



Lufthygienischer Jahresbericht 2023



Lufthygienischer Jahresbericht 2023

Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Überwachung der Luftqualität in Hessen
 - 2.1 Kontinuierliche Messungen
 - 2.2 Diskontinuierliche Messungen mittels Passivsammler
 - 2.3 Schwermetalle im Feinstaub PM₁₀
 - 2.4 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feinstaub PM₁₀
 - 2.5 Indikator für die durchschnittliche Exposition von Feinstaub PM_{2,5} (AEI)
 - 2.6 Messprogramm für den Staubniederschlag und seine Inhaltsstoffe
 - 2.7 Messprogramm für ultrafeine Partikel
- 3 Immissionswerte nach 39. BImSchV, TA Luft und Luftgüteleitlinien der WHO
 - 3.1 Grenz-, Ziel- und Schwellenwerte sowie kritische Werte nach 39. BImSchV
 - 3.2 Immissionswerte nach TA Luft
 - 3.3 Immissionsrichtwerte nach Luftgüteleitlinien der WHO
- 4 Witterung
- 5 Stickstoffdioxid (NO₂), Stickoxide (NO_x) und Stickstoffmonoxid (NO)
 - 5.1 Kenngrößen
 - 5.2 Immissionsbeurteilung
- 6 Ozon (O₃)
 - 6.1 Kenngrößen
 - 6.2 Immissionsbeurteilung
- 7 Benzol, Toluol, Ethylbenzol, o-/m-/p-Xylol (BTEX)
 - 7.1 Kenngrößen
 - 7.2 Immissionsbeurteilung
- 8 Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO)
 - 8.1 Kenngrößen
 - 8.2 Immissionsbeurteilung
- 9 Partikel
 - 9.1 Feinstaub PM₁₀, Feinstaub PM_{2,5} sowie Ruß
 - 9.2 Inhaltsstoffe im Feinstaub PM₁₀: Schwermetalle
 - 9.3 Inhaltsstoffe im Feinstaub PM₁₀: PAK
 - 9.4 Staubniederschlag
 - 9.5 Ultrafeine Partikel (UFP)
- 10 Interessantes aus dem Berichtsjahr
 - 10.1 Ringversuch Feinstaub PM₁₀/PM_{2,5}
 - 10.2 Messnetz im Wandel
- 11 Qualitätssicherung
- 12 Details zu den Luftmessstellen und -gebieten
 - 12.1 Tabellarische Übersicht
 - 12.2 Kartenübersicht



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.

Auf europäischer Ebene definieren Luftqualitätsrichtlinien Anforderungen an die Beurteilung der Luftqualität und die Luftreinhalteplanung. Diese Vorgaben sind in nationales Recht umzusetzen. Rechtliche Grundlage der Luftreinhaltung in Deutschland ist deshalb das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). 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 Staubniederschlag 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 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.

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 2023. Er enthält die Darstellung der wichtigsten Kenngrößen zur Immissionsbeurteilung. Des Weiteren werden die Ergebnisse aus den Messprogrammen für Feinstaub PM₁₀ und seinen Inhaltsstoffen, dem Messprogramm für ultrafeine Partikel sowie dem Messprogramm zum Staubbiederschlag und seinen Inhaltsstoffen berichtet. Darüber hinaus wird über den internationalen Ringversuch zur Messung von Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5}, der 2023 beim HLNUG stattfand, informiert. Abgerundet wird die Berichterstattung mit einem Blick auf die Veränderungen des Messnetzes im Wandel der Zeit.

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 geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um zukünftig wieder eine Unterschreitung der Grenzwerte zu erreichen. Diese werden in so genannten Luftreinhalteplänen festgesetzt.

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 Weltgesundheitsorganisation (WHO) 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 Überarbeitung der europäischen Luftqualitätsrichtlinie berücksichtigt wurden, finden im HLNUG bereits 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>. Zur neuen Luftqualitätsrichtlinie hat das Europäische Parlament im April 2024 eine vorläufige politische Zustimmung abgegeben. Die formale Zustimmung durch das Europäische Parlament und den Rat der EU wird im vierten Quartal 2024 erwartet.

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 Laborraum mit gleichbleibender Innentemperatur und Luftfeuchtigkeit 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 PM₁₀ und Feinstaub PM_{2,5} erfasst werden. Nach der gravimetrischen Bestimmung der Feinstaubmasse können im Labor weitere Analysen der Inhaltsstoffe stattfinden. Auch bei der Staubniederschlagsmessung, bei der sich Staub in Sammelgefäßen ablagert, werden nachfolgend Laboranalysen zur Bestimmung der Inhaltsstoffe des Staubniederschlags durchgeführt. Ein weiteres diskontinuierliches Messverfahren stellt der Einsatz von Passivsammlern dar. Hierbei diffundiert die Luft an ein Sorbens (z. B. Aktivkohle). Im Anschluss findet im Labor eine chemische Analyse des Schadstoffgehalts statt. Diese Vorgehensweise eignet sich für die Bestimmung von gasförmigen Luftschadstoffen wie Stickstoffdioxid (NO₂) sowie Benzol, Toluol, Ethylbenzol, o-Xylol und m-/p-Xylol (BTEX).

Detaillierte Informationen sowie Kartendarstellungen zu den einzelnen Messstellen und Messgebieten (Staubniederschlag) 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

Kontinuierliche Messungen werden an Messstationen im städtischen Hintergrund, im ländlichen Hintergrund und an Verkehrsschwerpunkten durchgeführt. Für insgesamt 35 kontinuierliche Immissionsmessstationen lagen im Jahr 2023 genügend Daten für eine auf das Kalenderjahr bezogene Immissionsbeurteilung vor. Im Laufe des Jahres wurden die temporären Messungen an 2 Stationen im städtischen Hintergrund eingestellt. Auch die Messungen an der Station Bad Arolsen (im ländlichen Hintergrund) wurden beendet. Für die neu installierte Messstation Offenbach Wetterpark stehen erst ab Dezember 2023 Daten zur Verfügung.

Die Luftmessstationen sind zur Erfassung folgender Komponenten ausgerüstet: Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂), Benzol, Toluol, Ethylbenzol, o-

Xylol und m-/p-Xylol (BTEX), Ozon (O₃), Feinstaub PM₁₀, Feinstaub PM_{2,5}, ultrafeine Partikel (UFP) und Ruß.

Zusätzlich sind einige Messstationen zur Erfassung meteorologischer Parameter ausgelegt. Diese 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 Passivsammlerverfahren, als verlässliche Methode für die Erhebung der mittleren Konzentration von Stickstoffdioxid (NO₂), 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 NO₂-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 PM₁₀

Zur Erfassung der Schwermetallbelastung im Feinstaub PM₁₀ führt das HLNUG Messungen mit diskontinuierlichen Verfahren durch. Im Jahr 2023 wurden an insgesamt 16 Messstellen Staubprobensammler betrieben. 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 PM₁₀-Messwerte für die Beurteilung der PM₁₀-Belastung nicht mit herangezogen und daher auch nicht in diesem Bericht aufgeführt. Nur die Messstellen Wetzlar Im Köhlersgarten und Aßlar Klein-Altenstädten weisen eine vollständige Abdeckung eines Jahreskollektives auf und erlauben damit die Beurteilung bezüglich der Einhaltung der PM₁₀-Grenzwerte. Die Ergebnisse dieser beiden Messstellen werden im Kapitel „Feinstaub PM₁₀, Feinstaub PM_{2,5} sowie Ruß“ dokumentiert.

Die Schwermetallkonzentration im Feinstaub PM₁₀ wird auf Basis der Analyse von 60 Proben pro Jahr und Messstelle ermittelt, dabei wird eine gleichmäßige Verteilung der Probenahmetage über die Wochentage und das Jahr festgelegt. Die Probenanzahl reicht für die Beurteilung der Schwermetallbelastung aus, da für die genannten Komponenten die in der 39. BImSchV jeweils vorgeschriebenen unteren Beurteilungsschwellen

unterschriften werden. Auch hier weisen die Messstellen Wetzlar Im Köhlersgarten und Aßlar Klein-Altenstädten eine Besonderheit auf. Hier erfolgt eine tägliche Probenahme und eine anschließende Bestimmung der Konzentration aus Wochenmischproben.

2.4 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feinstaub PM₁₀

Nach der 39. BImSchV sind bestimmte polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) als Bestandteile der PM₁₀-Fraktion zu erfassen. Im hessischen PAK-Messprogramm wurden deshalb im Jahr 2023 an 10 Messstellen in einem diskontinuierlichen Verfahren Proben zur Analyse dieser PAK genommen. Zur Probenahme wird Umgebungsluft durch einen Filter gesaugt, wobei sich die in der Luft enthaltenen Partikel auf dem Filter abscheiden. Die Staubproben werden im Labor auf PAK analysiert. Die Messungen der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzo[a]pyren (BaP), Benzo[a]anthracen (BaA), Benzo[b,j,k]fluoranthren (B[b+j+k]F), Dibenzo[a,h]anthracen (DBA) und Indeno[1,2,3-cd]pyren (INP) erfolgen demnach als Bestandteile der PM₁₀-Staubfraktion. Benzo[a]pyren dient als Leitkomponente für die Immissionsbelastung durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Deshalb wurde für diese Komponente in der 39. BImSchV ein Zielwert festgelegt.

2.5 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 lufthygienesches 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 µg/m³. 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 µg/m³ nicht mehr überschreiten. Als Beitrag Hessens an der Ermittlung des AEI werden Messungen an 3 Stationen durchgeführt. Die Daten werden dort mit dem gravimetrischen Referenzmessverfahren (DIN EN 12341) erfasst.

2.6 Messprogramm für den Staubbiederschlag und seine Inhaltsstoffe

Als Staubbiederschlag (Deposition) wird die Gesamtablagerung von Stoffen bezeichnet, die als trockene oder nasse Deposition aus der Atmosphäre auf Oberflächen wie Böden, Pflanzen, Gebäude oder Gewässer gelangt. Mit dem Bergerhoff-Verfahren wird die Gesamtdosition des Staubbiederschlags messpunktbezogen ermittelt. Monatlich wird zunächst die Masse des Staubbiederschlags erfasst. Dieser wird im Labor zusätzlich auf seine Inhaltsstoffe analysiert. Für die Inhaltsstoffanalysen werden jeweils 6 Monate zu Halbjahresmischproben zusammengefasst. Das Komponentenspektrum umfasst Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kobalt, Eisen, Nickel, Vanadium, Kupfer, Mangan, Thallium und Zink. Im Jahr 2023 wurde der Staubbiederschlag in 8 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 Immissionssituation 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 PM₁₀ oder PM_{2,5} 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 – 2 000 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 Größenbereich 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 bisher 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 ₂)	Stunde	350 µg/m ³ dürfen nicht öfter als 24-mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	
	Tag	125 µg/m ³ dürfen nicht öfter als 3-mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	
	Kalenderjahr	20 µg/m ³	Vegetation	kritischer Wert, emissionsfern ¹⁾
	Winterhalbjahr (01.10.–31.03.)	20 µg/m ³	Vegetation	kritischer Wert, emissionsfern ¹⁾
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Stunde	200 µg/m ³ dürfen nicht öfter als 18-mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	
	Kalenderjahr	40 µg/m ³	Gesundheit	
Stickstoffoxide (NO _x)	Kalenderjahr	30 µg/m ³	Vegetation	kritischer Wert, emissionsfern ¹⁾
Feinstaub PM ₁₀	Tag	50 µg/m ³ dürfen nicht öfter als 35-mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gesundheit	
	Kalenderjahr	40 µg/m ³	Gesundheit	
Feinstaub PM _{2,5}	Kalenderjahr	25 µg/m ³	Gesundheit	
Benzol (C ₆ H ₆)	Kalenderjahr	5 µg/m ³	Gesundheit	
Kohlenmonoxid (CO)	höchster Achtstundenmittelwert pro Tag	10 mg/m ³	Gesundheit	
Ozon (O ₃)	Stunde	180 µg/m ³	Gesundheit	Informationsschwelle
	Stunde	240 µg/m ³	Gesundheit	Alarmschwelle
	höchster Achtstundenmittelwert pro Tag	120 µg/m ³ dürfen an höchstens 25 Tagen im Kalenderjahr überschritten werden, gemittelt über 3 Jahre	Gesundheit	Zielwert
	AOT40	18 000 µg/m ³ ·h, gemittelt über 5 Jahre	Vegetation	Zielwert
Blei ²⁾	Kalenderjahr	0,5 µg/m ³	Gesundheit	Grenzwert
Arsen ²⁾	Kalenderjahr	6 ng/m ³	Gesundheit, Umwelt	Zielwert
Cadmium ²⁾	Kalenderjahr	5 ng/m ³	Gesundheit, Umwelt	Zielwert
Nickel ²⁾	Kalenderjahr	20 ng/m ³	Gesundheit, Umwelt	Zielwert
Benzo[a]pyren ³⁾	Kalenderjahr	1 ng/m ³	Gesundheit, Umwelt	Zielwert

Abkürzung:

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

Erläuterung:

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

²⁾ als Gesamtgehalt in der PM₁₀-Fraktion

³⁾ als Marker für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

NO_x: NO + NO₂ (als NO₂)

PM₁₀: Feinstaub (Particulate Matter), Durchmesser < 10 µm **PM_{2,5}**: 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 ² ×d	Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag
Arsen	Kalenderjahr	4 µg/m ² ×d	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich der Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen
Blei	Kalenderjahr	100 µg/m ² ×d	
Cadmium	Kalenderjahr	2 µg/m ² ×d	
Nickel	Kalenderjahr	15 µg/m ² ×d	
Thallium	Kalenderjahr	2 µg/m ² ×d	
Quecksilber	Kalenderjahr	1 µg/m ² ×d	

3.3 Immissionsrichtwerte nach Luftgüteleitlinien der WHO

Tab. 3: Richtwerte und Interim Targets der WHO für PM_{2,5}, PM₁₀, O₃, NO₂, SO₂ und CO

Komponente	Einheit	Mittelungszeit- raum	WHO Interim Target				WHO Richtwert
			1	2	3	4	
Feinstaub PM _{2,5}	µg/m ³	Kalenderjahr	35	25	15	10	5
		Tag ¹⁾	75	50	37,5	25	15
Feinstaub PM ₁₀	µg/m ³	Kalenderjahr	70	50	30	20	15
		Tag ¹⁾	150	100	75	50	45
Ozon (O ₃)	µg/m ³	Peak Season ²⁾	100	70	-	-	60

		max. tägl. Achtstundennmittel ¹⁾	160	120	-	-	100
Stickstoffdioxid (NO ₂)	µg/m ³	Kalenderjahr	40	30	20	-	10
	µg/m ³	Tag ¹⁾	120	50	-	-	25
	µg/m ³	Stunde	-	-	-	-	200
Schwefeldioxid (SO ₂)	µg /m ³	Tag ¹⁾	125	50	-	-	40
Kohlenmonoxid (CO)	mg/m ³	Tag ¹⁾	7	-	-	-	4
		max. tägl. Achtstundennmittel	-	-	-	-	10
		Stunde	-	-	-	-	35

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

²⁾ Mittelwert des täglichen maximalen Achtstundennmittels von Ozon innerhalb der sechs aufeinander folgenden Monate mit der höchsten Ozonkonzentration (hier: April bis September)

4 Witterung

In diesem Kapitel stellen wir Witterungsdaten aus dem Jahr 2023 dar, die zur aktuellen Referenzperiode 1991-2020 in Bezug gesetzt werden. Dies ermöglicht Vergleiche mit den gegenwärtigen 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 2023 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 das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen (1881) und hat sogar das Jahr 2022 auf den zweiten Platz der Rangliste verwiesen. Der Jahresbeginn 2023 zeichnete sich durch sehr wechselhaftes und windiges Wetter mit milden Temperaturen aus. Nach einer kühleren Periode im Frühjahr stiegen die Temperaturen ab Juni wieder auf ein Niveau an, welches deutlich über dem der Referenzperiode lag. Während es im Juli und in der ersten Augushälfte, verbunden mit zahlreichen Niederschlägen, zu einer leichten Abkühlung kam, erreichten die Temperaturen anschließend nochmals Spitzenwerte. Es folgte der wärmste September seit Beginn der Aufzeichnungen. Auch im weiteren Jahresverlauf lagen die Temperaturen durchschnittlich höher als in der Vergleichsperiode und das Jahr endete, wie es begonnen hatte, mit milden Temperaturen und wechselhaft windigem Wetter.

Den Niederschlagsverhältnissen nach war das Jahr 2023 deutlich zu nass. Während das Vorjahr zu trocken war, häuften sich 2023 ergiebige Niederschläge zu einem landesweiten Mittelwert von über 900 l/m³. Die Menge lag damit deutlich über dem Wert von durchschnittlich rund 760 l/m³ in der Referenzperiode. Auffällig war im Jahr 2023 jedoch, dass trotz der überdurchschnittlichen Niederschlagsmenge insgesamt im Jahresverlauf auch zwei sehr ausgeprägte Trockenphasen, nämlich im Mai und Juni sowie von Anfang September bis Mitte Oktober, auftraten. Diese zwei Trockenphasen wurden von einem sehr nassen Juli und August unterbrochen, im August fiel fast das doppelte der durchschnittlichen Niederschlagsmenge. Auch von Mitte Oktober bis zum Jahresausgang war es wieder überdurchschnittlich nass.

Trotz der hohen Niederschlagsmengen konnten im Jahr 2023 überdurchschnittlich viele Sonnenstunden verzeichnet werden. Dies ist vor allem auf zwei Monate zurückzuführen: Im September gab es seit Beginn der Aufzeichnungen (1951) nur in einem Jahr mehr Sonnenstunden als 2023, der Juni präsentierte sich sogar als der sonnigste Juni seit Aufzeichnungsbeginn.

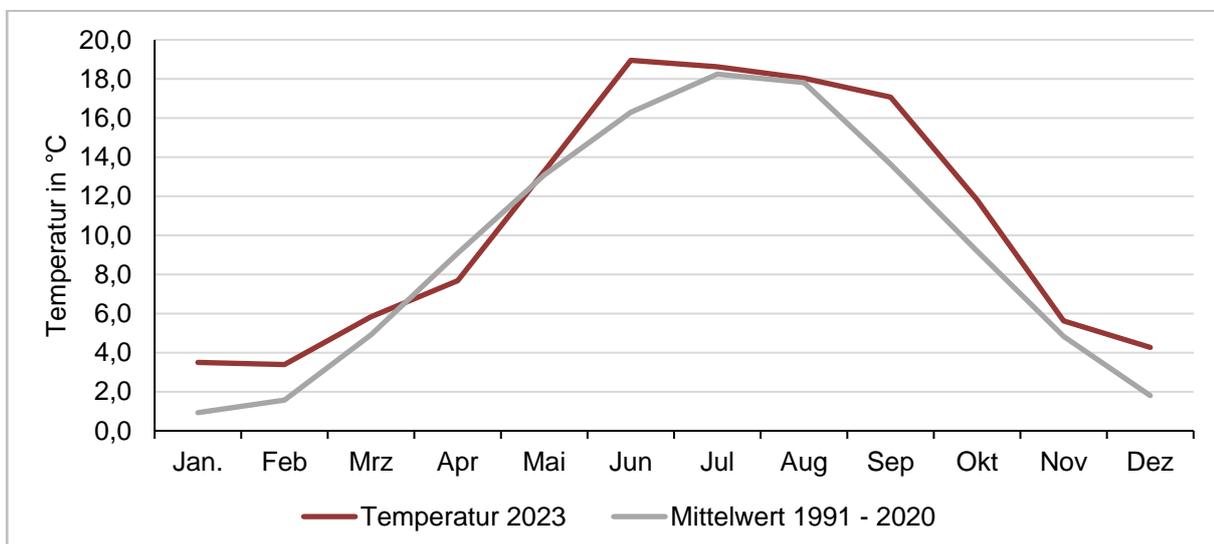


Abb. 1: Temperatur in Hessen, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

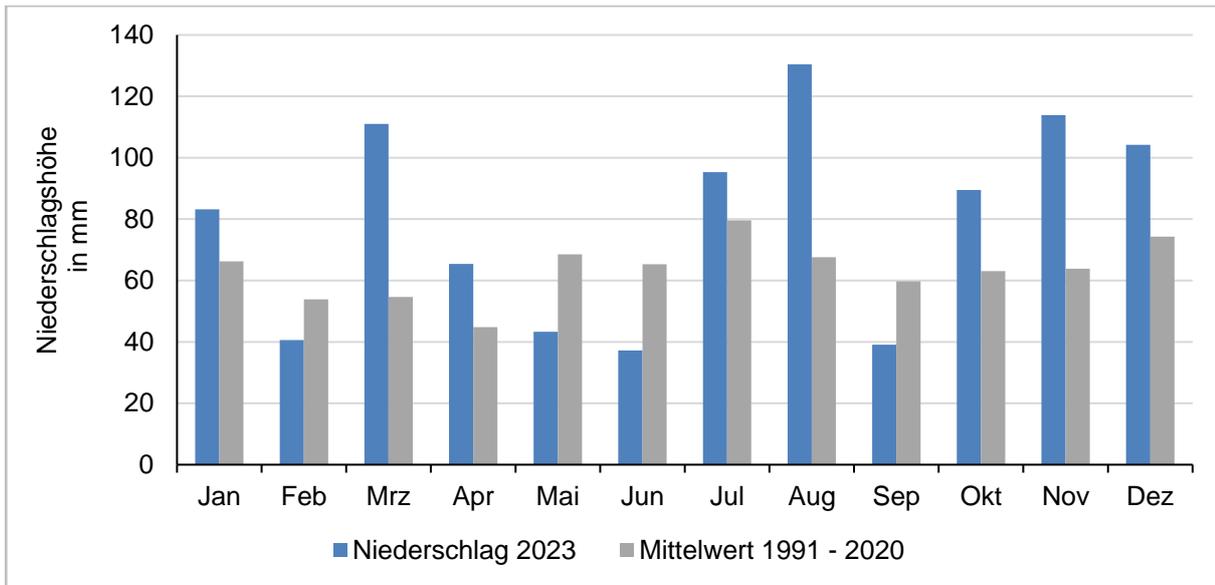


Abb. 2: Niederschlagshöhe in Hessen, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

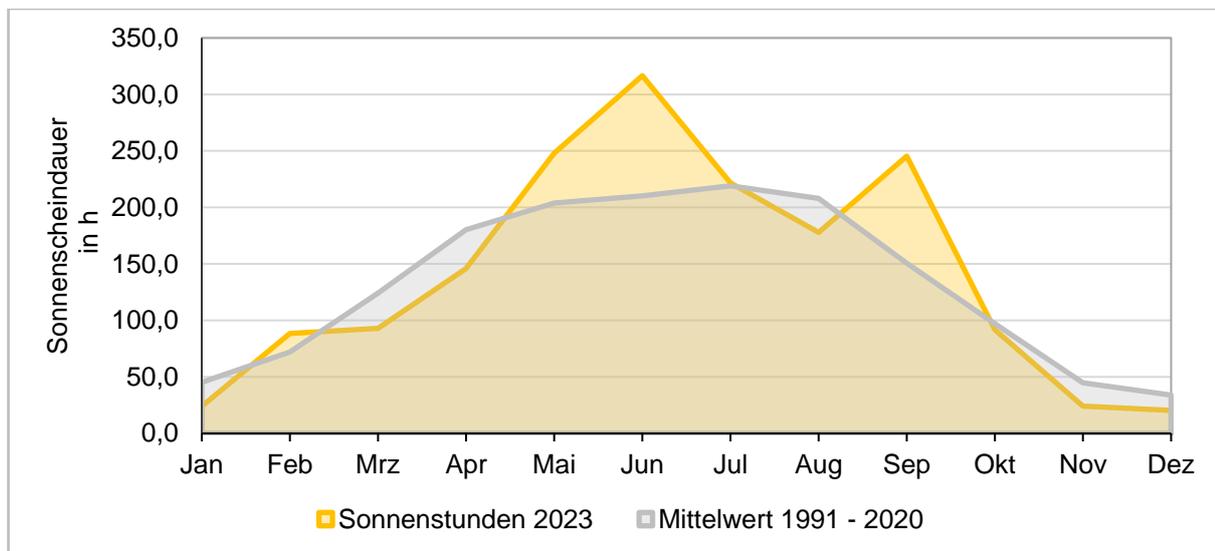


Abb. 3: Sonnenscheindauer in Hessen, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

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

5.1 Kenngrößen

Tab. 4: Einhaltung/Überschreitung der Grenzwerte im Jahr 2023 für NO₂ und NO_x sowie Jahresmittelwerte für NO

Komponente	Stickstoffdioxid (NO ₂)			Stickoxide (NO _x)	Stickstoffmonoxid (NO)
	µg/m ³			µg/m ³	µg/m ³
Einheit	Stunde	Kalenderjahr	Stunde	Kalenderjahr	Kalenderjahr
Mittelungszeitraum	Stunde	Kalenderjahr	Stunde	Kalenderjahr	Kalenderjahr
Grenzwert	200	40		30 ¹⁾	
Zulässige Überschreitungen/Jahr	18				
	Anzahl	Wert	max. Wert	Wert	Wert
Bebra	0	10,1	52,8	13,7	2,4
Bensheim Nibelungenstraße		26,3			
Burg Herzberg	0	4,2	44,7	4,5	0,4
Darmstadt	0	12,8	72,5	15,1	1,7
Darmstadt Heinrichstraße		25,7			
Darmstadt Hügelstraße	0	20,3	99,4	35,4	9,9
Darmstadt Hügelstraße I		36,5			
Frankfurt Am Erlenbruch I		29,3			
Frankfurt Am Erlenbruch II		28,9			
Frankfurt Battonnstraße		31,7			
Frankfurt Friedberger Landstraße	0	25,8	115,0	43,0	11,2
Frankfurt Hochstraße		30,6			
Frankfurt-Höchst	0	27,6	96,1	48,4	13,6
Frankfurt Kasinostraße		30,2			
Frankfurt-Lerchesberg		10,9			
Frankfurt Mainkai		27,6			
Frankfurt Mainzer Landstraße		34,5			
Frankfurt Ost	0	19,8	87,2	29,0	6,0
Frankfurt-Riederwald		15,2			
Frankfurt-Schwanheim	0	14,8	59,7	19,2	3,1
Fulda Petersberger Straße	0	24,1	78,8	51,1	17,6
Fulda Zentral	0	12,4	54,9	16,6	2,8
Fürth/Odenwald	0	4,6	28,2	4,8	0,4
Gießen Johannette-Lein-Gasse		17,4			
Gießen Westanlage	0	28,3	89,8	60,4	20,9
Hanau	0	15,2	77,7	19,5	2,9
Heppenheim Lehrstraße	0	19,0	77,6	35,1	10,5
Kassel Fünffensterstraße	0	26,5	83,6	52,6	17,0
Kassel Mitte	0	13,7	63,3	17,0	2,2
Kellerwald	0	3,5	37,0	3,6	0,5
Kleiner Feldberg	0	3,9	39,0	3,9	0,4
Limburg	0	16,7	111,6	27,4	7,1
Limburg Eschhöfer Weg		23,8			
Limburg Frankfurter Straße		26,6			
Limburg Grabenstraße		23,2			
Limburg Schiede	0	29,4	122,9	70,5	26,8
Limburg Schiede I		37,1			
Limburg Schiede II		25,5			
Linden	0	10,0	57,4	12,2	1,6

Komponente	Stickstoffdioxid (NO ₂)			Stickoxide (NO _x)	Stickstoffmonoxid (NO)
	µg/m ³			µg/m ³	µg/m ³
Mittelungszeitraum	Stunde	Kalenderjahr	Stunde	Kalenderjahr	Kalenderjahr
Grenzwert	200	40		30 ¹⁾	
Zulässige Überschreitungen/Jahr	18				
	Anzahl	Wert	max. Wert	Wert	Wert
Marburg	0	15,5	72,6	20,5	3,3
Marburg Bahnhofstraße		27,5			
Marburg Universitätsstraße	1	22,1	294,6	37,1	9,8
Marburg Universitätsstraße I		23,4			
Michelstadt	0	11,7	64,5	17,4	3,8
Neu-Isenburg Frankfurter Straße I		26,0			
Neu-Isenburg Frankfurter Straße II		20,7			
Neu-Isenburg Frankfurter Straße III		22,3			
Offenbach Mainstraße		30,1			
Offenbach Untere Grenzstraße	0	23,2	93,3	43,4	13,2
Offenbach Untere Grenzstraße I		28,3			
Raunheim	0	16,8	79,1	24,2	4,9
Riedstadt	0	10,3	57,6	12,0	1,3
Rüsselsheim Rugby-Ring		26,0			
Spessart	0	3,9	26,4	4,1	0,4
Wasserkuppe	0	2,9	29,3	3,2	0,4
Wetzlar	0	18,8	77,5	33,3	9,5
Wetzlar Linsenbergstraße		13,7			
Wiesbaden Ringkirche	0	28,6	136,1	56,5	18,2
Wiesbaden Schiersteiner Straße	0	30,5	93,0	64,7	22,3
Wiesbaden Süd	0	16,7	73,3	22,5	3,8
Witzenhausen/Wald	0	3,8	39,1	3,9	0,4
Zierenberg	0	4,6	82,4	4,8	0,4

Erläuterungen:

¹⁾ „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

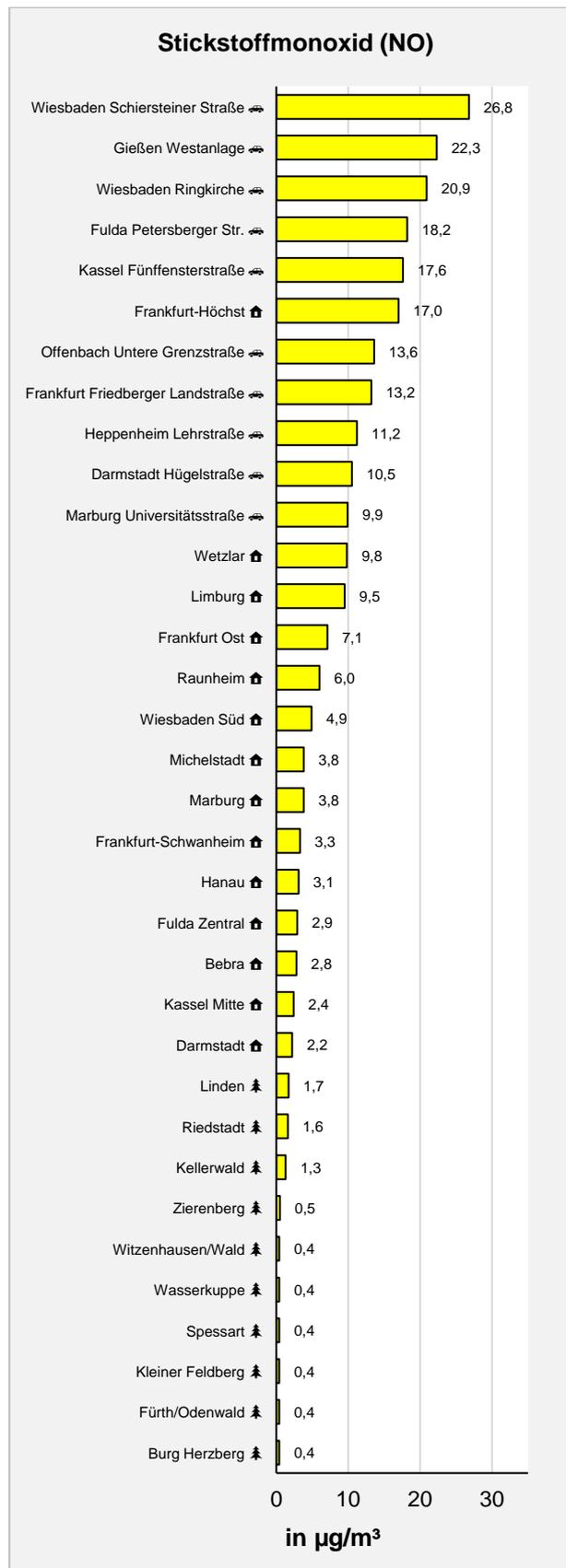
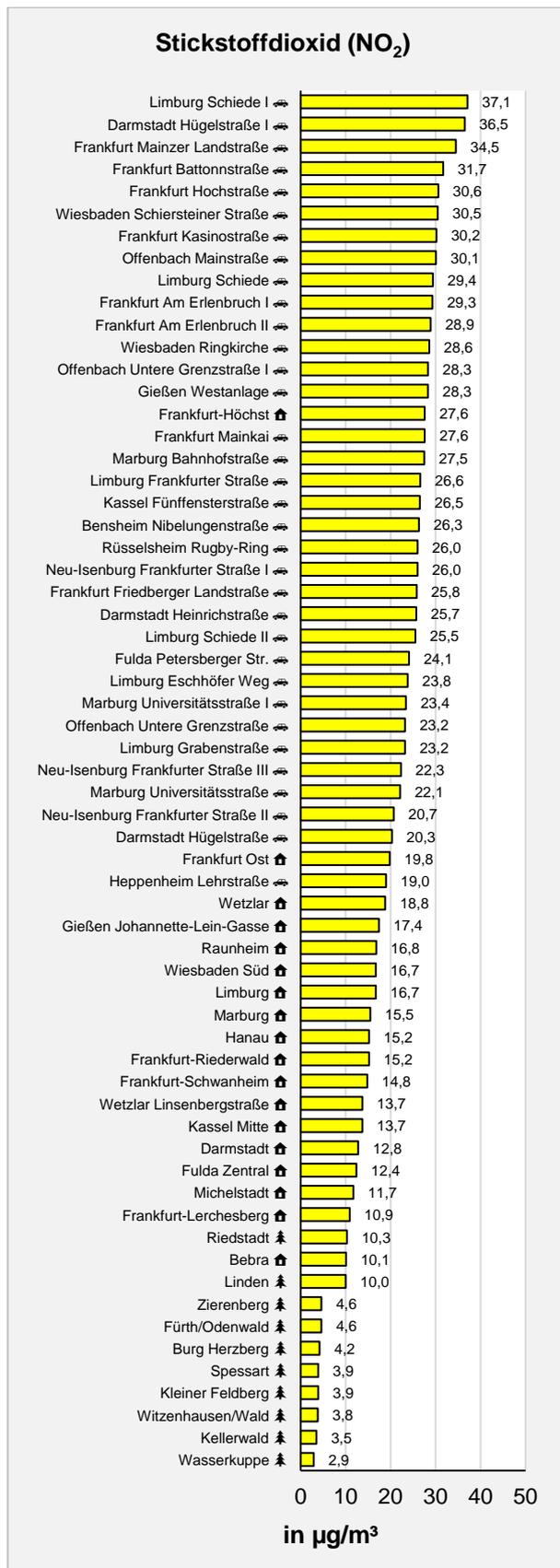


Abb. 4: Jahresmittelwerte 2023, Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid (absteigend sortiert)

Erläuterungen:

Darstellung von Grenzwertüberschreitungen (39. BImSchV) als rote Balken

🏠 Luftmessstellen im städtischen Hintergrund 🌲 Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund

🚗 Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten

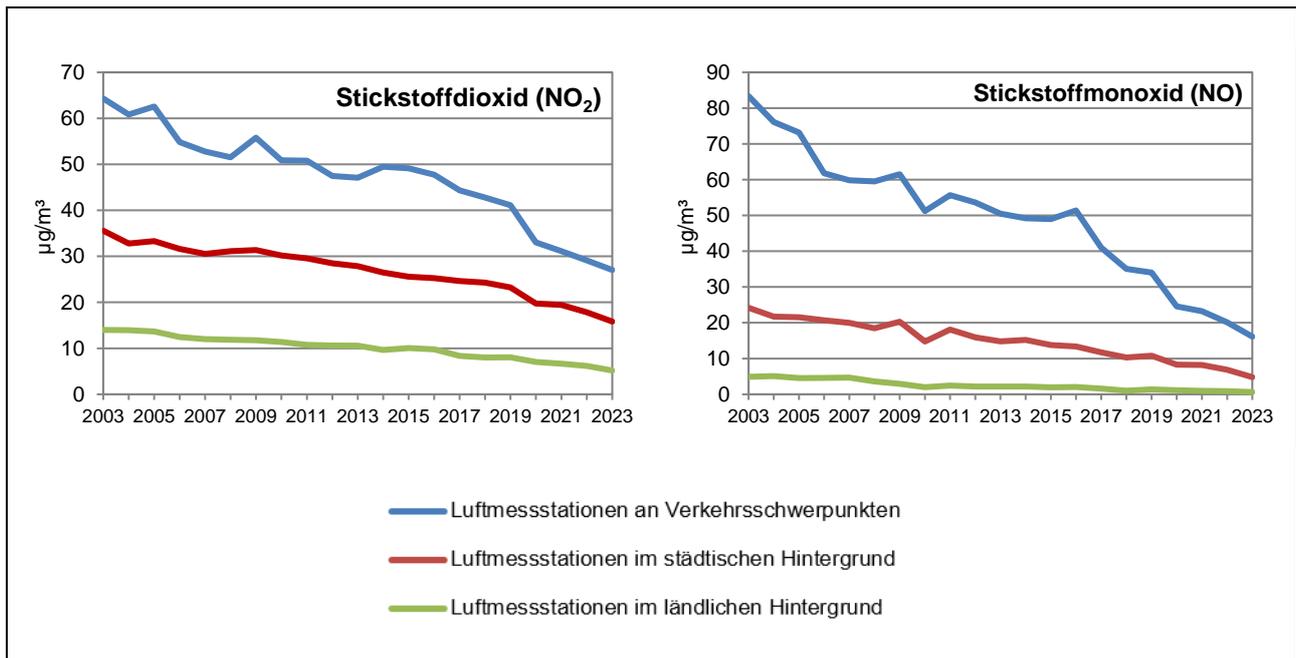


Abb. 5: Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2003–2023 an Messstellen für Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid. Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Luftmessstellen gleichen Charakters (Verkehrsschwerpunkte, städtischer Hintergrund, ländlicher Hintergrund) 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 NO₂ 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 NO₂ belastet. Der NO₂-Wert für das Jahresmittel beträgt dort nur rund ein Achtel des an verkehrsbezogenen Messstellen erfassten Jahresmittelwerts.

Die Grenzwerte für Stickstoffdioxid wurden in ganz Hessen auch im Jahr 2023 eingehalten, dies war das dritte Jahr in Folge. An der Messstelle Limburg Schiede I wurde mit 37,1 µg/m³ der höchste Jahresmittelwert erfasst. Die NO₂-Stundenwerte lagen deutlich unter 200 µg/m³, nur an der Messstation Marburg Universitätsstraße kam es mit 294,6 µg/m³ zu 1 Überschreitung. Zulässig wäre eine Anzahl von 18 Überschreitungen dieses Schwellenwerts. Der Kurzzeitgrenzwert wird demnach zuverlässig eingehalten.

Die Messdaten belegen, dass die konsequente Luftreinhalteplanung Erfolge zeigt. Doch 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/m³ formuliert wird, im Jahr 2023 in Hessen bis auf eine Ausnahme problemlos erreicht. Die Empfehlungen für den Tagesmittelwert wurden jedoch von 74 % der hessischen Messstellen für NO₂ überschritten. Die Einhaltung des zum Schutz der Gesundheit empfohlenen Richtwerts von 10 µg/m³ für das Jahresmittel konnte sogar an 82 % der Messstellen nicht erreicht werden. Selbst das anspruchsvollste Zwischenziel (Interim Target) von 20 µg/m³, das die WHO für den Jahresmittelwert von NO₂ formuliert hat, wurde noch an etwas mehr als der Hälfte der hessischen Messstellen überschritten. Dieser Wert von 20 µg/m³ wird voraussichtlich in der künftigen Luftqualitätsrichtlinie als Grenzwert für den Jahresmittelwert ab dem Jahr 2030 einzuhalten sein. Höhere Werte werden nicht nur die Messstellen mit Verkehrsbezug, sondern auch an

solchen im städtischen Hintergrund erfasst. Es ist deshalb unerlässlich, Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität insbesondere in Städten konsequent fortzuführen.

6 Ozon (O₃)

6.1 Kenngrößen

Tab. 5: Einhaltung/Überschreitung von Ziel- oder Schwellenwerten im Jahr 2023 für O₃ sowie maximale Stunden- und Achtstundenmittelwerte

Komponente	Ozon (O ₃)					
	µg/m ³			µg/m ³ ×h	µg/m ³	
Mittelungszeitraum	Stunde	Stunde	höchster Achtstundenmittelwert pro Tag ¹⁾	AOT40 ²⁾	Stunde	8 Stunden
Ziel-/Schwellenwert	180	240	120	18 000		
Zulässige Überschreitungen/Jahr			25			
Messstelle	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Wert	max. Wert	max. Wert
Bebra	0	0	9	11 596	135,3	131,3
Burg Herzberg	0	0	18	14 201	150,0	137,2
Darmstadt	0	0	15	14 556	168,5	149,6
Frankfurt-Höchst	0	0	11	10 079	168,3	155,3
Frankfurt Ost	0	0	16	13 638	157,9	146,8
Frankfurt-Schwanheim	0	0	18	15 355	173,6	160,5
Fulda Zentral	0	0	10	12 864	149,2	143,6
Fürth/Odenwald	0	0	25	15 348	160,4	150,2
Hanau	0	0	18	15 490	156,2	147,1
Kassel Mitte	0	0	11	12 100	156,6	133,8
Kellerwald	0	0	12	13 240	141,6	132,3
Kleiner Feldberg	1	0	41	19 001	181,4	170,0
Limburg	0	0	14	14 349	167,1	144,1
Linden	0	0	18	15 755	154,7	145,8
Marburg	0	0	15	13 507	155,1	149,1
Michelstadt	0	0	15	16 203	162,4	153,4
Raunheim	0	0	20	16 482	172,6	161,4
Riedstadt	0	0	19	16 779	169,8	159,3
Spessart	0	0	24	17 340	165,4	150,3
Wasserkuppe	0	0	41	21 350	162,2	156,7
Wetzlar	0	0	7	8 213	144,5	139,5
Wiesbaden Süd	0	0	19	15 346	168,6	150,7
Witzenhausen/Wald	0	0	19	14 111	153,5	148,1
Zierenberg	0	0	10	10 678	139,6	130,4

Abkürzungen:

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

Erläuterungen:

¹⁾ Anzahl der Tage (Mittelwert über 3 Jahre: 2021–2023), ersatzweise über mind. 1 Jahr

²⁾ Anzahl der Tage (Mittelwert über 5 Jahre: 2019–2023), ersatzweise über mind. 3 Jahre

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

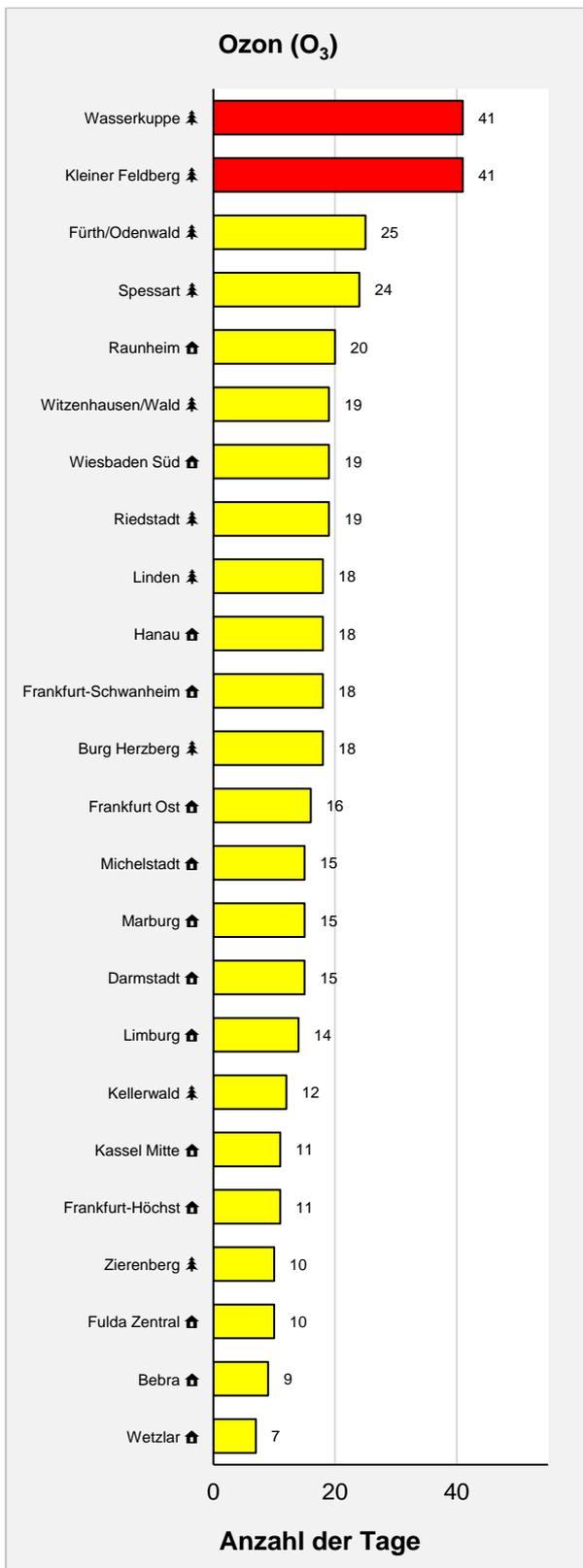


Abb. 6: Anzahl der Tage (Mittelwert über 3 Jahre: 2021–2023), an denen der höchste Achtstundenmittelwert den Wert von 120 µg/m³ überschreitet, 2023, Ozon (absteigend sortiert)

Erläuterungen:

Darstellung von Zielwertüberschreitungen (39. BImSchV) als rote Balken

🏠 Luftmessstellen im städtischen Hintergrund 🌲 Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund

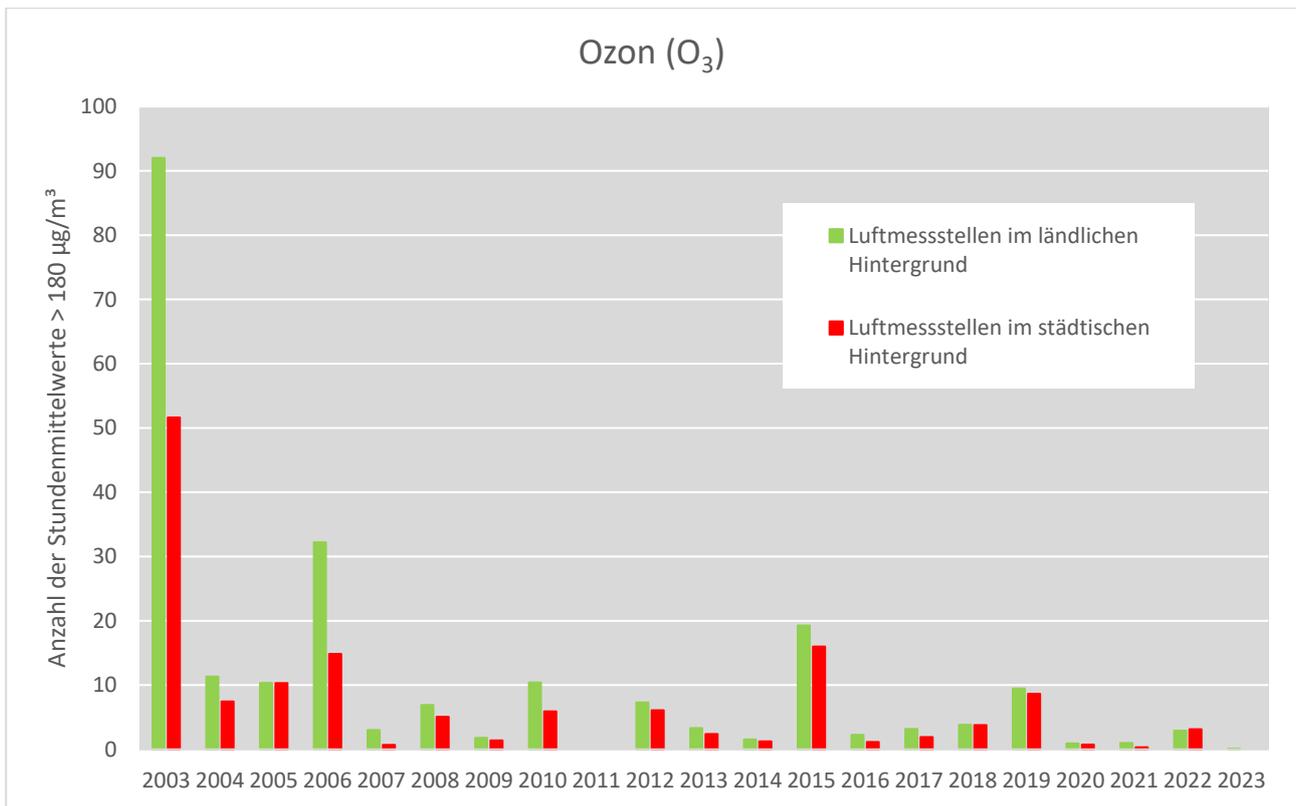


Abb. 7: Zeitreihe der Anzahl der Stundenmittelwerte > 180 µg/m³ pro Jahr als Mittelwert über alle verfügbaren Messstellen gleichen Typs, 2003–2023, Ozon

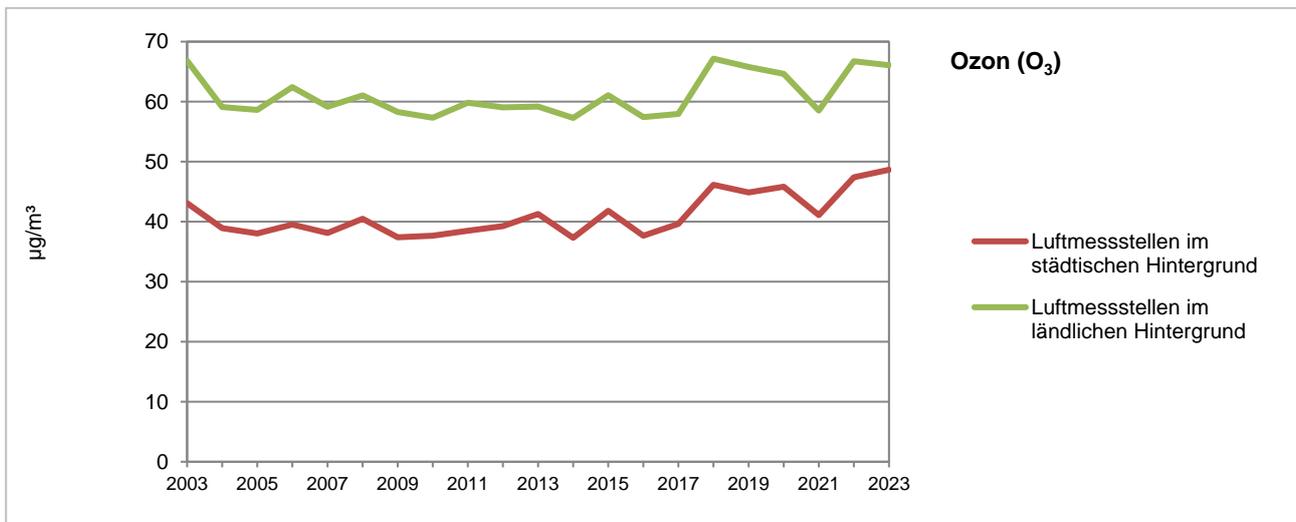


Abb. 8: Zeitreihe der Jahresmittelwerte für Ozon, 2003–2023. Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Luftmessstellen gleichen Charakters (städtischer Hintergrund, ländlicher Hintergrund) in ganz Hessen gebildet. Dabei wurden die Werte aller im jeweiligen Jahr 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 vor allem 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 allem in den Jahren vermehrt hohe Werte, in denen es im Sommer zu langanhaltenden sehr sonnigen und heißen Perioden kommt. Bedingt durch die Höhenlage und dadurch vermehrte UV-Strahlung sowie die dort geringeren Konzentrationen ozonzerstörender Substanzen weisen die Stationen in Mittelgebirgslagen und die Waldstationen typischerweise höhere Ozonwerte auf als die Stationen in Städten.

Im Sommer 2023 gab es mehrere Perioden, geprägt durch hohe Temperaturen und reichlich Sonnenschein. Zwischen diesen trockenen Phasen brachten Juli und August jedoch überdurchschnittliche Mengen Niederschlag mit sich. Dies führte im Jahresmittel betrachtet zu einer ähnlichen Ozonbelastung wie im Vorjahr, jedoch traten deutlich weniger Spitzenwerte auf.

Die höchsten Konzentrationen für Stundenmittelwerte und Achtstundenmittelwerte wurden dementsprechend vor allem im Juni und weiterhin im September – dem wärmsten September seit Beginn der Aufzeichnungen – erfasst.

Allerdings kam es nur einmal zu einer Überschreitung der Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bei deren Überschreitung ein erster Hinweis auf erhöhte Ozonkonzentrationen an die Bevölkerung ergeht. Die Überschreitung trat am 18. Juni an der Messstation Kleiner Feldberg ein, der Stundenmittelwert betrug $181,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (höchster Stundenmittelwert des Jahres). Die definierte Alarmschwelle für Ozon von $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Stundenmittelwert wurde 2023 an keiner Station überschritten.

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 Zehntel der Stationen nicht eingehalten werden. An den Messstationen Wasserkuppe und Kleiner Feldberg kam es jeweils zu 41 Überschreitungstagen. Der höchste Wert für das Achtstundenmittel wurde 2023 an der Station Kleiner Feldberg mit $170,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt.

Die Einhaltung des AOT40-Zielwerts, mit dem ein besserer Schutz der Vegetation erreicht werden soll, wurde lediglich an 2 Messstellen nicht erreicht.

Trotz ausgeprägter Phasen mit hoher Ozonkonzentration im Berichtsjahr setzt sich die Entwicklung fort, dass Spitzenkonzentrationen weniger häufig auftreten, die Jahresmittelwerte aber auf etwa gleichem Niveau bleiben oder sogar leicht ansteigen. 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 2023 sowie Jahresmittelwerte für Toluol, Ethylbenzol, o-Xylol und m-/p-Xylol (BTEX)

Komponente	Benzol	Toluol	Ethylbenzol	o-Xylol	m-/p-Xylol
Einheit	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mittelungszeitraum	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr
Grenzwert	5				
Darmstadt Hügelstraße	0,66	1,46	0,51	0,57	1,10
Frankfurt Friedberger Landstraße	0,85	2,23	0,44	0,55	1,11
Fulda Petersberger Straße	0,79	1,93	0,45	0,49	1,44
Gießen Westanlage	0,85	1,88	0,34	0,42	1,28
Heppenheim Lehrstraße	0,74	1,81	0,22	0,28	0,98
Kassel Fünffensterstraße	1,02	2,79	0,50	0,54	1,55
Limburg	0,56	1,12	0,20	0,19	0,72
Marburg Universitätsstraße	0,66	1,48	0,24	0,29	0,98
Offenbach Untere Grenzstraße	0,72	1,65	0,29	0,34	1,15
Wetzlar	0,55	0,92	0,43	0,49	1,31
Wiesbaden Ringkirche	0,88	2,14	0,41	0,48	1,17

Erlauerungen:

Messstellen im städtischen Hintergrund
 Messstellen an Verkehrsschwerpunkten

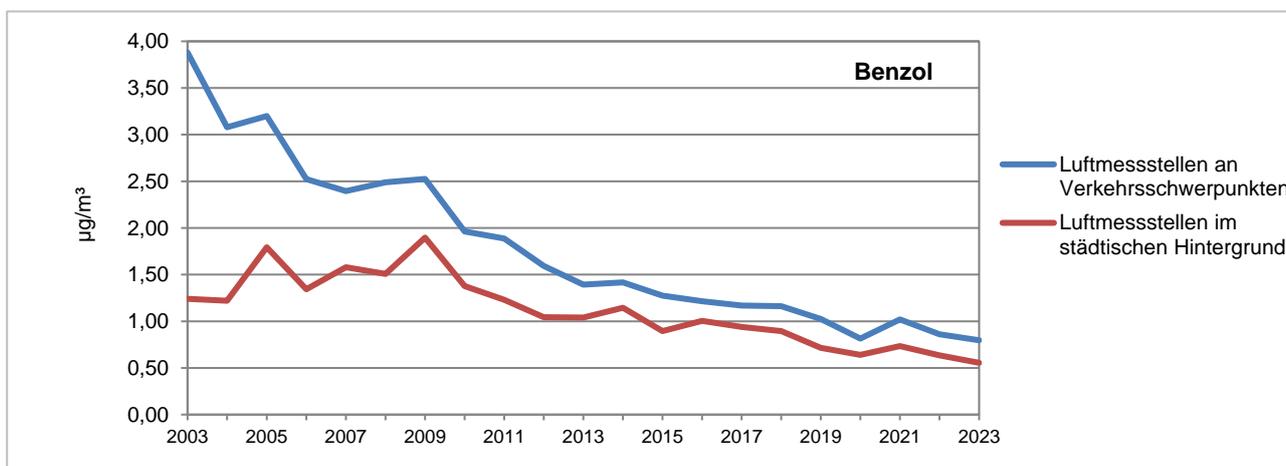


Abb. 9: Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2003–2023 an Messstellen für Benzol. Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Luftmessstellen gleichen Charakters (Verkehrsschwerpunkte, städtischer Hintergrund) in ganz Hessen gebildet. Dabei wurden die Werte aller im jeweiligen Jahr verfügbaren Messstellen, die zur Beurteilung der Luftqualität herangezogen werden, in der Berechnung verwendet.

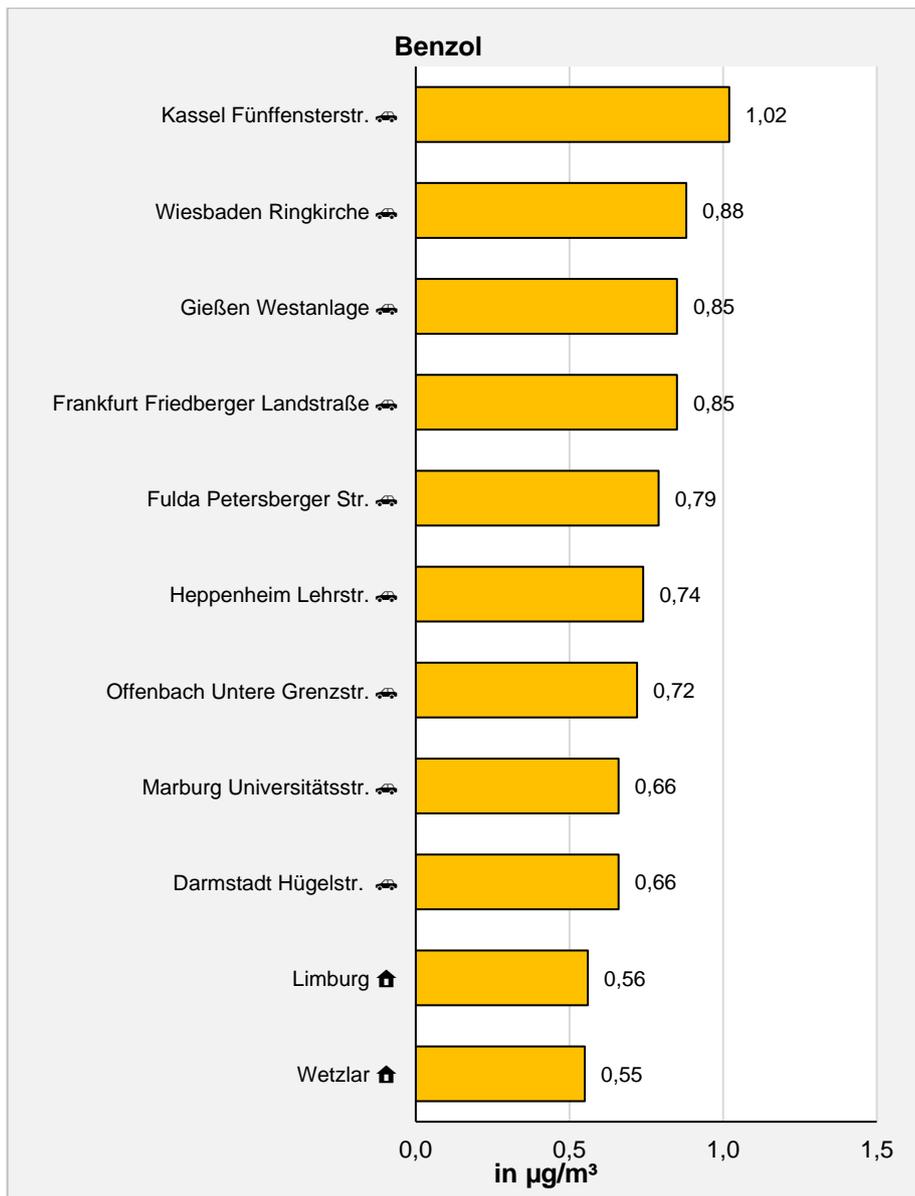


Abb. 10: Jahresmittelwerte 2023, Benzol (absteigend sortiert)

Erläuterung:

🏠 Luftmessstellen im städtischen Hintergrund 🚗 Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten

7.2 Immissionsbeurteilung

Die Abkürzung BTEX steht dabei für die Gesamtheit der Stoffe Benzol, Toluol, Ethylbenzol, o-Xylol und m-/p-Xylol. 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 (SO₂), Kohlenmonoxid (CO)

8.1 Kenngrößen

Tab. 7: Einhaltung/Überschreitung der Grenzwerte für SO₂ und CO im Jahr 2023

Komponente	Schwefeldioxid (SO ₂)						Kohlenmonoxid (CO)
	µg/m ³						mg/m ³
Einheit							
Mittelungszeitraum	Stunde	Stunde	Tag	Tag	Kalenderjahr ¹⁾	Winterhalbjahr ¹⁾	höchster Achtstundenmittelwert pro Tag
Grenzwert	350		125		20 ¹⁾	20 ¹⁾	10
Zulässige Überschreitungen/Jahr	24		3				
	Anzahl	max. Wert	Anzahl	max. Wert	Wert	Wert	max. Wert
Frankfurt-Höchst	0	16,8	0	6,8	1,1	1,2	
Frankfurt-Schwanheim	0	43,3	0	3,4	0,9	0,9	
Gießen Westanlage							1,09
Heppenheim Lehrstraße							0,92
Kassel Fünffensterstraße							0,83
Kassel Mitte	0	17,0	0	1,7	0,8	0,8	
Limburg Schiede							1,22
Michelstadt	0	4,2	0	1,2	0,8	0,8	
Raunheim							0,88
Wasserkuppe	0	6,5	0	1,7	0,8	0,9	
Wetzlar	0	11,4	0	4,7	0,9	0,9	
Wiesbaden Ringkirche							0,94

Erläuterungen:

¹⁾ Grenzwerte zum Schutz der Vegetation abseits anthropogener Quellen, Abstandskriterium in Hessen nicht erfüllt (Wintermittel: 01.10.22–31.03.23)

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 6 % 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 Stundenmittelwert wurde in Frankfurt Schwanheim mit einer SO₂-Konzentration von 43,3 µg/m³ erfasst.

Der höchste Wert für das maximale Achtstundenmittel für Kohlenmonoxid wurde mit 1,22 mg/m³ an der Messstation Limburg Schiede ermittelt, und liegt damit weit unterhalb des Grenzwertes.

Die zum Schutz der Gesundheit empfohlenen Richtwerte der WHO für Schwefeldioxid (Tagesmittel 40 µg/m³) und Kohlenmonoxid (Stundenmittel 35 mg/m³, Tagesmittel 4 mg/m³ und max. tägl. Achtstundenmittel 10 mg/m³) konnten problemlos eingehalten werden.

9 Partikel

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

Bei Feinstaub PM₁₀ handelt es sich um Partikel, deren aerodynamischer Durchmesser kleiner 10 µm ist. Bei Feinstaub PM_{2,5} ist der aerodynamische Durchmesser kleiner 2,5 µm.

9.1.1 Kenngrößen

Tab. 8: Einhaltung/Überschreitung der Grenzwerte im Jahr 2023 für PM₁₀ und PM_{2,5} sowie Jahresmittelwerte für Ruß

Komponente	PM ₁₀			PM _{2,5}		Ruß
	µg/m ³			µg/m ³		µg/m ³
Einheit	Tag	Kalenderjahr	Tag	Kalenderjahr	Tag	Kalenderjahr
Grenzwert	50	40		25		
Zulässige Überschreitungen/Jahr	35					
Messstelle	Anzahl	Wert	max. Wert	Wert	max. Wert	Wert
Ablar-Klein-Altenstädten	0	11,8	34,6			
Bebra	0	12,4	45,0			
Darmstadt	0	13,2	41,2	7,7	33,1	
Darmstadt Hügelstraße	0	13,5	40,0	7,9	31,5	
Frankfurt Friedberger Landstraße	2	17,6	52,4	9,0	35,6	
Frankfurt-Höchst	0	14,3	47,6	8,3	34,6	
Frankfurt Ost	1	13,5	58,4	8,5	44,5	
Frankfurt-Schwanheim	0	12,6	37,7	7,0	30,0	0,4 ¹⁾
Fulda Petersberger Straße	0	13,7	41,2	8,0	33,7	
Fulda Zentral	0	11,5	38,2	7,2	32,0	
Fürth/Odenwald	0	9,6	28,1	5,8	23,0	
Gießen Westanlage	1	13,7	58,9	7,8	30,6	
Hanau	2	14,0	76,0			
Heppenheim Lehrstraße	0	13,8	48,5	8,4	37,9	
Kassel Fünffensterstraße	0	16,7	49,4	9,1	35,9	
Kassel Mitte	0	13,0	42,2	7,7	33,0	
Kellerwald	0	9,3	35,2			
Kleiner Feldberg	0	8,1	44,7			
Limburg	0	12,9	37,9	7,6	26,4	
Limburg Schiede	3	16,7	59,5	8,8	33,3	

Komponente	PM ₁₀			PM _{2,5}		Ruß
Einheit	µg/m ³			µg/m ³		µg/m ³
Mittelungszeitraum	Tag	Kalenderjahr	Tag	Kalenderjahr	Tag	Kalenderjahr
Grenzwert	50	40		25		
Zulässige Überschreitungen/Jahr	35					
Messstelle	Anzahl	Wert	max. Wert	Wert	max. Wert	Wert
Marburg	0	11,8	36,1	7,2	28,7	
Marburg Universitätsstraße	0	13,2	40,6	7,7	31,3	
Michelstadt	1	12,4	118,7			
Offenbach Untere Grenzstraße	3	15,6	91,8			
Raunheim	0	13,2	46,2	8,0	36,4	0,8
Riedstadt	0	12,9	49,2			
Wasserkuppe	0	7,2	31,8			
Wetzlar	1	15,1	76,8			
Wetzlar Im Köhlersgarten	0	13,6	37,6			
Wiesbaden Ringkirche	0	13,3	42,7	7,5	22,4	1,1
Wiesbaden Schiersteiner Straße	1	14,2	114,1	7,8	88,1	
Wiesbaden Süd	1	13,6	76,1	8,0	60,3	0,7
Witzenhausen/Wald	0	9,1	40,5	5,8	22,2	
Zierenberg	0	9,6	36,6			

Erläuterungen:

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

¹⁾ Belegung 83%, vom 9.11.2023 bis 31.12.2023 keine Werte

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

Luftmessstellen im städtischen Hintergrund

Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund

Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten

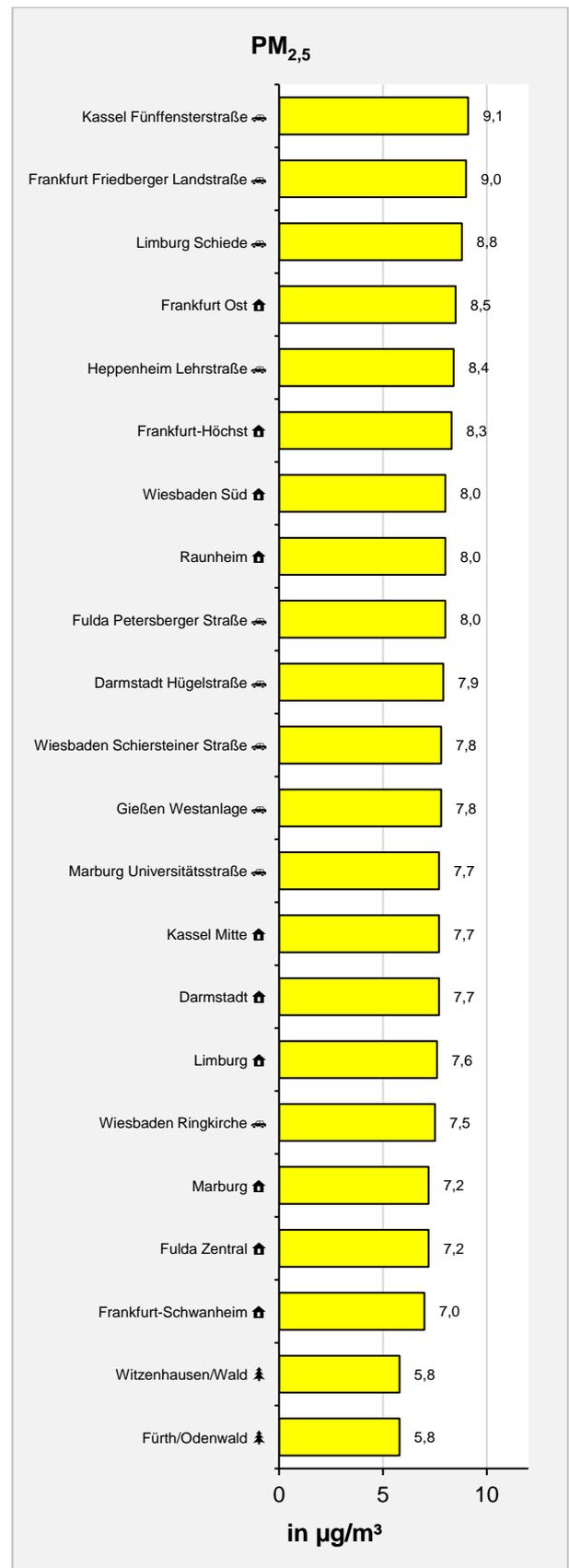
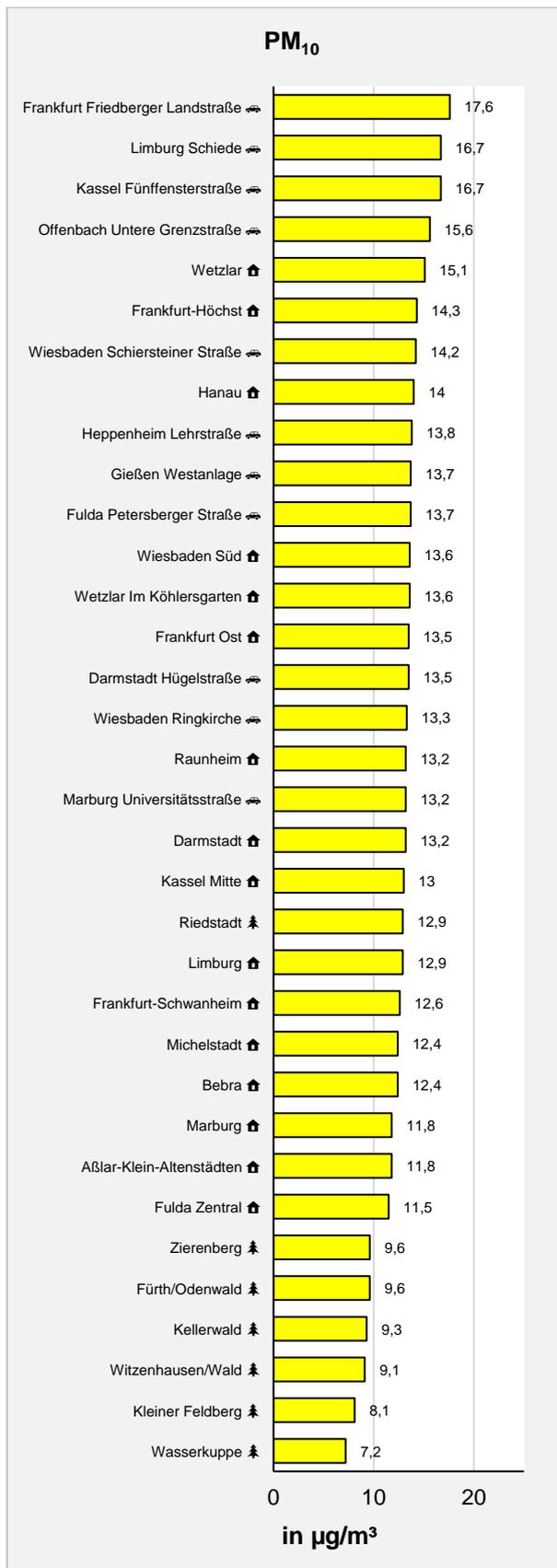


Abb. 11: Jahresmittelwerte 2023, Feinstaub PM₁₀ und Feinstaub PM_{2,5} (absteigend sortiert)

Erläuterung:

🏠 Luftmessstellen im städtischen Hintergrund 🌳 Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund

🚗 Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten

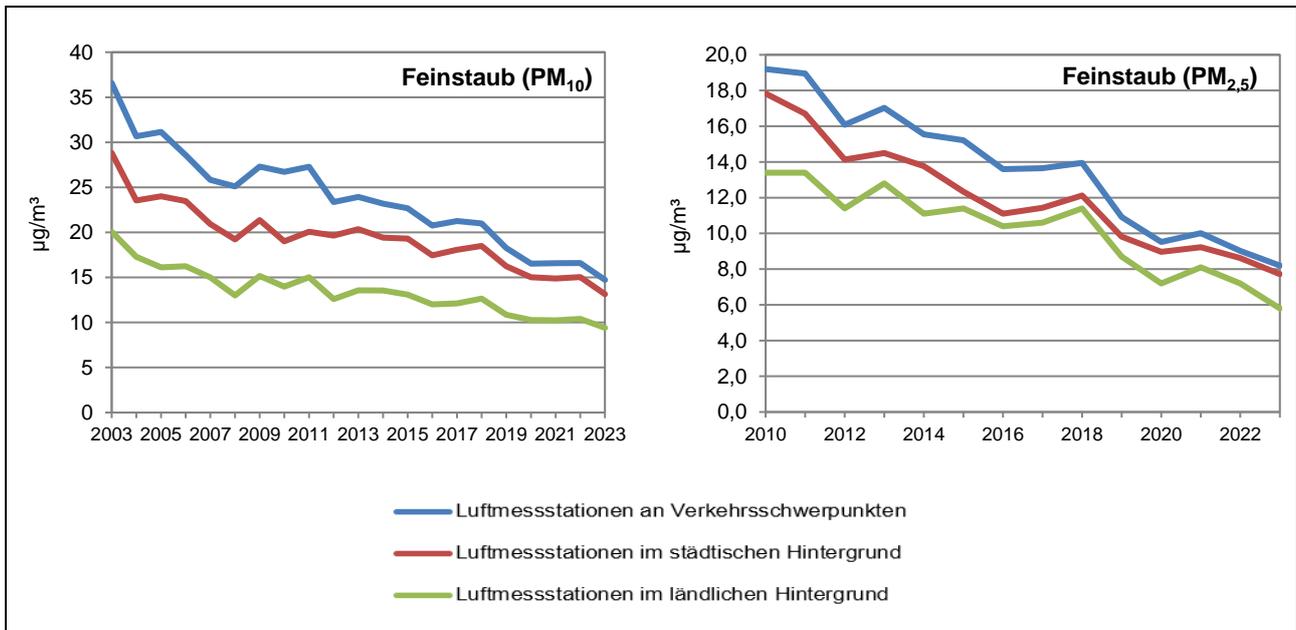


Abb. 12: Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2003 - 2023, Feinstaub PM₁₀ und 2010 – 2023, Feinstaub PM_{2,5}.

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.

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

Der AEI (Average Exposure Indicator) als nationaler Indikator wird als Mittelwert über 3 Jahre und über alle für die Beobachtung dieser Größe in Deutschland ausgewählten 36 Messstellen im städtischen Hintergrund berechnet. Als Beitrag Hessens an der Ermittlung des AEI werden Messungen an den 3 Stationen Frankfurt Ost, Kassel Mitte und Wiesbaden Süd durchgeführt.

Der Startwert (Mittel über 2008-2010 über alle Stationen) lag bezogen auf die 3 hessischen Stationen bei 17,3 µg/m³, der für das Reduktionsziel bis 2020 entscheidende bundesweite Mittelwert lag bei 16,4 µg/m³. 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/m³ und bundesweit bei 11 µg/m³. Das entspricht einem Rückgang der bundesweiten PM_{2,5}-Belastung um ca. 33 % (in Hessen 41 %). Damit konnte das Ziel, innerhalb von 10 Jahren die durchschnittliche Exposition gegenüber PM_{2,5} im städtischen Hintergrund um 15 % zu verringern, deutlich übererfüllt werden. Der aktuelle Endwert der Reduktion (Mittel über 2020-2023 über alle Stationen) lag in Hessen bei 8,7 µg/m³ und bundesweit nach vorläufigen Daten bei ca. 9,5 µg/m³. Das entspricht einem Rückgang der bundesweiten PM_{2,5}-Belastung um ca. 42 % (in Hessen 50 %).

Tab. 9: Jahresmittelwerte der PM_{2,5}-Konzentration zur Ermittlung des Average Exposure Indicator (AEI)

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

2016	11,6	11,2	10,5
2017	12,2	11,4	10,7
2018	12,6	11,8	11,5
2019	10,6	9,7	9,5
2020	9,4	8,3	8,1
2021	9,6	8,7	8,2
2022	10,0	8,6	8,8
2023	8,5	7,7	8,0

9.1.3 Immissionsbeurteilung

Feinstaub PM₁₀:

Der Rückgang der Konzentration von Feinstaub PM₁₀ hat sich im Jahr 2023 weiter fortgesetzt. Mit Jahresmittelwerten zwischen ca. 13 und 18 µg/m³ rangieren überwiegend die verkehrsbezogenen Standorte bei Feinstaub PM₁₀ an der Spitze. Aufgrund einer relativ homogenen räumlichen Verteilung können aber auch im städtischen Hintergrund Jahresmittelwerte im Bereich von bis zu 15 µg/m³ gefunden werden. Dabei sind bei Jahresmittelwerten von 15,1 µg/m³ an der Messstelle Wetzlar sowie 13,6 µg/m³ an der Messstelle Wetzlar Im Köhlersgarten der Einfluss industrieller Quellen mit in Betracht zu ziehen. Der Langzeitgrenzwert für Feinstaub PM₁₀ von 40 µg/m³ (Jahresmittelwert) wurde an allen hessischen Luftmessstellen deutlich unterschritten.

Der gesetzlich vorgeschriebene PM₁₀-Kurzzeitgrenzwert wurde im Jahr 2023 an keinem der Standorte überschritten. Die Anzahl der Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwerts von 50 µg/m³ lag jeweils weit unter den zulässigen 35 Überschreitungen pro Standort. Maximal kam es zu 3 Überschreitungen pro Standort, dieser Wert wurde an 2 Messstellen erreicht.

Während die Verkehrsemissionen zeitlich betrachtet eher gleichmäßig zu einer Belastung mit Feinstaub PM₁₀ beitragen, spielen unter anderem der Einfluss bestimmter Wetterlagen sowie atmosphärische Ferntransporte eine große Rolle bei der Ausprägung der Feinstaubkonzentration in einem kürzeren Zeitraum. Hochdruckwetterlagen gehen in der Regel mit schlechten Austauschbedingungen einher, sodass sich Schadstoffe in der unteren Atmosphäre stärker anreichern können. Treten diese während der Wintermonate auf, werden sie zudem häufig von kalten Temperaturen begleitet, sodass ebenfalls verstärkt Emissionen aus dem Heizen zur Feinstaubkonzentration beitragen.

Das Jahr 2023 zeichnete sich überdurchschnittlich häufig durch wechselhaftes und niederschlagsreiches Wetter mit guten Austauschbedingungen aus, was wesentlich zum nochmals deutlichen Rückgang der Jahresmittelkonzentration von Feinstaub PM₁₀ beitrug. Vor allem zum Beginn und zum Ende des Jahres zogen zahlreiche Tiefdruckgebiete mit Wind und Regen über Deutschland hinweg, was zu für diese Jahreszeit sehr niedrigen Feinstaubkonzentrationen führte. Lediglich im Februar sowie im Juni und September konnten sich längere trockene Hochdruckphasen einstellen, wodurch auch hier die PM₁₀-Konzentrationen erhöht waren. Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwerts von 50 µg/m³ traten im hessischen Luftmessnetz vor allem während der kalten und austauscharmen Periode im Februar auf. Von Anfang September bis Mitte Oktober stellte sich erneut eine trockene Hochdruckwetterlage ein, infolgedessen die Feinstaubkonzentrationen während dieser Phase erneut erhöht waren. Durch die überdurchschnittlich warmen Temperaturen fehlten hier jedoch die Emissionen aus dem Heizen, weshalb kaum noch Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwerts auftraten. Stärkere Saharastaubereignisse traten 2023 über Hessen nicht auf.

Der von der WHO zum Schutz der Gesundheit empfohlene Richtwert für das Jahresmittel PM₁₀ ist mit 15 µg/m³ deutlich anspruchsvoller als der aktuell gültige Grenzwert und wurde 2023 in Hessen aber lediglich an 12% der Messstellen überschritten. Dabei handelt es sich ausschließlich um Messstellen an

Verkehrsschwerpunkten. Wie auch in den Jahren zuvor gab es in Hessen keinerlei Überschreitung des Feinstaub-Grenzwerts für die kurzfristige Belastung. Vergleicht man die Ergebnisse mit den von der WHO entwickelten aktuellen Empfehlungen für den Tagesmittelwert, haben 6 % der Messstellen die Einhaltung des Richtwerts von $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht erreicht.

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

Die Feinstaubbelastung $\text{PM}_{2,5}$ war im Jahr 2023 ebenfalls etwas geringer als im Vorjahr. 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 $9,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde für die Messstation Kassel Fünffensterstraße ermittelt.

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 60 % der PM_{10} -Konzentration dar.

Insgesamt sorgte die häufig auftretende wechselhafte und niederschlagsreiche Witterung in 2023 wie bei PM_{10} dafür, dass kaum Phasen mit erhöhten $\text{PM}_{2,5}$ -Werten auftraten.

Die höchsten $\text{PM}_{2,5}$ -Tagesmittelwerte traten in Zusammenhang mit einer kalten und austauscharmen Wetterlage im Februar auf. Während kalter Wintermonate können lokale und regionale Emissionen aus dem Heizen zu vergleichsweise hohen $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentrationen führen. Im Gegensatz dazu waren die $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentrationen im September eher unauffällig, obwohl in dieser Zeit auch erhöhte PM_{10} -Konzentrationen auftraten. Da jedoch auch an quellfernen Stationen hohe PM_{10} -Werte gemessen wurden, wurden diese vor allem durch Aufwirbelung und Ferntransport hervorgerufen.

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 Fünftel der Messstellen für $\text{PM}_{2,5}$ nicht eingehalten werden.

Ruß:

In den 1990er Jahren in Deutschland noch gesetzlich reguliert, sollte die Erhebung von Ruß durch die Einführung EU-weiter Grenzwerte für Feinstaub PM_{10} mit abgedeckt werden. Im Jahr 2012 wurde Dieselruß von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als Karzinogen der Klasse 1 eingestuft. Nach zwischenzeitlicher Einstellung (im Jahr 2005) werden in Hessen seit dem Jahr 2013 wieder Rußmessungen an einigen Luftmessstationen durchgeführt.

Den Messungen zufolge hat sich die Immissionsbelastung durch Ruß seit dem Jahr 2013 mehr als halbiert. Im Jahr 2023 wurde im Jahresmittel verkehrsnah eine Konzentration von $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und im städtischen Hintergrund von ca. $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen.

Neben dem Verkehr wird auch die Rolle der Holzfeuerung bei der Betrachtung der Rußkonzentration immer relevanter. Vor allem durch Heizen in kälteren Jahreszeiten treten höhere Rußkonzentrationen auf. Durch den milden Winter war dieser Effekt in 2023 jedoch deutlich reduziert. Erhöhte Rußwerte traten lediglich im Zusammenhang mit der kalten Witterungsperiode im Februar, in der viel geheizt wurde, auf. Rußpartikel können auch aus Verbrennungsprozessen von Biomasse in der Subsahara zusammen mit aufgewirbeltem Saharastaub nach Europa transportiert werden. Der Transport von Saharastaub trat in 2023 jedoch kaum auf.

9.2 Inhaltsstoffe im Feinstaub PM₁₀: Schwermetalle

9.2.1 Kenngrößen

Tab. 10: Einhaltung/Überschreitung der Grenz- und Zielwerte im Jahr 2023 für Schwermetalle im Feinstaub PM₁₀

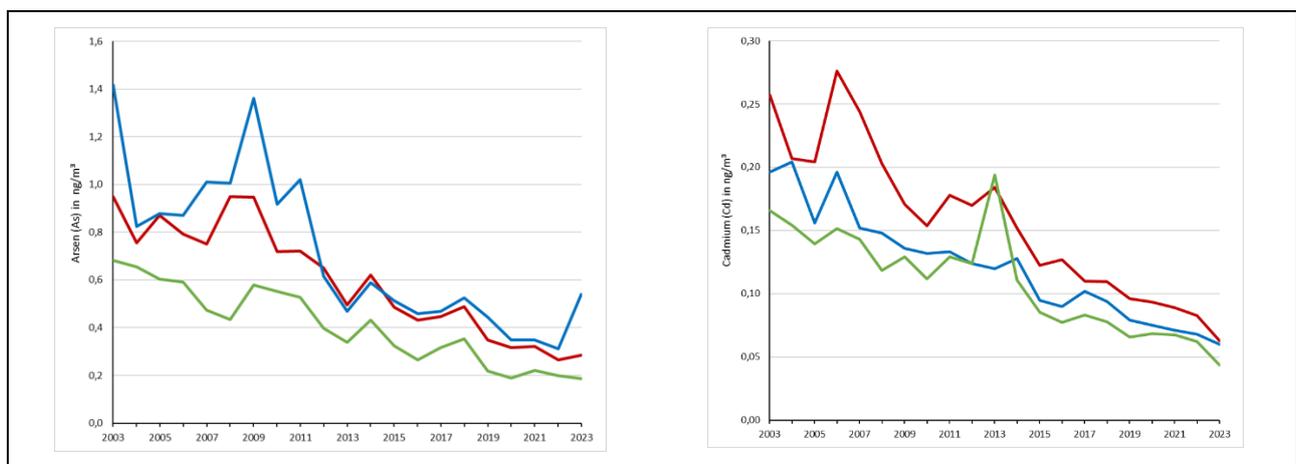
Komponente	Arsen	Blei	Cadmium	Nickel
Einheit	ng/m ³	µg/m ³	ng/m ³	ng/m ³
Mittelungszeitraum	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr
Immissionswert	6	0,5	5	20
	Zielwert	Grenzwert	Zielwert	Zielwert
Aßlar-Klein-Altenstädten	0,22	0,002	0,06	0,45
Darmstadt	0,21	0,002	0,05	1,74
Frankfurt-Griesheim	0,21	0,003	0,06	2,06
Frankfurt-Höchst	0,25	0,002	0,05	2,04
Frankfurt Mitte	0,21	0,002	0,05	2,14
Frankfurt Ost	0,24	0,002	0,06	2,41
Hanau Mitte	0,24	0,002	0,06	2,86
Kassel Mitte	0,18	0,002	0,06	2,50
Kleiner Feldberg	0,15	0,001	0,03	1,95
Linden	0,17	0,002	0,05	2,15
Raunheim	0,22	0,002	0,06	2,10
Riedstadt	0,24	0,002	0,05	1,70
Wetzlar-Hermannstein	0,43	0,003	0,10	3,70
Wetzlar Im Köhlersgarten	0,91	0,008	0,26	7,31
Wiesbaden Ringkirche	0,54	0,002	0,06	2,21
Wiesbaden Süd	0,71	0,003	0,08	2,13

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



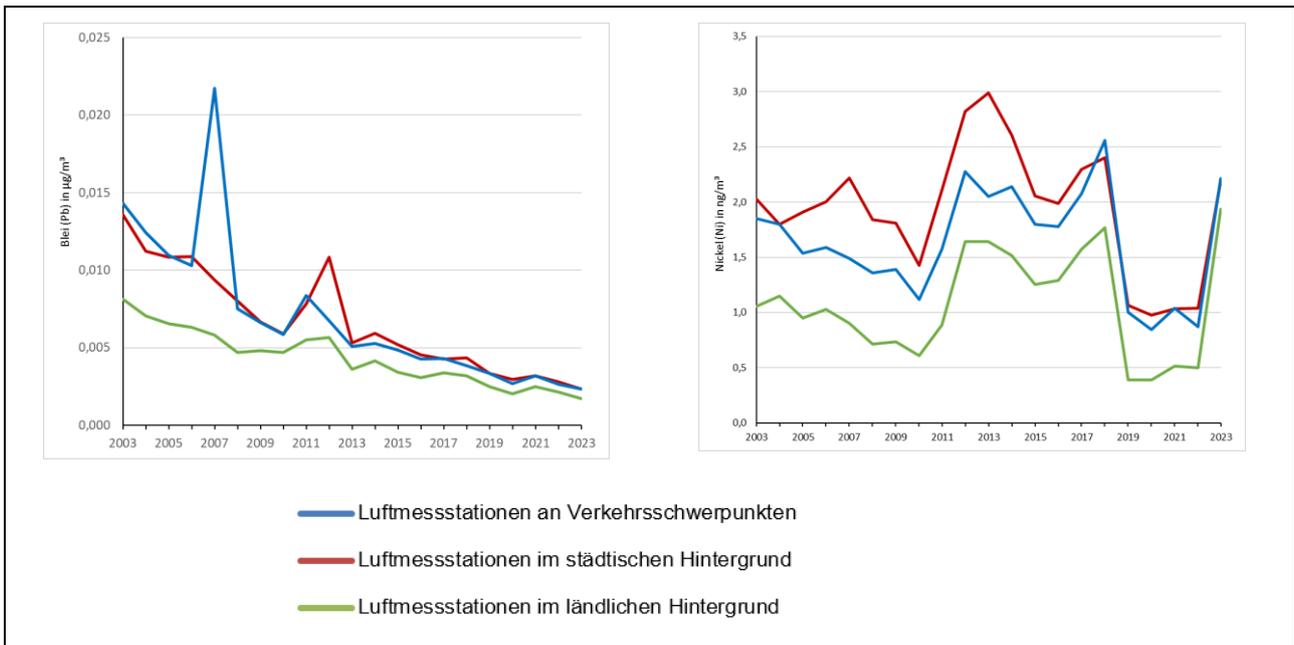


Abb. 13: Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2003-2023, Schwermetalle als Bestandteil des Feinstaubs PM_{10} . Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Messstellen mit gleichen Charakter im jeweiligen Jahr gebildet. Die Messstelle Wetzlar Im Köhlersgarten wird in dieser Darstellung nicht berücksichtigt.

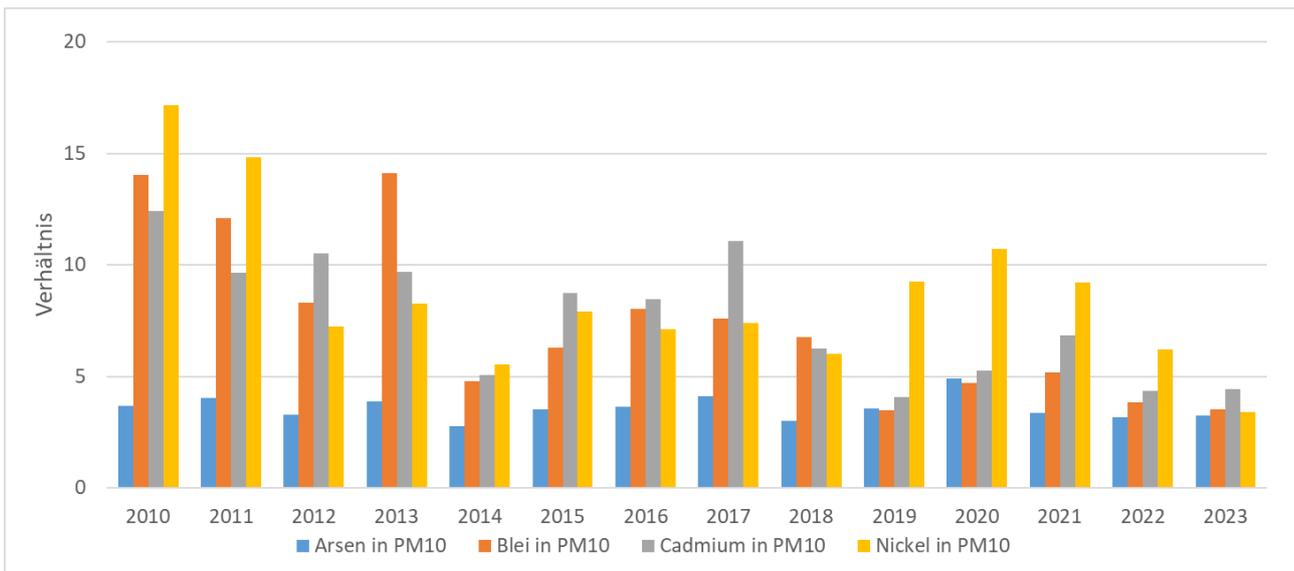


Abb. 14: Verhältnis der Immissionsbelastung am Standort Wetzlar Im Köhlersgarten zum Mittel über alle anderen hessischen Messstellen (auf Basis von Jahresmittelwerten) als Bestandteil des Feinstaubs PM_{10}

9.2.2 Immissionsbeurteilung

Die Grenz- und Zielwerte für Arsen, Blei, Cadmium und Nickel in PM_{10} wurden in diesem Jahr an allen hessischen Messstellen sicher eingehalten. Selbst die höchsten Schwermetallkonzentrationen, gemessen an der industriell geprägten Messstelle Wetzlar Im Köhlersgarten, unterschritten die Grenz- und Zielwerte deutlich. Erfahrungsgemäß weisen die Messstellen im ländlichen Hintergrund die niedrigsten Schwermetallkonzentrationen auf. Zurzeit wird nur an der Messstelle Wiesbaden Ringkirche die Schwermetallkonzentration für Messstellen an Verkehrsschwerpunkten erfasst. Diese Messungen können nicht vollständig die Gesamtsituation in Hessen widerspiegeln.

In den vergangenen Dekaden nahmen die Schwermetallkonzentrationen kontinuierlich an allen Messstellen ab und schwanken aktuell um sehr niedrige Konzentrationswerte.

Die Schwermetallkonzentrationen an der industriell geprägten Messstelle Wetzlar Im Köhlersgarten lagen 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. 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 PM₁₀ in den letzten Jahren deutlich stärker zurückgegangen ist, während Arsen im gleichen Maße wie an anderen Standorten abgenommen hat. In den letzten Jahren hat sich die Produktions- und Filtertechnik in der metallverarbeitenden Industrie positiv weiterentwickelt, was sich ebenfalls im Immissionsverlauf widerspiegelt.

9.3 Inhaltsstoffe im Feinstaub PM₁₀: PAK

9.3.1 Kenngrößen

Tab. 11: Einhaltung/Überschreitung des Zielwerts für BaP im Feinstaub PM₁₀ im Jahr 2023 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]-fluoranthen	Dibenzo[a,h]-anthracen	Indeno[1,2,3-cd]pyren
Einheit	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³
Mittelungszeitraum	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Kalenderjahr
Zielwert	1				
Frankfurt Höhenstraße	0,19	0,12	0,57	0,03	0,27
Frankfurt Palmengarten	0,08	0,04	0,28	0,01	0,13
Fulda Künzeller Straße	0,13	0,07	0,39	0,02	0,17
Fulda Petersberger Straße	0,11	0,07	0,38	0,02	0,16
Heppenheim Lehrstraße	0,24	0,15	0,70	0,04	0,32
Kassel Fünffensterstraße	0,13	0,08	0,40	0,02	0,18
Kleiner Feldberg	0,02	0,02	0,08	0,00	0,03
Raunheim	0,15	0,09	0,47	0,03	0,21
Wetzlar	0,19	0,11	0,53	0,02	0,24
Wiesbaden Ringkirche	0,12	0,12	0,37	0,03	0,24

Erläuterungen:

Luftmessstellen im städtischen Hintergrund

Luftmessstellen im ländlichen Hintergrund

Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten

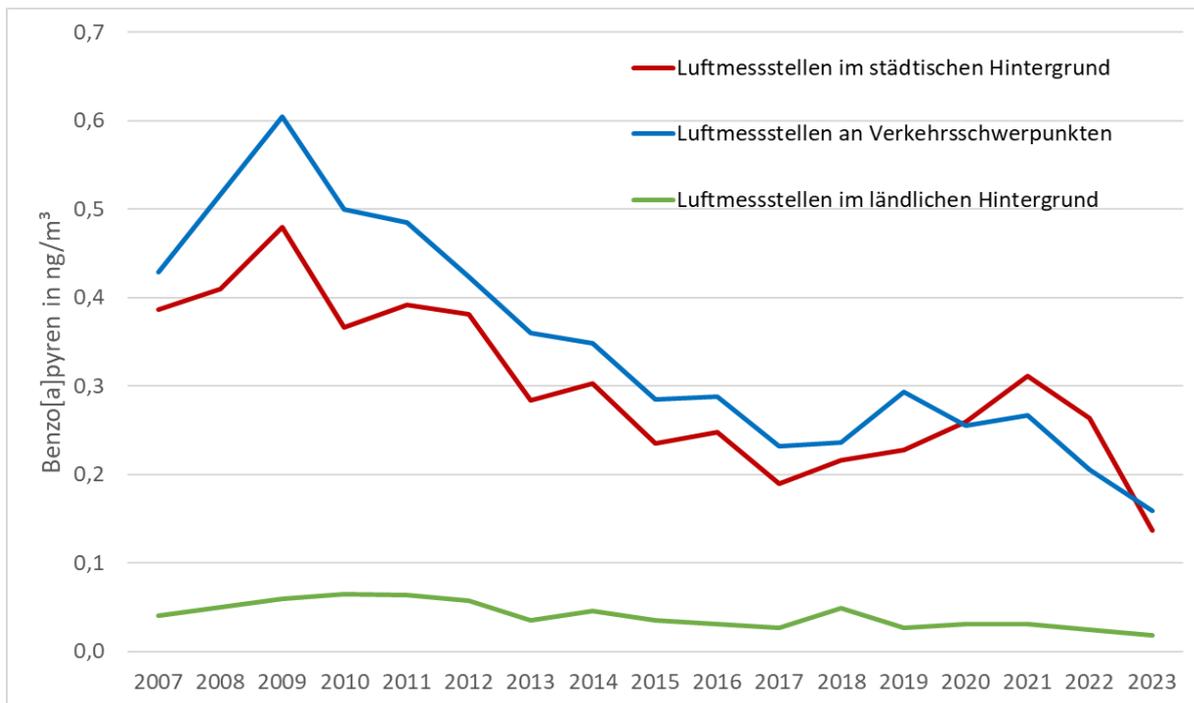


Abb. 15: Zeitreihe der Jahresmittelwerte 2007-2023, Benzo[a]pyren als Bestandteil des Feinstaubes PM₁₀
Für die Ermittlung der Jahresmittelwerte wurde ein arithmetisches Mittel über alle Messstellen gleichen Charakters (Verkehrsschwerpunkte, städtischer Hintergrund, ländlicher Hintergrund) in ganz Hessen 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 0,24 ng/m³, gemessen an der Messstelle Heppenheim Lehrstraße, unterschreitet den Zielwert von 1 ng/m³ 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 stagnierten die Konzentrationen im städtischen und verkehrsnahen Bereich in Hessen auf dauerhaft niedrigem Niveau.

Erfahrungsgemäß treten in den kalten Monaten die höchsten BaP-Konzentrationen auf. Dies liegt an den höheren Emissionen aus Kleinf Feuerungsanlagen. Weiterhin tragen Emissionen aus dem KfZ-Verkehr zur Immissionsbelastung durch BaP bei. Wegen der verbesserten Abgastechnik ist der Verkehrsbeitrag zur 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 2023 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 Staubbiederschlags und dessen Inhaltsstoffe im Jahr 2023

Messgebiet	Komponente	Immissionswert	Einheit	punktweise Auswertung
------------	------------	----------------	---------	-----------------------

		TA Luft		Minimum	Maximum	Gebiets- mittelwert
Gießen	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	31	54	46
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,1	0,3	0,1
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,2	2,0	1,7
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,02	0,07	0,03
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,4	2,5	2,3
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,01	0,01
Hünfelden	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	34	125	72
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,1	0,4	0,2
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,0	2,0	1,3
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,03	0,36	0,08
	Nickel	15	µg/m ² ×d	0,9	2,1	1,3
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,02	0,01
Kassel	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	28	166	69
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,2	1,0	0,3
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,5	35,8	4,9
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,03	0,35	0,08
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,2	15,6	3,0
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,03	0,01
Ulrichstein	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	32	64	43
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,1	0,2	0,1
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,0	2,0	1,4
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,03	0,04	0,04
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,1	3,2	1,8
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,01	0,01
Untermain	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	25	245	73
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,2	1,7	0,4
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,2	16,0	3,5
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,02	0,41	0,07
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,4	12,7	3,6
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,09	0,01
Wetzlar	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	32	169	77
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,1	1,4	0,3
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,1	5,6	2,3
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,03	0,18	0,08
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,1	15,7	4,4
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,05	0,01
Wiesbaden	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	38	287	93
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,2	3,5	0,6
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,9	33,2	4,4
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,02	0,45	0,09
	Nickel	15	µg/m ² ×d	1,5	18,7	3,1
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,21	0,04
Wetzlar Sonder- messgebiet	Staubniederschlag	350	mg/m ² ×d	41	86	59
	Arsen	4	µg/m ² ×d	0,2	1,0	0,5
	Blei	100	µg/m ² ×d	1,8	3,1	2,5
	Cadmium	2	µg/m ² ×d	0,05	0,30	0,15
	Nickel	15	µg/m ² ×d	4,5	27,3	12,8
	Thallium	2	µg/m ² ×d	0,01	0,02	0,01

Erläuterungen:

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

Die nachfolgenden Abbildungen beschreiben die zeitliche Entwicklung der Depositionsraten für Staubbiederschlag sowie der Schwermetalle Arsen, Blei, Cadmium und Nickel im Zeitraum von 2003 bis 2023. Für das Element Thallium wird auf eine Trenddarstellung verzichtet, da die ermittelten Depositionsraten in der Regel unterhalb der Nachweisgrenze 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 erfolgte ebenfalls erst ab dem Jahr 2005.

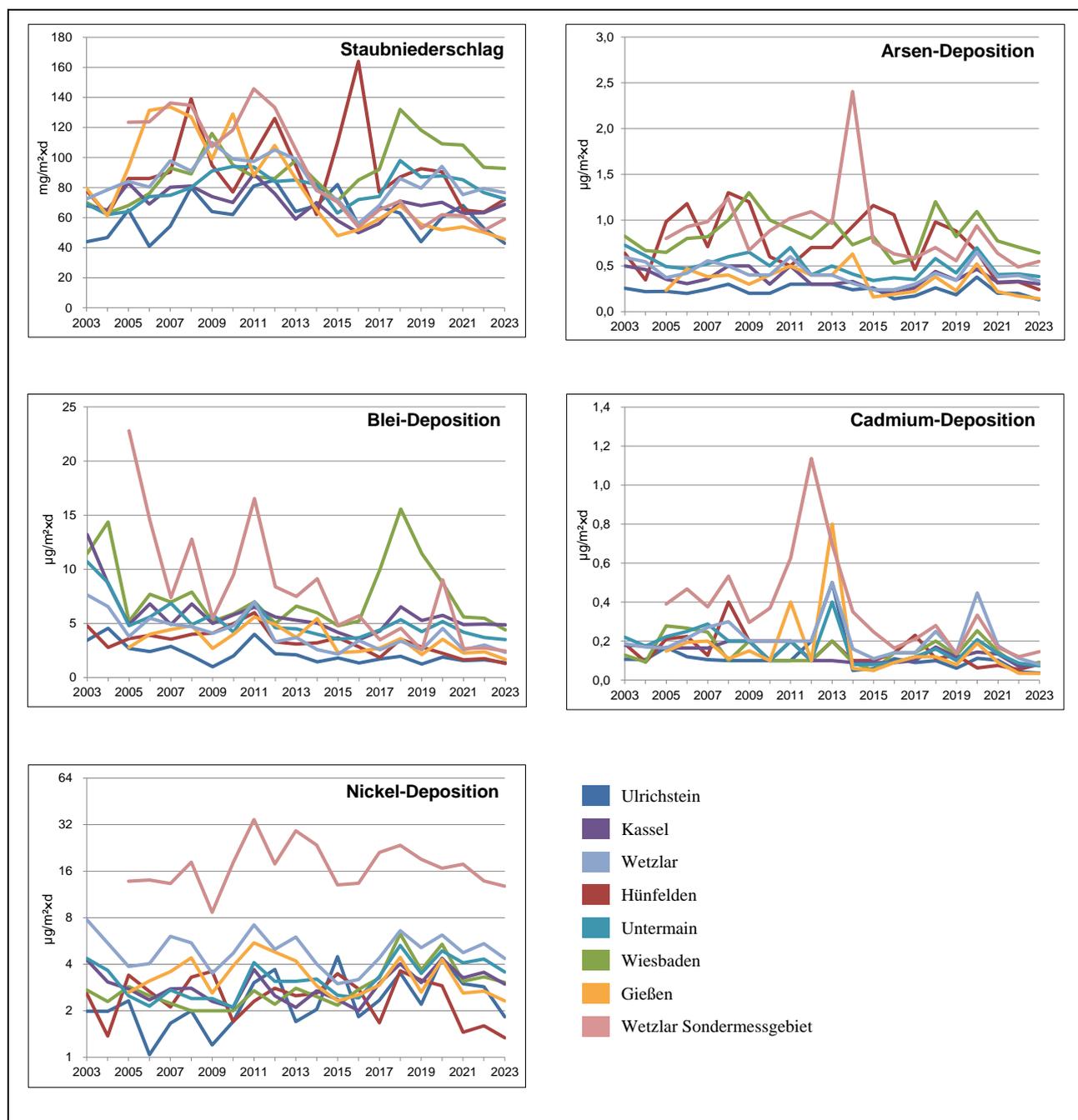


Abb. 16: Zeitreihen der mittleren Belastung durch Staubbiederschlag und dessen Inhaltsstoffe 2003-2023

9.4.2 Immissionsbeurteilung

Die Immissionsituation 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 2023 an keinem der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Der maximal ermittelte Wert beträgt $287 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$ und wurde auf dem Betriebshof der ELW in Wiesbaden gemessen. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Wert deutlich gesunken. Der niedrigste Einzelpunktwert wurde mit $25 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$ im Messgebiet Untermain am Heinrich-Fischer-Bad 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, Hünfelden und dem Sondermessgebiet Wetzlar weisen alle weiteren Gebiete einen Rückgang gegenüber dem Vorjahr auf. Am deutlichsten zeigt sich die Abnahme der Staubdeposition wieder im Messgebiet Ulrichstein. Hier ist der Gebietsmittelwert im Vergleich zum Vorjahr um weitere $10 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$ gesunken.

Arsen:

Der vorgeschriebene Immissionswert für Arsen wird im Jahr 2023 an keinem Beurteilungspunkt in Hessen überschritten. Die maximal gemessene Arsendeposition beträgt $3,5 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ und wurde - wie beim Staubniederschlag - 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 ($0,6 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$) auf. Im Vergleich zum Vorjahr verbleibt Wiesbaden auch hier, trotz sinkender Tendenz, auf einem höheren Niveau. Im Sondermessgebiet Wetzlar ist ein leichter Anstieg zu verzeichnen. Die weiteren Messergebnisse für das Jahr 2023 sind auf einem ähnlichen Niveau wie im Vorjahr angesiedelt.

Blei:

Der Immissionswert für Blei wird im Jahr 2023 an keinem der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Bleideposition beträgt $35,8 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ und wurde - wie im Vorjahr - im Messgebiet Kassel in unmittelbarer Nähe des Müllheizkraftwerks Kassel gemessen. Der niedrigste Wert für die Bleideposition wurde mit $1,0 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ im Messgebiet Hünfelden ermittelt.

Bei Betrachtung der Gebietsmittelwerte setzt sich der seit 2020 zu erkennende Abwärtstrend im Messgebiet Wiesbaden weiter fort, dadurch weist im Jahr 2023 erstmals Kassel mit $4,9 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ den höchsten Gebietsmittelwert auf. Alle weiteren Messergebnisse für das Jahr 2023 sind im Vergleich zum Vorjahr leicht gesunken.

Cadmium:

Der Immissionswert für Cadmium wird im Jahr 2023 an keinem der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Cadmiumdeposition wurde mit $0,45 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ im Messgebiet Wiesbaden auf dem Betriebshof der ELW ermittelt. Die geringste Cadmiumdeposition betrug $0,02 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ und wurde unter anderem im Messgebiet Untermain erfasst.

Bei Betrachtung der Gebietsmittelwerte weist das Sondermessgebiet Wetzlar mit $0,15 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ den höchsten Wert auf.

Nickel:

Der für die Einzelpunktbelastung vorgeschriebene Immissionswert für Nickel wird im Jahr 2023 an 4 der hessischen Beurteilungspunkte überschritten. Die maximal gemessene Nickeldeposition beträgt $27,3 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$ und wurde im Sondermessgebiet Wetzlar ermittelt. Der Immissionswert für Nickel wird außerdem am Beurteilungspunkt auf dem Betriebshof der ELW in Wiesbaden ($18,7 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$) überschritten. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Sondermesspunkte in Wetzlar der Erfassung von Depositionen in einem Gebiet mit ausgeprägter industrieller Aktivität dienen und somit gegenüber den

anderen Messgebieten eine besondere Charakteristik aufweisen. Ebenso stellt der Beurteilungspunkt auf dem Betriebshof der ELW in Wiesbaden einen Standort mit spezieller Charakteristik dar. Weitere Überschreitungen sind im Messgebiet Wetzlar ($15,7 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$) und in Kassel ($15,6 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$) zu verzeichnen. Der niedrigste Wert für die Nickeldeposition wurde mit $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ im Messgebiet Hünfelden ermittelt.

Der höchste Gebietsmittelwert ist mit $12,8 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ im Sondermessgebiet Wetzlar zu verzeichnen. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Wert weiter gesunken und unterschreitet somit das zweite Jahr in Folge den vorgeschriebenen Immissionswert für Nickel.

Thallium:

Der Immissionswert für Thallium wird im Jahr 2023 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 Emser Straße in Wiesbaden ermittelt und ist damit auf einem ähnlichen Niveau wie im Vorjahr angesiedelt. 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 2023

Komponente	Partikelanzahlkonzentration			
	10 – 500 nm ¹⁾	7 – 2 000 nm ²⁾		
Messbereich	Partikel/cm ³	Partikel/cm ³	Prozent	Prozent
Einheit	Partikel/cm ³	Partikel/cm ³	Prozent	Prozent
Mittelungszeitraum	Kalenderjahr	Kalenderjahr	Tag	Stunde
Schwellenwert: Einschätzung der WHO als „hohe Konzentration“			>10 000 Partikel/cm ³	>20 000 Partikel/cm ³
			Häufigkeit Überschreitung Schwellenwert	Häufigkeit Überschreitung Schwellenwert
	Wert	Wert	Wert	Wert
Frankfurt Friedberger Landstraße	10 100		49	7
<i>Frankfurt-Oberrad</i>		8 900	34	5
<i>Frankfurt-Sachsenhausen</i>		7 900	22	5
Frankfurt-Schwanheim	12 600		54	19
Raunheim	8 700		34	6

Erläuterungen:

¹⁾ Messungen mit SMPS: Scanning Mobility Particle Sizer, Messbereich 10-500 nm

²⁾ Messungen mit CPC: Condensation Particle Counter, Messbereich 7-2 000 nm

kursiv: temporäre Messstellen

Luftmessstellen im städtischen Hintergrund Luftmessstellen an Verkehrsschwerpunkten

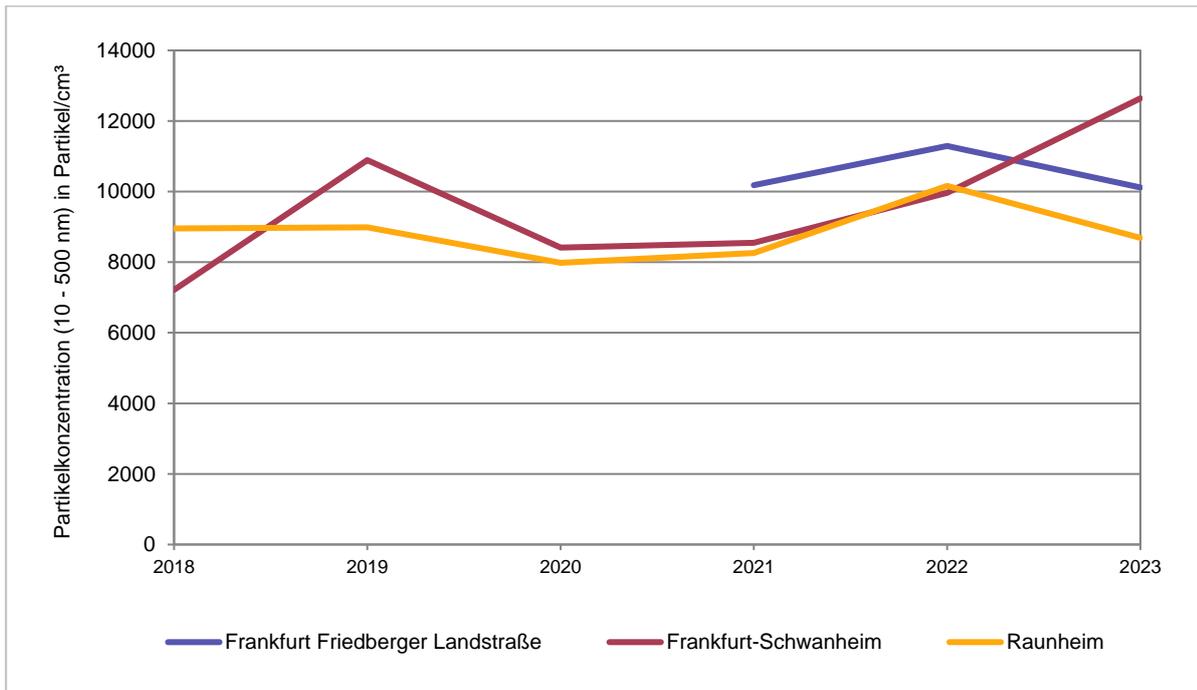


Abb. 17: Zeitreihen der Jahresmittelwerte 2018-2023 für die Partikelanzahlkonzentration an den Messstationen Frankfurt Friedberger Landstraße, Frankfurt-Schwanheim und Raunheim (Messbereich 10-500 nm). An diesen Messstellen werden zur Beurteilung langfristiger Konzentrationsentwicklungen permanente UFP-Messungen durchgeführt.

9.5.2 Immissionsbeurteilung

Die mittlere Partikelanzahlkonzentration lag 2023 an den Standorten in Hessen im Bereich von ca. 8 000 bis 12 600 Partikeln/cm³. Hierbei wurde der WHO-Schwellenwert für den Tagesmittelwert an allen Messstellen an mindestens 22 % der Tage überschritten. Besonders häufig (54 % aller Tage) wurde der Schwellenwert an der Messstelle Frankfurt-Schwanheim 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. Insbesondere die vergleichsweise hohen Konzentrationen in Frankfurt-Schwanheim spiegeln dies 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. So lag Frankfurt-Schwanheim im Jahr 2023 um etwa 30% häufiger als im Jahr 2022 in der Abluft des Flughafens. Dies erklärt auch, warum an dieser Messstelle höhere Konzentrationen als im Vorjahr erfasst wurden.

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 Ringversuch Feinstaub PM₁₀/PM_{2,5}

Ein Ringversuch ist ein Versuch, bei dem Probenahmeverfahren, Analyse- oder Auswertungsmethoden miteinander verglichen oder gegen einen fachlich oder gesetzlich geforderten Standard abgeglichen werden. Ein Ringversuch ist also ein wichtiges Mittel der Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung.

Das Dezernat I2 des HLNUG nimmt daher einerseits regelmäßig an Ringversuchen für verschiedene Luftschadstoffe, Probenahme- und Messgerätetypen teil, beispielsweise an den Ringversuchen für SO₂, BTEX und CO der staatlichen Immissionsmessstellen (STIMES). Andererseits richtet das HLNUG auch selbst Ringversuche aus, z.B. zur Bestimmung der Feinstaubkonzentration in der Außenluft.

Das gravimetrische Messverfahren für die Bestimmung der Massenkonzentration von Feinstaub der Fraktion PM₁₀ und PM_{2,5} dient innerhalb der Europäischen Union entsprechend der Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa als Referenzmethode für die Erfassung luftgetragener Partikel dieser Größe. Eine Gleichwertigkeit der Probenahme- und Messergebnisse im europaweiten Vergleich ist daher von besonderem Interesse. Bei dem Verfahren werden die Partikel in der Außenluft zunächst durch einen Impaktor auf die gewünschte Größenfraktion reduziert und anschließend auf einem Filter gesammelt. In einem zweiten Schritt wird die gesammelte Partikelmasse durch Wägung des Filters bestimmt.

Der erste nationale Ringversuch für die Feinstaubfraktion PM₁₀, an dem sich die deutschen Luftmessnetze beteiligten, fand bereits im Jahr 2003 statt. Die dafür notwendige Infrastruktur in Form eines geeigneten Messfeldes wurde extra hierfür am HLNUG angelegt und konnte in einem zweiten Ringversuch im Jahr 2008 erneut genutzt werden. Diesmal wurde die Feinstaubfraktion PM_{2,5} untersucht. Dies war insbesondere notwendig, da mit der 2008 in Kraft getretenen EU-Luftqualitätsrichtlinie ab 2010 erstmals auch ein Ziel- bzw. ab 2015 auch ein Grenzwert für PM_{2,5} vorgeschrieben wurde.

Im Jahr 2019 entschied man sich zur Erweiterung des Messfeldes auf 47 Stellplätze. Anlass war die Ausarbeitung des für 2020 geplanten und bis dahin umfangreichsten Vergleichsversuchs dieser Art in Deutschland. Das HLNUG hatte sich als Ausrichtungsort zu diesem Zeitpunkt bereits etabliert. Ein Ringversuch, bei dem beide Feinstaubfraktionen ermittelt wurden, war aufgrund der langen Periode ohne entsprechende Versuche in vielen Bundesländern zu einem dringenden Erfordernis geworden. Eine besondere organisatorische Herausforderung stellte dabei die zusätzliche Einbindung von automatischen Messsystemen und Analysatoren dar, bei denen die Partikelmassenkonzentration direkt, ohne vorherigen Sammelschritt in der Außenluft gemessen wird. So wurden zusätzlich zu den 47 Stellplätzen für die Filterbeprobung 12 weitere Plätze für automatische Messsysteme und Analysatoren in Messcontainern auf dem Messfeld bereitgestellt.

Von Oktober bis Dezember 2023 war das HLNUG nun erneut Gastgeber eines Ringversuchs. Dieses Mal diente dieser allerdings nicht für den Vergleich zwischen den Messnetzen der Bundesländer, sondern wurde im Rahmen eines internationalen Ringversuchs für luftgetragene Partikel der Fraktionen PM₁₀ und PM_{2,5} unter der Schirmherrschaft der Weltgesundheitsorganisation WHO veranlasst. Das WHO-CC (WHO-Collaborating Centre for Air Quality Management and Air Pollution Control) und das JRC (Joint Research Centre) luden in Kooperation mit dem HLNUG und dem LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen) die Luftmessnetze der europäischen WHO-Mitglieder für den Ringversuch nach Wiesbaden ein. Zusätzlich wurde kommerziellen deutschen Immissionsmessstellen die Möglichkeit gegeben, ihre Messverfahren mit den anderen Versuchsteilnehmern abzugleichen.

Das HLNUG stellte hierfür erneut das mittlerweile durch die STIMES-Ringversuche etablierte Messfeld zwischen der Rheinkaserne und dem Technikum zur Verfügung. Es fanden sich 17 Institutionen aus 6 verschiedenen europäischen Ländern (Belgien, Kroatien, Luxemburg, den Niederlanden, Zypern und Deutschland) ein. Das HLNUG selbst nahm mit 4 Low-Volume-Samplern und 4 High-Volume-Samplern am Versuch teil. Insgesamt waren am Vergleich 49 Probenahmegeräte beteiligt. Davon waren 48 Geräte

diskontinuierlich beprobende Filtergeräte verschiedenen Typs und ein automatisches Messgerät. Nach der zweitägigen Aufbauphase, die am 16. Oktober startete, fanden sich am 18. Oktober das angereiste technische Wartungspersonal sowie auch fachlich Verantwortliche der Messnetze zum Kick-Off-Event zusammen. In der Nacht zum 19. Oktober um 0:00 Uhr (MEZ) begannen die Messungen offiziell.

Für das HLNUG bestand bei diesem Ringversuch eine besondere Herausforderung. Diese ergab sich nicht nur durch die technische Organisation und die Überwachung der Geräte in Form von täglichen Kontrollgängen, dem regelmäßigen Tausch der Filter, sorgfältiger Protokollführung und allgemeinen Wartungsarbeiten, sondern auch durch die Kooperation und Kommunikation mit Wartungstechnikern, die nach der Aufbauphase und der Einführungsveranstaltung wieder weit in Europa verstreut waren. Durch akribische Ferndiagnosen und Wochenendeinsätze konnte am Ende jedoch jedes aufgetretene Problem behoben werden, ohne gravierende Beprobungsausfälle nach sich zu ziehen. Die Probennahmephase des Ringversuchs endete am 29. November um 23:59 Uhr (MEZ).

Die statistische Auswertung übernimmt bei diesem Ringversuch das Team des JRC. Sie wird, wie auch bei den STIMES-Versuchen, nach dem international anerkannten z-score-Beurteilungsverfahren erfolgen. Die Veröffentlichung detaillierter Ergebnisse aller Teilnehmenden sowie weitergehende Auswertungen bleiben dem Abschlussbericht des JRC als verantwortlicher Stelle für die Auswertung des Ringversuchs vorbehalten. Die Ergebnisse werden zum Ende des Jahres 2024 erwartet.



Abb. 18: Mess- bzw. Versuchsfeld des HLNUG in Wiesbaden.
Zu sehen sind unterschiedliche High- und Low-Volume-Sampler der teilnehmenden Messnetze
© HLNUG

10.2 Messnetz im Wandel

Die Messung der Luftschadstoffbelastung ist gesetzlich vorgeschrieben. Doch – trotz der Bestimmungen – das Messnetz ist im Wandel. Immer wieder berichten wir über ab- sowie zunehmenden Anzahl an Standorten oder Parametern. Aus Presse und Medien ist oft zu entnehmen, dass Grenzwerte inzwischen häufiger eingehalten werden. Wie passt das mit der dauerhaft erfolgenden Bestimmung von Luftschadstoffkonzentrationen und den gesetzlichen Vorgaben zusammen?

Grundlage für die Mindestanzahl an Messpunkten bilden die obere und die untere Beurteilungsschwelle der 39. Bundesimmissionsschutzverordnung (39. BImSchV). Sind diese überschritten, legt die Verordnung je nach Schwelle und Einwohnerzahlen in einem Gebiet oder Ballungsraum die Mindestmenge an Messpunkten fest. Je höher die Konzentration und je größer die betroffene Bevölkerung, desto mehr Standorte braucht man

(vgl. 39. BImSchV, Anlagen 2 und 4). Außerdem leitet sich danach ab, wie genau die Ermittlung der Luftschadstoffkonzentration erfolgen muss. Neben der ortsfesten Messung, die als kontinuierliche Erfassung erfolgt, sind nämlich auch objektive Schätzungen, Modellrechnungen oder orientierende Messungen möglich bzw. geboten. So ist es möglich, bei ausreichender Messabdeckung auch Standorte stillzulegen, wie das im Jahr 2023 für die Station Bad Arolsen entschieden wurde.

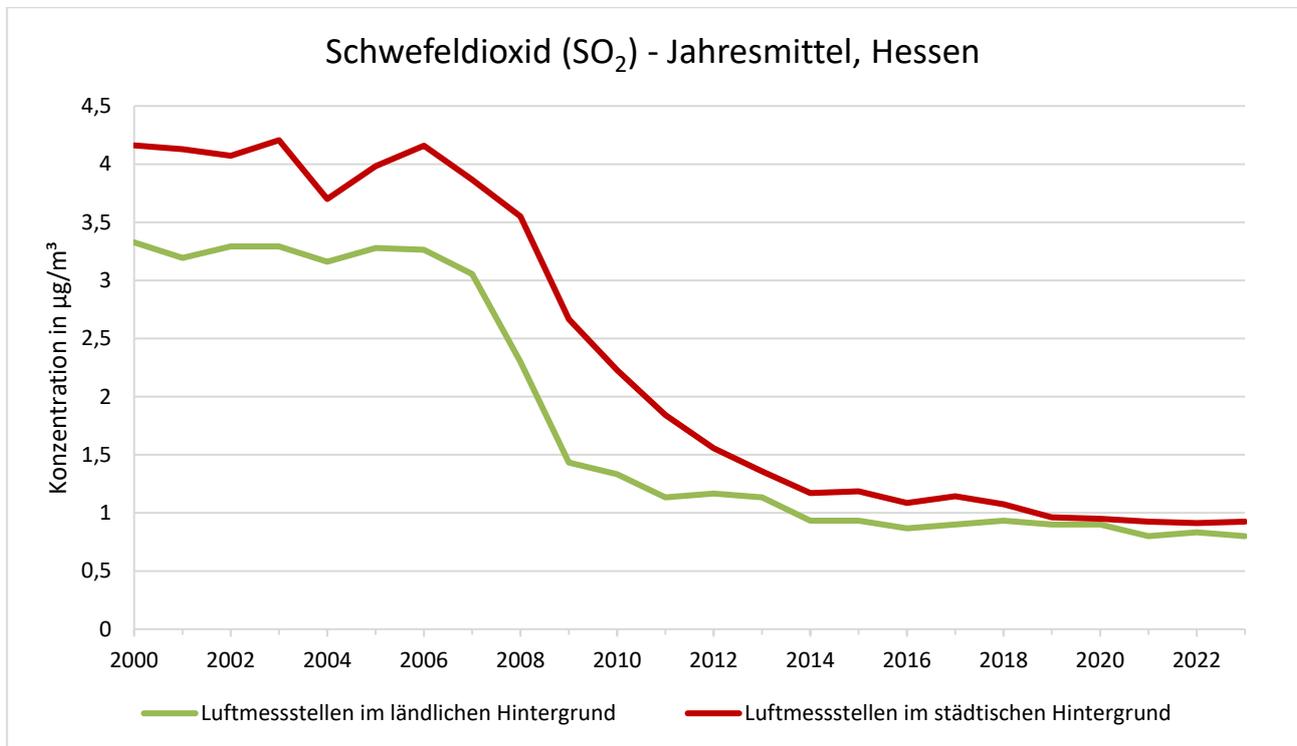


Abb. 19: Entwicklung der Schwefeldioxidkonzentration in Hessen

Im Folgenden wird an zwei Beispielen erläutert, warum es im hessischen Messnetz in den letzten Jahren zu einer Ab- oder Zunahme der Messabdeckung an gemessenen Parametern kam. Wie in Abbildung 19 zu sehen, ist in den vergangenen 20 Jahren die Konzentration für Schwefeldioxid (SO₂) in der Außenluft erheblich gesunken. Für das Schutzziel der menschlichen Gesundheit sind für SO₂ ausschließlich Kurzzeitgrenzwerte gesetzt, die in Hessen schon lange nicht mehr überschritten wurden. Weil die Konzentrationen an allen beurteilungsrelevanten Stationen unter den gesetzlich definierten Schwellen liegen, besteht in Hessen keine Verpflichtung mehr für eine kontinuierliche Messung. Für Kohlenmonoxid (CO) stellt sich die Situation vergleichbar dar. Dennoch muss für beide Komponenten sichergestellt sein, dass die Schwellen weiter unterschritten bleiben. Man muss also die Situation weiter im Blick behalten. Nach fachlichen Erwägungen wurde zwar entschieden, die Messungen an den meisten Messstellen einzustellen. Wenige Messstellen, die aufgrund anderer zu messender Komponenten erhalten bleiben, erfassen aber weiterhin CO und SO₂ im kontinuierlichen Verfahren. Die stichprobenartigen Erfassungen gewährleisten eine Abschätzung zur räumlichen Verteilung und können zur Plausibilisierung von anderen Komponenten verwendet werden.

Während einige gasförmige Luftschadstoffe insbesondere durch verbesserte Technik und Abgasreinigung in ihrer Konzentration in der Außenluft stark gesunken sind, ist die Entwicklung der Konzentration von PM₁₀ und insbesondere PM_{2,5} nicht ganz so eindeutig gewesen. Die Konzentration ist zwar erheblich gesunken. Die PM₁₀ - Konzentration konnte seit 2002 über die hessischen Stationen gemittelt an allen Stationskategorien etwa halbiert werden, dennoch besteht weiterhin die Verpflichtung zur ortsfesten Messung. Die zulässige Überschreitungshäufigkeit von 35 Überschreitungen für den Tagesmittelwert wird inzwischen an allen Stationen in Hessen eingehalten (vgl. Abbildung am Beispiel der Station Frankfurt Friedberger Landstraße). Die PM_{2,5} - Konzentration hat sich über etwa die vergangenen 10 Jahre ähnlich entwickelt. Für beide Parameter werden zwar die Grenzwerte für die menschliche Gesundheit eingehalten.

PM_{2,5} hingegen kann zum Beispiel über eine objektive Schätzung erfasst werden, weil die Werte sogar unter der unteren Beurteilungsschwelle liegen. Es liegen aber inzwischen bessere Kenntnisse über die Gesundheitsrelevanz von Partikeln und speziell der kleinen PM_{2,5} - Fraktion vor. Weil sich außerdem die Messtechnik verbessert hat, sodass inzwischen nicht mehr zwei Messgeräte erforderlich sind, um PM₁₀ und PM_{2,5} an einem Standort zu ermitteln, sondern dies in einem Gerät erfolgen kann, erfolgt inzwischen die kontinuierliche Erfassung von PM_{2,5} flächendeckend. So wurde kürzlich die Ausstattung der Stationen sukzessive auf das neue Messgerät umgestellt. Neben fachlichen Erwägungen spielen bei diesen Entscheidungen auch Arbeitssicherheits- und Praktikabilitätsüberlegungen eine Rolle. Das früher standardmäßig zum Einsatz gebrachte Messgerät ist durch den eingebauten radioaktiven Strahler besonders zu behandeln – vom Transport, der Lagerung bis zur Wartung.

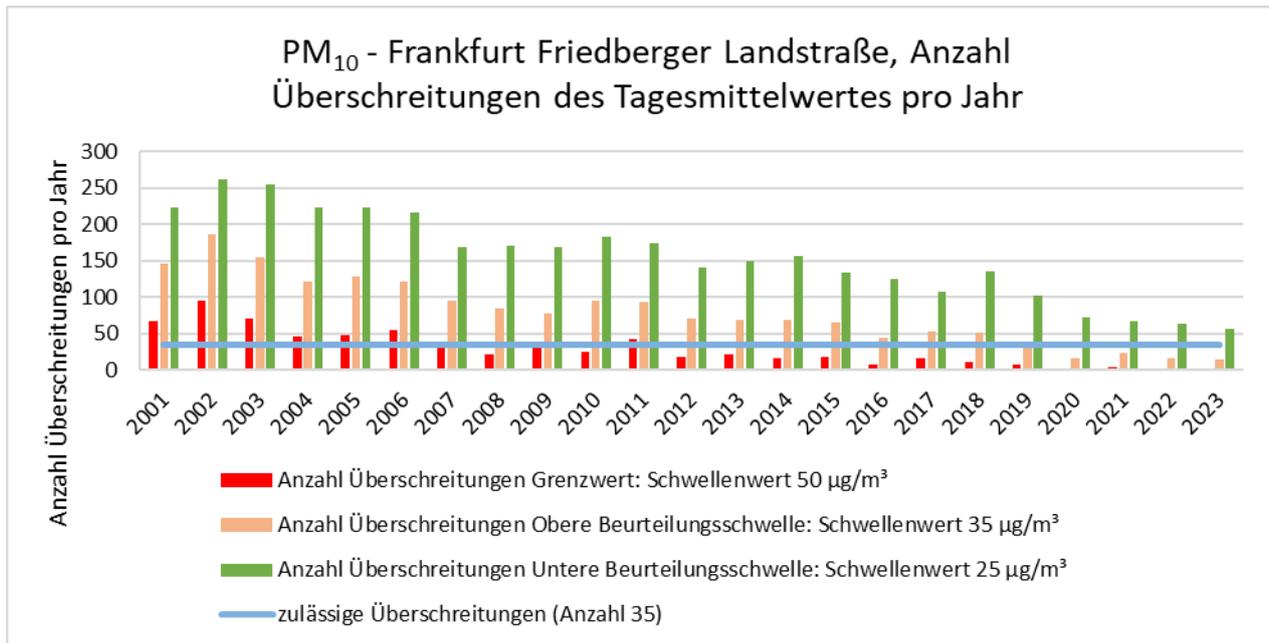


Abb. 20: Entwicklung der Überschreitungen des Tagesmittelwertes von Feinstaub PM₁₀ an der Messstation Frankfurt Friedberger Landstraße

Stärkere Berücksichtigung findet in den vergangenen Jahren die Ermittlung von ultrafeinen Partikeln, nachdem sich herausgestellt hat, dass der Flughafen in Frankfurt eine bedeutende Quelle ist. Das Sondermessprogramm umfasst nach der vieljährigen Bestandsermittlung an wechselnden Standorten inzwischen drei feste Standorte. Die Daten des HLNUG gehen unter Anderem in epidemiologische Untersuchungen ein und bilden mit anderen forschenden Instituten Grundlagen für die gesundheitliche Bewertung. Durch die zukünftige Einbeziehung einer Messverpflichtung für ultrafeine Partikel in die neue EU-Richtlinie wird diese Forschungstätigkeit zur Messaufgabe. Mehr Informationen zu dem Sondermessprogramm finden Sie hier:

<https://www.hlnug.de/themen/luft/luftqualitaet/sondermessprogramme>

Einige Messprogramme werden mit einem erheblichen personellen Aufwand betreut. Hierunter fallen insbesondere Messungen mittels Filter, Passivsammlerröhrchen oder Staubbiederschlagssammler, die über eine bestimmte Zeit beaufschlagt, manuell getauscht und später in einem Labor analysiert werden. Der Probenwechsel und die Laboranalyse sind personell sehr aufwendig. Deshalb ist man auch hier bestrebt, die Anzahl der Standorte zu reduzieren, wenn die Belastung nicht mehr so hoch ist. Besonders groß ist das Staubbiederschlagmessnetz – in Hochzeiten beinhaltet es bis zu 228 Standorte, die zwecks Probenahme monatlich angefahren werden müssen. Die ermittelten Werte unterschreiten an den meisten Messstellen die Immissionswerte, weshalb entschieden wurde, die Messungen zukünftig einzuschränken – auf insgesamt circa 80 Messpunkte.

Zur Plausibilisierung der Luftschadstoffmessungen werden mit Temperatur, Feuchte und Wind meteorologische Größen an einigen Messstationen erfasst. Zuletzt wurden die Messungen von Luftdruck, Globalstrahlung und Niederschlag im Jahr 2024 eingestellt, weil diese Größen für die Luftqualitätsüberwachung nicht notwendig und nach der 39. BImSchV auch nicht gefordert sind. In der Vergangenheit wurden diese Messungen zwar durchgeführt, der messtechnische Aufwand für diese zusätzlichen Parameter ist jedoch sehr hoch. Insbesondere sind für die Messung von Luftschadstoffen Standortkriterien der 39. BImSchV einzuhalten. Die Vorgaben an den Standort für meteorologische Messungen unterscheiden sich davon und können deshalb nicht gleichzeitig erfüllt werden. Das kann dazu führen, dass so erzeugte Messwerte mit anderen Werten (z. B. des Deutschen Wetterdienstes) eventuell nicht vergleichbar sind. Die Reduzierung der meteorologischen Messungen erfolgt unter Beibehaltung des hohen Standards der Luftschadstoffmessungen.

All diese Entwicklungen erfolgen im Einklang mit der bestehenden und gültigen europäischen Richtlinie und ihren Tochterrichtlinien. Doch was ist wenn sich die Standards ändern? Dieser Prozess ist tatsächlich gerade im Gange und die Standards sollen gegenüber den derzeit geltenden verschärft werden. Was ändert sich dadurch in unserem Messnetz? Es ist möglich, dass die Messabdeckung für neue oder einige schon jetzt relevanten Komponenten gegengenüber den definierten Schwellen nicht mehr ausreicht und ausgebaut werden muss. Dieses muss auf Grundlage der neuen Bestimmungen dann neu evaluiert werden.

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).

Tab. 14: Übersicht der Messverfahren und Normen

Komponente	Messverfahren	Norm
SO ₂	Ultraviolett(UV)-Fluoreszenz	DIN EN 14212:2012
CO	Nicht-dispersive Infrarot-Photometrie (NDIR)	DIN EN 14626:2012

NO/NO ₂	Chemilumineszenz	DIN EN 14211:2012
	Passivsammler	DIN EN 16339:2013
O ₃	Ultraviolett(UV)-Photometrie	DIN EN 14625:2012
BTEX	Gaschromatographie	DIN EN 14662-3:2016
	Passivsammler	DIN EN 14662-5:2005
PM ₁₀ /PM _{2,5}	Radiometrie/Nephelometrie, Optische Verfahren	DIN EN 16450:2017
	Gravimetrie	DIN EN 12341:2014
Staubinhaltsstoffe	Massenspektroskopie	DIN EN 14902:2005
Schwermetalle, PAK	Gaschromatographie	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

Die Tabelle stellt nur einen Auszug dar; der komplette Akkreditierungsumfang (Urkunde und Anlage) ist über folgende Internetseite einsehbar: www.hlnug.de/?id=8768. Bei einem Teil der im vorliegenden Bericht dokumentierten Untersuchungen kommt es zu einer Zweiteilung. Die Probenahme und Betreuung der Probenahmesysteme sowie die spätere Plausibilitätsprüfung werden vom HLNUG durchgeführt. Die Analyse von Passivsammlern auf Benzol und NO₂ sowie die Analyse auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und anorganischer Inhaltsstoffe (insbesondere Schwermetalle) im Feinstaub PM₁₀ und in der Deposition werden von beauftragten Laboren durchgeführt. Diese Labore sind ihrerseits ebenfalls nach DIN EN ISO/IEC 17025 als Prüflabor akkreditiert. Die Akkreditierungen sind unter folgenden Internetseiten einzusehen:

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

12 Details zu den Luftmessstellen und -gebieten

12.1 Tabellarische Übersicht

Tab. 15: Standorte und Charakteristika der Luftmessstellen

Messstelle	Code ¹⁾	Messstellen- typ	Höhe (m) ²⁾	Längen- grad ³⁾	Breiten- grad ³⁾	Klassifizierung
Aßlar-Klein-Altenstädten	DEHE164	Inhaltsstoffe PM ₁₀	220	8°27'47"	50°34'41"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Bebra	DEHE032	Messstation	204	9°48'00"	50°58'12"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Bensheim Nibelungenstraße	DEHE133	Passivsammler	112	8°37'23"	49°40'57"	städtisches Gebiet, Verkehr
Burg Herzberg	DEHE039	Messstation	491	9°27'33"	50°46'13"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Darmstadt	DEHE001	Messstation	158	8°39'52"	49°52'20"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Darmstadt Heinrichstraße	DEHE138	Passivsammler	143	8°38'54"	49°51'55"	städtisches Gebiet, Verkehr
Darmstadt Hügelstraße	DEHE040	Messstation	158	8°39'13"	49°52'10"	städtisches Gebiet, Verkehr
Darmstadt Hügelstraße I	DEHE132	Passivsammler	157	8°39'11"	49°52'09"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Am Erlenbruch I	DEHE139	Passivsammler	101	8°43'50"	50°07'49"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Am Erlenbruch II	DEHE140	Passivsammler	101	8°44'18"	50°07'52"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Battonnstraße	DEHE136	Passivsammler	99	8°41'14"	50°06'44"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Friedberger Landstraße	DEHE041	Messstation	119	8°41'30"	50°07'28"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt-Griesheim	DEHE053	Inhaltsstoffe PM ₁₀	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 ₁₀	122	8°42'00"	50°07'26"	städtisches Gebiet, Verkehr
Frankfurt Kasinostraße	DEHE157	Passivsammler	100	8°32'59"	50°06'10"	städtisches Gebiet, Verkehr
<i>Frankfurt-Lerchesberg</i>	DEHE162	Passivsammler	138	8°40'58"	50°04'52"	städtisches Gebiet, Hintergrund
<i>Frankfurt Mainkai</i>	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 ₁₀	103	8°41'01"	50°06'38"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt Ost	DEHE008	Messstation	100	8°44'46"	50°07'31"	städtisches Gebiet, Hintergrund
<i>Frankfurt-Oberrad</i>	DEHE171	Ultrafeinstaub	129	8°43'23"	50°05'44"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt Palmengarten	DEHE096	Inhaltsstoffe PM ₁₀	105	8°39'23"	50°07'32"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Frankfurt-Riederwald	DEHE145	Passivsammler	99	8°43'57"	50°07'56"	städtisches Gebiet, Hintergrund
<i>Frankfurt-Sachsenhausen</i>	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 ₁₀	280	9°41'45"	50°32'33"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Fulda Petersberger Straße	DEHE059	Messstation	277	9°41'05"	50°33'00"	städtisches Gebiet, Verkehr
Fulda Zentral	DEHE134	Messstation	271	9°40'48"	50°32'46"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Fürth/Odenwald	DEHE028	Messstation	484	8°49'02"	49°39'12"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Gießen 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 ₁₀	107	8°55'34"	50°07'49"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Heppenheim Lehrstraße	DEHE063	Messstation	110	8°38'31"	49°38'35"	städtisches Gebiet, Verkehr

Messstelle	Code ¹⁾	Messstellen- typ	Höhe (m) ²⁾	Längen- grad ³⁾	Breiten- grad ³⁾	Klassifizierung
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 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 Straße II	DEHE166	Passivsammler	128	8°41'42"	50°02'55"	städtisches Gebiet, Verkehr
Neu-Isenburg Frankfurter Straße III	DEHE167	Passivsammler	127	8°41'42"	50°02'48"	städtisches Gebiet, Verkehr
Offenbach Mainstraße	DEHE104	Passivsammler	102	8°46'22"	50°06'25"	städtisches Gebiet, Verkehr
Offenbach Untere Grenzstraße	DEHE116	Messstation	108	8°47'05"	50°06'05"	städtisches Gebiet, Verkehr
Offenbach Untere Grenzstraße I	DEHE102	Passivsammler	107	8°47'04"	50°06'05"	städtisches Gebiet, Verkehr
Raunheim	DEHE018	Messstation	90	8°27'05"	50°00'37"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Riedstadt	DEHE043	Messstation	87	8°31'00"	49°49'30"	ländlich stadtnah, Hintergrund
Rüsselsheim Rugby-Ring	DEHE111	Passivsammler	92	8°25'27"	49°59'44"	städtisches Gebiet, Verkehr
Spessart	DEHE026	Messstation	502	9°23'57"	50°09'51"	ländlich regional, Hintergrund
Wasserkuppe	DEHE051	Messstation	931	9°56'09"	50°29'51"	ländliches Gebiet, Hintergrund
Wetzlar	DEHE020	Messstation	152	8°30'02"	50°34'01"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Wetzlar-Hermannstein	DEHE057	Inhaltsstoffe PM ₁₀	183	8°29'42"	50°34'40"	städtisches Gebiet, Hintergrund
Wetzlar Im Köhlersgarten	DEHE095	Inhaltsstoffe PM ₁₀	161	8°29'31"	50°34'31"	städtisches Gebiet, Industrie
Wetzlar Linsenbergsstraße	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:

¹⁾ Code: Stationscode Umweltbundesamt

²⁾ **Höhe (m):** Höhe über Normalnull

³⁾ **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 ₁₀	Feinstaub PM _{2,5}	Ruß	Ultrafeine Partikel	Schwermetalle im Feinstaub PM ₁₀	PAK im Feinstaub PM ₁₀
Ablar-Klein-Altenstädten							17*				17	
Bebra			88	88		88	00					
Bensheim Nibelungenstraße				14**								
Burg Herzberg			11	11		11						
Darmstadt			77	77		84	00	20			02*	
Darmstadt Heinrichstraße				16**								
Darmstadt Hügelstraße			94	94	99		00	20				
Darmstadt Hügelstraße I				14**								
Frankfurt Am Erlenbruch I				16**								
Frankfurt Am Erlenbruch II				16**								
Frankfurt Battonnstraße				17**								
Frankfurt Friedberger Landstraße			93	93	96		01	10		21		
Frankfurt-Griesheim											02*	
Frankfurt Hochstraße				21**								
Frankfurt-Höchst	79		80	80		84	00	20			02*	
Frankfurt Höhenstraße												07*
Frankfurt Kasinostraße				21**								
<i>Frankfurt-Lerchesberg</i>				13**								
<i>Frankfurt Mainkai</i>				19**								
Frankfurt Mainzer Landstraße				21**								
Frankfurt Mitte											03*	
<i>Frankfurt-Oberrad</i>										20		
Frankfurt Ost			84	84		84	00	08*			01*	
Frankfurt Palmengarten												07*
Frankfurt-Riederwald				16**								
<i>Frankfurt-Sachsenhausen</i>										19		
Frankfurt-Schwanheim	18		18	18		18	18	18	18	18		
Fulda Künzeller Straße												08*
Fulda Petersberger Straße			06	06	06**		06	10				07*
Fulda Zentral			17	17		17	17	22				
Fürth/Odenwald			87	87		87	03	23				
Gießen Johannette-Lein-Gasse				15**								
Gießen Westanlage		06	06	06	08**		06	10				
Hanau			77	77		92	00					
Hanau Mitte											02*	
Heppenheim Lehrstraße		15	06	06	06**		06	10				07*
Kassel Fünffensterstraße		99	99	99	99**		00	22				07*

Messstelle	Schwefel-dioxid	Kohlen-monoxid	Stickstoff-monoxid	Stickstoff-dioxid	BTEX	Ozon	Feinstaub PM ₁₀	Feinstaub PM _{2,5}	Ruß	Ultrafeine Partikel	Schwermetalle im Feinstaub PM ₁₀	PAK im Feinstaub PM ₁₀
Kassel Mitte	08		08	08		08	08	08*			08*	
Kellerwald			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					01*	
Marburg			88	88		88	00	20				
Marburg Bahnhofstraße				19**								
Marburg Universitätsstraße			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 Mainstraße				09**								
Offenbach Untere Grenzstraße			13	13	14**		13					
Offenbach Untere Grenzstraße I				09**								
Raunheim		76	79	79		82	00	18	13	18	02*	02*
Riedstadt			96	96		96	00				01*	
Rüsselsheim Rugby-Ring				11**								
Spessart			86	86		86						
Wasserkuppe	00		00	00		00	00					
Wetzlar	79		79	79	04	92	00					07*
Wetzlar-Hermannstein											02*	
Wetzlar Im Köhlersgarten							08*				08*	
Wetzlar Linsenbergsstraße				09**								
Wiesbaden Ringkirche		92	91	91	95		00	10	13		01*	07*
Wiesbaden Schiersteiner Straße			11	11			11	19				
Wiesbaden Süd			77	77		82	00	08*	15		01*	
Witzenhausen/Wald			83	83		83	04	23				
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	Windge- schwindigkeit	Temperatur	Relative Feuchte	Luftdruck	Global- strahlung	Niederschlag
Bebra	88	88	88	88			
Burg Herzberg	11	11	11	11	11		11
Darmstadt	03	03	03	03	03		
Frankfurt-Höchst	04	04	04	04			
Frankfurt Ost	84	84	84	84	99		
Frankfurt-Schwanheim	18	18	18	18	18		
Fulda Zentral	17	17	17	17		17	
Fürth/Odenwald	87	87	87	87	90	87	87
Kassel Mitte	08	08	08	08	08	08	
Kellerwald	06	06	06	06	06	06	06
Kleiner Feldberg	76	76	98	98		98	
Limburg	98	98	98	98			99
Linden	96	96	96	96	07	99	
Marburg	04	04	04	04	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 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

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

Erläuterungen:

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

12.2 Kartenübersicht

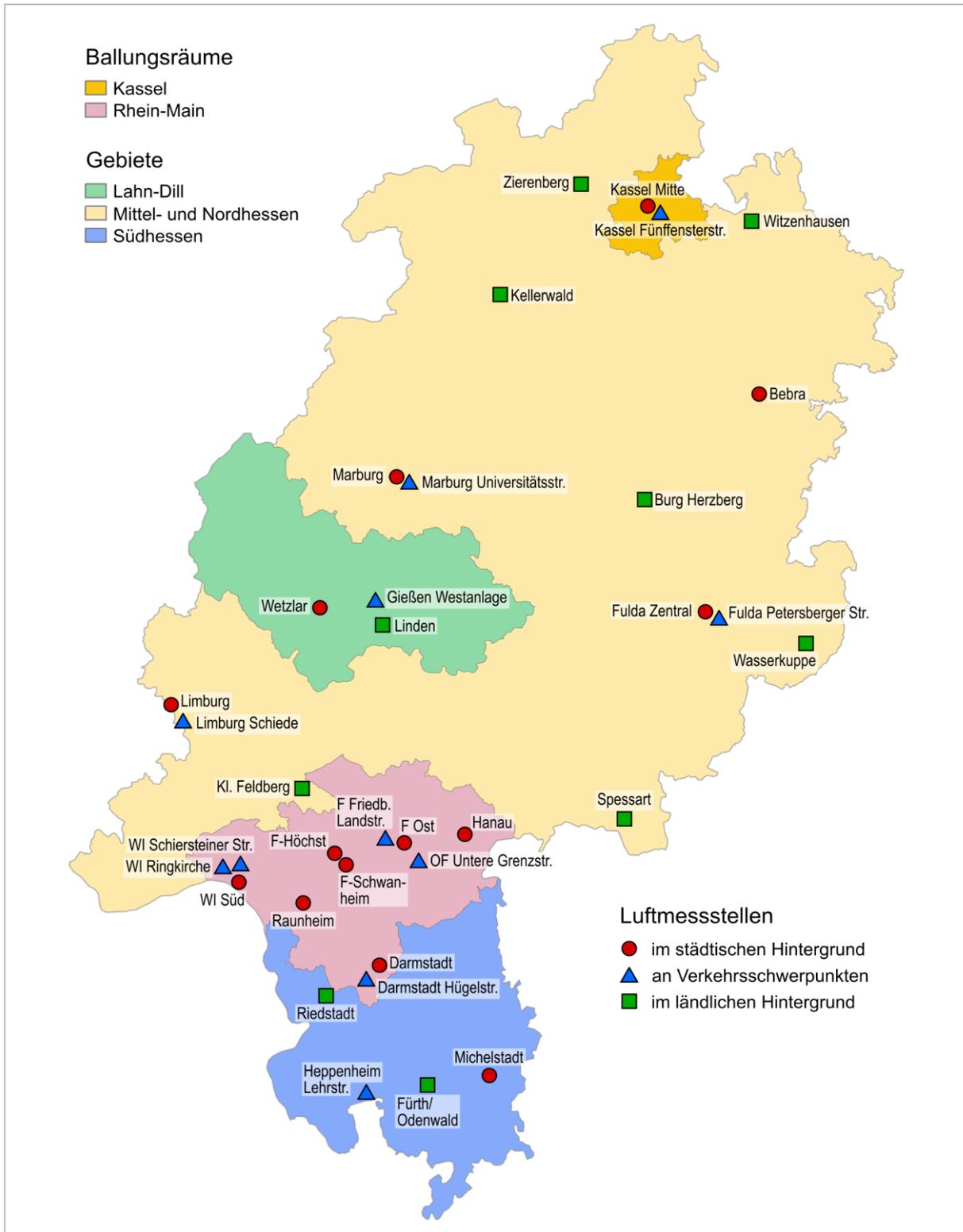


Abb. 21: Hessisches Messnetz zur kontinuierlichen Überwachung der Luftqualität, einschließlich Messstationen, an denen zusätzlich auch Messverfahren zur gravimetrischen Erfassung von Feinstaub PM_{2,5} oder Passivsammler zur Messung von BETX betrieben werden. (Stand 2023)

Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation
 Geofachdaten: © HLNUG – alle Rechte vorbehalten

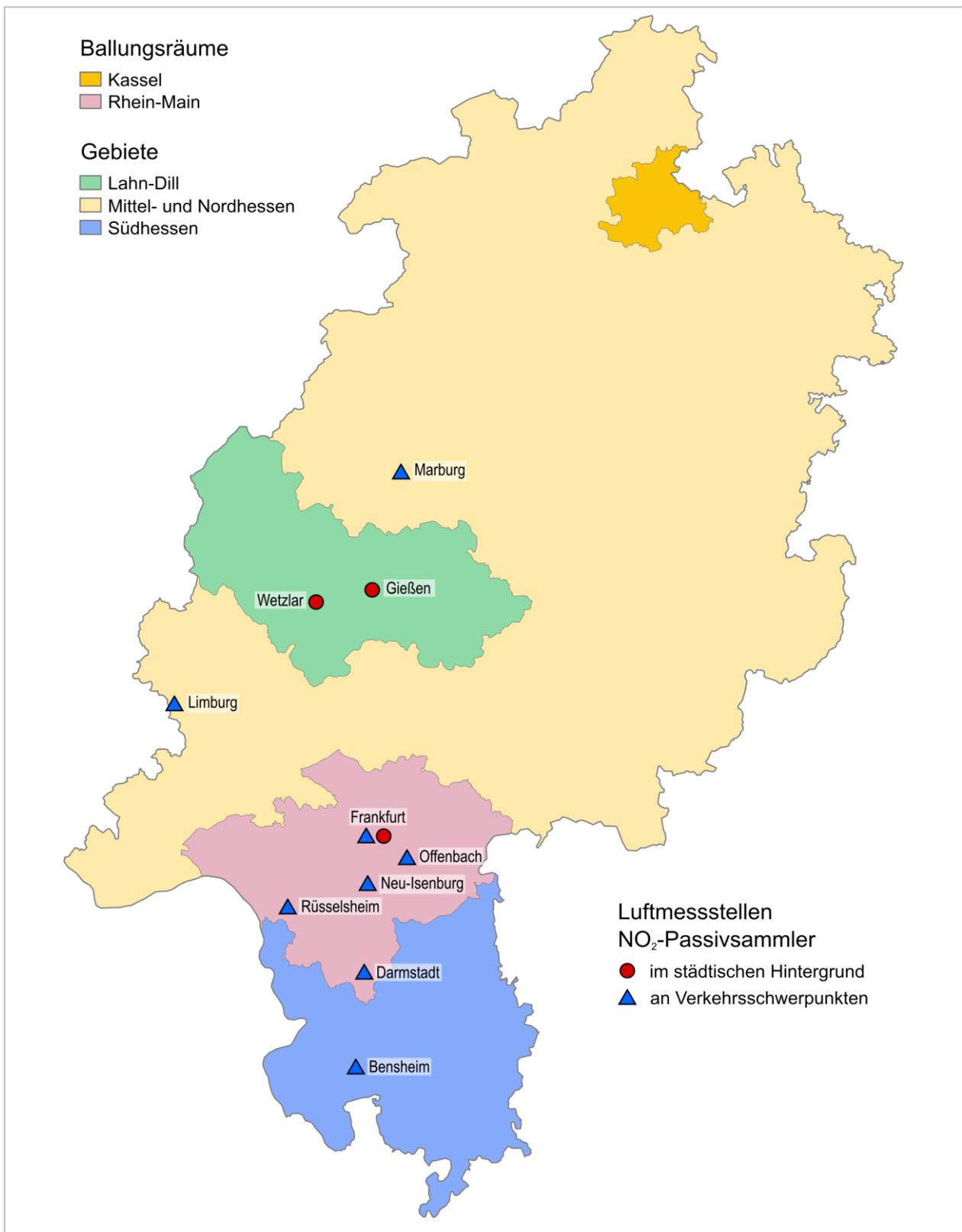


Abb. 22: Luftmessstellen mit NO₂-Passivsammlern (Stand 2023)

In einzelnen Städten werden mehrere Passivsammler eingesetzt, Details sind der Tabelle zur Geräteausstattung der Luftmessstellen zu entnehmen.

Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation
 Geofachdaten: © HLNUG – alle Rechte vorbehalten

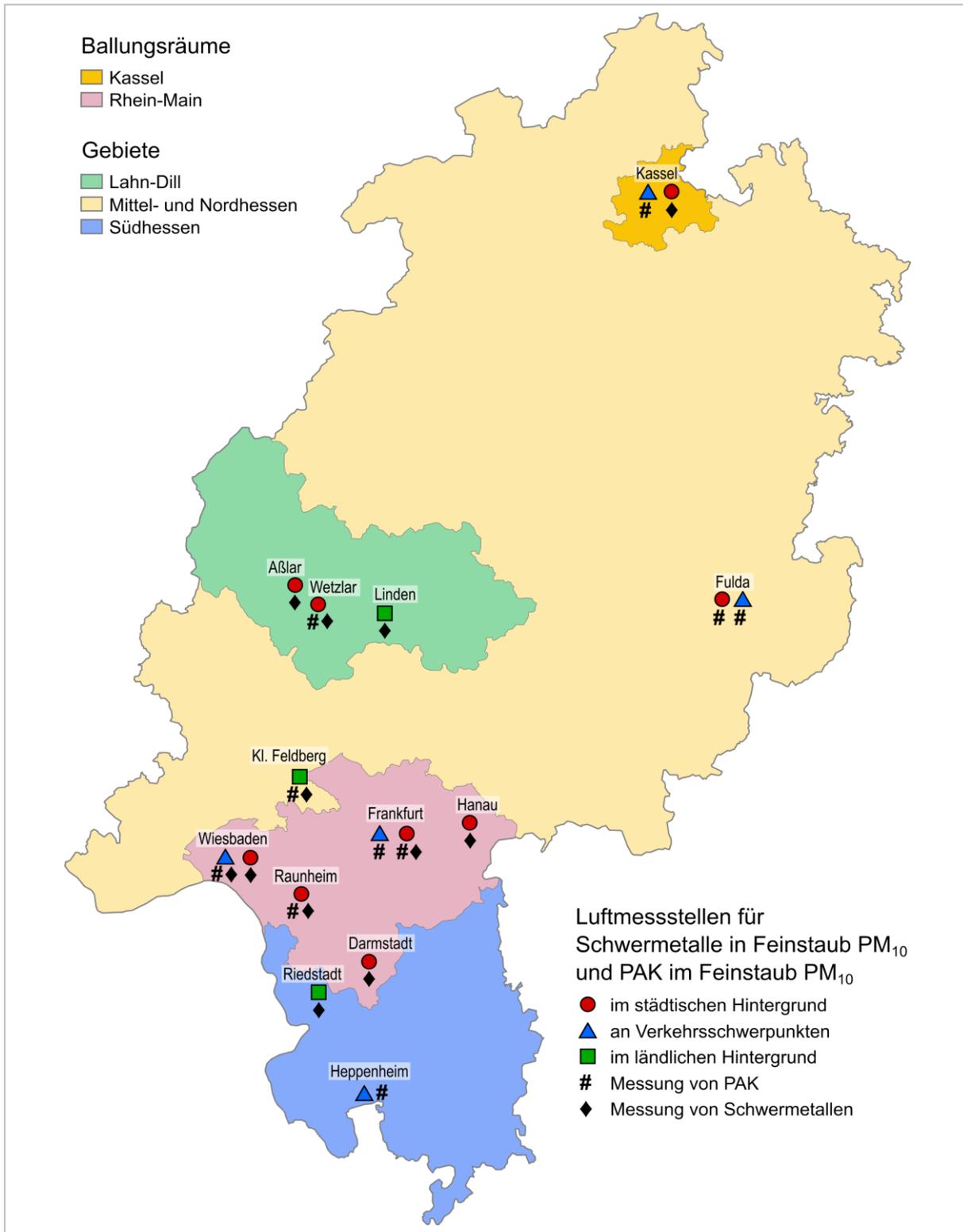


Abb. 23: Hessisches Messnetz zur Erfassung von Schwermetallen sowie von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) im Feinstaub PM₁₀ (Stand 2023)

In einzelnen Städten gibt es mehrere Messstellen zur Erfassung von Schwermetallen bzw. PAK im Feinstaub PM₁₀, Details sind der Tabelle zur Geräteausstattung der Luftmessstellen zu entnehmen.

Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

Geofachdaten: © HLNUG – alle Rechte vorbehalten

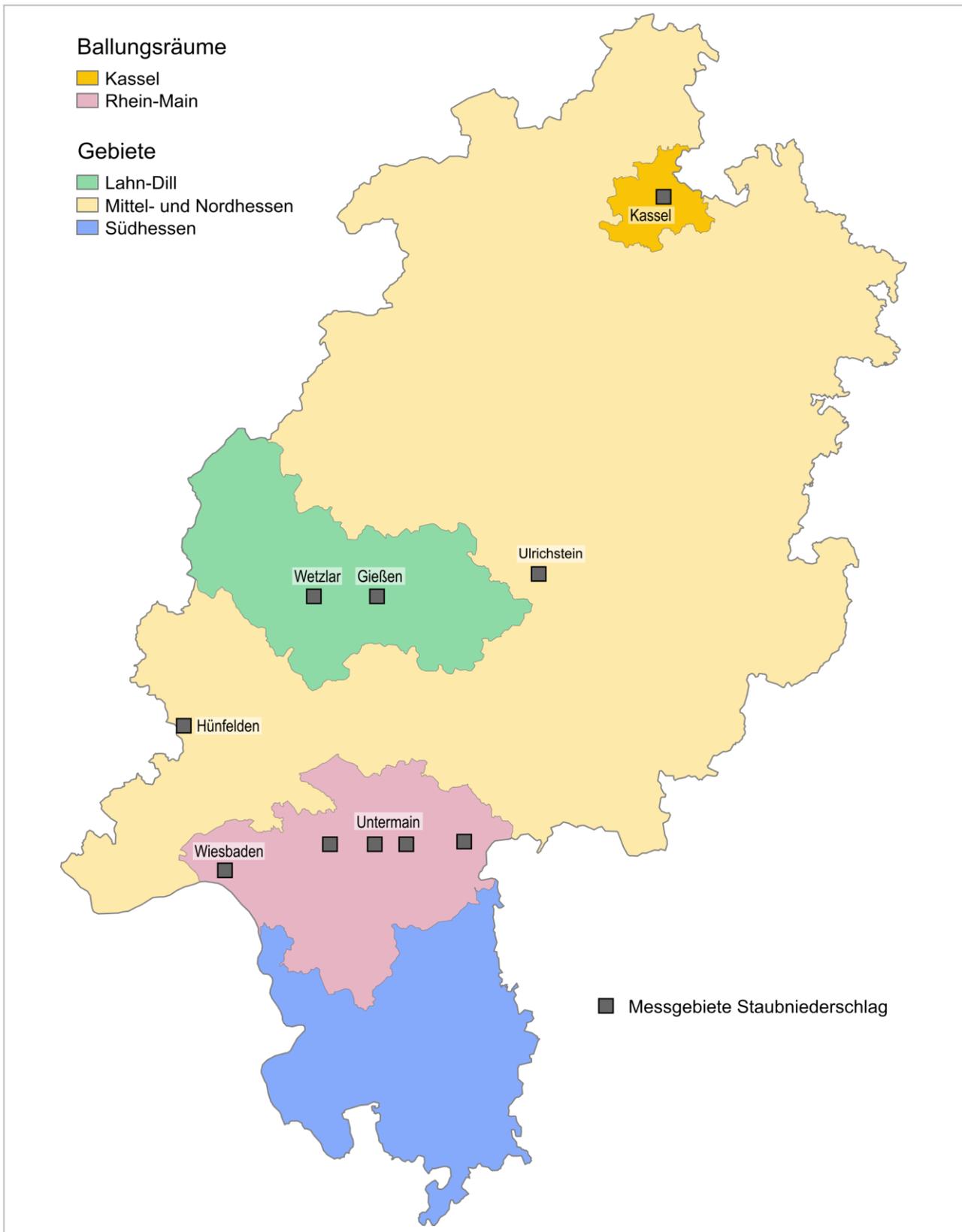


Abb. 24: Messgebiete zur Erfassung des Staubniederschlags in Hessen (Stand 2023)

Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation
 Geofachdaten: © HLNUG – alle Rechte vorbehalten

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 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202)

Impressum

Lufthygienischer Jahresbericht 2023

Titelbild: Katja Wucher

Bearbeitung: Dr. Florian Ditas
Nicolai Föll
Alexander Gorgischeli
Charlotte Matthias
Dr. Diana Rose
Daniel Schwarzloh
Maximilian Steinbach
Kerstin Wolf
Katja Wucher

Layout:

Herausgeber: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Postfach 3209
65022 Wiesbaden

Telefon: 0611 6939-0

Fax: 0611 6939-555

Homepage: www.hlnug.de

Version	Veröffentlicht	Bemerkung
1.0		



Für eine lebenswerte Zukunft