

## Ausbau Flughafen Frankfurt Main

# A

### A 3 - Konfigurationsanalyse Anlage 7 Einfluss der Standortalternativen auf die Luftschadstoffimmissionen

Dreieich, 01. September 2004

---



## Ausbau Flughafen Frankfurt Main

# A

### A 3 - Konfigurationsanalyse Anlage 7 Einfluss der Standortalternativen auf die Luftschadstoffimmissionen

---

Dr. Gisela Augter  
Ostendstraße 3  
63303 Dreieich



	<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
0.1	Abbildungsverzeichnis	6
0.2	Tabellenverzeichnis	6
0.3	Abkürzungsverzeichnis	6
0.4	Glossar	7
0.5	Literatur- und Quellenverzeichnis	8
<b>1</b>	<b>Problemstellung</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Alternativenabhängigkeit im ROV</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Vergleich ROV/PFV</b>	<b>13</b>
3.1	Modellierung	13
3.2	Datengrundlage	13
3.3	Ergebnisse	14
3.3.1	Emission	14
3.3.2	Immission	15
<b>4</b>	<b>Möglichkeiten und Grenzen eines quantitativen Alternativenvergleichs auf PFV-Niveau</b>	<b>17</b>
4.1	Rückschlüsse aus der Emissionsverteilung	17
4.2	Flughafen-Emissionen	17
4.3	Flugzeugemissionen	18
<b>5</b>	<b>Beurteilung der Alternativenabhängigkeit mit Konfigurations-Daten</b>	<b>19</b>
5.1	Rollemissionen	19
5.2	Bahnemissionen	20
<b>6</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>23</b>



---

## 0.4 Glossar

---

### **Ausbreitungsmodell**

Ein Ausbreitungsmodell ist die mathematisch-physikalische Beschreibung von Transportvorgängen in der Atmosphäre

**Emission** ist der Vorgang des Freisetzens von Luftschadstoffen in die Atmosphäre

### **Gauß-Modell**

Ein Ausbreitungsmodell, das zur Berechnung der Ausbreitung von der Annahme ausgeht, dass sich die Gase senkrecht zur Windrichtung in der Horizontalen und der Vertikalen gemäß einer Gauß-Verteilung ausbreiten.

### **Grenzschicht, atmosphärische**

Die unterste Schicht der Atmosphäre (100m bis 1500m), in der die Reibung, die durch die Beschaffenheit der Erdoberfläche hervorgerufen wird, eine turbulente Strömung erzeugt.

### **Grenzschichtprofil, vertikales**

Die vertikale Verteilung von Turbulenzparametern (z.B. Windrichtung und Windgeschwindigkeit) innerhalb der atmosphärischen Grenzschicht

### **Immissionen**

Luftverunreinigungen, die an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Zeit auftreten

### **Lagrange-Modell**

Ein Ausbreitungsmodell, das Immissionskonzentrationen berechnet, indem es Bahnen einer Vielzahl von Partikeln in einem zuvor berechneten dreidimensionalen Windfeld ermittelt und diese Partikel dann in einem Raum- und Zeit-Raster auszählt.

### **LASAT-Standardprofil**

Vertikales Standardprofil der Parameter, mit denen der vertikale Transport von Partikeln mit dem Lagrange-Modell LASAT berechnet wird. Dieses Profil entspricht nicht dem entsprechenden Profil, das die TA Luft 2002 vorschreibt.

### **Prognosenußfall**

Zustand des Frankfurter Flughafens im Jahre 2015 ohne den Bau einer zusätzlichen Landebahn.

---

**0.5 Literatur- und Quellenverzeichnis**

---

**HB-Verkehrsconsult 2004:**

HB-Verkehrsconsult GmbH: G 13.2 Luftschadstoffgutachten – Kfz-Verkehr und stationäre Quellen auf dem Flughafengelände; Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren; 2004

**Heusch/Boesefeld und argumet 2001:**

Heusch/Boesefeld (P. Hellebrandt, J. Vogt) und argumet (W. Bahmann, M. Schmonsees): Luftschadstoffgutachten Flughafen Frankfurt/Main: Kfz-Verkehr und stationäre Quellen auf dem Flughafengelände; Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Raumordnungsverfahren, Aachen, Juli 2001

**Ingenieurbüro Janicke 2001:**

Ingenieurbüro Janicke (U. Janicke): G7.3: Luftschadstoffe – Flugverkehr; Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Raumordnungsverfahren, Meersburg, September 2001

**Ingenieurbüro Janicke 2004:**

Ingenieurbüro Janicke: G 13.1 Luftschadstoffgutachten – Flugverkehr; Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren; 2004

**IVU 2001:**

IVU Umwelt GmbH: Ermittlung der nicht-flughafenspezifischen Emissionen und Immissionen durch den Ausbau des Flughafens Frankfurt/Main; Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Raumordnungsverfahren, Sexau 2001

**IVU 2001:**

IVU Umwelt GmbH: Zusammenfassung der Luftschadstoffkennwerte aus drei zeitaufgelösten Luftschadstoffberechnungen Endbericht; Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Raumordnungsverfahren, Sexau, Oktober 2001

**IVU 2004:**

IVU Umwelt GmbH: G 13.3: Luftschadstoffgutachten – Kfz-Verkehr und stationäre Quellen im Umland; Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren; 2004

**IVU 2004:**

IVU Umwelt GmbH: G 13.4: Luftschadstoffe – Gesamtmissionen Flughafen Frankfurt Main, Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren; 2004

# 1 Problemstellung

Der Alternativenvergleich aus dem Raumordnungsverfahren (ROV) soll im Hinblick auf nachträglich identifizierte Sicherheitsaspekte (Ticona) erneut überprüft werden. Dabei sollen die vertieften Erkenntnisse aus dem Planfeststellungsverfahren (PFV) einfließen.

Beim aktuellen Vergleich der Alternativen im Rahmen der 2. Stufe der Konfigurationsanalyse bezüglich der Luftschadstoffe muss berücksichtigt werden, dass hier inzwischen die Methoden weiterentwickelt wurden. Die Untersuchung kann auf  $\text{NO}_2$  beschränkt werden, da für diese Komponente die Wahrscheinlichkeit von Grenzwertüberschreitungen am höchsten ist. Zudem ist die Zusatzbelastung durch andere Schadstoffkomponenten schon in geringer Quellentfernung zu gering, um sich im Alternativenvergleich niederzuschlagen. Grundsätzlich besteht bei der  $\text{NO}_2$ -Immission das Problem, dass eine Ermittlung aus Teilbeiträgen nur eine grobe Schätzung darstellt – je nach Quellentfernung unter- oder überschätzend. Realistischer wird die  $\text{NO}_2$ -Konzentration aus der Gesamtstickoxidkonzentration ermittelt (wie in den ROV- und PFV-Fachgutachten)<sup>1</sup>. Absolute, auf den Grenzwert beziehbare  $\text{NO}_2$ -Angaben für alle Alternativen, wären nur über die Bestimmung der Gesamtbelastung durch Flugzeuge, Abfertigung, KfZ-Verkehr, Umlandquellen und Hintergrundbelastung nach der PFV-Methode möglich (d.h. wie in G13.1, G13.2, G13.3, G13.4). Dies ist wegen des erheblichen Aufwands nicht realisierbar. Die Unterschiede bei den Alternativen hinsichtlich der Außenwirkung auf die Luftqualität werden deshalb im folgenden durch Vergleiche und Analogieschlüsse analysiert. Wo aktuelle Angaben der  $\text{NO}_2$ -Immission nicht verfügbar sind, werden vergleichbare Aussagen aus Emissionswerten oder aus Immissionswerten der Gesamtstickoxide ( $\text{NO}_x$ ) abgeleitet.

---

<sup>1</sup> Bei der Verbrennung entsteht NO. Dies wird nach der Emission schnell zu  $\text{NO}_2$  oxidiert. Die Umwandlungsrate ist allerdings keine Konstante. Man kann die Umwandlung von NO zu  $\text{NO}_2$  zwar auch modellieren, der Rechenaufwand ist bei einem Gebiet wie dem hier betrachteten aber zu hoch. Deshalb unterscheidet man bei der Ausbreitungsrechnung nicht zwischen NO und  $\text{NO}_2$ , sondern berechnet Immissionskonzentrationen für  $\text{NO}_x$ , berechnet ein  $\text{NO}_x$ -Jahresmittel, aus diesem mit der Romberg-Formel das Jahresmittel für  $\text{NO}_2$  und leitet aus diesem Wert die Grenzwertüberschreitung ab.



## 2 Alternativenabhängigkeit im ROV

Die im ROV ermittelten Immissionsbelastungen sind weitgehend alternativenunabhängig. Aus Bewertungssicht erhebliche Umweltauswirkungen durch  $\text{NO}_2$  mit den prognostizierten Grenzwertüberschreitungen konzentrieren sich auf das nähere Umfeld des Flughafens und reichen nicht in die benachbarten Siedlungsgebiete hinein. Dort ergeben sich die höchsten Werte am Südrand von Kelsterbach mit  $39,1\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Alternative Nordwest),  $39,1\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Alternative Nordost), und  $38,5\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Alternative Süd) gegenüber  $37,2\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Prognosenullfall. Dass zwischen den beiden nördlichen Alternativen kein deutlich erkennbarer Unterschied besteht, ist teilweise dadurch zu erklären, dass die Nordostbahn zu Kelsterbach zwar weiter entfernt, dafür aber eher im Luv bei den ungünstigen Windrichtungen (Ost bzw. Nordost) liegt, die zu erhöhten Immissionen beitragen. Außerdem sind die Gesamtimmisionen in Kelsterbach stark durch die nahe gelegene Autobahn geprägt (Anteil Umlandquellen am Ortsrand: 57,0% NW, 57,1% NE, 59,7% S). Der Immissionsbeitrag aus anderen Aktivitäten auf dem Flughafen wurde alternativenunabhängig modelliert. Allein durch den unterschiedlichen relativen Anteil des Flugbetriebs verschieben sich auch deren Anteile; für außerhalb des Flughafens gelegene Orte sind sie zwischen den Alternativen aber kaum unterscheidbar (Ortsrand Kelsterbach: 8,6% NW, 8,6% NE, 9,0% S).

Ein alternativenabhängiger Einfluss des Flugbetriebs auf Siedlungsgebiet ist am Nordrand von Walldorf zu erkennen: Dort ist die  $\text{NO}_2$ -Konzentration in der Alternative (S) um  $2\mu\text{g}/\text{m}^3$  höher als für die beiden Alternativen Nordwest (NW) und Nordost (NE) ( $33,1\mu\text{g}/\text{m}^3$  NW,  $33,1\mu\text{g}/\text{m}^3$  NE,  $35,3\mu\text{g}/\text{m}^3$  S). Entsprechend hoch ist der Anteil der Flugbewegungen an diesem Ergebnis (14,1% NW, 14,0% NE, 28,9% S). Auch hier ist kein markanter Unterschied zwischen den Alternativen bezüglich der übrigen Flughafenquellen zu erkennen (3,7% NW, 3,7% NE, 3,1% S).



## 3 Vergleich ROV/PFV

Im folgenden sind die wesentlichen methodischen Weiterentwicklungen sowie eine Einschätzung von deren Wirkung auf die Ergebnisse - besonders im Hinblick auf Alternativenabhängigkeit und Stickoxide - zusammengestellt.

### 3.1 Modellierung

- Feinere Auflösung im Nahbereich 250m (im ROV: 500m)
- Übergang vom Gauß-Modell IMMISnet zum Lagrange-Modell LASAT auch für Umlandquellen (im ROV: nur für Flugzeug- und sonstige Emissionen auf dem Flughafen)
- Modell der vertikalen Grenzschichtprofile entsprechend der neuen TA Luft (im ROV: LASAT-Standardprofil)
- Geländeeinfluss für Umlandquellen (im ROV: nur ebenes Gelände)
- differenzierter Ansatz der APU-Laufzeiten (im ROV: pauschaler Ansatz nach Abschätzung des Flughafen Zürich)
- Vorgegebene Rollführung auf Basis des Modell-Flugplans (im ROV: Abbildung der Rollbewegungen innerhalb des Modells)
- Zusatzschub für Steigungsstrecken und Rollbrücken
- Erweitertes, vorgegebenes Verkehrsmodell innerhalb und außerhalb des Flughafens (im ROV: z.T. modellbezogene Annahmen)
- Weitere Differenzierung der Betankungsvorgänge auf dem Flughafen (im PFV v.a. quantifizierte GPU-Anteile, im ROV: durch Umlegung diffus berücksichtigt,)
- Getrennte Auswertung der flughafeninduzierten KfZ-Verkehrsimmissionen (im ROV: alle Umlandquellen gemeinsam)
- Detaillierte Bestimmung und Prognose der Hintergrundbelastung (im ROV: direkte Übertragung eines jeweils konstanten Zuschlags für Prognoseszenarien)

### 3.2 Datengrundlage

- Neuauswertung von Flottenmix und Triebwerkszuordnung auf Basis der Flugbewegungen 2000 und der Modelltag-Flugpläne für die Prognose
- Aktualisierte Emissionsfaktoren aus der ICAO-Datenbank
- Neue DES-Daten
- neue Flugplandaten
- sonstige Änderungen an Mengengerüsten (Probeläufe, Prüfläufe am Triebwerksprüfstand)

### 3.3 Ergebnisse

#### 3.3.1 Emission

Die folgende Übersicht zeigt, dass die in beiden Verfahren ermittelten Emissionssummen trotz teilweise unterschiedlicher methodischer Ansätze gut vergleichbar sind. Die auffälligsten Unterschiede lassen sich inhaltlich erklären.

Tab. 3-1: Vergleich der NO<sub>x</sub>-Emissionen (Tonnen pro Jahr) in den zum ROV und zum PFV erstellten Schadstoffgutachten

(Auswertung z.T. von ARGE BB)

schwarz: Gutachten ROV (ausgewiesen bis zur maximalen Emissionshöhe von 600m)

rot: Gutachten PFV (ausgewiesen nur für die unteren 300m)

Quelle	Ist-Situation 2000	Prognosenullfall 2015	Alternative Nordwest	Alternative Nordost	Alternative Süd
Flugverkehr	2.750 2.153	3.942 3.296	4.794 4.493	4.797	4.865
Hilfsaggregate	197 218	240 256	304 325	304	304
Probelaufe + Triebwerksprüfstand	36	41	51		
Probelaufe + Triebwerksprüfstand + Zusatzschub	46	83	156		
stationäre Quellen, Flughafen	10 63	4 16	5 39		
Kfz, Flughafen	402 329	132 128	167 175		
stationäre Quellen und Kfz, Flughafen	412 392	136 144	172 214		
Kfz, Umfeld	33.198 33.783	10.799 12.107	10.904 12.243		
Gesamt, Umfeld	64.682 58.092	37.173 36.416	37.278 36.552		

Für den Flugverkehr sind in beide Immissionsberechnungen jeweils Emissionen bis maximal 600m Höhe eingegangen. Beim Vergleich der Emissionsangaben muss berücksichtigt werden, dass im ROV-Gutachten diese Gesamtmenge ausgewiesen ist, während im PFV-Gutachten zur besseren Vergleichbarkeit mit den üblichen Emissionskatastern nur der Anteil aus den unteren 300m abzulesen ist. Auch wenn der überwiegende Emissionsanteil in Bodennähe freigesetzt wird und deshalb jeweils in beiden angegebenen Summen enthalten ist, muss insgesamt von einer etwas größeren Emissions-Gesamtsumme nach dem PFV-Ergebnis ausgegangen werden. Die Ursache dafür liegt in der Aktualisierung der Emissionsfaktoren mit einer Tendenz zu höheren NO<sub>x</sub>-Werten sowie in der realitätsnäheren Simulation der Bodenbewegungen (Rollführung, Wartezeiten etc).

Die starke Zunahme der Emission aus der Gruppe „Probe-, Standläufe, Zusatzschub“ sowohl gegenüber den Nichtausbaufällen als auch gegenüber dem Planungsfall im ROV ist durch den Zusatzschub, der sich für die NW-Alternative ergibt,

zu erklären. Bei den Kfz und stationären Quellen auf dem Flughafen machen sich der detailliertere Verkehrsansatz bemerkbar sowie die differenzierte Auswertung zum GPU-Einsatz. Während die GPUs im ROV-Gutachten über nicht näher zugeordneten Kraftstoffverbrauch diffus im Kfz-Verkehr enthalten waren, wurde deren Emission im PFV-Gutachten explizit ermittelt und den stationären Quellen zugeordnet. In der Summe gleicht sich dies in der Ist-Situation und im Prognosenullfall in etwa aus. Im Planungsfall zeichnet sich zusätzlich der erhöhte Gasverbrauch im Süden, der durch das Heizwerk Süd entsteht, deutlich ab.

### **3.3.2 Immission**

Im Gutachten G13.1 (Luftschadstoffe - Flugverkehr) sind deutlich erhöhte Immissionswerte gegenüber dem ROV zu erkennen. Die gleiche Tendenz findet sich im Gutachten G13.2 (Luftschadstoffe – Kfz-Verkehr und stationäre Quellen auf dem Flughafengelände), sie ist hier jedoch etwas schwächer. Die Ergebnisse für Gutachten G13.3 (Luftschadstoffe Kfz-Verkehr und stationäre Quellen im Umland) lassen sich wegen weitgehend unterschiedlicher Klasseneinteilung und Fehlen des ROV-Nahbereichsgitters nicht direkt vergleichen. Im ROV-Gutachten ist die höchste Klasse für  $\text{NO}_x$  in der Ist-Situation 2000 86 bis  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Darauf entfallen vier 1km-Raster. Im PFV-Gutachten gibt es über der Klasse 85 bis  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  noch die Klasse 100 bis  $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , die für insgesamt siebzehn 1km-Raster ausgewiesen wird. Also sind auch in diesem Gutachten die PFV-Werte insgesamt höher. Bei jeweils vergleichbarer Emissionssumme und unter der Annahme, dass eine evtl. geringfügig veränderte räumliche Emissionsverteilung kaum einen Einfluss haben dürfte, können die höheren PFV-Immissionswerte vorwiegend durch Unterschiede in der Ausbreitungsrechnung erklärt werden. Bei G13.3 kommt dafür auch der Übergang vom Gauß- zum Lagrange-Modell in Betracht. Darüber hinaus wirken sich aber auf alle drei Modellierungen offensichtlich die veränderten Grenzschichtvorgaben der neuen TA Luft aus, die eine Minderung der Transportgeschwindigkeit in der bodennahen Schicht und eine stärkere Abnahme der Turbulenz mit der Höhe bedeuten.

Für die Gesamtimmission finden sich in den PFV-Ergebnissen die gleichen Strukturen wie im ROV, wobei mit der zum Planfeststellungsverfahren angewandten Modellierungsmethode besonders entlang der Autobahnen höhere Werte ermittelt wurden, die durch die bessere Auflösung stärker hervortreten.



## 4 Möglichkeiten und Grenzen eines quantitativen Alternativenvergleichs auf PFV-Niveau

Konkrete, quantitative Aussagen über eine mögliche alternativenabhängige Betroffenheit durch Grenzwertüberschreitung werden durch die folgenden Bedingungen erschwert:

- das bereits im Grenzwertbereich liegende, erhöhte Immissionsniveau
- die demgegenüber zu erwartenden geringen Unterschiede zwischen den Alternativen
- die nichtlineare Beziehung zwischen  $\text{NO}_x$ -Konzentration und  $\text{NO}_2$ -Konzentration

Geringe Änderungen in der  $\text{NO}_2$ -Zusatzbelastung sind somit schon entscheidend dafür, ob der Grenzwert überschritten wird oder nicht. Dabei ist grundsätzlich zu bedenken, dass etwa gefundene alternativenabhängige  $\text{NO}_x$ -Beiträge sich nicht direkt proportional auf die  $\text{NO}_2$ -Konzentration auswirken: Bei allgemein hohem Stickoxidniveau bewirkt ein geringer Anstieg der  $\text{NO}_x$ -Konzentration einen noch geringeren Anstieg der  $\text{NO}_2$ -Konzentration.

### 4.1 Rückschlüsse aus der Emissionsverteilung

Ein quantitativer Immissionsvergleich wäre nur zu erzielen, wenn alle Alternativen mit dem gleichen Detaillierungsgrad bis hin zur Ermittlung der Gesamtbelastung durch alle Quellgruppen modelliert würden. Dies ist mit extremem Aufwand verbunden, der in keinem Verhältnis zu den geringen Unterschieden und der begrenzten Genauigkeit des komplexen Modellsystems steht. Um die verschiedenen Ausbaualternativen in ihrer Außenwirkung zu beurteilen, ist ein Vergleich der alternativenabhängigen Teilbelastungen ausreichend. Aus den oben beschriebenen Gründen kann sich dieser Vergleich nicht direkt auf  $\text{NO}_2$ -Teilimmissionen beziehen. Angesichts der bereits vorhandenen Erkenntnisse können aber auch aus der Emissionsverteilung der Gesamtstickoxide Rückschlüsse auf die Immissionsstruktur bei den verschiedenen Alternativen gezogen werden. Der flughafeninduzierte Verkehr im Umland wird dabei außer Acht gelassen, da er von der Alternativenauswahl unabhängig ist.

### 4.2 Flughafen-Emissionen

Die Emissionen durch stationäre Quellen und Kfz-Verkehr auf dem Flughafen tragen nur in geringem Maß zur Immissionsbelastung im Umland bei (unter 10%, s.o.). Die Positionsbelegungen - und damit die Abfertigungsereignisse - sind darüber hinaus weitgehend unabhängig von der Alternative und müssen deshalb hier nicht betrachtet werden.

### **4.3 Flugzeugemissionen**

Der größte Anteil an der nach außen wirksamen Emission des Flughafens stammt von den Flugzeugbewegungen. Ein wesentlicher Teil davon wird je nach Alternative an unterschiedlichen Orten außerhalb des heutigen Flughafengeländes freigesetzt. Von dieser Quellgruppe ist daher der größte alternativenabhängige Einfluss zu erwarten.

## 5 Beurteilung der Alternativenabhängigkeit mit Konfigurations-Daten

Für alle drei Alternativen wurden vergleichbare flugbetriebliche Daten erstellt. Daraus ergeben sich vergleichbare Ansätze für Bahnbelegungen und Rollkonfiguration. Mit einer gegenüber der Planfeststellungsmodellierung vereinfachten Methode können damit die alternativenbezogenen Emissionsbeiträge von Rollvorgängen und Flugbewegungen abgeschätzt werden.

### 5.1 Rollemissionen

Die Rollemissionen sind zu einem großen Teil durch die Geometrie der Parkpositionen und Rollbahnen sowie deren Belegungshäufigkeiten abhängig von den Flugzeugklassen bedingt. Über die mittlere Rolldistanz von den verschiedenen Parkpositionen aus (s. Kap. 4 des Hauptteils), die jeder Rollbahn zugeordnet ist, kann durch Verknüpfung mit einer charakteristischen Geschwindigkeit die mittlere Emissionsdauer und damit die Emissionsmenge abgeschätzt werden. Da dieses Verfahren lediglich die Einflüsse der Geometrie und der Belegung widerspiegelt, wird als charakteristische Geschwindigkeit nicht eine reale, physikalische Rollgeschwindigkeit eingesetzt; sie wird vielmehr mit 20 km/h so gewählt, dass sich die im PFV-Gutachten detaillierter modellierten Rollemissionen der Alternative NW in etwa rekonstruieren lassen.

Die im PFV-Gutachten G13.1 zu Grunde gelegten Emissionsparameter sind in der folgenden Tab. 5-1 wiedergegeben.

Tab. 5-1: Emissionsparameter der Flugzeuggruppen aus Gutachten G13.1

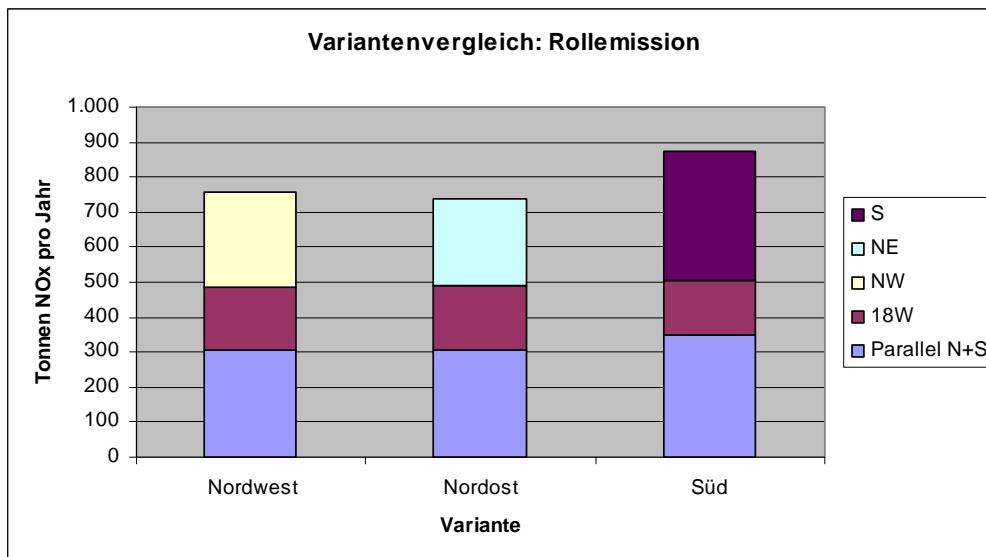
Flugzeuggruppe G13.1	NO <sub>x</sub> (g/s)			Idle
	TakeOff	ClimbOut	Approach	
Turbo	5,4	4,6	1,6	0,7
Reg	18,1	12,6	3,6	0,6
Klein	73,3	47,4	6,6	1,1
Mittel	226,6	144,3	21,5	1,9
Gross	273,4	178,9	31,4	4,3
a340	250,2	155,6	18,7	2,9

Mit den Rolldistanzen und den Flugbetriebsdaten ergibt sich folgendes Bild der durch Rollvorgänge emittierten NO<sub>x</sub>-Mengen:

Die Emissionsbeiträge des Rollens zu und von den bereits vorhandenen Bahnen bleiben weitgehend gleich für alle Alternativen. Die Alternativen Nordwest und Nordost liefern fast identische Beiträge. Die Alternative Süd führt auch in der

Summe zu etwas höheren Rollemmissionen. Der Unterschied ist aber im Verhältnis zur Menge der bei Start und Landung freigesetzten Emissionen nicht sehr groß (s.u.). Die Rollemmissionen sind auch deshalb weniger bedeutend für eine alternativenabhängige Außenwirkung, da sie schwerpunktmäßig im inneren Bereich des Flughafens anfallen.

Abb. 5-1: Abschätzung der Rollemission



## 5.2 Bahnemissionen

Eine den Rollemmissionen entsprechende Auswertung wurde für die Flugbewegungen selbst durchgeführt. Als Emissionszeiten wurden die Anteile bis 300m Höhe aus dem ICAO-Standard-LTO-Zyklus angesetzt (ohne Idle) sowie 100sec. Ausrollen mit Gegenschub (Approach).

Tab. 5-2: ICAO-LTO-Zyklus und angepasster 300m-Zyklus

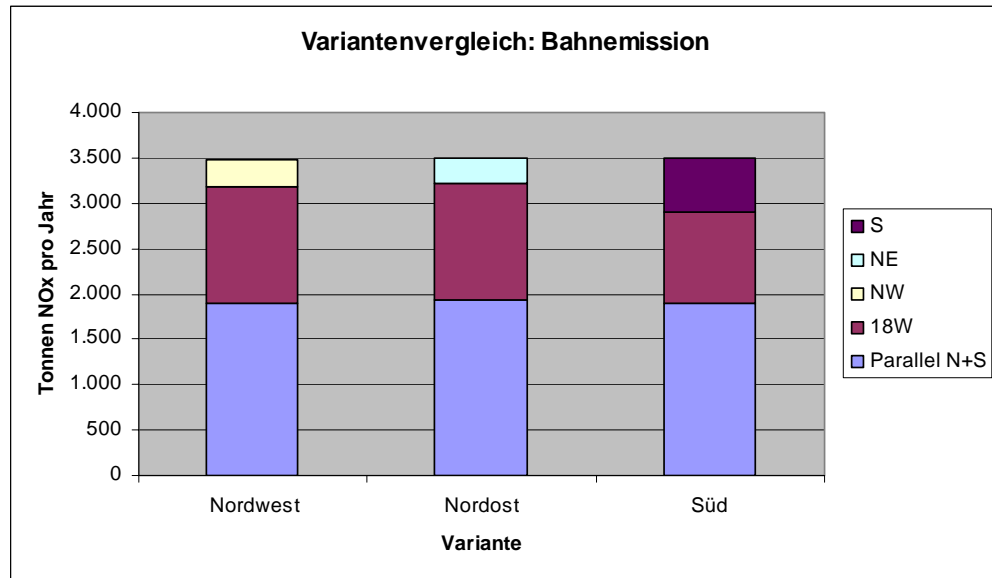
ICAO-Intervall (Minuten)	Take-Off	Climb-Out	Approach	Idle
original 915m (3000ft)	0,70	2,20	4,00	26,00
angepasst 300m	0,70	0,72	1,31	26,00

Auch dieses Verfahren stellt eine Vereinfachung gegenüber der PFV-Modellierung dar. Unter anderem werden in der Modellrechnung konkrete Steigprofile und Anfluglinien zu Grunde gelegt. Daher können sich die Ergebnisse in den Beträgen unterscheiden. Zur Darstellung des Alternativenunterschieds und des Emissionsniveaus reicht die Abschätzung aber aus. Das Ergebnis ist in Abb. 5-2 dargestellt.

Die unmittelbar mit Start oder Landung verknüpften Emissionen entsprechen einem Mehrfachen der Rollemmissionen. Für alle Alternativen wird der überwiegende Teil dieser Emissionen bei Flugbewegungen auf dem bestehenden Start-Landebahn-System freigesetzt. Die Beiträge der Alternativen Nordwest und Nordost sind etwa

gleich groß. Für die Alternative Süd sind stärkere Emissions-Verlagerungen von der Bahn 18W auf die Südbahn zu erwarten.

Abb. 5-2: Abschätzung der Bahnemission





## 6 Ergebnis

Durch Weiterentwicklung der Modellierungsmethode und Aktualisierung der Datengrundlage kommen die PFV-Gutachten zu höheren Immissionsergebnissen als die ROV-Gutachten. Die Struktur des Immissionsfelds entspricht aber auch nach der neueren Modellierung der in den ROV-Gutachten dokumentierten. Der geringe Einfluss der Alternativenwahl, der sich aus den ROV-Gutachten ergab, wird durch spezielle Auswertungen im Rahmen der Konfigurationsanalyse bestätigt und erklärt. Demnach wird auch in Zukunft unabhängig von der Alternative ein Großteil der Emissionen - einschließlich der Steigerungen nach dem Ausbau - auf dem bestehenden Bahnsystem freigesetzt. Die größten Emissionsverlagerungen ergeben sich für die Alternative Süd. Immissionsseitig ist mit der Alternative Süd allerdings keine signifikante Entlastung im Norden zu erwarten. Im Süden des Flughafens entsteht dadurch zwar eine etwas höhere lokale Zusatzbelastung als durch die beiden Nordalternativen; dort ist aber auch die Vorbelastung etwas niedriger als im Norden.

Die Unterschiede in den lufthygienischen Auswirkungen der Alternativen sind insgesamt so gering, dass sie bei einer Alternativenbewertung nicht herangezogen werden sollten.