

# Lufthygienischer Jahresbericht 2020



# **Lufthygienischer Jahresbericht 2020**

Wiesbaden, Oktober 2021

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

# Impressum

## Lufthygienischer Jahresbericht 2020

Bearbeitung: Dr. Florian Ditas, Nicolai Föll, Prof. Dr. Stefan Jacobi, Charlotte Matthias, Dr. Diana Rose,  
Daniel Schwarzloh, Kerstin Wolf, Katja Wucher

Titelbild: 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](http://www.hlnug.de)**

Das HLNUG auf Twitter:

**[https://twitter.com/hlnug\\_hessen](https://twitter.com/hlnug_hessen)**

Version	Veröffentlicht	Bemerkung
1.0	Dezember 2021	

Diese Broschüre wurde mit FSC-Zertifizierung gedruckt.

# Inhalt

Impressum	2
Vorwort	4
<b>1 Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2 Überwachung der Luftqualität in Hessen</b>	<b>5</b>
2.1 Systematische Bezeichnung von Messstellen	6
2.2 Kontinuierliche Messungen	6
2.3 Diskontinuierliche Messungen mittels Passivsammler	6
2.4 Schwermetalle im Feinstaub PM <sub>10</sub>	7
2.5 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feinstaub PM <sub>10</sub>	7
2.6 Indikator für die durchschnittliche Exposition von Feinstaub PM <sub>2,5</sub> (AEI)	8
2.7 Messprogramm für den Staubbiederschlag und seine Inhaltsstoffe	8
<b>3 Immissionswerte nach 39. BImSchV und TA Luft</b>	<b>9</b>
3.1 Grenz-, Ziel- und Schwellenwerte sowie kritische Werte nach 39. BImSchV	9
3.2 Immissionswerte nach TA Luft	10
<b>4 Witterung</b>	<b>10</b>
<b>5 Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Stickstoffmonoxid (NO) und Stickoxide (NO<sub>x</sub>)</b>	<b>12</b>
5.1 Kenngrößen	12
5.2 Immissionsbeurteilung	15
<b>6 Ozon (O<sub>3</sub>)</b>	<b>16</b>
6.1 Kenngrößen	16
6.2 Immissionsbeurteilung	17
<b>7 Benzol, Toluol, Xylol (BTX)</b>	<b>18</b>
7.1 Kenngrößen	18
7.2 Immissionsbeurteilung	19
<b>8 Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO)</b>	<b>20</b>
8.1 Kenngrößen	20
8.2 Immissionsbeurteilung	21
<b>9 Partikel</b>	<b>21</b>
9.1 Feinstaub PM <sub>10</sub> , Feinstaub PM <sub>2,5</sub> sowie Ruß	21
9.2 Inhaltsstoffe im Feinstaub PM <sub>10</sub> : Schwermetalle	26
9.3 Inhaltsstoffe im Feinstaub PM <sub>10</sub> : PAK	28
9.4 Staubbiederschlag	29
<b>10 Interessantes aus dem Berichtsjahr</b>	<b>33</b>
10.1 Ringversuch Partikelmessung 2020	33
10.2 Entwicklung der NO <sub>2</sub> -Konzentration in Hessen	35
<b>11 Qualitätssicherung</b>	<b>39</b>
<b>12 Details zu den Luftmessstellen und -gebieten</b>	<b>40</b>
12.1 Tabellarische Übersicht	40
12.2 Kartenübersicht	46

## Vorwort



Liebe Leserin, lieber Leser,

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

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

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

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

mittelten 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 werden für Stickstoffdioxid ( $NO_2$ ) und Benzol ( $C_6H_6$ ) um Daten aus der Messung mit Passivsammlern, für Feinstaub  $PM_{2,5}$  um Daten aus der gravimetrischen Erfassung ergänzt. Im vorliegenden Lufthygienischen Jahresbericht werden sämtliche Ergebnisse und Auswertungen zur Überwachung der Luftqualität in Hessen umfassend dargestellt.

Den Lufthygienischen Jahreskurzbericht sowie den nun vorliegenden ausführlichen Lufthygienischen Jahresbericht finden Sie auch auf der Internetseite des HLNUG.

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

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

## 1 Einleitung

Der vorliegende Bericht informiert über die Überwachung der Luftqualität in Hessen im Jahr 2020. Er enthält die Darstellung der wichtigsten Kenngrößen zur Immissionsbeurteilung. Des Weiteren werden die Ergebnisse aus den Messprogrammen für Feinstaub  $PM_{10}$  und seinen Inhaltsstoffen sowie dem Messprogramm zum Staubbiederschlag und seinen Inhaltsstoffen berichtet. Dabei wird auch der im Jahr 2020 auf dem Versuchsgelände des HLNUG durchgeführte Ringversuch zur Feinstaubbelastung vorgestellt. Darüber hinaus wird die Entwicklung der  $NO_2$ -Konzentration in Hessen, insbesondere im Zusammenhang mit der Corona-Pandemie, erörtert.

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

Gebieten oder Ballungsräumen die Immissionsgrenzwerte überschritten, müssen Luftreinhaltepläne aufgestellt werden.

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

Die aufgrund der aufwändigeren Inhaltsstoffuntersuchungen der Feinstaub- und Staubbiederschlagsproben zeitliche Verzögerung des Berichts wird durch die Veröffentlichung eines „Jahreskurzberichts“ mit den wesentlichen Ergebnissen des kontinuierlichen Luftmessnetzes zu Beginn des Jahres aufgefangen.

Die aktuellen Messergebnisse (nicht abschließend geprüft) sowie Werte aus dem Zeitraum der jeweils 20 letzten Jahre finden Sie im Messdatenportal auf der Internetseite des HLNUG unter <https://www.hlnug.de/daten>.

## 2 Überwachung der Luftqualität in Hessen

Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie betreibt ein landesweit ausgerichtetes Messnetz zur gebietsbezogenen Überwachung und Beurteilung der Luftqualität. Dazu werden sowohl kontinuierliche als auch diskontinuierliche Messverfahren eingesetzt.

Die Messung der Luftschadstoffe im kontinuierlichen Verfahren erfolgt in den Messstationen mit automatisierten Analysatoren. Die Messplatzanforderung für diese Geräte macht es in der Regel erforderlich, eine Luftmessstation als begehbaren thermostatisierten Laborraum auszulegen. Jede Messstation setzt sich aus dem Probenahmesystem, den einzelnen Messgeräten mit Kalibriereinheit und der Stationselektronik zusammen. Die Mess- und 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 die Messwerte in kurzen Sekundenabständen ab (in der Regel alle 5 Sekunden) und berechnet die Halbstundenmittelwerte; diese werden anschließend in die Messnetzzentrale des HLNUG übertragen. Dort werden die Daten überprüft, 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<sub>2</sub>) und Benzol, Toluol und m-/p-Xylol (BTX).

Detaillierte Informationen sowie Kartendarstellungen zu den einzelnen Messstellen und Messgebieten (Staubbiederschlag) 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 Systematische Bezeichnung von Messstellen

In den vergangenen Jahren ist die Anzahl der Luftmessstellen erheblich größer geworden und die Standorte liegen zum Teil eng beieinander. Aus diesem Grund hat sich das HLNUG entschlossen, die bisherigen Bezeichnungen der Messstellen zu vereinheitlichen und eine systematische Namensgebung zu entwickeln. Die Änderungen werden in der Berichtserstattung ab dem Jahr 2020 erstmals berücksichtigt.

Um die Eindeutigkeit bei der Darstellung der Werte sicher zu stellen und eine Vergleichbarkeit mit den Veröffentlichungen der Vorjahre zu ermöglichen, werden in diesem Bericht einmalig die von Änderungen betroffenen Messstellen tabellarisch aufgeführt (Kapitel 12.1 Tabellarische Übersicht). Darüber hinaus wird die Tabelle der Standortdetails für sämtliche Messstellen mit der Angabe eines eindeutigen Codes ergänzt.

## 2.2 Kontinuierliche Messungen

Im Jahr 2020 wurden insgesamt 37 kontinuierliche Immissionsmessstationen unterhalten: 15 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<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Benzol, Toluol und m-/p-Xylol (BTX), Ozon (O<sub>3</sub>), Feinstaub PM<sub>10</sub>, Feinstaub PM<sub>2,5</sub> und Ruß.

Die meteorologischen Parameter dienen dazu, die für die Entstehung und die Ausbreitung von Luftverunreinigungen bedeutsamen meteorologischen Bedingungen zu erfassen. Gemessen werden Windrichtung und -geschwindigkeit, Temperatur, relative Feuchte, Luftdruck, Globalstrahlung und Niederschlag.

Im Jahresbericht werden nur die Messwerte der Stationen dargestellt, die mindestens ein Kalenderjahr in Betrieb sind. Messstellen, die nicht zur gebietsbezogenen Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden, sind im Bericht in kursiver Schreibweise dargestellt.

## 2.3 Diskontinuierliche Messungen mittels Passivsammler

Neben den Messungen mit kontinuierlich arbeitenden Analysatoren hat sich seit einigen Jahren ein diskontinuierliches Messverfahren, das Passivsammlerverfahren, als verlässliche Methode für die Erhebung der mittleren

Konzentration von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), aber auch von Benzol, Toluol und m-/p-Xylol (BTX) 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 des Luftschadstoffes. Nach dem zu Grunde liegenden physikalischen Prinzip kann auf seine 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.

Passivsammler benötigen, im Gegensatz zu kontinuierlich messenden Geräten, keine Stromversorgung. Als vergleichsweise einfaches und preiswertes Verfahren kann damit eine größere Anzahl von Messstellen in der Fläche realisiert werden. Ein weiterer Vorteil

ist der geringe Platzbedarf. Deshalb sind mehrere verkehrsbezogene Stationen des Luftmessnetzes Hessen, in denen u. a. aus Platzgründen kein kontinuierlich messender BTX-Analysator eingesetzt werden kann, mit Passivsammlern zur BTX-Messung ausgerüstet. Der Nachteil des Passivsammler-Verfahrens liegt in der begrenzten zeitlichen Auflösung (ein Monat). Für die Ermittlung eines Jahresmittelwertes hat sich das Verfahren jedoch bewährt.

Auf Grund der zahlreichen  $\text{NO}_2$ -Messungen kann es zu sehr ähnlich lautenden Bezeichnungen von Messstationen und Passivsammler-Messstellen kommen. In der zusammenfassenden Tabelle „Geräteausstattung der Luftmessstellen, Jahr des Messbeginns“ (Tab. 17) ist explizit gekennzeichnet, welche Messstellen bei welchen Komponenten mit Passivsammlern arbeiten.

## 2.4 Schwermetalle im Feinstaub $\text{PM}_{10}$

Zur Erfassung der Schwermetallbelastung im Feinstaub  $\text{PM}_{10}$  führt das HLNUG Messungen mit diskontinuierlichen Verfahren durch. Im Jahr 2020 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  $\text{PM}_{10}$ -Messwerte für die Beurteilung der  $\text{PM}_{10}$ -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  $\text{PM}_{10}$ -Grenzwerte. Die Ergebnisse dieser beiden Messstellen werden im Kapitel „Feinstaub  $\text{PM}_{10}$ , Feinstaub  $\text{PM}_{2,5}$  sowie Ruß“ dokumentiert.

Die Schwermetallkonzentration im Feinstaub  $\text{PM}_{10}$  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 $\text{PM}_{10}$

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

der  $\text{PM}_{10}$ -Fraktion zu erfassen. Im hessischen PAK-Messprogramm wurden deshalb im Jahr 2020 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 aromatischen

Kohlenwasserstoffe Benzo(a)pyren (BaP), Benzo(a)anthracen (BaA), Benzo(b,j,k)fluoranthren (BF (b+j+k)), Dibenzo(a,h)anthracen (DBA) und Indeno(1,2,3-cd)pyren (INP) erfolgen demnach als Bestandteile der PM<sub>10</sub>-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<sub>2,5</sub> (AEI)

Mit der EU-Richtlinie für Luftqualität und saubere Luft in Europa wird als zusätzliches lufthygienisches Ziel die Reduzierung der durchschnittlichen deutschlandweiten PM<sub>2,5</sub>-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<sub>2,5</sub>-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/m<sup>3</sup>. Den Anforderungen der 39. BImSchV entsprechend muss diese Konzentration bis 2020 um 15 % verringert werden. Darüber hinaus darf der Indikator für die durchschnittliche PM<sub>2,5</sub>-Exposition ab 2015 den Wert von 20 µg/m<sup>3</sup> 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 Gesamt-ablagerung von Stoffen bezeichnet, die als trockene oder nasse Deposition aus der Atmosphäre auf Oberflächen wie Böden, Pflanzen, Gebäude oder Gewässer gelangt. Mit dem Bergerhoff-Verfahren wird die Gesamtdeposition des 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 2020 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 Immissions-situation 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 <sub>2</sub> )	1-h-Mittel	350 µg/m <sup>3</sup> dürfen nicht öfter als 24-mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	Grenzwert
	24-h-Mittel	125 µg/m <sup>3</sup> dürfen nicht öfter als 3-mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	Grenzwert
	Jahresmittel	20 µg/m <sup>3</sup>	Vegetation	kritischer Wert, emissionsfern <sup>1)</sup>
	Wintermittel (01.10.–31.03.)	20 µg/m <sup>3</sup>	Vegetation	kritischer Wert, emissionsfern <sup>1)</sup>
Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	1-h- Mittel	200 µg/m <sup>3</sup> dürfen nicht öfter als 18-mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	Grenzwert
	Jahresmittel	40 µg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	Grenzwert
Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> )	Jahresmittel	30 µg/m <sup>3</sup>	Vegetation	kritischer Wert, emissionsfern <sup>1)</sup>
Feinstaub (PM <sub>10</sub> )	24-h- Mittel	50 µg/m <sup>3</sup> dürfen nicht öfter als 35-mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	Grenzwert
	Jahresmittel	40 µg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	Grenzwert
Feinstaub (PM <sub>2,5</sub> )	Jahresmittel	25 µg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	Grenzwert
Benzol (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Jahresmittel	5 µg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	Grenzwert
Kohlenmonoxid (CO)	max. 8-h-Mittel	10 mg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	Grenzwert
Ozon (O <sub>3</sub> )	1-h-Mittel	180 µg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	Informationsschwelle
	1-h-Mittel	240 µg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	Alarmschwelle
	max. 8-h-Mittel	120 µg/m <sup>3</sup> dürfen an höchstens 25 Tagen im Kalenderjahr überschritten werden, gemittelt über 3 Jahre	Gesundheit	Zielwert
	AOT40	18 000 µg/m <sup>3</sup> ×h, gemittelt über 5 Jahre	Vegetation	Zielwert
Blei <sup>2)</sup>	Jahresmittel	0,5 µg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	Grenzwert
Arsen <sup>2)</sup>	Jahresmittel	6 ng/m <sup>3</sup>	Gesundheit, Umwelt	Zielwert
Cadmium <sup>2)</sup>	Jahresmittel	5 ng/m <sup>3</sup>	Gesundheit, Umwelt	Zielwert
Nickel <sup>2)</sup>	Jahresmittel	20 ng/m <sup>3</sup>	Gesundheit, Umwelt	Zielwert
Benzo(a)pyren <sup>3)</sup>	Jahresmittel	1 ng/m <sup>3</sup>	Gesundheit, Umwelt	Zielwert

#### Abkürzungen:

**NO<sub>x</sub>:** NO + NO<sub>2</sub> (als NO<sub>2</sub>)

**PM<sub>10</sub>:** Feinstaub (Particulate Matter), Durchmesser < 10 µm

**PM<sub>2,5</sub>:** 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/m<sup>3</sup> (40 ppb) und dem Wert 80 µg/m<sup>3</sup> im Zeitraum 8–20 Uhr von Mai bis Juli

#### Erläuterung:

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

<sup>2)</sup> als Gesamtgehalt in der PM<sub>10</sub>-Fraktion

<sup>3)</sup> 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 <sup>2</sup> ×d	Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag
Arsen	Jahresmittel	4 µg/m <sup>2</sup> ×d	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich der Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen
Blei	Jahresmittel	100 µg/m <sup>2</sup> ×d	
Cadmium	Jahresmittel	2 µg/m <sup>2</sup> ×d	
Nickel	Jahresmittel	15 µg/m <sup>2</sup> ×d	
Thallium	Jahresmittel	2 µg/m <sup>2</sup> ×d	
Quecksilber	Jahresmittel	1 µg/m <sup>2</sup> ×d	

## 4 Witterung

Im Jahr 2020 war es in Hessen im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten (Referenzzeitraum 1981–2010) zu warm. Nur im Mai lag die Durchschnittstemperatur unter den Temperaturen des Referenzzeitraums. Im Juli war es durchschnittlich warm, in allen anderen Monaten lagen die Temperaturen über dem Durchschnitt, beim August handelt es sich sogar um den zweitwärmsten August seit Beginn der Aufzeichnungen (1881). Auch insgesamt stellt sich 2020 als das zweitwärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen in Hessen dar.

Den Niederschlagsverhältnissen nach war 2020 ein deutlich zu trockenes Jahr, und damit schon das dritte zu trockene Jahr in Folge. Zwar gab es im Februar mehr als die doppelte Menge an Niederschlägen, be-

zogen auf den Monat Februar des Referenzzeitraums, worauf sich jedoch ein trockenes Frühjahr anschloss. Auch in Folge überwogen die Monate mit deutlichem Niederschlagsdefizit gegenüber denjenigen, die etwas zu nass waren.

Die Sonnenscheindauer lag in der Summe über dem langjährigen Mittel. Vor allem das Frühjahr zeigte sich außerordentlich sonnig. Lediglich im Oktober, der einem sehr sonnenscheinreichen September folgte, gab es ungewöhnlich wenig Sonnenstunden.

Beurteilungsgrundlage sind die Datenerhebungen des Deutschen Wetterdienstes.

Lufthygienischer Jahresbericht 2020

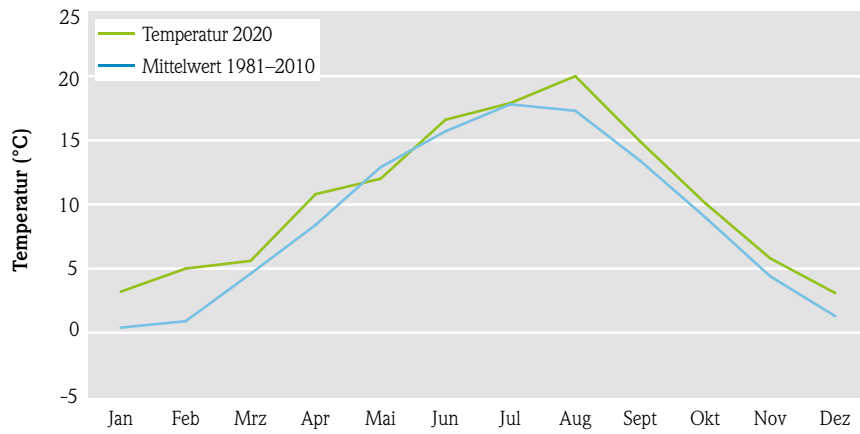


Abb. 1: Temperatur in Hessen, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

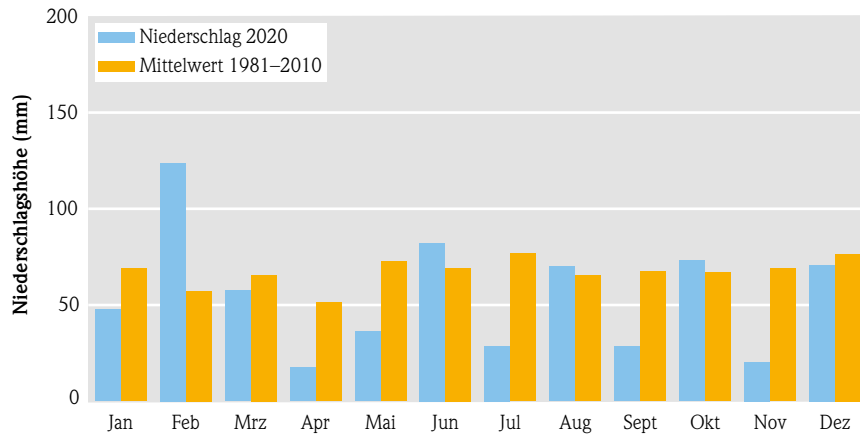


Abb. 2: Niederschlagshöhe in Hessen, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

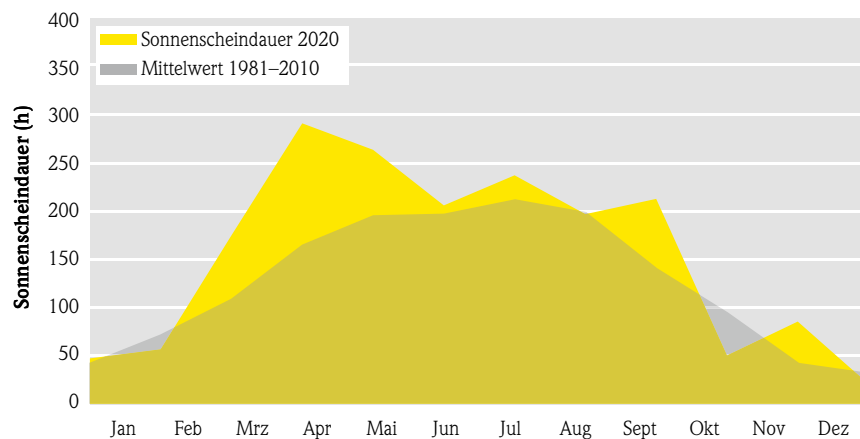


Abb. 3: Sonnenscheindauer in Hessen, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

## 5 Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Stickstoffmonoxid (NO) und Stickoxide (NO<sub>x</sub>)

### 5.1 Kenngrößen

Tab. 3: Einhaltung/Überschreitung der Grenzwerte im Jahr 2020 für NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> sowie Jahresmittelwerte für NO

Komponente	Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )			Stickstoffmonoxid (NO)	Stickoxide (NO <sub>x</sub> )
	Einheit	µg/m <sup>3</sup>			µg/m <sup>3</sup>
Mittelungszeitraum	1-h-Mittel	Jahresmittel	max. 1-h-Mittel	Jahresmittel	Jahresmittel <sup>1)</sup>
Grenzwert	200	40			30 <sup>1)</sup>
Zulässige Überschreitungen/Jahr	18				
Messstelle	Anzahl	Wert	Wert	Wert	Wert
Alsfeld I		23,1			
Alsfeld III		20,0			
Bad Arolsen	0	7,0	53,5	0,7	7,6
Bebra	0	12,2	55,2	3,6	17,7
Bensheim Nibelungenstraße		33,7			
Burg Herzberg	0	5,7	33,8	0,5	6,2
Darmstadt	0	17,1	91,8	4,1	23,4
Darmstadt Heinrichstraße		31,5			
Darmstadt Hügelstraße	0	27,6	161,0	17,3	54,1
Darmstadt Hügelstraße I		41,7			
Frankfurt Am Erlenbruch I		35,1			
Frankfurt Am Erlenbruch II		39,5			
Frankfurt Battonnstraße		39,8			
Frankfurt Friedberger Landstraße	0	33,9	158,0	18,7	62,5
Frankfurt-Höchst	0	30,3	117,4	17,1	56,5
Frankfurt-Lerchesberg		14,4			
Frankfurt Mainkai		25,2			
Frankfurt-Niedwald	0	21,8	108,6	8,5	34,7
Frankfurt Ost	0	24,7	103,2	11,6	42,4
Frankfurt Pforzheimer Straße		31,6			
Frankfurt-Riederwald		20,0			
Frankfurt Römerberg		22,0			
Frankfurt-Schwanheim	0	17,7	81,1	6,2	27,1
Fulda Petersberger Str.	0	30,3	176,0	25,3	69,1
Fulda Zentral	0	16,8	70,4	5,5	25,2
Fürth/Odenwald	0	6,2	46,4	0,6	6,7
Gießen Johannette-Lein-Gasse		20,2			

Lufthygienischer Jahresbericht 2020

Komponente	Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )			Stickstoffmonoxid (NO)	Stickoxide (NO <sub>x</sub> )
Gießen Westanlage	0	33,2	143,3	30,4	79,7
Hanau	0	21,6	111,1	7,0	32,3
Heppenheim Lehrstraße	0	26,6	147,2	18,7	55,2
Kassel Fünffensterstraße	0	31,3	116,2	23,0	66,6
Kassel Mitte	0	16,3	80,4	3,6	21,8
Kellerwald	0	5,4	52,0	0,5	5,9
Kleiner Feldberg	0	5,1	40,3	0,5	5,5
Limburg	0	19,5	104,2	10,2	35,0
Limburg Diezer Straße		28,8			
Limburg Frankfurter Straße		37,4			
Limburg Schiede	0	35,5	156,3	36,9	92,0
Limburg Schiede I		44,5			
Limburg Schiede II		31,9			
Linden	0	13,8	57,3	3,3	18,7
Marburg	0	18,9	88,3	6,0	28,1
<i>Marburg Bahnhofstraße</i>		33,6			
Marburg Universitätsstraße	1	26,9	215,0	16,3	51,7
Marburg Universitätsstraße I		31,3			
Michelstadt	0	13,7	60,9	6,3	23,2
Offenbach Bieberer Straße		31,4			
Offenbach Mainstraße		38,2			
Offenbach Untere Grenzstraße	0	30,5	127,6	23,7	66,8
Offenbach Untere Grenzstraße I		38,1			
Raunheim	0	21,9	105,3	8,8	35,3
Riedstadt	0	14,0	123,3	4,0	19,9
Rüsselsheim Rugby-Ring		31,0			
Spessart	0	5,5	43,7	0,6	6,0
Wasserkuppe	0	3,5	39,6	0,6	4,0
Wetzlar	0	23,7	93,7	15,9	48,1
Wetzlar Linsenbergstraße		17,5			
Wiesbaden Ringkirche	0	37,3	195,5	30,5	84,0
Wiesbaden Schiersteiner Straße	0	36,5	128,5	29,6	81,8
Wiesbaden Süd	0	21,6	89,2	7,7	33,4
Witzenhausen/Wald	0	4,9	61,1	0,5	5,3
Zierenberg	0	6,4	56,1	0,6	7,0

**Abkürzungen**

**Anzahl:** Anzahl der aufgetretenen Überschreitungen

**Wert:** Wert der Jahreskenngröße

**Erläuterungen:**

<sup>1)</sup> „kritische Werte“ (Grenzwerte) zum Schutz der Vegetation abseits anthropogener Quellen, Abstandskriterium in Hessen nicht erfüllt  
Darstellung von Grenzwertüberschreitungen (39. BImSchV): in der Farbe „rot“

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

Änderungen in der Bezeichnung von Messstellen: siehe Kapitel 12.1, „Tabellarische Übersicht“

■ Messstellen in Städten

■ Messstellen im ländlichen Raum

■ Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

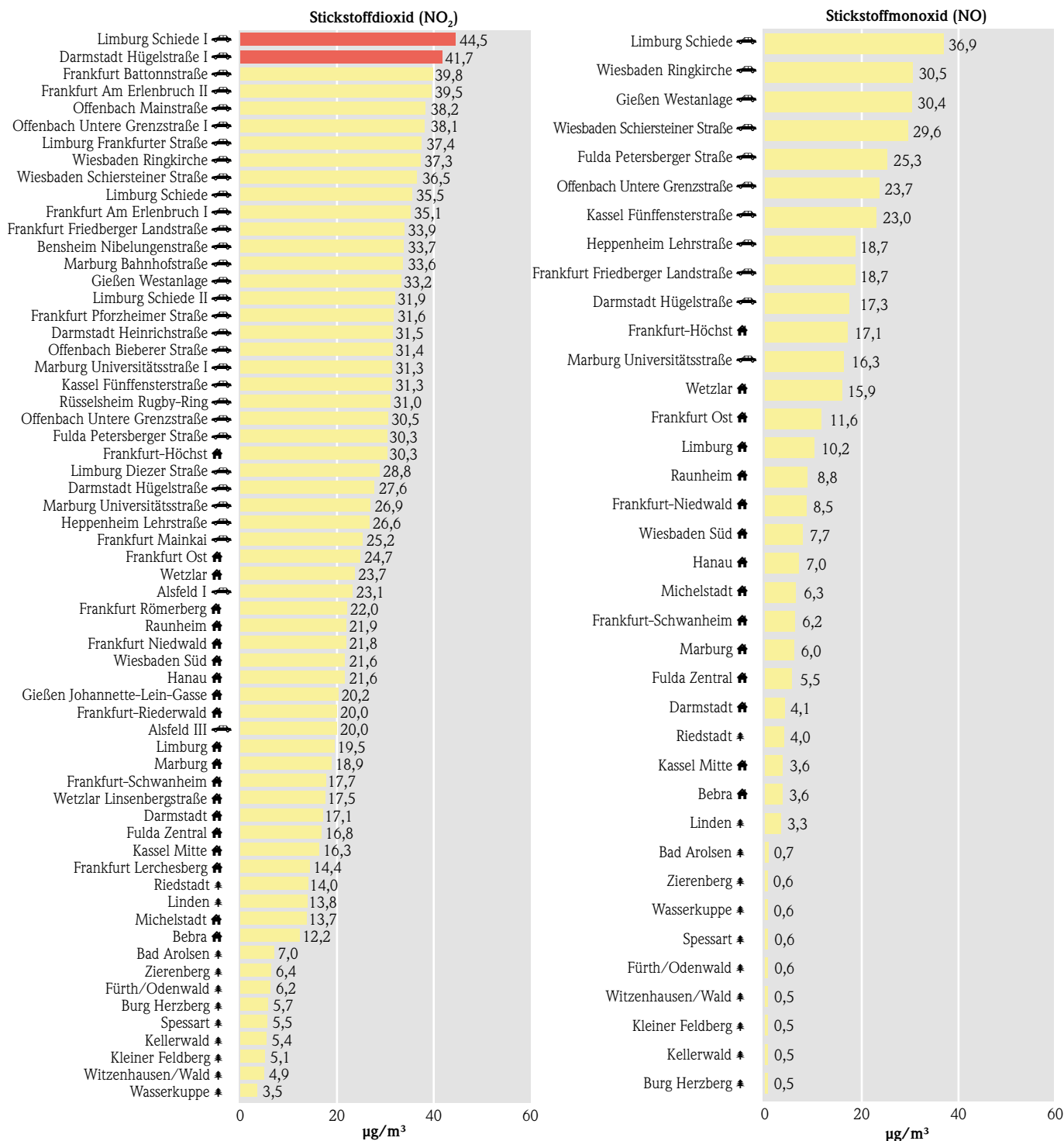
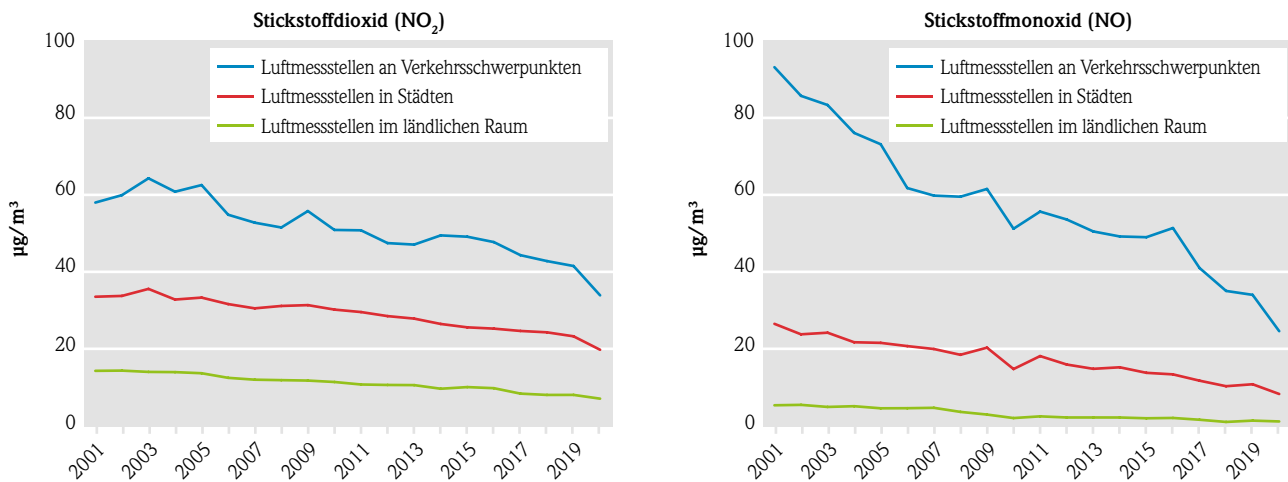


Abb. 4: Jahresmittelwerte 2020, Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid (absteigend sortiert)

**Erläuterungen:**

Darstellung von Grenzwertüberschreitungen (39. BImSchV) als rote Balken

🏠 Messstellen in Städten   🌳 Messstellen im ländlichen Raum   🚗 Messstellen an Verkehrsschwerpunkten



**Abb. 5:** Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2001–2020 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 NO<sub>2</sub> belastet, wohingegen die höchste Belastung für beide Stoffe an den verkehrsbezogenen Messstellen zu finden ist.

Schon in den Vorjahren ließ sich eine leichte Abnahme der Immissionsbelastung beobachten. Im Jahr 2020 kam es jedoch bedingt durch die Schutzmaßnahmen der Covid-19-Pandemie zu einem deutlich geringeren Verkehrsaufkommen und damit zu einem ungewöhnlich starken Rückgang der Belastung

durch NO<sub>2</sub>. Wurde der NO<sub>2</sub>-Langzeitgrenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> für den Jahresmittelwert im Jahr 2019 noch an zahlreichen Messstellen nicht eingehalten, war dies 2020 nur an 2 Messstellen der Fall. Kapitel 10.2 „Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Konzentration in Hessen“ beleuchtet diese Entwicklung im Detail.

Die NO<sub>2</sub>-Stundenwerte lagen nur an einer verkehrsbezogenen Messstation oberhalb der Schwelle von 200 µg/m<sup>3</sup>, nämlich am Standort Marburg Universitätsstraße. Dort wurde ein maximaler Stundenwert von 215,0 µg/m<sup>3</sup> erfasst. Dies war die einzige Überschreitung des Schwellenwerts von 200 µg/m<sup>3</sup>. Demnach liegt die Belastung weit unterhalb der Anzahl von 18 zulässigen Überschreitungen.



## 6 Ozon (O<sub>3</sub>)

### 6.1 Kenngrößen

**Tab. 4:** Einhaltung/Überschreitung von Ziel- oder Schwellenwerten im Jahr 2020 für O<sub>3</sub> sowie maximale 1-h- und 8-h-Werte

Komponente	Ozon (O <sub>3</sub> )					
	Einheit	µg/m <sup>3</sup>			µg/m <sup>3</sup> ×h	µg/m <sup>3</sup>
Mittelungszeitraum	Informations-schwelle 1-h-Mittel	Alarmschwelle 1-h-Mittel	max 8-h-Mittel <sup>1)</sup>	AOT40 <sup>2)</sup>	max 1-h-Mittel	max 8-h-Mittel
Ziel-/Schwellenwert	180	240	120	18000		
Zulässige Überschreitungen/Jahr			25			
Messstelle	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Wert	Wert	Wert
Bad Arolsen	1	0	38	14 979	182,8	167,2
Bebra	0	0	24	13 186	156,0	144,1
Burg Herzberg	0	0	46	17 156	167,1	152,5
Darmstadt	2	0	29	15 120	188,1	165,4
Frankfurt-Höchst	0	0	17	10 839	175,5	155,8
Frankfurt-Niedwald	3	0	15*	*	184,7	164,8
Frankfurt Ost	0	0	18	12 428	180,5	159,6
Frankfurt-Schwanheim	3	0	35	18 975**	189,3	170,0
Fulda Zentral	0	0	23	14 467***	161,2	147,7
Fürth/Odenwald	1	0	50	16 923	191,6	162,9
Hanau	0	0	36	17 295	169,4	158,2
Kassel Mitte	0	0	24	12 574	154,6	145,3
Kellerwald	0	0	30	14 758	173,0	149,1
Kleiner Feldberg	3	0	56	21 042	182,4	173,5
Limburg	0	0	24	13 872	170,0	158,6
Linden	0	0	38	16 653	178,7	165,6
Marburg	1	0	23	13 443	183,9	153,5
Michelstadt	0	0	30	16 468	170,1	152,2
Raunheim	1	0	35	17 411	182,7	160,2
Riedstadt	5	0	33	18 069	203,3	174,2
Spessart	0	0	52	17 482	166,4	154,7
Wasserkuppe	0	0	62	20 845	166,2	152,7
Wetzlar	0	0	8	6 533	156,9	139,9
Wiesbaden Süd	1	0	34	15 172	184,5	165,5
Witzenhausen/Wald	0	0	44	15 603	161,8	155,3
Zierenberg	0	0	27	12 158	157,6	143,6

#### Abkürzungen:

**Anzahl:** Anzahl der aufgetretenen Überschreitungsfälle **Wert:** Wert der Kenngröße **AOT40:** accumulated exposure over a threshold of 40 ppb

#### Erläuterungen:

<sup>1)</sup> max. 8-h-Mittelwert über 3 Jahre (2018–2020), ersatzweise über mind. 1 Jahr

<sup>2)</sup> Mittelwert über 5 Jahre (2016–2020), ersatzweise über mind. 3 Jahre

\* Werte nur aus 1 Jahr vorhanden

\*\* Werte nur aus 2 Jahren vorhanden

\*\*\* Werte nur aus 3 Jahren vorhanden

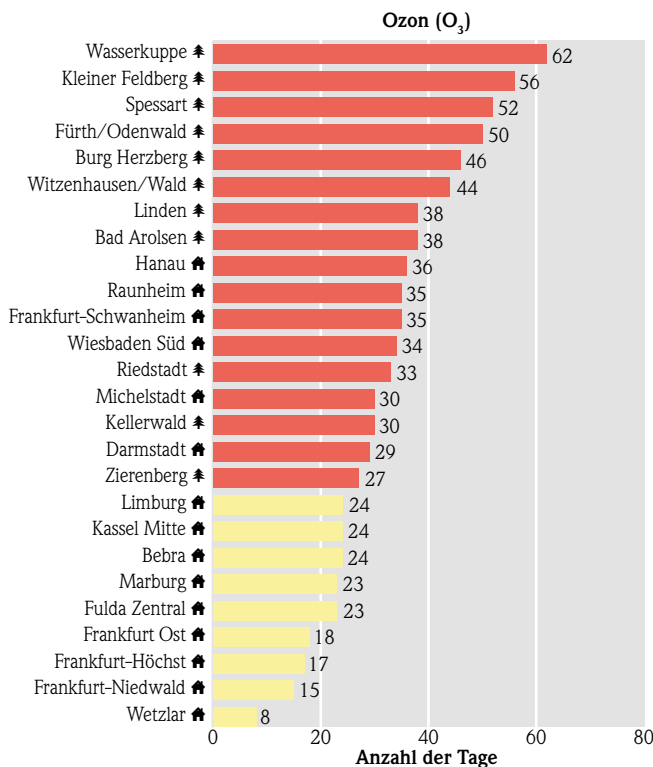
Darstellung von Zielwertüberschreitungen (39. BImSchV): in der Farbe „rot“

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

Änderungen in der Bezeichnung von Messstellen: siehe Kapitel 12.1, „Tabellarische Übersicht“

■ Messstellen in Städten

■ Messstellen im ländlichen Raum

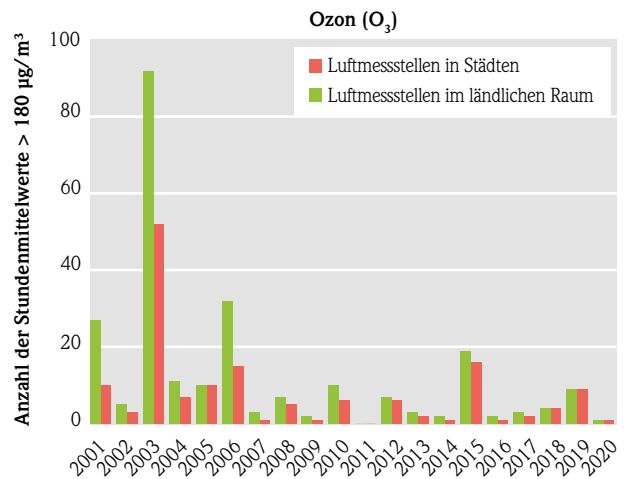


**Abb. 6:** Anzahl der Tage, an denen der maximale 8-h-Mittelwert (über 3 Jahre) den Wert von 120 µg/m³ überschreitet, 2020, Ozon (absteigend sortiert)

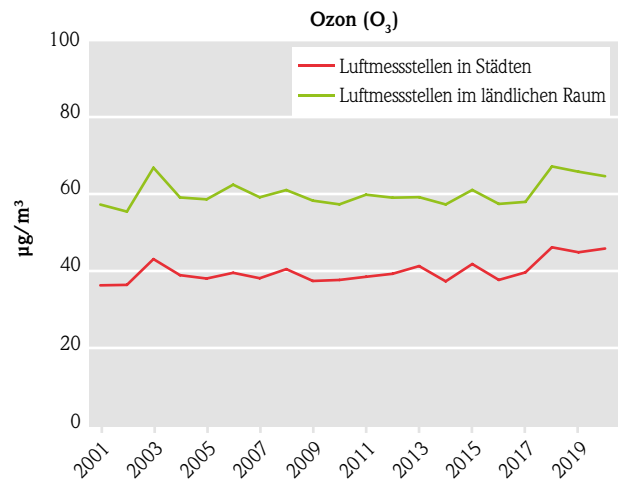
**Erläuterungen:**

Darstellung von Zielwertüberschreitungen (39. BImSchV) als rote Balken

- 🏠 Messstellen in Städten
- 🌳 Messstellen im ländlichen Raum



**Abb. 7:** Zeitreihe der Anzahl der Stundenmittelwerte > 180 µg/m³ pro Jahr als Mittelwert über alle verfügbaren Messstellen gleichen Typs, 2001–2020, Ozon



**Abb. 8:** Zeitreihe der Jahresmittelwerte für Ozon, 2001–2020. 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-h-Mittel eines Tages sowie eine Informations- und Alarmschwelle, die sich auf Stundenmittelwerte bezieht (vgl. Tabelle 1). Die Ozonkonzentration erreicht vor

allein 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.

Witterungsbedingt traten deshalb im Jahr 2020 Spitzenwerte vor allem im sonnigen April und dann, nach eher durchschnittlichen Monaten Juni und Juli, im August auf. Die meisten Messstationen erreichten im August ihren maximalen 8-h-Mittelwert.

So wurde auch die Informationsschwelle von  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , bei deren Überschreitung ein erster Hinweis auf erhöhte Ozonkonzentrationen an die Bevölkerung ergeht, an rund 40 % der Stationen, die Ozon erfassen, mindestens 1-mal überschritten. Jedoch blieb es insgesamt bei einer mäßigen Anzahl von Überschreitungen. An der Station Riedstadt, die Messstelle mit der höchsten Anzahl von Überschreitungen der Informationsschwelle, wurde der Wert an 5 Tagen überschritten. Die definierte Alarmschwelle für Ozon von  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Stundenmittelwert wur-

de 2020 an keiner Station überschritten. Der höchste 1-h-Mittelwert wurde 2020 an der Station Riedstadt mit  $203,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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 2020 an 15 von 25 Stationen nicht eingehalten werden. An der Messstation Wasserkuppe kam es mit 58 Überschreitungstagen, wie schon 2019, zu mehr als doppelt so viel der zulässigen Überschreitungen. Der höchste Wert für das 8-h-Mittel wurde 2020 an der Station Riedstadt mit  $174,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen.

Wie auch die Abbildungen zeigen, hat die Häufigkeit der Spitzenkonzentrationen ( $1\text{-h-Mittel} > 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 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 ein besserer Schutz der Vegetation erreicht werden soll, wurde an 4 Messstellen nicht erreicht.

## 7 Benzol, Toluol, Xylol (BTX)

### 7.1 Kenngrößen

**Tab. 5:** Einhaltung/Überschreitung des Grenzwerts für Benzol im Jahre 2020 sowie Jahresmittelwerte für Toluol und m-/p-Xylol (BTX)

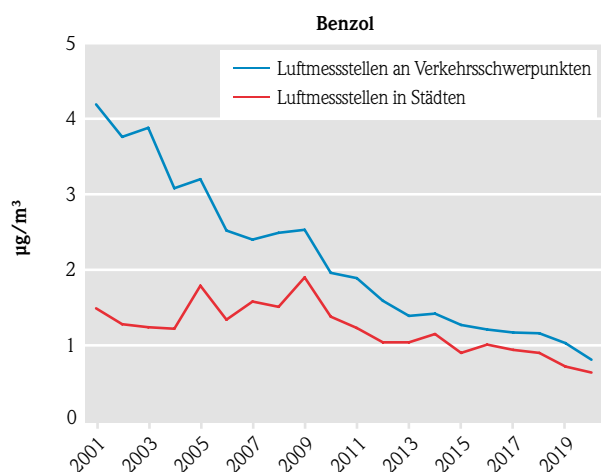
Komponente	Benzol	Toluol	m-/p-Xylol
Einheit	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mittelungszeitraum	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel
Grenzwert	5		
Darmstadt Hügelstraße	0,62	2,06	0,91
Frankfurt Friedberger Landstraße	1,01	2,85	1,37
Fulda Petersberger Straße	0,73	2,27	1,41
Gießen Westanlage	0,81	1,49	1,16
Heppenheim Lehrstraße	0,78	1,41	1,04

Komponente	Benzol	Toluol	m-/p-Xylol
Kassel Fünffensterstraße	0,94	1,77	1,42
Limburg	0,55	1,00	0,75
Marburg Universitätsstraße	0,63	1,14	0,93
Offenbach Untere Grenzstraße	0,71	1,57	1,15
Wetzlar	0,73	1,19	1,89
Wiesbaden Ringkirche	1,10	2,94	1,65

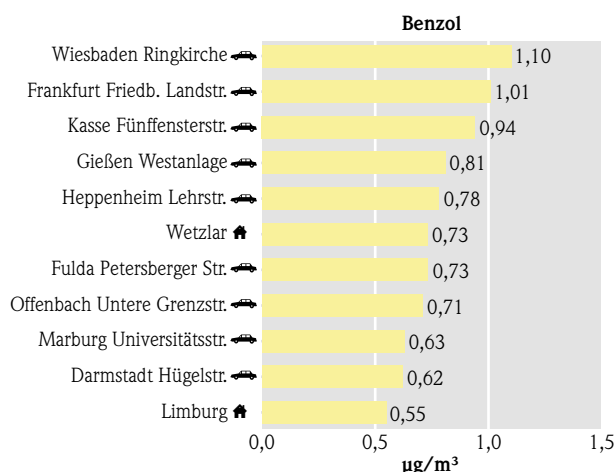
**Erläuterungen:**

■ Messstellen in Städten      ■ Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

Änderungen in der Bezeichnung von Messstellen: siehe Kapitel 12.1, „Tabellarische Übersicht“



**Abb. 9:** Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2001–2020 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. 10:** Jahresmittelwerte 2020, 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 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel wird überall mit Abstand sicher eingehalten, auch an verkehrsbelasteten 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. Im Jahr 2020 waren die Benzolwerte so niedrig wie noch nie. Dies ist wahrscheinlich zum Teil auch dem verringerten Verkehrsaufkommen in der Covid-19-Pandemie geschuldet.

## 8 Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO)

### 8.1 Kenngrößen

Tab. 6: Einhaltung/Überschreitung der Grenzwerte für SO<sub>2</sub> und CO im Jahr 2020

Komponente	Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )						Kohlenmonoxid (CO)
	µg/m <sup>3</sup>						
Einheit							
Mittelungszeitraum	1-h-Mittel	max. 1-h-Mittel	24-h-Mittel	max. 24-h-Mittel	Jahresmittel <sup>1)</sup>	Wintermittel <sup>1)</sup>	max. 8-h-Mittel
Grenzwert	350		125		20 <sup>1)</sup>	20 <sup>1)</sup>	10
Zulässige Überschreitungen/Jahr	24		3				
Messstelle	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Wert	Wert	Max. Wert
Darmstadt	0	11,8	0	2,0	0,9	0,9	0,81
Darmstadt Hügelstraße							1,11
Frankfurt Friedberger Landstraße							0,98
Frankfurt-Höchst	0	21,4	0	5,1	1,3	1,3	
<i>Frankfurt-Niedwald</i>		14,6		2,3	0,9	1,0	1,02
<i>Frankfurt-Schwanheim</i>	0	21,8	0	3,3	1,0	1,0	0,60
Fulda Petersberger Straße							1,01
Gießen Westanlage							1,09
Hanau	0	8,4	0	2,2	0,8	0,9	
Heppenheim Lehrstraße							1,20
Kassel Fünffensterstraße							1,44
Kassel Mitte	0	11,5	0	3,5	0,9	0,9	
Kellerwald	0	6,3	0	2,4	0,8	0,8	
Limburg Schiede							1,58
Linden	0	5,7	0	3,6	1,1	1,3	0,91
Marburg Universitätsstraße							0,90
Michelstadt	0	9,3	0	4,5	0,9	1,0	
Offenbach Untere Grenzstraße							1,03
Raunheim	0	11,3	0	2,9	0,9	0,9	1,15
Wasserkuppe	0	9,0	0	2,1	0,8	0,8	
Wetzlar	0	9,2	0	2,7	0,9	1,0	
Wiesbaden Ringkirche							1,15
Wiesbaden Süd	0	15,2	0	2,4	0,9	0,9	

**Abkürzungen:**

**Anzahl:** Anzahl der aufgetretenen uberschreitungsfalle      **Wert:** Wert der Jahreskenngröße

**Erläuterungen:**

<sup>1)</sup> Grenzwerte zum Schutz der Vegetation abseits anthropogener Quellen, Abstandskriterium in Hessen nicht erfüllt (Wintermittel: 01.10.19–31.03.20)

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

Änderungen in der Bezeichnung von Messstellen: siehe Kapitel 12.1, „Tabellarische Übersicht“

■ 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 Limburg Schiede, erreicht lediglich ein Sechstel des Grenzwertes von 10 mg/m<sup>3</sup>.

## 9 Partikel

### 9.1 Feinstaub PM<sub>10</sub>, Feinstaub PM<sub>2,5</sub> sowie Ruß

#### 9.1.1 Kenngrößen

Bei Feinstaub PM<sub>10</sub> handelt es sich um Partikel, deren aerodynamischer Durchmesser kleiner 10 µm ist. Bei Feinstaub PM<sub>2,5</sub> ist der aerodynamische Durch-

messer kleiner 2,5 µm. Rußmessungen beziehen sich auf die PM<sub>10</sub>-Fraktion.

**Tab. 7:** Einhaltung/Überschreitung der Grenzwerte im Jahr 2020 für PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> sowie Jahresmittelwerte für Ruß

Komponente	PM <sub>10</sub>			PM <sub>2,5</sub>		Ruß
	µg/m <sup>3</sup>			µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>
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	1	11,9	53,0			
Bad Arolsen	0	10,1	35,2	7,2	23,1	
Bebra	1	14,6	65,7			
Darmstadt	2	13,6	52,7	8,0	49,7	
Darmstadt Hügelstraße	2	14,4	57,1	9,1	53,7	
Frankfurt Friedberger Landstraße	1	17,4	50,6	9,9	33,3	
Frankfurt-Höchst	3	17,1	117,8	10,8	108,4	
Frankfurt-Niedwald	2	14,3	93,4	9,5	87,3	
Frankfurt Ost	1	17,4	117,4	9,4	97,7	
Frankfurt-Schwanheim	3	14,7	76,2	9,0	71,9	0,8

Komponente	PM <sub>10</sub>			PM <sub>2,5</sub>		Ruß
	µg/m <sup>3</sup>			µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>
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 Straße	1	16,3	154,6	10,7	132,6	
Fulda Zentral	1	13,9	99,9			
Fürth/Odenwald	0	10,3	47,4			
Gießen Westanlage	2	15,4	73,3	9,6	69,0	
Hanau	1	15,0	79,2			
Heppenheim Lehrstraße	2	14,0	57,3	9,2	50,6	
Kassel Fünffensterstraße	1	19,9	151,3			
Kassel Mitte	1	14,9	134,3	8,3	86,5	
Kellerwald	0	10,0	37,8			
Kleiner Feldberg	0	8,7	46,1			
Limburg	1	14,9	115,5			
Limburg Schiede	2	20,0	139,6			
Marburg	2	13,3	58,0	8,7	55,0	
Marburg Universitätsstraße	1	13,1	65,4	8,9	61,5	
Michelstadt	1	13,7	105,0			
Offenbach Untere Grenzstraße	4	20,6	100,2			
Raunheim	2	14,4	82,3	9,5	76,8	1,0
Riedstadt	1	15,0	70,1			
Wasserkuppe	0	8,2	47,2			
Wetzlar	1	16,4	104,0			
Wetzlar Im Köhlersgarten	1	16,4	79,1			
Wiesbaden Ringkirche	2	14,7	61,9	8,9	52,5	1,5
Wiesbaden Schiersteiner Straße	1	16,0	61,9	9,9	52,4	
Wiesbaden Süd	1	14,6	51,6	8,1	37,5	0,9
Witzenhausen/Wald	0	9,7	37,7			
Zierenberg	0	10,2	37,9			

**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

Änderungen in der Bezeichnung von Messstellen: siehe Kapitel 12.1, „Tabellarische Übersicht“

 Messstellen in Städten

 Messstellen im ländlichen Raum

 Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

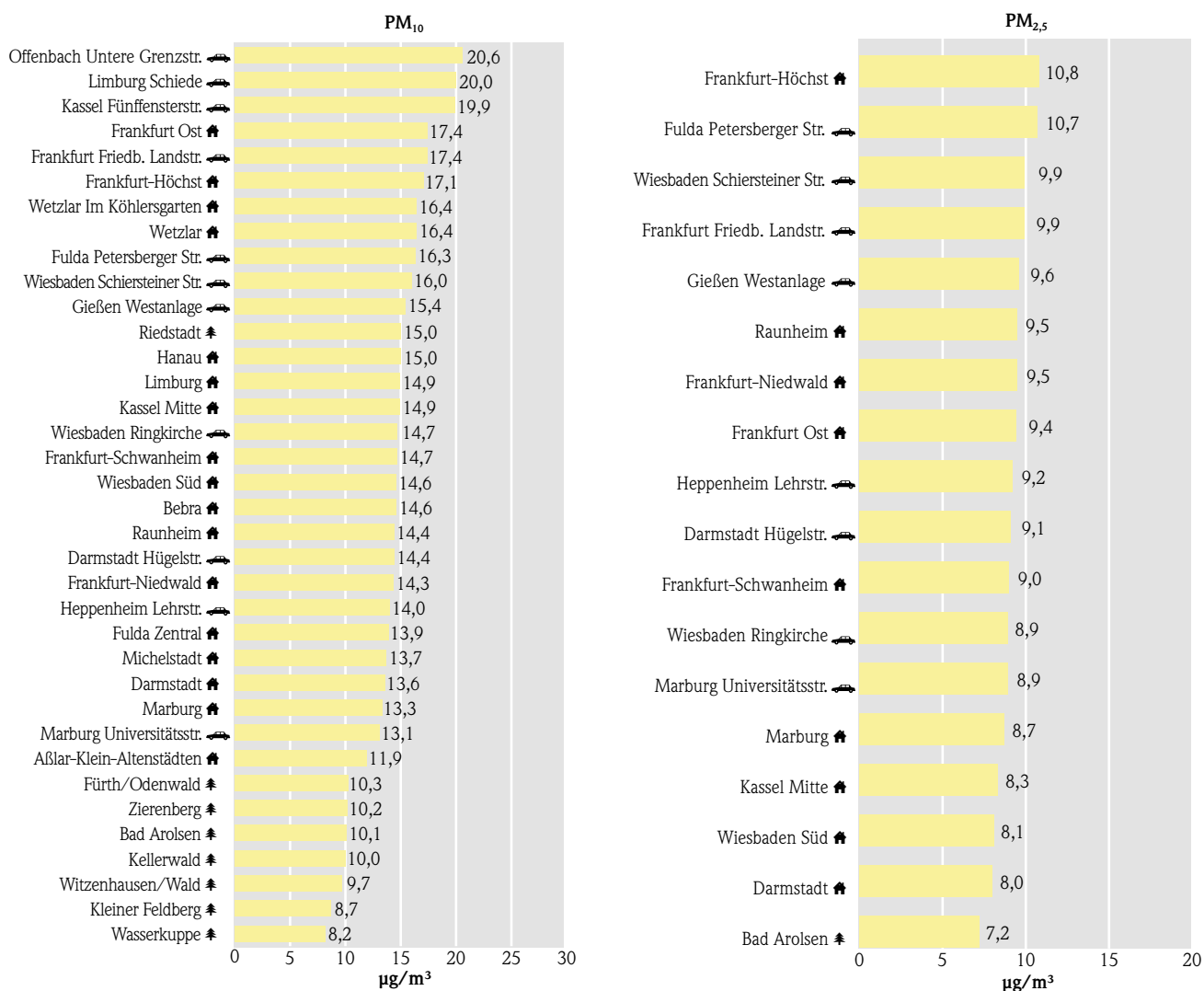


Abb. 11: Jahresmittelwerte 2020, Feinstaub PM<sub>10</sub> und Feinstaub PM<sub>2,5</sub> (absteigend sortiert)

**Erläuterung:**

🏠 Messstellen in Städten   🌳 Messstellen im ländlichen Raum   🚗 Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

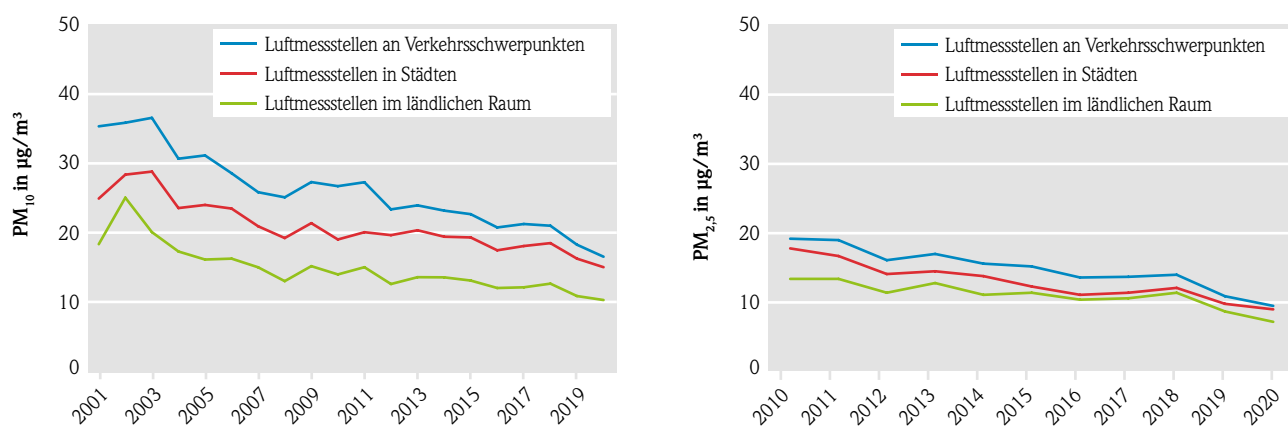


Abb. 12: Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2001–2020, Feinstaub PM<sub>10</sub> und Feinstaub PM<sub>2,5</sub>. Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Messstellen gleichen Charakters (Verkehrsschwerpunkte, Städte, ländlicher Raum) in ganz Hessen gebildet. Dabei wurden die Werte aller im jeweiligen Jahr verfügbaren Messstellen zur Berechnung herangezogen.



## 9.1.2 Indikator für die durchschnittliche Exposition von Feinstaub PM<sub>2,5</sub> (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 Hintergrund berechnet. Als Beitrag Hessens an der Ermittlung des AEI werden Messungen an den 3 Stationen Frankfurt Ost, Kassel Mitte und Wiesbaden Süd durchgeführt.

Der Startwert (Mittel über 2008–2010 über alle Stationen) lag bezogen auf die 3 hessischen Stationen bei 17,3 µg/m<sup>3</sup>, der für das Reduktionsziel bis 2020 entscheidende bundesweite Mittelwert lag bei 16,4 µg/m<sup>3</sup>. Aus den Anforderungen der Luftqualitätsrichtlinie ergab sich daraus ein Reduktionsziel von 15%. Der Endwert (Mittel über 2018–2020 über alle

Stationen) lag in Hessen bei 10,2 µg/m<sup>3</sup> und bundesweit nach vorläufigen Daten bei ca. 11 µg/m<sup>3</sup>. Das entspricht einem Rückgang der bundesweiten PM<sub>2,5</sub>-Belastung um ca. 33 % (in Hessen 41 %). Damit konnte das Ziel, innerhalb von 10 Jahren die durchschnittliche Exposition gegenüber PM<sub>2,5</sub> im städtischen Hintergrund um 15 % zu verringern, deutlich übererfüllt werden.

Die Entwicklung der PM<sub>2,5</sub>-Belastung wird zukünftig weiterverfolgt und dokumentiert werden, auch vor dem Hintergrund der in diesem Jahr begonnenen Überarbeitung der Luftqualitätsrichtlinie und einer möglichen Weiterentwicklung der Anforderungen an die Luftqualität.

**Tab. 8:** Jahresmittelwerte der PM<sub>2,5</sub>-Konzentration zur Ermittlung des Average Exposure Indicator (AEI)

Jahr	Frankfurt Ost	Kassel Mitte	Wiesbaden Süd
	Jahresmittel in µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittel in µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittel in µg/m <sup>3</sup>
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
2020	9,4	8,3	8,1

### 9.1.3 Immissionsbeurteilung

#### Feinstaub PM<sub>10</sub>:

Mit Jahresmittelwerten zwischen ca. 13 bis 21 µg/m<sup>3</sup> rangieren überwiegend die verkehrsbezogenen Standorte bei Feinstaub PM<sub>10</sub> an der Spitze. Aufgrund einer relativ homogenen räumlichen Verteilung können aber auch im städtischen Hintergrund Jahresmittelwerte im Bereich von bis zu 17 µg/m<sup>3</sup> gefunden werden. Dabei sind bei Jahresmittelwerten von jeweils 16,4 µg/m<sup>3</sup> an der Messstation „Wetzlar“ sowie an der Messstelle „Wetzlar Im Köhlersgarten“ der Einfluss industrieller Quellen mit in Betracht zu ziehen. Der Langzeitgrenzwert für Feinstaub PM<sub>10</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> (Jahresmittelwert) wurde an allen hessischen Luftmessstellen deutlich unterschritten.

Wie in den Vorjahren wurde auch im Jahr 2020 der PM<sub>10</sub>-Kurzzeitgrenzwert an keinem der Standorte überschritten, die Anzahl der Überschreitungen lag deutlich unter dem Grenzwert von zulässigen 35 Überschreitungen des PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerts von 50 µg/m<sup>3</sup>. Mit 4 Überschreitungstagen kam es an der verkehrsbezogenen Messstation Offenbach Untere Grenzstraße am häufigsten zu Tagesmittelwerten über

#### Feinstaub PM<sub>2,5</sub>:

In der 39. BImSchV wurde ein Jahresmittelwert von 25 µg/m<sup>3</sup> zunächst als Zielwert eingeführt, der sich 2015 in einen Grenzwert umgewandelt hat. Der Grenzwert für PM<sub>2,5</sub> von 25 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel wird an allen Messstationen mit Werten von maximal 10,8 µg/m<sup>3</sup> sicher eingehalten. Die räumliche Verteilung dieser Messgröße ist noch homogener als für PM<sub>10</sub>. An straßenverkehrsbezogenen Messstationen

#### Ruß:

In den 1990er Jahren in Deutschland noch gesetzlich reguliert, sollte die Erhebung von Ruß durch die Einführung EU-weiter Grenzwerte für Feinstaub PM<sub>10</sub> mit abgedeckt werden. Im Jahr 2012 wurde Dieselruß von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als Karzinogen der Klasse 1 eingestuft. Zum aktuellen Sachstand der Ruß-Problematik wird an dieser Stelle auf den Statusreport „Ruß in luftgetragendem Feinstaub“ hingewiesen (<https://www.vdi.de/>). Nach

der Marke von 50 µg/m<sup>3</sup>. Das Jahr 2020 ist damit in Hessen das 9. 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 grundsätzlich rückläufig sind.

Die Auswirkungen der Schutzmaßnahmen in der Corona-Pandemie auf die Konzentration von Feinstaub PM<sub>10</sub> sind, anders als bei der Belastung durch NO<sub>2</sub>, als gering zu bewerten. Bestimmte Wetterlagen sowie atmosphärische Ferntransporte haben ebenfalls einen Einfluss auf akute Belastungen durch Feinstaub. Maximale 24-h-Werte häuften sich deshalb im Berichtsjahr an Neujahr sowie Ende März, als Saharastaub zu uns gelangte. Der höchste 24-h-Mittelwert wurde an der Station Fulda Petersberger Straße mit 154,6 µg/m<sup>3</sup> ermittelt.

werden dabei die höchsten Werte erreicht. Dort hat PM<sub>2,5</sub> einen Anteil von 60–70 % der PM<sub>10</sub>-Konzentration. Die im städtischen Hintergrund gemessenen Konzentrationen von Feinstaub PM<sub>2,5</sub> liegen 5 bis 10 % niedriger als die an verkehrsnahen Stationen. Insgesamt war die Luftbelastung durch Feinstaub PM<sub>2,5</sub>, ebenso wie die durch Feinstaub PM<sub>10</sub>, etwas geringer als in den Vorjahren.

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 2020 wurde verkehrsnah eine Konzentration von 1,5 µg/m<sup>3</sup> und im urbanen Hintergrund von ca. 0,9 µg/m<sup>3</sup> gemessen.

## 9.2 Inhaltsstoffe im Feinstaub PM<sub>10</sub>: Schwermetalle

### 9.2.1 Kenngrößen

Tab. 9: Einhaltung/Überschreitung der Grenz- und Zielwerte im Jahr 2020 für Schwermetalle im Feinstaub PM<sub>10</sub>

Komponente	Arsen	Blei	Cadmium	Nickel
Einheit	ng/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
Mittelungszeitraum	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel
Immissionswert	6	0,5	5	20
Messstelle	Zielwert	Grenzwert	Zielwert	Zielwert
Aßlar-Klein-Altenstädten	0,3	0,003	0,10	1,1
Darmstadt	0,2	0,003	0,07	0,5
Frankfurt-Griesheim	0,3	0,003	0,10	0,6
Frankfurt-Höchst	0,3	0,003	0,09	1,0
Frankfurt Mitte	0,3	0,003	0,08	0,7
Frankfurt Ost	0,3	0,003	0,09	0,9
Hanau Mitte	0,3	0,003	0,08	1,1
Kassel Mitte	0,2	0,002	0,08	0,7
Kleiner Feldberg	0,1	0,001	0,05	0,3
Linden	0,2	0,002	0,08	0,5
Raunheim	0,3	0,003	0,09	1,2
Riedstadt	0,2	0,003	0,08	0,4
Wetzlar-Hermannstein	0,6	0,005	0,16	2,4
Wetzlar Im Köhlersgarten	1,4	0,013	0,46	9,1
Wiesbaden Ringkirche	0,4	0,003	0,08	0,9
Wiesbaden Süd	0,4	0,003	0,08	0,6

#### Erläuterungen:

■ Messstellen in Städten

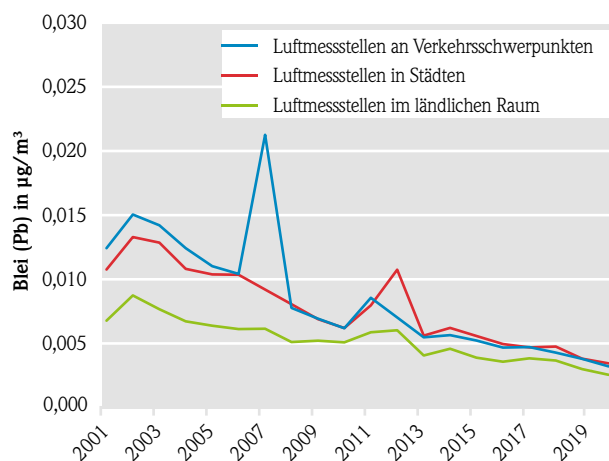
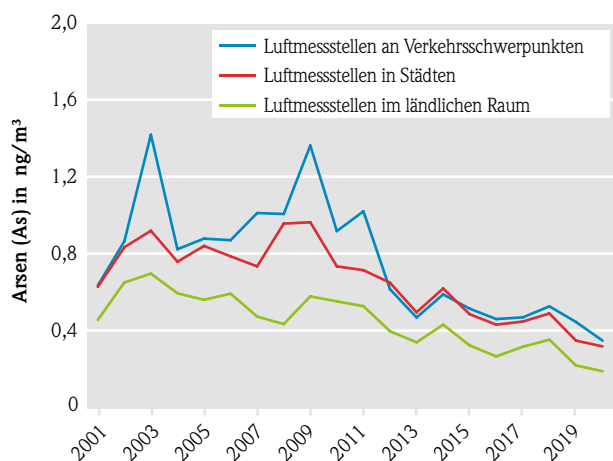
■ Messstellen im ländlichen Raum

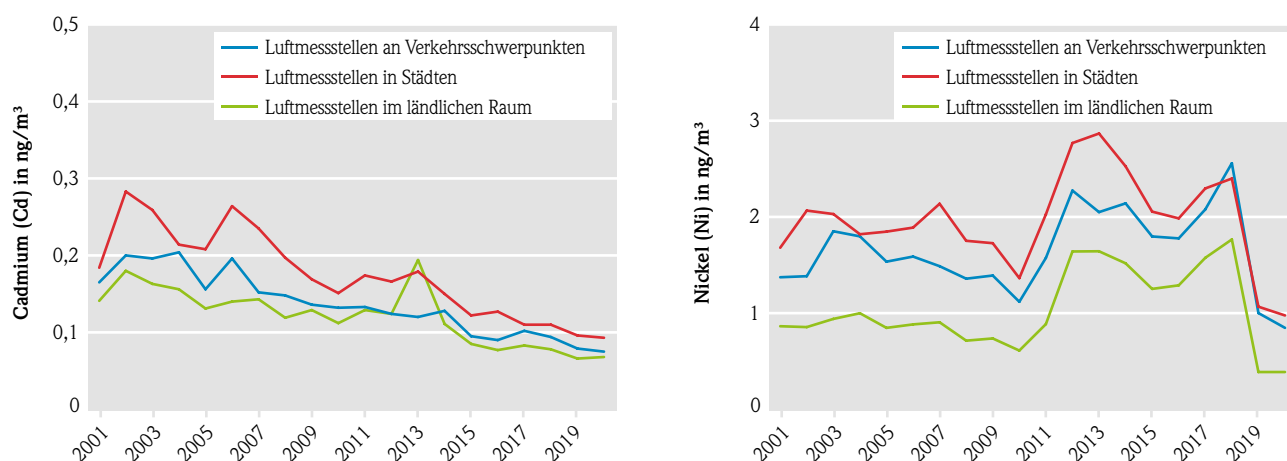
■ Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

Änderungen in der Bezeichnung von Messstellen: siehe Kapitel 12.1, „Tabellarische Übersicht“

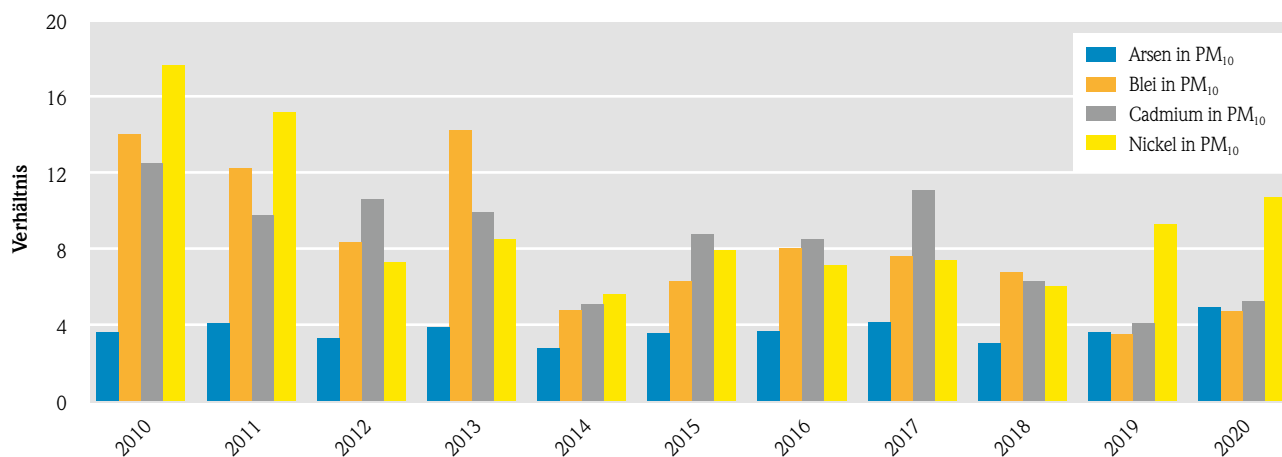
Darstellung von Grenzwertüberschreitungen (39. BImSchV): in der Farbe „rot“

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





**Abb. 13:** Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2001–2020, Schwermetalle als Bestandteil des Feinstaubs PM<sub>10</sub>. 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:** Verhältnis der Immissionsbelastung am Standort Wetzlar Im Köhlersgarten zum Mittel über alle anderen hessischen Messstellen (auf Basis von Jahresmittelwerten), Schwermetalle als Bestandteil des Feinstaubs PM<sub>10</sub>

## 9.2.2 Immissionsbeurteilung

Die Grenz- und Zielwerte für Arsen, Blei, Cadmium und Nickel in PM<sub>10</sub> werden auch im Jahr 2020 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 stellen 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 Rückgang der Konzentrationen für alle Elemente zu verzeich-

nen. Nur die Messstellen im Einzugsgebiet Wetzlar weisen im Verhältnis zum Vorjahr und den anderen Messstellen höhere Konzentrationen auf.

Die Abbildungen zeigen die langfristigen Trends der Immissionsbelastung für die einzelnen Schwermetalle im Feinstaub PM<sub>10</sub> in Zeitreihen von 2001 bis 2020 an. 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 Nähe der

Messstelle Wetzlar Im Köhlersgarten zur metallverarbeitenden Industrie 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 eine mögliche 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 über den gesamten Zeitraum betrachtet ein negativer Trend zu beobachten, was für einen sukzessiven Rückgang der Schwermetallemissionen im Einwirkungsbereich metallverarbeitender Betriebe spricht.

## 9.3 Inhaltsstoffe im Feinstaub PM<sub>10</sub>: PAK

### 9.3.1 Kenngrößen

**Tab. 10:** Einhaltung/Überschreitung des Zielwerts für BaP im Feinstaub PM<sub>10</sub> im Jahr 2020 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	Dibenzo(a,h)anthracen	Indeno(1,2,3-cd)pyren
Einheit	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
Mittelungszeitraum	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel
Zielwert	1				
Frankfurt Höhenstraße	0,18	0,09	0,57	0,02	0,22
Frankfurt Palmengarten	0,14	0,05	0,41	0,01	0,16
Fulda Petersberger Straße	0,21	0,08	0,51	0,02	0,22
Fulda Künzeller Straße	0,25	0,08	0,53	0,02	0,25
Heppenheim Lehrstraße	0,43	0,18	1,03	0,04	0,38
Kassel Fünffensterstraße	0,24	0,09	0,53	0,02	0,24
Kleiner Feldberg	0,03	0,02	0,09	0,00	0,03
Raunheim	0,24	0,09	0,60	0,02	0,22
Wetzlar	0,41	0,13	0,83	0,03	0,33
Wiesbaden Ringkirche	0,21	0,11	0,53	0,02	0,20

#### Erläuterungen:

Messstellen in Städten
  Messstellen im ländlichen Raum
  Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

Änderungen in der Bezeichnung von Messstellen: siehe Kapitel 12.1, „Tabellarische Übersicht“

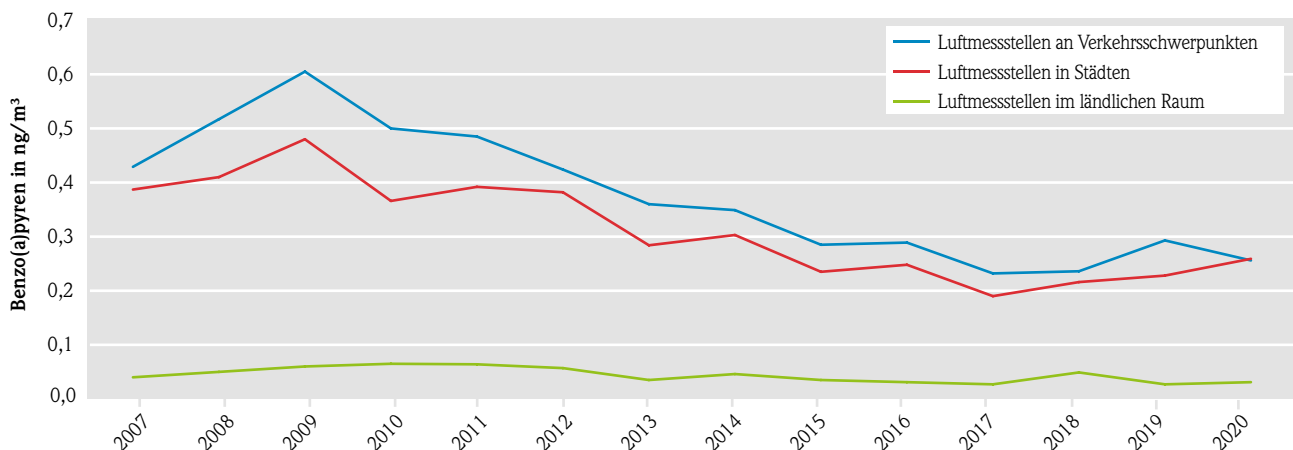


Abb. 15: Zeitreihe der Jahresmittelwerte 2007–2020, Benzo(a)pyren als Bestandteil des Feinstaubes PM<sub>10</sub>

### 9.3.2 Immissionsbeurteilung

Für Benzo(a)pyren (BaP) wird auch im Jahr 2020 der Zielwert an allen Stationen sicher eingehalten. Selbst der höchste im Jahr 2020 erhobene Jahresmittelwert von 0,43 ng/m<sup>3</sup>, gemessen an der Station Heppenheim Lehrstraße, unterschreitet den Zielwert von 1 ng/m<sup>3</sup> erheblich. An der emittentenfern gelegenen Station Kleiner Feldberg wurde mit 0,03 ng/m<sup>3</sup> der niedrigste Wert für das Jahr erfasst. Verkehrsbezogene Messstellen liefern erfahrungsgemäß höhere Messwerte als Messstellen im städtischen oder ländlichen Hintergrund.

Als Messstelle im ländlichen Hintergrund weist die Messstation Kleiner Feldberg über Jahre hinweg die niedrigsten Messwerte auf. Bei den anderen beiden Stationsklassen lässt sich über den gesamten Zeitraum bis 2017 ein allgemeiner Rückgang der BaP-Konzentration beobachten. Seit 2017 jedoch scheint

dieser Abwärtstrend unterbrochen zu sein. Dennoch ist über den gesamten Messzeitraum immer noch ein abfallender Konzentrationsverlauf zu erkennen.

Im Vergleich zum Vorjahr wurden im Mittel an den Stationen mit Schwerpunkt Verkehr niedrigere BaP-Konzentrationen ermittelt. Hierfür sind die diesjährig niedrigen Messergebnisse der Station Heppenheim verantwortlich. Im Gegensatz dazu weisen die beiden anderen Stationsklassen im Vergleich zum Vorjahr eine geringfügig höhere Konzentration auf.

Das sich für dieses Jahr abzeichnende Bild könnte ein Zusammenspiel der normalen meteorologischen Schwankungen und eine Einwirkung der in diesem Jahr pandemiebedingt niedrigeren Verkehrszahlen sein. Wie sich die Konzentrationen in den nächsten Jahren weiterentwickeln, bleibt zu beobachten.

## 9.4 Staubbiederschlag

### 9.4.1 Kenngrößen

Die nachfolgende Tabelle stellt die Ergebnisse der Staubbiederschlagsmessungen für das Jahr 2020 zusammen. Die Gebietsmittelwerte werden aus den Mittelwerten der Einzelpunktdaten 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.

**Tab. 11:** Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und dessen Inhaltsstoffe im Jahr 2020

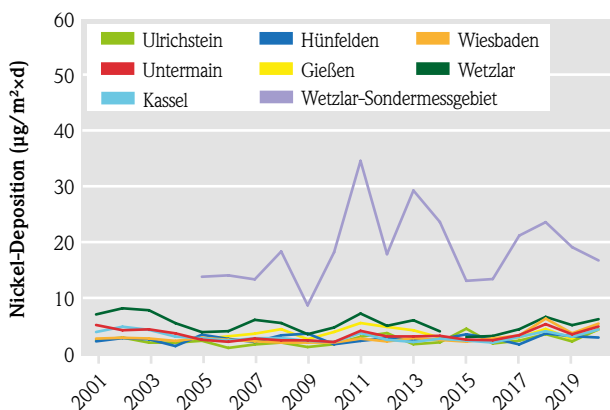
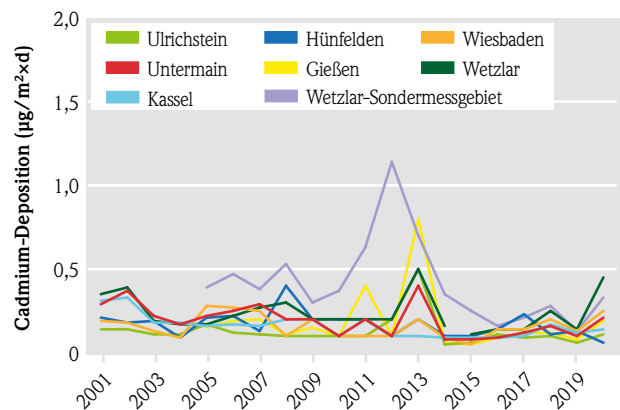
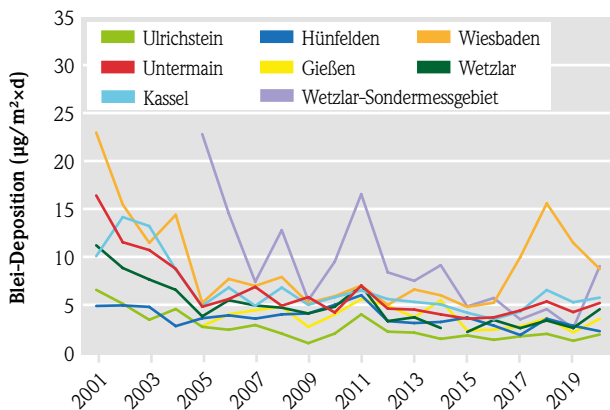
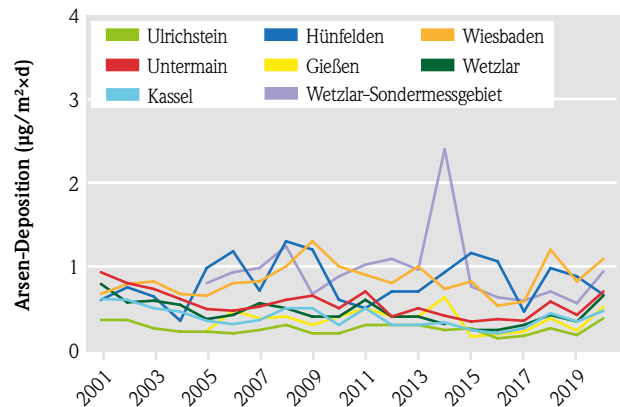
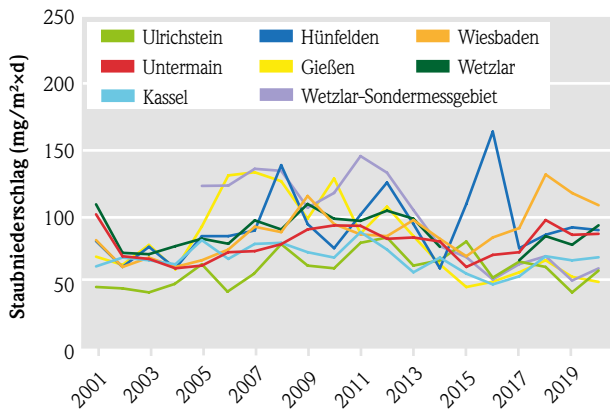
Messgebiet	Komponente	Immissionswert TA Luft	Einheit	punktweise Auswertung		Gebietsmit- telwert
				Minimum	Maximum	
Gießen	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	34,65	79,83	51,82
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,42	0,81	0,52
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	2,48	5,14	3,53
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,10	0,39	0,19
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	2,58	8,19	4,30
	Thallium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,01	0,04	0,01
Hünfelden	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	26,49	307,45	90,51
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,34	1,58	0,66
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,24	3,96	2,25
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,04	0,13	0,06
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,87	5,51	2,90
	Thallium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,01	0,07	0,02
Kassel	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	37,56	203,55	70,22
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,31	1,43	0,47
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	2,31	41,60	5,75
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,06	0,52	0,14
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,91	17,94	4,34
	Thallium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,01	0,02	0,01
Ulrichstein	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	32,71	94,83	60,27
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,27	0,49	0,38
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,58	2,94	1,90
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,06	0,19	0,11
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	2,01	8,93	4,38
	Thallium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,01	0,02	0,01
Untermain	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	34,77	286,37	87,72
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,30	5,03	0,70
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,89	17,64	5,19
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,06	2,00	0,21
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	2,06	18,43	4,88
	Thallium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,01	0,12	0,02
Wetzlar	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	30,43	240,68	94,07
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,40	1,25	0,65
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	2,01	14,09	4,54
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,08	4,66	0,45
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	2,10	13,24	6,19
	Thallium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,01	0,05	0,02
Wiesbaden	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	35,78	571,81	109,08
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,38	7,12	1,09
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	2,54	76,84	8,74
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,06	1,60	0,25
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	2,26	42,97	5,39
	Thallium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,01	0,45	0,04
Wetzlar Sonder- messgebiet	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	51,30	90,98	61,93
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,45	1,39	0,94
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,99	26,73	9,03
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,16	0,73	0,33
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	4,81	30,63	16,71
	Thallium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,01	0,01	0,01

**Erläuterung:**

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

Die nachfolgenden Abbildungen beschreiben die zeitliche Entwicklung der Depositionsraten für Staubbiederschlag sowie der Schwermetalle Arsen, Blei, Cadmium und Nickel im Zeitraum von 2001 bis 2020. Für das Element Thallium wird auf eine Trenddarstellung verzichtet, da die ermittelten Konzentrationen in der Regel unterhalb der Nachweis-

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



**Abb. 16:** Zeitreihen der mittleren Belastung durch Staubbiederschlag und dessen Inhaltsstoffe 2001–2020



## 9.4.2 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 2020 an 1 der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Der maximal ermittelte Wert beträgt  $572 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$  und wurde – wie im vergangenen Jahr – im Messgebiet Wiesbaden auf dem Betriebshof der ELW gemessen. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Wert weiter gestiegen. Der niedrigste Einzelpunktwert wurde mit  $26 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$  im Messgebiet Hünfelden (ländlicher Hintergrund) ermittelt.

Bei Betrachtung der Gebietsmittelwerte weist das Messgebiet Wiesbaden mit  $109 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$  den höchsten Wert auf. Mit Ausnahme der Messgebiete Wiesbaden, Hünfelden und Gießen weisen alle weiteren Gebiete einen leichten Anstieg gegenüber dem Vorjahr auf. Am deutlichsten zeigt sich die Zunahme der Staubdeposition im Messgebiet Ulrichstein. Hier ist der Gebietsmittelwert im Vergleich zum Vorjahr um etwa  $16 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$  gestiegen, allerdings auf einem nach wie vor niedrigen Niveau.

### Arsen:

Der vorgeschriebene Immissionswert für Arsen wird im Jahr 2020 an 2 Beurteilungspunkten in Hessen überschritten. Die maximal gemessene Arsendeposition beträgt  $7,12 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$  und wurde – wie beim Staubbiederschlag – im Messgebiet Wiesbaden auf dem Betriebshof der ELW gemessen. Weiterhin wird der Immissionswert mit  $5,03 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$  an einem Messpunkt in Frankfurt-Unterriederbach im Mess-

gebiet Untermain überschritten. Der niedrigste Wert für die Arsendeposition wurde mit  $0,27 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$  im Messgebiet Ulrichstein ermittelt. Den höchsten Gebietsmittelwert weist das Messgebiet Wiesbaden ( $1,09 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ ) auf. Im Vergleich zum Vorjahr ist mit Ausnahme des Messgebiets Hünfelden bei der Arsendeposition in allen Messgebieten ein leichter Anstieg zu verzeichnen.

### Blei:

Der Immissionswert für Blei wird im Jahr 2020 an keinem der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Bleideposition beträgt  $76,84 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$  und wurde ebenfalls im Messgebiet Wiesbaden auf dem Betriebshof der ELW ermittelt. Der niedrigste Wert für die Bleideposition wurde mit  $1,24 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$  im Messgebiet Hünfelden ermittelt. Bei Betrachtung der Gebiets-

mittelwerte weist das Sondermessgebiet Wetzlar mit  $9,03 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$  den höchsten Wert auf. Im Vergleich zum Vorjahr ist die Bleideposition mit Ausnahme der Messgebiete Wiesbaden und Hünfelden in allen übrigen Gebieten leicht gestiegen. Am deutlichsten ist der Anstieg im Sondermessgebiet Wetzlar zu erkennen.

### Cadmium:

Der Immissionswert für Cadmium wird im Jahr 2020 an 1 der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Cadmiumdeposition wurde mit  $4,66 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ , an einem Messpunkt in Klein-Altenstädten im Messgebiet Wetzlar ermittelt. Der Wert geht aus einer deutlich erhöhten Cadmiumdeposition im ersten Halbjahr hervor. Die geringste Cadmiumdeposition betrug  $0,04 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$  und

wurde an vier Messpunkten im Messgebiet Hünfelden gemessen. Bei Betrachtung der Gebietsmittelwerte weist das Messgebiet Wetzlar den höchsten Wert ( $0,45 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ ) auf. Mit Ausnahme des Messgebiets Hünfelden ist die Cadmiumdeposition in allen Messgebieten gegenüber dem Vorjahr leicht gestiegen.

**Nickel:**

Der für die Einzelpunktbelastung vorgeschriebene Immissionswert für Nickel wird im Jahr 2020 an 7 der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Nickeldeposition wurde mit  $42,97 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$  im Messgebiet Wiesbaden auf dem Betriebshof der Entsorgungsbetriebe der Landeshauptstadt Wiesbaden (ELW) ermittelt. Außerdem wird der Immissionswert an zwei Punkten im Sondermessgebiet Wetzlar ( $30,63$  und  $20,16 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ ) 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. Weitere Überschreitungen sind in Hanau ( $18,43 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$  und  $16,96 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ ) und in Kassel ( $17,94 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$  und  $15,82 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ ) zu verzeichnen. Der niedrigste Wert für die Nickeldeposition wurde mit  $1,87 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$  im Messgebiet Hünfelden ermittelt. Bei Betrachtung der Gebietsmittelwerte ist die Nickeldeposition im Vergleich zum Vorjahr mit Ausnahme des Messgebiets Hünfelden und dem Sondermessgebiet Wetzlar leicht angestiegen. Dennoch überschreitet der Gebietsmittelwert im Sondermessgebiet Wetzlar auch im Jahr 2020 mit  $16,71 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$  den vorgeschriebenen Immissionswert.

**Thallium:**

Der Immissionswert für Thallium wird im Jahr 2020 an keinem der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Thalliumdeposition wurde mit  $0,45 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ , wie auch im Jahr zuvor, in der Emser Straße in Wiesbaden ermittelt. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Wert

um  $0,70 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$  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 Interessantes aus dem Berichtsjahr

### 10.1 Ringversuch Partikelmessung 2020

Ringversuche stellen ein wichtiges Instrument zur Qualitätssicherung von Messungen in allen Bereichen der Analytik dar. Sie dienen dazu die Gleichwertigkeit von Messergebnissen, die von verschiedenen Messinstituten erzeugt werden, zu bewerten bzw. ein Maß für die Unsicherheit von Ergebnissen zu ermitteln. Auch die europäische Luftqualitätsgesetzgebung formuliert den Anspruch eine europaweit gleichwertige Beurteilung der Luftqualität anzustreben. Neben der Festlegung von Referenzmessverfahren, zählt die regelmäßige Durchführung von Vergleichsmessungen im Rahmen von Ringversuchen zu den unverzichtbaren Mitteln diesem Anspruch

gerecht zu werden. Das Landesamt für Naturschutz, Umwelt- und Verbraucherschutz in Nordrhein-Westfalen (LANUV) bietet als nationales Referenzlabor seit weit über 30 Jahren derartige Ringversuche an. Für die gasförmigen Komponenten ist es möglich, definierte Prüfgase im Labor zu erzeugen und einer größeren Anzahl von Teilnehmern zur gleichzeitigen Messung anzubieten, für Feinstaub jedoch leider nicht. In diesem Fall müssen Vergleichsmessungen in der Außenluft durchgeführt werden. Zur Durchführung solcher Feldringversuche für Feinstaub hat sich seit vielen Jahren eine Kooperation zwischen dem LANUV und dem HLNUG entwickelt. Das HLNUG

verfügt über ein gut geeignetes Messfeld direkt vor dem Dienstgebäude, das für einen ersten Versuch dieser Art bereits im Jahre 2003 aufgebaut und seitdem mehrfach erweitert wurde (Abb. 17).

Im Jahr 2003 wurde ein erster landesweiter Ringversuch für die Feinstaubfraktion  $PM_{10}$  durchgeführt. Es bot sich an, die geschaffene Infrastruktur weiterhin zu nutzen und so folgten 2008 Vergleichsmessungen für  $PM_{2,5}$ , der Feinstaubfraktion, die seit diesem Jahr zusätzlich gemessen und beurteilt werden muss. Nach längerer Pause kam spätestens 2019 der dringende Wunsch nach einer Wiederaufnahme von Feinstaub-Ringversuchen auf, um die Vergleichbarkeit der Messungen, die in den Bundesländern durchgeführt werden, zu prüfen. Das HLNUG erklärte sich erneut bereit, sein Messfeld dafür zur Verfügung zu stellen und die technische und logistische Organisation für den Aufbau und die Durchführung des Versuchs zu übernehmen. 2020 war es dann wieder soweit. Die Organisation war dieses Mal eine besondere Herausforderung, da beide Feinstaubfraktionen ( $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$ ) angesprochen waren und neben dem Einsatz des gravimetrischen Referenzmessverfahrens zusätzlich auch automatische Messsysteme getestet werden konnten. Das Messfeld musste erheblich erweitert werden. 47 Stellplätze für PM-Filterprobenahmesysteme im Freien sowie 12 Messplätze in zwei Messstationen für kontinuierlich laufende Analysatoren wurden bereitgestellt. Es war der größte Versuch dieser Art, der bisher in Deutschland durchgeführt wurde. Die Kampagne begann am 23. Januar und endete am 19. März. Die Arbeitsteilung war klar. Das Team des HLNUG kümmerte sich um die Vorbereitung und die Organisation des Aufbaus sowie um die Betreuung der Teilnehmerinnen und Teilneh-

**Tab. 12:** Umfang der PM-Ringversuche am Standort HLNUG, Wiesbaden

Gegenstand des Ringversuchs	$PM_{10}$	$PM_{2,5}$	$PM_{10}$ und $PM_{2,5}$
Datum	01.02.– 30.09.2003	01.07.– 2.03.2008	23.01.– 19.03.2020
Dauer (in Monaten)	8	8	2
Teilnehmende Bundesländer	11	14 + Umweltbundesamt (UBA)	15 + UBA + 3 Gäste
Gravimetrie	15	19	45
Kontinuierliche Analysatoren	9	9	14
Referenz	3 LVS (low volume sampler) unterschiedliche Labore	2 SEQ (sequential sampler) unterschiedliche Labore	Robuster Mittelwert aller Teilnehmenden

mer über die Zeit des Versuchs. Alle Teilnehmenden waren für die Betreuung ihrer Probenahme- und Messsysteme selbst verantwortlich. Das LANUV-Team war verantwortlich für die Auswertung der Ergebnisse der gravimetrischen Referenzmessmethode, der eigentliche Kern der Vergleichsmessungen.

In Tabelle 12 wird der Umfang der drei bisher in Wiesbaden organisierten PM-Ringversuche dargestellt. Die Kampagne aus 2020 war zwar die kürzeste, aber dafür mit Abstand umfangreichste, gemessen an der Zahl der erhobenen Messreihen.

Das HLNUG beteiligte sich am Ringversuch mit dem Einsatz des gravimetrischen Referenzmessverfahrens, sowohl für  $PM_{10}$  als auch für  $PM_{2,5}$ . Die allgemeine Immissionsbelastung am Ort der Messungen ent-



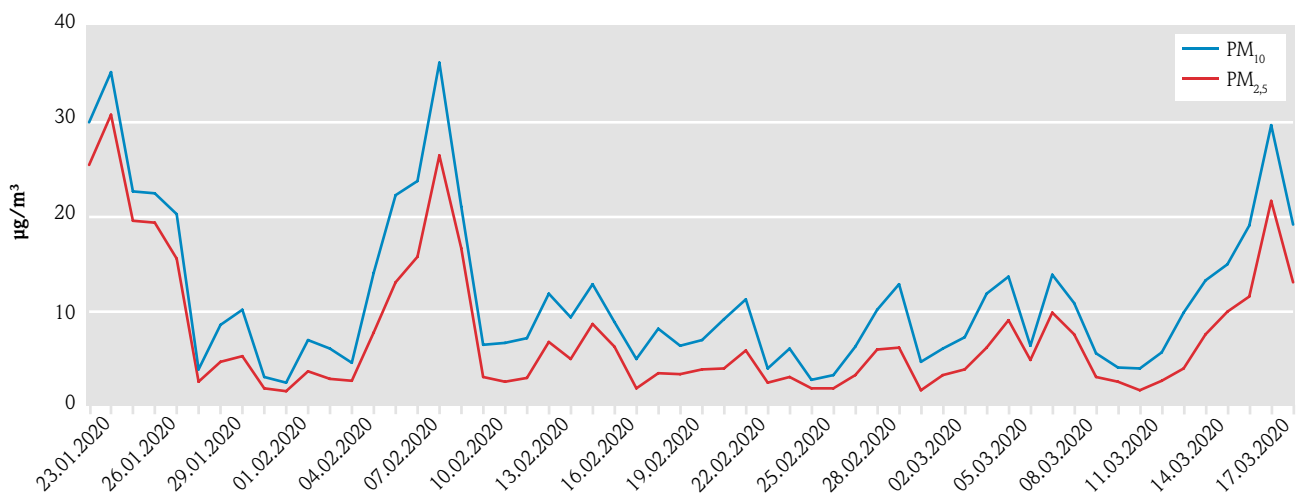
**Abb. 17:** Blick auf das voll bestückte Messfeld für Feinstaub-Vergleichsmessungen im Jahre 2020 auf dem Gelände des HLNUG © HLNUG

spricht dem Charakter „städtischer Hintergrund“, es waren daher keine sehr hohen Messwerte zu erwarten. Dies spiegelt sich im zeitlichen Verlauf der Konzentrationen während der Messkampagne wider (Abb. 18). Gut zu erkennen, ist die sehr gute Übereinstimmung des zeitlichen Verlaufs der Konzentration beider Feinstaubfraktionen.

Die mittlere Feinstaubkonzentration über die ca. 2 Monate lag mit ca.  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  und ca.  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$  sehr niedrig, ungeachtet der in der kalten Jahreszeit erfahrungsgemäß eher höheren Belastung. Maximal wurden Tagesmittelwerte von ca.  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  und ca.  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$  erreicht. Für die Beurteilung der Gleichwertigkeit von Ergebnissen wäre es aus statistischen Gründen vorteilhaft, einen größeren Konzentrationsbereich abzudecken. Bei Messungen in der Außenluft ist dies jedoch nicht vorhersehbar und nicht zu beeinflussen.

Von einer Verlängerung der Kampagne, in der Hoffnung noch höhere Messwerte zu erfassen, wurde abgesehen, unter anderem auch vor dem Hintergrund der Kontaktbeschränkungen während der ersten Phase der Corona-Pandemie.

Das LANUV nimmt die umfassende Auswertung aller Ergebnisse auf einer robusten statistischen Grundlage vor. Kurzfristig konnte bereits mitgeteilt werden, dass das HLNUG den Ringversuch für beide Feinstaubfraktionen nach dem international anerkannten z-score Beurteilungsverfahren bestanden hat. Die Veröffentlichung detaillierter Ergebnisse aller Teilnehmenden, sowie weitergehende Auswertungen, bleiben dem Abschlussbericht des LANUV als verantwortliche Stelle für die Durchführung von Ringversuchen vorbehalten. Der Bericht wird zum Ende des Jahres 2021 erwartet.



**Abb. 18:** Zeitlicher Verlauf der  $\text{PM}_{10}$ - und  $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentration während des Ringversuchs Daten: Tagesmittelwerte der gravimetrisch ausgewerteten Filterproben des HLNUG

## 10.2 Entwicklung der $\text{NO}_2$ -Konzentration in Hessen

In den letzten Jahren sanken die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen in Hessen im Mittel um ca. 2 % pro Jahr. Grund dafür sind stetige Minderungen der Emissionen im Verkehrssektor, der den größten Anteil der Stickoxidemissionen ausmacht. Vor allem in den Großstädten wurde jedoch immer wieder der seit 2010 geltende Grenzwert für Stickstoffdioxid ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel) überschritten. Deshalb mussten Maßnahmen ergriffen werden, um die Verkehrsemissionen weiter

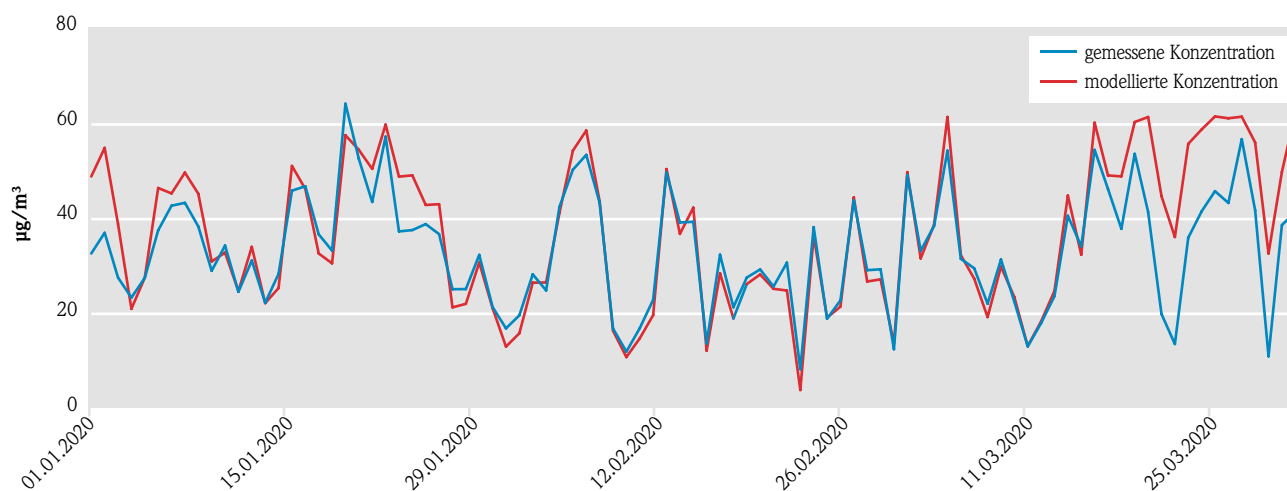
zu reduzieren. Besonders in Darmstadt führte dies zu einer deutlichen Abnahme der  $\text{NO}_2$ -Werte an den verkehrsbelasteten Standorten in der Hügel- und in der Heinrichstraße. Trotzdem überschritten im Jahr 2019 noch 6 hessische Städte den  $\text{NO}_2$ -Grenzwert. Von 2019 auf 2020 sanken die  $\text{NO}_2$ -Werte dann überdurchschnittlich, z. B. an den verkehrsbezogenen Standorten im Mittel um 20 %. Grenzwertüberschreitungen gab es nur noch in zwei Städten, Limburg und

Darmstadt. Ein Teil dieses Erfolgs kann den weiter fortschreitenden Maßnahmen der Städte und dem zunehmenden Anteil emissionsärmerer Fahrzeuge zugeschrieben werden. Einen zusätzlichen Beitrag lieferte aber auch die Covid-19-Pandemie und die damit verbundenen Schutzmaßnahmen. Durch die Schutzmaßnahmen während der Covid-19-Pandemie ist der Straßenverkehr im Jahr 2020 zeitweise deutlich zurückgegangen (ca. 15% gegenüber 2019). Außerdem haben sich möglicherweise auch andere Emissionen, wie z. B. aus Gewerbe und Industrie, aufgrund der Schutzmaßnahmen verändert.

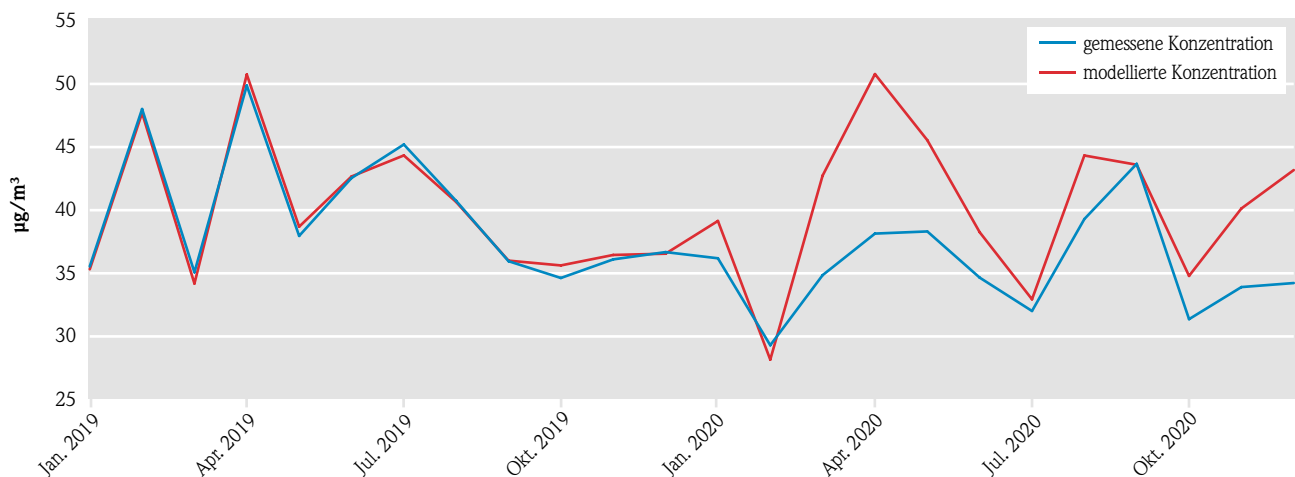
Inwiefern sich diese Emissionsänderungen auf die  $\text{NO}_2$ -Belastung im Jahr 2020 ausgewirkt haben, wurde mit Hilfe von statistischer Modellierung abgeschätzt. Diese beschreibt Verfahren, bei denen beispielsweise Schadstoffparameter mit Hilfe von statistischen Zusammenhängen zwischen parallel gemessenen meteorologischen oder weiteren Parametern analysiert und prognostiziert werden können. Dabei kommen Technologien aus dem Bereich des maschinellen Lernens zum Einsatz. Mit einem sogenannten Random-Forest Modell (RF-Modell) wurden für die hessischen Luftmessstationen zunächst die statistischen Zusammenhänge zwischen  $\text{NO}_2$ -Konzentration, Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Temperatur, Uhrzeit, Wochentag und Tag des Jahres bestimmt. Diese Zusammenhänge wurden dann genutzt, um die variierenden Wetterzustände aus der Zeitreihe der  $\text{NO}_2$ -Konzentration herauszurechnen. Anschließend wurde bezogen auf die Kalenderjahre 2016 bis einschließlich 2019 der mittlere jährliche Trend der  $\text{NO}_2$ -Konzentration ermittelt und die Zeitreihe trendbereinigt. Die trendbereinigte Zeitreihe dient als

Grundlage für ein erneutes Training eines RF-Modells für den Zeitraum von 2016–2019 und eine anschließende Prognose für das Jahr 2020. Da das RF-Modell für den Zeitraum vor der Covid-19-Pandemie trainiert wurde, stellt die Simulation für das Jahr 2020 eine sogenannte „Business-as-usual-Simulation“ als Referenz für ein mögliches Szenario ohne Covid-19-Pandemie dar. Die Simulation beginnt am 1. Januar 2020. Daher ergibt sich ein Zeitraum bis zum 15. März 2020 (kurz vor Beginn der Corona-Schutzmaßnahmen), der als Evaluierungszeitraum genutzt wird, um die Prognosegüte der Simulation abzuschätzen.

Abbildung 19 zeigt Tagesmittelwerte der  $\text{NO}_2$ -Konzentration der „Business-as-usual-Simulation“ und die zugehörigen beobachteten Werte am Beispiel der Messstation Limburg Schiede. Der dargestellte Zeitraum erstreckt sich über den Evaluierungszeitraum und den Beginn der ersten Corona-Schutzmaßnahmen. Die Simulation der  $\text{NO}_2$ -Konzentration stimmt für den Zeitraum bis Anfang März 2020 sehr gut mit den Beobachtungen überein (systematische Abweichung: -3%; Korrelation: 0,84). Sowohl die zeitliche Variabilität als auch die absoluten Werte werden außerordentlich gut simuliert. Mitte März ergibt sich hingegen eine systematische Abweichung zwischen Prognose und Beobachtung, die zeitlich exakt mit den ersten strengeren Schutzmaßnahmen zusammenfällt. Auffällig ist, dass in der Zeit kurz vor dem ersten Lockdown die  $\text{NO}_2$ -Konzentration deutlich niedriger war als in den Wochen danach, was durch meteorologische Effekte zu erklären ist. Mit Beginn der ersten Schutzmaßnahmen ging auch ein Wetterwechsel einher, der zu einer austauschärmeren Witterung führte.



**Abb. 19:** Tagesmittelwerte der  $\text{NO}_2$ -Konzentration an der Station Limburg Schiede für den Zeitraum 01.01.2020 bis 31.03.2020



**Abb. 20:** Monatsmittelwerte der  $\text{NO}_2$ -Konzentration an der Station Limburg Schiede für den Zeitraum 01.01.2019 bis 31.12.2020

Entsprechend stieg die  $\text{NO}_2$ -Konzentration an, blieb aber deutlich hinter der zu erwartenden,  $\text{NO}_2$ -Konzentration zurück. Der hier dargestellte Vergleich der „Business-as-usual-Simulation“ mit der tatsächlich beobachteten Schadstoffkonzentration löst den in der Öffentlichkeit kontrovers diskutierten scheinbaren Widerspruch von steigenden  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen trotz geringerem Verkehrsaufkommen auf und visualisiert den erheblichen Einfluss der Corona-Schutzmaßnahmen auf die  $\text{NO}_2$ -Konzentration.

Abbildung 20 zeigt Monatsmittelwerte der prognostizierten und beobachteten  $\text{NO}_2$ -Konzentration am Beispiel der Station Limburg Schiede. Bis Februar 2020 stimmt die Beobachtung und Simulation sehr gut überein, während ab März 2020 eine systematische Abweichung auftritt. Für die Monate März, April und Mai 2020 ergibt sich eine Differenz von etwa  $-11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $-22\%$ ). Diese Differenz schwächt sich für die Sommermonate, in denen ein Großteil der Schutzmaßnahmen gelockert wurde, ab und Simulation und Beobachtung liegen wieder dicht beieinander. Ab Oktober 2020 zeigt sich mit der Verschärfung der Schutzmaßnahmen hingegen wieder eine größere Differenz. Betrachtet man das gesamte Jahr 2020, so ergab sich für den Standort eine Differenz von etwa  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $12\%$ ).

Die beispielhaft für Limburg Schiede dargestellte Auswertung wurde für jede Station separat durchgeführt. Je nach Station liefert die statistische Modellierung unterschiedlich gute Ergebnisse der Modellgüte für den Evaluierungszeitraum. Zur Qualitätssicherung wurden Mindestkriterien an die Modellgüte gestellt, die sich an allgemeinen Vorgaben zur erweiterten Messungsaus-

wertung orientieren. Insgesamt sind diese Kriterien für 26 der 37 Luftmessstationen erfüllt. Tabelle 13 fasst die Ergebnisse für das gesamte Jahr 2020 zusammen.

Es wird deutlich, dass die für Limburg Schiede dargestellten Ergebnisse auf die anderen Luftmessstationen übertragbar sind. Die gemessenen  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen sind im Mittel 9–20% geringer als prognostiziert. Ohne die Reduzierung des Verkehrsaufkommens durch die Schutzmaßnahmen zur Bekämpfung der Covid-19-Pandemie wäre es 2020 also sehr wahrscheinlich an den Luftmessstationen Limburg Schiede, Wiesbaden Ringkirche und Wiesbaden Schiersteiner Straße zu Überschreitungen des Jahresmittelwerts von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gekommen.

Das hier beschriebene Auswerteverfahren konnte für die Passivsammler-Messstellen nicht angewendet werden, da die zeitliche Auflösung dieser Messwerte dafür nicht ausreicht. Nimmt man an, dass auch die an den Passivsammlermessstellen erhobenen Messwerte für das Jahr 2020 ohne die Pandemie mindestens 9% höher gelegen hätten, so wären Überschreitungen des Grenzwerts auch in Frankfurt und Offenbach wahrscheinlich gewesen.

Es ist daher wichtig, gezielt geplante Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität in den Städten weiter fortzusetzen.

Weitere ausführliche Informationen zu dieser Auswertung sind an folgender Stelle einzusehen: <https://www.hlnug.de/presse/pressemitteilung/niedrigere-stickstoffdioxidwerte-durch-corona>

**Tab. 13:** Ergebnisse der statistischen Modellierung: Gezeigt ist der mittlere jährliche Trend der NO<sub>2</sub>-Konzentration (2016–2019), der gemessene Jahresmittelwert 2020, der mit der Business-as-usual-Simulation berechnete NO<sub>2</sub>-Wert für das Jahr 2020, sowie die absolute und relative Differenz dieser beiden Werte

Messstation	Trend	Messung	Modell	Differenz	Differenz
Einheit	µg/m <sup>3</sup> /a	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	%
Bad Arolsen	-0,1	7,0	8,3	-1,3	-15,7
Bebra	0,0	12,2	15,1	-2,9	-19,2
Burg Herzberg	-0,5	5,7	6,5	-0,8	-12,3
Darmstadt	-0,1	17,1	20,9	-3,8	-18,2
Darmstadt Hügelstraße	-5,5	27,6	32,7	-5,1	-15,6
Frankfurt Friedberger Landstraße	-3,0	33,9	38,4	-4,5	-11,7
Frankfurt-Höchst	-1,8	30,3	33,4	-3,1	-9,3
Frankfurt Ost	-1,2	24,7	28,4	-3,7	-13,0
Fulda Petersberger Str.	-1,0	30,3	37,2	-6,9	-18,5
Fulda Zentral	-0,9	16,8	18,9	-2,1	-11,1
Fürth/Odenwald	-0,4	6,2	7,1	-0,9	-12,7
Hanau	-0,1	21,6	25,2	-3,6	-14,3
Kassel Fünffensterstraße	-0,8	31,3	37,7	-6,4	-17,0
Kassel Mitte	-0,3	16,3	20,3	-4,0	-19,7
Limburg	-0,1	19,5	22,3	-2,8	-12,6
Limburg Schiede	-2,6	35,5	40,4	-4,9	-12,1
Linden	-0,6	13,8	15,3	-1,5	-9,8
Marburg	-0,5	18,9	21,1	-2,2	-10,4
Michelstadt	0,0	13,7	16,2	-2,5	-15,4
Offenbach Untere Grenzstraße	-0,8	30,5	35,6	-5,1	-14,3
Raunheim	-0,1	21,9	26,2	-4,3	-16,4
Riedstadt	-0,4	14,0	16,0	-2,0	-12,5
Wetzlar	-0,2	23,7	28,3	-4,6	-16,3
Wiesbaden Ringkirche	-2,3	37,3	42,7	-5,4	-12,6
Wiesbaden Schiersteiner Straße	-1,7	36,5	43,7	-7,2	-16,5
Wiesbaden Süd	-0,5	21,6	25,9	-4,3	-16,6

## Literatur

CARSLAW, D.C., WILLIAMS, M.L., and BARRATT, B.: A short-term intervention study – impact of airport closure due to the eruption of Eyjafjallajökull on near-field air quality, *Atmos. Environ.*, 54, 328–336, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.02.020>, 2012.

GRANGE, S.K., CARSLAW, D.C., LEWIS, A.C., BOLETI, E., and HUEGLIN, C.: Random forest meteorological normalisation models for Swiss PM<sub>10</sub> trend analysis, *Atmos. Chem. Phys.*, 18, 6223–6239, <https://doi.org/10.5194/acp-18-6223-2018>, 2018.

## 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](http://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 NO<sub>2</sub> sowie die Analyse auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und anorganischer Inhaltsstoffe (insbesondere Schwermetalle) im Feinstaub PM<sub>10</sub> 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. 14:** Übersicht der Messverfahren und Normen

Komponente	Messverfahren	Norm
SO <sub>2</sub>	Ultraviolett(UV)-Fluoreszenz	DIN EN 14212:2012
CO	Nicht-dispersive Infrarot-Photometrie (NDIR)	DIN EN 14626:2012
NO/NO <sub>2</sub>	Chemilumineszenz Passivsammler	DIN EN 14211:2012 DIN EN 16339:2013
O <sub>3</sub>	Ultraviolett(UV)-Photometrie	DIN EN 14625:2012
BTX	Gaschromatographie Passivsammler	DIN EN 14662-3:2016 DIN EN 14662-5:2005
PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub>	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/Reflexion	Akkreditiertes Hausverfahren analog DIN EN 16450:2017



## 12 Details zu den Luftmessstellen und -gebieten

### 12.1 Tabellarische Übersicht

Tab. 15: Änderungen in der Bezeichnung von Luftmessstellen

Messstelle Bezeichnung ab diesem Bericht	Messstelle Bezeichnung bisher (alphabetisch)
Aßlar-Klein-Altenstädten	Aßlar Klein-Altenstädten
Alsfeld I	Alsfeld
Bensheim Nibelungenstraße	Bensheim Nibelungenstr.
Darmstadt Heinrichstraße	Darmstadt Heinrichstr. II
Darmstadt Hügelstraße I	Darmstadt Hügelstraße
Darmstadt Hügelstraße	Darmstadt-Hügelstraße
Frankfurt Battonnstraße	Frankfurt Börneplatz
Frankfurt-Lerchesberg	Frankfurt Lerchesberg
Frankfurt Pforzheimer Straße	Frankfurt Pforzheimer Str.
Frankfurt Am Erlenbruch I	Frankfurt Riederwald I
Frankfurt-Riederwald	Frankfurt Riederwald II
Frankfurt Am Erlenbruch II	Frankfurt Riederwald III
Frankfurt Friedberger Landstraße	Frankfurt-Friedb. Landstraße
Frankfurt Mitte	Frankfurt-Mitte
Frankfurt Ost	Frankfurt-Ost
Fulda Künzeller Straße	Fulda-Künzeller Straße
Fulda Petersberger Straße	Fulda-Petersberger Straße
Fulda Zentral	Fulda-Zentral
Gießen Westanlage	Gießen-Westanlage
Hanau Mitte	Hanau-Mitte
Heppenheim Lehrstraße	Heppenheim-Lehrstraße
Kassel Fünffensterstraße	Kassel-Fünffensterstraße
Kassel Mitte	Kassel-Mitte
Limburg Diezer Straße	Limburg Diezer Str.
Limburg Frankfurter Straße	Limburg Frankfurter Str.
Limburg Schiede	Limburg-Schiede
Marburg Bahnhofstraße	Marburg Bahnhofstr.
Marburg Universitätsstraße I	Marburg Universitätsstraße
Marburg Universitätsstraße	Marburg-Universitätsstraße
Offenbach Bieberer Straße	Offenbach Bieberer Str.
Offenbach Mainstraße	Offenbach Mainstr.
Offenbach Untere Grenzstraße I	Offenbach Untere Grenzstr.
Offenbach Untere Grenzstraße	Offenbach-Untere Grenzstraße
Wetzlar Im Köhlersgarten	Wetzlar-Im Köhlersgarten
Wetzlar Linsenbergsstraße	Wetzlar Linsenbergstr.
Wiesbaden Ringkirche	Wiesbaden-Ringkirche
Wiesbaden Schiersteiner Straße	Wiesbaden-Schiersteiner Str.
Wiesbaden Süd	Wiesbaden-Süd

Tab. 16: Standorte und Charakteristika der Luftmessstellen

Messstelle	Code <sup>1)</sup>	Messstellen- typ	Höhe (m) <sup>2)</sup>	Längengrad (WGS 84) <sup>3)</sup>	Breitengrad (WGS 84) <sup>3)</sup>	Klassifizierung
Alsfeld I	DEHE143	Passivsammler	274	9°16'13"	50°45'09"	städtisches Gebiet, Verkehr
Alsfeld III	DEHE152	Passivsammler	269	9°16'19"	50°45'10"	städtisches Gebiet, Verkehr
Aßlar-Klein-Altenstädten	DEHE164	Inhaltsstoffe PM <sub>10</sub>	220	8°27'47"	50°34'41"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Bad Arolsen	DEHE046	Messstation	343	8°55'41"	51°25'51"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Bebra	DEHE032	Messstation	204	9°48'00"	50°58'12"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Bensheim Nibelungenstraße	DEHE133	Passivsammler	112	8°37'23"	49°40'57"	städtisches Gebiet, Verkehr
Burg Herzberg	DEHE039	Messstation	491	9°27'33"	50°46'13"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Darmstadt	DEHE001	Messstation	158	8°39'52"	49°52'20"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Darmstadt Heinrichstraße	DEHE138	Passivsammler	143	8°38'54"	49°51'55"	städtisches Gebiet, Verkehr
Darmstadt Hügelstraße	DEHE040	Messstation	158	8°39'13"	49°52'10"	städtisches Gebiet, Verkehr
Darmstadt Hügelstraße I	DEHE132	Passivsammler	157	8°39'11"	49°52'09"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Am Erlenbruch I	DEHE139	Passivsammler	101	8°43'50"	50°07'49"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Am Erlenbruch II	DEHE140	Passivsammler	101	8°44'18"	50°07'52"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Battonnstraße	DEHE136	Passivsammler	99	8°41'14"	50°06'44"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Friedberger Landstraße	DEHE041	Messstation	119	8°41'30"	50°07'28"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt-Griesheim	DEHE053	Inhaltsstoffe PM <sub>10</sub>	98	8°36'12"	50°05'43"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt-Höchst	DEHE005	Messstation	103	8°32'33"	50°06'06"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt Höhenstraße	DEHE036	Inhaltsstoffe PM <sub>10</sub>	122	8°42'00"	50°07'26"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt-Lerchesberg	DEHE162	Passivsammler	138	8°40'58"	50°04'52"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt Mainkai	DEHE144	Passivsammler	95	8°41'03"	50°06'33"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Mitte	DEHE056	Inhaltsstoffe PM <sub>10</sub>	103	8°41'01"	50°06'38"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt-Niedwald	DEHE150	Messstation	95	8°35'40"	50°6'48"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt Ost	DEHE008	Messstation	100	8°44'46"	50°07'31"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt Palmengarten	DEHE096	Inhaltsstoffe PM <sub>10</sub>	105	8°39'23"	50°07'32"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt Pforzheimer Straße	DEHE146	Passivsammler	100	8°39'46"	50°06'15"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt-Riederwald	DEHE145	Passivsammler	99	8°43'57"	50°07'56"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt Römerberg	DEHE141	Passivsammler	100	8°40'56"	50°06'37"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt-Schwanheim	DEHE135	Messstation	94	8°34'34"	50°04'31"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Fulda Künzeller Straße	DEHE097	Inhaltsstoffe PM <sub>10</sub>	280	9°41'45"	50°32'33"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Fulda Petersberger Straße	DEHE059	Messstation	277	9°41'05"	50°33'00"	städtisches Gebiet, Verkehr
Fulda Zentral	DEHE134	Messstation	271	9°40'48"	50°32'46"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Fürth/Odenwald	DEHE028	Messstation	484	8°49'02"	49°39'12"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Gießen Johanne-Lein-Gasse	DEHE137	Passivsammler	162	8°40'16"	50°35'07"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Gießen Westanlage	DEHE061	Messstation	162	8°40'06"	50°35'02"	städtisches Gebiet, Verkehr
Hanau	DEHE011	Messstation	108	8°55'17"	50°08'08"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Hanau Mitte	DEHE054	Inhaltsstoffe PM <sub>10</sub>	107	8°55'34"	50°07'49"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Heppenheim Lehrstraße	DEHE063	Messstation	110	8°38'31"	49°38'35"	städtisches Gebiet, Verkehr
Kassel Fünfensterstraße	DEHE049	Messstation	179	9°29'28"	51°18'43"	städtisches Gebiet, Verkehr
Kassel Mitte	DEHE013	Messstation	181	9°29'00"	51°18'51"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Kellerwald	DEHE060	Messstation	483	9°01'54"	51°09'17"	ländlich regional, Hintergrund
Kleiner Feldberg	DEHE052	Messstation	811	8°26'45"	50°13'18"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Limburg	DEHE044	Messstation	128	8°03'39"	50°22'59"	städtisches Gebiet, Hintergrund

Messstelle	Code <sup>1)</sup>	Messstellen- typ	Höhe (m) <sup>2)</sup>	Längengrad (WGS 84) <sup>3)</sup>	Breitengrad (WGS 84) <sup>3)</sup>	Klassifizierung
Limburg Diezer Straße	DEHE098	Passivsammler	132	8°03'13"	50°23'04"	städtisches Gebiet, Verkehr
Limburg Frankfurter Straße	DEHE101	Passivsammler	143	8°04'13"	50°22'59"	städtisches Gebiet, Verkehr
Limburg Schiede	DEHE131	Messstation	122	8°03'35"	50°23'11"	städtisches Gebiet, Verkehr
Limburg Schiede I	DEHE099	Passivsammler	122	8°03'34"	50°23'10"	städtisches Gebiet, Verkehr
Limburg Schiede II	DEHE100	Passivsammler	122	8°03'32"	50°23'15"	städtisches Gebiet, Verkehr
Linden	DEHE042	Messstation	172	8°41'03"	50°31'58"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Marburg	DEHE030	Messstation	182	8°46'09"	50°48'15"	städtisches Gebiet, Hintergrund
<i>Marburg Bahnhofstraße</i>	DEHE163	Passivsammler	186	8°46'17"	50°49'02"	städtisches Gebiet, Verkehr
Marburg Universitätsstraße	DEHE062	Messstation	190	8°46'13"	50°48'25"	städtisches Gebiet, Verkehr
Marburg Universitätsstraße I	DEHE142	Passivsammler	191	8°46'12"	50°48'25"	städtisches Gebiet, Verkehr
Michelstadt	DEHE045	Messstation	209	9°00'07"	49°40'21"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Offenbach Bieberer Straße	DEHE103	Passivsammler	109	8°46'33"	50°06'08"	städtisches Gebiet, Verkehr
Offenbach Mainstraße	DEHE104	Passivsammler	102	8°46'22"	50°06'25"	städtisches Gebiet, Verkehr
Offenbach Untere Grenzstraße	DEHE116	Messstation	108	8°47'05"	50°06'05"	städtisches Gebiet, Verkehr
Offenbach Untere Grenzstraße I	DEHE102	Passivsammler	107	8°47'04"	50°06'05"	städtisches Gebiet, Verkehr
Raunheim	DEHE018	Messstation	90	8°27'05"	50°00'37"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Riedstadt	DEHE043	Messstation	87	8°31'00"	49°49'30"	ländlich stadtnah, Hintergrund
Rüsselsheim Rugby-Ring	DEHE111	Passivsammler	92	8°25'27"	49°59'44"	städtisches Gebiet, Verkehr
Spessart	DEHE026	Messstation	502	9°23'57"	50°09'51"	ländlich regional, Hintergrund
Wasserkuppe	DEHE051	Messstation	931	9°56'09"	50°29'51"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Wetzlar	DEHE020	Messstation	152	8°30'02"	50°34'01"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Wetzlar-Hermannstein	DEHE057	Inhaltsstoffe PM <sub>10</sub>	183	8°29'42"	50°34'40"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Wetzlar Im Köhlersgarten	DEHE095	Inhaltsstoffe PM <sub>10</sub>	161	8°29'31"	50°34'31"	städtisches Gebiet, Industrie
Wetzlar Linsenbergstraße	DEHE105	Passivsammler	164	8°29'30"	50°34'30"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Wiesbaden Ringkirche	DEHE037	Messstation	145	8°13'49"	50°04'37"	städtisches Gebiet, Verkehr
Wiesbaden Schiersteiner Straße	DEHE112	Messstation	140	8°13'43"	50°04'19"	städtisches Gebiet, Verkehr
Wiesbaden Süd	DEHE022	Messstation	121	8°14'41"	50°03'01"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Witzenhausen/Wald	DEHE024	Messstation	610	9°46'28"	51°17'30"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Zierenberg	DEHE050	Messstation	489	9°16'16"	51°21'38"	ländliches Gebiet, Hintergrund

**Erläuterungen:**

<sup>1)</sup> **Code:** Stationscode Umweltbundesamt (für Messstellen, die zur Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden)

<sup>2)</sup> **Höhe (m):** Höhe über Normalnull

<sup>3)</sup> **Koordinaten:** World Geodetic System 1984 (WGS 84)

■ Messstellen in Städten

■ Messstellen im ländlichen Raum

■ Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

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

**Tab. 17:** Geräteausstattung der Luftmessstellen, Jahr des Messbeginns

Messstelle	Schwefeldioxid	Kohlenmonoxid	Stickstoffmonoxid	Stickstoffdioxid	Benzol, Toluol m-/p-Xylol	Ozon	Feinstaub PM <sub>10</sub>	Feinstaub PM <sub>2,5</sub>	Ruß	Schwermetalle im Feinstaub PM <sub>10</sub>	PAK im Feinstaub PM <sub>10</sub>
Alsfeld I				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	20		02*	
Darmstadt Heinrichstraße				16**							
Darmstadt Hügelstraße		94	94	94	99		00	20			
Darmstadt Hügelstraße I				14**							
Frankfurt Am Erlenbruch I				16**							
Frankfurt Am Erlenbruch II				16**							
Frankfurt Battonnstraße				17**							
Frankfurt Friedberger Landstraße		93	93	93	96		01	10			
Frankfurt-Griesheim										02*	
Frankfurt-Höchst	79		80	80		84	00	20		02*	
Frankfurt Höhenstraße											07*
<i>Frankfurt-Lerchesberg</i>				13**							
<i>Frankfurt Mainkai</i>				19**							
Frankfurt Mitte										03*	
<i>Frankfurt-Niedwald</i>	20	20	20	20		20	20	20			
Frankfurt Ost			84	84		84	00	08*		01*	
Frankfurt Palmengarten											07*
Frankfurt Pforzheimer Straße				16**							
Frankfurt-Riederwald				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	00				
Hanau Mitte										02*	
Heppenheim Lehrstraße			06	06	06**		06	10			07*
Kassel Fünfensterstraße		99	99	99	99**		00				07*
Kassel Mitte	08		08	08		08	08	08*		08*	

Messstelle	Schwefeldioxid	Kohlenmonoxid	Stickstoffmonoxid	Stickstoffdioxid	Benzol, Toluol m-/p-Xylol	Ozon	Feinstaub PM <sub>10</sub>	Feinstaub PM <sub>2,5</sub>	Ruß	Schwermetalle im Feinstaub PM <sub>10</sub>	PAK im Feinstaub PM <sub>10</sub>
Kellerwald	06		06	06		06	06				
Kleiner Feldberg			92	92		92	10			01*	01*
Limburg			98	98	11**	98	00				
Limburg Diezer Straße				09**							
Limburg Frankfurter Straße				09**							
Limburg Schiede		15	15	15			15				
Limburg Schiede I				09**							
Limburg Schiede II				09**							
Linden	95	95	95	95		95				01*	
Marburg			88	88		88	00	20			
<i>Marburg Bahnhofstraße</i>				19**							
Marburg Universitätsstraße		06	06	06	08**		06	10			
Marburg Universitätsstraße I				19**							
Michelstadt	09		99	99		99	00				
Offenbach Bieberer Straße				09**							
Offenbach Mainstraße				09**							
Offenbach Untere Grenzstr.		13	13	13	14**		13				
Offenbach Untere Grenzstraße I				09**							
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*			08*	
Wetzlar Linsenbergstraße				09**							
Wiesbaden Ringkirche		92	91	91	95		00	10	13	01*	01*
Wiesbaden Schiersteiner Straße			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 PM<sub>10</sub> 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. 18:** Geräteausstattung der Luftmessstationen (Meteorologie), Jahr des Messbeginns

Messstation	Windrichtung	Windgeschwindigkeit	Temperatur	Relative Feuchte	Luftdruck	Globalstrahlung	Niederschlag
Bad Arolsen	00	00	99	99	04	99	
Bebra	88	88	88	88			
Burg Herzberg	11	11	11	11	11		11
Darmstadt	03	03	03	03	03		
Frankfurt-Höchst	04	04	04	04			
<i>Frankfurt-Niedwald</i>	20	20	20	20	20	20	
Frankfurt Ost	84	84	84	84	99		
<i>Frankfurt-Schwanheim</i>	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

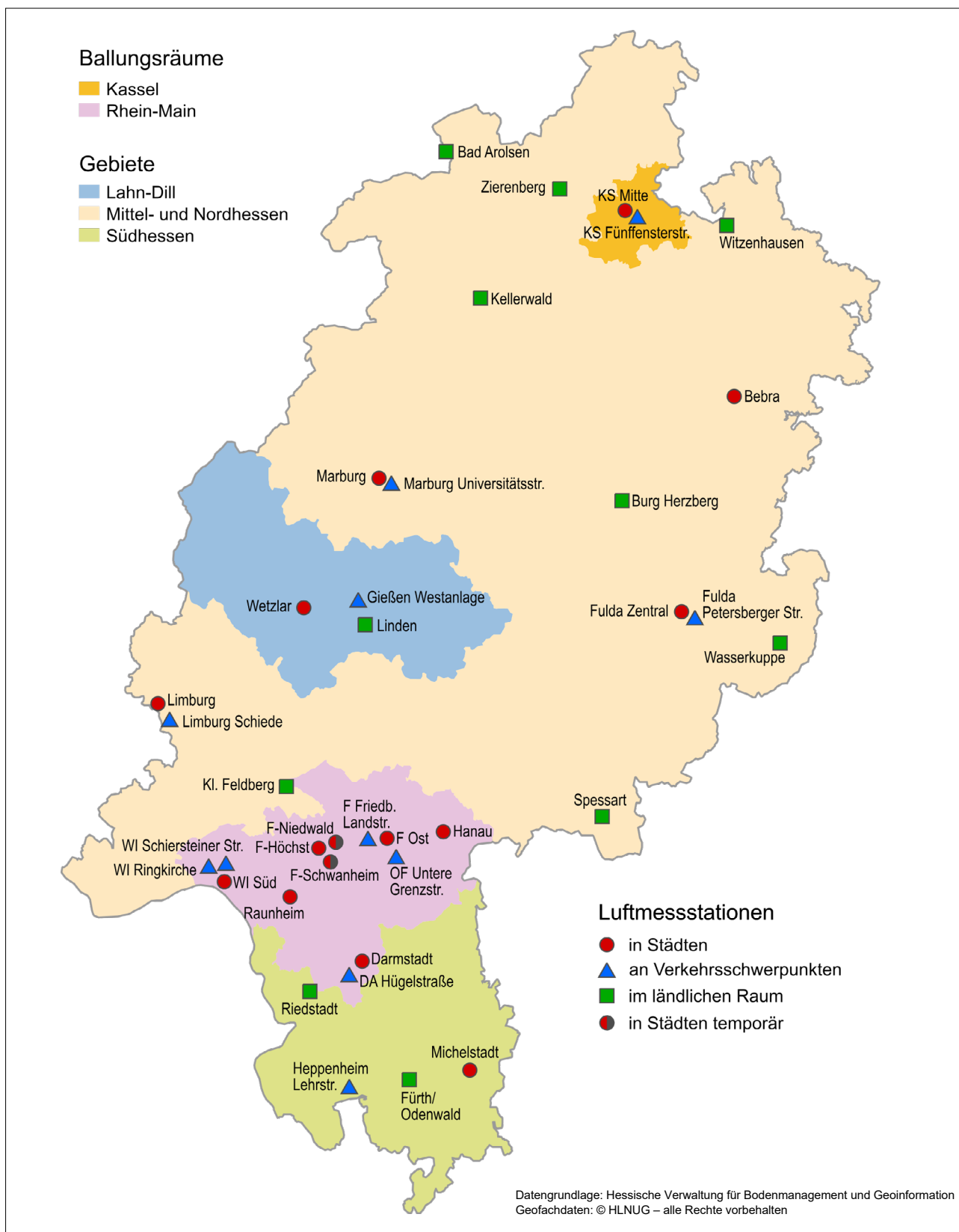
**Tab. 19:** Beschreibung der Messgebiete für Staubbiederschlag und dessen Inhaltsstoffe

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

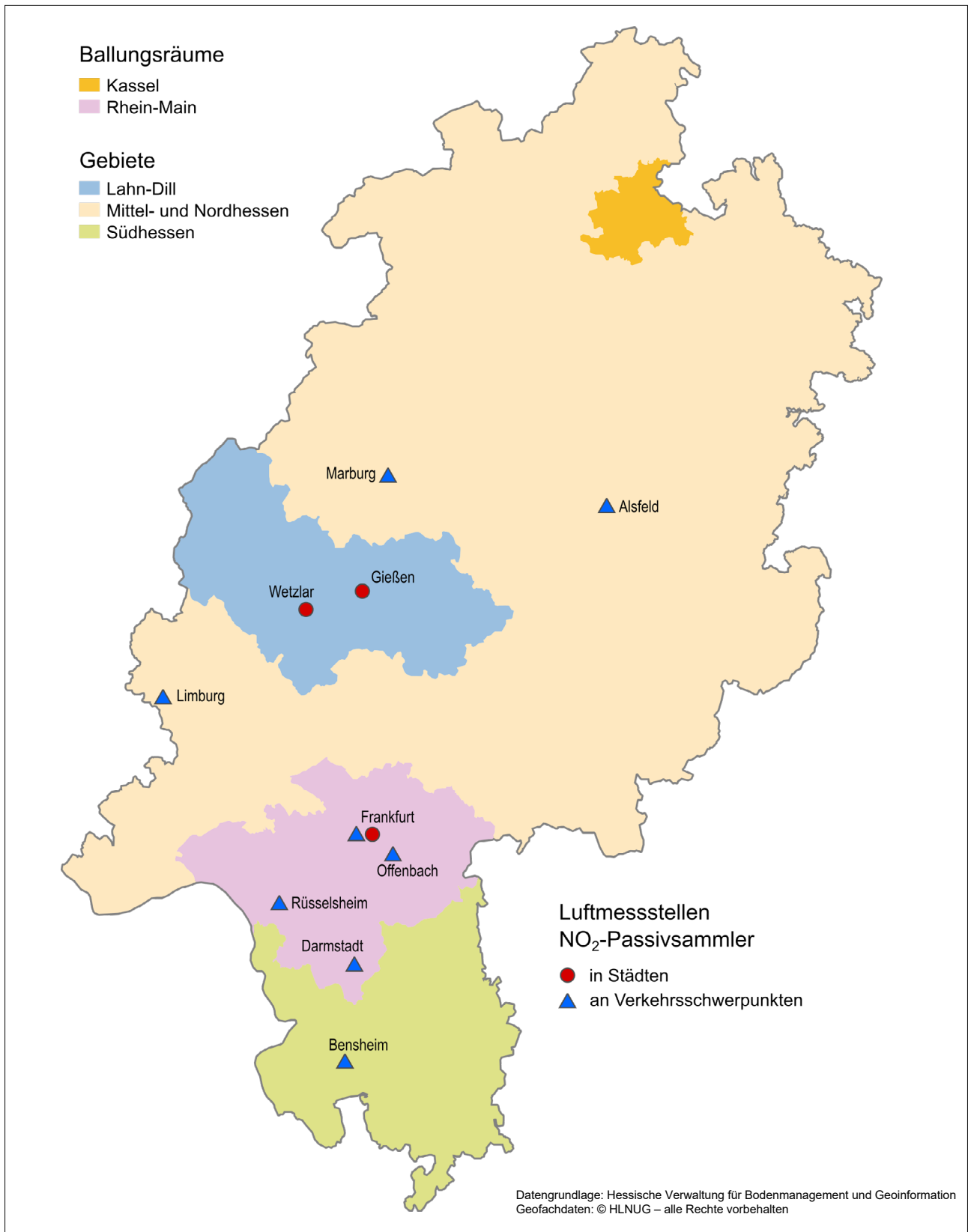
**Erläuterungen:**

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

## 12.2 Kartenübersicht

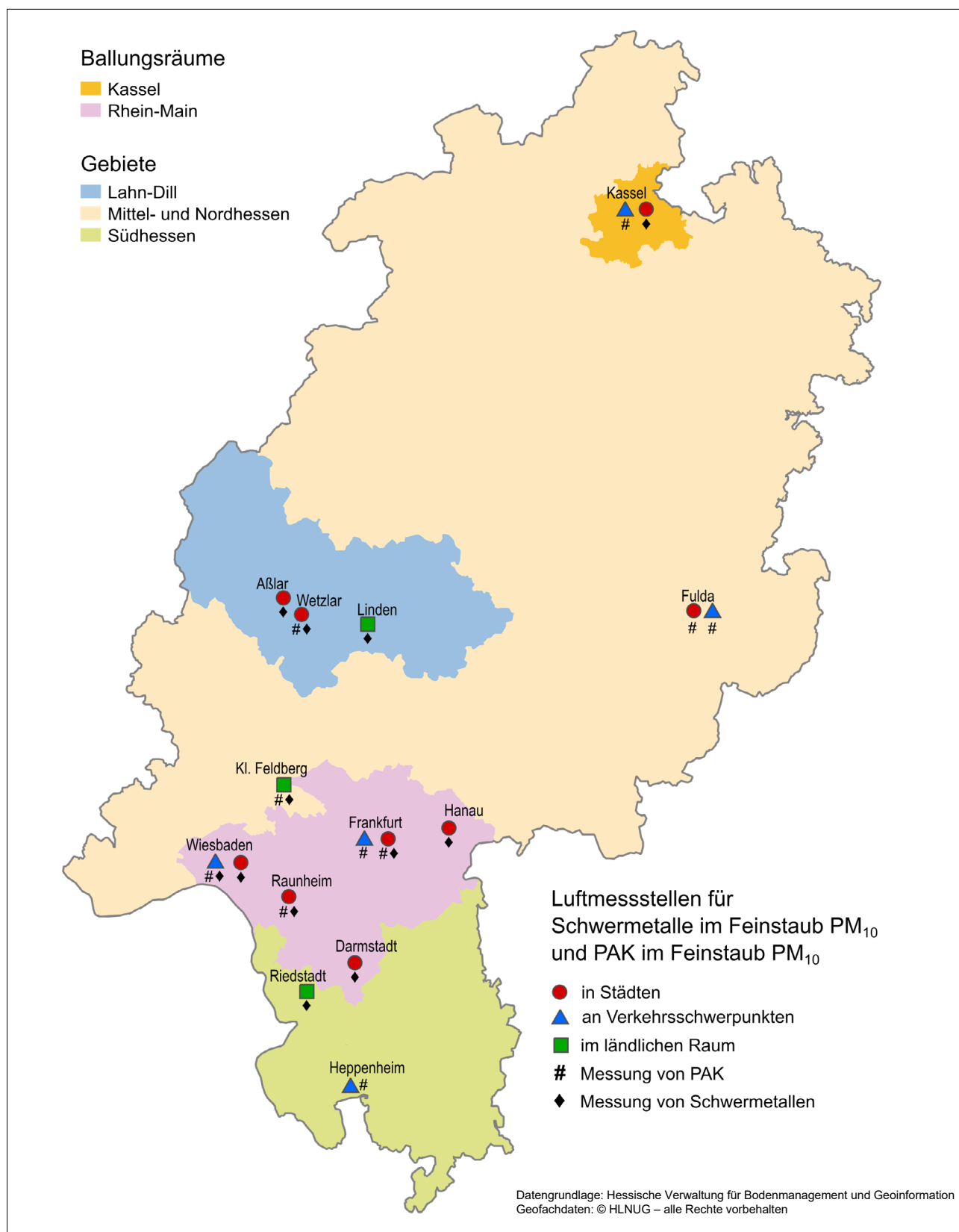


**Abb. 21:** Hessisches Messnetz zur kontinuierlichen Überwachung der Luftqualität, einschließlich Messstationen, an denen zusätzlich auch Messverfahren zur gravimetrischen Erfassung von Feinstaub  $PM_{2,5}$  oder Passivsammler zur Messung von BTX betrieben werden (Stand 2020)



**Abb. 22:** Luftmessstellen mit NO<sub>2</sub>-Passivsammlern (Stand 2020). 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 PM<sub>10</sub> (Stand 2020). In einzelnen Städten gibt es mehrere Messstellen zur Erfassung von Schwermetallen bzw. PAK im Feinstaub PM<sub>10</sub>, Details sind der Tabelle zur Geräteausstattung der Luftmessstellen zu entnehmen.

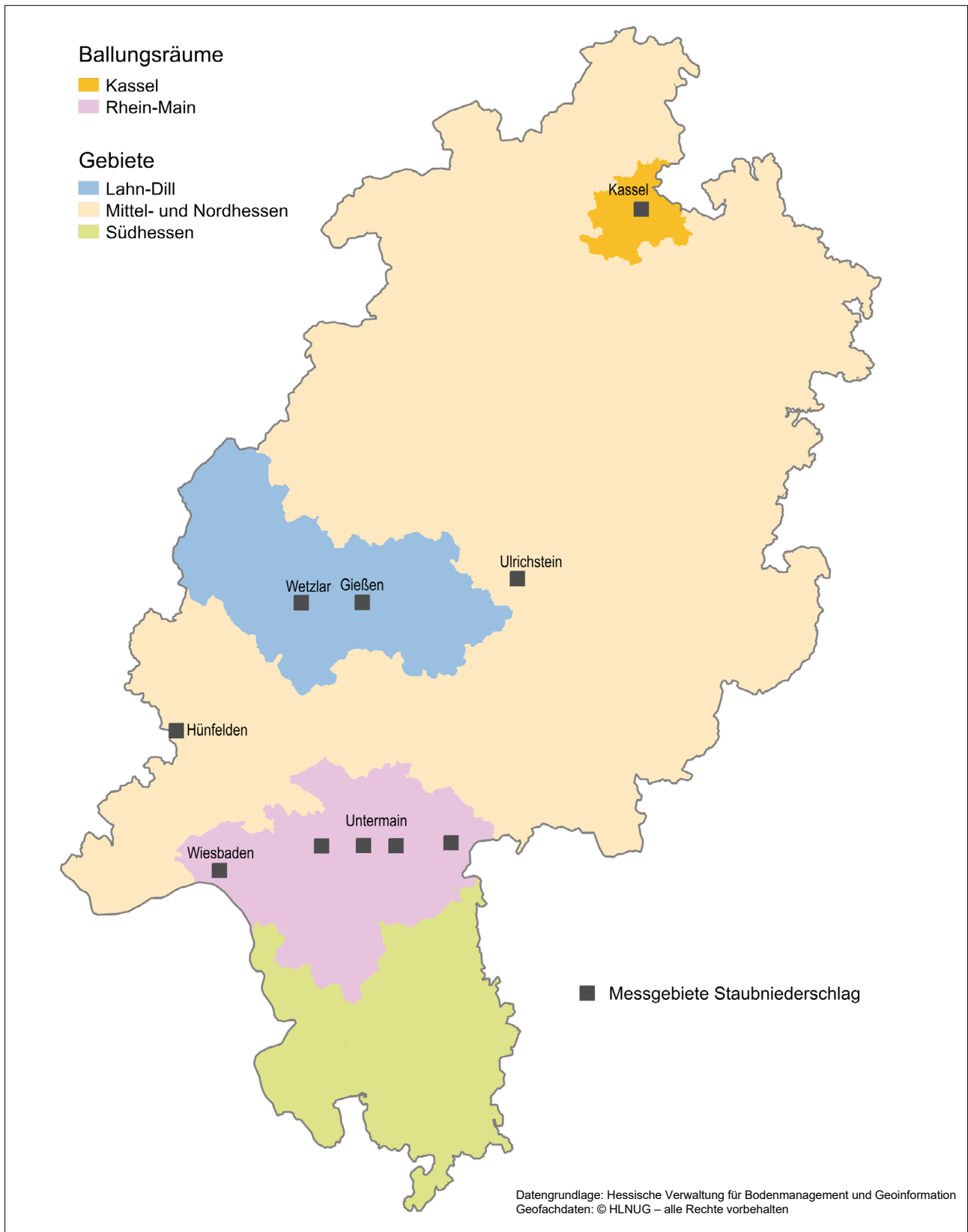


Abb. 24: Messgebiete zur Erfassung des Staubbiederschlags in Hessen (Stand 2020)

## 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 in Verbindung mit der Richtlinie (EU) 2015/1480 der Kommission vom 28. August 2015
- Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) in der Fassung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1341)
- Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002 (GMBL. S. 511)
- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz, BImSchG) in der Fassung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1340).



Hessisches Landesamt für  
Naturschutz, Umwelt und Geologie  
Für eine lebenswerte Zukunft

[www.hlnug.de](http://www.hlnug.de)



Das HLNUG auf Twitter:  
[https://twitter.com/hlnug\\_hessen](https://twitter.com/hlnug_hessen)