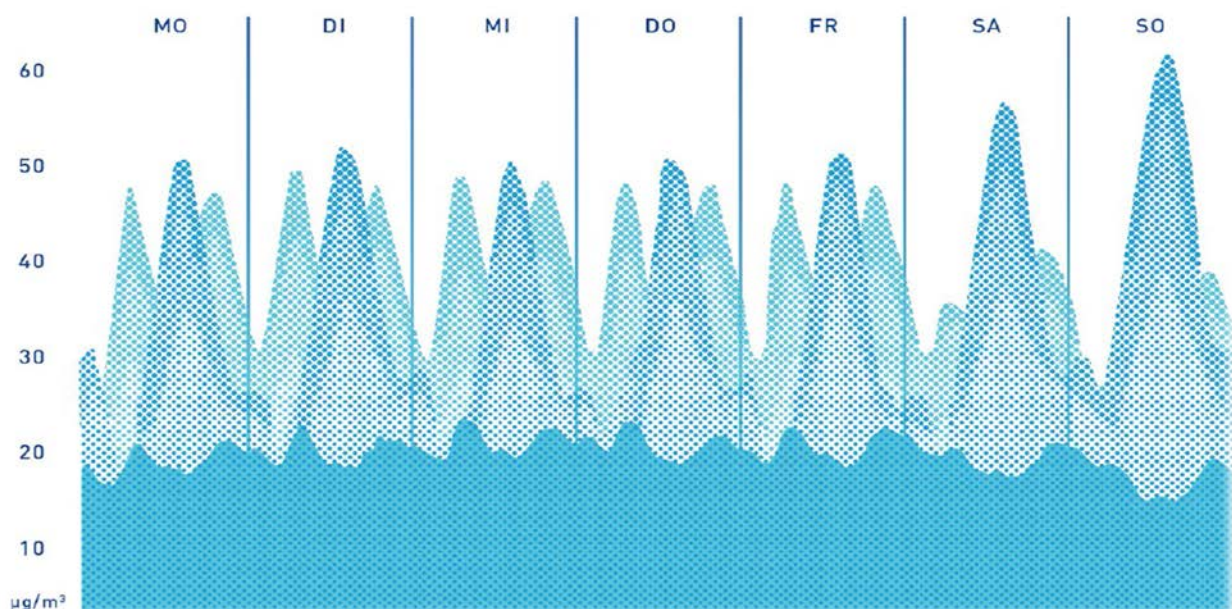


Luftqualität 2013 - 2015 in Frankfurt am Main

*Versetzung der Messstation am
Standort Höchst und Einfluss des Busverkehrs auf
die lokale Immissionsbelastung*



Inhalt

1. Zusammenfassung der lufthygienischen Belastungssituation 2013-2015	3
2. Übersicht der lufthygienischen Situation der letzten Jahre	5
2.1. Einleitung Schadstoffmessung und geltende Immissionsgrenzwerte	5
2.2. Gemessene Immissionswerte in 2013, 2014 und Ausblick 2015	6
2.3. Langzeittrend der Schadstoffbelastung kontinuierlicher und passiver Schadstoffmessungen sowie Ursachenanalyse von Grenzwertüberschreitungen	8
3. Luftmessungen am Standort Höchst	11
3.1. Bedeutung des Standorts und Messgrößen	11
3.2. Grenzwertüberschreitungen und Immissionsprofil	11
3.3. Einfluss des Busverkehrs auf die Immissionskonzentration	13
3.4. Neuer Standort der Luftmessstation Höchst	14
4. Fazit	15
Quellenverzeichnis, Literaturhinweise und weiterführende Links	15

Impressum

Herausgeber: Stadt Frankfurt am Main – Der Magistrat – Umweltamt
Galvanistraße 28
60486 Frankfurt am Main
www.umweltamt.stadt-frankfurt.de

Redaktionelle Bearbeitung und Gestaltung:

Umweltamt, Sachgebiet Immissionsschutz (79.32)
Dipl.-Ing.(FH) Philipp Wolfrum Tel.: 069-212 39188
Mail: philipp.wolfrum@stadt-frankfurt.de
Darstellungen teilweise auf Grundlage von Daten des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG)

Datengrundlage: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG)
Kraffahrtbundesamt

Titelbild Oben: Luftmessstation Höchst 2015 (Altstandort)
© Stadt Frankfurt am Main
Unten: typischer Wochengang an der Luftmessstation Höchst: Hellblau gepunktet: NO₂,
Dunkelblau gepunktet: O₃, flächiges Blau: Feinstaub
© Urban Media Project

Stand: März 2016

1. Zusammenfassung der lufthygienischen Belastungssituation 2013-2015

Luftschadstoffe werden im Rhein-Main-Gebiet primär durch den Kraftfahrzeugverkehr, die Industrie, die Gebäudeheizungen und durch den Flughafen (Flugverkehr) erzeugt. Diese sogenannten „Emissionen“ verteilen sich in der Atmosphäre und können als „Immissionen“ auf die Umwelt, auf Lebewesen und auf den Menschen einwirken. Besonders häufig diskutierte Luftschadstoffe sind „Feinstaub“, bekannt als PM10 und „Stickstoffdioxid“ (kurz: NO₂). Zum Schutze der menschlichen Gesundheit erhebt der Gesetzgeber Immissionsgrenzwerte für verschiedene Luftschadstoffe. Diese Grenzwerte beschreiben für jeden Luftschadstoff individuelle Luftkonzentrationshöchstmengen, ab welchen gesundheitliche Wirkungen auf den Menschen möglich sind. Viele der geltenden Immissionsgrenzwerte für Luftschadstoffe können im Stadtgebiet Frankfurt am Main eingehalten werden. Ausnahmen stellen weiterhin die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und vereinzelt Feinstaub der Fraktion PM10 dar. Die Grenzwerteinhaltung dieser Schadstoffe ist an exponierten Stellen unsicher.

Die Luftreinhalteplanung richtet sich im Besonderen auf die Minderung von Luftschadstoffen, welche durch den Kraftfahrzeugverkehr (KFZ-Verkehr) erzeugt werden. Dem KFZ-Verkehr ist der Hauptimmissionsbeitrag beizumessen, da die Abgase direkt in den schützenswerten und menschnahen Bereichen emittiert werden. Hier überwachen Luftmessstationen des Landes Hessen die Frankfurter Luftqualität, wie verkehrsnah in der Friedberger Landstraße.

Die Luftschadstoffbelastung ist in den vergangenen Jahren aufgrund einer zielführenden Luftreinhaltepolitik deutlich zurückgegangen.

Die Luftreinhalteplanung hat in den letzten Jahren große Erfolge erzielt. Maßnahmen wie die Einführung und schrittweise Verschärfung der Umweltzone, der Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV), die Einhaltung modernster Emissionsstandards durch die Busflotte des ÖPNV und die Attraktivitätssteigerung des Radverkehrs sind erfolgreich. Durch den Ausbau des Fernwärmenetzes und mit Vorgaben zur energiesparenden Bauweise werden die Emissionen der Gebäudeheizungen weiter reduziert.

Trotz messbarer Erfolge besteht in der europäischen Union (EU), in vielen Städten Deutschlands und auch in Frankfurt am Main die Problematik zu hoher Stickstoffdioxidkonzentrationen. Der Grenzwert für das Jahresmittel wird teilweise deutlich überschritten, sodass die EU ein Vertragsverletzungsverfahren gegen die Bundesrepublik eingeleitet hat. Hauptverantwortlich an den hohen Werten in Städten ist trotz gesenkter Abgasgrenzwerte weiterhin der KFZ-Verkehr. Unter realen Bedingungen liegen die tatsächlichen Emissionen von dieselbetriebenen Personenkraftwagen (PKW) auch bei der neuen EURO 6 – Abgasnorm noch ein Vielfaches über dem festgesetzten Grenzwert. Abhilfe soll hier ab 2017 die Bewertung des Emissionsverhaltens unter realen Bedingungen (RDE – Real Driving Emissions) sowie ein angepasster weltweit harmonisierter Fahrzyklus schaffen. Die Messung der RDE deckelt zwar die Überschreitungen der Emissionen im realen Straßenverkehr, jedoch werden weiterhin gestuft Übertretungen des EURO 6 Grenzwerts (80 mg/km) zugelassen. Bei der Typprüfung von Kraftfahrzeugen wird ab September 2017 eine Abweichung um 110 % (Faktor 2,1 = 168 mg/km) erlaubt, diese wird für Erstzulassungen ab 2019 verbindlich. Ab 2020 sinkt die erlaubte Abweichung auf 50 % (Faktor 1,5 = 120 mg/km) über dem Grenzwert und wird für Erstzulassungen ab 2021 verbindlich. Beim Schwerverkehr über 3,5 Tonnen (LKWs und Busse) kann die gültige EURO VI Abgasnorm auch im realen Betrieb deutlich besser eingehalten werden, als dies derzeit bei den leichteren Fahrzeugen der Fall ist.

Die schnellstmögliche Minderung des Stickstoffdioxidausstoßes an der Quelle sollte erstes Ziel sein. Nachgeschaltete Maßnahmen wie die diskutierte Verschärfung von Umweltzonen durch Einführung einer blauen Plakette würde derzeit einem Verbot für viele Dieselfahrzeuge gleich kommen und kann nur als äußerstes Mittel in einigen Jahren greifen.

2013-2015 stellte sich die Feinstaub- und Stickstoffdioxidkonzentration sowie die Entwicklung der Plakettenstatistik in Frankfurt zugelassener Kraftfahrzeuge wie folgt dar:

Feinstaub:

Die Feinstaub- Jahresmittelwerte sind auf ein Niveau deutlich unter den Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgesunken. In der stark verkehrsbelasteten Friedberger Landstraße bewegen sich die Werte in 2013 und 2014 um $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2015 wurde mit $24,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der bisher niedrigste Wert gemessen.

Die Tagesmittelwerte überstiegen 18-mal (2015), 17-mal (2014) und 21-mal (2013) die Schwelle von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – 35 Überschreitungen sind im Jahr zulässig. 17 Überschreitungstage in 2014 war die bisher kleinste Anzahl, welche an der Friedberger Landstraße seit Messbeginn festgestellt worden ist.

An den Stationen im städtischen Hintergrund (Bahnhof Höchst und Hanauer Landstraße) entspricht das Belastungsniveau in etwa dem der Vorjahre und liegt etwas niedriger als an der Friedberger Landstraße.

PM_{2,5} ist an der Friedberger Landstraße mit 16,3 (2015), 17,1 (2014) und 18,3 (2013) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel gemessen worden. In 2015 ist der niedrigste Wert seit Messbeginn in 2010 festgestellt worden.

An nur zwei verkehrsnahen Messstationen wurde in Deutschland 2015 der Grenzwert für das Tagesmittel überschritten [7].

Stickstoffdioxid:

An der Messstation am Bahnhof Höchst wurde 2014 eine leichte Minderung gegenüber den Vorjahren verzeichnet, in 2015 sogar eine deutliche. Mit $36,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde der Grenzwert für Stickstoffdioxid erstmalig am Bahnhof Höchst eingehalten.

Erstmals kann in 2015 der Grenzwert für NO₂ Stickstoffdioxid an der Messstation am Bahnhof Höchst eingehalten werden

An der verkehrsnahen Station in der Friedberger Landstraße dominieren Grenzwertüberschreitungen bei nur langsamem Rückgang des Konzentrationsniveaus die lufthygienische Situation. Der Jahresmittelwert an der Friedberger Landstraße sank in 2015 gegenüber dem Vorjahr leicht auf $52,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

An mindestens 50 % der deutschen verkehrsnahen Messstationen (bzw. 60 % mit Passivsammlermessungen) wurde der Grenzwert für das NO₂-Jahresmittel überschritten [7].

Umweltzone Frankfurt am Main

Der Anteil der Fahrzeuge mit grüner Plakette nimmt weiter zu und liegt, insbesondere bei den Nutzfahrzeugen, deutlich über dem Bundesdurchschnitt.

93,2 % der in Frankfurt zugelassenen Fahrzeuge fahren zum 01.01.2015 mit grüner Plakette. In der Gruppe der Personenkraftwagen fahren 93,8 % „grün“, in der Gruppe der leichten Nutzfahrzeuge sind es 83,9 %.

Die Umweltzone hat die Fahrzeugmodernisierung in Frankfurt am Main im Bundesvergleich beschleunigt.

2. Übersicht der lufthygienischen Situation der letzten Jahre

2.1. Einleitung Schadstoffmessung und geltende Immissionsgrenzwerte

Die Luftqualität wird in Hessen durch ein umfangreiches Luftmessnetz konsequent überwacht. Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (kurz: HLNUG) betreibt in Hessen zahlreiche Luftmessstationen, die zu jeder Tageszeit die Konzentration der Luftschadstoffe messen. Die erhobenen Werte sind im Internet öffentlich einsehbar (siehe Linkhinweise auf Seite 15).

Luftmessstationen charakterisieren drei verschiedene Belastungsqualitäten. Es wird zwischen städtisch verkehrsnahen Stationen (in direkter Straßennähe an vielbefahrenen Straßen), Stationen im städtischen Hintergrund („typische“ Luftqualität in einer Stadt) und Stationen im ländlichen Hintergrund (großräumiges Luftqualitätsniveau, abseits von Emittenten) unterschieden.

In der Stadt Frankfurt am Main überwachen aktuell drei Luftmessstationen die Luftqualität. Eine hiervon steht verkehrsnah an der Friedberger Landstraße. Diese Messstation dokumentiert den „worst case“, die höchste Luftschadstoffbelastung an eng bebauten, schlecht durchlüfteten und vielbefahrenen Straßen. Die verbleibenden beiden Messstationen repräsentieren den städtischen Hintergrund. Am Bahnhof Höchst und im Osten von Frankfurt (Hanauer Landstraße) wird die allgemein repräsentative Luftschadstoffbelastung gemessen. Von 2008 bis 2012 war in Frankfurt Sindlingen eine weitere Messstation in Betrieb.

Drei Messstationen überwachen die Luftqualität in Frankfurt am Main.

Hotspot: Friedberger Landstraße

Weitere Luftmessungen werden von der InfraserV GmbH & Co. Höchst KG im Industriepark Höchst und auf dem Vorfeld des Frankfurter Flughafens durch die Fraport AG betrieben. Auf dem Frankfurter Lerchesberg betreibt die Stadt Frankfurt am Main dauerhaft einen Passivsammler für Stickstoffdioxid.

Eine Zusammenstellung der geltenden Immissionsgrenzwerte (rechtlich bindend) und Zielwerte (rechtlich nicht bindend) zeigt Tabelle 1. Die Immissionswerte sind in der 39. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) festgelegt. Diese Verordnung setzt die EU-Richtlinie 2008/50/EG in deutsches Recht um. Die Einhaltung vieler dieser Grenzwerte wird dank umfangreicher lufthygienischer Maßnahmen in den letzten Jahren gewährleistet. Bei manchen Grenzwerten besteht jedoch die Gefahr einer Überschreitung (Beispiel: Grenzwert für das 24-Stunden-Mittel Feinstaub PM10), für Stickstoffdioxid die Gewissheit einer Überschreitung an Verkehrsschwerpunkten.

Tabelle 1: *Übersicht über geltende Grenzwerte und Zielwerte nach der 39. BImSchV [1]*

Luftschadstoff	Kenngroße	Einheit	Grenzwert (Anzahl zulässiger Überschreitungen im Jahr)
Benzol	Jahresmittel	µg/m ³	5
CO	max. 8-h-Mittel	mg/m ³	10
NO ₂	1-h-Mittel	µg/m ³	200 (18 mal)
	Jahresmittel	µg/m ³	40

Ozon	8-h-Mittel	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Zielwert: 120 (25 mal)
	1-h-Mittel	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Informationsschwelle: 180
PM2,5	Jahresmittel	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	25
PM10	24-h-Mittel	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 (35 mal)
	Jahresmittel	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	40
SO ₂	1-h-Mittel	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 (24 mal)
	24-h-Mittel	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	125 (3 mal)

1 g = 1.000 mg = 1.000.000 μg ; 1 μg = 0,001 mg = 0,000 001 g

- Grenzwerte werden im Stadtgebiet dauerhaft deutlich unterschritten und voraussichtlich auch in den nächsten Jahren sicher eingehalten.
- Grenz-/Zielwerte werden im Stadtgebiet stellenweise in manchen Jahren überschritten, Überschreitungen zukünftig möglich.
- Grenzwert wird stellenweise im Stadtgebiet deutlich überschritten und kann auch in den nächsten Jahren nicht flächendeckend eingehalten werden.

2.2. Gemessene Immissionswerte in 2013, 2014 und 2015

In den Messjahren 2013 bis 2015 konnten die Grenzwerte für Feinstaub wieder deutlich eingehalten werden. An der Friedberger Landstraße wurde 2014 die niedrigste jemals erfasste Anzahl an Überschreitungstagen festgestellt: An nur 17 Tagen wurde an der stark belasteten Station der Grenzwert für das Tagesmittel in Höhe von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten – an 35 Tagen pro Kalenderjahr ist dies erlaubt. In 2015 waren es 18 Überschreitungstage. Die vergangenen Jahre waren von nur wenigen austauscharmen Wetterlagen gekennzeichnet. Solche Inversionen sind kritisch, da der natürliche Luftaustausch vermindert wird und Luftschadstoffe sich insbesondere in Straßenschluchten anreichern können. Im Gegensatz zu den Grenzwerten für ein Jahresmittel machen sich Inversionswetterlagen hauptsächlich bei den sogenannten Kurzzeitgrenzwerten bemerkbar (z.B. dürfen an höchstens 35 Kalendertagen die Tagesmittelkonzentration für Feinstaub PM10 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ übersteigen).

Bahnhof Höchst: Konzentrationsrückgänge von Stickstoffdioxid in 2014, erstmalige Grenzwerteinhaltung in 2015

Die Stickstoffdioxidkonzentrationen lagen an der Friedberger Landstraße in den letzten Jahren erneut deutlich über dem Grenzwert. In 2013 und 2014 lag das Konzentrationsniveau bei knapp $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in 2015 mit knapp $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ etwas niedriger. An der Station am Bahnhof Höchst ist die Stickstoffdioxidbelastung in 2013 von $43,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf $41,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2014 abgesunken. In 2015 konnte ein weiterer, deutlicher Rückgang von Stickstoffdioxid verzeichnet werden: Mit einem Jahresmittelwert von nur $36,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde der Grenzwert erstmalig und deutlich eingehalten. Im Messjahr 2015 gab es nur noch eine registrierte Grenzwertüberschreitung in Frankfurt am Main: Stickstoffdioxid an der Friedberger Landstraße.

Tabelle 2: Jahresmittelwerte von Luftschadstoffen an Messstationen Frankfurt am Main 2015 und Vorjahre in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

	Friedberger Landstraße	Ffm. – Höchst	Ffm. – Ost	GW
Benzol C₆H₆	1,24 2014: 1,72 2013: 1,20	-	-	5
Feinstaub PM10	24,5 2014: 25,9 2013: 26,0	20,4 2014: 20,6 2013: 22,1	21,2 2014: 21,9 2013: 21,7	40
Feinstaub PM2,5	16,3 2014: 17,1 2013: 18,3	-	-	25
Stickstoffmonoxid NO	39,2 2014: 43,0 2013: 43,3	21,4 2014: 30,5 2013: 30,4	20,6 2014: 21,3 2013: 19,8	-
Stickstoffdioxid NO₂	52,8 2014: 54,6 2013: 54,7	36,1 2014: 41,3 2013: 43,9	34,3 2014: 33,9 2013: 33,8	40
Ozon O₃	-	38,8 2014: 32,4 2013: 34,1	40,5 2014: 35,8 2013: 39,6	-
Schwefeldioxid SO₂	-	1,8 2014: 1,6 2013: 1,8	-	-

Wie in den Vorjahren konnte der Grenzwert für Stickstoffdioxid an der Friedberger Landstraße nicht eingehalten werden.

Datengrundlage: HLNUG, 2014 - 2016

Grenzwerte (GW) und Grenzwertüberschreitungen

Tabelle 3: Überschreitungshäufigkeit bei Kurzzeitgrenzwerten und Informationsschwellen von Luftschadstoffen an Messstationen in Frankfurt am Main 2015 und Vorjahre

	Friedberger Landstraße	Ffm. – Höchst	Ffm. – Ost	GW
Feinstaub PM10 24-h-Mittel > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18 2014: 17 2013: 21	9 2014: 7 2013: 10	10 2014: 13 2013: 12	35
NO₂ 1-h-Mittel > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12 2014: 2 2013: 1	0 2014: 0 2013: 0	0 2014: 0 2013: 0	18
Ozon (O₃) 1-h-Mittel > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	16 2014: 2 2013: 1	20 2014: 0 2013: 0	-

2013 bis 2015: alle Kurzzeitgrenzwerte deutlich unterschritten.

Datengrundlage: HLNUG, 2014 - 2016

Grenzwerte (GW) und Grenzwertüberschreitungen

2.3. Langzeittrend der Schadstoffbelastung kontinuierlicher und passiver Schadstoffmessungen sowie Ursachenanalyse von Grenzwertüberschreitungen

Abbildung 1 beschreibt die Entwicklung der Stickstoffdioxidbelastung an Luftmessstationen in Frankfurt am Main seit 2000.

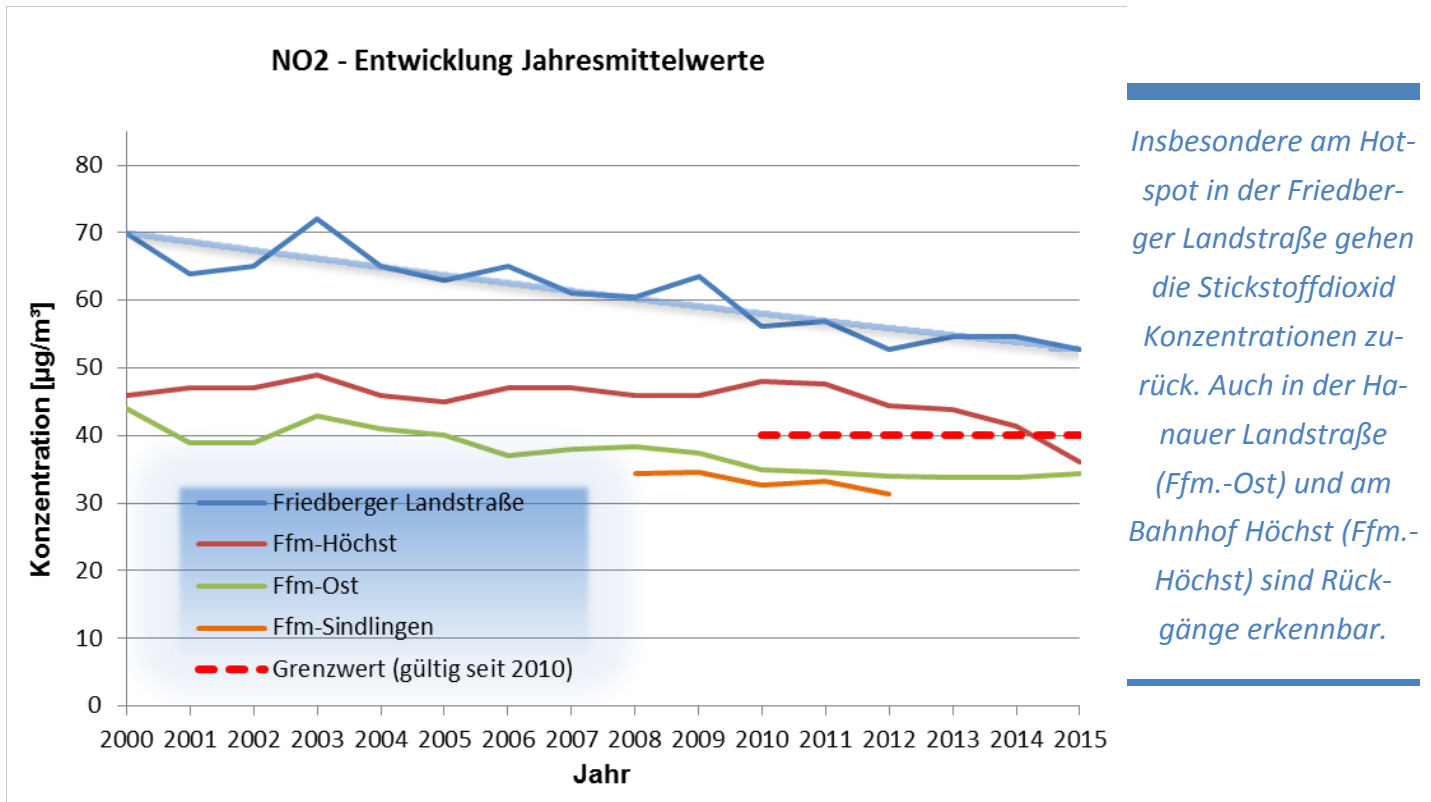


Abb. 1: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid an den Frankfurter Luftmessstationen der Jahre 2000 bis 2015 (Datengrundlage: HLNUG)

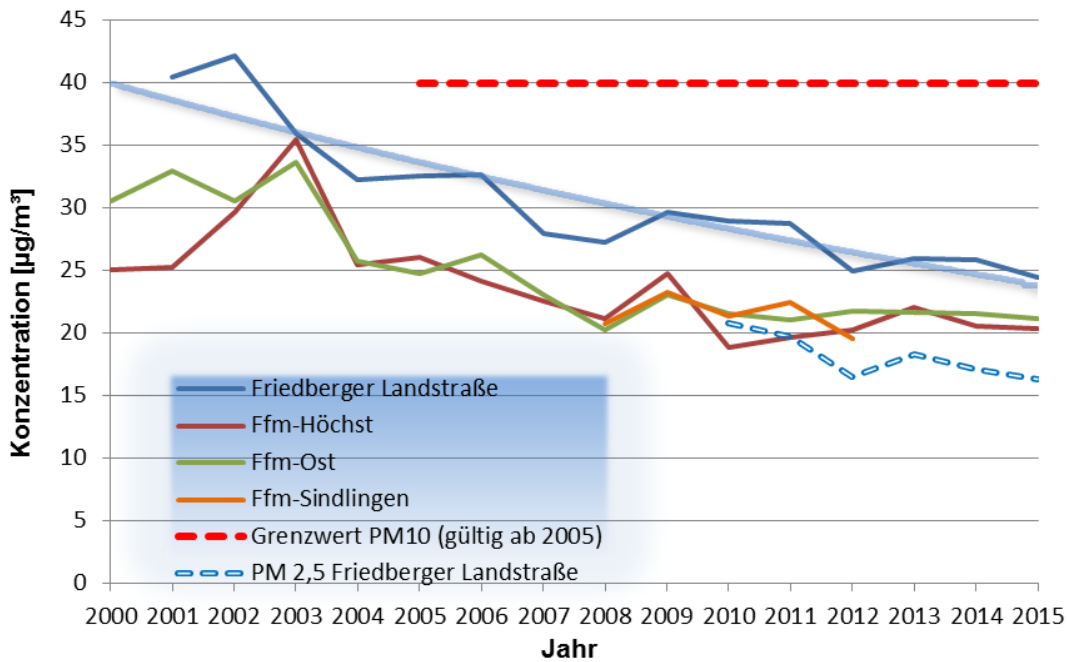
Die Stickstoffdioxidbelastung beschreibt zwar an nahezu allen Luftmessstationen einen langjährigen Rückgang, jedoch ist dieser viel zu schwach ausgeprägt, um eine zeitnahe Grenzwerteinhaltung zu prognostizieren. Für den Bahnhof Höchst wurde in 2015 erstmalig die Einhaltung des Grenzwertes festgestellt, da sich die Emissionsbelastung im Umfeld der Luftmessstation verändert hat (vergleiche Kapitel 3.3). An der Friedberger Landstraße ist der Abstand zum Grenzwert noch zu hoch, als das in absehbarer Zeit eine Grenzwerteinhaltung erwartet werden kann. Besonders die-

Das Abgasverhalten von Diesel-PKW soll zeitnah verbessert werden.

selbetriebene Personenkraftfahrzeuge (PKW) emittieren zu viele Stickoxide, die im realen Verkehr deutlich über den Grenzwerten der EU-Abgasnormen liegen. Diese Problematik setzt sich sogar für die aktuelle EURO 6 Abgasnorm fort, welche seit September 2015 für neu zugelassene PKW verpflichtend wurde und scharfe Stickoxidgrenzwerte vorsieht. Nach Untersuchungsergebnissen der Europäischen Kommission werden die Grenzwerte um einen Faktor 4-7 im Realverkehr überschritten. Auch vor dem Hintergrund des VW-Abgasskandals werden auf EU-Ebene Nachbesserungen diskutiert, inwiefern

der EURO 6-Diesel im realen Verkehr auf Straßen sauberer werden kann. Neue Regelungen werden die zu hohen Emissionen im Realverkehr für Neuwagen ab 2017 deutlich begrenzen. Allerdings wäre eine messbare Immissionsminderung erst bei ausreichender Marktdurchmischung „sauberer“ Fahrzeuge erzielbar, sodass sich möglicherweise ab 2020 erste messbare Erfolge zeigen werden. Denkbar ist auch eine Anpassung der Plakettenverordnung (Umweltzonenregelung), um die Marktdurchdringung entsprechend zu beschleunigen bzw. um Anreize zu schaffen, Fahrzeuge entsprechend nachzurüsten.

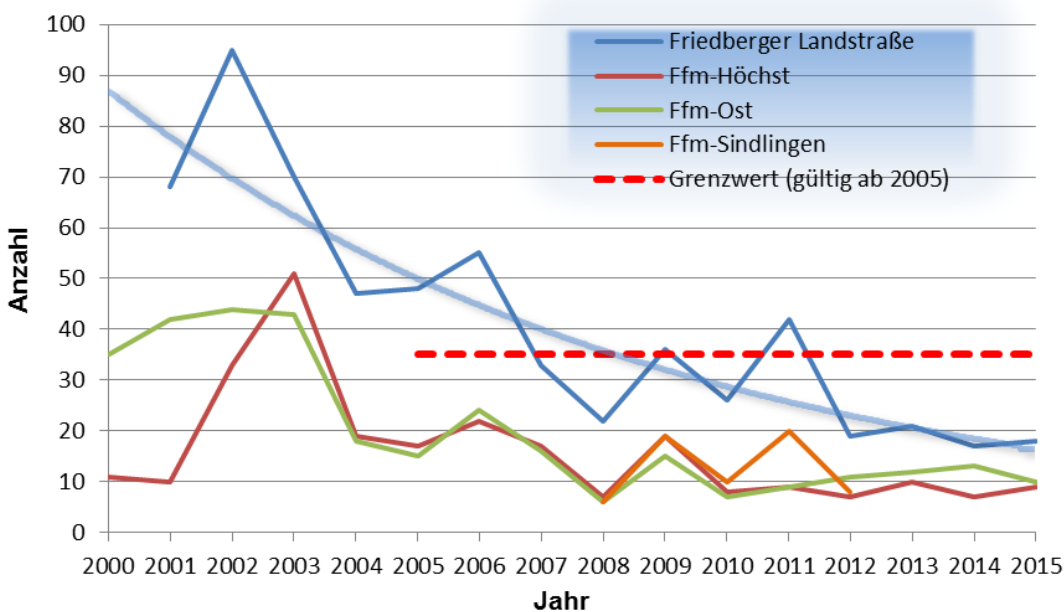
Feinstaub PM10 - Entwicklung Jahresmittelwerte



Die Feinstaub PM10 Konzentrationen sind an allen Stationen im langfristigen Jahresmittelvergleich gesunken. Der Grenzwert ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) kann seit vielen Jahren deutlich und sicher eingehalten werden.

Abb. 2: Jahresmittelwerte Feinstaub PM10 an den Frankfurter Luftmessstationen der Jahre 2000 bis 2015 (Datengrundlage: HLNUG)

PM10 - Entwicklung Überschreitungstage 24-h-Mittel > 50 µg/m³



Die Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittels für Feinstaub PM10 ist im langjährigen Vergleich stark gesunken. Da die Meteorologie auf diese Größe einen hohen Einfluss hat, sind Grenzwertüberschreitungen auch zukünftig denkbar.

Abb. 3: Anzahl der Überschreitungstage des Tagesmittels für Feinstaub PM10 der Jahre 2000 bis 2015 (Datengrundlage: HLNUG)

Der Rückgang der Schadstoffbelastung ist bei Feinstaub PM10 stärker ausgeprägt als bei Stickstoffdioxid. Problematisch kann weiterhin die Einhaltung des Grenzwerts für das PM10-Tagesmittel sein. Seit der letzten Grenzwertüberschreitung in 2011 und mit wachsendem Einsatz von Dieselpartikelfiltern hat sich die Situation in den vergangenen Jahren zunehmend entspannt. Langfristig sind die Konzentrationen deutlich zurückgegangen und liegen in Frankfurt am Main flächendeckend weit unter dem erlaubten Jahresmittel in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mit niedrigen Jahresmittelkonzentrationen sinkt zwar die Wahrscheinlichkeit der Überschreitung des Kurzzeitgrenzwertes, jedoch ist diese Größe stark von meteorologischen Einflüssen geprägt, sodass Grenzwertüberschreitungen zukünftig weiterhin möglich sind. Bei einer entsprechenden Häufigkeit von austauscharmen Wetterlagen können auch in Zukunft Überschreitungen des Schwellenwerts für das Tagesmittel nicht vollständig ausgeschlossen werden. Dennoch liegt der luftreinhalteplanerische Fokus derzeit wie geschildert stark auf dem Problemschadstoff Stickstoffdioxid. Passive nachgeschaltete Minderungsmaßnahmen sind kaum noch sinnvoll. Das Problem muss direkt an der Quelle angegangen werden, etwa in Form von Grenzwerten für Dieselfahrzeuge im Realverkehr.

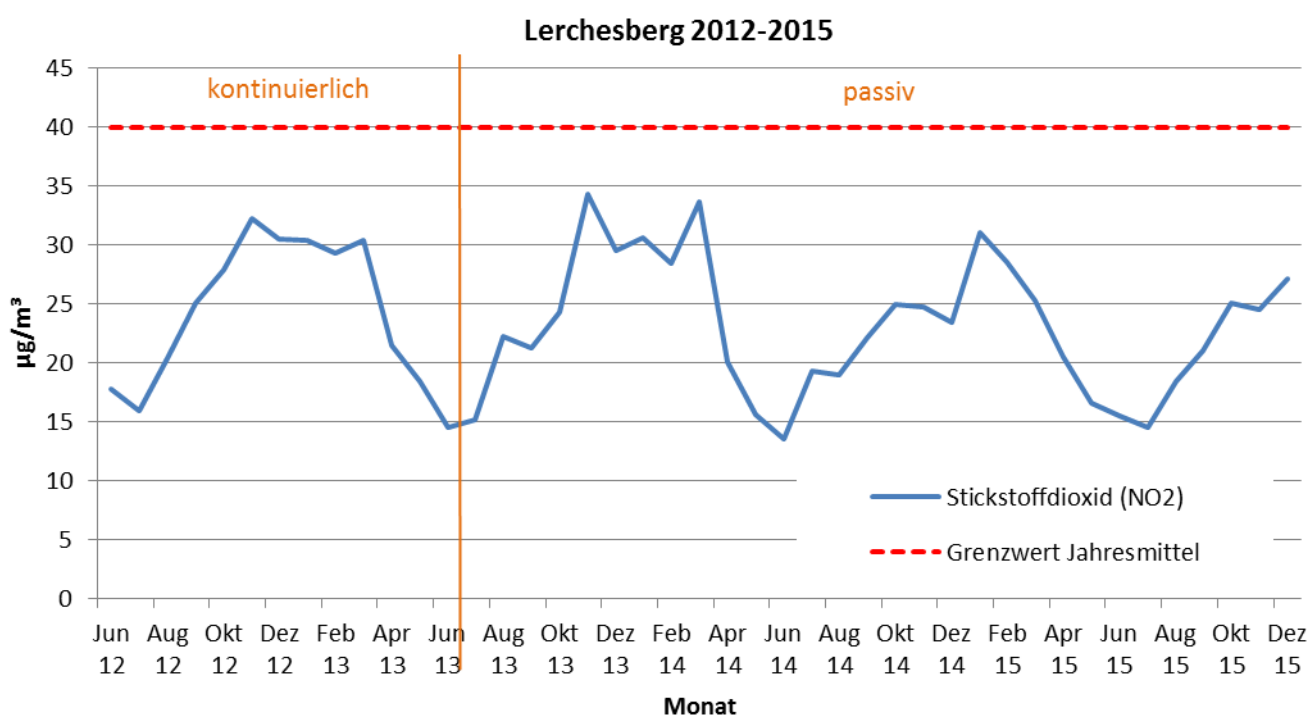


Abb. 4: *Monatsmittelwerte von Stickstoffdioxid auf dem Frankfurter Lerchesberg, teilweise Messungen mittels Passivsammler (Datengrundlage: HLNUG)*

Aufgrund der Inbetriebnahme der Nordwestlandebahn im Oktober 2011 wurde im Juni des Folgejahres eine temporäre Luftmessstation auf dem Frankfurter Lerchesberg in Betrieb genommen. Nach einem vollen Messjahr wurde die Station nach Flörsheim am Main, anschließend nach Mörfelden-Walldorf und daraufhin nach Neu-Isenburg versetzt, um dort die Luftqualität in Hinblick auf den Einfluss des Flugverkehrs zu beurteilen. Nach Außerbetriebnahme der Station am Lerchesberg hat die Stadt Frankfurt am Main die Luftmessungen mittels NO₂-Passivsammlern fortgesetzt, die Messdaten sind Abbildung 4 zu entnehmen. 2014 konnte am Lerchesberg eine Jahresmittelkonzentration von $23,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen werden, in 2015 waren es $22,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Werte liegen damit deutlich unter dem Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ein Einfluss des Luftverkehrs auf bodennahe Schadstoffkonzentrationen konnte bisher nicht nachgewiesen werden. Der Magistrat hat die in Bezug auf den Flugverkehr stehenden Messungen in einem gesonderten Bericht umfangreich diskutiert, welcher unter http://frankfurt.de/sixcms/media.php/738/luftqualitaet_flugverkehr_32015.pdf herunter geladen werden kann.

3. Luftmessungen am Standort Höchst

3.1. Bedeutung des Standorts und Messgrößen

Die Messstation am Bahnhof Höchst wurde am 01.07.1979 in Betrieb genommen und ist eine der ältesten Luftmessstationen Hessens. Die weit zurückreichenden Datenreihen dieser Station sind somit von besonderer Bedeutung, da sie einen wertvollen Beitrag zur Dokumentation der Luftqualitätsentwicklung liefern.

Je nach Belastungsschwerpunkt haben sich die gemessenen Parameter mit den Jahren verändert. Aktuell werden an der Station am Bahnhof Höchst folgende Luftschadstoffe kontinuierlich erfasst:



- Schwefeldioxid (SO₂)
- Stickstoffmonoxid (NO)
- Stickstoffdioxid (NO₂)
- Ozon (O₃)
- Feinstaub (PM10)

Zusätzlich ermittelt die Station diverse Wetterdaten wie Temperatur, Windrichtung und Windgeschwindigkeit sowie die Luftfeuchte. Diese meteorologischen Parameter sind notwendig, um Messgrößen richtig zu deuten sowie Auskunft über Herkunft und Verteilung von Luftschadstoffen zu erhalten.

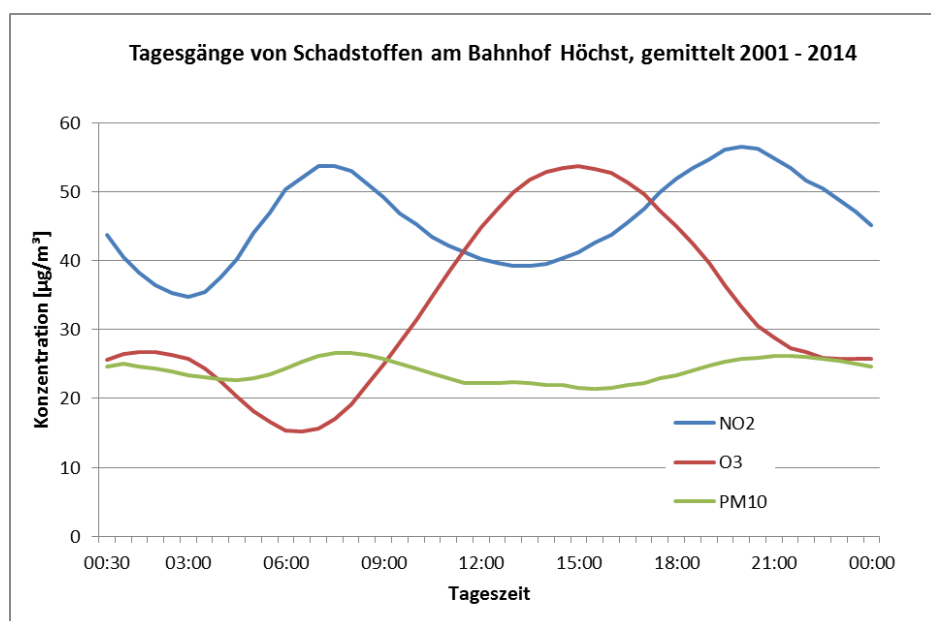
Die lufthygienische Situation am Bahnhof Höchst ist insbesondere durch die Einflüsse des vorbeifahrenden Verkehrs in Kombination mit einem nahegelegenen Busbahnhof geprägt. Durch diese Faktoren kann die Immissionsbelastung am Bahnhof Höchst als hoch eingestuft werden, obwohl es sich bei dieser Luftmessstation um keine verkehrsnahen Station handelt. Die Messstelle wurde als eine Stadt-Messstation konzipiert, welche die typische Belastungssituation in Frankfurt am Main („städtischer Hintergrund“) abbilden soll. Der Industriepark Höchst liegt von der Messstation etwa 400 Meter entfernt.

Abb. 5: *Luftmessstation Höchst*

3.2. Grenzwertüberschreitungen und Immissionsprofil

Die Jahresmittelwerte (vgl. Abbildungen 1 bis 3) von Stickstoffdioxid und Feinstaub PM10 zeigen die langfristige Entwicklung der Luftqualität am Standort Höchst. Feinstaub PM10 beschreibt sowohl im Jahresmittel als auch hinsichtlich der Anzahl der Überschreitungstage des Tagesmittelgrenzwerts einen Rückgang der Immissionsbelastung. Bei Stickstoffdioxid ist dieser weniger deutlich ausgeprägt, vielmehr stagnierten die Werte bis 2011 auf einem konstant hohen Niveau zwischen 45 – 50 µg/m³. Erst seit 2012 beschreiben die Messwerte einen leicht abnehmenden Trend, der sich bis einschließlich 2015 positiv fortgesetzt hat. Anhand der angestellten Messungen in 2015 liegen die Monatsmittelwerte am Bahnhof Höchst durchschnittlich unter dem Grenzwert von 40 µg/m³, sodass erstmalig eine deutliche Einhaltung des Grenzwerts in 2015 für das NO₂-Jahresmittel gemessen wurde.

Um die Gründe einer Änderung der Immissionsbelastung zu untersuchen, kann es sinnvoll sein, den Tagesgang von Luftschadstoffen an der Messstation näher zu betrachten. Ein Tagesgang stellt die durchschnittliche Entwicklung der Luftschadstoffe über einen Tag dar. Hierzu wurden Halbstundenmittelwerte verschiedener Luftschadstoffe zwischen 2001 und 2014 in Zusammenhang mit der Tageszeit aufgetragen (vgl. Abbildung 6). Oft kann so auf die Ursachen der Belastung geschlossen werden.



Ein typischer Tagesgang von Luftschadstoffimmissionen an einem verkehrlich geprägten Messpunkt

Abb. 6: Tagesgänge von Feinstaub PM₁₀, Stickstoffdioxid und Ozon am Bahnhof Höchst von 2001 – 2014 (Datengrundlage: HLNUG)

Die Konzentrationsverläufe von Ozon (O₃) und Stickstoffoxiden (NO_x) sind eng über das fotochemische Gleichgewicht miteinander verbunden. Durch Einwirkung von UV-Strahlung wird Stickstoffdioxid (NO₂) zu Stickstoffmonoxid (NO) und atomarem Sauerstoff gespalten. Atomarer Sauerstoff (O) verbindet sich schnell mit dem molekularen Sauerstoff (O₂) in der Luft – es bildet sich Ozon. Stickstoffmonoxid, welches gleichzeitig auch durch den Verkehr produziert wird, reduziert die Ozonkonzentration wiederum, beide Komponenten reagieren wieder zu Stickstoffdioxid und molekularem Sauerstoff. Während der Mittagszeit wird bei reichlich vorhandener UV-Strahlung Stickstoffdioxid abgebaut und Ozon gebildet, dieses gleichzeitig durch Stickstoffmonoxid wieder reduziert. Unter Einwirkung weiterer organischer Stoffe entsteht ein von der UV-Strahlung abhängiges Konzentrationsgleichgewicht, welches sich in der Mittagszeit zu erhöhten Ozonwerten und verminderten Stickstoffdioxidwerten verschiebt. Da durch den KFZ-Verkehr jedoch ständig zusätzliches Stickstoffmonoxid zur Verfügung steht, ist die Ozonkonzentration in Städten oft deutlich niedriger als in ländlichen Regionen mit nur geringer Stickstoffmonoxid-Neubildung. Der Einfluss des Verkehrs auf die Immissionskonzentrationen ist am Standort Höchst deutlich am Anstieg der Stickstoffdioxidkonzentrationen in den Morgenstunden und Absinken in den Abendstunden abzulesen. Insbesondere auch mit verstärktem Einsetzen und Rückgang des Busverkehrs kommt es zu deutlichen Konzentrationsanstiegen und -abnahmen. Der typische Verlauf der mittleren Stickstoffdioxidkonzentration über einen Tag zeigt zwei Konzentrationsmaxima jeweils zwischen 05 Uhr und 10 Uhr sowie zwischen 17 Uhr und 22 Uhr. Diese beiden Konzentrationsmaxima in den Morgen- und Abendstunden lassen den Einfluss einer Rush-Hour vermuten, sind aber auch auf den verstärkten Stickstoffdioxidabbau unter Einwirkung der intensiveren UV-Strahlung in der Mittagszeit zurückzuführen. Die Verkehrsstärke nimmt in der Mittagszeit im Bereich um die Messstation nicht ab, sondern leicht zu wie Verkehrszählungen gezeigt haben. Die Feinstaubkonzentration unterliegt weniger starken (lokalen) Schwankungen, da Feinstaub über einen längeren Zeitraum chemisch stabil bleibt als Stickstoffdioxid.

3.3. Einfluss des Busverkehrs auf die Immissionskonzentration

Da am Standort Höchst für eine städtische Hintergrundstation vergleichsweise hohe Stickoxidimmissionswerte erfasst werden und der typische Tagesgang einer verkehrsbeeinflussten Messstation vorliegt, wurde die lokale verkehrsbedingte Zusatzbelastung näher betrachtet. Im Januar 2014 wurde auf der Adolf-Haeuser-Straße zwischen Ludwigshafener Straße und Leverkusener Straße eine ganztägige Verkehrszählung durchgeführt. Täglich passieren diesen Bereich etwa 6.700 Kraftfahrzeuge, worin knapp 500 Busse enthalten sind. Der Anteil des Busverkehrs ist an dieser Stelle vergleichsweise hoch und beträgt über 7 %. Zudem halten die Busse am zur Messstation benachbarten Busbahnhof manchmal längere Zeit, sodass dem Busverkehr ein relativ hoher Anteil an

Der Einsatz von schadstoffarmen EURO VI Bussen hat die lufthygienische Situation am Bahnhof Höchst vermutlich maßgeblich verbessert.

lokaler Zusatzbelastung zugeschrieben werden kann. Busse sind in aller Regel dieselbetrieben und erzeugen technisch bedingt erhebliche Mengen an Stickoxiden. Busse werden hinsichtlich Ihrer Bedeutung für die Luftqualität häufig deutlich unterschätzt. Nach einer Untersuchung in Berlin konnte gezeigt werden, dass dort bereits 1,9 % Busanteil schon für 30 % der verkehrsbedingten Zusatzbelastung verantwortlich sind [9]. Es ist daher zu vermuten, dass die Zusatzbelastung durch den zur Messstation nahegelegenen Busbahnhof entsprechend hoch ist und die festgestellten Grenzwertüberschreitungen am Standort mitverantwortet.

Seit Dezember 2014 verkehren im Bereich Bahnhof Höchst zu etwa 80 % EURO VI Busse mit der neuesten Abgasnorm. Zuvor verkehrten hier keine EURO VI Busse, sondern EURO V Busse bzw. Busse mit EEV-Standard. Es ist jedoch auch hier bekannt geworden, dass die Katalysatorsysteme des als besonders umweltverträglich geltenden EEV-Standards im realen Verkehr u.a. wegen zu geringer Abgastemperaturen versagen oder ihre Wirksamkeit nur eingeschränkt entfalten. Diese Missstände konnten mit Einführung der EURO VI Norm beseitigt werden, sodass im Gegensatz zu der für PKW unlängst gültigen EURO 6 Norm eine deutliche Besserung im Vergleich zu vorangegangenen Abgasnormen eingetreten ist.

Tatsächlich scheint sich die emissionsseitige Stickoxidminderung auch an der Messstation bemerkbar zu machen. In Abbildung 7 sind die jeweiligen Konzentrationsverläufe der Kalenderjahre von 2012 bis 2015 aufgetragen. Beim Stickstoffdioxid ist in 2015 eine verminderte Immissionsbelastung gegenüber den Vorjahren abzulesen. Noch deutlicher wird dieser Unterschied bei Stickstoffmonoxid, welcher seit Dezember 2014 und mit Inbetriebnahme der EURO VI Busse eine erkennbare Minderung gegenüber der Vorjahre beschreibt.

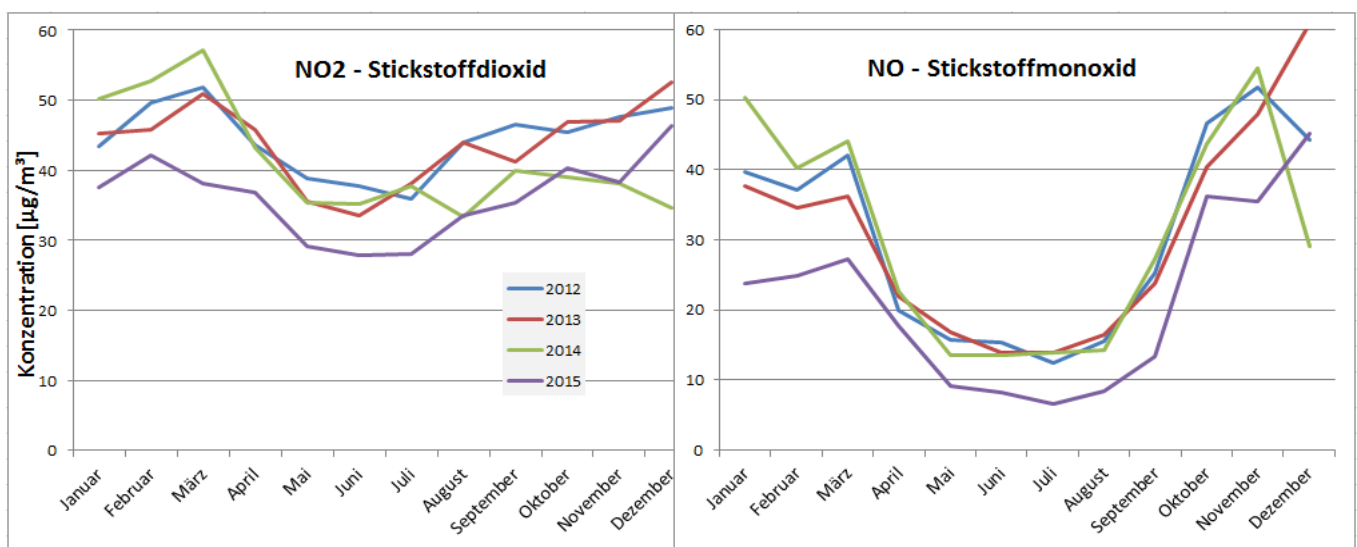


Abb. 7: Konzentrationsverläufe von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid an der Luftmessstation Höchst von Januar 2012 bis Dezember 2015

3.4. Neuer Standort der Luftmessstation Höchst

Der Bahnhofsvorplatz Höchst wird in den kommenden Jahren neu gestaltet. In diesem Zuge werden der Busbahnhof und seine Zufahrtswege neu ausgerichtet. Die Planung sieht am bisherigen Standort der Luftmessstation Verkehrsflächen für den Busbahnhof vor, sodass die Station dort nicht mehr weiter betrieben werden kann. Zunächst hat die Stadt Frankfurt am Main einen Ersatzstandort in der weiteren Umgebung (bis 200 Meter westlich und östlich des bisherigen Messstandorts) gesucht. Da die EU inzwischen gegen Deutschland ein Vertragsverletzungsverfahren wegen Überschreitungen des Immissionsgrenzwerts für Stickstoffdioxid eingeleitet hat und auch der Standort Höchst von Grenzwertüberschreitungen betroffen war, musste ein Ersatzstandort in unmittelbarer Nähe gefunden werden. Hierdurch soll sichergestellt werden, eine gegenüber dem Altstandort möglichst unveränderte Schadstoffbelastung erfassen zu können.

Als neuer Standort wurde der „Vorplatz“ des Bürgeramts Höchst gefunden. Dieser befindet sich etwa 40 Meter südwestlich des bisherigen Standorts und sollte ein sehr ähnliches Emissionsprofil aufweisen. Die neue Station ist am 01.12.2015 aufgestellt worden. Um eine gute Vergleichbarkeit der Messwerte sicher zu stellen, wird die neue Messstation mindestens noch im ganzen Messjahr 2016 parallel zu den Messungen der bisherigen Station betrieben. Eventuelle Datendiskrepanzen können durch den Parallelbetrieb erkannt und entsprechend bewertet werden. Somit kann eine nahtlose Fortführung der seit 1979 bestehenden Datenreihe gewährleistet werden.

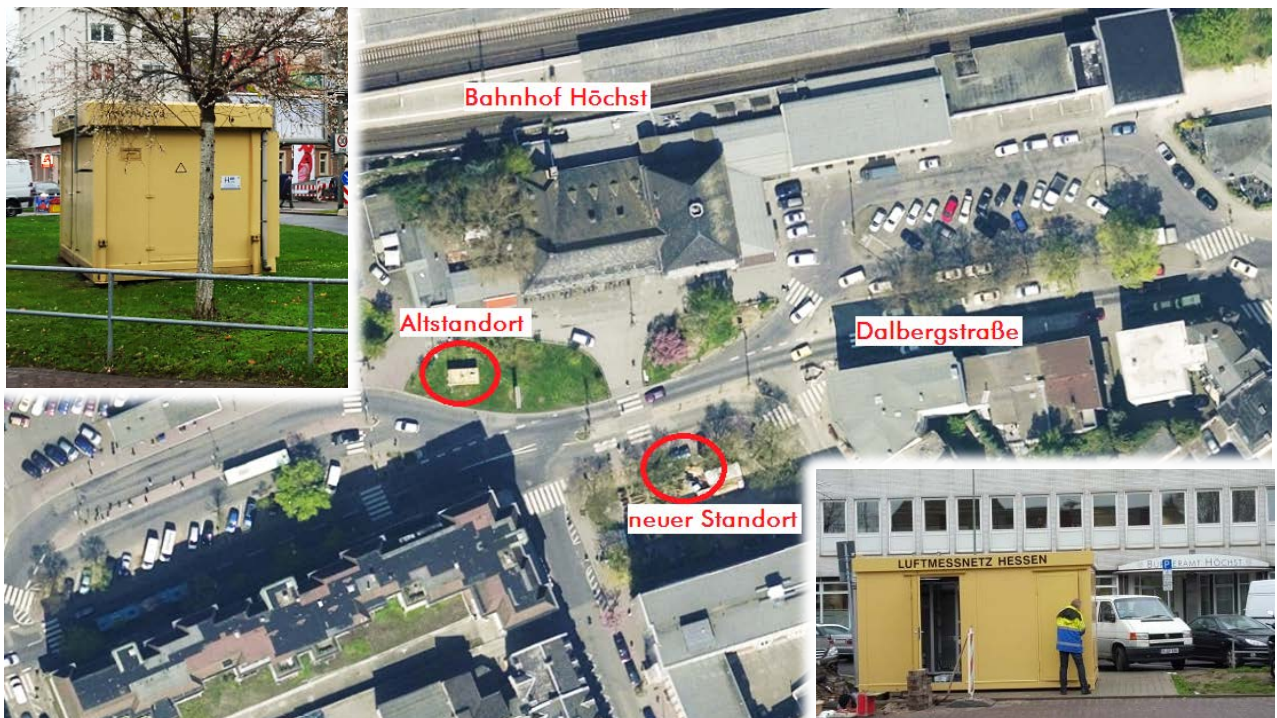


Abb.: 8: Luftbild und Standorte der Messstation(en) Höchst (links: Altstandort, rechts: Aufstellung und aktueller, dauerhafter Standort vor dem Bürgeramt Höchst)

Die Messstation soll für den Bürger attraktiv und informativ gestaltet werden. Über grafische Darstellungen an den Außenwänden sollen die Entwicklung der Luftschadstoffbelastung sowie das typische Immissionsprofil einer Woche (vgl. Titelbild) veranschaulicht und erläutert werden.

4. Fazit

In den Jahren 2013 bis 2015 konnten erneut keine Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte von Feinstaub PM10 und PM2,5 festgestellt werden. Die letzte Überschreitung des Grenzwerts für das Feinstaub PM10-Tagesmittel wurde in 2011 registriert.

Die lufthygienische Situation ist in Frankfurt allerdings weiterhin von zu hohen Stickstoffdioxidimmissionen geprägt. Erneut kam es an den Messstationen Friedberger Landstraße zu Grenzwertüberschreitungen. Während sich die Stickstoffdioxidbelastung im Vorjahresvergleich an der Friedberger Landstraße kaum verändert hat, ist die Belastung am Bahnhof Höchst deutlich gesunken. Für 2015 konnte dort erstmalig die Einhaltung des Grenzwerts registriert werden. Als möglichen Grund hierfür ist ein Wechsel des Busbündels im Bereich Bahnhof Höchst anzuführen. Seit Dezember 2014 fahren dort zu etwa 80 % EURO VI Busse, welche ein deutlich verbessertes Emissionsverhalten im realen Betrieb gegenüber älteren Abgasnormen vorweisen. In 2015 lagen die Messwerte von Stickoxiden niedriger als in den Vorjahren.

Quellenverzeichnis, Literaturhinweise und weiterführende Links

- [1] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065)
- [2] „1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Rhein-Main, Teilplan Frankfurt am Main“; HMULV; 2011
- [3] Lufthygienische Jahresberichte 2001-2014 Teil I: Kontinuierliche Messungen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2002 - 2015
- [4] Stadt Frankfurt am Main, Verkehrsdezernat, Referat Mobilitäts- und Verkehrsplanung; Statistiken Verkehrszählungen
- [5] Erhebung der Luftqualität im Einzugsbereich der neuen NW-Landebahn des Flughafen Frankfurt Station „Frankfurt-Lerchesberg“ - Auswertung Mai 2012 – Mai 2013, Prof. Dr. S. Jacobi, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2013
- [6] Untersuchungen im Einzugsbereich der neuen NW-Landebahn des Flughafen Frankfurt, Prof. Dr. S. Jacobi, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2013
- [7] "Luftqualität 2015 – vorläufige Auswertung"; Umweltbundesamt; Januar 2016
- [8] Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung von 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert am 01.03.2011 (BGBl. I S. 282)
- [9] „Saubere Busse im ÖPNV – Ein Leitfaden für Aufgabenträger und Verkehrsunternehmen“; Verkehrsclub Deutschland e.V.; 2015
- [10] „Neun Punkte für bessere Luft in Städten und Ballungszentren“, Gastbeitrag von Bundesumweltministerin Dr. Barbara Hendricks; Süddeutsche Zeitung; 14.10.2015

Allgemeines, Luftreinhaltepläne, Berichte und Gutachten:

<http://www.frankfurt.de/sixcms/detail.php?id=3061>

Informationen zu Luftschadstoffen:

<http://www.hlnug.de/start/luft/luftschadstoffe.html>

Aktuelle Luftmesswerte in Hessen:

<http://www.hlnug.de/?id=7122>

Bericht Flugverkehr und Luftverunreinigungen im Ballungsraum Rhein-Main 2010 - 2015:

http://frankfurt.de/sixcms/media.php/738/luftqualitaet_flugverkehr_32015.pdf