

Lufthygienischer Jahresbericht 2017



Lufthygienischer Jahresbericht 2017

Wiesbaden, 2018

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Impressum

Lufthygienischer Jahresbericht 2017

Bearbeitung: Nicolai Föll, Prof. Dr. Stefan Jacobi, Dr. Diana Rose, Daniel Schwarzloh, Wilma Travnicka, Stefan Weber, Kerstin Wolf, Katja Wucher, Werner Wunderlich

Titelbild: Roman Pompejus, Katja Wucher, Christine Zarda

Layout: Nadine Senkpiel

Herausgeber, © und Vertrieb:

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Postfach 3209, 65022 Wiesbaden

Telefon: 0611 6939-111

Telefax: 0611 6939-113

E-Mail: vertrieb@hlnug.hessen.de

www.hlnug.de

Version	Veröffentlicht	Bemerkung
1.0	Dezember 2018	
1.1	Dezember 2019	siehe Erratum Dez. 2019

Erratum

Lufthygienischer Jahresbericht 2017

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden im Dezember 2019

Aufgrund eines Fehlers in den Berechnungsroutinen des mit den Analysen beauftragten Labors müssen die Metallmesswerte für das Jahr 2017 der Stationen „Wetzlar-Im Köhlersgarten“ und „Aßlar Klein-Altenstädten“ korrigiert werden.

Für den „Lufthygienischen Jahresbericht 2017“ ergeben sich Änderungen auf den folgenden Seiten:

Seite 28, Tab. 9: Der Arsen-Jahresmittelwert in Aßlar Klein-Altenstädten beträgt 0,4 ng/m³ (vorher: 0,8 ng/m³).

Seite 28, Tab. 9: Der Blei-Jahresmittelwert in Aßlar Klein-Altenstädten beträgt 0,003 µg/m³ (vorher: 0,006 µg/m³).

Seite 28, Tab. 9: Der Cadmium-Jahresmittelwert in Aßlar Klein-Altenstädten beträgt 0,1 ng/m³ (vorher: 0,2 ng/m³).

Seite 28, Tab. 9: Der Nickel-Jahresmittelwert in Aßlar Klein-Altenstädten beträgt 1,7 ng/m³ (vorher: 3,5 ng/m³).

Seite 29, Tab. 9: Der Arsen-Jahresmittelwert in Wetzlar-Im Köhlersgarten beträgt 1,7 ng/m³ (vorher: 3,5 ng/m³).

Seite 29, Tab. 9: Der Blei-Jahresmittelwert in Wetzlar-Im Köhlersgarten beträgt 0,031 µg/m³ (vorher: 0,062 µg/m³).

Seite 29, Tab. 9: Der Cadmium-Jahresmittelwert in Wetzlar-Im Köhlersgarten beträgt 1,2 ng/m³ (vorher: 2,3 ng/m³).

Seite 29, Tab. 9: Der Nickel-Jahresmittelwert in Wetzlar-Im Köhlersgarten beträgt 15,7 ng/m³ (vorher: 31,5 ng/m³).

Seite 31, im Text, Überschrift „Arsen“: Angegebene Prozent auf 28% geändert (vorher: 58 %).

Seite 32, im Text, Überschrift „Nickel“, Geänderter Satz: Der vorgeschriebene Zielwert von 20 ng/m³ wird im Jahr 2017 an allen Messpunkten eingehalten. (vorher: Der vorgeschriebene Zielwert von 20 ng/m³ wird im Jahr 2017 an fast allen Messpunkten eingehalten).

Seite 32, im Text, Überschrift „Nickel“, Geänderter Satz: An der durch benachbarte industrielle Quellen belasteten Messstelle „Wetzlar-Im Köhlersgarten“ wurde eine verhältnismäßig hohe Konzentration im Vergleich zu den anderen Messstellen erfasst. (vorher: Nur an der durch benachbarte industrielle Quellen verhältnismäßig stark belasteten Messstelle „Wetzlar-Im Köhlersgarten“ trat in diesem Jahr eine Überschreitung des Zielwerts auf).

© Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie – alle Rechte vorbehalten

Inhalt

Vorwort	4
1 Einleitung	5
2 Überwachung der Luftqualität in Hessen.	5
2.1 Hessisches Luftmessnetz	6
2.2 Messungen von Stickstoffdioxid (NO ₂) mittels Passivsammler	6
2.3 Messungen von Benzol, Toluol und m-/p-Xylol (BTX) mittels Passivsammler	6
2.4 Schwermetalle im Feinstaub PM ₁₀	7
2.5 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feinstaub PM ₁₀	7
2.6 Indikator für die durchschnittliche Exposition von Feinstaub PM _{2,5} (AEI)	8
2.7 Messprogramm für den Staubbiederschlag und seine Inhaltsstoffe	8
3 Immissionswerte nach 39. BImSchV und TA Luft	9
3.1 Grenz-, Ziel- und Schwellenwerte sowie kritische Werte nach 39. BImSchV	9
3.2 Immissionswerte nach TA Luft	10
4 Witterung.	10
5 Stickstoffdioxid (NO₂), Stickstoffmonoxid (NO) und Stickoxide (NO_x)	12
5.1 Kenngrößen	12
5.2 Immissionsbeurteilung	16
6 Ozon (O₃)	17
6.1 Kenngrößen	17
6.2 Immissionsbeurteilung	19
7 Benzol, Toluol, Xylol (BTX)	20
7.1 Kenngrößen	20
7.2 Immissionsbeurteilung	21
8 Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO).	22
8.1 Kenngrößen	22
8.2 Immissionsbeurteilung	23
9 Partikel	23
9.1 Feinstaub	23
9.2 Staubbiederschlag	33
10 Luftbelastung im Umfeld des Frankfurter Flughafens	38
11 Qualitätssicherung.	40
12 Details zu den Luftmessstationen, -stellen und -gebieten	41
12.1 Tabellarische Übersicht	41
12.2 Kartenübersicht	46

Vorwort



Liebe Leserin, lieber Leser,

saubere Luft ist von grundlegender Bedeutung für den Schutz und die Gesunderhaltung von Menschen, Tieren und Pflanzen. Aber auch Materialien, wie z. B. empfindliche Fassaden von Baudenkmalern, können durch Schadstoffe in der Luft

angegriffen werden. Die nachhaltige Sicherstellung einer guten Luftqualität in Annäherung an die natürliche Zusammensetzung der bodennahen Atmosphäre ist deshalb eine wichtige Aufgabe.

Die rechtliche Grundlage der Luftreinhaltung bildet in Deutschland das 1974 in Kraft getretene Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), in welchem auch die EU-Luftqualitätsrichtlinien umgesetzt sind, die heute europaweit die Anforderungen an die Beurteilung der Luftqualität und die Luftreinhalteplanung festlegen. Eine länderübergreifende großräumige Strategie hat sich als sinnvoll erwiesen, denn Luft – und somit auch verschmutzte Luft – kennt keine Grenzen. Die ständige Überwachung der Luftqualität in Hinblick auf die Einhaltung von Grenzwerten wird in erster Linie durch den Betrieb von kontinuierlich arbeitenden Luftmessnetzen in den europäischen Ländern gewährleistet.

Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) betreibt ein landesweites Messnetz mit weit über 30 Luftmessstationen und ist zuständig für die Beurteilung der Luftqualität in Hessen. Die automatisierten Stationen sind mit Analysegeräten für gasförmige Schadstoffkomponenten und für Feinstaub sowie mit Messgeräten zur Erfassung

meteorologischer Einflussgrößen ausgestattet. Die ermittelten Daten werden direkt an die Messnetz-zentrale im HLNUG nach Wiesbaden übertragen. Von dort aus werden die Daten über verschiedene Medien zeitnah veröffentlicht, damit sich Interessierte aktuell informieren können. Die Messdaten sind eine wesentliche Grundlage für die hessische Luftreinhalteplanung, deren Ziel das Erreichen und Einhalten anspruchsvoller Luftqualitätsstandards ist. Des Weiteren führt das HLNUG auch diskontinuierliche Messungen mit Hilfe von Passivsammlern durch. Ergänzt werden die Messdaten durch die Analyse von Schwermetallen und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) im Feinstaub PM_{10} . Ebenso wird der Staubbiederschlag hinsichtlich des Masseintrags und der daran gebundenen Inhaltsstoffe untersucht.

Zu Jahresbeginn wird in einem Kurzbericht zeitnah über die Ergebnisse der kontinuierlichen Messungen aus dem Vorjahr informiert. Die auf kontinuierlichen Messungen beruhenden Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid werden dabei um Daten aus der Messung mit Passivsammlern ergänzt. Im vorliegenden Lufthygienischen Jahresbericht werden sämtliche Ergebnisse und Auswertungen zur Überwachung der Luftqualität in Hessen umfassend dargestellt.

Den Lufthygienischen Jahres**kurz**bericht sowie den nun vorliegenden ausführlichen Lufthygienischen Jahresbericht finden Sie auch auf der Internetseite des HLNUG.

A handwritten signature in black ink that reads "Thomas Schmid". The signature is written in a cursive, flowing style.

Prof. Dr. Thomas Schmid
Präsident des Hessischen Landesamtes für Naturschutz,
Umwelt und Geologie

1 Einleitung

Der vorliegende Bericht informiert über die Überwachung der Luftqualität in Hessen im Jahr 2017. Er enthält die Darstellung der wichtigsten Kenngrößen der kontinuierlichen Messungen und wird durch die Daten aus den Erhebungen mit Passivsammlern für die Komponenten Stickstoffdioxid und Benzol ergänzt. Des Weiteren werden die Ergebnisse aus den Messprogrammen für Feinstaub PM_{10} und seine Inhaltsstoffe sowie dem Messprogramm zum Staubbiederschlag und seinen Inhaltsstoffen dargestellt. Darüber hinaus wird die Luftbelastung im Umfeld des Frankfurter Flughafens erörtert.

Die Beurteilung der lufthygienischen Situation basiert auf den Grenz-, Ziel- und Schwellenwerten der 39. BImSchV, einer Verordnung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG), in der die EG-Luftqualitätsrichtlinien umgesetzt sind. Demnach ist das Land Hessen in Gebiete und Ballungsräume aufzuteilen. Zurzeit sind dies: Rhein-Main und Kassel (Ballungsräume) sowie Südhessen, Lahn-Dill und Mittel- und Nordhessen (Gebiete). Werden in diesen Gebieten oder Ballungsräumen die Immissionsgrenzwerte überschritten, müssen Luftreinhaltepläne aufgestellt werden.

Weiterhin werden Basisdaten für die Beurteilung der lufthygienischen Vorbelastung im Rahmen von Genehmigungsverfahren ermittelt und in diesem Bericht dargestellt. Hier werden als Beurteilungsgrundlagen für den Staubbiederschlag und seine Inhaltsstoffe die Immissionswerte der TA Luft herangezogen.

Mit dem vorliegenden Bericht werden zum ersten Mal die in der Vergangenheit getrennt veröffentlichten beiden Teile des „Lufthygienischen Jahresberichts“ (Teil 1 über die kontinuierlichen Messungen, Teil 2 über die Inhaltsstoffuntersuchungen in der PM_{10} -Fraktion und im Staubbiederschlag) zusammengeführt und gemeinsam vorgestellt. Dies bietet den Vorteil einer integrierten und vollständigen Betrachtung der lufthygienischen Situation. Die aufgrund der aufwändigeren Inhaltsstoffuntersuchungen der Feinstaub- und Staubbiederschlagsproben unvermeidbare zeitliche Verzögerung des Berichts wurde durch die vorgezogene Veröffentlichung eines „Jahreskurzberichts“ mit den wesentlichen Ergebnissen des kontinuierlichen Luftmessnetzes zu Beginn des Jahres aufgefangen.

2 Überwachung der Luftqualität in Hessen

Zur Überwachung der Luftqualität in Hessen werden vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) sowohl kontinuierliche als auch diskontinuierliche Messverfahren eingesetzt.

Die Messung der Luftschadstoffe im kontinuierlichen Verfahren erfolgt in den Messstationen mit automatisierten Analysatoren. Die Messplatzanforderung für diese Geräte macht es in der Regel erforderlich, eine Luftmessstation als begehbaren thermostatisierten Laborraum auszulegen. Jede Messstation setzt sich aus dem Probenahmesystem, den einzelnen Messgeräten mit Kalibriereinheit und der Stationselektronik zusammen. Die Mess- und Kalibrierungsverfahren sind jeweils komponentenspezifisch. Eingesetzt werden rein physikalische Messverfahren, da diese Verfahren wartungsfreundlich sind. Die Stationselektronik steuert die Messstation und verwaltet

die Messwerte. Der Stationsrechner fragt alle fünf Sekunden die Messwerte ab und berechnet die Halbstundenmittelwerte; diese werden anschließend in die Messnetzzentrale des HLNUG übertragen. Dort werden die Daten gespeichert und weiterverarbeitet.

Bei den diskontinuierlichen Messverfahren erfolgt die Probenahme über eine definierte Zeitdauer, die abhängig von der zu untersuchenden Komponente ist. Der Messwert liegt demnach als Mittelwert über den Probenahmezeitraum vor. Die Probenahme kann zum Beispiel über einen Filter erfolgen, durch den für eine bestimmte Zeitdauer die Luft angesaugt wird. Auf diesem Weg können Feinstaub PM_{10} und Feinstaub $PM_{2,5}$ erfasst werden. Nach der gravimetrischen Bestimmung der Feinstaubmasse können im Labor weitere Analysen der Inhaltsstoffe stattfinden. Auch bei der Staubbiederschlagsmessung, bei der sich

Staub in Sammelgefäßen abgelagert, werden nachfolgend Laboranalysen zur Bestimmung der Inhaltsstoffe des Staubniederschlags durchgeführt. Ein weiteres diskontinuierliches Messverfahren stellt der Einsatz von Passivsammlern dar. Hierbei diffundiert die Luft an ein Sorbens (z. B. Aktivkohle). Im Anschluss findet im Labor eine chemische Analyse des Schadstoffge-

halts statt. Diese Vorgehensweise eignet sich für die Bestimmung von gasförmigen Luftschadstoffen wie Stickstoffdioxid (NO_2) und Benzol, Toluol und m-/p-Xylol (BTX). Detaillierte Informationen zu den einzelnen Luftmessstationen, Messstellen und Messgebieten (Staubniederschlag) sind am Ende des Berichts aufgeführt.

2.1 Hessisches Luftmessnetz

Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie betreibt ein landesweit ausgerichtetes Messnetz mit kontinuierlich arbeitenden Luftmessstationen. Deren Standorte sind so gewählt, dass eine gebietsbezogene Immissionsüberwachung gewährleistet werden kann. Im Jahr 2017 wurden insgesamt 35 Immissionsmessstationen unterhalten: 13 Stationen in Städten, 11 Stationen im ländlichen Raum und 11 Stationen an Verkehrsschwerpunkten.

Die Luftmessstationen sind zur Erfassung verschiedener meteorologischer Größen sowie folgender Komponenten ausgerüstet: Schwefeldioxid (SO_2), Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO_2), Benzol, Toluol und m-/p-Xylol (BTX), Ozon (O_3), Feinstaub (PM_{10}), Feinstaub ($\text{PM}_{2,5}$) und Ruß. Im Jahresbericht werden nur die Messwerte der Stationen, die mindestens ein Kalenderjahr in Betrieb sind, dargestellt.

2.2 Messungen von Stickstoffdioxid (NO_2) mittels Passivsammler

Neben der NO_2 -Messung mit kontinuierlich arbeitenden Analysatoren hat sich seit einigen Jahren ein Passivsammlerverfahren als verlässliche Methode für die Erhebung der mittleren NO_2 -Konzentration erwiesen. Das Verfahren beruht auf der Diffusion des Gases auf ein geeignetes Material (Sorbens) und der nachträglichen chemischen Analyse der Probe im Labor zum Nachweis der aufgenommenen Masse an NO_2 . Nach dem zu Grunde liegenden physikalischen Prinzip kann auf die NO_2 Außenluft-Konzentration im Probenahmezeitraum geschlossen werden. Um die Gleichwertigkeit der so ermittelten Werte mit dem kontinuierlichen Referenzmessverfahren zu gewähr-

leisten, werden immer Parallelmessungen an ausgewählten Stationen des Luftmessnetzes durchgeführt. Als vergleichsweise einfaches und preiswertes Verfahren kann damit eine größere Anzahl von Messstellen in der Fläche realisiert werden; der Nachteil liegt in der begrenzten zeitlichen Auflösung (ein Monat). Für die Ermittlung eines Jahresmittelwertes hat sich das Verfahren bewährt. Die Ergebnisse dieser Erhebungen werden zusammen mit den an den Luftmessstationen durchgeführten kontinuierlichen Messungen im vorliegenden Bericht dokumentiert. Dabei kann es zu sehr ähnlich lautenden Bezeichnungen von Messstationen und Messstellen kommen.

2.3 Messungen von Benzol, Toluol und m-/p-Xylol (BTX) mittels Passivsammler

Bei den Passivsammlern für BTX handelt es sich um Aktivkohleröhrchen, die wegen ihrer geringen Größe

und einfachen Bauweise an vielen Orten einsetzbar sind. Die für NO_2 genannten Vor- und Nachteile der

Passivsammler gelten für Benzol bzw. BTX in gleicher Weise. Sie benötigen, im Gegensatz zu kontinuierlich messenden Geräten, keine Stromversorgung, sind deutlich preisgünstiger und können dennoch gleichwertige Ergebnisse liefern. Dies gilt allerdings nur insofern, als lediglich der Vergleich mit dem vorgeschriebenen Jahresmittel als Grenzwert gefordert und daher eine hohe zeitliche Auflösung der Messergebnisse nicht unbedingt notwendig ist. Mehrere ver-

kehrsbezogene Stationen des Luftmessnetzes Hessen, in denen u. a. aus Platzgründen kein kontinuierlich messender BTX-Analysator eingesetzt werden kann, sind mit Passivsammlern zur BTX-Messung ausgerüstet. Zur Qualitätssicherung der BTX-Messungen mittels Passivsammler werden an ausgewählten Stationen Parallelmessungen mit dem kontinuierlichen Messverfahren durchgeführt.

2.4 Schwermetalle im Feinstaub PM₁₀

Zur Erfassung der Immissionsbelastung durch Inhaltsstoffe des Feinstaubes PM₁₀ führt das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie Messungen mit diskontinuierlichen Verfahren durch. Im Jahr 2017 wurden an 12 Stationen in Städten, an 3 Stationen im ländlichen Raum und an 1 Station an einem Verkehrsschwerpunkt entsprechende Proben-sammler betrieben. Die Staubproben wurden auf folgende Schwermetalle untersucht: Arsen, Blei, Cadmium, Nickel, Kobalt, Chrom, Kupfer, Eisen, Mangan, Antimon, Vanadium und Zink. In diesem Bericht werden allerdings nur die Messergebnisse der Kom-

ponenten näher beschrieben, für die ein Zielwert in der 39. BImSchV vorgegeben ist.

Die Beurteilung der PM₁₀-Belastung wird, in der Regel, auf Basis der im Luftmessnetz kontinuierlich erhobenen Daten vorgenommen. Die PM₁₀-Messwerte, die im Rahmen des Schwermetallmessprogramms mit Hilfe des gravimetrischen Verfahrens ermittelt werden, ergänzen den Datenbestand. Es stehen jedoch deutlich weniger Daten für das Jahreskollektiv zur Verfügung.

2.5 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feinstaub PM₁₀

Nach der 39. BImSchV sind bestimmte polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) als Bestandteile der PM₁₀-Fraktion zu erfassen. Im hessischen PAK-Messprogramm wurden deshalb im Jahr 2017 an 10 Messstationen in einem diskontinuierlichen Verfahren Proben zur Analyse dieser PAK genommen. 6 dieser Messstationen haben Verkehrsbezug, 3 Messstationen überwachen die PAK-Belastung im städtischen Hintergrund. Eine weitere Station im ländlichen Raum dient als Vergleichsstandort. Zur Probennahme wird Umgebungsluft durch einen Filter gesaugt, wobei sich die in der Luft enthaltenen

Partikel auf dem Filter abscheiden. Die Staubproben werden im Labor auf PAK analysiert. Die Messungen der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzo(a)pyren (BaP), Benzo(a)anthracen (BaA), Benzo(b,j,k)fluoranthren (BF (b+j+k)), Dibenz(a,h)-anthracen (DBA) und Indeno(1,2,3-cd)pyren (INP) erfolgen demnach als Bestandteile der PM₁₀-Staubfraktion. Benzo(a)pyren dient als Leitkomponente für die Immissionsbelastung durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, deshalb wurde für diese Komponente in der 39. BImSchV ein Zielwert festgelegt.

2.6 Indikator für die durchschnittliche Exposition von Feinstaub PM_{2,5} (AEI)

Mit der EU-Richtlinie für Luftqualität und saubere Luft in Europa wird als zusätzliches lufthygienisches Ziel die Reduzierung der durchschnittlichen deutschlandweiten PM_{2,5}-Exposition angestrebt. Die Verfolgung dieses Ziels wird mit Hilfe des „nationalen Indikators für die durchschnittliche Exposition“ (Average Exposure Indicator – AEI) beobachtet. Der AEI wird als Mittelwert über drei Jahre und über alle für die Verfolgung dieser Größe in Deutschland ausgewählten 36 Messstellen im städtischen Hintergrund berechnet. Zum ersten Mal wurde der AEI aus den Messungen der Jahre 2008, 2009 und 2010 gebildet. Ausgehend von diesem „Startwert“ soll die PM_{2,5}-Konzentration

bis 2020 um einen bestimmten Prozentsatz reduziert werden. Das Reduktionsziel hängt von der Höhe des Startwertes ab. Der Startwert liegt für Deutschland bei 16,4 µg/m³. Den Anforderungen der 39. BImSchV entsprechend muss diese Konzentration bis 2020 um 15 % verringert werden. Darüber hinaus darf der Indikator für die durchschnittliche PM_{2,5}-Exposition ab 2015 den Wert von 20 µg/m³ nicht mehr überschreiten. Als Beitrag Hessens an der Ermittlung des AEI werden Messungen an drei Stationen durchgeführt. Die Daten werden dort mit dem gravimetrischen Standardmessverfahren erfasst.

2.7 Messprogramm für den Staubniederschlag und seine Inhaltsstoffe

Als Staubniederschlag (Deposition) wird die Gesamt-ablagerung von Stoffen bezeichnet, die als trockene oder nasse Deposition aus der Atmosphäre auf Oberflächen wie Böden, Pflanzen, Gebäude oder Gewässer gelangt. Mit dem Bergerhoff-Verfahren wird die Gesamtdeposition des Staubniederschlags messpunktbezogen ermittelt. Erfasst wird zunächst die Masse des Staubniederschlags. Dieser wird im Labor zusätzlich auf seine Inhaltsstoffe analysiert. Das Komponentenspektrum umfasst Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kobalt, Eisen, Nickel, Vanadium, Kupfer, Mangan und Thallium. Im Jahr 2017 wurde der Staubniederschlag in sieben Messgebieten an insgesamt 220 Messpunkten ermittelt. Das Messraster in

diesen Messgebieten weist regulär eine Maschenweite von 1 km × 1 km auf. Zur Beurteilung werden die Jahresmittelwerte der Messpunkte herangezogen, die in Bezug auf den Masseeintrag aus den Monatsmittelwerten gebildet werden. Für die Inhaltsstoffanalysen werden jeweils sechs Monate zu Halbjahresmischproben zusammengefasst. Die Bewertung der Immissions-situation erfolgt auf Basis der TA Luft, die Immissionswerte für die Komponenten Staubniederschlag, Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Thallium vorgibt. Zur weiteren Charakterisierung der Situation in den Messgebieten werden in diesem Bericht die Gebietsmittelwerte dargestellt.

3 Immissionswerte nach 39. BImSchV und TA Luft

3.1 Grenz-, Ziel- und Schwellenwerte sowie kritische Werte nach 39. BImSchV

Beim Vergleich der Messwerte mit den Grenzwerten und anderen Werten nach der 39. BImSchV ist die

kaufmännische Rundung nach DIN 1333 zu berücksichtigen.

Tab. 1: Grenzwerte, Zielwerte, Schwellenwerte und kritische Werte nach 39. BImSchV

Komponente	Mittelungszeitraum	Grenzwert	Schutzziel	Bemerkungen
Schwefeldioxid (SO ₂)	1-h-Mittel	350 µg/m ³ dürfen nicht öfter als 24 mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	Grenzwert
	24-h-Mittel	125 µg/m ³ dürfen nicht öfter als 3 mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	Grenzwert
	Jahresmittel	20 µg/m ³	Vegetation	kritischer Wert, emissionsfern ¹⁾
	Wintermittel (01.10.–31.03.)	20 µg/m ³	Vegetation	kritischer Wert, emissionsfern ¹⁾
Stickstoffdioxid (NO ₂)	1-h- Mittel	200 µg/m ³ dürfen nicht öfter als 18 mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	Grenzwert
	Jahresmittel	40 µg/m ³	Gesundheit	Grenzwert
Stickstoffoxide (NO _x)	Jahresmittel	30 µg/m ³	Vegetation	kritischer Wert, emissionsfern ¹⁾
Feinstaub (PM ₁₀)	24-h- Mittel	50 µg/m ³ dürfen nicht öfter als 35 mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	Grenzwert
	Jahresmittel	40 µg/m ³	Gesundheit	Grenzwert
Feinstaub (PM _{2,5})	Jahresmittel	25 µg/m ³	Gesundheit	Grenzwert
Benzol (C ₆ H ₆)	Jahresmittel	5 µg/m ³	Gesundheit	Grenzwert
Kohlenmonoxid (CO)	max. 8-h-Mittel	10 mg/m ³	Gesundheit	Grenzwert
Ozon (O ₃)	1-h-Mittel	180 µg/m ³	Gesundheit	Info-Schwelle
	1-h-Mittel	240 µg/m ³	Gesundheit	Alarmschwelle
	max. 8-h-Mittel	120 µg/m ³ dürfen an höchstens 25 Tagen im Kalenderjahr überschritten werden, gemittelt über 3 Jahre	Gesundheit	Zielwert
	AOT40	18 000 µg/m ³ ×h, gemittelt über 5 Jahre	Vegetation	Zielwert
Blei ²⁾	Jahresmittel	0,5 µg/m ³	Gesundheit, Umwelt	Grenzwert
Arsen ²⁾	Jahresmittel	6 ng/m ³	Gesundheit, Umwelt	Zielwert
Cadmium ²⁾	Jahresmittel	5 ng/m ³	Gesundheit, Umwelt	Zielwert
Nickel ²⁾	Jahresmittel	20 ng/m ³	Gesundheit, Umwelt	Zielwert
Benzo(a)pyren ³⁾	Jahresmittel	1 ng/m ³	Gesundheit, Umwelt	Zielwert

Abkürzungen:

NO_x: NO + NO₂ (als NO₂)

PM₁₀: Feinstaub (Particulate Matter), Durchmesser < 10 µm

PM_{2,5}: Feinstaub (Particulate Matter), Durchmesser < 2,5 µm

max. 8-h-Wert: höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages aus stündlich gleitenden 8-Stunden-Mittelwerten

AOT40: accumulated exposure over a threshold of 40 ppb; Summe der Differenzen zwischen 1-h-Werten über 80 µg/m³ (40 ppb) und dem Wert 80 µg/m³ im Zeitraum 8–20 Uhr von Mai bis Juli

Erläuterung:

¹⁾ Messung mehr als 20 km entfernt von Ballungsräumen oder 5 km von Bebauung, Industrie oder Bundesfernstraßen

²⁾ als Gesamtgehalt in der PM₁₀-Fraktion

³⁾ als Marker für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

3.2 Immissionswerte nach TA Luft

Tab. 2: Immissionswerte für den Staubniederschlag und seine Inhaltsstoffe nach TA Luft

Komponente	Mittelungszeitraum	Immissionswert	Schutzziel
Staubniederschlag	Jahresmittel	0,35 g/m ² ×d	Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag
Arsen	Jahresmittel	4 µg/m ² ×d	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich der Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen
Blei	Jahresmittel	100 µg/m ² ×d	
Cadmium	Jahresmittel	2 µg/m ² ×d	
Nickel	Jahresmittel	15 µg/m ² ×d	
Thallium	Jahresmittel	2 µg/m ² ×d	

4 Witterung

Im Jahr 2017 war es in Hessen im Vergleich zu langjährigen Mittelwerten (Referenzzeitraum 1981–2010) zu warm. Nach einem kalten Jahresbeginn wurde es im Februar sehr mild. Das Frühjahr fiel – bis auf einen Kälteeinbruch im April – deutlich zu warm aus. Im weiteren Verlauf bewegten sich die Temperaturen im durchschnittlichen bis warmen Bereich, einzige Ausnahme stellte der kühle September dar. Zum Jahresende war es weiterhin zu warm.

Den Niederschlagsverhältnissen nach war 2017 ein etwas zu nasses Jahr. Während die erste Jahreshälfte deutlich zu trocken ausfiel, kam es im Juli

zu fast doppelt so hohen Niederschlagsmengen wie im Vergleichszeitraum. Auch der Niederschlag im August trug zu einem nassen Sommer bei. Darüber hinaus lagen die Niederschlagsmengen in der Periode November und Dezember über dem Durchschnitt.

Die Sonnenscheindauer lag leicht über dem langjährigen Mittel, wobei das erste Halbjahr eher sonnenscheinreich und die zweite Jahreshälfte eher sonnenscheinarm war.

Beurteilungsgrundlage sind die Datenerhebungen des Deutschen Wetterdienstes.

Lufthygienischer Jahresbericht 2017

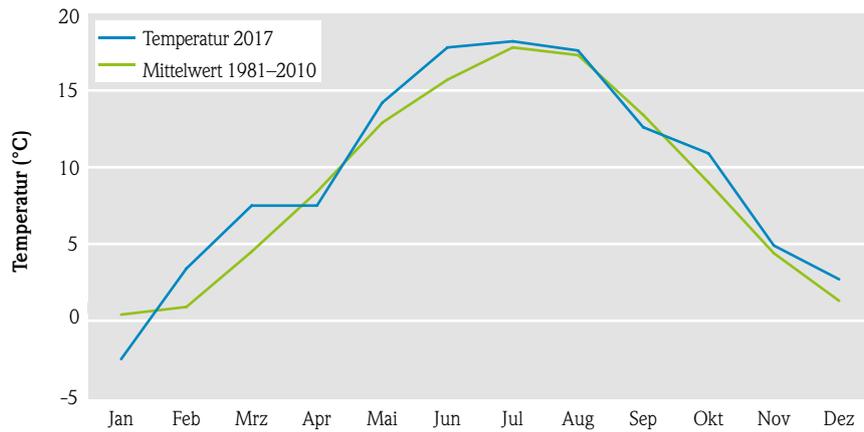


Abb. 1: Temperatur in Hessen, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

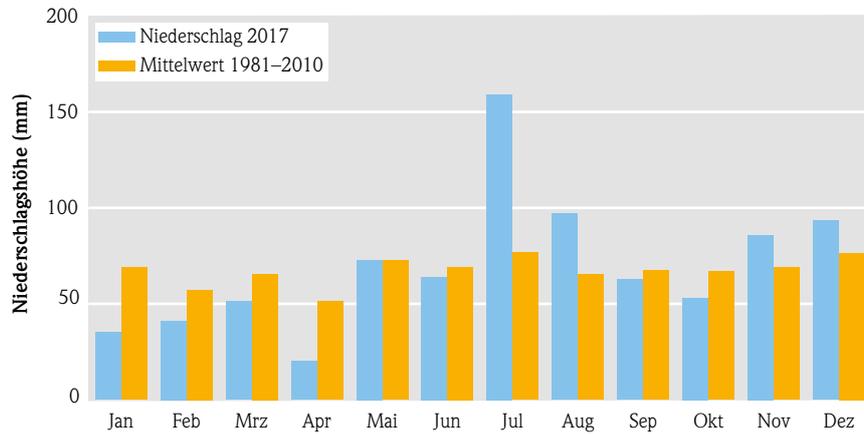


Abb. 2: Niederschlagshöhe in Hessen, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

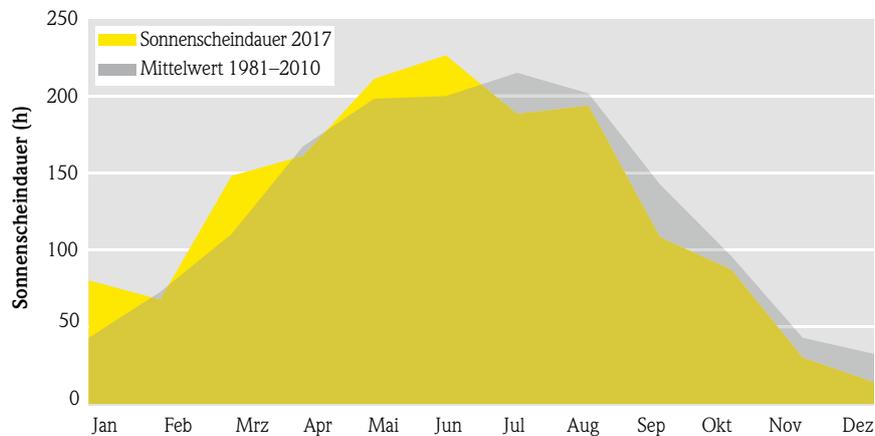


Abb. 3: Sonnenscheindauer in Hessen, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

5 Stickstoffdioxid (NO₂), Stickstoffmonoxid (NO) und Stickoxide (NO_x)

5.1 Kenngrößen

Tab. 3: Einhaltung/Überschreitung der Grenzwerte im Jahr 2017 für NO₂ und NO_x sowie Jahresmittelwerte für NO

Komponente	Stickstoffdioxid (NO ₂)			Stickstoffmonoxid (NO)	Stickoxide (NO _x)
Einheit	µg/m ³			µg/m ³	µg/m ³
Mittelungszeitraum	1-h-Mittel	Jahresmittel	max. 1-h-Mittel	Jahresmittel	Jahresmittel ¹⁾
Grenzwert	200	40			30 ¹⁾
Zulässige Überschreitungen/Jahr	18				
	Anzahl	Wert	Wert	Wert	Wert
Bad Arolsen	0	8,9	66,4	0,9	10,2
Bebra	0	15,8	74,8	5,3	23,9
Bensheim Nibelungenstr.		40,8*			
Bensheim Rodensteinstr.		31,7*			
Burg Herzberg	0	8,4	71,5	0,7	9,4
Darmstadt	0	22,9	110,8	7,1	33,7
Darmstadt Heinrichstr. I		54,9*			
Darmstadt Heinrichstr. II		56,8*			
Darmstadt Heinrichstr. III		42,0*			
Darmstadt Hügelstr.		71,8*			
Darmstadt-Hügelstr.	6	52,3	243,5	57,6	140,5
Frankfurt Alte Oper		39,1*			
Frankfurt Börneplatz		54,0*			
Frankfurt-Friedb. Landstr.	0	47,2	199,2	33,5	98,5
Frankfurt-Höchst	0	38,3	130,7	21,4	71,0
Frankfurt Lerchesberg		21,2*			
Frankfurt-Ost	0	33,5	113,1	18,6	61,9
Frankfurt Pforzheimer Str.		50,7*			
Frankfurt Reuterweg		42,8*			
Frankfurt Riederwald I		52,4*			
Frankfurt Riederwald II		24,9*			
Frankfurt Riederwald III		54,6*			
Frankfurt Römerberg		31,1*			
Fulda-Petersberger Str.	0	39,4	134,8	40,3	101,2
Fulda-Zentral	0	21,1	83,3	8,2	33,7
Fürth/Odenwald	0	8,1	73,7	0,8	9,1
Gießen Johannette-Lein-Gasse		26,8*			

Lufthygienischer Jahresbericht 2017

Komponente	Stickstoffdioxid (NO ₂)			Stickstoffmonoxid (NO)	Stickoxide (NO _x)
Gießen-Westanlage	0	42,1	119,4	43,2	108,3
Hanau	0	26,6	114,5	9,5	41,3
Heppenheim-Lehrstr.	0	32,5	130,8	24,4	70,0
Hofheim Elisabethenstr.		36,5*			
Kassel-Fünffensterstr.	0	38,9	133,5	37,4	96,2
Kassel-Mitte	0	21,2	85,8	5,8	30,0
Kellerwald	0	6,5	54,1	0,6	7,1
Kleiner Feldberg	0	6,9	72,3	0,6	7,8
Limburg	0	22,1	109,2	14,1	43,7
Limburg Diezer Str.		35,3*			
Limburg Frankfurter Str.		49,8*			
Limburg Schiede I		58,0*			
Limburg Schiede II		43,6*			
Limburg-Schiede	1	43,2	235,7	50,8	121,1
Linden	0	17,2	81,1	5,4	25,4
Marburg	0	21,8	96,8	8,9	35,5
Marburg-Universitätsstr.	0	35,7	114,6	31,5	84,1
Michelstadt	0	16,2	72,8	6,5	26,1
Offenbach Bieberer Str.		40,0*			
Offenbach Mainstr.		48,2*			
Offenbach Untere Grenzstr.		47,8*			
Offenbach-Untere Grenzstr.	0	37,8	133,8	30,7	84,9
Raunheim	0	28,3	107,9	14,1	49,9
Reinheim Darmstädter Str.		25,9*			
Riedstadt	0	16,7	76,1	5,7	25,4
Rüsselsheim Rugby-Ring		39,0*			
Spessart	0	7,5	74,7	0,7	8,5
Wasserkuppe	0	5,3	48,3	0,6	5,9
Wetzlar	0	27,5	94,7	20,3	58,6
Wetzlar Linsenbergstr.		22,2*			
Wiesbaden Bahnhofspatz		45,1*			
Wiesbaden Ludwig-Erhard-Str.		39,0*			
Wiesbaden Mainzer Str.		49,0*			
Wiesbaden-Ringkirche	0	48,9	178,6	48,7	123,6
Wiesbaden-Schiersteiner Str.	0	50,0	161,3	53,0	131,3
Wiesbaden-Süd	0	28,5	124,5	12,6	47,8
Witzenhausen/Wald	0	6,3	196,8	0,6	7,1
Zierenberg	0	8,5	72,5	0,7	9,3

Abkürzungen:

Anzahl: Anzahl der aufgetretenen Überschreitungsfälle

Wert: Wert der Jahreskenngröße

Erläuterungen:

¹⁾ „kritische Werte“ (Grenzwerte) zum Schutz der Vegetation abseits anthropogener Quellen, Abstandskriterium in Hessen nicht erfüllt

* Erhebung mit Passivsammlern

Darstellung von Grenzwertüberschreitungen (39. BImSchV); in der Farbe „rot“

Luftmessstationen in Städten

Luftmessstationen im ländlichen Raum

Luftmessstationen an Verkehrsschwerpunkten

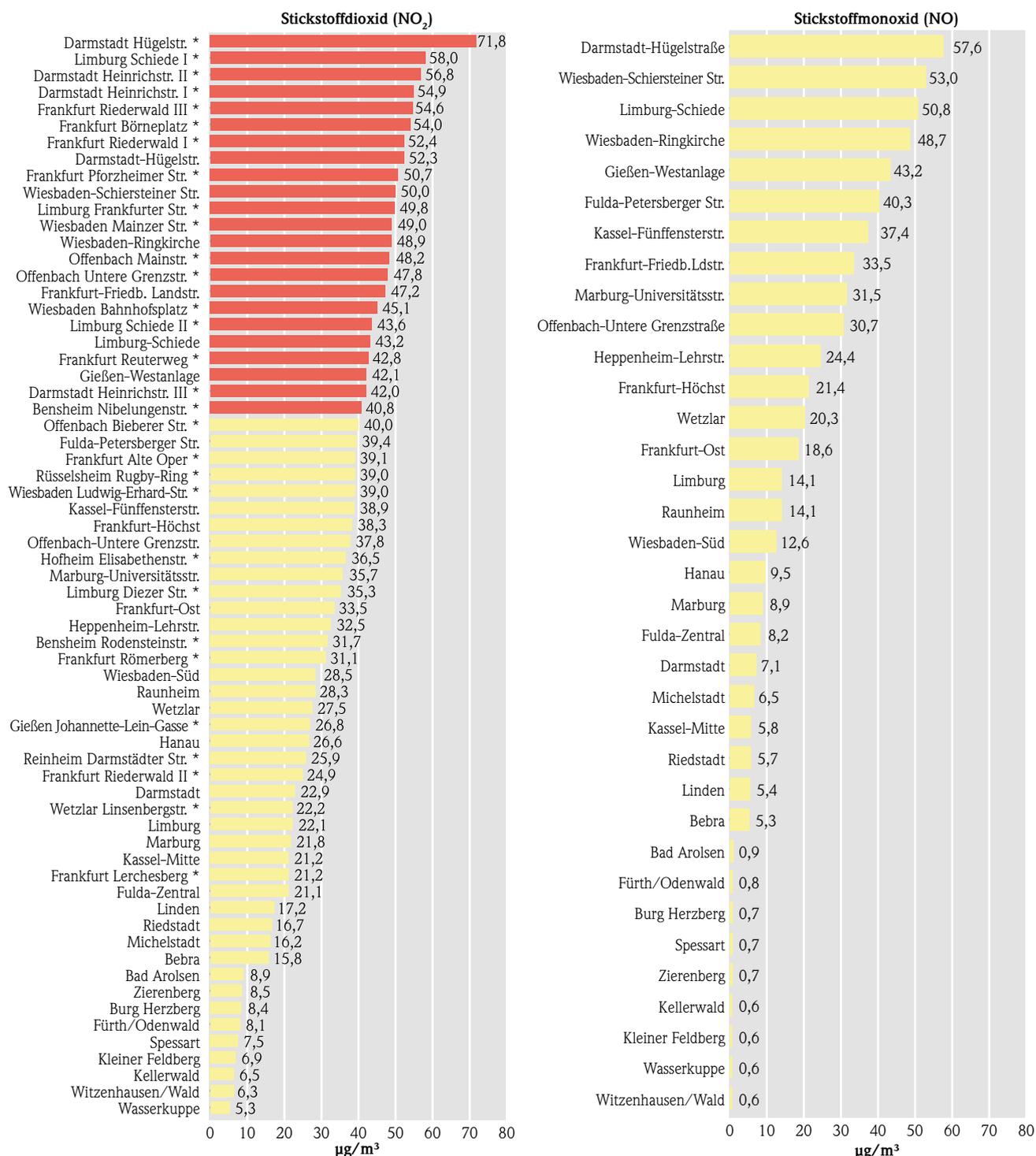


Abb. 4: Jahresmittelwerte 2017, Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid (absteigend sortiert)

Erläuterungen:

* Erhebung mit Passivsammlern

Darstellung von Grenzwertüberschreitungen (39. BImSchV): in der Farbe „rot“

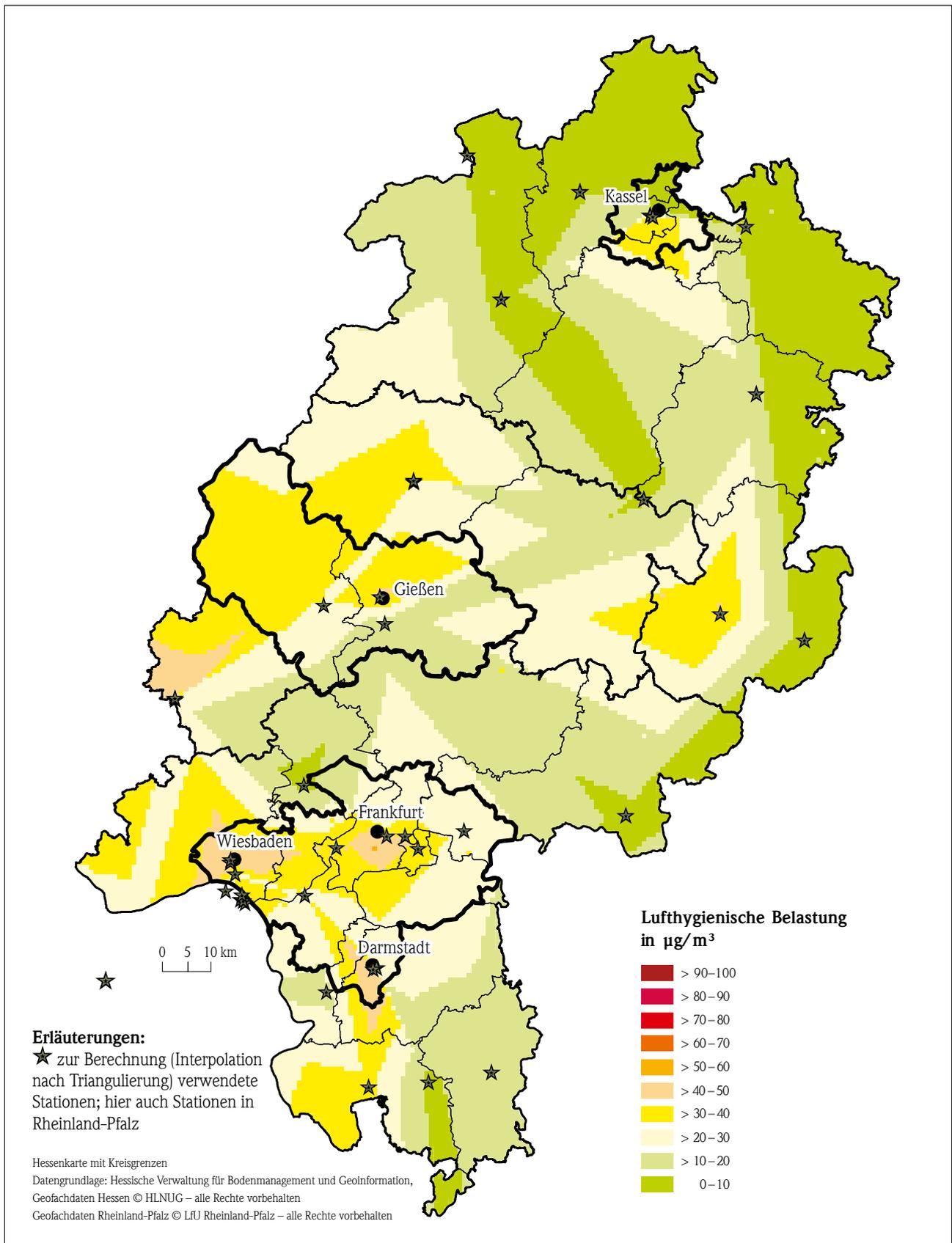


Abb. 5: Flächenhafte Darstellung der Jahresmittelwerte 2017, Stickstoffdioxid

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Entwicklung der Immissionskonzentrationen von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid in den vergangenen 20 Jahren. Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Stationen

gleichen Charakters (Verkehrsschwerpunkte, Städte, ländlicher Raum) in ganz Hessen gebildet. Dabei wurden die Werte aller im jeweiligen Jahr verfügbaren Messstationen zur Berechnung herangezogen.

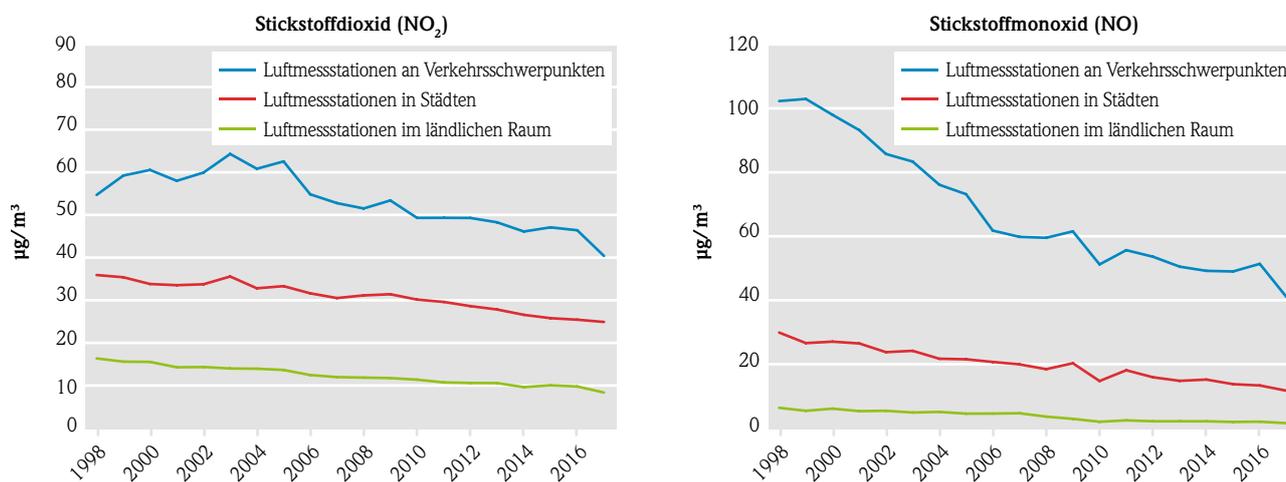


Abb. 6: Zeitreihen der Jahresmittelwerte 1998–2017 an Messstationen für Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid

5.2 Immissionsbeurteilung

Bedingt durch die geringe atmosphärische Verweilzeit von NO und die relativ große Entfernung zu den Quellgebieten sind die emissionsfernen Standorte wie Wasserkuppe, Witzenhausen/Wald, Kellerwald oder Kleiner Feldberg am geringsten durch NO, aber auch NO₂ belastet, wohingegen die höchste Belastung für beide Stoffe an den verkehrsbezogen aufgestellten Stationen zu finden ist. Wie in den vergangenen Jahren wurde an zahlreichen verkehrsbezogenen Messstationen der Grenzwert von 40 µg/m³ für den Jahresmittelwert von NO₂ überschritten. Im Jahr 2017 war dies bei etwas über 60% der verkehrsbezogenen Messstationen und Messstellen der Fall. Betrachtet man alle Messstationen und Messstellen, an denen NO₂ erfasst wird, wurde bei einem Anteil von 35% der Grenzwert für den Jahresmittelwert überschritten.

Maximale NO₂-Stundenwerte liegen allerdings auch an den meisten verkehrsbezogenen Messstellen unter der Schwelle von 200 µg/m³, maximal wurden 243,5 µg/m³ erreicht. Selbst am Standort Darmstadt-Hügelstraße wird mit 6 Überschreitungen die Anzahl der zulässigen 18 Überschreitungen dieses Stundenmittels im Jahr 2017 – im Gegensatz zu den vorherigen Jahren – nicht überschritten.

Die NO₂-Jahresmittelwerte bewegen sich seit Jahren auf einem vergleichsweise hohen Niveau, was zu erheblichen Einhaltungproblemen des NO₂-Langzeitgrenzwertes führt. Als wesentliche Ursache der Überschreitungen sind die Emissionen des Kfz-Verkehrs anzusehen. Geringfügig niedrigere Jahresmittelwerte bilden nun unter anderem die Änderungen bei der Fahrzeugflotte, die sich über Jahre erstrecken, ab.

6 Ozon (O₃)

6.1 Kenngrößen

Tab. 4: Einhaltung/Überschreitung von Ziel- oder Schwellenwerten im Jahr 2017 für O₃ sowie maximale 1-h- und 8-h-Werte

Komponente	Ozon (O ₃)					
	µg/m ³			µg/m ³ ×h	µg/m ³	
Einheit	Informations- schwelle 1-h-Mittel	Alarmschwelle 1-h-Mittel	max 8-h- Mittel ¹⁾	AOT40 ²⁾	max 1-h-Mittel	max 8-h-Mittel
Ziel-/Schwellenwert	180	240	120	18000		
Zulässige Überschreitungen/Jahr			25			
Station	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Wert	Wert	Wert
Bad Arolsen	0	0	18	11 494	174,1	159,3
Bebra	0	0	16	12 007	168,4	154,4
Burg Herzberg	2	0	29	13 157	191,2	163,8
Darmstadt	3	0	19	13 816	192,8	166,9
Frankfurt-Höchst	3	0	14	9 540	193,1	167,8
Frankfurt-Ost	2	0	17	12 339	185,8	171,5
Fulda-Zentral	0	0	8*	*	180,0	156,8
Fürth/Odenwald	2	0	32	16 594	181,2	170,1
Hanau	5	0	21	16 392	197,8	177,5
Kassel-Mitte	0	0	17	11 507	158,6	145,5
Kellerwald	0	0	20	10 771	178,4	165,0
Kleiner Feldberg	9	0	38	18 578	204,1	174,8
Limburg	0	0	18	11 815	180,2	164,6
Linden	5	0	19	13 918	197,2	168,6
Marburg	2	0	17	13 240	182,5	153,8
Michelstadt	0	0	23	15 764	179,2	167,2
Raunheim	5	0	23	15 813	211,4	184,9
Riedstadt	14	0	26	16 836	210,5	188,8
Spessart	0	0	27	14 941	174,0	162,3
Wasserkuppe	3	0	38	19 917	197,4	180,3
Wetzlar	0	0	7	6 194	178,0	151,3
Wiesbaden-Süd	5	0	21	13 287	205,2	178,7
Witzenhausen/Wald	0	0	26	12 109	179,5	159,5
Zierenberg	0	0	15	9 187	162,8	148,4

Abkürzungen:

Anzahl: Anzahl der aufgetretenen Überschreitungsfälle

Wert: Wert der Jahreskenngröße

AOT40: accumulated exposure over a threshold of 40 ppb

Erläuterungen:

¹⁾ max. 8-h-Mittelwert über 3 Jahre (2015–2017), ²⁾ Mittelwert über 5 Jahre (2013–2017), ersatzweise über 3 Jahre

* Werte nur aus 1 Jahr vorhanden

Darstellung von Zielwertüberschreitungen (39. BImSchV): *kursiv* in der Farbe „rot“

■ Luftmessstationen in Städten

■ Luftmessstationen im ländlichen Raum

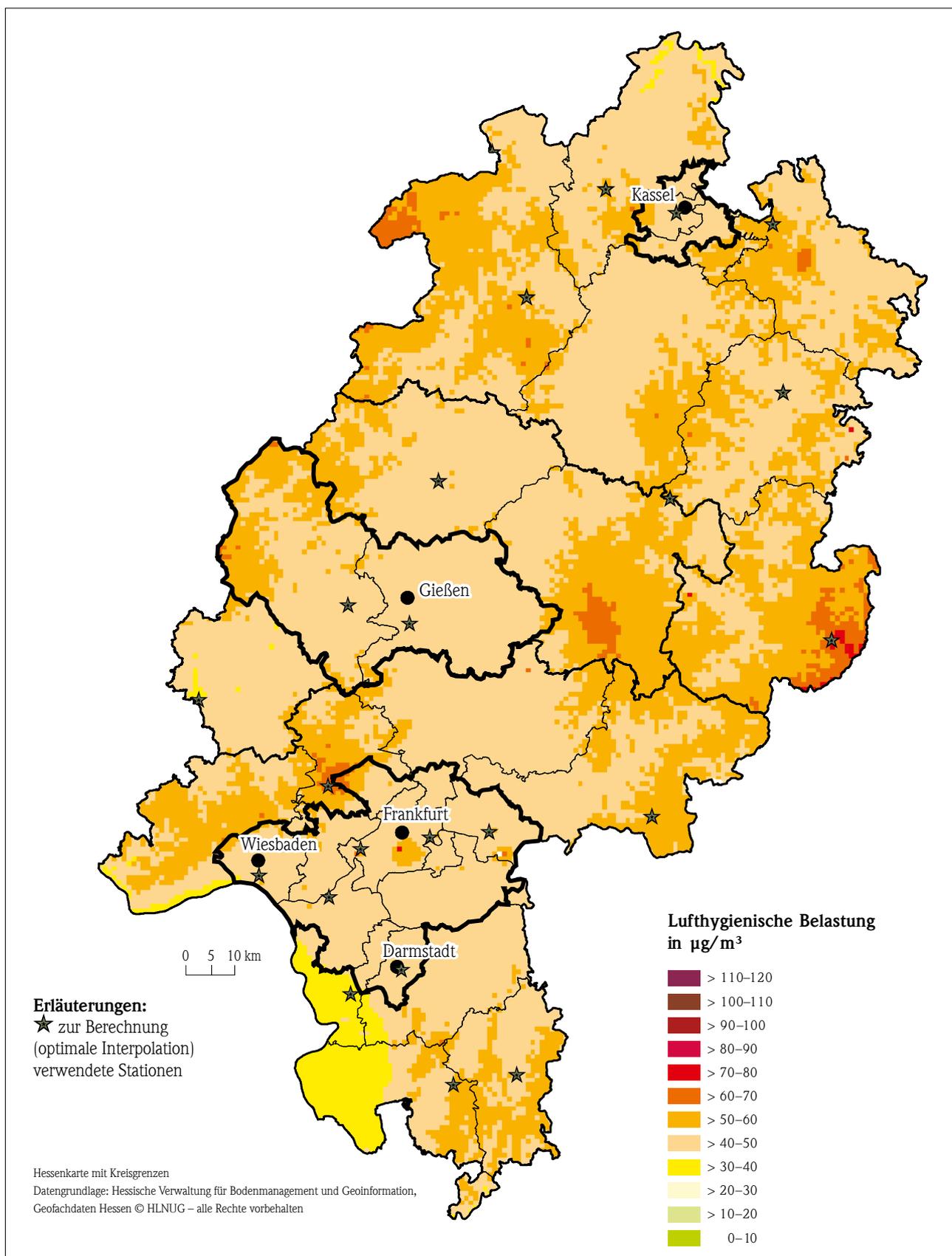


Abb. 7: Flächenhafte Darstellung der Jahresmittelwerte 2017, Ozon

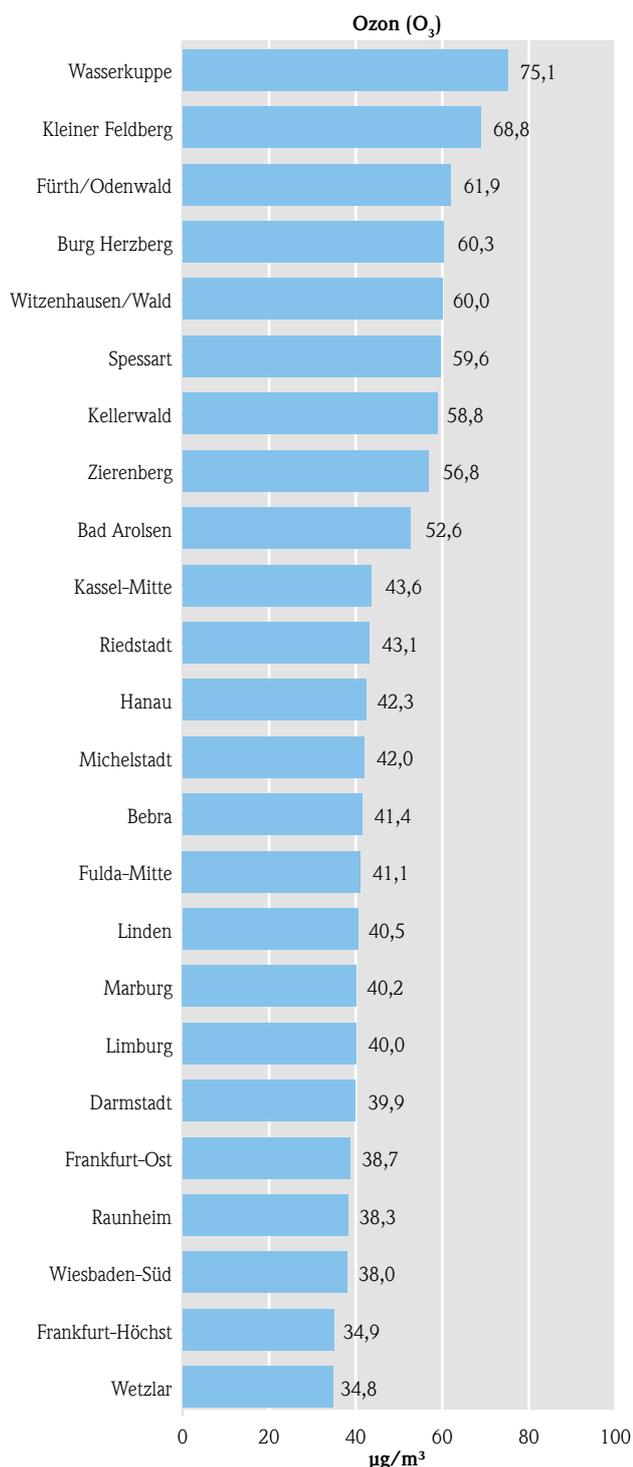


Abb. 8: Jahresmittelwerte 2017, Ozon (absteigend sortiert)

Die Abbildung „Zeitreihen der Jahresmittelwerte“ zeigt die Entwicklung der Immissionskonzentration von Ozon in den vergangenen 20 Jahren. Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Stationen gleichen Charakters (Städte, ländlicher Raum) in ganz Hessen gebildet.

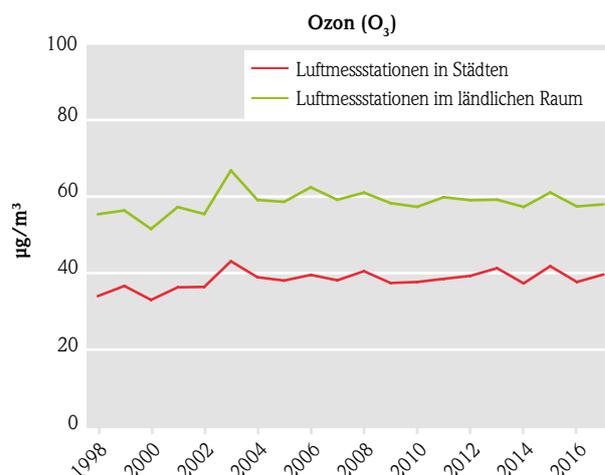


Abb. 9: Zeitreihen der Jahresmittelwerte 1998–2017, Ozon

Dabei wurden die Werte aller im jeweiligen Jahr verfügbaren Messstationen zur Berechnung herangezogen.

6.2 Immissionsbeurteilung

Grundlage der Bewertung der Ozonbelastung sind Zielwerte. Aus juristischer Sicht sind Zielwertüberschreitungen zwar nicht mit Grenzwertverletzungen gleichzusetzen, sie machen aber deutlich, dass noch einiges zu leisten ist, um die Ozonbelastung unter die Zielwerte abzusenken. Bei dem Jahr 2017 handelte es sich um kein außergewöhnliches Jahr bezüglich der Ozon-Situation. Im Jahresmittel sind die Ozonwerte vergleichbar mit anderen Jahren durchschnittlicher Ozonbelastung. Bedingt durch die Höhenlage sowie die dort geringeren Konzentrationen ozonzerstörender Substanzen stehen die Stationen in Mittelgebirgslagen und die Waldstationen beim Jahresmittelwert am oberen Ende der Skala. An den Stationen Kleiner Feldberg und Wasserkuppe wurde der AOT40-Zielwert überschritten. Bei dem über 3 Jahre gemittelten maximalen 8-h-Mittelwert wirkt sich weiterhin noch die ungewöhnlich hohe Ozonbelastung aus dem Jahr 2015 aus: die zulässige Anzahl von 25 Überschreitungen des Wertes von 120 µg/m³ konnte an 7 von 24 Stationen (Burg Herzberg, Fürth/Odenwald, Kleiner Feldberg, Riedstadt, Spessart, Wasserkuppe und Witzenhausen/Wald) nicht eingehalten werden. Die Werte der maximalen Stundenmittelwerte im Jahr 2017 liegen etwas höher

als im Vorjahr, sind aber noch mit denen der vorherigen Jahre vergleichbar. Mit 211,4 µg/m³ trat der höchste Wert an der Station Raunheim auf. Die definierte Alarmschwelle für Ozon mit 240 µg/m³ als Stundenmittelwert wurde an keiner Station überschritten. Die ebenfalls vorgegebene Informationsschwelle von 180 µg/m³, bei deren Überschreitung

ein erster Hinweis auf erhöhte Ozonkonzentrationen an die Bevölkerung ergeht, wurde an etwa der Hälfte der Stationen, die Ozon erfassen, mindestens 1-mal überschritten. Die Station Riedstadt weist mit 14 die höchste Anzahl der Überschreitungen des Informationsschwellenwertes auf.

7 Benzol, Toluol, Xylol (BTX)

7.1 Kenngrößen

Tab. 5: Einhaltung/Überschreitung des Grenzwerts für Benzol im Jahre 2017 sowie Jahresmittelwerte für Toluol und m-/p-Xylol (BTX)

Komponente	Benzol	Toluol	m-/p-Xylol
Einheit	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Mittelungszeitraum	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel
Grenzwert	5		
Darmstadt-Hügelstr.	1,23	3,30	1,51
Frankfurt-Friedb. Landstr.	0,90	2,78	1,40
Fulda-Petersberger Str.	1,24	3,54	2,31
Gießen-Westanlage	1,19*	2,32*	1,51*
Heppenheim-Lehrstr.	1,23*	2,09*	1,40*
Kassel-Fünfensterstr.	1,35*	2,63*	1,60*
Limburg	0,78*	1,25*	0,83*
Marburg-Universitätsstr.	0,97*	1,95*	1,11*
Offenbach-Untere Grenzstr.	1,00*	2,14*	1,42*
Wetzlar	1,10	1,73	2,78
Wiesbaden-Ringkirche	1,41	3,46	1,59

Erläuterungen:

* Erfassung mit Passivsammlern

Luftmessstationen in Städten

Luftmessstationen an Verkehrsschwerpunkten

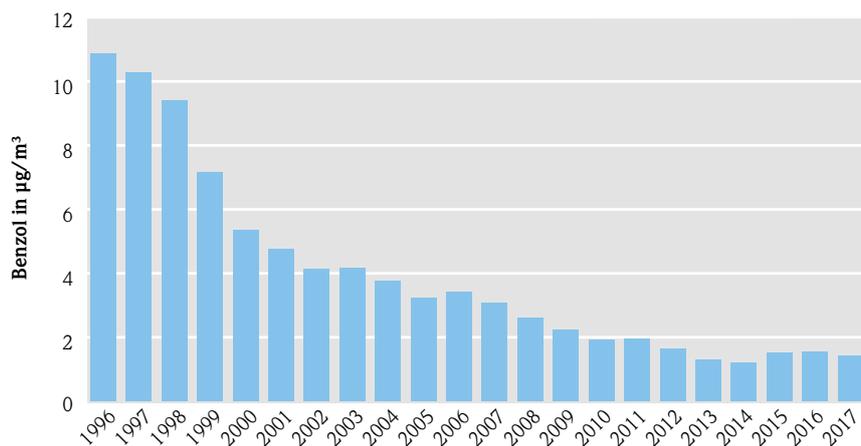


Abb. 10: Zeitliche Entwicklung der Benzol-Jahresmittelwerte, Station Wiesbaden-Ringkirche

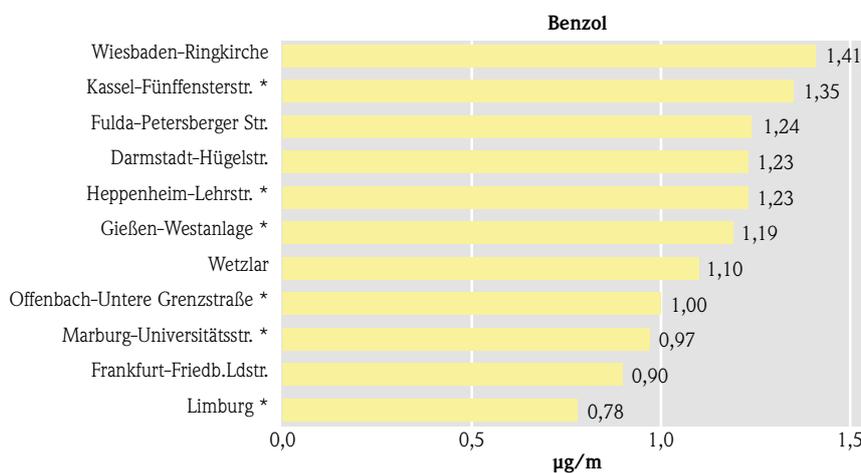


Abb. 11: Jahresmittelwerte 2017, Benzol (absteigend sortiert)

7.2 Immissionsbeurteilung

Die Jahresmittelwerte der Schadstoffe Benzol, Toluol und m-/p-Xylol bewegen sich wie in den vergangenen Jahren auf einem niedrigen Niveau. Der Grenzwert für Benzol von 5 µg/m³ im Jahresmittel wird überall mit Abstand sicher eingehalten, auch

an verkehrsbelasteten Stationen. An den Stationen Frankfurt-Friedberger Landstr. und Wiesbaden-Ringkirche werden die Messungen mittels Passivsammler mit den kontinuierlichen Messungen verglichen. Sie dienen damit der Qualitätssicherung.

8 Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO)

8.1 Kenngrößen

Tab. 6: Einhaltung/Überschreitung der Grenzwerte für SO₂ und CO im Jahr 2017

Komponente	Schwefeldioxid (SO ₂)						Kohlenmonoxid (CO)
	µg/m ³						mg/m ³
Einheit							
Mittelungszeitraum	1-h-Mittel	max. 1-h-Mittel	24-h-Mittel	max. 24-h-Mittel	Jahresmittel ¹⁾	Wintermittel ¹⁾	max. 8-h-Mittel
Grenzwert	350		125		20 ¹⁾	20 ¹⁾	10
Zulässige Überschreitungen/Jahr	24		3				
	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Wert	Wert	Max. Wert
Darmstadt	0	32,5	0	4,2	1,0	1,2	1,07
Darmstadt-Hügelstr.							1,76
Frankfurt-Friedb. Landstr.							1,66
Frankfurt-Höchst	0	23,2	0	7,3	1,8	1,9	
Fulda-Petersberger Str.							1,51
Gießen-Westanlage							1,53
Hanau	0	8,6	0	3,9	1,1	1,3	
Heppenheim-Lehrstr.							1,92
Kassel-Fünffensterstr.							1,42
Kassel-Mitte	0	11,4	0	6,1	0,9	1,2	
Kellerwald	0	11,3	0	6,2	0,9	0,9	
Limburg-Schiede							1,96
Linden	0	9,7	0	3,5	0,9	1,0	0,98
Marburg-Universitätsstr.							1,73
Michelstadt	0	7,1	0	2,7	0,9	1,1	
Offenbach-Untere Grenzstr.							1,95
Raunheim	0	22,0	0	6,1	1,2	1,3	1,63
Wasserkuppe	0	10,9	0	3,6	0,9	0,9	
Wetzlar	0	29,8	0	5,4	1,1	1,4	
Wiesbaden-Ringkirche							1,65
Wiesbaden-Süd	0	12,1	0	2,8	0,9	1,0	

Abkürzungen:

Anzahl: Anzahl der aufgetretenen Überschreitungenfälle

Wert: Wert der Jahreskenngröße

Erläuterungen:

¹⁾ Grenzwerte zum Schutz der Vegetation abseits anthropogener Quellen, Abstandskriterium in Hessen nicht erfüllt (Wintermittel: 01.10.16–31.03.17)

Luftmessstationen in Städten

Luftmessstationen im ländlichen Raum

Luftmessstationen an Verkehrsschwerpunkten

8.2 Immissionsbeurteilung

Die Jahresmittelwerte der Schadstoffe Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid bewegen sich wie in den

vergangenen Jahren auf einem niedrigen Niveau und liegen weit unterhalb der Grenzwerte.

9 Partikel

9.1 Feinstaub

9.1.1 Feinstaub PM₁₀, Feinstaub PM_{2,5} sowie Ruß

Bei Feinstaub PM₁₀ handelt es sich um Partikel, deren aerodynamischer Durchmesser kleiner 10 µm ist.

Bei Feinstaub PM_{2,5} ist der aerodynamische Durchmesser kleiner 2,5 µm.

9.1.1.1 Kenngrößen

Tab. 7: Einhaltung/Überschreitung der Grenzwerte im Jahr 2017 für PM₁₀ und PM_{2,5} sowie Jahresmittelwerte für Ruß

Komponente	PM ₁₀			PM _{2,5}		Ruß
	µg/m ³			µg/m ³		µg/m ³
Mittelungszeitraum	24-h-Mittel	Jahresmittel	max. 24-h-Mittel	Jahresmittel	max. 24-h-Mittel	Jahresmittel
Grenzwert	50	40		25		
Zulässige Überschreitungen/Jahr	35					
	Anzahl	Wert	Wert	Wert	Wert	Wert
Aßlar Klein-Altenstädten	4*	14,6*	56,4*			
Bad Arolsen	5	14,7	65,0	10,6	58,8	
Bebra	10	17,5	72,7			
Darmstadt	7	17,2	86,1			
Darmstadt-Hügelstr.	9	21,2	95,1			
Frankfurt-Friedb. Landstr.	16	23,4	111,4	14,6	88,6	
Frankfurt-Höchst	8	18,7	82,3			
Frankfurt-Ost	10	20,0	98,9	12,2 *		
Fulda-Petersberger Str.	12	20,9	98,7	14,0	72,3	
Fulda-Zentral	7	16,8	66,1			
Fürth/Odenwald	2	12,3	72,7			
Gießen-Westanlage	8	22,1	74,5	13,6	62,4	
Hanau	6	16,1	78,8			
Heppenheim-Lehrstr.	10	18,4	117,2	13,5	108,8	

Komponente	PM ₁₀			PM _{2,5}		Ruß
	µg/m ³			µg/m ³		µg/m ³
Einheit	24-h-Mittel	Jahresmittel	max. 24-h-Mittel	Jahresmittel	max. 24-h-Mittel	Jahresmittel
Grenzwert	50	40		25		
Zulässige Überschreitungen/Jahr	35					
	Anzahl	Wert	Wert	Wert	Wert	Wert
Kassel-Fünffensterstr.	16	24,9	84,2			
Kassel-Mitte	9	17,3	67,6	11,4*		
Kellerwald	2	12,0	63,6			
Kleiner Feldberg	0	8,8	33,6			
Limburg	7	17,2	70,9			
Limburg-Schiede	19	23,0	83,9			
Marburg	7	17,5	69,0			
Marburg-Universitätsstr.	7	19,4	72,1	13,3	64,2	
Michelstadt	5	16,0	90,3			
Offenbach-Untere Grenzstr.	19	21,8	115,2			
Raunheim	6	17,1	81,3			1,3
Riedstadt	6	16,8	87,8			
Wasserkuppe	0	8,4	27,4			
Wetzlar	11	21,0	83,8			
Wetzlar-Im Köhlersgarten	8*	23,9*	68,6*			
Wiesbaden-Ringkirche	7	19,3	75,7	12,9	65,9	2,2
Wiesbaden-Schiersteiner Str.	9	19,4	75,0			
Wiesbaden-Süd	6	16,7	73,6	10,7*		1,2
Witzenhausen/Wald	1	11,9	64,4			
Zierenberg	2	12,0	60,0			

Abkürzungen:
Anzahl: Anzahl der aufgetretenen Überschreitungsfälle

Wert: Wert der Jahreskenngroße

Erläuterungen:

* gravimetrische Erfassung

Darstellung von Grenzwertüberschreitungen (39. BImSchV): in der Farbe „rot“

 Luftmessstationen in Städten

 Luftmessstationen im ländlichen Raum

 Luftmessstationen an Verkehrsschwerpunkten

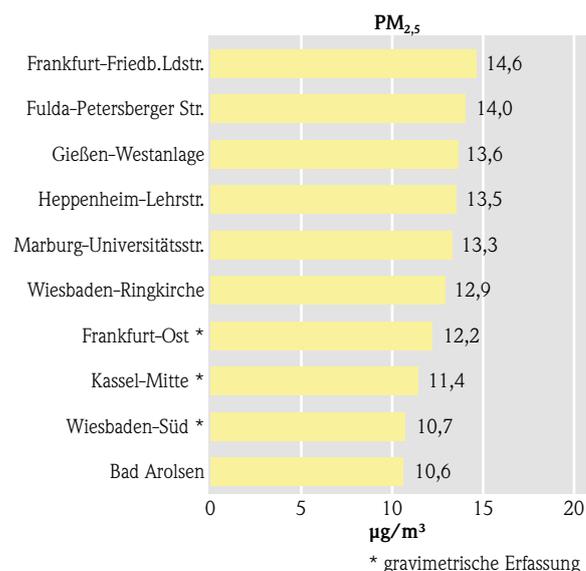
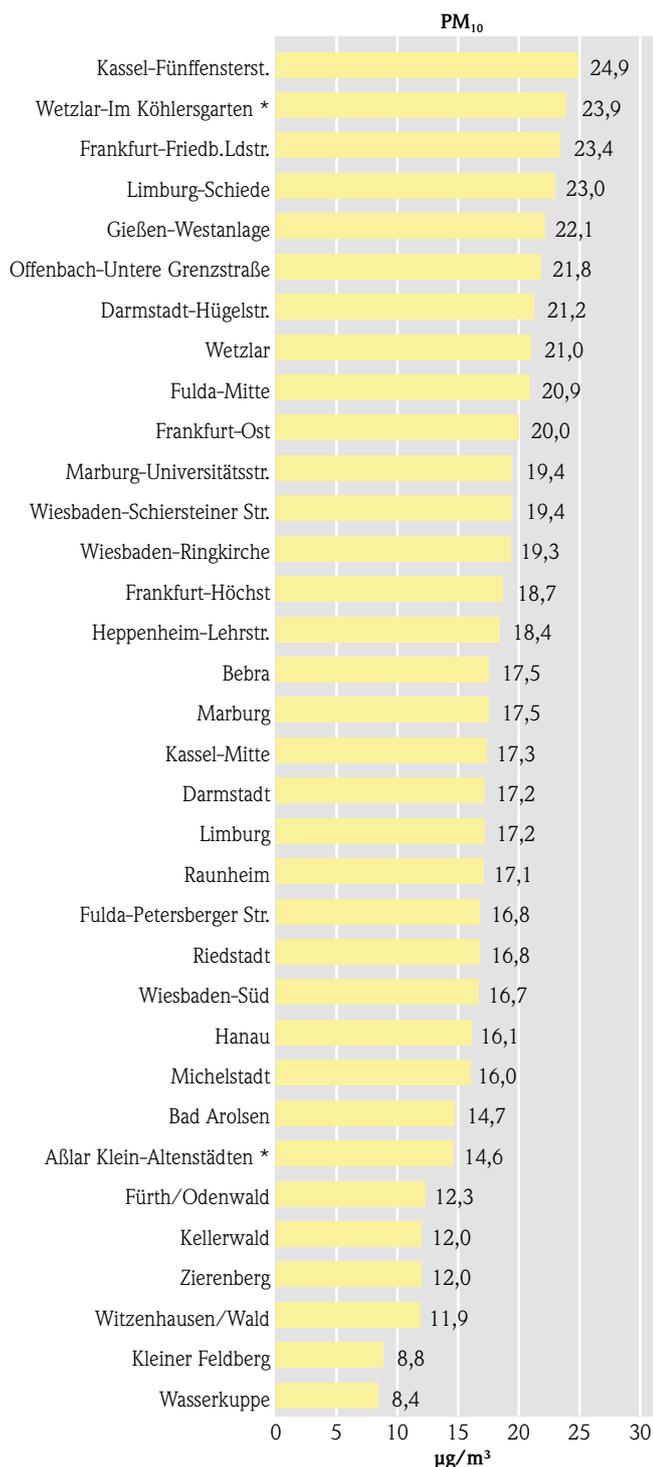


Abb. 12: Jahresmittelwerte 2017, Feinstaub PM₁₀ und Feinstaub PM_{2,5} (absteigend sortiert)

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Immissionskonzentration von Feinstaub PM₁₀ in den vergangenen 20 Jahren. Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Stationen gleichen Charakters (Verkehrsschwerpunkte, Städte, ländlicher Raum) in ganz Hessen gebildet. Dabei wurden die Werte aller im jeweiligen Jahr verfügbaren Messstationen zur Berechnung herangezogen.

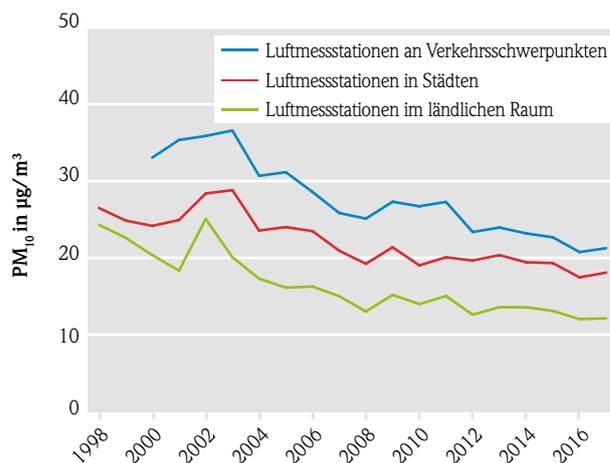


Abb. 13: Zeitreihen der Jahresmittelwerte 1998–2017, Feinstaub PM₁₀

Erläuterungen:

Vor dem Jahr 2000 wurde Feinstaub PM₁₀ als Gesamtstaub gemessen. Für Luftmessstationen an Verkehrsschwerpunkten liegen erst ab dem Jahr 2000 Messwerte für Feinstaub PM₁₀ vor.

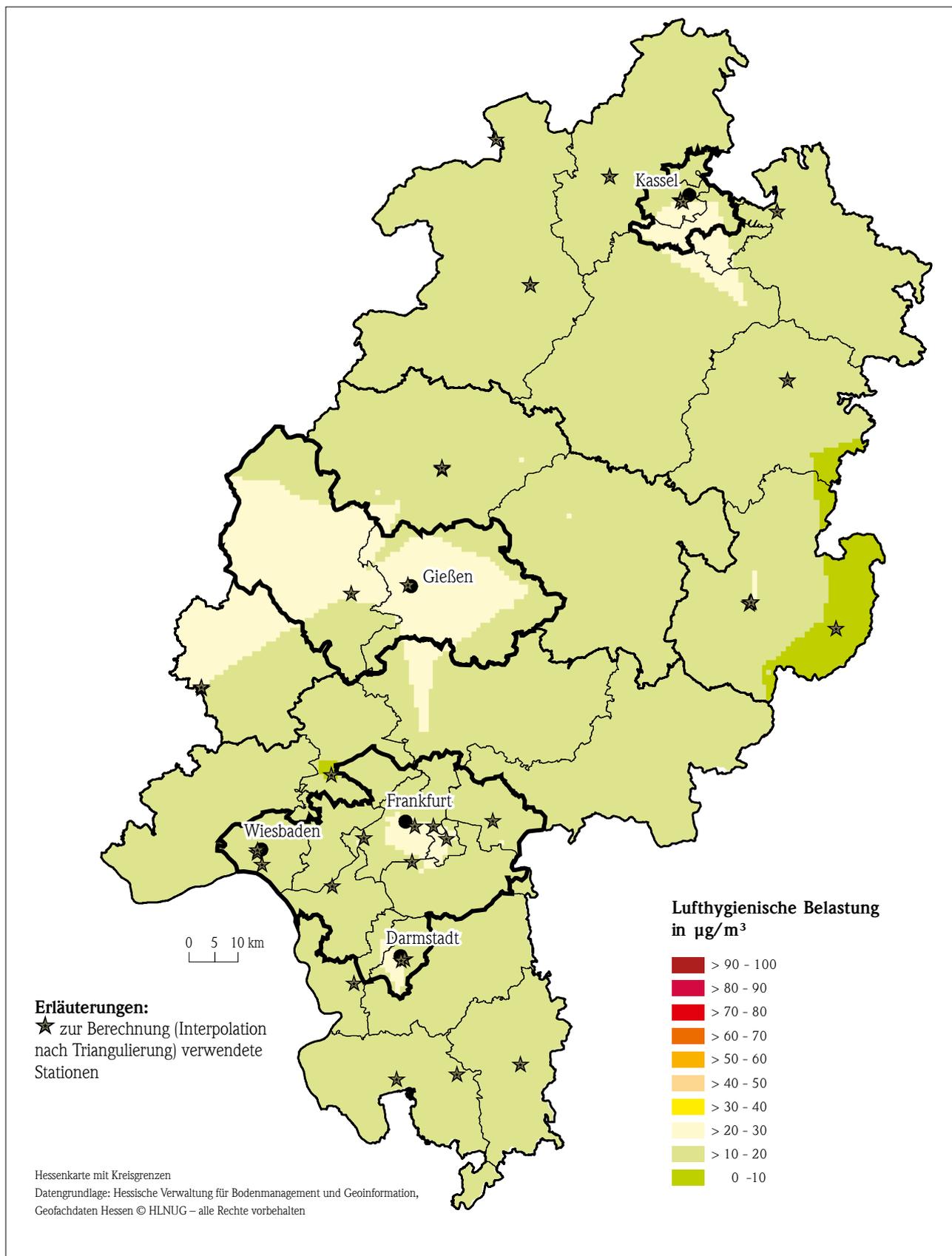


Abb. 14: Flächenhafte Darstellung der Jahresmittelwerte 2017, Feinstaub PM_{10}

9.1.1.2 Indikator für die durchschnittliche Exposition von Feinstaub PM_{2,5} (AEI)

Der AEI (Average Exposure Indicator) als nationaler Indikator wird als Mittelwert über drei Jahre und über alle für die Verfolgung dieser Größe in Deutschland ausgewählten 36 Messstellen im städtischen Hintergrund berechnet. Als Beitrag Hessens an der

Ermittlung des AEI werden Messungen an den drei Stationen Frankfurt-Ost, Kassel-Mitte und Wiesbaden-Süd durchgeführt. Die Daten werden dort mit dem gravimetrischen Standardmessverfahren erfasst.

Tab. 8: Jahresmittelwerte der PM_{2,5}-Konzentration zur Ermittlung des Average Exposure Indicator (AEI)

Jahr	Frankfurt-Ost	Kassel-Mitte	Wiesbaden-Süd
	Jahresmittel in µg/m ³	Jahresmittel in µg/m ³	Jahresmittel in µg/m ³
2008	16,3	15,2	16,8
2009	18,5	16,5	18,6
2010	18,7	16,8	18,0
2011	17,6	15,7	16,8
2012	15,1	13,5	13,8
2013	15,6	13,8	14,1
2014	14,2	14,0	13,1
2015	12,0	13,0	12,0
2016	11,6	11,2	10,5
2017	12,2	11,4	10,7

9.1.1.3 Immissionsbeurteilung

Feinstaub PM₁₀:

Mit Jahresmittelwerten zwischen ca. 18 bis 25 µg/m³ rangieren überwiegend die verkehrsbezogenen Standorte bei Feinstaub PM₁₀ an der Spitze. In dieser Gruppe findet sich aber auch die Station „Wetzlar-Im Köhlersgarten“, wobei hier ein industrieller Beitrag zur Immissionsbelastung berücksichtigt werden muss. Aufgrund einer relativ homogenen räumlichen Verteilung können aber auch im städtischen Hintergrund Jahresmittelwerte im Bereich von bis zu 20 µg/m³ gefunden werden. Am Standort Wetzlar mit einem Jahresmittelwert von 21,0 µg/m³ ist der Einfluss industrieller Quellen mit in Betracht zu ziehen. Der Langzeitgrenzwert für Feinstaub PM₁₀ von 40 µg/m³ (Jahresmittelwert) wurde an allen hessischen Luftmessstationen deutlich unterschritten.

Wie in den Vorjahren wurde auch im Jahr 2017 der PM₁₀-Kurzzeitgrenzwert (maximal 35 Überschreitungen des Tagesmittelwerts von 50 µg/m³) an keinem der Standorte überschritten. Am häufigsten kam es an den Verkehrsstationen Limburg-Schiede und Offenbach-Untere Grenzstraße zu Tagesmittelwerten über der Marke von 50 µg/m³. Mit jeweils 19 Überschreitungstagen liegen die Werte an diesen Messstellen damit etwas höher als im Vorjahr, welches durch wenig austauscharme Wetterlagen geprägt war. Dennoch liegt die Anzahl der Überschreitungen auch im Jahr 2017 deutlich unter dem Grenzwert von zulässigen 35 Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwerts von 50 µg/m³. Maximale 24-h-Werte liegen meist unter 100 µg/m³, der höchste Wert wurde an der Station Heppenheim-Lehrstraße mit 117,2 µg/m³ ermittelt.

Das Jahr 2017 ist damit in Hessen das sechste Jahr in Folge ohne Überschreitung des Feinstaub-Grenzwerts. Gleichzeitig gibt es, über einen längeren Zeitraum beobachtet, im Verlauf der letzten Jahre eine Tendenz zu immer weniger Überschreitungstagen.

Da der Hauptteil der Feinstaubemissionen zumindest in Stadtgebieten aus dem Straßenverkehr stammt, spricht die beobachtete Entwicklung dafür, dass die Einträge aus dieser Quelle rückläufig sind.

Feinstaub PM_{2,5}:

In der 39. BImSchV wurde ein Jahresmittelwert von 25 µg/m³ zunächst als Zielwert eingeführt, der sich 2015 in einen Grenzwert umgewandelt hat. Der Grenzwert für PM_{2,5} von 25 µg/m³ im Jahresmittel wird an allen Messstationen mit Werten von maximal 14,6 µg/m³ sicher eingehalten. An straßenverkehrsbezogenen Messstationen werden dabei die

höchsten Werte erreicht. Dort hat PM_{2,5} einen Anteil von 60–70 % der PM₁₀-Konzentration. Die räumliche Verteilung dieser Messgröße ist noch homogener als für PM₁₀. Die im städtischen Hintergrund gemessenen Konzentrationen liegen ca. 15 bis 20 % niedriger.

Ruß:

In den 1990er Jahren in Deutschland noch gesetzlich reguliert, sollte die Erhebung von Ruß durch die Einführung EU-weiter Grenzwerte für Feinstaub PM₁₀ mit abgedeckt werden. Im Jahr 2012 wurde Dieselruß von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als Karzinogen der Klasse 1 eingestuft. Zum aktuellen Sachstand der Ruß-Problematik wird an dieser Stelle auf den Statusreport „Ruß in luftgetragendem Feinstaub“

hingewiesen (www.vdi.de). Nach zwischenzeitlicher Einstellung (im Jahr 2005) werden seit dem Jahr 2013 wieder Rußmessungen an einigen Luftmessstationen durchgeführt. Den Messungen zufolge hat die Immissionsbelastung seit 2013 um circa 20 % abgenommen. Im Jahr 2017 wurde verkehrsnah eine Konzentration von ca. 2,2 µg/m³ und im urbanen Hintergrund von ca. 1,3 µg/m³ gemessen.

9.1.2 Staubinhaltsstoffe im Feinstaub PM₁₀: Schwermetalle

9.1.2.1 Kenngrößen

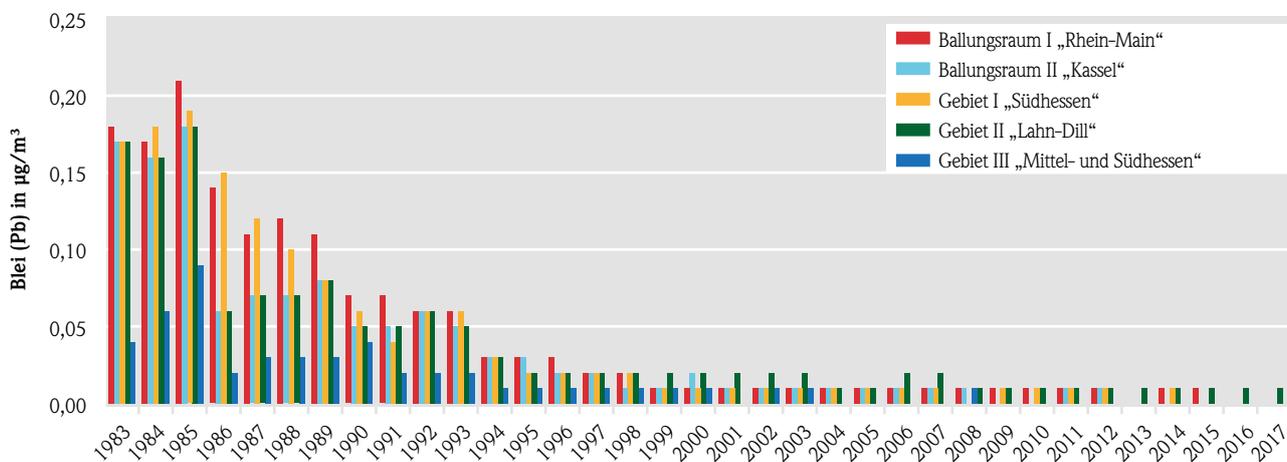
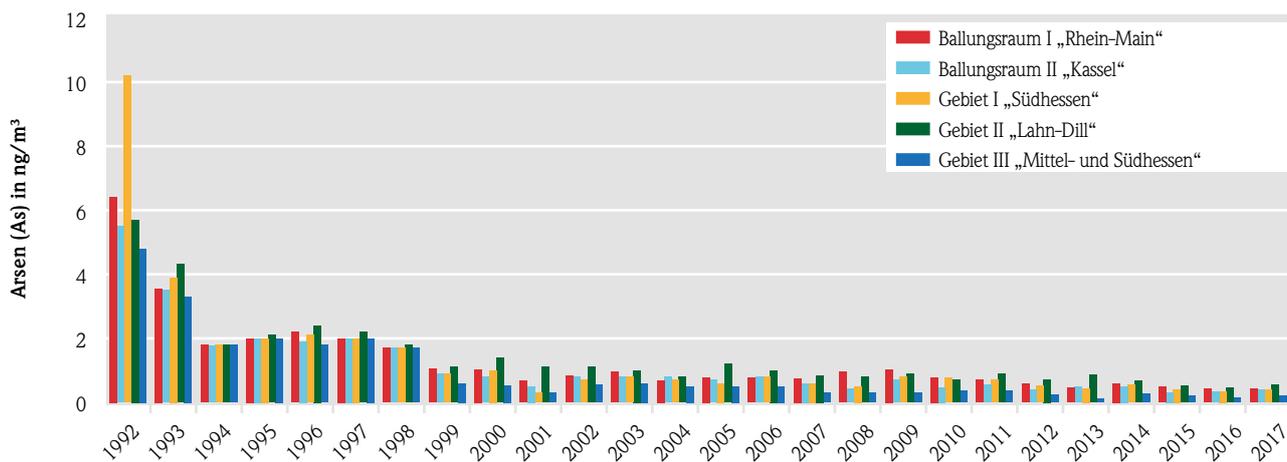
Tab. 9: Einhaltung/Überschreitung der Grenz- und Zielwerte im Jahr 2017 für Schwermetalle im Feinstaub PM₁₀

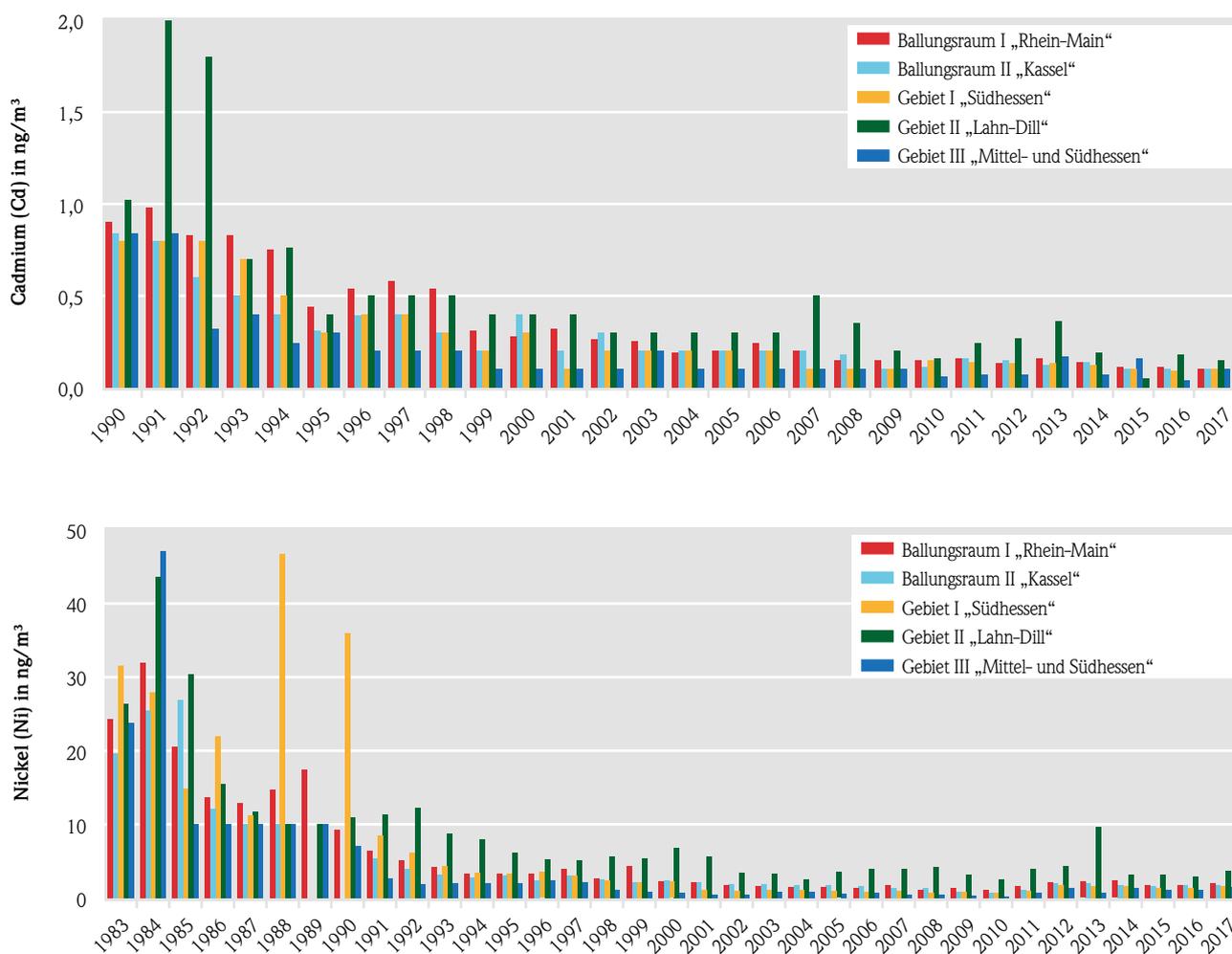
Komponente	Feinstaub PM ₁₀	Arsen	Blei	Cadmium	Nickel
Einheit		ng/m ³	µg/m ³	ng/m ³	ng/m ³
Mittelungszeitraum	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel
Immissionswert		6	0,5	5	20
		Zielwert	Grenzwert	Zielwert	Zielwert
Aßlar Klein-Altenstädten	15	0,4	0,003	0,1	1,7
Darmstadt	15	0,4	0,004	0,1	1,9
Frankfurt Griesheim	18	0,4	0,004	0,1	1,8
Frankfurt-Höchst	18	0,5	0,004	0,1	1,7
Frankfurt-Mitte	20	0,4	0,004	0,1	2,1
Frankfurt-Ost	18	0,4	0,004	0,1	2,0

Komponente	Feinstaub PM ₁₀	Arsen	Blei	Cadmium	Nickel
Hanau-Mitte	16	0,4	0,004	0,1	3,3
Kassel-Mitte	16	0,4	0,003	0,1	1,7
Kleiner Feldberg	8	0,2	0,002	0,1	1,5
Linden	15	0,4	0,003	0,1	1,7
Raunheim	16	0,4	0,004	0,1	1,6
Riedstadt	16	0,4	0,004	0,1	1,6
Wetzlar-Hermannstein	18	0,7	0,008	0,2	5,7
Wetzlar-Im Köhlersgarten	24	1,7	0,031	1,2	15,7
Wiesbaden-Ringkirche	19	0,5	0,004	0,1	2,1
Wiesbaden-Süd	15	0,4	0,004	0,1	1,7

Erläuterungen:

Luftmessstationen in Städten
 Luftmessstationen im ländlichen Raum
 Luftmessstationen an Verkehrsschwerpunkten
 Darstellung von Grenzwertüberschreitungen (39. BImSchV): in der Farbe „rot“
 Darstellung von Zielwertüberschreitungen (39. BImSchV): kursiv in der Farbe „rot“
 Erfassung von PM₁₀ ausschließlich zur Beurteilung der Staubinhaltsstoffe





Ballungsraum I: Rhein-Main

Darmstadt, Frankfurt Griesheim, Frankfurt-Höchst, Frankfurt-Sindlingen¹⁾, Frankfurt-Mitte, Frankfurt-Ost, Hanau-Mitte, Hanau-Wolfgang²⁾, Raunheim, Wiesbaden-Ringkirche, Wiesbaden-Süd

Ballungsraum II: Kassel

Kassel-Mitte³⁾, Kassel-Nord⁴⁾, Kassel-Bettenhausen²⁾

Gebiet I: Südhessen

Riedstadt⁵⁾, Biebesheim⁶⁾, Fürth/Odenwald⁷⁾

Gebiet II: Lahn-Dill⁸⁾

Linden, Wetzlar-Hermannstein

Gebiet III: Mittel- und Nordhessen

Kleiner Feldberg, Witzenhausen²⁾

¹⁾ wird seit 2015 nicht mehr betrieben

²⁾ wird seit 2007 nicht mehr betrieben

³⁾ in Betrieb seit März 2008

⁴⁾ Betrieb ab 2001 bis Februar 2008

⁵⁾ in Betrieb seit 2001

⁶⁾ Betrieb ab 1992 bis 2000

⁷⁾ Betrieb ab 2003 bis 2006

⁸⁾ ohne Wetzlar-Im Köhlersgarten und Aßlar Klein-Altenstädten

Abb. 15: Zeitreihe der Gebiets-Jahresmittelwerte 1990–2017, Schwermetalle als Bestandteil des Feinstaubs PM₁₀

9.1.2.2 Immissionsbeurteilung

Aufgrund der geringeren Abdeckung des Jahreszeitraumes mit 122 Proben (33 % der im Jahr möglichen Tagesmittelwerte) wird auf eine Beurteilung der ermittelten PM_{10} -Belastung anhand vorgeschriebener Grenzwerte, wie auch auf die Darstellung von Langzeittrends der PM_{10} -Immissionsbelastung, verzichtet. Nur die Messstellen „Wetzlar-Im Köhlersgarten“ und „Aßlar Klein-Altenstädten“ weisen eine vollständige Abdeckung eines Jahreskollektives auf und erlauben damit die Beurteilung einer Einhaltung der PM_{10} -Grenzwerte. Die diesbezüglichen Ergebnisse dieser beiden Messstellen werden im Kapitel „Feinstaub PM_{10} , Feinstaub $PM_{2,5}$ sowie Ruß“ dokumentiert.

Für die Berechnung der Jahresmittelwerte der Schwermetallkonzentration stehen im Jahr 60 Werte (entsprechend 5 im Monat) pro Station zur Verfügung. Im Probenahmeplan wurde eine gleichmäßige Verteilung der Probenahmetage über die Wochentage und das Jahr festgelegt. Die Probenzahl reicht für die Beurteilung der Schwermetallbelastung aus, da die für die genannten Elemente in der 39. BImSchV jeweils vorgeschriebenen unteren Beurteilungsschwellen bis auf eine Ausnahme deutlich unterschritten werden. Auch hier bilden die Messstellen „Wetzlar-Im Köhlersgarten“ und „Aßlar Klein-Altenstädten“ aufgrund ihrer höheren Abdeckung eine Ausnahme. Durch die in der Regel vollständige Abdeckung des Kalenderjahres kann die Konzentration der Metalle bei diesen Messstellen als Wochenmischproben bestimmt werden. In der Abbildung werden die langfristigen Trends der

Immissionsbelastung für die Metalle dargestellt, für die in der 39. BImSchV Grenzwerte (Blei) und Zielwerte (Arsen, Cadmium und Nickel) vorgeschrieben werden. Die unterschiedlichen Anfangszeitpunkte der Trendkurven haben ihren Grund darin, dass die Probenahme und auch die Analyseverfahren stufenweise verbessert werden konnten. Dies führte dazu, dass schließlich ab dem Jahr 1990 die Verfahrensqualität für die Cadmiummessung und ab 1992 auch die für die Bestimmung von Arsen ausreichte, um für die Ermittlung des Konzentrationstrends in der Außenluft belastbare Ergebnisse angeben zu können.

Die Zielwerte für Arsen, Cadmium und Nickel und auch der Grenzwert für Blei (in Kraft seit 2005) werden im Jahr 2017 deutlich unterschritten. Grundsätzlich geht die Schwermetallbelastung seit Messbeginn zurück. Das Belastungsniveau ist in den Gebieten Mittel- und Nordhessen sowie in Südhessen geringer als in den Ballungsräumen Rhein-Main und Kassel sowie im Gebiet Lahn-Dill. Während die Immissionssituation in den beiden erstgenannten Gebieten überwiegend durch den ländlichen Raum geprägt ist, spielen in den Ballungsräumen Emissionsquellen aus den Bereichen Straßenverkehr, Feuerungsanlagen und Industrie eine bedeutendere Rolle. Dies zeigt sich insbesondere im Gebiet Lahn-Dill, wo die Immissionssituation unter anderem auch den Einfluss der dort vorhandenen Schwerindustrie widerspiegelt. Im Einzelnen folgen Erläuterungen zu den Ergebnissen.

Arsen:

Aufgrund von Problemen mit den Blindwerten, bedingt durch das Filtermaterial, können erst ab 1992, nach dem Wechsel von Glasfaser- auf Quarzfaser- und später auf Cellulosenitratfilter konkrete Werte zur Arsenkonzentration veröffentlicht werden. Ab

1993 liegen die Arsenkonzentrationswerte in allen Gebieten unterhalb des Zielwerts von 6 ng/m^3 und erreichen im Jahr 2017 maximal 28 % des Zielwerts, dies allerdings auch nur noch an der Messstelle „Wetzlar-Im Köhlersgarten“.

Blei:

Das im Feinstaub PM_{10} enthaltene Blei wird seit 1983 erfasst. Bereits damals wurde der heute vorgeschriebene Grenzwert von $0,5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ deutlich unterschritten. Der Rückgang der Bleibelastung

ist im Wesentlichen eine Folge der stufenweisen Reduzierung des Bleigehaltes im Benzin durch das Benzin-Blei-Gesetz (BzBlG) und die entsprechende EG-Richtlinie (Richtlinie 98/70/EG).

Cadmium:

Auch der Cadmiumgehalt im Feinstaub PM₁₀ wird seit 1983 regelmäßig ermittelt. Allerdings erreichte – wie bei Arsen – das Messverfahren erst Anfang der 90er Jahre eine Qualität, die es erlaubte, das Verfah-

ren für die Ermittlung von Trends in der Außenluft einzusetzen. Die Werte liegen deutlich unterhalb des Zielwerts von 5 ng/m³ und veränderten sich in den letzten 10–15 Jahren kaum noch.

Nickel:

Wie bei den drei anderen Metallen wird durch die Messergebnisse auch bei Nickel ein deutlicher Konzentrationsrückgang belegt. Der vorgeschriebene Zielwert von 20 ng/m³ wird im Jahr 2017 an allen Messpunkten eingehalten. An der durch benachbarte industrielle Quellen belasteten Messstelle „Wetzlar-Im Köhlersgarten“ wurde eine verhältnismäßig hohe Konzentration im Vergleich zu den anderen Messstellen erfasst. Im Mittel zeigen die Konzentrationswerte der Gebiete und Ballungsräume in den

letzten zehn bis fünfzehn Jahren nur noch geringfügige Schwankungen.

Die Immissionsbelastung durch Schwermetalle als Bestandteil des Feinstaubes PM₁₀ ist zusammenfassend so zu charakterisieren, dass die Grenz- und Zielwerte bis auf eine Ausnahme sicher eingehalten sind. Im Einzelfall ist der immissionsseitige Einfluss der Schwermetallemissionen, insbesondere im Einwirkungsbereich metallverarbeitender Betriebe, noch zu erkennen.

9.1.3 Staubinhaltsstoffe im Feinstaub PM₁₀: PAK

9.1.3.1 Kenngrößen

Tab. 10: Einhaltung/Überschreitung des Zielwerts für BaP im Feinstaub PM₁₀ im Jahr 2017 sowie Jahresmittelwerte für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Komponente	BaP	BaA	BF (b+j+k)	DBA	INP
	Benzo(a)pyren	Benzo(a)-anthracen	Benzo(b,j,k)-fluoranthen	Dibenz(a,h)-anthracen	Indeno(1,2,3-cd)pyren
Einheit	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³
Mittelungszeitraum	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel
Zielwert	1				
Frankfurt Höhenstraße	0,22	0,12	0,76	0,02	0,35
Frankfurt Palmengarten	0,10	0,05	0,46	0,01	0,20
Fulda-Petersberger-Straße	0,23	0,12	0,81	0,02	0,35
Fulda-Künzeller-Straße	0,23	0,08	0,76	0,03	0,36
Heppenheim-Lehrstraße	0,33	0,18	0,98	0,03	0,44
Kassel-Fünffensterstraße	0,21	0,11	0,63	0,02	0,29
Kleiner Feldberg	0,03	0,02	0,14	0,00	0,14
Raunheim	0,17	0,07	0,55	0,02	0,25
Wetzlar	0,25	0,11	0,79	0,03	0,36
Wiesbaden-Ringkirche	0,17	0,14	0,54	0,01	0,23

Erläuterungen:

Luftmessstationen in Städten
 Luftmessstationen im ländlichen Raum
 Luftmessstationen an Verkehrsschwerpunkten

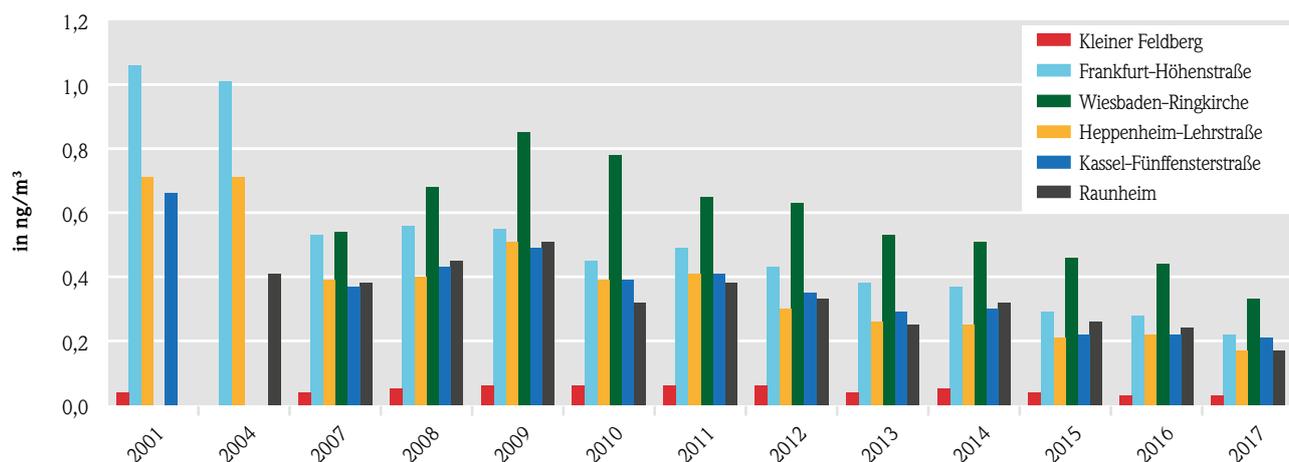


Abb. 16: Zeitreihe der Jahresmittelwerte 2001–2017, Benzo(a)pyren als Bestandteil des Feinstaubs PM₁₀

9.1.3.2 Immissionsbeurteilung

Bei der ersten Erfassung von Benzo(a)pyren (BaP) in Hessen im Jahr 1986/87 wurden Messwerte bis zu 2,3 ng/m³ ermittelt. Bei der zweiten Erhebung im Jahr 1995/96 wurde, mit Ausnahme der Messstelle Höhenstraße in Frankfurt am Main (Jahresmittelwert 1995 für Benzo(a)pyren 3,7 ng/m³), an allen Messstellen der seit dem Jahr 2013 einzuhaltende Zielwert von 1 ng/m³ unterschritten. Am Standort Frankfurt-Höhenstraße wird der Zielwert bereits seit dem Jahr 2001 eingehalten.

Verkehrsbezogene Stationen liefern erfahrungsgemäß höhere Messwerte als städtische oder ländliche Hin-

tergrundstationen. Insbesondere an der emittentenerfern gelegenen Station am Kleinen Feldberg wurde eine deutliche Abnahme bis zu einem aktuellen Wert von 0,03 ng/m³ ermittelt.

Im Mittel lässt sich ein Rückgang der Benzo(a)pyrenkonzentration im Feinstaub PM₁₀ beobachten. Somit liegen auch für das Jahr 2017 keine Zielwertüberschreitungen beim Benzo(a)pyren vor. Auch der höchste im Jahr 2017 erhobene Jahresmittelwert von 0,33 ng/m³, gemessen an der Station in Heppenheim, unterschreitet den Zielwert von 1 ng/m³ deutlich.

9.2 Staubbiederschlag

9.2.1 Kenngrößen

Die nachfolgende Tabelle stellt die Ergebnisse der Staubbiederschlagsmessungen für das Jahr 2017 zusammen. Die Gebietsmittelwerte werden aus den Mittelwerten der Einzelpunktdaten des jeweiligen Gebiets berechnet, wobei der Auswertung für den Staubbiederschlag im Idealfall 12 Messwerte je Messpunkt (monatliche Analyse) zugrunde liegen. Der

Jahresmittelwert der Schwermetalldepositionen setzt sich dagegen aus zwei Messwerten je Messpunkt (halbjährliche Analyse) zusammen. Nähere Informationen zu den einzelnen Messgebieten können der entsprechenden Tabelle im Kapitel 12 entnommen werden.

Tab. 11: Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und dessen Inhaltsstoffe im Jahr 2017

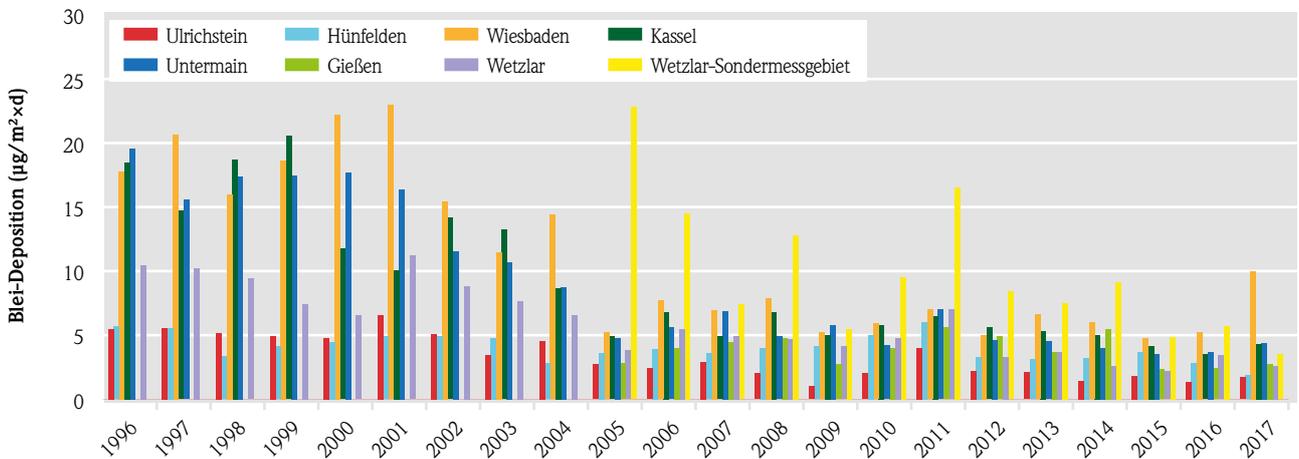
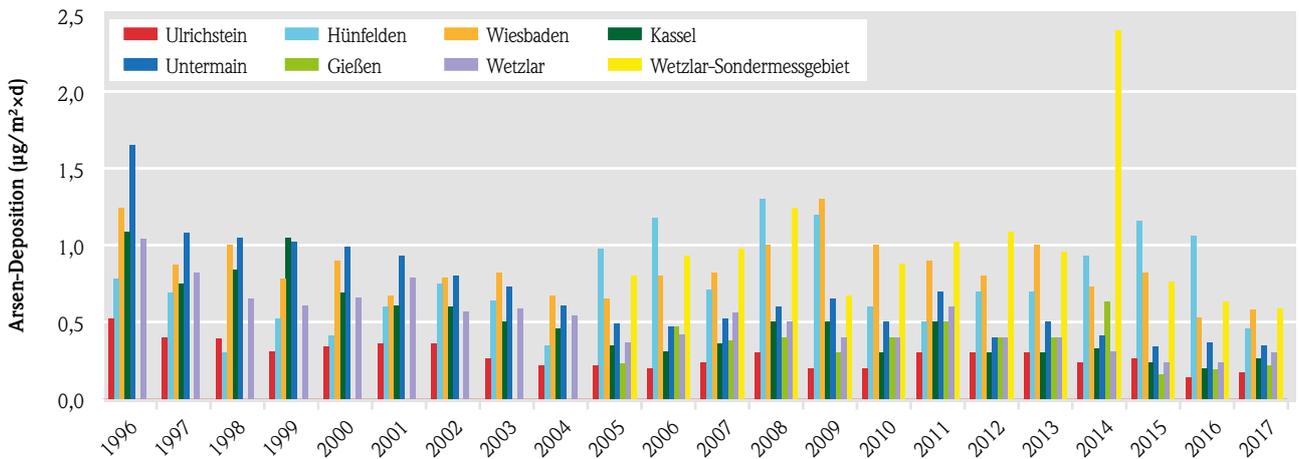
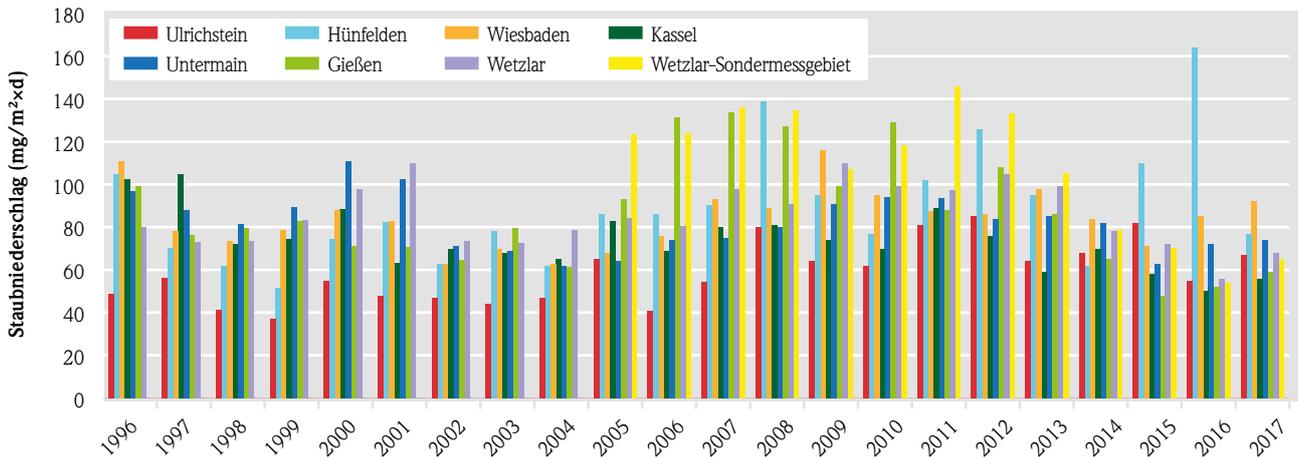
Messgebiet	Komponente	Immissionswert TA Luft	Einheit	punktweise Auswertung		Gebietsmittelwert
				Minimum	Maximum	
Gießen	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	44,00	95,00	59,00
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,14	0,28	0,22
	Blei	100	µg/m ² ×d	2,02	3,50	2,73
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,06	0,44	0,12
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,77	5,03	2,93
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,03	0,01
Hünfelden	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	42,00	154,00	77,00
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,16	1,12	0,46
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,17	3,04	1,85
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,04	0,82	0,23
	Nickel	15	µg/m ² ×d	0,71	2,84	1,67
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,04	0,01
Kassel	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	25,00	144,00	56,00
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,13	0,92	0,26
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,75	31,64	4,30
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,04	0,49	0,10
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,16	13,61	3,01
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,02	0,01
Ulrichstein	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	28,00	118,00	67,00
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,11	0,26	0,17
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,37	2,37	1,71
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,05	0,13	0,09
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,42	5,63	2,34
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,03	0,01
Untermain	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	23,00	314,00	74,00
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,12	1,15	0,35
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,50	25,43	4,38
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,04	1,45	0,12
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,19	10,98	3,33
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,06	0,01
Wetzlar	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	30,00	154,00	68,00
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,13	1,40	0,30
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,37	7,08	2,57
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,03	0,40	0,14
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,64	10,64	4,39
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,12	0,01
Wiesbaden	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	33,00	255,00	92,00
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,19	3,12	0,58
	Blei	100	µg/m ² ×d	2,35	59,10	9,47
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,05	0,80	0,14
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,50	21,16	3,26
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,30	0,03
Wetzlar Sondermessgebiet	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	42,00	87,00	65,00
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,28	0,91	0,59
	Blei	100	µg/m ² ×d	2,16	5,05	3,48
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,08	0,39	0,21
	Nickel	15	µg/m ² ×d	5,36	37,55	21,16
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,06	0,03

Erläuterungen:

Darstellung von Überschreitungen eines Immissionswerts nach TA Luft in der Farbe „rot“

Die nachfolgenden Abbildungen beschreiben die zeitliche Entwicklung der Depositionsraten für Staubbiederschlag sowie der Schwermetalle Arsen, Blei, Cadmium und Nickel im Zeitraum von 1996 bis 2017. Für das Element Thallium wird auf eine Trenddarstellung verzichtet, da die ermittelten Konzentrationen in der Regel unterhalb der Nachweis-

grenze des angewandten Messverfahrens liegen. Im Messgebiet Gießen werden Schwermetalle erst ab dem Jahr 2005 erfasst, sodass dort rückwirkend nur Ergebnisse für den Staubbiederschlag ohne die Inhaltsstoffe vorliegen. Die Erfassung der Depositionen im Sondermessgebiet Wetzlar erfolgt ebenfalls erst ab dem Jahr 2005.



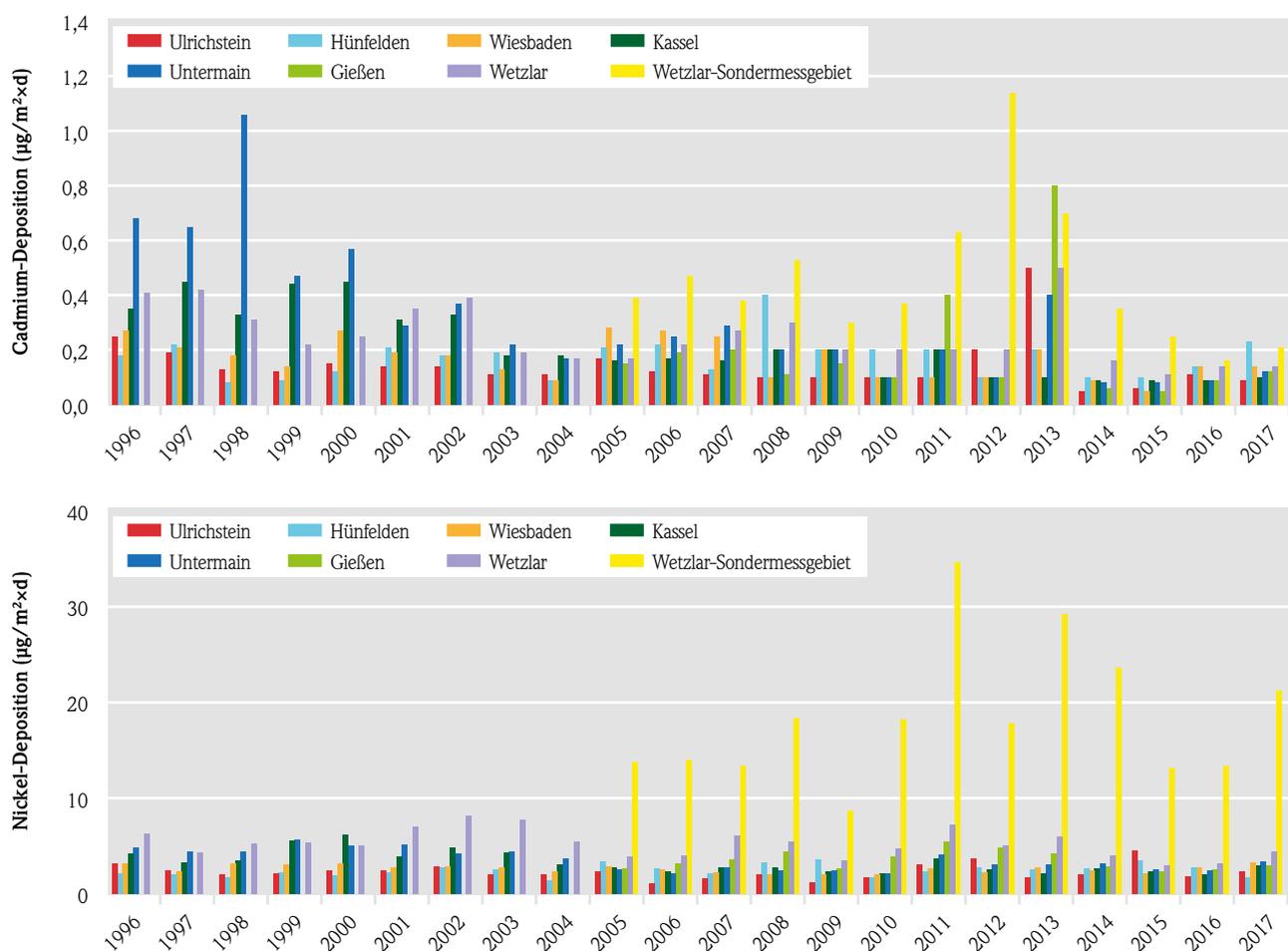


Abb. 17: Zeitreihen der mittleren Belastung durch Staubniederschlag und dessen Inhaltsstoffe 1996–2017

9.2.2 Immissionsbeurteilung

Die Immissionssituation wird auf Basis der in der TA Luft für Staubniederschlag, Arsen, Blei, Cadmium,

Nickel und Thallium vorgeschriebenen Immissionswerte beurteilt.

Staubniederschlag:

Der für die Einzelpunktbelastung vorgeschriebene Immissionswert für Staubniederschlag wird im Jahr 2017 an keinem der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Der maximal ermittelte Wert beträgt $314 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$ und wurde an einem Messpunkt nahe dem Goetheplatz in Frankfurt (Messgebiet Untermain) gemessen. Der niedrigste Wert wurde mit $23 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$ ebenfalls im Messgebiet Untermain, am Heinrich-Fischer-Bad in Hanau ermittelt. Bei Betrachtung der Gebietsmittelwerte weist das Mess-

gebiet Wiesbaden mit $92 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$ den höchsten Wert auf. Mit Ausnahme des Messgebiets Hünfelden weisen alle Gebiete einen leichten Anstieg gegenüber dem Vorjahr auf. Dieser ist aber nicht erheblich. Ein deutlicher Rückgang der Staubdeposition zeigt sich im Messgebiet Hünfelden. Hier ist der Gebietsmittelwert im Vergleich zum Vorjahr um mehr als die Hälfte zurückgegangen. Dies lässt sich durch einen deutlich erhöhten Einzelpunktwert an einem Messpunkt nahe der B417 im Jahr 2016 erklären.

Arsen:

Auch der vorgeschriebene Immissionswert für Arsen wird 2017 an allen Beurteilungspunkten in Hessen eingehalten. Die maximal gemessene Arsendeposition beträgt $3,12 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ und wurde in Mainz-Amöneburg festgestellt. Der niedrigste Wert für die Arsendeposition wurde mit $0,11 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ in Unter-Seibertenrod, im Messgebiet Ulrichstein ermittelt. Den höchsten Gebietsmittelwert weist mit $0,59 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ das Sondermessgebiet Wetzlar auf. Im Vergleich zum Vorjahr ist dieser jedoch geringfügig gesunken. Ein ähnlicher Gebietsmittelwert zeigt

sich auch für das Messgebiet Wiesbaden, hier ist die Arsendeposition gegenüber dem Vorjahr leicht angestiegen. Auch in den Messgebieten Gießen, Kassel, Ulrichstein und Wetzlar sind die Werte für Arsen im Vergleich zum Vorjahr leicht angestiegen. Im Gebiet Hünfelden ist ein deutlicher Rückgang der Arsendeposition zum Vorjahr zu verzeichnen. Dies lässt sich, wie auch beim Staubbiederschlag, durch den sehr hohen Maximalwert im Jahr 2016 erklären. Im Messgebiet Untermain bleibt die Arsendeposition auf einem ähnlichen Niveau wie im Vorjahr.

Blei:

Der Immissionswert für Blei wird an keinem der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Bleideposition beträgt $59,10 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ und wurde ebenfalls in Mainz-Amöneburg ermittelt. Der niedrigste Wert für die Bleideposition wurde mit $1,17 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ in Netzbach, im Messgebiet Hünfelden ermittelt. Das Messgebiet Wiesbaden weist mit $9,47 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ auch den

höchsten Gebietsmittelwert für Blei auf. Im Vergleich zum Vorjahr sind hier sowohl der Einzelpunktwert als auch der Gebietsmittelwert deutlich angestiegen. Auch die Gebiete Gießen, Kassel, Ulrichstein und Untermain zeigen einen leichten Anstieg in der Bleideposition gegenüber dem Vorjahr. In Hünfelden und Wetzlar sowie im Sondermessgebiet Wetzlar sind die Gebietsmittelwerte gegenüber 2016 leicht gesunken.

Cadmium:

Auch der Immissionswert für Cadmium wird an allen hessischen Beurteilungspunkten eingehalten. Die maximal gemessene Cadmiumdeposition wurde mit $1,45 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ in Hainburg, im Messgebiet Hanau ermittelt. Der niedrigste Wert für die Cadmiumdeposition wurde mit $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ am Messpunkt in Wetzlar-Hermannstein ermittelt. Bei Betrachtung der Gebietsmittelwerte weist das Gebiet Hünfelden

mit $0,23 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ den höchsten Wert auf. Einen ähnlichen Wert zeigt auch das Sondermessgebiet Wetzlar. In beiden Gebieten ist die Cadmiumdeposition gegenüber dem Vorjahr leicht angestiegen. Auch in den Gebieten Gießen und Untermain ist ein leichter Anstieg der Cadmiumdeposition zu verzeichnen. Für die übrigen Gebiete lässt sich ein gleichbleibendes Niveau feststellen.

Nickel:

Der für die Einzelpunktbelastung vorgeschriebene Immissionswert für Nickel wird im Jahr 2017 an vier der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Nickeldeposition wurde mit $37,55 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ im Köhlersgarten, im Sondermessgebiet Wetzlar ermittelt. Der Immissionswert wird zusätzlich an zwei weiteren Beurteilungspunkten in diesem Gebiet überschritten. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Sondermesspunkte in Wetzlar der besseren Erfassung von Depositionen in einem Gebiet mit ausgeprägter industrieller Aktivität dienen und somit gegenüber den anderen Messge-

bieten eine besondere Charakteristik aufweisen. Der für Nickel vorgeschriebene Immissionswert wird zudem an einem Messpunkt in Wiesbaden-Amöneburg überschritten. Die gemessene Nickeldeposition beträgt hier $21,16 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$. Der niedrigste Wert für die Nickeldeposition wurde mit $0,71 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ in Netzbach, im Messgebiet Hünfelden ermittelt. Im Vergleich zum Vorjahr ist die Nickeldeposition im Sondermessgebiet Wetzlar deutlich gestiegen. Auch der Gebietsmittelwert überschreitet hier im Jahr 2017 mit $21,16 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ den festgelegten Immissionswert. In den übrigen Messgebieten sind, mit

Ausnahme des Gebiets Hünfelden, ebenfalls leichte Zunahmen in der Nickeldeposition zu verzeichnen.

Diese bewegen sich jedoch im Rahmen der üblichen Schwankungsbreite.

Thallium:

Der Immissionswert für Thallium wird im Jahr 2017 an keinem der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Thalliumdeposition wurde mit $0,30 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ in der Emser Straße

in Wiesbaden ermittelt. Die ermittelten Depositionsraten für Thallium sind meist so gering, dass die Ergebnisse unterhalb der Nachweisgrenze des angewandten Messverfahrens liegen.

10 Luftbelastung im Umfeld des Frankfurter Flughafens

Seit Inbetriebnahme der Nordwest-Landebahn wurde die Luftqualität an vier Standorten rund um den Flughafen (Frankfurt-Lerchesberg, Flörsheim, Mörfelden-Walldorf, Neu-Isenburg) für jeweils ein Jahr erhoben. In allen untersuchten Fällen lag die Immissionsbelastung bezüglich der gesetzlich regulierten Schadstoffe (Feinstaub, Stickoxide, Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, etc.) eher niedriger als an anderen Luftmessstationen im näheren Umfeld oder höchstens in gleicher Größenordnung. Ein auffälliger Zusammenhang mit dem Flugbetrieb konnte nicht erkannt werden. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind auf der Internetseite des HLNUG veröffentlicht (<https://www.hlnug.de/?id=6588>).

In den letzten Jahren wurde nun auch das potenzielle Problem einer Belastung durch ultrafeine Partikel (UFP) sehr stark thematisiert. Als UFP werden alle Partikel mit einem Durchmesser kleiner 100 Nanometer (nm) bezeichnet. Sie stehen im Verdacht, besonders gesundheitsrelevant zu sein. Es existiert jedoch zurzeit weder eine wirkungsbezogene noch eine rechtliche Beurteilungsgrundlage für diese Messgröße. Verschiedene Untersuchungen an Flughäfen kommen zu dem Ergebnis, dass der Flugbetrieb eine erhebliche Quelle für UFP darstellt. Um dieser Frage nachzugehen, wurden erste Messungen der Gesamtanzahl der UFP im September 2015 an der Messstelle in Raunheim aufgenommen (in Kooperation mit dem Umweltbundesamt). Seit Herbst 2017 werden diese nun noch durch Messungen der Anzahlgrößenverteilung von Partikeln ergänzt. Die Messsysteme detektieren die Anzahlkonzentration der Parti-

kel in über 100 Größenklassen im Bereich von ca. 10 nm bis 500 nm und werden an der Messstation in Raunheim und in einer neuen temporären Messstation in Frankfurt-Schwanheim eingesetzt. Der Standort in Frankfurt-Schwanheim liegt am südwestlichen Rand der Stadt aber bereits im Frankfurter Stadtwald, wo nahegelegene potenzielle Partikelquellen, wie z.B. Emissionen des Kfz-Verkehrs, aber auch Gewerbe und Hausbrand bereits relativ weit entfernt sind.

Als Mittelwert über die ersten Monate der Messungen ergibt sich in Raunheim eine Gesamtkonzentration der Partikel im Größenbereich von ca. 10 nm bis 500 nm von ca. 7000 Partikel pro Kubikzentimeter ($1/\text{cm}^3$), was für die Lage der Station im städtischen Hintergrund nicht unüblich ist. Der Anteil an UFP beträgt etwa 85 %. In Frankfurt-Schwanheim ist die mittlere Gesamtkonzentration mit ca. $8900 1/\text{cm}^3$ jedoch deutlich höher und für die Lage auf den ersten Blick eher ungewöhnlich. Der Anteil an UFP an der gemessenen Anzahl von Partikeln im Größenbereich von 10 nm–500 nm liegt hier etwa bei 90 %.

Die bisherigen Messungen zeigen, dass an beiden Messstationen tagsüber sehr hohe Anzahlkonzentrationen insbesondere von sehr kleinen Partikeln (mit Durchmessern von etwa 10 nm bis 30 nm) auftreten, sobald der Wind aus Richtung des Flughafens weht. In Frankfurt-Schwanheim ist die Gesamtkonzentration der Partikel dann im Mittel 6-mal so hoch wie bei Wind aus anderen Richtungen, in Raunheim etwa

zweimal so hoch. Kommt der Wind während der Nachtstunden aus Richtung Flughafen, sind die Partikelkonzentrationen nicht signifikant höher als bei Wind aus anderen Richtungen. Auch wenn eine einfache Korrelation mit der Windrichtung nicht zwangsläufig als eindeutige und abschließende Quellenzuordnung zu verstehen ist und auch andere potenzielle Quellen für ultrafeine Partikel in Betracht zu ziehen sind (insbesondere an der Station Raunheim), so ist diese Windrichtungsabhängigkeit als auffällig zu bezeichnen.

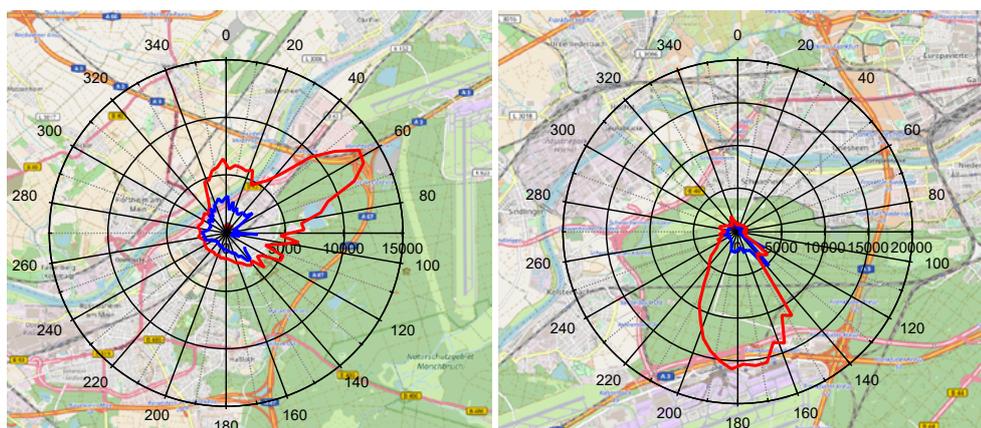


Abb. 18: Windrichtungsabhängige Auswertung der Anzahlkonzentration aller Partikel mit 10 nm bis 30 nm im Durchmesser in Raunheim (links) und Frankfurt-Schwanheim (rechts) über den Zeitraum September 2017 bis Februar 2018 (Karte: © OpenStreetMap-Mitwirkende, www.openstreetmap.org/copyright). Dargestellt ist jeweils die mittlere Anzahlkonzentration am Tag (rot) und in der Nacht (blau) für Zeiten, aus denen der Wind aus der angegebenen Richtung (in 5°-Schritten) wehte. Die Achsenkalierung ist in Partikel pro cm³ angegeben. Datenlücken treten auf, wenn im Mittelungszeitraum kein Wind aus der angegebenen Richtung wehte.

Die Gesamtkonzentration der Partikel weist in Frankfurt-Schwanheim, das sich aufgrund des vorrangig herrschenden Südwestwinds die meiste Zeit in der Abluft des Flughafens befindet, einen markanten Tages- und Wochengang auf, der untypisch für straßenverkehrsbeeinflusste Standorte ist. Die geringsten Partikelkonzentrationen werden zwischen 4:00 und 5:00 Uhr beobachtet. Ab 5:00 Uhr steigt die Konzentration stark an, bis 6:00 Uhr hat sie sich verdoppelt und bis 12:00 Uhr liegt sie mehr als 4-mal so hoch wie in der Nacht. Danach sinkt sie leicht, erreicht zwischen 22:00 und 23:00 Uhr ein weiteres Maximum und fällt nach 23:00 Uhr schnell auf ihren nächtlichen Wert zurück. Der rapide Anstieg und Abfall der Konzentration um 5:00 Uhr bzw. 23:00 Uhr stimmt mit der hauptsächlichen Betriebszeit des Flughafens auffällig gut überein. Anders als bei

straßenverkehrsbezogenen Messstellen unterscheidet sich auch der Tagesgang am Wochenende nicht von dem an einem Werktag.

Aus der stark von der Windrichtung beeinflussten Form der Größenverteilung und der damit verbundenen Höhe der Anzahlkonzentration in Raunheim und Frankfurt-Schwanheim sowie aus dem markanten Tages- und Wochengang in Frankfurt-Schwanheim lässt sich schließen, dass das Gelände des Flughafen Frankfurt eine bedeutsame Quelle

für ultrafeine Partikel ist. Das Auftreten der UFP ist nach den derzeitigen Erkenntnissen durch bodennahen Transport geprägt, das heißt durch die Emissionen, die beim Betrieb auf dem Flughafengelände entstehen.

Einschätzungen darüber, ob Überflüge unterhalb einer bestimmten Höhe als relevante Quelle für UFP am Boden in Betracht kommen, lassen sich aus den bisherigen Auswertungen nicht ableiten. Im Rahmen zukünftiger Messungen

an weiteren Standorten soll auch dieser Frage weiter nachgegangen werden.

Die ersten Ergebnisse der UFP-Messungen sind auf der Internetseite des HLNUG veröffentlicht (<https://www.hlnug.de/?id=12083>).

Die Messungen der Anzahlgrößenverteilung in Raunheim und Frankfurt-Schwanheim sollen weitergeführt und in Kürze noch durch mindestens eine weitere mobile Station ergänzt werden. Diese soll unter anderem dafür eingesetzt werden, sowohl den Beitrag unterschiedlicher Quellen (Flughafen, Straßenverkehr etc.) als auch räumliche Aspekte der Belastungssituation noch besser charakterisieren und differenzieren zu können.

11 Qualitätssicherung

Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) hat dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Dezernat I2 Luftreinhaltung, Immissionen – Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden) die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025 zugesprochen, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

- Ermittlung von gasförmigen anorganischen und organisch-chemischen Luftinhaltsstoffen bei Immissionen
- ausgewählte Prüfungen von partikelförmigen und an den Partikeln adsorbierten chemischen Verbindungen bei Immissionen
- Modul Immissionsschutz

Das HLNUG hat ein effektives Qualitätsmanagementsystem eingeführt und ist seit 11.02.2008 gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Der international anerkannte Kompetenznachweis wurde durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) im Rahmen einer Reakkreditierung bestätigt und durch die aktuelle Akkreditierungsurkunde vom 11.07.2016 dokumentiert (D-PL-14551-01-00).



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14551-01-00

Tab. 12: Übersicht der Messverfahren und Normen

Komponente	Messverfahren	Norm
SO ₂	Ultraviolett(UV)-Fluoreszenz	DIN EN 14212
CO	Nicht-dispersive Infrarot-Photometrie (NDIR)	DIN EN 14626
NO/NO ₂	Chemilumineszenz Passivsammler	DIN EN 14211 DIN EN 16339
O ₃	Ultraviolett(UV)-Photometrie	DIN EN 14625
BTX	Gaschromatographie Passivsammler	DIN EN 14662-3 DIN EN 14662-5
PM ₁₀ /PM _{2,5}	Radiometrie/Nephelometrie, Optische Verfahren Gravimetrie	DIN EN 16450 DIN EN 12341
Staubinhaltsstoffe Schwermetalle, PAK	Massenspektroskopie Gaschromatographie	DIN EN 14902 DIN EN 15549
Deposition	Bergerhoff-Verfahren	VDI 4320 Blatt 2, VDI 2267 Blatt 15
Ruß	Transmission/Reflektion	Akkreditiertes Hausverfahren analog DIN EN 16450

Die Tabelle stellt nur einen Auszug dar; der komplette Akkreditierungsumfang (Urkunde und Anlage) ist über folgende Internetseite einsehbar: <https://www.hlnug.de/?id=8768>. Bei einem Teil der im Bericht dokumentierten Untersuchungen kommt es zu einer Zweiteilung. Die Probenahme und Betreuung der Probenahmesysteme sowie die spätere Plausibilitätsprüfung werden vom HLNUG durchgeführt. Die Analyse von Passivsammlern auf Benzol und NO₂ sowie die Analyse auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und anorganischer

Inhaltsstoffe (insbesondere Schwermetalle) im Feinstaub PM₁₀ und in der Deposition werden von beauftragten Laboren durchgeführt. Diese Labore sind ihrerseits ebenfalls nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Die Akkreditierungen sind unter folgenden Internetseiten einzusehen:

- <http://www.passam.ch>
- <https://www.eurofins.de>
- <http://www.ucl-labor.de>

12 Details zu den Luftmessstationen, -stellen und -gebieten

12.1 Tabellarische Übersicht

Tab. 13: Standorte und Charakteristika der Luftmessstationen/Luftmessstellen

Stationsname/ Messstellenname	Höhe ü. NN (m)	Längengrad (WGS 84)	Breitengrad (WGS 84)	Klassifizierung
Aßlar Klein-Altenstädten	220	8°27'47"	50°34'41"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Bad Arolsen	343	8°55'41"	51°25'51"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Bebra	204	9°48'00"	50°58'12"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Bensheim Nibelungenstraße	112	8°37'23"	49°40'57"	städtisches Gebiet, Verkehr
Bensheim Rodensteinstr.	103	8°37'12"	49°40'58"	städtisches Gebiet, Verkehr
Burg Herzberg	491	9°27'33"	50°46'13"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Darmstadt	158	8°39'52"	49°52'20"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Darmstadt Heinrichstr. I	149	8°38'59"	49°51'56"	städtisches Gebiet, Verkehr
Darmstadt Heinrichstr. II	143	8°38'54"	49°51'55"	städtisches Gebiet, Verkehr
Darmstadt Heinrichstr. III	141	8°38'51"	49°51'55"	städtisches Gebiet, Verkehr
Darmstadt Hügelstraße	157	8°39'11"	49°52'09"	städtisches Gebiet, Verkehr
Darmstadt-Hügelstraße	158	8°39'13"	49°52'10"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Alte Oper	104	8°40'16"	50°06'57"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Börneplatz	99	8°41'14"	50°06'44"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt-Friedb. Landstraße	119	8°41'30"	50°07'28"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Griesheim	98	8°36'12"	50°05'43"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt-Höchst	103	8°32'33"	50°06'06"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt Höhenstraße	122	8°42'00"	50°07'26"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Lerchesberg	138	8°40'58"	50°04'52"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt-Mitte	103	8°41'01"	50°06'38"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt-Ost	100	8°44'46"	50°07'31"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt Palmengarten	105	8°39'23"	50°07'32"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt Pforzheimer Str.	100	8°39'46"	50°06'15"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Reuterweg	107	8°40'12"	50°07'20"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Riederwald I	101	8°43'50"	50°07'49"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Riederwald II	99	8°43'57"	50°07'56"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt Riederwald III	101	8°44'18"	50°07'52"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Römerberg	100	8°40'56"	50°06'37"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Fulda-Künzeller Straße	280	9°41'45"	50°32'33"	städtisches Gebiet, Verkehr
Fulda-Petersberger Straße	277	9°41'05"	50°33'00"	städtisches Gebiet, Verkehr
Fulda-Zentral	271	9°40'48"	50°32'46"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Fürth/Odenwald	484	8°49'02"	49°39'12"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Gießen Johannette-Lein-Gasse	162	8°40'16"	50°35'07"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Gießen-Westanlage	162	8°40'06"	50°35'02"	städtisches Gebiet, Verkehr
Hanau	108	8°55'17"	50°08'08"	städtisches Gebiet, Hintergrund

Stationsname/ Messstellenname	Höhe ü. NN (m)	Längengrad (WGS 84)	Breitengrad (WGS 84)	Klassifizierung
Hanau-Mitte	107	8°55'34"	50°07'49"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Heppenheim-Lehrstraße	110	8°38'31"	49°38'35"	städtisches Gebiet, Verkehr
Hofheim Elisabethenstr.	135	8°26'57"	50°05'18"	städtisches Gebiet, Verkehr
Kassel-Fünffensterstraße	179	9°29'28"	51°18'43"	städtisches Gebiet, Verkehr
Kassel-Mitte	181	9°29'00"	51°18'51"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Kellerwald	483	9°01'54"	51°09'17"	ländlich regional, Hintergrund
Kleiner Feldberg	811	8°26'45"	50°13'18"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Limburg	128	8°03'39"	50°22'59"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Limburg Diezer Str.	132	8°03'13"	50°23'04"	städtisches Gebiet, Verkehr
Limburg Frankfurter Str.	143	8°04'13"	50°22'59"	städtisches Gebiet, Verkehr
Limburg Schiede I	122	8°03'34"	50°23'10"	städtisches Gebiet, Verkehr
Limburg Schiede II	122	8°03'32"	50°23'15"	städtisches Gebiet, Verkehr
Limburg-Schiede	122	8°03'35"	50°23'11"	städtisches Gebiet, Verkehr
Linden	172	8°41'03"	50°31'58"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Marburg	182	8°46'09"	50°48'15"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Marburg-Universitätsstraße	190	8°46'13"	50°48'25"	städtisches Gebiet, Verkehr
Michelstadt	209	9°00'07"	49°40'21"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Offenbach Bieberer Str.	109	8°46'33"	50°06'08"	städtisches Gebiet, Verkehr
Offenbach Mainstr.	102	8°46'22"	50°06'25"	städtisches Gebiet, Verkehr
Offenbach Untere Grenzstr.	107	8°47'04"	50°06'05"	städtisches Gebiet, Verkehr
Offenbach-Untere Grenzstraße	108	8°47'05"	50°06'05"	städtisches Gebiet, Verkehr
Raunheim	90	8°27'05"	50°00'37"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Reinheim Darmstädter Str.	164	8°49'56"	49°49'40"	städtisches Gebiet, Verkehr
Riedstadt	87	8°31'00"	49°49'30"	ländlich stadtnah, Hintergrund
Rüsselsheim Rugby-Ring	92	8°25'27"	49°59'44"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Spessart	502	9°23'57"	50°09'51"	ländlich regional, Hintergrund
Wasserkuppe	931	9°56'09"	50°29'51"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Wetzlar	152	8°30'02"	50°34'01"	städtisches Gebiet, Verkehr
Wetzlar-Hermannstein	183	8°29'42"	50°34'40"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Wetzlar-Im Köhlersgarten	161	8°29'31"	50°34'31"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Wetzlar Linsenbergstr.	164	8°29'30"	50°34'30"	städtisches Gebiet, Verkehr
Wiesbaden Bahnhofplatz	110	8°14'36"	50°04'17"	städtisches Gebiet, Verkehr
Wiesbaden Ludwig-Erhard-Str.	156	8°11'45"	50°04'19"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Wiesbaden Mainzer Str.	110	8°15'17"	50°03'31"	städtisches Gebiet, Verkehr
Wiesbaden-Ringkirche	145	8°13'49"	50°04'37"	städtisches Gebiet, Verkehr
Wiesbaden-Schiersteiner Str.	140	8°13'43"	50°04'19"	städtisches Gebiet, Verkehr
Wiesbaden-Süd	121	8°14'41"	50°03'01"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Witzenhausen/Wald	610	9°46'28"	51°17'30"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Zierenberg	489	9°16'16"	51°21'38"	ländliches Gebiet, Hintergrund

Abkürzungen:**Höhe ü. NN:** Höhe über Normalnull**WGS 84:** World Geodetic System 1984**Erläuterungen:**
 Luftmessstationen in Städten

 Luftmessstationen im ländlichen Raum

 Luftmessstationen an Verkehrsschwerpunkten

Tab. 14: Geräteausstattung der Luftmessstationen/Luftmessstellen, Jahr des Messbeginns

Stationsname	Schwefel-dioxid	Kohlen-monoxid	Stickstoff-monoxid	Stickstoff-dioxid	Benzol, Toluol m-/p-Xylol	Ozon	Feinstaub PM ₁₀	Feinstaub PM _{2,5}	Ruß	Schwermetalle im Feinstaub PM ₁₀	PAK im Feinstaub PM ₁₀
Aßlar Klein-Altenstädten							17*			17	
Bad Arolsen			99	99		99	00	10			
Bebra			88	88		88	00				
Bensheim Nibelungenstraße				14**							
Bensheim Rodensteinstr.				16**							
Burg Herzberg			11	11		11					
Darmstadt	77	77	77	77		84	00			02*	
Darmstadt Heinrichstr. I				16**							
Darmstadt Heinrichstr. II				16**							
Darmstadt Heinrichstr. III				16**							
Darmstadt Hügelstraße				14**							
Darmstadt-Hügelstraße		94	94	94	99		00				
Frankfurt Alte Oper				17**							
Frankfurt Börneplatz				17**							
Frankfurt-Friedb. Landstraße		93	93	93	96		01	10			
Frankfurt Griesheim										02*	
Frankfurt-Höchst	79		80	80		84	00			02*	
Frankfurt Höhenstraße											07*
Frankfurt Lerchesberg				13**							
Frankfurt-Mitte										03*	
Frankfurt-Ost			84	84		84	00	08*		01*	
Frankfurt Palmengarten											07*
Frankfurt Pforzheimer Str.				16**							
Frankfurt Reuterweg				17**							
Frankfurt Riederwald I				16**							
Frankfurt Riederwald II				16**							
Frankfurt Riederwald III				16**							
Frankfurt Römerberg				17**							
Fulda-Künzeller Straße											08*
Fulda-Petersberger Straße		06	06	06	06		06	10			07*
Fulda-Zentral			17	17		17	17				
Fürth/Odenwald			87	87		87	03				
Gießen Johannette-Lein-Gasse				15**							
Gießen-Westanlage		06	06	06	08**		06	10			03
Hanau	77		77	77		92	00				
Hanau-Mitte										02*	
Heppenheim-Lehrstraße			06	06	06**		06	10			07*
Hofheim Elisabethenstr.				14**							
Kassel-Fünffensterstraße		99	99	99	99**		00				07*

Stationsname	Schwefel-dioxid	Kohlen-monoxid	Stickstoff-monoxid	Stickstoff-dioxid	Benzol, Toluol m-/p-Xylol	Ozon	Feinstaub PM ₁₀	Feinstaub PM _{2,5}	Ruß	Schwermetalle im Feinstaub PM ₁₀	PAK im Feinstaub PM ₁₀
Kassel-Mitte	08		08	08		08	08	08*		08*	
Kellerwald	06		06	06		06	06				
Kleiner Feldberg			92	92		92	10			01*	01*
Limburg			98	98	11**	98	00				
Limburg Diezer Str.				09**							
Limburg Frankfurter Str.				09**							
Limburg Schiede I				09**							
Limburg Schiede II				09**							
Limburg-Schiede		15	15	15			15				
Linden	95	95	95	95		95				01*	
Marburg			88	88		88	00				
Marburg-Universitätsstraße		06	06	06	08**		06	10			
Michelstadt	09		99	99		99	00				
Offenbach Bieberer Str.				09**							
Offenbach Mainstr.				09**							
Offenbach Untere Grenzstr.				09**							
Offenbach-Untere Grenzstr.		13	13	13	14**		13				
Raunheim	76	76	79	79		82	00		13	02*	02*
Reinheim Darmstädter Str.				15**							
Riedstadt			96	96		96	00			01*	
Rüsselsheim Rugby-Ring				11**							
Spessart			86	86		86					
Wasserkuppe	00		00	00		00	00				
Wetzlar	79		79	79	04	92	00				07*
Wetzlar-Hermannstein										02*	
Wetzlar-Im Köhlersgarten							08*			08*	
Wetzlar Linsenbergstr.				09**							
Wiesbaden Bahnhofsplatz				17**							
Wiesbaden Ludwig-Erhard-Str.				17**							
Wiesbaden Mainzer Str.				17**							
Wiesbaden-Ringkirche		92	91	91	95		00	10	13	01*	01*
Wiesbaden-Schiersteiner Str.			11	11			11				
Wiesbaden-Süd	77		77	77		82	00	08*	15	01*	
Witzenhausen/Wald			83	83		83	04				
Zierenberg			13	13		13	13				

Erläuterungen:

 * Feinstaub Erhebung gravimetrisch (Anmerkung: Vor dem Jahr 2000 wurde Feinstaub PM₁₀ als Gesamtstaub gemessen.)

**Erhebung mit Passivsammlern

 Luftmessstationen in Städten

 Luftmessstationen im ländlichen Raum

 Luftmessstationen an Verkehrsschwerpunkten

Tab. 15: Geräteausstattung der Luftmessstationen (Meteorologie), Jahr des Messbeginns

Stationsname	Windrichtung	Windgeschwindigkeit	Temperatur	Relative Feuchte	Luftdruck	Globalstrahlung	Niederschlag
Bad Arolsen	00	00	99	99	04	99	
Bebra	88	88	88	88			
Burg Herzberg	11	11	11	11	11		11
Darmstadt	03	03	03	03	03		
Frankfurt-Höchst	04	04	04	04			
Frankfurt-Ost	84	84	84	84	99		
Fulda-Zentral	17	17	17	17			
Fürth/Odenwald	87	87	87	87	90	87	87
Hanau			77	77	03		
Kassel-Mitte	08	08	08	08	08	08	
Kellerwald	06	06	06	06	06	06	06
Kleiner Feldberg	76	76	98	98		98	
Limburg	98	98	98	98			99
Linden	96	96	96	96	07	99	
Marburg	04	04	04	04			
Michelstadt	99	99	99	99		99	
Raunheim	81	81	77	77			
Riedstadt	96	96	96	96	04	96	
Spessart	86	86	86	86	91	86	86
Wasserkuppe	00	00	00	00		00	02
Wetzlar	82	82	81	81	83	90	03
Wiesbaden-Süd	82	82	84	84	01		
Witzenhausen/Wald	83	83	83	83	92	84	83
Zierenberg	13	13	13	13	13	13	13

Erläuterungen:

Luftmessstationen in Städten
 Luftmessstationen im ländlichen Raum

Tab. 16: Beschreibung der Messgebiete für Staubbiederschlag und dessen Inhaltsstoffe

Messgebiete	Rechtswert	Hochwert	Anzahl der Messpunkte	Größe des Messgebiets in km ²	Gebietsbeschreibung
Gießen	3476-3478	5603-5605	9	4	Stadtgebiet, teilweise Industrie
Hünfelden	3436-3438	5576-5578	9	4	ländliches, emissionsfernes Vergleichsmessgebiet (Intensivlandwirtschaft)
Kassel	3534-3538	5685-5689	21	13	Stadtgebiet, teilweise Industrie
Ulrichstein	3509-3511	5608-5610	9	4	ländliches, emissionsfernes Vergleichsmessgebiet (Grünland)
Untermain	3466-3500	5548-5557	111	73	Stadtgebiet, teilweise Industrie
Wetzlar	3462-3466	5602-5606	25	16	Stadtgebiet, teilweise Industrie
Wiesbaden	3443-3449	5543-5550	32	21	Stadtgebiet, teilweise Industrie
Wetzlar Sondermessgebiet	3464-3464	5603-5605	4	0,25	Stadtgebiet, überwiegend Industrie

Erläuterungen:

Die Messpunkte der jeweiligen Messgebiete liegen innerhalb der durch die oben genannten Rechts- und Hochwerte begrenzten Flächen.

12.2 Kartenübersicht

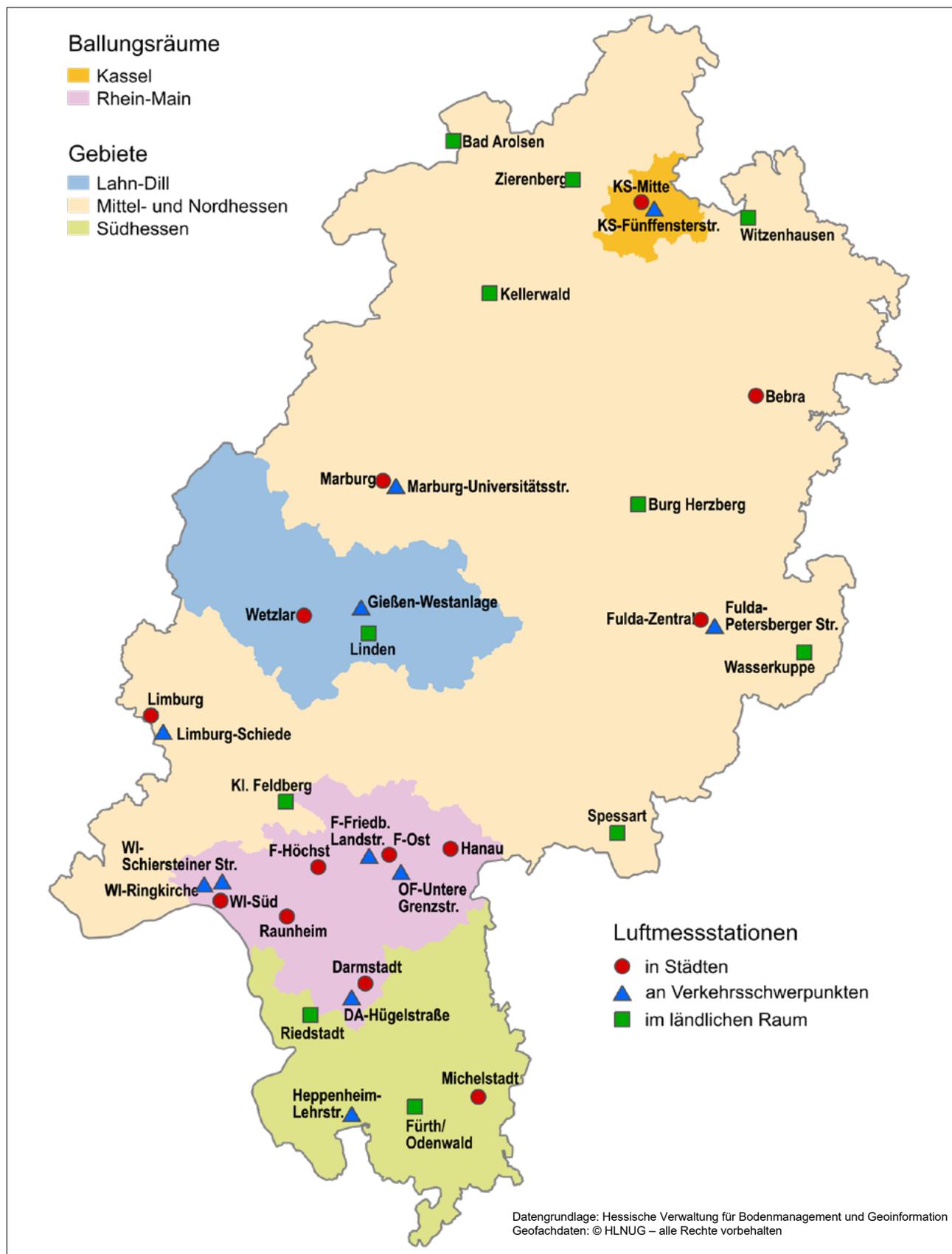


Abb. 19: Hessisches Messnetz zur kontinuierlichen Überwachung der Luftqualität, einschließlich Messstationen mit Messverfahren zur gravimetrischen Erfassung von Feinstaub $PM_{2,5}$ sowie Messstationen mit Passivsammlern zur Messung von BTX (Stand 2017)

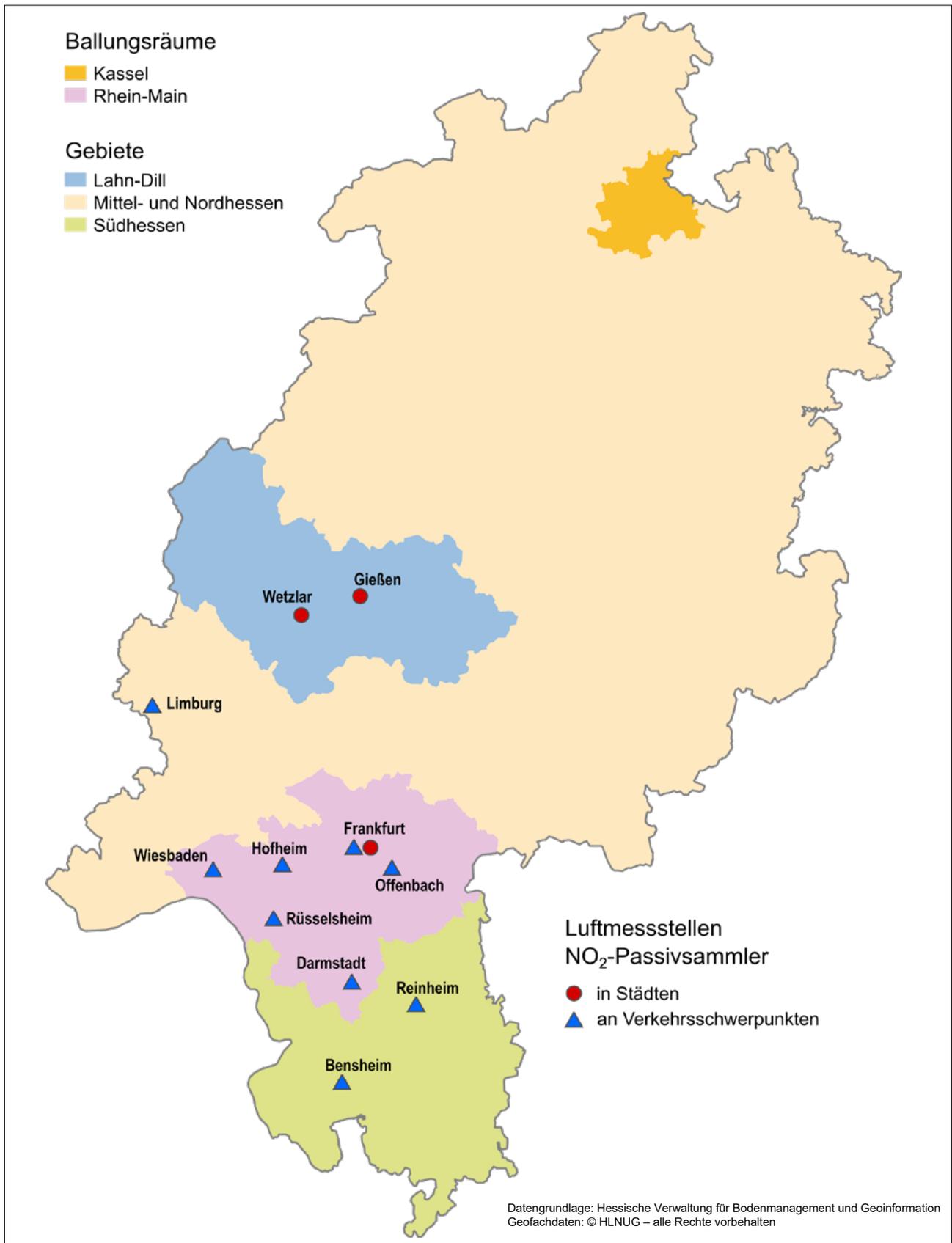


Abb. 20: Luftmessstellen mit NO₂-Passivsammlern (Stand 2017). In einzelnen Städten werden mehrere Passivsammler eingesetzt, Details sind der Tab. 14 zur Geräteausstattung der Luftmessstellen zu entnehmen.

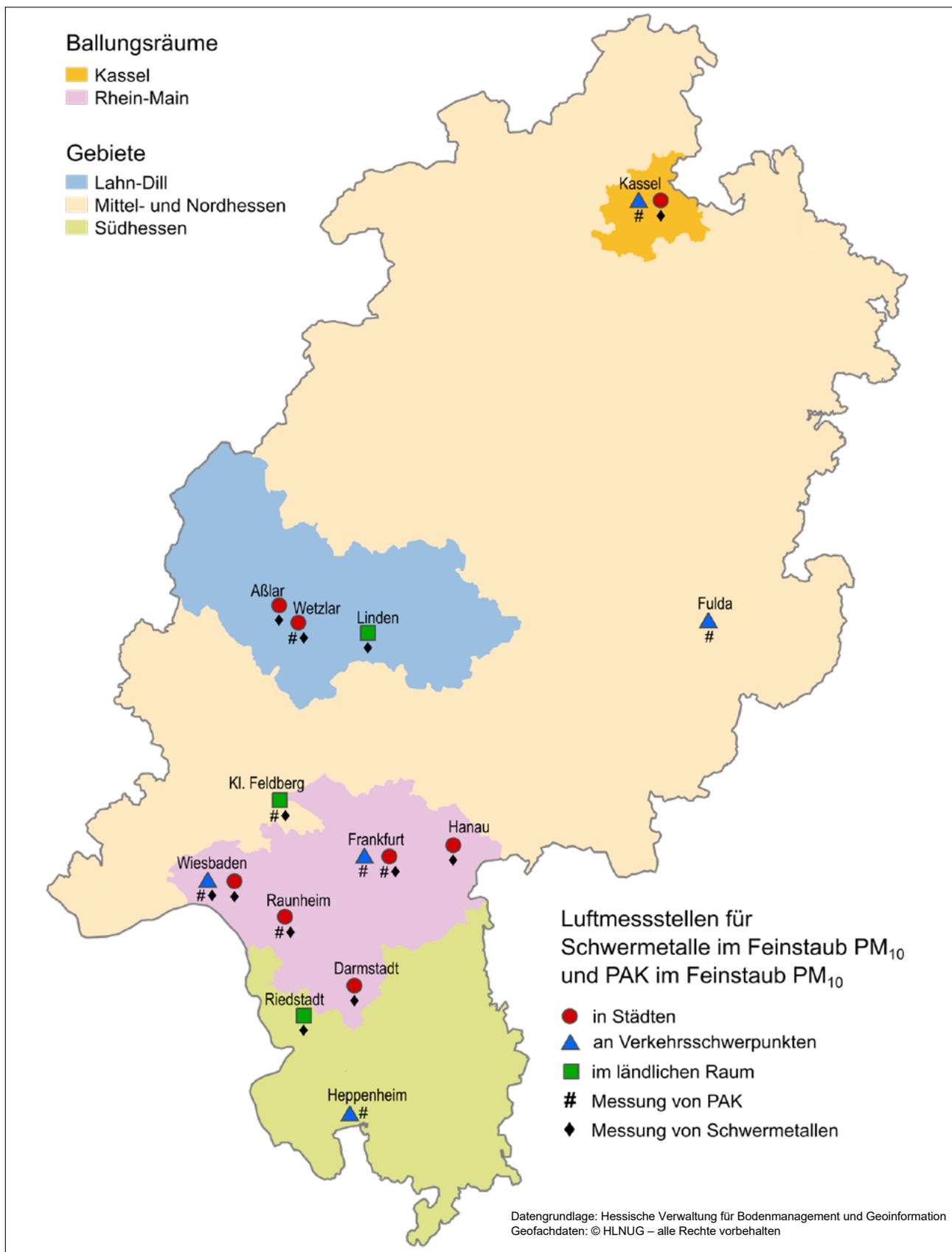


Abb. 21: Hessisches Messnetz zur Erfassung von Schwermetallen im Feinstaub PM₁₀ sowie Hessisches PAK-Messnetz zur Erfassung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen im Feinstaub PM₁₀ (Stand 2017). In einzelnen Städten gibt es mehrere Messstellen zur Erfassung von Schwermetallen bzw. PAK im Feinstaub PM₁₀, Details sind der Tab. 14 zur Geräteausstattung der Luftmessstellen zu entnehmen.

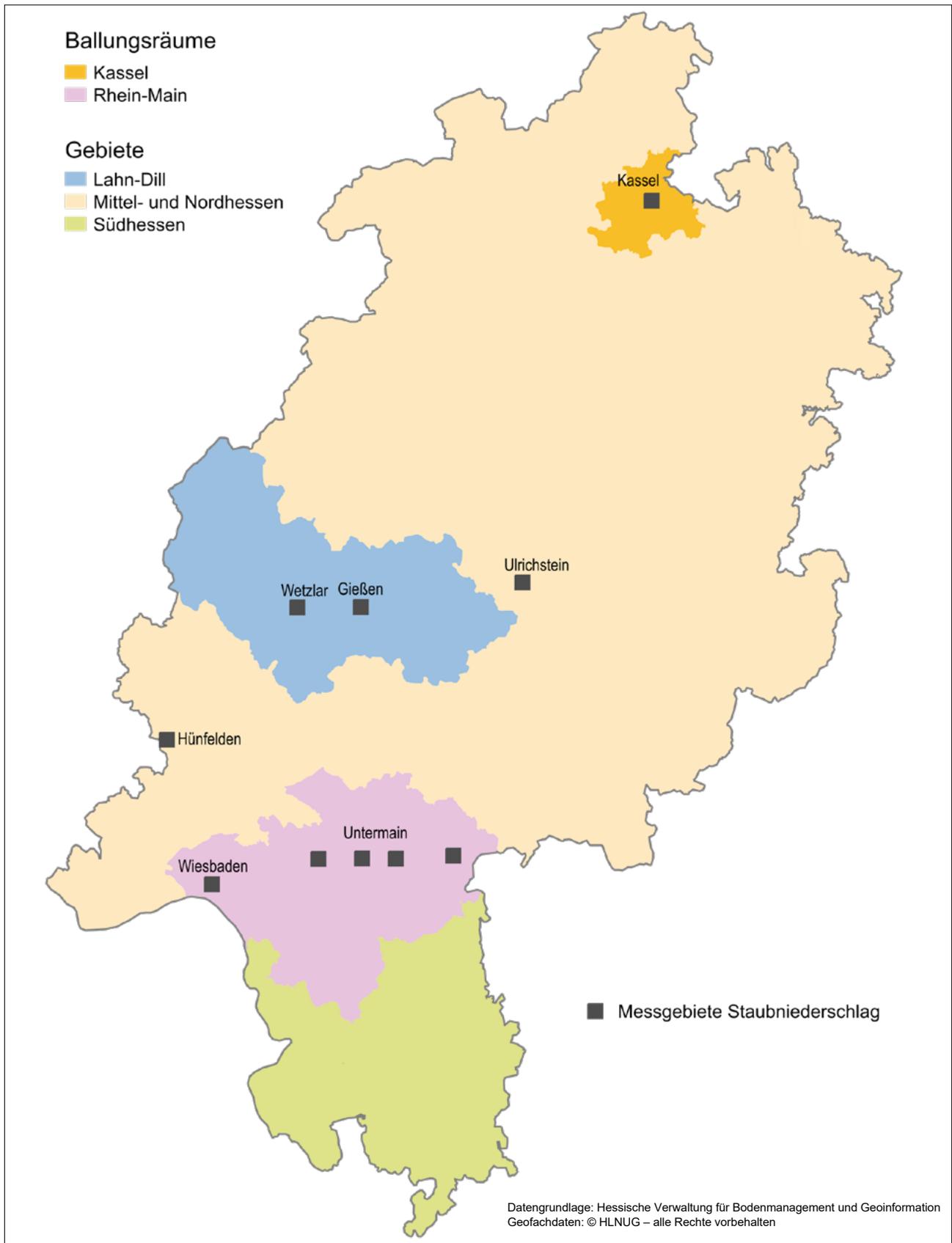


Abb. 22: Messgebiete zur Erfassung des Staubniederschlags in Hessen (Stand 2017)

Publikation der Messergebnisse

- Internet: <https://www.hlnug.de>
(Lufthygienischer Tagesbericht, Monatskurz-, Monats-, Jahreskurz- und Jahresbericht sowie aktuelle Messwerte)
- Videotext – Hessischer Rundfunk – Hessentext:
Tafeln 160 bis 168 (aktuelle Messwerte)
Tafeln 174 bis 178 (Wetterdaten)

Gesetzliche Grundlagen

- Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa in Verbindung mit der Richtlinie (EU) 2015/1480 der Kommission vom 28. August 2015
- Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft
- Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) in der Fassung vom 10. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2244)
- Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002 (GMBI. S. 511)
- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz, BImSchG) in der Fassung vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771).
- VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2, Ausgabe Jan. 2012, Messung atmosphärischer Deposition, Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode (VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 4)

