



Kurzbericht

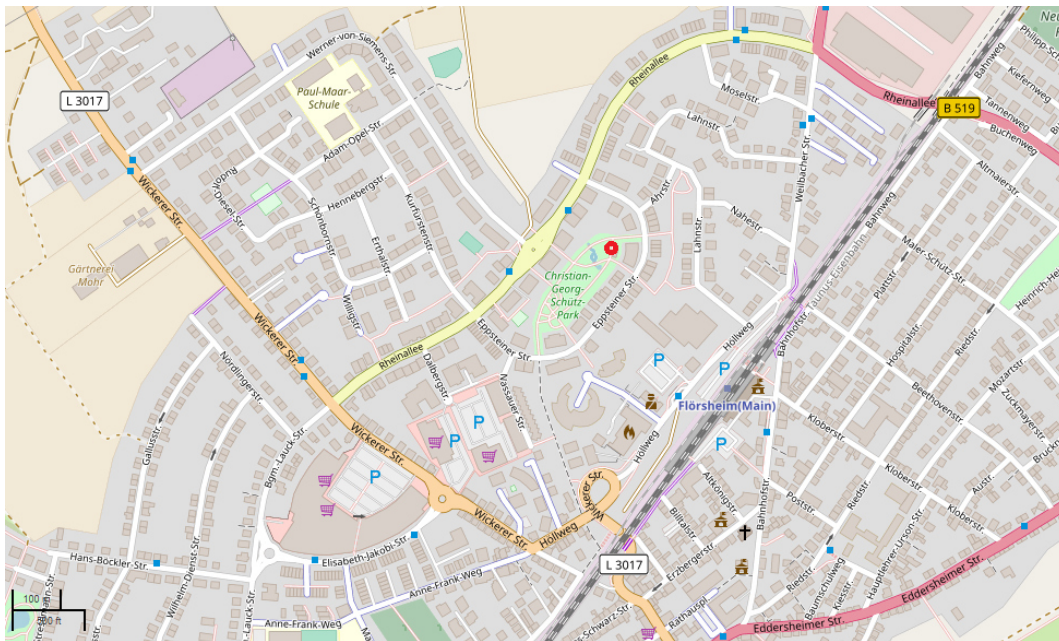
erstellt am 3. August 2023 vom Dezernat I2 - Luftreinhaltung: Immissionen

Temporäre Luftschadstoffmessungen in Flörsheim am Main

Stationsinformationen:

Stationsumgebung: städtisches Gebiet, Hintergrund
Typ: temporäre Luftmessstation
Standort: Christian-Georg-Schütz-Park, 65439 Flörsheim am Main
Geogr. Breite: 50,01901862 °N
Geogr. Länge: 8,42871649 °E
Höhe über NN: 93 m
Zeitraum der Messung: 06.08.2020 bis 26.01.2023

Lage:



Karte: [OpenStreetMap](#)

Gemessene Luftschadstoffe:

Ultrafeine Partikel (N, Gesamtanzahl der Partikel größer 7 nm),
Schwefeldioxid (SO₂),
Stickstoffoxide (NO, NO₂)



Für eine lebenswerte Zukunft

Beurteilung der Luftqualität in Bezug auf ultrafeine Partikel

Im Rahmen des Sondermessprogramms „ultrafeine Partikel“ (UFP) wurden temporäre Messungen der Partikelanzahlkonzentration in Flörsheim mit Hilfe eines Kondensationspartikelzählers (untere Detektionsgrenze: 7 Nanometer) durchgeführt.

Die Partikelanzahlkonzentration lag im Mittel über den gesamten Zeitraum bei etwa 10.400 Partikeln pro Kubikzentimeter. Sie zeigte eine deutliche Abhängigkeit von der Windrichtung (Abbildung 1). Um den Einfluss des Flugbetriebs für den Standort Flörsheim zu untersuchen, wurden unterschiedliche Belastungssituationen getrennt ausgewertet. Betrachtet man ausschließlich die Zeiten, zu denen der Standort unter Einfluss des Flugbetriebs stand, stieg die Partikelanzahlkonzentration deutlich an und erreichte im Mittel für das Jahr 2022 etwa 17.000 Partikel pro Kubikzentimeter (Tabelle 3). Im Jahr 2022 trat diese Belastungssituation zu etwa 20 Prozent der Zeit auf. Bei Wind aus anderen Richtungen lag die Konzentration tagsüber im Mittel bei etwa 9.500 Partikeln pro Kubikzentimeter (Belastung ohne Einfluss des Flugbetriebs, tagsüber). Auch außerhalb der Betriebszeiten des Flughafens, in der Nacht, ergab sich eine erhöhte Partikelanzahlkonzentration bei Wind aus östlichen Richtungen, die auf weitere UFP-Quellen außer dem Flugbetrieb in dieser Richtung hindeutet (Abbildung 1).

Nachts wurde eine Konzentration von durchschnittlich 8.400 Partikel pro Kubikzentimeter erreicht (Tabelle 3). Daraus ergab sich für 2022 insgesamt ein Jahresmittelwert von ca. 11.000 Partikeln pro Kubikzentimeter.

Die erheblich reduzierten Flugbewegungszahlen während der Covid-19-Pandemie spiegelten sich auch in den mittleren Partikelanzahlkonzentration wider. Für den Zeitraum der UFP-Messungen im Jahr 2020 (06.08. – 31.12.2020) fand am Frankfurter Flughafen mit durchschnittlich nur ca. 500 Flugbewegungen pro Tag deutlich weniger Flugbetrieb als 2022 statt. Dementsprechend lag die mittlere Partikelanzahlkonzentration 2020 unter Einfluss des Flugbetriebs mit ca. 15.000 Partikeln pro Kubikzentimeter ebenfalls niedriger als 2022. Auch während der Schließung der Landebahn Nordwest vom 14. Dezember 2020 bis zum 31. Mai 2021 blieb die Konzentration unter Einfluss des Flugbetriebs ähnlich hoch wie im Zeitraum davor, obwohl Flörsheim nicht von landenden Flugzeugen überflogen wurde.

Kurzzeitige Spitzen in der Partikelanzahlkonzentration¹ traten sowohl zu Zeiten mit Überflügen über Flörsheim (Landungen bei Betriebsrichtung Ost oder auch Abflüge bei Betriebsrichtung West) als auch zu Zeiten außerhalb des Flugbetriebs und während der Schließung der Landebahn Nordwest auf. Ein eindeutiger kausaler Zusammenhang zwischen einzelnen direkten Überflügen über Flörsheim (im Anflug auf die Landebahn Nordwest) und Konzentrationsspitzen lässt sich daher nicht ableiten. Die Ergebnisse in Flörsheim bestätigen somit die bisherigen Untersuchungen des HLNUG, deren Ergebnisse in verschiedenen UFP-Berichten veröffentlicht wurden. Ultrafeine Partikel, die von den Flugzeugtriebwerken beim Betrieb am Boden auf dem Flughafengelände und auf niedrigen Flughöhen unter 400 Metern (z.B. beim Anflug auf die Landebahn Nordwest und das Parallelbahnsystem) ausgestoßen werden, werden mit dem Wind in die Region verfrachtet und tragen im Umland zu einer Erhöhung der bodennahen UFP-Konzentration bei.

Bei Wind aus nordöstlicher bis östlicher Richtung, also aus Richtung des Flughafengeländes und der niedrigen Anfluglinien, ist diese Konzentrationszunahme auch in Flörsheim deutlich zu beobachten. Der Flugbetrieb stellt also auch für Flörsheim eine bedeutende Quelle für UFP dar.

Laut WHO-Luftgüteleitlinien werden Stundenmittelwerte größer als 20.000 Partikel pro Kubikzentimeter als hohe Belastung eingestuft. Im Jahr 2022 wurde dieser Stundenmittelwert in Flörsheim insgesamt 868-mal überschritten, dies entspricht etwa 10 Prozent aller Stundenmittelwerte. Dies trat

¹ Mit „kurzzeitigen Spitzen in der Partikelanzahlkonzentration“ sind deutliche Erhöhungen des Grundniveaus der Konzentration für die Dauer von Sekunden bis wenigen Minuten gemeint.

häufig dann auf, wenn Flörsheim unter Einfluss des Flugbetriebs stand (Abbildung 2). Der Tagesmittelwert von 10.000 Partikeln pro Kubikzentimeter wurde an mehr als jedem zweiten Tag überschritten.

Insgesamt ist die Partikelanzahlkonzentration in Flörsheim höher als an anderen vergleichbaren Stationen mit UFP-Messungen. Verglichen werden können hier nur Stationen mit identischer unterer Nachweisgrenze des Messgeräts von 7 Nanometern. Dies betrifft Frankfurt-Sachsenhausen und Frankfurt-Oberrad. Auffällig ist hierbei vor allem eine deutlich höhere Partikelanzahlkonzentration in den Nachtstunden. Zum Vergleich: in Flörsheim wurden mittlere Nachtkonzentrationen von 8.000 – 8.400 Partikel pro Kubikzentimeter und in Frankfurt-Sachsenhausen nur ca. 6.000 Partikel pro Kubikzentimeter im gleichen Zeitraum gemessen. Die höheren Konzentrationen außerhalb der Betriebszeiten des Frankfurter Flughafens deuten auf weitere UFP-Quellen in der Nähe hin.

Ergebnisse

Jahresmittelwerte aller gemessenen Luftschadstoffe

Tabelle 1: Anzahlkonzentration aller Partikel größer als 7 nm (N), Konzentration für Schwefeldioxid (SO₂) und Stickstoffoxide (NO, NO₂) als Jahresmittelwerte. Zu beachten ist, dass das Bezugsjahr 2020 kein vollständiges Jahreskollektiv aufweist.

Bezugsjahr	N (in 1/cm ³)	SO ₂ (in µg/m ³)	NO (in µg/m ³)	NO ₂ in (µg/m ³)
2020*	9.920	0,9	8,7	22,6
2021	10.010	0,9	6,2	19,7
2022	11.030	0,9	5,2	18,6

** Jahreskollektiv nicht vollständig (Messungen erst ab 06.08.2020)*

Für die Luftschadstoffe SO₂ und NO₂ ist eine Einordnung nach den gesetzlich vorgeschriebenen Jahreshrenzwerten in der 39. BImSchV möglich. Hiernach werden die aktuellen Grenzwerte für diese Schadstoffe sicher eingehalten.

Jahresmittelwerte der Partikelanzahlkonzentration in verschiedenen Belastungssituationen

Der Frankfurter Flughafen stellt in Bezug auf die Konzentration ultrafeiner Partikel für die Umgebung eine erhebliche Quelle dar. Dies geht unter anderen aus mehreren Berichten des HLNUG hervor (siehe weitere Informationen am Ende dieses Berichts).

Um den Einfluss des Flugbetriebs für den Standort Flörsheim zu untersuchen, wurden unterschiedliche Belastungssituationen getrennt ausgewertet. Im Folgenden werden die Bezeichnungen der unterschiedlichen Belastungssituationen und deren zugehörige, an die Daten angewandten, Bedingungen gelistet.

Es werden drei grundsätzliche Belastungssituationen unterschieden (siehe auch Tab. 2):

1. Belastung unter Einfluss des Flugbetriebs:

Hierfür wurden alle Messwerte herangezogen, die zwischen 5 und 23 Uhr Ortszeit (Betriebszeit des Flughafens) sowie bei Wind aus Richtung des Flughafengeländes (Windsektor 45° bis 134°) erhoben wurden. Unter diesen Bedingungen ist am Standort Flörsheim ein Einfluss des Flugbetriebs zu erwarten.

ten. Die Bezeichnung „unter Einfluss des Flugbetriebs“ ist hierbei weit gefasst und schließt alle Prozesse des Flugbetriebs auf dem Flughafengelände (z.B. Start, Landung, Rollen, Abfertigung), sowie in dessen unmittelbarer Nähe (z.B. startende und landende Flugzeuge auf niedrigen Flughöhen) ein.

2. Belastung ohne Einfluss des Flugbetriebs, tagsüber:

Hierfür wurden alle Messwerte herangezogen, die zwischen 5 und 23 Uhr Ortszeit sowie bei Wind nicht aus Richtung des Flughafengeländes (d.h. außerhalb des Windsektors 45° bis 134°) erhoben wurden. Unter diesen Bedingungen ist am Standort Flörsheim kein wesentlicher Einfluss durch den Flugbetrieb zu erwarten. Die Belastung kann als standorttypischer Hintergrund während des Tages gesehen werden.

3. Belastung ohne Einfluss des Flugbetriebs, nachts:

Hierfür wurden alle Messwerte herangezogen, die zwischen 0 und 5 Uhr Ortszeit erhoben wurden². Für die Windrichtung wurde keine Einschränkung vorgenommen. Unter diesen Bedingungen ist am Standort Flörsheim wegen des Nachtflugverbots am Frankfurter Flughafen kein Einfluss durch den Flugbetrieb zu erwarten. Die Belastung kann als standorttypischer nächtlicher Hintergrund gesehen werden.

Tabelle 2: Bezeichnungen unterschiedlicher Belastungssituationen am Standort Flörsheim und die zugehörigen angewandten Bedingungen.

Bezeichnung	Bedingungen
unter Einfluss des Flugbetriebs (FB)	während Flugbetriebszeit (5:00 – 23:00 Uhr Ortszeit), Windrichtung innerhalb des Windrichtungssektors zwischen 45° und 134°
ohne Einfluss des Flugbetriebs (FB), tagsüber	während Flugbetriebszeit (5:00 – 23:00 Uhr Ortszeit), Windrichtung nicht innerhalb des Windrichtungssektors zwischen 45° und 134°
ohne Einfluss des Flugbetriebs (FB), nachts	außerhalb Flugbetriebszeit (0:00 – 5:00 Uhr Ortszeit), keine Einschränkung bezüglich der Windrichtung

² Die Stunde zwischen 23 Uhr und Mitternacht wurde als „Abklingzeit“ nach Betriebsschluss des Flughafens nicht in die Betrachtung einbezogen.

Tabelle 3 zeigt die mittlere Partikelanzahlkonzentration für diese verschiedenen Belastungssituationen separat für jedes Kalenderjahr. Zusätzlich wurde der Zeitraum während der Schließung der Landebahn Nordwest (LB NW) vom 14. Dezember 2020 bis 31. Mai 2021 gesondert betrachtet. In diesem Zeitraum fanden keine Landeanflüge über Flörsheim statt.

Tabelle 3: Mittlere tägliche Flugbewegungen und Anzahlkonzentration aller Partikel größer als 7 nm (N) getrennt nach unterschiedlichen Belastungssituationen. Zusätzlich ist die prozentuale Häufigkeit für Messungen unter Einfluss des Flugbetriebs (FB) angegeben.

Bezugszeitraum	Mittlere Flugbewegungen pro Tag	N; <u>alle</u> Messungen (in 1/cm ³)	N; unter Einfluss FB (in 1/cm ³)	Häufigkeit; unter Einfluss FB (in %)	N; ohne Einfluss FB, <u>tagsüber</u> (in 1/cm ³)	N; ohne Einfluss FB, <u>nachts</u> (in 1/cm ³)
2020*	510	9.920	14.550	14	9.230	8.010
2021	720	10.010	15.980	13	8.900	8.310
2022	1.050	11.030	16.970	20	9.530	8.400
Schließung LB NW**	465	9.430	14.240	9	8.840	8.000

* Jahreskollektiv nicht vollständig (Messungen erst ab 06.08.2020)

** im Zeitraum vom 14. Dezember 2020 bis 31. Mai 2021

Schadstoffrose & Histogramm (Stundenmittel)

In Abbildung 1 wird die mittlere Anzahlkonzentration für Partikel größer als 7 nm in Abhängigkeit der Windrichtung für das Jahr 2022 dargestellt. Es wird zwischen Zeiten während des Flugbetriebs (5:00 – 23:00 Uhr Ortszeit) und Nachtmessungen (0:00 – 5:00 Uhr) unterschieden. Der Zeitraum von 23:00 bis 0:00 Uhr Ortszeit wird für diese Analyse nicht betrachtet.

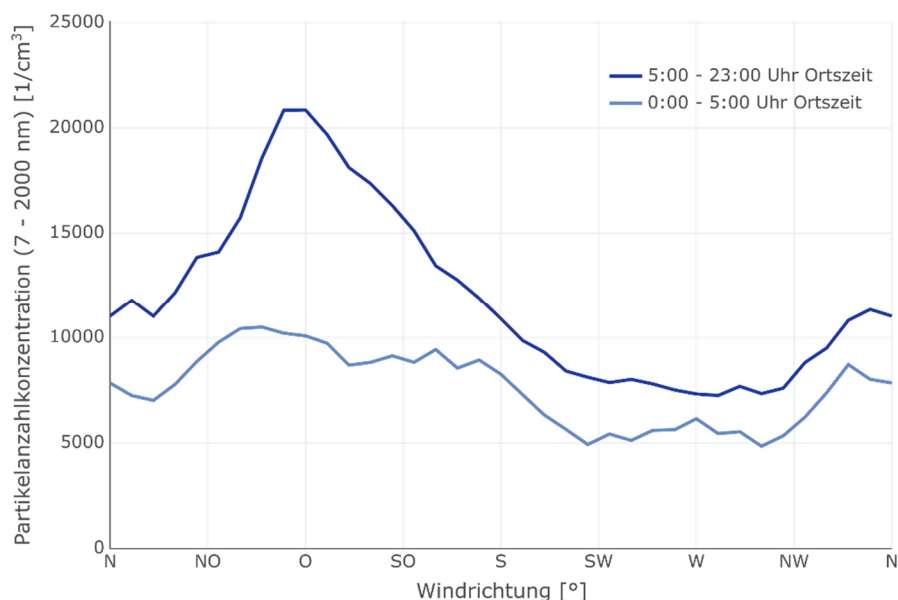


Abbildung 1: Mittlere Anzahlkonzentration aller Partikel größer als 7 nm (N) in Abhängigkeit der Windrichtung und Tageszeit für das Jahr 2022.

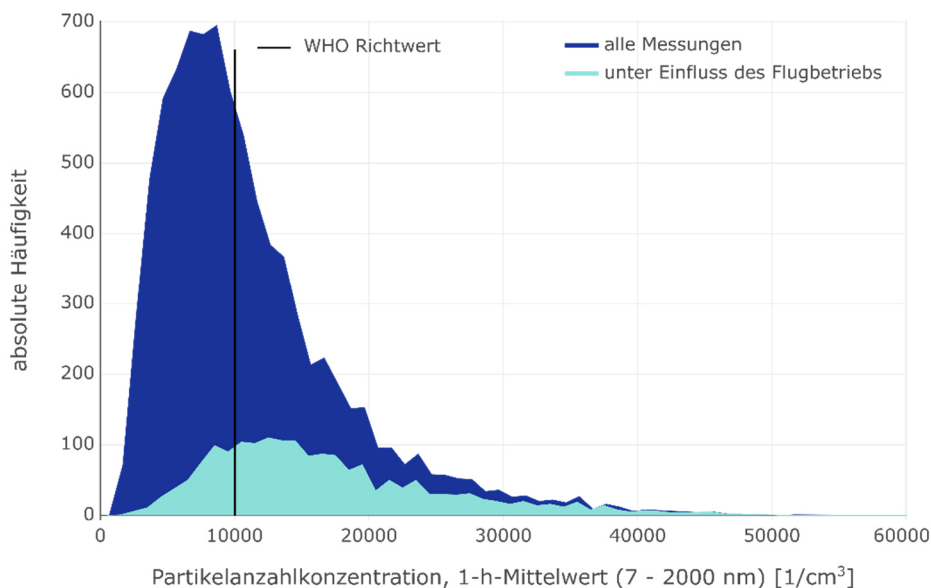


Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung der Stundenmittelwerte der Anzahlkonzentration aller Partikel größer als 7 nm für das Jahr 2022.

Abbildung 2 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Stundenmittelwerte der Anzahlkonzentration der Partikel größer als 7 nm für das Jahr 2022. Die Häufigkeitsverteilung für Stundenmittelwerte zu den Zeiten, in denen der Standort unter dem Einfluss des Flugbetriebs steht, ist zusätzlich hervorgehoben.

Einordnung der Konzentrationswerte nach WHO-Kriterien

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat 2021 neue Luftgüteleitlinien veröffentlicht (siehe weitere Informationen am Ende des Berichts). In diesen Leitlinien werden für die gesetzlich geregelten Luftschadstoffe neue niedrigere Schwellenwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit vorgeschlagen (bspw. 10 µg/m³ als Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid). 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 Kubikzentimeter oder bei Überschreitung eines Tagesmittelwerts von 10.000 Partikeln pro Kubikzentimeter.

Tabelle 4: Einordnung der gemessenen Anzahlkonzentration für Partikel größer 7 nm nach den Luftqualitätsrichtlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO). Hierbei wird die Anzahl und relative Häufigkeit der Überschreitungen eines Stundenmittelwerts von 20.000 Partikeln pro Kubikzentimeter und eines Tagesmittelwerts von 10.000 Partikeln pro Kubikzentimeter angegeben.

Bezugsjahr	Überschreitungen des Stundenmittelwerts (> 20.000 Partikel pro cm ³)		Überschreitungen des Tagesmittelwerts (> 10.000 Partikel pro cm ³)	
	Anzahl der Stunden	%	Anzahl der Tage	%
2020*	186	5	64	44
2021	490	6	152	43
2022	868	10	202	56

* Jahreskollektiv nicht vollständig (Messungen erst ab 06.08.2020)

Hintergrund zu ultrafeinen Partikeln:

Als ultrafeine Partikel (UFP) beziehungsweise Ultrafeinstaub werden alle 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 potentielles gesundheitliches Risiko dar. Anders als größere Feinstaubpartikel können sie aufgrund ihrer geringen Größe sehr tief in die Lunge eindringen und in den Blutkreislauf gelangen.

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 die Untersuchung möglicher gesundheitlicher Auswirkungen zu erlauben.

Die Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration erfolgt auf Grundlage der CEN/TS 16976:2016. Mit den dort festgelegten Verfahren ist es jedoch technisch nicht möglich ausschließlich Partikel kleiner 100 nm, also ausschließlich ultrafeine Partikel zu erfassen. Nach CEN/TS 16976:2016 werden Partikel größer als 7 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.

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

Weitere Informationen:

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

aktuelle Messwerte des HLNUG: <https://www.hlnug.de/messwerte/datenportal>

Studie des Forum Flughafen und Region: <https://www.ultrafeinstaub-studie.de/>

WHO Air quality guidelines: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>

Gesetzliche Grundlagen:

39. BImSchV: https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_39/