

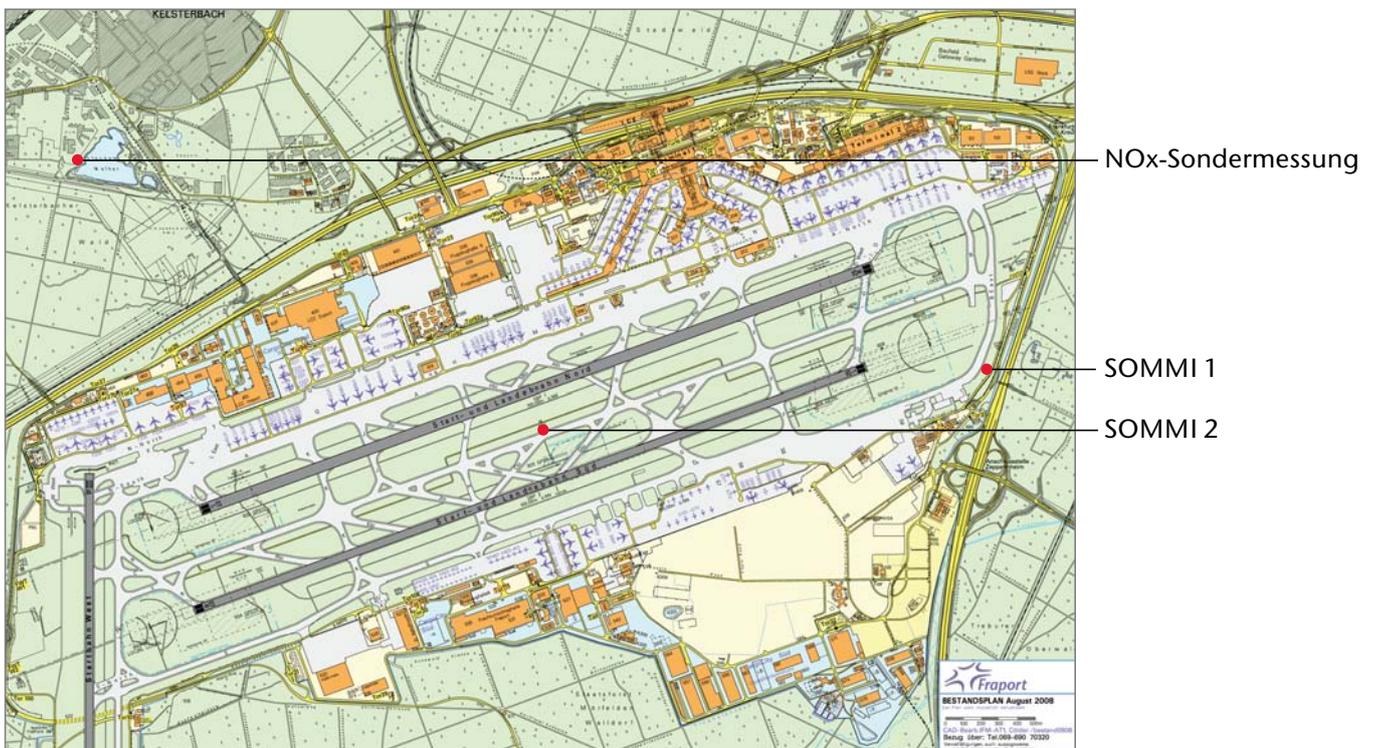
# Lufthygienischer Jahresbericht 2007

*Bericht über die Ergebnisse der lufthygienischen Überwachung am Flughafen Frankfurt*

Mit der vorliegenden fünften Ausgabe des Lufthygienischen Jahresberichts möchten wir Sie in bereits gewohnter Weise über die Ergebnisse der Luftqualitätsmessungen an unseren drei Stationen informieren.

Darüber hinaus untersuchen wir im Berichtsteil den Einfluss des Parallelbahnsystems auf die Messergebnisse der versetzbaren Station SOMMI 2, die dort während des gesamten Kalenderjahres positioniert war.

## *Standorte der Luftmessstationen im Jahr 2007*



<b>Jahresmittelwerte im Vergleich mit Luftqualitätswerten</b>			
		<b>Messwert</b>	<b>Luftqualitätswert*</b>
NO	SOMMI 1	43	200 <sup>1</sup>
	SOMMI 2	23	
	Kelsterbach	16	
NO <sub>2</sub>	SOMMI 1	45	46 <sup>2</sup>
	SOMMI 2	39	
	Kelsterbach	28	
SO <sub>2</sub>	SOMMI 1	5	50 <sup>3</sup>
	SOMMI 2	6	
CO	SOMMI 1	0,3	– <sup>4</sup>
	SOMMI 2	0,3	
O <sub>3</sub>	SOMMI 1	28	– <sup>4</sup>
	SOMMI 2	30	
PM10	SOMMI 1	25	40 <sup>2</sup>
	SOMMI 2	24	
Benzol	SOMMI 1	1,0	8 <sup>2</sup>
	SOMMI 2	0,9	
Toluol	SOMMI 1	1,8	30 <sup>5</sup>
	SOMMI 2	1,5	
m/p-Xylol	SOMMI 1	1,1	30 <sup>5</sup>
	SOMMI 2	1,5	
Ethylbenzol	SOMMI 1	0,4	20 <sup>1</sup>
	SOMMI 2	0,5	

Messeinheit: µg/m<sup>3</sup> für CO: mg/m<sup>3</sup>.

PM10 = Staub mit einem Partikeldurchmesser von kleiner oder gleich 10 µm.

\*Als Vergleichswerte wurden herangezogen:

<sup>1</sup> Immissionsvergleichswert des Hessischen Landesamts für Umwelt und Geologie (HLUG).

<sup>2</sup> Grenzwert der 22. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV; bei NO<sub>2</sub> und Benzol inklusive Toleranzmarge).

<sup>3</sup> Grenzwert der TA Luft 2002.

<sup>4</sup> Kein als Jahresmittel definierter Beurteilungswert in den einschlägigen Regelungen.

<sup>5</sup> Vorschlag des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI).

Die BTEX-Aromaten konnten aus technischen Gründen an der SOMMI 2 im Januar und von September bis November nicht gemessen werden. Alle anderen Parameter konnten in über 90 Prozent des Messzeitraums erfasst werden.

### Überschreitungshäufigkeit von Kurzzeit-Luftqualitätswerten

		Kurzzeit- Luftqualitäts- wert	Bezugs- intervall	Anzahl gemessener Überschreitungen pro Jahr	Anzahl zulässiger* Überschreitungen pro Jahr
NO <sub>2</sub>	SOMMI 1	230	1 Stunde	0	18
	SOMMI 2			0	
	Kelsterbach			0	
SO <sub>2</sub>	SOMMI 1	350	1 Stunde	0	24
	SOMMI 2			0	
CO	SOMMI 1	10 <sup>1</sup>	8 Stunden	0	0
	SOMMI 2			0	
O <sub>3</sub>	SOMMI 1	180 <sup>2</sup>	1 Stunde	0	0
	SOMMI 2			0	
	SOMMI 1	240 <sup>3</sup>	1 Stunde	0	0
	SOMMI 2			0	
	SOMMI 1	120 <sup>1</sup>	8 Stunden	18 <sup>4</sup>	25 <sup>4</sup>
	SOMMI 2			– <sup>5</sup>	
PM <sub>10</sub>	SOMMI 1	50	24 Stunden	7	35
	SOMMI 2			9	

Messeinheit: µg/m<sup>3</sup> für CO: mg/m<sup>3</sup>.

\* Als Vergleichswerte wurden die Kurzzeit-Luftqualitätswerte inkl. Toleranzmarge gemäß 22. BImSchV bzw. für Ozon gemäß 33. BImSchV herangezogen (zum Begriff „zulässig“ siehe die Erläuterungen im Lufthygienischen Jahresbericht 2004):

<sup>1</sup> Höchstzulässiger Acht-Stunden-Mittelwert eines Tages aus stündlich gleitenden Acht-Stunden-Mittelwerten (bei Ozon: Zielwert).

<sup>2</sup> Schwellenwert für die Unterrichtung der Öffentlichkeit durch die zuständige Behörde bei Überschreitung in deren Messnetz.

<sup>3</sup> Schwellenwert für die Auslösung des Alarmsystems durch die zuständige Behörde bei Überschreitung in deren Messnetz.

<sup>4</sup> Gemittelt über drei Jahre (2005, 2006, 2007).

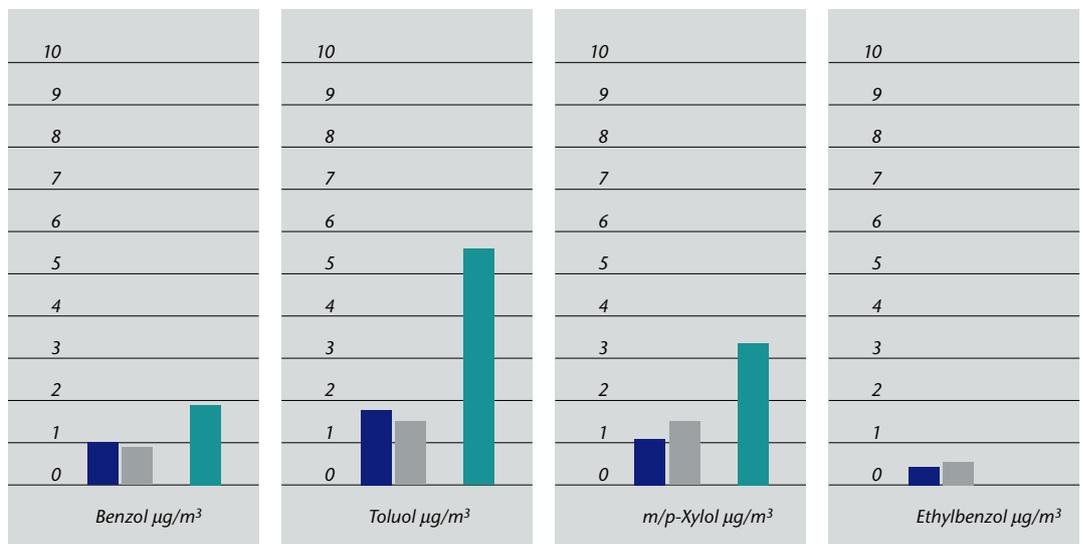
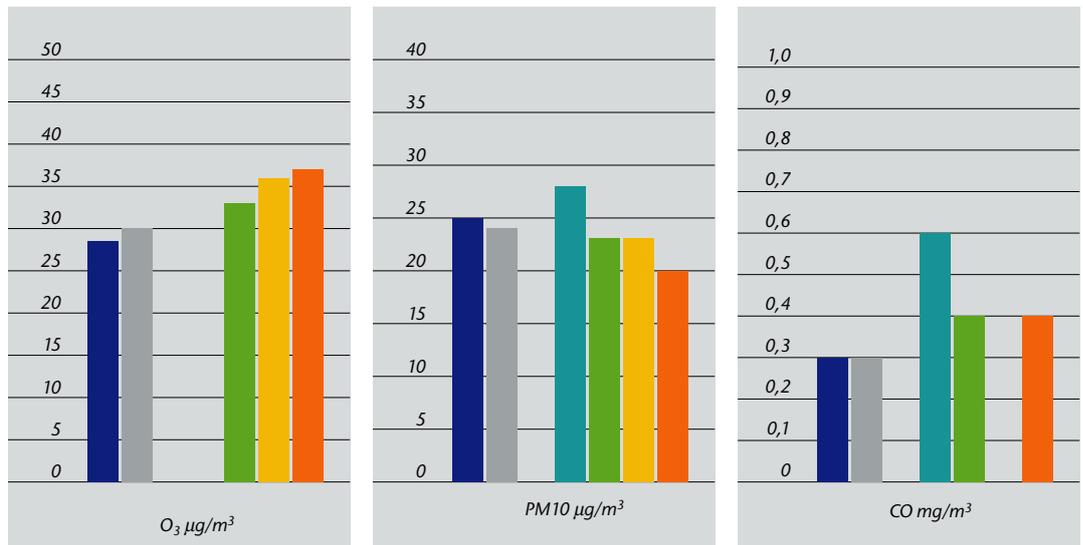
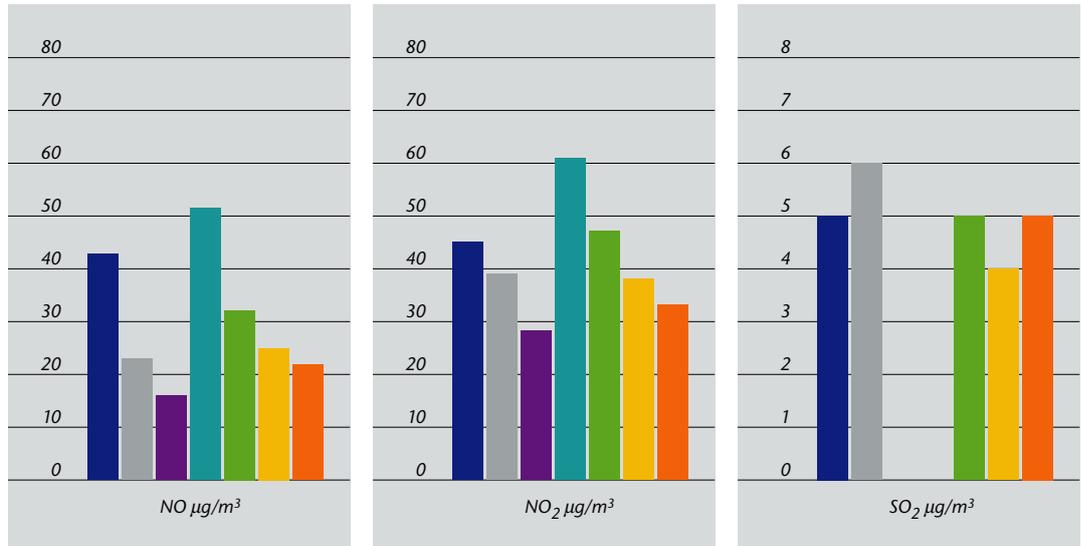
<sup>5</sup> Wegen Standortwechsels entfällt die Mittelung über drei Jahre.

Zur Beurteilung der Kurzzeitwerte für NO, Benzol, Toluol, m/p-Xylol und Ethylbenzol liegen keine entsprechenden Luftqualitätswerte vor.

Am Flughafen Frankfurt war das Jahr 2007 im Vergleich zum langfristigen Klimamittel (1961 – 1990; gemessen an der vom Deutschen Wetterdienst betriebenen Flugwetterwarte im Flughafen-Gelände) insgesamt zu warm, wozu insbesondere die deutlich zu warme erste Jahreshälfte beitrug. Die Sonnenscheindauer entsprach dem Durchschnitt. Eine Ausnahme bildete der April, der gegenüber dem Mittel die doppelte Anzahl an Sonnenstunden aufwies. Die jährliche Niederschlagsmenge entsprach in etwa dem Mittel, obwohl im April lediglich 0,1 l/m<sup>2</sup> und im Oktober 5 l/m<sup>2</sup> verzeichnet wurden. Der Juni glich dies mit 165 l/m<sup>2</sup> wieder aus.

Alle gemessenen Luftschadstoffwerte lagen – zum Teil sehr deutlich – unter den zum Vergleich herangezogenen Luftqualitätswerten, einschließlich der witterungsabhängigen, großräumig beeinflussten Ozonwerte (in den Sommermonaten gab es keine andauernde Hitzeperiode, die begünstigend für hohe Ozonwerte wirkt). Wie im Vorjahr fallen erneut die großen Differenzen bei den Stickoxidwerten der beiden Stationen SOMMI 1 und SOMMI 2 auf, die nur in etwa 2,5 Kilometer Abstand voneinander positioniert sind, sowie die niedrigen Werte der Station in Kelsterbach.

### Jahresmittelwerte der Flughafen-Stationen und benachbarter Messstationen des Hessischen Landesamts für Umwelt und Geologie



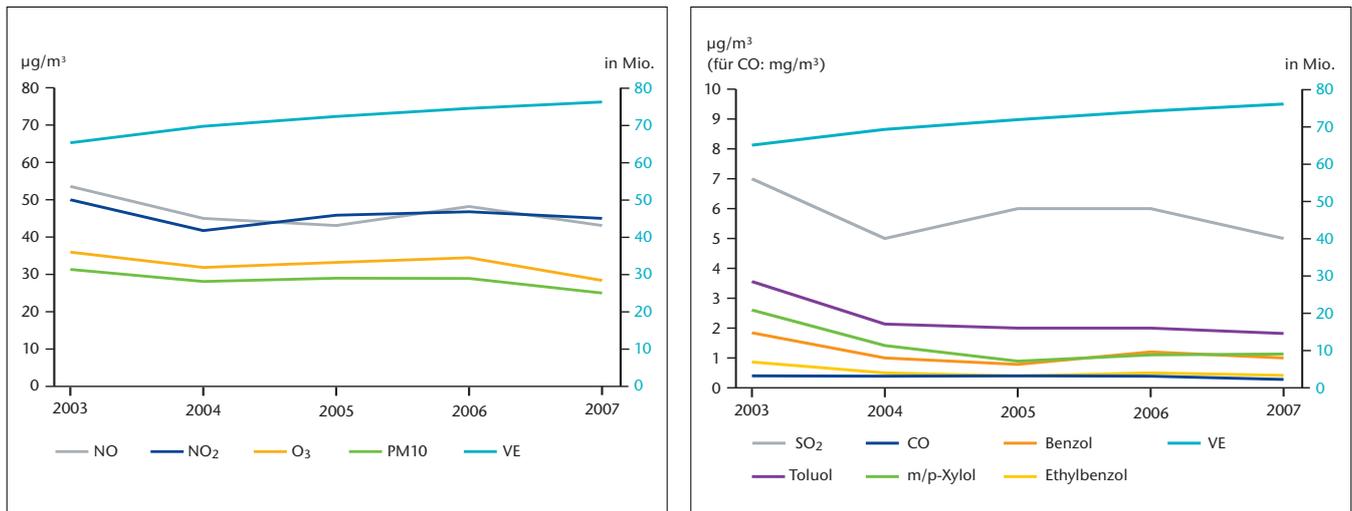
Keine Säule = Komponente nicht im Messprogramm der jeweiligen Station enthalten.

\* Quelle: Lufthygienischer Jahresbericht 2007 HLUG.

### Vergleich der Fraport-Stationen mit benachbarten HLUK-Stationen

Alle Luftschadstoffwerte am Flughafen lagen in etwa auf dem Niveau der sonstigen umliegenden HLUK-Stationen, wobei die höchsten Werte nach wie vor an der innerstädtischen HLUK-Station „Friedberger Landstraße“ zu verzeichnen waren. Die niedrigsten Stickoxidwerte aller hier betrachteten Stationen wurden in Kelsterbach gemessen.

### Jahresmittel SOMMI 1 und Verkehrseinheiten



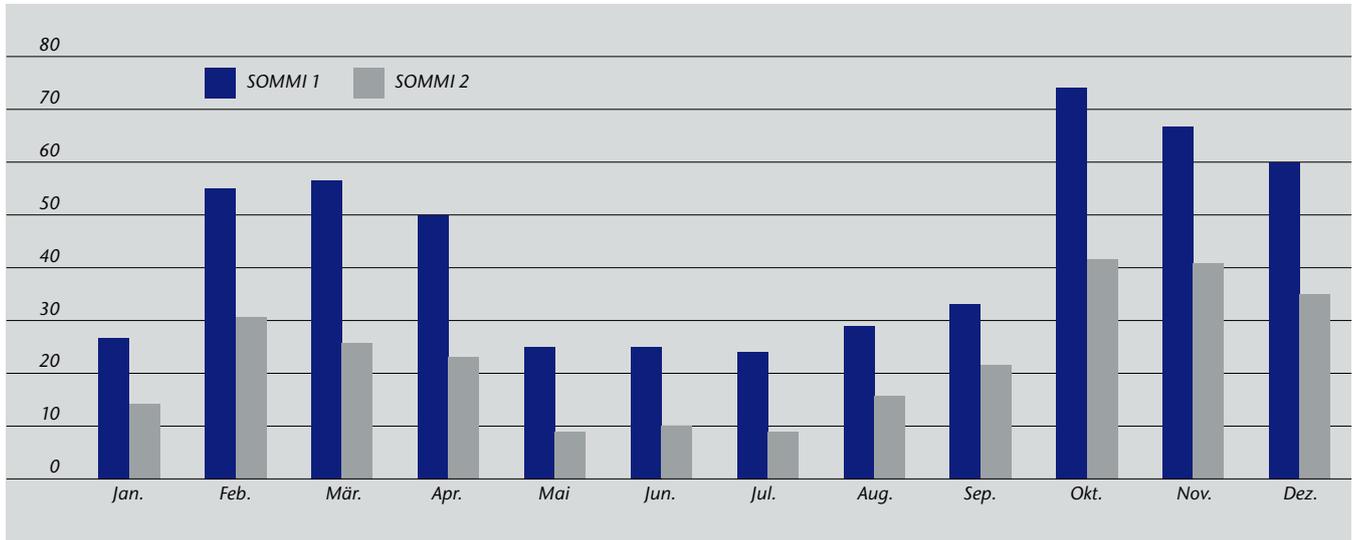
Zur Beschreibung der zeitlichen Immissionsentwicklung eignen sich ausschließlich die Messwerte von einem gleichbleibenden Standort, wie es bei der SOMMI 1 der Fall ist. Hier wurden im Jahr 2007 für einige Parameter wie z. B. PM<sub>10</sub> und Ozon die niedrigsten Werte seit Beginn der Messungen festgestellt. Darin spiegelt sich allerdings im wesentlichen der große Einfluss der Meteorologie wieder. Austauscharme Wetterlagen bzw. heiße, sonnenscheinreiche Sommermonate können die Entwicklung leicht umkehren. Insgesamt wird deutlich, dass der weiterhin zu verzeichnende Anstieg der Verkehrsleistung am Flughafen die Luftqualitätssituation nicht verschlechtert hat.

### Einfluss des Parallelbahnsystems auf die Immissionsergebnisse

Wie bereits in unserem Lufthygienischen Jahresbericht 2003 dargestellt, können aus unterschiedlichen NO-Konzentrationen Rückschlüsse auf die Beeinflussung durch nahe Quellen gezogen werden. Bei Verbrennungsprozessen, wie diese z. B. in heimischen Öfen, Kraftfahrzeug-Motoren oder Triebwerken stattfinden, wird der in der natürlichen Luft vorhandene Stickstoff mit Sauerstoff zu Stickstoffmonoxid (NO) oxidiert, welches allmählich weiter zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) reagiert. Unmittelbar am Austrittsort, das heißt beim Fahrzeug am Auspuff bzw. beim Flugzeug direkt am Triebwerk, findet man eine Verteilung der genannten Stickoxide von etwa 85 – 95 Prozent NO bzw. 5 – 15 Prozent NO<sub>2</sub>. Mit zunehmender Entfernung zur Quelle sinkt der NO-Anteil bedingt durch die Weiterreaktion zu NO<sub>2</sub>. Folglich gilt: Je näher eine Messung an einer Emissionsquelle stattfindet, umso eher finden sich höhere NO-Konzentrationen, wobei die Stärke der Quelle dabei natürlich auch eine Rolle spielt.

An den Messwerten fällt sofort auf, dass das Jahresmittel der NO-Konzentration an der SOMMI 2 im Start- und Landebahnensystem nur etwa halb so hoch ist wie das an der SOMMI 1. Dieses Verhältnis zeigt sich annähernd in allen Monaten:

### NO-Konzentrationen



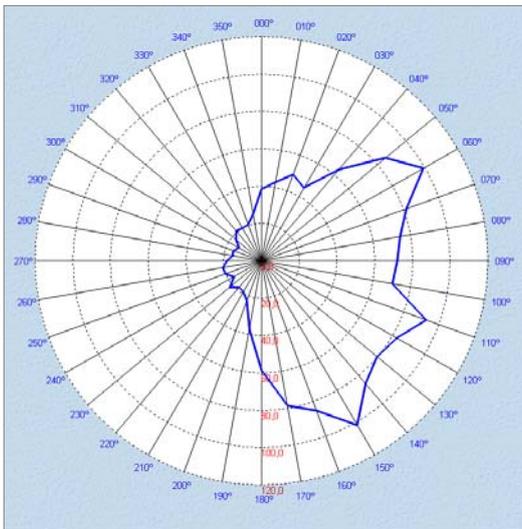
Im Folgenden wird untersucht, ob in der lokalen Quellstruktur eine Erklärung dafür zu finden ist.

In der Umgebung der Station SOMMI 1 befindet sich als starke Emissionsquelle die etwa 150 Meter östlich verlaufende Autobahn A 5. Der 100 Meter westlich der Station gelegene Taxiway „B East“ und die an der Station vorbeiführende Versorgungsstraße weisen nur sehr geringen Verkehr auf.

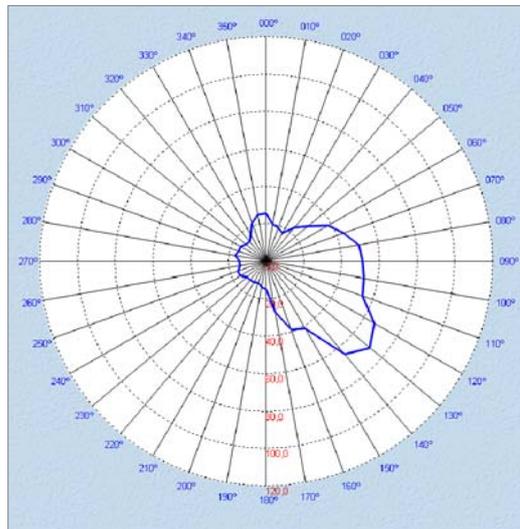
Nördlich der Station SOMMI 2 befindet sich in etwa 200 Meter Entfernung die Nordbahn, knapp 100 Meter südlich der Taxiway „C“ und nach weiteren 200 Metern die Südbahn. Kfz-Verkehr findet in unmittelbarer Nähe der SOMMI 2 – bis auf wenige vernachlässigbare Einzelfahrten – nicht statt. Erst in etwa 700 Meter nördlicher Entfernung liegt die nächste Betriebsstraße mit nennenswertem Verkehr. Die nördlich und östlich verlaufenden Autobahnen A 3 und A 5 sind ca. 1,5 Kilometer bzw. 2,5 Kilometer entfernt, wobei die A 3 durch die Gebäude im Nordteil des Flughafen-Geländes abgeschirmt ist. Somit stellen die Flugzeuge auf den genannten Bahnen die einzigen relevanten Emissionsquellen in der unmittelbaren Umgebung der SOMMI 2 dar.

Dominante Quellen sollten sich in der Windrichtungsabhängigkeit der Immission abbilden, die in Form von Konzentrationswindrosen dargestellt wird:

## NO-Konzentrationswindrosen



SOMMI 1



SOMMI 2

An beiden Stationen werden die höchsten NO-Konzentrationen gemessen, wenn der Wind aus östlichen Richtungen weht. Dies kann teilweise meteorologisch bedingt sein, da östliche Windrichtungen im allgemeinen mit austauscharmen Wetterlagen verknüpft sind, in deren Verlauf sich Schadstoffe anreichern können. Die deutlichen Maxima der Konzentrationswindrose an der SOMMI 1 weisen aber auf die nahe Autobahn A 5 als dominierende Emissionsquelle hin. Da das Konzentrationsniveau an der SOMMI 2 auch bei östlichen Windrichtungen erheblich niedriger ist, kann der meteorologische Effekt nicht ausschlaggebend sein. Sollte sich der Luftverkehr als dominante Emissionsquelle an der SOMMI 2 in ähnlicher Weise in den Messungen abzeichnen, dann müssten an deren Konzentrationsrose entsprechend deutliche Maxima in etwa 340° und 160° zu erkennen sein. In diesen Richtungen besteht die kleinste Entfernung der Station zu den Bahnen. Außerdem sollte in diesem Fall das Maximum in Richtung 340° größer ausfallen, weil die Nordbahn gegenüber der Südbahn nicht nur näher an der Station liegt sondern auch für Startvorgänge häufiger genutzt wird und die Triebwerke entsprechend der höchsten Laststufe die größten NO-Mengen emittieren. Die Konzentrationsrose deutet jedoch eher darauf hin, dass sich auch hier die NO-Emissionen der Autobahn abzeichnen, da das absolute Maximum in etwa in die Richtung der geringsten Entfernung zwischen Autobahn A 5 und SOMMI 2 weist.

Demzufolge wirken sich die Emissionen der Flugzeuge sogar direkt im Start- und Landebahnensystem deutlich geringer auf die NO-Messwerte aus als die Emissionen der Kraftfahrzeuge auf der A 5. Dieses bereits im Lufthygienischen Jahresbericht 2003 mit dem damaligen Standort der SOMMI 2 an der Startbahn 18 West aufgezeigte Phänomen hat sich damit abermals bestätigt. Die ganztätig dicht befahrene achtspurige Autobahn A 5 erweist sich somit erneut als dominierende NO-Emissionsquelle im Bereich des Flughafens.

Es ist davon auszugehen, dass diese Quellgruppe weiterhin dominant bleibt, obwohl für die nächsten Jahre ein erheblicher Rückgang der Stickoxidemissionen des Kfz-Verkehrs prognostiziert wird. Da für NO<sub>2</sub> als Folgeprodukt von NO ab 2010 ein Jahresgrenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> gilt, rücken die Stickoxide zunehmend in das öffentliche Bewusstsein (zum Anwendungsbereich von Grenzwerten siehe die Ausführungen im Lufthygienischen Jahresbericht 2004). Unsere kontinuierlichen Messungen werden in Zukunft zeigen, inwieweit sich diese Entwicklung auch auf die hier beschriebene Situation im Flughafen-Gelände auswirken wird. Sie leisten damit auch einen wertvollen Beitrag zur Ergänzung des Landesmessnetzes des HLUG.

### *Nachtrag zu der im Lufthygienischen Jahresbericht 2006 erläuterten Feinstaubepisode*

Im letzten Lufthygienischen Jahresbericht erläuterten wir ausführlich die im März 2007 gemessenen ungewöhnlich hohen PM10-Konzentrationen. Wie jetzt in mehreren Fachartikeln berichtet, wurden in Slowenien, Tschechien, Polen und Deutschland PM10-Werte von 200 – 1400 µg/m<sup>3</sup> gemessen. Nach Auswertungen von Satellitenbildern und Durchführung von Trajektorien-Analysen sowie chemischen Analysen des Staubs konnte die Quelle dieses ungewöhnlichen Ereignisses lokalisiert werden: Es handelte sich um aufgewirbelten Staub aus der südlichen Ukraine!

Nach langer Trockenheit wurden dort am 23. März 2007 durch einen Sturm gewaltige Staubmengen (man schätzt eine Menge von mehreren hunderttausend Tonnen) von den ausgetrockneten Acker- und Steppenböden aufgewirbelt und mit östlichen Winden 1.500 Kilometer weit bis nach Deutschland getragen und schließlich auch an unseren Flughafen-Stationen registriert. Auch an diesem Beispiel zeigt sich, welchen starken Einfluss das Wetter auf die Luftschadstoffproblematik nehmen kann.

#### **Literatur:**

Atmos. Chem. Phys. 8, 997 – 1016, 2008  
(<http://www.atmospheric-chemistry-and-physics.net>).  
Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 68 (2008) Nr. 5.

#### **Glossar:**

<b>BlmschV</b>	Bundesimmissionsschutzverordnung.
<b>HLUG</b>	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie.
<b>SOMMI</b>	Self Operated Measuring and Monitoring Installation.
<b>Trajektorie</b>	Als Trajektorie (= Luftbahn) bezeichnet man die Bahn, die ein einzeln betrachtetes Luftpaket in einem gewissen Zeitraum durchläuft. Sie wird durch räumliches Verfolgen der Windrichtung und -geschwindigkeit in bestimmten Zeitschritten ermittelt. Durch die Berechnung von Trajektorien läßt sich unter anderem die Herkunft und die weitere Verfrachtung von Luftverunreinigungen bestimmen.
<b>VE</b>	Eine Verkehrseinheit (VE) entspricht einem Passagier mit Gepäck oder 100 Kilogramm Luftfracht bzw. Luftpost.

**Herausgeber:** Fraport AG Frankfurt Airport Services Worldwide, Flug- und Terminalbetrieb, Ausbau, Sicherheit (FBA), 60547 Frankfurt am Main. **Redaktion:** Markus Sommerfeld, Barbara Schreiber (FBA-RU). **Layout und Herstellung:** Unternehmenskommunikation (UKM-IK). **Druck:** Airport Print Center. 10/08/1/APC

Für weitere Exemplare: Fraport AG, FBA-RU, 60547 Frankfurt, Telefax: 069 690-59191.

Weitere Infos zur Luftqualität am Flughafen Frankfurt und im weiteren Umfeld können im Internet unter [www.fraport.de](http://www.fraport.de) und [www.hlug.de](http://www.hlug.de) abgerufen werden.