



Problematik CRT-Partikelfilter und Stickstoffdioxid-Immissionen

NO₂-Immissionsmessungen im Umfeld von Bus-Haltestellen in Oerlikon, Albisrieden und Altstetten

KURZBERICHT

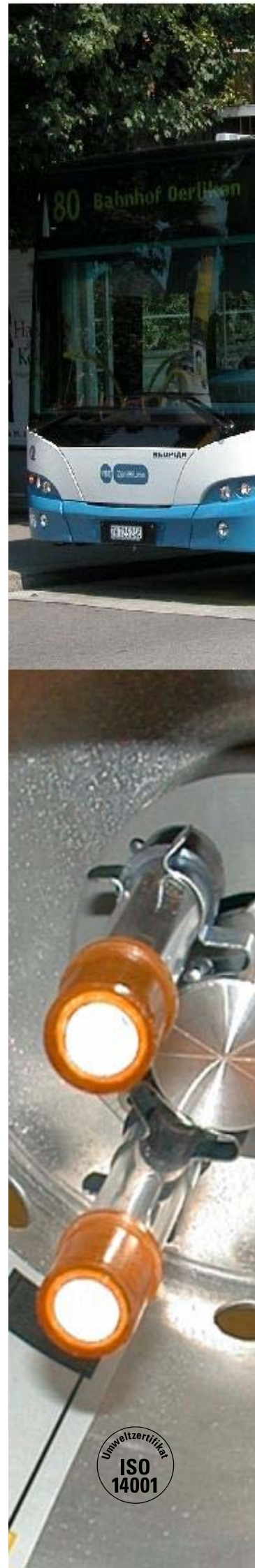
Bericht Nr. 20100824

Verfasser/in:

Jürg Brunner, Fachbereichsleiter Labor
Fachbereich Labor

Zürich, August 2010

Gesundheits- und Umweltdepartement



Impressum

Herausgeberin

Stadt Zürich

Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich UGZ

Abteilung Umwelt
Fachbereich Labor
Walchestrasse 31
8021 Zürich

www.stadt-zuerich.ch/luft

Sachbearbeitung

Susanne Schlatter

Markus Scheller

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
2	CRT-Partikelfilter.....	2
3	Messorte	3
4	Verkehrszahlen	5
5	Resultate.....	6
6	Zusammenfassung	10
7	Schlussfolgerungen	11
8	Literatur.....	12
9	Anhang	13

1 Einleitung

Anlässlich von Immissionsmessungen von Stickstoffdioxid (NO₂) mit Passivsammlern [1] im Zentrum von Albisrieden 2005 wurde eine auf Grund der Verkehrsverhältnisse und -zusammensetzung auf den ersten Blick nicht erklärbare, hohe Luftbelastung durch NO₂ verzeichnet. Ausgehend von einem nahe gelegenen, nahezu verkehrsfreien Hintergrund-Messort (Im Kratz) und der auf Grund des Verkehrsaufkommens modellierten Belastung [2, 3] wurden deutlich tiefere Messwerte an der Albisriederstrasse im Zentrum Albisriedens erwartet, als sie effektiv gemessen wurden (Abb. 1).

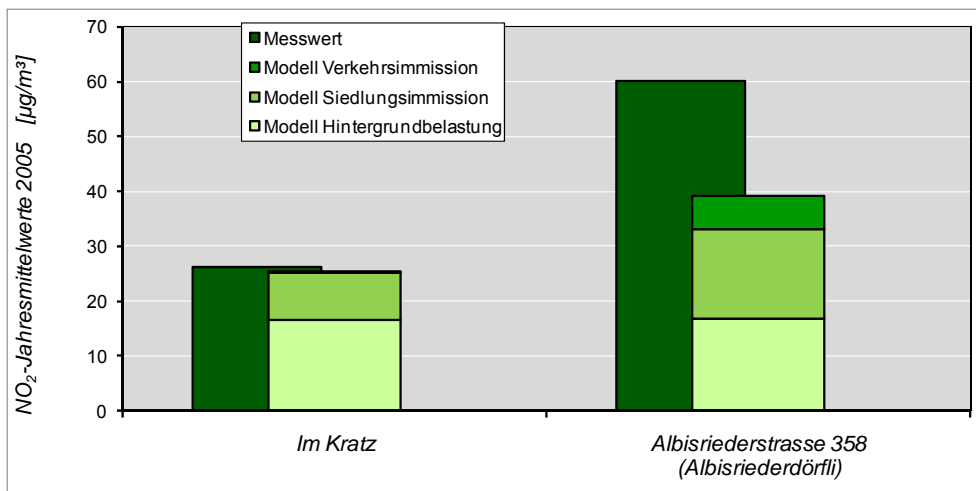


Abb. 1 Vergleich der effektiven Messwerte mit den Modellwerten der NO₂-Jahresmittelwerte 2005

Bereits seit 10 Jahren wird von erhöhten NO₂-Direktemissionen bei Dieselfahrzeugen berichtet, welche mit einem CRT-Partikelfilter-System (vgl. Abschnitt 2) ausgerüstet sind [4, 5]. Der Messort im Zentrum Albisriedens (Albisriederstrasse 358) liegt in unmittelbarer Nähe der Bushaltestelle "Albisriederdörfli", welche von mehreren VBZ-Buslinien bedient wird. Nahezu sämtliche Busse der VBZ sind mit CRT-Partikelfilter-Systemen ausgerüstet, weshalb sich die Frage aufdrängt, ob NO₂-Direktemissionen für die Diskrepanz von Messung und Modell verantwortlich sein könnten.

Zu diesem Zweck wurden 2007 Immissionsmessungen mit NO₂-Passivsammlern in Albisrieden, Altstetten und Oerlikon durchgeführt. Im Zentrum standen die Immissionsmessungen im Nahbereich von Bushaltestellen mehrerer Buslinien jeweils begleitet von Messungen an einem Hintergrundstandort und Strassen mit erheblichem Anteil des Busverkehrs, sowie gänzlich ohne Busverkehr. Ziel der Messungen war einerseits eine Bestätigung der hohen Immissionsbelastung 2005 im Zentrum Albisriedens zu erhalten, andererseits zu untersuchen, ob sich an ähnlichen Standorten dieselbe Problematik abzeichnet. In zweiter Linie von Interesse war die Frage, ob allenfalls auch Aussagen über die vom öffentlichen Busverkehr in Fahrt verursachten Immissionen getroffen werden können.

2 CRT-Partikelfilter

Dieselfahrzeuge emittieren grosse Mengen an Dieselerusspartikel. Aus lufthygienischer Sicht ist die Minimierung der besonders gesundheitsgefährdenden Partikel ein Muss. Eine Variante ist dabei das CRT-System (Continuous regenerating trap), welches die Wirkung des Partikelfilters mit der des Oxidationskatalysators kombiniert und sich auch für die Nachrüstung älterer Dieselfahrzeuge eignet.

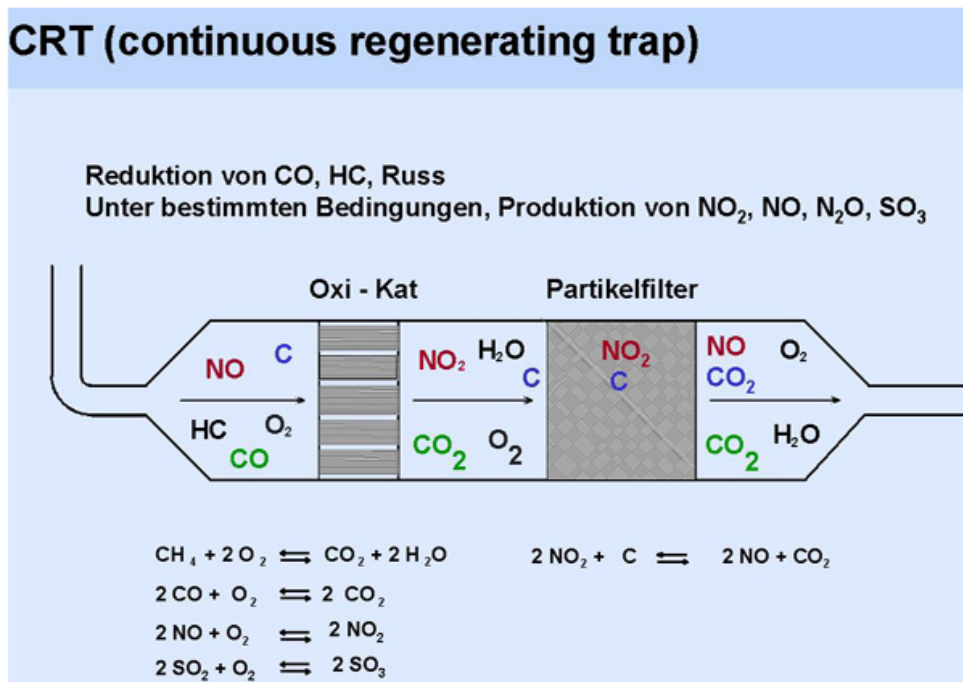


Abb. 2 Funktionsweise eines CRT-Partikelfilter-System (Quelle EMPA [6])

Der Oxidationskatalysator oxidiert mit dem Restsauerstoff (O₂) im Abgasstrom des Motors Schadstoffe wie Stickstoffmonoxid (NO), Kohlenmonoxid (CO) und Methan (CH₄). Das gebildete Stickstoffdioxid (NO₂) ermöglicht die kontinuierliche Verbrennung der Rusrückstände (C) im Filter im Temperaturbereich von 200 bis 450 °C. Ein gewichtiger Nachteil des Systems ist, dass unter bestimmten Betriebsbedingungen (Teillastbetrieb oder niedrigen Abgastemperaturen) der NO₂-Anteil an den emittierten Stickoxiden über 65% betragen kann [4, 7, 8].

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen waren nahezu sämtliche Dieselfahrzeuge der VBZ mit einem derartigen Partikelfilter-System ausgerüstet. Als Beispiel nachfolgend der Fahrzeugeinsatzplan der VBZ der Buslinien im Raum Bahnhof Oerlikon (Tab. 1). Ein Einfluss auf die Luftbelastung in Folge direkter NO₂-Emissionen der mit einem CRT-Partikelfilter ausgerüsteten Fahrzeuge kann deshalb als naheliegend betrachtet werden.

Tab. 1 Fahrzeugeinsatzplan der VBZ im Raum Bahnhof Oerlikon (Quelle VBZ)

Fahrzeugtyp	O 405N	N4516	O 40SG	O 405GN	N4522 Los 2003	N 4522 Lose 2005/ 2006	N 4007	A35
Kategorie	Standardbus	Standardbus	Gelenkbus	Gelenkbus	Gelenkbus	Gelenkbus	Quartierbus	Quartierbus
Fahrzeug-Nr.	201-242	244-283	580-593	501-515	516-525	526-562	301-309	310-313
Inbetriebsetzung	1990-91	2003-2004	1988-90	1992	2003	2005-06	1998-1999	2006
Abgasnorm	Euro0	Euro 3	Euro0	Euro1	Euro 3	Euro 4	Euro2	Euro 4
Partikelfilter	Mann und Hummel oder CRT	CRT	Mann und Hummel oder CRT	CRT	CRT	PM-Kat	1 FZG CRT Rest ohne	PM-Kat
Linie								
45	Mo / Fr	Mo / Fr					Sa / So	Sa / So
64	Mo / Fr	Mo / Fr					Sa / So	Sa / So
67			täglich	täglich	täglich	täglich		
75	täglich	täglich						
78	täglich	täglich						
80		Mo / Sa nach Abend HVZ + Sonntag			Mo / Sa bis nach Abend HVZ	Mo / Sa bis nach Abend HVZ		
89	täglich	täglich						
95	Mo / Fr Abend HVZ	Mo / Fr Abend HVZ	Mo / Fr Morgen HVZ	Mo / Fr Morgen HVZ	Mo / Fr Morgen HVZ	Mo / Fr Morgen HVZ		

3 Messorte

Im Zentrum der Messortauswahl standen stark benutzerfrequentierte Bushaltestellen, jeweils begleitet durch einen Hintergrundmessort. Folgende Punkte standen dabei im Vordergrund:

- Bushaltestellen, welche von mehreren Buslinien bedient werden
- Hintergrundmessorte in der Nahе mit möglichst geringem Verkehrseinfluss

Erweitert wurden die Messungen durch eine Auswahl von Messorten an Strassenabschnitten, welche folgende Eigenschaften aufwiesen:

- Strassenabschnitte mit hohen Busanteilen am Schwerverkehr
- Strassenabschnitte ohne öffentlichen Busverkehr

3.1 Zürich West



- ❶ Albisriederstrasse 358
- ❷ Im Kratz
- ❸ Albisriederstrasse 414
- ❹ Altstetterstrasse 247
- ❺ Altstetterstrasse 265

Abb. 3 Messorte Albrisrieden



- ❶ Bahnhof Altstetten
- ❷ Bristenstrasse

Abb. 4 Messort Altstetten

3.2 Zürich Nord



- ❶ Bhf Oerlikon Nord
- ❷ Therese-Giehse-Str.
- ❸ Emil-Opprecht-Platz
- ❹ Binzmühlestrasse 101
- ❺ Binzmühlestrasse 120
- ❻ Oerliker Park
- ❼ Ruedi-Walter-Strasse

Abb. 5 Messorte Oerlikon

4 Verkehrszahlen

Die Verkehrszahlen der an den Messpunkten vorbeiführenden Strassen wurden dem Strassenlärminformationssystem des Kantons Zürich und der Städte Zürich und Winterthur [9] entnommen. Die Busfrequenzen auf den entsprechenden Strassenabschnitten stammen aus den Haltestellen-Fahrplänen der VBZ [10].

Tab. 2 Tagesverkehrszahlen an den verschiedenen Messstellen

Oerlikon Messort	DTV PW [Fz/d]	DTV SNF [Fz/d]	VBZ ¹ Anteil SNF	Bemerkung
Bhf Oerlikon Nord	33	343	96 %	Affolternstrasse
Therese-Giehse-Strasse	102	346	95 %	
Emil-Opprecht-Platz	32	0	0 %	
Binzmühlestrasse 101	15064	1480	45 %	
Binzmühlestrasse 120	7317	739	38 %	
Oerliker Park	30	394	96 %	Birchstrasse
Ruedi-Walter-Strasse	3702	218	0 %	

¹ Anteil der Dieselse der VBZ an den schweren Nutzfahrzeugen (SNF)

Albisrieden Messort	DTV PW [Fz/d]	DTV SNF [Fz/d]	VBZ ² Anteil SNF	Bemerkung
Albisriederstrasse 358	11001	1023	55 %	
Im Kratz	-	-	0 %	keine Verkehrszahlen
Albisriederstrasse 414	7352	368	0 %	
Altstetterstrasse 247	8960	848	66 %	
Altstetterstrasse 265	8960	848	66 %	

Altstetten Messort	DTV PW [Fz/d]	DTV SNF [Fz/d]	VBZ ² Anteil SNF	Bemerkung
Bahnhof Altstetten	15245	1149	51 %	Hohlstrasse
Bristenstrasse	-	-	0 %	keine Verkehrszahlen

5 Resultate

5.1 Vergleich Messdaten und Modellierung

Die Modelldaten für Hintergrundbelastung und Siedlungsimmisionen entstammen dem Klimamodell der Stadt Zürich (KLAZ) [2], welches die Luftbelastung durch NO₂ auf Basis der Schadstoffquellen und ihrer Frachten auf dem Gebiet der Stadt Zürich und im nahen städtischen Umfeld flächendeckend simuliert. Die dem Klimamodell zu Grunde liegenden Daten bezüglich Strassenzügen und Punktquellen haben sich insbesondere in Oerlikon als veraltet erwiesen. Die rasante Entwicklung der Stadt auch im Bereich Oerlikon Nord, mit dem Wechsel von Industrie-flächen zu Dienstleistungs- und Wohngebieten, neuen Strassen und Änderungen im Verkehrsregime diverser bestehender Strassen hatte zur Folge, dass insbesondere die verkehrsbedingten Immissionen neu berechnet werden mussten. Hinzu kommt, dass das Klimamodell einen statischen Zustand abbildet und keine Neuberechnungen zulässt. Die verkehrsbedingten zusätzlichen NO₂-Immissionen wurden deshalb dem städtischen Verkehrsemissionskatasters von 2004 [3] entnommen, resp. im Falle neuer Strassenabschnitte mit diesem neu berechnet.

Der Vergleich der Messdaten NO₂ für das Jahr 2007 mit den entsprechenden Modelldaten zeigt eine gute Übereinstimmung für alle Messorte mit Ausnahme der Messungen am Messort "Binzmühlestrasse 101" und an den grossen Bushaltestellen, welche von mehreren Buslinien bedient werden (Abb. 6). Hier zeigen die Messwerte deutlich höhere Belastungen als dies das Modell voraussagt. Die Mehrbelastungen an den grossen Bushaltestellen liegen im Bereich von 16 - 22 µg/m³ und entsprechen an diesen Messorten rund 1/3 der Gesamtbelastung (Tab. 3). Am Messort "Binzmühlestrasse 101" ist die Differenz zwischen Messung und Modell kleiner, im Vergleich zu den übrigen Messorten jedoch übermässig.

² Anteil der Dieselbusse der VBZ an den schweren Nutzfahrzeugen (SNF)

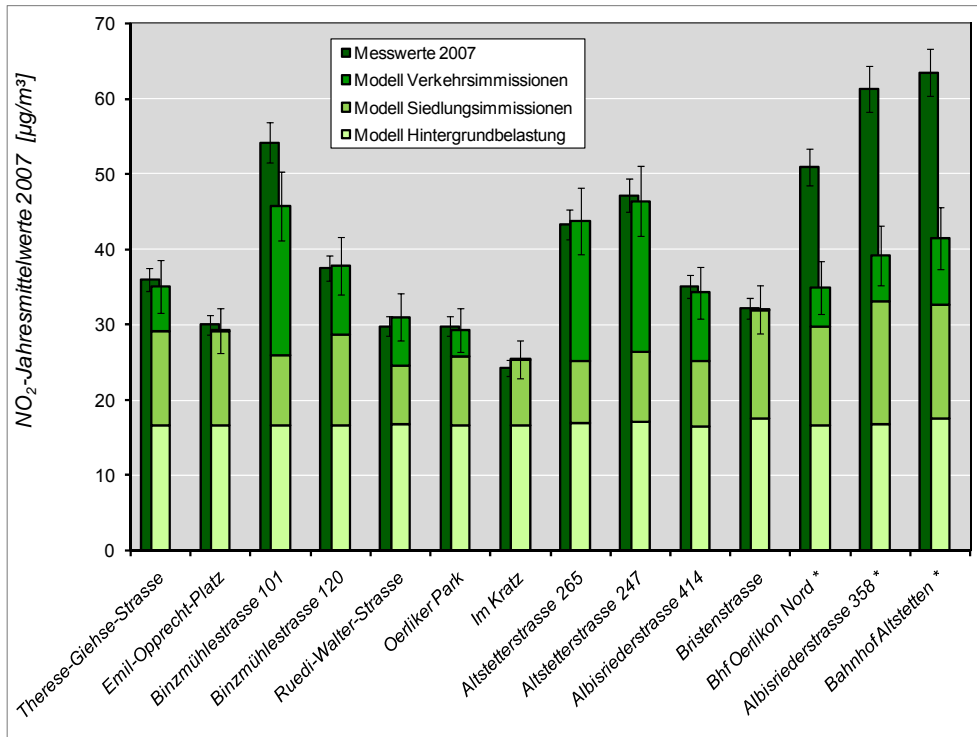


Abb. 6 Vergleich der NO₂-Messwerte 2007 mit den Modelldaten ³
 (* Messorte mit mehreren Bushaltestellen verschiedener Buslinien im nahen Umfeld)

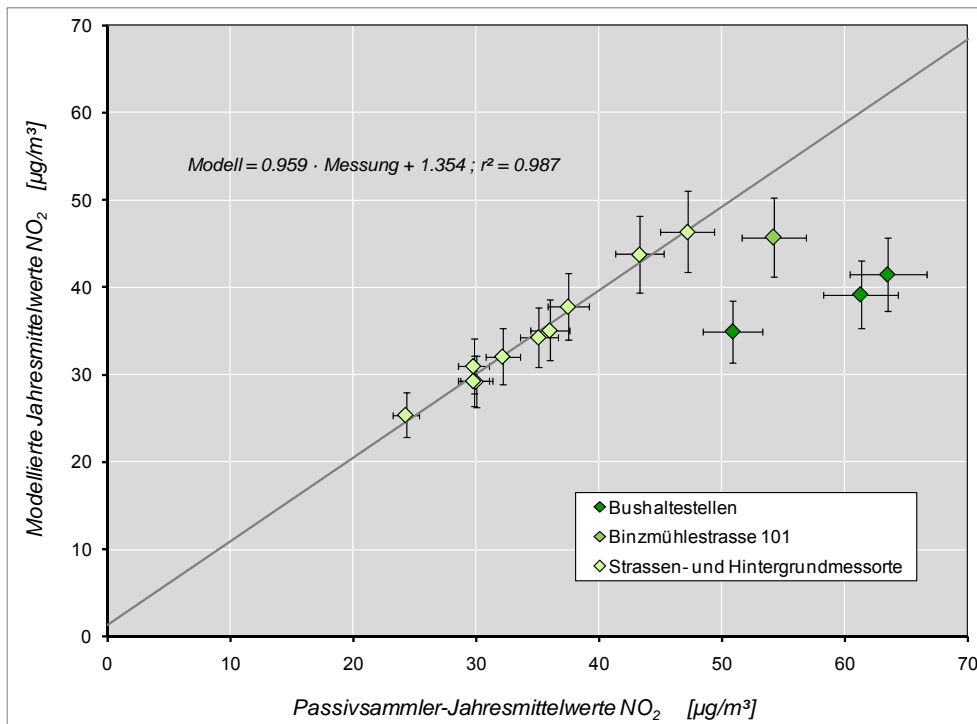


Abb. 7 Korrelation NO₂-Messwerte und Modellwerte 2007 ³

³ Abgeschätzte erweiterte Unsicherheit des Modells 10%, der Passivsammlermessung gemäss [11, 12]

Besonders augenfällig wird der Unterschied bei Betrachtung der Korrelation zwischen Mess- und Modellwerten (Abb. 7). Die Datenpunkte der Bushaltestellen und des Messorts "Binzmühlestrasse 101" liegen deutlich ausserhalb der Korrelation der übrigen Messorte.

Tab. 3 Absolute und relative Mehrbelastungen durch NO₂ an VBZ-Bushaltestellen mehrerer Buslinien (Differenz von Messung und Modell)

Messort	NO ₂ -Mehrbelastung [µg/m ³]	Anteil an Gesamtbelastung [%]
Albisriederstrasse 358	22	36
Bahnhof Oerlikon Nord	16	31
Bahnhof Altstetten	22	35

5.2 Oerlikon Nord

Eine nähere Betrachtung lohnt sich im Fall der Messorte im nahen Umfeld des Bahnhofs Oerlikon. In einem Radius von 100 m finden sich hier 3 komplett verschiedene Immissions-situationen. Der Messort "Emil-Oprecht-Platz" ist ein vom Verkehr nahezu unbeeinflusster Standort (lokaler Hintergrund), der Messort "Bahnhof Oerlikon Nord" weist die bereits erwähnte Mehrbelastung im Bereich der Bushaltestellen auf und am Messort "Therese-Giehse-Strasse" lässt sich die Situation des fahrenden Busverkehrs gut beobachten. Im Falle der letzteren beiden Messorte kann der Einfluss weiterer Verkehrsteilnehmer in Folge ihres sehr geringen Anteils vernachlässigt werden, die Verkehrsimmisionen stammen in erster Linie von den eingesetzten Dieselnbussen der Buslinien 64, 75, 80 und den wenigen Nachtbussen der Linie N7 (vgl. Tab. 2).

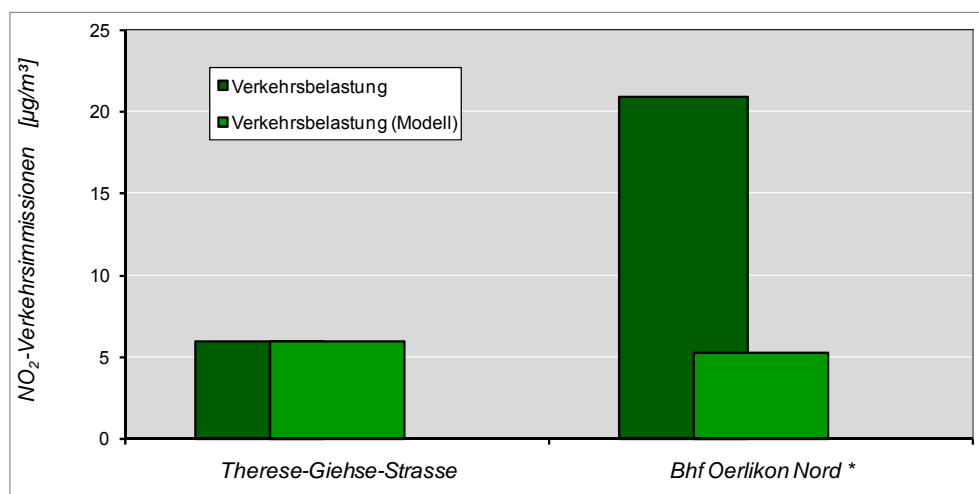


Abb. 8 Zusatzbelastung gegenüber dem Hintergrund-Messort "Emil-Oprecht-Platz"

Am Messort "Bahnhof Oerlikon Nord" beträgt die zusätzliche Belastung rund das 4-fache der prognostizierten Belastung, das Verkehrsaufkommen ist jedoch praktisch identisch mit dem

Verkehrsaufkommen am Messort "Therese-Giehse-Strasse". Werden die Verkehrsimmissionen am Messort "Bahnhof Oerlikon Nord" auf einen durchschnittlichen Tagesverkehr (schwere Nutzfahrzeuge mit 10-fachem Gewicht) umgelegt,

$$DTV_S = DTV_{PW} + 10 \cdot DTV_{SNF}$$

so würde diese Belastung einem Verkehrsaufkommen DTV_S von rund 70'000 Fz/d entsprechen (Abb. 9). Ein grosser Anteil der von den Linienbussen ausgestossenen Stickoxide muss bereits als Stickstoffdioxid vorliegen, um derart hohe Verkehrsimmissionen bei einem effektiven DTV_S von lediglich rund 3'500 Fz/d zu verursachen.

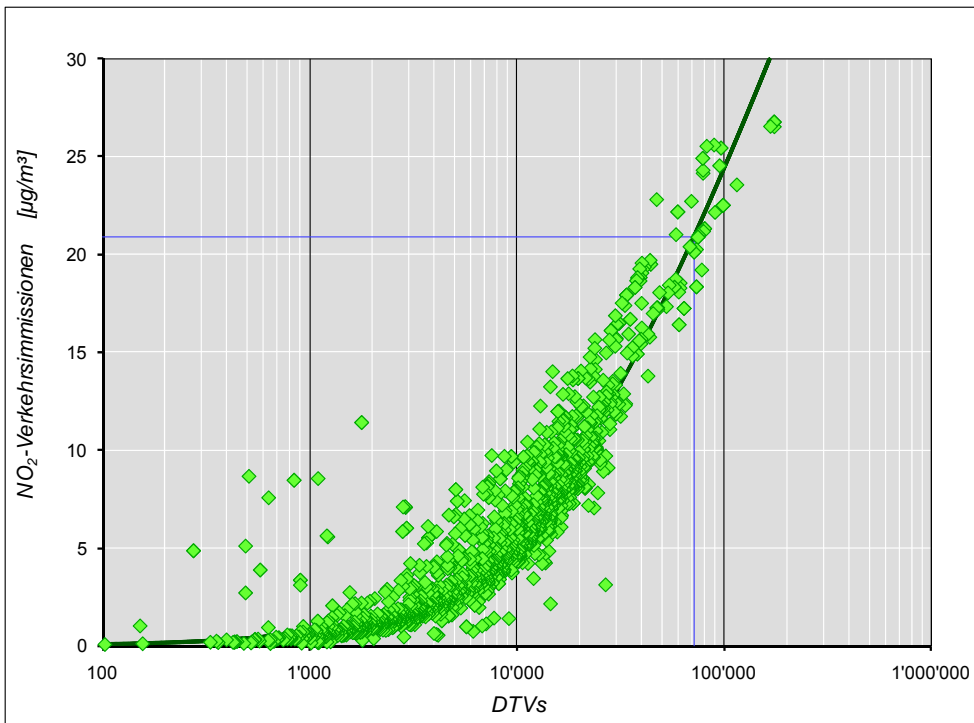


Abb. 9 NO₂-Verkehrsimmissionen in Abhängigkeit des Verkehrs des Emissionskatasters der Stadt Zürich [3]

Am Messort "Therese-Giehse-Strasse", mit derselben Anzahl an Bussen in Fahrt, sind diese für eine Belastung von 6 µg/m³ verantwortlich. Die höchsten Fahrzeugzahlen des öffentlichen Verkehrs an den untersuchten Orten weist der Messort "Binzmühlestrasse 101" auf. Zusammen mit dem häufigen stockenden Verkehr auf diesem Strassenabschnitt, führt der öffentliche Verkehr hier zu einem abgeschätzten Anteil von 17 µg/m³ oder 32% an der gemessenen Gesamtbelastung.

6 Zusammenfassung

Gemessen an den Gesamtemissionen an Stickoxiden sind Linienbusse lediglich für 5% der Stickoxidemissionen auf dem Stadtgebiet verantwortlich (Abb. 10). Linienbusse verkehren streckengebunden, teilweise mit mehreren Buslinien auf denselben Streckenabschnitten. Sie können lokal weitaus beträchtlichere Emissionsanteile aufweisen, was sich auf Grund der Immissionsmessungen von NO₂ im Nahbereich des Bahnhofs Oerlikon gut zeigen lässt.

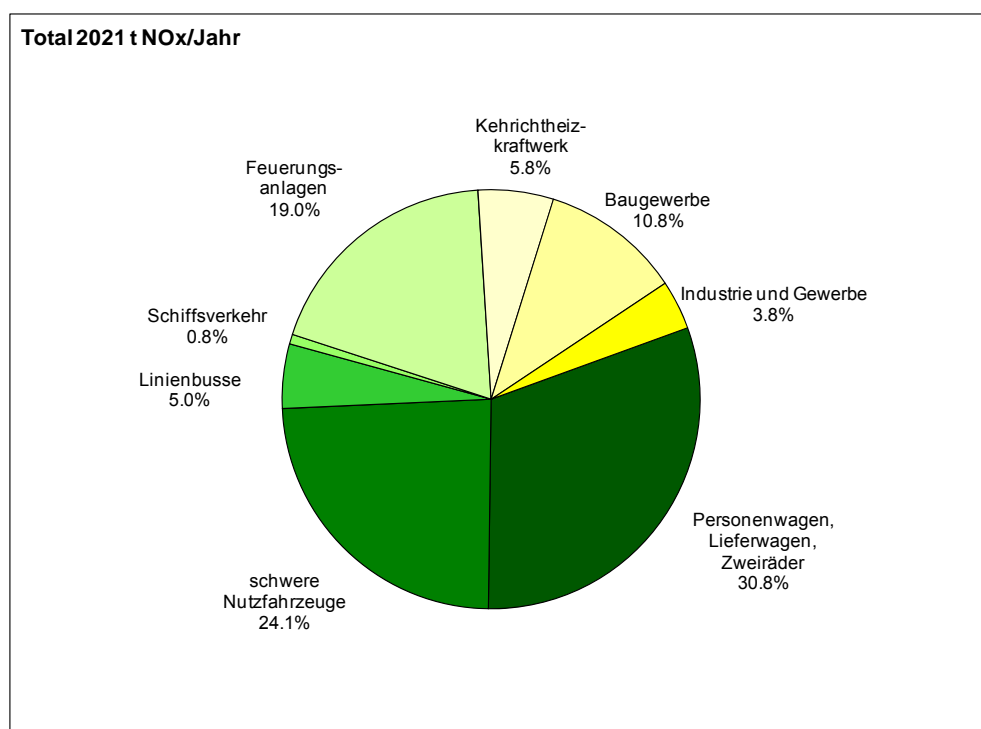


Abb. 10 Stickoxidemissionen nach Verursacherguppen in der Stadt Zürich 2005

An Bushaltestellen, welche von mehreren Buslinien bedient werden, zeigen die NO₂-Immissionsmesswerte deutlich überhöhte lokale Belastungen an. Im Extremfall kann sich die Luftbelastung durch NO₂ gegenüber der Hintergrundbelastung (inkl. siedlungsbedingte Immissionen) im Umfeld verdoppeln. Dies ist wahrscheinlich in erster Linie auf unvorteilhafte Betriebsbedingungen der Busmotoren (Anfahrvorgänge, allfällige Motorenstarts) und die in der Folge hohen NO₂-Direktemissionen zurückzuführen. Die gemessenen Belastungen (Jahresmittelwerte) täuschen über die Tatsache hinweg, dass kurzzeitig die NO₂-Konzentrationen an den Bushaltestellen deutlich bis massiv höher liegen müssen.

An Strassen, welche von mehreren Buslinien durchfahren werden und die ansonsten einen sehr geringen Verkehr aufweisen ist die NO₂-Belastung signifikant höher. Abhängig von den Fahrzeugfrequenzen (350 - 700 Fz/d) können Anteile von 6 - 17 µg/m³ oder 17 - 32 % der NO₂-Gesamtbelastung auf die passierenden VBZ-Fahrzeuge zurückgeführt werden. Dies dürfte sich an sämtlichen Strassenabschnitten, durch welche die VBZ-Buslinien führen, abhängig von der Fahrzeugfrequenz, ähnlich verhalten. Auch wenn die gesamten Emissionen der Linienbusse nur

gerade 5% der städtischen Gesamtemissionen ausmachen, so ist ihr Anteil an den Emissionen an Strassenabschnitten mit hohen Busfrequenzen beträchtlich.

7 Schlussfolgerungen

Insbesondere im Bereich von grossen Haltestellen mit mehreren Buslinien und entlang von Strassenabschnitten mit hohen Busfrequenzen liesse sich die Luftbelastung durch eine Reihe von Massnahmen deutlich reduzieren. Dies auch zum Wohle von wartenden Buspassagieren an Bushaltestellen mit hohen Fahrzeugfrequenzen (Spitzenbelastungen in Folge von NO₂-Direktemissionen) und Anwohnern der betroffenen Strassenabschnitte (chronische Belastung).

- Der von den Dieselnissen verursachte hohe Beitrag zu den Verkehrsimmissionen von NO₂ liesse sich gegebenenfalls durch die Nachrüstung und den Einsatz von modernen DeNOx-Systemen (z.B. Harnstoffeinspritzung) für Dieselfahrzeuge deutlich reduzieren. Eine Prüfung des Einflusses von DeNOx-Systemen auf die Stickoxidemissionen und deren Wirksamkeit ist zu empfehlen.
- Bei allfälligen Neubeschaffungen sind emissionsarme Dieselnisse mit Partikelfilter und DeNOx-Systemen zu bevorzugen.
- Prüfung eines Einsatzes von emissionsärmeren Fahrzeugen (Hybrid-, CNG-, Wasserstoff- oder Brennstoffzellen-Antriebe) als Alternative zu den Dieselfahrzeugen.
- Wo sinnvoll und möglich, ist ein Ersatz von Buslinien durch Trolley-Buslinien ins Auge zu fassen.

Insbesondere im Fall der Stickoxidemissionen von Dieselnissen besteht im Bereich öffentlicher Verkehr ein grosses Verbesserungspotential.

8 Literatur

- [1] J. Brunner und S. Schlatter, Messung von Stickstoffdioxid mit Passivsammlern des Palmes-Typs - Praktische Erfahrungen und Resultate aus der Stadt Zürich, der Ostschweiz und dem Fürstentum Liechtenstein (OSTLUFT), *VDI-Berichte*, **1656**, 407 - 420, 2002
- [2] E. Parlow et al., Klimaanalyse der Stadt Zürich (KLAZ) - Abschlussbericht Phase 1, im Auftrag Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ), Basel/Berlin, 2008
- [3] Neosys AG, Emissionen des Strassenverkehrs in der Stadt Zürich 2004, im Auftrag Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ), Gerlafingen, 2005
- [4] J. Mohn et al., CRT – its impact on nitrogen and sulphur oxide emissions, *Energy technol. sust. future*, 2000
- [5] Air Quality Expert Group, Trends in Primary Nitrogen Dioxide in the UK, im Auftrag Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra), 2006
- [6] EMPA, CRT-Partikelfilter: Umwandlung und Speicherung der Stick- und Schwefeloxide, www.empa.ch/plugin/template/empa/*/5640/---/l=1, 2010
- [7] EMPA, Emissionsmessungen an mit CRT ausgerüsteten Stadtbussen auf dem Rollenprüfstand der LARAG AG in Wil vom 28. – 30. März 2000, im Auftrag BUWAL, Bericht Nr. 411289, Dübendorf, 2000
- [8] EMPA, Emission Measurements on CRT-Equipped City Buses on the LARAG AG Chassis Dynamometer Test Bench in Wil from 28 – 30 March 2000 - Revised August 2004, im Auftrag BAFU (SAEFL), Bericht Nr. 411289/2, Dübendorf, 2004
- [9] Kanton Zürich/UGZ/UGW, Strassenlärm-Informationssystem, www.gis.zh.ch, 2010
- [10] VBZ, Haltestellenfahrpläne, www.stadt-zuerich.ch/vbz/de/index/fahrplan.html, 2008/2010
- [11] J. Brunner, Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ), Messunsicherheit eines Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerts aus Passivsammlermessungen mit Passivsammlern des Palmes-Typs - Teil I: Theoretische Grundlagen: Messunsicherheit der Kalibration eines Messverfahrens auf das entsprechende Referenzverfahren, Zürich, 2008
- [12] J. Brunner, Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ), Messunsicherheit eines Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerts aus Passivsammlermessungen mit Passivsammlern des Palmes-Typs - Teil II: Anwendung: Bestimmung der Messunsicherheit der UGZ-Passivsammler für Stickstoffdioxid, Zürich, 2008
- [13] CEN, Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz - Luftqualität, **EN 14211**, Brüssel, 2005
- [14] CEN, Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz - Luftqualität, **Entwurf EN 14211**, Brüssel, 2010
- [15] BAFU, Immissionsmessung von Luftfremdstoffen - Messempfehlungen, *Vollzug Umwelt*, **VU-5003-D**, 2004
- [16] Cercl'Air, Stickstoffdioxidmessung mit Passivsammlern - Aussenluftqualität, **Cercl'Air Empfehlung Nr. 25**, Herisau, 2004

9 Anhang

A1 Glossar

CRT	Partikelfiltersystem (continuous regenerating trap)
PW	Privatwagen (inkl. Lieferwagen)
SNF	schwere Nutzfahrzeuge
CNG	Naturgas - Erdgas, Kompogas (compressed natural gas)
DeNOx	Entstickungssysteme für Dieselfahrzeuge
DTV	durchschnittlicher Tagesverkehr
DTVs	durchschnittlicher Tagesverkehr mit 10-fach gewichteten schweren Nutzfahrzeugen
VBZ	Verkehrsbetriebe der Stadt Zürich
UGZ	Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich
BAFU	Schweizerische Eidgenossenschaft, Bundesamt für Umwelt
OSTLUFT	Vereinigung der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein zur gemeinsamen Luftüberwachung
EMPA	Eidgenössische Material-Prüfungsanstalt

A2 Vergleich Passivsammler-Verfahren mit dem Referenzverfahren

Das Passivsammlermessverfahren basiert auf dem physikalischen Prinzip der Diffusion einer Substanz über einen Konzentrationsgradienten, in diesem Fall in der Gasphase. Im Fall von Stickstoffdioxid stellt sich durch Absorption des Schadstoffs an ein geeignetes Medium ein Konzentrationsgefälle ein. Verschiedene Einflussfaktoren wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit, Nachoxidation von Stickstoffmonoxid durch Ozon unter Bildung von Stickstoffdioxid führen zu systematischen Abweichungen gegenüber dem Referenzverfahren [13, 14] und bedingen aus Gründen der Vergleichbarkeit einen Abgleich des Passivsammlerverfahrens auf das Referenzverfahren [1, 15, 16].

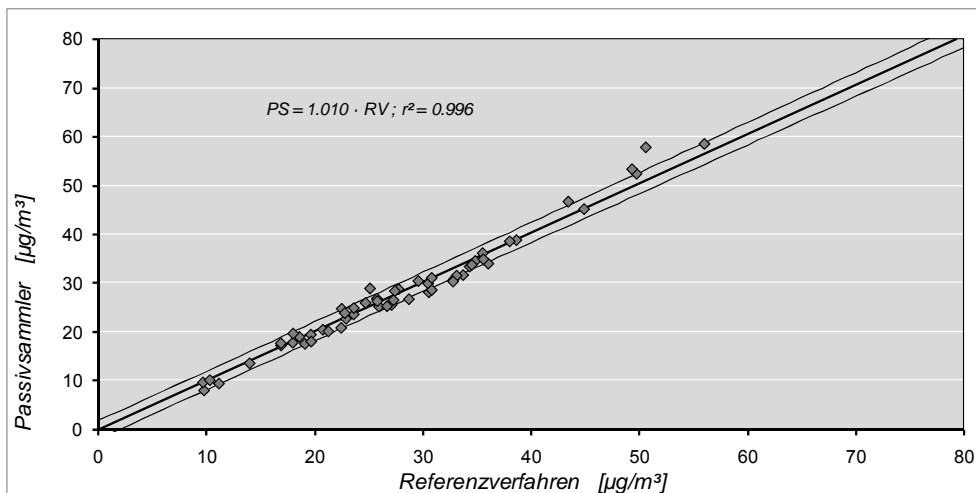


Abb. 11 Vergleich der Jahresmittelwerte 2005 bis 2008 an allen Messstationen im Raum OSTLUFT, an denen NO₂ mit beiden Messverfahren gemessen wurde.

Der Vergleich der abgeglichenen, resp. kalibrierten Passivsammler-Jahresmittelwerte mit den entsprechenden Jahresmittelwerten der kontinuierlichen Messungen zeigt eine sehr gute Übereinstimmung der beiden Messverfahren (Abb. 11). Die Passivsammlermethode liefert bei hohen Belastungen tendenziell etwas höhere Messwerte als das Referenzverfahren.

A3 Validierung der Modellwerte auf Basis der kontinuierlichen Messstationen 2005

Auch der Vergleich von Modell und Messungen an den Messorten, an denen das Referenzverfahren eingesetzt wird, zeigt eine gute Übereinstimmung von Modell und Messung.

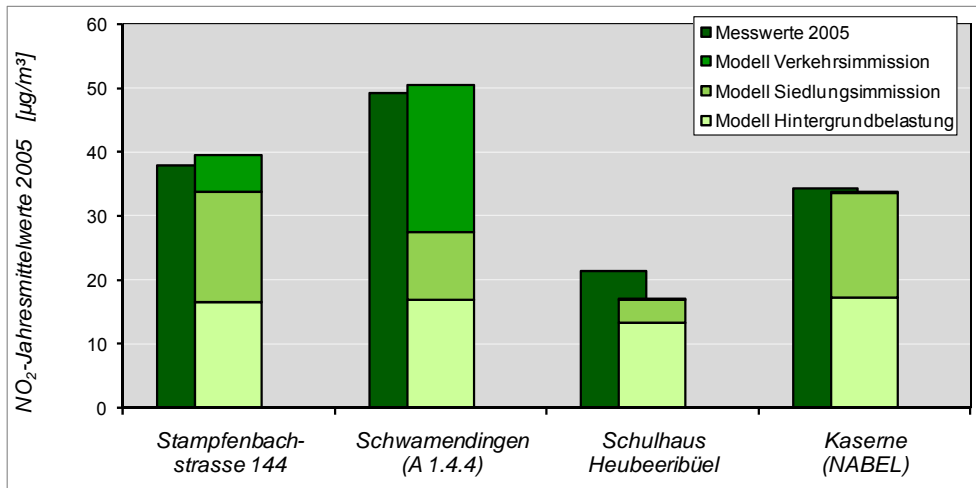
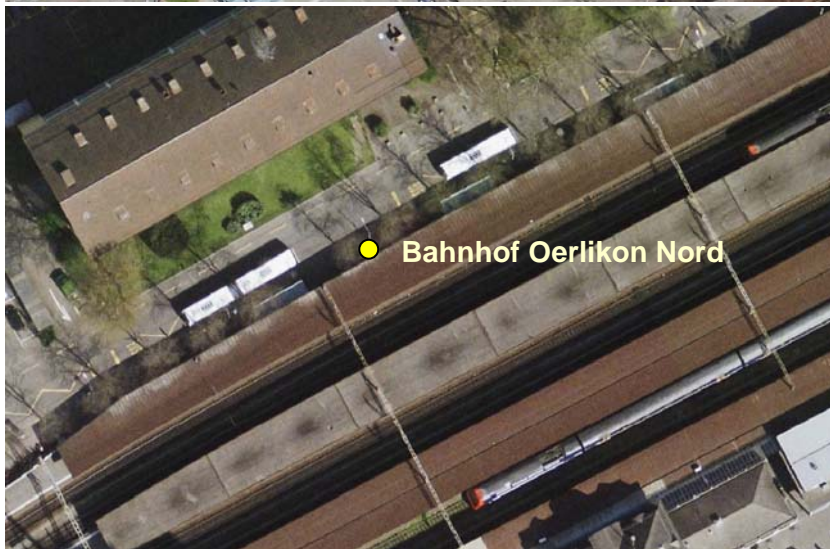


Abb. 12 Vergleich der kontinuierlich erhobenen Jahresmittelwerte 2005 des Referenzverfahrens mit den modellierten Belastungen aus dem Klimamodell der Stadt Zürich KLAZ [2] (Quelle NABEL-Daten: BAFU/EMPA)

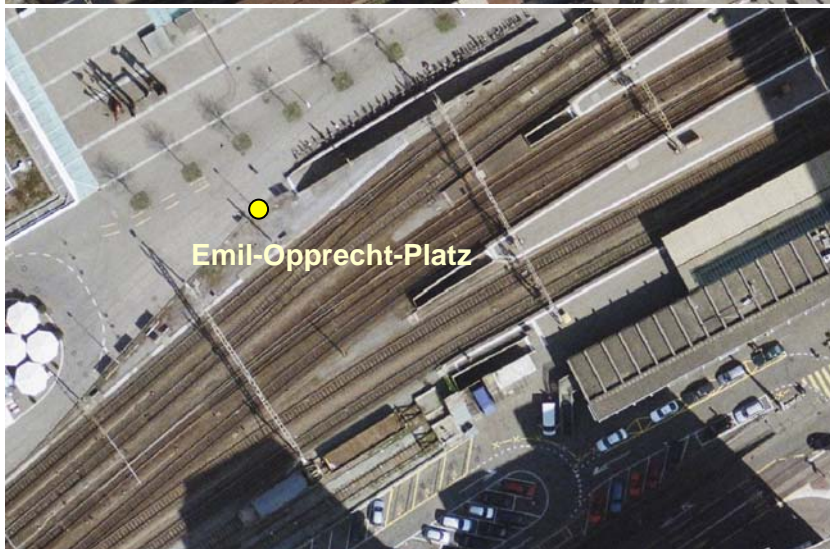
A4 Messortdetails



Therese-Giehse-Strasse
Koord. 683'286 / 251'860



Bahnhof Oerlikon Nord
VBZ-Haltestellen
Koord. 683'398 / 251'823



Emil-Opprecht-Platz
(Hintergrund-Messort)
Koord. 683'281 / 251'744



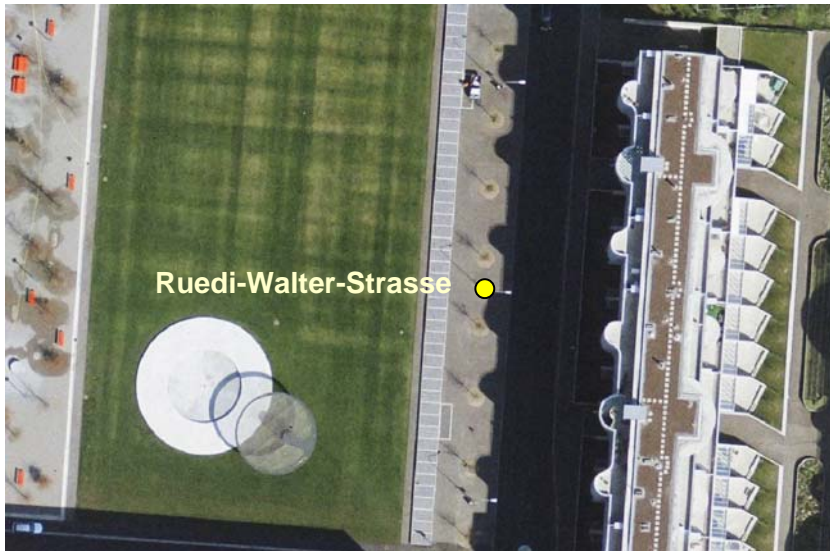
Binzmühlestrasse 101
Koord. 683'062 / 251'973



Binzmühlestrasse 120
Koord. 682'873 / 251'939



Oerliker Park
Koord. 682'959 / 252'135



Ruedi-Walter-Strasse

Koord. 683'235 / 252'193



Albisriederstrasse 358

VBZ-Haltestellen

Koord. 679'041 / 247'707



Albisriederstrasse 414

Koord. 678'771 / 247'511

Im Kratz

(Hintergrund-Messort)

Koord. 678'850 / 247'510



Altstetterstrasse 265
VBZ Haltestelle einseitig
Koord. 678'902 / 248'211



Altstetterstrasse 247
Koord. 6789'10 / 248'304



Bahnhof Altstetten
VBZ Haltestellen
Koord. 679'258 / 249'439



Bristenstrasse

Hintergrund-Messort

Koord. 679'258 / 249'346