


# Kenngrößen der Luftqualität

 Jahresdaten 2011

The text 'Jahresdaten 2011' is preceded by a small black silhouette of a lion, which is a traditional symbol of Baden-Württemberg.

Baden-Württemberg



# Kenngroößen der Luftqualität

 Jahresdaten 2011



Baden-Württemberg

<b>HERAUSGEBER</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg 76231 Karlsruhe, Postfach 100163, <a href="http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de">www.lubw.baden-wuerttemberg.de</a>
<b>BEARBEITUNG</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 100163, 76231 Karlsruhe, <a href="http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de">www.lubw.baden-wuerttemberg.de</a> <a href="mailto:poststelle@lubw.bwl.de">poststelle@lubw.bwl.de</a>  Referat 33 – Luftqualität Referat 62 – Betrieb Messnetze, Zentrale Logistik
<b>DOKUMENTATION-NUMMER</b>	33-06/2012
<b>BERICHTSUMFANG</b>	86 Seiten
<b>STAND</b>	September 2012



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



<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>		<b>7</b>
<b>1</b>	<b>ÜBERWACHUNG DER LUFTQUALITÄT IN BADEN-WÜRTTEMBERG</b>	<b>9</b>
1.1	Messnetze	9
1.1.1	Luftmessnetz	9
1.1.2	Spotmessungen	10
1.1.3	Depositionsmessnetz	10
1.2	Rechtliche Grundlagen und Beurteilungswerte	10
1.3	Messverfahren	15
1.4	Ermittlung und Bewertung der Kenngrößen	15
1.5	Veröffentlichung der Messdaten und Alarmdienste	16
<b>2</b>	<b>RELEVANTE LUFTVERUNREINIGUNGEN</b>	<b>18</b>
2.1	Stickstoffoxide	18
2.2	Partikel	18
2.3	Ozon	18
2.4	Schwefeldioxid	19
2.5	Kohlenmonoxid	19
2.6	Ammoniak	19
2.7	Benzol	19
2.8	Benzo(a)pyren	19
2.9	Schwermetalle	20
2.10	Ruß	20
2.11	Schadstoffdepositionen	20
<b>3</b>	<b>JAHRESKENNGRÖSSEN 2011</b>	<b>22</b>
3.1	Stickstoffdioxid	22
3.2	Partikel PM10	25
3.3	Partikel PM2,5	28
3.4	Ozon	28
3.5	Schwefeldioxid	30
3.6	Kohlenmonoxid	30
3.7	Ammoniak	32
3.8	Benzol	33
3.9	Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10	33
3.10	Schwermetalle in der Partikelfraktion PM10	33
3.11	Ruß	34
3.12	Schadstoffdepositionen	34
3.12.1	Staubniederschlag	34
3.12.2	Schwermetalle im Staubniederschlag	36
3.12.3	Stickstoff- und Schwefeleinträge	36

<b>4</b>	<b>BEURTEILUNG DER LUFTQUALITÄT IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2011</b>	<b>37</b>
4.1	Meteorologie	37
4.2	Luftqualität in Baden-Württemberg im Jahr 2011 im Vergleich zu 2010	38
4.3	Entwicklung der Luftqualität und der Schadstoffdepositionen in Baden-Württemberg	42
4.3.1	Luftqualität	42
4.3.2	Schadstoffdepositionen	45
4.4	Jahresgang und Wochengang der Luftschadstoffe	46
<b>5</b>	<b>ANHANG</b>	<b>49</b>
5.1	Kenngößen der Luftqualität in Baden-Württemberg	49
5.2	Messverfahren	67
5.3	Quellenverzeichnis	84
5.4	Glossar	85

# Zusammenfassung

Dieser Bericht beinhaltet die wichtigsten Kenngrößen der Luftqualität in Baden-Württemberg für das Jahr 2011. 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) [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) [39. BImSchV] festgelegt.

Die Luftqualität in Baden-Württemberg im Jahr 2011 hat sich im Vergleich zu 2010 deutlich verbessert. Bei allen relevanten Luftschadstoffen wurden im Mittel geringere Schadstoffbelastungen gemessen. Die verbesserte Luftqualität lässt sich vor allem auf Grund der Meteorologie im Jahr 2011 erklären, die weniger Inversionswetterlagen und somit bessere Austauschbedingungen für Luftschadstoffe im Vergleich zu 2010 aufwies. Außerdem traten während der Sommermonate 2011 keine ausgeprägten Hochdruckwetterlagen auf, so dass die Ozonbelastung im Gegensatz zu 2010 deutlich geringer ausfiel. Die Informationsschwelle von  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für Ozon wurde in Baden-Württemberg im Jahr 2011 nur 4 Mal überschritten, die geringste Überschreitungshäufigkeit der letzten Jahre.

Auch in der längerfristigen Betrachtung hat sich die Luftqualität in Baden-Württemberg 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 PM<sub>10</sub> lagen im Jahr 2011 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.

Die Schadstoffdepositionen in Form von Staubbiederschlag und Schwermetalleintrag lagen auch im Jahr 2011 weit unterhalb der in der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) festgelegten Immissionswerte.



# 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 Baden-Württemberg 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. An den Stationen des Luftmessnetzes werden je nach Lage und lokaler Immissionsituation folgende Luftschadstoffe gemessen:

- Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>)
- Partikel PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>
- Ozon (O<sub>3</sub>)
- Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)
- Kohlenmonoxid (CO)
- Benzol
- Arsen (As) als Gesamtgehalt in der PM<sub>10</sub>-Fraktion
- Benzo(a)pyren (B(a)P) als Gesamtgehalt in der PM<sub>10</sub>-Fraktion
- Blei (Pb) als Gesamtgehalt in der PM<sub>10</sub>-Fraktion
- Cadmium (Cd) als Gesamtgehalt in der PM<sub>10</sub>-Fraktion
- Nickel (Ni) als Gesamtgehalt in der PM<sub>10</sub>-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 werden in Abhängigkeit von ihrem Standort in folgende 3 Kategorien eingeteilt:

### Verkehrsmessstationen

In dieser Kategorie sind die dauerhaft betriebenen Messstationen in unmittelbarer Verkehrsnähe enthalten.

### Messstationen im städtischen Hintergrund

Der städtische Hintergrund zeichnet sich durch eine dichte Bebauung aus. Allerdings befinden sich die Messstationen nicht in unmittelbarer Verkehrsnähe.

### Messstationen im ländlichen Hintergrund

In dieser Kategorie befinden sich die typischen Hintergrund-Messstationen weit ab von anthropogenen Emissionsquellen.

Die EU-Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa [EU, 2008] legte neue Anforderungen an die Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität fest. Die LUBW hat auf Grundlage dieser EU-Richtlinie eine Messnetzkonzeption „Pflicht-Luftmessnetz Baden-Württemberg“ zur rechtskonformen Überwachung der Luftqualität in Baden-Württemberg erarbeitet [LUBW, 2010]. Das Pflicht-Luftmessnetz Baden-Württemberg sieht u. a. folgende Änderungen vor:

- Abbau von 10 Messstationen (Freudenstadt, Karlsruhe-Mitte, Mannheim-Süd, Odenwald, Offenburg, Pfullendorf, Plochingen, Stuttgart-Zuffenhausen, Waiblingen, Waldshut)
- Übernahme von 4 Spotmessstellen (Heilbronn Weinsberger Straße-Ost, Pfinztal Karlsruher Straße, Reutlingen Lederstraße-Ost, Schramberg Oberdorfer Straße) in das Luftmessnetz zum dauerhaften Betrieb als Verkehrsmessstationen
- Verringerung des Messumfangs für Ozon, Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Schwermetalle in der PM<sub>10</sub>-Fraktion
- Erhöhung des Messumfangs für Partikel PM<sub>2,5</sub>, Benzol und Benzo(a)pyren

Das Pflicht-Luftmessnetz Baden-Württemberg wurde im Lauf des Jahres 2011 umgesetzt, so dass im Jahr 2011 an 8 Verkehrsmessstationen, an 24 Messstationen im städtischen Hintergrund und an 2 Messstationen im ländlichen Hintergrund die relevanten Luftschadstoffe gemessen wurden.

Zusätzlich zum Pflicht-Luftmessnetz Baden-Württemberg betreibt die LUBW 3 Messstationen im Auftrag Dritter. Die Messungen an diesen Messstationen 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)

Die Auftraggeber dieser Messungen haben der LUBW gestattet, die dort gemessenen Daten auszuwerten und zu veröffentlichen. Damit stehen dem Land Baden-Württemberg weitere 3 Messstationen zur Überwachung der Luftqualität zur Verfügung. Die LUBW dankt den Auftraggebern für diese großzügige Unterstützung.

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.

### 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 2011 wurde in Baden-Württemberg an 25 Messstellen Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und an 20 Messstellen Partikel PM<sub>10</sub> gemessen. An einigen ausgewählten Messstellen wurden auch Messungen von Benzol, Ruß und Benzo(a)pyren durchgeführt.

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 die Ablagerungen (Deposition) von Luftschadstoffen in städtisch und industriell geprägten Gebieten sowie in ländlichen Räumen messtechnisch erfasst. Mit der Neukonzeption des Depositionsmessnetzes 2005 wurde der Untersuchungsumfang erheblich erweitert, so dass derzeit folgende Depositionen gemessen werden:

- Staub
- Sulfat und Nitrat
- Schwermetalle (Antimon, Arsen, Blei, Kadmium, Nickel, Quecksilber)
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
- Stickstoff- und Säureeintrag

Im Jahr 2011 wurden in Baden-Württemberg an 27 Standorten die Depositionen der o. g. Stoffe messtechnisch erfasst. Die Standorte der Messstellen sind auf städtische (Mannheim und Karlsruhe) und ländliche Regionen verteilt. Die ländlichen Standorte sind nach klimatischen und vegetationsspezifischen sowie naturräumlichen Kriterien ausgewählt und reichen von den regenreichen Hochlagen des Schwarzwalds bis zu den trockenen Lagen des Naturraums Tauberland.

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 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 EU-Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa [EU, 2008]. 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. Immissionsgrenzwerten, Zielwerten, Informations- und

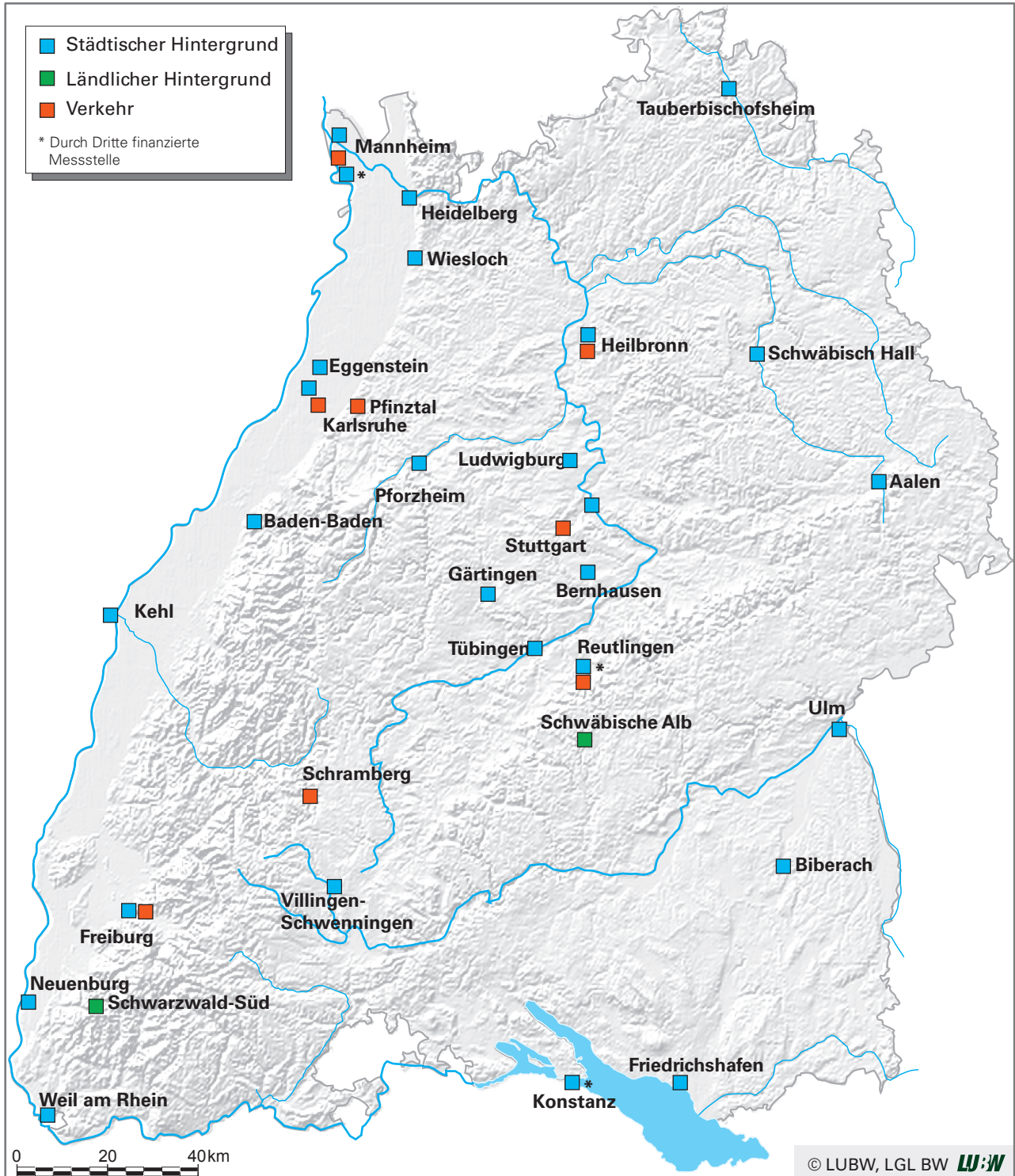


Abbildung 1.1-1: Luftmessnetz Baden-Württemberg 2011

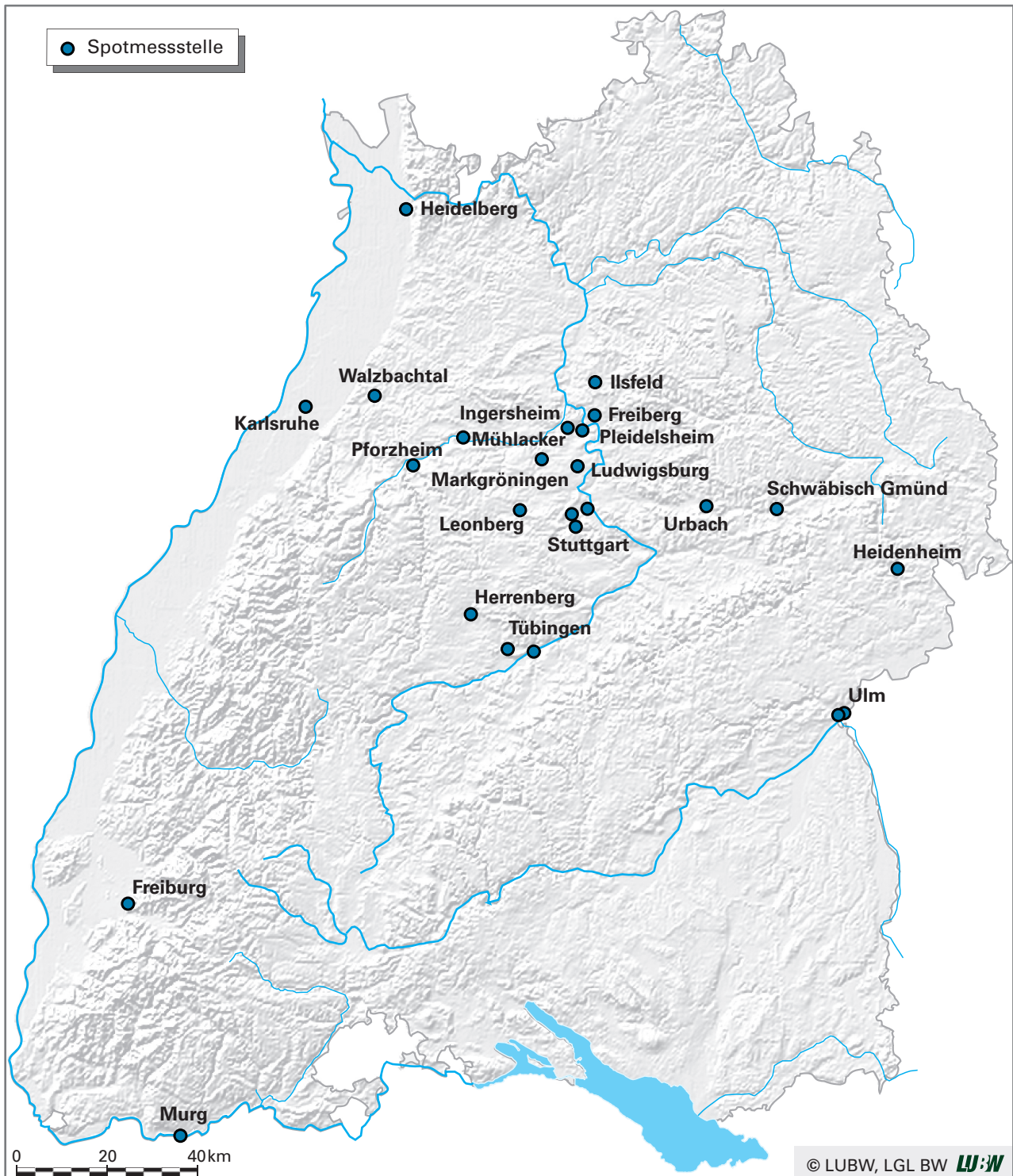


Abbildung 1.1-2: Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2011

Alarmschwellen sowie kritische Werte für folgende relevante Luftschadstoffe:

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>)</li> <li>■ Partikel PM10 und PM2,5</li> <li>■ Ozon (O<sub>3</sub>)</li> <li>■ Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)</li> <li>■ Kohlenmonoxid (CO)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Benzol</li> <li>■ Arsen (As) als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion</li> <li>■ Benzo(a)pyren (B(a)P) als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion</li> <li>■ Blei (Pb) als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion</li> <li>■ Kadmium (Cd) als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion</li> <li>■ Nickel (Ni) als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion</li> </ul> <p>Die Immissionswerte sind wie nachstehend aufgeführt de-</p> |
|--|--|



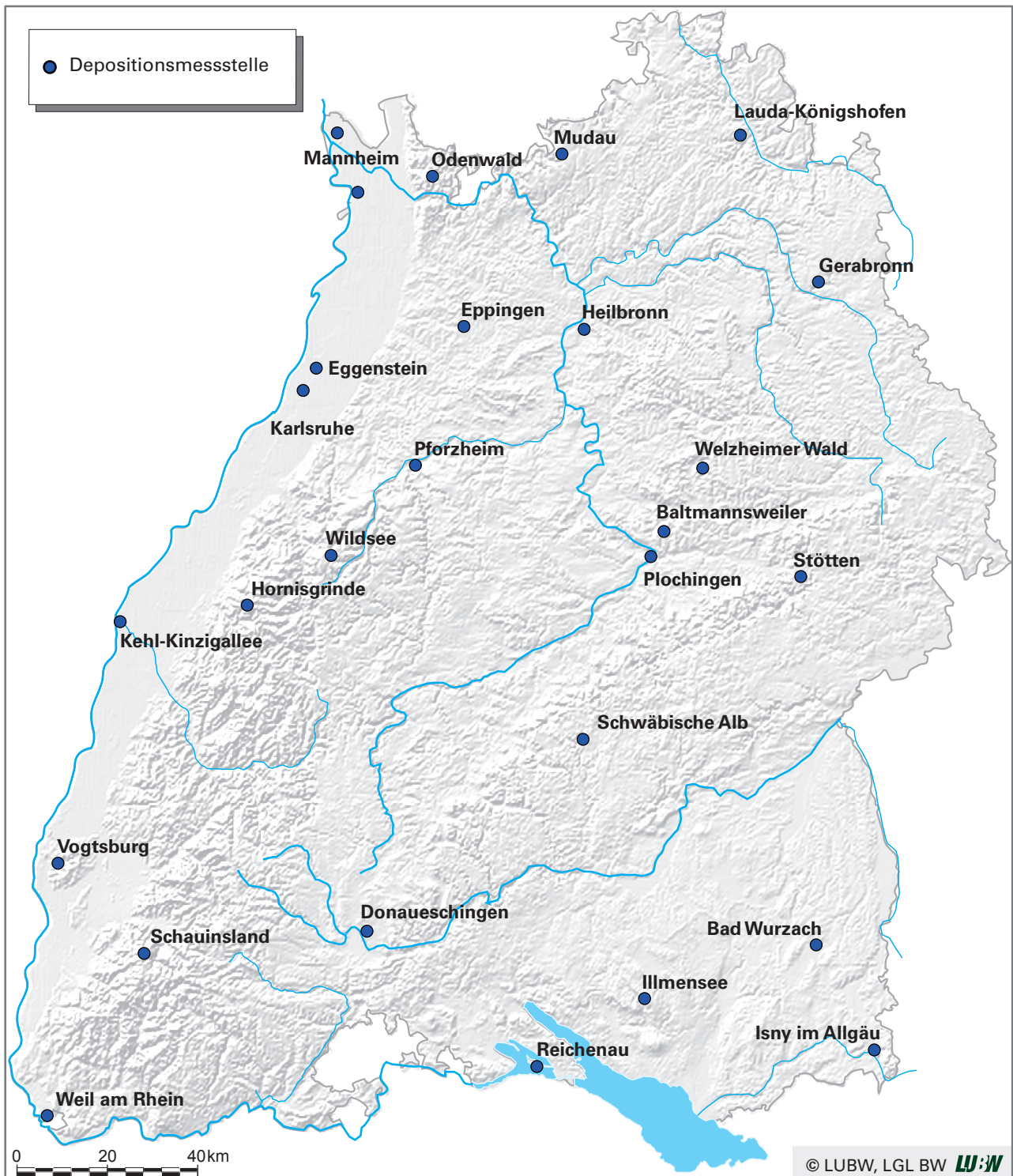


Abbildung 1.1-3: Depositionsmessnetz Baden-Württemberg 2011

finiert.

**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 wissenschaftli-

cher 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 des-

sen 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 1.1-1 aufgeführt.

Die Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Rein-

Tabelle 1.1-1: Immissionswerte für Luftschadstoffe gemäß der 39. BImSchV

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

\* gemessen an drei aufeinander folgenden Stunden

\*\* höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages

\*\*\* AOT40, ausgedrückt in (µg/m<sup>3</sup>)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 1.1-2: Immissionswerte für Schadstoffdepositionen gemäß der TA Luft

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

LUBW

haltung der Luft – TA Luft) [TA Luft] legt Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdepositionen fest. Für folgende Schadstoffdepositionen sind in der TA Luft Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen festgelegt (Tabelle 1.1-2), die bei Genehmigungen von Industrieanlagen im Beurteilungsgebiet nicht zu überschreiten sind:

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

### 1.3 Messverfahren

Die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid, Partikel PM<sub>10</sub>, Ozon, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid werden mit direkt anzeigenden Messgeräten vor Ort in den Messstationen gemessen. Die Messdaten werden als Halbstundenmittelwerte über Telefonleitungen oder Mobilfunk 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 Messstellen 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 des Staubniederschlags, der Schwermetalleinträge sowie der Ammonium-, Nitrat- und Sulfatdepositionen erfolgt im LUBW-Labor in Karlsruhe.

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

### 1.4 Ermittlung und Bewertung der Kenngrößen

Aus den Messwerten (z. B. Halbstundenmittelwerte) werden entsprechende Kenngrößen berechnet, damit ein Vergleich mit den Immissionswerten (Stunden, Tages- oder Jahresmittelwerte) möglich ist. In der Anlage 1 der 39. BImSchV sind Kriterien (z. B. erforderlicher Anteil gültiger Daten, Datenqualität, Berechnungsvorschrift usw.) zur Ermittlung der Kenngrößen festgelegt. Auf Grundlage dieser rechtlichen Regelungen und mit Hilfe des Handbuchs „Luftqualitätsdaten- und Informationsaustausch in Deutschland“ [UBA, 2011] werden die Kenngrößen von der LUBW berechnet.

Die Messstation in Baden-Baden war auf Grund von Baumaßnahmen nicht das ganze Jahr in Betrieb, so dass für diese Messstation die Mindestdatenerfassung zur Berechnung der Jahreskenngrößen 2011 nicht erreicht wurde.

Die Verkehrsmessstation Schramberg Oberndorfer Straße wurde erst Mitte 2011 in Betrieb genommen. Aus diesem Grund standen an dieser Station für das Jahr 2011 nicht genügend Messdaten zur Verfügung, um Jahreskenngrößen für Partikel PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> sowie für Staubinhaltsstoffe zu be-

rechnen. Für das Jahr 2011 wurden für die Verkehrsmessstation Schramberg stattdessen die Messungen an dem bisherigen Referenzmesspunkt für Stickstoffdioxid und Benzol herangezogen.

Bei der Messstation Freiburg reichte die Mindestdatenerfassung zur Berechnung des AOT<sub>40</sub> für Ozon nicht aus.

Im unmittelbaren Umfeld der Messstation Heilbronn wurden im Verlauf des Jahres 2011 umfangreiche Baustellentätigkeiten durchgeführt. Auf Grund von Baustellentätigkeiten können die Messwerte durch verändertes Verkehrsaufkommen oder Staubentwicklung beeinflusst werden. Aus diesem Grund wurden die Messergebnisse der Station Heilbronn für das Jahr 2011 gesondert ausgewertet und veröffentlicht [LUBW, 2012].

## 1.5 Veröffentlichung der Messdaten und Alarmdienste

Die ermittelten Messdaten werden auf den Internetseiten der LUBW ([www.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://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 Aktualisierung 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.

Für die Luftverunreinigungen Ozon, Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid sind vom Gesetzgeber in der 39. BImSchV [39. BImSchV] Alarm- und Informationsschwellen festgelegt

worden (Tabelle 1.1-1 und 1.5-1). Beim Überschreiten der Alarmschwellen besteht für die Gesamtbevölkerung ein Gesundheitsrisiko, so dass die Bevölkerung unverzüglich informiert und Maßnahmen ergriffen werden müssen. Beim Überschreiten der Informationsschwelle für Ozon besteht ein Gesundheitsrisiko für besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen. Ozonempfindlichen Personen und Kindern wird empfohlen, ungewohnte körperliche Anstrengungen und sportliche Ausdauerleistungen im Freien insbesondere in den Nachmittags- und frühen Abendstunden zu vermeiden, da hier die höchsten Ozonwerte auftreten. Beim Überschreiten der Alarmschwelle gilt diese Verhaltensempfehlung für die Gesamtbevölkerung.

Zur Überwachung der Alarm- und Informationsschwellen wurde im Jahr 2011 an 31 Messstationen Ozon, an 34 Messstationen Stickstoffdioxid und an 12 Messstationen Schwefeldioxid rund um die Uhr gemessen, so dass beim Überschreiten der Schwellen die Bevölkerung zeitnah informiert werden kann.

Die Alarmschwellen für Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid wurden seit ihrer Einführung im Jahr 2002 (damals 22. BImSchV, seit 2010 39. BImSchV) nicht überschritten. Die Anzahl der Stunden mit Überschreitung der Alarm- und Informationsschwelle für Ozon seit 2002 kann der Tabelle 1.5-2 entnommen werden.

Tabelle 1.5-1: Alarm- und Informationsschwellen für Ozon, Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid [39. BImSchV]

Luftverunreinigung	Schwellenwert	Mittelungszeitraum	Wert
Ozon	Informationsschwelle	1 Stunde	180 µg/m <sup>3</sup>
Ozon	Alarmschwelle	1 Stunde	240 µg/m <sup>3</sup>
Stickstoffdioxid	Alarmschwelle	1 Stunde*	400 µg/m <sup>3</sup>
Schwefeldioxid	Alarmschwelle	1 Stunde*	500 µg/m <sup>3</sup>

\* gemessen an 3 aufeinander folgenden Stunden an Messstellen, die für die Luftqualität in einem Bereich von mindestens 100 Quadratkilometer oder in einem festgelegten Gebiet (z. B. Ballungsraum) repräsentativ sind.

Tabelle 1.5-2: Anzahl der Stunden mit Überschreitung der Alarm- und Informationsschwelle für Ozon im Luftmessnetz Baden-Württemberg seit 2002

Jahr	Anzahl der Messtationen im Luftmessnetz an denen Ozon gemessen wurde	Anzahl der Stunden mit Überschreitung der Informationsschwelle von 180 µg/m <sup>3</sup>	Anzahl der Stunden mit Überschreitung der Alarmschwelle von 240 µg/m <sup>3</sup>
2002	56	199	5
2003	53	3665	106
2004	41	636	0
2005	42	485	0
2006	43	895	2
2007	43	87	1
2008	42	27	0
2009	43	26	0
2010	40	441	0
2011	31	4	0

LUBW



# 2 Relevante Luftverunreinigungen

## 2.1 Stickstoffoxide

Stickstoffoxide ( $\text{NO}_2/\text{NO}_x$ ) entstehen bei allen Verbrennungsprozessen unter hohen Temperaturen. Bedeutende Emissionsquellen sind der Kraftfahrzeugverkehr und die Verbrennung fossiler Brennstoffe. Über die Umwandlung zu Salpetersäure leisten die Stickstoffoxide auch einen Beitrag zum „sauren Regen“. Stickstoffoxide wirken reizend auf die Schleimhäute und Atemwege des Menschen und können Pflanzen schädigen. Auch eine Zunahme von Herz-Kreislauf-Erkrankungen kann beobachtet werden. Stickstoffdioxid ist zusammen mit den flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) einer der Grundbausteine für die Bildung von bodennahem Ozon und anderen Photooxidantien. Stickstoffoxide tragen auch durch die Umwandlung in Nitrat und nachfolgender Deposition zur Überdüngung der Böden in empfindlichen Ökosystemen und Gewässern bei.

## 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 Entfernungen transportiert werden können. Für die gesundheitliche Bedeutung der Partikel (engl.: Particular Matter, PM) ist neben ihren chemischen Stoffeigenschaften insbesondere ihre Größe von Bedeutung. Es werden drei Fraktionen hinsichtlich des Durchmessers der Staubpartikel unterschieden (Tabelle 2.2-1).

Vor allem Partikel der Fraktionen Ultrafeine Partikel und PM 2,5 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-Kreislauf-Systems 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. Schwefeldioxid,

Tabelle 2.2-1: Einteilung der Partikel-Fractionen

Partikelfraktion	Partikel kleiner als
Inhalierbarer Feinstaub PM10	10 $\mu\text{m}^*$
Lungengängiger Feinstaub PM2,5	2,5 $\mu\text{m}^*$
Ultrafeine Partikel PM0,1	0,1 $\mu\text{m}$

\* Partikel die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10  $\mu\text{m}$  eine Abscheidewirksamkeit von 50 % hat (nach EN 12341), dies gilt entsprechend für Feinstaub PM2,5

LUBW

Stickstoffoxide oder Ammoniak. Partikel werden u. a. durch den Verkehr und durch Feuerungsanlagen freigesetzt.

## 2.3 Ozon

Ozon ( $\text{O}_3$ ) 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 der schädlichen Ultraviolettstrahlung der Sonne. Ozon kommt natürlicherweise auch in bodennahen Schichten vor. Die natürliche Hintergrundkonzentration beträgt im Mittel etwa 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Darüber hinaus wird Ozon aus Sauerstoff und Luftschadstoffen ( $\text{NO}_x$  und VOC) bei geeigneten meteorologischen Bedingungen (starke 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. Außerdem können erhöhte Ozon-Konzentrationen in Bodennähe das Wachstum von Wild- und Nutzpflanzen beeinträchtigen. Ozon weist einen charakteristischen Jahresgang mit Maximalkonzentrationen während sommerlichen Hochdruckwetterlagen auf. Die höchsten Konzentrationen treten hierbei vor allem am Stadtrand und in ländlichen Gebieten auf, da Ozon von Stickstoffmonoxid (primär verkehrsbedingt) in Städten abgebaut werden kann.

## 2.4 Schwefeldioxid

Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) wird bei der Verbrennung von Kohle und Heizöl sowie anderer schwefelhaltiger Brennstoffe gebildet. Die Höhe der  $\text{SO}_2$ -Emissionen ist dabei direkt abhängig vom Schwefelgehalt des Brennstoffes. Schwefeldioxid reizt die Schleimhäute und die Atemwege. Die Kombination von Schwefeldioxid und Stäuben verstärkt die negative Wirkung auf die Gesundheit erheblich. Außerdem schädigt Schwefeldioxid Pflanzen; insbesondere Nadelhölzer, Moose und Flechten reagieren empfindlich auf erhöhte Schwefeldioxid-Konzentrationen in der Luft. Der Abbau von Schwefeldioxid in der Atmosphäre erfolgt durch Oxidation zu Sulfat bzw. in Wasser gelöst (Niederschläge) als Schwefelsäure. Schwefeldioxid 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 ( $\text{CO}$ ) ist ein farb- und geruchsloses, brennbares und wasserlösliches Gas und entsteht bei der unvollständigen Verbrennung kohlenstoffhaltiger, fossiler Brennstoffe. Einer der Hauptverursacher 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 ( $\text{NH}_3$ ) ist ein wasserlösliches, farbloses und stechend riechendes Gas. In der Natur entsteht Ammoniak bei der mikrobiellen Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Materie (Pflanzenreste, tierische Exkremente). Die Hauptquelle anthropogener Ammoniakemissionen ist mit bis zu 89 % die Landwirtschaft vor allem die Intensivtierhaltung. Hier sind insbesondere die Abluft von Tierställen sowie die Lagerung von Gülle und Mist von Bedeutung.

Weitere 5 % gelangen über den Verkehr in die Umwelt. Ammoniak wirkt reizend auf Augen, Schleimhäute und den Atemtrakt und trägt zudem zur Versauerung und Überdüngung der Umwelt bei. Es wirkt überwiegend in Emittentennähe. Der größere Teil des Ammoniaks reagiert in der Atmosphäre zu Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) bzw. seinen Salzen Ammoniumsulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) und Ammoniumnitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), die dann über weite Strecken transportiert und somit fern von der Quelle abgelagert werden können. Diese sekundärgebildeten Aerosole tragen mit zur Feinstaubbelastung und durch ihre versauernde und eutrophierende Wirkung zur Gefährdung empfindlicher Ökosysteme bei.

## 2.7 Benzol

Benzol ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) 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 Benzolzumischung im Benzin sowie der Einführung wirksamer Gasrückführungssysteme bei Tankanlagen sind die Benzol-Freisetzungen rückläufig. Gesundheitlich relevant ist die kanzerogene (Leukämie) und Erbgut schädigende Wirkung von Benzol bei längerer Exposition.

## 2.8 Benzo(a)pyren

Benzo(a)pyren ( $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$ ) gehört zur Gruppe der polyzyklischen 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 erbgutschädigend zu sein. Benzo(a)pyren wird als Leitsubstanz für die Gruppe der PAK herangezogen.

## 2.9 Schwermetalle

Antimon (Sb), Arsen (As), Blei (Pb), Kadmium (Cd), Nickel (Ni), Quecksilber (Hg) und Thallium (Tl) sind Schwermetalle. Während Blei bis zum Verbot bleihaltiger Zusätze in Kraftstoffen hauptsächlich durch den Verkehr freigesetzt wurde, sind die Hauptquellen atmosphärischer Emissionen von Kadmium, 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. Antimon wird über die Verbrennung von Kohle und auch über den Abrieb von Bremsbelägen freigesetzt, da über Antimon asbesthaltige Bremsbeläge ersetzt werden. Bedeutung für gesundheitliche Beeinträchtigungen haben weniger akut-toxische 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. Kadmium kann u. a. den Eiweiß- und Kohlehydratstoffwechsel stören sowie Knochenschäden und Erkrankungen des Immun- und Nervensystems verursachen. Kadmium gilt als kanzerogen und z. T. Erbgut schädigend. Während metallisches Arsen nicht giftig ist, weisen die dreiwertigen, löslichen Arsen-Verbindungen ein hohes akut-toxisches 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.

## 2.10 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

Die in die Atmosphäre eingebrachten Luftschadstoffe werden durch trockene, feuchte oder nasse Deposition (Ablagerung) wieder aus der Atmosphäre entfernt. Durch die Deposition wird die Atmosphäre zwar gereinigt, aber die abgelagerten Luftschadstoffe können zu einer Belastung von Pflanzen, Böden und Gewässern führen. Als nasse Deposition wird der Stoffeintrag über Niederschläge (z. B. Regen, Hagel, Schnee) bezeichnet. Bei der feuchten Deposition (z. B. Nebel, Tau) und der trockenen Deposition (trockene Partikel, Gase) hängen die Stoffeinträge überwiegend von der Größe und Struktur der Oberfläche ab. Bei den Bäumen bilden die Blätter und Nadeln eine große Oberfläche mit unterschiedlicher Rauigkeit, d. h. der Depositionswiderstand ist hier recht hoch und luftgetragene Schadstoffe lagern sich vermehrt ab (Auskämmeffekt).

Die Emissionen von Schwefeldioxid, Stickstoffoxiden oder Ammoniak werden durch chemische Prozesse in der Luft in Sulfat-, Nitrat- oder Ammoniumverbindungen umgewandelt und können über weite Strecken auch in emittentenferne Regionen transportiert werden. Dort tragen diese Depositionen zur Eutrophierung und Versauerung von Ökosystemen bei.

Als Indikatoren für den Säureeintrag gelten die Komponenten Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) und Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Die Stickstoffverbindungen Nitrat und Ammonium, die über die Vorläuferstoffe Stickstoffoxide und Ammoniak entstehen, besitzen zusätzlich auch eutrophierende Wirkungen. Für empfindliche Ökosysteme kann dies zur Belastung werden. Dabei wird die Empfindlichkeit eines Ökosystems bezüglich eutrophierend und versauernd wirkender Stoffeinträge über die kritische Belastungsrate – critical load – definiert. Beim Einhalten oder Unterschreiten dieser ökosystemspezifischen Belastungsrate kommt es nach dem derzeitigen Wissensstand nicht zu schädigenden Wirkungen bei empfindlichen Ökosystemen.



Weiterhin können Staubniederschläge, die z. B. Schwermetalle wie Arsen, Antimon, Blei, Kadmium, Nickel und Quecksilber enthalten, zu Kontaminationen von z. B. Pflanzen, Böden und Wasser führen.

Aufgabe des Depositionsmessnetzes ist es, diese Vorgänge zu überwachen. Die festgelegten Immissionswerte für Schadstoffdepositionen in der TA Luft [TA Luft] sollen einen Schutz vor erheblichen Belästigungen und Beeinträchtigungen gewährleisten. Langfristig sollen insbesondere die empfindlichen Ökosysteme vor zu hohen Stickstoff- und Säureeinträgen geschützt werden. Einen Schutz dieser empfindlichen Ökosysteme vor erhöhten Stickstoffeinträgen durch zum Beispiel landwirtschaftliche Anlagen gewährleistet die Sonderfallprüfung nach Ziffer 4.8 der TA Luft sowie ein Leitfaden der Bund/Ländergemeinschaft für Immissionsschutz [LAI, 2010].

# 3 Jahreskenngrößen 2011

## 3.1 Stickstoffdioxid

Im Luftmessnetz wurde im Jahr 2011 an 27 Messstationen im städtischen Hintergrund, an 8 Verkehrsmessstationen und an 2 Messstationen im ländlichen Hintergrund Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) gemessen. Für 35 Messstationen konnten Jahreskenngrößen für NO<sub>2</sub> berechnet werden (siehe Kapitel 1.4). An 8 der 35 Messstationen wurde der Immissionsgrenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> (Jahresmittelwert) überschritten. An den Verkehrsmessstationen Heilbronn Weinsberger Straße-Ost, Pfnztal Karlsruher Straße und Schramberg

Oberndorfer Straße wurden die Jahresmittelwerte mit Passivsammlern bestimmt (Abbildung 3.1-1).

Der Immissionsgrenzwert von 200 µg/m<sup>3</sup> (Einstundenmittelwert) konnte im Luftmessnetz Baden-Württemberg nur an der Verkehrsmessstation Reutlingen Lederstraße-Ost im Jahr 2011 nicht eingehalten werden (Abbildung 3.1-2).

Im Jahr 2011 wurde an 25 Spotmessstellen NO<sub>2</sub> gemessen. Für alle 25 Messstellen konnten Jahreskenngrößen berech-

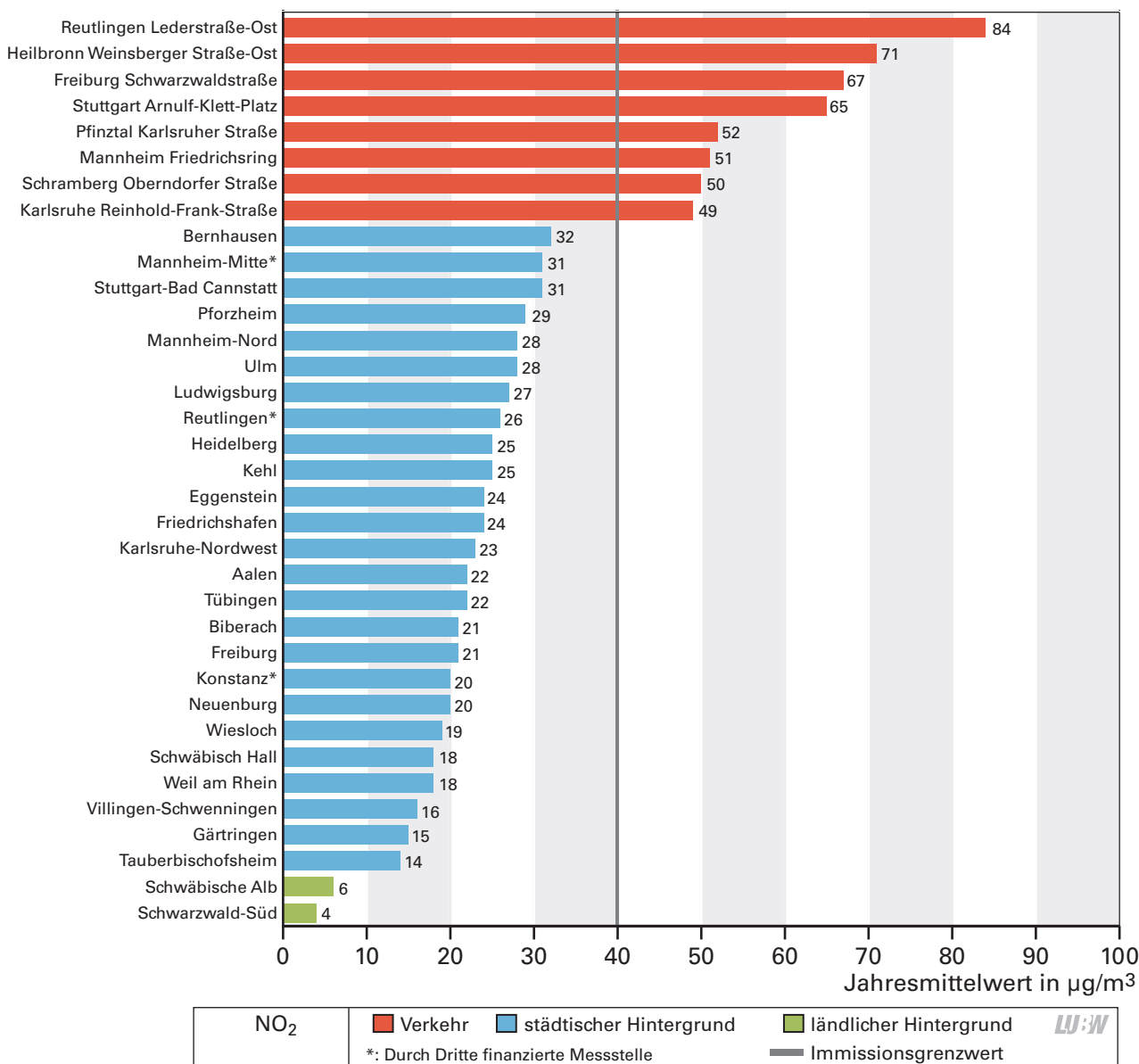


Abbildung 3.1-1: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2011

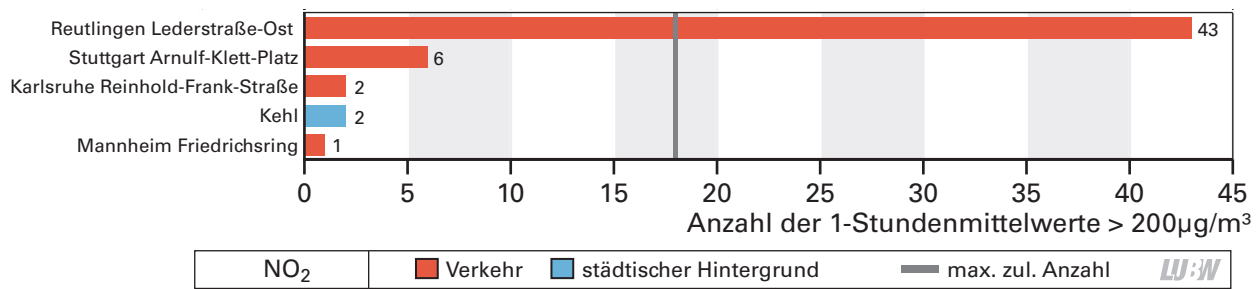


Abbildung 3.1-2: Anzahl der Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (1-Stundenmittelwert) für Stickstoffdioxid an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2011 (18 Überschreitungen sind im Kalenderjahr zulässig)

net werden. An den Spotmessstellen wird  $\text{NO}_2$  nicht nur mit kontinuierlich anzeigenden Messgeräten gemessen, sondern auch mit Passivsammlern. Mit den Passivsammlern können nur Jahresmittelwerte ermittelt werden (siehe auch Kapitel Messverfahren). Im Jahr 2011 wurde an allen 25 Spotmessstellen der Immissionsgrenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Jahresmittelwert) überschritten (Abbildungen 3.1-3).

Im Jahr 2011 wurde  $\text{NO}_2$  an 6 Spotmessstellen mit kontinuierlich anzeigenden Messgeräten gemessen, so dass die Einhaltung des Kurzzeitgrenzwertes von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Einstundenmittelwert) überprüft werden konnte. Die zulässi-

ge Anzahl von 18 Überschreitungen im Kalenderjahr für den Immissionsgrenzwert von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Einstundenmittelwert) wurde an 4 Spotmessstellen nicht eingehalten (siehe Abbildung 3.1-4).

Der kritische Wert für Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ) von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Jahresmittelwert) wurde im Jahr 2011 an den ländlichen Hintergrundmessstationen eingehalten (Abbildung 3.1-5).

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Stickstoffdioxid in den Tabellen 5.1-6 bis 5.1-7 aufgelistet.

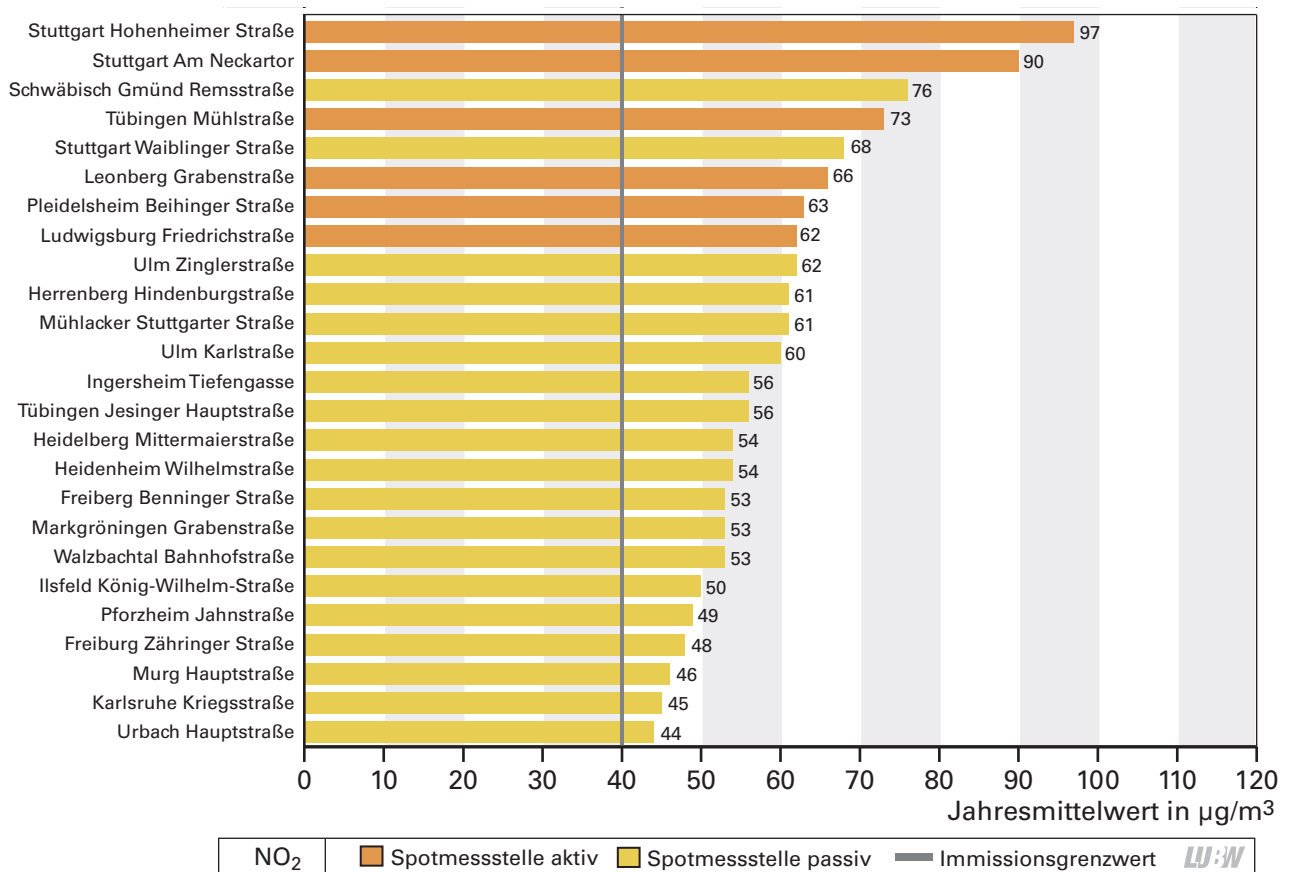


Abbildung 3.1-3: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2011

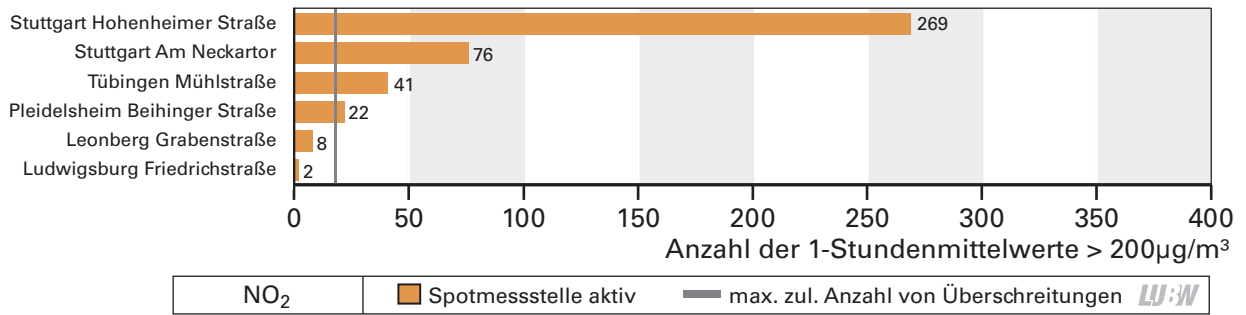


Abbildung 3.1-4: Anzahl der Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von 200 µg/m<sup>3</sup> (1-Stundenmittelwert) für Stickstoffdioxid an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2011 (18 Überschreitungen sind im Kalenderjahr zulässig)

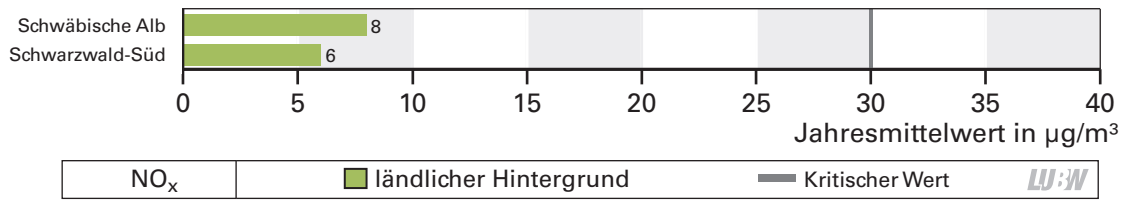


Abbildung 3.1-5: Jahresmittelwerte der Konzentrationen der Stickstoffoxide an den ländlichen Hintergrundmessstationen in Baden-Württemberg im Jahr 2011

### 3.2 Partikel PM10

Im Luftmessnetz wurde im Jahr 2011 an 27 Messstationen im städtischen Hintergrund, an 8 Verkehrsmessstationen und an 2 Messstationen im ländlichen Hintergrund Partikel PM10 gemessen. Für 34 Messstationen konnten Jahreskenngrößen für Partikel PM10 berechnet werden (siehe Kapitel 1.4). An allen 34 Messstationen 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 den Verkehrsmessstellen Heilbronn Weinsberger Straße-Ost, Reutlingen Lederstraße-Ost und Stuttgart Arnulf-Klett-Platz, überschritten (siehe Abbildungen 3.2-1 und 3.2-2).

Im Jahr 2011 wurde an 20 Spotmessstellen Partikel PM10 gemessen. Für alle 20 Messstellen konnten Jahreskenngrößen berechnet werden. An allen 20 Spotmessstellen 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 an 11 der 20 Spotmessstellen überschritten (siehe Abbildungen 3.2-3 und 3.2-4).

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Partikel PM10 in den Tabellen 5.1-8 bis 5.1-9 aufgelistet.

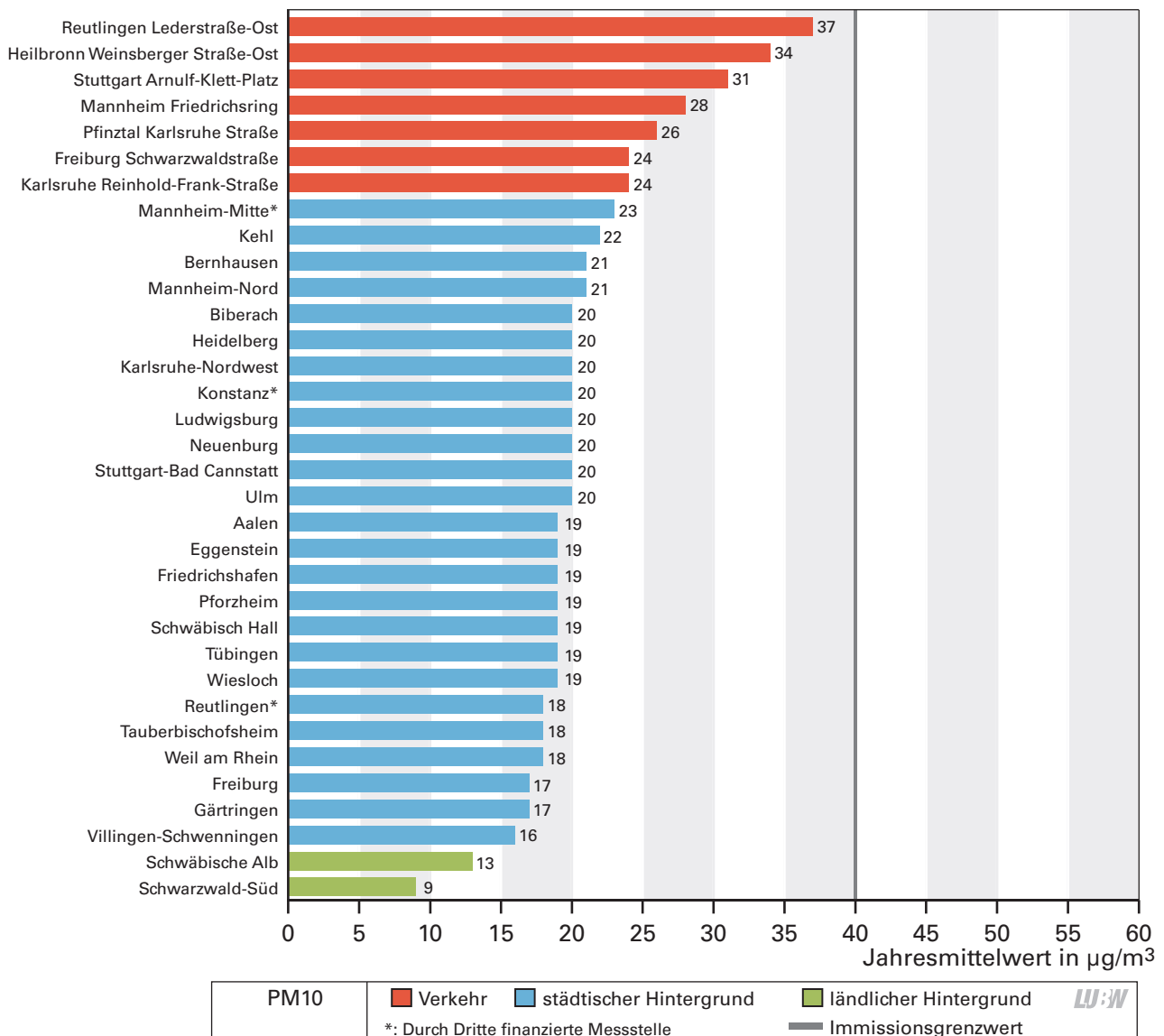


Abbildung 3.2-1: Jahresmittelwerte der Partikel PM10-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2011

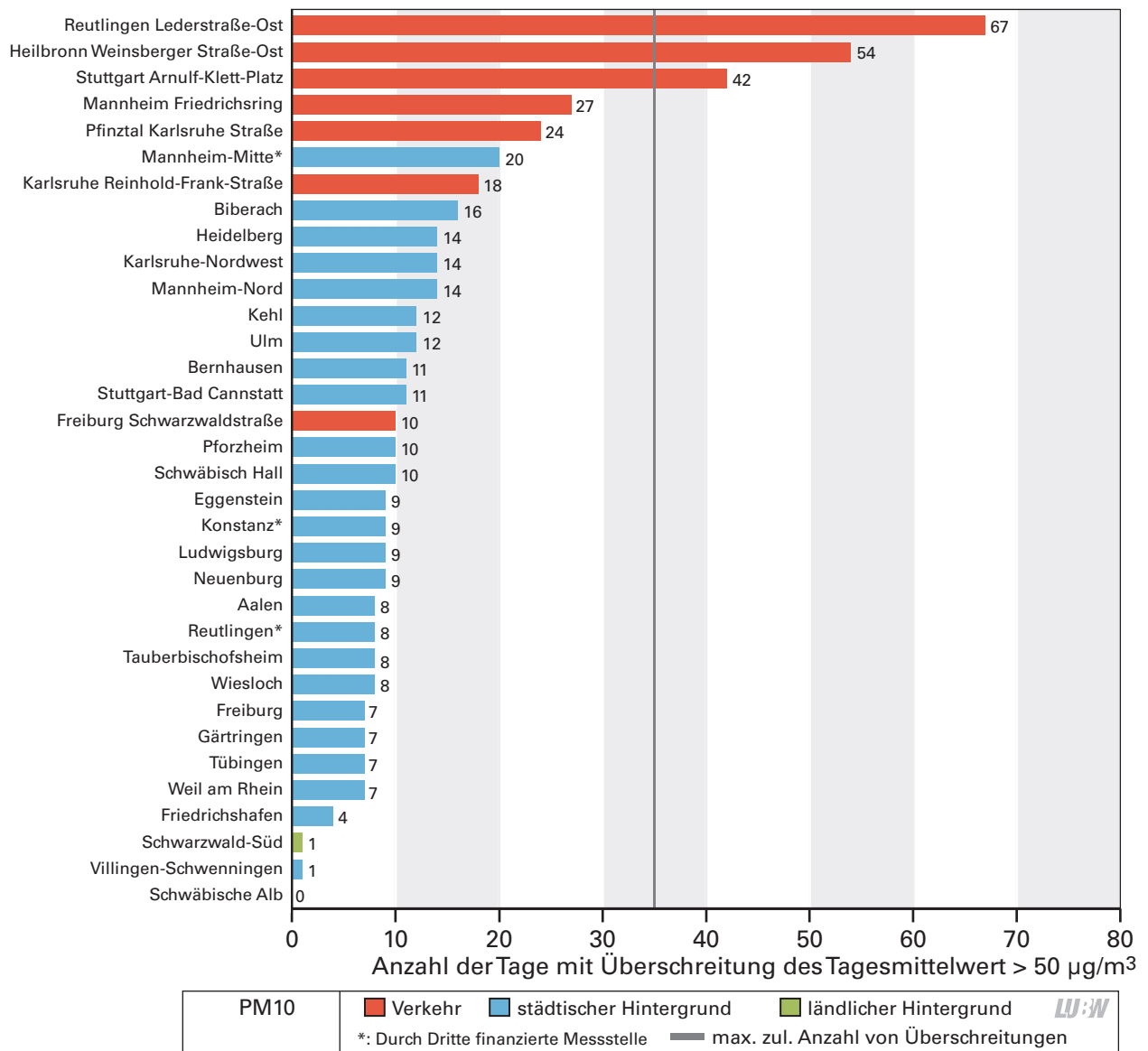


Abbildung 3.2-2: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Immissionsgrenzwertes von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Tagesmittelwert) für Partikel PM10 an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2011 (35 Überschreitungen sind im Kalenderjahr zulässig)

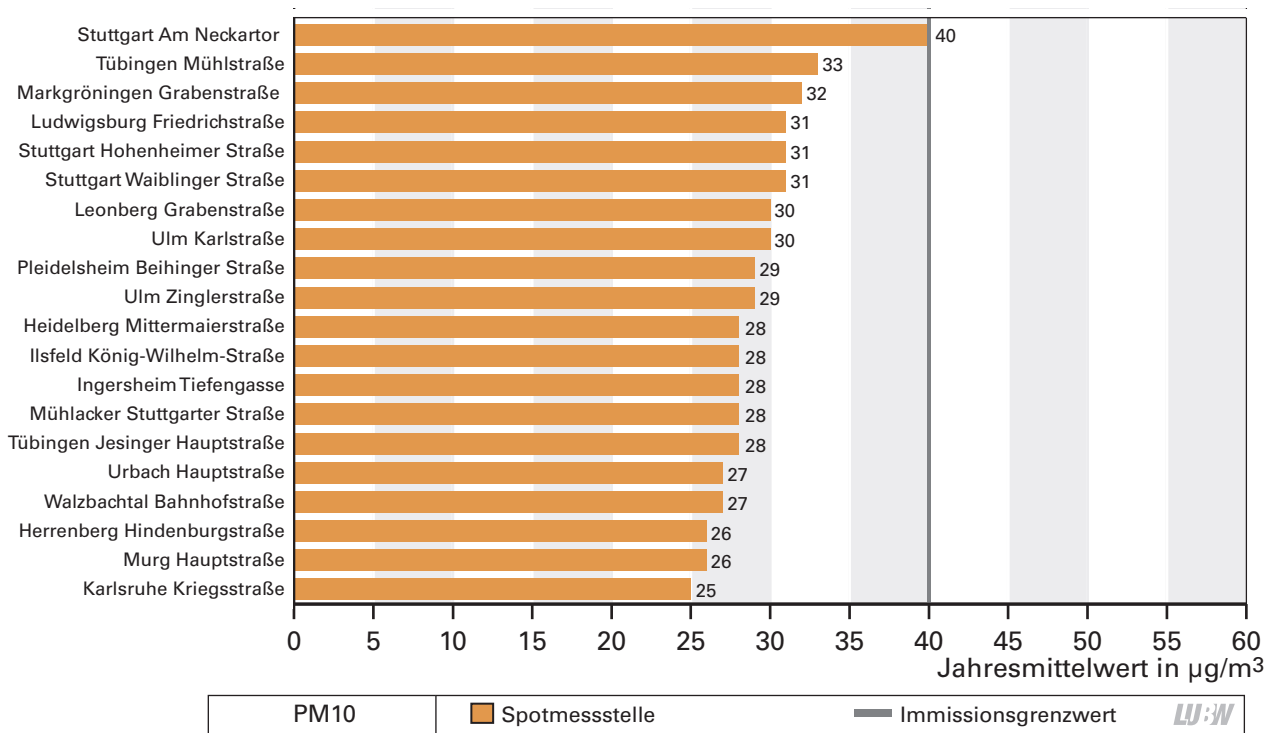


Abbildung 3.2-3: Jahresmittelwerte der Partikel PM10-Konzentrationen an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2011

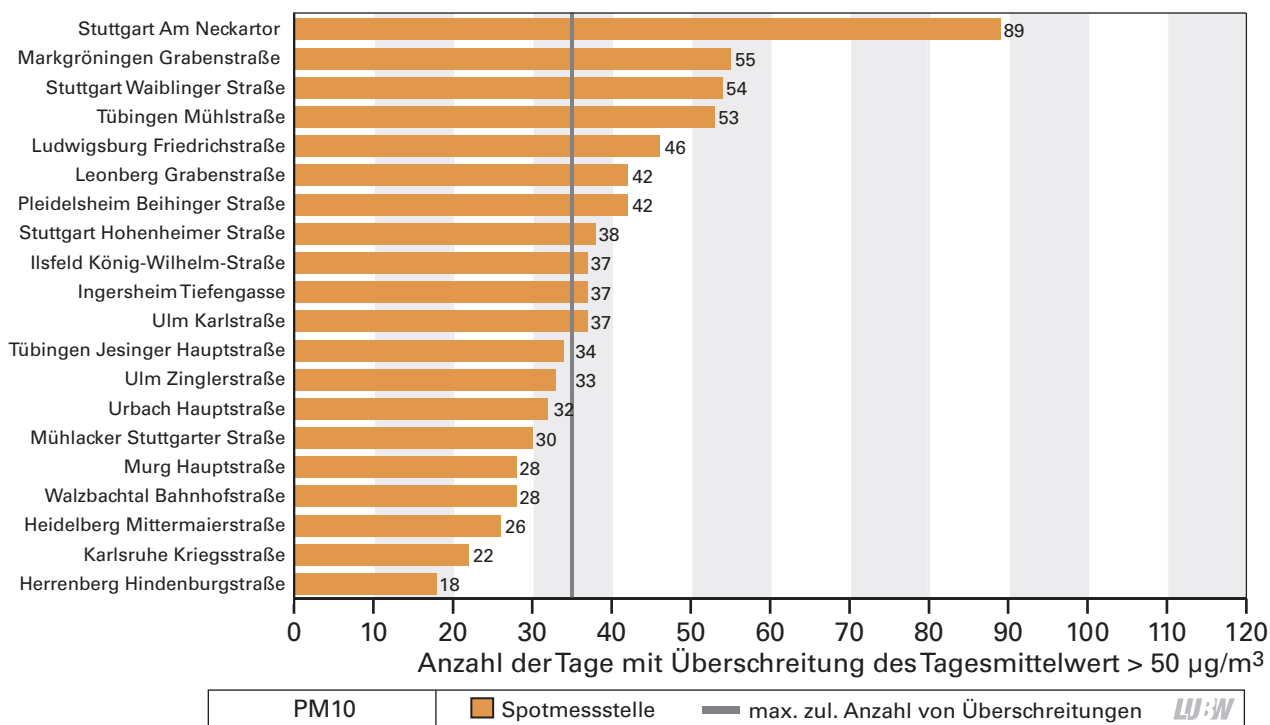


Abbildung 3.2-4: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Immissionsgrenzwertes von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Tagesmittelwert) für Partikel PM10 an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2011 (35 Überschreitungen sind im Kalenderjahr zulässig)

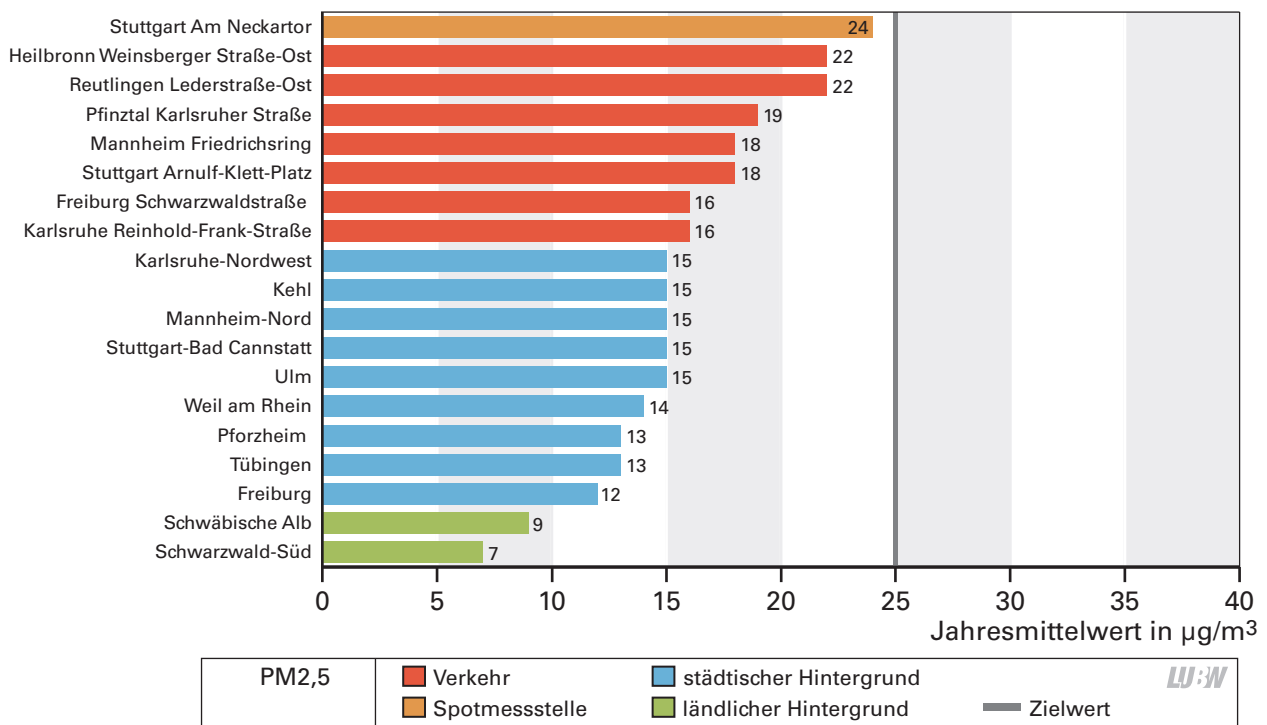


Abbildung 3.3-1: Jahresmittelwerte der Partikel PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg und an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor im Jahr 2011

### 3.3 Partikel PM<sub>2,5</sub>

Im Jahr 2011 wurde an 10 Messstationen im städtischen Hintergrund, an 8 Verkehrsmessstationen, an 2 Messstationen im ländlichen Hintergrund und an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor Partikel PM<sub>2,5</sub> gemessen. Für 19 Messstellen konnten Jahreskenngrößen für Partikel PM<sub>2,5</sub> berechnet werden (siehe Kapitel 1.4). Der Zielwert von 25 µg/m<sup>3</sup> (Jahresmittelwert) konnte an allen 19 Messstellen eingehalten werden (siehe Abbildung 3.3-1).

Die 39. BImSchV legt fest, dass der Zielwert für Partikel PM<sub>2,5</sub> von 25 µg/m<sup>3</sup> (Jahresmittelwert) zum 1. Januar 2015 in einen rechtlich verbindlichen Immissionsgrenzwert überführt wird.

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Partikel PM<sub>2,5</sub> in der Tabelle 5.1-10 aufgelistet.

### 3.4 Ozon

Im Luftmessnetz wurde im Jahr 2011 an 27 Messstationen im städtischen Hintergrund, an 2 Verkehrsmessstationen und an 2 Messstationen im ländlichen Hintergrund Ozon gemessen. Die Messungen an den 2 Verkehrsmessstationen in Freiburg Schwarzwaldstraße und Stuttgart Arnulf-Klett-Platz dienen ausschließlich wissenschaftlichen Zwecken,

so dass für diese beiden Messstationen keine Jahreskenngrößen berechnet wurden.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit beträgt 120 µg/m<sup>3</sup> (höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages) bei 25 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr. Maßgebend für die Beurteilung, ob der Zielwert eingehalten werden kann, ist die Zahl der Überschreitungstage pro Kalenderjahr, gemittelt über 3 Jahre. Das Jahr 2010 ist das erste Jahr, das zur Berechnung der Anzahl 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 (Mittlung 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 µg/m<sup>3</sup> (höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages) wurde eine Mittelung der Überschreitungstage für die Jahre 2009, 2010 und 2011 vorgenommen und in der Abbildung 3.4.1 dargestellt. Für die Mittelung wurden nur die 27 Messstationen des Luftmessnetzes herangezogen, die über die Jahre 2009 bis 2011 dauerhaft in Betrieb waren und für die Jahreskenngrößen berechnet werden konnten (siehe auch Kapitel 1.4). Die zulässige Anzahl von 25 Überschrei-



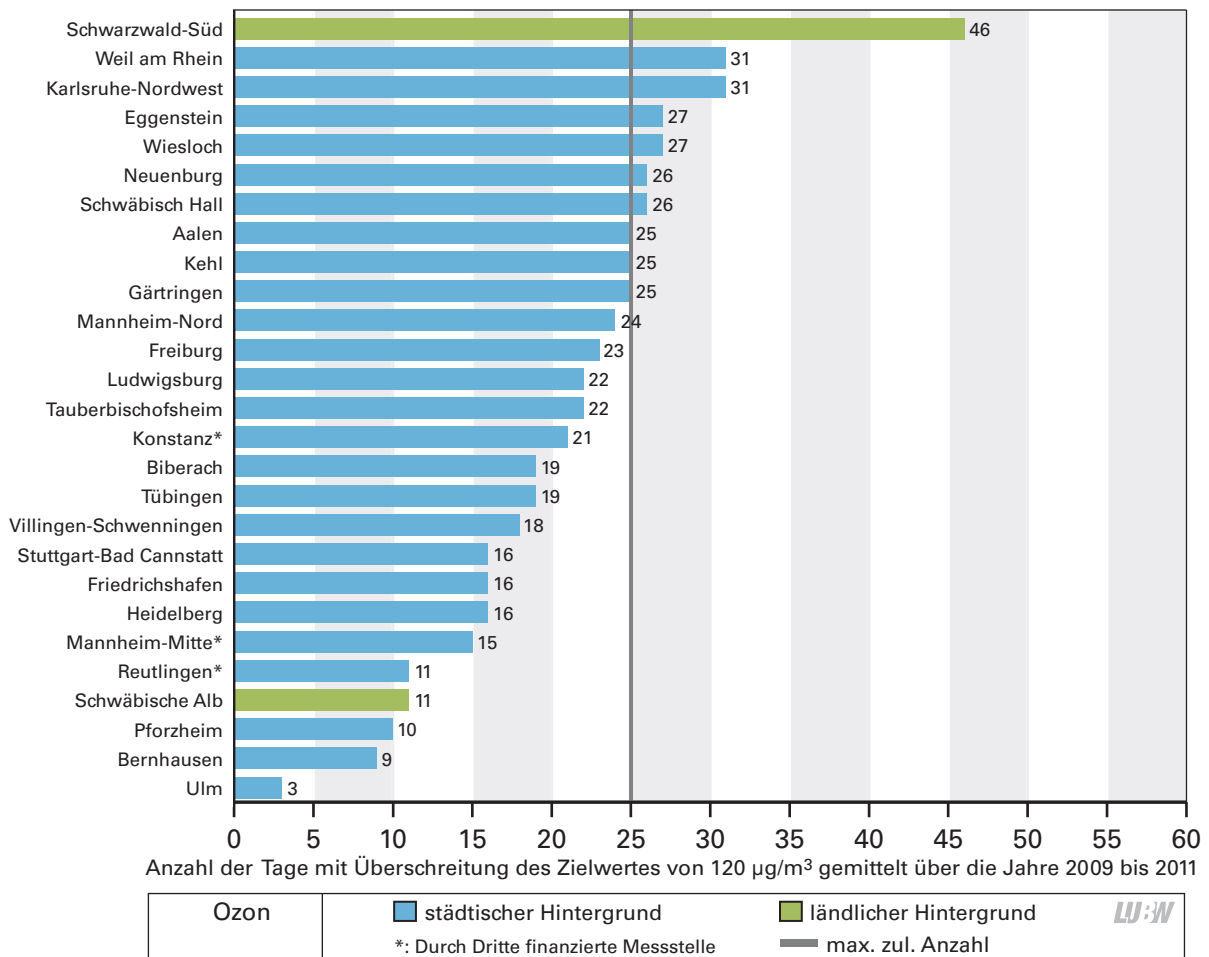


Abbildung 3.4-1: Anzahl der Tage mit Überschreitung (Mittelung über die Jahre 2009 bis 2011) des zukünftig einzuhaltenden Zielwertes von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages) für Ozon an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2011

tungen im Kalenderjahr für den Zielwert von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (höchster Achtstundenmittelwert eines Tages) wurde im Jahr 2011 an 7 Messstationen überschritten (siehe Abbildung 3.4-1).

Der Zielwert zum Schutz der Vegetation beträgt  $18.000 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{h}$  berechnet 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  $80 \mu\text{g}$  (=  $40 \text{ ppb}$ ) und  $80 \mu\text{g}$  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.

Zur Abschätzung der zukünftigen Einhaltung des Zielwertes von  $18.000 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{h}$  wurde eine Mittelung der AOT40-Werte für die Jahre 2007, 2008, 2009, 2010 und 2011 vorgenommen und in der Abbildung 3.4-2 dargestellt. Für die Mittelung wurden nur die 26 Messstationen des Luftmessnetzes herangezogen, die über die Jahre 2007 bis 2011 dauerhaft in Betrieb waren und für die Jahreskenngrößen berechnet werden konnten (siehe auch Kapitel 1.4). Der Zielwert von  $18.000 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{h}$  konnte im Jahr 2011 lediglich an 4 Messstationen nicht eingehalten werden (siehe Abbildung 3.4-2).

Die Informationsschwelle von  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Einstundenmittelwert) wurde im Jahr 2011 nur an den beiden Messstationen Karlsruhe-Nordwest und Kehl an jeweils einem Tag überschritten. Im Luftmessnetz wurde im Jahr 2011 an kei-

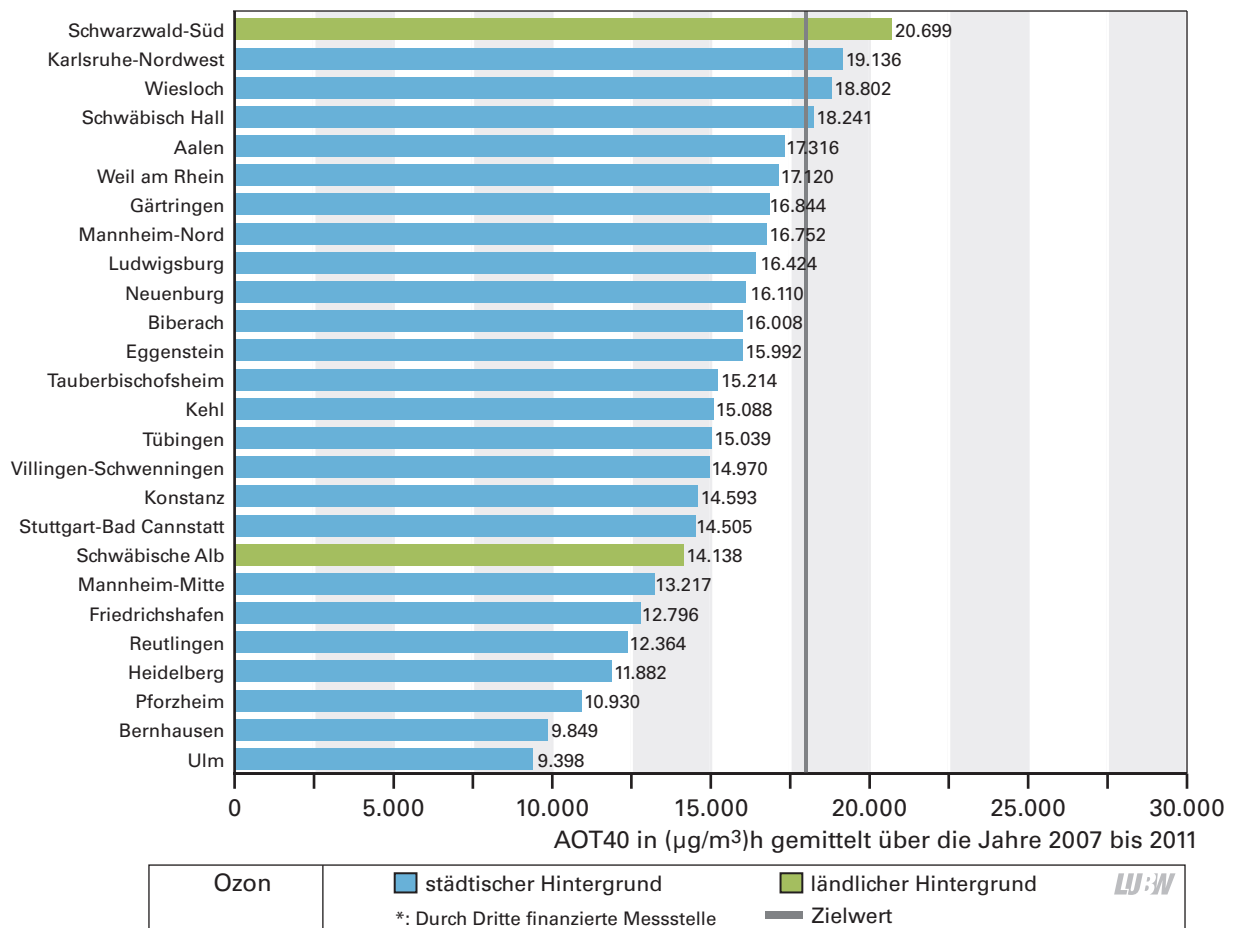


Abbildung 3.4.2: Ozonkonzentrationen berechnet als AOT40 in (µg/m³)h (Mittelung über die Jahre 2007 bis 2011) an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2011

ner der 31 Messstationen, an denen Ozon gemessen wurde, die Alarmschwelle von 240 µg/m³ (Einstundenmittelwert) erreicht.

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Ozon in den Tabellen 5.1-11 bis 5.1-13 aufgelistet.

### 3.5 Schwefeldioxid

Im Luftmessnetz wurde im Jahr 2011 an 10 Messstationen im städtischen Hintergrund und an 2 Messstationen im ländlichen Hintergrund Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) gemessen. Für alle 12 Messstationen konnten Jahreskenngrößen für SO<sub>2</sub> berechnet werden. Die Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 350 µg/m³ (Einstundenmittelwert) und 125 µg/m³ (Tagesmittelwert) sowie der kritische Wert zum Schutz der Ökosysteme von 20 µg/m³ (Jahresmittelwert) wurden im Jahr 2011 weit unterschritten (siehe Abbildungen 3.5-1 bis 3.5-3).

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Schwefeldioxid in der Tabelle 5.1-14 aufgelistet.

### 3.6 Kohlenmonoxid

Im Luftmessnetz wurde im Jahr 2011 an 4 Messstationen im städtischen Hintergrund und an 4 Verkehrsmessstationen Kohlenmonoxid (CO) gemessen. Für alle 8 Messstationen konnten Jahreskenngrößen für CO berechnet werden. Der Immissionsgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 10 mg/m³ (maximaler Achtstundenmittelwert pro Tag) wurde im Jahr 2011 weit unterschritten (siehe Abbildung 3.6-1).

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

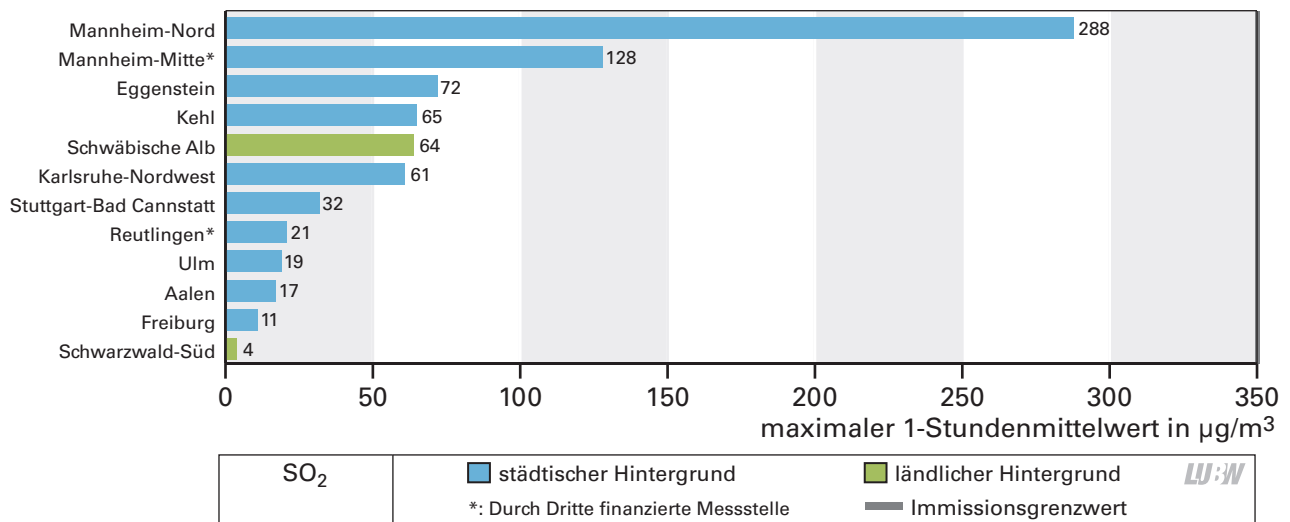


Abbildung 3.5-1: Maximale 1-Stundenmittelwerte der Schwefeldioxid-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2011

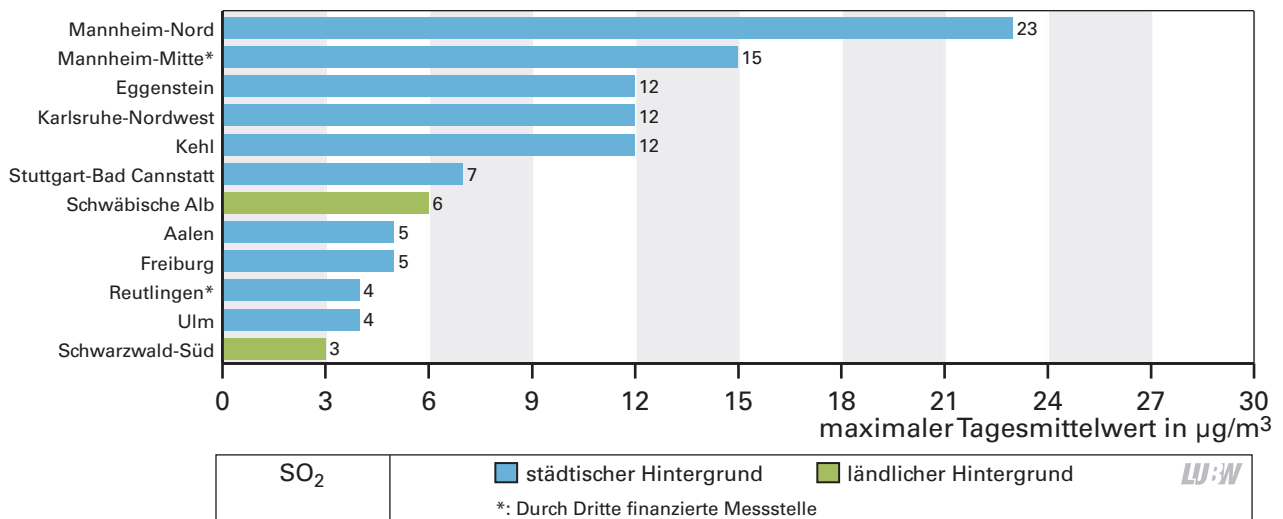


Abbildung 3.5-2: Maximale Tagesmittelwerte der Schwefeldioxid-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2011

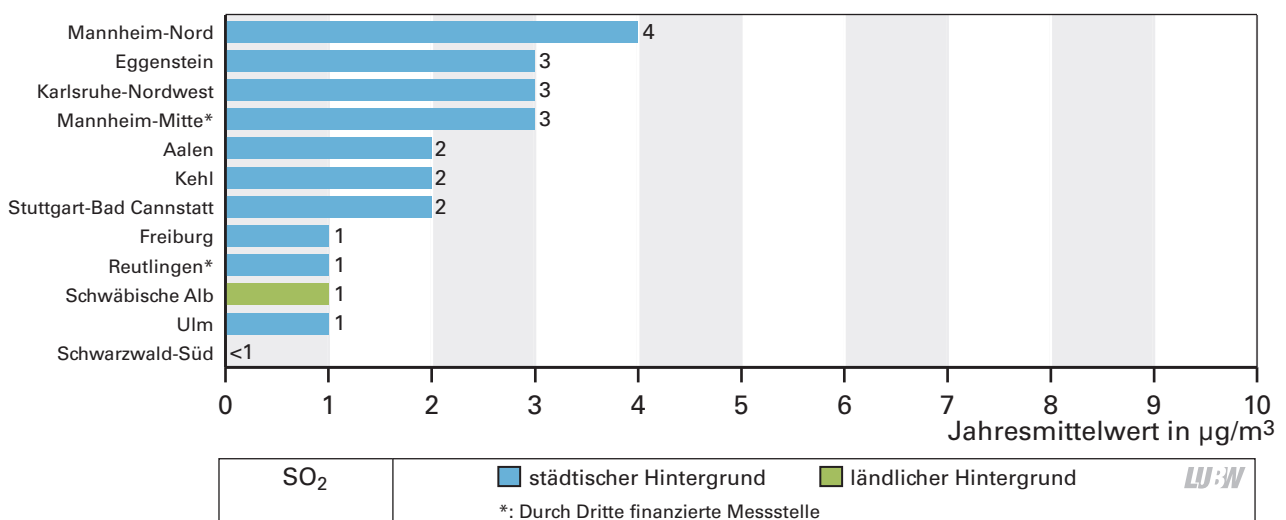


Abbildung 3.5-3: Jahresmittelwerte der Schwefeldioxid-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2011

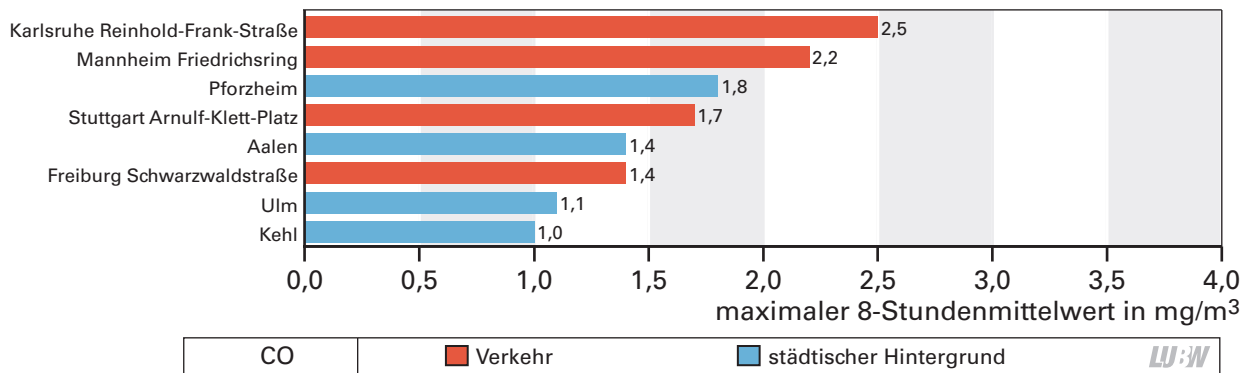


Abbildung 3.6-1: Maximale 8-Stundenmittelwerte der Kohlenmonoxid-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2011

### 3.7 Ammoniak

Im Jahr 2011 wurde an 19 Standorten die Ammoniakkonzentration gemessen. Für alle Standorte konnten Jahresmittelwerte für Ammoniak berechnet werden. Die Jahresmittelwerte lagen im Bereich von 1,5 bis 13,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die Höhe der Ammoniakkonzentration wird durch das Umfeld, das z. B. landwirtschaftlich, industriell oder städtisch geprägt ist, bestimmt (Abbildung 3.7-1). Die verkehrsgeprägten Standorte geben hingegen die Immissionsituation

in unmittelbarer Nähe der Emissionsquelle wieder (Abbildung 3.7-2).

Im Anhang sind die Jahresmittelwerte der Ammoniakkonzentrationen für das Jahr 2011 in der Tabelle 5.1-16 aufgelistet.

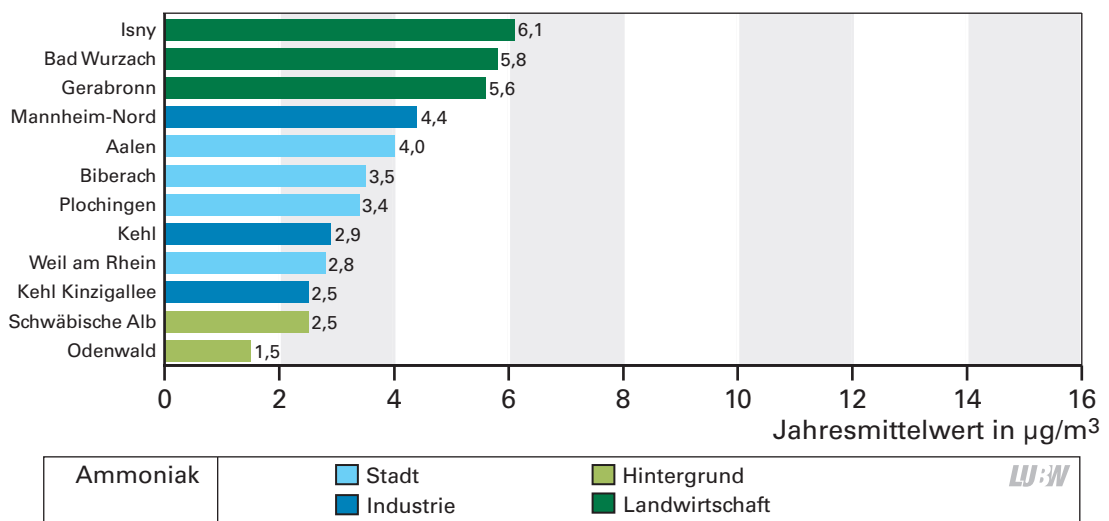


Abbildung 3.7-1: Jahresmittelwerte der Ammoniak-Konzentrationen an emittententfernen Standorten in Baden-Württemberg im Jahr 2011

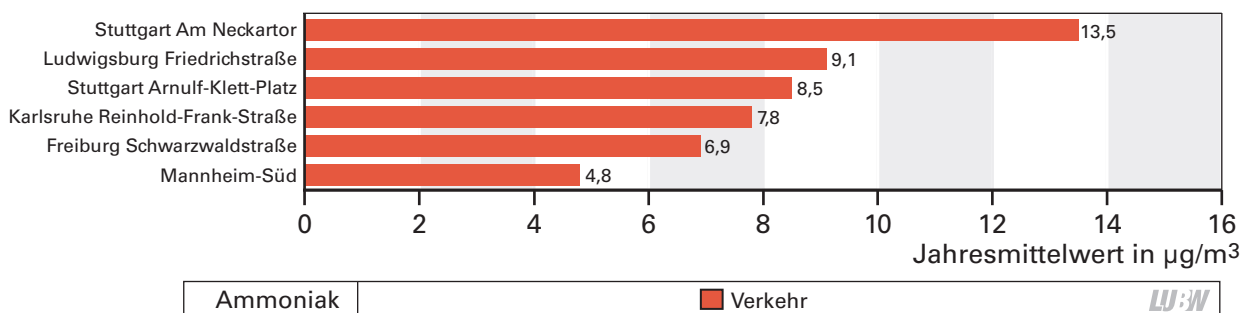


Abbildung 3.7-2: Jahresmittelwerte der Ammoniak-Konzentrationen an verkehrsgeprägten, emittentennahen Standorten in Baden-Württemberg im Jahr 2011

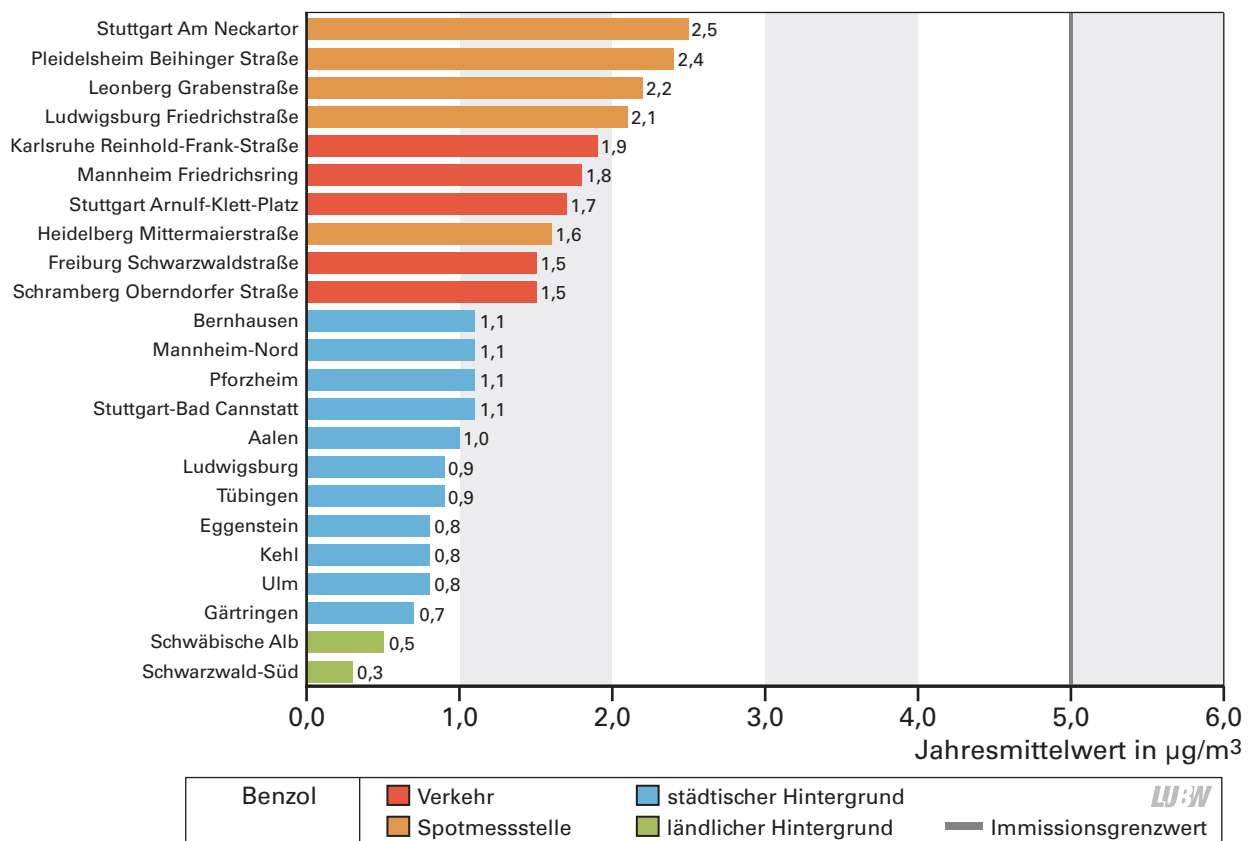


Abbildung 3.8-1: Jahresmittelwerte der Benzol-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes und an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2011

### 3.8 Benzol

Im Jahr 2011 wurde an 12 Messstationen im städtischen Hintergrund, an 2 Messstationen im ländlichen Hintergrund, an 5 Verkehrsmessstationen und an 5 Spotmessstellen Benzol gemessen. Für 23 Messstationen konnten Jahreskenngrößen für Benzol berechnet werden (siehe Kapitel 1.4). An allen Messstellen wurde der Immissionsgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 5 µg/m³ (Jahresmittelwert) eingehalten (siehe Abbildung 3.8-1).

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Benzol in den Tabellen 5.1-17 und 5.1-18 aufgelistet.

### 3.9 Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10

Im Jahr 2011 wurde an 7 Messstationen im städtischen Hintergrund, an 2 Messstationen im ländlichen Hintergrund, an 8 Verkehrsmessstationen und an 8 Spotmessstellen Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10 gemessen. Für 23 Messstationen konnten Jahreskenngrößen für Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10 berechnet werden (Kapitel 1.4). An den Spotmessstellen Tübingen Jesinger Hauptstraße und

Urbach Hauptstraße konnte der Zielwert von 1 ng/m³ (Jahresmittelwert) nicht eingehalten werden (Abbildung 3.9-1).

Der Luftschadstoff Benzo(a)pyren wird nicht nur durch den Verkehr verursacht, sondern auch durch das Verbrennen von Holz oder Kohle. Aus diesem Grund treten hohe Benzo(a)pyren-Konzentrationen vor allem im Umfeld von Holz- und Kohlefeuerungen auf [LUBW, 2010-1].

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Benzo(a)pyren in den Tabellen 5.1-19 und 5.1-20 aufgelistet.

### 3.10 Schwermetalle in der Partikelfraktion PM10

Im Jahr 2011 wurden Schwermetalle in der Partikelfraktion PM10 an 11 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 2011 dargestellt. Die Zielwerte für Arsen, Kadmium und Nickel sowie der Immissionsgrenzwert für Blei wurden an allen 12 Messstationen weit unterschritten (siehe Tabelle 3.10-1). Im An-

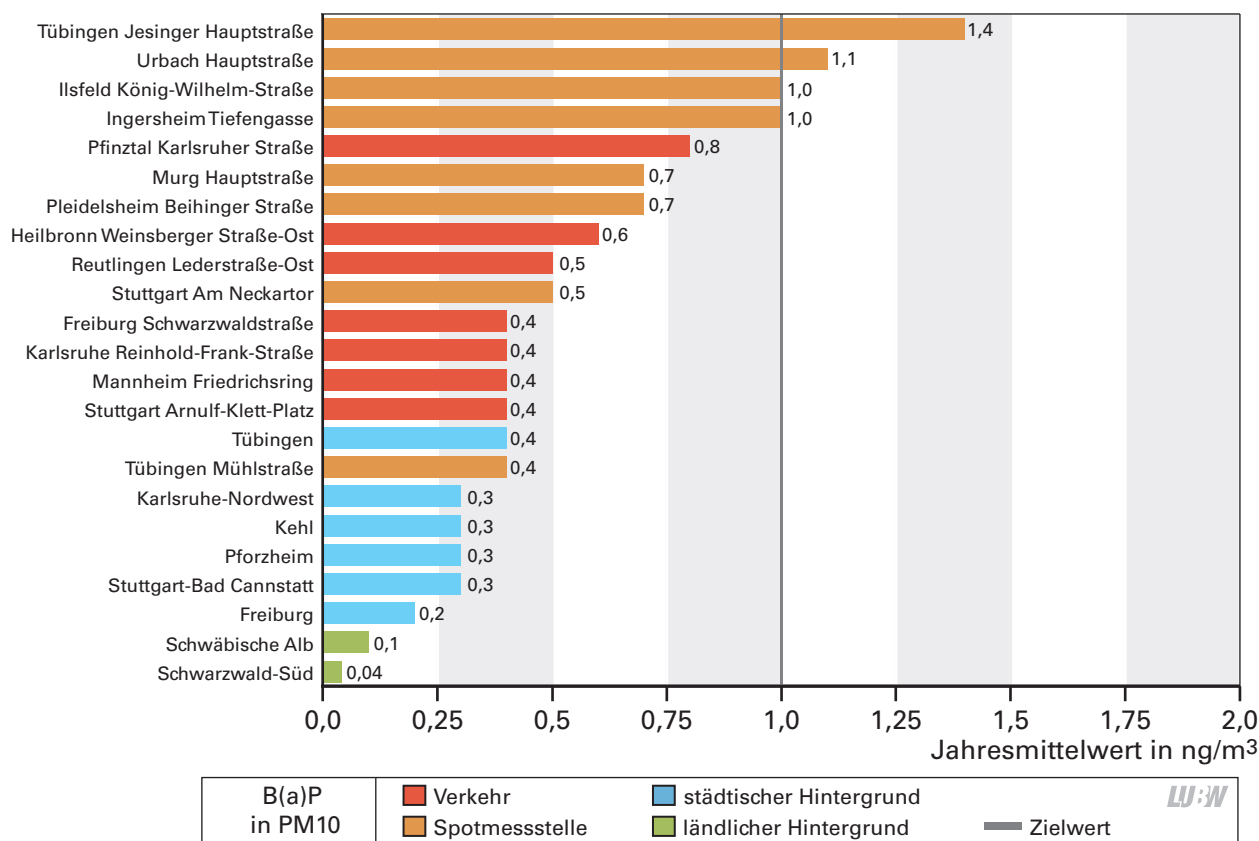


Abbildung 3.9-1: Jahresmittelwerte von Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10 an den Messstationen des Luftmessnetzes und an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2011

Tabelle 3.10-1: Spannweiten der Jahresmittelwerte der Schwermetalle in der Partikelfraktion PM10 an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2011

Schwermetalle in der PM10-Fraktion	Spannweiten der Jahresmittelwerte in ng/m³	Zielwert-/Immissionsgrenzwert in ng/m³
Arsen	0,4 bis 1	6
Blei	4,6 bis 12,8	500 (= 0,5 µg)
Kadmium	0,1 bis 0,2	5
Nickel	0,8 bis 6,4	20

LUBW

hang sind die Jahresmittelwerte für die einzelnen Schwermetalle für das Jahr 2011 in der Tabelle 5.1-21 aufgelistet.

### 3.11 Ruß

Im Jahr 2011 wurde an 9 Messstationen im städtischen Hintergrund, an einer Messstation im ländlichen Hintergrund, an 8 Verkehrsmessstationen und an 7 Spotmessstellen Ruß messtechnisch erfasst (Abbildung 3.11-1). Für 24 Messstationen konnten Jahreskenngrößen für Ruß berechnet werden (Kapitel 1.4). Die höchsten Jahresmittelwerte traten erwartungsgemäß an den verkehrsnahen Messstationen auf. Für Ruß besteht derzeit kein rechtlich verbindlicher Ziel- oder Grenzwert. Die 23. Verordnung zur Durchfüh-

rung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (23. BImSchV aufgehoben im Juli 2004) enthielt einen Maßnahmenwert von 8 µg/m³ für das Jahresmittel.

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

### 3.12 Schadstoffdepositionen

#### 3.12.1 Staubbiederschlag

An insgesamt 24 Standorten, die städtisch, industriell, ländlich oder Natur nah geprägt sind, wurden über Bergerhoff-Gefäße die Staubbiederschläge gemessen. Für 23 Messstationen konnten Jahreskenngrößen berechnet werden (Kapitel 1.4). Für

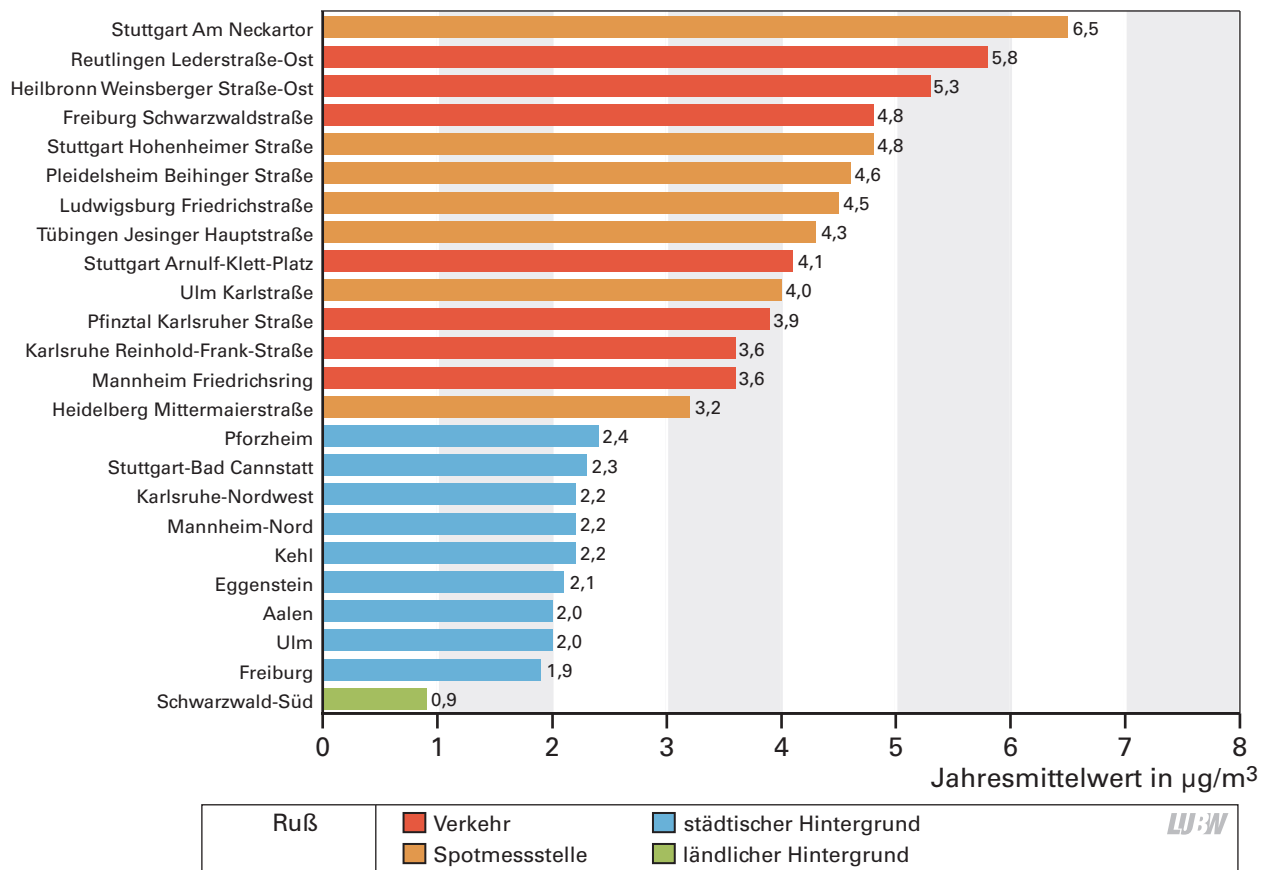


Abbildung 3.11-1: Jahresmittelwerte der Ruß-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes und an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2011

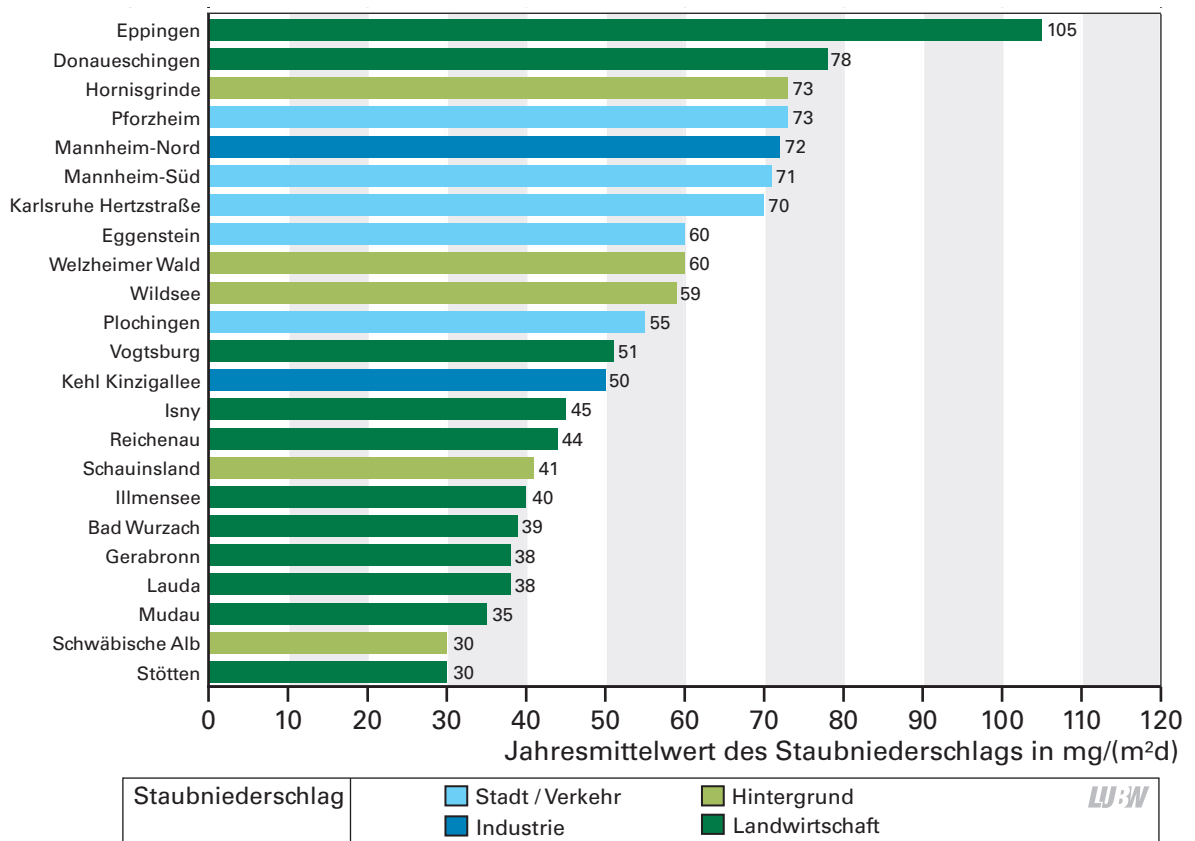


Abbildung 3.12-1: Jahresmittelwerte des Staubniederschlags an den Standorten des Depositionsmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2011

2011 lagen die Jahresmittelwerte zwischen 30 und 105 mg/(m<sup>2</sup>d) und damit deutlich unterhalb des Immissionswertes von 350 mg/(m<sup>2</sup>d) (siehe Abbildung 3.12-1).

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

### 3.12.2 Schwermetalle im Staubbiederschlag

Im Staubbiederschlag wurden 2011 die Schwermetalle Antimon, Arsen, Blei, Kadmium und Nickel an 10 Standorten des Depositionsmessnetzes mittels Bergerhoff-Gefäßen bestimmt. Für 9 Messstationen konnten Jahreskenngrößen berechnet werden (Kapitel 1.4). An 6 Standorten wurden über Trichter-Flasche-Sammler die Quecksilbereinträge erfasst. Dabei sind für die gemessenen Schwermetalle die Spannweiten in Abbildung 3.12-2 dargestellt. Die Jahresmittelwerte liegen für alle Schwermetalldepositionen weit unterhalb der entsprechenden Immissionswerte. Die Jahresmittelwerte der gemessenen Schwermetalldepositionen an den 6 bzw. 9 Standorten sind im Anhang in der Tabelle 5.1-25 aufgeführt.

### 3.12.3 Stickstoff- und Schwefeleinträge

Die Nitrat- und Sulfateinträge wurden 2011 an 19 Standorten über Bergerhoff-Gefäße bestimmt. Weiterhin wurden an 6 Standorten die Chlorid-, Ammonium-, Nitrat- und Sulfateinträge über Trichter-Flasche-Sammler ermittelt. Die Schadstoffeinträge unterliegen großen Schwankungen, die sowohl standorts- als auch witterungsbedingt begründet sind.

Die Spannweiten der Jahresmittelwerte sind in der Abbildung 3.12-3 dargestellt. Die einzelnen Jahresmittelwerte von 2011 an den 19 Standorten sind im Anhang in der Tabelle 5.1-26 aufgeführt.

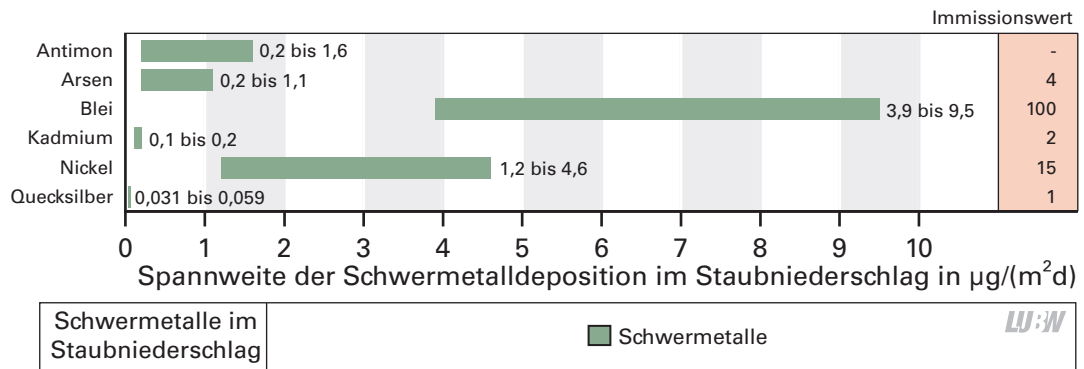


Abbildung 3.12-2: Spannweiten der Jahresmittelwerte der Schwermetalleinträge von Antimon, Arsen, Blei, Kadmium, Nickel und Quecksilber im Staubbiederschlag an Standorten des Depositionsmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2011

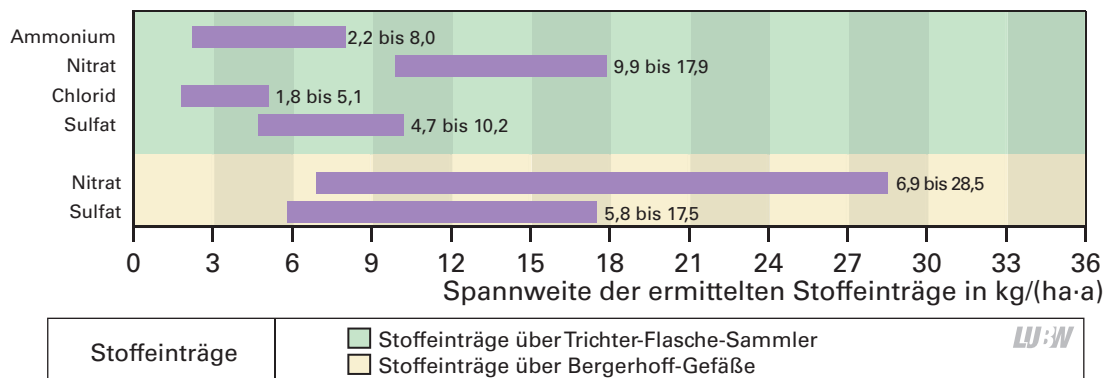


Abbildung 3.12-3: Spannweiten der Jahresmittelwerte für Chlorid-, Ammonium-, Nitrat- und Sulfateinträge an Standorten des Depositionsmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2011



# 4 Beurteilung der Luftqualität in Baden-Württemberg 2011

## 4.1 Meteorologie

Die Jahresmitteltemperaturen lagen 2011 in Baden-Württemberg über den langjährigen Durchschnittswerten. Die Niederschlagsmengen waren landesweit unter dem Soll, so dass es zu trocken war. Die Sonnenscheindauer lag 2011 in Baden-Württemberg über den langjährigen durchschnittlichen Werten (Tabelle 4.1-1).

Zu warm waren 2011 in Baden-Württemberg insgesamt 10 Monate. Dabei waren die Abweichungen von den langjährigen Durchschnittswerten im April am höchsten. Hohe Abweichungen gab es auch in den Monaten Februar, November und Dezember, wobei es im Monat November aufgrund einer langanhaltenden Inversionswetterlage in den hoch gelegenen Bereichen deutlich zu warm war. Landesweit zu kalt fiel nur der Monat Juli aus. Im Oktober wur-

Tabelle 4.1-1: Meteorologische monatliche Kenngrößen und Abweichung der Monatsmittelwerte vom langjährigen Mittel (1961 bis 1990) im Jahr 2011 für Stuttgart und Rheinstetten (Quelle: Deutscher Wetterdienst; LUBW)

Meteorologische monatliche Kenngrößen und Abweichung der Monatswerte vom langjährigen Mittel (1961-1990) (Windgeschwindigkeiten im Mittel über alle Stationen des landesweiten Messnetzes)												
	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
<b>Temperatur in C</b>												
Rheinstetten 2011	2,7	3,8	7,5	13,1	16,2	18,7	17,7	19,8	16,9	10,4	5,5	5,7
Abweichung in Grad	1,8	1,7	1,8	3,6	2,4	1,7	-1,4	1,3	1,9	0,4	0,6	3,8
Stuttgart 2011	2,0	3,2	7,3	13,3	15,8	17,7	17,2	19,8	17,2	10,6	5,4	4,9
Abweichung in Grad	1,5	1,3	2,0	4,4	2,5	1,3	-1,2	1,9	2,5	0,6	0,7	3,4
<b>Niederschlag in mm</b>												
Rheinstetten 2011	60	21	17	22	29	70	86	89	29	41	2	164
Anteil am langjährigen Durchschnitt in %	98	34	30	33	32	78	112	113	46	64	3	225
Stuttgart 2011	44	11	24	19	55	118	82	72	42	39	0	94
Anteil am langjährigen Durchschnitt in %	116	31	62	35	65	127	130	95	79	95	0	229
<b>Sonnenscheindauer in Stunden</b>												
Rheinstetten 2011	51	65	201	280	314	196	205	241	213	160	68	30
Anteil am langjährigen Durchschnitt in %	134	96	176	181	155	92	86	109	127	152	136	81
Stuttgart 2011	56	75	192	273	293	185	189	235	223	174	135	29
Anteil am langjährigen Durchschnitt in %	93	94	155	177	148	88	79	110	134	143	190	53
<b>Windgeschwindigkeiten in m/s</b>												
Mittlere Windgeschwindigkeit in m/s	1,9	1,7	1,9	1,7	1,8	1,9	1,8	1,7	1,7	1,8	1,4	2,6
Windstillen in %	4,8	5,6	6,1	5,9	5,0	3,6	4,3	5,3	6,9	6,8	8,4	2,5
Überschreitungshäufigkeit von 1,5 m/s in %	48,2	53,2	46,0	49,6	48,6	45,2	46,0	49,5	53,9	50,3	61,3	30,7
Überschreitungshäufigkeit von 3,0 m/s in %	84,4	87,1	82,0	87,3	86,5	84,2	85,7	87,1	87,9	86,1	93,1	68,9

den je nach Gebiet nur geringfügige positive bzw. negative Abweichungen von den langjährigen Monatsmittelwerten verzeichnet.

Die monatlichen Niederschlagsmengen lagen in den Monaten Februar, März, April, Mai, September und November landesweit unter den langjährig durchschnittlichen Werten. Dabei war der Monat November am trockensten; gebietsweise fiel in diesem Monat kein Niederschlag. Der Monat Oktober war überwiegend zu trocken. In den Monaten Juli und Dezember waren die Niederschlagsmengen landesweit überdurchschnittlich. Im Monat Juli fiel mengenmäßig der meiste Niederschlag. Im Monat Dezember waren die Abweichungen prozentual am höchsten.

Die Sonnenscheindauer lag in den Monaten März, April, Mai, September und Oktober landesweit über den langjährig durchschnittlichen Werten. Im Monat November war die Sonnenscheindauer überwiegend überdurchschnittlich. Dagegen war in den Monaten Juni und Juli die Sonnenscheindauer landesweit unterdurchschnittlich.

Zeiträume mit ungünstigen Austauschbedingungen (niedrige Windgeschwindigkeit, niedrige Mischungsschichthöhe, anhaltende Inversion) lagen Ende Januar / Anfang Februar, in der dritten Februarwoche sowie von Ende Oktober bis Ende November vor. Ansonsten waren die Phasen mit eingeschränkten Austauschbedingungen nur von kurzer Dauer, so dass es nicht zu einer größeren Ansammlung von Luftschadstoffen in der Atmosphäre kam.

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

## **4.2 Luftqualität in Baden-Württemberg im Jahr 2011 im Vergleich zu 2010**

Die Luftqualität in Baden-Württemberg im Jahr 2011 konnte sich im Vergleich zu 2010 deutlich verbessern. Bei allen relevanten Luftschadstoffen wurden im Mittel geringere Schadstoffbelastungen gemessen. Die verbesserte Luftqualität lässt sich vor allem auf Grund der Meteorologie im Jahr 2011 erklären, die weniger Inversionswetterlagen und somit bessere Austauschbedingungen für Luftschadstoffe im Vergleich zu 2010 aufwies (siehe Kapitel 4.1).

Die deutlich verbesserte Luftqualität im Jahr 2011 im Vergleich zu 2010 wird nachfolgend an Hand der Luftschadstoffe Stickstoffdioxid, Partikel PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> sowie Ozon näher erläutert.

Die Stickstoffdioxid-Konzentrationen sind im Jahr 2011 im Vergleich zu 2010 an den meisten Messstandorten unabhängig von der Standortkategorie (Spot, Verkehr, städtischer und ländlicher Hintergrund) deutlich zurückgegangen (siehe Abbildung 4.2-1). Gegen den allgemeinen Trend nahmen die Stickstoffdioxid-Konzentrationen an den Messstandorten in Pleidelsheim Beihinger Straße, Mannheim Friedrichsring, Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße, Ludwigsburg, Biberach und Stuttgart-Bad Cannstatt im Jahr 2011 zu. Die Zunahmen in Pleidelsheim Beihinger Straße und in Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße sind mit einem erhöhten Verkehrsaufkommen (DTV) von rund 9 % bzw. 3% in 2011 gegenüber 2010 erklärbar. An den anderen Messstandorten liegen der LUBW keine Informationen über das Verkehrsaufkommen vor. Allerdings ist zu vermuten, dass auch an diesen Messstandorten lokale Effekte (z. B. Baustellentätigkeiten, geänderte Verkehrsführung usw.) für die Zunahme der Stickstoffdioxidbelastung verantwortlich sind.

Die Partikel PM<sub>10</sub>-Konzentrationen sind im Jahr 2011 im Vergleich zu 2010 an den meisten Messstandorten unabhängig von der Standortkategorie (Spot, Verkehr, städtischer und ländlicher Hintergrund) deutlich zurückgegangen (siehe Abbildung 4.2-2). Lediglich an den Messstandorten Tübingen Mühlstraße und Biberach sind gegen den allgemeinen Trend Zunahmen an Partikel PM<sub>10</sub>-Konzentrationen zu verzeichnen. An der Spotmessstelle Tübingen Mühlstraße haben vermutlich Baumaßnahmen zu einer Erhöhung des Jahresmittelwertes 2011 im Vergleich zu 2010 geführt. Da die Stickstoffdioxid-Konzentration rückläufig ist, kann man zudem davon ausgehen, dass die Ursache für die Erhöhung der Partikel PM<sub>10</sub>-Konzentration nicht im Verkehr zu suchen ist. In Biberach befand sich von Juni bis Oktober 2011 eine Baustelle in unmittelbarer Nähe der Station. Dieser lokale Effekt bewirkte vermutlich eine Erhöhung der Partikel PM<sub>10</sub>-Konzentration für das Jahr 2011 im Vergleich zum Jahr 2010.

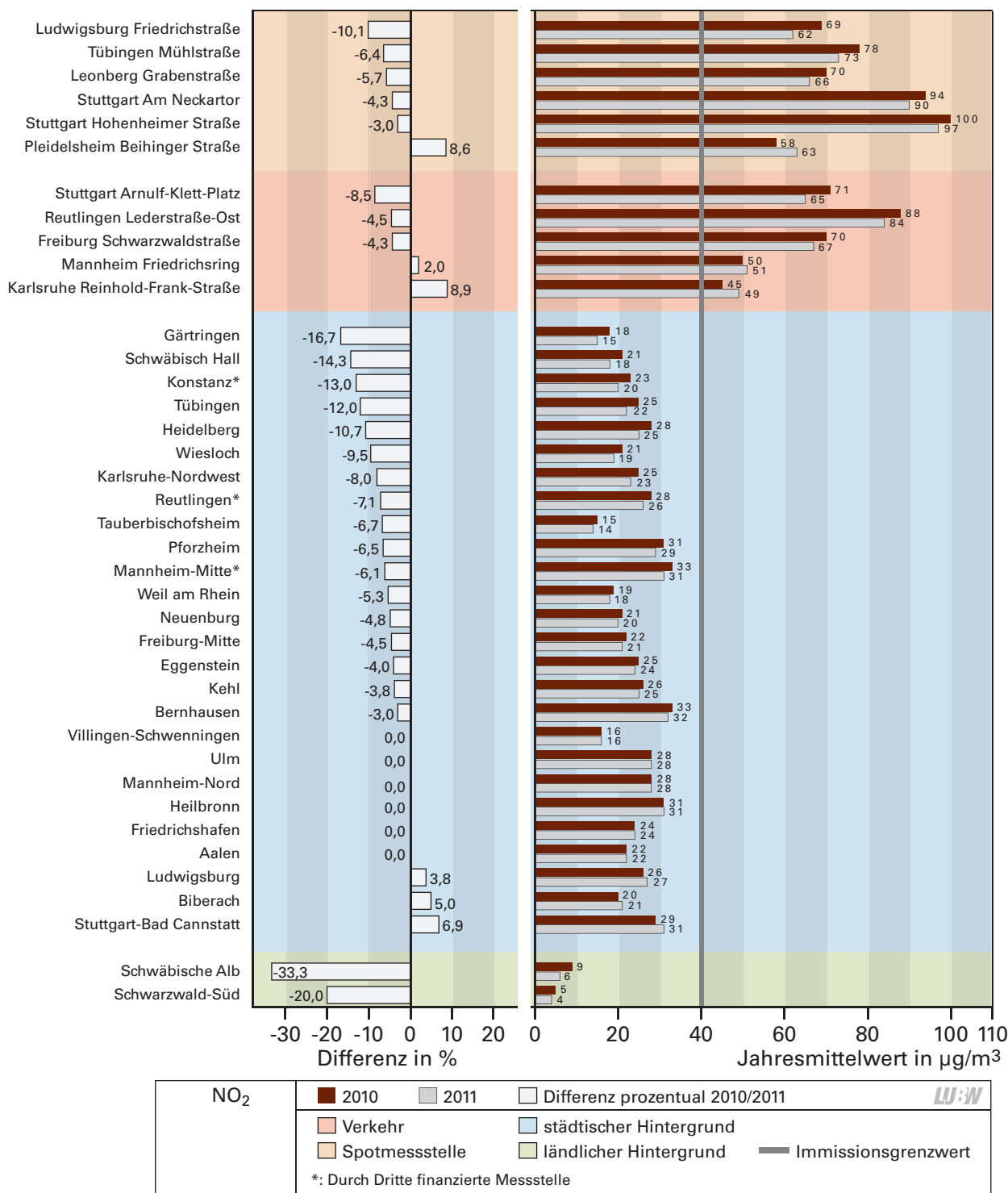


Abbildung 4.2-1: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Konzentrationen der Jahre 2010 und 2011 für die Standortkategorien Spotmessstellen, Verkehrsmessstationen, städtische und ländliche Hintergrundmessstationen sowie deren Zu-/Abnahme 2010/2011 in Prozent

Die Partikel PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen sind im Jahr 2011 im Vergleich zu 2010 an fast allen Messstandorten unabhängig von der Standortkategorie (Spot, Verkehr, städtischer und ländlicher Hintergrund) rückläufig (siehe Abbildung 4.2-3). Die Messstandorte Stuttgart-Bad Cannstatt und Schwarzwald-Süd blieben auf dem Niveau des Vorjahres. Zunahmen an PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen im Jahr 2011 im Vergleich zu 2010 sind keine festzustellen.

Während der Sommermonate 2011 traten keine ausgeprägten Hochdruckwetterlagen auf, so dass die Ozonbelastung im Gegensatz zu 2010 deutlich geringer ausfiel. Die Informationsschwelle von 180 µg/m<sup>3</sup> wurde in Baden-Württemberg im Jahr 2011 nur 4 Mal überschritten, was die geringste Überschreitungshäufigkeit der letzten Jahre bedeutet (siehe auch Kapitel 1.5, Tabelle 1.5-2). Die relativ geringe Ozonbelastung wird auch durch den Vergleich der Über-

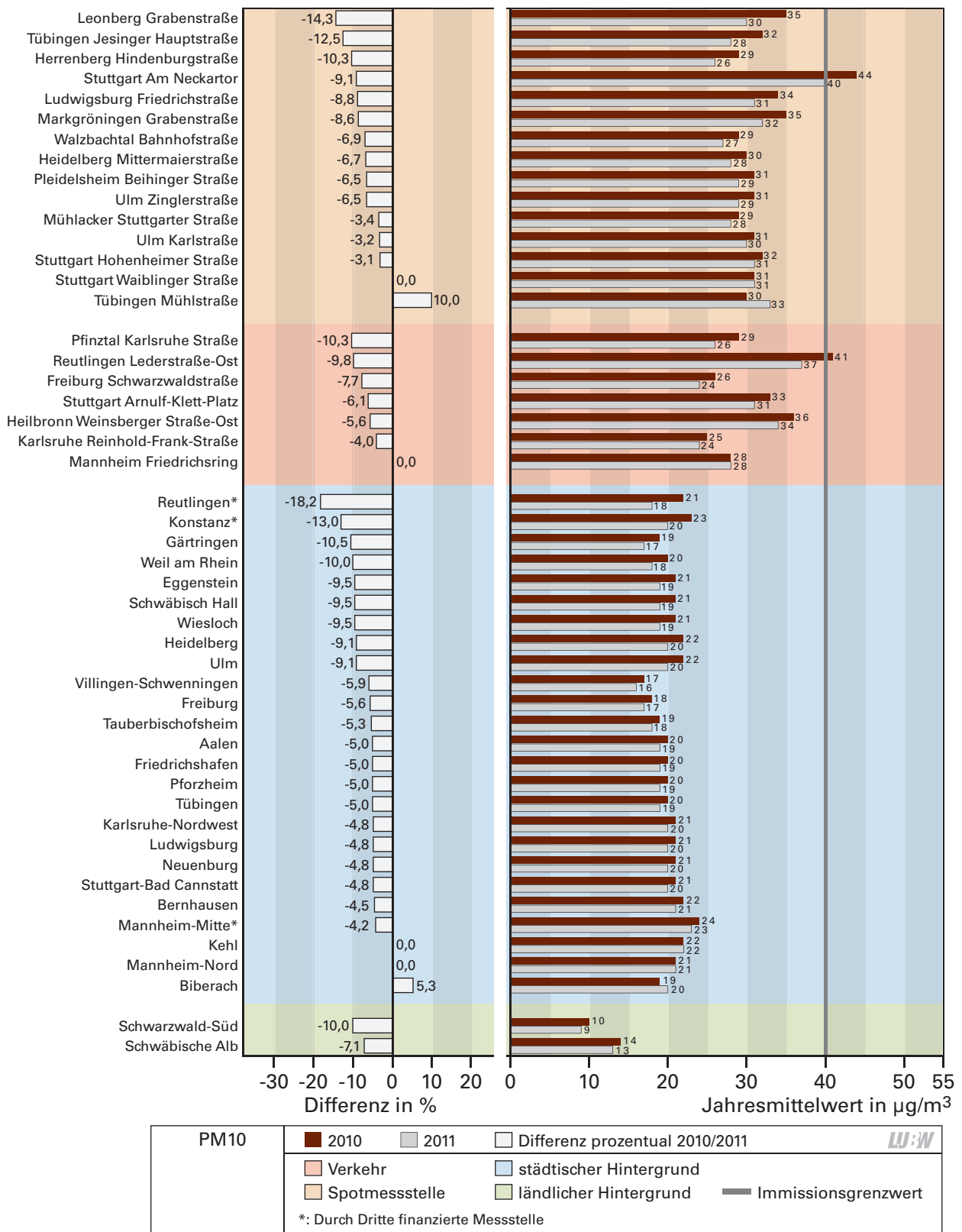


Abbildung 4.2-2: Jahresmittelwerte der Partikel PM10-Konzentrationen der Jahre 2010 und 2011 für die Standortkategorien Spotmessstellen, Verkehrsmessstationen, städtische und ländliche Hintergrundmessstationen sowie deren Zu-/Abnahme 2010/2011 in Prozent

schreitungshäufigkeiten des Zielwertes für Ozon von 120 µg/m³ (höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages) der Jahre 2010 und 2011 für die Standortkategorien städtische und ländliche Hintergrundmessstationen deutlich (siehe Abbildung 4.2-4).

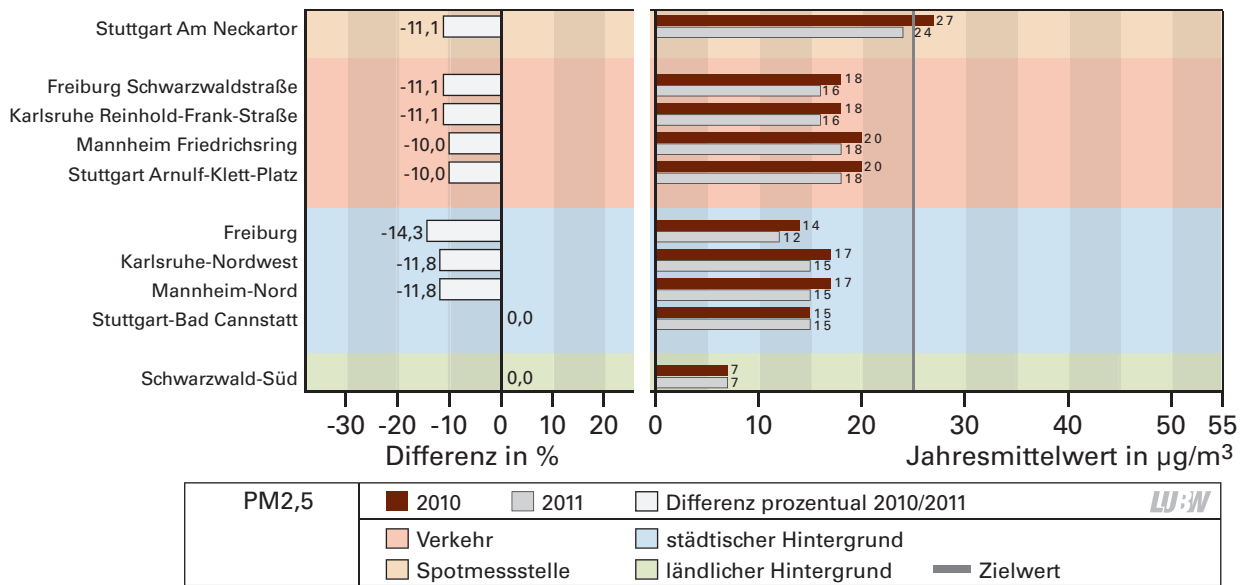


Abbildung 4.2-3: Jahresmittelwerte der Partikel PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen der Jahre 2010 und 2011 für die Standortkategorien Spotmessstellen, Verkehrsmessstationen, städtische und ländliche Hintergrundmessstationen sowie deren Zu-/Abnahme 2010/2011 in Prozent

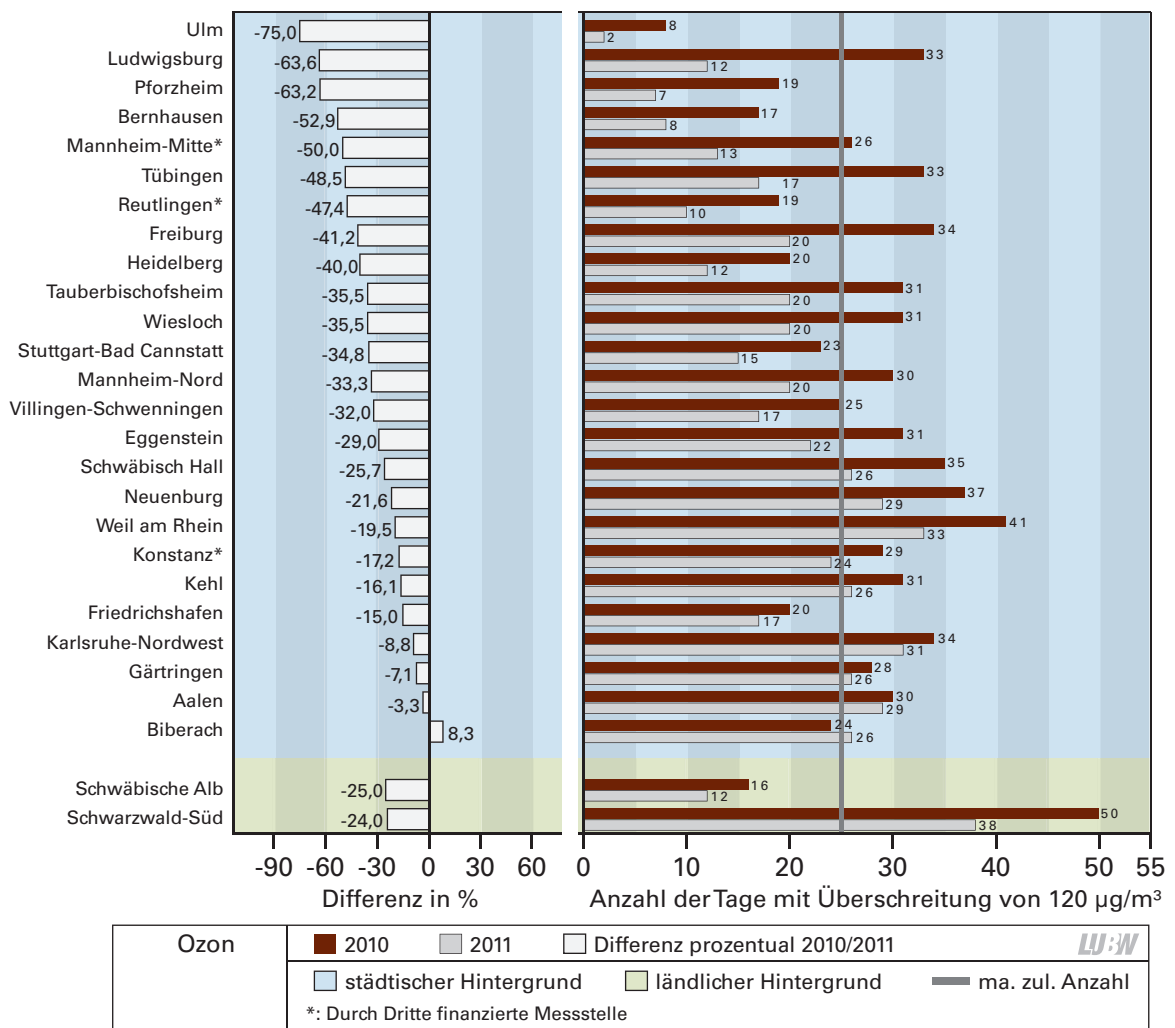


Abbildung 4.2-4: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Zielwertes von 120 µg/m³ (höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages) für Ozon der Jahre 2010 und 2011 für die Standortkategorien städtische und ländliche Hintergrundmessstationen sowie deren Zu-/Abnahme 2010/2011 in Prozent

## 4.3 Entwicklung der Luftqualität und der Schadstoffdepositionen in Baden-Württemberg

### 4.3.1 Luftqualität

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 für die 3 Kategorien Verkehrsmessstationen, Messstationen im städtischen und ländlichen Hintergrund aus den Messdaten der einzelnen Stationen (i. d. R. Jahresmittelwerte oder Überschreitungshäufigkeiten) für die jeweilige Kategorie arithmetische Mittelwerte gebildet. Es wurden nur die

Messstationen berücksichtigt, die über einen längeren Zeitraum ohne größere Unterbrechungen in Betrieb waren.

#### Verkehrsmessstationen

Es wurden folgende drei Messstationen berücksichtigt:

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

#### Messstationen im städtischen Hintergrund

In Abhängigkeit vom gemessenen Luftschadstoff werden unterschiedlich viele Messstationen der Kategorie zugeordnet (Tabelle 4.3-1).

Tabelle 4.3-1: Anzahl der Messstationen im städtischen Hintergrund zur Ermittlung der Immissionstrends

Messstation	Stickstoffdioxid	Partikel PM10	Ozon	Schwefeldioxid
Aalen	X	X	X	X
Bernhausen	X	X	X	
Biberach		X		
Eggenstein	X	X	X	X
Freiburg	X	X	X	X
Friedrichshafen	X	X	X	
Heidelberg	X	X	X	
Karlsruhe-Nordwest	X	X	X	X
Kehl	X	X	X	X
Konstanz*		X		
Ludwigsburg	X	X	X	
Mannheim-Mitte*	X	X	X	X
Mannheim-Nord	X	X	X	X
Neuenburg		X		
Reutlingen*	X	X	X	X
Schwäbisch Hall		X		
Stuttgart-Bad Cannstatt	X	X	X	
Tauberbischofsheim		X		
Ulm	X	X	X	X
Villingen-Schwenningen	X	X	X	
Weil am Rhein	X	X	X	
Wiesloch	X	X	X	
<b>Anzahl</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>9</b>

\*: Durch Dritte finanzierte Messstelle

### Messstationen im ländlichen Hintergrund

Für Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und Ozon wurde die Messstation Schwarzwald-Süd berücksichtigt. Für Partikel PM10 wurden die Messstationen Schwäbische Alb und Schwarzwald-Süd der Kategorie zugeordnet.

In der Abbildung 4.3.1-1 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) ein

leicht abnehmenden Trend bei der Immissionsbelastung. Erwartungsgemäß liegt die Immissionsbelastung des primär verkehrsbedingten Stickstoffdioxids an der ländlichen Hintergrundmessstation (Schwarzwald-Süd) seit den 90er Jahren auf sehr tiefem Niveau.

In der Abbildung 4.3.1-2 ist die Entwicklung der Luftqualität in Baden-Württemberg für Partikel PM10 seit 1999 dargestellt. Seit den letzten Jahren ist bei den Verkehrsmessstationen (Mittelwert aus 3 Messstationen) und den städtischen Hintergrundmessstationen (Mittelwert aus 22 Messstationen) ein leicht abnehmender Trend bei der Im-

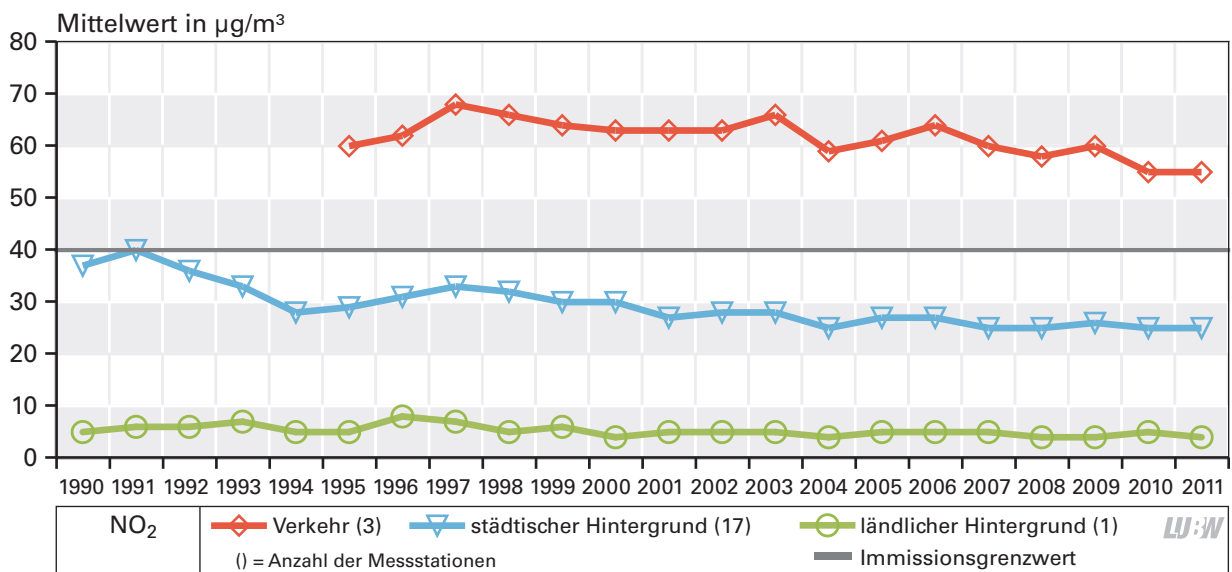


Abbildung 4.3.1-1: Entwicklung der Immissionsbelastung von Stickstoffdioxid seit 1990 in Baden-Württemberg (Mittelwert aus den Jahresmittelwerten in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

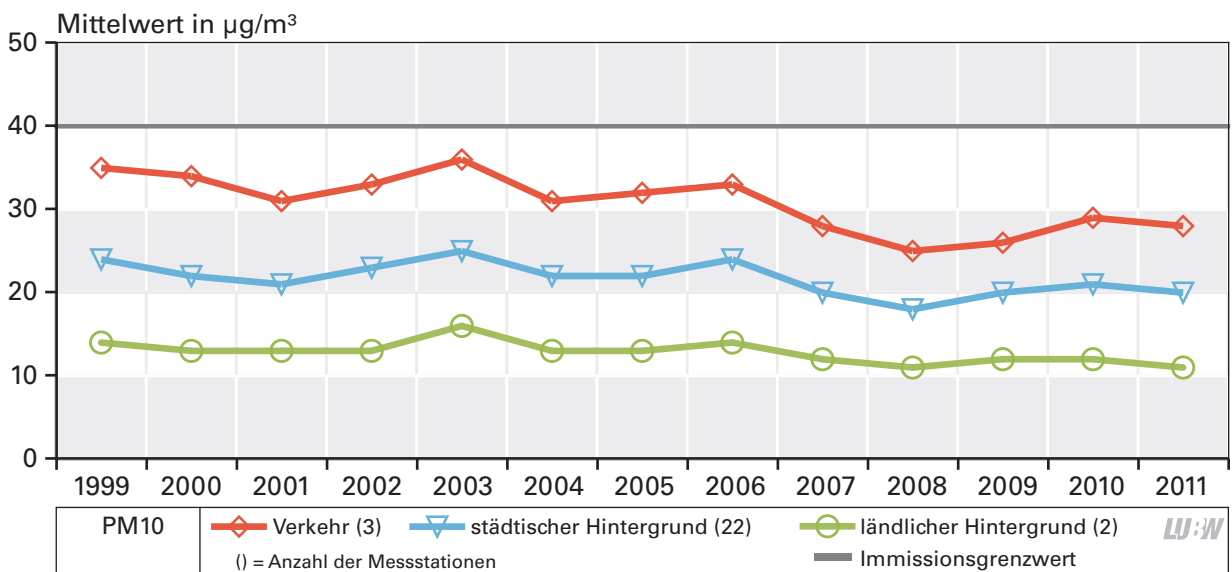


Abbildung 4.3.1-2: Entwicklung der Immissionsbelastung von Partikel PM10 seit 1999 in Baden-Württemberg (Mittelwert aus den Jahresmittelwerten in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

missionsbelastung festzustellen. Erwartungsgemäß liegt die Immissionsbelastung der primär verkehrsbedingten Partikel PM10 an den ländlichen Hintergrundmessstationen (Mittelwert aus 2 Messstationen) auf tiefem Niveau.

In der Abbildung 4.3.1-3 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.

In der Abbildung 4.3.1-4 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 Luftreinhaltepolitik bei der Reduktion der Schwefeldioxid-Emissionen vor allem bei den Kraftwerken und der Industrie wieder. Insbesondere bei den städtischen Hintergrundmessstationen (Mittelwert aus 9 Messstationen) ist eine deutliche Verbesserung der Luftqualität eingetreten.

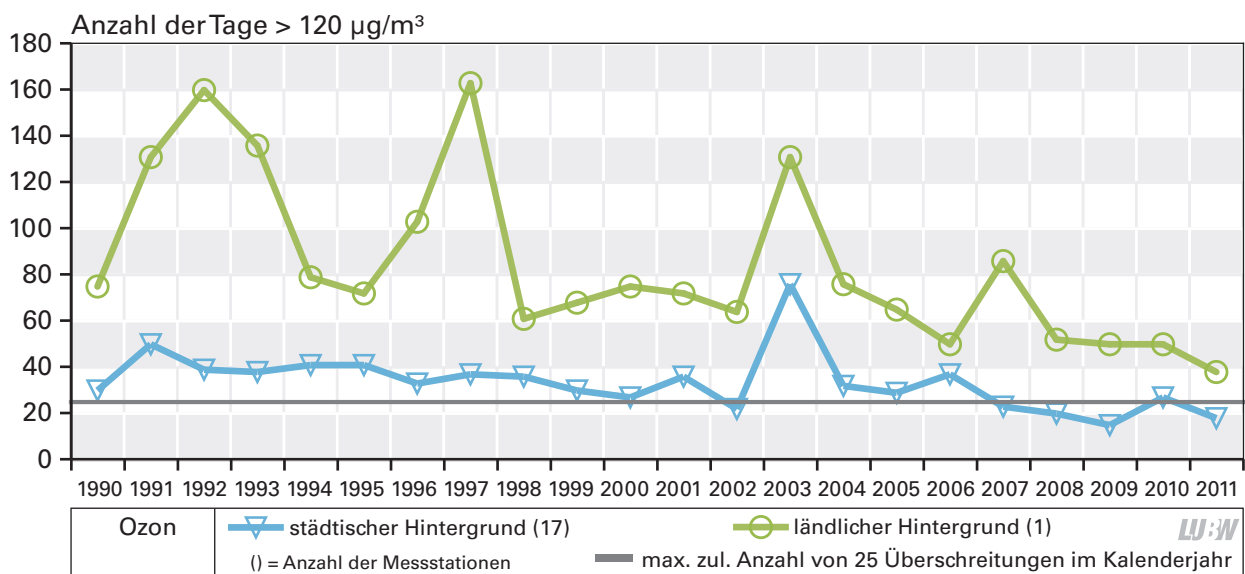


Abbildung 4.3.1-3: Entwicklung der Immissionsbelastung von Ozon seit 1990 in Baden-Württemberg (Mittelwert aus den Überschreitungshäufigkeiten)

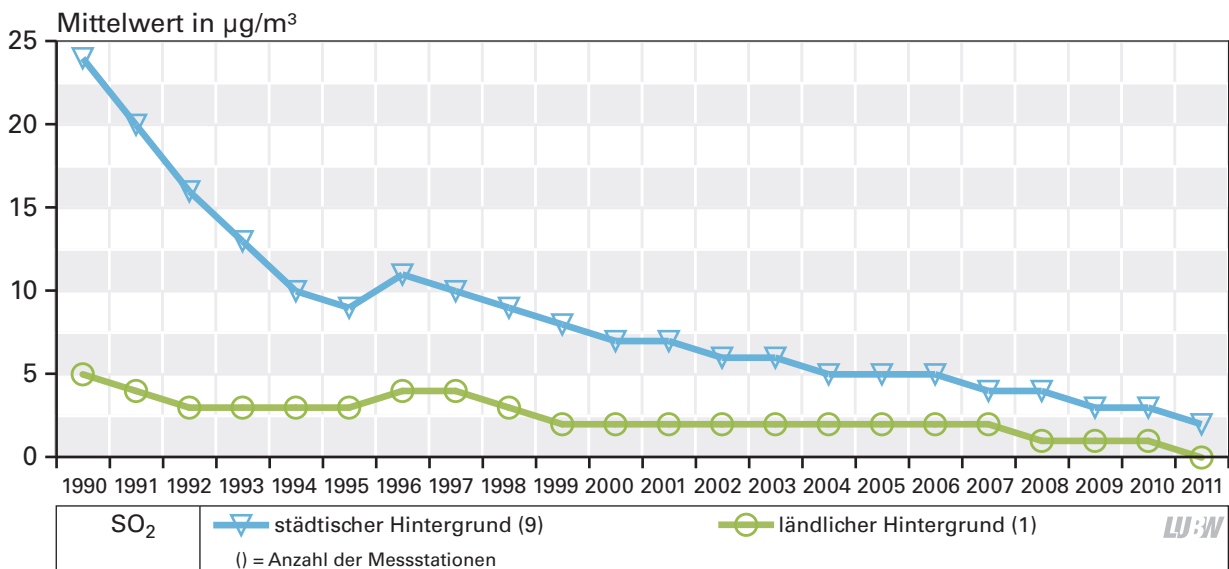


Abbildung 4.3.1-4: Entwicklung der Immissionsbelastung von Schwefeldioxid seit 1990 in Baden-Württemberg (Mittelwert aus den Jahresmittelwerten in µg/m<sup>3</sup>)



Aber auch an der ländlichen Hintergrundmessstation Schwarzwald-Süd ist ein deutlicher Rückgang der Immissionsbelastung feststellbar.

#### 4.3.2 Schadstoffdepositionen

In Baden-Württemberg werden seit 1992 die Staubniederschläge sowie die Sulfat- und Nitrateinträge mittels Bergerhoff-Gefäßen erfasst. Die einzelnen Standorte des Depositionsmessnetzes können folgenden Regionen zugeordnet werden:

- Städtischer Hintergrund
- Niederschlagsreiche Regionen (z. B. Oberschwaben, Schwarzwald)
- Niederschlagsarme Regionen (z. B. Bauland, Tauberland)

Zur Veranschaulichung des Depositionstrends wurde für jede der o. g. Regionen jeweils eine Messstation, die seit 1992 ohne größere Unterbrechung in Betrieb war, wie folgt ausgewählt:

- Mannheim-Nord (städtischer Hintergrund)
- Hornisgrinde (niederschlagsreiche Region)
- Mudau (niederschlagsarme Region)

Wie in Abbildung 4.3.2-1 erkennbar ist, nahmen die Staubniederschläge seit Beginn der Messungen ab. Im städtischen Hintergrund liegen aufgrund der Vielzahl verschiedener Emittenten die höchsten Staubniederschläge vor.

Die Abbildung 4.3.2-2 zeigt die Entwicklung der jährlichen Sulfateinträge. Die Sulfateinträge zeigen seit 1992 einen abnehmenden Trend. Gründe hierfür sind der Einbau von Rauchgasentschwefelungsanlagen bei Kraftwerken und der Einsatz von schwefelarmen Brennstoffen. Seit 2004 ist nur noch eine geringe Abnahme der Sulfateinträge erkennbar. Die höchsten Sulfateinträge verzeichnet der städtische Bereich, bedingt durch die Anzahl der Emittenten. Im Schwarzwald wird aufgrund der hohen Niederschläge, des Auskämmeffektes und des Ferntransports mehr Sulfat eingetragen als in den übrigen ländlichen Regionen.

Auch die Nitrateinträge nehmen seit 1992 kontinuierlich ab (Abbildung 4.3.2-3). Die höchsten Nitrateinträge sind im Schwarzwald zu verzeichnen und die geringsten im städtischen Bereich.

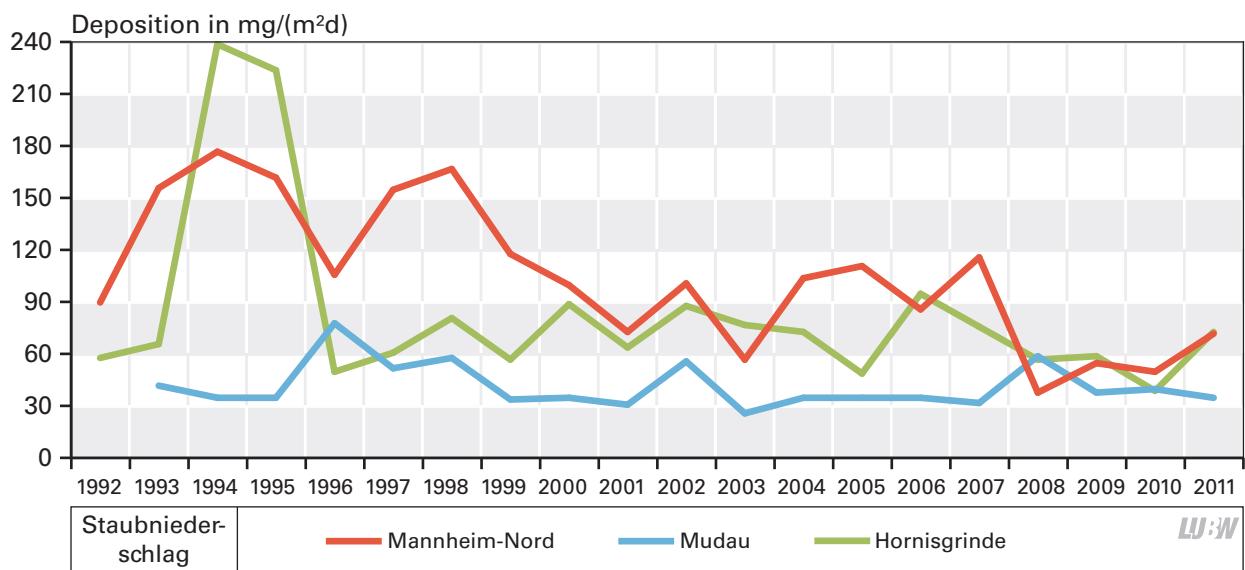


Abbildung 4.3.2-1: Entwicklung des Staubniederschlags seit 1992 in Baden-Württemberg (Mittelwert aus den Jahresmittelwerten in mg/(m²d))

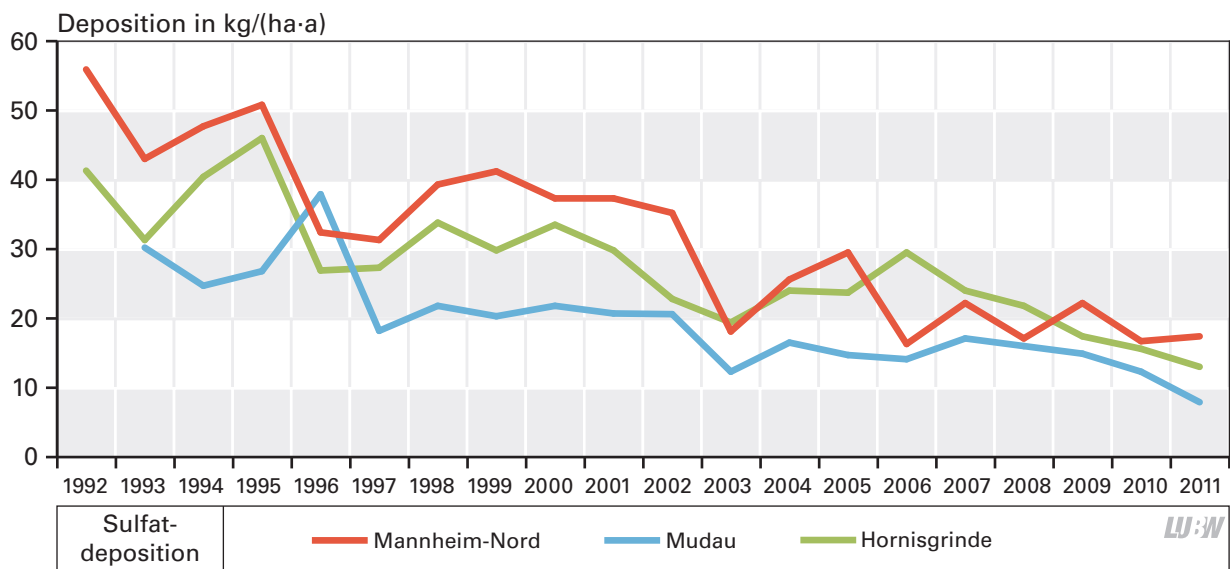


Abbildung 4.3.2-2: Entwicklung der Sulfateinträge seit 1992 in Baden-Württemberg (Jahresmittelwerte in kg/(ha·a))

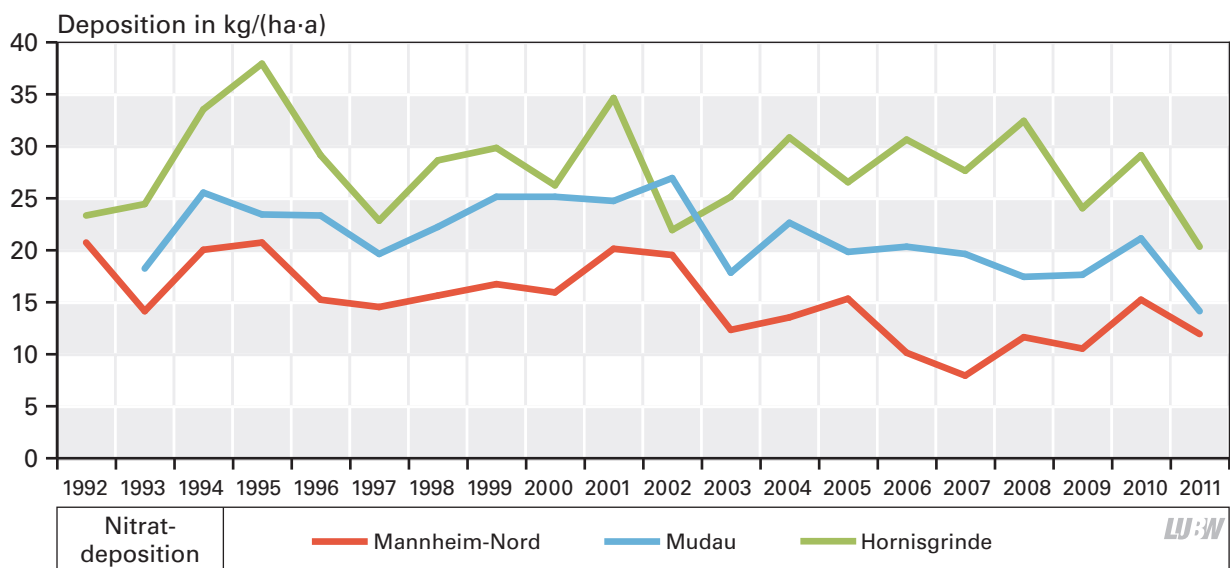


Abbildung 4.3.2-3: Entwicklung der Nitrateinträge seit 1992 in Baden-Württemberg (Jahresmittelwerte in kg/(ha·a))

#### 4.4 Jahrgang und Wochengang der Luftschadstoffe

Die Luftqualität ist nicht nur abhängig vom Ausmaß der anthropogenen Emissionen, sondern auch von der Meteorologie und somit auch von der Jahreszeit. Dieser Jahrgang der Luftschadstoffe lässt sich vor allem bei der Feinstaubbelastung (Partikel PM<sub>10</sub>) und beim Ozon beobachten. So treten hohe Feinstaubbelastungen überwiegend in den Wintermonaten bei austauscharmen Wetterlagen (Inversionswetterlagen) auf. In der Abbildung 4.4-1 ist die Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m<sup>3</sup> für Partikel PM<sub>10</sub> an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg dargestellt. Man

erkennt deutlich, dass hohe Partikelkonzentrationen vor allem im Februar, März und November 2011 während Inversionswetterlagen auftraten.

Demgegenüber treten hohe Ozonkonzentrationen nur bei stabilen Hochdruckwetterlagen mit starker Sonneneinstrahlung, hohen Lufttemperaturen und Trockenheit auf. Während der Sommermonate 2011 traten keine ausgeprägten Hochdruckwetterlagen auf, so dass die Informationsschwelle von 180 µg/m<sup>3</sup> (Einstundenmittelwert) nur an den beiden Messstationen Karlsruhe-Nordwest und Kehl an jeweils einem Tag überschritten wurde.

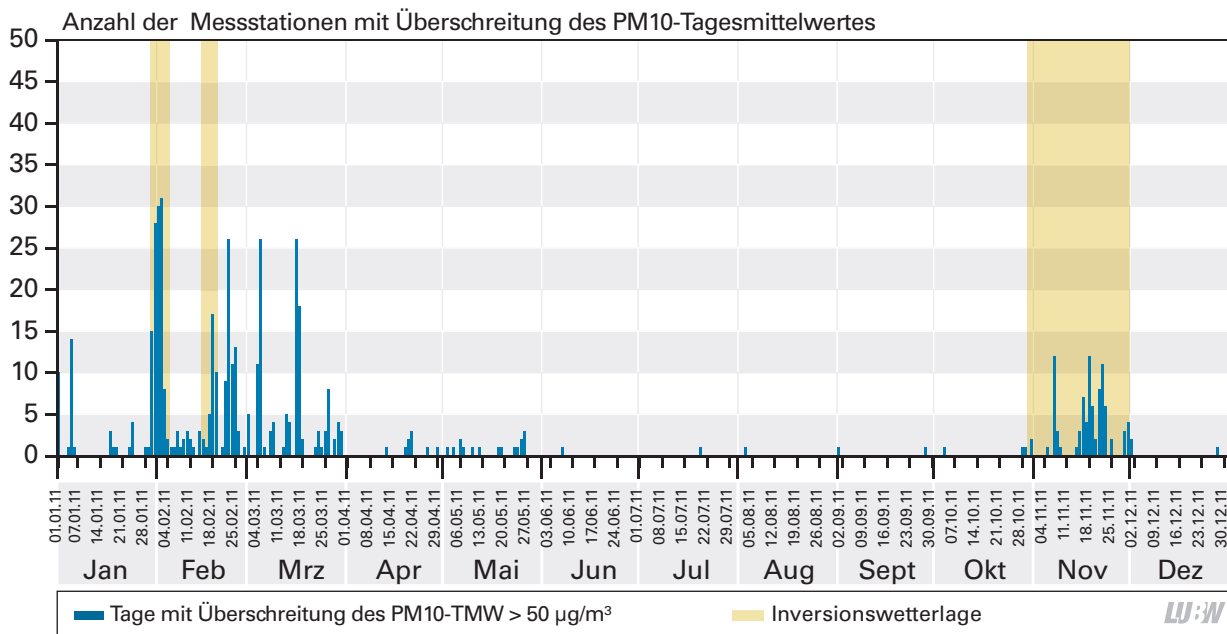


Abbildung 4.4-1: Anzahl der Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg mit Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ im Vergleich zu den Inversionswetterlagen 2011

Bei Stickstoffdioxid ist kein so stark ausgeprägter saisonaler Trend wie bei der Feinstaubbelastung (Partikel PM10) und bei Ozon zu erkennen. Aus Abbildung 4.4-2 ist aber ersichtlich, dass tendenziell höhere Stickstoffdioxid-Konzentrationen wie bei den Partikeln PM10 während der Wintermonate auftreten. In der Abbildung 4.4-2 ist der Mittelwert der Monatsmittelwerte der vier Verkehrsmessstationen Freiburg Schwarzwaldstraße, Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße, Mannheim Friedrichsring und Stuttgart Arnulf-Klett-Platz im Jahr 2011 dargestellt.

Beim primär verkehrsbedingten Luftschadstoff Stickstoffdioxid lässt sich auch ein ausgeprägter Wochengang erkennen. In der Regel ist das Verkehrsaufkommen in den Städten und Ballungsgebieten am Wochenende ohne Berufsverkehr geringer, so dass an Samstagen und Sonntagen die Stickstoffdioxidbelastung geringer ausfällt. In der Abbildung 4.4-3 ist der mittlere Wochengang der Stickstoffdioxidbelastung für Verkehrsmessstationen dargestellt. Die mittlere Stickstoffdioxidbelastung ist an Samstagen um rund 15 Prozent und an Sonntagen um rund 30 Prozent niedriger als an den Werktagen. Der mittlere Wochengang

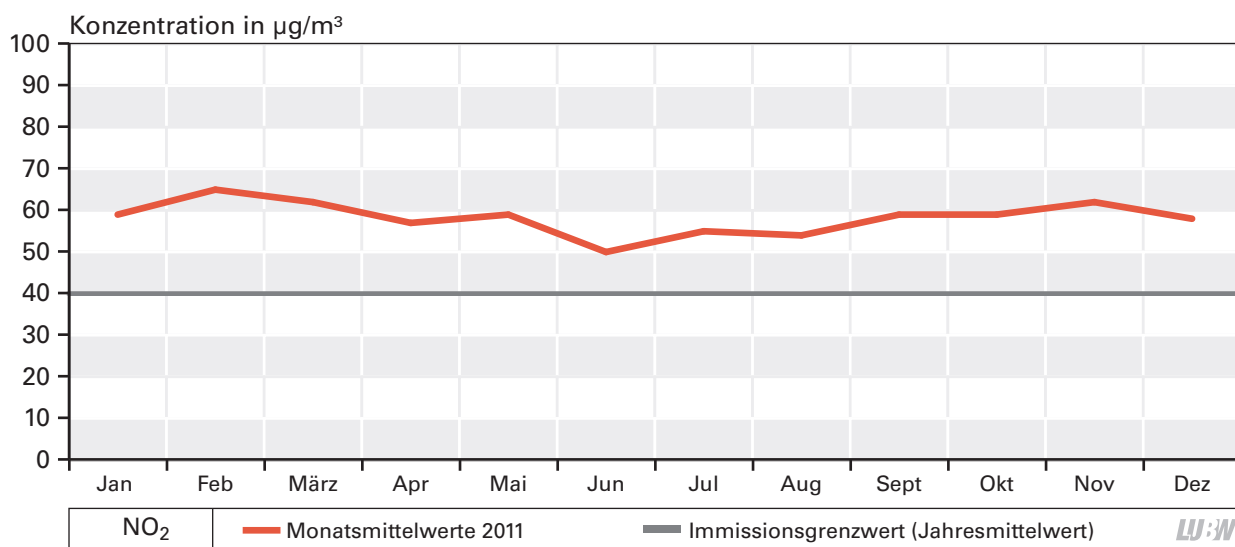


Abbildung 4.4-2: Jahresgang der Stickstoffdioxid-Konzentrationen an den Verkehrsmessstationen Freiburg Schwarzwaldstraße, Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße, Mannheim Friedrichsring und Stuttgart Arnulf-Klett-Platz im Jahr 2011 (Mittelwert aus den Monatsmittelwerten in µg/m³)

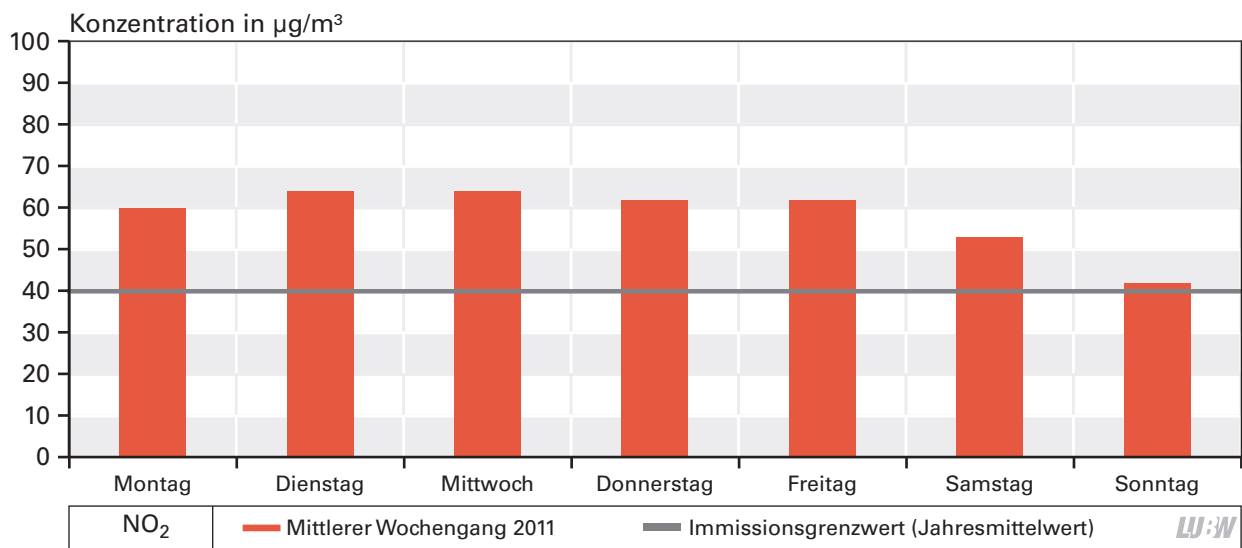


Abbildung 4.4-3: Mittlerer Wochengang der Stickstoffdioxid-Konzentrationen an den Verkehrsmessstationen Freiburg Schwarzwaldstraße, Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße, Mannheim Friedrichsring und Stuttgart Arnulf-Klett-Platz im Jahr 2011 (Mittelwerte aus den Tagesmittelwerten in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

wurde aus den Tagesmittelwerten der Verkehrsmessstationen Freiburg Schwarzwaldstraße, Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße, Mannheim Friedrichsring und Stuttgart Arnulf-Klett-Platz berechnet. Auch bei den Partikel PM<sub>10</sub>-Konzentrationen ist ein ähnlicher Wochengang wie bei Stickstoffdioxid mit niedrigeren Werten am Wochenende zu beobachten.

# 5 Anhang

## 5.1 Kenngrößen der Luftqualität in Baden-Württemberg

Tabelle 5.1-1: Stammdaten der Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2011

Stationsname	Standort	Stations- typ	Höhe über NN (m)	Messbe- ginn	Rechtswert	Hochwert
Aalen	Bahnhofstraße	S	424	01.03.1982	3580536	5412855
Baden-Baden	Aumattstraße	S	148	01.04.1993	3442758	5404244
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
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
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	Weinsberger Straße	V	172	01.01.2009	3516563	5445444
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	Reinhold-Frank-Straße	V	119	10.03.1994	3455242	5430252
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
Neuenburg	Freiburger Straße	S	223	01.11.1992	3392838	5298856
Pfintal Karlsruher Straße	Karlsruher Straße	V	135	01.01.2006	3465412	5429711
Pforzheim	Wildbaderstraße	S	278	01.01.2008	3475548	5416901
Reutlingen*	Ebertstraße	S	390	01.02.1982	3515413	5372355
Reutlingen Lederstraße-Ost	Lederstraße	V	384	21.03.2007	3515692	5372420
Schramberg Oberdorfer Straße	Oberdorfer Straße	V	458	01.06.2011	3454800	5343645
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
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
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  
 \*: Durch Dritte finanzierte Messstelle



Tabelle 5.1-2: Messumfang der Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2011

Stationsname	NO <sub>2</sub>	PM10	PM2,5	Ozon	SO <sub>2</sub>	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
Baden-Baden	X	X		X							X	X	X	X	X		X
Bernhausen	X	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
Freiburg	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	X					
Friedrichshafen	X	X		X							X	X	X	X	X	X	X
Gärtringen	X	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	X		X
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	X**	X	X					X	X	X							
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	X	X	X			X	X	X	X	X							
Karlsruhe-Nordwest	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Kehl	X	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					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
Neuenburg	X	X		X							X	X	X	X	X		X
Pfinztal Karlsruher Straße	X**	X	X					X	X	X							
Pforzheim	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Reutlingen*	X	X		X	X						X	X	X	X	X		X
Reutlingen Lederstraße-Ost	X	X	X					X	X	X							
Schramberg Oberdorfer Straße	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	X	X	X
Schwarzwald-Süd	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	X							
Stuttgart-Bad Cannstatt	X	X	X	X	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	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
Weil am Rhein	X	X	X	X							X	X	X	X	X		X
Wiesloch	X	X		X							X	X	X	X	X	X	X
<b>Anzahl</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>20</b>	<b>31</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>29</b>

SM = Schwermetalle WG = Windgeschwindigkeit WR = Windrichtung GS = Globalstrahlung  
T = Temperatur TP = Taupunkt LD = Luftdruck NS = Niederschlag

\*: Durch Dritte finanzierte Messstelle \*\* NO<sub>2</sub>-passiv



Tabelle 5.1-3: Stammdaten und Messumfang der Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2011

Stationsname	Höhe über NN (m)	Messbeginn	Rechtswert	Hochwert	NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> -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						
Heidelberg Mittermaierstraße	117	01.01.2009	3476635	5474528		X	X		X			X
Heidenheim Wilhelmstraße	172	01.01.2009	3584806	5394179		X						
Herrenberg Hindenburgstraße	437	01.01.2006	3490436	5384127		X	X					
Ilfsfeld König-Wilhelm-Straße	234	01.01.2006	3517910	5435348		X	X				X	
Ingersheim Tiefengasse	212	01.01.2008	3513556	5424807		X	X				X	
Karlsruhe Kriegsstraße	117	01.01.2006	3453931	5429978		X	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					
Mühlacker Stuttgarter Straße	251	01.01.2006	3488779	5423257		X	X					
Murg Hauptstraße	300	01.01.2008	3426411	5268815		X	X				X	
Pforzheim Jahnstraße	259	01.01.2006	3477775	5416780		X						
Pleidelsheim Beihinger Straße	197	07.01.2004	3515145	5424691	X		X		X		X	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				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	X				X	
Walzbachtal Bahnhofstraße	168	29.12.2006	3469138	5432338		X	X					
<b>Anzahl</b>					<b>6</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>7</b>

SM = Schwermetalle





Tabelle 5.1-4: Stammdaten der Standorte mit Depositions- und Ammoniakmessungen in Baden-Württemberg 2011

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	701	06.11.1991	01.01.2007	3580013	5287773
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	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	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 2011

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	111	0	22
Bernhausen	150	0	32
Biberach	144	0	21
Eggenstein	102	0	24
Freiburg Schwarzwaldstraße	184	0	67
Freiburg	84	0	21
Friedrichshafen	138	0	24
Gärtringen	90	0	15
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost**	–	–	71
Heidelberg	124	0	25
Karlsruhe-Nordwest	124	0	23
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	201	2	49
Kehl	236	2	25
Konstanz*	109	0	20
Ludwigsburg	114	0	27
Mannheim-Mitte*	143	0	31
Mannheim-Nord	99	0	28
Mannheim Friedrichsring	202	1	51
Neuenburg	97	0	20
Pfinztal Karlsruher Straße**	–	–	52
Pforzheim	150	0	29
Reutlingen*	148	0	26
Reutlingen Lederstraße-Ost	290	43	84
Schramberg Oberndorfer Straße**	–	–	50
Schwäbisch Hall	83	0	18
Schwäbische Alb	52	0	6
Schwarzwald-Süd	46	0	4
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	473	6	65
Stuttgart-Bad Cannstatt	128	0	31
Tauberbischofsheim	82	0	14
Tübingen	113	0	22
Ulm	121	0	28
Villingen-Schwenningen	167	0	16
Weil am Rhein	80	0	18
Wiesloch	100	0	19
<b>Immissionsgrenzwert</b>	<b>200</b>	<b>18 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr</b>	<b>40</b>

\*: Durch Dritte finanzierte Messstellen

\*\* : NO<sub>2</sub>-passiv

**LUBW**

Tabelle 5.1-7: Kenngrößen für Stickstoffdioxid an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2011

Messstation	Maximaler 1-Stundenmittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Anzahl der 1-Stundenmittelwerte $> 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Jahresmittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Freiberg Benninger Straße**	–	–	53
Freiburg Zähringer Straße**	–	–	48
Heidelberg Mittermaierstraße**	–	–	54
Heidenheim Wilhelmstraße**	–	–	54
Herrenberg Hindenburgstraße**	–	–	61
Ilfeld König-Wilhelm-Straße**	–	–	50
Ingersheim Tiefengasse**	–	–	56
Karlsruhe Kriegsstraße**	–	–	45
Leonberg Grabenstraße	235	8	66
Ludwigsburg Friedrichstraße	216	2	62
Markgröningen Grabenstraße**	–	–	53
Mühlacker Stuttgarter Straße**	–	–	61
Murg Hauptstraße**	–	–	46
Pforzheim Jahnstraße**	–	–	49
Pleidelsheim Beihinger Straße	237	22	63
Schwäbisch Gmünd Remsstraße**	–	–	76
Stuttgart Am Neckartor	313	76	90
Stuttgart Hohenheimer Straße	358	269	97
Stuttgart Waiblinger Straße**	–	–	68
Tübingen Jesinger Hauptstraße**	–	–	56
Tübingen Mühlstraße	331	41	73
Ulm Karlstraße**	–	–	60
Ulm Zinglerstraße**	–	–	62
Urbach Hauptstraße**	–	–	44
Walzbachtal Bahnhofstraße**	–	–	53
<b>Immissionsgrenzwert</b>	<b>200</b>	<b>18 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr</b>	<b>40</b>

\*\* : NO<sub>2</sub>-passiv



Tabelle 5.1-8: Kenngrößen für Partikel PM10 im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2011

Messstation	Jahresmittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Anzahl der Tage $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tagesmittelwert)
Aalen	19	8
Bernhausen	21	11
Biberach	20	16
Eggenstein	19	9
Freiburg	17	7
Freiburg Schwarzwaldstraße	24	10
Friedrichshafen	19	4
Gärtringen	17	7
Heidelberg	20	14
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	34	54
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	24	18
Karlsruhe-Nordwest	20	14
Kehl	22	12
Konstanz*	20	9
Ludwigsburg	20	9
Mannheim Friedrichsring	28	27
Mannheim-Nord	21	14
Mannheim-Mitte*	23	20
Neuenburg	20	9
Pfintztal Karlsruhe Straße	26	24
Pforzheim	19	10
Reutlingen*	18	8
Reutlingen Lederstraße-Ost	37	67
Schwäbisch Hall	19	10
Schwäbische Alb	13	0
Schwarzwald-Süd	9	1
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	31	42
Stuttgart-Bad Cannstatt	20	11
Tauberbischofsheim	18	8
Tübingen	19	7
Ulm	20	12
Villingen-Schwenningen	16	1
Weil am Rhein	18	7
Wiesloch	19	8
<b>Immissionsgrenzwert</b>	<b>40</b>	<b>35 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr</b>

\*: Durch Dritte finanzierte Messstellen



Tabelle 5.1-9: Kenngrößen für Partikel PM10 an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2011

Messstation	Jahresmittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Anzahl der Tage > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tagesmittelwert)
Heidelberg Mittermaierstraße	28	26
Herrenberg Hindenburgstraße	26	18
Ilfeld König-Wilhelm-Straße	28	37
Ingersheim Tiefengasse	28	37
Karlsruhe Kriegsstraße	25	22
Leonberg Grabenstraße	30	42
Ludwigsburg Friedrichstraße	31	46
Markgröningen Grabenstraße	32	55
Mühlacker Stuttgarter Straße	28	30
Murg Hauptstraße	26	28
Pleidelsheim Beihinger Straße	29	42
Stuttgart Am Neckartor	40	89
Stuttgart Hohenheimer Straße	31	38
Stuttgart Waiblinger Straße	31	54
Tübingen Jesinger Hauptstraße	28	34
Tübingen Mühlstraße	33	53
Ulm Karlstraße	30	37
Ulm Zinglerstraße	29	33
Urbach Hauptstraße	27	32
Walzbachtal Bahnhofstraße	27	28
<b>Immissionsgrenzwert</b>	<b>40</b>	<b>35 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr</b>

LUBW

Tabelle 5.1-10: Kenngrößen für Partikel PM2,5 im Luftmessnetz und an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2011

Messstelle	Jahresmittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Freiburg	12
Freiburg Schwarzwaldstraße	16
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	22
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	16
Karlsruhe-Nordwest	15
Kehl	15
Mannheim Friedrichsring	18
Mannheim-Nord	15
Pfintztal Karlsruher Straße	19
Pforzheim	13
Reutlingen Lederstraße-Ost	22
Schwäbische Alb	9
Schwarzwald-Süd	7
Stuttgart Am Neckartor*	24
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	18
Stuttgart-Bad Cannstatt	15
Tübingen	13
Ulm	15
Weil am Rhein	14
<b>Zielwert</b>	<b>25</b>

\*: Spotmessstelle

LUBW

Tabelle 5.1-11: Kenngrößen für Ozon (Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit) im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2011

Messstation	Anzahl der höchsten 8-Stundenmittelwerte eines Tages > 120 µg/m <sup>3</sup>			
	2009	2010	2011	Mittelwert 2009-2011
Aalen	16	30	29	25
Bernhausen	1	17	8	9
Biberach	7	24	26	19
Eggenstein	28	31	22	27
Freiburg	14	34	20	23
Friedrichshafen	11	20	17	16
Gärtringen	20	28	26	25
Heidelberg	15	20	12	16
Karlsruhe-Nordwest	27	34	31	31
Kehl	18	31	26	25
Konstanz*	9	29	24	21
Ludwigsburg	21	33	12	22
Mannheim-Mitte*	6	26	13	15
Mannheim-Nord	21	30	20	24
Neuenburg	13	37	29	26
Pforzheim	4	19	7	10
Reutlingen*	5	19	10	11
Schwäbisch Hall	16	35	26	26
Schwäbische Alb	6	16	12	11
Schwarzwald-Süd	50	50	38	46
Stuttgart-Bad Cannstatt	11	23	15	16
Tauberbischofsheim	14	31	20	22
Tübingen	7	33	17	19
Ulm	0	8	2	3
Villingen-Schwenningen	13	25	17	18
Weil am Rhein	19	41	33	31
Wiesloch	29	31	20	27
<b>Zielwert menschliche Gesundheit</b>				<b>25 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr</b>

\*: Durch Dritte finanzierte Messstellen





Tabelle 5.1-12: Kenngrößen für Ozon (Zielwert zum Schutz der Vegetation) im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2011

Messstation	AOT40 [(µg/m³)h]					Mittelwert 2007-2011
	2007	2008	2009	2010	2011	
Aalen	14800,6	22751,4	12032,8	20335,9	16658,9	17316
Bernhausen	9129,1	10923,7	6145,7	14507,1	8541,7	9849
Biberach	16622,9	18485,1	9747,8	17457,5	17725,1	16008
Eggenstein	10755,0	17738,6	16351,1	21026,0	14087,0	15992
Friedrichshafen	13648,9	9278,2	11574,2	15367,4	14110,1	12796
Gärtringen	13834,9	18698,1	13270,8	21573,6	16840,8	16844
Heidelberg	8668,2	16020,3	10069,3	15022,5	9628,2	11882
Karlsruhe-Nordwest	17159,2	23143,1	14167,3	23813,8	17396,2	19136
Kehl	11077,3	16174,4	12418,8	20490,1	15277,4	15088
Konstanz*	10749,0	13199,2	11168,0	20952,0	16898,6	14593
Ludwigsburg	14951,2	22028,9	12820,7	23333,6	8986,0	16424
Mannheim-Mitte*	10789,9	17324,2	7602,5	18775,9	11591,4	13217
Mannheim-Nord	16395,7	20996,3	11907,3	20754,3	13705,8	16752
Neuenburg	11487,5	15618,6	11418,3	24015,6	18011,3	16110
Pforzheim	14209,7	9033,7	7501,6	15423,3	8480,2	10930
Reutlingen*	12536,6	16624,2	9314,9	14175,5	9166,4	12364
Schwäbisch Hall	18174,2	22182,3	11739,0	23975,5	15133,5	18241
Schwäbische Alb	13783,6	25560,1	6154,9	14837,2	10353,1	14138
Schwarzwald-Süd	21137,4	23548,5	15029,5	30339,6	13441,1	20699
Stuttgart-Bad Cannstatt	13957,4	20630,9	10583,7	16537,6	10814,8	14505
Tauberbischofsheim	12006,9	16810,0	11170,4	21696,4	14388,1	15214
Tübingen	11449,4	19037,0	9149,1	22346,6	13214,6	15039
Ulm	9241,2	18522,6	3474,7	9729,9	6022,9	9398
Villingen-Schwenningen	15595,4	15400,8	11727,3	19335,6	12789,1	14970
Weil am Rhein	12837,2	17384,0	12377,9	25967,5	17031,3	17120
Wiesloch	15828,1	28053,8	13227,6	23964,7	12934,1	18802
<b>Zielwert Vegetation</b>						<b>18000</b>

\*: Durch Dritte finanzierte Messstellen



Tabelle 5.1-13: Kenngrößen für Ozon (Schwellenwerte) im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2011

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	165	0	0
Bernhausen	146	0	0
Biberach	161	0	0
Eggenstein	169	0	0
Freiburg Schwarzwaldstraße	129	0	0
Freiburg	179	0	0
Friedrichshafen	180	0	0
Gärtringen	169	0	0
Heidelberg	150	0	0
Karlsruhe-Nordwest	182	1	0
Kehl	226	1	0
Konstanz*	170	0	0
Ludwigsburg	168	0	0
Mannheim-Mitte*	154	0	0
Mannheim-Nord	161	0	0
Neuenburg	174	0	0
Pforzheim	167	0	0
Reutlingen*	145	0	0
Schwäbisch Hall	162	0	0
Schwäbische Alb	144	0	0
Schwarzwald-Süd	159	0	0
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	136	0	0
Stuttgart-Bad Cannstatt	155	0	0
Tauberbischofsheim	152	0	0
Tübingen	154	0	0
Ulm	139	0	0
Villingen-Schwenningen	152	0	0
Weil am Rhein	175	0	0
Wiesloch	161	0	0
<b>Informationsschwelle</b>		<b>180</b>	
<b>Alarmschwelle</b>			<b>240</b>

\*: Durch Dritte finanzierte Messstellen

LUBW

Tabelle 5.1-14: Kenngrößen für Schwefeldioxid im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2011

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	17	5	2
Eggenstein	72	12	3
Freiburg	11	5	1
Karlsruhe-Nordwest	61	12	3
Kehl	65	12	2
Mannheim-Mitte*	128	15	3
Mannheim-Nord	288	23	4
Reutlingen*	21	4	1
Schwäbische Alb	64	6	1
Schwarzwald-Süd	4	3	< 1
Stuttgart-Bad Cannstatt	32	7	2
Ulm	19	4	1
<b>Immissionsgrenzwerte</b>	<b>350</b>	<b>125</b>	<b>20</b>

\*: Durch Dritte finanzierte Messstellen



Tabelle 5.1-15: Kenngrößen für Kohlenmonoxid im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2011

Messstation	Maximaler 8-Stundenmittelwert [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]
Aalen	1,4
Freiburg Schwarzwaldstraße	1,4
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	2,5
Kehl	1
Mannheim Friedrichsring	2,2
Pforzheim	1,8
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	1,7
Ulm	1,1
<b>Immissionsgrenzwert</b>	<b>10</b>



Tabelle 5.1-16: Kenngrößen für Ammoniak in Baden-Württemberg 2011

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

LUBW

Tabelle 5.1-17: Kenngrößen für Benzol im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2011

Messstation	Jahresmittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Aalen	1,0
Bernhausen	1,1
Eggenstein	0,8
Freiburg Schwarzwaldstraße	1,5
Gärtringen	0,7
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	1,9
Kehl	0,8
Ludwigsburg	0,9
Mannheim Friedrichsring	1,8
Mannheim-Nord	1,1
Pforzheim	1,1
Schramberg Oberndorfer Straße	1,5
Schwäbische Alb	0,5
Schwarzwald-Süd	0,3
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	1,7
Stuttgart-Bad Cannstatt	1,1
Tübingen	0,9
Ulm	0,8
<b>Immissionsgrenzwert</b>	<b>5</b>

LUBW

Tabelle 5.1-18: Kenngrößen für Benzol an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2011

Messstation	Jahresmittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Heidelberg Mittermaierstraße	1,6
Leonberg Grabenstraße	2,2
Ludwigsburg Friedrichstraße	2,1
Pleidelsheim Beihinger Straße	2,4
Stuttgart Am Neckartor	2,5
<b>Immissionsgrenzwert</b>	<b>5</b>

LUBW

Tabelle 5.1-19: Kenngrößen für Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10 im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2011

Messstation	Jahresmittelwert [ng/m <sup>3</sup> ]
Freiburg	0,2
Freiburg Schwarzwaldstraße	0,4
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	0,6
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	0,4
Karlsruhe-Nordwest	0,3
Kehl	0,3
Mannheim Friedrichsring	0,4
Pfinztal Karlsruher Straße	0,8
Pforzheim	0,3
Reutlingen Lederstraße-Ost	0,5
Schwäbische Alb	0,1
Schwarzwald-Süd	0,04
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	0,4
Stuttgart-Bad Cannstatt	0,3
Tübingen	0,4
<b>Zielwert</b>	<b>1</b>

LUBW

Tabelle 5.1-20: Kenngrößen für Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10 an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2011

Messstation	Jahresmittelwert [ng/m <sup>3</sup> ]
Ilfeld König Wilhelmstraße	1,0
Ingersheim Tiefengasse	1,0
Murg Hauptstraße	0,7
Pleidelsheim Beihinger Straße	0,7
Stuttgart Am Neckartor	0,5
Tübingen Mühlstraße	0,4
Tübingen Jesinger Hauptstraße	1,4
Urbach Hauptstraße	1,1
<b>Zielwert</b>	<b>1</b>

LUBW

Tabelle 5.1-21: Kenngrößen für Schwermetalle in der Partikelfraktion PM10 im Luftmessnetz und an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2011

Station	Arsen JMW [ng/m <sup>3</sup> ]	Blei JMW [ng/m <sup>3</sup> ]	Kadmium JMW [ng/m <sup>3</sup> ]	Nickel JMW [ng/m <sup>3</sup> ]
Aalen	0,4	4,6	0,1	0,8
Freiburg Schwarzwaldstraße	0,5	5,2	0,1	6,4
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	0,7	6,7	0,2	2,0
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	0,6	7,0	0,2	1,6
Kehl	0,7	12,8	0,2	1,3
Mannheim Friedrichsring	0,9	8,6	0,2	2,1
Pfinztal Karlsruher Straße	0,6	6,6	0,2	1,6
Pforzheim	0,5	5,6	0,2	1,4
Reutlingen Lederstraße-Ost	0,7	6,2	0,2	3,5
Stuttgart Am Neckartor*	1,0	7,1	0,2	4,0
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	0,7	6,3	0,2	2,5
Ulm	0,4	5,0	0,1	1,2
<b>Zielwert-/Immissionsgrenzwert in ng/m<sup>3</sup></b>	<b>6</b>	<b>500 (= 0,5 µg)</b>	<b>5</b>	<b>20</b>

\*: Spotmessstelle

LUBW

Tabelle 5.1-22: Kenngrößen für Ruß im Luftmessnetz Baden-Württemberg 2011

Messstation	Jahresmittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Aalen	2,0
Eggenstein	2,1
Freiburg	1,9
Freiburg Schwarzwaldstraße	4,8
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	5,3
Karlsruhe-Nordwest	2,2
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	3,6
Kehl	2,2
Mannheim Friedrichsring	3,6
Mannheim-Nord	2,2
Pfinztal Karlsruher Straße	3,9
Pforzheim	2,4
Reutlingen Lederstraße-Ost	5,8
Schwarzwald-Süd	0,9
Stuttgart-Bad Cannstatt	2,3
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	4,1
Ulm	2,0

LUBW

Tabelle 5.1-23: Kenngrößen für Ruß an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2011

Messstation	Jahresmittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Heidelberg Mittermaierstraße	3,2
Ludwigsburg Friedrichstraße	4,5
Pleidelsheim Beihinger Straße	4,6
Stuttgart Am Neckartor	6,5
Stuttgart Hohenheimer Straße	4,8
Tübingen Jesinger Hauptstraße	4,3
Ulm Karlstraße	4,0

LUBW

Tabelle 5.1-24: Kenngrößen für Staubbiederschlag an den Depositionsstandorten in Baden-Württemberg 2011

Messstation	Jahresmittelwert [ $\text{mg}/(\text{m}^2\text{d})$ ]
Bad Wurzach	39
Donaueschingen	78
Eggenstein	60
Eppingen	105
Gerabronn	38
Hornisgrinde	73
Illmensee	40
Isny	45
Karlsruhe Hertzstraße	70
Kehl Kinzigallee	50
Lauda	38
Mannheim-Nord	72
Mannheim-Süd	71
Mudau	35
Pforzheim	73
Plochingen	55
Reichenau	44
Schauinsland	41
Schwäbische Alb	32
Stötten	30
Vogtsburg	51
Welzheimer Wald	60
Wildsee	59

LUBW

Tabelle 5.1-25: Kenngrößen für Schwermetalldepositionen an den Depositionsstandorten in Baden-Württemberg 2011

Standorte	Bergerhoff-Gefäße					Trichter-Flasche-Sammler
	Antimon [µg/(m²d)]	Arsen [µg/(m²d)]	Blei [µg/(m²d)]	Kadmium [µg/(m²d)]	Nickel [µg/(m²d)]	Quecksilber [µg/(m²d)]
Bad Wurzach	0,3	0,2	4,15	0,1	1,2	0,05
Gerabronn	0,3	0,5	4,5	0,1	1,2	0,04
Hornisgrinde	0,5	0,3	6,3	0,2	1,5	0,06
Karlsruhe Hertzstraße	0,6	1,1	6,3	0,2	4,6	–
Kehl Kinzigallee	0,8	0,6	9,5	0,2	2,3	0,06
Pforzheim	1,6	0,7	6,0	0,2	2,0	–
Plochingen	0,9	0,3	6,9	0,1	1,7	–
Reichenau	0,4	0,4	6,5	0,1	1,4	0,03
Schwäbische Alb	0,2	0,2	3,9	0,1	1,2	0,03
<b>Immissionswert [µg/(m²d)]</b>	–	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>1</b>

LUBW

Tabelle 5.1-26: Kenngrößen für Nitrat- und Sulfateinträge an den Depositionsstandorten in Baden-Württemberg 2011

Standorte	Bergerhoff-Gefäße	
	Nitrat kg/(ha·a)	Sulfat kg/(ha·a)
Bad Wurzach	16,1	9,5
Donaueschingen	6,9	7,3
Eggenstein	11,7	13,5
Eppingen	13,5	8,4
Hornisgrinde	20,4	13,1
Illmensee	14,6	6,9
Isny	17,9	11,0
Karlsruhe Hertzstraße	15,0	10,6
Lauda	10,6	5,8
Mannheim-Nord	12,0	17,5
Mannheim-Süd	7,7	12,4
Mudau	14,2	8,0
Reichenau	15,0	7,3
Schauinsland	28,5	12,0
Schwäbische Alb	13,1	8,0
Stötten	22,3	10,6
Vogtsburg	12,0	9,1
Welzheimer Wald	15,3	12,4
Wildsee	16,8	8,8

LUBW



## 5.2 Messverfahren

### 5.2-1 Messung von Stickstoffdioxid mit Chemilumineszenz

<b>Richtlinien</b>	DIN EN 14211: Luftqualität - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz; Deutsche Fassung EN 14211:2005	
<b>Messgerät</b>	Die Probenahme und Analyse erfolgt mit einem eignungsgeprüfem Gasanalysator MLU Modell 200A. Die Ergebnisse werden als Halbstundenmittelwerte bereitgestellt.	
<b>Messprinzip</b>	<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 NO<sub>2</sub>-Moleküle in einen niedrigeren Energiezustand übergehen.</p>	
<b>Kenngößen</b>	Wiederholstandardabweichung bei null:	≤ 1,0 ppb
	Wiederholstandardabweichung bei der Prüfgaskonzentration:	≤ 3,0 ppb
	Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei	< 2,5 µg/m <sup>3</sup>

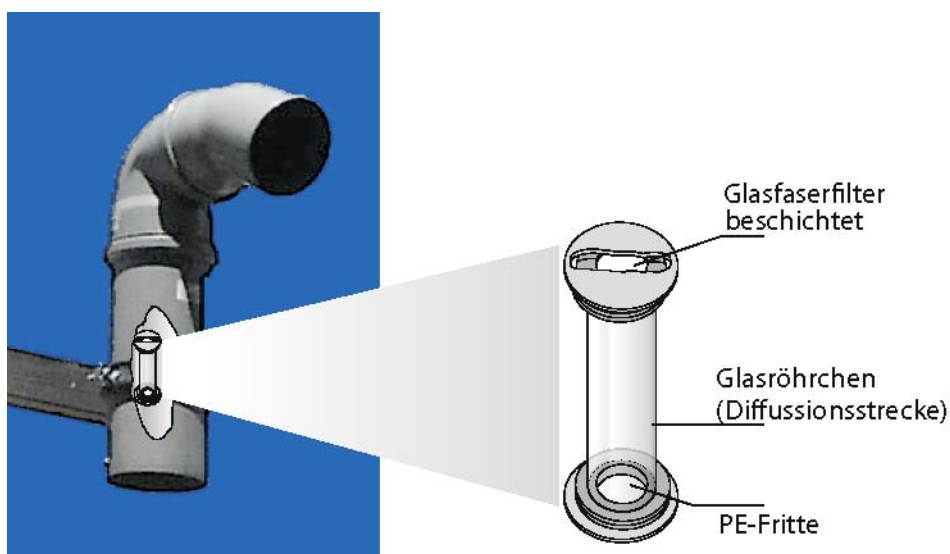
#### Foto der Messeinrichtung



## 5.2-2 Messung von Stickstoffdioxid mit Passivsammlern

<b>Richtlinien</b>	Verfahrensanweisung der LUBW: 504-721192-5 - Bestimmung von NO <sub>2</sub> in der Außenluft mittels Palmes-Sammler (Passivsammlung d=12mm) und Analyse am Ionenchromatograph
<b>Probenahme</b>	Bei diesem Verfahren wird das in der Luft vorhandene NO <sub>2</sub> auf einem alkalisch beschichteten Filter, das sich am Ende eines Glasröhrchens in der Verschlusskappe befindet, absorbiert. Das saure Gas NO <sub>2</sub> wird an dem alkalisch beschichteten Filter zu Nitrit umgesetzt.
<b>Messprinzip</b>	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 <sub>2</sub> 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 µm) am Anfang des Röhrchens angebracht. Zum Schutz vor Witterungseinflüssen ist der Passivsammler in ein Kunststoff-Rohr senkrecht eingehängt.
<b>Analyse</b>	Die Bestimmung des an dem beschichteten Glasfaserfilter absorbierten NO <sub>2</sub> erfolgt mittels Ionenchromatographie nach wässriger Elution des Glasfaserfilters.
<b>Nachweisgrenze</b>	Die Nachweisgrenze für das Verfahren liegt bei < 10 µg/m <sup>3</sup> bei einer Sammelzeit von 14 Tagen.

### Foto der Messeinrichtung



### 5.2-3 Messung von Partikel PM10 mit Infrarot-Streulichtmessung

<b>Richtlinien</b>	Arbeitsanweisung der LUBW: 507-620205-1 - Immissionsstaubmesssystem (Grimm)
<b>Probenahme</b>	Die Probenluft wird über ein Edelstahlrohr über einen Feinfilter durch die Messkammer gesaugt.
<b>Messprinzip</b>	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.
<b>Reproduzierbarkeit</b>	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

<b>Richtlinien</b>	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
<b>Probenahme</b>	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.
<b>Messgerät</b>	Der Filterwechsler SEQ47/50 ist der Äquivalenzsampler 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.
<b>Wägung</b>	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.
<b>Nachweisgrenze</b>	Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei einem Sammelvolumen von 55,2 m³ bei 1 µg/m³.

### Foto der Messeinrichtung



© Ingenieurbüro Sven Leckel, Berlin

## 5.2-5 Messung von Partikel PM2,5 mit Gravimetrie

<b>Richtlinien</b>	DIN EN 14907: Luftbeschaffenheit - Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM2,5-Massenfraktion des Schwebstaubs; Deutsche Fassung EN 14907:2005
<b>Probenahme</b>	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.
<b>Messgerät</b>	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.
<b>Wägung</b>	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.
<b>Nachweisgrenze</b>	Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei einem Sammelvolumen von 55,2 m³ bei 1 µg/m³.
<b>Foto der Messeinrichtung</b>	



© Ingenieurbüro Sven Leckel, Berlin

## 5.2-6 Messung von Ozon mit Ultraviolett-Photometrie

<b>Richtlinien</b>	DIN EN 14625: Luftqualität - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Ozon mit Ultraviolett-Photometrie; Deutsche Fassung EN 14625:2005						
<b>Messgerät</b>	Die Probenahme und Analyse erfolgt kontinuierlich als Halbstundenmittelwerte mittels MLU Ozonanalysator TE 49i.						
<b>Messprinzip</b>	<p>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).</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math> angegeben, wobei Standardumrechnungsfaktoren verwendet werden.</p>						
<b>Kenngrößen</b>	<table><tr><td>Wiederholstandardabweichung bei null:</td><td><math>\leq 1,0</math> ppb</td></tr><tr><td>Wiederholstandardabweichung bei der Prüfgaskonzentration:</td><td><math>\leq 3,0</math> ppb</td></tr><tr><td>Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei</td><td><math>2 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></td></tr></table>	Wiederholstandardabweichung bei null:	$\leq 1,0$ ppb	Wiederholstandardabweichung bei der Prüfgaskonzentration:	$\leq 3,0$ ppb	Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
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





## 5.2-7 Messung von Schwefeldioxid mit Ultraviolett-Fluoreszenz

<b>Richtlinien</b>	DIN EN 14212: Luftqualität - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Schwefeldioxid mit Ultraviolett-Fluoreszenz; Deutsche Fassung EN 14212:2005	
<b>Messgerät</b>	Die Probenahme und Analyse erfolgt als Halbstundenmittelwerte mittels Gasanalysator Thermo Electron 43i.	
<b>Messprinzip</b>	Zur Bestimmung von SO <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> -Konzentration.	
<b>Kenngrößen</b>	Wiederholstandardabweichung bei null:	≤ 1,0 ppb
	Wiederholstandardabweichung bei der Prüfgaskonzentration:	≤ 3,0 ppb
	Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei	2 µg/m <sup>3</sup>

### Foto der Messeinrichtung





## 5.2-8 Messung von Kohlenmonoxid mit Infrarot-Absorption

<b>Richtlinien</b>	DIN EN 14626: Luftqualität - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Kohlenmonoxid mit nicht-dispersiver Infrarot-Photometrie; Deutsche Fassung EN 14626:2005
<b>Messgerät</b>	Die Probenahme und Analyse erfolgt als Halbstundenmittelwerte mittels Gasanalysator Horiba APMA 300E.
<b>Messprinzip</b>	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 <sub>2</sub> 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.
<b>Kenngößen</b>	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



## 5.2-9 Messung von Ammoniak mit Passivsammlern

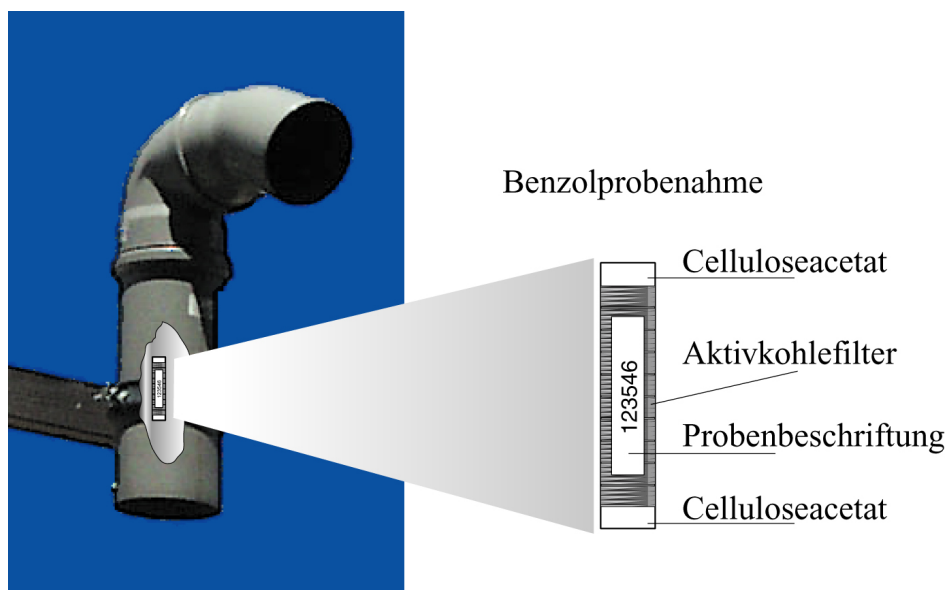
<b>Richtlinien</b>	VDI 3869 Blatt 4: Messen von Ammoniak in der Außenluft - Probenahme mit Passivsammlern - Fotometrische oder ionenchromatografische Analyse; Ausgabedatum: 2010-09
<b>Probenahme</b>	Die Probenahme für Ammoniak erfolgt mittels Fern-Passivsammlern, der in einem Wetter- und Sonnenschutz 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.
<b>Analyse</b>	Die Bestimmung des adsorbierten Ammoniaks erfolgt nach Elution durch ionenchromatografische Analyse.
<b>Nachweisgrenze</b>	Für eine Expositionsdauer von 14 Tagen liegt die Nachweisgrenze bei $< 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
<b>Foto der Messeinrichtung</b>	



## 5.2-10 Messung von Benzol mit Passivsammlern

<b>Richtlinien</b>	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
<b>Probenahme</b>	Die Probenahme erfolgt durch Diffusion von Benzol durch Celluloseacetat in ein Glasröhrchen und anschließender Adsorption an Aktivkohle.
<b>Messgerät</b>	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.
<b>Analyse</b>	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.
<b>Nachweisgrenze</b>	Die Nachweisgrenze für das Verfahren liegt bei einer Sammelzeit von zwei Wochen bei $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

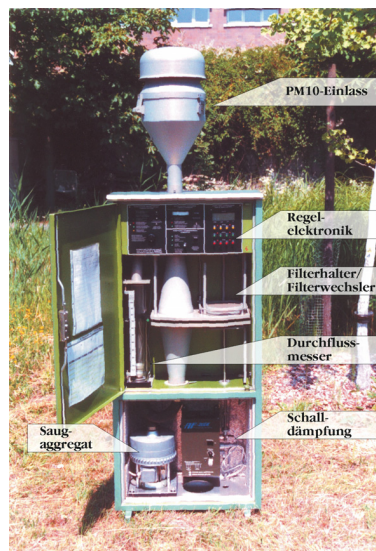
### Foto der Messeinrichtung



## 5.2-11 Messung von Schwermetallen in der Partikel PM10 -Fraktion

<b>Richtlinien</b>	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)
<b>Probenahme</b>	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.
<b>Messgerät</b>	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.
<b>Analyse</b>	Die bestaubten Filter werden offen in oxidierendem Säuregemisch aufgeschlossen. Die Elementbestimmung erfolgt durch Massenspektrometrie im induktiv gekoppelten Plasma (ICP-MS).
<b>Nachweisgrenze</b>	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

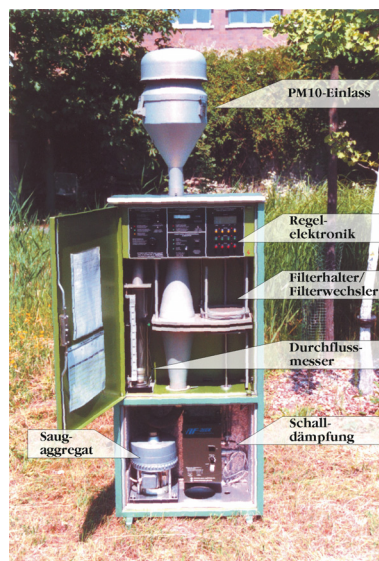
### Foto der Messeinrichtung



© LUBW

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

<b>Richtlinien</b>	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)
<b>Probenahme</b>	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).
<b>Messgerät</b>	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.
<b>Analyse</b>	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).
<b>Nachweisgrenze</b>	Die Nachweisgrenze für B(a)P und ähnliche PAK liegt bei 0,05 ng/m³.
<b>Foto der Messeinrichtung</b>	





## 5.2-13 Messung von Ruß

<b>Richtlinien</b>	VDI 2465 Blatt 2: Messen von Ruß (Immission) - Thermographische Bestimmung des elementaren Kohlenstoffes nach Thermodesorption des organischen Kohlenstoffes; Ausgabedatum: 1999-05
<b>Probenahme</b>	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.
<b>Messgerät</b>	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.
<b>Analyse</b>	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 <sub>2</sub> . 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 <sub>2</sub> und H <sub>2</sub> O verbrannt. Dies läßt sich auch an dem Auftreten eines Wasserpeaks feststellen. Im zweiten Schritt wird der verbleibende Kohlenstoff bestimmt.
<b>Nachweisgrenze</b>	Die relative Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei einem Probevolumen von 720 m³ bei 0,2 µg Kohlenstoff/m³.

### Foto der Messeinrichtung



## 5.2-14 Messung von Staubniederschlag

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





## 5.2-15 Messung von Schwermetallen im Staubniederschlag

<b>Richtlinien</b>	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																														
<b>Probenahme</b>	Die Probenahme von Staubniederschlag erfolgt als Sammelprobe nach dem Bergerhoff-Verfahren über einen Monat. Zum Einsatz kommen Bergerhoff-Gläser und im Winter entsprechende Kunststoffgefäße.																														
<b>Analyse</b>	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 QMV 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.																														
<b>Nachweisgrenze</b>	Die Nachweisgrenzen für dieses Verfahren liegen für die einzelnen Schwermetalle bei den nachstehend aufgeführten Werten. <table><tr><td>Antimon:</td><td>0,05 µg/(m<sup>2</sup>d)</td><td>Mangan:</td><td>0,01 µg/(m<sup>2</sup>d)</td><td>Arsen:</td><td>0,02 µg/(m<sup>2</sup>d)</td></tr><tr><td>Nickel:</td><td>0,03 µg/(m<sup>2</sup>d)</td><td>Blei:</td><td>0,1 µg/(m<sup>2</sup>d)</td><td>Thallium:</td><td>0,001 µg/(m<sup>2</sup>d)</td></tr><tr><td>Kadmium:</td><td>0,02 µg/(m<sup>2</sup>d)</td><td>Vanadium:</td><td>0,07 µg/(m<sup>2</sup>d)</td><td>Chrom:</td><td>0,03 µg/(m<sup>2</sup>d)</td></tr><tr><td>Zink:</td><td>0,5 µg/(m<sup>2</sup>d)</td><td>Kobalt:</td><td>0,01 µg/(m<sup>2</sup>d)</td><td>Zinn:</td><td>0,05 µg/(m<sup>2</sup>d)</td></tr><tr><td>Kupfer:</td><td>0,3 µg/(m<sup>2</sup>d)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Antimon:	0,05 µg/(m <sup>2</sup> d)	Mangan:	0,01 µg/(m <sup>2</sup> d)	Arsen:	0,02 µg/(m <sup>2</sup> d)	Nickel:	0,03 µg/(m <sup>2</sup> d)	Blei:	0,1 µg/(m <sup>2</sup> d)	Thallium:	0,001 µg/(m <sup>2</sup> d)	Kadmium:	0,02 µg/(m <sup>2</sup> d)	Vanadium:	0,07 µg/(m <sup>2</sup> d)	Chrom:	0,03 µg/(m <sup>2</sup> d)	Zink:	0,5 µg/(m <sup>2</sup> d)	Kobalt:	0,01 µg/(m <sup>2</sup> d)	Zinn:	0,05 µg/(m <sup>2</sup> d)	Kupfer:	0,3 µg/(m <sup>2</sup> d)				
Antimon:	0,05 µg/(m <sup>2</sup> d)	Mangan:	0,01 µg/(m <sup>2</sup> d)	Arsen:	0,02 µg/(m <sup>2</sup> d)																										
Nickel:	0,03 µg/(m <sup>2</sup> d)	Blei:	0,1 µg/(m <sup>2</sup> d)	Thallium:	0,001 µg/(m <sup>2</sup> d)																										
Kadmium:	0,02 µg/(m <sup>2</sup> d)	Vanadium:	0,07 µg/(m <sup>2</sup> d)	Chrom:	0,03 µg/(m <sup>2</sup> d)																										
Zink:	0,5 µg/(m <sup>2</sup> d)	Kobalt:	0,01 µg/(m <sup>2</sup> d)	Zinn:	0,05 µg/(m <sup>2</sup> d)																										
Kupfer:	0,3 µg/(m <sup>2</sup> d)																														

### Foto der Messeinrichtung



## 5.2-16 Messung von Quecksilber im Staubniederschlag

<b>Richtlinien</b>	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.
<b>Probenahme</b>	Die Probenahme von Quecksilber im Staubniederschlag erfolgt als Sammelprobe über einen Monat. Hierzu wird ein Trichter-Flasche-System eingesetzt.
<b>Messgerät</b>	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.
<b>Analyse</b>	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.
<b>Nachweisgrenze</b>	Die relative Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei 0,5 ng/(m <sup>2</sup> d) bei einem Probenvolumen von 100 ml und einer Probenahmedauer von 30 Tagen.

### Foto der Messeinrichtung



© LUBW

## 5.2-17 Säurebildner mittels Trichter-Flasche-Verfahren

<b>Richtlinien</b>	<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>								
<b>Probenahme</b>	<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>								
<b>Messgerät</b>	<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>								
<b>Analyse</b>	<p>Die Ionen werden gemäß den in den oben genannten DIN-Normen festgeschriebenen Verfahren analysiert.</p>								
<b>Nachweisgrenze</b>	<p>Bei diesem Verfahren gelten bei einem Probenvolumen von 100 ml und einer Probenahmedauer von 30 Tagen die nachstehend aufgeführten Nachweisgrenzen.</p> <table><tr><td><math>\text{NH}_4^+</math>: 0,01 mg/(m<sup>2</sup>d)</td><td><math>\text{NO}_3^-</math>: 0,01 mg/(m<sup>2</sup>d)</td><td><math>\text{NO}_2^-</math>: 0,01 mg/(m<sup>2</sup>d)</td><td><math>\text{SO}_4^{2-}</math>: 0,05 mg/(m<sup>2</sup>d)</td></tr><tr><td><math>\text{Ca}^{2+}</math>: 0,01 mg/(m<sup>2</sup>d)</td><td><math>\text{Mg}^{2+}</math>: 0,01 mg/(m<sup>2</sup>d)</td><td><math>\text{K}^+</math>: 0,01 mg/(m<sup>2</sup>d)</td><td><math>\text{Na}^+</math>: 0,01 mg/(m<sup>2</sup>d)</td></tr></table>	$\text{NH}_4^+$ : 0,01 mg/(m <sup>2</sup> d)	$\text{NO}_3^-$ : 0,01 mg/(m <sup>2</sup> d)	$\text{NO}_2^-$ : 0,01 mg/(m <sup>2</sup> d)	$\text{SO}_4^{2-}$ : 0,05 mg/(m <sup>2</sup> d)	$\text{Ca}^{2+}$ : 0,01 mg/(m <sup>2</sup> d)	$\text{Mg}^{2+}$ : 0,01 mg/(m <sup>2</sup> d)	$\text{K}^+$ : 0,01 mg/(m <sup>2</sup> d)	$\text{Na}^+$ : 0,01 mg/(m <sup>2</sup> d)
$\text{NH}_4^+$ : 0,01 mg/(m <sup>2</sup> d)	$\text{NO}_3^-$ : 0,01 mg/(m <sup>2</sup> d)	$\text{NO}_2^-$ : 0,01 mg/(m <sup>2</sup> d)	$\text{SO}_4^{2-}$ : 0,05 mg/(m <sup>2</sup> d)						
$\text{Ca}^{2+}$ : 0,01 mg/(m <sup>2</sup> d)	$\text{Mg}^{2+}$ : 0,01 mg/(m <sup>2</sup> d)	$\text{K}^+$ : 0,01 mg/(m <sup>2</sup> d)	$\text{Na}^+$ : 0,01 mg/(m <sup>2</sup> d)						

### Foto der Messeinrichtung



### 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 Emissionshöchst-mengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I, Nr. 40, S. 1065) in Kraft getreten am 6. August 2010

#### [EU, 2008]

Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft in Europa

#### [LUBW, 2010]

Pflicht-Luftmessnetz, Bericht der LUBW vom 6. Mai 2010, Pflicht-Luftmessnetz – gemäß EU-Richtlinie 2008/50/EG

#### [LUBW, 2010-1]

Bestimmung des Beitrags der Holzfeuerungen zum PM10-Feinstaub, Bericht der LUBW vom Dezember 2010, LUBW 64-01/2010

#### [LUBW, 2012]

Kenngrößen der Luftqualität für die Messstation Heilbronn, Jahresdaten 2011, Bericht der LUBW Oktober 2012, in Bearbeitung, LUBW 33-09/2012

#### [TA Luft]

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

#### [LAI, 2010]

Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen. Abschlussbericht der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz. 03.03.2010

#### [UBA, 2011]

Handbuch „Luftqualitätsdaten- und Informationsaustausch in Deutschland“, Umweltbundesamt 2011

## 5.4 Glossar

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

**mg/m<sup>3</sup>**: Milligramm pro Kubikmeter (0,001 g)  
**µg/m<sup>3</sup>**: Mikrogramm pro Kubikmeter (0,000001 g)  
**ng/m<sup>3</sup>**: Nanogramm pro Kubikmeter (0,000000001 g)  
**kg/(ha·a)**: Kilogramm pro Hektar und Jahr  
**mg/(m<sup>2</sup>d)**: Milligramm pro Quadratmeter und Tag  
**µg/(m<sup>2</sup>d)**: Mikrogramm pro Quadratmeter und Tag

### 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/cm<sup>3</sup>, welche die gleiche Sinkgeschwindigkeit in Luft wie das Partikel hat.

### AOT40

AOT40 (µg/m<sup>3</sup>)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 gröÑenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 Mikrometern einen Abscheidegrad von 50 Prozent aufweist.

### PM2,5

Partikel, die einen gröÑenselektierenden 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)





