

Kenngrößen der Luftqualität

 Jahresdaten 2010

The text 'Jahresdaten 2010' is preceded by a small black silhouette of a lion, which is the coat of arms of Baden-Württemberg.

Baden-Württemberg

Kenngroößen der Luftqualität

 Jahresdaten 2010



Baden-Württemberg

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg 76231 Karlsruhe, Postfach 100163, www.lubw.baden-wuerttemberg.de
BEARBEITUNG	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 100163, 76231 Karlsruhe, www.lubw.baden-wuerttemberg.de poststelle@lubw.bwl.de Referat 33 – Luftqualität Referat 62 – Betrieb Messnetze, Sondermessungen
DOKUMENTATION-NUMMER	33-15/2011
BERICHTSUMFANG	82 Seiten
STAND	Januar 2012



Berichte und Anlagen dürfen nur unverändert weitergegeben werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung ist ohne schriftliche Genehmigung der LUBW nicht gestattet.

ZUSAMMENFASSUNG		7
1	ÜBERWACHUNG DER LUFTQUALITÄT IN BADEN-WÜRTTEMBERG	9
1.1	Messnetze	9
1.1.1	Luftmessnetz	9
1.1.2	Spotmessungen	9
1.1.3	Depositionsmessnetz	10
1.2	Rechtliche Grundlagen und Beurteilungswerte	10
1.3	Messverfahren	12
1.4	Veröffentlichung der Messdaten	13
2	RELEVANTE LUFTSCHADSTOFFE	16
2.1	Stickstoffoxide	16
2.2	Partikel	16
2.3	Ozon	16
2.4	Schwefeldioxid	17
2.5	Kohlenmonoxid	17
2.6	Ammoniak	17
2.7	Benzol	17
2.8	Schwermetalle	18
2.9	Benzo(a)pyren	18
2.10	Ruß	18
2.11	Schadstoffdepositionen	18
3	JAHRESKENNGRÖSSEN 2010	19
3.1	Stickstoffdioxid	19
3.2	Partikel PM10	22
3.3	Partikel PM2,5	25
3.4	Ozon	26
3.5	Schwefeldioxid	29
3.6	Kohlenstoffmonoxid	30
3.7	Ammoniak	31
3.8	Benzol	32
3.9	Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10	33
3.10	Schwermetalle in der Partikelfraktion PM10	33
3.12	Schadstoffdepositionen	35
3.12.1	Staubniederschlag	35
3.12.2	Schwermetalle im Staubniederschlag	35
3.12.3	Stickstoff- und Schwefeleinträge	35

4	BEURTEILUNG DER LUFTQUALITÄT IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2010	37
4.1	Meteorologie	37
4.2	Entwicklung der Luftqualität in Baden-Württemberg	38
4.3	Saisonale Trends der Luftschadstoffe	40
4.4	Ausbruch des Eyjafjallajökull - Auswirkungen auf die Feinstaubkonzentrationen in Baden-Württemberg	42
4.5	Fazit	43
5	ANHANG	45
5.1	Kenngrößen der Luftqualität in Baden-Württemberg	45
5.2	Messverfahren	63
5.3	Quellenverzeichnis	80
5.4	Glossar	80

Zusammenfassung

Dieser Bericht stellt die wichtigsten Kenngrößen der Überwachung der Luftqualität in Baden-Württemberg für das Jahr 2010 zusammen. Zur Überwachung der Luftqualität betreibt Baden-Württemberg ein Luftmessnetz und ein Depositionsmessnetz. Außerdem werden Spotmessungen an innerörtlichen Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen durchgeführt.

Rechtliche Grundlage für die Überwachung der Luftqualität ist das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG). In Baden-Württemberg wurde die LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg mit der Durchführung der Überwachung der Luftqualität beauftragt. Die genauen Durchführungsbestimmungen wurden vom Gesetzgeber in der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) festgelegt. Die 39. BImSchV enthält u. a. Immissionsgrenzwerte, Zielwerte, Informations- und Alarmschwellen für alle relevanten Luftverunreinigungen.

Die Luftqualität in Baden-Württemberg hat sich in den letzten 20 Jahren stetig verbessert. Vor allem bei den Luftschadstoffen Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Benzol und Blei liegen die gemessenen Konzentrationen weit unterhalb der Immissionsgrenzwerte.

Bei den primär verkehrsbedingten Luftschadstoffen Stickstoffdioxid und Partikel PM₁₀ lagen im Jahr 2010 die gemessenen Konzentrationen bei den verkehrsnahen Messstationen zum Teil noch erheblich über den Immissionsgrenzwerten. Davon gehören einige Stationen zu den bundesweit am höchsten belasteten Stationen.

Auch beim Ozon konnten im Jahr 2010 an einigen Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg die Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation nicht eingehalten werden. Insbesondere der Zielwert zum Schutz der Vegetation wurde im Jahr 2010 nur an knapp der Hälfte der Messstationen eingehalten. Überschreitungen der Informationsschwelle von 180 µg/m³ traten nur während einer ausgeprägten Ozonepisode im Sommer 2010 an einigen Messstationen vor allem im Rheintal/Hochrhein und im Mittleren Neckarraum auf.

Ein besonderes Ereignis stellte der Ausbruch des Vulkans Eyjafjallajökull in Island dar. In Folge des Vulkanausbruchs kam es am 19. und 20.04.2010 an fast allen Messstationen in Baden-Württemberg zu Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ für Partikel PM₁₀.

1 Überwachung der Luftqualität in Baden-Württemberg

1.1 Messnetze

Zur Überwachung der Luftqualität betreibt Baden-Württemberg Messstationen. Sie dienen der Information von Bevölkerung und Behörden über den aktuellen Zustand der Luft in Baden-Württemberg. Außerdem liefern sie Grunddaten für wissenschaftliche Untersuchungen.

1.1.1 Luftmessnetz

Das Luftmessnetz besteht aus 42 Messstationen (Stand: 2010) und dient der Langzeitüberwachung von Luftschadstoffen. Die langjährigen Messreihen lassen Aussagen über die zeitliche Entwicklung der Luftbelastung zu. Die Anzahl der Messstellen und ihre räumliche Anordnung im Land gewährleisten eine flächendeckende Überwachung der Luftqualität. Im Jahr 2010 wurden an 4 Verkehrsmessstationen, an 35 Messstationen im städtischen Hintergrund und an 3 Messstationen im ländlichen Hintergrund die relevanten Luftschadstoffe gemessen. Dabei werden an 29 Stationen des Messnetzes bereits länger als 20 Jahre Messungen durchgeführt. An den Stationen des Luftmessnetzes werden je nach Lage und lokaler Immissionsituation folgende Luftschadstoffe gemessen:

- Stickstoffdioxid (NO₂) und Stickstoffoxide (NO_x)
- Partikel PM10 und PM2,5
- Ozon (O₃)
- Schwefeldioxid (SO₂)
- Kohlenmonoxid (CO)
- Blei (Pb)
- Benzol
- Arsen (As) als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion
- Cadmium (Cd) als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion
- Nickel (Ni) als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion
- Benzo(a)pyren (B(a)P) als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion

An den Stationen des Luftmessnetzes werden auch die für die Beurteilung der Luftqualität wichtigen meteorologischen Größen wie zum Beispiel die Windgeschwindigkeit, die Windrichtung, die Temperatur, der Taupunkt, der Niederschlag und der Luftdruck gemessen. Die Messstationen

des Luftmessnetzes Baden-Württemberg sind in der Abbildung 1.1-1 dargestellt. Im Anhang sind in den Tabellen 5.1-1 und 5.1-2 die Stammdaten der Messstationen und der Messumfang aufgelistet.

Die Messungen an den folgenden 3 Stationen des Luftmessnetzes werden nicht vom Land Baden-Württemberg, sondern durch Dritte (siehe Klammer) finanziert:

- Konstanz (Stadt Konstanz)
- Reutlingen (Stadt Reutlingen)
- Mannheim-Mitte (10 Betriebe im Raum Mannheim: BASF AG, Daimler AG, Eichbaum Brauerei AG, Evobus GmbH, Fuchs Europa Schmierstoffe GmbH, Großkraftwerk Mannheim AG, John Deere Werke Mannheim, Rhein Chemie Rheinau GmbH, Roche Diagnostic GmbH, MVV RHE AG)

1.1.2 Spotmessungen

Die Spotmessungen ergänzen das Luftmessnetz um Messstellen an innerörtlichen Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen und schlechten Ausbreitungsbedingungen. An diesen Spotmessstellen sind im Gegensatz zum Luftmessnetz nur zeitlich befristete Messungen vorgesehen. Im Jahr 2010 wurden an 27 Messpunkten in Baden-Württemberg Messungen von Stickstoffdioxid (NO₂) und Partikel PM10 sowie an einigen ausgewählten Messstellen von Benzol, Ruß und Benzo(a)pyren durchgeführt.

Bei den folgenden Spotmessstellen wurden im Jahr 2010 im unmittelbaren Umfeld des Messstandortes Baustellen-tätigkeiten ausgeführt:

- Pfinztal Karlsruher Straße (einspurig zwischen 19.07.2010 und 13.11.2010)
- Walzbachtal Bahnhofstraße (teilweise Vollsperrung August und September 2010)
- Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße (Baustelle bzw. einseitige Straßensperrung im Zeitraum 01.03.2010 bis 25.10.2010)

Auf Grund von Baustellentätigkeiten können die Messwerte durch verändertes Verkehrsaufkommen oder Staubentwicklung beeinflusst werden.

Die Spotmessstellen in Baden-Württemberg sind in der Abbildung 1.1-2 dargestellt. Im Anhang sind in der Tabelle 5.1-3 die Stammdaten der Messstellen und der Messumfang aufgelistet.

1.1.3 Depositionsmessnetz

Seit 1992 werden auf Freiflächen die Ablagerungen von Luftschadstoffen in städtisch und industriell geprägten Gebieten sowie in ländlichen Räumen messtechnisch erfasst. Mit der Neukonzeption des Depositionsmessnetzes 2005 kamen zu den bisher gemessenen Staubniederschlägen, Sulfat- und Nitrateinträgen die Untersuchungsparameter Schwermetalleintrag, Eintrag der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) sowie des Stickstoff-/Säureeintrags hinzu. Im Jahr 2010 waren 28 Messstellen in Betrieb. Die Standorte in den ländlich strukturierten Gebieten sind nach klimatischen und vegetationspezifischen Kriterien über das ganze Land verteilt. Die Messstellen des Depositionsmessnetzes Baden-Württemberg sind in der Abbildung 1.1-3 dargestellt. Im Anhang sind in den Tabellen 5.1-4 und 5.1-5 die Stammdaten der Messstationen und der Messumfang aufgelistet.

1.2 Rechtliche Grundlagen und Beurteilungswerte

Das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) [BImSchG] sieht in § 44 die Überwachung der Luftqualität durch die zuständigen Behörden vor. In Baden-Württemberg wurde die LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg mit der Durchführung der Überwachung der Luftqualität beauftragt.

Die genauen Durchführungsbestimmungen wurden vom Gesetzgeber in der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) [39. BImSchV] festgelegt. Die 39. BImSchV dient der nationalen Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG des

Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft in Europa. Mit Inkrafttreten der 39. BImSchV wurden die bisher zur Überwachung der Luftqualität maßgeblichen Verordnungen aufgehoben (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV und Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen - 33. BImSchV). Die 39. BImSchV enthält u. a. Immissionsgrenzwerte sowie detaillierte Vorgaben zur Gestaltung und zum Betrieb eines Luftmessnetzes und schreibt die Festlegung von Gebieten und Ballungsräumen zur gebietsbezogenen Beurteilung der Luftqualität vor.

Die 39. BImSchV enthält Immissionswerte in Form von Immissionsgrenzwerten, Zielwerten, Informations- und Alarmschwellen sowie kritische Werte für folgende relevante Luftschadstoffe:

- Stickstoffdioxid (NO₂) und Stickstoffoxide (NO_x)
- Partikel PM₁₀ und PM_{2,5}
- Ozon (O₃)
- Schwefeldioxid (SO₂)
- Kohlenmonoxid (CO)
- Blei (Pb)
- Benzol
- Arsen (As) als Gesamtgehalt in der PM₁₀-Fraktion
- Cadmium (Cd) als Gesamtgehalt in der PM₁₀-Fraktion
- Nickel (Ni) als Gesamtgehalt in der PM₁₀-Fraktion
- Benzo(a)pyren (B(a)P) als Gesamtgehalt in der PM₁₀-Fraktion

Die Immissionswerte sind wie nachstehend aufgeführt definiert.

Alarmschwelle: Wert, bei dessen Überschreitung bei kurzfristiger Exposition ein Risiko für die Gesundheit der Gesamtbevölkerung besteht und unverzüglich Maßnahmen ergriffen werden müssen.

Immissionsgrenzwert: Wert, der auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse mit dem Ziel festgelegt wird, schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhüten oder zu verringern, und der innerhalb eines bestimmten Zeitraums eingehalten werden muss und danach nicht überschritten werden darf.

Informationsschwelle: Wert für Ozon in der Luft, bei dessen Überschreitung bereits bei kurzfristiger Exposition ein Risiko für die Gesundheit insbesondere empfindlicher Bevölkerungsgruppen besteht und bei dem unverzüglich geeignete Informationen erforderlich sind.

Kritischer Wert: Wert, dessen Überschreitung auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse unmittelbare schädliche Auswirkungen für manche Rezeptoren wie Bäume, sonstige Pflanzen oder natürliche Ökosysteme, aber nicht für den Menschen erwarten lässt.

Zielwert: Wert, der dahingehend festgelegt wird, schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern, und nach Möglichkeit innerhalb eines bestimmten Zeitraums eingehalten werden muss.

Die Immissionswerte für die relevanten Luftschadstoffe sind in der Tabelle 1-1 aufgeführt.

Die Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) [TA Luft] legt Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schad-

Tabelle 1-1: Immissionswerte für Luftschadstoffe gemäß der 39. BImSchV

Luftschadstoff	Schutzgut	Mittelungszeitraum	Wert	Zulässige Anzahl von Überschreitungen	Definition des Immissionswertes
Stickstoffdioxid NO ₂	Menschliche Gesundheit	1 Stunde	200 µg/m ³	18 im Kalenderjahr	Grenzwert
	Menschliche Gesundheit	Kalenderjahr	40 µg/m ³	-	Grenzwert
	Menschliche Gesundheit	1 Stunde*	400 µg/m ³	-	Alarmschwelle
Stickstoffoxide NO _x	Vegetation	Kalenderjahr	30 µg/m ³	-	Kritischer Wert
Partikel PM10	Menschliche Gesundheit	1 Tag	50 µg/m ³	35 im Kalenderjahr	Grenzwert
	Menschliche Gesundheit	Kalenderjahr	40 µg/m ³	-	Grenzwert
Partikel PM2,5	Menschliche Gesundheit	Kalenderjahr	25 µg/m ³	-	Zielwert
Ozon	Menschliche Gesundheit	8 Stunden**	120 µg/m ³	25 im Kalenderjahr	Zielwert
	Menschliche Gesundheit	1 Stunde	180 µg/m ³	-	Informationsschwelle
	Menschliche Gesundheit	1 Stunde	240 µg/m ³	-	Alarmschwelle
	Vegetation	AOT40***	18.000 (µg/m ³)h	-	Zielwert
	Vegetation	AOT40***	6.000 (µg/m ³)h	-	langfristiges Ziel
Schwefeldioxid (SO ₂)	Menschliche Gesundheit	1 Stunde	350 µg/m ³	24 im Kalenderjahr	Grenzwert
	Menschliche Gesundheit	1 Tag	125 µg/m ³	3 im Kalenderjahr	Grenzwert
	Menschliche Gesundheit	1 Stunde*	500 µg/m ³	-	Alarmschwelle
	Ökosysteme	Kalenderjahr	20 µg/m ³	-	Kritischer Wert
	Ökosysteme	Winterhalbjahr 1. Oktober bis 31. März	20 µg/m ³	-	Kritischer Wert
Kohlenmonoxid (CO)	Menschliche Gesundheit	8 Stunde	10 mg/m ³	-	Grenzwert
Benzol	Menschliche Gesundheit	Kalenderjahr	5 µg/m ³	-	Grenzwert
Benzo(a)pyren (B(a)P)	Menschliche Gesundheit	Kalenderjahr	1 ng/m ³	-	Zielwert
Arsen	Menschliche Gesundheit	Kalenderjahr	6 ng/m ³	-	Zielwert
Blei	Menschliche Gesundheit	Kalenderjahr	0,5 µg/m ³	-	Grenzwert
Kadmium	Menschliche Gesundheit	Kalenderjahr	5 ng/m ³	-	Zielwert
Nickel	Menschliche Gesundheit	Kalenderjahr	20 ng/m ³	-	Zielwert

* gemessen an drei aufeinander folgenden Stunden

** höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages

*** AOT40, ausgedrückt in (µg/m³)h, ist die über einen vorgegebenen Zeitraum (1. Mai bis 31. Juli) summierte Differenz zwischen Ozonwerten über 80 µg und 80 µg (= 40 ppb) unter ausschließlicher Verwendung der täglichen 1-Stundenmittelwerte zwischen 8:00 Uhr und 20:00 Uhr mitteleuropäischer Zeit.

Tabelle 1-2: Immissionswerte für Schadstoffdepositionen gemäß der TA Luft

Stoffgruppe	Mittelungszeitraum	Immissionswert
Staubniederschlag	Kalenderjahr	0,35 g/(m ² d)
Arsen und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Arsen	Kalenderjahr	4 µg/(m ² d)
Blei und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Blei	Kalenderjahr	100 µg/(m ² d)
Kadmium und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Cadmium	Kalenderjahr	2 µg/(m ² d)
Nickel und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Nickel	Kalenderjahr	15 µg/(m ² d)
Quecksilber und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Quecksilber	Kalenderjahr	1 µg/(m ² d)
Thallium und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Thallium	Kalenderjahr	2 µg/(m ² d)

LUBW

stoffdepositionen fest. Für folgende Schadstoffdepositionen sind in der TA Luft Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen festgelegt (Tabelle 1-2):

- Staubniederschlag
- Schwermetalle (Arsen, Blei, Kadmium, Nickel, Quecksilber und Thallium)

1.3 Messverfahren

Die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid, Partikel PM₁₀, Ozon, Schwefeldioxid und Kohlenstoffmonoxid werden mit direkt anzeigenden Messgeräten vor Ort in den Messstationen gemessen. Die Messdaten werden als Halbstundenmittelwerte über Telefonleitungen abgerufen und nach Plausibilisierung in der Messnetzzentrale Luft der LUBW (Karlsruhe) veröffentlicht.

Im LUBW-Labor in Karlsruhe werden die in den Messstationen auf Filtern gesammelten Partikel gravimetrisch bestimmt. Die Partikelinhaltsstoffe Benzo(a)pyren, Schwermetalle und Ruß werden mit entsprechenden Analyseverfahren ermittelt.

Die Luftschadstoffe Ammoniak und Benzol werden vor Ort an den Messstationen über Passivsammler erfasst und im LUBW-Labor in Karlsruhe analysiert. Auch Stickstoffdioxid wird an einigen Messtandorten auf Passivsammlern erfasst und anschließend im Labor ausgewertet.

Die Erfassung der Schadstoffdepositionen erfolgt über Bergerhoff-Gefäße, Trichter-Flasche-Sammler und Wet-only-Sammler. Die messtechnische Bestimmung der Schwermetalle im Staubniederschlag sowie der Ammonium-, Nitrat- und Sulfatdeposition erfolgt im LUBW-Labor in Karlsruhe.

Die einzelnen Messverfahren sind im Anhang (Kapitel 5.2) detailliert beschrieben.

1.4 Veröffentlichung der Messdaten

Die ermittelten Messdaten werden auf den Internetseiten der LUBW (www.lubw.baden-wuerttemberg.de) unter Infodienste/aktuelle Messwerte veröffentlicht. Außerdem informiert ein Ansagedienst (Telefonnummer 0721/75 10 76) und der Fernsehtext des SWR ab Tafel 174 über die aktuelle Luftqualität in Baden-Württemberg. Die Aktualisie-

rung der Daten erfolgt im Winterhalbjahr (1. Oktober bis 30. April) zwischen 6:00 Uhr und 21:00 Uhr alle 3 Stunden. Im Sommerhalbjahr (1. Mai bis 30. September) werden die Messdaten zusätzlich zwischen 12:00 Uhr und 21:00 Uhr stündlich aktualisiert, um bei Ozonperioden die Bevölkerung zeitnah informieren zu können.

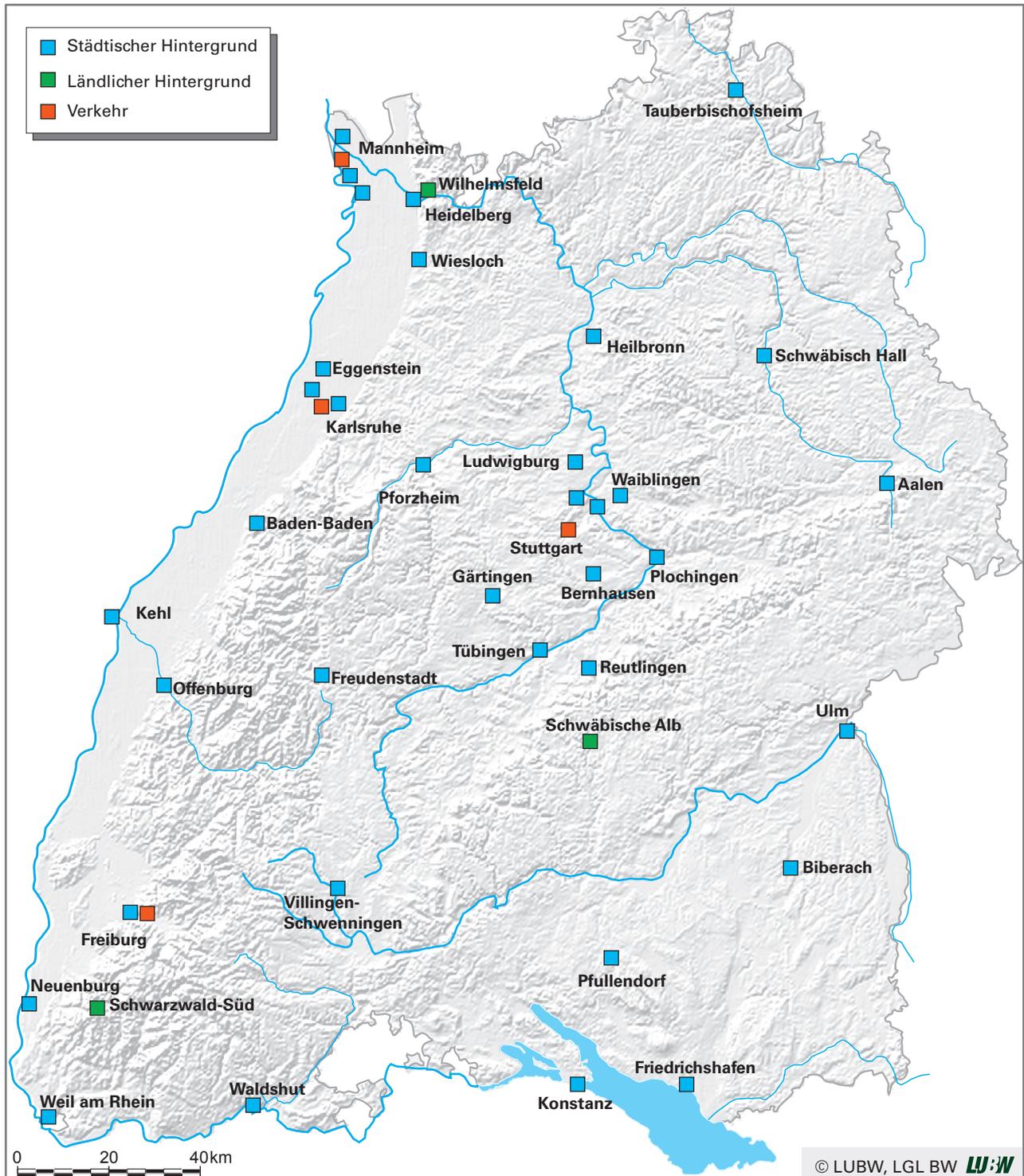


Abbildung 1.1-1: Luftmessnetz Baden-Württemberg 2010

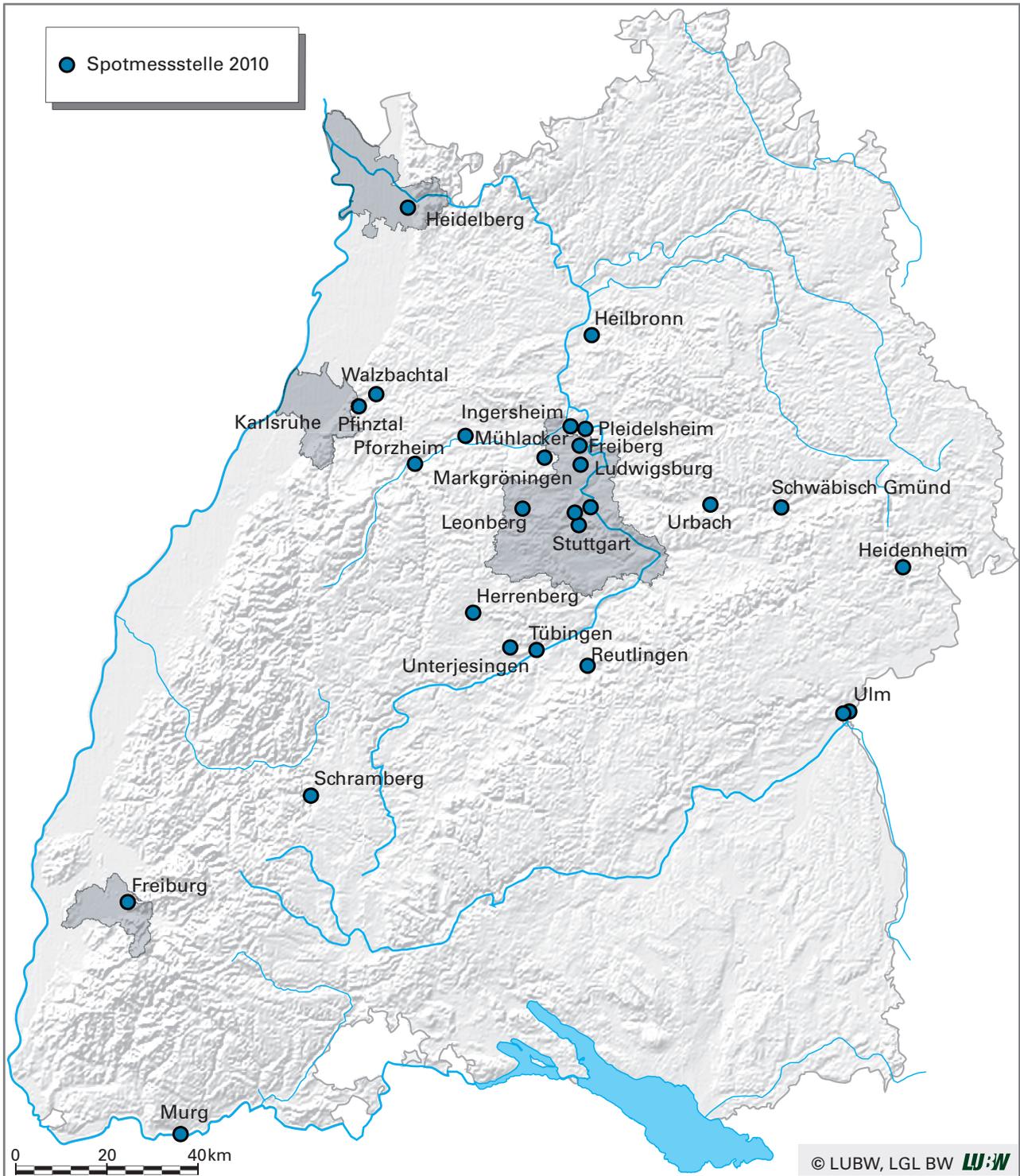


Abbildung 1.1-2: Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2010

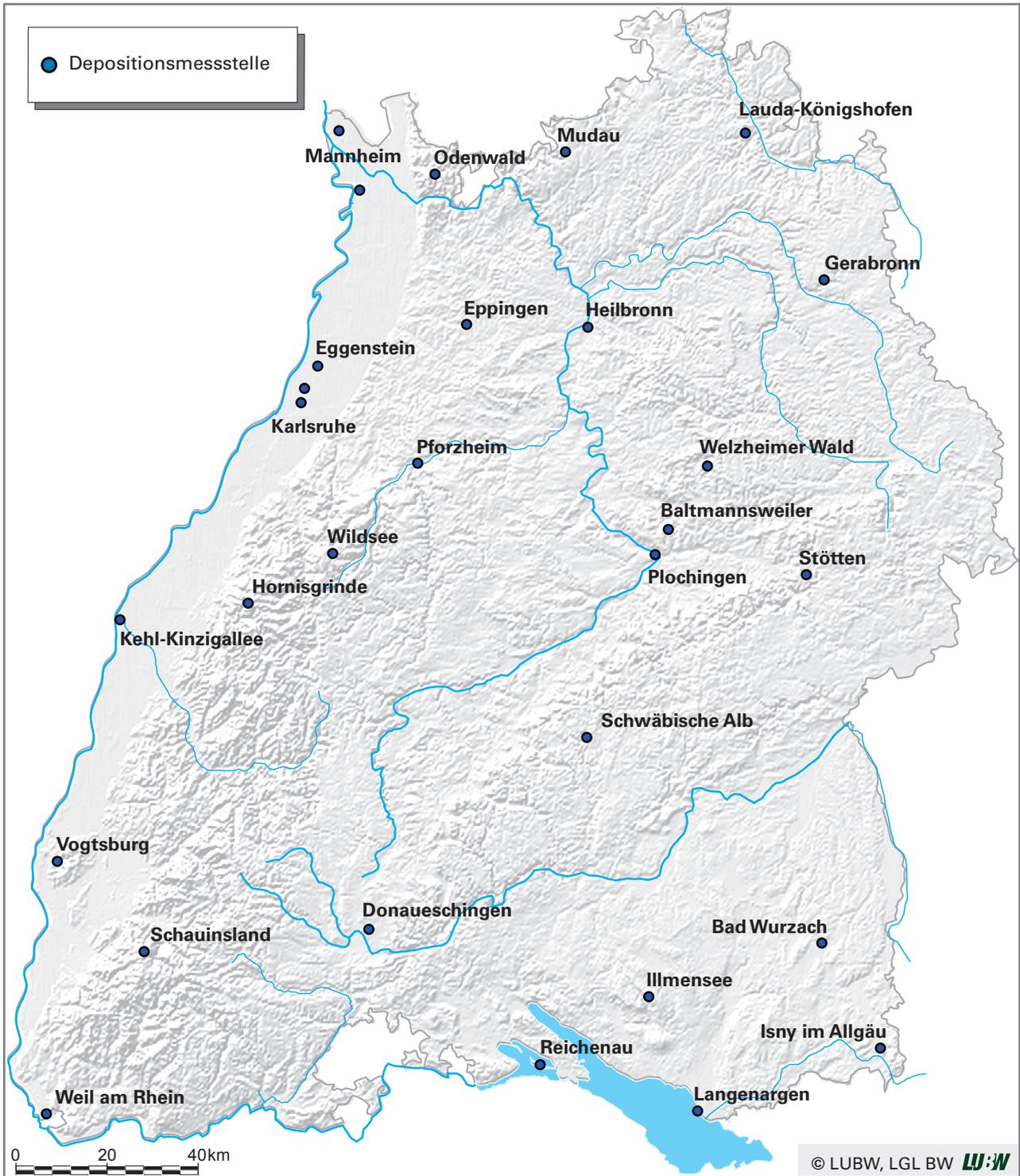


Abbildung 1.1-3: Depositionsmessnetz Baden-Württemberg 2010

2 Relevante Luftschadstoffe

2.1 Stickstoffoxide

Stickstoffoxide (NO_2/NO_x) entstehen bei allen Verbrennungsprozessen unter hohen Temperaturen. Bedeutende Emissionsquellen sind der Kraftfahrzeugverkehr und die Verbrennung fossiler Brennstoffe. Daneben entstehen Stickstoffoxide auch natürlicherweise z. B. bei Blitzen und Gewittern. Zunächst wird bei der Verbrennung Stickstoffmonoxid (NO) freigesetzt. In der Atmosphäre wird NO weiter zu NO_2 oxidiert. Über die Umwandlung zu Salpetersäure leisten die Stickstoffoxide einen Beitrag zum „sauren Regen“, der zur säurebedingten Korrosion und Verwitterung von Metallen und Gesteinen beiträgt. Stickstoffoxide wirken reizend auf die Schleimhäute und Atemwege des Menschen und können Pflanzen schädigen. Akute Vergiftungserscheinungen treten beim Menschen jedoch erst bei relativ hohen Konzentrationen auf. NO_2 ist zusammen mit den flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) einer der Grundbausteine für die Bildung von bodennahem Ozon und anderen Photooxidantien. NO_x tragen durch die langfristige Umwandlung in Nitrat und nachfolgender Deposition zur Überdüngung der Böden und Gewässer bei. Aufgrund von weitreichenden Transportprozessen in der Atmosphäre sind die negativen Wirkungen der Stickstoffoxide auf die Umwelt auch in großer Entfernung von Emissionen festzustellen.

2.2 Partikel

Partikel oder Aerosole sind Luft getragene, feste oder flüssige Teilchen, die nicht unmittelbar zu Boden sinken, sondern eine gewisse Zeit in der Atmosphäre verweilen und u. U. über große Distanzen transportiert werden können. Für die gesundheitliche Bedeutung der Partikel (engl.: Particulate Matter, PM) ist neben ihren chemischen Stoffeigenschaften insbesondere ihre Größe von Bedeutung. Es werden drei Fraktionen hinsichtlich des Durchmessers der Staubpartikel unterschieden (Tabelle 2-1).

Tabelle 2-1: Einteilung der Feinstaub-Fractionen

	Partikel kleiner als
Inhalierbarer Feinstaub PM10	10 μm *
Lungengängiger Feinstaub PM2,5	2,5 μm
Ultrafeine Partikel PM	0,1 μm

* Partikel, die einen gröÙenselektierenden Luftenlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 μm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % hat (nach EN 12341), dies gilt entsprechend für Feinstaub PM2,5.

LUBW

Vor allem Partikel der Fraktionen Ultrafeine Partikel und PM2,5 sind für Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit bedeutsam. Aufgrund ihrer guten Lungengängigkeit können sie weit in den Organismus vordringen und Beschwerden des Atemtrakts und des Herz-Kreislaufsystems verursachen.

Als primäre Aerosole werden Partikel bezeichnet, die direkt in die Umwelt emittiert werden. Sekundäre Aerosole entstehen hingegen erst in der Atmosphäre durch chemische Reaktion aus Vorläufersubstanzen wie z. B. SO_2 , NO_2/NO_x oder Ammoniak. Partikel werden u. a. durch Verkehr und Feuerungsanlagen sowie aus natürlichen Quellen wie z. B. Abwehungen von Bodenpartikeln (Erosion, Wüstenstaub), Waldbrände, Pollen/Sporen emittiert.

2.3 Ozon

Ozon ist ein farbloses und sehr reaktives Gas. In der Erdatmosphäre schützt es als natürliche Ozonschicht oberhalb von etwa 20 km Höhe (Stratosphäre) die Erdoberfläche vor schädlicher Ultraviolettstrahlung der Sonne. Die Ozonschicht ist also ein natürlicher UV-Filter, ohne den Leben auf der Erdoberfläche nicht möglich wäre. Ozon kommt natürlicherweise auch in bodennahen Schichten vor. Die natürliche Hintergrundkonzentration beträgt etwa 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Darüber hinaus wird Ozon aus Sauerstoff und Luftschadstoffen (NO_x und flüchtige organische Verbindungen (volatile organic compound - VOC)) bei geeigneten meteorologischen Bedingungen (hohe Sonneneinstrahlung, mehrere Tage andauernde Hochdruckwetterlage) gebildet. Ozon

wirkt in erhöhten Konzentrationen als Reizgas auf die Atemwege und kann nach tiefer Inhalation (z. B. bei sportlicher Betätigung) die Entstehung entzündlicher Prozesse im Lungengewebe fördern. Die Empfindlichkeit gegenüber Ozon ist dabei sehr individuell ausgeprägt. Zudem können erhöhte Ozon-Konzentrationen in Bodennähe das Wachstum von Wild- und Nutzpflanzen beeinträchtigen. Ozon weist einen charakteristischen Jahresgang mit Maximalkonzentrationen in den Sommermonaten bei intensiver Sonneneinstrahlung sowie eine räumliche Differenzierung mit hohen Konzentrationen vor allem am Stadtrand und stadtnahen ländlichen Gebieten auf.

2.4 Schwefeldioxid

Schwefeldioxid (SO_2) wird bei der Verbrennung von Kohle und Heizöl sowie anderer schwefelhaltiger Brennstoffe gebildet. Die Höhe der SO_2 -Emissionen ist dabei direkt abhängig vom Schwefelgehalt des Brennstoffes. Schwefeldioxid reizt die Schleimhäute und die Atemwege. Die Kombination von SO_2 und Stäuben verstärkt die negative Wirkung auf die Gesundheit erheblich. Des Weiteren schädigt SO_2 Pflanzen; insbesondere Nadelhölzer, Moose und Flechten reagieren empfindlich auf erhöhte SO_2 -Konzentrationen in der Luft.

Der Abbau von SO_2 in der Atmosphäre erfolgt durch Oxidation zu Sulfat bzw. in Wasser gelöst (Niederschläge) als Schwefelsäure. SO_2 trägt damit über den „sauren Regen“ erheblich zur Versauerung von Böden und Gewässern sowie zu säurebedingten Korrosions- und Verwitterungsschäden an Metallen und Gestein (Gebäude) bei.

2.5 Kohlenmonoxid

Kohlenmonoxid (CO) ist ein farb- und geruchsloses, brennbares und wasserlösliches Gas und entsteht bei der unvollständigen Verbrennung kohlenstoffhaltiger, fossiler Brennstoffe. Einer der Hauptemittenten ist der Verkehr. Kohlenmonoxid wirkt in höheren Konzentrationen giftig, indem es den Sauerstofftransport im Blut blockiert. Akute Vergiftungserscheinungen treten vor allem in geschlossenen Räumen (z. B. Garagen) auf. In der Außenluft lassen sich üblicherweise nur relativ niedrige Konzentrationen nachweisen, welche sich jedoch bei längerer Exposition

ebenfalls belastend auf den Menschen, insbesondere auf empfindliche Bevölkerungsgruppen (ältere Menschen, Schwangere, Kinder, Menschen mit Vorerkrankungen des Herz-Kreislaufsystems), auswirken können.

2.6 Ammoniak

Ammoniak (NH_3) ist ein wasserlösliches, farbloses und stechend riechendes Gas. In der Natur entsteht NH_3 bei der mikrobiellen Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Materie (Pflanzenreste, tierische Exkremente). Der Hauptverursacher anthropogener Ammoniakemissionen ist mit 90% die Landwirtschaft, vor allem die Intensivtierhaltung. Hier sind insbesondere die Abluft von Tierställen sowie die Lagerung von Gülle und Festmist von Bedeutung. Ammoniak wirkt reizend auf Augen, Schleimhäute und den Atemtrakt. Ammoniak trägt zudem zur Versauerung und Überdüngung der Umwelt bei. Es wird als trockene Deposition überwiegend in Emittentennähe abgelagert. Daneben kann es jedoch in der Atmosphäre nach Reaktion mit Schwefel- oder Salpetersäure zu Ammonium (NH_4^+) bzw. seinen Salzen Ammoniumsulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) und Ammoniumnitrat (NH_4NO_3) auch über weite Strecken transportiert werden.

2.7 Benzol

Benzol (C_6H_6) ist der einfachste Vertreter der aromatischen Kohlenwasserstoffe. Die farblose Flüssigkeit hat einen charakteristischen Geruch und tritt leicht in die Gasphase über. Hauptemissionsquellen sind die Verbrennung von Benzin in Kraftfahrzeugen, Verdunstungsverluste beim Betankungsvorgang sowie Freisetzungen bei der industriellen Produktion. Aufgrund der Reduzierung der zulässigen Benzolmischung in Benzin sowie der Einführung wirksamer Gasrückführungssysteme in Tankanlagen sind die Benzol-Freisetzungen rückläufig. Der Hauptaufnahmepfad in den Körper ist inhalativ. Benzol ist toxisch, jedoch spielen toxische Effekte in den in der Außenluft auftretenden Konzentrationsbereichen nur eine untergeordnete Rolle. Relevant ist die kanzerogene (Leukämie) und Erbgut schädigende Wirkung von Benzol bei längerer Exposition.

2.8 Schwermetalle

Arsen, Blei, Cadmium, Nickel, Quecksilber und Thallium sind Schwermetalle. Während Blei bis zum Verbot bleihaltiger Zusätze in Kraftstoffen hauptsächlich durch den Verkehr frei gesetzt wurde, sind die Hauptquellen atmosphärischer Emissionen von Cadmium, Nickel und Arsen die Verbrennung von Öl und Kohle in Feuerungsanlagen. Bei der Abfallverbrennung, beim Einschmelzen von Metallschrott oder bei der Düngemittelherstellung wird hauptsächlich Quecksilber freigesetzt. Als Hauptquellen für Thalliumemissionen sind die Zementindustrie sowie die Blei- und Zinkverhüttung zu nennen. Bedeutung für gesundheitliche Beeinträchtigungen haben weniger akuttoxische Effekte als vielmehr die Akkumulation im Körper aufgrund langjähriger Exposition und inhalativer oder oraler Aufnahme. Blei kann u. a. zu Nierenfunktionsstörungen, zu Schäden des blutbildenden Systems und der Muskulatur sowie des Nervensystems führen. Zudem kann es fruchtschädigend wirken und die Zeugungsfähigkeit beeinträchtigen. Cadmium kann u.a. den Eiweiß- und Kohlehydratstoffwechsel stören sowie Knochenschäden und Erkrankungen des Immun- und Nervensystems verursachen. Cadmium gilt als kanzerogen und z. T. Erbgut schädigend. Während metallisches Arsen nicht giftig ist, weisen die dreiwertigen, löslichen Arsen-Verbindungen ein hohes akuttoxisches Potenzial auf. Quecksilber kann das Nervensystem und die Fruchtbarkeit stören sowie Gehirnfunktionen und Erbinformation schädigen. Thallium ist toxisch und führt u. a. zu Nervenschädigungen, Haarausfall, Gelenk- und Magenschmerzen.

2.9 Benzo(a)pyren

Benzo(a)pyren ($C_{20}H_{12}$) gehört zur Gruppe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK). Zur Gruppe der PAK gehören mehrere hundert Einzelverbindungen. Freisetzungen in die Luft werden überwiegend durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe in Feuerungsanlagen und Kraftfahrzeugen verursacht. PAK reichern sich in der Umwelt an und werden kaum abgebaut. Sie lassen sich ubiquitär nachweisen. PAK sind toxisch, einige PAK sind eindeutig kanzerogen und stehen im Verdacht, Frucht und Erbgut schädigend zu sein. Benzo(a)pyren wird als Leitsubstanz für die Gruppe der PAK herangezogen.

2.10 Ruß

Als Ruß werden primäre, kohlenstoffhaltige Partikel bezeichnet, die bei der unvollständigen Verbrennung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe (Öl, Kohle) entstehen. Ruß-Partikel bestehen zu 80 bis 99,5 % aus Kohlenstoff und weisen eine Größe von ca. 0.01 bis 1 Mikrometer auf. Ruß gilt als kanzerogen. Dabei beruht die schädigende Wirkung des Rußes auch auf anhaftende Substanzen, wie z. B. krebserregende PAK, welche ebenfalls bei Verbrennungsprozessen entstehen und zusammen mit dem Ruß in den Körper gelangen können.

Für Ruß besteht derzeit kein rechtlich verbindlicher Ziel- oder Grenzwert. Die 23. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (23. BImSchV aufgehoben im Juli 2004) enthielt einen Maßnahmenwert von $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für das Jahresmittel.

2.11 Schadstoffdepositionen

Neben dem Staubbiederschlag werden auch die darin enthaltenen Schwermetalle Arsen, Antimon, Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber erfasst. Außerdem werden Einträge von Sulfat, Nitrat und Ammonium sowie die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) bestimmt.

Über die Deposition von Sulfat, Nitrat und Ammonium können die versauernd wirkenden Einträge für die jeweiligen Regionen erfasst werden. Neben der versauernden ist auch die eutrophierende Wirkung der Stickstoffverbindungen von Bedeutung. Die Stickstoffdepositionen sind auch bei der Sonderfallprüfung nach TA Luft, Ziffer 4.8 [TA Luft] relevant, da empfindliche Pflanzen und Ökosysteme vor erheblichen Nachteilen zu schützen sind. Hier ist zu prüfen, inwieweit eine landwirtschaftliche Anlage zu erheblichen Stickstoffeinträgen beiträgt und sich dadurch Umweltschädigungen ergeben können. Als Arbeitshilfe dient der Bericht „Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen“ der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz [LAI 2010]. Zur Ermittlung der Hintergrund- und Vorbelastungen bei Stickstoffeinträgen kann auf die Daten der landesweiten Depositionsmessungen zurückgegriffen werden.

3 Jahreskenngrößen 2010

3.1 Stickstoffdioxid

Im Luftmessnetz wurden im Jahr 2010 an 5 der 42 Messstationen, an denen NO₂ gemessen wurde, der Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ (Jahresmittelwert) überschritten. Der Immissionsgrenzwert von 200 µg/m³ (Einstundenmittel-

wert) wurde an allen Messstationen des Luftmessnetzes im Jahr 2010 eingehalten, da 18 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig sind (siehe Abbildungen 3.1-1 und 3.1-2).

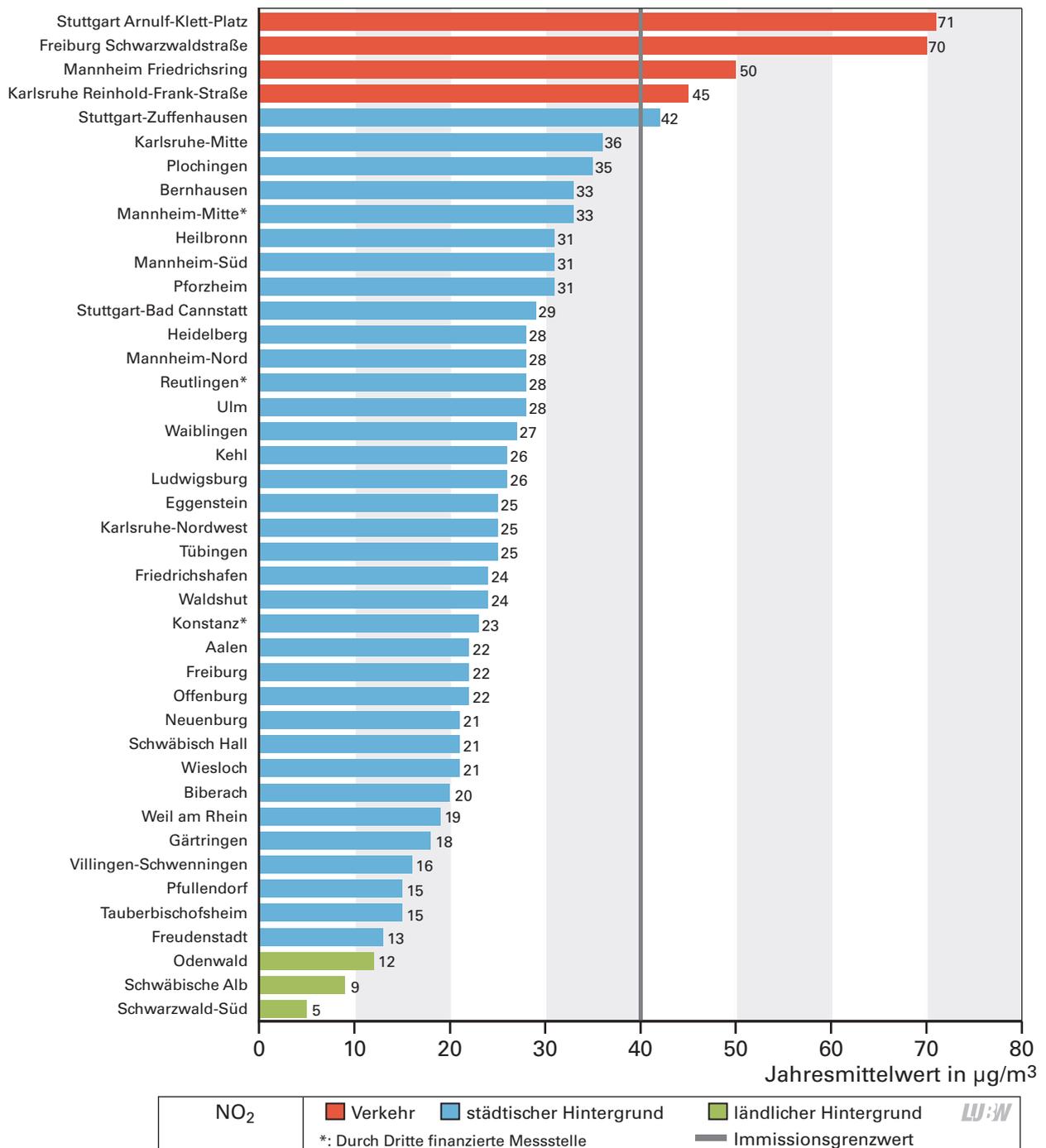


Abbildung 3.1-1: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010

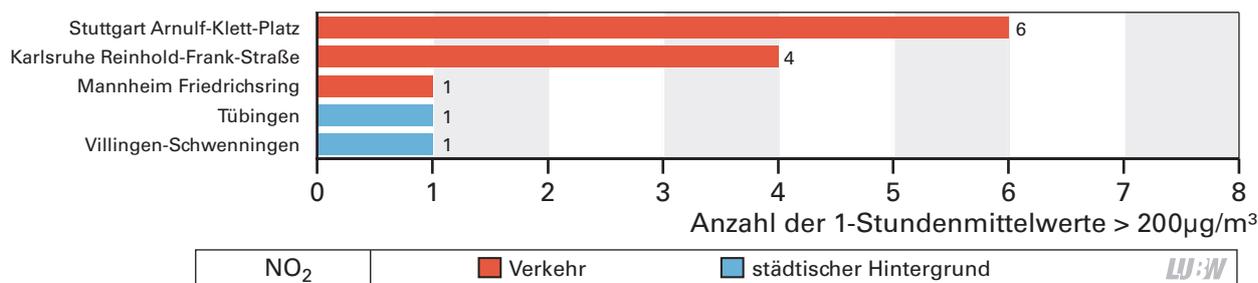


Abbildung 3.1-2: Anzahl der Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von 200 µg/m³ (1-Stundenmittelwert) für Stickstoffdioxid an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010 (18 Überschreitungen sind im Kalenderjahr zulässig)

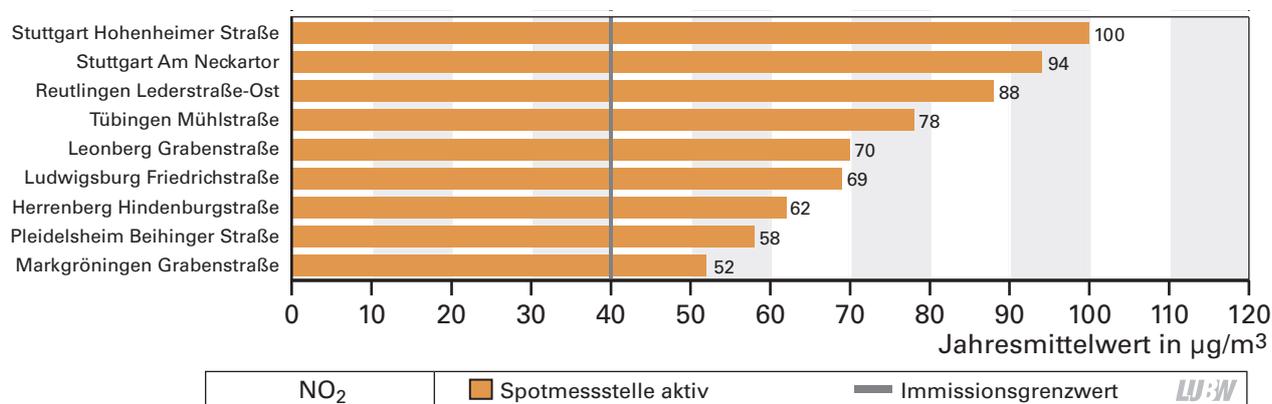


Abbildung 3.1-3: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen (gemessen mit kontinuierlich anzeigenden Messgeräten) an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2010

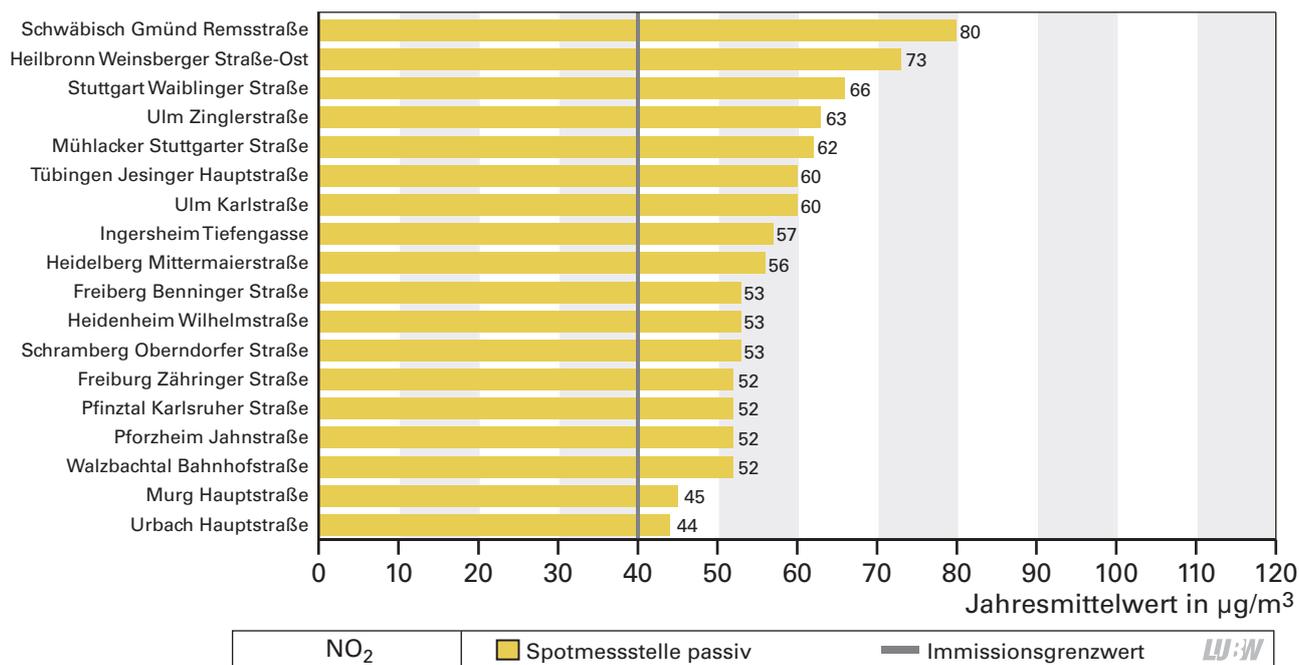


Abbildung 3.1-4: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen (gemessen mit Passivsammlern) an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2010

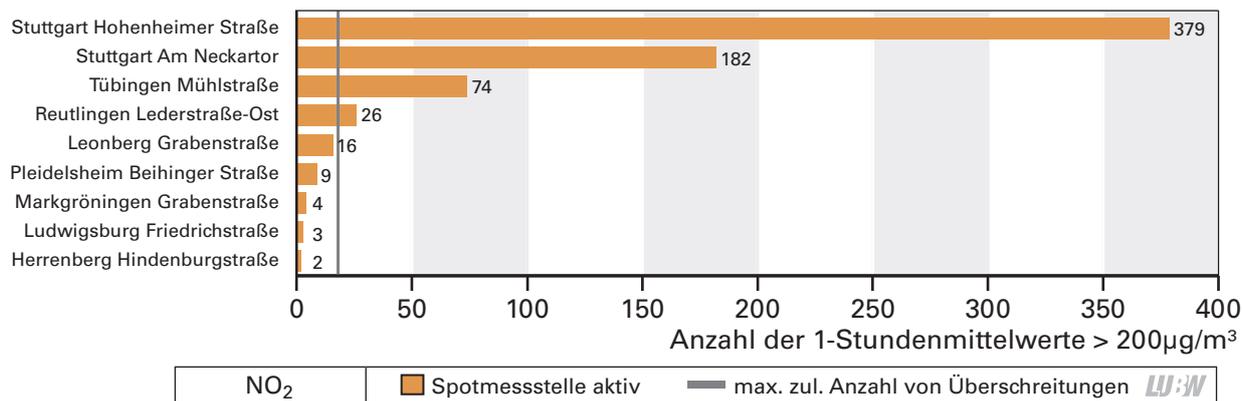


Abbildung 3.1-5: Anzahl der Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von 200 µg/m³ (1-Stundenmittelwert) für Stickstoffdioxid an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2010 (18 Überschreitungen sind im Kalenderjahr zulässig)

An den Spotmessstellen wird NO₂ nicht nur mit kontinuierlich anzeigenden Messgeräten gemessen, sondern auch mit Passivsammlern. Mit den Passivsammlern können nur Jahresmittelwerte ermittelt werden (siehe auch Kapitel Messverfahren). An den Spotmessstellen wurde im Jahr 2010 an allen 27 Messstellen, an denen NO₂ mit kontinuierlich anzeigenden Messgeräten und Passivsammlern gemessen wurde, der Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ (Jahresmittelwert) überschritten (siehe Abbildungen 3.1-3 und 3.1-4).

Die zulässige Anzahl von 18 Überschreitungen im Kalenderjahr für den Immissionsgrenzwert von 200 µg/m³ (Einstundenmittelwert) wurde an vier Spotmessstellen nicht eingehalten (siehe Abbildung 3.1-5).

Der Kritische Wert für Stickstoffoxide (NO_x) von 30 µg/m³ (Jahresmittelwert) wurde im Jahr 2010 an allen ländlichen Hintergrundmessstationen eingehalten (Abbildung 3.1-6).

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Stickstoffdioxid in den Tabellen 5.1-6 bis 5.1-8 aufgelistet.

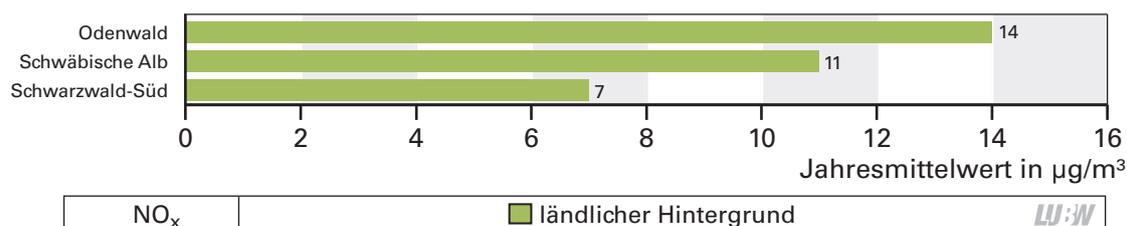


Abbildung 3.1-6: Jahresmittelwerte der Konzentrationen der Stickstoffoxide an den ländlichen Hintergrundmessstationen in Baden-Württemberg im Jahr 2010

3.2 Partikel PM10

Im Luftmessnetz wurde im Jahr 2010 an allen 42 Messstationen, an denen Partikel PM10 gemessen wurde, der Immissionsgrenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) eingehalten. Die zulässige Anzahl von 35 Überschreitungen im Kalenderjahr für den Immissionsgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tagesmittelwert) wurde nur an der Verkehrsmessstelle Stuttgart Arnulf-Klett-Platz überschritten (siehe Abbildungen 3.2-1 und 3.2-2).

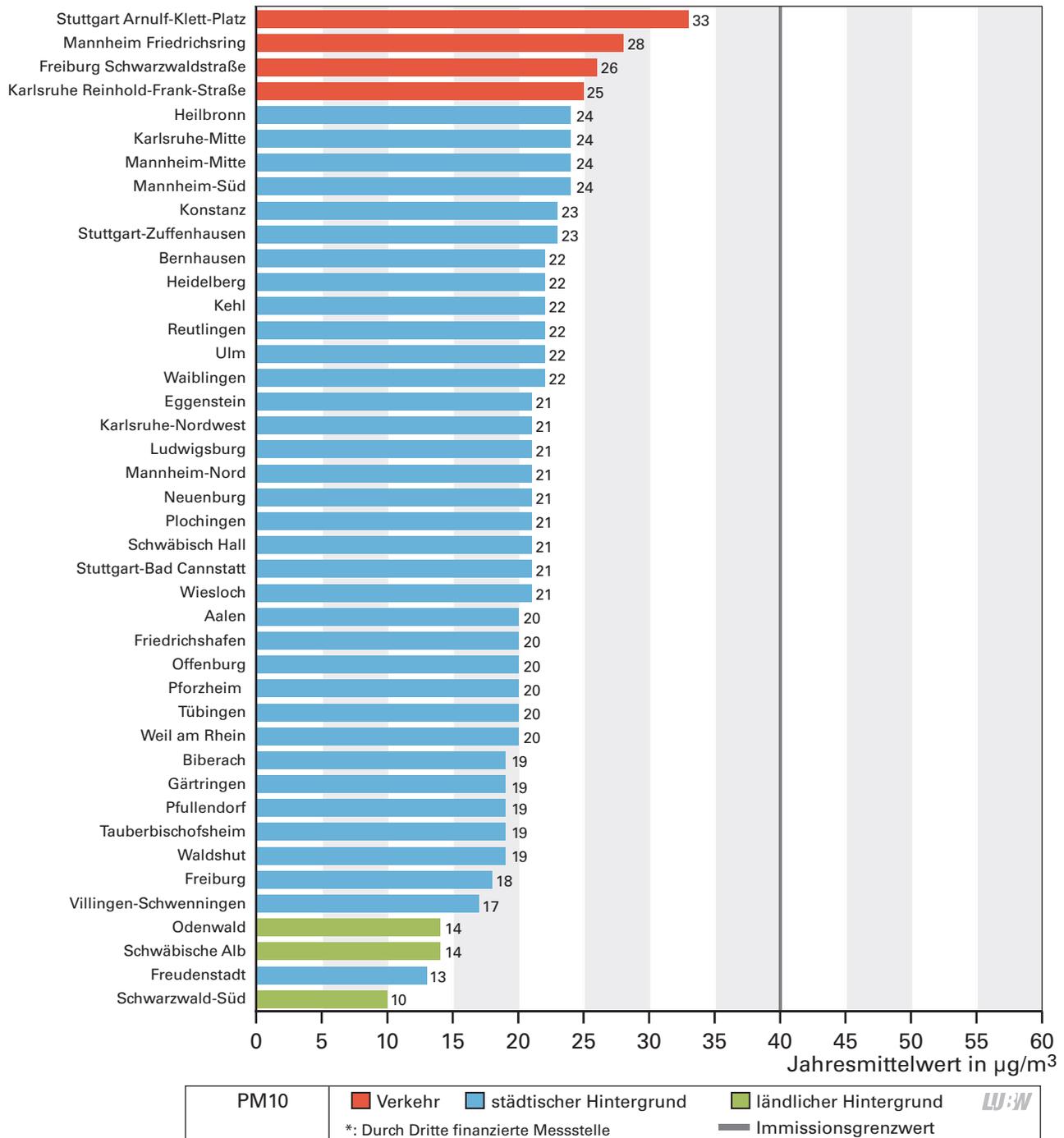


Abbildung 3.2-1: Jahresmittelwerte der Partikel PM10-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010

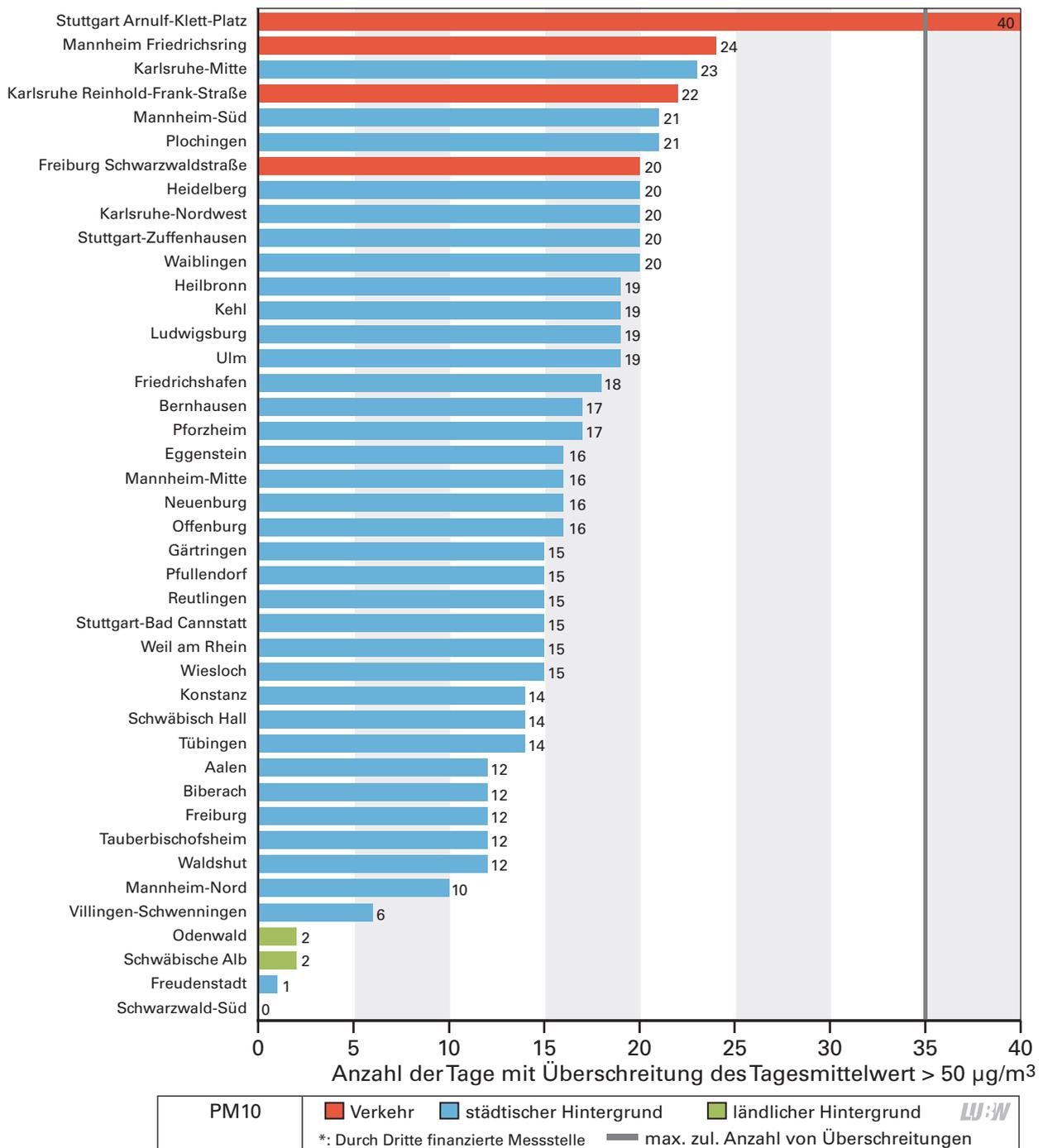


Abbildung 3.2-2: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Immissionsgrenzwertes von 50 µg/m³ (Tagesmittelwert) für Partikel PM10 an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010 (35 Überschreitungen sind im Kalenderjahr zulässig)

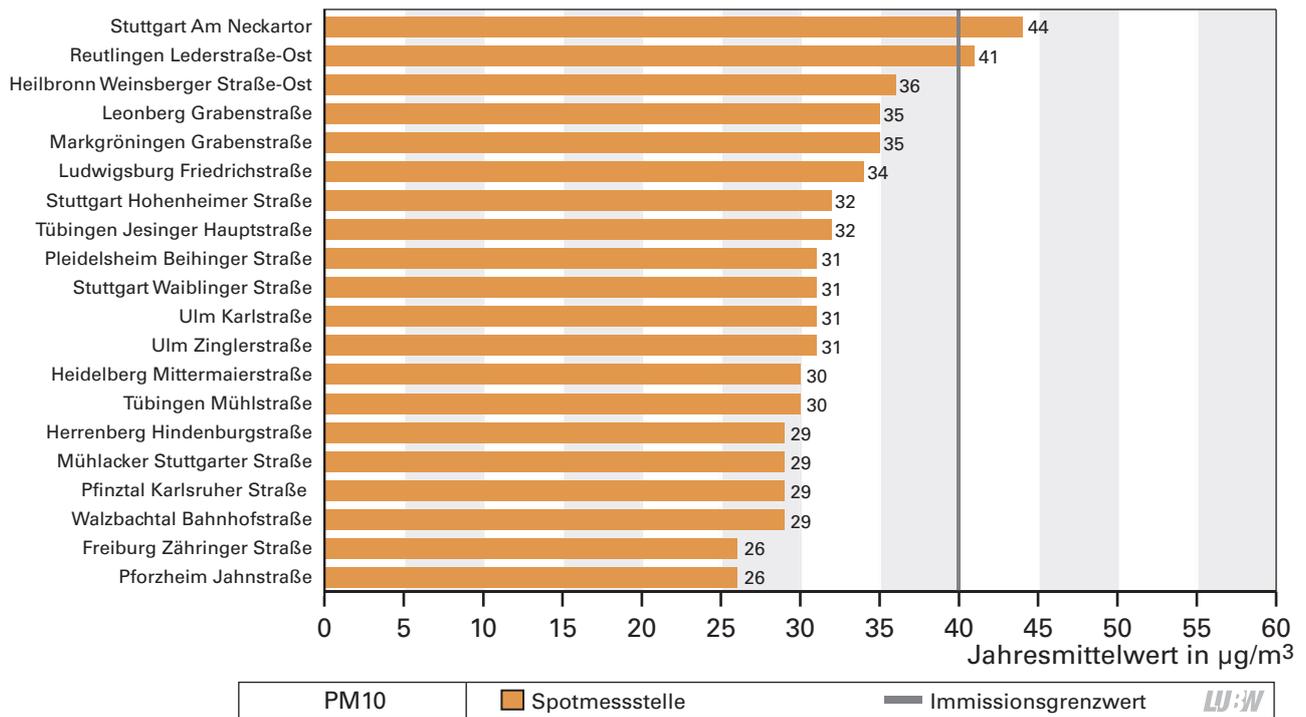


Abbildung 3.2-3: Jahresmittelwerte der Partikel PM10-Konzentrationen an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2010

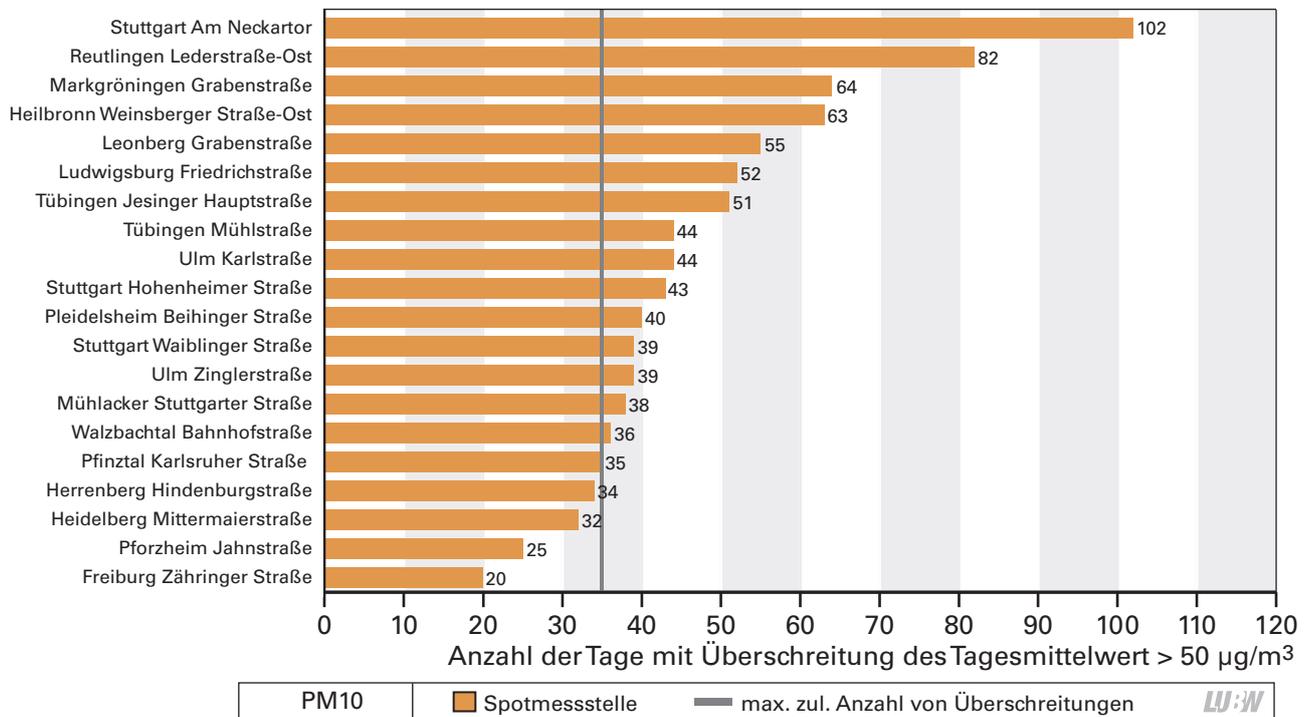


Abbildung 3.2-4: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Immissionsgrenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tagesmittelwert) für Partikel PM10 an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2010 (35 Überschreitungen sind im Kalenderjahr zulässig)

An den Spotmessstellen wurde im Jahr 2010 an 2 der 20 Messstellen, an denen Partikel PM₁₀ gemessen wurde, der Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ (Jahresmittelwert) nicht eingehalten. Die zulässige Anzahl von 35 Überschreitungen im Kalenderjahr für den Immissionsgrenzwert von 50 µg/m³ (Tagesmittelwert) wurde an 16 der 20 Messstellen überschritten (siehe Abbildungen 3.2-3 und 3.2-4).

Auf Grund der Vulkanaschewolke aus Island wurden zwischen dem 17. und 21. April 2010 an den Messstationen des Landes erhöhte Feinstaubkonzentrationen gemessen. Die gemessenen Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ für Partikel PM₁₀ wurden daher nicht in der Überschreitungsstatistik für das Kalenderjahr berücksichtigt [LUBW 2010].

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Partikel PM₁₀ in den Tabellen 5.1-9 bis 5.1-10 aufgelistet.

3.3 Partikel PM_{2,5}

Die Partikel PM_{2,5}-Konzentrationen wurden im Jahr 2010 an insgesamt 9 Messstationen des Luftmessnetzes und an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor gemessen. Im Luftmessnetz und an den Spotmessstellen wurde im Jahr 2010 nur an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor der Zielwert von 25 µg/m³ (Jahresmittelwert) nicht eingehalten (siehe Abbildung 3.3-1).

Die 39. BImSchV legt fest, dass der Zielwert für Partikel PM_{2,5} von 25 µg/m³ (Jahresmittelwert) zum 1. Januar 2015 in einen rechtlich verbindlichen Immissionsgrenzwert überführt wird.

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Partikel PM_{2,5} in der Tabelle 5.1-11 aufgelistet.

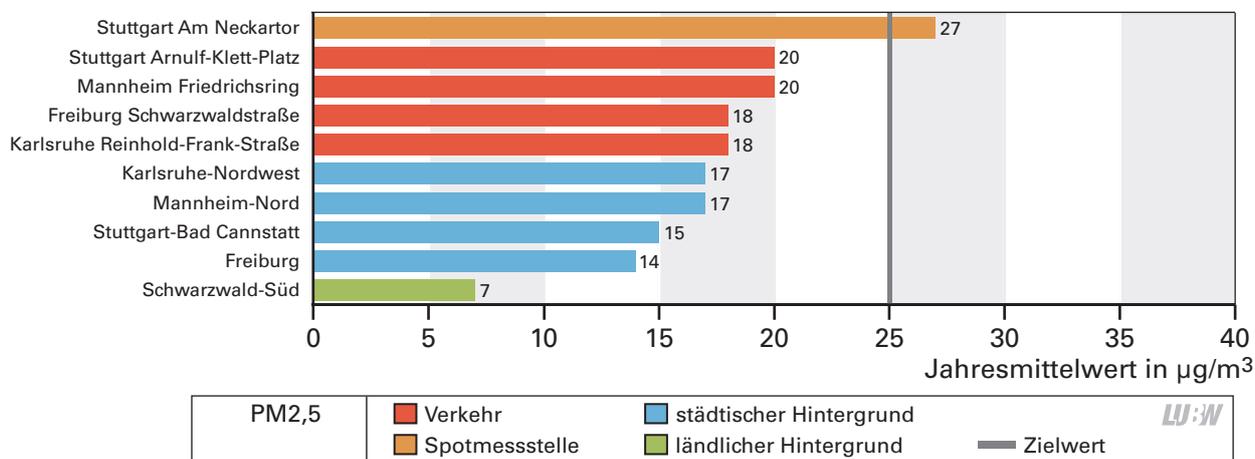


Abbildung 3.3-1: Jahresmittelwerte der Partikel PM_{2,5}-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010

3.4 Ozon

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ozon beträgt $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (höchster Achtstundenmittelwert eines Tages) bei 25 zugelassenen Überschreitungen pro Kalenderjahr, gemittelt über drei Jahre.

Das Jahr 2010 ist das erste Jahr, das zur Berechnung der Zahl der Überschreitungstage pro Kalenderjahr herangezogen wird (siehe § 9 (1) der 39. BImSchV). Die Beurteilung, ob der Zielwert erreichbar ist, kann daher erst im Jahr 2013

erfolgen (Mittelung über die Jahre 2010, 2011 und 2012). Die Mittelung über mehrere Jahre dient dazu, den starken Einfluss der Meteorologie auf die Ozonbildung zu berücksichtigen.

Zur Abschätzung der zukünftigen Einhaltung des Zielwertes von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (höchster Achtstundenmittelwert eines Tages) wurde eine Mittelung der Überschreitungstage für die Jahre 2008, 2009 und 2010 vorgenommen und in der Abbildung 3.4-1 dargestellt. Für die Mittelung wur-

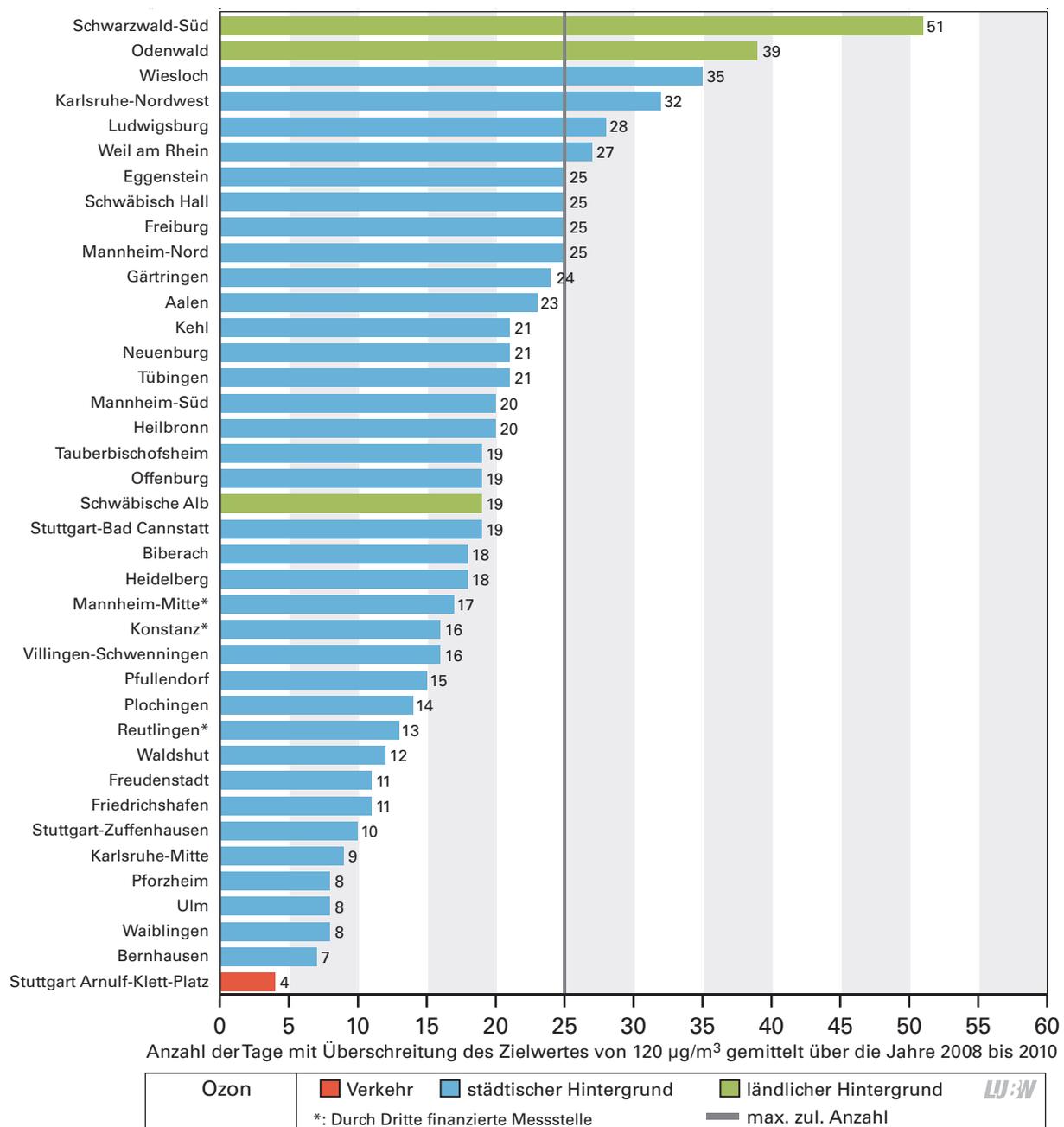


Abbildung 3.4-1: Anzahl der Tage mit Überschreitung (Mittelung über die Jahre 2008, 2009 und 2010) des zukünftig einzuhaltenden Zielwertes von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages) für Ozon an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg

den die 39 Messstationen des Luftmessnetzes herangezogen, die über die Jahre 2008 bis 2010 dauerhaft in Betrieb waren. Die zulässige Anzahl von 25 Überschreitungen im Kalenderjahr für den Zielwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (höchster Achtstundenmittelwert eines Tages) konnte im Jahr 2010 an 6 Messstationen nicht eingehalten werden (siehe Abbildung 3.4-1).

Im Luftmessnetz wurde im Jahr 2010 an 27 der 40 Messstationen, an denen Ozon gemessen wurde, die Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Einstundenmittelwert) überschritten (siehe Abbildung 3.4-2).

Im Luftmessnetz wurde im Jahr 2010 an keiner der 40 Messstationen, an denen Ozon gemessen wurde, die Alarmschwelle von $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Einstundenmittelwert) erreicht.

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation vor Ozon beträgt $18.000 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{h}$ als AOT₄₀ für den Zeitraum von Mai bis

Juli eines Kalenderjahres. Der AOT₄₀, ausgedrückt in $(\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{h}$, ist die über einen vorgegebenen Zeitraum (1. Mai bis 31. Juli) summierte Differenz zwischen Ozonwerten über $80 \mu\text{g}$ und $80 \mu\text{g}$ (= 40 ppb) unter ausschließlicher Verwendung der täglichen Einstundenmittelwerte zwischen 8:00 Uhr und 20:00 Uhr mitteleuropäischer Zeit. Maßgebend für die Beurteilung, ob der Zielwert zum 1. Januar 2010 erreicht wurde, ist der AOT₄₀-Wert für diesen Zeitraum, gemittelt über 5 Jahre. Das Jahr 2010 ist das erste Jahr, das zur Berechnung der Zahl der Überschreitungstage pro Kalenderjahr herangezogen wird (siehe § 9 (2) der 39. BImSchV). Die Beurteilung, ob der Zielwert erreichbar ist, kann daher erst im Jahr 2015 erfolgen (Mittelung über die Jahre 2010, 2011, 2012, 2013 und 2014). Die Mittelung über mehrere Jahre dient dazu, den starken Einfluss der Meteorologie auf die Ozonbildung zu berücksichtigen.

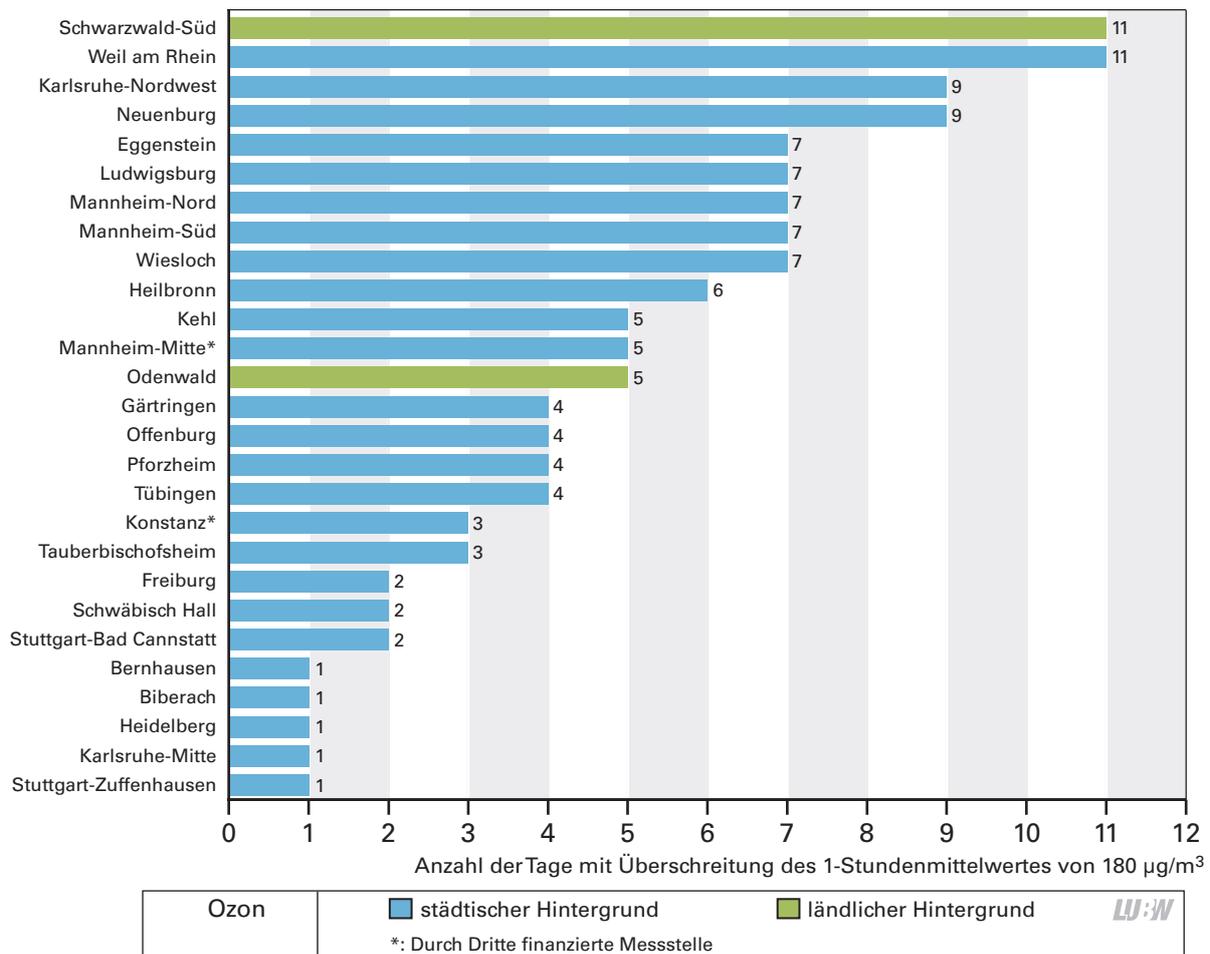


Abbildung 3.4-2: Anzahl der Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1-Stundenmittelwert) für Ozon an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010

Zur Abschätzung hinsichtlich der zukünftigen Einhaltung des Zielwertes von 18.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)h wurde eine Mittelung der AOT40-Werte für die Jahre 2006, 2007, 2008, 2009 und 2010 vorgenommen und in der Abbildung 3.4-3 dargestellt. Für die Mittelung wurden die 37 Messstationen des Luftmessnetzes herangezogen, die über die Jahre 2006 bis 2010 dauerhaft in Betrieb waren. Der Zielwert von 18.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)h konnte im Jahr 2010 an 18 Messstationen nicht eingehalten werden (siehe Abbildung 3.4-3).

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Ozon in den Tabellen 5.1-12 bis 5.1-14 aufgelistet.

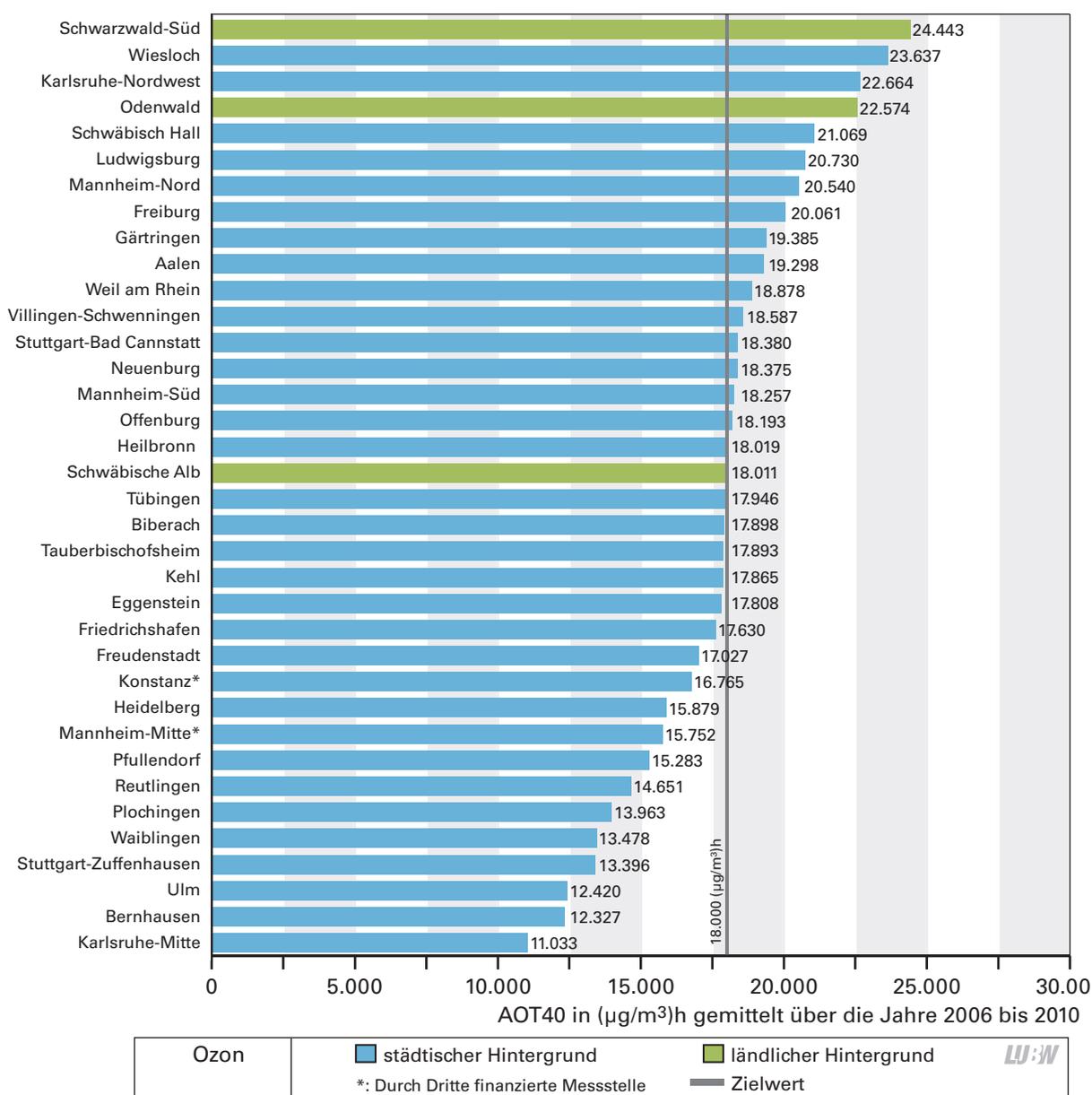


Abbildung 3.4-3: Ozonkonzentrationen berechnet als AOT40 in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)h (Mittelung über die Jahre 2006 bis 2010) an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg

3.5 Schwefeldioxid

Im Luftmessnetz wurden im Jahr 2010 an allen 13 Messstationen, an denen Schwefeldioxid gemessen wurde, die Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit von $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Einstundenmittelwert) und $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tagesmittelwert) sowie der kritische Wert zum Schutz der Ökosysteme von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) weit unterschritten (siehe Abbildungen 3.5-1, 3.5-2 und 3.5-3).

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Schwefeldioxid in der Tabelle 5.1-15 aufgelistet.

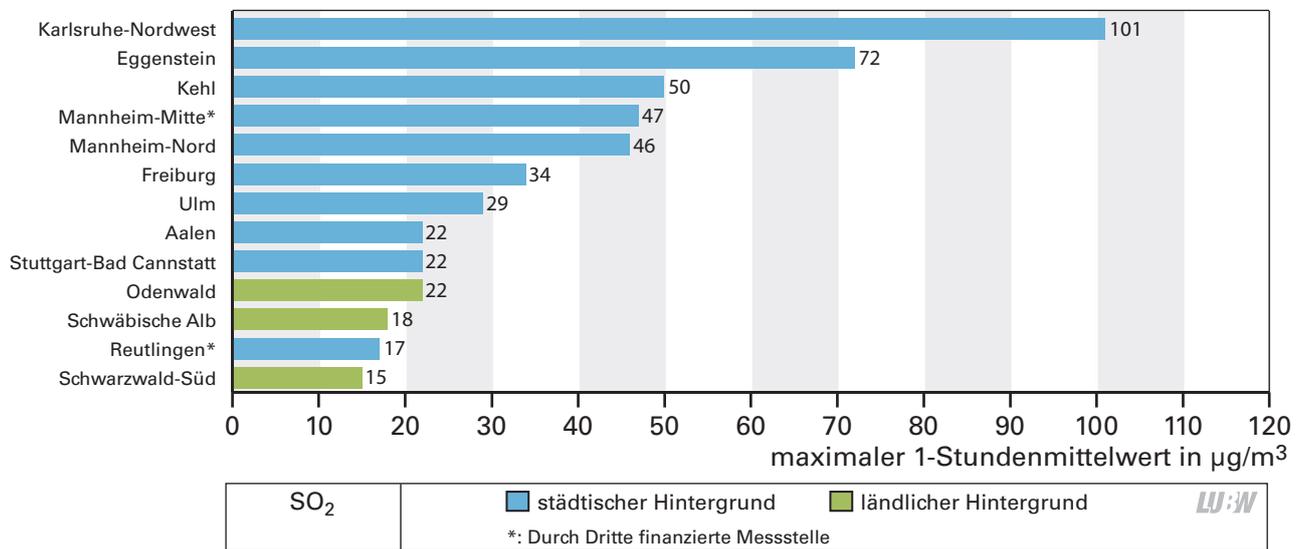


Abbildung 3.5-1: Maximale Stundenmittelwerte der Schwefeldioxid-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010

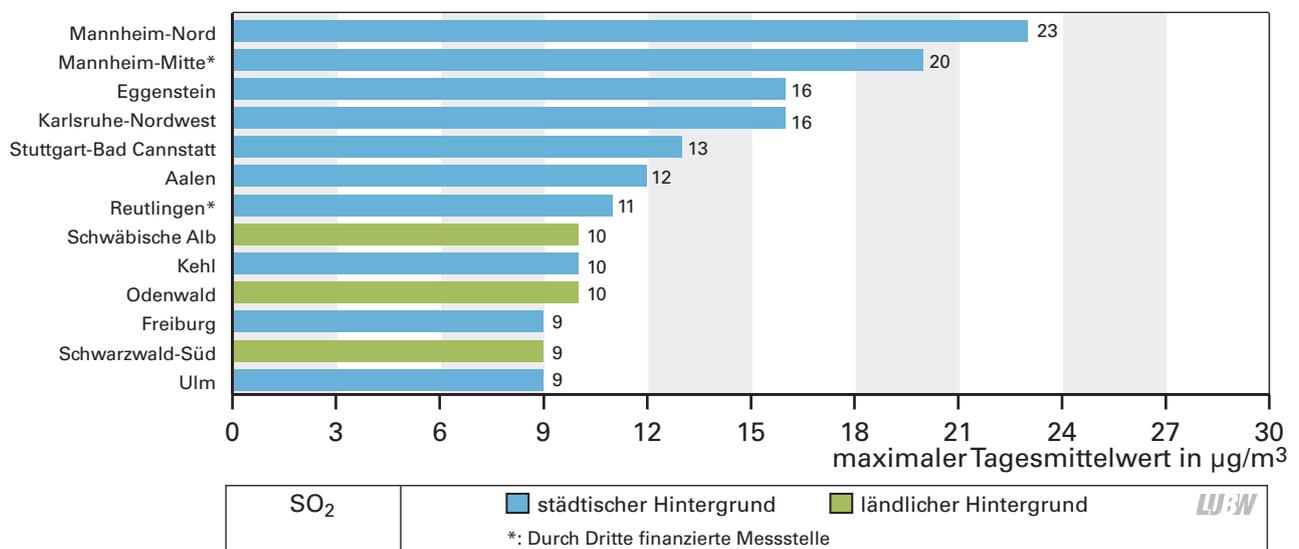


Abbildung 3.5-2: Maximale Tagesmittelwerte der Schwefeldioxid-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010

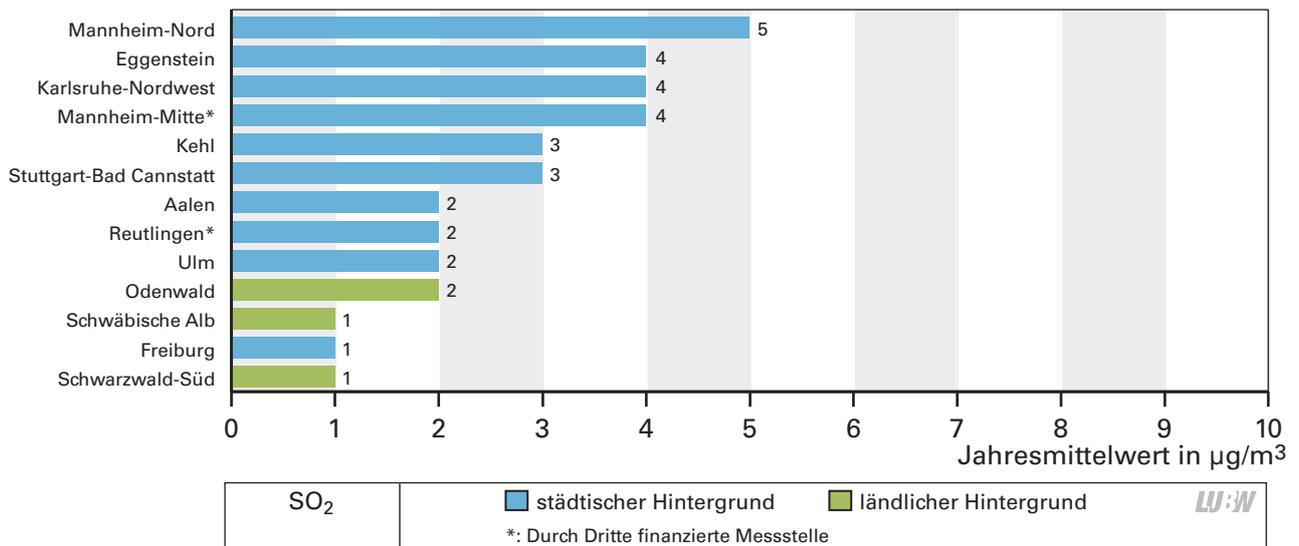


Abbildung 3.5-3: Jahresmittelwerte der Schwefeldioxid-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010

3.6 Kohlenstoffmonoxid

Im Luftmessnetz wurde im Jahr 2010 an allen 15 Messstationen, an denen Kohlenmonoxid gemessen wurde, der Immissionsgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 10 mg/m³ (maximaler Achtstundenmittelwert pro Tag) weit unterschritten (siehe Abbildung 3.6-1).

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Kohlenmonoxid in der Tabelle 5.1-16 aufgelistet.

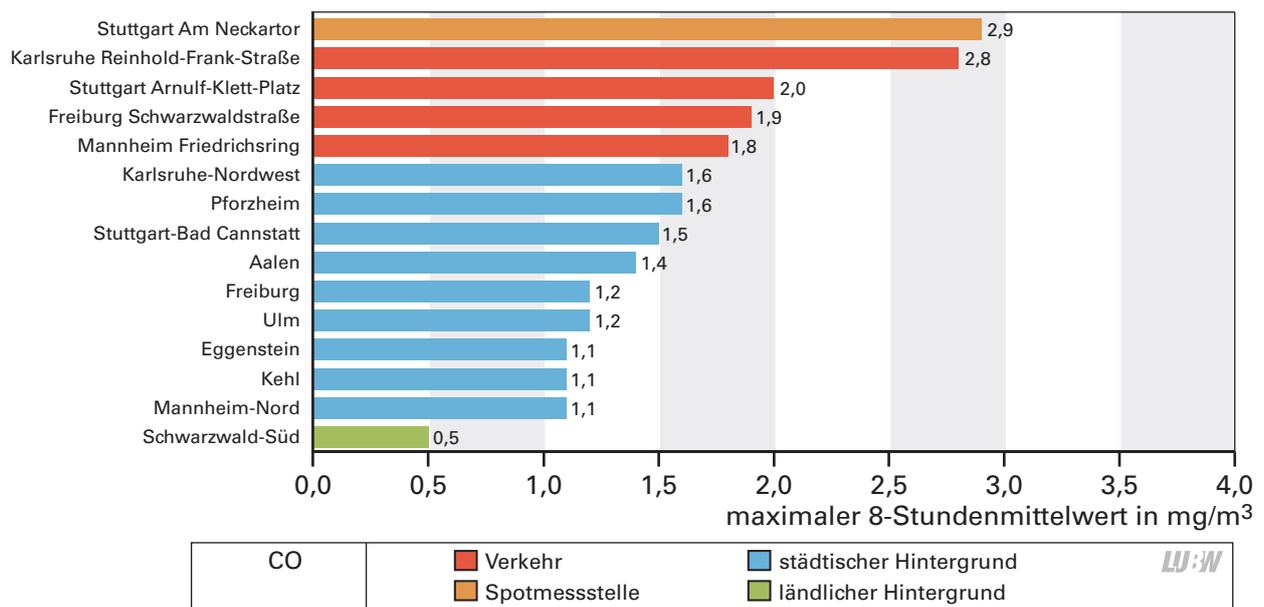


Abbildung 3.6-1: Maximale 8-Stundenmittelwerte der Kohlenmonoxid-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010

3.7 Ammoniak

Im Jahr 2010 wurden an 19 Standorten die Ammoniakkonzentration gemessen. Die Standorte wurden aus dem Luft- und Depositionsmessnetz sowie den Spotmessstellen ausgewählt. Die Jahresmittelwerte lagen im Bereich von ungefähr 2 bis 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Höhe der Ammoniakkonzentration wird durch das Umfeld, das z. B. landwirtschaftlich, industriell oder städtisch geprägt ist, bestimmt. Dabei spiegeln die Ammoniakkonzentrationen aus dem landwirtschaftlichen und industriellen Bereich die jeweilige Situation im weiträumigen Umfeld wider (Abbildung 3.7-1). D. h. es wird die Hintergrundsituation der jeweiligen Umfeld dargestellt.

Die verkehrsgeprägten Standorte geben hingegen die Immissionssituation in unmittelbarer Nähe der Emissionsquelle wider (Abbildung 3.7-2). Im Anhang sind die Jahresmittelwerte der Ammoniakkonzentrationen für das Jahr 2010 in der Tabelle 5.1-17 aufgelistet.

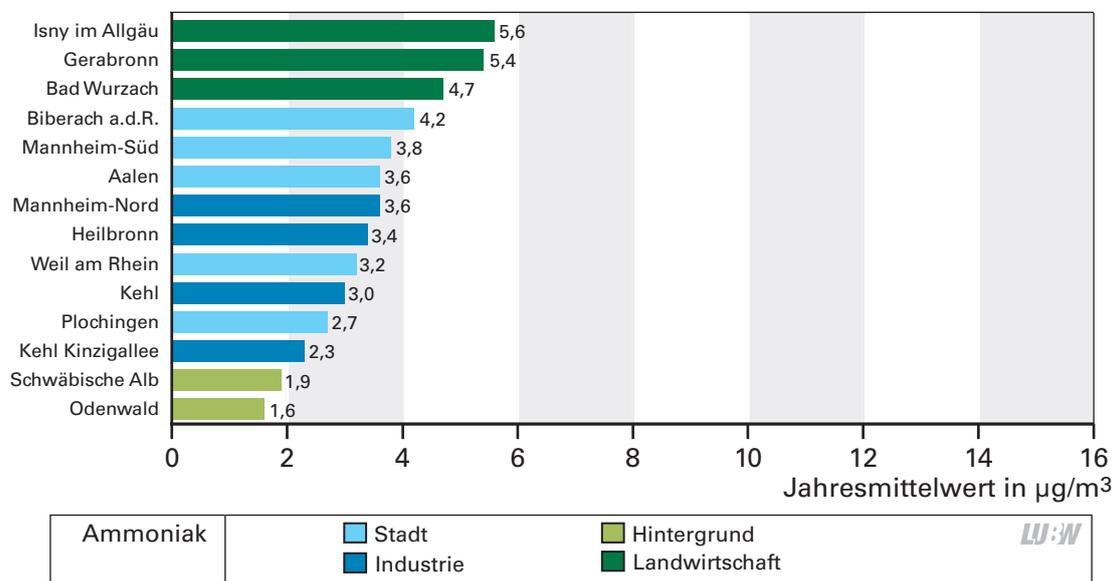


Abbildung 3.7-1: Jahresmittelwerte der Ammoniak-Konzentrationen an Standorten im weiträumigen Umfeld potentieller Quellen in Baden-Württemberg im Jahr 2010

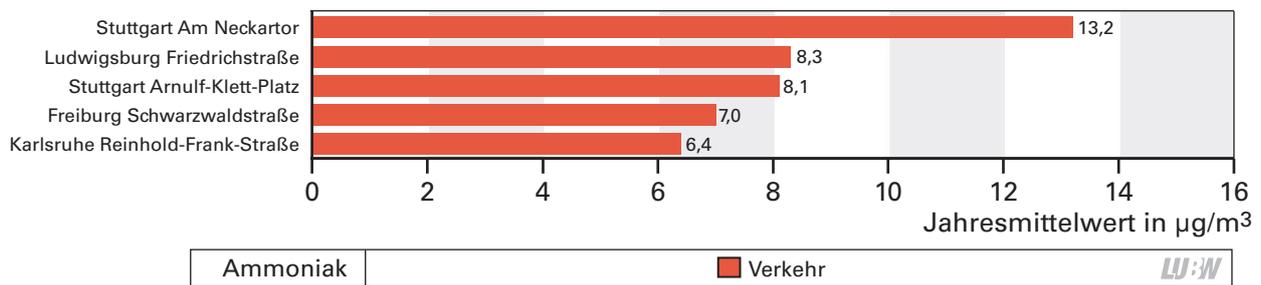


Abbildung 3.7-2: Jahresmittelwerte der Ammoniak-Konzentrationen in unmittelbarer Quellennähe verkehrsgeprägter Standorte in Baden-Württemberg im Jahr 2010

3.8 Benzol

Im Luftmessnetz wurde im Jahr 2010 an allen 15 Messstationen, an denen Benzol gemessen wurde, der Immissionsgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) eingehalten (siehe Abbildung 3.8-1).

Im Jahr 2010 wurde an allen 9 Spotmessstellen, an denen Benzol gemessen wurde, der Immissionsgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) eingehalten (siehe Abbildung 3.8-2).

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Benzol in den Tabellen 5.1-18 und 5.1-19 aufgelistet.

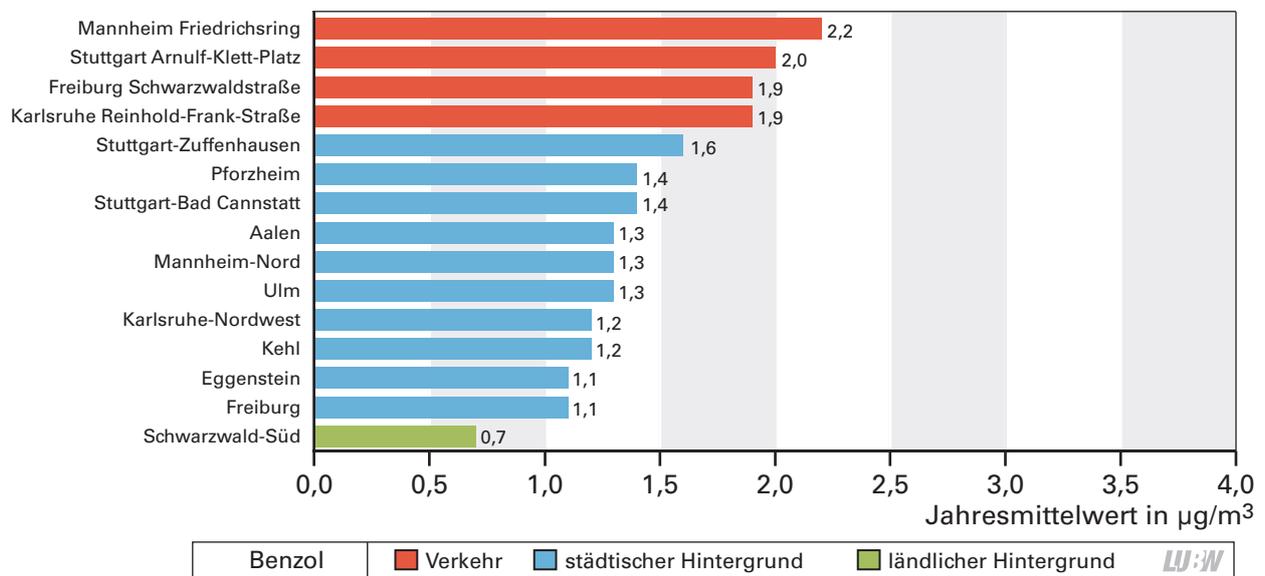


Abbildung 3.8-1: Jahresmittelwerte der Benzol-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010

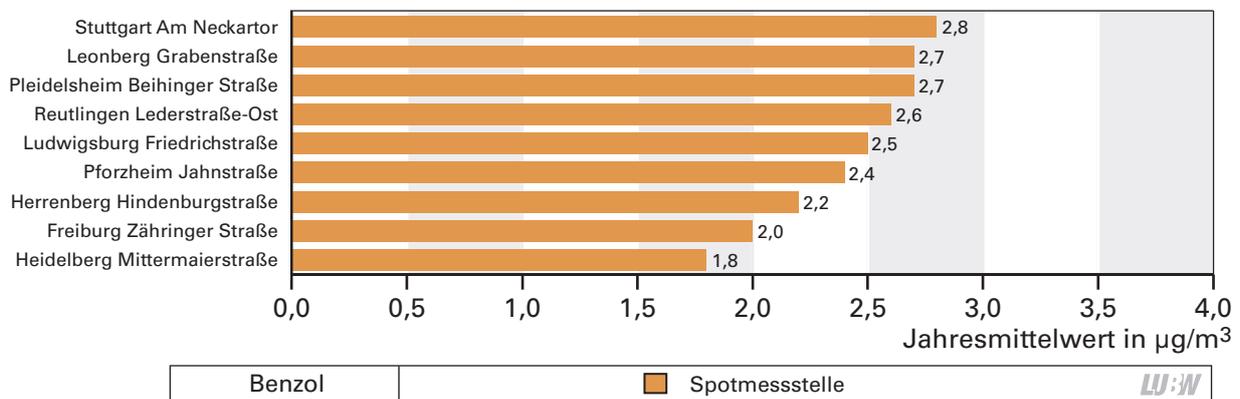


Abbildung 3.8-2: Jahresmittelwerte der Benzol-Konzentrationen an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2010

3.9 Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10

Im Jahr 2010 wurde Benzo(a)pyren an 16 Stationen des Luftmessnetzes und an 3 Spotmessstellen gemessen. Der Zielwert von 1 ng/m³ (Jahresmittelwert) wurde an allen 16 Stationen des Luftmessnetzes und an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor eingehalten. An den Spotmessstellen Tübingen Jesinger Hauptstraße und Pleidelsheim Beihinger Straße konnte der Zielwert nicht eingehalten werden (siehe Abbildung 3.9-1).

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Benzo(a)pyren in der Tabelle 5.1-20 aufgelistet.

3.10 Schwermetalle in der Partikelfraktion PM10

Im Jahr 2010 wurden Schwermetalle in der Partikelfraktion PM10 an 14 Stationen des Luftmessnetzes und an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor gemessen. In der Tabelle 3.10-1 sind die Spannweiten der an den Messstationen gemessenen Jahresmittelwerte für das Jahr 2010 dargestellt. Die Zielwerte bzw. der Immissionsgrenzwert für Blei wurden an allen 15 Messstationen weit unterschritten (siehe Tabelle 3.10-1). Im Anhang sind die Jahresmittelwerte für die einzelnen Schwermetalle für das Jahr 2010 in der Tabelle 5.1-21 aufgelistet.

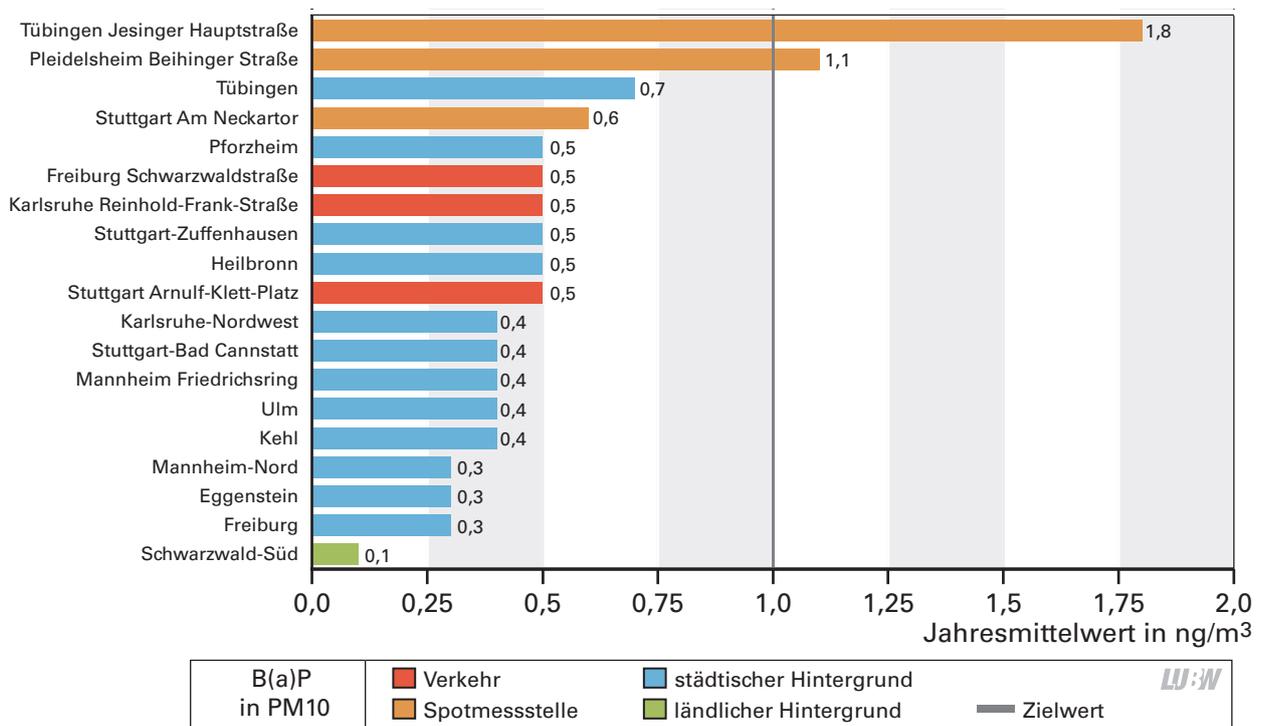


Abbildung 3.9-1: Jahresmittelwerte von Benzo[a]pyren in der Partikelfraktion PM10 an ausgewählten Messstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2010

Tabelle 3.10-1: Spannweiten der Jahresmittelwerte der Schwermetalle in der Partikelfraktion PM10 an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010

Schwermetalle in der PM10-Fraktion	Spannweiten der Jahresmittelwerte in ng/m ³	Zielwert-/Immissionsgrenzwert in ng/m ³
Arsen	0,2 bis 1	6
Blei	2,9 bis 11,7	500 (= 0,5 µg)
Kadmium	0,1 bis 0,2	5
Nickel	0,5 bis 3,9	20

3.11 Ruß

Im Jahr 2010 wurde Ruß an 14 Messstationen des Luftmessnetzes (Abbildung 3.11-1) und an 10 Spotmessstellen (Abbildung 3.11-2) messtechnisch erfasst. Die höchsten Jahresmittelwerte traten erwartungsgemäß an den verkehrsnahen Messstationen auf. Für Ruß besteht derzeit kein rechtlich verbindlicher Ziel- oder Grenzwert. Die 23. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (23. BImSchV aufgehoben im Juli 2004) enthielt einen Maßnahmenwert von $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für das Jahresmittel.

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Ruß in den Tabellen 5.1-22 und 5.1-23 aufgelistet.

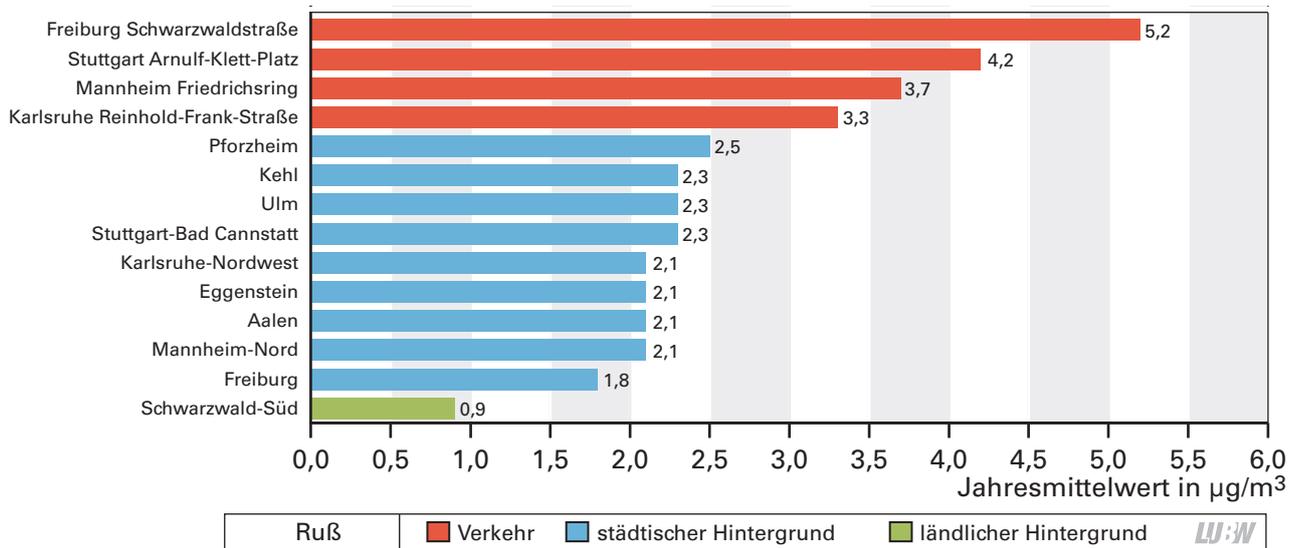


Abbildung 3.11-1: Jahresmittelwerte der Ruß-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010

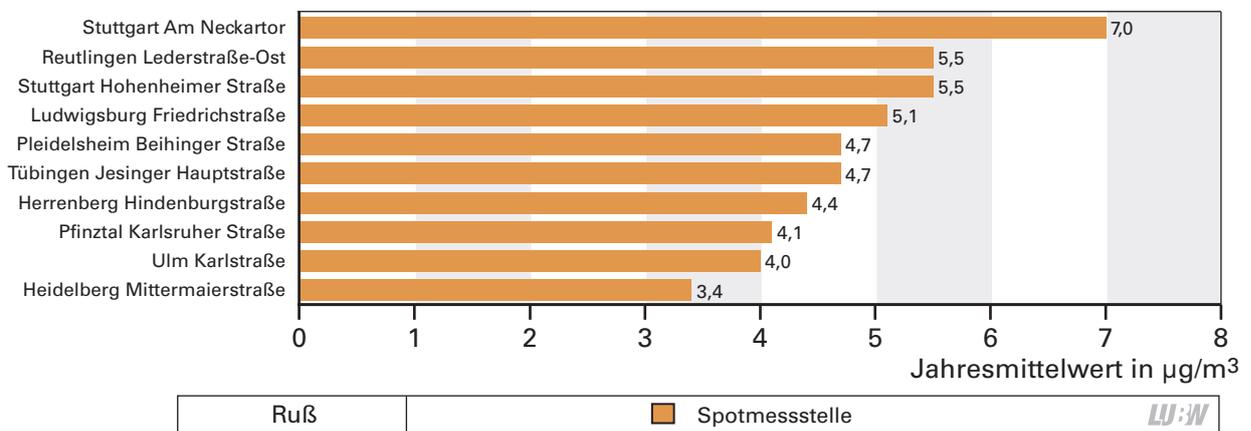


Abbildung 3.11-2: Jahresmittelwerte der Ruß-Konzentrationen an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2010

3.12 Schadstoffdepositionen

3.12.1 Staubniederschlag

An insgesamt 25 Standorten, die städtisch, industriell, ländlich oder Natur nah geprägt sind, werden über Bergerhoff-Gefäße die Staubniederschläge gemessen. Für 2010 lagen die Jahresmittelwerte zwischen 21 und 102 mg/(m²d) und damit deutlich unterhalb des Immissionswertes von 350 mg/(m²d) (siehe Abbildung 3.12-1).

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Staubniederschlag in der Tabelle 5.1-24 aufgelistet.

3.12.2 Schwermetalle im Staubniederschlag

Im Staubniederschlag wurden 2010 die Schwermetalle Antimon, Arsen, Blei, Cadmium und Nickel an 10 Standorten des Depositionsmessnetzes mittels Bergerhoff-Gefäßen bestimmt. An 6 Standorten wurden über Trichter-Flasche-Sammler die Quecksilbereinträge erfasst. Dabei sind für alle gemessenen Schwermetalle die Spannweiten in der Abbildung 3.12-2 dargestellt. Die Jahresmittelwerte liegen für alle Schwermetalldepositionen weit unterhalb der entsprechenden Immissionswerte (siehe Tabelle 1-2). Die Jahresmittelwerte der gemessenen Schwermetalldepositionen an den 6 bzw. 10 Standorten sind im Anhang in der Tabelle 5.1-25 aufgeführt.

3.12.3 Stickstoff- und Schwefeleinträge

Die Nitrat- und Sulfateinträge wurden 2010 an 20 Standorten über Bergerhoff-Gefäße bestimmt. Weiterhin wurden an 6 Standorten die Chlorid-, Ammonium-, Nitrat- und Sulfateinträge über Trichter-Flasche-Sammler ermittelt.

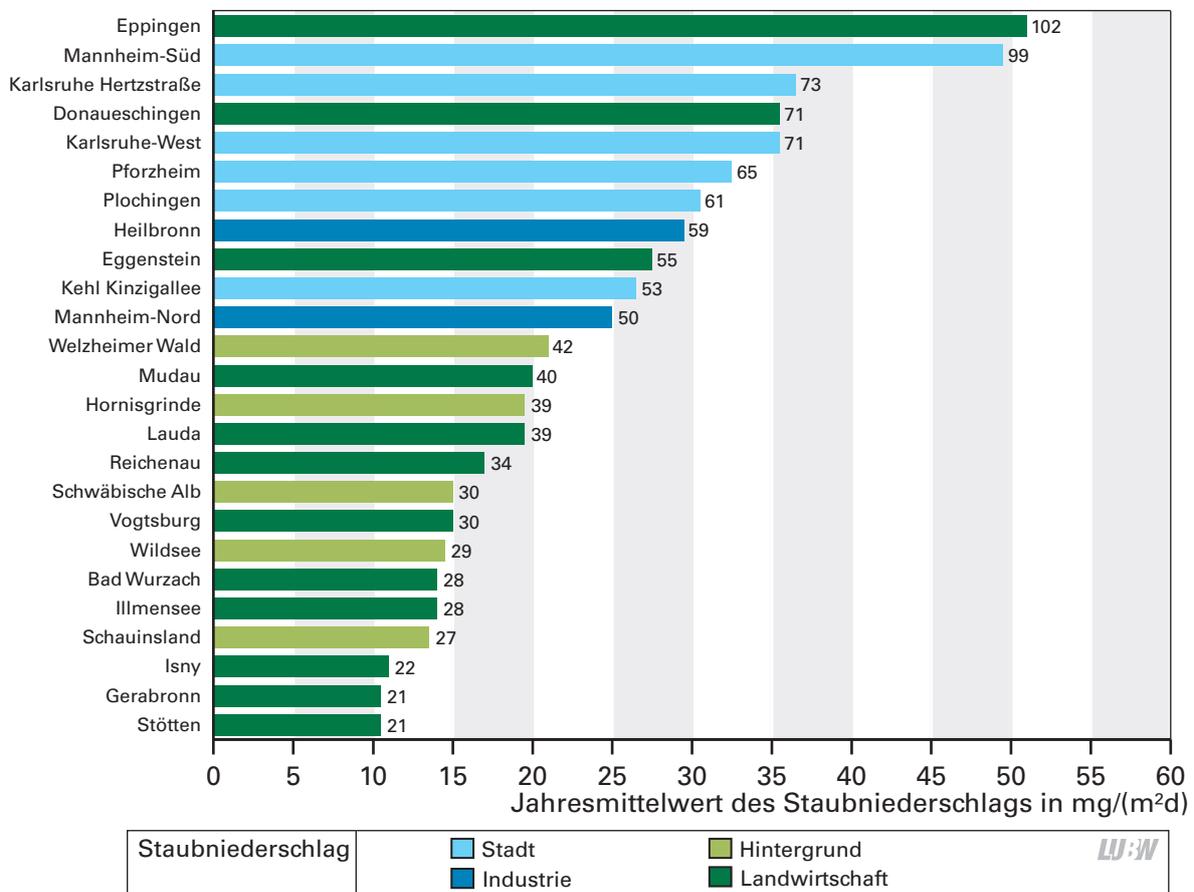


Abbildung 3.12-1: Jahresmittelwerte des Staubniederschlags an den Standorten des Depositionsmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010

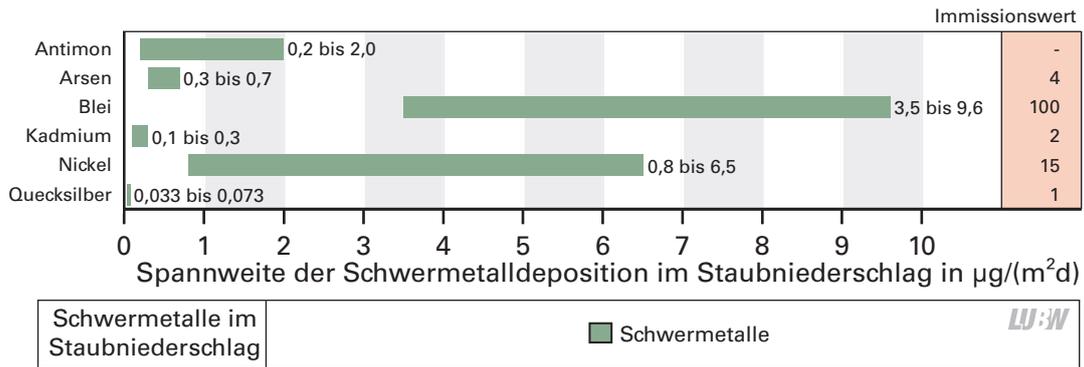


Abbildung 3.12-2: Spannweiten der Jahresmittelwerte der Schwermetalleinträge von Antimon, Arsen, Blei, Kadmium, Nickel und Quecksilber im Staubbiederschlag an Standorten des Depositionsmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010

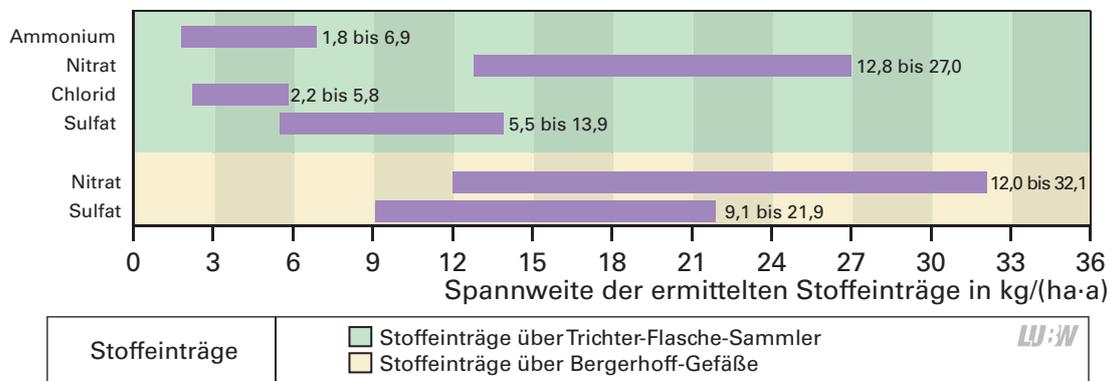


Abbildung 3.12-3: Spannweiten der Jahresmittelwerte für Chlorid, Ammonium-, Nitrat- und Sulfateinträge an Standorten des Depositionsmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010

Die Schadstoffeinträge unterliegen großen Schwankungen, die sowohl standorts- als auch witterungsbedingt begründet sind. Die Messungen werden für Betrachtungen von langjährigen Trends herangezogen. Bei den Stickstoffkomponenten Nitrat und Ammonium, die über Trichter-Flasche-Sammler erhoben werden, sind die jährlichen Einträge seit 2007 unverändert. Für die Sulfateinträge ist im selben Zeitraum eine leichte Abnahme erkennbar.

Die Spannweiten dieser Jahresmittelwerte sind in der Abbildung 3.12-3 dargestellt. Die einzelnen Jahresmittelwerte von 2010 an den 6 bzw. 20 Standorten sind im Anhang in der Tabelle 5.1-26 aufgeführt.

4 Beurteilung der Luftqualität in Baden-Württemberg 2010

4.1 Meteorologie

Die Jahresmitteltemperaturen lagen 2010 in Baden-Württemberg auf dem Niveau der langjährigen Durchschnittswerte bzw. geringfügig darunter. Die Niederschlagsmenge war überwiegend unter dem Soll, so dass es zu trocken war. Die Sonnenscheindauer erreichte in Baden-Württemberg in den meisten Landesteilen nicht den langjährigen durchschnittlichen Wert. Vereinzelt, insbesondere in den

Höhenlagen, lag die jährliche Sonnenscheindauer über den langjährigen Durchschnittswerten (siehe Tabelle 4.1-1).

Zu warm waren vor allem die Monate April, Juni, Juli und November, wobei der Monat Juli die höchsten positiven Abweichungen von den langjährigen Durchschnittswerten aufwies. Landesweit zu kalt waren die Monate Januar, Mai, September, Oktober und Dezember. Die beiden Winter-

Tabelle 4.1-1: Meteorologische monatliche Kenngrößen und Abweichung der Monatswerte vom langjährigen Mittel im Jahr 2010 für Stuttgart und Rheinstetten; Windgeschwindigkeiten im Mittel über alle Stationen des landesweiten Messnetzes

Meteorologische monatliche Kenngrößen und Abweichung der Monatswerte vom langjährigen Mittel 2010 (Windgeschwindigkeiten im Mittel über alle Stationen des landesweiten Messnetzes)												
	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
Temperatur in C												
Rheinstetten 2010	-0,9	2,3	5,7	11,0	12,4	18,5	21,5	18,3	13,9	9,0	7,0	-1,2
Abweichung in Grad	-1,8	0,2	0,0	1,5	-1,6	1,5	2,4	-0,2	-1,1	-1,0	2,1	-3,1
Stuttgart 2010	-1,6	1,8	5,6	10,7	11,9	18,0	21,4	17,9	13,5	9,0	6,2	-1,4
Abweichung in Grad	-2,1	-0,1	0,3	1,8	-1,4	1,6	3,0	0,0	-1,2	-1,0	1,5	-2,9
Niederschlag in mm												
Rheinstetten 2010	43	59	27	25	118	35	85	133	47	33	107	134
Anteil am langjährigen Durchschnitt in Prozent	70	97	47	38	128	39	110	168	75	52	147	206
Stuttgart 2010	41	35	24	14	87	44	101	106	49	27	76	90
Anteil am langjährigen Durchschnitt in Prozent	108	100	62	26	106	47	160	139	92	66	158	220
Sonnenscheindauer in Stunden												
Rheinstetten 2010	24	52	147	231	100	240	269	174	184	129	54	24
Anteil am langjährigen Durchschnitt in Prozent	63	76	129	149	49	113	113	78	110	123	108	42
Stuttgart 2010	27	56	145	218	105	224	273	165	177	129	60	36
Anteil am langjährigen Durchschnitt in Prozent	45	70	117	142	55	107	115	77	106	106	85	65
Windgeschwindigkeiten in m/s												
Mittlere Windgeschwindigkeit in m/s	1,6	2,0	2,2	1,8	1,7	1,5	1,5	1,8	1,5	1,5	2,0	1,7
Windstillen in Prozent	7,4	5,9	4,8	6,4	7,0	8,4	7,8	6,6	10,0	10,0	5,5	7,6
Überschreitungshäufigkeit von 1,5 m/s in Prozent	55	46	39	48	52	57	60	51	60	60	44	54
Überschreitungshäufigkeit von 3,0 m/s in Prozent	89	81	77	87	88	92	94	86	92	91	81	85

Quelle: Deutscher Wetterdienst, landesweites Luftmessnetz Baden-Württemberg



monate Januar und Dezember zeigten dabei die höchsten negativen Abweichungen gegenüber den langjährigen Durchschnittswerten.

Die monatlichen Niederschlagsmengen lagen nur in den beiden Monaten Mai und August landesweit über den langjährigen durchschnittlichen Werten. Der Monat Dezember war überwiegend zu nass. Dagegen waren die drei Monate März, April und Oktober landesweit zu trocken, wobei der Monat April die niedrigsten Werte aufwies. Überwiegend zu trocken waren die drei Monate Januar, Februar und Juni.

Die Sonnenscheindauer lag in den drei Monaten März, April und Juli landesweit über den langjährigen durchschnittlichen Werten. Zu wenig im Vergleich zu den Durchschnittswerten schien die Sonne in Baden-Württemberg in den Monaten Februar, Mai, August und Dezember. Überwiegend unterdurchschnittlich war die Sonnenscheindauer in den Monaten Januar und November.

Zeiträume mit ungünstigen Austauschbedingungen (niedrige Windgeschwindigkeit, niedrige Mischungsschichthöhe, anhaltende Inversion) lagen in der ersten Januarhälfte, in der vierten Januarwoche, in der zweiten und dritten Februarwoche, in der zweiten Märzwoche, in der zweiten Oktoberwoche, in den ersten Dezembertagen sowie nach den Weihnachtsfeiertagen vor.

Die Durchschnittswerte der meteorologischen Größen sind auf den Zeitraum von 1961 bis 1990 bezogen.

4.2 Entwicklung der Luftqualität in Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg wird die Luftqualität bereits seit Anfang der 80er Jahre des letzten Jahrhunderts an Luftmessstationen kontinuierlich überwacht. Aus diesem Grund liegen umfangreiche und detaillierte Daten über die Entwicklung der Luftqualität in Baden-Württemberg vor. Zur Veranschaulichung der Immissionstrends werden die Messstationen des Luftmessnetzes in die nachstehend aufgeführten drei Kategorien eingeteilt. Außerdem werden nur die Messstationen berücksichtigt, die über einen längeren Zeitraum ohne größere Unterbrechungen in Betrieb

waren. Aus den Messdaten der einzelnen Stationen (i. d. R. Jahresmittelwerte oder Überschreitungshäufigkeiten) werden für die jeweilige Kategorie arithmetische Mittelwerte gebildet.

Verkehrsmessstationen

In dieser Kategorie sind die dauerhaft betriebenen Messstationen in unmittelbarer Verkehrsnähe enthalten. Es werden folgende drei Messstationen berücksichtigt:

- Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße
- Mannheim Friedrichsring
- Stuttgart Arnulf-Klett-Platz

Messstationen im städtischen Hintergrund

Der städtische Hintergrund zeichnet sich durch eine dichte Bebauung aus. Allerdings befinden sich die Messstationen nicht in unmittelbarer Verkehrsnähe. In Abhängigkeit des gemessenen Luftschadstoffes werden unterschiedlich viele Messstationen der Kategorie zugeordnet.

Messstationen im ländlichen Hintergrund

In dieser Kategorie befinden sich die typischen Hintergrund-Messstationen weit ab von anthropogenen Emissionsquellen. Es werden folgende zwei Messstationen berücksichtigt:

- Schwäbische Alb
- Schwarzwald-Süd

In der Abbildung 4.2-1 ist die Entwicklung der Luftqualität in Baden-Württemberg für Stickstoffdioxid seit 1990 bzw. 1995 (Verkehrsmessstationen) dargestellt. Man erkennt seit Anfang der 90er Jahre bei den Verkehrsmessstationen (Mittelwert aus 3 Messstationen) und den städtischen Hintergrundmessstationen (Mittelwert aus 17 Messstationen) einen leicht abnehmenden Trend bei der Immissionsbelastung. Erwartungsgemäß liegt die Immissionsbelastung des primär verkehrsbedingten Stickstoffdioxids an den ländlichen Hintergrundmessstationen (Mittelwert aus 2 Messstationen) seit den 90er Jahren auf sehr tiefem Niveau.

In der Abbildung 4.2-2 ist die Entwicklung der Luftqualität in Baden-Württemberg für Partikel PM₁₀ seit 1999 dargestellt. Seit den letzten Jahren ist bei den Verkehrsmesssta-

tionen (Mittelwert aus 3 Messstationen) und den städtischen Hintergrundmessstationen (Mittelwert aus 20 Messstationen) ein leicht abnehmender Trend bei der Immissionsbelastung festzustellen. Erwartungsgemäß liegt die Immissionsbelastung der primär verkehrsbedingten Partikel PM10 an den ländlichen Hintergrundmessstationen (Mittelwert aus 2 Messstationen) auf tiefem Niveau.

In der Abbildung 4.2-3 ist die Entwicklung der Luftqualität in Baden-Württemberg für Ozon seit 1990 dargestellt. Seit den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts ist sowohl bei

den städtischen Hintergrundmessstationen (Mittelwert aus 17 Messstationen) als auch an der ländlichen Hintergrundmessstation Schwarzwald-Süd ein abnehmender Trend bei der Immissionsbelastung festzustellen, wobei die Trendabnahme an der ländlichen Hintergrundmessstation Schwarzwald-Süd deutlicher ausfällt. Deutlich sichtbar ist auch das „ozonreiche“ Jahr 2003, das auf Grund der Meteorologie (heißer, trockener Sommer) hohe Ozonwerte aufwies. An den Verkehrsmessstationen wird in der Regel kein Ozon gemessen.

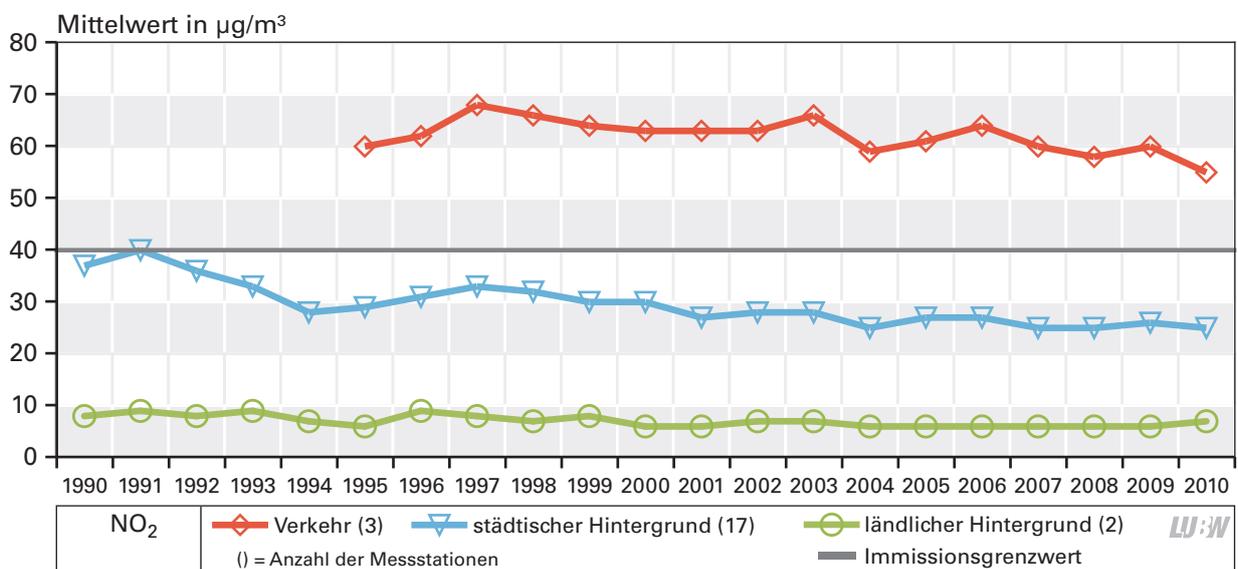


Abbildung 4.2-1: Entwicklung der Immissionsbelastung von Stickstoffdioxid seit 1990 in Baden-Württemberg (Mittelwert aus den Jahresmittelwerten in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

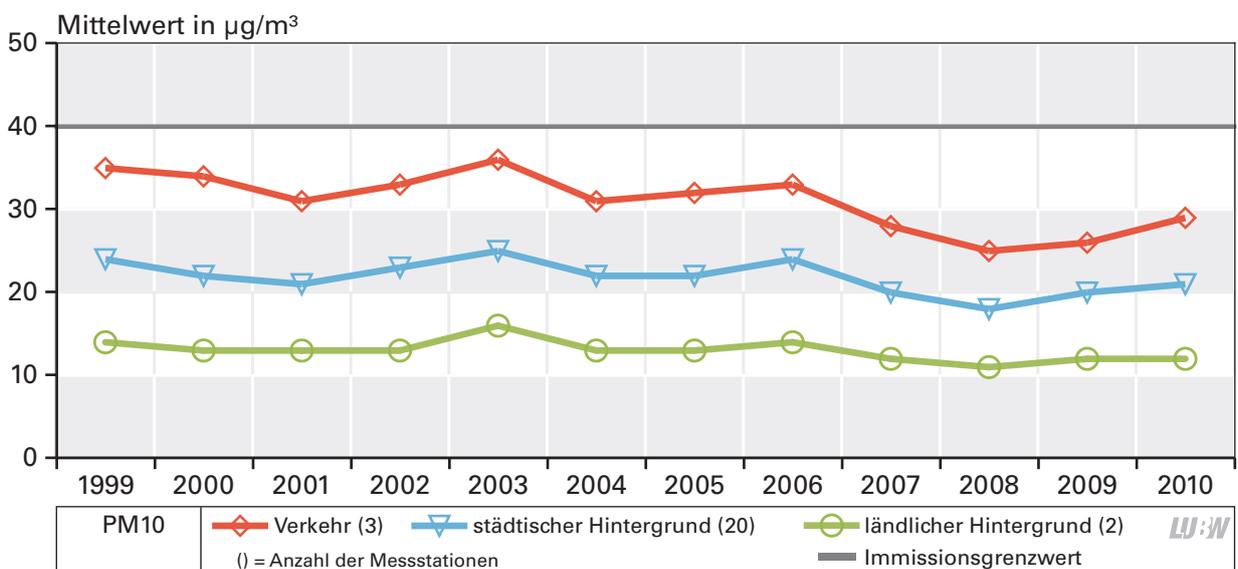


Abbildung 4.2-2: Entwicklung der Immissionsbelastung von Partikel PM10 seit 1999 in Baden-Württemberg (Mittelwert aus den Jahresmittelwerten in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

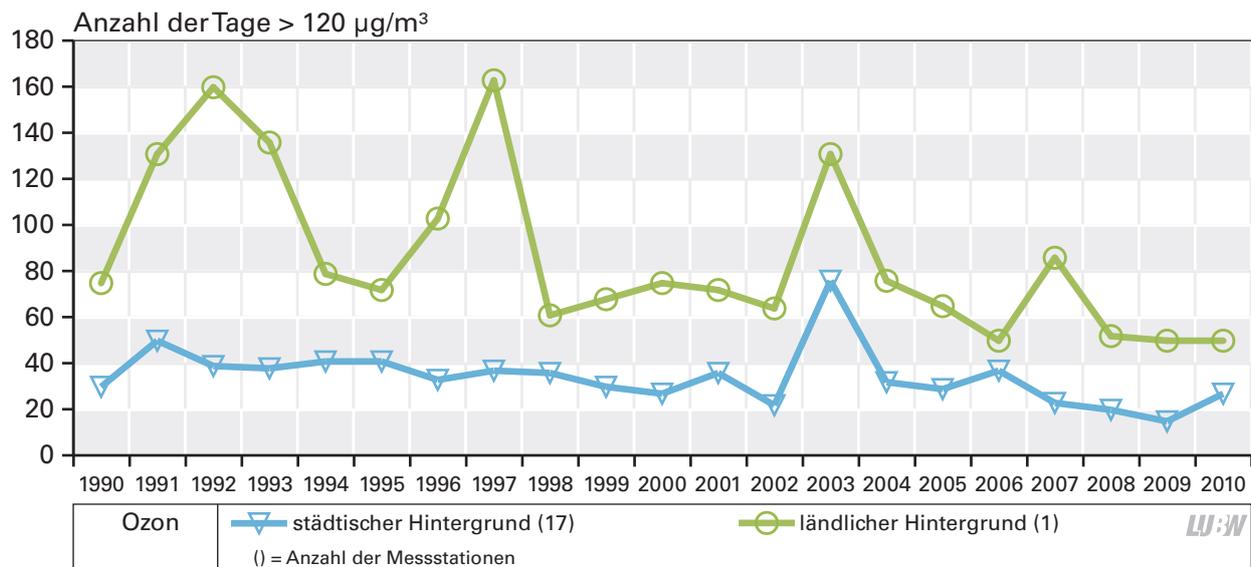


Abbildung 4.2-3: Entwicklung der Immissionsbelastung von Ozon seit 1990 in Baden-Württemberg (Mittelwert aus den Überschreitungshäufigkeiten)

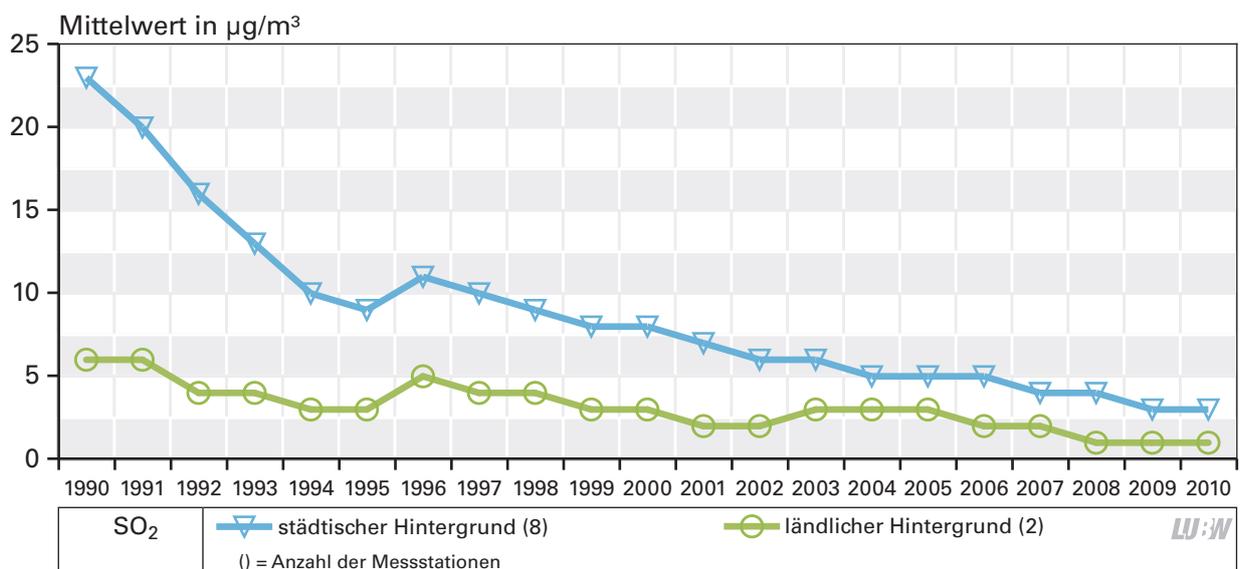


Abbildung 4.2-4: Entwicklung der Immissionsbelastung von Schwefeldioxid seit 1990 in Baden-Württemberg (Mittelwert aus den Jahresmittelwerten in µg/m³)

In der Abbildung 4.2-4 ist die Entwicklung der Luftqualität in Baden-Württemberg für Schwefeldioxid seit 1990 dargestellt. Die Immissionsbelastung ist seit den 90er Jahren stark rückläufig und spiegelt eindrucksvoll die Erfolge der Luftreinhaltungspolitik bei der Reduktion der Schwefeldioxid-Emissionen vor allem bei den Kraftwerken und der Industrie wieder. Insbesondere bei den städtischen Hintergrundmessstationen (Mittelwert aus 8 Messstationen) ist eine deutliche Verbesserung der Luftqualität eingetreten. Aber auch an den ländlichen Hintergrundmessstationen (Mittelwert aus 2 Messstationen) ist ein deutlicher Rückgang der

Immissionsbelastung feststellbar. An den Verkehrsmessstationen wird in der Regel kein Schwefeldioxid gemessen.

4.3 Saisonale Trends der Luftschadstoffe

Die Luftqualität ist nicht nur abhängig vom Ausmaß der anthropogenen Emissionen, sondern auch von der Meteorologie und somit auch von der Jahreszeit. Diese saisonalen Trends der Luftschadstoffe lassen sich vor allem bei der Feinstaubbelastung (Partikel PM10) und beim Ozon beobachten. So treten hohe Feinstaubbelastungen überwie-

gend in den Wintermonaten bei austauscharmen Wetterlagen (Inversionswetterlagen) auf. In der Abbildung 4.3-1 ist die Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Partikel PM_{10} an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg dargestellt. Man erkennt deutlich, dass hohe Partikelkonzentrationen im Januar, Februar, März, Oktober und Dezember 2010 vor allem während Inversionswetterlagen auftraten.

Demgegenüber treten hohe Ozonkonzentrationen nur bei stabilen Hochdruckwetterlagen mit starker Sonneneinstrahlung, hohen Lufttemperaturen und Trockenheit auf. So waren Überschreitungen der Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg nur in den Monaten Juni und Juli 2010 zu beobachten (siehe Abbildung 4.3-2).

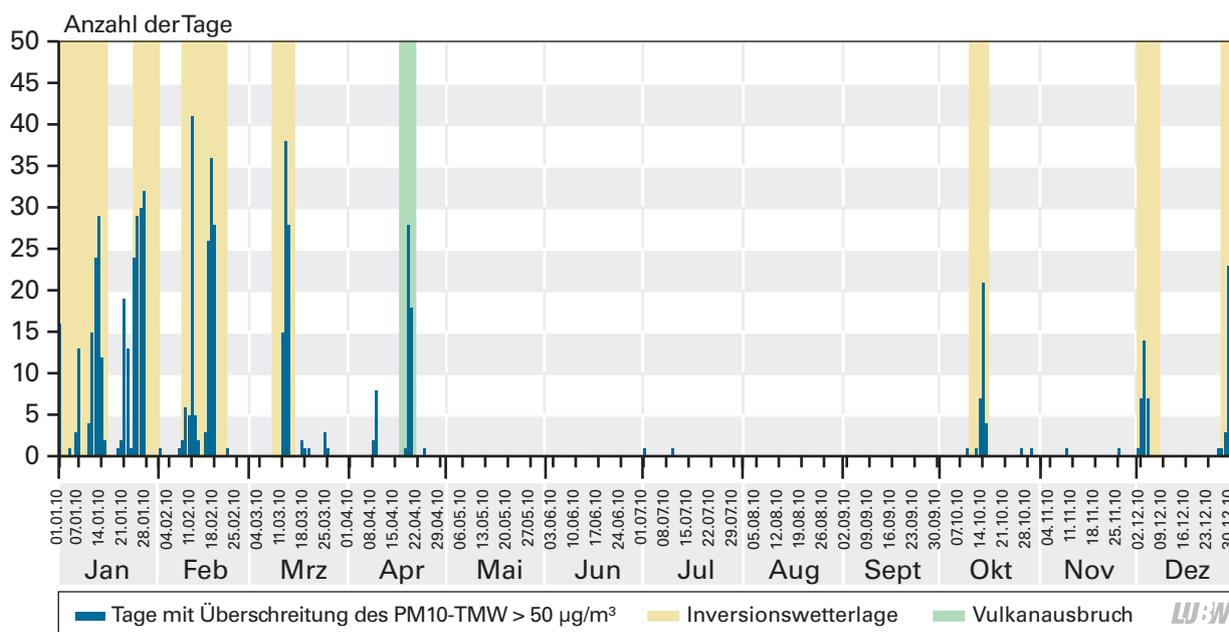


Abbildung 4.3-1: Saisonaler Trend der Partikel PM_{10} -Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010 (Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Vergleich zu den Inversionswetterlagen 2010)

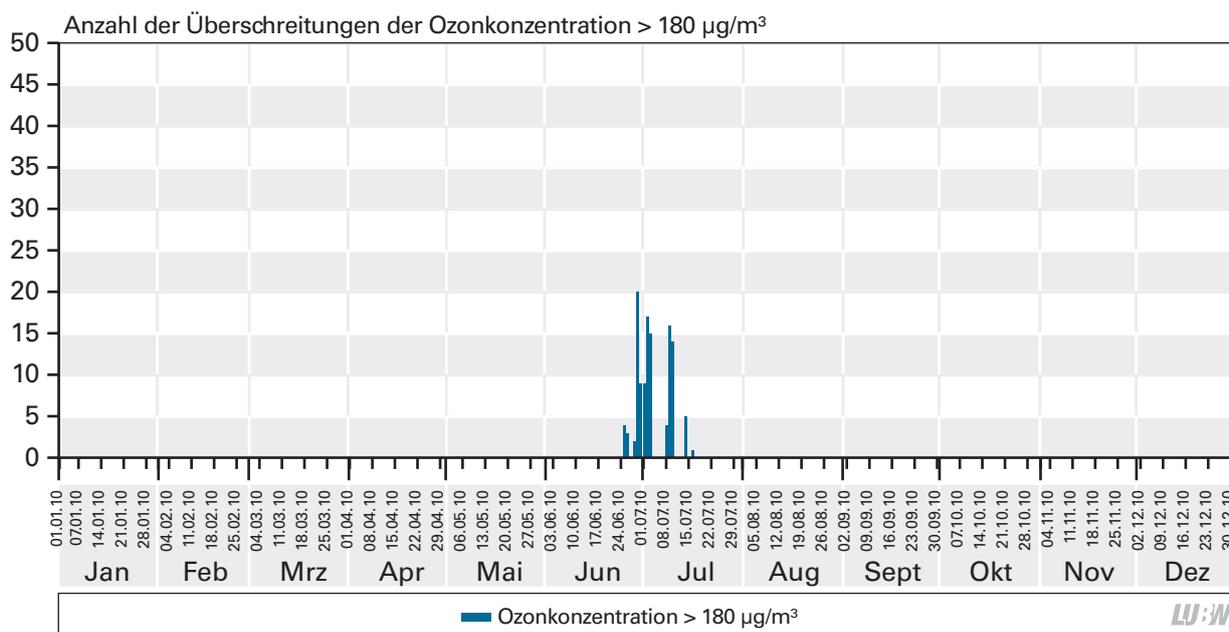


Abbildung 4.3-2: Saisonaler Trend der Ozon-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2010 (Anzahl der Überschreitungen der Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

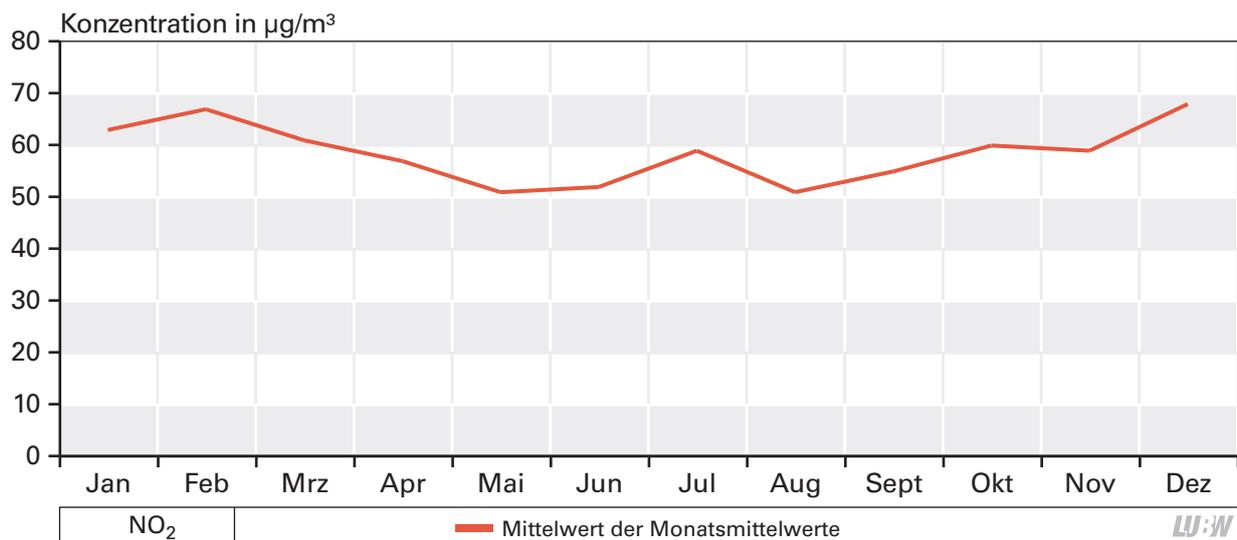


Abbildung 4.3-3: Saisonaler Trend der Stickstoffdioxid-Konzentrationen an den vier Verkehrsmessstationen im Jahr 2010 (Mittelwert aus den Monatsmittelwerten in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Bei Stickstoffdioxid ist kein so stark ausgeprägter saisonaler Trend wie bei der Feinstaubbelastung (Partikel PM_{10}) und bei Ozon zu erkennen. Aus Abbildung 4.3-3 ist aber ersichtlich, dass tendenziell höhere Stickstoffdioxidkonzentrationen wie bei den Partikeln PM_{10} während der Wintermonate auftreten. In der Abbildung 4.3-3 ist der Mittelwert der Monatsmittelwerte der vier Verkehrsmessstationen Freiburg Schwarzwaldstraße, Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße, Mannheim Friedrichsring und Stuttgart Arnulf-Klett-Platz dargestellt.

4.4 Ausbruch des Eyjafjallajökull - Auswirkungen auf die Feinstaubkonzentrationen in Baden-Württemberg

Nach fast 200 Jahren ist am 21. März 2010 der Vulkan Eyjafjallajökull in Island ausgebrochen. Am 17. April 2010 erreichte die Aschewolke die bodennahen Luftschichten in Baden-Württemberg. Um die Auswirkungen des Vulkanausbruchs auf die Luftqualität in Baden-Württemberg zu untersuchen, wurden über einen Zeitraum von 30 Tagen (02.04.2010 bis 06.05.2010) an 36 Messstationen des Luftmessnetzes und 22 Spotmessstellen in Baden-Württemberg die dort gemessenen Feinstaub- und Schwefeldioxidkonzentrationen ausgewertet.

Die Ergebnisse der Feinstaubmessungen zeigen, dass es am 19.04.2010 und am 20.04.2010 an fast allen Messstationen in Baden-Württemberg zu Überschreitungen des Tagesmittel-

wertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Partikel PM_{10} gekommen ist. Insbesondere an der hoch gelegenen ländlichen Hintergrundstation Schwarzwald-Süd wurde am 19.04.2010 eine Feinstaubkonzentration von $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Die erhöhten Feinstaubkonzentrationen waren an den Messstationen durchgängig mit einem Anstieg der Schwefeldioxidkonzentrationen verbunden. An der Messstation Schwarzwald-Süd wurde am 19.04.2010 eine Schwefeldioxidkonzentration von $9,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen.

Zusätzlich wurden die Feinstaubfilter der Messstation Schwarzwald-Süd im April 2010 auf typische Inhaltsstoffe der Vulkanasche untersucht. Die Asche weist gegenüber der typischen Feinstaubzusammensetzung PM_{10} in Zentraleuropa erhöhte Gehalte der Oxide von Aluminium, Eisen, Kalzium, Kalium, Magnesium, Natrium und Titan sowie der Spurenelemente Barium, Mangan, Scandium, Vanadium, Yttrium und Zirkonium auf. Im Zeitraum vom 17. bis zum 21. April 2010 konnten in den untersuchten Feinstäuben erhöhte Anteile dieser Oxide nachgewiesen werden.

Die während der Vulkanepisode gemessenen erhöhten Feinstaub- und Schwefeldioxidkonzentration an den Messstationen in Baden-Württemberg sowie die Zusammensetzung der Feinstaubinhaltsstoffe und die zeitliche und räumliche Verteilung der Feinstaubkonzentrationen weisen nach Auffassung der LUBW eindeutig auf den Eintrag von Vulkanasche aus Island im Zeitraum vom 17. bis 21. April 2010 in Baden-Württemberg hin. Die LUBW hat da-

her die während der Vulkanepisode an den Messstationen des Luftmessnetzes und an den Spotmessstellen gemessenen Überschreitungen des Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Partikel PM₁₀ nicht in der Überschreitungsstatistik für das Kalenderjahr 2010 berücksichtigt. Die LUBW hat über den Ausbruch des Eyjafjallajökull einen Bericht erstellt, der über das Internet-Angebot der LUBW verfügbar ist [LUBW 2010].

4.5 Fazit

Die Luftqualität in Baden-Württemberg hat sich in den letzten 20 Jahren stetig verbessert. Vor allem bei den klassischen Luftschadstoffen Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Benzol und Blei liegen die gemessenen Konzentrationen weit unterhalb der vom Gesetzgeber festgelegten Immissionsgrenzwerte.

Bei den primär verkehrsbedingten Luftschadstoffen Stickstoffdioxid und Partikel PM₁₀ lagen im Jahr 2010 die gemessenen Konzentrationen bei den verkehrsnahen Messstationen zum Teil noch erheblich über den vom Gesetzgeber festgelegten Immissionsgrenzwerten. Dazu gehören einige Stationen zu den bundesweit am höchsten belasteten Stationen. In der Tabelle 4.5-1 sind die 22 Messstationen in Deutschland aufgeführt, die einen Jahresmittelwert der Stickstoffdioxidkonzentration von über $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2010 aufwiesen. Davon befinden sich allein neun Messstationen in Baden-Württemberg. Außerdem enthält die Tabelle Angaben zur Partikel PM₁₀-Belastung.

Auch beim Ozon konnten im Jahr 2010 an einigen Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg die zukünftig einzuhaltenden Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation nicht eingehalten werden. Insbesondere der Zielwert zum Schutz der Vegetation wurde im Jahr 2010 nur an knapp der Hälfte der Messstationen eingehalten. Überschreitungen der Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ traten nur während einer ausgeprägten Ozonepisode im Sommer 2010 an einigen Messstationen vor allem im Rheintal/Hochrhein und im Mittleren Neckarraum auf.

Im Jahr 2010 traten vor allem in den Wintermonaten Januar, Februar und Dezember austauscharme Wetterlagen mit

erhöhten Feinstaubkonzentrationen auf. Eine ausgeprägte Episode mit erhöhten Ozonkonzentrationen war von Ende Juni bis Mitte Juli zu beobachten.

Ein besonderes Ereignis stellte der Ausbruch des Vulkans Eyjafjallajökull in Island dar. In Folge des Vulkanausbruchs kam es am 19. und 20.04.2010 an fast allen Messstationen in Baden-Württemberg zu Überschreitungen des Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Partikel PM₁₀.

Tabelle 4.5-1: Messstationen in Deutschland mit den höchsten Stickstoffdioxidkonzentrationen (Jahresmittelwerte) im Jahr 2010; angegeben sind auch die im Jahr 2010 gemessenen Jahresmittelwerte von Partikel PM10 und die zugehörigen Kurzzeitwerte für Stickstoffdioxid und Partikel PM10

Messstation	Stickstoffdioxid		Partikel PM10	
	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl der Stunden > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl der Tage > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Stuttgart Hohenheimer Straße	100	379	32	43
München Landshuter Allee	99	192	38	65
Stuttgart Am Neckartor	94	182	44	102
Reutlingen Lederstraße	88	26	41	82
Tübingen Mühlstraße	78	74	30	44
München Stachus	74	8	32	47
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	71	6	33	40
Freiburg Schwarzwaldstraße	70	0	26	20
Leonberg Grabenstraße	70	16	35	55
Hamburg Max-Brauer-Allee	70	11	27	19
Ludwigsburg Friedrichstraße	69	3	34	52
München Prinzregentenstraße	68	8	28	31
Düsseldorf Corneliusstraße	67	13	35	46
Hamburg Stresemannstraße	66	1	24	20
Darmstadt Hügelstraße	65	43	30	30
Köln Clevischer Ring	65	0	30	14
Berlin Hardenbergplatz	63	6	30	36
Hagen Graf-von-Galen-Ring	63	3	31	20
Herrenberg Hindenburger Straße	62	2	29	34
Dortmund Brackeler Straße	62	3	32	27
Mainz-Parcusstraße	61	0	25	16
Hamburg Habichtstraße	60	21	28	26
Messstationen in Baden-Württemberg				

LUBW

5 Anhang

5.1 Kenngrößen der Luftqualität in Baden-Württemberg

Tabelle 5.1-1: Stammdaten der Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2010

Stationsname	Standort	Stations- typ	Höhe über NN (m)	Messbe- ginn	Rechtswert	Hochwert
Aalen	Bahnhofstraße	S	424	01.03.1982	3580536	5412855
Bernhausen	Heubergstraße	S	370	01.12.1989	3516849	5393411
Biberach	Mühlweg	S	534	01.11.1990	3559697	5328292
Eggenstein	Gewand Zigeunerschlag	S	109	01.09.1976	3456726	5437870
Freiburg Schwarzwaldstraße	Schwarzwaldstraße	V	289	01.03.2007	3414981	5317372
Freiburg	Fehrenbachallee	S	262	01.06.1979	3412926	5318814
Freudenstadt	Theodor-Gerhard-Schule	S	755	01.02.1987	3456657	5370647
Friedrichshafen	Ehlerstr	S	404	01.01.1987	3536557	5280304
Gärtringen	Goethestraße	S	466	21.12.2005	3493034	5389781
Heidelberg	Berlinerstraße	S	112	01.01.1984	3476618	5475895
Heilbronn	Hans-Rießler-Straße	S	157	01.11.1979	3516468	5447618
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	Reinhold-Frank-Straße	V	119	10.03.1994	3455242	5430252
Karlsruhe-Mitte	Durlachertor	S	117	01.01.1976	3457525	5430475
Karlsruhe-Nordwest	Daimlerstraße	S	114	01.03.1985	3452952	5432567
Kehl	Rheindamm	S	136	01.02.1982	3411702	5382970
Konstanz*	Wallgutstraße	S	403	01.09.1990	3512791	5280682
Ludwigsburg	Schweizerstraße	S	302	01.03.1982	3512744	5417996
Mannheim Friedrichsring	Friedrichsring	V	101	28.04.1994	3461845	5484105
Mannheim-Mitte*	Müllerstraße	S	94	01.01.1975	3462245	5482229
Mannheim-Nord	Gewand Steinweg	S	94	01.01.1975	3461376	5489834
Mannheim-Süd	Mutterstädter Platz	S	100	01.01.1975	3465679	5477338
Neuenburg	Freiburger Straße	S	223	01.11.1992	3392838	5298856
Odenwald	Wilhelmsfeld	L	531	08.07.1999	3482244	5480875
Offenburg	Vogesenstraße	S	151	22.12.2004	3421542	5371524
Pforzheim	Wildbaderstraße	S	278	01.01.2008	3475548	5416901
Pfullendorf	Seepark-Parkplatz	S	621	01.12.2004	3517794	5310494
Plochingen	Deizisauerstraße	S	252	01.02.1982	3530578	5396870
Reutlingen*	Ebertstraße	S	390	01.02.1982	3515413	5372355
Schwäbisch Hall	Bahngelände	S	306	01.01.1991	3553611	5441444
Schwäbische Alb	Sportplatz-Gelände	L	798	27.04.1994	3515467	5356456
Schwarzwald-Süd	Kälbelescheuer	L	904	01.01.1984	3407541	5297588
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	Arnulf-Klett-Platz	V	251	06.12.1994	3513360	5405085
Stuttgart-Bad Cannstatt	Gnesener Straße	S	248	01.01.1981	3516962	5407962
Stuttgart-Zuffenhausen	Ludwigsburger Straße	S	272	01.01.1981	3512742	5409804
Tauberbischofsheim	Kläranlage	S	174	01.11.1990	3547667	5499976
Tübingen	Derendinger Straße	S	325	22.01.2002	3503857	5374442
Ulm	Böblingerstraße	S	481	01.10.1978	3572574	5362577
Villingen-Schwenningen	Unterer Dammweg	S	700	01.06.1987	3460084	5323536
Waiblingen	Steinbeisstraße	S	271	01.06.1986	3522160	5410557
Waldshut	Bahnhof	S	340	29.11.1989	3441677	5275806
Weil am Rhein	Zwölfthauen	S	278	01.02.1982	3397261	5273096
Wiesloch	In der Hessel	S	162	01.05.1986	3478263	5462675

S = Städtischer Hintergrund L = Ländlicher Hintergrund V = Verkehr

*Messungen durch Dritte finanziert



Tabelle 5.1-2: Messumfang der Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2010

Stationsname	NO ₂	PM10	PM2,5	Ozon	SO ₂	CO	Ben- zol	SM	B(a)P	Ruß	WG	WR	GS	T	TP	LD	NS
Aalen	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X
Bernhausen	X	X		X							X	X	X	X	X		X
Biberach	X	X		X							X	X	X	X	X		X
Eggenstein	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Freiburg	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Freiburg Schwarzwaldstraße	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X					
Freudenstadt	X	X		X							X	X	X	X	X	X	X
Friedrichshafen	X	X		X							X	X	X	X	X	X	X
Gärtringen	X	X		X							X	X	X	X	X		X
Heidelberg	X	X		X							X	X	X	X	X		X
Heilbronn	X	X		X					X		X	X	X	X	X		X
Karlsruhe-Mitte	X	X		X													
Karlsruhe-Nordwest	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	X	X	X			X	X	X	X	X							
Kehl	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Konstanz*	X	X		X							X	X	X	X	X		X
Ludwigsburg	X	X		X							X	X					X
Mannheim Friedrichsring	X	X	X			X	X	X	X	X							
Mannheim-Mitte*	X	X		X	X						X	X	X	X	X		X
Mannheim-Nord	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Mannheim-Süd	X	X		X							X	X	X	X	X	X	X
Neuenburg	X	X		X							X	X	X	X	X		X
Odenwald	X	X		X	X						X	X	X	X	X		X
Offenburg	X	X		X							X	X	X	X	X		X
Pforzheim	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Pfullendorf	X	X		X							X	X	X	X	X		X
Plochingen	X	X		X							X	X	X	X	X		X
Reutlingen*	X	X		X	X						X	X	X	X	X		X
Schwäbisch Hall	X	X		X							X	X	X	X	X		X
Schwäbische Alb	X	X		X	X						X	X	X	X	X	X	X
Schwarzwald-Süd	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	X	X	X			X	X	X	X	X							
Stuttgart-Bad Cannstatt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Stuttgart-Zuffenhausen	X	X		X			X		X		X	X	X	X	X		X
Tauberbischofsheim	X	X		X							X	X	X	X	X	X	X
Tübingen	X	X		X					X		X	X	X	X	X		X
Ulm	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Villingen-Schwenningen	X	X		X							X	X	X	X	X		X
Waiblingen	X	X		X							X	X					X
Waldshut	X	X		X							X	X	X	X	X		X
Weil am Rhein	X	X		X							X	X	X	X	X		X
Wiesloch	X	X		X							X	X	X	X	X	X	X
Anzahl	42	42	9	38	13	14	15	14	16	14	38	38	35	35	34	11	37

SM = Schwermetalle WG = Windgeschwindigkeit
T = Temperatur TP = Taupunkt
*Messungen durch Dritte finanziert

WR = Windrichtung
LD = Luftdruck

GS = Globalstrahlung
NS = Niederschlag



Tabelle 5.1-3: Stammdaten und Messumfang der Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2010

Stationsname	Höhe über NN (m)	Messbeginn	Rechtswert	Hochwert	NO ₂	NO ₂ -passiv	PM10	PM2,5	Ben-zol	SM	B(a)P	Ruß
Freiberg Benninger Straße	199	01.01.2008	3515048	5422304		X						
Freiburg Zähringer Straße	257	01.01.2006	3414654	5320114		X	X		X			
Heidelberg Mittermaierstraße	117	01.01.2009	3476635	5474528		X	X		X			X
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	172	01.01.2009	3516563	5445444		X	X					
Herrenberg Hindenburgstraße	437	01.01.2006	3490436	5384127	X		X		X			X
Ingersheim Tiefengasse	212	01.01.2008	3513556	5424807		X						
Leonberg Grabenstraße	391	29.12.2004	3501292	5407057	X		X		X			
Ludwigsburg Friedrichstraße	301	23.12.2003	3514017	5416876	X		X		X			X
Markgröningen Grabenstraße	279	29.12.2006	3506043	5418390	X	X	X					
Mühlacker Stuttgarter Straße	251	01.01.2006	3488779	5423257		X	X					
Murg Hauptstraße	300	01.01.2008	3426411	5268815		X						
Pfinztal Karlsruher Straße	135	01.01.2006	3465412	5429711		X	X					X
Pforzheim Jahnstraße	259	01.01.2006	3477775	5416780		X	X		X			
Pleidelsheim Beihinger Straße	197	07.01.2004	3515145	5424691	X		X		X		X	X
Reutlingen Lederstraße-Ost	384	21.03.2007	3515692	5372420	X		X		X			X
Schramberg Oberdorfer Straße	458	29.12.2006	3454800	5343645		X						
Schwäbisch Gmünd Remsstraße	325	29.12.2008	3558539	5407517		X						
Stuttgart Am Neckartor	242	23.12.2003	3514113	5405639	X		X	X	X	X	X	X
Stuttgart Hohenheimer Straße	312	23.12.2003	3513639	5403480	X		X					X
Stuttgart Waiblinger Straße	223	01.01.2006	3516247	5407406		X	X					
Tübingen Jesinger Hauptstraße	341	01.01.2006	3504370	5375837		X	X				X	X
Tübingen Mühlstraße	356	01.01.2006	3498558	5376516	X		X					
Ulm Karlstraße	481	01.01.2009	3573177	5363390		X	X					X
Ulm Zinglerstraße	481	01.01.2006	3572908	5362326		X	X					
Urbach Hauptstraße	266	01.01.2008	3542640	5408135		X						
Walzbachtal Bahnhofstraße	168	29.12.2006	3469138	5432338		X	X					
Anzahl					8	13	15	1	9	1	2	8

SM = Schwermetalle



Tabelle 5.1-4: Stammdaten der Standorte mit Depositions- und Ammoniakmessungen in Baden-Württemberg 2010

Standorte	Höhe über NN (m)	Messbeginn Deposition	Messbeginn Ammoniak	Rechtswert	Hochwert
Aalen	424		01.01.2007	3580536	5412855
Bad Wurzach	661	15.01.1992	01.01.2007	3567109	5311091
Biberach	534		01.01.2007	3559697	5328292
Donaueschingen	721	08.12.1992		3467780	5313997
Eggenstein	109	28.08.1991		3456722	5437873
Eppingen	219	10.12.1992		3489202	5447757
Freiburg Schwarzwaldstraße	289		01.01.2007	3414981	5317372
Gerabronn	466	01.01.2007	01.01.2007	3567725	5457524
Heilbronn	157	01.01.2007	01.01.2007	3516467	5447616
Hornisgrinde	1124	16.01.1991		3441165	5386165
Illmensee	830	17.01.1991		3529184	5299169
Isny i. A.	701	06.11.1991	01.01.2007	3580013	5287773
Karlsruhe-West	115	28.08.1991		3452804	5430396
Karlsruhe Hertzstraße	114	28.08.1991		3453561	5433511
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	119		01.01.2007	3455242	5430252
Kehl Kinzigallee	135	01.01.2007	01.01.2007	3412993	5382526
Kehl	136		01.01.2007	3411702	5382970
Lauda-Königshofen	332	16.01.1992		3550358	5490042
Ludwigsburg Friedrichstraße	301		01.01.2007	3514017	5416876
Mannheim-Nord	94	29.08.1991	01.01.2007	3461376	5489834
Mannheim-Süd	100	29.08.1991	01.01.2007	3465679	5477338
Mudau	535	10.12.1992		3510870	5486308
Odenwald Wilhelmsfeld	531		01.01.2007	3482470	5479839
Pforzheim	278	01.01.2007		3475548	5416901
Plochingen	251	01.01.2007	01.01.2007	3530591	5396862
Reichenau	407	01.04.1992		3505178	5284215
Schauinsland	1201	16.01.1991		3418495	5308988
Schwäbische Alb	798	28.12.1992	01.01.2007	3515485	5356443
Stötten	734	01.01.1993		3563774	5392375
Stuttgart Am Neckartor	242		01.01.2007	3514113	5405639
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	251		01.01.2007	3513360	5405085
Vogtsburg	340	26.11.1991		3402195	5328994
Weil am Rhein	278		01.01.2007	3397268	5273093
Welzheimer Wald	501	01.01.1993		3541983	5416354
Wildsee	901	01.01.1992		3459614	5397067

Tabelle 5.1-6: Kenngrößen für Stickstoffdioxid im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2010

Messstation	Maximaler 1-Stundenmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl der 1-Stundenmittelwerte > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Aalen	102	0	22
Bernhausen	169	0	33
Biberach	105	0	20
Eggenstein	105	0	25
Freiburg	93	0	22
Freiburg Schwarzwaldstraße	199	0	70
Freudenstadt	86	0	13
Friedrichshafen	136	0	24
Gärtringen	111	0	18
Heidelberg	134	0	28
Heilbronn	130	0	31
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	253	4	45
Karlsruhe-Mitte	172	0	36
Karlsruhe-Nordwest	141	0	25
Kehl	137	0	26
Konstanz	108	0	23
Ludwigsburg	120	0	26
Mannheim Friedrichsring	276	1	50
Mannheim-Mitte	131	0	33
Mannheim-Nord	122	0	28
Mannheim-Süd	113	0	31
Neuenburg	104	0	21
Odenwald	76	0	12
Offenburg	106	0	22
Pforzheim	135	0	31
Pfullendorf	81	0	15
Plochingen	148	0	35
Reutlingen	128	0	28
Schwäbisch Hall	101	0	21
Schwäbische Alb	89	0	9
Schwarzwald-Süd	50	0	5
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	257	6	71
Stuttgart-Bad Cannstatt	124	0	29
Stuttgart-Zuffenhausen	154	0	42
Tauberbischofsheim	74	0	15
Tübingen	220	1	25
Ulm	122	0	28
Villingen-Schwenningen	204	1	16
Waiblingen	110	0	27
Waldshut	96	0	24
Weil am Rhein	93	0	19
Wiesloch	98	0	21
Immissionsgrenzwert	200	18 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr	40

Tabelle 5.1-7: Kenngrößen für Stickstoffdioxid an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2010

Messstation	Maximaler 1-Stundenmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl der 1-Stundenmittelwerte $> 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Herrenberg Hindenburgstraße	319	2	62
Leonberg Grabenstraße	260	16	70
Ludwigsburg Friedrichstraße	241	3	69
Markgröningen Grabenstraße	314	4	52
Pleidelsheim Beihinger Straße	235	9	58
Reutlingen Lederstraße-Ost	235	26	88
Stuttgart Am Neckartor	300	182	94
Stuttgart Hohenheimer Straße	386	379	100
Tübingen Mühlstraße	307	74	78
Immissionsgrenzwert	200	18 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr	40

LUBW

Tabelle 5.1-8: Kenngrößen für Stickstoffdioxid an den Spotmessstellen (gemessen mit Passivsammlern) in Baden-Württemberg 2010

Messstation	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Freiberg Benninger Straße	53
Freiburg Zähringer Straße	52
Heidelberg Mittermaierstraße	56
Heidenheim Wilhelmstraße	53
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	73
Ingersheim Tiefengasse	57
Mühlacker Stuttgarter Straße	62
Murg Hauptstraße	45
Pfintztal Karlsruher Straße	52
Pforzheim Jahnstraße	52
Schramberg Oberndorfer Straße	53
Schwäbisch Gmünd Remsstraße	80
Stuttgart Waiblinger Straße	66
Tübingen Jesinger Hauptstraße	60
Ulm Karlstraße	60
Ulm Zinglerstraße	63
Urbach Hauptstraße	44
Walzbachtal Bahnhofstraße	52
Immissionsgrenzwert	40

LUBW

Tabelle 5.1-9: Kenngrößen für Partikel PM10 im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2010

Messstation	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl der Tage > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tagesmittelwert)
Aalen	20	12
Bernhausen	22	17
Biberach	19	12
Eggenstein	21	16
Freiburg	18	12
Freiburg Schwarzwaldstraße	26	20
Freudenstadt	13	1
Friedrichshafen	20	18
Gärtringen	19	15
Heidelberg	22	20
Heilbronn	24	19
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	25	22
Karlsruhe-Mitte	24	23
Karlsruhe-Nordwest	21	20
Kehl	22	19
Konstanz	23	14
Ludwigsburg	21	19
Mannheim Friedrichsring	28	24
Mannheim-Süd	24	21
Mannheim-Mitte	24	16
Mannheim-Nord	21	10
Neuenburg	21	16
Odenwald	14	2
Offenburg	20	16
Pforzheim	20	17
Pfullendorf	19	15
Plochingen	21	21
Reutlingen	22	15
Schwäbisch Hall	21	14
Schwäbische Alb	14	2
Schwarzwald-Süd	10	0
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	33	40
Stuttgart-Bad Cannstatt	21	15
Stuttgart-Zuffenhausen	23	20
Tauberbischofsheim	19	12
Tübingen	20	14
Ulm	22	19
Villingen-Schwenningen	17	6
Waiblingen	22	20
Waldshut	19	12
Weil am Rhein	20	15
Wiesloch	21	15
Immissionsgrenzwert	40	35 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr

Tabelle 5.1-10: Kenngrößen für Partikel PM10 an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2010

Messstation	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl der Tage > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tagesmittelwert)
Freiburg Zähringer Straße	26	20
Heidelberg Mittermaierstraße	30	32
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	36	63
Herrenberg Hindenburgstraße	29	34
Leonberg Grabenstraße	35	55
Ludwigsburg Friedrichstraße	34	52
Markgröningen Grabenstraße	35	64
Mühlacker Stuttgarter Straße	29	38
Pfinztal Karlsruher Straße	29	35
Pforzheim Jahnstraße	26	25
Pleidelsheim Beihinger Straße	31	40
Reutlingen Lederstraße-Ost	41	82
Stuttgart Am Neckartor	44	102
Stuttgart Hohenheimer Straße	32	43
Stuttgart Waiblingerstraße	31	39
Tübingen Jesinger Hauptstraße	32	51
Tübingen Mühlstraße	30	44
Ulm Karlstraße	31	44
Ulm Zinglerstraße	31	39
Walzbachtal Bahnhofstraße	29	36
Immissionsgrenzwert	40	35 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr

LUBW

Tabelle 5.1-11: Kenngrößen für Partikel PM2,5 im Luftmessnetz und an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2010

Messstelle	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Freiburg	14
Freiburg Schwarzwaldstraße	18
Karlsruhe-Nordwest	17
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	18
Mannheim-Nord	17
Mannheim Friedrichsring	20
Schwarzwald-Süd	7
Stuttgart Am Neckartor	27
Stuttgart-Bad Cannstatt	15
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	20
Zielwert	25
Spotmessstelle	

LUBW

Tabelle 5.1-12: Kenngrößen für Ozon (Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit) im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2010

Messstation	Anzahl der höchsten 8-Stundenmittelwerte eines Tages > 120 µg/m ³			
	2008	2009	2010	Mittelwert 2008-2010
Aalen	22	16	30	23
Bernhausen	4	1	17	7
Biberach	23	7	24	18
Eggenstein	17	28	31	25
Freiburg	27	14	34	25
Freudenstadt	2	9	22	11
Friedrichshafen	2	11	20	11
Gärtringen	25	20	28	24
Heidelberg	18	15	20	18
Heilbronn	18	12	30	20
Karlsruhe-Mitte	2	3	22	9
Karlsruhe-Nordwest	34	27	34	32
Kehl	15	18	31	21
Konstanz	11	9	29	16
Ludwigsburg	29	21	33	28
Mannheim-Mitte	18	6	26	17
Mannheim-Nord	23	21	30	25
Mannheim-Süd	21	11	29	20
Neuenburg	14	13	37	21
Odenwald	46	35	35	39
Offenburg	17	11	29	19
Pforzheim	2	4	19	8
Pfullendorf	18	13	14	15
Plochingen	15	8	18	14
Reutlingen	14	5	19	13
Schwäbisch Hall	25	16	35	25
Schwäbische Alb	35	6	16	19
Schwarzwald-Süd	52	50	50	51
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	0	0	11	4
Stuttgart-Bad Cannstatt	23	11	23	19
Stuttgart-Zuffenhausen	9	2	20	10
Tauberbischofsheim	13	14	31	19
Tübingen	24	7	33	21
Ulm	17	0	8	8
Villingen-Schwenningen	9	13	25	16
Waiblingen	4	0	21	8
Waldshut	17	4	15	12
Weil am Rhein	21	19	41	27
Wiesloch	44	29	31	35
Zielwert menschliche Gesundheit				25 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr

Tabelle 5.1-13: Kenngrößen für Ozon (Zielwert zum Schutz der Vegetation) im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2010

Messstation	AOT40 [(µg/m³)h]					Mittelwert 2006-2010
	2006	2007	2008	2009	2010	
Aalen	26570,1	14800,6	22751,4	12032,8	20335,9	19298
Bernhausen	20927,3	9129,1	10923,7	6145,7	14507,1	12327
Biberach	27177,1	16622,9	18485,1	9747,8	17457,5	17898
Eggenstein	23167,8	10755,0	17738,6	16351,1	21026,0	17808
Freiburg	37664,9	14780,4	13814,8	12611,8	21435,0	20061
Freudenstadt	30860,1	20061,3	9278,2	9563,9	15371,4	17027
Friedrichshafen	26682,5	13648,9	20879,1	11574,2	15367,4	17630
Gärtringen	29547,7	13834,9	18698,1	13270,8	21573,6	19385
Heidelberg	29616,9	8668,2	16020,3	10069,3	15022,5	15879
Heilbronn	29939,3	12194,4	16316,4	10034,5	21611,5	18019
Karlsruhe-Mitte	18435,1	7310,1	8793,3	6199,9	14425,1	11033
Karlsruhe-Nordwest	35036,8	17159,2	23143,1	14167,3	23813,8	22664
Kehl	29166,6	11077,3	16174,4	12418,8	20490,1	17865
Konstanz	27755,6	10749,0	13199,2	11168,0	20952,0	16765
Ludwigsburg	30516,6	14951,2	22028,9	12820,7	23333,6	20730
Mannheim-Mitte	24268,3	10789,9	17324,2	7602,5	18775,9	15752
Mannheim-Nord	32645,5	16395,7	20996,3	11907,3	20754,3	20540
Mannheim-Süd	30256,1	11759,8	18799,5	8326,2	22143,6	18257
Neuenburg	29336,4	11487,5	15618,6	11418,3	24015,6	18375
Odenwald	34600,0	17131,0	26806,3	12194,6	22139,9	22574
Offenburg	29877,0	12945,5	16021,0	11768,6	20355,2	18193
Pfullendorf	29704,5	13876,9	9033,7	10446,0	13353,9	15283
Plochingen	24258,4	9054,7	15476,0	8115,5	12911,2	13963
Reutlingen	20603,0	12536,6	16624,2	9314,9	14175,5	14651
Schwäbisch Hall	30824,6	18174,2	20630,9	11739,0	23975,5	21069
Schwäbische Alb	29718,0	13783,0	25560,1	6154,9	14837,2	18011
Schwarzwald-Süd	32158,0	21138,0	23549,0	15029,5	30339,6	24443
Stuttgart-Bad Cannstatt	27270,5	13957,4	23548,5	10583,7	16537,6	18380
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	21174,7	4553,2	5063,6	2434,9	8151,8	8276
Stuttgart-Zuffenhausen	23221,3	11036,8	12473,1	5588,5	14658,2	13396
Tauberbischofsheim	27782,3	12006,9	16810,0	11170,4	21696,4	17893
Tübingen	27747,0	11449,4	19037,0	9149,1	22346,6	17946
Ulm	21130,7	9241,2	18522,6	3474,7	9729,9	12420
Villingen-Schwenningen	30877,1	15595,4	15400,8	11727,3	19335,6	18587
Waiblingen	26046,3	10754,5	10693,2	5767,7	14129,6	13478
Weil am Rhein	25825,0	12837,2	17384,0	12377,9	25967,5	18878
Wiesloch	37109,0	15828,1	28053,8	13227,6	23964,7	23637
Zielwert Vegetation						18000

Tabelle 5.1-14: Kenngrößen für Ozon (Schwellenwerte) im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2010

Messstation	Maximaler 1-Stundenmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl der Tage > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1-Stundenmittelwert)	Anzahl der Tage > 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1-Stundenmittelwert)
Aalen	173	0	0
Bernhausen	181	1	0
Biberach	182	1	0
Eggenstein	213	7	0
Freiburg	187	2	0
Freiburg Schwarzwaldstraße	164	0	0
Freudenstadt	157	0	0
Friedrichshafen	178	0	0
Gärtringen	202	4	0
Heidelberg	181	1	0
Heilbronn	216	6	0
Karlsruhe-Mitte	195	1	0
Karlsruhe-Nordwest	209	9	0
Kehl	224	5	0
Konstanz	197	3	0
Ludwigsburg	218	7	0
Mannheim-Mitte	207	5	0
Mannheim-Nord	210	7	0
Mannheim-Süd	217	7	0
Neuenburg	207	9	0
Odenwald	226	5	0
Offenburg	227	4	0
Pforzheim	210	4	0
Pfullendorf	171	0	0
Plochingen	168	0	0
Reutlingen	167	0	0
Schwäbisch Hall	194	2	0
Schwäbische Alb	175	0	0
Schwarzwald-Süd	213	11	0
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	178	0	0
Stuttgart-Bad Cannstatt	184	2	0
Stuttgart-Zuffenhausen	187	1	0
Tauberbischofsheim	188	3	0
Tübingen	189	4	0
Ulm	153	0	0
Villingen-Schwenningen	178	0	0
Waiblingen	175	0	0
Waldshut	176	0	0
Weil am Rhein	212	11	0
Wiesloch	229	7	0
Informationsschwelle		180	
Alarmschwelle			240

Tabelle 5.1-15: Kenngrößen für Schwefeldioxid im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2010

Messstation	Maximaler 1-Stundenmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Maximaler Tagesmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Aalen	22	12	2
Eggenstein	72	16	4
Freiburg	34	9	1
Karlsruhe-Nordwest	101	16	4
Kehl	50	10	3
Mannheim-Mitte	47	20	4
Mannheim-Nord	46	23	5
Odenwald	22	10	2
Reutlingen	17	11	2
Schwäbische Alb	18	10	1
Schwarzwald-Süd	15	9	1
Stuttgart-Bad Cannstatt	22	13	3
Ulm	29	9	2
Immissionsgrenzwerte	350	125	20

LUBW

Tabelle 5.1-16: Kenngrößen für Kohlenmonoxid im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2010

Messstation	Maximaler 8-Stundenmittelwert [mg/m^3]
Aalen	1,4
Eggenstein	1,1
Freiburg	1,2
Freiburg Schwarzwaldstraße	1,9
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	2,8
Karlsruhe-Nordwest	1,6
Kehl	1,1
Mannheim Friedrichsring	1,8
Mannheim-Nord	1,1
Pforzheim	1,6
Schwarzwald-Süd	0,5
Stuttgart Am Neckartor	2,9
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	2
Stuttgart-Bad Cannstatt	1,5
Ulm	1,2
Immissionsgrenzwert	10

LUBW

Tabelle 5.1-17: Kenngrößen für Ammoniak in Baden-Württemberg 2010

Standorte	Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Kategorie
Aalen	3,6	Industrie
Bad Wurzach	4,7	Landwirtschaft
Biberach a.d.R.	4,2	Landwirtschaft
Freiburg Schwarzwaldstraße	7,0	Stadt / Verkehr
Gerabronn	5,4	Landwirtschaft
Heilbronn	3,4	Industrie
Isny im Allgäu	5,6	Landwirtschaft
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	6,4	Stadt / Verkehr
Kehl	3,0	Industrie
Kehl Kinzigallee	2,3	Industrie
Ludwigsburg Friedrichstraße	8,3	Stadt / Verkehr
Mannheim-Nord	3,6	Industrie
Mannheim-Süd	3,8	Stadt / Verkehr
Odenwald	1,6	Hintergrund
Plochingen	2,7	Industrie
Schwäbische Alb	1,9	Hintergrund
Stuttgart Am Neckartor	13,2	Stadt / Verkehr
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	8,1	Stadt / Verkehr
Weil am Rhein	3,2	Industrie

LUBW

Tabelle 5.1-18: Kenngrößen für Benzol im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2010

Messstation	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Aalen	1,3
Eggenstein	1,1
Freiburg Mitte	1,1
Freiburg Schwarzwaldstraße	1,9
Karlsruhe-Nordwest	1,2
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	1,9
Kehl	1,2
Mannheim Friedrichsring	2,2
Mannheim-Nord	1,3
Pforzheim	1,4
Schwarzwald-Süd	0,7
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	2,0
Stuttgart-Bad Cannstatt	1,4
Stuttgart-Zuffenhausen	1,6
Ulm	1,3
Immissionsgrenzwert	5

LUBW

Tabelle 5.1-19: Kenngrößen für Benzol an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2010

Messstation	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Freiburg Zähringer Straße	2,0
Heidelberg Mittermaierstraße	1,8
Herrenberg Hindenburgstraße	2,2
Leonberg Grabenstraße	2,7
Ludwigsburg Friedrichstraße	2,5
Pforzheim Jahnstraße	2,4
Pleidelsheim Beihinger Straße	2,7
Reutlingen Lederstraße-Ost	2,6
Stuttgart Am Neckartor	2,8
Immissionsgrenzwert	5

LUBW

Tabelle 5.1-20: Kenngrößen für Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10 im Luftmessnetz und an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2010

Messstation	Jahresmittelwert [ng/m ³]
Eggenstein	0,3
Freiburg	0,3
Freiburg Schwarzwaldstraße	0,5
Heilbronn	0,5
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	0,5
Karlsruhe-Nordwest	0,4
Kehl	0,4
Mannheim Friedrichsring	0,4
Mannheim-Nord	0,3
Pforzheim	0,5
Pleidelsheim Beihinger Straße	1,1
Schwarzwald-Süd	0,1
Stuttgart Am Neckartor	0,6
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	0,5
Stuttgart-Bad Cannstatt	0,4
Stuttgart-Zuffenhausen	0,5
Tübingen	0,7
Tübingen Jesinger Hauptstraße	1,8
Ulm	0,4
Zielwert	1
Spotmessstelle	

LUBW

Tabelle 5.1-21: Kenngrößen für Schwermetalle in der Partikelfraktion PM10 im Luftmessnetz und an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2010

Station	Arsen JMW [ng/m ³]	Blei JMW [ng/m ³]	Kadmium JMW [ng/m ³]	Nickel JMW [ng/m ³]
Aalen	0,4	6,6	0,1	1,0
Eggenstein	0,5	6,6	0,2	1,0
Freiburg	0,3	5,5	0,1	1,0
Freiburg Schwarzwaldstraße	0,5	5,9	0,1	1,8
Karlsruhe - Nordwest	0,5	7,0	0,2	1,6
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	0,6	7,1	0,2	1,4
Kehl	0,5	11,7	0,2	1,2
Mannheim-Nord	0,6	8,3	0,2	1,2
Mannheim Friedrichsring	0,8	8,9	0,2	2,2
Pforzheim	0,4	6,4	0,2	1,6
Schwarzwald-Süd	0,2	2,9	0,1	0,5
Stuttgart Am Neckartor	1,0	7,9	0,2	3,9
Stuttgart-Bad Cannstatt	0,6	6,5	0,2	1,5
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	0,7	6,6	0,2	2,3
Ulm	0,4	6,2	0,2	0,9
Zielwert-/Immissionsgrenzwert in ng/m³	6	500 (= 0,5 µg)	5	20
Spotmessstelle				

LUBW

Tabelle 5.1-22: Kenngrößen für Ruß im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2010

Messstation	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Aalen	2,1
Eggenstein	2,1
Freiburg	1,8
Freiburg Schwarzwaldstraße	5,2
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	3,3
Karlsruhe-Nordwest	2,1
Kehl	2,3
Mannheim Friedrichsring	3,7
Mannheim-Nord	2,1
Pforzheim	2,5
Schwarzwald-Süd	0,9
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	4,2
Stuttgart-Bad Cannstatt	2,3
Ulm	2,3

LUBW

Tabelle 5.1-23: Kenngrößen für Ruß an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2010

Messstation	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Heidelberg Mittermaierstraße	3,4
Herrenberg Hindenburgstraße	4,4
Ludwigsburg Friedrichstraße	5,1
Pfintal Karlsruher Straße	4,1
Pleidelsheim Beihinger Straße	4,7
Reutlingen Lederstraße-Ost	5,5
Stuttgart Am Neckartor	7,0
Stuttgart Hohenheimer Straße	5,5
Tübingen Jesinger Hauptstraße	4,7
Ulm Karlstraße	4,0

LUBW

Tabelle 5.1-24: Kenngrößen für Staubbiederschlag an den Depositionsstandorten in Baden-Württemberg 2010

Messstation	Jahresmittelwert [$\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]
Bad Wurzach	28
Donaueschingen	71
Eppingen	102
Gerabronn	21
Heilbronn	59
Hornisgrinde	39
Illmensee	28
Isny	22
Eggenstein	55
Karlsruhe Hertzstraße	73
Karlsruhe-West	71
Kehl Kinzigallee	53
Lauda	39
Mannheim-Nord	50
Mannheim-Süd	99
Mudau	40
Pforzheim-West	65
Plochingen	61
Reichenau	34
Schauinsland	27
Schwäbische Alb	30
Stötten	21
Vogtsburg	30
Welzheimer Wald	42
Wildsee	29

LUBW

Tabelle 5.1-25: Kenngrößen für Schwermetalldepositionen an den Depositionsstandorten in Baden-Württemberg 2010

Standorte	Bergerhoff-Gefäße					Trichter-Flasche-Sammler
	Antimon [µg/(m ² *d)]	Arsen [µg/(m ² *d)]	Blei [µg/(m ² *d)]	Kadmium [µg/(m ² *d)]	Nickel [µg/(m ² *d)]	Quecksilber [µg/(m ² *d)]
Bad Wurzach	0,4	0,4	4,5	0,1	1,1	0,05
Gerabronn	0,3	0,5	4,3	0,1	1,9	0,04
Heilbronn	1,5	0,7	8,6	0,2	3,6	-
Hornisgrinde	0,5	0,4	7,1	0,3	2,4	0,07
Karlsruhe Hertzstraße	0,7	0,6	5,9	0,1	6,5	-
Kehl Kinzigallee	0,9	0,7	9,6	0,2	2,2	0,07
Pforzheim-West	2,0	0,5	5,9	0,2	2,2	-
Plochingen	1,0	0,4	6,7	0,2	1,8	-
Reichenau	0,4	0,3	3,7	0,1	1,2	0,03
Schwäbische Alb	0,2	0,3	3,5	0,1	0,8	0,04
Immissionswert [µg/(m²*d)]	-	4	100	2	15	1

LUBW

Tabelle 5.1-26: Kenngrößen für Nitrat-, Ammonium- und Sulfateinträge an den Depositionsstandorten in Baden-Württemberg 2010

Standorte	Bergerhoff-Gefäße		Trichter-Flasche-Sammler			
	Nitrat kg/(ha*a)	Sulfat kg/(ha*a)	Chlorid kg/(ha*a)	Ammonium kg/(ha*a)	Nitrat kg/(ha*a)	Sulfat kg/(ha*a)
Bad Wurzach	20,4	10,6	2,6	5,5	16,1	7,3
Donaueschingen	12,0	12,8				
Eggenstein	19,0	16,1				
Eppingen	21,9	13,9				
Gerabronn	-	-	2,9	5,8	16,4	7,7
Hornisgrinde	29,2	15,7	5,8	6,9	27,0	13,9
Illmensee	24,1	10,6				
Isny	24,1	11,7				
Karlsruhe Hertzstraße	18,6	13,5				
Karlsruhe-West	20,8	21,2				
Kehl Kinzig-Allee	-	-	3,7	1,8	16,4	8,8
Lauda	15,0	9,1				
Mannheim-Nord	15,3	16,8				
Mannheim-Süd	17,9	21,9				
Mudau	21,2	12,4				
Reichenau	20,8	9,9	2,2	2,6	14,6	6,2
Schauinsland	26,3	13,9				
Schwäbische Alb	16,1	10,2	2,2	2,9	12,8	5,5
Stötten	32,1	14,6				
Vogtsburg	17,5	9,1				
Welzheimer Wald	23,7	12,4				
Wildsee	18,6	10,2				

LUBW

5.2 Messverfahren

5.2-1 Messung von Stickstoffdioxid mit Chemilumineszenz

Richtlinien	DIN EN 14211: Luftqualität - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz; Deutsche Fassung EN 14211:2005	
Messgerät	Die Probenahme und Analyse erfolgt mit einem eignungsgeprüfem Gasanalysator MLU Modell 200A. Die Ergebnisse werden als Halbstundenmittelwerte bereitgestellt.	
Messprinzip	<p>Die Chemilumineszenz beruht hier auf der Reaktion von Stickstoffmonoxid mit Ozon. Im Chemilumineszenz-Messgerät wird Luft durch ein Filter gesaugt (um die Verunreinigung der gasführenden Teile, besonders der optischen Komponenten, zu verhindern) und bei konstantem Volumenstrom in die Reaktionskammer geleitet, in der sie zur Bestimmung von Stickstoffmonoxid mit Ozon im Überschuss gemischt wird. Die emittierte Strahlung (Chemilumineszenz) ist proportional zur Anzahl der Stickstoffmonoxid-Moleküle im Detektionsvolumen und damit proportional zur Stickstoffmonoxid-Konzentration. Die emittierte Strahlung wird mit einem selektiven optischen Filter gefiltert und mit einem Photomultiplier oder einer Photodiode in ein elektrisches Signal umgewandelt.</p> <p>Zur Bestimmung des Gehaltes an Stickstoffdioxid wird die Probenluft durch einen Konverter geleitet, in dem das Stickstoffdioxid zu Stickstoffmonoxid reduziert und dieses auf die zuvor beschriebene Weise bestimmt wird. Das Signal des Photomultipliers oder der Photodiode ist proportional zur Summe der Konzentrationen von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid. Der Gehalt an Stickstoffdioxid ergibt sich aus der Differenz dieses Werts und der Stickstoffmonoxid-Konzentration allein (wenn die Probenluft nicht durch den Konverter geleitet wurde).</p> <p>Chemilumineszenz ist die Emission von Licht bei einer chemischen Reaktion. Das bei der Gasphasenreaktion von NO mit Ozon entstehende Licht, dessen Intensität proportional zur NO-Konzentration ist, entsteht, wenn Elektronen der angeregten NO₂-Moleküle in einen niedrigeren Energiezustand übergehen.</p>	
Kenngrößen	Wiederholstandardabweichung bei null:	≤ 1,0 ppb
	Wiederholstandardabweichung bei der Prüfgaskonzentration:	≤ 3,0 ppb
	Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei	< 2,5 µg/m ³

Foto der Messeinrichtung

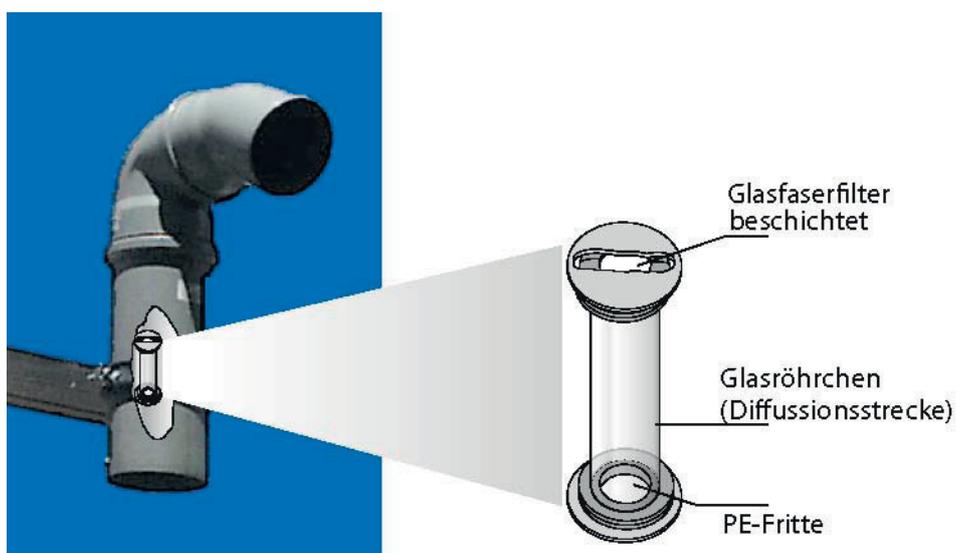


Stand: 06.12.2011 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.2-2 Messung von Stickstoffdioxid mit Passivsammlern

Richtlinien	Verfahrensanweisung der LUBW: 504-721192-5 - Bestimmung von NO_2 in der Außenluft mittels Palmes-Sammler (Passivsammlung $d=12\text{mm}$) und Analyse am Ionenchromatograph
Probenahme	Bei diesem Verfahren wird das in der Luft vorhandene NO_2 auf einem alkalisch beschichteten Filter, das sich am Ende eines Glasröhrchens in der Verschlusskappe befindet, absorbiert. Das saure Gas NO_2 wird an dem alkalisch beschichteten Filter zu Nitrit umgesetzt.
Messprinzip	Der Passivsammler besteht aus einem Glasröhrchen von etwa 7,5 cm Länge, das an einem Ende mit einer Polyethenkappe verschlossen ist, in der das beschichtete Glasfaserfilter eingelegt ist. NO_2 diffundiert vom anderen Ende des Glasröhrchens bis an das beschichteten Glasfaserfilter und wird dort absorbiert. Um eine von der Windgeschwindigkeit unabhängige statische Luftschicht sicher zu stellen, ist eine Turbulenzbarriere (PE-Fritte, mittlere Porengröße $100\ \mu\text{m}$) am Anfang des Röhrchens angebracht. Zum Schutz vor Witterungseinflüssen ist der Passivsammler in ein Kunststoff-Rohr senkrecht eingehängt.
Analyse	Die Bestimmung des an dem beschichteten Glasfaserfilter absorbierten NO_2 erfolgt mittels Ionenchromatographie nach wässriger Elution des Glasfaserfilters.
Nachweisgrenze	Die Nachweisgrenze für das Verfahren liegt bei $< 10\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei einer Sammelzeit von 14 Tagen.

Foto der Messeinrichtung



Stand: 06.12.2011 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.2-3 Messung von Partikel PM10 mit Infrarot-Streulichtmessung

Richtlinien	Arbeitsanweisung der LUBW: 507-620205-1 - Immissionsstaubmesssystem (Grimm)
Probenahme	Die Probenluft wird über ein Edelstahlrohr über einen Feinfilter durch die Messkammer gesaugt.
Messprinzip	Die im Messgut enthaltenen Partikel werden in der Messkammer durch eine Streulichtmessung nach Größe und Anzahl klassifiziert. Dazu wird mit einem Laser über eine nachgeschaltete Optik ein kleines Messvolumen ausgeleuchtet, durch das die Probenluft strömt. Das von jedem Partikel ausgehende Streulicht wird mit einer zweiten Optik auf den Detektor geleitet und dort gemessen. Die Intensität des Streulichts ist proportional zur Partikelfläche, die Zählrate entspricht der Anzahl der Partikel. Unter der Annahme kugelförmiger Partikel und einer angenommenen Dichte kann die Partikelmasse und der Partikeldurchmesser berechnet werden.
Reproduzierbarkeit	Die Reproduzierbarkeit liegt bei $\pm 2\%$. Das Messgerät muss mit einem Referenzgerät kalibriert werden.

Foto der Messeinrichtung



5.2-4 Messung von Partikel PM10 mit Gravimetrie

Richtlinien	DIN/EN 12341: Luftbeschaffenheit - Ermittlung der PM10-Fraktion von Schwebstaub - Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode; Deutsche Fassung EN 12341:1998
Probenahme	Die Probenahme der PM10-Fraktion von Schwebstaub (Feinstaubfraktion PM10) erfolgt als Tagesmittelwert von 0 bis 24 Uhr. Der vorgeschaltete gröÙenselektierende Lufteinlass weist eine Abscheidewirksamkeit von 50 % für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm auf (PM10 Einlass). Zur Bestimmung der Feinstaubmasse erfolgt die Probenahme auf Glasfaserfiltern.
Messgerät	Der Filterwechsler SEQ47/50 ist der Äquivalenzsammler nach CEN EN 12341 und verfügt über einen automatischen Probenwechsler, so dass ohne Wartung 14 Tagesmittelwerte gewonnen werden können. Zusätzlich enthält das Gerät einen Blindfilter zur Kontrolle. Der Filter hat einen Durchmesser von 47 mm. Der Volumenstrom wird konstant auf 2,3 m³/h geregelt. Das Gerät verfügt über eine Filterheizung, die bei Taupunktunterschreitung die Filtertemperatur erhöht, um den Filter trocken zu halten bzw. vor Vereisung zu schützen.
Wägung	Die für die Probenahme verwendeten Filter werden vor der Bestäubung im Labor äquibriert, d. h. auf eine definierte Feuchte eingestellt und gewogen. Nach der Bestäubung werden die Filter wieder äquibriert und zurückgewogen. Die Waage besitzt eine Genauigkeit von 0,1 mg.
Nachweisgrenze	Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei einem Sammelvolumen von 55,2 m³ bei 1 µg/m³.

Foto der Messeinrichtung



© Ingenieurbüro Sven Leckel, Berlin

Stand: 06.12.2011 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.2-5 Messung von Partikel PM2,5 mit Gravimetrie

Richtlinien	DIN EN 14907: Luftbeschaffenheit - Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM2,5-Massenfraktion des Schwebstaubs; Deutsche Fassung EN 14907:2005
Probenahme	Die Probenahme der PM2,5-Massenfraktion des Schwebstaubs (Feinstaubfraktion PM2,5) erfolgt als Tagesmittelwert von 0 bis 24 Uhr. Der vorgeschaltete gröÙenselektierende Lufteinlass weist eine Abscheidewirksamkeit von 50 % für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 2,5 µm auf (PM2,5 Einlass). Zur Bestimmung der Feinstaubmasse erfolgt die Probenahme auf Glasfaserfiltern.
Messgerät	Der Filterwechsler SEQ47/50 ist der Referenzsammler nach CEN EN 14907 und verfügt über einen automatischen Probenwechsler, so dass ohne Wartung 14 Tagesmittelwerte gewonnen werden können. Zusätzlich enthält das Gerät einen Blindfilter zur Kontrolle. Der Filter hat einen Durchmesser von 47 mm. Der Volumenstrom wird konstant auf 2,3 m³/h geregelt. Das Gerät verfügt über eine Filterheizung, die bei Taupunktunterschreitung die Filtertemperatur erhöht, um den Filter trocken zu halten bzw. vor Vereisung zu schützen.
Wägung	Die für die Probenahme verwendeten Filter werden vor der Bestäubung im Labor äquibriert, d.h. auf eine definierte Feuchte eingestellt und gewogen. Nach der Bestäubung werden die Filter wieder äquibriert und zurückgewogen. Die Waage besitzt eine Genauigkeit von 0,1 mg.
Nachweisgrenze	Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei einem Sammelvolumen von 55,2 m³ bei 1 µg/m³.
Foto der Messeinrichtung	



© Ingenieurbüro Sven Leckel, Berlin

Stand: 06.12.2011 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.2-6 Messung von Ozon mit Ultraviolett-Photometrie

Richtlinien DIN EN 14625: Luftqualität - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Ozon mit Ultraviolett-Photometrie; Deutsche Fassung EN 14625:2005

Messgerät Die Probenahme und Analyse erfolgt kontinuierlich als Halbstundenmittelwerte mittels MLU Ozonanalysator TE 49i.

Messprinzip Die Probenluft wird kontinuierlich durch eine optische Absorptionsküvette gesaugt, in der sie mit monochromatischer Strahlung mit der zentralen Wellenlänge 253,7 nm aus einer stabilisierten Quecksilber-Niederdruck-Entladungslampe durchstrahlt wird. Die UV-Strahlung, die durch die Absorptionsküvette tritt, wird von einer empfindlichen Photodiode oder einem Photomultiplier gemessen und in ein messbares elektrisches Signal umgewandelt. Die Absorption dieser Strahlung durch die Probenluft in der Absorptionsküvette ist ein Maß für die Ozon-Konzentration in der Luft. Zur Messung der UV-Absorption finden zwei verschiedene Gerätetypen Anwendung. Bei dem einen Gerätetyp wird die UV-Absorption durch Ozon über die Differenz der UV-Absorption zwischen einer Probenküvette und einer Bezugsküvette bestimmt (Zwei-Küvetten-Typ). Bei dem anderen Gerätetyp wird nur eine Küvette verwendet. Die UV-Absorption von Ozon wird bestimmt, indem abwechselnd Ozon enthaltende Probenluft und ozonfreie Probenluft durch die Absorptionsküvette geleitet wird. Ozonfreie Probenluft wird erzeugt, indem die Probenluft durch einen Konverter geleitet wird, in dem das Ozon zerstört wird. Bei den meisten modernen kommerziellen Ozon-Messgeräten werden Temperatur und Druck der Probenluft in der Absorptionsküvette gemessen. Mit diesen Daten berechnet ein interner Mikroprozessor die gemessene Ozon-Konzentration für die gewählten Bezugsbedingungen. Bei Messgeräten ohne diese automatische Druck- und Temperaturkompensation müssen die Konzentrationen manuell hinsichtlich der gewählten Bezugsbedingungen korrigiert werden. Die Ozon-Konzentration wird in Volumen/Volumen-Einheiten gemessen (falls das Messgerät mit einem Volumen/Volumen-Standards kalibriert wurde). Die Endergebnisse werden im Messbericht in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben, wobei Standardumrechnungsfaktoren verwendet werden.

Kenngrößen	Wiederholstandardabweichung bei null:	$\leq 1,0$ ppb
	Wiederholstandardabweichung bei der Prüfgaskonzentration:	$\leq 3,0$ ppb
	Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Foto der Messeinrichtung



Stand: 06.12.2011 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.2-7 Messung von Schwefeldioxid mit Ultraviolett-Fluoreszenz

Richtlinien	DIN EN 14212: Luftqualität - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Schwefeldioxid mit Ultraviolett-Fluoreszenz; Deutsche Fassung EN 14212:2005	
Messgerät	Die Probenahme und Analyse erfolgt als Halbstundenmittelwerte mittels Gasanalysator Thermo Electron 43i.	
Messprinzip	Zur Bestimmung von SO ₂ wird dieses durch UV-Strahlung angeregt. Beim Rücksprung auf ein niedrigeres Energieniveau gibt dieses seine überschüssige Energie als Lichtquant ab. Die resultierende Fluoreszenz-Emission ist proportional zur Schwefeldioxid-Konzentration. Der Gasanalysator wird durch Nullgas und mindestens zwei verschiedene Prüfgaskonzentrationen kalibriert. Hierzu wird ein Permeationssystem verwendet. Die Funktionskontrolle vor Ort erfolgt über ein Prüfgas mit bekannter SO ₂ -Konzentration.	
Kenngößen	Wiederholstandardabweichung bei null:	≤ 1,0 ppb
	Wiederholstandardabweichung bei der Prüfgaskonzentration:	≤ 3,0 ppb
	Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei	2 µg/m ³

Foto der Messeinrichtung



Stand: 06.12.2011 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.2-8 Messung von Kohlenstoffmonoxid mit Infrarot-Absorption

Richtlinien	DIN EN 14626: Luftqualität - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Kohlenmonoxid mit nicht-dispersiver Infrarot-Photometrie; Deutsche Fassung EN 14626:2005
Messgerät	Die Probenahme und Analyse erfolgt als Halbstundenmittelwerte mittels Gasanalysator Horiba APMA 300E.
Messprinzip	Die Abschwächung von infrarotem Licht bei der Passage durch eine Probenküvette ist nach dem Lambert-Beerschen Gesetz ein Maß für die CO-Konzentration in der Küvette. Nicht nur CO, sondern auch die meisten anderen heteroatomigen Moleküle absorbieren infrarotes Licht. Insbesondere Wasser und CO ₂ weisen breite Banden auf, die die Messung von CO stören können. Verschiedene technische Lösungen wurden entwickelt, um Querempfindlichkeiten, Instabilität und Drift zu unterdrücken, sodass geeignete kontinuierliche Messeinrichtungen zur Verfügung stehen. Es ist besonders auf Infrarotstrahlung absorbierende Gase, z. B. Wasserdampf, Kohlendioxid, Stickstoffdioxid und Kohlenwasserstoffe, zu achten.
Kenngößen	Wiederholstandardabweichung bei null: $\leq 0,3$ ppm Wiederholstandardabweichung bei der Prüfgaskonzentration: $\leq 0,4$ ppm Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei $\leq 0,2$ ppm

Foto der Messeinrichtung



Stand: 06.12.2011 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.2-9 Messung von Ammoniak mit Passivsammlern

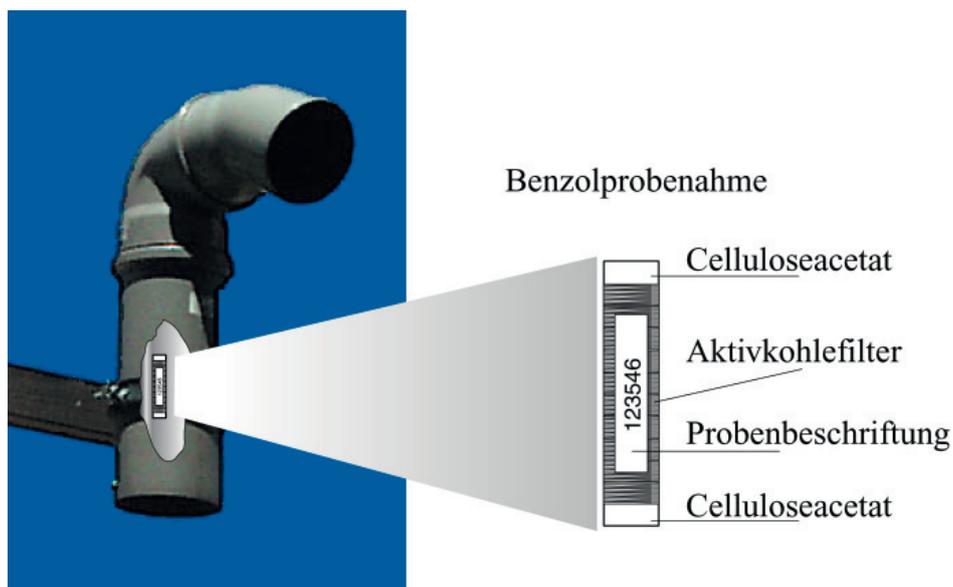
Richtlinien	VDI 3869 Blatt 4: Messen von Ammoniak in der Außenluft - Probenahme mit Passivsammlern - Fotometrische oder ionenchromatografische Analyse; Ausgabedatum: 2010-09
Probenahme	Die Probenahme für Ammoniak erfolgt mittels Fern-Passivsammlern, der in einem Wetter- und Sonnenschutz eingehängt ist. Die Sammelwirkung beruht auf Diffusion im 10 mm langen Polypropylentubus. Am Ende der Diffusionsstrecke wird Ammoniak auf einem mit 5%iger Zitronensäure beträufelten Glasfaserfilter absorbiert.
Analyse	Die Bestimmung des adsorbierten Ammoniaks erfolgt nach Elution durch ionenchromatografische Analyse.
Nachweisgrenze	Für eine Expositionsdauer von 14 Tagen liegt die Nachweisgrenze bei $< 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Eine Nachweisgrenze von $< 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird bei einer Expositionsdauer von 28 Tagen erreicht.
Foto der Messeinrichtung	



Stand: 06.12.2011 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.2-10 Messung von Benzol mit Passivsammlern

Richtlinien	DIN EN 14662-5: Luftbeschaffenheit - Standardverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen - Teil 5: Diffusionsprobenahme mit anschließender Lösemitteldesorption und Gaschromatographie; Deutsche Fassung EN 14662-5:2005 Verfahrensanweisung der LUBW: 504-722112-7 - Bestimmung von leicht- und mittelflüchtigen Kohlenwasserstoffen nach Probenahme mittels ORSA - Passivsammlern
Probenahme	Die Probenahme erfolgt durch Diffusion von Benzol durch Celluloseacetat in ein Glasröhrchen und anschließender Adsorption an Aktivkohle.
Messgerät	Das ORSA 5 besteht aus einem beidseitig offenen Glasröhrchen, das mit Aktivkohle gefüllt ist. An den Röhrchenöffnungen befindet sich jeweils eine Diffusionsstrecke aus Celluloseacetat. Umgebungsluft diffundiert in das Röhrchen, wo Benzol an der Aktivkohle adsorbiert wird.
Analyse	Das adsorbierte Benzol wird mit Kohlenstoffdisulfid von der Aktivkohle eluiert und anschließend nach kapilargaschromatographischer Auftrennung mit dem Flammenionisationsdetektor (FID) über die Retentionszeit identifiziert. Die Quantifizierung erfolgt über Peakflächenvergleich mit internen Standards.
Nachweisgrenze	Die Nachweisgrenze für das Verfahren liegt bei einer Sammelzeit von zwei Wochen bei $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
Foto der Messeinrichtung	

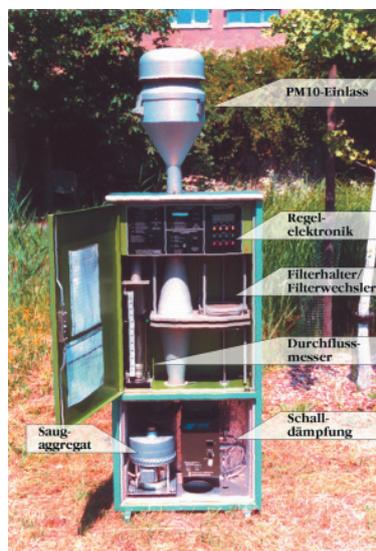


Stand: 06.12.2011 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.2-11 Bestimmung von Schwermetallen in der Partikel PM10 -Fraktion

Richtlinien	DIN EN 14902: Außenluftbeschaffenheit - Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung von Pb/Cd/As/Ni als Bestandteil der PM10-Fraktion des Schwebstaubes; Deutsche Fassung EN 14902:2005 Verfahrensanweisung der LUBW: 504-721151-3 - Analyse zur Elementbestimmung im Schwebstaub oder Staubniederschlag mittels Mikrowellenaufschluss / Offener Aufschluss (ICP-MS)
Probenahme	Die Probenahme der Elemente in der Feinstaubfraktion PM10 erfolgt als Tagesmittelwert. Der vorgeschaltete gröÙenselektierende Lufteinlass weist eine Abscheidewirksamkeit von 50 % für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm auf (PM10 Einlass). Zur Bestimmung der Elemente im Feinstaub erfolgt die Probenahme auf Quarzfaserfilter.
Messgerät	Der Digital High-Volume-Sampler (DHA-80) erfüllt die Anforderungen an Äquivalenzsammler nach DIN/EN 12341. Das Gerät verfügt über einen automatischen Probenwechsler, so dass ohne Wartung 14 Tagesmittelwerte gewonnen werden können. Zusätzlich enthält das Gerät einen Filter zur Blindwertkontrolle. Der Filter hat einen Durchmesser von 150 mm. Der Volumenstrom wird konstant auf 720 m³/24 h geregelt. Die Gerätefunktion wird per Fernübertragung der Pumpenleistung kontrolliert.
Analyse	Die bestaubten Filter werden offen in oxidierendem Säuregemisch aufgeschlossen. Die Elementbestimmung erfolgt durch Massenspektrometrie im induktiv gekoppelten Plasma (ICP-MS).
Nachweisgrenze	Die relativen Nachweisgrenzen für dieses Verfahren liegen bei einem Probenahme-Volumen von 720 m³ bei den nachstehend aufgeführten Werten. Arsen: 0,04 ng/m³ Mangan: 0,03 ng/m³ Blei: 0,2 ng/m³ Nickel: 0,06 ng/m³ Kadmium: 0,04 ng/m³ Thallium: 0,005 ng/m³ Chrom: 0,06 ng/m³ Vanadium: 0,15 ng/m³ Kobalt: 0,01 ng/m³ Zink: 1 ng/m³ Kupfer: 0,7 ng/m³ Zinn: 1 ng/m³

Foto der Messeinrichtung



Stand: 06.12.2011 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.2-12 Bestimmung von Benzo(a)pyren in der Partikel PM10 -Fraktion

Richtlinien	DIN EN 15549: Luftbeschaffenheit - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Benzo[a]pyren in Luft; Deutsche Fassung EN 15549:2008 DIN ISO 16362: Außenluft - Bestimmung partikelgebundener aromatischer Kohlenwasserstoffe mit Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (ISO 16362:2005)
Probenahme	Die Probenahme von PAK in der Feinstaubfraktion PM10 erfolgt als Tagesmittelwert. Der vorgeschaltete gröÙenselektierende Lufteinlass weist eine Abscheidewirksamkeit von 50 % für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm auf (PM10 Einlass).
Messgerät	Der Digital High-Volume-Sampler (DHA-80) erfüllt die Anforderungen an Äquivalenzsammler nach DIN/EN 12341. Das Gerät verfügt über einen automatischen Probenwechsler, so dass ohne Wartung 14 Tagesmittelwerte gewonnen werden können. Zusätzlich enthält das Gerät einen Filter zur Blindwertkontrolle. Der Filter hat einen Durchmesser von 150 mm. Der Volumenstrom wird konstant auf 720 m³/24 h geregelt. Die Gerätefunktion wird per Fernübertragung der Pumpenleistung kontrolliert.
Analyse	B(a)P und andere PAK werden aus einem Teilfilter der Probenahme analysiert. Die auf dem Filter gesammelten PAK werden mit Toluol heiß extrahiert. Dabei werden die PAK aus den Feinstaubpartikeln gelöst. Die Bestimmung erfolgt mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC).
Nachweisgrenze	Die Nachweisgrenze für B(a)P und ähnliche PAK liegt bei 0,05 ng/m³.
Foto der Messeinrichtung	



Stand: 06.12.2011 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.2-13 Messung von Ruß

Richtlinien	VDI 2465 Blatt 2: Messen von Ruß (Immission) - Thermographische Bestimmung des elementaren Kohlenstoffes nach Thermodesorption des organischen Kohlenstoffes; Ausgabedatum: 1999-05
Probenahme	Die Probenahme von Ruß in der Feinstaubfraktion PM10 erfolgt als Tagesmittelwert. Der vorgeschaltete gröÙenselektierende Lufteinlass weist eine Abscheidewirksamkeit von 50 % für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm auf (PM10 Einlass). Zur Bestimmung von Ruß im Feinstaub erfolgt die Probenahme auf Quarzfaserfiltern.
Messgerät	Der Digital High-Volume-Sampler (DHA-80) erfüllt die Anforderungen an Äquivalenzsampler nach DIN/EN 12341. Das Gerät verfügt über einen automatischen Probenwechsler, so dass ohne Wartung 14 Tagesmittelwerte gewonnen werden können. Zusätzlich enthält das Gerät einen Filter zur Blindwertkontrolle. Der Filter hat einen Durchmesser von 150 mm. Der Volumenstrom wird konstant auf 720 m³/24 h geregelt. Die Gerätefunktion wird per Fernübertragung der Pumpenleistung kontrolliert.
Analyse	Die Bestimmung des Rußes als elementarer Kohlenstoff (EC) und organischer Kohlenstoff (OC) im abgeschiedenen Feinstaub erfolgt durch Verbrennen der Probe unter Sauerstoffatmosphäre und der IR-spektroskopischen Detektion des dabei gebildeten CO ₂ . Das kohlenstoffspezifische Analyseverfahren der Infrarotspektroskopie erlaubt jedoch keine Unterscheidung zwischen organisch gebundenem (OC) und elementarem Kohlenstoff (EC). Die Spezifität des Verfahrens auf elementaren Kohlenstoff wird durch ein Zweiphasentemperaturprogramm erreicht. Im ersten Schritt wird der organisch gebundene Kohlenstoff zu CO ₂ und H ₂ O verbrannt. Dies läßt sich auch an dem Auftreten eines Wasserpeaks feststellen. Im zweiten Schritt wird der verbleibende Kohlenstoff bestimmt.
Nachweisgrenze	Die relative Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei einem Probenvolumen von 720 m³ bei 0,2 µg Kohlenstoff/m³.

Foto der Messeinrichtung



Stand: 16.01.2007 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.2-14 Messung von Staubniederschlag

Richtlinien	VDI 2119 Blatt 2: Messung partikelförmiger Niederschläge - Bestimmung des Staubniederschlags mit Auffanggefäßen aus Glas (Bergerhoff-Verfahren) oder Kunststoff; Ausgabedatum: 1996-09
Probenahme	Die Probenahme von Staubniederschlag erfolgt als Sammelprobe nach Bergerhoff über einen Monat. Zum Einsatz kommen Bergerhoff-Gläser, im Winter entsprechende Kunststoffgefäße.
Analyse	Die Probe wird bei maximal 80°C eingedampft und der Trockenrückstand gravimetrisch bestimmt.
Nachweisgrenze	Die relative Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei 0,01 g/(m ² d).
Foto der Messeinrichtung	



Stand: 06.12.2011 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.2-15 Messung von Schwermetallen im Staubniederschlag

Richtlinien	VDI 2267 Blatt 15: Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft - Messen der Massenkonzentration von Al, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, K, Mn, Ni, Pb, Sb, V, Zn als Bestandteile des Staubniederschlages mit Hilfe der Massenspektrometrie (ICP-MS); Ausgabedatum: 2005-11																														
Probenahme	Die Probenahme von Staubniederschlag erfolgt als Sammelprobe nach dem Bergerhoff-Verfahren über einen Monat. Zum Einsatz kommen Bergerhoff-Gläser und im Winter entsprechende Kunststoffgefäße.																														
Analyse	Die Probe wird bei maximal 80°C eingedampft. Es folgt ein Aufschluss des Trockenrückstands in oxidierendem Säuregemisch. Die Analyse erfolgt mittels induktiv gekoppelter Plasmaspektrometrie. In der derzeit gültigen QM V 3205152 ist der Mikrowellenaufschluss nicht für alle Elemente beschrieben. Detailliert ist das Verfahren für 5 Elemente beschrieben, es gilt jedoch für alle hier untersuchten Metalle.																														
Nachweisgrenze	Die Nachweisgrenzen für dieses Verfahren liegen für die einzelnen Schwermetalle bei den nachstehend aufgeführten Werten. <table><tr><td>Antimon:</td><td>0,05 µg/(m²d)</td><td>Mangan:</td><td>0,01 µg/(m²d)</td><td>Arsen:</td><td>0,02 µg/(m²d)</td></tr><tr><td>Nickel:</td><td>0,03 µg/(m²d)</td><td>Blei:</td><td>0,1 µg/(m²d)</td><td>Thallium:</td><td>0,001 µg/(m²d)</td></tr><tr><td>Kadmium:</td><td>0,02 µg/(m²d)</td><td>Vanadium:</td><td>0,07 µg/(m²d)</td><td>Chrom:</td><td>0,03 µg/(m²d)</td></tr><tr><td>Zink:</td><td>0,5 µg/(m²d)</td><td>Kobalt:</td><td>0,01 µg/(m²d)</td><td>Zinn:</td><td>0,05 µg/(m²d)</td></tr><tr><td>Kupfer:</td><td>0,3 µg/(m²d)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Antimon:	0,05 µg/(m ² d)	Mangan:	0,01 µg/(m ² d)	Arsen:	0,02 µg/(m ² d)	Nickel:	0,03 µg/(m ² d)	Blei:	0,1 µg/(m ² d)	Thallium:	0,001 µg/(m ² d)	Kadmium:	0,02 µg/(m ² d)	Vanadium:	0,07 µg/(m ² d)	Chrom:	0,03 µg/(m ² d)	Zink:	0,5 µg/(m ² d)	Kobalt:	0,01 µg/(m ² d)	Zinn:	0,05 µg/(m ² d)	Kupfer:	0,3 µg/(m ² d)				
Antimon:	0,05 µg/(m ² d)	Mangan:	0,01 µg/(m ² d)	Arsen:	0,02 µg/(m ² d)																										
Nickel:	0,03 µg/(m ² d)	Blei:	0,1 µg/(m ² d)	Thallium:	0,001 µg/(m ² d)																										
Kadmium:	0,02 µg/(m ² d)	Vanadium:	0,07 µg/(m ² d)	Chrom:	0,03 µg/(m ² d)																										
Zink:	0,5 µg/(m ² d)	Kobalt:	0,01 µg/(m ² d)	Zinn:	0,05 µg/(m ² d)																										
Kupfer:	0,3 µg/(m ² d)																														

Foto der Messeinrichtung



Stand: 06.12.2011 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.2-16 Messung von Quecksilber im Staubniederschlag

Richtlinien	VDI 2267 Blatt 8: Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft - Messen der Massenkonzentration von Quecksilber - Probenahme durch Sorption als Amalgam und Bestimmung mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) mit Kaltdampftechnik; Ausgabedatum: 2000-03 Probenahme und Probenvorbereitung entsprechen den Ausführungen des UBA-F+E-Berichtsmerkblatt 06/2006; Analyse der Feinstaubbelastung in Deutschland; Messen der Quecksilberdeposition - Entwickeln und Standardisieren eines Probenahme- und Analysenverfahrens.
Probenahme	Die Probenahme von Quecksilber im Staubniederschlag erfolgt als Sammelprobe über einen Monat. Hierzu wird ein Trichter-Flasche-System eingesetzt.
Messgerät	Der Trichter leitet den Niederschlag in den Auffangbehälter, wo die Probe für die Dauer der Probenahme verbleibt. Bei diesem Probenahmesystem werden trockene und nasse Niederschläge gleichzeitig in einem Gefäß deponiert. Der Auffangbehälter und der Trichter sind bei der Probenahme aufgrund einer Ummantelung aus Metall abgedunkelt. Trichter und Flasche sind durch eine Kapillare miteinander verbunden. Durch die Verengung zwischen dem Trichter und der Flasche sind die Verdunstungsverluste gering.
Analyse	Der Aufschluss der Depositionsprobe erfolgt mit Bromchlorid-Salzsäurelösung. Durch Zugabe der Reaktionslösung entsteht Bromchlorid, wodurch schwerlösliche partikulär gebundene Quecksilberverbindungen in lösliches Quecksilber(II)chlorid umgesetzt werden. Das in der Probe enthaltene zweiwertige Quecksilber wird unter Zugabe von Natriumborhydrid reduziert. Das elementare Quecksilber wird mit Hilfe eines Argongasstroms aus der Reaktionslösung ausgeblasen und auf einem Gold-Platin-Netz als Amalgam gesammelt. Nach dem Ausheizen des Analysenröhrchens wird das Quecksilber in eine Quarzküvette geführt wo es von dem Licht einer Hohlkathodenlampe bestrahlt wird. Die durch die Anregung der Quecksilberatome hervorgerufene Intensitätsschwächung des Lichtstrahls wird vom Detektor gemessen und als Absorptionswert über die Ausgabereinheit angegeben. Die spezifische Atomabsorption wird bei der Wellenlänge 253,7 nm bestimmt.
Nachweisgrenze	Die relative Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei 0,8 ng/(m ² d) bei einem Probenvolumen von 1000 ml und einer Probenahmedauer von 30 Tagen.

Foto der Messeinrichtung



Stand: 06.12.2011 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.2-17 Säurebildner mittels Trichter-Flasche-Verfahren

Richtlinien	<p>EN ISO 11885: Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES) (ISO 11885:2007); Deutsche Fassung EN ISO 11885:2009</p> <p>DIN 38406-5: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung des Ammonium-Stickstoffs (E 5); Ausgabedatum: 1983-10</p> <p>VDI 3870 Blatt 13: Messen von Regeninhaltsstoffen - Bestimmung von Chlorid, Nitrat und Sulfat in Regenwasser mittels Ionenchromatographie mit Suppressortechnik; Ausgabedatum: 1996-12</p>								
Probenahme	<p>Die Probenahme erfolgt als Sammelprobe über einen Glastrichter mit angeschlossenem Sammelgefäß (PE2-Sammler). Die Expositionsdauer beträgt 28 Tage. Die Niederschläge werden durch eine Trichter-Flasche-Kombination mit definierter Auffangfläche über ein Probenahmeintervall von 28 Tagen hinweg komplett gesammelt. Um der Streuung der Niederschlagsverteilung und der Gehalte im Niederschlagswasser gerecht zu werden, werden pro Untersuchungsfläche mehrere derartige Sammler aufgestellt und die Proben danach vereinigt.</p>								
Messgerät	<p>Über einen Glastrichter werden die trockenen und nassen Niederschläge in den Auffangbehälter geleitet. Hier verbleibt die Probe für die Dauer der Probenahme. Der Auffangbehälter und der Trichter sind bei der Probenahme aufgrund einer Ummantelung aus Metall abgedunkelt. Trichter und Flasche sind durch eine Kapillare miteinander verbunden. Durch die Verengung zwischen dem Trichter und der Flasche sind die Verdunstungsverluste gering.</p>								
Analyse	<p>Die Ionen werden gemäß den in den oben genannten DIN-Normen festgeschriebenen Verfahren analysiert.</p>								
Nachweisgrenze	<p>Bei diesem Verfahren gelten bei einem Probenvolumen von 1000 ml und einer Probenahmedauer von 30 Tagen die nachstehend aufgeführten Nachweisgrenzen.</p> <table><tr><td>NH_4^+: 0,1 mg/(m²d)</td><td>NO_3^-: 0,1 mg/(m²d)</td><td>NO_2^-: 0,5 mg/(m²d)</td><td>SO_4^{2-}: 0,5 mg/(m²d)</td></tr><tr><td>Ca^{2+}: 0,2 mg/(m²d)</td><td>Mg^{2+}: 0,2 mg/(m²d)</td><td>K^+: 0,2 mg/(m²d)</td><td>Na^+: 0,2 mg/(m²d)</td></tr></table>	NH_4^+ : 0,1 mg/(m ² d)	NO_3^- : 0,1 mg/(m ² d)	NO_2^- : 0,5 mg/(m ² d)	SO_4^{2-} : 0,5 mg/(m ² d)	Ca^{2+} : 0,2 mg/(m ² d)	Mg^{2+} : 0,2 mg/(m ² d)	K^+ : 0,2 mg/(m ² d)	Na^+ : 0,2 mg/(m ² d)
NH_4^+ : 0,1 mg/(m ² d)	NO_3^- : 0,1 mg/(m ² d)	NO_2^- : 0,5 mg/(m ² d)	SO_4^{2-} : 0,5 mg/(m ² d)						
Ca^{2+} : 0,2 mg/(m ² d)	Mg^{2+} : 0,2 mg/(m ² d)	K^+ : 0,2 mg/(m ² d)	Na^+ : 0,2 mg/(m ² d)						

Foto der Messeinrichtung



Stand: 06.12.2011 Änderungen vorbehalten © LUBW

5.3 Quellenverzeichnis

[BImSchG]: 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 durch Artikel 8 des Gesetzes vom 8. November 2011 (BGBl. I, Nr. 57, S. 2178) in Kraft getreten am 1. Dezember 2011

[39. BImSchV]: Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I, Nr. 40, S. 1065) in Kraft getreten am 6. August 2010

[TA Luft]: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 24. Juli 2002 (GMBI. S. 511)

[LUBW 2010]: Ausbruch des Eyjafjallajökull im April 2010, Auswirkungen auf die Feinstaubkonzentrationen in Baden-Württemberg; Bericht der LUBW 2010; Dokumentationsnummer 33-11/2010

[LAI 2010]: Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen. Abschlussbericht der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz. 03.03.2010

5.4 Glossar

Es sind nur die Abkürzungen und Begriffe aufgeführt, die im Bericht **nicht** ausführlich erläutert wurden.

mg/m³: Milligramm pro Kubikmeter (0,001 g)

µg/m³: Mikrogramm pro Kubikmeter (0,000001 g)

ng/m³: Nanogramm pro Kubikmeter (0,000000001 g)

mg/(m²d): Milligramm pro Quadratmeter und Tag

kg/(ha·a): Kilogramm pro Hektar und Jahr

Aerodynamischer Durchmesser Der aerodynamische Durchmesser ist eine abstrakte Größe zur Beschreibung des Verhaltens eines gasgetragenen Partikels (zum Beispiel eines in der Luft schwebenden Staubteilchens). Der aerodynamische Durchmesser eines Partikels entspricht dem Durchmesser einer Kugel mit der Dichte 1 g/cm³, welche die gleiche Sinkgeschwindigkeit in Luft wie das Partikel hat.

AOT40: AOT40 (µg/m³)h ist die über einen vorgegebenen Zeitraum (1. Mai bis 31. Juli) summierte Differenz zwischen Ozonwerten über 80 µg und 80 µg (= 40 ppb) unter ausschließlicher Verwendung der täglichen Einstundenmittelwerte zwischen 8:00 Uhr und 20:00 Uhr mitteleuropäischer Zeit.

Eutrophierung: Anreicherung von Nährstoffen in einem Ökosystem (= Nährstoffeintrag)

PM10: Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 Mikrometern einen Abscheidegrad von 50 Prozent aufweist.

PM2,5: Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 Mikrometern einen Abscheidegrad von 50 Prozent aufweist.

PPM: Parts per Million (deutsch: ein Teil auf eine Million Teile, dimensionslose Größe)

PPB: Parts per Billion (deutsch: ein Teil auf eine Milliarde Teile, dimensionslose Größe)

