

URSACHENANALYSE FÜR PM10 IM
RAHMEN DER ERARBEITUNG VON
LUFTRINHALTE- UND AKTIONSPÄNEN
IN BADEN-WÜRTEMBERG NACH
§ 47 BImSchG FÜR DAS JAHR 2003



UMEG

Umweltmessungen
Umwelterhebungen
und Gerätesicherheit

URSACHENANALYSE FÜR PM10 IM
RAHMEN DER ERARBEITUNG VON
LUFTREINHALTE- UND AKTIONSPLÄNEN
IN BADEN-WÜRTTEMBERG NACH
§ 47 BImSchG FÜR DAS JAHR 2003

Verfasser:

UMEG Zentrum für
Umweltmessungen,
Umwelterhebungen und
Gerätesicherheit Baden-
Württemberg

Großoberfeld 3
76135 Karlsruhe

*Fachgebiet 4.2
Anlagentechnik
und Modellierungen*

kontakt@umeg.de
www.umeg.de

Bericht-Nr.: 4-01/2005
Berichtsumfang: 33 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG	5
2	GESETZLICHE GRUNDLAGEN UND ZUSTÄNDIGKEITEN	6
	2.1 Gesetzliche Grundlagen	6
	2.2 Zuständigkeiten	6
3	URSACHENANALYSE	7
	3.1 Ermittlung der Messpunkte mit Überschreitung des Immissionsgrenzwertes	7
	3.2 Ursachenbetrachtung	9
	3.3 Anteile ausgewählter Inhaltsstoffe an PM10-Staubproben	13
4..	METEOROLOGISCHE BEDINGUNGEN IM JAHR 2003	20
	4.1 Meteorologische Größen im Jahr 2003	20
	4.2 Episode vom 10. Februar bis zum 30. März 2003	23
	4.3 Meteorologische Einflüsse auf die PM10-Belastung in Baden-Württemberg	25
5	LOKALE EINFLÜSSE AUF DIE PM10-BELASTUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG	27
6	ZUSAMMENFASSUNG	31
7	LITERATUR	33

1 AUFGABENSTELLUNG

Nach Umsetzung der EU-Luftqualitätsrahmenrichtlinie (Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität, LQ-RL), der 1. Tochterrichtlinie (Richtlinie 1999/30/EG vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft) und der 2. Tochterrichtlinie (RL 2000/69/EG vom 16. November 2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid) in deutsches Recht (BImSchG in der Fassung vom 26.09.02 bzw. 22. BImSchV in der Fassung vom 11.09.2002) [BImSchG 2002], [22. BImSchV 2002] ergibt sich die Aufgabe, die Luftqualität in ganz Baden-Württemberg auf der Basis von Messungen, Modellrechnungen und Abschätzungen im Hinblick auf die Belastungen mit den o. g. Schadstoffen zu beurteilen.

Hierzu sind zunächst Immissionsmessungen gemäß der 22. BImSchV durchzuführen, wobei die Messorte festgelegte Kriterien zu erfüllen haben, um die Bereiche mit den wahrscheinlich höchsten Konzentrationen ermitteln zu können.

Die erhobenen Immissionsdaten werden anhand der Grenzwerte, die in der 22. BImSchV festgelegt sind, bewertet. Bei Überschreitungen des Summenwertes aus Grenzwert + Toleranzmarge sind Luftreinhaltepläne nach § 47 Abs. 1 BImSchG aufzustellen. Besteht die Gefahr, dass Grenzwerte oder Alarmschwellen überschritten werden, so sind Aktionspläne nach § 47 Abs. 2 BImSchG aufzustellen.

Ausgangspunkt für die Erarbeitung von Luftreinhalte- und Aktionsplänen ist eine Ursachenanalyse, in der die Beiträge der einzelnen Verursacher oder Verursa-

chergruppen im jeweiligen Beurteilungsgebiet quantifiziert werden.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Ursachenanalyse für die Messpunkte im Jahr 2003 mit Überschreitungen des ab dem Jahr 2005 gültigen Immissionsgrenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an mehr als 35 Tagen beim Tagesmittelwert von PM10 dargestellt. Der für das Jahr 2003 relevante Summenwert aus Grenzwert + Toleranzmarge von $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde an keiner Messstelle in Baden-Württemberg im Jahr 2003 an mehr als 35 Tagen überschritten.

Zunächst wird dargestellt, welchen Anteil die einzelnen Verursacher an den gemessenen Jahresmittelwerten für PM10 haben. In einem zweiten Schritt werden meteorologische und lokale Einflüsse für diejenigen Tage, an denen der Immissionsgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM10 überschritten wurde, näher analysiert.

Die Ursachenanalyse für NO_2 für das Jahr 2003 ist in dem Bericht „Ursachenanalyse für NO_2 im Rahmen der Erarbeitung von Luftreinhalteplänen in Baden-Württemberg nach § 47 Abs. 1 BImSchG für das Jahr 2003“ [URSA, 2003] zusammengefasst.

2 GESETZLICHE GRUNDLAGEN UND ZUSTÄNDIGKEITEN

2.1 Gesetzliche Grundlagen

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) setzt die Anforderungen der EU-Luftqualitätsrahmenrichtlinie (Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität, LQ-RL) in deutsches Recht um. In § 47 ist die Aufstellung von Luftreinhalte- und Aktionsplänen geregelt. Mit der 22. BImSchV wurden die Grenzwerte der EU-Richtlinien in deutsches Recht umgesetzt.

2.2 Zuständigkeiten

Zuständige Stelle für die Erstellung von Luftreinhalte- und Aktionsplänen nach § 47 BImSchG in Baden-Württemberg ist das Ministerium für Umwelt und Verkehr.

Die Arbeiten zur Beurteilung der Luftqualität (Immission), die Ursachenanalyse sowie die Emissions- und Immissionsprognosen (2005 und 2010) werden von der UMEG durchgeführt.

Die Federführung bei der Erstellung von Maßnahmenplänen sowie die Beteiligung der Öffentlichkeit nach § 47 Abs. 5 BImSchG obliegt den einzelnen Regierungspräsidien, zuständig dort sind die Referate 54.1.

3 URSACHENANALYSE

3.1 Ermittlung der Messpunkte mit Überschreitung des Immissionsgrenzwertes + Toleranzmarge

Im Rahmen der jährlichen Beurteilung der Luftqualität wurden im Jahr 2003 von der UMEG in Abstimmung mit dem UVM neben den routinemäßigen Messungen an den Luftmessstationen in Baden-Württemberg Immissionsmessungen an straßennahen Punkten durchgeführt.

Im Jahr 2003 wurde an keiner Messstelle im Land Baden-Württemberg beim PM10-Tagesmittelwert der im Jahr 2003 gültige Summenwert aus Grenzwert und Toleranzmarge von $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an mehr als 35 Tagen überschritten. Auch der für den PM10-Jahresmittelwert von 2003 gültige Summenwert aus Grenzwert + Toleranzmarge von $43,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde an keiner Messstation erreicht.

Die Tabelle 3.1-1 zeigt die Messpunkte des Messjahres 2003 mit Überschreitung des ab dem 01.01.2005 geltenden PM10-Kurzzeitgrenzwertes (Tagesmittelwert) in Baden-Württemberg. Ab diesem Zeitpunkt darf an maximal 35 Tagen im Jahr der Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten werden. Der PM10-Kurzzeitgrenzwert wurde im Jahr 2003 an 6 straßennahen PM10-Messstationen sowie an 3 Luftmessstationen nicht eingehalten. Der für PM10 ab 2005 ebenfalls einzuhaltende Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde an keiner Messstation überschritten.

Tabelle 3.1-1:

Messpunkte mit Überschreitung des ab 2005 gültigen Immissionsgrenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an mehr als 35 Tagen für den Tagesmittelwert von PM₁₀ im Jahr 2003

Stadt-/Landkreis	Stadt/Gemeinde	Straße	Anzahl der Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
RP Stuttgart				
Stuttgart	Stuttgart	Arnulf-Klett-Platz	60	39
Stuttgart	Stuttgart-Zuffenhausen	Luftmessstation	40	30
Esslingen	Esslingen	Luftmessstation	42	31
RP Karlsruhe				
Mannheim	Mannheim	Friedrichsring	57	36
RP Freiburg				
Konstanz	Konstanz	Luftmessstation	37	27
RP Tübingen				
Reutlingen	Reutlingen	Mitnachtstraße	40	31
Tübingen	Unterjesingen	Hauptstraße	45	33
Tübingen	Tübingen	Mühlstraße	38	33
Tübingen	Tübingen	Kelternstraße	40	34

3.2 Ursachenbetrachtung

Bei der Ursachenbetrachtung wird der quantitative Einfluss der relevanten Emittentengruppen an den zu betrachtenden Messpunkten untersucht. Unterschieden wird dabei die kleinräumige Belastung und das Gesamthintergrundniveau.

Bei der kleinräumigen Belastung werden die Emissionsbeiträge der relevanten Verursacher direkt am Messpunkt und in unmittelbarer Nähe des Messpunktes betrachtet. Dabei werden die Emissionsbeiträge aus dem bei der UMEG kleinräumig vorhandenen Datenbestand für die relevanten Emittentengruppen industrielle Punktquellen, Kleinf Feuerungen (Gebäudeheizung und Erzeugung von Prozesswärme im gewerblichen Bereich) und Straßenverkehr am zu betrachtenden Messpunkt ermittelt und anschließend der Immissionseinfluss dieser Verursacher bestimmt. Der Offroad-Verkehr (Schiff-, Schiene- und Luftverkehr) spielt kleinräumig betrachtet an den untersuchten Messpunkten keine Rolle.

Das Gesamthintergrundniveau spiegelt die Immissionsverhältnisse in einem weiter gefassten Gebiet um einen Messpunkt wider. Diese Verhältnisse gelten also nicht nur an einem bestimmten Punkt, sondern für ein ganzes Gebiet. Das Gesamthintergrundniveau wird durch das regionale Hintergrundniveau (Ferntransport) und durch das städtische Hintergrundniveau bestimmt. Zum städtischen Hintergrundniveau zählen die Emissionsbeiträge aus industriellen Quellen, Kleinf Feuerungen, dem Straßenverkehr, dem Offroad-Verkehr und Sonstigen Quellen (z. B. Geräte, Maschinen, Fahrzeuge aus Land- und Forstwirtschaft, Bauwirtschaft, Militär). Auch hier werden die Emissionsbeiträge der relevanten Quellengruppen aus dem vorhandenen Datenmaterial für die zu betrachtenden Untersuchungsräume ermittelt und anschließend der Immissionseinfluss der Verursacher bestimmt.

In Tabelle 3.2-1 ist das Gesamthintergrundniveau und der kleinräumige Einfluss der relevanten Verursacher an den Messpunkten mit Überschreitung des Immissionsgrenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an mehr als 35 Tagen für den Tagesmittelwert von PM10 im Jahr 2003 dargestellt. Für das regionale Hintergrundniveau wurden dabei aus gemessenen Jahresmittelwerten für PM10 an den Messstationen Odenwald, Welzheimer Wald, Schwäbische Alb und Schwarzwald Süd spezifische regionale Hintergrundbelastungen für alle Messpunkte abgeleitet, da diese Messstationen fernab des Einflussbereiches von lokalen PM10-Emittenten liegen.

Die Anteile des regionalen Hintergrundes an den PM10-Jahresmittelwerten betragen an den untersuchten Messpunkten zwischen 43 % und 58 %. Die Emittentengruppen Kleinf Feuerungen, industrielle Quellen, Offroad-Verkehr und sonstige Quellen haben zusammen einen Anteil von 13 % bis 28 %. Die Beiträge des Straßenverkehrs an den Messwerten liegen zwischen 15 % und 39 %. Die Anteile des Straßenverkehrs teilen sich auf in die Immissionsbelastung, die aus den Abgasemissionen (ca. 40 %) und den Emissionen aus Abrieb/Aufwirbelung (Reifenabrieb, Bremsenabrieb, Straßenabrieb und Straßenaufwirbelung, insgesamt ca. 60 %) stammen.

In den Abbildungen 3.2-1 bis 3.2-6 sind die Anteile der einzelnen Verursacher für das Gesamthintergrundniveau und die kleinräumige Belastung an den straßennahen Spot-Messpunkten mit Überschreitung des Immissionsgrenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an mehr als 35 Tagen für den Tagesmittelwert von PM10 im Jahr 2003 dargestellt.

Die Überschreitungen an den Luftmessstationen in Stuttgart-Zuffenhausen, Esslingen und Konstanz sind in Zusammenhang mit den außergewöhnlichen Witterungsbedingungen im Jahr 2003 zu sehen. Diese führten im Jahr 2003 insbesondere im Februar ungewöhnlich häufig und langanhaltend zu Situationen großräumig erhöhter PM10-Konzentrationen auch an den Luftmessstationen des Landes, welche die städtischen

Hintergrundbelastungen repräsentieren (siehe Kapitel 4).

An den genannten Stationen Stuttgart-Zuffenhausen, Esslingen und Konstanz waren in den Jahren 2000 bis 2002 und auch im Jahr 2004 weder Überschreitungen des ab dem Jahr 2005 gültigen PM10-Immissionsgrenzwertes als Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an mehr als 35 Tagen noch Überschreitungen des ab 2005 gültigen Grenzwertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert von PM10 zu verzeichnen. Deshalb ist davon auszugehen, dass auch im Jahr 2005 die Immissionsgrenzwerte für PM10 an diesen Stationen eingehalten werden.

Eine Aufteilung der kleinräumigen Anteile der Immissionswerte ist für die Luftmessstationen nicht möglich. Deshalb entfällt eine entsprechende Aufteilung der Beiträge in Tabelle 3.2-1 ebenso wie eine graphische Darstellung.

Tabelle 3.2-1:

Einfluss der relevanten Emittentengruppen auf die Messpunkte mit Überschreitung des Immissionsgrenzwertes von 50 µg/m³ an mehr als 35 Tagen für den Tagesmittelwert von PM10 im Jahr 2003. Dargestellt sind die Anteile am Jahresmittelwert.

Messpunkt	Jahresmittelwert in µg/m ³	Gesamthintergrundniveau in µg/m ³							Kleinräumige Belastung in µg/m ³					Anteile in %		
		Summe	Reg. Hintergrund	Städtischer Hintergrund					Summe	Ind., Gew.	KFA	Straßenverkehr Abgas	Straßenverkehr Auf/Ab	Reg. Hintergrund	Ind., Gew., KFA, Offroad, Sonstige	Straßenverkehr
				Ind., Gew.	KFA	Offroad, Sonstige	Straßenverkehr Abgas	Straßenverkehr Auf/Ab								
RP Stuttgart																
S-Arnulf-Klett-Platz	39	29	17	1,8	1,0	3,3	2,4	3,5	10	<1	0,6	4,0	5,4	43%	18%	39%
S-Zuffenhausen	30	30	17	1,9	1,1	3,6	2,6	3,8						57%	22%	21%
Esslingen	31	31	17	3,4	0,6	2,8	2,9	4,3						55%	22%	23%
RP Karlsruhe																
Ma-Friedrichsring	36	27	17	6,1	0,3	1,5	0,8	1,3	9	<1	2,2	2,9	3,9	47%	28%	25%
RP Freiburg																
Konstanz	27	27	16	3,2	1,1	2,7	1,6	2,4						59%	26%	15%
RP Tübingen																
Rt-Mittnachtstr.	31	23	18	0,9	0,7	1,8	0,7	0,9	8	<1	0,7	3,4	3,9	58%	13%	29%
Tü-Hauptstraße	33	24	18	1,2	0,7	1,4	1,1	1,6	9	<1	1,8	3,4	3,8	54%	15%	31%
Tü-Mühlstraße	33	24	18	1,2	0,7	1,4	1,1	1,6	9	<1	1,8	3,1	4,1	54%	15%	31%
Tü-Kelternstraße	34	24	18	1,2	0,7	1,4	1,1	1,6	10	<1	1,6	3,8	4,6	53%	14%	33%

KFA: Kleinf Feuerungsanlagen; Ind.: Industrie; Gew.: Gewerbe, Offroad: Schiff-, Schiene- und Luftverkehr; Reg. Hintergrund.: Regionales Hintergrundniveau; Sonstige: Geräte, Maschinen, Fahrzeuge aus Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Bauwirtschaft, etc., Straßenverkehr Auf/Ab: Straßenaufwirbelung- und abrieb, Reifenabrieb, Bremsenabrieb

Die Darstellung der Anteile mit einer Nachkommastelle soll Rundungsfehler vermeiden, sie stellt kein Maß für die Genauigkeit dar.

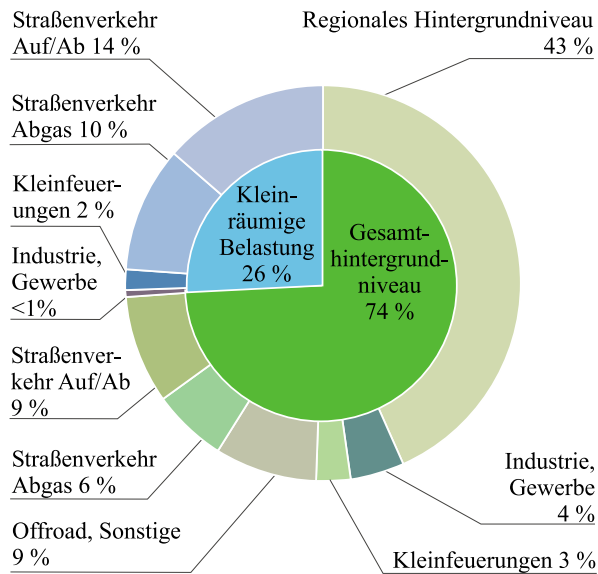


Abbildung 3.2-1
Verursacher der PM10-Immissionsbelastung am Messpunkt Arnulf-Klett-Platz in Stuttgart im Jahr 2003

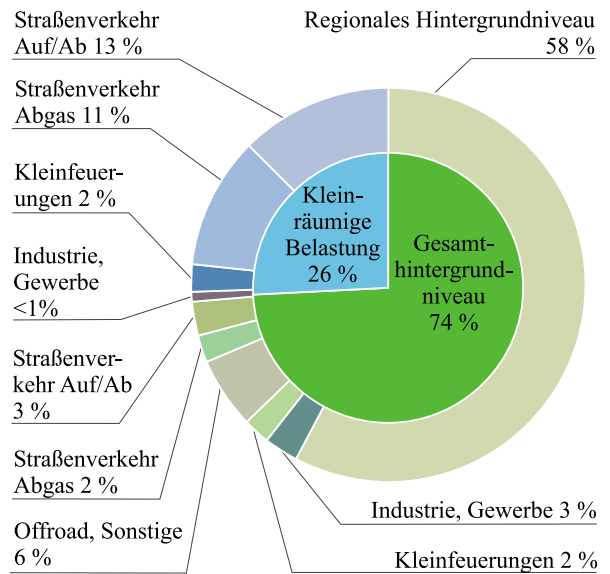


Abbildung 3.2-3
Verursacher der PM10-Immissionsbelastung am Messpunkt Mittnachtstraße in Reutlingen im Jahr 2003

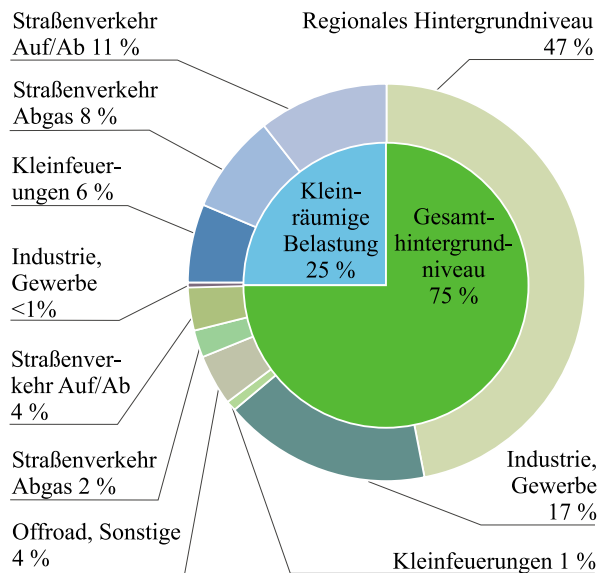


Abbildung 3.2-2
Verursacher der PM10-Immissionsbelastung am Messpunkt Friedrichsring in Mannheim im Jahr 2003

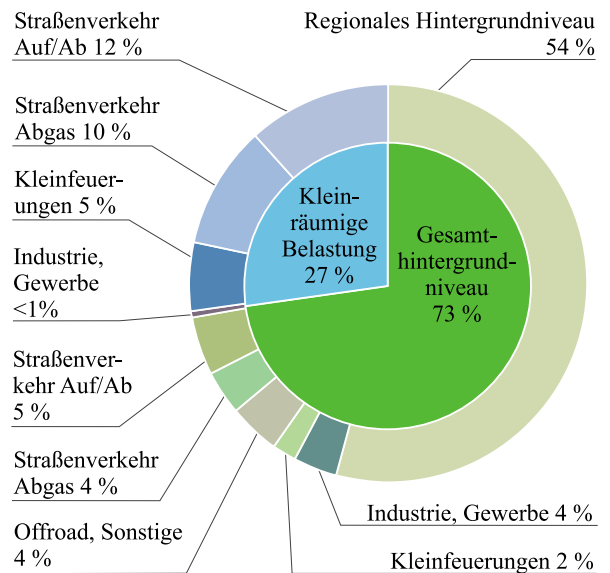


Abbildung 3.2-4
Verursacher der PM10-Immissionsbelastung am Messpunkt Hauptstraße in Tübingen-Unterjesingen im Jahr 2003

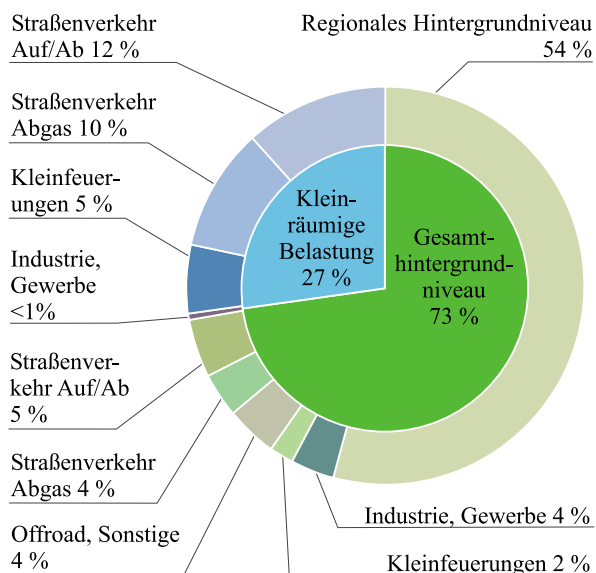


Abbildung 3.2-5

Verursacher der PM10-Immissionsbelastung am Messpunkt Mühlstraße in Tübingen im Jahr 2003

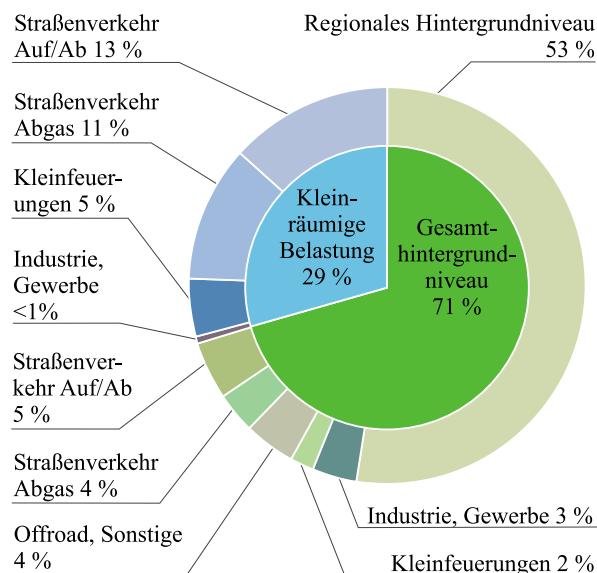


Abbildung 3.2-6

Verursacher der PM10-Immissionsbelastung am Messpunkt Kelternstraße in Tübingen im Jahr 2003

3.3 Anteile ausgewählter Inhaltsstoffe an PM10-Staubproben

Der Anteil der einzelnen Emittenten (insbesondere des Straßenverkehrs) an den Feinstaubbelastungen an den Messpunkten in Baden-Württemberg lässt sich neben der Analyse der Emissionsmassenströme auch anhand einer Analyse der Staubinhaltsstoffe quantifizieren. Ein Teil der PM10-Staubproben wird dazu in den UMEG-Laboren unter anderem auf die Staubinhaltsstoffe Ruß (elementarer Kohlenstoff) und Antimon untersucht.

Ruß

Ruß wird hauptsächlich durch den Straßenverkehr sowie durch industrielle Maschinen und Fahrzeuge freigesetzt. Eine weitere nicht zu vernachlässigende Quelle ist der Hausbrand (Feststoff-Feuerungsanlagen, Heizöl-Feuerungen).

Die emittierten Rußpartikel haben aerodynamische Durchmesser von etwa 0,1 bis 0,2 µm. Nach Aussage des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz

und Reaktorsicherheit (BMU) [BMU, 2004] gilt inzwischen als sicher, dass der Anteil an den Feinstaubbelastungen, der dem Straßenverkehr zugeordnet werden kann, umso höher ist, je kleiner die betrachtete Teilchengröße ist. Die krebserzeugende Wirkung der lungengängigen Rußpartikel beruht im wesentlichen auf der mechanisch-reizenden Eigenschaft der Rußkerne. An der großen Oberfläche der Rußpartikel können auch andere z. T. ebenfalls krebserzeugende Stoffe, anhaften (z. B. polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAKs etc.) und mit den Rußpartikeln in die Lunge transportiert werden.

Erwartungsgemäß werden die höchsten Rußkonzentrationen an den verkehrlich beeinflussten Stationen festgestellt. Die Station "Stuttgart-Mitte-Straße" mit 6,5 µg/m³ Ruß und die Station "Karlsruhe-Straße" mit 5,5 µg/m³ Ruß im Jahresmittel weisen die höchsten Rußkonzentrationen auf. Typische Hintergrundstationen wie die Station "Schwarzwald-Süd" weisen mit etwa 1,2 µg/m³ Ruß im Jahresmittel niedrige Konzentrationen auf [UMEG, 2003].

Während an der nicht direkt vom Kraftfahrzeugver-

kehr beeinflussten Messstation "Mannheim-Mitte" seit etwa 1999 kein Rückgang der Rußkonzentration mehr feststellbar ist, zeigen die verkehrsbeeinflussten Stationen seit 1999 immer noch deutliche Rückgänge [UMEG, 2003]. Hier wird der Einfluss modernerer Dieselmotoren und die Verbesserung der Dieselmotorenstoffqualität deutlich, die die deutliche Zunahme der Dieselfahrzeuge am Fahrzeugkollektiv seit etwa 1999 kompensiert.

Die neuesten Entwicklungen bei den Diesel-Verbrennungsmotoren (ohne Partikelfilter) führen zu einer Verschiebung der Korngrößenverteilung hin zu feineren Partikeln. Die Gesamtmasse an emittierten Partikeln aus modernen Dieselmotoren sinkt damit zwar, jedoch wird die Partikelzahl (Anzahl Staubteilchen pro Volumeneinheit) als der entscheidende Parameter für die Gesundheitsgefährdung durch moderne Motoren vergleichsweise nur wenig beeinflusst. Nachgeschaltete Partikelfilter, die die entstehende Rußpartikel aus den Dieselaggregaten abgasseitig verbrennen, können jedoch sowohl die Partikelmasse als auch die Zahl der freigesetzten Partikel selbst deutlich senken.

Antimon

Der Zuschlagstoff Antimontrisulfid (Sb_2S_3) wird als Ersatz für Asbest (Fahrzeugbremsbeläge enthielten früher Asbest) in den Bremsbelägen von Kraftfahrzeugen als Festschmierstoff zugesetzt. Das Antimontrisulfid wird beim Bremsvorgang stark erhitzt und wandelt sich dabei zum Teil an der Luft in Antimontrioxid um. Das Antimontrisulfid verdampft beim Bremsen, bildet einen Film auf der Oberfläche und sorgt in dieser Form für den gewünschten Schmiereffekt und für eine glatte Bremsbelagsoberfläche. Die Bremsen werden dadurch vor Überhitzung geschützt und neigen weniger zum "quietschen".

Da Antimon mit nur 2 mg/kg ein in der Erdkruste eher seltenes Element ist, kann der Einfluss des Straßenverkehrs auf die PM10-Belastung anhand des Antimongehaltes der PM10-Fraktion sehr gut nachgewiesen werden.

Bei jedem Tritt auf die Bremse wird ein kleiner Teil des Belages abgerieben. Pro Kilometer, so schätzen

Experten, sind das 12 bis 18 Milligramm.

Der höchste Jahresmittelwert für Antimon im PM10-Staub wurde an der Station "Stuttgart-Mitte-Straße" (Arnulf-Klett-Platz) mit 24 ng/m^3 ermittelt, die niedrigste Antimonkonzentration weist die (Reinluft-) Station "Schwarzwald-Süd" mit nur $0,5 \text{ ng/m}^3$ auf [UMEG, 2003].

Die Antimonkonzentrationen an den Straßenmessstellen sind etwa um den Faktor 25 - 50 höher als an den Hintergrundstationen.

Sowohl das Antimon als auch der Rußanteil an den PM10-Feinstaub-Frakturen sind deutliche Indikatoren für den Verkehrsanteil an den PM10-Konzentrationen. Die Antimon-Anteile geben darüber hinaus einen Anhaltspunkt für die Nichtauspuff-Emissionen der Fahrzeuge, zeigen z.B. Störungen im Verkehrsfluss (Bremsvorgänge durch Stop-and-Go-Verkehr oder an Ampelanlagen).

Untersuchung von Ruß und Antimon im PM10-Staub

Im Jahr 2003 wurden an verschiedenen Messstationen in Baden-Württemberg neben den PM10-Immissionswerten auch die Konzentrationen an elementarem Kohlenstoff (Ruß) und an anderen Staubinhaltsstoffen gemessen. In Rahmen dieses Berichtes werden nur die Rußmessungen und die Antimon (Sb)-Messwerte für das Jahr 2003 zur Interpretation herangezogen.

In Abbildung 3.3-1a und b sind die Rußanteile am PM10-Feinstaub an der Messstelle Mannheim-Straße und in Abbildung 3.3-2a und b die Ruß-Anteile für die städtische Hintergrundstation Mannheim-Mitte für die Monate Februar 2003 und Juli 2003 dargestellt. Die Station Mannheim-Straße wies im Februar 2003 einen Monatsmittelwert von $55 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ PM10 auf, die Station Mannheim-Mitte zeigte im Februar mit einem PM10-Monatsmittel von $52 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ einen ähnlich hohen Wert. Die Monatsmittelwerte dieser beiden Stationen unterscheiden sich also in dieser Episode landesweit erhöhter PM10-Konzentrationen kaum. Auch die Ruß- und Antimon-Anteile am PM10-Staub unterscheiden sich an diesen beiden Stationen trotz ihrer

unterschiedlichen Umgebung (straßennah bzw. städtischer Hintergrund) im Februar 2003 nur wenig (siehe Tabelle 3.3-1). Die Rußanteile bewegen sich zwischen 9 % und 10 % am PM10-Staub, die Antimon-Anteile weisen Werte zwischen 0,02 % und 0,03 % auf.

Die Messwerte im Juli 2003, einer Periode relativ niedriger PM10-Belastung, zeigte dagegen deutlich verschobene Anteile an Ruß zwischen den Stationen. Obwohl die mittlere Windgeschwindigkeit in beiden Monaten in Mannheim etwa ähnliche Werte aufwies, sind vor allem an der Station Mannheim-Straße die Rußanteile im Juli 2003 mit über 17 % an der PM10-Feinstaubfraktion deutlich höher als an der Station Mannheim-Mitte mit 12 % und auch wesentlich höher als in der Episode im Februar mit sehr hohen PM10-Werten. Die mittlere PM10-Konzentration betrug im Juli 2003 in Mannheim-Mitte etwa $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der Station Mannheim-Straße $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Auch der Antimon-Anteil der straßennahen Station ist im Juli 2003 nun deutlich höher als an der städtischen Hintergrundstation Mannheim-Mitte (Tabelle 3.3-1).

Die Station Stuttgart-Bad Cannstatt (Städtischer Hintergrund) zeigt im Monat Februar einen Monatsmittelwert der PM10-Tagesmittel von $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf, die straßennahe Station Stuttgart-Mitte-Straße zeigte ein Monatsmittel für den Februar von $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Juli lagen die mittleren PM10-Werte für die Station Stuttgart-Bad Cannstatt bei $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für die straßennahe Station Stuttgart-Mitte-Straße bei $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In Abbildung 3.3-3a und b sind die Anteile von Ruß in der PM10-Feinstaubfraktion für die Station Stuttgart-Mitte-Straße und in Abbildung 3.3-4a und b für die Station Stuttgart-Bad Cannstatt für die Monate Februar und Juli 2003 dargestellt, in Tabelle 3.3-1 sind die Ruß- und Antimon-Anteile im PM10-Staub aufgeführt.

Die Stationen in Stuttgart zeigen ein ähnliches Verhalten wie die Messstationen in der Stadt Mannheim. Vergleicht man die Stationen Stuttgart-Bad Cannstatt und Stuttgart-Mitte-Straße im Februar 2003, also in einem Monat mit generell sehr hohen und flächen-

deckenden PM10-Belastungen, so sind die Rußanteile am PM10-Staub zwischen der straßennahen Station und der Station im städtischen Hintergrund mit 10 % gleich. Lediglich die Antimon-Anteile unterscheiden sich deutlich, hier tritt die straßennahe Messstation Stuttgart-Mitte-Straße deutlich hervor (siehe Tabelle 3.3-1). Im Monat Juli, in dem die PM10-Belastung relativ niedrig war, ergeben sich jedoch gravierende Unterschiede in der Zusammensetzung des PM10-Staubes zwischen den Stationen. An der Station Stuttgart-Mitte-Straße beobachtet man Rußanteile von 24 %, d.h. etwa ein Viertel des PM10-Feinstaubes besteht aus Ruß, während die Station Stuttgart-Bad Cannstatt nur einen geringen Anstieg des Rußanteiles auf etwa 13 % des PM10-Staubes im Vergleich zum Februar 2003 zeigt. Auch der Antimon-Anteil ist mit 0,09 % des PM10-Feinstaubes an der Station Stuttgart-Mitte-Straße sehr hoch.

Generell lässt sich beim Vergleich aller Messstationen aus dem Jahr 2003 feststellen, dass die straßennahen Messstationen die höchsten Antimon-Anteile am PM10-Feinstaub zeigen. Die Station Stuttgart-Mitte-Straße nimmt dabei eine Sonderrolle innerhalb der Straßensmessstationen ein; diese Station zeigt mit Abstand die höchsten Antimonwerte. Im Jahresmittel werden hier etwa 0,06 % Anteil am PM10-Feinstaub gemessen, andere straßennahe Messstationen zeigen hier nur Werte zwischen 0,03 bis 0,04 %. Dies deutet auf eine Störung des Verkehrsflusses in Verbindung mit ausgeprägten Bremsvorgängen im Umfeld dieser Station hin. In der Umgebung der Station Stuttgart-Mitte-Straße liegt eine Bushaltestelle mit einer Park- und Wartebucht für die Busse. Der werktägliche Busverkehr auf dem Straßenabschnitt vor der Station beläuft sich auf über 600 Haltevorgänge pro Tag. Dies erklärt die hohe Belastung des PM10-Staubes mit dem Bremsbelagszusatz Antimon.

Auch die Rußanteile an den straßennahen Messpunkten sind gegenüber den Stationen im städtischen Hintergrund deutlich erhöht, wobei hier jedoch keine Station aus dem Kollektiv herausfällt. Die Straßenmesspunkte weisen im Jahresmittel Rußanteile am PM10-Staub von etwa 14 bis knapp 19 % auf.

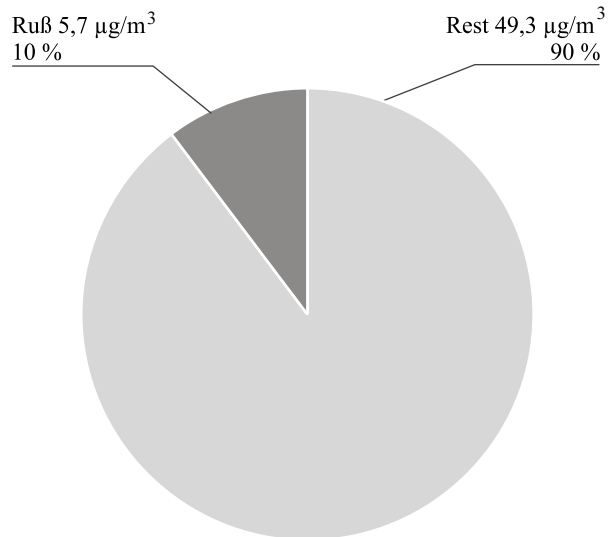


Abbildung 3.3-1a:
Messpunkt Mannheim-Strasse Februar 2003, PM10-
Monatsmittelwert Februar 55 µg/m³

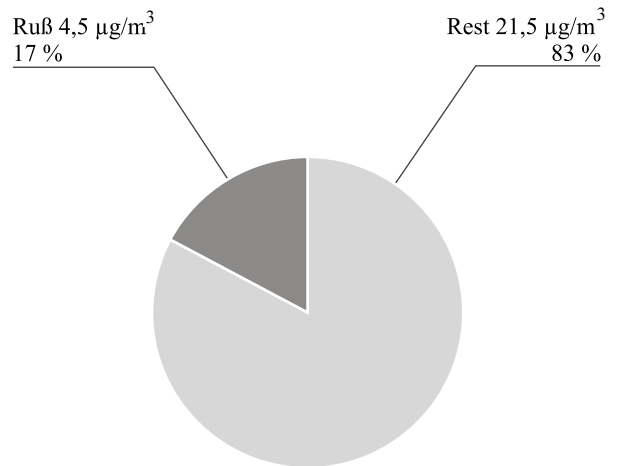


Abbildung 3.3-1b:
Messpunkt Mannheim-Strasse Juli 2003, PM10-
Monatsmittelwert Juli 26 µg/m³

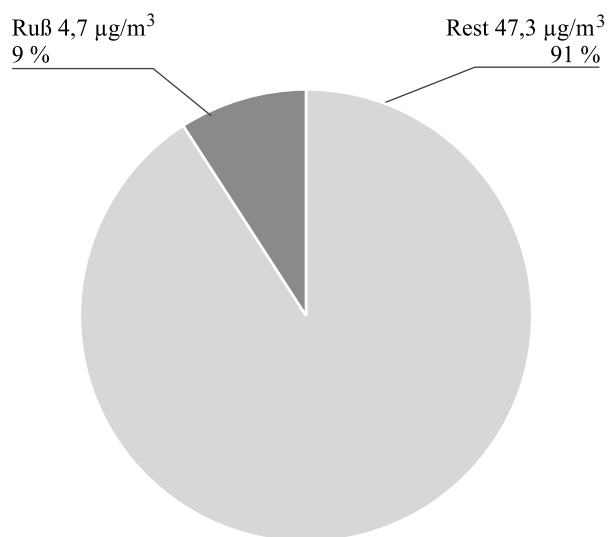


Abbildung 3.3-2a:
Messpunkt Mannheim-Mitte Februar 2003, PM10-
Monatsmittelwert Februar 52 µg/m³

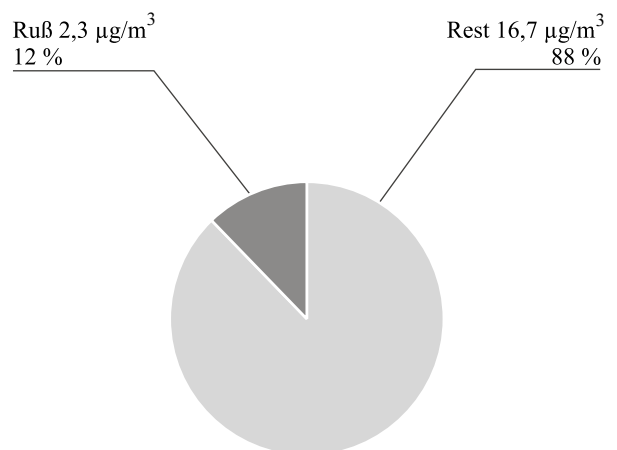


Abbildung 3.3-2b:
Messpunkt Mannheim-Mitte Juli 2003, PM10-
Monatsmittelwert Juli 19 µg/m³

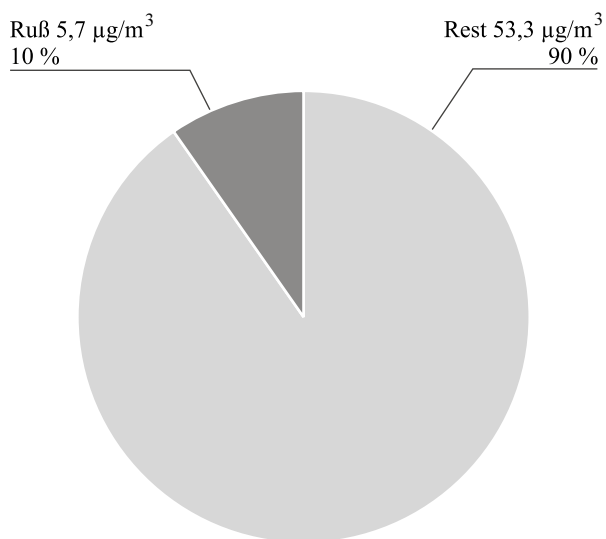


Abbildung 3.3-3a:
Messpunkt Stuttgart-Mitte-Straße Februar 2003,
PM10-Monatsmittelwert Februar $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$

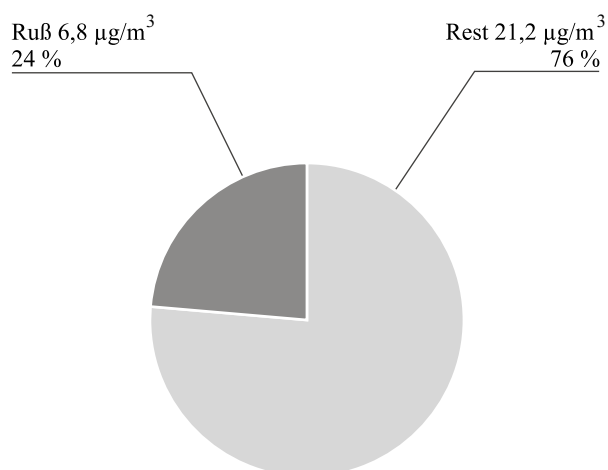


Abbildung 3.3-3b:
Messpunkt Stuttgart-Mitte-Straße Juli 2003, PM10-
Monatsmittelwert Juli $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$

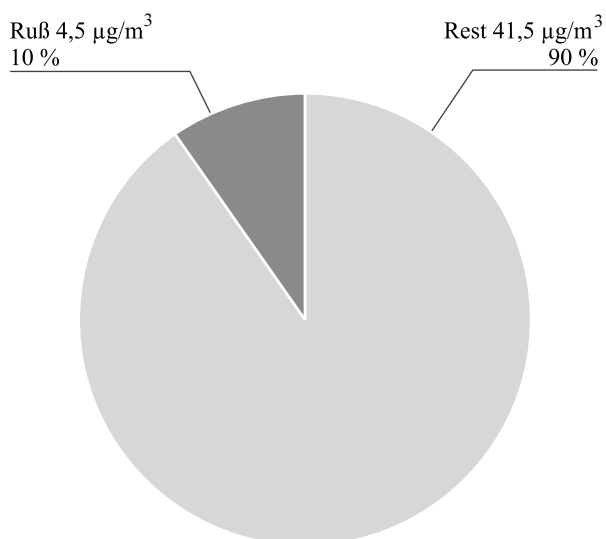


Abbildung 3.3-4a:
Messpunkt Stuttgart-Bad Cannstatt Februar 2003,
PM10-Monatsmittelwert Februar $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$

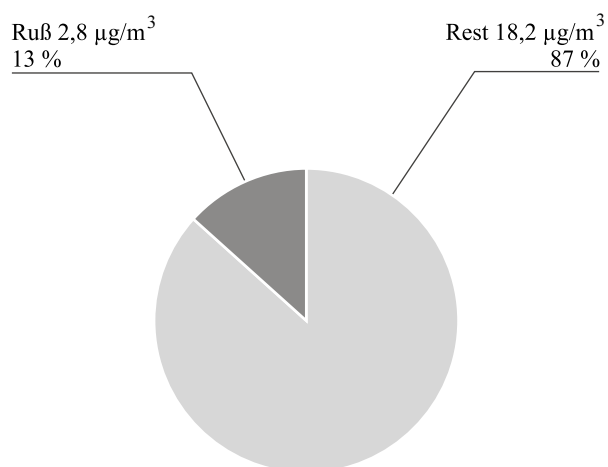


Abbildung 3.3-4b:
Messpunkt Stuttgart-Bad Cannstatt Juli 2003, PM10-
Monatsmittelwert Juli $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$

In Tabelle 3.3-1 sind die Monatsmittelwerte sowie die Ruß- und Antimonanteile im PM10-Staub für die in diesem Vergleich untersuchten Stationen in Mannheim und Stuttgart noch einmal zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 3.3-1:
PM10-Anteile im Februar 2003 und Juli 2003 an ausgewählten Stationen in Baden-Württemberg

Station	Stationstyp	PM10-Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Episode	PM10-Monatsmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Rußanteil am PM10-Staub in %	Antimonanteil am PM10-Staub in %
Mannheim-Mitte	städtischer	28	Februar 2003	52	9	0,02
	Hintergrund		Juli 2003	19	12	0,02
Mannheim-Straße	Straßenmessstation	36	Februar 2003	55	10	0,03
			Juli 2003	26	17	0,04
Stuttgart-Bad Cannstatt	städtischer Hintergrund	28	Februar 2003	46	10	0,01
			Juli 2003	21	13	0,03
Stuttgart-Mitte-Straße	Straßenmessstation	39	Februar 2003	59	10	0,04
			Juli 2003	28	24	0,09

Untersuchung von Staubinhaltsstoffen

Im Rahmen von orientierenden Messungen wurden vom Juli 1996 bis zum November 1996 an verschiedenen Stationen in Baden-Württemberg eine Vielzahl von Staubinhaltsstoffen als Tagesmittelwerte der PM10-Fraktion analysiert. Bedingt durch die unterschiedlichen Analysemethoden konnten die einzelnen Tagesproben zum Teil jedoch nur auf einen Inhaltsstoff untersucht werden, so dass die Analysenzahl für die einzelnen Inhaltsstoffe im Durchschnitt bei etwa 10 Analysen liegt. Wegen des geringen Messwertkollektivs können diese Ergebnisse nur orientierend interpretiert werden [LfU/UMEG, 1998]. In Abbildung 3.3-5 ist der Masseanteil der Schwebstaubinhaltsstoffe in Prozent an der Gesamtmasse der PM10-Fraktion für die Verkehrsstation Stuttgart-Mitte-Straße (Arnulf-Klett-Platz) dargestellt, in Abbildung 3.3-6 für die Hintergrund-Messstation Schwäbi-

sche Alb (Erpfingen). Die Ergebnisse, die aus der Analyse der PM10-Inhaltsstoffe dieser beiden Stationen erhalten wurden, decken zum großen Teil das Spektrum der Belastung ab, die durch die unterschiedlichen Emittenten verursacht werden.

Der elementare Kohlenstoff (Ruß) ist wie erwartet an der Verkehrsmessstation deutlich höher als an der Hintergrundstation auf der Schwäbischen Alb, während die Anteile von Sulfat und Nitrat beispielsweise an der Hintergrundstation einen deutlich höheren Anteil als an der Verkehrsmessstation einnimmt. Diese letztgenannten Komponenten (NO_3^- und SO_4^{2-}) sind sogenannte Sekundäraerosole und werden hauptsächlich aus Ammoniak (aus der Tierhaltung und der landwirtschaftlichen Stickstoff-Düngung) und aus Schwefeldioxid (aus der Verbrennung

fossiler schwefelhaltiger Energieträger) gebildet.

Der in der Abbildung ausgewiesene organisch gebundene Kohlenstoff (OC) stammt sowohl aus "natürlichen" Quellen als auch aus anthropogenen Emissionen (z.B. aus dem Verkehr durch unvollständige Verbrennungsvorgänge oder durch Reifenabrieb etc.). Aus verschiedenen organischen Vorläufergasen (z. B. Benzol, Toluol, Xylole, etc.) entstehen durch atmosphärische Oxidation Reaktionsprodukte mit vergleichsweise niedrigem Dampfdruck, die in die Partikelphase kondensieren. Ein Teil des organischen Kohlenstoffes wird auch aus natürlichen Kohlenwasserstoffen wie z.B. aus Monoterpenen ($C_{10}H_{16}$) und Isopren (C_5H_8) gebildet, die von Bäumen und sonstigen Pflanzen ausgedünstet werden. Ein Teil des organischen Materials ist auch Primärstaub, der aus biogenen Quellen stammt (ca. 4 % der

PM10-Masse). Es handelt sich hierbei hauptsächlich um Pflanzenstreu und verschiedene Mikroorganismen (Fragmente von organischem Material wie z.B. Pollen, Blattabrieb, Bakterien, Sporen, etc.). Bei den sonstigen Staubinhaltsstoffen handelt es sich um inertes Material (z. B. Boden, Silikate, etc.) Zu berücksichtigen ist bei dieser Art der vergleichenden Darstellung, dass die PM10-Schwebstaubkonzentrationen an der Hintergrundstation in der Regel etwa 3 - 4 mal geringer ist als an der Verkehrsmessstation im Zentrum von Stuttgart. Ultrafeine Partikel werden von größeren Teilchen eingefangen oder koagulieren untereinander selbst zu größeren Aggregaten. Fehlen größere Aggregate, an denen sich die Feinstaubpartikel anhaften können, nimmt die Konzentration der Feinstäube zu bzw. die Feinstaubkonzentrationen werden nur sehr langsam durch Sedimentation abgebaut [BMU, 2004].

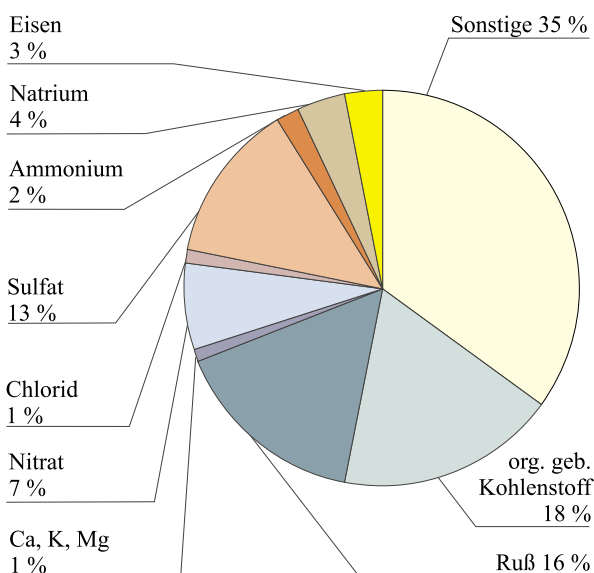


Abbildung 3.3-5
PM10-Staubinhaltsstoffe an der Verkehrsmessstation Stuttgart-Mitte-Straße (Arnulf-Klett-Platz) in Baden-Württemberg [LfU/UMEG, 1998]

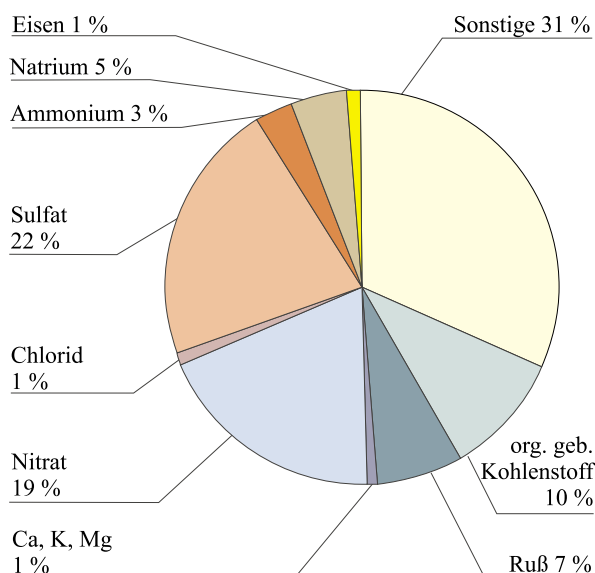


Abbildung 3.3-6
PM10-Staubinhaltsstoffe an der Hintergrundmessstation Schwäbische Alb in Baden-Württemberg [LfU/UMEG, 1998]

4. METEOROLOGISCHE BEDINGUNGEN IM JAHR 2003

4.1 Meteorologische Größen im Jahr 2003

Die Höhe der PM10-Belastung wird in starkem Maße von den meteorologischen Bedingungen geprägt und beeinflusst. Entscheidend dabei ist, wie schnell sich in die Atmosphäre eingebrachte Schadstoffe (PM10-Feinstäube oder auch PM10- bzw. Aerosol-Vorläufer-substanzen wie Schwefeldioxid oder Ammoniak) in ihr ausbreiten und verdünnen können. Besonders bei winterlichen, windschwachen Hochdruckwetterlagen, die in der Regel dann auch mit Temperaturinversionen verbunden sind, wird der Austausch der Luft stark eingeschränkt und nicht selten auf eine Schicht mit wenigen 100 Metern Mächtigkeit in der Vertikalen begrenzt (innerhalb der Troposphäre nimmt die Temperatur im Durchschnitt mit einem vertikalen Gradienten von etwa $0,6^{\circ}\text{C}$ pro 100 Meter ab. Es gibt allerdings auch Episoden, in denen die Temperatur innerhalb einer Luftschicht mit der Höhe zunimmt, dann spricht man von einer Temperaturinversion, die Luftschichtung ist dabei sehr stabil. Eine Inversion wirkt wie eine Sperrschicht und kann vertikale Luftbewegungen be- oder sogar ganz verhindern, so dass sich z.B. Feinstaub, Dunst und sonstige Schadstoffe an deren Untergrenze ansammeln).

Die Häufigkeit des Auftretens solcher Wetterlagen mit stark reduziertem Austausch ist eine der bestimmenden Größen für die Höhe der PM10-Belastung. In Verbindung mit über mehrere Tage andauernden Wetterlagen, bei denen der Luftaustausch der unteren Schicht der Atmosphäre von den darüber liegenden Schichten abgekoppelt ist, kann es zusätzlich zu einer häufig durch Ferntransporte verstärkten Akkumulation des Feinstaubes innerhalb der bodennahen Grundschicht der Atmosphäre kommen.

Beobachtungen zeigen, dass jedoch nicht nur bei win-

terlichen Hochdruckwetterlagen ungünstige Austauschbedingungen eine Erhöhung der PM10-Belastung bewirken, sondern dass auch bei sommerlichen Hochdruckwetterlagen der Austausch reduziert wird und dies zu einer Zunahme der PM10-Belastung führen kann. Die Zunahme der PM10-Belastung im Sommer ist jedoch gegenüber vergleichbaren Lagen im Winter deutlich schwächer ausgeprägt [UBA, 2004] und insbesondere in Baden-Württemberg im Sommer 2003 kaum beobachtet worden (siehe Abbildung 4.3-1).

In Baden-Württemberg lagen im Jahr 2003 sowohl die Jahresmitteltemperatur als auch die mittlere Sonnenscheindauer über den langjährigen Durchschnittswerten. Demgegenüber war die Niederschlagsmenge im Jahr 2003 deutlich unter dem Durchschnitt der Jahre 1961 bis 1990.

Die Abbildung 4.1-1 zeigt exemplarisch die Abweichung der Monatsmittelwerte der bodennahen Lufttemperatur im Jahr 2003 im Vergleich zum langjährigen Mittelwert für die Stationen Karlsruhe und Stuttgart [UMEG, 2003].

Vor allem die Monate Juni und August hatten gegenüber den langjährigen Durchschnittstemperaturen sehr hohe Abweichungen; diese beiden Monate waren die heißesten der letzten hundert Jahre. Außerdem war auch der Monat Juli zu warm, so dass der gesamte Sommer 2003 der deutlich wärmste Sommer seit Beginn des letzten Jahrhunderts war [UMEG, 2004]. Zu kalt gegenüber dem langjährigen Durchschnitt waren landesweit dagegen die Monate Februar und Oktober [UMEG, 2003].

Die Abbildung 4.1-2 zeigt die mittlere monatliche Niederschlagsmenge an den Stationen Karlsruhe und Stuttgart im Jahr 2003 im Vergleich zum langjährigen Mittel der Jahre 1961 bis 1990.

Landesweit deutlich zu trocken im Vergleich zum langjährigen Mittel war es in den Monaten Februar, März, April und Dezember. Auch die Monate August und September waren landesweit trockener als gewöhnlich. Einzig in den Monaten Januar und Oktober fiel mehr Niederschlag als im langjährigen Durchschnitt.

Im Monat Februar des Jahres 2003 wurde die Witterung sehr häufig von Hochdruckeinfluss bestimmt. Störungseinfluss machte sich Mitte und Ende des ersten Monatsdrittels sowie zum Monatsende bemerkbar. Das zweite Monatsdrittel wurde nahezu durchweg von Hochdruckeinfluss bestimmt. Insgesamt war es im Monat Februar zu kalt und deutlich zu trocken (siehe auch Abbildung 4.1-1 und 4.1-2). Die Sonnenscheindauer war gebietsweise doppelt so lang wie im langjährigen Durchschnitt. Abbildung 4.1-3 zeigt die mittlere Sonnenscheindauer in Karlsruhe und Stuttgart für das Jahr 2003 als Monatsmittel im Vergleich zum langjährigen Mittelwert.

Ausgehend von den Windverhältnissen in Baden-Württemberg im Jahr 2003 lagen gute Ausbreitungsbedingungen in den Monaten Januar, April, Oktober und Dezember vor. Demgegenüber waren die Windgeschwindigkeiten besonders in den Monaten Juni, August, September und November deutlich geringer (bei den Windgeschwindigkeitswerten der Monate im Sommerhalbjahr muss beachtet werden, dass die Konvektion, die in diesen Monaten die vertikale 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.

Der Wind kam im ersten Monatsdrittel des Februars überwiegend aus südlicher bis westlicher Richtung,

während in den beiden weiteren Monatsdritteln nördliche bis westliche Winde dominierten. In den Nachtstunden kam es häufig zur Ausbildung von lokalen Windsystemen. Besonders an den Tagen im letzten Monatsdrittel waren die Windgeschwindigkeiten vergleichsweise niedrig. In diesem Zeitabschnitt bildeten sich auch anhaltende Inversionen aus. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug 1,7 m/s und lag damit deutlich unter dem Vormonatsmittel. Der Anteil an Windstillen lag im Februar bei 11,4 %.

Auch im Monat März wurde die Witterung sehr häufig durch Hochdruckeinfluss bestimmt. Wechselhafte Witterung gab es in der ersten Hälfte des ersten Monatsdrittels und in der zweiten Hälfte des letzten Monatsdrittels. Während des überwiegenden Hochdruckeinflusses machten sich lediglich zwei Störungen bemerkbar. Bedingt durch den Witterungsverlauf war der Monat im Vergleich zu den langjährigen Durchschnittswerten deutlich zu warm und zu trocken. Die Sonnenscheindauer lag deutlich über den langjährigen Vergleichswerten. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug 1,6 m/s. Der Anteil an Windstillen war mit 11,6 % ähnlich hoch wie im Vormonat. In den Nachtstunden bildeten sich häufig lokale Windsysteme ähnlich wie im Februar aus.

Eine ausführliche Darstellung der Witterung in den einzelnen Monaten des Jahres 2003 findet sich im UMEG-Jahresbericht 2003 [UMEG, 2003].

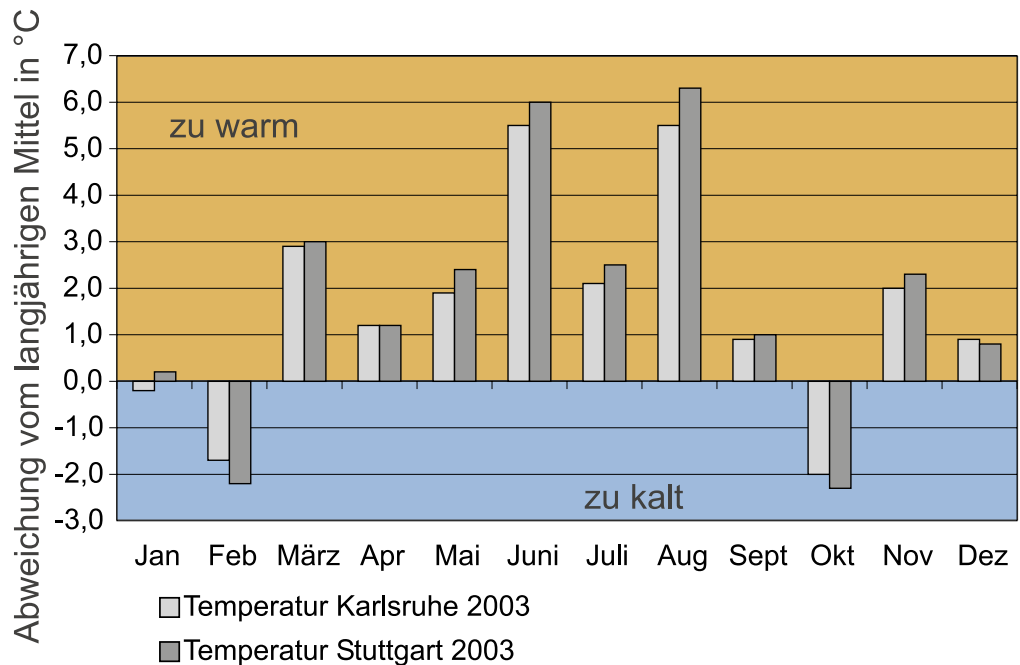


Abbildung 4.1-1:

Abweichung der Monatsmittelwerte der bodennahen Lufttemperatur des Jahres 2003 vom langjährigen Mittel (1961 bis 1990) für die Stationen Karlsruhe und Stuttgart in °C

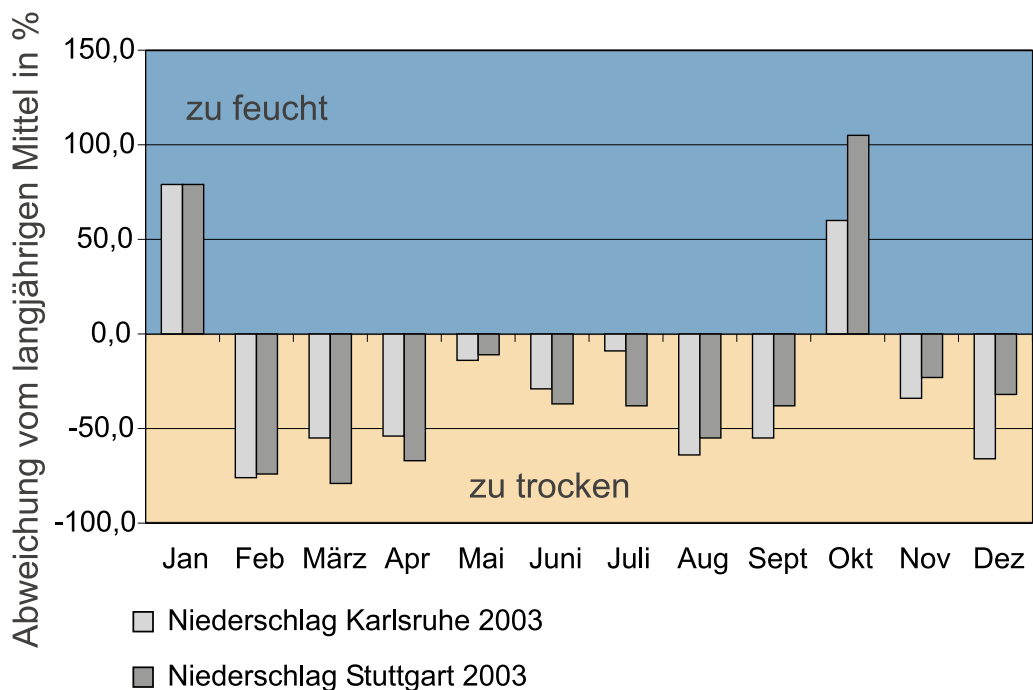


Abbildung 4.1-2:

Abweichung der monatlichen Niederschlagsmengen des Jahres 2003 von den langjährigen mittleren Summen (1961 bis 1990) für die Stationen Karlsruhe und Stuttgart in %

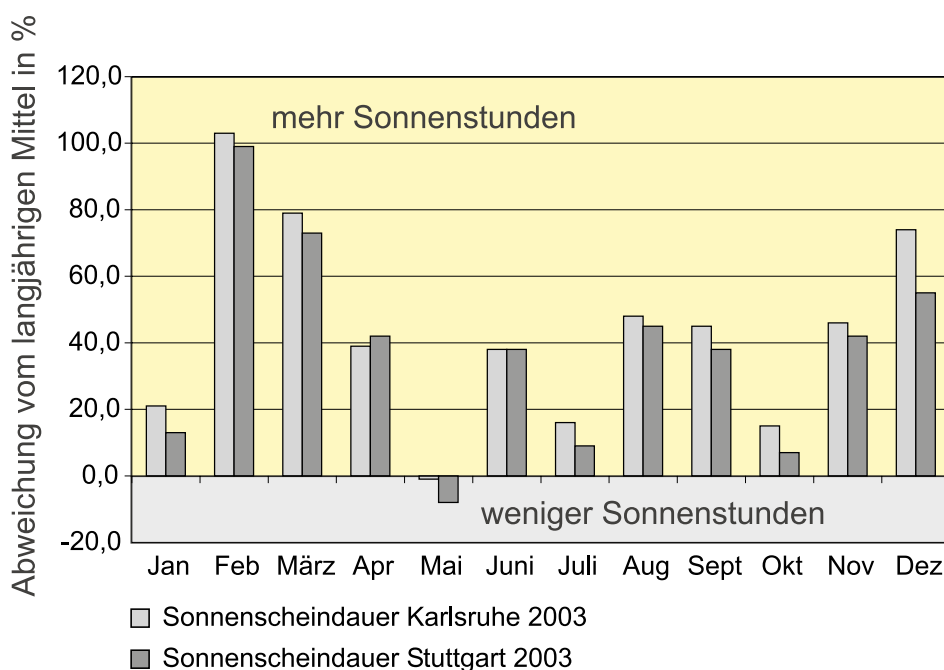


Abbildung 4.1-3:

Abweichung der monatlichen Sonnenscheindauer des Jahres 2003 von den langjährigen Mittelwerten (1961 bis 1990) für die Stationen Karlsruhe und Stuttgart in %

4.2 Episode vom 10. Februar bis zum 30. März 2003

Episoden mit relativ hohen PM₁₀-Tageswerten findet man sowohl deutschlandweit als auch in Baden-Württemberg vor allem in der zweiten Februarhälfte des Jahres 2003, in der zweiten Märzhälfte und dann wieder im Herbst/Winter des Jahres 2003 in der zweiten November- und der ersten Dezemberhälfte (siehe Abbildung 4.3-1). Im Folgenden werden deshalb exemplarisch die meteorologischen Bedingungen in diesen Monaten (insbesondere Februar/März 2003) näher untersucht.

An den Tagen vom 10.02. bis zum 14.02.2003 war für Deutschland zunächst ein in dieser Zeit von Osteuropa über Polen hinweg nach Skandinavien ziehendes Hochdruckgebiet wetterbestimmend. Es herrschten allgemein nur schwache östliche bis südöstliche Winde vor und deutschlandweit traten Nachtfroste auf. In den Nächten zum 12.02., 13.02. und 14.02.

gingen die Temperaturen teilweise auf unter minus 10 Grad Celsius zurück. Unter diesen Bedingungen stiegen ab dem 10.02. großflächig die PM₁₀-Konzentrationen in ganz Deutschland deutlich an. Mit unterschiedlicher räumlicher Ausdehnung bzw. unterschiedlicher Zahl von Stationen wurden dann auch an den Tagen vom 10.02. bis zum 14.02. in allen Bundesländern Überschreitungen des PM₁₀-Tageswertes von 50 µg/m³ festgestellt [UBA, 2004].

Auch in Baden-Württemberg stiegen an allen Luftmessstationen in der ersten Februarwoche die PM₁₀-Werte kontinuierlich an, die ersten Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittels von 50 µg/m³ wurden am 10.02.2003 gemessen, fast flächendeckende Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ wurden in Baden-Württemberg ab dem 11.02.2003 festgestellt.

Mit einer Drehung des Windes auf Nordost bis Nord bei einer gleichzeitigen allmählichen Zunahme der Luftdruckgegensätze über Deutschland konnte am 15.02. von Nordosten her frische, kalte und saubere Luft nach Deutschland vordringen. Dagegen wurde die Luftmasse, die sich an den Vortagen mit PM10 angereichert hatte, nach Süden und Südwesten abgedrängt. So traten am 15.02. bereits nordöstlich von Elbe und Weser keine PM10-Tagesmittelwerte von über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mehr auf. Der eigentliche Belastungsschwerpunkt lag an diesem Tag im Alpenvorland Bayerns und Baden-Württembergs. Am 16.02. kam es dann nur noch an einzelnen Stationen im äußersten Südosten Bayerns zu PM10-Tagesmittelwerten über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Baden-Württemberg hatte sich die Lage ebenfalls entspannt, flächendeckend sanken die gemessenen PM10-Werte zum 15.02./16.02.2003 wieder deutlich unter $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ab (im Mittel auf etwa $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im PM10-Tagesmittel).

Das nach wie vor über Skandinavien liegende Hochdruckgebiet kräftigte sich ab dem 17.02.2003 wieder und weitete seinen Einfluss erneut in Richtung Mitteleuropa aus. Gleichzeitig verringerten sich über Deutschland die Luftdruckgegensätze, so dass nur noch ein schwacher Wind wehte und die Zufuhr frischer (wenig mit PM10 vorbelasteter) Luft allmählich schwächer wurde.

In den südlich und südwestlich von Deutschland gelegenen Regionen stiegen ab dem 17.02.2003 die PM10-Konzentrationen vielfach neuerlich deutlich an und in Baden-Württemberg kam es dann ab dem 18.02.2003 auch wieder zu PM10-Tageswerten von über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ab dem 22.02.2003 verlagerte sich der Schwerpunkt des wetterbestimmenden Hochs von Skandinavien nach Südosten. Über Deutschland drehten die nur schwachen Winde auch in der Nordhälfte auf Ost bis Südost, so dass ganz Deutschland mehr und mehr in den Einfluss der schon stark mit PM10 vorbelasteten bodennahen kalten Luftmasse gelangten.

Der Höhepunkt der insgesamt vom 10.02. bis zum 07.03.2003 andauernden Episode wurde in Deutschland am 26.02. und 27.02. erreicht. An diesen beiden Tagen blieb kein Bundesland von Überschreitungen

des PM10-Tageswertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgespart und die Zahl der Stationen mit PM10-Tagesmittelwerten über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lag bei ca. 300 (Messwerte lagen an diesen beiden Tagen von ca. 350 Stationen vor) [UBA, 2004]. Auch in Baden-Württemberg erreichten die PM10-Messwerte in dieser zweiten Periode des Februar 2003 im Tagesmittel wieder den Wert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und das Maximum wurde am 26.02./27.02./28.02.2003 wieder flächendeckend an allen Messstationen im Land erreicht.

Erste schwache und wenig wetterwirksame atlantische Tiefausläufer erreichten mit milderer Luft am 28.02. den Westen und Südwesten Deutschlands und führten hier zu diesem Zeitpunkt auch in Baden-Württemberg bereits zu merklichen Rückgängen der PM10-Konzentrationen. An den folgenden Tagen verschob sich der PM10-Belastungsschwerpunkt zum Norden und Nordosten Deutschlands und der Einfluss weiterer, übergreifender, schwacher atlantischer Tiefausläufer nach dem 28.02. beendete diese außergewöhnlich lang anhaltende PM10-Episode in Baden-Württemberg. Dieser atmosphärische "Reinigungseffekt" blieb zunächst weitestgehend auf den Westen und Südwesten Deutschlands beschränkt. Erst am 07.03.2003 überquerte eine Störung auch die Oder ostwärts und drängte die bis dahin noch im Nordosten und Norden lagernde stark mit PM10 angereicherte bodennahe kalte Luftmasse ab und beendete in ganz Deutschland diese PM10-Episode [UBA, 2004].

In Baden-Württemberg wurde auch eine ähnliche, wenn auch weniger ausgeprägte Episode im März 2003 beobachtet. Ab dem 16.03.2003 wurde ein erneuter flächendeckender Anstieg der PM10-Tagesmittelwerte festgestellt. Erste Überschreitungen des PM10-Tagesmittels von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurden ab dem 18.03.2003 bzw. dem 20.03./21.03.2003 gemessen. Dieser Höhepunkte wurde durch einen kurzen Abfall der PM10-Tagesmittelwerte am 22.03. unterbrochen und ab dem 23.03. wurde dann wieder ein deutlicher Anstieg mit Überschreitungen des $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -Wertes ab dem 24.03. bis zum 28.03. in ganz Baden-Württemberg beobachtet.

Zum Wochenende am 29.03./30.03.2003 fielen dann

die PM10-Messwerte deutlich auf nur noch durchschnittlich etwa 20 - 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Tagesmittel ab und beendeten diese PM10-Episode des Frühjahres 2003. Erst im Laufe des Oktober 2003 stiegen dann die PM10-Werte wieder deutlich an; eine ähnliche Situation wie im Februar 2003 mit lang anhaltenden flächendeckend erhöhten PM10-Werten wurde aber nicht mehr beobachtet.

4.3 Meteorologische Einflüsse auf die PM10-Belastung in Baden-Württemberg

In Abbildung 4.3-1 sind die gemessenen Tagesmittelwerte verschiedener Messstationen in Baden-Württemberg im Messjahr 2003 dargestellt. Man erkennt, dass vor allem in der zweiten Februarhälfte und in etwas geringerem Umfang Ende März 2003 alle Messwerte deutlich ansteigen und vor allem im Februar den Tagesmittelwert von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ flächendeckend überschreiten. Die Abbildung 4.3-2 zeigt diese Episode erhöhter PM10-Werte vom 10.02.2003 bis zum 07.03.2003 noch einmal im Detail.

Die Perioden mit relativ hohen PM10-Tageswerten findet man wie schon erwähnt in der zweiten Februarhälfte des Jahres 2003, in der zweiten Märzhälfte und dann wieder im Herbst/Winter des Jahres 2003 in der zweiten November- und der ersten Dezemberhälfte. Über die Sommermonate mit sehr trockenen und heißen Perioden [UMEG, 2004] sind die Überschreitungen des 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10-Tagesmittelwertes nur an wenigen Messstationen feststellbar und bei diesen auch nur an wenigen aufeinanderfolgenden Tagen. In den in Abbildung 4.3-1 betrachteten Luftmessstationen sind im Sommer keine Überschreitungen festgestellt worden.

Betrachtet man die Überschreitungshäufigkeiten des 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -Tagesmittelwertes an den Messstationen im Detail so zeigt sich, dass in vielen Fällen allein durch die etwa zweiwöchige Episode im Februar 2003 (18 Tage vom 10.02. bis 28.02.2003) bereits 30 - 40 % der zulässigen 35 Überschreitungstage "verbraucht" worden sind. An den Messstationen Konstanz, Tübingen-Mühlstraße und Stuttgart-Mitte-

Straße wurden in dieser Episode bereits 13 Tage mit Überschreitung des 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -Grenzwertes festgestellt, in Stuttgart-Zuffenhausen sogar 14 Tage. Berücksichtigt man die Episode im März 2003 in dieser Betrachtung mit, so werden in diesen zwei Monaten an den Messstationen Konstanz, Esslingen und Stuttgart-Zuffenhausen mit 22 Überschreitungstagen sowie an der Station Stuttgart-Mitte-Straße mit 26 Tagen, an denen der 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10-Tagesgrenzwert überschritten wurde, 63 - 74 % der erlaubten Überschreitungstage ausgeschöpft.

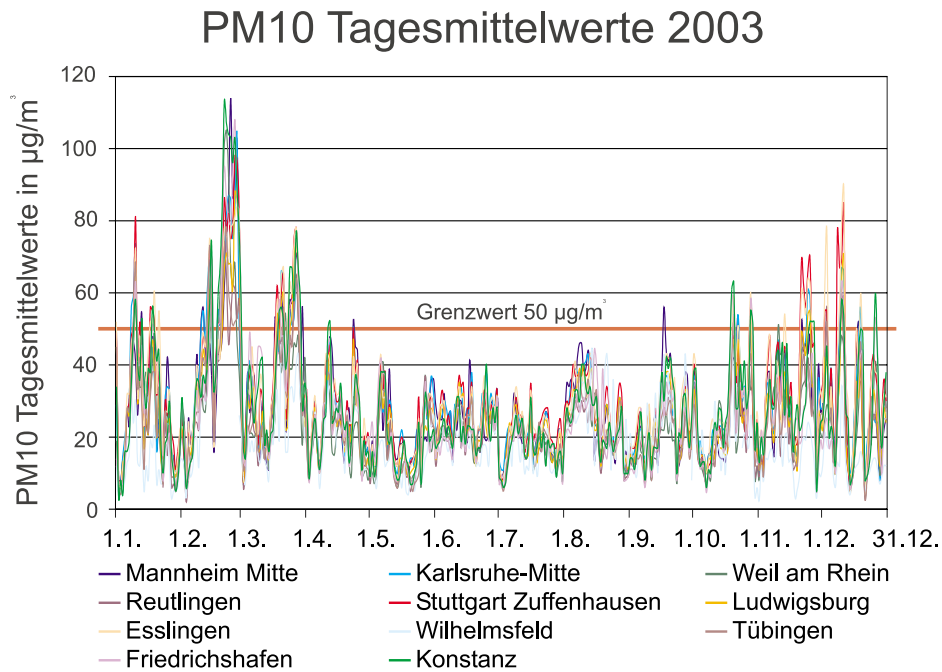


Abbildung 4.3-1:
PM10-Tagesmittelwerte ausgewählter Messstationen in Baden-Württemberg im Jahr 2003

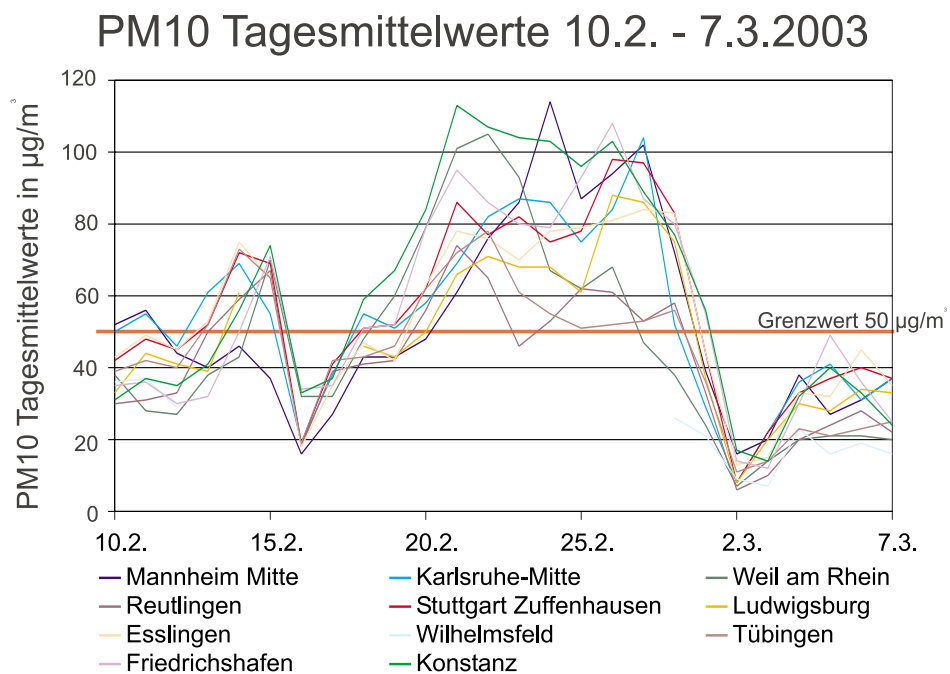


Abbildung 4.3-2:
PM10-Tagesmittelwerte ausgewählter Messstationen im Februar 2003

5 LOKALE EINFLÜSSE AUF DIE PM10-BELASTUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Die gemessenen PM10-Feinstaubbelastungen setzen sich aus lokal, städtischen und regional verursachten Anteilen zusammen. Diese Anteile variieren zeitlich ebenso wie die Immissionskonzentrationen selbst in gewissen Grenzen und entziehen sich damit einer detaillierten Untersuchung.

Die Grenzwertüberschreitungen können sowohl lokal sehr begrenzt auftreten als auch in manchen Perioden weiträumig verteilt über ganze Regionen bzw. über das ganze Land Baden-Württemberg.

Die einzelnen Verursachergruppen lassen sich wie folgt aufteilen:

1. LOKAL: im Wesentlichen der Beitrag des lokalen Straßenverkehrs am Messort

- abgasbedingte Emissionen
- Reifen- und Bremsenabrieb, Straßenabrieb, Aufwirbelung
- Sonstige Einflüsse wie Verwitterung, Baustellen, Abwehungen von LKW-Ladungen, Bau- und Arbeitsmaschinen, sonstigen Vorgängen

2. STÄDTISCHER HINTERGRUND als städtische Belastung im Plangebiet

- Verkehrsabgase von anderen Straßen im Plangebiet
- Industrie, Gewerbe, Kleinf Feuerungsanlagen, sonstige Quellen im Plangebiet

3. REGIONALER HINTERGRUND (Ferntransport)

- Verkehr, Industrie, Gewerbe, Kleinf Feuerungsanlagen, sonstige Quellen in der Region
- Biogene Emissionen (Ammoniak, Staub)
- Sekundär-Aerosole, aus städt. und regionalen Vorläufersubstanzen

Analyse der Tagesmittelwertüberschreitungen

Zur Analyse der Tagesmittelwertüberschreitungen im Jahre 2003 wurden detaillierte Analysen der Tage mit Überschreitungen des $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10-Grenzwertes für jeden Messpunkt durchgeführt.

Neben der Untersuchung der zeitlichen Entwicklung der Belastung am Messort, der Analyse lokaler/städtischer/regionaler Phänomene aus benachbarten Messnetzen, der Meteorologie (Hauptwindrichtung, Inversionen) wurden insbesondere auch Vor-Ort-Untersuchung der lokalen Gegebenheiten durchgeführt.

Zu diesem Zweck wurden die betroffenen Städte und Gemeinden gebeten, Informationen zu den Themen

- Bebauungsstrukturen
- Gewerbebetriebe (Umschlag/Lagerung staubender Güter, Schreinereien etc.)
- Straßenzustand (Aufwirbelung)
- Baustellentätigkeiten (Gebäudeabriss, Straßenbau etc.)
- Sonstige Staubemittenten (unbefestigtes Gelände z.B. Bau- oder Parkplätze, Ackerland)

jeweils im Umfeld der Messstationen, die im Jahre 2003 eine Überschreitung der Häufigkeit des Tagesmittels von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 (mehr als 35 Überschreitungstage) aufwiesen, der UMEG zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus wurden in verschiedenen Publikationen recherchiert und topographische Karten und Straßenverkehrsdaten analysiert.

Mit diesen Daten konnten im Idealfall einzelne Tage identifiziert werden, an denen an bestimmten Messorten diese lokalen Einflüsse einen größeren Beitrag zur PM10-Immissionsbelastung gehabt haben könnten.

Als zweiten Schritt wurden diese Tage aus dem Datenkollektiv herausgenommen, um diese lokalen und temporären Einflüsse auf die Häufigkeit von Überschreitungstagen quantifizieren zu können.

Es wurden folgende Einzelangaben bewertet:

Messpunkt Stuttgart-Mitte-Straße (Arnulf-Klett-Platz)

Es wurden keine lokalen Baumaßnahmen im Jahr 2003 gemeldet, die einen relevanten bzw. quantifizierbaren Einfluss auf die PM10-Belastung an diesem Messort erwarten lassen. Aus einer Analyse der Einzelepisoden unter Berücksichtigung der Verhältnisse benachbarter Stationen konnten einzelne "isolierte" Überschreitungstage aus dem Kollektiv abgetrennt werden. Die Zahl der Überschreitungstage ändert sich jedoch nur geringfügig, der Grenzwert von 35 Tagen wird trotzdem deutlich überschritten (siehe Abbildung 5.1).

Messpunkt Stuttgart-Zuffenhausen

Baumaßnahme "B10-Tunnel Pragsattel-Löwentor": An der Station Stuttgart-Zuffenhausen wird das Verkehrsaufkommen sowie der Verkehrsfluss und damit die PM10-Emissionen stark durch eine im Jahre 2002 begonnene Baumaßnahme im Umfeld beeinflusst. An der Station Stuttgart-Zuffenhausen ist auch eine Erhöhung der NO und NO₂-Messwerte (Jahresmittelwerte) seit dem Baubeginn im Sommer 2002 feststellbar [LfU, 2004].

Berücksichtigt man diese Bautätigkeiten im Datenmaterial, so lässt sich die Häufigkeit an PM10-Grenzwertüberschreitungen von 50 µg/m³ auf etwa 36 Tage begrenzen, man kommt also in die Nähe des Grenzwertes (Abbildung 5.1).

Messpunkt Esslingen

Für den Messpunkt Esslingen wurden keine relevanten Baumaßnahmen in der Nähe des Messpunktes gemeldet. Zwar hatte die Räumung eines Umschlagplatzes für Bauaushub sowie das Sylvesterfeuerwerk am 01.01.2003 eine Erhöhung des jeweiligen PM10-Tagesmittelwertes zur Folge, jedoch wird auch bei Berücksichtigung dieser kurzzeitigen lokalen Effekte

keine Unterschreitung des ab dem 01.01.2005 gültigen 50 µg/m³-Tagesmittelwertes von maximal 35 Tagen erreicht.

Messpunkt Mannheim-Straße (Friedrichsring)

Durch die Baumaßnahme "Sanierung Kurpfalzbrücke" mit häufig wechselnder Verkehrsführung, die direkt auf den Standort der Messstation einwirkt und der Baumaßnahme "Alter Messplatz" am anderen Ufer des Neckars schräg gegenüber der Messstation mit erhöhtem Verkehrsaufkommen an Baustellenfahrzeugen und Abwehungen von Aushubmaterial, lassen sich lokale Emittenten identifizieren, die einen deutlichen Einfluss auf die Messwerte des Jahres 2003 haben könnten. Eingehende Analysen der im Stadtgebiet von Mannheim installierten Messstationen Mannheim-Nord, Mannheim-Süd und Mannheim-Mitte im Vergleich zur Station Mannheim-Straße führten zur Eliminierung einzelner Überschreitungstage. Die zulässige Überschreitungshäufigkeit von 35 Tagen des Grenzwertes von 50 µg/m³ wird jedoch trotz dieser Maßnahme nicht eingehalten.

Messpunkt Konstanz

Für den Messpunkt Konstanz konnten keine relevanten Baumaßnahmen in der Nähe des Messpunktes festgestellt werden.

Messpunkt Tübingen - Unterjesingen

Es wurden keine emissionsrelevanten Bautätigkeiten gemeldet; die Zahl der Tage mit Überschreitung des PM10-Grenzwertes konnte somit nicht reduziert werden.

Messpunkt Tübingen - Mühlstraße

Die Mühlstraße bildet die Verlängerung der Eberhardtbrücke in Richtung Tübinger Innenstadt. Zum Lustnauer Tor in der Innenstadt hin steigt die Straße stark an und bildet mit einer bis zu 3-stöckigen Bebauung auf der einen (östlichen) Seite und einer Mauer auf der westlichen Seite eine ausgeprägte Straßenschlucht mit einer deutlicher Längsneigung. Bei den Messkampagnen wurde eine deutliche Inhomogenität zwischen der linken und der rechten Fahrbahnseite

festgestellt; rechts wurden deutlich höhere PM10-Werte gemessen. Die PM10-Belastung wird nach ersten Ermittlungen wahrscheinlich hauptsächlich durch den lokalen Busverkehr verursacht. Bergab (links) dürfen nur Busse die Straße befahren, Bergauf (rechts) ist die Straße für alle Fahrzeuge < 7,5 t sowie für Busse befahrbar. In der Mühlstraße wurde ein Verkehrsaufkommen an Linienbussen von bis zu 1400 Bussen pro Tag beobachtet. Relevante Baumaßnahmen oder sonstige lokale und temporäre Einflüsse auf die Messwerte am Messpunkt Tübingen-Mühlstraße wurden nicht gemeldet bzw. nicht identifiziert.

Messpunkt Tübingen - Kelternstraße

Im Jahre 2003 wurden übermäßiger Baustellenverkehr (Saturn-Einkaufszentrum, Parkhaus) im Umfeld der Messstation gemeldet. (Im Vollzug der 23. BImSchV wurde hier schon eine Pfortnerampel installiert). Eine räumlich/zeitliche Identifizierung dieser lokalen Effekte war jedoch nicht möglich und somit konnten keine einzelnen Episoden (Tage) aus dem Datenkollektiv entfernt werden.

Messpunkt Reutlingen - Mittnachtstraße

Aus den Angaben der Kommune wurden als Baumaßnahmen einerseits die Arbeiten im Bereich "LIDL" Einkaufsareal vom 16.07.2003 bis 21.11.2003 berücksichtigt, andererseits die Arbeiten an der Rommelsbacher Straße/Mittnachtstraße mit Abfräsarbeiten der Fahrbahndecke in der 30. Kalenderwoche. Diese Baumaßnahmen reduzieren die Anzahl der Tage mit Überschreitung des PM10-Grenzwertes von 50 µg/m³ von 40 Tagen auf erlaubte 34 Tage, womit eine Unterschreitung des Grenzwertes diskutiert werden kann.

Neben den Bautätigkeiten und dem Baustellenverkehr im Bezugsjahr wurden auch emissionsrelevante Daten zu Gewerbe- und Industriebetrieben abgefragt (Halden, Umschlag staubender Güter etc.). Darüber hinaus wurden auch Daten zu unbefestigtem Gelände (Parkplätze, Baugruben etc.) im Umfeld der Messpunkte gesichtet und bewertet.

Im Umfeld der Messpunkte konnten jedoch unter

Berücksichtigung der Hauptwindrichtungen keine emissionsrelevanten Tätigkeiten bezüglich PM10 identifiziert werden.

In Abbildung 5.1 sind die Häufigkeiten der Überschreitung des PM10-Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ unter Berücksichtigung lokaler, zeitlich begrenzter Ereignisse (insbesondere Baustellenaktivitäten) im Umfeld der Messorte dargestellt, wenn man diese Tage aus dem Datenkollektiv herausnimmt, wenn man also annimmt, dass die Messstationen an diesen Tagen nicht in Betrieb gewesen wären.

Die Abbildung 5.1 zeigt, dass lediglich im Falle des Messpunktes Reutlingen-Mittnachtstraße die Zahl der Überschreitungstage von 40 auf 34 sinkt und damit der Grenzwert, welcher ab dem 01.01.2005 gilt, eingehalten worden wäre.

Die Änderungen, die sich bei den anderen Messpunkten ergeben würden, reichen entweder nicht aus, die zulässige Überschreitungshäufigkeit von 35 Tagen des Grenzwertes von 50 µg/m³ einzuhalten oder die festgestellten lokalen Einflüsse zeigen keine quantifizierbaren Ergebnisse.

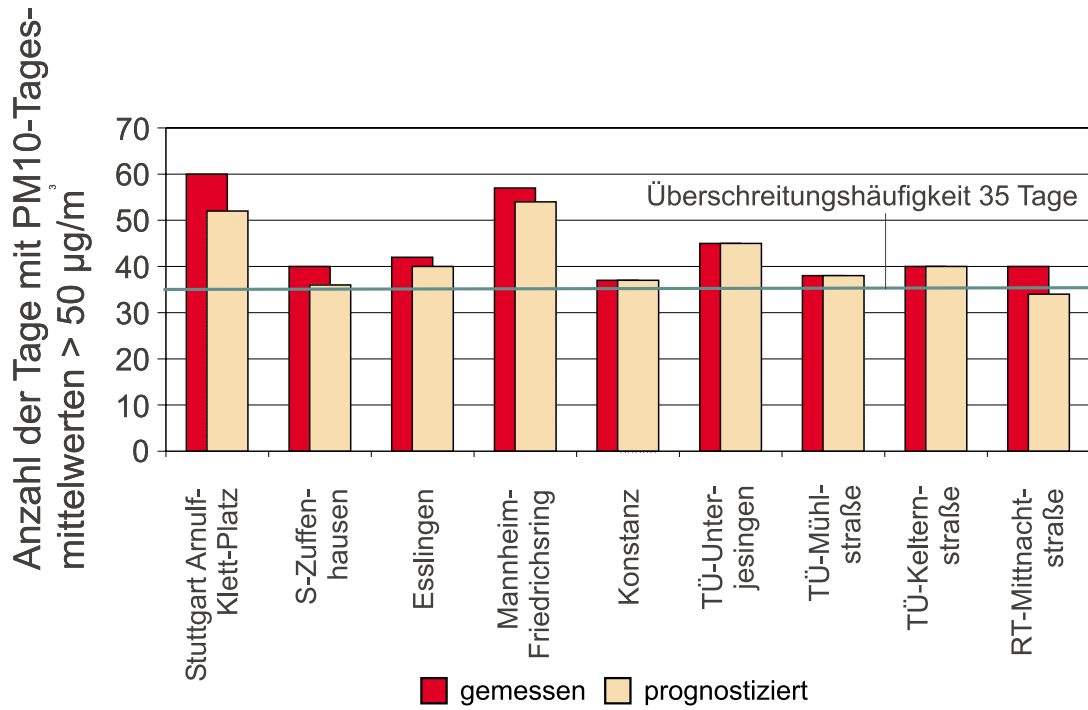


Abbildung 5.1:

Häufigkeit der Überschreitung des PM10-Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unter Berücksichtigung lokaler, zeitlich begrenzter Ereignisse (insbesondere Baustellentätigkeiten) im Umfeld der Messorte 2003

6 ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen der jährlichen Beurteilung der Luftqualität wurden im Jahr 2003 von der UMEG in Abstimmung mit dem UVM neben den routinemäßigen Messungen an den Luftmessstationen in Baden-Württemberg Immissionsmessungen an straßennahen Punkten durchgeführt.

Im Jahr 2003 wurde an keiner Messstelle im Land Baden-Württemberg der im Jahr 2003 relevante PM10-Summenwert aus Grenzwert und Toleranzmarge von $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an mehr als 35 Tagen überschritten. Auch der PM10-Jahresmittelwert von $43,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bestehend aus Grenzwert und Toleranzmarge für 2003 wurde an keiner Messstation erreicht.

Ab dem Jahr 2005 sind zur Beurteilung des Feinstaubes (PM10) die gemessenen Tagesmittelwerte mit dem Grenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei zulässigen 35 Überschreitungen pro Jahr zu vergleichen. Dieser Grenzwert wurde im Jahr 2003 an 6 straßennahen PM10-Messstationen sowie an 3 Luftmessstationen nicht eingehalten. Der für PM10 ab 2005 ebenfalls einzuhaltende Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde an keiner Messstation überschritten.

An den drei Luftmessstationen Stuttgart-Zuffenhausen, Esslingen und Konstanz waren in den Jahren 2000 bis 2002 und auch im Jahr 2004 weder Überschreitungen des ab dem Jahr 2005 gültigen PM10-Immissionsgrenzwertes als Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an mehr als 35 Tagen noch Überschreitungen des ab 2005 gültigen Grenzwertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert von PM10 zu verzeichnen. Deshalb ist davon auszugehen, dass auch im Jahr 2005 die Immissionsgrenzwerte für PM10 an diesen Stationen eingehalten werden.

Die Ursachenanalyse für die straßennahen PM10-Messstationen, bei welcher der quantitative Einfluss der relevanten Emittentengruppen an den zu betrachtenden Messpunkten mit Grenzwertüberschreitungen untersucht wird, zeigt, dass der Anteil des regionalen Hintergrundniveaus (Ferntransport) zwischen 43 % und 58 % der gemessenen PM10-Jahresmittelwerte erreicht. Die Emittentengruppen Kleinf Feuerungen, industrielle Quellen, Offroad-Verkehr und sonstige Quellen haben zusammen einen Anteil von 13 % bis 28 % des gemessenen Jahresmittelwertes für PM10 an den untersuchten Messpunkten, die Beiträge des Straßenverkehrs an den straßennahen Messpunkten liegen zwischen 25 % und 39 %. Die Anteile des Straßenverkehrs teilen sich auf in die Immissionsbelastung, die aus den Abgasemissionen (ca. 40 %) und den Emissionen aus Abrieb/Aufwirbelung (Reifenabrieb, Bremsenabrieb, Straßenabrieb und Straßenaufwirbelung, insgesamt ca. 60 %) stammen.

In Perioden mit hohen PM10-Belastungen sind die Unterschiede in den Rußanteilen des PM10-Feinstaubes zwischen den straßennahen Stationen und den Stationen des städtischen Hintergrundes nur gering. Die Rußanteile am PM10-Feinstaub der hier betrachteten Stationen bewegen sich in diesen Perioden hoher PM10-Belastung in der Größenordnung von 9 - 10 %.

Die Antimon-Anteile als Indikator für den Bremsenabrieb und damit ein direkter Hinweis auf den Straßenverkehrseinfluss sind in Zeiten hoher PM10-Belastung mit Anteilen von 0,01 % bis 0,04 % am PM10-Staub ebenfalls relativ gering, wobei die straßennahen Stationen erwartungsgemäß höhere Werte als die Luftmessstationen des städtischen Hintergrunds aufweisen.

In Zeiten mit niedrigeren PM10-Belastungen, etwa im Sommer (z.B. Juli 2003) erkennt man im Vergleich dazu deutliche Unterschiede in den Rußanteilen des PM10-Staubes zwischen straßennahen Stationen und städtischen Hintergrundstationen. Der Rußanteil des PM10-Staubes an den Straßenmesspunkten erreicht dann Werte von bis zu 24 %, während die hier betrachteten Luftmessstationen des städtischen Hintergrunds maximal Anteile von 12- 13 % aufweisen. Der Antimon-Anteil an den PM10-Emissionen erreicht in den Zeiten niedriger PM10-Belastung an den straßennahen Stationen die höchsten Werte, maximal etwa 0,1 % des PM10-Staubes. Diese straßennahen Messstationen mit den höchsten Antimon-Anteilen am PM10-Staub liegen dabei in der Regel im Einfluss- bzw. Rückstaubereich von Ampelanlagen oder Kreuzungen mit häufigen Bremsvorgängen.

Bei Untersuchung der meteorologische Einflüsse auf die PM10-Belastung in Baden-Württemberg sind Perioden mit relativ hohen PM10-Tageswerten in der zweiten Februarhälfte des Jahres 2003, in der zweiten Märzhälfte und dann wieder im Herbst/Winter des Jahres 2003 in der zweiten November und der ersten Dezemberhälfte zu finden.

Hohe PM10-Tagesmittelwerte mit Überschreitungen des ab 2005 einzuhaltenden Grenzwertes traten 2003 deutschlandweit flächig und nicht nur an hochbelasteten (straßennahen) Messpunkten auf. In Verbindung mit über mehrere Tage andauernden winterlichen windschwachen Hochdruckwetterlagen, bei denen der Luftaustausch der unteren Atmosphärenschicht von den darüber liegenden Schichten abgekoppelt ist, kann es zu einer Anreicherung der Partikel innerhalb der bodennahen Luftschicht kommen.

Betrachtet man die Überschreitungshäufigkeiten des $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -Tagesmittelwertes an den Messstationen im Detail so zeigt sich, dass in vielen Fällen allein durch die etwa 2-wöchige Episode im Februar 2003 (18 Tage vom 10.02. bis 28.02.2003) bereits 30 - 40 % der zulässigen 35 Überschreitungstage "verbraucht" worden sind. An den Messstationen Konstanz, Tübingen-Mühlstraße und Stuttgart-Mitte-Straße (Arnulf-Klett-

Platz) wurden in dieser Episode bereits 13 Tage mit Überschreitung des $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -Grenzwertes festgestellt, in Stuttgart-Zuffenhausen sogar 14 Tage. Berücksichtigt man die Episode im März 2003 in dieser Betrachtung mit, so werden in diesen zwei Monaten an den Messstationen Konstanz, Esslingen und Stuttgart-Zuffenhausen mit 22 Überschreitungstagen sowie an der Station Stuttgart-Mitte-Straße mit 26 Tagen, an denen der $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10-Tagesgrenzwert überschritten wurde, 63 - 74 % der erlaubten Überschreitungstage ausgeschöpft.

Zur Untersuchung der lokalen Einflüsse auf die PM10-Belastung in Baden-Württemberg wurden detaillierte Analysen der Tage mit Überschreitungen des PM10-Grenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für jeden Messpunkt durchgeführt. Dabei wurden neben Informationen zu Bautätigkeiten, dem Baustellenverkehr und unbefestigtem Gelände (Parkplätze, Baugruben etc.) auch emissionsrelevante Daten zu Gewerbe- und Industriebetrieben (Halden, Umschlag staubender Güter etc.) im Umfeld der Messpunkte gesichtet und bewertet.

Das Herausrechnen der Tage mit lokalen, zeitlich begrenzten Ereignissen im Umfeld der Messorte (insbesondere Baustellentätigkeiten) ergibt, dass lediglich im Falle des Messpunktes Reutlingen-Mittnachtstraße die Zahl der Überschreitungstage von 40 auf 34 sinken würde und damit der Grenzwert, welcher ab dem 01.01.2005 gilt, eingehalten worden wäre.

Die Änderungen, die sich bei den anderen Messpunkten ergeben würden, reichen entweder nicht aus, die zulässige Überschreitungshäufigkeit von 35 Tagen des Grenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einzuhalten oder die festgestellten lokalen Einflüsse zeigen keine quantifizierbaren Ergebnisse.

7 LITERATUR

[22. BImSchV, 2002] Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV) vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626)

[BImSchG, 2002] Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830)

[BMU, 2004] "Feinstaub - Magazin des BMU", Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin November 2004.

[LfU, 2004] „Entwicklung der Stickstoffoxid-Immissionen in Baden-Württemberg zwischen 1995 und 2003 - Datenauswertungen des Luftmessnetzes“ Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Juni 2004

[LfU/UMEG, 1998] „Schwebstaubbelastung in Baden-Württemberg“, Hrsg. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg und UMEG, Mai 1998

[UBA, 2004] „Episodenhafte PM10-Belastung in der Bundesrepublik Deutschland in den Jahren 2000 bis 2003“ Umweltbundesamt 2004
<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/dateien/2804.htm>

[UMEG, 2000] „Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 2000“, UMEG, Bericht-Nr. 4-05/2003

[UMEG, 2003] UMEG-Jahresbericht 2003, UMEG, September 2004

[UMEG, 2004] „Ozon in Baden-Württemberg - Sommer 2003“ UMEG-Bericht-Nr. 21-01/2004

[URSA, 2003] „Ursachenanalyse für NO₂ im Rahmen der Erarbeitung von Luftreinhalteplänen in Baden-Württemberg nach § 47 Abs. 1 BImSchG für das Jahr 2003“ Bericht Nr. 4-01/2004, UMEG, 2004