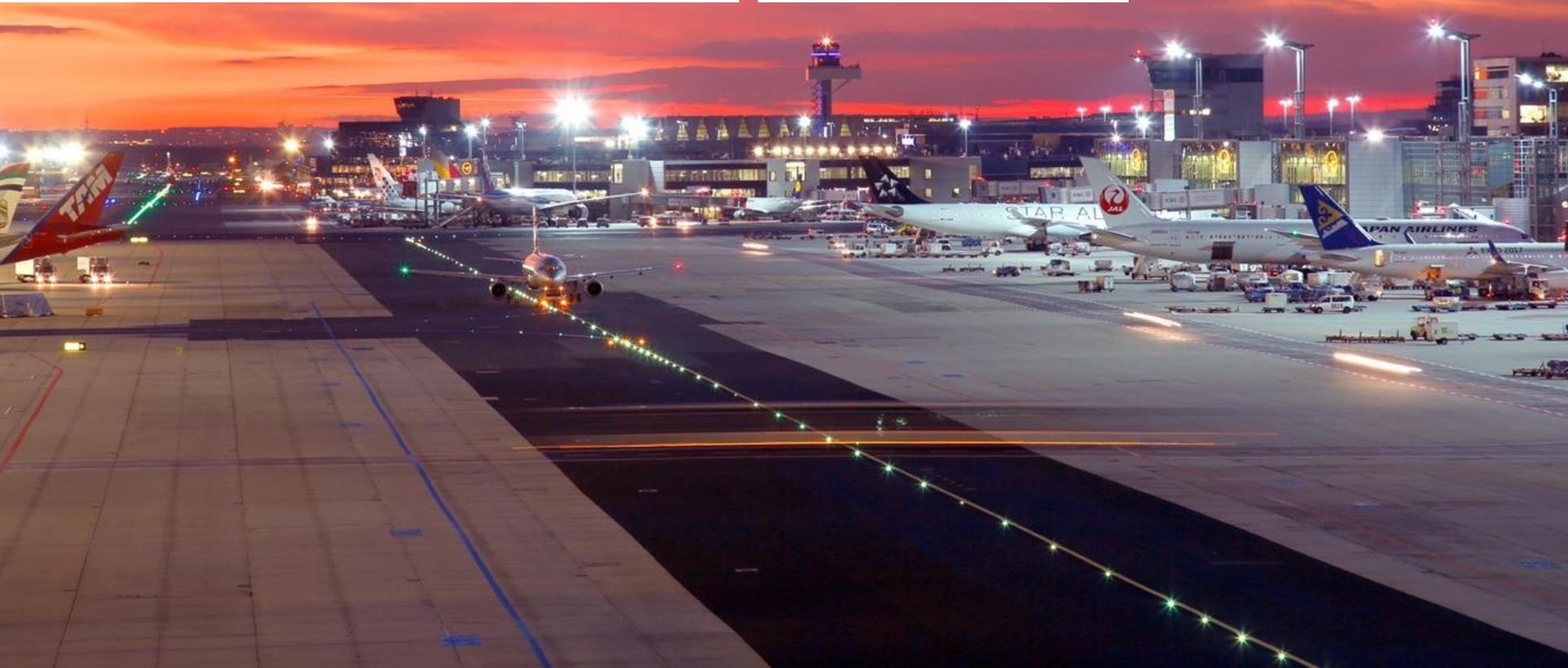


UBA Forum mobil & nachhaltig, Berlin, 06.11.19

*Messungen und Modellrechnungen
zur Luftqualität am Flughafen Frankfurt*

Barbara Schreiber, FTU-LL, Fraport AG



- Emissionsquelle Flugverkehr

 - Messungen mit Flughafenbezug
 - am Standort
 - im Umfeld

 - Modellrechnungen
 - Beispiel Stickoxide
 - Beispiel Partikelmasse
-
- Zusammenfassung

- Ultrafeine Partikel
 - Messungen des HLNUG
 - Modellrechnungen
 - UBA-Projekt
 - Fraport
 - Ausblick

Emissionsquelle Flugverkehr

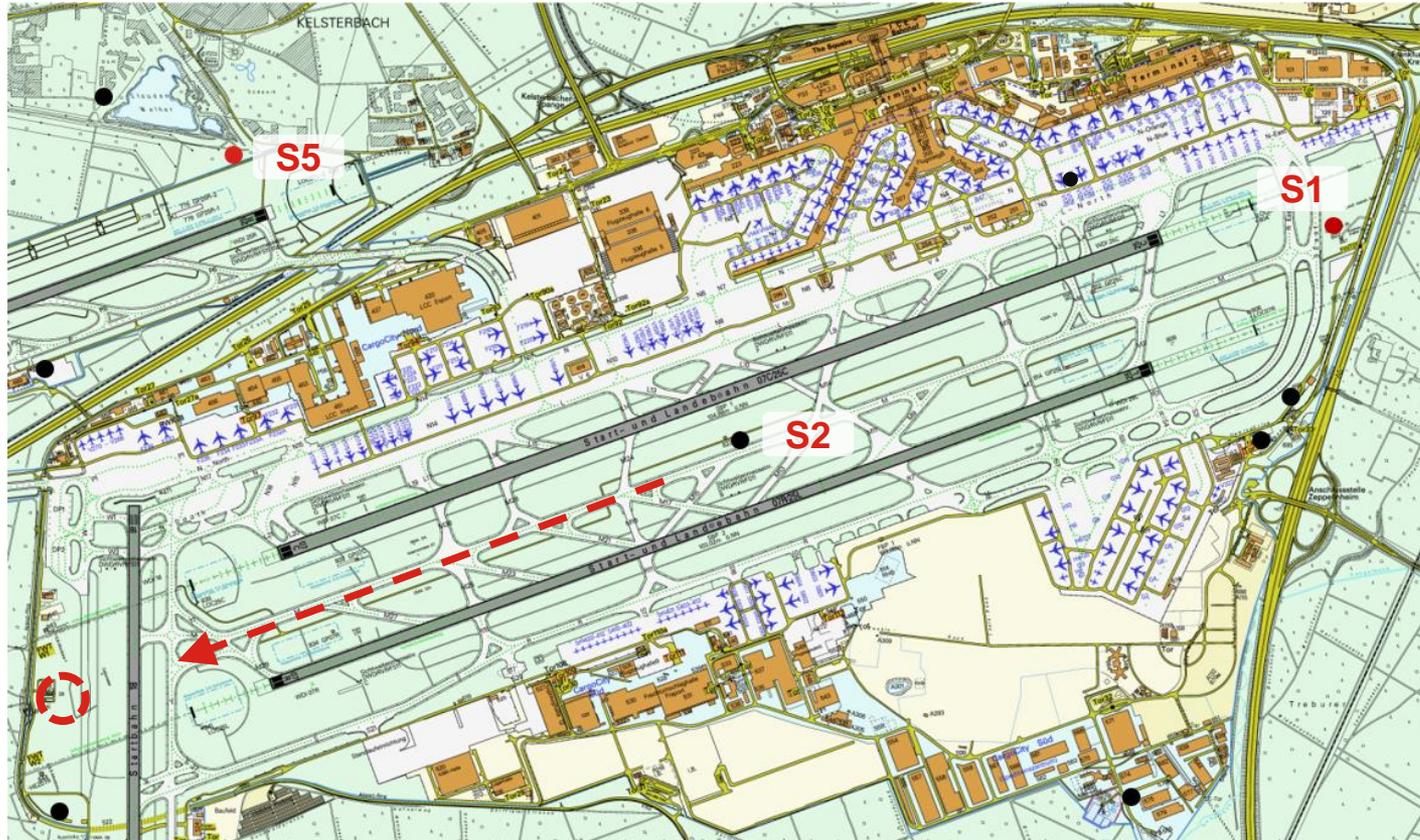
je größer die Höhe, desto geringer der Effekt am Boden, starke Anfangsdurchmischung
(eingemischte Luft, Austrittsimpuls, thermischer Auftrieb)



Schematische Darstellung zum Höheneinfluss: Dunkle kleine Flächen entsprechen hoher Konzentration, helle große Flächen symbolisieren Verdünnung und Ausdehnung der Abgasfahne.

Fahnenabsenkung durch Wirbelschleppen möglich (<300m, im Modell 100m als Mittel über 3 Minuten Lebensdauer)

Messungen mit Flughafenbezug am Standort Fraport-Messnetz



Schwarz: frühere Standorte,
rot: aktuell,
gestrichelt: geplant

S1 im Prinzip auf Dauer angelegt, übrige Standorte je nach Fragestellung bzw. für räumliche Auflösung

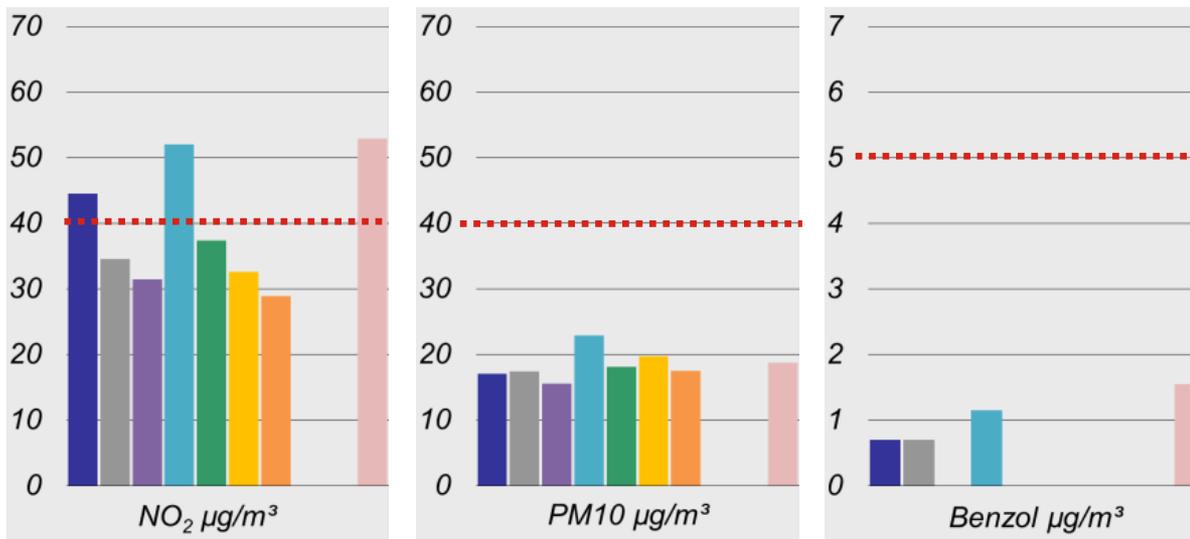
- Seit 2002 kontinuierliche Überwachung der Luftqualität am Flughafen durch Fraport AG
- Stilllegung S2 zwischen Center- und Südbahn Anfang 2017 (Flugsicherheitsaspekte)
- 2017 Übergabe der Ausrüstung an UNH und weiterer Betrieb in Kooperation mit HLNUG
- Unterstützung durch Fraport und Datenaustausch

UNH = Umwelt- und Nachbarschaftshaus

Messungen mit Flughafenbezug am Standort im Vergleich zum Landesmessnetz 2016

- Gemessene Komponenten s. Lufthygienische Jahresberichte *
- Ergebnisse (und weitere Informationen) im Internet *
- Rückblick im Lufthygienischen Jahresbericht 2016
- Zukünftig UFP-Messungen geplant

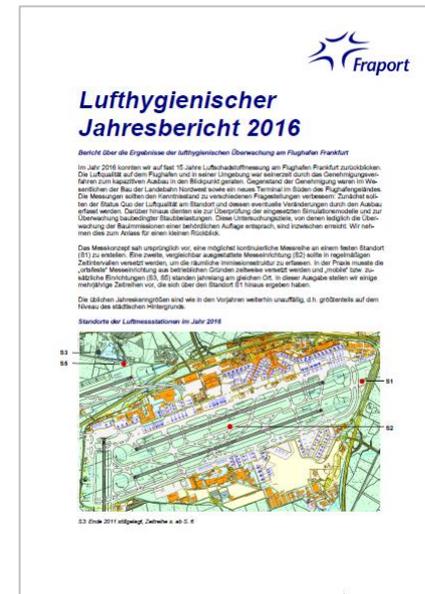
Keine außergewöhnlich hohen Werte im Flughafenbereich, auch beeinflusst von nahe gelegenen Autobahnen



- S1
- S2
- S5
- F-Friedberger Landstr.*
- F-Höchst*
- F-Ost*
- Raunheim*
- F-Höhenstraße*
- F-Palmengarten*
- Wl-Ringkirche*

* HLNUG

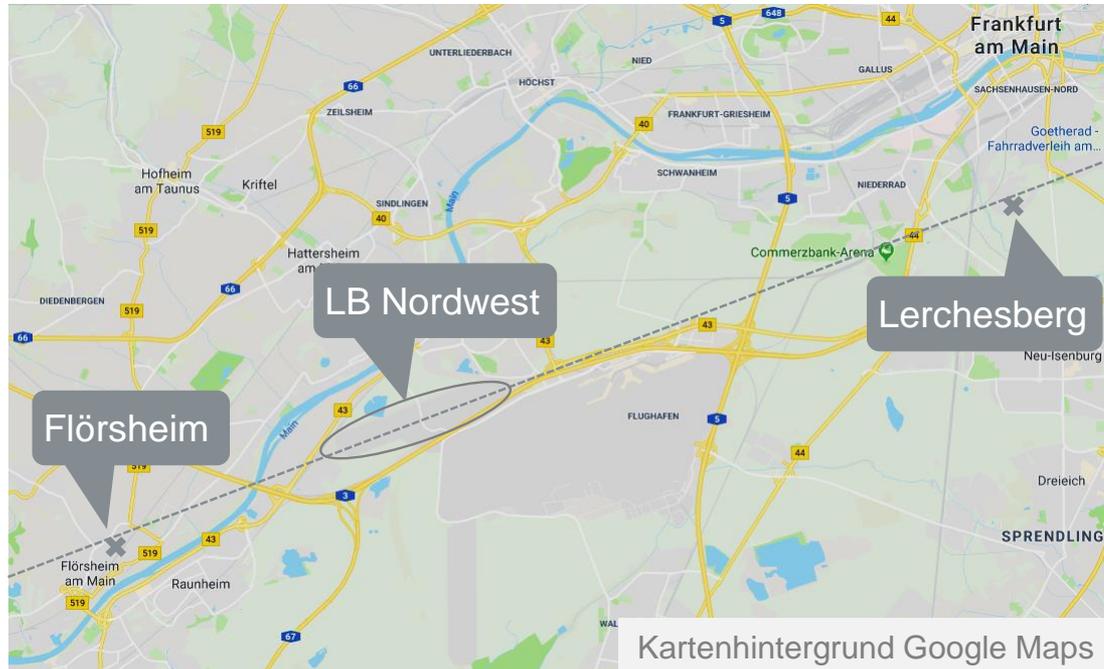
Grenzwert der jeweiligen Schadstoffkomponente laut 39. BImSchV



* <https://www.fraport.de/de/nachbarschaft-region/entwicklung-standort-fra-umwelt/luftqualitaet.html>

Messungen mit Flughafenbezug im Umland

Sondermessungen des HLNUG unter dem Anflug auf die Landebahn Nordwest



2012/2013 Frankfurt-Lerchesberg

2013/2014 Flörsheim

Zusätzlich:

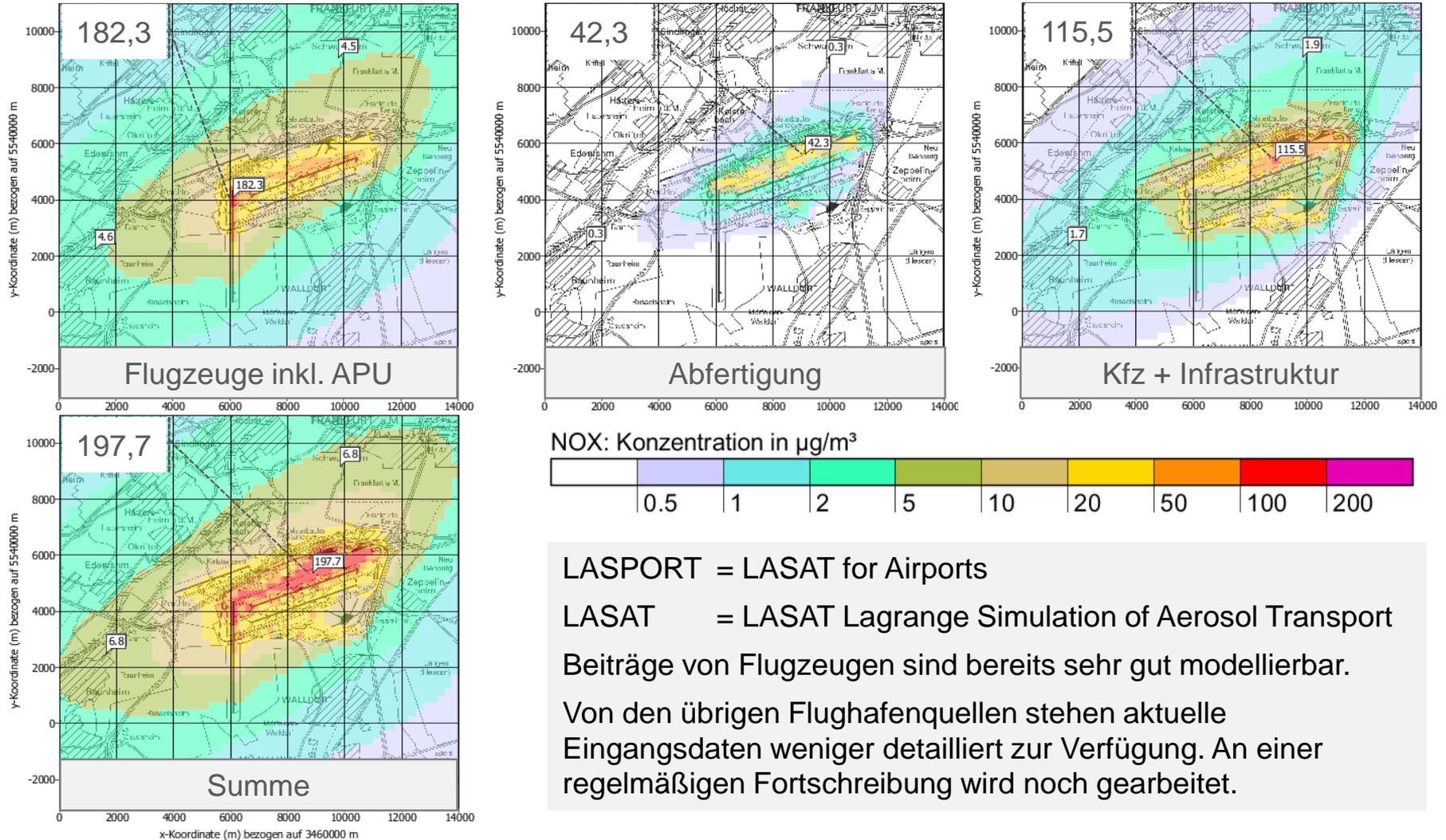
2013/2014 an mehreren Standorten in beiden Landeanflugsektoren
Staubniederschlag, Kohlenwasserstoffe

- 
- Sichere Einhaltung aller Grenzwerte
 - Unauffälliges, eher niedriges Konzentrationsniveau, erwartungsgemäß vergleichbar mit ähnlichen Standorten ohne Flughafenbezug
 - Kein erkennbarer Flughafeneinfluss
 - Fraport: Sehr gute Übereinstimmung mit Jahresmittelwerten bei sehr geringen Flugverkehrsanteilen aus der Modellprognose 2020 im Genehmigungsverfahren zum Ausbau

Modellrechnungen, LASPORT Jahresmittel 2016 NOx



Flugzeuganteile dominieren, aber Kfz-Einfluss von Vorfeld und Betriebsstraßen ist erkennbar

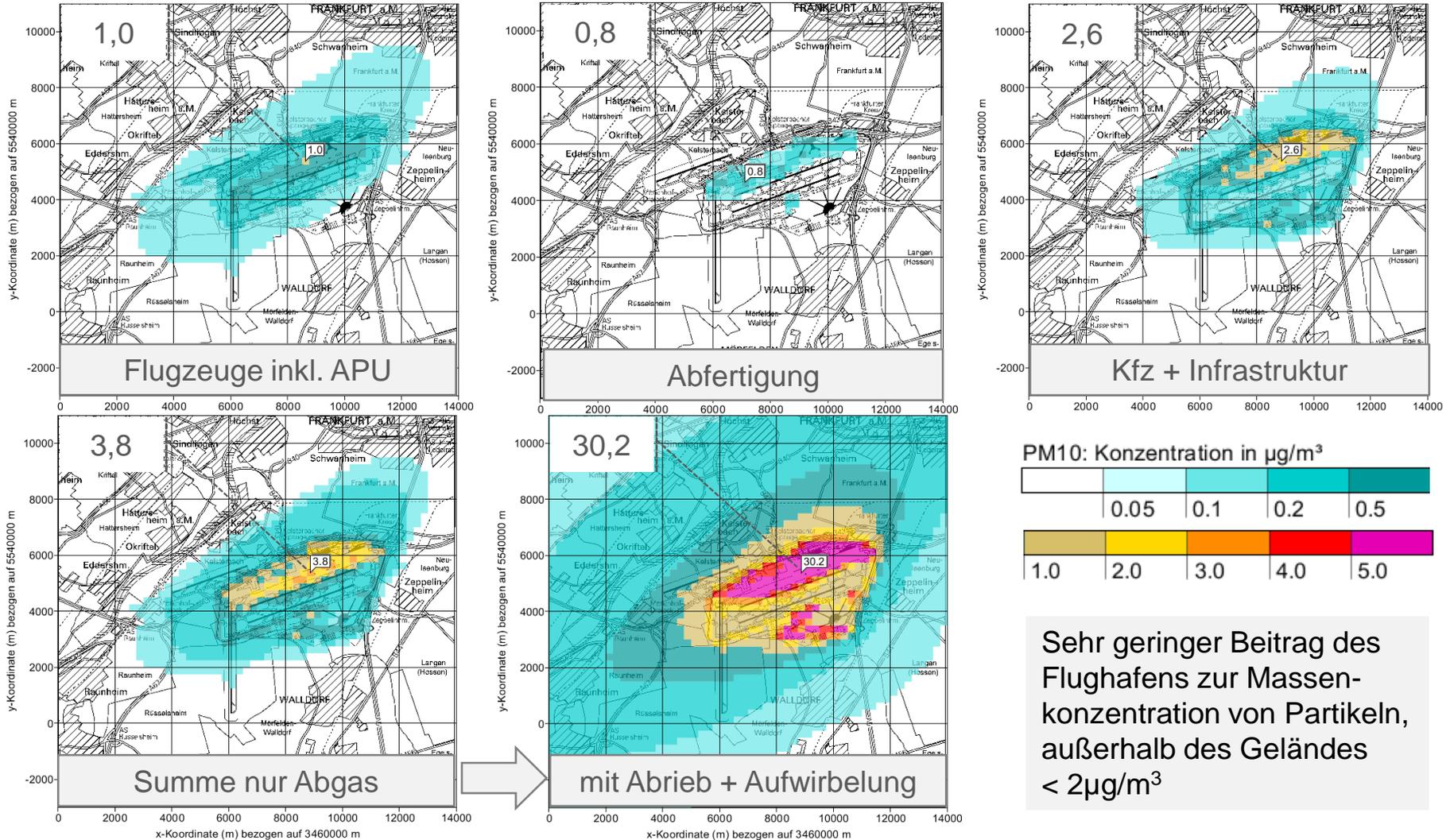


LASPORT = LASAT for Airports
 LASAT = LASAT Lagrange Simulation of Aerosol Transport
 Beiträge von Flugzeugen sind bereits sehr gut modellierbar.
 Von den übrigen Flughafenquellen stehen aktuelle Eingangsdaten weniger detailliert zur Verfügung. An einer regelmäßigen Fortschreibung wird noch gearbeitet.

Terminal 3 im Süden noch in Planung, APU = Auxiliary Power Unit (Hilfstriebwerk zur Stromversorgung und Klimatisierung am Boden)

Modellrechnungen, LASPORT Jahresmittel 2016 PM10

Kfz-Einfluss von Vorfeld und Betriebsstraßen überwiegt, insbesondere mit Abrieb und Aufwirbelung



Sehr geringer Beitrag des Flughafens zur Massenkonzentration von Partikeln, außerhalb des Geländes < 2µg/m³

Terminal 3 im Süden noch in Planung, APU = Auxiliary Power Unit (Hilfstriebwerk zur Stromversorgung und Klimatisierung am Boden)

Ultrafeine Partikel (UFP)

Partikel <100nm, sehr wenig Masse, gemessen in Anzahl pro cm³

UFP noch mindestens 10x kleiner →

Menschliches Haar

40 – 120 µm
(Mikrometer) Durchmesser



Feines Sandkorn

90 µm (Mikrometer) Durchmesser

PM₁ Kein Grenzwert

z. B. Rußpartikel, Viren
< 1 µm (Mikrometer) Durchmesser

PM_{2,5} Grenzwert für Jahresmittel: 25µg/m³

z. B. Verbrennungspartikel,
organische Verbindungen, Metall
< 2,5 µm (Mikrometer) Durchmesser

PM₁₀ Grenzwert für Jahresmittel: 40 µg/m³

z. B. Staub, Pollen, Schimmel
< 10 µm (Mikrometer) Durchmesser

Quelle: Freudenberg Filtration Technologies

Ultrafeine Partikel, Messungen des HLNUG

Windrichtungsabhängigkeit und Jahresmittel 2018



- Flüchtige (volatil) und nicht flüchtige Partikel (non-volatil)
- Eindeutig erhöhte UFP-Konzentration bei Wind aus Richtung Flughafen
- Größte Anzahl bei kleinster Partikelgröße (charakteristisch für Triebwerksemissionen)
- Übereinstimmung mit zeitlichem Gang des Flugbetriebs
- Beeinflussung durch „bodennahe“ Emissionen (300m-400m)
- Einfluss von Überflügen (Wirbelschleppen?) nur im Nahbereich bei geringer Höhe

Jahresmittel p/cm ³	10 – 20 nm	20 – 30 nm	10 - 100 nm
Raunheim	3.135	1.610	7.870
Schwanheim	2.072	1.763	6.326

Ultrafeine Partikel, Modellrechnungen UBA

UFOPLAN 3716 52 200 0 (noch kein Endbericht)



Ziel: Modellierung des UFP-Beitrags eines Großflughafens nach „Stand der Technik“ für Szenario 2015, Identifizierung von Bedarf nach Weiterentwicklung

Quellgruppe	Modell	UFP-Ansatz
Flughafen inkl. Flugzeuge	LASPORT 2.3 Vorstufe	Nur nicht flüchtige, unveränderlich
Umland-Kfz	LASAT	Nur nicht flüchtige, unveränderlich
Überregionaler Hintergrund	EURAD	Partikelbildung

Probleme:

- Verknüpfung unterschiedlicher Modellsysteme
- Unterschiedliche Partikel-Größenklassen für die einzelnen Quellgruppen
- Unterschiedliche Partikelbehandlung
- (Noch) zu wenig UFP-Messwerte zum Vergleich

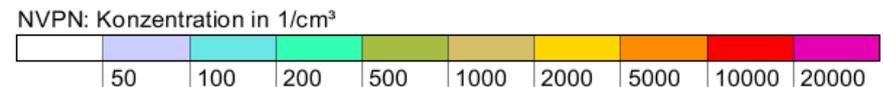
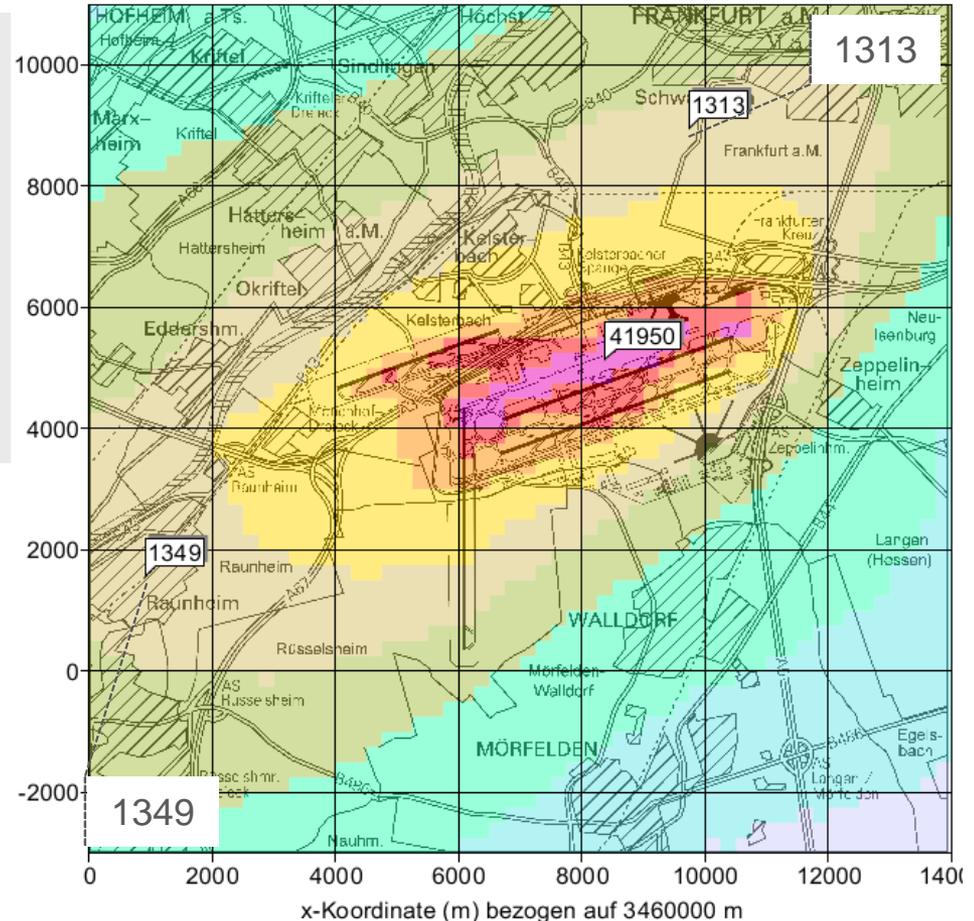
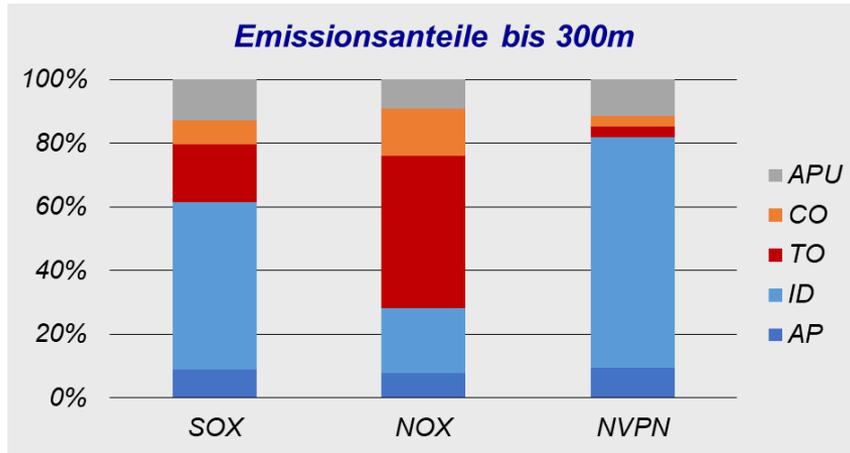
Ergebnis:

- gute Vergleichbarkeit für herkömmliche Komponenten
- Flughafeneinfluss im UFP-Gesamtergebnis nicht erkennbar (Widerspruch zu aktuellen Messergebnissen, Partikelbildung in EURAD?)

Ultrafeine Partikel, Modellrechnungen Fraport (JB 2018)



mit LASPORT 2.3, Emissionen und Immissionen 2018, nur Flugzeuge



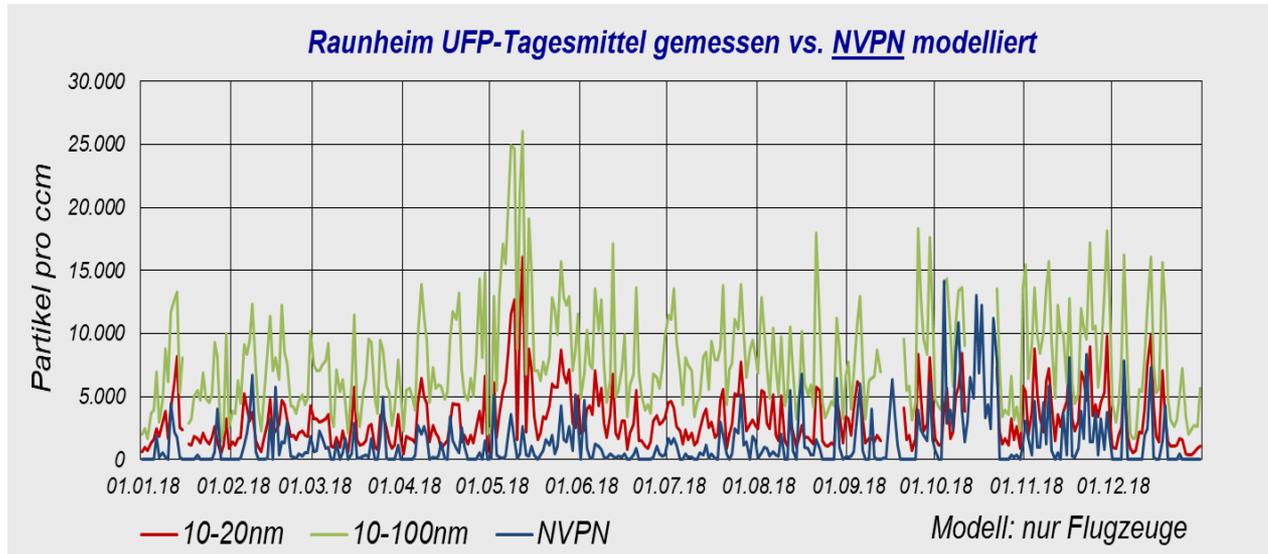
Lufthygienischer Jahresbericht 2018
Fraport AG:

- Höchster Beitrag durch Rollen (ID), auch wg. Emissionsdauer
- NVPN-Emission (Non Volatile Particle Number) gegenläufig zu Laststufe
- Immission erheblich geringer als gemessen ↔ hoher Anteil flüchtiger UFP

Terminal 3 im Süden noch in Planung, APU = Auxiliary Power Unit, CO = Climbout, TO = Takeoff, ID = Idle, AP = Approach

Ultrafeine Partikel, Modellrechnungen Fraport (JB 2018)

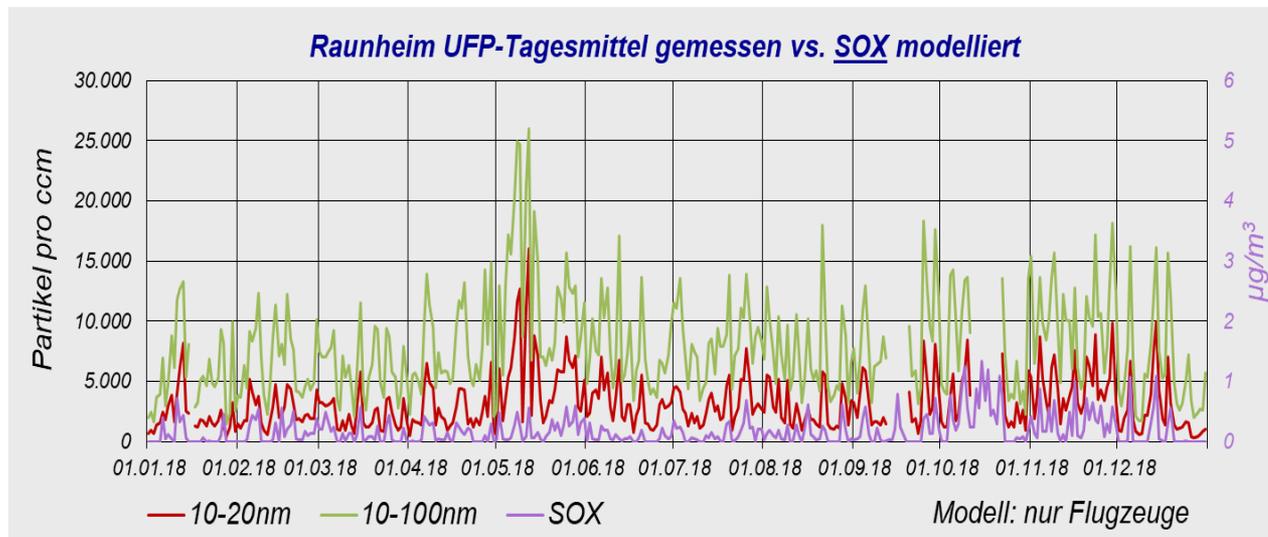
Vergleich zwischen Modell- und Messergebnissen 2018



Rote und grüne Kurve:
jeweils UFP Raunheim
gemessen

Oben: Vergleich mit
Modell NVPN, blau

Unten: Vergleich mit
Modell SOX, lila



Gemeinsames
zeitliches Muster

Korrelationsstärke je
nach Modellkompo-
nente, Größenklasse
und Standort

Verfolgung des Themas durch den UNH-Arbeitskreis
(mit Beteiligung von Fraport)

Präsentation des Kenntnisstands bei Expertenanhörung
am 22. und 23. August 2019 in Frankfurt

Bewertung durch den Arbeitskreis

Konzipierung von Anschlussuntersuchungen

Reichweite?

Volatil / nonvolatil?

Relevante Eigenschaft (Anzahl,
Zusammensetzung, Oberfläche, ...)?

Spezifische gesundheitliche
Wirkung? ...

Kurzfristig: Differenzierung zwischen flüchtigen
und nicht flüchtigen Partikeln bei der Messung

Mittelfristig (?): Ergänzung der flüchtigen
Partikel im Modell (Parametrisierung?)

Längerfristig: gezielte Untersuchung
gesundheitlicher Effekte unter Ausschluss von
Störgrößen

- Der Einfluss des Flugverkehrs auf die lokale Luftqualität ist durch Messungen und Modellrechnungen weitgehend untersucht.
- Wegen Überlagerung mit dem (dominierenden) Straßenverkehr sind die Effekte i.A. messtechnisch nicht ohne Weiteres erkennbar, aber aufgrund von Modellrechnungen abschätzbar.
- Die lufthygienische Relevanz ist begrenzt (keine flugverkehrsbedingten Grenzwertüberschreitungen im Umfeld).
- UFP haben eine Sonderstellung unter den Emissionskomponenten.
 - Erkennbarer Quellbezug
 - Vielfältige Erscheinungsformen
 - Offene Wirkungsfragen
 - Vertiefte Untersuchungen am Flughafen Frankfurt
- Flughäfen engagieren sich in Gremien, wissenschaftlicher Projektbegleitung, Modellierung, ...

*Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!*

