

Kurzbericht

erstellt am 7. Dezember 2023 vom Dezernat I2 - Luftreinhaltung: Immissionen (HLNUG) und dem Referat 62: Immissionen und Emissionen Luft (LfU)

Temporäre Luftschadstoffmessungen in Mainz-Hechtsheim

1 Stationsinformationen

Stationsumgebung: städtisches Gebiet, Hintergrund
Typ: temporäre Luftmessstation
Standort: Klein-Winternheimer Weg, 55129 Mainz-Hechtsheim
Geogr. Breite: 49,9581° N
Geogr. Länge: 8,2783 °E
Höhe über NN: 147 m
Zeitraum der Messung: seit 16.03.2023, bis voraussichtlich April 2024

1.1 Lage

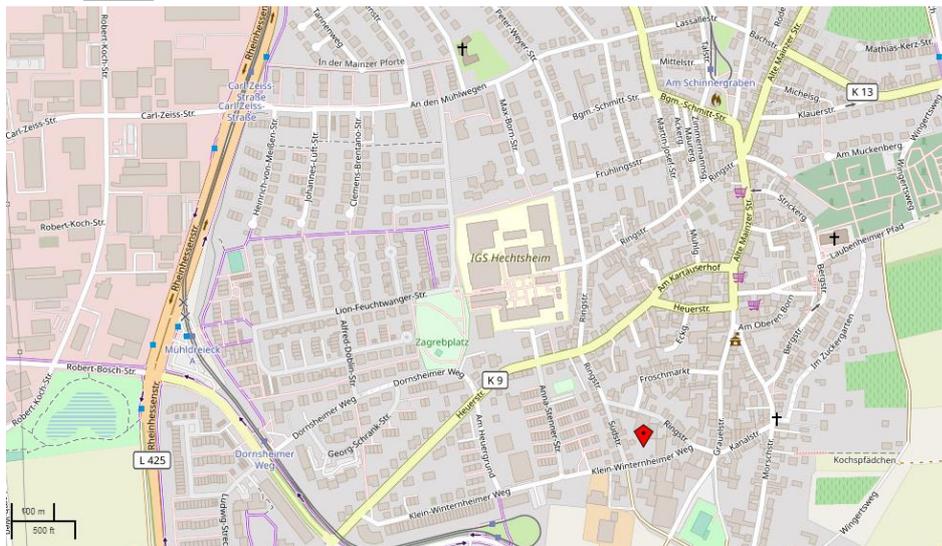


Abbildung 1: Standort Messstation Hechtsheim; Karte: [OpenStreetMap](#)

1.2 Gemessene Luftschadstoffe

Ultrafeine Partikel (N, Gesamtanzahl der Partikel größer 10 nm),
Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5}),
Stickstoffoxide (NO, NO₂)

2 Beurteilung der Luftqualität in Bezug auf ultrafeine Partikel

In diesem Zwischenbericht werden die ersten Ergebnisse der Immissionsmessungen in Mainz-Hechtsheim dargestellt. Die Messungen werden gemeinsam vom Landesamt für Umwelt, Rheinland-Pfalz (LfU) und dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) durchgeführt.

Es wird vorerst ausschließlich auf die Messungen ultrafeiner Partikel eingegangen. Ein umfassender Bericht zu sämtlichen dort gemessenen Komponenten erfolgt nach Abschluss der Messungen.

Als ultrafeine Partikel (UFP) beziehungsweise Ultrafeinstaub werden Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 100 Nanometer (nm) bezeichnet. UFP sind damit die kleinsten festen und flüssigen Teilchen in unserer Luft. Diese besonders kleinen Feinstaubpartikel stellen ein potentiell gesundheitliches Risiko dar. Anders als größere Feinstaubpartikel können sie aufgrund ihrer geringen Größe sehr tief in die Lunge eindringen und in den Blutkreislauf gelangen. Aus technischen Gründen (siehe Kap. 4) werden in Mainz-Hechtsheim alle Partikel größer als 10 nm, also ultrafeine Partikel und zusätzlich auch größere feine Partikel, erfasst. Es wird daher im Weiteren nicht der Begriff *UFP-Konzentration* sondern der Begriff *Partikelanzahlkonzentration* verwendet.

Die mittlere Partikelanzahlkonzentration (über den Zeitraum vom 1. April bis 30. September 2023) in Mainz-Hechtsheim liegt mit 7 200 Partikel pro cm^3 ca. 30 % niedriger als die an den permanenten UFP-Messstellen im Rhein-Main-Gebiet. Dabei treten deutlich seltener sehr hohe Konzentrationen auf als an den anderen Messstellen – 90 % aller gemessenen Konzentrationswerte sind kleiner als ca. 12 500 Partikel pro cm^3 (90. Perzentil).

Aufgrund der geografischen Lage der Messstelle am südlichen Stadtrand von Mainz ist die Partikelanzahlkonzentration bei Wind aus südlichen bis westlichen Windrichtungen mit etwa 6 000 Partikeln pro cm^3 vergleichsweise niedrig. Bei Wind aus nördlichen und nordöstlichen Windrichtungen steigt die mittlere Partikelkonzentration auf bis zu ca. 10 000 Partikel pro cm^3 . In diesem Richtungssektor liegen unmittelbar das Mainzer Stadtgebiet (Verkehr, Hausbrand, Gewerbe etc.) und etwas weiter entfernt hochfrequentierte Verkehrswege, Industriestandorte, sowie der Frankfurter Flughafen.

Im Tagesverlauf ist grundsätzlich ein Konzentrationsanstieg in den Morgenstunden und ein schwächerer zweiter Anstieg in der ersten Nachthälfte zu beobachten. Dies unterscheidet sich vom Tagesverlauf der Partikelkonzentration an Messstellen, die stark vom Flugbetrieb am Frankfurter Flughafen beeinflusst sind. Beispielsweise wird in Raunheim sowie Frankfurt-Schwanheim unter Einfluss des Flugbetriebs ein abrupter Anstieg der Konzentration kurz nach Beginn (5 Uhr) sowie ein starker Abfall nach Ende (23 Uhr) des Flugbetriebs beobachtet. Ein solches Verhalten ist in Mainz-Hechtsheim auch für die hohen Konzentrationswerte (90. Perzentil) nicht zu beobachten. Ein möglicher Ferntransport von Partikeln, die aus dem Flugbetrieb in unmittelbarer Nähe des Flughafens Frankfurt sowie tiefer Anfluglinien (niedriger als ca. 400 m) stammen, ist jedoch nicht auszuschließen. Dieser Ferntransport würde sich mit entsprechendem zeitlichem Versatz in Mainz-Hechtsheim bemerkbar machen.

Die Weltgesundheitsorganisation hat in ihren 2021 veröffentlichten Leitlinien zur Luftqualität erstmals Orientierungswerte zur Einordnung der Partikelanzahlkonzentration genannt. Demnach ist die Konzentration in Mainz-Hechtsheim an etwa 12 % aller Messtage als hoch einzuschätzen. Im Vergleich zu den anderen UFP-Messstellen ist dies bedeutend seltener.

Die temporären Messungen in Mainz-Hechtsheim werden bis mindestens April 2024 fortgesetzt, um ein vollständiges Jahreskollektiv inklusive der anstehenden Heizperiode aufnehmen zu können. Hierzu werden die Messungen um weitere Messungen eines speziellen Holzverbrennungsmarkers

(Levoglucosan) ergänzt. Nach Abschluss der Messungen erfolgt ein detaillierter Bericht zur Beurteilung der Luftqualität insbesondere in Bezug auf ultrafeine Partikel und deren spezifische Quellen.

3 Ergebnisse

3.1 Statistische Informationen zur Partikelanzahlkonzentration

In Tabelle 1 sind statistische Informationen zur Partikelanzahlkonzentration zusammengefasst. Die in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse beziehen sich alle auf den Zeitraum vom 1. April bis zum 30. September 2023. Zur Einordnung der Messwerte sind neben den Messungen in Mainz-Hechtsheim auch Messungen der im Rhein-Main-Gebiet gelegenen permanenten UFP-Messstellen des HLNUG (Frankfurt-Schwanheim, Frankfurt Friedberger Landstraße und Raunheim) dargestellt. Grundlage für diese Auswertung sind Stundenmittelwerte.

Die mittlere Partikelanzahlkonzentration liegt in Mainz-Hechtsheim bei 7 200 Partikeln pro cm^3 und ist damit ca. 30 % niedriger als an den anderen UFP-Messstellen. Dies spiegelt sich auch bei den höchsten gemessenen Konzentrationen wider. Während in Mainz-Hechtsheim 90 % aller Messwerte niedriger als ca. 12 500 Partikel pro cm^3 sind, erreicht das 90. Perzentil an den anderen Messstellen deutlich höhere Werte zwischen etwa 17 800 bis 22 400 Partikeln pro cm^3 . Frankfurt Schwanheim zeigt im Vergleich das höchste 90. Perzentil. Dieser Standort befindet sich aufgrund der häufigen Anströmung aus südwestlichen Richtungen im Vergleich zu den anderen Standorten häufiger unter dem Einfluss der Emissionen aus dem Flugbetrieb.

Die 10 % niedrigsten Werte (10. Perzentil) liegen an den in Tabelle 1 gezeigten Messstellen in einem sehr ähnlichen Wertebereich zwischen ca. 3 200 und 4 300 Partikeln pro cm^3 , was auf eine vergleichbare Hintergrundbelastung an den Standorten hindeutet. Hierbei ist an der verkehrsbezogenen Messstelle in der Friedberger Landstraße in Frankfurt das höchste Grundniveau zu verzeichnen.

Die Messungen werden auf dem Gelände des Turnvereins Hechtsheim 1882 e.V. durchgeführt. Auf diesem Gelände finden regelmäßig Sportveranstaltungen inklusive Rahmenprogramm statt. Aktivitäten wie insbesondere Grillen oder intensive Grünpflege können erheblichen Einfluss auf die Partikelkonzentration in der direkten Umgebung der Messstelle haben. Da solche Aktivitäten jedoch einen räumlich sehr begrenzten Einfluss haben und somit nicht repräsentativ für einen größeren Bereich um den Messstandort sind, wurden diese Zeiträume nicht in die Auswertung in diesem Bericht einbezogen. Dies betrifft insbesondere den 6./7. Mai 2023, sowie den 15./16. Juli 2023. Insgesamt wurden dadurch weniger als 2 % aller Messdaten nicht einbezogen. Die zeitliche Abdeckung des Messzeitraums liegt aufgrund von Gerätewartungen oder Geräteausfällen insgesamt bei ca. 95 %.

Tabelle 1: Anzahlkonzentration aller Partikel größer als 10 nm in Mainz-Hechtsheim, Frankfurt-Schwanheim, Frankfurt Friedberger Landstraße und Raunheim im Zeitraum vom 1. April bis 30. September 2023. Datengrundlage sind Stundenmittelwerte.

Messstation	Mittelwert (1/cm ³)	Median (1/cm ³)	10. Perzentil (1/cm ³)	90. Perzentil (1/cm ³)
Mainz-Hechtsheim	7 200	6 100	3 200	12 500
F-Schwanheim	10 800	7 600	3 600	22 400
F Friedberger Landstraße	10 400	9 000	4 300	18 000
Raunheim	9 800	8 000	3 800	17 800

3.2 Abhängigkeit der Partikelkonzentration von der Windrichtung

In Abbildung 2 wird die mittlere Anzahlkonzentration für Partikel größer als 10 nm in Abhängigkeit der Windrichtung für den Zeitraum 1. April bis 30. September 2023 dargestellt. Hierbei werden zur Einschätzung der übergeordneten Windverhältnisse die Winddaten der nächstgelegenen Windmessstation des Deutschen Wetterdienstes (DWD) auf dem Flughafengelände (DWD Climate Data Center, Stations-ID 1420) verwendet. Zusätzlich in Mainz-Hechtsheim erhobene Winddaten finden im umfassenden Bericht nach Abschluss der Messungen Eingang.

Die mittlere Partikelanzahlkonzentration ist mit etwas weniger als 6 000 Partikeln pro cm³ für Windrichtungen aus Süd bis Nordwest am niedrigsten. Bei Wind aus nördlichen Richtungen steigt die mittlere Partikelanzahlkonzentration an und erreicht Werte im Bereich von etwa 8 000 Partikeln pro cm³. Für Wind aus Nordnordost steigt die Konzentration weiter an und erreicht für Wind aus 70° – 80° ein Maximum von knapp 10 000 Partikeln pro cm³. Im letztgenannten Richtungssektor liegen unmittelbar das Mainzer Stadtgebiet (Verkehr, Hausbrand, Gewerbe etc.) und etwas weiter entfernt hochfrequentierte Verkehrswege, Industriestandorte, sowie der Frankfurter Flughafen.

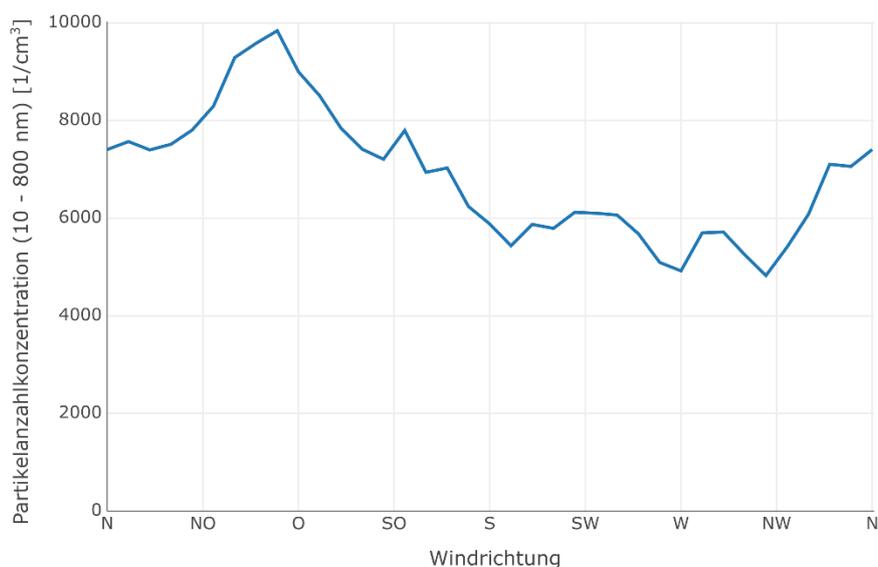


Abbildung 2: Mittlere Anzahlkonzentration aller Partikel größer als 10 nm in Abhängigkeit der Windrichtung für den Zeitraum 1. April bis 30. September 2023. Es ist zu beachten, dass nicht alle Windrichtungen gleich häufig auftreten. Datengrundlage sind 1-Sekundenwerte.

3.3 Tageszeitliche Entwicklung der Partikelkonzentration

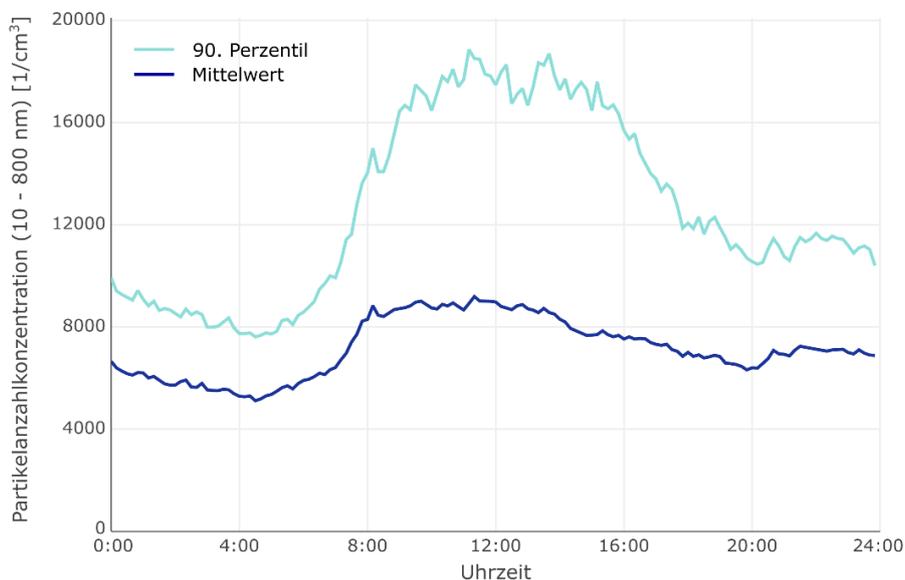


Abbildung 3: Mittlere Anzahlkonzentration aller Partikel größer als 10 nm in Abhängigkeit der Tageszeit für den Zeitraum 1. April bis 30. September 2023. Datengrundlage sind 1-Sekundenwerte.

Abbildung 3 zeigt die mittlere Anzahlkonzentration aller Partikel größer als 10 nm in Abhängigkeit von der Tageszeit für den Zeitraum 1. April bis 30. September 2023. Auf Basis der 1-Sekundenwerte wird der Mittelwert und das 90. Perzentil gezeigt. Beide Parameter (Mittelwert, 90. Perzentil) zeigen einen ausgeprägten Tagesgang mit minimaler Partikelanzahlkonzentration in den frühen Morgenstunden (ca. 5 Uhr Ortszeit). Ab ca. 5 – 6 Uhr beginnt ein langsamer Anstieg der Konzentration, der sich ab etwa 7 Uhr zunehmend verstärkt. Die mittlere Partikelanzahlkonzentration bleibt von 8 – 14

Uhr auf einem Niveau von etwas mehr als 8 000 Partikeln pro cm^3 und sinkt im Anschluss bis in die frühen Abendstunden. Zwischen 20 und 24 Uhr gibt es dann ein schwach ausgeprägtes sekundäres Maximum.

Betrachtet man die hohen Konzentrationswerte (90. Perzentil, Datenbasis: 1-Sekundenwerte) so ergibt sich auch hier ein zunächst allmählicher Anstieg ab etwa 5:30 Uhr morgens, der sich ab etwa 7 Uhr verstärkt. Maximalwerte bis etwa 18 000 Partikel pro cm^3 treten etwa im Zeitfenster zwischen 9 bis 16 Uhr auf. Am Nachmittag sinken die Werte für das 90. Perzentil deutlich ab und stagnieren bei etwa 11 000 Partikeln pro cm^3 in der ersten Nachthälfte, bevor die Konzentration von 0 Uhr bis in den Morgen weiter abnimmt.

Der hier gezeigte zeitliche Verlauf der mittleren sowie der hohen Konzentrationswerte (90. Perzentil) der Partikelanzahl stellt sich in Mainz-Hechtsheim grundsätzlich anders dar als an den stark vom Flugbetrieb beeinflussten Stationen in Raunheim und Frankfurt-Schwanheim. Sowohl in Raunheim als auch in Frankfurt-Schwanheim kann bei entsprechender Windrichtung ein sprunghafter Anstieg der Partikelanzahlkonzentration innerhalb der ersten 30 Minuten nach Beginn des Flugbetriebs beobachtet werden. Ähnlich abrupt nimmt nach Ende des Flugbetriebs die Partikelanzahlkonzentration wieder ab (nachzulesen bspw. im 2. Zwischenbericht des HLNUG: <https://www.hlnug.de/themen/luft/ultrafeine-partikel>). Dies ist in Mainz-Hechtsheim nicht zu beobachten, hier steigen auch die hohen Konzentrationswerte (90. Perzentil) nur allmählich und erst deutlich nach Beginn des Flugbetriebs an.

Eine detaillierte Analyse möglicher Ursachen des zeitlichen Verlaufs der Partikelanzahlkonzentration inklusive der zusätzlich erhobenen Schadstoffkomponenten erfolgt nach Erfassung des gesamten Jahreskollektivs im Bericht nach Abschluss der Messungen.

3.4 Einordnung der Konzentrationswerte nach WHO-Kriterien

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat 2021 neue Luftgüteleitlinien veröffentlicht (siehe Kap. 5). Für ultrafeine Partikel wurden erstmals zur Einordnung der Partikelanzahlkonzentration zwei Orientierungswerte genannt. Die Konzentration wird danach als hoch eingeschätzt bei Überschreitung eines Stundenmittelwerts von 20 000 Partikeln pro cm^3 oder bei Überschreitung eines Tagesmittelwerts von 10 000 Partikeln pro cm^3 .

Tabelle 2: Einordnung der gemessenen Anzahlkonzentration für Partikel größer 10 nm nach den Luftqualitätsrichtlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO). Hierbei wird die Anzahl und relative Häufigkeit (bezogen auf den Messzeitraum) der Überschreitungen eines Stundenmittelwerts von 20 000 Partikeln pro cm^3 und eines Tagesmittelwerts von 10 000 Partikeln pro cm^3 angegeben.

Messstation	Überschreitungen des Stundenmittelwerts (> 20 000 Partikel pro cm^3)		Überschreitungen des Tagesmittelwerts (> 10 000 Partikel pro cm^3)	
	Anzahl der Stunden	%	Anzahl der Tage	%
Mainz-Hechtsheim	81	2	20	12
F-Schwanheim	497	12	77	46
F Friedberger Landstraße	265	6	96	56
Raunheim	291	7	67	42

4 Hintergrund zu ultrafeinen Partikeln

Die Überwachung der Konzentration ultrafeiner Partikel ist derzeit nicht gesetzlich vorgeschrieben, und es existieren keine gesetzlichen Grenz- oder Zielwerte, die eingehalten werden müssen. Dennoch empfiehlt die Weltgesundheitsorganisation (WHO) die Erfassung der UFP-Konzentration, nicht zuletzt, um damit eine Grundlage für die Untersuchung möglicher gesundheitlicher Auswirkungen zu schaffen.

Die Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration erfolgt auf Grundlage der prEN 16976:2023. Mit den dort festgelegten Verfahren ist es jedoch technisch nicht möglich, ausschließlich Partikel kleiner 100 nm, also ausschließlich ultrafeine Partikel, zu erfassen. Nach prEN 16976:2023 werden Partikel größer als 10 nm erfasst, die ultrafeine Partikel und zusätzlich auch größere, feine Partikel einschließen. Die hier dargestellten Ergebnisse umfassen deshalb sowohl ultrafeine als auch größere Partikel. Es wird daher der Begriff Partikelanzahlkonzentration genutzt. Da die Partikelkonzentration meist durch die Anzahl ultrafeiner Partikel dominiert wird, werden die Begriffe UFP-Konzentration und Partikelkonzentration häufig synonym verwendet. In der neuen prEN 16976:2023 wird gegenüber der alten Technischen Spezifikation (CEN/TS 16976:2016) die untere Messgrenze von 7 auf 10 nm angehoben, um eine einheitliche untere Messgrenze für unterschiedliche Messverfahren zu erreichen. Diese Harmonisierung ist notwendig, um die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Messungen zu gewährleisten.

Die hier beschriebene Messkampagne in Mainz-Hechtsheim findet im Rahmen eines Kooperationsvertrages zwischen LfU und HLNUG statt. Dieses Projekt wird vom rheinland-pfälzischen Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität bezuschusst.

Das Sondermessprogramm „ultrafeine Partikel“ des HLNUG wird durch das Forum Flughafen und Region (FFR) finanziell unterstützt.

5 Weitere Informationen

HLNUG Sondermessprogramm UFP:

<https://www.hlnug.de/?id=14862>

aktuelle Messwerte des HLNUG:

<https://www.hlnug.de/messwerte/datenportal>

aktuelle Messwerte des LfU:

<https://luft.rlp.de/de/zentrales-immissionsmessnetz-zimen/luftschatstoffe/#c89587>

Studie des Forum Flughafen und Region:

<https://www.ultrafeinstaub-studie.de/>

WHO Air quality guidelines:

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>