



## **Flugverkehr und Luftqualität im Rhein-Main-Gebiet Februar 2010**

1	Einleitung.....	2
2	Luftschadstoffemissionen.....	3
3	Luftmessungen.....	6
3.1	Luftmessungen des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie.....	6
3.2	Luftmessungen der Fraport AG.....	7
4	Luftschadstoffimmissionen.....	8
4.1	Schwefeldioxid.....	8
4.2	Kohlenmonoxid.....	10
4.3	Benzol.....	12
4.4	Toluol.....	14
4.5	m/p-Xylol.....	16
4.6	Feinstaub (PM <sub>10</sub> ).....	18
4.7	Stickstoffdioxid.....	22
4.8	Ozon.....	24
5	Zusammenfassung.....	27
6	Luftverschmutzung und Flugverkehr.....	30
7	Literatur.....	31

## 1 Einleitung

Hintergrund dieser Berichterstattung zum Flugverkehr und zur Luftqualität im Rhein-Main-Gebiet sind die parlamentarischen Anträge NR 350 und NR 297 aus dem Jahr 2001 zu den Themen Gesundheitsrisiken durch Flugzeugabgase und Luftverunreinigungen durch Flugverkehr im Rhein-Main-Gebiet.

Im Jahr 2008 wurden am Flughafen Frankfurt Main insgesamt 485.783 Flugbewegungen abgewickelt (Fraport AG, Spektrum Umwelt 7 / 2009 – Verkürzte Umwelterklärung 2009, S. 4). Diese Zahl soll durch den geplanten Ausbau des Flughafens um mehr als 200.000 auf etwa 700.000 Flugbewegungen ansteigen. Diesem Wachstum stehen eine Vielzahl von Umweltbelastungen, vor allem Lärm und Abgase, am Boden und in der Luft gegenüber.

In diesem Bericht werden Informationen zu den Emissionen (von einer Anlage ausgehende Luftverunreinigungen) und Immissionen (einwirkende Luftverunreinigungen) im Rhein-Main-Gebiet vorgestellt. Die entsprechenden Daten wurden insbesondere vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) zur Verfügung gestellt.

Darüber hinaus wurden Angaben zu Emissionen durch den Flugverkehr und Ergebnisse der Luftmessungen auf dem Flughafengelände und in Kelsterbach verwendet. Die Daten wurden den Veröffentlichungen der Fraport AG sowie den Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren zum Flughafenausbau Frankfurt Main entnommen.

Flugzeuge verursachen ebenso wie Kraftfahrzeuge, Industrieanlagen oder Gebäudeheizungen Luftschadstoffe. Mit dem starken Wachstum des Flugverkehrs geht auch eine Zunahme der Emissionen einher. Der fast ausschließlich im Flugverkehr verwendete Treibstoff ist das Kerosin, ein Gemisch verschiedener Kohlenwasserstoffe. Hauptprodukte der Verbrennung sind Kohlendioxid und Wasser. Daneben entstehen verschiedene Schadstoffe: Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Schwefeldioxid und Partikel (UBA, Emissionen des Flugverkehrs, S. 1).

Neben den Emissionen, die unmittelbar aus den Triebwerkabgasen stammen, verursacht der Flughafenbetrieb Schadstoffe durch die Flugzeugabfertigung, stationäre Quellen auf dem Flughafengelände (z.B. Energieversorgung, Klimatisierung) und durch landseitigen, flughafeninduzierten Verkehr.

Den im Rhein-Main-Gebiet entstehenden Emissionen werden die an den Luftmessstationen gemessenen Immissionen gegenübergestellt. Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass keine unmittelbaren Rückschlüsse von den Emissionen auf die Immissionen gemacht werden können. Die räumliche Verteilung, insbesondere bedingt durch die Emissionshöhe (z.B. Auspuff eines Kfz, Fabrikschornstein, Flugzeug beim Start) aber auch durch die Belüftungssituation (enge Straßenschlucht oder freies Gelände) und die Beeinflussung durch die verschiedenen Quellen (unter anderem Industrie, Kfz-Verkehr, Gebäudeheizung, Luftverkehr) spielen eine entscheidende Rolle für die an den Luftmessstationen gemessenen Schadstoffkonzentrationen.

Dieser Bericht sowie weitere Informationen zu den Themen Flughafen, Flugverkehr, Fluglärm, Forum Flughafen und Region kann auf den neuen Internetseiten des Umweltamtes unter [www.nachbar-flughafen.frankfurt.de](http://www.nachbar-flughafen.frankfurt.de) eingesehen oder heruntergeladen werden.

## 2 Luftschadstoffemissionen

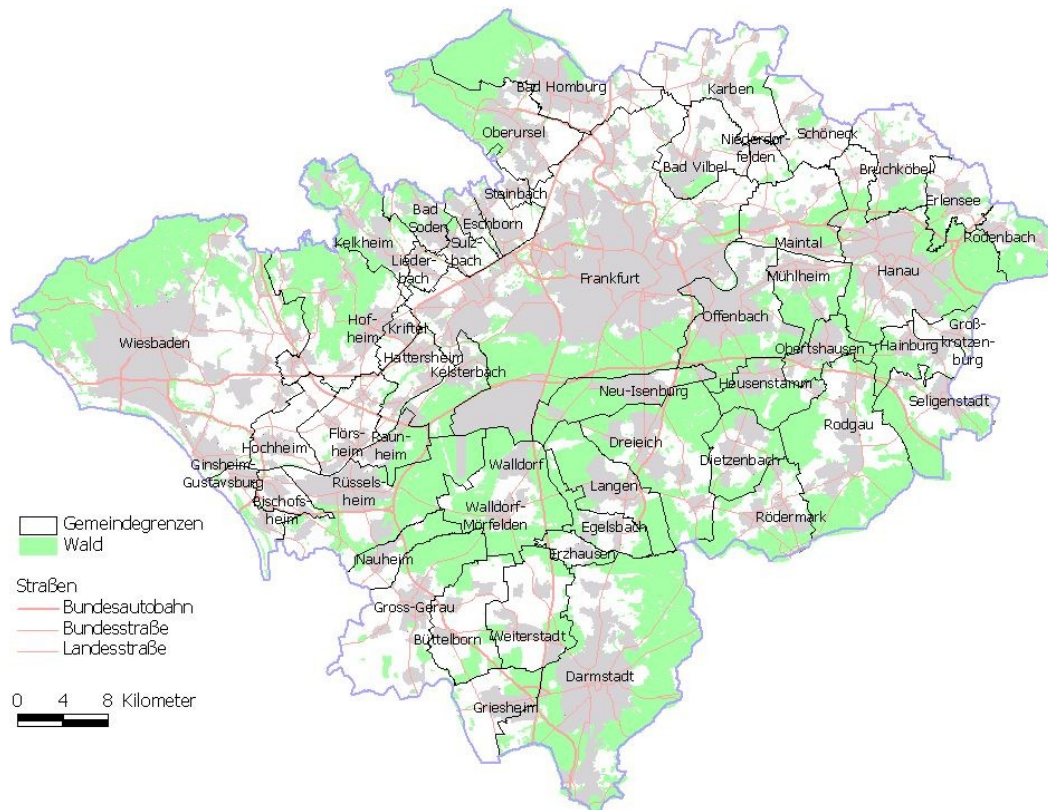
Im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) sind Emissionen die von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen. Als Emission werden die austretenden Stoffe selbst bezeichnet. Emissionen können aus natürlichen (z.B. Vulkanausbrüche) oder anthropogenen, vom Menschen verursachten, Quellen (z.B. Abgase aus dem Kfz- oder Flugverkehr) stammen.

Durch Transmission (Transport und Ausbreitung in der Luft) verteilen sich die Emissionen und können als Immissionen auf die Umwelt einwirken.

Immissionen sind auf Menschen, Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Atmosphäre sowie Sachgüter einwirkende Luftverunreinigungen. Das Ausmaß der Schadstoffeinwirkung hängt von der Verweildauer und Konzentration der Schadstoffe am Einwirkungsort ab.

Die nachfolgenden Angaben zu den Emissionen vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) für die Jahre 2004 bis 2006 und aus den Planfeststellungsunterlagen zum Ausbau des Flughafens Frankfurt Main für die Bezugsjahre 2005 und 2020 ergänzen die im Kapitel 4 aufgeführten Ergebnisse der Immissionsmessungen. Die Angaben der Emissionsdaten vom HLUG beziehen sich auf das Land Hessen, den Ballungsraum Rhein-Main und das Stadtgebiet von Frankfurt am Main. Der Ballungsraum Rhein-Main, in dem das Stadtgebiet von Frankfurt am Main komplett enthalten ist, hat eine Fläche von 1.851 km<sup>2</sup> mit etwa 2,3 Mio. Einwohnern (HMULV, 2005, Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main, S. 10).

Abbildung 1: Ballungsraum Rhein-Main



(HLUG, Städte und Gemeinden im Ballungsraum Rhein-Main)

**Tabelle 1: Emissionen ausgewählter Schadstoffe nach Emittentengruppen in Tonnen pro Jahr und Jahr der Erhebung**

	Hessen	Ballungsraum Rhein-Main	Stadt Frankfurt am Main
<b>Industrie 2004</b>			
Schwefeldioxid	3.808	2.766	1.054
Kohlenmonoxid	10.318	6.380	2.031
Benzol	36	11	10
Toluol	298	92	80
Xylol	284	11	4
Stickstoffoxide als NO <sub>2</sub>	15.485	8.829	2.111
Feinstaub PM 10	1.550	691	84
<b>Kfz-Verkehr 2005</b>			
Schwefeldioxid	68	22	6
Kohlenmonoxid	106.920	34.727	10.012
Benzol	465	161	47
Toluol	567	193	54
Xylol	508	175	49
Stickstoffoxide als NO <sub>2</sub>	54.813	15.287	4.089
Feinstaub PM 10	4.176	1.356	377
<b>Gebäudeheizung 2006</b>			
Schwefeldioxid	7.350	2.111	591
Kohlenmonoxid	25.577	5.877	1.711
Benzol	45	9	3
Stickstoffoxide als NO <sub>2</sub>	10.884	4.086	1.092
Feinstaub PM 10	894	185	49
<b>Biogene und nicht gefasste Quellen 2006</b>			
Stickstoffoxide als NO <sub>2</sub>	4.800		20
Feinstaub PM 10	1.230		7

(HLUG, Juli 2009)

## Emissionen durch den Flugverkehr

Die Emissionen des Flughafens Frankfurt Main werden vor allem vom Flugbetrieb verursacht. An zweiter Stelle stehen die am Boden emittierten Luftschadstoffe durch den Vorfeldverkehr und den Kfz-Verkehr am und um den Flughafen herum. Der Anteil an stationären Quellen wie z.B. Feuerungsanlagen ist dagegen gering, weil die meisten Gebäude mit Fernwärme versorgt werden. Bei den Mengen, die am Frankfurter Flughafen lokal wirksamen Gase und Stäube, haben nach Anteilen gestaffelt Kohlenmonoxid und Stickoxide den größten Anteil an den Gesamtemissionen. Es folgen Kohlenwasserstoffe, Schwefeldioxid, Feinstaub PM<sub>10</sub>, Ruß und Benzo(a)pyren. Für die Komponenten Stickoxide, Benzol und PM<sub>10</sub> stammt der größte Beitrag aus den Flugzeugtriebwerken (Fraport AG, Spektrum Umwelt 5 / 2008, Umweltbericht, S. 101).

Die Angaben zu den Emissionen durch den Flugverkehr stammen aus den Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren zum Ausbau des Flughafens Frankfurt Main.

Die in Tabelle 2 aufgeführten Flugverkehrsemissionen stammen

- aus den Flugzeugtriebwerken bis 1.000 Fuß bzw. 305 m über Grund (Anflug, Rollbewegungen, Start, Steigflug),
- aus den Hilfsaggregaten (APU - Auxiliary Power Units), die zur zeitweisen Energieversorgung während der Standzeiten auf den Positionsbereichen eingesetzt werden,
- aus den Testläufen (Triebwerksprobeläufe der Flugzeuge und Triebwerksprüfläufe von ausgebauten Flugzeugtriebwerken) und Zusatzschub zum Rollen an erhöhten Steigungen.

Von diesen Quellen liefert der bodennahe Flugverkehr, vor allem die Rollbewegungen und der Start der Flugzeuge, den Hauptbeitrag zu den bodennahen Immissionen (Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren (2006): Band C, G13.1 Luftschadstoffe - Flugverkehr, Janicke, Dunum, S. 15).

Die Anzahl der zu Grunde gelegten Flugbewegungen in den Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren für die Berechnung der Luftschadstoffemissionen beträgt

- für die Ist-Situation 2005 (Berechnung mit den Flugbewegungen und Emissionen für das Jahr 2005) insgesamt 495.626 Flugbewegungen und
- für den Planungsfall 2020 (Flughafen wird ausgebaut und Bezugsjahr 2020) insgesamt 701.000 Flugbewegungen.

(Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren, 2006, Band C, G 14 Humantoxikologie, Dr. Tesseraux, S. 24)

**Tabelle 2: Flugverkehrsemissionen in Tonnen pro Jahr**

Szenario	NOx	SO <sub>2</sub>	CO	Benzol	Toluol	Xylol	PM <sub>10</sub>
Ist-Situation 2005	2.900	185	2.597	9,1	9,1	9,1	12,7
Planungsfall 2020	6.080	393	6.201	15	15	15	24,7

(Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren, 2007, Band C, Gutachten G1 UVS und LBP – Teil II, Arge Baader-Bosch, S. 35 und 36)

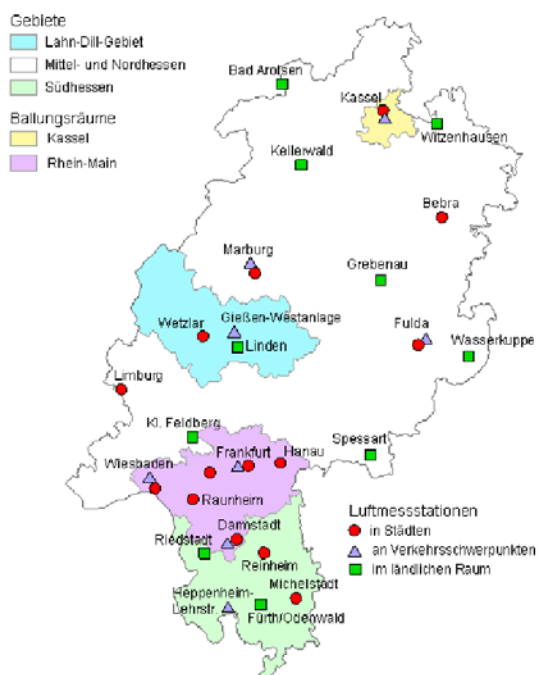
### 3 Luftmessungen

#### 3.1 Luftmessungen des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie

In Frankfurt am Main wird die Luftqualität derzeit an vier kontinuierlichen Messstationen vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) überwacht. Drei Messstationen im Frankfurter Stadtgebiet sind so platziert, dass sie nicht unmittelbar den Emissionen aus benachbarten Quellen ausgesetzt sind und somit für den städtischen Hintergrund repräsentative Werte ermittelt werden können. Dazu gehören die Luftmessstationen Höchst (am Bahnhof Höchst) und Ost (an der Hanauer Landstraße - Stadtrand). Die dritte Station, die ebenfalls den städtischen Hintergrund charakterisiert, befindet sich in der Küferstraße 7 (am Bunker) im Stadtteil Sindlingen. Das HLUG hat die bis 1998 in Sindlingen betriebene kontinuierlich messende Luftmessstation seit Januar 2008 reaktiviert. Hier soll die Luftqualität für etwa 2 Jahre dokumentiert werden. Bei der vierten Messstation handelt es sich um eine verkehrsbezogene Messstation, die in der Friedberger Landstraße eingerichtet wurde. Die Friedberger Landstraße ist im Bereich des Standortes der Messstation eine typische Straßenschlucht mit geschlossener Bebauung und hoher Verkehrsbelastung (ca. 33.000 Kfz pro Tag, davon ca. 3 % Lkw). In Straßenschluchten reichern sich die Schadstoffe durch die mangelnde Durchlüftung stärker an als an Standorten, die gut belüftet sind (z.B. Plätze oder Kreuzungsbereiche). Ergänzend sind die Ergebnisse der HLUG-Luftmessstation Raunheim (Forsthausstraße, Stadtrand), die sich etwa 5 km westlich des Flughafengeländes befindet, aufgeführt.

Aktuelle Informationen zur Luftqualität in Frankfurt am Main können im Internet unter der Adresse <http://www.hlug.de> abgerufen werden. Alle nachfolgend aufgeführten Immissionsdaten (Immissionen sind in diesem Zusammenhang auf Menschen, Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Atmosphäre sowie Sachgüter einwirkende Luftverunreinigungen) für die Stationen Ffm-Friedberger Landstraße, Ffm-Ost, Ffm-Höchst, Ffm-Sindlingen und Raunheim wurden vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie zur Verfügung gestellt.

**Abbildung 2: Standorte der hessischen Luftmessstationen**



([http://www.hlug.de/medien/luft/luftmessnetz/messst\\_karte.htm](http://www.hlug.de/medien/luft/luftmessnetz/messst_karte.htm))

### 3.2 Luftmessungen der Fraport AG

Die Fraport AG hat im Juli 2002 auf dem Flughafengelände zwei Messstationen zur kontinuierlichen Überwachung der Luftqualität in Betrieb genommen. Eine dritte Messstation wurde im Juni 2004 in Kelsterbach (westlich des Staudenweihers) eingerichtet. In Kelsterbach werden ausschließlich Stickoxide gemessen.

Ergänzend zu den HLOG-Messungen sind in diesem Bericht die Ergebnisse der von der Fraport AG durchgeführten Luftmessungen an den drei Stationen SOMMI 1, SOMMI 2 und Kelsterbach (SOMMI 3) aufgeführt. Die Daten stammen aus den lufthygienischen Jahresberichten der Fraport AG. Die Stationen SOMMI 1 und 2 befinden sich auf dem Flughafengelände.

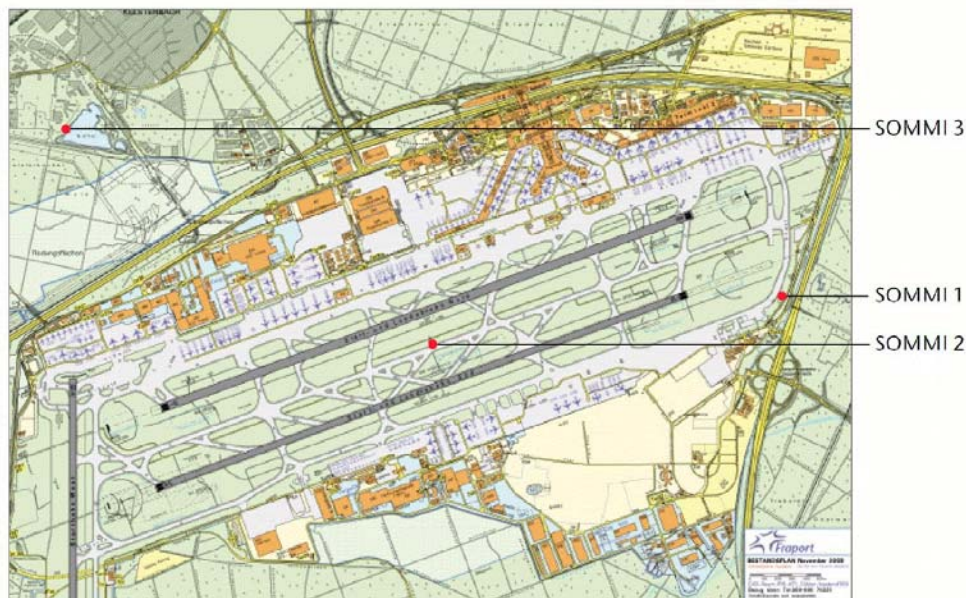
Die Station SOMMI 1 befindet sich ortsfest am Ostrand des Flughafengeländes zwischen dem Flugfeld und der A5. Die Jahresmittelwerte der Station SOMMI 1 beinhalten für das Jahr 2008 den Zeitraum bis einschließlich September, da die Station danach baustellenbedingt den Betrieb vorübergehend einstellen musste.

Die Station SOMMI 2 ist als mobile Einheit konzipiert, deren Standort wechselt. Standorte der Luftmessstation SOMMI 2 (Self Operated Measuring and Monitoring Installation):

- 2003 (01.01.03 – 03.09.03) => westlich der Startbahn 18 West; die Station wurde anschließend umgesetzt. Nachfolgend sind für das Jahr 2003 nur die Werte, die sich auf den ersten Standort im Jahr 2003 beziehen, angegeben.
- 2004 (01.01.04 - 31.12.04) => Areal im südöstlichen Bereich des Flughafengeländes
- 2005 (01.02.05 - 31.01.06) => Nähe der Vorfeldabfertigungsposition V 128 im nordöstlichen Bereich des Flughafengeländes
- 2006 (01.05.06 - 30.04.07) => zwischen den Parallelbahnen
- 2007 und 2008 => zwischen den Parallelbahnen

#### Abbildung 3: Standorte der Luftmessstationen der Fraport AG im Jahr 2008

Standorte der Luftmessstationen im Jahr 2008



(Fraport AG, Lufthygienischer Jahresbericht 2008, S. 1)

Interpretationen der Messergebnisse, detaillierte Informationen zu den Standorten und den exakten Standortwechseln sind den Originalberichten der Fraport AG zu entnehmen. Unter folgender Internetadresse können die Luftberichte der Fraport AG heruntergeladen werden: <http://www.fraport.de/cms/umwelt/rubrik/2/2428.luft.htm>

## 4 Luftschadstoffimmissionen

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Luftschadstoffmessungen für Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Benzol, Toluol, m/p-Xylol, Feinstaub - PM<sub>10</sub>, Stickstoffdioxid und Ozon für die Jahre 2000 bis 2008 vorgestellt.

Nicht alle dargestellten Komponenten werden an allen Stationen gemessen. Die Konzentrationen der Luftschadstoffe sind entweder in Milligramm (mg) oder in Mikrogramm (µg) pro Kubikmeter (m<sup>3</sup>) Luft angegeben. 1 µg entspricht 1 Millionstel Gramm. 1 mg entspricht 1 Tausendstel Gramm.

### 4.1 Schwefeldioxid

Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) wirkt vor allem auf die Schleimhäute des Auges und der oberen Atemwege und kann zu höherer Infektanfälligkeit führen. Bei Pflanzen verursacht SO<sub>2</sub> das Absterben von Gewebepartien durch den Abbau von Chlorophyll. SO<sub>2</sub> ist an Versauerung von Böden und Gewässern beteiligt.

Schwefeldioxid ist ein farbloses, stechend riechendes Gas, das bei der Verbrennung von Kohle und Heizöl sowie anderer schwefelhaltiger Brennstoffe gebildet wird. Feuerungsanlagen im Industriebereich, Gebäudeheizungen sowie der Kraftfahrzeugverkehr (Dieselmotoren) sind die wesentlichen Quellen für die SO<sub>2</sub>-Belastung der Atmosphäre (<http://www.hlug.de/medien/luft/komponenten/schwefeldioxid/so2.htm>).

Erfolgreiche emissionsmindernde Maßnahmen insbesondere im Bereich der genehmigungsbedürftigen Anlagen und der Gebäudeheizung haben in der Vergangenheit zu einer deutlichen Abnahme der SO<sub>2</sub>-Konzentration geführt.

Nach aktuellen Angaben des HLUG und den Planfeststellungsunterlagen zum Flughafenausbau wurden in Hessen, im Ballungsraum Rhein-Main und in Frankfurt am Main bezogen auf die verschiedenen Emittenten die folgenden SO<sub>2</sub>-Mengen verursacht:

**Tabelle 3: Schwefeldioxidemissionen**

Quelle	Hessen	Ballungsraum Rhein-Main	Frankfurt am Main
Industrie 2004	3.808 t (33 %)	2.766 t (54 %)	1.054 t (57 %)
Kfz-Verkehr 2005	68 t (1 %)	22 t (< 1 %)	6 t (< 1 %)
Gebäudeheizung 2006	7.350 t (64 %)	2.111 t (42 %)	591 t (32 %)
Flugverkehr 2005	185 t (2 %)	185 t (4 %)	185 t (10 %)
<b>Summe</b>	<b>11.411 t (100 %)</b>	<b>5.084 t (100 %)</b>	<b>1.836 t (100 %)</b>

(HLUG / Planfeststellungsunterlagen Flughafenausbau, siehe Tabellen 1 und 2)

Hessenweit waren die Gebäudeheizungen mit 64 % vor der Industrie mit 33 % die Hauptverursacher für Schwefeldioxid. Im Ballungsraum Rhein-Main und in Frankfurt am Main wurden mehr als die Hälfte der Schwefeldioxidemissionen durch die Industrie verursacht. Die Gebäudeheizungen folgten an zweiter Stelle. Nach den Planfeststellungsunterlagen betragen die SO<sub>2</sub>-Emissionen des Flugverkehrs im Bezugsjahr 2005 insgesamt 185 Tonnen. Anteilig verursachte der Flugverkehr 2 % der SO<sub>2</sub>-Emissionen in Hessen. Bezogen auf den Ballungsraum Rhein-Main waren es 4 %, bezogen auf das Stadtgebiet Frankfurt am Main waren es 10 %. Als Emittent spielt der Flughafen bezüglich Schwefeldioxid eine untergeordnete Rolle.

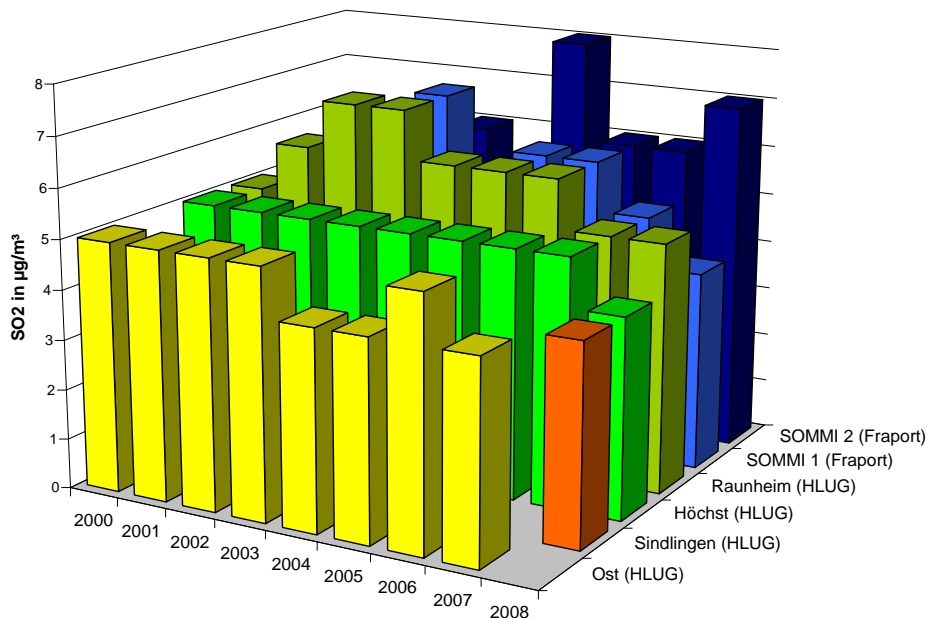


**Tabelle 4: Schwefeldioxidimmissionen (Jahresmittelwerte) 2000 bis 2008 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Grenzwert:  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Jahr	Ffm-Höchst (HLUG)	Ffm-Ost (HLUG)	Ffm-Sindlingen (HLUG)	Raunheim (HLUG)	SOMMI 1 (Fraport)	SOMMI 2 (Fraport)
2000	5	5		5		
2001	5	5		6		
2002	5	5		7		
2003	5	5		7	7	6
2004	5	4		6	5	4
2005	5	4		6	6	8
2006	5	5		6	6	6
2007	5	4		5	5	6
2008	4		4	5	4	7

(HLUG / Fraport AG)

**Abbildung 4: Schwefeldioxidimmissionen (Jahresmittelwerte) 2000 bis 2008 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**



(HLUG / Fraport AG)

Der seit 2001 gültige Grenzwert für Schwefeldioxid aus der 22. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz zum Schutz von Ökosystemen von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Jahresmittelwert) wurde an allen Messpunkten im Betrachtungszeitraum deutlich unterschritten. Die Schwefeldioxidkonzentrationen bewegten sich 2008 mit 4 bis  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  insgesamt auf niedrigem Niveau. Sie waren auf dem Flughafengelände (SOMMI 1 und 2) vergleichbar mit der Situation in Raunheim und im Stadtgebiet von Frankfurt am Main. Die Schwefeldioxidkonzentrationen auf dem Flughafengelände entsprechen damit dem städtischen Hintergrund. Das HLUG hat die  $\text{SO}_2$ -Messung in Ffm-Ost im Januar 2008 eingestellt. Der gegenüber SOMMI 1 ( $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) erhöhte Wert an der Station SOMMI 2 ( $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) im Jahr 2008 kann von nah an der Station vorbeierollenden Flugzeugen beeinflusst sein, da im Kerosin ein Restgehalt von Schwefel je nach Herkunftsgebiet nach wie vor vorhanden ist (Fraport AG, Lufthygienischer Jahresbericht 2008, S. 5). Die Station SOMMI 2 befindet sich zwischen den Parallelbahnen, SOMMI 1 dagegen am östlichen Rad des Flughafengeländes zwischen dem Flugfeld und der A5.

Durch den geplanten Flughafenausbau soll die Anzahl der Flugbewegungen um mehr als 200.000 Flugbewegungen bis zum Jahr 2020 auf etwa 700.000 pro Jahr ansteigen, entsprechend wird sich auch die Luftbelastung erhöhen. In der nachfolgenden Tabelle ist eine Emissionsprognose aus den Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren aufgeführt. Danach würden sich die Schwefeldioxidemissionen durch den Flugverkehr im Planungsfall 2020 auf insgesamt 393 Tonnen pro Jahr erhöhen. Das entspricht einem Plus gegenüber der Ist-Situation 2005 von 112 % bzw. 208 Tonnen pro Jahr.

**Tabelle 5: Schwefeldioxidemissionen pro Jahr der Quellgruppe Flugverkehr in Tonnen**

Quelle	Ist-Situation 2005	Planungsfall 2020	Differenz Planungsfall / Ist-Situation in t	Differenz Planungsfall / Ist-Situation in %
Flugverkehr	185 t	393 t	+ 208 t	+ 112 %

(Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren (2007): Band C, G1 UVS und LBP – Teil II, Arge Baader-Bosch, S. 35)

## 4.2 Kohlenmonoxid

Eingeatmetes Kohlenmonoxid (CO) blockiert die Sauerstoffaufnahme ins Blut und führt je nach aufgenommener Menge zu Kopfschmerzen, Schwindelgefühlen und Übelkeit. Größere Mengen führen zum Tod.

Da Kohlenmonoxid an der Luft zu Kohlendioxid umgewandelt wird, spielt es auch eine Rolle bei der Absorption der infraroten Strahlung und trägt somit zur globalen Erwärmung bei.

Kohlenmonoxid ist ein geruchloses Gas, das vor allem bei unvollständiger Verbrennung in Motoren und Feuerungsanlagen entsteht. CO wird vor allem durch den Kfz-Verkehr verursacht. Er liefert den größten Beitrag zu den CO-Emissionen (<http://www.hlug.de/medien/luft/komponenten/kohlenmonoxid/co.htm>).

Nach aktuellen Angaben des HLUG und den Planfeststellungsunterlagen zum Flughafenausbau wurden in Hessen, im Ballungsraum Rhein-Main und in Frankfurt am Main bezogen auf die verschiedenen Emittenten die folgenden CO-Mengen verursacht:

**Tabelle 6: Kohlenmonoxidemissionen**

Quelle	Hessen	Ballungsraum Rhein-Main	Frankfurt am Main
Industrie 2004	10.318 t (7 %)	6.380 t (13 %)	2.031 t (12 %)
Kfz-Verkehr 2005	106.920 t (73 %)	34.727 t (70 %)	10.012 t (61 %)
Gebäudeheizung 2006	25.577 t (18 %)	5.877 t (12 %)	1.711 t (11 %)
Flugverkehr 2005	2.597 t (2 %)	2.597 t (5 %)	2.597 t (16 %)
<b>Summe</b>	<b>145.412 t (100 %)</b>	<b>49.581 t (100 %)</b>	<b>16.351 t (100 %)</b>

(HLUG / Planfeststellungsunterlagen Flughafenausbau, siehe Tabellen 1 und 2)

Sowohl in Hessen (73 %) als auch im Ballungsraum Rhein-Main (70 %) und im Stadtgebiet von Frankfurt am Main (61 %) war der Kfz-Verkehr der Hauptverursacher der CO-Emissionen. An zweiter Stelle folgen in Hessen die Gebäudeheizungen (18 %) und im

Ballungsraum die Industrie (13%). Nach den Planfeststellungsunterlagen hat der Flugverkehr im Jahr 2005 etwa 2.597 t Kohlenmonoxid verursacht. Anteilig verursachte der Flugverkehr damit 2 % der CO-Emissionen in Hessen. Bezogen auf den Ballungsraum Rhein-Main waren es 5 %, bezogen auf das Stadtgebiet Frankfurt am Main waren es 16 %.

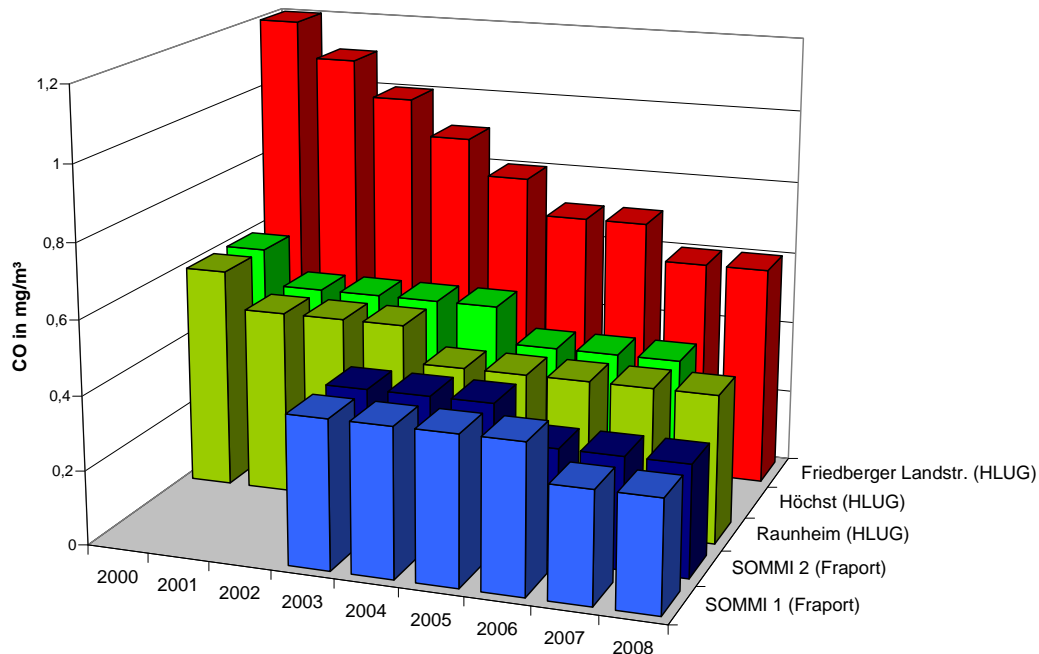
Vom Flugverkehr emittiertes CO entsteht vor allem bei den Rollvorgängen der Flugzeuge am Boden (Fraport AG: Spektrum Umwelt 5 / 2008 – Umweltbericht, S. 102).

**Tabelle 7: Kohlenmonoxidimmissionen (Jahresmittelwerte) 2000 bis 2008 in mg/m<sup>3</sup>**

Jahr	Ffm-Höchst (HLUG)	Ffm-Friedberger Landstr. (HLUG)	Raunheim (HLUG)	SOMMI 1 (Fraport)	SOMMI 2 (Fraport)
2000	0,6	1,2	0,6		
2001	0,5	1,1	0,5		
2002	0,5	1,0	0,5		
2003	0,5	0,9	0,5	0,4	0,4
2004	0,5	0,8	0,4	0,4	0,4
2005	0,4	0,7	0,4	0,4	0,4
2006	0,4	0,7	0,4	0,4	0,3
2007	0,4	0,6	0,4	0,3	0,3
2008		0,6	0,4	0,3	0,3

(HLUG / Fraport AG)

**Abbildung 5: Kohlenmonoxidimmissionen (Jahresmittelwerte) 2000 bis 2008 in mg/m<sup>3</sup>**



(HLUG / Fraport AG)

Die höchsten Immissionsbelastungen durch Kohlenmonoxid wurden, bedingt durch die Nähe zum Hauptemittenten Kfz-Verkehr, in der Friedberger Landstraße in Frankfurt am Main gemessen. Hier hat sich die Belastung zwischen 2000 und 2008 halbiert und betrug 2008 noch 0,6 mg/m<sup>3</sup>. Die CO-Werte sind im Betrachtungszeitraum an allen Stationen gesunken. Die Kohlenmonoxidkonzentration auf dem Flughafengelände (SOMMI 1 und 2) ist mit 0,3 mg/m<sup>3</sup> im Jahr 2008 vergleichbar mit der Situation in Raunheim (0,3 mg/m<sup>3</sup>) und an der

Station Ffm-Höchst (0,4 mg/m<sup>3</sup> im Jahr 2007) und entspricht damit dem städtischen Hintergrund. Das HLUG hat die CO-Messungen in Ffm-Höchst im Januar 2008 eingestellt. Für den Jahresmittelwert von Kohlenmonoxid wurde im Bundes-Immissionsschutzgesetz kein Grenzwert festgelegt. Es existiert jedoch nach dem BImSchG seit 2005 ein Grenzwert von 10 mg/m<sup>3</sup> für das höchste 8-Stunden-Mittel eines Tages. Dieser Grenzwert wurde an den dargestellten Stationen deutlich unterschritten.

In der nachfolgenden Tabelle ist eine Emissionsprognose aus den Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren aufgeführt. Danach würden sich die Kohlenmonoxidemissionen durch die Quellgruppe Flugverkehr im Planungsfall 2020 auf 6.201 Tonnen pro Jahr erhöhen. Das entspricht einem Plus von 139 % bzw. 3.604 Tonnen pro Jahr.

**Tabelle 8: Kohlenmonoxidemissionen pro Jahr der Quellgruppe Flugverkehr in Tonnen**

Quelle	Ist-Situation 2005	Planungsfall 2020	Differenz Planungsfall / Ist-Situation in t	Differenz Planungsfall / Ist-Situation in %
Flugverkehr	2.597 t	6.201 t	+ 3.604 t	+ 139 %

(Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren (2007): Band C, G1 UVS und LBP – Teil II, Arge Baader-Bosch, S. 35)

### 4.3 Benzol

Physiologisch wirkt Benzol als starkes Gift, das zu Schwindel, Erbrechen und Bewusstlosigkeit führt. Chronische Vergiftungen rufen eine Schädigung des Knochenmarks, der Leber und der Nieren sowie Leukämie hervor.

Benzol ist eine farblose Flüssigkeit von charakteristischem Geruch. Es ist Ausgangsstoff für eine Vielzahl von Produkten wie Kunststoffe, Pflanzenschutzmittel, Farbstoffe oder Waschmittel. Benzol entsteht bei der Raffination von Erdöl und ist in Kraftstoffen enthalten. Wegen seiner Giftigkeit ist der Umfang der genannten Anwendungsgebiete im Lauf der Jahre reduziert worden. Der Hauptanteil der Benzolemissionen geht auf den Kfz-Verkehr zurück; dabei gelangt das Benzol über die Abgase sowie über Verdunstungsprozesse in die Außenluft (<http://www.hlug.de/medien/luft/komponenten/kohlenwasserstoffe/benzol.htm>).

Nach aktuellen Angaben des HLUG und den Planfeststellungsunterlagen zum Flughafenausbau wurden in Hessen, im Ballungsraum Rhein-Main und in Frankfurt am Main bezogen auf die verschiedenen Emittenten die folgenden Benzolmengen verursacht:

**Tabelle 9: Benzolemissionen**

Quelle	Hessen	Ballungsraum Rhein-Main	Frankfurt am Main
Industrie 2004	36 t (6 %)	11 t (6 %)	10 t (15 %)
Kfz-Verkehr 2005	465 t (84 %)	161 t (84 %)	47 (68 %)
Gebäudeheizung 2006	45 t (8 %)	9 t (5 %)	3 (4 %)
Flugverkehr 2005	9 t (2 %)	9 t (5 %)	9 t (13 %)
<b>Summe</b>	<b>555 t (100 %)</b>	<b>190 t (100 %)</b>	<b>69 t (100 %)</b>

(HLUG / Planfeststellungsunterlagen Flughafenausbau, siehe Tabellen 1 und 2)

Sowohl in Hessen (84 %) als auch im Ballungsraum Rhein-Main (84 %) und im Stadtgebiet von Frankfurt am Main (68 %) war der Kfz-Verkehr mit großem Abstand der Hauptverursacher der Benzolemissionen. Nach den Planfeststellungsunterlagen hat der Flugverkehr im Jahr 2005 etwa 9 Tonnen Benzol verursacht. Anteilig verursachte der Flugverkehr damit 2 % der Benzolemissionen in Hessen. Bezogen auf den Ballungsraum Rhein-Main waren es 5 %, bezogen auf das Stadtgebiet Frankfurt am Main waren es 13 %.

Durch den Flugverkehr emittiertes Benzol entsteht vor allem bei unvollständiger Verbrennung in niedrigen Laststufen beim Rollen der Flugzeuge am Boden (Fraport AG: Spektrum Umwelt 5 / 2008 – Umweltbericht, S. 102).

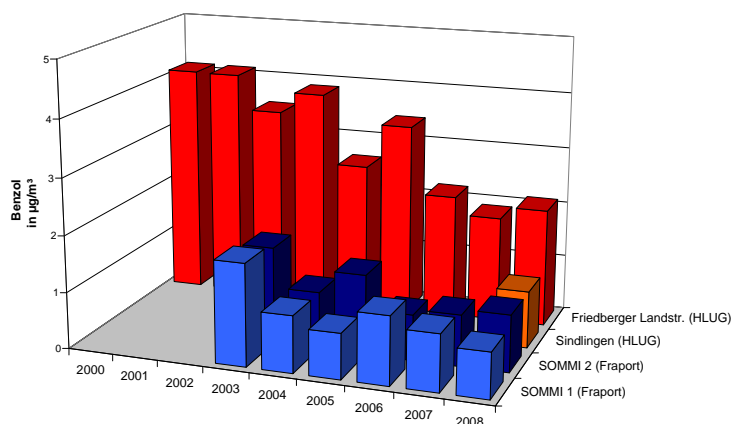
Das HLUG misst die Benzolkonzentration an den beiden Frankfurter Stationen Friedberger Landstraße und Sindlingen. Die höchsten Belastungen wurden, bedingt durch die Nähe zum Hauptverursacher Kfz-Verkehr, in der Friedberger Landstraße gemessen. Die Benzolkonzentration ist in den letzten neun Jahren deutlich gesunken. Sie war auf dem Flughafengelände (SOMMI 1 und 2) deutlich niedriger als in der Friedberger Landstraße und entspricht dem städtischen Hintergrund, der in Ffm-Sindlingen gemessen wird. Im Jahr 2008 betrug die Benzolkonzentration auf dem Flughafengelände etwa 1 µg/m<sup>3</sup>. In Sindlingen wurde 2008 ebenfalls eine Konzentration von 1 µg/m<sup>3</sup> ermittelt, in der Friedberger Landstraße waren es 2 µg/m<sup>3</sup>. Der Grenzwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit von 5 µg/m<sup>3</sup> aus dem BImSchG, der ab 2010 gilt, wurde an allen vier Stationen deutlich unterschritten.

**Tabelle 10: Benzolimmissionen (Jahresmittelwerte) 2000 bis 2008 in µg/m<sup>3</sup> (Grenzwert: 5 µg/m<sup>3</sup> ab 2010)**

Jahr	Ffm-Friedberger Landstr. (HLUG)	Ffm-Sindlingen (HLUG)	SOMMI 1 (Fraport)	SOMMI 2 (Fraport)
2000	4,1			
2001	4,1			
2002	3,5			
2003	3,9		1,8	1,7
2004	2,6		1,0	1,0
2005	3,4		0,8	1,4
2006	2,2		1,2	0,8
2007	1,9		1,0	0,9
2008	2,1	1,0	0,8	1,0

(HLUG / Fraport AG)

**Abbildung 6: Benzolimmissionen (Jahresmittelwerte) 2000 bis 2008 in µg/m<sup>3</sup>**



(HLUG / Fraport AG)

In der nachfolgenden Tabelle ist eine Emissionsprognose aus den Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren aufgeführt. Danach würden sich die Benzolemissionen durch die Quellgruppe Flugverkehr im Planungsfall 2020 auf 15 Tonnen pro Jahr erhöhen. Das entspricht einem Plus von 65 % bzw. 5,9 Tonnen.

**Tabelle 11: Benzolemissionen pro Jahr der Quellgruppe Flugverkehr in Tonnen**

Quelle	Ist-Situation 2005	Planungsfall 2020	Differenz Planungsfall / Ist-Situation in t	Differenz Planungsfall / Ist-Situation in %
Flugverkehr	9,1 t	15 t	+ 5,9 t	+ 65 %

(Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren (2007): Band C, G1 UVS und LBP – Teil II, Arge Baader-Bosch, S. 35)

#### 4.4 Toluol

Toluoldämpfe wirken in hoher Konzentration narkotisch und reizen die Augen sowie die Atemwege. Bei Exposition gegenüber Toluol kommt es zu Wirkungen auf das Zentralnervensystem, wobei unspezifische Symptome wie Kopfschmerzen, Müdigkeit oder Schwindel auftreten. Eine fruchtschädigende Wirkung kann nicht ausgeschlossen werden.

Toluol ist eine farblose Flüssigkeit mit angenehm aromatischem Geruch. In Wasser ist Toluol nur sehr wenig löslich. In vielen chemischen und physikalischen Eigenschaften unterscheidet es sich nicht wesentlich vom Benzol; seine Toxizität ist hingegen geringer als die des Benzols. Toluol wird hauptsächlich aus Erdöl gewonnen. Es wird als Lösungsmittel sowie als Ausgangsprodukt bei der Synthese vieler organischer Verbindungen eingesetzt. Außerdem ist Toluol Bestandteil von Benzin. Der Kfz-Verkehr ist der Hauptverursacher von Toluol (<http://www.hlug.de/medien/luft/komponenten/kohlenwasserstoffe/toluol.htm>).

Nach aktuellen Angaben des HLOG und den Planfeststellungsunterlagen zum Flughafenausbau wurden in Hessen, im Ballungsraum Rhein-Main und in Frankfurt am Main bezogen auf die verschiedenen Emittenten die folgenden Toluolmengen verursacht:

**Tabelle 12: Toluolemissionen**

Quelle	Hessen	Ballungsraum Rhein-Main	Frankfurt am Main
Industrie 2004	298 t (34 %)	92 t (31 %)	80 t (56 %)
Kfz-Verkehr 2005	567 t (65 %)	193 t (66 %)	54 t (38 %)
Flugverkehr 2005	9 t (< 1 %)	9 t (3 %)	9 t (6 %)
<b>Summe</b>	<b>874 t (100 %)</b>	<b>294 t (100 %)</b>	<b>143 t (100 %)</b>

(HLOG / Planfeststellungsunterlagen Flughafenausbau, siehe Tabellen 1 und 2)

Sowohl in Hessen (65 %) als auch im Ballungsraum Rhein-Main (66 %) war der Kfz-Verkehr der Hauptverursacher der Toluolemissionen. In Frankfurt am Main wurden mehr als die Hälfte des Toluols durch die Industrie emittiert. Der Kfz-Verkehr folgte hier mit 38 %. Nach den Planfeststellungsunterlagen hat der Flugverkehr im Jahr 2005 etwa 9 t Toluol verursacht. Anteilig verursachte der Flugverkehr damit weniger als 1 % der Toluolemissionen

in Hessen. Bezogen auf den Ballungsraum Rhein-Main waren es 3 %, bezogen auf das Stadtgebiet Frankfurt am Main waren es 6 %.

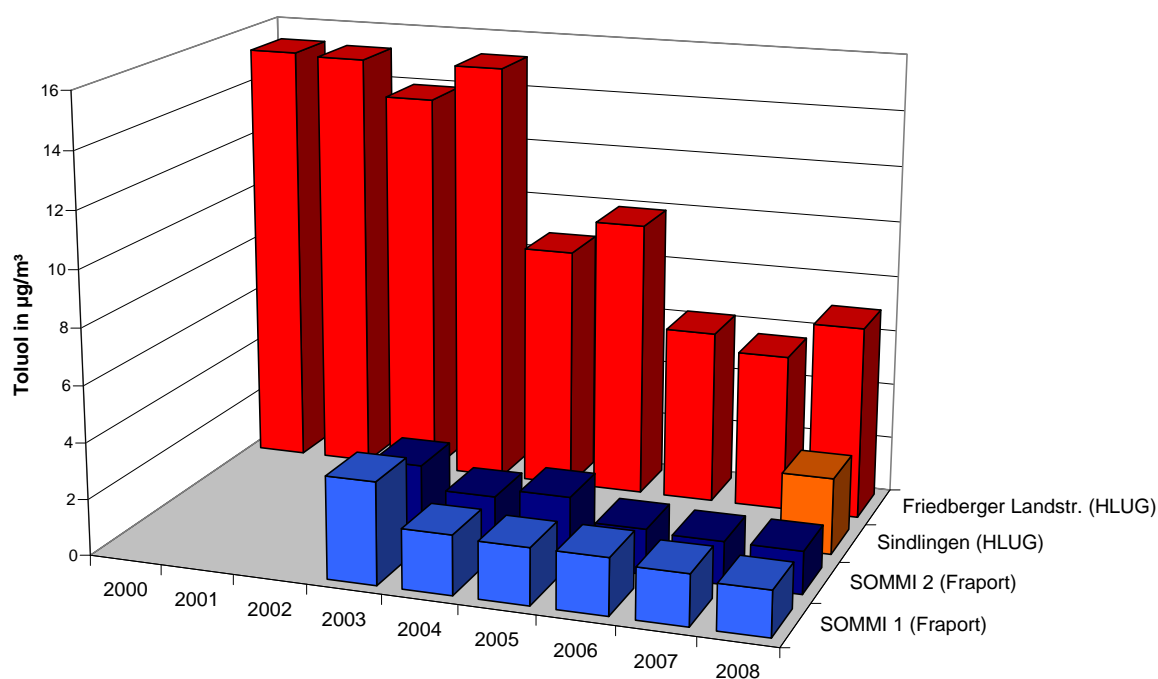
Das HLUG misst die Toluolkonzentration an den beiden Frankfurter Stationen Friedberger Landstraße und Sindlingen. Der Richtwert vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) für Toluol beträgt  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Jahresmittel. Dieser Richtwert wurde im Betrachtungszeitraum an allen Stationen deutlich unterschritten. Die höchsten Konzentrationen wurden in der Friedberger Landstraße mit maximal  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Hier ist die Toluolkonzentration seit 2000 deutlich gesunken. Sie lag im Jahr 2008 bei  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Auf dem Flughafengelände (SOMMI 1 und 2) waren die Toluolwerte deutlich niedriger als in der Friedberger Landstraße. Sie entsprechen mit etwa  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2008 dem städtischen Hintergrund, der in Ffm-Sindlingen gemessen wird ( $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2008).

**Tabelle 13: Toluolimmissionen (Jahresmittelwerte) 2000 bis 2008 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Richtwert:  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Jahr	Ffm-Friedberger Landstr. (HLUG)	Ffm-Sindlingen (HLUG)	SOMMI 1 (Fraport)	SOMMI 2 (Fraport)
2000	15,3			
2001	15,2			
2002	13,9			
2003	15,2		3,6	2,9
2004	8,7		2,1	2,1
2005	9,9		2	2,4
2006	6,2		2	1,6
2007	5,6		1,8	1,5
2008	6,9	2,7	1,6	1,5

(HLUG / Fraport AG)

**Abbildung 7: Toluolimmissionen (Jahresmittelwerte) 2000 bis 2008 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**



(HLUG / Fraport AG)

In der nachfolgenden Tabelle ist eine Emissionsprognose aus den Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren aufgeführt. Danach würden sich die Toluolemissionen durch die Quellgruppe Flugverkehr im Planungsfall 2020 auf 15 Tonnen pro Jahr erhöhen. Das entspricht einem Plus von 65 %, bzw. 5,9 Tonnen.

**Tabelle 14: Toluolemissionen pro Jahr der Quellgruppe Flugverkehr in Tonnen**

Quelle	Ist-Situation 2005	Planungsfall 2020	Differenz Planungsfall / Ist-Situation in t	Differenz Planungsfall / Ist-Situation in %
Flugverkehr	9,1 t	15 t	+ 5,9 t	+ 65 %

(Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren (2007): Band C, G1 UVS und LBP – Teil II, Arge Baader-Bosch, S. 35)

#### 4.5 m/p-Xylol

Als Folge einer Xylol-Exposition treten Störungen im Zentralnervensystem mit unspezifischen Symptomen auf (z.B. Kopfschmerzen, Übelkeit, Beeinträchtigung des Gleichgewichtssinns und der Sehfähigkeit sowie Reaktionsverlangsamung). Xylol wirkt reizend auf Atemwege und Augen.

Xylol ist eine farblose Flüssigkeit mit aromatischem Geruch. Im hessischen Messnetz werden standardmäßig meta(m)- und para(p)-Xylol gemessen und als Summenwert angegeben. Xylol wird vor allem aus der in Erdölraffinerien anfallenden Aromatenfraktion gewonnen. Es wird als Lösungsmittel und als Ausgangsprodukt zur Kunststoffherstellung verwendet. Außerdem wird es Ottokraftstoffen zur Erhöhung der Oktanzahl zugesetzt. Der Kfz-Verkehr trägt am stärksten zur Immissionsbelastung bei (<http://www.hlug.de/medien/luft/komponenten/kohlenwasserstoffe/m-p-xylol.htm>).

Nach aktuellen Angaben des HLUG und den Planfeststellungsunterlagen zum Flughafenausbau wurden in Hessen, im Ballungsraum Rhein-Main und in Frankfurt am Main bezogen auf die verschiedenen Emittenten die folgenden Xylolmengen verursacht:

**Tabelle 15: Xylolemissionen**

Quelle	Hessen	Ballungsraum Rhein-Main	Frankfurt am Main
Industrie 2004	284 t (36 %)	11 t (5 %)	4 t (6 %)
Kfz-Verkehr 2005	508 t (63 %)	175 t (90 %)	49 t (79 %)
Flugverkehr 2005	9 t (1 %)	9 t (5 %)	9 t (15 %)
<b>Summe</b>	<b>801 t (100 %)</b>	<b>195 t (100 %)</b>	<b>62 t (100 %)</b>

(HLUG / Planfeststellungsunterlagen Flughafenausbau, siehe Tabellen 1 und 2)

Sowohl in Hessen (63 %) als auch im Ballungsraum Rhein-Main (90 %) und im Stadtgebiet von Frankfurt am Main (79 %) war der Kfz-Verkehr der Hauptverursacher der Xylolemissionen. Nach den Planfeststellungsunterlagen hat der Flugverkehr im Jahr 2005 etwa 9 t Xylol verursacht. Anteilig verursachte der Flugverkehr damit 1 % der



Xylolemissionen in Hessen. Bezogen auf den Ballungsraum Rhein-Main waren es 5 %, bezogen auf das Stadtgebiet Frankfurt am Main waren es 15 %.

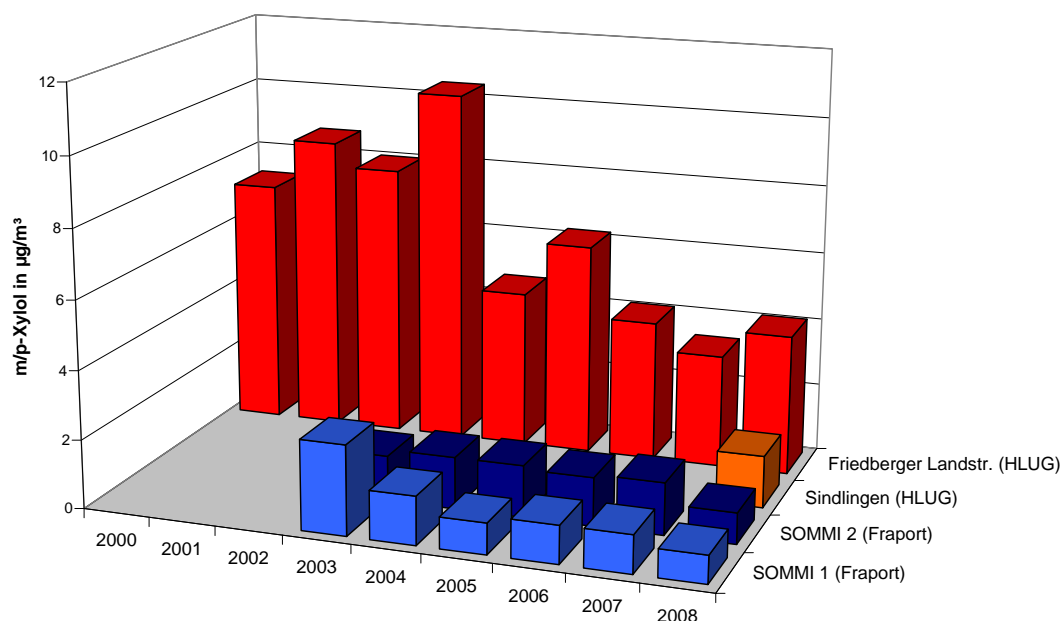
Das HLUG misst die XyloKonzentration an den beiden Frankfurter Stationen Friedberger Landstraße und Sindlingen. Der Richtwert vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) für Xylo beträgt  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Jahresmittel. Er wurde im Betrachtungszeitraum an allen Stationen deutlich unterschritten. Die höchsten Konzentrationen wurden mit maximal  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2003 in der Friedberger Landstraße gemessen. Auf dem Flughafengelände (SOMMI 1 und 2) waren die Xylowerte (unter  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2008) deutlich niedriger als in der Friedberger Landstraße ( $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2008). Die Konzentrationen auf dem Flughafengelände entsprechen dem städtischen Hintergrund, der in Ffm-Sindlingen gemessen wird ( $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2008).

**Tabelle 16: m/p-Xyloimmissionen (Jahresmittelwerte) 2000 bis 2008 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Richtwert:  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Jahr	Ffm-Friedberger Landstr. (HLUG)	Ffm-Sindlingen (HLUG)	SOMMI 1 (Fraport)	SOMMI 2 (Fraport)
2000	7,2			
2001	8,7			
2002	8,0			
2003	10,4		2,6	1,3
2004	4,6		1,4	1,5
2005	6,2		0,9	1,5
2006	4,1		1,1	1,4
2007	3,3		1,1	1,5
2008	4,1	1,5	0,8	0,9

(HLUG / Fraport AG)

**Abbildung 8: m/p-Xyloimmissionen (Jahresmittelwerte) 2000 bis 2008 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**



(HLUG / Fraport AG)

In der nachfolgenden Tabelle ist eine Emissionsprognose aus den Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren aufgeführt. Danach würden sich die Xylolemissionen durch die Quellgruppe Flugverkehr im Planungsfall 2020 auf 15 Tonnen pro Jahr erhöhen. Das entspricht einem Plus von 65 % bzw. 5,9 Tonnen.

**Tabelle 17: Xylolemissionen pro Jahr der Quellgruppe Flugverkehr in Tonnen**

Quelle	Ist-Situation 2005	Planungsfall 2020	Differenz Planungsfall / Ist-Situation in t	Differenz Planungsfall / Ist-Situation in %
Flugverkehr	9,1 t	15,0 t	+ 5,9 t	+ 65 %

(Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren (2007): Band C, G1 UVS und LBP – Teil II, Arge Baader-Bosch, S. 35)

#### 4.6 Feinstaub (PM<sub>10</sub>)

Bei Feinstaub - PM<sub>10</sub> (Particulate Matter) handelt es sich um Schwebeteilchen mit einem Durchmesser bis 10 Mikrometern (µm). Die Staubpartikel haben keine einheitliche chemische Zusammensetzung. Hohe Feinstaubkonzentrationen gefährden die Gesundheit, der in den Städten lebenden und arbeitenden Menschen. Feinstäube sind Kleinstpartikel, die durch die Atmung in den Organismus eindringen.

Im Vordergrund gesundheitlicher Effekte durch Feinstaubpartikel stehen Todesfälle als Folgen von Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen sowie durch Lungenkrebs. Bei akut erhöhten Feinstaubbelastungen werden Verschlechterung der Lungenfunktion, häufigere Einnahmen von Medikamenten von Asthmatikern und erhöhte Anzahlen von Arztbesuchen und Einweisungen in Krankenhäuser aufgrund von Erkrankungen der Atemwege berichtet (Stadtgesundheitsamt Frankfurt am Main, 2008, Umweltbezogene Gesundheitsberichterstattung, S. 115).

Gerade ultrafeine Partikel (< 0,1 µm) scheinen z.B. über erhöhte Pulsraten und eine erhöhte Zähigkeit des Blutes besonders starke Effekte auszulösen – gefährdet sind insbesondere ältere Menschen mit Vorerkrankungen (HLUG, Feinstaub, S. 5).

Nach aktuellen Angaben des HLUG und den Planfeststellungsunterlagen zum Flughafenausbau wurden in Hessen, im Ballungsraum Rhein-Main und in Frankfurt am Main bezogen auf die verschiedenen Emittenten die folgenden PM<sub>10</sub>-Mengen verursacht:

**Tabelle 18: Feinstaub - PM<sub>10</sub>-Emissionen**

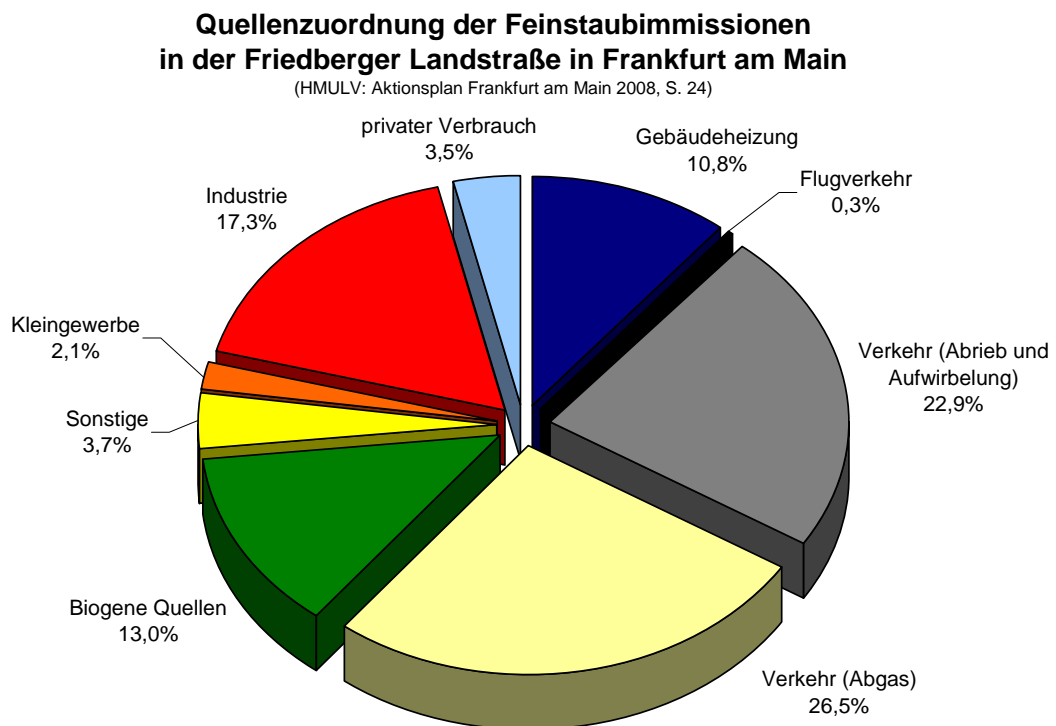
Quelle	Hessen	Ballungsraum Rhein-Main	Frankfurt am Main
Industrie 2004	1.550 t (20 %)	691 t (31 %)	84 t (16 %)
Kfz-Verkehr 2005	4.176 t (53 %)	1.356 t (60 %)	377 t (71 %)
Gebäudeheizung 2006	894 t (11 %)	185 t (8 %)	49 t (9 %)
Biogene Quellen 2006	1.230 t (16 %)	keine Angabe	7 t (1 %)
Flugverkehr 2005	13 t (0,2 %)	13 t (1 %)	13 t (2 %)
<b>Summe</b>	<b>7.863 t (100 %)</b>	<b>2.245 t (100 %)</b>	<b>530 t (100 %)</b>

(HLUG / Planfeststellungsunterlagen Flughafenausbau, siehe Tabellen 1 und 2)

Sowohl in Hessen (53 %) als auch im Ballungsraum Rhein-Main (60%) und im Stadtgebiet von Frankfurt am Main (71 %) war der Kfz-Verkehr, gefolgt von der Industrie, der Hauptverursacher der PM<sub>10</sub>-Emissionen. Nach den Planfeststellungsunterlagen hat der Flugverkehr im Jahr 2005 etwa 13 t PM<sub>10</sub> verursacht. Anteilig verursachte der Flugverkehr damit 0,2 % der PM<sub>10</sub>-Emissionen in Hessen. Bezogen auf den Ballungsraum Rhein-Main waren es 1 %, bezogen auf das Stadtgebiet Frankfurt am Main waren es 2 %.

Der Aktionsplan Frankfurt am Main 2008 vom Hessischen Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz beinhaltet eine Analyse der Feinstaubproben aus der Friedberger Landstraße. Danach stammen etwa 27 % der Feinstaubimmissionen, die dort gemessen werden, aus den Abgasen der Dieselfahrzeuge. Bei den Emissionen, die im Dieselaabgas enthalten sind, handelt es sich vor allem um sehr kleine Partikel, die besonders gesundheitsschädlich sind. 23 % werden durch Abrieb und Aufwirbelung verursacht. Die Industrie, biogene Quellen und Gebäudeheizungen tragen ebenfalls deutlich zur Feinstaubbelastung bei. Bei PM<sub>10</sub> spielt der Flugverkehr als Emittent eine untergeordnete Rolle.

**Abbildung 9: Quellenzuordnung der Feinstaubimmissionen in der Friedberger Landstraße**



Die Höhe der Feinstaubbelastung ist sehr abhängig von der Meteorologie. So führen häufig Tiefdruckwetterlagen durch erhöhten Luftaustausch und Regen, der zur Auswaschung der Teilchen führt, zu einer Reduzierung der Partikelkonzentration in der Atmosphäre. Andererseits kommt es bei austauscharmen Wetterlagen (Inversionswetterlagen), die im Winter bei Hochdruckwetterlagen häufig vorherrschen, zu einem Anstieg der Partikelkonzentration (HLUG, Feinstaub, S. 2).

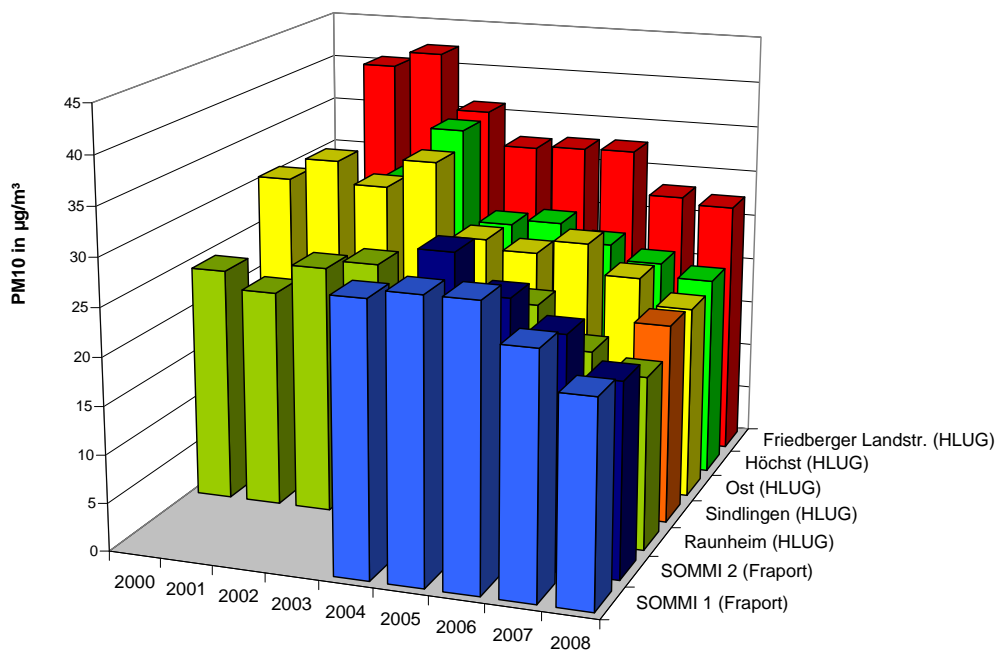
**Tabelle 19: Feinstaubimmissionen – PM<sub>10</sub> (Jahresmittelwerte) 2000 bis 2008 in µg/m<sup>3</sup> (Grenzwert: 40 µg/m<sup>3</sup>)**

Jahr	Ffm-Höchst (HLUG)	Ffm-Ost (HLUG)	Ffm-Friedberger Landstr. (HLUG)	Ffm-Sindlingen (HLUG)	Raunheim (HLUG)	SOMMI 1 (Fraport)	SOMMI 2 (Fraport)
2000	25,1	30,6			24,5		
2001	25,3	33,0	40,5		22,7		
2002	29,7	30,6	42,2		25,8		
2003	35,5	33,7	36,0		26,7	31	30
2004	25,5	25,8	32,3		22,8	28,1	24,8
2005	26,1	24,8	32,6		23,0	29	31
2006	24,2	26,3	32,7		24,1	29	27
2007	22,6	23,1	28,0		19,9	25	24
2008	21,2	20,3	27,3	20,8	17,9	21	20

(HLUG / Fraport AG)

Im Jahr 2000 wurden im Jahresmittel im städtischen Hintergrund in Frankfurt am Main 28 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub> gemessen. 2008 lag die mittlere Belastung bei 21 µg/m<sup>3</sup> an den städtischen Hintergrundstationen (Höchst, Ost und Sindlingen) und bei 27 µg/m<sup>3</sup> an der Verkehrsmessstation in der Friedberger Landstraße. Die Partikelkonzentrationen zeigen eine abnehmende Tendenz. Die niedrigsten Konzentrationen wurden 2008 in Raunheim festgestellt (18 µg/m<sup>3</sup>). Die auf dem Flughafengelände gemessenen PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (21 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2008) sind geprägt durch die großräumige Hintergrundbelastung und lassen sich nicht durch die Emissionen des Flughafens allein erklären. Der seit 2005 gültige Grenzwert für den Jahresmittelwert von 40 µg/m<sup>3</sup> aus dem BImSchG wurde an allen sieben dargestellten Messstationen seit 2003 eingehalten.

**Abbildung 10: Feinstaubimmissionen – PM<sub>10</sub> (Jahresmittelwerte) 2000 bis 2008 in µg/m<sup>3</sup>**



(HLUG / Fraport AG)

Nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz darf seit 2005 außerdem der Tagesmittelwert von 50 µg/m<sup>3</sup> maximal an 35 Tagen pro Kalenderjahr überschritten werden. In der nachfolgenden Tabelle ist die Anzahl der Überschreitungen von 50 µg/m<sup>3</sup> pro Jahr seit 2005, bezogen auf die sieben Messstationen, aufgelistet. Der Grenzwert wurde nur in der Friedberger Landstraße in den Jahren 2005 und 2006 überschritten.

**Tabelle 20: Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg PM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup> (35 Überschreitungen pro Jahr sind erlaubt)**

Luftmessstation	2005	2006	2007	2008
Ffm-Friedberger Landstr. (Verkehrsmessstation)	48	55	33	22
Ffm-Höchst (städtischer Hintergrund)	17	22	17	7
Ffm-Ost (städtischer Hintergrund)	15	24	16	6
Ffm-Sindlingen (städtischer Hintergrund)				6
Raunheim (städtischer Hintergrund)	11	20	14	5
SOMMI 1 (Flughafengelände)	23	25	7	2
SOMMI 2 (Flughafengelände)	29	18	9	4

(HLUG / Fraport AG)

In Frankfurt am Main wurde am 1. Oktober 2008 eine ganzjährige Umweltzone zur Reduzierung der Feinstaubbelastung eingerichtet. In einer Umweltzone gelten Benutzervorteile für schadstoffarme Kraftfahrzeuge. Fahrzeuge mit besonders hohem Schadstoffausstoß dürfen darin nicht fahren. Betroffen sind vor allem ältere Dieselfahrzeuge. Weitere Informationen zur Frankfurter Umweltzone sind im Internet unter <http://www.umweltzone.frankfurt.de> abrufbar.

In der nachfolgenden Tabelle ist eine Emissionsprognose aus den Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren aufgeführt. Danach würden sich die PM<sub>10</sub>-Emissionen durch die Quellgruppe Flugverkehr im Planungsfall 2020 auf 24,7 Tonnen pro Jahr erhöhen. Das entspricht einem Plus von 94 % bzw. 12 Tonnen.

**Tabelle 21: PM<sub>10</sub>-Emissionen pro Jahr der Quellgruppe Flugverkehr in Tonnen**

Quelle	Ist-Situation 2005	Planungsfall 2020	Differenz Planungsfall / Ist-Situation in t	Differenz Planungsfall / Ist-Situation in %
Flugverkehr	12,7 t	24,7 t	+ 12 t	+ 94 %

(Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren (2007): Band C, G1 UVS und LBP – Teil II, Arge Baader-Bosch, S. 35)

#### 4.7 Stickstoffdioxid

In verschiedenen Studien führte die verkehrsbedingte Stickstoffdioxidbelastung zu einer höheren Asthma-Häufigkeit bei Kindern, bis hin zu Krankenhauseinweisungen wegen Asthma. Darüber hinaus gibt es zahlreiche Hinweise, dass die Allergierate bei hohen Verkehrsbelastungen bei Kindern erhöht ist (Stadtgesundheitsamt Frankfurt am Main, 2008, Umweltbezogene Gesundheitsberichterstattung, S. 113).

Stickstoffmonoxid ist ein farbloses und wenig wasserlösliches Gas, das mit Luftsauerstoff zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) reagiert. Stickstoffdioxid ist ein braunes, süßlich riechendes Gas, das mit Wasser zu salpetriger Säure reagiert. Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) entstehen hauptsächlich als Nebenprodukte bei der Verbrennung durch die Oxidation von Luftstickstoff. Die Stickstoffoxide stammen hauptsächlich aus den Abgasen von Industrie, Gebäudeheizung und Verkehr. Stickstoffoxide tragen zur Ozonbildung bei (<http://www.hlug.de/medien/luft/komponenten/stickoxide/stickoxide.htm>).

Nach aktuellen Angaben des HLUG und den Planfeststellungsunterlagen zum Flughafenausbau wurden in Hessen, im Ballungsraum Rhein-Main und in Frankfurt am Main bezogen auf die verschiedenen Emittenten die folgenden Stickstoffoxide verursacht:

**Tabelle 22: Stickstoffoxide (angegeben als NO<sub>2</sub>)**

Quelle	Hessen	Ballungsraum Rhein-Main	Frankfurt am Main
Industrie 2004	15.485 t (17 %)	8.829 t (28 %)	2.111 t (21 %)
Kfz-Verkehr 2005	54.813 t (62 %)	15.287 t (49 %)	4.089 t (40 %)
Gebäudeheizung 2006	10.884 t (12 %)	4.086 t (13 %)	1.092 t (11 %)
Biogene Quellen 2006	4.800 t (5 %)	keine Angaben	20 t (< 1 %)
Flugverkehr 2005	2.900 t (3 %)	2.900 t (9 %)	2.900 (28 %)
<b>Summe</b>	<b>88.882 t (100 %)</b>	<b>31.102 t (100 %)</b>	<b>10.212 t (100 %)</b>

(HLUG / Planfeststellungsunterlagen Flughafenausbau, siehe Tabellen 1 und 2)

Sowohl in Hessen (62 %) als auch im Ballungsraum Rhein-Main (49%) und im Stadtgebiet von Frankfurt am Main (40 %) war der Kfz-Verkehr der Hauptverursacher der NO<sub>x</sub>-Emissionen. Nach den Planfeststellungsunterlagen hat der Flugverkehr im Jahr 2005 etwa 2.900 t NO<sub>x</sub> verursacht. Anteilig verursachte der Flugverkehr damit 3 % der Emissionen in Hessen. Bezogen auf den Ballungsraum Rhein-Main waren es 9 %, bezogen auf das Stadtgebiet Frankfurt am Main waren es 28 %.

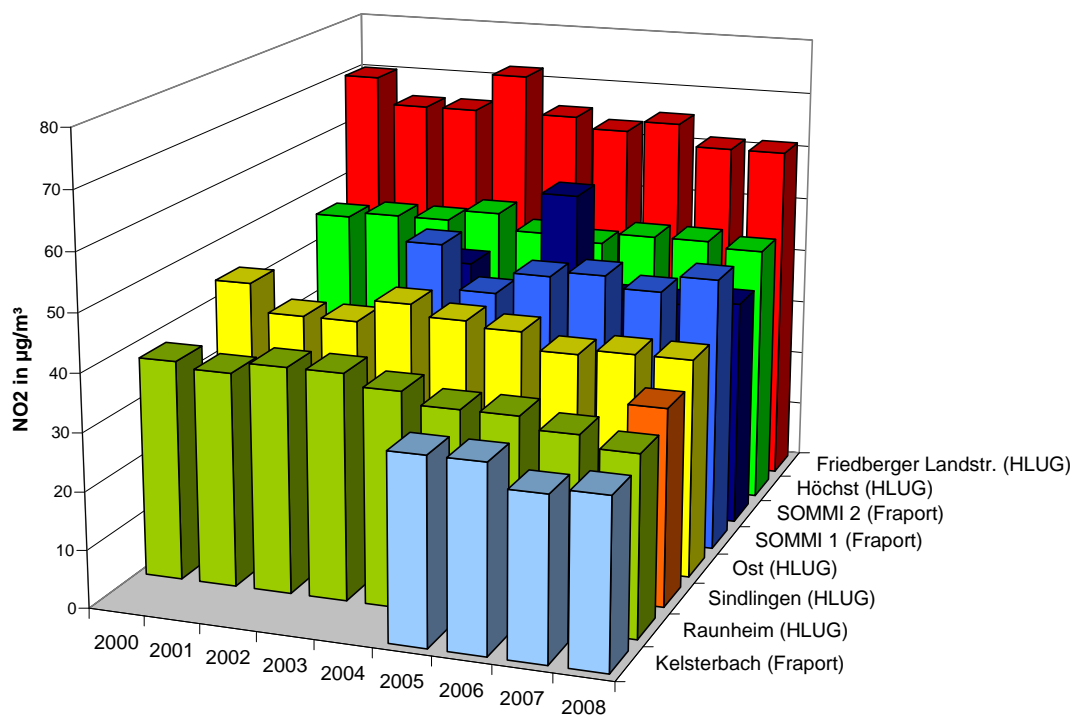
Die Stickoxide des Flugverkehrs stammen vor allem aus den Flugzeugtriebwerken. Sie entstehen dabei hauptsächlich in den höheren Laststufen während des Startvorgangs, des Steigflugs oder Sinkflugs (Fraport AG, Spektrum Umwelt / 2008 Umweltbericht, S. 101-102).

**Tabelle 23: Stickstoffdioxidimmissionen (Jahresmittelwerte) 2000 bis 2008 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Grenzwert:  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ab 2010)**

Jahr	Ffm-Höchst (HLUG)	Ffm-Ost (HLUG)	Ffm-Friedberger Landstr. (HLUG)	Ffm-Sindlingen (HLUG)	Raunheim (HLUG)	SOMMI 1 (Fraport)	SOMMI 2 (Fraport)	Kelsterbach (Fraport)
2000	46	44	70		38			
2001	47	39	65		37			
2002	47	39	65		39			
2003	49	43	72		39	50	43	
2004	46	41	65		37	42	32	
2005	45	40	63		35	46	57	32
2006	47	37	65		35	47	39	32
2007	47	38	61		33	45	39	28
2008	46	38	61	34	31	48	40	29

(HLUG / Fraport AG)

**Abbildung 11: Stickstoffdioxidimmissionen (Jahresmittelwerte) in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**



(HLUG / Fraport AG)

Die Jahresmittelwerte lassen keine Reduzierung der Stickstoffdioxidkonzentrationen erkennen. Die höchsten Immissionskonzentrationen wurden bedingt durch die hohe Verkehrsbelastung und die schlechte Durchlüftung in der Straßenschlucht der Friedberger Landstraße in Frankfurt am Main gemessen ( $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2008). Die Konzentrationen auf dem Flughafengelände ( $48$  bzw.  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2008) sind vergleichbar mit den Stationen des HLUG, an denen die städtische Hintergrundbelastung gemessen wird (Ffm-Höchst, Ffm-Ost, Ffm-Sindlingen). Die niedrigsten Konzentrationen wurden 2008 in

Kelsterbach (29 µg/m<sup>3</sup>) und Raunheim (31 µg/m<sup>3</sup>) gemessen. Ab 2010 gelten für Stickstoffdioxid neue Grenzwerte. Im Jahresmittel muss dann der Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> eingehalten werden. Ohne eine Änderung der heutigen Belastungssituation muss davon ausgegangen werden, dass der Grenzwert in Frankfurt am Main überschritten wird. Bezogen auf alle in diesem Bericht dargestellten Luftschadstoffe ist die Relevanz des Flughafens bei Stickstoffdioxid am höchsten.

In der nachfolgenden Tabelle ist eine Emissionsprognose aus den Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren aufgeführt. Danach würden sich die NO<sub>x</sub>-Emissionen durch den Flughafenausbau durch die Quellgruppe Flugverkehr im Planungsfall auf 6.080 Tonnen pro Jahr erhöhen. Das entspricht einem Plus von 110 % bzw. 3.180 Tonnen.

**Tabelle 24: NO<sub>x</sub>-Emissionen pro Jahr der Quellgruppe Flugverkehr in Tonnen**

Quelle	Ist-Situation 2005	Planungsfall 2020	Differenz Planungsfall / Ist-Situation in t	Differenz Planungsfall / Ist-Situation in %
Flugverkehr	2.900 t	6.080 t	+ 3.180 t	+ 110 %

(Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren (2007): Band C, G1 UVS und LBP – Teil II, Arge Baader-Bosch, S. 35)

#### 4.8 Ozon

Ozon ist ein Gas von etwas stechendem Geruch. Während Ozon (O<sub>3</sub>) in der Stratosphäre (10 bis 50 km Höhe) einen lebensnotwendigen Schutz vor UV-Strahlung bietet, wirkt Ozon in der unteren Atmosphäre als Schadgas. Aus Luftsauerstoff wird bei Sonneneinstrahlung durch chemische Reaktionen mit Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen das bodennahe Ozon gebildet. Trägt vor allem das Stickstoffdioxid zur Ozonbildung bei, wird es gleichzeitig aber wieder durch Stickstoffmonoxid aus dem Verkehr abgebaut, so dass die höchsten Ozonkonzentrationen nicht in Städten, sondern in ländlichen Gebieten auftreten (<http://www.hlug.de/medien/luft/komponenten/ozon/ozon.htm>).

Wiederholte Ozonexpositionen führen zu Veränderungen der Lungenfunktionswerte und zu entzündungsähnlichen Reaktionen. Zwischen den Konzentrationen, wie sie im Sommer auftreten und denen, bei denen erste Reaktionen – zumindest bei empfindlichen Personengruppen – zu erwarten sind, besteht kein Sicherheitsabstand. Etwa 5 bis 20 % der Bevölkerung reagieren empfindlich auf Ozon. Risikogruppen sind vor allem Menschen, die sich im Sommer, insbesondere nachmittags, stärker körperlich belasten (z.B. Jogger, Bauarbeiter) (Stadtgesundheitsamt Frankfurt am Main, 2008, Umweltbezogene Gesundheitsberichterstattung, S. 113).



**Tabelle 25: Ozonimmissionen (Jahresmittelwerte) 2000 bis 2008 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

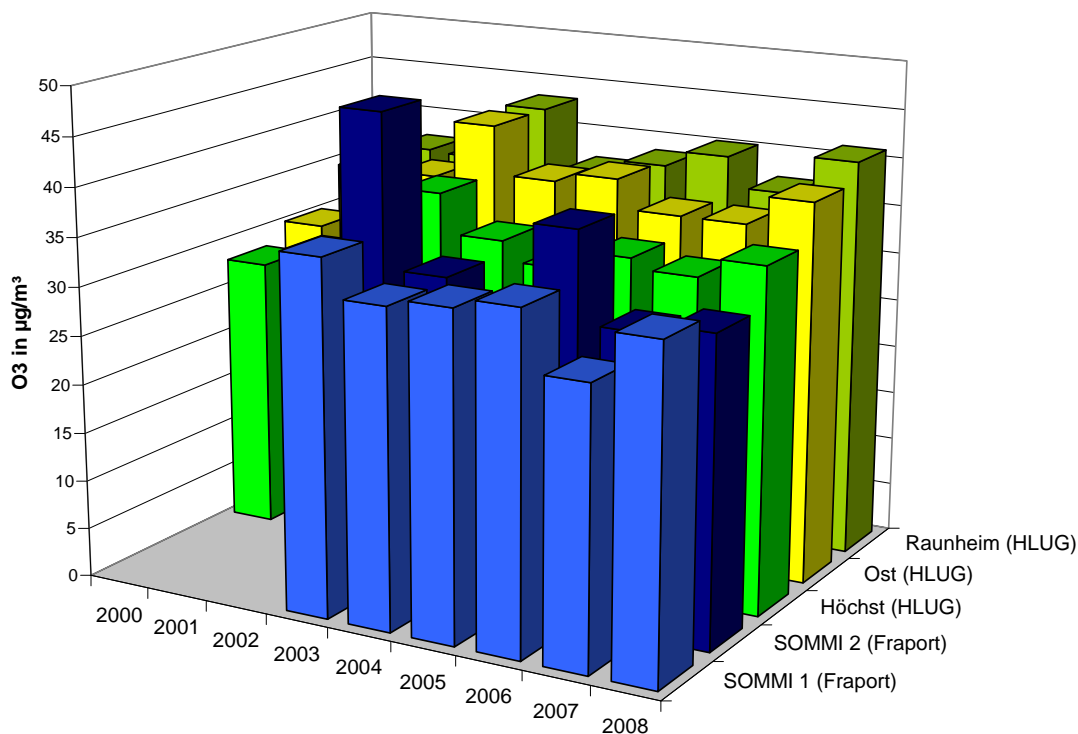
Jahr	Ffm-Höchst (HLUG)	Ffm-Ost (HLUG)	Raunheim (HLUG)	SOMMI 1 (Fraport)	SOMMI 2 (Fraport)
2000	28	30	34		
2001	30	37	37		
2002	33	37	37		
2003	38	43	43	36	48
2004	34	38	37	32	33
2005	32	39	38	33	30
2006	34	36	40	34	39
2007	33	36	37	28	30
2008	35	39	41	33	31

(HLUG / Fraport AG)

Bei dem Wert  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für die Station SOMMI 2 und das Jahr 2003 muss berücksichtigt werden, dass es sich nur um einen Mittelwert für den Zeitraum 01.01.03 bis 03.09.03 handelt.

Die Jahresmittelwerte für Ozon sind zwischen 2000 und 2008 weitgehend gleichgeblieben. Die Konzentrationen waren an den einzelnen Stationen ähnlich hoch. Im Bundes-Immissionsschutzgesetz gibt es keinen Grenzwert für den Jahresmittelwert.

**Abbildung 12: Ozonimmissionen (Jahresmittelwerte) 2000 bis 2008 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**



(HLUG / Fraport AG)

**Tabelle 26: Ozonimmissionen 2000 bis 2008**

Jahr	Anzahl der Tage, an denen 180 µg/m <sup>3</sup> Ozon überschritten wurden (1h-Mittel)					Anzahl der gleitend berechneten 8h-Werte >120 µg/m <sup>3</sup> (max. 25 Mal pro Jahr) gemittelt über 3 Jahre				
	Ffm-Höchst (HLUG)	Ffm-Ost (HLUG)	Raunheim (HLUG)	SOMMI 1 (Fraport)	SOMMI 2 (Fraport)	Ffm-Höchst (HLUG)	Ffm-Ost (HLUG)	Raunheim (HLUG)	SOMMI 1 (Fraport)	SOMMI 2 (Fraport)
2000	0	1	2			11	13	21		
2001	2	5	4			10	20	24		
2002	1	0	2			10	23	24		
2003	8	11	18	75	60	17	38	36		
2004	3	2	17	11	4	17	32	35		
2005	0	22	6	15	4	19	35	39	28	
2006	2	8	8	23	32	16	23	31	23	
2007	0	0	0	0	0	14	22	28	18	
2008	2	4	3	0	0	14	22	32	11	14

(HLUG / Fraport)

Nach der EU-Richtlinie 2002/3/EG für Ozon wird die Bevölkerung ab 180 µg/m<sup>3</sup> (Einstundenmittelwert) unterrichtet und empfindlichen Personen wird von längeren und besonders anstrengenden Tätigkeiten im Freien abgeraten. Die Anzahl der Überschreitungen differiert witterungsbedingt stark in den einzelnen Kalenderjahren.

Die Ozonkonzentration war witterungsbedingt im Jahr 2003 überregional deutlich erhöht.

Als Zielwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit soll nach der EU-Richtlinie 2002/3/EG für Ozon ab 2010 der Wert 120 µg/m<sup>3</sup> als höchster Achtstundenmittelwert eines Tages nicht häufiger als an 25 Tagen pro Kalenderjahr überschritten werden, gemittelt über 3 Jahre. Wegen jährlichem Standortwechsel ist die Mittelung über drei Jahre für die Station SOMMI 2 der Fraport AG erst ab 2008 möglich.

## 5 Zusammenfassung

In diesem Bericht werden Emissions- und Immissionsdaten zur Charakterisierung der Luftqualität im Rhein-Main-Gebiet vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt in der Darstellung der Emissionen und der Beurteilung der Immissionen des Flugverkehrs.

Die Emissionsdaten des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) beziehen sich auf die Jahre 2004 bis 2006. Die Emissionsangaben des Flugverkehrs (einschließlich Hilfsaggregate, Triebwerksprobe und -standläufe sowie Zusatzschub zum Rollen an erhöhten Steigungen) aus den Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren zum Flughafenausbau beziehen sich auf die Jahre 2005 und 2020. Grundsätzlich muss berücksichtigt werden, dass die Emissionsangaben nur bedingt Rückschlüsse auf die am Boden gemessene Immissionssituation geben. Die räumliche Verteilung, insbesondere bedingt durch die Emissionshöhe (zum Beispiel Auspuff eines Kraftfahrzeuges, Fabrikschornstein, Flugzeug beim Start) aber auch durch die Belüftungssituation (enge Straßenschlucht oder freies Gelände) und die Beeinflussung durch die verschiedenen Quellen (unter anderem Industrie, Kfz-Verkehr, Gebäudeheizung, Luftverkehr) spielen eine entscheidende Rolle für die an den Luftmessstationen gemessenen Schadstoffkonzentrationen.

Immissionsseitig werden die an den Luftmessstationen des HLUG und die an den Messstationen der Fraport AG ermittelten Luftmessungen der Jahre 2000 bis 2008 betrachtet und in Beziehung zu den geltenden und zukünftigen Grenzwerten zur Beurteilung der Luftqualität gesetzt. Die Luftqualität an den beiden Stationen der Fraport AG auf dem Flughafengelände (SOMMI 1 und SOMMI 2) ist bezogen auf die im Bericht dargestellten Luftschadstoffe vergleichbar mit den Stationen des HLUG, die den städtischen Hintergrund erfassen (Ffm-Höchst, Ffm-Ost, Ffm-Sindlingen, Raunheim).

Bezogen auf alle in diesem Bericht dargestellten Luftschadstoffe ist die Relevanz des Flughafens bei den Stickstoffoxiden am höchsten. Jeder Flughafenbetrieb verursacht durch die Abwicklung am Boden und durch die Flugzeuge im An- und Abflug Luftschadstoffe, die zur Hintergrundbelastung beitragen. Durch den geplanten Flughafenausbau soll die Anzahl der Flugbewegungen um mehr als 200.000 Flugbewegungen pro Jahr ansteigen, entsprechend wird sich auch die Belastung der Luft erhöhen. Vor dem Hintergrund der ab 2010 geltenden Grenzwerte für Stickstoffdioxid, die derzeit im Stadtgebiet von Frankfurt am Main überschritten werden, ist insbesondere eine weitere Erhöhung der Stickstoffdioxidbelastung durch den Flugverkehr bedenklich.

### Schwefeldioxid

Im Ballungsraum Rhein-Main wurden insgesamt 5.084 Tonnen Schwefeldioxid emittiert. Davon wurden mehr als die Hälfte durch die Industrie (54 %) verursacht. Für 42 % waren die Gebäudeheizungen verantwortlich. Die Schwefeldioxidemissionen des Flugverkehrs betragen im Jahr 2005 insgesamt 185 Tonnen. Bezogen auf den Ballungsraum Rhein-Main verursachte der Flugverkehr 4 % der Schwefeldioxidemissionen. Nach den Planfeststellungsunterlagen würden sich die Schwefeldioxidemissionen durch den Flugverkehr im Ausbaufall bis zum Jahr 2020 auf insgesamt 393 Tonnen pro Jahr erhöhen. Das entspricht einem Plus gegenüber der Ist-Situation 2005 von 112 % bzw. 208 Tonnen pro Jahr.

Die Schwefeldioxidimmissionen bewegen sich insgesamt auf niedrigem Niveau. Die auf dem Flughafengelände gemessenen Konzentrationen entsprechen dem städtischen Hintergrund. Der Schwefeldioxidgrenzwert für den Jahresmittelwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde an allen Messpunkten deutlich unterschritten.

## **Kohlenmonoxid**

Im Ballungsraum Rhein-Main wurden insgesamt 49.581 Tonnen Kohlenmonoxid emittiert. Davon wurden 70 % durch den Kfz-Verkehr verursacht. Für 13 % waren die Industrie und für 12 % die Gebäudeheizungen verantwortlich. Die Kohlenmonoxidemissionen des Flugverkehrs betragen im Jahr 2005 insgesamt 2.597 Tonnen. Bezogen auf den Ballungsraum Rhein-Main verursachte der Flugverkehr etwa 5 % der CO-Emissionen. Nach den Planfeststellungsunterlagen würden sich die Kohlenmonoxidemissionen durch die Quellgruppe Flugverkehr im Ausbaufall bis zum Jahr 2020 auf 6.201 Tonnen pro Jahr erhöhen. Das entspricht einem Plus von 139 % bzw. 3.604 Tonnen pro Jahr.

Immissionsseitig wurden die höchsten CO-Belastungen in der Friedberger Landstraße in Frankfurt am Main gemessen. Die auf dem Flughafengelände gemessenen CO-Konzentrationen waren vergleichbar mit der Station Raunheim und Ffm-Höchst und entsprechen damit dem städtischen Hintergrund. Der Kohlenmonoxidgrenzwert von 10 mg/m<sup>3</sup> für das höchste 8-Stunden-Mittel eines Tages wurde an den dargestellten Stationen eingehalten.

## **Benzol**

Im Ballungsraum Rhein-Main wurden insgesamt 190 Tonnen Benzol emittiert. Davon wurden 84 % durch den Kfz-Verkehr verursacht. Für 6 % war die Industrie und für 5 % die Gebäudeheizungen verantwortlich. Die Benzolemissionen des Flugverkehrs betragen im Jahr 2005 insgesamt 9 Tonnen. Bezogen auf den Ballungsraum Rhein-Main verursachte der Flugverkehr 5 % der Benzolemissionen. Nach den Planfeststellungsunterlagen würden sich die Benzolemissionen durch die Quellgruppe Flugverkehr im Ausbaufall bis zum Jahr 2020 auf 15 Tonnen pro Jahr erhöhen. Das entspricht einem Plus von 65 % bzw. 5,9 Tonnen.

Immissionsseitig wurden die höchsten Benzolkonzentrationen in der Friedberger Landstraße in Frankfurt am Main gemessen. Die auf dem Flughafengelände gemessenen Benzolkonzentrationen entsprechen dem städtischen Hintergrund, der in Ffm-Sindlingen gemessen wird. Der Benzolgrenzwert für den Jahresmittelwert von 5 µg/m<sup>3</sup>, der erst ab 2010 gilt, wurde an allen Messpunkten unterschritten.

## **Toluol**

Im Ballungsraum Rhein-Main wurden insgesamt 294 Tonnen Toluol emittiert. Davon wurden mehr als die Hälfte durch den Kfz-Verkehr (66 %) verursacht. Für 31 % war die Industrie verantwortlich. Die Toluolemissionen des Flugverkehrs betragen im Jahr 2005 insgesamt 9 Tonnen. Bezogen auf den Ballungsraum Rhein-Main verursachte der Flugverkehr etwa 3 % der Toluolemissionen. Nach den Planfeststellungsunterlagen würden sich die Toluolemissionen durch die Quellgruppe Flugverkehr im Ausbaufall bis zum Jahr 2020 auf 15 Tonnen pro Jahr erhöhen. Das entspricht einem Plus von 65 % bzw. 5,9 Tonnen.

Die höchsten Toluolimmissionen wurden in der Friedberger Landstraße in Frankfurt am Main gemessen. Die auf dem Flughafengelände gemessenen Toluolkonzentrationen entsprechen dem städtischen Hintergrund, der in Ffm-Sindlingen gemessen wird. Der Richtwert vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) für Toluol von 30 µg/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert wurde an allen Stationen deutlich unterschritten.

## **Xylol**

Im Ballungsraum Rhein-Main wurden insgesamt 195 Tonnen Xylol emittiert. Davon wurden 90 % durch den Kfz-Verkehr und 5 % durch die Industrie verursacht. Die Xylolemissionen des Flugverkehrs betragen im Jahr 2005 insgesamt 9 Tonnen. Bezogen auf den Ballungsraum Rhein-Main verursachte der Flugverkehr etwa 5 % der Xylolemissionen. Nach den Planfeststellungsunterlagen würden sich die Xylolemissionen durch die Quellgruppe Flugverkehr im Ausbaufall bis zum Jahr 2020 auf 15 Tonnen pro Jahr erhöhen. Das entspricht einem Plus von 65 % bzw. 5,9 Tonnen.

Die höchsten Xyloimmissionen wurden in der Friedberger Landstraße (Ffm) gemessen. Die auf dem Flughafengelände gemessenen Xylokonzentrationen entsprechen dem städtischen Hintergrund, der in Ffm-Sindlingen gemessen wird. Der Richtwert vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) für Xylo von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Jahresmittelwert wurde an allen Stationen deutlich unterschritten.

### **Feinstaub – PM<sub>10</sub>**

Im Ballungsraum Rhein-Main wurden insgesamt 2.245 Tonnen Feinstaub emittiert. Davon wurden mehr 60 % durch den Kfz-Verkehr verursacht. Für 31 % war die Industrie und für 8 % die Gebäudeheizungen verantwortlich. Die Feinstaubemissionen des Flugverkehrs betragen im Jahr 2005 insgesamt 13 Tonnen. Bezogen auf den Ballungsraum Rhein-Main verursachte der Flugverkehr etwa 1 % der im Ballungsraum emittierten Feinstäube. Nach den Planfeststellungsunterlagen würden sich die PM<sub>10</sub>-Emissionen durch die Quellgruppe Flugverkehr im Ausbaufall bis zum Jahr 2020 auf 24,7 Tonnen pro Jahr erhöhen. Das entspricht einem Plus von 94 % bzw. 12 Tonnen.

Die Feinstaubkonzentrationen auf dem Flughafengelände waren vergleichbar mit den Stationen des HLUG, an denen die städtische Hintergrundbelastung gemessen wird (Ffm-Höchst, Ffm-Ost, Ffm-Sindlingen). Aufgrund der in der Friedberger Landstraße festgestellten Grenzwertüberschreitung wurde im Jahr 2008 eine Umweltzone zur Reduzierung der Feinstaubbelastung in Frankfurt am Main eingerichtet.

### **Stickstoffdioxid**

Im Ballungsraum Rhein-Main wurden insgesamt 31.102 Tonnen Stickoxide emittiert. Davon wurden 49 % durch den Kfz-Verkehr verursacht. Für 28 % war die Industrie und für 13 % die Gebäudeheizungen verantwortlich. Die NO<sub>x</sub>-Emissionen des Flugverkehrs betragen im Jahr 2005 insgesamt 2.900 Tonnen. Bezogen auf den Ballungsraum Rhein-Main verursachte der Flugverkehr etwa 9 % der Gesamtemissionen. Bezogen auf alle in diesem Bericht dargestellten Luftschadstoffe ist die Relevanz des Flughafens bei den Stickstoffoxiden am höchsten. Nach den Planfeststellungsunterlagen würden sich die NO<sub>x</sub>-Emissionen durch die Quellgruppe Flugverkehr im Ausbaufall bis zum Jahr 2020 auf 6.080 Tonnen pro Jahr erhöhen. Das entspricht einem Plus von 110 % bzw. 3.180 Tonnen.

Die höchsten Stickstoffdioxidkonzentrationen wurden in der Friedberger Landstraße (Ffm) gemessen. Die Konzentrationen auf dem Flughafengelände waren vergleichbar mit der städtischen Hintergrundbelastung. Ab 2010 gelten für Stickstoffdioxid neue Grenzwerte. Im Jahresmittel muss dann der Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eingehalten werden. Ohne eine Änderung der heutigen Belastungssituation muss davon ausgegangen werden, dass der Grenzwert in Frankfurt am Main und auch auf dem Flughafengelände überschritten wird.

### **Ozon**

Die Ozonkonzentrationen auf dem Flughafengelände waren im Betrachtungszeitraum vergleichbar mit den Stationen der städtischen Hintergrundbelastung in Raunheim, Ffm-Höchst und Ffm-Ost.

## 6 Luftverschmutzung und Flugverkehr

Eine aktuell durchgeführte Literaturrecherche zeigt: Es liegen nur wenige epidemiologische Untersuchungen zur Frage Luftverschmutzung und Flugverkehr und mögliche Auswirkungen auf die Gesundheit der Flughafenanwohner vor.

In der Veröffentlichung „Public health impact of large airports“ 2000 (Bedeutung großer Flughäfen für die Gesundheit der Öffentlichkeit) wird festgestellt, dass sich der Gesundheitszustand der Bevölkerungen um Flughäfen nicht von dem der Bevölkerungen in Städten und Ballungsräumen unterscheidet.

So ließen die im Umfeld des Amsterdamer Flughafens durchgeführten Erhebungen zu Krankenhauseinweisungen wegen Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Atemwegserkrankungen keine konsistenten Auffälligkeiten im Vergleich mit anderen (Industrie)Regionen erkennen; allerdings ist anzumerken, dass in diesen Untersuchungen in der Regel keine detaillierten Immissionsmessungen kleinräumig vorlagen, sondern die Exposition nur relativ grob aus der Wohnadresse abgeschätzt wurde. Darüber hinaus sind in solchen Studien weitere Einflussfaktoren wie Ernährungs- und Konsumgewohnheiten incl. Rauchen nicht berücksichtigt worden. Diese Einschränkungen treffen auch für die nach Kenntnis des Magistrates einzige in der internationalen Fachliteratur publizierte Studie zum (luftschadstoffbedingten) Krebsrisiko durch Flughafennähe zu; auch dort wurde kein insgesamt höheres Krebsrisiko gefunden; das leicht höhere Risiko für Krebserkrankungen des blutbildenden Systems konnte von den Autoren nicht auf die Luftbelastung zurückgeführt werden (Health impact., 2000; Franssen et al., 2002; Visser et al., 2005).

Der Bericht „Flugverkehr und Luftqualität im Rhein-Main-Gebiet Februar 2010“ stellt fest, dass die Immissionssituation im Bereich des Frankfurter Flughafens im gleichen Bereich wie im Ballungsraum Rhein-Main allgemein liegt. Es können - wie in anderen Untersuchungen um Flughäfen auch - keine flughafenspezifische Immissionen nachgewiesen werden, sondern es handelt sich um die (verkehrs)typischen Immissionssituationen. Auch zeigten sich in dem Bericht „Fluglärm und Gesundheit in der Rhein-Main Region 2005“ keine Hinweise darauf, dass der Gesundheitszustand der befragten Anwohner in der Region um den Frankfurter Flughafen insgesamt negativ vom Bundesdurchschnitt abweicht (Schreckenberget al., 2009). Es konnte darüber hinaus in dieser Untersuchung gezeigt werden, dass Gesundheitsprobleme, über die die befragten Anwohner des Frankfurter Flughafens berichteten (Beschwerden, diagnostizierte Krankheiten, Medikamentenkonsum) mit der durch den Fluglärm in der Region verursachten Belästigung und mit der individuellen Lärmempfindlichkeit zusammenhängen. Diese Ergebnisse sind nicht Frankfurt-spezifisch, sondern stehen im Einklang mit der aktuellen Lärmwirkungsforschung sowie der neueren wissenschaftlichen Stressforschung. Sowohl die Immissionssituation als auch die Daten der Gesundheitsbeobachtung in der Rhein-Main-Region sind somit in Übereinstimmung mit der oben genannten Literatur.

Unabhängig davon haben zahlreiche Untersuchungen gezeigt, dass der Flughafenbetrieb und hier insbesondere der **Fluglärm** die Gesundheit der Anwohner negativ beeinflussen kann. Die bis Sommer 2008 vorliegenden epidemiologischen Studien aus der internationalen Literatur sind in dem Bericht „Fluglärm und Gesundheit – Literaturübersicht“ des Amtes für Gesundheit vom Dezember 2008 dargestellt (Amt für Gesundheit, 2008). Demnach zeigen alle entsprechenden Studien: Fluglärm erhöht das Risiko für Bluthochdruck und Herzinfarkt. Darüber hinaus sind Assoziationen mit Schlafstörungen und dem Verkauf, der Einnahme oder der Verschreibung von Schlafmitteln beschrieben.

## 7 Literatur

- Amt für Gesundheit: Fluglärm und Gesundheit – Literaturübersicht. Frankfurt am Main, 2008.  
[http://www.frankfurt.de/sixcms/media.php/738/Flugl%C3%A4rm\\_und\\_Gesundheit1.pdf](http://www.frankfurt.de/sixcms/media.php/738/Flugl%C3%A4rm_und_Gesundheit1.pdf)
- Ausbau Frankfurt Flughafen Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren (2006): Band C, Gutachten G13.1, Luftschadstoffe - Flugverkehr
- Ausbau Frankfurt Flughafen Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren (2006): Band C, Gutachten G14, Humantoxikologie
- Ausbau Frankfurt Flughafen Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren (2007): Band C, Gutachten G1, Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) und Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP), Teil II. Vorhaben und Projektwirkungen, Arge Baader-Bosch
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
- Fraport AG: Lufthygienische Jahresberichte 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008
- Fraport AG: Verkürzte Umwelterklärung 2007
- Fraport AG: Spektrum Umwelt 5 / 2008 – Umweltbericht
- Fraport AG, Spektrum Umwelt 7 / 2009 – Verkürzte Umwelterklärung 2009
- Franssen EAM, Staatsen BAM, Lebet E. Assessing health consequences in an environmental impact assessment. The case of Amsterdam Airport Schiphol. Environmental Impact Assessment Review. (2002) 22: 633-653
- Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie – HLUG (2005): Emissionskataster Hessen
- Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie – HLUG (2009): Lufthygienische Daten sowie Informationen zu Schadstoffen aus Internetauftritt <http://www.hlug.de>
- Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie – HLUG: Städte und Gemeinden im Ballungsraum Rhein-Main
- Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie – HLUG: Feinstaub (PM10)
- Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie – HLUG (2009): Lufthygienischer Monatsbericht Januar 2009
- Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie – HLUG (2009): Aktuelle Emissionsdaten, Stand Juli 2009
- Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz – HMULV (2005): Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main
- Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz – HMULV (2005): Aktionsplan Frankfurt am Main 2005
- Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz – HMULV (2008): Aktionsplan Frankfurt am Main 2008
- Public health impact of large airports. Executive summary, Amsterdam, 2000
- Schreckenberger D, Eikmann Th, Herr C, zur Nieden A, Heudorf U: Fluglärm und Gesundheit in der Rhein-Main Region 2005 – Ergänzende Auswertung der RDF-Belastigungsstudie um die Fragen zur Gesundheit. Amt für Gesundheit, Frankfurt (Hrsg.) 2009; ISBN 987-3-941782-00-6; <http://www.frankfurt.de/sixcms/media.php/738/Bericht.pdf>
- Stadtgesundheitsamt Frankfurt am Main (2008): Umweltbezogene Gesundheitsberichterstattung, 30 Jahre Umwelthygiene im Stadtgesundheitsamt Frankfurt/Main
- Umweltamt Stadt Frankfurt am Main (2009): Luftqualität in Frankfurt am Main 2009
- UBA: Emissionen des Flugverkehrs  
<http://www.umweltdaten.de/verkehr/downloads/emiflug.pdf>
- Visser O, van Qijnen JH, van Leeuwen E: Incidence of cancer in the area around Amsterdam Airport Schiphol in 1988-2003: a population-based ecological study. BMC Public Health (2005) 5: 127-137