



# ***Luftqualität***

***Schadstoffeigenschaften & Schadstoffanteile***

## ***Inhaltsverzeichnis***

Um welche Schadstoffe geht es? .....	3
Schadstoffeigenschaften.....	3
Schadstoffanteile, Emission/Immission .....	4
Gesamtbelastung .....	4
Flughafenemissionen .....	5
Flugzeugemissionen .....	7
Beitrag von Flugzeugen zur Schadstoffkonzentration .....	8

## Um welche Schadstoffe geht es?

Da im Flugverkehr unter vergleichbaren Bedingungen ähnliche Kraftstoffe verbrannt werden wie im Straßenverkehr, gibt es keine Unterschiede zwischen den jeweiligen Schadstoffspektren. Gemessen an seinen chemischen Eigenschaften liegt der im Luftverkehr verwendete Flugzeugtreibstoff Kerosin zwischen den Kraftfahrzeugtreibstoffen Diesel und Benzin.

Im Hinblick auf die Luftschadstoffe, die vom Flughafenbetrieb ausgehen, sind in erster Linie die Stickoxide relevant. Deren Konzentration ist aber selbst in den Gemeinden im direkten Umfeld des Flughafens stärker von anderen, flughafenunabhängigen Einflüssen geprägt. Der Einfluss des Flughafens nimmt mit zunehmender Entfernung schnell ab.

## Schadstoffeigenschaften

Die wesentlichen, bei dem Verbrennungsprozess entstehenden Luftschadstoffe und ihre Eigenschaften sind in der unten angefügten Tabelle zusammengefasst. Da diese keine speziellen Merkmale aufweisen, können die Luftschadstoffe, die in der Nähe des Flughafens gemessen werden, nicht eindeutig dem Flughafenbetrieb zugeordnet werden.

Gruppe	Einzelkomponenten	Entstehung	Wirkung
Stickoxide <sup>1</sup> (NOx)	Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	aus Außenluft infolge effizienter Verbrennung bei hohem Druck und hoher Temperatur	überwiegend akute Wirkung von NO <sub>2</sub> auf Atemwege
Kohlenwasserstoffe	Benzol und Benzo(a)Pyren	aus Kraftstoff infolge unvollständiger Verbrennung, insbesondere bei niedrigen Laststufen	Krebs erregende Luftschadstoffe; Langzeitwirkung
Partikel PM = Particulate Matter PM10, PM2,5 = spezielle, grenzwertgeregelte Größenfraktionen UFP = ultrafeine Partikel	Ruß	aus Kraftstoff als Rückstand nicht optimaler Verbrennung (Ruß) oder Folgereaktionen von gasförmigen Abgasbestandteilen (z.B. Sulfate, Nitrate)	akute und Langzeitwirkung auf Lungenfunktion und Herz-Kreislaufsystem; wirksame Eigenschaft ist unklar, z.B. Masse, Anzahl, Größe, Oberfläche, chemische Zusammensetzung

<sup>1</sup> Emittiert wird primär NO, das erst während der Ausbreitung zu NO<sub>2</sub> oxidiert wird. Da das ursprüngliche Mischungsverhältnis in der Regel nicht genau bekannt ist, werden Emissionen immer als NOx angegeben, d.h.: als NO<sub>2</sub>-Potenzial, das nach vollständiger Oxidation erreicht werden kann.

## **Schadstoffanteile, Emission/Immission**

Die Wirkung von Schadstoffen geht immer von der resultierenden Gesamtbelastung aus, wie sie auch gemessen werden kann. Um den Einfluss von einzelnen Quellen darauf abzugrenzen, müssen zunächst deren Emissionseigenschaften bekannt sein. Hierbei ist die Unterscheidung zwischen Emissionen und Immissionen wesentlich, da von den Emissionen (Massenströmen) nicht unmittelbar auf die Immissionen (Konzentrationen, Belastungen) geschlossen werden kann. Dafür sind auch die Freisetzungshöhe und die Ausbreitungsbedingungen maßgeblich. Im Folgenden wird der Bogen geschlagen von der letztlich wirkungsrelevanten Gesamtimmission über die lokale, flughafenbezogene Emission bis zum Immissionsbeitrag der Flugzeuge.

## **Gesamtbelastung**

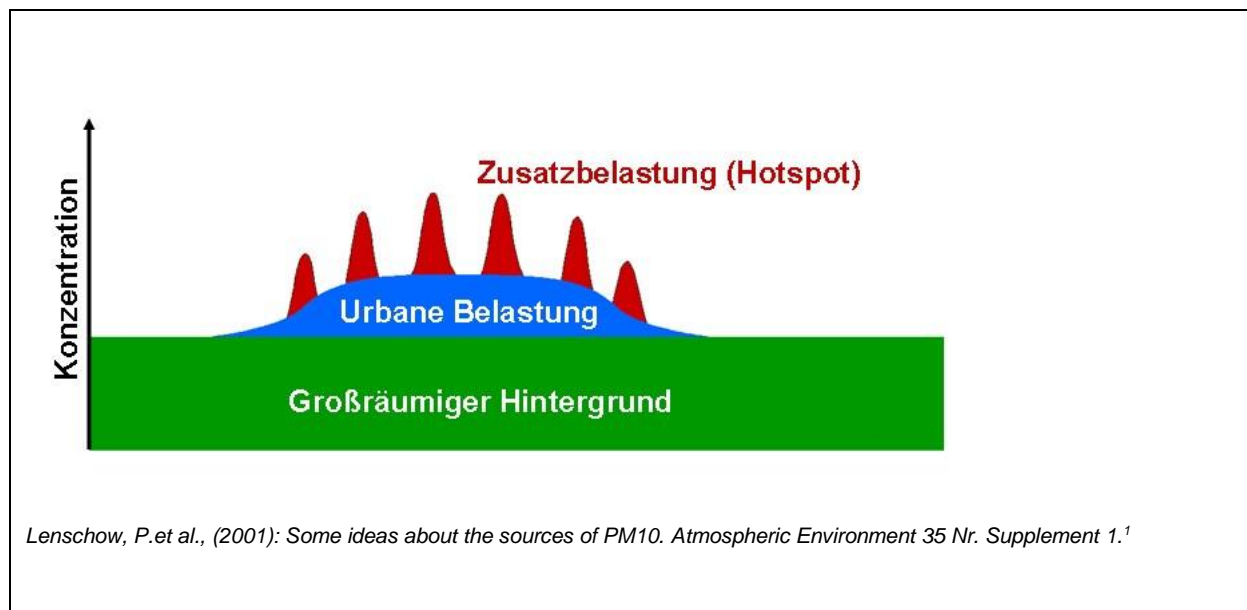
Die Schadstoffkonzentration, der Menschen an einem bestimmten Ort ausgesetzt sind, besteht in der Regel aus Beiträgen verschiedener Quelltypen und verschiedener Herkunftsregionen, die rein messtechnisch nicht voneinander abgrenzbar sind. Man unterscheidet Quellgruppen nach ihren charakteristischen Emissionseigenschaften:

- Verkehr (in erster Linie Straßenverkehr, aber auch Luft- und Schiffsverkehr)
- Industrie
- Energieerzeugung (Kraftwerke, Heizwerke)
- Hausbrand (Heizungen in Privathaushalten)
- Kleingewerbe
- Natürliche Quellen und nach ihrer räumlichen Herkunft
  
- Ferntransport (europaweit)
- regionaler (ländlicher) Hintergrund
- kleinräumiger (städtischer) Hintergrund
- lokale Einflüsse (Straßen, Einzelemittenten)

Die Überlagerung dieser Effekte wird im sogenannten Lenschow-Diagramm veranschaulicht, welches unten abgebildet ist.

Auf der niedrigen, relativ gleichmäßig vorhandenen, großräumigen Hintergrundbelastung (grün) setzt im städtischen Raum ein weiterer Konzentrationsanteil aus einer Vielzahl lokaler Quellen auf (blau), der zu den Rändern hin abnimmt. An besonderen Belastungsschwerpunkten, wie z.B. innerstädtischen Straßenschluchten, entstehen zusätzliche lokale Konzentrationsspitzen (rot).

Die äußere, einhüllende Summenkurve über den drei Anteilen entspricht schematisch dem Konzentrationsverlauf, den man bei einer Messfahrt quer durch einen Ballungsraum registrieren würde.



Auf lokaler Ebene überlagern sich flughafenbezogene und flughafenfremde Konzentrationsanteile. Der Einfluss des Flughafens auf die Luftqualität im Umfeld ist dabei weitgehend auf den Nahbereich und auf die Schadstoffkomponente Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) beschränkt. Aus Messungen und Modellrechnungen lässt sich jedoch schließen, dass auch auf dem Flughafengelände äußere Einflüsse, wie beispielsweise der Straßenverkehr, eine Rolle spielen. Außerdem ist der Verlauf der Schadstoffkonzentrationen wie bei anderen Quellen stark vom Wetter abhängig.

## Flughafenemissionen

Auch flughafenbezogene Emissionsquellen lassen sich in Gruppen mit vergleichbaren Eigenschaften einteilen:

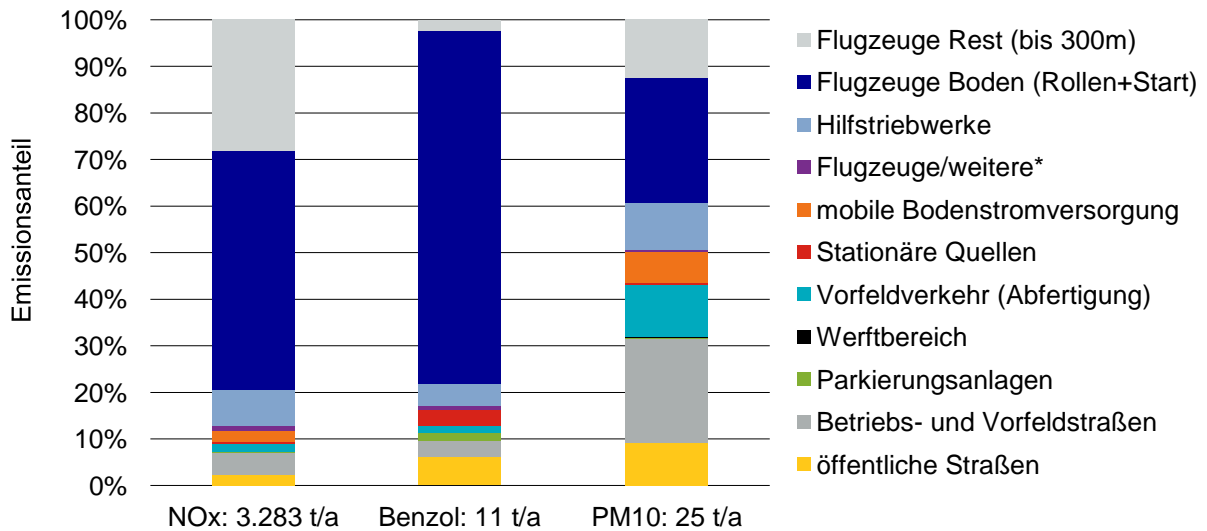
- Flugzeuge einschließlich Hilfstriebwerke (für die lokale Luftqualität relevant bis 300m)
- Infrastruktur (Heizung/Klimatisierung von Gebäuden, evtl. lokale Energieversorgung)
  - Flugzeugabfertigung
- Kraftfahrzeug-Verkehr (Luftseite, Landseite) – Dienstleister, Passagiere, Mitarbeiter,
  - Abholer, Besucher

Wegen der Vielzahl der beteiligten Akteure und Prozesse ist es derzeit noch nicht möglich, Emissionsangaben für den gesamten Flughafen so regelmäßig und detailliert zu ermitteln, wie es bereits für Flugzeuge geschieht. Die Emissionsangaben in der Graphik unten stammen aus den detaillierten Untersuchungen, die im Genehmigungsverfahren zum Ausbau für das Bezugsjahr 2005 und den Planungshorizont 2020 durchgeführt wurden. Sie beziehen sich auf die insgesamt

<sup>1</sup> Zitiert aus: TEXTE 26/2014; Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Forschungskennzahl 3712 43 255, UBA-FB 001877, Bestandsaufnahme und Wirksamkeit von Maßnahmen der Luftreinhaltung von Volker Diegmann, Florian Pfäfflin, Heike Wursthorn IVU Umwelt GmbH, Freiburg

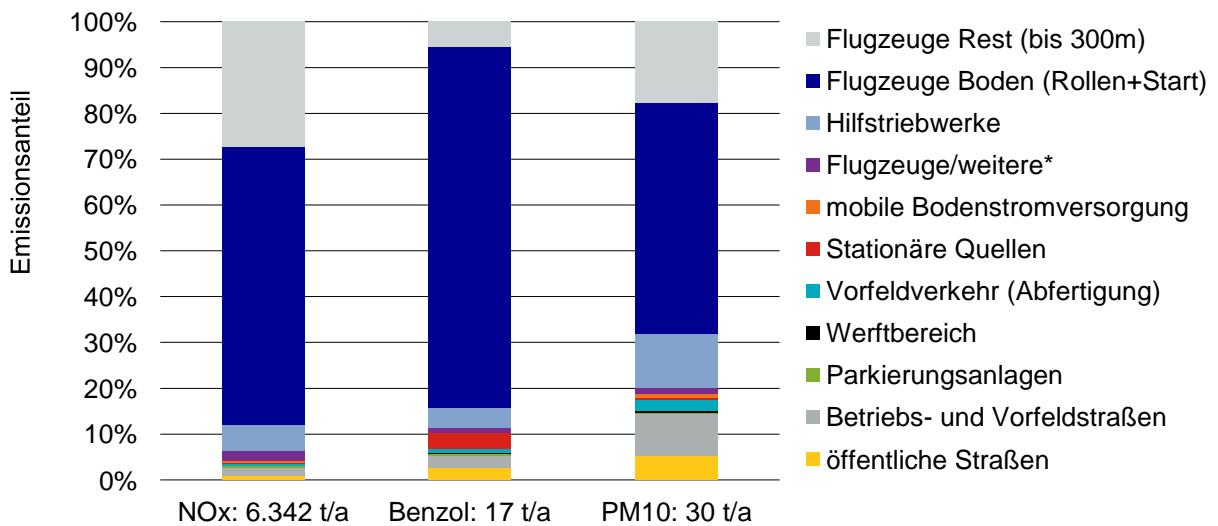
freigesetzten Massen und geben noch keine Auskunft über die Beiträge zur Immissionskonzentration. Die unterschiedlich relevanten Emissionsbereiche lassen sich aber daran bereits erkennen.

Emissionsverteilung PFV Istfall 2005



\* Probeläufe, Prüfläufe

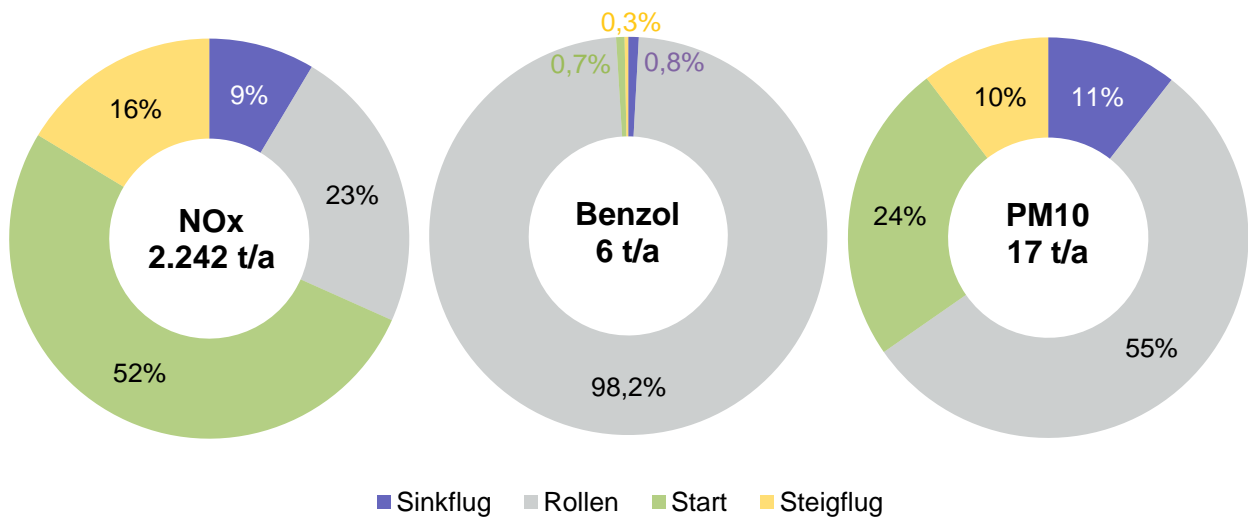
Emissionsverteilung PFV Planfall 2020



\* Probeläufe, Prüfläufe

## Flugzeugemissionen

Unter den flughafenbezogenen Emissionen geht der größte Anteil auf Flugzeuge zurück. Deren Schadstoffemissionen werden bei Fraport jährlich ermittelt. Dabei werden individuelle Flugzeugeigenschaften wie die Triebwerksbestückung sowie detaillierte Angaben zu Flugzeugbewegungen (z.B. Rollzeiten) berücksichtigt.



Die unterschiedliche Verteilung der Flugzeugemissionen für die verschiedenen Komponenten ist durch unterschiedliche Emissionseigenschaften während der Betriebszustände bedingt. Eine Übersicht über die Betriebszustände und die dabei im Jahr 2014 bis 300m Höhe emittierten Schadstoffe (NOx, Benzol und PM10) finden Sie in den oben abgebildeten Ringgrafiken.

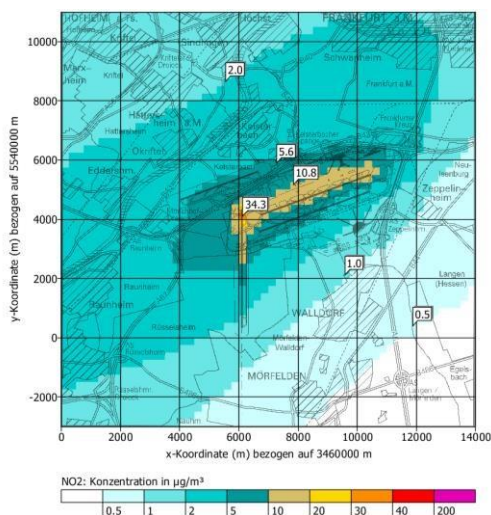
Informationen zu den ausgestoßenen Mengen werden auch in der Umwelterklärung der Fraport AG veröffentlicht.

## Beitrag von Flugzeugen zur Schadstoffkonzentration

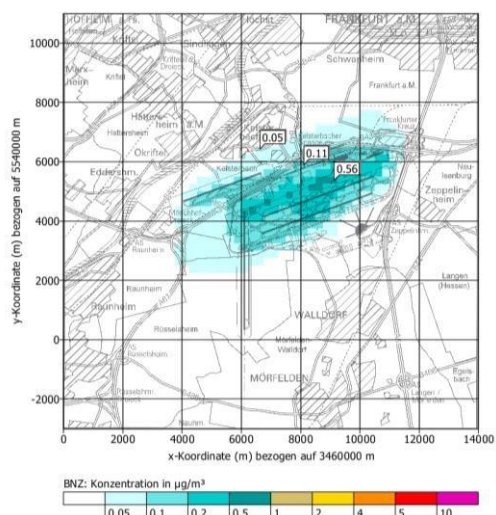
Der zeitliche Verlauf und die räumliche Verteilung der Emissionen sowie die entsprechenden meteorologischen Daten bilden die Grundlage für das Ausbreitungsmodell „LASPORT“, das den Transport der Schadstoffe in der Atmosphäre simuliert und als Ergebnis deren räumliche Verteilung liefert. Anhand der unten dargestellten Ergebnisse für die verschiedenen Luftschadstoffe aus dem Jahr 2014 wird deutlich, dass nur das Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) für die Schadstoffbelastung außerhalb des Flughafens noch relevant ist. Beiträge zu den anderen Schadstoffen sind außerhalb des Flughafengeländes im Prinzip vernachlässigbar.

### Modellergebnisse für Stickstoffdioxid, Benzol und PM10

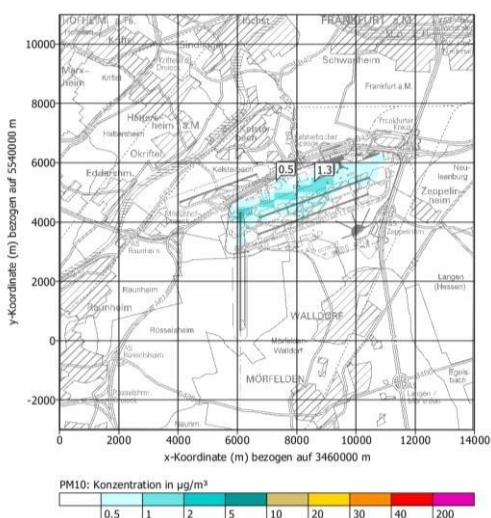
#### Stickstoffdioxid



#### Benzol



#### PM10



Zur Beurteilung und graphischen Darstellung von Zusatzbelastungen: Die Farbgebung bei der graphischen Darstellung von Zusatzbelastungen soll sowohl intuitiv sein als auch den Besonderheiten einer Zusatzbelastung Rechnung tragen: Die Abstufung im unteren Konzentrationsbereich muss wegen der relativ niedrigen Werte höher aufgelöst sein als am oberen Ende der Skala. Dennoch muss sich der Bereich um den

Grenzwert (rot) deutlich abheben, um einen Bezug zur maximal zulässigen Gesamtbelastung herzustellen. Da eine Bewertung von Teilbelastungen, insbesondere bei Kurzzeitwerten, nur schwer möglich ist, kommt unterhalb des Grenzwerts nur eine neutrale Farbwahl in Frage.