

Kenngrößen der Luftqualität

 Jahresdaten 2013

**Achtung wichtiger Hinweis:
Rußwerte für das Jahr 2013
werden zurückgezogen!**



Baden-Württemberg

Kenngroößen der Luftqualität

 Jahresdaten 2013



Baden-Württemberg

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg 76231 Karlsruhe, Postfach 100163, www.lubw.baden-wuerttemberg.de
BEARBEITUNG	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 100163, 76231 Karlsruhe, www.lubw.baden-wuerttemberg.de poststelle@lubw.bwl.de Referat 33 – Luftqualität Referat 62 – Betrieb Messnetze, Zentrale Logistik
DOKUMENTATION-NUMMER	33-01/2014
BERICHTSUMFANG	85 Seiten
STAND	August 2014



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

Errata vom Oktober 2015:

Die Inhaltsstoffbestimmung der Partikel PM10-Filter auf Ruß (bestimmt als elementarer Kohlenstoff – EC) führte im Jahr 2013 auf Grund eines Gerätefehlers bei der internen Temperaturregelung des Kohlenstoffanalyzers zu einem Minderbefund von EC. Aus diesem Grund wurden die Rußwerte für das Jahr 2013 zurückgezogen.

ZUSAMMENFASSUNG		7
1	ÜBERWACHUNG DER LUFTQUALITÄT IN BADEN-WÜRTTEMBERG	9
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	14
1.4	Ermittlung und Bewertung der Kenngrößen	15
1.4.1	Luftmessnetz und Spotmessungen	15
1.4.2	Depositionsmessnetz	16
1.5	Veröffentlichung der Messdaten und Alarmdienste	16
2	RELEVANTE LUFTSCHADSTOFFE	18
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
3	JAHRESKENNGRÖSSEN 2013	22
3.1	Stickstoffdioxid	22
3.2	Partikel PM10	25
3.3	Partikel PM2,5	28
3.4	Ozon	28
3.5	Schwefeldioxid	31
3.6	Kohlenmonoxid	32
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	35
3.11	Ruß	35
3.12	Schadstoffdepositionen	35
3.12.1	Staubniederschlag	35
3.12.2	Schwermetalle im Staubniederschlag	35
3.12.3	Stickstoff- und Schwefeleinträge	35

4	BEURTEILUNG DER LUFTQUALITÄT IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2013	38
4.1	Meteorologie	38
4.1.1	Meteorologische Kenngrößen und Witterung im Jahr 2013	38
4.1.2	Saisonaler Trend der Luftschadstoffe	38
4.2	Luftqualität in Baden-Württemberg im Jahr 2013 im Vergleich zu 2012	40
4.3	Entwicklung der Luftqualität und Schadstoffdeposition in Baden-Württemberg	44
4.3.1	Luftqualität	44
4.3.2	Schadstoffdepositionen	47
4.4	Luftschadstoffbelastung in Deutschland	48
5	ANHANG	51
5.1	Kenngrößen der Luftqualität in Baden-Württemberg	51
5.2	Messverfahren	69
5.3	Quellenverzeichnis	86
5.4	Glossar	87

Zusammenfassung

Dieser Bericht umfasst die wichtigsten Kenngrößen der Luftqualität in Baden-Württemberg für das Jahr 2013. 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 Stickstoffdioxid-Konzentrationen sind im Jahr 2013 im Vergleich zu 2012 an den meisten Messstandorten zurückgegangen. Vor allem an den verkehrsnahen Spotmessstellen und Verkehrsmessstationen ist ein Rückgang zu verzeichnen. Der Rückgang der Stickstoffdioxid-Konzentrationen an den verkehrsnahen Messstationen, die sich fast ausschließlich in Umweltzonen befinden, kann somit auch auf verschiedene verkehrliche Maßnahmen (z. B. Verkehrsverstetigung) zurückgeführt werden. So kam eine Untersuchung der LUBW in der Hohenheimer Straße in Stuttgart zum Ergebnis, dass durch verkehrsverstetigende Maßnahmen eine signifikante Reduktion der Stickstoffdioxidbelastung zu erreichen ist.

Die Partikel PM₁₀-Konzentrationen sind im Jahr 2013 im Vergleich zu 2012 an fast allen Messstandorten unabhängig von der Standortkategorie leicht angestiegen. Austauscharme Wetterlagen im ersten Quartal, verstärkter Partikel PM₁₀-Ferntransport in den Wintermonaten, Trockenheit im Juli und eine längere Heizperiode im Frühjahr können diesen leichten Anstieg der Partikel PM₁₀-Konzentrationen begründen.

Die Ozonbelastung im Jahr 2013 war vergleichbar mit der im Jahr 2012.

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 dem primär verkehrsbedingten Luftschadstoff Stickstoffdioxid lagen im Jahr 2013 die gemessenen Konzentrationen bei den verkehrsnahen Messstationen zum Teil noch deutlich über den Immissionsgrenzwerten. Davon gehören einige Stationen zu den bundesweit am höchsten belasteten Standorten.

Die Schadstoffdepositionen in Form von Staubbiederschlag und Schwermetalleintrag lagen auch im Jahr 2013 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 verschiedene Messnetze. 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 (NO₂) und Stickstoffoxide (NO_x)
- Partikel PM10 und PM2,5
- Ozon (O₃)
- Schwefeldioxid (SO₂)
- Kohlenmonoxid (CO)
- Benzol
- Arsen (As) als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion
- Benzo(a)pyren (B(a)P) als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion
- Blei (Pb) als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion
- Cadmium (Cd) als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion
- Nickel (Ni) als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion

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

Die Messstationen des Luftmessnetzes 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.

Das Luftmessnetz Baden-Württemberg besteht derzeit aus 8 Verkehrsmessstationen, 24 Messstationen im städtischen Hintergrund und 2 Messstationen im ländlichen Hintergrund.

Zusätzlich zum 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 insgesamt 37 Messstationen zur Überwachung der Luftqualität zur Verfügung. Die LUBW dankt den Auftraggebern für diese großzügige Unterstützung.

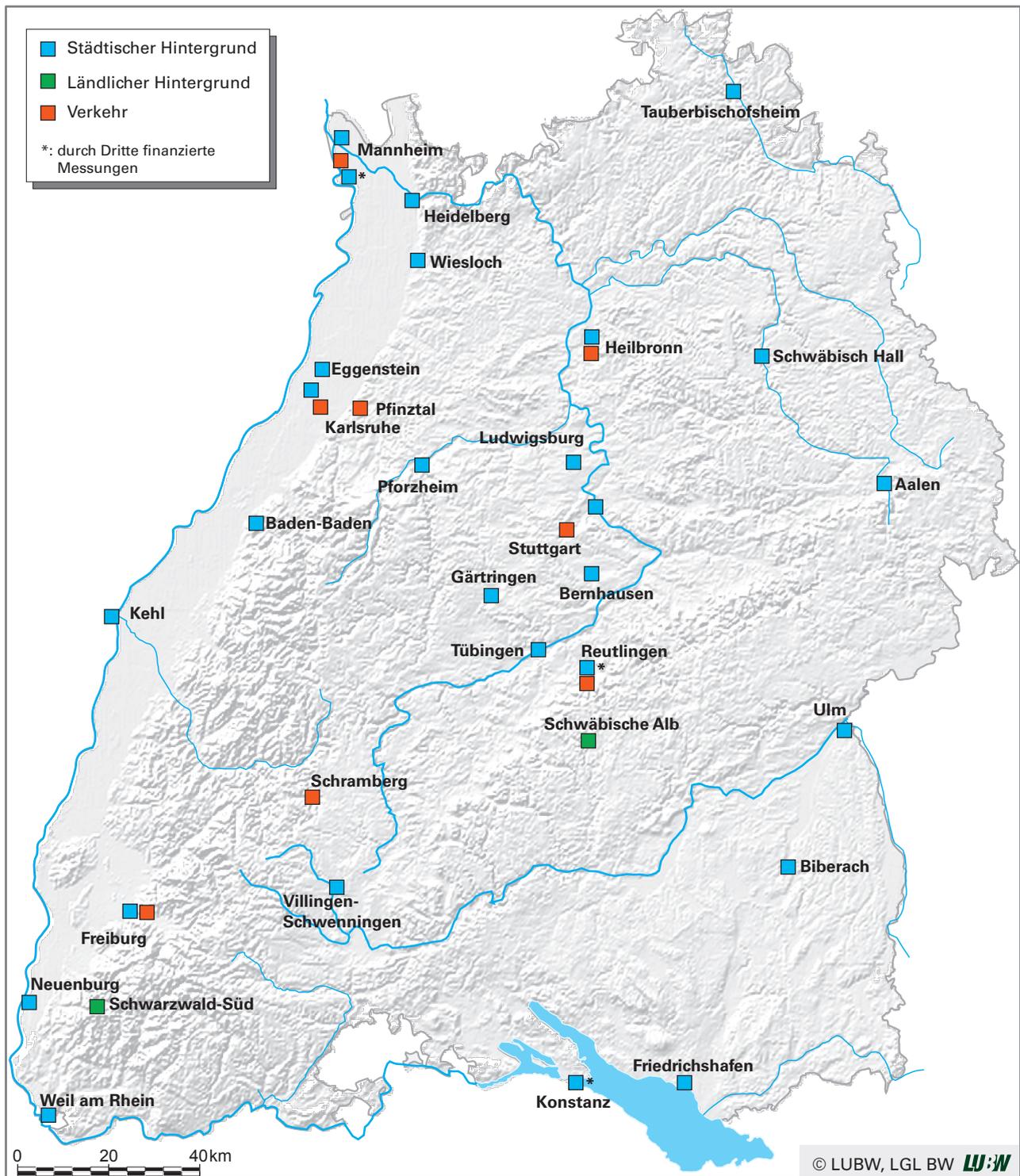


Abbildung 1.1-1: Luftmessnetz Baden-Württemberg 2013

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

In Baden-Württemberg werden seit dem Jahr 2004 Spotmessungen durchgeführt. Aufgabe der Spotmessun-

gen ist die Erfassung der Immissionsbelastung an innerörtlichen Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen sowie schlechten Ausbreitungsbedingungen. An diesen Spotmessstellen sind im Gegensatz zum Luftmessnetz nur zeitlich befristete Messungen vorgesehen. Im Jahr 2013 wurden in Baden-Württemberg an 27 Messstellen Stickstoffdioxid (NO₂) und an 19 Messstellen Partikel PM₁₀ gemessen. An einigen ausgewählten Messstellen

wurden auch Messungen von Benzol, Ruß und Benzo(a)pyren durchgeführt.

Grundlage der Spotmessungen in Baden-Württemberg waren umfangreiche Voruntersuchungen in den Jahren 2003 und 2006. Im Vorfeld der Voruntersuchungen 2006 wurden im Juni 2005 alle Städte und Gemeinden in Baden-Württemberg angeschrieben und gebeten, mögliche straßennahe Belastungsschwerpunkte in ihrem Gemeindegebiet sowie die dortigen aktuellen Verkehrsverhältnisse zu nennen. Insgesamt wurden von den Städten und Gemeinden 698 Straßenabschnitte gemeldet. Aus den gemeldeten Straßenabschnitten wurden von der LUBW an Hand verschiedener Kriterien (z. B. Verkehrsstärke, Bebauungssituation und typisierter Immissionsberechnungen) 105 hoch belastete Straßenabschnitte ausgewählt. An diesen 105 Straßenabschnitten wurden anschließend von der LUBW dreimonatige orientierende Messungen von Ruß (Indikator für Feinstaub) und Stickstoffdioxid durchgeführt. Auf Grundlage der orientierenden Messungen ergab sich eine Rangfolge der am höchsten belasteten Straßenabschnitte in Baden-Württemberg [LUBW, 2006]. Die Ergebnisse der Voruntersuchungen 2006 mit der festgelegten Rangfolge der am höchsten belasteten Straßenabschnitte lieferte die Planungsgrundlage für die Spotmessungen ab dem Jahr 2007.

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 erweitert, so dass derzeit folgende Depositionen gemessen werden:

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

Im Jahr 2013 wurden in Baden-Württemberg an 27 Standorten die Depositionen der o. g. Stoffe messtechnisch erfasst.

Alle Standorte des Depositionsmessnetzes sind auf städtische (Mannheim und Karlsruhe) und ländliche Regionen verteilt. Die ländlichen Standorte sind nach klimatischen und vegetationspezifischen 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. Immissionswerte in Form von Immissionsgrenzwerten, Zielwerten, Informations- und Alarmschwellen sowie kritische Werte für alle relevanten Luftschadstoffe (Tabelle 1.2-1). Die Immissionswerte sind wie nachstehend aufgeführt definiert.

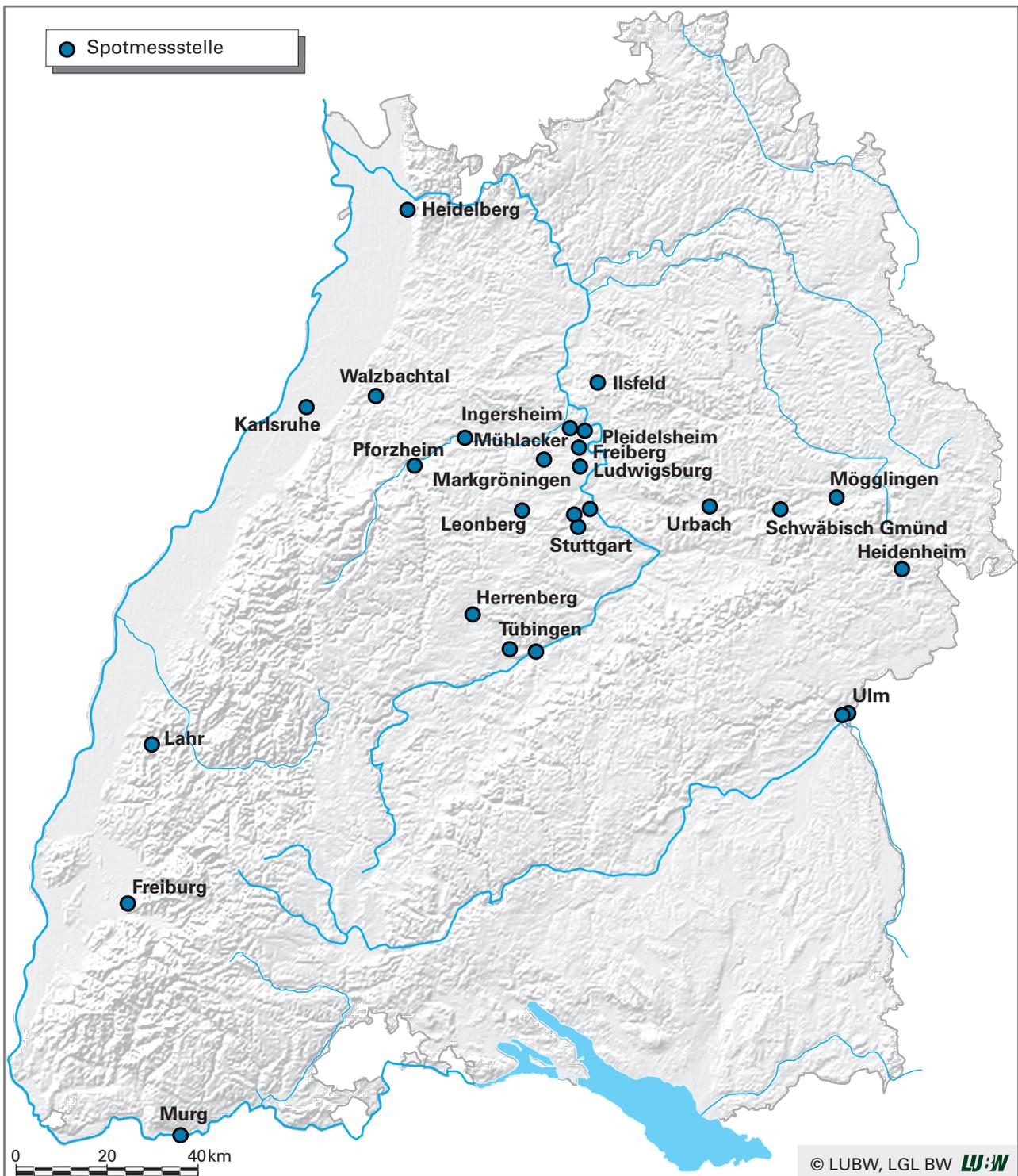


Abbildung 1.1-2: Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2013

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 aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse mit dem Ziel festgelegt wird, schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die

Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhüten oder zu verringern, und der innerhalb eines bestimmten Zeitraums eingehalten werden muss und danach nicht überschritten werden darf.

Informationsschwelle: Wert für Ozon in der Luft, bei dessen Überschreitung bereits bei kurzfristiger Exposition ein Risiko für die Gesundheit insbesondere empfindlicher Be-

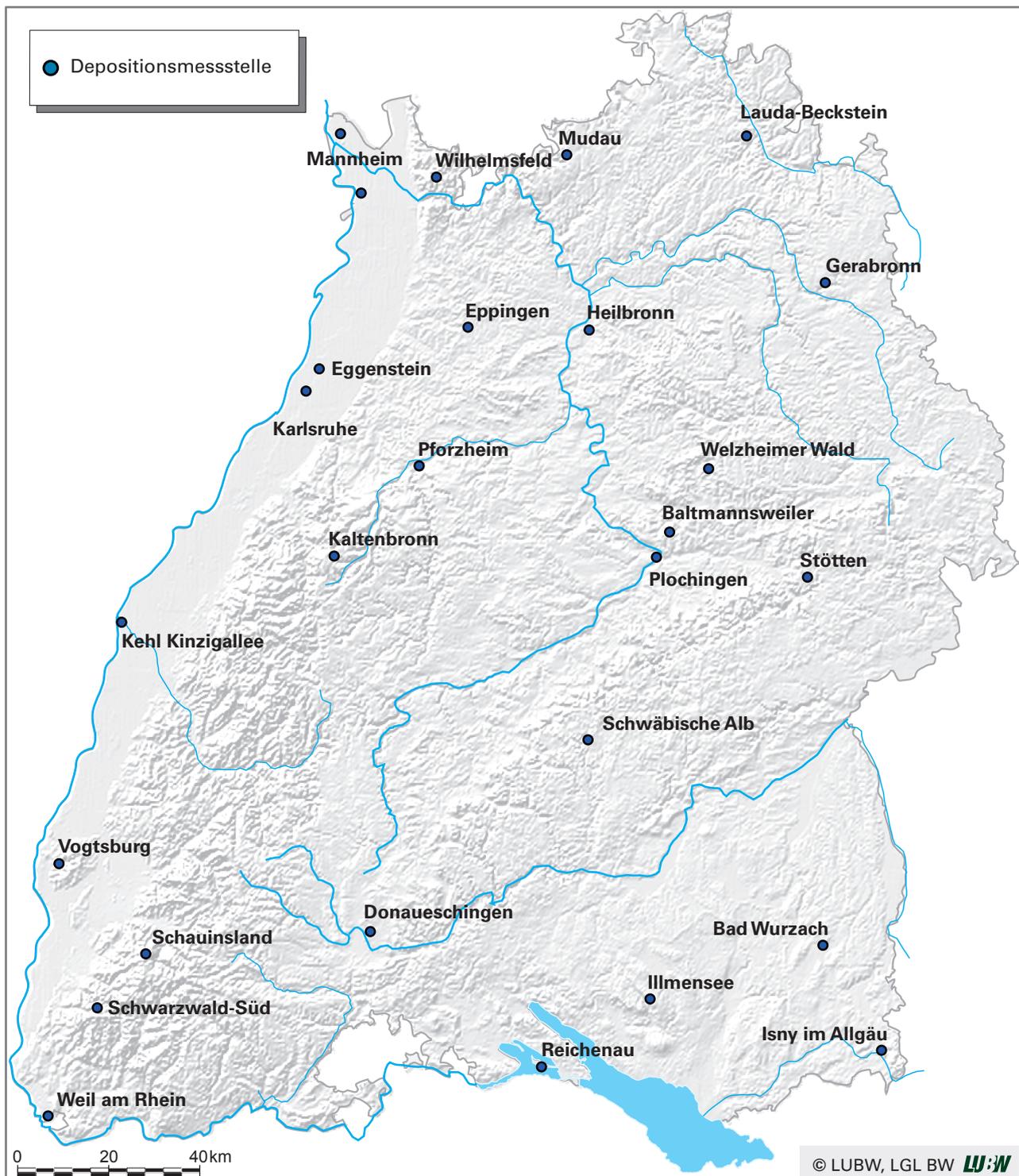


Abbildung 1.1-3: Depositionsmessnetz Baden-Württemberg 2013

völkerungsgruppen besteht und bei dem unverzüglich geeignete Informationen erforderlich sind.

Kritischer Wert: Wert, dessen Überschreitung aufgrund 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 Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhalt-

Tabelle 1.2-1: Immissionswerte für Luftschadstoffe gemäß der 39. BImSchV

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

* gemessen an drei aufeinander folgenden Stunden

** höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages

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

LUBW

zung der Luft – TA Luft) [TA Luft] legt Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdepositionen fest. Für die in der Tabelle 1.2-2 aufgeführten Schadstoffdepositionen sind in der TA Luft Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen festgelegt, die bei Genehmigungen von Industrieanlagen im Beurteilungsgebiet nicht zu überschreiten sind.

1.3 Messverfahren

Die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid, Partikel PM₁₀, 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.

Tabelle 1.2-2: Immissionswerte für Schadstoffdepositionen gemäß der TA Luft

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

LUBW

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 Spotmessstellen 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 Stickstoffverbindungen Ammonium, Nitrat und Nitrit unterliegen im Probenahmegefäß chemischen Umwandlungsprozessen. Aus diesem Grund können die analysierten Ammonium- und Nitratwerte vom tatsächlichen Stoffeintrag am Depositionsstandort abweichen.

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 Informations-

austausch in Deutschland“ [UBA, 2011] werden die Kenngrößen von der LUBW berechnet.

1.4.1 Luftmessnetz und Spotmessungen

Für folgende Spotmessstellen konnten für das Jahr 2013 keine Jahreskenngrößen berechnet werden:

- An der Spotmessstelle Pforzheim Jahnstraße wurde die Datenverfügbarkeit für Stickstoffdioxid nicht erreicht.
- An der Messstation Bernhausen wurde die Datenverfügbarkeit für Benzol nicht erreicht.
- An der Spotmessstelle Urbach Hauptstraße wurde die Datenverfügbarkeit für Partikel PM₁₀ nicht erreicht.
- Die Spotmessstelle Fellbach Höhenstraße entsprach nicht in vollem Umfang den Anforderungen der 39. BImSchV in Bezug auf die Betroffenheit der Bevölkerung. Gemäß Anlage 3 der 39. BImSchV müssen Probenahmestellen zur Beurteilung der Luftqualität u. a. in Bereichen eingerichtet werden, in der Wohnbevölkerung vorhanden ist. Dies traf in der Höhenstraße nur eingeschränkt zu, so dass die Spotmessstelle in Abstimmung mit der Stadt Fellbach Ende 2013 in die Burgstraße verlegt wurde.
- Im unmittelbaren Umfeld der Messstation Heilbronn wurden auch im Verlauf des Jahres 2013 umfangreiche Baustellentätigkeiten durchgeführt. Der Einfluss der Baustellentätigkeit auf die Messergebnisse wurde in einem Bericht der LUBW ausführlich untersucht und dargestellt [LUBW, 2012]. Für die Messstation Heilbronn wurden daher für Partikel PM₁₀, Partikel PM_{2,5},

Benzo(a)pyren und Ammoniak keine Jahreskenngrößen berechnet.

1.4.2 Depositionsmessnetz

Für folgende Depositionsmessstellen konnten für das Jahr 2013 keine Jahreskenngrößen berechnet werden:

- Ein Abbau des Standorts Hornisgrinde war aufgrund der veränderten Örtlichkeiten notwendig. Ein Neuaufbau ist in der Nähe des alten Standortes geplant.
- Der Standort Vogtsburg wurde um ca. 100 m versetzt, so dass die Jahreskenngrößen für den neuen Standort erst für das Jahr 2014 berechnet werden können.
- Baumaßnahmen im Umfeld des Standorts Heilbronn beeinflussten auch in 2013 maßgeblich die Staubbenebelung sowie die damit verbundenen Schwermetalleinträge. Deshalb wurden keine Jahreskenngrößen für diesen Standort berechnet.

1.5 Veröffentlichung der Messdaten und Alarmdienste

Die ermittelten Messdaten werden auf den Internetseiten der LUBW (www.lubw.baden-wuerttemberg.de) unter Infodienste/aktuelle Messwerte veröffentlicht. Außerdem informiert ein Ansgedienst (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 Zeitraum vom 1. Oktober bis 30. April (Winterhalbjahr) zwischen 6:00 Uhr und 21:00 Uhr alle 3 Stunden. Im Zeitraum vom 1. Mai bis 30. September (Sommerhalbjahr) 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 1.5-1). Beim Überschreiten der Alarmschwellen besteht für die Gesamtbevölkerung ein Gesundheitsrisiko, so dass die Bevölkerung unverzüglich informiert und Maßnahmen ergriffen werden müssen. Beim Über-

schreiten 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 2013 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 konnte.

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 im Luftmessnetz Baden-Württemberg 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 ³
Ozon	Alarmschwelle	1 Stunde	240 µg/m ³
Stickstoffdioxid	Alarmschwelle	1 Stunde*	400 µg/m ³
Schwefeldioxid	Alarmschwelle	1 Stunde*	500 µg/m ³

* 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 ³	Anzahl der Stunden mit Überschreitung der Alarmschwelle von 240 µg/m ³
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
2012	31	105	0
2013	31	64	0



2 Relevante Luftschadstoffe

2.1 Stickstoffoxide

Stickstoffoxide (NO_2/NO_x) entstehen bei allen Verbrennungsprozessen unter hohen Temperaturen. Bedeutende Emissionsquellen sind der Kraftfahrzeugverkehr und die Verbrennung fossiler Brennstoffe. 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 in 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 $\text{PM}_{2,5}$ 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,

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

2.3 Ozon

Ozon (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 (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.

Tabelle 2.2-1: Einteilung der Partikel-Fraktionen

Partikelfraktion	Partikel kleiner als
Inhalierbarer Feinstaub PM_{10}	$10 \mu\text{m}^*$
Lungengängiger Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$	$2,5 \mu\text{m}^*$
Ultrafeine Partikel $\text{PM}_{0,1}$	$0,1 \mu\text{m}$

* Partikel die einen gröbenselektierenden 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 $\text{PM}_{2,5}$

LUBW

2.4 Schwefeldioxid

Schwefeldioxid (SO_2) wird bei der Verbrennung von Kohle und Heizöl sowie anderer schwefelhaltiger Brennstoffe gebildet. Die Höhe der SO_2 -Emissionen ist dabei direkt abhängig vom Schwefelgehalt des Brennstoffes. Schwefeldioxid reizt die Schleimhäute und die Atemwege. Die Kombination von 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. Die Schwefeldioxid-Emissionen sind aufgrund verschiedener Emissionsminderungsmaßnahmen bei Kraftwerken, Industrie und Gewerbe in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen.

2.5 Kohlenmonoxid

Kohlenmonoxid (CO) ist ein farb- und geruchsloses, brennbares und wasserlösliches Gas und entsteht bei der unvollständigen Verbrennung kohlenstoffhaltiger, fossiler Brennstoffe. Einer der 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 (NH_3) ist ein wasserlösliches, farbloses und stechend riechendes Gas. In der Natur entsteht Ammoniak bei der mikrobiellen Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Materie (z. B. Pflanzenreste, tierische Exkremente). Die

Hauptquelle anthropogener Ammoniakemissionen ist mit bis zu 90 % 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. Die restlichen Ammoniakemissionen stammen aus verschiedenen biogenen Quellen, wie z. B. Abwasserkanälen.

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 (NH_4^+) bzw. seinen Salzen Ammoniumsulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) und Ammoniumnitrat (NH_4NO_3), die dann über weite Strecken transportiert und somit fern von der Quelle abgelagert werden können. Diese sekundärgebildeten Aerosole tragen zur Feinstaubbelastung und durch ihre versauernde und eutrophierende Wirkung zur Gefährdung empfindlicher Ökosysteme bei.

2.7 Benzol

Benzol (C_6H_6) ist der einfachste Vertreter der aromatischen Kohlenwasserstoffe. Die farblose Flüssigkeit hat einen charakteristischen Geruch und tritt leicht in die Gasphase über. Hauptemissionsquellen sind die Verbrennung von Benzin in Kraftfahrzeugen, Verdunstungsverluste beim Betankungsvorgang sowie Freisetzen bei der industriellen Produktion. Aufgrund der Reduzierung der zulässigen Benzolzumischung im Benzin sowie der Einführung wirksamer Gasrückführungssysteme bei Tankanlagen sind die Benzol-Freisetzen rückläufig. Gesundheitlich relevant ist die kanzerogene (Leukämie) und erbgutschädigende 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. Freisetzen 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 ein-

deutig kanzerogen und stehen im Verdacht, frucht- und erbgutschädigend zu sein. Benzo(a)pyren wird als Leitsubstanz für die Gruppe der PAK herangezogen.

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].

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. erbgutschädigend. 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 (SO_4^{2-}), Nitrat (NO_3^-) und Ammonium (NH_4^+). Die Stickstoffverbindungen Nitrat und Ammoni-

um, 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 der Leitfaden der Bund/Ländergemeinschaft für Immissionsschutz [LAI, 2012].

3 Jahreskenngrößen 2013

3.1 Stickstoffdioxid

Im Luftmessnetz Baden-Württemberg wurde im Jahr 2013 an 27 Messstationen im städtischen Hintergrund, an 8 Verkehrsmessstationen und an 2 Messstationen im ländlichen Hintergrund Stickstoffdioxid (NO₂) gemessen. Für alle Messstationen konnten Jahreskenngrößen für NO₂ berechnet werden. An den 8 Verkehrsmessstationen wurde der Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ (Jahresmittelwert) überschritten (Abbildung 3.1-1).

Der Immissionsgrenzwert von 200 µg/m³ (1-Stundenmittelwert) konnte 2013 im Luftmessnetz Baden-Württemberg an allen Messstationen eingehalten werden (Abbildung 3.1-2).

Im Jahr 2013 wurde an 27 Spotmessstellen NO₂ gemessen. Für 26 Messstellen konnten Jahreskenngrößen berechnet werden (siehe Kapitel 1.4). An den Spotmessstellen wird NO₂ nicht nur mit kontinuierlich anzeigenden Messgerä-

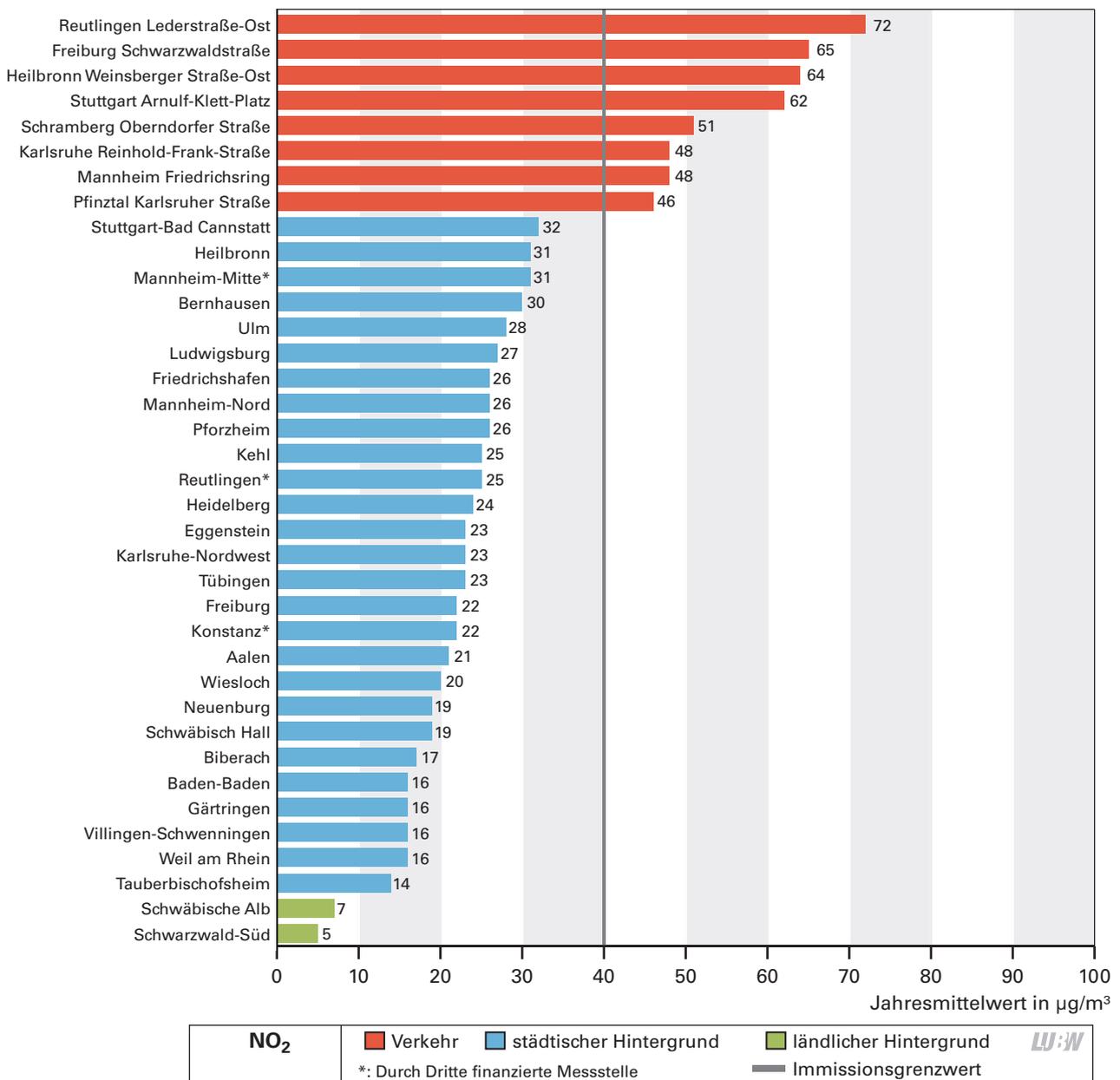


Abbildung 3.1-1: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2013

ten gemessen, sondern auch mit Passivsammlern. Mit den Passivsammlern können nur Jahresmittelwerte ermittelt werden (siehe auch Kapitel „1.3 Messverfahren“). Im Jahr 2013 konnte der Immissionsgrenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) lediglich an den Spotmessstellen Karlsruhe Kriegsstraße, Urbach Hauptstraße und Murg Hauptstraße eingehalten werden (Abbildung 3.1-3).

Im Jahr 2013 wurde NO_2 an 6 Spotmessstellen mit kontinuierlich anzeigenden Messgeräten gemessen, so dass die Einhaltung des Kurzzeitgrenzwertes von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1-Stundenmittelwert) überprüft werden konnte. Die zu-

lässige Anzahl von 18 Überschreitungen im Kalenderjahr für den Immissionsgrenzwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1-Stundenmittelwert) wurde an zwei Spotmessstellen nicht eingehalten (Abbildung 3.1-4).

Der kritische Wert für Stickstoffoxide (NO_x) von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) wurde im Jahr 2013 an den ländlichen Hintergrundmessstationen eingehalten (Abbildung 3.1-5).

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

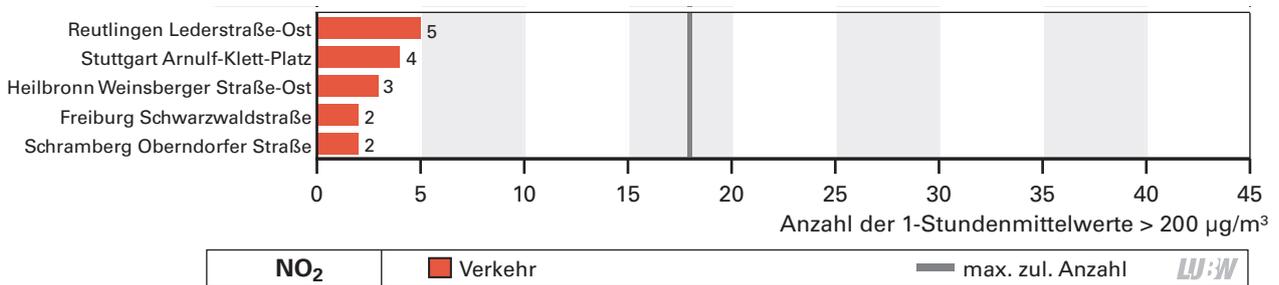


Abbildung 3.1-2: Anzahl der Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1-Stundenmittelwert) für Stickstoffdioxid an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2013 (18 Überschreitungen sind im Kalenderjahr zulässig)

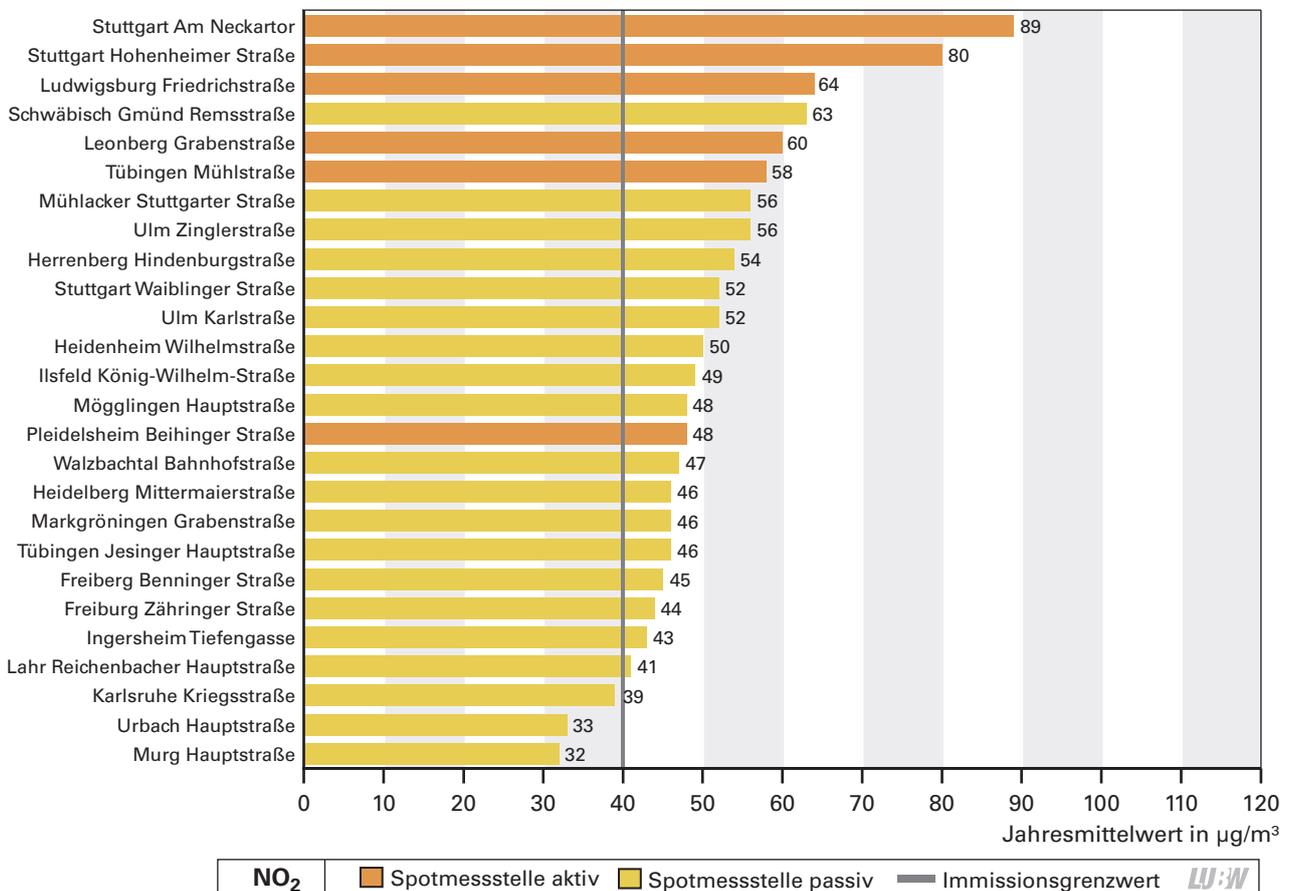


Abbildung 3.1-3: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2013

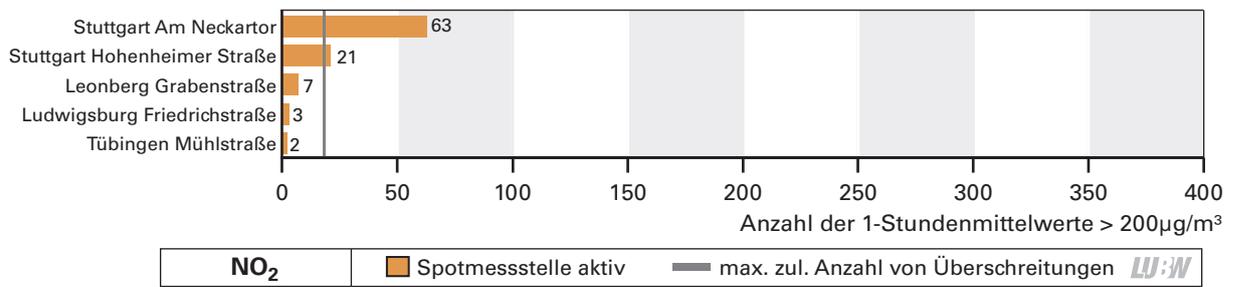


Abbildung 3.1-4: Anzahl der Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von 200 µg/m³ (1-Stundenmittelwert) für Stickstoffdioxid an den kontinuierlich messenden Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2013 (18 Überschreitungen sind im Kalenderjahr zulässig)

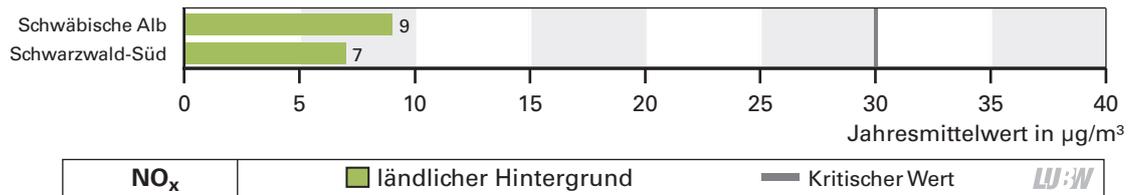


Abbildung 3.1-5: Jahresmittelwerte der Konzentrationen der Stickstoffoxide an den ländlichen Hintergrundmessstationen in Baden-Württemberg im Jahr 2013

3.2 Partikel PM10

Im Luftmessnetz Baden-Württemberg wurde im Jahr 2013 an 27 Messstationen im städtischen Hintergrund, an 8 Verkehrsmessstationen und an 2 Messstationen im ländlichen Hintergrund Partikel PM10 gemessen. Für 36 Messstationen wurden Jahreskenngrößen für Partikel PM10 berechnet (siehe Kapitel 1.4). An allen 36 Messstationen wurde der Immissionsgrenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) eingehalten (Abbildung 3.2-1). Die zulässige Anzahl von 35 Überschreitungen im Kalenderjahr für den Immissionsgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tagesmittelwert) wurde nur an der Verkehrsmessstation Reutlingen Lederstraße-Ost überschritten (Abbildung 3.2-2).

Im Jahr 2013 wurde an 19 Spotmessstellen Partikel PM10 gemessen. Für 18 Spotmessstellen wurden Jahreskenngrößen berechnet (siehe Kapitel 1.4). An allen 18 Spotmessstellen wurde der Immissionsgrenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) eingehalten (Abbildung 3.2-3). Die zulässige Anzahl von 35 Überschreitungen im Kalenderjahr für den Immissionsgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tagesmittelwert) wurde an 4 Spotmessstellen überschritten (Abbildung 3.2-4).

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

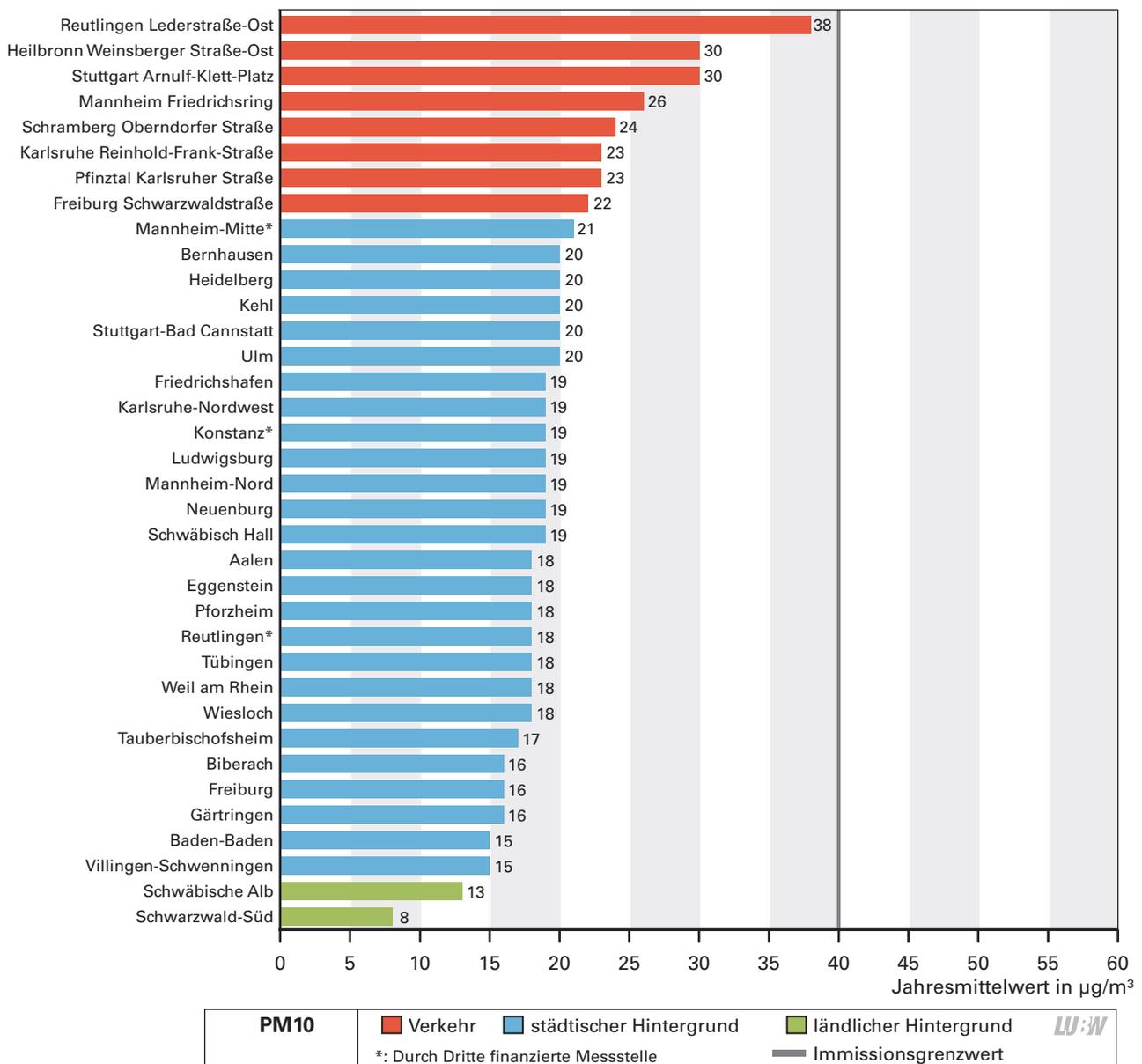


Abbildung 3.2-1: Jahresmittelwerte der Partikel PM10-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2013

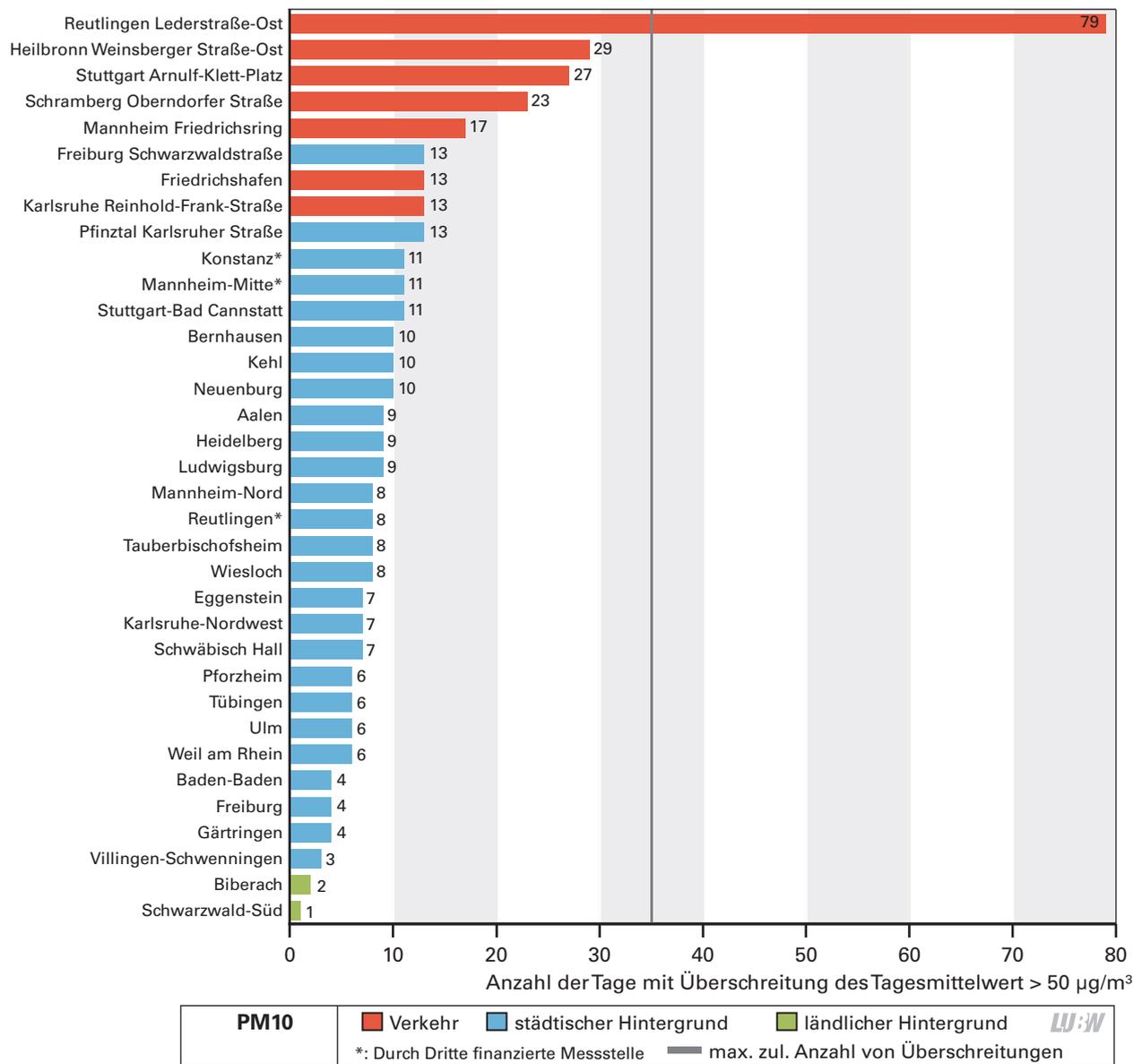


Abbildung 3.2-2: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Immissionsgrenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tagesmittelwert) für Partikel PM10 an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2013 (35 Überschreitungen sind im Kalenderjahr zulässig)

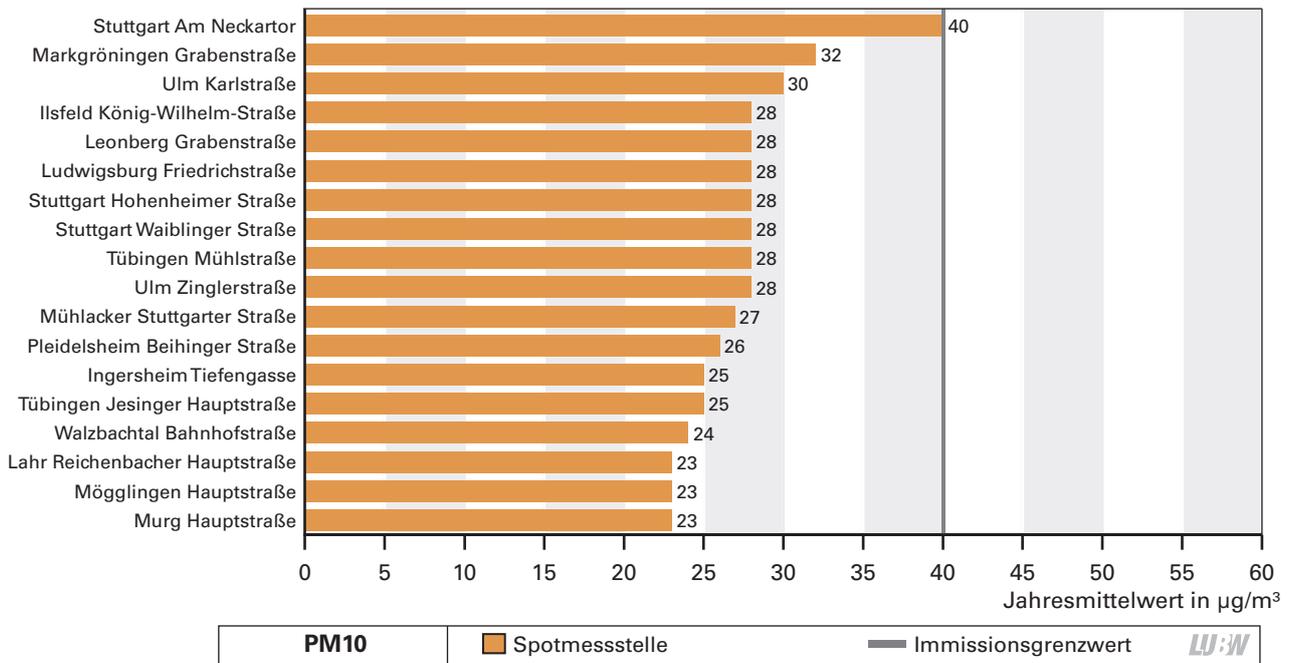


Abbildung 3.2-3: Jahresmittelwerte der Partikel PM10-Konzentrationen an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2013

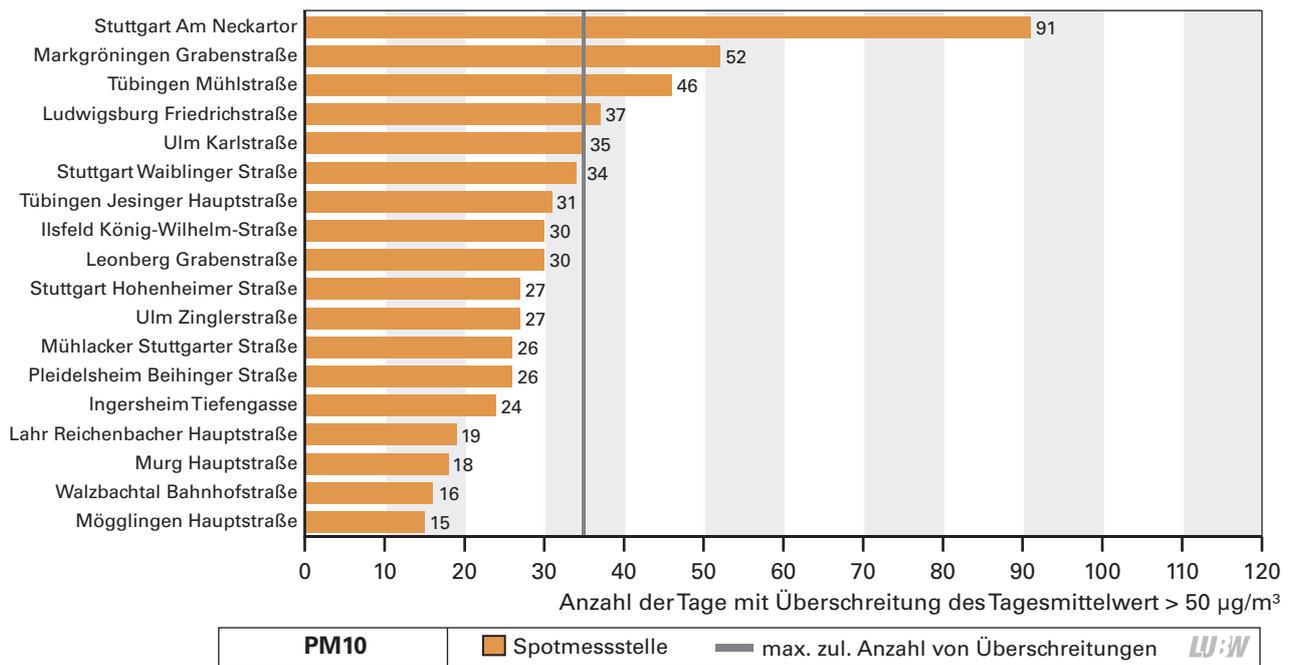


Abbildung 3.2-4: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Immissionsgrenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tagesmittelwert) für Partikel PM10 an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2013 (35 Überschreitungen sind im Kalenderjahr zulässig)

3.3 Partikel PM_{2,5}

Im Jahr 2013 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_{2,5} gemessen. Für 20 Messstellen konnten Jahreskenngrößen für Partikel PM_{2,5} berechnet werden (siehe Kapitel 1.4). Der Zielwert von 25 µg/m³ (Jahresmittelwert) konnte an allen 20 Messstellen eingehalten werden (Abbildung 3.3-1).

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

Im Anhang sind die Jahreskenngrößen für Partikel PM_{2,5} in der Tabelle 5.1-10 aufgelistet.

3.4 Ozon

Im Luftmessnetz wurde im Jahr 2013 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/m³ (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. Die Mittelung über mehrere Jahre dient dazu, den starken Einfluss der Meteorologie auf die Ozonbildung zu berücksichtigen.

Zur Prüfung der Einhaltung des Zielwertes von 120 µg/m³ (höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages) wurde eine Mittelung der Überschreitungstage für die Jahre 2011, 2012 und 2013 vorgenommen und in der Abbildung 3.4-1 dargestellt. Für die Mittelung wurden nur die Messstationen des

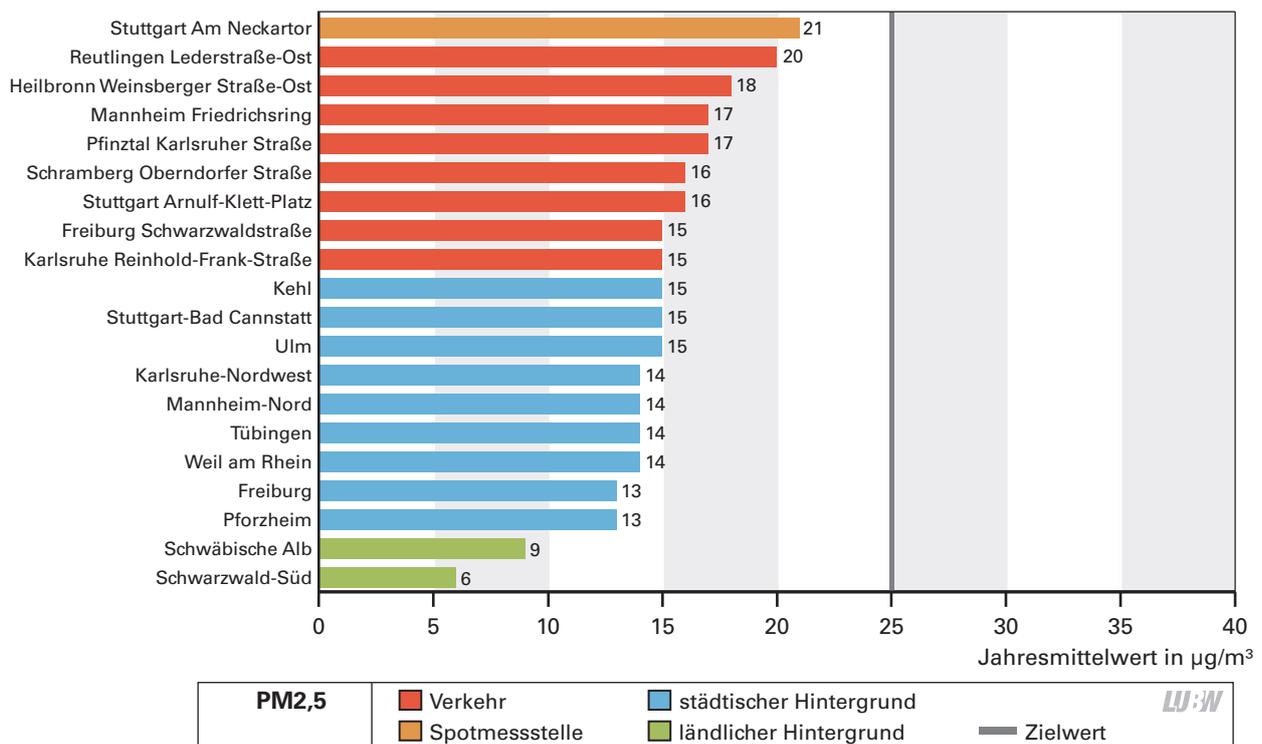


Abbildung 3.3-1: Jahresmittelwerte der Partikel PM_{2,5}-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg und an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor im Jahr 2013

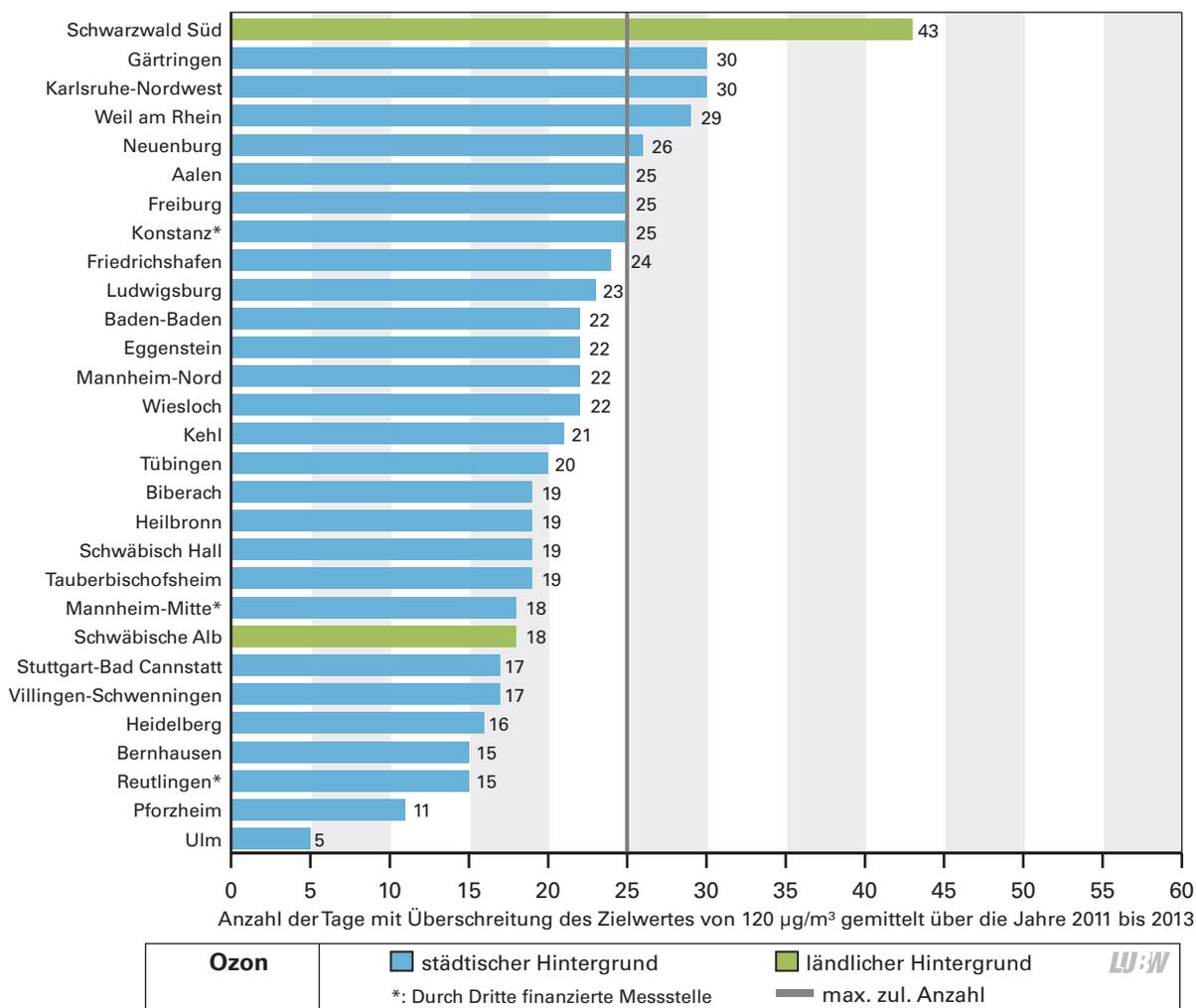


Abbildung 3.4-1: Anzahl der Tage mit Überschreitung (Mittelung über die Jahre 2011 bis 2013) des Zielwertes von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages) für Ozon an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg (25 Überschreitungen sind im Kalenderjahr zulässig)

Luftmessnetzes herangezogen, die über die Jahre 2011 bis 2013 dauerhaft in Betrieb waren. Die zulässige Anzahl von 25 Überschreitungen im Kalenderjahr für den Zielwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages) wurde im Jahr 2013 an 5 Messstationen überschritten (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 ppb) und $80 \mu\text{g}$ unter ausschließlicher Verwendung der täglichen 1-Stundenmittelwerte 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 2009, 2010, 2011, 2012 und 2013 vorgenommen und in der Abbildung 3.4-2 dargestellt. Für die Mittelung wurden nur die 27 Messstationen des Luftmessnetzes herangezogen, die über die Jahre 2009 bis 2013 dauerhaft in Betrieb waren. Der Zielwert von $18.000 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{h}$ konnte im Jahr 2013 lediglich an 2 Messstationen nicht eingehalten werden (Abbildung 3.4-2).

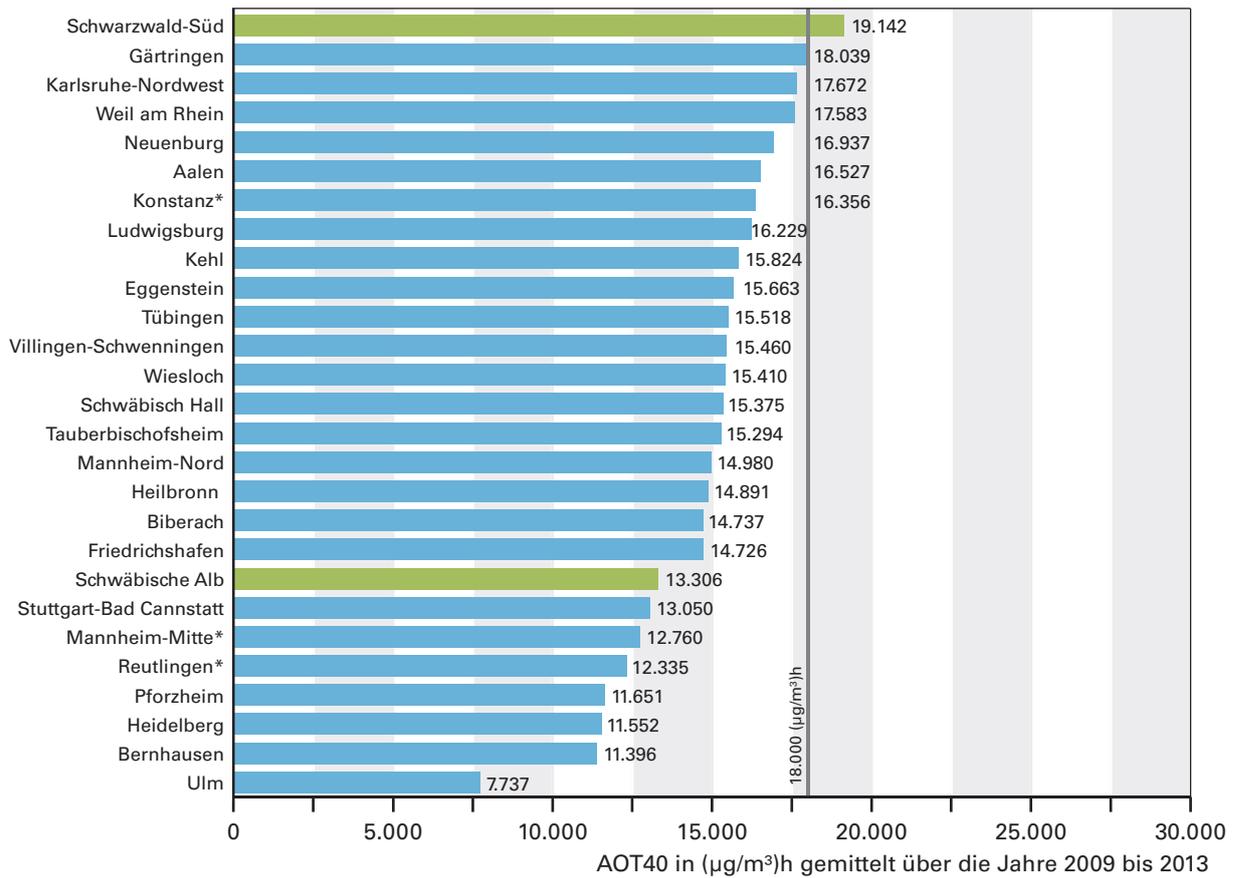


Abbildung 3.4-2: Ozonkonzentrationen berechnet als AOT40 in (µg/m³)h (Mittelung über die Jahre 2009 bis 2013) an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg

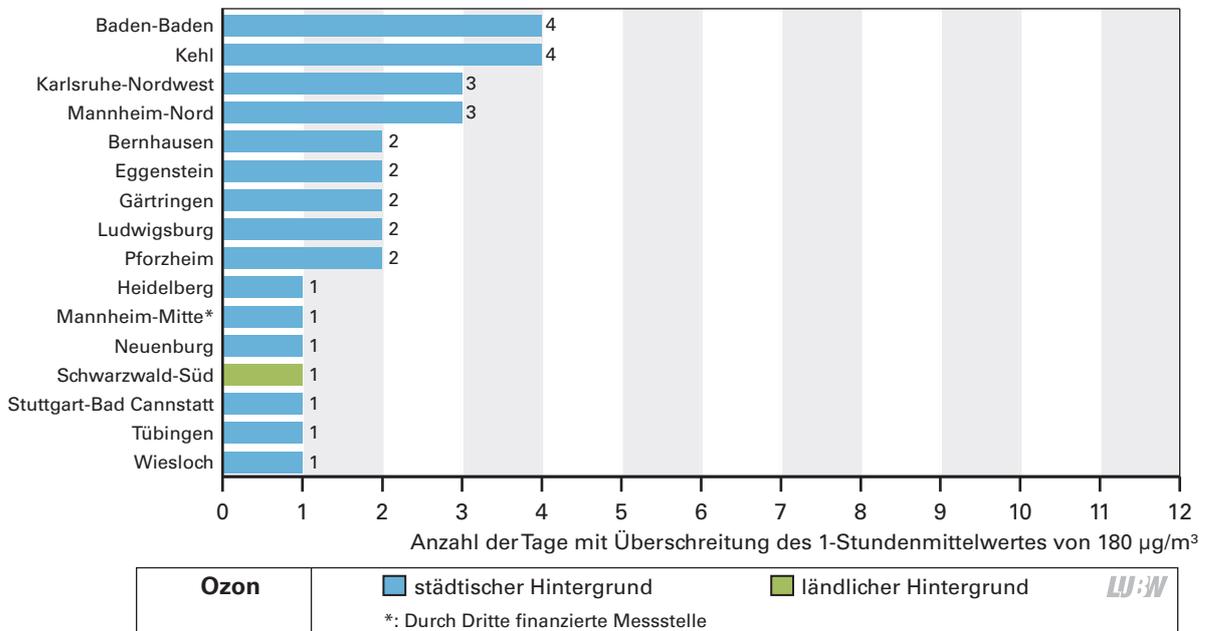


Abbildung 3.4-3: Anzahl der Tage mit Überschreitung der Informationsschwelle von 180 µg/m³ (1-Stundenmittelwert) für Ozon an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2013

Im Luftmessnetz Baden-Württemberg wurde im Jahr 2013 an 16 der 31 Messstationen, an denen Ozon gemessen wurde, die Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1-Stundenmittelwert) überschritten (Abbildung 3.4-3).

Im Luftmessnetz wurde im Jahr 2013 an keiner der 31 Messstationen, an denen Ozon gemessen wurde, die Alarmschwelle von $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1-Stundenmittelwert) 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 2013 an 10 Messstationen im städtischen Hintergrund und an 2 Messstationen im ländlichen Hintergrund Schwefeldioxid (SO_2) gemessen. Für alle 12 Messstationen konnten Jahreskenngrößen für SO_2 berechnet werden. Die Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit von $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1-Stundenmittelwert) und $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tagesmittelwert) sowie der kritische Wert zum Schutz der Ökosysteme von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) wurden im Jahr 2013 weit unterschritten (Abbildungen 3.5-1 bis 3.5-3).

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

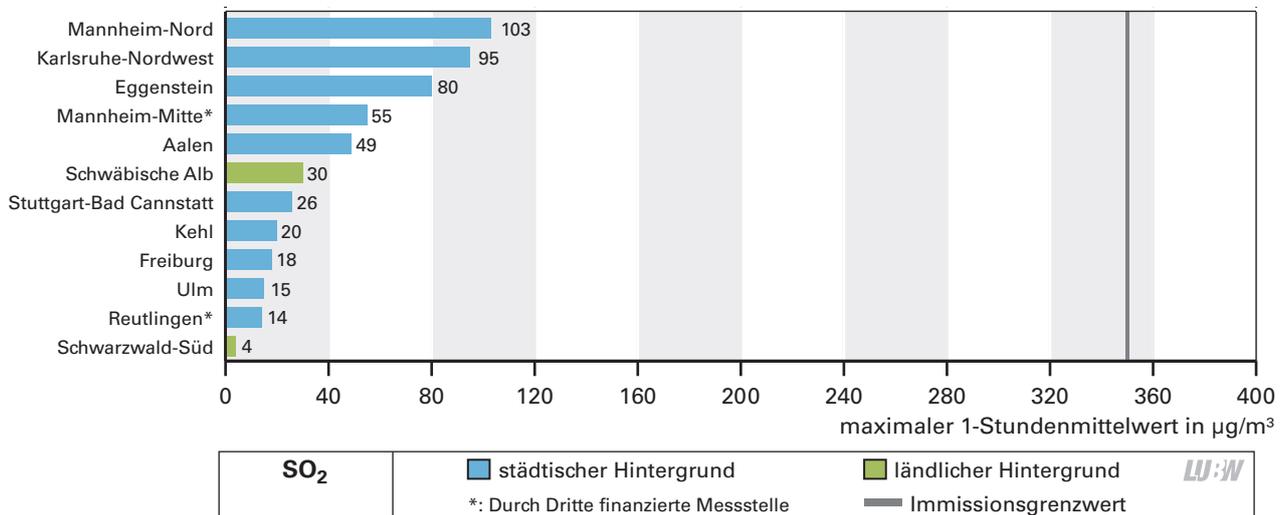


Abbildung 3.5-1: Maximale 1-Stundenmittelwerte der Schwefeldioxid-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2013 (24 Überschreitungen sind im Kalenderjahr zulässig)

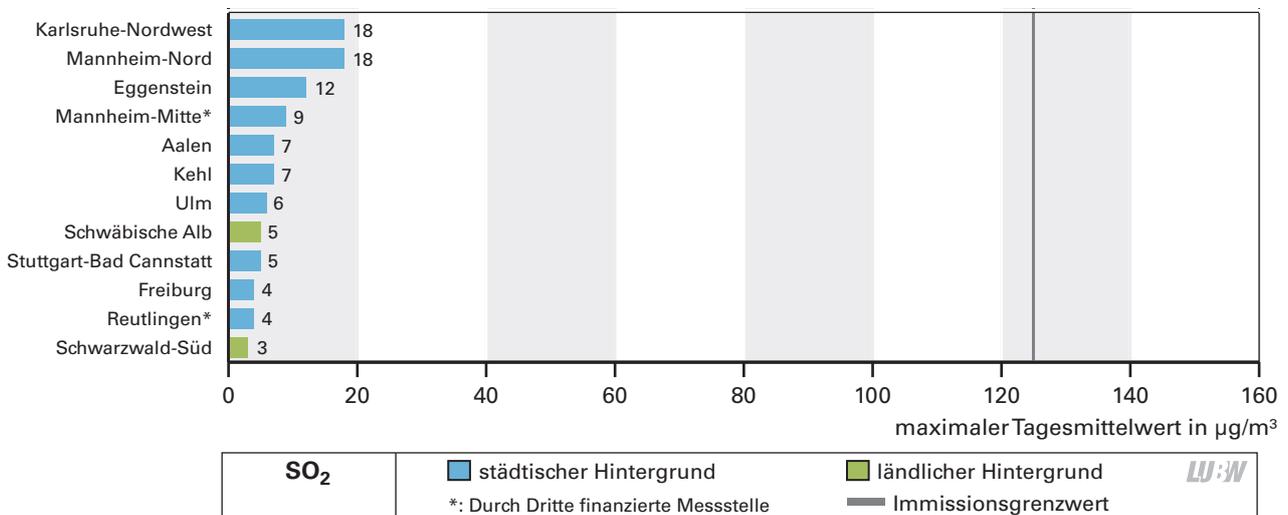


Abbildung 3.5-2: Maximale Tagesmittelwerte der Schwefeldioxid-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2013 (3 Überschreitungen sind im Kalenderjahr zulässig)

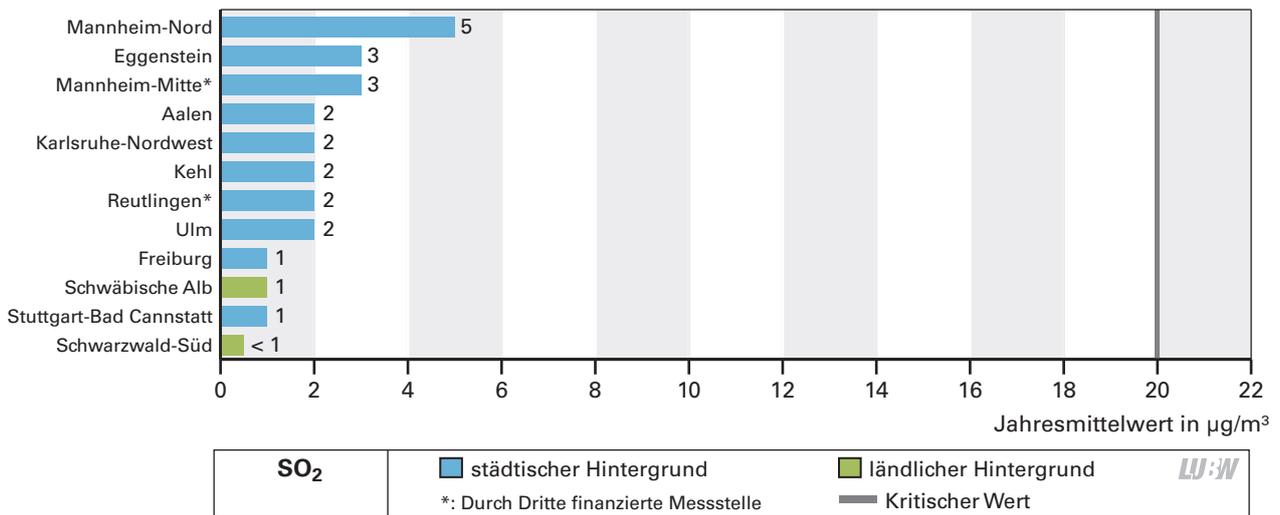


Abbildung 3.5-3: Jahresmittelwerte der Schwefeldioxid-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2013

3.6 Kohlenmonoxid

Im Luftmessnetz wurde im Jahr 2013 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 8-Stundenmittelwert pro Tag) wurde im Jahr 2013 weit unterschritten (Abbildung 3.6-1).

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

3.7 Ammoniak

Im Jahr 2013 wurde an 19 Standorten die Ammoniakkonzentration mittels Passivsammler gemessen. Die Jahresmittelwerte lagen im Bereich von 2,1 bis 13,3 µg/m³.

Die Höhe der Ammoniakkonzentration wird durch das Umfeld, das z. B. landwirtschaftlich, industriell oder städtisch geprägt ist, bestimmt (Abbildung 3.7-1). Bei den verkehrsgeprägten Standorten wird hingegen die Immissionsituation in unmittelbarer Nähe der Emissionsquelle wiedergegeben (Abbildung 3.7-2).

Im Anhang sind die Jahresmittelwerte der Ammoniakkonzentrationen für das Jahr 2012 in der Tabelle 5.1-16 aufgelistet.

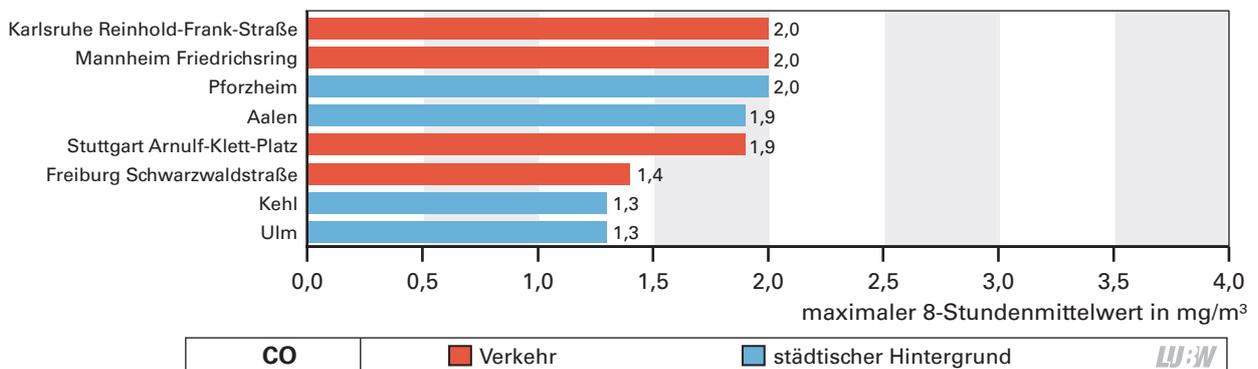


Abbildung 3.6-1: Maximale 8-Stundenmittelwerte der Kohlenmonoxid-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2013

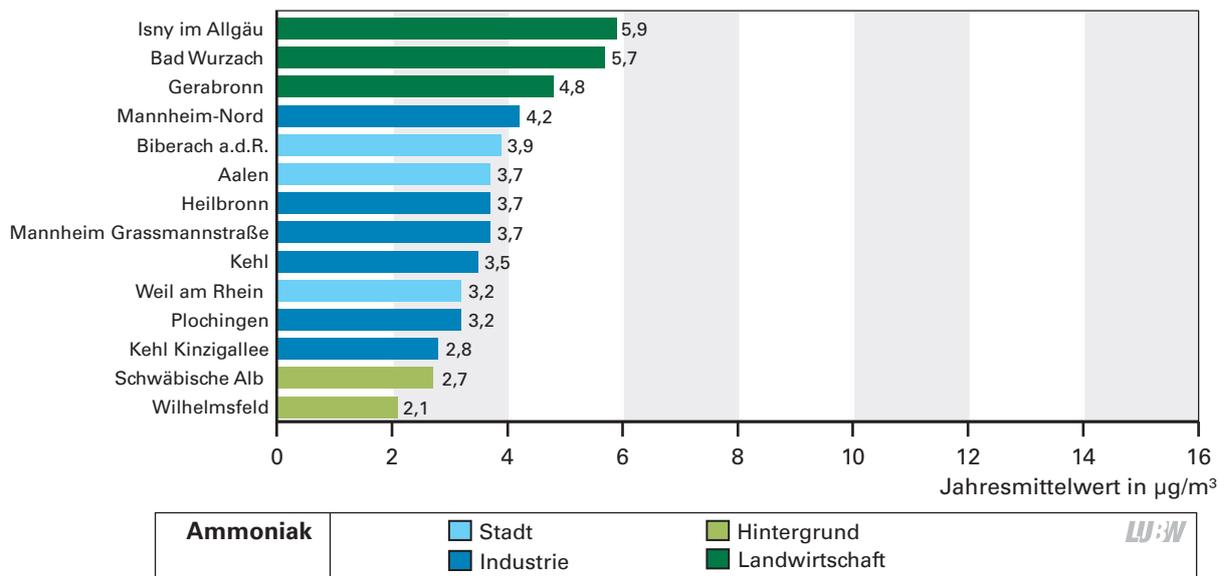


Abbildung 3.7-1: Jahresmittelwerte der Ammoniak-Konzentrationen an emittententfernen Standorten in Baden-Württemberg im Jahr 2013

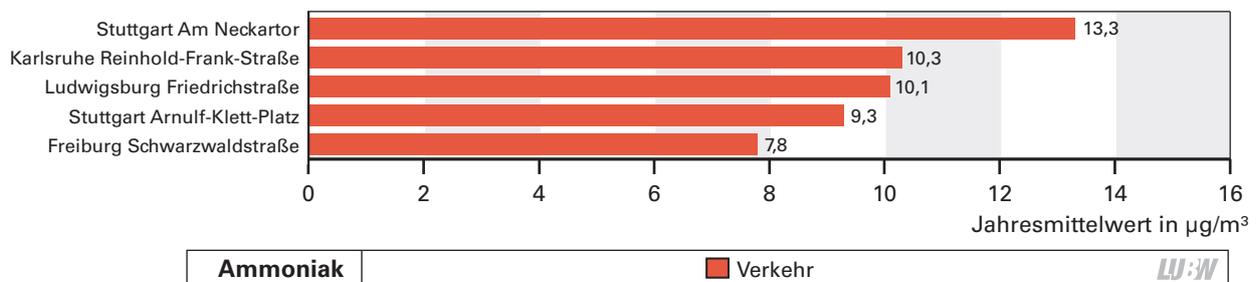


Abbildung 3.7-2: Jahresmittelwerte der Ammoniak-Konzentrationen an verkehrsgeprägten, emittentennahen Standorten in Baden-Württemberg im Jahr 2013

3.8 Benzol

Im Jahr 2013 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). Der Immissionsgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) wurde im Jahr 2013 an allen Messstationen eingehalten (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 2013 wurde an 7 Messstationen im städtischen Hintergrund, an 2 Messstationen im ländlichen Hintergrund, an 8 Verkehrsmessstationen und an 9 Spotmessstellen Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10 gemessen. Für 24 Messstationen konnten Jahreskenngrößen für Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10 berechnet werden (siehe Kapitel 1.4). Der Zielwert wurde unter Berücksichtigung der Rundungsregel [DIN 1333] auch an der Spotmessstelle Tübingen Jesinger Hauptstraße eingehalten. Der Jahresmittelwert von $1,3 \text{ ng}/\text{m}^3$ zeigt jedoch Handlungsbedarf auf (Abbildung 3.9-1).

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

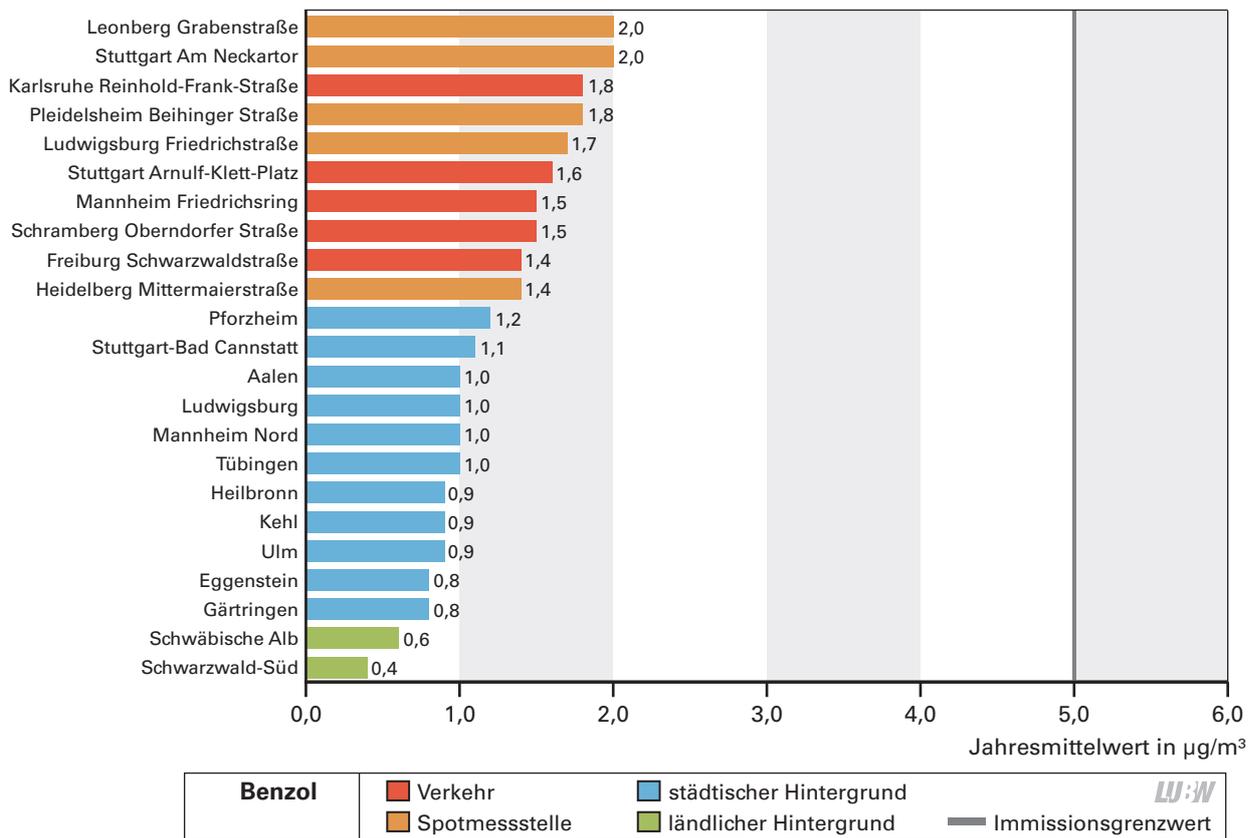


Abbildung 3.8-1: Jahresmittelwerte der Benzol-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes und an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2013

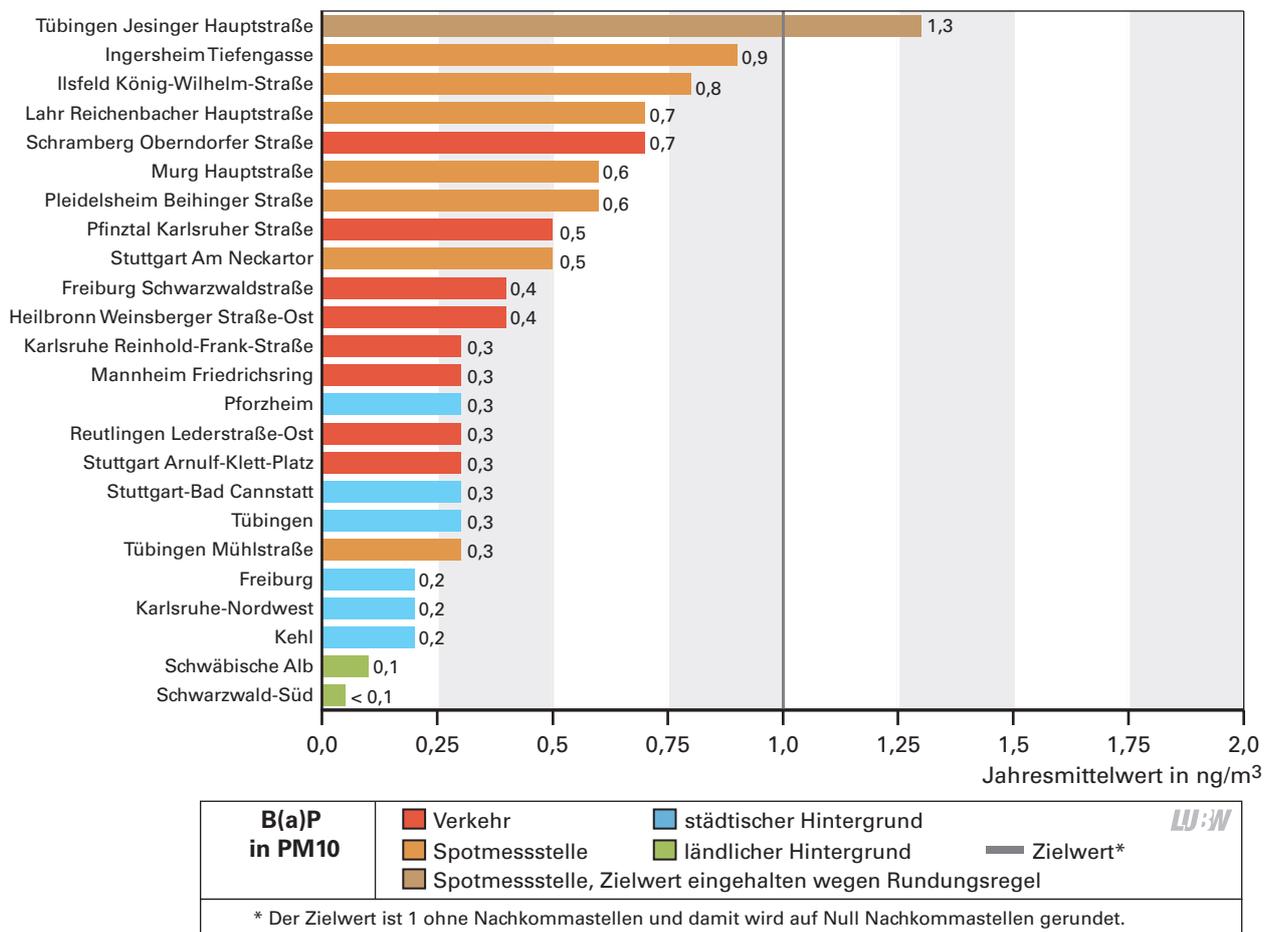


Abbildung 3.9-1: Jahresmittelwerte von Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10 an den Messstationen des Luftmessnetzes und an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2013

3.10 Schwermetalle in der Partikelfraktion PM10

Im Jahr 2013 wurden Schwermetalle in der Partikelfraktion PM10 an 4 Messstationen im städtischen Hintergrund und an 8 Verkehrsmessstationen und an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor gemessen. Für alle Messstationen konnten Jahreskenngrößen für Schwermetalle in der Partikelfraktion PM10 berechnet werden. In der Tabelle 3.10-1 sind die Spannweiten der an den Messstationen gemessenen Jahresmittelwerte für das Jahr 2013 dargestellt. Die Zielwerte für Arsen, Kadmium und Nickel sowie der Immissionsgrenzwert für Blei wurden an allen 13 Messstationen weit unterschritten (Tabelle 3.10-1). Im Anhang sind die Jahresmittelwerte für die einzelnen Schwermetalle für das Jahr 2013 in der Tabelle 5.1-21 aufgelistet.

3.11 Ruß

Im Jahr 2013 wurde an 9 Messstationen im städtischen Hintergrund, an einer Messstation im ländlichen Hintergrund, an 8 Verkehrsmessstationen und an 6 Spotmessstellen Ruß messtechnisch erfasst (Abbildung 3.11-1). Für alle Messstationen konnten Jahreskenngrößen für Ruß berechnet werden. Die höchsten Jahresmittelwerte traten erwartungsgemäß an den verkehrsnahen Messstationen auf. Für Ruß besteht derzeit kein rechtlich verbindlicher Ziel- oder Grenzwert. Die 23. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (23. BImSchV aufgehoben im Juli 2004) enthielt einen Maßnahmenwert von $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für das Jahresmittel.

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

3.12 Schadstoffdepositionen

3.12.1 Staubbiederschlag

An insgesamt 24 Standorten, die städtisch, industriell, ländlich oder naturnah geprägt sind, wurden die Staubbiederschläge über Bergerhoff-Gefäße gemessen. Für 22 Standorte konnten die Jahreskenngrößen berechnet werden. Für 2013 lagen die Jahresmittelwerte zwischen $0,02$ und $0,09 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$ und damit deutlich unterhalb des Immissionswertes von $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$ (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 2013 die Schwermetalle Antimon, Arsen, Blei, Kadmium und Nickel an 9 Standorten des Depositionsmessnetzes mittels Bergerhoff-Gefäßen bestimmt und an 8 Standorten konnten die Jahreskenngrößen berechnet werden. An 5 Standorten wurden über Trichter-Flasche-Sammler die Quecksilbereinträge erfasst und berechnet. Die Spannweiten der Schwermetalleinträge sind in der Abbildung 3.12-2 dargestellt. Die Jahresmittelwerte liegen für alle Schwermetalldepositionen weit unterhalb der entsprechenden Immissionswerte (Tabelle 1.2-2). Die Jahresmittelwerte der gemessenen Schwermetalldepositionen sind im Anhang in der Tabelle 5.1-25 aufgeführt.

3.12.3 Stickstoff- und Schwefeleinträge

Die Nitrat- und Sulfateinträge wurden 2013 über Bergerhoff-Gefäße an 19 Standorten bestimmt und konnten aufgrund von Versetzungsmaßnahmen für 18 Standorte ausgewertet werden. Weiterhin wurden an 5 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.

Tabelle 3.10-1: Spannweiten der Jahresmittelwerte der Schwermetalle in der Partikelfraktion PM10 an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg und der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor im Jahr 2013

Schwermetalle in der PM10-Fraktion	Spannweiten der Jahresmittelwerte in ng/m^3	Zielwert-/Immissionsgrenzwert in ng/m^3
Arsen	0,3 bis 0,9	6
Blei	4,3 bis 10,2	500 (= $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
Kadmium	0,1 bis 0,2	5
Nickel	0,8 bis 3,6	20

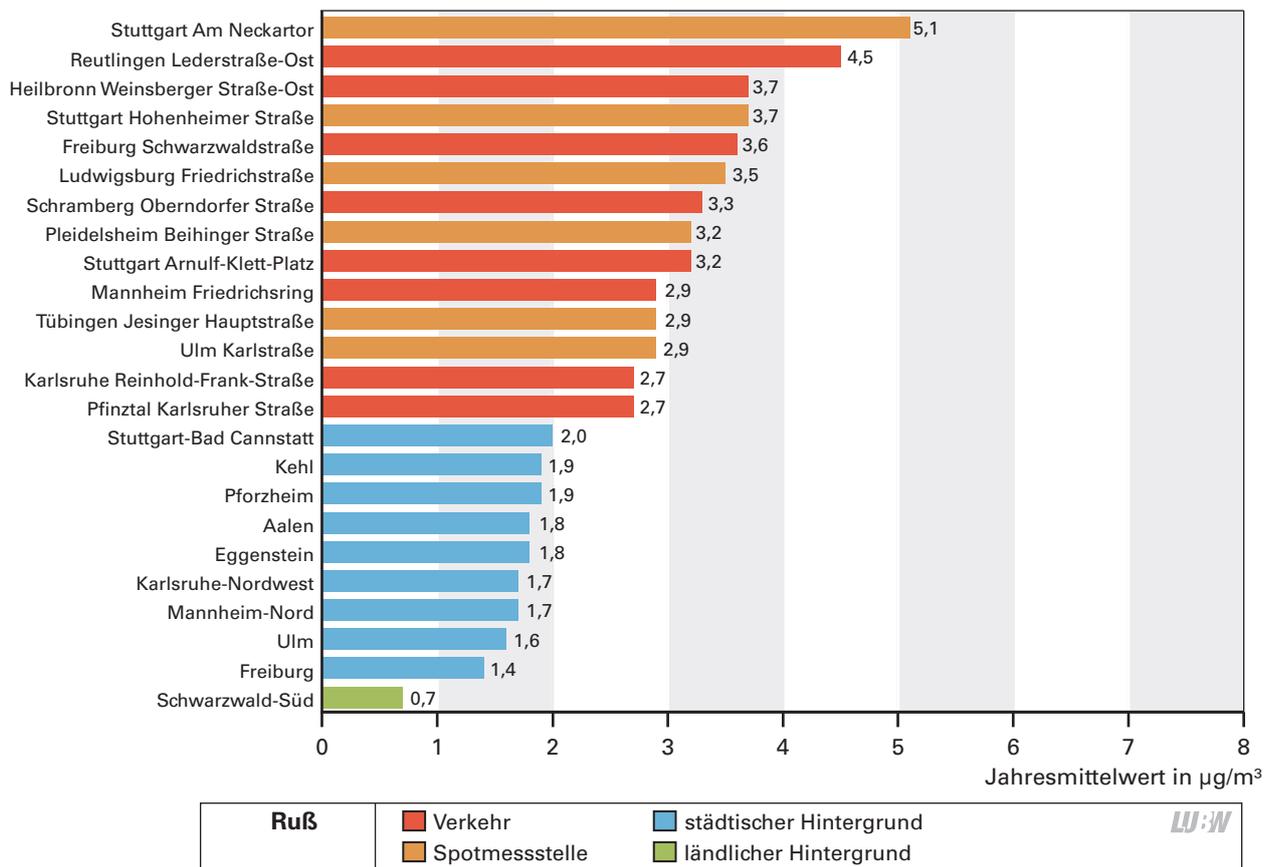


Abbildung 3.11-1: Jahresmittelwerte der Ruß-Konzentrationen an den Messstationen des Luftmessnetzes und an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2013

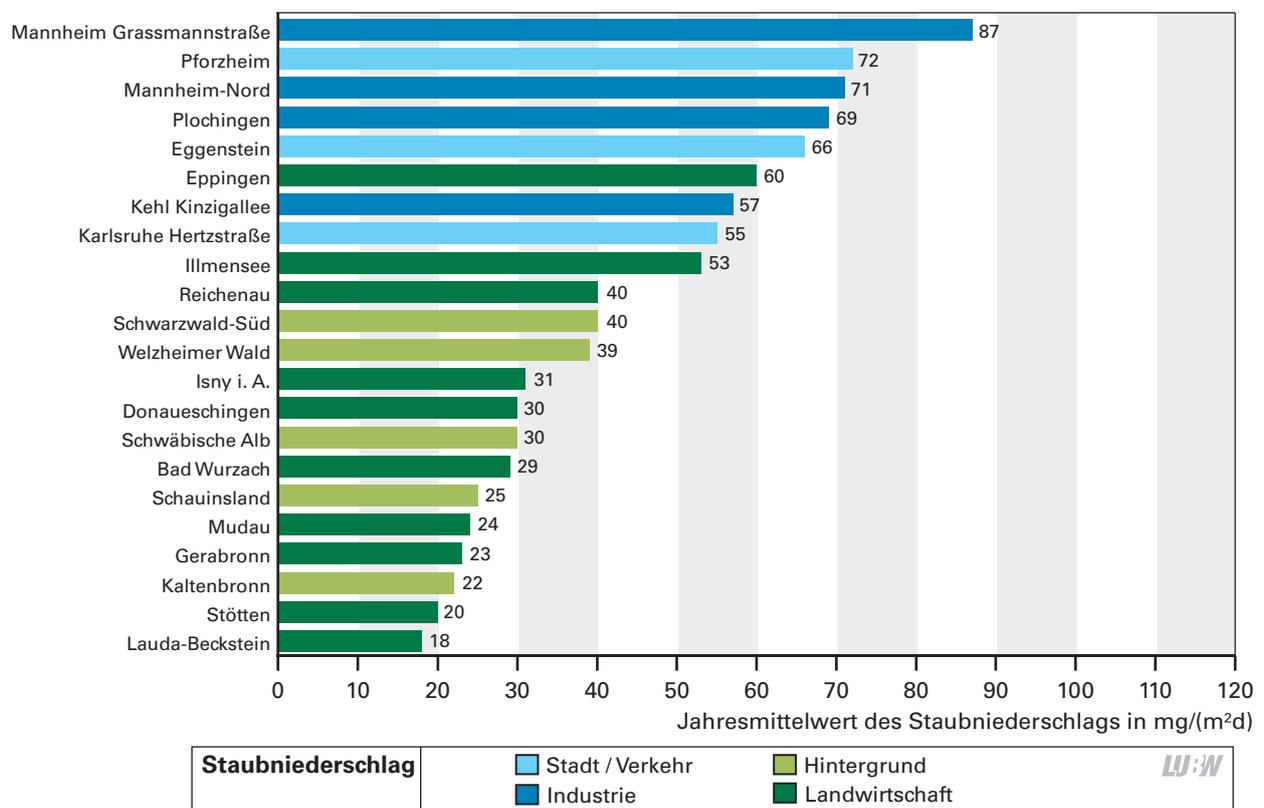


Abbildung 3.12-1: Jahresmittelwerte des Staubniederschlags an den Standorten des Depositionsmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2013

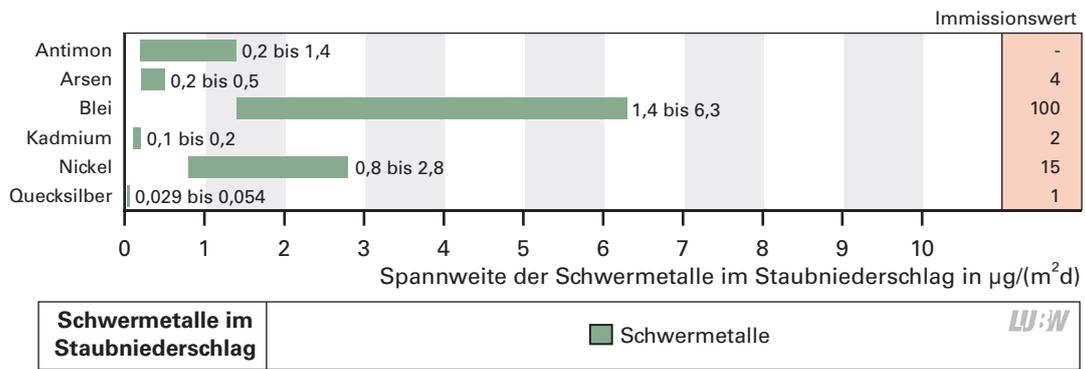


Abbildung 3.12-2: Spannweiten der Jahresmittelwerte der Schwermetalleinträge von Antimon, Arsen, Blei, Kadmium, Nickel und Quecksilber im Staubniederschlag an Standorten des Depositionsmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2013

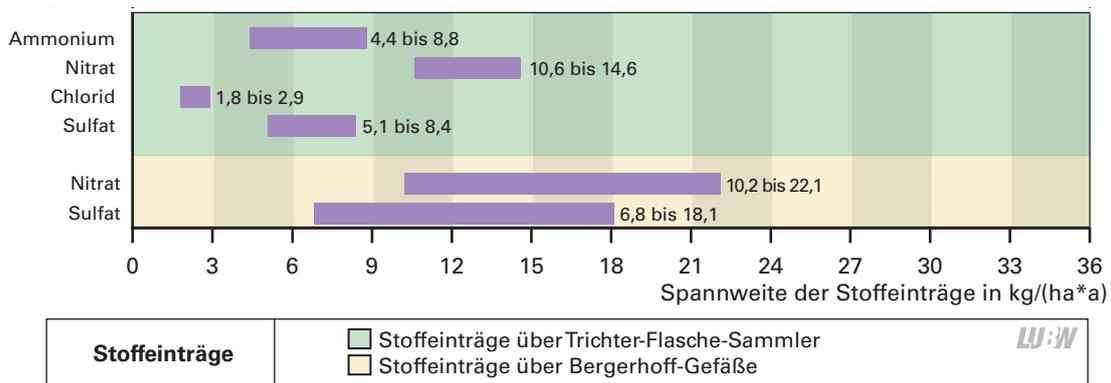


Abbildung 3.12-3: Spannweiten der Jahresmittelwerte für Chlorid-, Ammonium-, Nitrat- und Sulfateinträge an Standorten des Depositionsmessnetzes Baden-Württemberg im Jahr 2013

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

Die Spannweiten dieser Jahresmittelwerte sind in der Abbildung 3.12-3 dargestellt. Die einzelnen Jahresmittelwerte von 2013 sind im Anhang in der Tabelle 5.1-26 aufgeführt.

4 Beurteilung der Luftqualität in Baden-Württemberg 2013

4.1 Meteorologie

4.1.1 Meteorologische Kenngrößen und Witterung im Jahr 2013

Die Jahresmitteltemperaturen lagen 2013 in den meisten Landesteilen Baden-Württembergs geringfügig unter den langjährigen Durchschnittswerten¹⁾. Nur in einem geringen Teil der Landesfläche erreichten die Jahresmitteltemperaturen überdurchschnittliche Werte. Die Niederschlagsmengen lagen entlang des Oberrheins und den angrenzenden Höhen, auf dem westlichen Teil der Schwäbischen Alb sowie zwischen Karlsruhe und Stuttgart und im Mittleren Neckarraum über den langjährigen Niederschlagssummen; ansonsten wurden die langjährig mittleren Jahressummen nicht erreicht. Die Sonnenscheindauer war 2013 in Baden-Württemberg im Vergleich zum klimatologischen Langzeitmittel unterdurchschnittlich.

Landesweit waren 2013 in Baden-Württemberg nur die beiden Monate Juli und Oktober zu warm. Der Monat Dezember war in den meisten Landesteilen zu warm, mit gebietsweise den höchsten Abweichungen von den vieljährigen Durchschnittswerten. Landesweit zu kalt fielen die drei Monate Februar, März und Mai aus, mit gebietsweisen negativen Abweichungen von bis zu - 3 Grad gegenüber den vieljährigen Durchschnittswerten. In den anderen Monaten wurden je nach Ort nur geringfügige positive oder negative Abweichungen gegenüber den Durchschnittswerten registriert.

Die monatlichen Niederschlagsmengen lagen nur im Monat Oktober landesweit über den langjährig durchschnittlichen Werten. Überwiegend zu nass zeigten sich die Monate Februar, Mai, September und November; gebietsweise war es jedoch in diesen Monaten auch zu trocken. In den vier Monaten Januar, März, Juli und Dezember war es in den meisten Landesteilen zu trocken.

Die Sonnenscheindauer lag in den beiden Monaten Juli und Dezember landesweit über den vieljährig durchschnittlichen Werten. Im Monat August war die Sonnenscheindauer durchschnittlich bis überdurchschnittlich. Dagegen erreichte die Sonnenscheindauer in den Monaten Januar bis Mai sowie September und November landesweit unterdurchschnittliche Werte im Vergleich zum klimatologischen Langzeitmittel.

Im Jahr 2013 lagen Zeiträume mit anhaltenden ungünstigen Austauschbedingungen (niedrige Windgeschwindigkeit, niedrige Mischungsschichthöhe, anhaltende Inversion) im Vergleich zu den Vorjahren selten vor. Der längste Zeitraum mit eingeschränkten Austauschbedingungen umfasste die Tage vom 10. bis 17.12.2013; er war jedoch am 15.12. durch Tiefdruckeinfluss unterbrochen. Weniger ausgeprägte Zeitabschnitte mit ungünstigen Austauschbedingungen waren zwischen dem 3.3. und 8.3.2013 sowie zwischen dem 3.10. und 9.10.2013 (mit Unterbrechung). In den beiden Zeiträumen 23. bis 26.1.2013 und 28. bis 31.3.2013 waren die meteorologischen Austauschbedingungen nur zeitweise eingeschränkt. Trotzdem kam es zu erhöhten PM10-Konzentrationen in Baden-Württemberg, die vor allem auf Ferntransport zurückzuführen sind. Ansonsten waren die Phasen mit eingeschränkten Austauschbedingungen nur von kurzer Dauer, so dass es nicht zu einer größeren Ansammlung von Schadstoffen in der Atmosphäre kam.

Die Durchschnittswerte der meteorologischen Größen sind auf den Zeitraum von 1981 bis 2010 bezogen.

4.1.2 Saisonaler Trend der Luftschadstoffe

Die Luftqualität ist nicht nur abhängig vom Ausmaß der anthropogenen Emissionen, sondern auch von den meteorologischen Verhältnissen und somit auch von der Jahreszeit. Diese saisonalen Schwankungen der Luftschadstoffe lassen sich vor allem bei der Feinstaubbelastung (Partikel PM10) und beim Ozon beobachten. So treten hohe Feinstaubbelastungen überwiegend in den Wintermonaten bei austauscharmen Verhältnissen in der Atmosphäre auf. In

1) Neuer Referenzzeitraum des vieljährigen Mittels ab 2013: 1981 bis 2010; vorher 1961 bis 1990

Tabelle 4.1-1: Meteorologische Kenngrößen im Jahr 2013. Für die meteorologischen Kenngrößen Lufttemperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer sind die monatlichen Mittelwerte sowie die Abweichungen der Monatsmittelwerte vom bzw. die monatlichen Anteile am Langzeitmittel (1981 bis 2010) für Rheinstetten und Stuttgart-Schnarrenberg aufgeführt. Für die monatlichen Windcharakteristika wurden die Stationen des landesweiten Luftmessnetzes einbezogen (Quelle: Deutscher Wetterdienst; LUBW)

Meteorologische monatliche Kenngrößen und Abweichung der Monatswerte vom langjährigen Mittel (1981-2010) (Windgeschwindigkeiten im Mittel über alle Stationen des landesweiten Messnetzes)													
	Einheit	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
Temperatur													
Rheinstetten 2013													
Mittelwert	°C	2,2	0,8	3,4	10,2	12,4	17,6	22,0	19,5	15,6	12,2	6,0	3,6
Abweichung	K	0,3	-2,0	-3,3	-0,3	-2,6	-0,5	1,7	-0,3	0,1	1,4	0,3	0,8
Stuttgart 2013													
Mittelwert	°C	1,6	-0,2	2,9	10,0	12,1	17,2	21,4	19,1	14,9	11,9	5,3	4,0
Abweichung	K	0,2	-2,5	-3,2	0,2	-2,2	-0,1	1,7	0,0	-0,1	1,4	0,0	1,7
Niederschlag													
Rheinstetten 2013													
Mittelwert	mm	42	54	31	80	200	74	36	92	94	127	87	57
Anteil am langjährigen Durchschnitt	%	68	86	48	136	225	89	48	135	140	151	123	72
Stuttgart 2013													
Mittelwert	mm	21	42	23	46	141	53	165	125	85	86	54	40
Anteil am langjährigen Durchschnitt	%	58	124	56	96	164	65	223	189	167	154	117	74
Sonnenscheindauer													
Rheinstetten 2013													
Mittelwert	h	33	26	113	127	125	245	328	242	147	116	42	59
Anteil am langjährigen Durchschnitt	%	66	32	91	72	60	110	136	106	89	112	74	155
Stuttgart 2013													
Mittelwert	h	20	35	116	130	122	217	320	236	142	108	47	95
Anteil am langjährigen Durchschnitt	%	29	38	92	77	61	103	132	106	88	95	63	167
Windgeschwindigkeiten													
Stationen des Luftmessnetzes 2013													
Mittlere Windgeschwindigkeit	m/s	1,7	1,7	1,6	1,7	1,5	1,4	1,3	1,1	1,4	1,4	1,6	1,7
Windstillen	%	8,9	9,2	9,4	8,3	10,1	12,0	13,5	16,6	14,0	16,0	10,9	11,6
Überschreitungshäufigkeit von 1,5 m/s	%	54,6	55,0	54,4	51,4	58,9	62,3	66,9	74,9	65,1	65,8	57,6	56,2
Überschreitungshäufigkeit von 3,0 m/s	%	86,7	86,7	88,2	85,7	90,2	92,1	93,8	96,8	91,8	90,8	87,5	86,3

LUBW

der Abbildung 4.1-1 ist die Anzahl der Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg mit Überschreitungen des Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Partikel PM10 dargestellt. Man erkennt deutlich, dass hohe Partikel PM10-Konzentrationen vor allem in den Monaten Januar bis April sowie im November und Dezember 2013 auftraten, vereinzelt auch im Mai und Oktober 2013, d. h. während der Tage mit ungünstigen Austauschbedingungen in der Atmosphäre bzw. während Episoden mit verstärktem Fern-

transport von Feinstaub. Diese Phasen eingeschränkter Austauschverhältnisse traten aber nur selten und mit Unterbrechung im Jahr 2013 auf (Kapitel 4.1.1), so dass es auf der einen Seite wie im Vorjahr zu einer moderaten Anzahl an Überschreitungen des Grenzwertes kam, auf der anderen Seite diese nur teilweise mit diesen speziellen Witterungsphasen zu erklären sind.

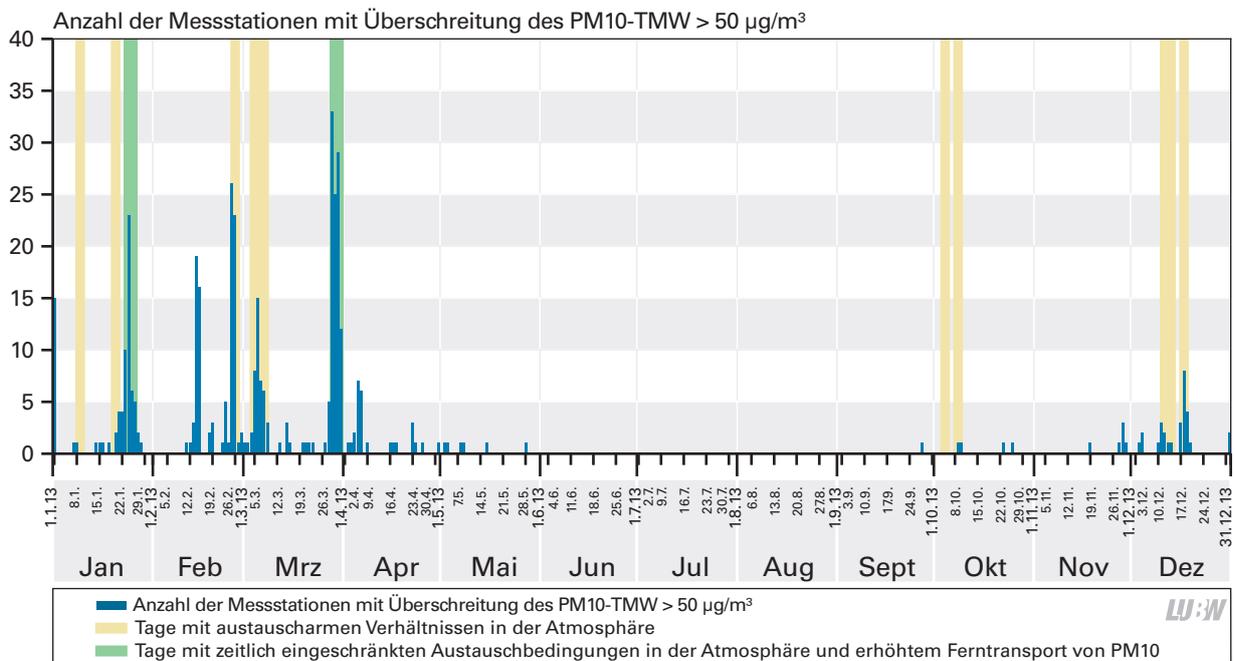


Abbildung 4.1-1: Anzahl der Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg mit Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ PM10 im Vergleich zu den Tagen mit austauscharmen Verhältnissen in der Atmosphäre sowie zu den Tagen mit zeitlich eingeschränkten Austauschbedingungen in der Atmosphäre und erhöhtem Ferntransport von PM10 im Jahr 2013

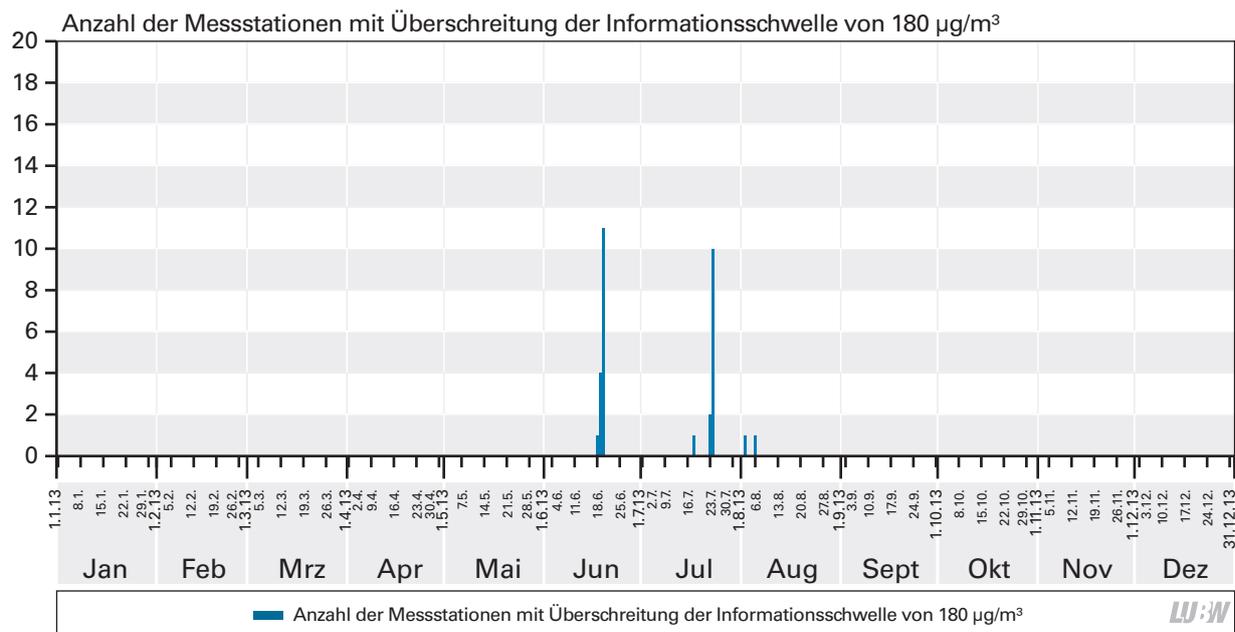


Abbildung 4.1-2: Anzahl der Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg mit Überschreitungen des 1-Stundenmittelwertes von 180 µg/m³ Ozon (Informationsschwelle) im Jahr 2013

Demgegenüber treten hohe Ozonkonzentrationen nur bei stabilen Hochdruckwetterlagen mit starker Sonneneinstrahlung, hohen Lufttemperaturen und Trockenheit auf. So waren Überschreitungen der Informationsschwelle von 180 µg/m³ an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg nur an jeweils drei Tagen in den Monaten Juni und Juli sowie an zwei Tagen im Monat August 2013 zu beobachten (Abbildung 4.1-2).

4.2 Luftqualität in Baden-Württemberg im Jahr 2013 im Vergleich zu 2012

Die Luftqualität im Jahr 2013 im Vergleich zu 2012 wird nachfolgend an Hand der relevanten Luftschadstoffe Stickstoffdioxid, Partikel PM10 und Ozon näher erläutert.

Die Stickstoffdioxid-Konzentrationen sind im Jahr 2013 im Vergleich zu 2012 an den meisten Messstandorten zurückgegangen (Abbildung 4.2-1). Vor allem an den verkehrsnahen

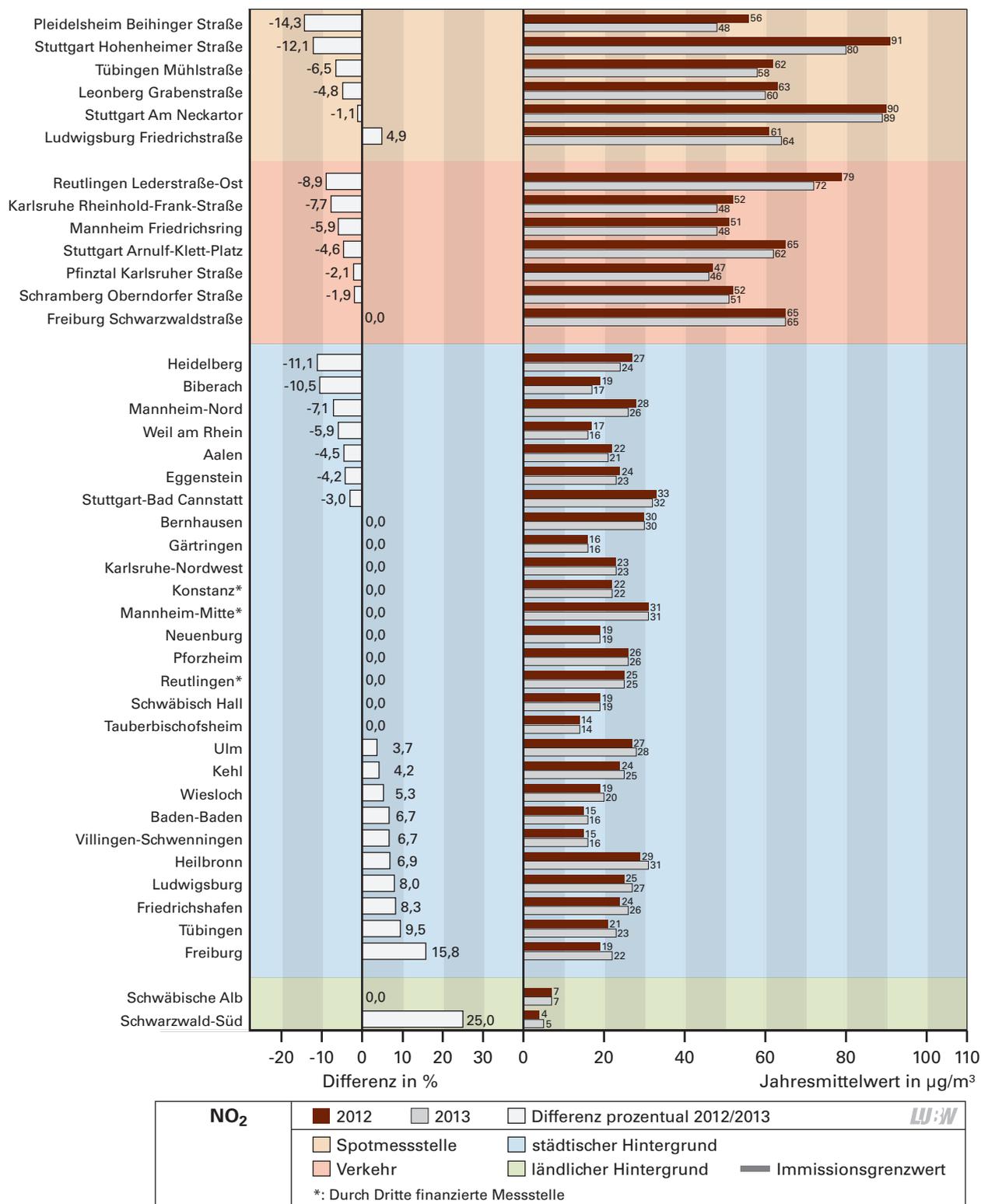


Abbildung 4.2-1: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Konzentrationen der Jahre 2012 und 2013 für die Standortkategorien Spotmessstellen, Verkehrsmessstationen, städtische und ländliche Hintergrundmessstationen sowie deren Zu-/Abnahme 2012/2013 in Prozent

Spotmessstellen und Verkehrsmessstationen ist ein Rückgang zu verzeichnen. Stickstoffdioxid ist ein primär verkehrsbedingter Luftschadstoff und nicht so stark durch die Meteorologie beeinflusst wie zum Beispiel Partikel PM10 und Ozon. Der Rückgang der Stickstoffdioxid-Konzentrationen an den verkehrsnahen Messstationen, die sich fast ausschließlich in Um-

weltzonen befinden, kann somit auch auf verschiedene verkehrliche Maßnahmen (z. B. Verkehrsverstetigung) zurückgeführt werden. So kam eine Untersuchung der LUBW in der Hohenheimer Straße in Stuttgart zum Ergebnis, dass durch verkehrsverstetigende Maßnahmen eine signifikante Reduktion der Stickstoffdioxidbelastung zu erreichen ist [MVI, 2013].

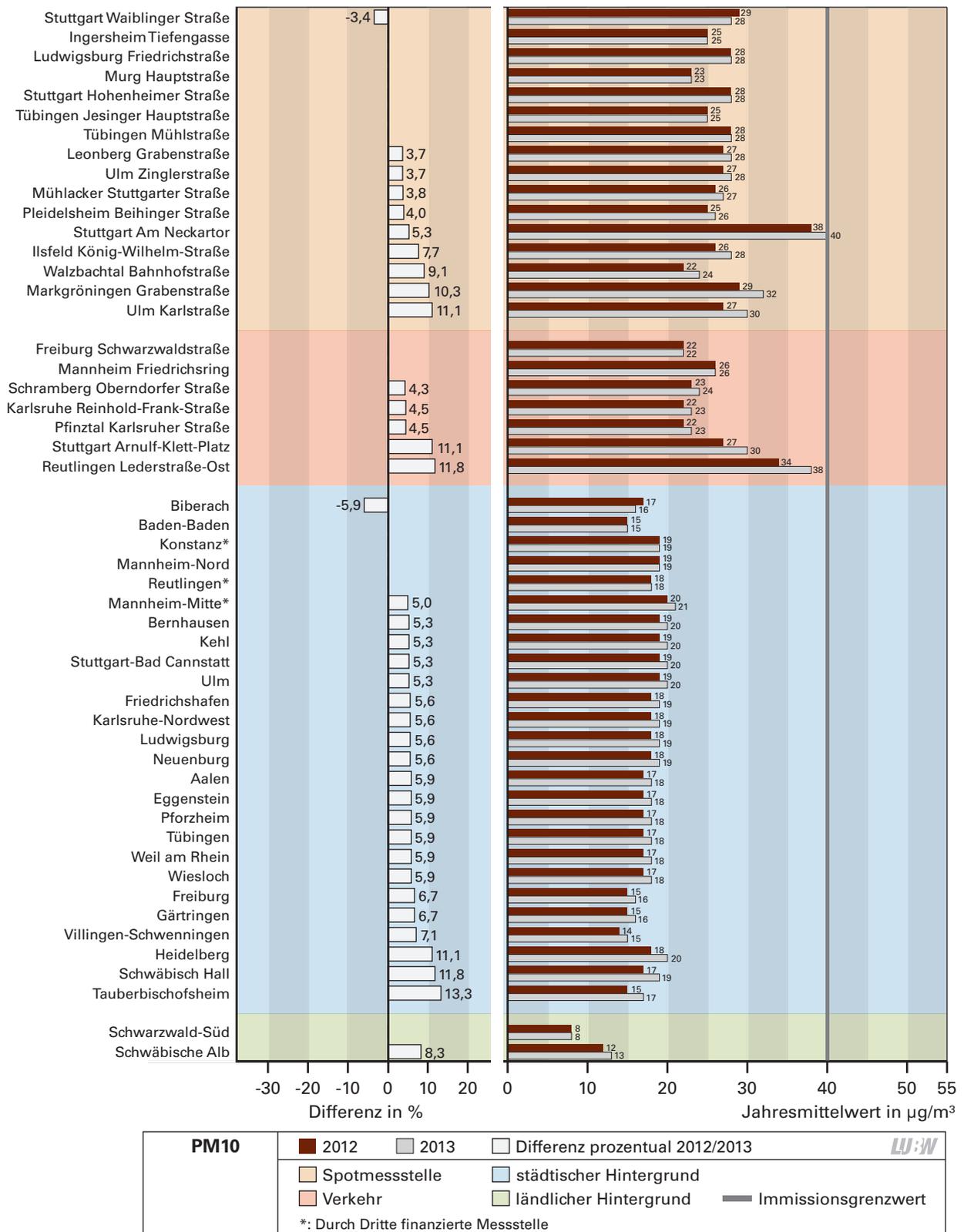


Abbildung 4.2-2: Jahresmittelwerte der Partikel PM10-Konzentrationen der Jahre 2012 und 2013 für die Standortkategorien Spotmessstellen, Verkehrsmessstationen, städtische und ländliche Hintergrundmessstationen sowie deren Zu-/Abnahme 2012/2013 in Prozent

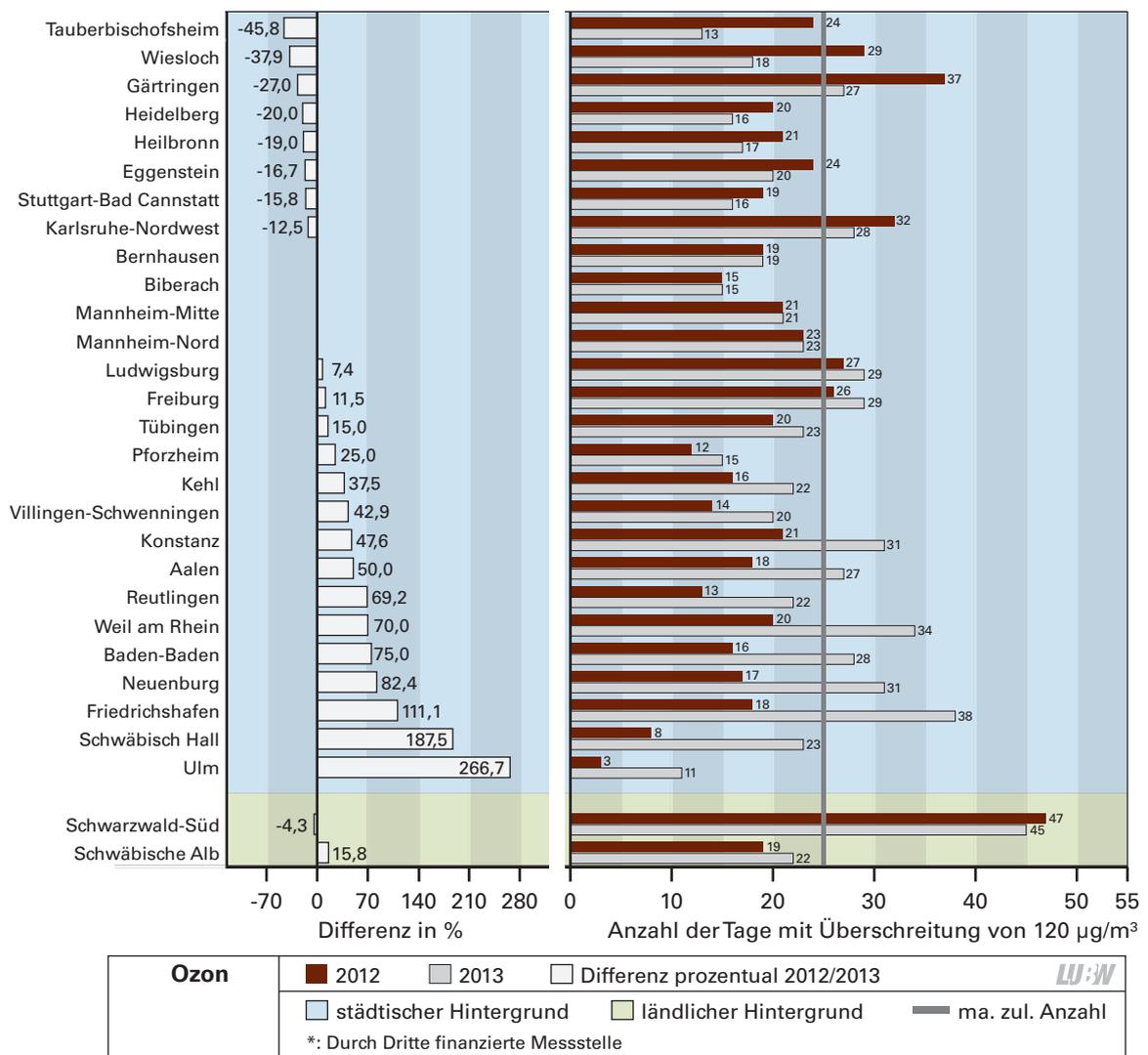


Abbildung 4.2-3: Anzahl der Tage mit Überschreitung des Zielwertes von 120 µg/m³ (höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages) für Ozon der Jahre 2012 und 2013 für die Standortkategorien städtische und ländliche Hintergrundmessstationen sowie deren Zu-/Abnahme 2012/2013 in Prozent

Die Partikel PM10-Konzentrationen sind im Jahr 2013 im Vergleich zu 2012 an fast allen Messstandorten unabhängig von der Standortkategorie (Spot, Verkehr, städtischer und ländlicher Hintergrund) leicht angestiegen (Abbildung 4.2-2).

Die Ozonbelastung im Jahr 2013 war vergleichbar mit der im Jahr 2012. Im Vergleich zu 2012 zeigten die Messstationen unabhängig von der Region sowohl ansteigende, gleichbleibende und abnehmende Ozonkonzentrationen (Abbildung 4.2-3).

Nach Auffassung der LUBW sind folgende Faktoren für den leichten Anstieg der Partikel PM10-Konzentrationen verantwortlich (siehe auch Kapitel 4.1.1):

- austauscharme Wetterlagen und verstärkter Partikel PM10-Ferntransport in den Wintermonaten,
- längerer Zeitraum mit Trockenheit im Juli,
- längere Heizperiode im Frühjahr.

4.3 Entwicklung der Luftqualität und Schadstoffdeposition 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 wurden nur die Messstationen berücksichtigt, die über einen längeren Zeitraum ohne größere Unterbrechungen in Betrieb waren.

Die Entwicklung der Luftqualität an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg ist im LUBW-Bericht „Ergebnisse der Spotmessungen in Baden-Württemberg 2013“ ausführlich dargestellt [LUBW, 2013].

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).

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.

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	-
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	-
Anzahl	17	22	17	8

*: Durch Dritte finanzierte Messstelle

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 und den städtischen Hintergrundmessstationen (Spannweite der 17 Messstationen) einen 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 und den städtischen Hintergrundmessstationen (Spannweite der 22 Messstationen) ein leicht abnehmender Trend bei der Immissionsbelastung festzustellen. Erwartungsgemäß liegt die Immissionsbelastung der primär verkehrsbedingten Partikel PM10 an den ländlichen Hintergrundmessstationen auf tiefem Niveau.

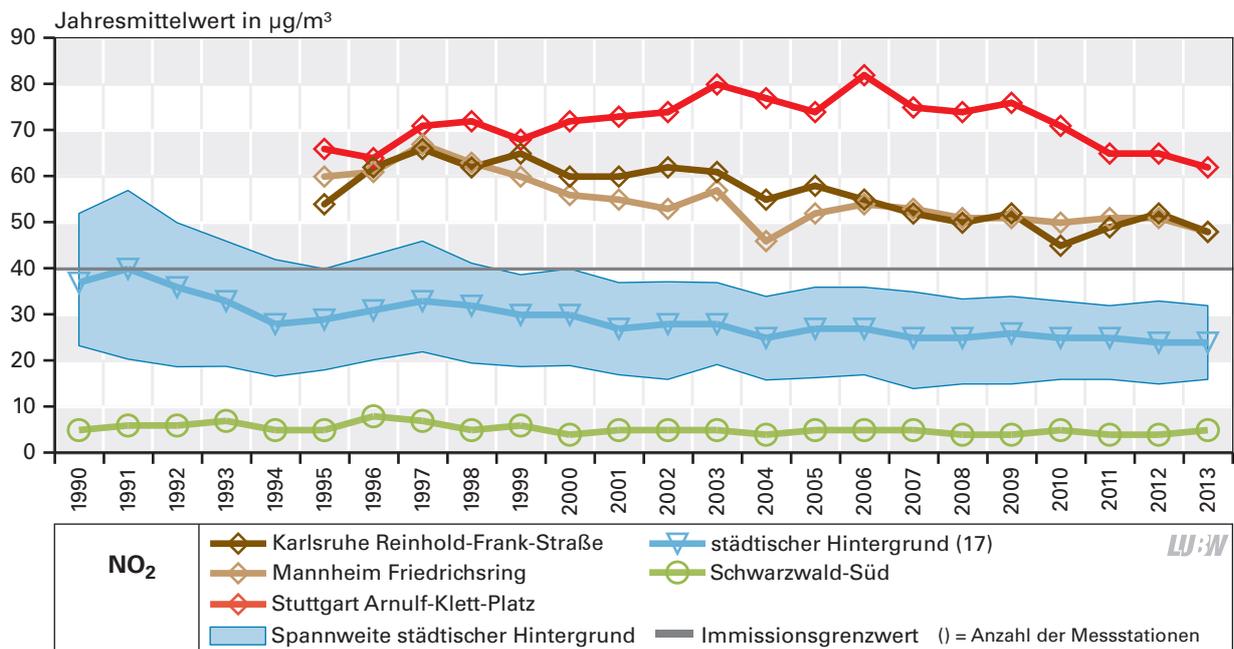


Abbildung 4.3.1-1: Entwicklung der Immissionsbelastung von Stickstoffdioxid seit 1990 in Baden-Württemberg

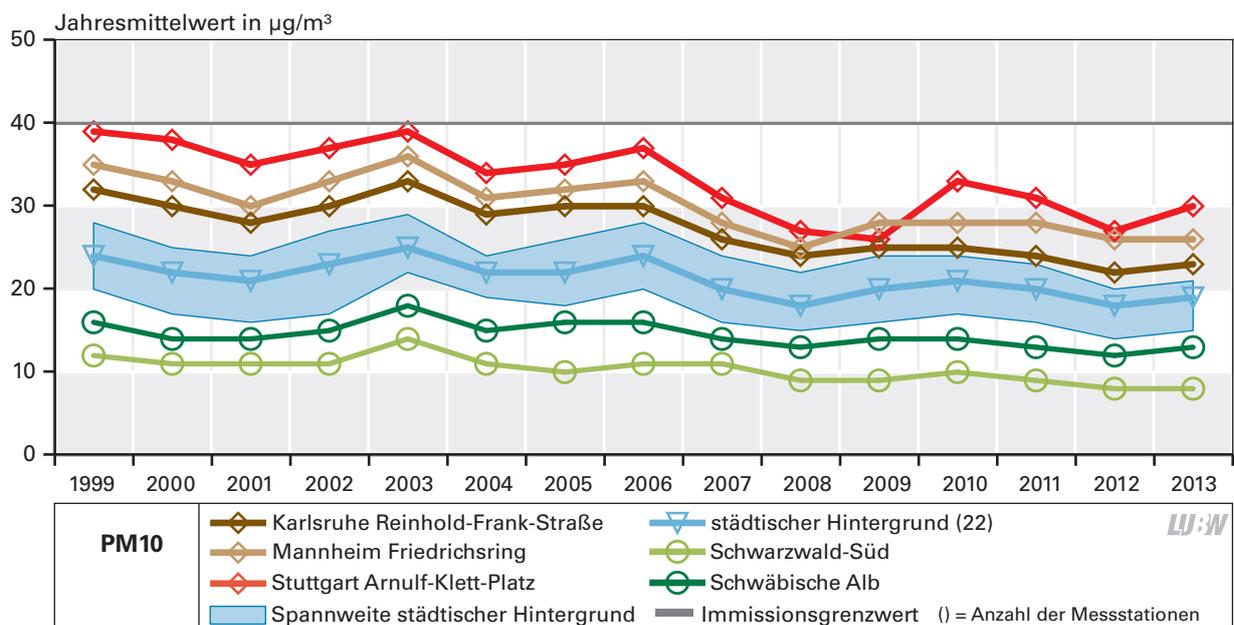


Abbildung 4.3.1-2: Entwicklung der Immissionsbelastung von Partikel PM10 seit 1999 in Baden-Württemberg

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 (Spannweite der 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.

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 (Spannweite der 8 Messstationen) ist eine deutliche Verbesserung der Luftqualität eingetreten. Aber auch an der ländlichen Hintergrundmessstation Schwarzwald-Süd ist ein deutlicher Rückgang der Immissionsbelastung feststellbar.

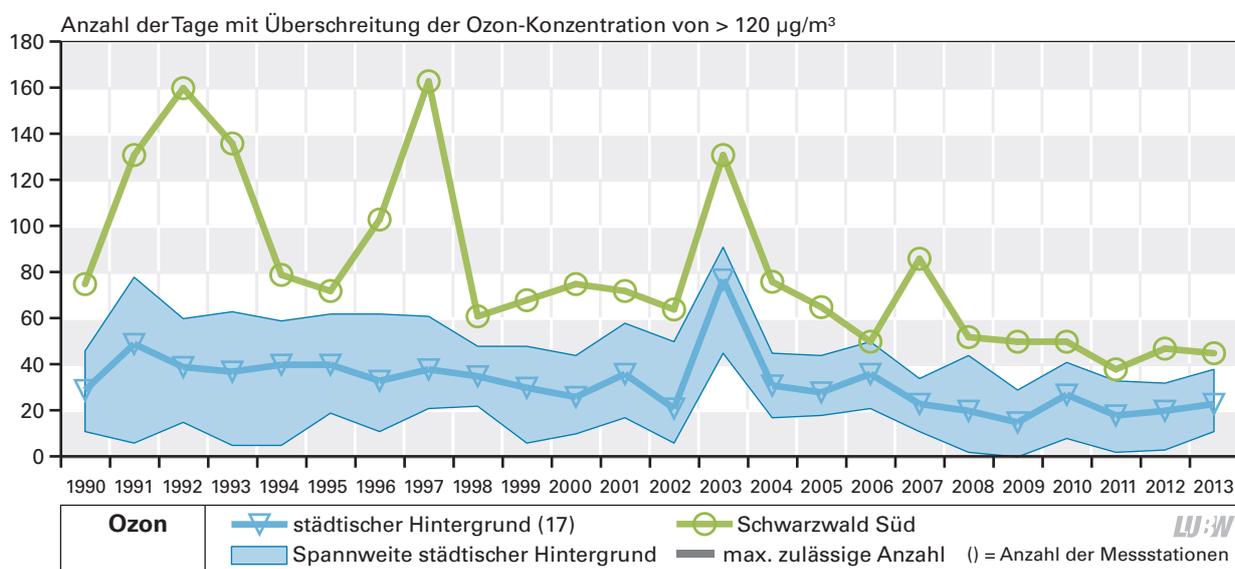


Abbildung 4.3.1-3: Entwicklung der Immissionsbelastung von Ozon seit 1990 in Baden-Württemberg

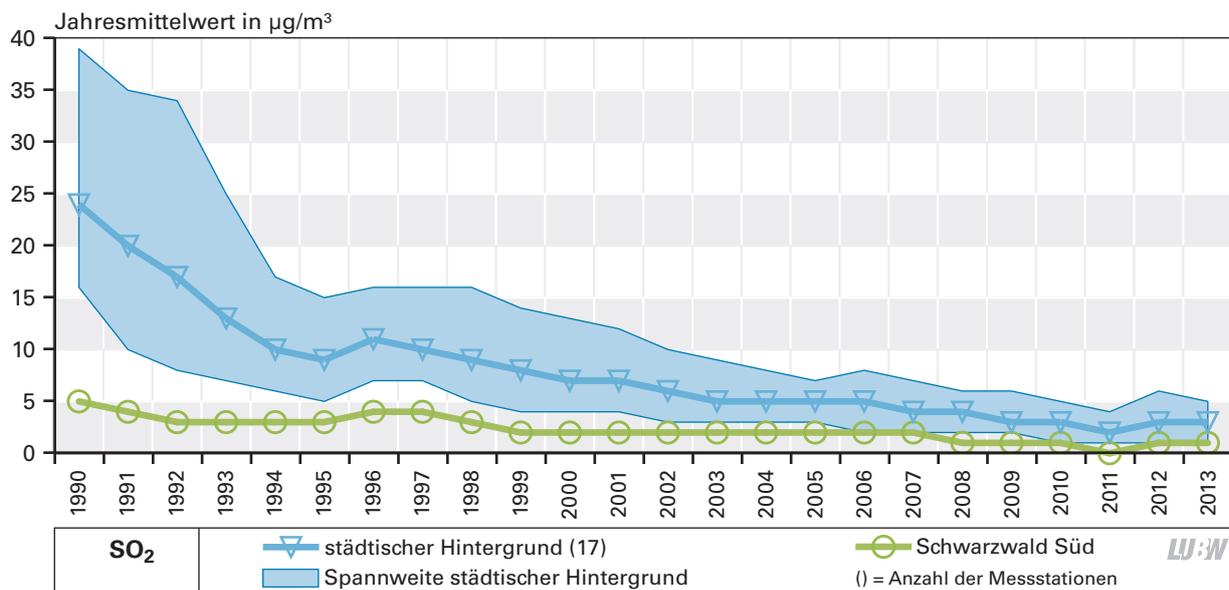


Abbildung 4.3.1-4: Entwicklung der Immissionsbelastung von Schwefeldioxid seit 1990 in Baden-Württemberg

4.3.2 Schadstoffdepositionen

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

- Städtischer Hintergrund
- Niederschlagsreiche Region
(z. B. Oberschwaben, Schwarzwald)
- Niederschlagsarme ländlich geprägte Region
(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 niederschlagsarmer Hintergrund)
- Schauinsland (niederschlagsreiche Höhenlage)
- Lauda, Lauda-Beckstein
(niederschlagsarme ländlich geprägte Region)

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

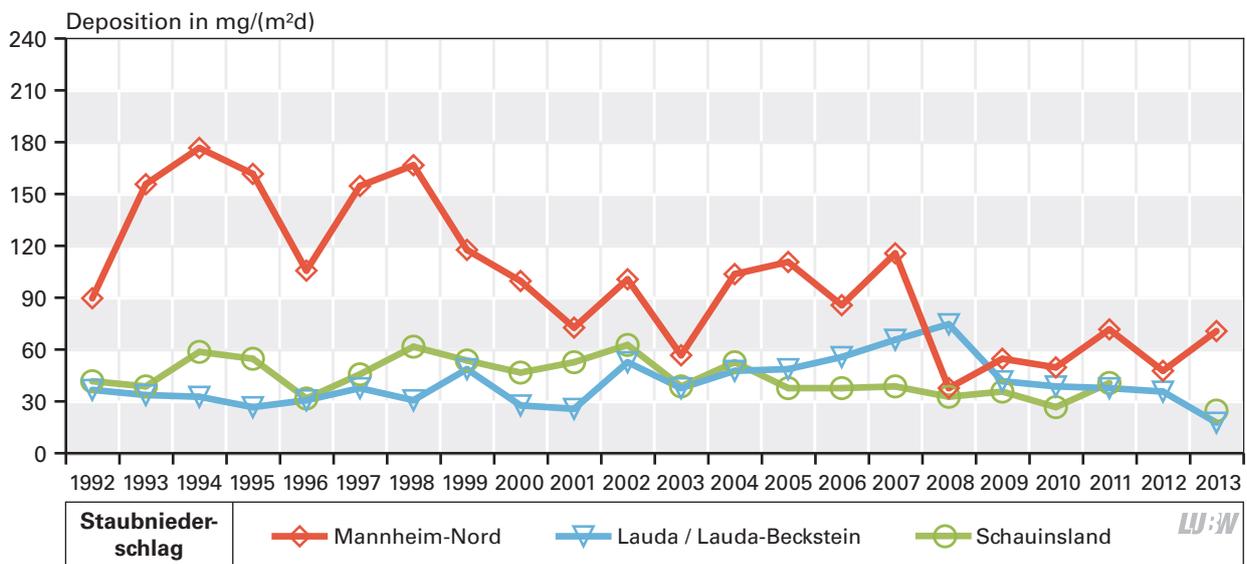


Abbildung 4.3.2-1: Entwicklung des Staubbiederschlags seit 1992 in Baden-Württemberg (Jahresmittelwerte in mg/(m²d))

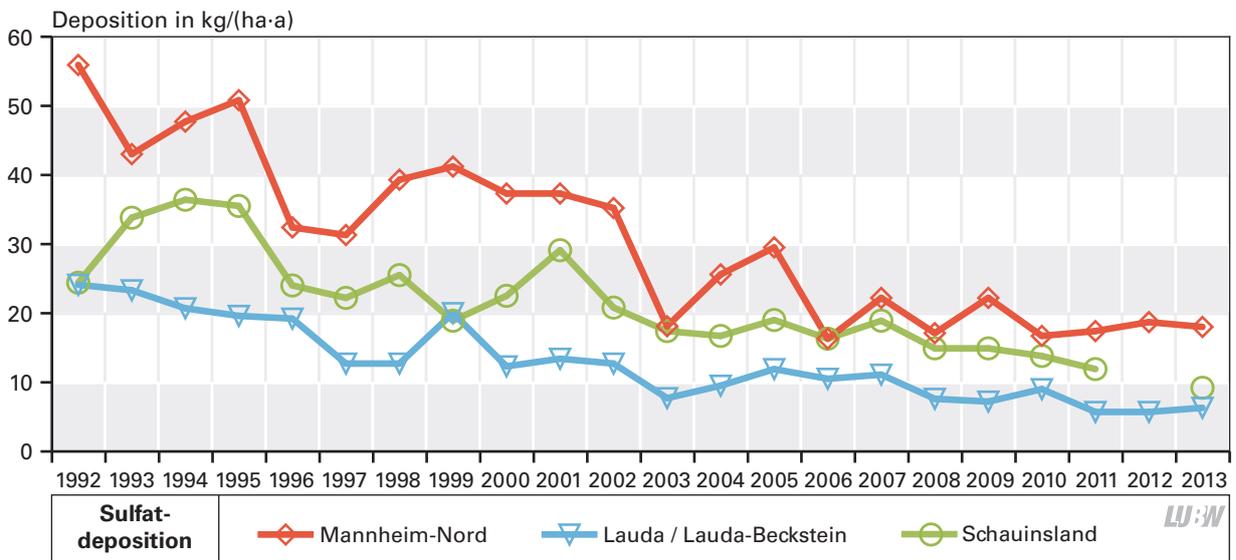


Abbildung 4.3.2-2: Entwicklung der Sulfateinträge seit 1992 in Baden-Württemberg (Jahresmittelwerte in kg/(ha-a))

4.4 Luftschadstoffbelastung in Deutschland

Alle Bundesländer betreiben Messnetze zur Überwachung der Luftqualität. Die Daten dieser Messnetze werden von den Bundesländern an das Umweltbundesamt geliefert, so dass u. a. auch ein Vergleich der Luftbelastung in den einzelnen Regionen möglich ist.

In den Abbildungen 4.4.1 und 4.4.2 sind die zehn am höchsten belasteten Messstationen in Deutschland im Jahr 2013 für die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid und Partikel PM₁₀ dargestellt. Aus den Abbildungen ist ersichtlich, dass einige verkehrsnahen Messstationen in Baden-Württemberg zu den am höchsten belasteten Messstationen in Deutschland gehören.

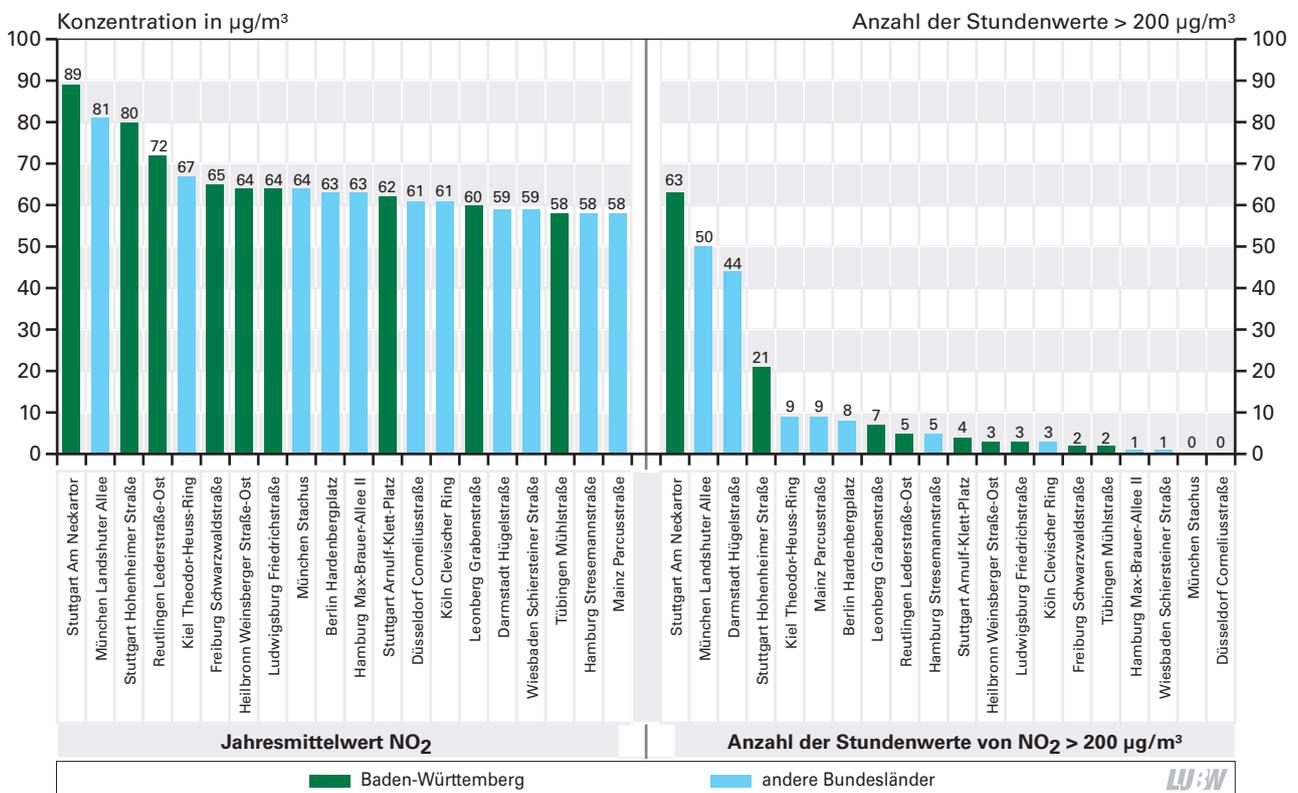


Abbildung 4.4-1: Messstationen mit den höchsten Stickstoffdioxidkonzentrationen in Deutschland im Jahr 2013 (Quelle: Umweltbundesamt, LUBW)

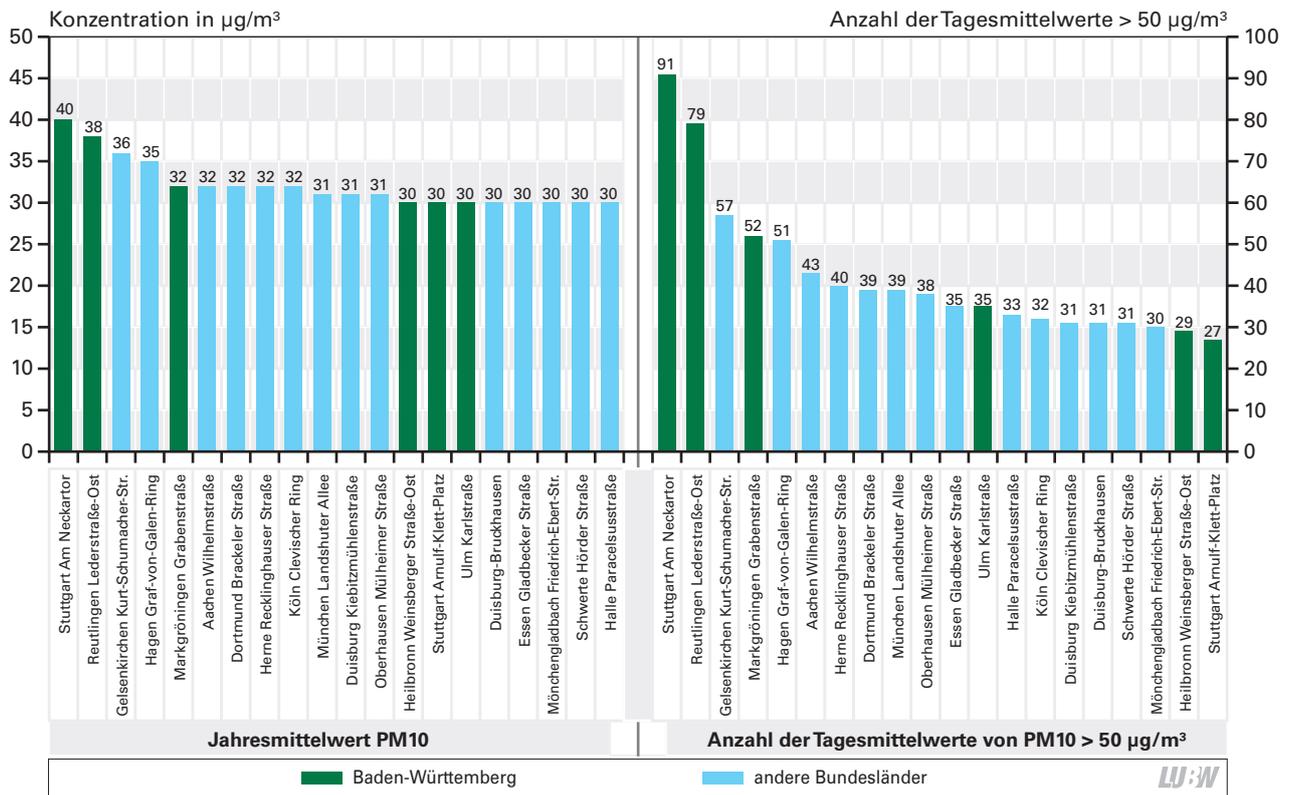


Abbildung 4.4-2: Messstationen mit den höchsten Partikel PM10-Konzentrationen in Deutschland im Jahr 2013 (Quelle: Umweltbundesamt, LUBW)

5 Anhang

5.1 Kenngrößen der Luftqualität in Baden-Württemberg

Tabelle 5.1-1: Stammdaten der Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2013

Messstation	Standort	Stations- typ	Höhe über NN (m)	Messbe- ginn	Rechtswert	Hochwert
Aalen	Bahnhofstraße	S	424	01.03.1982	3580537	5412854
Baden-Baden	Aumattstraße	S	148	01.04.1993	3442759	5404244
Bernhausen	Heubergstraße	S	370	01.12.1989	3516837	5393413
Biberach	Hans-Liebherr-Straße	S	533	01.11.1990	3559663	5328288
Eggenstein	Gewand Zigeunerschlag	S	109	01.09.1976	3456727	5437871
Freiburg	Fehrenbachallee	S	262	01.06.1979	3412926	5318815
Freiburg Schwarzwaldstraße	Schwarzwaldstraße	V	289	01.03.2007	3414979	5317373
Friedrichshafen	Ehlerstraße	S	404	01.01.1987	3536554	5280305
Gärtringen	Goethestraße	S	464	21.12.2005	3493031	5389786
Heidelberg	Berliner Straße	S	112	01.01.1984	3476615	5475898
Heilbronn	Hans-Rießler-Straße	S	155	01.11.1979	3516466	5447621
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	Weinsberger Straße	V	165	01.01.2009	3516556	5445449
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	Reinhold-Frank-Straße	V	119	10.03.1994	3455242	5430253
Karlsruhe-Nordwest	Daimlerstraße	S	114	01.03.1985	3452954	5432567
Kehl	Am Yachthafen	S	135	01.02.1982	3411699	5382970
Konstanz*	Wallgutstraße	S	403	01.09.1990	3512792	5280683
Ludwigsburg	Heinrich-Schweitzer-Straße	S	302	01.03.1982	3512759	5417995
Mannheim Friedrichsring	Friedrichsring	V	101	28.04.1994	3461826	5484102
Mannheim-Mitte*	Reichskanzler-Müller-Straße	S	94	01.01.1975	3462243	5482233
Mannheim-Nord	Gewand Steinweg	S	94	01.01.1975	3461377	5489834
Neuenburg	Freiburger Straße	S	223	01.11.1992	3392834	5298860
Pfintal Karlsruher Straße	Karlsruher Straße	V	135	01.01.2006	3465415	5429708
Pforzheim	Wildbader Straße	S	281	01.01.2008	3475544	5416903
Reutlingen Lederstraße-Ost	Lederstraße	V	382	21.03.2007	3515657	5372420
Reutlingen*	Friedrich-Ebert-Straße	S	392	01.02.1982	3515408	5372358
Schramberg Oberndorfer Straße	Oberndorfer Straße	V	458	29.12.2006	3454802	5343646
Schwäbisch Hall	Bahngelände	S	306	01.01.1991	3553611	5441444
Schwäbische Alb	Sportplatz-Gelände	L	797	27.04.1994	3515467	5356456
Schwarzwald-Süd	Kälbelescheuer	L	902	01.01.1984	3407539	5297592
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	Arnulf-Klett-Platz	V	243	06.12.1994	3513357	5405088
Stuttgart-Bad Cannstatt	Gnesener Straße	S	250	01.01.1981	3516959	5407965
Tauberbischofsheim	Bei der Kläranlage	S	174	01.11.1990	3547667	5499976
Tübingen	Derendinger Straße	S	324	22.01.2002	3503855	5374446
Ulm	Böblingerstraße	S	480	01.10.1978	3572570	5362580
Villingen-Schwenningen	Unterer Dammweg	S	699	01.06.1987	3460085	5323536
Weil am Rhein	Zwölfthauen	S	277	01.02.1982	3397261	5273096
Wiesloch	In der Hessel	S	162	01.05.1986	3478261	5462679

S = Städtischer Hintergrund L = Ländlicher Hintergrund V = Verkehr
 *: Durch Dritte finanzierte Messstelle



Tabelle 5.1-2: Messumfang der Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2013

Messstation	NO ₂	PM10	PM2,5	Ozon	SO ₂	CO	Ben- zol	SM	B(a)P	Ruß	WG	WR	GS	T	TP	LD	NS
Aalen	X	X	-	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X
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	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	-	-	-	-	-	-	-
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
Pfintal Karlsruher Straße	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Pforzheim	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X
Reutlingen Lederstraße-Ost	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Reutlingen*	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	X
Schramberg Oberndorfer Straße	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Schwäbisch Hall	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	X
Schwäbische Alb	X	X	X	X	X	-	X	-	X	-	X	X	X	X	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
Anzahl	37	37	20	31	12	8	19	12	17	18	29	29	28	28	28	10	29

SM = Schwermetalle WG = Windgeschwindigkeit
T = Temperatur TP = Taupunkt

WR = Windrichtung
LD = Luftdruck

GS = Globalstrahlung
NS = Niederschlag



* Durch Dritte finanzierte Messstelle

Tabelle 5.1-3: Stammdaten und Messumfang der Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2013

Messstation	Höhe über NN (m)	Messbeginn	Rechtswert	Hochwert	NO ₂	NO ₂ -passiv	PM10	PM2,5	Ben-zol	SM	B(a)P	Ruß
Freiberg Benninger Straße	193	01.01.2008	3515046	5422307	-	X	-	-	-	-	-	-
Freiburg Zähringer Straße	257	01.01.2006	3414655	5320114	-	X	-	-	-	-	-	-
Heidelberg Mittermaierstraße	117	01.01.2009	3476634	5474529	-	X	-	-	X	-	-	-
Heidenheim Wilhelmstraße	496	01.01.2009	3584809	5394176	-	X	-	-	-	-	-	-
Herrenberg Hindenburgstraße	432	01.01.2006	3490421	5384131	-	X	-	-	-	-	-	-
Ilfsfeld König-Wilhelm-Straße	230	01.01.2006	3517911	5435348	-	X	X	-	-	-	X	-
Ingersheim Tiefengasse	208	01.01.2008	3513552	5424808	-	X	X	-	-	-	X	-
Karlsruhe Kriegsstraße	117	01.01.2006	3453929	5429974	-	X	-	-	-	-	-	-
Lahr Reichenbacher Hauptstraße	194	04.09.2012	3420315	5355297	-	X	X	-	-	-	X	-
Leonberg Grabenstraße	387	29.12.2004	3501289	5407059	X	X	X	-	X	-	-	-
Ludwigsburg Friedrichstraße	299	23.12.2003	3514011	5416883	X	X	X	-	X	-	-	X
Markgröningen Grabenstraße	276	29.12.2006	3506040	5418395	-	X	X	-	-	-	-	-
Mögglingen Hauptstraße	413	06.09.2012	3570866	5409926	-	X	X	-	-	-	-	-
Mühlacker Stuttgarter Straße	243	01.01.2006	3488772	5423260	-	X	X	-	-	-	-	-
Murg Hauptstraße	300	01.01.2008	3426403	5268820	-	X	X	-	-	-	X	-
Pforzheim Jahnstraße	256	01.01.2006	3477772	5416780	-	X	-	-	-	-	-	-
Pleidelsheim Beihinger Straße	195	07.01.2004	3515099	5424686	X	X	X	-	X	-	X	X
Schwäbisch Gmünd Remsstraße	325	29.12.2008	3558538	5407519	-	X	-	-	-	-	-	-
Stuttgart Am Neckartor	239	23.12.2003	3514111	5405641	X	X	X	X	X	X	X	X
Stuttgart Hohenheimer Straße	302	23.12.2003	3513638	5403483	X	X	X	-	-	-	-	X
Stuttgart Waiblinger Straße	223	01.01.2006	3516263	5407388	-	X	X	-	-	-	-	-
Tübingen Jesinger Hauptstraße	355	01.01.2006	3498557	5376519	-	X	X	-	-	-	X	X
Tübingen Mühlstraße	340	01.01.2006	3504362	5375836	X	X	X	-	-	-	X	-
Ulm Karlstraße	481	01.01.2006	3573173	5363395	-	X	X	-	-	-	-	X
Ulm Zinglerstraße	481	01.01.2006	3572907	5362336	-	X	X	-	-	-	-	-
Urbach Hauptstraße	265	01.01.2008	3542632	5408135	-	X	X	-	-	-	X	-
Walzbachtal Bahnhofstraße	168	29.12.2006	3469139	5432339	-	X	X	-	-	-	-	-
Anzahl					6	27	19	1	5	1	9	6

SM = Schwermetalle



Tabelle 5.1-4: Stammdaten der Standorte mit Depositions- und Ammoniakmessungen in Baden-Württemberg 2013

Standorte	Höhe über NN (m)	Messbeginn Deposition	Messbeginn Ammoniak	Rechtswert	Hochwert
Aalen	424		28.12.2006	3580537	5412854
Bad Wurzach	660	15.01.1992	04.01.2007	3567112	5311092
Baltmannsweiler	337	01.01.2007		3531335	5402430
Biberach	533		29.12.2006	3559663	5328288
Donaueschingen	720	08.12.1992		3467780	5314001
Eggenstein	109	28.08.1991		3456727	5437871
Eppingen	218	10.12.1992		3489214	5447771
Eppingen	221	16.01.2013		3489285	5447674
Freiburg Schwarzwaldstraße	289		27.12.2006	3414979	5317373
Gerabronn	466	03.01.2007	09.01.2007	3567725	5457524
Heilbronn	155	27.12.2006	29.12.2006	3516466	5447621
Illmensee	829	17.01.1991		3529185	5299170
Isny	700	06.11.1991	04.01.2007	3580014	5287773
Kaltenbronn	869	02.09.2011		3458393	5396752
Karlsruhe Hertzstraße	114	28.08.1991		3453561	5433511
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	119		29.12.2006	3455242	5430253
Kehl	135		28.12.2006	3411699	5382970
Kehl Kinzigallee	135	27.12.2006	27.12.2006	3412990	5382520
Lauda-Beckstein	348	01.09.2011		3550158	5490105
Ludwigsburg Friedrichstraße	299		28.12.2006	3514011	5416883
Mannheim Graßmannstraße	98	12.10.2011	12.10.2011	3465235	5477737
Mannheim-Nord	94	29.08.1991	05.01.2007	3461377	5489834
Mudau	533	10.12.1992		3510873	5486311
Wilhelmsfeld	523		20.01.2012	3482210	5480760
Pforzheim	281	29.12.2006		3475544	5416903
Plochingen	250	03.01.2007	05.01.2007	3530591	5396865
Reichenau	410	01.04.1992		3505172	5284220
Schauinsland	1200	16.01.1991		3418497	5308990
Schwäbische Alb	797	28.12.1992	04.01.2007	3515467	5356456
Schwarzwald-Süd	902	28.07.2011		3407539	5297592
Stötten	733	01.01.1993		3563773	5392375
Stuttgart Am Neckartor	239		02.01.2007	3514111	5405641
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	244		05.01.2007	3513357	5405086
Vogtsburg	339	26.11.1991		3402195	5328994
Weil am Rhein	277	27.12.2006	27.12.2006	3397261	5273096
Welzheimer Wald	500	01.01.1993		3541982	5416360

Tabelle 5. 1-5: Messumfang der Standorte mit Depositions- und Ammoniakmessungen in Baden-Württemberg 2013

Standorte	Höhe über NN (m)	Bergerhoff-Verfahren										Trichterflasche-Verfahren					Wet-only-Verfahren				Trichter-Adsorber-Verfahren		Passiv-sammler	
		Staubnie-derschlag	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	As	Sb	Pb	Cd	Ni	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	Hg	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	PAK	NH ₃					
Aalen	424																			X				
Bad Wurzach	660	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							X				
Baltmannweiler	337																	X						
Biberach	533																			X				
Donaueschingen	720	X	X	X																				
Eggenstein	109	X	X	X																				
Eppingen	218	X	X	X																				
Freiburg Schwarzwaldstraße	289																			X				
Gerabronn	466	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X							X				
Heilbronn	155	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X							X				
Illmensee	829	X	X	X																X				
Isny	700	X	X	X																X				
Kaltenbronn	869	X	X	X											X	X	X			X				
Karlsruhe Hertzstraße	114	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							X				
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	119																			X				
Kehl	135																			X				
Kehl Kinzigallee	135	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X							X				
Lauda-Beckstein	348	X	X	X																X				
Ludwigsburg Friedrichstraße	299																			X				
Mannheim Großmannstraße	98	X	X	X																X				
Mannheim-Nord	94	X	X	X																X				
Mudau	533	X	X	X																X				
Wilhelmsfeld	523																	X		X				
Pforzheim	281	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X							X				
Plochingen	250	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X							X				
Reichenau	410	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							X				
Schauinsland	1200	X	X	X																X				
Schwäbische Alb	797	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							X				
Schwarzwald-Süd	902	X	X	X																X				
Stötten	733	X	X	X																X				
Stuttgart Am Neckartor	239																			X				
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	244																			X				
Vogtsburg	339	X	X	X																X				
Weil am Rhein	277																			X				
Weizheimer-Wald	500	X	X	X																X				
Anzahl		24	19	19	9	9	9	9	9	9	5	5	5	5	4	4	4	6	19					

Tabelle 5.1-6: Kenngrößen für Stickstoffdioxid an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2013

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	116	0	21
Baden-Baden	88	0	16
Bernhausen	177	0	30
Biberach	92	0	17
Eggenstein	122	0	23
Freiburg	105	0	22
Freiburg Schwarzwaldstraße	217	2	65
Friedrichshafen	114	0	26
Gärtringen	83	0	16
Heidelberg	95	0	24
Heilbronn	125	0	31
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	242	3	64
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	179	0	48
Karlsruhe-Nordwest	155	0	23
Kehl	145	0	25
Konstanz*	93	0	22
Ludwigsburg	115	0	27
Mannheim Friedrichsring	162	0	48
Mannheim-Mitte*	168	0	31
Mannheim-Nord	101	0	26
Neuenburg	90	0	19
Pfinztal Karlsruher Straße	157	0	46
Pforzheim	143	0	26
Reutlingen*	114	0	25
Reutlingen Lederstraße-Ost	222	5	72
Schramberg Oberndorfer Straße	226	2	51
Schwäbisch Hall	94	0	19
Schwäbische Alb	65	0	7
Schwarzwald-Süd	60	0	5
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	234	4	62
Stuttgart-Bad Cannstatt	113	0	32
Tauberbischofsheim	63	0	14
Tübingen	122	0	23
Ulm	113	0	28
Villingen-Schwenningen	92	0	16
Weil am Rhein	93	0	16
Wiesloch	91	0	20
Immissionsgrenzwert	200	18 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr	40

*: Durch Dritte finanzierte Messstelle



Tabelle 5.1-7: Kenngrößen für Stickstoffdioxid an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2013

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*	–	–	45
Freiburg Zähringer Straße*	–	–	44
Heidelberg Mittermaierstraße*	–	–	46
Heidenheim Wilhelmstraße*	–	–	50
Herrenberg Hindenburgstraße*	–	–	54
Ilfeld König-Wilhelm-Straße*	–	–	49
Ingersheim Tiefengasse*	–	–	43
Karlsruhe Kriegsstraße*	–	–	39
Lahr Reichenbacher Hauptstraße*	–	–	41
Leonberg Grabenstraße	237	7	60
Ludwigsburg Friedrichstraße	234	3	64
Markgröningen Grabenstraße*	–	–	46
Mögglingen Hauptstraße*	–	–	48
Mühlacker Stuttgarter Straße*	–	–	56
Murg Hauptstraße*	–	–	32
Pleidelsheim Beihinger Straße	185	0	48
Schwäbisch Gmünd Remsstraße*	–	–	63
Stuttgart Am Neckartor	274	63	89
Stuttgart Hohenheimer Straße	227	21	80
Stuttgart Waiblinger Straße*	–	–	52
Tübingen Jesinger Hauptstraße*	–	–	46
Tübingen Mühlstraße	222	2	58
Ulm Karlstraße*	–	–	52
Ulm Zinglerstraße*	–	–	56
Urbach Hauptstraße*	–	–	33
Walzbachtal Bahnhofstraße*	–	–	47
Immissionsgrenzwert	200	18 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr	40

*: NO₂-passiv

LUBW

Tabelle 5.1-8: Kenngrößen für Partikel PM10 an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2013

Messstation	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl der Tage > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tagesmittelwert)
Aalen	18	9
Baden-Baden	15	4
Bernhausen	20	10
Biberach	16	2
Eggenstein	18	7
Freiburg	16	4
Freiburg Schwarzwaldstraße	22	13
Friedrichshafen	19	13
Gärtringen	16	4
Heidelberg	20	9
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	30	29
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	23	13
Karlsruhe-Nordwest	19	7
Kehl	20	10
Konstanz*	19	11
Ludwigsburg	19	9
Mannheim Friedrichsring	26	17
Mannheim-Mitte*	21	11
Mannheim-Nord	19	8
Neuenburg	19	10
Pfintztal Karlsruher Straße	23	13
Pforzheim	18	6
Reutlingen*	18	8
Reutlingen Lederstraße-Ost	38	79
Schramberg Oberndorfer Straße	24	23
Schwäbisch Hall	19	7
Schwäbische Alb	13	0
Schwarzwald-Süd	8	1
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	30	27
Stuttgart-Bad Cannstatt	20	11
Tauberbischofsheim	17	8
Tübingen	18	6
Ulm	20	6
Villingen-Schwenningen	15	3
Weil am Rhein	18	6
Wiesloch	18	8
Immissionsgrenzwert	40	35 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr

*: Durch Dritte finanzierte Messstelle

LUBW

Tabelle 5.1-9: Kenngrößen für Partikel PM10 an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2013

Messstation	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl der Tage > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tagesmittelwert)
Ilsfeld König-Wilhelm-Straße	28	30
Ingersheim Tiefengasse	25	24
Lahr Reichenbacher Hauptstraße	23	19
Leonberg Grabenstraße	28	30
Ludwigsburg Friedrichstraße	28	37
Markgröningen Grabenstraße	32	52
Mögglingen Hauptstraße	23	15
Mühlacker Stuttgarter Straße	27	26
Murg Hauptstraße	23	18
Pleidelsheim Beihinger Straße	26	26
Stuttgart Am Neckartor	40	91
Stuttgart Hohenheimer Straße	28	27
Stuttgart Waiblinger Straße	28	34
Tübingen Jesinger Hauptstraße	25	31
Tübingen Mühlstraße	28	46
Ulm Karlstraße	30	35
Ulm Zinglerstraße	28	27
Walzbachtal Bahnhofstraße	24	16
Immissionsgrenzwert	40	35 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr

LUBW

Tabelle 5.1-10: Kenngrößen für Partikel PM2,5 an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg und an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor 2013

Messstation	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Freiburg	13
Freiburg Schwarzwaldstraße	15
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	18
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	15
Karlsruhe-Nordwest	14
Kehl	15
Mannheim Friedrichsring	17
Mannheim-Nord	14
Pfintal Karlsruher Straße	17
Pforzheim	13
Reutlingen Lederstraße-Ost	20
Schramberg Oberndorfer Straße	16
Schwäbische Alb	9
Schwarzwald-Süd	6
Stuttgart Am Neckartor*	21
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	16
Stuttgart-Bad Cannstatt	15
Tübingen	14
Ulm	15
Weil am Rhein	14
Zielwert	25

*: Spotmessstelle

LUBW

Tabelle 5.1-11: Kenngrößen für Ozon an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2013

Messstation	Anzahl der höchsten 8-Stundenmittelwerte eines Tages > 120 µg/m ³			
	2011	2012	2013	Mittelwert (2011-2013)
Aalen	29	18	27	25
Baden-Baden	22	16	28	22
Bernhausen	8	19	19	15
Biberach	26	15	15	19
Eggenstein	22	24	20	22
Freiburg	20	26	29	25
Freiburg Schwarzwaldstraße	0	0	0	0
Friedrichshafen	17	18	38	24
Gärtringen	26	37	27	30
Heidelberg	12	20	16	16
Heilbronn	18	21	17	19
Karlsruhe-Nordwest	31	32	28	30
Kehl	26	16	22	21
Konstanz	24	21	31	25
Ludwigsburg	12	27	29	23
Mannheim-Mitte	13	21	21	18
Mannheim-Nord	20	23	23	22
Neuenburg	29	17	31	26
Pforzheim	7	12	15	11
Reutlingen	10	13	22	15
Schwäbisch Hall	26	8	23	19
Schwäbische Alb	12	19	22	18
Schwarzwald-Süd	38	47	45	43
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	0	3	5	3
Stuttgart-Bad Cannstatt	15	19	16	17
Tauberbischofsheim	20	24	13	19
Tübingen	17	20	23	20
Ulm	2	3	11	5
Villingen-Schwenningen	17	14	20	17
Weil am Rhein	33	20	34	29
Wiesloch	20	29	18	22
Zielwert menschliche Gesundheit				25 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr

*: Durch Dritte finanzierte Messstelle



Tabelle 5.1-12: Kenngrößen für Ozon an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2013

Messstation	AOT40 [(µg/m³)h]					Mittelwert 2009 - 2013
	2009	2010	2011	2012	2013	
Aalen	12.033	20.336	16.659	16.231	17.374	16.527
Baden-Baden	13.255	-	16.079	13.194	17.678	-
Bernhausen	6.146	14.507	8.542	14.199	13.586	11.396
Biberach	9.748	17.458	17.725	15.349	13.407	14.737
Eggenstein	16.351	21.026	14.087	13.005	13.848	15.663
Freiburg	12.612	21.435	-	17.022	17.923	-
Freiburg Schwarzwaldstraße	284	3.586	833	454	1.533	1.338
Friedrichshafen	11.574	15.367	14.110	13.720	18.857	14.726
Gärtringen	13.271	21.574	16.841	20.823	17.688	18.039
Heidelberg	10.069	15.023	9.628	12.534	10.504	11.552
Heilbronn	10.035	21.612	13.182	16.089	13.536	14.891
Karlsruhe-Nordwest	14.167	23.814	17.396	16.098	16.884	17.672
Kehl	12.419	20.490	15.277	13.850	17.081	15.824
Konstanz*	11.168	20.952	16.899	15.364	17.396	16.356
Ludwigsburg	12.821	23.334	8.986	18.616	17.387	16.229
Mannheim-Mitte*	7.603	18.776	11.591	12.739	13.093	12.760
Mannheim-Nord	11.907	20.754	13.706	13.628	14.907	14.980
Neuenburg	11.418	24.016	18.011	13.311	17.927	16.937
Pforzheim	7.502	15.423	8.480	13.572	13.279	11.651
Reutlingen*	9.315	14.176	9.166	13.951	15.069	12.335
Schwäbisch Hall	11.739	23.976	15.134	10.008	16.020	15.375
Schwäbische Alb	6.155	14.837	10.353	18.048	17.137	13.306
Schwarzwald-Süd	15.030	30.340	13.441	18.180	18.718	19.142
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	2.435	8.152	3.224	3.602	8.506	5.184
Stuttgart-Bad Cannstatt	10.584	16.538	10.815	14.392	12.923	13.050
Tauberbischofsheim	11.170	21.696	14.388	15.828	13.385	15.294
Tübingen	9.149	22.347	13.215	17.354	15.528	15.518
Ulm	3.475	9.730	6.023	8.458	11.000	7.737
Villingen-Schwenningen	11.727	19.336	12.789	15.909	17.541	15.460
Weil am Rhein	12.378	25.968	17.031	13.618	18.921	17.583
Wiesloch	13.228	23.965	12.934	14.109	12.816	15.410
Zielwert Vegetation						18.000

*: Durch Dritte finanzierte Messstelle



Tabelle 5.1-13: Kenngrößen für Ozon an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2013

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	166	0	0
Baden-Baden	214	4	0
Bernhausen	192	2	0
Biberach	148	0	0
Eggenstein	210	2	0
Freiburg	180	0	0
Freiburg Schwarzwaldstraße	131	0	0
Friedrichshafen	173	0	0
Gärtringen	191	2	0
Heidelberg	184	1	0
Heilbronn	178	0	0
Karlsruhe-Nordwest	202	3	0
Kehl	191	4	0
Konstanz*	160	0	0
Ludwigsburg	191	2	0
Mannheim-Mitte*	223	1	0
Mannheim-Nord	207	3	0
Neuenburg	190	1	0
Pforzheim	199	2	0
Reutlingen*	164	0	0
Schwäbisch Hall	179	0	0
Schwäbische Alb	178	0	0
Schwarzwald-Süd	185	1	0
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	164	0	0
Stuttgart-Bad Cannstatt	182	1	0
Tauberbischofsheim	162	0	0
Tübingen	181	1	0
Ulm	153	0	0
Villingen-Schwenningen	162	0	0
Weil am Rhein	175	0	0
Wiesloch	215	1	0
Informationsschwelle		180	
Alarmschwelle			240

*: Durch Dritte finanzierte Messstelle



Tabelle 5.1-14: Kenngrößen für Schwefeldioxid an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2013

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	49	7	2
Eggenstein	80	12	3
Freiburg	18	4	1
Karlsruhe-Nordwest	95	18	2
Kehl	20	7	2
Mannheim-Mitte*	55	9	3
Mannheim-Nord	103	18	5
Reutlingen*	14	4	2
Schwäbische Alb	30	5	1
Schwarzwald-Süd	4	3	1
Stuttgart-Bad Cannstatt	26	5	1
Ulm	15	6	2
Immissionsgrenzwerte	350	125	20

*: Durch Dritte finanzierte Messstelle



Tabelle 5.1-15: Kenngrößen für Kohlenmonoxid an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2013

Messstation	Maximaler 8-Stundenmittelwert [mg/m^3]
Aalen	1,9
Freiburg Schwarzwaldstraße	1,4
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	2,0
Kehl	1,3
Mannheim Friedrichsring	2,0
Pforzheim	2,0
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	1,9
Ulm	1,3
Immissionsgrenzwert	10



Tabelle 5.1-16: Kenngrößen für Ammoniak in Baden-Württemberg 2013

Standorte	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Aalen	3,7
Bad Wurzach	5,7
Biberach a.d.R.	3,9
Freiburg Schwarzwaldstraße	7,8
Gerabronn	4,8
Heilbronn	3,7
Isny im Allgäu	5,9
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	10,3
Kehl	3,5
Kehl Kinzigallee	2,8
Ludwigsburg Friedrichstraße	10,1
Mannheim Grassmannstraße	3,7
Mannheim-Nord	4,2
Plochingen	3,2
Schwäbische Alb	2,7
Stuttgart Am Neckartor	13,3
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	9,3
Weil am Rhein	3,2
Wilhelmsfeld	2,1



Tabelle 5.1-17: Kenngrößen für Benzol an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2013

Messstation	Jahresmittelwert [µg/m³]
Aalen	1,0
Eggenstein	0,8
Freiburg Schwarzwaldstraße	1,4
Gärtringen	0,8
Heilbronn	0,9
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	1,8
Kehl	0,9
Ludwigsburg	1,0
Mannheim Friedrichsring	1,5
Mannheim Nord	1,0
Pforzheim	1,2
Schramberg Oberndorfer Straße	1,5
Schwäbische Alb	0,6
Schwarzwald-Süd	0,4
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	1,6
Stuttgart-Bad Cannstatt	1,1
Tübingen	1,0
Ulm	0,9
Immissionsgrenzwert	5

LUBW

Tabelle 5.1-18: Kenngrößen für Benzol an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2013

Messstation	Jahresmittelwert [µg/m³]
Heidelberg Mittermaierstraße	1,4
Leonberg Grabenstraße	2,0
Ludwigsburg Friedrichstraße	1,7
Pleidelsheim Beihinger Straße	1,8
Stuttgart Am Neckartor	2,0
Immissionsgrenzwert	5

LUBW

Tabelle 5.1-19: Kenngrößen für Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10 an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2013

Messstation	Jahresmittelwert [ng/m³]
Freiburg	0,2
Freiburg Schwarzwaldstraße	0,4
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	0,4
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	0,3
Karlsruhe-Nordwest	0,2
Kehl	0,2
Mannheim Friedrichsring	0,3
Pfintztal Karlsruher Straße	0,5
Pforzheim	0,3
Reutlingen Lederstraße-Ost	0,3
Schramberg Oberndorfer Straße	0,7
Schwäbische Alb	0,1
Schwarzwald-Süd	0,0
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	0,3
Stuttgart-Bad Cannstatt	0,3
Tübingen	0,3
Zielwert	1

LUBW

Tabelle 5.1-20: Kenngrößen für Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10 an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2013

Messstation	Jahresmittelwert [ng/m³]
Ilfeld König-Wilhelm-Straße	0,8
Ingersheim Tiefengasse	0,9
Lahr Reichenbacher Hauptstraße	0,7
Murg Hauptstraße	0,6
Pleidelsheim Beihinger Straße	0,6
Stuttgart Am Neckartor	0,5
Tübingen Jesinger Hauptstraße	1,3
Tübingen Mühlstraße	0,3
Zielwert	1

LUBW

Tabelle 5.1-21: Kenngrößen für Schwermetalle in der Partikelfraktion PM10 an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg und der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor 2013

Messstation	Arsen JMW [ng/m ³]	Blei JMW [ng/m ³]	Kadmium JMW [ng/m ³]	Nickel JMW [ng/m ³]
Aalen	0,5	4,5	0,2	0,8
Freiburg Schwarzwaldstraße	0,4	4,7	0,1	2,2
Heilbronn Weinsbergerstrasse-Ost	0,7	5,7	0,2	2,2
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	0,6	5,9	0,2	1,3
Kehl	0,6	9,2	0,2	1,5
Mannheim Friedrichsring	0,7	7,0	0,2	1,9
Pfintztal Karlsruher Straße	0,6	5,7	0,2	2,2
Pforzheim	0,4	4,7	0,2	3,6
Reutlingen Lederstrstraße-Ost	0,7	4,7	0,2	3,2
Schramberg Oberndorfer Straße	0,5	10,2	0,2	1,6
Stuttgart Am Neckartor*	0,9	5,5	0,2	3,5
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	0,7	6,1	0,2	2,3
Ulm	0,3	4,3	0,1	1,1
Zielwert-/Immissionsgrenzwert in ng/m³	6	500 (= 0,5 µg/m³)	5	20

*: Spotmessstelle

LUBW

Tabelle 5.1-22: Kenngrößen für Ruß an den Messstationen des Luftmessnetzes Baden-Württemberg 2013

Messstation	Jahresmittelwert [µg/m ³]
Aalen	1,8
Eggenstein	1,8
Freiburg	1,4
Freiburg Schwarzwaldstraße	3,6
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	3,7
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	2,7
Karlsruhe-Nordwest	1,7
Kehl	1,9
Mannheim Friedrichsring	2,9
Mannheim-Nord	1,7
Pfintztal Karlsruher Straße	2,7
Pforzheim	1,9
Reutlingen Lederstraße-Ost	4,5
Schramberg Oberndorfer Straße	3,3
Schwarzwald-Süd	0,7
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	3,2
Stuttgart-Bad Cannstatt	2,0
Ulm	1,6

LUBW

Tabelle 5.1-23: Kenngrößen für Ruß an den Spotmessstellen in Baden-Württemberg 2013

Messstation	Jahresmittelwert [µg/m ³]
Ludwigsburg Friedrichstraße	3,5
Pleidelsheim Beihinger Straße	3,2
Stuttgart Am Neckartor	5,1
Stuttgart Hohenheimer Straße	3,7
Tübingen Jesinger Hauptstraße	2,9
Ulm Karlstraße	2,9

LUBW

Tabelle 5.1-25: Kenngrößen für Schwermetalleinträge an den Standorten des Depositionsmessnetzes in Baden-Württemberg 2013

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	0,2	0,2	1,5	0,1	0,8	0,03
Gerabronn	0,2	0,2	1,4	0,1	0,8	0,04
Karlsruhe Hertzstraße	0,5	0,4	3,1	0,1	2,8	-
Kehl Kinzigallee	0,7	0,6	6,3	0,2	2,1	0,05
Pforzheim	1,4	0,5	3,3	0,1	1,9	-
Plochingen	0,7	0,3	3,2	0,1	1,5	-
Reichenau	0,4	0,5	2,1	0,1	1,1	0,05
Schwäbische Alb	0,2	0,3	1,6	0,1	1,1	0,04
Immissionswert [µg/(m²d)]	-	4	100	2	15	1

LUBW

Tabelle 5.1-24: Kenngrößen für Staubbiederschlag an den Standorten des Depositionsmessnetzes in Baden-Württemberg 2013

Standorte	Jahresmittelwert [mg/(m²d)]
Bad Wurzach	29
Donaueschingen	30
Eggenstein	66
Eppingen	60
Gerabronn	23
Illmensee	53
Isny i. A.	31
Kaltenbronn	22
Karlsruhe Hertzstraße	55
Kehl Kinzigallee	57
Lauda-Beckstein	18
Mannheim Grassmannstraße	87
Mannheim-Nord	71
Mudau	24
Pforzheim	72
Plochingen	69
Reichenau	40
Schauinsland	25
Schwäbische Alb	30
Schwarzwald Süd	40
Stötten	20
Welzheimer Wald	39
Immissionswert [g/(m²d)]	0,35

LUBW

Tabelle 5.1-26: Kenngrößen für Sulfateinträge an den Standorten des Depositionsmessnetzes in Baden-Württemberg 2013

Standorte	Bergerhoff-Gefäße Sulfat kg/(ha·a)
Bad Wurzach	7,3
Donaueschingen	7,1
Eggenstein	13,3
Eppingen	10,6
Illmensee	7,5
Isny	7,8
Kaltenbronn	11,5
Karlsruhe Hertzstraße	11,9
Lauda-Beckstein	6,4
Mannheim-Nord	18,1
Mannheim Grassmannstraße	14,1
Mudau	9,3
Reichenau	6,8
Schauinsland	9,3
Schwäbische Alb	7,8
Schwarzwald-Süd	8,0
Stötten	9,7
Welzheimer Wald	10,8

LUBW

5.2 Messverfahren

5.2-1 Messung von Stickstoffdioxid mit Chemilumineszenz

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

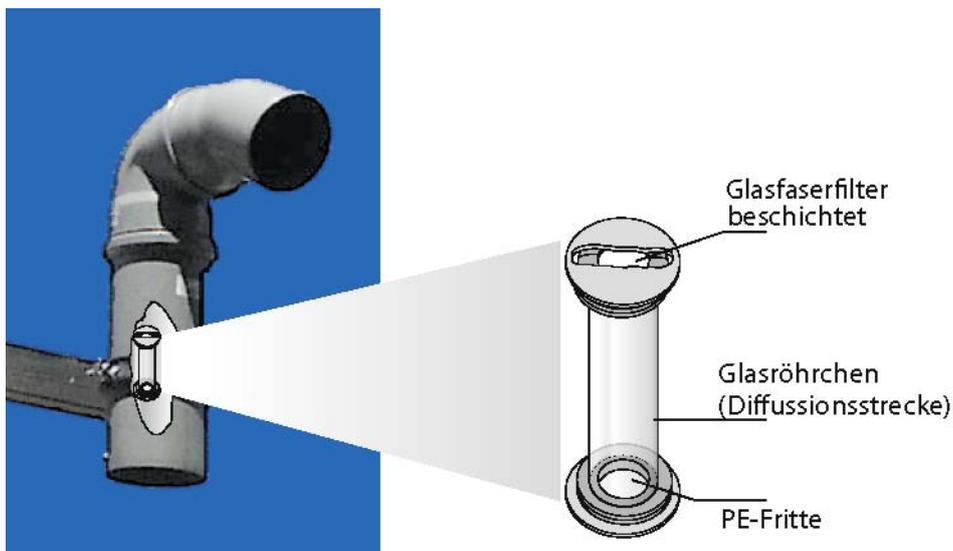
Foto der Messeinrichtung



5.2-2 Messung von Stickstoffdioxid mit Passivsammlern

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

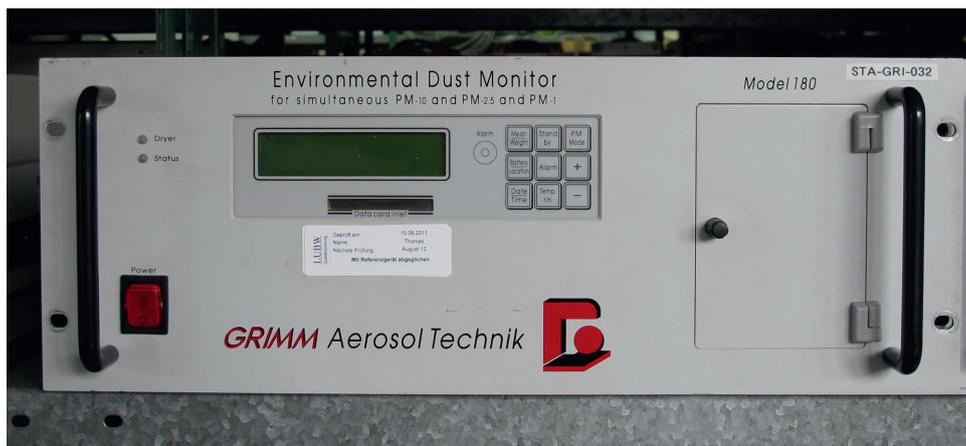
Foto der Messeinrichtung



5.2-3 Messung von Partikel PM10 mit Infrarot-Streulichtmessung

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

Foto der Messeinrichtung



5.2-4 Messung von Partikel PM10 mit Gravimetrie

Richtlinien DIN/EN 12341: Luftbeschaffenheit - Ermittlung der PM10-Fraktion von Schwebstaub - Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode; Deutsche Fassung EN 12341:1998

Probenahme Die Probenahme der PM10-Fraktion von Schwebstaub (Feinstaubfraktion PM10) erfolgt als Tagesmittelwert von 0 bis 24 Uhr. Der vorgeschaltete gröÙenselektierende Lufteinlass weist eine Abscheidewirksamkeit von 50 % für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm auf (PM10-Einlass). Zur Bestimmung der Feinstaubmasse erfolgt die Probenahme auf Glasfaserfiltern.

Messgerät Der Filterwechsler SEQ47/50 ist der Referenzsammler nach CEN EN 12341 und verfügt über einen automatischen Probenwechsler, so dass ohne Wartung 14 Tagesmittelwerte gewonnen werden können. Zusätzlich enthält das Gerät einen Blindfilter zur Kontrolle. Der Filter hat einen Durchmesser von 47 mm. Der Volumenstrom wird konstant auf 2,3 m³/h geregelt. Das Gerät verfügt über eine Filterheizung, die bei Taupunktunterschreitung die Filtertemperatur erhöht, um den Filter trocken zu halten bzw. vor Vereisung zu schützen.

Wägung Die für die Probenahme verwendeten Filter werden vor der Bestäubung im Labor äquibriert, d. h. auf eine definierte Feuchte eingestellt und gewogen. Nach der Bestäubung werden die Filter wieder äquibriert und zurückgewogen. Die Waage besitzt eine Genauigkeit von 0,1 mg.

Nachweisgrenze Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei einem Sammelvolumen von 55,2 m³ bei 1 µg/m³.

Foto der Messeinrichtung



© Ingenieurbüro Sven Leckel, Berlin

5.2-5 Messung von Partikel PM2,5 mit Gravimetrie

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



© Ingenieurbüro Sven Leckel, Berlin

5.2-6 Messung von Ozon mit Ultraviolett-Photometrie

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



© LUBW

5.2-7 Messung von Schwefeldioxid mit Ultraviolett-Fluoreszenz

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

Foto der Messeinrichtung



5.2-8 Messung von Kohlenmonoxid mit Infrarot-Absorption

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

Foto der Messeinrichtung



5.2-9 Messung von Ammoniak mit Passivsammlern

Richtlinien VDI 3869 Blatt 4: Messen von Ammoniak in der Außenluft - Probenahme mit Passivsammlern - Fotometrische oder ionenchromatografische Analyse; Ausgabedatum: 2010-09

Probenahme Die Probenahme für Ammoniak erfolgt mittels Fern-Passivsammlern, der in einem Wetter- und Sonnenschutz eingehängt ist. Die Sammelwirkung beruht auf Diffusion im 10 mm langen Polypropylentubus. Am Ende der Diffusionsstrecke wird Ammoniak auf einem mit 5%iger Zitronensäure beträufelten Glasfaserfilter absorbiert.

Analyse Die Bestimmung des adsorbierten Ammoniaks erfolgt nach Elution durch ionenchromatografische Analyse.

Nachweisgrenze Für eine Expositionsdauer von 14 Tagen liegt die Nachweisgrenze bei $< 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Eine Nachweisgrenze von $< 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird bei einer Expositionsdauer von 28 Tagen erreicht.

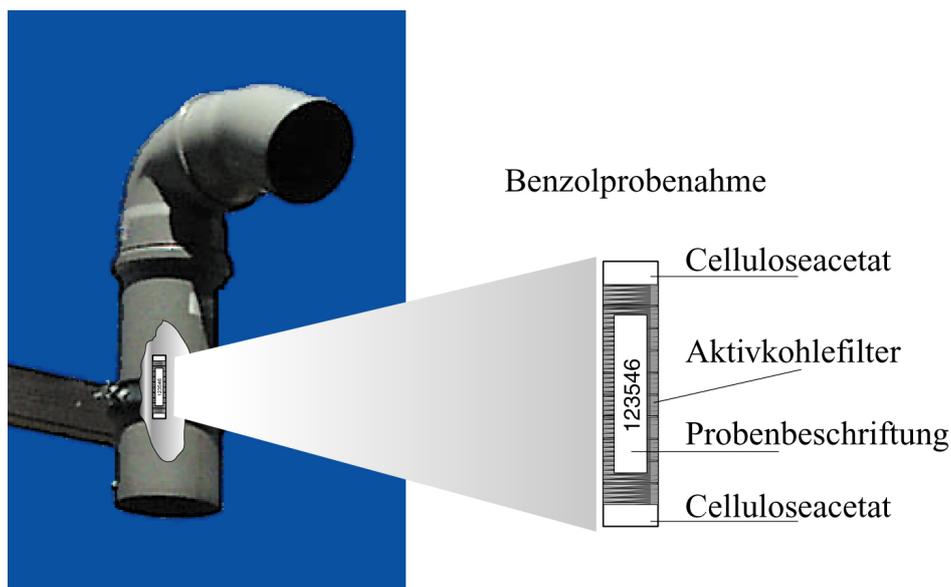
Foto der Messeinrichtung



5.2-10 Messung von Benzol mit Passivsammlern

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

Foto der Messeinrichtung



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

Richtlinien DIN EN 14902: Außenluftbeschaffenheit - Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung von Pb/Cd/As/Ni als Bestandteil der PM10-Fraktion des Schwebstaubes; Deutsche Fassung EN 14902:2005

Verfahrensanweisung der LUBW: 504-721151-3 - Analyse zur Elementbestimmung im Schwebstaub oder Staubniederschlag mittels Mikrowellenaufschluss / Offener Aufschluss (ICP-MS)

Probenahme

Die Probenahme der Elemente in der Feinstaubfraktion PM10 erfolgt als Tagesmittelwert. Der vorgeschaltete gröÙenselektierende Lufteinlass weist eine Abscheidewirksamkeit von 50 % für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm auf (PM10 Einlass). Zur Bestimmung der Elemente im Feinstaub erfolgt die Probenahme auf Quarzfaserfilter.

Messgerät

Der Digital High-Volume-Sampler (DHA-80) erfüllt die Anforderungen an Äquivalenzsammler nach DIN/EN 12341. Das Gerät verfügt über einen automatischen Probenwechsler, so dass ohne Wartung 14 Tagesmittelwerte gewonnen werden können. Zusätzlich enthält das Gerät einen Filter zur Blindwertkontrolle. Der Filter hat einen Durchmesser von 150 mm. Der Volumenstrom wird konstant auf 30 m³/h geregelt. Die Gerätefunktion wird per Fernübertragung der Pumpenleistung kontrolliert.

Analyse

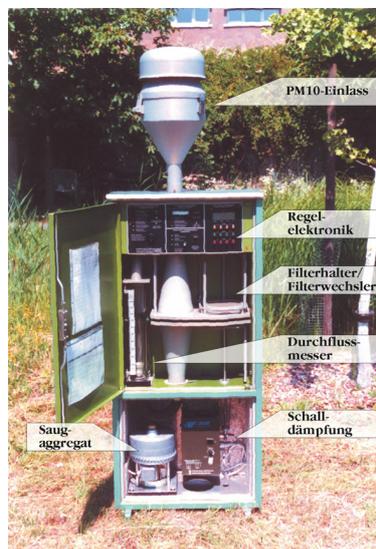
Die bestaubten Filter werden offen in oxidierendem Säuregemisch aufgeschlossen. Die Elementbestimmung erfolgt durch Massenspektrometrie im induktiv gekoppelten Plasma (ICP-MS).

Nachweisgrenze

Die relativen Nachweisgrenzen für dieses Verfahren liegen bei einem Probenahme-Volumen von 720 m³ bei den nachstehend aufgeführten Werten.

Arsen:	0,04 ng/m³	Mangan:	0,03 ng/m³	Blei:	0,2 ng/m³	Nickel:	0,06 ng/m³
Kadmium:	0,04 ng/m³	Thallium:	0,005 ng/m³	Chrom:	0,06 ng/m³	Vanadium:	0,15 ng/m³
Kobalt:	0,01 ng/m³	Zink:	1 ng/m³	Kupfer:	0,7 ng/m³	Zinn:	1 ng/m³

Foto der Messeinrichtung

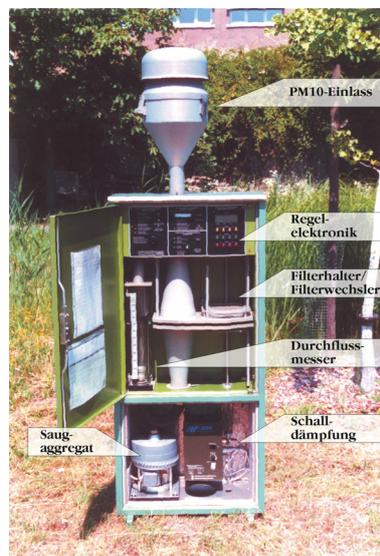


© LUBW

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

Richtlinien	DIN EN 15549: Luftbeschaffenheit - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Benzo[a]pyren in Luft; Deutsche Fassung EN 15549:2008 DIN ISO 16362: Außenluft - Bestimmung partikelgebundener aromatischer Kohlenwasserstoffe mit Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (ISO 16362:2005)
Probenahme	Die Probenahme von PAK in der Feinstaubfraktion PM10 erfolgt als Wochenwert. Dies bedeutet, dass aus den Filtern einer Woche eine Sammelprobe erstellt und analysiert wird. Der vorgeschaltete gröÙenselektierende Lufteinlass weist eine Abscheidewirksamkeit von 50 % für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm auf (PM10-Einlass).
Messgerät	Der Digital High-Volume-Sampler (DHA-80) erfüllt die Anforderungen an Äquivalenzsammler nach DIN/EN 12341. Das Gerät verfügt über einen automatischen Probenwechsler, so dass ohne Wartung 14 Tagesmittelwerte gewonnen werden können. Zusätzlich enthält das Gerät einen Filter zur Blindwertkontrolle. Der Filter hat einen Durchmesser von 150 mm. Der Volumenstrom wird konstant auf 720 m ³ /24 h geregelt. Die Gerätefunktion wird per Fernübertragung der Pumpenleistung kontrolliert.
Analyse	B(a)P und andere PAK werden aus einem Teilfilter der Probenahme analysiert. Die auf dem Filter gesammelten PAK werden mit Toluol heiß extrahiert. Dabei werden die PAK aus den Feinstaubpartikeln gelöst. Die Bestimmung erfolgt mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC).
Nachweisgrenze	Die Nachweisgrenze für B(a)P und ähnliche PAK liegt bei 0,05 ng/m ³ .

Foto der Messeinrichtung



5.2-13 Messung von Ruß in der Partikel PM10-Fraktion

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

Foto der Messeinrichtung



5.2-14 Messung von Stauniederschlag

Richtlinien	VDI 4320 Blatt 2: Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung des Stauniederschlags nach der Bergerhoff-Methode, Ausgabedatum Januar 2012
Probenahme	Die Probenahme von Stauniederschlag erfolgt als Sammelprobe nach Bergerhoff über 30 ± 2 Tage. Zum Einsatz kommen Bergerhoff-Gläser bzw. Kunststoffgefäße.
Analyse	Die Probe wird bei maximal 80°C eingedampft und der Trockenrückstand gravimetrisch bestimmt.
Nachweisgrenze	Die relative Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei $0,01 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$.
Foto der Messeinrichtung	



5.2-15 Messung von Schwermetallen im Staubniederschlag

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

Foto der Messeinrichtung



5.2-16 Messung von Quecksilber im Staubniederschlag

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

Foto der Messeinrichtung



© LUBW

5.2-17 Säurebildner mittels Trichter-Flasche-Verfahren

Richtlinien

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

DIN 38406-5: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung des Ammonium-Stickstoffs (E 5); Ausgabedatum: 1983-10

VDI 3870 Blatt 13: Messen von Regeninhaltsstoffen - Bestimmung von Chlorid, Nitrat und Sulfat in Regenwasser mittels Ionenchromatographie mit Suppressortechnik; Ausgabedatum: 1996-12

Probenahme

Die Probenahme erfolgt als Sammelprobe über einen Glastrichter mit angeschlossenem Sammelgefäß (PE2-Sammler). Die Niederschläge werden durch eine Trichter-Flasche-Kombination mit definierter Auffangfläche über ein Probenahmeintervall von 30 ± 2 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.

Messgerät

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.

Analyse

Die Ionen werden gemäß den in den oben genannten DIN-Normen festgeschriebenen Verfahren analysiert.

Nachweisgrenze

Bei diesem Verfahren gelten bei einem Probenvolumen von 1000 ml und einer Probenahmedauer von 30 Tagen die nachstehend aufgeführten Nachweisgrenzen.

NO_3^- : 0,1 mg/(m ² d)	NO_2^- : 0,5 mg/(m ² d)	SO_4^{2-} : 0,5 mg/(m ² d)	Cl ⁻ : 0,1 mg/(m ² d)
NH_4^+ : 0,1 mg/(m ² d)	Mg^{2+} : 0,2 mg/(m ² d)	Ca^{2+} : 0,2 mg/(m ² d)	Na ⁺ : 0,2 mg/(m ² d)
K ⁺ : 0,2 mg/(m ² 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

[DIN 1333]

DIN 1333: 1992-02, Zahlenangaben

[EU, 2008]

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

[LAI, 2012]

Leitfaden zur Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, 1. März 2012

[LUBW, 2006]

Spotmessungen ab dem Jahr 2007 - Voruntersuchungen 2006, LUBW 2006

[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 64-01/2010, Dezember 2010

[LUBW, 2012]

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

[LUBW, 2013]

Ergebnisse der Spotmessungen in Baden-Württemberg 2013, Bericht der LUBW 33-02/2014, August 2014

[MVI, 2013]

Pressemitteilung des Ministeriums für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg, <http://mvi.baden-wuerttemberg.de/de/ministerium/presse/pressemitteilung/pid/bessere-luft-in-der-hohenheimer-strasse-durch-verlaengerung-des-parkverbots-und-tempo-40-1/>

[TA Luft]

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

[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^3 : Milligramm pro Kubikmeter (0,001 g)
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: Mikrogramm pro Kubikmeter (0,000001 g)
 ng/m^3 : Nanogramm pro Kubikmeter (0,000000001 g)
 $\text{kg}/(\text{ha}\cdot\text{a})$: Kilogramm pro Hektar und Jahr
 $\text{mg}/(\text{m}^2\text{d})$: Milligramm pro Quadratmeter und Tag
 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$: 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 $1 \text{ g}/\text{cm}^3$, welche die gleiche Sinkgeschwindigkeit in Luft wie das Partikel hat.

AOT40

AOT40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)h ist die über einen vorgegebenen Zeitraum (1. Mai bis 31. Juli) summierte Differenz zwischen Ozonwerten über $80 \mu\text{g}$ und $80 \mu\text{g}$ (= 40 ppb) unter ausschließlicher Verwendung der täglichen 1-Stundenmittelwerte zwischen 8:00 Uhr und 20:00 Uhr mitteleuropäischer Zeit.

Eutrophierung

Anreicherung von Nährstoffen in einem Ökosystem (= Nährstoffeintrag)

PM10

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

PM2,5

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

PPM

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

PPB

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

