



## **Ergebnisse des Stichproben - Messprogramms Buxtehuder Straße**

Bearbeitung: Dirk Matzen  
April 2007

### **Zusammenfassung**

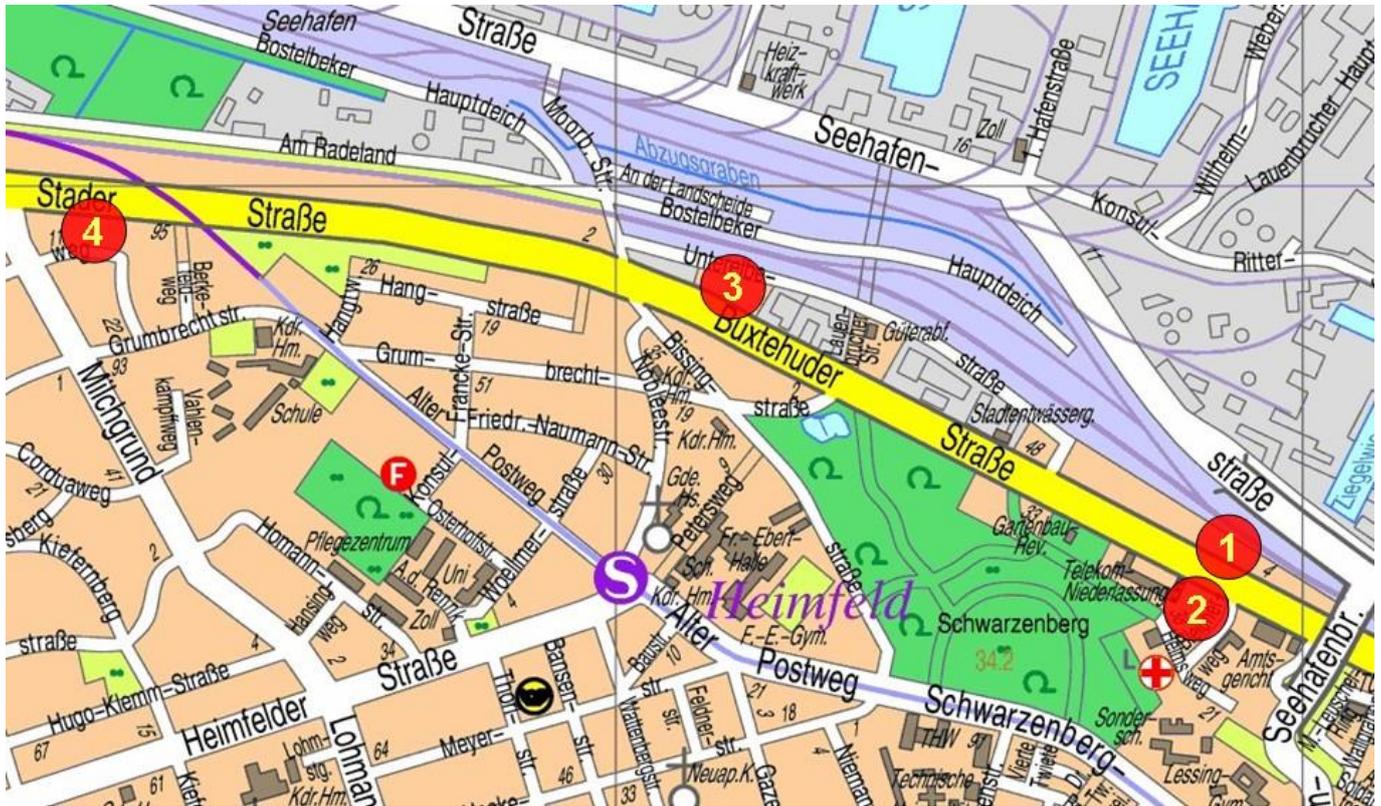
*Zwischen Oktober 2003 und Dezember 2004 wurden mit dem Luftmesswagen an vier Messpunkten im Straßenzug Buxtehuder Straße / Stader Straße in Harburg orientierende Messungen zur Luftbelastung durchgeführt. Gemessen an den Grenz- und Beurteilungswerten wurde die höchste Belastung für Stickstoffdioxid festgestellt – der ab 2010 geltende Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde in dem Messprogramm an allen vier Messpunkten überschritten, z.T. deutlich. Bei den anderen gemessenen Komponenten (Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Ozon und Benzol / Toluol / Xylol) ist die Belastung als deutlich niedriger einzuschätzen. Ein Vergleich mit zeitgleichen Messungen in festen Messstationen zeigte, dass die Belastung in der Buxtehuder Straße ca. 20 Prozent geringer ist, als zeitgleich an der Straßenmessstation Stresemannstraße, jedoch zumeist deutlich höher als der städtische Hintergrund in der Sternschanze. Als Ergebnis der Messdurchführung (nur werktags und am Tage) wird die Luftbelastung durch die Ergebnisse dieser Messungen überschätzt.*

### **1. Anlass und Messgebiet**

Mit dem Messfahrzeug des Instituts für Hygiene und Umwelt wurden vom Oktober 2003 bis zum Dezember 2004 Luftschadstoffmessungen im Straßenverlauf der Buxtehuder Straße in Harburg durchgeführt. Im Untersuchungsgebiet findet man eine Mischung aus ausgedehnten Wohngebieten und auch viel gewerblicher Nutzung, die Straße wird in hohem Maße auch für den Durchgangsverkehr durch Schwerlastfahrzeuge genutzt. Im Norden des Straßenzuges befinden sich der Hafen sowie Industrieanlagen. Die Luftzirkulation wird in einem Teil des Straßenzuges im Süden durch den Schwarzenberg beeinflusst.

### **2. Beschreibung der Messpunkte**

Das Messprogramm umfasste vier Messpunkte. Diese waren auf verschiedene Bereiche des Straßenzuges verteilt, wie es in Abbildung 1 aufgetragen ist.



**Abb. 1: Die Messpunkte des orientierenden Straßenmessprogramms Buxtehuder Straße / Stader Straße**

Da für Messungen mit dem Messwagen immer auch ein entsprechend großer Parkplatz für das Fahrzeug zur Verfügung stehen muss, lassen sich bei solchen Messungen nie exakte Messpunkte definieren, da oftmals Parkplätze belegt sind. Es wird dann auf den nächsten in der Umgebung liegenden Parkplatz für die Messung ausgewichen. Korrekterweise müsste man also nicht von festen Messpunkten sprechen, sondern von „Messzonen“ in einem Straßenabschnitt - trotzdem findet in diesem Bericht der Begriff Messpunkt Eingang. Die überwiegenden Standorte des Messwagens in diesem Messprogramm gehen aus der folgenden Tabelle 1 hervor:

Messpunkt	Standort	Stadtteil	Gauß-Krüger-Koordinaten	
			Rechtswert	Hochwert
1	Buxtehuder Straße 4 Hinter dem Bleicherweg, Fahrtrichtung stadtauswärts	Heimfeld	3564,875	5926,441
2	Buxtehuder Straße 5 Vor dem Bleicherweg, Fahrtrichtung stadteinwärts	Harburg	3564,856	5926,432
3	Buxtehuder Straße Zwischen Autohaus und Su- permarkt, Fahrtrichtung stadtauswärts	Heimfeld	3564,163	5926,813
4	Stader Straße Zwischen Milchgrund und Ei- ßendorfer Pferdeweg, Fahrtrichtung stadteinwärts	Heimfeld	3563,994	5926,995

**Tabelle 1: Standorte des Messwagens beim Messprogramm Buxtehuder Straße**

**Messpunkt 1 und Messpunkt 2 in der Draufsicht aus einem Luftbild sowie als Standortfoto mit dem Messwagen:**



**Abb. 2: Luftbild von der Umgebung der Messzonen 1 und 2**



**Abb. 3: Der Messwagen an Standort 1 (Fahrtrichtung stadtauswärts) des Messprogramms  
Auf der gegenüberliegenden Straßenseite (im Bild links) ist der Messpunkt 2 (Fahrtrichtung stadteinwärts).  
(Blickrichtung des Bildes: Nordwest)**

Die Straße ist in diesem Bereich vierspurig mit Parkstreifen, die Bebauung weitgehend geschlossen, aber in Höhe und Abstand zur Straße inhomogen. Für einen typischen „Schluchtcharakter“ der Straße ist die Bebauung zu niedrig. Im Süden (auf dem Foto auf der linken Seite) schließt direkt der Schwarzenberg an.

**Der Messpunkt 3 in der Draufsicht aus einem Luftbild sowie als Standortfoto mit dem Messwagen:**



**Abb. 4: Luftbild von der Umgebung der Messzone 3**



**Abb. 5: Der Messwagen an Standort 3 des Messprogramms (Blickrichtung Westen), Standort ist in Fahrtrichtung stadtauswärts**

Die Straße ist in diesen Bereich noch gerade vierspurig (ein schmaler Parkstreifen wird durch Parken auf dem Fahrradweg oftmals von den Autofahrern selbständig erweitert), fächert zum Kreuzungsbereich hin sechsspurig auf. Auf der nördlichen Seite (im Bild rechts) ist die Bebauung zwar geschlossen, aber mit eher niedrigen zwei- bis dreigeschossigen Häusern, die zum Teil nach hinten versetzt sind. Im Süden (links) ist die Bebauung weitgehend geschlossen viergeschossig. Der großzügige Kreuzungsbereich Buxtehuder/Stader Straße / Moorburger Straße / Bissingstraße liegt ca. 100 m westlich.

**Der Messpunkt 4 in der Draufsicht aus einem Luftbild sowie als Standortfoto mit dem Messwagen:**



**Abb. 6: Luftbild von der Umgebung der Messzone 4**



**Abb. 7: Der Messwagen an Standort 4 des Messprogramms (Blickrichtung Westen), Mess-Standort ist in Fahrtrichtung stadteinwärts**

In diesem Bereich ist die Stader Straße sehr breit und großzügig: fünf- bis sechsspurig, mit Parkstreifen. Die Bebauung ist auf beiden Seiten dreigeschossig und relativ geschlossen. Im Südwesten schließt sich Meyers Park an (im Bild hinten links). Insgesamt wirkt das Gebiet sehr offen und „luftig“.

### 3. Messzeitraum und Messkomponenten

Gemessen wurden im Zeitraum vom 10.10.2003 bis zum 17.12.2004 die Schadstoffe Kohlenmonoxid (CO), Ozon (O<sub>3</sub>), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Stickstoffmonoxid (NO). Außerdem wurden die organischen Komponenten Benzol (B), Toluol (T), und mp-Xylol (X) sowie über einen begrenzten Zeitraum Russ gemessen. Darüber hinaus wurden die meteorologischen Komponenten Temperatur, relative Feuchte, Windgeschwindigkeit und Windrichtung erfasst. Ausschließlich an Arbeitstagen wurde an jeweils einem einzigen Messpunkt über mehrere Stunden eine Messung durchgeführt. Außerhalb der Dienstzeiten (nachts sowie am Wochenende) fanden also keine Messungen statt. Die Möglichkeiten der Messungen wurden zum Teil stark durch die Parkplatzsituation beeinflusst, trotzdem gelang es an allen Messpunkten eine in etwa ähnliche Anzahl an ½-Stunden-Messwerten einzuholen:

- MP1: 284 ½-h-Werte an 26 Tagen
- MP2: 289 ½-h-Werte an 26 Tagen
- MP3: 306 ½-h-Werte an 27 Tagen
- MP4: 283 ½-h-Werte an 27 Tagen

Bei den einzelnen Messkomponenten kann es durch Geräteausfälle oder -fehler zu abweichenden Anzahlen kommen.

### 4. Messergebnisse

In der Tabelle 1 werden die Ergebnisse der Messungen für die anorganischen Komponenten zusammengefasst, in Tabelle 2 diejenigen für die organischen Komponenten sowie Russ. Angegeben werden die aus allen Messungen ermittelten Mittel- und Maximalwerte über den gesamten Messzeitraum für alle vier Messpunkte.

	CO		O <sub>3</sub>		SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		NO	
	Mittel	Maximum								
(MP=Messpunkt)	[µg/m <sup>3</sup> ]									
MP1	557	1713	16	45	6	34	58	123	77	318
MP2	542	1867	19	65	5	39	58	125	73	369
MP3	465	1763	26	73	5	34	44	130	51	378
MP4	558	1964	19	56	6	26	56	137	83	484

**Tabelle 2: Beim Messprogramm Buxtehuder Straße für die einzelnen Messpunkte gemessene Mittelwerte sowie maximale ½-h-Werte für die anorganischen Komponenten**

	Benzol		Toluol		mp-Xylol		Russ	
	Mittel	Maximum	Mittel	Maximum	Mittel	Maximum	Mittel	Maximum
(MP=Messpunkt)	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
MP1	2,0	5,1	8,2	46,4	4,5	17,9	7,5	15,7
MP2	1,8	4,6	7,3	53,2	4,1	12,1	5,5	9,7
MP3	1,5	5,3	6,9	41,3	3,0	15,0	3,8	9,3
MP4	1,8	6,4	7,2	25,3	3,4	13,7	6,3	14,3

**Tabelle 3: Beim Messprogramm Buxtehuder Straße für die einzelnen Messpunkte gemessene Mittelwerte sowie maximale ½-h-Werte für die organischen Komponenten und Russ**

Messergebnisse aus orientierenden Messungen haben auf Grund der geringen Messzeit-Abdeckung (ca. 300 Halbstunden-Messwerte pro Messort innerhalb von 1 1/4 Jahren, d. h. von rund 22.000 theoretisch möglichen Halbstunden-Zeiträumen) den Charakter von Stichprobenmessungen; das bedeutet, dass bei den Ergebnissen eine größere Unsicherheit berücksichtigt werden muss.

Als Bewertungskriterien für die Messergebnisse werden entsprechende Immissionswerte der 22. bzw. 33. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (22. BImSchV bzw. 33. BImSchV) herangezogen. Als Grenzwerte für den Jahresmittelwert werden dort genannt:

SO<sub>2</sub>: 20 µg/m<sup>3</sup> (für Ökosysteme außerhalb von Ballungsräumen)  
NO<sub>2</sub>: 40 µg/m<sup>3</sup> (tritt 2010 in Kraft und darf zuvor noch um eine jährlich sich verringernde Toleranzmarge - in 2004 12 µg/m<sup>3</sup> - überschritten werden)  
Benzol: 5 µg/m<sup>3</sup> (tritt 2010 in Kraft und darf zuvor noch um eine jährlich sich verringernde Toleranzmarge - in 2004 5 µg/m<sup>3</sup> - überschritten werden)

Bei CO gibt es nur einen Grenzwert für den 8-Std.-Mittelwert (10.000 µg/m<sup>3</sup> ab 2005), der jedoch in einer orientierender Messung dieser Art wegen der kürzeren Messzeiten nicht ermittelt werden kann. Für Schwefeldioxid gibt es zwei Grenzwerte, die für kurzzeitige Exposition gelten: der Tagesmittelwert (125 µg/m<sup>3</sup> - in diesem Messprogramm wegen kürzerer Messzeiten nicht bestimmbar) sowie ein Ein-Stunden-Mittelwert (350 µg/m<sup>3</sup> + Toleranzmarge 2004: 30 µg/m<sup>3</sup>). Beim Stickstoffdioxid existiert in der 22. BImSchV ein Grenzwert für 1-h-Werte von 200 µg/m<sup>3</sup> + Toleranzmarge 60 µg/m<sup>3</sup> für 2004. Für Ozon gilt ein Wert von 180 µg/m<sup>3</sup>, bei dessen Überschreitung eine Information für die Öffentlichkeit herausgegeben werden muss. Die Überwachung dieser Kurzzeit-Werte erfolgt sinnvoller Weise jedoch grundsätzlich mit kontinuierlich arbeitenden Messstationen, da bei Stichprobenmessungen Spitzenwerte nicht systematisch, also nur durch „Zufallstreffer“, erfassbar sind.

#### 4.1 Stickstoffdioxid

An der stark befahrenen Straße, über die auch viel Schwerlastverkehr fließt, sind relativ hohe Stickstoffdioxid-Immissionen zu erwarten. Laut Verkehrszählungen wurde im Verlauf der Buxtehuder Straße werktags ein durchschnittliches tägliches Verkehrsaufkommen von ca. 34.000 Fahrzeugen pro Tag festgestellt, mit Anteil des Schwerverkehrs von 8 Prozent. Eine Erfahrung aus den Messungen des kontinuierlichen Messnetzes zeigt, dass insbesondere eine enge, durchgängige und relativ hohe Bebauung an stark befahrenen Straßen zu hohem Messwerten

bei Stickoxiden führen kann. Besonderen Einfluss auf die Belastung scheint das LKW-Aufkommen zu haben.

Dies lässt sich in den Messungen an der Buxtehuder Straße wieder finden - auch, wenn die Bebauung nicht so eng ist, wie bei einigen Standorten kontinuierlich messender Straßenmessstationen. Die höchsten Mittelwerte für NO<sub>2</sub> wurden gleichmäßig an den beiden Messpunkten 1 und 2 ermittelt, die zwar im gleichen Straßenabschnitt, allerdings auf unterschiedlichen Straßenseiten gemessen wurden. Mit Mittelwerten von jeweils 58 µg/m<sup>3</sup> liegen beide Messpunkte in dem Bereich, den kontinuierliche Messstationen in Hamburg als Jahresmittelwert für 2004 erreichen: Habichtstraße 64 µg/m<sup>3</sup>, Max-Brauer-Allee 62 µg/m<sup>3</sup>, Stresemannstraße 56 µg/m<sup>3</sup> und Kieler Straße 54 µg/m<sup>3</sup>. Wegen der unterschiedlichen Messmethoden (kontinuierlich zu stichprobenförmig) ist jedoch ein direkter Vergleich der Werte im Detail nicht möglich.



**Abb. 8: Messpunkt 1 aus anderer Sicht**

Mit 56 µg/m<sup>3</sup> wurde an dem Messpunkt 4 in der Nähe von Meyers Park ein für die direkte Umgebung mit der sehr breiten Straßenführung durchaus überraschend hoher Mittelwert gemessen. Der Messpunkt 3 bleibt mit 44 µg/m<sup>3</sup> deutlich hinter den anderen Messpunkten zurück.

Ein Vergleich mit absolut zeitgleich an den kontinuierlichen Messstationen Sternschanze (13ST) in der Hamburger Innenstadt sowie der Straßenstation Stresemannstraße (17SM), ebenso in der Hamburger Innenstadt gelegen, durchgeführten Messungen zeigt, dass nicht zufällige Episoden für diese hohen Mittelwerte verantwortlich sind, sondern eine allgemein hohe Belastung vorlag. Der Jahresmittelwert 2004 von 29 µg/m<sup>3</sup> für NO<sub>2</sub> an der Sternschanze wurde bei den zeitgleichen Messwerten dort fast exakt wieder gefunden und um maximal 10 Prozent verfehlt, es liegt also eine recht gute Repräsentativität dieser Messungen vor.

Etwas weniger passend ist dies beim Vergleich der zeitgleichen Messungen in der Stresemannstraße: Das Jahresmittel 2004 von 56 µg/m<sup>3</sup> wurde dort bei den zeitgleichen Messungen um 10 bis 30 Prozent übertroffen. Da man aber aus dem mittleren werktäglichen Konzentrationsverlauf der Stresemannstraße weiß, dass in der Zeit zwischen 8 und 15 Uhr die NO<sub>2</sub>-Konzentration im Mittel etwa 25 % höher ist als im Jahresmittel, wird auch dieser Vergleich wieder schlüssiger.

Die Messungen in der Buxtehuder Straße / Stader Straße weichen um die folgenden Faktoren von den exakt zeitgleich ermittelten Werten an der Straßenmessstation Stresemannstraße (17SM) sowie der städtischen Hintergrundstation Sternschanze (13ST) ab:

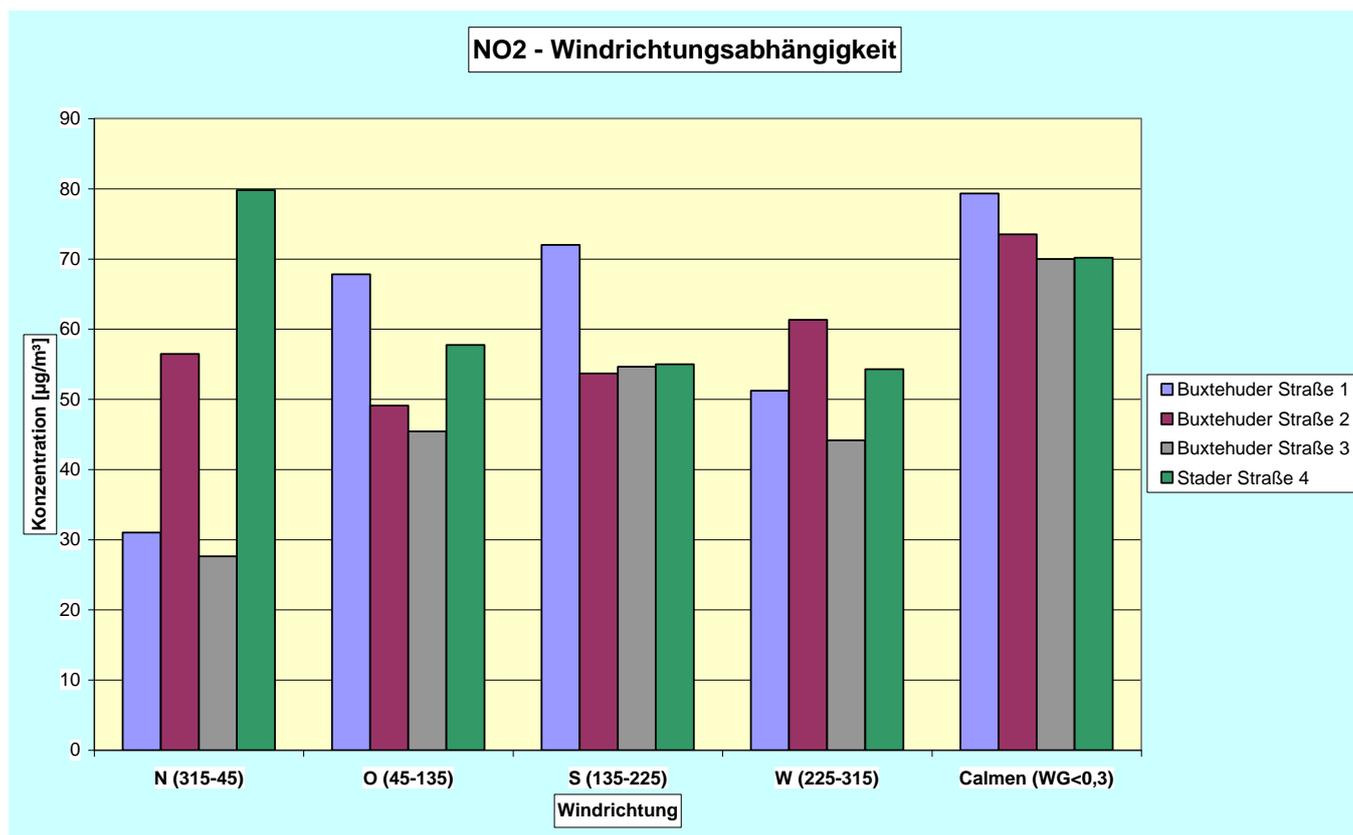
Messwagen-Messpunkt	Messwagen	zeitgleiche NO <sub>2</sub> -Stichprobe		relative Abweichung zu	
	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	17SM [µg/m <sup>3</sup> ]	13ST [µg/m <sup>3</sup> ]	17SM	13ST
MP 1	58	72	30	- 19 %	+ 96 %
MP 2	57	68	32	- 15 %	+ 81 %
MP 3	45	63	30	- 29 %	+ 46 %
MP 4	55	69	30	- 20 %	+ 86 %
Jahresmittel 2004:		56	29		

**Tabelle 4: Vergleich von zeitgleichen NO<sub>2</sub>-Messungen in der Buxtehuder Straße zur kontinuierlichen Messung an der Innenstadt-Messstation Sternschanze 13ST sowie zur Straßenmessstation Stresemannstraße 17SM**

Die NO<sub>2</sub>-Werte an der Buxtehuder Straße liegen also 15-30 Prozent unter denjenigen der Stremmannstraße (die wiederum um 10-30 Prozent über den Jahresmittelwerten liegen), jedoch deutlich über denen an der Sternschanze. Es erscheint wahrscheinlich, dass ein Überschreiten des Grenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> der 22. BImSchV zumindest an den Messpunkten 1, 2 und 4 gegenwärtig unvermeidlich ist.

Bei den Kurzzeitwerten wurde der Spitzenwert an dem Messpunkt 4 ermittelt mit 137 µg/m<sup>3</sup> als ½-h-Wert. Dieser Wert liegt noch deutlich unterhalb des Grenzwertes der 22. BImSchV von 200 µg/m<sup>3</sup> für eine ganze Stunde (ab 2010 gültig). Auch die Spitzenwerte an den anderen drei Messpunkten liegen nah beieinander zwischen 123 und 130 µg/m<sup>3</sup>. Auf die grundsätzliche Problematik, mit Stichprobenmessungen tatsächliche Spitzenwerte zu ermitteln wurde schon hingewiesen - es muss speziell bei diesen Messungen jedoch erwähnt werden, dass in aller Regel in der Zeit zwischen 8:30 Uhr und 15:00 Uhr gemessen wurde und so sowohl die morgendlichen als auch die abendlichen Immissionsspitzenwerte während der Rush-Hour nicht mit erfasst werden konnten!

Da unter lufthygienischen Gesichtspunkten das NO<sub>2</sub> sicherlich als die problematischste Komponente in diesem Messprogramm anzusehen ist (PM<sub>10</sub>-Messungen können im Messwagen leider nicht durchgeführt werden), soll hier noch kurz auf eine windrichtungsabhängige Auswertung eingegangen werden (s. Abbildung 9).



**Abb. 9: Windrichtungsabhängige Darstellung der Messkomponente NO<sub>2</sub>**

In der Abbildung sind für alle vier Messstandorte die NO<sub>2</sub>-Mittelwerte für die Windrichtungssektoren Nord (315° - 45°), Ost (45° - 135°), Süd (135° - 225°) und West (225° - 315°) angegeben, sowie für Schwachwind bzw. Windstille mit Windgeschwindigkeiten unter 0,3 m/s (Calmen - eine zuverlässige Ermittlung der Windrichtung ist hierbei nicht möglich). Alle Windmessungen wurden an Ort und Stelle mit dem Messwagen durchgeführt.

Die Anzahl der einzelnen Windrichtungen an den vier Messpunkten verteilt sich wie folgt:

<b>Messwagen Messpunkt</b>	<b>Nord (315° - 45°)</b>	<b>Ost (45° - 135°)</b>	<b>Süd (135° - 225°)</b>	<b>West (225° - 315°)</b>	<b>Calmen (WG&lt;0,3)</b>
MP 1	42	133	10	82	12
MP 2	72	92	5	87	33
MP 3	34	70	15	172	15
MP 4	5	64	5	182	15

**Tabelle 5: Anzahl der Windrichtungen an den vier Messstandorten**

Insgesamt kam die Windrichtung Süd nur sehr selten vor, 70 bis 90 % der Windrichtungen entfallen auf Ost und West, was ungefähr der Straßenausrichtung entspricht (Kanalisierungseffekt).

Eine erste Erkenntnis aus den aufgetragenen Daten: Offenbar ist bei Windstille an dem gesamten Straßenzug mit einem Durchschnittswert von mindestens  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  zu rechnen, wie an den Säulen der Grafik an der rechten Seite zu erkennen ist. An Messpunkt 1 liegen hierfür sogar Mittelwerte um  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vor.

Ansonsten unterscheiden sich die windrichtungsabhängigen Belastungen an den Messpunkten naturgemäß recht stark. Die Messpunkte 1 und 3 sind beide an der nördlichen Straßenseite gelegen, bekommen also bei nördlichen Winden kaum eine direkte Belastung von der Straße mit: beide haben bei den statistisch recht selten vorkommenden nördlichen Winden eine Belastung von um die  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - ein normaler Wert im städtischen Gebiet.

Interessanterweise findet man diesen Effekt bei den beiden am südlichen Straßenrand gelegenen Messpunkten 2 und 4 in umgekehrter Weise nicht - man könnte ja erwarten, dass an diesen Punkten bei den seltenen südlichen Winden der unmittelbare Straßeneinfluss am geringsten sei. Der Messpunkt 2 hat jedoch seine geringste Belastung bei östlichen Winden mit durchschnittlichen  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (direkt südlich liegt der Schwarzenberg - inwieweit dies durch Verwirbelungen etc. einen Einfluss hierauf hat konnte nicht ermittelt werden). Am Messpunkt 4 ist die Belastung überraschenderweise bei allen Windrichtungen recht homogen hoch - am geringsten noch bei südlichen und westlichen Winden mit rund  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , östliche Windrichtungen (also bei Wind längs der Straße) tragen im Schnitt  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zur Belastung bei. Bei nördlichen Winden, quer zur Straße, ist die Belastung an Messpunkt 4 jedoch mit  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  hoch, sogar höher, als bei Windstille - die im Unterschied hierzu an den anderen drei Messpunkten die jeweils höchsten Belastungen bringt.

Bei der windrichtungsabhängigen Auswertung weist der Messpunkt 2 die kleinsten Unterschiede für die verschiedenen Windrichtungen auf: Bei östlichen Winden ist die Belastung bei knapp unter  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  am geringsten, bei westlichen Winden mit etwas über  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  am höchsten.

Der auf der gegenüberliegenden Straßenseite angesiedelte Messpunkt 1 hat neben der geringen Belastung aus Norden sowohl bei östlichen als auch bei südlichen Winden hohe Werte um  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zu erwarten, bei Westwinden immerhin noch  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Der im Mittel an geringsten belastete Messpunkt drei (nördlich der Straße gelegen) hat, die Calmen ausgenommen, die höchsten Messwerte bei Winden quer zur Straße aus Süden zu erwarten:  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 4.2 Stickstoffmonoxid

Ähnlich wie beim Stickstoffdioxid verhält sich die Situation beim Stickstoffmonoxid. Vor allem durch den Straßenverkehr direkt emittiert treten an Straßen hohe Messwerte auf. Den höchsten Mittelwert in diesem Messprogramm gab es an dem Messpunkt 4. Dort wurde mit einem Mittelwert über alle Messwerte der Wert von  $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erzielt - ganz ähnlich, wie im Messnetz in der Habichtstraße mit  $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Jahresmittel für 2004. Messpunkt 1 erreichte  $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der gegenüberliegende Standort 2  $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der Messpunkt 3 fällt, wie beim  $\text{NO}_2$ , mit  $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich ab.



Abb. 10: Der Messpunkt 4 aus anderer Sicht

Die Messwerte in der Buxtehuder Straße / Stader Straße weichen um die folgenden Faktoren ab von den zeitgleich an Stresemannstraße (17SM) und Sternschanze (13ST) ermittelten Messwerten für NO - wobei die hohen Abweichungen im Vergleich zur Sternschanze durch die erheblich größere Nähe zu den Autos als primäre Emissionsquelle zu erklären sind:

Messwagen-Messpunkt	Messwagen	zeitgleiche NO-Stichprobe		relative Abweichung zu	
	NO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	17SM [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	13ST [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	17SM	13ST
MP 1	77	103	12	- 25 %	+ 536 %
MP 2	73	96	17	- 23 %	+ 333 %
MP 3	51	79	12	- 35 %	+ 311 %
MP 4	83	100	22	- 17 %	+ 273 %
Jahresmittel 2004:		54	9		

**Tabelle 6: Vergleich von zeitgleichen NO-Messungen in der Buxtehuder Straße zu den Messnetzstationen Sternschanze und Stresemannstraße**

Auch hier sind die Verhältnisse im Vergleich zur Stresemannstraße ganz ähnlich wie beim  $\text{NO}_2$ : An der Buxtehuder Straße sind die Messwerte 17-35 Prozent geringer. Auch hier hat die Stichprobe an der Stresemannstraße deutlich höhere Werte geliefert, als das Jahresmittel: Zwischen 46 und 90 Prozent höher war die Belastung an dem Punkt während der Messungen an der Buxtehuder Straße; nach dem mittleren werktäglichen NO-Konzentrationsverlauf der Stresemannstraße sind hier zwischen 8 und 15 Uhr auch durchschnittlich 65 % höhere Werte als im Jahresmittel zu erwarten

Auffällig hier: Am Messpunkt 4, der den insgesamt höchsten Mittelwert hatte, ist die geringste Abweichung zu den Messungen in der Sternschanze zu verzeichnen. Dies ist so zu interpretieren, dass offenbar - wie der Zufall es wollte - mehrere Episoden mit erhöhten allgemeinen NO-Messwerten in den Zeitraum der Messungen an Messpunkt 4 fielen, so dass auch an der Sternschanze deutlich überdurchschnittliche Messwerte ermittelt wurden. Im Gegensatz hierzu ist die Spanne der Abweichungen der vier Messpunkte untereinander im Vergleich zur Stresemannstraße geringer.

### 4.3 Schwefeldioxid

Selbst im Vergleich zu den nach 22. BImSchV gültigen geringen Grenzwerten zum Schutz von abgelegenen Ökosystemen (die es im Sinne der 22. BImSchV in Hamburg gar nicht gibt) liegen die Messwerte an der Buxtehuder Straße noch deutlich unterhalb der Grenzen! Die Mittelwerte von 6 µg/m<sup>3</sup> an den Messpunkten 1 und 4 sowie von 5 µg/m<sup>3</sup> an den Messpunkten 2 und 3 bewegen sich nah an der Nachweisgrenze des eingesetzten Messgerätes. Die Messergebnisse sind als typisch für den allgemeinen Belastungsstand in Hamburgs Innenstadt anzusehen und haben keine bekannte lufthygienische Relevanz.

Auch bei den Kurzzeitwerten bestätigt sich dieses erfreuliche Bild: der höchste ½-h-Wert wurde an Messpunkt 2 mit 39 µg/m<sup>3</sup> gemessen und erreicht somit gerade mal 11 Prozent des zulässigen Grenzwertes für eine Stunde. Auffälligkeiten gab es beim SO<sub>2</sub> keine.

Beim direkten Vergleich der zeitgleichen Messwerte zu den Messungen an Stresemannstraße und Sternschanze zeigen die Ergebnisse eine tendenziell geringere Belastung durch SO<sub>2</sub> an der Buxtehuder Straße:

Messwagen-Messpunkt	Messwagen	zeitgleiche SO <sub>2</sub> -Stichprobe		relative Abweichung zu	
	SO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	17SM [µg/m <sup>3</sup> ]	13ST [µg/m <sup>3</sup> ]	17SM	13ST
MP 1	6	6	5	- 9 %	+ 14 %
MP 2	6	6	5	- 8 %	- 3 %
MP 3	5	7	6	- 29 %	- 15 %
MP 4	5	8	6	- 30 %	- 10 %
Jahresmittel 2004:		7	6		

**Tabelle 7: Vergleich von zeitgleichen SO<sub>2</sub>-Messungen in der Buxtehuder Straße zu den Messnetzstationen Sternschanze und Stresemannstraße**

### 4.4 Kohlenmonoxid

Ebenfalls keine besonderen Auffälligkeiten ergaben die Messungen für Kohlenmonoxid CO. Sämtliche Halbstunden-Messwerte liegen sehr deutlich unterhalb des zugelassenen maximalen 8-Stunden-Mittelwert von 10.000 µg/m<sup>3</sup>. Der höchste Mittelwert wurde knapp an Messpunkt 4 mit 558 µg/m<sup>3</sup> erreicht, gefolgt von Messpunkt 1 mit 557 µg/m<sup>3</sup>. Der Messpunkt 2 hat mit 542 µg/m<sup>3</sup> ein ganz ähnliches Niveau, Messpunkt 3 zeigt mit 465 µg/m<sup>3</sup> wieder ein niedrigeres Belastungsniveau.

Der Spitzenwert wurde mit 1964 µg/m<sup>3</sup> auch an Messpunkt 4 gemessen. Sowohl die Mittelwerte als auch die Spitzenwerte lassen keinerlei gesundheitliche Auswirkungen durch CO an der Buxtehuder Straße erwarten.

Trotzdem soll zur besseren Vergleichbarkeit noch ein direkter Vergleich zu den zeitgleichen Messwerten in Stresemannstraße und Sternschanze gezogen werden. Die Abweichungen liegen wie folgt:

Messwagen-Messpunkt	Messwagen	zeitgleiche CO-Stichprobe		relative Abweichung zu	
	CO [µg/m <sup>3</sup> ]	17SM [µg/m <sup>3</sup> ]	13ST [µg/m <sup>3</sup> ]	17SM	13ST
MP 1	554	704	305	- 21 %	+ 82 %
MP 2	549	677	318	- 19 %	+ 71 %
MP 3	466	649	315	- 28 %	+ 47 %

MP 4	552	705	316	- 22 %	+ 77 %
Jahresmittel 2004:		620	310		

**Tabelle 8: Vergleich von zeitgleichen CO-Messungen in der Buxtehuder Straße zu den Messnetzstationen Sternschanze und Stresemannstraße**

Die Abweichungen beim CO verhalten sich ganz ähnlich wie die Abweichungen beim NO<sub>2</sub> und in der Stresemannstraße für NO. Die insgesamt höhere Belastung an der Straße zum städtischen Park ist zu erwarten, die etwas geringere Belastung als in der Stresemannstraße ebenso.

#### 4.5 Ozon

Große Straßen kann man als „Ozon-Senke“ ansehen, wo durch das von Autos zunächst primär emittierte NO Ozon abgebaut wird, das sich dabei in NO<sub>2</sub> umwandelt. Grundsätzlich gilt also: je mehr Autoverkehr und je höher die NO- bzw. NO<sub>2</sub>-Werte, um so geringer die Ozon-Immissionswerte. Genau dies lässt sich in den Messwerten an der Buxtehuder Straße wieder finden. Entgegen den anderen Komponenten ist beim Ozon der Messpunkt 3 der am höchsten belastete, mit einem Mittelwert von 26 µg/m<sup>3</sup> über alle Messwerte. Messpunkt 2 und 4 erreichten 19 µg/m<sup>3</sup> und Messpunkt 1 ist der mit 16 µg/m<sup>3</sup> am geringsten mit Ozon belastete. Diese Mittelwerte liegen deutlich unter den im Messnetz im Jahr 2004 an den sechs Ozonstationen ermittelten Werten (den kleinsten gab es am Flughafen mit 35 µg/m<sup>3</sup>). Dies spiegelt den unmittelbaren Straßeneinfluss wider.

Der höchste ½-h-Wert erreichte 73 µg/m<sup>3</sup> (an Messpunkt 3) und war damit deutlich unterhalb von allen Grenz- und Richtwerten. Der Vergleich zu den zeitgleichen Werten der Sternschanze (in der Stresemannstraße wird Ozon nicht gemessen) zeigt folgende Abweichungen:

Messwagen Messpunkt	O <sub>3</sub> Messwagen [µg/m <sup>3</sup> ]	O <sub>3</sub> 13ST (zeitgleich) [µg/m <sup>3</sup> ]	O <sub>3</sub> (prozentuale Ab- weichung zu 13ST)
MP 1	16	31	- 47 %
MP 2	19	33	- 43 %
MP 3	27	34	- 22 %
MP 4	19	34	- 44 %
Jahresmittel 2004:		36	

**Tabelle 9: Vergleich von zeitgleichen O<sub>3</sub>-Messungen in der Buxtehuder Straße zur Messnetzstation Sternschanze**

#### 4.6 Benzol / Toluol / Xylol

Während des Messprogramms wurden auch die organischen Komponenten Benzol, Toluol und mp-Xylol erfasst. Da die Hauptemittenten für diese Schadstoffe auch im Verkehr zu finden sind, sind im Vergleich zu Hintergrundmessungen wie z.B. im Sternschanzenpark höhere Werte zu erwarten - oft in ähnlichen Verhältnissen wie beim CO. Da es sich bei dem Messgerät für Benzol, Toluol und Xylol um einen recht empfindlichen automatischen Gaschromatographen handelt, kommt es bei diesen Messungen speziell im unruhigen Einsatz im Messwagen häufiger zu Ausfällen als bei den Standard-Messkomponenten. Trotzdem reicht die Anzahl der erhobenen Messwerte (an allen vier Messgebieten um die 230 Halbstunden-Messwerte) aus, um gesicherte Aussagen über die Luftbelastung zu treffen.

Beim Benzol wurden die höchsten Messwerte am Messpunkt 1 gefunden, mit einem Mittelwert von 2,0 µg/m<sup>3</sup>. Der zweithöchste Wert ist gleichmäßig an den Messpunkten 2 und 4 mit 1,8 µg/m<sup>3</sup>, Messpunkt 3 lag mit 1,5 µg/m<sup>3</sup> nur geringfügig darunter. Alle Mittelwerte liegen jedoch deutlich unterhalb des ab 2010 gültigen Grenzwertes von 5,0 µg/m<sup>3</sup>. Nur ganz vereinzelte Halbstundenwerte wurden ermittelt, die oberhalb dieses als Jahresdurchschnitt gültigen Grenzwertes lagen.

Der Vergleich zu den zeitgleichen Werten in Stresemannstraße und Sternschanze zeigt folgende Abweichungen:

Messwagen-Messpunkt	Messwagen	zeitgl. Benzol-Stichprobe		relative Abweichung zu	
	Benzol [µg/m <sup>3</sup> ]	17SM [µg/m <sup>3</sup> ]	13ST [µg/m <sup>3</sup> ]	17SM	13ST
MP 1	2,0	2,5	0,9	- 20 %	+ 127 %
MP 2	1,8	2,3	1,0	- 22 %	+ 84 %
MP 3	1,4	2,1	0,8	- 29 %	+ 72 %
MP 4	1,7	2,4	0,9	- 26 %	+ 99 %
Jahresmittel 2004:		2,1	0,9		

**Tabelle 10: Vergleich von zeitgleichen Benzol-Messungen in der Buxtehuder Straße zu den Messnetzstationen Sternschanze und Stresemannstraße**

Beim Toluol liegen die Verhältnisse ganz ähnlich: Der höchste Wert stammt vom Messpunkt 1 mit 8,2 µg/m<sup>3</sup>, es folgen nahezu gleichauf die Messpunkte 2 (7,3 µg/m<sup>3</sup>) und 4 (7,2 µg/m<sup>3</sup>), nicht deutlich geringer ist der Messpunkt 3 mit 6,9 µg/m<sup>3</sup> belastet. Interessant ist die Beobachtung, dass, im Gegensatz zum Benzol, diese Werte im allgemeinen höher liegen als die Jahresmittel an den Straßenmessstationen Kieler Straße und Stresemannstraße, wenn auch geringer als in der Max-Brauer-Allee und in der Habichtstraße. Auch die Abweichungen zur Sternschanze sind deutlich höher, als beim Benzol. Der Vergleich zur Straßenmessung Stresemannstraße zeigt nicht die bei anderen Komponenten „üblichen“ ca. 20-30 Prozent niedrigere Werte, sondern geringfügig höhere Werte.

Messwagen-Messpunkt	Messwagen	zeitgl. Toluol-Stichprobe		relative Abweichung zu	
	Toluol [µg/m <sup>3</sup> ]	17SM [µg/m <sup>3</sup> ]	13ST [µg/m <sup>3</sup> ]	17SM	13ST
MP 1	8,3	7,7	2,3	+ 8 %	+ 256 %
MP 2	7,3	7,2	2,7	+ 1 %	+ 167 %
MP 3	7,0	6,6	2,5	+ 6 %	+ 170 %
MP 4	7,2	7,4	2,5	- 2 %	+ 180 %
Jahresmittel 2004:		6,1	2,3		

**Tabelle 11: Vergleich von zeitgleichen Toluol-Messungen in der Buxtehuder Straße zu den Messnetzstationen Sternschanze und Stresemannstraße**

Dies deutet darauf hin, dass es wahrscheinlich zusätzliche Quellen zum Straßenverkehr gibt. Ein ähnlicher Effekt war schon bei einem vorangegangenen rasterförmigen Messprogramm in Harburg-Seehafen im Jahre 2000/01 erkannt worden, wo zwei einzelne Messpunkte deutlich höhere Werte als die Umgebung zeigten.

Beim Xylol konnten mit dem Gaschromatographen im Messwagen nur die beiden Isomeren meta(m)- bzw. para(p)-Xylol gemeinsam ermittelt werden, anders als im Messnetz, wo lediglich m-Xylol gemessen wird. Von daher ist kein direkter Vergleich der Xylol-Messungen möglich. Beim Messprogramm in der Buxtehuder Straße bestätigten sich für Xylol die Verhältnisse der anderen Kohlenwasserstoffe weitgehend: der höchste Mittelwert an Messpunkt 1 mit 4,5 µg/m<sup>3</sup>, ge-

folgt von Messpunkt 2 mit  $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der Messpunkt 4 hat hier deutlicher niedrigere Werte mit  $3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und liegt nur geringfügig höher als Messpunkt 3 mit  $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 4.7 Russ

Für Russ sind Dieselfahrzeuge die Hauptemissionsquelle, wobei vor allem der Schwerlastverkehr eine herausragende Rolle spielt. Für dieses Messprogramm konnte für ca. ein halbes Jahr zu Beginn des Messprogramms (also über die Winterperiode) ein Russ-Gerät in dem Messfahrzeug betrieben werden. Pro Messpunkt liegen ca. 100 Halbstunden-Messwerte vor - also deutlich weniger, als von den anderen Komponenten. Ebenso muss bei den Ergebnissen bedacht werden, dass das Sommerhalbjahr mit niedrigeren Messwerten fehlt, so, dass die ermittelten Werte nicht als repräsentativ für ein Jahr angesehen werden können! Trotzdem geben sie sicherlich eine Tendenz an.

An den vier Messpunkten verteilt sich die Belastung ähnlich wie bei den meisten anderen Komponenten: Messpunkt 1 ist mit einem Durchschnittswert von  $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wieder mal am höchsten belastet, gefolgt von Messpunkt 4 mit  $6,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Messpunkt 2 erreichte  $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , wohingegen an dem allgemein am geringsten belasteten Messpunkt 3 mit  $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nur gerade einmal die Hälfte der höchsten Belastung an MP1 erreicht wurde (eine Streuung, wie bei keiner anderen Messkomponente).

Inwieweit aus der Russ-Belastung auf die Belastung durch PM10 geschlossen werden kann, ist unklar, da Russ nur einen Teil der gesamten PM10-Belastung ausmacht. Leider ist der Betrieb eines PM10-Messgerätes an Bord eines Messwagens technisch nicht möglich.

## 5. Angaben zur Datenqualität (Repräsentativität)

Wie gut beschreiben die Messergebnisse der Stichprobenmessung die tatsächliche Belastung? Zur Prüfung der Qualität der Stichprobe von jeweils rund 280 Halbstunden-Messungen pro Messpunkt innerhalb von 1 1/4 Jahren wurden die Daten der Messstation Sternschanze herangezogen. Die Messstation liegt zwar ca. 10 km von den Messpunkten des Messgebietes entfernt, soll jedoch die allgemeine innerstädtische Belastung Hamburgs repräsentieren und ermittelt die Luftbelastung rund um die Uhr. Aus diesem zeitlich nahezu lückenlosen Gesamtdatenbestand der Messstation wurden nun ebenfalls Stichproben entnommen und zwar jeweils die zu den insgesamt knapp 1200 Messterminen aller Messpunkte zeitgleichen Werte. Bei 4 Messpunkten mit unterschiedlichen Messterminen erhält man somit insgesamt 4 unterschiedliche Stichproben aus dem Gesamtdatenbestand der Messstation. Die aus diesen Stichproben berechneten Mittelwerte für die einzelnen Schadstoffe lassen sich nun jeweils mit dem Mittelwert aus allen Messwerten der Messstation über das Jahr 2004 vergleichen.

Durch diesen Vergleich wurde noch einmal der Sachverhalt bestätigt, dass die Mittelwerte aus Stichprobenmessungen des Messwagens teilweise ein wenig höher ausfallen können als Mittelwerte aus kontinuierlichen Messungen. Wie schon zuvor erwähnt liegt dies vor allem daran, dass die Messungen des Messwagens nur tagsüber und an Werktagen stattfinden, während kontinuierliche Messungen auch die bei einigen (gerade durch den Verkehr verursachten) Stoffen geringer belasteten Nacht- und Wochenendzeiten umfassen.

Im Vergleich von Stichproben und Gesamtdaten für 2004 der Station Sternschanze lagen die NO<sub>2</sub>-Mittelwerte aus Stichproben rund 5 % höher als der Mittelwert aus allen Daten des Jahres 2004, beim direkt emittierten NO betrug die Differenz sogar 76 %. Ebenso lagen die Mittelwerte aus den Stichproben beim Toluol um 9 % höher als die Gesamtdaten. Keine wirklich einheitliche Tendenz gibt es demgegenüber bei CO (+1 %) und Benzol (-2 %), wohingegen beim Ozon (-8 %) und SO<sub>2</sub> (-7 %) die Daten bei den Stichproben signifikant niedriger waren als die Gesamtmittelwerte 2004. Insgesamt lässt sich jedoch feststellen, dass Messdaten aus diesen Stichprobenmessungen, mit Ausnahme der Komponente NO, sich im Bereich von +10 % bis -10 % um die in Dauermessungen ermittelten Langzeitmittelwerte bewegen und somit bei einer hier vorliegenden recht hohen Anzahl an Stichprobenmesswerte diese wirklichen Verhältnissen offenbar gut abbilden.

Zieht man zum Vergleich die Daten einer Straßenmessstation wie Stresemannstraße hinzu, dann ergibt sich gerade bei den besonders verkehrsrelevanten Stickoxiden eine naturgemäß schlechtere Repräsentativität: In der üblichen Messzeit des Messwagens zwischen 8 und 15 Uhr an Werktagen ist die Stickoxidbelastung an einer Straßenmessstation deutlich höher als im Jahresdurchschnitt, nämlich ca. 25 % bei NO<sub>2</sub> und sogar etwa 65 % beim NO. Insofern ist auch zu erwarten, dass die zu den Messterminen des Messwagens zeitgleichen Stichproben sich deutlich vom Jahresmittelwert unterscheiden. Das heißt im Umkehrschluss natürlich auch, je stärker ein Messpunkt des Messwagens den Charakter einer Verkehrsmessstation hat, umso stärker wird das Messwagenergebnis bei den Stickoxiden die tatsächliche Durchschnittsbelastung überschätzen.