

Luftreinhalte-/Aktionsplan Freiburg

(Stand: 05.08.2009)



Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

Luftreinhalte-/Aktionsplan

Freiburg

(Stand: 05.08.2009)

Impressum

Herausgeber: Regierungspräsidium Freiburg
Bissierstraße 7

79114 Freiburg

Bearbeitung: Regierungspräsidium Freiburg
Referat 54.1 - Industrie, Schwerpunkt Luftreinhaltung

Kartengrundlagen:

Ausschnitte aus den Liegenschaftskatastern

Ausschnitte aus den Topographischen Karten

herausgegeben von der

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Postfach 100163

76231 Karlsruhe

„Daten aus dem Räumlichen Informations- und Planungssystem (RIPS) der LUBW Baden-Württemberg“

mit thematischen Ergänzungen durch die LUBW.



Luftreinhalte-/Aktionsplan

Freiburg

Vorwort

Bereits im Jahr 2006 hat das Regierungspräsidium Freiburg einen Luftreinhalteplan für die Stadt Freiburg veröffentlicht. Dieser Plan hatte zum Ziel, vor allem die Belastung durch Stickstoffdioxid ab dem Jahr 2010 entsprechend den Vorgaben der Europäischen Union zu reduzieren. Nachdem im Jahr 2006 auch Überschreitungen bei Partikel PM10 (Feinstaub) gemessen wurden, ergab sich die Notwendigkeit, den Luftreinhalteplan durch einen Aktionsplan gegen Feinstaub zu ergänzen.

Bei der Ausarbeitung des nun vorliegenden Plans haben neben den Fachreferaten meines Hauses die Stadt Freiburg und die LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg mitgewirkt. Im Vorfeld wurden auch Umwelt- und Wirtschaftsverbände gehört. Allen Beteiligten danke ich für ihr Engagement und die konstruktive Zusammenarbeit.

Bei der Aufstellung eines Luftreinhalte-/Aktionsplans sind die berechtigten Wünsche der betroffenen Anwohner an stark befahrenen Straßen nach erträglichen Lebensverhältnissen einerseits und teilweise problematische Eingriffe in den Bereichen Verkehr und Kleinf Feuerungsanlagen andererseits gegeneinander abzuwägen. Wer sich mit der Problematik näher befasst, muss allerdings feststellen, dass lokale Maßnahmen allein nicht ausreichen. Letztlich können nur langfristige, großflächig wirksame Maßnahmen zur Senkung der Schadstoffemissionen, z. B. in den Sektoren Kraftfahrzeuge, Energieerzeugung und Landwirtschaft, Abhilfe schaffen. Hier sind in erster Linie die EU und die Bundesregierung gefordert, anspruchsvollere Standards für die nächsten Jahre zu setzen.

Die Belastung durch Partikel PM10 (Feinstaub) wird ganz entscheidend durch den Witterungsverlauf in den Wintermonaten bestimmt. Im Jahr 2006 führten lang anhaltende Inversionswetterlagen auch in Freiburg zu mehr Überschreitungen als zulässig sind, jedoch zeigen die Messungen in den Jahren 2005, 2007 und 2008, dass 2006 eher als Ausnahmejahr gelten kann. Verglichen mit anderen Kommunen sind die Verhältnisse in Freiburg hinsichtlich Feinstaub aufgrund der günstigen lufthygienischen Situation weniger problematisch. Ich habe deshalb mit der Stadtspitze den Vorschlag abgestimmt, das Verkehrsverbot wie im Luftreinhalteplan 2006 vorgesehen zum 01.01.2010 einzuführen und auf ein feinstaubbedingtes Vorziehen zu verzichten.

Entsprechend dem landeseinheitlichen Konzept sind für Fahrzeuge mit hohem Schadstoffausstoß Fahrverbote innerhalb der Umweltzone, die große Teile der Kernstadt umfasst, vorgesehen. Mitten durch diese Umweltzone führt die B 31/B 31a, die die wichtigste Ost-West-Verbindung in der Region darstellt. Ein Verkehrsverbot auf dieser Bundesstraße würde voraussichtlich zu Verlagerungen auf andere, auch aus Gründen der Verkehrssicherheit weniger geeignete Straßen und Ortsdurchfahrten, z. B. von Glottertal, Münstertal oder St. Märgen, führen. Deshalb soll nach gründlicher Prüfung anderslautender Forderungen und Abwägung aller Aspekte die B 31/B 31a vom Fahrverbot ausgenommen werden.

Eine spürbare Verbesserung im Bereich der Schwarzwaldstraße und der Dreisamuferstraßen kann nach den Berechnungen der unabhängigen Gutachter nur der Bau des Stadttunnels bringen. Allerdings bedarf es großer gemeinsamer Anstrengungen, um die Realisierung dieses Projekts zu beschleunigen.

Ein weiterer Zielkonflikt ist im Bereich der Energieerzeugung zu bewältigen. An erster Stelle sollten Maßnahmen zur Energieeinsparung stehen. Auch die Nutzung von regenerativen Energieträgern, wie z. B. Sonne, Wind und Biomasse ist unverzichtbar. Es ist jedoch dringend geboten, vor allem auch bei kleinen Holzfeuerungen durch eine Verbesserung der Feuerungstechnik den Feinstaubausstoß künftig zu reduzieren. Auch hier ist der Gesetzgeber gefordert, mittel- und langfristig verlässliche Rahmenbedingungen zu setzen.

Der vorliegende Luftreinhalte-/Aktionsplan soll für uns Anregung sein, über unseren persönlichen Beitrag zur Minimierung der Schadstoffbelastung, z. B. durch Senken des Energieverbrauchs sowie umweltfreundliche Energieerzeugung und angepasstes persönliches Mobilitätsverhalten, nachzudenken und dann auch entsprechend zu handeln.

Freiburg, den 05.08.2009



Julian Würtenberger
Regierungspräsident

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	9
1.1	Gesetzliche Bestimmungen	9
1.2	Bisherige Arbeiten	11
1.3	Verfahren zur Planaufstellung	11
2	INFORMATIONEN ZUM ÜBERSCHREITUNGSBEREICH	13
2.1	Allgemeine Informationen	13
2.2	Beschreibung des Stadtkreises Freiburg	13
2.3	Angaben zu Topographie und Klima	15
2.4	Beschreibung der Messstellen	16
2.4.1	Messstationen des landesweiten Luftmessnetzes und Verkehrsmessstationen	16
2.4.2	Messungen zum Vollzug der 23. BImSchV	18
2.4.3	Messungen zum Vollzug der 22. BImSchV	18
2.5	Schutzziele	21
3	ART UND BEURTEILUNG DER VERSCHMUTZUNG	23
3.1	Informationen zu den Schadstoffen	23
3.1.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	23
3.1.2	Partikel PM10 (Feinstaub)	23
3.2	Messergebnisse	28
3.2.1	Messergebnisse früherer Jahre	28
3.2.2	Messergebnisse in den Jahren 2004 bis 2007	34
4	EMISSIONEN, VERURSACHER UND PROGNOSEN	38
4.1	Emissionen	38
4.2	Ursachenanalyse	42
4.2.1	Ursachenanalyse für Stickstoffdioxid (NO ₂)	42
4.2.2	Ursachenanalyse bei Partikel PM10	45
4.2.3	Ursachen der hohen PM10-Belastung zu Beginn des Jahres 2006	47
4.3	Immissionsprognose	49

5	MASSNAHMEN	51
5.1	Nachhaltige Konzepte der Stadt Freiburg zu Verkehrsplanung, Energieversorgung und Luftreinhaltung	51
5.1.1	Stadt- und Verkehrsplanung	51
5.1.2	Energieversorgungskonzept	54
5.1.3	Luftreinhaltung: Modernisierung von Anlagen nach Immissionsschutzrecht	56
5.2	Bis zum Jahr 2010 geplante und langfristig angestrebte Maßnahmen	57
5.2.1	Straßenbauvorhaben (M 1.1 und M 1.2)	58
5.2.2	Veränderung des Modal-Splits (M 2)	60
5.2.3	Verkehrslenkung und -verflüssigung (M 3)	64
5.2.4	Fahrzeugtechnik (M 4)	65
5.2.5	Anforderungen an mobile Maschinen und Geräte (M 5)	74
5.2.6	Verkehrsbeschränkungen / -verbote (M 6.1 und M 6.2)	75
5.2.7	Umsetzung und Fortentwicklung des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzepts der Stadt Freiburg (M 7)	86
5.2.8	Altanlagenanierung im gewerblichen Bereich (M 8)	86
5.2.9	Verringerung der PM10-Emissionen aus diffusen Quellen in den Bereichen Industrie, Gewerbe, Handwerk und Baustellen (M 9)	87
5.2.10	Maßnahmen zur Minderung der PM10-Emissionen bei Kleinfeuerungsanlagen (M 10)	88
5.2.11	Verbrennungsverbot für pflanzliche Abfälle (M 11)	91
5.2.12	Intensive Reinigung von Hauptverkehrsstraßen (M 12)	92
5.2.13	Intensivierung der Straßenbegrünung (M 13)	93
5.2.14	City-Logistik-Konzept (M 14)	93
5.2.15	Öffentlichkeitsarbeit (M 15)	93
5.3	Maßnahmen, die nach Prüfung nicht weiter verfolgt werden	94
5.4	Notwendige flankierende Maßnahmen auf Bundes- und EU-Ebene	96
5.4.1	Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge entsprechend ihrem Beitrag zur Schadstoffbelastung	96
5.4.2	Steuerliche Förderung	98
5.4.3	Kohärenz der EU-Vorschriften	99
5.5	Zusammenfassende Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zur Minderung der Immissionen	100
6	LITERATUR	102
7	GLOSSAR	104
8	ABKÜRZUNGEN, STOFFE UND EINHEITEN	108
9	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	109
10	ANHANG	112

1 EINLEITUNG

1.1 Gesetzliche Bestimmungen

Mit dem Siebten Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) [1] und der Novellierung der Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft (22. BImSchV) [2] wurden die EU-Luftqualitätsrahmenrichtlinie [3] sowie deren Tochterrichtlinien [4][5] in deutsches Recht umgesetzt.

Die Rahmenrichtlinie legt vor dem Hintergrund des fünften Umweltaktionsprogramms der Europäischen Union die Grundsätze einer gemeinsamen Strategie zur Erreichung der folgenden Ziele fest:

- Beschreibung von Zielen für die Luftqualität, um schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu vermeiden oder zu vermindern
- Bewertung der Luftqualität in den Mitgliedstaaten nach einheitlichen Maßstäben
- Aufklärung der Öffentlichkeit, unter anderem durch Festlegung von Alarmschwellen
- Verbesserung der Luftqualität, wenn diese nicht zufriedenstellend ist.

Zur Erreichung dieser Ziele schreibt die 22. BImSchV u.a. auch Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor. Diese sind für Partikel der Korngröße kleiner 10 µm, d.h. lungengängige Teilchen (PM10), Schwefeldioxid, Blei und Kohlenmonoxid ab 01. Januar 2005 einzuhalten, für Stickstoffdioxid und Benzol ab 01. Januar 2010.

Die in der 22. BImSchV genannten Grenzwerte stellen in der Regel höhere Anforderungen an die Luftqualität, als die früher gültigen Luftreinhaltevorschriften. So galt z.B. bei Stickstoffdioxid in der Vergangenheit ein flächenbezogener Jahresmittelwert von 80 µg/m³, während nunmehr ab 01.01.2010 kleinräumig ein Jahresmittelwert von 40 µg/m³ einzuhalten ist. Dies kann dazu führen, dass es trotz allgemein sinkender Luftbelastung zu Grenzwertüberschreitungen kommt und in der Folge Luftreinhalte- und/oder Aktionspläne aufzustellen sind.

Durch § 47 Abs. 1 und 2 BImSchG werden die zuständigen Behörden verpflichtet, im Falle der Überschreitung der in der 22. BImSchV festgelegten Immissionsgrenzwerte einschließlich festgelegter Toleranzmargen **Luftreinhaltepläne** aufzustellen. Falls die Gefahr besteht, dass die Immissionsgrenzwerte überschritten werden, sind **Aktionspläne** erforderlich.

Luftreinhaltepläne sollen dafür sorgen, die Luftbelastung dauerhaft so zu verbessern, dass der Grenzwert eingehalten werden kann.

Aktionspläne sollen nach dem Inkrafttreten eines Immissionsgrenzwertes durch geeignete Maßnahmen die Gefahr der Überschreitung der Werte verringern oder den Zeitraum, während dessen die Werte überschritten werden, verkürzen.

In Baden-Württemberg sind die Regierungspräsidien für die Aufstellung von Luftreinhalte- und Aktionsplänen zuständig.

Die in einem Luftreinhalteplan/Aktionsplan festgelegten Maßnahmen sind entsprechend dem Verursacheranteil unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit gegen alle Emittenten zu richten. Bei Maßnahmen im Straßenverkehr ist ein Einvernehmen mit den zuständigen Straßenbau- und Straßenverkehrsbehörden erforderlich.

Die Öffentlichkeit ist bei der Aufstellung der Pläne zu beteiligen.

Aus dieser Darstellung folgt, dass als erster Schritt die Luftqualität im ganzen Land anhand von Messungen, Modellierungen und Abschätzungen im Hinblick auf die Belastungen durch die festgelegten Schadstoffe zu beurteilen ist. Hierzu sind zunächst Immissionsmessungen nach den in der 22. BImSchV festgelegten Kriterien durchzuführen. Die gemessenen Immissionen müssen dann anhand der festgesetzten Grenzwerte bewertet werden.

Anhand einer Ursachenanalyse werden die Beiträge der einzelnen Verursacher oder Verursachergruppen im jeweiligen Beurteilungsgebiet quantifiziert. Dabei sind neben den Emissionen aus Industrie, Gewerbe und Kleinf Feuerungsanlagen besonders die Emissionen des Straßenverkehrs von Bedeutung. Um Trendaussagen über zukünftig zu erwartende Überschreitungen treffen zu können, werden Immissionsberechnungen auf Basis prognostizierter Emissionsdaten durchgeführt.

Die Immissionsmessungen für Baden-Württemberg werden im Auftrag des Umweltministeriums von der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg durchgeführt. Ebenso erstellt die LUBW Ursachenanalysen und Trendprognosen.

1.2 Bisherige Arbeiten

Bei Messungen in der Schwarzwaldstraße und der Zähringer Straße in den Jahren 2003 und 2004 wurden Überschreitungen des Jahresmittelwerts für Stickstoffdioxid (NO₂) festgestellt. Deshalb wurde im Laufe des Jahres 2005 mit der Aufstellung eines Luftreinhalteplans für die Stadt Freiburg begonnen. Dieser Plan, der im März 2006 in Kraft gesetzt wurde, sollte dazu beitragen, die Belastung durch NO₂ ab dem Jahr 2010 zu senken.

Bei den übrigen zu betrachtenden Luftschadstoffen (Schwefeldioxid, Blei, Partikel PM10 (Feinstaub), Benzol und Kohlenmonoxid) wurden bis zum Jahr 2005 keine Überschreitungen festgestellt. Auch die im Jahr 2005 an der Schwarzwaldstraße durchgeführten Feinstaubmessungen ließen erwarten, dass es in Freiburg - im Gegensatz zu vielen anderen Großstädten in Deutschland - nicht zu einer Überschreitung der Grenzwerte für Partikel PM10 kommen würde. Sowohl der Jahresmittelwert von 40 µg/m³ als auch die zulässige Zahl von 35 Überschreitungen des Tagesmittelwerts von 50 µg/m³ waren an den Stationen des Luftmessnetzes und an der Messstation Schwarzwaldstraße eingehalten.

Seit 01.01.2006 wird in Freiburg zusätzlich zu den Stationen Freiburg-Mitte und Schwarzwaldstraße auch an der Zähringer Straße Feinstaub gemessen. Im 1. Quartal 2006 traten witterungsbedingt hohe Feinstaubkonzentrationen auf, so dass an den beiden straßennahen Messpunkten (Spotmessstellen) bis zum Jahresende mehr als 35 Überschreitungen gemessen wurden. Nach den Vorgaben des § 47 Abs. 2 BImSchG war deshalb der bestehende Luftreinhalteplan durch einen Aktionsplan zu ergänzen. Mit den Arbeiten wurde noch im Jahr 2006 begonnen. Dabei wurde deutlich, dass die Ausweisung einer Umweltzone - vor allem aber ein Fahrverbot auf der B 31 - wegen des zu erwartenden Ausweichverkehrs zu Problemen im Umland führen könnte, da eine sinnvolle, leistungsfähige Alternative zur B 31 nicht zur Verfügung steht.

Nach eingehenden Beratungen in einer erweiterten Arbeitsgruppe, in der die betroffenen Landkreise und Gemeinden sowie die Wirtschafts- und Umweltverbände vertreten waren, hat sich das Regierungspräsidium Freiburg entschlossen, die B 31 vom Fahrverbot auszunehmen. Deshalb mussten der Luftreinhalteplan und der Entwurf des Aktionsplans überarbeitet werden. Im Zuge dieser Arbeiten wurden beide Pläne zusammengefasst und aktualisiert.

1.3 Verfahren zur Planaufstellung

Unter Federführung des Regierungspräsidiums Freiburg wurde eine Arbeitsgruppe gebildet, die die Aufgabe hatte, den Planentwurf zu erstellen. In dieser Arbeitsgruppe waren vertreten:

- Regierungspräsidium Freiburg
 - Referat 54.1 / Industriereferat – Schwerpunkt Luftreinhaltung (Federführung)
 - Referat 44 / Straßenplanung
 - Referat 62 / Polizeirecht

- Stadt Freiburg
 - Umweltschutzamt, Umweltplanung/Luftreinhaltung (städtische Koordination) und Untere Immissionsschutzbehörde
 - Garten- und Tiefbauamt, Abteilung Verkehrsplanung / Straßenverkehrsbehörde
- LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe

Der Entwurf des Luftreinhalteplans wurde im Frühjahr 2005 fertiggestellt. Nach Durchführung des Anhörungs- und Beteiligungsverfahrens wurde der Plan nochmals überarbeitet und im März 2006 in Kraft gesetzt.

Im Februar 2007 wurde ein erster Entwurf des Aktionsplans von der Arbeitsgruppe vorgelegt. Gleichzeitig wurden - vor allem aus dem Freiburger Umland - Bedenken gegen ein Fahrverbot auf der B 31 erhoben, da ein Ausweichen des Verkehrs auf andere Schwarzwaldtäler befürchtet wurde. Deshalb wurde der Planentwurf in einer erweiterten Arbeitsgruppe nochmals beraten. Die dort vorgetragenen Bedenken und Anregungen wurden durch das Regierungspräsidium Freiburg eingehend geprüft und bei der Überarbeitung und Zusammenfassung von Luftreinhalte- und Aktionsplan berücksichtigt.

Zu diesem Entwurf wurden die betroffenen Gebietskörperschaften, die Träger öffentlicher Belange sowie Wirtschafts-, Verbraucher- und Umweltverbände gehört. Gleichzeitig wurde der Planentwurf der Öffentlichkeit zugänglich gemacht und zur Diskussion gestellt. Die im Anhörungs- und Beteiligungsverfahren eingebrachten Anregungen und Bedenken wurden vom Regierungspräsidium Freiburg sorgfältig geprüft und ggf. bei der Überarbeitung des Plans berücksichtigt.

2 INFORMATIONEN ZUM ÜBERSCHREITUNGSBEREICH

2.1 Allgemeine Informationen

Nach § 9 Abs. 2 der 22. BImSchV müssen die zuständigen Behörden die Gebiete und Ballungsräume entsprechend den festgestellten Schadstoffwerten einstufen. Im Rahmen einer landesweiten Untersuchung im Jahr 2003 [6] wurden dementsprechend die Ballungsräume in Baden-Württemberg ermittelt. Das Stadtgebiet von Freiburg und die Gemeinde Umkirch wurden dabei dem „Ballungsraum Freiburg“ zugeordnet. Die Bundesländer kamen überein, dass das kleinste Gebiet die Gemeindeebene sein soll.

Für das „Gebiet Freiburg“ wurde eine Überschreitung des Summenwertes aus Immissionsgrenzwert und Toleranzmarge von $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beim Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid (NO_2) im Jahr 2003 festgestellt. Diese Zuordnung resultiert aus Messungen im Bereich Schwarzwaldstraße zwischen Schwabentorbrücke und Westportal des Schützenallee-Tunnels. Hier traten die höchsten Konzentrationen von Stickstoffdioxid (NO_2), denen die Bevölkerung über einen signifikanten Zeitraum ausgesetzt ist, auf. Aufgrund von Messungen im Jahr 2004 wurde auch auf einem Abschnitt der Zähringer Straße eine Überschreitung des Summenwerts ($52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für das Jahr 2004) festgestellt.

Diese Gebietseinteilung dient zunächst verwaltungsinternen Zwecken, z.B. der Messplanung und der Berichterstattung an die EU-Kommission. Die Gebietseinteilung ist nicht geeignet, daraus flächenbezogene Aussagen zur Luftbelastung abzuleiten.

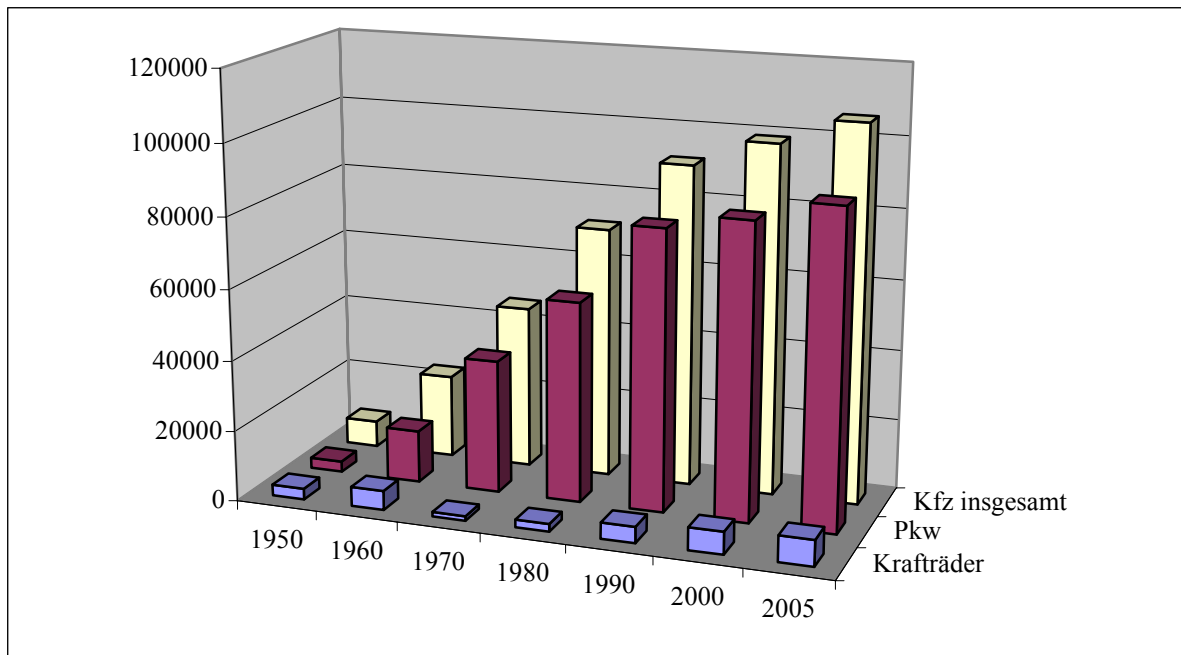
2.2 Beschreibung des Stadtkreises Freiburg

Der Stadtkreis Freiburg hat eine Gesamtfläche von 15 306 Hektar (ha). Im Jahr 2006 betrug der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche 31,6 %, die Verkehrsfläche allein machte 9,7 % der Gesamtfläche aus.

Die Stadt Freiburg hat insgesamt etwa 217 000 Einwohner. Die Bevölkerungsdichte liegt damit bei $1\,417 \text{ Einwohner}/\text{km}^2$. Im Jahr 2006 waren von den ca. 142 000 Erwerbstätigen nur etwa 14 % im produzierenden Gewerbe tätig, während alle anderen Erwerbstätigen im Dienstleistungssektor beschäftigt sind.

Interessant ist in diesem Zusammenhang ein Blick auf die Berufspendler. Etwa 15 000 Berufspendlern stehen ca. 52 000 Berufsempfänger gegenüber. Diese Pendlerbewegungen beeinflussen das Verkehrsaufkommen besonders auf den Ein- und Ausfallstraßen der Stadt in erheblichem Maße.

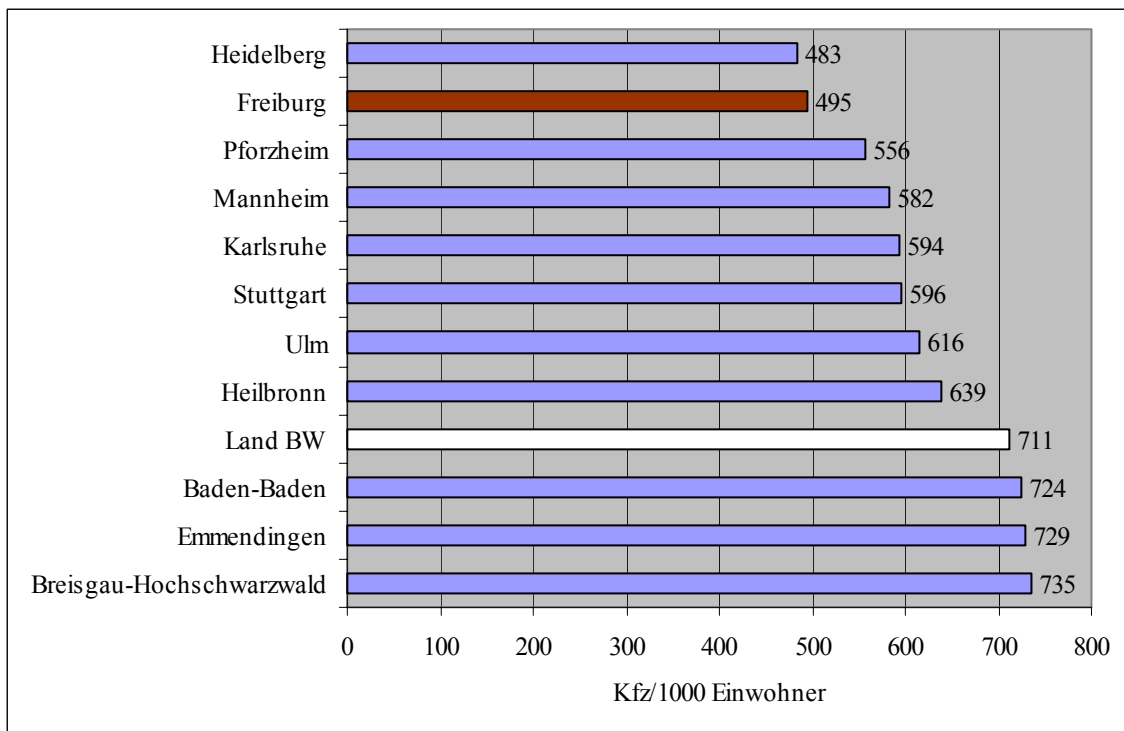
Der Kraftfahrzeugbestand in Freiburg hat sich seit den 70er Jahren verdoppelt. Am 01.01.2007 waren 106 887 Kraftfahrzeuge, davon 91 451 Pkw und 7 455 Krafträder gemeldet (siehe Abb. 2.2-1).



Quelle: Statistische Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes

Abb. 2.2-1: Die Entwicklung des Kfz-Bestandes in Freiburg seit 1950

Die Kraftfahrzeugdichte liegt in Freiburg somit bei 495 Kfz /1000 Einwohner. Damit ist die Stadt in Baden-Württemberg allerdings zusammen mit Heidelberg das Schlusslicht im Vergleich der Stadt- und Landkreise (siehe Abb. 2.2-2). Die Nachbarkreise Breisgau-Hochschwarzwald und Emmendingen weisen mit 735 Kfz/1000 Einwohner bzw. 729 Kfz / 1000 Einwohner eine deutlich höhere Fahrzeugdichte auf.



Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt, statistische Mitteilungen;

Amt für Statistik und Einwohnerwesen, Freiburg

Abb. 2.2-2: Kraftfahrzeuge auf 1000 Einwohner am 01.01.2007

2.3 Angaben zu Topographie und Klima

Die Gemarkung der Stadt Freiburg erstreckt sich vom Tuniberg im Westen bis ins Zartener Becken im Osten und von Hochdorf im Norden bis zum Gipfel des Schauinslands im Süden. Die Ausdehnung in Nord-Süd-Richtung beträgt maximal 18,6 km, in Ost-West-Richtung 20 km. Der Ortsteil Waltershofen im Westen liegt auf 196 m, der Münsterplatz auf 278 m und der Schauinslandgipfel auf 1284 m Höhe. Die östlichen Stadtteile liegen im Dreisamtal, welches das Rheintal mit dem Zartener Becken und den dort einmündenden Tälern verbindet. Hier verläuft auch die wichtigste Ost-West-Straßenverbindung über den Schwarzwald, die Bundesstraße B 31.

In Freiburg wird das Klima vor allem durch die besondere Lage der Stadt im Oberrheingraben geprägt. Durch die abschirmende Wirkung von Schwarzwald und Vogesen und die Öffnung des südlichen Oberrheingrabens zur Burgundischen Pforte hin kann feuchtwarme Luft aus dem Mittelmeerraum nahezu ungehindert einfließen.

Bei anhaltend austauscharmen Wetterlagen kommt es in der Stadt zu einer erhöhten Hitzebelastung und Schwüle, die häufig als Wärmestress empfunden werden. Da es bei solchen Wetterlagen windstill bleibt und kein Luftaustausch stattfindet, kommt es zu erhöhten Schadstoffkonzentrationen. Stabile, austauscharme Hochdruckwetterlagen treten häufig im Spätsommer und in den Herbst- und Wintermonaten, seltener dagegen im Frühjahr auf.

Der Rheingraben wirkt auf das bodennahe Strömungsfeld kanalisierend. Luftströmungen aus westlichen Richtungen werden parallel zum Rheintal nach Nordosten abgelenkt. Umgekehrt wird überregionaler Wind aus östlichen Richtungen in ein südwestlich gerichtetes Windfeld überführt.

Die Lage Freiburgs in der Breisgauer Bucht und der rasche Anstieg zum Schwarzwald haben besonderen Einfluss auf die Strömungsverhältnisse. An den Grabenrändern dominieren lokale Windsysteme, welche durch konvektive Durchmischung unterschiedlich warmer Luftmassen entstehen. Besonders bei Wetterlagen mit intensiver Sonneneinstrahlung und labiler Luftschichtung kommt es an den Berghängen durch thermische Konvektion zu einer hangwärts gerichteten Grundströmung. Umgekehrt bewegen sich in den Abendstunden Kaltluftmassen talabwärts. Diese lokalen Windsysteme können die überregionalen Winde überlagern.

Das Dreisamtal mit seiner Verbindung zum Zartener Becken und den einmündenden Tälern ermöglicht die Ausbildung eines sehr kräftigen lokalen Zirkulationssystems. Dieses lokale Windsystem, dessen Nachtregime als „Höllentäler“ bekannt ist, hat vor allem für die östlichen Stadtteile eine günstige lufthygienische Wirkung.

2.4 Beschreibung der Messstellen

In diesem Abschnitt werden die Daten der Luftmessstationen und Standortbeschreibungen weiterer zeitlich befristeter Immissionsmessungen dargestellt, die für die Ermittlung der Schadstoff-Immissionskonzentrationen herangezogen wurden.

2.4.1 Messstationen des landesweiten Luftmessnetzes und Verkehrsmessstationen

Das Land Baden-Württemberg betreibt landesweit ein Messnetz von kontinuierlich arbeitenden Luftmessstationen zur Überwachung der Luftqualität. Eine detaillierte Beschreibung des Messnetzes ist im Anhang A.2 dargestellt.

Die Messstation ‚Freiburg-Mitte‘ ist der Gebietskategorie ‚Grünanlagen im städtischen Bereich‘ zuzuordnen. Deshalb werden dort in der Regel niedrigere Schadstoffkonzentrationen gemessen als in anderen bebauten Bereichen der Stadt. Von Dezember 1993 bis Ende 2006 wurde die verkehrsnahе Messstation ‚Freiburg-Straße‘ am Standort Siegesdenkmal betrieben. Anfang 2007 wurde diese Station an den Spotmesspunkt ‚Schwarzwaldstraße‘ verlegt. Die Hintergrundbelastung in den Höhenlagen des Schwarzwaldes wird an der Messstation ‚Schwarzwald-Süd‘, die außerhalb des Ballungsraums Freiburg liegt, ermittelt.

Nähere Angaben zur Lage der Messstationen und den jeweils gemessenen Schadstoffkomponenten können Tab. 2.4.1-1 entnommen werden.

Tabelle 2.4.1-1: Messstationen des landesweiten Luftmessnetzes und Verkehrsmessstation im Raum Freiburg

Stationscode ¹⁾	Stationsname	Standort/Straße	Höhe über NN [m]	Rechtswert/ Hochwert ²⁾	gemessene Komponenten
DEBW084	Freiburg/Mitte	Technisches Rathaus	240	3412900 5318815	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, O ₃ , Ruß Gesamtkohlenwasserstoffe ohne Methan, Feinstaub, Meteorologie
DEBW097	Freiburg-Straße (bis Ende 2006)	Am Siegesdenkmal/ Friedrichring	260	3414460 5318435	NO, NO ₂ , CO, Ruß Gesamtkohlenwasserstoffe ohne Methan, Feinstaub
DEBW031	Schwarzwald- Süd	Nähe Kälbelescheuer/ Kl. Kaibenkopf Gemeinde Münstertal	920	3407525 5297430	SO ₂ , NO, CO, CO ₂ , O ₃ , Ruß Gesamtkohlenwasserstoffe ohne Methan, Feinstaub, Meteorologie

¹⁾ Stationscode nach Formular 3 der jährlichen Meldung an das Umweltbundesamt gemäß § 13 der 22. BImSchV (DE: Deutschland, BW: Baden-Württemberg)

²⁾ Gauß-Krüger Koordinaten

2.4.2 Messungen zum Vollzug der 23. BImSchV

Von 1997 bis 2003 wurden im Zusammenhang mit dem Vollzug der 23. BImSchV, die Konzentrationswerte für verkehrstypische Schadstoffe wie Benzol, Ruß und Stickstoffdioxid festgelegt hat, Messungen in ganz Baden-Württemberg an verkehrsreichen Straßen durchgeführt [7]. Die Messungen lieferten schon früh Erkenntnisse über Belastungsschwerpunkte und die Entwicklung der Schadstoffbelastung im Untersuchungszeitraum. Mit Inkrafttreten der 22. BImSchV trat die 23. BImSchV außer Kraft.

2.4.3 Messungen zum Vollzug der 22. BImSchV

Zusätzlich zum Messnetz werden an Brennpunkten des Verkehrs zeitlich befristete Immissionsmessungen durchgeführt, die Informationen zur kleinräumigen Verteilung der Luftschadstoffe liefern. Die Kriterien für die Lage der Probenahmestellen der Immissionsmessungen sind in Anlage 2 der 22. BImSchV geregelt. Entsprechend dieser Kriterien müssen die Standorte der Messungen für den Bereich repräsentativ sein und die höchsten Belastungen aufweisen, denen die Bevölkerung nicht nur vorübergehend ausgesetzt ist (siehe Kapitel 2.5).

Im Jahr 2003 wurden von der UMEG in ganz Baden-Württemberg umfangreiche Voruntersuchungen für straßennah gelegene Spots durchgeführt [8]. Unter Spots versteht man Bereiche, bei denen Grenzwertüberschreitungen zu vermuten sind und in denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten.

Unter Berücksichtigung der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV), des Lkw-Anteils am DTV, evtl. Ergebnisse früherer Messungen und der Meldungen der Gemeinde wurden aus 596 Straßenabschnitten letztlich 111 Straßenabschnitte ausgewählt, an denen im Verlauf des Jahres 2003 Voruntersuchungen, u.a. auch Messungen, durchgeführt wurden. Das Ergebnis dieser Voruntersuchungen diente als Grundlage für die Auswahl von landesweit 23 Messpunkten, an denen im Kalenderjahr 2004 Spotmessungen gemäß der 22. BImSchV durchgeführt wurden.

In Freiburg wurden folgende Straßenabschnitte in die Untersuchungen einbezogen:

- Schwarzwaldstraße
- Zähringer Straße
- Habsburger Straße
- Basler Straße
- Basler Landstraße
- Schnewlinstraße
- Heinrich-von-Stephan-Straße
- Heiliggeiststraße
- Leopoldring
- Bismarckallee
- Schlossberggring
- Eschholzstraße
- Breisacher Straße

Als Ergebnis dieser Voruntersuchungen wurden in Freiburg an den Standorten „Schwarzwaldstraße“ und „Zähringer Straße/Nähe Komturplatz“ im Jahr 2004 und in den Folgejahren Spotmessungen durchgeführt. Die Daten der beiden Spotmesspunkte können der Tabelle 2.4.3-1 entnommen werden.

Die Voruntersuchungen wurden im Jahr 2006 wiederholt. Für Freiburg ergaben sich keine neuen Erkenntnisse.

Tabelle 2.4.3-1: Spotmesspunkte im Stadtgebiet Freiburg

Stationscode ¹⁾	Stationsname	Standort/Straße	Rechtswert/ Hochwert ²⁾	gemessene Komponenten
DEBWS07 (ab 2006 DEBW 122)	Freiburg-Oberau	Schwarzwaldstraße 76 am Abzweig Sternwaldstraße	3414971 / 5317380	siehe Tabelle 2.4.3-2
DEBWS57 (ab 2006 DEBW 127)	Freiburg-Zähringen	Zähringer Straße 15/ Nähe Komturplatz	3414654 / 5320160	siehe Tabelle 2.4.3-2

¹⁾ Stationscode nach Formular 3 der jährlichen Meldung an das Umweltbundesamt gemäß § 13 der 22. BImSchV (DE: Deutschland, BW: Baden-Württemberg, S: lokaler Stationscode)

²⁾ Gauß-Krüger Koordinaten

Aus Tabelle 2.4.3-2 ist ersichtlich, welche Schadstoffe an den beiden Spotmesspunkten jeweils gemessen wurden bzw. werden.

Tabelle 2.4.3-2: Gemessene Schadstoffe an den Spotmesspunkten in Freiburg

Stationsname	gemessene Komponenten			
	Jahr 2004	Jahr 2005	Jahr 2006	Jahr 2007
FR-Schwarzwaldstraße	NO ₂ , Ruß, Benzol	NO ₂ , Ruß, Benzol, PM10	NO ₂ , Benzol, PM10	NO ₂ , Benzol, PM10
FR-Zähringer Straße	NO ₂ , Ruß, Benzol	-	NO ₂ , PM10	NO ₂ , Ruß, Benzol, PM10

2.5 Schutzziele

Nach § 3 Abs. 4 der 22. BImSchV beträgt der zum **Schutz der menschlichen Gesundheit** ab 01.01.2010 einzuhaltende über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert für **NO₂** 40 µg/m³.

Nach § 4 Abs. 4 der 22. BImSchV beträgt der zum **Schutz der menschlichen Gesundheit** ab 01.01.2005 einzuhaltende über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert für **PM10** 40 µg/m³. Der über 24 Stunden gemittelte Grenzwert beträgt 50 µg/m³ bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr.

Demnach sind alle Personen zu schützen, die sich typischerweise oder wiederholt – nicht nur vorübergehend – innerhalb der genannten Mittelungszeiträume für die Grenzwerte im belasteten Bereich aufhalten [9], d.h. die dort lebende und arbeitende Bevölkerung. Ziel ist es, die geforderten Grenzwerte einzuhalten.

Die Gebäude im betroffenen Abschnitt der Schwarzwaldstraße zwischen Schwabentorbrücke und Tunnelmündung West des Schützenallee-Tunnels (siehe Abb. 2.5-1) werden in den Erdgeschossen hauptsächlich von Handel und Dienstleistungsgewerbe genutzt. In den Obergeschossen befinden sich überwiegend Büros und Wohnungen. Auf dem betroffenen Straßenabschnitt halten sich nach einer groben Schätzung dauerhaft ca. 1400 Personen auf.

Auch im entsprechenden Abschnitt der Zähringer Straße zwischen Bahnunterführung und Einmündung Stuttgarter Straße (siehe Abb. 2.5-2) befinden sich Wohnungen, Büros und Geschäftsräume von Handel und Dienstleistungsgewerbe. Die Zahl der betroffenen Personen liegt bei ca. 400 und ist damit deutlich geringer als in der Schwarzwaldstraße.

Es ist nicht auszuschließen, dass es innerhalb der Stadt Freiburg weitere Überschreitungsbereiche entlang stark befahrener Straßen gibt. Auch diese Bereiche werden von dem zu erwartenden Rückgang der NO₂- und PM10-Emissionen und den in diesem Luftreinhalte-/Aktionsplan aufgeführten zusätzlichen Maßnahmen profitieren.



Abb. 2.5-1: Ausschnitt aus Stadtplan mit der Messstelle im Bereich der Schwarzwaldstraße
(Quelle: LUBW)



Abb. 2.5-2: Ausschnitt aus Stadtplan mit der Messstelle im Bereich der Zähringer Straße
(Quelle: LUBW)

3 ART UND BEURTEILUNG DER VERSCHMUTZUNG

3.1 Informationen zu den Schadstoffen

3.1.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die Beurteilung der gesundheitlichen Auswirkungen von Luftschadstoffen stützt sich auf epidemiologische Studien, toxikologische Untersuchungen einschließlich Tierversuche sowie kontrollierte Expositionsexperimente im Rahmen von Laborversuchen. Stickstoffdioxid (NO₂) ist ein starkes Reizgas, das aufgrund seiner sauren Reaktion mit Wasser die Schleimhäute der Atemwege angreifen kann. Wegen der vergleichsweise geringen Wasserlöslichkeit kann NO₂ tief in die Lunge eindringen und dort zu Beeinträchtigungen der Lungenfunktion führen. Akute Vergiftungserscheinungen treten dabei erst bei Konzentrationen von einigen 100 µg/m³ auf. Langzeituntersuchungen in Wohnungen zeigten bereits bei Jahresmittelwerten im Bereich von 40 bis 60 µg/m³ NO₂ eine Zunahme von Atemwegserkrankungen bei Kindern gegenüber Wohnungen ohne Stickstoffoxid-Quellen. In der Außenluft ist der Zusammenhang zwischen erhöhten NO₂-Konzentrationen und der Zunahme von Atemwegserkrankungen weniger gut zu erfassen, da wegen der meist gleichzeitigen Anwesenheit anderer Luftschadstoffe eine eindeutige Zuordnung der Wirkung zu den Stickstoffoxiden schwierig ist. NO₂ in der Außenluft kann jedoch als guter Indikator für Kfz-bedingte Luftverunreinigungen angesehen werden. Außerdem sind Stickstoffoxide als Vorläufersubstanzen bei der Bildung von Ozon und anderen Photooxidantien von Bedeutung.

3.1.2 Partikel PM₁₀ (Feinstaub)

Die Lufthülle unserer Erde ist ein Gemisch aus verschiedenen gasförmigen, flüssigen und festen Stoffen. In der Atmosphäre sind die flüssigen und festen Stoffteilchen in der Gasphase suspendiert und bilden atmosphärische Aerosole. Liegen diese Komponenten in festem Aggregatzustand vor, so spricht man allgemein von „Staub“.

Als Schwebstaub gelten alle festen und flüssigen Teilchen in der Außenluft, die nicht sofort zu Boden sinken, sondern eine gewisse Zeit in der Atmosphäre verweilen. Schwebstaub oder das atmosphärische Aerosol insgesamt bezeichnet man in der Wissenschaft als **Particulate Matter (PM)**.

Die Größe der Staubteilchen und ihre chemische Zusammensetzung bestimmen die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Schwebstaubes. Der Durchmesser der Partikel reicht von einigen Nanometern (nm oder Milliardstel Meter) bis hin zu etwa 100 Mikrometern (µm oder Millionstel Meter). Da luftgetragene Partikel sehr unterschiedliche Formen und Dichten aufweisen können, ist es jedoch problematisch, ihnen einen definierten Durchmesser zuzuordnen. Der sogenannte **aerodynamische Durchmesser** ist eine geeignete Größe, um eine Reihe von Prozessen (z.B. Verweilzeitverhalten, Teilchenoberfläche- zu Volumen-Verhältnis etc.) zu beschreiben. Er entspricht demjenigen Durchmesser, den ein kugelförmiges Teilchen der Dichte 1 g/cm³ haben müsste, damit es die gleiche Sinkgeschwindigkeit aufweisen würde wie das betrachtete Teilchen.

In der Literatur werden die folgenden Definitionen verwendet [10]:

- Der Schwebstaub (total suspended particulate matter, TSP) ist die Aerosolkomponente der in der Luft vorhandenen Partikel bis zu einem oberen aerodynamischen Durchmesser von rund 30 μm (VDI 2463, Bl. 1).
- Der thorakale Schwebstaub (thoracic particulate matter, PM₁₀) umfasst Partikel, die einen in der ISO 7708 definierten gröbselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 μm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist.
- Der alveolengängige Schwebstaub (respirable particulate matter, PM_{2.5}) umfasst Partikel, die einen in der ISO 7708 definierten gröbselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 μm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Er wird auch als Feinstaub (FP) bezeichnet.
- Grobe Partikel (coarse particles) sind im internationalen Schrifttum Partikel im Größenbereich von 2,5 bis 10 μm .
- Partikel des sogenannten Akkumulationsmodus sind Teilchen im Größenbereich 0,1 bis 2,5 μm .
- Die ultrafeinen Partikel (UFP) umfassen Teilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als 0,1 μm .

Die ultrafeinen Partikel (UFP) tragen zwar nur wenig zur Partikel-Gesamtmasse bei, dafür ist aber ihre Anzahl im Teilchenkollektiv bedeutend. Die ultrafeinen Partikel werden deshalb nicht in Masse-Konzentrationen, sondern in Anzahl-Konzentrationen angegeben. Aus ultrafeinen Teilchen besteht z.B. der Ruß aus dem Auspuff moderner Dieselfahrzeuge [11].

Die maßgebenden Prozesse, die die Teilchen in der Atmosphäre durchlaufen, hängen primär vom Partikeldurchmesser ab. Teilchen mit aerodynamischen Durchmessern über 10 μm sedimentieren rasch und werden so aus der Luft entfernt. Ultrafeine Partikel (< 0,1 μm) haben hohe Diffusionsgeschwindigkeiten und koagulieren innerhalb weniger Stunden mit größeren Partikeln (sogenannter „scavenging effect“) oder wachsen durch Kondensation. Teilchen im Akkumulationsmodus (0,1-2,5 μm) bilden massenmäßig den Hauptteil des Aerosols an Standorten, die nicht in unmittelbarer Nähe einer großen Quelle liegen. Die Eliminationsmechanismen für diese Größenkategorie sind nicht sehr effizient, so dass die Teilchen mehrere Tage in der Luft bleiben und entsprechend weit transportiert oder über mehrere Tage in einer Region akkumuliert werden können. Teilchen dieser Größenklasse werden hauptsächlich durch Niederschläge aus der Atmosphäre entfernt.

Luftgetragene Teilchen können ihren Aggregatzustand in Abhängigkeit von der umgebenden Luft und der Temperatur ändern (z.B. Verdampfen leichtflüchtiger Verbindungen). Maßgebend ist auch die chemische Zusammensetzung der Teilchen, z.B. für ihre Reaktivität und ihre Fähigkeit, Wasser aus der Luft aufzunehmen und als Kondensationskeime für Wolkenröpfchen zu dienen.

Die Tabelle 3.1.2-1 zeigt wichtige natürliche und anthropogene Staubquellen sowie den typischen Partikelgrößenbereich dieser Emittenten.

Tabelle 3.1.2-1: Staubemittenten sowie zugehörige Partikelgrößenbereiche

Quellen		Partikelgrößenbereich
Natürliche Quellen	Bodenerosion	1 – 150 µm
	Sandstürme	1 – 150 µm
	Vulkanasche	0,005 – 150 µm
	Maritime Aerosole (Meersalz)	1 – 20 µm
	Asche aus Waldbränden	0,005 – 30 µm
	Biogene Stäube (Pollen, Schimmelpilzsporen, Milbenexkremete)	2 – 50 µm
Anthropogene Quellen	Stationäre Verbrennung (Heizung, Energieerzeugung)	0,005 – 2,5 µm
	Mobile Verbrennung (Verkehr)	0,005 – 2,5 µm
	Verhüttung	0,1 - 30 µm
	Industrielle Prozesse (Metallverarbeitung)	0,005 – 2,5 µm
	Schüttgutumschlag	10 – 150 µm
	Zigarettenrauch	0,02 - 10 µm

Wie aus Tabelle 3.1.2-1 ersichtlich ist, werden aus Verbrennungsvorgängen in erster Linie kleine bis sehr kleine Partikel (UFP) freigesetzt.

Primärer Feinstaub aus anthropogenen Quellen entsteht unmittelbar in diesen Quellen und wird von ihnen freigesetzt. Hierzu zählen z.B. ortsfeste Verbrennungsanlagen, Industrieprozesse (z.B. Metallherstellung, Sinteranlagen) und Schüttgutumschlag. Mobile Quellen, wie der Straßenverkehr – vorrangig Diesel-Lkw und Diesel-Pkw – sind vor allem in Ballungsgebieten die dominierenden Quellen. Neben den Rußpartikeln aus dem Auspuff sind beim Straßenverkehr zusätzlich der Abrieb der Reifen, Bremsen und Kupplungsbeläge sowie der wieder aufgewirbelte Straßenstaub als sogenannte diffuse Emissionen zu berücksichtigen. Der Schienenverkehr, die Schifffahrt und der Luftverkehr sind weitere mobile Quellen mit nennenswertem Staubausstoß.

Primäre Feinstäube natürlichen Ursprungs können aus Vulkanen (ohne deren Gasemissionen), Meeren (Seesalzaerosole in Küstenregionen), Bodenerosion in trockenen Regionen (Mineralstäube durch Verwitterung von Gesteinen und Mineralien), Wald- und Buschfeuern und als biologisches organisches Material, zum Beispiel Pollen, Sporen, Mikroorganismen (Viren, Bakterien, Pilze) entstehen.

Sekundärer Feinstaub aus anthropogenen und natürlichen Quellen entsteht durch reaktionsfähige Gase, die sich über komplexe chemische Reaktionen in der Atmosphäre in sekundäre Staubteilchen umwandeln. Dies sind Schwefeloxide (SO₂, SO₃), Stickstoffoxide (NO, NO₂), Ammoniak (NH₃) und flüchtige Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC). Die Reaktionsprodukte dieser Stoffe sind u.a. Ammoniumsulfat ((NH₄)₂SO₄) und Ammoniumnitrat (NH₄NO₃) sowie Aldehyde und Ketone als Oxidationsprodukte der Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC). Diese Stoffe lagern sich leicht an bereits in der Atmosphäre befindliche feine Teilchen (sogenannte Kondensationskerne) an und bilden so sekundäre Aerosole. Sekundäre Teilchen können größere Entfernungen überwinden und so durch den Ferntransport zu Luftbelastungen an weit vom Ursprung entfernten Orten beitragen.

Für die toxikologische Bewertung von Staub sind neben der spezifischen Schadstoffwirkung von Inhaltsstoffen, der Konzentration und der Expositionszeit insbesondere die Partikelgrößen der Staubteilchen von besonderer Relevanz. Die Partikelgröße ist der entscheidende Parameter, der bestimmt, ob ein Teilchen eingeatmet werden kann und wo die Ablagerung im Atemtrakt erfolgt. Je größer die Partikel, desto weiter oben werden sie im Atemtrakt abgefangen. Partikel über 10 µm können kaum den Kehlkopf passieren, von den kleineren Partikeln („thorakale Fraktion“) können fast ausschließlich diejenigen, die kleiner als etwa 2-3 µm sind, bis in den Alveolenbereich vordringen. Die Abb. 3.1.2-1 veranschaulicht die Abscheidung von Staubpartikeln in den Atemwegen.

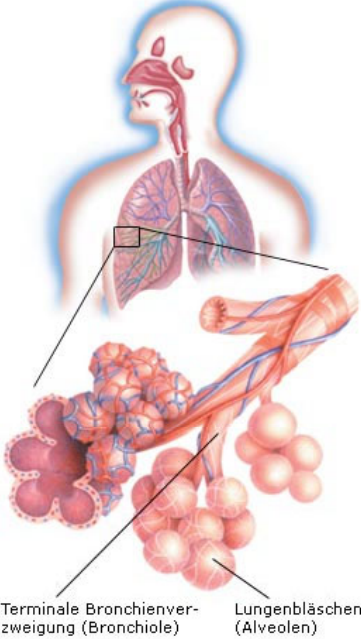
	Abscheideort	Partikelgröße (Durchmesser)
	Nasen-Rachen-Raum	5 - 30 µm
Tracheo-bronchial-Raum	1 - 10 µm	
Alveolarregion	< 1 µm	

Abb. 3.1.2-1: Abscheidung von Staubpartikeln in den Atemwegen

Auf der Basis der verfügbaren epidemiologischen Studien zu den Wirkungen von Feinstaub wird angenommen, dass erhöhte Feinstaubkonzentrationen erhöhte gesundheitliche Risiken verursachen können. Eine eindeutige Aussage wird allerdings dadurch erschwert, dass mit einer Feinstaubbelastung in der Regel auch erhöhte Belastungen durch andere Umweltschadstoffe (Stickstoffoxide, Ozon, Schwefeldioxid usw.), Lärm und andere Einflussfaktoren (Sozialstatus, Rauchverhalten usw.) einhergehen. Zu beachten ist auch, dass in den meisten epidemiologischen Studien zur Charakterisierung der Feinstaubbelastung in der Regel nur ein Summenparameter bestimmt wurde, z.B. das Gewicht des PM10 oder des PM2,5. Nur in Ausnahmefällen wurde die Zusammensetzung des Feinstaubes bezüglich der Partikelanzahl und Partikelgröße (Durchmesser und Oberfläche) sowie die chemische bzw. biologische Zusammensetzung ermittelt.

In zahlreichen Untersuchungen wurden statistische oder zeitliche Zusammenhänge zwischen einer kurzfristigen Erhöhung der Feinstaubbelastung und der Zunahme von Beschwerden der Atmungsorgane und des Herzkreislaufsystems, einem erhöhten Medikamentenbedarf bei Asthmatikern, vermehrten Krankenhauseinweisungen, aber auch mit erhöhten Todesfallzahlen festgestellt. Ebenso wurden in mehreren Studien zu Langzeiteffekten statistische Zusammenhänge zwischen erhöhten Feinstaubbelastungen und einer Verschlechterung von Lungenfunktionsparametern (Kenngrößen für die Funktionsfähigkeit der Lunge), einer

höheren Prävalenz (Häufigkeit) von Atemwegserkrankungen und einer Zunahme der Gesamtsterblichkeit, insbesondere durch Herzkreislaufkrankungen, beobachtet.

Während ein Zusammenhang zwischen hohen Feinstaubbelastungen und gesundheitlichen Wirkungen als wahrscheinlich angesehen werden kann, sind quantitative Aussagen zu Auswirkungen von Feinstaubkonzentrationen in der Außenluft bei der gegenwärtigen Datenlage noch mit erheblichen, methodisch bedingten Unsicherheiten verbunden. Ein Schwellenwert, unterhalb dessen nicht mit Wirkungen zu rechnen ist, kann derzeit weder im Hinblick auf die Sterblichkeit noch im Hinblick auf die Entstehung von Krankheiten abgeleitet werden. Ob bereits Partikelbelastungen, wie sie z. B. als Hintergrundbelastung im ländlichen Raum vorhanden sind, mit einem Gesundheitsrisiko verbunden sind, kann derzeit nicht abschließend beurteilt werden.

Bei der Bewertung von Feinstaubbelastungen ist darüber hinaus zu beachten, dass sich die Menschen in der Regel überwiegend in Innenräumen aufhalten. Neben den Partikelbelastungen, die von der Außenluft in die Innenräume gelangen, tragen typische Innenraumquellen wie Kerzen, offenes Feuer, Kochen und vor allem der Tabakrauch zur Feinstaubbelastung in Innenräumen bei. Diese oftmals erheblichen Feinstaubanteile können nicht durch Maßnahmen, die auf Quellen in der Außenluft zielen, reduziert werden, sondern nur durch persönliche Maßnahmen und Verhaltensänderungen bei den Personen, die sich in den Innenräumen aufhalten.

3.2 Messergebnisse

Über die Messungen des Immissions-Konzentrationsniveaus zurückliegender Jahre lassen sich Aussagen über die Plausibilität der in den Untersuchungsjahren gemessenen Schadstoffkonzentrationen machen. In diesem Kapitel werden Ergebnisse früherer Messungen und Messungen aus den Jahren 2004 bis 2007 dargestellt. Darüber hinaus sind die der Beurteilung von Überschreitungen zugrundeliegenden Bewertungskriterien gemäß 22. BImSchV aufgeführt.

3.2.1 Messergebnisse früherer Jahre

Im Zeitraum Mai 1999 bis April 2000 wurden im Raum Freiburg/Emmendingen flächendeckende Messungen durchgeführt [13]. Dabei wurden sowohl die besiedelten Flächen des Verdichtungsraums als auch die ländlich strukturierten Hintergrundflächen erfasst. Die Messpunkte wurden so gewählt, dass die dort gemessene Immissionsbelastung einen bestimmten Gebietstyp (z.B. Stadtzentrum, Industrie/Gewerbe) repräsentiert. Neben flächenrepräsentativen Messpunkten wurden auch Messpunkte in direkter Verkehrsnähe untersucht, die für die gemessenen Schadstoffkomponenten die maximal im Messgebiet auftretenden Konzentrationen erwarten lassen.

Ein Vergleich mit Untersuchungen von 1989/1990 zeigt auch die zeitliche Entwicklung der Immissionskonzentrationen verschiedener Schadstoffe für das gesamte Stadtgebiet Freiburg. Diese Messergebnisse werden ergänzt durch die lückenlosen Zeitreihen, die von den ortsfesten Messstationen vorliegen.

Stickstoffdioxid (NO₂)

In Abbildung 3.2.1-1 sind die an den in Freiburg und Emmendingen installierten Messstationen sowie die an der Hintergrundstation ‚Schwarzwald Süd‘ seit 1990 gemessenen NO₂-Monatsmittelwerte dargestellt. An den Messstationen ‚Freiburg-Mitte‘ und ‚Freiburg-Nord‘, die für die Fläche repräsentativ sind, ist ein ausgeprägter Jahresgang mit höheren Konzentrationen im Winter festzustellen. Diese werden zum einen im Winter durch die höheren NO₂-Emissionen des Hausbrandes verursacht, zum anderen treten im Winter häufiger austauscharme Wetterlagen, während derer Schadstoffe in der unteren Atmosphäre angereichert werden können, auf als im Sommer. Die Messstation ‚Freiburg-Straße‘ zeigt keinen Jahresgang. In direkter Nähe zur Straße werden die NO₂-Immissionen nur wenig durch die oben genannten Parameter (Hausbrand, Wetterlagen) beeinflusst, sondern sie folgen überwiegend den Emissionen des Straßenverkehrs.

Die Messstationen ‚Freiburg-Mitte‘ und ‚Freiburg-Nord‘ zeigen in den Jahren bis 1994 einen leichten Rückgang der NO₂-Belastung. In den darauf folgenden Jahren ist kein eindeutiger Trend mehr erkennbar. Die im Dezember 1993 in Betrieb genommene verkehrsnähe Messstation ‚Freiburg-Straße‘ dokumentiert bis Mitte 1995 einen deutlichen Anstieg der NO₂-Belastung am Standort ‚Siegesdenkmal‘. Seit 1996 bleibt die Belastung hier auf einem stabilen Niveau um 60 µg/m³.

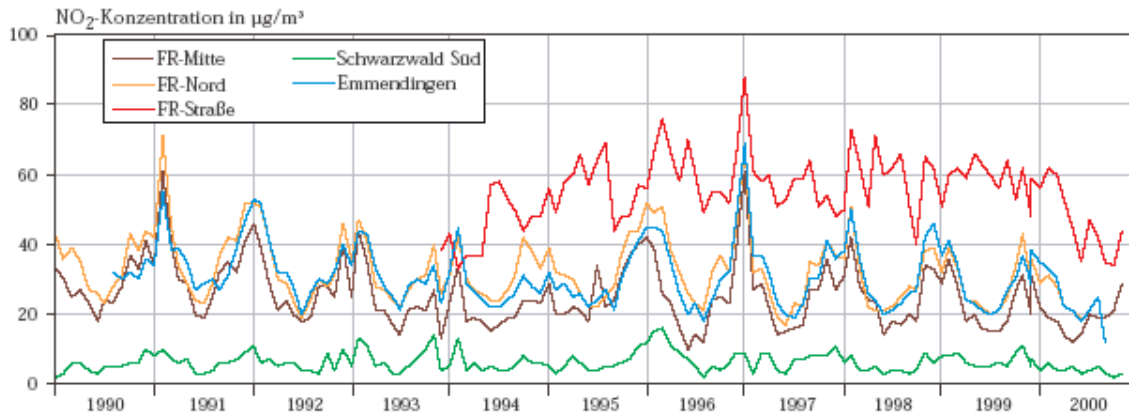


Abb. 3.2.1-1: NO₂-Monatsmittelwerte an den Messstationen im Messgebiet „Freiburg-Emmendingen 1999/2000“ seit 1990 (Quelle: UMEG, Karlsruhe)

Dennoch zeigen die Messungen, dass im Raum Freiburg die über die gesamte Fläche gemittelte NO₂-Belastung zwischen 1990 und 2000 um ca. 10 µg/m³ zurück gegangen ist. In den Höhenlagen des Schwarzwaldes, repräsentiert durch die Hintergrundmessstation ‚Schwarzwald Süd‘ zeigt sich keine Veränderung der NO₂-Belastung während der betrachteten 10 Jahre.

Im Innenstadtbereich von Freiburg zeigen die Messpunkte, die im Einflussbereich des Straßenverkehrs liegen, wie die oben genannte Station ‚Freiburg-Straße‘, mit ca. 60 µg/m³ eine etwas höhere NO₂-Belastung. Der innere Bereich der Fußgängerzone liegt jedoch mit NO₂-Konzentrationen zwischen 28 µg/m³ und 35 µg/m³ auf einem wesentlich niedrigeren Niveau. Der Messpunkt auf dem Schlossberg liegt mit 19 µg/m³ in einem Konzentrationsbereich, der ansonsten im Messgebiet für Randlagen ländlicher Besiedlung festgestellt wurde.

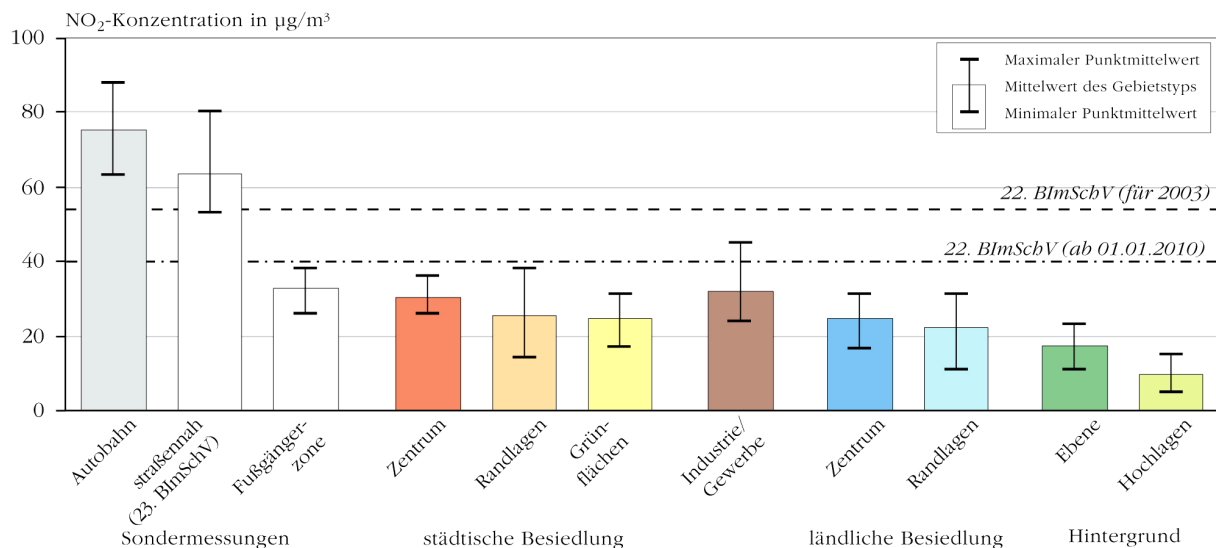


Abb. 3.2.1-2: Mittelwerte, minimale und maximale Punktmittelwerte für NO₂ in verschiedenen Gebietstypen im Messgebiet „Freiburg/Emmendingen 1999/2000“ (Quelle: UMEG, Karlsruhe)

In Abbildung 3.2.1-2 sind die Mittelwerte für die verschiedenen Gebietstypen sowie die jeweiligen maximalen und minimalen Jahresmittelwerte der Messpunkte eines Gebietstyps

dargestellt. Es zeigen sich deutlich die unterschiedlichen Belastungsniveaus der verkehrsnahen und –fernen Bereiche im Messgebiet.

Die vom Straßenverkehr emittierten Schadstoffe gelangen in sehr niedriger Höhe, nämlich der Höhe des Auspuffs, in die Atmosphäre. Mit der Entfernung zum Emittenten vermischen sich die Auspuffabgase mit der Umgebungsluft und die Schadstoffkonzentrationen nehmen durch die Verdünnung ab. Wie stark der **Rückgang der Immissionskonzentrationen mit zunehmendem Abstand zur Emissionsquelle (Straßenverkehr)** ist, wurde im Messgebiet „Freiburg/ Emmendingen 1999/2000“ an der Schwarzwaldstraße/Ecke Sternwaldstraße mit einer Profilmessung überprüft. Gemessen wurden die Konzentrationen von NO₂, Benzol und Ruß in 1 m Abstand zum Fahrbahnrand (Messpunkt Nr. 108/109) und jeweils in 9 m (Nr. 110), 50 m (Nr. 111) und 100 m (Nr. 112) Abstand (siehe Abb. 3.2.1-3). Schon in 9 m Entfernung unmittelbar vor der Hauswand hatten sich die Konzentrationen von Benzol und Ruß um nahezu die Hälfte reduziert, bei NO₂ um etwa 30 %. In 50 m Abstand in der Querstraße lagen die Konzentrationen aller drei Schadstoffe im Bereich der Belastungen, die für die Fläche des Messgebiets gemessen wurden; der Rückgang betrug zwischen 55 % und 75 %. In 100 m Entfernung zur Schwarzwaldstraße und von dieser durch Bebauung getrennt lagen die NO₂- und Benzolkonzentrationen auf einem für ‚ländliche Besiedlung‘ typischen Niveau, die Rußbelastung war so niedrig wie in unbebauten Randlagen der Rheinebene (siehe Abb. 3.2.1-3 und 3.2.1-4).

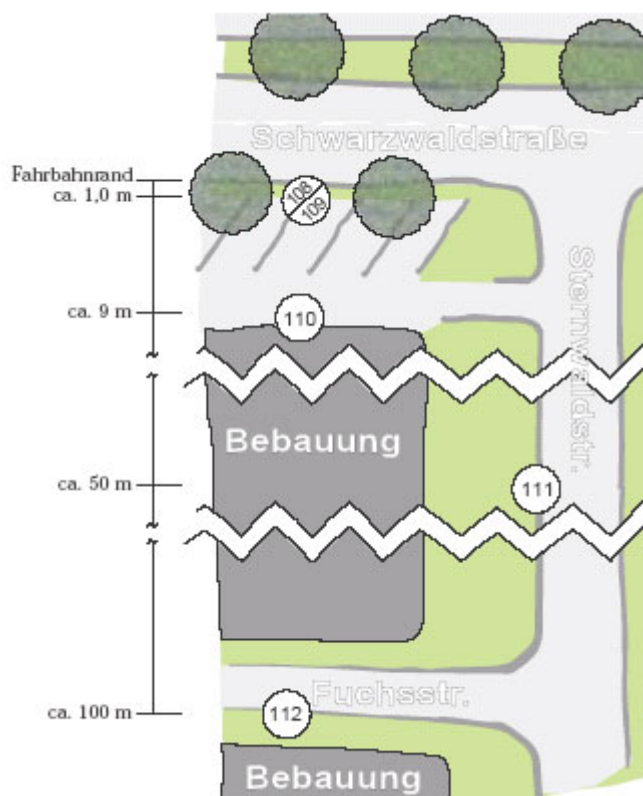


Abb. 3.2.1-3: Lage der Sondermesspunkte (Nr. 108/109, 110, 111 und 112) zur Profilmessung von NO₂, Benzol und Ruß an der Schwarzwaldstraße
(Quelle: UMEG, Karlsruhe)

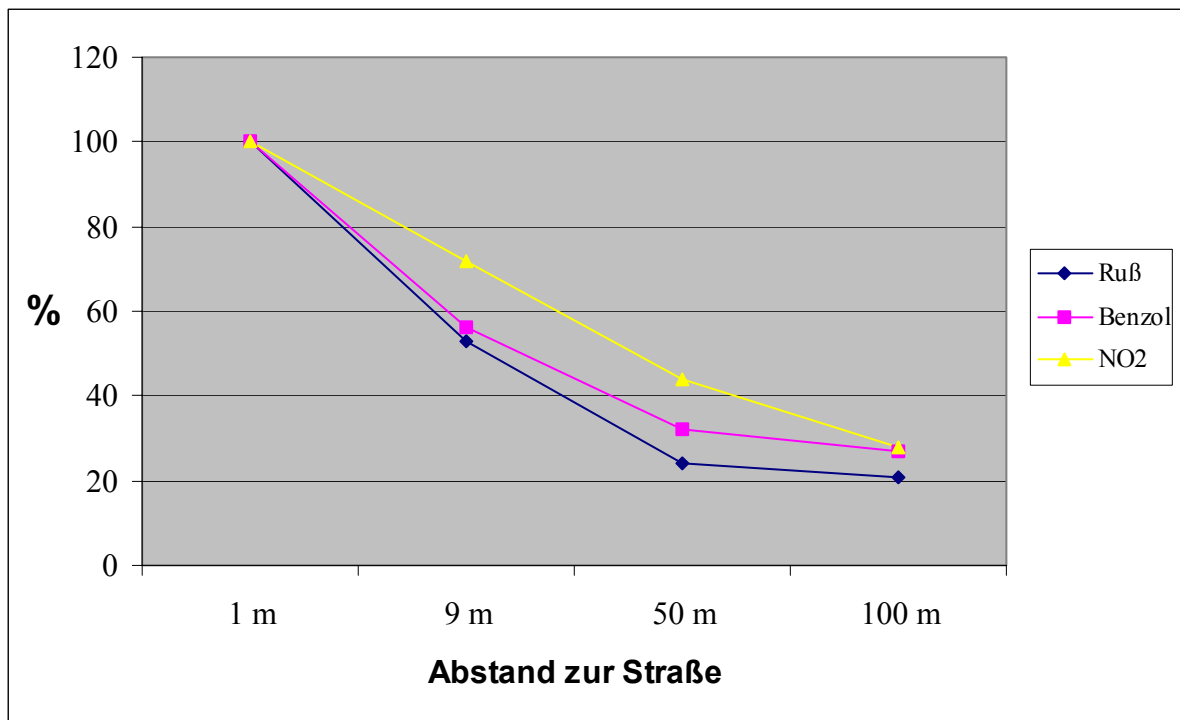


Abb. 3.2.1-4: Rückgang der NO₂-, Benzol- und Rußbelastung mit dem Abstand zur Straße in Prozent vom Konzentrationswert in 1 m Entfernung
(Quelle: UMEG, Karlsruhe)

Auch die Messungen im Zusammenhang mit dem Vollzug der 23. BImSchV von 1997 bis 2003 (siehe Abschnitt 2.4.2) [7] haben gezeigt, dass Bereiche höherer Schadstoffkonzentrationen in der Regel kleinräumig sind und in unmittelbarer Nähe von stark befahrenen Straßen liegen.

Vor allem am Messpunkt ‚Schwarzwaldstraße‘ sind die NO₂-Konzentrationen zwischen 1997 und 2003 angestiegen. Im Messjahr 2003 fällt der Anstieg der NO₂-Konzentration mit einem Jahresmittelwert von 93 µg/m³ gegenüber 72 µg/m³ im Jahr 2002 besonders deutlich aus. Dem gegenüber war an der Station ‚Freiburg-Straße‘ ein Anstieg von 43 µg/m³ auf 51 µg/m³ zu verzeichnen, während an der Station ‚Freiburg-Mitte‘ der Jahresmittelwert unverändert bei 23 µg/m³ lag.

Inwieweit die besondere meteorologische Situation im Jahr 2003 mit beständigen Hochdruckwetterlagen und lang anhaltender Hitze zu erhöhten NO₂-Konzentrationen an den Stationen mit starkem Verkehrseinfluss führte, wird im Rahmen der Ursachenanalyse (siehe Abschnitt 4.2) diskutiert.

Partikel PM10 (Feinstaub)

Es gilt zu beachten, dass vor 1999 die sogenannte TSP-Fraktion des Schwebstaubs (total suspended particles; Median aerodynamischer Durchmesser der Schwebstaubfraktion ≤ 50 µm) gemessen wurde. Eine Umrechnung von TSP in PM10 im Verhältnis 100:80 ist jedoch möglich.

In Abbildung 3.2.1-5 sind die Monats- und Jahresmittelwerte der Schwebstaubkonzentration (Fraktion TSP) an der Station ‚Freiburg-Mitte‘ im Zeitraum 1990 bis 2000 dargestellt.

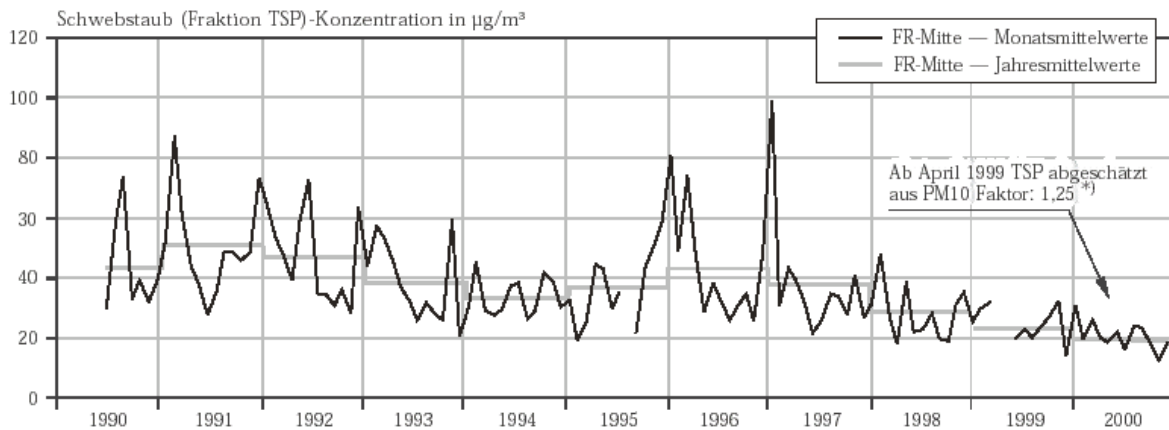


Abb. 3.2.1-5: Monats- und Jahresmittelwerte der Schwebstaubkonzentration (Fraktion TSP) an der Station ‚Freiburg-Mitte‘ (Quelle: UMEG, Karlsruhe)

Die Monatsmittelwerte von Schwebstaub zeigen starke, von der Jahreszeit unabhängige Konzentrationsschwankungen. Insgesamt zeichnet sich in dem betrachteten Zeitraum ein Rückgang der Schwebstaubbelastung ab.

Abbildung 3.2.1-6 zeigt die an 8 Messstellen gemessenen PM10-Jahresmittelwerte sowie die jeweils aufgetretenen maximalen und minimalen Tagesmittelwerte. Die Belastungsunterschiede zwischen den verschiedenen Standorten sind vergleichsweise gering.

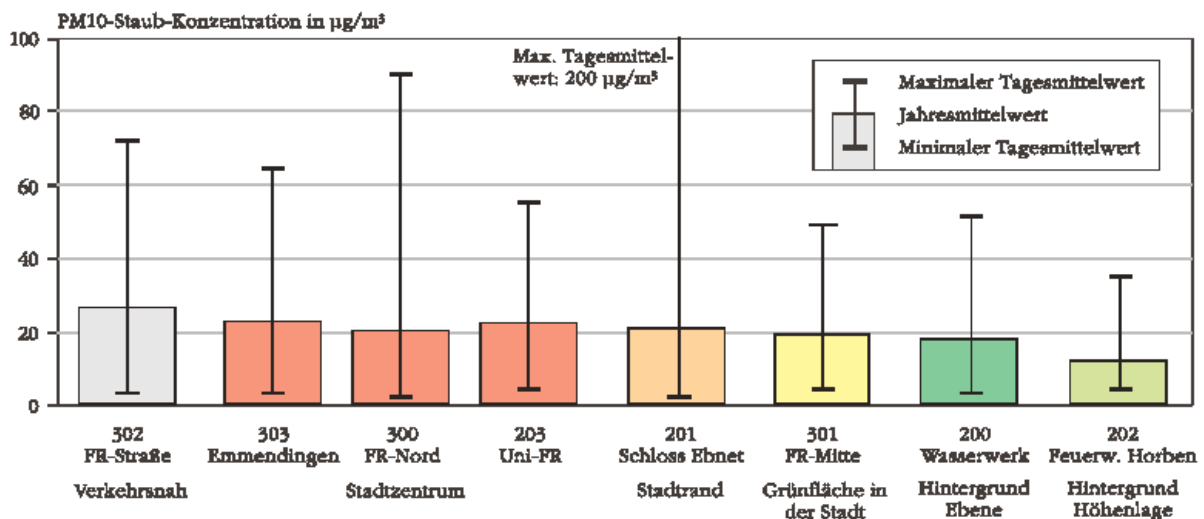


Abb. 3.2.1-6: Jahresmittelwerte, minimaler und maximaler Tagesmittelwert für PM10-Staub an 8 Stationen im Messgebiet „Raum Freiburg/Emmendingen 1999/2000“ (Quelle: UMEG, Karlsruhe)

Die nächsten Abbildungen zeigen die Entwicklung der PM10-Jahresmittelwerte an den Stationen Freiburg-Straße (Abb. 3.2.1-7), Freiburg-Mitte (Abb. 3.2.1-8) und Schwarzwald-Süd (Abb. 3.2.1-9) im Zeitraum 1997 bis 2005. Es wird dabei deutlich, dass sowohl straßennah als auch im städtischen Hintergrund und im Reinluftgebiet seit Ende der 90er Jahre kein Rückgang der PM10-Belastung zu verzeichnen ist. Die Jahresmittelwerte an der

Station Freiburg-Straße (Siegesdenkmal) liegen bei etwa 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, an der Station Freiburg-Mitte bei etwa 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der Station Schwarzwald-Süd bei etwa 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Entwicklung der PM10-Jahresmittelwerte an der Verkehrsmessstation Freiburg-Straße 1997 bis 2005 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

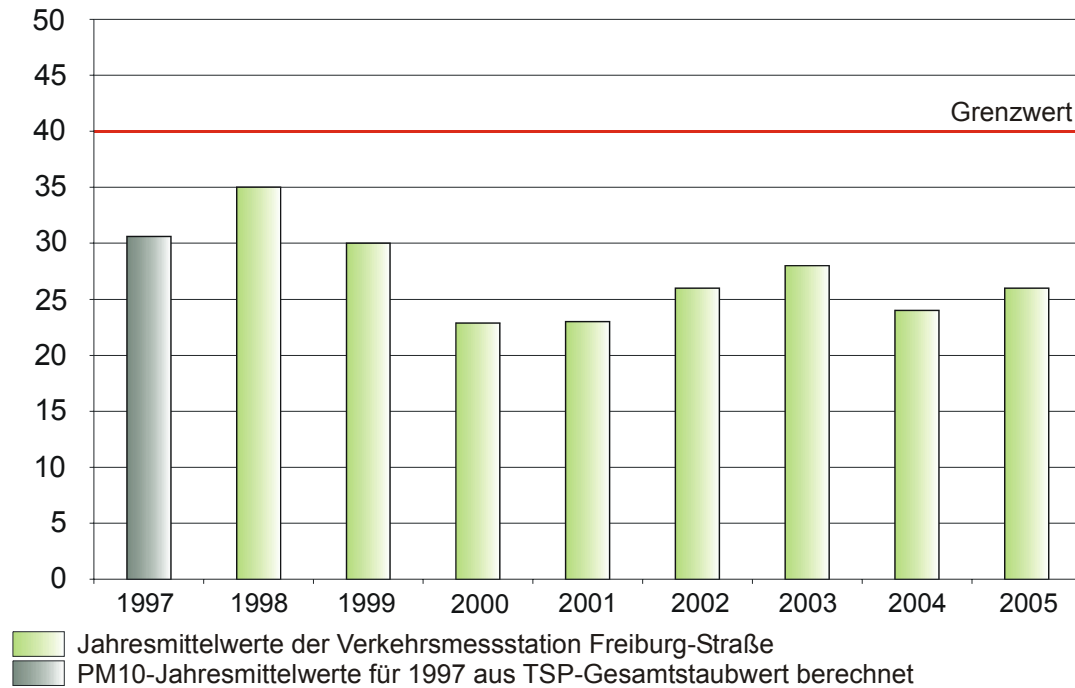


Abb. 3.2.1-7: PM10-Jahresmittelwerte an der Station Freiburg-Straße (Quelle: LUBW)

Entwicklung der PM10-Jahresmittelwerte an der Luftmessstation Freiburg-Mitte 1997 bis 2005 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

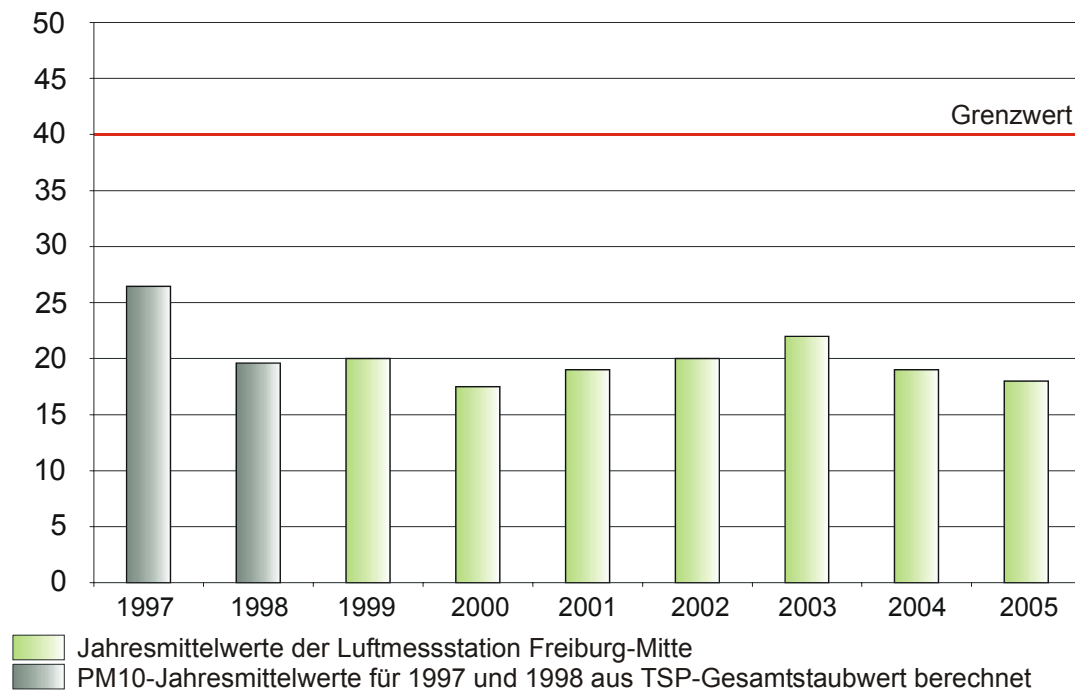


Abb. 3.2.1-8: PM10-Jahresmittelwerte an der Station Freiburg-Mitte (Quelle: LUBW)

Entwicklung der PM10-Jahresmittelwerte an der Luftmessstation Schwarzwald-Süd 1997 bis 2005 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

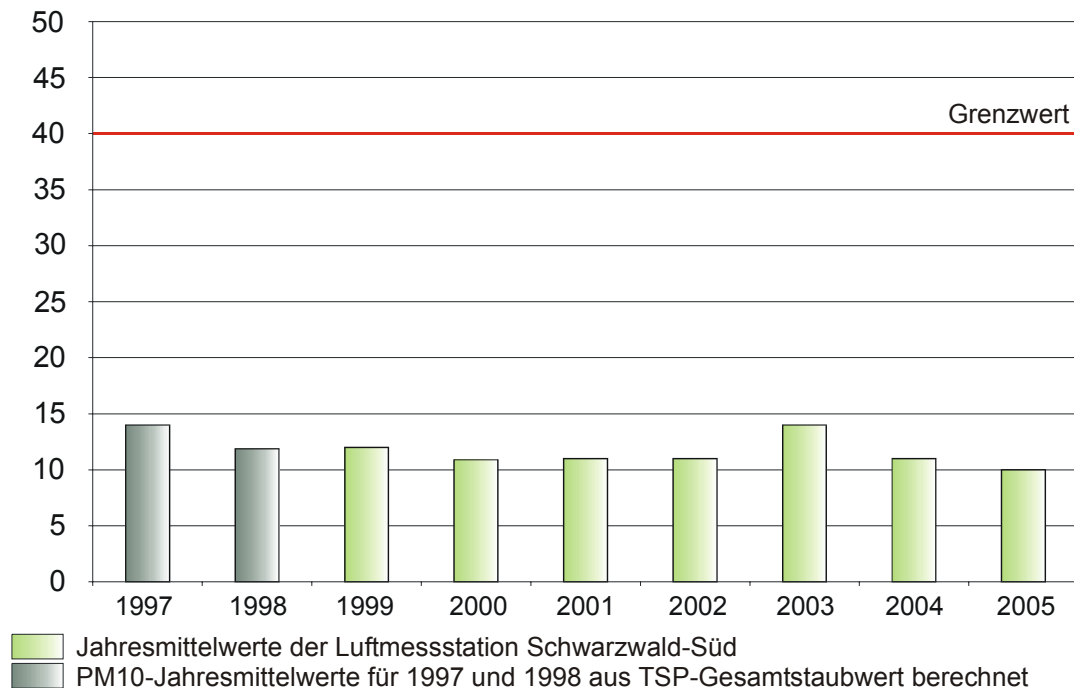


Abb. 3.2.1-9: PM10-Jahresmittelwerte an der Station Schwarzwald-Süd (Quelle: LUBW)

3.2.2 Messergebnisse in den Jahren 2004 bis 2007

Die Immissionsgrenzwerte, Toleranzmargen und zulässigen Überschreitungshäufigkeiten aller Luftverunreinigungs-komponenten gemäß 22. BImSchV sind im Anhang unter A.4 dargestellt.

Stickstoffdioxid (NO_2)

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind für Stickstoffdioxid ab dem 01.01.2010 die in Tabelle 3.2.2-1 genannten Immissionsgrenzwerte einzuhalten. Bis zu diesem Zeitpunkt gelten für den jeweiligen Grenzwert jährlich abnehmende Toleranzmargen. Ist der Summenwert aus Immissionsgrenzwert und Toleranzmarge überschritten, so ist ein Luftreinhalteplan aufzustellen.

Tabelle 3.2.2-1: Immissionsgrenzwerte und Summenwerte für NO₂

Immissionsgrenzwert (gültig ab 2010)	Jahresmittelwert: 40 µg/m³	Stundenmittelwert : 200 µg/m³ (bei 18 zugelassenen Überschreitungen/Jahr)
bis dahin gilt ab ...	Summenwert (Grenzwert + Toleranzmarge) µg/m³	Summenwert (Grenzwert + Toleranzmarge) µg/m³
01.01.2003	54	270
01.01.2004	52	260
01.01.2005	50	250
01.01.2006	48	240
01.01.2007	46	230
01.01.2008	44	220
01.01.2009	42	210

Bei den Messungen zum Vollzug der 22. BImSchV in der Stadt Freiburg wurden in den Jahren 2003 bis 2007 Überschreitungen der jeweiligen Summenwerte aus Immissionsgrenzwert und Toleranzmarge beim Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid (NO₂) festgestellt. Tabelle 3.2.2-2 zeigt die Messpunkte in Freiburg, bei denen der Summenwert überschritten wurde.

Tabelle 3.2.2-2: Jahresmittelwerte von NO₂ an den Freiburger Spotmessstellen

Jahr	2003	2004	2005	2006	2007
Standort/Straße	in µg/m³				
Schwarzwaldstraße	93	86	74	74	68
Zähringer Straße	-	62	-	54	49

In Abbildung 3.2.2-1 sind die Messwerte der Überschreitungsbereiche Schwarzwald- und Zähringer Straße den jeweiligen Werten der Messstationen ‚Schwarzwald-Süd‘, ‚Freiburg-Straße (Siegedenkmal)‘ und ‚Freiburg-Mitte‘ gegenüber gestellt. Damit wird deutlich, dass vor allem an den vielbefahrenen Straßenabschnitten der Stadt eine hohe NO₂ - Belastung vorliegt.

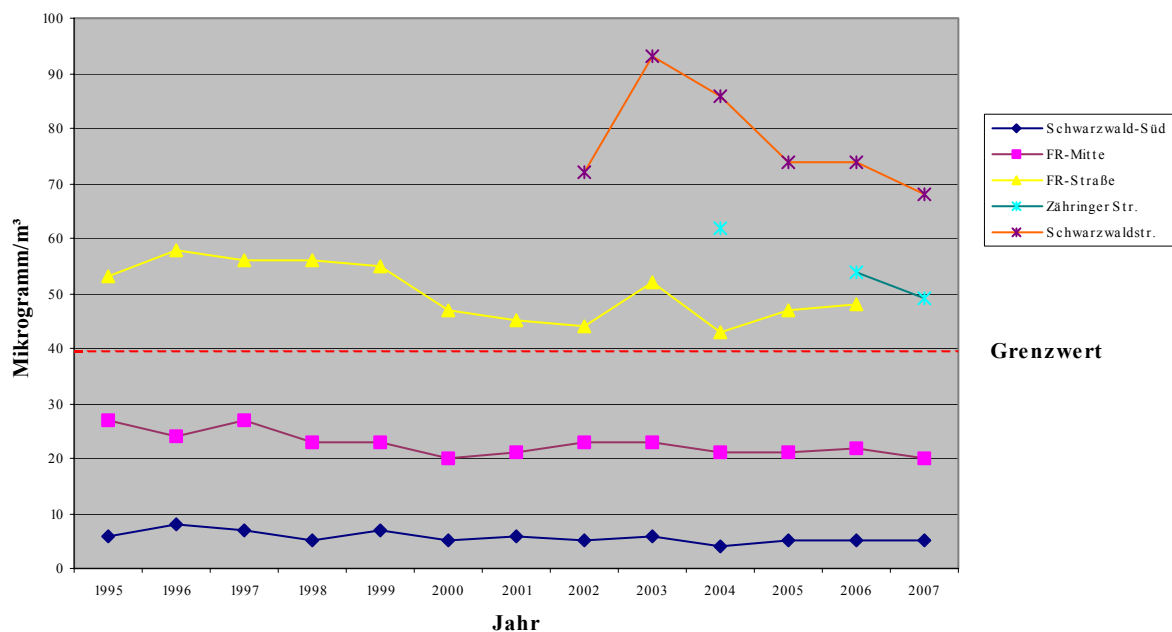


Abb. 3.2.2-1: NO₂-Jahresmittelwerte an den verschiedenen Messstationen im Raum Freiburg

Partikel PM10

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind für Partikel PM10 seit dem 01.01.2005 die in Tabelle 3.2.2-3 genannten Immissionsgrenzwerte einzuhalten. Bis zu diesem Zeitpunkt galten für den jeweiligen Grenzwert jährlich abnehmende Toleranzmargen.

Tabelle 3.2.2-3: Immissionsgrenzwerte und Summenwerte für PM10

Immissionsgrenzwert (gültig ab 01.01.2005)	Jahresmittelwert: 40 µg/m ³	Tagesmittelwert : 50 µg/m ³ (bei 35 zugelassenen Überschreitungen/Jahr)
	Summenwert (Grenzwert + Toleranzmarge)	Summenwert (Grenzwert + Toleranzmarge)
bis dahin galt ab ...	µg/m³	µg/m³
12.09.2002	44,8	65
01.01.2003	43,2	60
01.01.2004	41,6	55
01.01.2005	40	50

Bei den Messungen zum Vollzug der 22. BImSchV in der Stadt Freiburg wurden in den Jahren 2004, 2005 und 2006 keine Überschreitungen des Jahresmittelwerts für PM10 festgestellt. In den Jahren 2004 und 2005 lagen an den Stationen des Luftmessnetzes und auch an den Spotmesspunkten in Freiburg die Zahl der Überschreitungen beim Tagesmittelwert deutlich unterhalb der zulässigen Anzahl von 35 Überschreitungen. Im Jahr 2006 lagen die Werte an den straßennahen Stationen FR-Schwarzwaldstraße mit 39 und FR-Zähringer Straße mit 41 Überschreitungen über dem zulässigen Wert. In 2007 waren die Überschreitungen wieder deutlich niedriger (siehe Tab. 3.2.2-4).

Tabelle 3.2.2-4: Messwerte für PM10 an den straßennahen Messpunkten in Freiburg

Jahr	2004		2005		2006		2007	
Standort/Straße	JMW (µg/m³)	Anz. Überschr. des TMW	JMW (µg/m³)	Anz. Überschr. des TMW	JMW (µg/m³)	Anz. Überschr. des TMW	JMW (µg/m³)	Anz. Überschr. des TMW
FR-Straße (Siegesdenkmal)	24	16	26	15	28	34	-	-
Schwarzwaldstr.	-	-	33	21	32	39	28	21
Zähringer Str.	-	-	-	-	32	41	27	22

JMW = Jahresmittelwert

TMW = Tagesmittelwert

4 EMISSIONEN, VERURSACHER UND PROGNOSEN

Ausgangspunkt für die Erarbeitung des Luftreinhalte-/Aktionsplans ist eine Ursachenanalyse, in der die Beiträge der einzelnen Verursacher oder Verursachergruppen im jeweiligen Bereich einer Überschreitung quantifiziert und die topographischen und meteorologischen Einflussfaktoren analysiert werden.

4.1 Emissionen

Zunächst wird in diesem Kapitel auf die Emissionen ausgesuchter Schadstoffe in den Überschreibungsbereichen eingegangen.

Aus dem Emissionskataster für Baden-Württemberg des Jahres 2004 [14] ergeben sich für den Stadtkreis Freiburg die in Tabelle 4.1-1 zusammengefassten Jahresemissionen. Das Emissionskataster berücksichtigt die folgenden Emittentengruppen:

- Verkehr (Straßenverkehr, Schienen-, Schiff- und bodennaher Flugverkehr)
- Kleinf Feuerungsanlagen in Haushalten und bei Kleinverbrauchern gemäß 1. BImSchV
- Industrie und Gewerbe (Industrie: erklärungs pflichtige Anlagen gemäß 11. BImSchV Gewerbe: nicht erklärungs pflichtige Anlagen)
- biogene Quellen (im wesentlichen Landwirtschaft, Nutztierhaltung, Böden, Vegetation und Gewässer)
- sonstige technische Einrichtungen (im wesentlichen Abfallwirtschaft, Abwasserreinigung, Produktanwendung, Gasverteilung, Geräte und Maschinen).

Tabelle 4.1-1: Luftschadstoffemissionen in t/a für den Stadtkreis Freiburg im Jahr 2004

	Verkehr	Kleinf Feuerungsanlagen	Industrie und Gewerbe	Biogene Quellen	Sonst. techn. Einrichtungen	Summe
Stadtkreis Freiburg						
CO in t/a	5497	484	174	k.A.	1970	8125
NO _x als NO ₂ in t/a	1177	241	525	k.A.	350	2293
NMVOC in t/a	491	39	1032	317	1014	2893
Gesamtstaub in t/a	196	16	43	k.A.	34	289
Feinstaub PM10 in t/a	94	16	9	k.A.	31	150

(Quelle: LUBW, Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 2004)

Aus der Aufstellung wird deutlich, dass der Verkehr bei fast allen Schadstoffen - mit Ausnahme der Gesamtkohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC) - Hauptverursacher der Luftschadstoffemissionen ist.

Stickstoffdioxid

Die Emissionen von Stickstoffoxiden (NO_x) sind im Zeitraum 1994 bis 2004 in Baden-Württemberg insgesamt von ca. 240.000 t/a auf etwa 165.000 t/a, d.h. um etwa 31 %, zurückgegangen. Die NO_x -Emissionen des Verkehrs gingen im gleichen Zeitraum von 146.700 t/a auf 83.250 t/a oder um 43 % zurück.

Bei Stickstoffoxiden ist der Verkehr in Freiburg für 51 % der Schadstoffemissionen verantwortlich, während der Anteil der Kleinfeuerungsanlagen bei 11 %, von Industrie und Gewerbe bei 23 % und der sonstigen technischen Einrichtungen bei 15 % liegt (siehe Abb. 4.1-1).

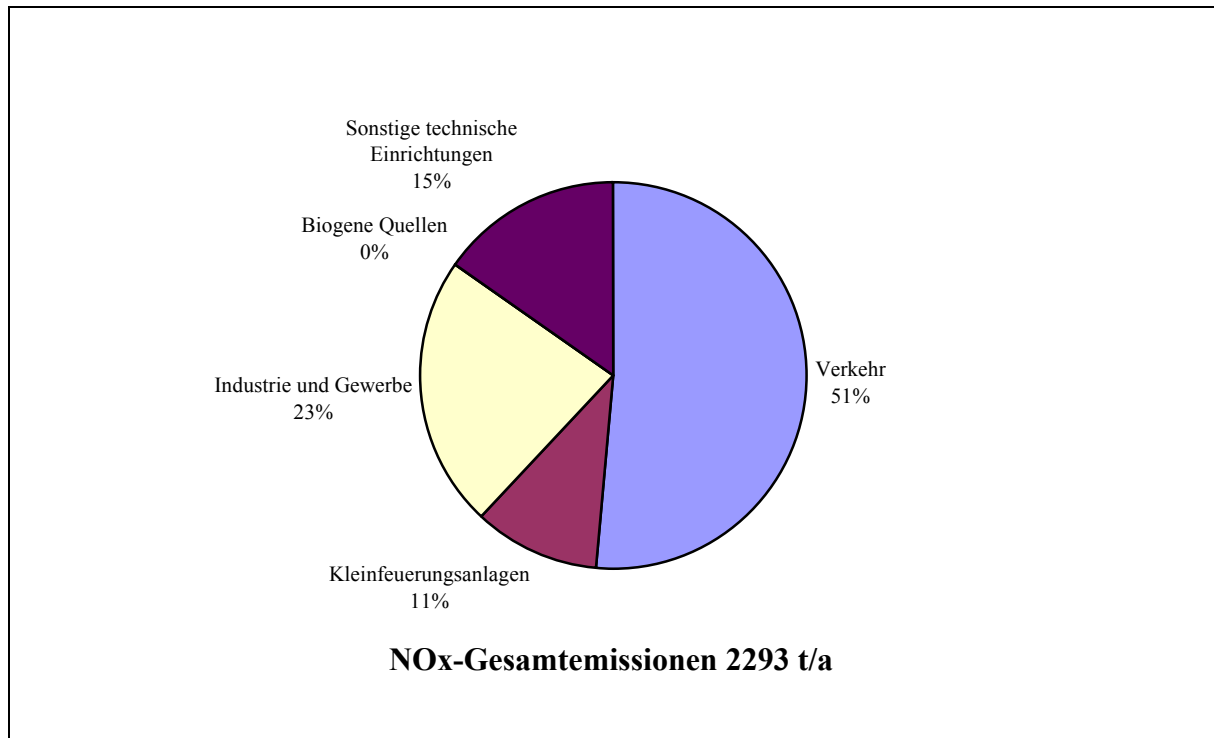


Abb. 4.1-1: Verteilung der Stickstoffoxid(NO_x)-Emissionen auf die verschiedenen Emittentengruppen in der Stadt Freiburg im Jahr 2004 (Quelle: LUBW)

Bei einer näheren Betrachtung der Stickstoffoxidemissionen der Emittentengruppe „Verkehr“ wird deutlich, dass die schweren Nutzfahrzeuge (sNfz) in der Schwarzwaldstraße bei einem Fahrleistungsanteil von 6 % für 59 % der verkehrsbedingten NO_x -Emissionen verantwortlich sind (siehe Abb. 4.1-2). Umgekehrt verursachen die Pkws bei einem Fahrleistungsanteil von 89 % lediglich 38 % der NO_x -Emissionen.

In der Zähringer Straße sind die Verhältnisse ähnlich, jedoch liegt dort der Anteil der schweren Nutzfahrzeuge an der Fahrleistung etwa bei 5 %. Dadurch sinkt deren Anteil an den NO_x -Emissionen auf etwa 55 %, während der Anteil der Pkws auf etwa 42 % im Vergleich mit der Schwarzwaldstraße ansteigt.

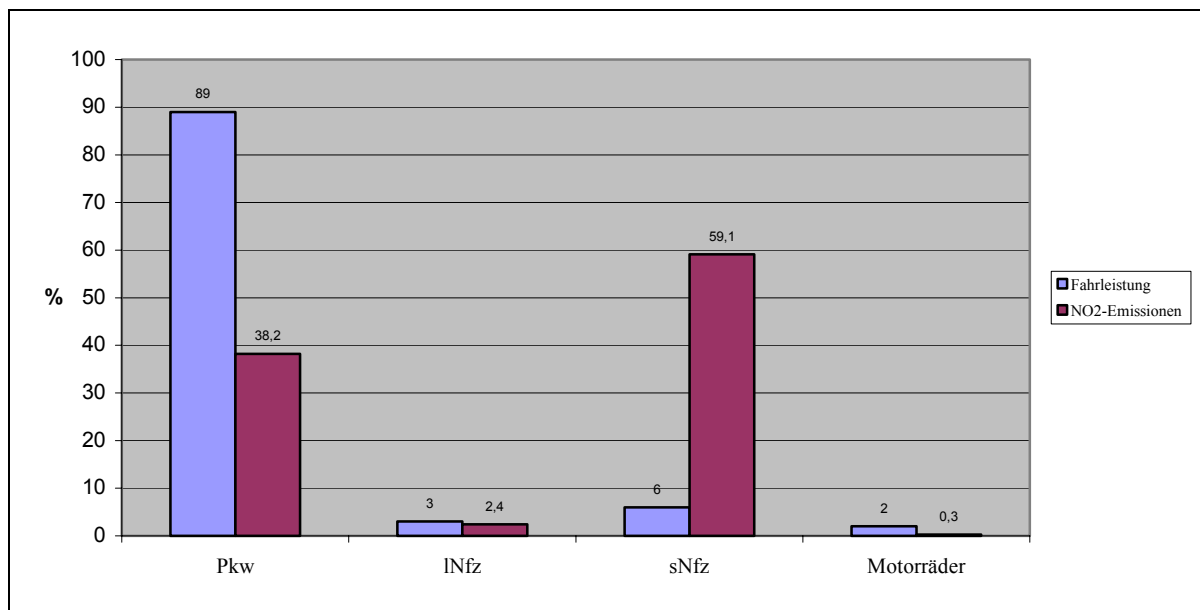


Abb. 4.1-2: Fahrleistungen und NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs auf der Schwarzwaldstraße nach Fahrzeuggruppen (Quelle: LUBW)

Partikel PM₁₀ (Feinstaub)

Bei PM₁₀ beträgt der Anteil des Verkehrs an den Emissionen 62 % (siehe Abb. 4.1-3) und liegt damit noch höher als bei Stickstoffoxiden mit einem Anteil von 51 %.

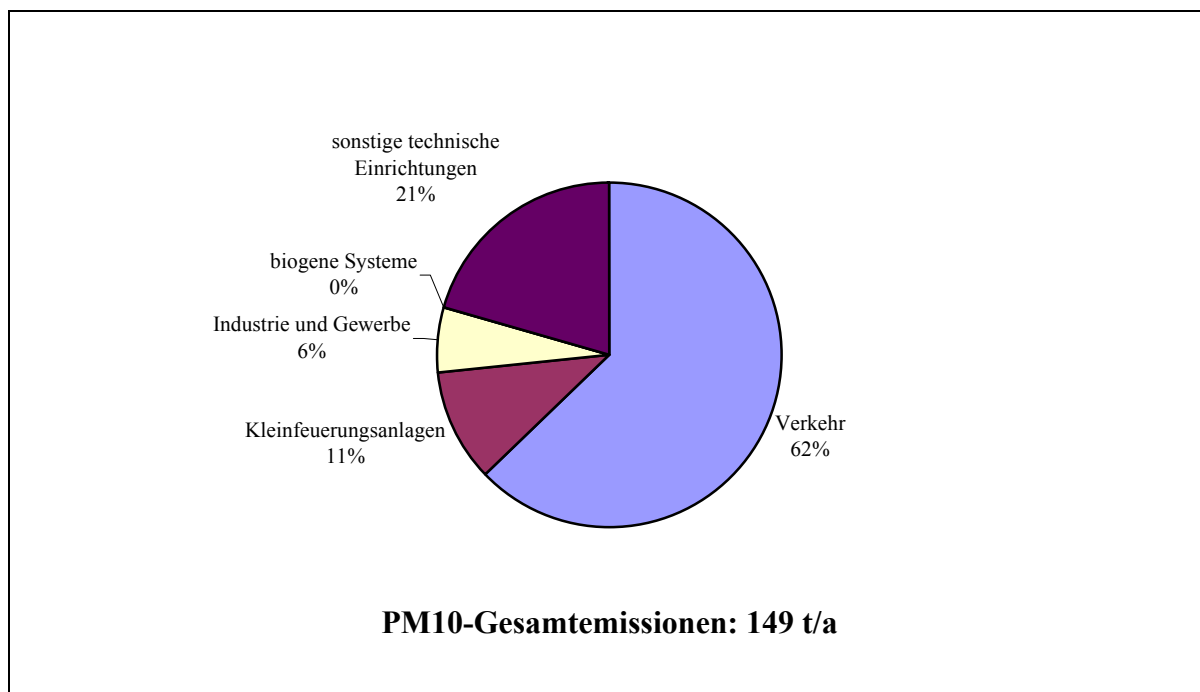


Abb. 4.1-3: Verteilung der PM₁₀-Emissionen auf die verschiedenen Emittentengruppen in der Stadt Freiburg im Jahr 2004 (Quelle: LUBW)

Auch die PM₁₀-Emissionen der Quellengruppe Verkehr weichen zum Teil deutlich von den Fahrleistungsanteilen der jeweiligen Fahrzeuggruppe ab (siehe Abb. 4.1-4). So beträgt der Anteil an der jährlichen Fahrleistung bei Pkws 89 %, der Anteil an den PM₁₀-Emissionen

dagegen nur 52,0 %. Umgekehrt verhält es sich bei den schweren Nutzfahrzeugen (sNfz). Bei einem Fahrleistungsanteil von 6 % sind sie für 41,7 % der PM10-Emissionen verantwortlich. Bei leichten Nutzfahrzeugen (lNfz) und Motorrädern, die jeweils nur einen geringen Beitrag zum Schadstoffausstoß leisten, liegen Fahrleistungsanteil und PM10-Ausstoß näher beisammen.

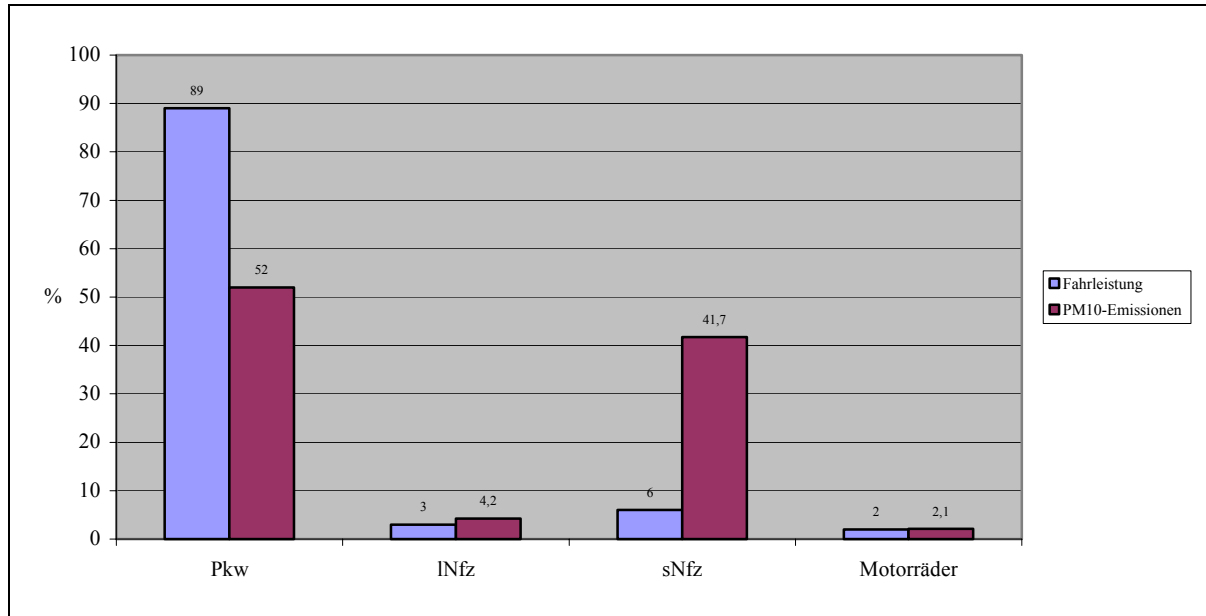


Abb. 4.1-4: Anteile der verschiedenen Fahrzeuggruppen an Fahrleistung und PM10-Emissionen in der Stadt Freiburg (Quelle: LUBW)

4.2 Ursachenanalyse

Bei der Ursachenbetrachtung wird der quantitative Einfluss der relevanten Emittentengruppen auf die gemessenen Werte an den zu betrachtenden Messpunkten untersucht. Dabei wird zwischen **lokaler Belastung** und **Gesamthintergrundniveau** unterschieden.

Bei der **lokalen Belastung** werden die Emissionsbeiträge der relevanten Verursacher direkt am Messpunkt und in unmittelbarer Nähe des Messpunktes betrachtet. Dabei werden die Emissionsbeiträge aus dem kleinräumig vorhandenen Datenbestand für die relevanten lokalen Emittentengruppen ermittelt und anschließend der Immissionseinfluss dieser Verursacher bestimmt.

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 den **großräumigen Hintergrund** (Ferntransport) und durch den **städtischen Hintergrund** bestimmt. Zum städtischen Hintergrund zählen unter anderem industrielle Quellen, Kleinf Feuerungsanlagen, Offroad und der Straßenverkehr. Auch die Emissionsbeiträge dieser Quellengruppen werden aus dem vorhandenen Datenmaterial für die Überschreitungsgebiete ermittelt und anschließend der Immissionseinfluss der Verursacher bestimmt.

4.2.1 Ursachenanalyse für Stickstoffdioxid (NO₂)

Die lokale Belastung durch Stickstoffdioxid in den Überschreibungsbereichen der Stadt Freiburg wird durch die Emittentengruppen Industrie, Kleinf Feuerungsanlagen (Gebäudeheizung und Erzeugung von Prozesswärme im gewerblichen Bereich) und Straßenverkehr verursacht. Der Offroad-Verkehr (Schiff-, Schiene- und Luftverkehr) spielt kleinräumig betrachtet im untersuchten Bereich keine Rolle.

Das Gesamthintergrundniveau wird von den Emittentengruppen Industrie, Kleinf Feuerungsanlagen, Straßenverkehr und Offroad-Verkehr bestimmt. Für den großräumigen Hintergrund wurde dabei aus gemessenen Jahresmittelwerten für NO₂ an der Messstation Schwarzwald Süd die spezifische großräumige Hintergrundbelastung abgeleitet, da diese Messstation fernab des Einflussbereiches nennenswerter NO₂-Emittenten liegt.

In Tabelle 4.2.1-1 ist das Gesamthintergrundniveau und der kleinräumige (lokale) Einfluss der relevanten Verursacher an den Messpunkten mit Überschreitung des Summenwertes aus Immissionsgrenzwert + Toleranzmarge von 48 µg/m³ für den Jahresmittelwert 2006 von NO₂ dargestellt.

Die Emittentengruppen Kleinf Feuerungen, industrielle Quellen, Offroad-Verkehr und sonstige Quellen haben am Messpunkt Schwarzwaldstraße zusammen einen Anteil von 22 % des gemessenen Jahresmittelwertes für NO₂, der Anteil des großräumigen Hintergrundes beträgt 12 %, der Beitrag des Straßenverkehrs liegt bei 66 %. Am Messpunkt Zähringer Straße hat der Straßenverkehr mit einem Anteil von 55 % am Messwert einen etwas niedrigeren Wert als am Messpunkt Schwarzwaldstraße. Daraus ist zu erkennen, dass der wichtigste Einflussfaktor

an beiden Messorten der Straßenverkehr ist und die Beiträge der anderen Emittenten aus Industrie, Gewerbe oder Kleinf Feuerungen von geringerer Bedeutung sind.

Tabelle 4.2.1-1:

Einfluss der relevanten Emittentengruppen auf die Immissionsbelastung durch NO₂ an den Messpunkten Freiburg Schwarzwaldstraße und Zähringer Straße im Jahr 2006

Messwert µg/m ³	Gesamthintergrundniveau in µg/m ³				Lokale Belastung in µg/m ³				Anteile in %			
	Summe	Großräumiger Hintergrund	KFA, Industrie, Offroad, Sonstige	Straßenverkehr	Summe	Industrie	KFA	Straßenverkehr	Groß. Hintergrund	KFA Offr. Ind. Sonst.	Str.-verkehr	
Schwarzwaldstraße												
74	22	9	7	6	52	2	7	43	12	22	66	
Zähringer Straße												
54	22	9	7	6	32	2	6	24	17	28	55	

KFA: Kleinf Feuerungsanlagen; Offroad: Schiffs-, Schienen- und Luftverkehr;
Sonstige: Geräte, Maschinen, Fahrzeuge aus Land-, Forst- und Bauwirtschaft etc.

(Quelle: LUBW, Grundlagenband 2006 [15])

In den Abbildungen 4.2.1-1 und 4.2.1-2 sind die Anteile der einzelnen Verursacher für das Gesamthintergrundniveau und die kleinräumige Belastung an den beiden Messpunkten dargestellt.

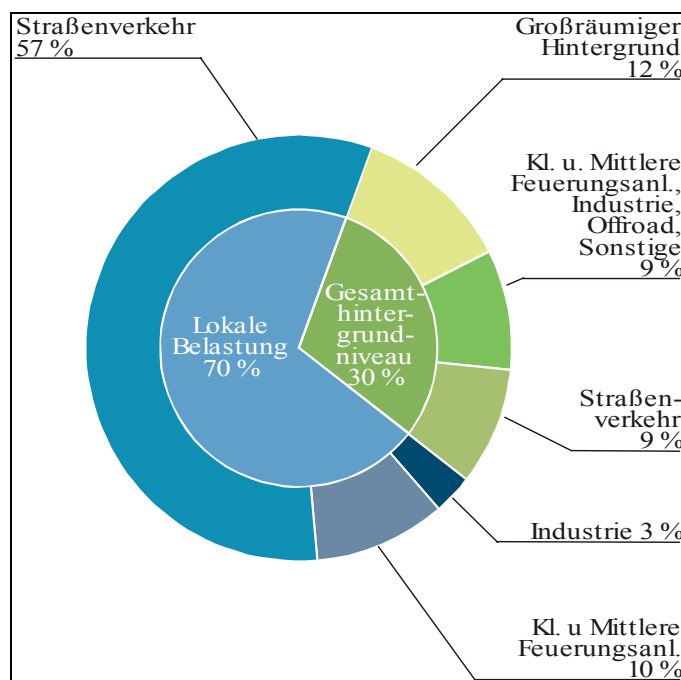


Abb. 4.2.1-1: Verursacher der NO₂-Immissionsbelastung am Messpunkt Freiburg-Schwarzwaldstraße im Jahr 2006 (Quelle: LUBW, Grundlagenband 2006 [15])

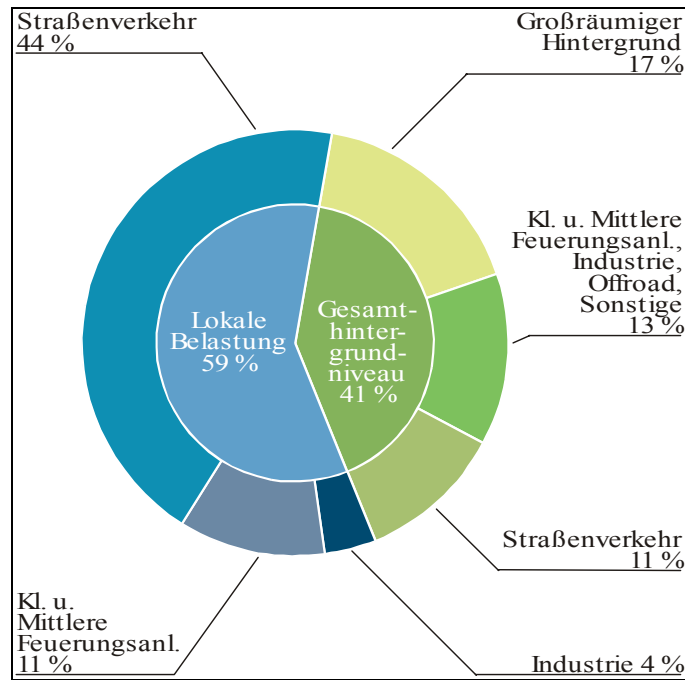


Abb. 4.2.1-2: Verursacher der NO₂-Immissionsbelastung am Messpunkt Freiburg-Zähringer Straße im Jahr 2006 (Quelle: LUBW, Grundlagenband 2006 [15])

Die Erhebungen und Messungen der zurückliegenden Jahre haben ergeben, dass die Stickstoffoxid-Emissionen (NO_x = NO + NO₂) deutlich zurückgegangen sind. Gleichzeitig haben jedoch - vor allem an den Verkehrsmessstationen - nur die NO-Immissionen abgenommen, während die NO₂-Immissionen stagnierten oder gar zunahmen. Die Abbildung 4.2.1-3 gibt die Situation am Messpunkt ‚Freiburg-Straße‘ (Siegesdenkmal) in den Jahren 1995 bis 2004 wieder.

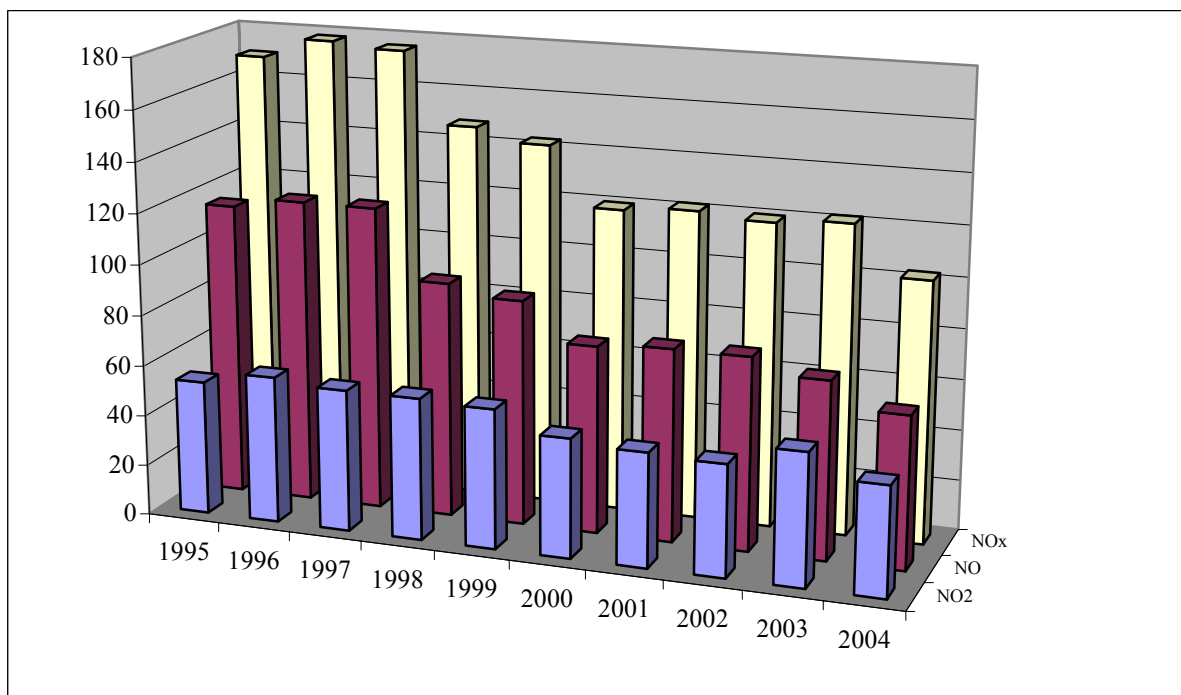


Abb. 4.2.1-3: Entwicklung der NO_x-, NO- und der NO₂-Immissionen am Messpunkt ‚Freiburg-Straße‘ in den Jahren 1995 bis 2004

Eine Ursache könnte der zunehmende Anteil von Dieselfahrzeugen mit Oxidationskatalysatoren, die den Ausstoß unverbrannter Anteile im Abgas reduzieren sollen, sein. Diese Katalysatoren bewirken gleichzeitig die Oxidation von NO zu NO₂, so dass diese Fahrzeuge einen höheren NO₂-Anteil im Abgas aufweisen. Zum Beispiel werden auch dieselgetriebene Stadtbusse häufig mit Oxidationskatalysatoren ausgerüstet.

Auch atmosphärenchemische Einflüsse durch die Wechselwirkungen von NO und NO₂ mit Ozon werden diskutiert. Die Stickstoffoxide werden überwiegend in Form von NO emittiert. NO₂ entsteht erst während der Ausbreitung, wobei im Nahbereich von Straßen die Umwandlung hauptsächlich vom Ozon-Angebot bestimmt wird. An sonnenscheinreichen Tagen steht Ozon als Reaktionspartner für das NO zur Verfügung und führt zu einer erhöhten Umwandlung von NO zu NO₂. Dieser Vorgang kann mit folgender Reaktionsgleichung beschrieben werden:



Seit Jahren ist in den Ballungsgebieten Baden-Württembergs eine Zunahme der mittleren Ozonkonzentrationen zu beobachten. Freiburg weist aufgrund der besonderen klimatischen Verhältnisse im Vergleich der baden-württembergischen Großstädte die höchsten Jahresmittelwerte bei Ozon auf. Im Bereich Schwarzwaldstraße könnte der Einfluss des „Höllentälers“ dazu führen, dass in den Abend- und Nachtstunden das „Ozon-Reservoir“ in den höheren Schichten der Atmosphäre angezapft und Ozon vor allem in die östlichen Stadtteile verfrachtet wird. Eine Reduktion der hohen Ozonwerte ist nur durch die großräumige Minderung der Ozon-Vorläufersubstanzen, nicht jedoch allein durch lokal begrenzte Maßnahmen möglich.

Das erhöhte Ozonangebot bewirkt, dass sich trotz der Rückführung der NO_x-Emissionen der Rückgang bei den NO₂-Immissionen nur abgeschwächt bemerkbar macht.

4.2.2 Ursachenanalyse bei Partikel PM10

Die Schwierigkeit bei der Ursachenanalyse für PM10 liegt darin, dass bei der Untersuchung des Verkehrsanteils an den PM10-Feinstaubimmissionen neben den Auspuffemissionen auch die Partikelfreisetzung infolge der fahrzeuginduzierten Aufwirbelung eine wesentliche Rolle einnimmt. Die aufgewirbelten Partikel resultieren aus akkumuliertem Straßenstaub, der sich im Wesentlichen aus Abrieben (Reifen-, Bremsen-, Kupplungs-, Karosserie und Straßenbelagsabrieb), aus Einträgen von straßennahen Bereichen (Bäume, Fußwege, Grünanlagen etc.), aus dem allgemeinen atmosphärischen Eintrag aller Quellen (Deposition) sowie saisonal auch durch Streueinträge durch den Winterdienst (Sand, Splitt, Salz) zusammensetzt. Die Prozesse zur Bildung des Aufwirbelungspotenzials sowie die Ermittlung des dann tatsächlich aufgewirbelten Materials sind komplex und von verschiedenen Einflussgrößen abhängig.

Für den großräumigen PM10-Hintergrund in Baden-Württemberg wurde aus den gemessenen PM10-Jahresmittelwerten an den Messstationen Odenwald, Welzheimer Wald, Schwäbische Alb und Schwarzwald Süd eine einheitliche Belastung für alle Messpunkte abgeleitet, da diese Messstationen fernab des Einflussbereiches von lokalen PM10-Emittenten liegen.

In Tabelle 4.2.2-1 sind die Jahresmittelwerte für das Jahr 2006, der Gesamthintergrund (mit großräumigem und städtischem Hintergrund) und der kleinräumige (lokale) Einfluss der relevanten Verursacher an den straßennahen Messpunkten in Freiburg dargestellt.

Tab. 4.2.2-1: Verursacheranteile bei PM10 an den Freiburger Spotmesspunkten im Jahr 2006

Messpunkt/ Messstation	JMW in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gesamthintergrund in $\mu\text{g}/\text{m}^3$							Lokale Belastung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
		Sum- me	Groß- Hinter- grund	Städtischer Hintergrund				Sum- me	Ind., Gew.	KFA	StrVerk Abgas	StrVerk Auf/Ab	
				Ind., Gew.	KFA	Off- road, Sonst.	StrVerk Abgas						StrVerk Auf/Ab
Freiburg- Schwarz- waldstraße	32	21	16	0,4	0,8	0,7	1,3	1,8	11	< 1	1,3	4,0	5,7
Freiburg- Zähringer Straße	32	21	16	0,6	0,7	0,7	1,2	1,8	11	< 1	1,9	4,0	5,1

JMW: Jahresmittelwert; KFA: Kleinfeuerungsanlagen; Offroad: Schiffs-, Schienen- und Luftverkehr; Sonstige: Geräte, Maschinen, Fahrzeuge aus Land-, Forst- und Bauwirtschaft etc. (Quelle: LUBW, Grundlagenband 2006 [15])

Für den Messpunkt Schwarzwaldstraße sollen die Verursacheranteile für das Gesamtjahr 2006 nochmals näher betrachtet werden (siehe Abb. 4.2.2-1). Der Anteil des großräumigen Hintergrunds am PM10-Jahresmittelwert von $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beträgt etwa 50 %. Der Beitrag des städtischen Hintergrunds liegt bei 16 %, die lokale Belastung bei 34 %.

Die Emittentengruppen Kleinfeuerungen, industrielle Quellen, Offroad-Verkehr und sonstige Quellen im Stadtgebiet von Freiburg haben am Messpunkt Schwarzwaldstraße zusammen einen Anteil von ca. 10 %, während der Anteil des Straßenverkehrs der Stadt bei 40 % liegt.

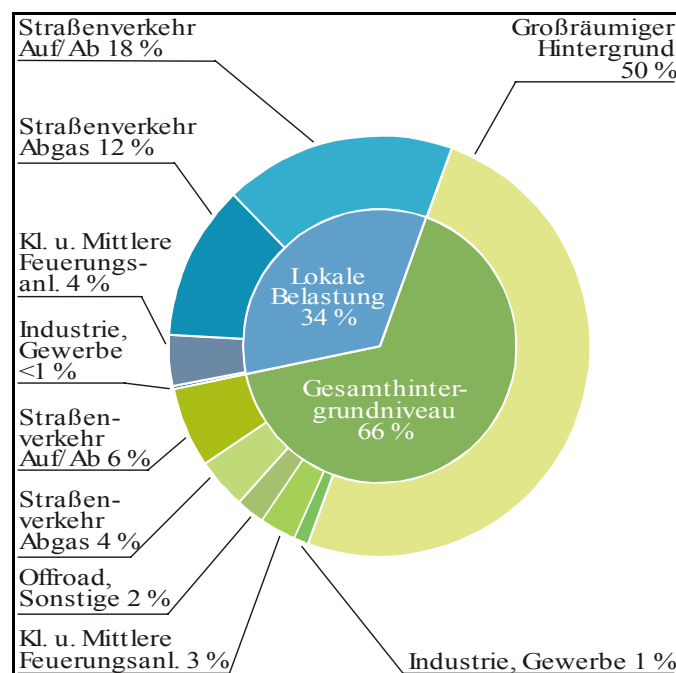


Abb. 4.2.2-1: Verursacher der PM10-Immissionsbelastung am Messpunkt Freiburg-Schwarzwaldstraße im Jahr 2006 (Quelle: LUBW, Grundlagenband 2006 [15])

4.2.3 Ursachen der hohen PM10-Belastung zu Beginn des Jahres 2006

Wie schon erwähnt gab es im Jahr 2005 lediglich 21 Überschreitungen des Tagesgrenzwerts von PM10. Im Jahr 2006 dagegen traten schon im 1. Quartal 34 Überschreitungen auf. Entsprechend hoch war in dieser Episode hoher Feinstaubkonzentrationen auch der Mittelwert mit $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In den Zeiträumen 8. bis 16. Januar und 22. Januar bis 6. Februar gab es unter Hochdruckeinfluss besonders im Osten und Süden Deutschlands zwei lang anhaltende austauscharme Inversionswetterlagen. Innerhalb der Inversionswetterlagen kam es landesweit zu einer Anreicherung von Luftschadstoffen und damit zu Überschreitungen des PM10-Grenzwerts von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Tagesmittelwert. Die hoch gelegene Station Schwarzwald-Süd (Nähe Kälbelescheuer, Gemarkung Münstertal, auf 920 m Höhe) bildete die einzige Ausnahme, da sie meistens über der Inversion lag. Die LUBW hat die während dieser Episode ermittelten Schadstoffwerte und meteorologischen Daten in dem Bericht „Besondere Immissions-situationen während der Inversionswetterlagen Januar/Februar 2006“ [16] zusammengestellt und mögliche Ursachen diskutiert.

Bei Inversionswetterlagen kommt es häufig zu niedrigen Windgeschwindigkeiten und zu einem Absinken der Luft im Bereich des Hochdruckgebiets, wobei die Inversion häufig durch bodennahe Kaltluft und Warmluftzufuhr in der Höhe verstärkt wird. Die sogenannte Mischungsschicht, in der sich die Schadstoffe anreichern, erreicht nur noch eine Höhe von wenigen hundert Metern. Ein Austausch mit höheren Luftschichten der Atmosphäre findet nicht statt. Je länger diese Witterungssituation andauert, desto mehr Schadstoffe reichern sich an. Erst bei Auftreten einer Störung, z.B. Durchzug eines Tiefausläufers, findet eine Durchmischung und damit eine Verdünnung der schadstoffhaltigen Luft statt. Niederschläge führen zum Auswaschen von PM10 aus der Luft, wodurch die Schadstoffkonzentrationen stark zurückgehen.

Lang anhaltende winterliche Hochdruckwetterlagen führen demzufolge großräumig zu hohen PM10-Belastungen, wodurch nicht nur an straßennahen Messpunkten Überschreitungen des Tagesgrenzwerts auftreten. Die relativen Anteile der einzelnen Verursachergruppen an der Immissionsbelastung zeigen während der Episode 2006 zum Teil deutliche Abweichungen gegenüber den jeweiligen Anteilen an den im Vorjahr ermittelten Jahresmittelwerten. So liegt der Anteil der Kleinf Feuerungsanlagen im Stadtgebiet an der PM10-Belastung mit 9 % während der winterlichen Episode deutlich höher als im Gesamtjahr 2006 mit 7 %. Auch die Anteile des großräumigen (52 % statt 50 %) und städtischen Hintergrunds (25 % statt 16 %) an der Immissionsbelastung sind während der Episode höher, die lokalen Anteile (23 % statt 34 %) geringer.

Je nach Lage der Messstation liegt der Anteil der Sekundäraerosole an PM10 zwischen ca. 30 % an der Spotmessstelle Stuttgart-Neckartor und ca. 50 % an der Luftmessstation Schwarzwald-Süd. Diese Anteile bleiben auch bei unterschiedlichen PM10-Belastungen in etwa konstant. Entsprechende Analysen der Inhaltsstoffe des Feinstaubes haben gezeigt, dass die höheren PM10-Werte während der winterlichen Feinstaubepisoden nicht auf eine verstärkte Bildung von Sekundäraerosolen (z.B. Ammoniumsalze) zurückzuführen sind.

Bei Stickstoffdioxid wird die Schadstoffkonzentration an den straßennahen Messpunkten im Wesentlichen durch die lokale Belastung, insbesondere den lokalen Straßenverkehr, bestimmt. Der städtische und der großräumige Hintergrund spielen eine untergeordnete Rolle. Im Gegensatz dazu ist der lokale Einfluss bei PM10 deutlich geringer, während die Anteile von städtischem und großräumigem Hintergrund wesentlich höher liegen. Bei winterlichen Hochdruckwetterlagen, während derer es zu den Überschreitungen des Tagesgrenzwerts kommt, ist diese Tendenz noch deutlicher ausgeprägt.

Dieser Sachverhalt führt dazu, dass lokale oder auf das Stadtgebiet bezogene Maßnahmen nur eine beschränkte Wirkung auf die PM10-Belastung entfalten können. Auch Maßnahmen in der Region (z.B. in den Nachbarkreisen Breisgau-Hochschwarzwald und Emmendingen) würden nur geringe Effekte zeigen, da gerade während der kritischen Wetterlagen großräumig hohe PM10-Konzentrationen vorliegen.

4.3 Immissionsprognose

Stickstoffdioxid (NO₂):

Auf der Basis der Ursachenanalyse liegen Immissionstrendprognosen der LUBW und der Firma iMA [17] für den Jahresmittelwert von NO₂ an den relevanten Messpunkten bis zum Jahr 2012 vor. Mit diesen sollten Erkenntnisse darüber gewonnen werden, ob der dann gültige Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ unterschritten oder überschritten sein wird. Die hier angewendeten Methoden zur Immissionsprognose werden ständig weiter verbessert. Sie basieren auf einem Ansatz, der Immissionsentwicklungen und modellhafte Trendprognosen berücksichtigt.

In früheren Jahren wurde beim Gesamthintergrundniveau unterstellt, dass die Entwicklung der NO₂-Jahresmittelwerte im Zeitraum 2003 bis 2010 vergleichbar zu der im Zeitraum 1993 bis 2000 verlaufen wird. Von 1993 bis 2000 war an den zu betrachtenden Messpunkten in Baden-Württemberg bei den NO₂-Jahresmittelwerten ein Rückgang von durchschnittlich 11 % zu beobachten. Allerdings hat sich gezeigt, dass seit dem Messjahr 2000 kein eindeutiger Rückgang der NO₂-Immissionsbelastung feststellbar ist (siehe Abb. 3.2.2-1).

In den letzten Jahren wurde eine Vielzahl von Maßnahmen zur Reduzierung der Schadstoffemissionen aus dem Straßenverkehrsbereich (Verbesserung der Kraftstoffqualität und der Motortechnik, zunehmender Anteil an Pkw mit moderner Abgasminderungstechnologie, etc.) auf den Weg gebracht. Dadurch werden die NO_x-Emissionen trotz Zunahme des Verkehrsaufkommens abnehmen. Allerdings hat sich schon in den letzten Jahren gezeigt, dass sich an straßennahen Messpunkten kein signifikant rückläufiger Trend bei den NO₂-Messwerten nachweisen lässt, obwohl die NO_x-Emissionen aus dem Straßenverkehr deutlich zurückgegangen sind (siehe Abb. 4.2.1-3).

Als mögliche Ursache für die unverändert hohe NO₂-Belastung wird einerseits diskutiert, dass höhere Ozonkonzentrationen zu einem veränderten chemischen Gleichgewicht mit weniger NO und mehr NO₂ führen können. Andererseits wird die Verschiebung des NO₂/NO_x-Verhältnisses hin zu NO₂, insbesondere bei den Abgasemissionen der neueren Dieselfahrzeuge, aufgeführt. Moderne Dieselfahrzeuge, deren Anzahl und Anteil an den Fahrleistungen in den letzten Jahren überproportional zugenommen hat, weisen insbesondere beim Einsatz von Motoren mit Oxidationskatalysatoren deutlich höhere Primäremissionen an NO₂ auf als ältere Dieselfahrzeuge und Fahrzeuge mit Otto-Motoren. Auf die Ausführungen im Abschnitt 4.2.1 wird verwiesen.

Der im Vergleich zum Straßenverkehr geringe Immissionsbeitrag der Emittenten aus Industrie, Gewerbe und der kleinen und mittleren Feuerungsanlagen dürfte bis zum Jahr 2010 in etwa konstant bleiben und ist für die straßennahen Belastungsschwerpunkte nur von geringer Bedeutung.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass an den hochbelasteten Freiburger Straßenabschnitten ohne zusätzliche Luftreinhaltemaßnahmen bis zum Jahr 2010 keine deutliche Verminderung der NO₂-Belastung unter den dann geltenden Grenzwert von 40 µg/m³ im Jahresmittel zu erwarten ist. Solche zusätzliche Maßnahmen müssen vor allem auf die Emittenten des Straßenverkehrs ausgerichtet sein.

Partikel PM10:

In den vergangenen Jahren hat sich gezeigt, dass in Freiburg in „Normaljahren“ mit eher mildem und wechselhaftem Winter und nur kurzen Kälteperioden die Zahl der Überschreitungen beim Tagesmittelwert für PM10 unter 35 pro Jahr liegt. Die relativ günstige Situation bei Feinstaub im Vergleich mit anderen Städten ist zum einen auf die gute Durchlüftung in der Nacht („Höllentäler“) und auf die relativ hohen Jahresniederschlagsmengen zurückzuführen.

In Ausnahmejahren mit ungünstigen Witterungsbedingungen im Winter, wie z.B. im Jahr 2006, kann auch in Freiburg der Fall eintreten, dass der Tagesgrenzwert für PM10 mehr als 35 mal innerhalb eines Jahres überschritten wird. Derartige Überschreitungen können auch in den kommenden Jahren nicht völlig ausgeschlossen werden. Dies bestätigt auch die von der Firma iMA erstellte Prognose [17] für den Zeitraum bis 2012.

Kurzfristig ist nicht damit zu rechnen, dass die Feinstaubemissionen der wesentlichen Quellengruppen so stark zurückgehen, dass unzulässige Überschreitungen des Tagesgrenzwerts ausgeschlossen werden können. Die abgasbedingten PM10-Emissionen der Dieselfahrzeuge werden erst nach und nach mit der Erneuerung des Fahrzeugbestands zurückgehen. Im Bereich Industrie und Gewerbe sind keine nennenswerten Minderungsbeiträge zu erwarten. Bei den Kleinf Feuerungsanlagen ist damit zu rechnen, dass verstärkt Holz als Brennstoff eingesetzt wird. Dies ist aus Gründen des Klimaschutzes durchaus zu begrüßen, führt aber zu einem Anstieg der PM10-Emissionen, wenn die Holzfeuerung an die Stelle von Öl- oder Gasfeuerungen tritt.

Wie bereits dargelegt, treten die Überschreitungen bei PM10 vor allem bei ungünstigen Witterungsverhältnissen auf. Durch Maßnahmen auf lokaler Ebene - zumal wenn sie kurzfristig eingeleitet oder zeitlich befristet werden - können die Überschreitungen in solchen Situationen kaum verhindert werden. Dennoch sollten Maßnahmen ergriffen werden, die geeignet sind, die Gefahr der Überschreitung zu verringern oder den Zeitraum, während dessen die Werte überschritten werden, zu verkürzen.

5 MASSNAHMEN

5.1 Nachhaltige Konzepte der Stadt Freiburg zu Verkehrsplanung, Energieversorgung und Luftreinhaltung

5.1.1 Stadt- und Verkehrsplanung

- **Übergeordnetes Leitziel „Nachhaltige Stadtentwicklung“**

Die zukünftige Stadtentwicklung Freiburgs orientiert sich an den Nachhaltigkeitsgesichtspunkten der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro.

Die in der Vergangenheit erzielten Erfolge und die Bemühungen Freiburgs, die Stadt als soziales, kulturelles und ökonomisches Zentrum mit ihrer gesellschaftlichen Vielfalt und wirtschaftlichen Bedeutung zu erhalten und zu stärken, sind hier besonders zu würdigen. Dazu gehört im weitesten Sinne, vermeidbaren Verkehr gar nicht erst entstehen zu lassen, den „Umweltverbund“ zu stärken, aber auch den notwendigen (Wirtschafts-)Verkehr zu berücksichtigen und stadtverträglich zu führen.

- **Leitziel „Stadt der kurzen Wege“**

Die Stadt Freiburg hat bereits mit dem Flächennutzungsplan 1981 (Zieljahr 2005) das Leitbild einer ausgewogenen Nutzungsmischung und eines sparsamen Umgangs mit Grund und Boden verabschiedet. Wesentliche Grundsätze des Leitbildes sind:

- Erhalt und Verstärkung der Mischung von miteinander verträglichen Nutzungen Wohnen, Arbeiten, Einkaufen, Kultur, Ausbildung und Freizeit
- Erhalt und Entwicklung attraktiver Zentren (Innenstadt und Stadtteilzentren) im Sinne einer dezentralen Konzentration und im Sinne einer Stadt der kurzen Wege
- schwerpunktmäßige Siedlungsentwicklung der Stadt entlang der schienengebundenen ÖPNV-Achsen
- angemessene Verdichtung zu den Haltepunkten des ÖPNV.

Inzwischen wurde ein neuer Flächennutzungsplan mit dem Planungshorizont 2020 aufgestellt. Auch hier finden sich in den Leitzielen Aspekte der Verkehrsvermeidung wieder:

- verstärkte Wohnraumangebote vor allem für Familien, um den Prozess der Suburbanisierung einzudämmen
- Reduzierung von Verkehr durch kurze Distanzen zwischen Wohnen und Arbeiten und Entwicklung von Stadtteilzentren
- Nutzung vorhandener Infrastruktur, u.a. Siedlungsentwicklung an Stadt- oder S-Bahn-Trassen
- enge Zusammenarbeit und Abstimmung zwischen Stadt und Nachbargemeinden; die kommunalen Lösungen müssen zukünftig um regionale Konzepte ergänzt werden.

- **Integration von Stadt-, Verkehrs- und Umweltplanung**

Die städtische Flächennutzungsplanung und die Generalverkehrsplanung / Verkehrsentwicklungsplanung wurden schon bisher integriert betrieben (GVP 1979 / FNP 1981). Aktuell wurden durch die parallele Aufstellung von FNP und VEP die Flächennutzungs- und Verkehrsentwicklungsplanung strategisch noch enger verknüpft und so der Aspekt der Verkehrsvermeidung verstärkt berücksichtigt.

Im Jahr 2007 hat der Freiburger Gemeinderat seine Klimaschutzstrategie fortgeschrieben. Danach sollen die CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2030 um mindestens 40 % (Basisjahr 1992) vermindert werden. Da ca. 25 % der treibhausrelevanten Emissionen vom Verkehr ausgehen, soll der Umweltverbund weiter gestärkt werden. Daneben soll durch eine Förderung der Innenentwicklung und einer „Stadt der kurzen Wege“ Verkehr zukünftig vermieden und nahräumliche Mobilität gewährleistet werden.

- **Grundsatz: Vermeiden - Verlagern - Gestalten**

Prinzipiell soll durch eine integrierte Stadtentwicklung Verkehr vermieden oder zumindest sollen die Zuwächse begrenzt werden. Der weiterhin nötige Verkehr soll durch Förderung der umweltfreundlichen Verkehrsmittel – soweit möglich – auf diese verlagert werden. Maßnahmen dazu sind:

- Stadtbahn, S-Bahn und Buslinien werden weiter ausgebaut
- das Radwegenetz und Radabstellanlagen werden erweitert
- das Fußwegenetz und Fußgängerbereiche werden ausgebaut; dabei wird besonderer Wert auf die Erreichbarkeit von Nahversorgung, Stadtteilzentren, Kultur-, Bildungs- und Freizeiteinrichtungen gelegt.

Durch stadtverträgliche Gestaltung des verbleibenden motorisierten Individualverkehrs (MIV) sollen die Umweltbelastungen durch den Verkehr reduziert werden. Zugleich wird ein gutes Verkehrsangebot für alle Nutzergruppen erhalten und ausgebaut. Maßnahmen dazu sind:

- Flächenhafte Verkehrsberuhigung in den Wohnquartieren
- Bündelung des MIV auf stadtverträglich gestalteten Verkehrsachsen (Anmerkung: Dieses Ziel ist bezüglich der Luftschadstofflasten zwar kontraproduktiv, kann jedoch im Interesse einer sinnvollen Stadtentwicklung nicht aufgegeben werden)
- eine ausreichende Leistungsfähigkeit des Straßennetzes für den MIV wird sichergestellt
- der Parkraum wird bewirtschaftet und so die Verkehrsmittelwahl gesteuert.

Die Wirkung dieses Planungsansatzes zeigt sich an der Veränderung des ‚Modal-Splits‘ (alle Zahlen von 1982 und 1999 im Binnenverkehr der Freiburger, siehe Abb. 5.2.2-1): Im ÖPNV wurde eine Zunahme von 11 % auf 18 % erzielt, im Radverkehr von 15 % auf 28 %, der Fußverkehr nahm hingegen von 35% auf 24% ab und der Anteil des Kraftfahrzeugverkehrs verringerte sich von 38 % auf 29 %.

Obwohl die Einwohnerzahl Freiburgs im gleichen Zeitraum stark gewachsen ist (von knapp 180.000 auf über 200.000) und auch die Motorisierung erheblich zugenommen hat (von etwa 420 auf etwa 490 Kfz/1000 Einwohner) stieg die Anzahl der täglichen Kfz-Fahrten nur wenig an (von 230.000 auf 250.000). Der Mobilitätswuchs der letzten 30 Jahre konnte somit im Wesentlichen zu Gunsten von ÖPNV und Fahrrad gesteuert werden.

Dieses Ergebnis belegt die Richtigkeit des über Jahrzehnte mit Kontinuität verfolgten strategischen Ansatzes, den Autoverkehr in der Stadt einzudämmen, was auch mit dem neuen VEP weiter verfolgt wird. Dabei ist zukünftig der regionale Aspekt vermehrt zu berücksichtigen.

- **Grundsätze der Verkehrssteuerung in Freiburg**

Die Verkehrssteuerung in Freiburg orientiert sich an den Zielen des 2008 vom Gemeinderat verabschiedeten Verkehrsentwicklungsplans, wie z. B.

- Attraktivitätssteigerung des ÖPNV
- Bündelung des MIV auf Hauptverkehrsstraßen
- besondere Berücksichtigung der Belange des Rad- und Fußverkehrs.

Die Umsetzung dieser Zielvorgaben erfolgt durch entsprechende steuerungstechnische Maßnahmen:

- Koordinierung und Schaltung Grüner Wellen im Zuge der Hauptverkehrsstraßen

Auf allen Hauptverkehrsachsen (mit Ausnahme der Habsburgerstraße zwischen Siegesdenkmal und Hauptstraße wegen fehlender technischer Voraussetzungen) sind die Signalanlagen über die zentralen Verkehrsrechner koordiniert. Dabei werden die Anlagen in Streckenabschnitten, die durch die Netztopographie bzw. durch verkehrstechnische Rahmenbedingungen bestimmt sind, in Grüner Welle geschaltet. Zwangsläufig ergeben sich Unterbrechungen in der Grünen Welle

- im Schnittpunkt koordinierter Strecken
- bei ungünstigen Knotenpunktabständen bezogen auf die Teilpunktabstände
- bei Streckenaufweitungen in Knotenpunktszufahrten um zusätzliche Fahrstreifen.

Eine optimale Grüne Welle für beide Fahrtrichtungen gleichzeitig ist durch die vorgegebenen und nicht veränderbaren Knotenpunktabstände in aller Regel nicht möglich. Deshalb erfolgt unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Lastfälle (Berufsverkehr morgens / abends, Ausflugsverkehr, Veranstaltungsverkehr bei Messen, SC-Spielen usw.) eine Optimierung zugunsten der jeweiligen Hauptbelastungsrichtung.

Weitere Beeinträchtigungen in der Grünen Welle können entstehen durch

- ÖPNV-Bevorrechtigung mit Verschiebung oder Verkürzung der MIV-Grünphase
- Nicht Einhalten der geplanten Progressionsgeschwindigkeit bei hoher Verkehrsbelastung (Auslastungsgrad >85%)
- Anlagen mit Festzeitsteuerung innerhalb verkehrsabhängig gesteuerter Strecken (z.B. Kronenbrücke-Nord und -Süd)
- Störungen im Verkehrsfluss wie z.B. Halten, Liefern in 2. Reihe, Bagatellunfälle, Müllentsorgung, Baustellenandienung.

- Bevorrechtigung von Stadtbahnen und teilweise Bussen an Lichtsignalanlagen

Die Freigabezeiten für Stadtbahnen werden nur auf Anforderung geschaltet. Durch die punktgenaue An- und Abmeldung der Bahnen wird der Eingriff in den Programmablauf

auf ein Minimum begrenzt. Der Grad der Bevorrechtigung ist an den einzelnen Knotenpunkten entsprechend der Verkehrsbedeutung im Verkehrsnetz unterschiedlich festgelegt. So können beispielsweise die Bahnen bei der Querung der Hauptverkehrsachsen (B 31 mit Schwabentorbrücke und Kaiserbrücke, Besançonallee, Siegesdenkmal) nur innerhalb fest vorgegebener Zeitfenster in das Signalprogramm eingreifen. Hierdurch wird vermieden, dass für den MIV in der Hauptverkehrsrichtung die Grünphasen zu stark eingeschränkt oder unterdrückt werden. An Knotenpunkten mit untergeordneter Verkehrsbedeutung dagegen können Bahnen mit voller Bevorrechtigung zu jedem Zeitpunkt in das Programm eingreifen und sich frei schalten.

- Begrenzung der Wartezeiten für querende Fußgänger / Radfahrer an Fußgängerschutzanlagen (teilweise durch zweimalige Freigabe im Umlauf)
- An Knotenpunkten progressive Schaltung der Fußgängersignale, um Wartezeiten auf Mittelinseln zu vermeiden.

Bewertung:

Alle Maßnahmen zur Vermeidung, Eindämmung und umweltverträglichen Abwicklung des MIV tragen letztlich zu einer Verminderung der verkehrsbedingten Schadstoffemissionen und damit auch zu einer Reduzierung der NO₂- und PM10-Belastung bei. Die Vermeidung von MIV-Fahrten reduziert nicht nur die Abgasemissionen, sondern auch die Emissionen durch Aufwirbelung und Abrieb. Kurzfristig sind allerdings keine nennenswerten Beiträge zur Minderung der Schadstoffemissionen zu erwarten.

5.1.2 Energieversorgungskonzept

Hoher Energieverbrauch und vor allem die Verwendung fossiler Energieträger führen zu verschiedenen Umweltproblemen und belasten unter anderem auch die lokale lufthygienische Situation. Auch Kommunen können im Rahmen ihrer politischen Schwerpunktsetzungen und Handlungsoptionen an der Lösung dieser Umweltprobleme direkt mitwirken.

Die Stadt Freiburg hat diese Aufgabenstellungen frühzeitig aufgegriffen und umgesetzt. Im Jahr 1986 wurde das "**Freiburger Energieversorgungskonzept**" einstimmig vom Gemeinderat beschlossen. 1996 wurde es durch die Erarbeitung und den Beschluss zum "**Freiburger Klimaschutzkonzept**" grundlegend erweitert. Im Jahr 2007 wurde das Klimaschutzkonzept aktualisiert und mit neuer Zielsetzung (40 % CO₂-Reduktion bis 2030) politisch beschlossen. Im Jahr 2004 wurde zusätzlich das "**Konzept 10 % Strom aus erneuerbaren Energiequellen**" erarbeitet und beschlossen. Wesentliche Elemente dieser Konzepte sind die Bereiche Energieeinsparung sowie der Einsatz erneuerbarer Energien und effizienter Energietechnologien.

Die Erstellung und Umsetzung dieser Konzepte erfolgt in zahlreichen Planungsprozessen und Einzelvorhaben. Sie beinhalten vielfältige Implikationen zur lokalen Luftreinhaltung, nämlich die **Reduktion lokaler Emissionen** von

- Stickstoffoxiden aus Feuerungen mit Erdgas, Heizöl und Festbrennstoffen,
- Schwefeldioxid aus Feuerungen mit Heizöl und Festbrennstoffen,
- (Fein)-Staub aus Feuerungen mit Festbrennstoffen.

Wesentliche Ansatzpunkte und ihre Relevanz für die Luftreinhaltung vor Ort können wie folgt charakterisiert werden:

- **Bereich „Energieeinsparung“**

Ziel ist es dabei, den Energiebedarf (Energieaufwand) zur Beheizung vorhandener und neuer Gebäude von vornherein zu reduzieren (Stichwort "Energiesparen ist die beste Energiequelle").

Dieses Ziel wird u.a. verfolgt durch:

- Niedrigenergiebauweise und Unterstützung weiterer fortschrittlicher Bauweisen (wie z.B. Passivhäuser, Null-Energiehäuser, Plus-Energiehäuser)
- Erstellung von Energiekonzepten im Rahmen von Bebauungsplanverfahren bzw. Einbringung in städtebauliche Sanierungsverfahren
- umfassende energetische Sanierungsmaßnahmen im eigenen Gebäudebestand der Stadt Freiburg
- Durchführung eines kommunalen Förderprogramms "Wärmeschutz im Altbau".

Mit diesen Ansätzen wird auch die Entstehung lokal wirksamer Luftschadstoffe vermieden; sie reduzieren die lokale Luftbelastung also unmittelbar.

- **Bereich "erneuerbare Energien"**

Das Ziel, langfristig den Einsatz fossiler Energieträger möglichst durch regenerative Energieträger zu substituieren, wird u.a. verfolgt durch

- gezielte städtische Ansiedlungspolitik im Bereich der Solarwirtschaft
- Umsetzung zahlreicher Solarprojekte (Solarthermie und Photovoltaik)
- Ausschreibung städtischer Dachflächen als Standorte für Photovoltaik-Anlagen
- Einzelprojekte zur Holzenergienutzung (mit Staubfiltern)
- Einzelprojekte zur Wasserkraft- und Windenergienutzung
- das o.g. "Konzept 10 % Strom aus erneuerbaren Energiequellen".

Diese Ansätze reduzieren die lokale Luftbelastung teilweise unmittelbar (wie etwa Solarthermie). Zum Teil tragen sie mittelbar zu einer Verringerung der allgemeinen Hintergrundbelastung von Luftschadstoffen - vor allem durch die Verringerung überregionaler Emissionen in der Stromerzeugung - bei.

- **Bereich "effiziente Energietechnologien" (Kraft-Wärme-Kopplung)**

Ziel ist es hierbei, den Energiebedarf vorhandener und neuer Gebäude bzw. Versorgungsstrukturen mit möglichst großer Effizienz (hoher Energie-Nutzungsgrade durch Kraft-Wärme-Kopplung) zu decken. Dies wird u.a. erreicht durch

- zahlreiche größere Erdgas-Blockheizkraftwerke (wie z.B. in den Stadtteilen Landwasser und Weingarten / Rieselfeld sowie in drei Hallenbädern) und neue kleinere Fernwärmeinseln mit Erdgas-BHKW's (wie z.B. am Wiehre-Bahnhof, im Stadttheater und in Baugebieten)
- das "Wärmeverbundkraftwerk Freiburg (WVK)"
- das Holz-Heizkraftwerk Vauban (mit Elektro-Staubfilter)

- konzeptionelle und fachliche Mitwirkung an der Schaffung neuer Fernwärmeverbindungen aus dem Wärmeverbundkraftwerk Freiburg bzw. dem Heizkraftwerk der Uniklinik (schrittweise Realisierung des „Fernwärmeverbundes Freiburg“).

Diese städtischen Konzepte sind seit vielen Jahren wesentlicher Bestandteil der umweltpolitischen und städtebaulichen Entwicklung Freiburgs. Dies stellt sicher, dass sie auch in die Zukunft hineinwirken und damit auch weiterhin relevante Beiträge zur Energieeinsparung und Luftreinhaltung leisten.

Bewertung:

Diese Ansätze reduzieren die lokale Luftbelastung unmittelbar durch die Vermeidung zahlreicher Einzelheizanlagen mit meist fossilen Brennstoffen und deutlich schlechteren Wirkungsgraden. Zum Teil erzeugen sie jedoch wegen der zusätzlich neu in Freiburg installierten Stromerzeugungskapazitäten vor Ort zunächst auch zusätzlich Luftschadstoffe, tragen mittelbar jedoch trotzdem zu einer Verringerung der allgemeinen Hintergrundbelastung von Luftschadstoffen bei (durch die Verringerung von Emissionen in der überregionalen Stromerzeugung).

5.1.3 Luftreinhaltung: Modernisierung von Anlagen nach Immissionschutzrecht

Besonders umweltrelevante Anlagen zur industriellen Produktion und Energieversorgung bedürfen einer Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz und müssen hinsichtlich ihres Schadstoffausstoßes strenge Grenzwerte einhalten. Nach Erlass der TA Luft 1986 wurden auch in Freiburg Altanlagenanierungen im Laufe der Jahre 1990 bis 1996 durchgeführt, die u.a. auch zu einer Reduktion der Stickstoffoxid-Emissionen um 42 t bzw. 13 % und der Staub-Emissionen um 58 t bzw. 70 % beigetragen haben. Nach Inkrafttreten der Neufassung der TA Luft 2002 wurden von der Gewerbeaufsicht erneut entsprechende Überprüfungen durchgeführt und von den Genehmigungsbehörden - soweit erforderlich - Sanierungen angeordnet. Allerdings bestand hier kaum noch Handlungsbedarf.

Bewertung:

Insgesamt ist im Bereich der anlagenbezogenen Emissionen aus Industrie und Gewerbe festzustellen, dass in den letzten 15 Jahren durch Nachrüstungen und Anpassungen an den jeweiligen Stand der Technik ein wesentlicher Beitrag zu einer nachhaltigen Verbesserung der Immissionssituation in Freiburg geleistet wurde. Zusätzliche Minderungsbeiträge sind kaum zu erwarten.

5.2 Bis zum Jahr 2010 geplante und langfristig angestrebte Maßnahmen

Tab. 5.2: Überblick über die Maßnahmen und deren Zeithorizonte

Nr.	Abschnitt	Art der Maßnahme	Zeithorizont	Zuständigkeit
M 1.1	5.2.1.1	Verlegung der B 3-Nord	ca. 2015	Stadt Freiburg
M 1.2	5.2.1.2	Bau des Stadttunnels	nach 2015	Bund
M 2	5.2.2	Veränderung des Modal-Split	bis 2010 und längerfristig	Stadt Freiburg, sonst. Gebietskörperschaften
M 3	5.2.3	Verkehrslenkung und -verflüssigung, Verkehrsleitsystem	bis 2010 nach 2010	Stadt Freiburg
M 4	5.2.4	Fahrzeugtechnik	bis 2010 und längerfristig	Verkehrsunternehmen, öffentl. Hand, Bürger
M 5	5.2.5	Anforderungen an mobile Maschinen und Geräte	bis 2010 und längerfristig	öffentl. Hand, Bürger
M 6.1	5.2.6.1	Verkehrsverbot für Kfz der Schadstoffgruppe 1 nach KennzVO in der Umweltzone	ab 2010	Stadt Freiburg (Straßenverkehrsbehörde)
M 6.2	5.2.6.2	Verkehrsverbot für Kfz der Schadstoffgruppen 1+2 nach KennzVO in der Umweltzone	ab 2012	Stadt Freiburg (Straßenverkehrsbehörde)
M 7	5.2.7	Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzept der Stadt Freiburg	bis 2010 und längerfristig	Stadt Freiburg
M 8	5.2.8	Altanlagenanierung bei gewerblichen Anlagen	bis 2010	RP Freiburg, Stadt Freiburg
M 9	5.2.9	Verringerung der PM10-Emissionen aus diffusen Quellen in den Bereichen Industrie, Gewerbe, Handwerk und Baustellen	bis 2010 und längerfristig	Stadt Freiburg (Untere Immissionsschutzbehörde)

Tab. 5.2: Überblick über die Maßnahmen und deren Zeithorizonte
(Fortsetzung)

Nr.	Abschnitt	Art der Maßnahme	Zeithorizont	Zuständigkeit
M 10	5.2.10	Maßnahmen zur Minderung der PM10-Emissionen bei Kleinf Feuerungsanlagen	bis 2010 und längerfristig	Untere Immissions-schutzbehörde, Bezirksschornsteinfeger
M 11	5.2.11	Verbrennungsverbot für pflanzliche Abfälle	bis 2010 und längerfristig	Untere Immissions-schutzbehörde
M 12	5.2.12	Intensive Reinigung von Hauptverkehrsstraßen	bis 2010 und längerfristig	Stadt Freiburg
M 13	5.2.13	Intensivierung der Straßenbegrünung	bis 2010 und längerfristig	Stadt Freiburg
M 14	5.2.14	City-Logistik-Konzept	bis 2010 (?)	Transportgewerbe, Kammern
M 15	5.2.15	Öffentlichkeitsarbeit	bis 2010 und längerfristig	RP Freiburg, Stadt Freiburg, Verbände, Unternehmen

5.2.1 Straßenbauvorhaben

5.2.1.1 Verlegung der Stadtauswärtsfahrbahn der B 3 entlang der Karlsruher Straße (M 1.1)

Der stadtauswärts führende Abschnitt der B 3 im Norden Freiburgs verläuft derzeit weitgehend auf der Zähringer Straße. Es ist beabsichtigt, diese Fahrbahn auf die derzeit stadteinwärts führende Trasse entlang der Karlsruher Straße zu verlegen. Dieser Ausbau ist im Zusammenhang mit der vorgesehenen Entwicklung des Güterbahnareals vorgesehen. Die Entwurfsplanung läuft derzeit. In den Jahren 2009/2010 folgt die Genehmigungsplanung, anschließend Planfeststellung und Ausführungsplanung. Falls in den Folgejahren die notwendigen Haushaltsmittel für den Grunderwerb und die Durchführung der Maßnahme zur Verfügung stehen, ist unter günstigsten Voraussetzungen eine Fertigstellung im Jahr 2015 denkbar.

Durch den geplanten Ausbau kann der gesamte Bereich der Ortsdurchfahrt und insbesondere die Ortsmitte von Zähringen vom Durchgangsverkehr entlastet werden. Entsprechend der vorliegenden Verkehrsprognose für das Jahr 2020 im Rahmen des Verkehrsentwicklungsplans

wird die zukünftige Belastung der Stadtauswärtsrichtung am Spotmesspunkt Zähringer Straße nur noch ca. 8.000 Kfz/24 h betragen. Dies ist gegenüber der heutigen Belastung von hochgerechnet 15.500 Kfz/24 h eine spürbare und deutliche Verbesserung. Direkt nördlich der Einmündung Waldkircher Straße / Zähringer Straße - noch im direkten Einflussbereich des Messpunkts - geht die Verkehrsbelastung stadtauswärts von heute 25.000 Kfz/24 h auf 9.300 Kfz/24 h noch deutlicher zurück. Das Gesamtverkehrsaufkommen auf der Zähringer Straße (stadtein- und stadtauswärts) reduziert sich dann in diesem Bereich von ca. 38.500 auf 18.800 Kfz/24h.

Mit Inbetriebnahme der Stadtbahnverlängerung Zähringen kann der regionale sowie städtische Busverkehr aus der Zähringer Straße herausgenommen und an der Endhaltestelle in Gundelfingen auf die Stadtbahn angeschlossen werden. Diese Maßnahme führt zu einer deutlichen Reduzierung der Kategorie Schwerlastverkehr.

Bewertung:

Durch die geplante Verlegung der B 3-Nord könnten nach den Berechnungen von iMA am Messpunkt Zähringer Straße die NO₂-Immissionen um 7,2 µg/m³ und die PM10-Immissionen um 2,4 µg/m³ gegenüber dem Trend 2012 abgesenkt werden. Diese Maßnahme würde damit einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, dass im Bereich der Zähringer Straße und damit auch in der Ortsmitte von Zähringen die Grenzwerte für beide Schadstoffe eingehalten werden können.

5.2.1.2 Bau des Stadttunnels (M 1.2)

Mit der Realisierung des Stadttunnels wird es möglich, den gesamten Durchgangsverkehr sowie große Teile des Ost-West- bzw. West-Ost-orientierten Ziel-Quell-Verkehrs im innerstädtischen Bereich unterirdisch zu führen und somit die westliche Schwarzwaldstraße sowie die Dreisamuferstraßen deutlich zu entlasten. Nach den vorliegenden Prognosen ist im Bereich der Schwarzwaldstraße in etwa eine Halbierung des heutigen Verkehrsaufkommens zu erwarten. Im Zuge der zurück zu bauenden Dreisamuferstraßen werden noch wesentlich weitergehende Verkehrsentlastungen prognostiziert. Insbesondere der hohe Lkw-Anteil am durchfahrenden Verkehr kann damit im Tunnel geführt werden, was zu einer deutlichen Verbesserung der Immissionssituation auf der Schwarzwaldstraße und den Dreisamuferstraßen führen wird.

Der Stadttunnel ist mit einer Tunnelröhre (zwei Fahrspuren) im „Vordringlichen Bedarf“ und mit einer zweiten Tunnelröhre im „Weiteren Bedarf mit Planungsrecht“ im neuen Bundesverkehrswegeplan ausgewiesen. Mit einer Verwirklichung des Stadttunnels kann realistischer Weise allerdings erst deutlich nach dem Jahr 2015 gerechnet werden.

Bewertung:

Nach den Prognosen von iMA könnte durch den Stadttunnel die Belastung an der Schwarzwaldstraße und den Dreisamuferstraßen bei NO₂ um 17,5 µg/m³ und bei PM10 um 8,9 µg/m³ gegenüber dem Trend 2012 gesenkt werden.

Zur Lösung des Interessenkonflikts zwischen dem Schutz der Wohnbevölkerung an der B 31 vor gesundheitlichen Risiken aufgrund des zu hohen Immissionsniveaus und der Freizügigkeit des Verkehrs kommt dieser Maßnahme eine vorrangige Bedeutung zu, da eine deutliche Absenkung der Immissionsbelastung an der Schwarzwaldstraße nur so zu erreichen ist.

Zudem könnte die Annäherung an das einzuhaltende Schutzniveau hier ohne beschränkende Eingriffe in den Verkehr erreicht werden.

Der Bau des Stadttunnels ist die einzig wirksame Maßnahme mit der das gesetzlich geforderte Immissionsniveau bei NO₂ zumindest näherungsweise im nächsten Jahrzehnt erreicht werden könnte. Die Grenzwerte für PM10 wären sicher eingehalten.

5.2.2 Veränderung des Modal-Splits (M 2)

• Erweiterung und Ausbau des Stadtbahnnetzes

Entsprechend den Zielsetzungen des städtischen Verkehrsentwicklungsplans, nämlich den Autoverkehr in der Stadt durch die Förderung der umweltfreundlichen Verkehrsarten (ÖPNV, Rad- und Fußverkehr) zu reduzieren, kommt dem ÖPNV ein besonderer Stellenwert zu. Hierbei bilden insbesondere die Erweiterung und der Ausbau des Stadtbahnnetzes einen besonderen Schwerpunkt.

Nach dem derzeit gültigen Rahmenzeitplan sollen folgende Stadtbahnprojekte der 1. Prioritätsstufe bis zum Jahr 2010 im Bau bzw. fertiggestellt sein:

- o Stadtbahn Habsburgerstraße (besonderer Bahnkörper – Baubeginn 2008)

Die folgenden weiteren Ausbau-, Erweiterungs- und Erneuerungsmaßnahmen können angesichts der Haushaltssituation der Gebietskörperschaften nach heutigem Kenntnisstand erst nach dem Jahre 2010 verwirklicht werden:

- o Stadtbahn Kronenstraße / Rotteck- / Friedrichring (Baubeginn 2011)
- o Stadtbahn „Neue Messe“ (Baubeginn 2012)
Verlagerungspotenzial vom MIV auf den ÖPNV: 2.260 Personenfahrten je Werktag.
- o Stadtbahnverlängerung Zähringen:
Verlagerungspotenzial vom MIV auf den ÖPNV: 1.200 Fahrten je Tag
- o Stadtbahn Gundelfingen:
Verlagerungspotenzial vom MIV auf den ÖPNV: 2.000 Fahrten je Tag
- o Stadtbahnverlängerung Littenweiler bis Kappler Knoten:
Verlagerungspotenzial vom MIV auf den ÖPNV: 1.080 Fahrten je Werktag.

• Breisgau-S-Bahn

Auch die Umsetzung des „Integrierten regionalen Nahverkehrskonzeptes Breisgau-S-Bahn“ trägt zu weiteren Umsteigeeffekten bei. Der Ausbau des ÖPNV-Angebotes (S-Bahn, Regionalbusse, Stadtbahn und Stadtbusse) in der gesamten Region und die konsequente Verknüpfung der Verkehrsmittel untereinander ermöglicht es den Fahrgästen aus der Region, in zunehmendem Maße auf die Nutzung des Autos zu verzichten. Dies wirkt sich insbesondere positiv auf den Modal-Split im Berufs- und Ausbildungspendlerverkehr aus, der sich mit

67 % MIV-Anteil im Vergleich zum MIV im Binnenverkehr (29 %) deutlich ungünstiger darstellt. Dies zeigt, dass hier noch ein erhebliches Verlagerungspotenzial vorhanden ist.

Mittel- bis langfristig werden z. B. folgende Maßnahmen angestrebt:

- o Erschließung der nördlichen Güterbahn durch die S-Bahn
- o Ausbau des Angebotes auf der Rheintalbahn (zentrale Nord-Süd-Achse)
- o abschnittsweiser zweigleisiger Ausbau der Höllentalbahn bis Kirchzarten
- o Einrichtung eines 15-Minuten-Taktes zwischen Landwasser und Kirchzarten
- o Einrichtung zusätzlicher Haltepunkte
- o Anpassungen des Busnetzes infolge des zusätzlichen Stadtbahnausbaus und von Angebotsausweitungen im Bereich der S-Bahn-Verkehre.

Die vollständige Verwirklichung des Zielkonzeptes der Breisgau-S-Bahn setzt in der Region den durchgängigen Bau des 3. und 4. Gleises der Rheintalstrecke voraus. Bis zum Jahre 2010 werden deshalb allenfalls Teilabschnitte der Breisgau-S-Bahn verwirklicht sein.

• **Parkraumbewirtschaftung**

Eine flächenhafte Parkraumbewirtschaftung der Quartiere im Gürtel um die Innenstadt wurde bereits eingerichtet. Zielsetzung ist u.a., die als Dauerparker im Wohnquartier parkenden Pendler auf den ÖPNV zu verlagern.

Eine Erweiterung der Gebietsabgrenzung nach Süden, Norden und Osten ist vorgesehen und wird für folgende Quartiere geprüft:

- o Neuburg/Herdern
- o Behördenviertel (Sautierstraße)
- o Brühl/Beurbarung
- o Stühlinger Südwest
- o Wiehre Süd (Holbeinstraße/Türkenlouisstraße)
- o Wiehre Ost (Seminarstraße).

• **P+R-Plätze**

Durch die Schaffung weiterer P+R-Plätze können Umsteigeeffekte vom MIV zum ÖPNV bewirkt werden. Folgende neue P+R-Plätze bzw. Erweiterungen bestehender Anlagen sind Bestandteil des Verkehrsentwicklungsplans der Stadt Freiburg und für eine mittelfristige Umsetzung überwiegend im Zusammenhang mit den oben genannten Stadtbahnprojekten geplant:

- o **Kappler Knoten: ca. 370 Plätze + 5 Reisebusplätze**
Voraussetzung ist die Verlängerung der Stadtbahn zum Kappler Knoten; die P+R-Anlage ist Bestandteil des rechtskräftigen Bebauungsplans 3-70 „Stadtbahnverlängerung Littenweiler“.

- **Gundelfingen Thiergarten: ca. 350 Plätze**
Voraussetzung ist die Verlängerung der Stadtbahn zur Gemarkungsgrenze Freiburg/Gundelfingen; die P+R-Anlage ist Bestandteil des Planfeststellungsverfahrens „Stadtbahnverlängerung Zähringen“ und liegt teilweise auf Gundelfinger Gemarkung.
- **Neue Messe Freiburg:**
Voraussetzung ist der Neubau der Stadtbahn zum Messegelände Freiburg; die P+R-Anlage ist Bestandteil des Bebauungsplans „Stadtbahn Neue Messe“, der vor dem Aufstellungsbeschluss steht. Die Kapazität der P+R-Anlage steht noch nicht fest. In einer Machbarkeitsstudie wurde eine erste Stufe mit 200 Plätzen dargestellt, bei Verwendung des gesamten Schießplatzareals wären insgesamt bis zu 600 Plätze möglich.
- **Erweiterung der bestehenden P+R-Anlage Zinklern:**
Die hierzu erforderliche Grundstücksfläche wurde von der Stadt Freiburg erworben; die Erweiterung vergrößert die bestehende 290 Plätze umfassende P+R-Anlage etwa um weitere 70 Plätze.
- **Regionale Ausweitung im Zusammenhang mit Breisgau-S-Bahn:**
Mit Einführung der Regiokarte in den beiden Landkreisen Breisgau-Hochschwarzwald und Emmendingen sowie in der Stadt Freiburg stiegen die Nutzerzahlen besonders im regionalen Bereich deutlich an. Die Beibehaltung des Tarifsystems und dessen Vervollständigung mit weiteren Tarifangeboten ist auch in den kommenden Jahren ein unverzichtbarer Bestandteil der Verkehrspolitik im Bereich der Region.

Im Zusammenhang mit dem Ausbau der Breisgau-S-Bahn wurden in den vergangenen Jahren bereits zahlreiche neue P+R-Anlagen an den Bahnhöfen in der Region, insbesondere an den Pilotstrecken nach Breisach, Endingen und Elzach oder an der Höllentalbahn (z.B. Kirchzarten oder Titisee) errichtet, um den Fahrgästen so früh wie möglich ein Umsteigen auf den ÖPNV zu ermöglichen. Neben weiteren Anlagen, die im Zuge der weiteren Umsetzung der Breisgau-S-Bahn geplant sind, soll in den nächsten Jahren auch ein Konzept entwickelt werden, mit dem via Internet oder anderen geeigneten Medien über das regionsweite P+R-Angebot informiert werden soll.

- **Förderung des Radverkehrs**

Freiburg besitzt ein Gesamtkonzept einer konsequenten Radverkehrsförderung. Danach ist ein kontinuierlicher weiterer Ausbau und eine Komplettierung der Radverkehrsinfrastruktur (Radstreifen/-wege, Abstellplätze, Bike and Ride-Anlagen, Wegweisung, usw.) vorgesehen. Hiermit können mit verhältnismäßig geringem Aufwand weitere Steigerungen des Radverkehrsanteils im Modal-Split erzielt und damit MIV-Fahrten ersetzt und vermieden werden.

Geplante Maßnahmen sind z. B.:

- Lückenschlüsse im Radwegenetz (z.B. Güterbahnradweg, Berliner Allee, usw.)
- weitere Radabstellplätze Innenstadt
- Bike and Ride-Anlagen
- Öffnung Einbahnstraßen usw..

- **Förderung des Fußverkehrs**

Eine Vielzahl von Maßnahmen mit dem Ziel, zu Fuß Gehenden sichere und komfortable Wegeverbindungen in die Stadt anzubieten, sind bereits umgesetzt und werden auch konsequent weitergeführt, z. B.

- Einrichtung von Spielstraßen (verkehrsberuhigte Bereiche)
- Verbesserung der Überschreitbarkeit von Hauptverkehrsstraßen (Fußgängerüberwege an Stelle von Unterführungen)
- Signalisierung des Fußverkehrs ohne Zwischenhalt auf Mittelinsel
- Einrichtung von Querungshilfen
- fußverkehrsfreundliche Platzgestaltung in Stadtteilzentren.

- **Mobilitätsberatung**

In Freiburg wird bereits heute von verschiedenen Institutionen eine Mobilitätsberatung durchgeführt. Hierzu gehört z. B. ein entsprechendes Service-Angebot der Freiburger Verkehrs AG, die Dienstleistungen in der Fahrradstation „mobile“ incl. Car-Sharing-Angebot sowie die Beratung der Arbeitsgruppe „umweltfreundlich zum Betrieb“. Auch das Forum Vauban ist mit Informationsveranstaltungen und der Erstellung eines Handbuchs zur Förderung einer alternativen Mobilität in diesem Sinne tätig. Durch das Informations- und Beratungsangebot dieser Einrichtungen können Umsteigeeffekte auf die umweltfreundlichen Verkehrsarten bewirkt werden.

Ziel ist es, weitere Akteure zu motivieren, diese Beispiele aufzugreifen und im eigenen Bereich ähnliche Beratungsangebote anzubieten und damit auch für ein umweltfreundliches Mobilitätsverhalten zu werben.

Bewertung:

Im Verkehrsentwicklungsplan der Stadt Freiburg sind zahlreiche Maßnahmen der Stadt zur Förderung des Umweltverbunds beschrieben. Bei kompletter Umsetzung dieser Maßnahmen ist eine weitere Verschiebung des Modal-Split zugunsten der umweltfreundlichen Verkehrsmittel zu erwarten (siehe Abb. 5.2.2-1). Dem entsprechend könnte mit einer Absenkung des Immissionsniveaus bei NO₂ um ca. 2,5 µg/m³ und bei PM10 um 1,7 µg/m³ im Stadtgebiet Freiburg gerechnet werden.

Da diese Maßnahmen im Jahr 2010 aber in wesentlichen Teilen noch nicht verwirklicht sein werden, ist nur mit einer geringfügigen Veränderung des Modal-Splits zu rechnen. Bis zum Jahr 2010 wird sich allenfalls ein relativ geringer Anteil dieses Minderungspotenzials (weniger als 1 µg/m³ bei NO₂ und 0,5 µg/m³ bei PM10) verwirklicht haben.

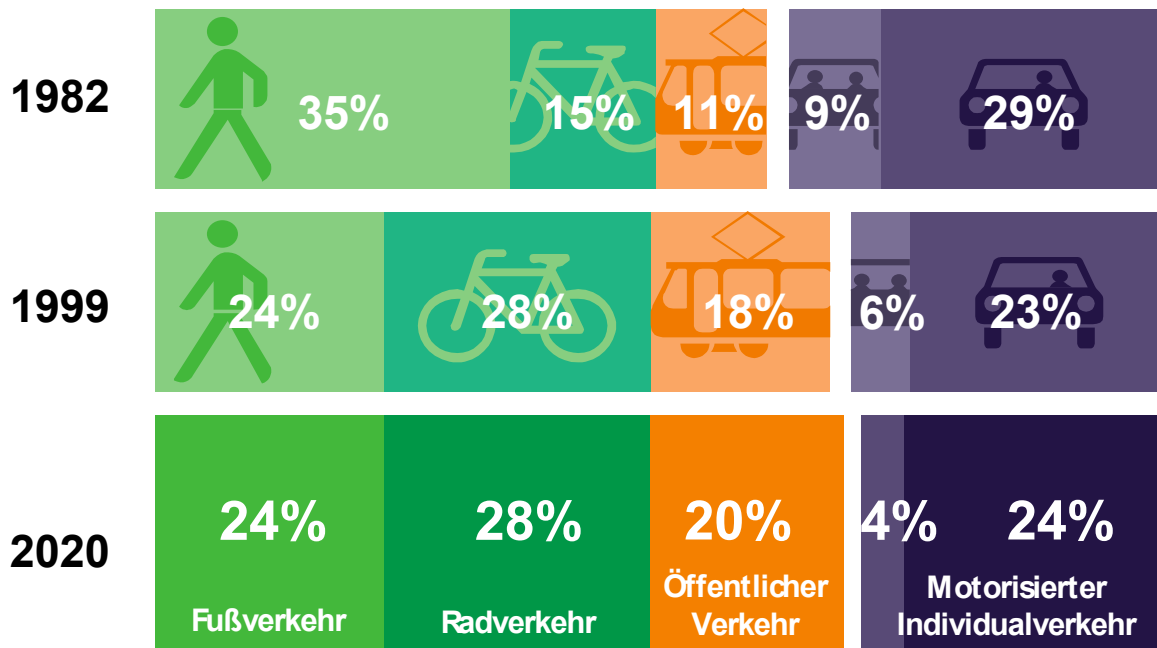


Abb. 5.2.2-1: Bisherige und zu erwartende Veränderungen des Modal-Splits im Binnenverkehr der Freiburger bei Verwirklichung der im Verkehrsentwicklungsplan enthaltenen Maßnahmen

5.2.3 Verkehrslenkung und -verflüssigung (M 3)

- **Verbesserungsmöglichkeiten in der Verkehrssteuerung**

Mit dem Projekt Stadtbahn Habsburgerstraße werden die vorhandenen Altanlagen zwischen Siegesdenkmal und Hauptstraße erneuert und ebenfalls über den Verkehrsrechner gesteuert und koordiniert. Verbesserungen im Verkehrsablauf sind damit möglich.

Die Signalanlagen im Zuge der übrigen Hauptverkehrsstraßen sind bereits koordiniert und werden zum überwiegenden Teil verkehrsabhängig gesteuert. Die Steuerung wird laufend überprüft und an geänderte Rahmenbedingungen angepasst. Optimierungen erfolgten z. B. für die B 31 zwischen westlichem Tunnelportal und Kronenbrücke zur Freigabe der B 31 Ost neu oder für die Basler Straße zwischen Eschholzstraße und Kronenstraße im Zuge der Stadtbahn Haslach. Aufgrund des damit erreichten Standards ist das Potenzial für Verbesserung des Verkehrsflusses - und damit auch für eine Reduzierung der Schadstoffemissionen - begrenzt. Folgende Möglichkeiten kommen für eine weitergehende Prüfung in Betracht bzw. sind vorgesehen:

- Umfangreiches Modernisierungsprogramm für Signalanlagen durch Umstellung von Festzeitsteuerung auf verkehrsabhängige Steuerung sowie Austausch von alten Steuergeräten, z. B. in Höhe der Kronenbrücke und im Zuge der Eschholzstraße.
- Verzicht auf progressive Fußverkehrsschaltung an relevanten Knotenpunkten mit der Folge von Wartezeiten auf (teilweise schmalen) Mittelinseln. (Dies ist jedoch kontraproduktiv im Hinblick auf die Förderung des Fußverkehrs).

- Teilweise Einschränkung der ÖPNV-Bevorrechtigung (wie heute bereits an manchen Brennpunkten, z.B. im Bereich Dreisambrücken) zugunsten des MIV. Die Folge wären deutliche Erhöhung der Wartezeiten für ÖV-Fahrzeuge vor Signalanlagen mit Verlust an Attraktivität und Fahrkomfort für Fahrgäste. (Dies ist jedoch kontraproduktiv im Hinblick auf die Förderung des ÖPNV).
- Differenzierung der ÖPNV-Bevorrechtigung mit flexiblem Bevorrechtigungsgrad unter Berücksichtigung der Fahrplanlage der jeweiligen Fahrzeuge (höherer Bevorrechtigungsgrad nur bei Verspätungen). Als Voraussetzung müssten Anlagen teilweise auf Datenfunk umgerüstet werden, der jedoch derzeit technisch noch an Grenzen stößt, wie das Beispiel Stadtbahn Vauban zeigt, wo im Frühjahr 2008 der Datenfunk gegen eine konventionelle Lösung wieder ausgetauscht wurde.
- Reduzierung von Kleinstörungen im Verkehrsablauf durch verstärkte Überwachung (Halten in 2. Reihe).
- Für die Zukunft Einsatz neu entwickelter modellbasierter Steuerungsverfahren anstelle der bisherigen messwertbasierten Steuerung. Bei diesem neuesten Steuerungsverfahren erfolgt eine automatische Anpassung der Signalprogramme nicht mehr auf den Einzelknoten bezogen sondern mit dem Ziel einer Netzoptimierung.
- Dosierung des zufließenden Verkehrs am jeweils ersten Knotenpunkt (Basler Straße / Feldbergstraße; Kronenbrücke-Süd) um Überlastungen und damit Beeinträchtigungen der Grünen Welle in nachfolgenden Streckenabschnitten zu vermeiden. Diese Maßnahme käme allerdings für den Zufluss B 31 von Osten wegen Rückstaugefahr in den Tunnel keinesfalls in Betracht.

- **Verkehrsleitsystem**

Die Erweiterung des in Freiburg bestehenden Parkleitsystems zu einem Verkehrsleitsystem ist längerfristig vorgesehen. Hiermit soll insbesondere zur Entlastung der Innenstadt bereits am Stadtrand mit Wechselanzeigen auf die P+R-Plätze (Belegungsanzeige) und das ÖPNV-Angebot (Abfahrtszeiten, Zugfolge, Fahrpreis usw.) hingewiesen werden. Dies kann sowohl abhängig von der Immissionssituation, als auch von den Verkehrsverhältnissen im weiteren Streckenverlauf erfolgen.

Daneben ermöglicht das System eine flexible Wegweisung bei Sondersituationen (Großveranstaltungen, Baustellen, usw.).

Bewertung:

Eine relevante Absenkung des Immissionsniveaus bei NO₂ und PM10 durch die beschriebenen Maßnahmen ist an den Belastungsschwerpunkten an der Schwarzwald- und der Zähringer Straße erst nach Verwirklichung des integrierten Verkehrsleitsystems zu erwarten. Dieses wird erst längerfristig zur Verfügung stehen.

5.2.4 Fahrzeugtechnik (M 4)

Die öffentliche Diskussion dreht sich derzeit hauptsächlich um die Ausrüstung von Dieselfahrzeugen mit Partikelfiltern. Dieselpartikelfilter haben erhebliche Minderungspotenziale sowohl beim Einsatz in Neufahrzeugen als auch bei der Nachrüstung von Altfahrzeugen. Aufgrund der hohen mittleren Fahrzeuglebensdauer hat die Nachrüstung für die künftige Emis-

sionssituation bei PM10 das weitaus größte Potenzial. Entsprechende Konsequenzen sollte - auch im Hinblick auf mögliche Verkehrsverbote - jeder Besitzer eines älteren Fahrzeugs ziehen.

Diese Maßnahmen entfalten jedoch keine Wirkung hinsichtlich der Reduktion der NO_x-Emissionen. Bei den CRT-Filtern (das sind Dieselpartikelfilter mit vorgeschaltetem Oxikat), mit denen schwere Nutzfahrzeuge, insbesondere Linienbusse häufig nachgerüstet werden, muss sogar mit etwas höheren NO₂-Emissionen gerechnet werden.

Zur Minderung der NO_x-Emissionen kommen folgende Strategien in Frage:

- der Ersatz von älteren Dieselfahrzeugen durch Fahrzeuge der Euronorm 4 - vorzugsweise mit Benzin- oder Erdgasantrieb
- bei schweren Nutzfahrzeugen (einschließlich Bussen) die Nachrüstung bzw. die Neubeschaffung von Fahrzeugen mit SCR-Technik.

Die Träger des ÖPNV, die öffentliche Hand und sonstige Verkehrsdienstleister sind aufgefordert, mit gutem Beispiel voranzugehen. Die in Frage kommenden Unternehmen und Dienststellen erhielten im Rahmen der Aufstellung des Luftreinhalteplans Gelegenheit, ihre Aktivitäten und Pläne darzulegen. Soweit davon Gebrauch gemacht wurde, wird dies nachfolgend wiedergegeben.

• **Förderung der Neubeschaffung von Erdgasfahrzeugen**

Erdgas als Kraftstoff wird bereits heute steuerlich gefördert. Bis zum Jahr 2020 ist Erdgas bei der Mineralölsteuer begünstigt und kostet etwa 50 % weniger als Benzin und Diesel. Die meisten auf dem Markt befindlichen Erdgasfahrzeuge erfüllen die Abgasnorm Euro 4 und waren damit bis Ende 2005 von der Kfz-Steuer befreit.

Die Schadstoffemissionen eines Erdgasfahrzeugs liegen erheblich unter denen eines Dieselfahrzeugs, aber auch noch niedriger als beim Benzin-Pkw. Im Vergleich zum Diesel-Pkw sind die Partikelemissionen um nahezu 100 % und die NO_x-Emissionen um ca. 80 % reduziert. Im Vergleich zum Benzin-Pkw liegen die NO_x-Emissionen um ca. 20 % niedriger.

Der regionale Energieversorger „badenova“ unterstützt den Kauf eines neuen Erdgasfahrzeugs mit 250,- Euro in Form von Tankgutscheinen. Zur Zeit werden auch mehrere Taxen in Freiburg mit Erdgas betrieben.

Die Firma „badenova“ hat von ihrem ca. 500 Fahrzeuge umfassenden Fahrzeugpark den Großteil auf Erdgas umgestellt. Im November 2007 hat die Stadt Freiburg 35 Erdgasfahrzeuge in Betrieb genommen.

Das Netz der öffentlich zugänglichen Erdgastankstellen wächst stetig. Bis zum Jahr 2007 waren flächendeckend an ca. 800 Markentankstellen Erdgastankanlagen eingerichtet. In Freiburg gibt es zur Zeit zwei Tankstellen. Dazu kommen im 50 km-Umkreis 5 weitere Erdgastankstellen.

- **Umstellung der ÖPNV-Busflotte auf emissionsarmen Betrieb:**

Folgende Technologien sind zumindest teilweise im Einsatz oder stehen zur Wahl:

Bei Bussen mit Dieselantrieb

- Oxikat
- CRT-Filter
- SCR-Filter
- EEV-Standard

alternativ

- Erdgasantrieb.

Beim **Oxikat** handelt es sich um einen Oxidationskatalysator, der unverbrannte Bestandteile im Abgas nachverbrennt und damit auch den Ruß- bzw. Partikelaustritt reduziert. In der Regel sind auch die älteren Dieselfahrzeuge bereits mit einem Oxikat ausgerüstet, jedoch sind sowohl die Stickoxid- als auch die PM10-Emissionen dieser Fahrzeuge noch beträchtlich.

ÖPNV-Busse können im innerstädtischen Betrieb einen durchaus nennenswerten Beitrag zur Ruß- und PM-10-Belastung liefern, insbesondere an Busbahnhöfen oder stark frequentierten Linien. Die Nachrüstung von Dieselfahrzeugen mit einem Rußfiltersystem, etwa dem CRT-System (Continuously Regenerating Trap) der Firma HJS, ist möglich und wird vom Land Baden-Württemberg gefördert. Durch den Einsatz eines **CRT-Filtersystems** - hier handelt es sich um Dieselpartikelfilter mit vorgeschaltetem Oxikat - wird die Partikelemission um etwa 95 % gemindert.

Sowohl Oxikat als auch CRT-Filter haben einen gravierenden Nachteil. Üblicherweise wird von den Dieselmotoren überwiegend Stickstoffmonoxid (NO) als Schadstoff emittiert, der erst in der Atmosphäre zu Stickstoffdioxid (NO₂) oxidiert wird. Der Einsatz der o.g. Filtersysteme führt zu höheren Anteilen von NO₂ im Abgas und ist eine der Ursachen für unverändert hohe NO₂-Immissionen, obwohl die Belastung durch Stickstoffoxide (NO_x) insgesamt und NO rückläufig ist.

Um die NO_x-Emissionen zu reduzieren müssten Altfahrzeuge mit **SCR-Filtern** (SCR = selektive katalytische Reduktion) nachgerüstet werden. In diesen Filtern wird in einer dritten Reinigungsstufe NO_x mittels Ammoniak zu unschädlichem Stickstoff reduziert. Allerdings haben die Verkehrsbetriebe noch kaum praktische Erfahrungen mit diesem System sammeln können.

EEV (Enhanced Environmentally Friendly Vehicle) ist der gegenwärtig anspruchsvollste europäische Abgasstandard für Busse und Lkw. Diese besonders umweltschonenden Fahrzeuge übertreffen die Abgasqualität der ab Oktober 2008 bei Lkw und Bussen für alle neuen Fahrzeugtypen gültigen Euro 5-Norm. Auf Initiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit fördert die KfW Förderbank die Anschaffung neuer Nutzfahrzeuge, die besonders abgasarm sind. Die Nachrüstung wird ebenfalls mitfinanziert.

Eine weitere Möglichkeit, sowohl die Partikel- als auch die NO_x-Emissionen bei Linienbussen deutlich zu reduzieren, ist der Einsatz von **Erdgas-Bussen**. Gegenüber einem Euro 3-Dieselmotor liegen die Minderungen bei Partikeln bei ca. 90 % und bei NO_x bei bis zu 85 %.

Die Träger des ÖPNV, die öffentliche Hand und sonstige Verkehrsdienstleister sind aufgefordert, mit gutem Beispiel voranzugehen. Die in Frage kommenden Unternehmen und Dienststellen erhielten im Rahmen der Aufstellung des Luftreinhalte- und Aktionsplans Gelegenheit, ihre Aktivitäten und Pläne darzulegen.

Die Stellungnahmen der Verkehrsbetriebe werden nachfolgend wiedergegeben:

Freiburger Verkehrs AG:

Mittlerweile besitzt die Freiburger Verkehrs AG 20 Buseinheiten mit der strengen Euro-5-Abgasnorm. Zwölf dieser Fahrzeuge erfüllen darüber hinaus die EEV-Norm und entsprechen damit den strengsten zur Zeit definierten europäischen Abgasnormen. Somit ist mittlerweile rund ein Viertel der Busflotte der Freiburger Verkehrs AG mit der Euro-5- bzw. der EEV-Norm ausgestattet. Auch für die mittelfristig weiter vorgesehenen Busbeschaffungen in der Größenordnung von 6 - 8 Fahrzeugen pro Wirtschaftsjahr ist beabsichtigt, die EEV-Norm umzusetzen. Neben dem Einsatz von Filtertechniken kommt bei der VAG ausschließlich schwefelfreier Diesel zum Einsatz.

Alle anderen Busse der VAG entsprechen mindestens der Euro 2 Norm und verfügen fast vollständig über CRT-Rußfilter. Durch diese Maßnahmen reduziert sich der Gesamtausstoß an Feinstäuben der gesamten VAG-Busflotte auf deutlich weniger als 100 kg Feinstäube pro Jahr. Zum Vergleich: Wären sämtliche Busse der VAG nicht mit dem wirksamen CRT-Filter ausgestattet, würden jährlich 1.650 kg, d.h. mehr als das 16-fache an Feinstäuben, die Umwelt belasten.

In Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit sind Dieselsebusse nicht zu übertreffen. 1995 fand ein mehrwöchiger Test mit 2 Erdgasbussen im Liniennetz der VAG statt. Der energetische Mehrverbrauch betrug damals mehr als 60 % gegenüber dem Dieselsebus und die Reichweite der Fahrzeuge war mit 220 – 250 km viel zu gering. Dieses Ergebnis führte 1997 zu der Entscheidung für den Dieselmotor unter Einsatz der CRT-Filter.

Mit den o.g. Maßnahmen erfüllt bzw. übertrifft die VAG-Busflotte die Anforderungen, die der Gemeinderat für den städtischen Fuhrpark formuliert hat.

Weiterhin hat die VAG in den letzten Jahren die Stadtteile Haslach und Vauban an das Stadtbahnnetz angeschlossen und damit Dieselsebusse durch die besonders umweltfreundlichen Straßenbahnen ersetzt.

SBG SüdbadenBus GmbH:

Die Nachrüstung vorhandener Omnibusse mit Partikelfiltern ist nach Auffassung der SBG nicht unproblematisch. Die für ein befriedigendes Reinigungsverhalten der Filter erforderliche Regelungstechnik sei bei älteren Motoren nicht vorhanden und könne auch bei neueren nicht wirtschaftlich sinnvoll nachgerüstet werden. Insofern halte man die Nachrüstung von Partikelfiltern - auch unter Berücksichtigung der hierfür gewährten Förderung nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG)- für wenig sinnvoll. Man präferiere vielmehr die vorzeitige Einführung der Euro 4-Technologie durch verstärkte Investition in Neufahrzeuge und würde es begrüßen, wenn Mittel nicht für Nachrüstlösungen gebunden würden und die nur begrenzt zur Verfügung stehenden GVFG-Mittel zur Förderung von Neufahrzeugen erhalten blieben.

Zum Jahresende 2005 entsprachen ca. 92 % des Busbestandes der SBG Euro 2 und besser. Etwa die Hälfte der Fahrzeuge war mit Oxidationskatalysatoren ausgestattet. Zum 01.10.2005 wurden die ersten sechs Euro 4-Fahrzeuge in Betrieb genommen. Diese verfügen über eine geregelte Abgasrückführung und CRT-Filter.

Die im Jahr 2006 beschafften Omnibusse erfüllen die Anforderungen der Euro 4-Norm. Benötigte Reduktionsmittel in Form von wässrigen Harnstofflösungen („AdBlue“) werden an den Betriebstankstellen vorgehalten.

Der Einsatz von Biodiesel kommt nach Auffassung der SBG wegen berichteten Schäden an Partikelfiltern und Einspritzanlagen nicht in Frage, weil eine sichere und pünktliche Betriebsabwicklung oberste Priorität hat.

Die Entwicklung von synthetischen Kraftstoffen, z.B. „Sunfuel“ aus Biomasse, werde aufmerksam verfolgt. Sobald dieser Kraftstoff zu wirtschaftlichen Konditionen verfügbar sei, werde eine Einführung in Erwägung gezogen.

Erdgas als Treibstoff komme aus mehreren Gründen - vor allem aber aus Kostengründen - nicht in Frage. Die besonderen Bedingungen des Regionalverkehrs mit seiner dezentralen Fahrzeugabstellung würden eine relativ dichte Tankstelleninfrastruktur im gesamten Verkehrsgebiet erfordern. Die entsprechenden Investitionen wären sehr kostenintensiv und würden auch wesentlich höhere Betriebskosten als Diesel-Tankstellen verursachen.

Durch den vorgezogenen Übergang auf Euro 4-Technik können die neubeschafften Omnibusse der SBG zu einer Absenkung der Feinstaub- und NO_x-Emissionen führen. Die SBG ist bestrebt, auch Euro 5-Omnibusse vorzeitig zu beschaffen, um so ihren Beitrag zur Einhaltung der ab 2010 geltenden NO₂-Grenzwerte zu leisten.

Die SBG weist abschließend darauf hin, dass der Kraftstoffverbrauch pro Fahrgast und damit auch der Schadstoffausstoß beim Omnibus wesentlich geringer ist, als beim Individualverkehr.

Breisgau-S-Bahn GmbH:

Das Unternehmen betreibt Schienenpersonennahverkehr auf den Linien zwischen Freiburg-Hbf und Breisach und zwischen Freiburg-Hbf und Elzach. Mit 19 modernen Dieseltriebwagen werden täglich ca. 24.000 Fahrgäste befördert, was nach Auffassung des Unternehmens eine erhebliche Schadstoffentlastung im Vergleich zum Individualverkehr bringt. Die Fahrzeuge entsprechen in ihrem Abgasverhalten den gesetzlichen Vorschriften. Das Unternehmen will sich einer Weiterentwicklung bei den Maßnahmen zur Luftreinhaltung nicht verschließen, wenn diese eisenbahntechnisch umsetzbar und im Rahmen seiner Möglichkeiten im ÖPNV durchführbar sind.

SWEG Südwestdeutsche Verkehrs-Aktiengesellschaft:

Dieses Unternehmen betreibt in Freiburg keinen Nahverkehr. Lediglich Schienenfahrzeuge der Münstertalbahn fahren im Auftrag der Deutsche Bahn AG in den Hauptbahnhof in Freiburg. Das Unternehmen teilte mit, die Fahrzeuge seien alle neueren Datums und erfüllten

die gesetzlichen Anforderungen. Seit Jahren würden die Fahrzeuge mit schwefelfreiem Diesel betankt.

- **Nachrüstung oder beschleunigte Ersatzbeschaffung des öffentlichen Fuhrparks auf Euro 4 oder besser (und Partikelfilter) oder Neubeschaffung von Fahrzeugen mit Erdgasantrieb**

Neben dem ÖPNV sind auch die Fuhrparks der öffentlichen Hand für den innerstädtischen Verkehr und damit auch hinsichtlich der Schadstoffimmissionen von Interesse. Eine besondere Bedeutung für die Luftreinhaltung haben die Stadt Freiburg und die Behörden des Landes auch deshalb, weil sie gleichzeitig eine Vorbildfunktion ausüben. Nachfolgend werden die Ergebnisse der entsprechenden Erhebungen zusammengefasst:

Stadt Freiburg:

Nach dem Beschluss des Gemeinderates vom 04.10.2005 setzen sich der Gemeinderat und die Stadtverwaltung dafür ein, dass der Fuhrpark der Stadtverwaltung (und anderer städtischer Gesellschaften) schnellstmöglich und weitmöglichst auf Fahrzeuge mit Erdgasantrieb oder Fahrzeuge mit biogenen Treibstoffen umgerüstet wird.

Beim Großteil der städtischen Pkw handelt es sich um Leasingfahrzeuge. Entsprechend dem o.g. Beschluss des Gemeinderates wurden im Dezember 2007/Januar 2008 die Anzahl der Fahrzeuge weiter reduziert und gegen 51 Neufahrzeuge ausgetauscht. Von 51 Fahrzeugen wurden 35 mit Erdgasantrieb ausgerüstet, also über 2/3. Im Hinblick auf die Feinstaubbelastung und den Stickoxidausstoß wurden die restlichen Pkw ausschließlich als Benzin-Neufahrzeuge mit der höchsten Abgasnorm in Betrieb genommen und generell auf Diesel-Fahrzeuge verzichtet.

Einen großen Teil des städtischen Fuhrparks machen Nutzfahrzeuge aus. Die Modernisierung des Fahrzeugbestandes ist Bestandteil der vom Gemeinderat beschlossenen strukturellen Schritte der Verwaltungsreform der Stadt Freiburg. In diesem Zusammenhang wird auch der Nutzfahrzeugpark schrittweise erneuert. Zur Reduzierung des Fahrzeugbestandes wird künftig verstärkt mit der ASF GmbH im Wege der gemeinsamen Nutzung von Fahrzeugen neuester Bauart kooperiert. Bei Beschaffungen wird vorrangig die Umstellung auf Erdgas geprüft und die jeweils neueste Technologie zur Abgasreinigung und Emissionsminderung in Fahrzeugen entsprechend dem aktuellen Stand der Automobilindustrie berücksichtigt.

Im Hinblick auf diesen Umsetzungszeitraum, der auch von den finanziellen Rahmenbedingungen bestimmt wird, wird die Stadt die Ausnahmen von Fahrverboten im Bereich der Arbeitsmaschinen und -geräte, land- und forstwirtschaftlichen Zugmaschinen bzw. der Fahrzeuge, für die Sonderrechte nach § 35 Straßenverkehrsordnung bestehen, für eine Übergangszeit teilweise oder voll in Anspruch nehmen. Die Anstrengungen zur Umstellung des Fuhrparks werden jedoch wie beschrieben unverändert fortgesetzt.

ASF GmbH

zum aktuellen Stand der Bemühungen um einen schadstoffarmen Fahrzeugpark:

Tab. 5.2.4-1: Angaben zum Fahrzeugbestand der ASF GmbH

Zahl der Fahrzeuge der ASF GmbH:		112			
Antriebsart (ohne Arbeitsmaschinen)			Abgasnorm	Anzahl	Anteil
Benzinfahrzeuge	2,7 %		Euro 0	10	8,9 %
Dieselfahrzeuge	95,5 %		Euro 1	0	0,0 %
Erdgasfahrzeuge	1,8 %		Euro 2	56	50,0 %
			Euro 3	18	16,1 %
			Euro 4	25	22,3 %
			Euro 5	1	0,9 %
			Sonstige	2	1,8 %

Im Fahrzeugbestand der ASF befinden sich noch 10 (inkl. Abgasnorm „Sonstige“ 12) Fahrzeuge (Geräteträger und Lkw) mit der Schadstoffklasse Euro 0 und keine Fahrzeuge der Schadstoffklasse Euro 1.

Bei den Fahrzeugen der Schadstoffklasse Euro 0 und Sonstige handelt es sich um:

- 4 Winterdienst- Lkw's (Einsatz nur während der Winterdienstperiode)
- Fahrzeuge der Straßenreinigung: Winterdienst Handreiniger / davon 3 Reserve, Pick Up klein (Pkw mit Pritsche)
- 2 Fahrzeuge: Geräteträger (Einsatz nur während der Winterdienstperiode)
- 1 Fahrzeug: Schlepper auf der Deponie

Die 4 Winterdienst-Lkw und 2 Geräteträger sind nur während der Winterdienstperiode im Einsatz. Es handelt sich hierbei um sehr alte Fahrzeuge, welche je nach technischem Zustand sukzessive gegen neuere gebrauchte Fahrzeuge ausgetauscht werden. Ein Austausch der Fahrzeuge bzw. eine Nachrüstung der verbleibenden Fahrzeuge mit Rußpartikelfiltern wäre technisch bis 2010 möglich. Der sofortige Austausch ist nicht im Investitionsplan vorgesehen. In diesem Fall muss aber der mittelfristige Investitionsplan der ASF GmbH sowie das Betreiberentgelt der Stadt für den Einzelleistungsvertrag Stadtreinigung entsprechend angepasst werden.

Der Einsatz der Winterfahrzeuge erfolgt saisonal und bedarfsabhängig, so dass sich das Ausmaß der Emissionen gegenüber dauerhaft eingesetzten Fahrzeugen relativiert. Jedoch ist auch aus operativer Sicht ein rascher Ersatz der älteren Winterdienstfahrzeuge wünschenswert und wird im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten forciert. Der Ersatz zweier Geräteträger wurde um ein Jahr vorgezogen und somit wurden zwei Euro 0-Fahrzeuge durch Euro 4-Fahrzeuge ersetzt.

Von den 5 Fahrzeugen in der Straßenreinigung (Pick Up zum Transport der Handreiniger) sind 3 Reservefahrzeuge. Die anderen beiden Pick Up's werden nur im Winterdienst eingesetzt. Sie sollen in naher Zukunft durch Erdgas-betriebene Fahrzeuge ersetzt werden.

Momentan sind ein Erdgas-betriebener Pkw für Kontrolle und Koordination der Reinigung und ein Erdgas-betriebenes Sammelfahrzeug für die Papierkorbentleerung im Innenstadtbereich im Einsatz.

2005 wurde die systematische Umstellung auf Erdgas-betriebene Müllwagen in einem Feldversuch getestet. Ca. 21 Müllfahrzeuge (hauptsächlich Euro 2-Norm oder höher) bedienen den Kommunalauftrag Stadt. Wie viele hiervon durch einen Erdgas-Müllwagen ersetzt werden können, hängt wiederum von der zu entsorgenden Fraktion, der topographischen Lage der Entsorgungstour und dem Stand der Technik ab. Die Ergebnisse sprechen aktuell noch gegen den Einsatz von erdgasbetriebenen Fahrzeugen im Schwerlastverkehr. Die höheren Anschaffungskosten, der energetische Mehrverbrauch, die verringerte Leistung sowie die technischen Risiken überwiegen die Vorteile der Treibstoffpreise und die der Emissionen. Derzeit raten sogar namhafte Hersteller von der erdgasbetriebenen Variante ab. Die ASF beobachtet jedoch weiterhin die technischen Entwicklungen auf diesem Sektor und prüft kontinuierlich die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten von Erdgasfahrzeugen.

Im Pkw-Bereich erfüllen bereits heute alle Fahrzeuge die Euro 4- oder Euro 5-Norm.

Ein vollständiger Austausch aller Fahrzeuge der ASF GmbH mit einer derzeitigen Schadstoffklasse unter Euro 2 wird, vor allem im Winterdienstbereich, bis 2010 nach Auffassung der ASF im Rahmen des mittelfristigen Investitionsplanes nicht vollumfänglich möglich sein. In Abhängigkeit von der Verfügbarkeit von Rußpartikelfiltern werden Fahrzeuge in den nächsten Jahren umgerüstet. Die Umrüstung bzw. der Umtausch von reinen Arbeitsgeräten und Maschinen (z. B. Häcksler) wird davon abhängen, wie schnell die Gerätehersteller in der Lage sein werden, ihre Geräte und Maschinen als Euro 4- bzw. Euro 5-Geräte oder zumindest entsprechende Umrüstsätze anzubieten. Alle Ersatz- und Neuinvestitionen werden seit 2005 als Euro 4- oder Euro 5-Variante mit Rußpartikelfilter geplant und realisiert. Dies betrifft auch diejenigen Fahrzeuge, welche aufgrund Ihrer Art und Ihres Einsatzes (z.B. selbstfahrende Arbeitsmaschinen) keiner Abgasnorm/Regelung unterliegen.

Regierungspräsidium Freiburg:

Der Bestand an Kraftfahrzeugen wird laufend erneuert. Nach den Vorgaben des Landes werden neue Leasingfahrzeuge mit Dieselmotor und Partikelfilter beschafft.

Für den Fuhrpark der Polizei dürfen seit jeher nur Kraftfahrzeuge angeschafft oder geleast werden, die hinsichtlich der Geräusch- und Abgasemissionen das nach dem jeweiligen Stand der Technik unvermeidbare Maß nicht überschreiten.

Der polizeiliche Fuhrpark wurde in Baden-Württemberg seit April 2000 zu ca. 80 % auf Leasingfahrzeuge mit ausschließlich Dieselmotor umgestellt. Die Leasingfahrzeuge, die in der Folgezeit gegen neue Leasing- und zwischenzeitlich teilweise auch wieder gegen Kauffahrzeuge getauscht wurden, sind ausnahmslos mit Dieselmotoren ausgestattet, die gegenüber den Ottomotoren verbrauchs- und kostengünstiger sind. Nach einem Beschluss des Landtags dürfen im Interesse des Umweltschutzes im Rahmen vorhandener Mittel nur noch Dieselfahrzeuge für den Fuhrpark des Landes gekauft, gemietet oder geleast werden, die mit Partikelfiltern ausgerüstet sind.

Derzeit bieten nur wenige Hersteller entsprechende Serienfahrzeuge mit Erdgasantrieb an, die sich jedoch aufgrund verschiedener Nachteile zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht als Einsatz-

fahrzeuge der Polizei eignen (eingeschränktes Platzangebot, eingeschränkte Reichweite, Leistungseinbuße, noch keine flächendeckende Versorgung mit Erdgas und schließlich nicht unerhebliche Beschaffungsmehrkosten).

Bewertung:

Besonders die Bemühungen der Stadt Freiburg, der VAG und der ASF GmbH zur Minderung der abgasbedingten Emissionen, insbesondere der PM10-Emissionen, können zumindest punktuell zu einer nennenswerten Entlastung der Bevölkerung beitragen, da die Fahrzeuge in der Regel ganztägig in der Stadt unterwegs sind und häufig in unmittelbarer Nähe der Menschen (z.B. an Haltestellen, in Fußgängerzonen und Wohnstraßen) betrieben werden.

5.2.5 Anforderungen an mobile Maschinen und Geräte (M 5)

Die Verordnung über Emissionsgrenzwerte für Verbrennungsmotoren (28. BImSchV) enthält Regelungen zur Bekämpfung der Emissionen von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Verbrennungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte. Die Verordnung gilt sowohl für Triebwagen, Lokomotiven und Baumaschinen als auch für Kleingeräte wie Rasenmäher und Motorsägen.

Die Anforderungen an den Schadstoffausstoß gelten jedoch nur für das Inverkehrbringen von Motoren, d.h. für neue Aggregate. Der Altbestand von Maschinen und Geräten wird nicht erfasst. Eine Verpflichtung zur Nachrüstung von Altgeräten besteht nicht.

Durch folgende (freiwillige) Maßnahmen können u.a. die PM10-Emissionen bei mobilen Maschinen und Geräten reduziert werden:

- Durch die (vorzeitige) Erneuerung des Maschinen - und Geräteparks können Altgeräte mit hohem Schadstoffausstoß durch schadstoffärmere Geräte ersetzt werden.
- Dieselgetriebene Maschinen können - soweit technisch möglich - mit Partikelfilter nachgerüstet werden.
- Bei benzingetriebenen handgeführten Kleingeräten kann durch den Einsatz von (aroma-freiem) Gerätebenzin der Schadstoffausstoß ebenfalls vermindert werden.

Eine Umfrage bei städtischen Dienststellen und Gesellschaften ergab, dass eine Vielzahl von Maschinen und Geräten im Einsatz ist. Die vorzeitige Erneuerung des Maschinenparks oder die Nachrüstung von dieselgetriebenen Maschinen mit Partikelfiltern stößt in den meisten Fällen an finanzielle Grenzen. Dagegen ist der Einsatz von Gerätebenzin bei handgeführten Kleingeräten gängige Praxis.

5.2.6 Verkehrsbeschränkungen / -verbote (M 6.1 und M 6.2)

Verkehrsbeschränkungen und Fahrverbote für spezielle Fahrzeuggruppen können zu deutlichen Minderungen der Emissionen führen. Auch der selektive Ausschluss hochemittierender Kfz kann eine überproportionale Emissionsminderung bewirken.

Selektive Fahrverbote gehen von der Tatsache aus, dass es innerhalb der Fahrzeugflotte große Unterschiede in der spezifischen Emission gibt, abhängig von Motor- und Abgasreinigungskonzept sowie der Fahrzeug- und Motorgröße. Durch den Ausschluss bestimmter Fahrzeuggruppen lässt sich ein nennenswertes Emissionsminderungspotenzial erreichen, wenn diese Gruppen die stärksten Emittenten umfassen und einen wesentlichen Anteil an der lokalen Fahrleistung haben.

Fahrverbote für hochemittierende Fahrzeuggruppen entsprechen dem Verursacherprinzip, nach dem Maßnahmen die Verursacher nach ihrem Anteil an den Emissionen belasten sollen.

Die Unterschiede in der Emission zwischen verschiedenen Schadstoffstufen zeigen die Abbildungen 5.2.6-1 für NO_x und 5.2.6-2 für Partikel. Moderne Euro 4-Fahrzeuge weisen im Vergleich zu Altfahrzeugen Emissionsminderungen zwischen 40 und 97 % auf.

Absolut gesehen liegen die Emissionen der schweren Nutzfahrzeuge (sNfz) und Busse in jedem Fall um ein Vielfaches über denen der Pkw. Setzt man die Emissionsfaktoren von Pkw und sNfz ins Verhältnis, so emittiert z.B. 1 sNfz ebensoviel NO_x wie 32 Pkw. Dies bedeutet, dass schon bei einem Fahrleistungsanteil der sNfz von 3 % Pkw und sNfz gleich große Beiträge zur gesamten NO_x-Emission leisten.

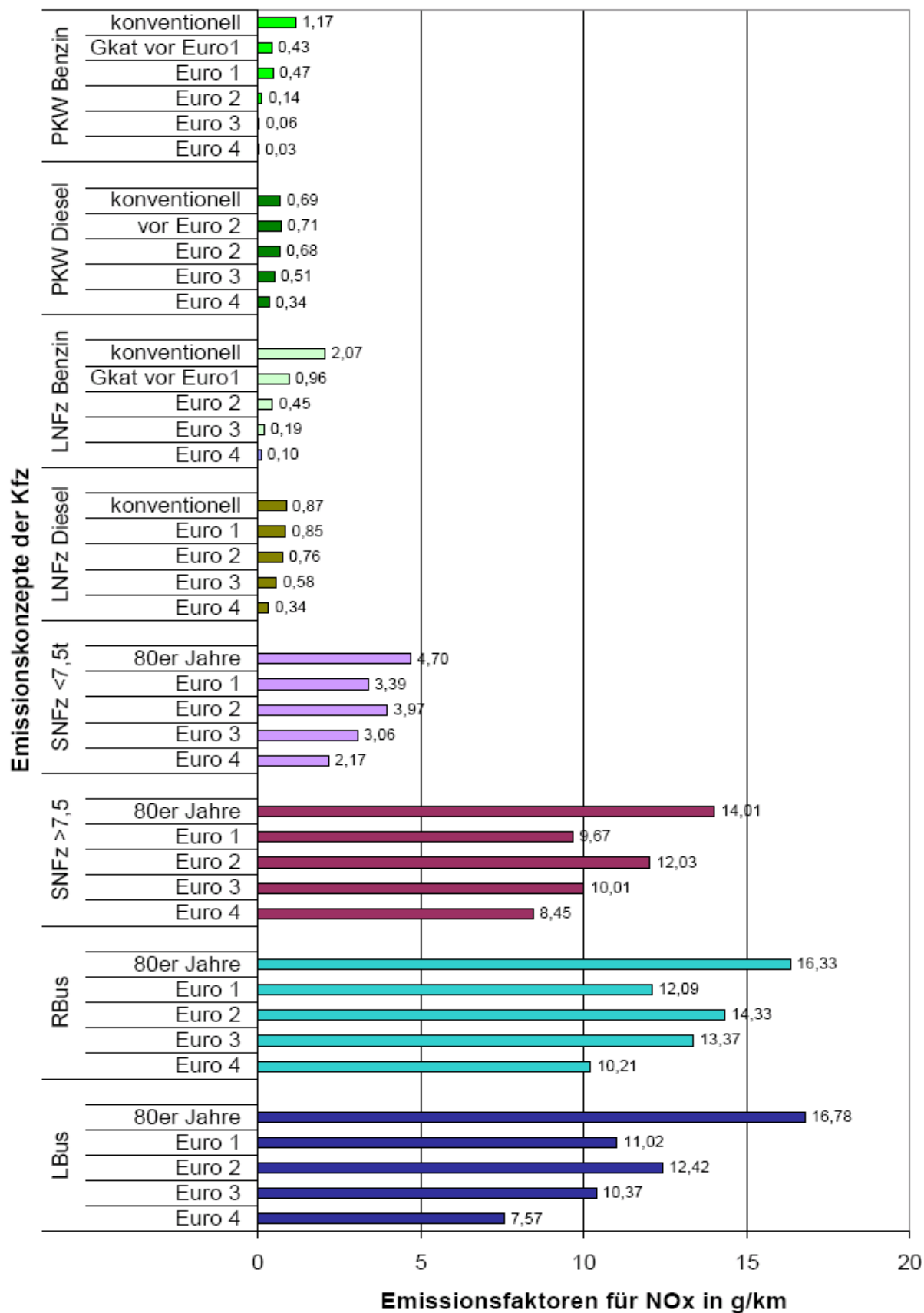


Abb. 5.2.6-1: Emissionsfaktoren für Stickstoffoxide (NOx) nach Emissionskonzepten der Kfz (HBEFA 2.1, gewichtete Verkehrssituationen innerorts, Bezugsjahr 2005), (Quelle: LfU Baden-Württemberg)

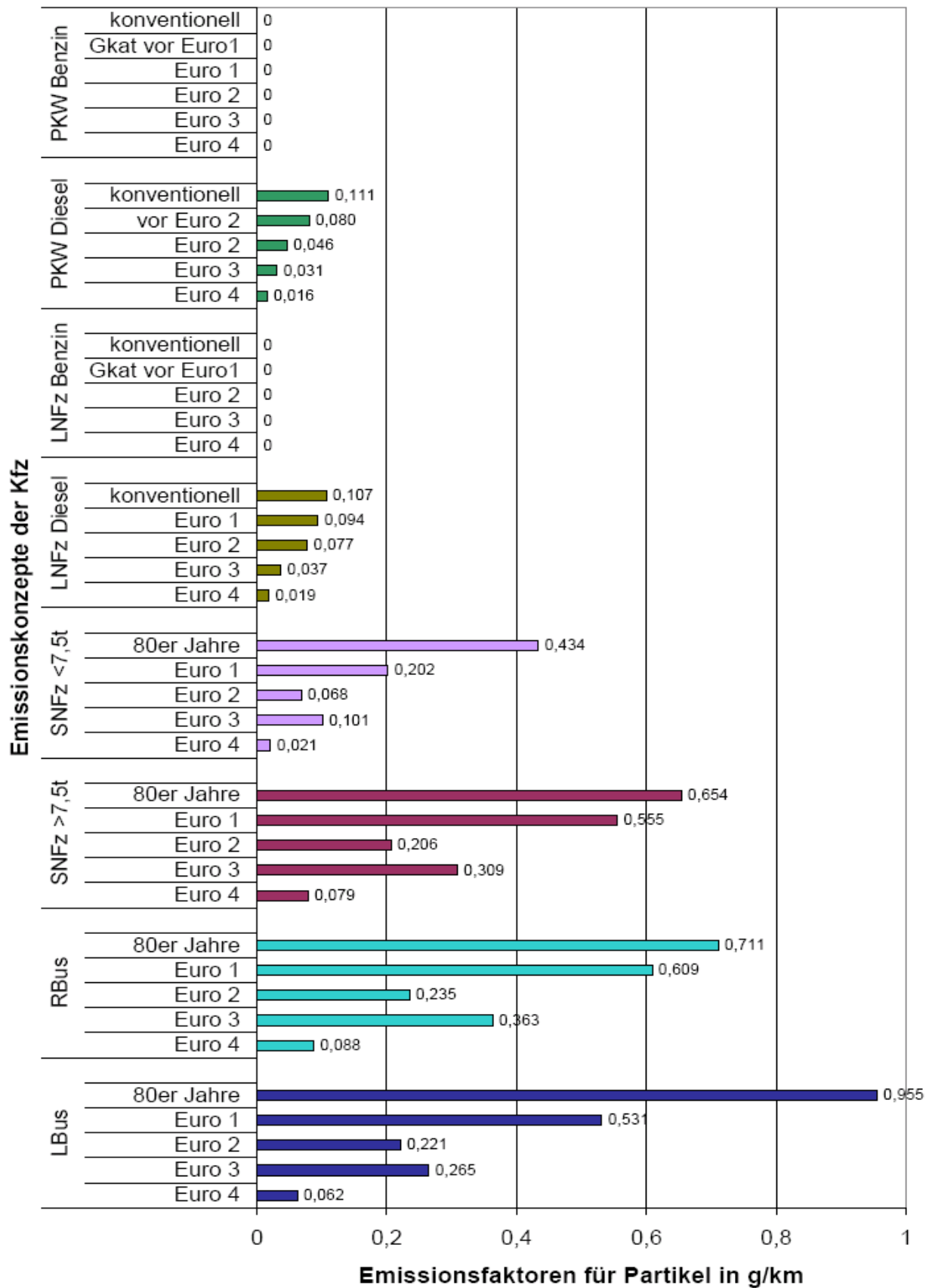


Abb. 5.2.6-2: Emissionsfaktoren für Partikel nach Emissionskonzepten der Kfz (HBEFA 2.1, gewichtete Verkehrssituationen innerorts, Bezugsjahr 2005),
(Quelle: LfU Baden-Württemberg)

- Fahrverbote nach Euro-Stufen

Die Abbildungen 5.2.6-3 und 5.2.6-4 zeigen die jeweiligen dynamischen Flottenanteile und Emissionsfaktoren differenziert nach Emissionsstufen für NOx und Partikel für das Bezugsjahr 2005.

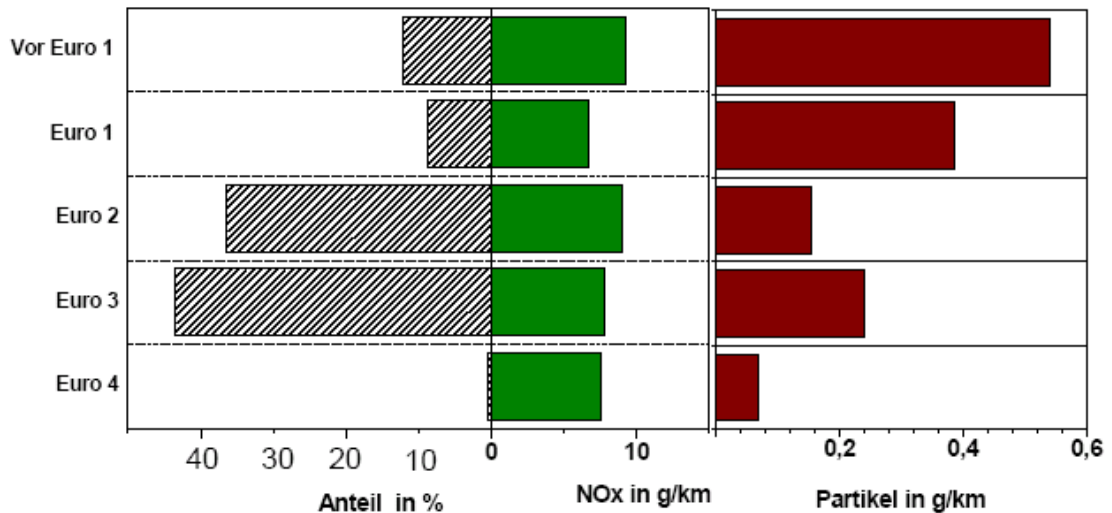


Abb. 5.2.6-3: Schwere Nutzfahrzeuge (sNfz): Dynamische Flottenanteile und Emissionsfaktoren (Deutschland, innerorts), differenziert nach Emissionsstufen für NOx und Partikel. Bezugsjahr 2005 nach HBEFA 2.1, Mittelwert über alle SNfz, (Quelle: LfU Baden-Württemberg)

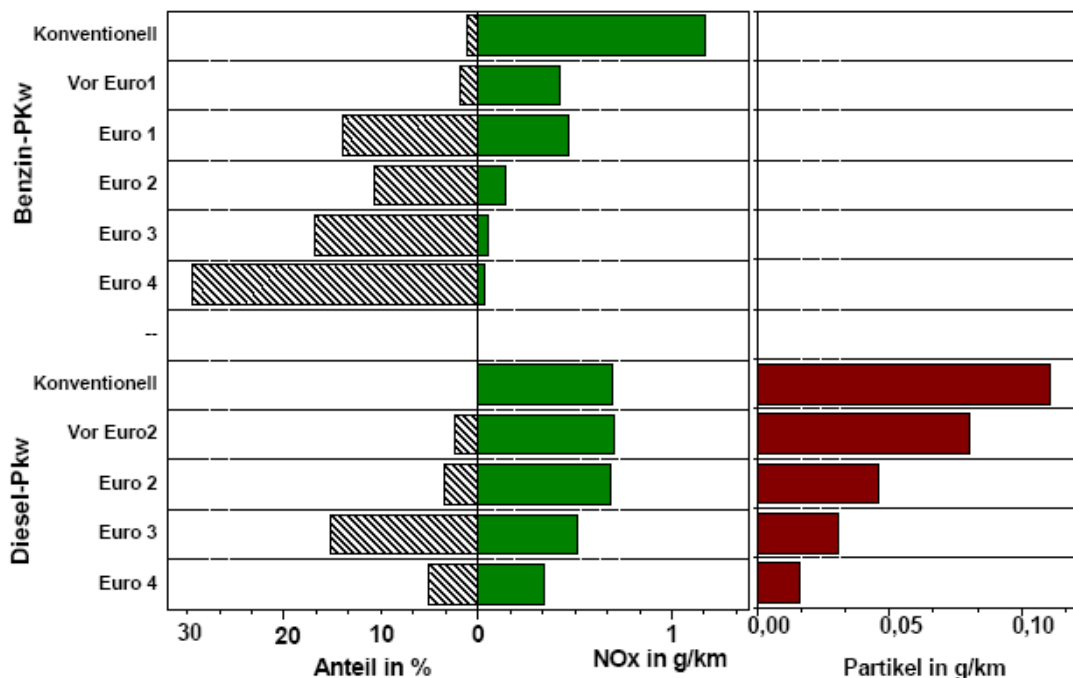


Abb. 5.2.6-4: Benzin- und Diesel-Pkw: Dynamische Flottenanteile und Emissionsfaktoren (Deutschland, innerorts), differenziert nach Emissionsstufen für NOx und Partikel. Bezugsjahr 2005 nach HBEFA 2.1 (Quelle: LfU Baden-Württemberg)

Die beiden Abbildungen zeigen, dass die Emissionsfaktoren der verschiedenen Euro-Stufen nicht immer eine stetige Abnahme zeigen. Teilweise steigen die Emissionen bei den höheren Euro-Stufen wieder an.

Der Vergleich von Benzin-Pkw und Diesel-Pkw macht deutlich, dass die Benzin-Pkw hinsichtlich der Schadstoffemissionen gegenüber dem Diesel-Pkw deutlich besser abschneiden.

Die größte Wirkung können Verkehrsbeschränkungen und -verbote insbesondere bei schweren Nutzfahrzeugen und Diesel-Pkw - und hier vor allem bei älteren Fahrzeugen mit niedrigen Euro-Stufen - entfalten. Allerdings setzt dies eine Kennzeichnung der Fahrzeuge nach Schadstoffstufen und einen hohen Kontrollaufwand voraus. Gleichzeitig entsteht bei dauerhaften Maßnahmen ein Anreiz zur Flottenverjüngung. Temporäre Maßnahmen sind nicht sinnvoll, weil bei Stickstoffdioxid ganzjährig relativ hohe Belastungen an verkehrsreichen Straßen auftreten.

Das Land Baden-Württemberg sieht in Anlehnung an die Kennzeichnungsverordnung (KennzVO) [18] folgende Verkehrsverbote in belasteten Gebieten zeitlich gestaffelt vor:

- vorgezogenes flächendeckendes Verkehrsverbot für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 ab 01.03.2008 oder später in Gebieten mit hoher Feinstaubbelastung
- flächendeckendes Verkehrsverbot für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 ab 01.01.2010 in Gebieten mit hoher Stickstoffdioxidbelastung
- flächendeckendes Verkehrsverbot für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppen 1 und 2 ab 01.01.2012 in Gebieten mit hoher Feinstaub- oder Stickstoffdioxidbelastung.

In Freiburg soll entsprechend diesem landesweiten Konzept ebenfalls eine Umweltzone ausgewiesen werden (siehe Abb. 5.2.6-5). Diese umfasst wesentliche Teile der Kernstadt. Die Zufahrt zu den Gewerbe- und Industriegebieten aus Süden, Westen und Norden bleibt möglich.

Probleme ergeben sich für den Durchgangsverkehr auf der West-Ost-Achse, d.h. auf dem Zubringer Mitte (B 31a), auf den Dreisamuferstraßen (B 31) und der B 31 Ost, da es keine leistungsfähige Ausweichstrecke in der Stadt oder in der Umgebung gibt. Die Bundesstraße stellt die wichtigste Fernstraße in West-Ost-Richtung in der Region dar und eine Sperrung für bestimmte Fahrzeugarten würde zu Verlagerungen auf andere auch aus Gründen der Verkehrssicherheit weniger geeignete Straßen in der Region führen.

Durch die verstärkte Belastung ungeeigneter Ortsdurchfahrten, wie etwa von Glottertal, Münstertal oder St. Märgen, würde die dortige Verkehrssicherheit gefährdet. Auch ist aus übergeordneter umweltpolitischer Sicht festzuhalten, dass bei solchen Verlagerungen durch längere Fahrtstrecken erhöhte verkehrsbedingte Emissionen hervorgerufen würden. Deshalb soll die B 31/B 31a vom Fahrverbot ausgenommen werden.

Dies bedeutet jedoch nicht, dass alle Fahrzeuge auf diesem Straßenzug vom Fahrverbot verschont bleiben. Freie Fahrt hat nur der Durchgangsverkehr. Für den Ziel- und Quellverkehr sowie den Binnenverkehr, d.h. für alle Fahrzeuge, die diese Bundesstraße innerhalb der Umweltzone verlassen, gilt das Fahrverbot ohne Einschränkung.

5.2.6.1 Verkehrsverbot für Kfz der Schadstoffgruppe 1 ab 2010 zur Reduzierung der NO₂- und PM10-Belastung (M 6.1)

Wie die Entwicklung im Jahr 2006 gezeigt hat, kann es auch in Freiburg zu einer Überschreitung der für Partikel PM10 festgesetzten Grenzwerte - insbesondere der zulässigen 35 Überschreitungen beim Tagesmittelwert von 50 µg/m³ - kommen. Allerdings ist damit nur in Ausnahmejahren mit lang anhaltenden Inversionswetterlagen im Winter zu rechnen. **Da es in den Jahren 2005, 2007 und 2008 deutlich weniger als 35 Überschreitungen gegeben hat, wird darauf verzichtet, das ab 01.01.2010 vorgesehene Verkehrsverbot für die Schadstoffgruppe 1 feinstaubbedingt vorzuziehen.**

An den Freiburger Überschreitungspunkten ist der Straßenverkehr der Hauptverursacher der NO₂- und PM10-Immissionen. Am Messpunkt Schwarzwaldstraße haben der lokale Straßenverkehr und der Straßenverkehr im städtischen Hintergrund im Jahr 2006 zusammen einen Anteil am Jahresmittelwert von 66 % bei NO₂ und 40 % bei PM10. Folglich ist es verursachergerecht, mit entsprechenden Minderungsmaßnahmen bei dieser Quellengruppe und hier wiederum bei den Fahrzeugen mit den höchsten Schadstoffemissionen anzusetzen.

Entsprechend dem landeseinheitlichen Konzept für Baden-Württemberg ist folgende Maßnahme vorgesehen:

M 6.1 Verkehrsverbot für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 (frei für Fahrzeuge mit Plakette ab Schadstoffgruppe 2) nach KennzVO in der „Umweltzone“ ab 01.01.2010.

Für die Herstellung und Verteilung der Plaketten und die Beschilderung der Umweltzone wird ein zeitlicher Vorlauf benötigt. Außerdem soll diese Zeitspanne den betroffenen Fahrzeugbesitzern die Möglichkeit geben, sich auf die Fahrverbote einzustellen.

Die vom Verkehrsverbot der 1. Stufe ab 2010 betroffenen Fahrzeuge sind zum Zeitpunkt des Inkrafttretens mindestens 12 bis 14 Jahre alt. Ihr Anteil am jeweiligen Fahrzeugbestand beträgt bei Pkw 3 %, bei leichten Nutzfahrzeugen (INfz) 13 % und bei schweren Nutzfahrzeugen (sNfz) 11 % (siehe Tab. 5.2.6.1-1).

Tab. 5.2.6.1-1: Mindestalter der betroffenen Fahrzeuge und Anteile am Bestand

Fahrverbot für	frei mit Plakette ab	Fahrverbot ab			INfz	sNfz
Schadstoffgruppe 1 (Maßnahme M 6.1)	2	01.01.2010	Mindestalter (Jahre)	13	12	14
			Anteil am Bestand	3 %	13 %	11 %

In der Regel haben die älteren Fahrzeuge eine geringere Fahrleistung als die jüngeren, schadstoffärmeren Fahrzeuge. Diese Unterschiede fließen in den sogenannten dynamischen Fahrzeugbestand mit ein und werden bei der Ermittlung der Emissionen bzw. der Emissionsminderungen berücksichtigt.

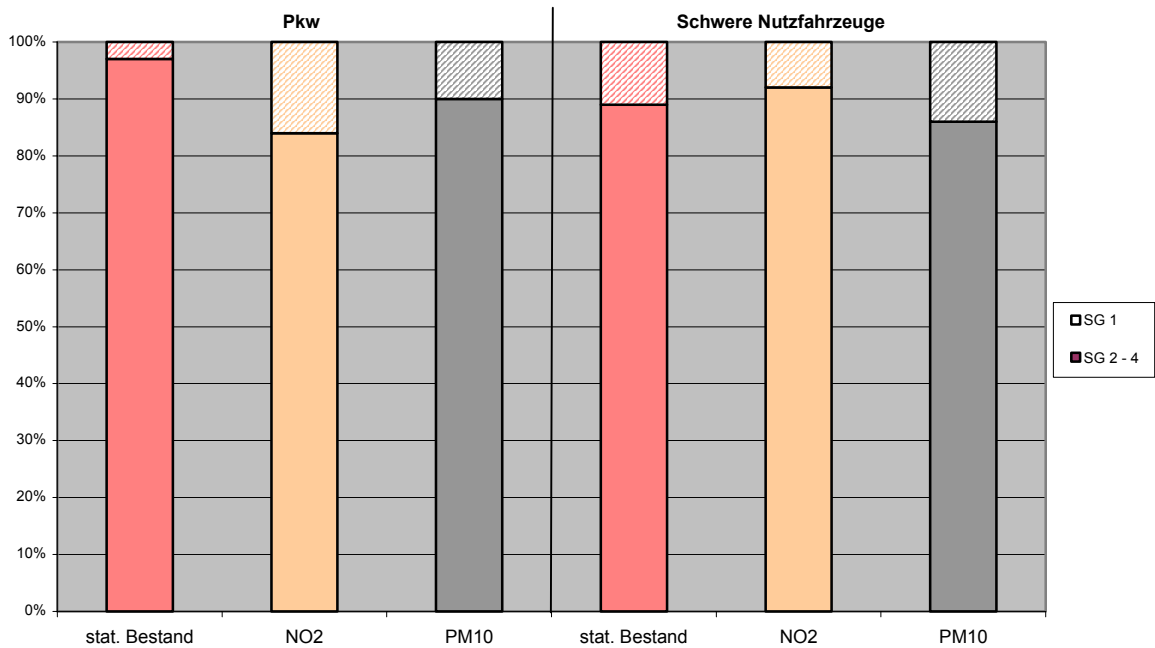


Abb. 5.2.6.1-1: Wirkung von Verkehrsverboten in 2010 auf Fahrzeugbestand, NO₂- und PM10-Emissionen

Die Abbildung 5.2.6.1-1 zeigt die Wirkung von Verkehrsverboten auf den statischen Bestand an Fahrzeugen und die Emissionen. Das im Jahr 2010 vorgesehene Verkehrsverbot für die Schadstoffgruppe 1 erfasst bei Pkw's 3 % der Fahrzeuge und bewirkt eine Minderung der NO₂-Emissionen um 16 % sowie der PM10-Emissionen um 10 % gegenüber dem Trend 2010.

Bei den schweren Nutzfahrzeugen werden 11 % des statischen Bestands erfasst und die NO₂-Emissionen um 8 % sowie die PM10-Emissionen dieser Fahrzeuggruppe insgesamt um 14 % vermindert. Bei den leichten Nutzfahrzeugen werden zwar 13 % vom Verkehrsverbot erfasst, aber wegen ihrer geringen Fahrleistung ist die zu erzielende Emissionsminderung von untergeordneter Bedeutung.

Bewertung:

Ein Verkehrsverbot ab dem Jahr 2010 für die Schadstoffgruppe 1, das auch die B 31 einschließt, würde an der Schwarzwaldstraße gegenüber dem Trend eine zusätzliche Absenkung von ca. 1,6 µg/m³ bei NO₂ und 0,6 µg/m³ bei PM10 bewirken. Durch die Freigabe der B 31 für den Durchgangsverkehr fällt dieser Effekt etwas geringer aus. Am Messpunkt Zähringer Straße liegt die Absenkung in der gleichen Größenordnung.

*Bei der Untersuchung der Wirkung von Verkehrsverboten auf die PM10-Belastung ist zu berücksichtigen, dass die **Abgase** des städtischen Straßenverkehrs lediglich 16 % Anteil an den PM10-Immissionen am Messpunkt Schwarzwaldstraße haben (12 % lokale Belastung und 4 % städtischer Hintergrund). Dies bedeutet, dass lediglich 5,3 µg/m³ von 32 µg/m³ durch Verkehrsverbote beeinflusst werden können. 7,5 µg/m³ gehen auf das Konto von Abrieb und Aufwirbelung. Eine höhere Wirkung könnte dann erzielt werden, wenn tatsächlich in nennenswertem Umfang auf Fahrten verzichtet würde und damit auch die durch Abrieb und Aufwirbelung verursachten Emissionen reduziert werden könnten.*

Es wird somit deutlich, dass die Schadstoffimmissionen nur durch drastische Eingriffe in den Straßenverkehr stärker reduziert werden könnten. Dazu müssten die Verkehrsverbote auch auf höhere Schadstoffgruppen ausgedehnt bzw. das Verkehrsaufkommen in der Stadt erheblich reduziert werden. Von derartigen Maßnahmen wären jedoch auch jüngere und schadstoffärmere Fahrzeuge betroffen, so dass mit erheblichem Widerstand der Fahrzeugbesitzer zu rechnen wäre. Außerdem wäre es fraglich, ob bei einer stärkeren Beschränkung des Straßenverkehrs ausreichende Kapazitäten im ÖPNV - vor allem in den Stoßzeiten - zur Verfügung stünden.

5.2.6.2 Verkehrsverbot für Kfz der Schadstoffgruppen 1 und 2 ab 2012 zur Reduzierung der NO₂- und PM10-Belastung (M 6.2)

Es ist davon auszugehen, dass trotz des Verkehrsverbots der ersten Stufe der ab 01.01.2010 geltende Grenzwert für NO₂ von 40 µg/m³ auch nach 2010 deutlich überschritten sein wird. Deshalb soll ab 2012 das Verkehrsverbot auf die Schadstoffgruppe 2 ausgedehnt werden.

M 6.2 Verkehrsverbot für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppen 1 und 2 (frei für Fahrzeuge ab Schadstoffgruppe 3) nach KennzVO in der „Umweltzone“ ab 01.01.2012

Von diesem Verkehrsverbot wären dann noch etwa 3 % des Pkw-Bestands, 10 % des Bestands an leichten Nutzfahrzeugen und 21 % der schweren Nutzfahrzeuge betroffen. Das Mindestalter der betroffenen Fahrzeuge liegt dann bei 11 Jahren (siehe Tab. 5.2.6.2-1).

Tab. 5.2.6.2-1: Mindestalter der betroffenen Fahrzeuge und Anteile am Bestand

Fahrverbot für	frei mit Plakette ab	Fahrverbot ab		Pkw	INfz	sNfz
Schadstoffgruppen 1 + 2 (Maßnahme M 6.2)	3	01.01.2012	Mindestalter (Jahre)	11	11	11
			Anteil am Bestand	3 %	10 %	21 %

In Abbildung 5.2.6.2-1 sind die Auswirkungen der Verkehrsverbote auf den Fahrzeugbestand, die NO₂- und die PM10-Emissionen nochmals zusammengefasst. Von dem ab 2012 vorgesehenen Verkehrsverbot für die Schadstoffgruppen 1 und 2 werden 3 % der Pkw erfasst. Die NO₂-Emissionen dieser Fahrzeuggruppe werden um 17 % und die PM10-Emissionen um 10 % reduziert.

Bei den schweren Nutzfahrzeugen werden 21 % des statischen Bestands erfasst und die NO₂-Emissionen um 21 % sowie die PM10-Emissionen um 20 % vermindert. Bei den leichten Nutzfahrzeugen ist die zu erzielende Emissionsminderung auf Grund der geringen Fahrleistung wiederum von untergeordneter Bedeutung.

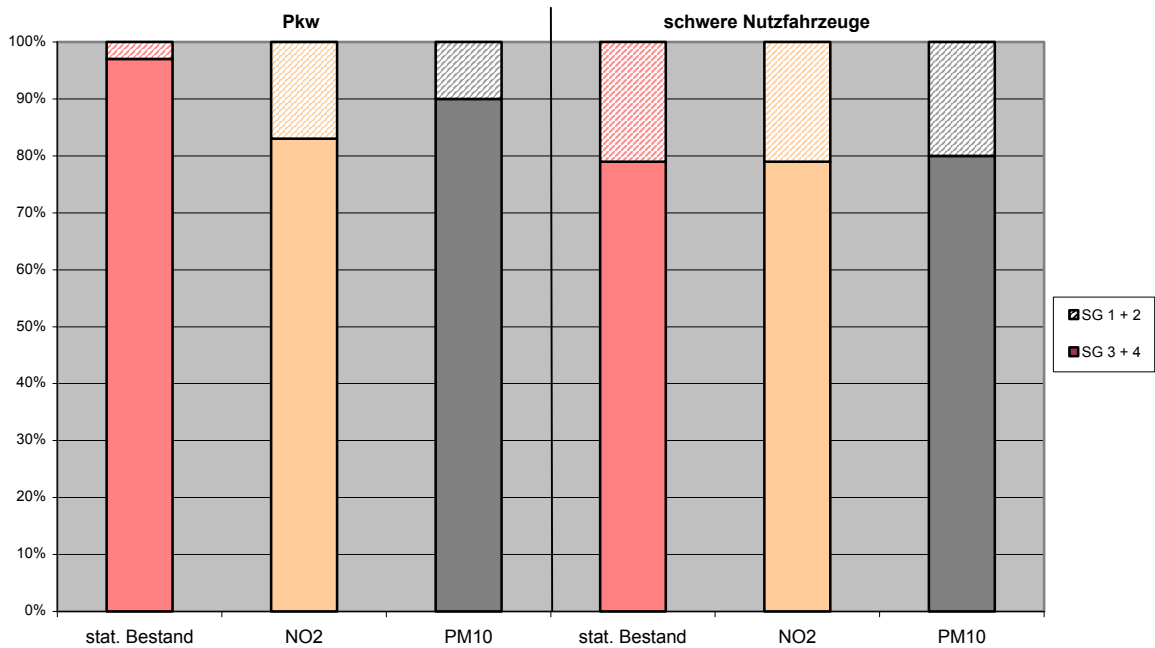


Abb. 5.2.6.2-1: Wirkung von Verkehrsverboten in 2012 auf Fahrzeugbestand, NO₂- und PM₁₀-Emissionen

Bewertung:

Nach den Berechnungen von iMA sinkt durch das Verkehrsverbot der zweiten Stufe für die Schadstoffgruppen 1 und 2 ab 2012 die NO₂-Belastung um 2,0 µg/m³ an der Schwarzwaldstraße bzw. um 1,6 µg/m³ an der Zähringer Straße gegenüber dem Trend 2012. Bei PM₁₀ bringt das Verkehrsverbot an den beiden Belastungsschwerpunkten eine Minderung um 0,4 µg/m³ bzw. 0,3 µg/m³.

Falls Dieselfahrzeuge, die ursprünglich den Schadstoffklassen 1 oder 2 zuzuordnen sind, mit Partikelfiltern nachgerüstet werden, so werden diese Fahrzeuge ggf. in die nächsthöhere Schadstoffgruppe nach der KennzVO eingestuft. Dies hat zur Folge, dass diese Kraftfahrzeuge von den jeweiligen Verkehrsverboten nicht mehr erfasst werden, obwohl sie nach wie vor unvermindert hohe Stickstoffoxidemissionen aufweisen. Da die Nachrüstung mit Partikelfiltern zur Minderung der Feinstaubbelastung durchaus wünschenswert ist und steuerlich gefördert wird, muss zumindest bei Pkw mit Nachrüstungen in erheblichem Umfang gerechnet werden. Die Wirkung von Verkehrsverboten zur Minderung der Stickstoffdioxidbelastung würde allerdings dadurch beeinträchtigt.

Für bestimmte Fahrzeuge bzw. Maschinen und Geräte sieht die KennzVO Ausnahmen von den Verkehrsverboten vor. So sollen Fahrverbote auch nicht für Krafträder gelten. Krafträder haben zwar einen Anteil von 6,9 % am statischen Bestand der Kraftfahrzeuge, jedoch beträgt der Fahrleistungsanteil nur 2,1 % und der Anteil an den NO_x-Emissionen des Verkehrs weniger als 1 %.

Der Besitzer eines Fahrzeugs der vom Fahrverbot betroffenen Schadstoffgruppen kann auf das Fahrverbot auf unterschiedliche Weise reagieren:

- Er verzichtet auf Fahrten in der Umweltzone mit diesem Fahrzeug und steigt um auf den Umweltverbund (ÖPNV, Fußgängerverkehr, Radverkehr). Damit leistet er den größtmöglichen Beitrag zur Minderung der Schadstoffemissionen innerhalb der Umweltzone.

Falls er aber außerhalb der Umweltzone mit diesem Fahrzeug weiter fährt, verursacht er nach wie vor in erheblichem Umfang Emissionen, die zur großräumigen Hintergrundbelastung beitragen.

Wohnt der Fahrzeugbesitzer innerhalb der Umweltzone, so besteht für ihn keine Möglichkeit mehr, ein Fahrzeug der betroffenen Schadstoffgruppe zu benutzen. Das Verkehrsverbot bedeutet für ihn faktisch eine Stilllegung des Fahrzeugs. Für ihn bleibt nur eine der nachfolgenden Handlungsalternativen.

- Der Fahrzeugbesitzer klärt, ob sein Fahrzeug mit einem Partikelfilter nachgerüstet werden kann. Durch den Einbau eines Partikelfilters besteht die Chance, dass das Fahrzeug damit in die nächsthöhere Schadstoffgruppe aufsteigt und damit vom Verkehrsverbot ausgenommen wird.

Die für die Nachrüstung zur Verfügung stehenden Partikelfilter haben in der Regel auch nur einen Wirkungsgrad in der Größenordnung von 50 %, so dass sie weit hinter den Möglichkeiten eines Neufahrzeugs mit Partikelfilter zurückbleiben. Außerdem werden durch die Nachrüstung die vergleichsweise hohen NO₂-Emissionen nicht reduziert. Bei der Nachrüstung von schweren Nutzfahrzeugen, z.B. Bussen im ÖPNV, mit CRT-Filtern muss sogar mit einem Anstieg der NO₂-Emissionen gerechnet werden.

Damit möglichst viele Fahrzeugbesitzer von den Nachrüstmöglichkeiten Gebrauch machen, wird die Nachrüstung durch einen entsprechenden Nachlass bei der Kfz-Steuer gefördert. Eine entsprechende gesetzliche Regelung ist zum 01.04.2007 in Kraft getreten (siehe Abschnitt 5.3.2).

- Die dritte Möglichkeit ist der Kauf eines Fahrzeugs, welches einer höheren Schadstoffgruppe zuzuordnen ist. Im Idealfall handelt es sich um ein Neufahrzeug, das dem neuesten Stand der Abgastechnik entspricht und somit im Falle eines Dieselfahrzeugs mit einem Partikelfilter mit hohem Wirkungsgrad ausgerüstet ist. Auch moderne Fahrzeuge mit Ottomotoren, die mit Benzin oder Erdgas betrieben werden, erfüllen hinsichtlich des Schadstoffausstoßes höchste Ansprüche.

In allen Fällen, in denen die bisherigen Fahrten künftig mit einem Fahrzeug einer höheren Schadstoffgruppe, d.h. mit geringerem Schadstoffausstoß, fortgesetzt werden, werden im Höchstfall nur etwa 40 % der fahrzeugbedingten PM10-Emissionen, nämlich die Abgasemissionen, vermieden. Die durch Abrieb und Aufwirbelung verursachten Emissionen, die etwa 60 % ausmachen, bleiben auch bei schadstoffarmen Fahrzeugen erhalten.

5.2.7 Umsetzung und Fortentwicklung des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzepts der Stadt Freiburg (M 7)

Wichtige künftige Elemente des Konzepts werden sein:

- Beratungsoffensive für Bundesmittel zu Förderprogrammen zur Energieeinsparung (wie z.B. bisher "Wärmeschutz im Altbau")
- Erstellung von Energiekonzepten für alle neuen Baugebiete im Rahmen des Flächennutzungsplans (FNP 2020)
- Umsetzung der so genannten "Verbesserten Niedrig-Energie-Bauweise (NEH)" bei privaten Neubauvorhaben auf Grundstücken aus städtischer Hand
- regelmäßige Prüfung und, wo möglich, auch Ausweisung von Flächen für Passivhäuser in neuen Bebauungsplänen
- Initiativen zum Einsatz von dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung (wie z.B. Blockheizkraftwerke, etc.)
- weitere Impulse für die Entwicklung aller erneuerbaren Energiequellen (Wasser, Photovoltaik, Biomasse, Wind, Geothermie).

Bewertung:

Diese Maßnahmen werden auf längere Sicht sowohl unmittelbare wie auch mittelbare immissionsreduzierende Wirkungen entfalten und können so durchaus nennenswert zur Minderung der NO₂- und PM10-Belastung - vor allem zur Absenkung der Hintergrundbelastung - beitragen. Kurzfristig werden sie allerdings keine spürbare Absenkung bewirken. Mit der Umsetzung und ggf. der Fortentwicklung des Energieversorgungs- und Klimaschutzkonzeptes wird die Stadt Freiburg auch weit über das Jahr 2010 hinaus ihren eigenen Beitrag zur Verringerung der lokalen Luftbelastung leisten.

5.2.8 Altanlagenanierung im gewerblichen Bereich (M 8)

Die Novellierung der TA Luft, der Verordnung über Großfeuerungsanlagen und Gasturbinen (13. BImSchV) sowie der Verordnung über Verbrennungsanlagen und die Mitverbrennung von Abfällen (17. BImSchV) erfordert bei einer Reihe von Anlagen im Land Baden-Württemberg eine Sanierung der Anlagen auch hinsichtlich der NO₂- und Staubemissionen. Eine strikte Umsetzung dieser Vorgaben wird auch dazu beitragen, dass die Verpflichtungen, die die Bundesrepublik Deutschland im NEC-Protokoll zur Minderung der Stickstoffoxide eingegangen ist, eingehalten werden können, auch wenn der Minderungsbeitrag von Industrie und Energieversorgungswirtschaft vergleichsweise gering ist.

Bewertung:

Da die NO₂- und PM10-Emissionen des Wärmeverbundkraftwerks, des Kraftwerks der Universität und der anderen gewerblichen Anlagen im Stadtgebiet einen relativ geringen Beitrag an den Gesamtemissionen erreichen und die Anlagen schon weitgehend dem Stand der Technik entsprechen, ist ein relevantes Minderungspotenzial nicht zu erwarten.

5.2.9 Verringerung der PM10-Emissionen aus diffusen Quellen in den Bereichen Industrie, Gewerbe, Handwerk und Baustellen (M 9)

Nach den einschlägigen Vorschriften sind im Bereich der sogenannten genehmigungsbedürftigen Anlagen vorsorglich Vorkehrungen gegen Staubemissionen durch entsprechende Einhausung der Anlagen, Absaugung der staubbeladenen Luft und Abluftfilter zu treffen.

Darüber hinaus entstehen im gewerblichen Bereich Staubemissionen z.B. beim Umschlag und bei der Verarbeitung von Schüttgütern, bei der Holzverarbeitung oder im Baugewerbe. Im Rahmen der Baugenehmigungsverfahren und im Zuge der Überwachung durch die Immissionsschutzbehörden werden die notwendigen Vorkehrungen zur Luftreinhaltung eingefordert, wenn schädliche Umwelteinwirkungen zu befürchten sind bzw. vorliegen.

Insbesondere bei großen Baustellen können durch Abbrucharbeiten, Erdbewegungen, Baustellenverkehr und die sonstigen Baumaschinen erhebliche Staub- und damit auch PM10-Emissionen freigesetzt werden.

Die Baurechtsbehörde der Stadt Freiburg fordert bei Abbrucharbeiten im Baugenehmigungsverfahren entsprechende Vorkehrungen zur Vermeidung von erheblichen Staubbelastungen nach dem Stand der Technik, so z.B. das Annässen von abzubrechenden Bauteilen und anfallendem Schutt. Da die Mehrzahl der Abbrucharbeiten nur dem Kenntnisgabeverfahren unterliegt, soll auch ein entsprechend angepasster Text in die Merkblätter zum Kenntnisgabeverfahren aufgenommen werden.

In der Schweiz werden in Abhängigkeit von Lage, Größe und Dauer der Baustelle zum Teil sehr weitgehende Maßnahmen zur Minderung der Schadstoffemissionen gefordert. Als Vollzugshilfe für die zuständigen Stellen wurde vom Schweizer Bundesamt für Umwelt, Wald und Landwirtschaft (BUWAL) die Richtlinie „Luftreinhaltung auf Baustellen (Baurichtlinie Luft)“ [19] herausgegeben. Diese Richtlinie enthält zahlreiche Anforderungen zur Minderung der Staubemissionen in den Bereichen

- Materialaufbereitung, -umschlag und -lagerung (z.B. Benetzung, Windschutz, Kapselung)
- Abbrucharbeiten (z.B. Benetzung, Wasservorhang)
- Verkehrsflächen (z.B. Wasserberieselung, Befestigung, Reinigung, Radwaschanlagen)
- thermische und chemische Arbeitsprozesse (z.B. raucharme Stoffe und Verfahren)
- Maschinen und Geräte (z.B. Partikelfilter, schwefelarme Treibstoffe, Gerätebenzin).

Auch in Deutschland gibt es in einzelnen Bundesländern einschlägige Merkblätter und Arbeitshilfen zur Minderung der Staubemissionen auf Baustellen. Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) hat die Ergebnisse einer entsprechenden Literaturrecherche in dem Bericht „Staubminderung bei Bauvorhaben“ [20] zusammengestellt.

Es ist im Einzelfall zu prüfen, inwieweit bei der Vergabe, der Genehmigung und der Bauüberwachung entsprechende Anforderungen gestellt werden können.

5.2.10 Maßnahmen zur Minderung der PM10-Emissionen bei Kleinfeuerungsanlagen (M 10)

Laut Emissionskataster 2004 werden im Stadtkreis Freiburg durch die Kleinfeuerungsanlagen ca. 16 t pro Jahr an Partikel PM10 emittiert. Dies entspricht rund 11 % der PM10-Emissionen in der Stadt. Die PM10-Emissionen der Gasfeuerungen sind vernachlässigbar gering, der Anteil der mit Heizöl EL betriebenen Anlagen liegt bei 25 %, der Anteil der Feststofffeuerungen bei 75 %.

Gemessen am Endenergieeinsatz haben die Festbrennstoffe Kohle und Holz einen stark überproportionalen Anteil an den PM10-Emissionen. Dies zeigen die in Abb. 5.2.10-1 dargestellten Zahlen für Baden-Württemberg.

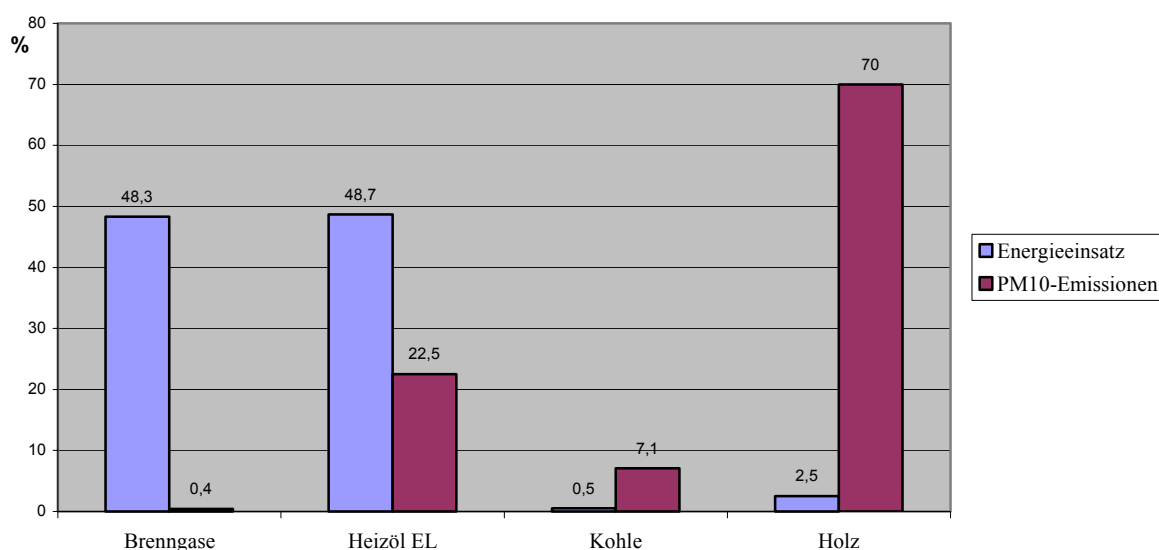


Abb. 5.2.10-1: Endenergieeinsatz und PM10-Emissionen bei Kleinfeuerungsanlagen in Baden-Württemberg im Jahr 2002 (Anteile in %) (Quelle: LUBW)

Nach den Angaben des Umweltbundesamtes in dem Hintergrundpapier „Die Nebenwirkungen der Behaglichkeit: Feinstaub aus Kamin und Holzofen“ [21] liegen die PM10-Emissionen aus Holzfeuerungsanlagen in Deutschland inzwischen so hoch wie die PM10-Emissionen aus den Abgasen des Straßenverkehrs (siehe Tab. 5.2.10-1).

Tab. 5.2.10-1: PM10-Jahresemissionen in Deutschland in Kilotonnen (1 kt = 1000 t)

Quellengruppe	2002	2003
Kleine Holzfeuerungen in Haushalten und Kleingewerbe	22,7 kt	24,0 kt
Straßenverkehr (nur Verbrennung)	25,4 kt	22,7 kt

Quelle: Zentrales System Emissionen des Umweltbundesamtes, Stand: 15.02.2006

Die vom Umweltbundesamt in den Raum gestellten Größenverhältnisse zwischen den beiden Quellengruppen werden allerdings durch das durch die LUBW veröffentlichte Emissions-

kataster 2004 für Baden-Württemberg nicht bestätigt. Hier liegen die abgasbedingten PM10-Emissionen des Verkehrs deutlich höher als die Emissionen der Feststofffeuerungen.

Hauptverursacher der hohen PM10-Emissionen sind die - zumeist älteren - Einzelraumfeuerungen. Diese werden zwar oft nur als Zusatzheizung zu einem Gas- oder Ölkessel betrieben, verursachen aber bei gleichem Primärenergieeinsatz um ein Vielfaches höhere PM10-Emissionen als moderne Holzfeuerungsanlagen. In Tabelle 5.2.10-2 sind die spezifischen PM10-Emissionen verschiedener kleiner Holzfeuerungsanlagen im Vergleich zu gebräuchlichen Gas- und Ölkesseln aufgelistet.

Tab. 5.2.10-2: Spezifische PM10-Emissionen verschiedener Kleinfeuerungsanlagen

Feuerung	Nennwärmeleistung [Kilowatt kW]	PM10 [kg/Terajoule (TJ) Brennstoffenergie]
Holz:		
Dauerbrandöfen	< 15 kW	71
Kachelöfen	< 15 kW	110
Kamine	< 15 kW	158
Kaminöfen	< 15 kW	113
Pelletöfen	< 15 kW	11
Heizkessel für Holzpellets	4 - 25 kW	16
Heizkessel für Stückholz	4 - 25 kW	22
Heizkessel für Holzhackschnitzel	4 - 25 kW	30
Gas:		
alle Gasfeuerungen	alle Leistungen	< 1
Öl:		
Heizkessel für Heizöl EL	4 - 25 kW	1,8

Quelle: Umweltbundesamt

In den letzten Jahren wird Holz verstärkt als Brennstoff eingesetzt. Da bei der Verbrennung nur so viel Kohlendioxid (CO₂) freigesetzt wird, wie vorher während der Wachstumsphase aus der Atmosphäre aufgenommen und im Holz gebunden wurde, kommt es im Gegensatz zur Verbrennung von fossilen Energieträgern (Kohle, Öl und Gas) nicht zu einem Anstieg des klimaschädlichen CO₂ in der Atmosphäre. Brennholz leistet somit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und zur Schonung der fossilen Ressourcen. Steigende Preise für Öl und Gas machen den Brennstoff Holz auch finanziell attraktiv.

Der angesprochene Zielkonflikt zwischen Klimaschutz und Feinstaubproblematik berührt auch Aufgabenfelder der kommunalen Umweltpolitik in Freiburg, da Biomasse ein wichtiger Bestandteil der regenerativen Energieträger ist. Berührt sind Energiekonzepte für städtebauliche Entwicklungsgebiete (Bebauungspläne, städtebauliche Verträge) und Investitionen in die Energiebereitstellung bei städtischen Gebäuden. Im Rahmen einer sorgfältigen Abwägung soll auch künftig der Einsatz von Holz als Energieträger in Betracht gezogen werden, sofern

- es sich um größere, geregelte Anlagen handelt, die bei Variantenvergleichen detailliert untersucht wurden
- die Anlagen deutlich geringere spezifische Emissionen pro eingesetzte Brennstoffeinheit als kleinere Holzfeuerungen aufweisen.

Um zu verhindern, dass Fortschritte, die durch eine Reduzierung der PM10-Emissionen des Verkehrs erzielt werden, nicht durch den verstärkten Einsatz von Brennholz bei der Energieerzeugung zunichte gemacht werden, sind große Anstrengungen notwendig. Folgende Maßnahmen kommen hierfür in Frage:

M 10.1 Aufklärung, Beratung und Kontrolle der Betreiber von Kleinfeuerungsanlagen

Nach den Angaben des Umweltbundesamtes gibt es in Deutschland ca. 14 Millionen kleine Feuerungsanlagen, in denen überwiegend Holz als Brennstoff eingesetzt wird. Für einen Großteil dieser Anlagen gibt es keine emissionsbegrenzenden Anforderungen. Die Bauweise des Holzofens oder Heizkessels, die Beschaffenheit des Brennstoffs und die Betriebsweise entscheiden häufig über das Ausmaß der Staubemissionen.

▪ **Bauweise von Holzöfen und Heizkesseln**

Aus Tabelle 5.2.10-2 ist ersichtlich, dass die gewählte Feuerungstechnik einen großen Einfluss auf die PM10-Emissionen hat. Offene Kamine, Kachelöfen und Kaminöfen für Stückholz schneiden in der Beurteilung wesentlich schlechter ab, als z.B. Öfen und Heizkessel für Holzpellets. Besonders emissionsarme Pelletöfen und -heizkessel, die strenge Anforderungen an Wirkungsgrad, Hilfsstrombedarf und Schadstoffemissionen erfüllen, können das Umweltzeichen „Blauer Engel“ (RAL UZ Nr. 111 und 112) erhalten. Dies sollte bei der Kaufentscheidung - auch im Hinblick auf strengere gesetzliche Anforderungen in der Zukunft - berücksichtigt werden.

▪ **Beschaffenheit des Brennstoffs und Betriebsweise**

Holzpellets stellen einen sehr homogenen, gleichmäßig zusammengesetzten Brennstoff dar, der sich wohl dosiert der Feuerung zuführen lässt. In Kombination mit einer Verbrennungsluftregelung lässt sich die Verbrennung optimal steuern. Dies führt zu vergleichsweise niedrigen PM10-Emissionen.

Beim Einsatz von Stückholz in handbeschickten Feuerungsanlagen ist darauf zu achten, dass nur Holz in lufttrockenem Zustand (mind. 2 Jahre gelagert) eingesetzt werden darf. Generell dürfen nur Brennstoffe, die nach der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - (1. BImSchV) [22] zugelassen sind, eingesetzt werden. Das Verbrennen von Abfällen in diesen Feuerungsanlagen ist verboten, da dies mit erheblichen Schadstoffemissionen verbunden ist.

Offene Kamine dürfen - wegen ihres schlechten Wirkungsgrads und der hohen Schadstoffemissionen - nur gelegentlich betrieben werden.

▪ **Akteure**

Sowohl die Betreiber von Altanlagen als auch die künftigen Interessenten von Holzöfen bzw. -heizkesseln müssen über den Nutzen, aber auch die möglichen negativen Auswirkungen von Holzfeuerungen sowie die bestmöglichen Techniken umfassend informiert werden. Dabei können beratende Institutionen, Behörden, Handel und Handwerk (z.B. Heizungsbauer, Schornsteinfeger) ihren Beitrag leisten.

Die Schornsteinfeger könnten - evtl. im Rahmen der Feuerstättenschau - die Eignung der Feuerstätte für die verwendeten Brennstoffe, des Brennstoffs selbst (Feuchte), den Zustand der Asche usw. überprüfen.

M 10.2 Verbrennungsverbote nach dem Baugesetzbuch

Nach dem Baugesetzbuch ist es möglich, aus städtebaulichen Gründen für bestimmte Gebiete zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen Verbrennungsverbote für bestimmte luftverunreinigende Stoffe festzusetzen. Solche Festsetzungen kämen allerdings nur für neu zu überplanende, unbebaute Gebiete in Frage. Aber gerade in diesen Fällen wäre der Einsatz modernster Technik einschließlich Abluftreinigung, ggf. im Rahmen einer Nahwärmeversorgung, möglich.

Dagegen ist ein derartiger planungsrechtlicher Eingriff bei bebauten Gebieten mit einem großen Bestand an Altanlagen nicht praktikabel und rechtlich nicht durchsetzbar.

M 10.3 Erhöhte Anforderungen an Kleinf Feuerungsanlagen / Novellierung der 1. BImSchV

Die Bundesregierung beabsichtigt, die Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV) zu novellieren. Ziel ist es, u.a. auch für kleinere Feuerungsanlagen unter 15 kW Nennwärmeleistung Emissionsanforderungen bzw. bei Einzelfeuerungen unter 8 kW entsprechende Anforderungen bei der Typprüfung festzulegen. Dabei steht eine deutliche Absenkung der Staubemissionen im Mittelpunkt der Bemühungen. Die verschärften Anforderungen werden letztlich dazu führen, dass Altanlagen mit besonders hohem Schadstoffausstoß mittelfristig durch modernere Anlagen ersetzt bzw. mit entsprechenden Entstaubungseinrichtungen nachgerüstet werden müssen.

Bewertung:

Das Umweltbundesamt schätzt, dass die spezifischen, auf den Energieeinsatz bezogenen PM10-Emissionen mit der Neufassung der 1. BImSchV sowie durch Instrumente zur Förderung emissionsarmer Pelletkessel - wie etwa über das Marktanreizprogramm der Bundesregierung oder über Förderprogramme einzelner Länder - bis zum Jahr 2020 um etwa 40 % sinken könnten.

5.2.11 Verbrennungsverbot für pflanzliche Abfälle (M 11)

Pflanzliche Abfälle (Grüngut/Gartenabfälle) dürfen nach der Verordnung der Landesregierung über die Beseitigung pflanzlicher Abfälle außerhalb von Abfallbeseitigungsanlagen [23] beim Vorliegen bestimmter Voraussetzungen im Außenbereich verbrannt werden. Das Verbrennen ist nur zulässig auf dem Grundstück, auf dem sie anfallen und nur soweit sie aus landbautechnischen Gründen oder wegen ihrer Beschaffenheit nicht in den Boden eingearbeitet werden können.

Das Verbrennen dieses Materials im Freien ist oft mit einer starken Rauchentwicklung verbunden und erfolgt häufig in den Wintermonaten z.B. im Zusammenhang mit dem Schneiden

von Bäumen und Sträuchern. Dies kann gerade bei winterlichen Inversionswetterlagen zu einer Erhöhung der PM10-Belastung beitragen.

In den §§ 2 bis 4 der o.g. Verordnung sind die Randbedingungen genannt, die beim Verbrennen zu beachten sind. Dadurch lassen sich die Schadstoffemissionen zumindest in einem gewissen Umfang reduzieren. Nach § 1 Abs. 2 kann die Ortpolizeibehörde im Einzelfall weitergehende Anforderungen stellen, wenn dies zur Wahrung des Wohls der Allgemeinheit geboten ist. Ein generelles Verbrennungsverbot durch die Ortpolizeibehörde ist damit aber rechtlich kaum möglich.

Letztlich kann nur durch eine entsprechende Novellierung dieser Verordnung, die zu mehr Restriktionen bei der Verbrennung von pflanzlichen Abfällen führen würde, ein nennenswertes Minderungspotenzial hinsichtlich der PM10-Emissionen erschlossen werden. Zumindest sollte den zuständigen Behörden vor Ort die Möglichkeit eingeräumt werden, bei kritischen Witterungsverhältnissen (z.B. winterlichen Inversionswetterlagen) das Verbrennen von pflanzlichen Abfällen zu verbieten.

Nach Auskunft der Stadt Freiburg werden in den Schrebergarten-Anlagen der Stadt pflanzliche Abfälle nicht verbrannt, sondern zerkleinert und kompostiert. Das Problem konzentriert sich demnach eher auf die ländlich geprägten Gebiete der Stadt und des Umlands.

5.2.12 Intensive Reinigung von Hauptverkehrsstraßen (M 12)

Ein Großteil der verkehrsbedingten PM10-Emissionen ist nicht auf die Abgase der Fahrzeuge zurückzuführen, sondern auf den Abrieb von Bremsen, Reifen und Straßenbelag und die Wiederaufwirbelung von abgelagertem Staub. Im Winter wird die Belastung durch zerriebenes und aufgewirbeltes Streugut noch erhöht. Es stellt sich somit die Frage, ob durch eine verstärkte Straßenreinigung der abgelagerte Staub aus dem Straßenraum entfernt und damit ein Beitrag zur Minderung der PM10-Immissionen geleistet werden kann.

Verschiedene Untersuchungen in anderen Städten haben jedoch keine eindeutigen Ergebnisse gezeigt. So wurde in Bremen ein Straßenabschnitt dreimal pro Woche mit einem Kübelfahrzeug gespült, ohne dass bei Vergleichsmessungen ein Minderungseffekt nachgewiesen werden konnte.

In Düsseldorf ergab eine Untersuchung zur Abschätzung der Wirksamkeit von Nassreinigungsverfahren, dass der Effekt der Emissionsminderung durch eine nasse Straßenoberfläche nur wenige Stunden anhält. Nach diesen Erkenntnissen müsste mehrmals täglich gespült werden, um eine optimale Wirkung zu erzielen.

Weiteren Untersuchungsbedarf gibt es auch hinsichtlich der Frage, ob möglicherweise positive Effekte durch die häufigere Reinigung mittels Kehrmaschinen durch die von der Maschine selbst verursachten PM10-Emissionen wieder zunichte gemacht werden.

Bei einem Kehr- und Reinigungsversuch in Stuttgart von November 2006 bis April 2007 wurde eine mit einem speziellen Filter ausgerüstete Kehrmaschine bis zu dreimal täglich eingesetzt. Der Gesamtstaub- und der Feinstaubanteil auf der Straßenoberfläche konnte um 30 bis 60 % reduziert werden. Eine signifikante Verbesserung der Luftqualität war allerdings

messtechnisch nicht nachzuweisen. Es zeigte sich jedoch, dass auch die stark belasteten Gehwegbereiche stärker in den Reinigungsprozess einbezogen werden müssen.

5.2.13 Intensivierung der Straßenbegrünung (M 13)

Bäume, Sträucher und sonstige Pflanzen leisten einen wichtigen Beitrag für ein gesundes Stadtklima, aber auch zur Reduzierung der Staubbelastung. Die Pflanzen können Staub an ihrer Blattoberfläche binden und so regelrecht aus der Luft filtern, bis die Anlagerungen beim nächsten Regen abgewaschen werden. Außerdem können Anpflanzungen dazu beitragen, dass abgelagerter Staub nicht wieder aufgewirbelt wird.

In Freiburg haben die Anpflanzung und Unterhaltung von Straßenbegleitgrün einen hohen Stellenwert. Der städtische Baumschutz ist ein wichtiges Instrument zum Schutz des innerstädtischen Grüns. Geschützt sind alle Bäume mit einem Stammdurchmesser von mehr als 80 cm, auch auf privaten Grundstücken. Für Neubaumaßnahmen und Ersatzpflanzungen wendet die Stadt jährlich mehr als 100 000 € auf. Entsprechende Aktivitäten gibt es auch im Rahmen von naturschutzrechtlichen Ausgleichsmaßnahmen.

5.2.14 City-Logistik-Konzept (M 14)

Ein City-Logistik-Konzept wurde in Freiburg zur Belieferung der Geschäfte in der Fußgängerzone aufgrund eines Anstoßes der Industrie- und Handelskammer und unter deren Mitwirkung im Jahr 1994 eingerichtet. Das Projekt wurde inzwischen eingestellt, nachdem die Transportleistung rückläufig war.

Im Hinblick auf die vorgesehenen zeitlich gestaffelten Verkehrsverbote in der Umweltzone soll die Chance des City-Logistik-Konzeptes und damit die Frage seiner Reaktivierung nochmals gemeinsam mit der IHK und den übrigen Interessenverbänden ernsthaft geprüft werden.

5.2.15 Öffentlichkeitsarbeit (M 15)

Die Öffentlichkeitsarbeit spielt für die Umsetzung des Luftreinhalteplans eine wichtige Rolle. Dabei soll die Bevölkerung einerseits über die fachlichen Hintergründe (Messwerte, Einhaltung der Grenzwerte usw.) und die Notwendigkeit der jeweils ins Auge gefassten Maßnahmen informiert sowie andererseits über ihre eigenen Handlungs- und Mitwirkungsmöglichkeiten aufgeklärt werden. Dies gilt sowohl für vorbeugendes eigenes Handeln der Bevölkerung (z.B. Umrüstung des vorhandenen oder Anschaffung eines neuen schadstoffarmen Fahrzeugs) wie auch z.B. beim Erlass möglicher verkehrsbeschränkender Maßnahmen.

Die Informationen für die Bevölkerung sollen durch Hinweise auf das bereits bestehende Nahverkehrsangebot in der Region und die vorbildliche Arbeit bestehender Mobilitätsgruppen, wie z.B. der Arbeitsgemeinschaft "Umweltfreundlich zum Betrieb" ergänzt werden.

5.3 Maßnahmen, die nach Prüfung nicht weiter verfolgt werden

In der Arbeitsgruppe wurden eine Reihe von Maßnahmen diskutiert, die jedoch nach Abwägung aller zu berücksichtigender Belange nicht weiter verfolgt werden sollen.

- **Pförtnerampeln**

Mit der Einrichtung von Pförtnerampeln würden Verkehrsstaus und Emissionen ins Umland verlagert und insoweit Konflikte mit den betroffenen Gemeinden bzw. mit dem Landkreis erzeugt. Zum Teil wäre auch der ÖPNV in Form der Regionalbuslinien hiervon negativ betroffen. (Deshalb wurde z. B. eine vor dem Bau der B 31 Ost (neu) vor der Ortseinfahrt von Ebnet geplante Pförtnerampel nicht eingerichtet).

- **City-Maut**

Es handelt sich dabei um eine gebietsbezogene Straßennutzungsgebühr in hochbelasteten innerstädtischen Zonen zur Verminderung des Fahrzeugaufkommens.

Eine derartige Maßnahme kommt vor allem für große Ballungsgebiete in Frage. Bei kleineren Städten, wie z.B. Freiburg, dürfte sich das Kosten-/Nutzen-Verhältnis zunehmend verschlechtern. Außerdem ist mit unerwünschten Verlagerungen von Gewerbe und Handel auf die „Grüne Wiese“ zu rechnen.

- **Lkw-Maut auf Bundesstraßen (Ausweichstrecken)**

Nach Einführung der Lkw-Maut auf Autobahnen kommt es vermehrt zu Klagen über eine Zunahme des Lkw-Verkehrs in den Ortschaften, durch die Ausweichstrecken - i.d.R. Bundesstraßen - führen. In Freiburg sind solche Entwicklungen auf der B 3 und der B 31 denkbar. Dem könnte durch Einführung einer Mautpflicht auch für diese Strecken begegnet werden.

Nach der aktuellen Gesetzeslage kann das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung nach Anhörung der Europäischen Kommission mit Zustimmung des Bundesrates die Mautpflicht auf genau bezeichnete Abschnitte von Bundesstraßen ausdehnen, wenn dies zur Vermeidung von Mautausweichverkehren oder aus Sicherheitsgründen gerechtfertigt ist.

Da noch keine Aussage seitens des Bundes über die Größenordnung des Mautausweichverkehrs, die eine Bemautung rechtfertigt, vorliegt, orientiert sich das Regierungspräsidium Freiburg weiter an der Modellsimulation des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung zu mautbedingten Verkehrsverlagerungen sowie dem Erlass des Innenministeriums Baden-Württemberg vom 17.01.2006. Danach gibt es seit Einführung der Maut auf der B 31 im besagten Streckenabschnitt zwar eine Verkehrszunahme, die aber nicht mit erheblichen Auswirkungen verbunden ist.

Auch aus Sicherheitsgründen ist eine Bemautung derzeit nicht gerechtfertigt. Aus der Unfallrate der letzten Jahre, die sich aus der Anzahl der Unfälle bezogen auf die Streckenlänge errechnet, können keine Sicherheitsdefizite für den in Rede stehenden Streckenabschnitt der B 31 abgeleitet werden. Die für den Streckenabschnitt zuständigen Straßenverkehrsbehörden (Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald und Landratsamt Villingen-Schwenningen) haben bislang keine Notwendigkeit gesehen, diesen Abschnitt mautpflichtig zu machen. Wesentlicher Grund hierfür ist, dass nach der derzeitigen Rechtslage der regionale Güterverkehr nicht

von der Mautpflicht ausgenommen werden kann und deswegen zusätzlich finanziell belastet würde.

- **Nahverkehrsabgabe / kostenlose Nahverkehrstickets bei hoher Luftbelastung**

Eine Nahverkehrsabgabe würde ähnliche Effekte wie eine City-Maut auslösen. Die Ausgabe von kostenlosen (oder preiswerteren) Tickets bei hoher Luftbelastung würde letztlich zu Lasten der treuen ÖPNV-Dauernutzer gehen. Außerdem müssten die Verkehrsträger für derartige Fälle zusätzliche Beförderungskapazitäten vorhalten.

- **Geschwindigkeitsbeschränkungen**

Im Stadtgebiet besteht bereits in sämtlichen Wohnquartieren eine Zonengeschwindigkeitsbegrenzung auf 30 km/h. Auf den Hauptverkehrsstraßen gilt überwiegend die vorgeschriebene Innerortsgeschwindigkeit von 50 km/h.

Auf den anbaufrei ausgebauten Haupteinfallstraßen Zubringer Mitte (B 31 a) und B 31 Ost (neu) sind höhere Geschwindigkeiten zulässig. Anträge auf Geschwindigkeitsbeschränkungen auf diesen beiden Straßenzügen wurden bisher unter dem Gesichtspunkt des Lärmschutzes gestellt und nach entsprechender Prüfung abgelehnt.

Im Zusammenhang mit dem Luftreinhalteplan ist die Wirkung von Geschwindigkeitsbeschränkungen auf die Schadstoffemissionen bzw. -immissionen untersucht worden. Folgende Maßnahmen wurden in diesem Zusammenhang geprüft:

- Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h für alle Kraftfahrzeuge auf dem Zubringer Mitte ab Kronenbrücke auf einer Länge von ca. 2 km
- Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h für alle Kraftfahrzeuge auf der B 31 Ost (neu) ab Tunnelmündung-West auf einer Länge von ca. 3 km.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Geschwindigkeitsbeschränkungen an Orten wirken, an denen das typische städtische Immissionsniveau bereits wieder erreicht ist, und somit zum Schutz der Wohnbevölkerung vor einer zu hohen Belastung mit Stickstoffdioxid, die an den Belastungsschwerpunkten primär durch die örtliche Verkehrssituation verursacht ist, zunächst nichts beitragen. Bei einer Abwägung zwischen dem Schutz der Wohnbevölkerung vor den gesundheitlichen Risiken aufgrund des zu hohen Immissionsniveaus und der Freizügigkeit des Verkehrs wären sie nur in Betracht gekommen, wenn die Maßnahme zumindest zu einer relevanten Absenkung des durch den städtischen Verkehr verursachten Anteils am Hintergrundniveau geführt hätte.

Aus der Maßnahmenprognose ergibt sich aber, dass eine Absenkung des Geschwindigkeitsniveaus für die Minderung des Stickstoffdioxids eher kontraproduktiv wirkt, da nach dem Handbuch HBEFA 2.1 ungünstigere Fahrmuster angesetzt werden und daher mit einem Anstieg der Emissionen auf den betrachteten Streckenabschnitten gerechnet werden muss.

Auf der B 31 und anderen wichtigen Hauptverkehrsstraßen der Stadt ist zumindest tagsüber das Verkehrsaufkommen so hoch, dass durch Geschwindigkeitsbeschränkungen auf 30 km/h oder 40 km/h der Verkehrsfluss erheblich gestört würde. Mit häufigeren bzw. längeren Staus wäre zu rechnen. Dies würde dazu führen, dass der Schadstoffausstoß sogar noch ansteigt und letztlich zu höheren Stickstoffdioxid- und Feinstaubwerten an den Messpunkten führt.

5.4 Notwendige flankierende Maßnahmen auf Bundes- und EU-Ebene

5.4.1 Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge entsprechend ihrem Beitrag zur Schadstoffbelastung




Damit Fahrverbote nach Schadstoffgruppen in der Praxis auch umgesetzt und überwacht werden können, bedarf es einer Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge in Abhängigkeit von der jeweiligen Emissionsklasse.

Die Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung (35. BImSchV) [18] ist am 01.03.2007 in Kraft getreten. Sie regelt die Zuordnung von Kraftfahrzeugen zu Schadstoffgruppen und Ausnahmen von Verkehrsverboten.

Im Anhang 2 der Verordnung werden die Kraftfahrzeuge vier verschiedenen Schadstoffgruppen zugeordnet. Die Schadstoffgruppe 1 umfasst die Fahrzeuge mit dem höchsten Schadstoffausstoß; diese erhalten keine Plakette. In der Schadstoffgruppe 4 (grüne Plakette) sind die Fahrzeuge mit dem geringsten Schadstoffausstoß, d.h. im Wesentlichen Dieselfahrzeuge der Euro-Normen 4 und 5 sowie Fahrzeuge mit Ottomotoren und G-Kat zusammengefasst. Die Plaketten und deren Bedeutung sind in Abbildung 5.4.1-1 dargestellt.

Ausgenommen von Verkehrsverboten sind auch ohne Kennzeichnung mit einer Plakette u.a. mobile Maschinen und Geräte, Arbeitsmaschinen, land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen, zwei- und dreirädrige Kraftfahrzeuge, Oldtimer sowie Sonderfahrzeuge. Außerdem können unter bestimmten Voraussetzungen die Behörden weitere Ausnahmen zulassen.

Durch eine entsprechende Änderung der Straßenverkehrs-Ordnung werden zusätzliche Zeichen für die Kennzeichnung der Umweltzone und für vom Verkehrsverbot freigestellte Fahrzeuge eingeführt (Abb. 5.4.1-2).

	Schadstoffgruppe 2	Schadstoffgruppe 3	Schadstoffgruppe 4
Plaketten- Durchmesser: 80 mm, schwarz umrandet, Strichdicke der Um- randung 1,5 mm Ziffer der Schad- stoffgruppe: Höhe 35 mm Schriftfeld: 60 x 20 mm Schrift: schwarz RAL 9005, mit lichtechem Stift			
Plakettenfarbe:	verkehrsrot RAL 3020 lichtecht	verkehrsgelb RAL 1023, lichtecht	verkehrsgrün RAL 6024, lichtecht
Schriftfeld:	reinweiß RAL 9010, schwarz umrandet	reinweiß RAL 9010, schwarz umrandet	reinweiß RAL 9010, schwarz umrandet

Die Ziffer der Schadstoffgruppe ist nach dem Schriftmuster der Anlage V Seite 3 der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung darzustellen.

Abb. 5.4.1-1: Kennzeichnung von Fahrzeugen mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung (Plaketten und deren Bedeutung)

„Zeichen 270.1



Beginn eines Verkehrsverbots zur Verminderung schädlicher Luftverunreinigungen in einer Zone

Zeichen 270.2



Ende eines Verkehrsverbots zur Verminderung schädlicher Luftverunreinigungen in einer Zone

Mit den Zeichen 270.1 und Zeichen 270.2 werden die Grenzen einer Verkehrsverbotszone bestimmt. Sie verbieten den Verkehr mit Kraftfahrzeugen innerhalb einer so gekennzeichneten Verkehrsverbotszone im Falle der Anordnung von Maßnahmen zur Vermeidung von schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen auf der Grundlage des § 40 Abs. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Das Zusatzzeichen zum Zeichen 270.1



Freistellung vom Verkehrsverbot nach § 40 Abs. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes nimmt Kraftfahrzeuge vom Verkehrsverbot aus,

Abb. 5.4.1-2: Kennzeichen für die Umweltzone und freigestellte Fahrzeuge

5.4.2 Steuerliche Förderung

Durch eine entsprechende Spreizung der Kraftfahrzeugsteuer in Abhängigkeit von der jeweiligen Schadstoffklasse des Fahrzeugs muss auch künftig bewirkt werden, dass sich die Fahrzeugbesitzer für die Neuanschaffung von besonders schadstoffarmen Fahrzeugen oder aber - soweit möglich - für die Nachrüstung von Altfahrzeugen entscheiden.

Während die Ausrüstung von neuen Dieselfahrzeugen mit Partikelfiltern inzwischen marktüblich ist, wird die Nachrüstung durch steuerliche Anreize gefördert. Am 01.04.2007 trat eine

Änderung des Kraftfahrzeugsteuergesetzes in Kraft, mit der ein Bonus-Malus-Konzept umgesetzt werden soll. Es umfasst folgende Bausteine:

- Die Nachrüstung von im Verkehr befindlichen Diesel-Fahrzeugen wird mit einem einmaligen Steuernachlass von 330 Euro (Bonus) befristet gefördert. Der Steuernachlass wird rückwirkend vom 01.01.2006 an bis zum 31.12.2009 gewährt.
- Nicht nachgerüstete zugelassene Fahrzeuge und Neufahrzeuge, die den voraussichtlichen EURO-5-Grenzwert für Partikelmasse (0,005 g/km) nicht einhalten, erhalten in der Zeit vom 01.04.2007 bis zum 31.03.2011 einen Steueraufschlag von 1,20 Euro je 100 Kubikzentimeter Hubraum (Malus).
- Durch die Nachrüstung mit einer Partikelminderungstechnik müssen die Partikelminderungsstufen PM 01 bis PM 04 bei Pkw bzw. die Partikelminderungsklassen PMK 01 bis PMK 04 bei Nfz erreicht werden.
- Oldtimer sind von der Gesetzesänderung nicht betroffen.

Eine Nachrüstung von Altfahrzeugen in größerem Umfang würde eine deutliche Minderung des Rußanteils im Feinstaub bewirken.

5.4.3 Kohärenz der EU-Vorschriften

Am Beispiel der vor allem vom Verkehr verursachten Luftschadstoffe wird deutlich, dass die von der EU erlassenen Luftqualitätsrichtlinien - besonders bei Feinstaub und Stickstoffdioxid - sehr hohe Anforderungen an die Luftqualität stellen. In den Ballungsräumen können die vorgegebenen Grenzwerte zum Teil nur durch drastische Eingriffe in den Verkehr eingehalten werden. Die lokalen Behörden stehen vor großen Problemen. Einerseits sind sie mit Klagen betroffener Bürger, die ihr Recht auf Einhaltung der Grenzwerte durchsetzen wollen, konfrontiert. Andererseits beschweren sich die Wirtschaft und die Autofahrer über kostspielige Nachrüstungen und Erneuerungen des Fahrzeugparks sowie zu weit gehende Verkehrsrestriktionen.

Es ist deshalb unabdingbar, dass seitens der EU bei Erlass von strengen Luftqualitätsvorschriften gleichzeitig die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, dass emissionsseitig, d.h. an der Schadstoffquelle, rechtzeitig und ausreichend wirksame Maßnahmen zur Begrenzung des Schadstoffausstoßes getroffen werden.

5.5 Zusammenfassende Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zur Minderung der Immissionen

Die Maßnahmen, soweit sie in einer Immissionsprognose rechnerisch überhaupt bewertbar sind, wurden von der Firma iMA auf ihre Wirksamkeit hinsichtlich der Senkung des Immissionsniveaus bei NO₂ und PM10 überprüft. Das im Jahr 2005 erstellte Gutachten wurde im November 2006 und Januar 2007 überarbeitet und ergänzt [17].

Tabelle 5.5-1: Wirkung der Maßnahmen hinsichtlich NO₂ [Angaben in µg/m³]

Nr.	Maßnahme / Maßnahmenkombination	Zähringer Straße		Schwarzwaldstraße	
		Jahresmittelwert	Wirkung d. Maßnahme	Jahresmittelwert	Wirkung d. Maßnahme
	Nullfall 2004	61,0 ¹⁾	-	81,0 ¹⁾	-
	Trend 2010	49,5	-	72,5	-
	Trend 2012	46,7	-	68,6	-
M 1.1	2012: Verlegung der B 3-Nord	39,5	7,2	-	-
M 1.2	2012: Bau des Stadttunnels	-	-	51,1	17,5
M 2	2010: Modal-Split: Szenario 1	48,7	0,8	71,8	0,7
	Szenario 2	46,9	2,6	70,0	2,5
M 6.1	2010: Verkehrsverbot für Schadstoffgruppe 1 (SG 1)	48,2	1,3	70,9	1,6
M 6.2	2012: Verkehrsverbot für Schadstoffgruppen 1 + 2	45,1	1,6	66,6	2,0
M 2 + M 6.1	2010: Modal-Split: Szenario 1 + Verkehrsverbot für SG 1	47,5	2,0	70,2	2,3
M 2 + M 6.2	2012: Modal-Split: Szenario 1 + Verkehrsverbot für SG 1 + 2	44,3	2,4	65,8	2,8
M 1.1 + M 2 + M 6.2	2012: Verlegung der B 3-Nord + Modal-Split: Szenario 2 + Verkehrsverbot für SG 1 + 2	35,9	10,8	63,9	4,7
M 1.2 + M 2 + M 6.2	2012: Stadttunnel + Modal-Split: Szenario 2 + Verkehrsverbot für SG 1 + 2	42,6	4,1	48,5	20,1

1) Diese Werte wurden rechnerisch ermittelt und weichen deshalb von den tatsächlich gemessenen Werten (siehe Abschnitte 3.2 und 4.2) ab.

Tabelle 5.5-2: Wirkung der Maßnahmen hinsichtlich PM10 [Angaben in µg/m³]

Nr.	Maßnahme / Maßnahmenkombination	Zähringer Straße		Schwarzwaldstraße	
		Jahresmittelwert	Wirkung d. Maßnahme	Jahresmittelwert	Wirkung d. Maßnahme
	Nullfall 2004	29,2 ¹⁾	-	34,6 ¹⁾	-
	Trend 2010	26,0	-	31,5	-
	Trend 2012	24,9	-	30,2	-
M 1.1	2012: Verlegung der B 3-Nord	22,5	2,4	-	-
M 1.2	2012: Bau des Stadttunnels	-	-	21,3	8,9
M 2	2010: Modal-Split: Szenario 1	25,6	0,4	31,0	0,5
	Szenario 2	24,8	1,2	29,8	1,7
M 6.1	2010: Verkehrsverbot für Schadstoffgruppe 1 (SG 1)	25,2	0,8	30,4	1,1
M 6.2	2012: Verkehrsverbot für Schadstoffgruppen 1 + 2 (SG 1 + 2)	24,6	0,3	29,7	0,5
M 2 + M 6.1	2010: Modal-Split: Szenario 1 + Verkehrsverbot für SG 1	24,8	1,2	29,9	1,6
M 2 + M 6.2	2012: Modal-Split: Szenario 1 + Verkehrsverbot für SG 1 + 2	24,3	0,6	29,3	0,9
M 1.1 + M 2 + M 6.2	2012: Verlegung der B 3-Nord + Modal-Split: Szenario 2 + Verkehrsverbot für SG 1 + 2	21,5	3,4	28,2	2,0
M 1.2 + M 2 + M 6.2	2012: Stadttunnel + Modal-Split: Szenario 2 + Verkehrsverbot für SG 1 + 2	23,6	1,3	20,6	9,6

1) Diese Werte wurden rechnerisch ermittelt und weichen deshalb von den tatsächlich gemessenen Werten (siehe Abschnitte 3.2 und 4.2) ab.

6 LITERATUR

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG vom 26. September 2002 (BGBl. I, S. 3830) zuletzt geändert am 23. Oktober 2007 (BGBl. I Nr. 53, S. 2470)
- [2] Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22. BImSchV vom 4. Juni 2007 – BGBl. I S. 1006)
- [3] Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität
- [4] Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft
- [5] Richtlinie 2000/69/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. November 2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft
- [6] UMEG Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg, Bericht Nr. 21-04/2004, „Festlegung der Ballungsräume und Einstufung der Gebiete und Ballungsräume nach § 9 Abs. 2 der 22. BImSchV im Jahr 2003“, Karlsruhe Oktober 2004
- [7] UMEG Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg, Bericht Nr. 21-03/2004, „Messungen zum Vollzug der 23. BImSchV in Baden-Württemberg 2002/2003 – Abschlussbericht“
- [8] UMEG Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg, Bericht Nr. 31-21/2003, „Spotmessungen gemäß der 22. BImSchV in Baden-Württemberg –Voruntersuchungen 2003“
- [9] Rehbinder, Prof. Dr. Eckard, „Rechtsgutachten über die Umsetzung der 22. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“, Johann-Wolfgang von Goethe-Universität Frankfurt/Main, Juli 2004
- [10] BMU „Feinstaub – eine gesundheitspolitische Herausforderung“ Vortrag von Dr. habil. Uwe Lahl, Ministerialdirektor Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 46. Kongress Deutsche Gesellschaft für Pneumologie 17. März 2005, Berlin, Pneumologie-Bericht
- [11] UBA „Hintergrundpapier zum Thema Staub/Feinstaub (PM)“ UBA, Berlin, März 2005
- [12] BUWAL „PM10 Fragen und Antworten zu Eigenschaften, Emissionen, Immissionen, Auswirkungen, und Maßnahmen“ Abteilung Luftreinhaltung und NIS Sektion Grundlagen, Stand 29. März 2001
- [13] UMEG Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg, Bericht Nr. 31-13/2001, „Immissionsuntersuchungen im Raum Freiburg/Emmendingen 1999/2000“
- [14] LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bericht Nr. 73-02/2006, „Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 2004“
- [15] LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Nr. der Dokumentation 73-05/2007, „Luftreinhalte-/Aktionspläne für Baden-Württemberg - Grundlagenband 2006“, August 2007
- [16] LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bericht Nr. 61-08/2006, „Besondere Immissionssituation während der Inversionswetterlagen Januar/Februar 2006“
- [17] iMA Richter & Röckle, Projekt-Nr. 07-09_06-FR, „Ermittlung der Schadstoffemissionen und -immissionen für verschiedene Szenarien im Rahmen des Luftreinhalte-/Aktionsplans Freiburg“

- [18] Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung - 35. BImSchV vom 10.10.2006 (BGBl. I S. 2218), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 5. Dezember 2007 (BGBl. I, Nr. 61, S. 2793)
- [19] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Schweiz, 2002, Richtlinie „Luftreinhaltung auf Baustellen“
- [20] LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Dezember 2006, Bericht „Staubminderung bei Bauvorhaben“
- [21] Umweltbundesamt, 09.03.2006, „Die Nebenwirkungen der Behaglichkeit: Feinstaub aus Kamin und Holzofen“
- [22] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV) vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 490) zuletzt geändert am 14. August 2003 (BGBl. I S. 1614)
- [23] Verordnung der Landesregierung über die Beseitigung pflanzlicher Abfälle außerhalb von Abfallbeseitigungsanlagen vom 30.04.1974 (GBl. S. 187)
- [24] LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bericht-Nr. 61-06/2007, „Spotmessungen 2006 – Darstellung der Messergebnisse“, Karlsruhe Juni 2007

7 GLOSSAR

Aktionspläne	gemäß § 47 Abs. 2 BImSchG sind von der zuständigen Behörde zu erstellen, wenn die Gefahr der Überschreitung von festgelegten Immissionsgrenzwerten oder Alarmschwellen besteht. Die im Aktionsplan festgelegten Maßnahmen müssen geeignet sein, die Gefahr der Überschreitung von Werten zu verringern oder den Zeitraum, während dessen die Werte überschritten werden, zu verkürzen.
Alarmschwelle	Wert, bei dessen Überschreitung bei kurzfristiger Exposition eine Gefahr für die menschliche Gesundheit besteht und bei dem umgehend Maßnahmen zu ergreifen sind.
Basisniveau	ist die Konzentration, die in dem Jahr zu erwarten ist, in dem der Grenzwert in Kraft tritt und außer bereits vereinbarten oder aufgrund bestehender Rechtsvorschriften erforderlichen Maßnahmen keine weiteren Maßnahmen ergriffen werden.
Beurteilung	alle Verfahren zur Messung, Berechnung, Vorhersage oder Schätzung der Schadstoffwerte in der Luft.
Emissionen	Luftverunreinigungen, Geräusche, Licht, Strahlen, Wärme, Erschütterungen und ähnliche Erscheinungen, die von einer Anlage (z.B. Kraftwerk, Müllverbrennungsanlage) ausgehen oder von Produkten (z.B. Treibstoffe, Kraftstoffzusätze) an die Umwelt abgegeben werden.
Emissionskataster	räumliche Erfassung bestimmter Schadstoffquellen (Anlagen und Fahrzeuge). Das Emissionskataster enthält Angaben über Art, Menge, räumliche und zeitliche Verteilung und die Ausbreitungsbedingungen von Luftverunreinigungen. Hierdurch wird sichergestellt, dass die für die Luftverunreinigung bedeutsamen Stoffe erfasst werden.
Emissionswerte	sind im Bereich der Luftreinhaltung in der TA Luft festgesetzt. Dabei handelt es sich um Werte, deren Überschreitung nach dem Stand der Technik vermeidbar ist; sie dienen der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch dem Stand der Technik entsprechende Emissionsbegrenzungen.
Gesamthintergrund	ist das Niveau, das sich bei Abwesenheit lokaler Quellen ergibt. Bei dem Gesamthintergrundniveau ist das regionale Hintergrundniveau einbezogen. In der Stadt ist der Gesamthintergrund der städtische Hintergrund, d. h. der Wert, der in Abwesenheit signifikanter Quellen in nächster Umgebung ermittelt würde.

Grenzwert	Wert, der aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse mit dem Ziel festgelegt wird, schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und/oder die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhüten oder zu verringern, und der innerhalb eines bestimmten Zeitraums erreicht werden muss und danach nicht überschritten werden darf.
Hintergrundniveau	ist die Schadstoffkonzentration in einem größeren Maßstab als dem Überschreitungsgebiet.
Hochwert	Der Hochwert ist neben dem Rechtswert ein Bestandteil der Koordinaten im Gauß-Krüger-Koordinatensystem in Karten. Er gibt die Entfernung des Punktes zum Äquator an.
Immissionen	auf Menschen (Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Atmosphäre sowie Sachgüter) einwirkende Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen. Messgröße ist die Konzentration eines Schadstoffes in der Luft, bei Staub auch die Menge, die sich auf einer bestimmten Fläche pro Tag niederschlägt.
Immissionskataster	Räumliche Darstellung der Immissionen innerhalb eines bestimmten Gebietes, unterteilt nach Spitzen- und Dauerbelastungen. Immissionskataster bilden eine wichtige Grundlage für Luftreinhaltepläne und andere Luftreinhaltemaßnahmen.
Jahresmittelwert	der arithmetische Mittelwert des Messwertkollektives eines Jahres.
Luftreinhaltepläne	gemäß § 47 Abs. 1 BImSchG sind von den zuständigen Behörden zu erstellen, wenn die Immissionsbelastung die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge überschreitet. Ziel ist - mit zumeist langfristigen Maßnahmen - die Einhaltung der Grenzwerte ab den in der 22. BImSchV angegebenen Zeitpunkten nicht mehr zu überschreiten und dauerhaft einzuhalten.
Luftverunreinigungen	sind Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Rauch, Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe, Geruchsstoffe o.ä..
Luftmessnetz	Das Luftqualitätsüberwachungssystem des Landes Baden-Württemberg erfasst und untersucht die Konzentrationen verschiedener Schadstoffe in der Luft. Das Messsystem integriert kontinuierliche und diskontinuierliche Messungen und bietet eine umfassende Darstellung der Luftqualitätsdaten.
Modal-Split	ist die Aufteilung des Verkehrsaufkommens auf einzelne Verkehrsträger (motorisierter Individualverkehr, Güterverkehr, Öffentlicher Personen-Nahverkehr, Fußgänger- und Radverkehr); Kenngröße über die Anteile jedes Verkehrsträgers am Gesamtverkehr.
Offroad-Verkehr	Verkehr auf nicht öffentlichen Straßen, z. B. Baumaschinen, Land- und Forstwirtschaft, Gartenpflege, Militär, Eisenbahn, Schifffahrt.

Plangebiet	setzt sich zusammen aus dem Überschreitungsgebiet und dem Verursachergebiet.
PM10	die Partikel, die einen gröbenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Der Feinstaubanteil im Größenbereich zwischen 0,1 und 10 µm ist gesundheitlich von besonderer Bedeutung, weil Partikel dieser Größe mit vergleichsweise hoher Wahrscheinlichkeit vom Menschen eingeatmet und in die tieferen Atemwege transportiert werden.
Rechtswert	der Rechtswert ist neben dem Hochwert ein Bestandteil der Koordinaten im Gauß-Krüger-Koordinatensystem. Er gibt die Entfernung des Punktes vom nächsten Mittelmeridian an.
Regionales Hintergrundniveau	ist das Niveau, von dem in Abwesenheit von Quellen innerhalb eines Abstands von 30 km ausgegangen wird. Bei Standorten in einer Stadt wird beispielsweise ein Hintergrundniveau angenommen, das sich ergäbe, wenn keine Stadt vorhanden wäre.
Ruß	feine Kohlenstoffteilchen oder Teilchen mit hohem Kohlenstoffgehalt, die bei unvollständiger Verbrennung entstehen.
Schadstoff	direkt oder indirekt in die Luft emittierter Stoff, der schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und/oder die Umwelt insgesamt haben kann.
Spotmessung	Schadstoffmessung an Punkten mit hoher Belastung (z.B. an verkehrsreichen Straßen)
Staub - Schwebstaub - Staubniederschlag	feste Teilchen, die abhängig von ihrer Größe nach Grob- und Feinstaub unterteilt werden. Während die Grobstäube nur für kurze Zeit in der Luft verbleiben und dann als Staubniederschlag zu Boden fallen, können Feinstäube längere Zeit in der Atmosphäre verweilen und dort über große Strecken transportiert werden. Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal der Partikel ist die Teilchengröße. Schwebstaub hat eine Teilchengröße von etwa 0,001 bis 15 µm. Unter 10 µm Teilchendurchmesser wird er als PM10, unter 2,5 µm als PM2,5 und unter 1 µm als PM1 bezeichnet. Staub stammt sowohl aus natürlichen wie auch aus von Menschen beeinflussten Quellen. Staub ist abhängig von der Größe und der ihm anhaftenden Stoffe mehr oder weniger gesundheitsgefährdend.
Stick(stoff)oxide	die Summe von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid
TA Luft	Die TA (Technische Anleitung) Luft ist eine normkonkretisierende und auch eine ermessenlenkende Verwaltungsvorschrift der Bundesregierung zum BImSchG. Sie gilt für genehmigungsbedürftige Anlagen und enthält Anforderungen zum Schutz vor und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen.

Toleranzmarge	Wert, um den der festgesetzte Grenzwert unter den in der Richtlinie EG-RL 96/62 festgelegten Bedingungen überschritten werden darf.
Überschreitungsgebiet	das Gebiet, für das wegen der messtechnischen Erhebung der Immissionsbelastung und/oder der technischen Bestimmung (Prognoseberechnung in die Fläche) von einer Überschreitung des Grenzwertes bzw. der Summe aus Grenzwert + Toleranzmarge auszugehen ist.

8 ABKÜRZUNGEN, STOFFE UND EINHEITEN

Abkürzungen

Abb.	Abbildung
ASF GmbH	Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg GmbH
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
DTV	durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
EG/EU	Europäische Gemeinschaften/Europäische Union
FNP	Flächennutzungsplan
GVP	Generalverkehrsplan
HBEFA	Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (s. Literatur [15])
IHK	Industrie- und Handelskammer Südlicher Oberrhein
iMA	iMA Richter&Röckle, Eisenbahnstr. 43, 79098 Freiburg
Kfz	Kraftfahrzeug
INf	leichte Nutzfahrzeuge
LfU	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
LRP	Luftreinhalteplan
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
MIV	motorisierter Individualverkehr
NEC	Richtlinie über nationale Höchstmengen bei bestimmten Schadstoffen
ÖPNV	Öffentlicher Personen-Nahverkehr
sNfz	schwere Nutzfahrzeuge
SBG	SüdbadenBus GmbH
SWEG	Südwestdeutsche Verkehrs-Aktiengesellschaft
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
UMEG	Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg
VAG	Freiburger Verkehrs AG
VEP	Verkehrsentwicklungsplan

Stoffe, Einheiten und Messgrößen

NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickstoffoxide
PM10	Partikel (Particulate Matter) mit einem Korngrößendurchmesser von maximal 10 µm
µg/m ³	Mikrogramm (1 millionstel Gramm) pro m ³ ; 10 ⁻⁶ g/m ³
kg/a	Kilogramm (tausend Gramm) pro Jahr
t/a	Tonnen pro Jahr

9 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

	Seite	
Abb. 2.2-1	Die Entwicklung des Kfz-Bestandes in Freiburg seit 1950	14
Abb. 2.2-2	Kraftfahrzeuge auf 1000 Einwohner am 01.01.2007	14
Abb. 2.5-1	Ausschnitt aus Stadtplan mit der Messstelle im Bereich der Schwarzwaldstraße	22
Abb. 2.5-2	Ausschnitt aus dem Stadtplan mit der Messstelle im Bereich der Zähringer Straße	22
Abb. 3.1.2-1	Abscheidung von Staubpartikeln in den Atemwegen	26
Abb. 3.2.1-1	NO ₂ -Monatsmittelwerte an den Messstationen im Messgebiet „Freiburg-Emmendingen 1999/2000“ seit 1990	29
Abb. 3.2.1-2	Mittelwerte, minimale und maximale Punktmittelwerte für NO ₂ in verschiedenen Gebietstypen im Messgebiet „Freiburg-Emmendingen 1999/2000“	29
Abb. 3.2.1-3	Lage der Sondermesspunkte (Nr. 108/109, 110, 111 und 112) zur Profilmessung von NO ₂ , Benzol und Ruß an der Schwarzwaldstraße	30
Abb. 3.2.1-4	Rückgang der NO ₂ -, Benzol- und Rußbelastung mit dem Abstand zur Straße in Prozent vom Konzentrationswert in 1 m Entfernung	31
Abb. 3.2.1-5	Monats- und Jahresmittelwerte der Schwebstaubkonzentration (Fraktion TSP) an der Station 'Freiburg-Mitte'	32
Abb. 3.2.1-6	Jahresmittelwerte, minimaler und maximaler Tagesmittelwert für PM10-Staub an 8 Stationen im Messgebiet „Raum Freiburg/Emmendingen 1999/2000“	32
Abb. 3.2.1-7	PM10-Jahresmittelwerte an der Station Freiburg-Straße	33
Abb. 3.2.1-8	PM10-Jahresmittelwerte an der Station Freiburg-Mitte	33
Abb. 3.2.1-9	PM10-Jahresmittelwerte an der Station Schwarzwald-Süd	34
Abb. 3.2.2-1	NO ₂ -Jahresmittelwerte an verschiedenen Messstationen im Raum Freiburg	36

Abb. 4.1-1	Verteilung der Stickstoffoxid(NO _x)-Emissionen auf die verschiedenen Emittentengruppen in der Stadt Freiburg im Jahr 2004	39
Abb. 4.1-2	Fahrleistungen und NO _x -Emissionen des Straßenverkehrs auf der Schwarzwaldstraße nach Fahrzeuggruppen	40
Abb. 4.1-3	Verteilung der PM10-Emissionen auf die verschiedenen Emittentengruppen in der Stadt Freiburg im Jahr 2004	40
Abb. 4.1-4	Anteile der verschiedenen Fahrzeuggruppen an Fahrleistung und PM10-Emissionen in der Stadt Freiburg	41
Abb. 4.2.1-1	Verursacher der NO ₂ -Immissionsbelastung am Messpunkt Freiburg-Schwarzwaldstraße im Jahr 2006	43
Abb. 4.2.1-2	Verursacher der NO ₂ -Immissionsbelastung am Messpunkt Freiburg-Zähringer Straße im Jahr 2006	44
Abb. 4.2.1-3	Entwicklung der NO _x -, NO- und der NO ₂ -Immissionen am Messpunkt `Freiburg-Straße` in den Jahren 1995 bis 2004	44
Abb. 4.2.2-1	Verursacher der PM10-Immissionsbelastung am Messpunkt Freiburg-Schwarzwaldstraße im Jahr 2006	46
Abb. 5.2.2-1	Zu erwartende Veränderungen des Modal-Splits beim Gesamtverkehr in Abhängigkeit von den verschiedenen im Verkehrsentwicklungsplan beschriebenen Szenarien	64
Abb. 5.2.6-1	Emissionsfaktoren für Stickstoffoxide (NO _x) nach Emissionskonzepten der Kfz (HBEFA 2.1, gewichtete Verkehrssituationen innerorts, Bezugsjahr 2005)	76
Abb. 5.2.6-2	Emissionsfaktoren für Partikel nach Emissionskonzepten der Kfz (HBEFA 2.1, gewichtete Verkehrssituationen innerorts, Bezugsjahr 2005)	77
Abb. 5.2.6-3	Schwere Nutzfahrzeuge (SNfz): Dynamische Flottenanteile und Emissionsfaktoren (Deutschland, innerorts), differenziert nach Emissionsstufen für NO _x und Partikel. Bezugsjahr 2005 nach HBEFA 2.1, Mittelwert über alle SNfz	78
Abb. 5.2.6-4	Benzin- und Diesel-Pkw: Dynamische Flottenanteile und Emissionsfaktoren (Deutschland, innerorts), differenziert nach Emissionsstufen für NO _x und Partikel. Bezugsjahr 2005 nach HBEFA 2.1	78
Abb. 5.2.6-5	„Umweltzone“ der Stadt Freiburg (rot schraffierter Bereich)	80
Abb. 5.2.6.1-1	Wirkung von Verkehrsverboten in 2010 auf Fahrzeugbestand, NO ₂ - und PM10-Emissionen	82

Abb. 5.2.6.2-1	Wirkung von Verkehrsverboten in 2012 auf Fahrzeugbestand, NO ₂ - und PM10-Emissionen	84
Abb. 5.2.10-1	Endenergieeinsatz und PM10-Emissionen bei Kleinf Feuerungsanlagen in Baden-Württemberg im Jahr 2002 (Anteile in %)	88
Abb. 5.4.1-1	Kennzeichnung von Fahrzeugen mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung (Plaketten und deren Bedeutung)	97
Abb. 5.4.1-2	Kennzeichen für die Umweltzone und freigestellte Fahrzeuge	98
Abb. A.1-1	Lage des Messpunkts im Bereich Schwarzwaldstraße	112
Abb. A.1-2	Lage des Messpunkts im Bereich Zähringer Straße	113
Abb. A.2-1	Standorte der Luftmessstationen im Luftmessnetz Baden-Württemberg	115

10 ANHANG

A.1 Messpunktbeschreibung (Quelle: LUBW)

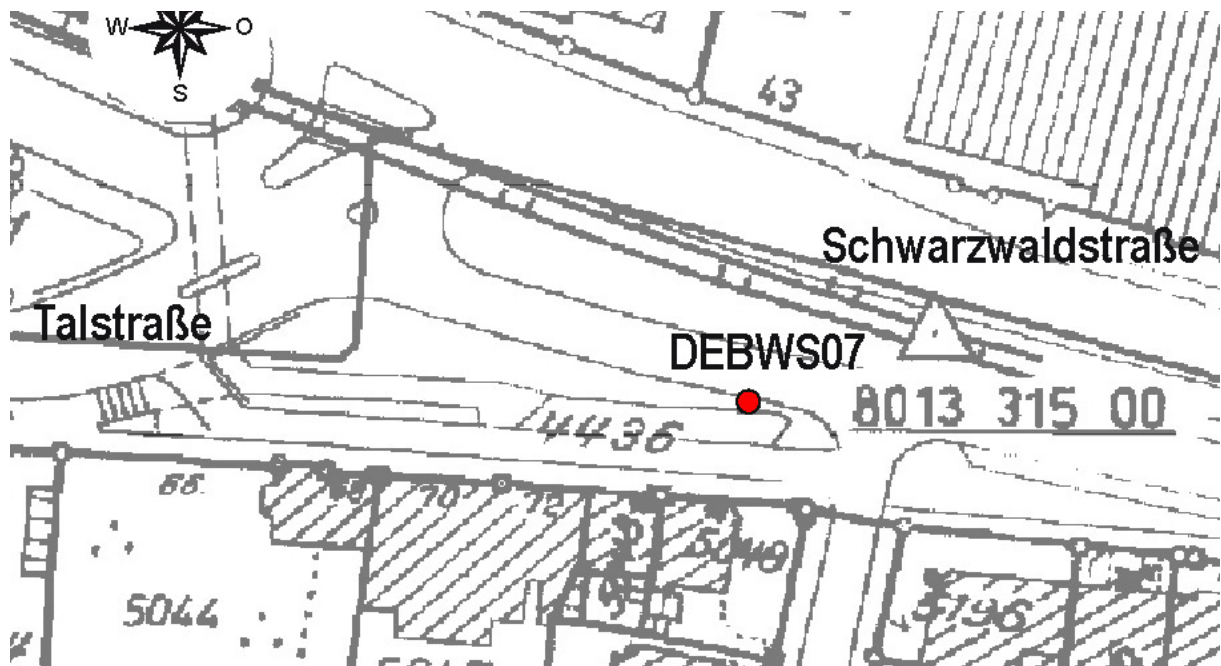


Abb. A.1-1: Lage des Messpunkts im Bereich Schwarzwaldstraße



MP-Nummer: 04_3_10_1
RW/HW 3414981/5317389
Standort: Schwarzwaldstraße 76 an Abzweig Sternwaldstraße

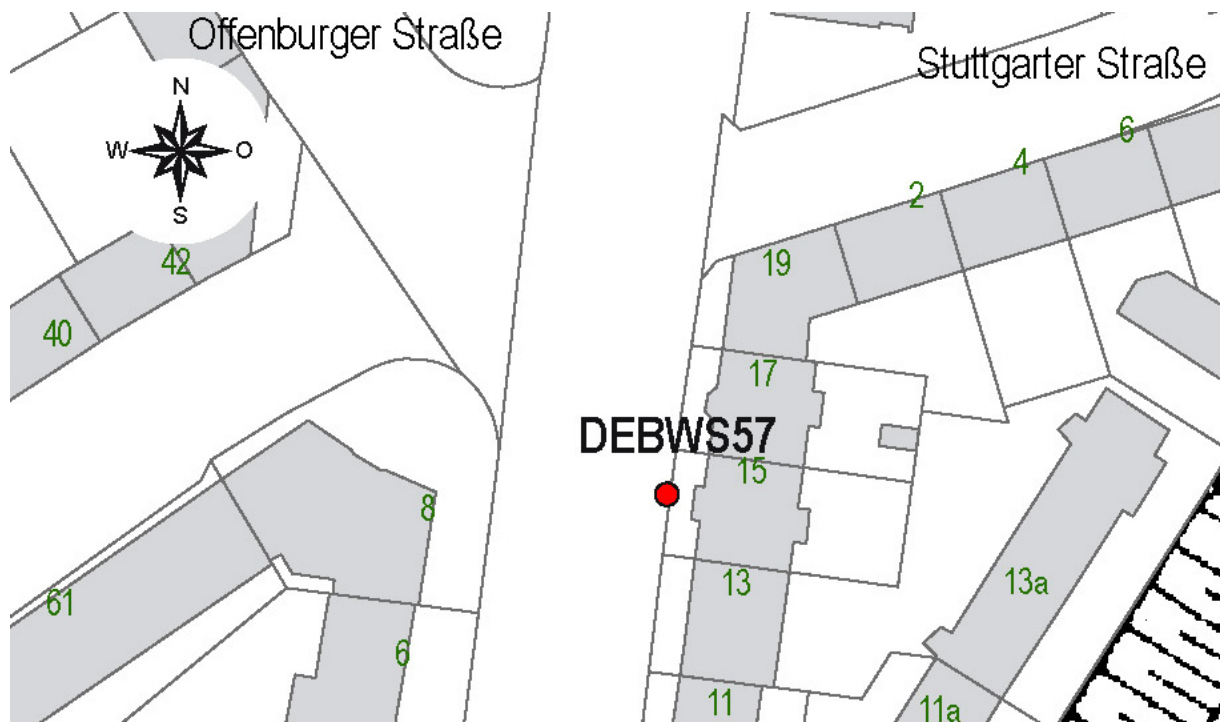


Abb. A.1-2: Lage des Messpunkts im Bereich Zähringer Straße



MP.-Nummer: 04_3_07_1
 RW/HW 3414654/5320160
 Standort: Zähringer Straße 15 an LSA-Straba (109)

A.2 Landesweites Luftmessnetz in Baden-Württemberg

Im Auftrag des Landes Baden-Württemberg wurden Ende 2006 an insgesamt 41 Messstationen kontinuierliche Messungen der Luftschadstoffkonzentrationen durchgeführt (Abbildung A.2-1). Das Messnetz wurde entsprechend der Anforderungen der 22. BImSchV konzipiert und richtet sich entsprechend der Verordnung und den zu Grunde liegenden EU-Tochterrichtlinien nach der Bevölkerungsanzahl und der Höhe der Schadstoffkonzentrationen in den einzelnen Gebieten. Das dauerhafte Messnetz ist so ausgelegt, dass das gesamte Land möglichst repräsentativ abgedeckt ist.

Die Messnetzkonzeption umfasst ein „Pflichtmessnetz“ mit 33 Messstationen in Siedlungsgebieten. Außerdem sind vier Stationen im ländlichen Hintergrund zur Bestimmung der Hintergrundbelastung im jeweiligen Gebiet festgelegt:

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

Zusätzlich werden entsprechend der Konzeption in vier größeren Städten dauerhafte Stationen in Verkehrsnähe zur Beobachtung der Schadstoffentwicklung betrieben:

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

Die Ergebnisse der Konzentrationsmessungen laufen als Halbstundenmittelwerte in der Messnetzzentrale der LUBW in Karlsruhe zusammen und werden rund um die Uhr überwacht. 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-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.

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 Aufgabe des Bundes. Die Länder sind jedoch befugt, weitergehende eigenständige Ermittlungen und Messungen vorzunehmen. Zu diesem Zweck sind in Baden-Württemberg insgesamt 24 Luftmessstationen mit Dosisleistungsmessgeräten (γ -Dosisleistung) ausgerüstet. Weiterhin werden an diesen 24 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 kerntechnischen Anlagen, frühzeitig zu erkennen.

Informationen über das an den einzelnen Stationen erfasste Komponentenspektrum, die eingesetzten Immissionsmessgeräte sowie Messprinzip, Probenahmedauer und -häufigkeit, die jeweiligen Nachweisgrenzen und Genauigkeiten sind bei der LUBW hinterlegt; die Messwerte sowie die Stationsdaten sind im Internet unter <http://mnz.lubw.baden-wuerttemberg.de/messwerte/aktuell/index.htm> abrufbar.

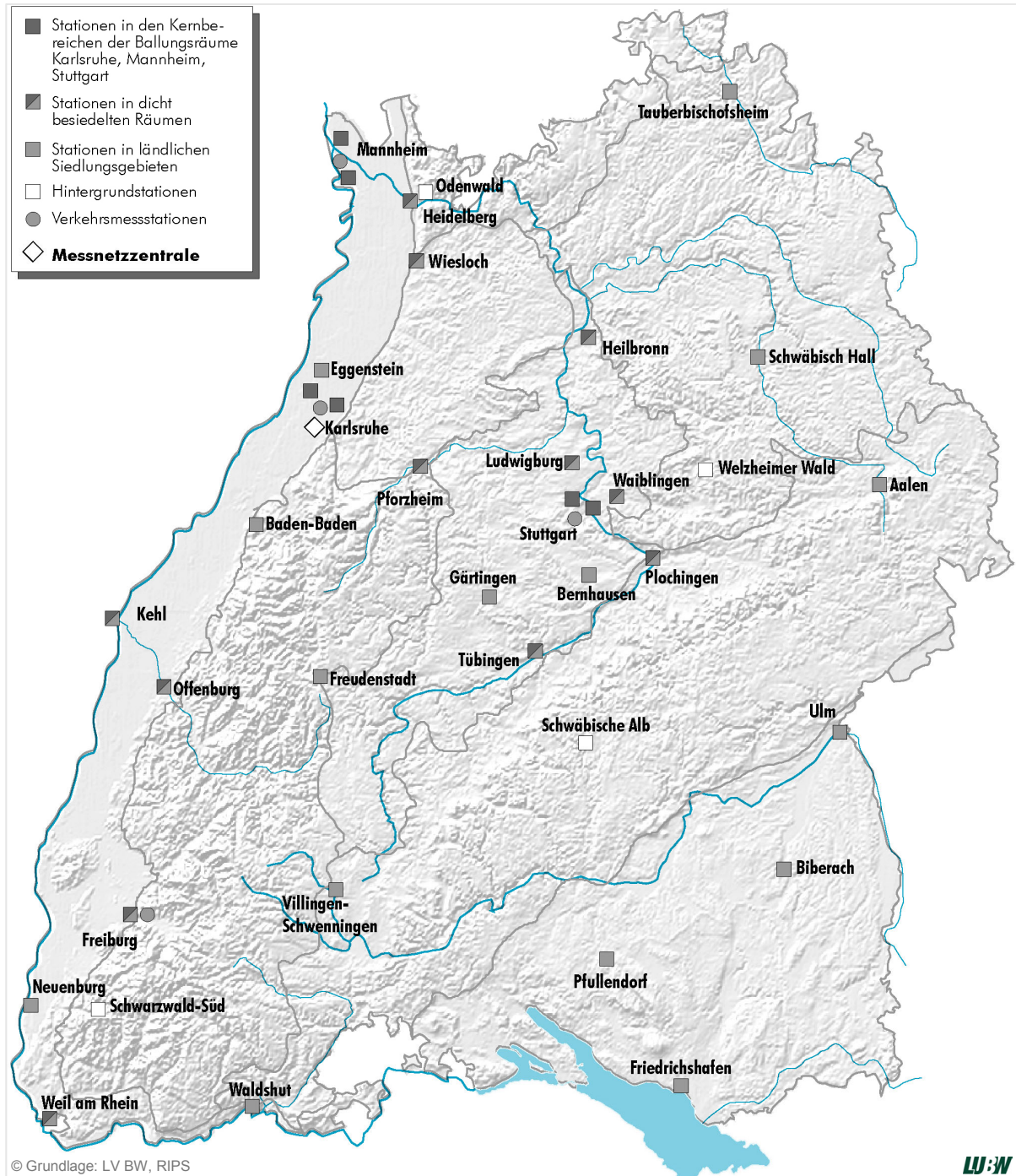


Abb. A.2-1: Standorte der Messstationen mit Messungen von Luftschadstoffen (Stand 2006) [LUBW]

A.3 Landesweites Spotmessprogramm (Stand 2006)

Das landesweite Spotmessprogramm zum Vollzug der 22. BImSchV wurde im Jahr 2006 fortgeführt [24]. Aufgabe des Messprogramms ist die kleinräumige und straßennahe Erfassung der Immissionsbelastung in städtischen Gebieten. Hierzu wurde an straßennah gelegenen „Spots“ die Schadstoffkonzentration von Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub der Fraktion PM10 erfasst.

Im Jahr 2006 umfasste das Spotmessprogramm landesweit 25 verkehrsnah gelegene Messpunkte für Stickstoffdioxid und Feinstaub PM10 sowie zwei zusätzliche Messpunkte, an denen sich die Messungen auf Stickstoffdioxid mittels Passivsammlern beschränkten. In den Straßenabschnitten wurde jeweils ein Referenzmesspunkt ausgewählt. Zur Erfassung der räumlichen Struktur der Immissionsbelastung wurde an weiteren zwei bis sechs Messpunkten pro Straßenabschnitt Stickstoffdioxid mit Passivsammlern erfasst. Hinzu kam ein nicht in dem betreffenden Straßenabschnitt gelegener Hintergrundmesspunkt, mit dessen Hilfe die städtische Hintergrundbelastung in dem umliegenden Gebiet ermittelt wurde.

Die Messpunktauswahl basierte im Wesentlichen auf den umfangreichen und systematischen Voruntersuchungen zum Spotmessprogramm im Jahr 2003 [8]. Als Ergebnis der Voruntersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Umweltministerium Baden-Württemberg die Messpunkte für die Messkampagnen in den folgenden Jahren festgelegt. Die Spotmessungen im Jahr 2006 wurden teilweise an bestehenden Messpunkten aus den Jahren 2003 bis 2005 weitergeführt, teilweise wurden neue Messpunkte nach der Rangfolge der Voruntersuchungen 2003 ausgewählt. Die im Jahr 2006 beprobten Messpunkte sind in Tabelle A.3-1 aufgeführt.

An den Referenzmesspunkten wurde Stickstoffdioxid (kontinuierlich mit Kleinmessstationen, d.h. mit NO₂-Monitoren bzw. mit Passivsammlern) und Feinstaub der Fraktion PM10 erfasst. Ausnahmen bilden die Messpunkte Heilbronn, Paulinenstraße und Ludwigsburg, Frankfurter Straße, an denen nur Stickstoffdioxid erfasst wurde. Darüber hinaus wurde an zehn Messpunkten Ruß als Anteil des gravimetrisch gemessenen Feinstaubes bestimmt. Die kontinuierliche Messung von Stickstoffdioxid an elf Referenzmesspunkten ermöglichte an diesen Messpunkten auch eine Überprüfung der 1h-Mittelwerte auf Überschreitungen. Zusätzlich wurde an diesen elf Messpunkten Benzol (Probenahme mit NAPS – Netzabhängiges Probenahmesystem) erfasst. Die Ergebnisse an den Referenzmesspunkten sind die nach 22. BImSchV relevanten Ergebnisse, die für die jährliche Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden.

Die Profilmesspunkte dienen der Erfassung der Konzentrationsverteilung von Stickstoffdioxid im Straßenzug. An den Hintergrundmesspunkten wird die städtische Hintergrundbelastung von Stickstoffdioxid in dem betreffenden Stadtteil ohne direkten Verkehrseinfluss ermittelt. Die Probenahme erfolgt mit Passivsammlern.

Tabelle A.3-1: Spotmesspunkte in Baden-Württemberg im Messjahr 2006 [24]

Stadt/Gemeinde	Referenzmessung				Anzahl der NO ₂ -Messpunkte	Hintergrundmessung NO ₂ -passiv
	NO ₂ -KMS ¹⁾ / NAPS ²⁾	NO ₂ -passiv	PM10	Ruß in PM10		
Stuttgart, Am Neckartor	x		x	x	4	x
Stuttgart, Hohenheimer Straße	x		x		5	x
Stuttgart, Siemensstraße	x		x		4	x
Stuttgart, Waiblingerstraße		x	x	x	5	x
Ludwigsburg, Friedrichstraße West	x		x		4	x
Pleidelsheim, Beihinger Straße	x		x		5	x
Schwäbisch Gmünd, Lorcher Straße	x		x		4	x
Freiburg, Schwarzwaldstraße	x		x		5	x
Heidelberg, Karlsruher Straße	x		x	x	3	x
Leonberg, Grabenstraße	x		x		3	x
Mannheim, Luisenring	x		x		6	x
Reutlingen, Lederstraße	x		x		4	x
Freiburg, Zähringer Straße		x	x		3	x
Heilbronn, Am Wollhaus		x	x		4	x
Heilbronn, Paulinenstraße (nur NO ₂)		x			3	x
Heilbronn, Weinsbergerstraße		x	x		0	x
Herrenberg, Hindenburgstraße		x	x	x	4	x
Ilsfeld, König-Wilhelm-Straße		x	x		3	x
Karlsruhe, Kriegstraße		x	x		4	x
Ludwigsburg, Frankfurter Straße (nur NO ₂)		x			4	x
Mühlacker, Stuttgarter Straße		x	x	x	2	x
Pfintzal-Berghausen, Karlsruher Straße		x	x	x	4	x
Pforzheim, Jahnstraße		x	x		3	x
Pforzheim, Zerrenner Straße		x	x	x	3	x
Tübingen, Mühlstraße		x	x	x	3	x
Tübingen-Unterjesingen, Jesinger Hauptstraße		x	x	x	4	x
Ulm, Zinglerstraße		x	x	x	3	x

LU:W

¹⁾ KMS: Kleinmessstation ²⁾ NAPS: Netzabhängiges Probenahmesystem

A.4 Bewertungskriterien

A.4 Bewertungskriterien

Tabelle A.4-1 [20]

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

Schadstoff	Immissionsgrenzwerte einzuhalten	Zeitbezug	Definition	Immissionsgrenzwert (IG)	Toleranzmarge (TM) in 2002	jährliche Minde- rung	IG + TM in 2002	Bemerkung
Schwefeldioxid	bis 31.12.04	1 Jahr	Median aus 1d-Mittelwerten	80				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						440	Überschreitung \leq 24 mal / Kalenderjahr, gilt für menschliche Gesundheit
	ab 01.01.05	1 volle Stunde	Mittelwert	350	90	30		Überschreitung \leq 3 mal / Kalenderjahr, gilt für menschliche Gesundheit
	ab 01.01.05	24 Stunden (0 bis 24 Uhr)	Mittelwert	125				Überschreitung \leq 3 mal / Kalenderjahr, gilt für menschliche Gesundheit
	ab 12.09.02	3 volle Stunden	Mittelwert	500				Alarmschwelle
	ab 12.09.02	Kalenderjahr & Winterhalbjahr	Mittelwert	20				gilt für Ökosysteme
Stickstoffdioxid	bis 31.12.09	1 Jahr	98%-Wert	200				
	ab 12.09.02	1 volle Stunde	Mittelwert	200	80	10	280	Überschreitung \leq 18 mal / Kalenderjahr, gilt für menschliche Gesundheit
	ab 01.01.10							
	ab 12.09.02	1 Jahr	Mittelwert	40	16	2	56	gilt für menschliche Gesundheit
	ab 01.01.10	3 volle Stunden	Mittelwert	400				Alarmschwelle

Tabelle A.4-1, Fortsetzung

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

Schadstoff	Immissionsgrenzwerteinzuhalten	Zeitbezug	Definition	Immissionsgrenzwert (IG)	Toleranzmarge (TM) in 2002	jährlicheMinde- rung	IG + TM in 2002	Bemerkung
NOx	ab 12.09.02	1 Jahr	Mittelwert	30				gilt für Vegetation
Schwebstaub ³⁾	bis 31.12.04	1 Jahr	Mittelwert	150				
	bis 31.12.04	1 Jahr	95%-Wert aus Tagesmittelwerten	300				
Partikel (PM10) ³⁾	ab 12.09.02	24 Stunden	Mittelwert		50	5	65	Überschreitung ≤ 35 mal / Kalenderjahr, gilt für menschliche Gesundheit
	ab 01.01.05							
	ab 12.09.02	1 Jahr	Mittelwert		40	4,8	44,8	gilt für menschliche Gesundheit
Blei ³⁾	ab 01.01.05							
	bis 31.12.04	1 Jahr	Mittelwert	2				
	ab 12.09.02	1 Jahr	Mittelwert		0,5	0,3	0,8	gilt für menschliche Gesundheit
Benzol	ab 01.01.05							
	ab 12.09.02	1 Jahr	Mittelwert		1,0	0,4	1,4	in Nachbarschaft zu industriellen Quellen
	ab 01.01.10							
Kohlenmonoxid	ab 12.09.02	1 Jahr	Mittelwert		5	5	10	gilt für menschliche Gesundheit
	ab 01.01.10							
Kohlenmonoxid	ab 12.09.02	8 Stunden	Mittelwert				16	gilt für menschliche Gesundheit
	ab 01.01.05				10	6		
Ozon		8 Stunden ¹⁾	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