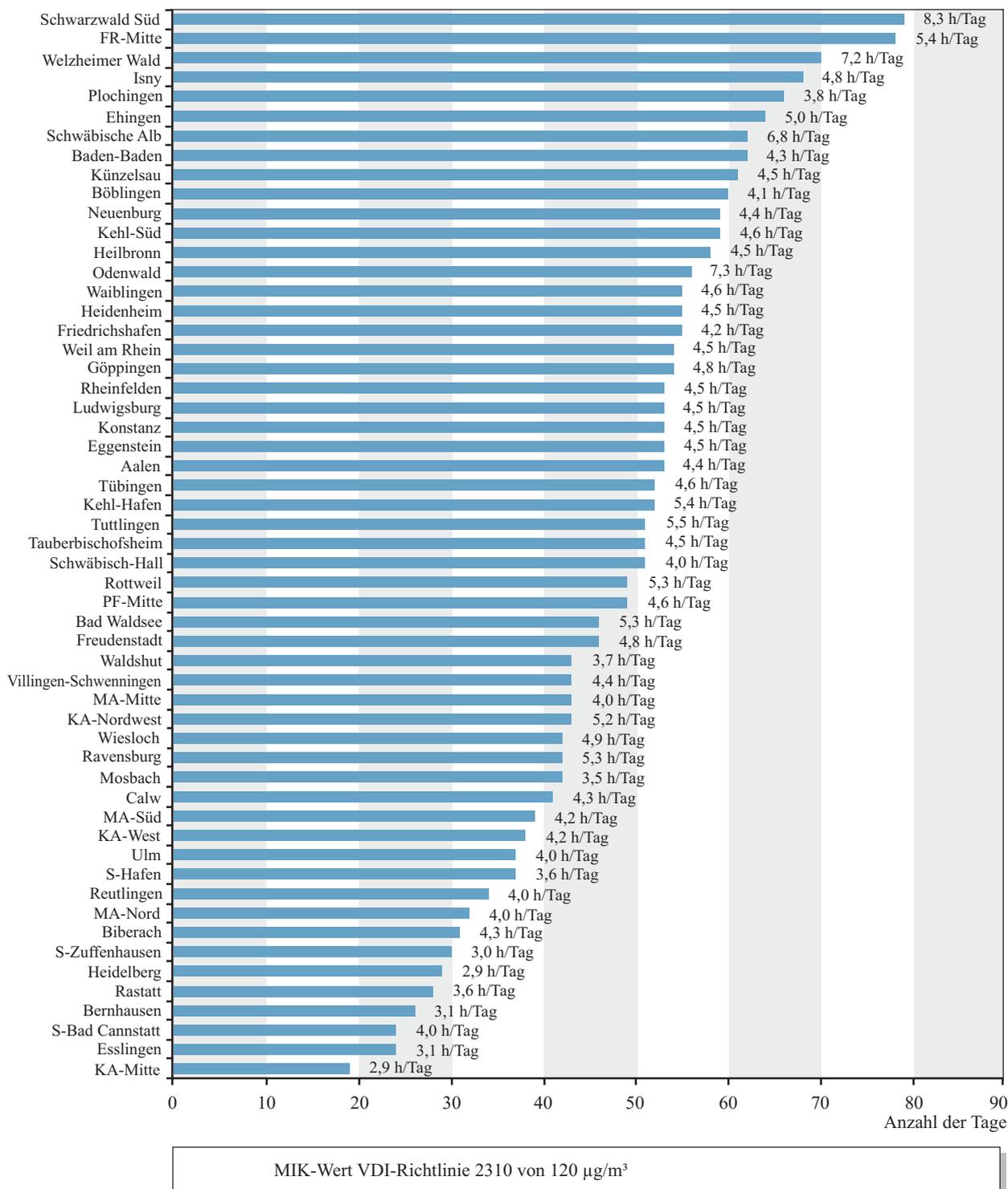
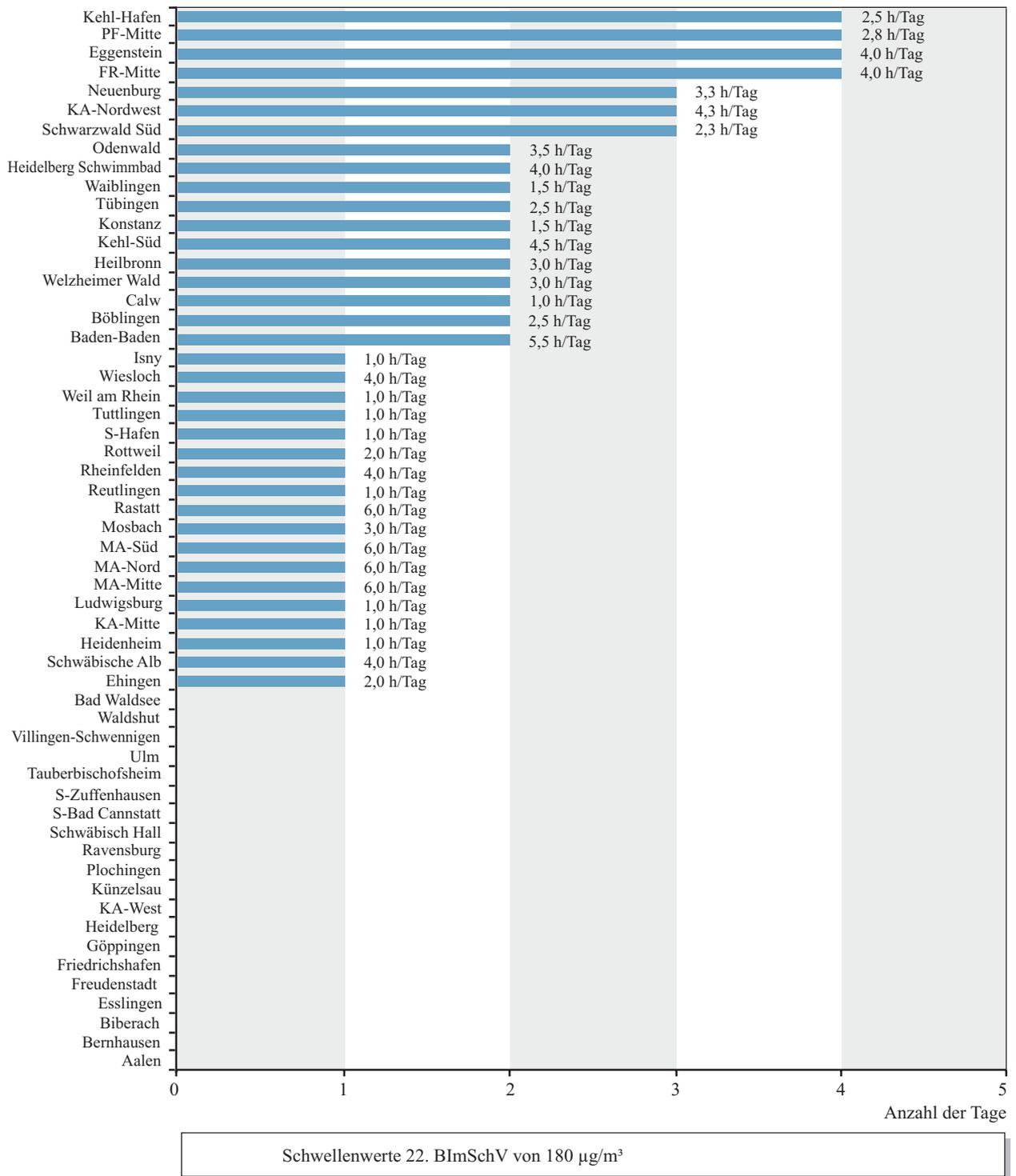


Abbildung 2.2-9

Anzahl der Tage mit Überschreitungen des 1/2-h-Wertes für Ozon von 120 µg/m<sup>3</sup> und mittlere Überschreitungsdauer an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa



**Abbildung 2.2-10**

Anzahl der Tage mit Überschreitungen des 1-h-Schwellenwertes für Ozon von 180 µg/m<sup>3</sup> und mittlere Überschreitungsdauer an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa

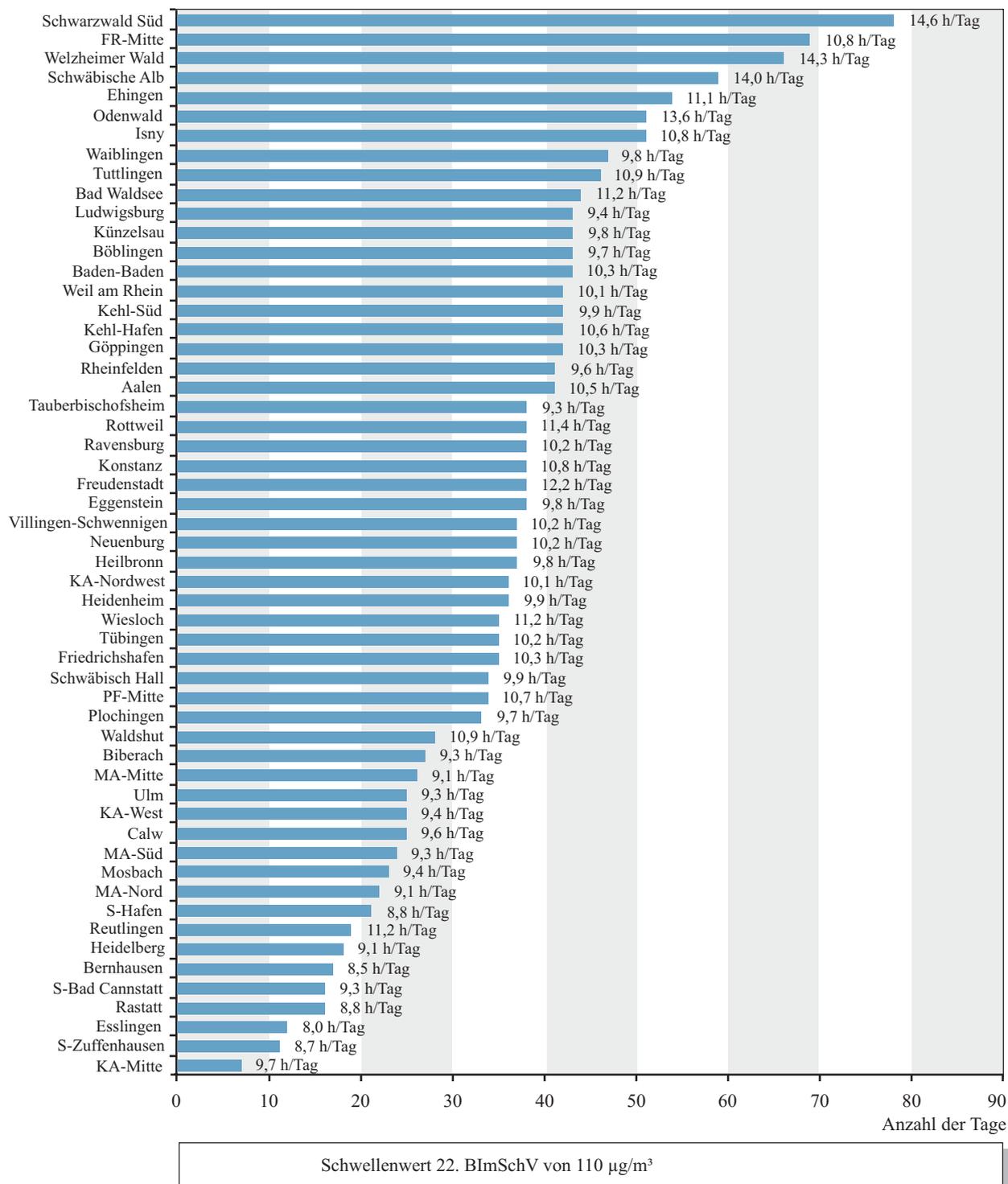


Abbildung 2.2-11

Anzahl der Tage mit Überschreitungen des 8-h-Schwellenwertes für Ozon von 110 µg/m³ und mittlere Überschreitungsdauer an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa

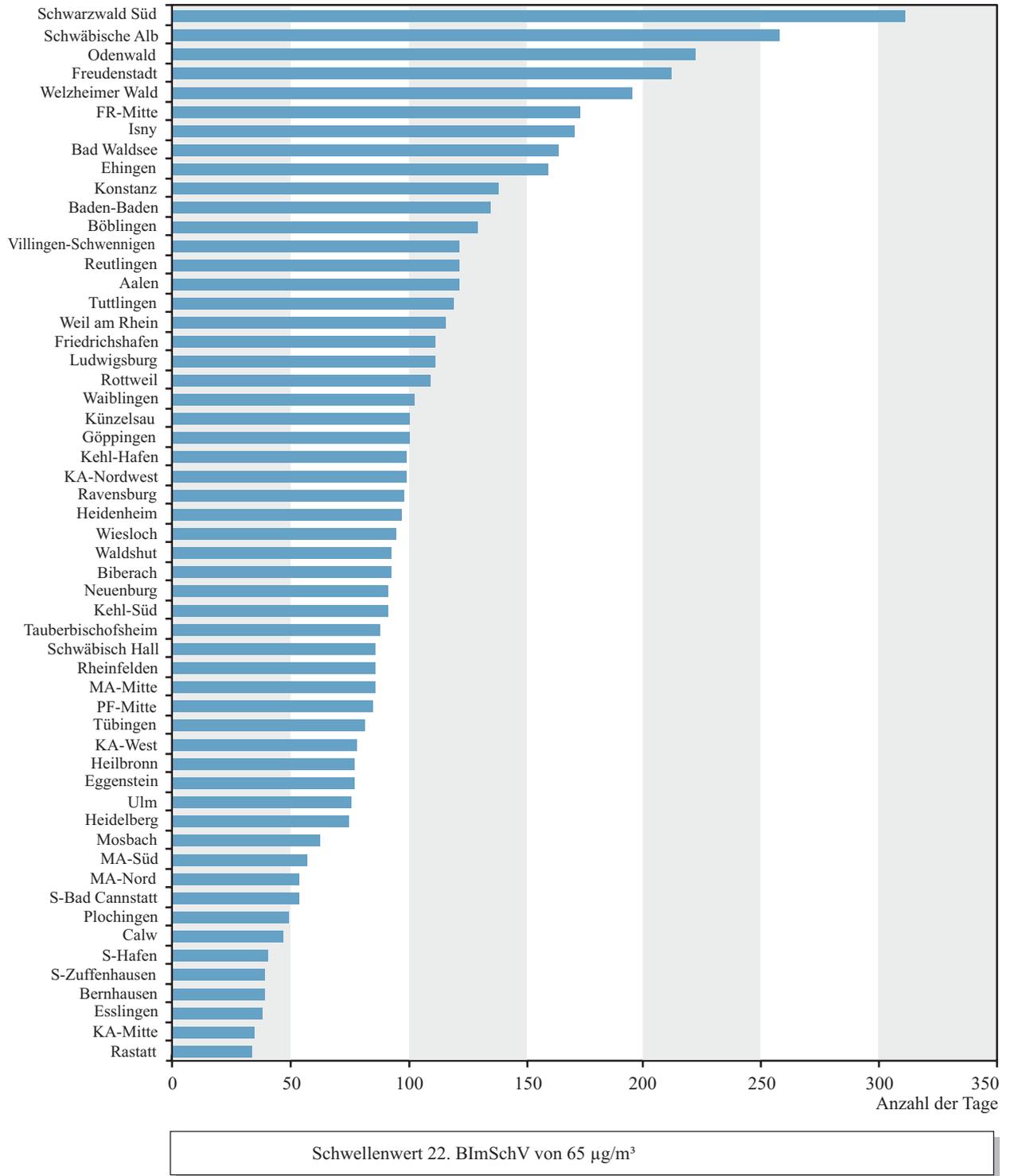


Abbildung 2.2-12

Anzahl der Tage mit Überschreitungen des 24-h-Schwellenwertes für Ozon von 65 µg/m³ und mittlere Überschreitungsdauer an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa

Der Zielwert für den Schutz der Vegetation nach der 3. Toherrichtlinie, der AOT40-Wert von 18 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$  von Mai bis Juli, wurde 2002 an 25 Stationen nicht erreicht.

In Abbildung 2.2-13 ist der Verlauf des täglichen Ozonmaximums (höchster 1 h-Mittelwert des Tages) von Mitte April bis Mitte September für alle Stationen dargestellt. Die Stationen sind nach ihrer Lage regional zusammengefasst. Die Entstehung von bodennahem Ozon wird durch eine warme und sonnenreiche Witterung bei windschwachen Wetterlagen begünstigt. Die Ozonverteilung spiegelt in weiten Teilen den Witterungsverlauf wieder. Die Bänder mit Werten über 140  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  kennzeichnen Hochdruckwetterphasen. Je länger diese anhielten, desto höher lagen die Ozonkonzentrationen. Beendet oder unterbrochen wurden sie jeweils durch Zufuhr anderer, meist kühlerer Luftmassen.

Im Jahr 2002 gab es nur in der zweiten Junihälfte landesweit über mehrere Tage erhöhte Ozonwerte. Der erste Zeitraum war vom 17. bis zum 19.6.2002, als unter Hochdruckeinfluss hohe Temperaturen auftraten. Am 18.6.2002 kam es an 26 Stationen zur Überschreitung des Informationswertes von 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . An diesem Tag wurden auch die höchsten Ozonwerte für 2002 gemessen. An vier Stationen wurde der Wert von 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  überschritten ('Eggenstein' 259  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; 'Karlsruhe-Mitte' 256  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 'Karlsruhe-Nordwest' 252  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; 'Pforzheim-Mitte' 244  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Durch die Zufuhr von kühleren Luftmassen ab 19.6.2002 trat eine zusätzliche Labilisierung ein. Die Ozonwerte blieben unter dem Informationswert. Am 26./27.6.2002 kam es an wenigen Stationen zur Überschreitung des Informationswertes. Weitere kurze Phasen mit nur wenigen Überschreitungen traten im ersten Drittel des Monats Mai, um die Mitte des Monats Mai und Ende Juli auf. Alle weiteren Hochdruckphasen waren nur von kurzer Dauer oder wiesen Störungseinfluss auf, so dass es nicht zum Auftreten von erhöhten Ozonwerten kam. Insbesondere im Monat August kam es aufgrund des häufigen Störungseinflusses nicht zur Ausbildung einer andauernden Hochdruckphase mit erhöhten Temperaturen. Dementsprechend wurde

auch nur ein Maximalwert von 167  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Monat August erreicht.

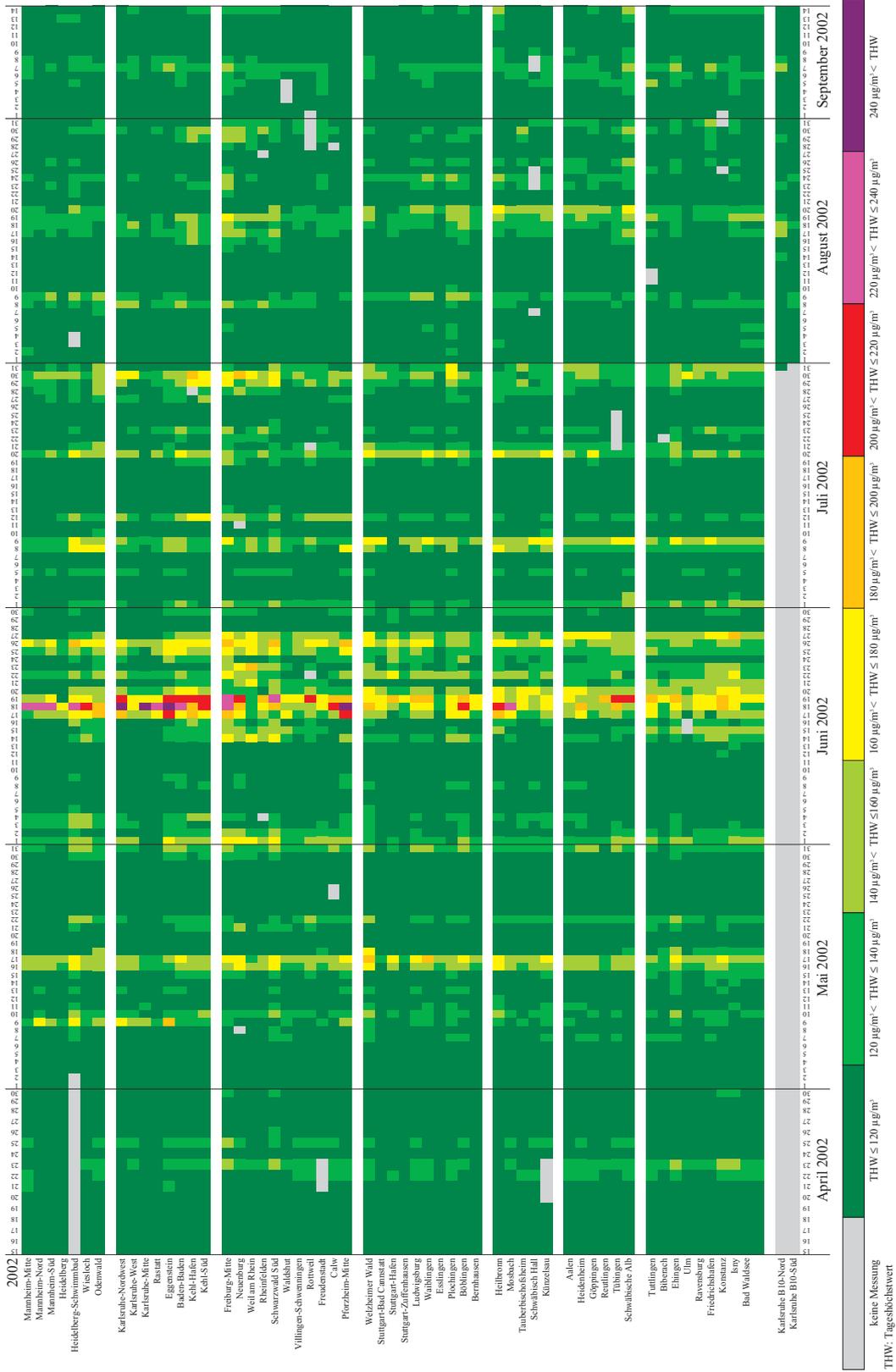
Abbildung 2.2-14 zeigt für die Jahre 1990 bis 2002 die mittlere Anzahl von Tagen pro Station mit Überschreitung des Schwellenwertes von 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Im Mittel über alle Stationen wurde somit der Wert von 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nur an einem Tag im Jahr überschritten. Dies ist deutlich weniger als in den beiden Vorjahren. Mit durchschnittlich 12 Tagen pro Station gab es im Jahr 1991 die meisten Überschreitungen. Je nach Witterung traten die Episoden mit hoher Ozonbelastung in unterschiedlichen Monaten auf. In den Jahren 1990, 1991, 1992, 1997 und 1998 wurden die häufigsten Überschreitungen im Monat August festgestellt, gefolgt vom Monat Juli in den Jahren 1994 und 1995. Im Jahr 2002 wurden nahezu alle auftretenden Überschreitungen im Monat Juni registriert. Das zeigt auch schon Abbildung 2.2-13.

In Abbildung 2.2-15 sind die langjährigen Monats- und Jahresmittel für Ozon in den verschiedenen Regionen sowie der Verlauf der mittleren Monats- und Jahrestemperatur von Mannheim für 1991 bis 2002 dargestellt. Für alle drei Regionen ist ein ausgeprägter Jahresgang mit hohen Ozonkonzentrationen in den Monaten April bis August erkennbar. Im Vergleich der Messstationen sind die Werte im Mittel an den Hintergrundstationen auf einem höheren Niveau. Der Rheingraben weist etwas höhere Werte als der Großraum Stuttgart auf. Die mittlere Ozonkonzentration liegt im Jahr 2002 auf dem Niveau der Werte der Vorjahre.

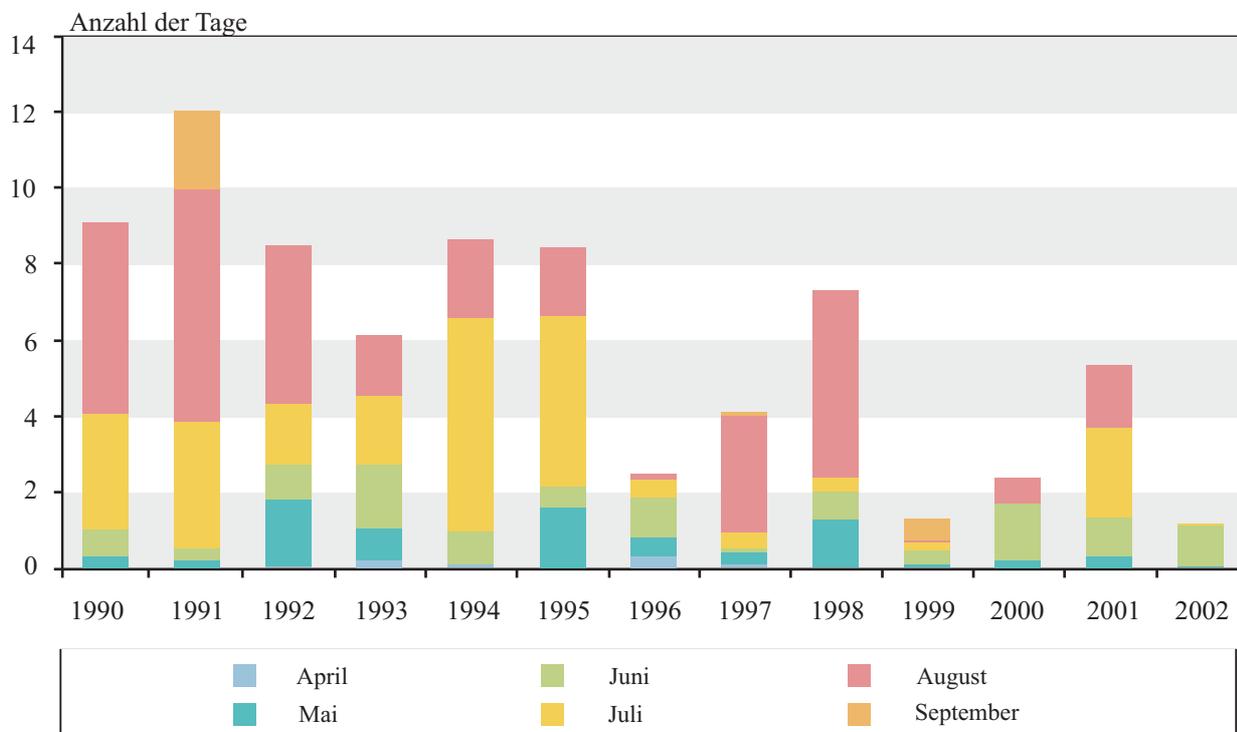
### 2.2.5 Organische Luftschadstoffe Gesamtkohlenwasserstoffe

Zur Beurteilung der Luftverunreinigungen durch organische Gase wurden im Jahr 2002 an 40 ausgewählten Stationen (incl. der sechs Verkehrsmessstationen) Gesamtkonzentrationen der flüchtigen organischen Verbindungen ohne Methan (NMVOC: Non Methane Volatile Organic Compounds) kontinuierlich gemessen.

NMVOC stammen zu einem großen Teil (31 % der Gesamtemissionen in Baden-Württemberg) aus bioge-



**Abbildung 2.2-13**  
 Tageshöchstwerte (THW: 1-h-Werte) für Ozon an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002 von Mitte April bis Mitte September, eingeteilt in Konzentrationsklassen. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa



**Abbildung 2.2-14**

Anzahl der Tage mit Überschreitungen des 1-h-Schwellenwertes für Ozon von 180 µg/m³ im Mittel über alle Stationen des landesweiten Luftmessnetzes für die Jahre 1990 bis 2002. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa

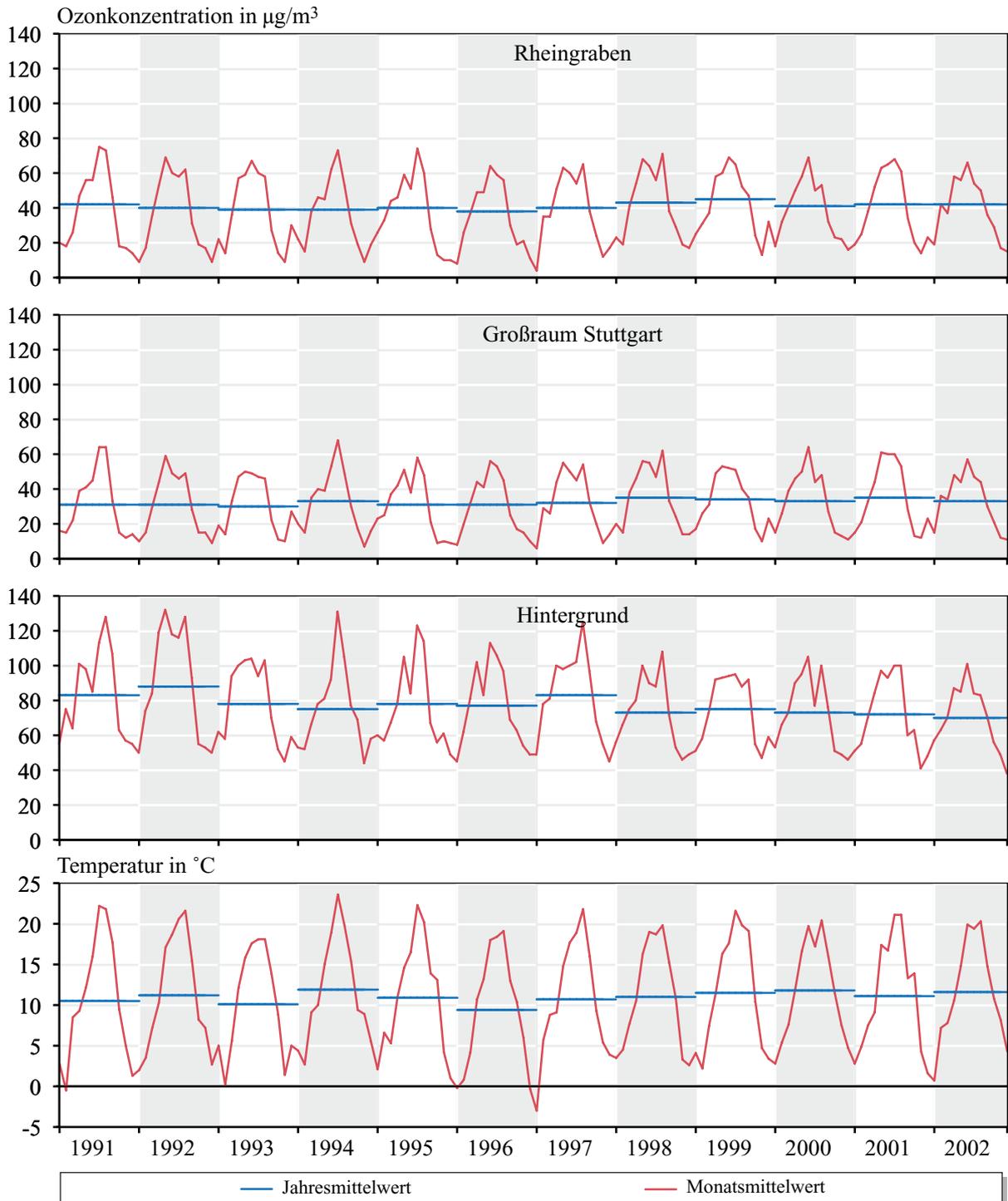
nen Quellen, insbesondere Fäulnisprozessen der Vegetation (Wälder, Äcker, Grünland). Anthropogene Quellen sind vor allem der Verkehr (28 %), Industrie und Gewerbe (21 %, in der Hauptsache Kleingewerbe und sonstige nicht erklärspflichtige Anlagen mit 15 Prozentpunkten) und die Kleinf Feuerungsanlagen (2 %). Außerdem spielt die vielfältige Verwendung von unterschiedlichen organischen Lösemitteln und die Emissionen aus Geräten, Maschinen und Fahrzeugen außerhalb des Verkehrs mit 18 % eine beträchtliche Rolle. 1998 wurden in Baden-Württemberg insgesamt rund 212 000 Tonnen Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC) emittiert [UMEG, 2000]. In Abbildung 2.2-16 sind die Jahresmittel- und die 98%-Werte der Gesamtkohlenwasserstoffe (methanfrei) an den 40 ausgerüsteten Messstationen dargestellt. Die höchsten Jahresmittelwerte wie auch 98%-Werte treten an den verkehrsbezogenen Messstellen in den großen Städten, gefolgt von Messstationen mit

Verkehrseinfluss (‘Stuttgart-Zuffenhausen’, ‘Esslingen’, ‘Karlsruhe-Mitte’) auf. An der Verkehrsmessstation ‘Karlsruhe-Straße’ wurde mit 112 µg/m³ der höchste Jahresmittelwert und an der Verkehrsmessstation ‘Freiburg-Straße’ mit 386 µg/m³ der höchste 98%-Wert ermittelt. Die niedrigsten Kohlenwasserstoffkonzentrationen wurden an den vier Hintergrundstationen gemessen. Dies zeigt sich sowohl im Jahresmittel wie auch im 98%-Wert (Abbildung 2.2-16).

**Benzol, Toluol, Xylol (BTXe)**

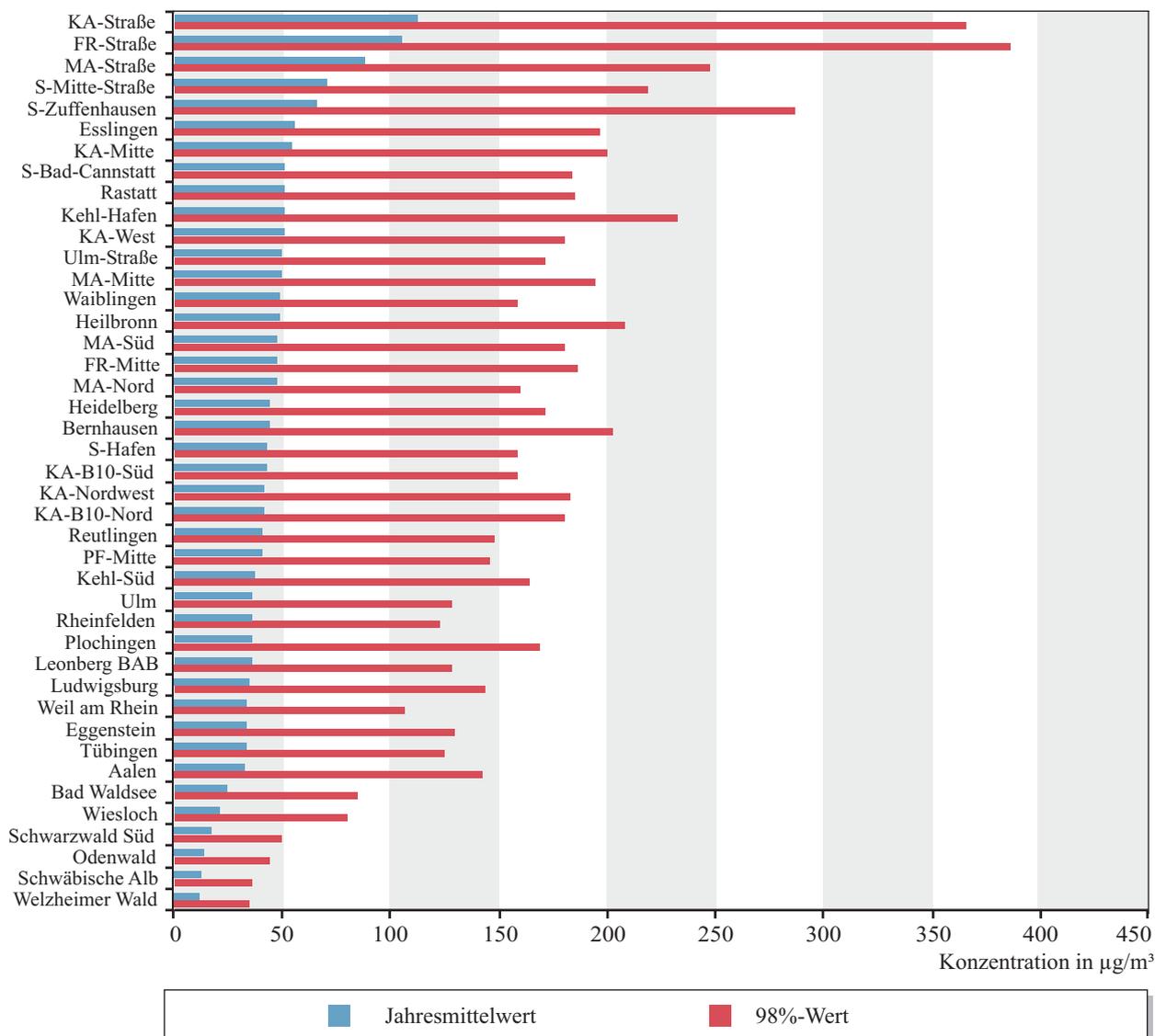
Benzol ist mit weniger als 1 % Bestandteil von Ottokraftstoffen und entsteht dazuhin bei unvollständigen Verbrennungsprozessen. Toluol und Xylol werden hauptsächlich als Lösemittel eingesetzt.

Die zuvor beschriebenen Ergebnisse der Gesamtkohlenwasserstoffmessungen geben zwar Hinweise auf die Höhe der Belastung durch organische Verbindungen, sie erlauben jedoch keine Angaben über den An-



**Abbildung 2.2-15**

Verlauf der Ozonkonzentrationen in den Jahren 1991 bis 2002 (Monatsmittelwerte). Vergleich der Regionen Rheingraben und Großraum Stuttgart mit den Hintergrundstationen ‘Schwarzwald Süd’ und ‘Welzheimer Wald’ und den mittleren Monatstemperaturen. Bezug: 20 °C und 101,3 kPa



**Abbildung 2.2-16**

Jahresmittel- und 98%-Werte der Gesamtkohlenwasserstoff-Konzentration (methanfrei) aus den landesweiten kontinuierlichen Messungen und an den 41 ausgewählten Stationen des landesweiten Luftmessnetzes (geordnet nach Jahresmittelwert) im Jahr 2002. Bezug 20 °C und 101,3 kPa

teil der Einzelkomponenten an der Belastung. Deshalb werden an den Messstationen auf Aktivkohle Proben zur laboranalytischen Analyse (GC-FID nach Elution mit Schwefelkohlenstoff) von organischen Einzelkomponenten genommen. Bestimmt werden Benzol, Toluol und Xylol (BTXe). An den Verkehrsmessstationen werden je Kalenderjahr ca. 200 Tageswerte, die gleichmäßig über das Jahr verteilt sind, ge-

zogen und an den übrigen Stationen ca. 26 Zweiwochenmittelproben.

Einen Einfluss auf den Jahresmittelwert hat die begrenzte Zeitabdeckung an den Straßenmessstationen nicht.

Die Ergebnisse dieser Messungen sind als Jahresmittelwerte in Tabelle 2.2-2 aufgelistet, die Benzolkon-

**Tabelle 2.2-2**

Ergebnisse der Messungen von Benzol, Toluol und Xylolen aus den landesweiten kontinuierlichen Messungen und an den Luftmessstationen in Baden-Württemberg im Jahr 2002. Bezug 20 °C und 101,3 kPa

Station	Mittelwert Benzol	Mittelwert Toluol	Mittelwert m-/p-Xylol	Mittelwert o-Xylol	Verhältnis Toluol/Benzol
Aalen	1,5	3,3	1,9	0,7	2,3
Bad Waldsee	0,9	1,7	0,9	0,3	1,8
Baden-Baden	1,0	2,1	1,2	0,5	2,0
Bernhausen	1,8	4,4	3,1	1,0	2,5
Biberach	1,0	1,8	1,4	0,5	1,9
Böblingen	1,3	2,5	1,7	0,6	2,0
Calw	1,2	2,1	1,3	0,5	1,8
Eggenstein	1,2	2,2	1,2	0,5	1,8
Ehingen	1,2	2,2	2,6	0,8	1,8
Esslingen	1,6	3,6	2,9	1,0	2,3
Freiburg-Straße	3,4	8,8	6,5	2,4	2,6
Freiburg-Mitte	1,1	2,5	1,6	0,6	2,2
Freudenstadt	0,7	4,4	0,9	0,4	6,5
Friedrichshafen	1,4	3,1	1,9	0,7	2,3
Göppingen	1,7	5,8	3,2	1,1	3,4
Heidelberg	1,9	4,5	2,5	1,0	2,4
Heidenheim	1,3	2,7	1,6	0,6	2,0
Heilbronn	1,6	3,3	2,7	0,9	2,1
Isny	1,3	3,0	1,9	0,7	2,3
Karlsruhe-Straße	4,2	10,3	7,3	2,7	2,5
Karlsruhe-Mitte	2,3	5,4	3,7	1,4	2,3
Karlsruhe-Nordwest	1,4	3,7	2,0	0,7	2,6
Karlsruhe-West	1,7	7,6	2,6	1,0	4,5
Kehl-Hafen	1,2	2,9	2,0	0,7	2,4
Kehl-Süd	1,5	3,5	2,3	0,8	2,3
Konstanz	1,7	5,2	2,8	1,0	3,0
Künzelsau	1,2	2,2	2,5	0,8	1,7
Leonberg BAB	1,4	2,6	1,8	0,7	1,9
Ludwigsburg	1,3	2,9	2,2	0,8	2,2
Mannheim-Straße	4,0	11,3	7,1	2,7	2,8
Mannheim-Mitte	1,6	4,0	2,7	1,0	2,5
Mannheim-Nord	1,5	3,4	1,7	0,6	2,3
Mannheim-Süd	1,7	3,9	2,4	0,9	2,2
Mosbach	1,3	2,5	1,7	0,6	1,9
Neuenburg	1,2	3,1	2,0	0,7	2,6
Odenwald	0,7	1,0	0,5	0,2	1,4

**Tabelle 2.2-2**

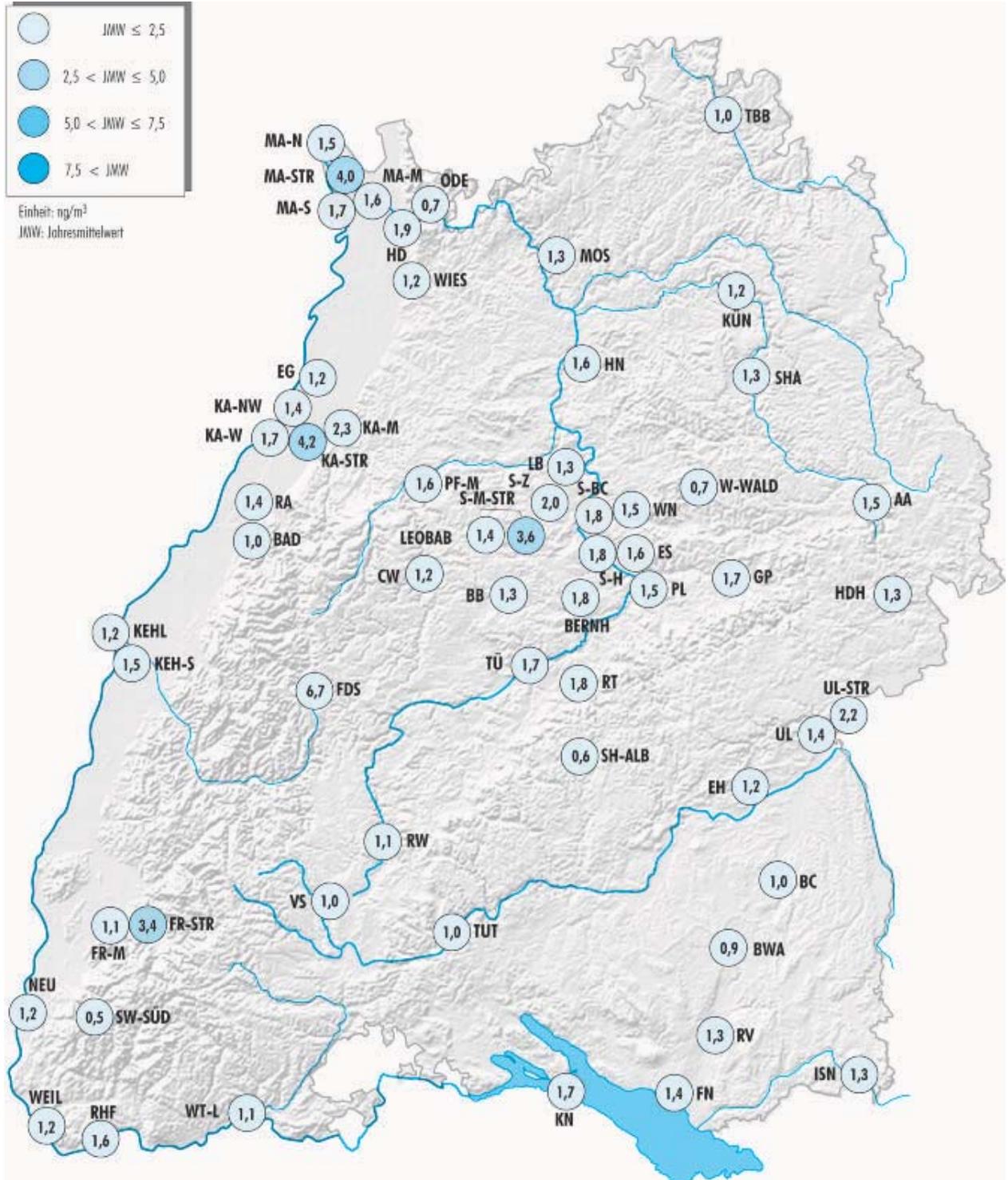
Ergebnisse der Messungen von Benzol, Toluol und Xylole aus den landesweiten kontinuierlichen Messungen und an den Luftmessstationen in Baden-Württemberg im Jahr 2002. Bezug 20 °C und 101,3 kPa

Station	Mittelwert Benzol	Mittelwert Toluol	Mittelwert m-/p-Xylol	Mittelwert o-Xylol	Verhältnis Toluol/Benzol
Pforzheim-Mitte	1,6	3,4	2,8	0,9	2,1
Plochingen	1,5	3,0	2,2	0,8	2,0
Rastatt	1,4	3,0	4,8	1,4	2,1
Ravensburg	1,3	2,9	1,7	0,6	2,3
Reutlingen	1,8	4,1	2,7	1,0	2,2
Rheinfelden	1,6	4,8	2,3	0,8	3,0
Rottweil	1,1	2,2	1,3	0,5	2,1
Schwarzwald Süd	0,5	0,6	0,3	0,1	1,0
Schwäbisch Hall	1,3	2,3	1,4	0,5	5,1
Schwäbische Alb	0,6	0,9	0,4	0,2	0,7
Stuttgart-Mitte-Straße	3,6	8,8	6,5	2,4	2,5
Stuttgart-Bad Cannstatt	1,8	4,0	2,8	1,0	2,2
Stuttgart-Hafen	1,8	3,8	3,5	1,2	2,1
Stuttgart-Zuffenhausen	2,0	4,6	3,8	1,3	2,3
Tauberbischofsheim	1,0	1,6	0,9	0,3	1,6
Tübingen	1,7	3,3	2,7	0,9	2,0
Tuttlingen	1,0	1,8	1,0	0,4	1,8
Ulm	1,4	3,3	2,1	0,8	2,3
Ulm-Straße	2,2	5,3	3,9	1,4	2,4
Villingen-Schwenningen	1,0	2,7	1,9	0,6	2,8
Waiblingen	1,5	3,3	2,3	0,8	2,1
Waldshut	1,1	2,8	1,3	0,5	2,5
Weil am Rhein	1,2	3,3	1,5	0,6	2,7
Welzheimer Wald	0,7	0,9	0,5	0,2	1,3
Wiesloch	1,2	2,3	1,3	0,5	1,9

zentrationen zeigt außerdem Karte 2.2-9.

Erwartungsgemäß wurden die höchsten Konzentrationen von Benzol, Toluol und den Xylole an den Verkehrsmessstationen und den stark verkehrsbeeinflussten Messstationen festgestellt. Die Verkehrsmessstationen 'Freiburg-Straße', 'Stuttgart-Mitte-Straße', 'Mannheim-Straße' und 'Karlsruhe-Straße' zeigen die höchsten Jahresmittelwerte von 3,4 µg/m<sup>3</sup> bis 4,2 µg/m<sup>3</sup> für Benzol und 8,8 µg/m<sup>3</sup> bis 11 µg/m<sup>3</sup> für Toluol, m-/p-Xylol liegt bei maximal 7 µg/m<sup>3</sup>. Die o-Xylol-

Außenluftkonzentration liegt an diesen Messstationen zwischen 2 µg/m<sup>3</sup> und 3 µg/m<sup>3</sup>. Auffallend bezüglich eines hohen Toluol- zu Benzolverhältnis ist - wie schon in den Vorjahren - die Station 'Karlsruhe-West' bei einer Toluol-Konzentration von 7,6 µg/m<sup>3</sup>. Das Verhältnis Toluol zu Benzol beträgt 4,5. Für typische Verkehrslagen liegt dieses Verhältnis um 2 bis 3 (Tabelle 2.2-2). Auch an den Stationen 'Freudenstadt' und 'Schwäbisch-Hall' werden deutlich abweichende Toluol zu Benzol-Verhältnisse erhalten. Der Quotient



Karte 2.2-9

Jahresmittelwerte 2002 der Benzolkonzentrationen aus den landesweiten kontinuierlichen Messungen und an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes. Bezug 20 °C und 101,3 kPa

liegt hier bei Werten größer 5, was auf eine andere Immissionssituation schließen lässt, allerdings auf niedrigem Konzentrationsniveau.

Die Luftkonzentrationen der BTXen unterliegen keinem prägnanten jahreszeitlichen Gang. Im Jahresverlauf werden Konzentrationsschwankungen der Monatsmittelwerte um den Faktor 2 festgestellt.

Die niedrigsten Jahresmittelwerte für Benzol von weniger als  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  werden erwartungsgemäß an den vier Hintergrundstationen erhalten. An den Straßenmessstationen werden im Jahresmittel Benzolkonzentrationen bis  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgestellt.

Der ab dem 1. Januar 2010 einzuhaltende Immissionsgrenzwert für Benzol von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird an diesen Stationen bereits heute eingehalten.

Bei den flächenrepräsentativen Messstationen - dies sind in der Regel alle Stationen mit Ausnahme der Verkehrsmessstationen bzw. der stark verkehrsbeeinflussten Messstationen - kann die ermittelte Benzolbelastung mit dem flächenbezogenen Zielwert der LAI-Krebsrisikostudie von  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verglichen werden. Lässt man die Verkehrsmessstationen außer Acht, so ergibt sich ein maximaler Jahresmittelwert von  $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Heidelberg, so dass auch der Zielwert bei diesen Stationen unterschritten bleibt.

Insgesamt gesehen ist die Benzolbelastung auf vergleichbarem Niveau wie im Jahre 2001. Ein weiterer Trend der Absenkung der Benzolkonzentration im Jahresmittel wie in der zweiten Hälfte der 90-er Jahre konnte in diesem Jahr an den Messstationen nicht mehr beobachtet werden.

### 2.2.6 Schwebstaub und seine Inhaltsstoffe

Die Lufthülle unserer Erde ist ein Gemisch aus gasförmigen, flüssigen und festen Stoffen. In der Atmosphäre verteilen sich die flüssigen und festen Stoffteilchen und bilden atmosphärische Aerosole. Darunter versteht man luftgetragene, meist kolloidale Teilchen, die überwiegend aus einer oder mehreren Substanzen bestehen.

Sind die dispergierten (verteilten) Komponenten fest, so spricht man von „Staub“. Die über längere Zeit im

Schwebezustand verbleibenden Aerosole mit aerodynamischen Durchmessern  $< 30 \mu\text{m}$  werden als „Schwebstaub“ bezeichnet [VDI 2463, 1999].

Stäube stammen sowohl aus natürlichen als auch aus anthropogenen Quellen. Natürliche Quellen von Staubemissionen sind überwiegend Verwehungen und Aufwirbelungen von Erosionen der Erdoberfläche sowie auch Pollen und Sporen. Stäube anthropogener Ursprungs stammen z. B. aus Feuerungsanlagen, Hütten- und Metallwerken und zu einem nicht unerheblichen Teil vom Kraftfahrzeugverkehr.

Für die toxikologische Bewertung von Staub sind neben der spezifischen Schadstoffwirkung von Inhaltsstoffen, die Konzentration und die Expositionszeit insbesondere die Partikelgrößen der Staubteilchen von besonderer Relevanz. Die Partikelgröße ist nach den aktuellen Erkenntnissen der entscheidende Parameter, der bestimmt, ob ein Teilchen eingeatmet werden kann und wo die Ablagerung im Atemtrakt erfolgt. Bis Ende der 90-er Jahre war die Bestimmung von Schwebstaub nach Grobstaubvorabscheidung mittels Ringspalt Stand der Technik. Erfasst wurde hierbei ein Kollektiv  $< 50 \mu\text{m}$ , das auch mit TSP (Total Suspended Particles) bezeichnet wird. Entsprechend dem Kenntnisstand, dass Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von  $< 10 \mu\text{m}$  beim Einatmen in den thorakalen (den Brustkorb betreffenden) Bereich des Atemtraktes gelangen und dort Schädigungen hervorrufen können, wurde dies in der Luftqualitätspolitik der EG dadurch berücksichtigt, dass Grenzwerte für Schwebstaub der Fraktion PM10 festgesetzt wurden. In der 22. BImSchV sind deshalb Grenzwerte für PM10 ausgewiesen.

Im Frühjahr 1999 erfolgte an allen Stationen des Messnetzes in Baden-Württemberg die Umstellung der Schwebstaubprobenahme von Ringspalt einlass (TSP) auf PM10-Einlass. Die gravimetrische Staubmassenbestimmung wurde beibehalten. Um auch die Vorgaben des § 12 Absatz 2 der 22. BImSchV zu erfüllen, wonach die Informationen über die Konzentration von Schwebstaub täglich zu aktualisieren sind, wird parallel zur Gravimetrie mit kontinuierlich regis-

trierenden  $\beta$ -Absorptionsgeräten mit PM10-Einlass gemessen. (Die eingesetzten gravimetrischen Sammler entsprechen den Vorgaben an Staubsammler gemäß Punkt IV der Anlage 5 zur 22. BImSchV, während die  $\beta$ -Absorptionsgeräte diese Anforderungen nur bedingt erfüllen.)

Zur Beobachtung der Langzeitentwicklung und teils zur Überprüfung des Umrechnungsfaktors von PM10 auf TSP werden an den Luftmessstationen 'Biberach', 'Schwarzwald Süd' (Kälbelescheuer), 'Karlsruhe-Nordwest', 'Mannheim-Nord', 'Schwäbisch Hall', 'Stuttgart-Bad Cannstatt', 'Stuttgart-Hafen' und 'Stuttgart-Mitte-Straße' jeweils parallel Schwebstaubprobenahmen für die gravimetrische Bestimmung mit Ringspalteinlass und PM10-Einlass durchgeführt (Abbildung 2.2-17).

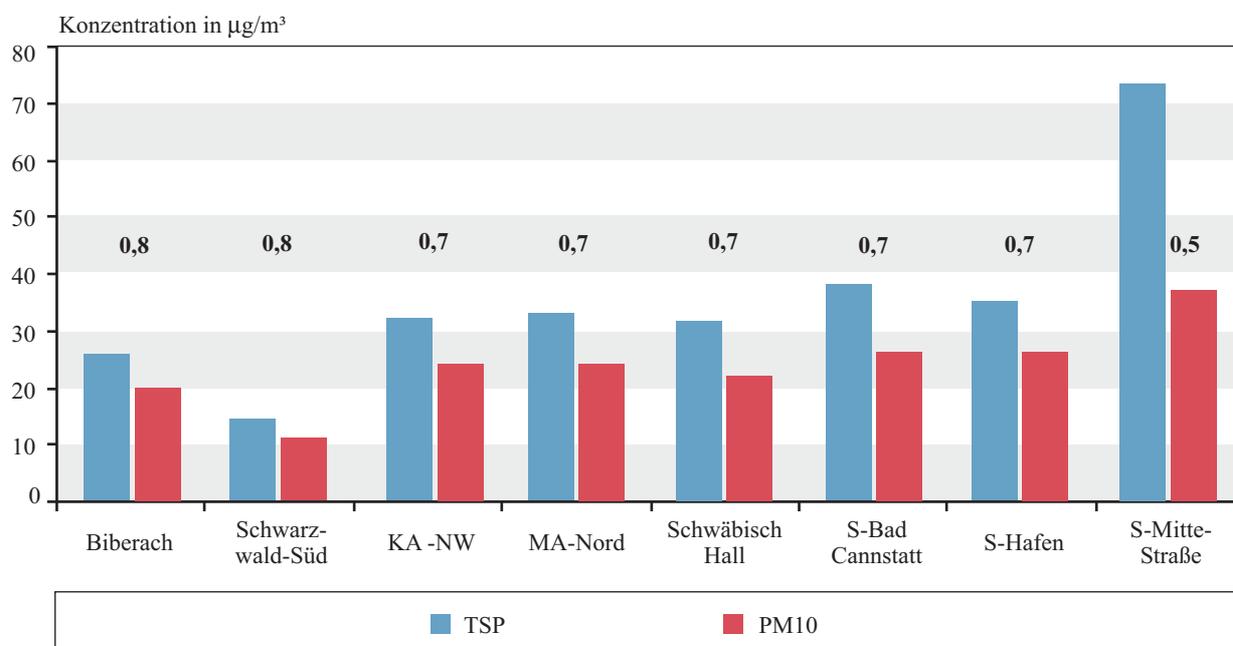
In der Tabelle 2.2-3 sind die Verhältnisse für PM10 und Schwebstaub (TSP) sowie deren Inhaltsstoffe angegeben.

Anhand der Umrechnungsfaktoren ist zu erkennen, dass die Staubzusammensetzung standortabhängig ist.

So ist der Anteil der Schwebstaubkonzentration der Fraktion PM10 an der Verkehrsmessstation 'Stuttgart-Mitte-Straße' deutlich geringer als an den anderen Messstationen. Benzo(a)pyren (BaP) ist erkennbar am Faktor 1 nur mit Partikeln  $< 10 \mu\text{m}$  vergesellschaftet, während für die anderen Staubinhaltsstoffe keine eindeutige Aussage möglich ist. Der Umrechnungsfaktor von PM10 auf TSP liegt über 1,2, an der Verkehrsmessstation 'Stuttgart-Straße' sogar bei 2.

Die gravimetrischen Schwebstaubprobenahmen (PM10) werden in der Regel im Zweitagesrhythmus durchgeführt, an den Zwischentagen wird Schwebstaub (PM10) zur Analyse auf die Schwebstaubinhaltsstoffe Blei, Cadmium, Nickel, Arsen, Benzo(a)pyren und Ruß gesammelt. Zusätzlich wird seit Januar 2002 die Antimonkonzentration ermittelt.

Da die 22. BImSchV einerseits nicht nur das Jahresmittel begrenzt sondern auch das Tagesmittel und in begrenzter Anzahl Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes zulässt, andererseits die gravimetrische



**Abbildung 2.2-17**

Ermittlung der standortspezifischen Umrechnungsfaktoren zur Berechnung der Schwebstaubkonzentrationen (TSP) aus den PM10-Konzentrationen

**Tabelle 2.2-3**

Verhältnis PM10 zu TSP (Ringspaltvorabscheider) für Schwebstaub und dessen Inhaltsstoffe für das Jahr 2002

Luftmessstation	PM10	Pb	Cd	As	Ni	Ruß	BaP
Biberach	0,8	0,8	0,9	0,9	0,7	0,8	keine Messung
Schwarzwald Süd	0,8	0,9	1,0	1,0	0,9	0,8	1,0
Karlsruhe-Nordwest	0,7	0,9	1,0	0,9	0,8	0,8	1,0
Mannheim-Nord	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,1
Schwäbisch-Hall	0,7	0,9	1,0	0,9	0,8	0,8	keine Messung
Stuttgart-Bad Cannstatt	0,7	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	1,0
Stuttgart-Hafen	0,7	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	1,0
Stuttgart-Mitte-Straße	0,5	0,8	0,8	0,7	0,6	0,7	0,9

Staubbestimmung - mit Ausnahme der Verkehrsmessstationen - nur jeden zweiten Tag erfolgt, kann die Zahl der Überschreitungen nicht direkt abgezählt werden.

Zur Ermittlung der Überschreitungshäufigkeit an diesen Stationen wurden die Tagesmittelwerte der kontinuierlich bestimmenden  $\beta$ -Absorption-Staubsammler herangezogen. Diese wurden anhand der gravimetrisch bestimmten Konzentrationen an den jeweiligen Messstationen korrigiert und die Messlücken der gravimetrischen Messreihen aufgefüllt. Aus dem korrigierten Datensatz wurden die Überschreitungen ermittelt. An den Verkehrsmessstationen wurden die Überschreitungen direkt abgezählt.

Zur Berechnung der Jahresmittelwerte wurden ausschließlich die gravimetrisch ermittelten Konzentrationen herangezogen, da dafür ein Kollektiv von 180 Tagesmittelwerten ausreicht.

Die in 2002 festgestellten Kenngrößen sind in der Tabelle 2.2-4 aufgelistet. In Abbildung 2.2-18 sind die Jahresmittelwerte geordnet nach der Schwebstaubkonzentration graphisch dargestellt.

Die bis 31. Dezember 2004 geltenden Immissionsgrenzwerte für Schwebstaub von  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel und  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als 95-Perzentil aller gemessenen Tagesmittelwerte werden an allen Stationen des Landes auch bei Beachtung der Umrechnungsfaktoren größer 1,2 aus Tabelle 2.2-3 deutlich unterschritten.

Der höchste Jahresmittelwert für Schwebstaub PM10 wurde an der Station 'Stuttgart-Mitte-Straße' mit  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. Damit wird der zukünftig geltende Immissionsgrenzwert für das Jahresmittel von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an allen Stationen eingehalten ebenso wie der Konzentrationswert für 2002 von  $44,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für Immissionsgrenzwert plus Toleranzmarge.

Der zukünftige Immissionsgrenzwert für das Tagesmittel von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei 35 zulässigen Überschreitungen war an der Verkehrsmessstation 'Mannheim-Straße' 43-mal und an der Verkehrsmessstation 'Stuttgart-Straße' 52-mal überschritten (Abbildung 2.2-19).

Der für 2002 ausgewiesene zulässige Summenwert von  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für Immissionsgrenzwert plus Toleranzmarge wurde an keiner Luftmessstation des Landes mehr als 35-mal überschritten.

Abbildung 2.2-20 zeigt die Summenhäufigkeitsverteilung der Jahresmittelwerte an allen Messstationen. Man erkennt, dass die Jahresmittelwerte an der Mehrzahl der Stationen zwischen 20 und  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen. Die niedrigsten Konzentrationen weisen erwartungsgemäß die Hintergrundstationen auf, aber auch Stationen im städtischen Hintergrund - wie etwa 'Freudenstadt' - zählen dazu. Die höchsten Jahresmittelwerte werden an den Straßenmessstationen gemessen.

Die Staubinhaltsstoffe werden nach PM10-Einlass auf Quarzfaserfiltern gesammelt.

Blei, Cadmium, Nickel, Arsen und Antimon werden

**Tabelle 2.2-4**

PM10-Staub gravimetrisch 2002; Angaben in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	JMW	98-Perzentil	95-Perzentil	Max.	Min.	Anzahl	Überschreitungshäufigkeiten in Tagen	
							> 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Aalen	21	58	46	87	3	184	14	1
Bad Waldsee	19	57	43	70	3	286	11	2
Baden-Baden	19	60	46	85	4	185	12	6
Bernhausen	26	74	58	128	5	181	25	12
Biberach	20	53	43	75	2	199	6	1
Böblingen	21	58	46	82	3	184	11	3
Calw	19	50	42	57	2	201	4	0
Welzheimer Wald	15	40	33	65	2	179	0	0
Eggenstein	23	77	53	104	4	179	18	8
Ehingen	23	54	47	77	4	185	13	5
Schwäbische Alb	15	41	35	48	1	183	0	0
Esslingen	27	66	52	99	4	188	21	11
Freiburg-Mitte	20	54	47	83	3	184	14	8
Freiburg-Straße	26	75	58	110	5	349	24	12
Freudenstadt	13	36	27	40	1	172	0	0
Friedrichshafen	22	63	50	78	0	186	19	5
Göppingen	22	69	51	82	4	185	19	7
Heidelberg	24	64	50	129	7	188	23	9
Heidenheim	22	58	47	85	3	187	11	4
Heilbronn	28	78	55	110	5	187	34	14
Isny	16	45	37	53	0	190	2	0
Schwarzwald-Süd	11	33	27	48	0	310	0	0
Karlsruhe-Mitte	26	67	52	110	6	187	23	12
Karlsruhe-Nordwest	24	59	53	110	5	187	20	9
Karlsruhe-Straße	30	83	61	123	0	346	29	13
Karlsruhe-West	26	65	55	112	2	186	22	11
Kehl-Hafen	25	60	53	100	4	197	21	9
Kehl-Süd	23	55	45	100	4	184	18	8
Konstanz	23	63	53	73	3	187	21	5
Künzelsau	23	73	53	92	3	187	20	8
Leonberg BAB	24	70	53	136	3	333	20	10
Ludwigsburg	24	66	52	115	5	186	21	9
Mannheim-Mitte	27	76	63	123	6	182	28	13
Mannheim-Nord	24	72	54	114	6	300	20	11
Mannheim-Straße	33	83	66	126	7	342	43	18
Mannheim-Süd	27	69	56	121	5	188	29	13

**Tabelle 2.2-4**

PM10-Staub gravimetrisch 2002; Angaben in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

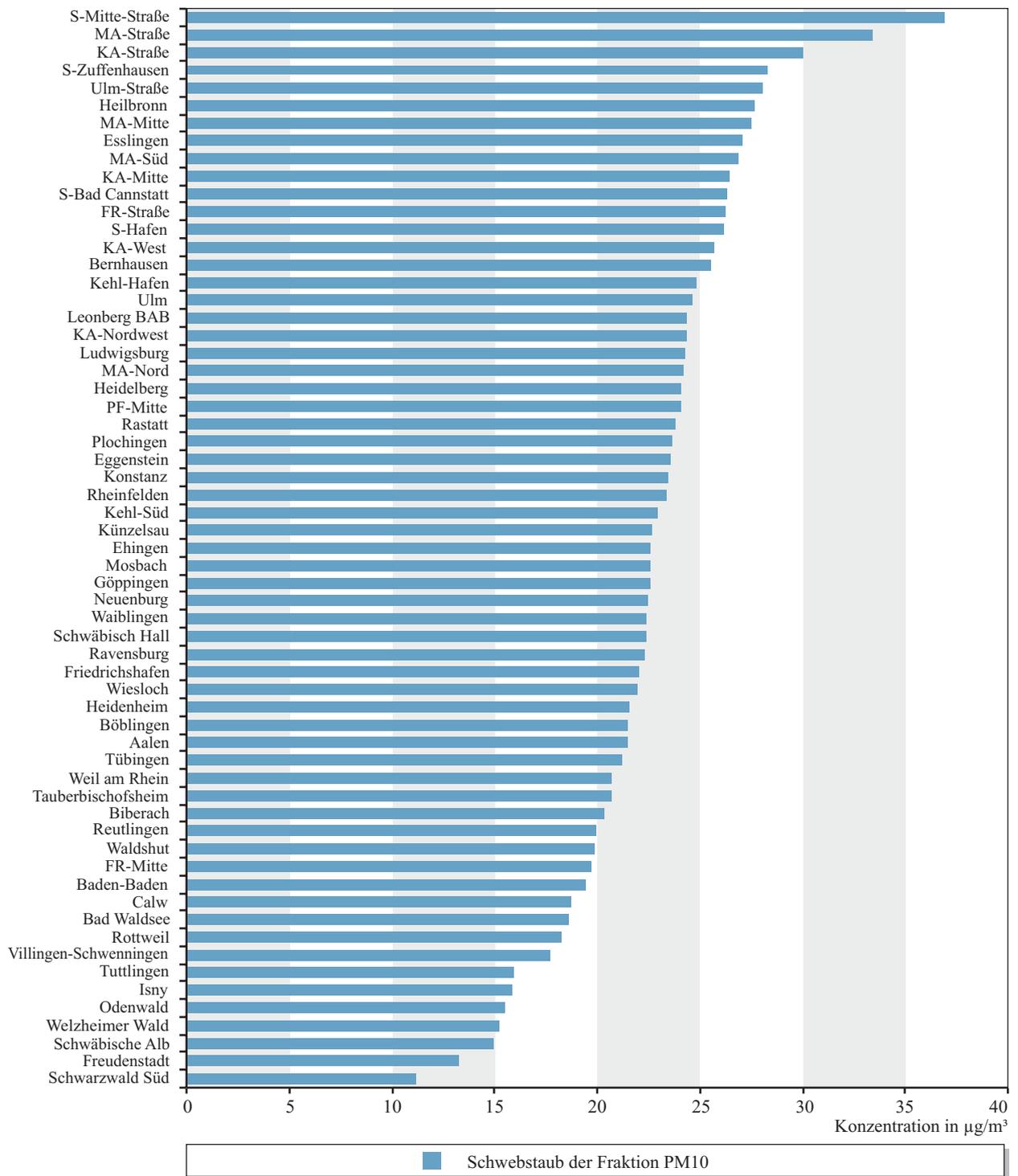
	JMW	98-Perzentil	95-Perzentil	Max.	Min.	Anzahl	Überschreitungshäufigkeiten in Tagen	
							> 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mosbach	23	62	48	82	6	185	17	7
Neuenburg	22	65	45	110	4	187	17	8
Pforzheim-Mitte	24	66	56	117	5	189	25	13
Plochingen	24	63	49	89	5	187	16	10
Rastatt	24	66	48	104	5	188	16	7
Ravensburg	22	61	50	77	4	192	19	4
Reutlingen	20	56	44	89	3	188	12	4
Rheinfelden	23	61	48	72	4	185	17	8
Rottweil	18	46	41	62	3	186	2	0
Schwäbisch Hall	22	61	47	95	4	197	18	8
S-Bad Cannstatt	26	74	57	96	5	184	23	10
Stuttgart-Hafen	26	68	55	120	5	185	20	6
S-Mitte-Straße	37	91	67	123	5	357	52	21
S-Zuffenhausen	28	78	56	107	5	186	32	14
Tauberbischofsheim	21	59	46	75	4	181	16	3
Tübingen	21	56	46	70	1	184	10	3
Tuttlingen	16	40	34	53	2	180	3	0
Ulm	25	63	52	108	4	166	20	6
Ulm-Straße	28	62	54	101	6	341	24	7
Villingen-Schwenningen	18	45	41	56	1	181	7	0
Waiblingen	22	58	49	88	4	182	17	10
Waldshut	20	59	44	69	1	181	13	1
Weil am Rhein	21	56	48	77	3	188	13	4
Wiesloch	22	56	50	91	5	186	17	7
Odenwald	15	38	32	62	1	181	2	0
KA-B10 Nord	25	51	45	84	8	144	4	1
KA-B10 Süd	26	60	49	88	5	141	5	1

nach Säureaufschluss mittels ICP-MS bestimmt. Benzo(a)pyren wird nach Heißextraktion und hochdruckflüssigchromatographischer Isolierung mit einem Fluoreszenz-Detektor quantifiziert. Die analytische Bestimmung von Ruß erfolgt nach einem Konventionsverfahren. Nach Thermodesorption der organischen Schwebstaubinhaltsstoffe wird das

durch Verbrennen im Sauerstoffstrom gebildete Kohlendioxid IR-spektroskopisch quantifiziert.

**Blei im Schwebstaub (PM10)**

Bleiverbindungen werden zu den mutagenen und karzinogenen Stoffen gezählt. Die toxische Wirkung von Blei beruht auf der Blockierung der Hämsynthese so-



**Abbildung 2.2-18**

Jahresmittelwerte der Schwebstaubkonzentration (Fraktion PM10) aus den landesweiten kontinuierlichen Messungen und an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes (geordnet nach Jahresmittelwert) für das Jahr 2002.

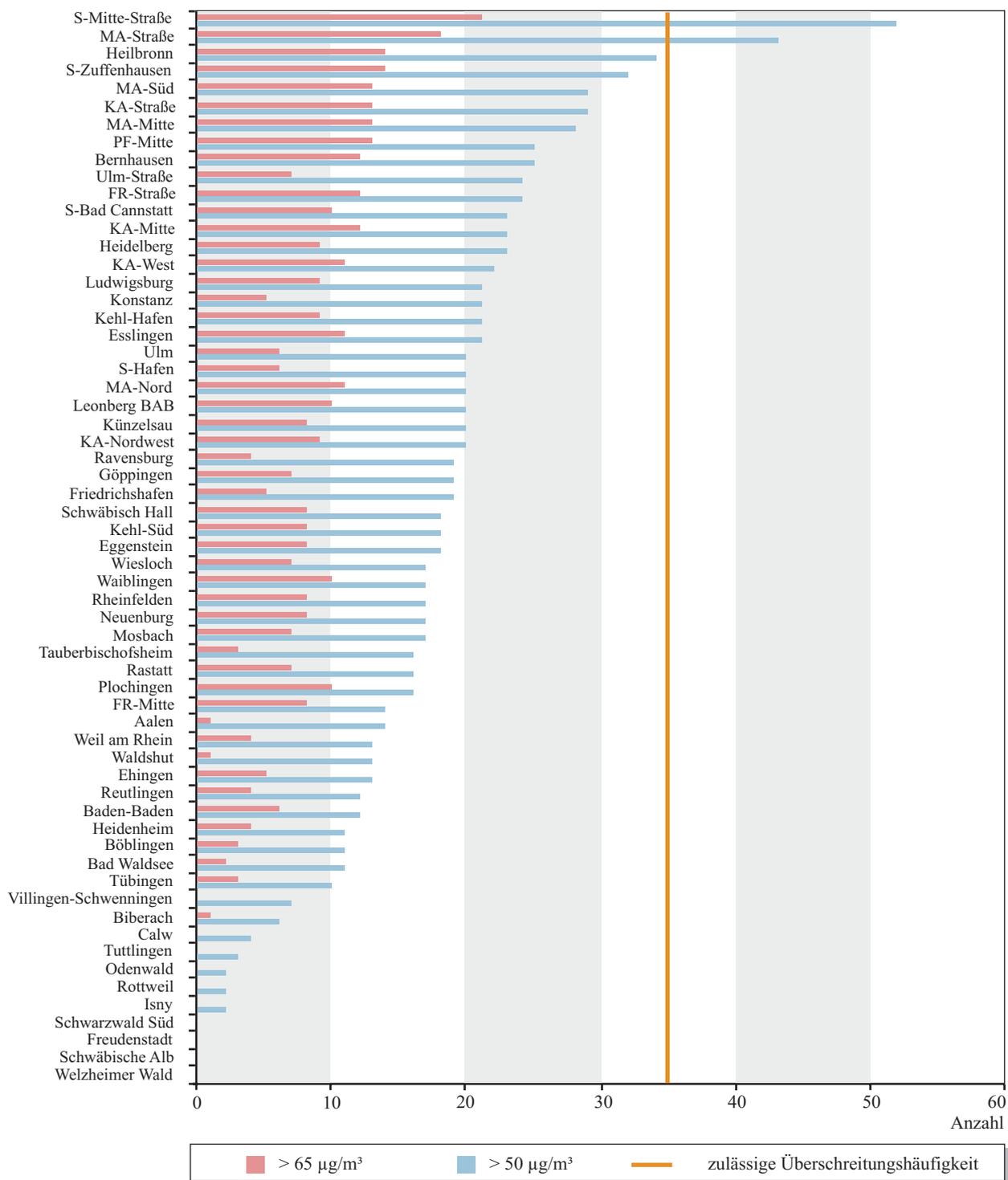
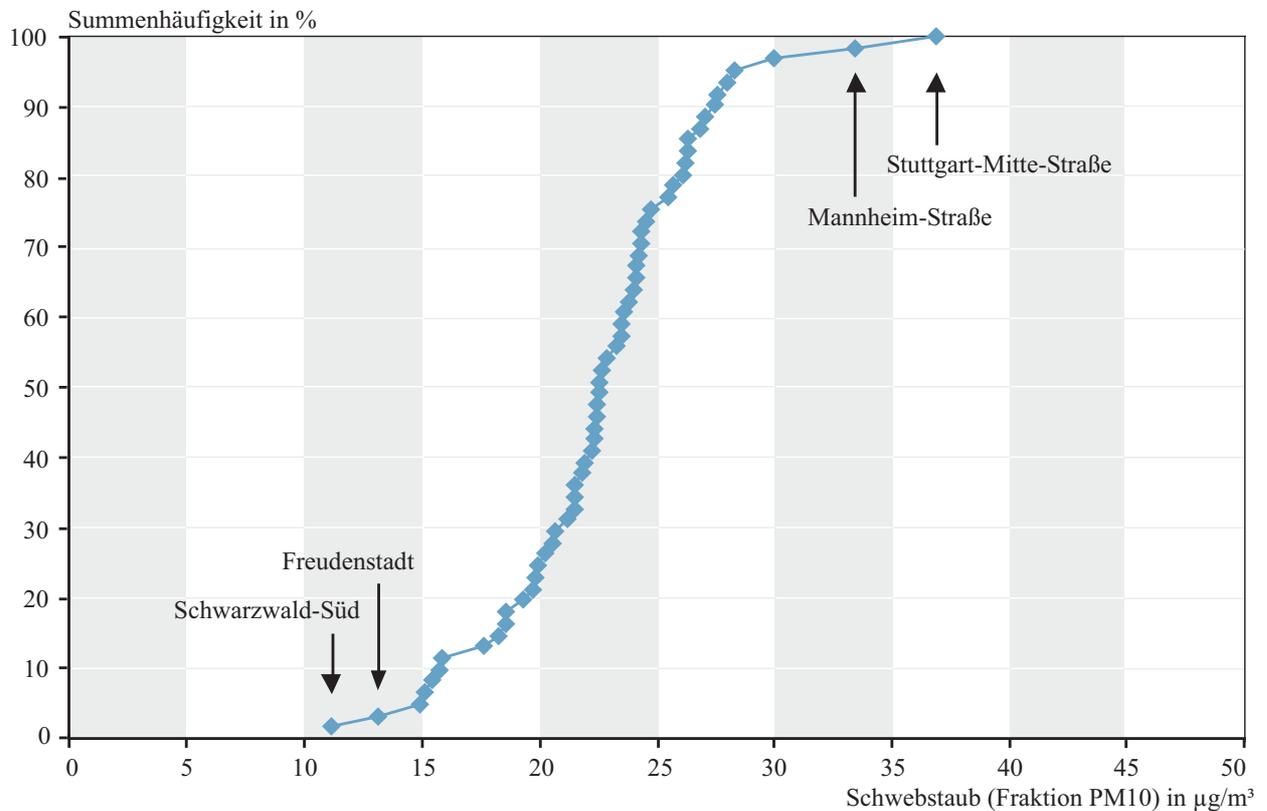


Abbildung 2.2-19

Tage mit Überschreitungen von Werten für PM10-Staub (gravimetrisch gemessen) 2002.



**Abbildung 2.2-20**

Summenhäufigkeitsverteilung der Jahresmittelwerte für Schwebstaub der Fraktion PM10 an den Luftmessstationen in Baden-Württemberg im Jahr 2002.

wie Störungen der Membranfunktionen und des Intermediärstoffwechsels. Über diese Mechanismen greift Blei vor allem den Magen-Darm-Trakt und das Nervensystem an.

Die im Schwebstaub analysierten Bleikonzentrationen liegen mit  $0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der Station 'Schwarzwald Süd' und bis  $0,023 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der Station 'Stuttgart-Mitte-Straße' auf einem sehr niedrigen Niveau.

Die Bleikonzentrationen an den Messstationen in Baden-Württemberg liegen somit unterhalb von 10 % des ab 2005 gültigen Immissionsgrenzwertes von  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### **Cadmium im Schwebstaub (PM10)**

Cadmium und seine Verbindungen werden zu den krebserzeugenden Stoffen gezählt. Folgen einer Cadmiumvergiftung sind Knochenerweichung (Osteoma-

lazie), Blutdruckerhöhung und Nierenfunktionsstörungen.

Zur Bewertung der Immissionskonzentrationen von u. a. Cadmium und seinen Verbindungen wurden „Bewertungsmaßstäbe zur Begrenzung des Krebsrisikos durch Luftverunreinigungen“ durch eine Arbeitsgruppe des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) erarbeitet. Gemäß dieser Krebsrisikostudie wurde ein Zielwert für Cadmium von  $1,7 \text{ ng}/\text{m}^3$  vorgeschlagen. Die Jahresmittelwerte für Cadmium im Schwebstaub liegen zwischen  $0,1 \text{ ng}/\text{m}^3$  an der Station 'Schwarzwald Süd' und  $0,4 \text{ ng}/\text{m}^3$  an der Station 'Rheinfelden'. Der LAI-Zielwert für Cadmium und seine Verbindungen wird an allen Stationen in Baden-Württemberg sicher erreicht.

Auch der Immissionswert der Nr. 2.5.1 TA Luft 86 von  $0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird sicher eingehalten.

### Arsen im Schwebstaub (PM10)

Arsen und seine Verbindungen sind krebserzeugend. Die toxischen Wirkungen der Arsenverbindungen sind sehr vielfältig. Am Eintrittsort in den Körper können Haut- oder Schleimhautverätzungen auftreten. Symptome chronischer Arsenbelastung sind Kopfschmerzen und Nervenentzündungen.

Die Jahresmittelwerte für Arsen im Schwebstaub liegen innerhalb einer Spannweite von  $< 0,2 \text{ ng/m}^3$  an der Station 'Schwarzwald Süd' und  $0,8 \text{ ng/m}^3$  an der Station 'Mannheim-Mitte'. Der in der LAI-Krebsrisikostudie für anorganische Arsenverbindungen ausgewiesene Zielwert von  $5 \text{ ng/m}^3$  wurde im Jahre 2002 an allen Stationen sicher erreicht.

### Nickel im Schwebstaub (PM10)

Nickel und Nickelverbindungen sind insbesondere durch ihre Allergien auslösende Wirkung bekannt. Die Jahresmittelwerte für Nickel liegen im Bereich von  $0,6 \text{ ng/m}^3$  an der Station 'Isny' und  $3,0 \text{ ng/m}^3$  an der Station 'Mannheim-Straße'.

Die Belastung liegt damit in dem für Siedlungs- und Ballungsgebiete üblichen Konzentrationsbereich bis maximal  $10 \text{ ng/m}^3$  [Kühling, 1994]. Der in der LAI-Krebsrisikostudie vorgeschlagene Zielwert für Nickel von  $10 \text{ ng/m}^3$  wurde im Jahre 2002 an allen Stationen erreicht.

### Antimon im Schwebstaub (PM10)

Antimonsulfid wird als Ersatz für Asbest den Bremsbelägen in Kraftfahrzeugen als Festschmierstoff zugesetzt. Beim Bremsen werden die Bremsbeläge stark erhitzt, wodurch Antimonsulfid verdampft. Es sorgt dadurch für eine glatte Oberfläche und verhindert eine Überhitzung der Beläge sowie das Bremsenquietschen. Es wird diskutiert, dass sich beim Bremsen auch krebserregendes Antimontrioxid bildet und als Feinstaub emittiert wird. Da Antimon mit  $2 \text{ mg/kg}$  ein in der Erdkruste seltenes Element ist, kann der Einfluss des Straßenverkehrs auf die Antimonkonzentration im Schwebstaub sehr gut nachgewiesen werden. Der höchste Jahresmittelwert für Antimon wurde an der Station 'Stuttgart-Mitte-Straße' mit  $24 \text{ ng/m}^3$  ermittelt, die niedrigste Antimonkonzentration weist die

Reinluftstation 'Schwarzwald-Süd' mit  $0,4 \text{ ng/m}^3$  auf (Abbildung 2.2-21).

Während bei den Elementen Blei, Cadmium, Nickel und Arsen die Konzentrationen an den Verkehrsmessstationen etwa fünfmal so hoch sind wie an den Hintergrundstationen, sind die Antimonkonzentrationen an den Straßenmessstationen um Faktor 25 - 50 höher als im Hintergrund.

### Benzo(a)pyren im Schwebstaub (PM10)

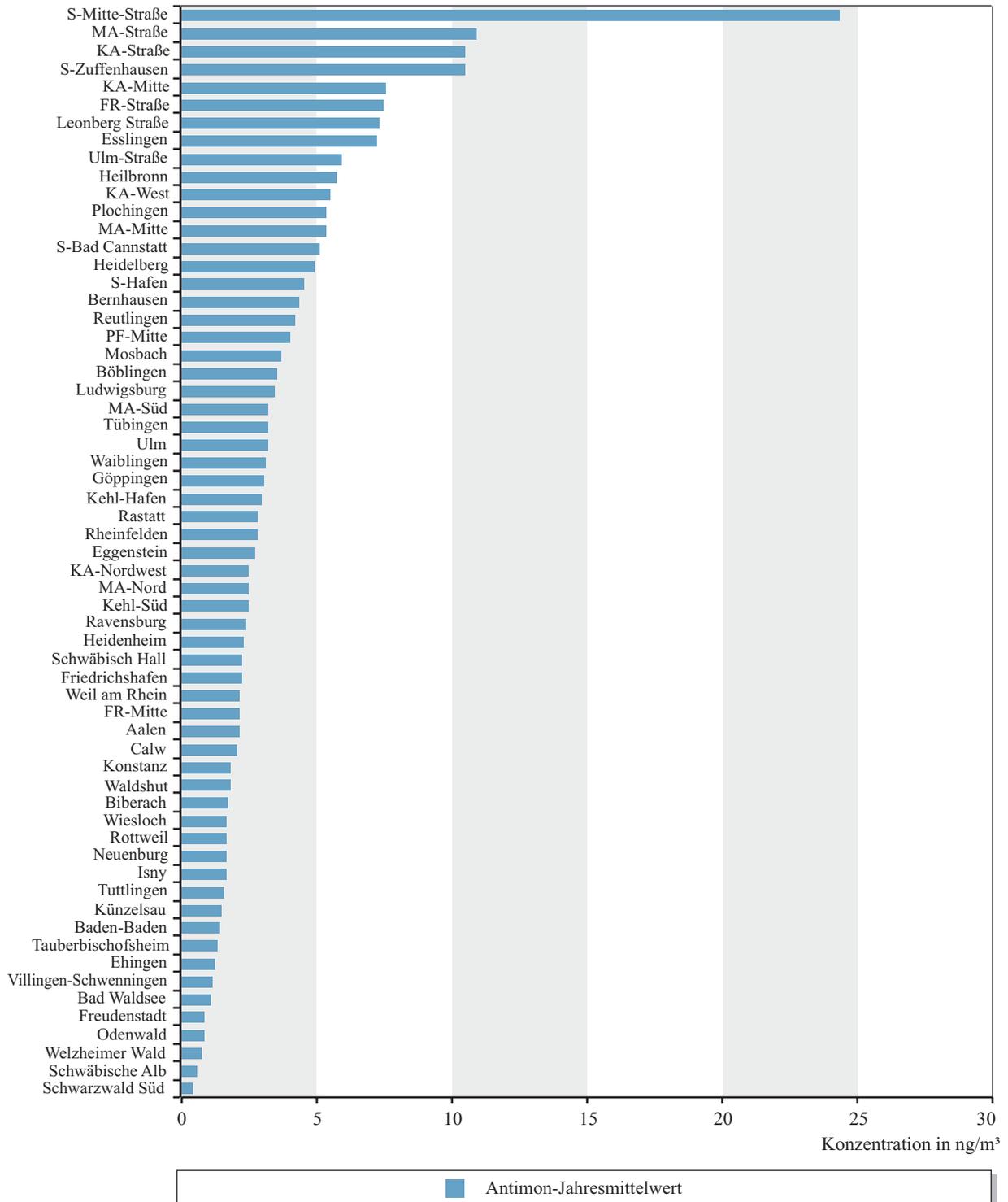
Benzo(a)pyren (BaP) gehört zur Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK), in der mehrere hundert Einzelverbindungen zusammengefasst sind. PAK entstehen bei der unvollständigen Verbrennung organischen Materials, wobei Menge und Zusammensetzung der emittierten PAK (PAK-Profil) vom Brennstoff und den Feuerungsbedingungen abhängen. Die Hauptquellen für PAK sind Industrieprozesse, Hausbrand und der Kraftfahrzeugverkehr. Natürliche PAK-Emissionen, wie z. B. aus Waldbränden, spielen in der Bundesrepublik Deutschland eine untergeordnete Rolle. Für die Stoffklasse der PAK wird das Benzo(a)pyren als Leitkomponente herangezogen.

In Abbildung 2.2-22 und der Karte 2.2-10 sind die Jahresmittelwerte der BaP-Konzentrationen in der Außenluft dargestellt. Die Jahresmittelwerte liegen zwischen  $0,05 \text{ ng/m}^3$  (Hintergrundmessstation 'Schwarzwald Süd') und  $0,8 \text{ ng/m}^3$  (Messstation 'Plochingen').

Zur Beurteilung der Jahresmittelwerte wird der in der Krebsrisikostudie für BaP vorgeschlagene flächenbezogene Zielwert von  $1,3 \text{ ng/m}^3$  herangezogen. Dieser Zielwert wird an allen Stationen erreicht.

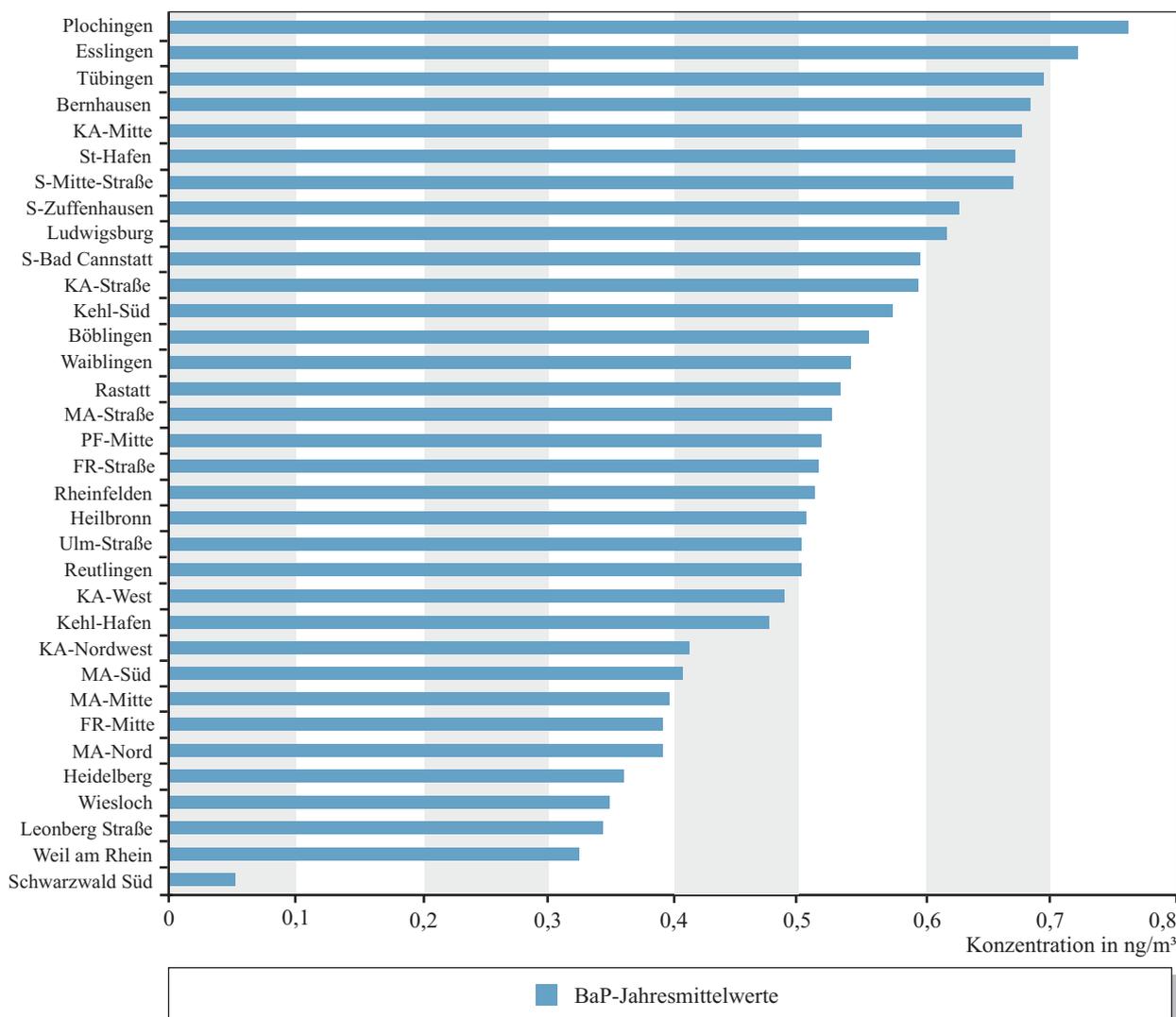
Auf europäischer Ebene wird derzeit ein Grenzwert für die BaP-Konzentration diskutiert. Geht man von einem zukünftigen Grenzwert von  $1,0 \text{ ng/m}^3$  für BaP aus, ist auch dieser Wert an allen Stationen eingehalten.

In der Abbildung 2.2-23 ist der jahreszeitliche Gang der BaP-Monatsmittelwerte an der Messstation Plochingen dargestellt. Die BaP-Konzentration weist einen ausgeprägten jahreszeitlichen Gang auf. In der



**Abbildung 2.2-21**

Jahresmittelwerte von Antimon aus den landesweiten kontinuierlichen Messungen und an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes (geordnet nach Jahresmittelwert) für das Jahr 2002.



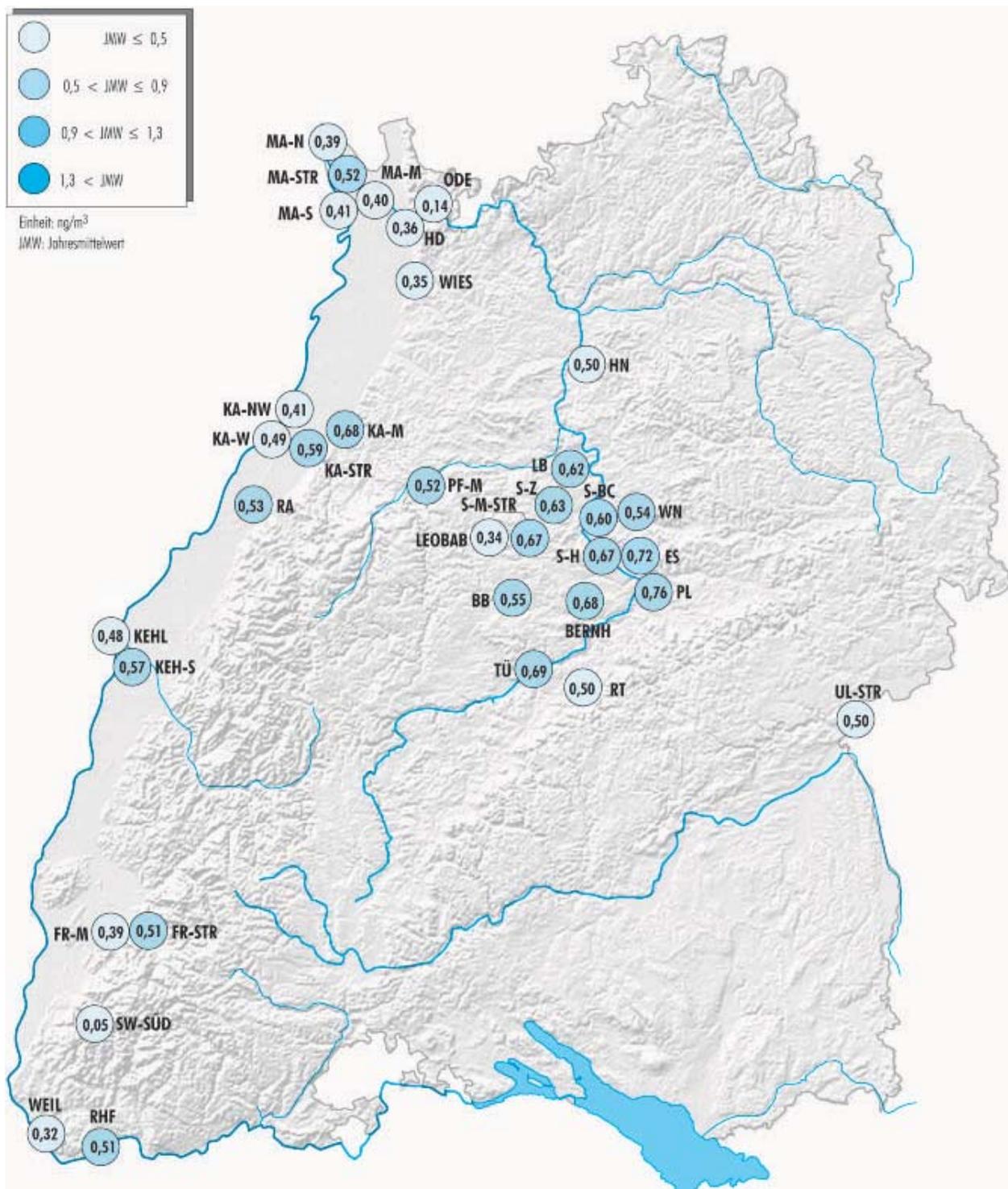
**Abbildung 2.2-22**

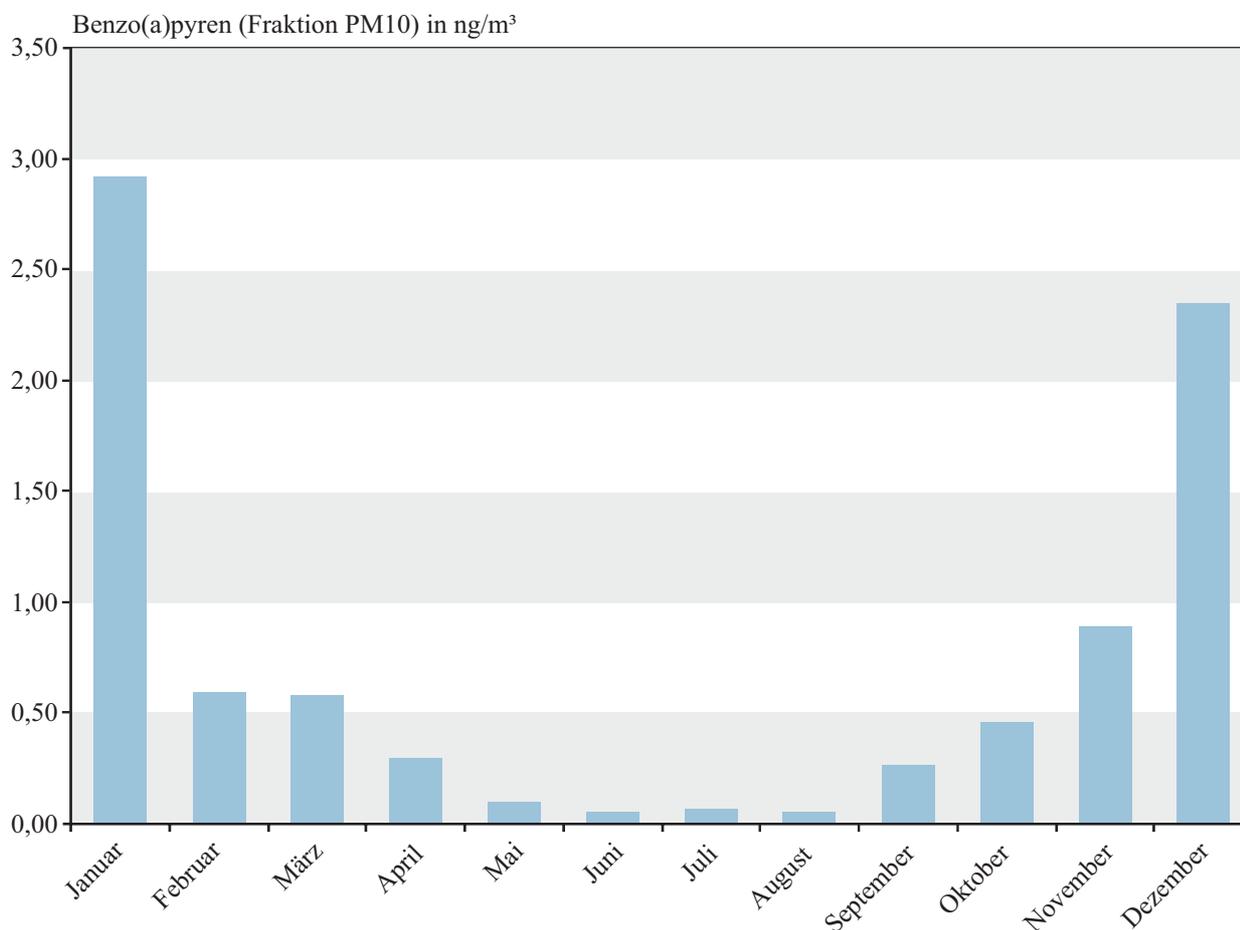
Jahresmittelwerte der Konzentrationen von Benzo(a)pyren als Inhaltsstoff des Schwebstaubs (Fraktion PM10) aus den landesweiten kontinuierlichen Messungen und an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes (geordnet nach Jahresmittelwert) für das Jahr 2002.

kalten Jahreszeit werden deutlich höhere Konzentrationen festgestellt als in der warmen Jahreszeit. Mit Beginn der Heizperiode beginnen die BaP-Konzentrationen zu steigen. Im direkten Vergleich der Tageswerte am Beispiel der Messstation Plochingen wird deutlich, wie stark die Konzentrationsschwankungen für diesen Luftinhaltsstoff sein können: Die minimale Tageskonzentration an BaP im Sommer 2002 betrug 0,02 ng/m³, die maximale Tageskonzentration lag im

Winter um den Faktor 400 höher bei 8,2 ng/m³.

In der Tabelle 2.2-5 und Abbildung 2.2-24 sind die BaP-Jahresmittelwerte der letzten sechs Jahre für einige ausgewählte Messpunkte zusammengefasst. Wie die Ergebnisse aus Tabelle 2.2-6 zeigen, hat die Änderung des Einlasses von TSP auf PM 10 keinen Einfluss auf das Ergebnis. Dies konnte so erwartet werden, weil bekannt ist, dass höherkondensierte polyzy-





**Abbildung 2.2-23**

Verlauf der BaP-Konzentrationen der Monatswerte an der Messstation Plochingen

klische aromatische Kohlenwasserstoffe auf Partikeln akkumuliert sind, die deutlich kleiner als 10 µm sind. Die BaP-Jahresmittelwerte (Tabelle 2.2-5) zeigen von 1996 bis 1999 einen deutlichen Trend zu geringeren Konzentrationen. Ab 2000 liegen die Jahresmittelwerte auf niedrigerem, etwa gleichbleibendem Niveau.

### 2.2.7 Ruß

Ruß entsteht z. B. bei der Verbrennung von Dieselmotoren. Eine weitere Quelle von Rußemissionen ist der Hausbrand. Rußpartikel besitzen in der Regel einen aerodynamischen Durchmesser von 0,1 µm bis 0,2 µm und gelangen daher weit in den Atemtrakt hinein. Aufgrund ihrer großen Oberfläche haben Ruß-

partikel ein sehr gutes Adsorptionsvermögen. Daher sind an ihnen eine Vielzahl von Stoffen, insbesondere auch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe angelagert. Nach neueren Kenntnissen beruht die kanzerogene Wirkung von Ruß jedoch weniger auf den adsorbierten PAK als vielmehr auf den mechanisch irritativen Eigenschaften der in den Rußpartikeln enthaltenen Kohlenstoffkerne.

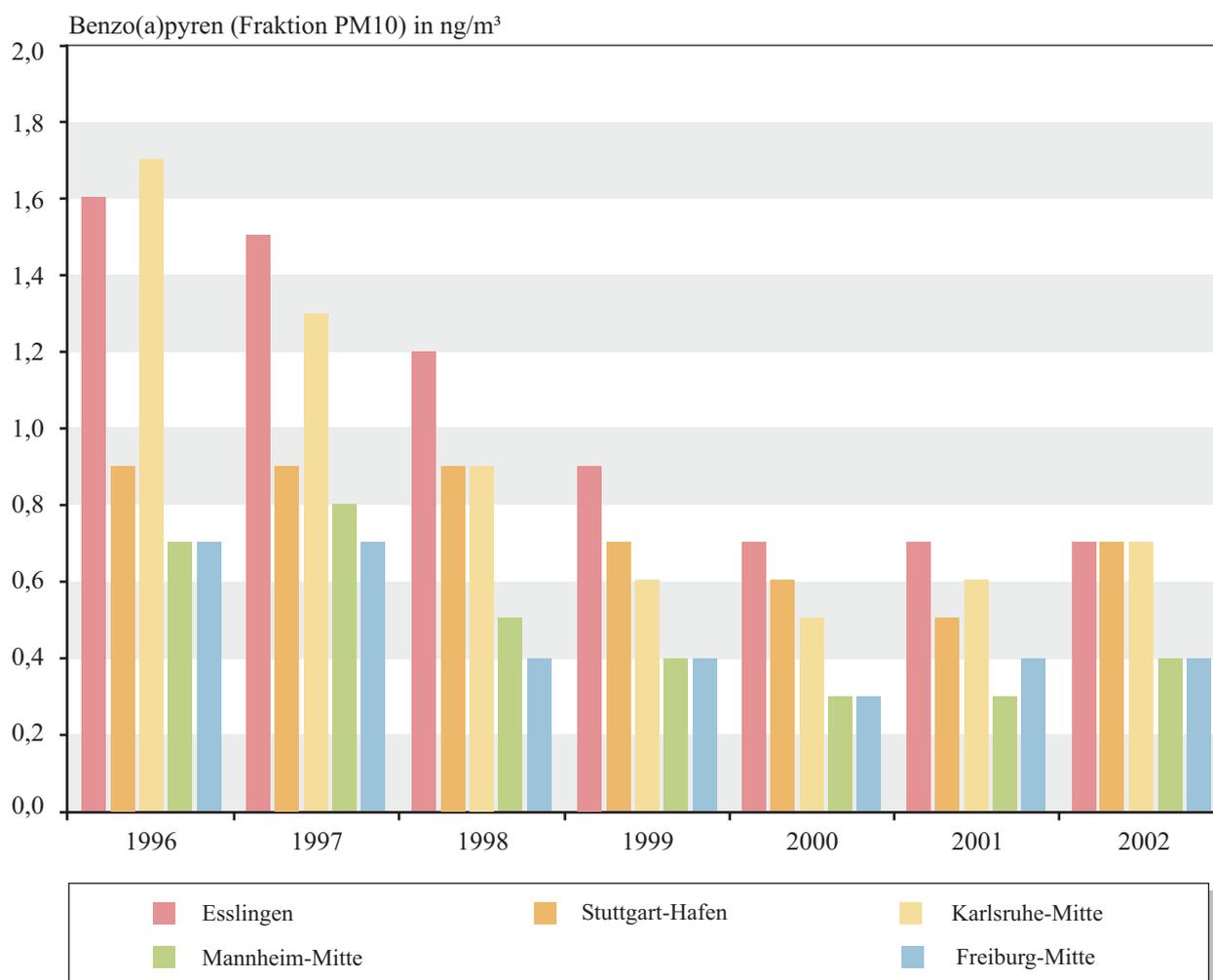
Ruß wird an ausgewählten Stationen mit Schwerpunkt in den Ballungs- und Verdichtungsräumen gemessen. Zum Erfassen der Hintergrundbelastung wird Ruß zusätzlich an der Reinluftstation 'Schwarzwald Süd' gemessen.

Aufgrund der zu erwartenden Partikelgrößen im Be-

**Tabelle 2.2-5**

BaP-Jahresmittelwert in ng/m<sup>3</sup> im zeitlichen Verlauf von 1996 bis 2002

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Esslingen	1,6	1,5	1,2	0,9	0,7	0,7	0,7
Stuttgart-Hafen	0,9	0,9	0,9	0,7	0,6	0,5	0,7
Karlsruhe-Mitte	1,7	1,3	0,9	0,6	0,5	0,6	0,7
Mannheim-Mitte	0,7	0,8	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4
Freiburg-Mitte	0,7	0,7	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4



**Abbildung 2.2-24**

Jahresmittelwerte von Benzo(a)pyren an verschiedenen Messstationen

**Tabelle 2.2-6**

Jahresmittelwerte BaP in Abhängigkeit von der Staubfraktion (jeweils zwischen 100 bis 110 Einzelwerte). Zur Berechnung der Faktoren wurden die Jahresmittelwerte mit zwei Nachkommastellen angegeben.

	BaP im PM10 in ng/m <sup>3</sup>	BaP im TSP in ng/m <sup>3</sup>	Faktor TSP/PM10
Karlsruhe-Nordwest	0,41	0,42	1,0
Mannheim-Nord	0,39	0,37	0,9
Schwarzwald-Süd	0,05	0,05	1,0
Stuttgart-Bad Cannstatt	0,60	0,62	1,0
Stuttgart-Hafen	0,67	0,70	1,0
Stuttgart-Mitte-Straße	0,67	0,75	1,1

reich < 10 µm sollte die Umstellung von TSP auf PM10 wie bei BaP keinen Einfluss auf die Rußkonzentrationen zeigen. Wie aus Tabelle 2.2-3 zu entnehmen ist, liegt der Rußgehalt in der PM10-Fraktion bei allen Stationen zwischen 70 % und 90 % des Rußgehaltes im TSP-Staub. Dies ist dadurch zu erklären, dass es sich bei der Rußbestimmung um ein Konventionsverfahren handelt und evtl. andere Kohlenstoffanteile als elementarer Kohlenstoff mitbestimmt werden.

In Karte 2.2-11 und Abbildung 2.2-25 sind die Jahresmittelwerte 2002 für Ruß dargestellt. Erwartungsgemäß werden die höchsten Rußkonzentrationen an den verkehrsbezogenen Stationen festgestellt. Die Stationen 'Stuttgart-Mitte-Straße' (7,0 µg/m<sup>3</sup>) und 'Karlsruhe-Straße' (5,7 µg/m<sup>3</sup>) finden sich im oberen Bereich der Rangfolge, die Hintergrundstationen mit geringem Verkehrseinfluss wie 'Schwarzwald Süd' (1,0 µg/m<sup>3</sup>) weisen die geringsten Rußkonzentrationen auf.

In Abbildung 2.2-26 sind für die letzten Jahre die Jahresmittelwerte der Rußkonzentrationen an den Verkehrsmessstationen 'Stuttgart-Mitte-Straße' und 'Karlsruhe-Straße' sowie an den Messstationen 'Mannheim-Mitte' und 'Schwäbisch Hall' dargestellt. Die Entwicklung der Rußkonzentrationen zeigt an allen Stationen ein Maximum im Jahr 1998 und danach einen Rückgang der Rußkonzentrationen von bis zu 50 % bis zum Jahr 2002. Hier wird der Einfluss der modernen schadstoffärmeren Dieselmotoren und die Verbesserung der Qualität der Dieselmotoren deutlich.

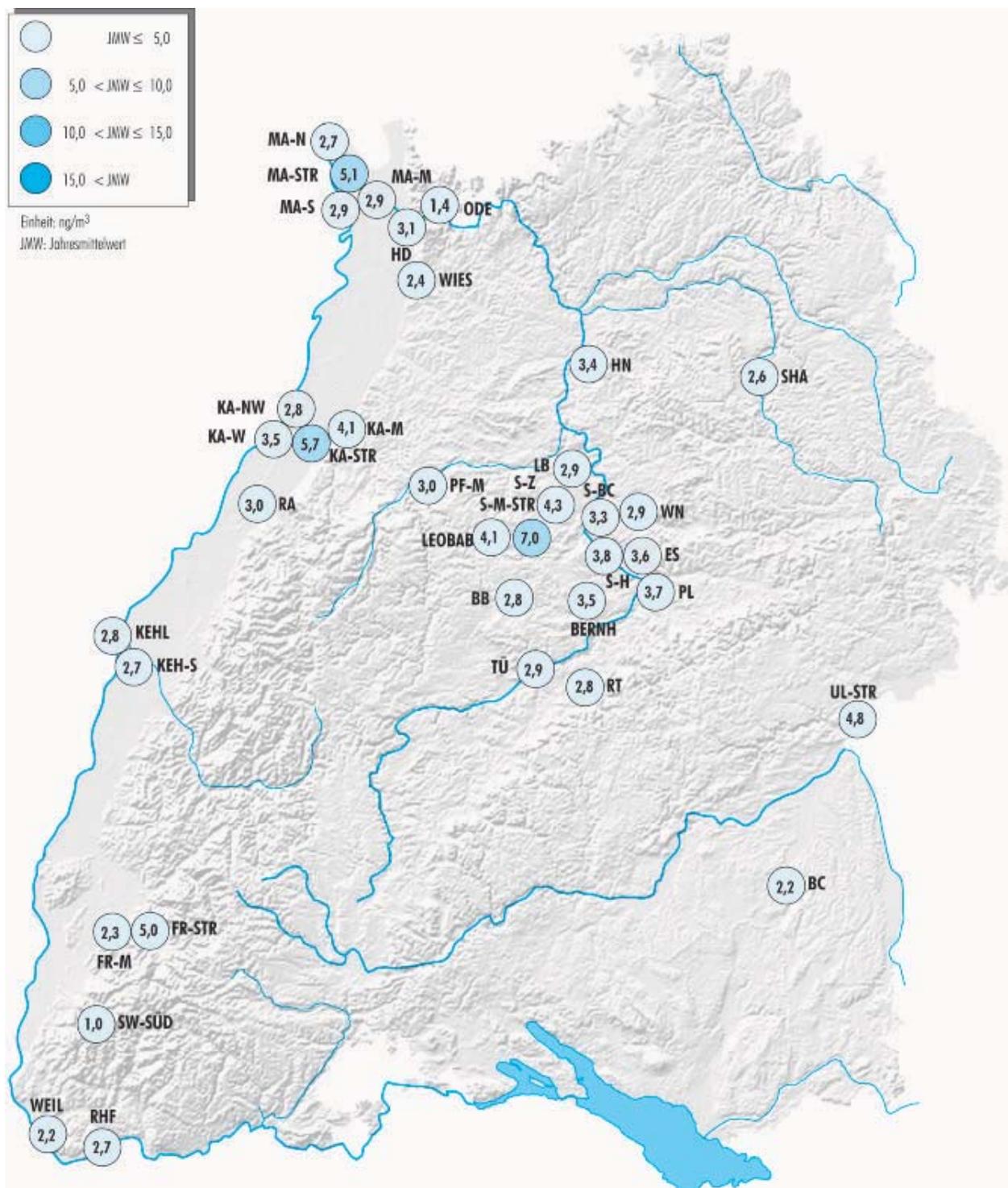
Der Zielwert der LAI-Krebsrisikostudie von 1,5 µg/m<sup>3</sup> wird nur an der Hintergrundstation 'Schwarzwald Süd' (Kälbelescheuer) unterschritten.

### 3.2.8 Radioaktivität

An 35 Stationen des Luftmessnetzes wurden kontinuierlich Radioaktivitätsmessungen durchgeführt. Die eingesetzten Messverfahren sind Tabelle A.3-1 und Karte A.2-1 im Anhang zu entnehmen.

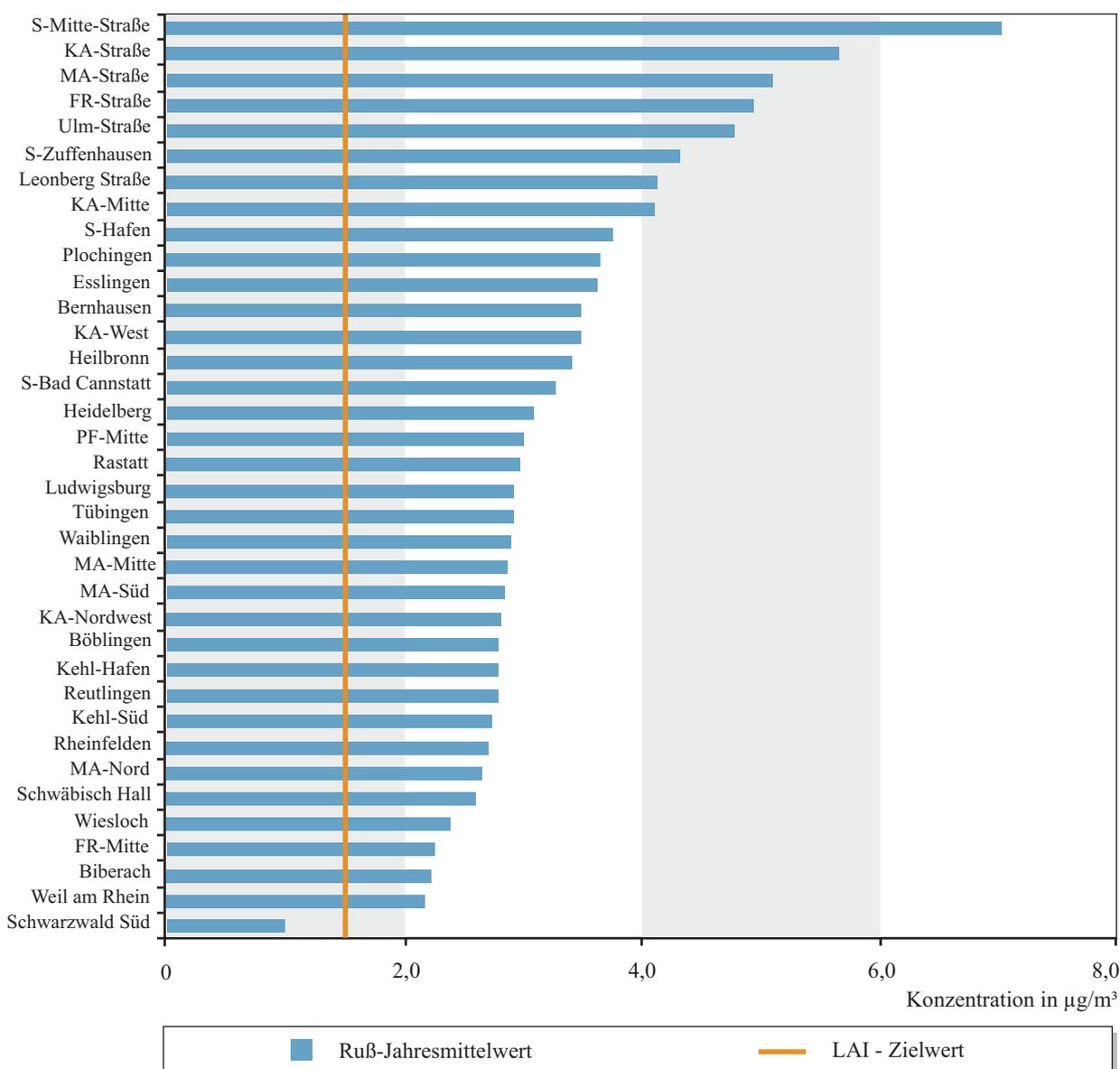
Die Ergebnisse der Radioaktivitätsmessung an den 35 Messstationen sind in den Abbildungen 2.2-27 und 2.2-28 dargestellt. Abbildung 2.2-27 enthält die Rangfolge der Jahresmittelwerte der Ortsdosisleistung, die mit der empfindlichsten Messsonde (siehe Tabelle A.3-1 im Anhang) ermittelt wurde, während Abbildung 2.2-28 die β-,γ-Impulsrate in gleicher Weise darstellt. Um die zeitliche Schwankung der beiden Messgrößen an den einzelnen Messorten beurteilen zu können, sind in diesen Abbildungen die jeweiligen Standardabweichungen mit eingezeichnet.

Diese Spannweite der Ortsdosisleistung ist repräsentativ für die Streubreite der natürlichen radioaktiven Strahlung in Baden-Württemberg. Die Strahlung wird im Wesentlichen durch natürlich in Boden und Luft vorkommende Radionuklide (Argon, Krypton, Radon, Kalium-40 sowie Isotope der Thorium- und Uran-Zerfallsreihen) sowie durch kosmische Strahlung verursacht. Die mittlere Ortsdosisleistung hängt somit in der Hauptsache vom geologischen Untergrund und von der Höhenlage des Messortes ab. Schwankungen



Karte 2.2-11

Jahresmittelwerte 2001 der Rußkonzentrationen im Schwebstaub (Fraktion PM10) an ausgewählten Stationen im Land.

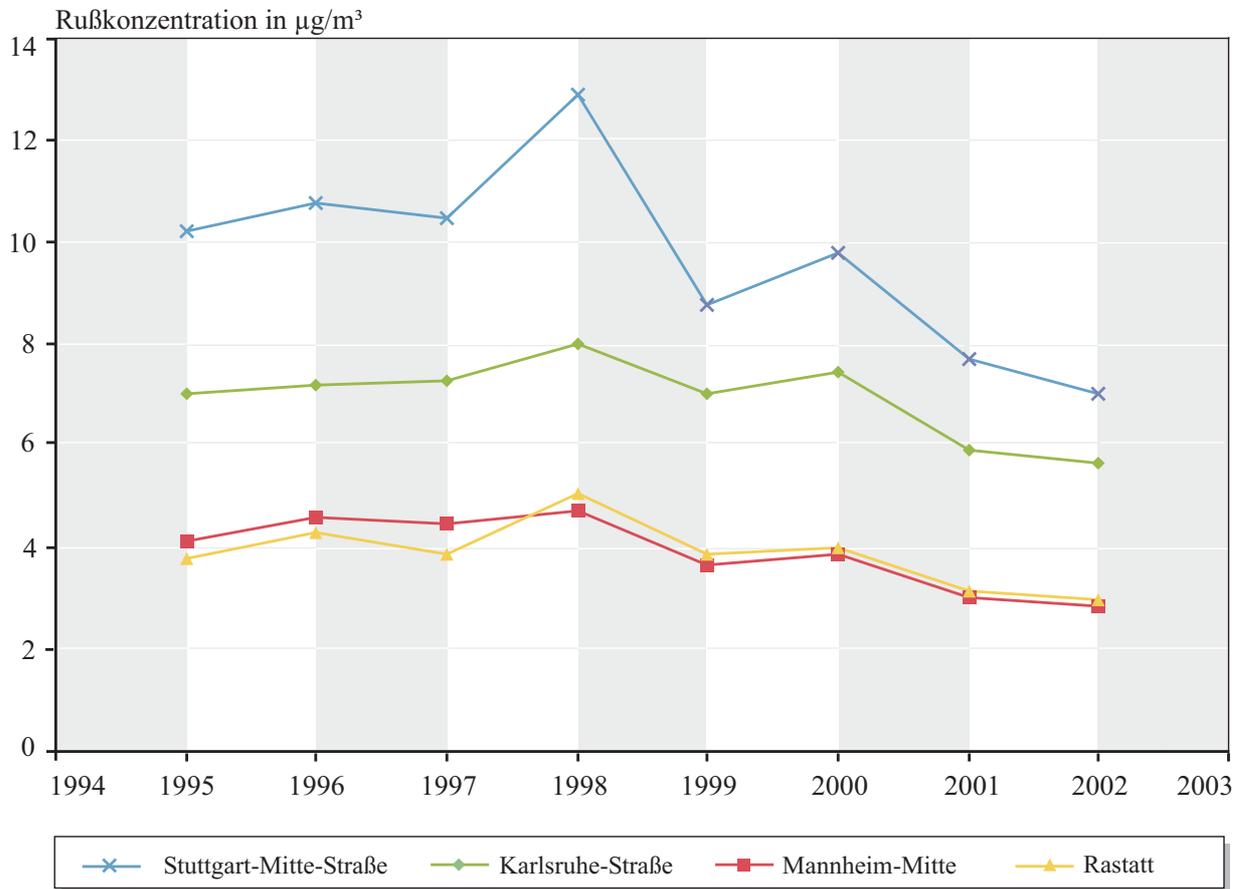


**Abbildung 2.2-25**

Jahresmittelwerte der Rußkonzentration (Fraktion PM10) an ausgewählten Stationen im Land (geordnet nach Jahresmittelwert) für das Jahr 2002.

der Ortsdosisleistung an einem Messort können als Folge von Temperatur und Luftdruckänderungen oder in Zusammenhang mit Niederschlägen auftreten. Diese Schwankungen sind in der Regel jedoch sehr gering, was auch an den relativ kleinen Standardabweichungen in Abbildung 2.2-28 zu erkennen ist. Treten

deutlich erhöhte Ortsdosisleistungen auf (> 300 nSv/h), so ist diese Strahlung nicht natürlichen Ursprungs. Die höchste Ortsdosisleistung wurde im Jahr 2002 mit 206 nSv/h an der Station ‘Ravensburg’ gemessen. Dieser Wert trat in Verbindung mit einem Niederschlagsereignis am 10. August 2002 auf. Ebenfalls in



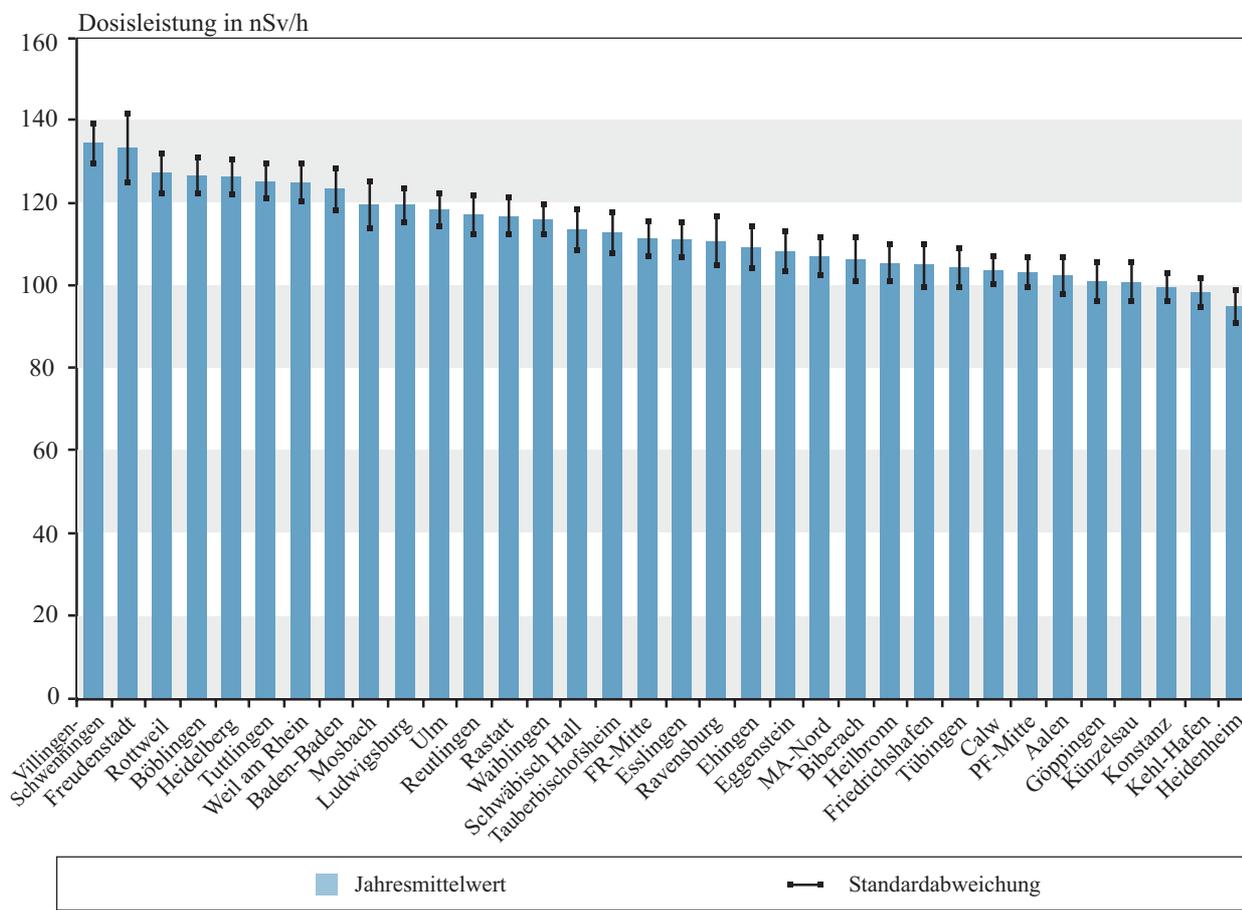
**Abbildung 2.2-26**  
Entwicklung der Rußkonzentrationen von 1995 bis 2002

Verbindung mit einem Niederschlagsereignis ergab sich der höchste  $\beta$ -/ $\gamma$ -Strahlenpegel. Der höchste Wert wurde mit 87 Impulsen/Sekunde am 9. Juli an der Station 'Weil am Rhein' gemessen.

### 2.3 Tabellarische Überprüfung der Messergebnisse von 2002 auf Einhaltung internationaler Bezugswerte (inkl. 1. und 2. Tochterrichtlinie)

In den Tabellen 2.3-1 bis 2.3-3 ist für alle Stationen des landesweiten Luftmessnetzes gekennzeichnet, ob im Jahr 2002 einer der Immissionsgrenzwerte der 22. BImSchV, deren Grundlage die 1. und 2. Tochterrichtlinie der EU sind, der WHO oder der schweizerischen Luftreinhalteverordnung überschritten wurde.

Tabelle 2.3-1 gibt einen Überblick bzgl. der Überschreitung der Immissionsgrenzwerte der 22. BImSchV. Falls ein Immissionsgrenzwert überschritten wurde,



**Abbildung 2.2-27**

Jahresmittelwert und Standardabweichung der Ortsdosisleistung an den Radioaktivitätsmessstationen des landesweiten Luftmessnetzes (geordnet nach Jahresmittelwert) im Jahr 2002.

so wurde eine Überprüfung bzgl. des Grenzwertes plus Toleranzmarge (gültig für 2002) vorgenommen und aufgeführt. Eine Diskussion hierzu wurde bei der jeweiligen Schafstoffkomponente vorgenommen.

Für Schwefeldioxid wurde 2002 lediglich an einer Station die Überschreitung der WHO-Leitwerte registriert. An dieser Station wurde ebenfalls der 24-Stunden-Immissionsgrenzwert der schweizerischen Luftreinhalteverordnung überschritten.

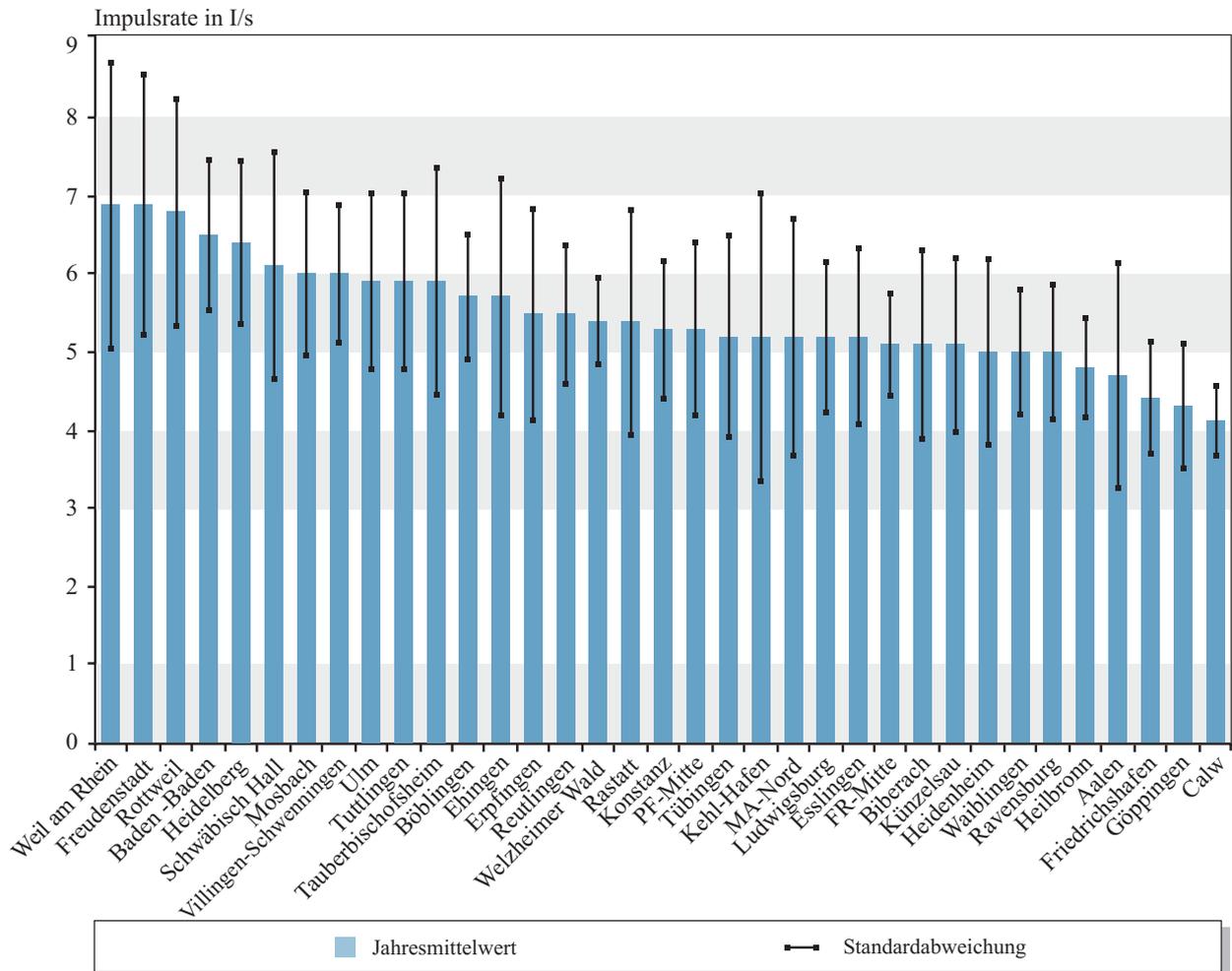
Bei Stickstoffdioxid kam es an der überwiegenden Zahl der Stationen zu Überschreitungen der relativ strengen Immissionsgrenzwerte der schweizerischen Luftreinhalteverordnung (v. a. Jahresmittelwert:

30 µg/m<sup>3</sup>; Tagesmittelwert: 80 µg/m<sup>3</sup>). Die WHO-Leitwerte wurden eingehalten. Bei Kohlenmonoxid gab es keine Überschreitungen.

Bei der Fraktion PM10 des Schwebstaubes wurden an den meisten Stationen die Immissionsgrenzwerte der schweizerischen Luftreinhalteverordnung überschritten.

Die Schwebstaubinhaltsstoffe Blei und Cadmium waren überall unauffällig.

An allen Stationen des landesweiten Messnetzes wurde der 1-h-WHO-Leitwert von 150 µg/m<sup>3</sup> für Ozon und entsprechend auch der 1-h-Immissionsgrenzwert



**Abbildung 2.2-28**

Jahresmittelwerte und Standardabweichung der  $\beta$ - $\gamma$ -Impulsraten an den Radioaktivitätsmessstationen des landesweiten Luftmessnetzes (geordnet nach Jahresmittelwert) 2002.

der schweizerischen Luftreinhalteverordnung von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  überschritten. Auch der dort festgelegte 98%-Wert für die innerhalb eines Monats gemessenen Ozonkonzentrationen von  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde nicht eingehalten. Die 8-h-Leitwerte der WHO von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurden ebenfalls überall überschritten.

**Tabelle 2.3-1**

Überprüfung der Messwerte anhand der Beurteilungswerte der 22. BImSchV (Grundlage 1. und 2. Tochterrichtlinie) an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002 (Werte in µg/m<sup>3</sup>)

Station	SO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		PM10		PM10		Blei		CO		Benzol	
	Max.1-Std GW + TM <sup>1)</sup>	Max.1-Std GW <sup>1)</sup>	Max.1-Std GW + TM <sup>2)</sup>	Max.1-Std GW <sup>2)</sup>	Max.1-Std GW + TM <sup>3)</sup>	Max.1-Std GW <sup>3)</sup>	Max.1-Std GW + TM	Max.1-Std GW	Max.1-Std GW	Max.1-Std GW	TMW GW + TM	TMW GW	TMW GW	TMW GW	Max.8-Std GW	Max.8-Std GW	Max.8-Std GW	Max.8-Std GW	Max.8-Std GW	Max.8-Std GW
Aalen	440	350	125	125	280	200	56	40	40	> 65 <sup>4)</sup>	> 50 <sup>4)</sup>	0,5	10	5						
Bad Waldsee																				
Baden-Baden	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bernhausen																				
Biberach	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Böblingen																				
Calw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eggenstein																				
Ehingen																				
Esslingen																				
FR-Mitte																				
FR-Straße	-	-	-	-	-	*	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Freudenstadt																				
Friedrichshafen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Göppingen																				
Heidelberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heidenheim																				
Heilbronn																				
Isny																				
KA-Mitte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KA-Nordwest																				
KA-Straße	-	-	-	-	-	*	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KA-West																				

**Tabelle 2.3-1**

Überprüfung der Messwerte anhand der Beurteilungswerte der 22. BImSchV (Grundlage 1. und 2. Tochterrichtlinie) an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002 (Werte in µg/m<sup>3</sup>)

Station	SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		PM10		Blei		CO		Benzol	
	Max.1-Std GW + TM <sup>1)</sup>	Max.1-Std GW <sup>1)</sup>	Max.TMW GW + TM <sup>2)</sup>	Max.1-Std GW + TM <sup>3)</sup>	Max.1-Std GW <sup>3)</sup>	Max.1-Std GW+TM	JMW GW	JMW GW	PM10 TMW GW	PM10 TMW GW+TM	PM10 TMW GW	JMW GW	JMW GW	Max.8-Std GW	JMW GW	JMW GW
	440	350	125	280	200	56	40	40	40	> 65 <sup>4)</sup>	> 50 <sup>4)</sup>	0,5	10	5		
KA-B10 Nord	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KA-B10 Süd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kehl-Hafen																
Kehl-Süd																
Konstanz																
Künzelsau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leonberg BAB	-	-	-	-	*	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ludwigsburg																
MA-Mitte																
MA-Nord	*	*	-	-	*	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
MA-Straße	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
MA-Süd																
Mosbach	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neuenburg																
PF-Mitte																
Plochingen																
Rastatt																
Ravensburg																
Reutlingen																
Rheinfelden																
Rottweil																
Schwäbische Alb																
Schwäbisch Hall																
Schwarzwald Süd																

**Tabelle 2.3-1**

Überprüfung der Messwerte anhand der Beurteilungswerte der 22. BImSchV (Grundlage 1. und 2. Tochterrichtlinie) an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002 (Werte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Station	SO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		PM10		PM10		Blei		CO		Benzol	
	Max.1-Std GW + TM <sup>1)</sup>	GW <sup>1)</sup>	Max.1-Std GW + TM <sup>2)</sup>	GW <sup>2)</sup>	Max.1-Std GW + TM <sup>3)</sup>	GW <sup>3)</sup>	Max.1-Std GW + TM	GW	Max.1-Std GW + TM	GW	Max.1-Std GW + TM	GW	TMW	GW	Max.8-Std GW	Max.8-Std GW	Max.8-Std GW	Max.8-Std GW	Max.8-Std GW	Max.8-Std GW
	440	350	125	125	280	200	56	40	40	40	> 65 <sup>4)</sup>	> 50 <sup>4)</sup>			0,5	10			5	
S-Bad Cannstatt																				
S-Hafen																				
S-Mitte-Straße	-	-	-	-	*	*	x	x	x	x				x						
S-Zuffenhausen	-	-	-	-																
Tauberbischofsheim																				
Tübingen	-	-	-	-																
Tuttlingen																				
Ulm																				
Ulm-Straße	-	-	-	-																
Villingen-Schwenningen																				
Waiblingen																				
Waldshut																				
Weil am Rhein																				
Welzheimer Wald																				
Wiesloch																				
Wilhelmsfeld																				

1) zulässige Überschreitungshäufigkeit 24/a

2) zulässige Überschreitungshäufigkeit 3/a

3) zulässige Überschreitungshäufigkeit 18/a

4) zulässige Überschreitungshäufigkeit 35/a

GW = Grenzwert

TM = Toleranzmarge

TMW = Tagesmittelwert

JMW = Jahresmittelwert

\*: Überschreitungen festgestellt, aber unter der zulässigen Überschreitungshäufigkeit

x: Überschreitung (auch über der zul. Überschreitungshäufigkeit, falls festgelegt)

-: keine Messung bzw. Datenkollektive zu klein

**Tabelle 2.3-2**  
Überschreitung der Leitwerte der WHO an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002

Mittelwert über (Max)	SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		CO		CO		Ozon		Blei		Cd	
	10-Min** 500 µg/m <sup>3</sup>	1-Std 350 µg/m <sup>3</sup>	1-Std 400 µg/m <sup>3</sup>	24-Std 150 µg/m <sup>3</sup>	15-Min* 100 mg/m <sup>3</sup>	30-Min 60 mg/m <sup>3</sup>	1-Std 30 mg/m <sup>3</sup>	8-Std 10 mg/m <sup>3</sup>	1-Std 150 µg/m <sup>3</sup>	1-Std 200 µg/m <sup>3</sup>	8-Std 120 µg/m <sup>3</sup>	1 Jahr 0,5 - 1,0 µg/m <sup>3</sup>	1 Jahr 10 - 20 ng/m <sup>3</sup>	
Aalen								X			X			
Baden-Baden	-	-						X	X	X				
Bad Waldsee								X		X				
Bernhausen								X		X				
Biberach	-	-						X		X				
Böblingen								X	X	X				
Calw	-	-						X	X	X				
Eggenstein								X	X	X				
Ehingen								X		X				
Esslingen								X		X				
FR-Mitte								X	X	X				
FR-Straße	-	-						-	-	-				
Freudenstadt								X		X				
Friedrichshafen	-	-						X		X				
Göppingen								X		X				
Heidelberg	-	-						X		X				
Heidelberg-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X			-	
Schwimmbad														
Heidenheim								X		X				
Heilbronn								X	X	X				
Isny								X		X				
KA-Mitte	-	-						X	X	X				
KA-Nordwest								X	X	X				
KA-West	-	-						X		X				
KA-Straße	-	-						-	-	-				

**Tabelle 2.3-2**

Überschreitung der Leitwerte der WHO an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002

Mittelwert über (Max)	SO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	CO	CO	CO	Ozon	Ozon	Ozon	Blei	Cd
	10-Min** 500 µg/m <sup>3</sup>	1-Std 350 µg/m <sup>3</sup>	1-Std 400 µg/m <sup>3</sup>	24-Std 150 µg/m <sup>3</sup>	15-Min* 100 mg/m <sup>3</sup>	30-Min 60 mg/m <sup>3</sup>	1-Std 30 mg/m <sup>3</sup>	8-Std 10 mg/m <sup>3</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>	1 Jahr 0,5 - 1,0 µg/m <sup>3</sup>	1 Jahr 10 - 20 ng/m <sup>3</sup>
KA-B10 Nord	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KA-B10 Süd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kehl-Hafen				X	X	X	X	X	X	X			
Kehl-Süd				X	X	X	X	X	X	X			
Konstanz				X							X		
Kinzelsau	-	-		X							X		
Leonberg BAB	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
Ludwigsburg				X							X		
MA-Mitte				X	X	X	X	X	X	X			
MA-Nord	X	X		X	X	X	X	X	X	X			
MA-Süd				X	X	X	X	X	X	X			
MA-Straße	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
Mosbach	-	-		X	X	X	X	X	X	X			
Neuenburg				X	X	X	X	X	X	X			
PF-Mitte				X	X	X	X	X	X	X			
Odenwald				X	X	X	X	X	X	X			
Plochingen				X	X	X	X	X	X	X			
Rastatt				X	X	X	X	X	X	X			
Ravensburg				X	X	X	X	X	X	X			
Reutlingen				X	X	X	X	X	X	X			
Rheinfelden				X	X	X	X	X	X	X			
Rottweil				X	X	X	X	X	X	X			
Schwäbische Alb				X	X	X	X	X	X	X			
Schwäbisch Hall				X	X	X	X	X	X	X			
Schwarzwald Süd				X	X	X	X	X	X	X			

**Tabelle 2.3-2**  
Überschreitung der Leitwerte der WHO an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002

Mittelwert über (Max)	SO <sub>2</sub> 10-Min**	SO <sub>2</sub> 1-Std	SO <sub>2</sub> 350 µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> 1-Std	NO <sub>2</sub> 400 µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> 24-Std	NO <sub>2</sub> 150 µg/m <sup>3</sup>	CO 15-Min*	CO 100 mg/m <sup>3</sup>	CO 30-Min	CO 60 mg/m <sup>3</sup>	CO 1-Std	CO 30 mg/m <sup>3</sup>	CO 8-Std	CO 10 mg/m <sup>3</sup>	Ozon 1-Std	Ozon 150 µg/m <sup>3</sup>	Ozon 1-Std	Ozon 200 µg/m <sup>3</sup>	Ozon 8-Std	Ozon 120 µg/m <sup>3</sup>	Blei 1 Jahr	Blei 0,5 - 1,0 µg/m <sup>3</sup>	Cd 1 Jahr	Cd 10 - 20 ng/m <sup>3</sup>	
S-Bad Cannstatt																	x				x					
S-Hafen																	x				x					
S-Zuffenhausen	-	-															x				x					
S-Mitte-Straße	-	-															-				-					
Tauberbischofshaus																	x				x					
Tübingen	-	-															x				x					
Tuttlingen																	x				x					
Ulm																	x				x					
Ulm-Straße	-	-															-				-					
Villingen-Schwenningen																	x				x					
Waiblingen																	x				x					
Waldshut																	x				x					
Weil am Rhein																	x				x					
Welzheimer Wald																	x				x					
Wiesloch																	x				x					

\*\* : überprüft als Halbstundenmittelwert  
 - : keine Messung oder nicht vollständiges Jahreskollektiv  
 x : Überschreitung(en) festgestellt

**Tabelle 2.3-3**

Überschreitung der Immissionsgrenzwerte der Schweizerischen Luftreinhalteverordnung an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002

	SO <sub>2</sub> 95%-Wert		SO <sub>2</sub> 24-h-MW		NO <sub>2</sub> 95%-Wert		NO <sub>2</sub> 24-h-MW		CO 24-h-MW		Ozon 98%		Ozon 1-h-MW		PM10 JMW		PM10 Max.TMW		Blei JMW		Cd JMW		
	30 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>	30 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>	80 µg/m <sup>3</sup>	8 mg/m <sup>3</sup>	101 µg/m <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	500 ng/m <sup>3</sup>	10 ng/m <sup>3</sup>									
Aalen									X	X	X	X											
Bad Waldsee									X	X	X	X											
Baden-Baden	-	-	-				X		X	X	X	X											
Bernhausen				X			X		X	X	X	X											
Biberach	-	-	-						X	X	X	X											
Böblingen							X		X	X	X	X											
Calw	-	-	-						X	X	X	X											
Eggenstein							X		X	X	X	X											
Ehingen									X	X	X	X											
Esslingen				X			X		X	X	X	X											
FR-Mitte							X		X	X	X	X											
FR-Straße	-	-	-	X			X		-	-	X	X											
Freudenstadt									X	X	X	X											
Friedrichshafen	-	-	-						X	X	X	X											
Göppingen									X	X	X	X											
Heidelberg	-	-	-	X			X		X	X	X	X											
Heidelberg-Schwimmbad	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X											
Heidenheim									X	X	X	X											
Heilbronn				X			X		X	X	X	X											
Isny									X	X	X	X											
KA-Mitte	-	-	-	X			X		X	X	X	X											
KA-Nordwest							X		X	X	X	X											
KA-Straße	-	-	-	X			X		-	-	X	X											

**Tabelle 2.3-3**  
Überschreitung der Immissionsgrenzwerte der Schweizerischen Luftreinhalteverordnung an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002

	SO <sub>2</sub> 95%-Wert JMW		SO <sub>2</sub> 24-h-MW JMW		NO <sub>2</sub> 95%-Wert JMW		NO <sub>2</sub> 24-h-MW JMW		NO <sub>2</sub> 24-h-MW		CO 24-h-MW		Ozon 98% 1-h-MW		Ozon 120		PM10 JMW		PM10 Max.TMW		Blei JMW		Cd JMW		
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>								
KA-West				X				X					X		X		X								
KA-B10 Nord	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X		X		-		X				-		-
KA-B10 Süd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X		X		-		X				-		-
Kehl-Hafen							X						X		X		X		X						
Kehl-Süd													X		X		X		X						
Konstanz							X					X		X		X		X		X					
Künzelsau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X		X		X		X						
Leonberg BAB	-	-	-	X			X		X				-		-		X		X						
Ludwigsburg				X			X		X				X		X		X		X						
MA-Mitte				X			X		X				X		X		X		X						
MA-Nord			X	X			X		X				X		X		X		X						
MA-Straße	-	-	-	X			X		X				-		-		X		X						
MA-Süd				X			X		X				X		X		X		X						
Mosbach	-	-	-	-			-		-				X		X		X		X						
Neuenburg													X		X		X		X						
Odenwald													X		X		X		X						
PF-Mitte				X			X		X				X		X		X		X						
Plochingen				X			X		X				X		X		X		X						
Rastatt							X		X				X		X		X		X						
Ravensburg									X				X		X		X		X						
Reutlingen							X		X				X		X		X		X						
Rheinfelden									X				X		X		X		X						
Rottweil									X				X		X		X		X						
Schwäbische Alb									X				X		X		X		X						

**Tabelle 2.3-3**

Überschreitung der Immissionsgrenzwerte der Schweizerischen Luftreinhalteverordnung an den Stationen des landesweiten Luftmessnetzes im Jahr 2002

	SO <sub>2</sub> 95%-Wert		SO <sub>2</sub> 24-h-MW		NO <sub>2</sub> 95%-Wert		NO <sub>2</sub> 24-h-MW		CO 24-h-MW		Ozon 98%		Ozon 1-h-MW		PM10 JMW		PM10 Max.TMW		Blei JMW		Cd JMW	
	30 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>	30 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>	80 µg/m <sup>3</sup>	8 µg/m <sup>3</sup>	101 µg/m <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	500 ng/m <sup>3</sup>	10 ng/m <sup>3</sup>								
Schwäbisch Hall									X	X	X	X										
Schwarzwald Süd										X	X											
S-Bad Cannstatt				X			X		X	X	X	X										
S-Hafen				X			X		X	X	X	X										
S-Mitte-Strabe	-	-	-	X		X			-	-	X	X										
S-Zuffenhausen	-	-	-	X		X			X	X	X	X										
Tauberbischofsheim							X		X	X	X	X										
Tübingen	-	-	-						X	X	X	X										
Tuttlingen									X	X												
Ulm									X	X	X	X										
Ulm-Strabe	-	-	-	X					-	-	X	X										
Villingen-Schwenningen									X	X	X	X										
Waiblingen									X	X	X	X										
Waldshut									X	X	X	X										
Weil am Rhein									X	X	X	X										
Welzheimer Wald									X	X	X	X										
Wiesloch									X	X	X	X										

-: keine Messung oder nicht vollständiges Jahreskollektiv  
x: Überschreitung(en) festgestellt

## 2.4 Depositionsmessungen

Deposition ist die Ablagerung von Luftschadstoffen am Boden, an Pflanzen sowie an Gebäuden. Es wird zwischen trockener und nasser Deposition unterschieden. Unter trockener Deposition versteht man die direkte oder an Stäuben gebundene Ablagerung luftverunreinigender Stoffe an Oberflächen. Um nasse Deposition handelt es sich, wenn Luftschadstoffe durch Kondensations- und Sublimationsprodukte des Wasserdampfes, wie Nebel, Regen oder Schnee aus der Atmosphäre abgeschieden werden.

Seit 1992 werden Messungen der Gesamtdeposition an 24 Messpunkten in unterschiedlichen Naturräumen Baden-Württembergs durchgeführt. Berücksichtigt werden Feuchtgebiete, Trockengebiete, Berg- und Vorberglagen. Sie finden sich in dünn besiedelten, ländlich strukturierten Gebieten des Landes. Darüber hinaus finden Depositionsmessungen in Ballungsgebieten mit hoher Industriedichte statt. Insgesamt werden acht Messpunkte in Karlsruhe sowie sechs Messpunkte in Mannheim beprobt. Einen Überblick über die geografische Lage der Depositionsmesspunkte gibt die Karte 2.4-1.

An jedem Messpunkt wird mit jeweils zwei Bergerhoff-Geräten die Staubdeposition über die Dauer eines Monats erfasst. Im Labor werden neben der Staubbiederschlagsmenge auch die Sulfat- und Nitratgehalte ionenchromatographisch bestimmt.

Im Jahr 2002 wurden über die Wintermonate erstmals Sammlergefäße aus Kunststoff verwendet, um Ausfälle durch Frostbruch zu vermeiden. Aufgrund starker Schneefälle kam es im November auf dem Feldberg und im Dezember auf dem Feldberg und dem Schauinsland zu Ausfällen, da ein Wechsel nicht möglich war.

Zusätzlich zu den Depositionsmessungen werden an den 24 Standorten in den Hintergrundgebieten des Landes die Schwefeldioxid- und Stickstoffdioxidkonzentrationen mit Passivsammlern bestimmt. Die Expositionszeit beträgt ebenfalls einen Monat. Die Ergebnisse der Deposition sowie die Ergebnisse

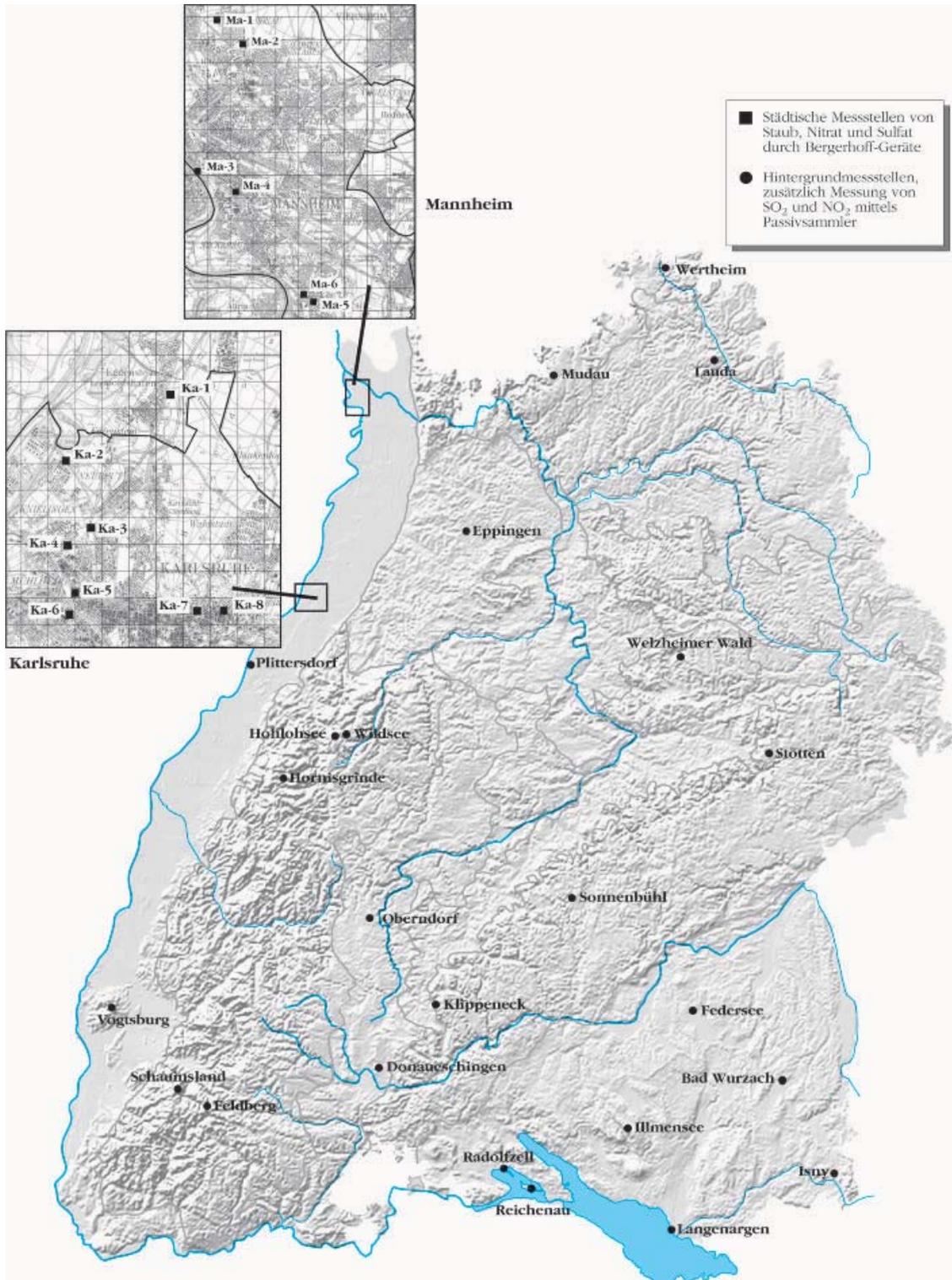
der Passivmessungen sind für die Hintergrundmessstellen als Jahresmittelwerte in Tabelle 2.4-1 aufgeführt, die Ergebnisse der Depositionsmessungen in Karlsruhe und Mannheim in Tabelle 2.4-2. Mit dargestellt sind die Nitrat- und Sulfatanteile im Staubbiederschlag. Die Ergebnisse für die Messpunkte in Naturräumen sind entsprechend der naturräumlichen Zugehörigkeit zusammengefasst. Die im Jahresmittel höchsten Staubdepositionen wurden im Kraichgau ('Eppingen'), im Rheintal ('Plittersdorf') und am Bodensee ('Radolfzell' und 'Reichenau') mit über 100 mg/m<sup>2</sup>d festgestellt.

Im Gegensatz dazu sind die höchsten Nitratdepositionen an den Messstellen mit den niedrigen Staubdepositionen zu finden. Bei den Sulfatdepositionen zeigten die Messstellen im Schwarzwald vergleichsweise hohe Werte.

Bei den Ergebnissen der Stickstoffdioxidmessungen ist eine leichte Höhenabhängigkeit festzustellen. Die niedrigsten Konzentrationen wurden mit 4 µg/m<sup>3</sup> bis 6 µg/m<sup>3</sup> an den hochgelegenen Messstellen im Schwarzwald und auf dem ebenfalls fast 1000 m ü. NN hoch gelegenen Klippeneck auf der Schwäbischen Alb erreicht, während die Messstellen im Rheintal, Kraichgau und am Bodensee Konzentrationen bis 13 µg/m<sup>3</sup> aufwiesen. Die Schwefeldioxidkonzentrationen bewegen sich mit Konzentrationen zwischen 6 µg/m<sup>3</sup> und 10 µg/m<sup>3</sup> auf niedrigem Niveau. Abhängigkeiten von der Messstelle sind hier nicht eindeutig zu beobachten.

An den Messstellen in Mannheim und Karlsruhe wurden bezüglich Staubbiederschlag und Nitratdeposition vergleichbare Ergebnisse wie an den Hintergrundmessstellen ermittelt. Mit 11,4 mg/m<sup>2</sup>d bzw. 7,0 mg/m<sup>2</sup>d wurden die höchsten Sulfat- und Nitratdepositionen an der Messstelle 'KA-7' (Karlsruhe-Oststadt) festgestellt.

In Abbildung 2.4-1 sind die Jahresmittelwerte der Depositionen von Staub, Nitrat und Sulfat für Mannheim, Karlsruhe und die Naturräume, jeweils gemittelt über alle Messstellen, für die Jahre 1993 bis 2002 dargestellt. Die Entwicklung der Staubdeposition zeigt für alle drei Messgebiete keinen Trend; die Staubdeposition schwankt zwischen 60 mg/m<sup>2</sup>d und



Karte 2.4-1  
 Depositionsmessnetz Baden-Württemberg

**Tabelle 2.4-1**

Ergebnisse der Depositionsmessungen sowie der Passivmessungen von Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid 2002 in den Hintergrundgebieten Baden-Württembergs

Messstelle	Staubnieder- schlag in mg/m <sup>2</sup> d	Nitrat in mg/m <sup>2</sup> d	Sulfat in mg/m <sup>2</sup> d	Nitratgehalt im Staub- niederschlag	Sulfatgehalt im Staub- niederschlag	NO <sub>2</sub> passiv in µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> passiv in µg/m <sup>3</sup>
<b>Bauland / Hohenlohe</b>							
Mudau	56	7,5	5,7	13 %	10 %	9	9
Wertheim	51	5,5	3,6	11 %	7 %	11	9
Lauda	53	4,7	3,5	9 %	7 %	10	9
<b>Kraichgau</b>							
Eppingen	123	4,9	5,1	4 %	4 %	12	10
<b>Rheingraben</b>							
Plittersdorf	118	3,6	6,3	3 %	5 %	13	9
Vogtsburg	65	4,5	4,2	7 %	7 %	11	7
<b>Schwarzwald</b>							
Hornisgrinde	88	5,9	6,3	7 %	7 %	5	7
Hohlohsee	73	5,4	4,9	7 %	7 %	4	7
Wildsee	57	6,2	5,2	11 %	9 %	5	6
Schauinsland	63	7,2	5,7	11 %	9 %	4	7
Feldberg	62	8,4	6,4	14 %	10 %	4	7
<b>Welzheimer Wald</b>							
Welzheimer Wald	72	6,0	5,1	8 %	7 %	8	7
<b>Schwäbische Alb</b>							
Stötten	52	7,9	5,6	15 %	11 %	8	8
Sonnenbühl	54	4,0	3,4	7 %	6 %	6	7
Klippeneck	50	5,0	4,2	10 %	8 %	5	7
<b>Baar / Obere Gäue</b>							
Oberndorf	53	4,3	3,8	8 %	7 %	8	8
Donaueschingen	72	6,8	3,5	10 %	5 %	9	7
<b>Oberschwaben</b>							
Federsee	82	4,2	3,9	5 %	5 %	7	7
Bad Wurzach	51	7,0	5,0	14 %	10 %	8	8
Illmensee	52	5,5	4,1	11 %	8 %	6	7
Isny	64	6,9	5,5	11 %	9 %	7	6
<b>Bodensee</b>							
Radolfzell	107	3,8	4,9	3 %	5 %	11	7
Reichenau	120	3,1	4,1	3 %	3 %	11	7
Langenargen	81	5,7	4,5	7 %	6 %	12	7

**Tabelle 2.4-2**

Ergebnisse der Depositionsmessungen in Karlsruhe und Mannheim im Jahr 2002 (Jahresmittelwerte)

Messstelle	Staub in mg/m <sup>2</sup> d	Nitrat in mg/m <sup>2</sup> d	Sulfat in mg/m <sup>2</sup> d
<b>Karlsruhe</b>			
KA-1	84	6,8	9,7
KA-2	76	5,1	10,0
KA-3	93	6,0	8,0
KA-4	79	6,0	7,0
KA-5	90	6,5	6,6
KA-6	173	3,2	6,6
KA-7	98	7,0	11,4
KA-8	106	6,4	7,3
<b>Mannheim</b>			
MA-1	101	5,4	9,7
MA-2	85	6,1	9,2
MA-3	76	6,0	6,6
MA-4	80	5,5	6,9
MA-5	69	4,6	7,0
MA-6	138	6,6	8,4

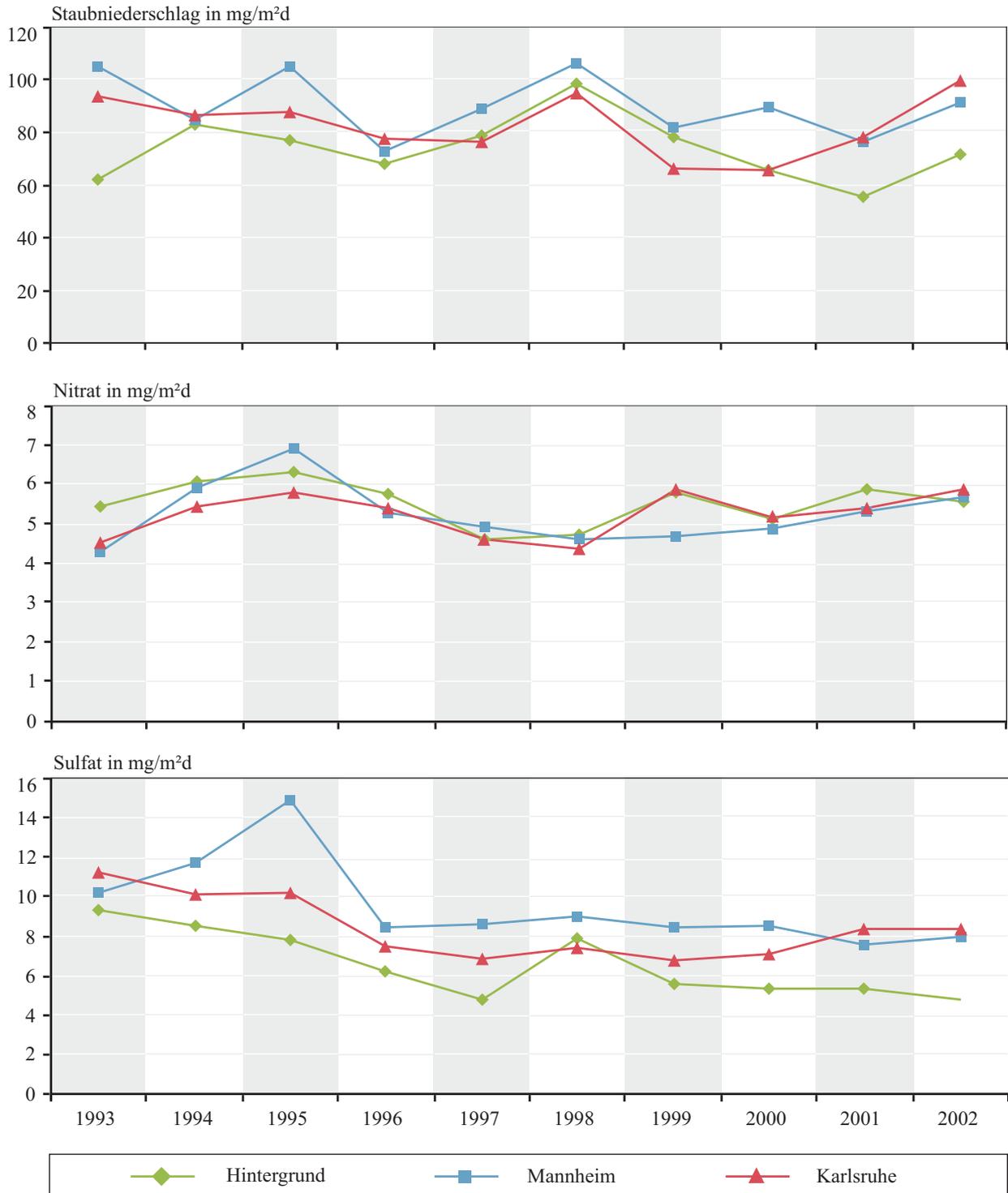
110 mg/m<sup>2</sup>d. Dabei lagen die in Mannheim festgestellten Depositionen im Mittel bis zum Jahr 2000 höher als in den anderen Gebieten. 2002 wurden allerdings in Karlsruhe höhere Staubdepositionswerte als in Mannheim erreicht.

Die mittleren Nitratdepositionen lagen zwischen 4 mg/m<sup>2</sup>d und 7 mg/m<sup>2</sup>d. Ein Trend oder ein durchgängiger Unterschied in der Deposition kann für die drei Gebiete nicht festgestellt werden.

Die Depositionen von Sulfat gingen in allen drei Messgebieten bis 1996 deutlich zurück und verbleiben danach auf niedrigerem Niveau. Allerdings zeigt sich eine deutliche Staffelung zwischen den mittleren Sulfatdepositionen im Hintergrund, Karlsruhe und Mannheim. Die Sulfatdepositionen im Hintergrund liegen unter denen in den Ballungsgebieten.

Insgesamt zeigt die Abbildung vergleichbare Depositionen von Staub, Nitrat und Sulfat. Dies darf jedoch nicht über die große Streubreite der Depositionswerte im Hintergrund hinwegtäuschen. Gerade die gegenüber Stickstoffeinträgen empfindlichen hochgelegenen

Standorte im Schwarzwald, Welzheimer Wald, teilweise auf der Schwäbischen Alb und im Allgäu wiesen Nitratdepositionen zwischen 7 mg/m<sup>2</sup>d und 9 mg/m<sup>2</sup>d auf.



**Abbildung 2.4-1**  
Entwicklung der mittleren jährlichen Deposition im Hintergrundmessnetz und in den Ballungsräumen Mannheim und Karlsruhe

### 3 IMMISSIONEN - ZEITLICH BEGRENZTE MESSUNGEN

#### 3.1 Immissionen im Raum Mannheim / Heidelberg

In Abstimmung mit dem Ministerium für Umwelt und Verkehr wurden in Mannheim und Heidelberg in der Zeit von Mai 2001 bis Juni 2002 Immissionsmessungen durchgeführt.

Diese Messungen waren die Fortsetzung zweier früherer in den Jahren 1986/87 und 1992/93 durchgeführten Messprogramme. Ziel der Messungen war es, die Belastung gemäß den Anforderungen der EU (96/62/EG) und der Tochterrichtlinien, wie sie in der im September 2002 novellierten 22. BImSchV in nationales Recht umgesetzt wurden, festzustellen.

Im Gegensatz zu den früher im Raum Mannheim / Heidelberg durchgeführten Messprogrammen wurden die Messpunkte nicht in einem gleichmäßigen Raster angeordnet, sondern sie wurden anhand der Kenntnis der Besiedlungsstruktur, Verkehrsdichte und ähnlichen Belastungskategorien ausgewählt. Nach diesen Erkenntnissen richtete sich auch die Messhäufigkeit an den einzelnen Messpunkten, da an stark belasteten Standorten auch die zeitliche Varianz der Konzentrationen größer ist als in emittententfernen Lagen. Insgesamt wurden an 94 Messpunkten Luftschadstoffe gemessen. Darunter waren sieben Standorte mit ortsfesten Schwebstaubmessgeräten und sechs Messstationen des landesweiten Luftmessnetzes. Die restlichen 81 Messpunkte wurden nach oben genannten Kriterien ausgewählt.

Die Belastung durch Staubbiederschlag wurde im herkömmlichen 1 km<sup>2</sup>-Raster ermittelt.

Die Ergebnisse des Messprogramms wurden mit den Immissionsmessungen von 1992/93 verglichen. Dazu

wurden die Messpunkte herangezogen, die innerhalb der Rasterflächen von 1992/93 lagen.

Bei fast allen gemessenen Schadstoffen konnten mit Ausnahme von Stickstoffdioxid geringere Konzentrationen festgestellt werden.

Bei den Schwebstaubbelastungen zeichnet sich seit 1992 auch nach Berücksichtigung der Umstellung von Gesamtschwebstaub auf PM10 ein deutlicher Rückgang ab. Die festgestellten Jahresmittelwerte von Schwebstaub lagen überall unter dem ab 2005 geltenden Immissionsgrenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup>.

Bei den Stickstoffdioxidkonzentrationen ist seit den letzten Messungen 1992/93 kein Rückgang zu erkennen. Vor allem im Einflussbereich des Straßenverkehrs liegen erwartungsgemäß die höchsten Stickstoffdioxidbelastungen. Der Summenwert von 56 µg/m<sup>3</sup>, des ab 2010 einzuhaltenden Immissionsgrenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> plus der Toleranzmarge für das Jahr 2002 von 16 µg/m<sup>3</sup>, wurde an sechs Messpunkten überschritten.

Die Ozonspitzenkonzentrationen sind leicht rückläufig.

Die Durchführung und die Ergebnisse der Immissionsmessungen sind im UMEG-Bericht „Immissionsmessungen im Raum Mannheim / Heidelberg 2001/2002“ dokumentiert. Er kann bei der UMEG bezogen oder unter <http://www.umeg.de/berichte> eingesehen werden.

### 3.2 Messung von MTBE im Großraum Mannheim / Heidelberg

Nachdem der Kraftstoffzusatz Methyl-tertiär-Buthylether (MTBE) in den USA aufgrund von starken Verunreinigungen des Grundwassers aus Tankleckagen und Beschwerden der Bevölkerung über die Beeinträchtigung des Trinkwassers in die Diskussion geraten ist, wird auch in Deutschland über die Auswirkungen von MTBE auf die Umwelt diskutiert. Aus diesem Anlass wurden im Rahmen des Messprogramms „Mannheim / Heidelberg Mai 2001 bis Juni 2002“ sondierende Messungen von MTBE durchgeführt.

#### Stoffbeschreibung

Methyl-tertiär-Buthylether ist eine farblose Flüssigkeit mit charakteristischem, terpeninähnlichem Geruch, die in Wasser gut, in organischen Lösungsmitteln sehr gut löslich ist. MTBE wird zu den leichtflüchtigen organischen Verbindungen gerechnet. Dämpfe und Flüssigkeit reizen Augen, Haut und Atemwege. Die Dämpfe wirken beim Einatmen stark narkotisch. MTBE wird als Antiklopfmittel verwendet und ist ein gutes Lösungsmittel für die Chromatographie [Römpp, 1989].

In der Literatur wird davon ausgegangen, dass gesunde Menschen nicht unter dem Einfluss von MTBE leiden. Bei empfindlichen Menschen mit erhöhter Sensibilität gegenüber Chemikalien wurde eine akute Gesundheitsgefährdung mit Auswirkungen ähnlich einer Allergie festgestellt. Es wird der Verdacht geäußert, dass die Zunahme von Asthma bei Kindern auf den MTBE-Einsatz zurückzuführen ist. Insgesamt finden sich sehr widersprüchliche Aussagen zu den Gesundheitsgefahren durch MTBE.

In den USA schlägt die EPA für Luft einen Richtwert von  $0,5 \text{ mg/m}^3$  vor. Für diesen Wert wird bei täglicher inhalativer Aufnahme davon ausgegangen, dass kein erhöhtes Krebsrisiko besteht.

Allgemein wird empfohlen, einen Grenzwert im Bereich der Geruchsschwelle ( $0,32 \text{ mg/m}^3$  bis  $0,47 \text{ mg/m}^3$ ) festzulegen [BGesundhBl, 1999].

In den Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 900 wurde für MTBE eine maximale Arbeitsplatzkonzentration von  $180 \text{ mg/m}^3$  festgelegt. Eine genotoxische Verbindung wird verneint, auch wenn der Stoff in höherer Konzentration Anlass zur Besorgnis hinsichtlich seiner krebserzeugenden Wirkung gibt [GESTIS].

tration von  $180 \text{ mg/m}^3$  festgelegt. Eine genotoxische Verbindung wird verneint, auch wenn der Stoff in höherer Konzentration Anlass zur Besorgnis hinsichtlich seiner krebserzeugenden Wirkung gibt [GESTIS].

#### Auswahl der Messpunkte

Für die Messungen im Raum Mannheim / Heidelberg wurden 10 Messpunkte zur Messung von Methyl-tertiär-Buthylether ausgewählt. Davon lagen acht im städtischen Bereich und zwei (‘Käfertal-Gartenstadt 2’ und ‘Königsstuhl’) als Hintergrundmesspunkte in unbebautem Gebiet. In Tabelle 3.2-1 sind die ausgewählten Messpunkte aufgelistet.

#### Ergebnisse der Messungen von MTBE im Großraum Mannheim / Heidelberg

MTBE wurde durch Aktivprobenahme an Aktivkohle sorbiert. Nach Elution mit Schwefelkohlenstoff und kapillargaschromatografischer Auftrennung wurde MTBE massenspektroskopisch bestimmt. In Abbildung 3.2-1 sind Kenngrößen der gemessenen MTBE-Konzentrationen dargestellt. An den städtischen Messpunkten wurden im Mittel 116 halbstündige Messungen durchgeführt, an den Hintergrundmesspunkten 36 und am Messpunkt ‘Mannheim-Universität’ 71.

Die Mittelwerte der im Messzeitraum gemessenen MTBE-Konzentrationen im städtischen Bereich bewegen sich zwischen  $0,9 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  und  $1,6 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . Die Messpunkte für die Hintergrundwerte liegen unter der Nachweisgrenze von  $0,5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . Die maximalen gemessenen Halbstundenwerte liegen im Stadtgebiet zwischen  $6,5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  und  $22 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ .

Am Messpunkt ‘Neckarstadt’ wurde zeitgleich mit dem maximal gemessenen MTBE-Halbstundenwert von  $22 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  ein mit  $130 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  auffällig hoher Stickstoffdioxidwert gemessen.

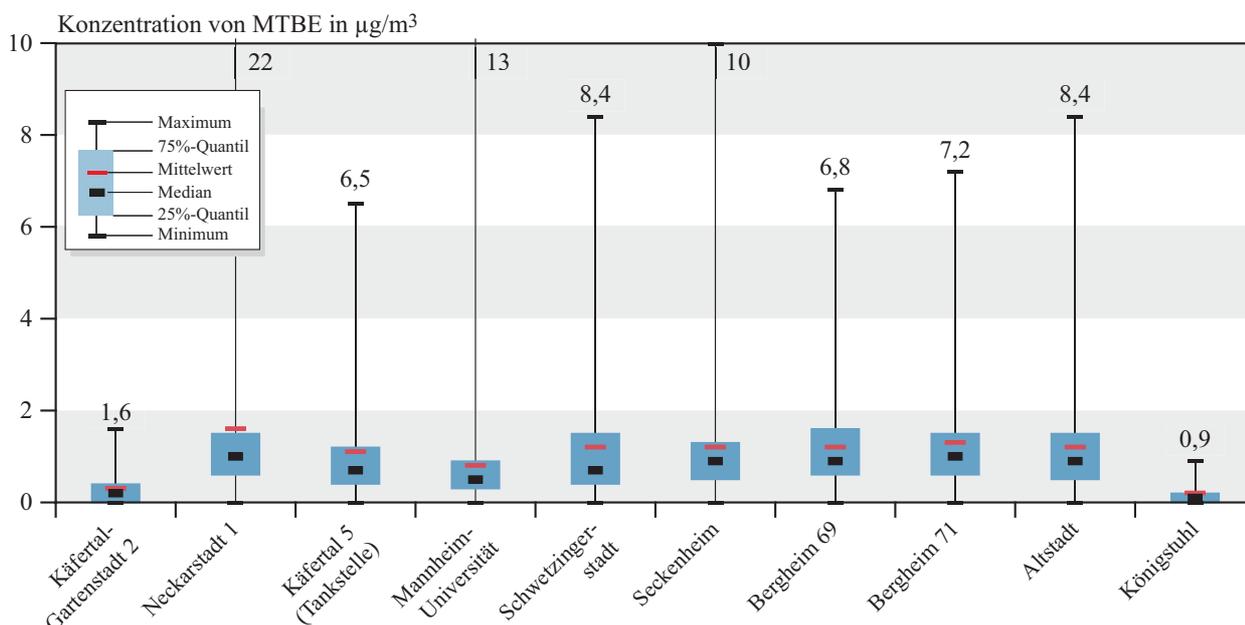
An keinem der Messpunkte lagen die gemessenen Konzentrationen im Bereich der Geruchsschwelle von etwa  $300 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ .

Zur Auswertung wurden außerdem die Mittelwerte getrennt für das Sommer- und das Winterhalbjahr berechnet. Zur Auswertung lag eine etwa gleiche Anzahl an Messwerten für jedes Halbjahr vor. Dabei wa-

**Tabelle 3.2-1**

Ausgewählte Messpunkte zur MTBE-Messung (Bezug: 20 °C und 101,3 kPa)

Messstellennummer	Ort	Lage
40010	Käfertal-Gartenstadt 2	Land-/Forstwirtschaft
40020	Neckarstadt 1	Stadtzentrum
40022	Käfertal 5 (Tankstelle)	Industrie
40030	Mannheim-Universität	Stadtzentrum
40035	Schwetzingenstadt	Stadtzentrum
40038	Seckenheim	Nebenzentrum
40069	Bergheim 69	Stadtzentrum
40071	Bergheim 71	Stadtzentrum
40073	Altstadt	Stadtzentrum
40077	Königstuhl	Land-/Forstwirtschaft

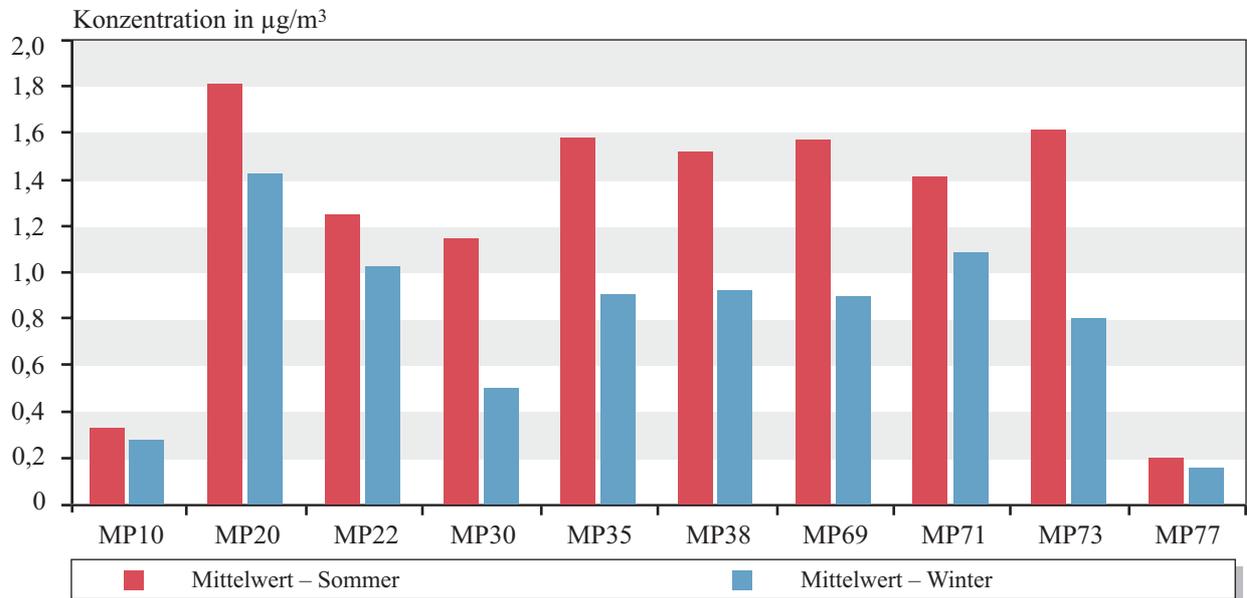


**Abbildung 3.2-1**

Kenngroßen der Messungen im Messzeitraum Mai 2001 bis Juni 2002 im Messgebiet Mannheim / Heidelberg (Bezug: 20 °C und 101,3 kPa)

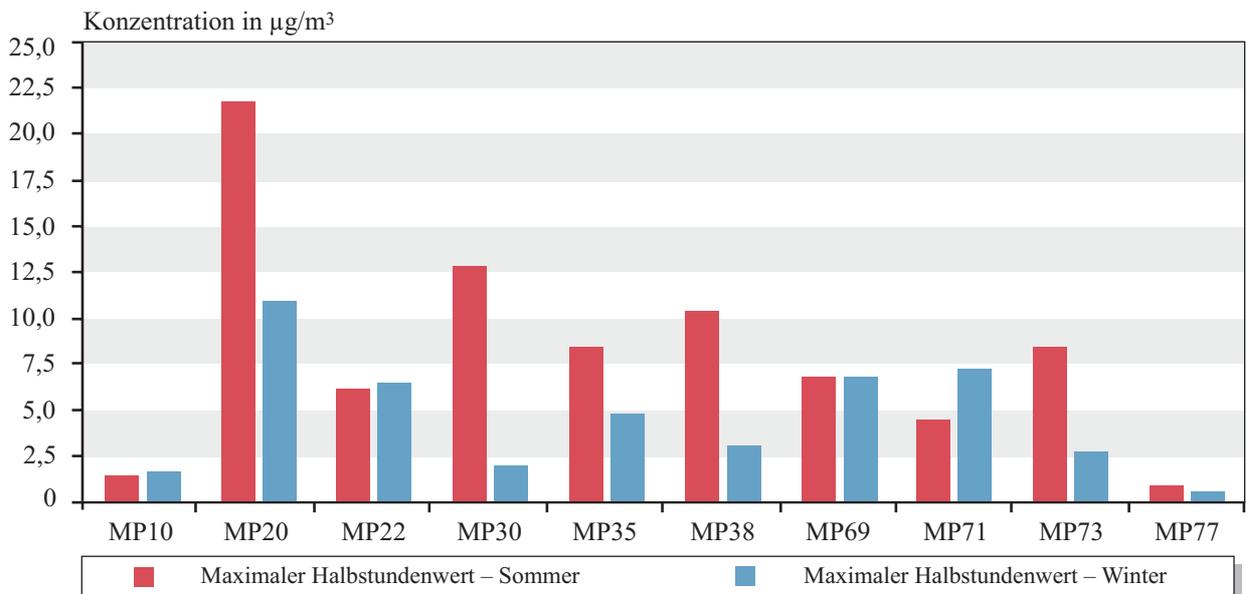
ren an allen Messpunkten die Konzentrationen im Sommerhalbjahr (Mai bis Oktober) höher als im Winterhalbjahr. Dieser Unterschied ist im städtischen Gebiet größer als an den Hintergrundmesspunkten. Der Vergleich ist in Abbildung 3.2-2 dargestellt. Für die

Höchstwerte zeigt sich eine ähnliche Tendenz. Hier sind an fünf von acht Messpunkten im besiedelten Gebiet die Maximalwerte im Sommer höher als im Winter (Abbildung 3.2-3).



**Abbildung 3.2-2**

Vergleich der Mittelwerte der MTBE-Konzentrationen von Sommer- und Winterhalbjahr an den einzelnen Messpunkten (Bezug: 20 °C und 101,3 kPa)  
(Sommerhalbjahr: Mai - Oktober 2001 und Mai - Juni 2002; Winterhalbjahr: November 2001 - April 2002)



**Abbildung 3.2-3**

Vergleich der Höchstwerte der MTBE-Konzentrationen von Sommer- und Winterhalbjahr an den einzelnen Messpunkten (Bezug: 20 °C und 101,3 kPa)  
(Sommerhalbjahr: Mai - Oktober 2001 und Mai - Juni 2002; Winterhalbjahr: November 2001 - April 2002)

**Folgerung:**

Die Ergebnisse zeigen, dass die Konzentrationen im Hintergrund deutlich geringer sind als im städtischen Bereich. Außerdem konnten im Sommer um bis zum Faktor 2 höhere Konzentrationen gemessen werden als im Winter. In der Literatur wird als Grund hierfür die höhere Verdunstung genannt (Tankatmung), jedoch liegen hierzu keine Untersuchungen vor.

Im Rahmen einer Luftmesskampagne in der Schweiz wurden MTBE-Jahresmittelwerte zwischen 0,6 µg/m<sup>3</sup> und 1,9 µg/m<sup>3</sup> an Industrie- und Gewerbestandorten ermittelt. Die Mittelwerte liegen also im gleichen Größenbereich wie die in Baden-Württemberg festgestellten Werte. In der schweizerischen Messkampagne wurde im Gegensatz zu den in Mannheim / Heidelberg durchgeführten Messungen Einzelprobenahmen über einen Zeitraum von 14 Tagen durchgeführt. Bei der Messung der Halbstundenwerte in Baden-Württemberg hat sich gezeigt, dass teilweise Spitzenkonzentrationen von MTBE über 20 µg/m<sup>3</sup> auftraten. In der schweizerischen Studie wurde der Verdacht geäußert, dass MTBE sehr leicht durch Regen aus der Luft ausgewaschen wird, was auf die gute Wasserlöslichkeit zurückzuführen ist. Depositionsmessungen hierzu wurden in der Schweiz jedoch nicht durchgeführt [BUWAL, 2000].

In der Literatur findet sich ein Hinweis auf Formaldehyd als Abbauprodukt von MTBE in der Luft. Untersuchungen hierzu und zur Bildung weiterer Abbauprodukte liegen bis jetzt nicht vor.

Bei den in Mannheim / Heidelberg festgestellten Konzentrationen muss nach derzeitigem Kenntnisstand nicht von Gesundheitsgefahren für die Bevölkerung ausgegangen werden, doch wurden viele umweltrelevante Aspekte von MTBE bis jetzt nicht untersucht.

Im Umweltmedium Luft ist es außerdem von Interesse, ob ein Zusammenhang zwischen dem Verkehrsaufkommen bzw. dem Temperaturtagesgang und der MTBE-Konzentration besteht und in welchem Maße MTBE durch den Niederschlag ausgewaschen wird.

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

Seit Herbst 1997 werden in Baden-Württemberg Messungen der verkehrsbedingten Schadstoffimmissionen zum Vollzug 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 23. BImSchV soll mit der Novelle der 22. BImSchV im Jahr 2003 aufgehoben werden.

Von Mai 2001 bis Mai 2002 erfolgte im dritten Jahr die Fortführung der Messungen zum Vollzug der 23. BImSchV. Insgesamt wurden 18 Messpunkte beprobt, von denen 14 Messpunkte aus den vorangegangenen Messkampagnen übernommen wurden.

**Auswahl und Lage 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 pro Regierungsbezirk jeweils drei bis 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 3.3-1 zeigt eine Übersicht über die Messpunkte des aktuellen „Messprogramm zum Vollzug der 23. BImSchV - Messzeitraum Mai 2001 bis Mai 2002“ (auch Karte 3.3-1).

**Tabelle 3.3-1**

Messpunkte der Messungen zum Vollzug der 23. BImSchV von Mai 2001 bis Mai 2002

Nr.	Landkreis	Stadt/Gemeinde	Straße	Messpunktname	Bemerkung
<b>Regierungsbezirk 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 Jahren, des Ruß-Konzentrationswertes in allen drei Jahren
2	Freiburg i. B., Stadt	Freiburg	Schwarzwaldstraße	Freiburg-Ebnet	Messpunkt wurde bereits in den Messprogrammen 1997 - 2000 beprobt. Überschreitungen des Ruß-Konzentrationswertes in allen drei Jahren; Benzol-Konzentrationswert seit 1999 sicher unterschritten; Überschreitungen des NO <sub>2</sub> -98%-Wertes
4	Freiburg i. B., Stadt	Freiburg	Schwarzwaldstraße	Freiburg-Oberau	Messpunkt wurde bereits in den Messprogrammen 1997 - 2000 beprobt. Benzolbelastung deutlich zurückgegangen, Ruß-Konzentration rückläufig jedoch über Konzentrationswert
<b>Regierungsbezirk Karlsruhe</b>					
118	Enzkreis	Mühlacker	Stuttgarter Str. (B10)	Mühlacker	neuer Messpunkt
31	Pforzheim, Stadt	Pforzheim	Zerrener Straße	Pforzheim	Messpunkt wurde bereits im Messprogramm 1997/98 beprobt. Überschreitungen der Prüfwerte für Ruß und Benzol
17	Heidelberg, Stadt	Heidelberg	Karlsruher Str. (B3)	HD-Karlsruher Str. Höhe Viktoriastr.	Messpunkt wurde bereits im Messprogramm 1997/98 beprobt. Überschreitungen des Benzol-Prüfwertes
119	Karlsruhe	Karlsruhe, Stadt	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-Prüfwertes
115	Tübingen	Tübingen	Jesinger Hauptstr.	Unterjesingen	Messpunkt wurde bereits im Messprogramm 1999/2000 beprobt. Überschreitung des Ruß-Prüfwertes

**Tabelle 3.3-1**

Messpunkte der Messungen zum Vollzug der 23. BImSchV von Mai 2001 bis Mai 2002

Nr.	Landkreis	Stadt/Gemeinde	Straße	Messpunktname	Bemerkung
120	Rottenburg a. N.	Rottenburg a. N. (Wurmlingen)	Thomas-Bengel-Straße	Wurmlingen	neuer Messpunkt
413	Reutlingen	Reutlingen	Karlstraße	Reutlingen-Karlstraße	Messpunkt wurde bereits 1997 - 2000 beprobt
<b>Regierungsbezirk Stuttgart</b>					
59	Esslingen	Ostfildern-Ruit	Stuttgarter Straße	Ostfildern-Ruit Scharnhäuserstr.	Messpunkt wurde bereits im Messprogramm 1997/98 beprobt. Überschreitungen der Prüfwerte für Ruß und Benzol
121	Stuttgart	Stuttgart	Am Neckartor	Stuttgart-Neckartor	neuer Messpunkt
122	Stuttgart	Stuttgart	Hohenheimer Straße	Stuttgart	neuer Messpunkt
47	Stuttgart	Stuttgart	Paulinenstraße	Stuttgart-Süd	Messpunkt wurde bereits in den Messprogrammen 1997 - 2000 beprobt. Überschreitungen der Prüfwerte für Ruß und Benzol
45	Stuttgart	Stuttgart	Siemensstraße	Stuttgart-Feuerbach	Messpunkt wurde bereits in den Messprogrammen 1997 - 2000 beprobt. Überschreitungen des Benzol-Prüfwertes in den ersten beiden Messjahren; Ruß-Prüfwert 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 Messprogrammen 1997 - 2000 beprobt. Überschreitungen des Benzol-Prüfwertes in den ersten beiden Messjahren; Ruß-Prüfwert in allen drei Jahren deutlich überschritten
54	Göppingen	Eislingen	Stuttgarter Straße	Eislingen-Stuttgarter Straße	Messpunkt wird bereits seit 1994 beprobt

**Ergebnisse**

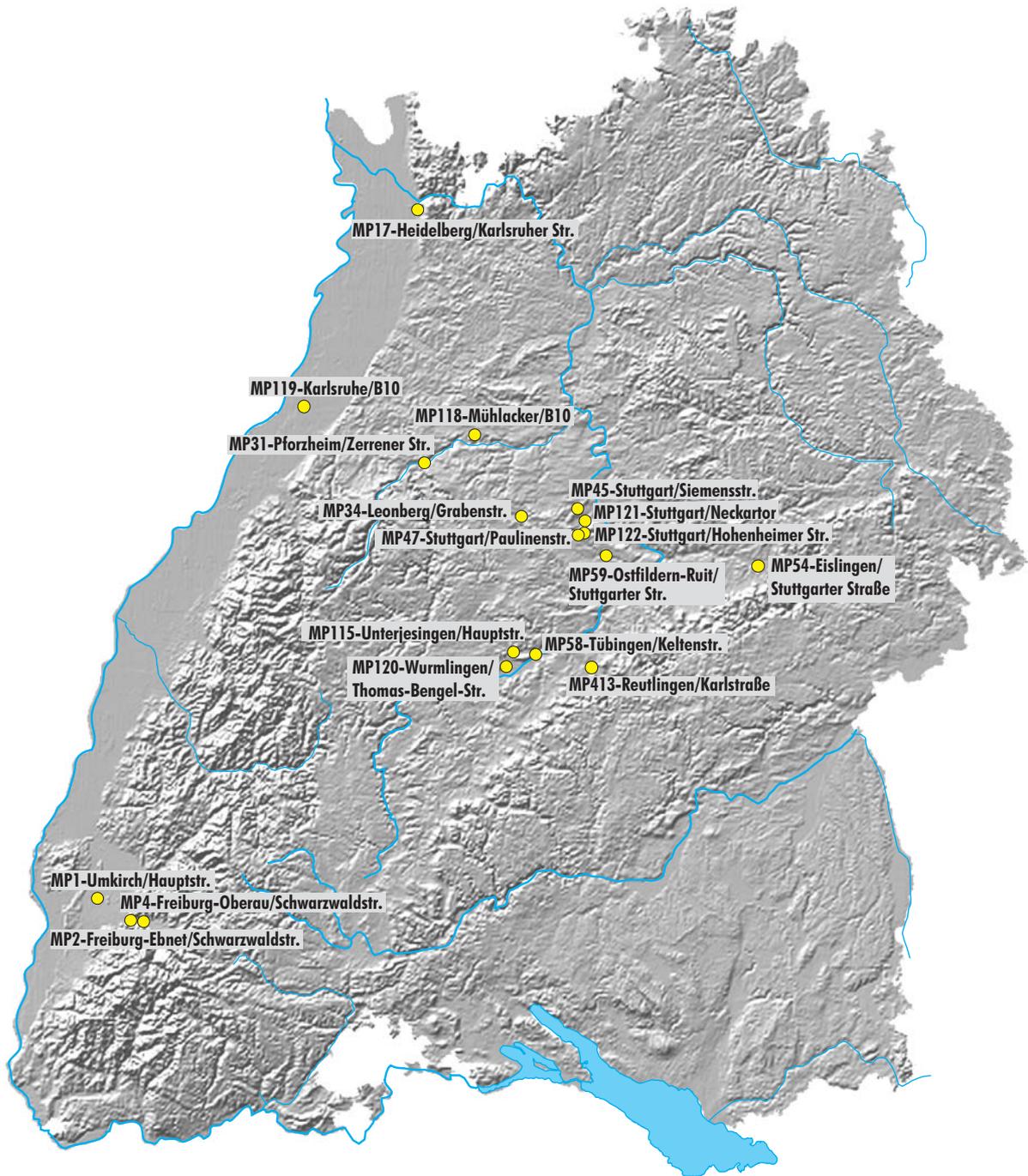
In Tabelle 3.3-2 sind alle Ergebnisse der Ruß-, Benzol- und Stickstoffdioxidmessungen dargestellt. Dabei sind für Ruß und Benzol gemäß 23. BImSchV jeweils die arithmetischen Jahresmittelwerte und für NO<sub>2</sub> die 98%-Werte dargestellt. Die Ergebnisse sind nach Regierungsbezirken sortiert.

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 NO<sub>2</sub>-Werte überschritten an acht Messpunkten den

Messprogramm der 23. BImSchV

---

● NUPS und NO<sub>2</sub>-passiv



Karte 3.3-1

Lage der Messpunkte des dritten Messprogramms gemäß 23. BImSchV

**Tabelle 3.3-2**

 Ergebnisse des Messprogramms zur 23. BImSchV von Mai 2001 bis Mai 2002 - alle Angaben in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

Landkreis	MP-Nr.	MP-Name	NO <sub>2</sub> -98%	Ruß	Benzol
<b>Regierungsbezirk Freiburg</b>					
Breisgau-Hochschwarzwald	1	Umkirch	130	5,5	4,0
Freiburg i. B., Stadt	2	Freiburg-Ebnet	157	7,0	3,4
Freiburg i. B., Stadt	4	Freiburg-Oberau	182	10,4	3,8
<b>Regierungsbezirk Karlsruhe</b>					
Enzkreis	118	Mühlacker	142	7,7	4,0
Pforzheim, Stadt	31	Pforzheim	138	5,1	4,2
Heidelberg, Stadt	17	HD-Karlsruher Str.- Höhe Viktoriastr.	144	4,6	3,9
Karlsruhe, Stadt	119	Karlsruhe-B10	199	7,4	3,0
<b>Regierungsbezirk Tübingen</b>					
Tübingen	58	Tübingen-Keltenstr.	122	5,9	4,7
Tübingen	115	Unterjesingen	136	9,8	4,5
Rottenburg a. N.	120	Wurmlingen	83	6,1	2,4
Reutlingen	413	Reutlingen-Karlstr.	173	7,6	5,3
<b>Regierungsbezirk Stuttgart</b>					
Esslingen	59	Ostfildern-Ruit/Scharnhäuser Str.	108	5,6	2,7
Stuttgart	121	Stuttgart-Neckartor	198	11,3	4,9
Stuttgart	122	Stuttgart-Hohenheimer Str.	196	11,3	4,4
Stuttgart	47	Stuttgart-Süd	144	6,2	4,3
Stuttgart	45	Stuttgart-Feuerbach	185	10,6	5,1
Böblingen	34	Leonberg-Grabenstr.	175	8,2	6,0
Göppingen	54	Eislingen-Stuttgarter Str.	200	12,2	5,1

Konzentrationswert der 23. BImSchV von  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In 'Freiburg-Ebnet' wurde mit  $157 \mu\text{g}/\text{m}^3$  der Wert nur knapp unterschritten. An den Messpunkten 'Stuttgart-Süd' (MP 47) und 'Leonberg-I' (MP 34) kam es zu Ausfällen, so dass kein Wert angegeben werden kann.

An sechs Messpunkten ist gleichzeitig der Ruß- als auch der NO<sub>2</sub>-Konzentrationswert überschritten. Der Konzentrationswert für Benzol wurde an keinem Messpunkt überschritten, was den Ergebnissen vorangegangener Messprogramme entspricht. Mit die höchsten Konzentrationswerte mit  $216 \mu\text{g}/\text{m}^3$  NO<sub>2</sub> und  $11,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Ruß wurden am Messpunkt 122 'Stuttgart-Hohenheimer Straße' gemessen. An diesem Messpunkt wurde ein Nachholmonat angehängt, um das

Soll der Messungen zu gewährleisten.

Am Neckartor in Stuttgart wurde eine Rußkonzentration von  $11,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen.

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. An den Messpunkten 54, 413 und 119 stehen bis Ende Dezember 2001 Ergebnisse aus Rußmessungen mittels Digital-High-Volume-Samplern zur Verfügung. Diese können zum Vergleich herangezogen werden.

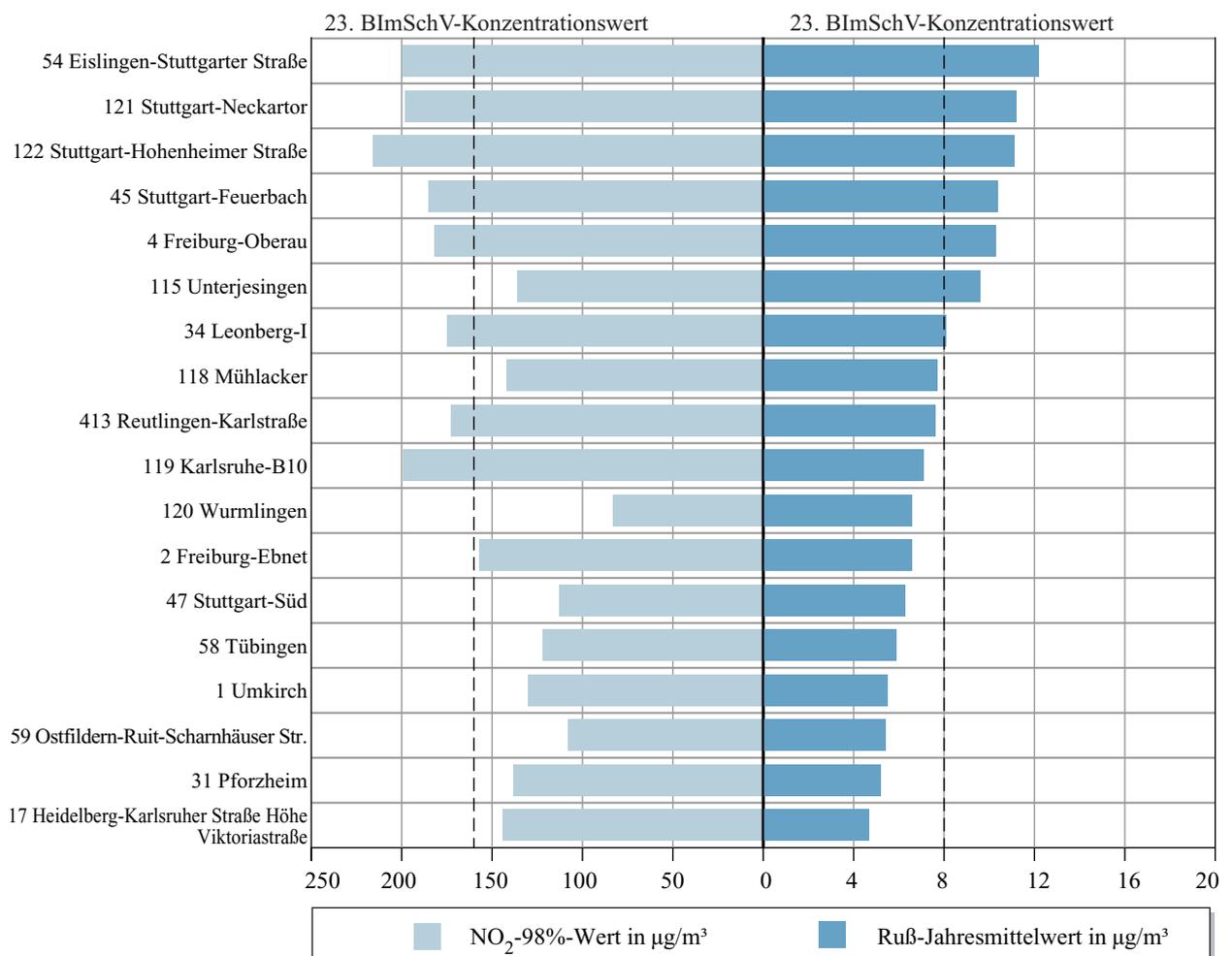
Da das Messverfahren für Stickstoffdioxid nur die Erfassung von Mittelwerten zulässt, wurde der 98%-Wert durch Multiplikation des Mittelwertes mit dem

Faktor 2,2 ermittelt. Dieses Verfahren wird laut Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) für die Ermittlung des 98%-Wertes mittels Passivsammlern vorgeschlagen. In Abbildung 3.3-1 sind die Messpunkte anhand ihrer Rangfolge für die Rußkonzentrationen dargestellt.

Mit aufgenommen sind die 98%-Werte von NO<sub>2</sub>. 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 zulässigen Konzentrationswert liegt.

An den Messpunkten '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 Fahrsituationen und den verschiedenen zusammengesetzten Fahrzeugflotten, die an den Messpunkten vorherrschen.



**Abbildung 3.3-1**

Rangfolge der gemessenen Konzentrationen von Ruß und NO<sub>2</sub> an den Messpunkten

**Beobachtung der langjährigen Entwicklungen 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:

**Regierungsbezirk Freiburg**

- |   |                 |                   |
|---|-----------------|-------------------|
| 1 | Umkirch         | Hauptstraße       |
| 2 | Freiburg-Ebnet  | Schwarzwaldstraße |
| 4 | Freiburg-Oberau | Schwarzwaldstraße |

**Regierungsbezirk Tübingen**

- |    |          |              |
|----|----------|--------------|
| 58 | Tübingen | Keltenstraße |
|----|----------|--------------|

**Regierungsbezirk Stuttgart**

- |    |                     |               |
|----|---------------------|---------------|
| 45 | Stuttgart-Feuerbach | Siemensstraße |
| 34 | Leonberg-I          | Grabenstraße  |

In Abbildung 3.3-2 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.

Der Vergleich mit den Ergebnissen für die Kalenderjahre an den Straßenmessstationen, an denen in 2002 kein signifikanter Rückgang gegenüber 2001 zu beobachten war, lässt darauf schließen, dass die Minderung bereits 2001 realisiert wurde.

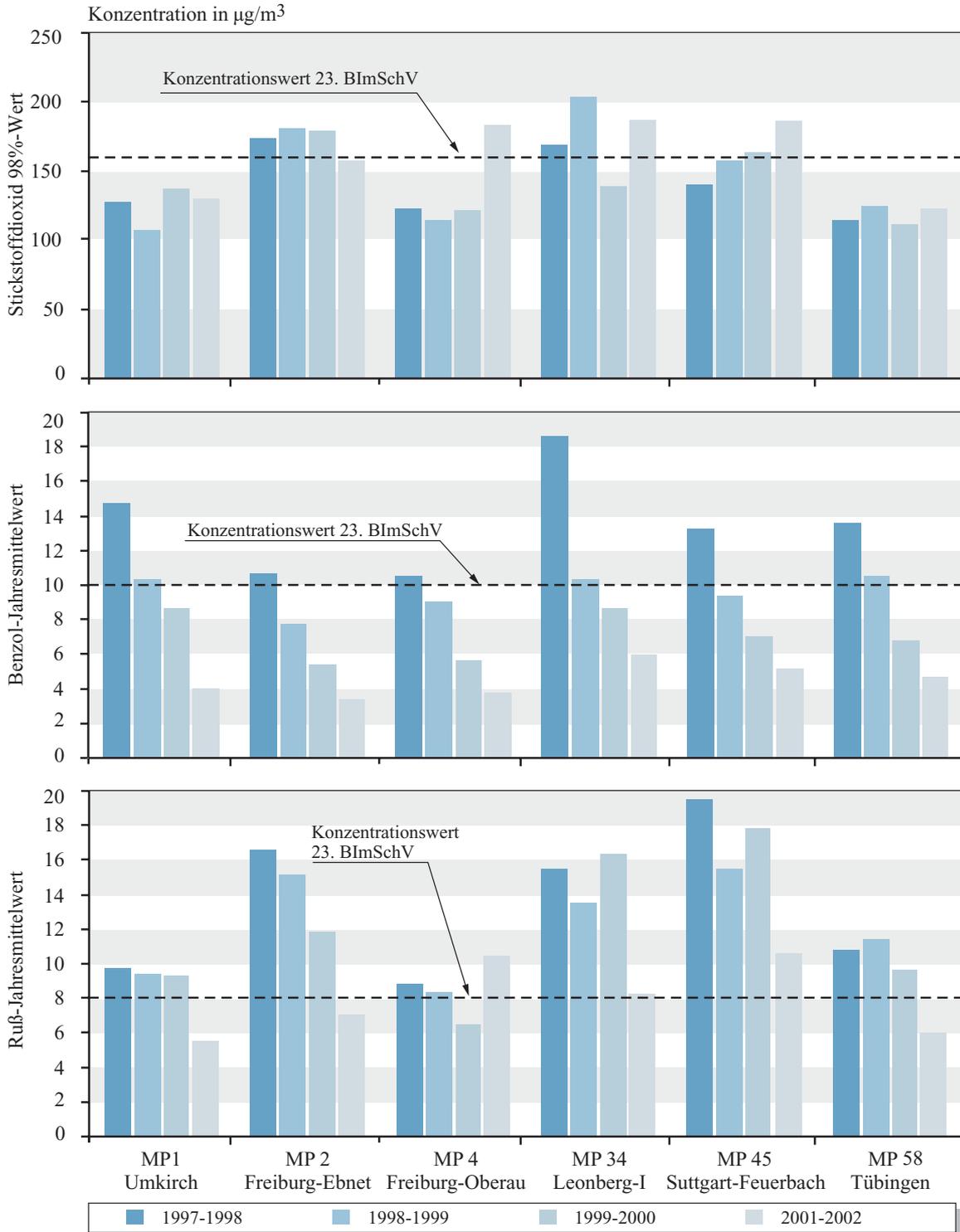
Die Ruß-Konzentrationen zeigen einen eindeutig fallenden Trend auf. Der Messpunkt 'Freiburg-Oberau' läuft als einziger diesem Trend entgegen. Das entspricht der Beobachtung, die an diesem Messpunkt auch für die NO<sub>2</sub>-Konzentration gemacht wird. In Umkirch, Freiburg-Ebnet und Tübingen bleibt in diesem Jahr der Ruß-Konzentrationswert der 23. BImSchV zum ersten Mal unterschritten.

In Abbildung 3.3-3 sind die Komponenten NO<sub>2</sub> als 98%-Wert und Ruß und Benzol als Jahresmittelwert der Straßenmessstationen dargestellt.

Die Stickstoffdioxidkonzentration bleibt an allen Straßenmessstationen unter dem Konzentrationswert der 23. BImSchV von 160 µg/m<sup>3</sup>. Anhand der Messjahre von 1994 bis 2002 lässt sich keine Tendenz ableiten.

Die Benzolkonzentration ist an allen vier Messstationen gleichbleibend und bleibt somit unter dem Konzentrationswert der 23. BImSchV.

Die Rußkonzentration ist an allen Messstationen niedriger als im Vorjahr und liegt überall unter dem Konzentrationswert von 8 µg/m<sup>3</sup>, dennoch kann auch hier wie für Stickstoffdioxid noch keine langfristige Tendenz angegeben werden.



**Abbildung 3.3-2**

Entwicklung der  $\text{NO}_2$ -, Benzol- und Rußkonzentrationen über vier Jahre an Straßenmesspunkten gemäß 23. BImSchV

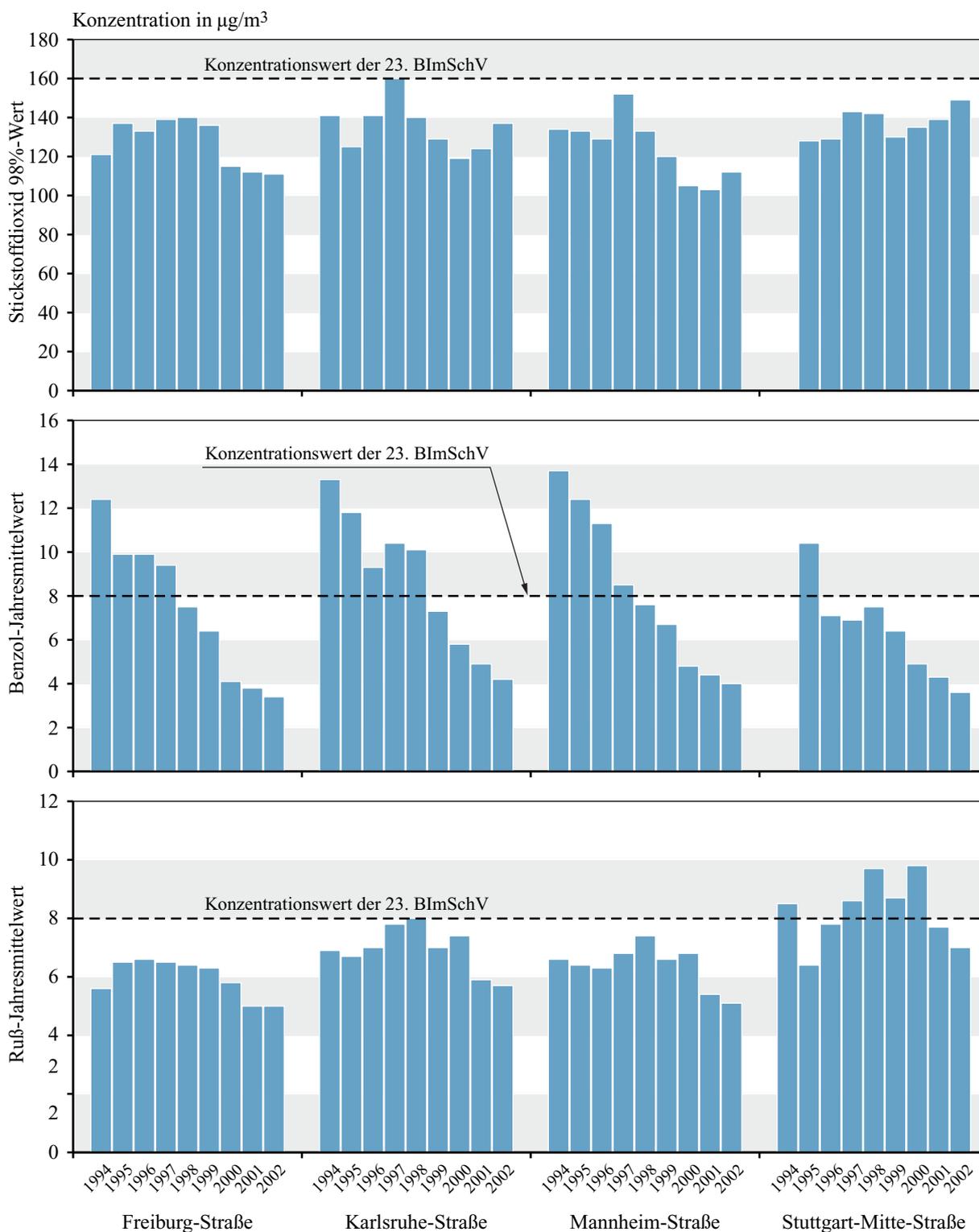


Abbildung 3.3-3

Langfristige Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen von NO<sub>2</sub>, Ruß und Benzol an den Straßenmessstationen

## 4 EMISSIONEN - ERHEBUNG UND MESSUNG

### 4.1 Musteranlagen und Emissionsfaktoren zur Bearbeitung der Emissionserklärung 2000 Baden-Württemberg

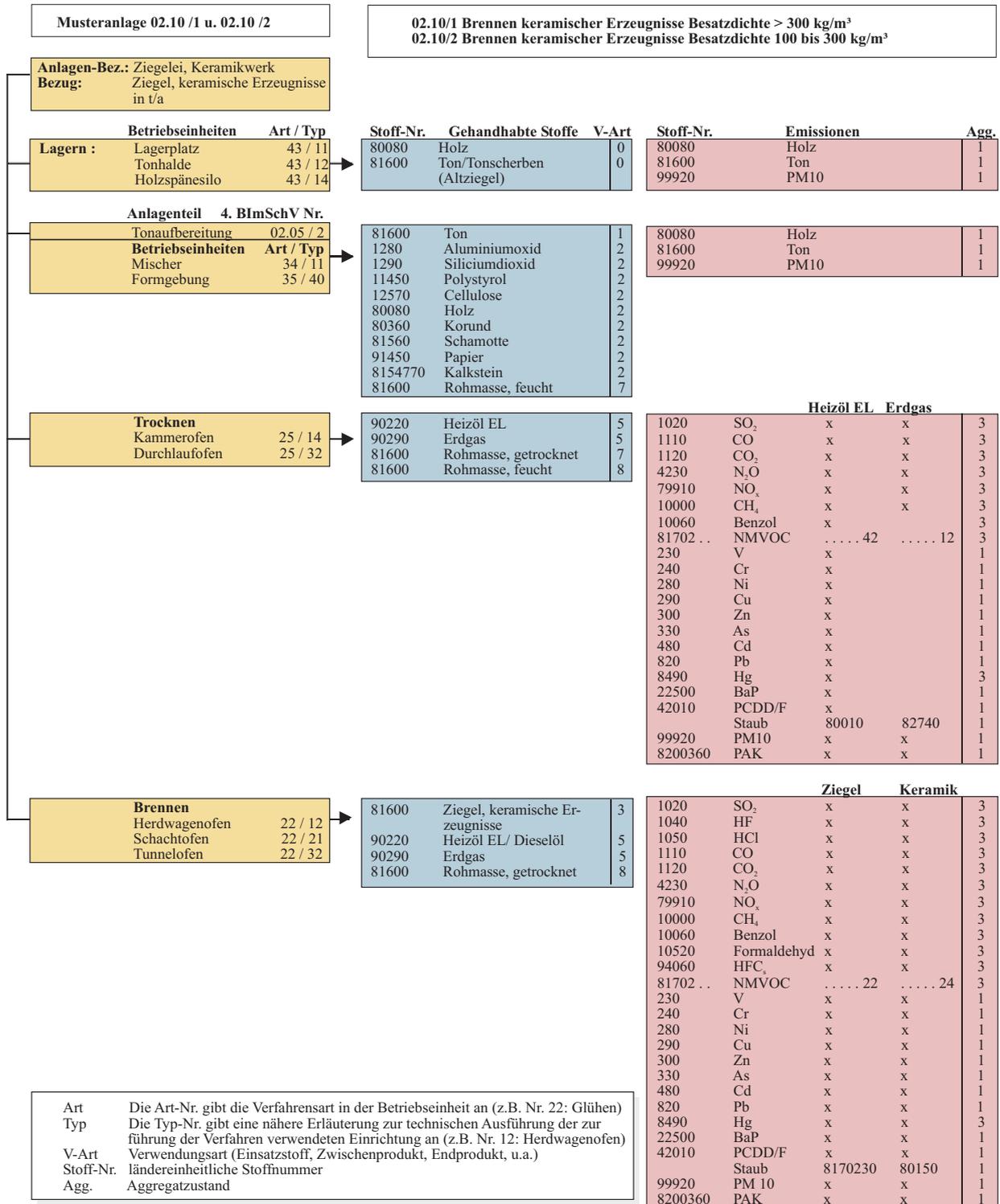
Das Emissionskataster 2000 für Baden-Württemberg wird satzungsgemäß von der UMEG erstellt. Im Falle der Industrie werden dabei alle immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen nach Anhang der 4. Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV) erfasst, für die nach der 11. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes eine Emissionserklärung für das Bezugsjahr 2000 abzugeben war.

Mit der Entscheidung des Rates der Europäischen Kommission vom 17. Juli 2000 über den Aufbau eines Europäischen Schadstoffemissionsregisters (EPER) gemäß Artikel 15 der Richtlinie 96/61/EG (IVU-Richtlinie) - umgesetzt in deutsches Recht durch ein Artikelgesetz zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie, der IVU-Richtlinie und weiterer EG-Richtlinien zum Umweltschutz vom Juli 2001 - konkretisierte die Europäische Kommission die Anforderungen an das EPER. (Die Entscheidung selbst wurde nicht in nationales Recht umgesetzt.) In Anhang A1 der EPER-Entscheidung sind neben Schadstoffen im Abwasser 37 Schadstoffe für Luftemissionen aufgeführt, wobei für jeden Schadstoff ein Schwellenwert festgelegt wurde. Die Emissionen der Schadstoffe einer Betriebseinrichtung müssen an die Europäische Kommission berichtet werden, wenn sie den dazugehörigen Schwellenwert übersteigen. Zu den berichtspflichtigen Schadstoffen nach Anhang A1 der EPER-Entscheidung gehören auch klimarelevante Komponenten (Kohlendioxid, Methan, Distickstoffmonoxid), die bislang in den Emissionserklärungen häufig nicht enthalten waren.

Die von den Anlagenbetreibern abzugebenden Emissionserklärungen wurden in Zusammenarbeit mit den zuständigen Gewerbeaufsichtsämtern auf formale Vollständigkeit und inhaltliche Plausibilität geprüft. Dabei legten die Gewerbeaufsichtsämter im Rahmen eines mit dem UVM vereinbarten Arbeitsprogramms 2001 ihr Hauptaugenmerk auf die IVU-Anlagen und die UMEG auf die übrigen Anlagen gemäß 11. BImSchV. Bei der Bearbeitung aller luftseitigen Emissionsdaten war es die Aufgabe der UMEG, die Daten gegebenenfalls zu vervollständigen und anschließend in die Datenbank der UMEG für emissionserklärungspflichtige Anlagen zu stellen. Zur einheitlichen Bearbeitung der Emissionserklärungen 2000 in Baden-Württemberg bei den Gewerbeaufsichtsämtern und der UMEG wurde ein 'Musteranlagen-Handbuch' sowie ein 'Emissionsfaktoren-Handbuch' von der UMEG bereitgestellt.

Im **Musteranlagen-Handbuch** wird der Mindeststandard der Anlagen in Form einer Anlagenübersicht dargestellt, für die eine standardisierbare Strukturierung möglich ist. In Baden-Württemberg ist dies für 105 Anlagentypen nach Anhang der 4. BImSchV erfolgt. Anlagentypen ohne Musterbeschreibung liegen insbesondere im Bereich der chemischen Industrie vor, da dort sehr unterschiedliche Arbeitsweisen anzutreffen sind. In solchen Fällen mussten im Einzelnen Vereinbarungen getroffen werden. In Abbildung 4.1-1 ist die Musteranlage beispielhaft für eine Ziegelei dargestellt.

Durch die Festlegung der Leistung / Kapazität (im Beispiel - Bezug: Ziegel, keramische Erzeugnisse in t/a) sollen einheitliche Bezugsgrößen für gleichartige Anlagen erreicht werden.



**Abbildung 4.1-1**

Darstellung einer Musteranlage für eine Ziegelei (Auszug aus dem Musteranlagen-Handbuch Emissionserklärung 2000 in Baden-Württemberg)

**Aufbau:**

- Erste Spalte: Typische Anlagenkonfiguration, erforderlich, um gehandhabte und emittierte Stoffe auf Betriebseinheiten-Ebene darzustellen. Mit aufgeführt sind die Nummern der 4. BImSchV für Anlagenteile sowie Art und Typ der Betriebseinheiten.
- Zweite Spalte: Vorschläge für gehandhabte Stoffe mit der Verwendungsart und Stoffnummer, die abhängig von der Technik üblicherweise in der Betriebseinheit verwendet werden. Diese Auflistung kann deshalb nicht vollständig sein. Mit aufgeführt ist die Verwendungsart der Stoffe, also Einsatzstoff, Zwischenprodukt, Endprodukt usw.
- Dritte Spalte: Liste der emittierten Stoffe mit Aggregatzustand und Stoffnummer, die abhängig von den gehandhabten Stoffen in der Betriebseinheit auftreten. In der Liste sind die Stoffe gemäß Anhang A1 der EPER-Entscheidung ebenfalls enthalten. Mit aufgeführt sind Stoffnummern gemäß ländereinheitlicher Stoffliste und der Aggregatzustand des emittierten Stoffes.

Grundlage des Musteranlagen-Handbuches sind statistische Auswertungen von Emissionserklärungen der früheren Bezugsjahre unter Berücksichtigung der technischen Verfahrensabläufe mit emissionsverursachenden Betriebsvorgängen. Eine weitere Vorgabe für die Anlagenkonfiguration war die Darstellung der gehandhabten und emittierten Stoffe auf Prozess-Ebene, d. h. auf der Ebene der Betriebseinheiten.

Das **Emissionsfaktoren-Handbuch** stützt sich auf das Musteranlagen-Handbuch und ist deshalb ebenso wie dieses nach Nummern der 4. BImSchV gegliedert. Abbildung 4.1-2 zeigt die Emissionsfaktoren für die Betriebseinheit Brennen der Musteranlage Ziegelei. Das Emissionsfaktoren-Handbuch dient zur einheitlichen ergänzenden Berechnung von fehlenden emittierten Stoffen für die Emissionserklärungen 2000, da in vielen Fällen die Anlagenbetreiber aufgrund fehlender Messungen nicht in der Lage sind, verlässliche Emissionsangaben zu machen. Dies gilt

insbesondere auch für neue Forderungen nach EPER, wie beispielsweise die klimarelevanten Stoffe Kohlendioxid, Methan, Distickstoffmonoxid, aber auch Feinstaub, Schwermetalle, Kanzerogene und organische Verbindungen ohne Methan. Daneben dient das Emissionsfaktoren-Handbuch zur Sicherstellung einer einheitlichen Vorgehensweise bei verschiedenen Bearbeitern innerhalb und außerhalb der UMEG und der Plausibilisierung von Betreiberangaben zu emittierten Stoffen.

Auf der Grundlage der standardisierbaren Anlagen im Musteranlagen-Handbuch werden für gasförmige und staubförmige Luftschadstoffe Tabellen mit Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung der Parameter Betriebseinheit, Abgasreinigungsart, Bezugsstoff, Brennstoff / Zuschlagstoff und emittierte Stoffe aufgelistet. Es wird der Zuschlagstoff oder Brennstoff aufgeführt, der abhängig von der Verfahrenstechnik und Produktion typischerweise in der Betriebseinheit verwendet wird und ein bestimmtes Emissionsmuster erzeugt. In den Tabellen sind die ländereinheitlichen Stoffnummern mit aufgeführt. Die dargestellten Emissionsfaktoren werden für die Betriebsweise ‘ohne Abgasreinigung’ angegeben. Im Anhang ‘Abscheidegrade der Abgasreinigungsarten’ sind die in den Emissionserklärungen 2000 eingesetzten Abgasreinigungsarten für staub- und gasförmige Luftschadstoffe unter Berücksichtigung des Abscheidegrades aufgeführt.

Die Emissionen der emittierten Stoffe berechnen sich aus dem Massenstrom des Bezugsstoffes, dem Abscheidegrad und den entsprechenden Emissionsfaktoren nach der Rechenvorgabe:

$$\text{Emission [kg/a]} = \text{Massenstrom Bezugsstoff [t/a]} \cdot \text{Abscheidegrad [\%]} \cdot (\text{Emissionsfaktor [g/t]} / 1000 \text{ g/kg})$$

Frühere Überlegungen, die Emissionsfaktoren für eine übliche Abgasreinigungsart einer Anlage anzugeben, haben sich in der Praxis nicht bewährt, da die Fehlerhäufigkeit bei verschiedenen Bearbeitern zu groß war. Die Emissionsfaktoren wurden durch Aus-

**02.10 /1 Brennen keramischer Erzeugnisse Besatzdichte > 300 kg/m<sup>3</sup>**  
**02.10 /2 Brennen keramischer Erzeugnisse Besatzdichte 100 bis 300 kg/m<sup>3</sup>**

**Emissionsfaktoren der emittierten Stoffe nach Musteranlagen-Handbuch**

Emissionsfaktoren in g/t Bezugsstoff

**Betriebseinheit:** Brennen (Herdwagen-, Schacht-, Tunnelofen)

**Abgasreinigungsart:** keine

Emissionsfaktoren in g/t Bezugsstoff für gasförmige Luftschadstoffe

Stoff-Nr.	Bezugsstoff Brennstoff Zuschlagstoff	Ziegel				
		keiner	Erdgas SM <sup>*)</sup>	SM/PS <sup>*)</sup>	Heizöl-EL SM/PS <sup>*)</sup>	Heizöl-S SM
1020	SO <sub>2</sub>	4,6	5,5	5,5	158	1037
1040	HF	21,6	21,6	21,6	21,6	21,8
1050	HCl	17,1	17,3	17,3	17,3	19,0
1110	CO	916	921	921	932	928
1120	CO <sub>2</sub>	218905	223191	223191	262496	273661
4230	N <sub>2</sub> O	2,51	2,64	2,64	3,08	5,42
8490	Hg	8,98E-4	8,98E-4	8,98E-4	1,41E-3	3,56E-3
10000	CH <sub>4</sub>	8,4	8,6	8,6	9,7	9,7
10060	Benzol	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
79910	NO <sub>x</sub>	182	191	191	223	393
8170220	VOC	105	107	107	121	122
8170221	Gesamt C	84,0	85,8	85,8	96,7	97,2
8170222	NM VOC	97	99	99	111	112

<sup>\*)</sup> SM = Sägemehl, PS = Polystyrol

Emissionsfaktoren in g/t Bezugsstoff für partikelförmige Luftschadstoffe

Stoff-Nr.	Bezugsstoff Brennstoff Zuschlagstoff	Ziegel				
		keiner	Erdgas SM <sup>*)</sup>	SM/PS <sup>*)</sup>	Heizöl-EL SM/PS <sup>*)</sup>	Heizöl-S SM
230	V	ka	ka	ka	0,01	1,20
240	Cr	vn	vn	vn	3,28E-3	5,39E-2
280	Ni	vn	vn	vn	0,02	0,93
290	Cu	vn	vn	vn	5,40E-3	5,35E-2
300	Zn	0,14	0,15	0,15	0,15	0,19
330	As	vn	vn	vn	3,36E-3	1,52E-2
480	Cd	5,00E-3	5,35E-3	5,35E-3	7,90E-3	2,02E-2
820	Pb	0,11	0,12	0,12	0,12	0,19
22500	BaP	ka	9,50E-9	9,50E-9	1,06E-8	1,22E-3
42010	PCDD/F	1,68E-8	2,63E-8	2,63E-8	2,74E-8	3,18E-8
99920	PM10	6,9	10,7	10,7	12,3	26,7
8170230	Staub	13,3	20,5	20,5	23,6	51,4
8200360	PAK	ka	ka	ka	ka	ka

vn: vernachlässigbar bzw. nicht nachweisbar

ka: keine Angabe, es liegen noch keine Daten vor

**Abbildung 4.1-2**

Emissionsfaktoren für die Betriebseinheit Brennen der Musteranlage Ziegelei (Auszug aus dem Emissionsfaktoren-Handbuch Emissionserklärung 2000 in Baden-Württemberg)

wertung von Messberichten, aus der Literatur (CORINAIR Emission Inventory Guidebook (European Environment Agency EEA), BAT-notes u. a.) und durch vergleichende Abschätzungen ermittelt und sind auf einen in der Emissionserklärung üblicherweise vorkommenden Einsatzstoff oder ein Produkt bezogen.

Die im Handbuch aufgeführten Emissionsfaktoren sollen zukünftig durch Auswertung weiterer vorliegender Emissionsmessberichte, durch Informationen und Daten aus anderen Bundesländern und durch neuere Erkenntnisse aus Literaturangaben auf eine breitere Datenbasis gestellt werden. Es ist vorgesehen, die Daten in das im Aufbau befindliche Anlageninformationssystem ANIS zu integrieren.

## 4.2 Anlageninformationssystem - ANIS

### **Aufgabenstellung Anlageninformationssystem**

Im Jahr 2002 wurde damit begonnen, ein Anlageninformationssystem (ANIS) auf der Plattform von Lotus-Notes zu entwickeln. Das Anlageninformationssystem soll die UMEG in die Lage versetzen, anfragende Stellen (Behörden, Kommunen, Betriebe, etc.) schnell und kompetent im Rahmen des anlagenbezogenen integrierten Umweltschutzes (Bereiche Luft, Wasser, Abfall) beraten zu können (Abbildung 4.2-1). Die Ausgangsüberlegung war dabei, die durch die Emissionserklärungen vorhandenen Daten sinnvoll zu verknüpfen. In einer ersten Projektphase sollen dabei anlagebezogene Informationen aus den Bereichen Industrie, Gewerbe und Kleinf Feuerungsanlagen, die bereits in einzelnen bestehenden „Informationssystemen“ (Datenbanken, Word-, Excel-, Pdf-Dokumenten, etc.) als Insellösungen vorhanden sind, in ein gemeinsames Anlageninformationssystem für musterhafte, nicht ausgeführte Anlagen zu integrieren, um anlagenbezogene Informationen in einer einheitlichen Struktur verfügbar zu machen.

### **Struktur des Anlageninformationssystems**

Auf einer ersten Ebene werden die der entsprechenden Musteranlage zugehörigen Prozesse, die in diesen Prozessen eingesetzten Stoffe, die emittierten Stoffe mit zugehörigen Emissionsfaktoren sowie die in diesen Prozessen eingesetzten Abgasreinigungstechnologien aufgeführt.

In einer zweiten Ebene können zusätzliche Informationen zu den vorhandenen Musteranlagen, Prozessen, Einsatzstoffen, Emissionen und Abgasreinigungstechnologien eingestellt und abgerufen werden (z. B. Informationen zu Lieferanten, Herstellern, Investitions- und Betriebskosten).

Die Struktur des Anlageninformationssystems ANIS ist in Abbildung 4.2-2 dargestellt.

Mit der Startphase soll das Anlageninformationssystem für musterhafte Anlagen implementiert werden.



**Abbildung 4.2-1**  
Aufgabenstellung ANIS

Bei der UMEG liegen derzeit für die Bereiche

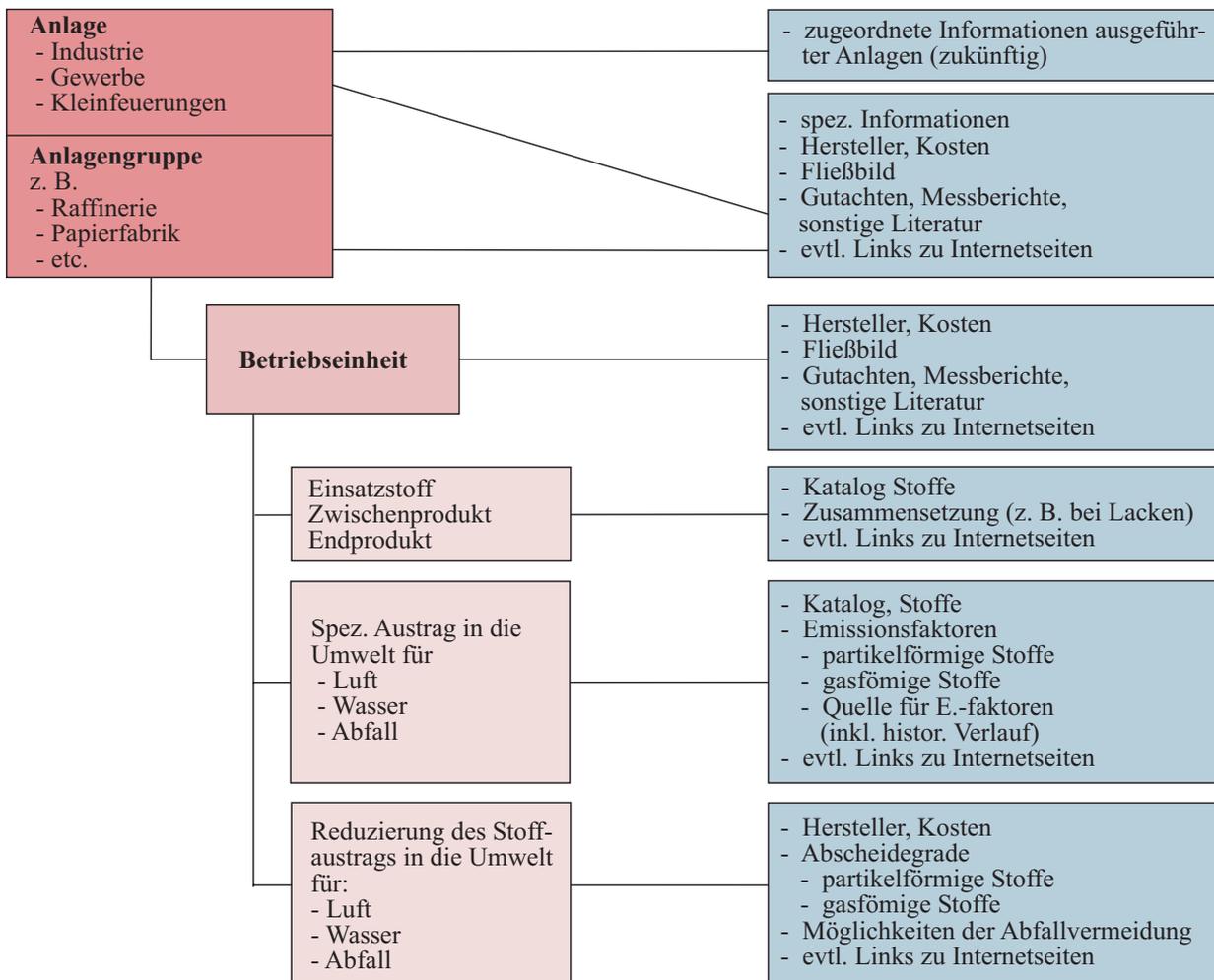
Industrie:	63	(i. w. Anlagen der 4. BImSchV)
Gewerbe:	13	(z. B. nicht genehmigungsbedürftige Druckereien, Lackierereien, Holzbe- und -verarbeitende Betriebe, Tierhaltungen)
Kleinf Feuerungsanlagen:	02	(Anlagen der 1. BImSchV)
und damit insgesamt:	78	

Musteranlagen vor.

In einem weiteren Schritt wird angestrebt, ausgewählte Informationen bestehender Anlagen einem Musteranlagentyp zuzuordnen. Dazu werden in den bei der UMEG vorhandenen Emissionskatastern der Bereiche Industrie, Gewerbe und Kleinf Feuerungen Daten aufgearbeitet.

Zusammenhang mit Investitions- und Betriebskosten, Energieverbrauch, Ressourcenschonung, etc. zu sehen ist.

Für die Zukunft ist angedacht, ergänzend zur Abbildung und zu Informationen einer aus dem Emissionskatastern Industrie, Gewerbe und Kleinf Feuerungsanlagen ermittelten „realistischen“ Musteranlage, in ANIS auch Informationen zu einer „idealen“ Anlage zu hinterlegen. Dabei ist der integrierte Ansatz in den Vordergrund zu stellen, bei dem die Belastung der Medien Luft, Wasser und Boden bei Betrieb der Anlage im



**Abbildung 4.2-2**  
Struktur des Anlageninformationssystems ANIS

### 4.3 Zuordnung von Geruchsimmissionen durch Vergleich mit anlagentypischen Gerüchen

#### Anlass zur Geruchsmessung

In einigen Ortsteilen von Karlsruhe traten über einen Zeitraum von einigen Monaten Beschwerden über erhebliche Geruchsimmissionen auf. Die Gerüche wurden als sehr intensiv und unangenehm bezeichnet. Häufig wurden Vertreter der Behörden und Sicherheitsorgane in die betroffenen Ortsteile gerufen. Da die Geruchsimmissionen ausschließlich bei südwestlicher Luftströmung auftraten, wurden als mögliche Verursacher Emittenten in südwestlicher Lage von den jeweiligen Ortsteilen genannt. Bei den Betrieben handelte es sich um ein Klärwerk, eine Papierfabrik, einen Betrieb zur Ligninherstellung und eine Raffinerie.

Die Zuordnung der Geruchswahrnehmungen zu einer Quelle stellte sich als problematisch dar, da die Angaben über die Geruchsqualität von den Betroffenen sehr unterschiedlich beschrieben wurden (Geruch nach Feuerwerkskörpern, Erdgasgeruch, Geruch beißend usw.).

Aus den genannten Gründen und wegen des unregelmäßigen Auftretens der Geruchswahrnehmungen erschien der Einsatz analytischer Verfahren (ggf. in Messstationen und Messfahrzeugen) nicht zielführend. Zudem ist bekannt, dass Geruchsstoffkonzentrationen häufig in keiner einfachen Beziehung zur Geruchsempfindung stehen und somit Geruchsempfindungen bereits bei Schadstoffkonzentrationen auftreten können, die z. T. erheblich unter der Nachweisgrenze analytischer Verfahren liegen. Zusätzlich handelt es sich häufig um Geruchsstoff-Gemische, deren chemisch-analytischer Nachweis vielfach unmöglich ist.

#### Allgemeines zur Geruchsmessung

Um die Emissionen einer bestimmten Anlage oder Anlagenteilen zuordnen zu können, ist eine genaue Beschreibung der Geruchseindrücke erforderlich. Sofern die Gerüche von chemischen Prozessen und verfahrenstechnischen Anlagen ausgehen, ist der „Nicht-

chemiker“ meistens überfordert.

Bei gleichzeitigem Vorliegen mehrerer Gerüche, was in größerer Entfernung von den Quellen fast immer der Fall ist, kann es zu wesentlichen Änderungen der wahrgenommenen Geruchsqualität und Reizintensität kommen. Hinzu kommt, dass häufig erst das Zusammenwirken von mehreren Substanzen zu einer Geruchswahrnehmung führt.

Werden erkennbare Einzelgerüche wahrgenommen, können einzelne Substanzen vorliegen oder im Geruchsstoff-Gemisch Leitsubstanzen vorhanden sein (heterogene Geruchsgemische).

In homogenen Geruchsgemischen können die verschiedenen Geruchskomponenten zu einem vollständig neuen Geruch verschmelzen, der als Einheit empfunden wird.

Die aus Geruchsmischungen resultierende, empfundene Intensität kann niedriger oder höher als die der Einzelkomponenten sein, d. h. die Wirkung der Geruchsgemische kann synergistisch (Kombinationswirkung stärker als Summe der Einzelwirkung) oder antagonistisch (Kombinationswirkung geringer als Summe der Einzelwirkungen) oder additiv (Kombinationswirkung = Summe der Einzelwirkung) sein.

Beim Geruchssinn unterscheidet man zwischen der Geruchs-Wahrnehmungsschwelle (es riecht etwas) und der (Wieder-)Erkennungsschwelle, bei der eine Substanz eindeutig zugeordnet werden kann. Bei sehr niedrigen Konzentrationen kommt es bei vielen Stoffen zunächst zu einer unspezifischen Geruchswahrnehmung, die erst bei höheren Konzentrationen in eine spezifische Geruchswahrnehmung übergeht. Diese Schwellen sind bei jeder Substanz verschieden, ebenso die Differenz zwischen Wahrnehmungs- und Erkennungsschwelle. Die Erkennungsschwelle liegt fast immer höher als die Wahrnehmungsschwelle.

Ein weiterer Punkt der Geruchsempfindung für den Menschen ist die sogenannte hedonische Wirkkomponente. Darunter ist die Bewertung einer Geruchsprobe auf einer Skala (in neun Schritten) von äußerst unangenehm bis äußerst angenehm zu verstehen. Die hedonische Wirkung des Geruches ist abhängig vom

Geruchsstoff oder von der Geruchsstoffmischung, der Geruchsstoffkonzentration, der empfundenen Geruchsintensität und vom individuellen Erfahrungshintergrund des Riechenden. Sie liefert in besonderer Weise eine Aussage über das Belästigungspotential, da die Einordnung angenehm bzw. unangenehm für die Beurteilung der Wirkung einer Geruchsmission mitbestimmend ist.

Es sei darauf hingewiesen, dass als angenehm eingestufte Gerüche trotzdem Anlass für Belästigungen darstellen können. Die hedonische Beschreibung eines Geruches ist grundsätzlich nicht identisch mit der Ermittlung der Belästigungswirkung, der Zumutbarkeit oder ähnlicher Bewertungen.

Es ist bekannt, dass Geruchseindrücke das menschliche Erinnerungsvermögen aktivieren. Dabei kann der Zeitpunkt des ersten Geruchseindrucks sehr lange (Jahre) zurückliegen. Die Wiedererkennung wird dann meist mit der Vorstellung des zurückliegenden Anlasses verbunden. Da für Geruchseindrücke keine spezifischen Empfindungskategorien bestehen, wird häufig der Vergleich mit ähnlichen, im Alltag üblicherweise auftretenden Geruchsquellen herangezogen. Die Anzahl potentieller, qualitativ unterscheidbarer Gerüche ist unabschätzbar.

### Vorgehensweise und Ergebnis

Im vorliegenden Falle konnte die Frage nach der Geruchsqualität von den Betroffenen nur unbefriedigend beantwortet werden. Die Angaben waren sehr unterschiedlich und zum Teil widersprüchlich. Daher wurde beschlossen, einem Personenkreis (insgesamt 31 Personen), der bereits die Gerüche wahrgenommen hatte, in Form einer Schulung Geruchsproben von relevanten Emissionsquellen der in Betracht kommenden Betriebe mittels eines Olfaktometers anzubieten, um diese ggf. mit den in den Stadtteilen wahrnehmbar aufgetretenen Gerüchen zu vergleichen bzw. den typischen Quellengeruch zukünftig einem der genannten Betriebe zuordnen zu können.

Dazu wurden im Vorfeld bei den betreffenden Firmen an geruchsrelevanten Quellen Geruchsproben ent-

nommen und im Labor der UMEG mit einer erfahrenen Probandengruppe nach Vorgaben der Geruchsmissions-Richtlinie (GIRL) umgehend analysiert (Abbildung 4.3-1). Nach Aussage der Probanden der UMEG und anschließend der geschulten externen Personen waren die Gerüche gut zu unterscheiden und somit den möglichen Quellen bzw. Firmen sicher zuordenbar.

Personen, welche mit den Geruchsmissionen in den betroffenen Ortsteilen vertraut waren, stellten bei der Schulung übereinstimmend fest, dass nur die Abgasproben eines Emittenten mit dem Geruch der aufgetretenen Geruchsmissionen vergleichbar waren. Auf Anregung einiger Teilnehmer wurden einigen Abgasproben zusätzlich geringe Mengen an Schwefelwasserstoff zugemischt. Diese Gemische kamen laut Angaben der Teilnehmer dem Geruchscharakter der aufgetretenen Geruchsmissionen am nächsten bzw. wurden eindeutig als der wahrgenommene Geruch in den Ortsteilen bezeichnet. Die Geruchsproben der anderen Betriebe hatten nach Aussage einen völlig andersartigen Geruchscharakter und konnten nicht den Geruchsmissionen zugeordnet werden. Die verursachende Betriebseinrichtung konnte so identifiziert und die Ursache behoben werden.



**Abbildung 4.3-1**  
Analyse von Geruchsproben am Olfaktometer

## 5 BODEN, HYDROGEOLOGIE UND PFLANZEN

### EINRICHTUNG EINES ONLINEJOURNALS UMWELTBEOBACHTUNG

Zur Vorbereitung von Stoffbilanzierungen an Intensiv-Messstellen und der Regionalisierung von Bilanzdaten werden die statistischen Kenngrößen künftig den bilanztechnischen Kompartimenten Atmosphäre, Biosphäre, Hydrosphäre und Pedosphäre zugeordnet (Kap. 5.1 bis 5.4, Angaben in Konzentrationen). Frachten- und Bilanzergebnisse werden gesondert zusammengetragen (Kap. 5.5, 5.6). In den folgenden Abschnitten sind für das Jahr 2002 beispielhafte Zustandsgrößen, die bei den Bilanzierungen berücksichtigt werden, aufgeführt. Im Abschnitt 5.7 sind Neuigkeiten bei den Beurteilungsgrundlagen, Methoden, Beobachtungsräumen und der Darstellung im Internet wiedergegeben.

Im Jahr 2002 lagen die Arbeitsschwerpunkte bei der Methoden- und Materialsammlung für die erste Stoffbilanzierung an der Intensiv-Messstelle Forst bei Bruchsal (Nördlicher Oberrhein).

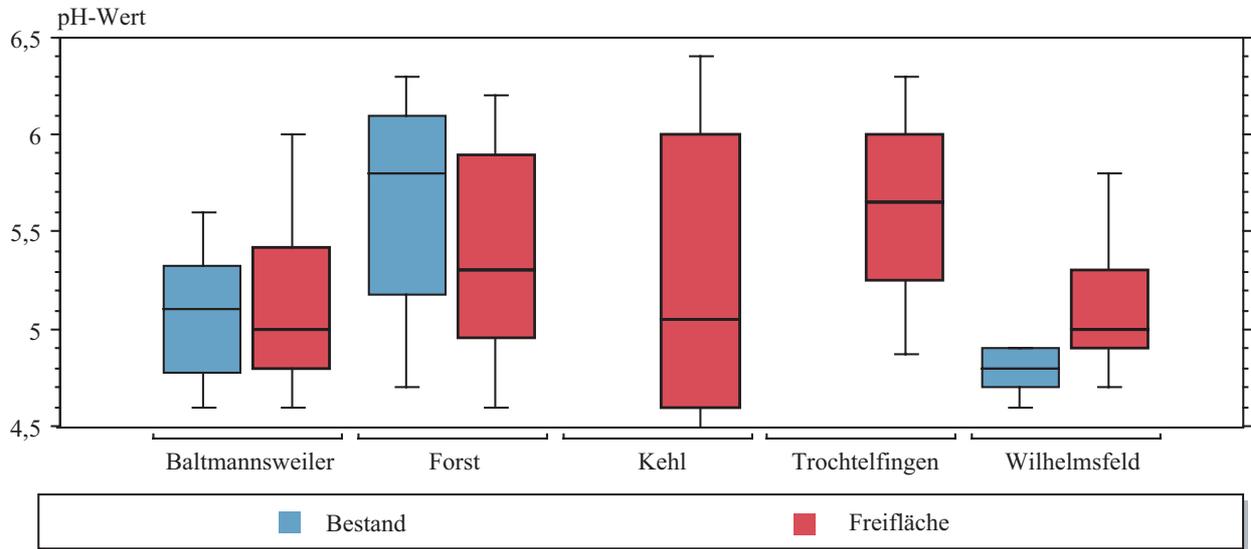
#### 5.1 Zustandsgrößen Atmosphäre

##### **Niederschlagsbeschaffenheit 2002:**

##### **Intensiv-Messstellen**

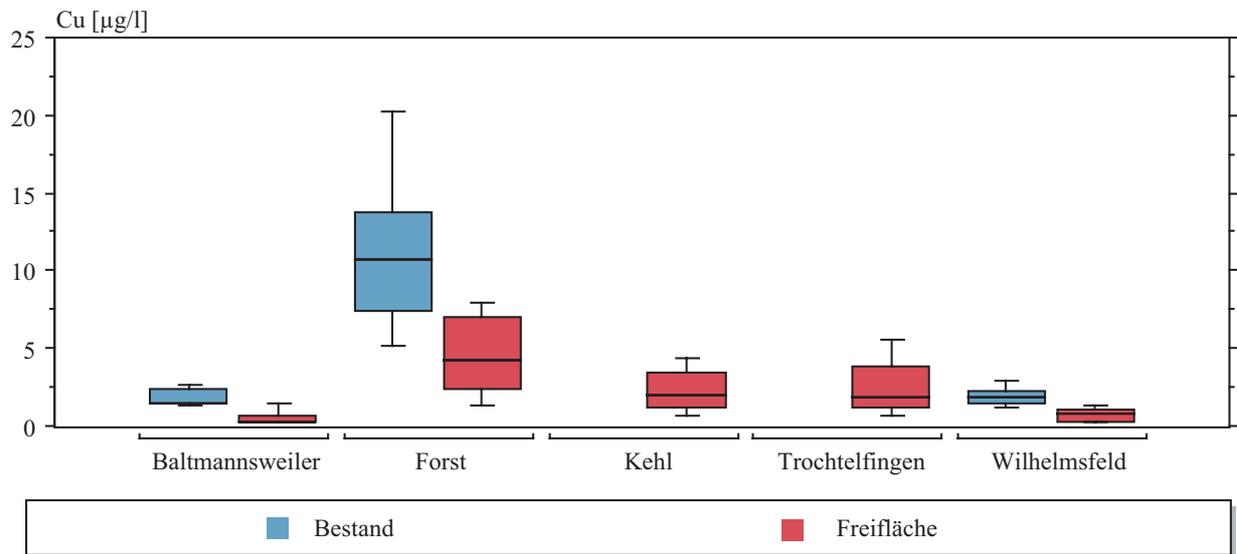
Für alle fünf Intensiv-Messstellen wurden die aktuellen Niederschlagskonzentrationen plausibilisiert. Die Daten werden für die Berechnung der atmosphärischen Stoffeinträge/Depositionen genutzt. Die neue Messstelle Trochtelfingen liegt auf der Schwäbischen Alb, wo Jurakalkstein den Untergrund bildet. Die pH-Werte im Niederschlag liegen hier im Mittel oberhalb von pH 5,5. Im Vergleich zu Baltmannsweiler (Schurwald) und Wilhelmsfeld (Odenwald), die in Naturräumen mit sauren Ausgangsgesteinen liegen, dürften die höheren pH-Werte in Trochtelfingen auf die pedologischen Verhältnisse zurückzuführen sein (Abbildung 5.1-1).

Die Messstelle Forst befindet sich im Abstand von ca. 15 m neben der A5. Hier wirkt sich vermutlich der Abrieb der Betonautobahn aus. Der Verkehrseinfluss ist bei Kupfer (auch z. B.  $\text{NH}_4$ ,  $\text{SO}_4$ , Cl, Ca) besonders gut sichtbar. Sowohl in der Freifläche als auch im Waldbestand weisen die Niederschläge an der Messstelle Forst höhere Kupfer-Konzentrationen auf als an den übrigen Messstellen (Abbildung 5.1-2). Ergänzend sollen künftig ausgewählte Spurenelemente in der Deposition nach dem Bergerhoffverfahren erfasst werden, da hier ein vollständiger Aufschluss der Depositionsproben (ohne Filtration des Niederschlages) durchgeführt wird. Hierdurch wird die Deposition vollständiger erfasst und die Aussagekraft wegen verbesserter Bestimmungsgrenzen erhöht.



**Abbildung 5.1-1**

pH-Werte im Niederschlag (Bulk-Sammler) der Intensiv-Messstellen Baden-Württemberg; Messjahr 2002 (10., 25., 50., 75., 90. Perzentil), Datengrundlage UMEG und LfU



**Abbildung 5.1-2**

Kupfer-Gehalte [ng/l] im Niederschlag (Bulksammler) der Intensiv-Messstellen Baden-Württembergs; Messjahr 2002 (10., 25., 75., 90. Perzentil), Datengrundlage UMEG und LfU

## 5.2 Zustandsgrößen Biosphäre

### **Graskulturexposition Baden-Württemberg: Trendanalyse 1998 bis 2002**

Seit 1998 werden an den Dauerbeobachtungsstationen des Landes Baden-Württemberg und an städtischen Referenzstationen Untersuchungen mit aktiven Biomonitoringverfahren durchgeführt. Ein allgemeiner Belastungstrend war in diesem Zeitraum für keines der untersuchten Elemente festzustellen. Der stärkste Immissionseinfluss war bei Antimon zu beobachten, wo die verkehrsbeeinflussten städtischen Referenzstationen deutlich erhöhte Gehalte aufwiesen (Abbildung 5.2-1). Die Station Kappel-Grafenhausen fiel durch einzelne, relativ hohe Anreicherungen von Blei, Chrom und Arsen auf, deren Herkunft aufgrund der Lage des Messpunktes auf der Feldflur nicht ersichtlich ist.

### **Stoffgehalte in der Waldstreu, Intensiv-Messstellen Baden-Württemberg**

An den Intensiv-Messstellen des Landes Baden-Württemberg wird von der UMEG und der LfU die Streu der Laub- und Nadelbäume jährlich auf einer Fläche von jeweils acht mal 1 m<sup>2</sup> mit Netzen gesammelt und auf die Inhaltsstoffe untersucht. Die Daten werden für die Berechnung von Stofffrachten und -bilanzen benötigt. Im Mittel weisen die Streuproben der Messstelle Forst (15 - 20 m neben der Autobahn A5) höhere Kupfer- und PAK16-Gehalte auf als die Messstellen Wilhelmsfeld und Baltmannsweiler (Abbildung 5.2-2). Die Messstelle Wilhelmsfeld hat langjährig die höchsten Bleigehalte in der Streu, aber auch die geringsten Streumassen. Die Cadmium- und PCB-Daten streuen zwischen den Jahren sehr stark. Bei den Chlorpestiziden sind bislang nur bei HCB und vereinzelt DDT- und Dieldrin- Messwerte oberhalb der Bestimmungsgrenze aufgetreten. Die gemessenen Streugehalte werden mit weiteren Biomonitoringergebnissen abgeglichen.

## 5.3 Zustandsgrößen Hydrosphäre

### **Bodenwassergehalt und Wasserspannung 2002**

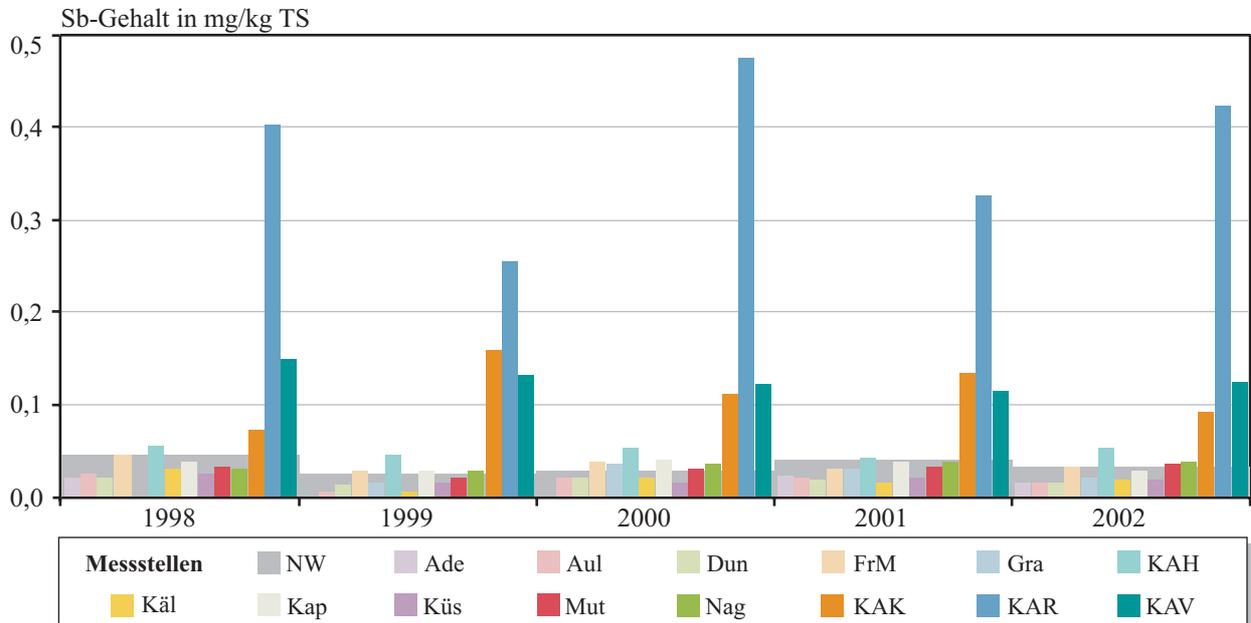
Für Stoffbilanzierungen werden an fünf Intensiv-Messstellen Bodenfeuchte- und Saugspannungsmessungen durchgeführt. In Forst stehen seit dem Messjahr 2002 erstmals Wassergehaltmessungen in vier Tiefen zur Verfügung. Die Messstelle liegt im nördlichen Oberrheingraben. Den zeitlichen Verlauf der Bodenfeuchten in den vier Messtiefen in Abhängigkeit vom Niederschlag zeigt exemplarisch Abbildung 5.3-1; Starkniederschlägen folgen in 10 cm Tiefe kurzfristige Bodenfeuchteanstiege.

### **Sickerraten 2002**

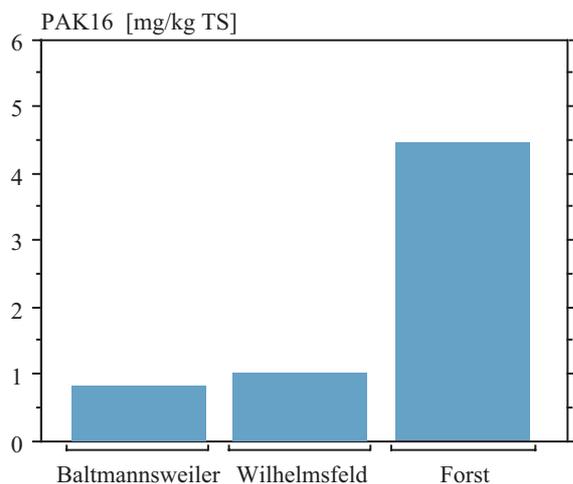
Für Stoffbilanzierungen werden an den Intensiv-Messstellen mit einem Wasserhaushaltsmodell Sickeraten in verschiedenen Bodentiefen berechnet. 2002 war ein feuchtes Jahr mit starker Sickerung insbesondere im Frühjahr, die den Grundwasserspiegel in Forst bei Bruchsal bis auf 1,43 m unter GOK (Geländeoberkante) ansteigen ließ. Ab Juni sank das Grundwasser merklich, aufgrund des sich ändernden Sickerungsregimes. Ab diesem Monat wurden die zur Verfügung stehenden Niederschläge komplett verdunstet und die geringen Sickerungen nur noch aus dem Bodenwasservorrat unterhalb 110 cm genährt. Ab August fand dann unterhalb von 30 cm keine Sickerung mehr statt bis im November nach der Auffüllphase im Oktober erneute Sickerungen den Grundwasserspiegel wieder ansteigen ließen.

### **Sickerwasserbeschaffenheit 2002**

Für die Beobachtung der Sickerwasserbeschaffenheit und die daran anschließenden Berechnungen der Stoffausträge wurde im Jahr 2002 die Messstelle Trochtelfingen neu eingerichtet. Die Messstelle Trochtelfingen liegt auf Böden über Jurakalk. Die pH-Werte im Sickerwasser liegen im Bereich pH 7,0-8,2 (Abbildung 5.3-2). An der Messstelle Forst stehen nach der Neuausstattung im April 2001 erstmals ganzjährig Messreihen in vier Tiefen zur Verfügung. Die bereits in den Vorjahren erhöhten Cadmium-, Cobalt- und Natrium-Konzentrationen im Bereich 30 bis 110 cm

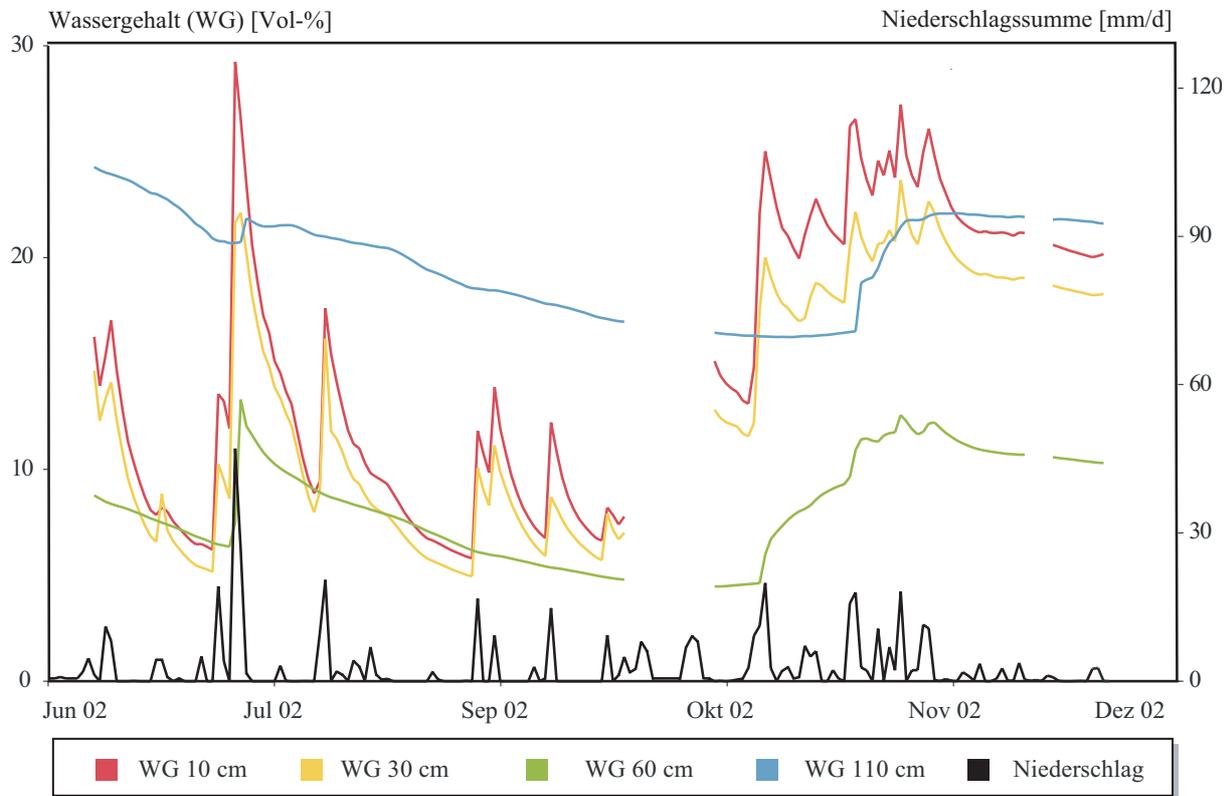


**Abbildung 5.2-1**  
Antimongehalt in Graskulturen von 1998 bis 2002 an Dauerbeobachtungsmessstellen in Baden-Württemberg

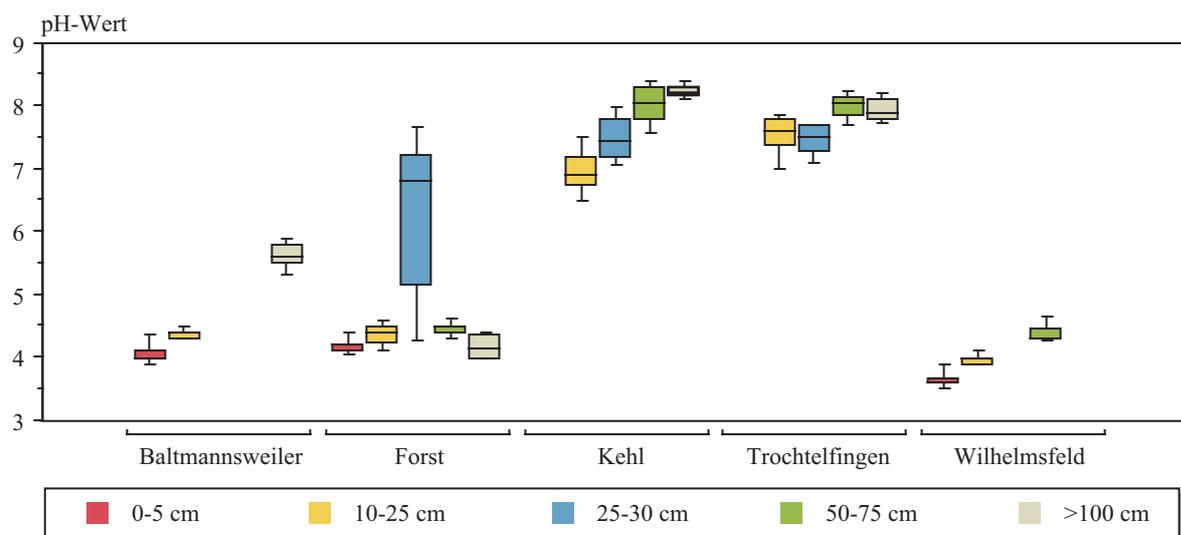


**Abbildung 5.2-2**  
PAK-Gehalte in der Streu, Herbst 2001, getrennt nach Intensiv-Messstellen, Datengrundlage UMEG und LfU

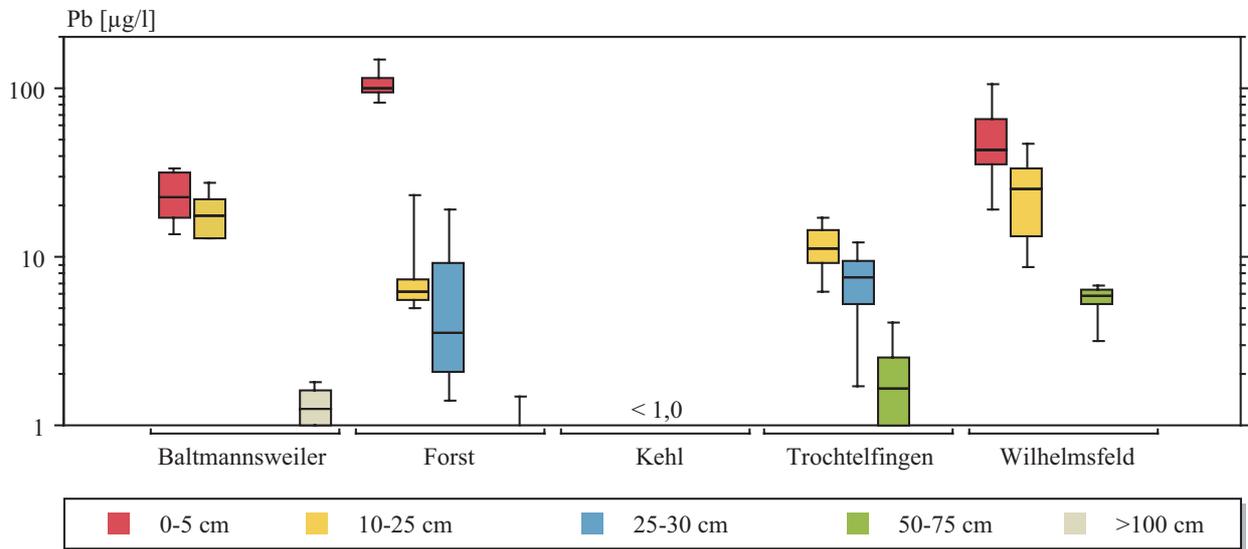
haben sich auch mit der neuen Messtechnik im Jahr 2002 bestätigt. Auffallend stark streuen im Jahr 2002 die pH-Werte in der Tiefe von 30 cm. Dieser Befund kann derzeit nicht abschließend gedeutet werden. Die Bleigehalte sind in den Sickerwasserproben der Waldauflagehorizonte Baltmannsweiler und Wilhelmsfeld, aber insbesondere an der Autobahnmesstelle Forst mit bis zu 147 µg/l im Jahr 2002 sehr hoch. An allen drei Waldmessstellen unterschritten die Bleikonzentrationen im Jahr 2002 jedoch ab einer Tiefe von 50 cm eine Konzentration von 10 µg/l. Bei Cadmium wurde ebenfalls an der Messstelle Forst ein Spitzenwert von 15 µg/l erreicht (10 cm Tiefe) (Abbildung 5.3-3). Das Stoffspektrum der untersuchten Stoffe soll im Hinblick auf die Stoffbilanzierungen und die Nährstoffbeurteilung weiter ergänzt werden.



**Abbildung 5.3-1**  
 Bodenfeuchtegang Forst, Sommer bis Winter 2002 (Mittelwerte der Mitternachtswerte in den Tiefen 10, 30, 60 und 110 cm)



**Abbildung 5.3-2**  
 pH-Werte im Sickerwasser der Intensiv-Messtellen Baden-Württemberg, Messjahr 2002 (10., 25., 50., 75., 90., Perzentile), Datengrundlage UMEG und LfU



**Abbildung 5.3-3**

Blei-Gehalte im Sickerwasser der Intensiv-Messstellen Baden-Württembergs, Messjahr 2002 (10., 25., 50., 75., 90. Perzentil), Datengrundlage UMEG und LfU

## 5.4 Zustandsgrößen Pedosphäre

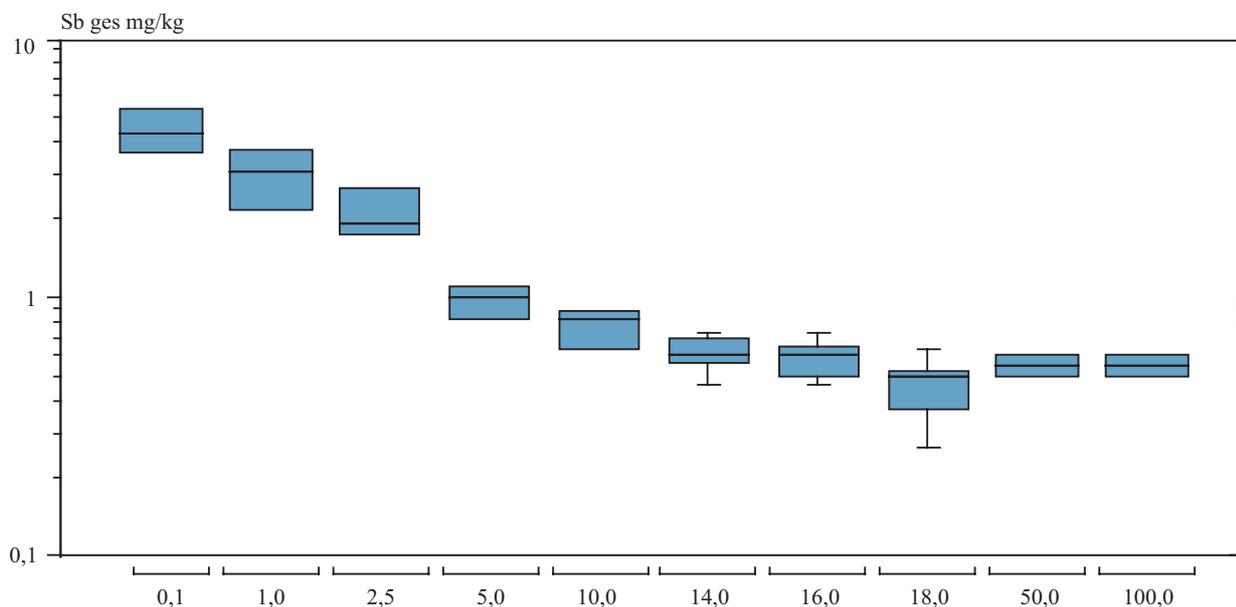
### Autobahntransekt: Intensiv-Messstelle Forst, Stoffgehalte

An der (Autobahn-)Intensiv-Messstelle Forst bei Bruchsal wurde von der LfU der Oberboden in einem Autobahntransekt von 0,1 bis 100 m Abstand zur A5 über neun Jahre wiederholt untersucht. Verabredungsgemäß übernahm die UMEG die Auswertung der Daten, da sie in Zusammenhang zu den Stoffflussbilanzen stehen. Die Transektflächen teilen sich in einen Randstreifen (Grünstreifenböschung 0-6 m und Wirtschaftsweg 6-10 m von Fahrbahnrand) und die forstliche Nutzung (mehr als 10 m vom Fahrbahnrand). Bedingt durch den Betonausbau der Autobahn und möglicherweise auch die Fahrbahnabnutzung sind im Randstreifen 0-10 m der Boden-pH und die Calcium- und Magnesium-Gehalte deutlich erhöht. Der hohe pH-Wert bewirkt, dass die Spurenelemente hier weitgehend immobil sind. Durch die langjährigen Emissionen der Autobahn (Abgase, Brems- und Reifenabrieb) sind die Gehalte folgender Stoffe im Oberboden des Randstreifens 0-10 m erhöht (in Abbildung

5.4-1 beispielhaft für Antimon dargestellt):

- schwach: As, Hg, Pd, BTX
- mittel: Fe, Mn, K, Mg, Cd, Cr, Co, Ni, Sb, Tl, Pb, Pt, PCDD/F, HCB
- stark: Cu, Zn, Rh, PAK, PCB.

Der Randstreifen 0-10 m weist eine relativ hohe räumliche Variabilität der Stoffgehalte auf. Für die robuste Hochrechnung der mittleren Stoffeinträge vergangener Jahre wurde die Klassenanzahl von 5 auf 2 reduziert (0-3 und 5-10 m). Auf dieser Datengrundlage lassen sich bei As, Cd, Cu, (Sb), Zn, PAK und PCB für die Jahre 1992-2001 verkehrsbedingte Stoffeinträge abschätzen.



**Abbildung 5.4-1**

Antimongesamtgehalte im Oberboden (0-10 cm) an der Autobahnmesstelle Forst in Abhängigkeit von der Entfernung vom Fahrbahnrand, Datengrundlage LfU

## 5.5 Frachten

### PAK-Deposition 2002

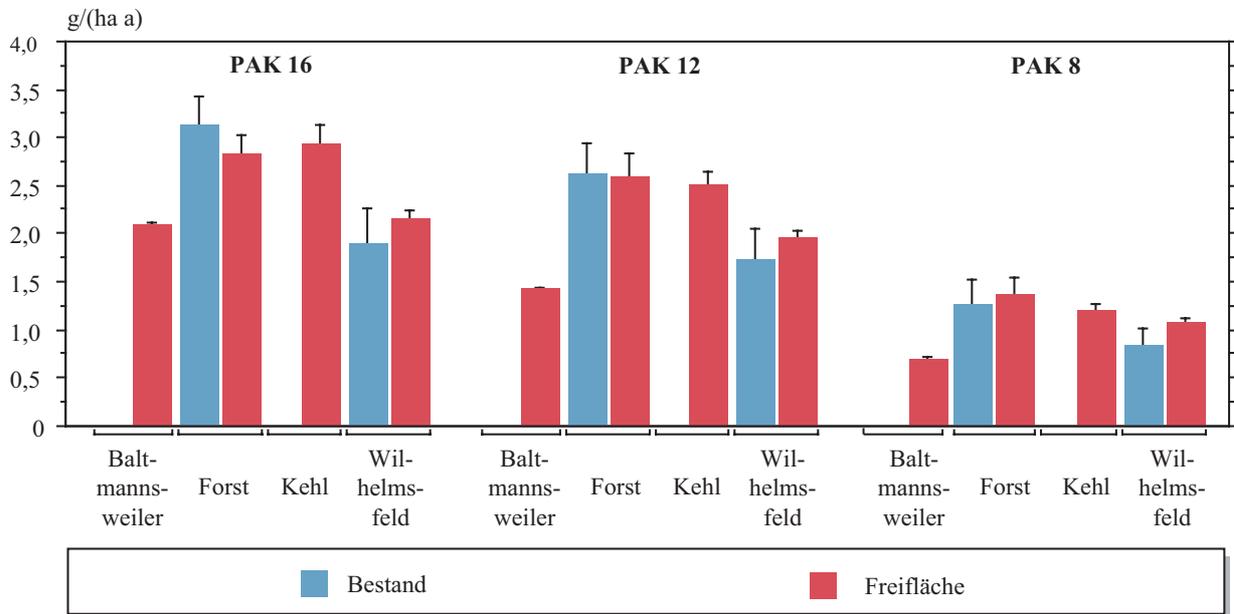
Für das Jahr 2002 stehen an den Intensiv-Messstellen Baden-Württembergs erstmals ganzjährige Messdaten für die PAK-Deposition nach DIN 19739 zur Verfügung (Trichter-Adsorber-Sammler mit drei-monatigem Sammelintervall). An den Intensiv-Messstellen Kehl (2 ha große Freifläche im Stadtgebiet Kehl) und Forst (15 m vom Straßenrand der A5 bei Bruchsal) wurden PAK<sub>16</sub>-Depositionen von ca. 2,9 g/ha a ermittelt. An den Waldmessstellen Baltmannsweiler und Wilhelmsfeld wurden ca. 2,1 g/ha a gemessen (Abbildung 5.5-1). Die Depositionen im Waldbestand und in der Freifläche unterscheiden sich nur geringfügig. Bei allen Messstellen ist ein jahreszeitlicher Verlauf erkennbar, der sich im Mittel wie folgt ausprägt (Abbildung 5.5-2):

- 1. Quartal 33% der jährlichen PAK-Deposition
- 2. Quartal 18% der jährlichen PAK-Deposition
- 3. Quartal 21% der jährlichen PAK-Deposition
- 4. Quartal 28% der jährlichen PAK-Deposition

Die Streuung der PAK-Depositionen bzw. Messwerte ist auf den Freiflächen mit 2 bis 7 % (Variationskoeffizient) sehr gering. Nur am Straßenrand und in den Waldbeständen treten größere Streuungen bis 21 % auf. Insgesamt betrachtet hat das neue Messverfahren damit seine Routinetauglichkeit bewiesen. Im Vergleich zu früheren Messungen mit einer Trichter-Flasche-Kombination sind die jetzt gemessenen PAK-Depositionen wesentlich höher. Dies ist auf die verbesserte Empfindlichkeit und die vollständige Erfassung der Depositionsprobe zurückzuführen.

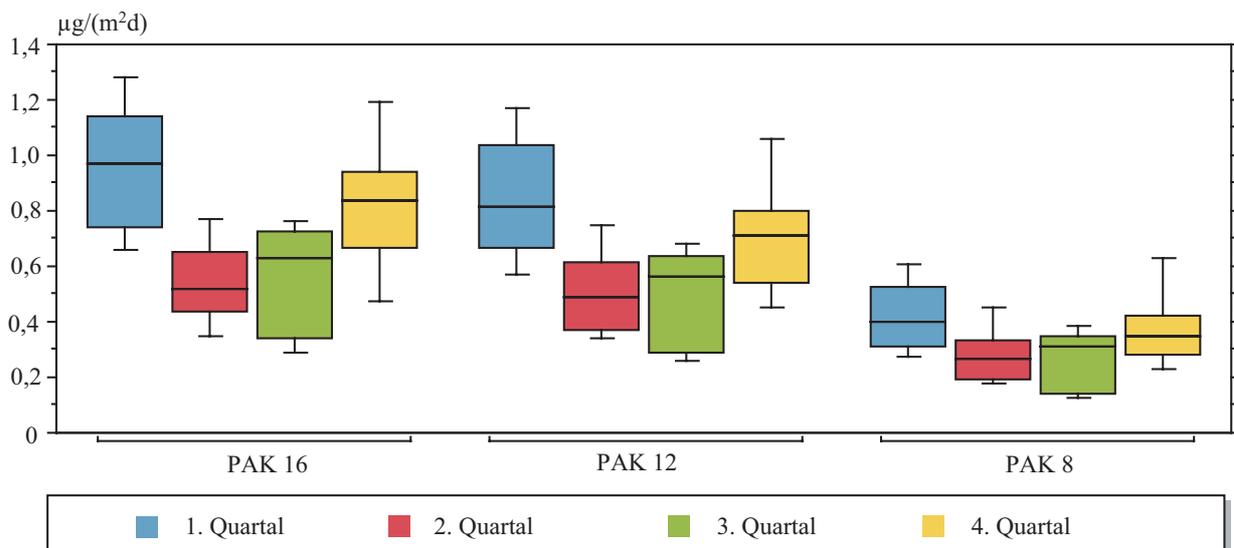
### Emissionen des Verkehrs: Autobahn A5, Intensiv-Messstelle Forst

Für Zwecke der Stoffbilanzierung wurde für den Autobahnabschnitt der A5 bei Bruchsal im Bereich der Intensiv-Messstelle Forst die für das Jahr 2000 vom Emissionskataster der UMEG errechneten und für Folgejahre hochgerechneten Emissionen zusammengestellt. Für die Feststoffe sowie für die unmittelbar bodenrelevanten Stoffe wurde darüber hinaus der maximale Eintrag errechnet (Annahme: sämtliche Emis-



**Abbildung 5.5-1**

Mittelwerte der PAK-Depositionen der Intensiv-Messstellen Baden-Württembergs; Messjahr 2002; getrennt nach Messstellen und Flächentyp, einschließlich Standardabweichung, Datengrundlage UMEG und LfU



**Abbildung 5.5-2**

Statistische Kenngrößen der PAK-Depositionen (Trichter-Adsorber-Sammler, Summe aus Spüllösung und Kartusche) der Intensiv-Messstellen Baden-Württembergs; Messjahr 2002; nur Freiflächen, getrennt nach Quartalsproben (10., 25., 50., 75., 90. Perzentil), Datengrundlage UMEG und LfU

sionen werden im Bereich 0-10 m Abstand zum Fahrbahnbelag deponiert). Der Randstreifen 0-10 m wurde gewählt, weil sich bei Bodenuntersuchungen in diesem Bereich noch deutlich verkehrsbedingte Stoffanreicherungen nachweisen ließen. Beispielsweise könnten gemäß den Emissionsdaten im Randstreifen 0-10 m jährlich 2 kg PAK12/ha oder 32 µg PCDD/F I-TEq/ha eingetragen werden.

#### **Luftschadstoffemissionen Baden-Württemberg**

Für die Plausibilisierung von Stoffflüssen und die Berechnung von Stoffbilanzen in der Umwelt wurden die von der UMEG erhobenen landesweiten Emissionen in die Atmosphäre als Gesamtmassen und ausgedrückt als Emissionen je ha zusammengetragen (Stand 1998). Die Daten berücksichtigen überwiegend nur atmosphärenrelevante Massen (Korngrößen, die in der Atmosphäre transportierbar sind), beispielsweise nicht den Brems- und Reifenabrieb des Verkehrs. Unter der Annahme, dass die in die Atmosphäre gelangten Emissionen Baden-Württembergs innerhalb des Landes vollständig in die Bio-, Hydro- und Pedosphäre eingetragen werden, stellen die dargestellten Emissionen je ha ein worst-case-szenario für die durchschnittlichen landesinternen Stoffeinträge dar. Für eingehendere Betrachtungen müssen grenzüberschreitende Importe und Exporte, quellnahe Depositionen sowie An- und Abreicherungen in der Atmosphäre berücksichtigt werden (z. B. bei Stickstoff).

Anwendungsbeispiel für die Plausibilisierung von Stoffflüssen: Für Cadmium liegen die durchschnittlichen Depositionen voraussichtlich über 0,3 g/ha a. Durch die anthropogenen Emissionen sind maximal nur 0,036 g/ha a erklärbar. Eine umfängliche Cadmiumbilanz müsste demnach weitere Quellen berücksichtigen (z. B. Winderosion durch Bodenbearbeitung). Beispielsweise führt die Deposition von 100 kg Feinboden/ha a (eine typische Staubbiederschlagsmenge) zu einer Cadmium-Deposition von 0,1 g/ha a (Annahme: 1 mg Cd/kg Feinboden unter 10 µm).

## 5.6 Bilanzergebnisse

### **Intensiv-Messstelle Forst: Rückrechnung der durchschnittlichen Jahresbilanzen 1975 bis 2001**

Für die Plausibilisierung von Stoffflussbilanzen wurden die mittleren Jahresbilanzen für Stoffe im Oberboden an der Intensiv-Autobahnmessstelle Forst geschätzt. Die Jahresbilanzen wurden aus gemessenen Stoffgehalten rückgerechnet. Es handelt sich im Ergebnis - wie in der Buchhaltung - um jährliche „Gewinne und Verluste“. Auch der Begriff Vorratsänderung ist üblich. Die Rückrechnung erfolgt aus Transektuntersuchungen und - sofern vorhanden - aus Wiederholuntersuchungen der Jahre 1995 bis 2001. Bei Blei waren vor 1992 bis in über 10 m vom Fahrbahnrand noch deutliche Gewinne zu verzeichnen und danach vermutlich Verluste. Bei As, Cu, Sb, Zn, PAK und PCB deuten die Daten an, dass die jährlichen Gewinne ab 1992 zugenommen haben. Bei Cr, Ni und Co deuten die Daten an, dass seit 1992 keine Gewinne durch Einträge des Verkehrs mehr stattfinden. Im unmittelbaren Nahbereich bis 1 m am Straßenrand der Autobahn lässt sich die Rückrechnung der Jahresbilanzen aus Bodenuntersuchungen gut anwenden, da die Stoffgehaltsunterschiede mit der Entfernung bzw. die jährlichen Stoffeinträge hier relativ hoch sind.

## 5.7 Sonstiges

### 5.7.1 Beurteilungsgrundlagen

#### Ziel-Bestimmungsgrenzen

Die Umweltbeobachtung erfordert die Vereinbarung von Bestimmungsgrenzen über die jeweiligen rechtlichen und projektspezifischen Anforderungen hinaus; denn die Quantifizierung von Stoffflüssen und die Übertragung von Punktmessdaten auf die Fläche erfordert nicht nur den Nachweis der Substanzen in Einzelproben, sondern auch deskriptiv-statistische, geostatistische oder modellmäßige Auswertungen einer Vielzahl von Einzelmessungen. Ein Autorenkollektiv der UMEG hat gemeinsam mit Autoren der Bundesanstalt für Geowissenschaften (BGR), der Umweltprobenbank des Bundes, des Joint Research Center Ispra (EU-JRC) und verschiedener Universitäten eine Stoffliste entworfen. Beispielsweise wurde für den Cadmiumgesamtgehalt in Böden eine Ziel-Bestimmungsgrenze von 0,05 mg/kg empfohlen (Stand 2003), da Cadmium in sehr cadmiumarmen, sauren Waldböden in das Grundwasser verlagert wird. In Bezug zu gesetzlichen Grenzwerten werden solche Konzentrationen wenig beachtet.

#### Atmosphärische Deposition - Vergleichswerte

Für Bilanzierungs- und Plausibilisierungszwecke wurden erste Vergleichswerte für Messdaten zur atmosphärischen Deposition und Stoffgehalten im Staubbiederschlag zusammengestellt. Dabei zeigte sich beispielsweise, dass bis zu ca. 50 % der Gehalte an As, Cd und Pb im Staubbiederschlag von Siedlungsräumen (z. B. 6 bis 12 mg As/kg; 1,7 bis 3,4 mg Cd/kg und 79 bis 161 mg Pb/kg Staubbiederschlag; jeweils 10. bis 50. Perzentil) recht gut mit Konzentrationen in Feinböden von Siedlungsräumen übereinstimmen; d. h., dass dort ein bedeutender Anteil der Deposition mit Eintrag von Feinboden erklärbar ist. Im Umfeld von Industrieanlagen werden Cadmium-Gehalte im Staubbiederschlag erreicht, die nicht durch Einträge mit „normalem“ Bodenstaub erklärbar sind.

### 5.7.2 Methoden

#### Raumgliederung - Objektschlüssel

Stoffbilanzierungen und Stoffflussbetrachtungen basieren auf Raumeinheiten, die je nach Kompartiment und Fragestellung unterschiedlich strukturiert werden müssen. Hierfür wird von der UMEG künftig ein Objektschlüssel mit folgenden Hauptgliederungsebenen genutzt (Entwurf 2003): 1000 Landnutzung; 2000 Bauungs-, Verwaltungs- und Naturraumstrukturen, 3000 Diffuse Quellen, 4000 Punktquellen, 5000 Linienquellen, 6000 Geogene Strukturen, 7000 Überschwemmungsfläche, 8000 Materialauftragsfläche, 9000 Relief. Der Objektschlüssel dient der Kennzeichnung von Gebieten mit gleichen Stoffflüssen. Der Raumgliederungsschlüssel basiert auf einem vom Umweltbundesamt herausgegebenen Gliederungskonzept für die Abgrenzung von Gebieten mit erhöhten Schadstoffgehalten in Böden, den die UMEG in Abstimmung mit weiteren Einrichtungen erstellt hat. Da solche Gebiete nach atmosphärischen, hydrosphärischen oder pedosphärischen Aspekten gegliedert sind, entstand hier zwangsläufig ein medienübergreifender Schlüssel.

#### Sickerwasserprobenahme bei Altlasten

Zur Gefährdungsabschätzung beim Pfad Boden-Grundwasser nennt das BBodSchG die Möglichkeit der direkten Sickerwassergewinnung mittels Saugkerzen. Praxiserfahrungen liegen hierzu bislang kaum vor. Die UMEG hat hierzu in Abstimmung mit der LfU ein Pilotprojekt geplant. Als Pilotstandort wurde ein mit Arsen und PAK kontaminierter Umschlagplatz ausgewählt (Abbildung 5.7-1). Das Untersuchungskonzept für den Pilotstandort sieht folgende Eckpunkte vor: Einbau der Saugkerzen von einer Bagger-schürfe aus während der Sickerperiode, drei Tiefenstufen mit jeweils drei Glaskerzen, Einzelbeprobung nach Durchfluss von zwei Liter/Kerze oder drei Monaten Probetrieb. Nach erster Einschätzung wird der Anwendungsbereich der Methode 1. bei der langfristigen Altlastenüberwachung und 2. bei Altlasten mit potentiell hohen Sanierungskosten liegen.



**Abbildung 5.7-1**  
Sickerwasserprobenahme bei Altlasten (Pfützen weisen auf „präferentielle Infiltration“ hin)



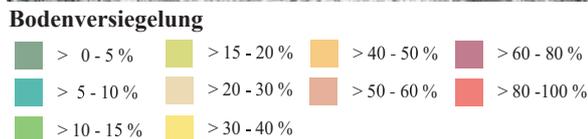
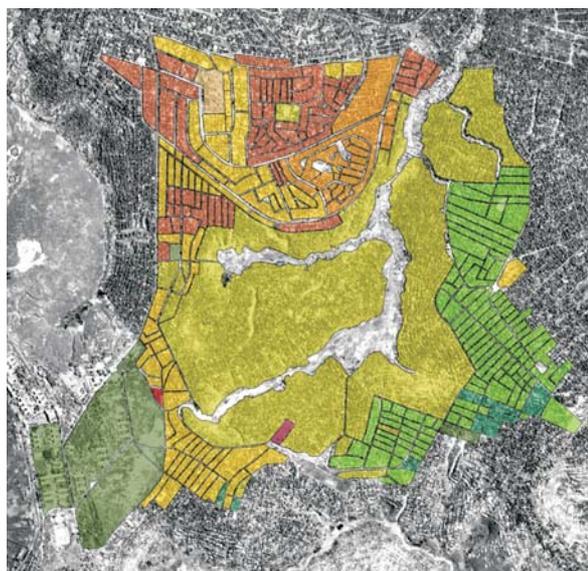
**Abbildung 5.7-2**  
Erosionsrinne an alter Wegkreuzung in Kinshasa-Kisenso, DR Kongo (Foto: Lubuimi, 2002)

**Bodenverbrauchsmonitoring: Anwendung digitaler Flächendaten**

**- Fallbeispiele aus Karlsruhe und Kinshasa -**

In einer Diplomarbeit - finanziert durch die Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) - wurde die Anwendbarkeit von digitalen Flächendaten für Fragen der Bodenereosion (Abbildung 5.7-2) und der Bodenversiegelung geprüft. Eine beispielhaft erstellte Versiegelungskarte für Kinshasa, Kisenso im Maßstab 1 : 5.000 kann für die Entwässerungsplanung und sonstige Stadtplanungen eingesetzt werden (Abbildung 5.7-3).

Pilothafte Auswertungen aus Karlsruhe haben für deutsche Verhältnisse erbracht, dass für die Splittung der Abwassergebühr in Baden-Württemberg die Nutzung von ALK-Daten (Amtliches Liegenschaftskataster) in Verbindung mit Farbluftbildern oder besser Scanneraufnahmen empfohlen werden kann. Für das Bodenverbrauchsmonitoring in Deutschland könnte vorläufig - je nach der Kostenentwicklung bei den kommerziellen Satellitendaten - auf ALK-Daten und schwarz-weiße Luftbilder zurückgegriffen werden.



**Abbildung 5.7-3**  
Versiegelungskarte Kinshasa, Einzugsgebiet Matete (DR Kongo); Datengrundlage panchrom. Satellitenbild, EROS A; Bezugsjahr 2002 (Erstellung: Lubuimi), gefördert durch die GTZ

### 5.7.3 Beobachtungsräume

#### Neue Intensiv-Messstelle in Trochtelfingen

Im Jahr 2002 wurde in Abstimmung mit der LfU auf der Schwäbischen Alb ein Standort als fünfte Intensiv-Messstelle in Baden-Württemberg eingerichtet (Gemarkung Trochtelfingen, ca. 30 km südlich von Reutlingen) (Abbildung 5.7-4). Die Intensiv-Messstelle Trochtelfingen wurde ausgewählt, um den Stofftransfer Boden-Pflanze an einem empfindlichen, mit Abfällen behandelten Boden über langjährige Messreihen zu beobachten. Die Messstelle besteht aus einer 1.000 m<sup>2</sup> großen Bodenbeprobungsfläche, fünf Niederschlagssammlern, 24 Sickerwassersonden und 28 Wasserhaushaltssensoren. Dünger, Siedlungsabfälle und Pflanzen werden turnusmäßig untersucht. Die Daten der Luftmessstelle Erpzingen ermöglichen die Gesamtauswertung.

#### 5.7.4 Einrichtung eines Onlinejournals

Im Jahr 2002 wurde damit begonnen, ausgewählte Berichte in Form einer elektronischen Loseblattsammlung zu erstellen. Diese Loseblattsammlung wird seit Februar 2003 gemeinsam mit dem wissenschaftsnahen „Verein zur Vorbereitung der Europäischen Gesellschaft für Umweltbeobachtung“ (EU-EMS is n e.V., Ettlingen) unter dem Namen „Onlinejournal Umweltbeobachtung“ (ISSN 1611-1451) herausgegeben. Durch diese Kooperation („Private-Pu-

blic-Partnership“) sollen die Beiträge der UMEG auf eine breitere, offene Plattform gestellt und ein Beitrag für die Umsetzung der vom Sachverständigenrat für Umweltfragen in seinem Sondergutachten 2002 festgehaltenen Forderung „... um die Harmonisierung der heterogenen Datenerhebungen von Bund, Länder und Institutionen, um die verbesserte und erweiterte Datenauswertung und um die Zusammenführung und Nutzbarmachung von Daten für die Umweltberichterstattung ...“ geleistet werden [Rosenkranz & Knetsch, 2003].

Die im Abschnitt 5 dargestellten Beiträge lassen sich im Internet unter den URL-Adressen in Tabelle 5.7-1 herunterladen.



**Abbildung 5.7-4**

Intensiv-Messstelle Trochtelfingen (April 2003)

**Tabelle 5.7-1**

Ausgewählte Beiträge der UMEG im Onlinejournal Umweltbeobachtung, die bis April 2003 eingestellt wurden

Rubrik	Titel	URL: <a href="http://www.umeg.de">www.umeg.de</a> oder direkt <a href="http://www.umweltbeobachtung.de/journal/...">www.umweltbeobachtung.de/journal/...</a>
U1	Grundlagen	.../#U1
	- Umweltbeobachtung: Ziel-Bestimmungsgrenzen	.../U121-B01-de.pdf
	- Atmosphärische Deposition. Vergleichswerte	.../U1361-B01-de.pdf
U2	Methoden	.../#U2
	- Raumgliederung. Objektschlüssel	.../U214-B01-de.pdf
	- Sickerwasserprobenahme bei Altlasten	.../U2421-B01-de.pdf
	- Bodenverbrauchsmonitoring. Anwendung digitaler Flächendaten. Fallbeispiele aus Karlsruhe und Kinshasa	.../U1133-PLU031-de.pdf
U3	Beobachtungsräume	.../#U3
	- Intensiv-Messstelle Trochtelfingen: Start	.../U31-MDBW1105-de.pdf
U4	Zustandsgrößen Atmosphäre	.../#U4
	- Niederschlagsbeschaffenheit 2002. Intensiv-Messstellen	.../U422-MDBW11-J02-de.pdf
U5	Zustandsgrößen Biosphäre	.../#U5
	- Graskulturexposition Baden-Württemberg. Trendanalyse 1998 bis 2002	.../U5211-MDBW510-J0298-de.pdf
	- Waldstreu. Stoffgehalte. Intensiv-Messstellen Baden-Württemberg	.../U5232-MDBW11-de.pdf
U6	Zustandsgrößen Hydrosphäre	.../#U6
	- Bodenwassergehalt & Wasserspannung 2002	.../U611-MDBW11-J02-de.pdf
	- Sickerraten 2002	.../U612-MDBW11-J02-de.pdf
	- Sickerwasserbeschaffenheit 2002	.../U621-MDBW11-J02-de.pdf
U7	Zustandsgrößen Pedosphäre	.../#U7
	- Autobahntrassekt. Intensiv-Messstelle Forst. Stoffgehalte	.../U722-MDBW1101-de.pdf
U8	Frachten und Technosphäre	.../#U8
	- PAK-Deposition 2002	.../U811-MDBW11-J02-de.pdf
	- Emissionen des Verkehrs. Autobahn A5. Intensiv-Messstelle Forst	.../U813-MDBW1101-de.pdf
	- Luftschadstoffemissionen Baden-Württemberg 1998	.../U82-GDBW01-de.pdf
U9	Bilanzen	.../#U9
	- Intensiv-Messstelle Forst. Rückrechnung der durchschnittlichen Jahresbilanzen 1975 bis 2001	.../U951-MDBW1101-de.pdf

## 6 GERÄTE- UND PRODUKTSICHERHEIT

Die Arbeit des Prüflabors zur Durchführung von sicherheitstechnischen Prüfungen an Geräten und Produkten ist aus der „Kette“ der Marktaufsicht in Baden-Württemberg nicht mehr wegzudenken.

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die in 2002 durchgeführten Prüfungen, zeigt anhand von ausgesuchten Beispielen, wie vielfältig die Sicherheitsfragen zu Produkten sein können und stellt außerdem mit einigen Beispielen die Tätigkeit dar, die bei der fachlichen Unterstützung der Marktaufsichtsbehörden notwendig waren.

Wie in den beiden vergangenen Jahren war die UMEG im Rahmen der Geräte- und Produktsicherheit auch beim Aufbau und beim Betrieb des Europäischen Datenbanksystems - kurz ICSMS - beteiligt. Dieses System schafft die Grundlage für eine effektive und effiziente Zusammenarbeit der Marktüberwachungsbehörden in Europa. Die UMEG stellte dieses System in Berlin bei der Messe „Arbeitsschutz aktuell“ erstmalig einem breiten internationalen Publikum vor.

### 6.1 Prüfungen im UMEG-Labor

#### 6.1.1 Allgemeines

Im vergangenen Berichtsjahr 2002 wurden in unserem Prüflabor insgesamt 136 Produkte einer sicherheitstechnischen Prüfung unterzogen (2001 waren es insgesamt 119 Prüfungen). Die Prüfungen wurden in der Mehrzahl durch die neun Staatlichen Gewerbeaufsichtsämter in Baden-Württemberg in Auftrag gegeben, aber auch durch Marktüberwachungsbehörden außerhalb Baden-Württembergs. Die Anzahl der geprüften Produkte steht nicht unmittelbar im Bezug zum Prüfaufwand im Labor. Mancher „Problemfall“, der die Marktaufsichtsbehörden beschäftigt, nimmt weitaus mehr Zeit zur Bearbeitung in Anspruch als z. B. die Prüfung von 20 mehr oder weniger baugleichen Baumustern. Im Jahre 2002 wurden verhältnismäßig viele solcher „Problemfälle“ der baden-württembergischen Gewerbeaufsicht bearbeitet (siehe hierzu auch Kapitel 6.2).

In Deutschland wird in den letzten Jahren versucht, in den einzelnen Bundesländern Schwerpunkte innerhalb der Marktüberwachung zu bilden. Damit sollen Doppel- oder gar Mehrfachprüfungen innerhalb Deutschlands vermieden werden. So wird erreicht, dass keine wichtigen Problemfälle liegenbleiben, im Vertrauen darauf, dass dies der Kollege im anderen Bundesland bearbeitet.

Das Ministerium für Umwelt und Verkehr hat in Absprache mit den neun Staatlichen Gewerbeaufsichtsämtern wie schon in den vergangenen Jahren im Jahr 2002 ein Rahmenprogramm erstellt, innerhalb dessen bestimmte Produktsegmente durch die Marktüberwachungsbehörden gezielt geprüft werden. Dies hatte zur Folge, dass einige dieser Produkte im Prüflabor der UMEG einer umfangreichen, vertieften sicher-

heitstechnischen Prüfung unterzogen wurden. Zu diesen geplanten Aktionen wurden vermehrt weitere „Problemfälle“ an die Gewerbeaufsichtsämter herangetragen, mit der Fragestellung nach der Sicherheit des jeweils im Handel befindlichen Produktes. Diese aktuellen Fälle sind meist sehr dringlich, weil aufgrund eines Unfalles oder eines „Fast-Unfalles“ sehr schnell entschieden werden muss, ob das Produkt sicher im Sinne des Produkt- bzw. des Gerätesicherheitsgesetzes ist. Bei unsicheren Produkten muss die Marktaufsichtsbehörde sehr schnell entscheiden, was mit der Ware zu geschehen hat. In den meisten Fällen erfordert dies eine Prüfung im Prüflabor, bei der u. a. geklärt werden muss, wodurch der Unfall bzw. der Fehler hervorgerufen wurde. Diese Prüfungen sind im Gegensatz zu den geplanten Marktüberwachungsaktionen zwar weniger umfangreich, erfordern jedoch u. U. einen größeren Zeitaufwand für die gesamte Bearbeitung (siehe hierzu auch Kapitel 6.2).

Der Umfang der im Prüflabor durchzuführenden sicherheitstechnischen Prüfungen wird in jedem Fall vorher mit dem jeweiligen Auftraggeber abgesprochen und in einem Prüfplan festgelegt. Die Ergebnisse der Prüfungen werden in Prüfberichten aufgearbeitet und dem Auftraggeber zur Verfügung gestellt. In nicht wenigen Fällen müssen die im Prüfbericht festgehaltenen Ergebnisse, z. B. gegenüber dem Hersteller oder gegenüber anderen Prüfstellen, durch weitere erklärende Stellungnahmen erläutert werden.

### 6.1.2 Ergebnisse bisher durchgeführter Prüfungen

In der Tabelle 6.1-1 sind die Produkte aufgelistet, die im Berichtsjahr 2002 durch das UMEG-Prüflabor geprüft wurden. Die Tabelle enthält außerdem Angaben über die Anzahl der einzelnen Prüflinge sowie über den Zeitraum, in denen die Prüfungen in unserem Labor durchgeführt wurden. Die Angabe „Teilprüfung“ und „vertiefende Prüfung“ zeigt, ob es sich dabei um eine sicherheitstechnische Prüfung mit nur wenigen Prüfschritten handelt oder ob eine umfangreiche, vertiefte sicherheitstechnische Prüfung mit mehreren Einzelschritten durchgeführt wurde. Die letzten fünf Spalten der Tabelle enthalten Aussagen darüber, um

welche Art des Mangels es sich handelt bzw. wie viele Mängel gefunden wurden.

Zur Einschätzung der sicherheitstechnischen Relevanz unterscheiden wir die Prüfergebnisse in insgesamt vier Klassen:

- Klasse 0: kein Mangel vorhanden
- Klasse 1: Mangel geringer sicherheitstechnischer Relevanz
- Klasse 2: Mangel sicherheitstechnisch unter bestimmten Voraussetzungen relevant
- Klasse 3: Mangel sicherheitstechnisch relevant

Die Tabelle zeigt, dass Produkte der unterschiedlichsten Produktsegmente geprüft wurden. Geräte, die in den Bereich der Maschinenrichtlinie (Kapp- und Gehrungssägen, Magnetbohrständer, Kombi-Kapp-Tischkreissäge, Gartenhäcksler) oder der Niederspannungsrichtlinie (Tauchpumpen, Aktenvernichter, Lichterkette, Mehrfachsteckdosen, Toaster) fallen aber auch Dekofiguren, die mit einem Teelicht versehen als Leuchte in Wohnräumen aufgestellt werden und den Anforderungen der Produktsicherheitsrichtlinie unterliegen.

In Abbildung 6.1-1 ist grafisch dargestellt, wie viel Prozent der geprüften Produkte in 2002 ohne Mängel bzw. mit Mängel behaftet waren. Die Darstellung zeigt, dass 85 % der geprüften Produkte mindestens einen Mangel hatten.

In Abbildung 6.1-2 ist ergänzend dargestellt, wie sich diese Mängel (Klasse 1, 2 und 3) prozentual verteilen. Das Ergebnis zeigt, dass etwa ein Drittel (35 %) der gefundenen Mängel in der Klasse 1 liegt, knapp mehr als die Hälfte (51 %) aller Mängel der Klasse 2, also sicherheitstechnisch unter bestimmten Voraussetzungen relevant, und 14 % aller Mängel Mängel der Klasse 3 zuzuordnen sind (sicherheitstechnisch relevant).

Wertet man diese Ergebnisse weiter aus (siehe Abbildung 6.1-3), so ist zu erkennen, dass sehr viele Produkte zwar lediglich mit nur einem Mangel behaftet waren, doch wurden auch Produkte geprüft, bei denen mehrere Mängel gleichzeitig festgestellt wurden. So

**Tabelle 6.1-1**

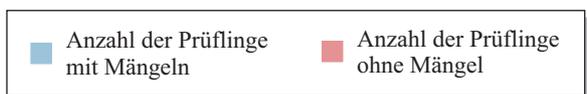
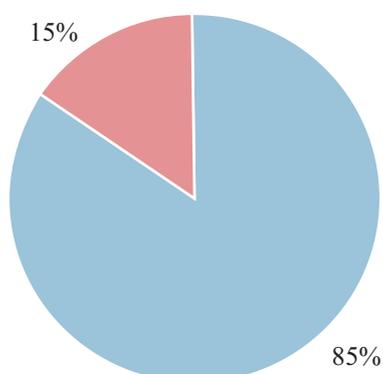
Im Prüflabor durchgeführte Prüfungen im Jahre 2002

Prüfung	Zeitraum	BW	BGA	Stellungnahme o. ä. (ohne Bewertung)	Teilprüfung	vertiefende Prüfung	Anzahl Prüflinge	Anzahl Mängel			Summe der Mängel
								Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	
Ventilator	01/02	ja	ja		ja		1	1	0	0	0
Heizkissen	01/02	ja	ja		ja		1	0	0	1	1
Risikobeurteilung	03/02			ja							
Heizlüfter	07/02	ja	ja		ja		11	0	11	9	3
Wasserfallbild	03/02	ja	ja		ja		1	0	3	2	0
Kleinbackofen	04/02	ja	ja		ja		1	0	3	4	7
Teichpumpen	08/02	ja	ja		ja		6	0	15	11	1
Häcksler Einzelprüfung	03/02	ja	ja		ja		1	0	0	2	0
Häcksler	05/02	ja	ja		ja		8	0	11	29	0
Mehrfachsteckdosen / Steckadapter	05/02	ja	ja		ja		37	15	22	5	11
Cleaner	07/02	ja	ja		ja		2	0	2	1	0
Tauchpumpen	08/02	ja	ja		ja		2	0	8	4	0
Aktenvernichter	05/02	ja	ja		ja		2	0	6	2	0
Mehrfachsteckdosen	07/02	ja	ja		ja		5	2	2	8	2
Lichterkette	07/02	ja	ja		ja		1	0	2	2	1
Mehrfachsteckdosen	07/02	ja	ja		ja		2	0	0	2	2
Häcksler (Nachbearbeitung)	12/02	ja	ja	ja							
Mehrfachsteckdosen (GS TÜV-PS)	06/02	ja	ja	ja							
Nachbearbeitung Wasserfallbild	06/02	ja	ja	ja							
Mehrfachsteckdosen (Problembehandlung)	08/02	ja	ja	ja							

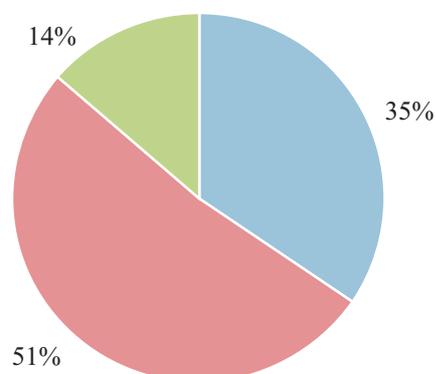
**Tabelle 6.1-1**

Im Prüflabor durchgeführte Prüfungen im Jahre 2002

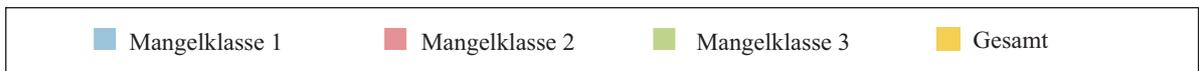
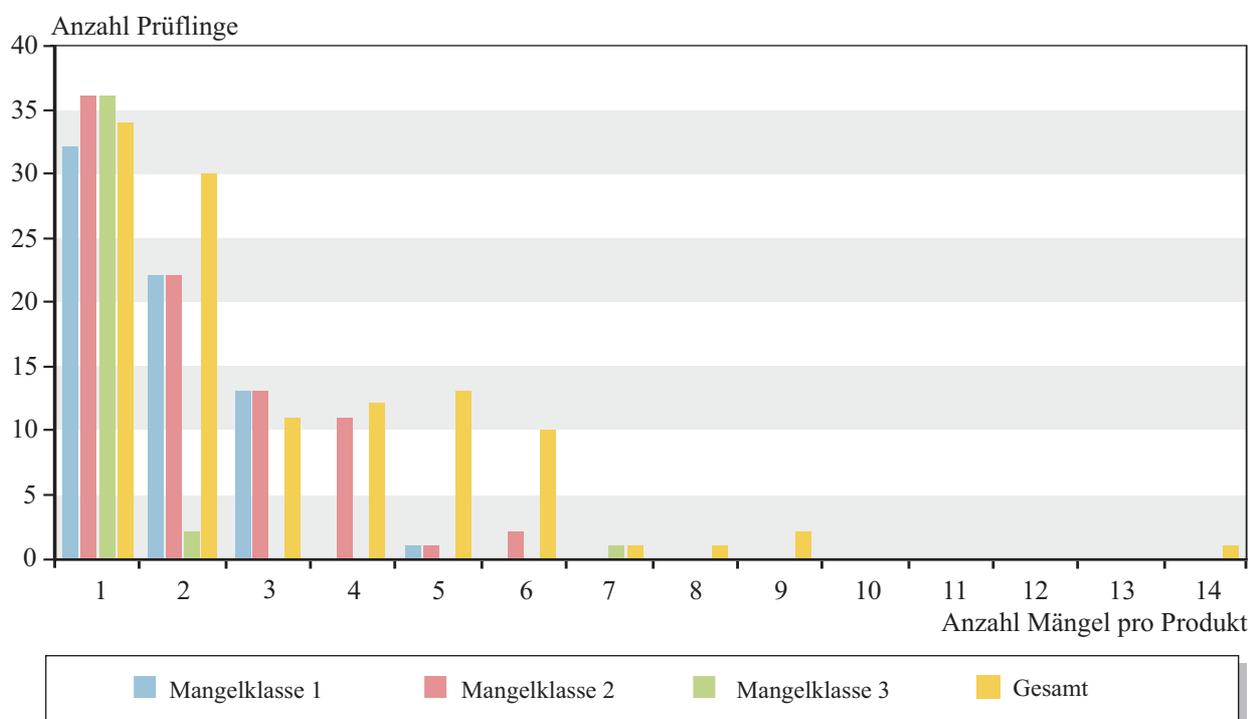
Prüfung	Zeitraum	BW	BGA	Stellungnahme o. ä. (ohne Bewertung)	Teilprüfung	vertiefende Prüfung	Anzahl Prüf-linge	Anzahl Mängel Klasse 0	Anzahl Mängel Klasse 1	Anzahl Mängel Klasse 2	Anzahl Mängel Klasse 3	Summe der Mängel
Leitungsroller	08/02	ja		ja	ja		2	0	5	4	1	10
Haushaltswärmegeräte		ja				ja	9	0	8	22	1	31
Tischsteckdose	07/02	ja		ja								
Häcksler Modifikation	07/02		ja		ja		1	0	0	1	0	1
Magnetbohrständer	11/02	ja		ja	ja		1	0	0	1	0	1
Kapp- und Gehrungs-sägen	11/02	ja			ja	ja	7	0	14	25	1	40
Toaster		ja				ja	8	0	1	15	1	17
Sandwich Toaster	09/02	ja				ja	1	0	1	4	1	6
Häcksler	09/02	ja			ja		1	0	0	5	0	5
Mehrfachsteckdose	10/02	ja			ja		1	0	1	4	1	6
Zeitschaltuhren	12/02	ja			ja		2	0	0	0	2	2
Lichtschlauch	12/02			ja								
Steckdosenadapter	12/02		ja		ja		10	0	0	3	11	14
Teelichter	11/02	ja		ja								
Leuchte mit Stecker	12/02	ja			ja		1	0	2	1	0	3
Dekofiguren	12/02	ja			ja		10	3	0	9	0	9
Kombi Kapptisch-kreissäge	12/02					ja	1	0	3	4	1	8
Zwischenstecker (Problembehandlung beim EK1)	12/02	ja		ja								
<b>Summe</b>		<b>28</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>136</b>	<b>21</b>	<b>120</b>	<b>180</b>	<b>47</b>	<b>347</b>



**Abbildung 6.1-1**  
Prüfungen im Jahr 2002



**Abbildung 6.1-2**  
Prozentuale Aufteilung der Mängel im Jahr 2002



**Abbildung 6.1-3**  
Anzahl der Prüflinge in 2002 mit X Mängeln der jeweiligen Klasse 1, 2 oder 3

wurden z. B. 30 Produkte bei den Prüfungen gefunden, die gleichzeitig zwei Mängel aufwiesen. Zehn Produkte wurden geprüft mit insgesamt sechs Mängeln und ein Produkt wies sogar 14 Mängel auf.

Die in den Abbildungen 6.1-4 bis 6.1-6 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass es sinnvoll ist, die auf dem Markt befindlichen Produkte „unter die Lupe zu nehmen“. Nachfolgend wird anhand von Beispielen gezeigt, welche Mängel an einzelnen Produkten gefunden werden und wie sich diese Mängel auf die Sicherheit der Produkte auswirken.

### 6.1.3 Prüfung von Toastern

Ein Schwerpunkt der letztjährigen Marktkontrollen in Baden-Württemberg war die sicherheitstechnische Überprüfung von Wärmegegeräten, u. a. von Toastern. In der DIN EN 60335-1 (Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 1) sowie in der DIN EN 60335-2-9 (Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 2: Besondere Anforderungen für Grillgeräte, Brotröster und ähnliche ortsveränderliche Kochgeräte) werden die technischen Anforderungen an Toaster definiert. Die Normen legen dabei den technischen Standard fest, auf dessen Basis die Her-

steller solcher Geräte fertigen. Außerdem prüfen die zugelassenen Prüfstellen auf Basis der in den Normen festgelegten Standards die Sicherheit der Toaster. Ohne an dieser Stelle auf die einzelnen Prüfergebnisse eingehen zu wollen, soll hier jedoch auf ein nicht unerhebliches sicherheitstechnisches Problem bei den Toastern hingewiesen werden.

Toaster sind in ihrem äußeren Erscheinungsbild jedem bekannt. Mehr oder weniger basieren die meisten auf dem Markt befindlichen Geräte auf der gleichen Funktionsweise. Toastscheiben werden in dafür vorgesehene Schlitze eingelegt, mit einem meist seitlich angebrachten Hebel werden die Toastscheiben nach unten gedrückt, wodurch gleichzeitig eine Heizung in Gang gesetzt wird. Nach einer vorbestimmten Zeit wird der Toast durch Federkraft nach oben geschoben. Dabei kann es zu unterschiedlichen Problemen für den Anwender kommen. Abgesehen davon, dass das Toastbrot zu dunkel werden kann, kann dieses im Toaster einklemmen und in der Folge dazu führen, dass der Toaster anfängt zu brennen bzw. total zerstört wird, wie beispielhaft die Abbildungen 6.1-4 und 6.1-5 zeigen.

Kommt es zu solch einer kritischen Situation am Frühstückstisch, versucht der Anwender das eingeklemmte Brot aus dem Toaster zu entfernen. Nicht



**Abbildung 6.1-4**  
Toaster, bei dem das eingeklemmte Brot zum Brand führt



**Abbildung 6.1-5**  
Toaster, in Folge des Brandes zerstört

selten wird der nächstbeste Gegenstand ergriffen, der den Anschein erweckt, dass das Brot damit herausgeholt werden könnte, sei es Messer, Gabel oder gar eine Stricknadel. Der Anwender vergisst in diesem Moment (als Laie auch schwer einschätzbar), dass die glühenden Heizwendel unter Spannung (230 Volt) stehen und geht dabei unausweichlich ein extrem hohes Risiko ein, einen elektrischen Schlag zu erleiden. In den Abbildungen 6.1-6 und 6.1-7 sind herkömmliche Toaster dargestellt, bei denen mit einem Prüffinger (dem menschlichen Finger nachgebildet) gezeigt wird, wie die Heizwendel berührt werden können. Dabei sind auch Kinder mit ihrem Spieltrieb besonders gefährdet, da sie z. B. am Frühstückstisch in direkter Reichweite problemlos mit einem Gegenstand in den Toaster greifen können.

Allein im letzten Jahr wurden uns zwei aktuelle Fälle bekannt, bei denen es zu einem elektrischen Schlag kam, als der Anwender mit einem Gegenstand in den Toaster stieß.

Zwischenzeitlich gibt es Hersteller, welche diese herkömmlichen offenliegenden Heizwendel durch sogenannte Röhrenheizkörper ersetzen. Bei diesen Röhrenheizkörpern kommt es bei Berührung nicht zum



**Abbildung 6.1-6**  
Toaster, bei dem die Berührung der Heizwendel problemlos möglich ist

elektrischen Schlag.

Die aktuell gültigen Normen gehen auf diese Gefahrenquelle nicht ein. Es werden noch nicht einmal Warnhinweise auf den Toastern gefordert, die auf diese Gefahr aufmerksam machen.

**Folgerung:**

- Wie die von uns durchgeführten Prüfungen zeigen, kann es bei Toastern zu Situationen kommen, bei denen das Brot einklemmt und Feuer fängt.
- Der Anwender versucht unweigerlich mit einem Gegenstand (Messer, Gabel o. ä.) das Brot zu entfernen.
- An den unter Spannung stehenden Heizwendeln besteht die große Gefahr, dass der Anwender einen elektrischen Schlag erleidet, wenn er vor dem Eingriff nicht den Netzstecker zieht.
- Kinder sind besonders gefährdet.

Auf Grundlage dieser Prüfergebnisse muss sowohl bei den Normengremien und Herstellern als auch bei den zugelassenen Prüfstellen auf die Problematik hingewiesen werden. Mittelfristig muss diese Gefahrenquelle beseitigt werden.



**Abbildung 6.1-7**  
Toaster, bei dem die Berührung der Heizwendel problemlos möglich ist

## 6.1.4 Zulässigkeit von Zwischensteckern mit starrer Verbindung zwischen Stecker und Steckdose

Das Prüflabor der UMEG wurde nicht nur im vergangenen Jahr durch verschiedene Marktaufsichtsbehörden mit der sicherheitstechnischen Prüfung von Steckadaptern und Zwischensteckern (Zeitschaltuhren, Blitzschutzstecker usw.), bei denen Stecker und Steckdose starr miteinander verbunden sind, beauftragt. Beispiele solcher Steckadaptern werden in den Abbildungen 6.1-8 und 6.1-9 gezeigt.

Der Sinn dieser Adapter liegt darin, die vorhandene Steckdose so zu erweitern, dass dort mehrere Verbraucher gleichzeitig betrieben werden können. Das Problem dabei ist, wenn mehrere Verbraucher (Stecker) in den Adapter eingesteckt werden, kann ein sehr großes Drehmoment auf die Steckdose entstehen. Wie dies in vielen Fällen aussieht, zeigt beispielhaft die Abbildung 6.1-10. Letztendlich kann diese Überbelastung der Steckdose dazu führen, dass sie aus der Wand gelöst wird und dadurch die spannungsführenden Kabel freigelegt werden. Das kann u. a. ein erhebliches Problem z. B. für spielende Kinder (Todesgefahr) darstellen.

Vergleichbar verhält es sich z. B. mit Zeitschaltuhren und ähnlichen Zwischensteckern, die in die Steckdose eingesteckt werden um weitere Verbraucher aufzunehmen. Auch hier sind Zeitschaltuhren auf dem Markt, die zwei Steckplätze im Ausgang haben (siehe Abbildung 6.1-11), oder sie haben eine solch große Auf-

bauhöhe, dass sie mit eingestecktem Netzteil ebenfalls ein übermäßiges Drehmoment auf die Steckdose auswirken (siehe Abbildung 6.1-12).

Das Sicherheitsrisiko bei Steckadaptern müsste zwischenzeitlich minimiert sein, weil Steckadaptern, so wie sie z. B. in den Abbildungen 6.1-11 und 6.1-12 gezeigt wurden, nicht mehr gefertigt bzw. in den Handel gebracht werden dürfen. Es sind nur noch Steckadaptern zugelassen, die auf der Ausgangsseite lediglich zwei Steckplätze für Euro-Flachstecker (Rasierapparat etc.) besitzen. Trotzdem finden sich in ganz Deutschland noch Steckadaptern alter Bauausführung! Für Zwischenstecker wie Zeitschaltuhren oder Blitzschutzauslöser ist die Rechts- bzw. Normenlage nicht so eindeutig.

Gemäß Anhang I der Niederspannungsrichtlinie (EG-Richtlinie 73/23/EWG) gilt allgemein:

„Die elektrischen Betriebsmittel sind so konzipiert und beschaffen, dass bei bestimmungsmäßiger Verwendung und ordnungsmäßiger Unterhaltung der Schutz vor [...] Gefahren, die durch äußere Einwirkungen auf elektrische Betriebsmittel entstehen können [...] den vorgesehenen mechanischen Beanspruchungen so weit standhalten, dass Menschen, Nutztiere oder Sachen nicht gefährdet werden [...].“

„Zwischenstecker mit Zeitschaltuhr“ bzw. „Zwischenstecker mit Blitzschutzauslöser“ fallen in den Anwen-



**Abbildung 6.1-8**  
Beispiel eines Steckadapters (Schuko)



**Abbildung 6.1-9**  
Beispiel eines Steckadapters (Euro)



**Abbildung 6.1-10**  
Adapter mit zwei Netzteilen



**Abbildung 6.1-12**  
Zeitschaltuhr mit eingestecktem Netzteil



**Abbildung 6.1-11**  
Zeitschaltuhr mit zwei Steckplätzen

dungsbereich der DIN VDE 0620-1, Ausgabe 2002-01 bzw. der Vorläufernorm VDE 0620, Ausgabe 1992-05. Definiert als Zeitsteuergerät oder Schaltuhr fallen sie in den Anwendungsbereich der DIN EN 60730-1 und DIN EN 60730-2-7, wobei auch dort der Hinweis auf die DIN VDE 0620-1 gegeben ist. Nach DIN VDE 0620-1, Ausgabe 2002-01 Kapitel 14.26 gilt:

„Steckvorrichtungen an Zwischensteckern müssen DIN 49440 und DIN 49441 entsprechen. Zwischenstecker müssen so gebaut und ihre inneren Verbindungen sowie die Anschlüsse der äußeren Leitungen so hergestellt sein, dass die Wirksamkeit der angewendeten Schutzmaßnahmen sichergestellt bleibt.

Es dürfen jeweils nur ein Stecker und eine Steckdose eine bauliche Einheit bilden.

An Zwischenstecker angeschlossene Leitungen müssen mindestens 1,40 m lang sein.

ANMERKUNG: Gemessen wird die Leitung zwischen den Eintrittsstellen in die Geräte ggf. zwischen den Eintrittsstellen in die Leitungseinführungen.

Zwischenstecker dürfen die Steckdosen mechanisch nicht übermäßig belasten.“

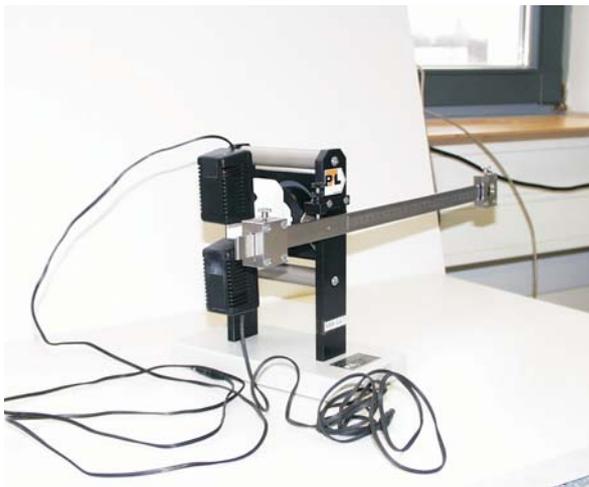
Zur Prüfung des Drehmomentes werden die Zwischenstecker in einer Drehmomentwaage fixiert. Es wird damit überprüft, ob das Drehmoment, das unter realen Bedingungen auf die Steckdose wirkt, größer als 0,25 Nm ist. Das ist das Drehmoment, das in verschiedenen Normen maximal zulässig ist. Ein Beispiel einer solchen Prüfung ist in der Abbildung 6.1-13 dargestellt.

#### Folgerung:

- Steckadapter mit mehr als zwei Euro-Flachsteckern müssen vom Markt genommen werden.
- Bei Zwischensteckern, wie z. B. Zeitschaltuhren, darf nur ein Stecker und eine Steckdose eine bauliche Einheit bilden.
- Die Steckdose im Haus darf durch Zwischenstecker inklusive dem eingesteckten Gerät mit Steckerstiften mit einem maximalen Drehmoment von 0,25 Nm belastet werden. Dies ist u. E. nur

mit einer Leitung zwischen Steckdosen und Steckerteil realisierbar. Zwischenstecker, bei denen die Steckdosen starr an die Stecker angebaut sind, führen dazu, dass das Gerät mit Steckerstiften mit einem längeren Hebelarm auf die Wandsteckdose wirkt, was eine unzulässige Vergrößerung des Drehmoments zur Folge hat.

- Die entsprechenden Normen müssen dringend ergänzt bzw. geändert werden.



**Abbildung 7.1-13**

Prüfung des Drehmomentes mit einer Drehmomentwaage

## 6.2 Unterstützung der Marktkontrolle, Zusammenarbeit zwischen den Geräteuntersuchungsstellen

Verschiedene Länderbehörden in Deutschland betreiben Prüfstellen mit der vorrangigen Aufgabe, den Vollzug der Marktaufsicht durch sicherheitstechnische Überprüfungen fachlich zu unterstützen. Bei den vielfältigen damit verbundenen Aktivitäten spielt der Umgang mit Normen eine wesentliche Rolle. Die notwendigerweise stetig zunehmende Zusammenarbeit mit verschiedenen Behörden und Institutionen, wie z. B. mit der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, der Kommission Arbeitsschutz und Normung, der Deutschen Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE oder der Zentralstelle der Länder für Sicherheitstechnik hat sich für beide Seiten als sehr hilfreich erwiesen.

Für den gemäß § 7 Absatz 3 Gerätesicherheitsgesetzes (GSG) aktiven Vollzug ist die Arbeit der Prüfstellen - wie die der UMEG - sehr wichtig. Dabei spielt der Austausch von Erfahrungen und die gegenseitige Absicherung der Ergebnisse zwischen den verschiedenen Prüfstellen eine große Rolle. So hat sich zwischen der Geräteuntersuchungsstelle des Landes Hessen, des Fachzentrums für Produkt- und Betriebssicherheit des Regierungspräsidiums Kassel (GUS Hessen) und der UMEG in den letzten drei Jahren eine sehr gute Zusammenarbeit entwickelt. Diese basiert zum einen auf der Willenserklärung beider zuständiger Länderministerien, die auf dem Gebiet der Marktaufsicht eine solche Zusammenarbeit wünschen. Zum anderen wurde dies nicht zuletzt auch dadurch forciert, dass sich beide Geräteuntersuchungsstellen vornehmlich mit „Problemfällen“, welche die Niederspannungsrichtlinie betreffen, befassen.

### 6.2.1 Unterstützung Marktaufsichtsbehörden

Alle von der UMEG oder auch von den anderen Länderprüfstellen ermittelten Ergebnisse von geprüften Produkten werden in einem Prüfbericht aufgearbeitet und dem jeweilig zuständigen Gewerbeaufsichtsamt (der Marktaufsichtsbehörde) übermittelt. Doppelprü-

fungen von Produkten sind zwischenzeitlich fast ausgeschlossen, weil die zuständigen Länderministerien einerseits und die Länderprüfstellen andererseits die Prüfungen miteinander absprechen. Nicht zuletzt sorgt auch das zwischenzeitlich sehr gut funktionierende Datenbanksystem ICSMS für Transparenz zwischen den Mitgliedsländern.

Trotz dieser Absprachen kommt es immer noch vor, dass Produkte der selben Kategorie in unterschiedlichen und vielfältigen Ausführungen von verschiedenen Herstellern und Händlern auf den Markt gebracht werden. Wird in einem Bundesland ein Produkt eines bestimmten Herstellers als sicherheitstechnisch gefährlich eingestuft und gegebenenfalls vom Markt genommen, kann in den anderen Bundesländern das selbe Produkt ebenfalls ohne zusätzliche Prüfung vom Markt genommen werden. Finden sich jedoch ähnliche, vergleichbare Produkte, die zwar einen vergleichbaren Mangel vermuten lassen, sich jedoch im Aussehen, in der Produktbezeichnung u. ä. unterscheiden, hat die zuständige Marktaufsichtsbehörde oft erhebliche Probleme von dem einen fehlerhaft geprüften Produkt im Analogieschluss auf andere Produkte zu schließen. Sehr oft muss dazu die fachliche Unterstützung der Geräteuntersuchungsstelle des Landes eingeschaltet werden. Dort kann z. T. mit wenigen Prüfschritten und/oder in Absprache mit der Geräteuntersuchungsstelle des Landes, welches das ursprünglich beanstandete Produkt als sicherheitsrelevant geprüft hat, eine Klärung herbeigeführt werden, inwieweit es sich bei dem fraglichen Produkt um den selben Fehler handelt.

Anhand der gewonnen Erkenntnisse und der bereits vorliegenden Erfahrungen können auch im Falle sicherheitstechnischer Mängel, die nicht auf den ersten Blick sichtbar sind, Untersagungsverfügungen ausgesprochen und Schutzklauselverfahren eingeleitet werden. (Der freie Warenverkehr wird im Zuständigkeitsgebiet der Behörde untersagt und im Falle von Produkten im Anwendungsbereich von Binnenmarkt-Richtlinien gegenüber der EU-Kommission vom (zunächst vorläufigen) Recht Gebrauch gemacht, den freien Warenverkehr zu behindern.).

Beispielsweise wurde von der GUS Hessen in Kassel

und der UMEG in Karlsruhe an Steckerleisten festgestellt, dass die Leiterquerschnitte und Kontaktpressdrücke an sehr vielen auf dem Markt befindlichen Produkten zu gering sind und Abspelssungen auftreten. Außerdem ergaben die Prüfungen bei etlichen Steckerleisten eine unzulässig hohe Erwärmung und zeigten, dass nicht selten eine ungenügende Materialqualität verwendet wird. Die Prüfergebnisse wurden jeweils veröffentlicht und auch den Marktaufsichtsbehörden der anderen Bundesländer übermittelt. Weitere Marktrecherchen der Aufsichtsbehörden ergaben, dass extrem viele solcher fehlerhafter Steckerleisten auf dem Markt waren. Es zeigte sich aber auch, dass Steckerleisten in Baumärkten vertrieben wurden, die zwar im Aussehen bis ins Detail den bereits geprüften und als unsicher eingestuften Produkten glichen, jedoch eine andere Typenbezeichnung aufwiesen oder mit einem anderen Herstellernamen ausgezeichnet waren. In diesen Fällen kann der jeweilige Aufsichtsbeamte nicht ohne weitere fachliche Unterstützung das gefundene Produkt aus den Regalen nehmen. In dem einen oder anderen Fall musste durch Nachprüfung bewiesen werden, dass hier der selbe bzw. vergleichbare Fehler vorliegt.

Es zeigte sich zudem, dass auf Grundlage der bestehenden Normen keine einheitliche Qualität bei den Steckerleisten gewährleistet werden kann.

Die verstärkte Marktkontrolle und die Ergebnisse der vielfältigen Prüfungen führten schließlich dazu, dass die Anwendung der DIN VDE 0620-1 (VDE 0620-1 (2002) „Stecker und Steckdosen für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 1: Allgemeine Anforderungen“) keine Konformitätsvermutung mehr auslöst und die Norm deshalb aus dem Verzeichnis der Niederspannungsverordnung gestrichen wurde.

### 6.2.2 Normungsarbeit

Prüfungen werden in der Regel anhand von Normen durchgeführt. Deren Qualität und das dort definierte Schutzniveau sind wesentliche Kriterien, um Produkte sinnvoll im Sinne des Arbeits- und Verbraucherschutzes zu untersuchen. Aus diesem Grunde arbeiten die Experten aus den Länderprüfstellen in einigen Normungsgremien mit oder versuchen durch Stel-

lungnahmen gegen Schwachstellen in den Normen vorzugehen. Dazu gehören beispielsweise die zu langen Auslaufzeiten der Sägeblätter von Gehrungskappsägen (prEN 61029-2-9 „Sicherheit transportabler motorbetriebener Elektrowerkzeuge - Teil 2: Besondere Anforderungen an Gehrungskappsägen“), die künftig auf 10 Sekunden begrenzt werden. Ein weiterer Fall betrifft heiße Oberflächen von ortsveränderlichen Elektrokleinwärmegeräten (DIN EN 60335-2-9 (2002) „Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 2-9: Besondere Anforderungen für Grillgeräte, Brotröster und ähnliche ortsveränderliche Kochgeräte“). Hier konnte erreicht werden, dass seitens der EU-Kommission bei CENELEC eine Querschnittsnorm, gelistet und damit Gültigkeit im Bereich der Maschinenrichtlinie, (könnte auch im Bereich der Niederspannungsrichtlinie gelistet werden) zur Problematik berührbarer heißer Oberflächen dringend angemahnt wurde.

Ein weiteres Beispiel sind Geräte zur Oberflächenreinigung, bei denen trotz Konformität zur EN 60335-2-54 (DIN EN 60335-2-54 (2000) „Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 2-54: Besondere Anforderungen für Geräte zur Oberflächenreinigung mit Flüssigkeiten oder Dampf“) u. a. die aus Sicht des Arbeits- und Verbraucherschutzes notwendige Entriegelung des Auslösers zum kontrollierten Austritt heißer Medien (Wasser / Dampf) nicht vorhanden ist oder Materialien verwendet werden, die auf Grund elektrochemischer Abläufe korrodieren und damit Gefährdungen hervorrufen können. Auch hier wurde erreicht, dass unsichere Produkte zurückgezogen werden. Die bestehende Norm wurde zwar nicht geändert, die zugelassenen Prüfstellen nehmen jedoch zukünftig eine einheitlichere Vorgehensweise bzw. Sicherheitseinschätzung der Geräte vor.

Viele solcher Beispiele ließen sich hier aufführen, anhand derer gezeigt werden könnte, dass auf der Grundlage der guten Zusammenarbeit der Geräteuntersuchungsstellen Hessen und Baden-Württemberg und durch die intensiven Bemühungen der Prüfstellen Erfolge zugunsten der Sicherheit von Produkten erzielt werden. Beispielhaft sind hier noch zu nennen:

- ortsveränderliche Tischkreissägen
- Kapp- und Gehrungssägen
- Aktenvernichter
- Gartenhäcksler
- Tischbacköfen
- Steckadapter
- Kettensägen

In allen Fällen konnte erwirkt werden, dass fehlerhafte Produkte vom Markt genommen wurden, dass die zugelassenen Prüfstellen in Deutschland die Prüfgrundlagen umstellten bzw. auf die geänderten Erfordernisse anpassten und dass in den entsprechenden Normen die vorgetragenen Einwände fachlich Eingang fanden.

In schwerwiegenden Fällen und wenn keine Möglichkeit mehr besteht, rechtzeitig in die Normungsverfahren einzugreifen, wird in Übereinstimmung mit den Arbeitsschutzkreisen über das BMWA (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit) ein formeller Einwand gegen eine Europäische Norm erhoben. Dies kann dazu führen, dass die EU-Kommission die durch die Anwendung einer harmonisierten Norm ausgelöste Vermutungswirkung teilweise oder vollständig aufhebt. Die Normungskomitees erhalten dadurch einen verstärkten Anreiz, die sicherheitstechnischen Defizite rasch auszuräumen. Selbst wenn Letzteres nicht oder nicht schnell genug erfolgt, kann nun eine ungenügende Normenanforderung nicht mehr als Vorwand für unsichere Produkte benutzt werden. Die Argumentation der Marktaufsicht wird dadurch fachlich und rechtlich erheblich einfacher.

Es ist für das korrekte Funktionieren des „Neuen Konzeptes“ (New Approach) unabdingbar, dass nicht nur Verstöße gegen die grundlegenden Anforderungen einer Binnenmarkt-Richtlinie oder die fehlerhafte Anwendung harmonisierter europäischer Normen zur Begründung von Schutzklauselverfahren herangezogen werden. Auch das Vorliegen einer als mangelhaft harmonisierten europäischen Norm erkannt und nachgewiesen - in Deutschland gemäß der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum GSG (§7) - ist den zustän-

digen nationalen und europäischen Stellen zu melden, damit die notwendigen Konsequenzen folgen können. Hierfür ist die Arbeit der Prüfstellen der Marktaufsicht unverzichtbar.

## 6.3 ICSMS, Internetunterstütztes Informations- und Kommunikationssystem

### 6.3.1 Prototyp und Schulungen

Mit dem Internetunterstützten Informations- und Kommunikationssystem (ICSMS) sollen Informationen über am Markt der Europäischen Union aufgefundene unsichere Produkte in eine für alle Mitgliedstaaten zugängliche Datenbank eingestellt werden. Die Idee dieses Vorhabens wird von der EU-Kommission gefördert und dient dem Verbraucherschutz aber auch einer effizienten Marktaufsicht der Staaten der EU. Im Jahr 2001 wurde zusammen mit dem Projektrat ein Feinkonzept für das Internetunterstützte Informations- und Kommunikationssystem entwickelt. Die Umsetzung in eine nutzungsfreundliche Software wurde im Jahr 2001 begonnen. Die Programmierung des ICSMS war dann zum Anfang des Jahres 2002 abgeschlossen. Die Implementierung der erforderlichen Hardware und deren Integration in die IT-Umgebung der UMEG wurde parallel dazu durchgeführt. Nach Abschluss dieser Arbeiten konnte die erste Version (Prototyp) einem kleinen Kreis von Erstnutzern zur Verfügung gestellt werden. Die UMEG war offiziell als „Running Team“ während der Startphase benannt.

Nach geringen Startschwierigkeiten konnten erste Erfahrungen im Umgang mit dem System gesammelt werden. Seine Alltagstauglichkeit wurde von Mitarbeitern der Marktaufsichtsbehörden unter Beweis gestellt. Im April wurden auch aus den Partnerstaaten Belgien und Schweden Vertreter der Marktaufsichtsbehörden in einer zweitägigen Schulung mit dem System vertraut gemacht.

Nach Abschluss dieser sogenannten Prototyping-Phase wurde mit der „flächendeckenden“ Schulung der Mitarbeiter der deutschen Marktaufsichtsbehörden begonnen. Die Schulungsmaßnahmen wurden von der UMEG durchgeführt. Insgesamt wurden mehr als 170 Behördenmitarbeiter in Deutschland im Laufe des Jahres 2002 geschult.

### 6.3.2 Offizieller Start des ICSMS auf dem Arbeitsschutzkongress in Berlin

Der offizielle Startzeitpunkt für die Inbetriebnahme des ICSMS war der 16. Oktober 2002. Das System wurde auf dem Kongress bei der Messe „Arbeitsschutz aktuell“ in Berlin erstmals dem breiten Fachpublikum aus Europa vorgestellt (Abbildung 6.3-1 und 6.3-2).

Der Kongress war thematisch sehr stark von der Absicht geprägt, die Zusammenarbeit der Marktaufsicht europaweit zu verbessern, was sich erstmals zeitnah mit dem ICSMS realisieren lässt.

Der Messestand (Abbildung 6.3-3) unter dem Motto „Sichere Produkte europaweit“ war eingebunden in ein Gesamtprojekt von vier Geräteuntersuchungsstellen (GUS) der Bundesländer Hamburg, Niedersachsen, Hessen und Baden-Württemberg. Durch die ge-



**Abbildung 6.3-1**  
ICSMS



**Abbildung 6.3-2**  
Arbeitsschutzkongress in Berlin

meinsame Präsentation wurde das ICSMS als verbindendes Element zwischen GUS und Marktaufsichtsbehörden dargestellt.

Die Marktaufsichtsbehörden stellen Informationen zu am Markt aufgefundenen unsicheren Produkten in die Datenbank ein. Die Geräteuntersuchungsstellen führen auf der Grundlage eines Anfangsverdachts Prüfungen durch, die die Nichtkonformität mit den zugrunde liegenden Richtlinien bestätigen sollen. Es

konnte anhand der auf dem Stand ausgestellten Exponate und der in der Datenbank befindlichen (zugehörigen) Produktinformationen die Zielrichtung des ICSMS nachhaltig demonstriert werden, wie wichtig eine schnelle und europaweite Informationsweitergabe für ein effizientes Handeln der Marktaufsichtsbehörden ist.

Die Resonanz des Fachpublikums war durchweg positiv, was den Projektpartnern bestätigte, dass der Entschluss, ein grenzüberschreitendes Informations- und Kommunikationssystem aufzubauen, richtig war.

### 6.3.3 Werbung und Präsentation

Vorrangiges Ziel des ICSMS war und ist die flächendeckende Verbreitung des Systems in Europa. Die dazu erforderliche Werbung und Präsentation wurde von allen Projektpartnern auf unterschiedlichen Ebenen durchgeführt. Die UMEG hat sowohl in Zusammenarbeit mit dem Projektrat wie auch selbständig das ICSMS in verschiedenen europäischen Ländern und bei diversen europäischen Gremien vorgestellt.



**Abbildung 6.3-3**  
Messestand auf dem Arbeitsschutzkongress in Berlin

Zum Jahresende waren neben den ursprünglichen Projektpartnern Belgien, Schweden und Deutschland auch die Länder Luxemburg und Österreich als neue Partner beteiligt. Das System ist aufgrund der Werbetätigkeit seither in Finnland, Estland, den Niederlanden und in der Schweiz in der Erprobung.

Neben diesen Staaten ist auch eine Arbeitsgruppe der EU, die „Networking Group“, die sich mit der Allgemeinen Produktsicherheitsrichtlinie (GPSD) befasst, an der Nutzung des ICSMS als Kommunikationsplattform für die Mitarbeiter der Gruppe interessiert. Eine erste Umsetzung für die aktive Nutzung des Systems konnte bis zum Jahresende realisiert werden.

#### **6.3.4 Stand zum Jahresende 2002**

Die Aktivitäten der UMEG als „Running Team“ des ICSMS bildeten die Hauptgrundlage der Präsentation und Verbreitung des ICSMS in den Ländern der EU und der Kandidatenstaaten.

Die Durchführung der Schulungen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse haben wesentlich zur Entwicklung des Systems beigetragen und die Akzeptanz bei den Marktaufsichtsbehörden weiter erhöht. Zum Jahresende 2002 waren insgesamt 220 Behörden europaweit mit mehr als 570 Nutzern am ICSMS angeschlossen. Insgesamt waren im ICSMS mehr als 2000 Produktinformationen eingestellt.

## 7 WEITERES AUS UNSEREN TÄTIGKEITEN

### 7.1 „Bioaerosole in der Immission“ - Immissionsmessungen von Schimmelpilzen in Baden-Württemberg

Bioaerosole sind luftgetragene Teilchen biologischer Herkunft. Sie enthalten u. a. Pilz- und Bakteriensporen, Mycelbruchstücke von Schimmelpilzen, Hefen sowie Abbau- und Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen (MVOC = Microbial Volatile Organic Compounds, Mycotoxine, Endotoxine). Schimmelpilze sind an eine Ausbreitung über den Luftweg durch Bildung von Sporen, die nicht nur der Vermehrung sondern auch der Überdauerung dienen, in besonderem Maße angepasst. Sie kommen ubiquitär in der Natur vor und erfüllen eine wichtige Aufgabe im Stoffkreislauf beim Abbau organischen Materials. Bestandteile und Inhaltsstoffe von Schimmelpilzen und ihren Sporen können neben Geruchsbelastungen auch gesundheitliche Beeinträchtigungen hervorrufen, wobei das allergisierende und infektiöse Potenzial von zahlreichen Schimmelpilzen besonders bedeutsam ist. In einer aktuellen Studie konnte eine Korrelation von erhöhten Bioaerosolkonzentrationen in der Außenluft mit irritativen Atemwegsbeschwerden bei exponierten Personen nachgewiesen werden [Herr et al., 2003].

Da es sich bei Bioaerosolen um lebendes Material oder Bestandteile davon handelt, die natürlicherweise in der Luft vorkommen, ist die Variation der Art und Höhe des Vorkommens in der Luft groß und damit die Feststellung einer „Luftbelastung“ oder gar einer gesundheitlichen Bewertung komplex. Eine wesentliche Voraussetzung, um überhaupt gegenüber dem normalen Hintergrund erhöhte Werte feststellen zu können, sind nachvollziehbare und genormte Probenahmen und Messverfahren.

Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen emittieren Schimmelpilze. In der 30. BImSchV (vom 20. Februar 2001) wurden bisher keine diesbezüglichen Emissionsbegrenzungen festgelegt, da sich die Verfahren für eine vergleichbare Ermittlung der Schimmelpilzkonzentrationen in der Luft noch in der Entwicklung befanden.

Die UMEG sieht sich jedoch als bekanntgegebene Messstelle nach § 26 BImSchG in der Pflicht, sich um Messverfahren und die Messbefähigung zu kümmern.

In jüngster Zeit werden deswegen für die Erfassung von Schimmelpilzen in der Außenluft Richtlinien zur Probenahme und Messung durch Kultivierung der lebensfähigen Sporen erarbeitet (zum aktuellen Zeitpunkt liegen diese VDI-Normenentwürfe bereits vor: VDI 4252 Blatt E „Aktive Probenahme von Bioaerosolen - Abscheidung von luftgetragenen Schimmelpilzen auf Gelatine/Polycarbonat-Filtern“ und VDI 4253 Blatt 2 E „Verfahren zum kulturellen Nachweis von Schimmelpilz-Konzentrationen in der Luft - Indirektes Verfahren nach Probenahme auf Gelatine/Polycarbonat-Filtern“). An der Validierung dieser Richtlinien hat sich die UMEG beteiligt.

#### **Durchführung der Messungen und Ergebnisse**

Für Immissionsmessungen von Schimmelpilzen sind - anders als am Arbeitsplatz - lange Probenahmezeiten sinnvoll, um nicht nur Momentaufnahmen darzustellen. Der VDI-Richtlinienentwurf sieht daher eine Probenahmedauer von 24 Stunden vor. Dafür war es notwendig geeignete Filtermaterialien zu finden, die über diese Zeit den Witterungsbedingungen standhalten. Getestet wurden Gelatine-, Polycarbonat- und Teflonfilter. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7.1-1 dargestellt.

**Tabelle 7.1-1**

Einfluss unterschiedlicher Probenahme-Filter auf die extrahierbaren und kultivierbaren Schimmelpilzkolonien

Datum	Filter	Probenahmeort	KBE <sub>ges</sub> /m <sup>3</sup>
4.10.02	G	Stuttgart/Wohngebiet/Terrasse	489
4.10.02	P	Stuttgart/Wohngebiet/Terrasse	13
27.11.02	Teflon	Gartenabfall-Abladeplatz	14
27.11.02	Teflon	Gartenabfall-Abladeplatz	16
27.11.02	P+G	Gartenabfall-Abladeplatz	350
27.11.02	P+G	Gartenabfall-Abladeplatz	263

Gesamtkonzentration KBE<sub>ges</sub>: Koloniebildende Einheiten (Gesamtzahl)

G: Gelatine

P: Polycarbonat

Das Vorkommen und die Konzentration von Schimmelpilzen in der Außenluft wird durch viele Faktoren wie Wetter, Jahreszeit und Ort bestimmt. Menschliche Aktivitäten können das Vorhandensein und die Konzentration von mikrobiologischen Bestandteilen in der Luft beeinflussen. Dies gilt z. B. für landwirtschaftliche Tätigkeiten, Intensivtierhaltung, Deponien oder Kompostieranlagen.

Im Rahmen der oben erwähnten Richtlinienarbeit wurde im Zuge der Validierung der Messverfahren gemeinsam mit dem Landesgesundheitsamt Stuttgart und weiteren Laboren Schimmelpilzmessungen in der Außenluft durchgeführt. Die Ergebnisse der UMEG-eigenen Messungen sind in Tabelle 7.1-2 dargestellt. Da die mit Kultivierungsverfahren bestimmbar Schimmelpilzkonzentration in der Luft naturgemäß variieren können, wurden von jedem am Probenaustausch beteiligten Labor pro Messung zwei Proben untersucht.

Außerdem wurden in den Proben die wichtigsten Gattungen von Schimmelpilzen wie *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Eurotium*, *Penicillium* und Hefen bestimmt und quantifiziert (Tabelle 7.1-3). Ein Beispiel für auf einem Nährboden in einer Petrischale gewachsene Schimmelpilzkulturen verschiedener Gattungen zeigt die Abbildung 7.1-1. Die Summe der bestimmten Gattungen kann von der Zahl der Gesamt-KBE (koloniebildende Einheiten) abweichen, da für jede Probe aus Gründen der Qualitätssicherung drei Parallelschalen beimpft werden, aus denen der Mittelwert für die

weitere Berechnung der KBE/m<sup>3</sup> gebildet wird. Weiterhin variiert die Genauigkeit der Anzahl der bestimmten Gattungen, weil unterschiedliche Verdünnungen ausgewertet werden. Grundsätzlich ist nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie die Verdünnung auf einer 85mm-Nährboden-Platte mit einer Belegung zwischen 20 und 100 KBE auszuwerten. Bei geringem Vorkommen oder Nichtvorhandensein einzelner Gattungen kann daher das Ergebnis - ausgedrückt als KBE/m<sup>3</sup> - in einem größeren Bereich variieren.

Die Bestimmung der in Kultur gewachsenen Schimmelpilze nach Gattungen gibt Hinweise auf das vermehrte Vorkommen bestimmter Schimmelpilze, unter denen sich gesundheitlich relevante Spezies befinden. Andererseits sind bestimmte Arten charakteristisch für bestimmte Anlagen. So ist *Aspergillus fumigatus* ein Leitorganismus bei Kompostieranlagen, da er bevorzugt bei höheren Temperaturen wächst. Vertreter der Gattung *Cladosporium* finden sich natürlicherweise auch in der Stadtluft und sind dagegen in Kompostanlagen kaum anzutreffen. Für besondere Fragestellungen können die Gesamtschimmelpilze auch nach bestimmten Arten weiter differenziert werden.

### Diskussion der Ergebnisse

Für die Probenahme von Schimmelpilzen aus der Luft wurden bei Arbeitsplatzmessungen über kurze Zeitschnitte (bis maximal 1 Stunde) Gelatinefilter verwendet. Die hier nach 24-stündiger Probenahme für die Immission vorgenommenen Analysen zeigen, dass

**Tabelle 7.1-2**

Schimmelpilz-Konzentrationen in Außenluftfilterproben (Polycarbonat + Gelatine-Filter)

Datum	Probenahmeort	KBE <sub>ges</sub> /m <sup>3</sup>	Mittelwert KBE <sub>ges</sub> /m <sup>3</sup>
5.11.02	Stuttgart/Wohngebiet/Terrasse	209	202
5.11.02	Stuttgart/Wohngebiet/Terrasse	195	
8.11.02	Stuttgart/Wohngebiet/Terrasse	194	219
8.11.02	Stuttgart/Wohngebiet/Terrasse	243	
12.11.02	Stuttgart/Wohngebiet/Terrasse	51	116
12.11.02	Stuttgart/Wohngebiet/Terrasse	181	
15.11.02	Kompostwerk 1. Messung	719	681
15.11.02	Kompostwerk 1. Messung	643	
19.11.02	Kompostwerk 2. Messung	1.673	2.135
19.11.02	Kompostwerk 2. Messung	2.597	
20.11.02	Kompostwerk 3. Messung	1.183	864
20.11.02	Kompostwerk 3. Messung	544	
2.12.02	Wertstoffsortieranlage 1. Messung	9.607	9.924
2.12.02	Wertstoffsortieranlage 1. Messung	10.241	
3.12.02	Wertstoffsortieranlage 2. Messung	261	227
3.12.02	Wertstoffsortieranlage 2. Messung	192	
4.12.02	Wertstoffsortieranlage 3. Messung	923	811
4.12.02	Wertstoffsortieranlage 3. Messung	698	

Gesamtkonzentration KBE<sub>ges</sub>/m<sup>3</sup>: Koloniebildende Einheiten/m<sup>3</sup> (Gesamtzahl)

sich die Pilzsporen zwar gut von Gelatinefiltern extrahieren lassen, jedoch bei längerer Probenahmedauer den Witterungsbedingungen oft nicht standhalten. Daraufhin wurden Tests zu geeigneten Filtermaterialien durchgeführt. Diese - in Tabelle 7.1-1 dargestellten - Untersuchungen ergaben, dass sich die Pilzsporen von Teflon- und Polycarbonatfiltern schlecht ablösen lassen. Das heißt, es wurden nach Kultivierung kaum Schimmelpilzkolonien gefunden. Am günstigsten erwies sich eine Kombination aus Polycarbonatfilter (als Stützfilter) plus einem Gelatinefilter, die für den kulturellen Nachweis gemeinsam extrahiert werden.

Die Ergebnisse der Gesamt-KBE pro m<sup>3</sup> Luft aus Tabelle 7.1-2 zeigen erwartungsgemäß deutlich niedrigere Werte im Wohngebiet verglichen mit den emittentennahen Messungen im Kompostwerk und der Wertstoffsortieranlage.

Eine Streuung besteht naturgemäß innerhalb von Parallelproben, da auch unter vergleichbaren Probenahmebedingungen nicht alle gesammelten Sporen und Mycelbestandteile gleichermaßen lebensfähig (und damit kultivierbar) sind. Die hier ermittelten Konzentrationen der Gesamt-KBE der zwei Parallelproben (Tabelle 7.1-2) weisen - für einen biologischen Parameter - eine gute Übereinstimmung auf.

Beim Vergleich der Messwerte an unterschiedlichen Messtagen ergibt sich für die Messungen im Wohngebiet eine verhältnismäßig geringe Variation zwischen den Ergebnissen der drei Messtage. In Emittentennähe weichen die Messwerte an verschiedenen Tagen stärker voneinander ab. In diesem Fall üben Aktivitäten in der Anlage, wie Bearbeiten und Umschichten von Material sowie Anlieferung, einen starken Einfluss auf die Anzahl luftgetragener Pilzsporen aus. Am ausgeprägtesten zeigt sich dies anhand der KBE, die an den drei Mess-

**Tabelle 7.1-3**

Differenzierung von Schimmelpilzen nach Gattungen, Konzentrationen in Außenluftfilterproben (die Proben entsprechen den in Tabelle 7.1-1 näher bezeichneten Proben)

Datum	Probenahmeort	KBE <sub>ges</sub> /m <sup>3</sup>	Asp/m <sup>3</sup>	Clado/m <sup>3</sup>	Eurot/m <sup>3</sup>	Hefen/m <sup>3</sup>	Penic/m <sup>3</sup>	Sonst/m <sup>3</sup>
5.11.02	Wohngebiet	209	123	2	6	5	74	16
5.11.02	Wohngebiet	195	22	127	2		13	31
8.11.02	Wohngebiet	194	111		9		65	9
8.11.02	Wohngebiet	243	93	3	25	6	56	43
12.11.02	Wohngebiet	51	34		10		8	
12.11.02	Wohngebiet	181	20	120	10	8	10	14
15.11.02	Kompost 1	719	256	24			339	160
15.11.02	Kompost 1	643	225				305	113
19.11.02	Kompost 2	1.673	836				836	
19.11.02	Kompost 2	2.597	519				1.558	454
20.11.02	Kompost 3	1.183	437	7	13		733	
20.11.02	Kompost 3	544	106				438	7
2.12.02	Wertstoff 1	9.607	311		62		7.610	1.621
2.12.02	Wertstoff 1	10.241	191		126		8.970	954
3.12.02	Wertstoff 2	261	6	32	25		159	38
3.12.02	Wertstoff 2	192	19	13	13		77	
4.12.02	Wertstoff 3	923	18		12		722	186
4.12.02	Wertstoff 3	698	7	72	7		550	137

Gesamtkonzentration KBE<sub>ges</sub>/m<sup>3</sup>: Koloniebildende Einheiten/m<sup>3</sup> (Gesamtzahl)

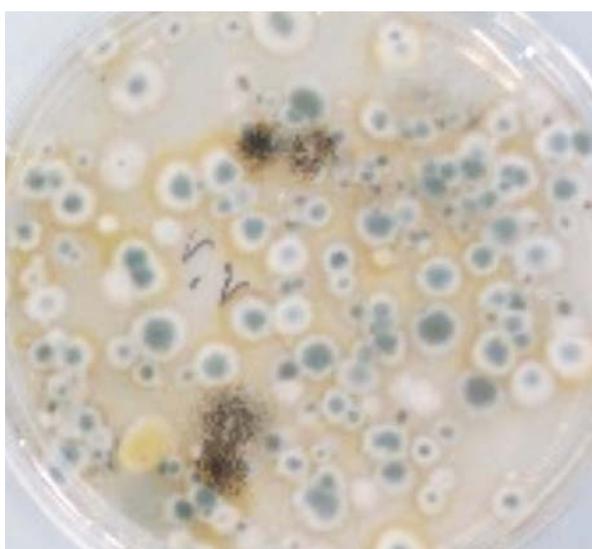
Asp: Aspergillus

Clado: Cladosporium

Eurot: Eurotium

Penic: Penicillium

Sonst: Sonstige (nicht zu den genannten Gattungen gehörige Schimmelpilze)



**Abbildung 7.1-1**

Schimmelpilzkulturen auf einer Petrischale mit DG18-Agar nach sechs Tagen Bebrütung bei 28 °C

tagen bei der Wertstoffsartieranlage erhalten werden. Es werden einmal um 200 KBE/m<sup>3</sup> Luft und dann bis maximal 10.000 KBE/m<sup>3</sup> Luft festgestellt. Interessant hierbei ist, neben der tatsächlichen Schwankungsbreite um den Faktor 50, die Frage, inwieweit Konzentrationsspitzen und auf welchem Niveau oder vergleichsweise konstante hohe Luftkonzentrationen diesen Tagesmittelwert erzeugen. Aus Sicht der Wirkung auf den Menschen wäre es wünschenswert zu wissen, ob kurzzeitige hohe Konzentrationsspitzen auftreten, da diese besonders bei bereits bestehender Allergisierung gesundheitsbeeinträchtigende Wirkungen auslösen können. Um diese Frage zu klären, sollen bei zukünftigen Immissionsmessungen einige Pilot-Standorte ausgewählt werden, an denen die KBE in der Luft sowohl bei 24-stündiger Probenahme als auch bei kürzeren Zeiträumen (z. B. 1 Stunde) analysiert werden.

## 7.2 Qualitätssicherungsmaßnahmen in der UMEG am Beispiel von NUPS

In der UMEG werden seit 1995 netzunabhängige Probenahmesysteme (kurz: NUPS) als Probensammler eingesetzt. Mit Hilfe dieser NUPS können Luftproben aktiv (innen und außen) über einen längeren Zeitraum (14 Tage und mehr) ohne Stromanschluss genommen werden. Die Geräte zeichnen sich dadurch aus, dass der verhältnismäßig geringe Durchfluss von etwa 300 ml/min während der gesamten Probenahmezeit konstant ist. Einflüsse auf die Konstanz der Durchflussrate durch Temperatur, die Kapazität der Batterie u. ä. müssen bei einem solchen System weitgehend ausgeschlossen werden bzw. dürfen nur zu einem bekannten und tolerierbaren Fehler bei der Probenahme führen. Das Probevolumen kann über eine Gasuhr exakt ermittelt werden. In der UMEG werden diese NUPS u. a. zur Ermittlung der Monatsmittelwerte von Benzol und Ruß eingesetzt. Sie sind in ihrer Bauform klein und können somit ohne größere bauliche Maßnahmen an Straßen unmittelbar im Einflussbereich des Verkehrs zur Messung installiert werden. Aufgrund dessen, dass es immer wieder vorkommt, dass einige der bisher eingesetzten Bauteile nicht mehr vertrieben werden, muss das bisher bewährte Gerät mit neuen Bauteilen ausgestattet und weiterentwickelt werden. Dies bedeutet zum einen geeignete Bauteile als Ersatz für die bisher verwendeten zu finden und zum anderen diese so in das System zu integrieren, dass die Verfahrenskenngrößen des NUPS keinesfalls verschlechtert, eher verbessert werden. Zu diesem Zweck müssen verschiedene Labor- und Feldtests durchgeführt werden, mit denen die Tauglichkeit des „neuen“ NUPS vor dem Serienbau und Einsatz der Geräte nachgewiesen werden kann (Qualitätssicherungsmaßnahme).

### Funktionsweise

Bei der Probenahme von Benzol wird die Luft mit Hilfe einer Pumpe, die über eine Batterie betrieben wird, durch ein mit Aktivkohle befülltes Glasröhrchen geleitet, wobei u. a. Aromaten an der Aktivkohle zurückgehalten werden. Das Probenahmevolumen wird

mittels Gasmengenzähler gemessen. Aus der adsorbierten Masse und dem temperaturkorrigierten Volumen wird die Konzentration der Komponente bestimmt. Abbildung 7.2-1 zeigt ein solches NUPS der ersten Baureihe.

### Weiterentwicklung und Qualitätssicherungsmaßnahmen

In einem aktuellen Fall werden die bisher eingesetzten Pumpen und die in dem NUPS eingebauten Gasuhren seit 2001 nicht mehr vertrieben. Diese beiden Bauteile mussten ersetzt werden.

Die Pumpen, die in die ersten NUPS eingebaut wurden, zeigten bezüglich des erzeugten Durchflusses eine gute Temperaturstabilität. Deshalb mussten zuerst verschiedene „neue“ Pumpen im Vergleich zu diesen „alten“ Pumpen in einer Klimakammer getestet werden. Die Durchflusswerte der Pumpen wurden in der Klimakammer bei verschiedenen Temperaturstufen zwischen - 25° C und + 50° C gemessen und mit einer Messwerterfassung aufgezeichnet. Weitere Versuchsreihen im Klimaschrank und im Feldversuch folgten.

Im ersten Feldversuch wurden zwei NUPS mit verschiedenen ausgesuchten Pumpenarten auf dem Versuchsgelände der UMEG installiert (Abbildung 7.2-2). In einem Zeitraum von ca. vier Wochen während der Winterperiode wurden die Durchfluss- und Temperaturwerte mit einer automatischen Messwerterfassung aufgezeichnet.

Neben der neuen Pumpe wurde auch eine neue Gasuhr eingebaut, die nach dem gleichen Prinzip arbeitet wie die alte Gasuhr (Balgengaszähler). Auch mit dieser Gasuhr wurden Versuche im Klimaprüfschrank durchgeführt, um deren Tauglichkeit zu überprüfen. Die Spannungsregelung der Batterie wurde ebenfalls neu konzipiert, so dass die eingestellten Volumenströme gegenüber den alten NUPS deutlich höher liegen (ca. 240 ml/min zu ca. 400 ml/min).

Außerdem mussten aufgrund der etwas größeren neuen Gasuhren neue Wetterschutzgehäuse verwendet werden. Untersuchungen in der Klimakammer hatten gezeigt, dass extrem hohe und extrem niedrige Temperaturen das Durchflussverhalten beeinflussen, daher



**Abbildung 7.2-1**  
NUPS nach „bisherigem“ Baumuster (Innenansicht)

wurden sie mit einer Schaumstoffisolierung ausgekleidet.

### Ergebnisse

Die Untersuchungen in der Klimakammer zeigten, dass die Pumpe 1 mit einer Silikonmembran am besten zum Einbau für die „neuen“ NUPS geeignet ist. Von den getesteten Pumpen wies diese über den gesamten geprüften Temperaturbereich die geringsten Durchflussschwankungen auf (siehe Abbildung 7.2-3).

Der Einbau weiterer neuer Komponenten (Pumpe, Gasuhr, Gehäuse isoliert inkl. Befestigung) bedeutet eine wesentliche Veränderung des Gerätes. Daher wurden weitere Qualitätssicherungsmaßnahmen durchgeführt.

Auf dem Versuchsgelände der UMEG wurde ein Messstand aufgebaut, an dem bis zu sechs NUPS gleichzeitig parallel betrieben werden können. Für die Untersuchungen wurden vier „neue“ NUPS mit den „neuen“ Wetterschutzgehäusen (zwei mit und zwei ohne Schaumstoffisolierung) verwendet.

Ein Aspekt dabei war die Überprüfung des Einflusses der bei der Isolierung verwendeten Materialien (Kle-



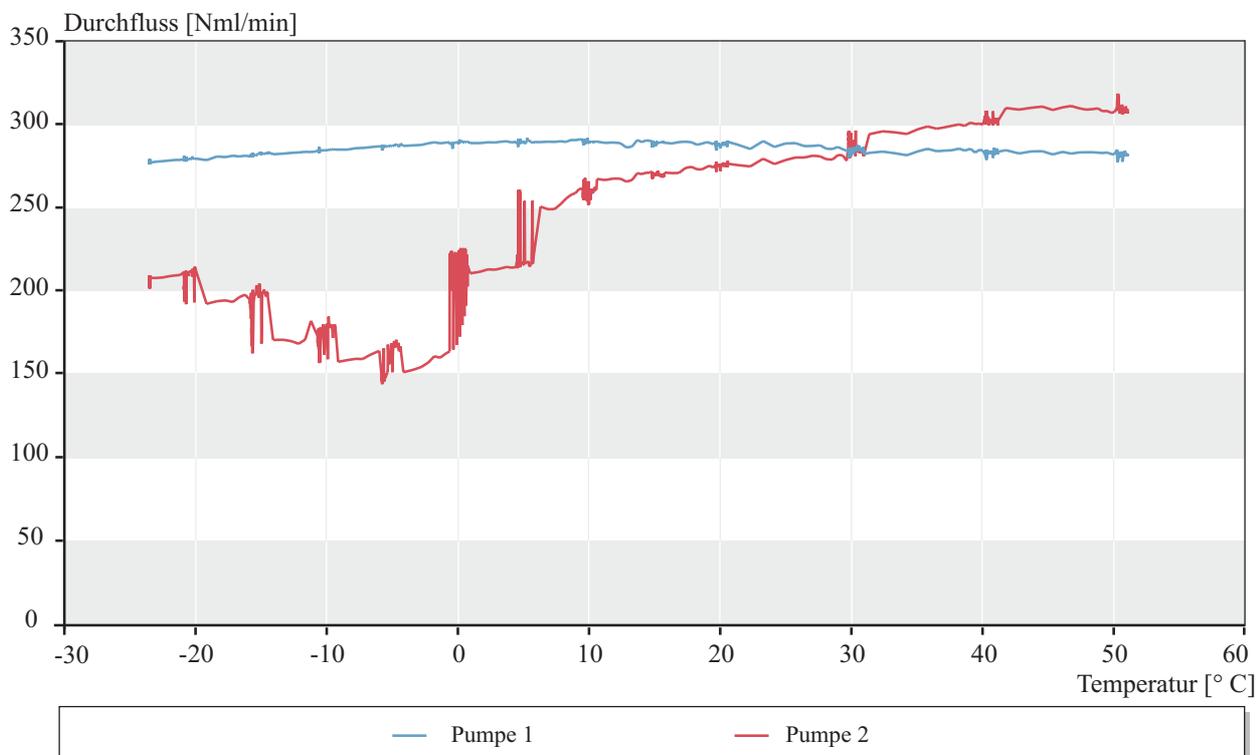
**Abbildung 7.2-2**  
Versuchsstand für Feldversuch (Parallelbetrieb von vier NUPS)

ber, Isoliermatten, Kunststoffteile) auf die BTX-Messwerte. Die mit Schaumstoff ausgekleideten Wetterschutzgehäuse zeigten im Gehäuseinneren anfangs erhöhte Ausdünstungen von organischen Lösungsmitteln, die auf den verwendeten Kleber zurückzuführen waren. Im Organischen Labor wurden überhöhte Konzentrationen von Cyclohexan in den Außenluftproben gefunden, die jedoch nach dem fünften Messzyklus auf einen vernachlässigbaren Wert abgesunken waren. Dies entsprach einer Verweilzeit von etwa zwei Monaten beim Einsatz im Freien bei herbstlichen Außentemperaturen (siehe hierzu Abbildung 7.2-4).

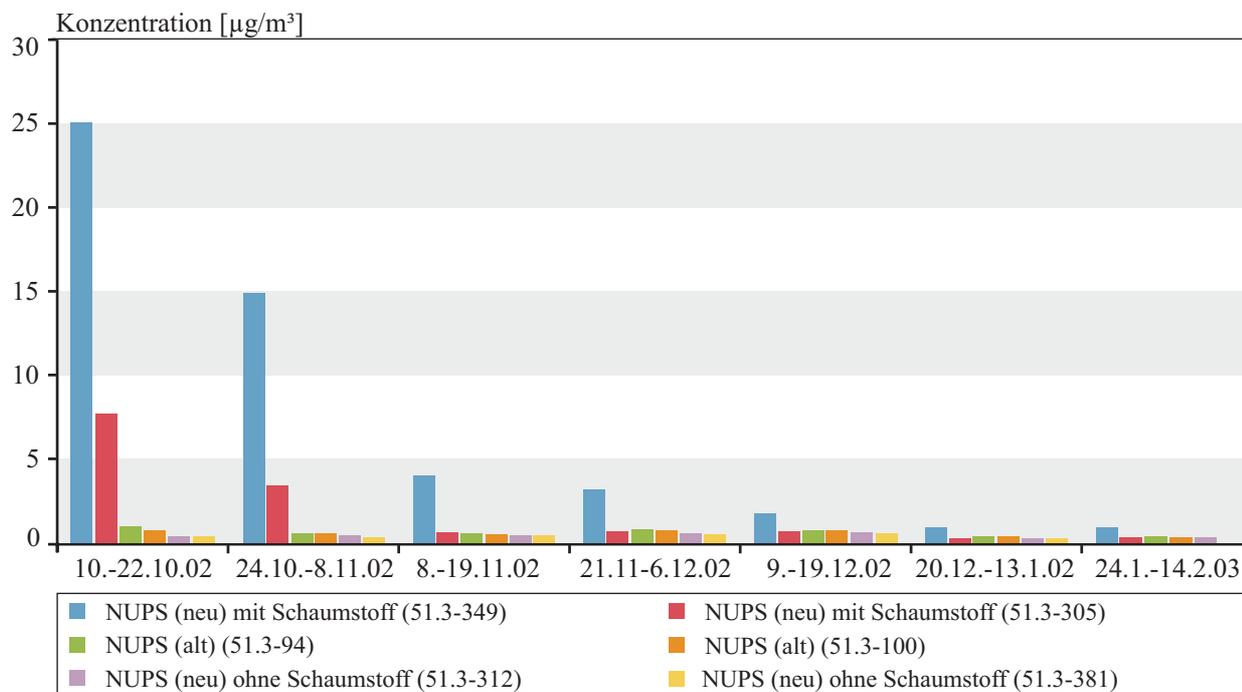
Weitgehend unbeeinflusst von den Lösungsmittelausdünstungen blieben dagegen die gemessenen Benzol-, Toluol- und Xylolkonzentrationen. Die Abbildung 7.2-5 zeigt dies beispielhaft an der Leitkomponente Benzol.

Hier zeigt sich auch, dass die mit allen vier Geräten im Parallelbetrieb gesammelten Proben nur geringfügig (vernachlässigbar) unterschiedliche Konzentrationen von Benzol aufweisen.

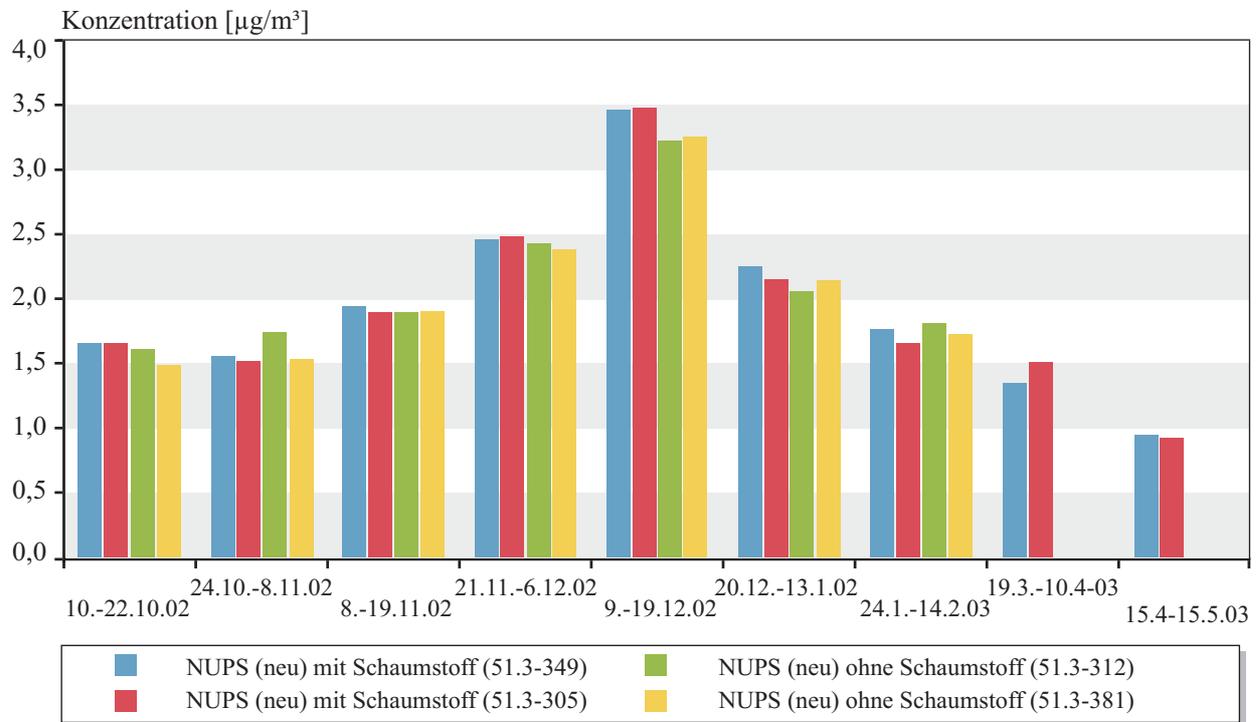
Bei den weiteren Qualitätssicherungsmaßnahmen wurde auch die Temperaturabhängigkeit des Durchflusses im Einsatz überprüft. Zur Gewährleistung ei-



**Abbildung 7.2-3**  
Temperaturverhalten verschiedener Pumpen in der Klimakammer



**Abbildung 7.2-4**  
Gemessene Cyclohexankonzentrationen während sieben Messzyklen



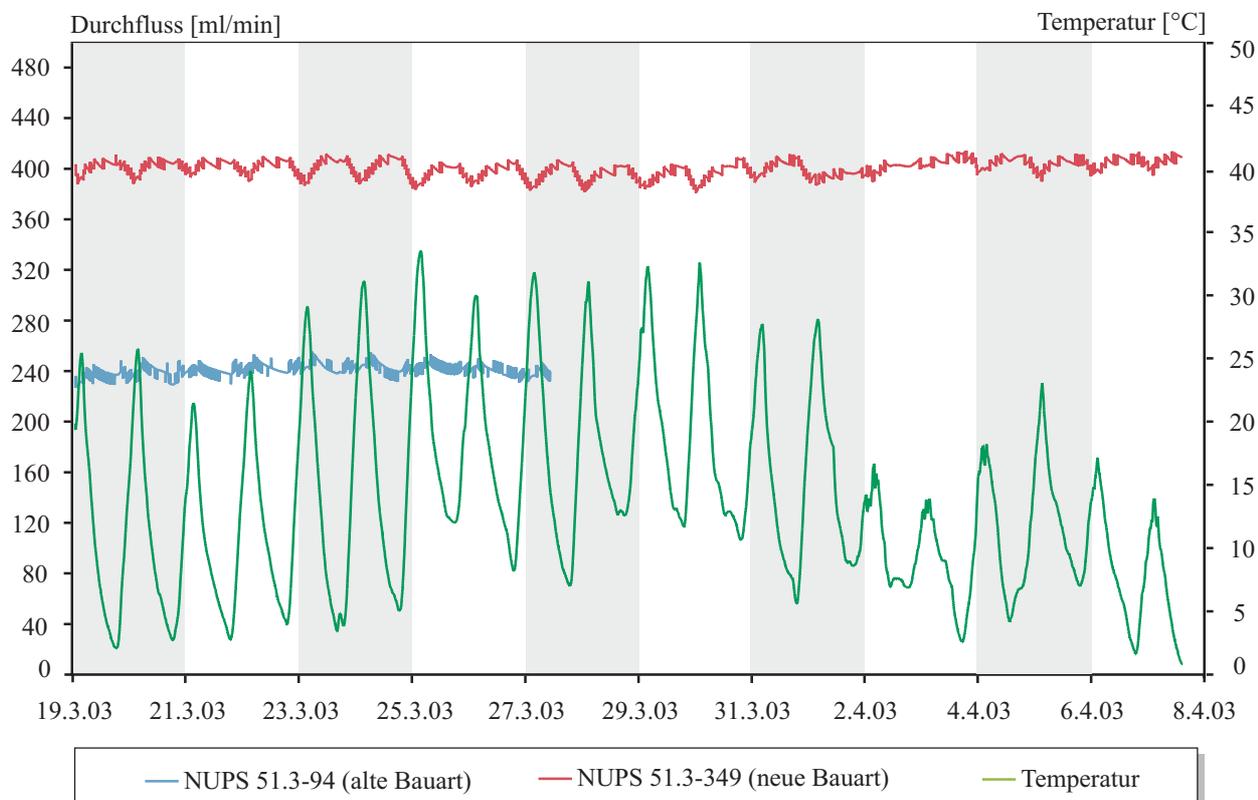
**Abbildung 7.2-5**

Gemessene Benzolkonzentrationen während sieben Messzyklen

ner gleichmäßigen Bewertung der Konzentrationen bei unterschiedlichen Tages- und Nachtgängen darf keine große Abhängigkeit des Durchflusses von der Umgebungstemperatur bestehen. Der Durchfluss sollte über die gesamte Probenahme innerhalb eines Messzyklus um maximal  $\pm 10\%$  schwanken. Die vorangegangenen Untersuchungen im Klimaprüfschrank und im Feldversuch zeigten, dass die neuen Pumpen diese Bedingung erfüllen. In den weiteren Feldversuchen galt es diese Verfahrenskenngrößen wieder zu finden.

In Abbildung 7.2-6 ist die Temperaturabhängigkeit des Durchflusses bei einem „alten“ und einem „neuen“ NUPS beispielhaft über einen längeren Zeitraum graphisch dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass erwartungsgemäß eine Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur besteht, diese jedoch unter der geforderten Schwankungsbreite von  $\pm 10\%$  liegt. Auch bei Außentemperaturschwankungen an einem Tag von z. T. mehr als  $30\text{ }^\circ\text{C}$  verändert sich der Durchfluss um weniger als  $\pm 4\%$  bezogen auf  $400\text{ ml/min}$ . Auch bei

den absoluten Außentemperaturen von  $32\text{ }^\circ\text{C}$  und  $0\text{ }^\circ\text{C}$ , die während dieser Zeit gemessen wurden, weist das neue NUPS eine sehr gute Durchflusskonstanz auf.



**Abbildung 7.2-6**  
Überprüfung der Temperaturabhängigkeit des Durchflusses

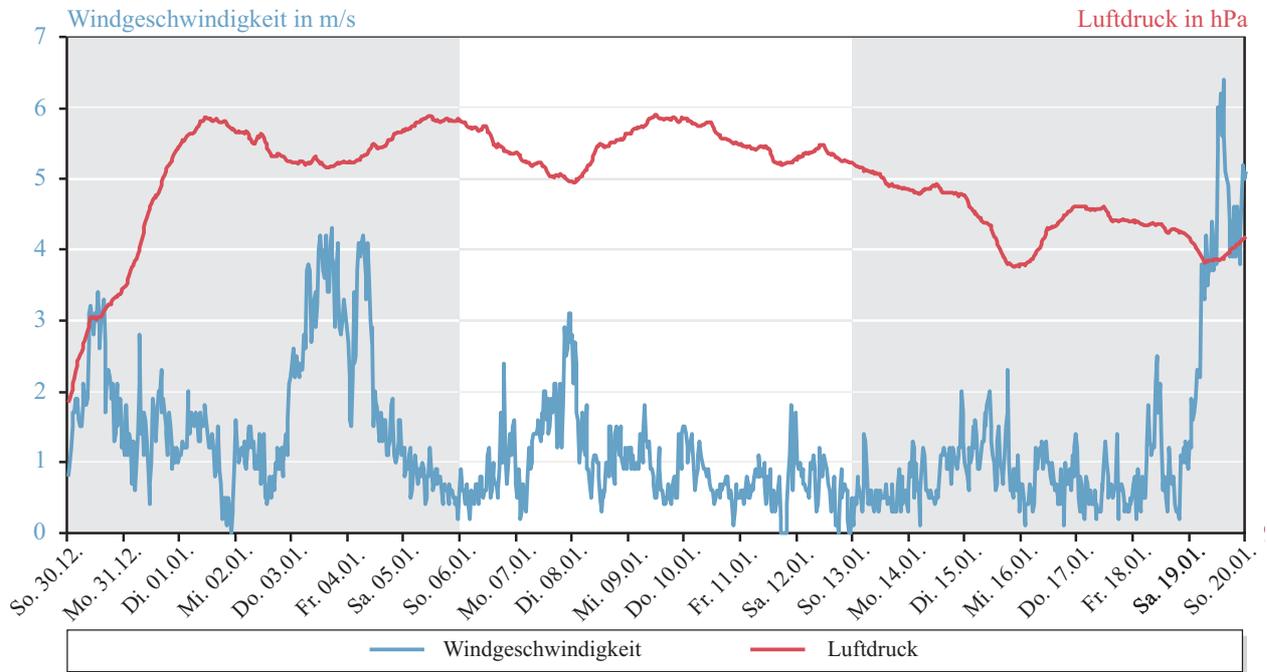
### 7.3 Besondere Immissionsverhältnisse während der Inversionswetterlagen im Januar 2002

Im Januar 2002 kam es aufgrund der Wetterlage mehrfach zur Ausbildung von über mehrere Tage anhaltenden Inversionen. Diese Inversionen schränkten die Durchmischungsfähigkeit der Atmosphäre ein, wodurch die Schadstoffkonzentrationen anstiegen. Ausgedehnte Inversionswetterlagen mit deutlich erhöhten Luftschadstoffkonzentrationen gab es zuletzt Anfang und Mitte der Achtziger Jahre sowie während einiger Tage im Januar 1997.

Die Schadstoffverhältnisse sind überwiegend lokalen Ursprungs.

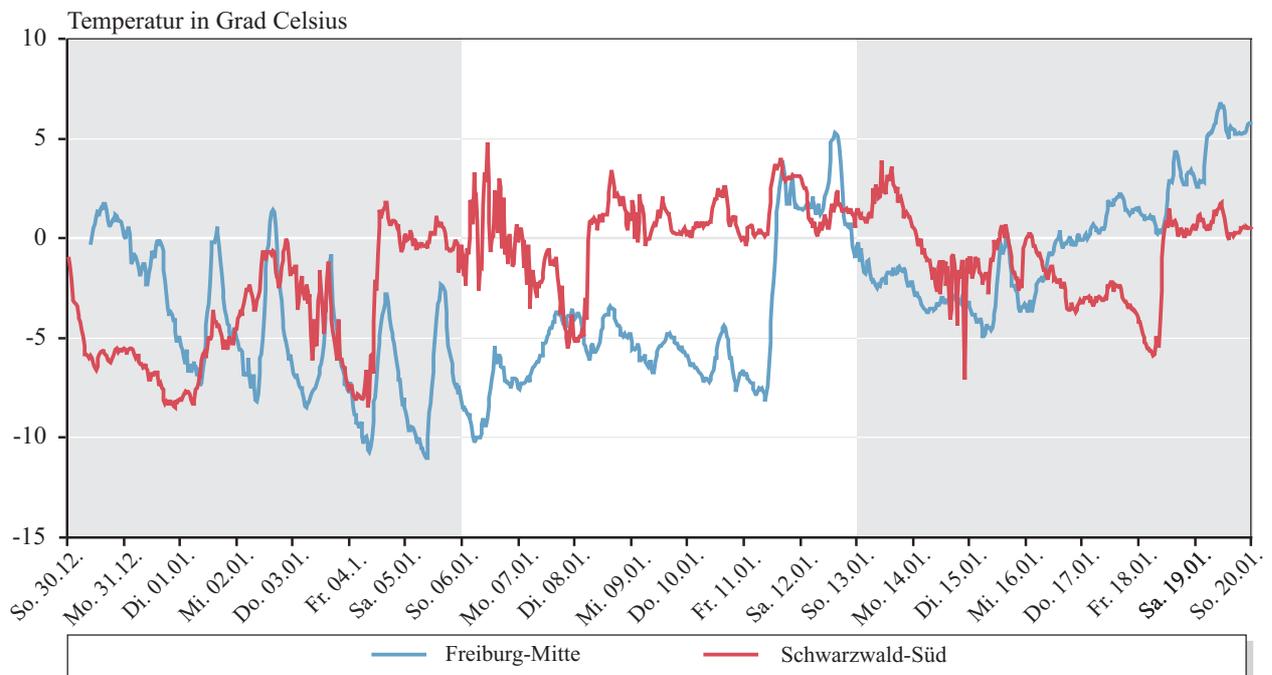
#### Meteorologische Situation

In den Tagen Ende Dezember 2001 kam es in Teilen von Baden-Württemberg zu ergiebigen Schneefällen. Es bildete sich eine geschlossene Schneedecke aus. Der Störungseinfluss wurde zum Jahreswechsel durch ein Hochdruckgebiet abgelöst. Dabei stieg der Luftdruck zum Jahreswechsel kräftig an (Abbildung 7.3-1). Die einfließende Kaltluft bildete eine stabile Kaltluftschicht, die durch die vorhandene Schneedecke verstärkt wurde. Im Hochdruckgebiet kam es zur Absinkbewegung und in den untersten 1000 m bildete sich eine Inversionsschicht aus. In den Höhenlagen war es dabei wärmer als in den tiefer liegenden Gebieten (Abbildung 7.3-2 und 7.3-3). Gut erkennbar sind auch die ausgeprägten Tagesgänge aufgrund der ungehinderten Einstrahlung an den verschiedenen Standorten. Dies war beispielsweise in Freudenstadt vom 8.1. bis 13.1.2002 der Fall.



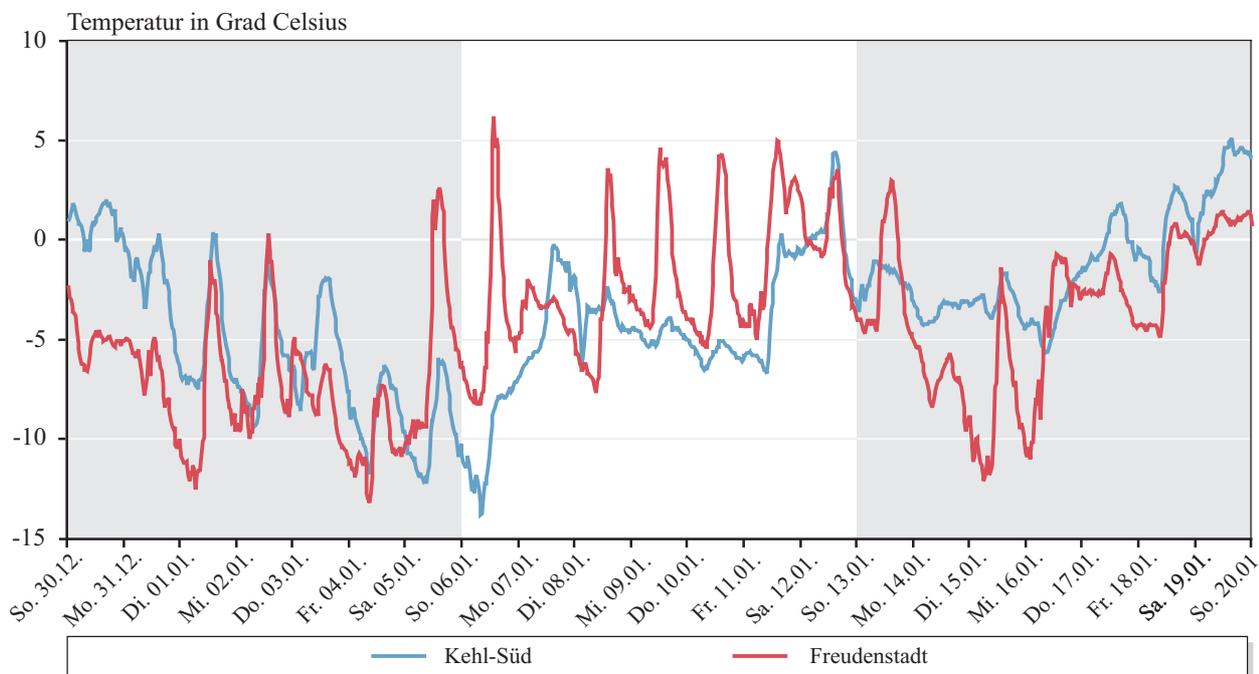
**Abbildung 7.3-1**

Windgeschwindigkeit und Luftdruck vom 30.12.2001 bis 19.1.2002 an der Messstation 'Karlsruhe-Nordwest'



**Abbildung 7.3-2**

Temperaturverlauf an den Messstationen 'Freiburg-Mitte' und 'Schwarzwald-Süd' vom 30.12.2001 bis 19.1.2002



**Abbildung 7.3-3**

Temperaturverlauf an den Messstationen ‘Kehl-Süd’ und ‘Freudenstadt’ vom 30.12.2001 bis 19.1.2002

Das Hochdruckgebiet unterlag während des gesamten Zeitraums unterschiedlichen Einflüssen. Am 3. und 4. Januar war die Strömung kräftiger und die Durchmischungsverhältnisse besser (Abbildung 7.3-1). Am 7. Januar wurde das Hoch leicht abgeschwächt. Die Windgeschwindigkeit nahm zu. Danach kam es wieder zur Stabilisierung durch die bodennahe Kaltluft und die Zufuhr milder Meeresluft in der Höhe. Eine weitere Abschwächung erfolgte am 12. Januar. In den Folgetagen nahm der Hochdruckeinfluss weiter ab. Jedoch kam es in Teilen des Landes wiederum zur Verstärkung der Inversion. Insgesamt können 4 Phasen mit Inversionen unterschieden werden, die jeweils durch eine kurzzeitige Abschwächung des Hochdruckeinflusses getrennt sind:

- 1. Inversionsphase: 2. - 3.1.2002
- 2. Inversionsphase: 4. - 7.1.2002
- 3. Inversionsphase: 8. - 12.1.2002
- 4. Inversionsphase: 13. - 16.1.2002

Dabei waren die Inversionen in der 2. und 3. Inversionsphase am stärksten ausgeprägt. Während dieser

Inversionsphasen waren die Windgeschwindigkeiten gering und der vertikale Luftaustausch im Bereich der Inversion unterbunden.

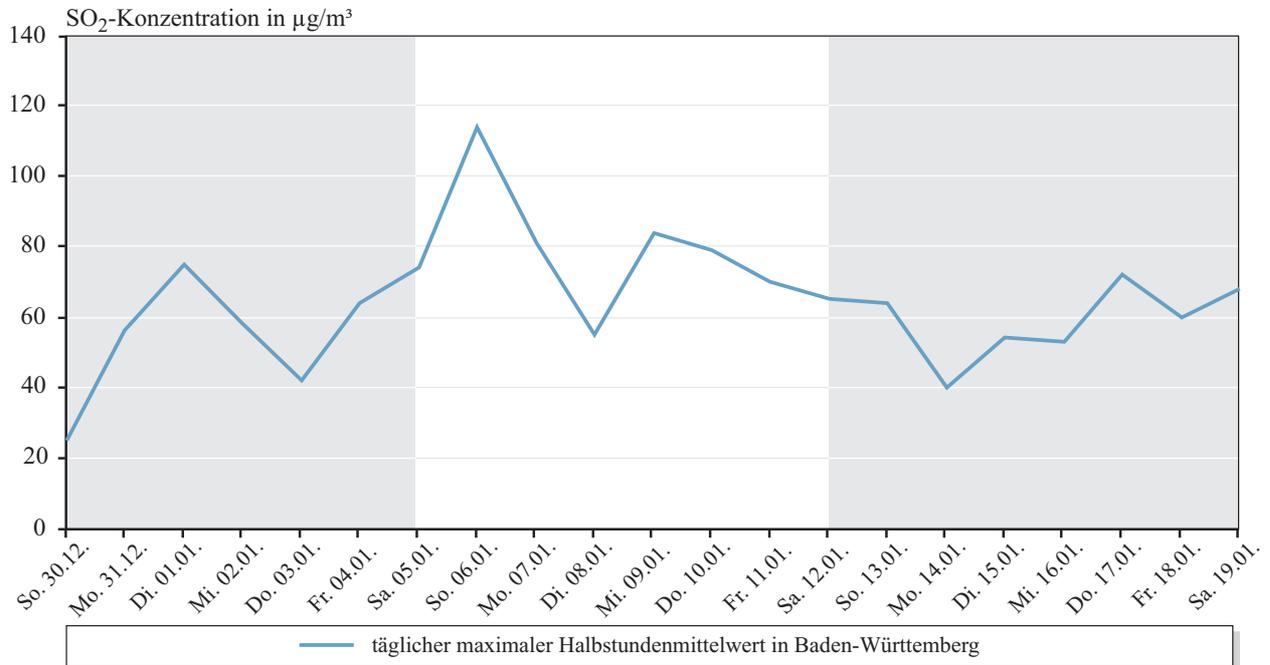
**Schadstoffverhältnisse**

**Schwefeldioxid**

Die Schwefeldioxidkonzentrationen waren während der gesamten Inversionswetterlagen leicht erhöht. In der zweiten Inversionsphase traten die höchsten Schwefeldioxidkonzentrationen auf (Abbildung 7.3-4). Mit 114 µg/m³ wurde am 6. Januar 2002 in Eggenstein der höchste Halbstundenmittelwert in Baden-Württemberg gemessen.

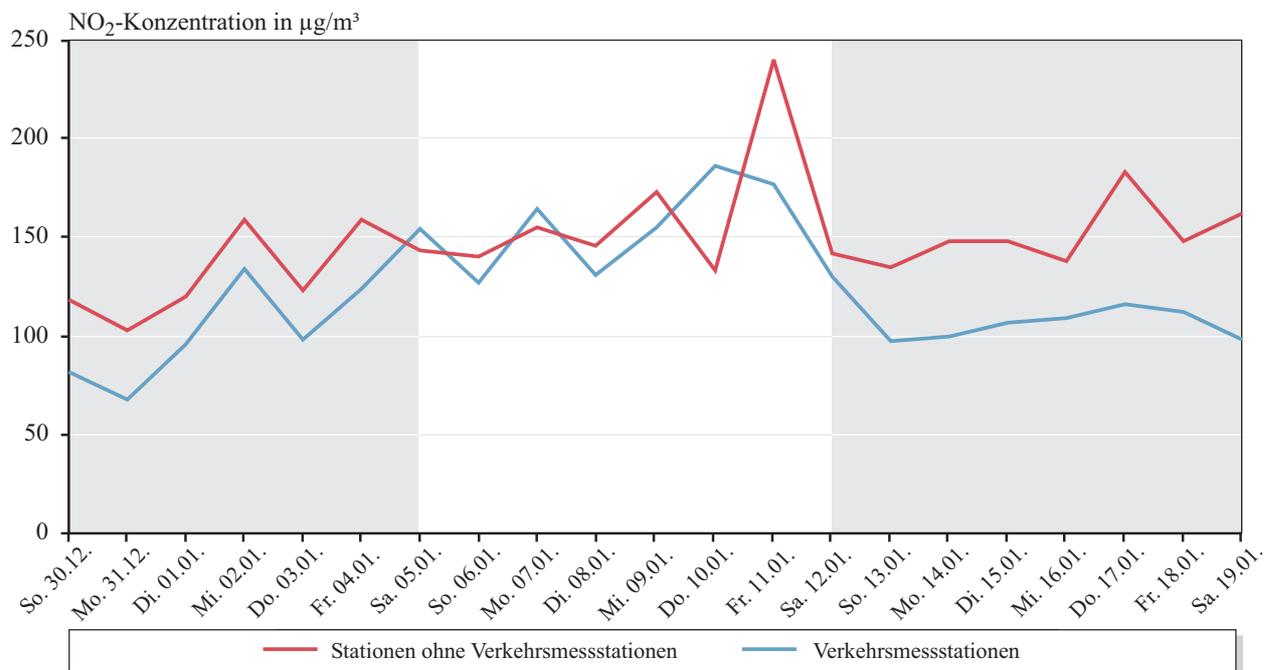
**Stickstoffdioxid**

Bei der Komponente Stickstoffdioxid lagen die höchsten Halbstundenmittelwerte während der Inversionswetterlagen an den meisten Tagen im Bereich von 150 µg/m³. Während der dritten Inversionsphase stiegen die Werte bis auf 240 µg/m³ (an der Station ‘Freiburg-Straße’ am 11.1.2002) an (Abbildung 7.3-5).



**Abbildung 7.3-4**

Tägliche maximale Halbstundenwerte von Schwefeldioxid in Baden-Württemberg vom 30.12.2001 bis 19.1.2002



**Abbildung 7.3-5**

Höchste Halbstundenmittelwerte aller Messstationen ohne Verkehrsmessstationen und höchste Halbstundenmittelwerte der Verkehrsmessstationen vom 30.12.2001 bis 19.1.2002

Während der zweiten und dritten Inversionsphase waren die Höchstwerte an den Stationen in Straßennähe und die Höchstwerte an den Stationen der anderen Standortkategorien meist auf gleichem Niveau (Abbildung 7.3-5). Dies lässt den Schluss auf insgesamt erhöhte Werte in den stark besiedelten Räumen zu. In der letzten Inversionsphase kam es dagegen wieder zu einer räumlichen Differenzierung der Konzentrationen zwischen den Verkehrsmessstellen und den anderen Standorten.

Bei der Komponente Stickstoffdioxid ist neben dem Grenzwert der 22. BImSchV (Stunden-Mittelwert) und dem MIK-Wert (1/2-Stunden-Mittelwert) von jeweils  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  insbesondere auch der 24-Stunden-MIK-Wert von  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  von Interesse.

Eine Überschreitung des 24-Stunden-Wertes von  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an einer der drei Messstationen in Stuttgart (ohne Verkehrsmessstation) für den Zeitpunkt 9.00 Uhr führt zur Aktivierung der Wechselverkehrszeichen.

Überschreitungen des 24-Stunden-Mittelwertes von  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gab es am 7.1. und vom 10.1. bis 12.1.2002 (Abbildung 7.3-6). Davon waren der Stuttgarter Raum sowie die Räume Mannheim, Karlsruhe und Pforzheim betroffen. Zu einer Umstellung der Wechselverkehrszeichen kam es im Großraum Stuttgart im Bereich der B10 und B14 am 7.1. und 10.1.2002. Zurückgestellt wurde am 8.1. bzw. am 14.1.2002.

#### Schwebstaub (Fraktion PM10\*)

Die kontinuierlich mittels  $\beta$ -Absorptionsverfahren gemessenen Staubwerte werden mit einem standortspezifischen Faktor in kontinuierlich verfügbare PM10-Werte umgerechnet (Kennung: PM10\*). Diese standortspezifischen Faktoren wurden aus dem Vergleich der gravimetrisch bestimmten PM10-Werte und den kontinuierlich mittels  $\beta$ -Absorptionsverfahren gemessenen Werte der Vorjahre bestimmt (Basis: Tagesmittelwerte).

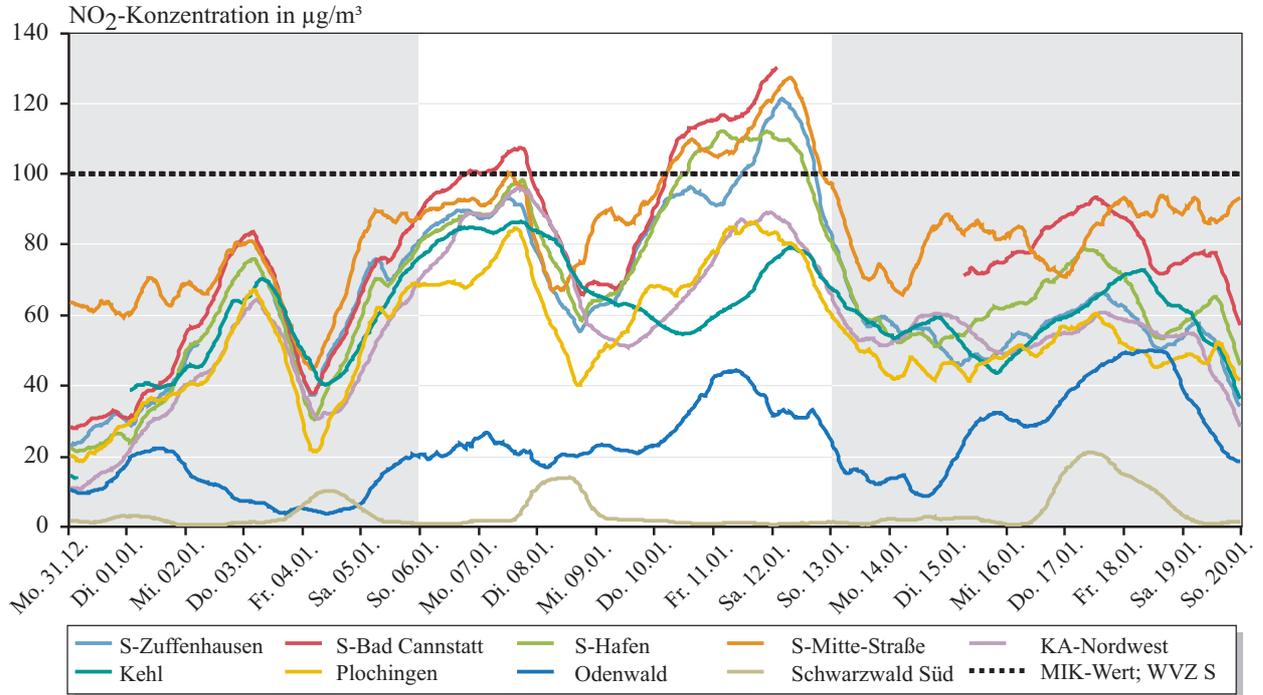
Die Auswertungen für die Inversionswetterlagen basieren auf diesen PM10\*-Werten. Bei den gleitenden 24-Stunden-Mittelwerten zeigen sich die vier Inversionsphasen der Inversionswetterlagen (Abbildung 7.3-

7). Die erste Inversionsphase war nur schwach ausgebildet, während in der zweiten Inversionsphase die höchsten Werte auftraten. Als Vergleichswert ist der Immissionswert der 22. BImSchV von  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (gültig im Jahr 2002; 35 Überschreitungen pro Jahr erlaubt) für den 24-Stunden-Mittelwert eingetragen. Dieser Wert wurde in der zweiten Inversionsphase sehr deutlich überschritten. In der dritten Phase wurden ebenfalls erhöhte Werte festgestellt, die örtlich zu verschiedenen Zeiten auftraten. In der vierten Phase waren die Spitzen weniger ausgeprägt. Dies bezieht sich sowohl auf die Anzahl der Stationen als auch auf die Andauer der Überschreitungen.

Die erhöhten PM10\*-Werte am 1.1.2002 sind wie jedes Jahr auf die Aktivitäten in der Silvesternacht zurückzuführen.

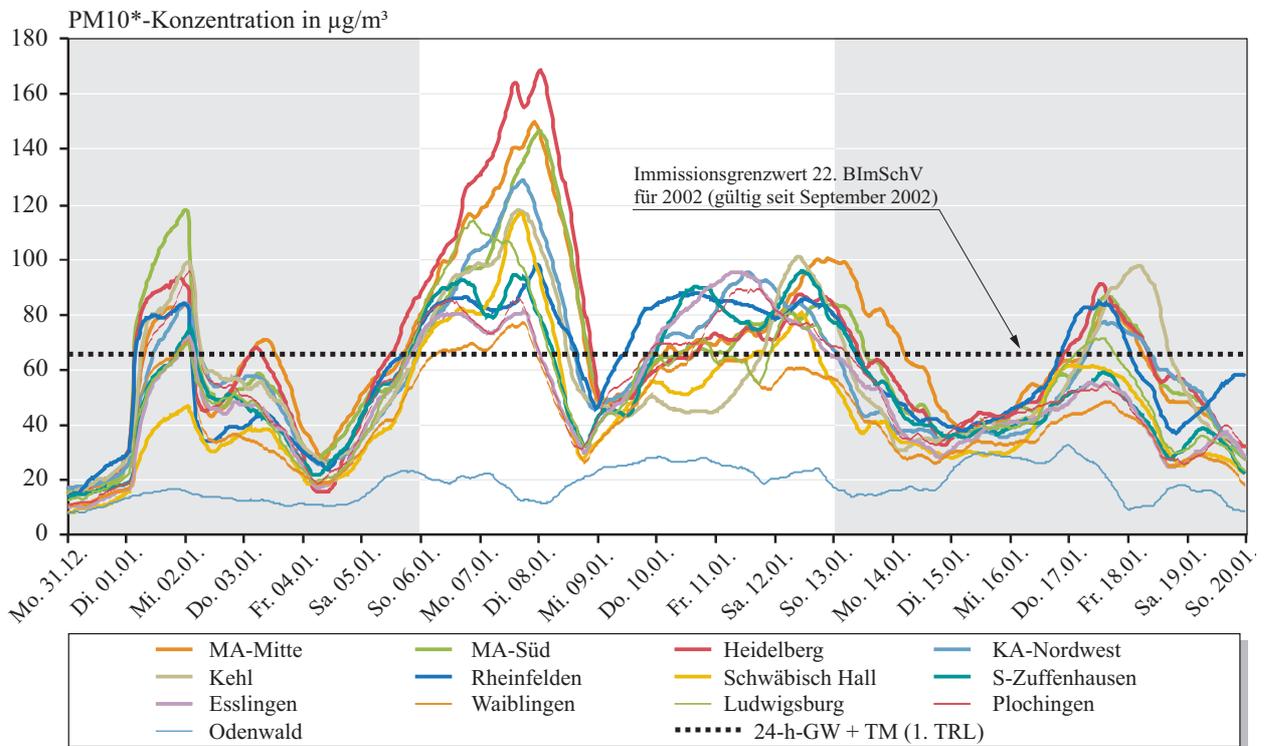
Beispielhaft ist die PM10\*-Verteilung in der Fläche in Abbildung 7.3-8 für den 7.1.2002, 9:00 Uhr dargestellt. Die flächenhafte Darstellung basiert auf einem einfachen Interpolationsverfahren. Sie soll einen Überblick geben und sollte nicht zu detailliert interpretiert werden. Am 7.1.2002 zeigt sich ein Gebiet mit deutlich erhöhten Werten entlang des Oberrheingraben und im gesamten Teil von Baden-Württemberg nördlich der Linie Calw, Bernhausen und Aalen.

Eine Schlussfolgerung ist, dass bei langanhaltenden ungünstigen meteorologischen Wetterlagen die Immissionsgrenzwerte der 22. BImSchV durch hausgemachte Emissionen und durch Ferneintrag überschritten werden. Konsequenterweise wären deshalb langfristige Maßnahmen bei den „eigenen“ Emittenten erforderlich.



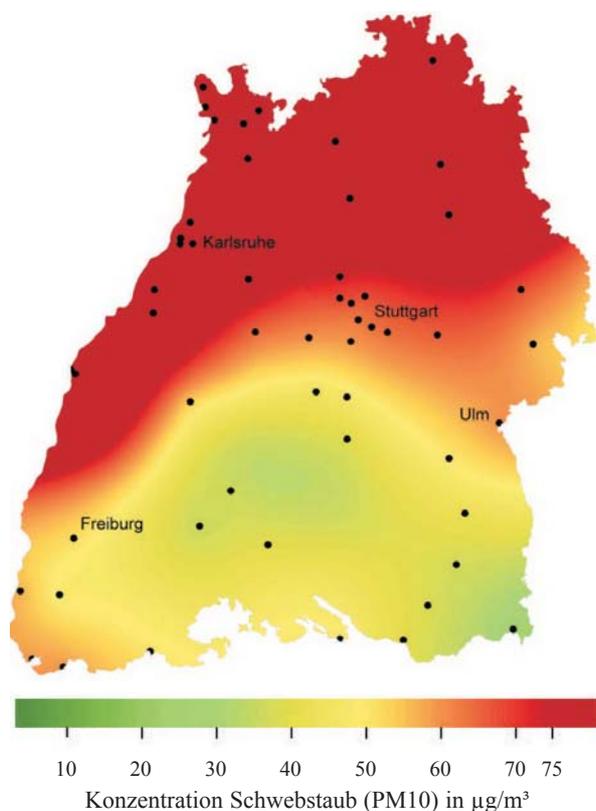
**Abbildung 7.3-6**

Gleitender 24-Stunden-Mittelwert von Stickstoffdioxid vom 31.12.2001 bis 19.1.2002 (Bezug: 20 °C und 101,3 kPa)



**Abbildung 7.3-7**

Gleitender 24-Stunden-Mittelwert von Schwebstaub (Fraktion PM10\*) vom 31.12.2001 bis 19.1.2002 (Bezug: 20 °C und 101,3 kPa)



**Abbildung 7.3-8**

24-Stunden-Mittelwert von Schwebstaub (PM10\*) am 7.1.2002, 9:00 Uhr; eine kleinräumige Interpretation ist nicht zulässig.

#### 7.4 Ozon- und Stickstoffdioxid-Querempfindlichkeit bei der Immissionsmessung von schwebstaubakkumulierten polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) am Beispiel des Benzo(a)pyrens (BaP)

Im Bereich der Immissionsmessung von PAK - speziell von Benzo(a)pyren - wird diskutiert, in wie weit bei der Probenahme Minderbefunde durch Querempfindlichkeiten (Abbaureaktion) dieses Messobjekts mit gasförmigen Luftinhaltsstoffen, wie z. B. Ozon oder Stickstoffdioxid gegeben sind. Im Rahmen von Projektstudien werden bei der UMEG seit 2001 Untersuchungen zur Ozon-Querempfindlichkeit der BaP-Immissionsmessung durchgeführt.

Die Projektstudie wurde mit den folgenden Fragestellungen weitergeführt:

- Welche Auswirkungen haben Ozon und Stickstoffdioxid auf die Immissionsmessung von PAK - insbesondere BaP - im Jahresverlauf?
- Können diese möglichen Querempfindlichkeiten durch geeignete Maßnahmen vermieden werden?

Hierzu wurden Untersuchungen im Labor und im Freiland vorgenommen. Diskutiert wird im Folgenden der Einfluss auf das Messobjekt BaP, weil für dieses Messobjekt, als Leitkomponente der PAK, auf europäischer Ebene ein zukünftiger Zielwert als Jahresmittelwert von  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$  in der Diskussion steht. Des Weiteren wurde begonnen, die Stickstoffdioxid-Querempfindlichkeit systematisch zunächst im Laborexperiment zu untersuchen.

Seit etwa zwei Jahren sind von der Firma Ruprecht & Patashnick, USA neuartige Denuder zur selektiven Entfernung von Ozon und Stickstoffdioxid erhältlich. Die Denuder sind wabenförmig aufgebaut und besitzen eine Vielzahl von sechseckigen Strömungskanälen. Beim Durchströmen der Denuder mit einem Partikel-/Gasgemisch, wie z. B. ozonhaltiger Außenluft, gelangen die Partikel verlustfrei durch den Denuder

auf ein Sammelmedium (z. B. einen Filter) während die gasförmigen Inhaltsstoffe (z. B. Ozon) im Denu-der abgebaut bzw. abgeschieden werden. Eine genaue Beschreibung der Funktionsweise sowie erste Ergebnisse aus dem Jahre 2001 sind auf den Homepages der UMEG und der Firma Ruprecht & Patashnick, USA sowie in „Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft“ im Heft 62 (2002) Nr. 7/8 (Ozon-Querempfindlichkeit bei der Immissionsmessung von schwebstaubakkumuliertem Benzo(a)pyren) publiziert.

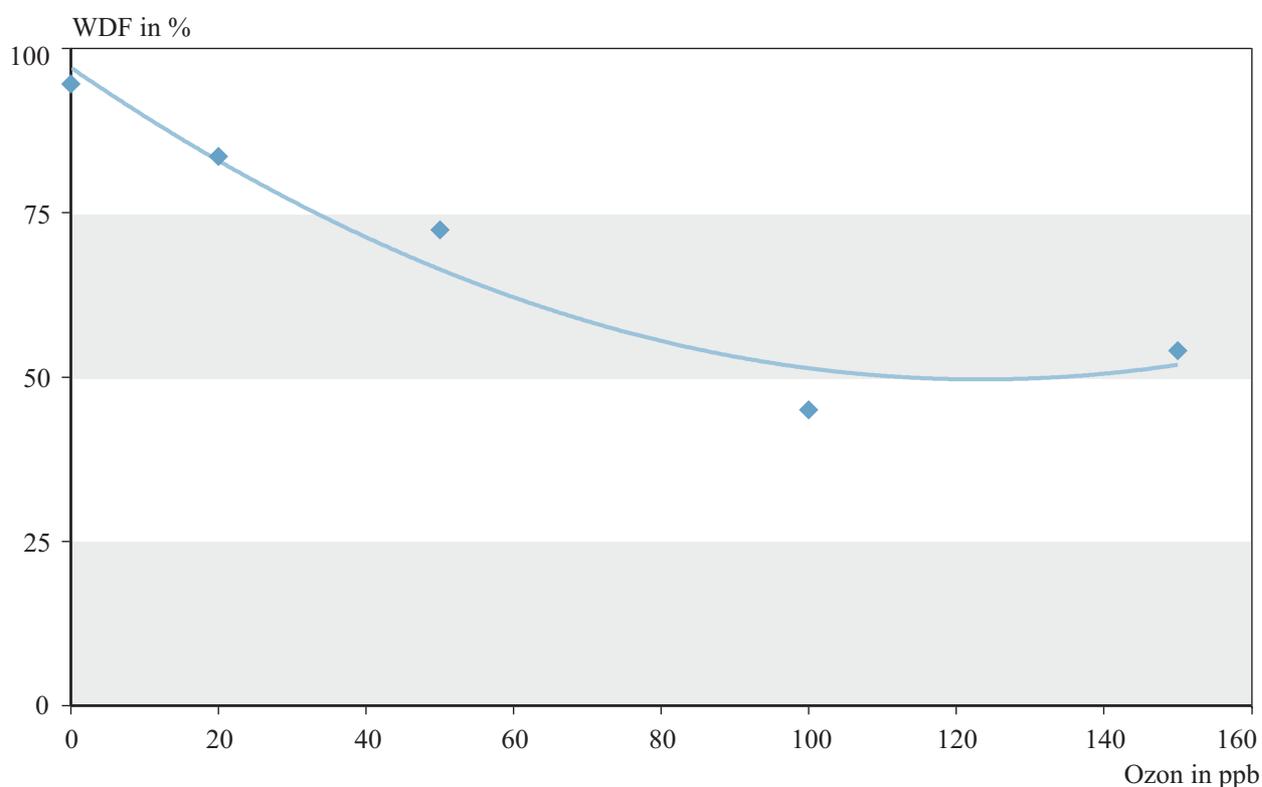
### Ergebnisse: Ozon-Querempfindlichkeit und Stickstoffdioxid-Querempfindlichkeit: Laborexperiment

Zur Untersuchung der Ozon-/Stickstoffdioxid-Querempfindlichkeit wurden im Laborexperiment bereits bei Immissionsprobenahmen bestaubte PM10-Filter

mit O<sub>3</sub>- und NO<sub>2</sub>-Prüfgasen durchströmt, um ein mögliches Abbauverhalten zu studieren. Eine detaillierte Beschreibung des Laborversuchsaufbaus findet sich auf der UMEG-Homepage („Ozon-Querempfindlichkeiten bei der Immissionsmessung von Benzo(a)pyren“).

In den Abbildungen 7.4-1 und 7.4-2 sind die Ergebnisse aus den Laborversuchen dargestellt.

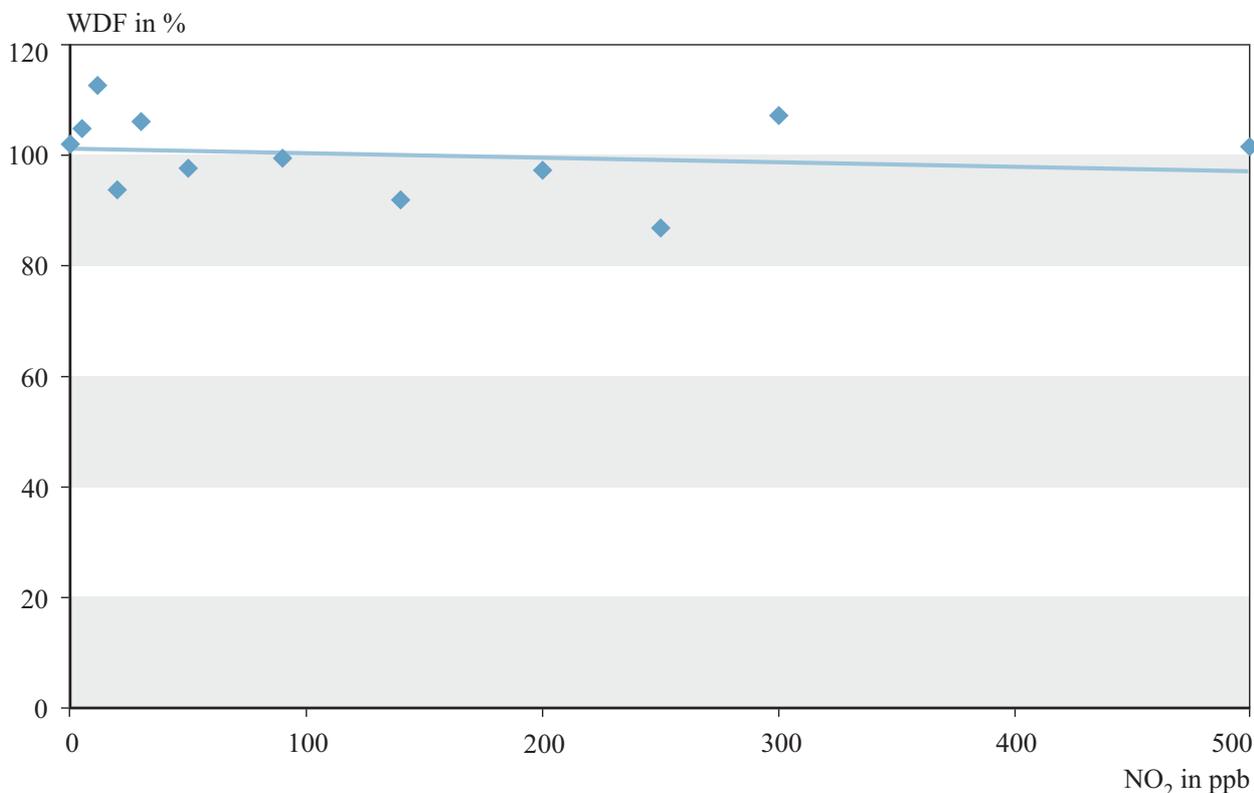
Partikelakkumuliertes Benzo(a)pyren zeigt eine Querempfindlichkeit gegenüber Ozon. Bei höheren Ozonkonzentrationen wird eine Abbaurate bis 50 % erhalten, wobei der Verlauf der Kurve (Abbildung 7.4-1) darauf hindeutet, dass ab einer Ozon-Grenzkonzentration um 100 ppb kein weiterer Abbau stattfindet.



**Abbildung 7.4-1**

Ozon-Querempfindlichkeit gegenüber BaP im Laborversuch: einzelne Messpunkte stellen die Mittelwerte aus Mehrfachuntersuchungen dar.

WDF in %: Quotient aus Ozon-behandelter Probe/Ozon-unbehandelter Probe



**Abbildung 7.4-2**

Stickstoffdioxid-Querempfindlichkeit gegenüber BaP im Laborversuch

WDF in %: Quotient aus NO<sub>2</sub>-behandelter Probe/NO<sub>2</sub>-unbehandelter Probe

Partikelakkumuliertes Benzo(a)pyren zeigt im Bereich bis 500 ppb keine Querempfindlichkeit gegenüber Stickstoffdioxid (Abbildung 7.4-2). Unter immisionsrelevanten Außenluft-Konzentrationen ist demnach nicht mit einem Abbau von BaP durch NO<sub>2</sub> zu rechnen.

Im Verlauf des Jahres 2002 wurden PM10-Feldmessungen auf dem Testgelände der UMEG vorgenommen und das partikelakkumulierte BaP analysiert. Es wurden Parallelmessungen mit und ohne Ozon-Denuder vorgenommen, um den Einfluss des Ozons auf die ermittelte BaP-Außenluftkonzentration zu ermitteln. Die Messungen wurden über die Dauer von einem Jahr durchgeführt.

#### Feldmessungen

Für die Feldmessungen wurde der Partisol Speciation Sampler der Fa. Ruprecht und Patashnik, USA eingesetzt.

Der Partisol Speciation Sampler verfügt über 12 Beprobungskanäle. Hierbei können maximal vier Kanäle parallel betrieben werden. In einem Vorversuch wurde geprüft, ob die zeitgleich betriebenen Probennahmekanäle vergleichbare BaP-Konzentrationen liefern.

#### Ergebnisse der Feldversuche: Simultane Probenahme mit vier Beprobungskanälen des Partisol Speciation Samplers (PSS)

Aus Voruntersuchungen (siehe o. a. Veröffentlichungen) ist bekannt, dass beim zeitgleichen Einsatz von vier Beprobungskanälen des Probenahmesystemes vergleichbare Ergebnisse erhalten werden (Messgenauigkeit ± 10 %).

Für die BaP-Immissionsmessungen wurden die Probenahmekartuschen von zwei Kanälen mit einem Glasfaserfilter und einem vorgeschalteten Ozon-De-nuder bestückt. Die Kartuschen der weiteren zwei Kanäle wurden nur mit einem Filter bestückt. Bei allen vier Probenahmekartuschen war ein PM10-Ein-las vorgeschaltet. Die Probenahmedauer betrug 24 h bei einem Volumenstrom von 10 l/min. Die Messun-gen wurden im Zeitraum Februar 2002 bis Januar 2003 durchgeführt. Parallel hierzu wurden die Ozon-Immissionskonzentrationen sowie die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit kontinuierlich registriert. In der Tabelle 7.4-1 sind die Messergebnisse zusam-mengefasst, wobei Angaben zur Temperatur und Luftfeuch-tigkeit unterbleiben.

Anhand der Tabelle 7.4-1 wird deutlich, dass die La-borergebnisse durch die Außenluftuntersuchungen be-stätigt werden. Bei höheren Ozonkonzentrationen wird ein Minderbefund des Monatsmittelwertes der BaP-Konzentrationen bis 50 % und darunter ebenfalls bei den realen Außenluftmessungen erhalten. Bei ge-

nauerer Betrachtung der minimalen Wiederfindungs-raten fällt auf, dass diese Minderbefunde nicht nur ausgeprägt im Sommer, bei natürlicherweise höheren Ozon-Konzentrationen erhalten werden, sondern auch in den Wintermonaten. Wie eingangs erwähnt, werden im Sommer äußerst geringe BaP-Konzentrationen in der Außenluft festgestellt, die dann zum Jahresmittel-wert gering beitragen. Interessanter sind die Winter-monate mit höheren BaP-Konzentrationen und einzel-nen Tagen höherer Ozon-Konzentration. Wird hier auf hohem Konzentrationsniveau die Ozon-Querempfind-lichkeit nicht berücksichtigt, hat diese Minderung auf höherem BaP-Konzentrationsniveau einen stärkeren Einfluss auf den Jahresmittelwert. Diese Tagesbei-spiele finden sich in jedem Monat der kälteren Jahres-zeit, was anhand der minimalen Wiederfindungsraten von 30 % bis 70 % deutlich wird.

Im Rahmen der durchgeführten Studie wurden je Mo-nat unterschiedlich häufig Proben gezogen (insgesamt über 100 parallele Doppelbestimmungen), so dass der ermittelte Jahresmittelwert an diesem Messpunkt mess-

**Tabelle 7.4-1**

Monatsmittelwerte (MMW) sowie weitere Angaben zu BaP-Immissionsmessungen im einjährigen Messzeitraum WDF: ermittelter BaP-Gehalt ohne Ozon-Scrubber/BaP-Gehalt mit Ozon-Scrubber

Monat/Jahr	Anzahl	MMW Ozon in ppb	MMW BaP mit Scrubber in ng/m <sup>3</sup>	MMW BaP ohne Scrubber in ng/m <sup>3</sup>	MMW WDF in %	Min WDF in %	Max WDF in %
Feb. 02	6	26	0,27	0,12	44	32	61
März 02	8	11	0,92	0,82	89	67	102
April 02			keine Messungen				
Mai 02	7	57	0,05	0,02	47	12	71
Juni 02	19	65	0,06	0,04	69	48	90
Juli 02	10	50	0,09	0,05	58	33	84
Aug. 02	10	45	0,12	0,07	59	40	71
Sep. 02	13	36	0,28	0,21	75	51	92
Okt. 02	6	23	0,50	0,37	74	34	98
Nov. 02	14	13	1,21	0,97	81	43	104
Dez. 02	12	8	1,70	1,59	93	69	103
Jan. 03	7	15	1,70	1,54	90	66	100
Messzeitraum	112	32	0,63	0,53			

technisch nicht relevant ist. Der Vergleich der über beide Messreihen mit gleichen Datensätzen ermittelten Jahresmittelwerte zeigt aber, dass ohne Ozon-Denuder der BaP-Jahresmittelwert zu niedrig ermittelt wird. In dieser Studie um etwa 15 %.

### Folgerung

Anhand der Untersuchungen hat sich gezeigt, dass eine Querempfindlichkeit der BaP-Immissionsmessung gegenüber NO<sub>2</sub> nicht besteht.

Für Ozon ergibt sich ein anderer Befund: In Abhängigkeit von der Ozonkonzentration findet ein deutlicher BaP-Abbau statt. BaP-Minderbefunde unter 50 % sind bei Ozon-Außenluftkonzentrationen bis 100 ppb möglich, wobei Minderbefunde bis 40 % bereits bei vergleichsweise niedrigen Ozon-Konzentrationen um 50 ppb erhalten werden.

Mit der derzeitigen Probenahme wird der BaP-Jahresmittelwert deutlich unterschätzt. Die Ermittlung eines Jahresmittelwertes für BaP in der Immission aus anfallenden Proben der konventionellen PM10-Staubsammlung sollte deshalb nur noch als Konventionsverfahren betrachtet werden.

## 7.5 Zuweisung der Gemeinden zu einem Gebiet nach § 9 Abs. 2 der 22. BImSchV und deren Einstufung

Nach § 9 Abs. 2 der 22. BImSchV „Festlegung der Ballungsräume und Einstufung der Gebiete und Ballungsräume“ legt die zuständige Behörde, hier das UVM, die Ballungsräume und Gebiete fest. Nach § 1 Nr. 7 ist ein „Ballungsraum ein Gebiet mit mindestens 250 000 Einwohnern, das....“ und nach Nr. 6 ein „Gebiet ein von den zuständigen Behörden festgelegter Teil der Fläche eines Landes im Sinne des § 9 Abs. 2 dieser Verordnung“. Nach § 9 Abs. 2 „stufen die zuständigen Behörden jährlich Gebiete und Ballungsräume wie folgt ein:

Gebiete und Ballungsräume

- mit Werten oberhalb der Summe von Immissionsgrenzwert und Toleranzmarge,
- mit Werten oberhalb des Immissionsgrenzwertes bis einschließlich dem Wert aus Summe von Immissionsgrenzwert und Toleranzmarge,
- mit Werten gleich oder unterhalb des Immissionsgrenzwertes.“

Übereinkunft zwischen den Bundesländern besteht darin,

- dass das kleinste Gebiet in obigem Sinne die Gemeindeebene ist;
- dass die Zuweisung des Gebietes zu einer der obigen Kategorien durch den Bereich innerhalb von Gebieten und Ballungsräumen bestimmt wird, in dem die höchsten Konzentrationen auftreten, denen die Bevölkerung wahrscheinlich direkt oder indirekt über einen im Verhältnis zur Mittelungszeit der betreffenden Grenzwerte signifikanten Zeitraum ausgesetzt sein wird (Spot);
- dass die Gebietseinteilung nicht geeignet ist, flächige Aussagen zur Luftbelastung abzuleiten.

Zusammen mit dem UVM wurden mehrere Zonierungen für die mehr als 1000 Gemeinden in Baden-Württemberg diskutiert, wie z. B. die individuelle Ausweisung jeder Gemeinde, die Zusammenfassung der Ge-

meinden in den zugehörigen Landkreisen, die Zusammenfassung der Gemeinden nach der Raumstruktur des Landesentwicklungsplans 2002. Am ehesten ziel führend erwies sich:

In Baden-Württemberg werden als Ballungsräume (BR) ausgewiesen: Der Großraum Stuttgart, der Großraum Mannheim/Heidelberg, die Stadtkreise Karlsruhe/Ettlingen sowie Freiburg mit Umkirch. Daneben gibt es die vier Regierungsbezirke abzüglich der Ballungsräume. Ergänzend werden

- alle Gemeinden außerhalb von Ballungsräumen mit einem (gemessenen) Wert  $> GW$  und  $\leq GW+TM$  zu einem Gebiet zusammengefasst
- sowie alle Gemeinden außerhalb von Ballungsräumen mit einem (gemessenen) Wert  $> GW+TM$  zu einem weiteren Gebiet.

Diese Gebietsdefinition gilt für alle Schadstoffkomponenten in gleicher Weise, so dass die ergänzenden Gebiete schadstoffspezifisch definiert werden.

Abweichend hiervon ist für die Grenzwerte zum Schutz der Vegetation und von Ökosystemen ganz Baden-Württemberg ein Gebiet.

Die Einstufung der Ballungsräume und Gebiete erfolgte auf Grundlage der Ergebnisse an den Luftmessstationen, der Verkehrsmessstationen sowie der Spottmessungen im Jahr 2002 (siehe Kapitel 3.3). Die Ergebnisse sind nach Ballungsraum bzw. Gebiet geordnet in Tabelle 7.5-1 eingetragen.

Die Zahlen in der Tabelle weisen dem Raum bzw. Gebiet eine Konzentration zu, die

- 1 kleiner oder gleich dem Grenzwert ist
- 2 größer als der Grenzwert bis maximal der Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge ist
- 3 größer als die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge ist.

Für Stickstoffdioxid ist das Ergebnis in Abbildung 7.5-1 gezeigt.

**Tabelle 7.5-1**

Einstufung der Ballungsräume und Gebiete

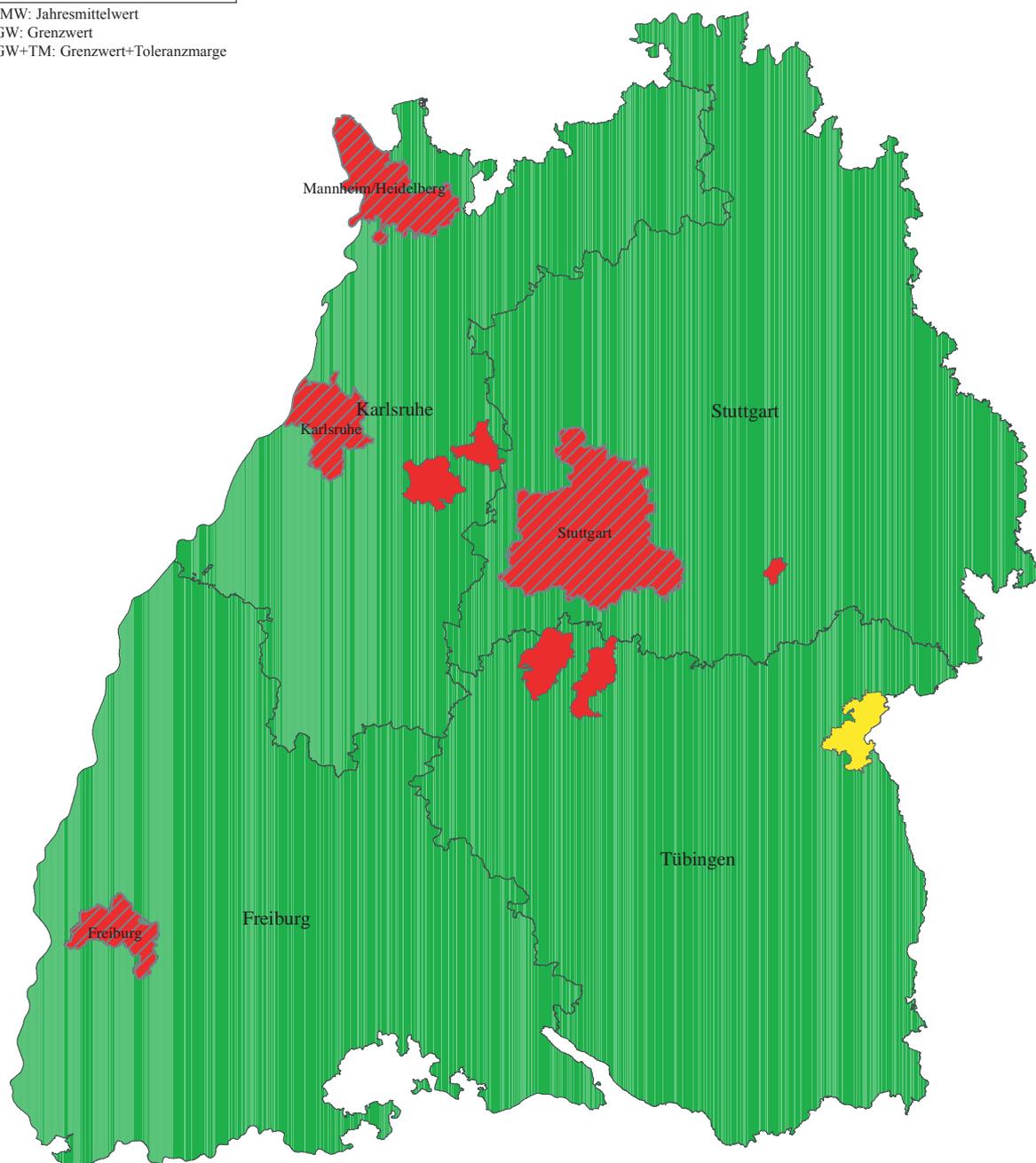
	SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		PM10		Pb	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	JMW	1h-MW	JMW	1h-MW	JMW	24h-MW	JMW	8h-MW	JMW
<b>Ballungsraum</b>									
Stuttgart	1	1	3	1	1	2	1	1	2
Karlsruhe/Ettlingen	1	1	3	1	1	1	1	1	1
Mannheim/Heidelberg	1	1	3	1	1	2	1	1	1
Freiburg mit Umkirch	1	1	3	1	1	1	1	1	1
<b>Regierungsbezirk ohne Ballungsraum</b>									
Stuttgart	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Karlsruhe	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Freiburg	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tübingen	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Gebiet</b> $GW+TM \leq c < GW$			2	k.A.					
Ulm									
<b>Gebiet</b> $c > GW+TM$			3	k.A.					
Eislingen									
Reutlingen									
Tübingen									
Pforzheim									
Mühlacker									
<b>Ökosystem</b>	1		1						

JMW: Jahresmittelwert 1h-MW: 1-Std.-Mittelwert 24h-MW: 24-Std.-Mittelwert 8h-MW: 8-Std.-Mittelwert k.A.: keine Angabe möglich

**Beurteilung 2002  
Stickstoffdioxid**

 Ballungsräume  
  $JMW \leq GW$   
  $GW < JMW \leq GW+TM$   
  $JMW > GW+TM$

JMW: Jahresmittelwert  
 GW: Grenzwert  
 GW+TM: Grenzwert+Toleranzmarge



**Abbildung 7.5-1**

Einstufung der Ballungsräume und Gebiete auf der Grundlage der Messungen 2002

## 7.6 Überprüfung der Anwendbarkeit des EMPA-Ascheschnelltests zur Beurteilung von Brennstoffmissbrauch

Naturbelassenes Holz darf in Holzfeuerungsanlagen als umweltverträglicher Brennstoff eingesetzt werden. Die Verbrennung von behandeltem Holz oder von Abfällen ist in Haushaltungen verboten und nur in dafür genehmigten Verbrennungsanlagen zulässig.

Bei der Verbrennung von behandeltem Holz oder anderer brennbarer Abfälle entstehen Schadstoffe, die in die Luft emittiert werden oder in der Asche zurückbleiben. Um einen Brennstoffmissbrauch in Kleinfeuerungen und Haushalten möglichst schnell vor Ort, ohne großen Materialaufwand und kostengünstig feststellen zu können, wurde von der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA, St. Gallen, Schweiz) ein Ascheschnelltest entwickelt. Mit diesem Schnelltest soll ein Brennstoffmissbrauch durch den Nachweis der drei Prüfparameter Chlor, Zink und Blei in der nach dem Brennvorgang zurückbleibenden Asche nachgewiesen werden.

Die Bestimmung der drei Prüfparameter Chlor, Zink und Blei beruht auf einem visuell erkennbaren Farbumschlag. Der praktische Umgang mit dem EMPA-Ascheschnelltest ist für chemisch-analytisch geschultes Personal unproblematisch. Da der Farbumschlag oft nur sehr schwach ist, kann er von ungeschultem Personal leicht übersehen werden, was zu einer falschen Beurteilung der Asche führen kann. Weiter fällt quecksilber- und cyanidhaltiger Abfall an, der gesondert entsorgt werden muss. Deshalb ist bei berufsfremden Personen eine intensive Schulung, insbesondere im Umgang mit Chemikalien und zur Erkennung der verschiedenen Farbumschläge erforderlich.

Zur Überprüfung der Anwendbarkeit des Ascheschnelltests wurden 52 Aschen aus Stückholzfeuerungen mittels dem EMPA-Ascheschnelltest sowie konventioneller Analytik in der UMEG analysiert. Die zur Untersuchung benötigten Aschen wurden nach Absprache mit dem Landesinnungsverband des Schornsteinfegerhandwerks Baden-Württemberg unter dessen Koordination von Schornsteinfegern aus verschiedenen

Bezirken Baden-Württembergs entnommen. Die zur Probennahme erforderlichen Utensilien wurden von der UMEG zur Verfügung gestellt.

Von den 52 untersuchten Proben wurden 48 Aschen vom Ascheschnelltest richtig beurteilt, vier Aschen wurden falsch beurteilt. Die vier falsch beurteilten Ascheproben wurden vom Schnelltest als nach der Schweizer Luftreinhalteverordnung (LRV) konform eingestuft.

Das Ergebnis der chemischen Vergleichsuntersuchungen zeigt, dass die Aussagekraft des EMPA-Ascheschnelltests bezüglich der überprüften Parameter sehr gut ist. Keine Ascheprobe wurde vom Schnelltest zu Unrecht als nicht LRV-konform eingestuft.

Schwerwiegend ist jedoch der Umstand, dass der Einsatz bestimmter unzulässiger Brennstoffe durch den Schnelltest nicht nachgewiesen werden kann. So führte die absichtliche Verbrennung von Spanplatten zu einem „konformen“ Ergebnis. Die Bestimmung der Parameter Pb, Cl und Zn reicht also in den meisten Fällen nicht aus, um die Verbrennung von Hausmüll oder farbbehandelter Hölzer nachzuweisen. Dies ist nur durch die Analyse weiterer Parameter möglich. Zudem können Chlor- und Schwermetallgehalte in naturbelassenen Hölzern je nach Herkunft und Art stark variieren. Dies erschwert eindeutige Festlegungen von Schwellen- bzw. Grenzwerten für Schwermetalle in naturbelassenen Hölzern.

Aus den genannten Gründen kann der Ascheschnelltest zur Überprüfung der Verwendung unzulässiger Brennstoffe nicht empfohlen werden.

**DIN EN ISO/IEC 17025, Ausgabe 2000-04:** Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:1999); Dreisprachige Fassung EN ISO/IEC 17025:2000

**DIN EN ISO 9002, Ausgabe 1994-08:** Qualitätsmanagementsysteme, Modelle zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung in Produktion, Montage und Wartung

**DIN EN 60335-1, Ausgabe: 2003-07:** Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60335-1:2001, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60335-1:2002

**DIN EN 60335-2-9, Ausgabe 2003-05:** Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 2-9: Besondere Anforderungen für Grillgeräte, Brotröster und ähnliche ortsveränderliche Kochgeräte (IEC 60335-2-9:1993, modifiziert + A1:1998 + A2:1999); Deutsche Fassung EN 60335-2-9:1995 + A1:1998 + A2:2000 + A11:2000 + A12:2002 + A13:2002 mit Berichtigung zu IEC 60335-2-9:1993 und EN 60335-2-9:1995

**DIN EN 60335-2-54, Ausgabe 2000-08:** Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 2-54: Besondere Anforderungen für Geräte zur Oberflächenreinigung mit Flüssigkeiten oder Dampf (IEC 60335-2-54:1995 + A1:1999); Deutsche Fassung EN 60335-2-54:1997 + A11:1998 + A1:1999

**DIN VDE 0620-1, Ausgabe 2002-01:** Stecker und Steckdosen für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

**DIN EN 60730-1, Ausgabe 2002-01:** Automatische elektrische Regel- und Steuergeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60730-1:1999, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60730-1:2000

**DIN EN 60730-2-7, Ausgabe 1993-06:** Automatische elektrische Regel- und Steuergeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen; Teil 2: Besondere Anforderungen für Zeitsteuergeräte, Schaltuhren (IEC 60730-2-7:1990, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60730-2-7:1991

**DIN EN 60950, Ausgabe 2003-03:** Sicherheit von Einrichtungen der Informationstechnik

**prEN 61029-2-9, Ausgabe 2003-07:** Sicherheit transportabler motorbetriebener Elektrowerkzeuge - Teil 2-9: Besondere Anforderungen für Gehrungskappsägen (IEC 61029-2-9:1995, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61029-2-9:2002

„Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft“, Heft 62 (2002) Nr. 7/8: Ozon-Querempfindlichkeit bei der Immissionsmessung von schwebstaubakkumuliertem Benzo(a)pyren

**[GESTIS]:** GESTIS - Stoffdatenbank, Gefahrstoffinformationssystem der gewerblichen Berufsgenossenschaften, <http://www.hvbg.de/d/bia/fac/zesp/zesp.htm>

**GSG:** Gerätesicherheitsgesetz - Gesetz über technische Arbeitsmittel, Fassung vom 11. Mai 2002 (BGBl. I Nr. 22 vom 21.5.2001, S. 866)

**[Herr et al., 2003]:** Effects of bioaerosol polluted outdoor air on airways of residents: a cross sectional stud; Occup Environ Med 60, 336-342

**[Kühling, 1994]:** Kühling, W., Peters, H.-J.: Die Bewertung der Luftqualität bei Umweltverträglichkeitsprüfungen; Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur; Dortmund 1994

**[LAI, 1994]:** Länderausschuss für Immissionsschutz: Beurteilungswerte für luftverunreinigende Immissionen; Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz an die Umweltministerkonferenz; 22. September 1994

**98/37/EG (Maschinenrichtlinie):** Richtlinie 98/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22.6.1998 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen (ABl. Nr. L080 vom 25.3.1999, S. 34)

**73/23/EWG (Niederspannungsrichtlinie):** Richtlinie 73/23/EWG des Rates vom 19.2.1973 betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verordnung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen, Elektrische Betriebsmittel; (ABl. Nr. L77 vom 26.3.1973, S. 204) geändert durch die Richtlinie 93/68/EWG (ABl. Nr. L220 vom 30.8.1993, S. 1)

**92/59/EWG (Produktsicherheitsrichtlinie):** Richtlinie 92/59/EWG des Rates vom 29.5.1992 über die allgemeine Produktsicherheit (ABl. Nr. L 228 vom 11.8.1992, S. 24)

**[Römpp, 1989]:** Chemie Lexikon, Band 1, 9. Auflage, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 1989

**[Rosenkranz & Knetsch, 2003]:** Umweltbeobachtung - Konzepte und Programme des Bundes, [www.umweltbeobachtung.de/journal/U1-BRO031-de.pdf](http://www.umweltbeobachtung.de/journal/U1-BRO031-de.pdf)

**Schweizerische Luftreinhalteverordnung (LRV):** vom 16.12.1985 (SR-Nummer: 814.318.142.1; Fundstelle: AS 1986 208)

**[StrVG, 1986]:** Gesetz zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung gegen Strahlenbelastung (Strahlenvorsorgegesetz - StrVG), BGBl. I S. 2610; 1986

**[UBA, 1991]:** Umweltbundesamt (Hrsg.): Was Sie schon immer über Umweltchemikalien wissen wollten, Ausgabe 1991; Verlag W. Kohlhammer GmbH, 1990

**[UMEG, 2000]:** UMEG, Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg: Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg, 2000

**[UVM, 1998-2]:** Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (Hrsg.): Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 1995; Bericht 12-3/98

**VDI, 2310, 1974:** Maximale Immissions-Werte; September 1974

**VDI 2463, Blatt 1, 1999:** Messen von Partikeln; Gravimetrische Bestimmung der Massenkonzentration von Partikeln in Außenluft; Grundlagen; 1999

**VDI 4252 Blatt 1 E, 2003:** Aktive Probenahme von Bioaerosolen - Abscheidung von luftgetragenen Schimmelpilzen auf Gelatine-/Polycarbonat-Filter

**VDI 4253 Blatt 2 E, 2003:** Verfahren zum kulturellen Nachweis von Schimmelpilz-Konzentrationen in der Luft - Indirektes Verfahren nach Probenahme auf Gelatine-/Polycarbonat-Filter

**[WHO]:** Air Quality Guidelines for Europe; WHO Regional Republications, European Series No. 23, 2. Ausgabe 2000

## ANHANG

### A.1 Rechtliche Grundlagen nach Schadstoff gegliedert

**Tabelle A.1-1**

Beurteilungswerte für Stickstoffdioxid für 2002 – alle Werte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Zeitbezug	Definition	Beurteilungswert	Bemerkung	Temp. / Druck	Regelwerk
<b>Langzeitwerte</b>					
1 Jahr	Mittelwert	40 <sup>1)</sup>	GW	gilt für menschliche Gesundheit	20 °C/101,3 kPa TA Luft
1 Jahr	Mittelwert	56 <sup>2)</sup>	GW+TM	gilt für menschliche Gesundheit	20 °C/101,3 kPa 22. BImSchV
1 Jahr	Mittelwert	30 <sup>3)</sup>	GW	NO <sub>x</sub> (NO + NO <sub>2</sub> ) gilt für Vegetation <sup>4)</sup>	20 °C/101,3 kPa TA Luft / 22. BImSchV
<b>Kurzzeitwerte</b>					
1 Stunde	Mittelwert	200 <sup>1)</sup>	GW	Überschreitung $\leq$ 18 mal / Kalenderjahr	20 °C/101,3 kPa TA Luft
1 Stunde	Mittelwert	280 <sup>2)</sup>	GW+TM	Überschreitung $\leq$ 18 mal / Kalenderjahr	20 °C/101,3 kPa 22. BImSchV
1 Stunde <sup>5)</sup>	Mittelwert	400	AS	gilt für menschl. Gesundheit, gemessen an flächenrepräsentativem Ort	20 °C/101,3 kPa 22. BImSchV
1 Jahr	98%-Wert aus 1h-Mittelwerten oder kürzer	200 <sup>6)</sup>	GW		20 °C/101,3 kPa 22. BImSchV
1 Jahr	98%-Wert	160	PW	gilt in Verkehrsnähe, wo sich Menschen nicht nur kurzzeitig aufhalten	Messbedingungen 23. BImSchV
0,5 Stunden	Mittelwert	200 <sup>7)</sup>	MIK		20 °C/101,3 kPa VDI 2310
24 Stunden	Mittelwert	100 <sup>7)</sup>	MIK		20 °C/101,3 kPa VDI 2310

GW: Immissionsgrenzwert \*) TM: Toleranzmarge AS: Alarmschwelle PW: Prüfwert MIK: Maximale Immissionskonzentration

1) einzuhalten ab 1.1.2010 (TM nur 22. BImSchV)

2) in 2002

3) ab 18.9.2002

4) Gilt in Ökosystemen, die mehr als 20 km von Ballungsgebieten oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Straßen entfernt sind.

5) gemessen an drei aufeinanderfolgenden Stunden

6) gültig bis 31.12.2009

7) höchstens eine Überschreitung pro Monat bis zum dreifachen Wert

\*) Die 22. BImSchV und die TA Luft 2002 unterscheiden begrifflich zwischen „Immissionsgrenzwert“ und „Immissionswert“, materiell handelt es sich jeweils um einen „Grenzwert“.

**Tabelle A.1-2**

 Beurteilungswerte für Blei als Inhaltsstoff des Schwebstaubs für 2002 – alle Werte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

Komponente	Mittelungszeitraum	Beurteilungswert	Bemerkung	Temp. / Druck	Regelwerk
Blei	1 Jahr	2 <sup>1)</sup> GW		Messbedingungen	22. BImSchV
Blei	1 Jahr	0,5 <sup>2)</sup> 0,8 <sup>3)</sup> GW+TM		Messbedingungen	22. BImSchV
Blei	1 Jahr	1,0 1,4 GW+TM	in Nachbarschaft zu industriellen Quellen	Messbedingungen	22. BImSchV
Blei im PM10-Staub	1 Jahr	0,5 <sup>4)</sup> GW		20 °C/101,3 kPa	TA Luft
Blei im PM10-Staub	1 Jahr	2 MIK		20 °C/101,3 kPa	VDI 2310
	24 Std.	3,0 MIK			

GW: Immissionsgrenzwert TM: Toleranzmarge MIK: Maximale Immissionskonzentration PM: particulate matter

1) gültig bis 31.12.2004

2) einzuhalten ab 1.1.2005 (TM nur 22. BImSchV)

3) für 2002

4) ab 1.1.2005

**Tabelle A.1-3**

 Beurteilungswerte für Cadmium als Inhaltsstoff des Schwebstaubs für 2002 – alle Werte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

Komponente	Mittelungszeitraum	Beurteilungswert	Bemerkung	Temp. / Druck	Regelwerk
Cadmium im PM10	1 Jahr	0,02 GW		20 °C/101,3 kPa	TA Luft
Cadmium im PM10	1 Jahr	0,017 ZW	flächenbezogen, Entscheidungshilfe	Messbedingungen	LAI-Krebsrisikostudie

GW: Immissionsgrenzwert ZW: Zielwert PM: particulate matter

**Tabelle A.1-4**

 Beurteilungswerte für Ruß als Inhaltsstoff des Schwebstaubs für 2002 – alle Werte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

Komponente	Mittelungszeitraum	Beurteilungswert	Bemerkung	Temp. / Druck	Regelwerk
Ruß	1 Jahr	8 PW	gilt in Verkehrsnahe, wo sich Menschen nicht nur kurzzeitig aufhalten	Messbedingungen	23. BImSchV
Ruß	1 Jahr	1,5 ZW	flächenbezogen, Entscheidungshilfe	Messbedingungen	LAI-Krebsrisikostudie

PW: Prüfwert ZW: Zielwert

**Tabelle A.1-5**

Beurteilungswerte für Ozon für 2002 – alle Werte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Zeitbezug	Definition	Beurteilungswert	Bemerkung	Temp. / Druck	Regelwerk
<b>Langzeitwerte</b>					
8 Stunden <sup>1)</sup>	Mittelwert	110	Gesundheitsschutz	20 °C/101,3 kPa	22. BImSchV
1 Stunde	Mittelwert	200	Schutz der Vegetation	20 °C/101,3 kPa	22. BImSchV
24 Stunden	Mittelwert	65	Schutz der Vegetation	20 °C/101,3 kPa	22. BImSchV
1 Stunde	Mittelwert	180	Schwellenwert für die Unterrichtung der Bevölkerung	20 °C/101,3 kPa	22. BImSchV
1 Stunde	Mittelwert	360	Auslösung des Warnsystems	20 °C/101,3 kPa	22. BImSchV
0,5 Stunden <sup>2)</sup>	Mittelwert	120	MIK	20 °C/101,3 kPa	VDI 2310
* 8 Stunden	Mittelwert	120	ZW	Überschreitung $\leq 25$ mal / Kalenderjahr, gemittelt über 3 Jahre	20 °C/101,3 kPa 2002/3/EG
* 1 Stunde	Mittelwert	180	ISW	20 °C/101,3 kPa	2002/3/EG
* 1 Stunde	Mittelwert	240	AS	20 °C/101,3 kPa	2002/3/EG

\*: noch kein geltendes nationales Recht

MIK: Maximale Immissionskonzentration    ZW: Zielwert für die menschliche Gesundheit    ISW: Informationsschwelle    AS: Alarmschwelle

1) Der Mittelwert über acht Stunden wird vier mal täglich anhand der Achtstundenwerte 0 - 8 Uhr, 8 - 16 Uhr, 12 - 20 Uhr, 16 - 24 Uhr berechnet.

2) höchstens bis  $0,4 \text{ mg}/\text{m}^3$  einmal pro Tag

**Tabelle A.1-6**

Beurteilungswerte für Kohlenmonoxid für 2002 – alle Werte in  $\text{mg}/\text{m}^3$

Zeitbezug	Definition	Beurteilungswert	Bemerkung	Temp. / Druck	Regelwerk
<b>Langzeitwerte</b>					
1 Jahr	Mittelwert	10	MIK	MIK	20 °C/101,3 kPa VDI 2310
<b>Kurzzeitwerte</b>					
8 Stunden	Mittelwert	10 <sup>1)</sup> 16 <sup>2)</sup>	GW GW + TM	höchster, gleitender 8h-Wert eines Tages	20 °C/101,3 kPa 22. BImSchV
1/2 h	Mittelwert	50	MIK	20 °C/101,3 kPa	VDI 2310
24 h	Mittelwert	10	MIK	20 °C/101,3 kPa	VDI 2310

GW: Immissionsgrenzwert    TM: Toleranzmarge    MIK: Maximale Immissionskonzentration

1) einzuhalten ab 1.1.2005

2) für 2002

**Tabelle A.1-7**

 Beurteilungswerte für Benzol für 2002 – alle Werte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

Zeitbezug	Definition	Beurteilungswert	Bemerkung	Temp. / Druck	Regelwerk
<b>Langzeitwerte</b>					
1 Jahr	Mittelwert	5 <sup>1)</sup>	GW	20 °C/101,3 kPa	TA Luft
1 Jahr	Mittelwert	10 <sup>2)</sup>	GW+TM	20 °C/101,3 kPa	22. BImSchV
1 Jahr	Mittelwert	10	PW	Messbedingungen	23. BImSchV
			gilt in Verkehrsnähe, wo sich Menschen nicht nur kurzzeitig aufhalten		
1 Jahr	Mittelwert	2,5	ZW	Messbedingungen	LAI-Krebsrisikostudie
			flächenbezogen, Entscheidungshilfe		

GW: Immissionsgrenzwert TM: Toleranzmarge PW: Prüfwert ZW: Zielwert

1) einzuhalten ab 1.1.2010

2) in 2002

**Tabelle A.1-8**

 Beurteilungswerte für Schwebstaub für 2002 – alle Werte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

Fraktion	Zeitbezug	Definition	Beurteilungswert	Bemerkung	Temp. / Druck	Regelwerk
<b>Langzeitwerte</b>						
Schwebstaub	1 Jahr	Mittelwert	150 <sup>1)</sup>	GW	Messbedingungen	22. BImSchV
PM10	1 Jahr	Mittelwert	40 <sup>2)</sup>	GW	Messbedingungen	TA Luft <sup>4)</sup>
PM10	1 Jahr	Mittelwert	44,8 <sup>3)</sup>	GW+TM	Messbedingungen	22. BImSchV
PM10	1 Jahr	Mittelwert	75	MIK	Messbedingungen	VDI 2310
<b>Kurzzeitwerte</b>						
Schwebstaub	1 Jahr	95%-Wert aus Tagesmittelwerten	300 <sup>1)</sup>	GW	Messbedingungen	22. BImSchV
PM10	24 Stunden	Mittelwert	50 <sup>2)</sup>	GW	Überschreitung $\leq 35$ mal / Kalenderjahr	TA Luft <sup>4)</sup>
PM10	24 Stunden	Mittelwert	65 <sup>3)</sup>	GW+TM	Überschreitung $\leq 35$ mal / Kalenderjahr	22. BImSchV

GW: Immissionsgrenzwert TM: Toleranzmarge MIK: Maximale Immissionskonzentration PM: particulate matter

1) gültig bis 31.12.2004

2) einzuhalten ab 1.1.2005 (TM nur 22. BImSchV)

3) in 2002

4) 20 °C/101,3 kPa

**Tabelle A.1-9**

Beurteilungswerte für Schwefeldioxid für 2002 – alle Werte in µg/m<sup>3</sup>

Zeitbezug	Definition	Beurteilungswert	Bemerkung	Temp. / Druck	Regelwerk
<b>Langzeitwerte</b>					
1 Jahr	Median aus 1d-Mittelwerten	80 <sup>1)</sup>	GW	bei Median TSP > 150	20 °C/101,3 kPa 22. BImSchV
1 Jahr	Median aus 1d-Mittelwerten	120 <sup>1)</sup>	GW	bei Median TSP ≤ 150	20 °C/101,3 kPa 22. BImSchV
Winterperiode	Median aus 1d-Mittelwerten	130 <sup>1)</sup>	GW	bei Median TSP > 200	20 °C/101,3 kPa 22. BImSchV
Winterperiode	Median aus 1d-Mittelwerten	180 <sup>1)</sup>	GW	bei Median TSP ≤ 200	20 °C/101,3 kPa 22. BImSchV
Kalenderjahr und Winterhalbjahr	Mittelwert	20	GW	Schutz für Ökosysteme <sup>2)</sup>	20 °C/101,3 kPa 22. BImSchV/ TA Luft
1 Jahr	Mittelwert	50	IW		20 °C/101,3 kPa TA Luft
<b>Kurzzeitwerte</b>					
1 Jahr	98%-Wert aus 1d-Mittelwerten	250 <sup>1)</sup>	GW	bei 98%-Wert TSP > 350	20 °C/101,3 kPa 22. BImSchV
1 Jahr	98%-Wert aus 1d-Mittelwerten	350 <sup>1)</sup>	GW	bei 98%-Wert TSP ≤ 350	20 °C/101,3 kPa 22. BImSchV
1 volle Stunde	Mittelwert	350 <sup>3)</sup> 440 <sup>4)</sup>	GW GW + TM	Überschreitung ≤ 24 mal / Kalenderjahr	20 °C/101,3 kPa 22. BImSchV
24 Stunden (0 bis 24 Uhr)	Mittelwert	125 <sup>3)</sup>	GW	Überschreitung ≤ 3 mal / Kalenderjahr	20 °C/101,3 kPa 22. BImSchV/ TA Luft
3 volle Stunden	Mittelwert	500	AS	für menschl. Gesundheit zu messen an flächenrepräsentativem Ort	20 °C/101,3 kPa 22. BImSchV
0,5 Stunden	Mittelwert	1000 <sup>5)</sup>	MIK		20 °C/101,3 kPa VDI 2310
24 Stunden	Mittelwert	300 <sup>6)</sup>	MIK		20 °C/101,3 kPa VDI 2310

GW: Immissionsgrenzwert AS: Alarmschwelle MIK: Maximale Immissionskonzentration

TSP: Total suspended particles, Schwebstaub gesamt (Median aerodynamischer Durchmesser ≤ 50 µm)

1) gültig bis 31.12.2004

2) Gilt in Ökosystemen, die mehr als 20 km von Ballungsgebieten oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Straßen entfernt sind. Ökosysteme dieser Definition sind bisher in Baden-Württemberg nicht ausgewiesen.

3) einzuhalten ab 1.1.2005

4) in 2002

5) höchstens einmal pro Tag

6) höchstens an vier aufeinanderfolgenden Tagen

## A.2 Stationsverzeichnis

**Tabelle A.2-1**

Verzeichnis der Stationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg (Stand 31.12.2002)

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Schwefeldioxid	Stickstoffdioxid	Ozon	Kohlenmonoxid	Kohlenstoffdioxid	Gesamtkohlenwasserstoffe (methanfrei)	Schwebstaub ( $\beta$ -Absorption)	Schwebstaub/PM10 (gravimetrisch)	Windgeschwindigkeit	Windrichtung	Globalstrahlung	Luftdruck	Temperatur	Taupunkt	Niederschlag	Radioaktivität
1	Aalen	ML	MLU	DA	HO	MLU	HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
2	Baden-Baden		MLU	DA	HO1			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
3	Bernhausen	ML	MLU	DA	HO		HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	
4	Biberach		MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
5	Böblingen	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
6	Calw		MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
7	Eggenstein	ML	MLU	BE	HO		HO	FAG	DIG	X	X					X	
8	Ehingen	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
9	Esslingen	ML	MLU	BE	HO		HO	FAG	DIG	X	X	X				X	X
10	FR-Mitte	ML	MLU	BE	HO		HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
11	FR-Straße		MLU		HO1		HO		DIG								
12	Freudenstadt	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Friedrichshafen		MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Göppingen	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
15	Heidelberg		MLU	DA	HO		HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
16	Heidenheim	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
17	Heilbronn	ML	MLU	BE	HO		HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
18	KA-Mitte	ML	MLU	DA	HO		HO	FAG	DIG								
19	KA-Nordwest	ML	MLU	DA	HO	MLU	HO	FAG	DIG	X	X	X	X	X	X	X	
20	KA-Straße		MLU		HO1		HO		DIG								
21	KA-West	ML	MLU	BE	HO		HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	
22	KA-B10-Nord	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X						
23	KA-B10-Süd	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	
24	Kehl-Hafen	ML	MLU	BE	HO	MLU	HO	FAG	DIG	X	X	X				X	X
25	Kehl-Süd	ML	MLU	DA	HO		HO	FAG	DIG	X	X			X	X	X	
26	Konstanz	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
27	Künzelsau		MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
28	Leonberg-BAB		MLU		HO1		HO		DIG								
29	Ludwigsburg	ML	MLU	DA	HO	MLU	HO	FAG	DIG	X	X					X	X
30	MA-Mitte	ML	MLU	BE	HO		HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	
31	MA-Nord	ML	MLU	BE	HO	MLU	HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
32	MA-Straße		MLU		HO1		HO		DIG								
33	MA-Süd	ML	MLU	DA	HO		HO	FAG	DIG	X	X	X	X	X	X	X	
34	Mosbach		MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X	X	X	X	X	X
35	Neuenburg	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	
36	Odenwald		MLU	MLU	DA	HO1	MLU	HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X
37	Pforzheim-Mitte	ML	MLU	DA	HO		HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
38	Plochingen	ML	MLU	BE	HO	MLU	HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	

**Tabelle A.2-1**

Verzeichnis der Stationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg (Stand 31.12.2002)

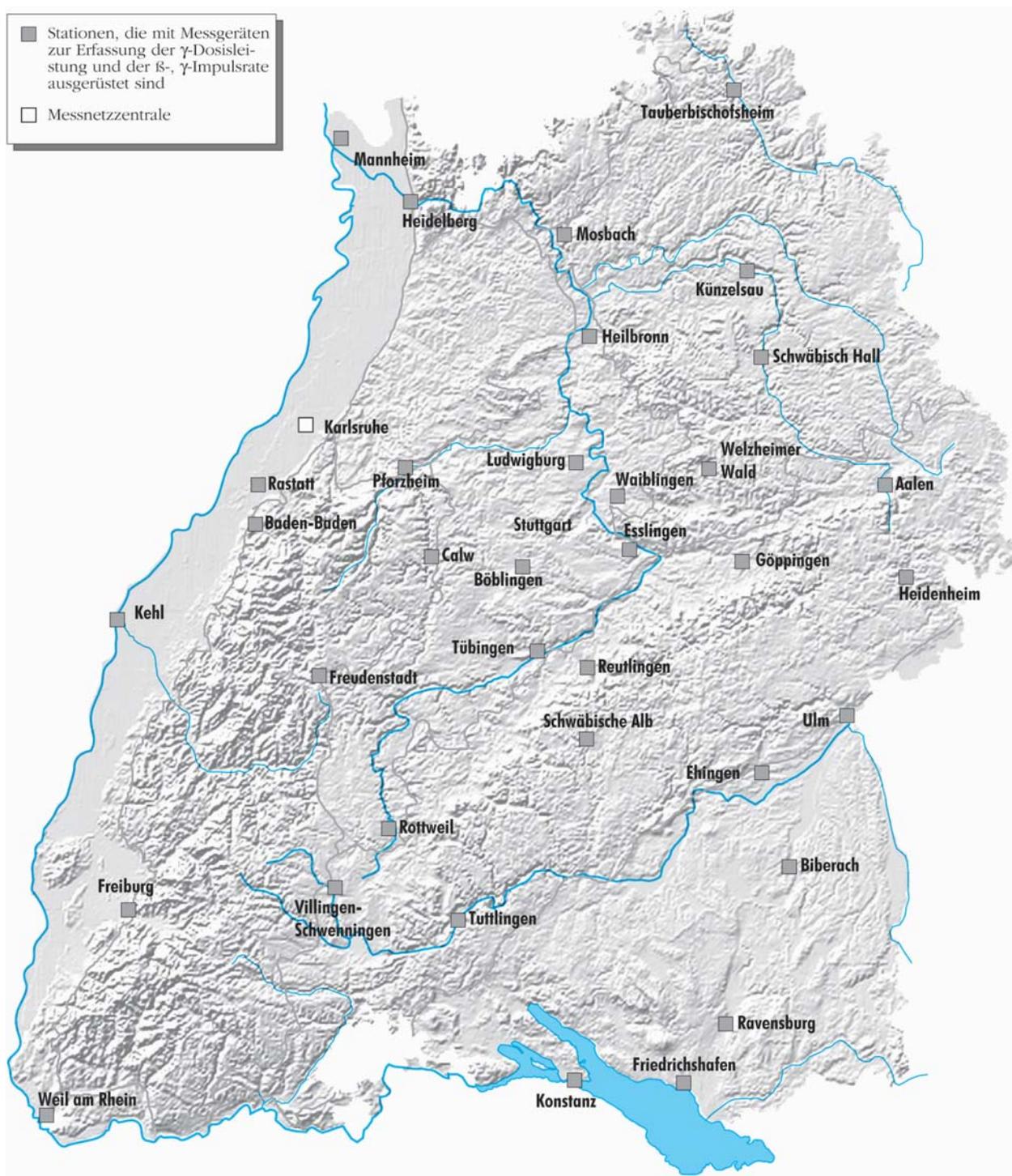
Lfd. Nr.	Bezeichnung	Schwefeldioxid	Stickstoffdioxid	Ozon	Kohlenmonoxid	Kohlenstoffdioxid	Gesamtkohlenwasserstoffe (methanfrei)	Schwebstaub (β-Adsorption)	Schwebstaub/PM10 (gravimetrisch)	Windgeschwindigkeit	Windrichtung	Globalstrahlung	Luftdruck	Temperatur	Taupunkt	Niederschlag	Radioaktivität
39	Rastatt	ML	MLU	DA	HO		HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
40	Ravensburg		MLU	DA	HO	MLU		FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
41	Reutlingen	ML	MLU	DA	HO		HO	FAG	DIG	X	X	X				X	X
42	Rheinfelden	ML	MLU	DA	HO		HO	FAG	DIG	X	X			X	X	X	
43	Rottweil	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
44	Schwäbisch Hall	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
45	Schwäbische Alb	MLU	MLU	DA	HO	MLU		FAG	DIG	X	X	X	X	X	X	X	X
46	Schwarzwald Süd	MLU	MLU	DA	HO	MLU	HO			X	X	X	X	X	X	X	
47	S-Bad Cannstatt	ML	MLU	BE	HO		HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	
48	S-Hafen	ML	MLU	BE	HO		HO	FAG	DIG	X	X					X	
49	S-Mitte-Straße		MLU		HO1		HO		DIG								
50	S-Zuffenhausen		MLU	DA	HO		HO	FAG	DIG	X	X					X	
51	Tauberbischofsheim	ML	MLU	DA	HO	MLU		FAG	DIG	X	X	X	X	X	X	X	X
52	Tübingen		MLU	DA	HO		HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
53	Tuttlingen	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
54	Ulm	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X	X	X	X	X	X
55	Ulm-Straße		MLU		HO1		HO		DIG							X	
56	Villingen-Schwenningen	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
57	Waiblingen	ML	MLU	DA	HO		HO	FAG	DIG	X	X					X	X
58	Waldshut	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X					X	
59	Weil am Rhein	ML	MLU	BE	HO	MLU	HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	X
60	Welzheimer Wald	MLU	MLU	DA		MLU				X	X		X	X	X		
61	Wiesloch	ML	MLU	DA	HO		HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	
62	Isny	ML	MLU	DA	HO			FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	
63	Bad Waldsee		MLU	DA	HO		HO	FAG	DIG	X	X	X		X	X	X	

**Legende:**

ML	Monitor Labs (Modell 8850)
BE (Stickoxide)	Bendix (BE Modell 8101)
DA	Dasibi (Modell 1008 AH)
BE (Ozon)	Bendix (BE Modell 8001)
HO (Kohlenmonoxid)	Horiba (Modell APMA 300E)
HO1 (Kohlenmonoxid)	Horiba (Modell APMA 350E)
HO (Gesamtkohlenwasserstoffe)	Horiba (Modell APMA 350E)
MA	Maihak (Modell UNOR 4N)
FAG	Modell FH 62 IN
DIG	Digitel High Volume Sampler
AOA	Apparatebau Gauting
MLU	MLU200

**Messverfahren:**

DA	UV-Absorption
HO(CO)/MA	Infrarot-Absorption
BE	Chemilumineszenz
ML	UV-Floreszenz-Analysator
HO	Flammenionisationsdetektor
FAG/VE	β-Strahlen Absorption



Karte A.2-1

Übersicht über die Stationen des landesweiten Messnetzes, an denen Radioaktivität 2002 erfasst wurde

**Tabelle A.2-2**

Die im Rahmen der Immissionsmessungen an den Stationen des landesweiten Messnetzes erfassten Luftschadstoffe sowie die angewandten Mess- und Analyseverfahren

Messobjekt	Zeitbasis	Häufigkeit	Messverfahren	Analyseverfahren	Nachweisgrenze
Schwefeldioxid	1/2h	kont.	UV-Fluoreszenz		2,0 µg/m <sup>3</sup>
Stickstoffdioxid	1/2h	kont.	Chemilumineszenz		2,5 µg/m <sup>3</sup>
Stickstoffmonoxid	1/2h	kont.	Chemilumineszenz		2,5 µg/m <sup>3</sup>
Kohlenmonoxid	1/2h	kont.	IR-Absorption		125 µg/m <sup>3</sup>
Ozon	1/2h	kont.	UV-Verfahren		2,0 µg/m <sup>3</sup>
Ozon	1/2h	kont.	Chemilumineszenz		2,0 µg/m <sup>3</sup>
Gesamtkohlenwasserstoffe (methanfrei)	1/2h	kont.			
<b>Schwebstaub</b>					
FAG	3h	kont.	β-Absorption		
Digitel	24h	180	VDI 2463*	Wägung	0,5 µg/m <sup>3</sup>
<b>Inhaltsstoffe des Schwebstaubes</b>					
Blei	24h	180	VDI 2267 Bl. 5*	ICP-MS	2 ng/m <sup>3</sup>
Cadmium	24h	180	VDI 2267 Bl. 5*	ICP-MS	0,1 ng/m <sup>3</sup>
Arsen	24h	180	VDI 2267 Bl. 5*	ICP-MS	0,2 ng/m <sup>3</sup>
Nickel	24h	180	VDI 2267 Bl. 5*	ICP-MS	0,2 ng/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pyren <sup>1)</sup>	24h	104	VDI 3875 Bl. 2*	HPLC	0,05 ng/m <sup>3</sup>
Ruß <sup>1)</sup>	24h	104	VDI 2465	Thermographie	0,4 µg/m <sup>3</sup>
Benzol	24h bzw. 14 Tage	208 bzw. 26	VDI 2100 Bl.2	GC	0,5 µg/m <sup>3</sup>
Toluol	24h bzw. 14 Tage	208 bzw. 26	VDI 2100 Bl.2	GC	0,5 µg/m <sup>3</sup>
o-Xylol	24h bzw. 14 Tage	208 bzw. 26	VDI 2100 Bl.2	GC	0,5 µg/m <sup>3</sup>
m/p-Xylol	24h bzw. 14 Tage	208 bzw. 26	VDI 2100 Bl.2	GC	0,5 µg/m <sup>3</sup>
Lufttemperatur	1/2h	kont.	VDI 3786 Bl.3	WT	0,2 Grad
Luftfeuchte	1/2h	kont.	VDI 3786 Bl.4	LI	0,2 Grad
Windgeschwindigkeit	1/2h	kont.	VDI 3786 Bl.2	SA	0,3 m/s <sup>2)</sup>
Windrichtung	1/2h	kont.	VDI 3786 Bl.2	WF	2,5 Grad <sup>3)</sup>
Luftdruck	1/2h	kont.		KA	
Niederschlag	1/2h	kont.	VDI 3786 Bl.7	TR	0,005 mm
Globalstrahlung	1/2h	kont.	VDI 3786 Bl.5	SP	
Radioaktivität	1/2h	kont.	siehe Tabelle A-4		

1) Diese Schadstoffe werden nur an den Stationen in Ballungsgebieten erfasst 2) Anlaufschwelle 3) Auflösung \* in Anlehnung an

kont.	=	kontinuierlich	WF	=	Windfahne
GC	=	Gaschromatographie	SA	=	Schalenkreuzanemometer
ICP-MS	=	Inducting Coupled Plasma-Massenspektroskopie	WT	=	Widerstandsthermometer
HPLC	=	Hochleistungs-Flüssigkeits-Chromatographie	LI	=	Lithiumchlorid-Hygrometer
KA	=	Kapazitiver Sensor	TR	=	Tropfer
SP	=	Sternpyranometer			

### A.3 Erfasste Luftschadstoffe und angewandte Messverfahren

**Tabelle A.3-1**

Messgeräte zur Ermittlung der  $\beta$ -Dosisleistung und der  $\beta$ -, $\gamma$ -Impulsrate

Messgröße	Messbereich		Messprinzip	Hersteller	Typ
$\gamma$ -Dosisleistung	$5 \cdot 10^{-3} - 10^3$	$\mu\text{Sv/h}$	Proportionalzählrohr	FAG	FHZ 600A
$\gamma$ -Dosisleistung	$10^{-2} - 10^3$	$\mu\text{Sv/h}$	Proportionalzählrohr	Berthold	LB 6123
$\gamma$ -Dosisleistung	$10 - 10^6$	$\mu\text{Sv/h}$	Geiger-Müller-Zählrohr	Berthold	LB 6500-3
$\beta$ -, $\gamma$ -Impulsrate	$100 - 3 \cdot 10^4$	Imp/s	Proportionalzählrohr	Berthold	BZ 120 P

### A.4 Dienste der Messnetzzentrale

- **Videotext und Internet**

Die täglichen Luftschadstoffkonzentrationen von 6.00, 9.00, 12.00, 15.00, 18.00 und 21.00 Uhr können im Videotext des dritten Fernsehprogramms (SWR 3) auf Tafel 176 abgerufen werden. Das Videotextangebot wird in den Monaten Mai bis September von 12.00 Uhr bis 21.00 Uhr stündlich aktualisiert.

Unter [www.umeg.de](http://www.umeg.de) werden im Internet Informationen über die aktuelle Luftqualität angeboten. Die Luftschadstoffkonzentrationen werden in Tabellenform, als Tagesverläufe und in flächenhaften Darstellungen zur Verfügung gestellt. Des Weiteren finden sich weitergehende Aussagen zur Ozonsituation. Zusätzlich wird für die einzelnen Regionen der UV-Index angegeben.

- **Direkte Informationsweitergabe**

Direkt, z. B. über Fax, werden regelmäßig verschiedene Stellen wie Pressedienste, Kommunen oder Industrie über aktuelle Messwerte informiert.

- **Datenweitergabe in den bundesweiten Datenverbund (Datenaustausch der Länder und des Bundes - DAL)**

Die aktuell abgerufenen Daten werden nach der Plausibilisierung an den bundesweiten Datenverbund weitergegeben. Von dort erfolgt eine weitere Verbreitung der Daten.

- **Verdichtete Datenweitergabe an die HVZ (Hochwasservorhersagezentrale des Landes)**

Im Falle von Starkniederschlägen, von Starknie-

derschlagsmengen, Überschreitung bestimmter Niederschlagssummen an den Niederschlagsmessstellen werden die Niederschlagsdaten stündlich an die HVZ weitergegeben.

- **Ozonansagedienst**

Von Mai bis September versorgt die UMEG den zentralen Ozonansagedienst des Landes Baden-Württemberg. Unter der Rufnummer 0721/751076 werden die Stationen mit Überschreitung des Schwellenwertes von  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  genannt. Des Weiteren erfolgt eine Aufzählung der Stationen mit den aktuell gemessenen Stundenmittelwerten. Bei einer Überschreitung von  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  werden Verhaltensempfehlungen für die Bevölkerung gegeben. In den Abend- und Morgenstunden wird eine Prognose für die Tendenz der Ozonkonzentrationen (fallend, vergleichbar, steigend) sowie eine Aussage über zu erwartende Überschreitungen von  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gegeben.

- **UV-Informationsdienst**

Die aktuell gemessene UV-Strahlung, ausgedrückt als UV-Index, wird über einen zentralen Ansigedienst unter der Rufnummer 0721/9209417 angeboten.

- **Informationstafeln**

Im Jahr 2002 waren in Baden-Württemberg 42 Anzeigetafeln aufgestellt, an denen die Bevölkerung über die aktuellen Werte der Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid, Staub und Ozon informiert wird. Die Tafeln werden von Mai bis September stündlich und in den anderen Monaten im 3-Stunden-Takt mit aktuellen Daten versorgt.