

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

HESSEN



# Lufthygienischer Jahresbericht 2022



# **Lufthygienischer Jahresbericht 2022**

Wiesbaden, November 2023

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

# Impressum

## Lufthygienischer Jahresbericht 2022

Bearbeitung: Dr. Florian Ditas, Nicolai Föll, Charlotte Matthias, Dr. Diana Rose, Daniel Schwarzloh  
Maximilian Steinbach, 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)

Version	Veröffentlicht	Bemerkung
1.0	Oktober 2023	

Diese Broschüre wurde mit FSC-Zertifizierung gedruckt.

# Inhalt

<b>Impressum</b> .....	<b>2</b>
<b>Vorwort</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Überwachung der Luftqualität in Hessen</b> .....	<b>6</b>
2.1 Kontinuierliche Messungen.....	6
2.2 Diskontinuierliche Messungen mittels Passivsammler.....	7
2.3 Schwermetalle im Feinstaub PM <sub>10</sub> .....	7
2.4 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feinstaub PM <sub>10</sub> .....	8
2.5 Indikator für die durchschnittliche Exposition von Feinstaub PM <sub>2,5</sub> (AEI).....	8
2.6 Messprogramm für den Staubbiederschlag und seine Inhaltsstoffe.....	9
2.7 Messprogramm für ultrafeine Partikel.....	9
<b>3 Immissionswerte nach 39. BImSchV, TA Luft und Luftgüteleitlinien der WHO</b> .....	<b>11</b>
3.1 Grenz-, Ziel- und Schwellenwerte sowie kritische Werte nach 39. BImSchV.....	11
3.2 Immissionswerte nach TA Luft.....	12
3.3 Immissionsrichtwerte nach Luftgüteleitlinien der WHO.....	12
<b>4 Witterung</b> .....	<b>13</b>
<b>5 Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Stickoxide (NO<sub>x</sub>) und Stickstoffmonoxid (NO)</b> .....	<b>14</b>
5.1 Kenngrößen.....	14
5.2 Immissionsbeurteilung.....	17
<b>6 Ozon (O<sub>3</sub>)</b> .....	<b>18</b>
6.1 Kenngrößen.....	18
6.2 Immissionsbeurteilung.....	19
<b>7 Benzol, Toluol, Ethylbenzol, o-/m-/p-Xylol (BTEX)</b> .....	<b>21</b>
7.1 Kenngrößen.....	21
7.2 Immissionsbeurteilung.....	22
<b>8 Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO)</b> .....	<b>22</b>
8.1 Kenngrößen.....	22
8.2 Immissionsbeurteilung.....	23
<b>9 Partikel</b> .....	<b>24</b>
9.1 Feinstaub PM <sub>10</sub> , Feinstaub PM <sub>2,5</sub> sowie Ruß.....	24
9.2 Inhaltsstoffe im Feinstaub PM <sub>10</sub> : Schwermetalle.....	29
9.3 Inhaltsstoffe im Feinstaub PM <sub>10</sub> : PAK.....	31
9.4 Staubbiederschlag.....	32
9.5 Ultrafeine Partikel (UFP).....	37
<b>10 Interessantes aus dem Berichtsjahr</b> .....	<b>38</b>
10.1 Ultrafeine Partikel bilden sich aus heißen Turbinenschmierölen.....	38
10.2 Austausch einer Messstation am Beispiel Wiesbaden Ringkirche.....	40
<b>11 Qualitätssicherung</b> .....	<b>42</b>
<b>12 Details zu den Luftmessstellen und -gebieten</b> .....	<b>43</b>
12.1 Tabellarische Übersicht.....	43
12.2 Kartenübersicht.....	48

## Vorwort



Liebe Leserin, lieber Leser,

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

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

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

Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) betreibt ein landesweites Messnetz mit weit über 30 Luftmessstationen und ist zuständig für die Beurteilung der Luftqualität in Hessen. Die automatisierten Stationen sind mit Analysegeräten für gasförmige Schadstoffkomponenten und für Feinstaub sowie mit Messgeräten zur Erfassung meteorologischer Einflussgrößen ausgestattet. Die ermittelten Daten werden direkt an die 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 analysiert. Die Untersuchung von ultrafeinen Partikeln hat in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen und wurde deshalb als dauerhafter Bestandteil in der Berichterstattung aufgenommen.

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.

Zu Jahresbeginn wurde in einem Kurzbericht zeitnah über die Ergebnisse der kontinuierlichen Messungen, der Messungen von  $NO_2$  mittels Passivsammlern sowie der gravimetrischen Messungen von  $PM_{2,5}$  aus dem Vorjahr informiert.

Im vorliegenden Lufthygienischen Jahresbericht werden nun sämtliche Ergebnisse und Auswertungen zur Überwachung der Luftqualität in Hessen umfassend dargestellt.

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

A handwritten signature in black ink that reads "Thomas Schmid". The signature is written in a cursive, slightly stylized font.

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 2022. Er enthält die Darstellung der wichtigsten Kenngrößen zur Immissionsbeurteilung. Des Weiteren werden die Ergebnisse aus den Messprogrammen für Feinstaub  $PM_{10}$  und seinen Inhaltsstoffen, dem Messprogramm für ultrafeine Partikel sowie dem Messprogramm zum Staubbiederschlag und seinen Inhaltsstoffen berichtet. Darüber hinaus wird die Entstehung von ultrafeinen Partikeln aus Turbinenschmierstoffen erörtert. Abgerundet wird die Berichterstattung mit der Schilderung der Abläufe eines Containertauschs am Beispiel der Messstation Wiesbaden Ringkirche.

Die Beurteilung der lufthygienischen Situation basiert auf den Grenz-, Ziel- und Schwellenwerten der 39. BImSchV, einer Verordnung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG), in der die EU-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.

Im September 2021 hat die WHO (Weltgesundheitsorganisation) neue Luftgüteleitlinien veröffentlicht. Sie enthalten Richtwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit. Zum Erreichen der teilweise sehr anspruchsvollen Richtwerte wurden für einige Schadstoffe Zwischenziele, so genannte Interim Targets, definiert. Richtwerte sind nicht rechtsverbindlich. Da sie aber in der zurzeit in Überarbeitung befindlichen europäischen Luftqualitätsrichtlinie berücksichtigt werden, finden im HLNUG erste Betrachtungen der hessischen Messwerte unter dem Aspekt der neuen WHO-Richtwerte statt. Die WHO veröffentlicht ihre Luftgüteleitlinien (air quality guidelines) auf ihrer Homepage <https://www.who.int>.

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 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 daraus 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 gesaugt wird. Auf diesem Weg können Feinstaub  $PM_{10}$  und Feinstaub  $PM_{2,5}$  erfasst werden. Nach der gravimet-

rischen Bestimmung der Feinstaubmasse können im Labor weitere Analysen der Inhaltsstoffe stattfinden. Auch bei der Staubbiederschlagsmessung, bei der sich Staub in Sammelgefäßen ablagert, werden nachfolgend Laboranalysen zur Bestimmung der Inhaltsstoffe des Staubbiederschlags durchgeführt. Ein weiteres diskontinuierliches Messverfahren stellt der Einsatz von Passivsammlern dar. Hierbei diffundiert die Luft an ein Sorbens (z. B. Aktivkohle). Im Anschluss findet im Labor eine chemische Analyse des Schadstoffgehalts statt. Diese Vorgehensweise eignet sich für die Bestimmung von gasförmigen Luftschadstoffen wie Stickstoffdioxid ( $NO_2$ ) sowie Benzol, Toluol, Ethylbenzol, o-Xylol und m-/p-Xylol (BTEX).

Detaillierte Informationen sowie Kartendarstellungen zu den einzelnen Messstellen und Messgebieten (Staubbiederschlag) sind am Ende des Berichts aufgeführt.

Im Folgenden wird die Bezeichnung „Messstelle“ als Oberbegriff für alle Standorte mit Luftschadstoffmessungen genutzt. 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.

Im Jahresbericht werden nur die Messwerte der Messstellen 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.

### 2.1 Kontinuierliche Messungen

Im Jahr 2022 wurden insgesamt 39 kontinuierliche Immissionsmessstationen unterhalten: 17 Stationen im städtischen Hintergrund, 11 Stationen im ländlichen Hintergrund und 11 Stationen an Verkehrsschwerpunkten. Ein Stationscontainer wurde im Laufe des Jahres von Mörfelden nach Neu-Isenburg verlegt, in Folge dessen lagen an beiden Standorten

nicht genügend Daten für eine auf das Kalenderjahr 2022 bezogene Immissionsbeurteilung vor.

Die Luftmessstationen sind zur Erfassung verschiedener meteorologischer Größen sowie folgender Komponenten ausgerüstet: Schwefeldioxid ( $SO_2$ ), Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffmonoxid (NO),

Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Benzol, Toluol, Ethylbenzol, o-Xylol und m-/p-Xylol (BTEX), Ozon (O<sub>3</sub>), Feinstaub PM<sub>10</sub>, Feinstaub PM<sub>2,5</sub>, ultrafeine Partikel (UFP) 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.

## 2.2 Diskontinuierliche Messungen mittels Passivsammler

Neben den Messungen mit kontinuierlich arbeitenden Analysatoren hat sich seit einigen Jahren ein diskontinuierliches Messverfahren, das Passivsammelverfahren, als verlässliche Methode für die Erhebung der mittleren Konzentration von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), aber auch von Benzol, Toluol, Ethylbenzol, o-Xylol und m-/p-Xylol (BTEX) 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 BTEX-Analysator eingesetzt werden kann, mit Passivsammlern zur BTEX-Messung ausgerüstet. Der Nachteil des Passivsammler-Verfahrens liegt in der begrenzten zeitlichen Auflösung (ein Messwert pro Monat). Für die Ermittlung eines Jahresmittelwertes hat sich das Verfahren jedoch bewährt.

Auf Grund der zahlreichen NO<sub>2</sub>-Messungen kann es zu sehr ähnlich lautenden Bezeichnungen von Messstationen und Passivsammler-Messstellen kommen. In der zusammenfassenden Tabelle „Geräteausstattung der Luftmessstellen, Jahr des Messbeginns“ ist explizit gekennzeichnet, welche Messstellen bei welchen Komponenten mit Passivsammlern arbeiten.

## 2.3 Schwermetalle im Feinstaub PM<sub>10</sub>

Zur Erfassung der Schwermetallbelastung im Feinstaub PM<sub>10</sub> führt das HLNUG Messungen mit diskontinuierlichen Verfahren durch. Im Jahr 2022 wurden an insgesamt 16 Messstellen Staubprobensammler betrieben. 12 Messstellen liegen im städtischen Hintergrund, 3 im ländlichen Hintergrund 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 einer geringeren zeitlichen Abdeckung von 122 Proben im Jahr werden die im Rahmen dieser Untersuchungen gleichzeitig gravimetrisch erhobenen PM<sub>10</sub>-Messwerte für die Beurteilung der PM<sub>10</sub>-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 PM<sub>10</sub>-Grenzwerte. Die Ergebnisse dieser beiden Messstellen werden im Kapitel „Feinstaub PM<sub>10</sub>, Feinstaub PM<sub>2,5</sub> sowie Ruß“ dokumentiert.

Die Schwermetallkonzentration im Feinstaub  $PM_{10}$  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 Köhlergarten und Aßlar Klein-Altenstädten eine Besonderheit auf. Hier erfolgt eine tägliche Probenahme und eine anschließende Bestimmung der Konzentration aus Wochenmischproben.

## 2.4 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feinstaub $PM_{10}$

Nach der 39. BImSchV sind bestimmte polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) als Bestandteile der  $PM_{10}$ -Fraktion zu erfassen. Im hessischen PAK-Messprogramm wurden deshalb im Jahr 2022 an 10 Messstellen in einem diskontinuierlichen Verfahren Proben zur Analyse dieser PAK genommen. 5 dieser Messstellen haben Verkehrsbezug, 4 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 Fil-

ter 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 (B[b+j+k]F), Dibenzo[a,h]anthracen (DBA) und Indeno[1,2,3-cd]pyren (INP) erfolgen demnach als Bestandteile der  $PM_{10}$ -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.

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

Mit der EU-Richtlinie für Luftqualität und saubere Luft in Europa wird als zusätzliches lufthygienisches Ziel die Reduzierung der durchschnittlichen deutschlandweiten  $PM_{2,5}$ -Exposition angestrebt. Die Verfolgung dieses Ziels wird mit Hilfe des „nationalen Indikators für die durchschnittliche Exposition“ (Average Exposure Indicator – AEI) beobachtet. Der AEI wird als Mittelwert über 3 Jahre und über alle für die Beobachtung dieser Größe in Deutschland ausgewählten 36 Messstellen im städtischen Hintergrund berechnet. Zum ersten Mal wurde der AEI aus den Messungen der Jahre 2008, 2009 und 2010 gebildet. Ausgehend von diesem „Startwert“ sollte die

$PM_{2,5}$ -Konzentration bis 2020 um einen bestimmten Prozentsatz reduziert werden. Das Reduktionsziel hängt von der Höhe des Startwertes ab. Der Startwert liegt für Deutschland bei  $16,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den Anforderungen der 39. BImSchV entsprechend musste diese Konzentration bis 2020 um 15 % verringert werden. Darüber hinaus darf der Indikator für die durchschnittliche  $PM_{2,5}$ -Exposition ab 2015 den Wert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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.

## 2.6 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 Gesamtdosition des Staubbiederschlags messpunktbezogen ermittelt. Monatlich wird zunächst die Masse des Staubbiederschlags erfasst. Dieser wird im Labor zusätzlich auf seine Inhaltsstoffe analysiert. Für die Inhaltsstoffanalysen werden jeweils 6 Monate zu Halbjahresmischproben zusammengefasst. Das Komponentenspektrum umfasst Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kobalt, Eisen, Nickel, Vana-

dium, Kupfer, Mangan, Thallium und Zink. Im Jahr 2022 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 für einige der Komponenten Immissionswerte vorgibt. Zur weiteren Charakterisierung der Situation in den Messgebieten werden in diesem Bericht die Gebietsmittelwerte dargestellt.

## 2.7 Messprogramm für ultrafeine Partikel

Als ultrafeine Partikel (UFP) werden alle Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 100 Nanometer (nm) bezeichnet. Sie stellen eine Teilmenge des Feinstaubes dar, tragen aber aufgrund ihrer geringen Größe kaum zur Massenkonzentration der Feinstaubfraktionen PM<sub>10</sub> oder PM<sub>2,5</sub> bei. Man gibt ihre Konzentration deshalb auch nicht als Massen- sondern als Anzahlkonzentration an.

Zur Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration kommen im hessischen Luftmessnetz zwei verschiedene Messverfahren zum Einsatz. Zum einen misst man mit Hilfe von Kondensationspartikelzählern (engl. Condensation Particle Counter, CPC) die integrale Anzahlkonzentration aller Partikel im Größenbereich von 7–2000 nm (CEN TS 16976:2016). Bei diesem Messverfahren ist es jedoch technisch nicht möglich, ausschließlich Partikel kleiner 100 nm, also ausschließlich ultrafeine Partikel zu erfassen. Die im Bericht dargestellten Ergebnisse umfassen daher sowohl ultrafeine als auch größere Partikel. Aus diesem Grund wird der Begriff *Partikelanzahlkonzentration* und nicht *UFP-Konzentration* verwendet.

Zum anderen misst man mit Hilfe von Mobilitätspartikelspektrometern (engl. Scanning Mobility Particle Sizer, SMPS) die Anzahlgrößenverteilung im Größen-

bereich von 10–500 nm (CEN TS 17434). Aus dieser Anzahlgrößenverteilung kann wiederum die integrale Anzahlkonzentration aller Partikel im Bereich 10–500 nm berechnet werden. Einige SMPS-Geräte des Messnetzes wurden in Vorbereitung auf künftige Regularien bereits für die Messung im Größenbereich von 10–800 nm technisch umgerüstet. Auf die berichtete Partikelanzahlkonzentration hat diese Umrüstung keine Auswirkung, da in der Regel über 99,9 % der Partikel kleiner als 500 nm sind.

Die unterschiedliche untere Messgrenze der verschiedenen Messgeräte (CPC: 7 nm und SMPS: 10 nm) kann jedoch einen erheblichen Einfluss auf die gemessene Partikelanzahl haben. Dies hängt maßgeblich davon ab, wie viele Partikel im Größenbereich kleiner als 10 nm vorhanden sind. In der Atmosphäre treten in diesem Größenbereich sehr unterschiedlich hohe Konzentrationen auf. Die Ergebnisse der beiden Messverfahren mit unterschiedlicher unterer Messgrenze (CPC und SMPS) sind daher nur eingeschränkt vergleichbar.

Ultrafeinstaub ist in den letzten Jahren vor allem durch mögliche gesundheitliche Auswirkungen in den Fokus geraten, gesetzliche Vorgaben zur Überwachung oder gar Grenzwerte gibt es jedoch nicht.

Die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) 2021 veröffentlichten Luftgüteleitlinien enthalten jedoch erstmals auch Empfehlungen zur Beurteilung der Partikelanzahl- bzw. UFP-Konzentration. Laut WHO-Leitlinien kann von einer hohen Belastung durch UFP ausgegangen werden, wenn ein Tagesmittelwert von 10 000 Partikeln pro Kubikzentimeter oder ein Stundenmittelwert von 20 000 Partikeln pro Kubikzentimeter überschritten wird.

Das HLNUG beschäftigt sich seit 2015 mit dem Thema ultrafeine Partikel, da insbesondere der Flughafen Frankfurt als eine wichtige Quelle für Ultrafeinstaub in der Rhein-Main-Region näher untersucht werden soll. Weitere Information finden Sie unter: <https://www.hlnug.de/?id=14862>.

## 3 Immissionswerte nach 39. BImSchV, TA Luft und Luftgüteleitlinien der WHO

### 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> )	Stunde	350 µg/m <sup>3</sup> dürfen nicht öfter als 24-mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	
	Tag	125 µg/m <sup>3</sup> dürfen nicht öfter als 3-mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	
	Kalenderjahr	20 µg/m <sup>3</sup>	Vegetation	kritischer Wert, emissionsfern <sup>1)</sup>
	Winterhalbjahr (01.10.–31.03.)	20 µg/m <sup>3</sup>	Vegetation	kritischer Wert, emissionsfern <sup>1)</sup>
Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	Stunde	200 µg/m <sup>3</sup> dürfen nicht öfter als 18-mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	
	Kalenderjahr	40 µg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	
Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> )	Kalenderjahr	30 µg/m <sup>3</sup>	Vegetation	kritischer Wert, emissionsfern <sup>1)</sup>
Feinstaub PM <sub>10</sub>	Tag	50 µg/m <sup>3</sup> dürfen nicht öfter als 35-mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	
	Kalenderjahr	40 µg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	
Feinstaub PM <sub>2,5</sub>	Kalenderjahr	25 µg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	
Benzol (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Kalenderjahr	5 µg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	
Kohlenmonoxid (CO)	höchster Achtstundenmittelwert pro Tag	10 mg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	
Ozon (O <sub>3</sub> )	Stunde	180 µg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	Informationsschwelle
	Stunde	240 µg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	Alarmschwelle
	höchster Achtstundenmittelwert pro Tag	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>	Kalenderjahr	0,5 µg/m <sup>3</sup>	Gesundheit	Grenzwert
Arsen <sup>2)</sup>	Kalenderjahr	6 ng/m <sup>3</sup>	Gesundheit, Umwelt	Zielwert
Cadmium <sup>2)</sup>	Kalenderjahr	5 ng/m <sup>3</sup>	Gesundheit, Umwelt	Zielwert
Nickel <sup>2)</sup>	Kalenderjahr	20 ng/m <sup>3</sup>	Gesundheit, Umwelt	Zielwert
Benzo[a]pyren <sup>3)</sup>	Kalenderjahr	1 ng/m <sup>3</sup>	Gesundheit, Umwelt	Zielwert

#### Abkürzung:

**AOT40:** accumulated exposure over a threshold of 40 ppb; Summe der Differenzen zwischen Stundenmittelwerten 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

#### Erläuterungen:

<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)

**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

**höchster Achtstundenmittelwert pro Tag:** aus stündlich gleitenden Achtstundenmittelwerten

## 3.2 Immissionswerte nach TA Luft

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

Komponente	Mittelungszeitraum	Immissionswert	Schutzziel
Staubbiederschlag	Kalenderjahr	0,35 g/m <sup>2</sup> ×d	Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag
Arsen	Kalenderjahr	4 µg/m <sup>2</sup> ×d	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich der Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen
Blei	Kalenderjahr	100 µg/m <sup>2</sup> ×d	
Cadmium	Kalenderjahr	2 µg/m <sup>2</sup> ×d	
Nickel	Kalenderjahr	15 µg/m <sup>2</sup> ×d	
Thallium	Kalenderjahr	2 µg/m <sup>2</sup> ×d	
Quecksilber	Kalenderjahr	1 µg/m <sup>2</sup> ×d	

## 3.3 Immissionsrichtwerte nach Luftgüteleitlinien der WHO

**Tab. 3:** Richtwerte und Interim Targets der WHO für PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> und CO

Komponente	Einheit	Mittelungszeitraum	WHO Interim Target				WHO Richtwert
			1	2	3	4	
Feinstaub PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Kalenderjahr	35	25	15	10	5
		Tag <sup>1)</sup>	75	50	37,5	25	15
Feinstaub PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Kalenderjahr	70	50	30	20	15
		Tag <sup>1)</sup>	150	100	75	50	45
Ozon (O <sub>3</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	Peak Season <sup>2)</sup>	100	70	-	-	60
		max. tägl. Achtstundenmittel <sup>1)</sup>	160	120	-	-	100
Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	Kalenderjahr	40	30	20	-	10
		Tag <sup>1)</sup>	120	50	-	-	25
	Stunde	-	-	-	-	200	
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	Tag <sup>1)</sup>	125	50	-	-	40
Kohlenmonoxid (CO)	mg/m <sup>3</sup>	Tag <sup>1)</sup>	7	-	-	-	4
		max. tägl. Achtstundenmittel	-	-	-	-	10
		Stunde	-	-	-	-	35

<sup>1)</sup> 99. Perzentil (d. h. bis zu 3 Überschreitungstage pro Jahr werden nicht berücksichtigt)

<sup>2)</sup> Mittelwert des täglichen maximalen Achtstundenmittelwerts von Ozon innerhalb der sechs aufeinander folgenden Monate mit der höchsten Ozonkonzentration (hier: April bis September)

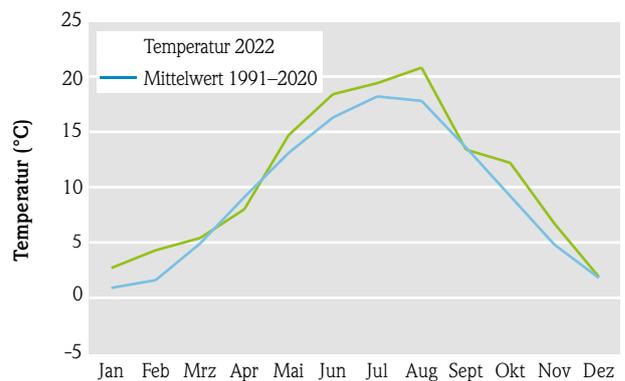
## 4 Witterung

In dieser Publikation stellen wir aktuelle Umweltdaten dar, die zur aktuellen Referenzperiode 1991–2020 in Bezug gesetzt werden. Dies ermöglicht Vergleiche mit den derzeitigen Klimabedingungen. Für die Interpretation langfristiger Klimaänderungen ist dieser Vergleich nicht geeignet. Um Effekte des Klimawandels zu berücksichtigen, empfiehlt die WMO (World Meteorological Organization) einen Bezug auf die Referenzperiode 1961–1990. Da sich das Klima auch bei uns in Hessen schon heute geändert hat, sind sowohl die aktuellen Messungen als auch die hier verwendete aktuelle Referenzperiode teilweise bereits durch den Klimawandel beeinflusst. Unter <https://www.hlnug.de/?id=20538> finden Sie einige Beispiele für Vergleiche zwischen verschiedenen Referenzperioden und welche Unterschiede sich daraus ergeben. Für die Betrachtung der Witterung ist die aktuelle Referenzperiode jedoch gut geeignet.

Im Jahr 2022 war es in Hessen im Vergleich zum aktuellen langjährigen Mittelwert der Jahre 1991–2020 mit einer Abweichung von 1,3 °C deutlich zu warm. Es war mit 10,6 °C sogar das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen (1881). Besonders markant war in diesem Jahr die sommerliche Hitzeperiode im Juli und August, welche in Hessen von vielen Tagen mit Temperaturen über 35 °C durchsetzt war. An der DWD-Station Frankfurt/Main Westend wurden im Zeitraum von Mitte Juli bis Anfang September durchgängig Sommertage mit Tageshöchstwerten über 25 °C gemessen (54 Tage), was die zweitlängste Periode von Sommertagen am Stück an einer deutschen Messstation seit Beginn der Aufzeichnungen darstellt. Grundsätzlich wurden für die meisten Monate überdurchschnittliche Temperaturen erfasst, die Monate August und Oktober waren jeweils die zweitwärmsten seit 1881. Der Dezember stellte sich als insgesamt durchschnittlich dar, zeichnete sich jedoch durch eine massive Kältewelle in der zweiten Dezemberdekade, gefolgt von sehr milden Temperaturen zum Jahresende, aus.

Den Niederschlagsverhältnissen nach war das Jahr 2022 mit einem landesweiten Mittelwert von 681 mm insgesamt ein etwas zu trockenes Jahr. Dies resultiert vor allem aus einer lang andauernden und sehr trockenen Phase in den Sommermonaten, die erst im September durch umfangreiche Niederschläge beendet wurde.

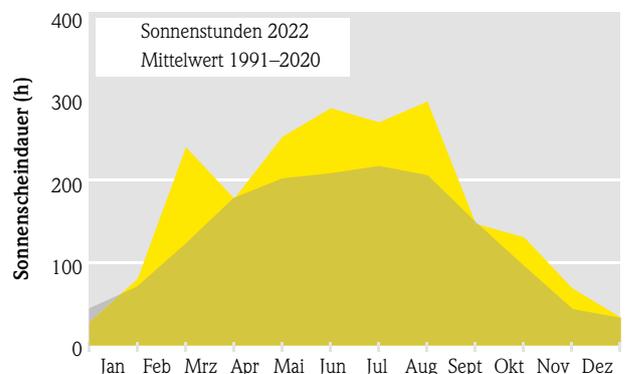
Das Jahr 2022 präsentiert sich mit 2003 Sonnenstunden im landesweiten Mittel als ein sehr sonnenreiches Jahr. Der Monat März war der sonnigste März seit Beginn der Aufzeichnungen (1951). Weiterhin gipfelte der sonnenreiche Sommer in einer Summe von fast 300 Sonnenstunden im Monat August, der damit auch den Rang des sonnigsten August seit Aufzeichnungsbeginn einnimmt. Das Jahr 2022 hat sich insgesamt als das drittsonnigste Jahr erwiesen.



**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>), Stickoxide (NO<sub>x</sub>) und Stickstoffmonoxid (NO)

### 5.1 Kenngrößen

Tab. 4: Einhaltung/Überschreitung der Grenzwerte im Jahr 2022 für NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> sowie Jahresmittelwerte für NO

Komponente	Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )			Stickoxide (NO <sub>x</sub> )	Stickstoffmonoxid (NO)
	µg/m <sup>3</sup>			µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Mittelungszeitraum	Stunde	Kalenderjahr	Stunde	Kalenderjahr <sup>1)</sup>	Kalenderjahr
Grenzwert	200	40		30 <sup>1)</sup>	
Zulässige Überschreitungen/Jahr	18				
Messstelle	Anzahl	Wert	max. Wert	Wert	Wert
Alsfeld I		32,0			
Alsfeld III		27,1			
Bad Arolsen	0	5,8	44,5	5,9	0,5
Bebra	0	11,8	56,6	16,8	3,3
Bensheim Nibelungenstraße		28,7			
Burg Herzberg	0	5,3	40,9	5,6	0,6
Darmstadt	0	15,3	96,8	19,8	3,0
Darmstadt Heinrichstraße		28,0			
Darmstadt Hügelstraße	0	26,1	142,2	50,4	15,8
Darmstadt Hügelstraße I		38,4			
Flörsheim	0	18,6	85,1	26,5	5,2
Frankfurt Am Erlenbruch I		28,6			
Frankfurt Am Erlenbruch II		31,4			
Frankfurt Battonnstraße		33,9			
Frankfurt Friedberger Landstraße	0	31,4	143,9	56,0	16,1
Frankfurt Gotenstraße		27,5			
Frankfurt Hochstraße		34,8			
Frankfurt-Höchst	0	28,2	113,4	53,5	16,5
Frankfurt Kasinostraße		29,1			
Frankfurt Königsteiner Straße I		25,4			
Frankfurt Königsteiner Straße II		27,7			
Frankfurt-Lerchesberg		12,9			
Frankfurt Mainkai		30,9			
Frankfurt Mainzer Landstraße		36,4			
Frankfurt Ost	0	21,2	94,2	34,1	8,5
Frankfurt Pforzheimer Straße		31,9			
Frankfurt-Riedberg	0	18,6	89,0	26,5	5,3
Frankfurt-Riederwald		16,6			
Frankfurt Römerberg		21,3			
Frankfurt-Schwanheim	0	16,4	68,6	24,0	5,2
Fulda Petersberger Straße	0	27,5	100,8	62,4	22,8
Fulda Zentral	0	14,8	77,3	22,6	5,1
Fürth/Odenwald	0	5,4	46,8	5,6	0,5
Gießen Johannette-Lein-Gasse		17,8			
Gießen Westanlage	0	30,4	125,5	69,3	25,4
Hanau	0	18,4	110,9	26,0	5,0
Heppenheim Lehrstraße	0	21,9	91,2	41,8	13,0
Kassel Fünfensterstraße	0	28,0	93,1	57,9	19,5
Kassel Mitte	0	15,4	74,9	20,2	3,2

Lufthygienischer Jahresbericht 2022

Komponente	Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )			Stickoxide (NO <sub>x</sub> )	Stickstoffmonoxid (NO)
	µg/m <sup>3</sup>			µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Mittelungszeitraum	Stunde	Kalenderjahr	Stunde	Kalenderjahr <sup>1)</sup>	Kalenderjahr
Grenzwert	200	40		30 <sup>1)</sup>	
Zulässige Überschreitungen/Jahr	18				
Messstelle	Anzahl	Wert	max. Wert	Wert	Wert
Kellerwald	0	4,4	31,7	4,6	0,4
Kleiner Feldberg	0	4,9	32,8	5,0	0,5
Limburg	1	19,3	311,1	34,3	9,9
Limburg Diezer Straße		25,5			
Limburg Eschhöfer Weg		25,8			
Limburg Frankfurter Straße		31,1			
Limburg Grabenstraße		25,5			
Limburg Schiede	0	33,3	137,2	83,9	33,0
Limburg Schiede I		38,5			
Limburg Schiede II		27,5			
Linden	0	12,1	50,0	15,5	2,5
Marburg	0	15,8	79,0	23,6	5,1
Marburg Bahnhofstraße		28,8			
Marburg Universitätsstraße	0	23,0	102,0	40,0	11,1
Marburg Universitätsstraße I		25,6			
Michelstadt	0	13,3	61,2	21,6	5,5
Neu-Isenburg Frankfurter Straße I		29,1			
Neu-Isenburg Frankfurter Straße II		23,6			
Neu-Isenburg Frankfurter Straße III		24,8			
Offenbach Bieberer Straße		28,6			
Offenbach Mainstraße		31,6			
Offenbach Untere Grenzstraße	0	26,0	119,6	52,7	17,4
Offenbach Untere Grenzstraße I		32,2			
Raunheim	0	19,9	90,4	32,3	8,2
Riedstadt	0	12,4	95,2	16,4	2,8
Rüsselsheim Rugby-Ring		29,8			
Schlangenbad-Wambach Schwalbacher Straße		26,6			
Spessart	0	4,6	36,6	4,7	0,5
Wasserkuppe	0	3,3	36,1	3,5	0,4
Wetzlar	0	21,8	95,7	40,1	12,0
Wetzlar Linsenbergstraße		15,6			
Wiesbaden Ringkirche	0	31,5	124,4	65,5	22,1
Wiesbaden Schiersteiner Straße	0	28,8	102,6	67,4	25,2
Wiesbaden Süd	0	18,3	79,0	26,5	5,4
Witzenhausen/Wald	0	4,1	42,8	4,4	0,5
Zierenberg	0	5,5	43,4	5,8	0,5

**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

■ Luftmessstellen im städtischen Hintergrund ■ Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund ■ Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten

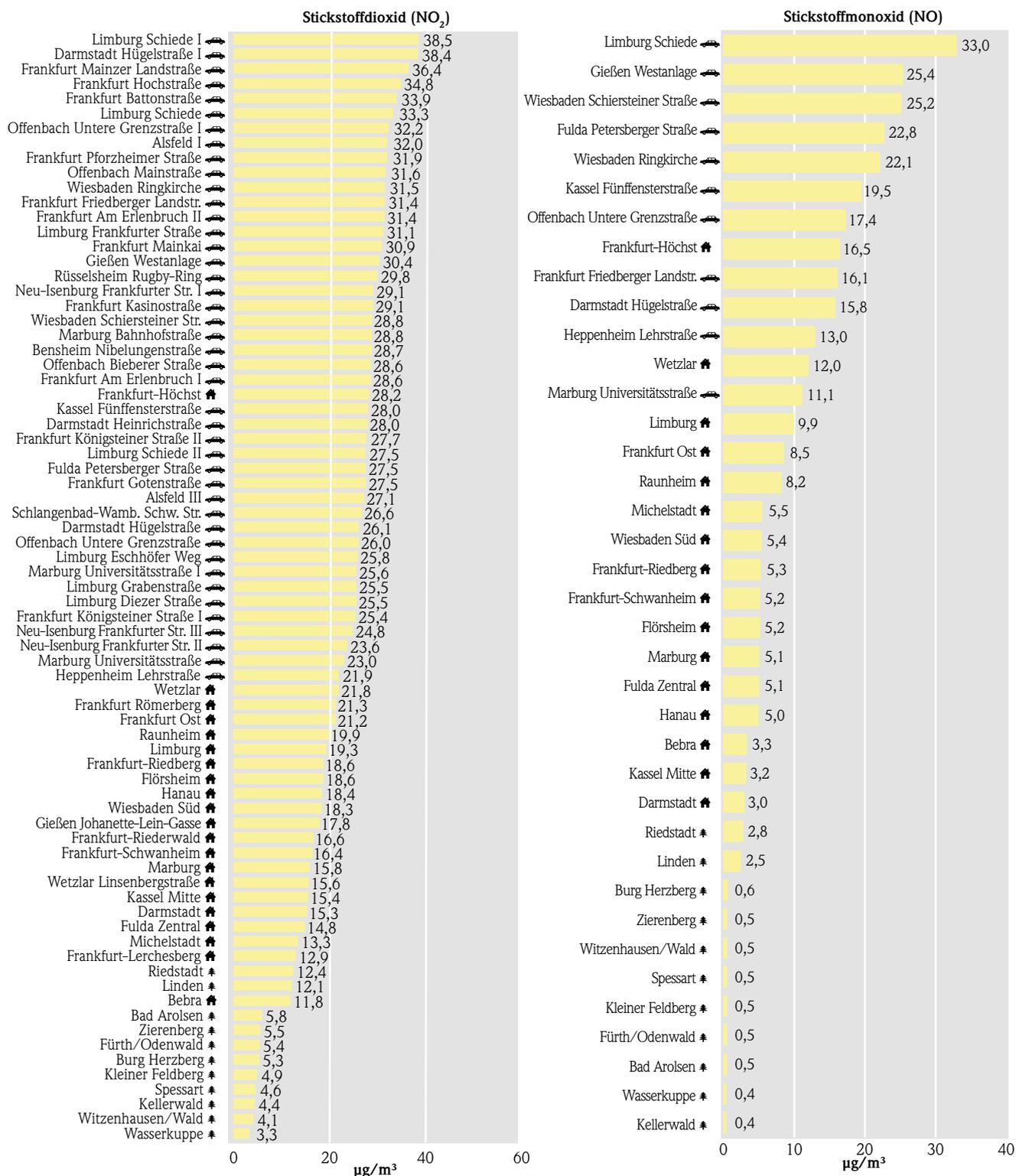
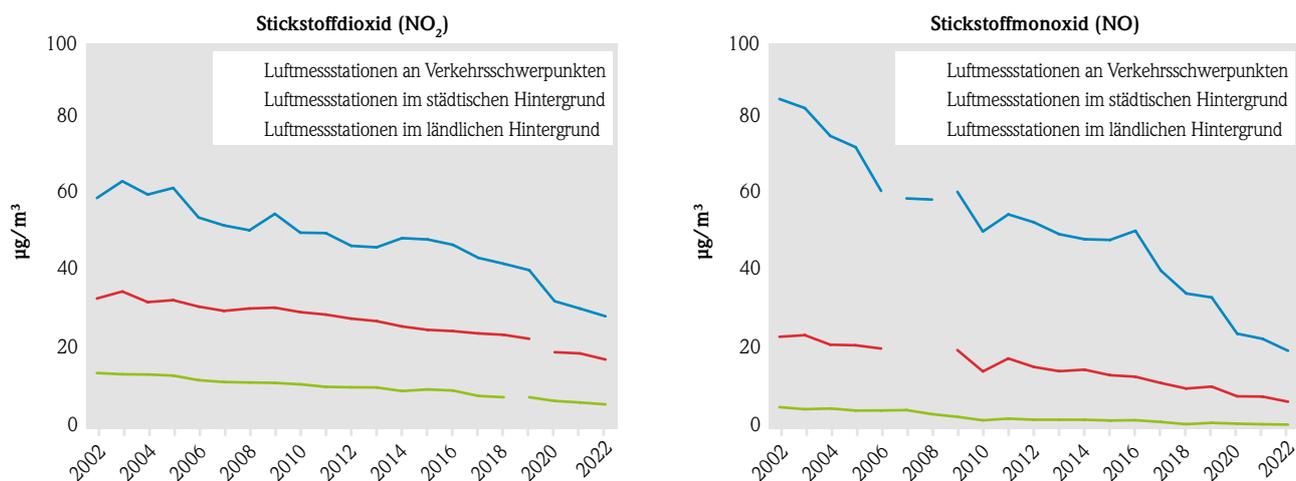


Abb. 4: Jahresmittelwerte 2022, Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid (absteigend sortiert)

**Erlauerungen:**

Darstellung von Grenzwertüberschreitungen (39. BImSchV) als rote Balken

🏠 Luftmessstellen im städtischen Hintergrund 🌳 Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund 🚗 Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten



**Abb. 5:** Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2002–2022 an Messstellen für Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid. Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Luftmessstellen gleichen Charakters (Verkehrsschwerpunkte, städtischer Hintergrund, ländlicher Hintergrund) 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

Die höchste Immissionsbelastung durch NO und NO<sub>2</sub> wird regelmäßig an den verkehrsbezogenen Messstellen registriert, da der Straßenverkehr Hauptverursacher ist. An Messstellen im städtischen Hintergrund liegt der Jahresmittelwert durchschnittlich um 40 % niedriger. 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. Der Wert für das Jahresmittel beträgt dort nur rund ein Fünftel des an verkehrsbezogenen Messstellen erfassten Jahresmittelwerts.

Die Grenzwerte für Stickstoffdioxid wurden in ganz Hessen auch im Jahr 2022 eingehalten, 2021 war dies zum ersten Mal der Fall. An der Messstelle Limburg Schiede I wurde mit 38,5 µg/m<sup>3</sup> der höchste Jahresmittelwert erfasst. Die NO<sub>2</sub>-Stundenwerte liegen deutlich unter 200 µg/m<sup>3</sup>, nur an der Messstation Limburg kam es mit 311,1 µg/m<sup>3</sup> zu 1 Überschreitung. Zulässig wäre eine Anzahl von 18 Überschreitungen dieses Schwellenwerts. Der Kurzzeitgrenzwert wird demnach sehr gut eingehalten.

Die Messdaten belegen, dass die konsequente Luftreinhalteplanung Erfolge zeigt. Auch wenn die vollständige Einhaltung der gültigen Grenzwerte eine sehr positive

Entwicklung in der Belastung durch Stickstoffdioxid abbildet, ergibt sich bei der Gegenüberstellung mit den empfohlenen Richtwerten, die die Weltgesundheitsorganisation WHO zum Schutz der Gesundheit entwickelt hat, ein etwas anderes Bild. Zwar wurden die Empfehlungen zum Stundenmittelwert, für den von der WHO ein Richtwert von 200 µg/m<sup>3</sup> formuliert wird, im Jahr 2022 in Hessen umfänglich erreicht. Die Empfehlungen für den Tagesmittelwert wurden jedoch von 76 % der hessischen Messstellen für NO<sub>2</sub> überschritten. Die Einhaltung des zum Schutz der Gesundheit empfohlenen Richtwerts von 10 µg/m<sup>3</sup> für das Jahresmittel konnte sogar an 88 % der Messstellen nicht erreicht werden. Selbst das anspruchsvollste Zwischenziel (Interim Target) von 20 µg/m<sup>3</sup>, das die WHO für den Jahresmittelwert von NO<sub>2</sub> formuliert hat, wurde noch an zwei Dritteln der hessischen Messstellen überschritten. Davon betroffen sind nicht nur die Messstellen mit Verkehrsbezug, sondern auch solche im städtischen Hintergrund. Es ist deshalb unerlässlich, Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität insbesondere in Städten konsequent fortzuführen.

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

### 6.1 Kenngrößen

**Tab. 5:** Einhaltung/Überschreitung von Ziel- oder Schwellenwerten im Jahr 2022 für O<sub>3</sub> sowie maximale Stunden- und Achtstundennittelwerte

Komponente	Ozon (O <sub>3</sub> )					
	µg/m <sup>3</sup>			µg/m <sup>3</sup> ×h	µg/m <sup>3</sup>	
Einheit	Stunde	Stunde	höchster Achtstundennittelwert pro Tag <sup>1)</sup>	AOT40 <sup>2)</sup>	Stunde	8 Stunden
Mittelungszeitraum	Stunde	Stunde	höchster Achtstundennittelwert pro Tag <sup>1)</sup>	AOT40 <sup>2)</sup>	Stunde	8 Stunden
Ziel-/Schwellenwert	180	240	120	18 000		
Zulässige Überschreitungen/Jahr			25			
Messstelle	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Wert	max Wert	max Wert
Bad Arolsen	6	0	20	16 397	193,7	182,7
Bebra	0	0	10	13 607	175,1	153,6
Burg Herzberg	0	0	24	16 103	176,5	158,4
Darmstadt	5	0	19	16 183	194,5	180,2
Frankfurt-Höchst	1	0	11	11 556	191,2	165,6
Frankfurt Ost	8	0	16	14 104	227,9	200,2
<i>Frankfurt-Riedberg</i>	5	0	17*	*	202,1	179,0
Frankfurt-Schwanheim	8	0	21	17 543	214,0	189,0
Fulda Zentral	0	0	10	13 856	162,7	137,9
Fürth/Odenwald	6	0	30	17 168	210,4	187,3
Hanau	4	0	20	18 181	225,9	183,1
Kassel Mitte	3	0	12	14 346	182,3	161,5
Kellerwald	4	0	17	14 950	191,3	175,4
Kleiner Feldberg	4	0	40	21 524	204,3	180,3
Limburg	0	0	16	14 885	176,2	166,1
Linden	3	0	25	17 069	187,2	170,7
Marburg	0	0	16	13 927	172,6	156,5
Michelstadt	5	0	17	17 458	207,8	184,2
Raunheim	5	0	22	18 279	204,2	179,5
Riedstadt	2	0	21	17 964	192,0	177,2
Spessart	2	0	30	19 062	197,3	161,3
Wasserkuppe	3	0	43	22 757	188,5	163,4
Wetzlar	0	0	7	7 853	179,5	151,8
Wiesbaden Süd	3	0	23	16 567	201,0	179,9
Witzenhausen/Wald	1	0	23	16 339	181,7	151,0
Zierenberg	1	0	14	12 268	183,2	163,4

#### Abkürzungen:

**AOT40:** accumulated exposure over a threshold of 40 ppb; Summe der Differenzen zwischen Stundenmittelwerten 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

#### Erläuterungen:

<sup>1)</sup> Mittelwert über 3 Jahre (2020–2022), ersatzweise über mind. 1 Jahr

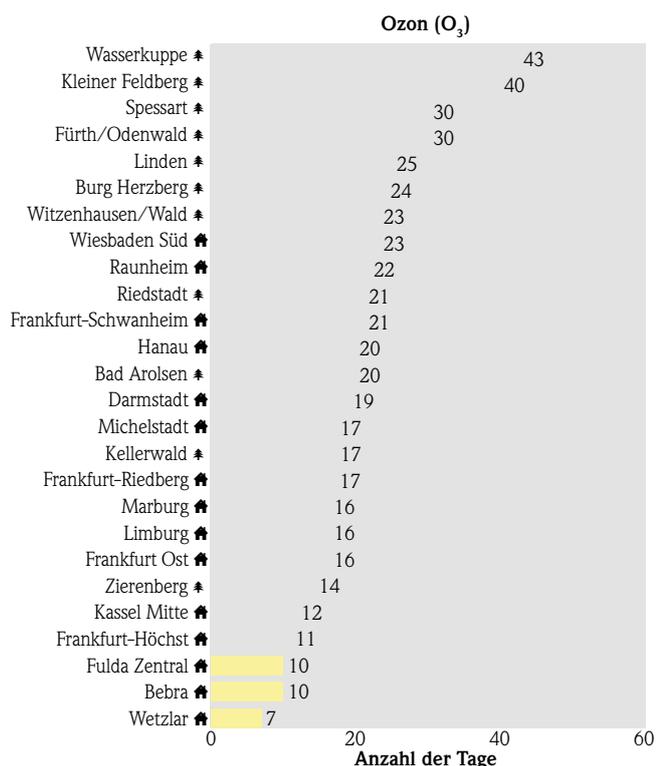
<sup>2)</sup> Mittelwert über 5 Jahre (2018–2022), ersatzweise über mind. 3 Jahre

\* Werte nur aus 2 Jahren vorhanden

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

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

■ Luftmessstellen im städtischen Hintergrund ■ Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund



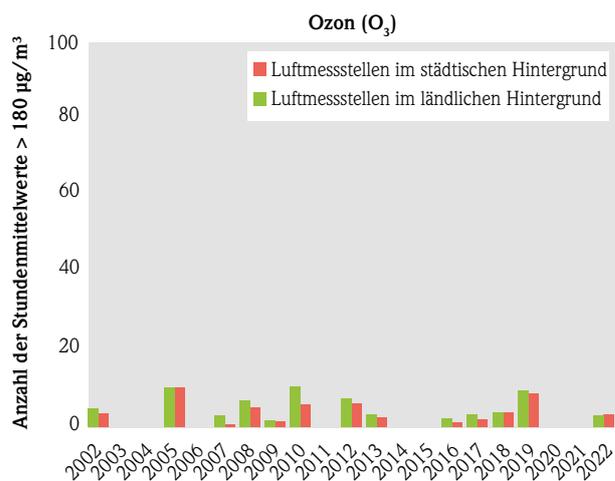
**Abb. 6:** Anzahl der Tage, an denen der höchste Achtstundenmittelwert (über 3 Jahre) den Wert von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  überschreitet, 2022, Ozon (absteigend sortiert)

**Erläuterungen:**

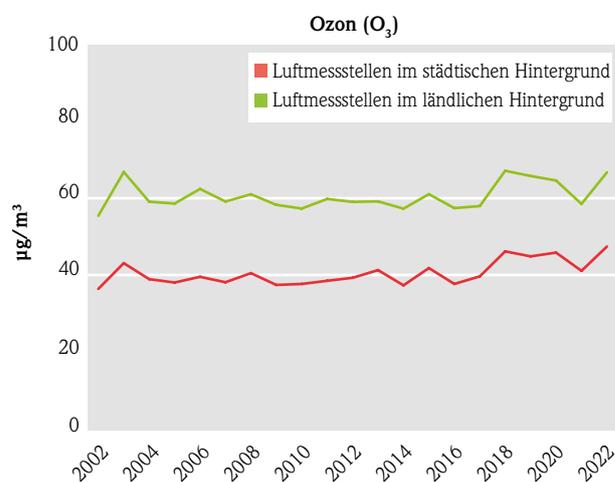
Darstellung von Zielwertüberschreitungen (39. BImSchV) als rote Balken

🏠 Luftmessstellen im städtischen Hintergrund

🌲 Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund



**Abb. 7:** Zeitreihe der Anzahl der Stundenmittelwerte  $> 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pro Jahr als Mittelwert über alle verfügbaren Messstellen gleichen Typs, 2002–2022, Ozon



**Abb. 8:** Zeitreihe der Jahresmittelwerte für Ozon, 2002–2022. Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Luftmessstellen gleichen Charakters (städtischer Hintergrund, ländlicher Hintergrund) 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 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 Achtstundenmittel 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 Mittelgebirgs-lagen und die Waldstationen typischerweise höhere Ozonwerte auf als die Stationen in Städten.

Aufgrund des heißen und überdurchschnittlich sonnigen Wetters in den Sommermonaten war die Ozonbelastung 2022 etwas höher als in den Vorjahren. Die ersten Überschreitungen der Informationsschwelle (Stundenmittel  $> 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) traten in Hessen bereits Mitte Juni bei einer ersten Hitzewelle mit flächendeckenden Höchstwerten der Temperatur von  $35^\circ\text{C}$  und darüber auf. Die höchsten Spitzenkonzentrationen für Stundenmittelwerte und Achtstundenmittelwerte wurden während der Periode Mitte Juli erfasst. Auch hier wurden hessenweit sehr hohe Lufttemperaturen von bis zu  $40^\circ\text{C}$  nachgewiesen. Der Monat August war ebenfalls von einem starken Hochdruckeinfluss und dem damit verbundenen sonnenscheinreichen Wetter sowie von hohen Temperaturen geprägt, so dass sich eine lang anhaltende Phase erhöhter Ozonkonzentration einstellte. Die Werte überschritten in diesem Zeitraum aber nie die Informationsschwelle von  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

In der Periode erhöhter Ozonkonzentrationen ab Mitte Juli 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 den meisten Stationen, die Ozon erfassen, mindestens 1-mal überschritten. Am 20. Juli kam es bei 77 % der Messstationen zur Überschreitung der Informationsschwelle. Jedoch blieb es auch insgesamt bei einer mäßigen Anzahl von Überschreitungen. An den Stationen Frankfurt Ost und Frankfurt-Schwanheim, den Messstellen mit der höchsten Anzahl von Überschreitungen der Informa-

tionsschwelle, wurde der Wert insgesamt an 8 Tagen im Kalenderjahr überschritten. Die definierte Alarmschwelle für Ozon von  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Stundenmittelwert wurde 2022 an keiner Station überschritten.

Der höchste Stundenmittelwert des Jahres wurde am 20. Juli mit  $227,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der Station Frankfurt Ost ermittelt. Die zulässige Anzahl von 25 Überschreitungen des maximalen Achtstundenmittelwerts pro Tag von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , gemittelt über 3 Jahre, konnte an rund einem Sechstel der Stationen nicht eingehalten werden. An der Messstation Wasserkuppe kam es zu 43 Überschreitungstagen. Der höchste Wert für das Achtstundenmittel wurde 2022 an der Station Frankfurt Ost mit  $200,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt.

Die Einhaltung des AOT40-Zielwerts, mit dem ein besserer Schutz der Vegetation erreicht werden soll, wurde an 5 Messstellen nicht erreicht.

Trotz ausgeprägter Phasen mit hoher Ozonkonzentration im Berichtsjahr setzt sich die Entwicklung fort, dass Spitzenkonzentrationen (Stundenmittel  $> 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) weniger häufig als Anfang der 2000er Jahre auftreten, die Jahresmittelwerte aber auf etwa gleichem Niveau geblieben sind. Dies liegt daran, dass zusätzlich zum selteneren Auftreten der Spitzenkonzentrationen auch geringe Ozonkonzentrationen seltener und mittelhohe stattdessen häufiger auftreten.

Einer der von der WHO in ihrer Luftgüteleitlinie 2021 veröffentlichten empfohlenen Richtwerte für Ozon bezieht sich auf das höchste tägliche Achtstundenmittel, er beträgt  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der andere Richtwert, „Peak Season“, in Höhe von  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , betrachtet den Mittelwert des höchsten täglichen Achtstundenmittels innerhalb der 6 aufeinanderfolgenden Monate mit den höchsten Ozonkonzentrationen. Beide Richtwerte wurden von allen hessischen Luftmessstationen, die die Ozonbelastung erfassen, überschritten.

## 7 Benzol, Toluol, Ethylbenzol, o-/m-/p-Xylol (BTEX)

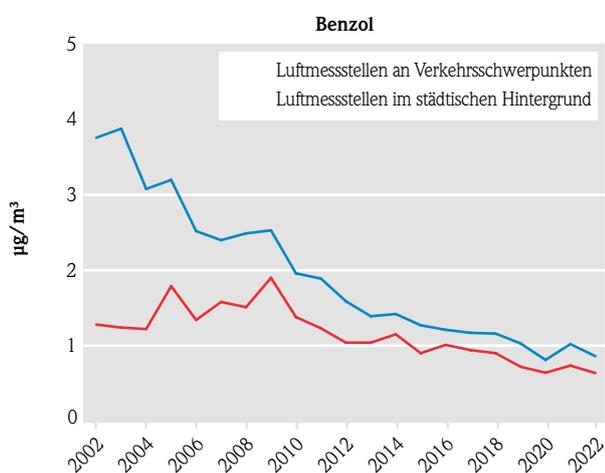
### 7.1 Kenngrößen

**Tab. 6:** Einhaltung/Überschreitung des Grenzwerts für Benzol im Jahre 2022 sowie Jahresmittelwerte für Toluol, Ethylbenzol, o-Xylol und m-/p-Xylol (BTEX)

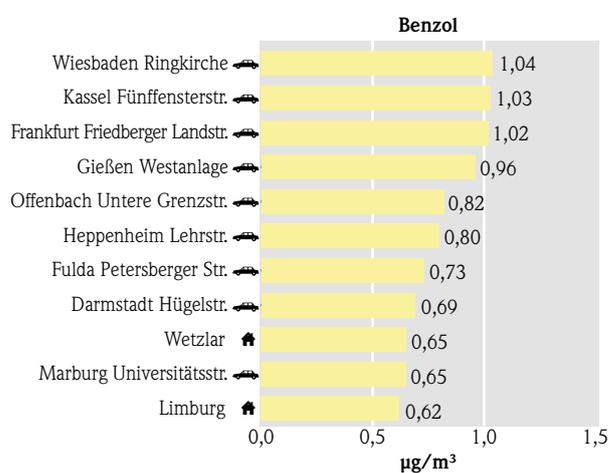
Komponente	Benzol	Toluol	Ethylbenzol	o-Xylol	m-/p-Xylol
Einheit	µg/m <sup>3</sup>				
Mittelungszeitraum	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr
Grenzwert	5				
Darmstadt Hügelstraße	0,69	1,70	0,58	0,43	1,25
Frankfurt Friedberger Landstraße	1,02	2,38	0,49	0,59	1,14
Fulda Petersberger Straße	0,73	1,91	0,48	0,37	1,40
Gießen Westanlage	0,96	1,92	0,46	0,53	1,50
Heppenheim Lehrstraße	0,80	1,60	0,31	0,41	1,18
Kassel Fünfensterstraße	1,03	2,25	0,55	0,65	1,82
Limburg	0,62	1,26	0,31	0,34	1,00
Marburg Universitätsstraße	0,65	1,34	0,32	0,39	1,10
Offenbach Untere Grenzstraße	0,82	1,75	0,45	0,49	1,39
Wetzlar	0,65	1,11	0,59	0,67	1,91
Wiesbaden Ringkirche	1,04	2,40	0,50	0,60	1,07

#### Erläuterungen:

■ Messstellen im städtischen Hintergrund   ■ Messstellen an Verkehrsschwerpunkten



**Abb. 9:** Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2002–2022 an Messstellen für Benzol. Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Luftmessstellen gleichen Charakters (Verkehrsschwerpunkte, städtischer Hintergrund) 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 2022, Benzol (absteigend sortiert)

#### Erläuterung:

- 🏠 Luftmessstellen im städtischen Hintergrund
- 🚗 Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten

## 7.2 Immissionsbeurteilung

In den Lufthygienischen Jahresberichten wurden in den Vorjahren die Jahresmittelwerte der Schadstoffe Benzol, Toluol und m-/p-Xylol veröffentlicht. Ab dem Jahr 2022 werden diese Angaben durch die Jahresmittelwerte für Ethylbenzol und o-Xylol ergänzt. Die Abkürzung BTEX steht dabei für die Gesamtheit der genannten Stoffe. Chemisch sind sie den aromatischen Kohlenwasserstoffen zuzuordnen.

Die 39. BImSchV definiert für Benzol einen Grenzwert von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel, dieser wird an allen Messstellen mit Abstand sicher eingehalten. Während die Belastung insbesondere an Verkehrsschwerpunkten Anfang der 2000er Jahre noch kontinuierlich stark gesunken ist, hat sich der Abfall in der letzten Dekade aufgrund der inzwischen deutlich niedrigeren Konzentrationswerte verlangsamt. In den letzten Jahren bewegen sich die Jahresmittelwerte auf vergleichbarem, niedrigem Niveau.

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

### 8.1 Kenngrößen

**Tab. 7:** Einhaltung/Überschreitung der Grenzwerte für SO<sub>2</sub> und CO im Jahr 2022

Komponente	Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )						Kohlenmonoxid (CO)
	µg/m <sup>3</sup>						mg/m <sup>3</sup>
Einheit							
Mittelungszeitraum	Stunde	Stunde	Tag	Tag	Kalenderjahr <sup>1)</sup>	Winterhalbjahr <sup>1)</sup>	höchster Achtstundenmittelwert pro Tag
Grenzwert	350		125		20 <sup>1)</sup>	20 <sup>1)</sup>	10
Zulässige Überschreitungen/Jahr	24		3				
Messstelle	Anzahl	max. Wert	Anzahl	max. Wert	Wert	Wert	max. Wert
Darmstadt	0	18,8	0	3,6	1,0	0,9	0,81
Darmstadt Hügelstraße							2,06
Flörsheim	0	10,5	0	2,8	0,9	0,9	
Frankfurt Friedberger Landstraße							1,28
Frankfurt-Höchst	0	16,8	0	5,6	1,2	1,3	
Frankfurt-Riedberg	0	6,3	0	1,6	0,9	0,9	1,03
Frankfurt-Schwanheim	0	13,7	0	2,1	0,9	1,0	0,97
Fulda Petersberger Straße							1,40
Gießen Westanlage							1,17
Hanau	0	6,4	0	1,8	0,8	0,9	
Heppenheim Lehrstraße							1,10
Kassel Fünffensterstraße							1,07
Kassel Mitte	0	9,8	0	1,7	0,8	0,8	
Kellerwald	0	6,7	0	4,1	0,9	0,8	
Limburg Schiede							1,66

Komponente	Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )						Kohlenmonoxid (CO)
	µg/m <sup>3</sup>						mg/m <sup>3</sup>
Einheit							
Mittelungszeitraum	Stunde	Stunde	Tag	Tag	Kalenderjahr <sup>1)</sup>	Winterhalbjahr <sup>1)</sup>	höchster Achtstundenmittelwert pro Tag
Grenzwert	350		125		20 <sup>1)</sup>	20 <sup>1)</sup>	10
Zulässige Überschreitungen/Jahr	24		3				
Messstelle	Anzahl	max. Wert	Anzahl	max. Wert	Wert	Wert	max. Wert
Linden	0	3,8	0	1,2	0,8	0,8	0,71
Marburg Universitätsstraße							0,86
Michelstadt	0	3,9	0	1,4	0,8	0,8	
Offenbach Untere Grenzstraße							1,29
Raunheim	0	11,8	0	3,1	0,9	0,9	1,40
Wasserkuppe	0	16,9	0	5,2	0,8	0,9	
Wetzlar	0	19,4	0	2,7	0,9	0,9	
Wiesbaden Ringkirche							1,52
Wiesbaden Süd	0	6,7	0	2,7	0,8	0,8	

**Erläuterungen:**

<sup>1)</sup> Grenzwerte zum Schutz der Vegetation abseits anthropogener Quellen, Abstandskriterium in Hessen nicht erfüllt (Wintermittel: 01.10.21–31.03.22)

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

■ Luftmessstellen im städtischen Hintergrund ■ Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund ■ Luftmessstellen 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 Stundenmittel und das Tagesmittel, für die eine bestimmte Anzahl Überschreitungen pro Jahr zulässig sind, wurden in keinem Fall überschritten.

Der höchste Wert für das maximale Achtstundenmittel für Kohlenmonoxid wurde mit 2,06 mg/m<sup>3</sup> an der Messstation Darmstadt Hängelstraße ermittelt, dies entspricht einem Fünftel des Grenzwertes.

Die zum Schutz der Gesundheit empfohlenen Richtwerte der WHO für Schwefeldioxid (Tagesmittel 40 µg/m<sup>3</sup>) und Kohlenmonoxid (Stundenmittel 35 mg/m<sup>3</sup>, Tagesmittel 4 mg/m<sup>3</sup> und max. tägl. Achtstundenmittel 10 mg/m<sup>3</sup>) konnten problemlos eingehalten werden.

## 9 Partikel

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

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.

#### 9.1.1 Kenngrößen

**Tab. 8:** Einhaltung/Überschreitung der Grenzwerte im Jahr 2022 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>
Einheit	Tag	Kalenderjahr	Tag	Kalenderjahr	Tag	Kalenderjahr
Mittelungszeitraum	Tag	Kalenderjahr	Tag	Kalenderjahr	Tag	Kalenderjahr
Grenzwert	50	40		25		
Zulässige Überschreitungen/Jahr	35					
Messstelle	Anzahl	Wert	max. Wert	Wert	max. Wert	Wert
Aßlar-Klein-Altenstädten	0	13,7	35,5			
Bad Arolsen	0	10,9	42,6	7,2	27,1	
Bebra	0	15,6	45,7			
Darmstadt	0	14,9	46,7	8,4	29,4	
Darmstadt Hügelstraße	0	14,3	44,8	8,4	29,1	
Frankfurt Friedberger Landstraße	3	18,2	57,3	9,2	29,6	
Frankfurt-Höchst	1	15,9	51,2	9,3	30,4	
Frankfurt Ost	0	16,8	47,6	10,0	32,1	
Frankfurt-Riedberg	1	14,1	51,3	8,3	30,3	
Frankfurt-Schwanheim	0	14,4	48,1	7,7	27,8	0,7
Fulda Petersberger Straße	2	15,6	69,7	8,9	29,6	
Fulda Zentral	0	12,5	41,8	8,0	26,2	
Fürth/Odenwald	0	10,0	40,7			
Gießen Westanlage	1	15,8	53,5	9,1	30,7	
Hanau	0	16,7	43,4			
Heppenheim Lehrstraße	1	16,1	50,5	9,6	41,7	
Kassel Fünffensterstraße	3	19,3	54,8	9,4	28,6	
Kassel Mitte	1	14,5	52,1	8,6	29,2	
Kellerwald	0	10,8	49,6			
Kleiner Feldberg	0	8,9	34,5			
Limburg	1	14,7	51,9	8,8	30,0	
Limburg Schiede	3	18,3	58,8	9,7	32,5	
Marburg	0	13,2	43,9	8,1	24,4	
Marburg Universitätsstraße	0	13,8	41,9	8,4	24,9	
Michelstadt	0	14,6	36,7			
Offenbach Untere Grenzstraße	2	21,2	64,3			

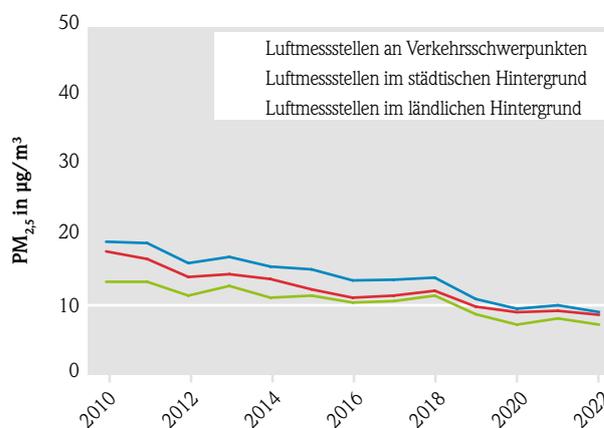
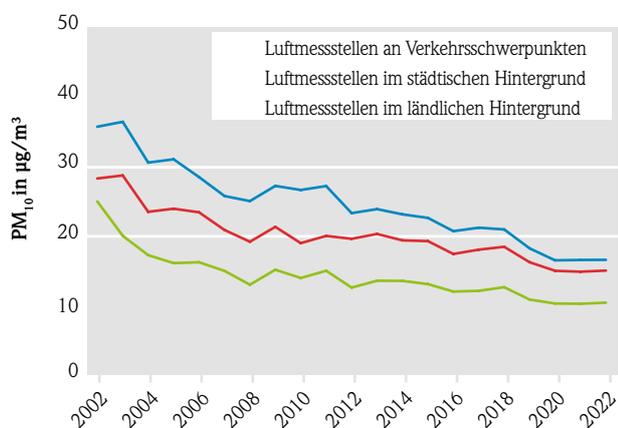
Komponente	PM <sub>10</sub>			PM <sub>2,5</sub>		Ruß
Einheit	µg/m <sup>3</sup>			µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>
Mittelungszeitraum	Tag	Kalenderjahr	Tag	Kalenderjahr	Tag	Kalenderjahr
Grenzwert	50	40		25		
Zulässige Überschreitungen/Jahr	35					
Messstelle	Anzahl	Wert	max. Wert	Wert	max. Wert	Wert
Raunheim	0	13,9	48,4	8,5	30,5	1,0
Riedstadt	0	14,5	42,2			
Wasserkuppe	0	8,5	35,8			
Wetzlar	0	17,1	44,2			
Wetzlar Im Köhlersgarten	0	16,2	41,0			
Wiesbaden Ringkirche	1	14,8	52,0	8,7	31,8	1,3
Wiesbaden Schiersteiner Straße	1	15,2	52,2	8,8	30,9	
Wiesbaden Süd	2	14,7	53,6	8,8	31,9	0,8
Witzenhausen/Wald	0	9,0	46,4			
Zierenberg	0	10,6	38,3			

**Erläuterungen:**

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

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

Luftmessstellen im städtischen Hintergrund    Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund    Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten



**Abb. 11:** Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2002–2022, Feinstaub PM<sub>10</sub> und 2010–2022, Feinstaub PM<sub>2,5</sub>. Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Messstellen gleichen Charakters (Verkehrsschwerpunkte, städtischer Hintergrund, ländlicher Hintergrund) in ganz Hessen gebildet. Dabei wurden die Werte aller im jeweiligen Jahr verfügbaren Messstellen zur Berechnung herangezogen.

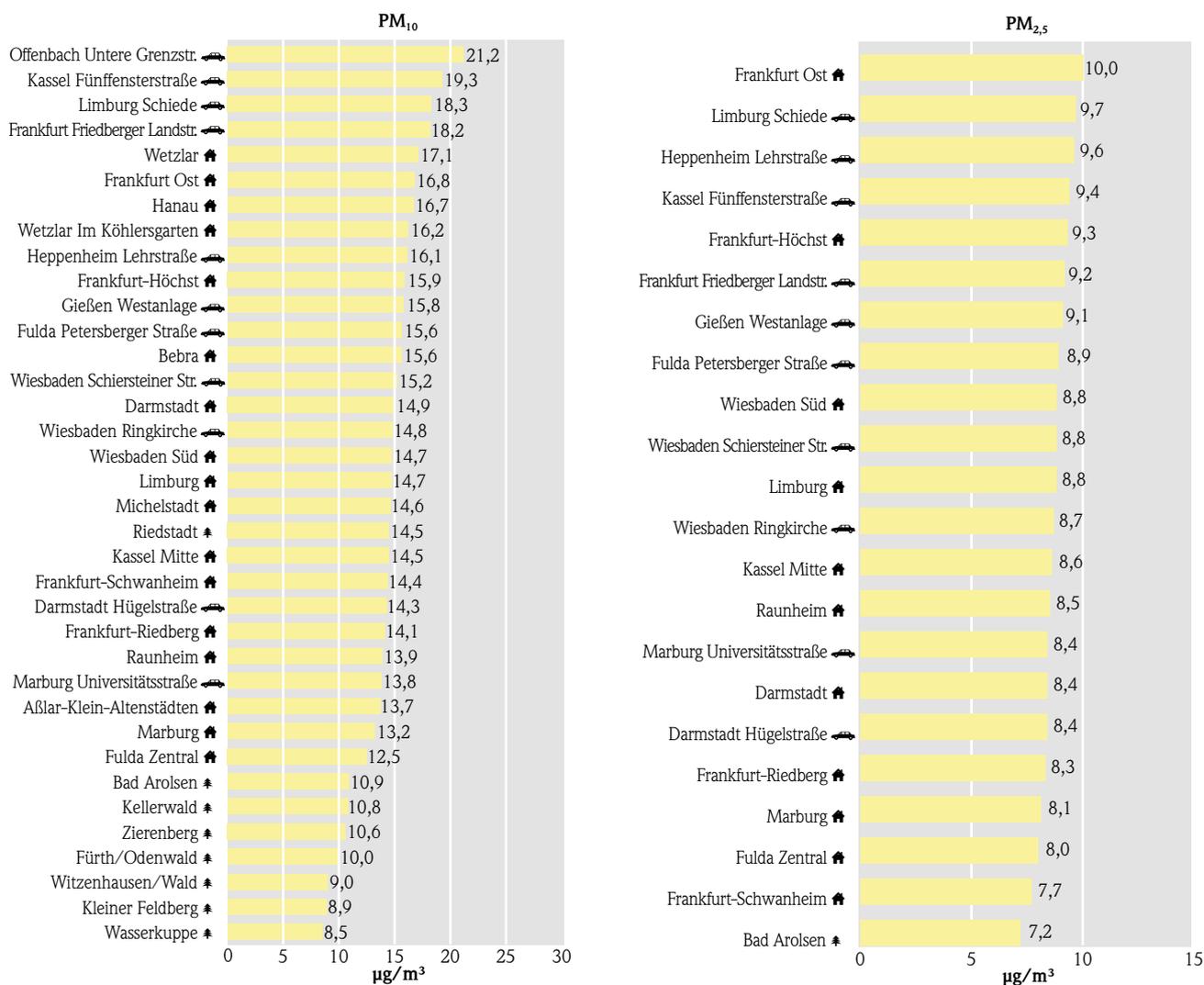


Abb. 12: Jahresmittelwerte 2022, Feinstaub PM<sub>10</sub> und Feinstaub PM<sub>2,5</sub> (absteigend sortiert)

**Erläuterungen:**

- 🏠 Luftmessstellen im städtischen Hintergrund
- 🌳 Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund
- 🚗 Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten

### 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 Stati-

onen 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 bei 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. Der aktuelle Endwert der Reduktion (Mittel über 2020–2022 über alle Stationen) lag in Hessen bei 8,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und bundesweit nach vorläufigen Daten

bei ca. 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Das entspricht einem Rückgang der bundesweiten  $\text{PM}_{2,5}$ -Belastung um ca. 39% (in Hessen 49%).

**Tab. 9:** Jahresmittelwerte der  $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentration zur Ermittlung des Average Exposure Indicator (AEI)

Jahr	Frankfurt Ost	Kassel Mitte	Wiesbaden Süd
	Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2008	16,3	15,2	16,8
2009	18,5	16,5	18,6
2010	18,7	16,8	18,0
2011	17,6	15,7	16,8
2012	15,1	13,5	13,8
2013	15,6	13,8	14,1
2014	14,2	14,0	13,1
2015	12,0	13,0	12,0
2016	11,6	11,2	10,5
2017	12,2	11,4	10,7
2018	12,6	11,8	11,5
2019	10,6	9,7	9,5
2020	9,4	8,3	8,1
2021	9,6	8,7	8,2
2022	10,0	8,6	8,8

### 9.1.3 Immissionsbeurteilung

#### Feinstaub $\text{PM}_{10}$ :

Die Konzentrationswerte für Feinstaub  $\text{PM}_{10}$  bewegen sich vergleichbar mit dem Vorjahr weiterhin auf einem niedrigen Niveau. Mit Jahresmittelwerten zwischen ca. 14 und 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  rangieren überwiegend die verkehrsbezogenen Standorte bei Feinstaub  $\text{PM}_{10}$  an der Spitze. Aufgrund einer relativ homogenen räumlichen Verteilung können aber auch im städtischen Hintergrund Jahresmittelwerte im Bereich von bis zu 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gefunden werden. Dabei sind bei Jahresmittelwerten von 17,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  an der Messstelle Wetzlar sowie 16,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  an der Messstelle Wetzlar Im Köhlersgarten der Einfluss industrieller Quellen mit in Betracht zu ziehen. Der Langzeitgrenzwert für Feinstaub  $\text{PM}_{10}$  von 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Jahresmittelwert) wurde an allen hessischen Luftmessstellen deutlich unterschritten.

Der gesetzlich vorgeschriebene  $\text{PM}_{10}$ -Kurzzeitgrenzwert wurde im Jahr 2022 an keinem der Standorte

überschritten. Die Anzahl der Überschreitungen des  $\text{PM}_{10}$ -Tagesmittelwerts von 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  lag jeweils weit unter den zulässigen 35 Überschreitungen pro Standort. Maximal kam es zu 3 Überschreitungen pro Standort, dieser Wert wurde an 3 Messstellen erreicht.

Während die Verkehrsemissionen zeitlich betrachtet eher gleichmäßig zu einer Belastung mit Feinstaub  $\text{PM}_{10}$  beitragen, spielen unter anderem der Einfluss bestimmter Wetterlagen sowie atmosphärische Ferntransporte eine große Rolle bei der Ausprägung der Feinstaubkonzentration in einem kürzeren Zeitraum. So wurden in der letzten Märzdekade des Jahres 2022 hohe Feinstaubkonzentrationen erfasst. Ein umfangreicher Hochdruckkomplex erstreckte sich zu dieser Zeit über weite Teile Europas, in dem auch unter anderem Saharastaub und Emissionen aus Südosteuropa nach Norden transportiert wurden. Über

Mitteleuropa war die Windströmung nur schwach ausgeprägt, daher konnten die Konzentrationen über mehrere Tage kontinuierlich ansteigen und erreichten am 25.03.2022 in Hessen ihren Höhepunkt. Die Auswirkungen lassen sich zum Beispiel an den Tagesmittelwerten deutlich erkennen: an 13 der 14 Messstationen, an denen es 2022 Überschreitungen des Tagesmittelwerts von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gab, traten diese am 24. und/oder 25. März auf. Auch Ende Oktober traten erhöhte Feinstaubkonzentrationen in Hessen auf, welche wahrscheinlich ebenfalls auf einen Eintrag von Saharastaub, der am Rande eines Hochs in einer starken Südwestströmung nach Mitteleuropa gelangte, zurückzuführen sind. Auch um die Monatsmitte des Dezembers wurden erhöhte Feinstaubwerte gemessen, die im Zusammenhang mit der sehr kalten und trockenen Wetterlage zu dieser Zeit standen. Bei kalten, winterlichen Wetterlagen steigen die lokalen Feinstaubemissionen aus dem Heizen deutlich an und führen zusammen mit einer schlechteren Durchmischung der Luft zu höheren Immissionskonzentra-

### Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$ :

Die Feinstaubbelastung  $\text{PM}_{2,5}$  war im Jahr 2022 etwas geringer als im Vorjahr und bewegt sich weiterhin auf niedrigem Niveau. Der Grenzwert für  $\text{PM}_{2,5}$  von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel wurde an allen Messstationen sicher eingehalten. Der höchste Jahresmittelwert von  $10,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  trat in Frankfurt Ost auf.

Die räumliche Verteilung dieser Messgröße ist vergleichsweise homogen. An verkehrsbezogenen Messstationen werden dabei die höchsten Werte erreicht. Sowohl im städtischen Hintergrund sowie an verkehrsnahen Messstellen erfasste Konzentrationen von Feinstaub  $\text{PM}_{2,5}$  stellen einen Anteil von ungefähr 55 % der  $\text{PM}_{10}$ -Konzentration dar.

Während die maximalen Tagesmittelwerte beim Feinstaub  $\text{PM}_{10}$ , bedingt durch den Eintrag des Saharastaubs, an fast allen Messstellen im März erfasst wurden, traf dies beim Feinstaub  $\text{PM}_{2,5}$  nur bei 45 % der Messstellen zu. An mehr als der Hälfte der Mess-

### Ruß:

In den 1990er Jahren in Deutschland noch gesetzlich reguliert, sollte die Erhebung von Ruß durch die Einführung EU-weiter Grenzwerte für Feinstaub  $\text{PM}_{10}$

tionen. Anschließend änderte sich die Großwetterlage jedoch grundlegend hin zu mildem und sehr nassem Wetter, weshalb in der letzten Dezemberdekade nur sehr niedrige Konzentrationen auftraten.

Der von der WHO zum Schutz der Gesundheit empfohlene Richtwert für das Jahresmittel  $\text{PM}_{10}$  ist mit  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich anspruchsvoller als der aktuell gültige Grenzwert und wurde 2022 in Hessen an gut einem Drittel der Messstellen überschritten. Dabei sind nicht nur Messstellen an Verkehrsschwerpunkten, sondern auch solche im städtischen Hintergrund betroffen. Im letzten Jahrzehnt gab es in Hessen keinerlei Überschreitung des Feinstaub-Grenzwerts für die kurzfristige Belastung. Vergleicht man die Ergebnisse jedoch mit den von der WHO entwickelten aktuellen Empfehlungen für den Tagesmittelwert, haben 11 % der Messstellen die Einhaltung des Richtwerts von  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für den Tagesdurchschnitt nicht erreicht.

stellen, die Feinstaub  $\text{PM}_{2,5}$  erfassen, wurden auf Grund der Wetterlage maximale Tagesmittelwerte für Feinstaub  $\text{PM}_{2,5}$  Mitte Dezember erfasst.

Während der gesetzliche Grenzwert nach 39. BImSchV für  $\text{PM}_{2,5}$  problemlos eingehalten werden kann, zeigt sich beim Vergleich mit den aktuellen Empfehlungen der WHO deutlicher Verbesserungsbedarf. Die in der Luftgüteleitlinie genannten Richtwerte zum Jahresmittel ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und zum Tagesmittel ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wurden an allen hessischen Luftmessstellen, an denen Feinstaub  $\text{PM}_{2,5}$  erfasst wird, überschritten. Es gab sogar Überschreitungen des Zwischenziels, welches dem Richtwert am nächsten liegt (Interim Target 4). Während beim Jahresmittel das 4. Zwischenziel mit einem Wert von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  knapp erreicht wurde, konnte das 4. Zwischenziel für das Tagesmittel mit einem Wert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  von einem Drittel der Messstellen für  $\text{PM}_{2,5}$  nicht eingehalten werden.

mit abgedeckt werden. Im Jahr 2012 wurde Dieselruß von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als Karzinogen der Klasse 1 eingestuft. Nach zwi-

schenzeitlicher Einstellung (im Jahr 2005) werden in Hessen seit dem Jahr 2013 wieder Rußmessungen an einigen Luftmessstationen durchgeführt. Im Laufe des Jahres 2022 wurden an 2 Stationen Messgeräte in Betrieb genommen, die eine Differenzierung unterschiedlicher Emissionsquellen ermöglicht.

Den Messungen zufolge hat sich die Immissionsbelastung durch Ruß seit dem Jahr 2013 nahezu halbiert. Im Jahr 2022 wurde im Jahresmittel verkehrsnah eine Konzentration von  $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und im städtischen Hintergrund von ca.  $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen.

Neben dem Verkehr wird auch die Rolle der Holzfeuerung bei der Betrachtung der Rußkonzentration immer relevanter. Auch können Rußpartikel aus Verbrennungsprozessen von Biomasse in der Subsahara zusammen mit aufgewirbeltem Saharastaub nach Europa transportiert werden. Im Jahr 2022 wurden deutlich erhöhte Rußwerte im Zusammenhang mit der kalten Witterungsperiode Mitte Dezember, in der lokal viel geheizt wurde, sowie während der austauscharmen Wetterlage und dem eingetragenen Saharastaub Ende Oktober festgestellt.

## 9.2 Inhaltsstoffe im Feinstaub $\text{PM}_{10}$ : Schwermetalle

### 9.2.1 Kenngrößen

**Tab. 10:** Einhaltung/Überschreitung der Grenz- und Zielwerte im Jahr 2022 für Schwermetalle im Feinstaub  $\text{PM}_{10}$

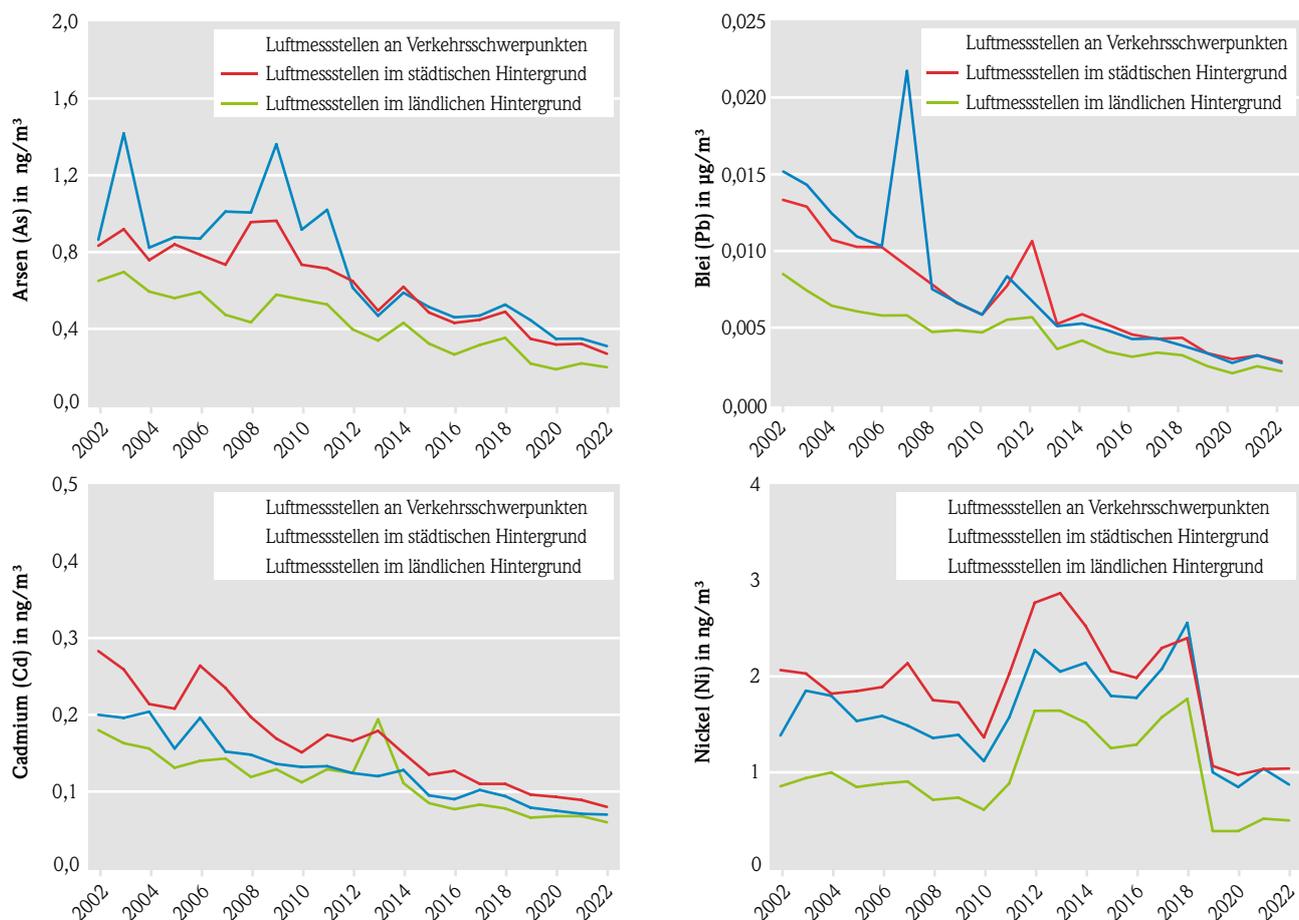
Komponente	Arsen	Blei	Cadmium	Nickel
Einheit	$\text{ng}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\text{ng}/\text{m}^3$	$\text{ng}/\text{m}^3$
Mittelungszeitraum	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr
Immissionswert	6	0,5	5	20
Messstelle	Zielwert	Grenzwert	Zielwert	Zielwert
Aßlar-Klein-Altenstädten	0,30	0,002	0,09	1,0
Darmstadt	0,22	0,003	0,07	0,5
Frankfurt-Griesheim	0,23	0,003	0,08	0,7
Frankfurt-Höchst	0,29	0,003	0,09	0,7
Frankfurt Mitte	0,22	0,003	0,07	0,8
Frankfurt Ost	0,28	0,003	0,08	1,0
Hanau Mitte	0,25	0,003	0,08	2,0
Kassel Mitte	0,17	0,002	0,07	0,8
Kleiner Feldberg	0,15	0,001	0,04	0,4
Linden	0,20	0,002	0,08	0,6
Raunheim	0,25	0,003	0,09	0,6
Riedstadt	0,24	0,003	0,07	0,5
Wetzlar-Hermannstein	0,40	0,004	0,13	2,7
Wetzlar Im Köhlersgarten	0,81	0,010	0,34	5,7
Wiesbaden Ringkirche	0,31	0,003	0,07	0,9
Wiesbaden Süd	0,32	0,003	0,07	0,7

#### Erläuterungen:

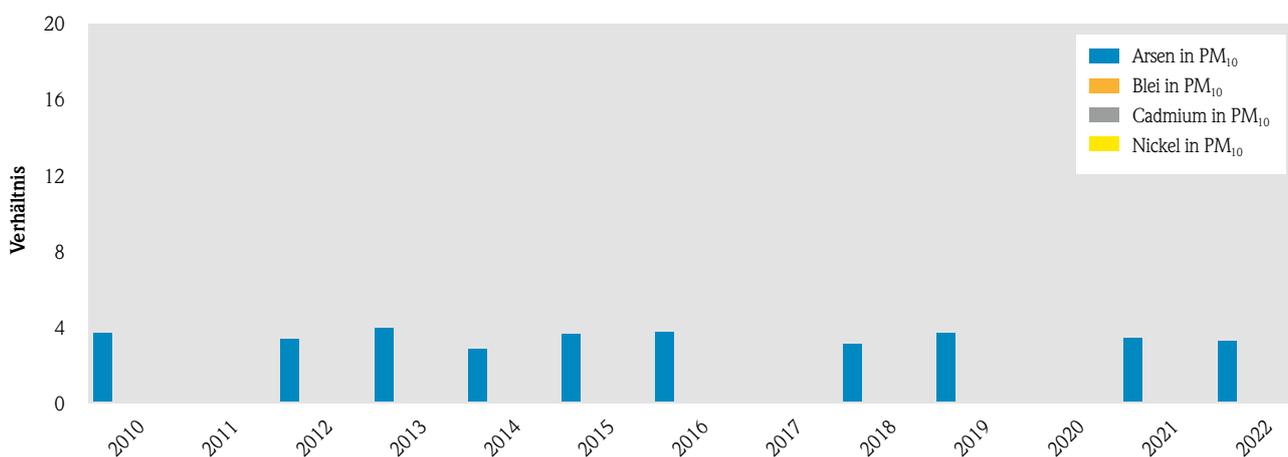
Darstellung von Grenzwertüberschreitungen (39. BImSchV): in der Farbe „rot“

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

Luftmessstellen im städtischen Hintergrund
  Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund
  Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten



**Abb. 13:** Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2002–2022, Schwermetalle als Bestandteil des Feinstaubs PM<sub>10</sub>. Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Messstellen mit gleichen Charakter im jeweiligen Jahr gebildet. Die Messstelle Wetzlar Im Köhlersgarten wird in dieser Darstellung nicht berücksichtigt.



**Abb. 14:** Verhältnis der Immissionsbelastung am Standort Wetzlar Im Köhlersgarten zum Mittel über alle anderen hessischen Messstellen (auf Basis von Jahresmittelwerten) 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> wurden in diesem Jahr an allen hessischen

Messstellen sicher eingehalten. Selbst die höchsten Schwermetallkonzentrationen, gemessen an der

Messstelle Wetzlar Im Köhlersgarten, unterschritten die Grenz- und Zielwerte deutlich. Erfahrungsgemäß weisen die Messstellen im ländlichen Hintergrund die niedrigsten Schwermetallkonzentrationen auf. Schwermetalle als Bestandteile von PM<sub>10</sub> haben eine relativ lange Verweilzeit und können somit auch an emittentenfern gelegenen Standorten noch erfasst werden.

In den letzten Jahren nahmen die Schwermetallkonzentrationen kontinuierlich an allen Messstellen ab. Zwischenzeitlich wurde einige Jahre lang eine höhere Nickelkonzentration ermittelt, was allerdings auch auf Änderungen im Messverfahren zurückzuführen ist.

Die Schwermetallkonzentrationen an der industriell geprägten Messstelle Wetzlar Im Köhlersgarten liegen grundsätzlich deutlich höher als an den anderen Standorten. Um den Trend an diesem Standort von dem an anderen Standorten differenzieren zu können,

wurde eine separate Grafik für diesen Standort erstellt (Abb. 14). Diese zeigt den Verlauf der Schwermetallkonzentrationen an dieser Messstelle als Verhältnis zu dem der anderen Messstellen. Hieran erkennt man, dass an der Messstelle Wetzlar Im Köhlersgarten die Belastung mit Blei, Cadmium und Nickel in PM<sub>10</sub> in den letzten Jahren gegenüber den anderen Standorten stärker zurückgegangen ist, während Arsen im gleichen Maße wie an anderen Standorten abgenommen hat.

Typische Quellen für Schwermetalle sind vor allem die Industrie, allerdings spielt auch der Beitrag des Kfz-Verkehrs eine gewisse Rolle. In den letzten Jahren hat sich die Produktions- und Filtertechnik in der metallverarbeitenden Industrie so positiv weiterentwickelt, dass die zurückgegangenen Emissionen der Schwermetalle und des Feinstaubes sich ebenfalls im Immissionsverlauf widerspiegeln.

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

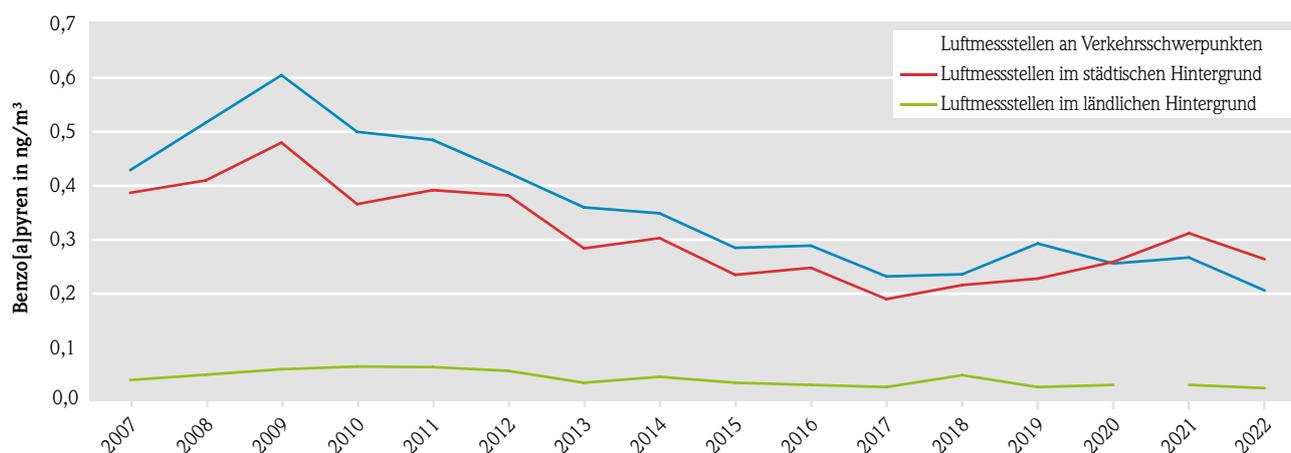
### 9.3.1 Kenngrößen

**Tab. 11:** Einhaltung/Überschreitung des Zielwerts für BaP im Feinstaub PM<sub>10</sub> im Jahr 2022 sowie Jahresmittelwerte für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Komponente	BaP	BaA	B[b+j+k]F	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	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr
Zielwert	1				
Frankfurt Höhenstraße	0,19	0,11	0,61	0,02	0,25
Frankfurt Palmengarten	0,13	0,06	0,42	0,02	0,18
Fulda Petersberger Straße	0,24	0,14	0,65	0,03	0,27
Fulda Künzeller Straße	0,37	0,18	0,86	0,04	0,37
Heppenheim Lehrstraße	0,24	0,14	0,64	0,02	0,26
Kassel Fünffensterstraße	0,21	0,12	0,60	0,03	0,25
Kleiner Feldberg	0,02	0,02	0,10	0,00	0,03
Raunheim	0,21	0,11	0,59	0,03	0,25
Wetzlar	0,34	0,17	0,90	0,04	0,39
Wiesbaden Ringkirche	0,15	0,09	0,43	0,02	0,18

#### Erläuterungen:

Luftmessstellen im städtischen Hintergrund
  Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund
  Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten



**Abb. 15:** Zeitreihe der Jahresmittelwerte 2007–2022, Benzo[a]pyren als Bestandteil des Feinstaubes  $PM_{10}$ . Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Messstellen gleichen Charakters (Verkehrsschwerpunkte, städtischer Hintergrund, ländlicher Hintergrund) in ganz Hessen gebildet. Dabei wurden die Werte aller im jeweiligen Jahr verfügbaren Messstellen zur Berechnung herangezogen.

## 9.3.2 Immissionsbeurteilung

Der Zielwert für Benzo[a]pyren (BaP) wurde in diesem Jahr an allen Stationen sicher eingehalten. Selbst der höchste Jahresmittelwert von  $0,37 \text{ ng/m}^3$ , gemessen an der Messstelle Fulda Künzeller Straße, unterschreitet den Zielwert von  $1 \text{ ng/m}^3$  deutlich. Die niedrigsten Messwerte weist über Jahre hinweg die im ländlichen Hintergrund liegende Messstelle Kleiner Feldberg auf.

Bis zum Jahr 2015 nahmen die BaP-Konzentrationen kontinuierlich an allen Messstellen ab. Seit etwa 2015 stagnieren die Konzentrationen im städtischen und verkehrsnahen Bereich in Hessen. Mit einzelnen Ausnahmen liegt die Konzentration für diese Mess-

stellen im Mittel zwischen  $0,2$  und  $0,3 \text{ ng/m}^3$  und damit auf einem dauerhaft niedrigen Niveau.

BaP entstehen vor allem bei unvollständiger Verbrennung fossiler Brennstoffe. Damit zählen Feuerungsanlagen, Industrieprozesse und der Kfz-Verkehr zu den Hauptemittenten. Innerhalb eines Jahres treten erfahrungsgemäß die höchsten BaP-Konzentrationen im Winterhalbjahr auf, weil dann mehr geheizt wird und Kfz-Motoren aufgrund der niedrigen Umgebungstemperatur weniger effizient arbeiten. Wegen der verbesserten Abgastechnik ist der Beitrag des Kfz-Verkehrs an der BaP-Konzentration in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen.

## 9.4 Staubbiederschlag

### 9.4.1 Kenngrößen

Die nachfolgende Tabelle stellt die Ergebnisse der Staubbiederschlagsmessungen für das Jahr 2022 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 Werten je Messpunkt (halbjährliche Mischprobenanalyse) zusammen. Nähere Informationen zu den einzelnen Messgebieten können der entsprechenden Tabelle im Kapitel 12 entnommen werden.

**Tab. 12:** Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und dessen Inhaltsstoffe im Jahr 2022

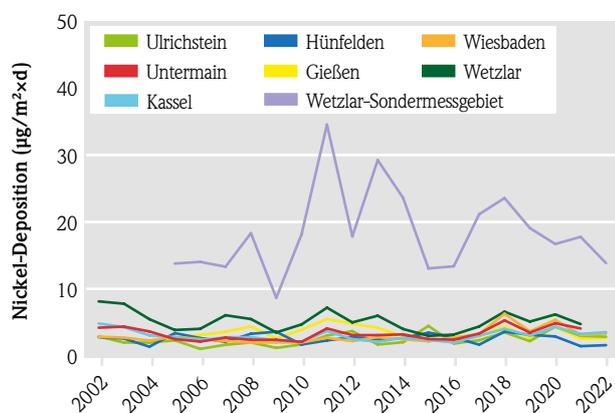
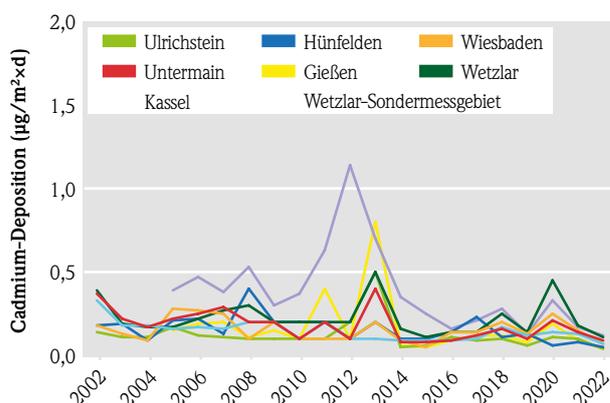
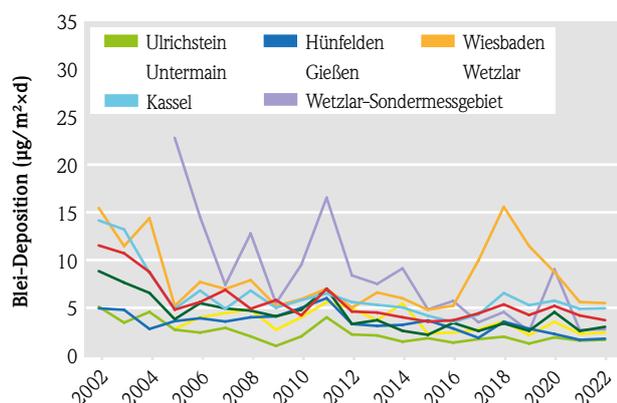
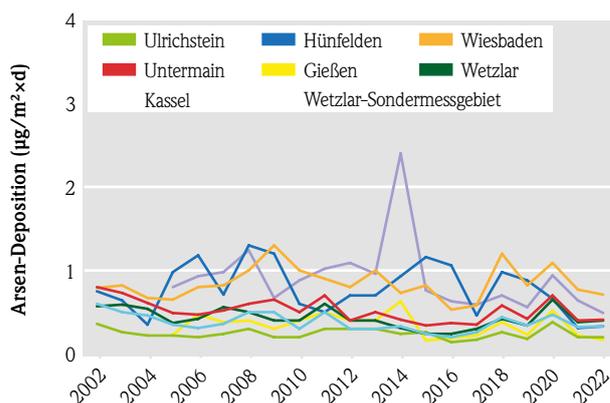
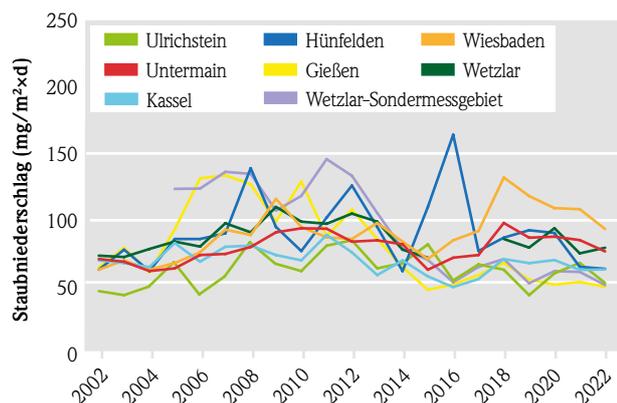
Messgebiet	Komponente	Immissionswert TA Luft	Einheit	punktweise Auswertung		Gebietsmit- telwert
				Minimum	Maximum	
Gießen	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	36	79	50
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,1	0,4	0,2
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,4	6,3	2,4
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,02	0,07	0,04
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,6	6,2	2,7
	Thallium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,01	0,02	0,01
Hünfelden	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	38	120	64
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,2	1,0	0,3
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,1	4,0	1,8
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,03	0,12	0,05
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,0	3,5	1,6
	Thallium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,01	0,06	0,02
Kassel	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	37	143	63
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,2	1,1	0,3
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,7	31,1	5,0
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,03	0,35	0,07
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,2	15,4	3,6
	Thallium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,01	0,04	0,02
Ulrichstein	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	32	83	53
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,1	0,4	0,2
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,2	2,4	1,6
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,03	0,07	0,04
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,6	5,2	2,9
	Thallium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,01	0,01	0,01
Untermain	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	28	378	77
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,1	2,0	0,4
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,2	21,4	3,7
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,02	1,44	0,09
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,0	31,6	4,3
	Thallium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,01	0,11	0,02
Wetzlar	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	34	195	79
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,1	1,2	0,4
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,1	12,9	3,0
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,03	0,41	0,11
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,6	23,9	5,4
	Thallium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,01	0,06	0,02
Wiesbaden	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	39	359	93
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,2	4,7	0,7
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	2,4	30,8	5,5
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,03	0,43	0,07
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,3	19,8	3,3
	Thallium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,01	0,21	0,05
Wetzlar Sonder- messgebiet	Staubniederschlag	350	mg/m <sup>2</sup> ×d	42	66	52
	Arsen	4	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,2	0,7	0,5
	Blei	100	µg/m <sup>2</sup> ×d	1,5	3,4	2,7
	Cadmium	2	µg/m <sup>2</sup> ×d	0,04	0,25	0,12
	Nickel	15	µg/m <sup>2</sup> ×d	4,1	20,6	13,9
	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 2002 bis 2022. 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 für die Vorjahre 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 2002–2022

## 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 Staubniederschlag wird im Jahr 2022 an 2 der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Der maximal ermittelte Wert beträgt  $378 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$  und wurde in der Maybachstraße in Offenbach im Messgebiet Untermain gemessen. Eine weitere Überschreitung ist mit  $359 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$  – wie im vergangenen Jahr – im Messgebiet Wiesbaden auf dem Betriebshof der ELW zu verzeichnen. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Wert gesunken. Der niedrigste Einzelpunktwert wurde mit  $28 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$  ebenfalls im Messgebiet Untermain in Nähe des Kur-

parks in Hanau ermittelt. Bei Betrachtung der Gebietsmittelwerte weist das Messgebiet Wiesbaden mit  $93 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$  den höchsten Wert auf. In Relation zu den übrigen Messgebieten verbleibt Wiesbaden damit, trotz sinkender Tendenz, auf einem höheren Niveau. Mit Ausnahme der Messgebiete Kassel und Wetzlar weisen alle weiteren Gebiete einen Rückgang gegenüber dem Vorjahr auf. Am deutlichsten zeigt sich die Abnahme der Staubdeposition im Messgebiet Ulrichstein. Hier ist der Gebietsmittelwert im Vergleich zum Vorjahr um  $15 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$  gesunken.

### Arsen:

Der vorgeschriebene Immissionswert für Arsen wird im Jahr 2022 an 1 Beurteilungspunkt in Hessen überschritten. Die maximal gemessene Arsendeposition beträgt  $4,7 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$  und wurde – wie beim Staubbiederschlag – im Messgebiet Wiesbaden auf dem Betriebshof der ELW gemessen. Der niedrigste Wert für die Arsendeposition wurde mit  $0,1 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$  im Messgebiet Gießen ermittelt. Den

höchsten Gebietsmittelwert weist das Messgebiet Wiesbaden ( $0,7 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ ) auf. Im Vergleich zum Vorjahr verbleibt Wiesbaden auch hier, trotz sinkender Tendenz, auf einem höheren Niveau. Im Messgebiet Gießen und im Sondermessgebiet Wetzlar ist ebenfalls ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Die weiteren Messergebnisse für das Jahr 2022 sind auf einem ähnlichen Niveau wie im Vorjahr angesiedelt.

### Blei:

Der Immissionswert für Blei wird im Jahr 2022 an keinem der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Bleideposition beträgt  $31,1 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$  und wurde – wie im Vorjahr – im Messgebiet Kassel in unmittelbarer Nähe des Müllheizkraftwerks Kassel gemessen. Der niedrigste Wert für die Bleideposition wurde mit  $1,1 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$  im Messgebiet Hünfelden ermittelt. Bei Betrachtung der Gebietsmit-

telwerte weist Wiesbaden mit  $5,5 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$  den höchsten Wert auf. Nachdem in den Jahren 2017 bis 2019 die Werte für dieses Messgebiet stark angestiegen waren, lässt sich seit 2020 ein Abwärtstrend erkennen. Die Messergebnisse sind ab dem Jahr 2021 wieder auf dem Niveau von 2016 angesiedelt. Auch im Sondermessgebiet Wetzlar sind nach einer Konzentrationsspitze im Jahr 2020 die Werte wieder auf das Niveau von 2019 gefallen.

### Cadmium:

Der Immissionswert für Cadmium wird im Jahr 2022 an keinem der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Cadmiumdeposition wurde mit  $1,44 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$  an einem Messpunkt im Messgebiet Untermain ermittelt. Der Wert geht wie im Jahr zuvor aus einer erhöhten Cadmium-

deposition im ersten Halbjahr hervor. Die geringste Cadmiumdeposition betrug  $0,02 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$  und wurde im Messgebiet Untermain erfasst. Bei Betrachtung der Gebietsmittelwerte weist das Sondermessgebiet Wetzlar mit  $0,12 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$  den höchsten Wert auf.

### Nickel:

Der für die Einzelpunktbelastung vorgeschriebene Immissionswert für Nickel wird im Jahr 2022 an 7 der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Nickeldeposition beträgt  $31,6 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$  und wurde – wie beim Staubniederschlag – in der Maybachstraße in Offenbach im Messgebiet Untermain ermittelt. Außerdem wird der Immissionswert an einem weiteren Punkt in diesem Messgebiet ( $28,9 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ ) überschritten. Im Sondermessgebiet Wetzlar wird der Immissionswert für Nickel ebenfalls an zwei Messpunkten ( $20,6 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$  und  $20,2 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ ) überschritten. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Sondermesspunkte in Wetzlar der Erfassung von Deposi-

tionen 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 ( $19,8 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ ) in Wiesbaden einen Standort mit spezieller Charakteristik dar. Weitere Überschreitungen sind im Messgebiet Wetzlar ( $23,9 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ ) und in Kassel ( $15,4 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ ) zu verzeichnen. Der niedrigste Wert für die Nickeldeposition wurde mit  $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$  im Messgebiet Hünfelden ermittelt. Der Gebietsmittelwert im Sondermessgebiet Wetzlar unterschreitet im Jahr 2022 mit  $13,9 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$  erstmals seit 2016 wieder den vorgeschriebenen Immissionswert für Nickel.

### Thallium:

Der Immissionswert für Thallium wird im Jahr 2022 an keinem der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Thalliumdeposition wurde mit  $0,21 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$  in der Dyckerhoffstraße in Wiesbaden ermittelt. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Maximalwert um etwa  $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$  gesunken.

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

## 9.5 Ultrafeine Partikel (UFP)

Als ultrafeine Partikel (UFP) werden alle Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 100 nm bezeichnet. Bei der Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration mit Hilfe von Kondensationspartikelzählern ist es jedoch

technisch nicht möglich, ausschließlich Partikel kleiner 100 nm zu erfassen (siehe auch Kap. 2.7). Aus diesem Grund findet im Folgenden statt des Begriffs „UFP“ der Begriff „Partikelanzahlkonzentration“ Verwendung.

### 9.5.1 Kenngrößen

**Tab. 13:** Mittelwerte für die Partikelanzahlkonzentration sowie Überschreitung der in den Luftgüteleitlinien der WHO genannten Schwellenwerte im Jahr 2022

Komponente	Partikelanzahlkonzentration			
	10–500 nm <sup>1)</sup>	7–2000 nm <sup>2)</sup>	Prozent	Prozent
Messbereich	10–500 nm <sup>1)</sup>	7–2000 nm <sup>2)</sup>		
Einheit	Partikel/cm <sup>3</sup>	Partikel/cm <sup>3</sup>	Prozent	Prozent
Mittelungszeitraum	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Tag	Stunde
Schwellenwert: Einschätzung der WHO als „hohe Konzentration“			>10 000 Partikel/cm <sup>3</sup>	>20 000 Partikel/cm <sup>3</sup>
			Häufigkeit Überschreitung Schwellenwert	Häufigkeit Überschreitung Schwellenwert
	Wert	Wert	Wert	Wert
<i>Flörsheim</i>		11 000	56	10
Frankfurt Friedberger Landstraße	11 300		57	11
<i>Frankfurt-Oberrad</i>		9 000	37	4
<i>Frankfurt-Riedberg</i>	8 000		27	3
<i>Frankfurt-Sachsenhausen</i>		8 500	28	5
Frankfurt-Schwanheim	10 000		37	12
Raunheim	10 200		46	9

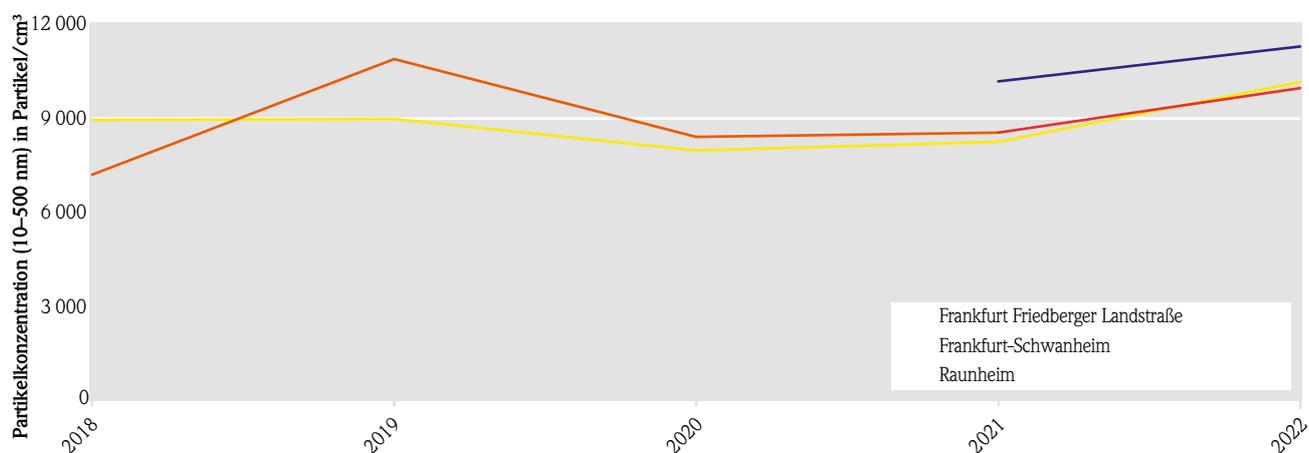
#### Erläuterungen:

<sup>1)</sup> Messungen mit SMPS: Scanning Mobility Particle Sizer, Messbereich 10–500 nm

<sup>2)</sup> Messungen mit CPC: Condensation Particle Counter, Messbereich 7–2000 nm

*kursiv:* temporäre Messstellen

■ Luftmessstellen im städtischen Hintergrund    ■ Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten



**Abb. 17:** Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2018–2022 für die Partikelanzahlkonzentration an den Messstationen Frankfurt Friedberger Landstraße, Frankfurt-Schwanheim und Raunheim (Messbereich 10–500 nm). An diesen Messstellen werden zur Beurteilung langfristiger Konzentrationsentwicklungen permanente UFP-Messungen durchgeführt.

## 9.5.2 Immissionsbeurteilung

Die mittlere Partikelanzahlkonzentration lag 2022 an den Standorten in Hessen im Bereich von ca. 8 000 bis 11 300 Partikeln/cm<sup>3</sup>. Hierbei wurde der WHO-Schwellenwert für den Tagesmittelwert an allen Messstellen an mindestens 27 % der Tage überschritten. Besonders häufig (57 % aller Tage) wurde der Schwellenwert an der verkehrsbezogenen Messstelle Frankfurt Friedberger Landstraße überschritten. Die Schwellenwerte für die Stundenmittelwerte wurden an allen Stationen deutlich seltener überschritten. Hierbei ist zu beachten, dass sowohl die Partikelanzahlkonzentration als auch die Anzahl der Überschreitungen der Schwellenwerte für Messstellen mit unterschiedlichen Messgeräten (CPC und SMPS) nur eingeschränkt vergleichbar sind.

Die zeitliche Entwicklung der Jahresmittelwerte der Partikelanzahlkonzentration an den permanenten UFP-Messstellen zeigt eine hohe Variabilität von Jahr zu Jahr und lässt derzeit keine Schlüsse in Bezug auf längerfristige Trends zu. Die vergleichsweise geringen Konzentrationen in den Jahren 2020 und 2021

sind vermutlich auf die geringeren Emissionen während der Covid-19-Pandemie zurückzuführen.

Aus den bisherigen Berichten zu den Messungen ultrafeiner Partikel des HLNUG ist bekannt, dass der Flugbetrieb des Frankfurter Flughafens einen erheblichen Einfluss auf die Partikelanzahlkonzentration im Rhein-Main-Gebiet hat. Dies spiegelt sich an den vergleichsweise hohen Konzentrationen bspw. in Raunheim, Frankfurt-Schwanheim und Flörsheim wider. Wie stark ein Standort durch die Emissionen des Flugbetriebs beeinflusst wird, hängt davon ab, wie weit der Standort vom Flughafen entfernt ist und wie häufig sich dieser Standort in der Abluft des Flughafens und der tiefen Flugrouten (niedriger als 400 m) befindet.

Die bisherigen Erkenntnisse zum Einfluss des Flugbetriebs auf die Partikelanzahlkonzentration im Rhein-Main-Gebiet können den Sonderberichten des HLNUG entnommen werden: <https://www.hlnug.de/?id=14862>.

# 10 Interessantes aus dem Berichtsjahr

## 10.1 Ultrafeine Partikel bilden sich aus heißen Turbinenschmierölen

Ultrafeine Partikel (UFP) sind Partikel kleiner als 100 Nanometer und somit die kleinsten flüssigen oder festen Bestandteile in der Luft (siehe Kapitel 9.5). Menschengemachte UFP entstehen unter anderem durch Verbrennungsprozesse oder aus gasförmigen Vorläuferstoffen. Forschende der Goethe-Universität in Frankfurt haben zusammen mit dem HLNUG Untersuchungen zur chemischen Zusammensetzung der winzigen Partikel durchgeführt und Überraschendes zu ihrer Entstehung herausgefunden.

Die chemische Analyse ultrafeiner Partikel stellt aufgrund der geringen Masse der nanometergroßen Par-

tikel eine besondere Herausforderung dar. Für eine solche Analyse müssen die Partikel getrennt von den größeren Feinstaubpartikeln untersucht werden, da diese ansonsten die Analyse mit ihrer deutlich größeren Masse dominieren. Realisiert werden konnte dies mit Hilfe eines sogenannten Kaskadenimpaktors, in dem Partikel nach ihrer Größe auf unterschiedlichen Filtersubstraten abgeschieden werden. Dieser Impaktor wurde über mehrere Wochen hinweg an der Luftmessstation in Frankfurt-Schwanheim betrieben. Die gesammelten ultrafeinen Partikel wurden im Anschluss durch die Forschenden der Goethe-Universität auf einzelne organische Substanzen mit einem



**Abb. 18:** Kaskadenimpaktor zur Sammlung von ultrafeinen Partikeln in der Luftmessstation Frankfurt-Schwanheim © Alexander Vogel

sehr aufwendigen chemischen Analyseverfahren untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, dass die analysierten Partikel Bestandteile synthetischer Schmieröle aufwiesen, die ausschließlich in Turbinen von Flugzeugen eingesetzt werden. Der einzigartige chemische Fingerabdruck dieses Turbinenschmieröls erlaubt damit eine zweifelsfreie Identifikation von ultrafeinen Partikeln aus dem Flugbetrieb.

In weiteren Laborexperimenten gelang es den Forschenden der Goethe-Universität außerdem den Entstehungsprozess der ultrafeinen Partikel aus den synthetischen Schmierölen nachzustellen. Dabei wurden

Öltröpfchen eines typischen Turbinenschmieröls in einem heißen Gasstrom von etwa 300° C verdampft und der heiße Öldampf anschließend wieder abgekühlt. Dies führt zu einer Übersättigung der gasförmigen Bestandteile und somit zur Bildung von sehr kleinen ultrafeinen Partikeln. Diese kleinsten Partikel wachsen dann durch Kondensation weiterer Bestandteile schnell zu Partikeln im Größenbereich von etwa 10 Nanometern auf. Dieses Experiment zeigt, dass die Bildung von UFP im Flugverkehr nicht allein auf die Verbrennung von Kerosin beschränkt ist. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Partikel auch aus den heißen Öldämpfen, die beispielsweise aus den Entlüftungsanlagen der Triebwerke entweichen, gebildet werden können.

Aus dem Vergleich der kontinuierlichen UFP-Messungen des HLNUG und den mit Hilfe des Kaskadenimpaktors gesammelten ultrafeinen Partikeln lässt sich abschätzen, wie hoch der Anteil der UFP aus den synthetischen Schmierölen ist. Konservative Abschätzungen deuten auf einen Anteil von mindestens 20 % hin. UFP aus Turbinenschmierölen können somit einen wesentlichen Beitrag zur UFP-Konzentration liefern.

Die Erkenntnisse aus der Kooperation von HLNUG und Goethe-Universität finden aktuell auch Anwendung bei der wissenschaftlichen Studie des Forum Flughafen und Region (FFR, siehe auch <https://www.ultrafeinstaub-studie.de/>), die die Belastung durch UFP im Rhein-Main-Gebiet untersucht. Der chemische Fingerabdruck der Turbinenschmieröle wird hierbei als Tracer zur Unterscheidung ultrafeiner Partikel aus dem Flugverkehr und weiterer Quellen genutzt.

## Literatur:

UNGEHEUER, F., VAN PINXTEREN, D., & VOGEL, A. L. (2021): Identification and source attribution of organic compounds in ultrafine particles near Frankfurt International Airport, *Atmos. Chem. Phys.*, 21, 3763–3775, <https://doi.org/10.5194/acp-21-3763-2021>

UNGEHEUER, F., CAUDILLO, L., DITAS, F. ET AL. (2022): Nucleation of jet engine oil vapours is a large source of aviation-related ultrafine particles. *Commun Earth Environ* 3, 319. <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00653-w>

## 10.2 Austausch einer Messstation am Beispiel Wiesbaden Ringkirche

Nach über 20 Jahren hat der für verkehrsbezogene Messungen verwendete Container an der Station Wiesbaden Ringkirche seinen Dienst getan und wird gegen ein neues Modell ausgetauscht. Doch wie erfolgt der Tausch einer Luftmessstation – was gibt es zu berücksichtigen? Und wie kann die Datenerfassung gewährleistet werden?

Viele der Messstandorte im Hessischen Luftmessnetz existieren seit mehreren Jahrzehnten. Die Messcontainer an den Standorten werden in der Regel nach etwa 20 Jahren ausgetauscht. Die alten Messcontainer sind oft noch für die Messung mit inzwischen veralteten und nicht mehr verwendeten Messtechniken ausgelegt. Heute kann der Raum innerhalb der Station besser genutzt werden. Zum Beispiel ist die Lagerung der zum Betrieb der Messeinrichtungen benötigten Gasflaschen nicht mehr in einem abgeschlossenen Raum erforderlich, wodurch Platz für die Optimierung der Arbeitsbereiche frei wird. Auch im Hinblick auf die Arbeitssicherheit der Kollegen, die für die Wartung der Messgeräte in der Station zuständig sind, ist dies ein erforderlicher Schritt.

Zunächst muss der Container beschafft werden. Das heißt, dass auf Grundlage der benötigten Messeinrich-

tungen und des Standortes ein neuer Container als Spezialanfertigung gestaltet und bestellt werden muss. Zur Gestaltung gehört auch die Außenansicht der Messstation. In diesem Fall, dem Austausch der Messstation Wiesbaden Ringkirche, ist dies eine Klebevariante der Werbung für die 50-Jahr-Feier des HLNUG.

Auch der Tausch selbst bedarf umfangreicher Organisation (z. B. Genehmigungen für Straßensperrungen, Steherlaubnisse, Legen der Stromanschlüsse über örtlichen Versorger ...), weshalb die Lieferung des Containers nicht immer mit dem Aufstellvorgang zusammenfällt. Es wird daher noch ein Stellplatz für den neuen Container benötigt, solange dieser auf seinen Einsatz wartet. In diesem Fall konnten wir einen Stellplatz auf unserem Parkplatz finden, denn der Aufstelltermin hat sich aufgrund verschiedener Umstände mehrfach nach hinten verschoben.

Früh am Morgen wird der Container auf unserem Parkplatz mit einem Kranwagen aufgeladen. Der Startzeitpunkt der Aufstellung ist dabei um 9:00 Uhr morgens gewählt, damit die Beeinträchtigung des Berufsverkehrs in der Wiesbadener Innenstadt möglichst gering ist.



**Abb. 19:** Der neue Stationscontainer wird beim HLNUG auf den Kranwagen aufgeladen  
© HLNUG

Vor Ort sind die Kollegen auch schon fleißig und haben bereits an den Vortagen begonnen, sukzessive die Messgeräte auszubauen und den alten Container noch während des Betriebes verbleibender Messeinrichtungen nach und nach leer zu räumen.

Noch bevor der neue Container am Standort ankommt, sind die letzten Arbeiten an der alten Station abgeschlossen und alles ist für den Tausch bereit. Zunächst muss dann der Standort geräumt werden, also der alte Container ver-



**Abb. 20:** Die vorbereitenden Arbeiten sind abgeschlossen  
© HLNUG

setzt und für die Aufstellung des neuen Containers vorbereitet werden. Nach 22 Jahren Standzeit hat sich unter der Station viel Abfall und Schutt angesammelt, der für die Aufstellung des neuen Containers weggeräumt werden muss.

Endlich ist es soweit und der Container kann langsam aber sicher vom Kranwagen direkt auf den Standort versetzt werden. Noch prüfen, ob alles in Waage ist

und Anschlüsse vom örtlichen Stromversorger legen lassen, schon ist der Container für den Wiedereinbau neu kalibrierter Messgeräte bereit. Während der alte Container abtransportiert wird, beginnen die Kollegen mit der Inbetriebnahme des neuen Containers. Sobald auch die Messgeräte eingelaufen sind und die Datenübermittlung wieder erfolgt, wird geprüft, ob alle Messwerte – auch in Bezug auf die vorhergehenden Messungen mit den nun ausgebauten Geräten – plausibel und ohne Beeinflussung des Containers sind. Denn beispielsweise durch verwendete Klebstoffe kann durchaus eine Beeinflussung der Messwerte leichtflüchtiger Verbindungen erfolgen. Doch da der Container ausreichend lange auf unserem Parkplatz verweilen konnte, sind diese bereits nicht mehr in messbarem Umfang vorhanden und auch die anderen Messungen verlaufen plausibel.

So kann der neue Messcontainer nun in den Alltagsbetrieb übergehen. Doch der nächste erforderliche Containertausch ist schon in Planung und das Spiel beginnt von vorne.



**Abb. 21:** Am Standort Wiesbaden Ringkirche: bereit für den Austausch der Container © HLNUG

## 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 18.10.2022 dokumentiert (D-PL-14551-01-00).



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:

- <https://www.passam.ch>
- <https://www.aneco.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
BTEX	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 SOP I2 P03: 2022

## 12 Details zu den Luftmessstellen und -gebieten

### 12.1 Tabellarische Übersicht

Tab. 15: Standorte und Charakteristika der Luftmessstellen

Messstelle	Code <sup>1)</sup>	Messstellentyp	Höhe (m) <sup>2)</sup>	Längen grad <sup>3)</sup>	Breiten grad <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
Flörsheim	DEHE161	Messstation	93	8°25'43"	50°01'08"	städtisches Gebiet, Hintergrund
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 Gotenstraße	DEHE156	Passivsammler	106	8°32'22"	50°06'41"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt-Griesheim	DEHE053	Inhaltsstoffe PM <sub>10</sub>	98	8°36'12"	50°05'43"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt Hochstraße	DEHE151	Passivsammler	104	8°40'24"	50°06'55"	städtisches Gebiet, Verkehr
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 Kasinostraße	DEHE157	Passivsammler	100	8°32'59"	50°06'10"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Königsteiner Straße I	DEHE154	Passivsammler	107	8°32'13"	50°06'42"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Königsteiner Straße II	DEHE155	Passivsammler	109	8°32'07"	50°06'48"	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 Mainzer Landstraße	DEHE158	Passivsammler	97	8°39'50"	50°06'38"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Mitte	DEHE056	Inhaltsstoffe PM <sub>10</sub>	103	8°41'01"	50°06'38"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt Ost	DEHE008	Messstation	100	8°44'46"	50°07'31"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt-Oberrad	DEHE171	Ultrafeinstaub	129	8°43'23"	50°05'44"	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-Riedberg	DEHE159	Messstation	140	8°38'05"	50°10'22"	städtisches Gebiet, Hintergrund
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-Sachsenhausen	DEHE172	Ultrafeinstaub	128	8°40'54"	50°05'11"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt-Schwanheim	DEHE135	Messstation	94	8°34'34"	50°04'31"	vorstädtisches 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

Messstelle	Code <sup>1)</sup>	Messstellentyp	Höhe (m) <sup>2)</sup>	Längen grad <sup>3)</sup>	Breiten grad <sup>3)</sup>	Klassifizierung
Gießen Johannette-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 Fünffensterstraße	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
Limburg Diezer Straße	DEHE098	Passivsammler	132	8°03'13"	50°23'04"	städtisches Gebiet, Verkehr
Limburg Eschhöfer Weg	DEHE168	Passivsammler	123	8°03'59"	50°23'11"	städtisches Gebiet, Verkehr
Limburg Frankfurter Straße	DEHE101	Passivsammler	143	8°04'13"	50°22'59"	städtisches Gebiet, Verkehr
Limburg Grabenstraße	DEHE169	Passivsammler	123	8°03'49"	50°23'13"	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
Marburg Bahnhofstraße	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
Neu-Isenburg Frankfurter Straße I	DEHE165	Passivsammler	128	8°41'42"	50°03'04"	städtisches Gebiet, Verkehr
Neu-Isenburg Frankfurter StraßeII	DEHE166	Passivsammler	128	8°41'42"	50°02'55"	städtisches Gebiet, Verkehr
Neu-Isenburg Frankfurter StraßeIII	DEHE167	Passivsammler	127	8°41'42"	50°02'48"	städtisches Gebiet, Verkehr
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
Schlagenbad-Wambach Schwalbacher Straße	DEHE153	Passivsammler	348	8°05'53"	50°06'30"	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 Linsenbergrstraße	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    <sup>2)</sup> **Höhe (m):** Höhe über Normalnull    <sup>3)</sup> **Koordinaten:** World Geodetic System 1984 (WGS 84)  
  Luftmessstellen im städtischen Hintergrund      Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund      Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten  
*Kursiv:* Messstellen, die nicht zur gebietsbezogenen Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden

Tab. 16: Geräteausstattung der Luftmessstellen, Jahr des Messbeginns

Messstelle	Schwefel-dioxid	Kohlen-monoxid	Stickstoff-monoxid	Stickstoff-dioxid	BTEX	Ozon	Feinstaub PM <sub>10</sub>	Feinstaub PM <sub>2,5</sub>	Ruß	Ultrafeine Partikel	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**								
Flörsheim	21		21	21						21		
Frankfurt Am Erlenbruch I				16**								
Frankfurt Am Erlenbruch II				16**								
Frankfurt Battonnstraße				17**								
Frankfurt Friedberger Landstraße		93	93	93	96		01	10		21		
Frankfurt Gotenstraße				21**								
Frankfurt-Griesheim											02*	
Frankfurt Hochstraße				21**								
Frankfurt-Höchst	79		80	80		84	00	20			02*	
Frankfurt Höhenstraße												07*
Frankfurt Kasinostraße				21**								
Frankfurt Königsteiner Straße I				21**								
Frankfurt Königsteiner Straße II				21**								
Frankfurt-Lerchesberg				13**								
Frankfurt Mainkai				19**								
Frankfurt Mainzer Landstraße				21**								
Frankfurt Mitte											03*	
Frankfurt-Oberrad										20		
Frankfurt Ost			84	84		84	00	08*			01*	
Frankfurt Palmengarten												07*
Frankfurt Pforzheimer Straße				16**								
Frankfurt-Riedberg	21	21	21	21		21	21	21		21		
Frankfurt-Riederwald				16**								
Frankfurt Römerberg				17**								
Frankfurt-Sachsenhausen										19		
Frankfurt-Schwanheim	18	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*	

Messstelle	Schwefel-dioxid	Kohlen-monoxid	Stickstoff-monoxid	Stickstoff-dioxid	BTEX	Ozon	Feinstaub PM <sub>10</sub>	Feinstaub PM <sub>2,5</sub>	Ruß	Ultrafeine Partikel	Schwermetalle im Feinstaub PM <sub>10</sub>	PAK im Feinstaub PM <sub>10</sub>
Heppenheim Lehrstraße		15	06	06	06**		06	10				07*
Kassel Fünffensterstraße		99	99	99	99**		00	22				07*
Kassel Mitte	08		08	08		08	08	08*			08*	
Kellerwald	06		06	06		06	06					
Kleiner Feldberg			92	92		92	10				01*	01*
Limburg			98	98	11**	98	00	22				
Limburg Diezer Straße				09**								
Limburg Eschhöfer Weg				22**								
Limburg Frankfurter Straße				09**								
Limburg Grabenstraße				22**								
Limburg Schiede		15	15	15			15	22				
Limburg Schiede I				09**								
Limburg Schiede II				09**								
Linden	95	95	95	95		95					01*	
Marburg			88	88		88	00	20				
Marburg Bahnhofstraße				19**								
Marburg Universitätsstraße		06	06	06	08**		06	10				
Marburg Universitätsstraße I				19**								
Michelstadt	09		99	99		99	00					
Neu-Isenburg Frankfurter Straße I				22**								
Neu-Isenburg Frankfurter Straße II				22**								
Neu-Isenburg Frankfurter Straße III				22**								
Offenbach Bieberer Straße				09**								
Offenbach Mainstraße				09**								
Offenbach Untere Grenzstraße		13	13	13	14**		13					
Offenbach Untere Grenzstraße I				09**								
Raunheim	76	76	79	79		82	00	18	13	18	02*	02*
Riedstadt			96	96		96	00				01*	
Rüsselsheim Rugby-Ring				11**								
Schlangenbad-Wambach Schwalbacher Straße				21**								
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*	07*
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					

**Abkürzungen:**

BTEX: Benzol, Toluol, Ethylbenzol, o-/m-/p-Xylol

**Erläuterungen:**

\* Erhebung gravimetrisch; Anmerkung: Vor dem Jahr 2000 wurde Schwebstaub als Gesamtstaub gemessen.

\*\* Erhebung mit Passivsammlern

  Luftmessstellen im städtischen Hintergrund

  Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund

  Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten

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

**Tab. 17:** Geräteausstattung der Luftmessstationen (Meteorologie), Jahr des Messbeginns

Messstation	Wind- richtung	Wind- geschwin- digkeit	Temperatur	Relative Feuchte	Luftdruck	Global- strahlung	Nieder- schlag
Bad Arolsen	00	00	99	99	04	99	
Bebra	88	88	88	88	22		
Burg Herzberg	11	11	11	11	11		11
Darmstadt	03	03	03	03	03		
Flörsheim	21	21					
Frankfurt-Höchst	04	04	04	04			
Frankfurt Ost	84	84	84	84	99		
Frankfurt-Riedberg	21	21					
Frankfurt-Schwanheim	18	18	18	18	18		
Fulda Zentral	17	17	17	17	22	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	22	98	
Limburg	98	98	98	98	22		99
Linden	96	96	96	96	07	99	
Marburg	04	04	04	04	22		
Michelstadt	99	99	99	99	10	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 Ringkirche			14	14	14		
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:**

Luftmessstellen im städtischen Hintergrund
  Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund
  Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten  
*Kursiv:* Messstellen, die nicht zur gebietsbezogenen Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden

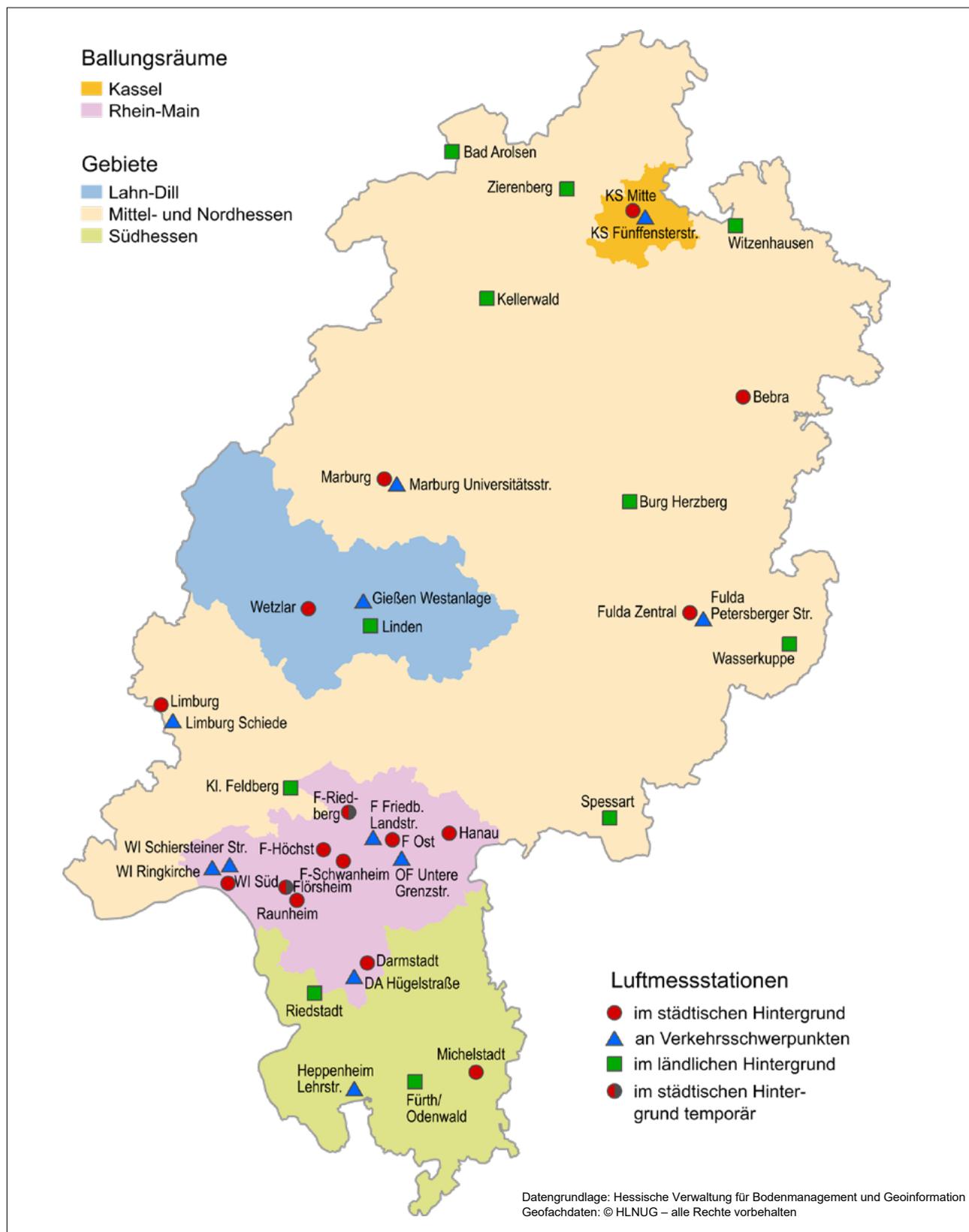
**Tab. 18:** Beschreibung der Messgebiete für Staubbiederschlag und dessen Inhaltsstoffe

Mess- gebiete	Rechts wert	Hochwert	Anzahl der Messpunkte	Größe des Messge- biets 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 Son- dermessgebiet	3464-3464	5603-5605	4	0,25	Stadtgebiet, überwiegend Industrie

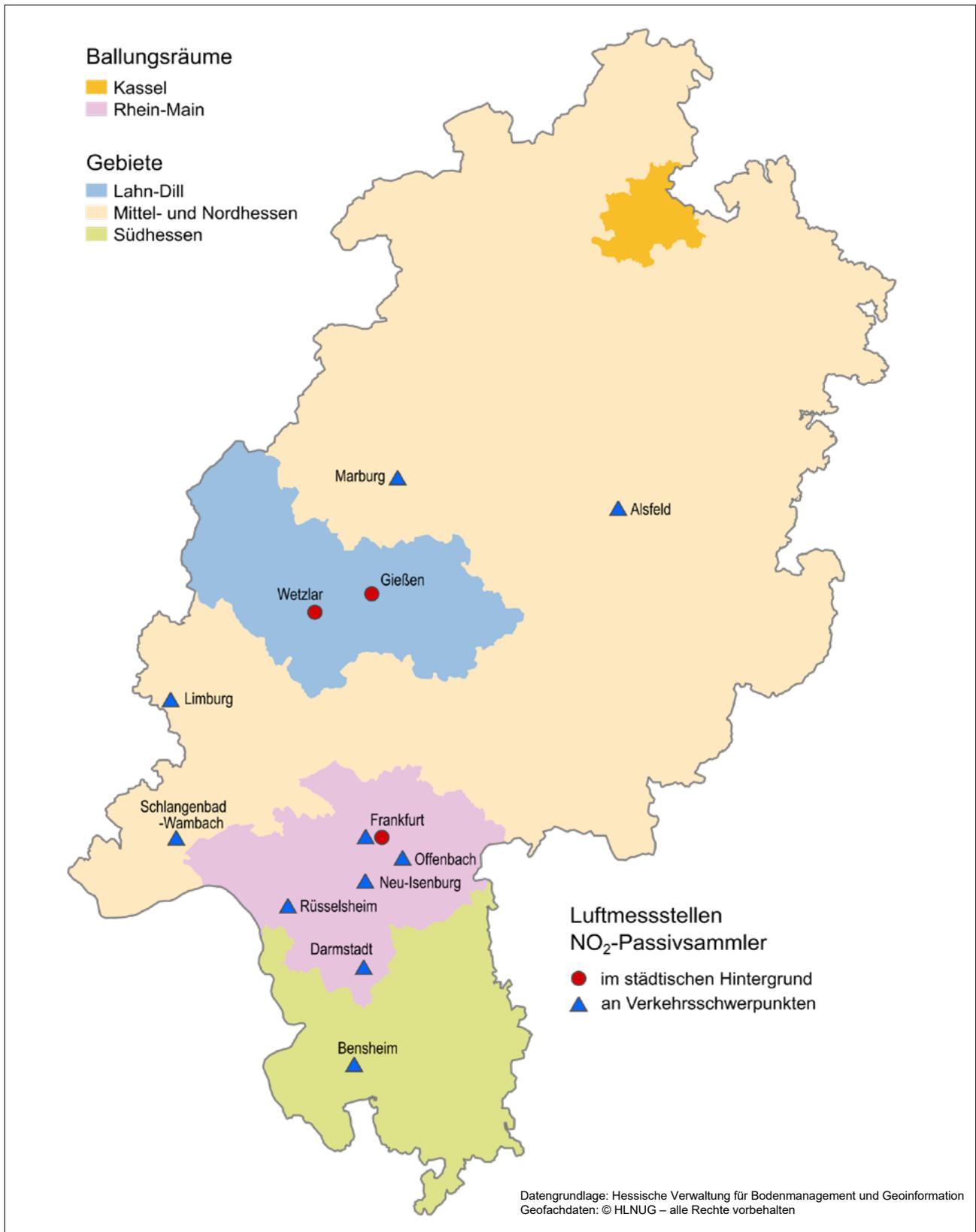
**Erläuterung:**

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

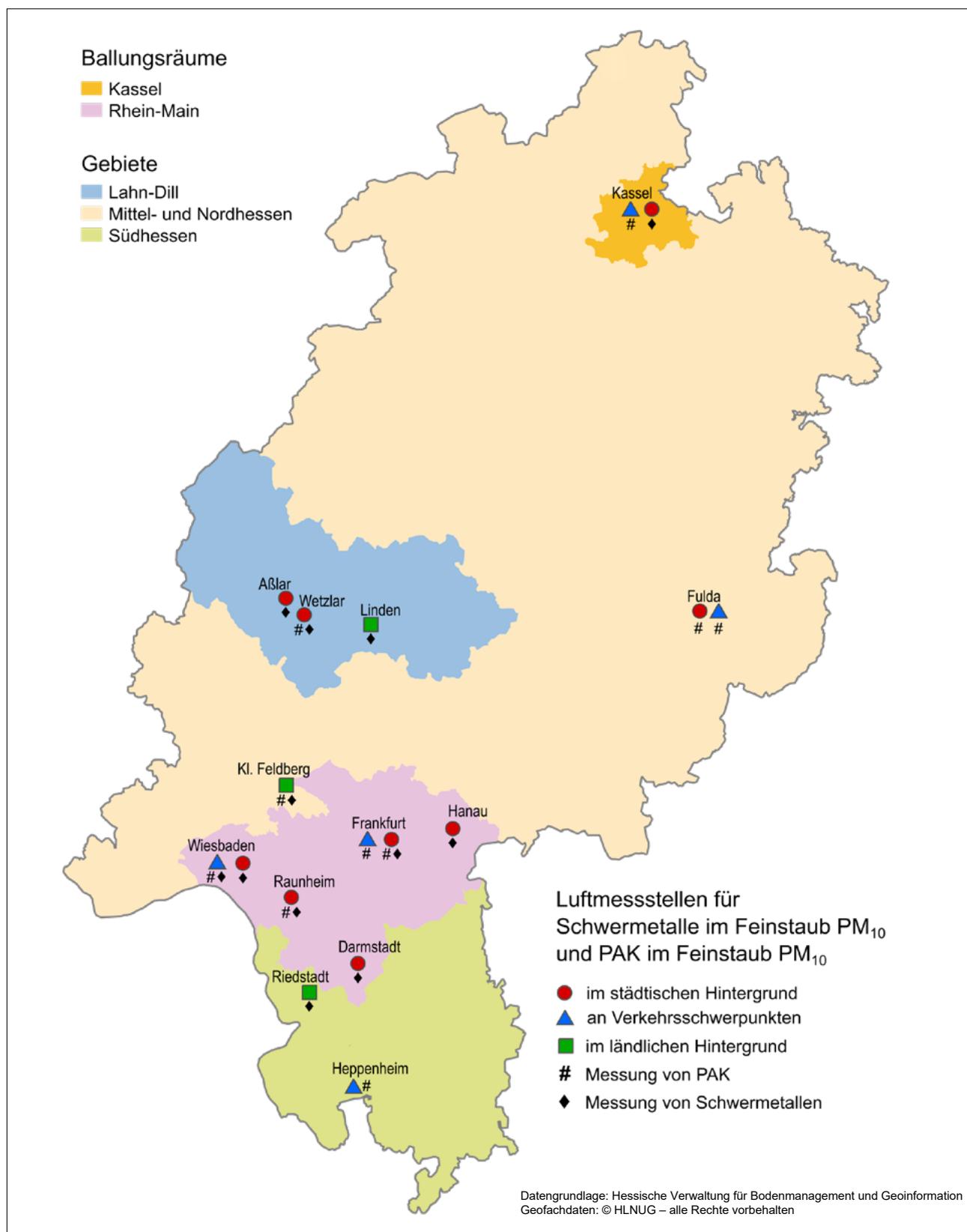
## 12.2 Kartenübersicht



**Abb. 22:** 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 BTEX betrieben werden (Stand 2022)



**Abb. 23:** Luftmessstellen mit NO<sub>2</sub>-Passivsammlern (Stand 2022). In einzelnen Städten werden mehrere Passivsammler eingesetzt, Details sind der Tabelle zur Geräteausstattung der Luftmessstellen zu entnehmen.



**Abb. 24:** Hessisches Messnetz zur Erfassung von Schwermetallen sowie von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) im Feinstaub PM<sub>10</sub> (Stand 2022). 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.

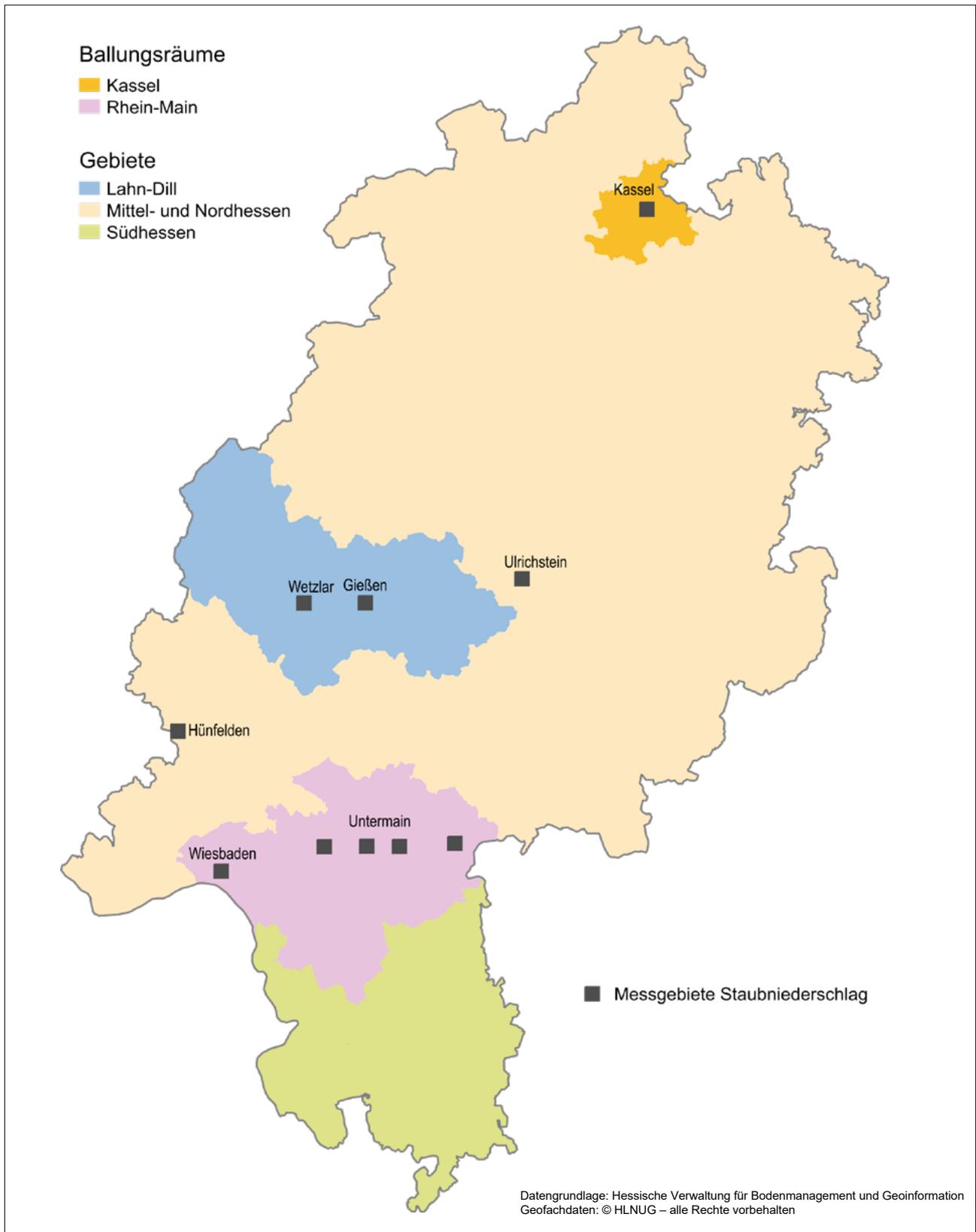


Abb. 25: Messgebiete zur Erfassung des Staubniederschlags in Hessen (Stand 2022)

## Publikation der Messergebnisse

- Messnetzberichte (Lufthygienischer Tages-, Monatskurz-, Monats-, Jahreskurz- und Jahresbericht) im Internet: <https://www.hlnug.de/themen/luft/luftqualitaet/luftmessnetz/messnetzberichte>
- Messdaten im Internet: <https://www.hlnug.de/messwerte/datenportal/luftmessnetz>
- 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) in der Fassung vom 18. August 2021 (GMBL 2021 Nr. 48 - 54, S. 1050)
- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz, BImSchG) in der Fassung vom 19. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1792).



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

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

