

Lufthygienischer Jahresbericht 2019



Lufthygienischer Jahresbericht 2019

Wiesbaden, Dezember 2020

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Impressum

Lufthygienischer Jahresbericht 2019

Bearbeitung: Nicolai Föll, Prof. Dr. Stefan Jacobi, Dr. Diana Rose, Daniel Schwarzloh, Wilma Travnicek, Kerstin Wolf, Katja Wucher

Titelbild: Roman Pompejus, Katja Wucher

Layout: Nadine Senkpiel

Herausgeber:

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

Telefon: 0611 6939-0

Telefax: 0611 6939-555

www.hlnug.de

Das HLNUG auf Twitter:

https://twitter.com/hlnug_hessen

Version	Veröffentlicht	Bemerkung
1.0	Dezember 2020	
1.1	Januar 2021	siehe Erratum Jan. 2021

Erratum

Lufthygienischer Jahresbericht 2019

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden im Januar 2021

Aufgrund eines Fehlers in der Berechnung der Mittelwerte über alle Stationen eines Stationstyps müssen mehrere Werte in der Abb. 9 „Anzahl der Stundenmittelwerte > 180 µg/m³ pro Jahr als Mittelwert über alle verfügbaren Stationen gleichen Stationstyps der Stationen“ korrigiert werden.

Für den „Lufthygienischen Jahresbericht 2019“ ergeben sich Änderungen auf den folgenden Seiten:

Seite 19, Abb. 9: Zeitreihe der Anzahl der Stundenmittelwerte > 180 µg/m³ pro Jahr als Mittelwert über alle verfügbaren Stationen gleichen Stationstyps, 2000–2019, Ozon

Luftmessstationen in Städten:	Wert für das Jahr 2005: 10 (vorher: 7)
	Wert für das Jahr 2006: 15 (vorher: 14)
Luftmessstationen im ländlichen Raum:	Wert für das Jahr 2003: 92 (vorher: 73)
	Wert für das Jahr 2004: 11 (vorher: 9)
	Wert für das Jahr 2005: 10 (vorher: 9)
	Wert für das Jahr 2010: 10 (vorher: 9)

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

Diese Broschüre wurde mit FSC-Zertifizierung gedruckt.

Inhalt

Impressum	2
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	7
2.4 Schwermetalle im Feinstaub PM ₁₀	7
2.5 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) 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	32
10 Welche Wirkungen haben Fahrverbote auf die Stickstoffdioxid-Konzentrationen?	36
11 Qualitätssicherung	39
12 Details zu den Luftmessstellen und -gebieten	40
12.1 Tabellarische Übersicht	40
12.2 Kartenübersicht	45

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 Baudenkmälern, 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 Messnetzzentrale im HLNUG nach Wiesbaden übertragen. Von dort aus werden die Daten über verschiedene Medien zeitnah veröffentlicht, damit sich Interessierte aktuell informieren können. 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. Die Messdaten sind eine wesentliche Grundlage für die hessische Luftreinhalteplanung, deren Ziel das Erreichen und Einhalten anspruchsvoller Luftqualitätsstandards ist.

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 script is cursive and fluid.

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 2019. 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 seinen Inhaltsstoffen sowie dem Messprogramm zum Staubbiederschlag und seinen Inhaltsstoffen dargestellt. Darüber hinaus wird die Auswirkung von Fahrverboten auf die Stickstoffdioxid-Konzentrationen erörtert. Messstellen, die nicht zur gebietsbezogenen Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden, sind im Bericht in kursiver Schreibweise dargestellt.

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.

Die aufgrund der aufwändigeren Inhaltsstoffuntersuchungen der Feinstaub- und Staubbiederschlagsproben unvermeidbare zeitliche Verzögerung des Berichts wird durch die 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 ausulegen. Jede Messstation setzt sich aus dem Probenahmesystem, den einzelnen Messgeräten mit Kalibriereinheit und der Stationselektronik zusammen. Die Mess- und Kalibrierverfahren 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 5 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 ablagert, werden nachfolgend Laboranalysen zur Bestimmung der Inhaltsstoffe des Staubbiederschlags 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 Schadstoffgehalts 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 sowie Kartendarstellungen zu den

einzelnen Messstellen und Messgebieten (Staubniederschlag) sind am Ende des Berichts aufgeführt.

Unter dem Begriff einer „Messstation“ ist die besondere Form einer „Messstelle“ zu verstehen, die einen klimatisierten Container für den Betrieb kontinuierlich laufender Analysatoren für eine größere Anzahl verschiedener Schadstoffe voraussetzt.

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 2019 wurden insgesamt 36 Immissionsmessstationen unterhalten: 14 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 -Außenluftkonzentration im Probenahmezeitraum geschlossen werden. Um die Gleichwertigkeit der so ermittelten Werte mit dem kontinuierlichen Referenzmessverfahren zu gewährleisten, werden fortlaufend auch Parallelmessungen an ausgewählten Messstationen 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 Passivsammler-Messstellen kommen. In der zusammenfassenden Tabelle „Geräteausstattung der Luftmessstellen, Jahr des Messbeginns“ ist explizit gekennzeichnet, welche Messstellen mit Passivsammlern arbeiten.

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 NO₂ 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 verkehrsbezogene 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 Schwermetallbelastung im Feinstaub PM₁₀ führt das HLNUG Messungen mit diskontinuierlichen Verfahren durch. Im Jahr 2019 wurden an insgesamt 16 Messstellen Staubprobensammler betrieben. 12 Messstellen liegen in Städten, 3 im ländlichen Raum und 1 an einem Verkehrsschwerpunkt. Die gesammelten Staubproben wurden anschließend auf 13 Schwermetalle untersucht. In diesem Bericht werden allerdings nur die Messergebnisse der Komponenten näher beschrieben, für die ein Grenz- oder Zielwert in der 39. BImSchV vorgegeben ist, dies sind Arsen, Blei, Cadmium und Nickel.

Aufgrund der geringeren zeitlichen Abdeckung von 122 Proben im Jahr werden die im Rahmen dieser Untersuchungen gleichzeitig gravimetrisch erhobenen PM₁₀-Messwerte für die Beurteilung der PM₁₀-Belastung nicht mit herangezogen und daher auch nicht in diesem Bericht aufgeführt. Nur die Messstellen „Wetzlar-Im Köhlersgarten“ und

„Aßlar Klein-Altenstädten“ weisen eine vollständige Abdeckung eines Jahreskollektives auf und erlauben damit die Beurteilung bezüglich der Einhaltung der PM₁₀-Grenzwerte. Die Ergebnisse dieser beiden Messstellen werden im Kapitel „Feinstaub PM₁₀, Feinstaub PM_{2,5} sowie Ruß“ dokumentiert.

Die Schwermetallkonzentration im Feinstaub PM₁₀ wird auf Basis der Analyse von 60 Proben pro Jahr und Messstelle ermittelt, dabei wird eine gleichmäßige Verteilung der Probenahmetage über die Wochentage und das Jahr festgelegt. Die Probenanzahl reicht für die Beurteilung der Schwermetallbelastung aus, da für die genannten Komponenten die in der 39. BImSchV jeweils vorgeschriebenen unteren Beurteilungsschwellen unterschritten werden. Auch hier weisen die Messstellen „Wetzlar-Im Köhlersgarten“ und „Aßlar Klein-Altenstädten“ eine Besonderheit auf. Hier erfolgt eine tägliche Probenahme und eine anschließende Bestimmung der Konzentration aus Wochenmischproben.

2.5 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feinstaub PM₁₀

Nach der 39. BImSchV sind bestimmte polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) als Bestand-

teile der PM₁₀-Fraktion zu erfassen. Im hessischen PAK-Messprogramm wurden deshalb im Jahr 2019

an 10 Messstellen in einem diskontinuierlichen Verfahren Proben zur Analyse dieser PAK genommen. 6 dieser Messstellen haben Verkehrsbezug, 3 überwachen die PAK-Belastung im städtischen Hintergrund. Eine weitere Messstelle im ländlichen Raum dient als Vergleichsstandort. Zur Probenahme 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 aro-

matischen 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 3 Jahre und über alle für die Beobachtung 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 3 Stationen durchgeführt. Die Daten werden dort mit dem gravimetrischen Referenzmessverfahren (DIN EN 12341) erfasst.

2.7 Messprogramm für den Staubbiederschlag und seine Inhaltsstoffe

Als Staubbiederschlag (Deposition) wird die Gesamtablagerung 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 Gesamtdosition des Staubbiederschlags messpunktbezogen ermittelt. Monatlich wird zunächst die Masse des Staubbiederschlags erfasst. Dieser wird im Labor zusätzlich auf seine Inhaltsstoffe analysiert. Für die Inhaltsstoffanalysen werden jeweils 6 Monate zu Halbjahresmischproben zusammengefasst. Das Komponentenspektrum umfasst Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kobalt, Eisen,

Nickel, Vanadium, Kupfer, Mangan, Thallium und Zink. Im Jahr 2019 wurde der Staubbiederschlag in 7 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 Bewertung der Immissionsituation erfolgt auf Basis der TA Luft, die Immissionswerte für die Komponenten Staubbiederschlag, Arsen, Blei, Cadmium, Nickel, Thallium und Quecksilber 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 Staubbiederschlag und seine Inhaltsstoffe nach TA Luft

Komponente	Mittelungszeitraum	Immissionswert	Schutzziel
Staubbiederschlag	Jahresmittel	0,35 g/m ² ×d	Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag
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	
Quecksilber	Jahresmittel	1 µg/m ² ×d	

4 Witterung

Im Jahr 2019 war es in Hessen im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten (Referenzzeitraum 1981–2010) zu warm. Nach einem Jahresbeginn mit durchschnittlichen Temperaturen folgten mehrere vergleichsweise warme Monate. Die Durchschnittstemperatur im Mai lag dann allerdings um 2 °C Grad unter den Temperaturen des Referenzzeitraums. Im Juni schnellten die Temperaturen wieder in die Höhe, so dass sich der Juni 2019 als zweitwärmster Juni in Hessen seit Beginn der Aufzeichnungen (1881) darstellt. Auch im weiteren Verlauf des Jahres waren alle Monate stets wärmer als das langjährige Mittel.

Den Niederschlagsverhältnissen nach war 2019 ein etwas zu trockenes Jahr. Während in den ersten Mo-

naten die Niederschläge mal über, mal unter dem Durchschnitt des Referenzzeitraumes lagen, war es ab Juni (mit Ausnahme des Oktobers) eher zu trocken. Dennoch kam es immer wieder zu starken Unwettern mit lokalen Starkregenereignissen, Hagel und Sturm.

Die Sonnenscheindauer lag in der Summe über dem langjährigen Mittel. Vor allem in den Monaten Februar, Juni und Dezember war die Anzahl der Sonnenstunden um die Hälfte oder mehr größer als die Anzahl im jeweiligen Monat des Referenzzeitraums.

Beurteilungsgrundlage sind die Datenerhebungen des Deutschen Wetterdienstes.

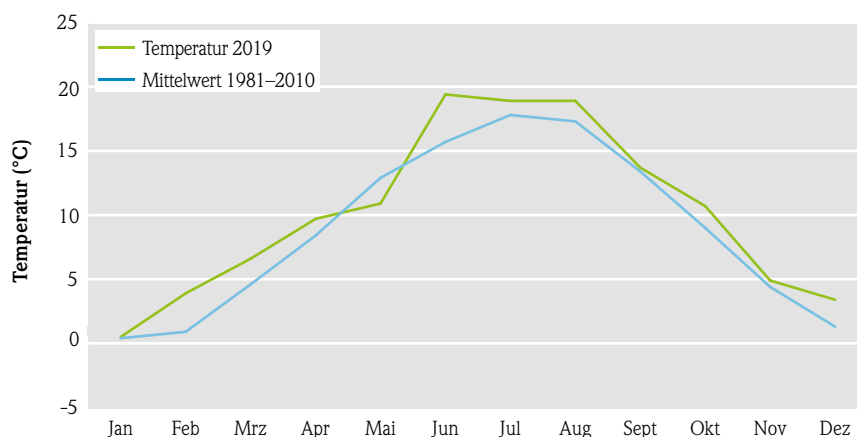


Abb. 1: Temperatur in Hessen, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

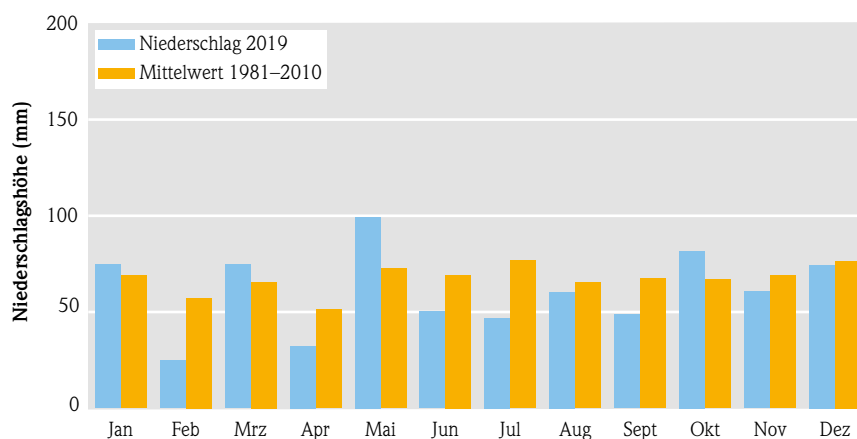


Abb. 2: Niederschlagshöhe in Hessen, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

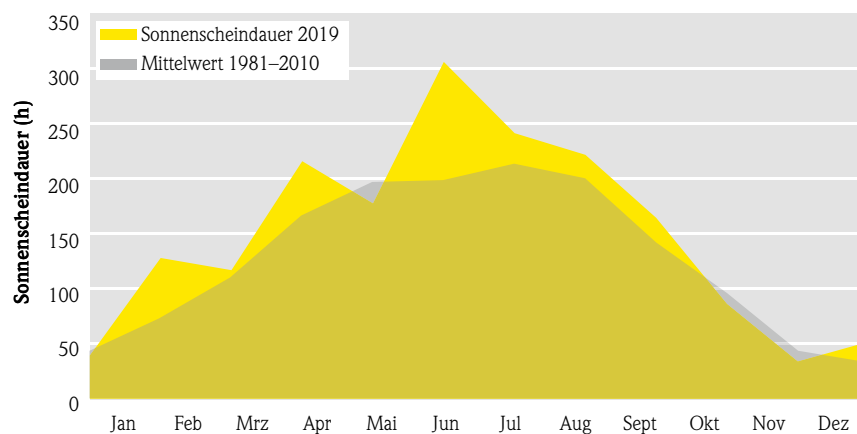


Abb. 3: Sonnenscheindauer in Hessen, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

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

5.1 Kenngrößen

Tab. 3: Einhaltung/Überschreitung der Grenzwerte im Jahr 2019 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				
Messstelle	Anzahl	Wert	Wert	Wert	Wert
Alsfeld		42,3			
Alsfeld II		33,8			
Alsfeld III		37,2			
Bad Arolsen	0	7,7	64,8	0,7	8,5
Bebra	0	14,3	77,1	4,6	21,4
Bensheim Nibelungenstr.		38,9			
Burg Herzberg	0	6,7	46,3	0,6	7,3
Darmstadt	0	22,3	110,7	5,7	30,9
Darmstadt Heinrichstr. II		42,2			
Darmstadt Hügelsstr.		54,7			
Darmstadt-Hügelstr.	1	38,4	203,5	30,5	85,3
Eschborn Frankfurter Str.		26,2			
Eschborn Georg-Büchner-Str.		17,9			
Eschborn Hamburger Str.		24,0			
Eschborn Hauptstr. III		26,6			
Frankfurt Börneplatz		51,0			
Frankfurt-Friedb. Landstr.	0	41,7	177,0	27,2	83,4
Frankfurt-Höchst	0	34,2	128,2	21,1	66,5
Frankfurt Lerchesberg		18,6			
Frankfurt Mainkai ²⁾		41,5			
Frankfurt-Ost	0	29,0	130,7	14,6	51,3
Frankfurt Pforzheimer Str.		44,0			
Frankfurt Riederwald I		43,9			
Frankfurt Riederwald II		24,9			
Frankfurt Riederwald III		49,7			
Frankfurt Römerberg		29,2			
Frankfurt-Schwanheim	0	23,4	123,1	9,1	37,3

Komponente	Stickstoffdioxid (NO ₂)			Stickstoffmonoxid (NO)	Stickoxide (NO _x)
Fulda-Petersberger Str.	0	37,9	140,1	35,7	92,7
Fulda-Zentral	0	19,7	70,7	7,9	31,7
Fürth/Odenwald	0	7,3	51,8	0,6	7,8
Gießen Johannette-Lein-Gasse		24,1			
Gießen-Westanlage	0	40,2	162,1	40,5	102,3
Hanau	0	24,3	116,0	9,0	38,1
Heppenheim-Lehrstr.	0	29,8	118,7	21,9	63,4
Kassel-Fünffensterstr.	0	38,3	121,6	31,4	86,4
Kassel-Mitte	0	20,0	103,7	4,9	27,6
Kellerwald	0	5,8	58,2	0,5	6,3
Kleiner Feldberg	0	6,1	62,3	0,5	6,7
Limburg	0	22,1	94,0	12,7	41,5
Limburg Diezer Str.		32,8			
Limburg Frankfurter Str.		46,1			
Limburg Schiede I		52,1			
Limburg Schiede II		38,6			
Limburg-Schiede	0	42,3	159,8	50,0	118,9
Linden	0	14,9	70,3	4,8	22,3
Marburg	0	21,0	93,7	8,3	33,7
Marburg Bahnhofstr.		39,9			
Marburg Universitätsstr.		36,1			
Marburg-Universitätsstr.	0	28,6	102,3	19,6	58,7
Michelstadt	0	15,7	79,6	7,6	27,3
Offenbach Bieberer Str.		37,6			
Offenbach Mainstr.		44,8			
Offenbach Untere Grenzstr.		44,9			
Offenbach-Untere Grenzstr.	0	35,9	135,8	29,6	81,2
Raunheim	0	27,1	107,7	13,2	47,3
Riedstadt	0	16,3	73,3	5,0	23,5
Rüsselsheim Rugby-Ring		38,1			
Spessart	0	6,4	45,1	0,6	6,9
Wasserkuppe	0	4,2	40,3	0,5	4,6
Wetzlar	0	27,7	101,0	20,1	58,5
Wetzlar Linsenbergstr.		19,8			
Wiesbaden-Ringkirche	0	44,4	171,3	44,3	112,4
Wiesbaden-Schiersteiner Str.	0	44,5	158,2	43,5	111,2
Wiesbaden-Süd	0	25,8	109,2	10,6	42,1
Witzenhausen/Wald	0	5,5	41,0	0,5	6,0
Zierenberg	0	7,4	49,6	0,5	7,9

Abkürzungen**Anzahl:** Anzahl der aufgetretenen Überschreitungen**Wert:** Wert der Jahreskenngröße**Erläuterungen:**¹⁾ „kritische Werte“ (Grenzwerte) zum Schutz der Vegetation abseits anthropogener Quellen, Abstandskriterium in Hessen nicht erfüllt²⁾ zu berücksichtigen: Straßensperrung ab 30.07.2019, siehe Kapitel 10

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

Kursiv: Messstellen, die nicht zur gebietsbezogenen Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden

Messstellen in Städten

Messstellen im ländlichen Raum

Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

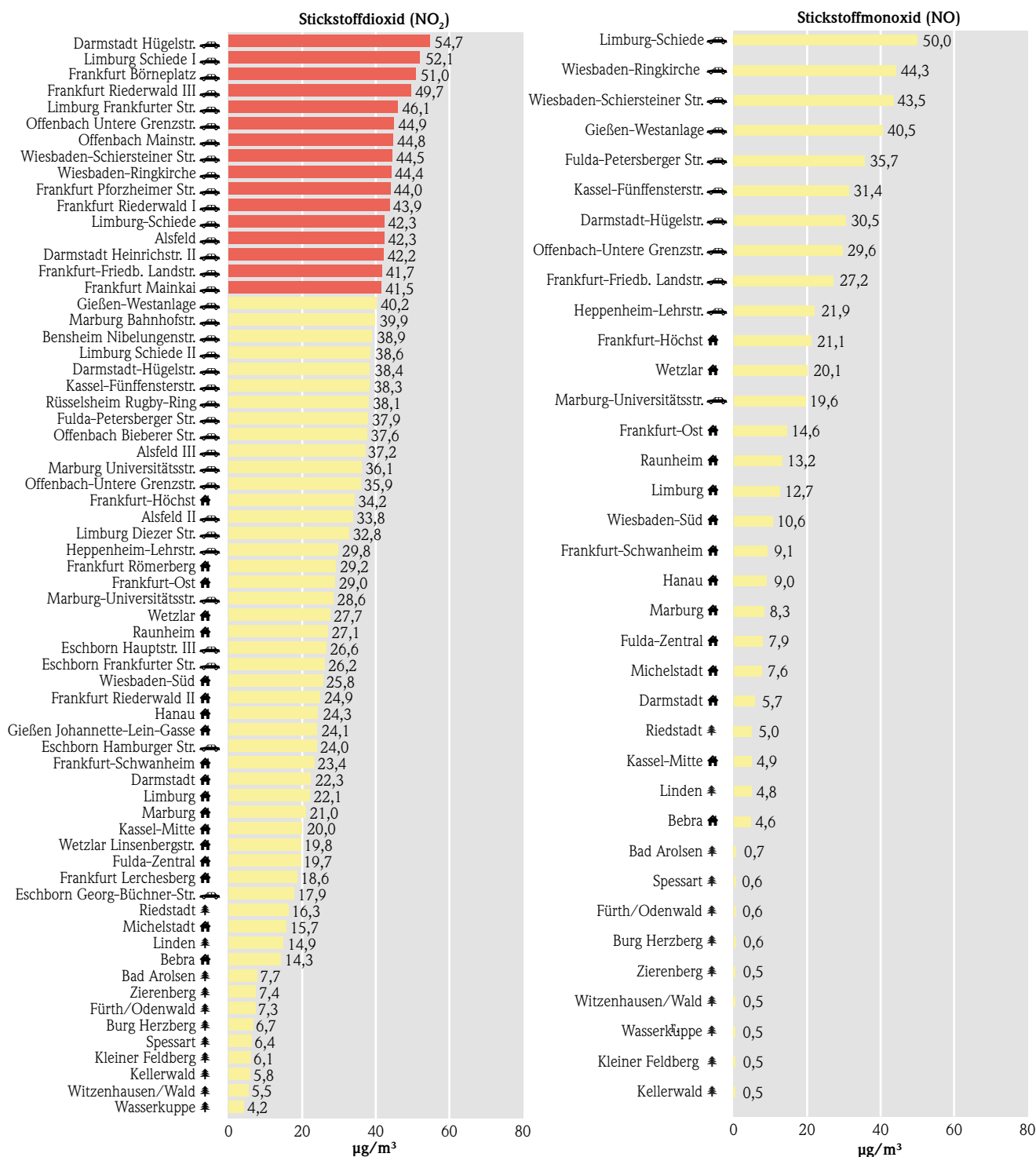


Abb. 4: Jahresmittelwerte 2019, Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid (absteigend sortiert)

Erläuterungen:

Darstellung von Grenzwertüberschreitungen (39. BImSchV) als rote Balken

🏠 Messstellen in Städten

🌳 Messstellen im ländlichen Raum

🚗 Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

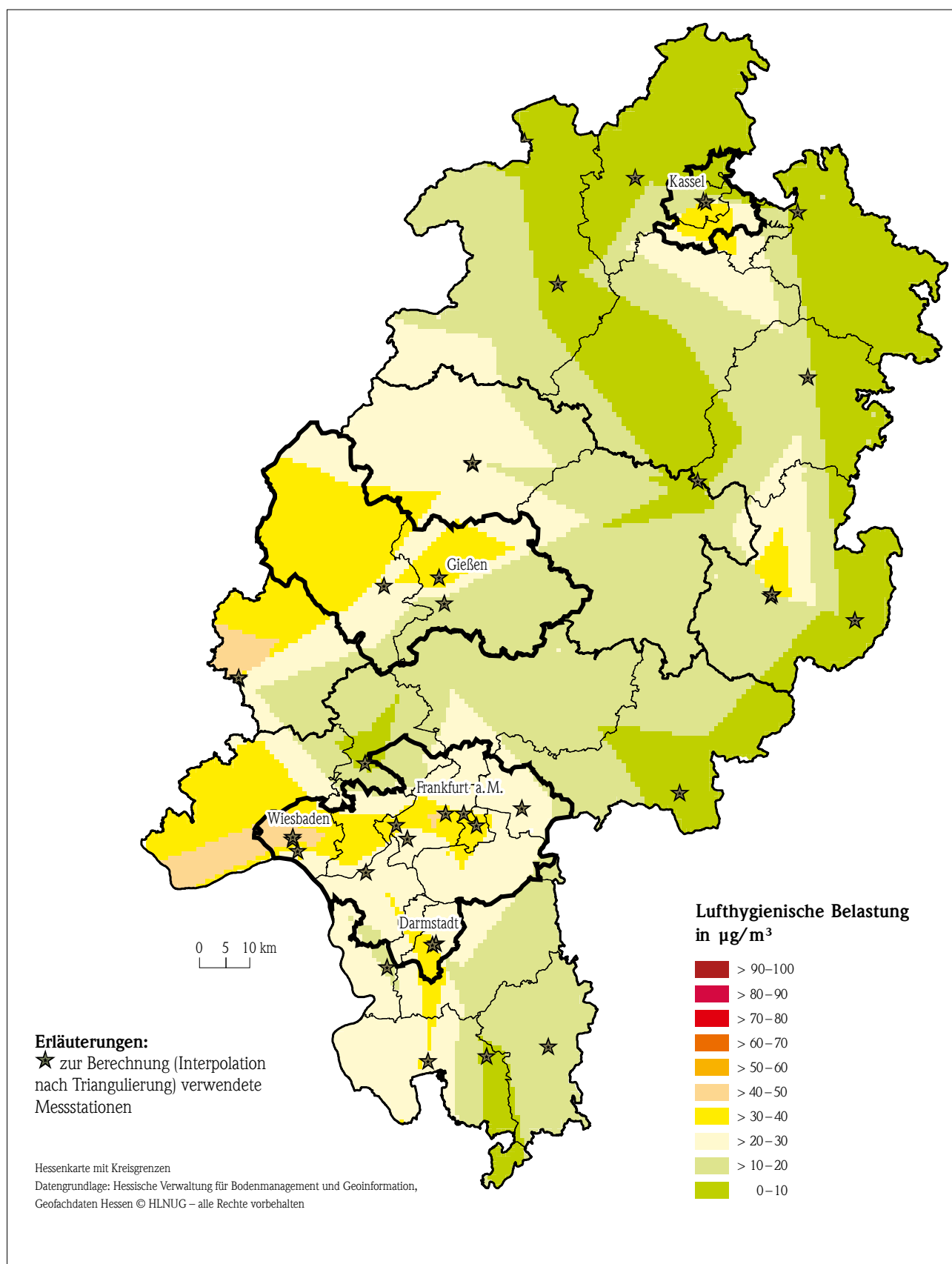


Abb. 5: Flächenhafte Darstellung der Jahresmittelwerte 2019, Stickstoffdioxid

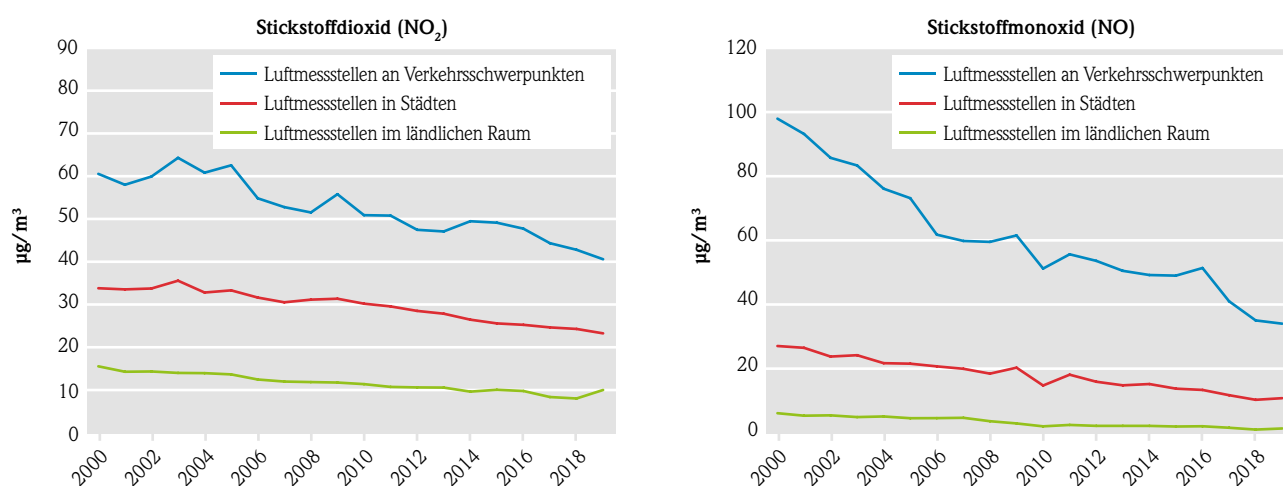


Abb. 6: Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2000–2019 an Messstellen für Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid. Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Luftmessstellen gleichen Charakters (Verkehrsschwerpunkte, Städte, ländlicher Raum) in ganz Hessen gebildet. Dabei wurden die Werte aller im jeweiligen Jahr verfügbaren Messstellen, die zur Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden, in der Berechnung verwendet.

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 verkehrsbezogenen Messstellen zu finden ist.

Über die Jahre ist eine leichte Abnahme der Immissionsbelastung zu beobachten. Dennoch wird der NO₂-Langzeitgrenzwert von 40 µg/m³ für den Jahresmittelwert an zahlreichen Messstellen nicht eingehalten. Im Jahr 2019 war dies bei 44 % der verkehrsbezogenen Messstellen der Fall. Betrachtet man alle Messstellen, an denen NO₂ erfasst wird, wurde bei

einem Anteil von einem Viertel der Messstellen der Grenzwert für den Jahresmittelwert überschritten. Die Überschreitungen traten dabei ausschließlich an verkehrsbezogenen Messstellen auf. Die wesentliche Ursache dafür ist in den Emissionen des Kfz-Verkehrs zu sehen.

Die NO₂-Stundenwerte lagen nur an einer verkehrsbezogenen Messstation oberhalb der Schwelle von 200 µg/m³, nämlich am Standort Darmstadt-Hügelstraße. Dort wurde ein maximaler Stundenwert von 203,5 µg/m³ erfasst. Dies war die einzige Überschreitung des Schwellenwerts von 200 µg/m³. Demnach liegt die Belastung weit unterhalb der Anzahl von 18 zulässigen Überschreitungen.

6 Ozon (O₃)

6.1 Kenngrößen

Tab. 4: Einhaltung/Überschreitung von Ziel- oder Schwellenwerten im Jahr 2019 für O₃ sowie maximale 1-h- und 8-h-Werte

Komponente	Ozon (O ₃)					
Einheit	µg/m ³			µg/m ³ ×h	µg/m ³	
Mittelungszeitraum	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	18 000		
Zulässige Überschreitungen/Jahr			25			
Messstelle	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Wert	Wert	Wert
Bad Arolsen	3	0	29	15 265	195,3	164,7
Bebra	1	0	23	14 857	186,9	163,0
Burg Herzberg	0	0	38	18 194	179,5	170,4
Darmstadt	9	0	25	16 319	223,8	181,0
Frankfurt-Höchst	6	0	17	12 389	227,3	182,5
Frankfurt-Ost	9	0	16	13 629	193,4	183,0
Frankfurt-Schwanheim	13	0	26*	*	230,4	197,9
Fulda-Zentral	4	0	22	16 337**	206,0	180,3
Fürth/Odenwald	6	0	44	19 126	211,1	179,9
Hanau	5	0	35	18 297	203,6	179,4
Kassel-Mitte	4	0	23	14 316	193,0	165,2
Kellerwald	6	0	27	15 475	189,8	176,2
Kleiner Feldberg	23	0	53	22 788	203,3	194,8
Limburg	26	2	25	14 643	251,1	219,0
Linden	14	0	30	17 166	198,2	181,2
Marburg	1	0	23	14 847	184,4	161,9
Michelstadt	0	0	26	18 008	174,7	153,7
Raunheim	22	0	31	18 443	223,1	195,0
Riedstadt	19	2	28	19 475	256,1	222,5
Spessart	4	0	43	19 459	197,3	182,6
Wasserkuppe	5	0	58	23 217	197,4	182,3
Wetzlar	0	0	8	7 775	173,9	154,2
Wiesbaden-Süd	21	1	29	16 399	243,8	189,5
Witzenhausen/Wald	8	0	37	16 716	209,0	179,3
Zierenberg	16	0	23	13 278	222,5	207,7

Abkürzungen

Anzahl: Anzahl der aufgetretenen Überschreitungenfälle

Wert: Wert der Jahreskenngröße

AOT40: accumulated exposure over a threshold of 40 ppb

Erläuterungen:

¹⁾ max. 8-h-Mittelwert über 3 Jahre (2017–2019), ersatzweise über mind. 1 Jahr

²⁾ Mittelwert über 5 Jahre (2015–2019), ersatzweise über mind. 3 Jahre

* Werte nur aus 2 Jahren vorhanden ** Werte nur aus 3 Jahren vorhanden

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

Kursiv: Messstellen, die nicht zur gebietsbezogenen Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden

■ Messstellen in Städten

■ Messstellen im ländlichen Raum

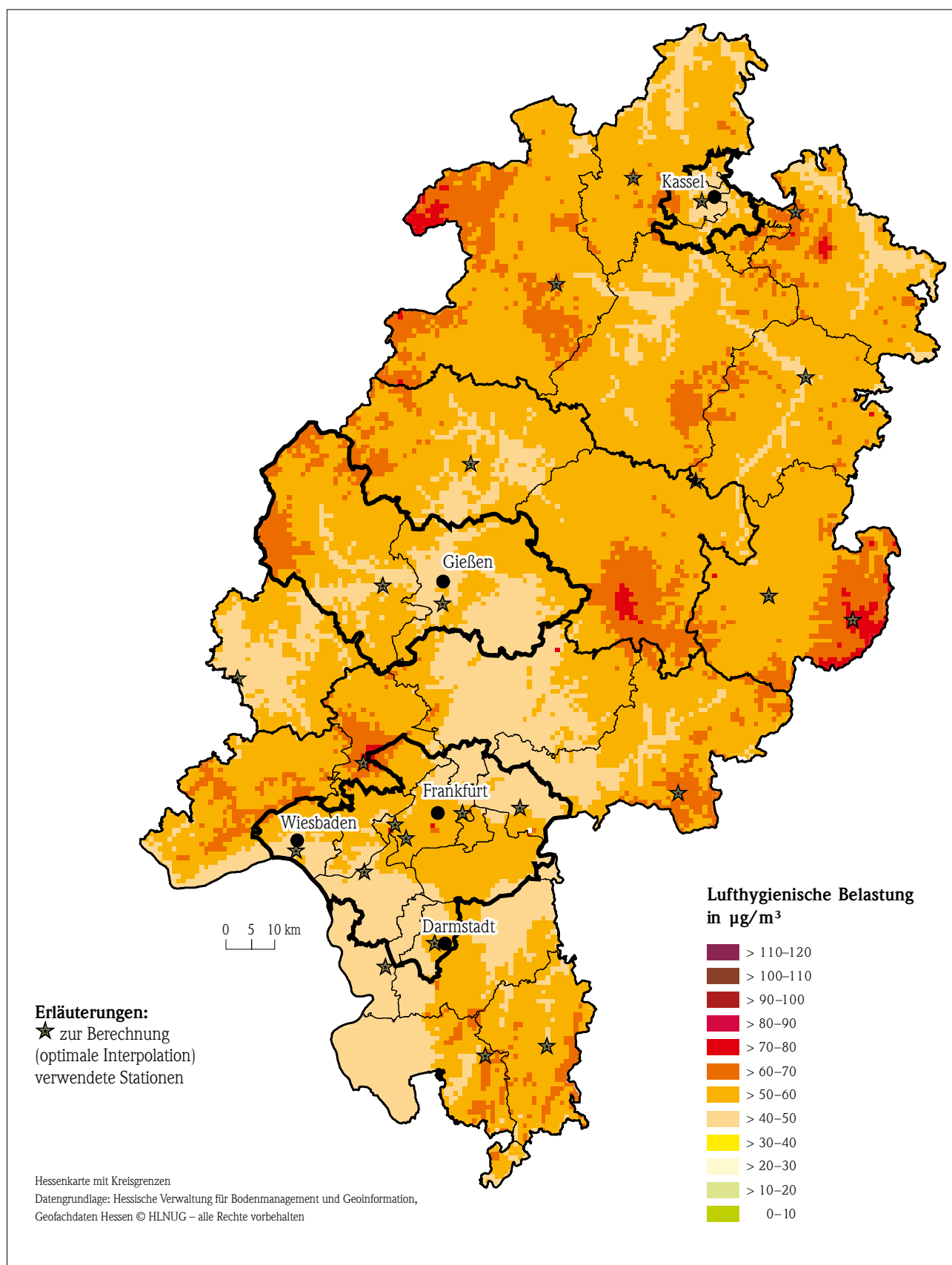


Abb. 7: Flächenhafte Darstellung der Jahresmittelwerte 2019, Ozon

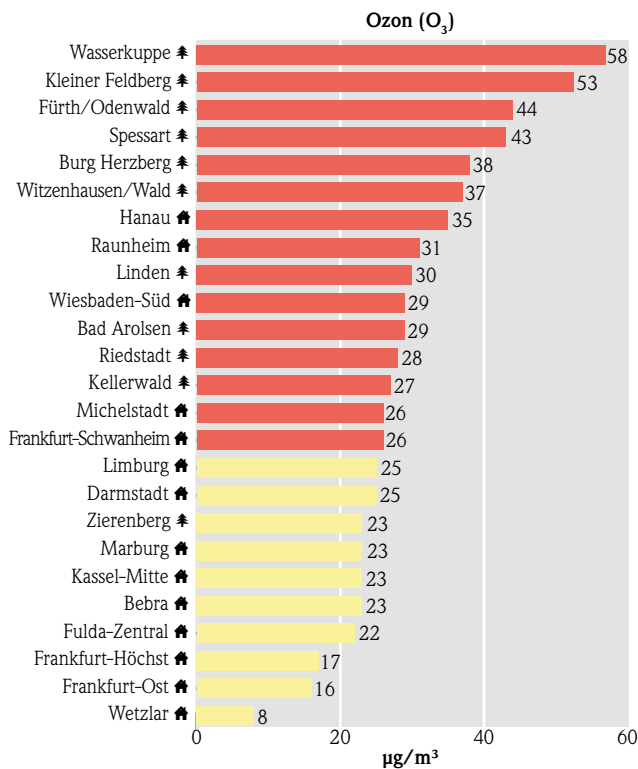


Abb. 8: Anzahl der Tage, an denen der maximale 8-h-Mittelwert (über 3 Jahre) den Wert von 120 µg/m³ überschreitet, 2019, Ozon (absteigend sortiert)

Erläuterungen:

Darstellung von Zielwertüberschreitungen (39. BImSchV) als rote Balken

🏠 Messstellen in Städten

🌳 Messstellen im ländlichen Raum

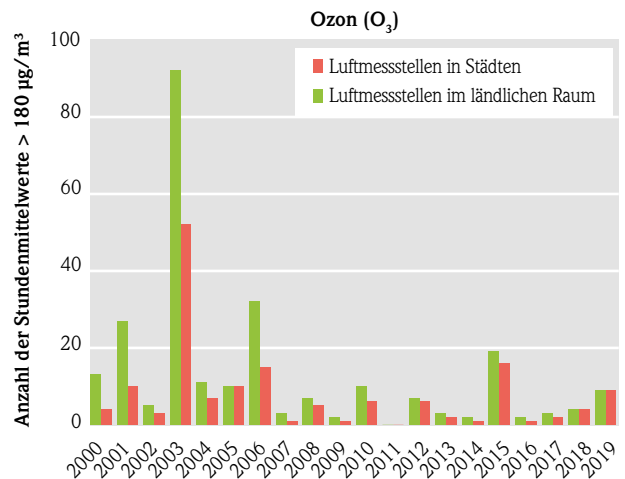


Abb. 9: Zeitreihe der Anzahl der Stundenmittelwerte > 180 µg/m³ pro Jahr als Mittelwert über alle verfügbaren Messstellen gleichen Typs, 2000–2019, Ozon

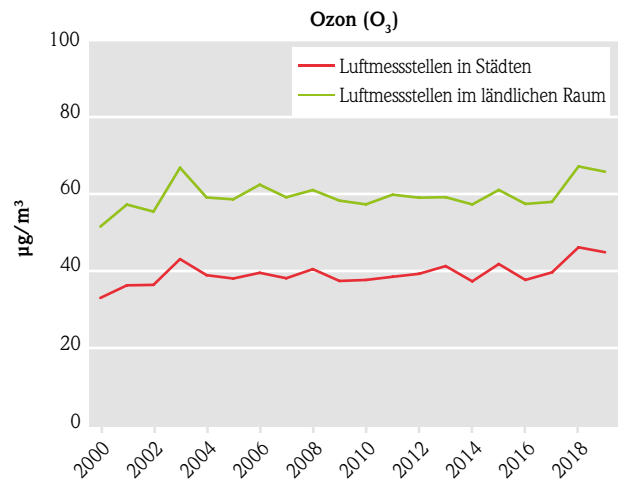


Abb. 10: Zeitreihe der Jahresmittelwerte für Ozon, 2000–2019. Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Luftmessstellen gleichen Charakters (Städte, ländlicher Raum) in ganz Hessen gebildet. Dabei wurden die Werte aller im jeweiligen Jahr verfügbaren Messstellen, die zur Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden, in der Berechnung verwendet.

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 es anzustreben ist, die Ozonbelastung weiter unter die Zielwerte zu senken.

Da Ozon nur in Anwesenheit von ausreichend intensiver UV-Strahlung aus verschiedenen Vorläufergasen

(z. B. Stickoxide, flüchtige organische Verbindungen) gebildet wird, treten erhöhte Ozonkonzentrationen nur in den Sommermonaten auf. Aus diesem Grund ist für Ozon kein Schwellenwert festgelegt, der sich auf den Jahresmittelwert bezieht. Stattdessen existiert einerseits ein Zielwert für das maximale 8-Stundenmittel eines Tages sowie eine Informations- und Alarmschwelle, die sich auf Stundenmittelwerte bezieht (vgl. Tabelle 1). Die Ozonkonzentration erreicht

vor allem in den Jahren vermehrt hohe Werte, in denen es im Sommer zu langanhaltenden sehr sonnigen und heißen Perioden kommt. Bedingt durch die Höhenlage und dadurch vermehrte UV-Strahlung sowie die dort geringeren Konzentrationen ozonzerstörender Substanzen weisen die Stationen in Mittelgebirgslagen und die Waldstationen typischerweise höhere Ozonwerte auf als die Stationen in Städten.

Das über lange Perioden sehr sonnige Wetter im Juni und Juli des Jahres 2019 begünstigte die Ozonbildung und führte teilweise zu sehr hohen Ozonkonzentrationen. So wurde die Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bei deren Überschreitung ein erster Hinweis auf erhöhte Ozonkonzentrationen an die Bevölkerung ergeht, an nahezu allen Stationen, die Ozon erfassen, mindestens 1-mal überschritten. Die Station Limburg weist mit 26 die höchste Anzahl der Überschreitungen des Informationsschwellenwertes auf. Solch häufige Spitzenwerte von Ozon fast flächendeckend über ganz Hessen wurden zuletzt im Jahr 2015 beobachtet, wie auch die Abbildung zur Zeitreihe der Anzahl der Stundenmittelwerte $> 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ belegt. Sogar die definierte Alarmschwelle für Ozon von $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Stundenmittelwert wurde 2019 an 3 Stationen überschritten. Ein Überschreiten der Alarm-

schwelle kam in den letzten 10 Jahren nur selten vor, zuletzt war das im Jahr 2015 der Fall. Der höchste 1-h-Mittelwert wurde 2019 an der Station Riedstadt mit $256,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht.

Die zulässige Anzahl von 25 Überschreitungen des über 3 Jahre gemittelten maximalen 8-h-Mittelwerts von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ konnte 2019 an 10 von 25 Stationen nicht eingehalten werden. An der Messstation Wasserkuppe kam es mit 58 Überschreitungstagen zu mehr als doppelt so viel der zulässigen Überschreitungen. Der höchste Wert für das 8-h-Mittel wurde 2019 an der Station Riedstadt mit $222,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen.

Wie auch die Abbildungen zeigen, hat die Häufigkeit der Spitzenkonzentrationen (1-h-Mittel $> 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in den letzten Jahren zwar abgenommen, aber die Jahresmittelwerte sind auf etwa gleichem Niveau geblieben. Dies liegt daran, dass zusätzlich zum selteneren Auftreten der Spitzenkonzentrationen auch geringe Ozonkonzentrationen seltener und mittelhohe stattdessen häufiger auftreten.

Die Einhaltung des AOT40-Zielwerts, mit dem der Schutz der Vegetation erreicht werden soll, wurde an 8 Messstellen nicht erreicht.

7 Benzol, Toluol, Xylol (BTX)

7.1 Kenngrößen

Tab. 5: Einhaltung/Überschreitung des Grenzwerts für Benzol im Jahre 2019 sowie Jahresmittelwerte für Toluol und m-/p-Xylol (BTX)

Komponente	Benzol	Toluol	m-/p-Xylol
Einheit	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mittelungszeitraum	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel
Grenzwert	5		
Darmstadt-Hügelstr.	0,95	3,00	1,21
Frankfurt-Friedb. Landstr.	0,99	3,32	1,51
Fulda-Petersberger Str.	1,14	3,34	2,06
Gießen-Westanlage	1,08	1,81	1,29
Heppenheim-Lehrstr.	0,93	1,67	1,12

Komponente	Benzol	Toluol	m-/p-Xylol
Einheit	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mittelungszeitraum	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel
Grenzwert	5		
Kassel-Fünffensterstr.	1,22	2,11	1,73
Limburg	0,62	1,04	0,78
Marburg-Universitätsstr.	0,78	1,31	1,13
Offenbach-Untere Grenzstr.	0,85	1,79	1,22
Wetzlar	0,81	1,24	2,02
Wiesbaden-Ringkirche	1,29	3,43	1,93

Erläuterungen:

■ Messstellen in Städten ■ Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

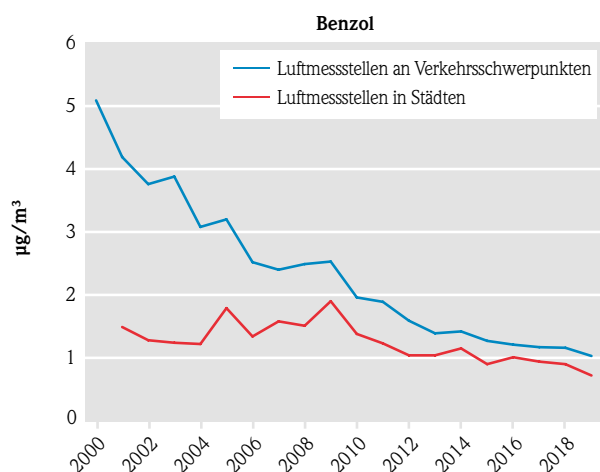


Abb. 11: Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2000–2019 an Messstellen für Benzol. Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Luftmessstellen gleichen Charakters (Verkehrsschwerpunkte, Städte) in ganz Hessen gebildet. Dabei wurden die Werte aller im jeweiligen Jahr verfügbaren Messstellen, die zur Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden, in der Berechnung verwendet.

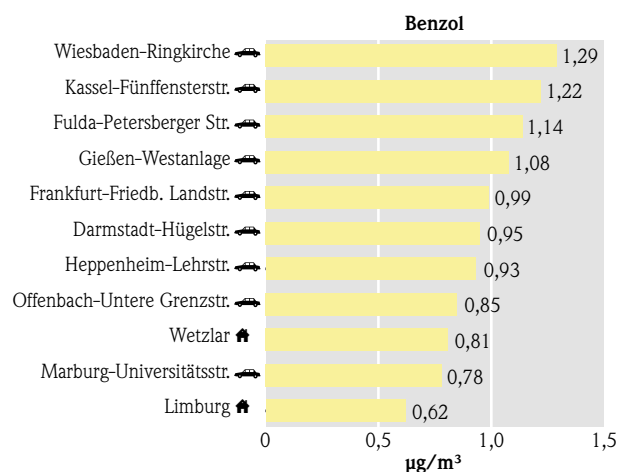


Abb. 12: Jahresmittelwerte 2019, Benzol (absteigend sortiert)

Erläuterung:

■ Messstellen in Städten
 ■ Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

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 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel wird überall mit Abstand sicher eingehalten, auch an ver-

kehrsbelasteten Messstellen. Während die Belastung insbesondere an Verkehrsschwerpunkten Anfang der 2000er Jahre noch kontinuierlich stark gesunken ist, hat sich der Abfall in der letzten Dekade deutlich verringert.

8 Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO)

8.1 Kenngrößen

Tab. 6: Einhaltung/Überschreitung der Grenzwerte für SO₂ und CO im Jahr 2019

Komponente	Schwefeldioxid (SO ₂)						Kohlenmonoxid (CO)
Einheit	µg/m ³						mg/m ³
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				
Messstelle	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Wert	Wert	Max. Wert
Darmstadt	0	15,5	0	3,7	0,9	0,9	0,90
Darmstadt-Hügelstr.							1,59
Frankfurt-Friedb. Landstr.							1,60
Frankfurt-Höchst	0	19,4	0	4,2	1,2	1,2	
Frankfurt-Schwanheim	0	20,8	0	5,4	1,1	1,3	0,82
Fulda-Petersberger Str.							2,19
Gießen-Westanlage							1,47
Hanau	0	19,1	0	2,6	0,9	1,0	
Heppenheim-Lehrstr.							1,18
Kassel-Fünffensterstr.							1,22
Kassel-Mitte	0	6,5	0	2,5	0,8	0,9	
Kellerwald	0	5,0	0	2,7	0,8	0,9	
Limburg-Schiede							1,86
Linden	0	8,6	0	3,5	1,0	0,9	0,74
Marburg-Universitätsstr.							1,06
Michelstadt	0	6,3	0	1,6	0,8	0,8	
Offenbach-Untere Grenzstr.							1,43
Raunheim	0	12,6	0	4,5	1,0	1,2	1,31
Wasserkuppe	0	6,9	0	2,4	0,9	0,9	
Wetzlar	0	13,1	0	2,9	0,9	1,0	
Wiesbaden-Ringkirche							1,30
Wiesbaden-Süd	0	21,5	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: 01.10.18–31.03.19)

Kursiv: Messstellen, die nicht zur gebietsbezogenen Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden

■ Messstellen in Städten

■ Messstellen im ländlichen Raum

■ Messstellen 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. Bei Schwefeldioxid wurde der Grenzwert für das Jahresmittel und das Wintermittel zu maximal 7 % ausgeschöpft. Die Grenzwerte für das 1-h-Mittel und das 24-h-Mittel,

für die eine bestimmte Anzahl Überschreitungen pro Jahr zulässig sind, wurden in keinem Fall überschritten. Der höchste Wert für das maximale 8-h-Mittel für Kohlenmonoxid, gemessen an der Messstation Fulda-Petersberger Straße, erreicht lediglich ein Fünftel des Grenzwertes von 10 mg/m³.

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 Durch-

messer kleiner 2,5 µm. Rußmessungen beziehen sich auf die PM₁₀-Fraktion.

9.1.1.1 Kenngrößen

Tab. 7: Einhaltung/Überschreitung der Grenzwerte im Jahr 2019 für PM₁₀ und PM_{2,5} sowie Jahresmittelwerte für Ruß

Komponente	PM ₁₀			PM _{2,5}		Ruß
Einheit	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					
Messstelle	Anzahl	Wert	Wert	Wert	Wert	Wert
Aßlar Klein-Altenstädten	0	13,4	43,9			
Bad Arolsen	1	11,7	52,5	8,7	47,9	
Bebra	1	15,5	60,5			
Darmstadt	1	14,1	52,4			
Darmstadt-Hügelstr.	3	16,1	71,1			
Frankfurt-Friedb. Landstr.	8	21,6	74,4	12,8	59,3	
Frankfurt-Höchst	3	19,1	77,1			
Frankfurt-Ost	4	19,2	73,9	10,6		
Frankfurt-Schwanheim	1	14,8	55,8	9,6	52,4	0,9

Komponente	PM ₁₀			PM _{2,5}		Ruß
Einheit	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					
Messstelle	Anzahl	Wert	Wert	Wert	Wert	Wert
Fulda-Petersberger Str.	1	18,8	73,4	11,9	65,8	
Fulda-Zentral	1	15,2	70,7			
Fürth/Odenwald	0	10,7	45,9			
Gießen-Westanlage	3	17,0	72,2	10,9	54,3	
Hanau	3	16,3	63,6			
Heppenheim-Lehrstr.	2	15,9	69,5	11,4	59,1	
Kassel-Fünffensterstr.	3	21,5	55,3			
Kassel-Mitte	2	15,6	56,3	9,7		
Kellerwald	1	10,7	51,4			
Kleiner Feldberg	0	8,4	35,9			
Limburg	1	16,1	57,6			
Limburg-Schiede	8	20,6	68,3			
Marburg	1	15,7	61,9			
Marburg-Universitätsstr.	1	15,6	59,9	10,2	56,1	
Michelstadt	1	14,7	53,0			
Offenbach-Untere Grenzstr.	8	21,8	73,6			
Raunheim	0	15,3	48,1	10,8	45,3	1,1
Riedstadt	0	15,0	49,8			
Wasserkuppe	0	8,5	48,8			
Wetzlar	0	18,1	50,1			
Wetzlar-Im Köhlergarten	0	18,0	47,0			
Wiesbaden-Ringkirche	2	16,2	80,7	10,1	41,7	1,8
Wiesbaden-Schiersteiner Str.	0	15,8	47,9	10,5	41,7	
Wiesbaden-Süd	0	14,6	43,2	9,5		0,9
Witzenhausen/Wald	0	10,4	44,3			
Zierenberg	0	11,4	48,8			

Abkürzungen:**Anzahl:** Anzahl der aufgetretenen Überschreitungenfälle**Wert:** Wert der Jahreskenngröße**Erläuterungen:**

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

Kursiv: Messstellen, die nicht zur gebietsbezogenen Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden

Messstellen in Städten

Messstellen im ländlichen Raum

Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

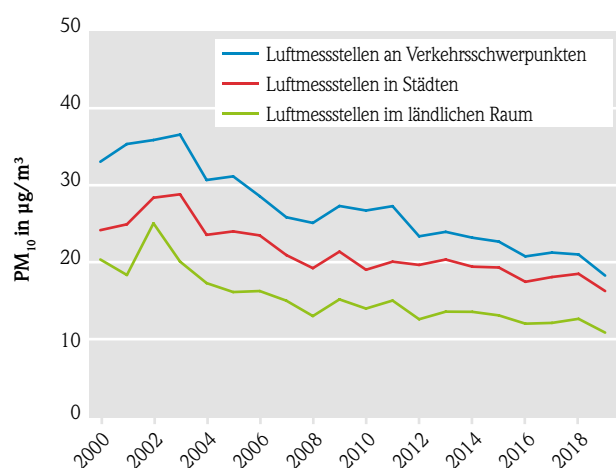


Abb. 13: Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2000–2019, Feinstaub PM_{10} . Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Messstellen gleichen Charakters (Verkehrsschwerpunkte, Städte, ländlicher Raum) in ganz Hessen gebildet. Dabei wurden die Werte aller im jeweiligen Jahr verfügbaren Messstellen zur Berechnung herangezogen.

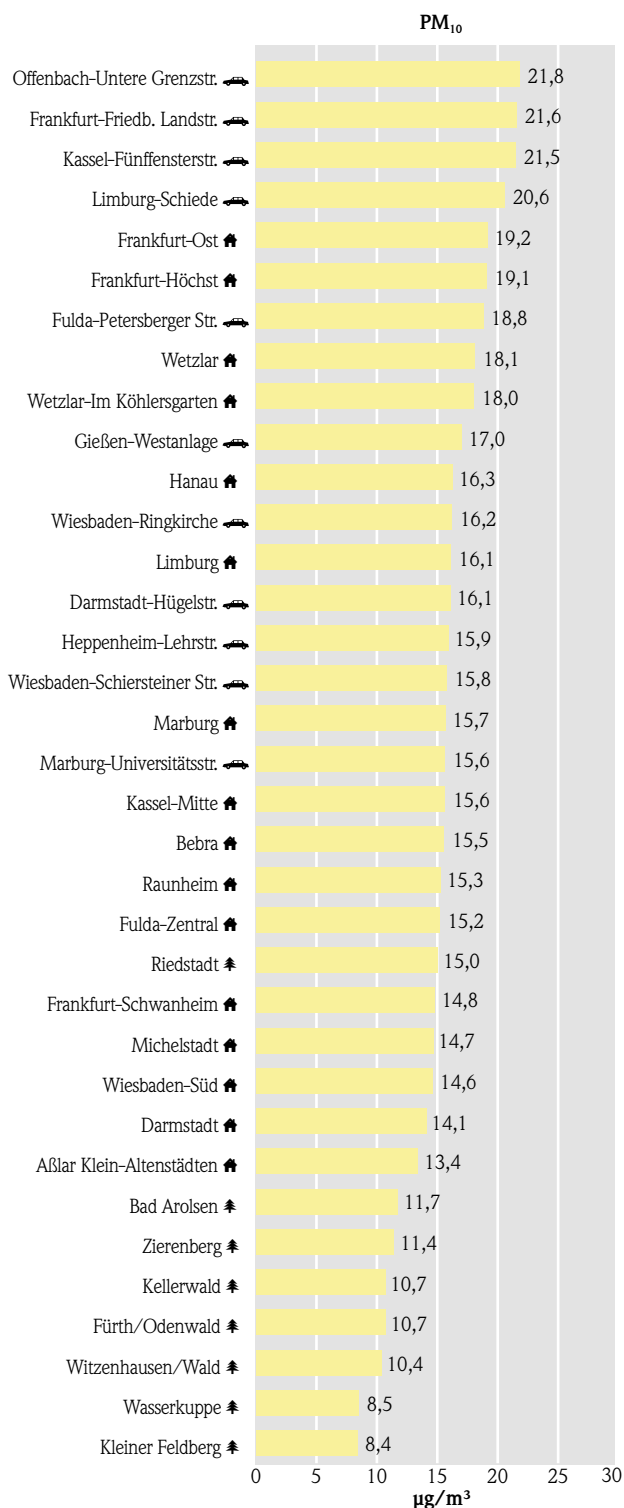
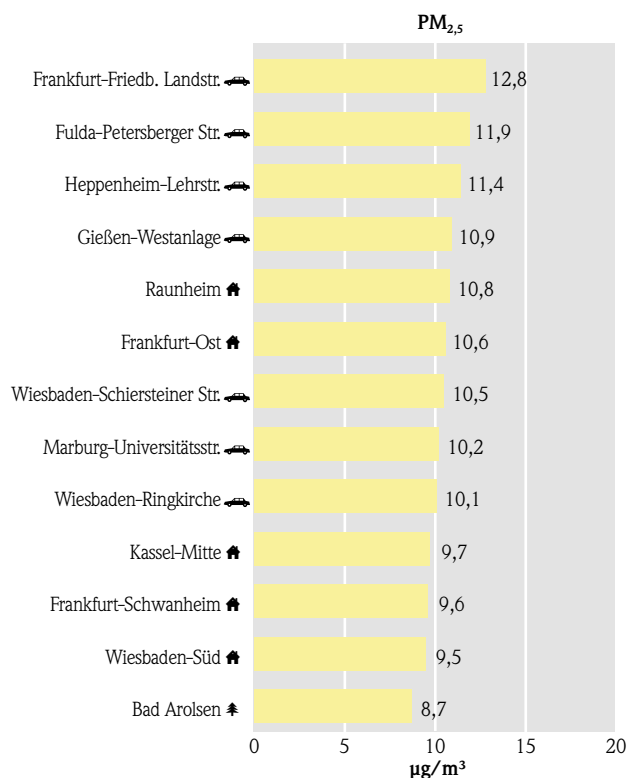


Abb. 14: Jahresmittelwerte 2019, Feinstaub $PM_{2,5}$ und Feinstaub PM_{10} (absteigend sortiert)

Erläuterung:

🏠 Messstellen in Städten

🌲 Messstellen im ländlichen Raum

🚗 Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

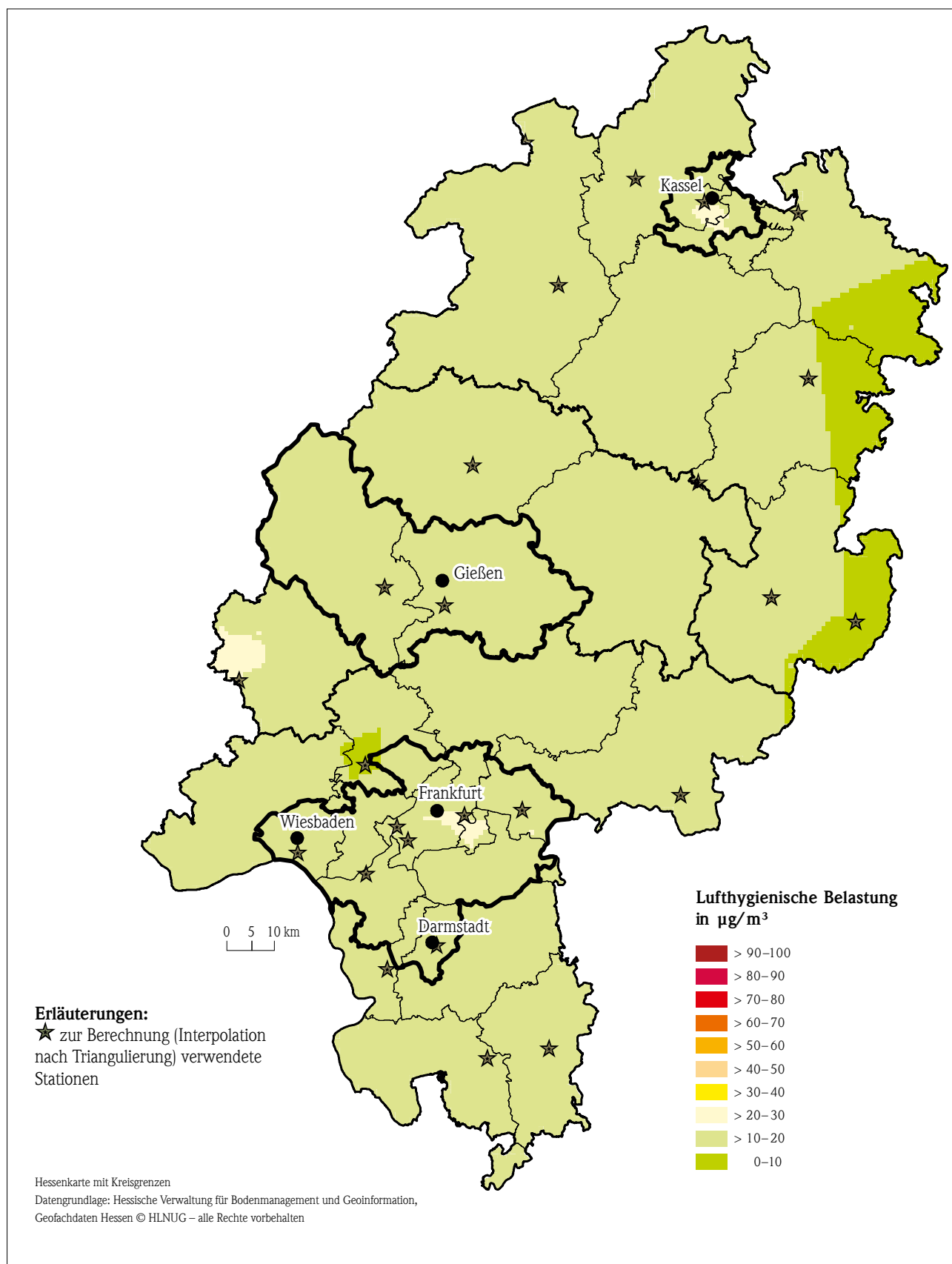


Abb. 15: Flächenhafte Darstellung der Jahresmittelwerte 2019, Feinstaub PM_{10}

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 3 Jahre und über alle für die Beobachtung dieser Größe in Deutschland ausgewählten 36 Messstellen im städtischen Hinter-

grund berechnet. Als Beitrag Hessens an der Ermittlung des AEI werden Messungen an den 3 Stationen Frankfurt-Ost, Kassel-Mitte und Wiesbaden-Süd durchgeführt.

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
2018	12,6	11,8	11,5
2019	10,6	9,7	9,5

9.1.1.3 Immissionsbeurteilung

Feinstaub PM₁₀:

Mit Jahresmittelwerten zwischen ca. 16 bis 22 µg/m³ rangieren überwiegend die verkehrsbezogenen Standorte bei Feinstaub PM₁₀ an der Spitze. Aufgrund einer relativ homogenen räumlichen Verteilung können aber auch im städtischen Hintergrund Jahresmittelwerte im Bereich von bis zu 19 µg/m³ gefunden werden. Dabei ist bei einem Jahresmittelwert von 18,1 µg/m³ an der Messstation „Wetzlar“ sowie einem Jahresmittelwert von 18,0 µg/m³ an der Messstelle „Wetzlar-Im Köhlersgarten“ der Einfluss industrieller Quellen mit in Betracht zu ziehen. Der Langzeitgrenzwert für Feinstaub PM₁₀ von 40 µg/m³ (Jahresmittelwert) wurde an allen hessischen Luftmessstellen deutlich unterschritten.

Wie in den Vorjahren wurde auch im Jahr 2019 der PM₁₀-Kurzzeitgrenzwert an keinem der Standorte überschritten, die Anzahl der Überschreitungen lag deutlich unter dem Grenzwert von zulässigen 35 Überschrei-

tungen des PM₁₀-Tagesmittelwerts von 50 µg/m³. Mit jeweils 8 Überschreitungstagen kam es an der verkehrsbezogenen Messstationen Frankfurt-Friedberger Landstraße, Limburg-Schiede und Offenbach-Untere Grenzstraße am häufigsten zu Tagesmittelwerten über der Marke von 50 µg/m³. Die maximalen 24-h-Werte lagen alle unter 100 µg/m³. Der höchste 24-h-Wert wurde an der Station Wiesbaden-Ringkirche mit 80,7 µg/m³, verursacht durch Bauarbeiten, ermittelt.

Das Jahr 2019 ist damit in Hessen das 8. Jahr in Folge ohne Überschreitung des Feinstaub-Grenzwerts für die kurzfristige Belastung. 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 12,8 µg/m³ sicher eingehalten. Die räumliche Verteilung dieser Messgröße ist noch homogener als

für PM₁₀. An straßenverkehrsbezogenen Messstationen werden dabei die höchsten Werte erreicht. Dort hat PM_{2,5} einen Anteil von 60–70 % der PM₁₀-Konzentration. Die im städtischen Hintergrund gemessenen Konzentrationen von Feinstaub PM_{2,5} sind rund 10 % niedriger als die an verkehrsnahen Stationen.

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 luftgetragtem 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 durch Ruß seit dem Jahr 2013 um ein Drittel abgenommen. Im Jahr 2019 wurde verkehrsnah eine Konzentration von 1,8 µg/m³ und im urbanen Hintergrund von ca. 1,0 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 2019 für Schwermetalle im Feinstaub PM₁₀

Komponente	Arsen	Blei	Cadmium	Nickel
Einheit	ng/m ³	µg/m ³	ng/m ³	ng/m ³
Mittelungszeitraum	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel
Immissionswert	6	0,5	5	20
Messstelle	Zielwert	Grenzwert	Zielwert	Zielwert
Aßlar Klein-Altenstädten	0,3	0,003	0,09	0,7
Darmstadt	0,3	0,003	0,11	0,6
Frankfurt-Griesheim	0,3	0,004	0,10	0,7
Frankfurt-Höchst	0,4	0,004	0,10	1,1
Frankfurt-Mitte	0,3	0,004	0,11	1,1
Frankfurt-Ost	0,3	0,004	0,09	1,2
Hanau-Mitte	0,3	0,003	0,08	1,5
Kassel-Mitte	0,3	0,002	0,08	1,0
Kleiner Feldberg	0,1	0,002	0,04	0,3
Linden	0,2	0,003	0,08	0,5

Komponente	Arsen	Blei	Cadmium	Nickel
Raunheim	0,3	0,003	0,10	1,1
Riedstadt	0,3	0,003	0,08	0,4
Wetzlar-Hermannstein	0,5	0,003	0,13	2,2
Wetzlar-Im Köhlersgarten	1,2	0,011	0,36	8,6
Wiesbaden-Ringkirche	0,4	0,003	0,08	1,0
Wiesbaden-Süd	0,5	0,004	0,09	0,6

Erläuterungen:

Messstellen in Städten

Messstellen im ländlichen Raum

Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

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

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

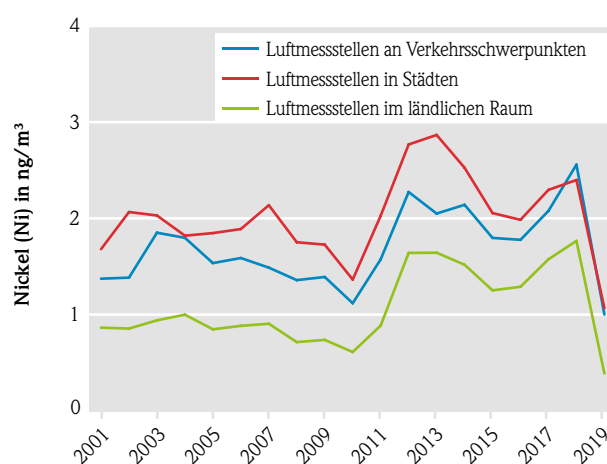
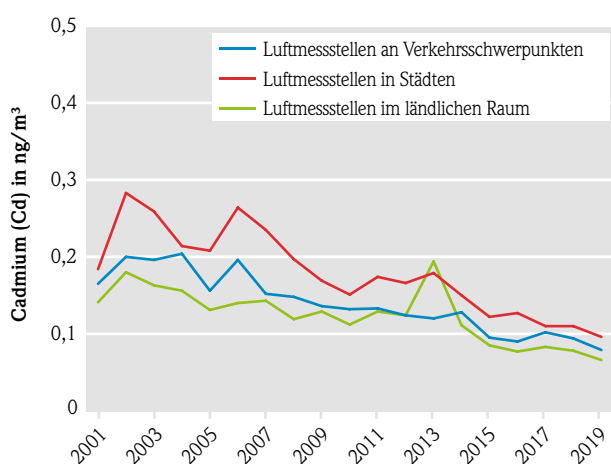
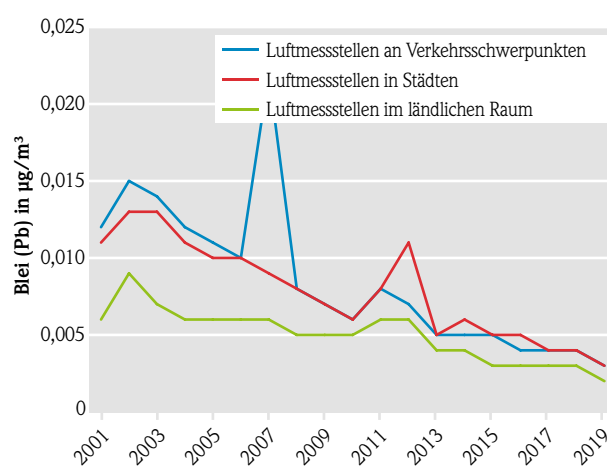
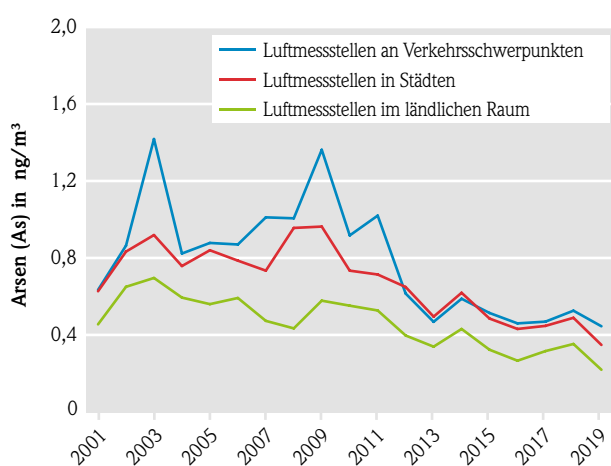


Abb. 16: Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2001–2019, Schwermetalle als Bestandteil des Feinstaubes PM_{10} . Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Messstellen gleichen Charakters (Verkehrsschwerpunkte, Städte, ländlicher Raum) in ganz Hessen gebildet. Dabei wurden die Werte aller im jeweiligen Jahr verfügbaren Messstellen zur Berechnung herangezogen.

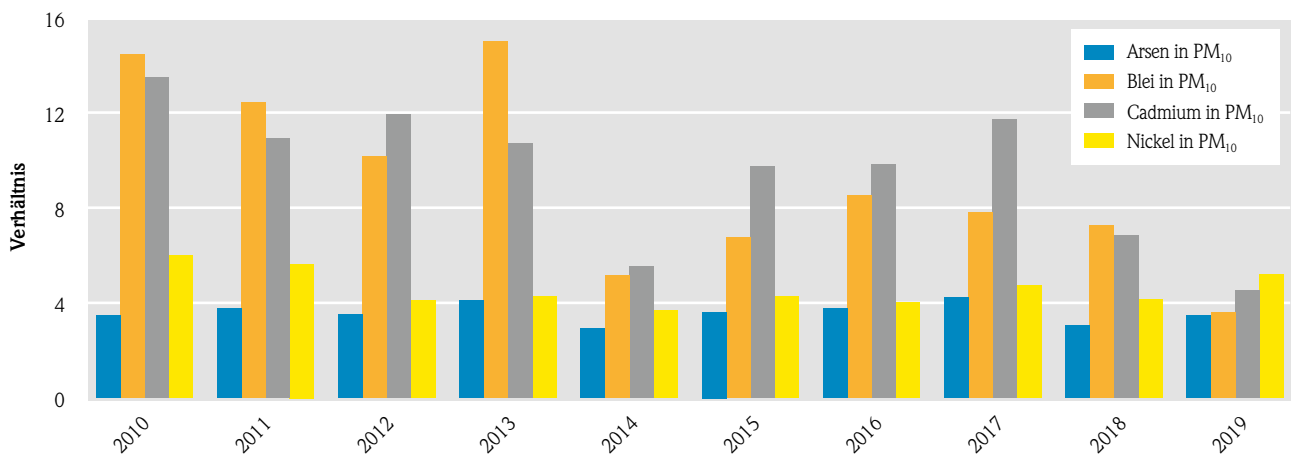


Abb. 17: Verhältnis der Immissionsbelastung am Standort Wetzlar-Im Köhlersgarten zum Mittel über alle anderen hessischen Messstellen (auf Basis von Jahresmittelwerten), Schwermetalle als Bestandteil des Feinstaubs PM₁₀

9.1.2.2 Immissionsbeurteilung

Die Grenz- und Zielwerte für Arsen, Blei, Cadmium und Nickel in PM₁₀ werden auch im Jahr 2019 sicher eingehalten. An der durch benachbarte industrielle Quellen belasteten Messstelle „Wetzlar-Im Köhlersgarten“ wurden verhältnismäßig hohe Konzentrationen im Vergleich zu den anderen Messstellen erfasst. Haupteinflussgrößen der Schwermetallbelastung im Feinstaub PM₁₀ stellen immer noch Industrie und Feuerungsanlagen dar. Allerdings ist auch der Verkehr als eine mögliche Einflussquelle zu benennen. Im Vergleich zum Vorjahr ist bei nahezu allen Messstellen ein deutlicher Rückgang der Konzentrationen für alle Elemente zu verzeichnen.

In den Abbildungen sind die langfristigen Trends der Immissionsbelastung für die einzelnen Schwermetalle im Feinstaub PM₁₀ in Zeitreihen von 2001 bis 2019 dargestellt. Hierzu wurden die Messergebnisse aller Messstellen – mit Ausnahme von Wetzlar-Im Köhlersgarten – mit gleichem Charakter über das arithmetische Mittel zu einem Wert für das jeweilige Jahr zusammengefasst. Aufgrund der besonderen Lage der Messstelle Wetzlar-Im Köhlersgarten werden diese Messergebnisse in einer gesonderten Abbildung betrachtet.

Im Überblick ist ein negativer Trend und damit einhergehend eine geringer werdende Belastung über die Jahre vor allem für **Arsen**, **Cadmium** und **Blei** zu beobachten. Einzelne Stationen weisen in einzelnen Jahren etwas erhöhte Werte auf.

Für **Nickel** ist dieser Trend jedoch nicht so eindeutig. Während zwischen 2000 und 2010 die Nickelkonzentrationen leicht sanken, wurden in den Jahren 2012 und 2013 wieder bedeutend höhere Werte an allen Messstellen beobachtet. Dieser Höhepunkt deutet auf wieder häufigere Verwendung von Nickel und Nickellegierungen ab dem Jahr 2011 hin. Der starke Rückgang der Nickelkonzentration in 2019 ist zumindest teilweise auch labortechnisch begründet. Die notwendige Berücksichtigung erhöhter Nickelgehalte im Filtermaterial (Blindwerte) führte zu einem größeren Anteil an Einzelwerten unterhalb der analytischen Nachweisgrenze und in der Folge auch zu sehr niedrigen Ergebnissen für die Jahresmittelwerte.

Eine weitere Darstellung setzt den Fokus auf den industriebezogenen Standort Wetzlar-Im Köhlersgarten. Die Abbildung zeigt für jedes Jahr das Verhältnis der Werte der Messstelle Wetzlar-Im Köhlersgarten zum Wert gemittelt über alle anderen hessischen Messstellen, jeweils für die vier gesetzlich regulierten Schwermetalle. Auch in diesem Diagramm ist im Überblick ein negativer Trend zu beobachten, was für einen sukzessiven Rückgang der Schwermetallemissionen im Einwirkungsbereich metallverarbeitender Betriebe spricht.

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 2019 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)-fluoranthren	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	0,17	0,10	0,72	0,02	0,27
Frankfurt Palmengarten	0,12	0,05	0,51	0,02	0,20
Fulda-Petersberger Str.	0,23	0,11	0,78	0,02	0,29
Fulda-Künzeller Straße	0,30	0,11	0,80	0,05	0,34
Heppenheim-Lehrstraße	0,69	0,32	2,47	0,09	1,07
Kassel-Fünffensterstraße	0,21	0,10	0,66	0,02	0,26
Kleiner Feldberg	0,03	0,02	0,12	0,00	0,05
Raunheim	0,19	0,09	0,74	0,03	0,30
Wetzlar	0,31	0,14	1,04	0,03	0,37
Wiesbaden-Ringkirche	0,16	0,14	0,62	0,02	0,23

Erläuterungen:

Messstellen in Städten
 Messstellen im ländlichen Raum
 Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

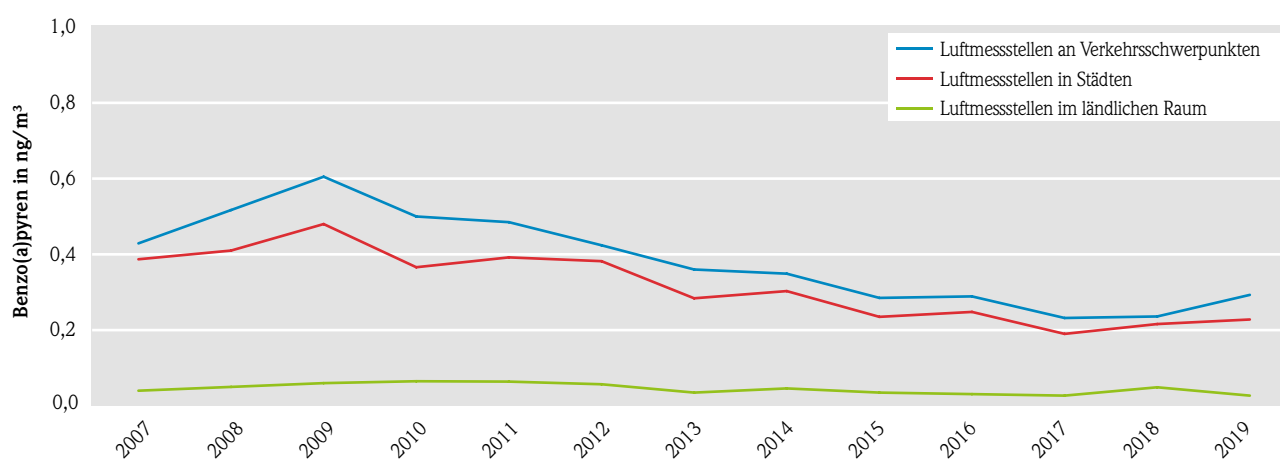


Abb. 18: Zeitreihe der Jahresmittelwerte 2007–2019, Benzo(a)pyren als Bestandteil des Feinstaubs PM₁₀

9.1.3.2 Immissionsbeurteilung

Für das Jahr 2019 liegen keine Zielwertüberschreitungen beim Benzo(a)pyren vor. Selbst der höchste im Jahr 2019 erhobene Jahresmittelwert von $0,69 \text{ ng/m}^3$, gemessen an der Station in Heppenheim, unterschreitet den Zielwert von 1 ng/m^3 . An der emittentenfern gelegenen Station kleiner Feldberg wurde mit $0,03 \text{ ng/m}^3$ der niedrigste Wert für das Jahr erfasst.

Im Vergleich zum Vorjahr wurden vereinzelt höhere Konzentrationen, vor allem am verkehrsbezogenen Standort Heppenheim, ermittelt. Dies kann auf ein erhöhtes Verkehrsaufkommen hindeuten. Es bleibt

abzuwarten, ob sich diese Tendenz in den nächsten Jahren fortsetzt.

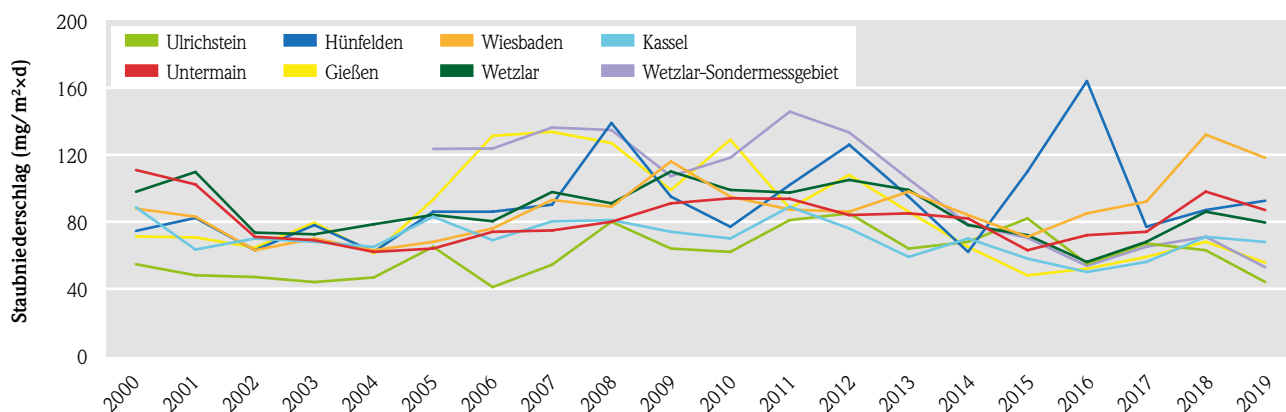
Im Mittel über den gesamten Messzeitraum lässt sich jedoch ein allgemeiner Rückgang der Benzo(a)pyren-Konzentration im Feinstaub PM_{10} beobachten. Schon ab dem Jahr 2013 wurde der einzuhaltende Zielwert an allen Messstellen unterschritten. Verkehrsbezogene Messstellen liefern erfahrungsgemäß höhere Messwerte als Messstellen im städtischen oder ländlichen Hintergrund. Der kleine Feldberg weist über Jahre die niedrigsten Messwerte auf.

9.2 Staubbiederschlag

9.2.1 Kenngrößen

Die nachfolgende Tabelle stellt die Ergebnisse der Staubbiederschlagsmessungen für das Jahr 2019 zusammen. Die Gebietsmittelwerte werden aus den Mittelwerten der Einzelpunktdata des jeweiligen Messgebiets 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 2 Messwerten je Messpunkt (halbjährliche Analyse) zusammen. Nähere Informationen zu den einzelnen Messgebieten können der entsprechenden Tabelle im Kapitel 12 entnommen werden.

Die nachfolgenden Abbildungen beschreiben die zeitliche Entwicklung der Depositionsraten für Staubbiederschlag sowie der Schwermetalle Arsen, Blei, Cadmium und Nickel im Zeitraum von 2000 bis 2019. Für das Element Thallium wird auf eine Trenddarstellung verzichtet, da die ermittelten Konzentrationen in der Regel unterhalb der Nachweisgrenze 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.



Lufthygienischer Jahresbericht 2019

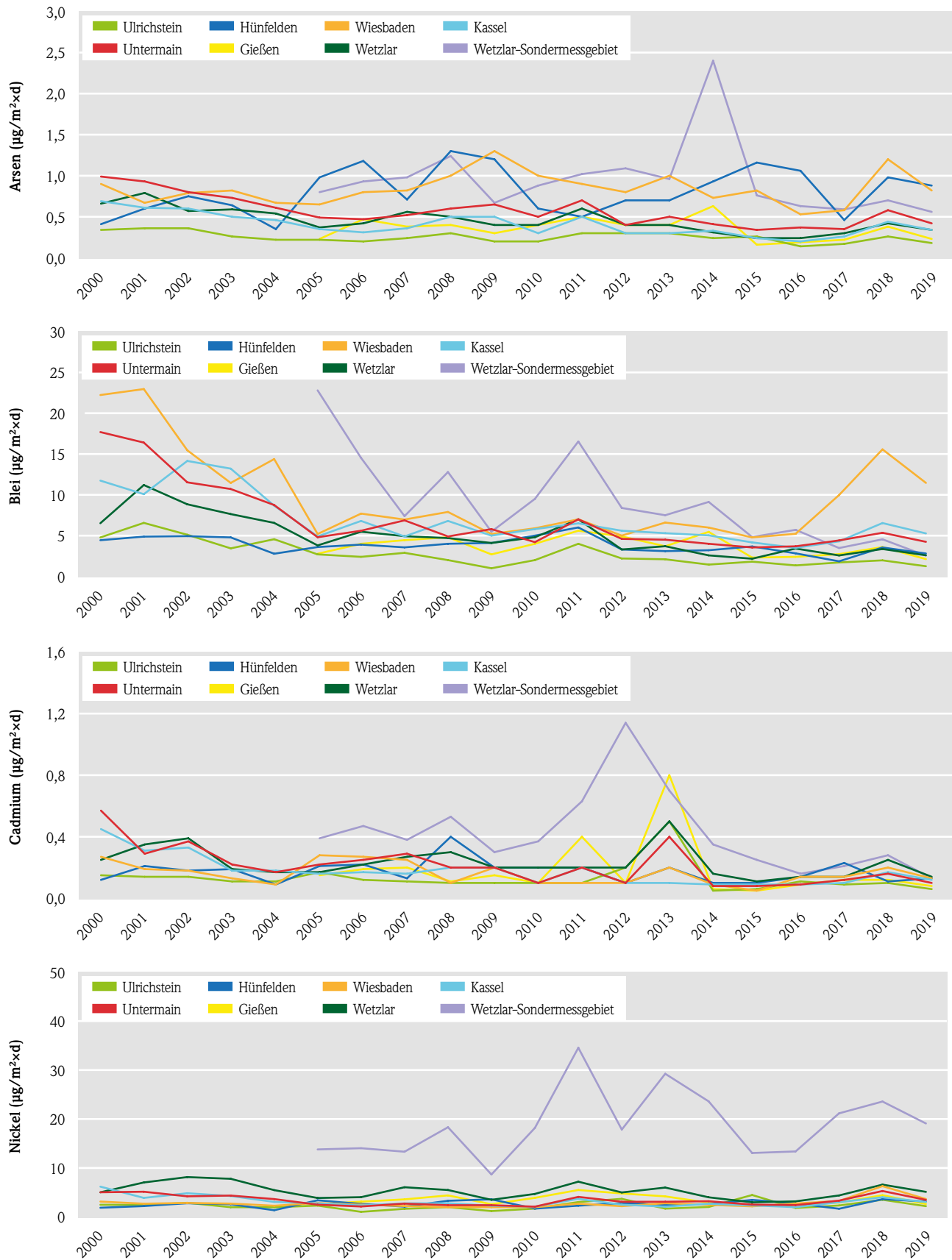


Abb. 19: Zeitreihen der mittleren Belastung durch Staubbiederschlag und dessen Inhaltsstoffe 2000–2019

Tab. 11: Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und dessen Inhaltsstoffe im Jahr 2019

Messgebiet	Komponente	Immissionswert TA Luft	Einheit	punktweise Auswertung		Gebietsmittelwert
				Minimum	Maximum	
Gießen	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	31,62	78,61	55,63
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,18	0,34	0,23
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,41	4,04	2,12
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,05	0,21	0,08
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,76	5,52	2,64
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,03	0,02
Hünfelden	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	34,04	319,96	92,55
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,17	4,50	0,88
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,25	12,70	2,81
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,03	0,45	0,13
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,07	14,74	3,15
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,25	0,05
Kassel	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	33,14	160,49	67,92
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,21	1,07	0,34
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,75	36,86	5,27
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,04	0,46	0,12
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,37	16,39	3,04
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,02	0,03	0,02
Ulrichstein	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	28,76	69,50	43,99
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,15	0,23	0,18
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,13	1,35	1,25
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,04	0,14	0,06
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,36	5,64	2,20
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,03	0,03	0,03
Untermain	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	32,95	443,29	86,99
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,20	3,17	0,42
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,45	15,27	4,24
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,04	0,95	0,10
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,23	17,13	3,48
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,13	0,03
Wetzlar	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	32,00	203,13	79,56
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,15	0,93	0,34
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,25	5,15	2,59
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,05	0,66	0,14
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,35	12,98	5,12
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,03	0,06	0,03
Wiesbaden	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	38,12	460,58	118,17
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,29	5,20	0,82
	Blei	100	µg/m ² ×d	2,56	90,02	11,46
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,05	0,82	0,13
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,46	25,52	3,67
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,04	1,15	0,09
Wetzlar Sondermessgebiet	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	39,17	62,40	52,86
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,29	0,78	0,56
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,45	3,31	2,55
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,05	0,21	0,13
	Nickel	15	µg/m ² ×d	5,28	31,73	19,09
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,03	0,03	0,03

Erläuterung:

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

9.2.2 Immissionsbeurteilung

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

Nickel und Thallium vorgeschriebenen Immissionswerte beurteilt.

Staubniederschlag:

Der für die Einzelpunktbelastung vorgeschriebene Immissionswert für Staubbiederschlag wird im Jahr 2019 an 2 der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Der maximal ermittelte Wert beträgt $461 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$ und wurde – wie im vergangenen Jahr – im Messgebiet Wiesbaden auf dem Betriebshof der ELW gemessen. Im Vergleich zum Vorjahr ist dieser allerdings deutlich niedriger. Der Immissionswert wird außerdem an einem Messpunkt nahe der A66 in Frankfurt-Unterriederbach ($443 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$) überschritten. Der niedrigste Einzelpunktwert wurde mit

$29 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$ im Messgebiet Ulrichstein (ländlicher Hintergrund) ermittelt. Bei Betrachtung der Gebietsmittelwerte weist das Messgebiet Wiesbaden mit $118 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$ den höchsten Wert auf. Mit Ausnahme des Messgebiets Hünfelden weisen alle Gebiete einen Rückgang gegenüber dem Vorjahr auf. Am deutlichsten zeigt sich die Abnahme der Staubdeposition im Messgebiet Ulrichstein. Hier ist der Gebietsmittelwert im Vergleich zum Vorjahr um knapp $20 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$ gesunken.

Arsen:

Der vorgeschriebene Immissionswert für Arsen wird im Jahr 2019 an 2 Beurteilungspunkten in Hessen überschritten. Die maximal gemessene Arsendeposition beträgt $5,20 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ und wurde – wie beim Staubbiederschlag – im Messgebiet Wiesbaden auf dem Betriebshof der ELW gemessen. Weiterhin wird der Immissionswert mit $4,50 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ an einem

Messpunkt in Hünfelden knapp überschritten. Der niedrigste Wert für die Arsendeposition wurde mit $0,15 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ im Messgebiet Ulrichstein ermittelt. Den höchsten Gebietsmittelwert weist das Messgebiet Hünfelden ($0,88 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$) auf. Im Vergleich zum Vorjahr ist bei der Arsendeposition in allen Messgebieten ein leichter Rückgang zu verzeichnen.

Blei:

Der Immissionswert für Blei wird im Jahr 2019 an keinem der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Bleideposition beträgt $90,02 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ und wurde im Messgebiet Wiesbaden am Messpunkt in der Friedrich-Ebert-Allee ermittelt. Der niedrigste Wert für die Blei-

deposition wurde mit $1,13 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ in der Gemeinde Mücke, im Messgebiet Ulrichstein ermittelt. Bei Betrachtung der Gebietsmittelwerte weist das Messgebiet Wiesbaden mit $11,46 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ den höchsten Wert auf. Im Vergleich zum Vorjahr ist die Bleideposition in allen Messgebieten leicht zurückgegangen.

Cadmium:

Der Immissionswert für Cadmium wird im Jahr 2019 an keinem der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Cadmiumdeposition wurde mit $0,95 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$, an einem Messpunkt in Hanau im Messgebiet Unterrhein ermittelt. Der niedrigste Wert mit $0,03 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ in Heringen, im Messgebiet Hünfelden ermittelt. Bei Betrachtung der

Gebietsmittelwerte weist das Messgebiet Wetzlar den höchsten Wert ($0,14 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$) auf. Mit Ausnahme des Messgebiets Hünfelden ist die Cadmiumdeposition in allen Messgebieten gegenüber dem Vorjahr leicht zurückgegangen. Im Messgebiet Hünfelden bewegt sich der Gebietsmittelwert auf einem ähnlichen Niveau wie im Vorjahr.

Nickel:

Der für die Einzelpunktbelastung vorgeschriebene Immissionswert für Nickel wird im Jahr 2019 an 5 der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Nickeldeposition wurde mit $31,73 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ im Sondermessgebiet Wetzlar ermittelt. Der Immissionswert wird in diesem Messgebiet zudem an einem weiteren Punkt ($25,05 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$) 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 Messgebieten eine besondere Charakteristik aufweisen. Ebenso stellt der Beurteilungspunkt auf dem Betriebshof der ELW einen

Standort mit spezieller Charakteristik dar. Auch hier wird der für Nickel vorgeschriebene Immissionswert mit $25,52 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ überschritten. Zwei weitere Überschreitungen sind in Hanau ($17,13 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$) und in Kassel ($16,39 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$) zu verzeichnen. Der niedrigste Wert für die Nickeldeposition wurde mit $1,07 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ in Heringen, im Messgebiet Hünfelden ermittelt. Bei Betrachtung der Gebietsmittelwerte ist die Nickeldeposition im Vergleich zum Vorjahr in allen Messgebieten leicht zurückgegangen. Dennoch überschreitet der Gebietsmittelwert im Sondermessgebiet Wetzlar auch im Jahr 2019 mit $19,09 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ den vorgeschriebenen Immissionswert.

Thallium:

Der Immissionswert für Thallium wird im Jahr 2019 an keinem der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Thalliumdeposition wurde mit $1,15 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$, wie auch im Jahr zuvor, in der Emser Straße in Wiesbaden ermittelt. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Wert um $0,83 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$

gesunken. Insgesamt betrachtet ist der Wert dennoch leicht erhöht, da die ermittelten Depositionsraten für Thallium in Hessen üblicherweise so gering sind, dass die Ergebnisse unterhalb der Nachweisgrenze des angewandten Messverfahrens liegen.

10 Welche Wirkungen haben Fahrverbote auf die Stickstoffdioxid-Konzentrationen?

Seit Jahren wird deutschlandweit in vielen Städten der gesetzlich vorgeschriebene Grenzwert für Stickstoffdioxid ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ im Jahresmittel) nicht eingehalten. Aus diesem Grund haben einige Umweltverbände, darunter die Deutsche Umwelthilfe (DUH), zahlreiche Verfahren für das „Recht auf saubere Luft“ eingeleitet. Es wird gefordert, dass in den aktuell geltenden Luftreinhalteplänen weitere Maßnahmen zur schnellstmöglichen Einhaltung der Grenzwerte aufgenommen werden. Dazu zählen z. B. Diesel-fahrverbote. Im Jahr 2018 wurden die ersten Urteile verkündet, aufgrund dessen Fahrverbote nun umgesetzt werden müssen. In Hessen betrifft dies die Stadt Darmstadt. Auch in anderen Städten können Fahrverbote zumindest nicht völlig ausgeschlossen werden, wenn eine Einhaltung des Grenzwerts durch anderen Maßnahmen nicht zu gewährleisten ist.

Außerdem streben immer mehr Städte und Kommunen danach, die Lebensqualität in den Städten zu erhöhen, indem der Autoverkehr, der eine große Quelle für Lärm und Schadstoffe ist, zurückgedrängt wird. So haben sich teils auch aus klimapolitischen Gründen einige Städte dazu entschlossen, bestimmte Innenstadtbereiche zu Fußgängerzonen umzuwandeln. In Hessen wurde ein solches Projekt 2019 in Frankfurt umgesetzt.

Dieses Kapitel soll am Beispiel Darmstadt und Frankfurt zeigen, wie groß die Auswirkungen verschiedener Verkehrsbeschränkungen auf die Stickstoffdioxidkonzentration sind. Die nachfolgende Abbildung und Tabelle veranschaulichen dazu die Monats- und Jahresmittelwerte für NO_2 an einigen Darmstädter und Frankfurter Messstellen.

Die gemessenen NO_2 -Konzentrationen hängen generell nicht nur von der Stärke der Emissionen ab, sondern auch davon, wie effektiv die Emissionen verteilt, verdünnt und aus der Atmosphäre entfernt werden. Dies wiederum ist stark an die meteorologischen Bedingungen gekoppelt, die sich kurzfristig

sehr stark verändern können. Monatsmittelwerte der NO_2 -Konzentration an einem Standort können deshalb typischerweise stark variieren, auch ohne Änderungen der Emission. Der Jahresmittelwert dagegen ist wesentlich robuster gegenüber meteorologischen Schwankungen.

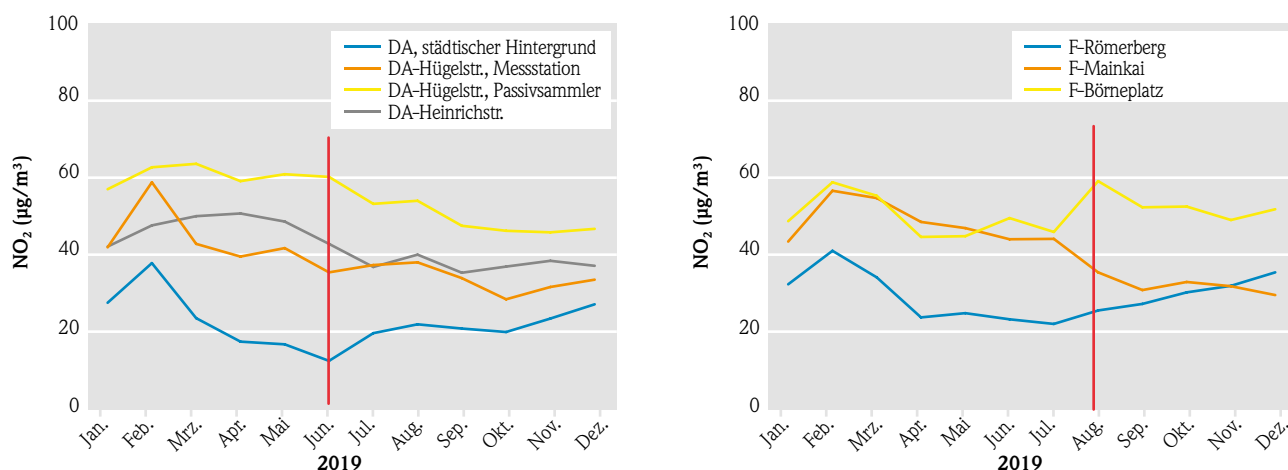


Abb. 20: Monatsmittelwerte für NO_2 an vier Darmstädter und drei Frankfurter Messstellen. Die rote Linie kennzeichnet den Zeitpunkt der Einführung der Minderungsmaßnahmen (1. Juni 2019 in Darmstadt und 30. Juli 2019 am Frankfurter Mainkai).

Tab. 12: Jahresmittelwerte für NO_2 für die Jahre 2018 und 2019 an 4 Darmstädter und 4 Frankfurter Messstellen. Der mit * gekennzeichnete Mittelwert bezieht sich nicht auf ein volles Kalenderjahr, sondern lediglich auf den Zeitraum August bis Dezember 2018, da vorher keine Messungen existierten. Zur besseren Unterscheidung der Messstandorte wurde in diesem Kapitel eine von der offiziellen Bezeichnung abweichende benutzt.

Messstandort	offizielle Bezeichnung der Messstelle	Jahresmittelwert für NO_2 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		2018	2019
DA, städtischer Hintergrund	Darmstadt	21,2	22,3
DA-Hügelstr., Messstation	Darmstadt-Hügelstr.	49,6	38,4
DA-Hügelstr., Passivsammler	Darmstadt Hügelstr.	66,5	54,7
DA-Heinrichstr.	Darmstadt Heinrichstr. II	54,2	42,2
F-Börneplatz	Frankfurt Börneplatz/Battonnstr.	49,8	51,0
F-Mainkai	Frankfurt Mainkai	47,2*	41,5
F-Römerberg	Frankfurt Römerberg	29,0	29,2

Darmstadt, Hügelstraße und Heinrichstraße: Dieselfahrverbote, Tempolimit und Minderung des Verkehrs

In Darmstadt hat eine Klage der DUH und des Verkehrsclubs Deutschland e.V. dazu geführt, dass seit 1. Juni 2019 in der Hügel- und in der Heinrichstraße ein streckenbezogenes Fahrverbot für Diesel-PKW einschließlich Euro 5 und Benziner der Euro-Norm

1 und 2 eingeführt wurde. Zusätzlich wurde der Verkehr auf der Hügelstraße um ca. 15 % reduziert, indem der Zufluss in die Straße durch Änderung der Fahrspuren im City-Tunnel vermindert wurde. In beiden Straßen wurde ein Tempolimit von 30 km/h

eingerrichtet. Auf der HeinrichstraÙe gilt zusätzlich ein LKW-Durchfahrtsverbot. Die Einhaltung der Fahrverbote wird kontinuierlich überwacht.

Auf die Messwerte der Station im städtischen Hintergrund, die einige Kilometer entfernt von den beiden betroffenen StraÙen liegt, haben die MinderungsmaÙnahmen keinen Einfluss gehabt. Die Jahresmittelwerte für 2018 und 2019 sind nahezu identisch. Im Sommer wurden die niedrigsten und im Winter die höchsten Konzentrationen gemessen – ein typischer Jahresgang für NO₂.

An den verkehrsbezogenen Messstellen in der Hügel- und der HeinrichstraÙe ist dagegen kein typischer Jahresgang zu beobachten. Stattdessen erkennt man mit Einführung der MinderungsmaÙnahmen einen deutlichen Rückgang der NO₂-Werte. Obwohl die MaÙnahmen erst Mitte des Jahres griffen, wirkt sich

die Reduktion auch insgesamt auf den Jahresmittelwert sehr deutlich aus. Dieser liegt 2019 ca. 20 % niedriger als 2018. Dieser Rückgang ist etwa 10-mal so hoch wie der mittlere jährliche NO₂-Rückgang an den verkehrsnahen Standorten in Hessen, der sich ohne spezielle MinderungsmaÙnahmen über die letzten Jahre ergab.

Die Werte an der Messstation Darmstadt-HgelstraÙe liegen damit erstmals unterhalb des Grenzwerts von 40 µg/m³. Da die MaÙnahmen weiter fortgeführt werden, ist davon auszugehen, dass die Jahresmittelwerte für 2020 noch einmal deutlich niedriger ausfallen werden als für 2018 und 2019. Damit lge 2020 wahrscheinlich nur noch an der Messstelle des Passivsammlers in der HgelstraÙe eine Grenzwertverletzung für NO₂ vor. Diese wäre jedoch immer noch deutlich.

Frankfurt, Mainkai: komplette Sperrung der StraÙe für den Kfz-Verkehr

In Frankfurt wurde der Mainkai am 30. Juli 2019 für 13 Monate komplett für den Kfz-Verkehr gesperrt. Zuvor war die StraÙe am nördlichen Mainufer sehr stark befahren. Die Sperrung ist ein temporäres Projekt der Stadt Frankfurt, in dem die StraÙe zur FuÙgngerzone umgewandelt und damit das Innenstadgebiet aufgewertet werden soll.

Vor der Sperrung bewegten sich die Messwerte am Mainkai annähernd auf demselben Niveau, wie die Werte an der nahegelegenen verkehrsnahen Messstelle Börneplatz. Der Grenzwert wurde an beiden

Messstellen deutlich überschritten. Mit dem ersten Monat der Sperrung sanken die NO₂-Werte am Mainkai beträchtlich, die Monatsmittelwerte lagen dann etwa auf dem Niveau der nahegelegenen Messstelle Römerberg im städtischen Hintergrund. Da die Sperrung nur fünf Monate des Jahres 2019 betraf, lag der Jahresmittelwert für 2019 am Mainkai aber trotzdem noch um einiges höher als der Jahresmittelwert an der Messstelle Römerberg und auch knapp oberhalb des Grenzwerts. Eine Fortführung der MaÙnahmen über ein volles Kalenderjahr hätte jedoch eine sichere Grenzwerteinhaltung zur Folge.

Fazit

Die Beispiele aus Darmstadt und Frankfurt zeigen, dass deutliche Abnahmen der Verkehrsemissionen – sei es durch Minderung der Verkehrszahlen oder durch Durchfahrtsbeschrnkungen für Dieselfahrzeuge – zu deutlichen Reduktionen der NO₂-Werte an verkehrsnahen Standorten führen. Werden die Verkehrsbeschränkungen nur für einzelne StraÙen festgelegt, so ist davon auszugehen, dass sich der Verkehr an andere Stellen in der Umgebung verlagert. Ob die dortige Erhöhung der Verkehrsemissionen wiederum zu einer deutlichen Erhöhung der NO₂-Werte und sogar zu einer neuen Grenzwertverletzung beiträgt, hängt u. a. von der Grundbela-

stung der Stadt (NO₂-Konzentration im städtischen Hintergrund) und der Bebauungssituation ab (enge StraÙenschluchten wirken sich ungünstiger aus als breite StraÙen mit aufgelockerte Bebauung). Um eine schnelle Einhaltung der Grenzwerte im gesamten Stadtgebiet zu erreichen, ist es deshalb in der Regel sinnvoll, die MaÙnahmen zur Emissionsminderung auf einen groÙeren Bereich als nur einzelne StraÙenabschnitte auszulegen.

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
- Meteorologische Messungen zur Immissionsüberwachung
- Prüfungen zur Qualitätssicherung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Immissionen
- Modul Immissionsschutz

Das HLNUG hat ein effektives Qualitätsmanagementsystem gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 eingeführt und ist seit 11.02.2008 akkreditiert. Der international anerkannte Kompetenznachweis wurde durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) mehrfach bestätigt und durch die aktuelle Akkreditierungsurkunde vom 20.08.2019 dokumentiert (D-PL-14551-01).



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14551-01-00

Die Tabelle stellt nur einen Auszug dar; der komplette Akkreditierungsumfang (Urkunde und Anlage) ist über folgende Internetseite einsehbar: www.hlnug.de/?id=8768. Bei einem Teil der im vorliegenden 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 als Prüflabor akkreditiert. Die Akkreditierungen sind unter folgenden Internetseiten einzusehen:

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

Tab. 13: Übersicht der Messverfahren und Normen

Komponente	Messverfahren	Norm
SO ₂	Ultraviolett(UV)-Fluoreszenz	DIN EN 14212:2012
CO	Nicht-dispersive Infrarot-Photometrie (NDIR)	DIN EN 14626:2012
NO/NO ₂	Chemilumineszenz Passivsammler	DIN EN 14211:2012 DIN EN 16339:2013
O ₃	Ultraviolett(UV)-Photometrie	DIN EN 14625:2012
BTX	Gaschromatographie Passivsammler	DIN EN 14662-3:2016 DIN EN 14662-5:2005
PM ₁₀ /PM _{2,5}	Radiometrie/Nephelometrie, Optische Verfahren Gravimetrie	DIN EN 16450:2017 DIN EN 12341:2014
Staubinhaltsstoffe Schwermetalle, PAK	Massenspektroskopie Gaschromatographie	DIN EN 14902:2005 DIN EN 15549:2008
Deposition	Bergerhoff-Verfahren	VDI 4320 Blatt 2:2012 VDI 2267 Blatt 2:2019
Ruß	Transmission/Reflektion	Akkreditiertes Hausverfahren analog DIN EN 16450:2017

12 Details zu den Luftmessstellen und -gebieten

12.1 Tabellarische Übersicht

Tab. 14: Standorte und Charakteristika der Luftmessstellen

Messstelle	Höhe ü. NN (m)	Längengrad (WGS 84)	Breitengrad (WGS 84)	Klassifizierung
Alsfeld	274	9°16'13"	50°45'09"	städtisches Gebiet, Verkehr
Alsfeld II	274	9°16'14"	50°45'10"	städtisches Gebiet, Verkehr
Alsfeld III	269	9°16'19"	50°45'10"	städtisches Gebiet, Verkehr
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
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. II	143	8°38'54"	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
<i>Eschborn Frankfurter Str.</i>	120	8°34'14"	50°08'01"	städtisches Gebiet, Verkehr
<i>Eschborn Georg-Büchner-Str.</i>	165	8°32'41"	50°09'40"	städtisches Gebiet, Verkehr
<i>Eschborn Hamburger Str.</i>	135	8°34'01"	50°08'21"	städtisches Gebiet, Verkehr
<i>Eschborn Hauptstr. III</i>	158	8°32'58"	50°09'18"	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
<i>Frankfurt Lerchesberg</i>	138	8°40'58"	50°04'52"	städtisches Gebiet, Hintergrund
<i>Frankfurt Mainkai</i>	95	8°41'03"	50°06'33"	städtisches Gebiet, Verkehr
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 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
<i>Frankfurt Römerberg</i>	100	8°40'56"	50°06'37"	städtisches Gebiet, Hintergrund
<i>Frankfurt-Schwanheim</i>	94	8°34'34"	50°04'31"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Fulda-Künzeller Straße	280	9°41'45"	50°32'33"	städtisches Gebiet, Hintergrund
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

Messstelle	Höhe ü. NN (m)	Längengrad (WGS 84)	Breitengrad (WGS 84)	Klassifizierung
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
Hanau-Mitte	107	8°55'34"	50°07'49"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Heppenheim-Lehrstraße	110	8°38'31"	49°38'35"	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 Bahnhofstraße	186	8°46'17"	50°49'02"	städtisches Gebiet, Verkehr
Marburg Universitätsstraße	191	8°46'12"	50°48'25"	städtisches Gebiet, Verkehr
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
Riedstadt	87	8°31'00"	49°49'30"	ländlich stadtnah, Hintergrund
Rüsselsheim Rugby-Ring	92	8°25'27"	49°59'44"	städtisches Gebiet, Verkehr
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, Hintergrund
Wetzlar-Hermannstein	183	8°29'42"	50°34'40"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Wetzlar-Im Köhlersgarten	161	8°29'31"	50°34'31"	städtisches Gebiet, Industrie
Wetzlar Linsenbergr.	164	8°29'30"	50°34'30"	städtisches Gebiet, Hintergrund
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:

Messstellen in Städten
 Messstellen im ländlichen Raum
 Messstellen an Verkehrsschwerpunkten
Kursiv: Messstellen, die nicht zur gebietsbezogenen Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden

Tab. 15: Geräteausstattung der Luftmessstellen, Jahr des Messbeginns

Messstelle	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 Fein- staub PM ₁₀
Alsfeld				19**							
Alsfeld II				19**							
Alsfeld III				19**							
Aßlar Klein-Altenstädten							17*			17	
Bad Arolsen			99	99		99	00	10			
Bebra			88	88		88	00				
Bensheim Nibelungenstraße				14**							
Burg Herzberg			11	11		11					
Darmstadt	77	77	77	77		84	00			02*	
Darmstadt Heinrichstr. II				16**							
Darmstadt Hügelstraße				14**							
Darmstadt-Hügelstraße		94	94	94	99		00				
<i>Eschborn Frankfurter Str.</i>				19**							
<i>Eschborn Georg-Büchner-Str.</i>				19**							
<i>Eschborn Hamburger Str.</i>				19**							
<i>Eschborn Hauptstr. III</i>				19**							
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*
<i>Frankfurt Lerchesberg</i>				13**							
<i>Frankfurt Mainkai</i>				19**							
Frankfurt-Mitte										03*	
Frankfurt-Ost			84	84		84	00	08*		01*	
Frankfurt Palmengarten											07*
Frankfurt Pforzheimer Str.				16**							
Frankfurt Riederwald I				16**							
Frankfurt Riederwald II				16**							
Frankfurt Riederwald III				16**							
<i>Frankfurt Römerberg</i>				17**							
<i>Frankfurt-Schwanheim</i>	18	18	18	18		18	18	18	18		
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			
Hanau	77		77	77	92	92	00				

Messstelle	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
Hanau-Mitte										02*	
Heppenheim-Lehrstraße			06	06	06**		06	10			07*
Kassel-Fünffensterstraße		99	99	99	99**		00				07*
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 Bahnhofstraße				19**							
Marburg Universitätsstraße				19**							
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 Grenzstraße		13	13	13	14**		13				
Raunheim	76	76	79	79		82	00	18	13	02*	02*
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*			02*	
Wetzlar Linsenbergr.				09**							
Wiesbaden-Ringkirche		92	91	91	95		00	10	13	08*	01*
Wiesbaden-Schiersteiner Str.			11	11			11	19			
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

Messstellen in Städten

Messstellen im ländlichen Raum

Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

Kursiv: Messstellen, die nicht zur gebietsbezogenen Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden

Tab. 16: Geräteausstattung der Luftmessstationen (Meteorologie), Jahr des Messbeginns

Messstation	Wind- richtung	Wind- geschwin- digkeit	Temperatur	Relative Feuchte	Luftdruck	Global- strahlung	Nieder- schlag
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		
Frankfurt-Schwanheim	18	18	18	18	18		
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	11	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:
 Messstellen in Städten

 Messstellen im ländlichen Raum
Kursiv: Messstellen, die nicht zur gebietsbezogenen Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden**Tab. 17:** Beschreibung der Messgebiete für Staubbiederschlag und dessen Inhaltsstoffe

Mess- gebiete	Rechts- wert	Hochwert	Anzahl der Mess- punkte	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 Son- dermessgebiet	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

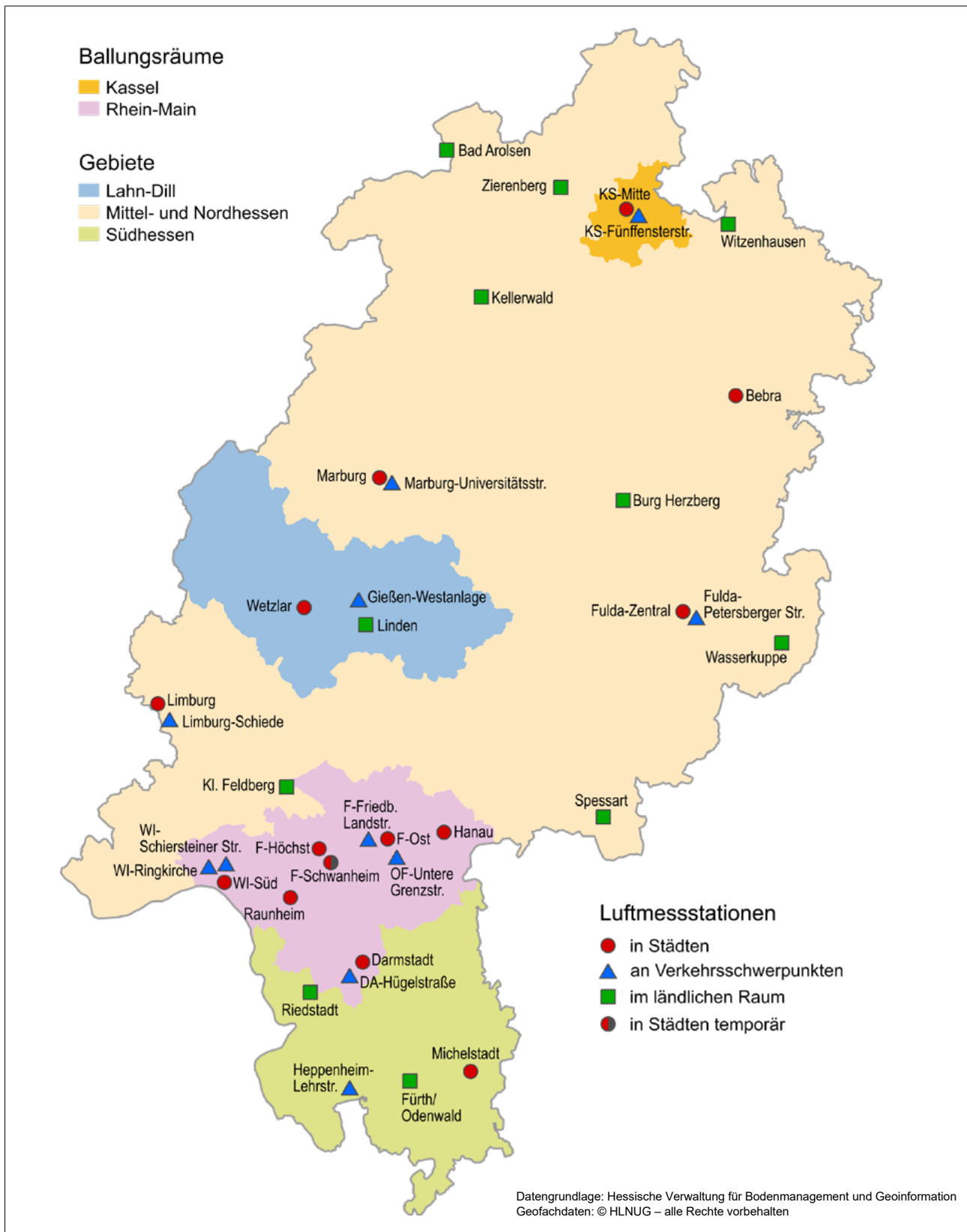


Abb. 21: Hessisches Messnetz zur kontinuierlichen Überwachung der Luftqualität, einschließlich Messstationen, an denen zusätzlich auch Messverfahren zur gravimetrischen Erfassung von Feinstaub $PM_{2,5}$ oder Passivsammler zur Messung von BTX betrieben werden. (Stand 2019)

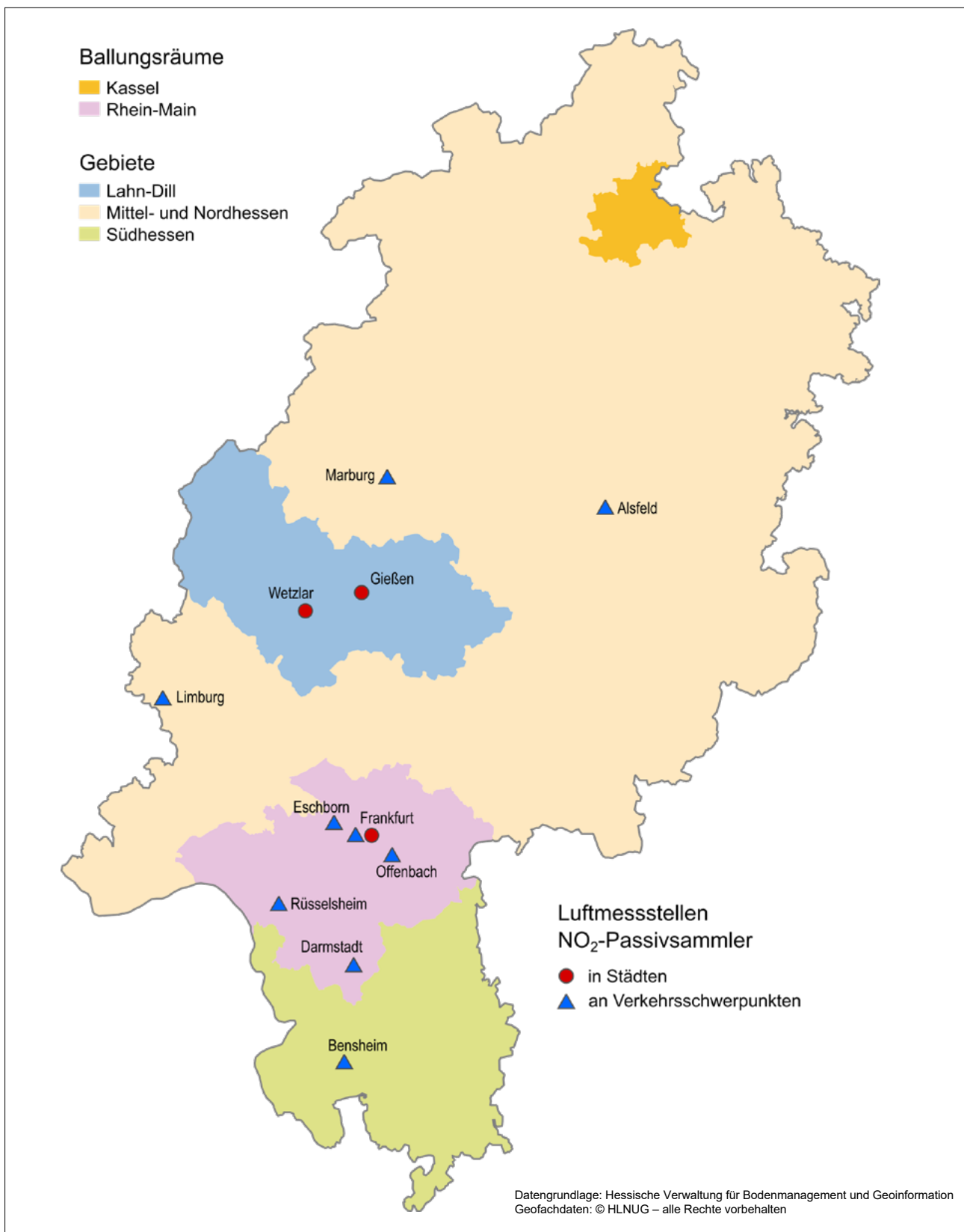


Abb. 22: Luftmessstellen mit NO₂-Passivsammlern (Stand 2019). In einzelnen Städten werden mehrere Passivsammler eingesetzt, Details sind der Tabelle zur Geräteausstattung der Luftmessstellen zu entnehmen.

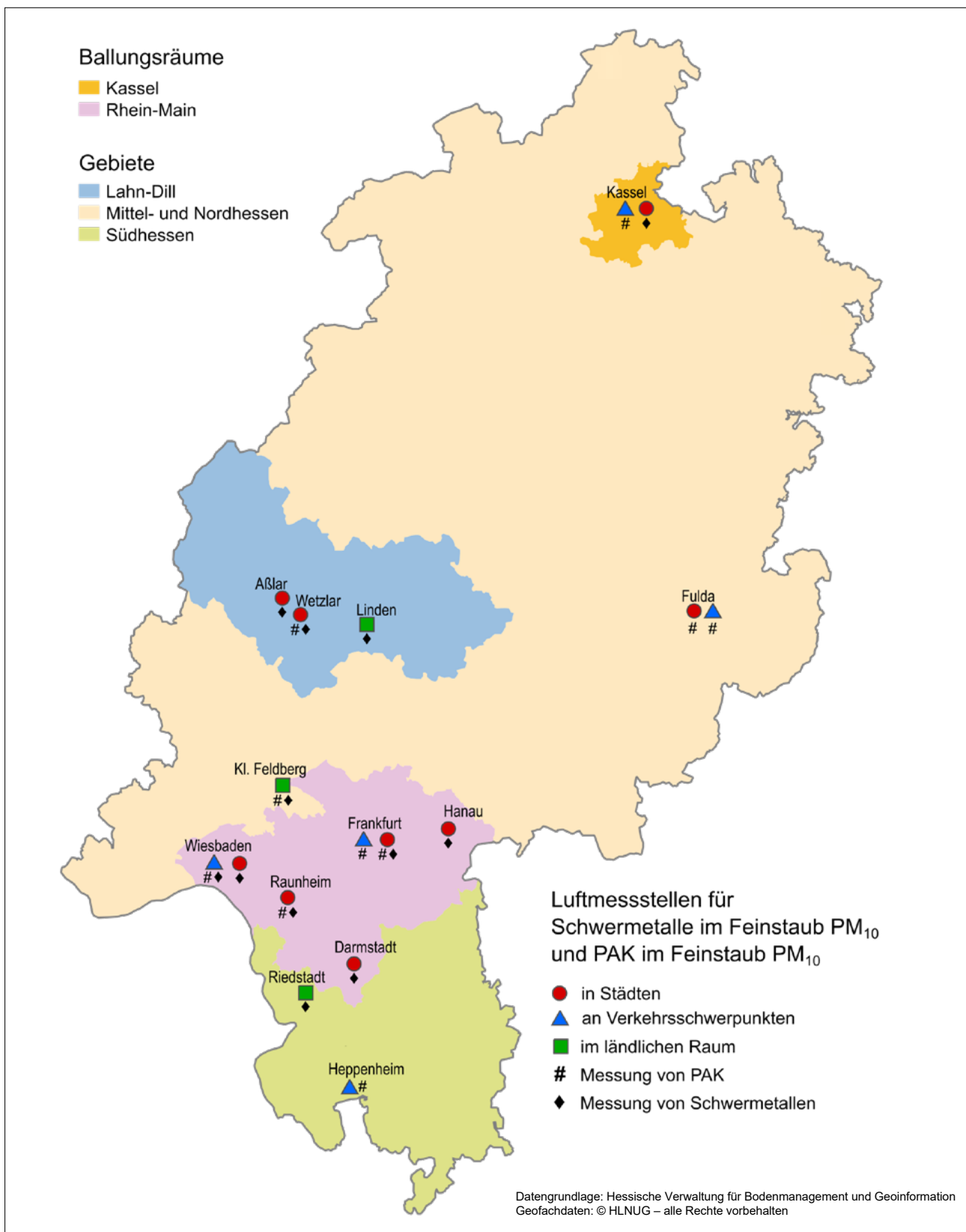


Abb. 23: Hessisches Messnetz zur Erfassung von Schwermetallen sowie von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) im Feinstaub PM₁₀ (Stand 2019). In einzelnen Städten gibt es mehrere Messstellen zur Erfassung von Schwermetallen bzw. PAK im Feinstaub PM₁₀, Details sind der Tabelle zur Geräteausstattung der Luftmessstellen zu entnehmen.

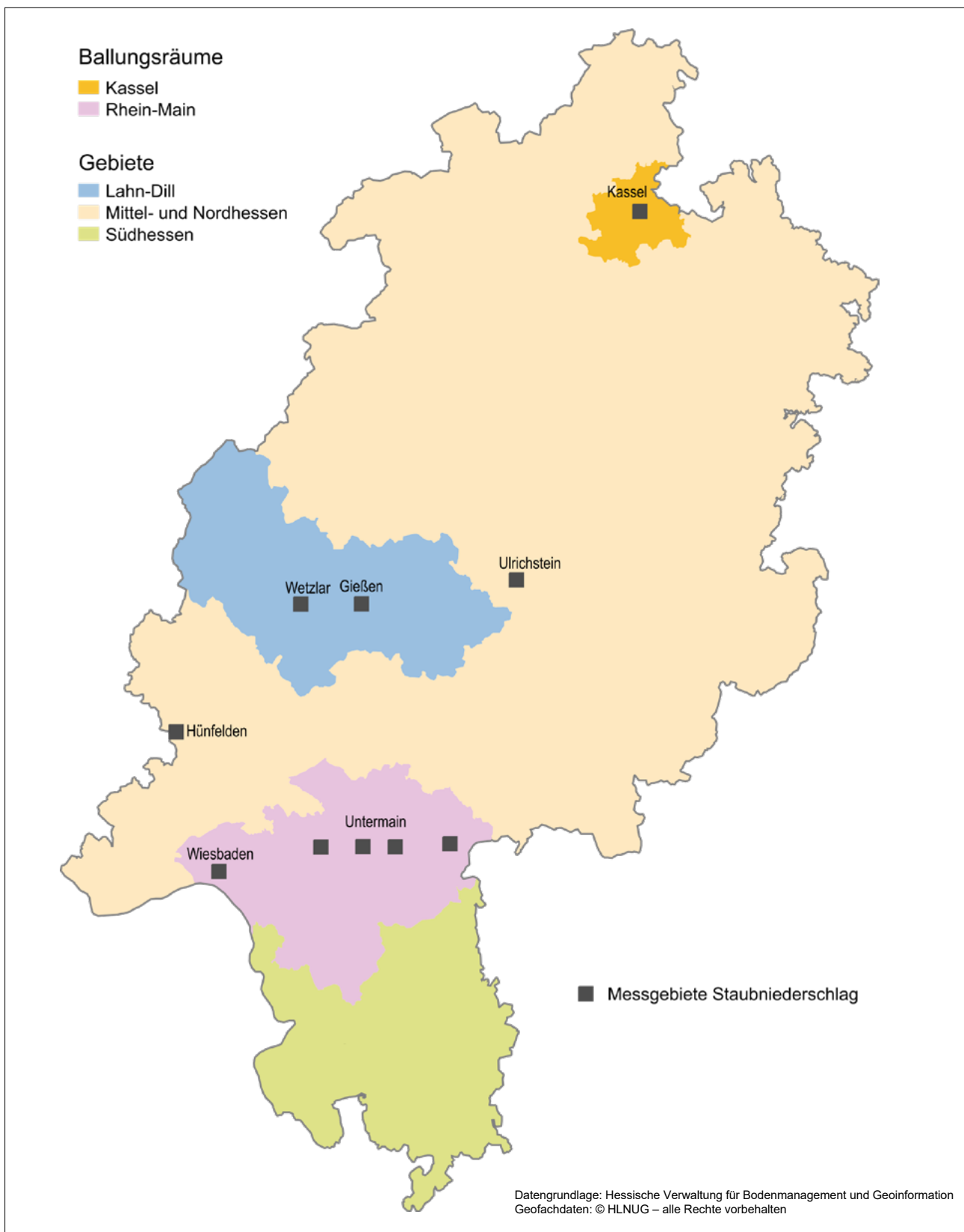


Abb. 24: Messgebiete zur Erfassung des Staubbiederschlags in Hessen (Stand 2019)

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 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 1222)
- 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 8. April 2019 (BGBl. I S. 432)