



Fluglärm-Monitoring der Stabsstelle für Fluglärmschutz der Stadt Frankfurt am Main

2. Quartal 2021 (APRIL, MAI, JUNI)

Inhalt

1. Ausgangslage	3
1.1 Standorte der städtischen Lärmessstationen.....	3
1.2 Betriebsrichtung	6
1.3 Flugbewegungen	10
2. Diagramme und Erläuterungen	11
2.1 Dauerschallpegel L_{Tag} (6 bis 22 Uhr).....	11
2.2 Dauerschallpegel L_{Nacht} (0 bis 6 Uhr und 22 bis 24 Uhr)	11
2.3 Lärmindex L_{den} (0 bis 24 Uhr)	14
2.4 Anzahl der Lärmereignisse über 68 dB (A) nachts.....	14
3. Zusammenfassung	17
4. Quellennachweis	18

1. Ausgangslage

Im vorliegenden Bericht wird die Fluglärmsituation während der Corona-Pandemie im 2. Quartal 2021 in Frankfurt am Main dargestellt. Es wird u. a. auf die Betriebsrichtungsverteilung, auf die Dauerschallpegel am Tag und in der Nacht und auf die durchschnittliche Anzahl der nächtlichen Lärmereignisse eingegangen.

Zur Plausibilitätsprüfung einzelner Schallereignisse und zur Trennung von tatsächlichem Fluglärm und Umgebungslärm an den jeweiligen Fluglärmmessstationen werden als Referenz Flugverlaufsdaten verwendet. Nicht erfasste Flugbewegungen führen dazu, dass die Ereigniserkennung an den Messstationen schlechter wird.

1.1 Standorte der städtischen Lärmessstationen

Die ersten Lärmessgeräte wurden von Seiten der Stadt Frankfurt am Main bereits 2007 in Betrieb genommen. Zwei Stationen sind in Sachsenhausen und Oberrad installiert und jeweils eine in Niederrad, Goldstein, Bergen-Enkheim und im Gallus.

Vier städtische Messgeräte sind auf Schulgeländen installiert:

- Sachsenhausen, Sachsenhäuser Landwehrweg – Martin-Buber-Schule
- Niederrad, Else-Alken-Straße – Friedrich-Fröbel-Schule
- Goldstein, Am Wiesenhof – Goldsteinschule
- Gallus, Schwalbacher Straße – Paul-Hindemith-Schule

Die vier weiteren Lärmessgeräte wurden in Wohngebieten bzw. Mischgebieten errichtet:

- Oberrad, Buchrainstraße – Mischgebiet
- Oberrad, Alter Friedhof – Wohngebiet
- Sachsenhausen, Wilhelm-Beer-Weg – Wohngebiet
- Bergen-Enkheim, Am Pohlsberg – Wohngebiet

Die aufgeführten Standorte sind im Überblick in Abbildung 1 (s. Seite 5) dargestellt.

Bei der Messstation in Goldstein fiel bereits im Rahmen der Auswertung zum 4. Quartal 2018 in Teilen auf, dass große Schwierigkeiten bestehen Fluglärmgeräusche von Hintergrundgeräuschen zu separieren. Der Umstand hat sich während der Datenprüfung zum 1. Quartal und auch zum 2. Quartal 2019 bestätigt. Für die Betriebsrichtung 25 können die Messwerte in Goldstein nicht bewertet werden. Die übrigen Daten sind für die Station in Goldstein leider nicht aussagekräftig, deshalb wird auf die Messstation in Goldstein bis auf weiteres in den Diagrammen und Erläuterungen im folgenden Bericht nicht weiter eingegangen.

Im 2. Quartal gab es keinen Ausfall der Lärmmessstationen.

Alle Messgeräte der Stadt Frankfurt am Main sind sog. Klasse 1 Schallpegelmesser. Es handelt sich um hochwertige, professionelle Geräte, die regelmäßig gewartet werden, damit sie lange Zeit verlässliche Messwerte liefern.

Die Messungen der Stadt erfolgen nicht nach DIN 45643 (Messung und Beurteilung von Fluggeräuschen). Die Norm befasst sich mit Kenngrößen zur Beschreibung und Beurteilung von Fluggeräuschen. Sie beschreibt zudem die Anforderungen an Messgeräte, Messanlagen und die Auswertung für unbeobachtete Messungen. Einige Anforderungen an den Messstandort werden bei den Messgeräten der Stadt Frankfurt am Main teilweise nicht eingehalten.

Die Messwerte der städtischen Schallpegelmesser werden auf den Internetseiten des Deutschen Fluglärmdienstes e.V. ([DFLD](#)) veröffentlicht. Dort kann jede Station einzeln betrachtet werden und es sind unterschiedliche Auswertungen möglich. Die Messwerte bilden die Datenbasis für die in [Kapitel 2](#) erstellten Diagramme.

Des Weiteren werden die Messungen auch auf der Homepage des Umwelt- und Nachbarschaftshauses (UNH) unter folgendem Link publiziert <https://www.umwelthaus.org/fluglaerm/anwendungen-service/inaa-air-traffic-noise/>.

Monitoring der Stabsstelle für Fluglärm – Fluglärm

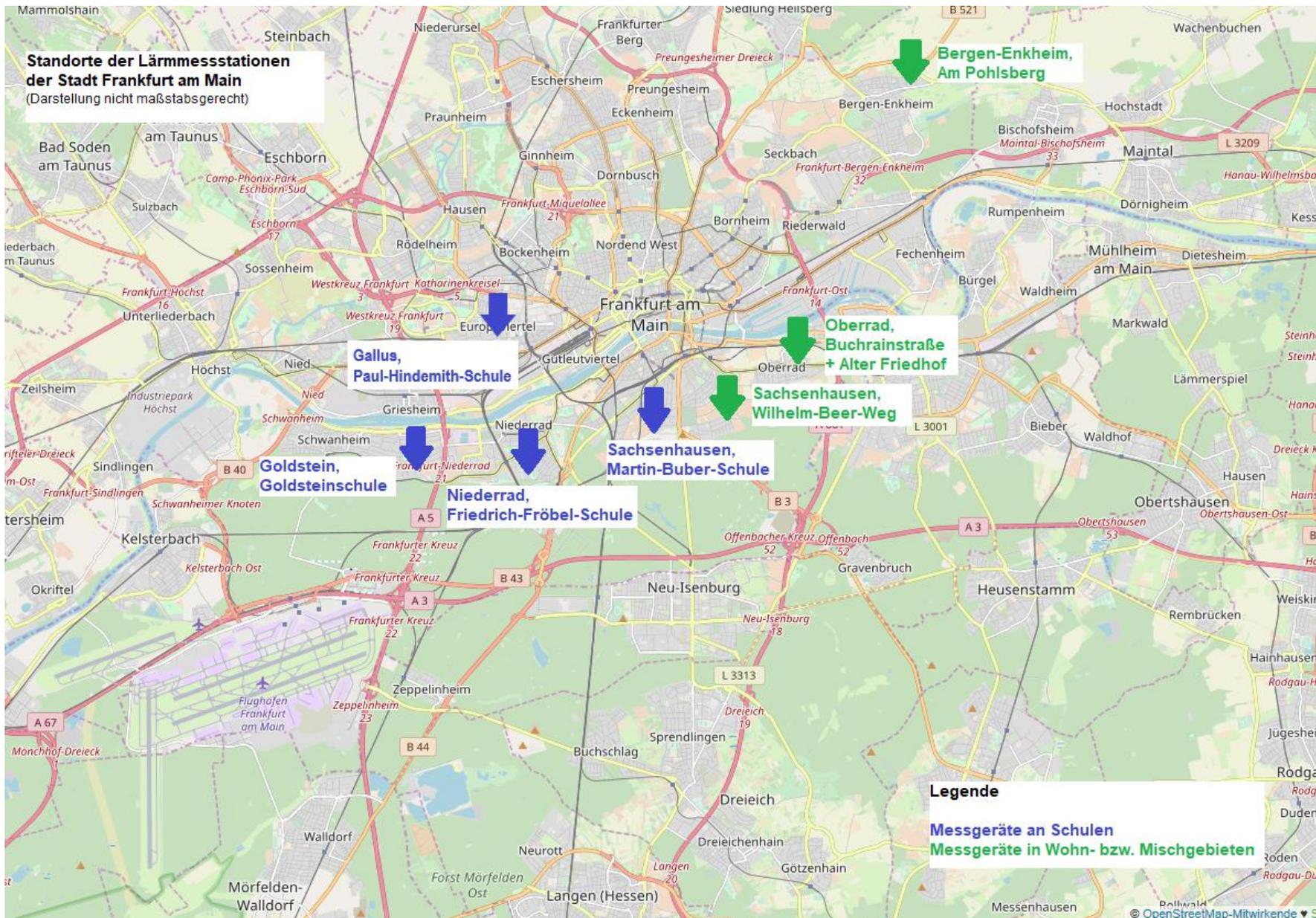


Abbildung 1: Standorte der städtischen Lärmessstationen (Ausschnitt OpenStreetMap, bearbeitet, nicht maßstabsgerecht)

1.2 Betriebsrichtung

Flugzeuge starten und landen grundsätzlich gegen den Wind. Deshalb finden in Abhängigkeit der vorherrschenden Windrichtung und Windstärke Wechsel der Start- und Landerichtung, der sogenannten Betriebsrichtung (BR) statt. Kommt der Wind aus dem Osten wird die Betriebsrichtung Ost (BR 07) angewendet, d.h. die Flugrichtung verläuft von West nach Ost. Weht der Wind aus dem Westen, wird zur Betriebsrichtung West (BR 25) gewechselt, die Flugrichtung verläuft nun von Ost nach West. Auf internationaler Ebene wird grundlegend festgelegt mit wieviel Rückenwind ([Rückenwindkomponente](#)) eine Start- und Landebahn benutzt werden darf. Daraus ergibt sich dann ein möglicher Wechsel der Betriebsrichtung. Bis zu 5 Knoten Rückenwind darf derzeit am Frankfurter Flughafen eine Betriebsrichtung aufrechterhalten werden. Das Stadtgebiet von Frankfurt am Main ist bei beiden Betriebsrichtungen belastet. Zudem kann die Startbahn West weitgehend unabhängig von beiden Betriebsrichtungen genutzt werden. Starts von der Startbahn West haben keinen Einfluss auf die Lärmentwicklung in Frankfurt am Main und sollen in diesem Bericht nicht weiter behandelt werden.

Bei BR 25 ist der Süden von Frankfurt am Main durch den Landeanflug vorwiegend von Lärm betroffen, bei BR 07 wirken sich die Starts verstärkt auf Niederrad, Oberrad und zusätzlich auf Bergen-Enkheim und das Gallusviertel inkl. Europaviertel aus. In den Abbildungen 2 und 3 sind die Standorte der städtischen Lärmmessstationen bei den unterschiedlichen Betriebsrichtungen bei Nutzung des gesamten Bahnen Systems veranschaulicht.

Da der Wind in Mittel- und Westeuropa in der Regel aus westlicher Richtung weht, ist die vorherrschende Betriebsrichtung am Frankfurter Flughafen BR 25. Es gibt aber immer wieder stabile Ostwetterlagen, die zur Folge haben, dass über einen längeren Zeitraum hinweg durchgängig BR 07 geflogen wird. Der langjährige Mittelwert beträgt 70 Prozent Westbetrieb und 30 Prozent Ostbetrieb.

In **Diagramm 1** ist die Betriebsrichtungsverteilung am Frankfurter Flughafen von April bis Juni 2021 im Vergleich zu den Gesamtjahren 2019, 2018 und 2017 dargestellt.

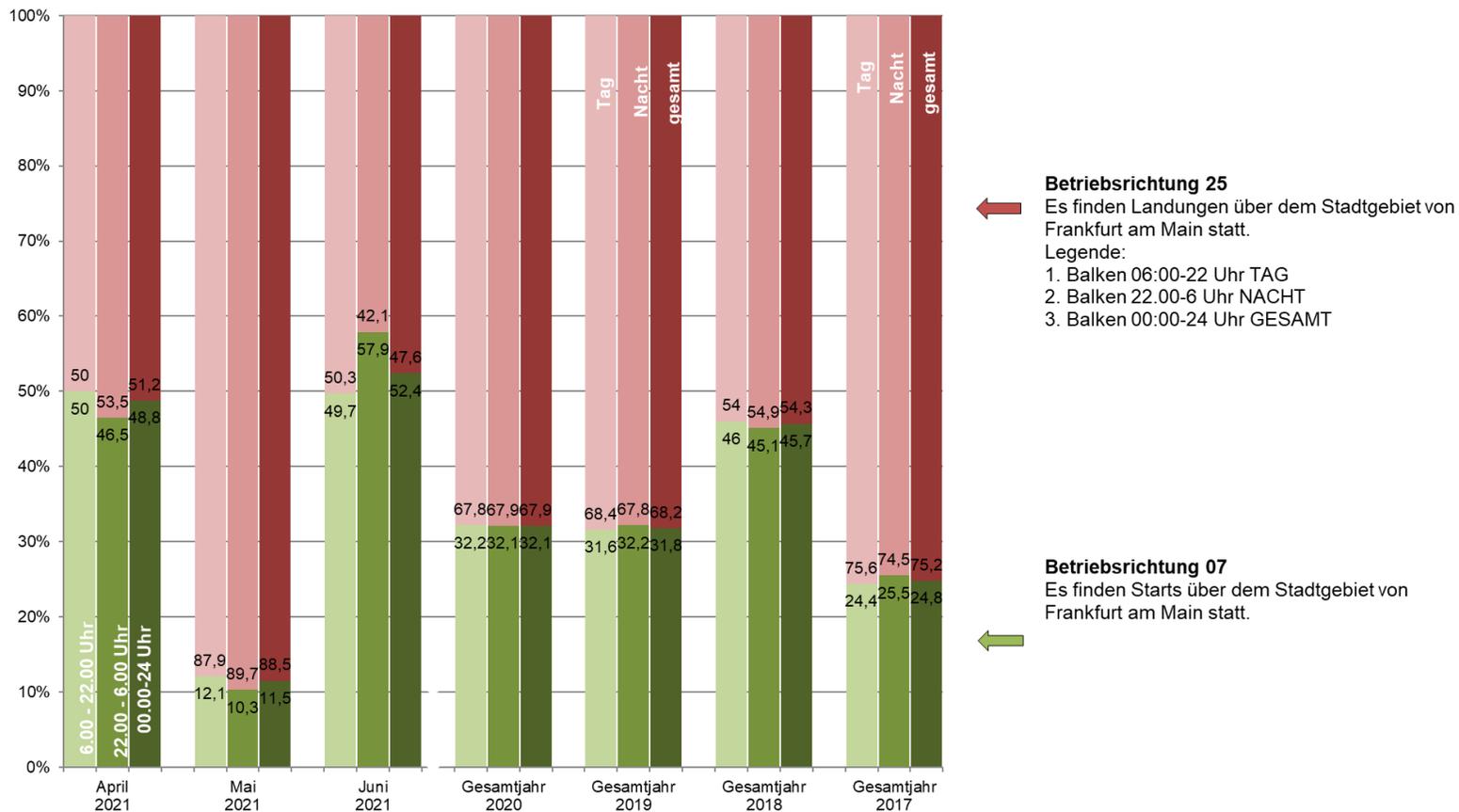
Im 2. Quartal war die Betriebsrichtungsverteilung wie folgt:

Betriebsrichtung 25 → April 51,2 % / Mai 88,5 % / Juni 47,6 %

Betriebsrichtung 07 → April 48,8 % / Mai 11,5 % / Juni rund 52,4 %

Zusätzlich zur Verringerung der Flugbewegungszahlen aufgrund der weltweiten Corona-Pandemie wirkt sich die Betriebsrichtungsverteilung auf die Dauerschallpegel der einzelnen Messstationen aus.

Betriebsrichtungsverteilung 2. Quartal 2021
 (Quelle: Daten des HMWEVW, schriftlicher Bericht zur 248. und 254. FLK-Sitzung, der Fraport AG und des DFLD e.V.)



Betriebsrichtung 25
 Es finden Landungen über dem Stadtgebiet von Frankfurt am Main statt.
 Legende:
 1. Balken 06:00-22 Uhr TAG
 2. Balken 22.00-6 Uhr NACHT
 3. Balken 00:00-24 Uhr GESAMT

Betriebsrichtung 07
 Es finden Starts über dem Stadtgebiet von Frankfurt am Main statt.

Diagramm 1: Betriebsrichtungsverteilung am Frankfurter Flughafen im 2. Quartal 2021 im Vergleich zu den Gesamtjahren 2017, 2018, 2019 und 2020

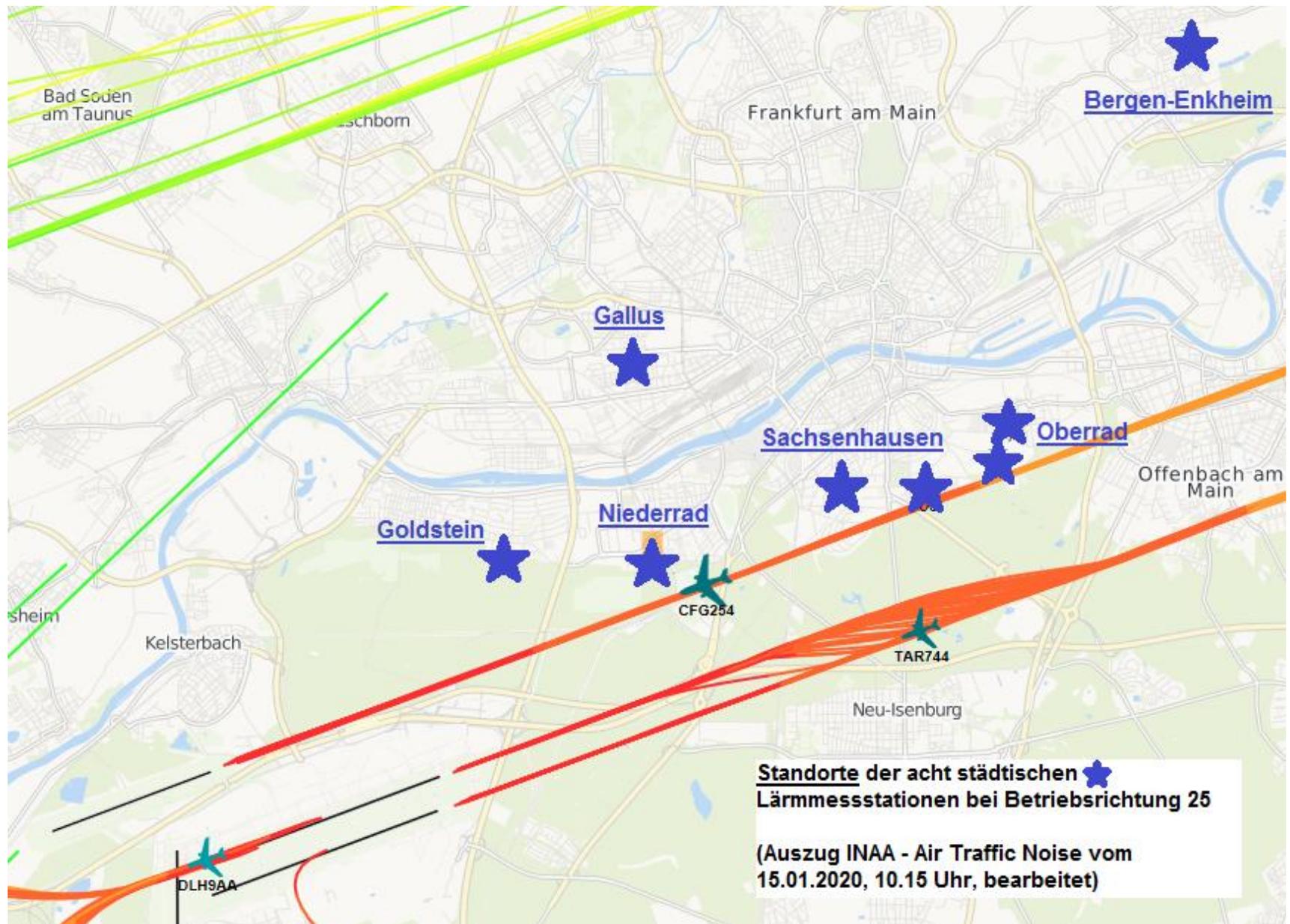


Abbildung 2: Standorte der städtischen Lärmmessstationen bei Betriebsrichtung 25, Ansicht mit 4h-Flugspuren
(Auszug INAA – Air Traffic Noise vom 15.01.2020, 10.15 Uhr, bearbeitet, nicht maßstabsgerecht)

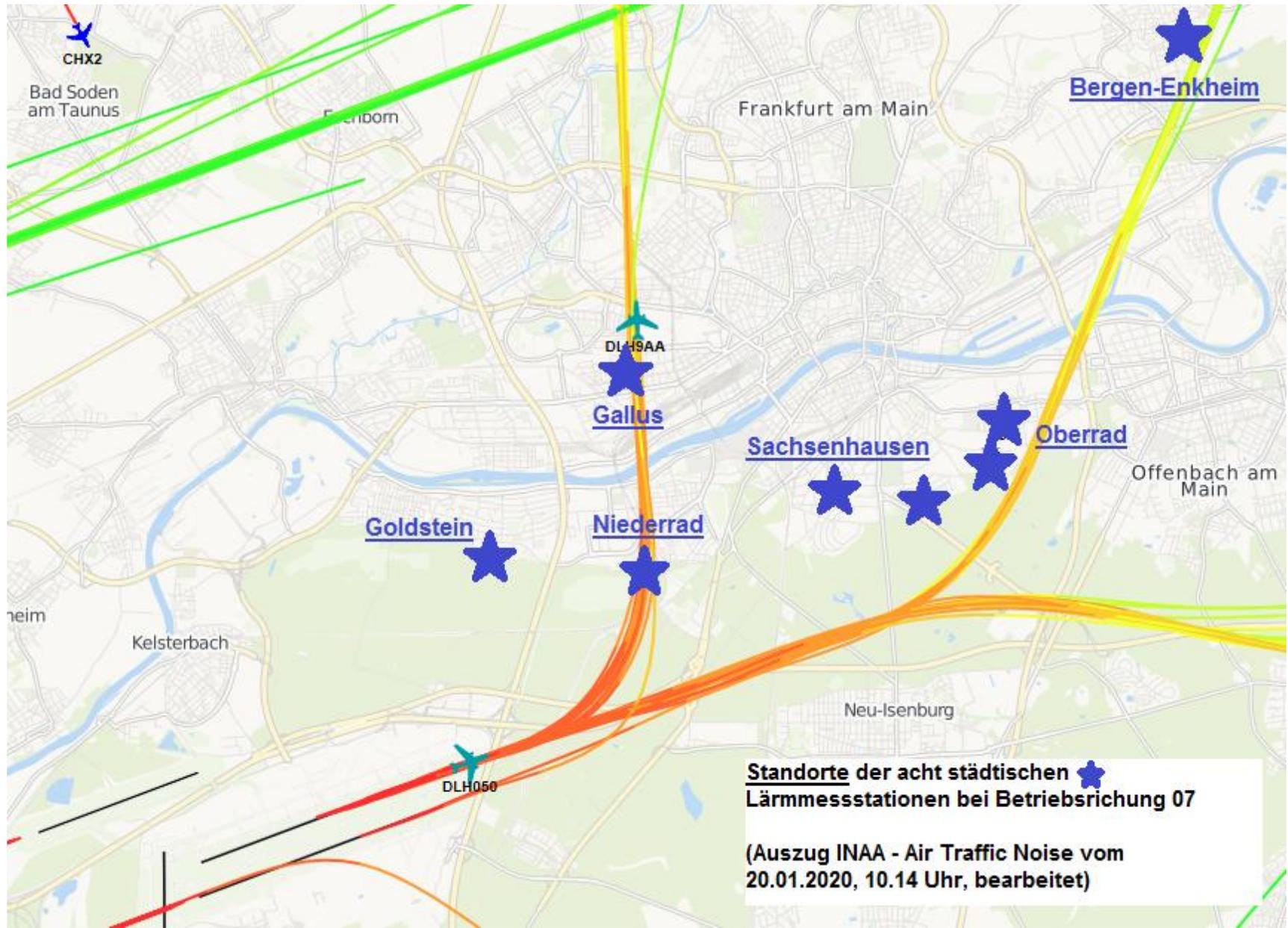


Abbildung 3: Standorte der städtischen Lärmmessstationen bei Betriebsrichtung 07, Ansicht mit 4h-Flugspuren (Auszug INAA – Air Traffic Noise vom 20.01.2020, 10.14 Uhr, bearbeitet, nicht maßstabsgerecht)

1.3 Flugbewegungen

Durch die weltweite Corona-Pandemie sind die Flugbewegungszahlen auch im 2. Quartal 2021 auf einem niedrigeren Niveau als im Jahr 2019 (normaler Flugbetrieb vor Pandemie). Sobald der Flugbetrieb wieder ansteigt, wie in der Ferienzeit, hat dieser direkten Einfluss auf die Lärmsituation in Frankfurt am Main. In **Diagramm 2** ist die Entwicklung der Starts und Landungen über dem Frankfurter Süden von April bis Juni 2021 im direkten Vergleich zum Jahr 2020 sowie Jahr 2019 dargestellt. Hier ist zu beachten, dass in diesem Zeitraum 2020 der Flugverkehr teilweise sehr stark eingeschränkt war und erst im Juni 2020 wieder langsam „Fahrt aufgenommen“ hatte. Landungen bei Betriebsrichtung 25 (Westbetrieb) und Starts bei Betriebsrichtung 07 (Ostbetrieb) wirken sich auf die Lärmentwicklung im Frankfurter Süden aus. Stadtgebiete wie Bergen-Enkheim und das Gallus sind bei Ostbetrieb von startenden Flugzeugen betroffen. Die Nordwest-Landebahn wurde im 1. Quartal 2021 nicht benutzt, jedoch ist sie im 2.Quartal seit 01. Juni wieder in Betrieb. Dies wirkt sich auf die Flugbewegungen über dem Frankfurter Stadtgebiet aus und bedeutet somit wieder mehr Fluglärm für die Menschen besonders im Frankfurter Süden. Der Einfluss auf die Lärmmesswerte wird in [Kapitel 2](#) anhand der einzelnen Dauerschallpegel näher betrachtet.

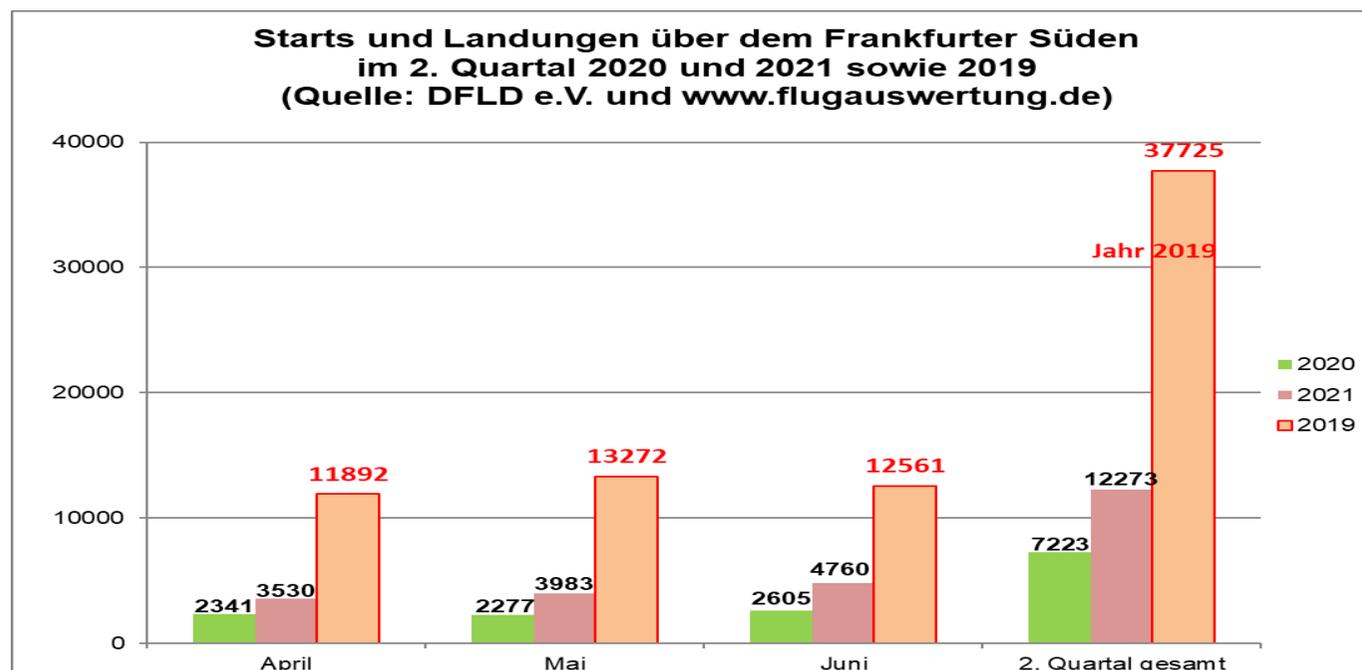


Diagramm 2: Starts und Landungen über dem Frankfurter Süden im 2. Quartal 2020 und 2021 und 2019

2. Diagramme und Erläuterungen

2.1 Dauerschallpegel L_{Tag} (6 bis 22 Uhr) → s. Diagramm 3, Seite 13

Der energieäquivalente Dauerschallpegel ist ein Maß für eine durchschnittliche Lärmbelastung in einem definierten Zeitraum. Er ist ein „Mittelungspegel“, d.h. er stellt einen „Mittelwert“ für den betrachteten Zeitraum dar. Daher sollte beachtet werden, dass der Dauerschallpegel nur dann einigermaßen dem menschlichen Empfinden entspricht, wenn sich der Schalldruck während des definierten Zeitraumes nicht allzu stark ändert, d.h. wenn Schallereignisse auftreten, die sich in der Intensität nicht zu stark voneinander unterscheiden. Wenn über einen langen Zeitraum wenige aber durchaus von den Betroffenen als laut wahrgenommene und damit störende Einzelschallereignisse auftreten, ist der Dauerschallpegel für die Interpretation weniger geeignet. In der Nacht kommen weitere Kriterien ([siehe Kapitel 2.4](#)) zum Einsatz.

In **Diagramm 3** ist der Dauerschallpegel für den Tag (6 bis 22 Uhr) für die städtischen Lärmmessstationen im 2. Quartal 2021 im Vergleich zum Jahr 2020 dargestellt. Das Diagramm zeigt, dass der Dauerschallpegel im Vergleich zu 2020 wieder angestiegen ist.

2.2 Dauerschallpegel L_{Nacht} (0 bis 6 Uhr und 22 bis 24 Uhr) → s. Diagramm 4, Seite 14

Die WHO hat am 10.10.2018 ihre Leitlinien zum Umgebungslärm veröffentlicht. **Für die Nacht empfiehlt die WHO durch Flugverkehr bedingte Lärmpegel auf weniger als 40 dB zu verringern. Nächtlicher Fluglärm ist oberhalb dieses Wertes mit negativen Auswirkungen auf den Schlaf sowie die Gesundheit verbunden.**

In **Diagramm 4**, welches den Dauerschallpegel L_{Nacht} (0 bis 6 Uhr und 22 bis 24 Uhr) aufzeigt, ist der empfohlene Grenzwert der WHO zusätzlich verzeichnet.

Im 2. Quartal zeigt sich hier, dass es jedoch wieder zu Überschreitungen dieses Richtwertes gekommen ist. In Oberrad wurde der Richtwert an beiden Lärmmessstationen knapp überschritten. Ebenso an der Lärmmessstation Sachsenhausen im Wilhelm-Beer-Weg.

Dauerschallpegel L_{Tag} 6-22 Uhr in dB (A) im 2.Quartal 2021
 (Quelle: städtische Lärmmessstationen, Daten DFLD e.V.)

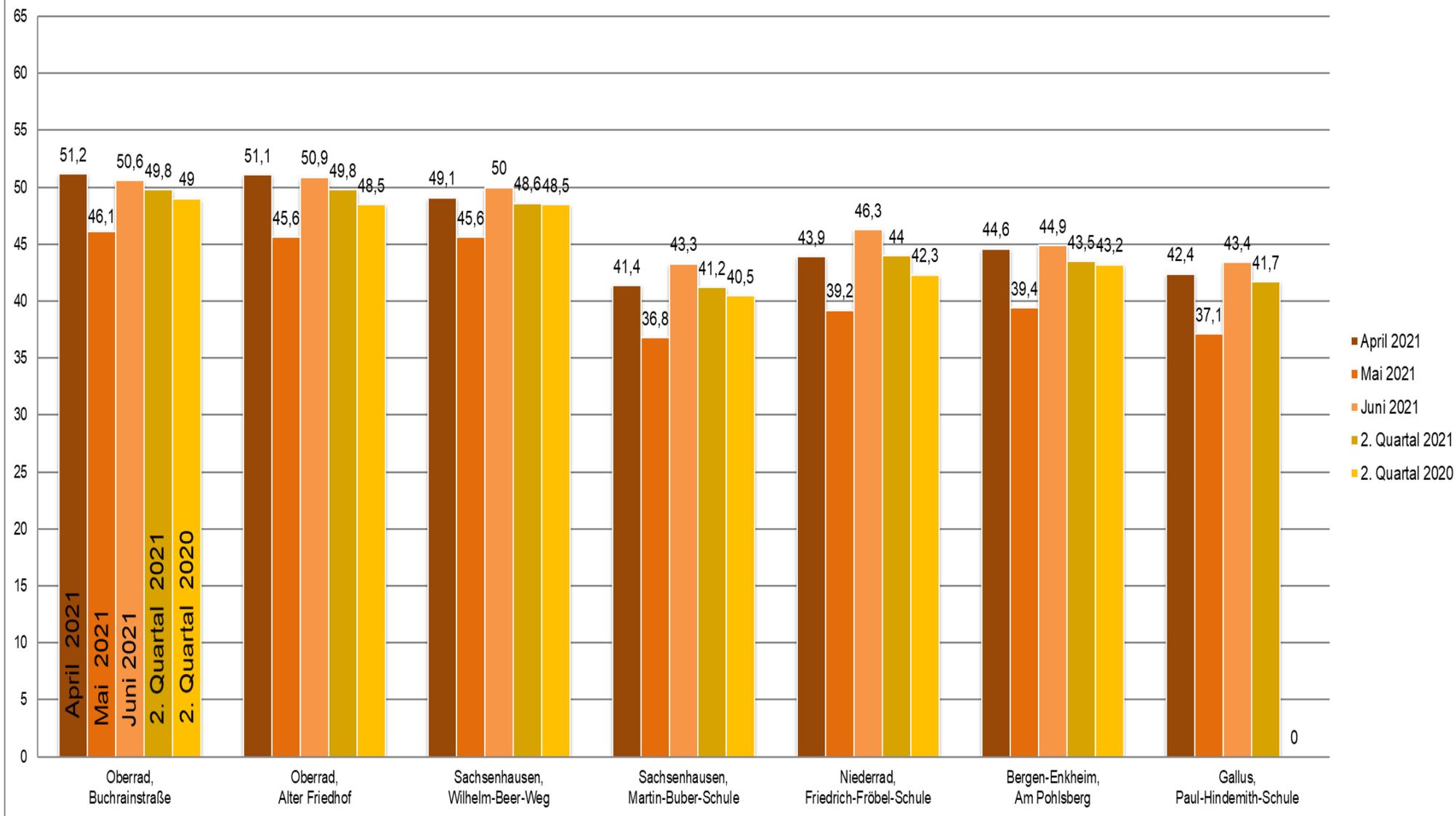


Diagramm 3: Dauerschallpegel L_{Tag} der städtischen Lärmmessstationen im 2. Quartal 2021 im Vergleich zum Jahr 2020

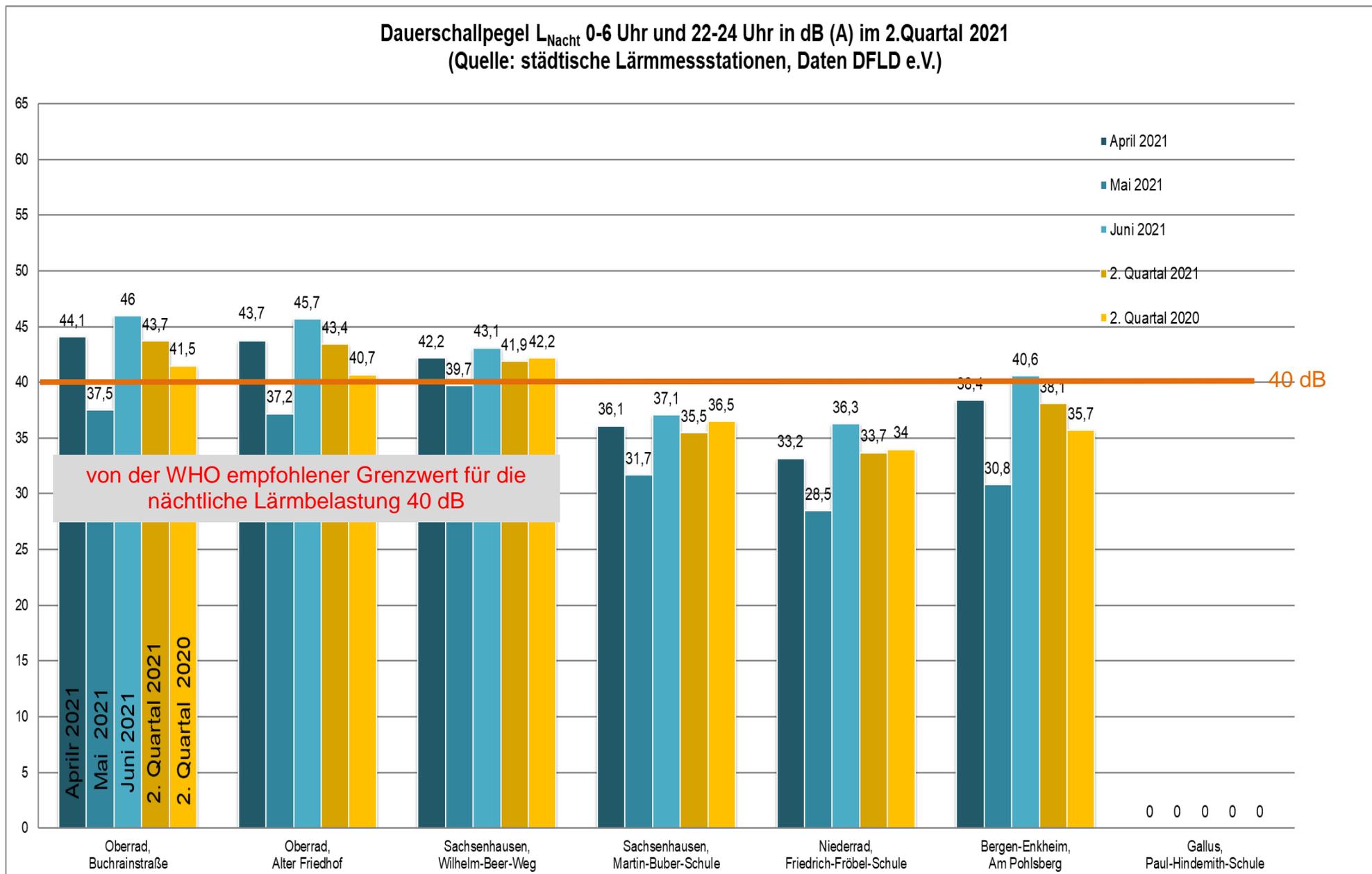


Diagramm 4: Dauerschallpegel L_{Nacht} der städtischen Lärmmessstationen im 2. Quartal 2021 im Vergleich zum Jahr 2020

2.3 Lärmindex L_{den} (0 bis 24 Uhr)

Der L_{den} (0 bis 24 Uhr) ist ein Lärmindex, der 2007 von der EU im Rahmen der Umgebungslärmrichtlinie eingeführt wurde. Er soll zur Bewertung der Lärmbelastung u. a. auch bezogen auf Fluglärm dienen. Der L_{den} wurde als gemeinsame Messgröße innerhalb der EU ausgewählt, „d“ steht dabei für „day“ (6 bis 18 Uhr), „e“ für „evening“ (18 bis 22 Uhr) und „n“ für „night“ (22 bis 6 Uhr). Der L_{den} wird aus dem äquivalenten Dauerschallpegel L_{eq} berechnet, wobei für die Tagesrandzeiten ein Aufschlag von 5 dB und für die Nacht ein Aufschlag von 10 dB vorgenommen wird. Eine Betrachtung der einzelnen Tagesabschnitte im Vergleich zu L_{Tag} und L_{Nacht} kann dabei entfallen, da durch die Aufschläge ein Wert für den ganzen Tag, der L_{den} , zu Rate gezogen werden kann. Durch die Aufschläge, die rechnerisch zu den gemessenen Werten hinzukommen, sollen die Nachtstunden stärker gewichtet werden. Durch eine Messgröße für den kompletten Tag ist die Vergleichbarkeit der einzelnen Tage leichter.

In den Leitlinien zum Umgebungslärm weist die WHO darauf hin, dass die durchschnittliche Lärmbelastung durch Flugverkehr bedingte Lärmpegel auf weniger als 45 dB L_{den} verringert werden sollte. Oberhalb dieses Wertes ist Fluglärm laut WHO mit schädlichen gesundheitlichen Auswirkungen verbunden. Das Umweltbundesamt (UBA) greift in seiner Publikation zum „Umweltschonenden Luftverkehr“ den angestrebten Wert der WHO auf. Laut UBA kann der empfohlene L_{den} von 45 dB bis 2050 nicht mit verhältnismäßigen Mitteln erreicht werden. Das UBA schlägt vor durch Lärmkontingentierung den Mittelungspegel für die Geräuschbelastung am Tag (L_{Tag}) auf maximal 58 dB (A) zu begrenzen.

Für die städtischen Lärmmessstationen ist der Lärmindex L_{den} in **Diagramm 5** aufgezeigt. Zudem ist der von der WHO empfohlene Grenzwert von 45 dB vermerkt. Im gesamten 2. Quartal 2021 wurde der WHO-Richtwert nur an der Paul-Hindemith-Schule im Gallus unterschritten und an der Martin-Buber-Schule in Sachsenhausen ganz knapp. Gerade an Schulen ist Fluglärm besonders für Schüler*innen problematisch beim Lesen lernen lt. NORAH-Kinderstudie. Anhand der Messwerte kann man ablesen, dass dieser Richtwert deutlich überschritten wird bei den anderen Lärmmessstationen z. B. in Oberrad sowie in Sachsenhausen beim Wilhelm-Beer-Weg.

2.4 Anzahl der Lärmereignisse über 68 dB (A) nachts

In **Diagramm 6** werden die Lärmereignisse über 68 dB (A), die sogenannten NAT (68 dB (A)) (Number of Events Above Threshold) dargestellt. Das NAT-Kriterium (6 x 68 dB (A)) im Fluglärmgesetz besagt, dass wenn mehr als 6-mal pro Nacht der Einzelschallpegel von 68 dB(A) überschritten wird, dieser Ort zur Nachtschutzzone gehört. Der Durchschnitt bezieht sich auf die sechs verkehrsreichsten Monate und wird für die Einteilung in Lärmschutzbereiche berechnet, so können auch Prognosewerte für die jeweiligen Standorte berücksichtigt werden.

Die Standorte der Lärmmessstationen in Sachsenhausen am Wilhelm-Beer-Weg sowie an der Martin-Buber-Schule befinden sich in der Nachtschutzzone. Im 2. Quartal 2021 wurde an keiner Messstation die **Grenze der 6 Lärmereignisse über 68 dB (A)** nachts durchschnittlich überschritten. Dennoch finden hier **vereinzelte Lärmereignisse** statt, die **diesen Grenzwert überschreiten**. Dies war auch im Jahr 2020 zu sehen.

Dauerschallpegel L_{den} ganztags mit Aufschlag nach EU-Richtlinie in dB (A)
im 2. Quartal 2021
 (Quelle: städtische Lärmmessstationen, Daten DFLD e.V.)

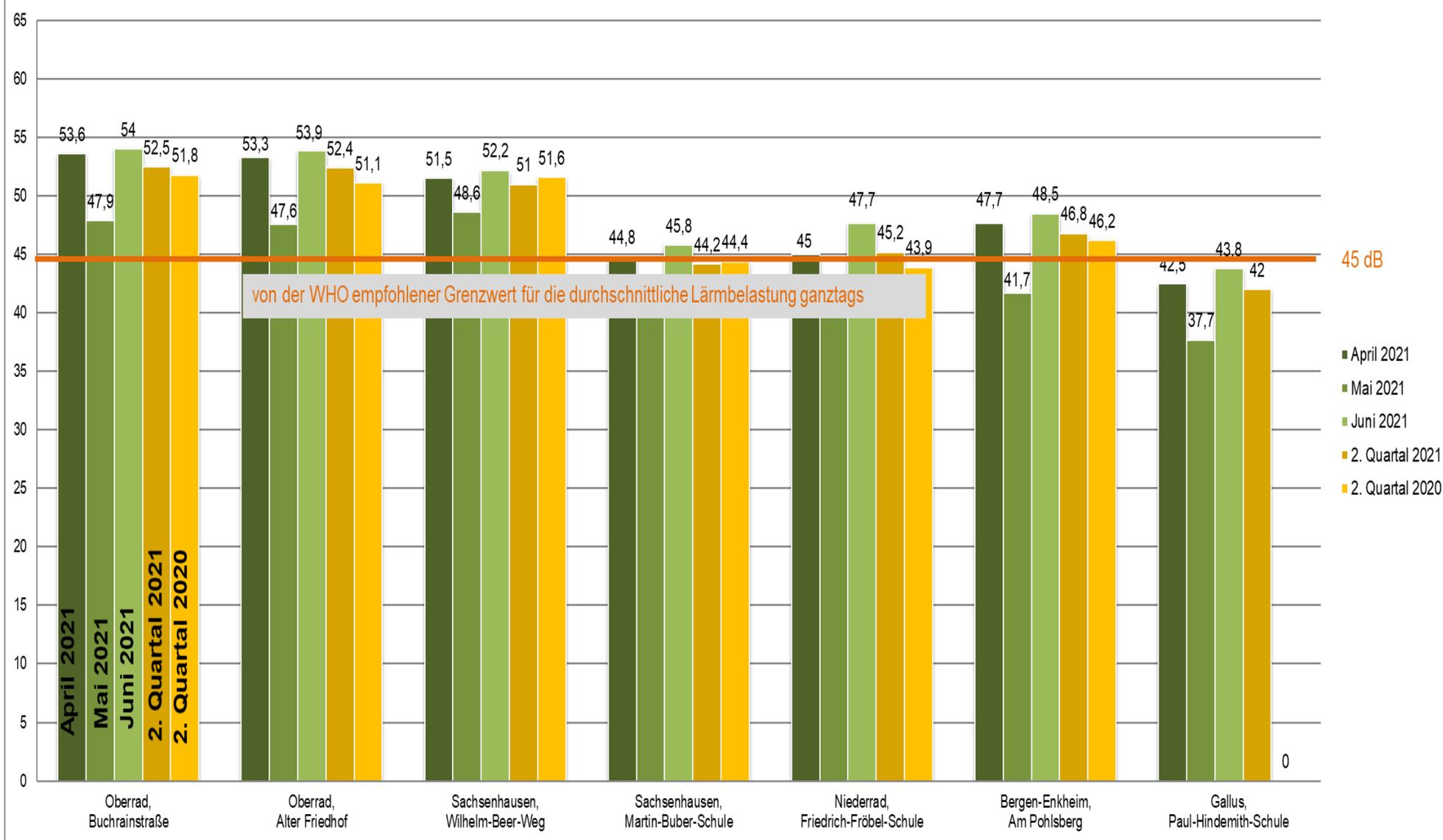


Diagramm 5: Dauerschallpegel L_{den} der städtischen Lärmmessstationen im 2. Quartal 2021 im Vergleich zum Jahr 2020

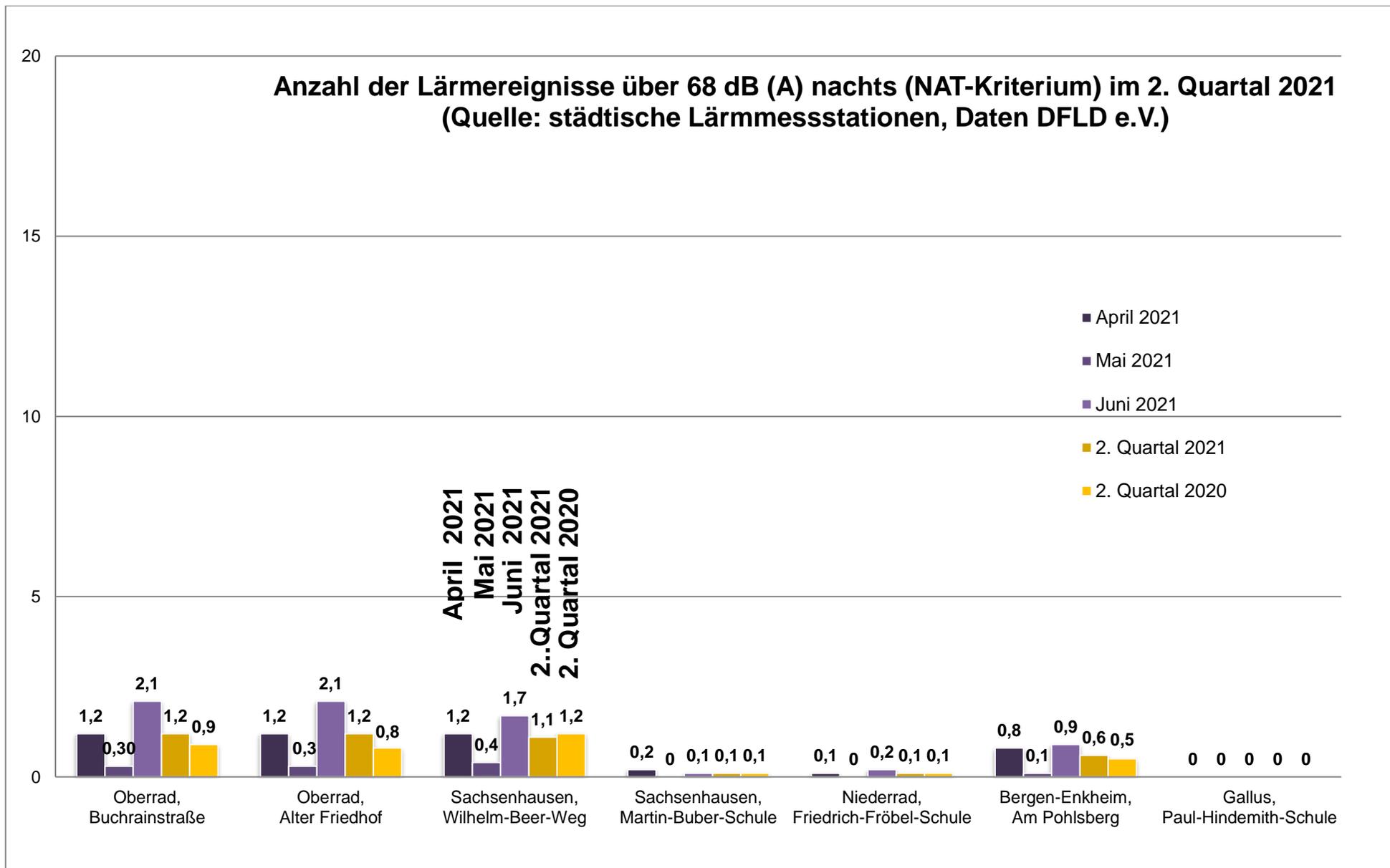


Diagramm 6: durchschnittliche Anzahl der Lärmereignisse über 68 dB (A) nachts (NAT-Kriterium) im 2. Quartal 2021 im Vergleich zum Jahr 2020

3. Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wurden die Messwerte von sieben städtischen Lärmmessstationen in verschiedenen Zeitbereichen näher betrachtet. Die Messgeräte sind im Stadtgebiet von Frankfurt am Main verteilt und werden bei Anflügen auf den Frankfurter Flughafen und/oder bei Abflügen vom Flughafen überflogen. Die Standorte befinden sich in Oberrad, Sachsenhausen, Niederrad, Bergen-Enkheim und im Gallus.

Aufgrund der weltweiten Corona-Pandemie ist der Flugbetrieb auch am Flughafen in Frankfurt am Main weiterhin eingeschränkt. Dennoch stieg in der Ferienzeit die Anzahl der Flugbewegungen wieder auf 198.460. Das Verkehrsniveau war nur noch rund 36 Prozent unterhalb der Luftverkehrszahlen von 2019 lt. Pressemitteilung [DFS Deutsche Flugsicherung GmbH](#). Es spiegelt sich hierdurch also eine Zunahme der Fluglärmbeeinträchtigung innerhalb der Bevölkerung wider. Gerade auch im Hinblick auf die aktuelle Klimakrise spielt der Flugverkehr weiterhin eine große Rolle. Z. B. die Kondensstreifen am Himmel, ausgelöst durch den Flugverkehr, haben Einfluss auf das Klima. Lt. Bericht vom DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) können nachhaltige Kraftstoffe diese Klimawirkung verringern. Aktuelle weitere Informationen zu diesem Thema können Sie unter diesem Link nachlesen: [Deutlich geringere Klimawirkung von Kondensstreifen durch nachhaltige Kraftstoffe - DLR Portal](#)

Ebenso sollte der Aspekt des Fluglärms, wie dieser „leiser werden kann“, weiterhin als wichtiger Bestandteil beim Flugbetrieb beachtet werden. Besonders sind hier die Flugbewegungen in den Tag- und Nachtrandstunden eine große Belastung für die Menschen.

Gerade die nächtlichen Störungen durch Fluglärm haben eine besondere negative gesundheitliche Auswirkung auf den menschlichen Organismus. Die WHO empfiehlt hier einen nächtlichen Grenzwert von 40 dB (A) bei der Lärmbelastung. Hier zeigt die Auswertung des 2. Quartals 2021, dass dieser besonders in Oberrad sowie in Sachsenhausen trotz der reduzierten Flugbewegungen überschritten wird. Im 2. Quartal 2020 wurde dieser auch gerade an diesen Standorten ebenso überschritten.

Ebenso wird betrachtet, ob beim nächtlichen Fluglärm auch die Werte der 6 Lärmereignisse über 68 dB (A) nachts durchschnittlich überschritten werden. Im 2. Quartal 2021 werden diese Werte an keiner Frankfurter städtischen Lärmmessstation überschritten. Dennoch zeigt die Graphik, dass diese Lärmereignisse bei den Standorten in Oberrad sowie in Sachsenhausen am Wilhelm-Beer-Weg doch vorkommen und somit die Menschen in ihrer Nachtruhe gestört werden (s. Diagramm 6).

Beim Betrachten des Dauerschallpegel L_{den}^* der städtischen Lärmmessstationen im 2. Quartal 2021 im Vergleich zum Jahr 2020 wird deutlich, dass der empfohlene WHO-Grenzwert von 45 dB (A) häufig immer noch deutlich überschritten wird.

Wie im Bericht schon dargestellt, wirkt sich Fluglärm auch auf das Lernverhalten der Schülerinnen und Schüler lt. NORAH-Kinderstudie aus. Daher haben wir als Stabsstelle für Fluglärm die Messstationen an den Schulen immer besonders im Blick. Es zeigt sich, dass bei den schulischen Messstationen der Grenzwert von 45 dB (A) immer wieder überschritten wird. An der Martin-Buber-Schule in Sachsenhausen wurde im Juni der Wert überschritten (45,8 dB (A)).

Der Fluglärm bleibt also trotz der geringeren Anzahl von Flugbewegungen weiterhin ein gesundheitsrelevanter Faktor für die Frankfurter Bürgerinnen und Bürger. Das nächste Fluglärm Monitoring vom 3. Quartal wird in Kürze erscheinen.

4. Quellennachweis

1. Deutscher Fluglärmdienst – Messwerte der städtischen Lärmmessstationen z. B. Oberrad: [Messwerte \(dfld.de\)](https://www.dfld.de)
Weitere Lärmmessstationen finden Sie unter der Regionsauswahl: <https://www.dfld.de/Mess.php?R=1> (Region: Frankfurt)
(Hinweis: Bitte Messwerte anklicken, Datum + Messstation (z. B. Frankfurt – Sachsenhausen 2) auswählen)
2. Schriftlicher Bericht der Fluglärmenschutzbeauftragten des Landes Hessen zur 248. FLK-Sitzung
(http://www.flk-frankfurt.de/eigene_dateien/sitzungen/248_sitzung_am_28.11.2018/top_7b-schriftlicher_bericht_der_fluglaermschutzbeauftragten_zur_248_flk-sitzung.pdf)
3. Schriftlicher Bericht der Fluglärmenschutzbeauftragten des Landes Hessen zur 254. FLK-Sitzung
(http://www.flk-frankfurt.de/eigene_dateien/sitzungen/254_sitzung_am_19.2.2020/top_6b-schriftlicher_bericht_des_hmweww_zur_254_sitzung_am_19.2.2020.pdf)
4. Fraport AG – u.a. Betriebsrichtungsverteilung (<https://sslapps.fraport.de/laermschutz/public?area=betrieb&date=1.01.2020>)
5. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen – Übersicht der verspäteten Starts und Landungen
(<https://wirtschaft.hessen.de/verkehr/luftverkehr/laermschutz/verspaetete-starts-und-landungen>)
6. WHO: Leitlinien für Umgebungslärm vom 10.10.2018
(http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0011/383924/noise-guidelines-exec-sum-ger.pdf?ua=1)
7. Umweltbundesamt: Umweltschonender Luftverkehr, November 2019
(https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-11-06_texte-130-2019_umweltschonender_luftverkehr_0.pdf)
8. INAA – Air Traffic Noise
(<https://www.umwelthaus.org/fluglaerm/anwendungen-service/inaa-air-traffic-noise/>)
9. Lerch, R.; Sessler, G.; Wolf, D. „Technische Akustik – Grundlagen und Anwendungen“, Springer Verlag 2009

(*Erläuterung: Der Dauerschallpegel ist ein Maß für eine durchschnittliche Lärmbelastung in einem definierten Zeitraum. Direkt hörbar ist der Lärm allerdings bei jedem Überflug, d.h. jedes Einzelschallereignis wird wahrgenommen. Im alltäglichen Umgang ist der Dauerschallpegel damit meist nur schwer greifbar, da bekannte Ansätze zur Einordnung von Pegelunterschieden in Bezug auf Einzelschallereignisse auf den Dauerschallpegel nicht anwendbar sind. Er hat sich dennoch, nicht nur im Bereich des Verkehrslärms, in unterschiedlichen Gesetzen und Vorschriften etabliert, um Grenzwerte festzulegen und Vergleiche anzustellen. Lärm am Arbeitsplatz oder von Maschinen wird beispielsweise ebenfalls mit Hilfe des Dauerschallpegels bewertet. Ein erheblicher Rückgang des Dauerschallpegels kann jedoch als ein Indiz für einen starken Rückgang des Lärms gewertet werden.)