



Immissionsmessung an der Frohühlstrasse

9.11.2000 bis 27.3.2001

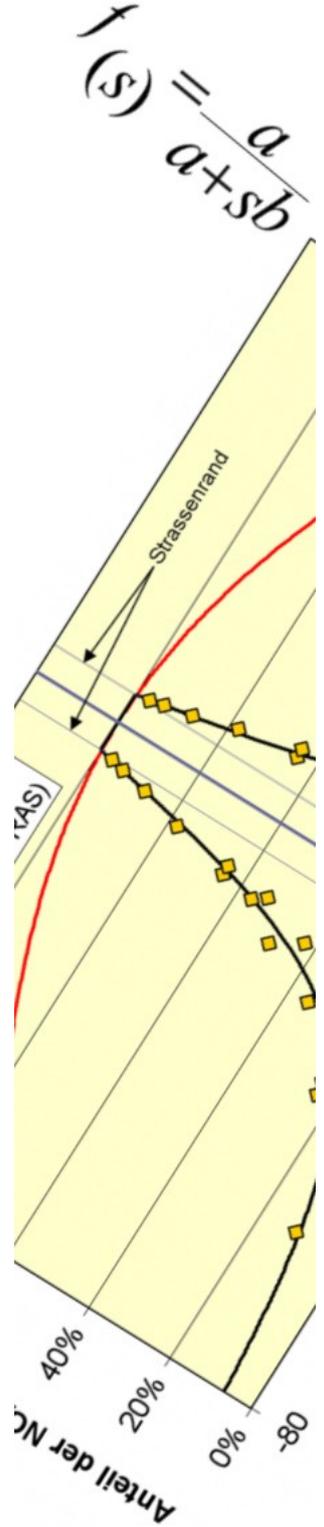
MESSBERICHT

Bericht Nr. 20010731

Verfasser/in:

Alfred Meier, Fachbereichsleiter
Fachbereich Labor

Zürich, Juli 2001



Impressum

Herausgeberin

Stadt Zürich

Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich UGZ

Abteilung Umwelt
Fachbereich Labor
Walchestrasse 31
8021 Zürich

Sachbearbeitung

Susanne Schlatter

Markus Scheller

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung und Zielsetzung.....	1
2	Messprogramm und eingesetzte Methodik.....	2
3	Messstandort und Messperiode.....	3
4	Resultate.....	5
5	Zusammenfassende Beurteilung.....	12
	Anhang.....	13

1 Einleitung und Zielsetzung

Luftschadstoffbelastungen nehmen in der Regel mit zunehmendem Abstand vom Stadtzentrum ab. Da der motorisierte Strassenverkehr bei den meisten Schadstoffkomponenten eine dominierende Rolle einnimmt, hängen die Immissionen im Einzelnen jedoch stark von der Verkehrsexposition ab. So ist im Wohnquartier Eichrain/Stiglen in 8052 Zürich-Seebach im Vergleich zu ähnlich peripheren Lagen mit Mehrbelastungen zu rechnen. Verursacht werden sie in erster Linie vom Motorfahrzeugverkehr auf der benachbarten Nordumfahrung und auf dem Vollanschluss Seebach. Weitere potenzielle Belastungsquellen stellen der Flugbetrieb des Flughafens Zürich-Kloten und das Industrie- und Gewerbegebiet Eich in Opfikon-Glattbrugg dar. Zusätzlich könnten Baustellenemissionen eine Rolle spielen, da zurzeit im Gebiet Stiglen und in unmittelbarer Nachbarschaft Neubauten mit gegen 500 Wohnungen erstellt werden.

Auf Grund von Klagen von Anwohnern der Frohbühlstrasse (Geruchsbelästigungen, gesundheitliche Beeinträchtigungen) wurde ein Messkonzept ausgearbeitet, um die lufthygienische Situation im betreffenden Areal unter Berücksichtigung der erwähnten Quellen zu beurteilen.

Die Messungen stützten sich hauptsächlich auf die Erfassung des zentralen Leitschadstoffes Stickstoffdioxid (NO_2) ab. In der Stadt Zürich widerspiegelt das räumliche NO_2 -Immissionsmuster im Wesentlichen das übergeordnete Strassennetz. Der Ausstoss von Stickoxiden (NO_x) ist immer noch zu gross, weshalb an stärker verkehrsbelasteten Lagen die NO_2 -Grenzwerte der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (LRV) nicht eingehalten werden können. Auch der Flugbetrieb des Flughafens verursacht vor allem Emissionen von Stickoxiden. Im Untersuchungsgebiet ist ihre direkte Immissionswirkung jedoch im Vergleich zu den bodennah ausgestossenen Stickoxiden des Strassenverkehrs nicht massgebend (Flughöhe bereits mehr als 200 m über Grund). Messungen vor und während des geänderten Abflugregimes im Jahr 2000 (baubedingte Sperrung der Westpiste) haben diesen Befund erneut bestätigt. Weiter erlaubt die Messung von NO_2 eine Abschätzung der Feinstaubbelastung (PM10), der eine besondere gesundheitliche Bedeutung zukommt. Zugleich kann die mittels Modellen berechnete Konzentration von NO_2 an Hand von Messwerten überprüft werden.

Auf Grund der Geruchsimmissionen wurden zusätzlich flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC) gemessen. Die VOC umfassen eine Vielzahl von organischen Verbindungen mit verschiedenen chemischen und physikalischen Eigenschaften. Einerseits handelt es sich um Produkte aus unvollständig verbrannten Treib- und Brennstoffen, andererseits um flüchtige Komponenten aus Lösungsmitteln und Treibstoffen. Das VOC-Spektrum reicht von stark gesundheitsgefährdenden Verbindungen (z.B. Benzol aus dem Strassenverkehr) bis zu relativ harmlosen Bestandteilen aus Lösemittelanwendungen in Haushalt und Gewerbe (z.B. Alkohole wie Isopropanol). Viele VOC sind geruchsintensiv, z.B. ist der in der Umgebung des Flughafens bisweilen festgestellte "Kerosin-Geruch" vorwiegend auf Verbrennungsprodukte im Abgas von Flugzeugtriebwerken beim Start zurückzuführen. Kerosin-Emissionen bei der Flugzeugbetankung spielen hingegen eine untergeordnete Rolle, wie Untersuchungen in Flughafenumgebung ergeben haben.

Für den Belastungsvergleich werden die Resultate von gleichzeitig durchgeführten Messungen an den UGZ-Messstationen Stampfenbachstrasse (mittlere Belastung im Stadtzentrum) und Bahnhof Wiedikon (innerstädtische Hauptverkehrsachse mit hohem Schwerverkehrsanteil) herangezogen. Weiter stehen die Ergebnisse der flächendeckenden Messkampagne 1999/2000 (NO_2 , PM10) und der gesamtschweizerischen Immissionsmessung polarer und apolarer VOC 1999 zur Verfügung. Die VOC-Messungen an der Frohbühlstrasse sind Teil einer Voruntersuchung der VOC-Messkampagne 2001, an welcher sich auch verschiedene kantonale Lufthygieneämter und das BUWAL beteiligten.

2 Messprogramm und eingesetzte Methodik

Erfasst wurden Stickstoffdioxid (NO_2), häufig vorkommende polare und apolare Kohlenwasserstoffverbindungen (p-VOC und a-VOC, gemäss Analysenprogramm Carbotech AG Basel).

VOC-Komponenten (im Anhang detailliert aufgeführt):

- a-VOC: total 35 Verbindungen, darunter die Benzinleitschadstoffe Benzol, Toluol und Xylole (BTX), n-Undecan als Indikator für Flugzeugemissionen
- p-VOC: total 38 Verbindungen (Alkohole, Ester, Ketone, Ether etc.)

Die Probennahmen erfolgten mit Passivsammlern (Expositionszeit je 2 Wochen)

- NO_2 : Passivsammler mit Turbulenzsperrern, 3-fach Bestimmung (Methode UGZ/«Ostluft», mit externer Kalibration)
- p-VOC u. a-VOC: 3M-Passivsammler 3500, in belüftetem Kunststoffrohr, p-VOC mit Doppelbestimmungen

Analytik: NO_2 photometrisch (UGZ), VOC mit GC/MS (Carbotech)

3 Messstandort und Messperiode

Messort: Fussweg im Gebiet Zilacher westl. Haus Frohbühlstrasse 9, 8052 Zürich
(Abb. 1 und Abb. 2)

Montage der Messeinrichtungen an Laternenpfosten

Probennahmehöhe: 3 m ü.G., Koord. 683'885 / 253'643, 440 m.ü.M.

Abstand zum Fahrbahnrand der Nordumfahrung A20: 160 m

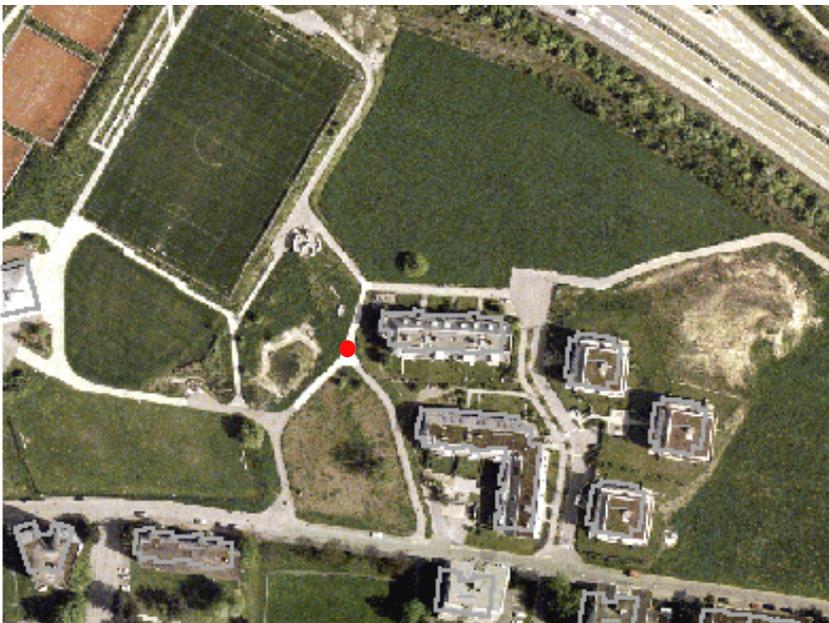


Abb. 1 Luftaufnahme Messpunkt ● und Umgebung

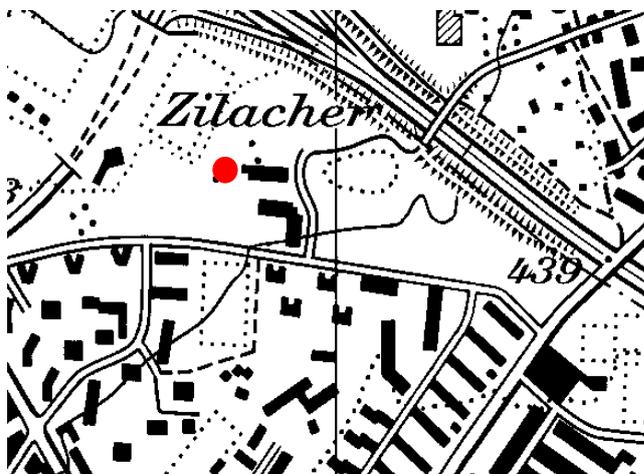


Abb. 2 Detailplan und Passivsammler-Messort, Blick nach Süden, mit im Bau befindlichen Gebäuden

Messdauer: NO₂: 9.11.2000 bis 27.3.2001 (10 Stichproben)
VOC: 9.11.2000 bis 20.3.2001 (9 Stichproben)

Anfangs 2001 erfolgte eine Synchronisation mit der gesamtschweizerischen VOC-Kampagne 2001 bzw. dem NO₂-PS-Messprogramm «Ostluft». Deshalb fielen die einzelnen Expositionsperioden NO₂ und VOC nicht exakt zusammen.

Die detaillierten Expositionszeiten sind in folgenden Tabellen aufgeführt:

Tab. 1 NO₂ Messungen

Messperiode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
von	9.11.00 11:45	23.11.00 13:00	7.12.00 11:45	21.12.00 13:20	3.01.01 12:10	16.01.01 11:45	30.01.01 11:05	13.02.01 11:50	27.02.01 11:50	13.03.01 11:05
bis	23.11.00 13:00	7.12.00 11:45	21.12.00 13:20	3.01.01 12:10	16.01.01 11:45	30.01.01 11:05	13.02.01 11:50	27.02.01 11:50	13.03.01 11:05	27.03.01 08:35

Tab. 2 VOC Messungen

Messperiode	1	2	3	4	5	6	7	8	9
von	9.11.00 11:45	23.11.00 13:00	7.12.00 11:45	21.12.00 13:20	4.01.01 12:30	23.01.01 10:00	6.02.01 11:00	20.02.01 12:10	6.03.01 10:15
bis	23.11.00 13:00	7.12.00 11:45	21.12.00 13:20	4.01.01 12:30	23.01.01 10:00	6.02.01 11:00	20.02.01 12:10	6.03.01 10:15	20.03.01 14:40

An den Vergleichsmessorten Stampfenbachstrasse und Bhf. Wiedikon erfolgten die Probenahmen zeitgleich.

4 Resultate

4.1 Stickstoffdioxid NO₂

Tab. 3 Messwerte 9.11.2000 bis 27.3.2001 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Probenahme Nr.	Frohbühlstrasse	Stampfenbachstrasse	Bhf. Wiedikon
1	38.9	40.8	53.2
2	38.1	41.7	48.2
3	37.4	41.0	50.7
4	37.0	39.7	45.8
5	37.7	43.9	52.6
6	41.7	45.7	55.2
7	35.5	45.8	54.6
8	35.2	40.1	51.3
9	39.1	42.4	57.3
10	28.6	34.6	50.5
Periodenmittel	36.9	41.6	51.9

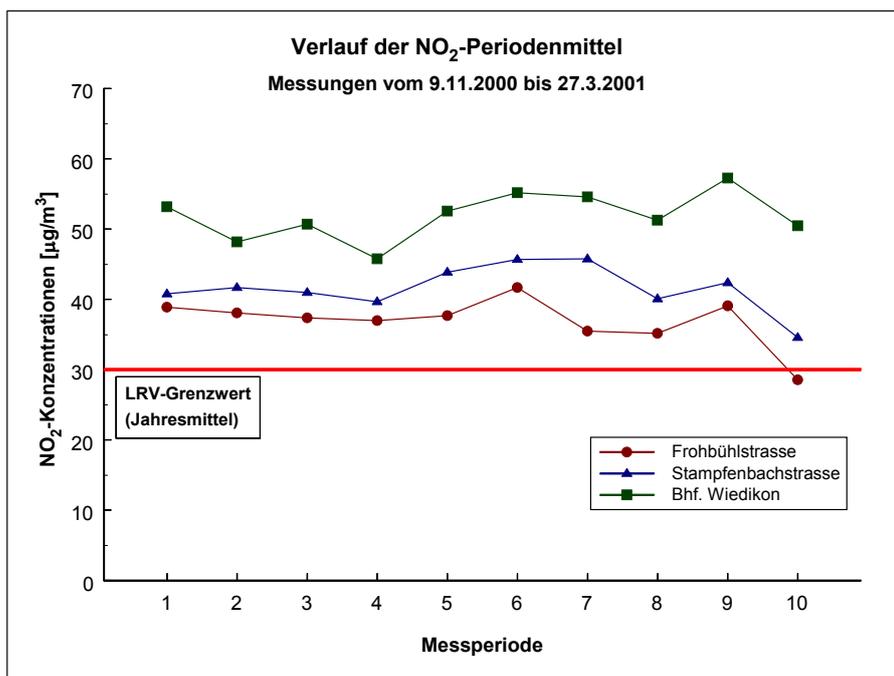


Abb. 3 Zeitlicher Verlauf der 14-Tage-Mittel von NO₂

Der zeitliche Verlauf ist in Abb. 3 dargestellt. Er zeigt, dass sich die NO₂-Immissionen an der Frohbühlstrasse während der gesamten Untersuchungsperiode unterhalb der Pegel von Stampfenbachstrasse und Bhf. Wiedikon bewegten. In den Schwankungen der einzelnen 14-Tagemittel kommen in erster Linie die wechselnden meteorologischen Austauschbedingungen zum Ausdruck. Es gibt keine Hinweise auf besondere NO_x-Emissionen in der Umgebung (z.B. Baumaschinen). Das Mittel über die Messperiode erreichte 88% der Stampfenbachstrasse bzw. 71% von Wiedikon.

In der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (LRV) wurde für Stickstoffdioxid ein Jahresmittelgrenzwert von 30 Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) festgelegt. Für den Grenzwertvergleich wurde das Periodenmittel an der Frohbühlstrasse auf den Jahresmittelwert hochgerechnet (Basis: Jahresmittel Stampfenbachstrasse 30.3.2000 bis 27.3.2001: $39.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Geschätzter NO₂-Jahresmittelwert Frohbühlstrasse 9: $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Damit liegt die Langzeitbelastung gerade noch im Bereich des Grenzwertes. Für den grössten Teil der Wohngebiete in der Stadt Zürich trifft dies ebenfalls zu (siehe NO₂-Belastungskarte 2000 im Anhang, gelb gefärbte Gebiete). Lediglich im Stadtzentrum und im Einflussbereich von bedeutenden Verkehrsanlagen ist der NO₂-Jahresmittelwert noch klar überschritten, d.h. die Belastung liegt an diesen Stellen eindeutig über $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die kurze Entfernung zur Nordumfahrung kommt in diesem Resultat dennoch zum Ausdruck. Seit 1983 befindet sich in Zürich-Seebach an der Birchstrasse (Höhe Buchwiesenstrasse 114) ein Messpunkt, der periodisch im Rahmen von flächendeckenden Messkampagnen untersucht wird. Die letzte Flächenkampagne (1999/2000) lieferte für diesen nicht direkt verkehrsbelasteten Hintergrundmessort ein Jahresmittel von $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die periphere Lage des Quartiers manifestiert sich in diesem für städtische Verhältnisse relativ tiefen Wert. Die zusätzliche NO₂-Immission von rund $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der Frohbühlstrasse stammt überwiegend vom Verkehr auf der Autobahn. In Anbetracht der Verkehrsmenge (ca. 80'000 Fahrzeuge pro Tag) hält sich diese Zusatzbelastung jedoch in Grenzen. Offensichtlich wird die Ausbreitung der Abgase durch die Absenkung der Fahrbahn und den dicht bepflanzten Erdwall recht wirkungsvoll eingeschränkt.

Den Gebieten mit einer Distanz bis ca. 250 m zur Nordumfahrung weist die NO₂-Karte hingegen eine Belastung zwischen 35 und $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu. Die Karte basiert auf einem Rechenmodell, das die Zusatzbelastung von Autobahnen in lockerer Bebauungsstruktur offensichtlich überschätzt. Die 1997 durchgeführten Messungen zwischen Überlandstrasse und A1 in Schwamendingen führten ebenfalls zu diesem Schluss.

4.2 Feinstaub PM10

Die Immissionen von einatembarem Schwebestaub (PM10) sind seit 1998 in der LRV begrenzt. Der Jahresmittelwert von Feinstaub PM10 darf $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreiten. Auf Grund des engen Zusammenhangs zwischen NO₂ und PM10 – beide stammen überwiegend aus den Emissionen des motorisierten Strassenverkehrs – kann die PM10-Langzeitbelastung aus NO₂-Daten ausreichend genau berechnet werden. Ergebnis:

Geschätzter PM10-Jahresmittelwert Frohbühlstrasse 9: $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Dieses Jahresmittel überschreitet den LRV-Grenzwert um 25 %. Die neuen PM10-Standards können allerdings im grössten Teil des Siedlungsgebiets der Stadt Zürich nicht eingehalten werden (siehe PM10-Belastungskarte 2000 im Anhang). Auch weite Teile des Kantonsgebiets sind übermässig belastet. Im Vergleich zu stark verkehrsexponierten Lokalitäten im

Stadtzentrum ist das PM₁₀-Belastungsniveau an der Frohbühlstrasse aber wesentlich tiefer (Beispiel Transitachse beim Bhf. Wiedikon: 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM₁₀).

4.3 Apolare und polare flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Summe aller erfassten VOC-Komponenten

Tab. 4 Periodenmittel 9.11.2000 bis 20.3.2001 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

VOC-Klasse	Frohbühlstrasse	Stampfenbachstrasse	Bhf. Wiedikon
a-VOC-Konz.	25.3	41.5	46.7
p-VOC-Konz.	8.2	10.1	13.9
Summe	33.5	51.6	60.6

Die Gegenüberstellung mit den innerstädtischen Messwerten zeigt, dass die Summe der VOC-Konzentration an der Frohbühlstrasse im Mittel nur etwa 65 % (Stampfenbachstrasse) bzw. 55% (Bhf. Wiedikon) beträgt (Abb. 4). Das relative Belastungsniveau ist demnach bei der VOC-Summe tiefer als bei Stickstoffdioxid. Geringere Unterschiede bestehen allerdings bei den p-VOC, was auf vermehrte Lösungsmittlemissionen in der Umgebung hinweist. Insgesamt fügen sich die Messergebnisse gut in die Resultate der gesamtschweizerischen VOC-Kampagne 1999 ein. Gemäss dieser Untersuchung hängt die Summe p-VOC sehr ausgeprägt von der Nähe zu Emissionsquellen ab. Eine Situation wie an Messstellen im Einflussbereich von Industrieanlagen (bis 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ p-VOC) liegt an der Frohbühlstrasse nicht vor. Bei den a-VOC, deren Konzentrationen v.a. auf den Strassenverkehr verweisen, liegt der Pegel an der Frohbühlstrasse etwa im Bereich von eher mässig verkehrsbeeinflussten Agglomerationsstandorten.

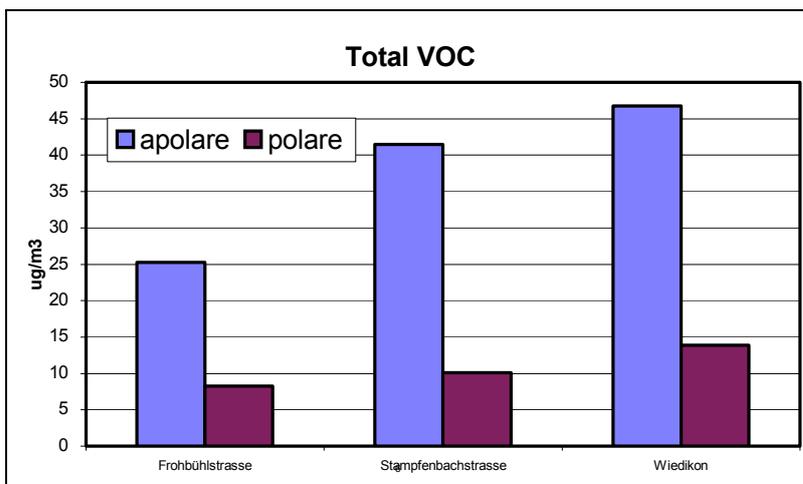


Abb. 4 Vergleich Summe a-VOC und p-VOC an den drei Messorten (Mittelwerte 9.11.2000 bis 20.3.2001)

Im Winterhalbjahr werden im Durchschnitt höhere VOC-Konzentrationen gemessen, da einerseits die vertikale Durchmischung häufig vermindert ist (Inversionslagen). Andererseits werden die VOC während der kalten Jahreszeit in der Atmosphäre langsamer abgebaut. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass die Jahresmittelwerte ca. 20 bis 25% tiefer

liegen als die gemessenen Periodenmittel (eine Hochrechnung wie bei NO₂ ist bei den VOC nicht möglich, da Resultate von aktuellen Ganzjahresmessungen z.Zt. noch nicht vorliegen).

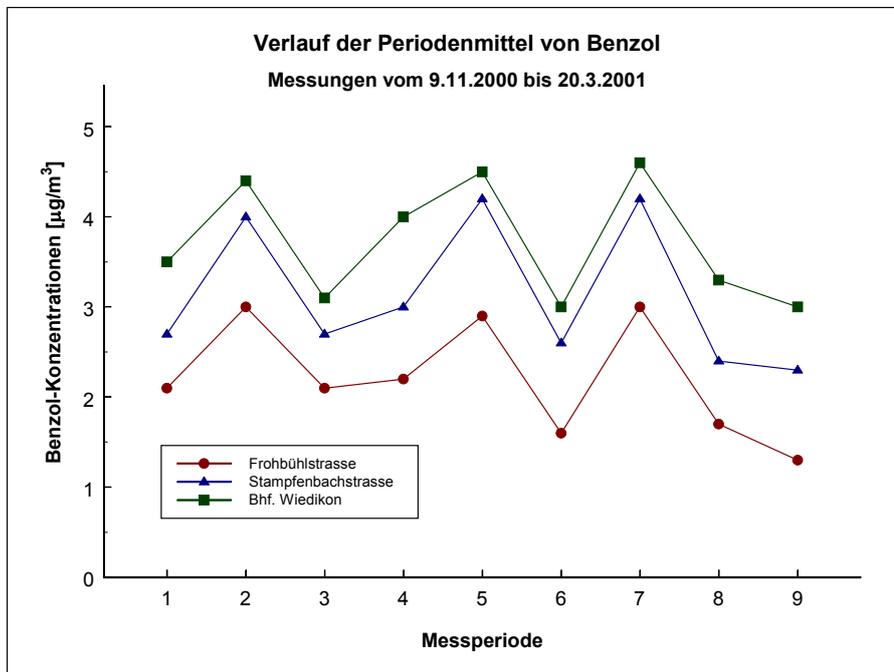
Im Folgenden werden die Resultate einiger wichtiger (Konzentration, Relevanz) VOC-Komponenten im Detail dargestellt und kommentiert.

Benzol

Benzol ist eine VOC-Komponente, deren karzinogene Wirkung eindeutig nachgewiesen ist. Es stammt zu über 90% aus dem motorisierten Strassenverkehr (unvollständige Verbrennung, Abbauprodukt verwandter Treibstoffkomponenten und Verdampfungsverluste). Die Benzolkonzentration an der Frohbühlstrasse ist gegenüber den innerstädtischen Vergleichswerten um rund 30 bzw. 60% vermindert. Der Jahresmittelwert dürfte unterhalb 2 µg/m³ liegen. Damit liegt das Belastungsniveau auch tiefer als im verkehrsfernen Hintergrund des Stadtzentrums (Messung 1999 im Kasernenhof: 2.7 µg/m³ im Jahresmittel). Vergleichbare Benzolwerte wurden in mittelgrossen Ortschaften des schweizerischen Mittellandes gefunden (VOC-Messkampagne 1999).

Tab. 5 Periodenmittel 9.11.2000 bis 20.3.2001

	Frohbühlstrasse	Stampfenbachstrasse	Bhf. Wiedikon
Konz. [µg/m ³]	2.2	3.1	5.3



Frohbuehl_Benzol Oct. 10, 2001

Abb. 5 Zeitlicher Verlauf der 14-Tage-Mittel von Benzol

Unten stehende Abbildung zeigt den zeitlichen Gang der gemessenen Benzolwerte. Dieser Verlauf ist exemplarisch für weitere erfasste VOC, die vorwiegend aus dem Strassenverkehr stammen.

Der annähernd parallele Verlauf an den drei Messorten zeigt, dass die Höhe der Immission allseits durch die allgemeinen atmosphärischen Austauschbedingungen bestimmt wurde. Es gibt – zumindest auf der Basis der 14-Tage-Mittel – keine Hinweise, dass an der Frohbühlstrasse wesentlich andere Verhältnisse herrschten als im übrigen Stadtgebiet.

In der LRV gibt es keine Immissionsgrenzwerte für Benzol, da bei krebserzeugenden Stoffen keine eindeutige Wirkungsschwelle angegeben werden kann. Begrenzt sind jedoch der Benzol-ausstoss und der Benzolgehalt im Motorenbenzin. Seit 1. Januar 2000 darf nur noch Benzin mit einem Höchstgehalt von 1% (Vol) in Verkehr gebracht werden. Auch verschärfte Abgasvorschriften werden für eine weitere Abnahme der Benzolimmissionen sorgen.

In der Bundesrepublik Deutschland wies der Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI 1992) Benzol einen Richtwert von max. $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu (zur Verminderung der Risikodiskrepanz zwischen Ballungs- und ländlichen Gebieten). Diese strenge Vorgabe wird an der Frohbühlstrasse eingehalten. In der EU ist zurzeit ein höherer Benzol-Jahresgrenzwert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Diskussion (NB: In europäischen Städten reichen die Durchschnittswerte von $3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Kopenhagen bis $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Athen).

Toluol

Toluol ist ebenfalls ein Bestandteil des Benzins und wird durch Motorfahrzeuge emittiert. Toluol und die verwandten Xylole haben den höchsten Anteil an den VOC im Abgas von Benzinmotoren. Daneben findet Toluol aber immer noch als Lösungsmittel in Industrie und Gewerbe Anwendung (z.B. Verdünner, einkomponentige Kleber im Baugewerbe). Toluol und Xylole weisen verglichen mit Benzol eine geringe Toxizität auf.

Tab. 6 Periodenmittel 9.11.2000 bis 20.3.2001

	Frohbühlstrasse	Stampfenbachstrasse	Bhf. Wiedikon
Konz. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	6.9	11.5	15.3
Verhältnis T/B	3.1	3.7	2.9

Gegenüber Benzol sind die Toluolkonzentrationen an allen Messstellen rund dreimal höher. Der Messpunkt Frohbühlstrasse weist jedoch wieder die geringste Belastung aus. Das Toluol zu Benzol-Verhältnis von 3.1 deutet klar auf den dominierenden Einfluss des Strassenverkehrs hin. Erhebliche Lösungsmittlemissionen in der Umgebung hätten deutlich erhöhte T/B-Verhältnisse zur Folge. Verkehrsfremde Toluolquellen spielen also an der Frohbühlstrasse eine untergeordnete Rolle.

Undecan

In Triebwerksabgasen von Flugzeugen kommen hochsiedende Alkane wie n-Decan, n-Undecan und n-Dodecan in deutlich höheren Konzentrationen vor als in Automobilabgasen. 1992 durchgeführte Immissionsmessungen haben ergeben, dass diese Kerosinkomponenten in unmittelbarer Nachbarschaft des Flughafens in erhöhten Konzentrationen auftreten. In der vorliegenden Untersuchung wurde Undecan als Leitsubstanz verwendet, um allfällige Einflüsse des Luftverkehrs festzustellen. Die Messergebnisse zeigen indessen, dass an der Frohbühlstrasse keine erhöhten Belastungen vorliegen. Der am Bhf. Wiedikon festgestellte leicht erhöhte Wert ist wahrscheinlich auf den dieselbetriebenen Strassenverkehr zurückzuführen. Damit zeigt sich erneut, dass die Emissionen aus dem Flugbetrieb keinen massgebenden Einfluss auf die Immissions-situation in Zürich-Seebach ausüben.

Tab. 7 Periodenmittel 9.11.2000 bis 20.3.2001

	Frohbühlstrasse	Stampfenbachstrasse	Bhf. Wiedikon
Konz. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.42	0.42	0.52

Bei den übrigen apolaren VOC wurden ähnliche Belastungsmuster festgestellt, wie bei den überwiegend strassenverkehrsbedingten Schadstoffen Benzol und Toluol. Insbesondere traten an der Frohbühlstrasse bei allen erfassten Komponenten die tiefsten Belastungen auf.

Polare VOC

Von den 38 polaren VOC konnten an der Frohbühlstrasse 23 Verbindungen nicht eindeutig nachgewiesen werden. Ihre Konzentrationen lagen während der ganzen Untersuchungsdauer unterhalb der Nachweisgrenze der analytischen Bestimmungsmethode oder es wurde nur zeitweise ein Nachweis bei sehr tiefen Konzentrationen erbracht.

Bei den eindeutig nachgewiesenen 15 p-VOC (in der Stoffliste im Anhang fett markiert) kommt das in Reinigungsmitteln (Haushalt und Gewerbe) oft enthaltene Isopropanol in den grössten Mengen vor (Massenanteil an den p-VOC rund 10 %). Dies trifft für alle Messorte zu, wobei an der Frohbühlstrasse sämtliche Stichprobenmittel den tiefsten Wert aufwiesen.

Drei polare VOC zeigen etwas abweichende Konzentrationsverhältnisse. Ihre Periodenmittel an der Frohbühlstrasse liegen über den Werten der Stampfenbachstrasse und teilweise wurden beträchtliche Konzentrationsschwankungen festgestellt. Folgende Tabelle zeigt die gemessenen Mittelwerte dieser drei Verbindungen:

Tab. 8 Periodenmittel 9.11.2000 bis 20.3.2001

p-VOC-Komponente	Frohbühlstrasse	Stampfenbachstrasse	Bhf. Wiedikon
Methylethylketon (MEK) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.77	1.09	1.2
Essigsäureethylester [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.74	0.44	0.65
Essigsäureisobutylester [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.20	0.13	0.18

Methylethylketon (= 2-Butanon) ist ein häufig eingesetztes Lösungsmittel und wird z.B. als Verdünner auch in der Bauchemie eingesetzt (sog. Acetonersatz). Wie der unten stehende zeitliche Verlauf zeigt, geht die Erhöhung des Mittelwerts auf die beiden ersten Messperioden zurück (v.a. Periode 2 vom 23.11.00 bis 7.12.00). Anschliessend waren die Belastungen mit Methylethylketon an allen drei Messorten wieder etwa gleich.

Die beobachtete Belastungsspitze stammt von einer unmittelbar benachbarten Quelle, wahrscheinlich aus baugewerblichen Anwendungen. Methylethylketon ist in der LRV als Stoff der Klasse III aufgeführt (Klasse mit der geringsten Umwelt- und Gesundheitsgefährdung). In der BAG-Giffliste ist Methylethylketon der Giftklasse 5 zugeteilt (schwächste Gifte). Die festgestellten Methylethylketon-Immissionen waren gesundheitlich unbedenklich. Im Hinblick auf die erhöhten Periodenmittel können Geruchsbelästigungen v.a. während der Messperiode 2 jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Die in nur in sehr tiefen Konzentrationen aufgetretenen Essigsäureester, weisen ein ähnlich geringes Gefahrenpotenzial auf. Sie stammen wahrscheinlich ebenfalls mehrheitlich aus Bauemissionen (ebenfalls schubweises Auftreten).

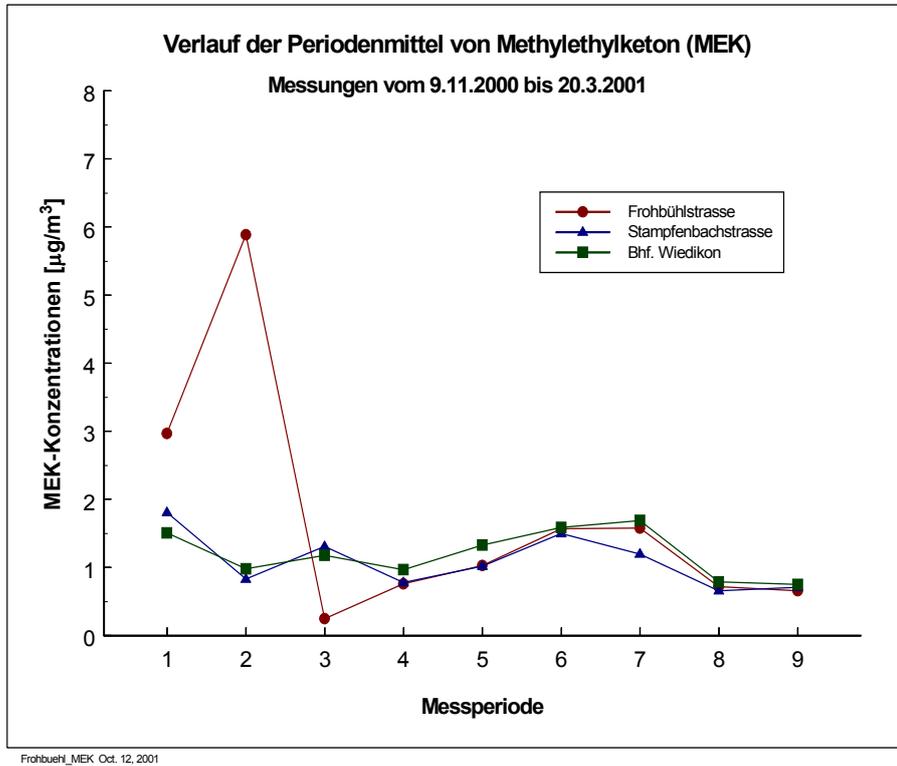


Abb. 6 Zeitlicher Verlauf der 14-Tage-Mittel von MEK

5 Zusammenfassende Beurteilung

Die Luftqualität an der Frohbühlstrasse in Zürich-Seebach wird vorwiegend durch die Emissionen des Strassenverkehrs auf der benachbarten Nordumfahrung A20 bestimmt. Trotz sehr hohem Verkehrsaufkommen erreichen die NO_2 -Jahresmittelwerte nur etwa $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dieses Belastungsniveau liegt im oberen Bereich des Grenzwertes, was auch für die Immissionen in grösseren Teilen des Stadtgebiets zutrifft. Der daraus abgeleitete Jahresmittelwert von Feinstaub PM_{10} (ca. $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) stellt für eine verkehrsexponierte Lokalität ebenfalls keinen aussergewöhnlich hohen Wert dar. Offensichtlich ist das untersuchte Gebiet gut gegen die eingesenkte Fahrbahn der Nationalstrasse abgeschirmt. Weiter wirkt sich die Lage in einem Stadtrandquartier positiv auf die Luftqualität aus.

Dies zeigt sich auch bei weiteren verkehrsbedingten Schadstoffen, wie bei Benzol und Toluol. So wird der strenge deutsche Richtwert (LAI) von $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für das kanzerogene Benzol eingehalten. Die Messergebnisse eines Kerosin-Leitschadstoffes (n-Undecan) weisen darauf hin, dass die Emissionen aus dem Flugbetrieb keine massgebende Rolle spielen. Indizien auf vereinzelte verkehrsfremde Quellen lieferten die Messungen von polaren Kohlenwasserstoffen (p-VOC). Ein Zusammenhang mit Bauarbeiten in der Nachbarschaft ist wahrscheinlich. Die zeitweise in erhöhten Konzentrationen aufgetretenen p-VOC könnten zu Geruchsimmissionen geführt haben. Auf Grund ihrer geringen Toxizität bestand aber zu keiner Zeit eine Gesundheitsgefährdung.

Anhang

Liste der gemessenen VOC-Verbindungen
 NO₂-Belastungskarte Stadt Zürich 2000
 PM10-Belastungskarte Stadt Zürich 2000

Erfasste VOC-Komponenten

An der Frohbühlstrasse analytisch eindeutig nachgewiesene VOC sind **fett** markiert

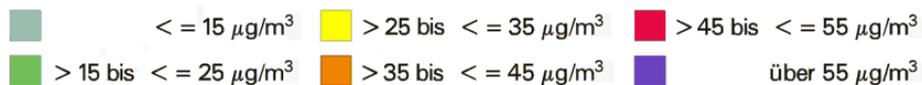
Tab. 9 apolare VOC (35 Verbindungen)

Benzol	a-Pinen
Isooctan (2,2,4-TMPentan)	Camphen
n-Heptan	b-Pinen
Toluol	3-Caren
n-Octan	Limonen
Ethylbenzol	1,1,1-Trichlorethan
m/p-Xylol	Chloroform
n-Nonan	Tetrachlorkohlenstoff
o-Xylol	Trichlorethen
Styrol	Tetrachlorethen (Per)
Isopropylbenzol (Cumol)	1,1,2-Trichlorethan
n-Propylbenzol	Chlorbenzol
m/p- Ethyltoluol	1,1,2,2-Tetrachlorethan
Mesitylen (1,3,5-TMB)	1,3-Dichlorbenzol
n-Decan	1,4-Dichlorbenzol
o-Ethyltoluol	1,2-Dichlorbenzol
Pseudocumol (1,2,4-TMB)	Undecan
Hemellitol (1,2,3-TMB)	

Tab. 10 polare VOC (38 Verbindungen)

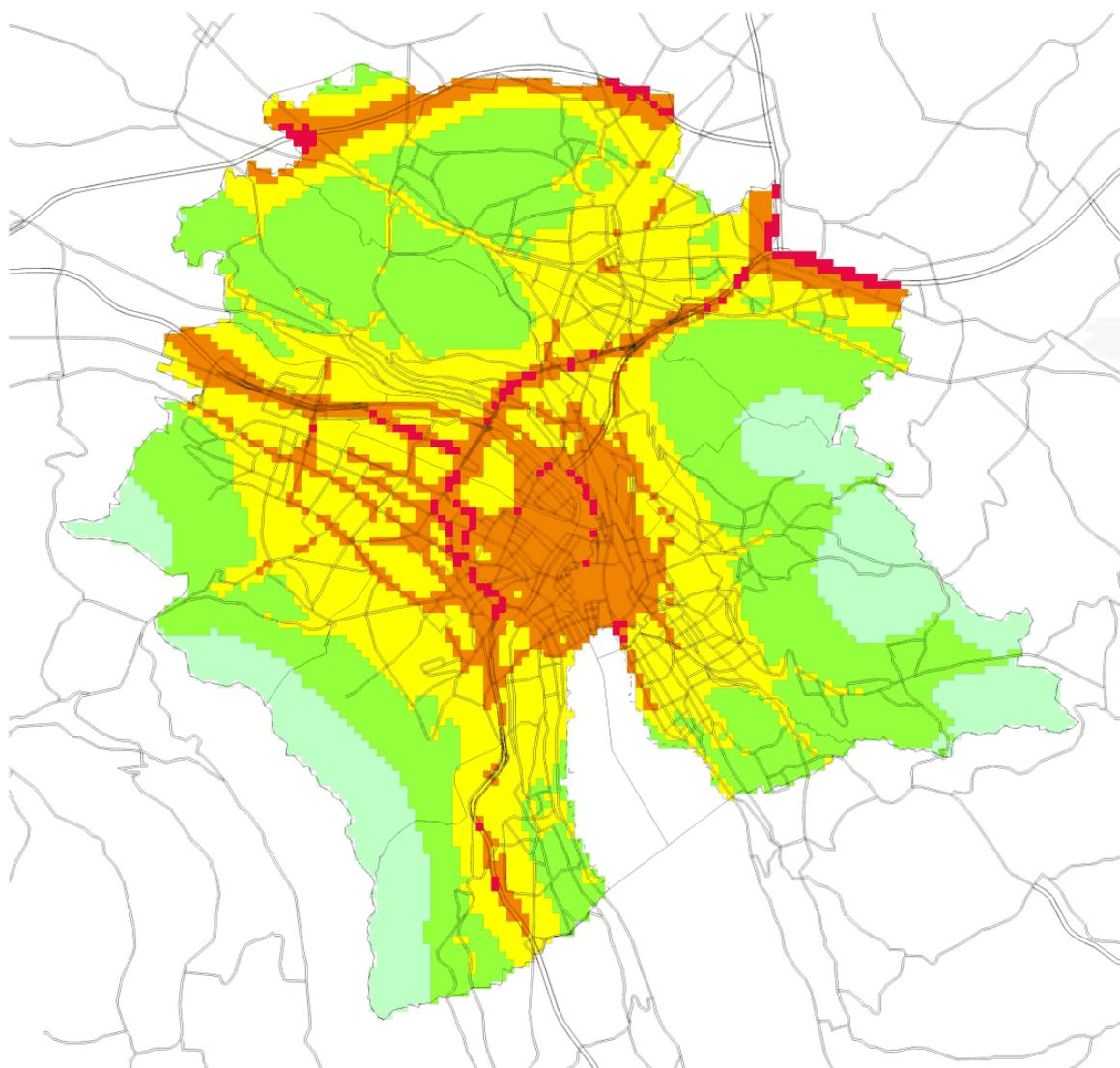
Dimethylsulfid	Diethylketon (3-Pentanon)
Essigsäuremethylester	Acrylsäureethylester
t-Butylmethylether	Pinakolin (t-BMK)
t-Butanol	Essigsäurepropylester
Isopropanol	Methacrylsäuremethylester
Diisopropylether	1-Butanol
Acetaldehyddimethylacetal	1,4-Dioxan
Essigsäurevinylester	Isobutylmethylketon (4Me2pent)
Methylethylketon (2-Butanon)	b-Methallylalkohol
Methylvinylketon (3-Buten-2-on)	Essigsäureisobutylester
Essigsäureethylester	Butylmethylketon (2-Hexanon)
Tetrahydrofuran	Essigsäurebutylester
1-Propanol	N,N-Dimethylformamid
2-Butanol	1-Methoxy-2-propylacetat
Isopropylacetat	1-Hexanol
Isopropylmethylketon	Cyclohexanon
Isobutanol	Diethylsulfat
Isopropylnitrat	1-Methyl-2-pyrrolidon
Methylpropylketon (2-Pentanon)	2-Pyrrolidon

NO₂ -Immissionen 2000 Zürich



Höchster Immissionswert: 57 µg/m³
 Tiefster Immissionswert: 8 µg/m³

 Stadtkreisgrenze  Strassen des kantonalen Verkehrsmodells



PM10-Immissionen 2000 Zürich

