



Immissionsmessungen in Schwamendingen

Luchswiesenstrasse, 8051 Zürich
27.10.2003 bis 17.12.2003

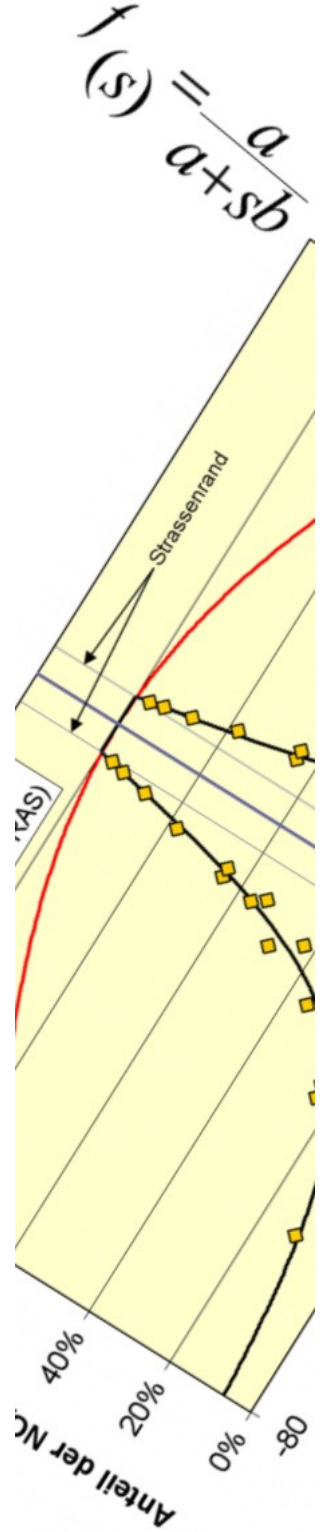
MESSBERICHT

Bericht Nr. 20041025

Verfasser/in:

Markus Scheller, wissenschaftlicher Mitarbeiter
Fachbereich Labor

Zürich, Oktober 2004



Impressum

Herausgeberin

Stadt Zürich

Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich UGZ

Abteilung Umwelt
Fachbereich Labor
Walchestrasse 31
8021 Zürich

Sachbearbeitung

Jürg Brunner

Susanne Schlatter

Markus Scheller

Noël Rederlechner

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung und Zielsetzung.....	1
2	Messprogramm und Methodik	2
3	Messstandort und Messperiode.....	3
4	Resultate.....	6
5	Beurteilung.....	12

1 Einleitung und Zielsetzung

Das am Stadtrand gelegene Wohnquartier Hirzenbach weist eine relativ hohe Schadstoffbelastung auf. Dies obwohl es am Stadtrand liegt und in der Regel die Luftschadstoffimmissionen vom Stadtzentrum gegen den Stadtrand hin abnehmen. Die Immissionen hängen jedoch stark von der Verkehrsexposition ab. Vor allem die nahe gelegene A1 aber auch die Überlandstrasse verursachen in Hirzenbach eine Mehrbelastung an Schadstoffen.

Seit Ende Oktober 2003 werden über dieses verhältnismässig stark mit Verkehr belastete Gebiet Anflüge auf die Piste 34 des Flughafens Kloten durchgeführt. Diese Anflüge verschlechtern die Lebensqualität in Schwamendingen. Beim Lärm ist die Mehrbelastung offensichtlich. Ob sich der Südanflug auch auf die Luftschadstoffsituation in Hirzenbach direkt auswirkt, sollte mit der Messkampagne an der Luchswiesenstrasse im Quartier Hirzenbach untersucht werden.

Der UGZ-Messwagen, bestückt mit Online-Monitoren für Stickoxide, Feinstaub PM10 und Ozon sowie einem Lärmmessgerät, wurde an der Luchswiesenstrasse aufgestellt. Mit dieser Messeinrichtung sollte ein Zusammenhang zwischen dem Flugverkehr und den Luftschadstoffkonzentrationen in Hirzenbach untersucht werden. Zum Datenvergleich, wurden die Messwerte der Messstation Stampfenbachstrasse herangezogen.

2 Messprogramm und Methodik

Die Aufgabenstellung verlangte eine zeitlich hoch aufgelöste Messung. Deshalb kam der Messwagen mit kontinuierlich messenden Geräten zum Einsatz. Kontinuierlich erfasst wurden die Schadstoffe Ozon, Stickoxide und Feinstaub PM10. Zur Bestimmung von Überflügen wurde zudem dauernd die Lärmbelastung vor Ort ermittelt.

Die eingesetzten Messgeräte:

- Stickoxide: Horiba APNA 360 CE, Horiba APNA 350 E
- Stickstoffdioxid: Passivsammler (Palmes-Tubes) mit Turbulenzsperrern dreifach Bestimmung (Methode UGZ)
- PM10: Thermo ESM Andersen FH 62 I-R mit Russmesskopf
- Ozon: Horiba APOA 360 CE, Horiba APOA 350 E
- Lärm: Messmodul Lärm, AK-Modul-Bus Computer GmbH

3 Messstandort und Messperiode

In den Quartieren Schwamendingen oder Hirzenbach wurde ein Messort gesucht. Er musste so nah wie möglich an der Mittellinie des Flugweges auf Piste 34 liegen und die Verkehrsexposition sollte minimal sein.

3.1 Messort

Der gefundene Messort befand sich in Schwamendingen, in der Nähe evangelischen Kirche Hirzenbach. An der Kreuzung Luchswiesenstrasse/Altwiesenstrasse stand der Messwagen (Koordinaten: 686'550 / 250'790, 430 m.ü.M.). Die Luchswiesenstrasse, wie auch die Altwiesenstrasse weisen eine geringe Verkehrsbelastung auf. Es kann von einer Belastung unterhalb von 120 Fahrzeugen pro Stunde ausgegangen werden. Die nächste stärker befahrene Strasse, die Dübendorfstrasse (ca. 7'000 Fz/d), befindet sich in einem Abstand von etwa 160 Metern. Alle andern verkehrsreichen Strassen sind mehr als 500 Meter vom Messstandort entfernt (Abb. 1).

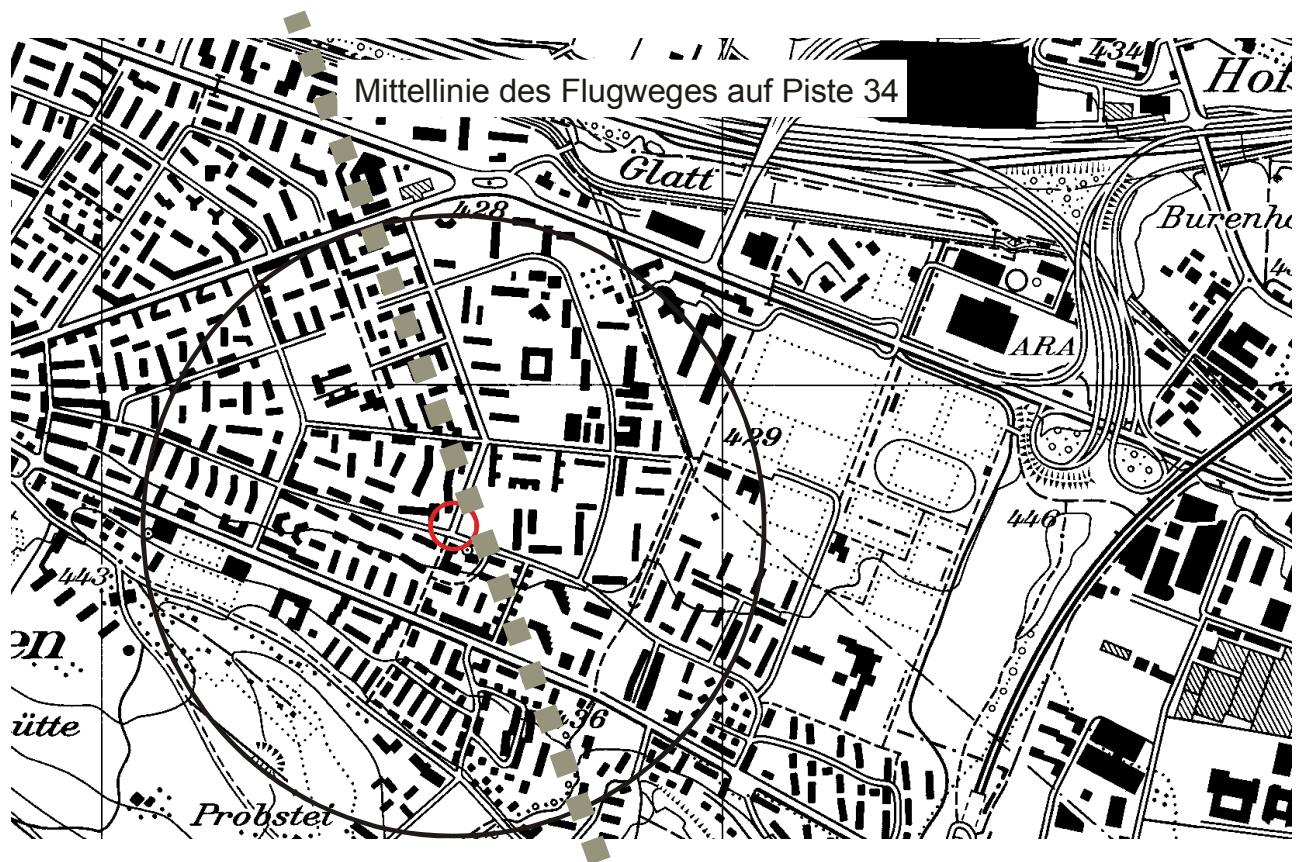


Abb. 1 Kartenausschnitt vom Quartier Schwamendingen mit dem Verlauf des Südanfluges. Die unterbrochen dargestellte Linie zeigt die Mittellinie des Anflugweges. Der rote Kreis bezeichnet den Messstandort Luchswiesenstrasse, während der schwarze Kreis eine Distanz von 500 Metern markiert.

Bilder vom Messort

Die folgenden vier Bilder ermöglichen einen Überblick über die Lage des Messwagens (Orthofoto vom April 2003) und die Situation zum Zeitpunkt der Messkampagne im Oktober 2003.



Abb. 2 Orthofoto vom April 2003 des Messstandortes Luchswiesenstrasse in Schwamendingen und drei Detailfotografien zur genauen Lage des Messortes.

3.2 Messperiode

Die Messperiode an der Luchswiesenstrasse fiel relativ kurz aus, da sie kurzfristig geplant werden musste. Zwischen der Messung in Witikon (bis Oktober 03) und der Messkampagne 2004 standen noch knapp zwei Monate zur Verfügung. Zur Überprüfung der Fragestellung reichte dieser zeitliche Rahmen jedoch aus.

Tab. 1 Zeitfenster der Immissionsmessungen an der Luchswiesenstrasse

Messung	Beginn	Ende
Luchswiesenstrasse, Südanflüge	27. Oktober 2003	17. Dezember 2003

4 Resultate

Als Datenbasis der Luftschadstoffbelastung wurden 1-Minuten-Mittelwerte bzw. 30-Minuten-Mittelwerte verwendet. Die Schallmessungen lieferten 1-Minuten-Mittelwerte, Maximalpegel und „Lärmevents“ (Erläuterungen dazu unter „Lärmmessungen im Messwagen“).

4.1 Periodenmittelwerte Luchswiesenstrasse

Die Mittelwerte an der Luchswiesenstrasse erscheinen relativ hoch. In den Herbst- und Wintermonaten entstehen häufig Inversionslagen, welche zu erhöhten Schadstoffkonzentrationen führen. In den Mittelwerten der Messkampagne Luchswiesenstrasse wirken sich diese erhöhten Messwerte stark aus. Zur Relativierung der Messwerte ist ein Vergleich mit andern Messstationen, wie der Stampfenbachstrasse unabdingbar.

Tab. 2 Schadstoffdaten der Messperiode

	O ₃	NO _x	NO	NO ₂	PM10
	Anzahl Überschr.	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert
	>120 µg/m ³	ppb	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Messdauer (1.11.03–12.12.03)	0	53.8	44.8	34.3	25.0

4.2 Vergleich der Messwerte von Stampfenbachstrasse und Luchswiesenstrasse

Die Messkampagne an der Luchswiesenstrasse dauerte gut 40 Tage. Dies ist zu kurz um einen verlässlichen Jahresmittelwert errechnen zu können. Das an Hand der Messwerte von der Stampfenbachstrasse kalkulierte Jahresmittel, ist denn auch nur als grober Vergleich mit einer durchschnittlich belasteten Lage zu verstehen.

Tab. 3 Hochrechnung der Jahresmittelwerte Luchswiesenstrasse

	NO _x	NO	NO ₂	PM10	O ₃
	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert
	ppb	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Luchswiesenstrasse	53.8	44.8	34.3	25.0	9.6
Stampfenbachstrasse	84.9	77.3	43.9	35.9	8.9
Verhältnis Luchsw./Stampfenb.	0.63	0.58	0.78	0.70	1.08
Jahresmittel 2003 STABA	46.1	29.6	42.8	30.5	-
Jahresmittel Luchswiesen ber.	34.0	25.9	26.8	17.5	-

4.3 Vergleich mit NO₂-Passivsammler

In Abb. 3 sind NO₂-Messergebnisse aus der Zeit der Luchwiesen-Messkampagne aufgeführt. Dargestellt sind die 14-Tages-Mittelwerte von drei Messstandorten. Neben den Monitorwerten des Messortes an der Luchwiesenstrasse sind die Passivsammlerwerte der Stampfenbachstrasse und vom Schulhaus Hirzenbach aufgeführt. Der Wert „Schulhaus Hirzenbach“ beschreibt den Hintergrundwert dieser Gegend, da er nicht direkt verkehrsexponiert ist. Die Werte der Stampfenbachstrasse dienen als Vergleich zu einer mittleren städtischen Belastung. Die NO₂-Werte an der Luchwiesenstrasse liegen etwa in der Mitte zwischen dem lokalen Hintergrund und einer mittleren städtischen Belastung.

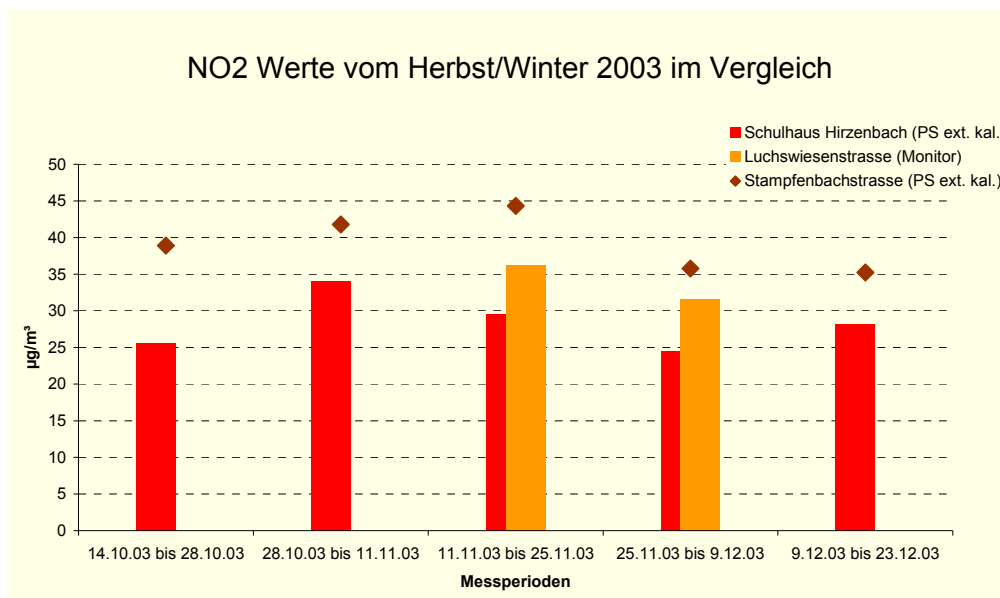


Abb. 3 NO₂-Belastungen, dargestellt in 14-Tagesmittelwerten, erfasst von Passivsammlern (PS ext. kal.) und kontinuierlich messenden Messgeräten (Monitor).

4.4 Lärmmessungen im Messwagen

Um den Verlauf der Schadstoffbelastung in Verbindung mit den Überflügen bringen zu können, musste bekannt sein zu welchem Zeitpunkt sich ein Flugzeug über dem Messwagen befand. Mit einem relativ einfachen Schallmessgerät wurde zu diesem Zweck eine Lärmmessung durchgeführt. Das eingesetzte Messmodul Lärm, verwendet ein Kondensatormikrofon und erreicht eine Genauigkeit von besser als 2 dB. Dies ist nicht sehr genau, reicht aber für den vorgesehenen Zweck durchaus, denn landende Flugzeuge erzeugen an der Luchwiesenstrasse einen Anstieg des Geräuschpegels um 25 dB und mehr.

Mit einer vom UGZ entwickelten Applikation wurden einerseits Minutenmittelwerte und die Spitzenbelastungen innerhalb der Minute aufgezeichnet und zum anderen „Lärm-Events“ erfasst. Ein Event weist einen Minimalpegel und eine Minimaldauer auf. Diese können individuell eingestellt werden. Im Messwagen wurde ein Lärmereignis erfasst, wenn es länger als 20 Sekunden dauerte und einen mittleren Pegel von mindestens 60 dB erreichte.

4.5 Vergleich mit den Lärmmessungen des Dachverbandes Fluglärmenschutz

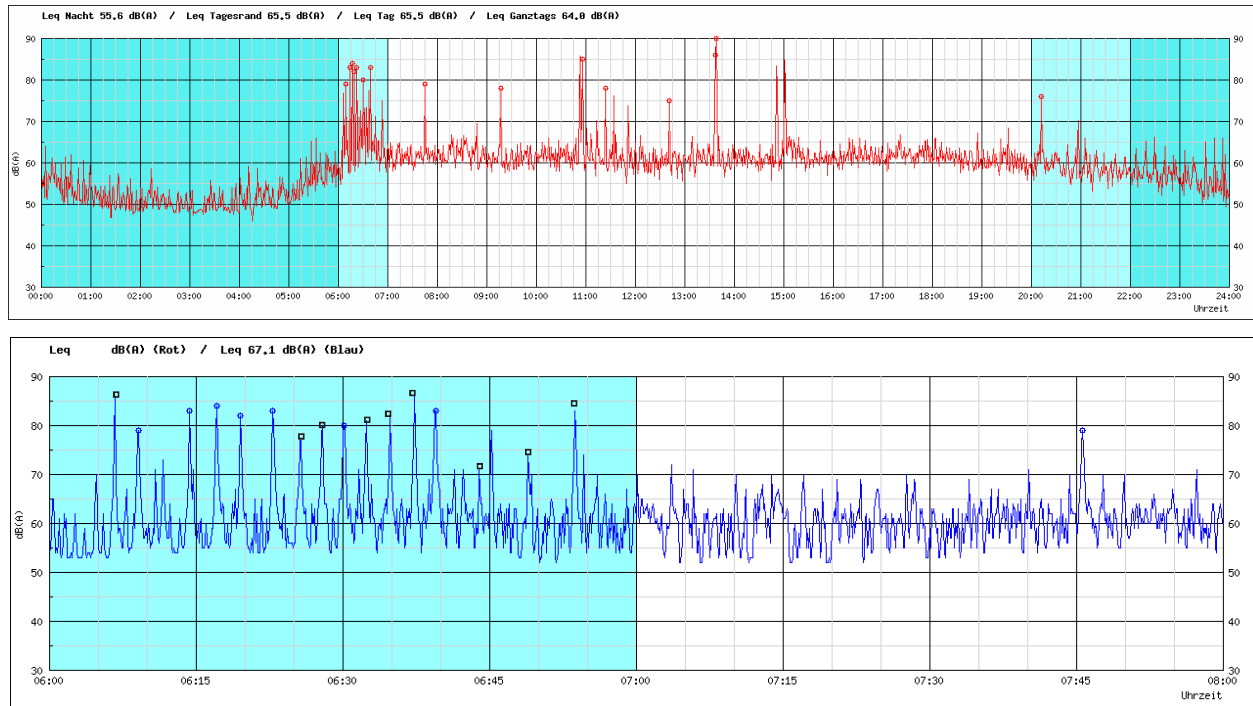


Abb. 4 Aufzeichnung von Lärmereignissen: Die obere Grafik des Dachverbandes für Fluglärmenschutz zeigt einen ganzen Tag und die Untere den Ausschnitt von 6:00 bis 8:00 mit dem typischen Dreiminutenintervall der landenden Flugzeuge. Die markierten Peaks bezeichnen einen erfassten Überflug.

Überflüge an der Luchswiesenstrasse zeichnen sich durch ähnliche „Lärmuster“ aus. In der Regel dauern sie zwischen 30 und 60 Sekunden und erzeugen einen mittleren Pegel von 60 – 80 dB. Dabei werden Spitzenpegel von über 90 dB erfasst.

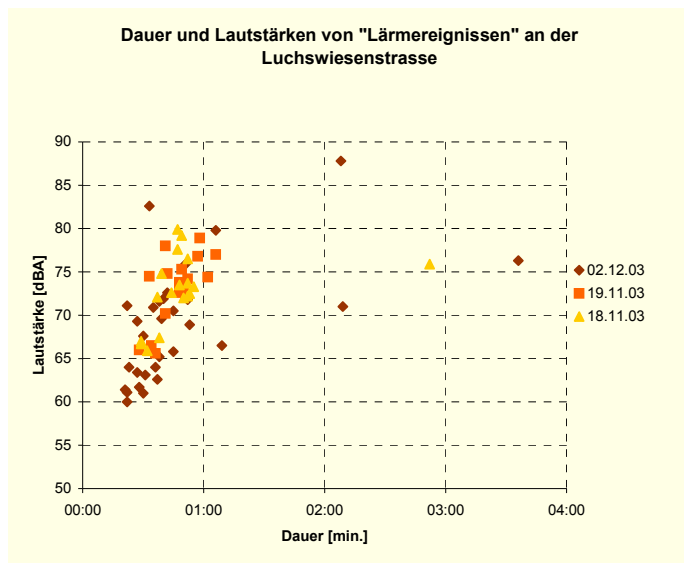


Abb. 5 Verteilung von Lärmereignissen, bezüglich ihrer Dauer und Lautstärke. Die Überflüge wiesen typischerweise einer Dauer von einer halben Minute bis etwa einer Minute auf.

Die längeren Ereignisse mit über zwei Minuten sind dem Glockenläuten der nahen Kirche zu zuschreiben. Sind die „Lärmereignis“ kürzer als 20 Sekunden werden sie vom Programm nicht erfasst. Entspricht ein aufgezeichneter „Lärmevent“ den Erwartungen an einen Überflug, gleicht man die eigenen Daten mit denen des Dachverbandes Fluglärmschutz ab. Die Aussage gewinnt damit an Qualität.

4.6 Schadstoffvergleich zwischen „Flugtagen“ und „Nicht-Flugtagen“

Die Zusatz-Schadstoffbelastung durch den Flugbetrieb versuchte man an Hand von Änderungen der NO₂- und NO-Belastungen zu bestimmen. Dabei wurden die Schadstoffkonzentrationsverhältnisse gleicher Zeitintervalle von Tagen mit Südanflügen, denen ohne Südanflüge gegenübergestellt. Die Unterschiede wurden mit t-Tests bewertet. Die untersuchten Daten stammen aus der Zeit zwischen dem 1. November 2003 und dem 11. Dezember 2003.

Vergleich der NO ₂ -Verhältnisse LUCHS/STABA			Vergleich der NO-Verhältnisse LUCHS/STABA		
Periode: 1.11.03 - 11.12.03 Zeit: 6:30 und 7:00			Periode: 1.11.03 - 11.12.03 Zeit: 6:30 und 7:00		
Zweistichproben t-Test unter der Annahme unterschiedlicher Varianzen			Zweistichproben t-Test unter der Annahme unterschiedlicher Varianzen		
	Flugtag	Nicht-Flugtag		Flugtag	Nicht-Flugtag
	NO ₂ Verh	NO ₂ Verh		NO Verh	NO Verh
Mittelwert	0.74	0.81	Mittelwert	0.51	0.88
Varianz	0.02	0.02	Varianz	0.08	0.08
Beobachtungen	28	54	Beobachtungen	28	54
Hypothetische Differenz der Mittelwerte	0.00		Hypothetische Differenz der Mittelwerte	0.00	
Freiheitsgrade (df)	55		Freiheitsgrade (df)	55	
t-Statistik	-2.05		t-Statistik	-2.67	
P(T<=t) einseitig	0.02		P(T<=t) einseitig	0.00	
Kritischer t-Wert bei einseitigem t-Test	1.67		Kritischer t-Wert bei einseitigem t-Test	1.67	
P(T<=t) zweiseitig	0.04		P(T<=t) zweiseitig	0.01	
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2.00		Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2.00	

Abb. 6 Vergleich der Schadstoffbelastung an „Überflugtagen“ mit Tagen ohne Südanflüge. Ausgewertet wurden die Schadstoffe Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid.

Der Vergleich zeigte, dass an Tagen ohne Südanflüge die Konzentrationsverhältnisse zwischen dem Messwagen an der Luchswiesenstrasse und der Messstation Stampfenbachstrasse signifikant höher waren als an Tagen mit Südanflügen. Das bedeutet, dass an „Nicht-Flugtagen“ an der Luchswiesenstrasse proportional höhere Schadstoffbelastungen herrschten als an „Flugtagen“. Es spielte dabei keine Rolle ob NO oder NO₂ untersucht wurde. Zudem zeigte die Veränderung der untersuchten Tageszeitintervalle keine Auswirkungen auf diesen signifikanten Unterschied.

4.7 Schadstoffvergleich vor und während den Anflügen

Werden jedoch die NO- bzw. NO₂-Messwerte vor und während der Landeanflügen morgens verglichen, sind die Messwerte während den Überflügen mit grosser Wahrscheinlichkeit höher. Der in den Morgenstunden aufkommende Verkehr ist für diesen Anstieg der Stickoxidbelastung bestimmend. Die direkte Korrelation zwischen den Minutenmittelwerten und den Überflügen ergab keinen signifikanten Zusammenhang. Es konnten keine erhöhten NO_x-Werte während oder kurz nach den Überflügen nachgewiesen werden. In den folgenden drei Grafiken sind identische Zeitabschnitte von verschiedenen Tagen dargestellt.

In der Aufzeichnung vom Samstag, 1. November (Abb. 7) ist ein Anstieg der NO₂ Konzentrationen (dunkelgrüne Linie) nach sechs Uhr morgens zu erkennen. Dieser könnte den Überflügen um sechs Uhr morgens (braune Punkte auf der x-Achse) zugeordnet werden.

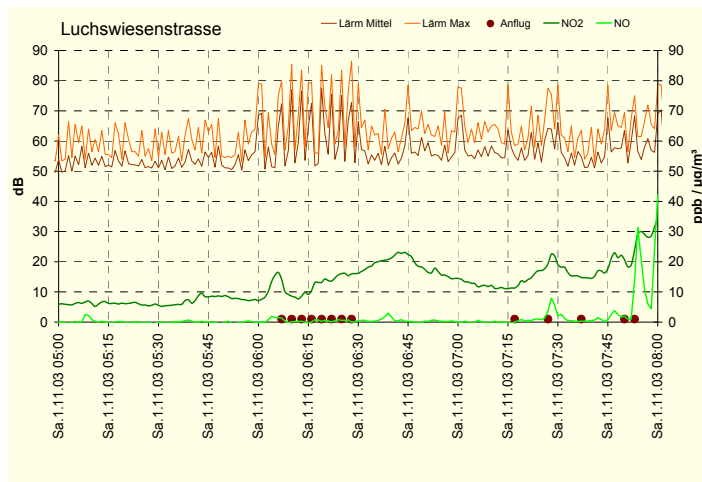


Abb. 7 Lärm- und Schadstoffimmissionen 1. November 2003

Am Sonntag, 16. November ist zu jedoch erkennen, dass mehr Überflüge als am 1. November, keinen Anstieg der NO₂-Konzentration bewirken (Abb. 8). Die NO-Konzentrationen (hellgrüne Linie) sinken nach den Überflügen sogar.

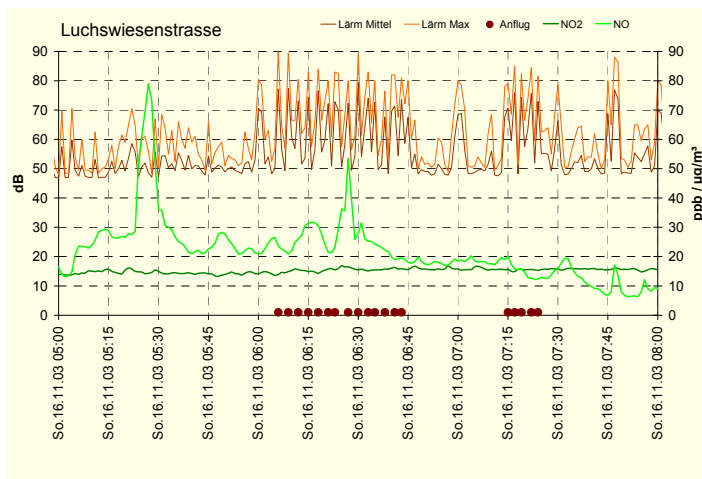


Abb. 8 Lärm- und Schadstoffimmissionen 16. November 2003

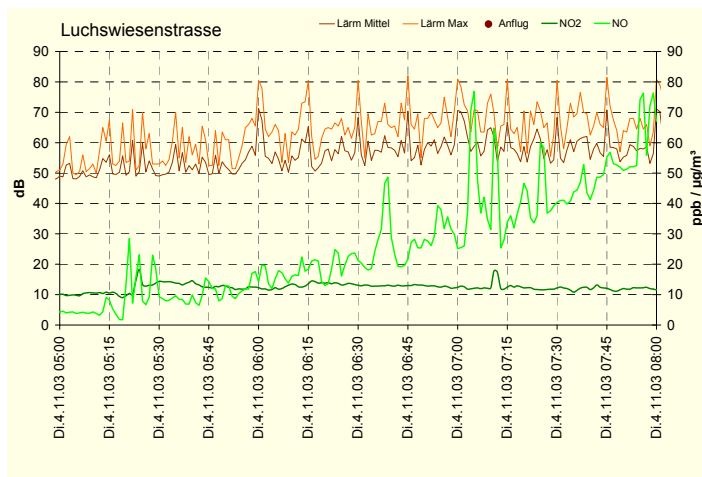


Abb. 9 Lärm- und Schadstoffimmissionen 4. November 2003

Im Diagramm vom Dienstag, 4. November (Abb. 9), einem Tag ohne Überflüge, steigt die NO-Konzentration nach 6 Uhr morgens markant an, während die NO₂-Konzentrationen in etwa gleich bleiben. Der einsetzende Werktagsverkehr dürfte zu diesem NO-Anstieg geführt haben. Die kurzzeitigen, kräftigen Konzentrationsschwankungen beim NO stammen wahrscheinlich von vorbeifahrenden Fahrzeugen. Viele von diesen stammen aus der näheren Umgebung und haben erst eine kleine Wegstrecke zurückgelegt. Der Katalysator wirkt noch nicht optimal und deshalb entwickeln diese Fahrzeuge erhebliche Emissionen (Kaltstartemissionen).

5 Beurteilung

An Tagen ohne Südanflüge waren die Luftschadstoffkonzentrationen durchwegs höher als an „Flugtagen“. Auch das Verhältnis Luchswiesenstrasse/Stampfenbachstrasse war an solchen Tagen signifikant erhöht. Diese proportional höheren Belastungen an der Luchswiesenstrasse wurden erwartet, da die Wetterlage die Durchführung der Südanflüge bestimmt.

Ein Tag ohne Südanflüge zeichnet sich entweder durch eine Inversionslage mit entsprechend kurzen Sichtweiten aus, oder es besteht eine Südwindlage. Föhn bedeutet Rückenwind für die aus Richtung Süden landenden Flugzeuge. Die Landegeschwindigkeit erhöht sich und verhindert dadurch eine sichere Landung. Bei beiden Wetterlagen ist die Schadstoffbelastung erhöht. Dabei nehmen die Konzentrationsunterschiede zwischen wenig und stark belasteten Standorten ab. Die Luchswiesenstrasse, als relativ gering belasteter Standort, erfährt bei ungünstigen Wetterbedingungen einen stärkeren Schadstoffanstieg, als die stärker belastete Stampfenbachstrasse. Das Konzentrationsverhältnis Luchswiesenstrasse/Stampfenbachstrasse wird daher grösser.

Die auf der Piste 34 landenden Flugzeuge überfliegen Schwamendingen im Bereich der Luchswiesenstrasse, auf einer Höhe von ungefähr 300 Metern über Grund. Auf dieser Höhe ausgestossene Abgase werden auf dem Weg zum Boden stark verdünnt. Unterstützt wird dies durch die enormen Wirbelbildungen an den Flügelenden der Flugzeuge. Der Konzentrationsanstieg der Luftschadstoffe am Boden ist, wenn überhaupt messbar, sehr gering. Der Einfluss durch nahe vorbeifahrende Autos, aber auch durch Schadstofffrachten, beispielsweise von 160 Meter entfernten der Dübendorfstrasse, ist viel grösser. Überfliegende Flugzeuge konnten deshalb mit Online-Messgeräten nicht an Hand der Konzentrationsschwankungen erkannt werden. Auf Grund dieser Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass die landenden Flugzeuge nicht direkt zum messbaren Anstieg der Schadstoffkonzentrationen in Hirzenbach führen. Messungen vor und während des geänderten Abflugregimes im Jahr 2000 zeigten bereits, dass ab einer Flughöhe von mehr als 200 Metern über Grund keine direkten Immissionswirkungen nachzuweisen sind. Der Flugverkehr emittiert jedoch grosse Mengen an Luftschadstoffen. Die ausgestossenen Stickoxide beispielsweise verschwinden nicht einfach so. Sie addieren sich zur bereits vorhandenen Hintergrundbelastung und erhöhen diese rundum den Flughafen.