



# Untersuchung der räumlichen Verteilung der NO<sub>x</sub>-Belastung im Umfeld von vorhandenen, hochbelasteten Luftmessstationen

Abschlussbericht



Luft





# **Untersuchung der räumlichen Verteilung der NO<sub>x</sub>-Belastung im Umfeld von vorhandenen, hochbelasteten Luftmessstationen**

**Abschlussbericht**

## Impressum

Untersuchung der räumlichen Verteilung der NO<sub>x</sub>-Belastung im Umfeld von vorhandenen, hochbelasteten Luftmessstationen

### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: 0821 9071-0  
Fax: 0821 9071-5556  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

### Bearbeitung/Text/Konzept:

LfU, Dr. Silke Schädel, Dr. Susanne Schmid, Andrea Wellhöfer, Dr. Stefan Weigand, Dr. Heinz Ott, Dr. Mike Pitz

### Redaktion:

LfU, Andrea Wellhöfer, Dr. Mike Pitz

### Danksagung:

LfU, Wolfgang Schunk, Robert Gibson, Bastian Jörges, Martin Ruf, Dr. Jürgen Diemer

### Bildnachweis:

Bayerisches Landesamt für Umwelt, © Bayerische Vermessungsverwaltung 2015

### Stand:

September 2015

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>2 Projektauftrag</b>	<b>10</b>
<b>3 Projektdurchführung</b>	<b>11</b>
3.1 Messstandorte und Zeiträume	11
3.2 Messverfahren	13
3.3 Qualitätssicherung	15
<b>4 Ergebnisse</b>	<b>16</b>
4.1 Einfluss der Verkehrsbelastung	16
4.2 Einfluss der Randbebauung an Hauptstraßen	21
4.3 Belastung in Seitenstraßen	22
4.4 Belastung in Parallelstraßen	24
4.5 Belastung in Innen- und Hinterhöfen	25
4.6 Belastung im Umfeld einer Untertunnelung	25
4.7 NO <sub>2</sub> -Konzentration auf Brücken	27
4.8 Einfluss von Luv-Lee-Effekten	28
4.9 NO <sub>2</sub> -Sekundärbildung durch Ozonabbau	32
4.10 Modellrechnungen	34
<b>5 Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise</b>	<b>38</b>
<b>6 Ausblick</b>	<b>40</b>
<b>Literatur</b>	<b>41</b>

### Anlagen

Anlage 1	Standort Augsburg
Anlage 2	Standort München
Anlage 3	Standort Nürnberg
Anlage 4	Standort Oberaudorf
Anlage 5	Standort Regensburg
Anlage 6	Standort Würzburg
Anlage 7	Äquivalenzbericht
Anlage 8	Auswertungen
Anlage 9	Messergebnisse



## Zusammenfassung

Seit 2010 gilt zum Schutz der menschlichen Gesundheit gemäß der Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) ein Stickstoffdioxid-Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für den Jahresmittelwert. In Bayern wird dieser Grenzwert nur an stark verkehrsbelasteten Standorten mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen überschritten. Im Rahmen des Projektes wurden deshalb von 2010 bis 2014 im Umfeld von vorhandenen, hochbelasteten Messstationen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB) Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ )-Messungen mit Passivsammlern und kleinen mobilen Messstationen durchgeführt. Die Untersuchung der räumlichen  $\text{NO}_2$ -Belastung erfolgte im Wesentlichen an den LÜB-Standorten Augsburg (Karlstraße), München (Landshuter Allee), Nürnberg (Von-der-Tann-Straße), Oberaudorf (Inntalautobahn A93), Regensburg (Rathaus) und Würzburg (Stadtring Süd).

Das Hauptziel des Projektes war es, durch umfangreiche Messungen detaillierte Erkenntnisse zur lokalen  $\text{NO}_2$ -Belastungssituation und deren räumlicher Ausdehnung zu gewinnen. Folgende Kernaussagen lassen sich aus den Ergebnissen des Projektes zusammenfassen:

### Qualitätssicherung

- Die verwendeten  $\text{NO}_2$ -Passivsammler haben eine erweiterte Messunsicherheit von 24 %, damit wird der maximal zulässige Wert von 25 % für orientierende Messungen nach 39. BImSchV eingehalten.
- Die über ein Jahr gemittelten Messergebnisse der Passivsammler können gut zur Einschätzung der Immissionssituation und für den Vergleich mit dem Grenzwert für Stickstoffdioxid herangezogen werden. Der Messzeitraum sollte möglichst das Kalenderjahr umfassen.

### Modellrechnungen

- Vergleiche von Messwerten der  $\text{NO}_2$ -Passivsammler mit Modellrechnungen zeigen
  - ein hohes Maß an Übereinstimmung (Bestimmtheitsmaß  $R^2$  ca. 0,9)
  - eine gute qualitative Übereinstimmung zwischen theoretischer Ausbreitungsfunktion und gemessenen  $\text{NO}_2$ -Konzentrationswerten
  - eine mittlere Abweichung von Messwert zum Modellwert von weniger als 17 %

### Bebauungsstrukturen

- In der Landshuter Allee in München mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von ca. 130.000 Fahrzeugen wird der Grenzwert für den  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwert in Seitenstraßen ab einer Entfernung zur hochbelasteten Hauptstraße von ca. 60 m eingehalten.
- Durch die Abschirmung der Gebäude liegen die  $\text{NO}_2$ -Belastungen in Innen- und Hinterhöfen auf Hintergrundniveau und damit deutlich unter dem Grenzwert für den  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwert.
- Bei sich wiederholender Struktur der Randbebauung im Verlauf einer Hauptstraße ist die  $\text{NO}_2$ -Belastung vergleichbar.

- Bei durchgehender Randbebauung (Schlucht-Charakter) und hohem Verkehrsaufkommen
  - werden Luftschadstoffe nur langsam durch Frischluftzufuhr verdünnt
  - liegen die NO<sub>2</sub>-Belastungen meist über dem Grenzwert für den Jahresmittelwert
- Deutlich niedrigere NO<sub>2</sub>-Belastungen sind in Abhängigkeit der Ausgangskonzentration an der LÜB-Station für folgende Bereiche zu beobachten:
  - auf Brücken bei guter Durchlüftung (um ca. 30 % geringere NO<sub>2</sub>-Werte)
  - bei unterbrochener Randbebauung (um ca. 25 % geringere NO<sub>2</sub>-Werte)
  - in Parallelstraßen (um ca. 25-30 % geringere NO<sub>2</sub>-Werte)
  - auf Untertunnelungen (wegen geringerer Verkehrsbelastung)
  - hinter Abschirmungen, wie Gebäuden oder Lärmschutzwänden
  - an Einmündungen von Seitenstraßen und in Seitenstraßen

### **Meteorologie**

- Niedrige Windgeschwindigkeiten erschweren, aufgrund der verminderten Durchlüftung, eine Durchmischung der Abgase mit der Umgebungsluft und begünstigen hohe NO<sub>2</sub>-Belastungen.
- Querwinde verursachen durch die Ausbildung von Windwalzen in Straßenschluchten eine erhöhte NO<sub>2</sub>-Belastung auf der Lee-Seite der Randbebauung in Bodennähe
  - München Landshuter Allee (Nord-Süd-Ausrichtung): Anreicherung bei (süd-)westlichen Winden auf der Westseite (Standort der LÜB-Station)
  - Nürnberg Von-der-Tann-Straße (Nord-Süd-Ausrichtung): Anreicherung bei östlichen Winden auf der Ostseite (Standort der LÜB-Station)

### **Verkehrsbelastung**

- Hauptverursacher der lokalen NO<sub>2</sub>-Emissionen an hochbelasteten verkehrsorientierten LÜB-Stationen in Bayern sind insbesondere die Dieselfahrzeuge.
- Während des Berufsverkehrs treten erhöhte NO<sub>2</sub>-Belastungen auf.
- Die lokalen NO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs verteilen sich in

#### München zu etwa

- 75 % auf Personenkraftwagen mit Dieselmotor
- 23 % auf schwere Nutzfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht >3,5 t
- 2 % auf Personenkraftwagen mit Ottomotor (Benzin)

#### Nürnberg zu etwa

- 70 % auf Personenkraftwagen mit Dieselmotor
  - 23 % auf schwere Nutzfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht >3,5 t
  - 7 % auf Personenkraftwagen mit Ottomotor (Benzin)
- Durch die Verstetigung des Verkehrs in Bereichen, in denen häufige Beschleunigungs- und Abbremsvorgänge stattfinden, wird eine NO<sub>2</sub>-Reduktion um ca. 10-12 % erreicht.



- Durch die Untertunnelung in einem Bereich der Landshuter Allee in München wird die NO<sub>2</sub>-Belastung an der Oberfläche durch die Reduzierung des Verkehrs (der durch den Tunnel fährt) vermindert. Am oben verlaufenden Straßenteil der Landshuter Allee beträgt die NO<sub>2</sub>-Belastung im Bereich der Untertunnelung im günstigsten Fall noch 68 % im Vergleich zur hochbelasteten LÜB-Station.

#### **NO<sub>2</sub>-Sekundärbildung (Oxidation von NO und Ozon zu NO<sub>2</sub>)**

- Die NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung an den LÜB-Stationen setzt sich im Wesentlichen aus folgenden Hauptverursachern zusammen:
  - NO<sub>2</sub>-Belastung aus dem städtischen Hintergrund
  - NO<sub>2</sub>-Sekundärbildung (lokal durch Oxidation von NO mit Ozon zu NO<sub>2</sub>)
  - NO<sub>2</sub>-Direktemissionen des Straßenverkehrs
- Die NO<sub>2</sub>-Sekundärbildung trägt im Sommer, aufgrund der höheren Ozonkonzentrationen, deutlich mehr zur NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung bei als im Winter. Dadurch ist der typische NO<sub>2</sub>-Jahresverlauf, wie er an Hintergrundstationen (mit niedrigeren NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Sommerhalbjahr) beobachtet wird, an hochbelasteten LÜB-Stationen kaum ausgeprägt.
- Der Anteil der NO<sub>2</sub>-Sekundärbildung kann zeitweise den Anteil der NO<sub>2</sub>-Direktemissionen des Straßenverkehrs im Sommerhalbjahr übersteigen.
- Der Anteil von sekundärem NO<sub>2</sub> ist von der lokalen NO- und Ozon-Verfügbarkeit abhängig und kann bis zu rund 30 % zur NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung beitragen.

# 1 Einleitung

Spricht man von Stickstoffoxiden (NO<sub>x</sub>), so sind damit meist Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) gemeint. NO und NO<sub>2</sub> können thermisch und photochemisch ineinander umgewandelt werden und sind zudem an der Ozonbildung und an der Entstehung von Sommersmog beteiligt.

NO<sub>2</sub> ist stark oxidierend, wirkt als starkes Reizgas auf unsere Atemwege und kann akut Husten und Atembeschwerden verursachen. Chronische Einwirkung kann zu Bronchitis und Lungenschäden führen. Besonders empfindlich reagieren Kinder, ältere Menschen und Asthmatiker; für alle Stoffe gilt:

*„Alle Dinge sind Gift, und nichts ist ohne Gift. Allein die Dosis macht, das ein Ding kein Gift sei.“ (Paracelsus, 1493-1541).*

NO<sub>2</sub> gilt als Leitkomponente für die Luftverschmutzung durch den motorisierten Straßenverkehr. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) betrachtet NO<sub>2</sub> zudem als zentrale Komponente für die Entstehung weiterer relevanter Umweltschadstoffe. Diese besitzen insbesondere als Stoffgemische das Potential, die schädliche Wirkung von Umweltgiften zu verstärken und so beim Menschen zur Entstehung von Krankheiten zu führen. In diesem Zusammenhang wurden von der WHO strenge Empfehlungen für Immissionsgrenzwerte entworfen. Diese wurden von der Europäischen Kommission in der Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa [1] umgesetzt, die mit der Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) [2] – in deutsches Recht überführt wurde. Die für Stickstoffdioxid relevanten Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit gemäß § 3 der 39. BImSchV sind in Tab. 1 zusammengefasst. Für NO ist kein gesetzlicher Grenzwert festgelegt.

Tab. 1: Immissionsgrenzwerte für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) zum Schutz der menschlichen Gesundheit entsprechend § 3 der 39. BImSchV.

Schadstoff	Grenzwert	Zeitbezug	Zulässige Anzahl von Überschreitungen
Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	40 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	-
	200 µg/m <sup>3</sup>	Stundenmittelwert	18 Stunden

Seit 1974 wird zur kontinuierlichen Überwachung der Luftschadstoffbelastung vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) das Lufthygienische Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) betrieben. Mit Stand 2014 besteht das LÜB aus insgesamt 54 Messstationen; an 39 Messstellen werden dabei Stickstoffoxide erfasst [3].

In Abb. 1 ist die Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Belastung an hochbelasteten LÜB-Stationen in Bayern für die Jahre 2000 bis 2014 dargestellt. Bei Stickstoffdioxid sind in Bayern an Straßen mit sehr hohem Verkehrsaufkommen dauerhafte und teils hohe Überschreitungen des Grenzwertes für den Jahresmittelwert zu beobachten. Betroffen sind die Städte Augsburg, München, Nürnberg, Regensburg, Würzburg sowie die Inntalautobahn A93 am Streckenabschnitt Oberaudorf. Der Grenzwert für den NO<sub>2</sub>-Stundenmittelwert (mit einer zulässigen Überschreitungshäufigkeit von 18 Stunden pro Kalenderjahr) wird, bis auf die Station Landshuter Allee in München, bayernweit seit dem Stichtag 01.01.2010 an allen LÜB-Messstandorten eingehalten.

An der verkehrsorientierten LÜB-Station in Regensburg wurde der Grenzwert für den NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert erstmals im Jahr 2014 eingehalten. In Würzburg und in Oberaudorf (Inntalautobahn A93) wurde der Grenzwert mit 41 µg/m<sup>3</sup> nur knapp überschritten. An den anderen in Abb. 1 dargestellten verkehrsorientierten, hochbelasteten LÜB-Stationen ist der NO<sub>2</sub>-Grenzwert für das Jahresmittel zum Teil deutlich überschritten.

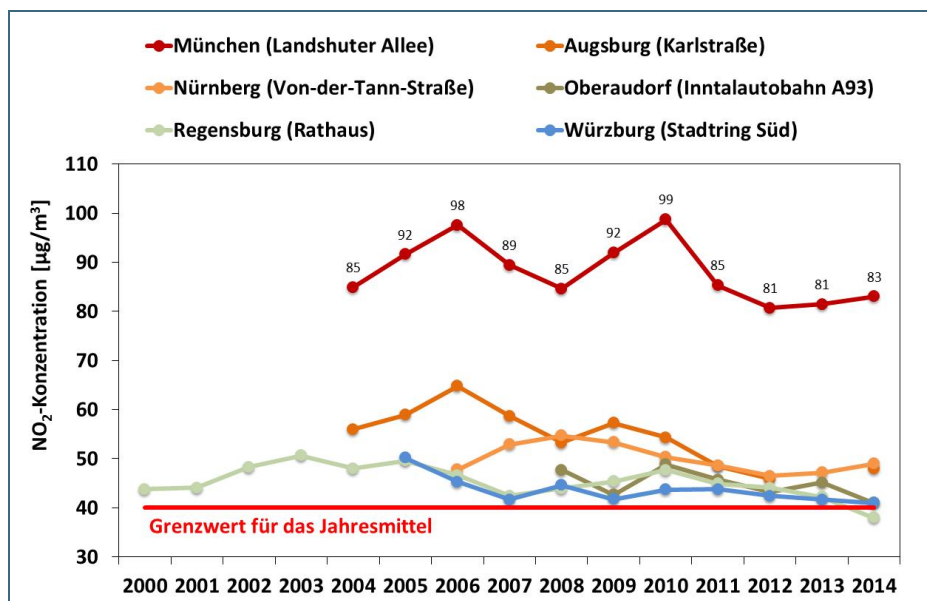


Abb. 1: NO<sub>2</sub>-Entwicklung an verkehrsorientierten, hochbelasteten Luftmessstationen in Bayern von 2000 bis 2014.

Als Ursache für die stagnierenden NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den letzten Jahren ist u. a. der stark gestiegene Anteil an Diesel-Pkw zu nennen. An vielen verkehrsnahen Stellen in Bayern können deshalb – wie auch in anderen Ländern – die NO<sub>2</sub>-Grenzwerte nach wie vor nicht eingehalten werden.

Um den Zeitraum der Nichteinhaltung eines Immissionsgrenzwertes so kurz wie möglich zu halten, werden Luftreinhaltepläne erstellt. Diese haben die Aufgabe, die lufthygienische Situation zu analysieren und die in Betracht kommenden potentiellen Maßnahmen nach dem Verursacherprinzip zu prüfen. Dabei sind die Maßnahmen unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit gegen alle Emittenten zu richten, die zum Überschreiten der Grenzwerte beitragen.

In Gebieten oder Ballungsräumen, in denen Grenzwerte überschritten sind, hat das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) Luftreinhaltepläne gemäß § 47 BIm-SchG aufgestellt [4]. Aufgrund der weiterhin bestehenden Überschreitungen der NO<sub>2</sub>-Grenzwerte besteht Handlungsbedarf zur Fortschreibung der Luftreinhaltepläne. Deshalb waren vorliegende Untersuchungen hinsichtlich der räumlichen Verteilung der NO<sub>x</sub>-Belastung im Umfeld von hochbelasteten Luftmessstationen notwendig, um zusätzliche Erkenntnisse zur Verbesserung der Luftqualität zu erhalten.

## 2 Projektauftrag

Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) sollte das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) im Umfeld von vorhandenen, hochbelasteten LÜB-Stationen, an denen eine Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes für den Jahresmittelwert vorlag, zusätzliche NO<sub>2</sub>-Messungen mittels Passivsammlern und kleinen mobilen Messstationen durchführen. Ziel des Projektes war es, die räumliche Verteilung und Einflussgrößen auf die NO<sub>2</sub>-Belastung zu ermitteln, wissenschaftlich zu analysieren und zu bewerten.

Als Grundlage zur Bewertung der NO<sub>2</sub>-Belastung dient der Grenzwert der EU-Luftqualitätsrichtlinie aus dem Jahr 2008 (2008/50/EG), die mit der 39. BImSchV in Deutschland in nationales Recht umgesetzt wurde.

Für die orientierenden Messungen der NO<sub>2</sub>-Belastung sollten sogenannte Passivsammler eingesetzt werden. Diese benötigen im Vergleich zu kontinuierlichen Messungen keinen Stromanschluss, haben eine kompakte Bauart und können deshalb auch an unwegsamen Stellen kostengünstig eingesetzt werden. Für zeitlich hoch aufgelöste Messungen sollten kleine mobile Messstationen mit Messgeräten eingesetzt werden, welche auch in den offiziellen Messnetzen des Bundes und der Länder verwendet werden. Damit sollte eine grundsätzliche Vergleichbarkeit der Messungen mit den Messdaten aus dem Lufthygienischen Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) ermöglicht werden, welches das LfU im Rahmen gesetzlicher Verpflichtungen seit 1974 betreibt. Die Untersuchungen sollten schwerpunktmäßig an den folgenden vorhandenen hochbelasteten LÜB-Stationen vorgenommen werden:

- Augsburg (Karlstraße)
- München (Landshuter Allee)
- Nürnberg (Von-der-Tann-Straße)
- Oberaudorf (Inntalautobahn A93)
- Regensburg (Rathaus)
- Würzburg (Stadttring Süd)

Mit der Durchführung des Projektes sollten im Wesentlichen folgende Ziele verfolgt werden:

- Erfassung der räumlichen Ausdehnung des NO<sub>2</sub>-Belastungsgebietes
- Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Verkehrs- und NO<sub>2</sub>-Belastung
- Untersuchung von städtischen Bebauungsstrukturen auf die NO<sub>2</sub>-Belastungshöhe
- Untersuchung von Luv-Lee-Effekten in Straßenschluchten auf die NO<sub>2</sub>-Belastungshöhe
- Untersuchung des Beitrages der NO<sub>2</sub>-Sekundärbildung durch Ozonabbau
- Untersuchung der Gleichwertigkeit von Passivsammler-Messungen mit dem Referenzverfahren
- Vergleich von Passivsammler-Messungen mit Modellrechnungen

### 3 Projektdurchführung

#### 3.1 Messstandorte und Zeiträume

Die Projektlaufzeit erstreckte sich über den Zeitraum von April 2010 bis Juni 2015. Die Untersuchung der räumlichen NO<sub>2</sub>-Belastungen erfolgte mit Passivsammlern im Umfeld von LÜB-Standorten in Augsburg, München, Nürnberg, Oberaudorf (Inntalautobahn A93), Regensburg und Würzburg (vgl. Abb. 2).



Abb. 2: Übersichtskarte von Bayern mit den Projekt-Messstandorten.

Die Untersuchungsgebiete konzentrierten sich auf die unmittelbare Nähe zur jeweiligen LÜB-Station entlang der jeweiligen Hauptverkehrsstraße und bezogen Nebenstraßen bzw. benachbarte Wohngebiete ein. Eine ausführliche standortbezogene Beschreibung aller Messpunkte mit einer Fotodokumentation befindet sich in den Anlagen 1 - 6.

Den Schwerpunkt der Untersuchungen bildeten die umfangreichen Messungen in der Landshuter Allee in München. Der Messumfang wurde dort im Verlauf des Projektes mehrmals erweitert und erstreckte sich auf einen Straßenabschnitt von etwa 2 km Länge im südlichen Teil der Landshuter Allee. Zum einen wurde an unterschiedlich bebauten Stellen der Landshuter Allee gemessen, zum anderen auch in zwei Seitenstraßen hinein sowie in einem Hinterhof in der Nähe der LÜB-Station. Somit konnten sowohl unterschiedliche Bebauungs- und Ausbreitungssituationen als auch unterschiedliche Konzentrationsniveaus untersucht werden. Zudem wurde die NO<sub>2</sub>-Belastungssituation im Umfeld der Untertunnelung in der Landshuter Allee und auf der Donnersbergerbrücke (südliche Fortsetzung der Landshuter Allee) erfasst.

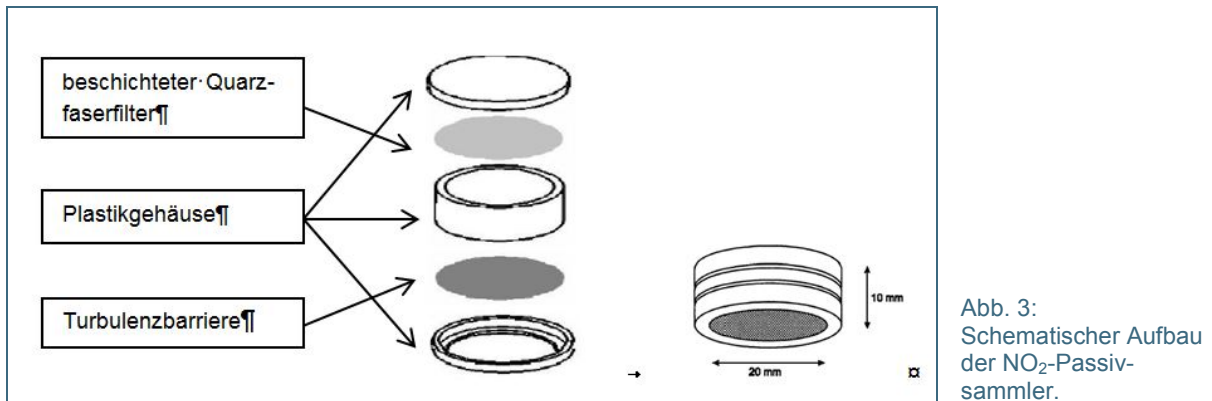


## 3.2 Messverfahren

### 3.2.1 Passivsammler

Für die diskontinuierlichen  $\text{NO}_2$ -Messungen wurden selbst angefertigte Passivsammler nach M. Fern [5] verwendet. Diese wurden in Höhen von 2,5 m bis 4 m angebracht, wobei an jedem Messpunkt eine Doppelbestimmung über einen Zeitraum von zwei Wochen erfolgte.

Die Sammeleinheit bestand aus einem mit Triethanolamin als Adsorbens beschichteten Quarzfaserfilter, der sich in einer geschlossenen Plastikkapsel befand (vgl. Abb. 3). Als Turbulenzbarriere fungierte eine poröse PE-Membran.



Zur Bestimmung der  $\text{NO}_2$ -Konzentration wurden die Passivsammler in luftdicht verschlossenen Röhrchen an den Standort gebracht und dort in ein Wetterschutzgehäuse eingesetzt, das sie vor Regen schützte (vgl. Abb. 4). Für die Doppelbestimmungen erhielt jedes Wetterschutzgehäuse zwei Sammeleinheiten, die anschließend unabhängig voneinander analysiert wurden. Ab der Exposition des Passivsammlers am Immissionsort diffundierte  $\text{NO}_2$  in die Sammeleinheiten und wurde dort chemisch gebunden. Nach etwa zwei Wochen wurden die Passivsammler aus dem Wetterschutzgehäuse entnommen und in einem luftdichten Gefäß ins Labor gebracht.



Im Labor wurde der beschichtete Quarzfaserfilter aus dem NO<sub>2</sub>-Passivsammler entnommen und anschließend mit Reinstwasser eluiert.

Die NO<sub>2</sub>-Konzentration in der Umgebungsluft berechnet sich nach folgender Formel:

$$c(\text{NO}_2) = \frac{F \times (m(\text{NO}_2) - m_0(\text{NO}_2)) \times l \times 10^6}{A \times D \times t} \left[ \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right]$$

mit

c(NO <sub>2</sub> ):	NO <sub>2</sub> -Konzentration der Umgebungsluft [µg/m <sup>3</sup> ]
F:	Korrekturfaktor (1,30)
m(NO <sub>2</sub> ):	NO <sub>2</sub> -Masse auf dem beschichteten Quarzfaserfilter [µg]
m <sub>0</sub> (NO <sub>2</sub> ):	NO <sub>2</sub> -Blindwert [µg]
l:	Länge der Plastikkapsel (1,0 cm)
A:	Einlassfläche der Plastikkapsel (3,14 cm <sup>2</sup> )
D:	Diffusionskoeffizient von Stickstoffdioxid (0,154 cm <sup>2</sup> /s)
t:	Expositionsdauer [s]

### 3.2.2 Mobile Messstationen

Zur mobilen, zeitlich hochaufgelösten Messung von Stickstoffoxiden und Ozon wurden sogenannte Airpointer der Fa. recordum Messtechnik GmbH eingesetzt. Diese kleinen und mobilen Messstationen ermöglichen durch ihren kompakten Aufbau einen Einsatz auch an Standorten, an denen eine übliche LÜB-Station aufgrund der Größe nicht aufgestellt werden könnte. In Abb. 5 ist ein Airpointer in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg gezeigt.

Die Bestimmung der Stickstoffoxide erfolgt bei den im Airpointer verbauten Messgeräten nach dem Chemilumineszenz-Prinzip (DIN EN 14211 [6]) und die Ozon-Bestimmung nach dem UV-Absorptionsverfahren (DIN EN 14625 [7]).



Abb. 5:  
Mobile Messstation  
(Airpointer) in der  
Von-der-Tann-Straße  
in Nürnberg.



### 3.3 Qualitätssicherung

#### 3.3.1 Äquivalenznachweis Passivsammler

Ein Vergleich der Messergebnisse der Passivsammler mit denen des Referenzverfahrens erbrachte eine erweiterte Messunsicherheit von 24 % (Konfidenzintervall 95 %) bezogen auf den NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwert für den Jahresmittelwert von 40 µg/m<sup>3</sup>. Die erweiterte Messunsicherheit für die eingesetzten Passivsammler liegt somit unterhalb des maximal zulässigen Wertes von 25 % für orientierende Messungen gemäß 39. BImSchV. Die eingesetzten Passivsammler können demnach im Rahmen von orientierenden Messungen zur Abschätzung der Immissionssituation zum Vergleich mit dem Grenzwert für den NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert eingesetzt werden.

In Abb. 6 ist das Streudiagramm mit den NO<sub>2</sub>-Messwerten der Passivsammler und den Messwerten an den LÜB-Stationen (Referenzmethode) dargestellt. Die Wertepaare, die jeweils über einen Messzeitraum von rund 14 Tagen gebildet wurden, zeigen eine hohe Korrelation (Bestimmtheitsmaß R<sup>2</sup> = 0,96). Anlage 7 enthält die detaillierte Untersuchung der Gleichwertigkeit von NO<sub>2</sub>-Messungen mittels Passivsammlern mit dem Referenzverfahren.

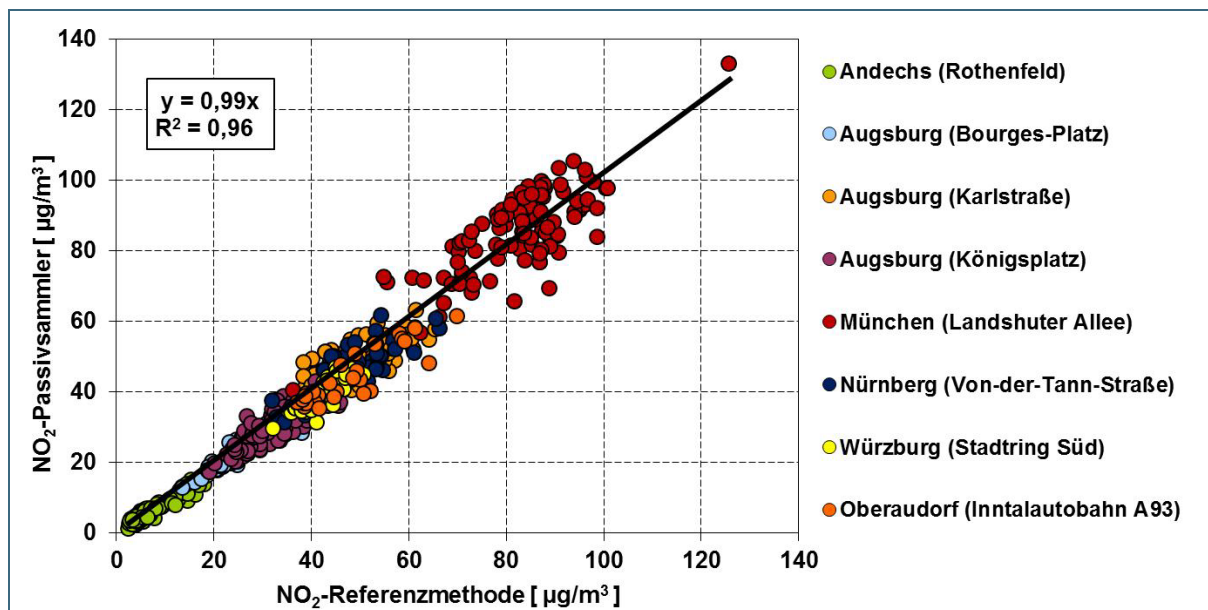


Abb. 6: NO<sub>2</sub>-Streudiagramm für Passivsammler und Referenzmethode.

## 4 Ergebnisse

Aufgrund der umfangreichen Untersuchungen und Ergebnisse werden in diesem Kapitel nur die wesentlichen Erkenntnisse aus dem Projekt zusammenfassend dargestellt, die hauptsächlich aus den Messungen mit den NO<sub>2</sub>-Passivsammlern gewonnen wurden. Für eine detaillierte Darstellung aller Projektergebnisse, Auswertungen und standortbezogenen Untersuchungen wird auf die Anlagen 1 bis 9 verwiesen. Es wird an dieser Stelle explizit darauf hingewiesen, dass zahlreiche weitere Auswertungen von LÜB-Daten in Anlage 8 enthalten sind.

In den **Anlagen 1 bis 6** sind die Einzelberichte für die untersuchten LÜB-Standorte in Augsburg, München, Nürnberg, Oberaudorf (Inntalautobahn A93), Regensburg und Würzburg aufgeführt. Sie beinhalten jeweils Standortbeschreibungen, Ergebnisse, eine Diskussion und eine Fotodokumentation sowie ggf. weitere standortbezogene Untersuchungen. In **Anlage 7** werden die Untersuchungen zur Gleichwertigkeit der NO<sub>2</sub>-Messungen mittels Passivsammlern mit dem Referenzverfahren (Äquivalenzbericht) dargestellt. **Anlage 8** enthält weitere Auswertungen, wie Vergleiche von Messungen und Modellrechnungen, Tagesgänge, Jahresverläufe, Betrachtungen zur NO<sub>2</sub>-Sekundärbildung und Verkehrsdaten. In **Anlage 9** sind alle Messergebnisse der NO<sub>2</sub>-Passivsammler und der mobilen Messstationen tabellarisch aufgeführt.

### 4.1 Einfluss der Verkehrsbelastung

Die bisherigen Verursacheranalysen der Luftreinhaltepläne in Deutschland zeigen deutlich, dass an hochbelasteten Messstellen die NO<sub>2</sub>-Belastung maßgeblich von Kraftfahrzeugen verursacht wird.

#### 4.1.1 Tageszeitliche Abhängigkeit

*Der Tagesgang des Verkehrsaufkommens spiegelt sich im Tagesgang der Schadstoffbelastung annähernd wieder.*

Zur Untersuchung der tageszeitlichen Abhängigkeit der Verkehrsbelastung wurden Verkehrszählraten für die Landshuter Allee in München ausgewertet, die südlich der LÜB-Station auf Höhe der Hirschbergstraße automatisch erfasst werden. Typische Tagesverläufe enthält Abschnitt 4 der Anlage 8. Nachfolgend wurden, an zwei ausgewählten Tagen des Jahres 2012, an denen jeweils der über eine volle Stunde gemittelte NO<sub>2</sub>-Grenzwert von 200 µg/m<sup>3</sup> überschritten wurde, die Verkehrszahlen und die NO<sub>2</sub>-Belastungen stundenweise einander gegenübergestellt. Der Tagesverlauf der Verkehrszahlen und der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen ist exemplarisch in Abb. 7 für Mittwoch, den 22.02.2012 und in Abb. 8 für Freitag, den 16.03.2012 dargestellt.

Die Verkehrsdichte an Werktagen weist einen typischen Tagesgang mit je einem Maximum am Morgen und am frühen Abend zu den Zeiten des Berufsverkehrs auf. Am Freitag ist das abendliche Maximum nicht so stark ausgeprägt, wie an den anderen Werktagen. Die Verkehrsdichte bleibt am Freitag bis in den frühen Abend relativ konstant auf hohem Niveau, da im Vergleich zu den anderen Werktagen der Feierabendverkehr schon am frühen Nachmittag einsetzt. Zusätzlich kommt an Freitagen noch der Reise- bzw. Freizeitverkehr hinzu.

Die Abb. 7 und die Abb. 8 veranschaulichen den Zusammenhang zwischen der Verkehrsbelastung und der NO<sub>2</sub>-Belastung. Während am Tag sowohl die Verkehrsbelastung als auch die NO<sub>2</sub>-Belastung auf einem hohen Niveau verharren, sinken beide in der Nacht deutlich ab. Die Maxima der Verkehrsdichte und der NO<sub>2</sub>-Belastung sind aber nicht immer deckungsgleich, da u. a. auch photochemische Umwandlungsprozesse in der Umgebungsluft und meteorologische Einflussgrößen Auswirkungen auf die Höhe der NO<sub>2</sub>-Belastung haben (vgl. Kapitel 4.8 und 4.9).

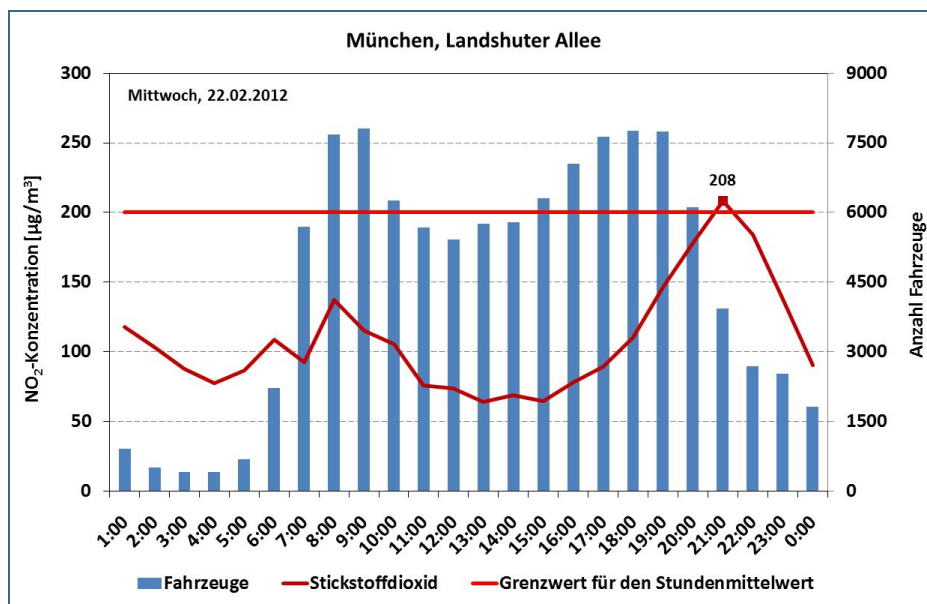


Abb. 7:  
Tagesgang von  
Verkehrsdichte und  
Schadstoffbelastung  
am 22.02.2012 am  
LÜB-Standort in der  
Landshuter Allee in  
München.

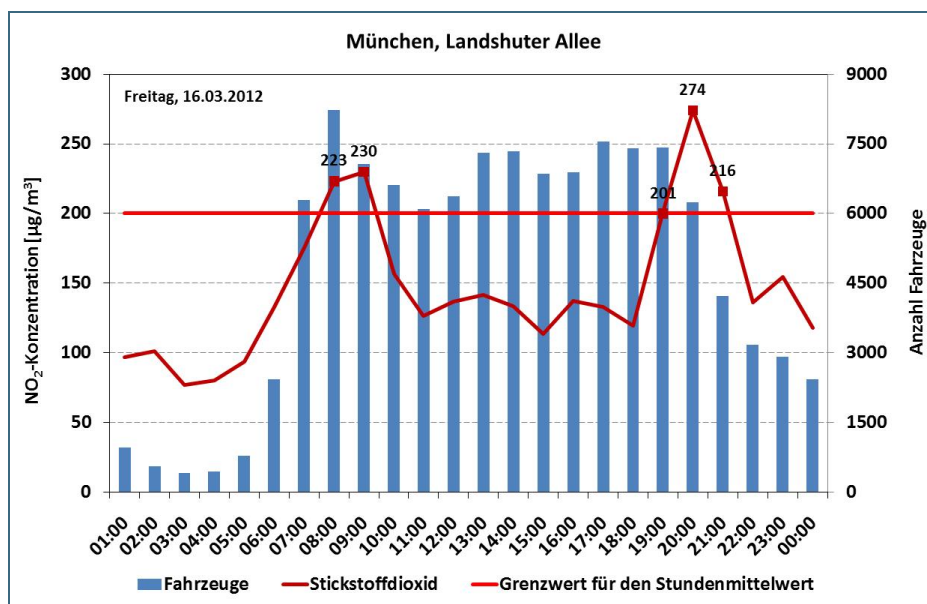


Abb. 8:  
Tagesgang von  
Verkehrsdichte und  
Schadstoffbelastung  
am 16.03.2012 am  
LÜB-Standort in der  
Landshuter Allee in  
München.

#### 4.1.2 Einfluss von Beschleunigungsvorgängen

*Beschleunigungsvorgänge (z. B. nach Ampeln) führen zu einer Erhöhung von NO<sub>2</sub>-Werten.*

Im Umfeld der hochbelasteten LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg wurde im Jahr 2014 die NO<sub>2</sub>-Belastung an mehreren Messpunkten mit Passivsammlern gemessen. Im Bereich der LÜB-Station hat die Von-der-Tann-Straße auf beiden Seiten eine durchgehende Randbebauung. Nördlich der *Kreuzung* Von-der-Tann-Straße und Rothenburger Straße wurden zwei Passivsammler (NT1 und NT2) exponiert. Diese Passivsammler waren vor einer 4 m hohen Lärmschutzwand angebracht, die das angrenzende Wohngebiet von der Von-der-Tann-Straße abschirmt. In diesem Bereich liegt somit ebenfalls ein vergleichbarer Schlucht-Charakter der Hauptstraße vor.

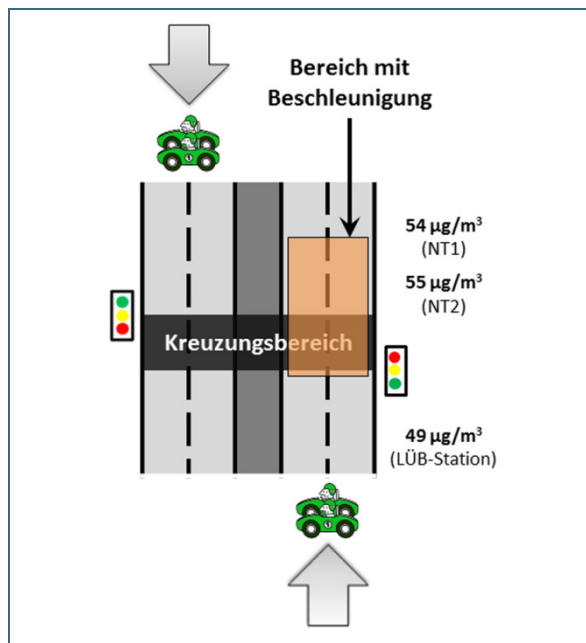


Abb. 9:  
Schematische Darstellung des Kreuzungsbereiches im Umfeld der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg mit  $\text{NO}_2$ -Messwerten für 2014 ausgewählter Passivsammler-Messpunkte.

In Abb. 9 ist der Kreuzungsbereich im Umfeld der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg schematisch mit entsprechenden  $\text{NO}_2$ -Messwerten der Passivsammler und dem Messwert der LÜB-Station für das Kalenderjahr 2014 dargestellt.

An den beiden Messpunkten (NT1 und NT2) nördlich des Kreuzungsbereiches wurden um 10-12 % ( $54\text{-}55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) höhere  $\text{NO}_2$ -Belastungen im Vergleich zur LÜB-Station mit  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Da an allen Messpunkten eine vergleichbare Randbebauung vorliegt und sich die Verkehrszahlen ebenfalls nicht wesentlich unterscheiden, kann die Erhöhung der  $\text{NO}_2$ -Belastung an den Messpunkten NT1 und NT2 auf Beschleunigungsvorgänge des lokalen Verkehrs zurückgeführt werden. Beschleunigungsvorgänge führen zu erhöhten  $\text{NO}_2$ -Emissionen insbesondere bei Diesel-Pkw.

#### 4.1.3 Auswirkungen der Verkehrszusammensetzung

*Hauptverursacher der lokalen  $\text{NO}_2$ -Emissionen an verkehrsorientierten LÜB-Stationen in Bayern sind insbesondere die Dieselfahrzeuge.*

##### Euro-Abgasnormen - Emissionsgrenzwerte für Kraftfahrzeuge

Kraftfahrzeuge werden in der Europäischen Union (EU) nach Typ, wie beispielsweise schwere Nutzfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht  $>3,5 \text{ t}$  (SNfz) oder Personenkraftwagen (Pkw) und Art des Motors (Otto- oder Dieselmotor) in Schadstoffklassen, sogenannte Euro-Abgasnormen, unterteilt. Für Pkw werden dabei die Euro-Abgasnormen mit 1 bis 6 bezeichnet und für SNfz werden römische Ziffern von I bis VI verwendet.

In jeder Schadstoffklasse sind Grenzwerte für die Abgaskonzentrationen (Emissionen) der Kfz festgelegt, die in einer Typprüfung gemessen und überprüft werden. Abb. 10 zeigt sowohl für Pkw als auch für SNfz die  $\text{NO}_x$ -Emissionen in Abhängigkeit der verschiedenen Stufen der Euro-Abgasnormen. Die Grenzwerte für  $\text{NO}_x$  werden für Pkw dabei in Milligramm  $\text{NO}_x$  pro gefahrenen Kilometer ( $\text{mg}/\text{km}$ ) angegeben. Die Grenzwerte für SNfz hingegen werden in Milligramm  $\text{NO}_x$  pro Kilowattstunde ( $\text{mg}/\text{kWh}$ ) angegeben. Grenzwerte der Euro-Abgasnormen für Pkw und SNfz sind deshalb nicht direkt vergleichbar.

Die Grenzwerte der Euro-Abgasnormen verdeutlichen, dass Diesel-Pkw im Vergleich zu Ottofahrzeugen höhere  $\text{NO}_x$ -Emissionen ( $\text{NO}_x$ : Summe aus  $\text{NO}_2$  und  $\text{NO}$ ) aufweisen. Diesel-Pkw mit Euro 4 und Euro 5 Abgasnormen dürfen etwa das 3-fache der zulässigen  $\text{NO}_x$ -Emissionen gegenüber einem Pkw mit Ottomotor bei der Typprüfung emittieren. Mit der Euro 6 Abgasnorm für Diesel-Pkw wurde der Emissionsgrenzwert auf 80 mg  $\text{NO}_x$  pro gefahrenen Kilometer verschärft. Damit soll eine Angleichung an den zulässigen  $\text{NO}_x$ -Emissionswert von 60 mg/km für Benzin-Pkw erreicht werden.

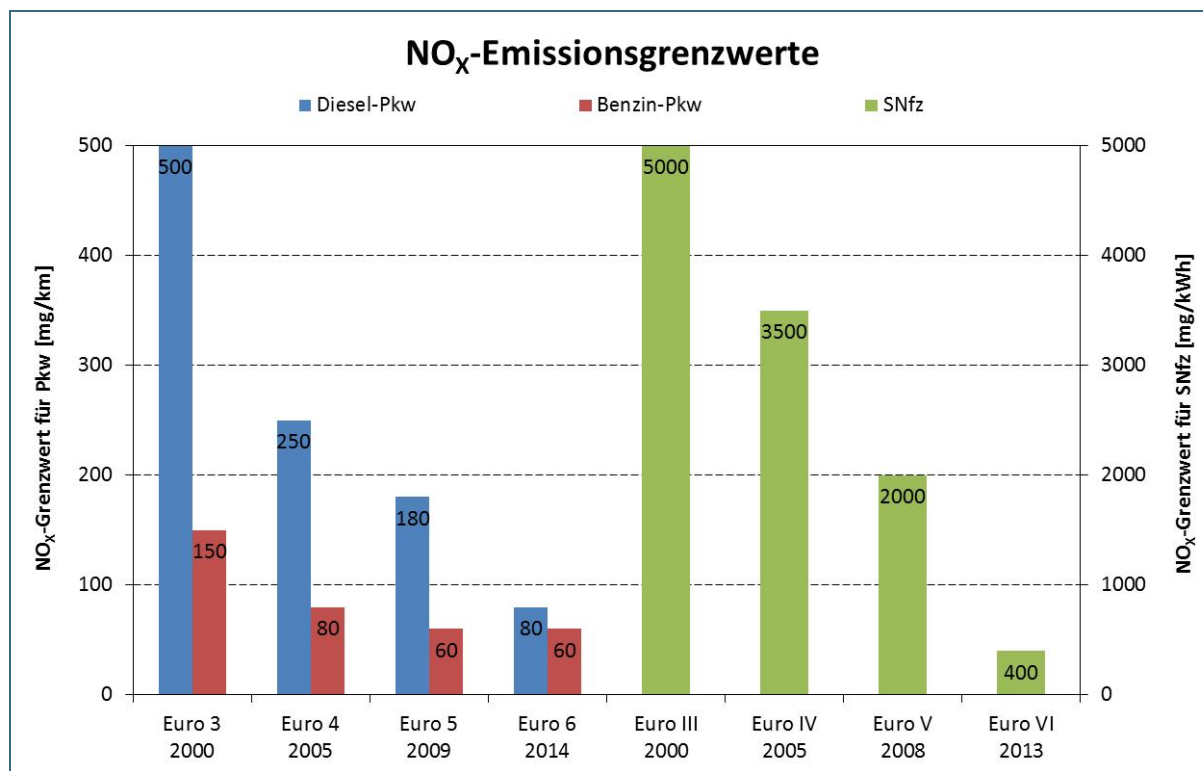


Abb. 10:  $\text{NO}_x$ -Emissionsgrenzwerte gemäß Euro-Abgasnormen (SNfz: Schwere Nutzfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht >3,5 t)

Die Zulassungsstatistik der Stadt München zeigt beispielsweise zum Stichtag 01.01.2014, dass von insgesamt 684.713 zugelassenen Pkw etwa 39 % Diesel-Pkw waren. Deutschlandweit waren zum 01.01.2014 ca. 30 % zugelassene Pkw mit Dieselmotor ausgestattet [8]. Von den in München zugelassenen Diesel-Pkw hatten lediglich 3 % die Euro 6 Abgasnorm. Der Hauptanteil der in München zugelassenen Diesel-Pkw von etwa 77 % besaß die Euro 4 oder Euro 5 Abgasnorm und durfte damit im Vergleich zum Benzin-Pkw mit entsprechend gleicher Euro-Abgasnorm das Dreifache an  $\text{NO}_x$  emittieren.

Die Flottenzusammensetzung der SNfz auf Bundesebene zeigt, dass zum 01.01.2014 auf deutschen Hauptverkehrsstraßen etwa 62 % der SNfz die Euro V Abgasnorm erfüllten. Nur etwa 13 % der SNfz erfüllten die Euro VI Abgasnorm. Gegenüber der Euro VI Abgasnorm dürfen SNfz mit niedrigeren Abgasnormen je nach Einstufung das etwa 5- bis 13-fache an  $\text{NO}_x$  emittieren. Damit wird deutlich, dass auch eine geringe Anzahl von SNfz mit älteren Euro Abgasnormen erheblich zu den Emissionen beiträgt.

### Emissionsfaktoren - Verhalten von Kraftfahrzeugen im realen Fahrbetrieb

In Abb. 11 sind für den LÜB-Standort **Landshuter Allee in München** die Emissionsanteile der lokalen Verursacherguppe Pkw (getrennt für Benzin- und Dieselantrieb) und die der SNfz für NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> dargestellt. Die NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Emissionen sind dabei in Gramm (g) NO<sub>x</sub> oder NO<sub>2</sub> pro Tag und Meter Straßenlänge (Tag\*m) angegeben. Die NO<sub>x</sub>-Emissionen des Kfz-Verkehrs werden in der Landshuter Allee zu 50 % durch SNfz und zu 43 % durch Diesel-Pkw verursacht. Die lokalen NO<sub>2</sub>-Emissionen des Kfz-Verkehrs für sich allein betrachtet, verteilen sich zu 75 % auf Pkw mit Dieselantrieb, zu 23 % auf SNfz und 2 % auf Benzin-Pkw.

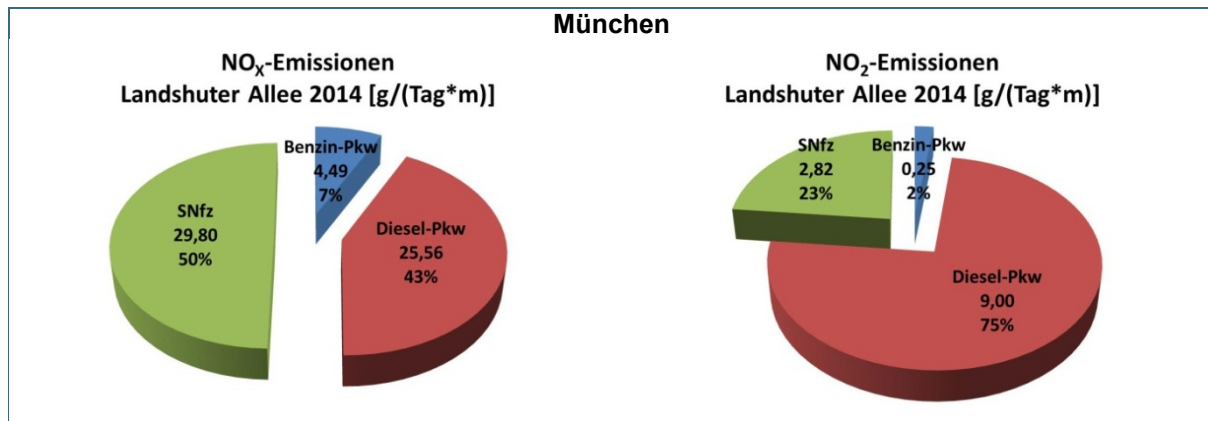


Abb. 11: NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Emissionen der Kraftfahrzeuge an der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München für 2014 (SNfz: Schwere Nutzfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht >3,5 t).

In Abb. 12 die Emissionsanteile der lokalen Verursacherguppe Pkw (getrennt für Benzin- und Dieselantrieb) und die der SNfz für NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> dargestellt. Die NO<sub>x</sub>-Emissionen des Kfz-Verkehrs werden in der Von-der-Tann-Straße zu 50 % durch SNfz und zu 39 % durch Diesel-Pkw verursacht. Die lokalen NO<sub>2</sub>-Emissionen des Kfz-Verkehrs für sich allein betrachtet, verteilen sich zu 70 % auf Pkw mit Dieselantrieb, zu 23 % auf SNfz und 7 % auf Benzin-Pkw.

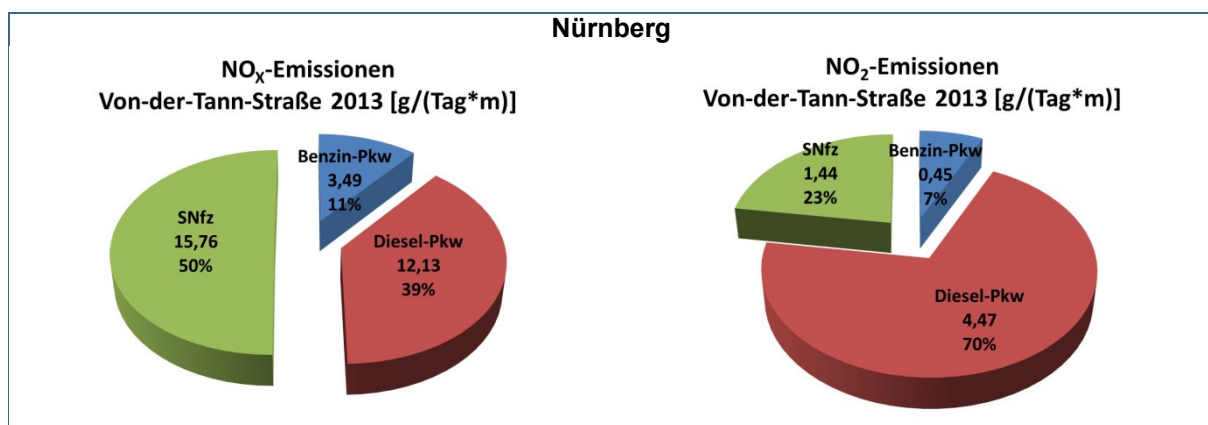


Abb. 12: NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Emissionen der Kraftfahrzeuge an der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg für 2013 (SNfz: Schwere Nutzfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht >3,5 t).

Die unterschiedlichen NO<sub>x</sub>-Anteile der Benzin-Pkw, Diesel-Pkw und SNfz an den NO<sub>x</sub>-Gesamtemissionen ergeben sich durch die verschiedenen NO<sub>x</sub>-Emissionsgrenzwerte für die entsprechende Euro-Abgasnorm und den jeweiligen Kfz-Typ der in der Stadt vorhandenen Flottenzusammensetzung. Darüber hinaus wird die Höhe der jeweiligen Emissionsbeiträge durch die Anzahl der verschiedenen Kfz-Typen bestimmt. Die Emissionsanteile wurden mit dem Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA), Version 3.2, berechnet. Ursächlich für die geringeren NO<sub>x</sub>-Emissionen der Benzin-Pkw im Vergleich

zu Pkw und SNfz mit Dieselmotoren ist vor allem eine unterschiedliche Motorentechnik. Beim Dieselmotor wird durch den Luftüberschuss, die höhere Verdichtung und höhere Verbrennungstemperatur der Oxidationsprozess des in der Verbrennungsluft natürlich vorkommenden Stickstoffs, begünstigt. Hingegen hat die Einführung des geregelten Dreiwegekatalysators (G-Kat) für Ottomotoren Ende der 1980er Jahre in Deutschland eine deutliche Minderung der Schadstoffe Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und  $\text{NO}_x$  bewirkt. Bei Dieselmotoren kann prozessbedingt kein G-Kat eingesetzt werden.

Im Vergleich zu den  $\text{NO}_x$ -Anteilen unterscheiden sich die  $\text{NO}_2$ -Anteile der Pkw und SNfz mit Dieselmotor an den  $\text{NO}_2$ -Gesamtemissionen deutlich. Diese Unterschiede sind nicht durch unterschiedliche Grenzwerte für die Euro-Abgasnormen erklärbar, da nur  $\text{NO}_x$  reglementiert wird und nicht  $\text{NO}_2$ . Insbesondere spielt bei Diesel-Kfz das verwendete Abgasnachbehandlungssystem eine entscheidende Rolle bei der Höhe der  $\text{NO}_2$ -Emissionen. Dies hat dazu geführt, dass der prozentuale  $\text{NO}_2$ -Anteil im Abgas von Diesel-Pkw in den letzten Jahren ständig zugenommen hat. Bei älteren Dieselmotoren betrug dieser Anteil nur wenige Prozent. Inzwischen sind Anteile von über 50 %  $\text{NO}_2$  im Abgas keine Seltenheit. Die Auswirkung davon ist, dass trotz abnehmender  $\text{NO}_x$ -Grenzwerte und -Emissionen die  $\text{NO}_2$ -Emissionen praktisch nicht abnehmen.

Die prozentualen  $\text{NO}_x$ - und  $\text{NO}_2$ -Anteile der Kraftfahrzeugemissionen sind an beiden exemplarisch gewählten Standorten in München (Landshuter Allee) und in Nürnberg (Von-der-Tann-Straße) vergleichbar, auch wenn der absolute Betrag der Emissionen durch die höhere Verkehrsbelastung an der Landshuter Allee deutlich höher ist.

## 4.2 Einfluss der Randbebauung an Hauptstraßen

*Bereits kleine Lücken in einer geschlossenen Randbebauung reduzieren die  $\text{NO}_2$ -Belastung beträchtlich.*

Im Umfeld der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München wurden auf etwa 2 km Länge die  $\text{NO}_2$ -Belastungen mit Passivsammlern an insgesamt 27 Messpunkten ermittelt. Dabei weist die Landshuter Allee im untersuchten Abschnitt unterschiedliche Randbebauungen auf. In Abb. 13 sind die  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte exemplarisch für ausgewählte Passivsammler-Messpunkte mit unterschiedlicher Randbebauung im Umfeld der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München für die Jahre 2011 bis 2014 dargestellt.

Die höchsten  $\text{NO}_2$ -Belastungen wurden in Bereichen mit ausgeprägtem Schlucht-Charakter (durchgehende Randbebauung) an der LÜB-Station sowie am nördlichsten Messpunkt (ML1) mit  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerten zwischen 79 und 88  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt.

Am Messpunkt ML2, an dem die Randbebauung durch schrägstehende Mehrfamilienhäuser unterbrochen ist, wurden im Vergleich zu den höchstbelasteten Messpunkten mit durchgehender Randbebauung deutlich geringere  $\text{NO}_2$ -Belastungen gemessen. Durch die verbesserte Durchlüftung (Verdünnung der Emissionen mit der Umgebungsluft) wurde am Messpunkt ML2 mit unterbrochener Randbebauung eine um ca. 25 % niedrigere  $\text{NO}_2$ -Belastung gegenüber den Messpunkten mit durchgehender Randbebauung ermittelt.

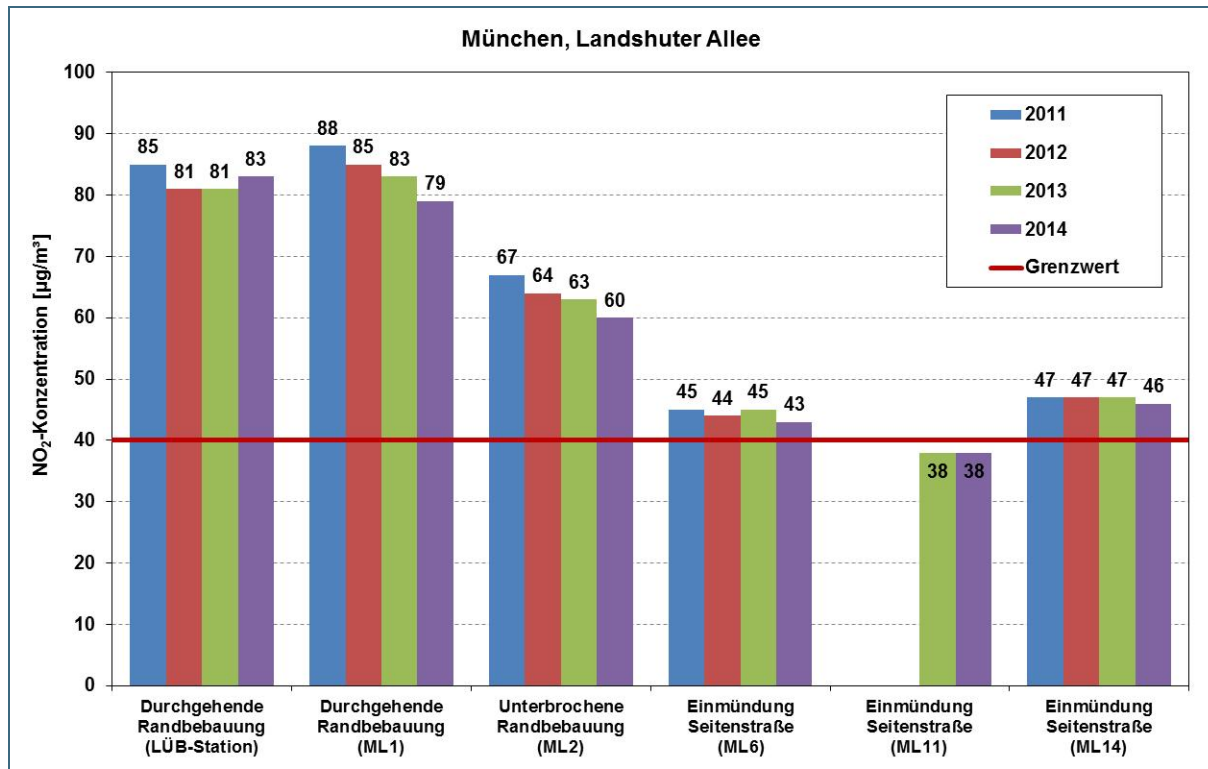


Abb. 13: Ausgewählte NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte im Umfeld der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München.

An Messpunkten, an denen aufgrund der Einmündung einer Seitenstraße (Messpunkte ML6, ML11 und ML14) eine nochmalig verbesserte Durchlüftung gegenüber einer unterbrochenen Randbebauung vorzufinden ist, sinken die NO<sub>2</sub>-Messwerte sogar auf etwa 47-55 % der NO<sub>2</sub>-Belastung, die an der LÜB-Station gemessen wurde. Im Bereich der Einmündung der Wilderich-Lang-Straße (ML11) wurde der NO<sub>2</sub>-Grenzwert in den Jahren 2013 und 2014 mit 38 µg/m<sup>3</sup> sogar eingehalten.

Die Untersuchungen zeigen, dass die LÜB-Station in München (Landshuter Allee) kein einzelner Hot Spot ist und ähnliche Randbebauungen im untersuchten Straßenabschnitt auch vergleichbare NO<sub>2</sub>-Belastungen aufweisen.

### 4.3 Belastung in Seitenstraßen

*Die Belastung nimmt in Seitenstraßen mit zunehmender Entfernung von der Hauptverkehrsstraße rasch ab. Der Bereich mit Grenzwertüberschreitung reicht höchstens ca. 60 m in die Seitenstraßen hinein.*

Ausgehend von der hochbelasteten LÜB-Messstation, die verkehrsnah an einer Hauptstraße liegt, ist die Ausbreitung der Luftschadstoffbelastung in abzweigende Straßen mit geringer Verkehrsbelastung und Bedeutung (Seitenstraße) von Interesse. Damit kann das Gebiet und damit die betroffene Wohnbevölkerung abgeschätzt werden, die durch die Emissionen der hochbelasteten Hauptstraße belastet ist.



### 4.3.1 München

In München wurden die NO<sub>2</sub>-Belastungen in den Seitenstraßen Schlör- und Blumenburgstraße (nördlich der LÜB-Station in der Landshuter Allee) untersucht.

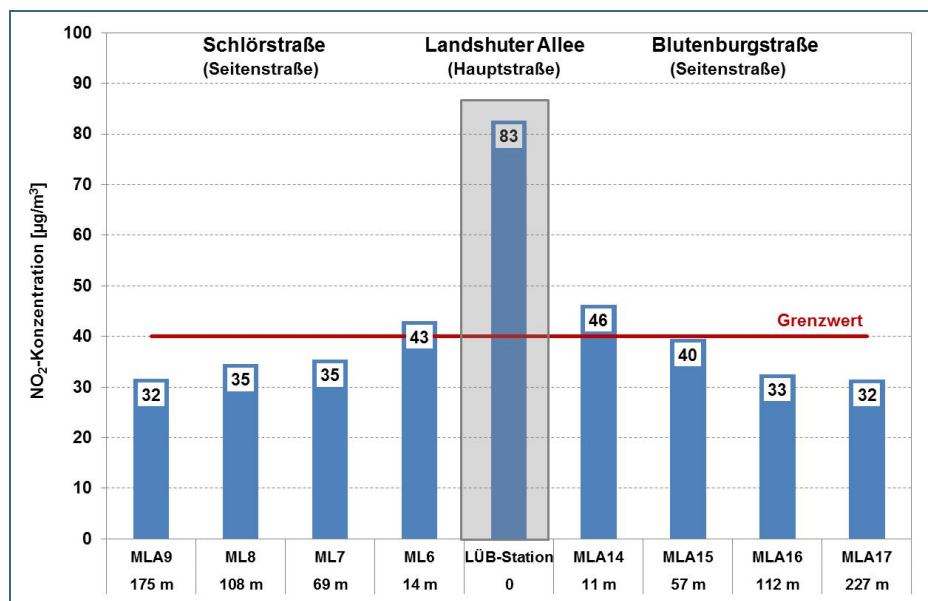


Abb. 14: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für 2014 an den Messpunkten in der Schlör- und in der Blumenburgstraße im Umfeld der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München.

In beiden Seitenstraßen wurden von der Einmündung in die Landshuter Allee bis zu einer Entfernung von etwa 230 m jeweils vier Passivsammler in vergleichbaren Abständen in den Jahren 2011 bis 2014 exponiert. In Abb. 14 sind exemplarisch für das Jahr 2014 die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte in der Schlör- und in der Blumenburgstraße im Vergleich zum kontinuierlich ermittelten Messwert an der LÜB-Station in der Landshuter Allee dargestellt.

Die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen sinken in den Seitenstraßen mit zunehmendem Abstand zur hochbelasteten Landshuter Allee deutlich ab. Ab einer Entfernung von etwa 60 m zur Landshuter Allee kann davon ausgegangen werden, dass der NO<sub>2</sub>-Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> eingehalten wird.

### 4.3.2 Augsburg

In Augsburg wurde jeweils in der Steingasse und am Kesselmarkt (beide östlich der LÜB-Station Karlstraße) ein Passivsammler mit vergleichbarem Abstand zur hochbelasteten Karlstraße angebracht.

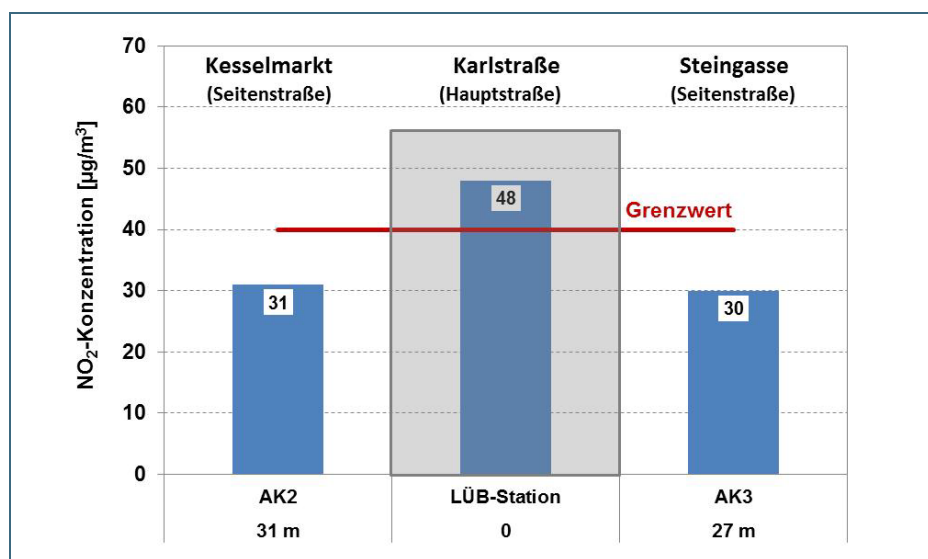


Abb. 15: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für 2014 an den Messpunkten am Kesselmarkt und in der Steingasse im Umfeld der LÜB-Station in der Karlstraße in Augsburg.

Die NO<sub>2</sub>-Belastung in beiden Seitenstraßen wurde von 2011 bis 2014 untersucht. Exemplarisch sind in Abb. 15 die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für das Jahr 2014 in der Steingasse und am Kesselmarkt im Vergleich zur LÜB-Station in der Karlstraße dargestellt.

Die NO<sub>2</sub>-Konzentration unterschreitet den Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> in beiden Seitenstraßen im Abstand von etwa 30 m zur hochbelasteten Karlstraße bereits deutlich.

#### 4.4 Belastung in Parallelstraßen

*Nebenstraßen parallel zur Hauptverkehrsstraße werden kaum durch die Schadstoffbelastung der Hauptstraße beeinflusst.*

Im Unterschied zu Seitenstraßen werden die lokal emittierten Schadstoffe einer hochbelasteten Hauptstraße in Parallelstraßen nicht kanalisiert. Die in den Parallelstraßen gelegenen Wohngebiete sind darüber hinaus meist durch Häuser, Lärmschutzwände oder Grünflächen von den lokalen Verkehrsemissionen der hochbelasteten parallel verlaufenden Hauptstraße abgeschirmt.

##### 4.4.1 Nürnberg

In Nürnberg wurden in einer ca. 45 m entfernten Parallelstraße (Herzog-Bernhard-Straße) zur hochbelasteten Von-der-Tann-Straße zwei Passivsammler exponiert. Die Messpunkte in der Herzog-Bernhard-Straße wurden so gewählt, dass sie sich etwa auf gleicher Höhe, wie die Messpunkte in der Von-der-Tann-Straße befanden. Das Wohngebiet in der Herzog-Bernhard-Straße ist dabei durch eine 4 m hohe Lärmschutzwand von der hochbelasteten Von-der-Tann-Straße abgeschirmt.

Von-der-Tann-Straße (Hauptstraße)		Herzog-Bernhard-Straße (Parallelstraße)		
Messpunkt	JMW [µg/m <sup>3</sup> ]	Messpunkt	JMW [µg/m <sup>3</sup> ]	Abstand zur Von-der- Tann- Straße
NT1	54	NT7	26	45 m
NT2	55	NT6	28	45 m

Tab. 4:  
NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte (JMW) für 2014  
im Umfeld der LÜB-Station in der Von-  
der-Tann-Straße in Nürnberg.

Die Ergebnisse der Passivsammler-Messungen sind exemplarisch für das Jahr 2014 in Tab. 4 dargestellt. Die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an den zwei Messpunkten in der Parallelstraße lagen mit 26 µg/m<sup>3</sup> und 28 µg/m<sup>3</sup> nur etwa halb so hoch wie in der Von-der-Tann-Straße.

##### 4.4.2 Würzburg

In Würzburg wurden in der Nähe der hochbelasteten LÜB-Station am Stadtring Süd zwei Passivsammler in der Greisingstraße exponiert. Die Messpunkte in der Greisingstraße haben nicht den gleichen Abstand zum Stadtring Süd. Näherungsweise können aber beide Straßen parallel verlaufend angenommen werden. Das Wohngebiet in der Greisingstraße liegt hinter einer parkähnlichen Anlage mit hohen Bäumen.

Da in Würzburg die NO<sub>2</sub>-Messungen nicht für ein komplettes Kalenderjahr vorlagen, wurden Zwölfmonatsmittelwerte über den Zeitraum 09.04.2013-15.04.2014 gebildet. Die Ergebnisse der Passivsammler-Messungen und der LÜB-Station sind in Tab. 4 dargestellt. Die mittleren NO<sub>2</sub>-Belastungen an den zwei Messpunkten in der Greisingstraße betragen mit 25 µg/m<sup>3</sup> und 26 µg/m<sup>3</sup> nur etwa zweidrittel der Belastung am Stadtring Süd.

Stadtring Süd (Hauptstraße)		Greisingstraße (Parallelstraße)		
Messpunkt	12MMW [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Messpunkt	12MMW [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Abstand zum Stadtring Süd
LÜB- Station	42	WS3	25	90 m
		WS4	26	63 m

Tab. 5:  
NO<sub>2</sub>-Zwölfmonatsmittelwerte  
(12MMW) für den Zeitraum  
09.04.2013-15.04.2014 im Umfeld der  
LÜB-Station am Stadtring Süd in  
Würzburg.

#### 4.5 Belastung in Innen- und Hinterhöfen

*Von der Hauptverkehrsstraße abgeschirmte Innenhöfe weisen nur etwa die städtische Hintergrundbelastung auf (nahezu kein Einfluss der Hauptverkehrsstraße).*

Neben Untersuchungen direkt an der Straße, wurden in München auch Passivsammler an Standorten exponiert, die nicht direkt durch den Straßenverkehr beeinflusst wurden. Exemplarisch wurden zwei Standorte gewählt, die sich jeweils auf der straßenabgewandten Seite eines Hauses befanden. Ein Standort befand sich dabei in einem Hinterhof der Landshuter Allee (ML10) auf Höhe der dortigen LÜB-Messstation. Der zweite Passivsammler befand sich in einem Innenhof der Heißstraße (MLo3) in der Nähe der LÜB-Messstation in der Lothstraße.

Da an den gewählten Standorten im Innen- bzw. Hinterhof sowie einem weiteren Standort im Englischen Garten (MEG) keine direkten Emittenten vorhanden sind, wurden diese Messwerte mit den Messwerten der LÜB-Stationen in Johanneskirchen (vorstädtische Hintergrundbelastung) und in der Lothstraße (städtische Hintergrundbelastung) verglichen. Die gemessenen NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte der Jahre 2011 bis 2014 der genannten LÜB- bzw. Passivsammler-Standorte sind in Tab. 6 dargestellt.

Tab. 6: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte an ausgewählten Hintergrund-Standorten in München.

	Passivsammler-Messung [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]			Kontinuierliche Messung [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	
	Englischer Garten (MEG)	Hinterhof Landshuter Allee (ML10)	Innenhof Heißstraße (MLo3)	Johanneskirchen (LÜB-Station)	Lothstraße (LÜB-Station)
2011	23	28	23	23	33
2012	22	28	-	22	31
2013	23	29	-	22	31
2014	23	-	-	22	31

Im Innenhof Heißstraße (Messpunkt MLo3) wurden ungefähr gleiche NO<sub>2</sub>-Konzentrationen wie an der vorstädtischen LÜB-Messstation in Johanneskirchen und mit dem Passivsammler im Englischen Garten gemessen. Im Vergleich dazu ergaben die Messungen im Hinterhof an der Landshuter Allee (ML10) etwas höhere Werte, etwa auf gleichem Niveau wie die Messwerte der LÜB-Messstation in der Lothstraße, die repräsentativ für die städtische Hintergrundbelastung in München ist.

#### 4.6 Belastung im Umfeld einer Untertunnelung

*Halbierung der Verkehrsstärke durch Untertunnelung reduziert die Belastung um ungefähr ein Drittel.*

In der Landshuter Allee in München wird der Durchgangsverkehr des Mittleren Rings auf zwei Fahrspuren jeder Fahrtrichtung unterhalb des Platzes der Freiheit bis zur Nymphenburger Straße auf einer

Länge von etwa 430 m durch einen Tunnel geführt. An der Oberfläche befinden sich jeweils noch zwei Fahrspuren in jede Fahrtrichtung.

Untersuchungen der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) in Autobahntunneln [9] haben zum Teil sehr starke Zunahmen der  $\text{NO}_2$ -Belastung um den Faktor 2 bis 15 über die Tunnelänge gezeigt. Neben den gefahrenen Geschwindigkeiten, der Verkehrsstärke und dem Schwerverkehrsanteil hat auch die Tunnelänge einen großen Einfluss auf die Anreicherung der Stickstoffoxide und damit auf die Belastung am Tunnelportal.

Da die gesamte Abluft des Tunnels in der Landshuter Allee an den Portalen emittiert wird (keine Tunnelabsaugung), wären im unmittelbaren Bereich der Tunnelportale ebenfalls erhöhte  $\text{NO}_2$ -Belastungen zu erwarten gewesen. Direkt an den Tunnelportalen oder unmittelbarem Nahbereich konnten jedoch aus Sicherheitsgründen keine Passivsammler angebracht werden, weil sich dort Fahrbahnen befinden. Nach Anlage 3 der 39. BImSchV wird die Einhaltung der zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Immissionsgrenzwerte nicht dort beurteilt, wo die Öffentlichkeit keinen Zugang hat. Deshalb wurden die Passivsammler oberhalb des Tunnels in der Nähe der angrenzenden Wohnbebauung (am Fahrbahnrand der oberirdisch verlaufenden Straßen) angebracht.

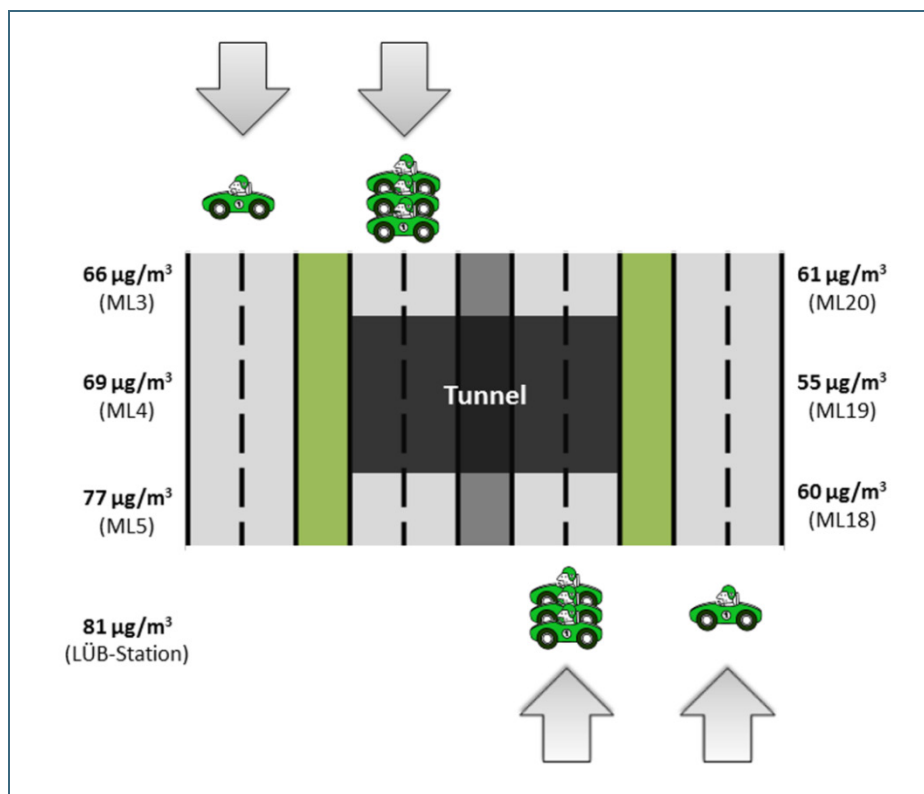


Abb. 16:  
Schematische Darstellung der Untertunnelung in der Landshuter Allee in München mit  $\text{NO}_2$ -Messwerten für das Kalenderjahr 2013.

Jeweils zwei Passivsammler befanden sich in der näheren Umgebung des nördlichen und des südlichen Tunnelportals. Der Abstand dieser Messpunkte zur jeweiligen Tunneleinfahrt betrug ca. 30-50 m. Zwei weitere Passivsammler waren auf etwa halber Länge des Tunnels oberirdisch eingerichtet. Diese Messpunkte befanden sich in einem Abstand von etwa 110-150 m zum südlichen Portal. Das südliche Tunnelportal wiederum ist etwa 200 m von der noch weiter südlich liegenden LÜB-Station entfernt.

In Abb. 16 ist die Untertunnelung schematisch abgebildet und die entsprechenden  $\text{NO}_2$ -Messwerte der Passivsammler bzw. auch der Messwert an der LÜB-Station für das Kalenderjahr 2013 dargestellt. Die  $\text{NO}_2$ -Belastung an der LÜB-Station in etwa 200 m Entfernung zur Untertunnelung lag 2013 bei  $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und damit doppelt so hoch, wie der  $\text{NO}_2$ -Grenzwert für den Jahresmittelwert. Im Bereich der

Untertunnelung gehen die Werte auf 55-77  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zurück. Somit beträgt die  $\text{NO}_2$ -Belastung im Tunnelumfeld minimal 68 % bis maximal 95 % im Vergleich zur Belastung an der LÜB-Station. Durch die Untertunnelung und die damit verbundene Reduzierung des Verkehrs an der Oberfläche wird die  $\text{NO}_2$ -Belastung an der angrenzenden (oberirdischen) Wohnbebauung gesenkt. Außerdem sind Effekte der Randbebauung (vgl. Kapitel 4.2) oder Luv-Lee-Effekte (vgl. Kapitel 4.8) bei den Messungen im Umfeld der Untertunnelung erkennbar.

#### 4.7 $\text{NO}_2$ -Konzentration auf Brücken

*Auf Brücken ist, selbst bei etwas höherer Verkehrsstärke, die  $\text{NO}_2$ -Konzentration deutlich geringer als in der Straßenschlucht.*

Um den Einfluss einer sehr guten Durchlüftung, bei gleichbleibendem Verkehrsaufkommen, auf die Höhe der  $\text{NO}_2$ -Belastung zu untersuchen, wurden auf der Donnersbergerbrücke, einer Straßenbrücke über die Gleisanlagen zwischen Pasing und dem Münchner Hauptbahnhof, zwei Passivsammler angebracht. Die Messpunkte (ML23 und ML24) auf der Donnersbergerbrücke befinden sich südlich der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München in einem Abstand von ca. 800 m Luftlinie. In Abb. 17 ist die Donnersbergerbrücke schematisch abgebildet. Zusätzlich sind die entsprechenden  $\text{NO}_2$ -Messwerte der Passivsammler bzw. auch der Messwert an der LÜB-Station für das Kalenderjahr 2014 dargestellt.

Durch die fehlende Randbebauung und die damit verbundene zusätzliche Durchlüftung (auch unterhalb der Donnersbergerbrücke) werden trotz des hohen Verkehrsaufkommens  $\text{NO}_2$ -Belastungen ermittelt, die etwa zweidrittel der Belastung an der LÜB-Station (ca. 800 m nördlich) entsprechen. Dabei ist die  $\text{NO}_2$ -Belastung auf beiden Seiten der Donnersbergerbrücke fast gleich hoch.

Verglichen mit den ebenfalls relativ gut belüfteten Messpunkten an der Einmündung von Seitenstraßen in die Landshuter Allee (ML6, Schlörstraße, Westseite, sowie ML14, Blütenburgstraße, Ostseite), die in 2014 Jahresmittelwerte von 43 bzw. 46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  aufweisen, muss davon ausgegangen werden, dass die deutlich höheren Werte an der Donnersbergerbrücke auf eine höhere Verkehrsbelastung zurückzuführen sind. In der Verkehrsmengenkarte der Stadt München vom August 2013 ist auf der Brücke ein DTV von 150.000 Fahrzeugen pro Tag, auf der Landshuter Allee im Bereich der v. g. Messpunkte ein DTV von 142.000 Fahrzeugen pro Tag ausgewiesen. Inwieweit der Standort der Passivsammler direkt an den Bushaltestellen auf der Brücke eine Rolle spielt, wurde bisher noch nicht untersucht. Der Dieserverkehr auf den unter der Brücke vorbeiführenden Bahngleisen (alle elektrifiziert) dürfte jedoch von untergeordneter Bedeutung sein.

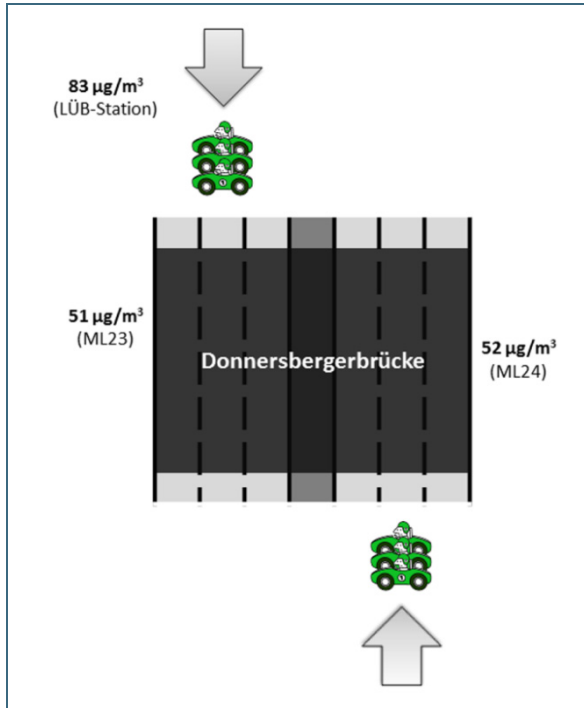


Abb. 17:  
Schematische Darstellung der Donnersbergerbrücke südlich der Landshuter Allee in München mit NO<sub>2</sub>-Messwerten für das Kalenderjahr 2014.

Dieser Vergleich unterstreicht die Bedeutung von Bebauungslücken in dicht bebauten Stadtgebieten. Wie vor allem die Ergebnisse an den Messpunkten ML6 und ML14 zeigen, nimmt dort die Belastung auf nahezu die Hälfte der Belastung in der Straßenschlucht (LÜB-Station) ab. Auch auf der Donnersbergerbrücke (maximal mögliche Belüftung) ist trotz höherer Verkehrsstärke die NO<sub>2</sub>-Konzentration deutlich geringer als in der Straßenschlucht.

#### 4.8 Einfluss von Luv-Lee-Effekten

*Beidseitig geschlossene Bebauung (Straßenschlucht) kann bei Queranströmung zu hohen NO<sub>2</sub>-Werten im Lee der Hauptwindrichtung führen ("Luftwalze").*

Weht der Wind über den Dächern von Gebäuden, entstehen in deren Windschatten (Lee) Verwirbelungen, die die Schadstoffe zu Boden drücken und dort anreichern. Wird eine Straßenschlucht rechtwinklig angeströmt (Queranströmung), so können sich zwischen den Gebäuden kleinräumige Strömungswirbel mit horizontaler Achse („Luftwalzen“) bilden. (vgl. Abb. 18). Dies kann bewirken, dass die Strömungsrichtung im Bereich der Fahrbahn (in Bodennähe) infolge der Luftwalze entgegen der Windrichtung über den Dächern gerichtet ist.

Je nach vorherrschender Hauptwindrichtung kann dies einen erheblichen Einfluss auf die Messwerte an beiden Seiten der Straße haben, wie im Folgenden noch näher ausgeführt wird.

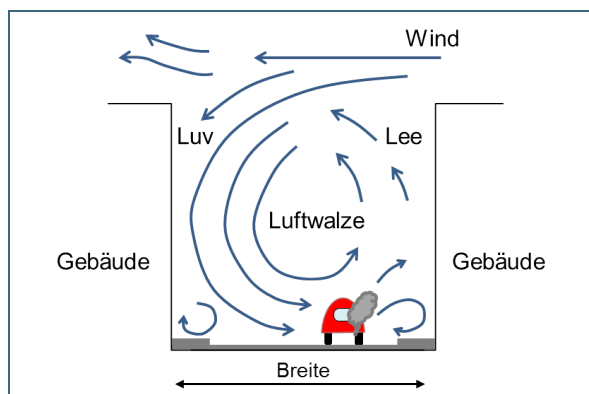


Abb. 18:  
Schematische Darstellung eines Strömungswirbels (Luftwalze) in einer Straßenschlucht bei Queranströmung.  
Modifiziert nach Dabberdt et al. [10]

#### 4.8.1 München

Die in Abb. 19 dargestellten prozentualen Windrichtungsverteilungen der Messstation München Lothstraße (Messung in ca. 30 m Höhe) zeigen, dass der Wind in München meist aus südwestlichen und zu einem geringeren Anteil aus nordöstlichen Richtungen kommt. Die Landshuter Allee in München verläuft in Nord-Süd-Richtung und somit nahezu quer zur Hauptwindrichtung. Es ist daher zu erwarten, dass eine Queranströmung der Straßenschlucht relativ häufig vorkommt.

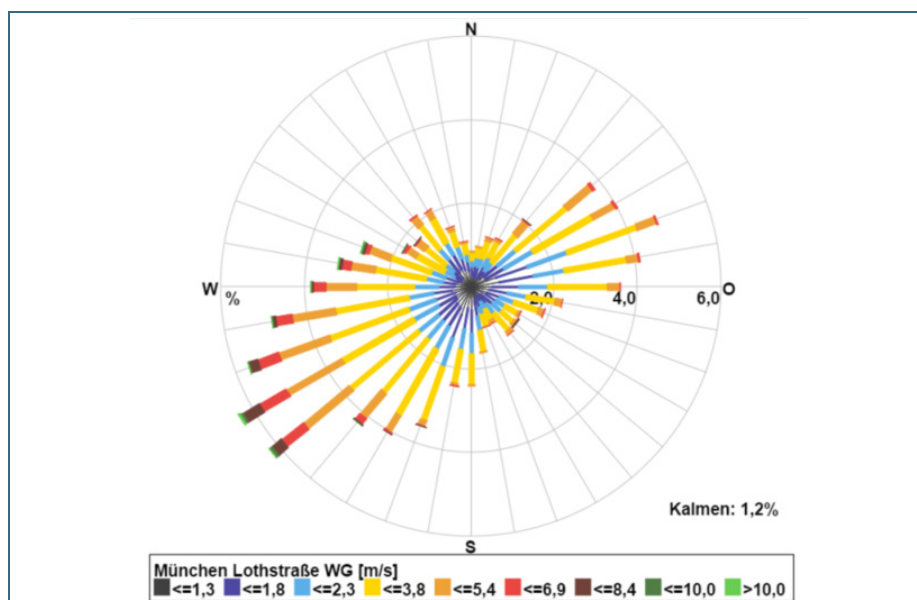


Abb. 19:  
Windrichtungsverteilung am LÜB-Standort München (Lothstraße) für die Jahre 2013 und 2014 (WG: Windgeschwindigkeit, Kalmen: Prozentuale Anteile von Windstille).

In Abb. 20 sind ausgewählte  $\text{NO}_2$ -Belastungen für die Jahre 2013 und 2014 exemplarisch am Messpunkt ML1 (Westseite) und am Messpunkt ML22 (Ostseite) der Landshuter Allee für südwestliche und nordöstliche Windrichtungen dargestellt.

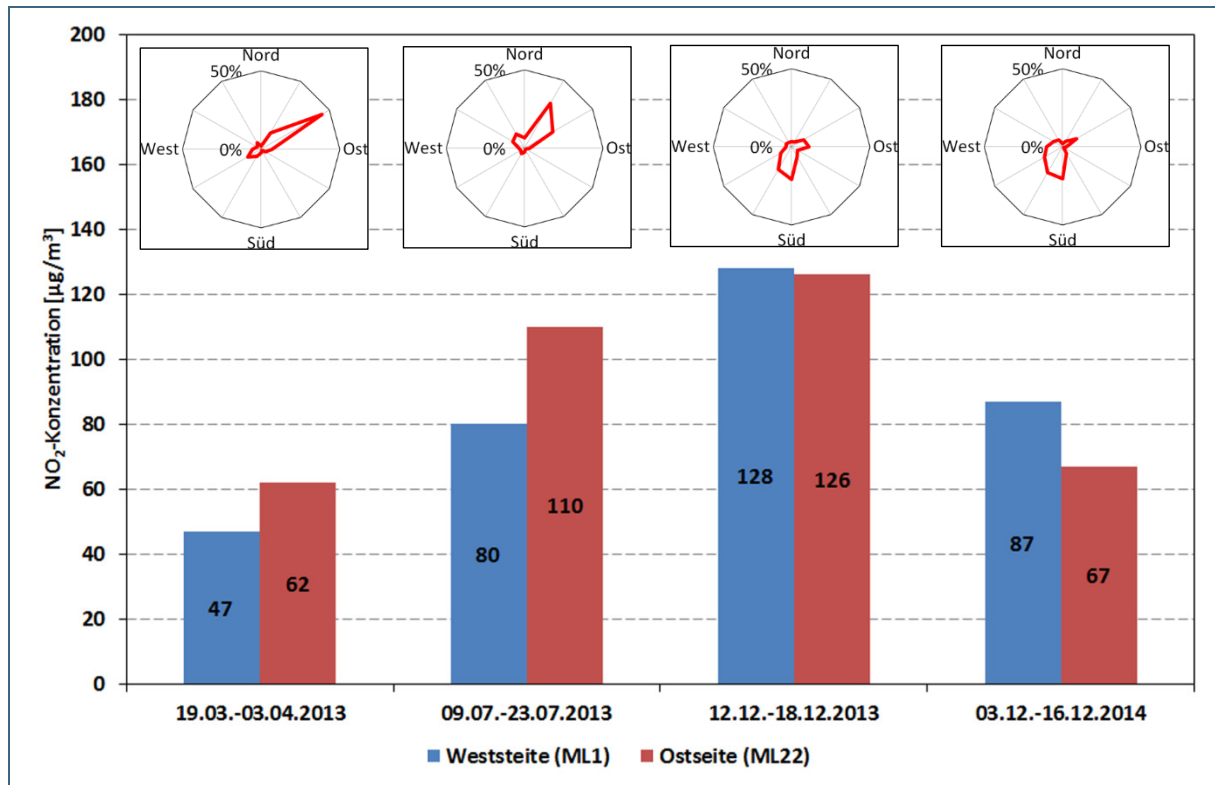


Abb. 20: Ausgewählte NO<sub>2</sub>-Belastungen für 2013 und 2014 mit Windrichtungsverteilungen an gegenüberliegenden Messpunkten auf der Westseite (ML1) und auf der Ostseite (ML22) der Landshuter Allee in München.

Unter der Voraussetzung, dass sich bei Queranströmung eine Luftwalze ausbildet, lassen sich zusammenfassend die folgenden grundsätzlichen Aussagen treffen:

- Bei vorherrschend (süd)westlichen Windrichtungen werden die Schadstoffe auf der Westseite (Standort der LÜB-Station) angereichert.
- Bei (nord)östlichen Windrichtungen werden die Schadstoffe auf der Ostseite (gegenüber der LÜB-Station) angereichert.

#### 4.8.2 Nürnberg

Wie in Abb. 21 dargestellt, überwiegen in Nürnberg Winde aus östlicher und westlicher Richtung. Die Von-der-Tann-Straße verläuft in Nord-Süd-Richtung und damit quer zu den dominierenden Hauptwindrichtungen.



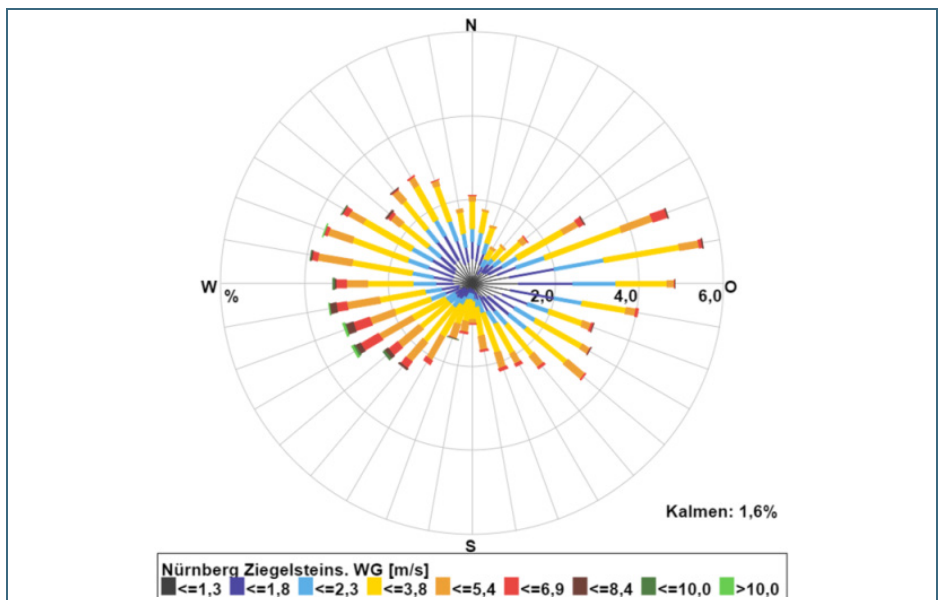


Abb. 21: Windrichtungsverteilung am Standort Nürnberg (Ziegelsteinstraße) für das Jahr 2013 (WG: Windgeschwindigkeit, Kalmen: Prozentuale Anteile von Windstille).

In Abb. 22 sind ausgewählte NO<sub>2</sub>-Belastungen für das Jahr 2013 exemplarisch am Messpunkt NT4 (Westseite) und am Messpunkt NT0 (Ostseite) der Von-der-Tann-Straße für westliche und östliche Windrichtungen dargestellt.

Auch hier lassen sich unter der o.g. Annahme die folgenden grundsätzlichen Aussagen treffen:

- Bei vorherrschenden östlichen Windrichtungen werden die Schadstoffe auf der Ostseite (Standort der LÜB-Station) angereichert.
- Bei westlichen Windrichtungen werden die Schadstoffe auf der Westseite (gegenüber der LÜB-Station) angereichert.

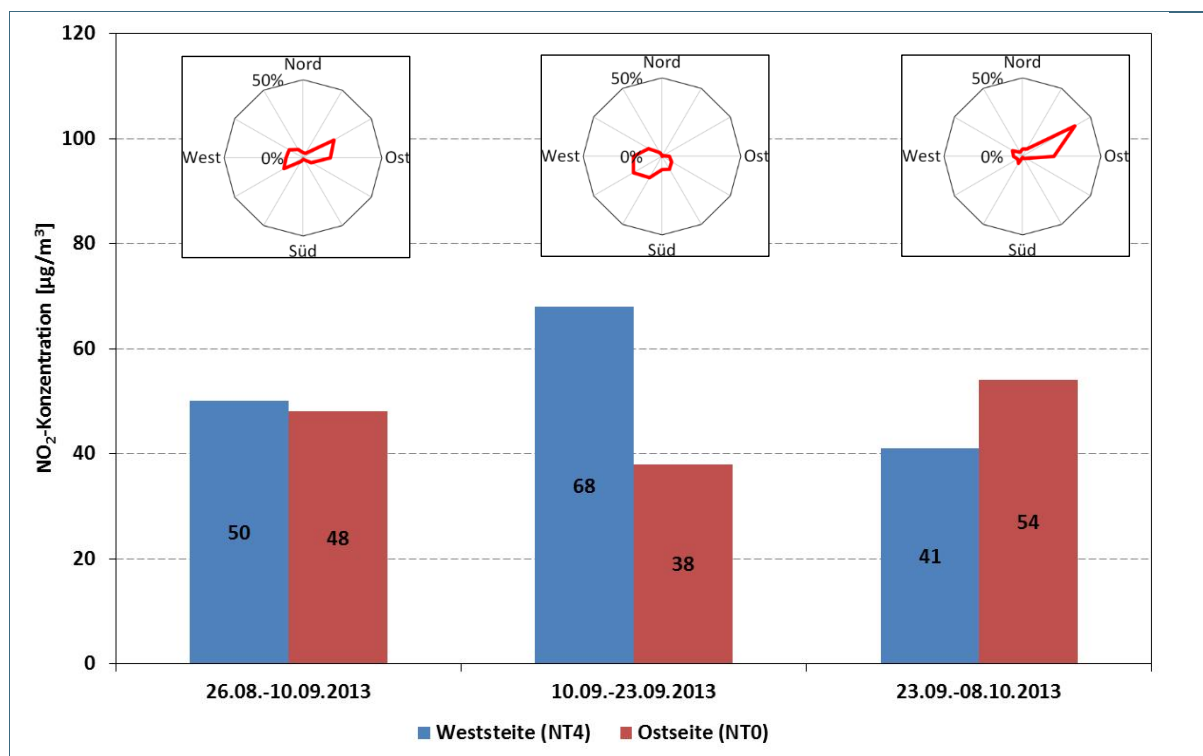


Abb. 22: Ausgewählte NO<sub>2</sub>-Belastungen für 2013 mit Windrichtungsverteilungen an gegenüberliegenden Messpunkten auf der Westseite (NT4) und auf der Ostseite (NT0) der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg.

## 4.9 NO<sub>2</sub>-Sekundärbildung durch Ozonabbau

*Hohe Ozonwerte (Sommer) und NO aus Verbrennungsabgasen erzeugen einen hohen Anteil an sekundärem NO<sub>2</sub>, was den üblichen Jahresgang (bessere Durchmischung und somit niedrigere Werte im Sommer) glättet.*

Über den Vergleich der Ozon(O<sub>3</sub>)-Konzentration am Immissionsort und im städtischen Hintergrund kann abgeschätzt werden, welche Ozonmenge lokal abgebaut wird (Differenz zwischen der verkehrsorientierten und der Hintergrund-Messstation, siehe auch Anlage 8, Kapitel 5). Damit lässt sich wiederum ermitteln, welche Menge lokal emittiertes NO durch Oxidation mit O<sub>3</sub> zu NO<sub>2</sub> umgewandelt wird. Somit kann die durch Ozonabbau verursachte NO<sub>2</sub>-Sekundärbildung abgeschätzt werden; die restliche lokale NO<sub>2</sub>-Belastung ist in verkehrlich hochbelasteten Straßen zum Großteil den NO<sub>2</sub>-Direktemissionen der Fahrzeuge zuzurechnen.

Exemplarisch sind die Beiträge zur NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung für den LÜB-Standort in der Landshuter Allee in München für das Kalenderjahr 2014 in Tab. 7 dargestellt. Für den NO<sub>2</sub>-Anteil des städtischen Hintergrunds wurden die Messwerte der LÜB-Station Johanneskirchen verwendet. Demnach werden 29 % der im Jahr 2014 gemessenen NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung von 83 µg/m<sup>3</sup> am LÜB-Standort in der Landshuter Allee in München sekundär durch Oxidation von NO durch O<sub>3</sub> gebildet.

Tab. 7: Zusammensetzung der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung an der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München für 2014.

München, Landshuter Allee, 2014	Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	
	Konzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	Anteil
Jahresmittelwert	83	100 %
Städtische Hintergrundbelastung (LÜB-Station München, Johanneskirchen)	22	26 %
NO <sub>2</sub> -Sekundärbildung (aus lokalem Ozonabbau)	24	29 %
Sonstige (v.a. Direktemissionen)	37	45 %

Da außer an den beiden Münchner LÜB-Messstationen Landshuter Allee und Stachus an keinem weiteren hochbelasteten LÜB-Standort Ozon gemessen wird, wurden exemplarisch nördlich des LÜB-Standes in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg (Messpunkt NT2) vom 15.01.-22.07.2014 Ozonmessungen mit einer mobilen Messstation (Airpointer) durchgeführt. Entsprechend lassen sich für diesen Standort die Beiträge des Ozonabbaus zur NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung ebenfalls abschätzen.

Die Beiträge zur NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung für den LÜB-Standort in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg sind für den Zeitraum 15.01.-22.07.2014 in Tab. 8 dargestellt. Für Nürnberg wurden die Messwerte der LÜB-Station in Erlangen (Kraepelinstraße) für die städtische Hintergrundbelastung herangezogen. In Nürnberg werden ebenfalls 29 % der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung von 55 µg/m<sup>3</sup> am LÜB-Standort Nürnberg (Von-der-Tann-Straße) sekundär durch Oxidation von NO durch O<sub>3</sub> gebildet.

Tab. 8: Zusammensetzung der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung an der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg für das erste Halbjahr 2014 (15.01.-22.07.2014).

Nürnberg, Von-der-Tann-Straße, 1. Halbjahr 2014	Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	
	Konzentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Anteil
Mittelwert	55	100 %
Städtische Hintergrundbelastung (LÜB-Station Erlangen, Kraepelinstraße)	19	35 %
NO <sub>2</sub> -Sekundärbildung (aus lokalem Ozonabbau)	16	29 %
Sonstige (v.a. Direktmissionen)	20	36 %

Die Zusammensetzung der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung auf Wochenbasis und der Temperaturverlauf für das erste Halbjahr 2014 ist in Abb. 23 für die LÜB-Station in der Landshuter Allee in München und in Abb. 24 für den Messpunkt NT2 ca. 30 m nördlich der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg dargestellt.

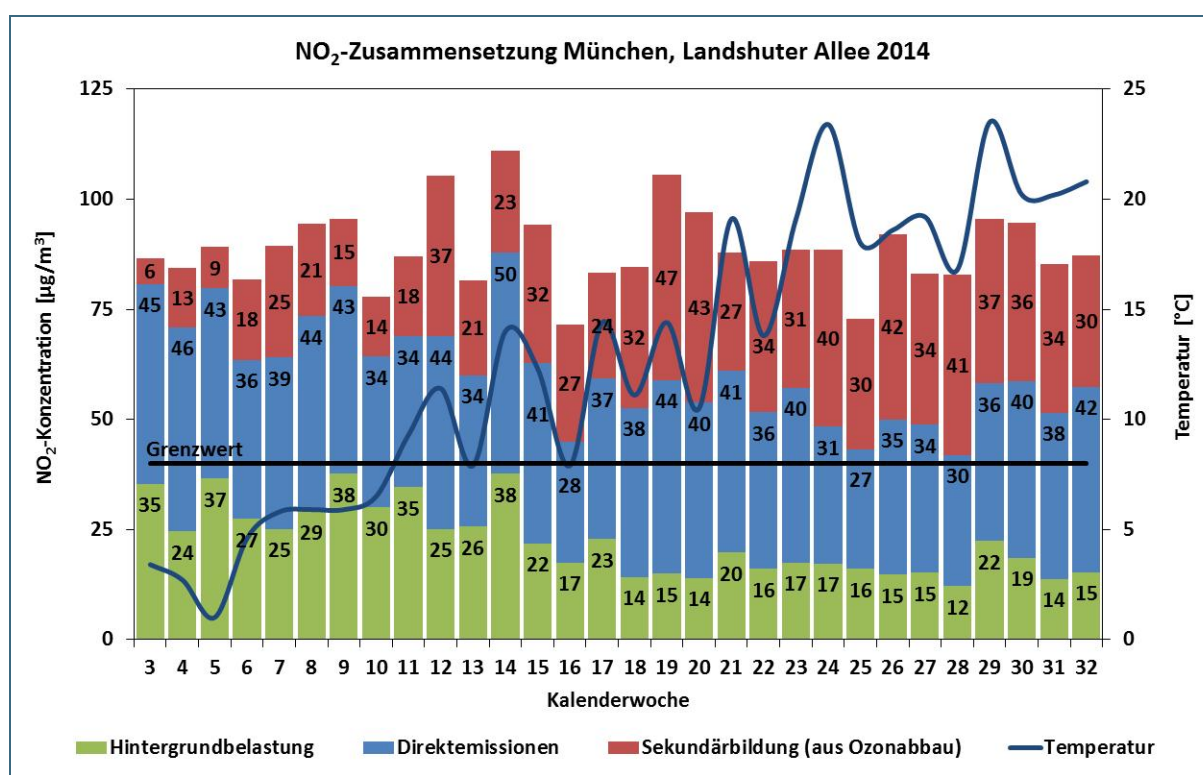


Abb. 23: Zusammensetzung der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung auf Wochenbasis an der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München und Temperaturverlauf für das erste Halbjahr 2014.

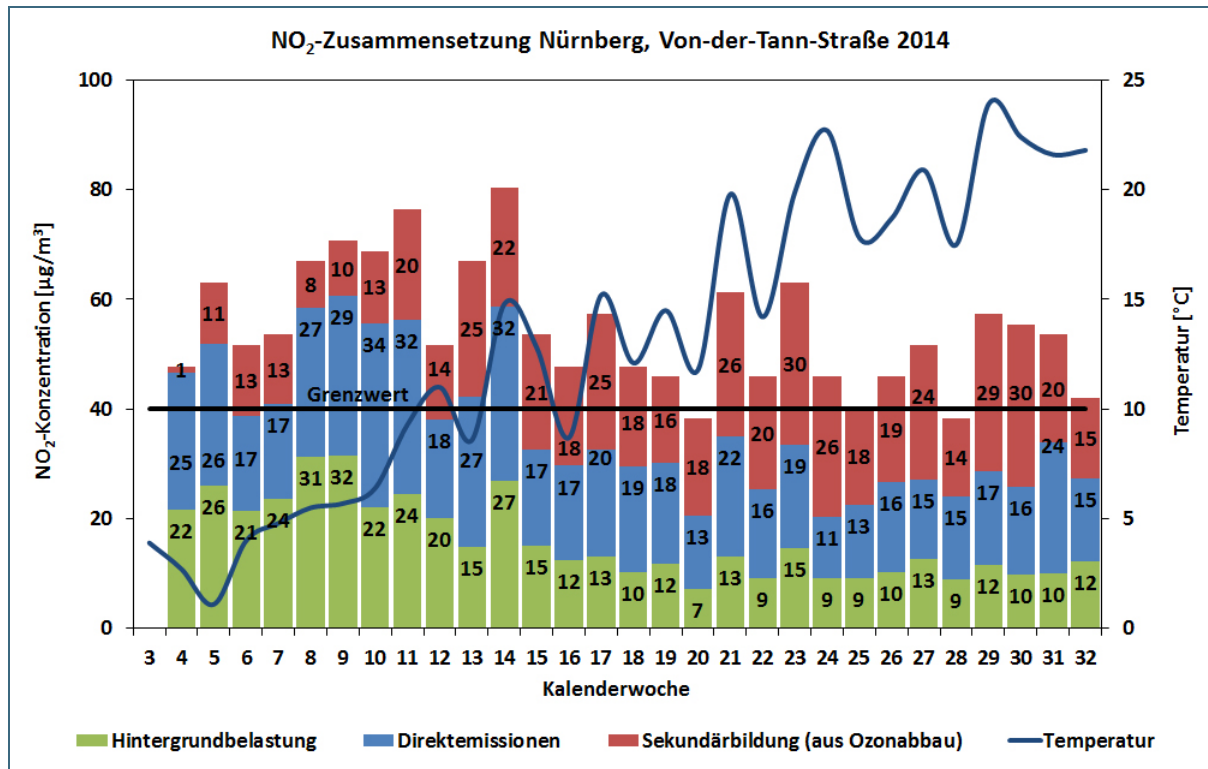


Abb. 24: Zusammensetzung der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung auf Wochenbasis nördlich der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg und Temperaturverlauf für das erste Halbjahr 2014.

Die Abbildungen zeigen die jahreszeitlichen Unterschiede des NO<sub>2</sub>-Beitrags aus dem Ozonabbau. An beiden Standorten ist in der wärmeren Jahreszeit der sekundäre NO<sub>2</sub>-Beitrag aus dem Ozonabbau mitunter höher als der Beitrag aus den Direktmissionen.

## 4.10 Modellrechnungen

*Der Vergleich von Berechnungsergebnissen aus mikroskaligen Modellen zeigt eine gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Passivsammler-Messungen. In verkehrsärmeren Seitenstraßen zur Hauptstraße nimmt die NO<sub>2</sub>-Konzentration nahezu wie bei freien Ausbreitungsbedingungen ab.*

### 4.10.1 Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell (MISKAM)

In der **Landshuter Allee in München** wurden die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für 2011 verschiedener Passivsammler-Messstandorte im Umfeld der LÜB-Station (mit den Seitenstraßen Schlör- und Blutenburgstraße) mit berechneten Werten des mikroskaligen Klima- und Ausbreitungsmodell (MISKAM) verglichen. In Abb. 25 sind die gemessenen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen der Passivsammler (linke Seite) und zusätzlich noch die mittels MISKAM berechneten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen (rechte Seite) dargestellt.

Die Passivsammler-Messwerte und die modellierten MISKAM-Werte zeigen eine hohe Korrelation (Bestimmtheitsmaß  $R^2 = 0,89$ ); die mittlere Abweichung beträgt etwa 8 %. Die größte Abweichung von Passivsammler-Messwert zur MISKAM-Berechnung wurde im Hinterhof der Landshuter Allee mit ca. 25 % ermittelt (Modell berechnete höhere Werte). An der LÜB-Station wurde eine Abweichung von Modellwert zum Passivsammler-Messwert von ca. 1 % ermittelt. Damit werden die gemäß Anlage 1 der 39. BImSchV geforderten Datenqualitätsziele für die Beurteilung der Luftqualität mittels Modellrechnungen deutlich unterschritten. Darin wird eine maximale Abweichung von 30 % des Modellwertes zum NO<sub>2</sub>-Messwert gefordert.

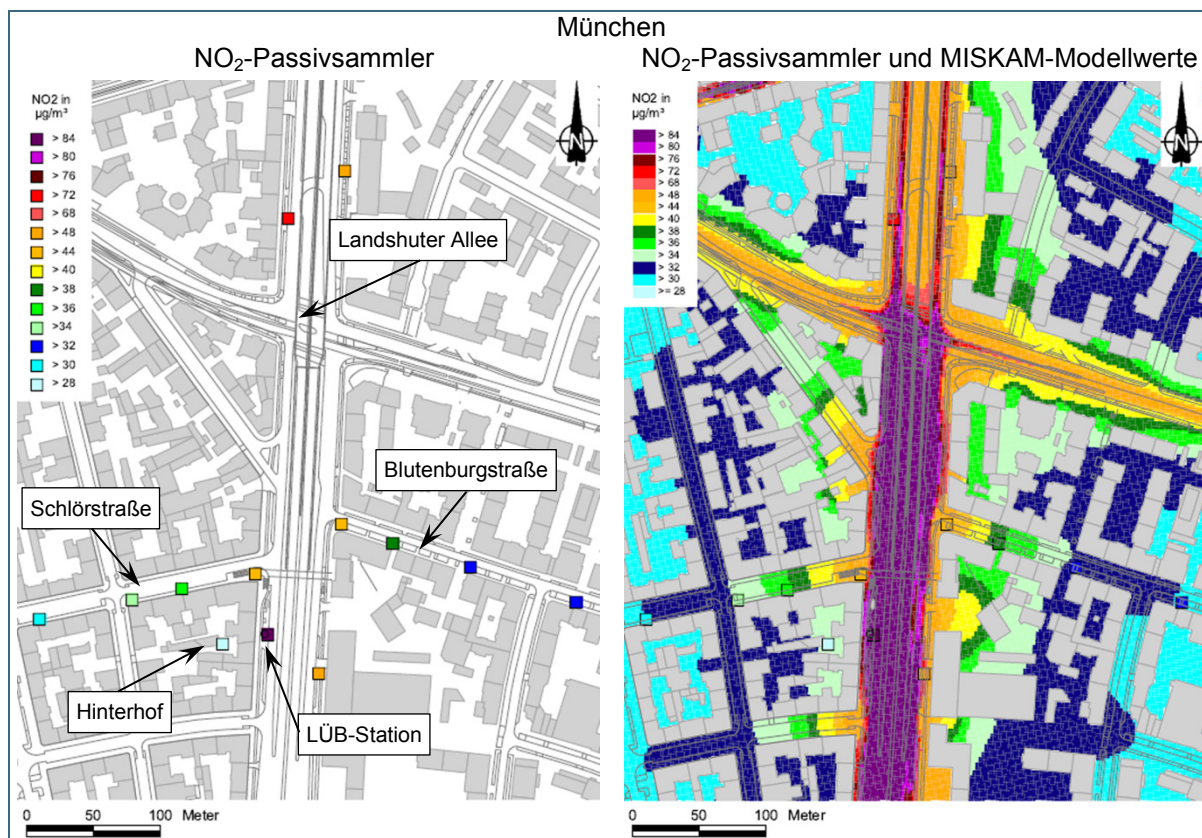


Abb. 25: Vergleich der Jahresmittelwerte für 2011 der  $\text{NO}_2$ -Passivsammler (Quadrate mit farbiger Skalierung) mit den MISKAM-Modellrechnungen im Umfeld der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München.

Im Umfeld der LÜB-Station in der **Von-der-Tann-Straße in Nürnberg** wurden die  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte der Passivsammler für 2014 ebenfalls mit berechneten Werten des mikroskaligen Klima- und Ausbreitungsmodell (MISKAM) verglichen. In Abb. 25 sind die mittels MISKAM berechneten  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte für 2014 im Umfeld der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg (linke Seite) und das Streudiagramm der berechneten und gemessenen  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte (rechte Seite) dargestellt.

Die Passivsammler-Messwerte und die modellierten MISKAM-Werte zeigen eine hohe Korrelation (Bestimmtheitsmaß  $R^2 = 0,86$ ); die mittlere Abweichung beträgt etwa 9 %. Die größte Abweichung von Passivsammler-Messwert zur MISKAM-Berechnung wurde am Messpunkt NT4 mit ca. 17 % ermittelt. An der LÜB-Station wurde eine Abweichung von Modellwert zum Passivsammler-Messwert von ca. 2 % ermittelt. Damit werden die gemäß Anlage 1 der 39. BImSchV geforderten Datenqualitätsziele für die Beurteilung der Luftqualität mittels Modellrechnungen deutlich unterschritten. Darin wird eine maximale Abweichung von 30 % des Modellwertes zum Messwert gefordert.

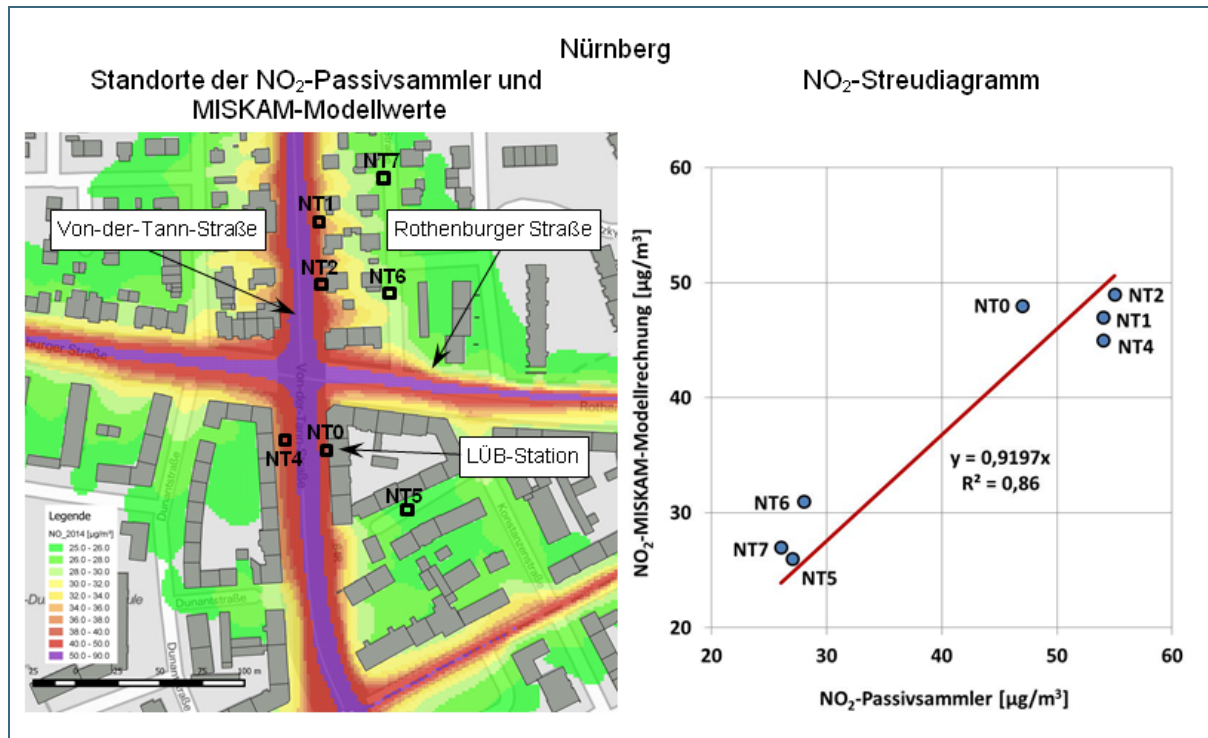


Abb. 26: Vergleich der Jahresmittelwerte für 2014 der NO<sub>2</sub>-Passivsammler (Quadrate: Passivsammler-Standorte) mit den MISKAM-Modellrechnungen im Umfeld der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg.

#### 4.10.2 Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen (RLuS)

In **München** wurde die NO<sub>2</sub>-Ausbreitung gemäß der Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen (RLuS) [11] für die Seitenstraßen Schlör- und Blütenburgstraße untersucht (vgl. 4.3). In den Kreuzungsbereichen beider Seitenstraßen kann eine gute Durchlüftung, ähnlich wie in Bereichen mit lockerer Randbebauung, angenommen werden, so dass die RLuS-Anwendungsbedingungen näherungsweise erfüllt werden. Somit können die Passivsammler-Jahresmittelwerte, die in beiden Seitenstraßen ermittelt wurden, näherungsweise mit der in RLuS hinterlegten Ausbreitungsfunktion

$$g(s) = 1 - 0,166 \ln(1 + s)$$

verglichen werden (mit  $s$  = Entfernung vom Straßenrand). Die Ausbreitungsfunktion beschreibt die mit zunehmendem Abstand zur Landshuter Allee theoretisch erwartete NO<sub>2</sub>-Abnahme in den Seitenstraßen Schlör- und Blütenburgstraße, die durch den lokalen Verkehr in der Landshuter Allee verursacht wird.

Der Vergleich von theoretischer und gemessener NO<sub>2</sub>-Konzentration in den Seitenstraßen zeigt für das exemplarisch ausgewertete Kalenderjahr 2012 eine gute Übereinstimmung (s. Abb. 27). Hierbei ist zu beachten, dass nur die lokale Zusatzbelastung durch die Landshuter Allee betrachtet wird, welche sich aus dem gemessenen Jahresmittelwert der Passivsammler in den Seitenstraßen abzüglich der Hintergrundbelastung (gemessen durch einen Passivsammler-Standort im Hinterhof ML10) errechnet.

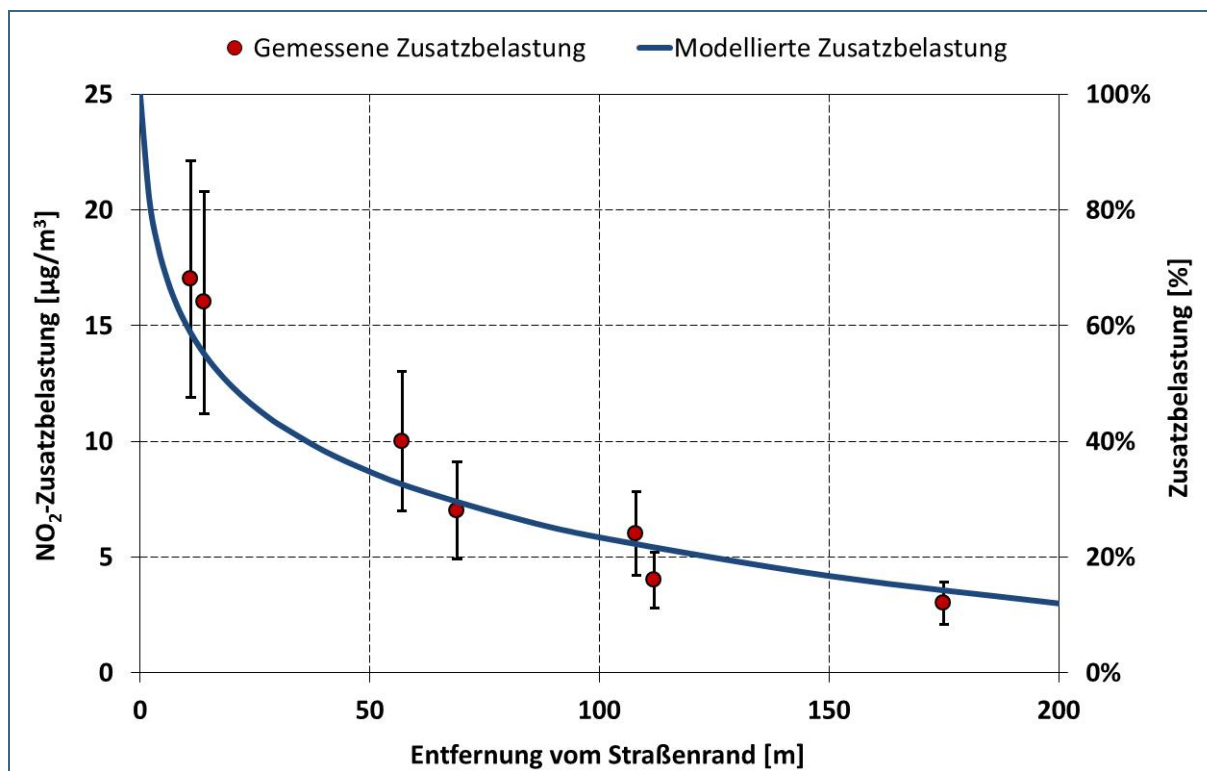


Abb. 27: Vergleich der gemessenen  $\text{NO}_2$ -Zusatzbelastung mit der Ausbreitungsfunktion gemäß RLuS für 2012 in der Schlör- und der Blumenburgstraße (Fehlerindikatoren entsprechen 30 % des Messwertes).

Am Standort **Oberaudorf** sind die RLuS-Anwendungsbedingungen erfüllt. Am LÜB-Standort selbst (14 m entfernt von der Inntalautobahn A93 hinter einer 4 m hohen Lärmschutzwand) und an drei weiteren Standorten (jeweils in 50 m Entfernung zum LÜB-Standort und zum nächsten Messpunkt) wurden  $\text{NO}_2$ -Passivsammler exponiert. Die dort gemessenen  $\text{NO}_2$ -Belastungen für 2010 wurden mit RLuS-Berechnungen verglichen. Die gemessenen und die berechneten  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastungen sind in Tab. 9 dargestellt.

Tab. 9: Vergleich der  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte für 2010 der Passivsammler mit einer RLuS-Immissionsprognose im Umfeld der LÜB-Station Oberaudorf unter Einbeziehung einer 4 m hohen Lärmschutzwand zur Inntalautobahn A93.

Messpunkt	Entfernung zur A93 [m]	Messwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	RLuS-Berechnung [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
OA0	14	52	50
OA8	64	37	40
OA9	114	34	35
OA10	164	34	33

Die modellierten RLuS-Werte und die Passivsammler-Messwerte zeigen eine hohe Korrelation (Bestimmtheitsmaß  $R^2 = 0,91$ ); die mittlere Abweichung beträgt etwa 3 %. Die größte Abweichung von Passivsammler-Messwert zur RLuS-Berechnung beträgt ca. 8 %. An der LÜB-Station wurde eine Abweichung von Modellwert zum Passivsammler-Messwert von ca. 4 % ermittelt. Damit werden die gemäß Anlage 1 der 39. BImSchV geforderten Datenqualitätsziele für die Beurteilung der Luftqualität mittels Modellrechnungen deutlich unterschritten. Darin wird eine maximale Abweichung von 30 % des Modellwertes zum Messwert gefordert.

## 5 Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise

Aus den umfangreichen Messungen, Untersuchungen, Analysen und Ergebnissen lassen sich einige Erkenntnisse und Empfehlungen für die Luftreinhaltung und städtebauliche Planung ableiten. Sie sind nachfolgend zusammengefasst:

### Hinweise für orientierende NO<sub>2</sub>-Messungen mit Passivsammlern

- Bei Passivsammlern handelt es sich um ein einfaches Messsystem mit minimalem Platzbedarf und geringen Anforderungen an die Infrastruktur (z. B. kein Stromanschluss notwendig).
- Die Expositionszeit von 14 Tagen lässt kurzzeitige Einflüsse kaum oder gar nicht erkennen.
- Wichtig ist eine sorgfältige Behandlung der Passivsammler insbesondere bei Lagerung, Ausbringen und Einholen (bzgl. Austrocknen oder Feuchte).
- Auswertung und Analyse sind im Vergleich zur stationären Messung relativ aufwändig.
- Messergebnisse, die kein vollständiges Kalenderjahr abdecken, sollten lediglich als Anhaltswerte angesehen werden.
- Durch besondere Immissionssituationen, z. B. durch hohe Staubentwicklung bei lokalen Baumaßnahmen, können Auswirkungen auf die Messergebnisse nicht ausgeschlossen werden.

### Bauliche Hinweise für städtebauliche Planung und Maßnahmen

Luftschadstoffimmissionen sind hinter baulichen Hindernissen, wie Wänden, Wällen und Gebäuden für die dahinter liegenden Bereiche deutlich niedriger i. d. R. unterhalb des Grenzwertes, dies gilt insbesondere für

- Innen- und Hinterhöfe
- straßenabgewandte Gebäudeseiten
- Wohnräume hinter Wänden, Wällen und Gebäuden

### Hinweise für bereits bestehende Bebauung

- In Gebäuden an hochbelasteten Straßen sollte möglichst zur straßenabgewandten Seite gelüftet werden; dort wird der NO<sub>2</sub>-Grenzwert i. d. R. nicht überschritten.
- Wohngebäude können durch bauliche Anlagen, wie z. B. Lärmschutzwände, Gestaltung mit Grünstreifen sowie Grünflächen, ggf. bauliche Trennung von den lokalen Verkehrsemissionen der hochbelasteten Hauptstraße geschützt werden.

### Hinweise für Neuplanungen oder städtebauliche Sanierungen

- Auch wenn die Städte tendenziell immer weiter wachsen und der zur Verfügung stehende Raum dadurch geringer wird, sollten grundsätzlich Abstände zwischen Verkehrsweg und Wohnbebauung so groß wie möglich vorgesehen werden. Je größer der Abstand, desto niedriger die Schadstoffkonzentration (entspricht auch den Forderungen des Lärmschutzes).



- In einmündenden, verkehrsärmeren Straßen und gut durchlüfteten Straßenbereichen ist die Belastungssituation deutlich niedriger als bei dichter beidseitiger Randbebauung (Schluchten). Daher sollte durch eine vorausschauende städtebauliche Entwicklung der Anteil von durchgehenden Wohngebäuden an den Rändern von verkehrlich stark belasteten Straßen möglichst gering sein. Bereits schmale Baulücken sorgen durch eine bessere Durchlüftung für geringere Schadstoffkonzentrationen.
- Vergleichbar den Anforderungen zum Lärmschutz sollte darauf geachtet werden, dass schutzbedürftige Schlaf- und Aufenthaltsbereiche zur der straßenabgewandten Seite des Gebäudes ausgerichtet sind.
- Tunnel und komplette Einhausungen tragen durch Verkehrsreduzierungen zur NO<sub>2</sub>-Reduktion an der Oberfläche und in abgeschirmten Bereichen bei.

#### **Hinweise für den Hauptverursacher Verkehr und das Fahrverhalten**

- Die Verstetigung des Verkehrsflusses führt zu reduzierten Schadstoffbelastungen. Nicht nur eine „Grüne Welle“, sondern auch gleichmäßige Fahrgeschwindigkeiten mit geringer Dynamik ohne Spitzen sind anzustreben.
- Hinsichtlich des Verkehrsflusses sind folgende Aspekte von Bedeutung:
  - Parkverkehr (Parken in zweiter Reihe, Einparkvorgänge)
  - Sonstige Hindernisse
  - Ungünstige Ampelschaltungen
  - Geschwindigkeitsprofil (kein Stau und wenig Stopp & Go)
  - Fahrdynamik (häufige Brems- und Beschleunigungsvorgänge, überhöhte Geschwindigkeiten)
- Jeder Einzelne (Verursacher) kann daher einen Beitrag leisten. Ein stressfreies Fahrverhalten führt nicht nur zu einem geringeren Kraftstoffverbrauch, sondern auch zu weniger Emissionen.

#### **Hinweise für die Luftreinhalteplanung**

- Maßnahmen der Luftreinhalteplanung müssen langfristig ausgelegt sein.
- Für NO existiert zwar kein Immissionsgrenzwert, trotzdem ist er von großer Bedeutung für die NO<sub>2</sub>-Sekundärbildung durch Ozonabbau.

## 6 Ausblick

Im vorliegenden Projekt wurden Analysen der NO<sub>2</sub>-Luftschadstoffbelastung vorgenommen, unterschiedliche bauliche Ausbreitungssituationen betrachtet, meteorologische und jahreszeitliche Einflussfaktoren untersucht, die Ergebnisse zusammengetragen und wissenschaftlich ausgewertet.

Dabei hat sich herauskristallisiert, dass es Bereiche gibt, in denen noch nicht ausreichende Informationen gesammelt werden konnten bzw. nicht alles innerhalb des vorliegenden Projektes abgedeckt werden konnte. Die wesentlichen Punkte sind nachfolgend angeführt:

- Über die Einflussfaktoren auf die Verstetigung und Vergleichmäßigung des Straßenverkehrs und Steuerungsmechanismen im Sinne der Luftreinhaltung ist noch zu wenig bekannt. Zu untersuchen wäre, welche Potenziale die einzelnen Maßnahmen wie Optimierung durch Parkmanagement (z. B. Vermeidung von Parken in zweiter Reihe), Beseitigung sonstiger Hindernisse, verbesserte Ampelschaltungen, Modifizierung des Geschwindigkeitsprofils (Stau, Stopp & Go), Reduzierung der Fahrdynamik (Brems- und Beschleunigungsvorgänge, Vermeidung überhöhter Geschwindigkeiten) beinhalten. Hier wäre es wünschenswert, diese zu quantifizieren und den Verkehrsplanern mehr Hinweise an die Hand geben zu können.
- Vertiefte Untersuchungen im Umfeld von Tunnelbauten und Einhausungen in Verbindung mit aktuellen Verkehrszahlen wären aus fachlicher Sicht sinnvoll. Im vorliegenden Projekt war die Tunnelbetrachtung nur ein untergeordnetes Thema. Die Messpunkte konnten aus Sicherheitsgründen nicht in direkter Nähe der Tunnelportale platziert werden. Zudem handelte es sich um eine relativ kurze Tunnellänge (kaum Kolbeneffekt zu erwarten), so dass auch hier weiteres Untersuchungspotenzial gesehen wird.
- Inwieweit der Standort der Passivsammler direkt an den Bushaltestellen auf der Brücke eine Rolle spielte, wurde bisher noch nicht untersucht. In weiterführende Untersuchungen der Einfluss der an- und abfahrenden Busse und ggf. anderer Emissionsquellen in der näheren Umgebung prüfen.
- Anhand der Projektergebnisse sind bauliche Einflüsse, Abstände und damit verbundene Konzentrationsabnahmen abschätzbar. Evtl. lassen sich mithilfe von Realnutzungskartierungen/-daten die Betroffenenzahlen bzgl. Grenzwertüberschreitungen für die Berichterstattung zur Luftreinhaltungsplanung gegenüber der EU (E-Reporting) leichter ermitteln.
- Standortbezogene Besonderheiten wie Baustellentätigkeiten mit starker Staubeentwicklung, Höhe des Schadstoffbelastungsniveaus und deren Einfluss auf NO<sub>2</sub>-Messungen mit Passivsammlern müsste (ggf. in Laborversuchen) intensiver und systematischer untersucht werden.
- Die Abschätzung in der Landshuter Allee in München für 2014 hat gezeigt, dass 29 % der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung von 83 µg/m<sup>3</sup> am LÜB-Standort sekundär durch Oxidation von NO mit O<sub>3</sub> gebildet werden. Bei der Beobachtung von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) ist es wichtig auch den Schadstoff Stickstoffmonoxid (NO) nicht aus dem Auge zu verlieren. Für NO existiert kein Immissionsgrenzwert, trotzdem ist er von großer Bedeutung für die NO<sub>2</sub>-Sekundärbildung durch Ozonabbau. Interessant sind weitere Auswertungen an anderen Standorten und deren Vergleich.
- Die Modellrechnungen (MISKAM) innerhalb des Projektes zeigen eine gute Übereinstimmung mit Immissionsmessungen. Für die künftige Erfassung und Darstellung der Belastungsbereiche und Verkehrswege insbesondere in städtischen Gebieten sollte in Abhängigkeit der Verkehrszahlen (vergleichbar der Lärminderungsplanung) künftig mit großflächigeren Berechnungsmodellen gearbeitet werden.

## Literatur

- [1] RICHTLINIE 2008/50/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa, Amtsblatt der Europäischen Union L 152 vom 11.06.2008  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32008L0050>
- [2] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065)
- [3] Lufthygienische Jahresberichte des Bayerischen Landesamt für Umwelt  
[http://www.lfu.bayern.de/luft/lufthygienische\\_berichte/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/luft/lufthygienische_berichte/index.htm)
- [4] Luftreinhaltepläne in Bayern  
<http://www.stmuv.bayern.de/umwelt/luftreinhaltung/massnahmen/luftreinhalteplaene/>
- [5] M. Ferm: A sensitive diffusional sampler. Göteborg, Swedish Environmental Research Institute, Report L91-172 (1991)
- [6] DIN EN 14211 Außenluft - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz, November 2012
- [7] DIN EN 14625 Außenluft - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Ozon mit Ultraviolett-Photometrie, Dezember 2012
- [8] [http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/umwelt\\_node.html](http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/umwelt_node.html)
- [9] A. Baum, „Längsprofilmessungen in Autobahn-Tunneln,“ in 48. Messtechnisches Kolloquium, Berlin, 2013.
- [10] Dabberdt, W. F., Ludwig, F. L. und Johnson, W. B. Validation and applications of an urban diffusion model for vehicular pollutants. Atmospheric Environment, 7, 603-618, 1973
- [11] Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung 2012 (RLuS 2012), FGSV Verlag Köln, 2012

# **Anlage 1 – Standort Augsburg**

**zum**

**Abschlussbericht**

**Untersuchung der räumlichen Verteilung der  
NO<sub>x</sub>-Belastung im Umfeld von vorhandenen,  
hochbelasteten Luftmessstationen**

## Inhaltsverzeichnis

<b>Augsburg (Karlstraße)</b>	<b>3</b>
<b>1 Standortbeschreibung</b>	<b>3</b>
<b>2 Ergebnisse</b>	<b>4</b>
2.1 Passivsammler	4
2.2 Airpointer	7
<b>3 Diskussion</b>	<b>10</b>
<b>4 Fotodokumentation</b>	<b>13</b>

## Augsburg (Karlstraße)

### 1 Standortbeschreibung

In Augsburg wurden Stickstoffdioxidkonzentrationen mit Passivsammlern nahe der LÜB-Station Karlstraße gemessen. Die Karlstraße bildet eine der drei größeren Ost-West-Achsen Augsburgs durch die Innenstadt mit einem entsprechend hohen Verkehrsaufkommen bei einem vierspurigen Ausbau (DTV: 21126 Kfz/24 h, SNfz: 2,5 % November 2014). Der Teilabschnitt, in dem die LÜB-Station steht, weist einen ausgesprochenen Schlucht-Charakter auf. Die Breite der Straßenschlucht beträgt im Bereich der LÜB-Station ca. 25 m, die Gebäudehöhe liegt bei ca. 18 m.

Das Gebiet, in dem die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen untersucht wurden, verlief nördlich bzw. südlich der Karlstraße mit einer Gesamtlänge von etwa 300 m. Der nördliche Teil (Kesselmarkt, AK1 und AK2) ist eine Nebenstraße, der südliche eine Fußgängerzone mit Lieferverkehr (Annastraße, AK3, AK4 und AK5). Ein weiterer Passivsammlermesspunkt wurde auf der LÜB-Station angebracht. Eine Übersicht der Messpunkte im Umfeld der LÜB-Station in der Karlstraße in Augsburg ist in Abb. 1 dargestellt.



Abb. 1:  
Luftbild mit Lage der Messpunkte  
im Umfeld der LÜB-Station in der  
Karlstraße in Augsburg (AK)

In Tab. 1 sind Informationen zur Lage der Passivsammlermesspunkte im Umfeld der LÜB-Station Augsburg, Karlstraße (AKLÜB) zusammengestellt.

Tab. 1: Beschreibung der Lage und Entfernung (Luftlinie) der Messpunkte zur Karlstraße

Messpunkt	Rechtswert	Hochwert	Standort	Abstand zur Karlstraße
<b>AKLÜB</b> (bis 12.08.13)	4418374	5359756	LÜB-Station Karlstraße	< 10 m
<b>AK0</b> (bis 12.08.13)	4418374	5359756	Passivsammler an der LÜB-Station Karlstraße	< 10 m
<b>AKLÜB</b> (seit 16.11.13)	4418329	5359743	LÜB-Station Karlstraße	< 10 m
<b>AK0a</b> (seit 16.11.13)	4418329	5359743	Passivsammler an der LÜB-Station Karlstraße	< 10 m
<b>AK1</b>	4418284	5359839	Hafnerberg	81 m
<b>AK2</b>	4418287	5359785	Kesselmarkt	31 m
<b>AK3</b>	4418314	5359706	Steingasse/Annastraße	27 m
<b>AK4</b>	4418343	5359626	Annastraße	98 m
<b>AK5</b>	4418328	5359530	Annastraße	181 m

Im Zeitraum vom 12.08.-18.11.2013 musste die LÜB-Station Karlstraße aufgrund von Straßenbaumaßnahmen abgebaut werden, so dass für diesen Zeitraum weder kontinuierliche noch diskontinuierliche Messwerte vorliegen. Anschließend wurde die Station um etwa 30 m nach Westen (Messpunkt AK0a) verlegt und wieder in Betrieb genommen

## 2 Ergebnisse

### 2.1 Passivsammler

Die Passivsammlermessungen in Augsburg wurden in der Zeit vom 19.05.2010 bis zum 07.01.2015 durchgeführt und dokumentieren für vier dieser Messpunkte den Verlauf der Stickstoffdioxidkonzentrationen über einen Zeitraum von mehr als dreieinhalb Jahren. An den Messpunkten AK1 und AK4 wurden die Messungen zum 15.11.2010 eingestellt, da die bis dahin vorliegenden Messwerte keine weiteren Erkenntnisse erwarten ließen. Die frei gewordenen Kapazitäten konnten dadurch für andere Messpunkte genutzt werden. Die zeitlichen Verläufe der Stickstoffdioxidkonzentrationen in Augsburg sind in Abb. 2 bis Abb. 4 dargestellt.

Dabei lagen die Messwerte an der Karlstraße (AK0) zwischen 29 und 75 µg/m<sup>3</sup>. Die Variationen der Konzentrationsverläufe sind an den Messpunkten AK2 und AK3, die sich beide in etwa 30 m Entfernung nördlich und südlich der Karlstraße befinden, ähnlich.

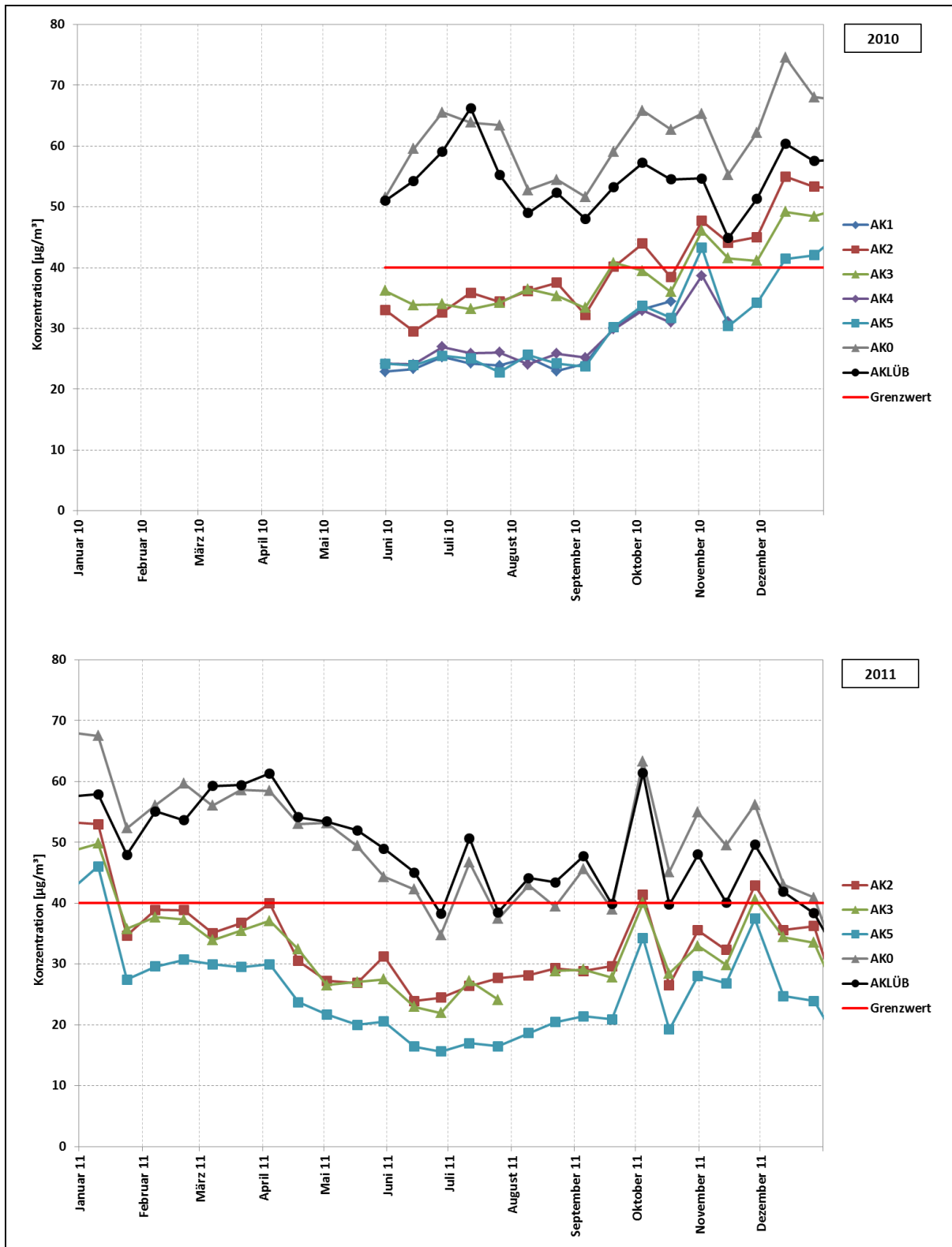


Abb. 2: Verlauf der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen [µg/m<sup>3</sup>] an den Passivsammlermeßstellen in der Umgebung der LÜB-Station in der Karlstraße in Augsburg sowie der kontinuierlichen Messungen der LÜB-Station (AKLÜB) in den Jahren 2010 und 2011. Die Messungen an AK1 und AK4 wurden am 15.11.2010 beendet



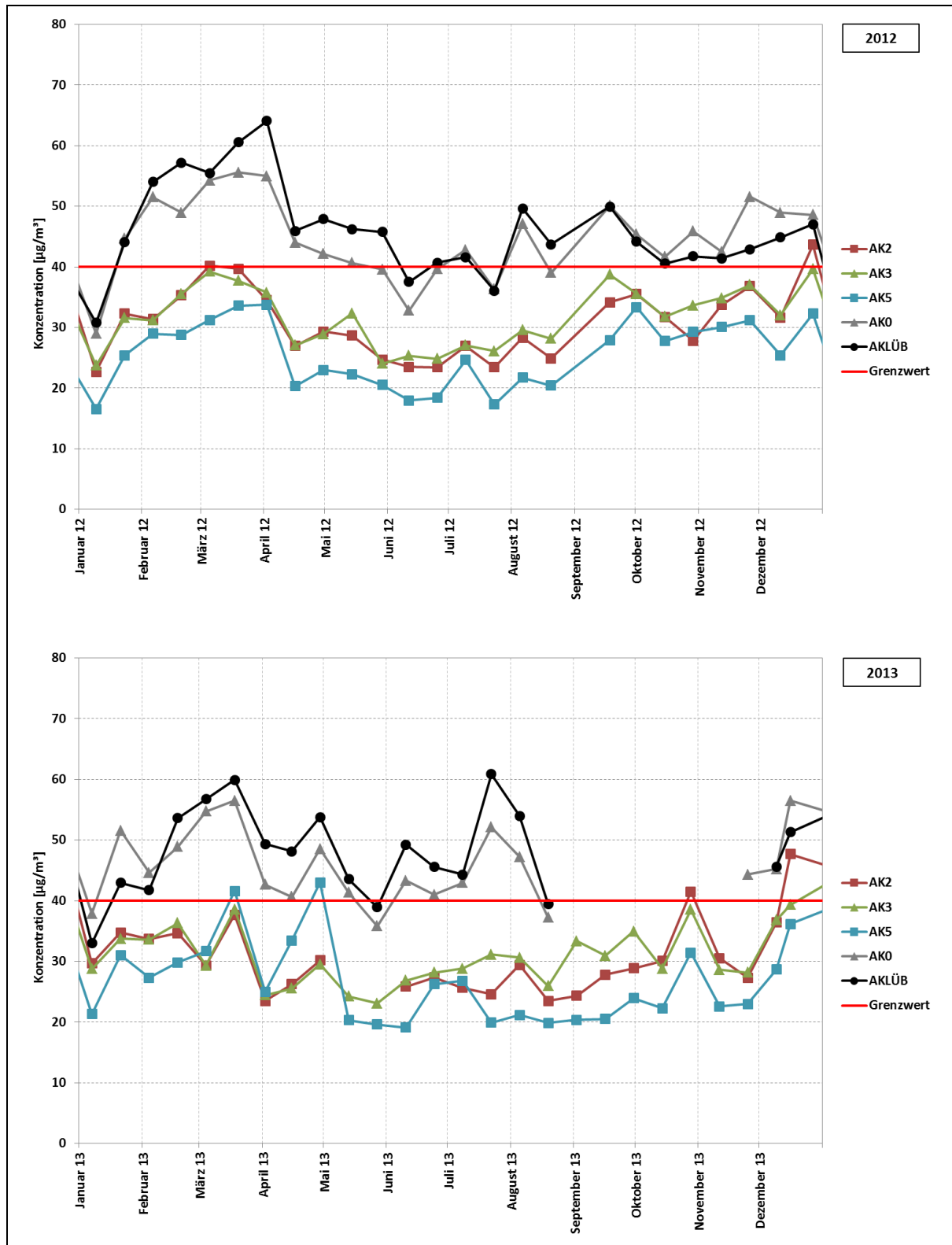


Abb. 3: Verlauf der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen [µg/m<sup>3</sup>] an den Passivsammlermessstellen in der Umgebung der LÜB-Station in der Karlstraße in Augsburg sowie der kontinuierlichen Messungen der LÜB-Station (AKLÜB) in den Jahren 2012 und 2013. Die LÜB-Station wurde in der Zeit von Ende August bis Ende Oktober 2013 aufgrund von Straßenarbeiten stillgelegt und um etwa 30 m nach Westen verlegt

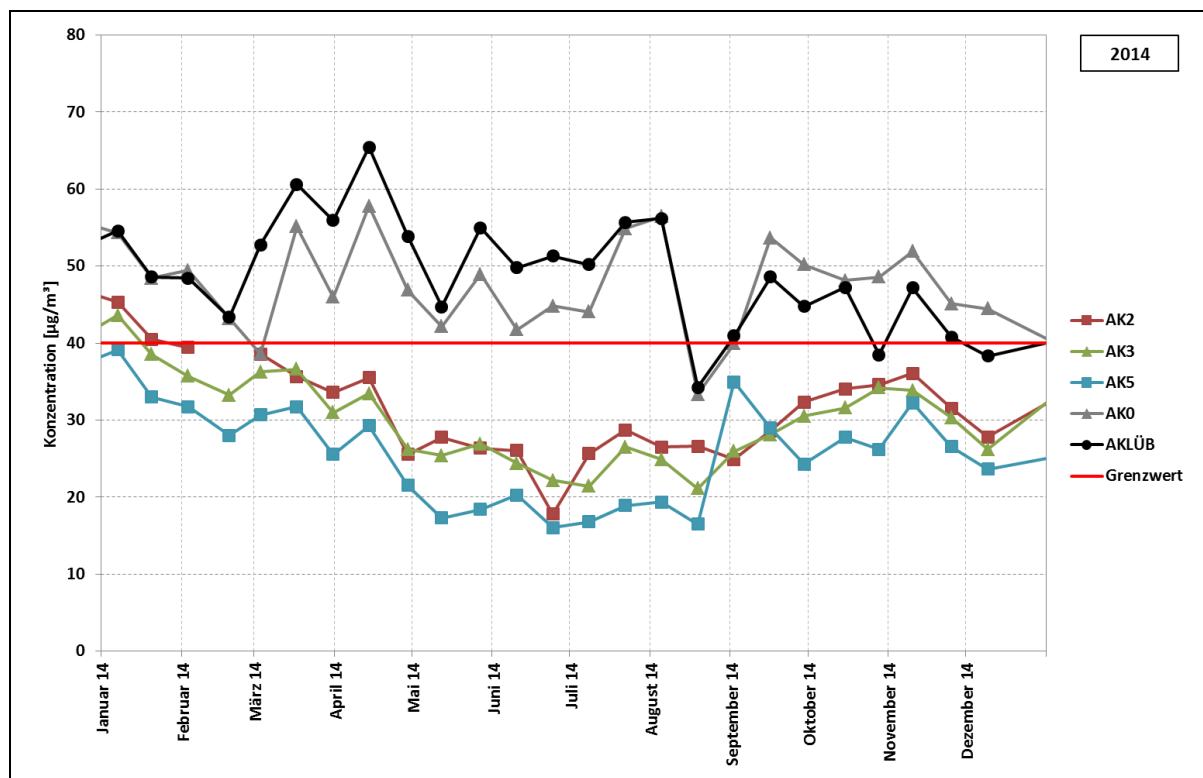


Abb. 4: Verlauf der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen [µg/m<sup>3</sup>] an den Passivsammlermessstellen in der Umgebung der LÜB-Station in der Karlstraße in Augsburg sowie der kontinuierlichen Messungen der LÜB-Station (AKLÜB) im Jahr 2014

## 2.2 Airpointer

In Augsburg wurden vom 10.06.2010 bis 26.08.2010 (AK2) und vom 24.02.2011 bis 15.05.2011 (AK3) die Luftschadstoffe NO<sub>2</sub>, NO und O<sub>3</sub> an den Messpunkten AK2 und AK3 kontinuierlich mit Airpointern gemessen. Aus den Halbstundenmittelwerten der Schadstoffkonzentrationen wurden die Tagesmittelwerte berechnet. Diese sind in Abb. 5 dargestellt. Insbesondere während der Messungen am Messpunkt AK2 gab es häufiger technische Probleme und Ausfallzeiten.

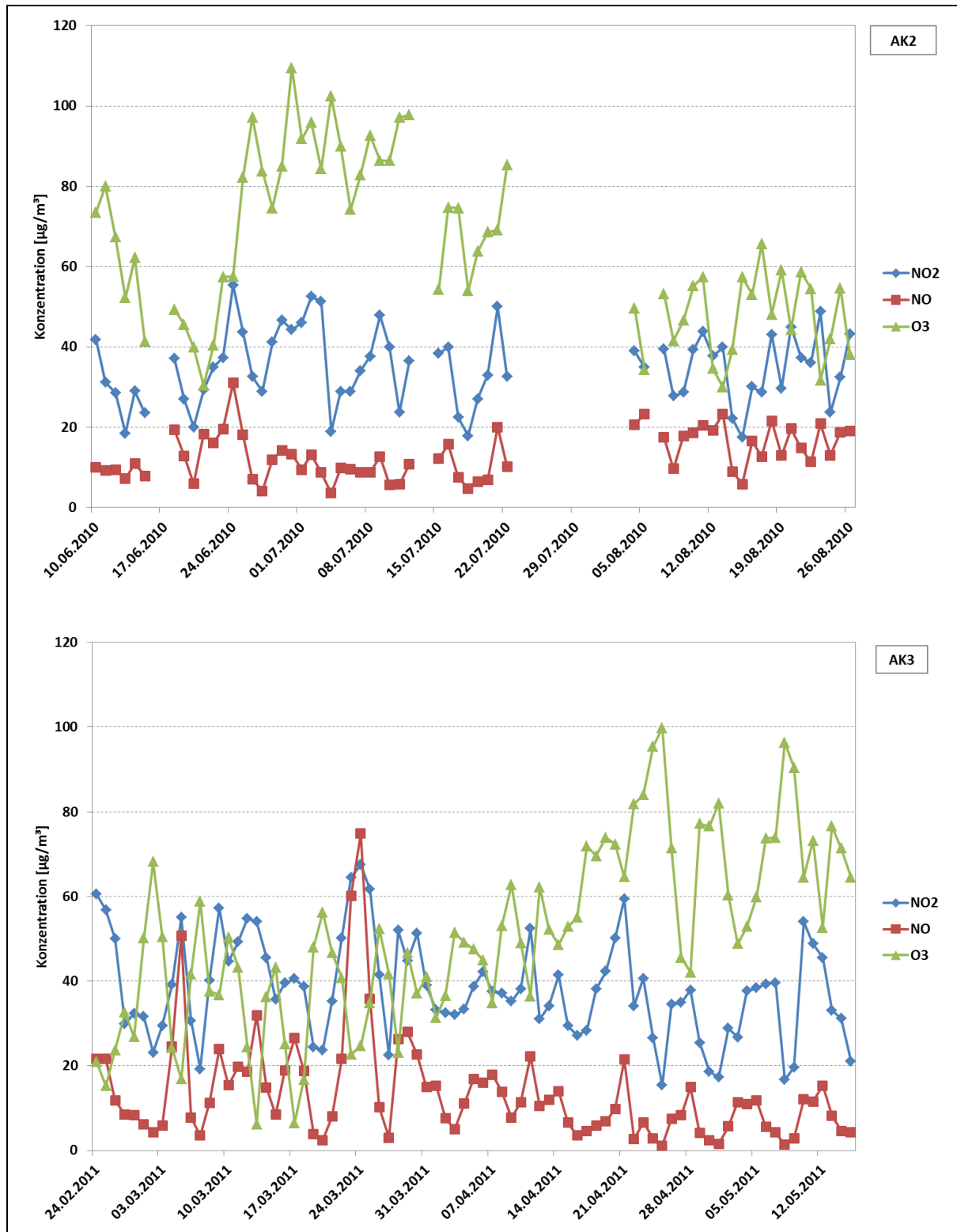


Abb. 5: Tagesmittelwerte der mittels Airpointer kontinuierlich gemessenen NO<sub>2</sub>-, NO- und O<sub>3</sub>-Konzentrationen [µg/m<sup>3</sup>] am Kesselmarkt (Messpunkt AK2, oben) und in der Annastraße (Messpunkt AK3, unten) nördlich bzw. südlich der Karlstraße

In Abb. 6 und Abb. 7 sind die mittleren Tagesgänge der  $\text{NO}_2$ -,  $\text{NO}$ - und  $\text{O}_3$ -Konzentrationen für die Werktage Montag bis Freitag, für Samstag sowie Sonntage an den Messpunkten AK2 und AK3 einander gegenübergestellt. Besonders auffällig sind in Abb. 6 die Maxima der mittleren  $\text{NO}$ - und  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen am Messpunkt AK2 am Sonntagmorgen (im Vergleich zu AK3), die möglicherweise auf Parkplatzsuchverkehr zum direkt benachbarten Hotel bzw. zum Augsburger Dom zurückzuführen sind.

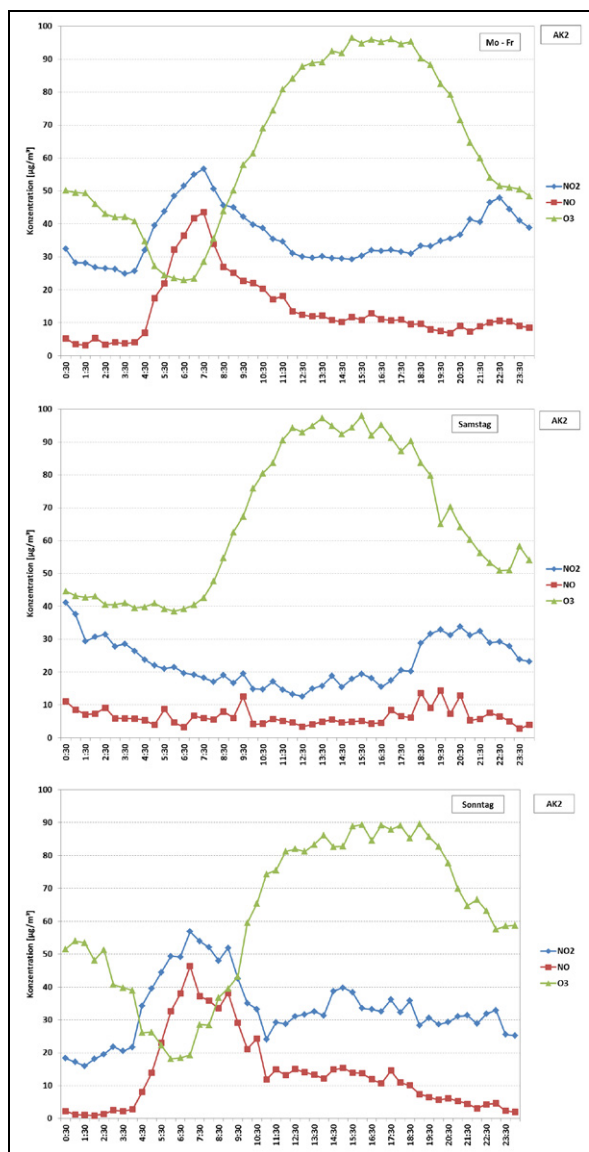


Abb. 6: Mittlerer Tagesgang der  $\text{NO}_2$ -,  $\text{NO}$ - und  $\text{O}_3$ -Konzentration (Halbstundenmittelwerte) am Messpunkt AK2 am Kesselmarkt (Sommer 2010)

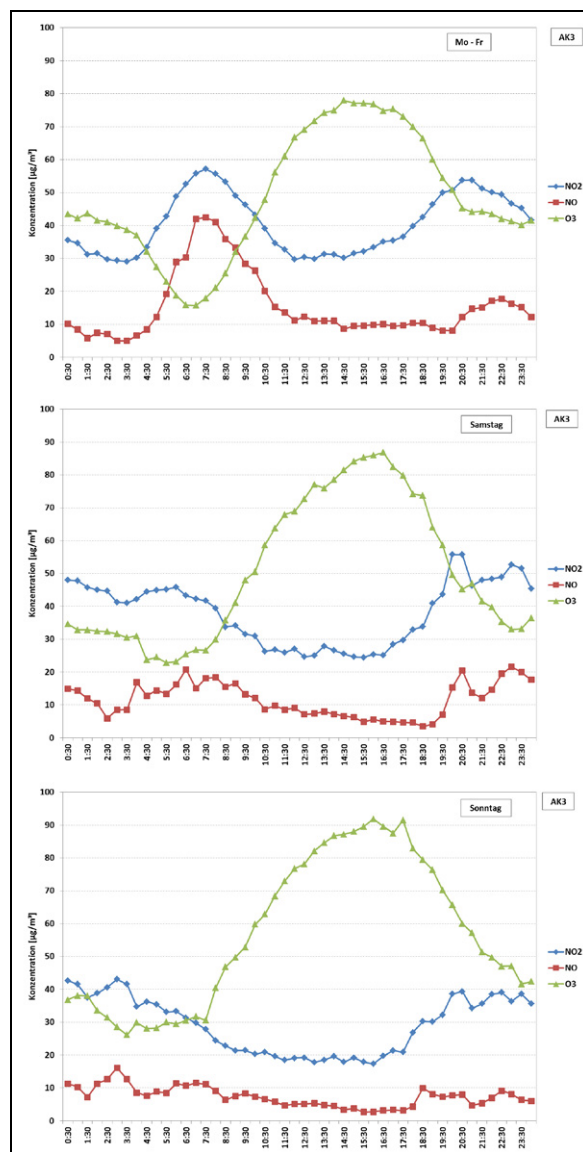


Abb. 7: Mittlerer Tagesgang der  $\text{NO}_2$ -,  $\text{NO}$ - und  $\text{O}_3$ -Konzentration (Halbstundenmittelwerte) am Messpunkt AK3 in der Annastraße (Frühjahr 2011)

### 3 Diskussion

Die Stickstoffdioxidkonzentrationen an den weiter entfernt liegenden Messpunkten in der Umgebung der LÜB-Station Karlstraße zeigen im gesamten Messzeitraum, trotz der Straßenbaumaßnahmen in der Karlstraße, vergleichbare Konzentrationsverläufe wie von Messstationen des städtischen Hintergrundes. Hier können auch die jahreszeitlichen Unterschiede zwischen Sommer- und Wintermonaten beobachtet werden. Im Sommer liegen die Konzentrationen für NO<sub>2</sub> niedriger als in den Wintermonaten (Sommersenke). Am verkehrsnahen Messpunkt in der Karlstraße verliefen die Konzentrationen im Gegensatz dazu ganzjährig auf etwa gleichbleibendem Niveau.

Nördlich und südlich gelegene Messpunkte mit gleicher Entfernung zur Karlstraße ergeben Konzentrationen mit vergleichbar niedrigem Niveau.

Die Jahresmittelwerte 2011 bis 2014 der Stickstoffdioxidkonzentrationen an den Messpunkten in der Umgebung der LÜB-Station in der Karlstraße in Augsburg sind in Abb. 8 dargestellt. Die Mittelwerte waren an den Messpunkten nördlich und südlich der Karlstraße gleich hoch und lagen mit Werten um 31 µg/m<sup>3</sup> deutlich unterhalb des Immissionsgrenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> der 39. BImSchV. Am Messpunkt AK5 in der Fußgängerzone nahmen die mittleren Konzentrationen im untersuchten Zeitraum von 24 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2011 auf 27 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2013 etwas zu. Die Jahresmittelwerte an der LÜB-Station Karlstraße lagen mit Werten von 45 bis 48 µg/m<sup>3</sup> oberhalb des Grenzwertes. Da in der Zeit von April 2011 bis Ende 2013 im Rahmen des Umbaus des nahegelegenen Königsplatzes die Verkehrsführung in der Augsburger Innenstadt immer wieder verändert wurde, sind diese Jahresmittelwerte nur bedingt als Hinweis auf die Entwicklung der Immissionskonzentrationen von Stickstoffdioxid zu bewerten. Nach dem Abschluss der Umbauarbeiten lag der Jahresmittelwert 2014 bei 47 µg/m<sup>3</sup> und damit auf vergleichbarem Niveau wie während der Umbauphase.

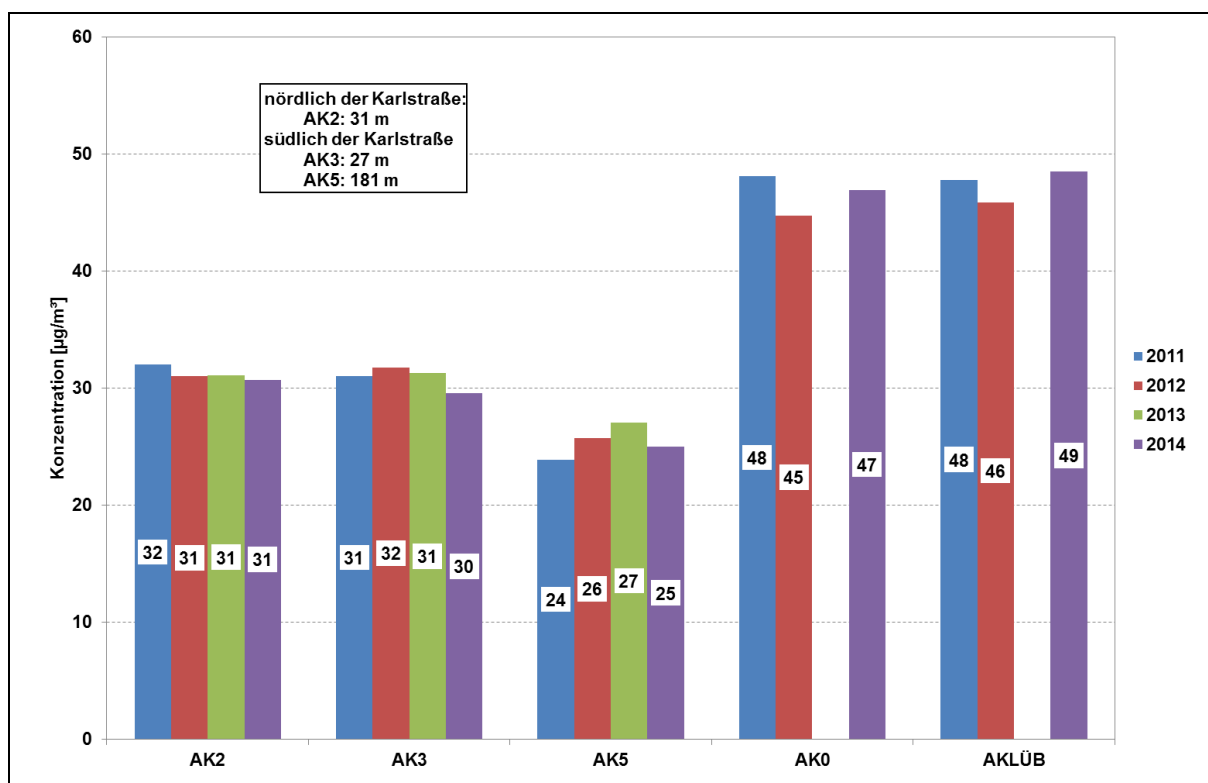


Abb. 8: Vergleich der Jahresmittelwerte 2011 bis 2014 in der Umgebung der LÜB-Station in der Karlstraße in Augsburg. Aufgrund von längeren Bauarbeiten konnten an der Karlstraße für 2013 keine Jahresmittelwerte berechnet werden

In Abb. 9 ist die Entwicklung der Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der LÜB-Station am Königsplatz in Augsburg dargestellt. Wie oben erwähnt, wurde der Königsplatz zwischen 2011 und 2013 weitgehend neu gestaltet. Dabei wurde nicht nur der Straßenbahnverkehr, sondern auch der Kraftfahrzeugverkehr in der näheren Umgebung der LÜB-Station am Königsplatz in Augsburg zeitweilig stark eingeschränkt. Dies hatte zur Folge, dass die Stickstoffdioxidimmissionen seit 2012 um ca. ein Drittel zurückgingen. Seit dem Umbau ist, durch eine geänderte Verkehrsführung in unmittelbarer Nähe zur LÜB-Station, der Abstand der Fahrbahnen zur LÜB-Station deutlich größer als vorher. Zudem ist eine Abbiegespur mit Ampel direkt an der Messstation entfallen. Dies macht sich in den Messwerten deutlich bemerkbar (siehe insbesondere Jahresmittelwert 2014).

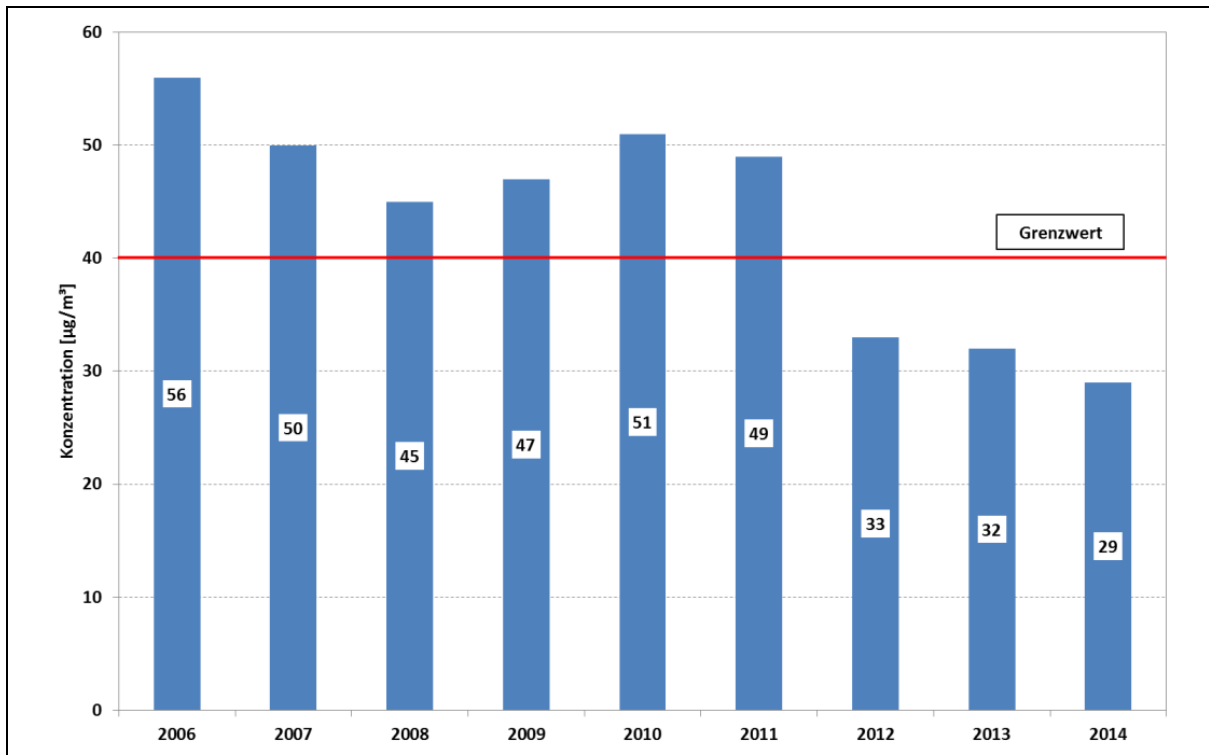


Abb. 9: Entwicklung der Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der LÜB-Station am Königsplatz in Augsburg in den Jahren 2006 bis 2014 [µg/m<sup>3</sup>]

An den Messpunkten AK2 und AK3 nördlich und südlich der Karlstraße waren die Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen für 2013 im Vergleich zu den Vorjahren mit jeweils 31 µg/m<sup>3</sup> unverändert. Der Anstieg der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen am Messpunkt AK5 von 24 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2011 auf 27 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2013 ist möglicherweise durch die Umbauarbeiten am Königsplatz und die dadurch geänderte Verkehrsführung bedingt. In Tab. 2 sind die Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Umgebung der LÜB-Station in der Karlstraße in Augsburg zusammengefasst.

Messpunkt	2011	2012	2013	2014
AK2	32	31	31	31
AK3	31	32	31	30
AK5	24	26	27	25
AK0	48	45	-*	47
AKLÜB	49	46	-*	48

Tab. 2:  
NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte in der Umgebung der LÜB-Station in der Karlstraße in Augsburg [µg/m<sup>3</sup>]

\* keine Messungen zwischen 12.08. und 18.11.2013 aufgrund von Straßenbauarbeiten, deshalb keine Jahresmittelwerte  
Die Karlstraße verläuft in ost-/westlicher Richtung und damit parallel zur Hauptwindrichtung. Im Gegensatz zur Landshuter Allee in München (vgl. Anlage 2 - Standort München) und zur Von-der-Tann-

Straße in Nürnberg (vgl. Anlage 3 - Standort Nürnberg) wurden in der Karlstraße in Augsburg keine Hinweise auf die Bildung einer Windwalze gefunden.

Da die NO<sub>2</sub>-Passivsammlermessungen erst Mitte Mai 2010 begonnen wurden, liegt kein Jahresmittelwert aus der Zeit vor dem Umbau des Königsplatzes vor. Betrachtet man für die einzelnen Jahre jeweils die über den Zeitraum Mitte Mai bis Anfang Januar gemittelten Konzentrationen, sieht man einen deutlichen Rückgang der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen von 2010 vor Beginn des Umbaus zur Phase während des Umbaus bzw. der Bauphase in der Karlstraße selber. Weitergehende Aussagen, insbesondere zum Zusammenhang mit Verkehrszahlen sind nicht möglich, da keine Übersichten über die wechselnden Verkehrsführungen und die zugehörigen DTVs in diesem Zeitraum vorliegen.

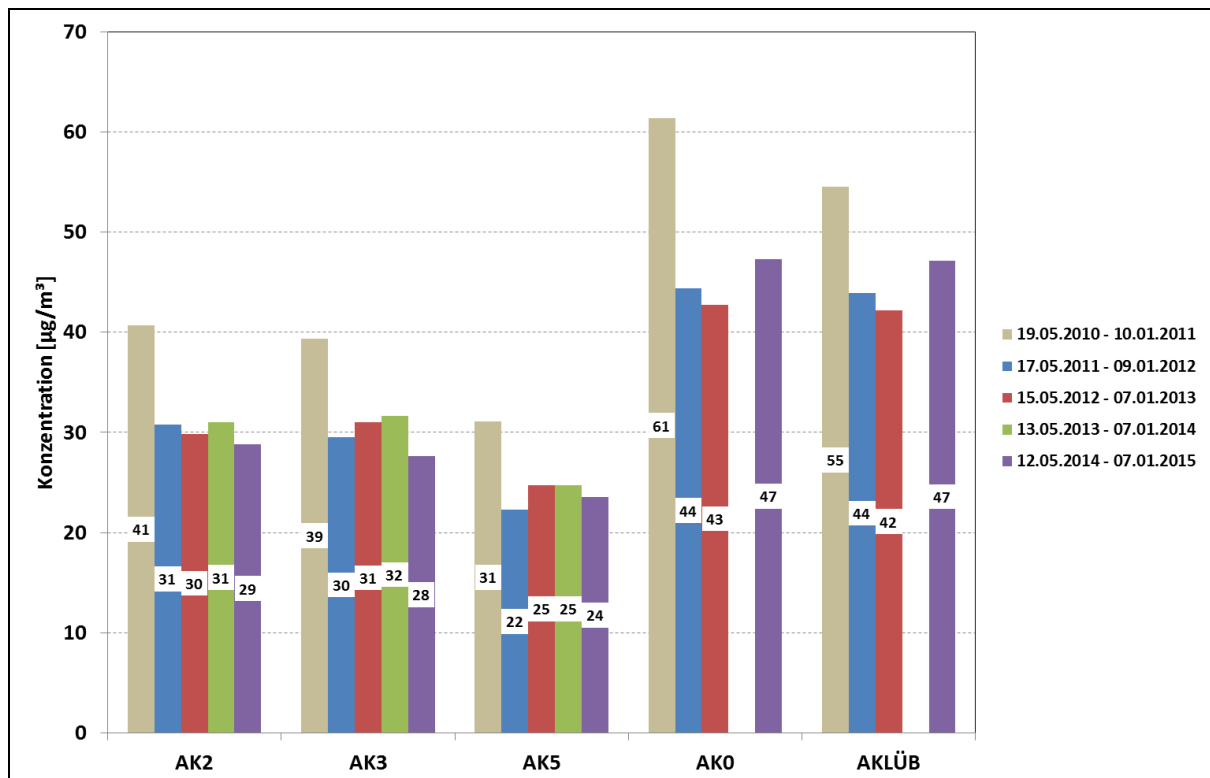


Abb. 10: Vergleich der mittleren NO<sub>2</sub>-Konzentrationen [µg/m<sup>3</sup>] der jeweiligen Zeiträume von Mitte Mai bis Anfang Januar des Folgejahres

## 4 Fotodokumentation

Die Position des Passivsammlers ist in den Fotos mit einem weißen Pfeil markiert.



Abb. 11: Messpunkt AK1



Abb. 12: Messpunkt AK2



Abb. 13: Messpunkt AK3



Abb. 14: Messpunkt AK3





Abb. 15: Messpunkt AK4



Abb. 16: Messpunkt AK5



Abb. 17: Messpunkt AK0 (auf der LÜB-Station),  
Standort bis 12.08.2013



Abb. 18: Messpunkt AK0 (auf der LÜB-Station),  
Standort seit 16.11.2013

## **Anlage 2 – Standort München**

**zum**

**Abschlussbericht**

**Untersuchung der räumlichen Verteilung der  
NO<sub>x</sub>-Belastung im Umfeld von vorhandenen,  
hochbelasteten Luftmessstationen**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>München (Landshuter Allee)</b>	<b>3</b>
1.1	Standortbeschreibung	3
1.2	Ergebnisse Landshuter Allee	8
1.3	Diskussion	24
1.4	Ergebnisse Schlörstraße	43
1.5	Diskussion	46
1.6	Ergebnisse Blütenburgstraße	47
1.7	Diskussion	50
1.8	Airpointer-Messungen	52
1.9	Fotodokumentation	57
<b>2</b>	<b>München (Lothstraße)</b>	<b>62</b>
2.1	Standortbeschreibung	62
2.2	Ergebnisse	63
2.3	Diskussion	66
2.4	Fotodokumentation	67
<b>3</b>	<b>München (Prinzregentenstraße, Englischer Garten)</b>	<b>69</b>
3.1	Standortbeschreibung	69
3.2	Ergebnisse	71
3.3	Diskussion	73
3.4	Airpointer-Messungen	75
3.5	Fotodokumentation	79
	<b>Literatur</b>	<b>81</b>

# 1 München (Landshuter Allee)

## 1.1 Standortbeschreibung

Die LÜB-Station in der Landshuter Allee in München ist eine Verkehrsmessstation im städtischen Gebiet. Die Landshuter Allee ist Teil des Mittleren Rings in München und verläuft in Nord-Süd-Richtung. Der Messbereich erstreckte sich von der Kreuzung mit der Dom-Pedro-Straße im Norden der LÜB-Station bis einschließlich zur Donnersbergerbrücke im Süden. Damit wurden die Untersuchungen über einen Abschnitt von fast 2 km Länge durchgeführt. Die Messungen erstreckten sich zudem in die beiden Seitenstraßen Blütenburgstraße und Schlörstraße über eine Länge von jeweils über 200 m östlich und westlich zur Landshuter Allee.

Die Landshuter Allee besitzt in beide Richtungen jeweils drei Fahrspuren, südlich der Ruffinstraße verbreitert sich die Straße auf jeweils vier Fahrspuren. Zwischen der Volkhardtstraße und der Blütenburgstraße sind in einem Streckenabschnitt von 430 m Länge jeweils zwei Fahrspuren in beide Richtungen untertunnelt. Entlang der Straße befinden sich auf beiden Seiten zahlreiche Einmündungen in Seitenstraßen sowie Parkmöglichkeiten. An der Landshuter Allee ist das tägliche durchschnittliche Verkehrsaufkommen mit rund 130.000 Kraftfahrzeugen und einem Schwerlastverkehrsanteil (> 3,5 t) von 6,8 % sehr hoch [1].

Die Geschwindigkeit ist im überwiegenden Streckenabschnitt auf 60 km/h beschränkt. Ab dem 17.10.2014 wurde zur Minderung der Schadstoffbelastung ein Tempolimit auf 50 km/h im gesamten betrachteten Streckenabschnitt eingeführt.

Die Breite der Straßenschlucht beträgt im gesamten Streckenabschnitt ca. 55 m, die Gebäudehöhe beträgt ca. 18 m.

Die Messungen der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen mit Passivsammlern in der Umgebung der Landshuter Allee wurden im April 2010 an der LÜB-Station und in der Schlörstraße begonnen. Nach und nach wurden die Messungen in der Landshuter Allee (August 2010) und auf die Blütenburgstraße (Januar 2011) ausgedehnt. Im Januar 2013 wurden zusätzliche Messpunkte im Bereich der Untertunnelung sowie im Bereich der Donnersbergerbrücke errichtet. Ebenso wurden Messpunkte auf der östlichen Straßenseite gegenüber von bereits bestehenden Messpunkten errichtet. Mit diesen sollten vor allem Luv-Lee-Effekte in der Straßenschlucht und die Repräsentativität der bisherigen Messpunkte auf den bebauten Abschnitten der Landshuter Allee überprüft werden.

Tab. 1: Übersicht zu den Messpunkten in der Umgebung der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München

Messbeginn	Bereich	Messpunkte
16.04.2010	Schlörstraße	ML6, ML7, ML8, ML8b, ML9, ML10
	Landshuter Allee	ML0 (Passivsammler an der LÜB Station)
24.08.2010	Landshuter Allee	ML1, ML2, ML4, ML13, ML19
26.01.2011	Blütenburgstraße	ML14, ML15, ML16, ML17
22.01.2013	Landshuter Allee	ML3, ML5, ML11, ML12, ML18, ML20, ML21, ML22
28.11.2013	Donnersbergerbrücke	ML23, ML24

In den Luftbildern der Abb. 1 bis Abb. 3 ist die Lage der verschiedenen Messpunkte in der Umgebung der LÜB-Station Landshuter Allee dargestellt.



Abb. 1: Luftbild zur Lage der Messpunkte im Umfeld der LÜB-Station Landshuter Allee (nördlicher Abschnitt)



Abb. 2: Luftbild zur Lage der Messpunkte im Umfeld der LÜB-Station Landshuter Allee (südlicher Abschnitt)



Abb. 3: Luftbild zur Lage der Messpunkte auf der Donnersbergerbrücke südlich der LÜB-Station Landshuter Allee (ML23 und ML24)

In Tab. 2 sind Informationen zur Lage der Passivsammlermesspunkte im Umfeld der LÜB-Station Landshuter Allee (MLLÜB) zusammengestellt.

Tab. 2: Lage der Messpunkte in der Umgebung der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München

Messpunkt	alte Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Standort	Lage zur Landshuter Allee	Abstand zur Landshuter Allee
<b>MLLÜB (bis 26.09.13)*</b>		4465620	5334735	LÜB-Station Landshuter Allee	West	< 10 m
<b>ML0 (PS) (bis 26.09.13)*</b>	MÜLA MP West	4465620	5334735	Passivsammler an der LÜB-Station	West	< 10 m
<b>MLLÜB (seit 26.09.13)*</b>		4465620	5334724	LÜB-Station Landshuter Allee	West	< 10 m
<b>ML0a-PS (seit 26.09.13)*</b>		4465620	5334724	Passivsammler an der LÜB-Station	West	< 10 m
<b>ML1</b>	MÜLA MP1	4465675	5335707	Landshuter Allee, Baum	West	< 10 m
<b>ML2</b>	MÜLA MP2	4465667	5335563	Landshuter Allee, Baum	West	< 10 m
<b>ML3</b>	-	4465650	5335337	Landshuter Allee, Baum	West	< 10 m
<b>ML4</b>	MÜLA MP 3	4465636	5335051	Landshuter Allee, Baum	West	< 10 m
<b>ML5</b>	-	4465630	5334889	Landshuter Allee, Baum	West	< 10 m
<b>ML6</b>	MÜSC MP1	4465613	5334777	Landshuter Allee/Ecke Schlörstraße, Baum	West	14 m
<b>ML7</b>	MÜSC MP2	4465559	5334765	Schlörstraße, Regenrinne,		69 m
<b>ML8</b>	MÜSC MP3	4465519	5334758	Schlörstraße, Baum		108 m
<b>ML8b</b>	MÜSC MP4	4465499	5334755	Schlörstraße, Baum		125 m
<b>ML9</b>	MÜSC MP5	4465450	5334742	Schlörstraße, Regenrinne,		175 m
<b>ML10</b>	MÜSC MP6	4465587	5334725	Innenhof, Landshuter Allee		36 m
<b>ML11</b>	-	4465604	5334561	Landshuter Allee, Ecke Wilderich-Lang-Straße, Baum	West	< 10 m
<b>ML12</b>	-	4465651	5334504	Landshuter Allee, Baum	Ost	< 10 m



Messpunkt	alte Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Standort	Lage zur Landshuter Allee	Abstand zur Landshuter Allee
<b>ML13a bis 13.11.2012</b>	MÜLA MP5	4465661	5334702	Landshuter Allee, Baum	Ost	< 10 m
<b>ML13**</b>	ML13a	4465660	5334676	Landshuter Allee, Baum	Ost	< 10 m
<b>ML14</b>	MÜBL MP1	4465679	5334814	Landshuter Allee/Ecke Blutenburgstraße, Baum	Ost	11 m
<b>ML15</b>	MÜBL MP2	4465723	5334798	Blutenburgstraße, Baum		57 m
<b>ML16</b>	MÜBL MP3	4465774	5334781	Blutenburgstraße, Baum		112 m
<b>ML17</b>	MÜBL MP4	4465852	5334756	Blutenburgstraße, Baum		227
<b>ML18</b>	-	4465677	5334884	Landshuter Allee, Baum	Ost	< 10
<b>ML19</b>	MÜLA MP4	4465681	5335079	Landshuter Allee, Baum	Ost	< 10
<b>ML20</b>	-	4465695	5335341	Landshuter Allee, Baum	Ost	< 10
<b>ML21</b>	-	4465698	5335532	Landshuter Allee, Baum	Ost	< 10
<b>ML22</b>	-	4465706	5335692	Landshuter Allee, Baum	Ost	< 10
-	MÜLA MP Ost	4465661	5334722	Landshuter Allee, Baum	Ost	< 10
<b>ML23</b>	ML Brücke West	4465454	5333943	Donnersbergerbrücke Bushaltestelle	West	< 10
<b>ML24</b>	ML Brücke Ost	4465493	5333923	Donnersbergerbrücke Bushaltestelle	Ost	< 10

\* Stationsversetzung am 26.09.2013 (größerer Messcontainer)

\*\* Messpunkt ML13a wurde am 13.11.2012 um wenige Meter verlegt, da der Baum, an dem der Passivsammler befestigt war, gefällt wurde.

## 1.2 Ergebnisse Landshuter Allee

In Abb. 4 bis Abb. 8 sind die Stickstoffdioxidkonzentrationen an der Landshuter Allee für den gesamten Messzeitraum aufgetragen. In den Grafiken sind oben die Konzentrationen an den Messpunkten auf der Westseite, unten die auf der Ostseite der Landshuter Allee aufgetragen. In der Gesamtheit der Messwerte liegen die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf der Ostseite eher niedriger als auf der Westseite. Ausnahmen bilden die Messpunkte ML6 und ML11, die beide an den Einmündungen von Seitenstra-

ßen liegen, sowie ML23 und ML24 auf der Donnersbergerbrücke. Die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationsverläufe auf der West- und der Ostseite verlaufen annähernd parallel.

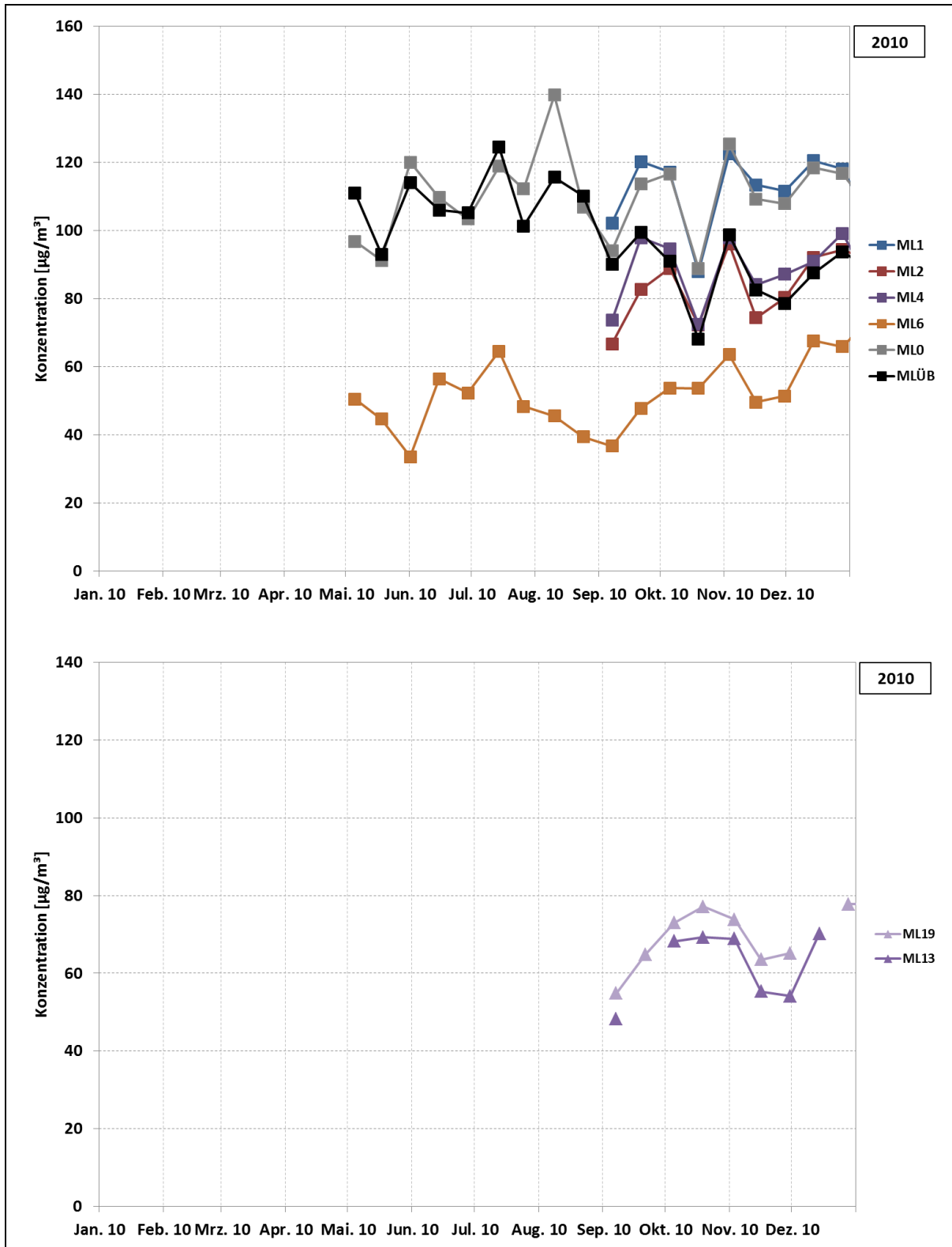


Abb. 4:  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen an der Landshuter Allee im Jahr 2010, oben: Westseite, unten Ostseite [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

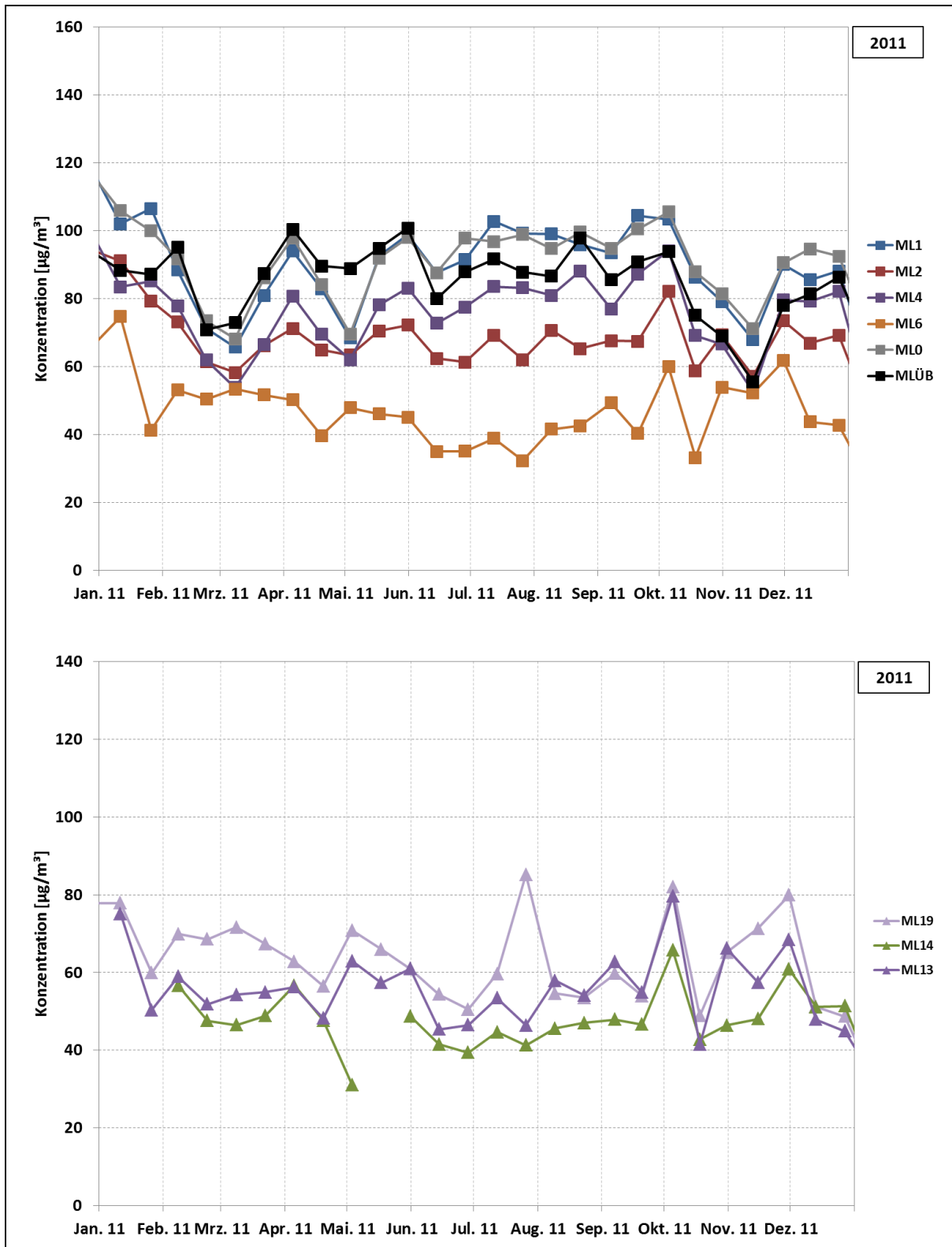


Abb. 5: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der Landshuter Allee im Jahr 2011, oben: Westseite, unten Ostseite [µg/m<sup>3</sup>]

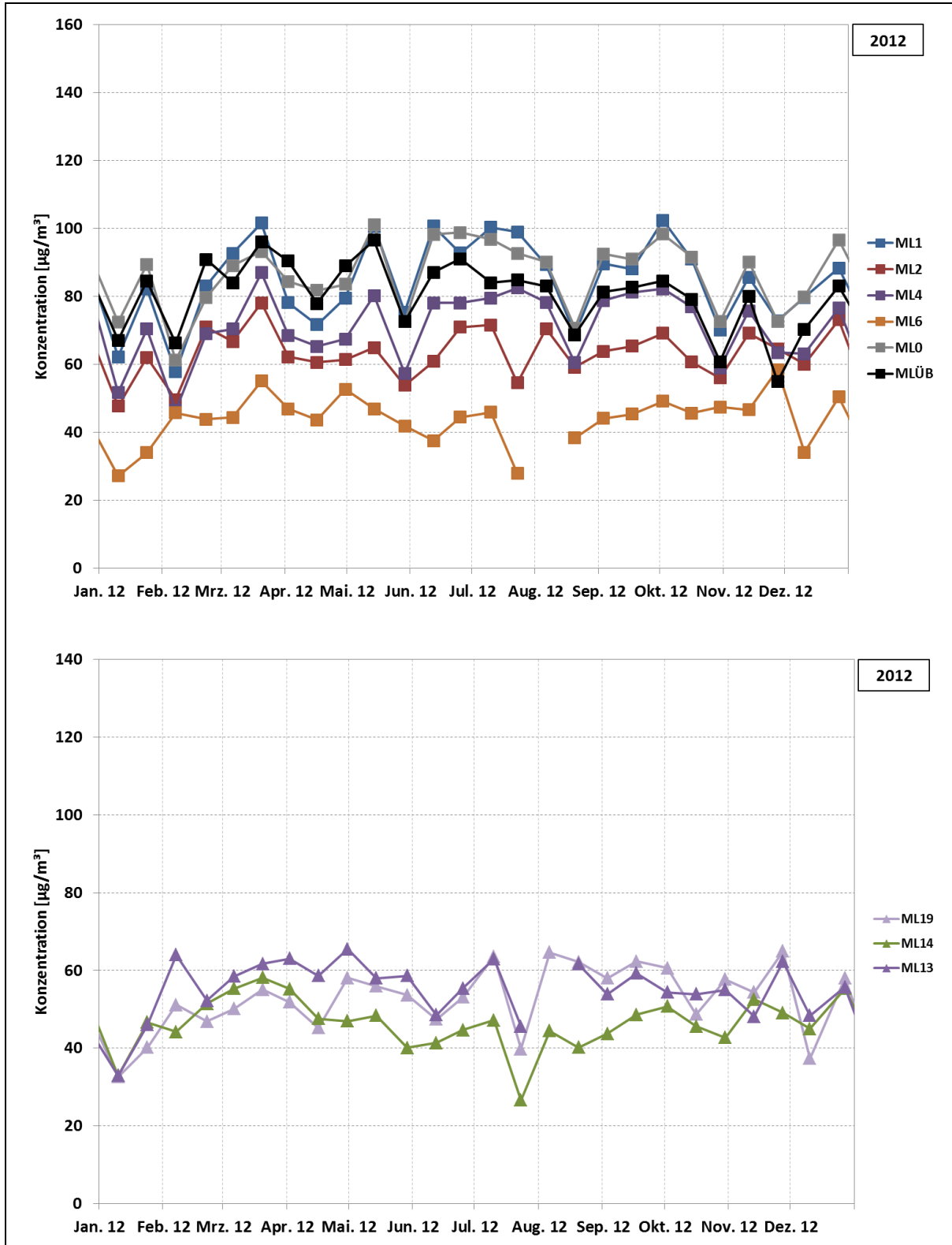


Abb. 6: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der Landshuter Allee im Jahr 2012, oben: Westseite, unten Ostseite [µg/m<sup>3</sup>]

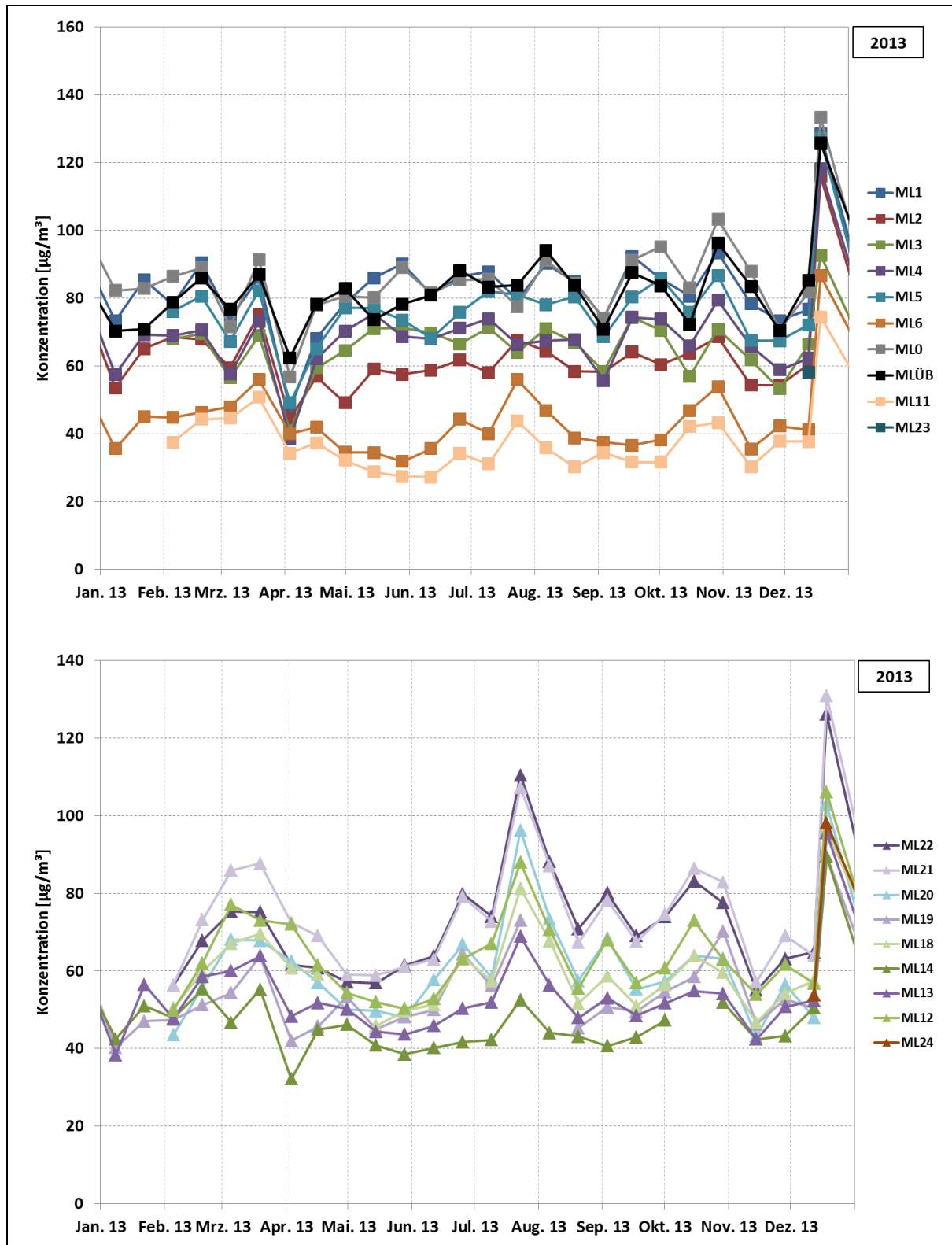


Abb. 7: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der Landshuter Allee im Jahr 2013, oben: Westseite, unten Ostseite [µg/m<sup>3</sup>]

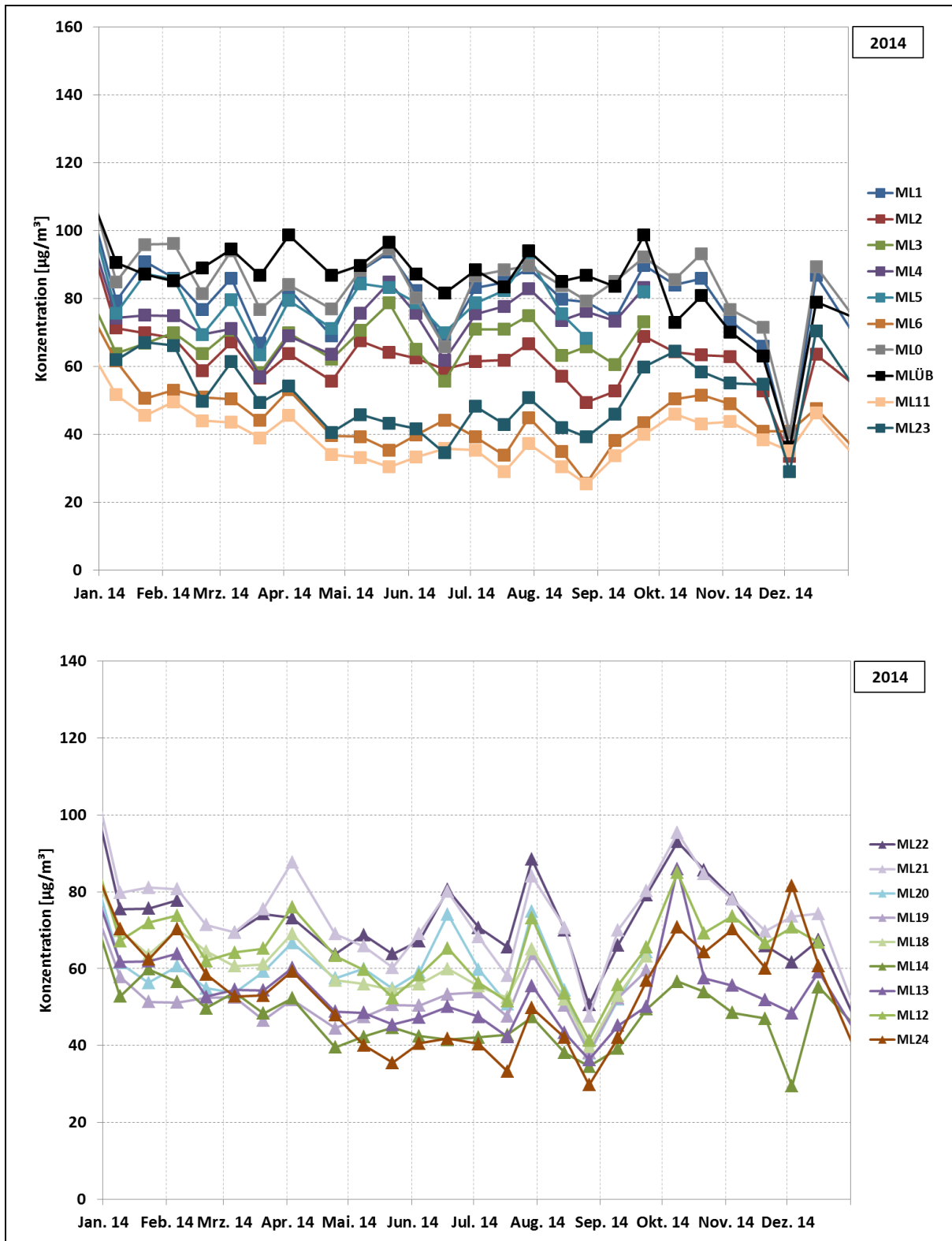


Abb. 8: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der Landshuter Allee im Jahr 2014, oben: Westseite, unten Ostseite [µg/m<sup>3</sup>]

Die Darstellung in den voran stehenden Abbildungen ist für nähere Betrachtungen, aufgrund der großen Anzahl der Standorte und der Einzelwerte, unübersichtlich. Daher werden in der Folge einzelne Abschnitte der Landshuter Allee in ihren Jahresverläufen untersucht.

Zunächst werden die Ergebnisse der **nördlichen Messpunkte** an der Landshuter Allee betrachtet: Abb. 9 und Abb. 10 zeigen die zeitlichen Verläufe der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen der vier nördlichen Messpunkte an der Landshuter Allee (ML1, ML2, ML21 und ML22) über die Jahre 2013 und 2014. Zum Vergleich sind die Konzentrationsverläufe des Passivsammlers an der im südlichen Bereich stationierten LÜB-Station (ML0) und des Messpunktes ML13 schräg gegenüber der LÜB-Station auf der Ostseite mit dargestellt. Die Konzentrationen am nördlichen Messpunkt ML1 und des Passivsammlers an der südlich gelegenen LÜB-Station (ML0) liegen sehr nahe beieinander und weisen einen ähnlichen Verlauf auf. Diese beiden Messpunkte liegen jeweils in Abschnitten der Landshuter Allee, die jeweils einen ausgeprägten Schlucht-Charakter aufweisen.

Der Messpunkt ML2 befindet sich dagegen in einem Abschnitt, der eine schräg zur Landshuter Allee angeordnete Bebauung und damit eine deutlich bessere Belüftung aufweist. Das hat zur Folge, dass hier die Stickstoffdioxidbelastung im Mittel um etwa ein Viertel niedriger ist als an der LÜB-Station.

Auf die beiden nördlichsten Messpunkte der Ostseite der Landshuter Allee (ML21 und ML22) scheinen die unterschiedlichen Bauungsformen der Westseite keinen Einfluss zu haben. Der Konzentrationsverlauf der beiden Messpunkte auf der Ostseite ist vergleichbar. Die Konzentrationen unterscheiden sich nur geringfügig. Sie liegen unterhalb der des ihnen gegenüberliegenden Messpunktes ML1 auf der Westseite. Am Messpunkt ML2 (vor schräg stehender Bebauung) lag die Konzentration im Vergleich zu den drei anderen nördlichen Messpunkten (alle vor geschlossener Bebauung), am niedrigsten.

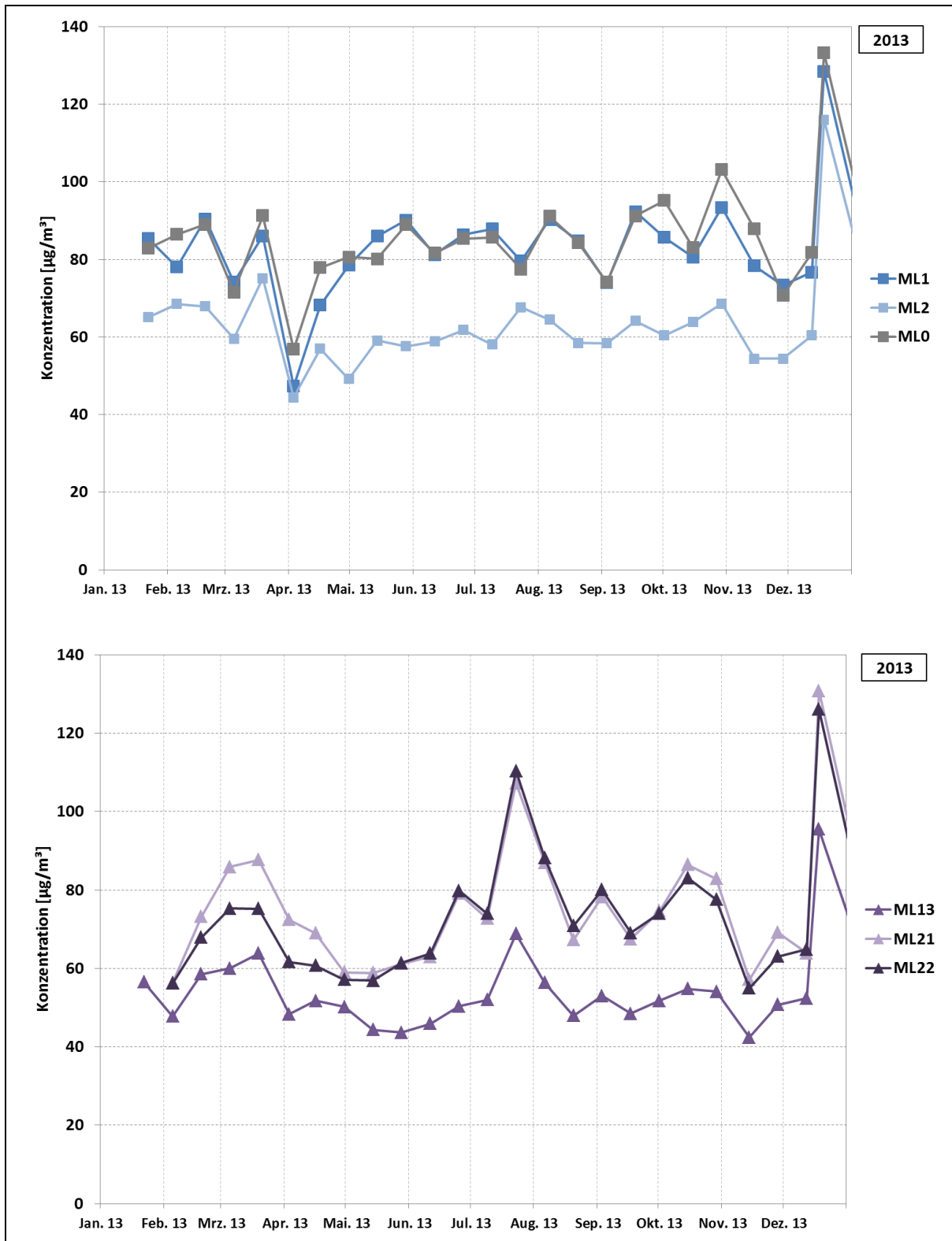


Abb. 9: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im nördlichen Bereich der Landshuter Allee im Jahr 2013, oben: Westseite, unten: Ostseite [µg/m<sup>3</sup>]



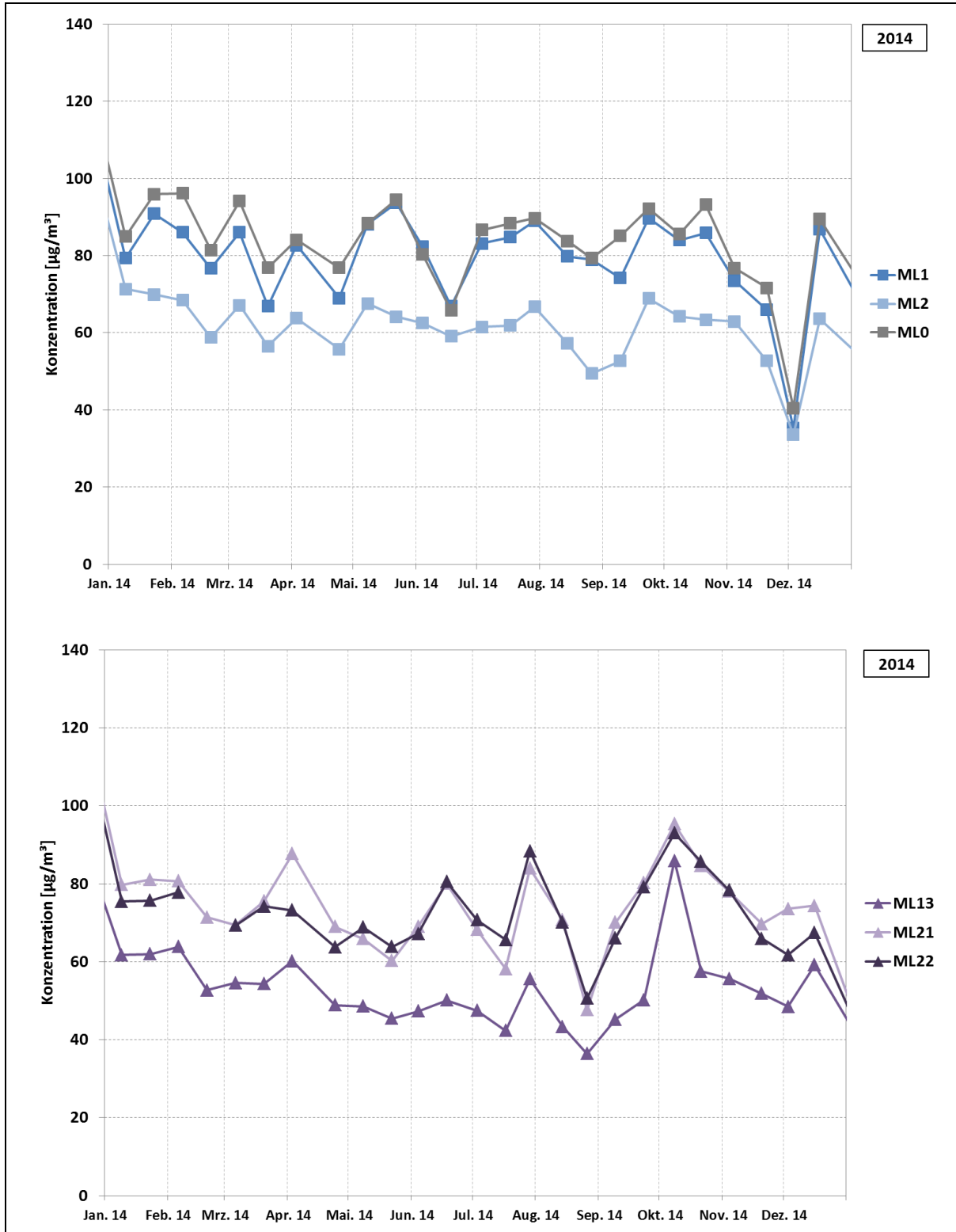


Abb. 10: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im nördlichen Bereich der Landshuter Allee im Jahr 2014, oben: Westseite, unten: Ostseite [µg/m<sup>3</sup>]

Im Bereich der **Untertunnelung** der Landshuter Allee auf der Oberfläche und etwa halber Länge des Tunnels wurden die ersten beiden Messpunkte auf der West-(ML4) und der Ostseite (ML19) im September 2010 in Betrieb genommen. Der Verlauf der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen ist für die Jahre 2011 und 2012 in der Abb. 11 dargestellt. Die Konzentrationen lagen auf der Ostseite in der Regel deutlich niedriger als auf der Westseite.

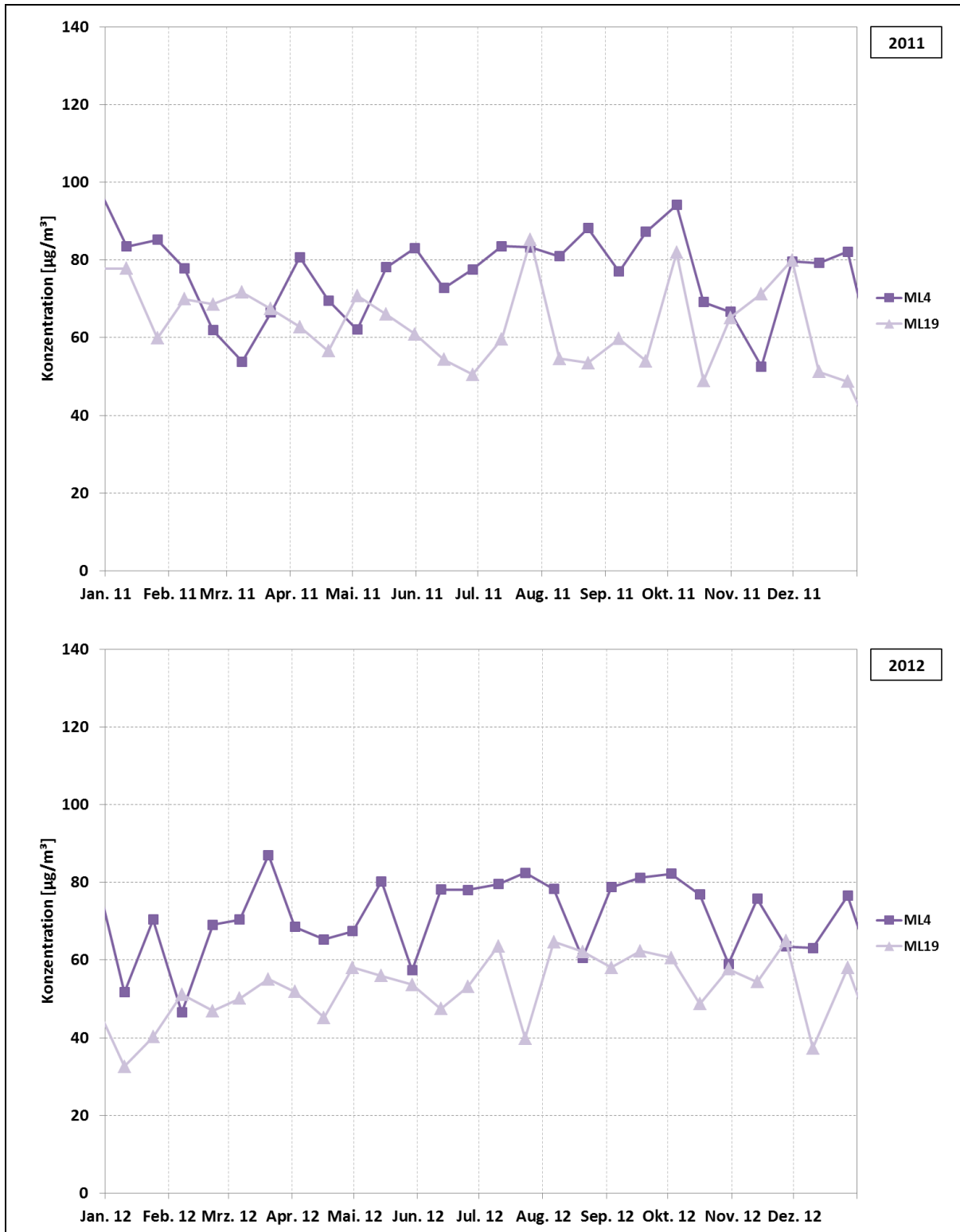


Abb. 11: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Bereich der Untertunnelung der Landshuter Allee in den Jahren 2011 bis 2012, West- und Ostseite [µg/m<sup>3</sup>]

Die vier Messpunkte (ML3, ML5, ML18 und ML20) in der Nähe der Tunnelausgänge wurden erst im Jahr 2013 eingerichtet. Nachfolgend sind die Konzentrationsverläufe für die Jahre 2013 und 2014 der Passivsammler-Messungen an der West- (ML3, ML4 und ML5) und an der Ostseite (ML18, ML19 und ML20) der Landshuter Allee getrennt dargestellt. ML3 befindet sich gegenüber ML20, ML4 gegenüber von ML19 und ML5 gegenüber von ML18 (s. Abb. 14).

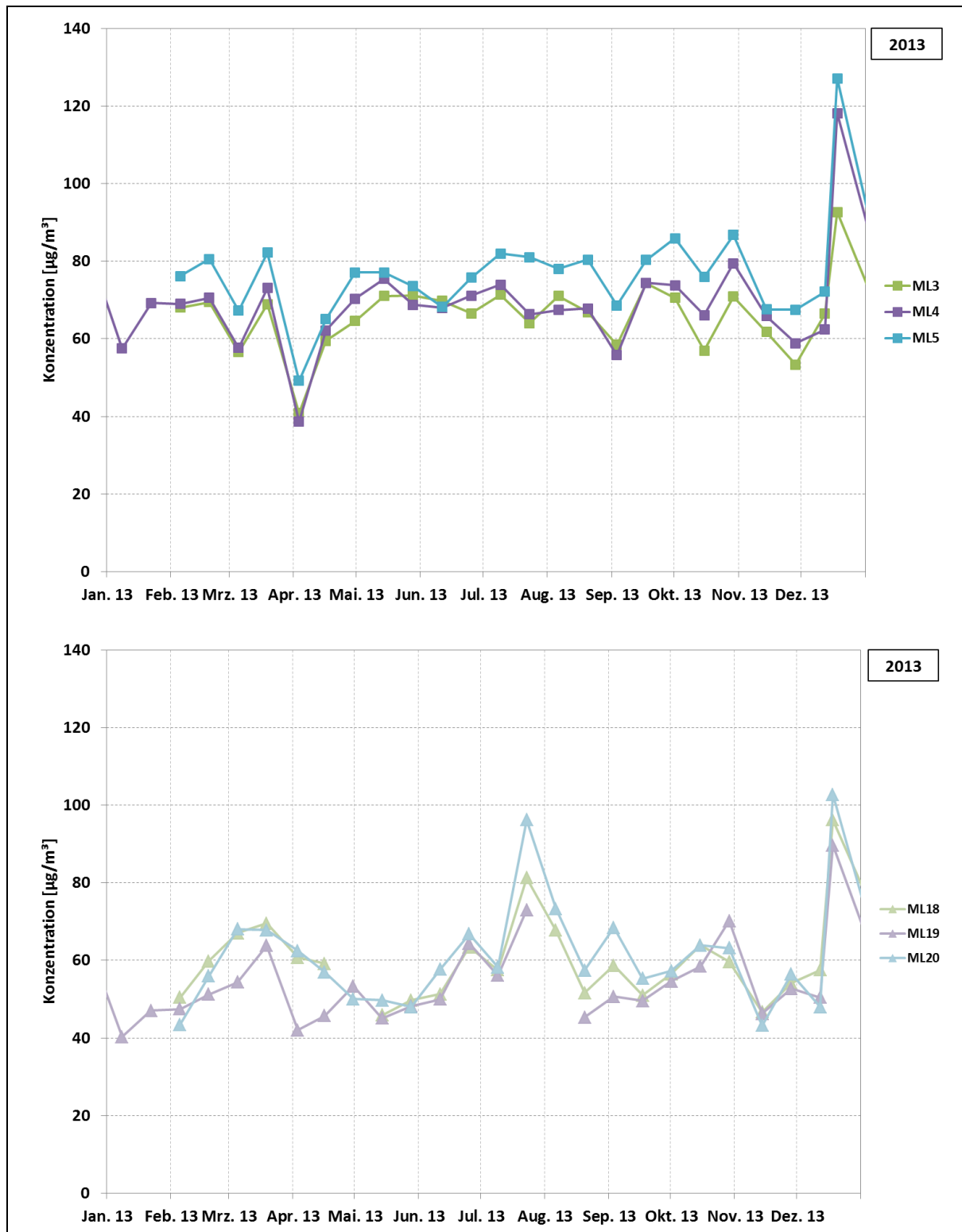


Abb. 12: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Bereich der Untertunnelung der Landshuter Allee im Jahr 2013, oben: Westseite, unten: Ostseite [µg/m<sup>3</sup>]

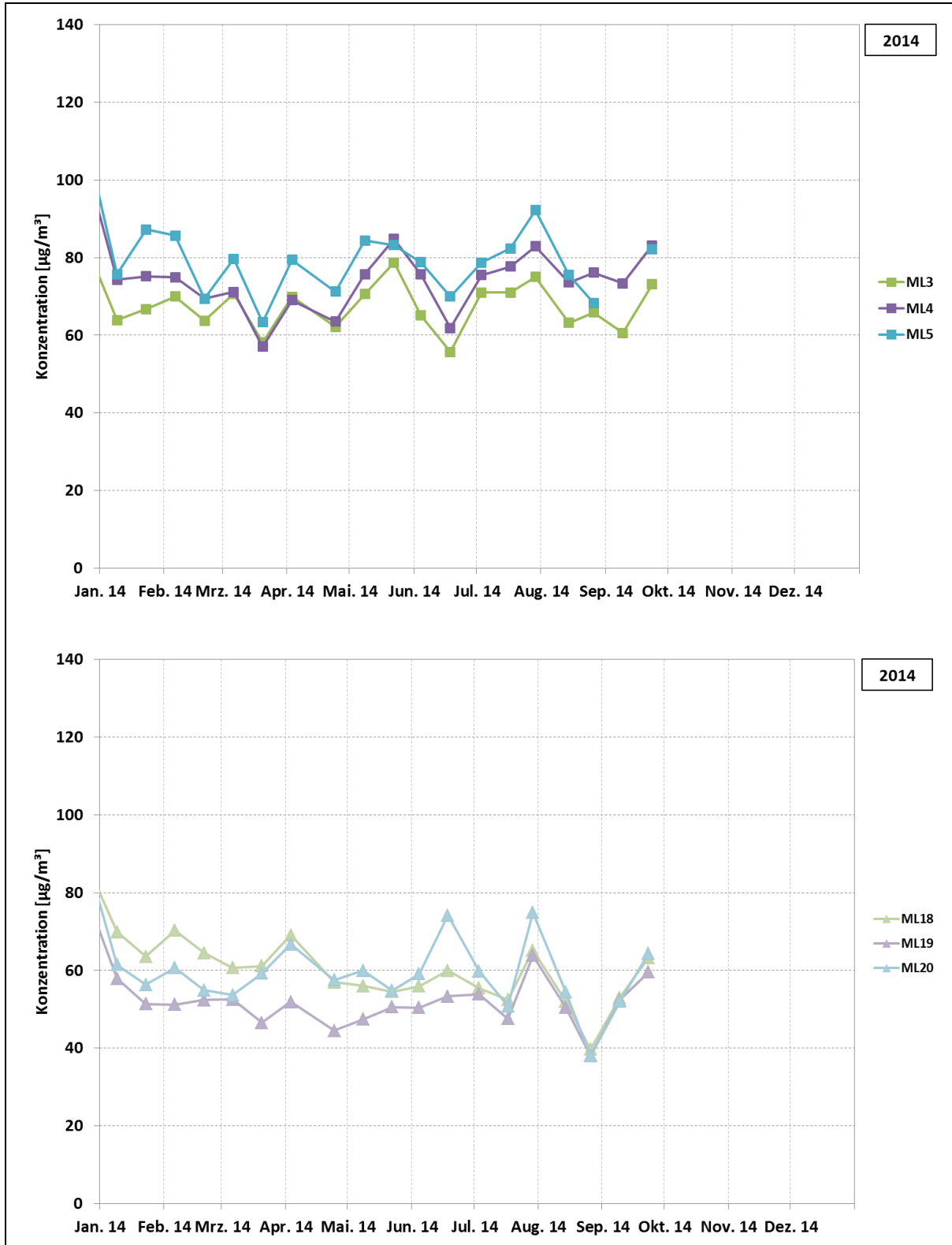


Abb. 13: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Bereich der Untertunnelung der Landshuter Allee im Jahr 2014, oben: Westseite, unten: Ostseite [µg/m<sup>3</sup>]. Die Messungen endeten am 23.09.2014



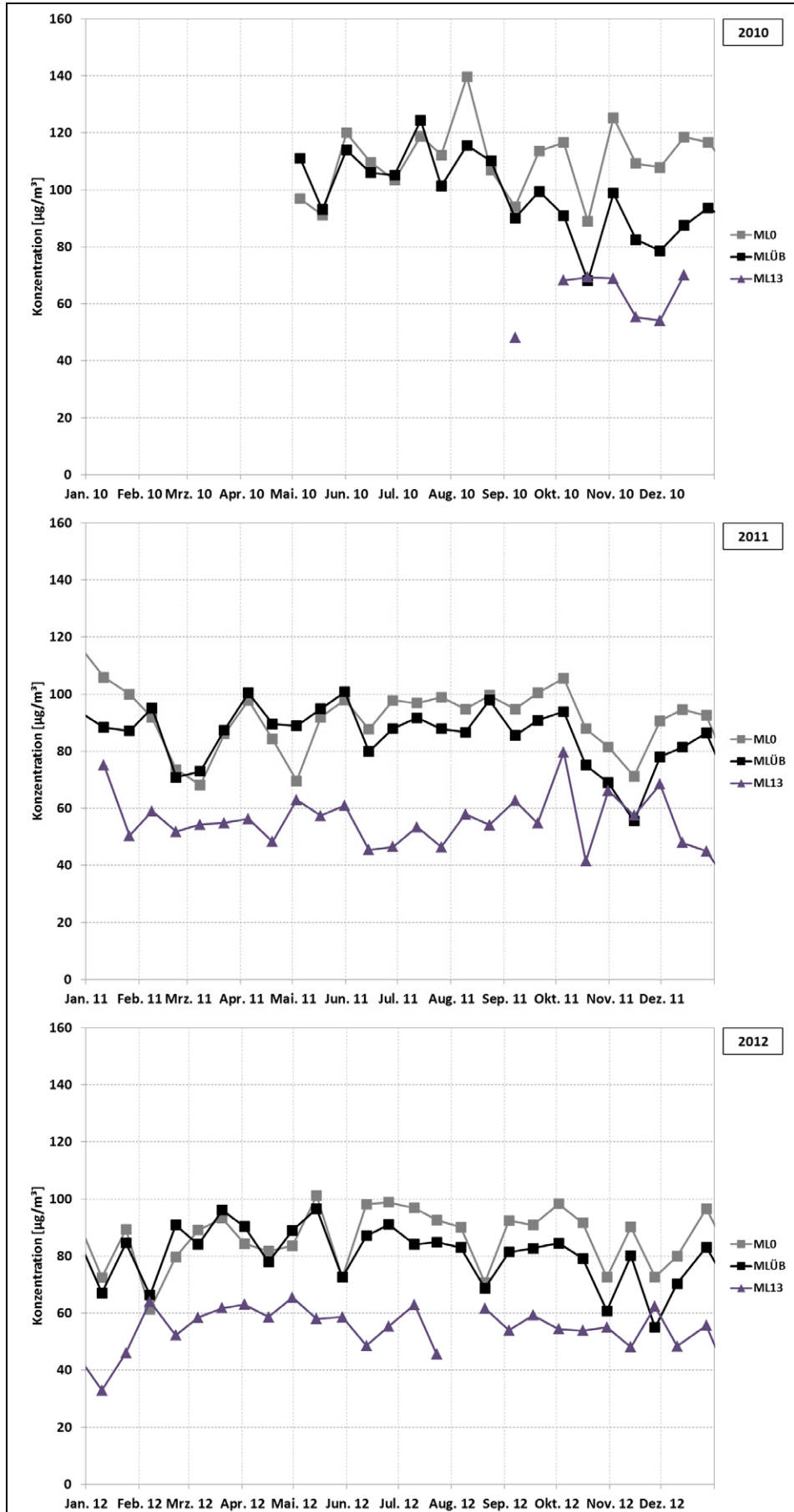


Abb. 15:  
NO<sub>2</sub>-Konzentrationen  
im südlichen Bereich  
der Landshuter Allee  
in den Jahren 2010  
bis 2012, West-und  
Ostseite [µg/m<sup>3</sup>]

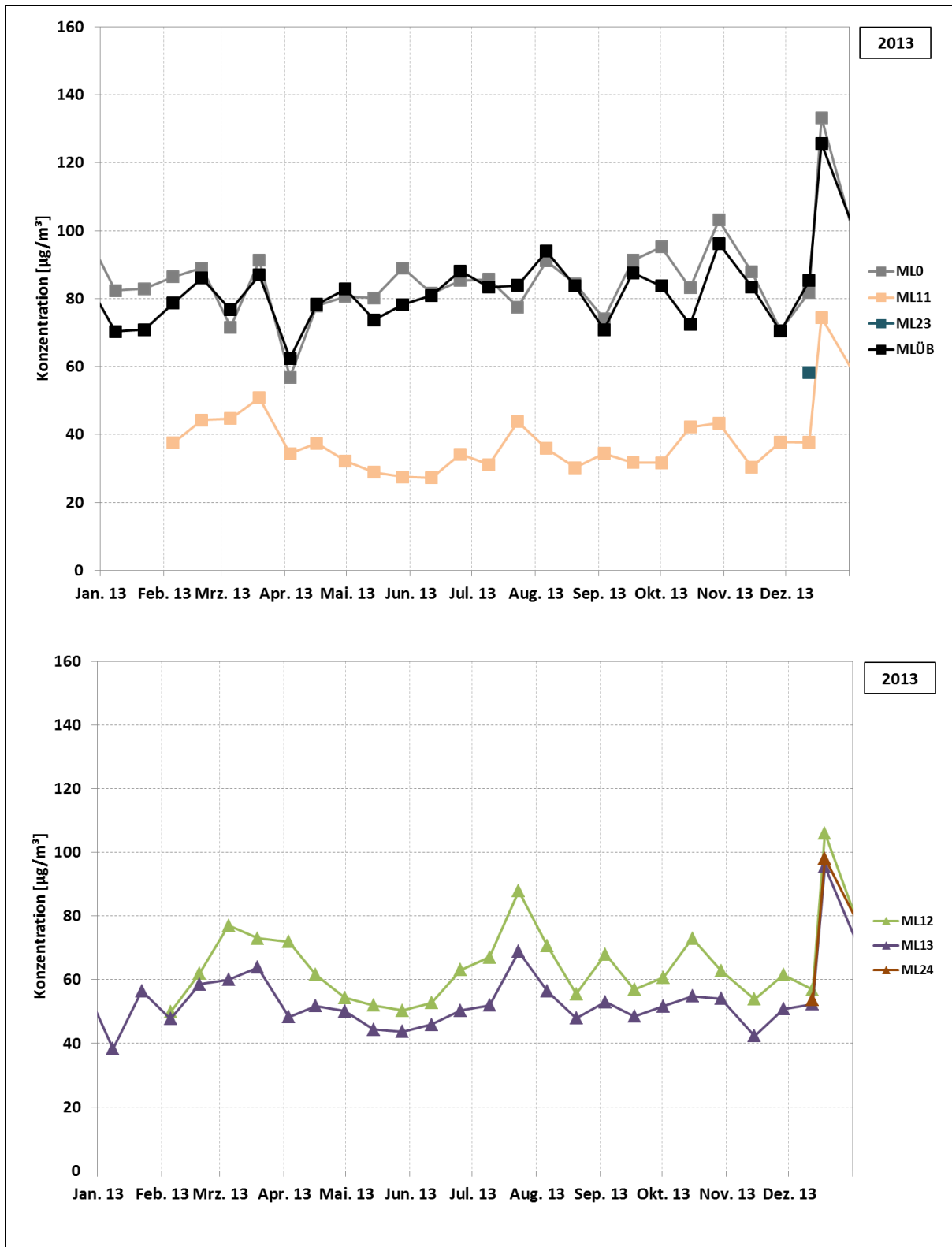


Abb. 16: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im südlichen Bereich der Landshuter Allee im Jahr 2013, oben: Westseite, unten: Ostseite [µg/m<sup>3</sup>]

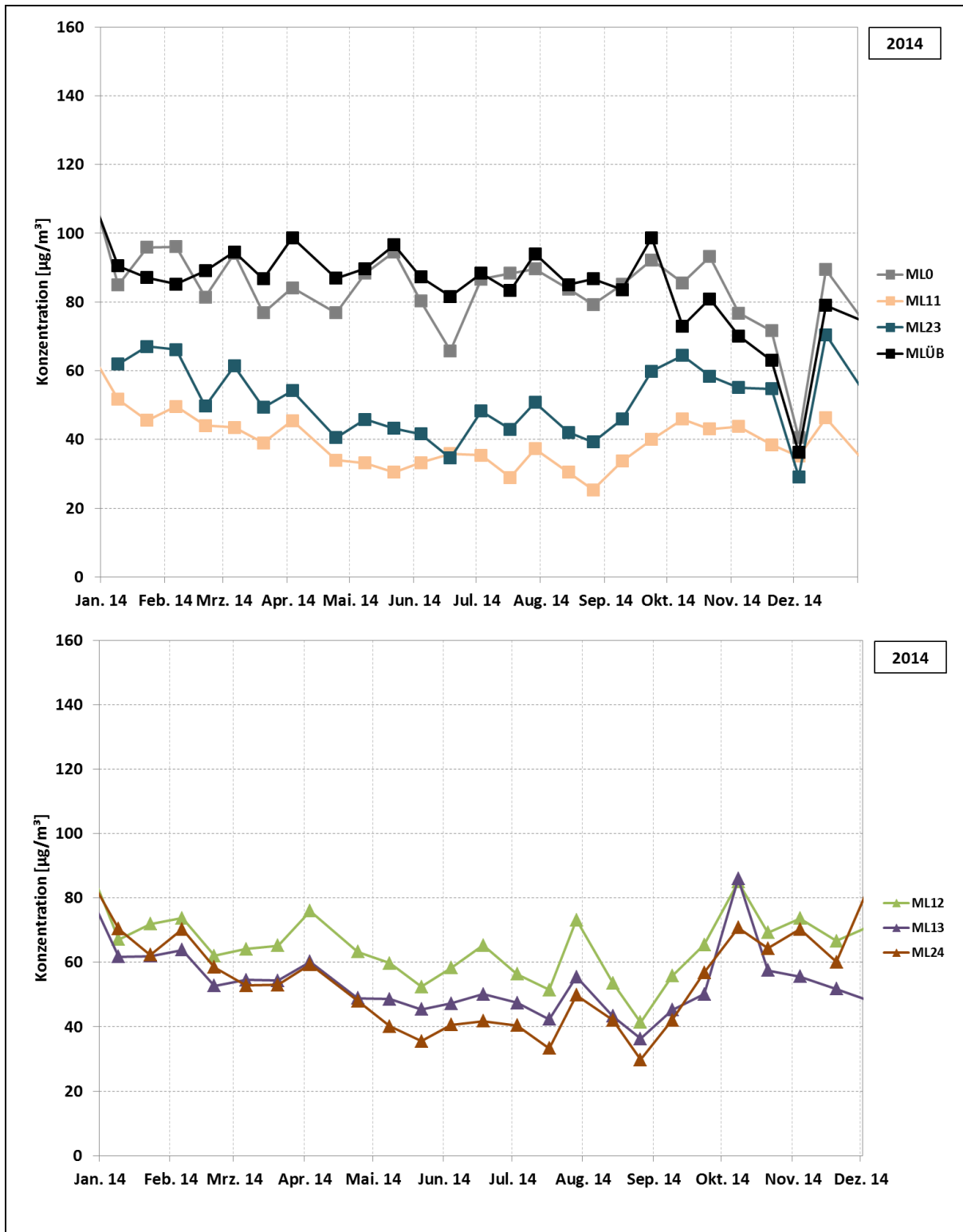


Abb. 17: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im südlichen Bereich der Landshuter Allee im Jahr 2014, oben: Westseite, unten: Ostseite [µg/m<sup>3</sup>]



### 1.3 Diskussion

In Tab. 3 sind die Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an den Messpunkten an der Landshuter Allee für die Jahre 2011 bis 2014 zusammengestellt. Auch wenn von 2011 bis 2014 für die jeweiligen Messstandorte ein Rückgang der NO<sub>2</sub>-Belastung um etwa 6 % zu verzeichnen war, lagen diese Werte an nahezu allen Messpunkten über dem Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> der 39. BImSchV. Nur am Messpunkt ML11 im Bereich der Einmündung zur Wilderich-Lang-Straße wurde mit einem Messwert von 38 µg/m<sup>3</sup> der Grenzwert unterschritten.

Tab. 3: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte [µg/m<sup>3</sup>] der Passivsammler-Messungen in der Landshuter Allee in München auf der West- und der Ostseite

Westseite					Ostseite				
Messpunkt	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	Messpunkt
ML1	88	85	83	79	-	-	73	71	ML22
ML2	67	64	63	60	-	-	76	72	ML21
ML3	-	-	66	-	-	-	61	-	ML20
ML4	75	71	69	-	62	53	55	-	ML19
ML5	-	-	77	-	-	-	60	-	ML18
ML6	45	44	45	43	47	47	47	46	ML14
ML0	90	87	85	83	54	56	54	52	ML13
ML11	-	-	38	38	-	-	65	64	ML12
ML23	-	-	-	51	-	-	-	52	ML24

Die höchsten Messwerte wurden mit über 70 µg/m<sup>3</sup> in den Streckenabschnitten mit ausgeprägt schluchtartiger Bebauung festgestellt (ML1, ML4, ML12, ML19, ML20, ML22 und an der LÜB-Station (ML0)), wobei die Belastung an einigen Messpunkten auf der Westseite mit Messwerten über 80 µg/m<sup>3</sup> (ML1 und ML0) signifikant höher war als an vergleichbaren Messpunkten auf der Ostseite (ML22, ML12). In Kreuzungs- oder Einmündungsbereichen (ML6, ML14 und ML11), die besser durchlüftet sind, lagen die Messwerte niedriger, ebenso in Bereichen mit Bebauungslücken (ML2, ML6, ML11, ML13, ML14).

In Untersuchungen der Bundesanstalt für Straßenwesen (BaSt) zu Längsprofilmessungen in Autobahn-Tunneln wurde u.a. die Luftschadstoffbelastung durch Stickoxide von sechs verschiedenen Tunneln mit Hilfe eines mobilen Messroboters aufgenommen [2]. Dabei wurden zum Teil sehr starke Zunahmen der Stickoxidkonzentrationen (um den Faktor zwei bis Faktor 15) über die Tunnellänge festgestellt. Neben der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Gesamtverkehrsstärke und des Anteils des Schwerverkehrs hatte auch die die Tunnellänge einen großen Einfluss auf die Anreicherung der Stickoxide und damit auf die Konzentrationen am Tunnelausgang. Die untersuchten Tunnel hatten Längen von 640 m bis 960 m und waren damit knapp zwei- bis 2,5mal so lang wie der Tunnel an der Landshuter Allee (Länge: 430 m).

Die Messstellen an der Landshuter Allee waren außerhalb der Untertunnelung auf Oberflächenniveau in einiger Entfernung von den Tunnelausgängen angebracht, so dass hier die Tunnelabluft schon wieder verdünnt ist.

Im Bereich der Untertunnelung lagen die Werte zwischen 53-77 µg/m<sup>3</sup>. Somit ist die NO<sub>2</sub>-Belastung im Tunnelumfeld deutlich geringer als die Belastung an der LÜB-Station (ML0). Durch die Untertunnelung und die damit verbundene Reduzierung des Verkehrs an der Oberfläche wird die NO<sub>2</sub>-Belastung an der angrenzenden (oberirdischen) Wohnbebauung gemindert.

### Luv-Lee-Effekte

In der Regel wurden an den Messpunkten auf der Westseite der Landshuter Allee im Vergleich zu den gegenüberliegenden Messpunkten auf der Ostseite höhere  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen gemessen. In einzelnen Messperioden wiesen die Messpunkte auf der Ostseite der Landshuter Allee aber deutlich höhere  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen auf als die auf der Westseite.

Dabei bildet sich bei Windrichtungen quer zur Straßenschlucht der Landshuter Allee eine „Luftwalze“, mit der das Stickstoffdioxid von der dem Wind zugewandten Straßenseite (Ostseite, Luv) auf die Straßenseite transportiert wird, die dem Wind abgewandt ist (Lee, Westseite, vgl. Abb. 18).



Abb. 18: Mögliche Bildung einer Windwalze bei westlichen Winden an der Landshuter Allee, mit der  $\text{NO}_2$  von der Luvseite der Straßenschlucht auf die Leeseite gespült wird

Im Juni 2010 wurden an fünf Tagen kontinuierliche Messungen der  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen mit einem Messwagen am Messpunkt ML13a auf der Ostseite der Landshuter Allee für jeweils maximal 6,5 Stunden durchgeführt. Diese Daten wurden mit den kontinuierlichen Messwerten der LÜB-Station auf der Westseite (MLLÜB) verglichen. Die Messwerte sind in Abb. 19 dargestellt. Für jeden Messzeitraum sind in der Grafik zusätzlich die vorherrschende Windrichtung und die mittlere Windgeschwindigkeit angegeben. Diese Daten wurden durch das Meteorologische Institut der Ludwig-Maximilians-Universität München zur Verfügung gestellt. Der Windsensor befand sich in 30 m Höhe auf dem Dach des Institutes in der Theresienstraße 37.

An den Tagen, an denen eine westliche Windrichtung vorherrschte, waren die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen auf der Westseite der Landshuter Allee (LÜB-Station) sehr viel höher (etwa Faktor 2,5) als am Messpunkt gegenüber auf der Ostseite (ML13a). Bei eher nordöstlichen Windrichtungen drehten sich die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationsverhältnisse um, und die Messwerte am Messpunkt ML13a waren etwa doppelt so hoch wie an der LÜB-Station.

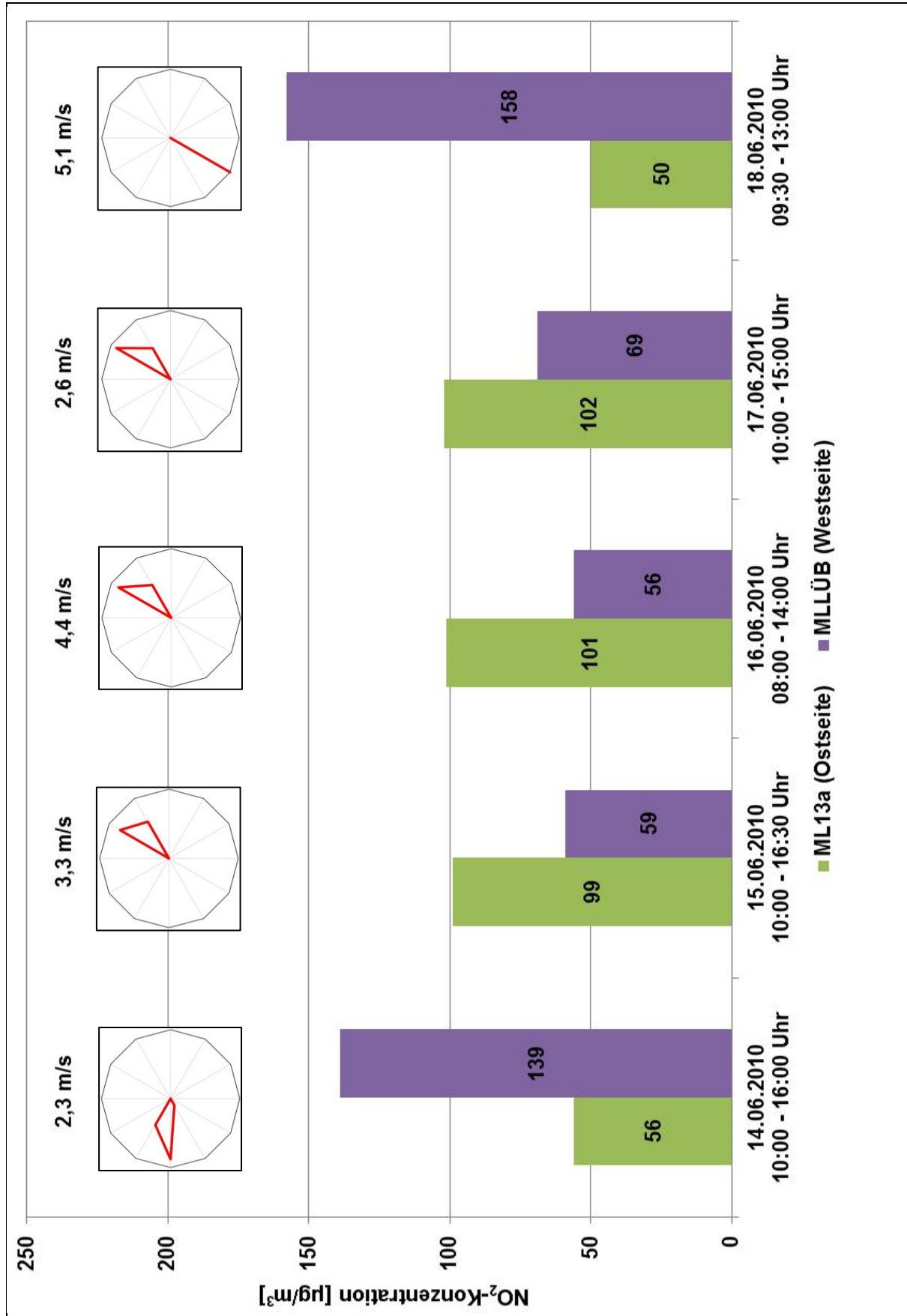


Abb. 19: Kontinuierlich gemessene NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der LÜB-Station Landshuter Allee (MLLÜB) und am Messpunkt ML13a (mit Messwagen) sowie Windrichtung und Windgeschwindigkeit im Juni 2010

Diese ersten Anhaltspunkte aus dem Jahr 2010 sollten mit Hilfe der Passivsammlermessungen ergänzt und verifiziert werden. Dazu wurden die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen ausgewählter Messperioden des Jahres 2013 mit den in diesen Zeiträumen vorherrschenden Windrichtungen verglichen.

Zur Bestimmung der vorherrschenden Windrichtung in den einzelnen Messperioden wurden die Daten des Windsensors in der Nähe der LÜB-Station in der Lothstraße in München (auf dem Dach der Fachhochschule) herangezogen, der in 39 m Höhe die Windrichtungen misst. Um die Häufigkeit der in den einzelnen Messintervallen vorherrschenden Windrichtungen anschaulich darzustellen, wurden aus diesen Daten Windrosen erstellt. Hierzu wurden die jeweils vorherrschenden Windrichtungen und deren prozentuale Häufigkeit im Messzeitraum ermittelt. Kreisförmig aufgetragen erhält man so eine Windrose, aus der man die hauptsächlich vorherrschenden Windrichtungen ablesen kann.

In Abb. 20 ist die Windrose dargestellt, die aus den im Jahr 2013 an der LÜB-Station in der Lothstraße in München vorherrschenden Windrichtungen ermittelt wurde. Der Wind kam überwiegend aus westlichen bis südwestlichen bzw. östlichen bis nordöstlichen Richtungen. Der Anteil der Nord- und Südwinde war gering.

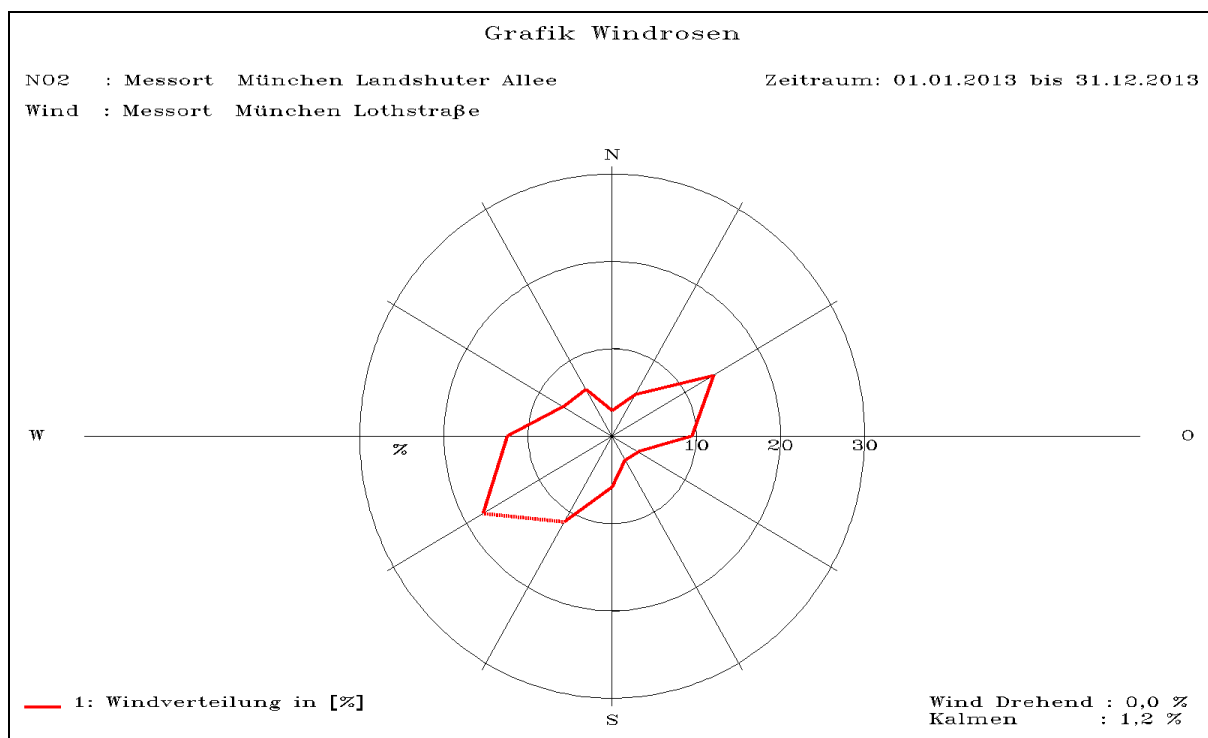


Abb. 20: Windrichtungsverteilung in der Nähe der LÜB-Station in der Lothstraße in München im Jahr 2013

Um den Einfluss der Windrichtungen auf die NO<sub>2</sub>-Belastungen auf beiden Seiten der Landshuter Allee zu untersuchen, wurden die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen einander gegenüberliegender Messpunkte in ausgewählten Messperioden zusammen mit den in diesen Perioden vorherrschenden Windrichtungen dargestellt.

In Abb. 21 und Abb. 22 sind für fünf beispielhaft ausgewählte Messperioden die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen für 2013 im nördlichen Bereich der Landshuter Allee dargestellt. Im Vergleich zu den vorherrschenden Windrichtungen im gesamten Jahr 2013 (vgl. Abb. 20) weichen die Windrichtungsverteilungen während einzelner Messperioden zum Teil deutlich davon ab. In der Zeit vom 09.07.-23.07.2013 wurde ein besonders hoher Anteil von östlichen Winden registriert. Winde aus westlichen Richtungen traten in dieser Zeit kaum auf. In den Zeiträumen vom 05.03.-19.03.2013 und vom 20.08.-03.09.2013 wiesen die Windrichtungsverteilungen ähnlich wie im ganzen Jahr 2013 vorwiegend Winde aus westlichen bis südwestlichen bzw. östlichen Richtungen auf.

### **Nördlicher Bereich der Landshuter Allee**

Die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an den Messpunkten auf der Westseite (ML1, ML2 und ML0) liegen bei vorherrschenden Westwinden auf einem etwas höheren Konzentrationsniveau als die ihnen gegenüberliegenden Messpunkte, je größer der Anteil der östlichen Windrichtungen ist, desto größer sind die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf der Ostseite in diesem Zeitraum.

In der Zeit vom 19.03.-03.04.2013 wehte der Wind überwiegend aus Nordost. Der Anteil an nordöstlichen Winden war auch zwischen dem 09.07. und 23.07.2013 ungewöhnlich groß. In dieser Zeit gab es kaum Wind aus südlichen Richtungen. Auch in der Zeit vom 12.12.-18.12.2013 war die Windrichtungsverteilung eher ungewöhnlich. Die Winde kamen fast ausschließlich aus Süden bzw. Südwesten. Während dieser Messperiode waren die Unterschiede zwischen den Konzentrationen auf der West- und Ostseite im nördlichen Bereich der Landshuter Allee relativ klein. Dabei bleiben in allen betrachteten Perioden die Messpunkte ML2 auf der Westseite und ML13 gegenüber der LÜB-Station auf der Ostseite mit den an diesen Stellen gemessenen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen aufgrund der besseren Durchlüftung im Vergleich zu den anderen Messpunkten unterhalb der übrigen Messwerte im nördlichen Bereich der Landshuter Allee. Bei Messperioden mit vorherrschenden Ostwinden (19.03.-03.04.2013 und 09.07.-23.07.2013) wurden auf der Ostseite der Landshuter Allee tendenziell höhere NO<sub>2</sub>-Konzentrationen gemessen als auf der Westseite.

### **Bereich der Untertunnelung**

Die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen ausgewählter Messperioden mit den Windrosen im Bereich der Untertunnelung in der Landshuter Allee im Jahr 2013 sind in Abb. 23, Abb. 24 und Abb. 25 dargestellt. Es wurden dieselben Messperioden verwendet wie für die Darstellung im nördlichen Bereich der Landshuter Allee.

Auch im Abschnitt der Untertunnelung in der Landshuter Allee gilt für den Einfluss der Windrichtungen auf das Verhältnis der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf der West- und Ostseite der Landshuter Allee, dass bei relativ ausgewogenen Anteilen von West- und Ostwinden die Konzentrationen ähnlich hoch sind (20.08.-03.09.2013).

Aufgrund der baulichen Gegebenheiten der Randbebauung im Tunnelbereich scheint der Einfluss des Ostwindes auf die Höhe der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der Ostseite etwas geringer zu sein als im nördlichen Bereich. Besonders auffällig ist dieser Effekt im Messzeitraum 09.07.-23.07.2013.

Auch der Einfluss der südlichen/südwestlichen Winde in der Zeit vom 12.12.-18.12.2013 auf die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an den Messpunkten der Ostseite (ML18, ML19 und ML20) scheint im Vergleich zum nördlichen Abschnitt der Landshuter Allee deutlich geringer zu sein.

### **Südlicher Bereich der Landshuter Allee**

Die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen und die zugehörigen Windrosen im südlichen Abschnitt der Landshuter Allee sind in Abb. 26 und Abb. 27 dargestellt. Auch hier wurden dieselben Messperioden verwendet wie für die Darstellung im nördlichen Bereich und im Bereich der Untertunnelung.

Die beiden südlichen Messpunkte scheinen dem Einfluss der Windrichtungen nur geringfügig zu unterliegen. Die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen am Messpunkt ML12 auf der Ostseite liegen bei den betrachteten Messperioden höher als am Messpunkt ML11 auf der Westseite der Landshuter Allee. Hier hat die Randbebauung der Landshuter Allee kaum einen Schlucht-Charakter und somit eine Durchlüftung. Der Messpunkt ML11 befand sich an der Einmündung zur Wilderich-Lang-Straße.

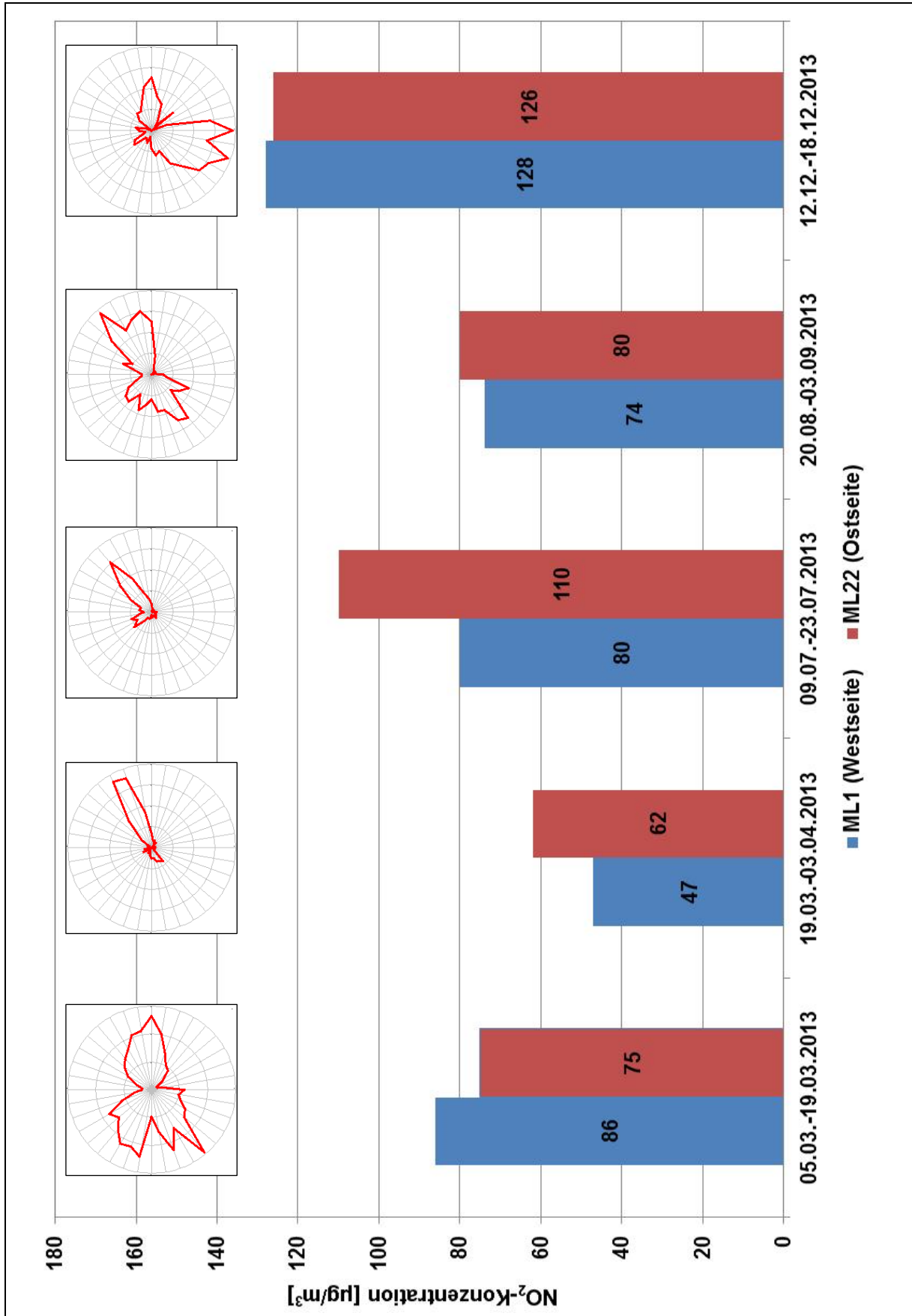


Abb. 21: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf der West- und der Ostseite und entsprechende Windrosen für ausgewählte Messperioden im Jahr 2013 im nördlichen Bereich der Landshuter Allee in München

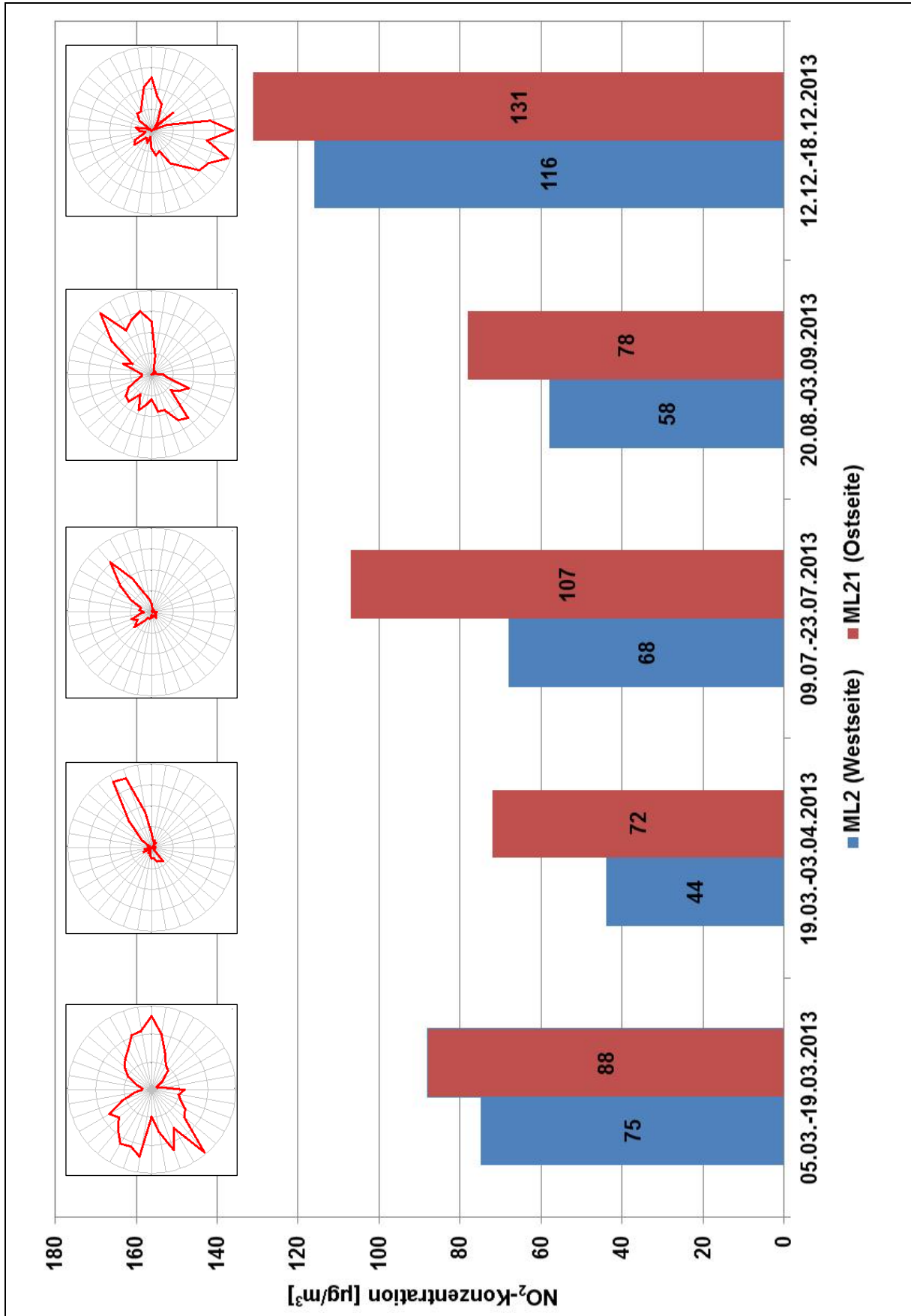


Abb. 22: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf der West- und der Ostseite und entsprechende Windrosen für ausgewählte Messperioden im Jahr 2013 im nördlichen Bereich der Landshuter Allee in München



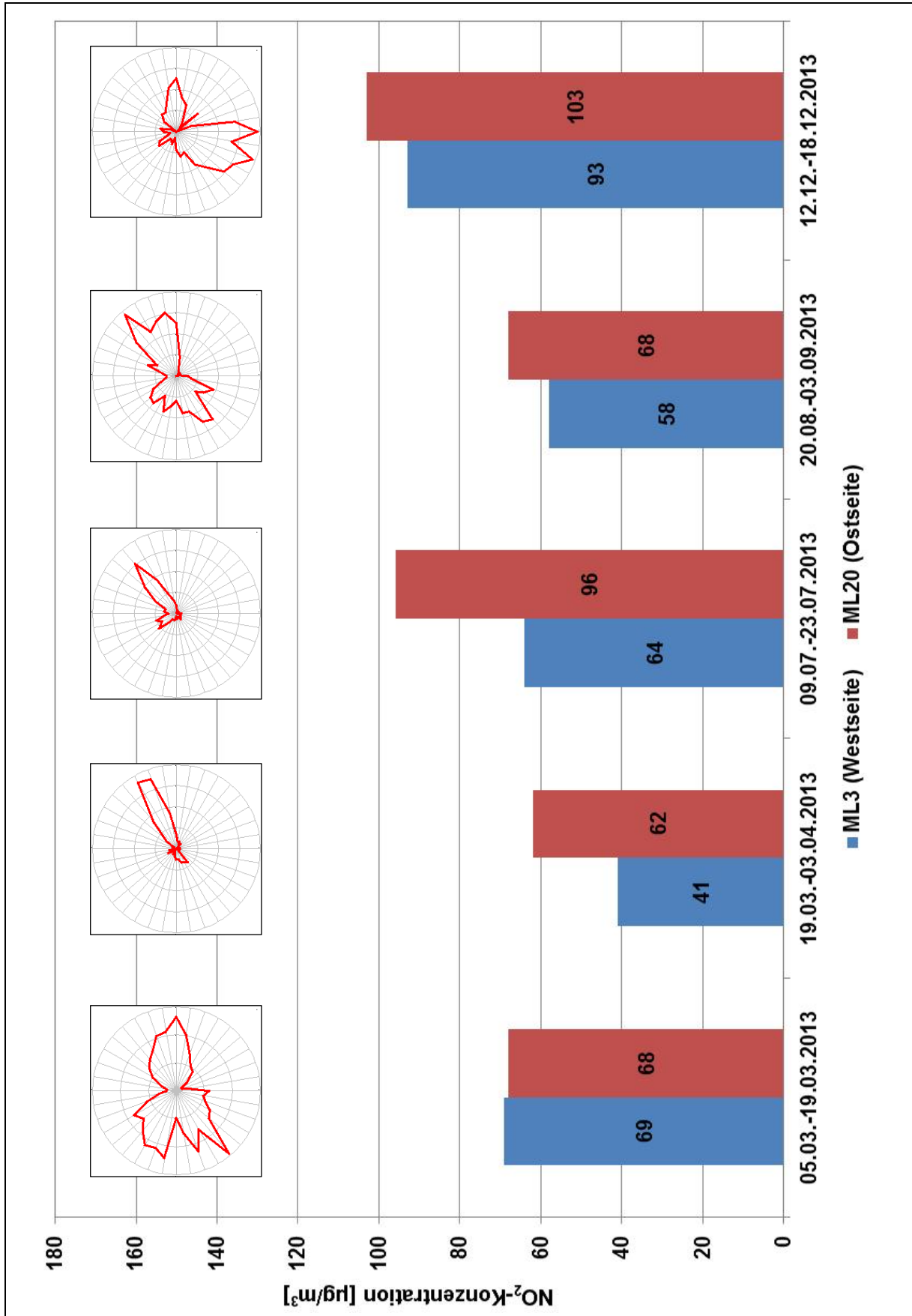


Abb. 23: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf der West- und der Ostseite und entsprechende Windrosen für ausgewählte Messperioden im Jahr 2013 im Bereich der Untertunnelung in der Landshuter Allee in München

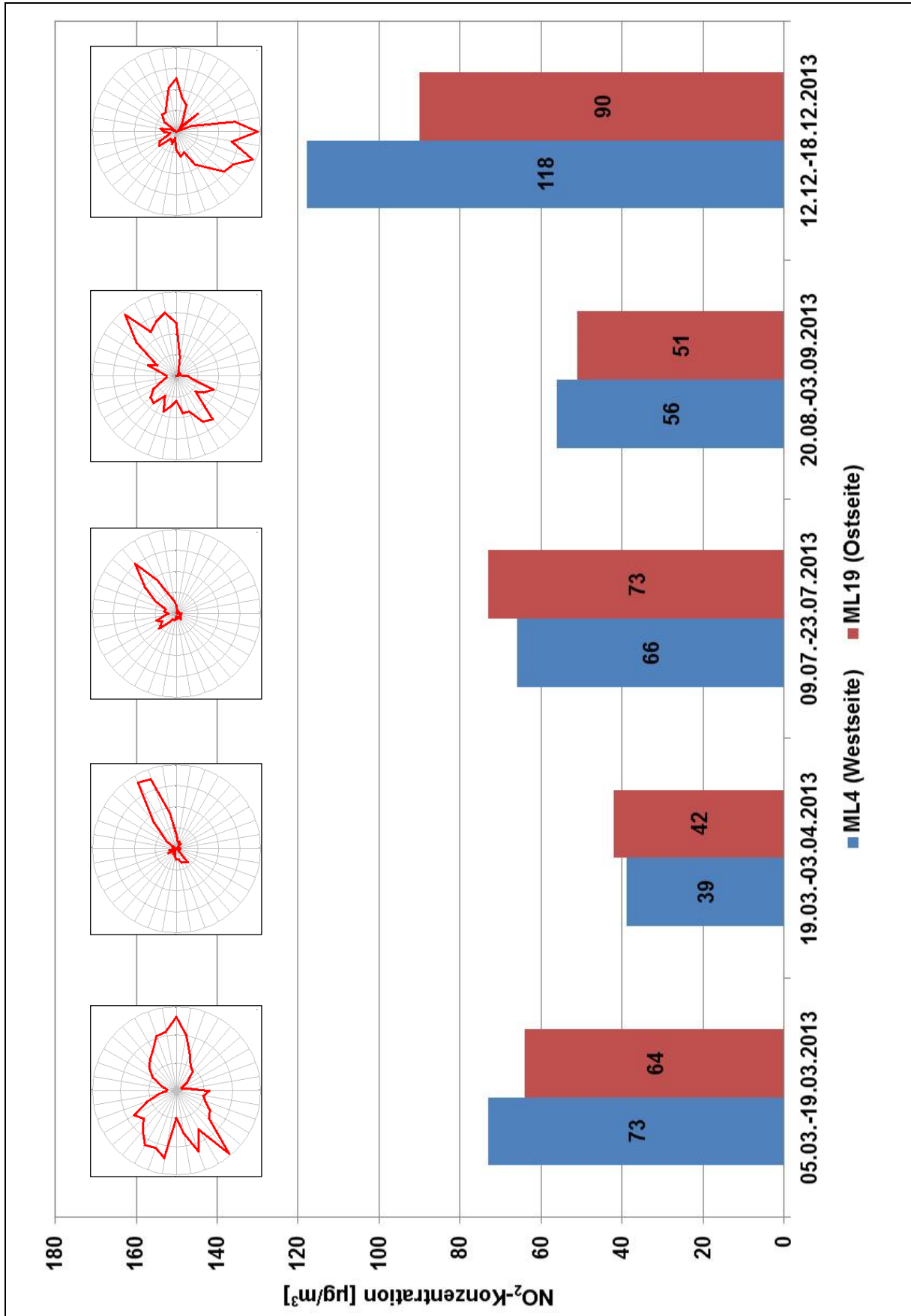


Abb. 24: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf der West- und der Ostseite und entsprechende Windrosen für ausgewählte Messperioden im Jahr 2013 im Bereich der Untertunnelung in der Landshuter Allee in München

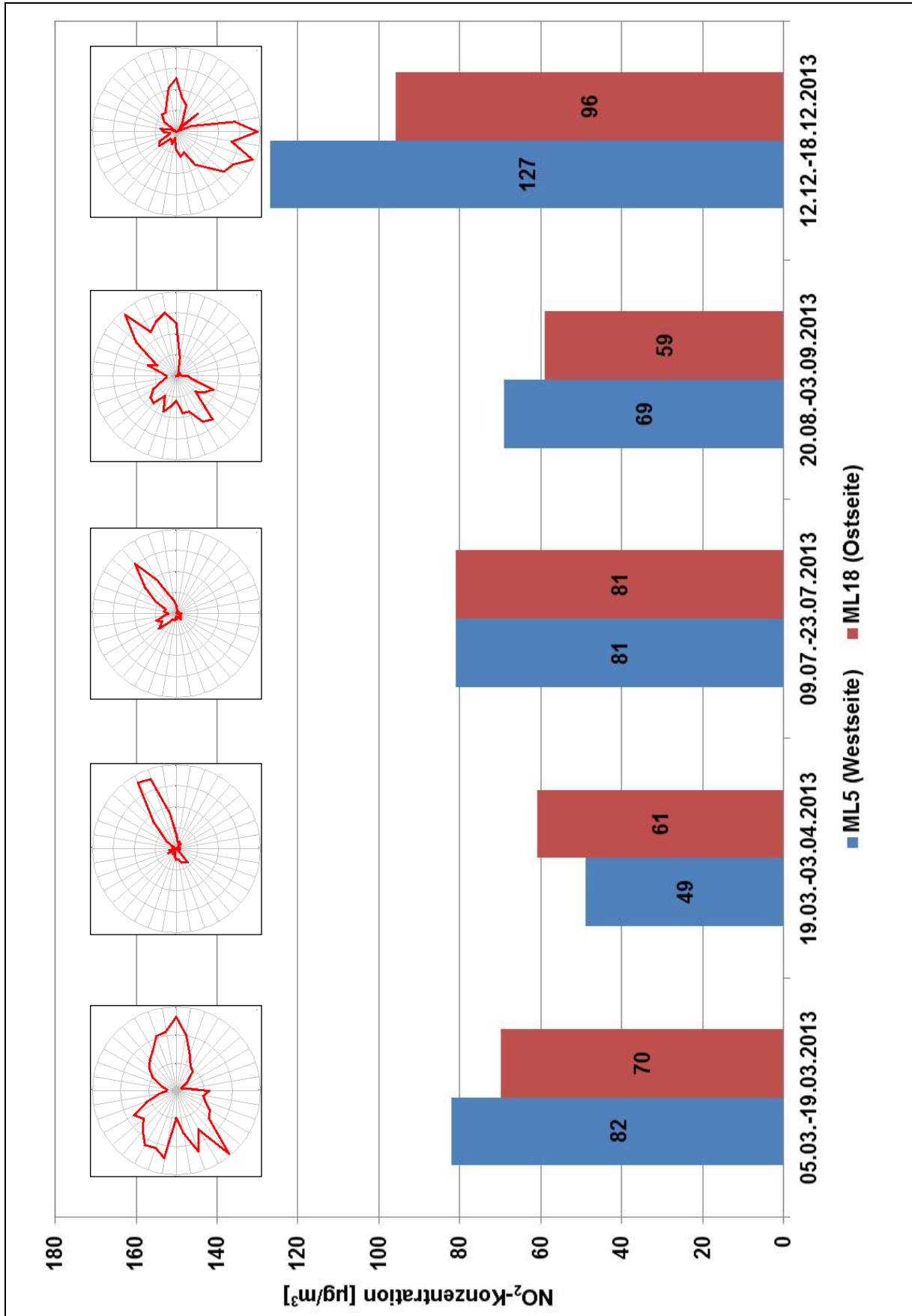


Abb. 25: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf der West- und der Ostseite und entsprechende Windrosen für ausgewählte Messperioden im Jahr 2013 im Bereich der Untertunnelung in der Landshuter Allee in München

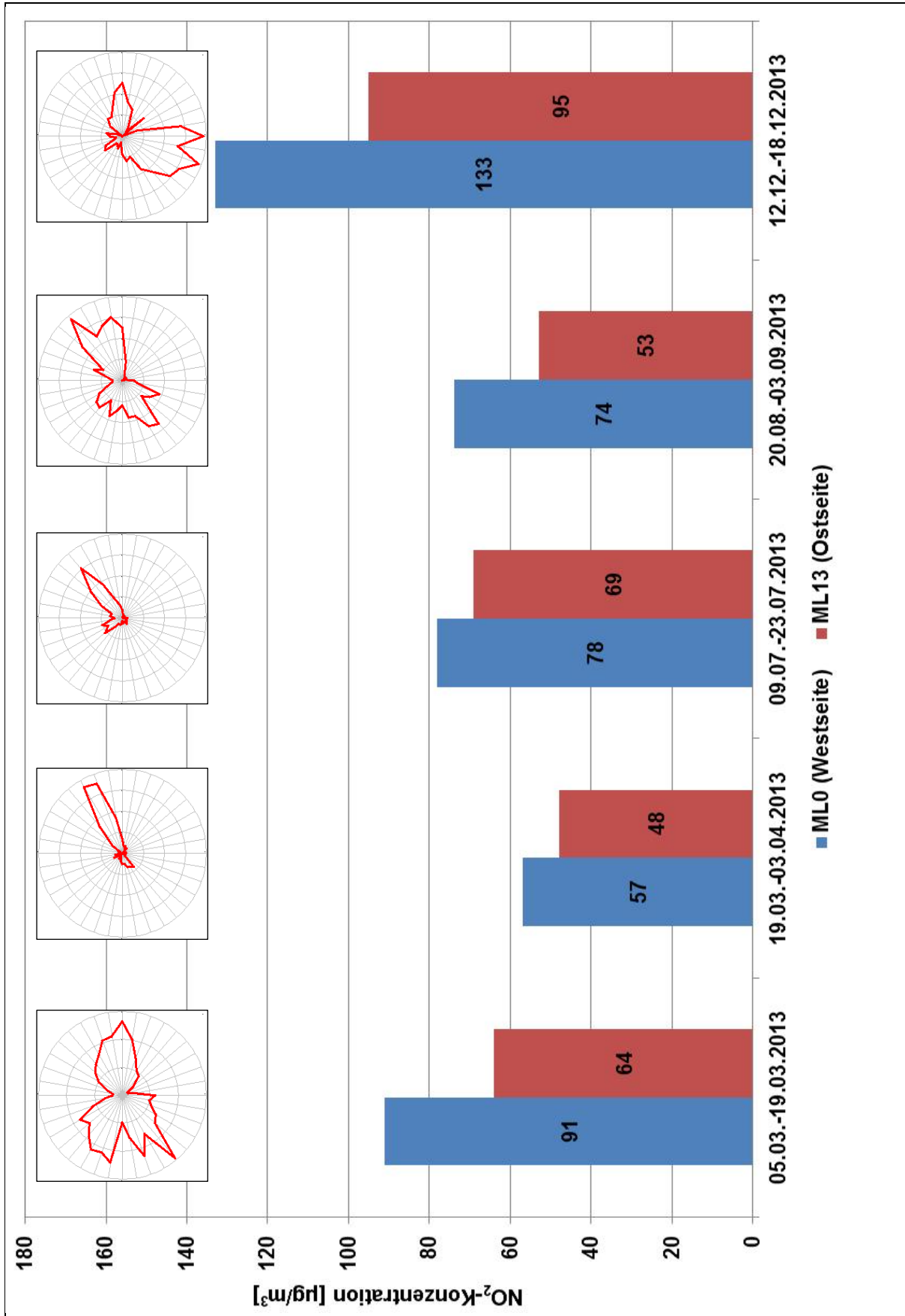


Abb. 26: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf der West- und der Ostseite und entsprechende Windrosen für ausgewählte Messperioden im Jahr 2013 im südlichen Bereich der Landshuter Allee in München

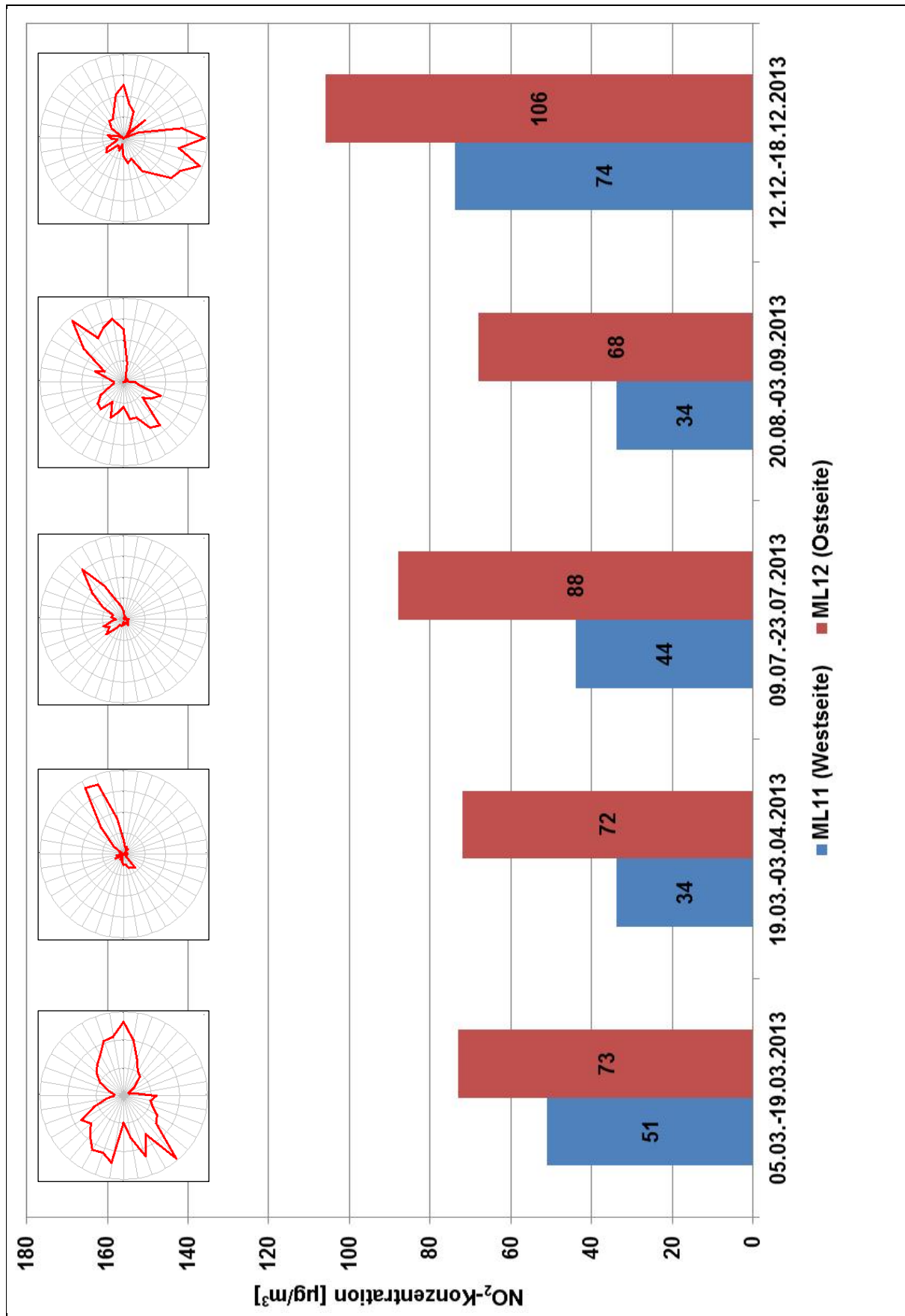


Abb. 27: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf der West- und der Ostseite und entsprechende Windrosen für ausgewählte Messperioden im Jahr 2013 im südlichen Bereich der Landshuter Allee in München

Während des Zeitraums vom 12.12.-18.12.2013 wurden ungewöhnlich hohe  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen gemessen. Die Betrachtung der Windrichtung zeigt, dass in dieser Zeit vor allem Winde aus südlichen Richtungen vorherrschten. Auch an allen anderen Münchener LÜB-Stationen wurden in diesem Zeitraum hohe  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen gemessen.

Der Vergleich der an den Stationen (Landshuter Allee, Lothstraße, Johanneskirchen und Stachus) kontinuierlich gemessenen Tagesmittelwerte im Dezember 2013 mit den in dieser Zeit an der LÜB-Station Lothstraße gemessenen Windgeschwindigkeiten ist in Abb. 28 dargestellt. Insbesondere die ungewöhnliche Windrichtung, aber auch die niedrigen Windgeschwindigkeiten trugen zu den hohen Konzentrationen bei. Aufgrund des Schlucht-Charakters der Landshuter Allee wurde die Anreicherung des Stickstoffdioxids durch die meteorologischen Bedingungen besonders begünstigt.

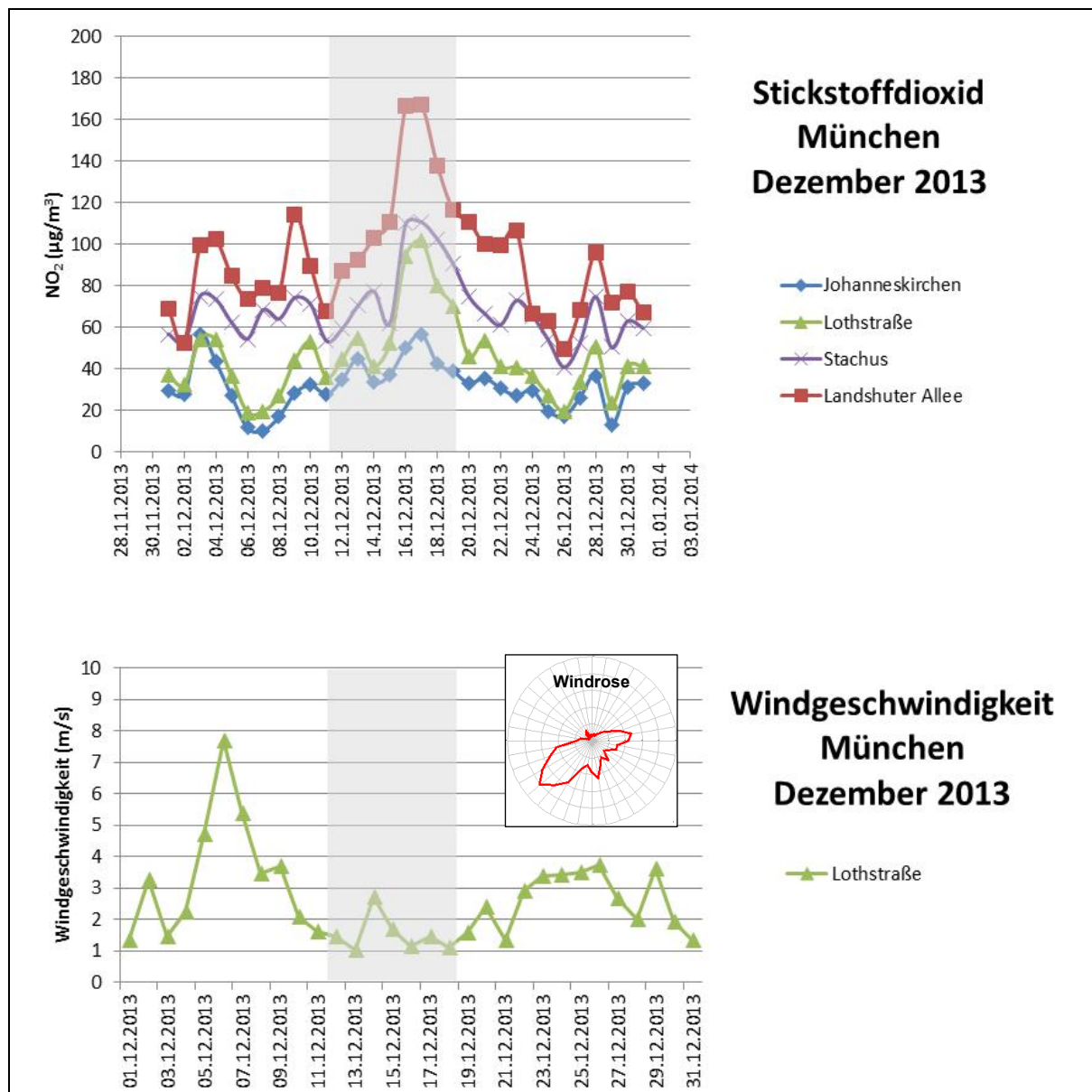


Abb. 28: Tagesmittelwerte für  $\text{NO}_2$  und die Windgeschwindigkeit an den Münchener LÜB-Stationen; In der unteren Abbildung ist die Windrose in der Nähe der LÜB-Station in der Lothstraße in München dargestellt

Auch für das Jahr 2014 sind einige besondere Windsituationen auffällig. In Abb. 29 ist die Windrose der vorherrschenden Windrichtungen in der Nähe der LÜB-Station in der Lothstraße in München für das Jahr 2014 dargestellt. Wie im Jahr 2013 (s. Abb. 20) kam der Wind überwiegend aus westlichen bis südwestlichen bzw. östlichen bis nordöstlichen Richtungen. Der Anteil der Nord- und Südwinde im Jahresmitte 2014 war gering.

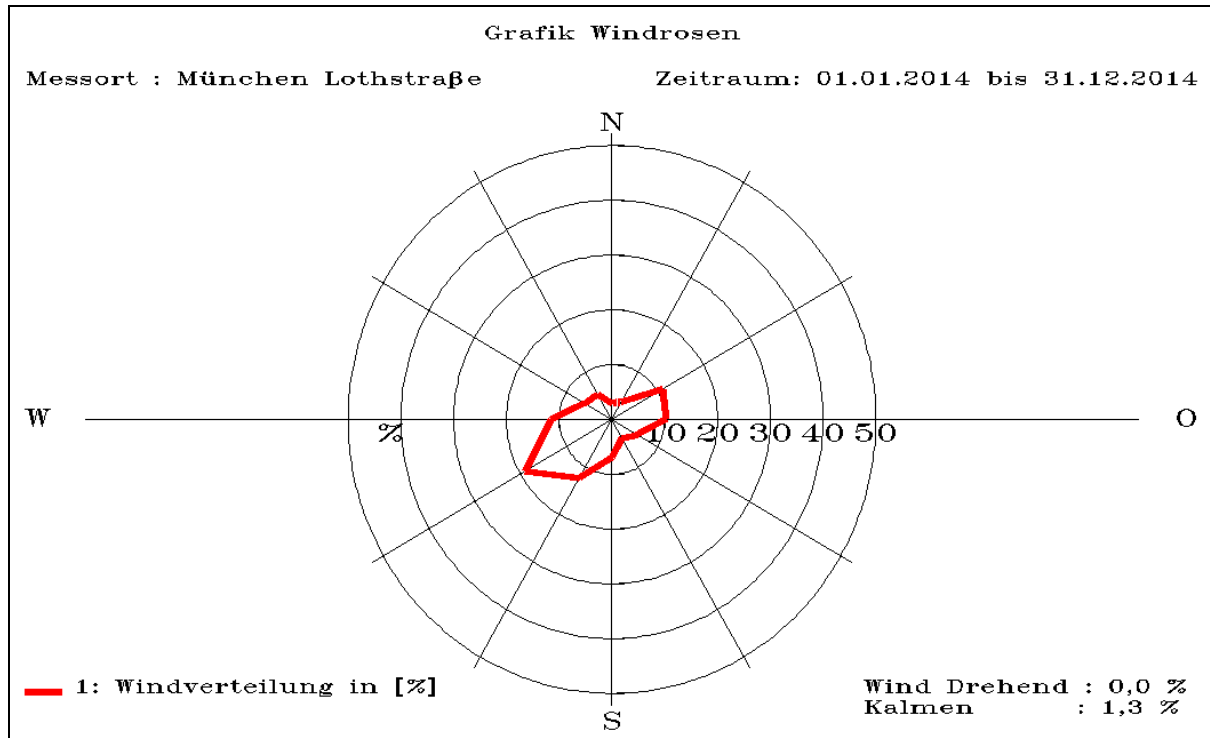


Abb. 29: Windrichtungsverteilung in der Nähe der LÜB-Station in der Lothstraße in München im Jahr 2014

Besonders auffällig ist der Zeitraum vom 20.11.-03.12.2014. Die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen in dieser Zeit gingen insbesondere an den Messpunkten auf der Westseite (ML1, ML2, ML0 und ML11) der Landshuter Allee sehr stark zurück, teilweise auf unter  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Auf der Ostseite (ML22, ML21, ML13 und ML12) wurden  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen gemessen, die teilweise fast doppelt so hoch lagen. Die Windrose für diesen Zeitraum zeigt keine Anteile von westlichen Winden, sondern nur Winde aus Osten bzw. Ostnordost.

Die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen und die vorherrschenden Windrichtungen während dieser sowie der vorangegangenen und den folgenden Messperioden sind für den nördlichen Bereich in Abb. 30 und Abb. 31 und für den südlichen Bereich der Landshuter Allee in Abb. 32 und Abb. 33 dargestellt. Im Bereich der Untertunnelung wurde im Jahr 2014 nicht gemessen.

Die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen auf der Ostseite der Landshuter Allee waren in der Zeit um den Jahreswechsel 2014/2015 besonders niedrig. In diesem Zeitraum gab es kaum Luftbewegungen aus östlichen oder nördlichen, sondern nur aus südwestlichen Richtungen.

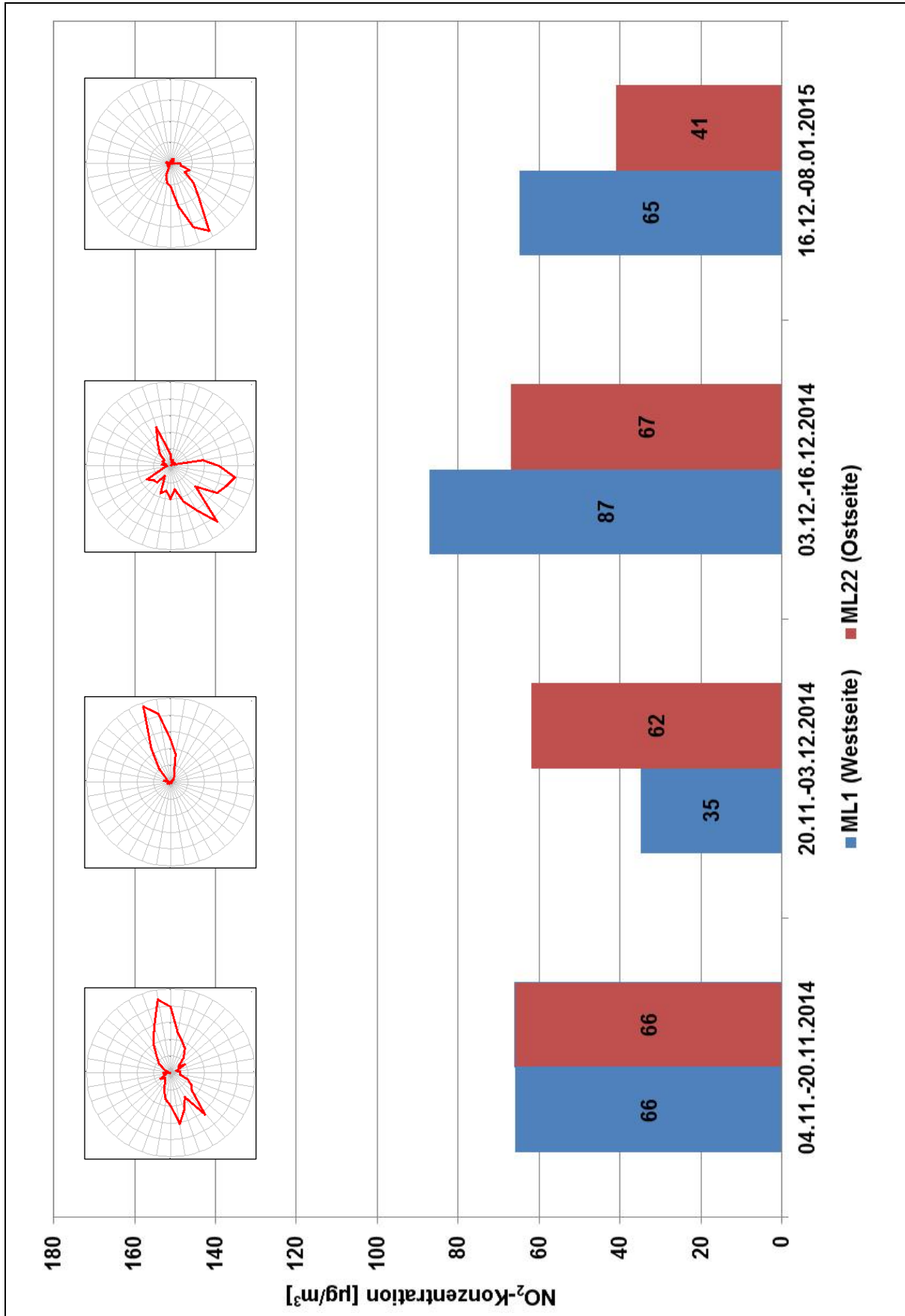


Abb. 30: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf der West- und der Ostseite und entsprechende Windrosen für ausgewählte Messperioden im Jahr 2014 im nördlichen Bereich der Landshuter Allee in München



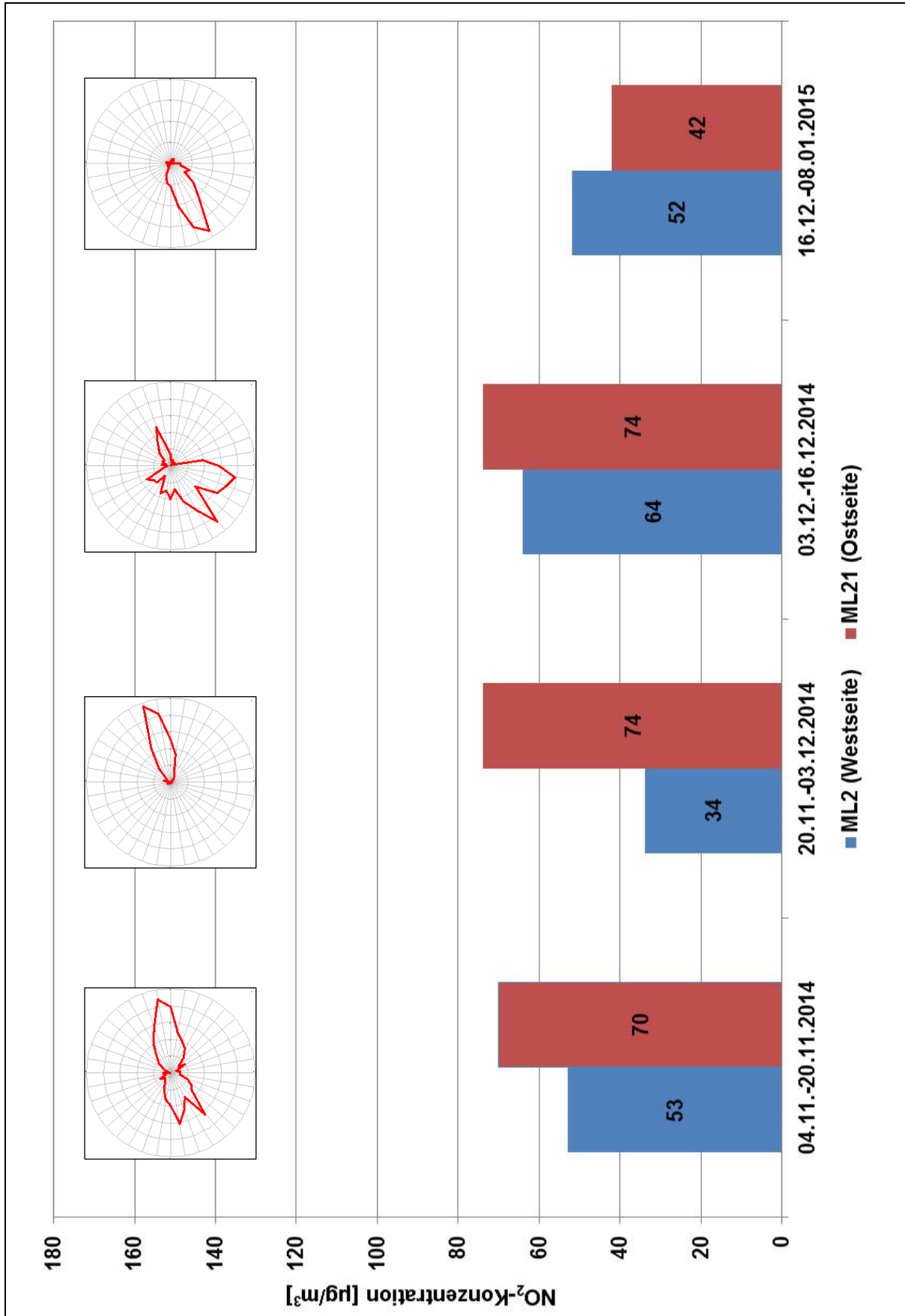


Abb. 31: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf der West- und der Ostseite und entsprechende Windrosen für ausgewählte Messperioden im Jahr 2014 im nördlichen Bereich der Landshuter Allee in München

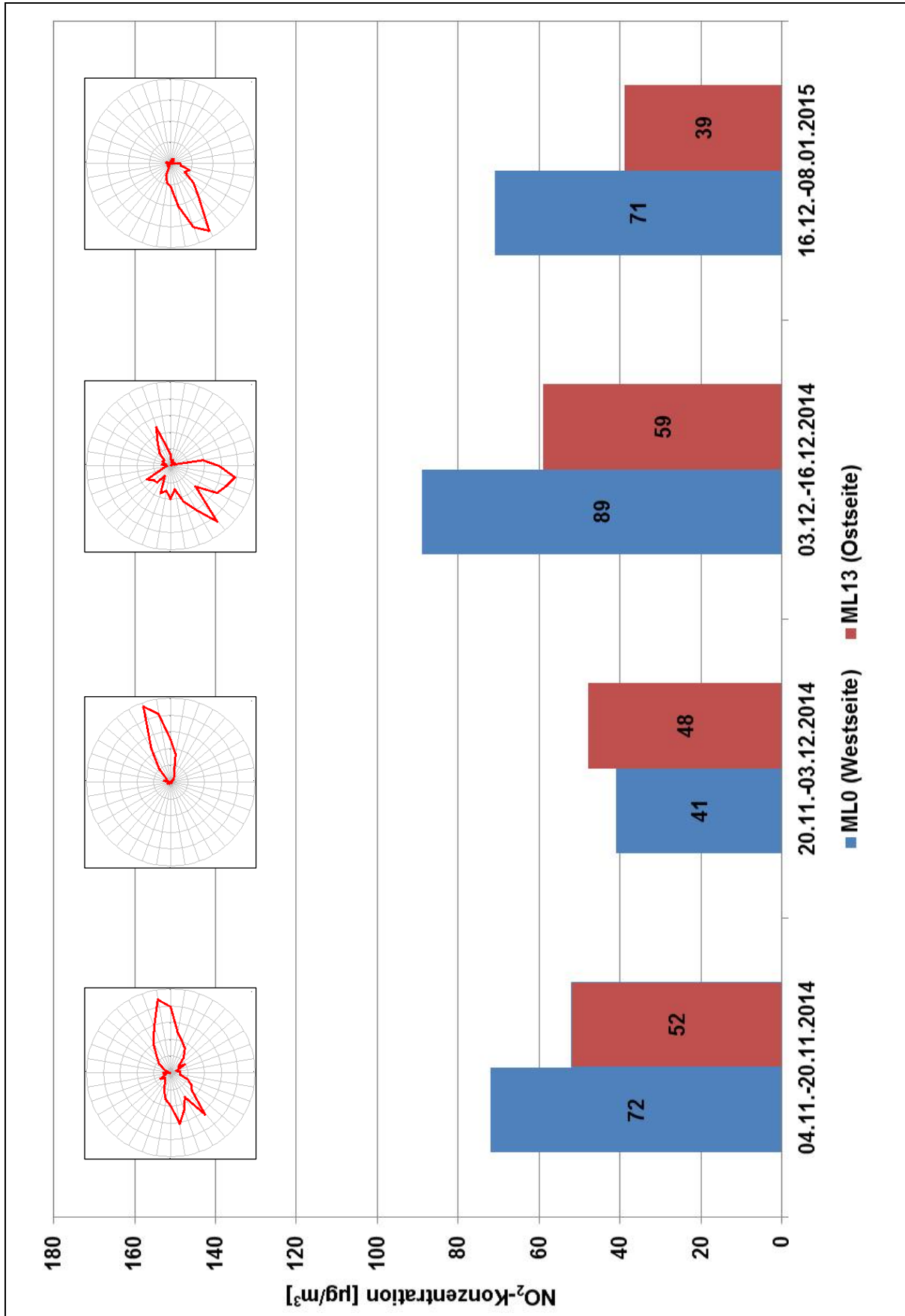


Abb. 32: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf der West- und der Ostseite und entsprechende Windrosen für ausgewählte Messperioden im Jahr 2014 im südlichen Bereich der Landshuter Allee in München

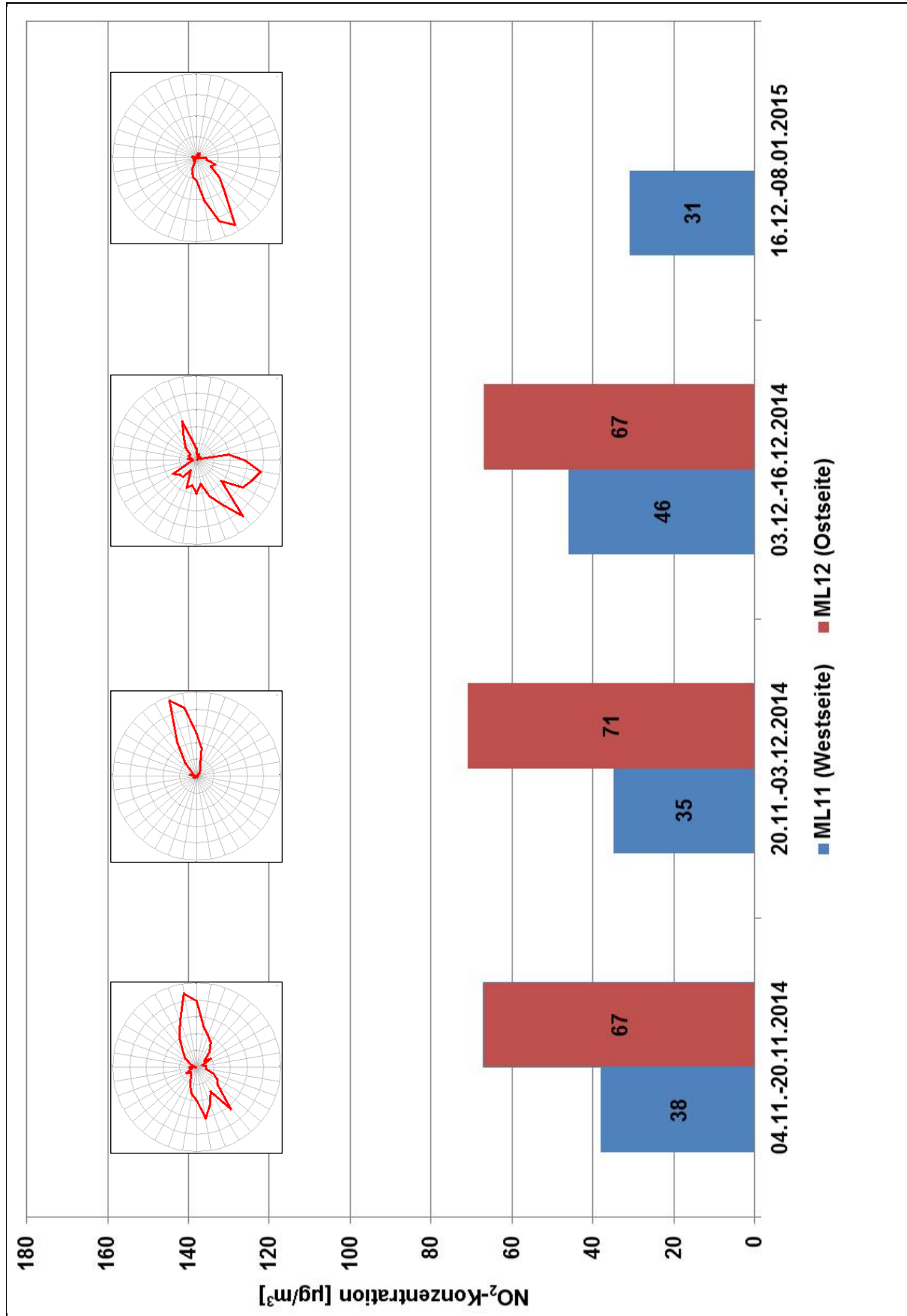


Abb. 33: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf der West- und der Ostseite und entsprechende Windrosen für ausgewählte Messperioden im Jahr 2014 im südlichen Bereich der Landshuter Allee in München

Die Ergebnisse von kurzzeitigen kontinuierlichen  $\text{NO}_2$ -Messungen in Kombination mit Windrichtungsmessungen zeigten die Einflüsse einer „Luftwalze“ auf die Konzentrationsverteilung von  $\text{NO}_2$ . Auch in der Mitteilung der Stickstoffdioxidkonzentrationen durch Passivsammler-Messungen und der rechnerischen Mittelung der Windrichtungen über die vierzehntägigen Messperioden wird die Wirkung meteorologischer Gegebenheiten deutlich. Dabei tritt in Straßenabschnitten mit ausgeprägtem Schlucht-Charakter der Effekt der Luftwalze auf, in Bereichen mit verhältnismäßig guter Durchlüftung (Donnersbergerbrücke) zeigen sich die normalen Luv-Lee-Effekte.

#### 1.4 Ergebnisse Schlörstraße

Die Schlörstraße verläuft in etwa ost-westlicher Richtung und mündet ca. 50 m nördlich der LÜB-Station in die Landshuter Allee. In etwa 125 m Entfernung wird sie von einer weiteren Nebenstraße, der Schulstraße, gekreuzt. Auf beiden Seiten eng bebaut, hat die Schlörstraße eine Breite von ca. 18 m. In der zweispurigen Straße befinden sich in den Erdgeschossen der Wohnhäuser neben einigen kleineren Geschäften vor allem Gastronomiebetriebe, so dass sich der Verkehr im Wesentlichen auf Anwohner und die Zulieferer beschränkt.

Die Abb. 34 bis Abb. 36 zeigen die zeitlichen Verläufe der  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen an den Messpunkten in der Schlörstraße (ML6 bis ML10) in den Jahren 2010 bis 2014. Zusätzlich sind ihnen die Messwerte des auf der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München angebrachten Passivsammlers (ML0) als Messpunkt mit der höchsten Belastung im Umfeld der Landshuter Allee gegenübergestellt. Im Vergleich zu den  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen an der LÜB-Station (ML0) wurden bereits am Messpunkt ML6 an der Einmündung der Schlörstraße in die Landshuter Allee nur noch etwa die Hälfte dieser Konzentrationen gemessen.

Während an der LÜB-Station (ML0) nur geringe jahreszeitliche Schwankungen in der  $\text{NO}_2$ -Konzentration zu beobachten sind, sind die Unterschiede zwischen den niedrigeren Werten im Sommer zu den höheren Konzentrationen im Winter an den insgesamt niedriger belasteten Messpunkten in der Schlörstraße deutlicher zu sehen (Sommersenke).

Die durchgängig niedrigsten  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen im Bereich der Landshuter Allee wurden am Messpunkt ML10 im Hinterhof auf der Höhe der LÜB-Station gemessen.

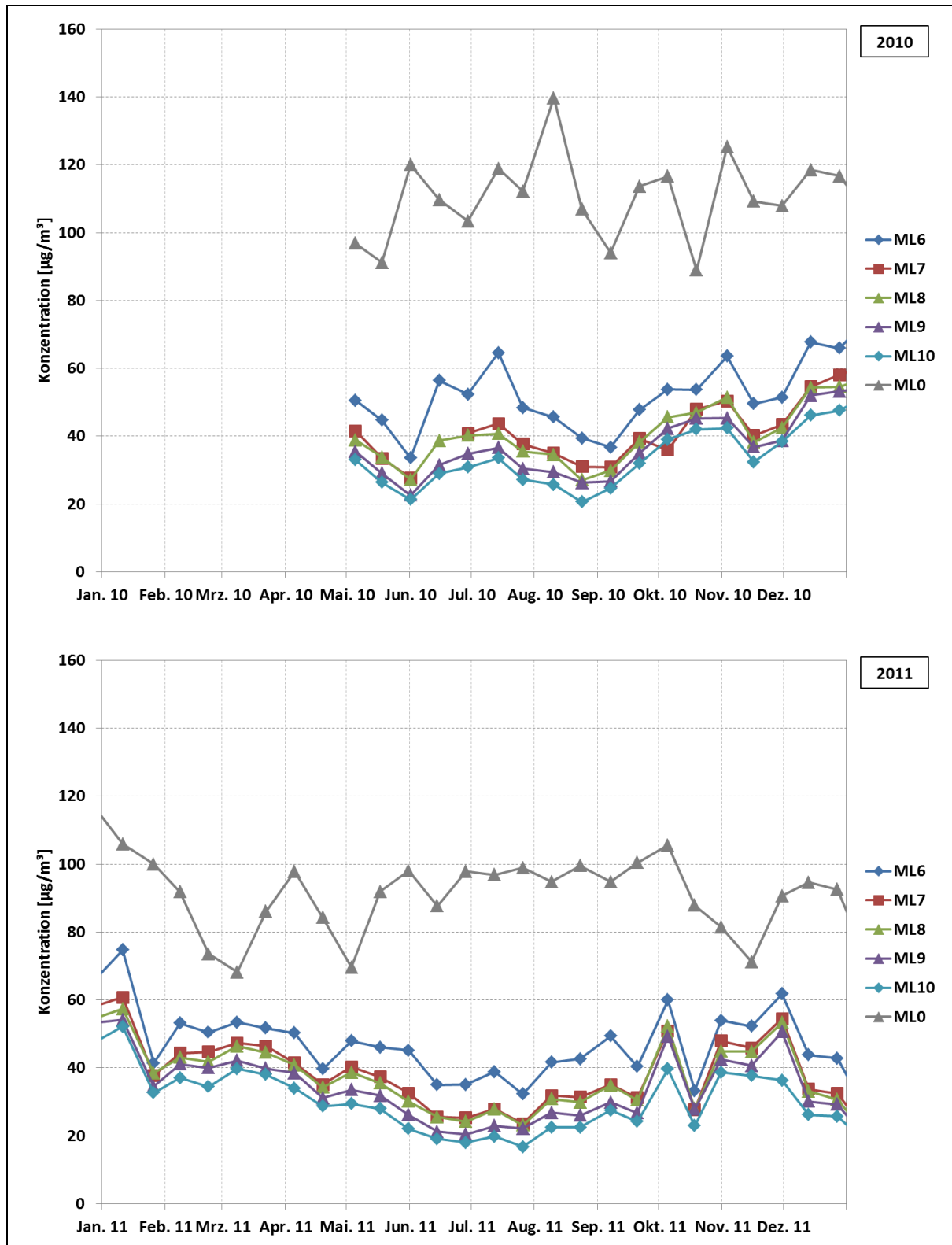


Abb. 34:  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen in der Schlörstraße in der Nähe der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München in den Jahren 2010 und 2011 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

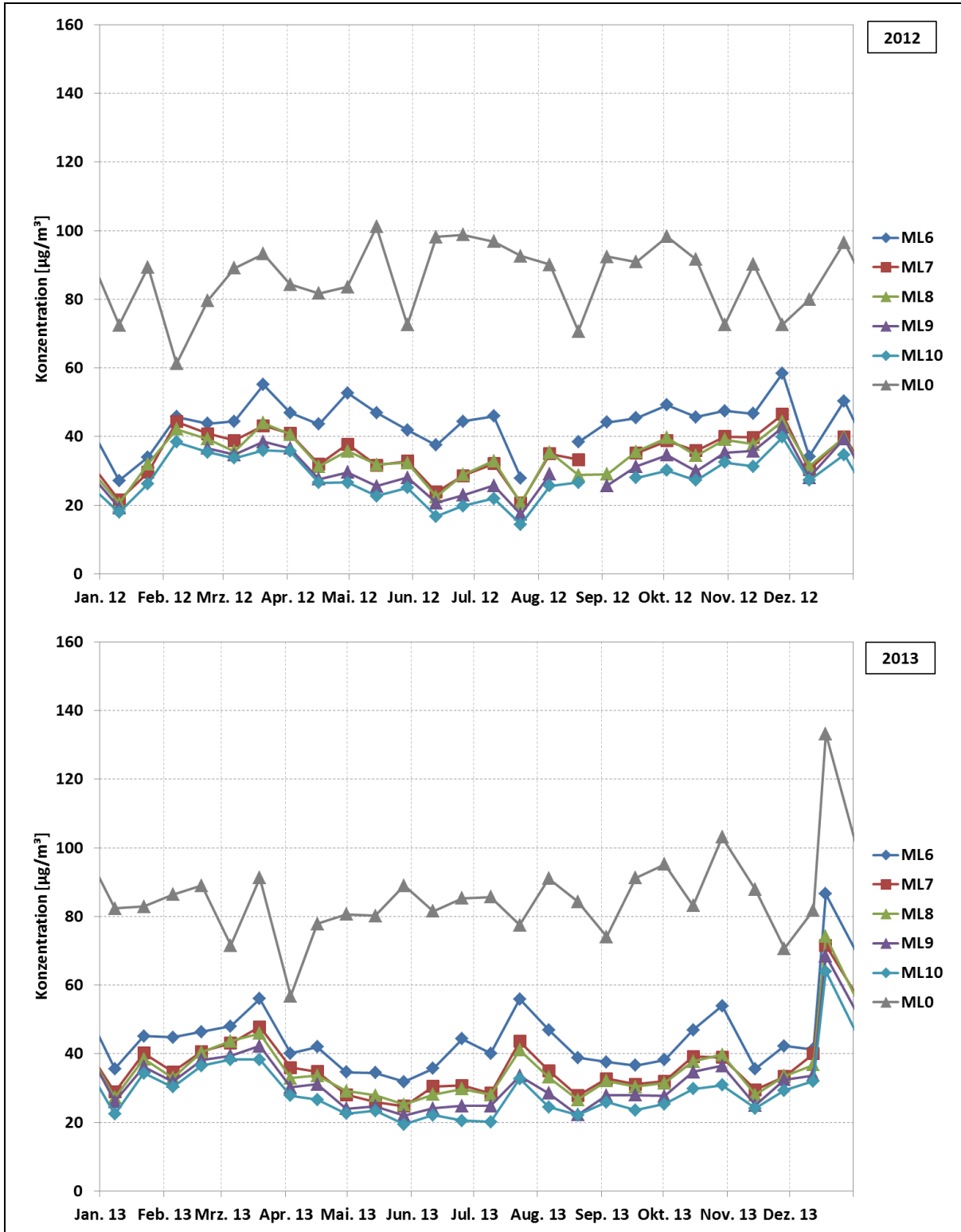


Abb. 35: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Schlörstraße in der Nähe der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München in den Jahren 2012 und 2013 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

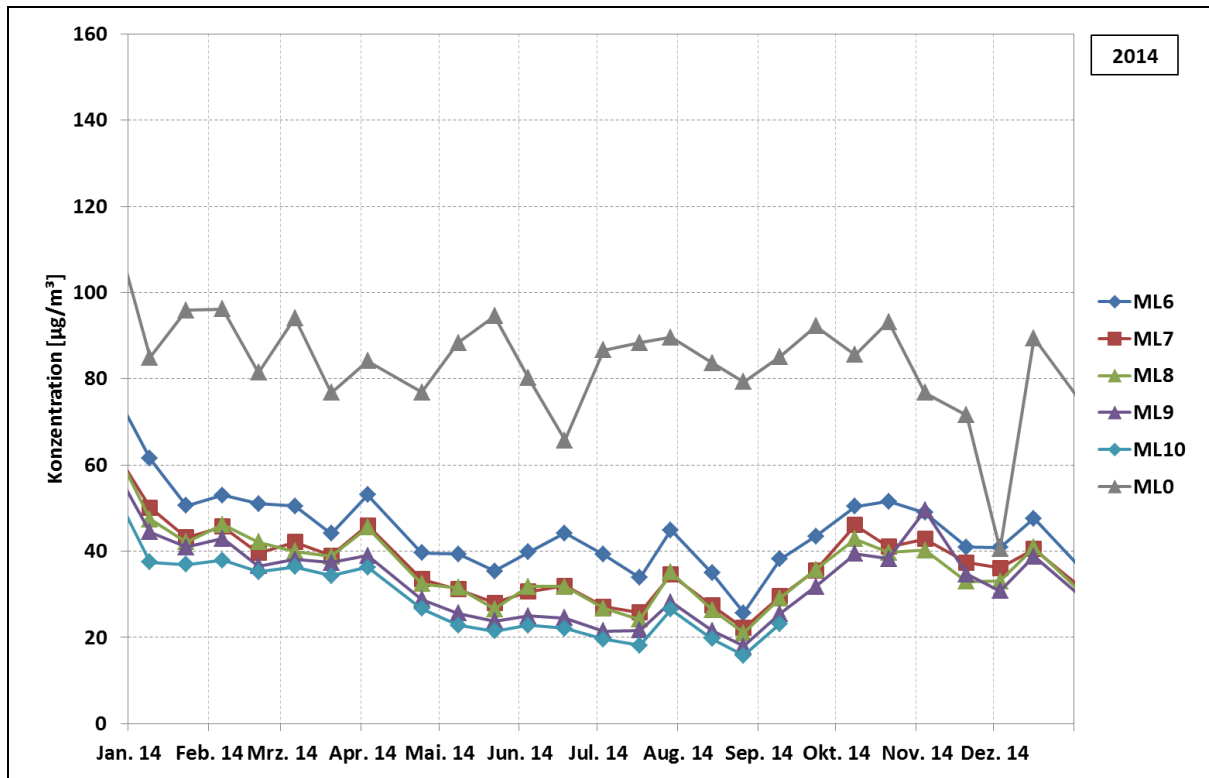


Abb. 36: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Schlörstraße in der Nähe der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München im Jahr 2014 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Phasen deutlich niedriger NO<sub>2</sub>-Konzentrationen am Passivsammler an der LÜB-Station (ML0), wie Anfang April 2013, Mitte Juni 2014 und besonders Anfang Dezember 2014 wurden in diesen Zeiten in der Schlörstraße nicht beobachtet. Die besonders hohen Messwerte an der Landshuter Allee im Dezember 2013 traten dagegen auch in der Schlörstraße auf. In diesen Messzeiträumen zeigt sich der Einfluss der Windverhältnisse (der vorherrschenden Windrichtungen) auf die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen besonders deutlich (vgl. auch Kap. 1.3).

## 1.5 Diskussion

Am Messpunkt ML7 in einer Entfernung von etwa 70 m von der Landshuter Allee wurde der Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eingehalten. Die Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen lagen dort bei 35 bis  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die weiter von der Landshuter Allee entfernt liegenden Messpunkte wiesen in der Schlörstraße die niedrigsten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf. Am Messpunkt ML10 im Hinterhof an der Landshuter Allee wurden ähnliche Konzentrationen wie am Messpunkt ML9 gemessen. Die Jahresmittelwerte 2011 bis 2014 sind in Tab. 4 angegeben.

Tab. 4: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte 2011 bis 2014 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] in der Umgebung der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München sowie im Englischen Garten

Messpunkt	2011	2012	2013	2014
<b>ML0</b>	90	87	85	83
<b>ML6</b>	45	44	45	43
<b>ML7</b>	37	35	37	35
<b>ML8</b>	36	34	36	35
<b>ML9</b>	32	31	32	32
<b>ML10</b>	28	28	29	-
<b>MEG</b>	23	22	23	23

Der Einfluss der Belüftung der Landshuter Allee durch die Schlörstraße auf die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Vergleich zum Schlucht-Charakter der Bebauung an der LÜB-Station wird deutlich. Im Vergleich zu den hohen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der LÜB-Station (ML0) betragen die Messwerte am Messpunkt ML6 (aufgrund der besseren Durchlüftung an der Einmündung der Schlörstraße) nur noch etwa die Hälfte.

Im Innenhof (Messpunkt ML10) lagen die mittleren NO<sub>2</sub>-Konzentrationen etwas höher als die vorstädtischen Hintergrundkonzentrationen in Johanneskirchen bzw. im Englischen Garten (vgl. auch Tab. 10).

## 1.6 Ergebnisse Blütenburgstraße

Die Blütenburgstraße liegt gegenüber der Schlörstraße auf der östlichen Seite der Landshuter Allee, in die sie etwa 80 m nördlich der LÜB-Station mündet. Wie in der Schlörstraße ist die Randbebauung sehr eng, mit Wohnungen sowie Geschäften und Gastronomie im Erdgeschoss. Die Blütenburgstraße ist ebenfalls zweispurig, mit Parkmöglichkeiten auf beiden Seiten.

Die Messpunkte für die Passivsammler wurden so gewählt, dass ihre Abstände zur Landshuter Allee näherungsweise denen in der Schlörstraße entsprechen. Analog der Schlörstraße, in der die Häuserzeilen durch eine Querstraße unterbrochen werden, gibt es in vergleichbarem Abstand von der Landshuter Allee in der Blütenburgstraße einen breiteren kreuzenden Fußweg.

In der Abb. 37 und in der Abb. 38 sind die zeitlichen Verläufe der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen für die Blütenburgstraße dargestellt. Zum Vergleich wurden die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der LÜB-Station (ML0) und am gegenüberliegenden Messpunkt ML13 an der Landshuter Allee mit dargestellt.



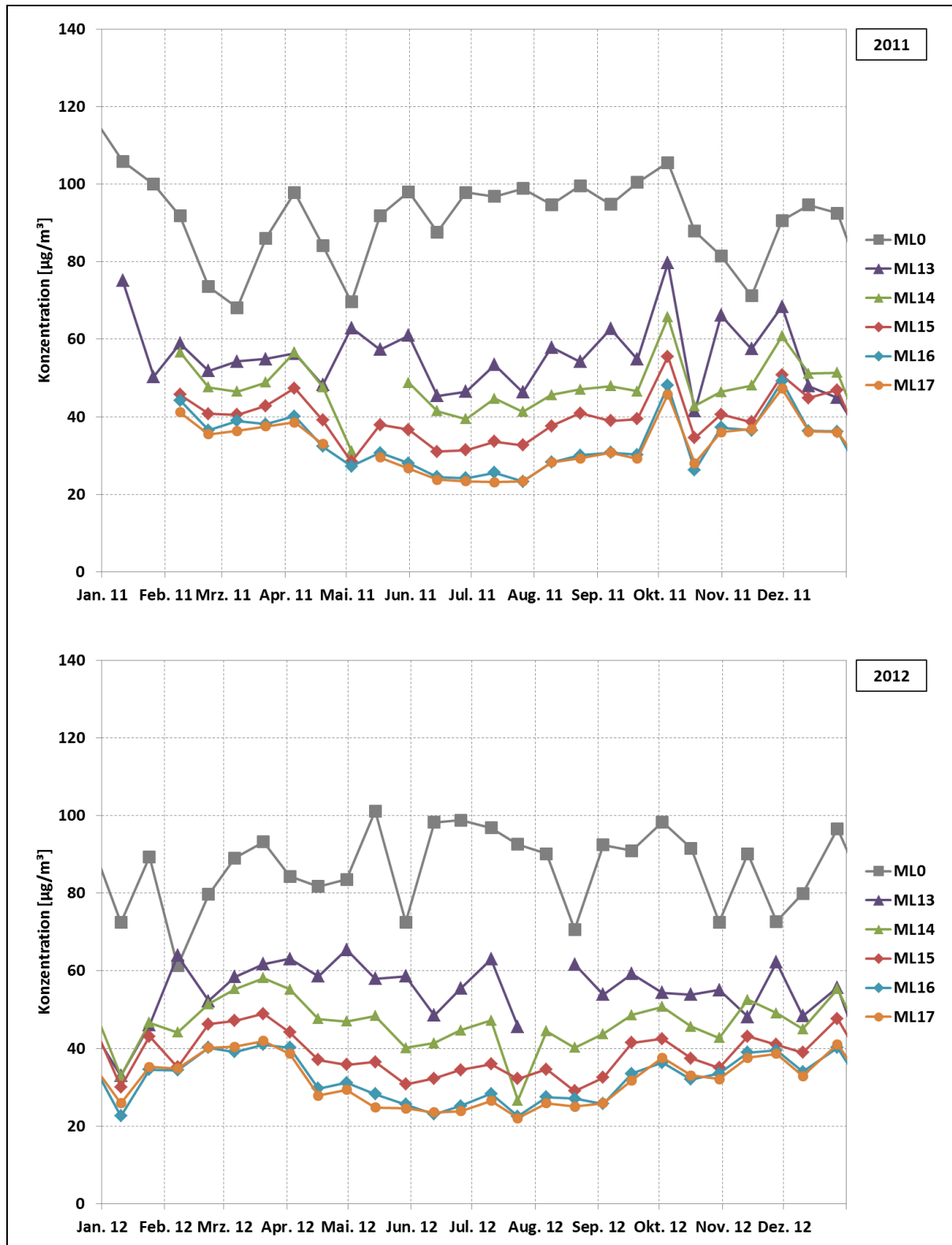


Abb. 37: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Blütenburgstraße in der Nähe der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München in den Jahren 2011 bis 2012 [µg/m<sup>3</sup>]

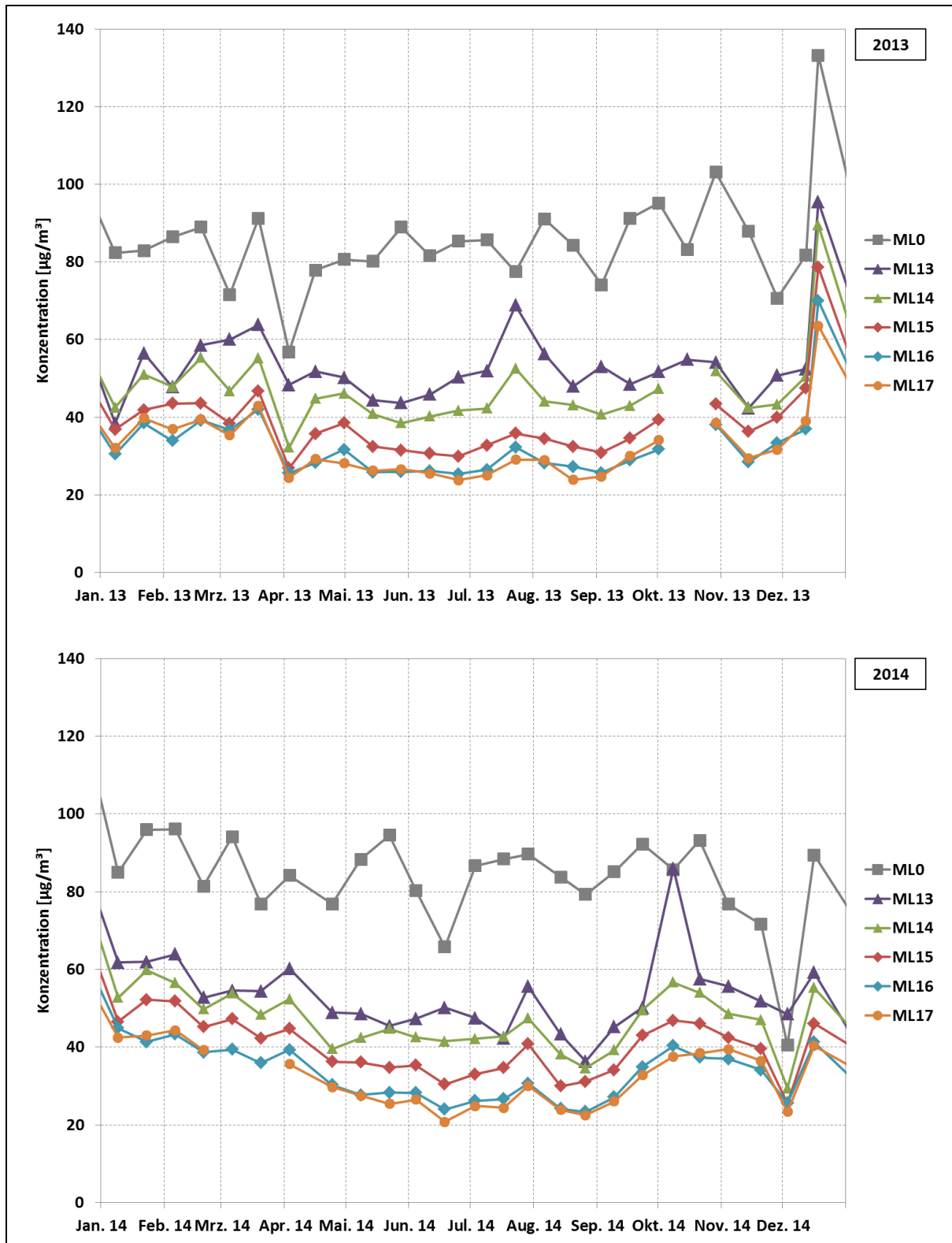


Abb. 38: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Blütenburgstraße in der Nähe der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München in den Jahren 2013 bis 2014 [µg/m<sup>3</sup>]

Im Unterschied zur Schlörstraße konnten an den Messpunkten in der Blütenburgstraße die Phasen deutlich niedriger NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der LÜB-Station (ML0), wie Anfang April 2013 und Anfang Dezember 2014, beobachtet werden. Am Messpunkt ML13, etwas südlicher als die LÜB-Station auf

der Ostseite der Landshuter Allee gelegen, war der Rückgang der NO<sub>2</sub>-Konzentration aber eher gering ausgeprägt.

Wie in der Landshuter Allee selbst traten auch in der Blütenburgstraße und in der Schlörstraße im Dezember 2013 besonders hohe Messwerte auf.

## 1.7 Diskussion

Im Vergleich zu den NO<sub>2</sub>-Konzentrationen am Messpunkt ML13 gegenüber der LÜB-Station lagen die Messwerte am Messpunkt ML14 aufgrund der besseren Durchlüftung an der Einmündung der Blütenburgstraße mit Werten von 46 und 47 µg/m<sup>3</sup> um etwa 20 % niedriger.

Am Messpunkt ML15 in einer Entfernung von etwa 57 m von der Landshuter Allee wurde der Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> knapp eingehalten. Die Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen lagen dort zwischen 38 bis 40 µg/m<sup>3</sup>. Die von der Landshuter Allee weiter entfernt liegenden Messpunkte wiesen in der Blütenburgstraße die niedrigsten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf. Die Jahresmittelwerte sind in Tab. 5 angegeben.

Tab. 5: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte 2011 bis 2014 [µg/m<sup>3</sup>] in der Blütenburgstraße sowie im Englischen Garten

Messpunkt	2011	2012	2013*	2014
<b>ML13</b>	54	56	54	52
<b>ML14</b>	47	47	47	46
<b>ML15</b>	39	38	39	40
<b>ML16</b>	33	32	33	33
<b>ML17</b>	33	32	33	32
<b>MEG</b>	23	22	23	23

In Tab. 6 sind die Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Schlörstraße und in der Blütenburgstraße für die Jahre 2011 bis 2014 zusammengestellt. Nur an den Messpunkten ML6 und ML13 an den Straßeneinmündungen zur Landshuter Allee wurde der Grenzwert überschritten.

Tab. 6: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte 2011 bis 2014 [µg/m<sup>3</sup>] in der Schlörstraße und in der Blütenburgstraße

Schlörstraße					Blütenburgstraße				
Messpunkt	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	Messpunkt
<b>ML6</b>	45	44	45	43	47	47	47	46	<b>ML14</b>
<b>ML7</b>	37	35	37	35	39	38	39	40	<b>ML15</b>
<b>ML8</b>	36	34	36	35	33	32	33	33	<b>ML16</b>
<b>ML9</b>	32	31	32	32	33	32	33	32	<b>ML17</b>
<b>ML10</b>	28	28	29	-					

In einem Diagramm zusammengefasst, zeigen die Werte die Abnahme der NO<sub>2</sub>-Konzentration in Abhängigkeit von der Entfernung von der Landshuter Allee (Abb. 39). Ab einer Entfernung von etwa 60 m zur Landshuter Allee lagen in beiden Seitenstraßen die Jahresmittelwerte unterhalb des Grenzwertes.

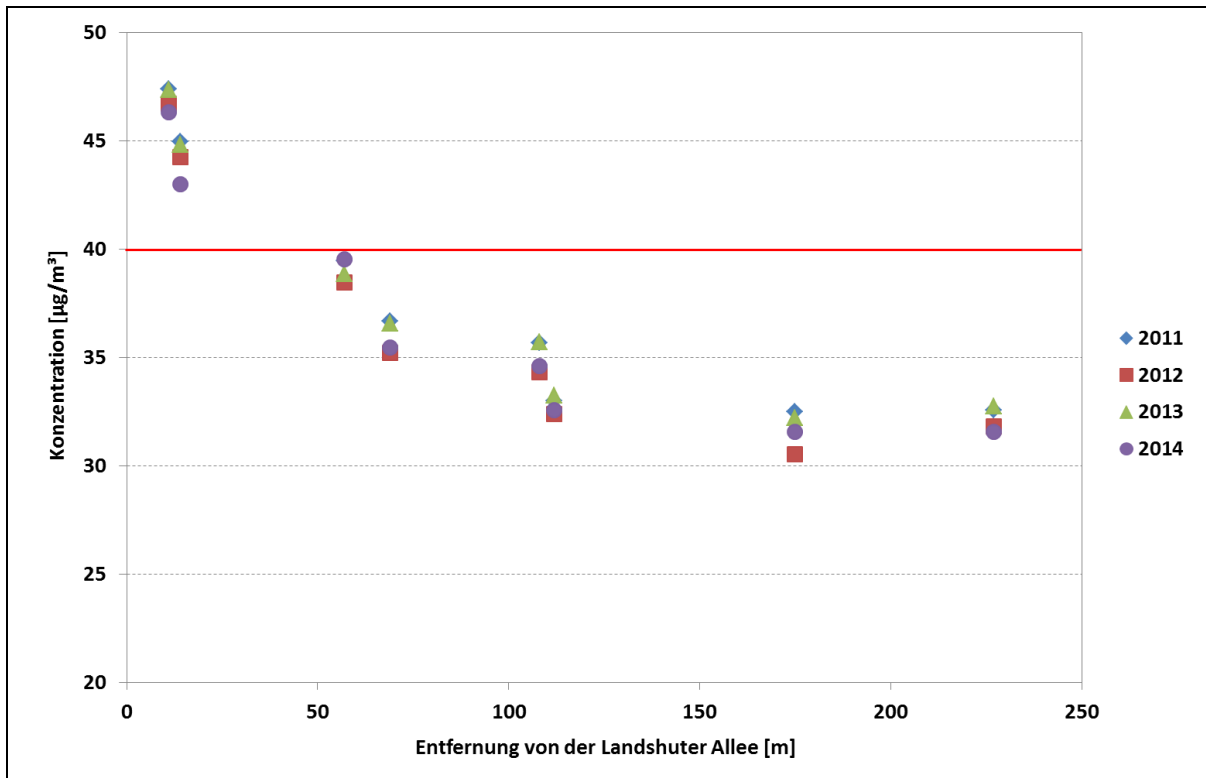


Abb. 39: Darstellung der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte an den Messpunkten in der Schlörstraße und in der Blumenburgstraße bezogen auf die Entfernung von der Landshuter Allee für die Jahre 2011 bis 2014

Die Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen für das Jahr 2011 an der Landshuter Allee sowie der Schlörstraße und Blumenburgstraße wurden der Fa. Lohmeyer im Rahmen eines Gutachtens zu Wirksamkeit eines Tempolimits an der Landshuter Allee [1] zur Verfügung gestellt. Diese Werte wurden mit flächendeckenden Modellierungen mittels dem mikroskaligen Klima- und Ausbreitungsmodell (MISKAM) verglichen. Folgende Abb. 40 zeigt links die NO<sub>2</sub>-Belastung in verschiedenen Farben, rechts die berechneten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Umgebung der LÜB-Station. Die gemessenen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen und die modellierten Werte zeigen eine gute Übereinstimmung. Die mittlere Abweichung lag bei ca. 8 %. Die Modellierung der NO<sub>2</sub>-Konzentration im Hinterhof (Messpunkt ML10) ergibt eine um etwa 25 % höhere Konzentration als das Jahresmittel der gemessenen Konzentrationen [3].

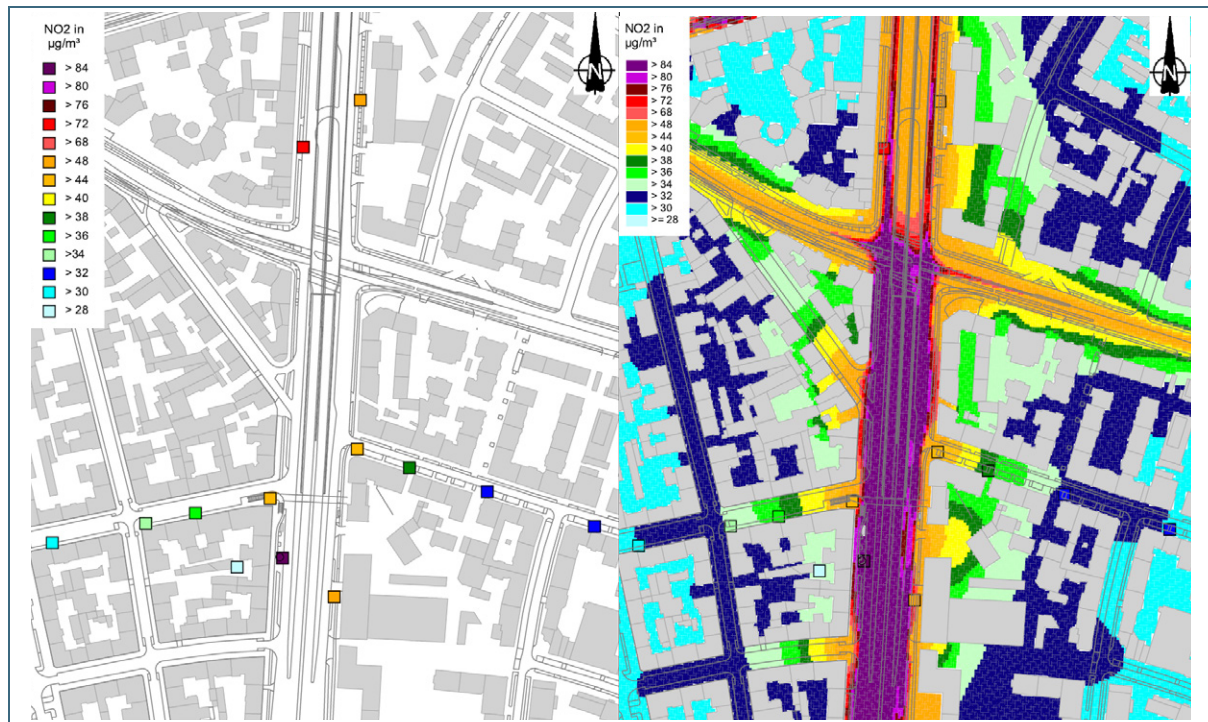


Abb. 40: Vergleich der Jahresmittelwerte 2011 der NO<sub>2</sub>-Passivsammler (Quadrate mit farbiger Skalierung) mit einer berechneten MISKAM-Immissionsprognose [1]

## 1.8 Airpointer-Messungen

Im Rahmen dieses Projektes wurden in der Umgebung der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München vier Messungen mit einer kleinen mobilen Messstation (Airpointer) durchgeführt. Als Standorte für die kleine Station dienten die Messpunkte ML6 (Oktober 2010 bis Anfang Januar 2011) und im Anschluss daran ML3 (Februar bis Mai 2011). Ende November 2011 wurden parallel Messungen am Messpunkt ML8 in der Schlörstraße und in der Blütenburgstraße am Messpunkt ML16 begonnen.

In Abb. 41 sind die Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen NO<sub>2</sub>-, NO- und O<sub>3</sub>-Konzentrationen an den Messpunkten ML6 an der Landshuter Allee/Ecke Schlörstraße und ML3 in der Landshuter Allee dargestellt. In der Landshuter Allee wurden neben den deutlich höheren Konzentrationen auch deutlich höhere Tagesgangspitzen besonders Wochentags gemessen (Achtung: Unterschiedliche Skalierung). Außerdem ist erkennbar, dass in Zeiträumen mit niedrigeren Ozonkonzentrationen die NO- sowie NO<sub>2</sub>-Konzentrationen vergleichsweise hoch lagen.

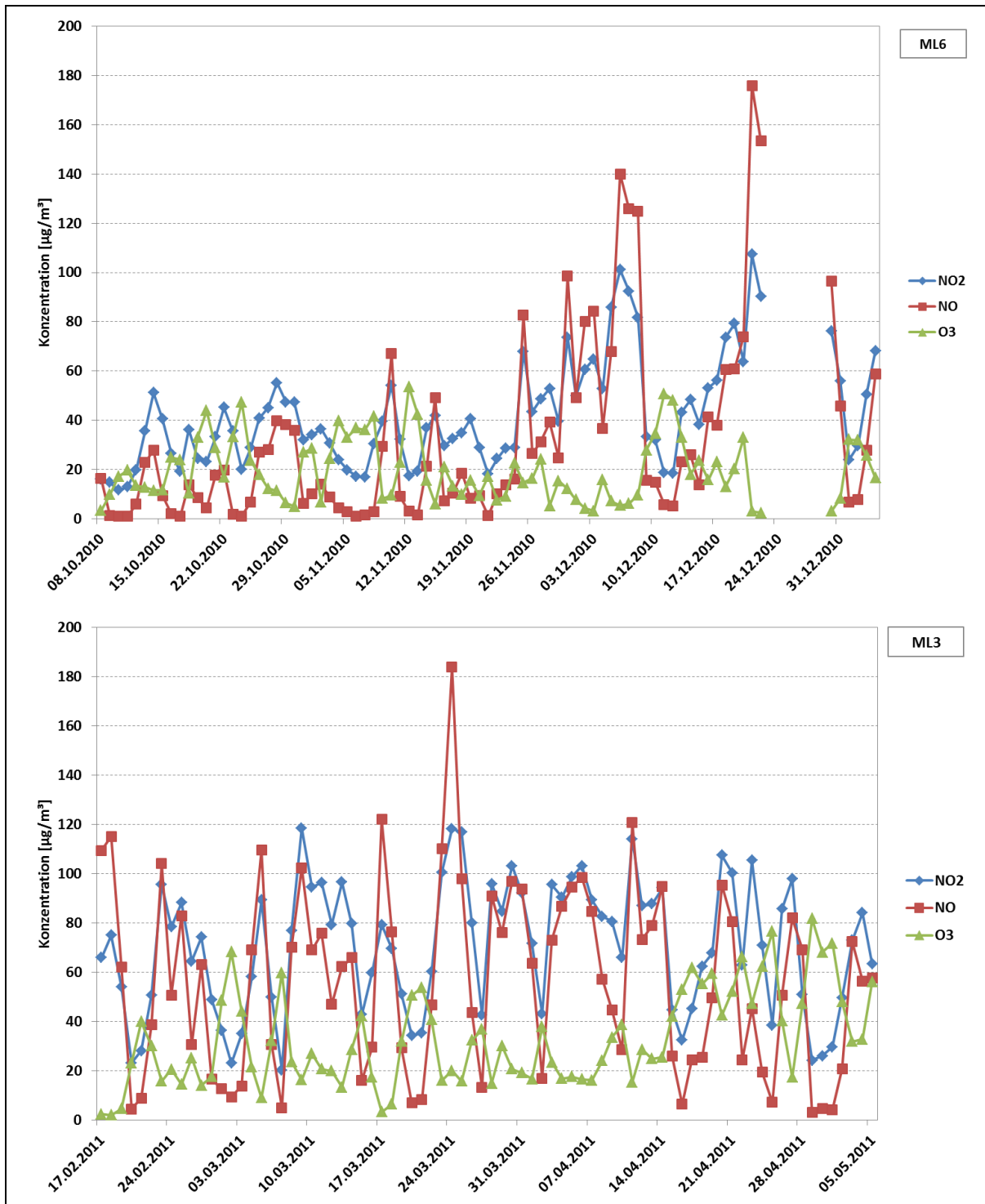


Abb. 41: Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen NO<sub>2</sub>-, NO- und O<sub>3</sub>-Konzentrationen [µg/m<sup>3</sup>] an der Landshuter Allee/Ecke Schlörstraße (Messpunkt ML6, oben) und der Landshuter Allee (Messpunkt ML3, unten)

In Abb. 42 und Abb. 43 sind die mittleren Tagesgänge der NO<sub>2</sub>-, NO- und O<sub>3</sub>-Konzentrationen an den Messpunkten ML6 und ML3 einander gegenüber gestellt.

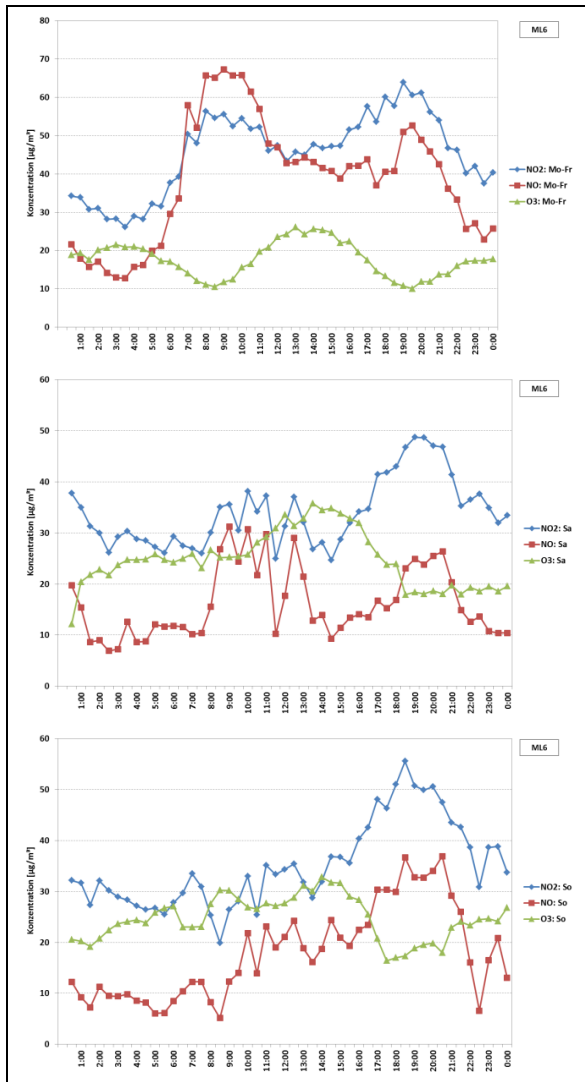


Abb. 42: Mittlerer Tagesgang der NO<sub>2</sub>-, NO- und O<sub>3</sub>-Konzentration (Halbstundenmittelwerte) am Messpunkt ML6 an der Ecke Landshuter Allee/Schlörstraße [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

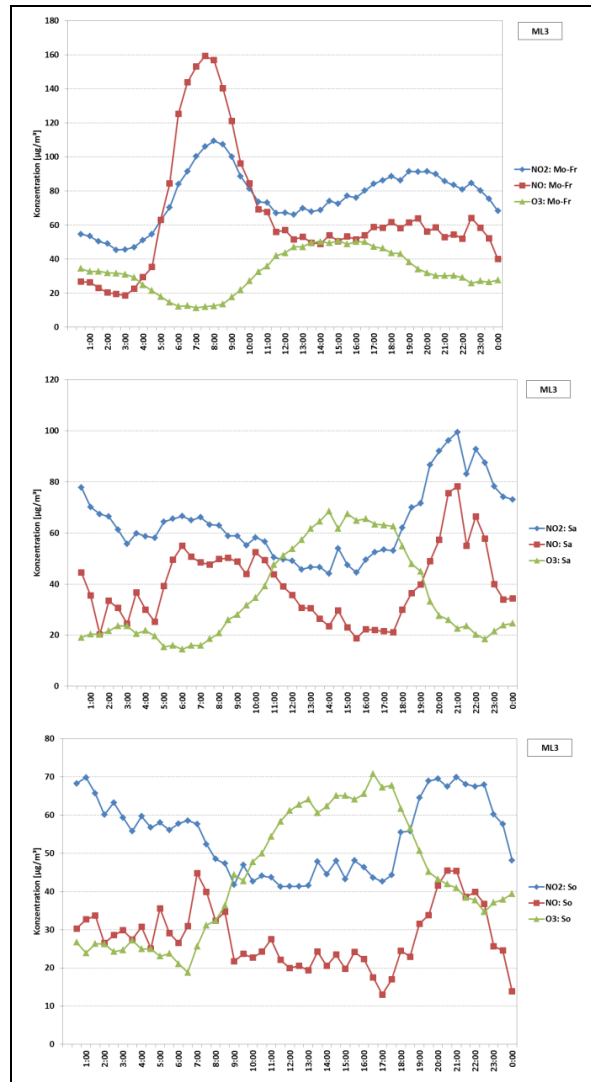


Abb. 43: Mittlerer Tagesgang der NO<sub>2</sub>-, NO- und O<sub>3</sub>-Konzentration (Halbstundenmittelwerte) am Messpunkt ML3 in der Landshuter Allee [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Im Winter 2011/2012 wurden in der Schlörstraße (ML8) und in der Blumenburgstraße (ML16) parallel für etwa vier Monate kontinuierliche Messungen von Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid und Ozon mit den kleinen mobilen Messgeräten (Airpointer) durchgeführt. Die mit dem Airpointer ermittelten Verläufe (s. nachfolgende Abb. 44) sind vergleichbar. Auch die mittleren Tagesgänge an den Messpunkten in den beiden Seitenstraßen zeigen annähernd gleiche Verläufe der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen (Abb. 45 und Abb. 46).

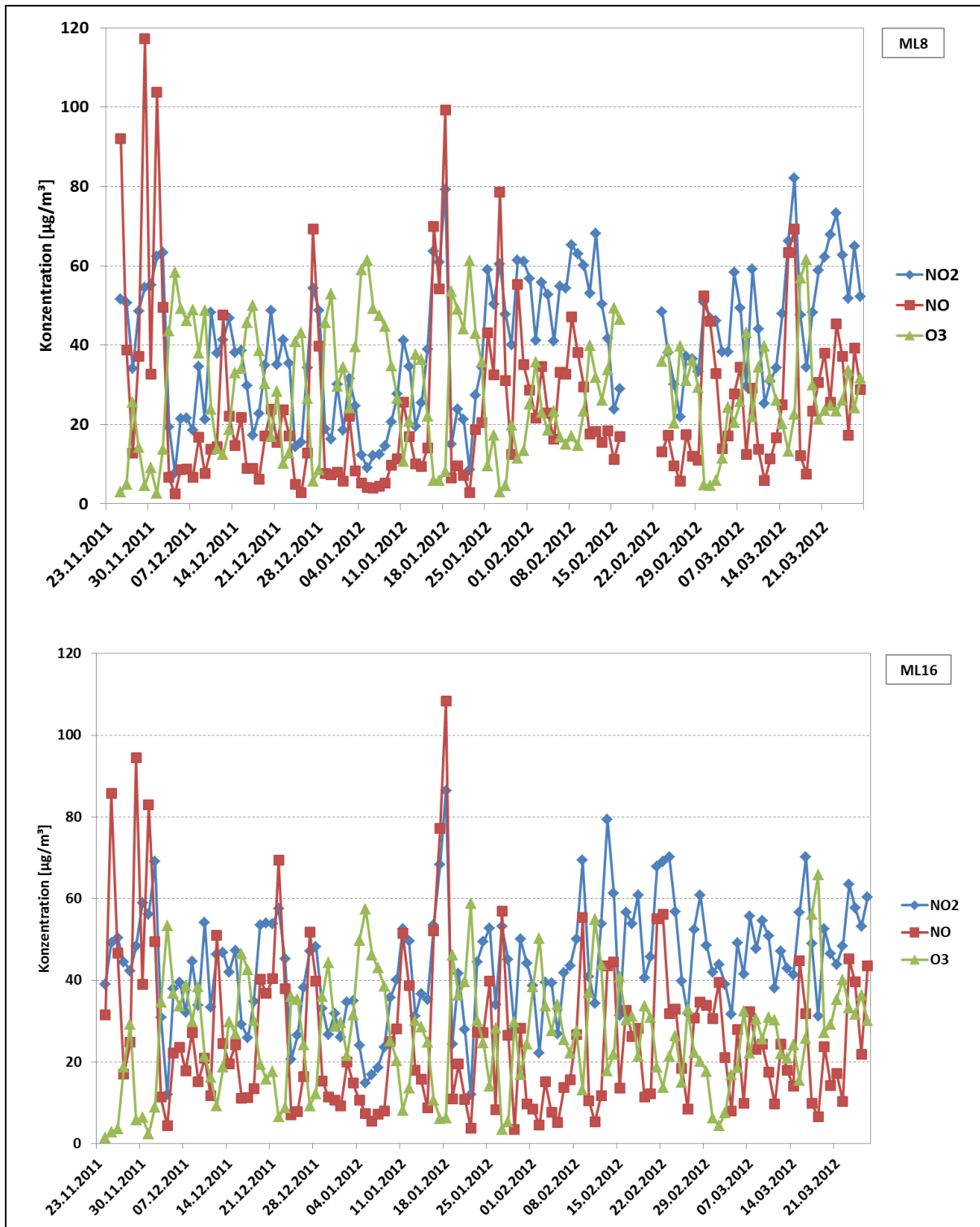


Abb. 44: Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen NO<sub>2</sub>-, NO- und O<sub>3</sub>-Konzentrationen [µg/m<sup>3</sup>] in der Schlörstraße (Messpunkt ML8, oben) und der Blütenburgstraße (Messpunkt ML16, unten)



In Abb. 45 und Abb. 46 sind die mittleren Tagesgänge der NO<sub>2</sub>-, NO- und O<sub>3</sub>-Konzentrationen an den Messpunkten ML 8 und ML16 einander gegenüber gestellt.

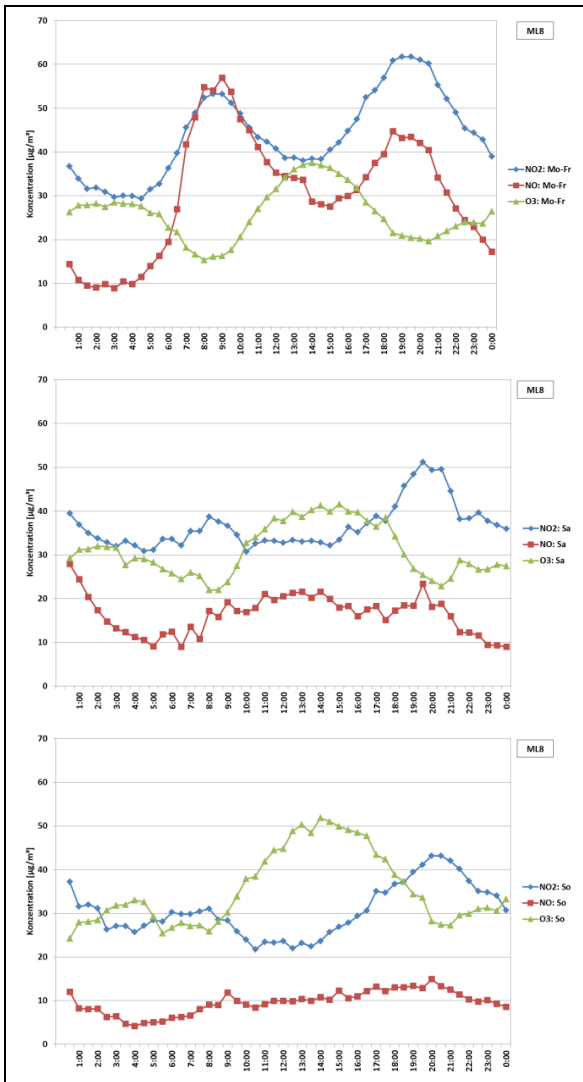


Abb. 45: Mittlerer Tagesgang der NO<sub>2</sub>-, NO- und O<sub>3</sub>-Konzentration (Halbstundenmittelwerte) am Messpunkt ML8 in der Schlörstraße [µg/m<sup>3</sup>]

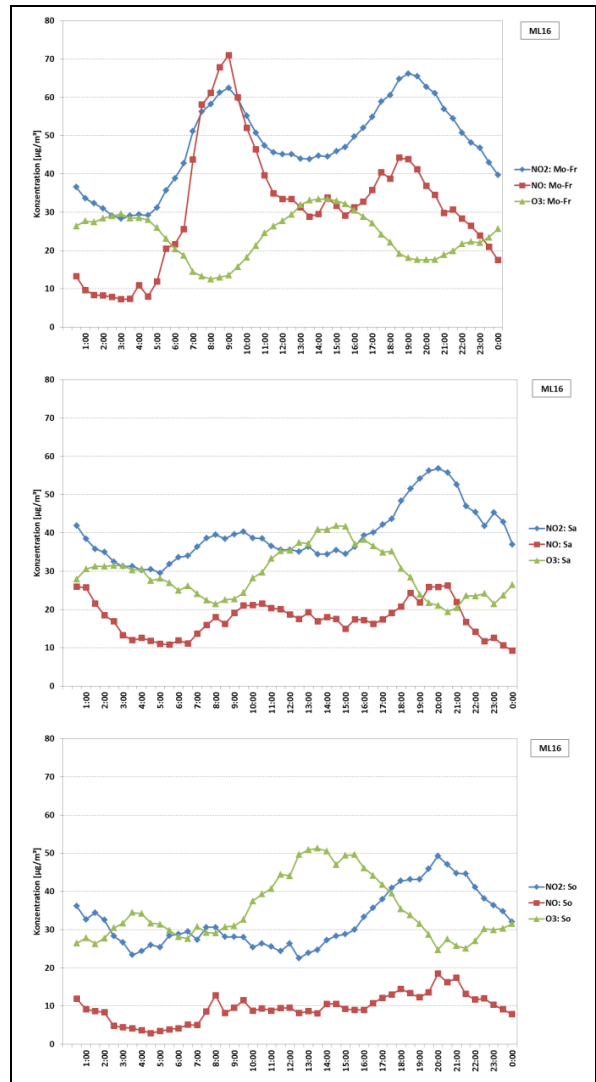


Abb. 46: Mittlerer Tagesgang der NO<sub>2</sub>-, NO- und O<sub>3</sub>-Konzentration (Halbstundenmittelwerte) am Messpunkt ML16 in der Blütenburgstraße [µg/m<sup>3</sup>]

## 1.9 Fotodokumentation

Sofern nicht anders angegeben, zeigt die Blickrichtung der Fotos nach Süden (zur Donnersbergerbrücke). Die Position des Passivsammlers ist jeweils mit einem weißen Pfeil markiert.



Abb. 47: Messpunkt ML1



Abb. 48: Messpunkt ML2



Abb. 49: Messpunkt ML3



Abb. 50: Messpunkt ML4



Abb. 51: Messpunkt ML5



Abb. 52: Messpunkt ML6



Abb. 53: Messpunkt ML7 Blickrichtung Osten



Abb. 54: Messpunkt ML8 Blickrichtung Westen



Abb. 55: Messpunkt ML9



Abb. 56: Messpunkt ML10 Blickrichtung Osten



Abb. 57: Messpunkt an der LÜB-Station (ehemaliger Standort bis 26.09.2013)



Abb. 58: Messpunkt an der LÜB-Station (seit 26.09.2013); ehemaliger Standort des Messpunkts MÜLA MP West



Abb. 59: Messpunkt ML11



Abb. 60: Messpunkt ML12



Abb. 61: Messpunkt ML13



Abb. 62: Messpunkt ML14



Abb. 63: Messpunkt ML15 Blickrichtung Westen



Abb. 64: Messpunkt ML16 Blickrichtung Westen



Abb. 65: Messpunkt ML17 Blickrichtung Westen



Abb. 66: Messpunkt ML18



Abb. 67: Messpunkt ML19



Abb. 68: Messpunkt ML20



Abb. 69: Messpunkt ML21



Abb. 70: Messpunkt ML22



Abb. 71: Messpunkt Donnersbergerbrücke Westseite (ML23) Blickrichtung Süden



Abb. 72: Messpunkt Donnersbergerbrücke Ostseite (ML24) Blickrichtung Norden



Abb. 73: Messpunkt MÜSC4



Abb. 74: Messpunkt MÜLA MP Ost

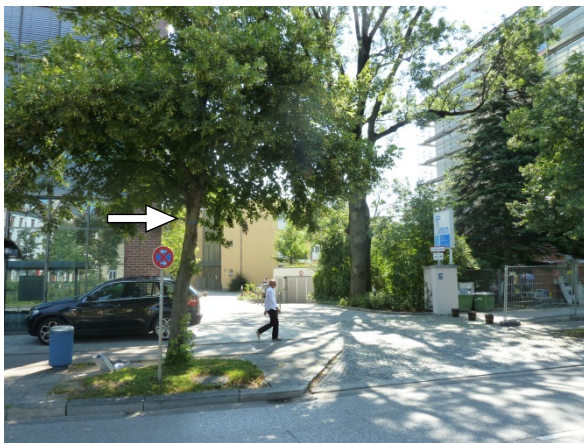


Abb. 75: Messpunkt MÜLA MP Ost Blickrichtung Osten

## 2 München (Lothstraße)

### 2.1 Standortbeschreibung

Bei der LÜB-Station München Lothstraße handelt es sich um eine städtische Hintergrundstation. Sie befindet sich an der zweispurigen Lothstraße im Streckenabschnitt zwischen den Kreuzungen zur Heißstraße und der vierspurigen Dachauer Straße. Die Lothstraße verläuft von Nordost nach Südwest mit verhältnismäßig lockerer Randbebauung. Der DTV liegt in der Dachauer Straße zwischen 25000 und 27000 Kfz/24 h und in der Lothstraße selbst bei etwa 7000 Kfz/24 h (2008). Das Messgebiet erstreckte sich ca. 250 m in Ost-West-Richtung und ca. 200 m in Nord-Süd-Richtung. Insgesamt wurden in diesem Bereich fünf Passivsammler eingesetzt.

Eine Übersichtskarte zur Lage der Messpunkte ist in Abb. 76 dargestellt. Der Messpunkt MLo4 war in unmittelbarer Nähe zur LÜB-Station angebracht. An der LÜB-Station befand sich ebenfalls ein Passivsammler (MLo0). Der Messstandort MLo1 befand sich in etwa 30 m Entfernung zur Einmündung der Lothstraße in die Dachauer Straße, einer Hauptverkehrsstraße. Da sich der Messpunkt MLo1 auf dem offenen Hochschulgelände befand, war eine gute Durchlüftung vorhanden. Die Messpunkte MLo2 und MLo3 sind etwa gleich weit von der LÜB-Station entfernt. Dabei lag MLo2 in einer Seitenstraße parallel zur Dachauer Straße, MLo3 wurde hingegen in einem unbefahrenen Innenhof angebracht.

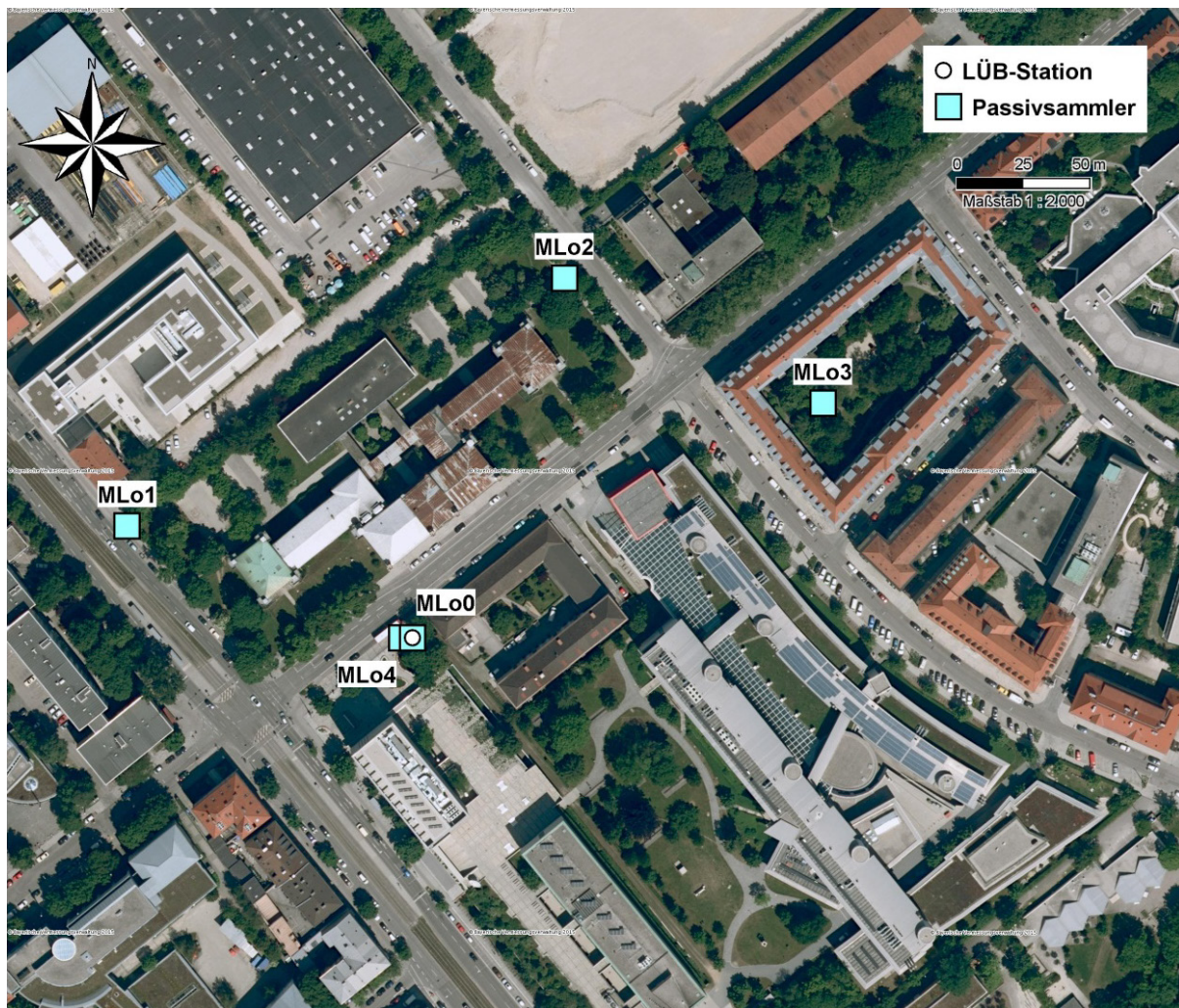


Abb. 76: Luftbild zur Lage der Messpunkte im Umfeld der LÜB-Station in der Lothstraße in München

In Tab. 7 sind Informationen zur Lage der Passivsammlermesspunkte im Umfeld der LÜB-Station Lothstraße (MLoLÜB) zusammengestellt.

Tab. 7: Beschreibung der Lage der Messpunkte in der Umgebung der LÜB-Station in der Lothstraße in München

Bezeichnung	Alte Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Standort	Abstand zur Hauptverkehrsstraße
<b>MLoLÜB</b>	-	4466974	5335264	LÜB-Station Lothstraße	28 m zur Dachauer Straße
<b>MLo0</b>	MÜLO MP5	4466974	5335264	Lothstraße, auf LÜB-Station	28 m zur Dachauer Straße
<b>MLo1</b>	MÜLO MP1	4466867	5335306	Dachauer Straße, Baum (offenes Hochschulgelände)	Dachauer Straße 38 m zur Lothstraße
<b>MLo2</b>	MÜLO MP2	4467031	5335399	Heißstraße, Baum	30 m zur Lothstraße
<b>MLo3</b>	MÜLO MP3	4467128	5335352	Heißstraße 114, (Innenhof)	Innenhof
<b>MLo4</b>	MÜLO MP4	4466970	5335264	Lothstraße, Baum vor LÜB-Station	31 m zur Dachauer Straße

## 2.2 Ergebnisse

Die Messungen in der Umgebung der LÜB-Station in der Lothstraße in München wurden vom 18.05.2010 bis zum 20. März 2012 durchgeführt. An den Messpunkten MLo2, MLo0 und MLo5 wurden die Messungen zum 11.01.2011 eingestellt, da die bis dahin vorliegenden Messwerte keine weiteren Erkenntnisse erwarten ließen und dadurch zusätzlich weitere Kapazitäten für andere Messpunkte frei wurden. Abb. 77 zeigt den Vergleich der kontinuierlich und diskontinuierlich gemessenen Stickstoffdioxidkonzentrationen an der LÜB-Station. Diese stimmten im untersuchten Zeitraum recht gut überein, so dass im weiteren Verlauf des Projektes auf den Passivsammler auf der LÜB-Station (MLo0) verzichtet wurde.



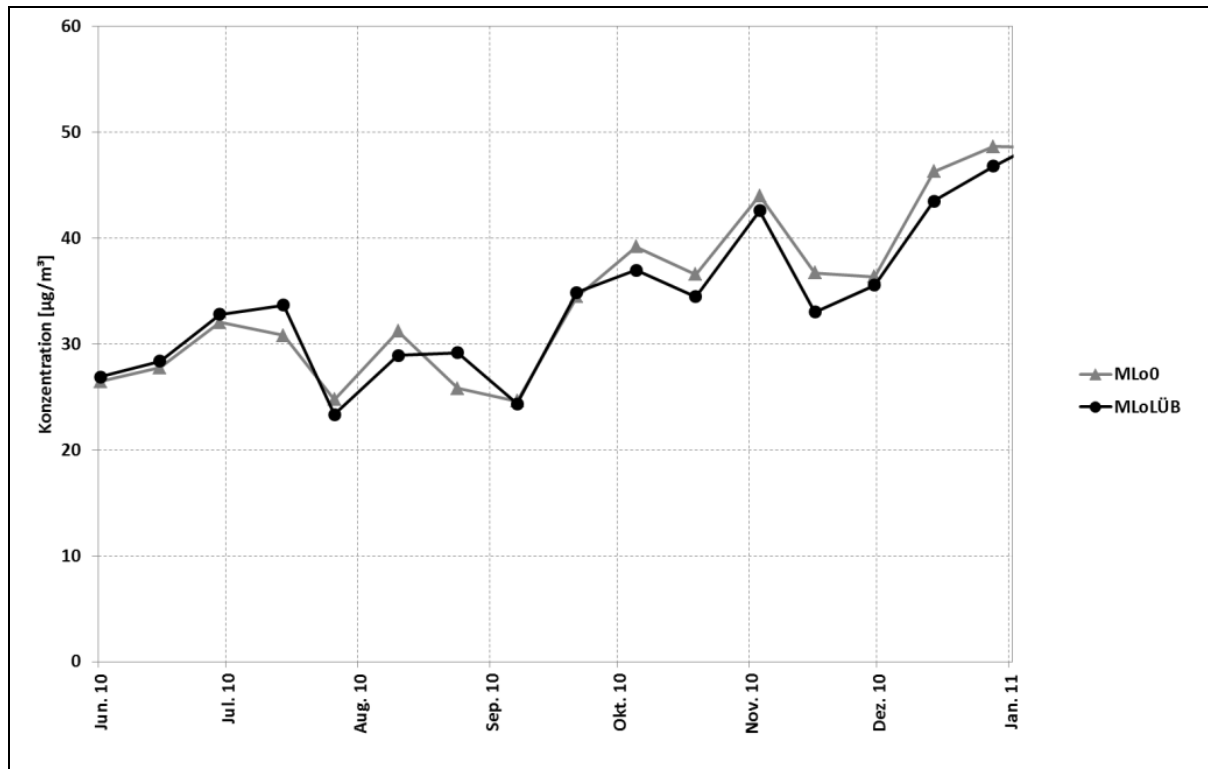


Abb. 77: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der LÜB-Station in der Lothstraße in München  
Kontinuierliche Messung: MLoLÜB; Passivsammler: MLo0

In Abb. 78 sind die Verläufe der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Umgebung der LÜB-Station Lothstraße dargestellt. Wie aufgrund der Lage zur Dachauer Straße zu erwarten, wurden die höchsten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen am Messpunkt MLo1 gefunden, die niedrigsten am Messpunkt MLo3 in einem unbefahrenen Innenhof. Die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an den Messstandorten MLo4 und MLo0 lagen in einem Bereich zwischen 24 und 50 µg/m<sup>3</sup> und wichen nur geringfügig voneinander ab. Die Messungen am Messpunkt MLo2 ergaben NO<sub>2</sub>-Konzentrationen zwischen 21 und 47 µg/m<sup>3</sup>.

An der Dachauer Straße (MLo1) lagen die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen während des gesamten Messzeitraums zwischen 25 und 53 µg/m<sup>3</sup>, im Innenhof (MLo3) zwischen 14 und 46 µg/m<sup>3</sup>.

Im Vergleich zu den kontinuierlich gemessenen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der LÜB-Station in der Lothstraße lagen die Passivsammlermesswerte in der stärker befahrenen Dachauer Straße häufig deutlich höher, in der Zeit von Februar bis Mai 2011 sowie von Mitte Januar bis Ende März 2012 wurden an der LÜB-Station besonders hohe Werte gemessen (s. Abb. 78).

Im Jahre 2011 ist in der Umgebung der LÜB-Station in der Lothstraße in München der typische sommerliche Rückgang der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen deutlich zu erkennen. Im wenig befahrenen Innenhof ist dieser Verlauf ausgeprägter.

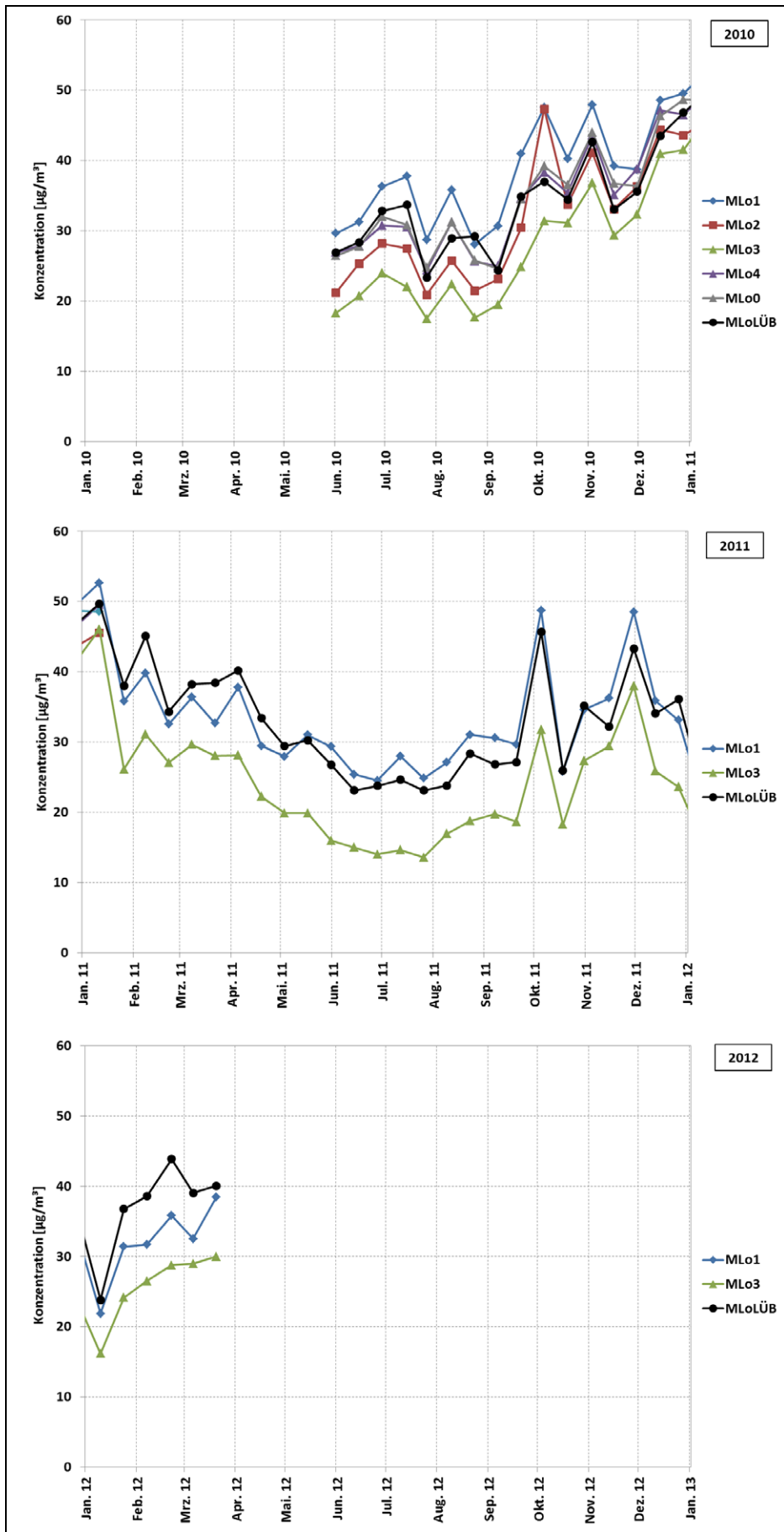


Abb. 78:  
Verlauf der NO<sub>2</sub>-  
Konzentrationen  
[µg/m<sup>3</sup>] der Passiv-  
sammler in der Umge-  
bung der LÜB-Station  
in der Lothstraße in  
München und der konti-  
nuierlichen Messungen  
der LÜB-Station  
(MLoLÜB)

## 2.3 Diskussion

Da die Messungen an den Messpunkten MLo2, MLo4 und MLo0 frühzeitig beendet wurden, konnten nur für die Messpunkte MLo1 und MLo3 Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bestimmt werden. Diese betragen im Jahr 2011 32 µg/m<sup>3</sup> am Messpunkt MLo1 und an der LÜB-Station (MLoLÜB, kontinuierlich) sowie 23 µg/m<sup>3</sup> im Innenhof (MLo3). In Tab. 8 sind die mittleren NO<sub>2</sub>-Konzentrationen des Jahres 2011 für die beiden Messpunkte sowie für die LÜB-Station zusammengestellt.

Messpunkt	JMW 2011 [µg/m <sup>3</sup> ]
<b>MLoLÜB</b>	32
<b>MLo1</b>	32
<b>MLo3</b>	23

Tab. 8:  
NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte 2011 an der  
LÜB-Station in der Lothstraße in  
München  
MLo3: Hinterhof

Insgesamt lassen die NO<sub>2</sub>-Messungen mit Passivsammlern im Bereich der LÜB-Station Lothstraße (städtische Hintergrundstation) wenig zusätzliche Aussagen zu. Die LÜB-Station selber und der Messpunkt in der Dachauer Straße (MLo1) sind aber im Vergleich zum Messpunkt MLo3 im Innenhof deutlich stärker vom Verkehr beeinflusst. Mit einem Jahresmittelwert von 23 µg/m<sup>3</sup> entspricht die NO<sub>2</sub>-Konzentration im Innenhof der vorstädtischen Hintergrundkonzentration, wie sie im Jahr 2011 z. B. in Johanneskirchen gemessen wurde.

Die Anzahl der Messpunkte wurde schon frühzeitig ausgedünnt, so dass hier nur an zwei Messpunkten Jahresmittelwerte für 2011 bestimmt und mit der kontinuierlich bestimmten mittleren NO<sub>2</sub>-Konzentration an der LÜB-Station verglichen werden konnten.

## 2.4 Fotodokumentation

Die Position des Passivsammlers ist in den Fotos mit einem weißen Pfeil markiert.



Abb. 79: Messpunkt MLo1 Lothstraße

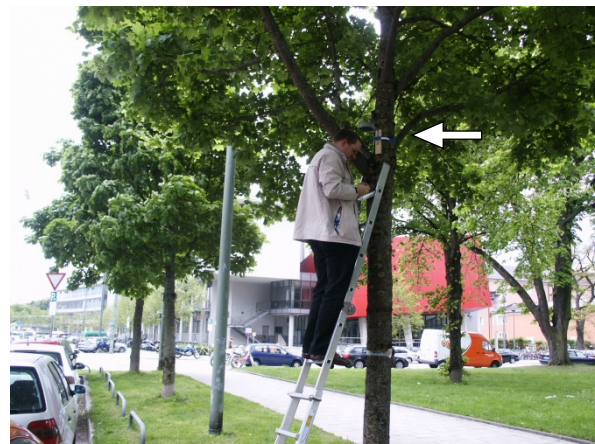


Abb. 80: Messpunkt MLo2 Lothstraße



Abb. 81: Messpunkt MLo3 Lothstraße



Abb. 82: Messpunkt MLo4 Lothstraße

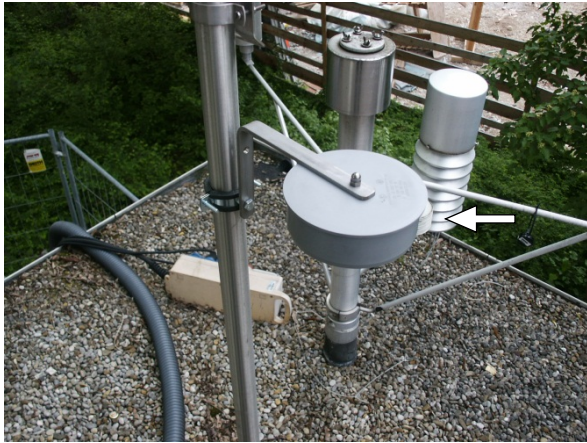


Abb. 83: Messpunkt MLo5 Lothstraße

### 3 München (Prinzregentenstraße, Englischer Garten)

#### 3.1 Standortbeschreibung

Die LÜB-Station in der Prinzregentenstraße in München war als städtische Verkehrsmessstation eingestuft. Sie befand sich in der Oettingenstraße in einer Entfernung von etwa 33 m zur Prinzregentenstraße. Die Oettingenstraße ist eine dreispurige Einbahnstraße mit Fahrtrichtung von Nord nach Süd, die in die Prinzregentenstraße einmündet. Dort wurde für das Bezugsjahr 2010 ein DTV von etwa 20.500 Kfz/24 (SNFz: 4,7 %) ermittelt. Die Oettingenstraße liegt nur wenige hundert Meter entfernt vom Englischen Garten.

Das Messgebiet erstreckte sich mit sechs Passivsammlern ca. 250 m in Ost-West und ca. 400 m in Nord-Süd-Richtung. Die Passivsammlermesspunkte lagen auf der LÜB-Station (MP0) und in unmittelbarer Nachbarschaft zu ihr (MP2). Weitere zwei Messpunkte lagen in der Himbselstraße parallel zur Prinzregentenstraße. Die Messpunkte befanden sich in einem Gebiet mit verschiedenen Museen und anderen öffentlichen Gebäuden, einer Schule und einem Kindergarten. Benachbart war das südliche Ende des Englischen Gartens mit zwei weiteren Messpunkten. Messpunkt MP5 wurde aufgrund der Nähe zur Sportanlage eingerichtet. Dort bestand die Möglichkeit zur Stromversorgung eines Airpointers. Ihre Lage ist in Abb. 84 dargestellt.

In Tab. 9 sind Informationen zur Lage der Passivsammlermesspunkte im Umfeld der LÜB-Station München Prinzregentenstraße (MPLÜB) zusammengestellt.

Tab. 9: Beschreibung der Lage und Entfernung (Luftlinie) der Messpunkte bezüglich der LÜB-Station München Prinzregentenstraße

Bezeichnung	Alte Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Standort	Abstand zur Hauptverkehrsstr
<b>MPLÜB</b>	MÜPR MP1	4469766	5333937	LÜB Station Prinzregentenstraße/Ottingenstraße	33 m
<b>MP0</b>	MÜPR MP1	4469766	5333937	Oettingenstraße, (auf der LÜB-Station)	33 m
<b>MP2</b>	MÜPR MP2	4469758	5333928	Oettingenstraße, Regenrinne	31 m
<b>MP3</b>	MÜPR MP3	4469790,	5334004	Himbselstraße, Verkehrsschild	53 m
<b>MP4</b>	MÜPR MP4	4469696	5334045	Himbselstraße, Baum	
<b>MP5</b>	MÜPR MP5	4469711	5334289	Englischer Garten, (Sportanlage) Baum	
<b>MP6 (MEG)</b>	MÜPR6	4469597	5334120	Englischer Garten, Baum	156 m



Abb. 84: Luftbild zur Lage der Messpunkte im Umfeld der LÜB-Station in der Prinzregentenstraße in München

### 3.2 Ergebnisse

Die Messungen in der Umgebung der LÜB-Station Prinzregentenstraße wurden in der Zeit vom 18.05.2010 bis zum 20.03.2012 an fünf Passivsammlermessstellen sowie auf der LÜB-Station durchgeführt. Die Messungen an den Messpunkten MP5 und MP2 wurden am 18.11.2010 beendet, da die NO<sub>2</sub>-Konzentrationsunterschiede zwischen den Messpunkten MP5 und MP6 bzw. MP2 und MP0 sehr gering waren (s. Abb. 85).

Die Messungen an den anderen Messstandorten bis auf den Messpunkt MP6 wurden im Frühjahr 2012 nach dem Abbau der LÜB-Station ebenfalls beendet. Der Messpunkt MP6 im Englischen Garten wurde unter der Bezeichnung MEG zur Messung der städtischen NO<sub>2</sub>-Hintergrundkonzentration in München beibehalten.

An den Messstandorten im Umfeld der mittlerweile abgebauten LÜB-Station in der Prinzregentenstraße in München lagen die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Oettingenstraße zwischen 40 µg/m<sup>3</sup> und 92 µg/m<sup>3</sup> (MP0), an der Ecke zur Himbselstraße (MP3) noch zwischen 28 µg/m<sup>3</sup> und 60 µg/m<sup>3</sup> (s. Abb. 85).

Die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen am Messpunkt im Englischen Garten (MP6 bzw. später MEG) und auch am Messpunkt MP4 waren mit Werten zwischen 15 µg/m<sup>3</sup> und 47 µg/m<sup>3</sup> deutlich niedriger. Dabei wiesen die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen nicht nur einen vergleichbaren jahreszeitlichen Verlauf auf, sondern auch die Höhe der Konzentrationen in den jeweiligen Messzeiträumen war sehr ähnlich.



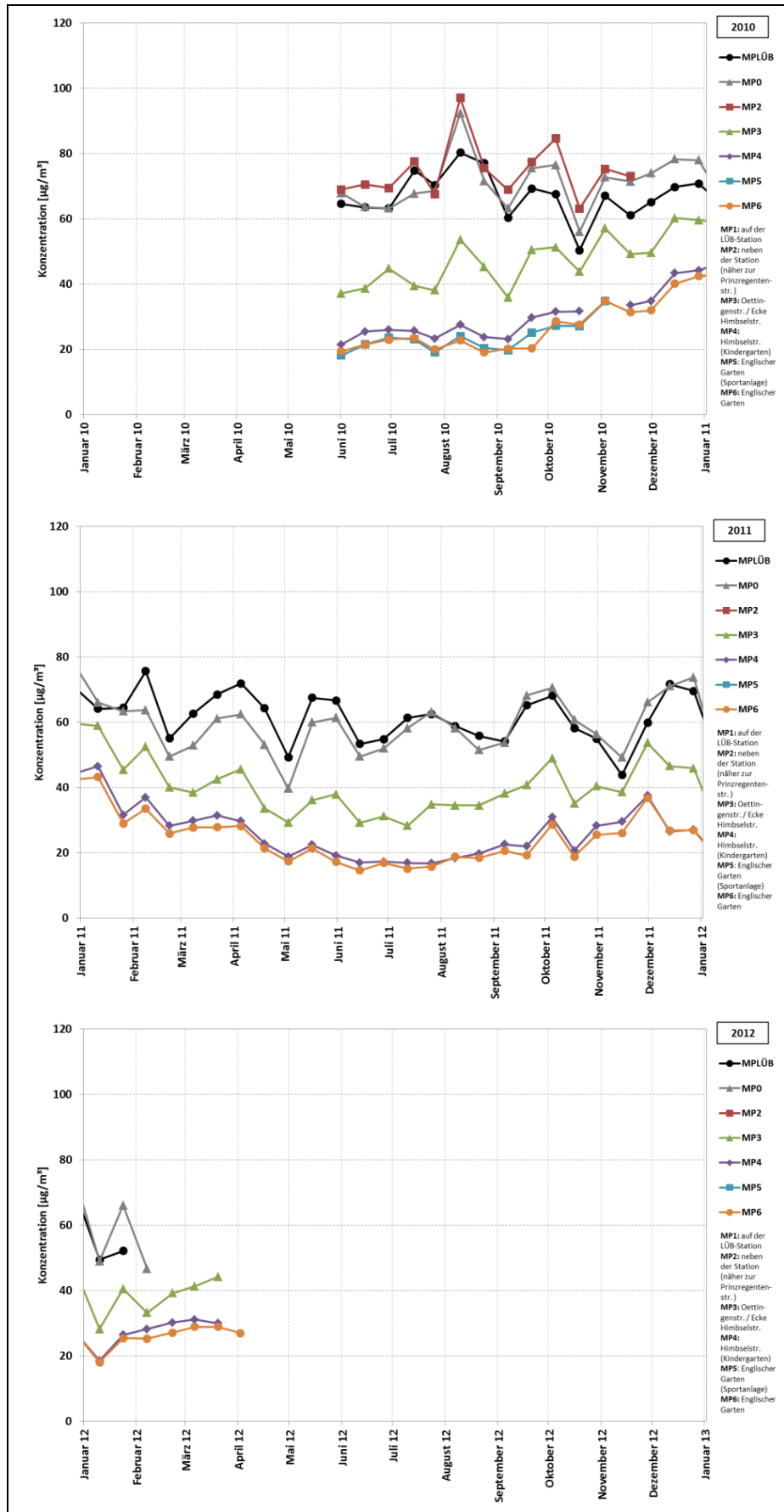


Abb. 85: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen [µg/m<sup>3</sup>] in der Umgebung der LÜB-Station in der Prinzregentenstraße in München

### 3.3 Diskussion

Für die Messpunkte MP0 (MPLÜB-PS), MP3, MP4 und MP6 (MEG) ergaben sich im Jahr 2011 die in Abb. 86 dargestellten mittleren  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen. Die mittleren  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen nahmen, wie zu erwarten, mit zunehmender Entfernung von der Prinzregentenstraße zum Englischen Garten hin deutlich ab. Während die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen im Bereich der LÜB-Station mit Werten um  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  noch deutlich oberhalb des Grenzwertes von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lagen, wurde dieser in etwa 50 m Entfernung zur Prinzregentenstraße mit  $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (MP3) knapp eingehalten. Die mittlere  $\text{NO}_2$ -Konzentration am Messpunkt MP4 entsprach wie die im Englischen Garten (MP6) der städtischen Hintergrundkonzentration ( $25 \text{ mg}/\text{m}^3$  bzw.  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

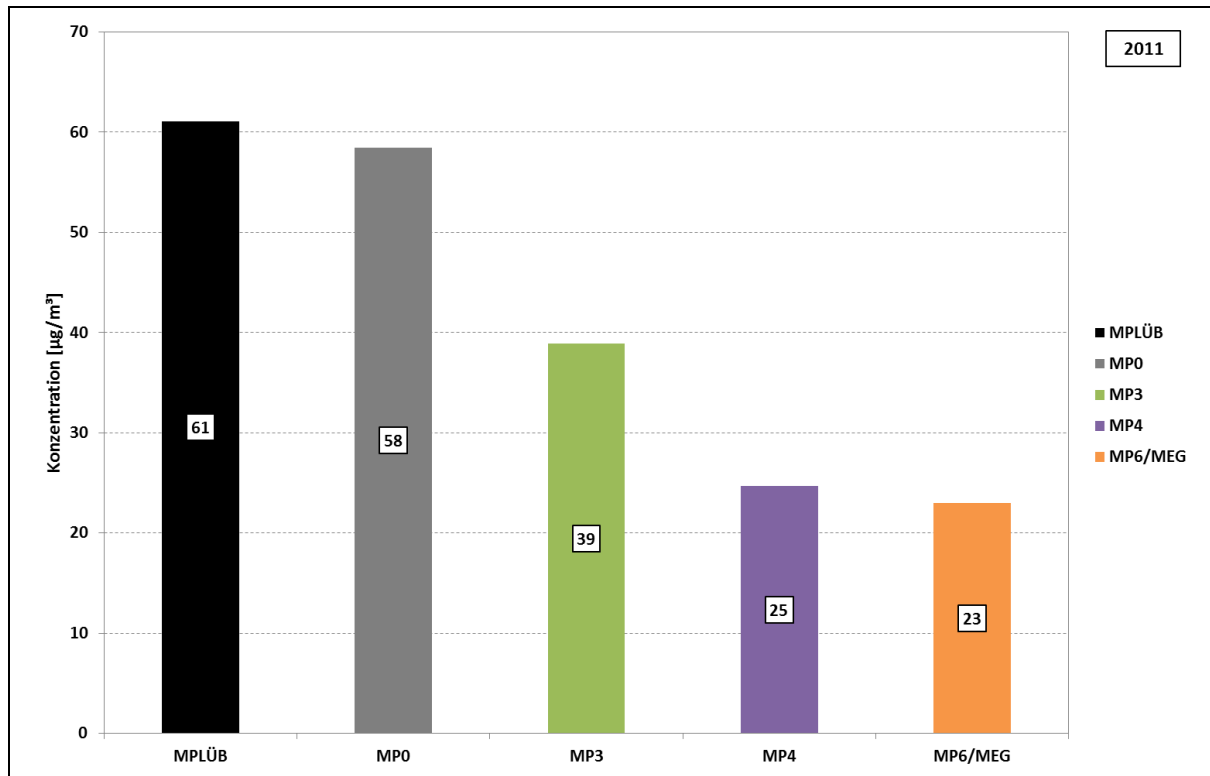


Abb. 86:  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte 2011 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] in der Umgebung der LÜB-Station in der Prinzregentenstraße in München

Die Messungen im Englischen Garten (MP6) wurden nach Beendigung aller weiteren Untersuchungen mittels Passivsammlern in der Umgebung der LÜB-Station in der Prinzregentenstraße bis Ende 2014 weitergeführt und mit MEG bezeichnet. Der Verlauf der  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen im Englischen Garten zeigt eine deutliche jahreszeitliche Abhängigkeit mit Sommersenke. Während die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen im Sommer in der Regel zwischen  $15$  und  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lagen, wurden in den Wintermonaten deutlich höhere Konzentrationen um  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Insbesondere in den Wintern 2010/11 und 2013/14 stiegen die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen für längere Perioden auf Werte z. T. deutlich größer  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an. Beispielhaft ist in Abb. 87 der Verlauf der  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen im Jahr 2012 dargestellt.

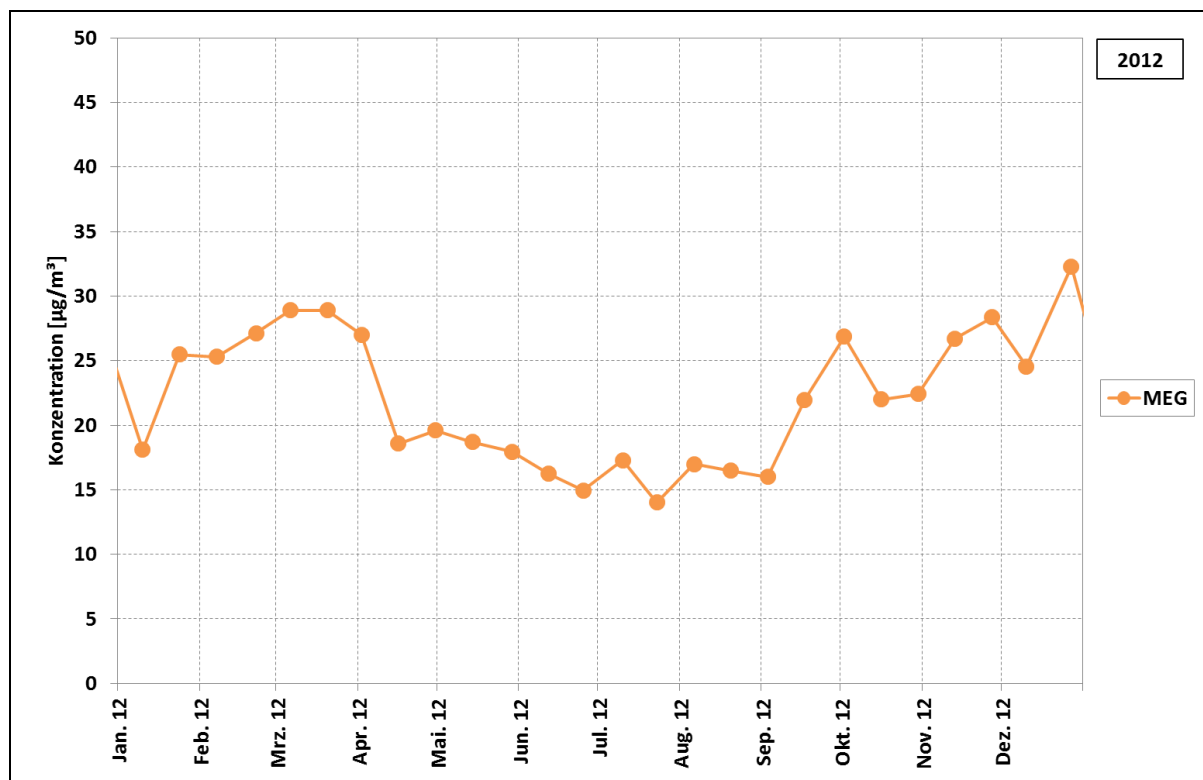


Abb. 87: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen [µg/m<sup>3</sup>] im Englischen Garten (Messpunkt MEG, ehemals als MP6 bezeichnet) im Jahr 2012

Die im Englischen Garten gemessenen NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte sind in Tab. 10 dargestellt. Sie entsprechen den Werten der LÜB-Station Johanneskirchen, die die vorstädtische Hintergrundbelastung Münchens repräsentiert. Auch der Jahresmittelwert 2011 am Messpunkt MLo3 im Innenhof in der Nähe der LÜB-Station in der Lothstraße in München betrug 23 µg/m<sup>3</sup>. Im Vergleich dazu lagen die Jahresmittelwerte im Hinterhof an der Landshuter Allee (Messpunkt ML10 mit 28 µg/m<sup>3</sup>) etwas höher.

Tab. 10: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte in München im Englischen Garten (Messpunkt MEG), im Hinterhof an der Landshuter Allee (ML10), im Innenhof an der Heißstraße (MLo3) und an der LÜB-Station in Johanneskirchen

Jahr	Passivsammler			LÜB-Station
	MEG Englischer Garten	ML10 Hinterhof, Landshuter Allee	MLo3 Innenhof Heißstraße	Johanneskirchen (kontinuierlich)
	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
2011	23	28	23	23
2012	22	28	-	22
2013	23	29	-	22
2014	23	-	-	22

### 3.4 Airpointer-Messungen

In der Umgebung der LÜB-Station München Prinzregentenstraße wurden an drei Standorten kontinuierliche Messungen von  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_x$  und Ozon mit Hilfe eines Airpointer durchgeführt.

In der Zeit vom 30.06. bis 05.10.2010 wurde am Passivsammlermesspunkt MP5 im Englischen Garten in der Nähe der Sportanlage gemessen. Aufgrund technischer Probleme sind die Messgeräte immer wieder ausgefallen. Dies führte, mangels Daten, zu Lücken in den Verläufen. In Abb. 88 sind die Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen  $\text{NO}_2$ -,  $\text{NO}$ - und  $\text{O}_3$ -Konzentrationen auf Basis der Halbstundenmittelwerte dargestellt.

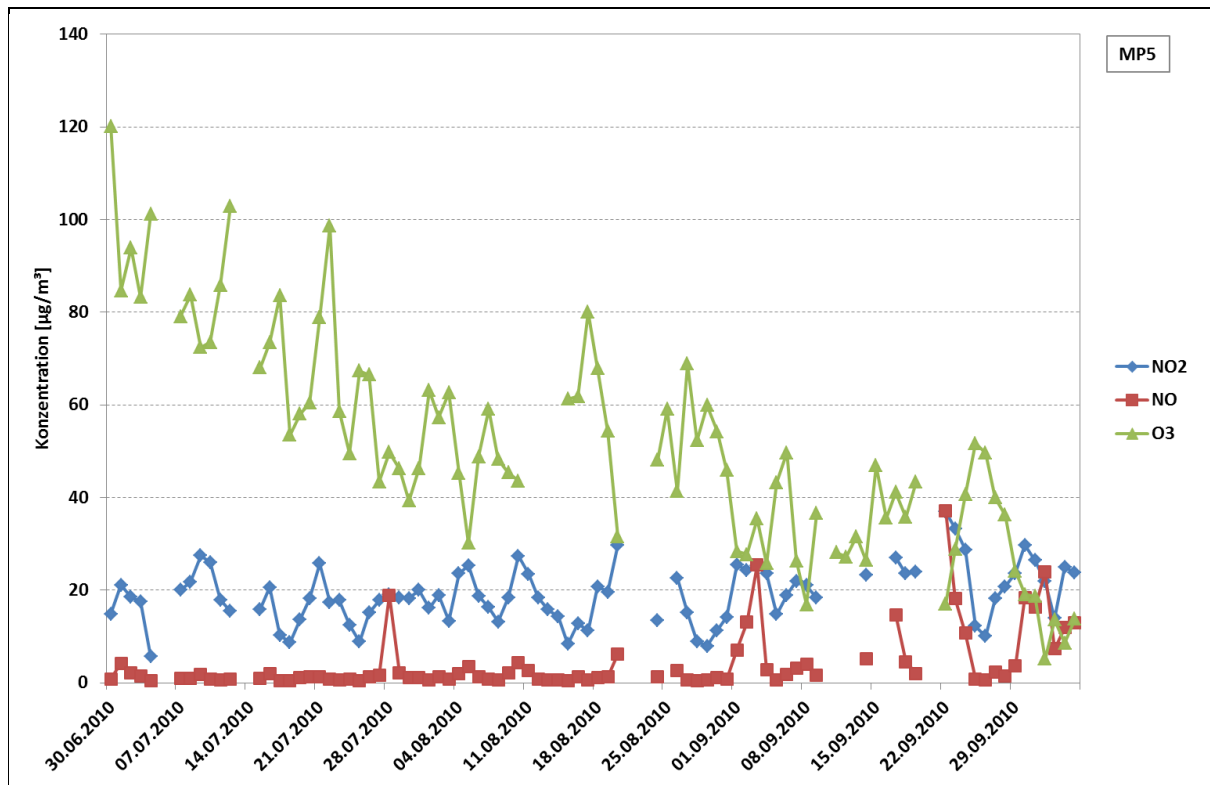


Abb. 88: Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen  $\text{NO}_2$ -,  $\text{NO}$ - und  $\text{O}_3$ -Konzentrationen am Messpunkt MP5 im Englischen Garten

Die mittleren Tagesgänge der Konzentrationen abhängig von den Wochentagen sind in Abb. 89 dargestellt. An den Werktagen von Montag bis Freitag ist ein Anstieg der  $\text{NO}_2$ - und  $\text{NO}$ -Konzentrationen am Morgen und für  $\text{NO}_2$  in etwas geringerem Ausmaß am Abend zu beobachten.

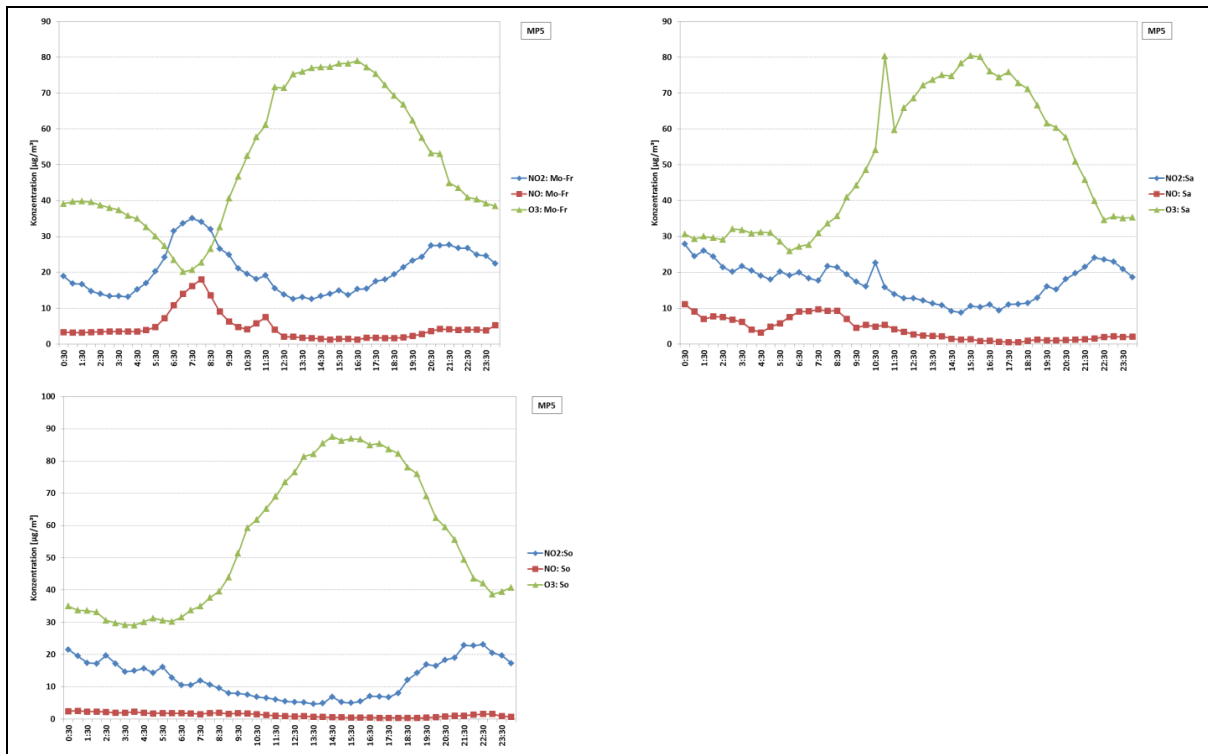


Abb. 89: Mittlerer Tagesgang der NO<sub>2</sub>-, NO- und O<sub>3</sub>-Konzentration (Halbstundenmittelwerte) am Messpunkt MP5 im Englischen Garten [µg/m<sup>3</sup>]

In der Zeit vom 25.05.2011 bis zum 10.08.2011 wurde mit den Airpointern an den Messpunkten MP3 und MP4 parallel gemessen. In Abb. 90 sind die Tagesmittelwerte der NO<sub>2</sub>-, NO- und O<sub>3</sub>-Konzentrationen an den Messpunkten dargestellt.

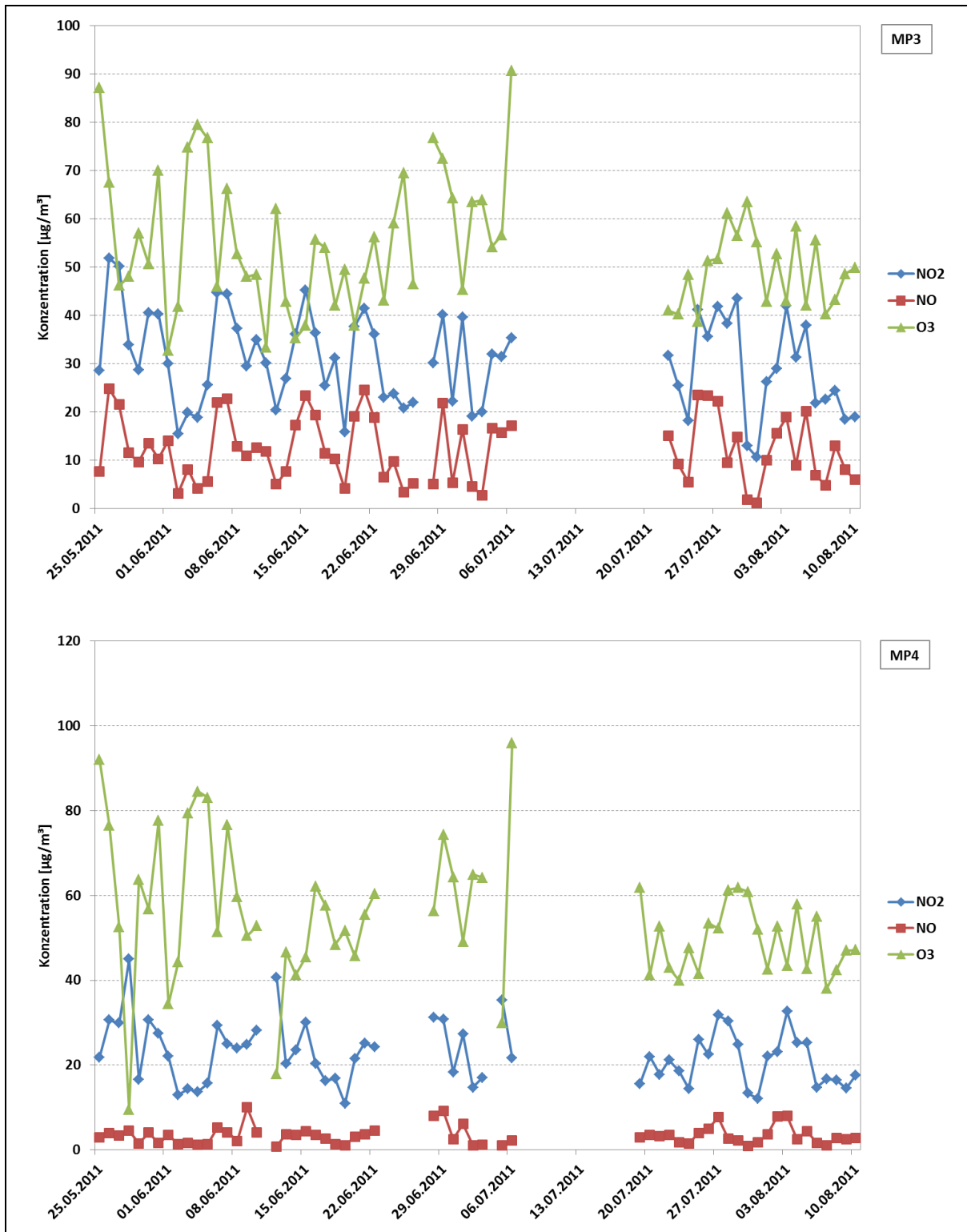


Abb. 90: Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen NO<sub>2</sub>-, NO- und O<sub>3</sub>-Konzentrationen in der Umgebung der LÜB-Station in der Prinzregentenstraße in München [µg/m<sup>3</sup>]  
Oben: MP3, unten: MP4

Der Vergleich der mittleren Tagesgänge der Luftschadstoffkonzentrationen an den Messpunkten MP3 und MP4 zeigt für die Werktage am Messpunkt MP3 zur Zeit des morgendlichen Berufsverkehrs einen sehr viel höheren Anstieg der NO<sub>2</sub>- und NO-Konzentrationen als am Messpunkt MP4 (s. Abb. 91 und Abb. 92). Dies lässt sich durch den größeren Abstand vom Messpunkt MP4 von der verkehrsreicheren Prinzregentenstraße erklären.

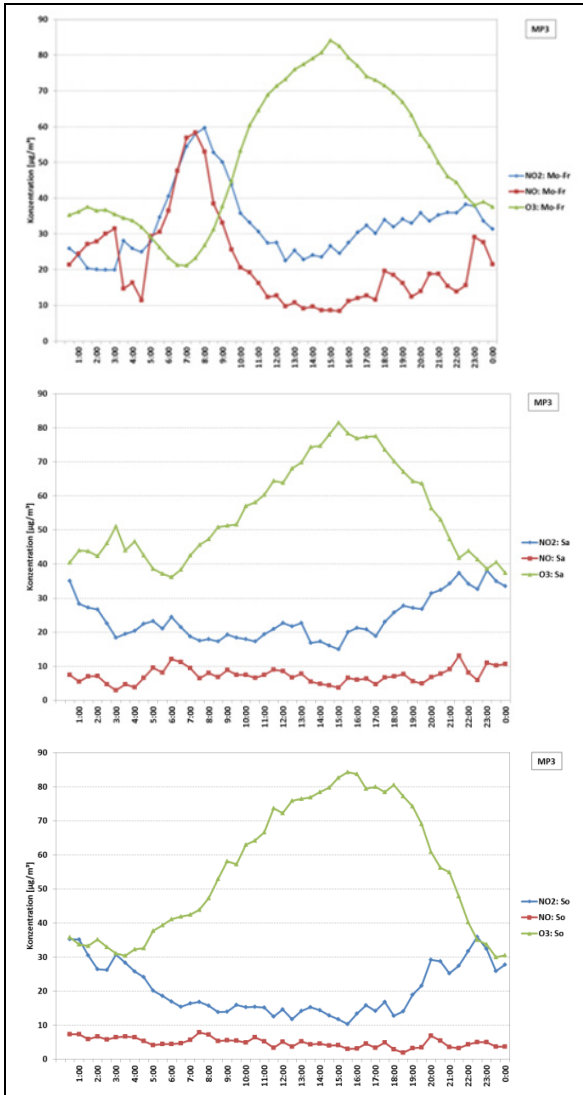


Abb. 91: Mittlerer Tagesgang der NO<sub>2</sub>-, NO- und O<sub>3</sub>-Konzentration (Halbstundenmittelwerte) am Messpunkt MP3 [µg/m<sup>3</sup>]

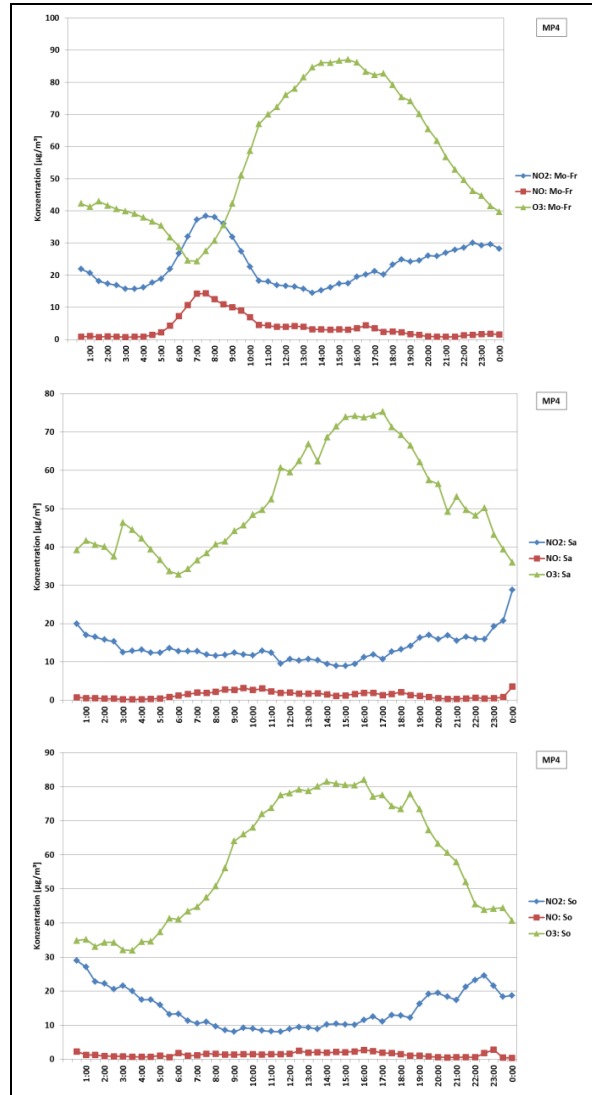


Abb. 92: Mittlerer Tagesgang der NO<sub>2</sub>-, NO- und O<sub>3</sub>-Konzentration (Halbstundenmittelwerte) am Messpunkt MP4 [µg/m<sup>3</sup>]

### 3.5 Fotodokumentation

Die Position des Passivsammlers ist in den Fotos mit einem weißen Pfeil markiert.



Abb. 93: Messpunkt MP0 Prinzregentenstraße



Abb. 94: Messpunkt MP2 Prinzregentenstraße



Abb. 95: Messpunkt MP3 Prinzregentenstraße

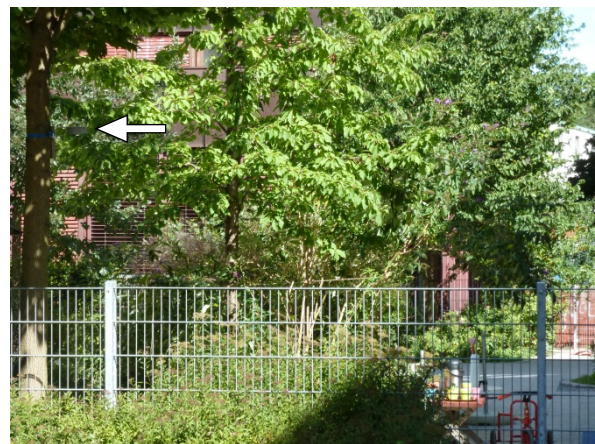


Abb. 96: Messpunkt MP4 Prinzregentenstraße





Abb. 97: Messpunkt MP5 Prinzregentenstraße



Abb. 98: Messpunkt MP6 (MEG) Englischer Garten

---

## Literatur

- [1] Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. Kg, „Verkehrsbedingte Immissionen - Wirksamkeit eines Tempolimits auf einer Stadtautobahn in München,“  
[http://www.muenchen.de/rathaus/dms/Home/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Dokumente/Luft\\_und\\_Strahlung/Luftreinhalteplan/5\\_lrp\\_anlage\\_3.pdf](http://www.muenchen.de/rathaus/dms/Home/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Dokumente/Luft_und_Strahlung/Luftreinhalteplan/5_lrp_anlage_3.pdf).
- [2] A. Baum, „Längsprofilmessungen in Autobahn-Tunneln,“ in *48. Messtechnisches Kolloquium*, Berlin, 2013.
- [3] Lohmeyer, „Vergleich von Immissionssimulationen in dichter Bebauung mit Messwerten,“ *Lohmeyer aktuell*, Dezember 2014.

# **Anlage 3 – Standort Nürnberg**

**zum**

**Abschlussbericht**

**Untersuchung der räumlichen Verteilung der  
NO<sub>x</sub>-Belastung im Umfeld von vorhandenen,  
hochbelasteten Luftmessenstationen**

## Inhaltsverzeichnis

<b>Nürnberg (Von-der-Tann-Straße)</b>	<b>3</b>
<b>1 Standortbeschreibung</b>	<b>3</b>
<b>2 Ergebnisse</b>	<b>5</b>
2.1 Passivsammler	5
2.2 Airpointer	6
2.3 Luv-Lee-Effekte	7
<b>3 Diskussion</b>	<b>10</b>
<b>4 Fotodokumentation</b>	<b>12</b>

# Nürnberg (Von-der-Tann-Straße)

## 1 Standortbeschreibung

Die stark befahrene Von-der-Tann-Straße verläuft als Einfallstraße nach Nürnberg in Nord-Süd-Richtung (DTV: 38300 Kfz/24 h, SV 6,5 %, 2013) mit jeweils zwei Fahrspuren in beiden Fahrtrichtungen. Die LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße ist als städtische Verkehrsmessstation eingestuft und befindet sich südlich der Kreuzung zur ebenfalls vierspurigen Rothenburger Straße. Im Bereich der Kreuzung besitzen beide Straßen jeweils zusätzliche Rechtsabbiegerspuren. Nördlich der Kreuzung befinden sich auf beiden Seiten ca. 4 m hohe Lärmschutzwände in der Von-der-Tann-Straße, die Breite der Straßenschlucht beträgt hier ca. 25 m. Südlich der Kreuzung weist die Von-der-Tann-Straße eine ca. 20 m hohe, durchgängige Häuserfront auf, die Breite der Straßenschlucht beträgt hier ca. 32 m.

Im Umfeld der LÜB-Messstation in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg wurden insgesamt sieben Messpunkte errichtet, um die  $\text{NO}_2$ -Belastung im umliegenden Wohngebiet zu erfassen (Messbeginn 13. KW 2013). Eine Übersicht der in Nürnberg errichteten Messpunkte ist in Abb. 1 und Abb. 2 dargestellt. Die Passivsammlermesspunkte befinden sich auf der Station (NT0) und gegenüber auf der Ostseite (NT4). Zwei weitere Messpunkte wurden im Abstand von 55 m (NT1) und 30 m (NT2) nördlich der Kreuzung eingerichtet. In diesem Bereich beschleunigen die Fahrzeuge von der Kreuzung her kommend stark. In etwa 45 m Entfernung östlich der Von-der-Tann-Straße verläuft eine Parallelstraße durch ein Wohngebiet (Herzog-Bernhard-Straße). Hier befanden sich die Messpunkte NT6 und NT7 sowie südlich der Rothenburger Straße in der Verlängerung der Herzog-Bernhard-Straße der Messpunkt NT5 (Konstanzenstraße).

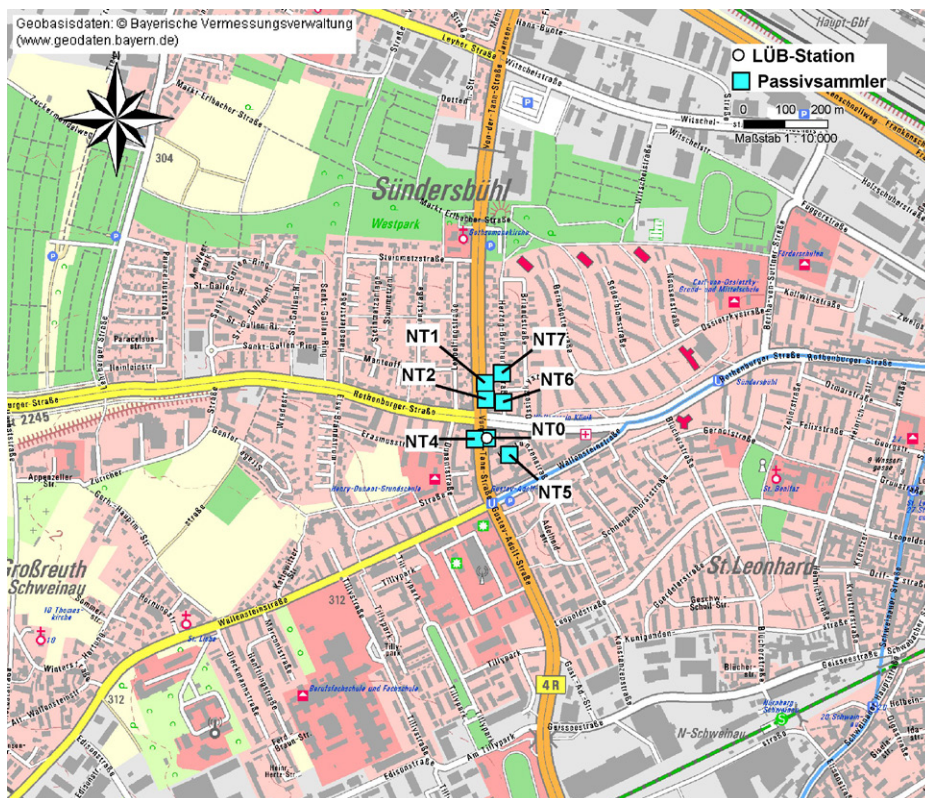


Abb. 1:  
Übersichtskarte zur Lage der Messpunkte im Umfeld der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg



Abb. 2:  
Luftbild zur Lage der Messpunkte im Umfeld der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg

In Tab. 1 sind Informationen zur Lage der Passivsammlermesspunkte im Umfeld der LÜB-Station Nürnberg - Von-der-Tann-Straße (NTLÜB) zusammengefasst.

Tab. 1: Beschreibung der Lage und Entfernung (Luftlinie) der Messpunkte in der Umgebung der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg

Messpunkt	Rechtswert	Hochwert	Standort	Abstand zur Hauptverkehrsstr. [m]
<b>NTLÜB</b>	4430200	5478619	LÜB-Station Von-der-Tann-Straße	< 10 m
<b>NT0</b> (frühere Bezeichnung: NT3)	4430200	5478619	Passivsammler an der LÜB-Station	< 10 m
<b>NT1</b>	4430196	5478750	Von-der-Tann-Straße, Straßenlaterne	< 10 m
<b>NT2</b>	4430198	5478711	Von-der-Tann-Straße, Straßenlaterne	< 10 m
<b>NT4</b>	4430172	5478616	Von-der-Tann-Straße, Regenrinne,	< 10 m
<b>NT5</b>	4430254	5478579	Konstanzenstraße, Straßenlaterne	55 m
<b>NT6</b>	4430239	5478704	Herzog-Bernhard-Straße, Straßenlaterne	45 m
<b>NT7</b>	4430236	5478774	Herzog-Bernhard-Straße, Straßenlaterne	45 m

## 2 Ergebnisse

### 2.1 Passivsammler

In Abb. 3 und Abb. 4 sind die zeitlichen Verläufe der  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen in der Umgebung der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg von April 2013 bis Dezember 2014 dargestellt. Dabei sind die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen der Passivsammler auf der LÜB-Station (NT0) teilweise starken Schwankungen unterworfen. Die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen am Messpunkt NT4 gegenüber der LÜB-Station auf der Westseite der Von-der-Tann-Straße lagen in der Regel auf höherem Niveau als die am Messpunkt NT0.

Ebenso hohe  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen wie am Messpunkt NT4 weisen die Messungen an den Punkten NT1 und NT2 nördlich der Station auf. Die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen an den Standorten NT5, NT6 und NT7 in der Parallelstraße zur Von-der-Tann-Straße stiegen im Verlauf der Messungen ab dem Herbst leicht an. An diesen Messpunkten ist wie an anderen relativ gering belasteten Messpunkten in anderen Orten der typische Jahresverlauf mit niedrigen  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen im Sommer und höheren im Winter zu sehen (Sommersenke). Im Jahr 2013 scheint der Jahresgang geringer als 2014 ausgeprägt.

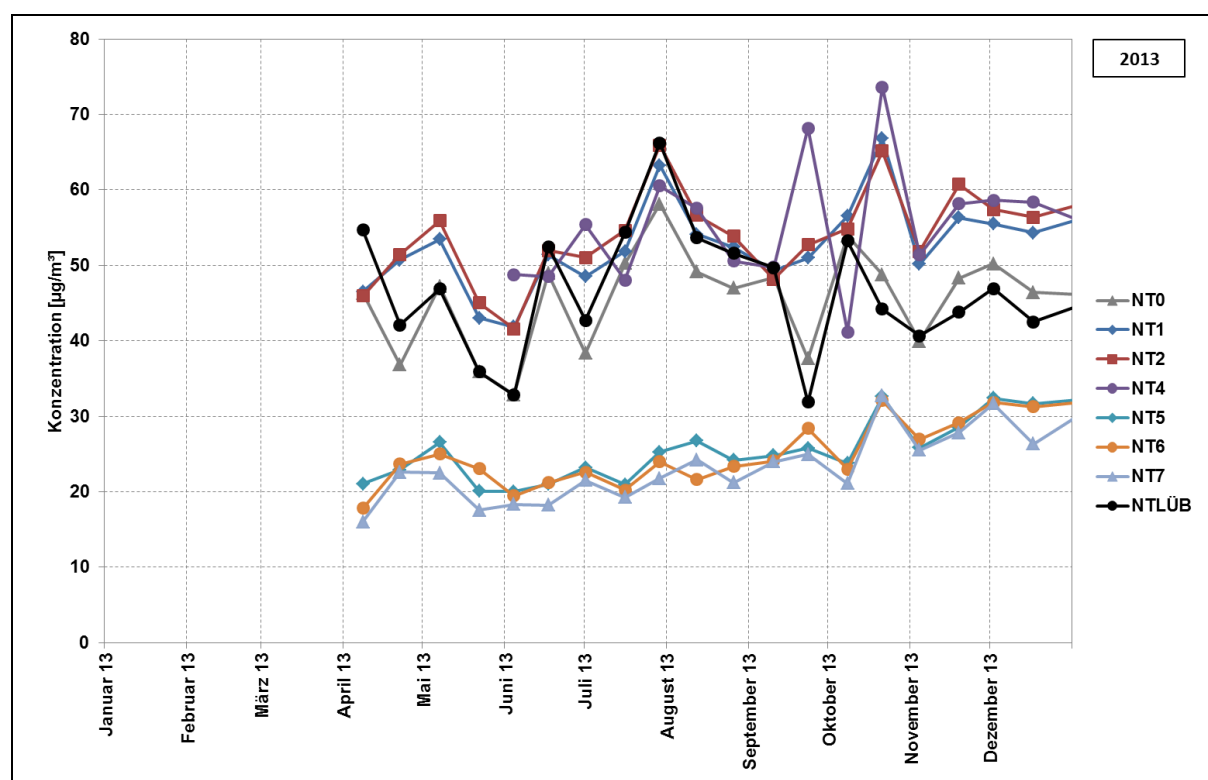


Abb. 3:  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen in der Umgebung der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg im Jahr 2013 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

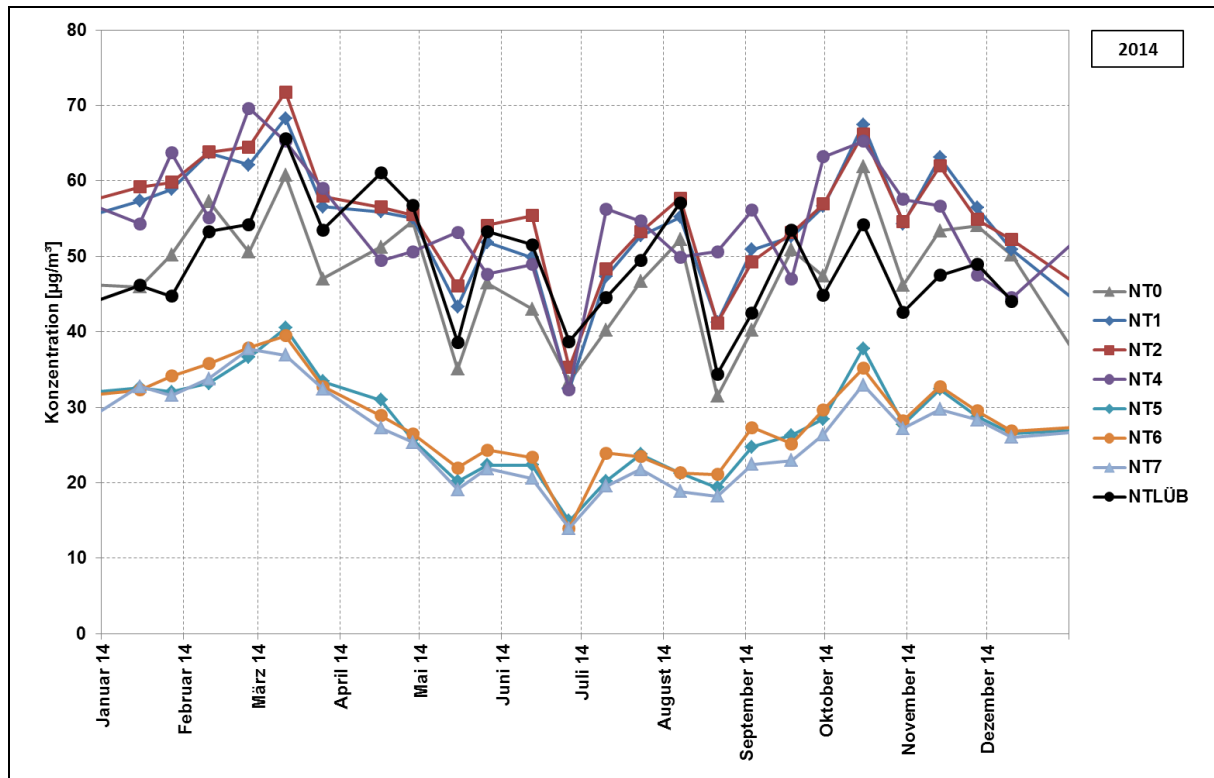


Abb. 4: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Umgebung der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg im Jahr 2014 [µg/m<sup>3</sup>]

## 2.2 Airpointer

In der Zeit vom 16.01.2014 bis 22.07.2014 wurden am Messpunkt NT2 kontinuierliche Messungen für NO, NO<sub>2</sub> und Ozon mit einem kleinen mobilen Messgerät (Airpointer) durchgeführt. Die Airpointer-Messungen zeigen am Messpunkt NT2, wie auch die Passivsammler, erhöhte Werte im Vergleich zur LÜB-Station.

Tab. 2: Vergleich der Airpointer-Messungen mit den Ergebnissen der LÜB-Station Von-der-Tann-Straße

Airpointer (Messpunkt NT2)				LÜB-Station Von-der-Tann-Straße		
O <sub>3</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	NO [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	NO [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
28	59*	82*	186*	51	59	142

\*Messwert anhand Vergleichsmessung korrigiert

Im Rahmen der Datenqualitätssicherung wurden mit dem kleinen mobilen Messgerät Vergleichsmessungen an der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg im Zeitraum vom 24.07.2014 bis 02.09.2014 durchgeführt. Es zeigten sich geringfügige Abweichungen, insbesondere für die NO<sub>2</sub>-Konzentration (erklärbar durch geringere Effizienz des Molybdänkonverters). Zur besseren Vergleichbarkeit wurden daher Korrekturfaktoren aus der Vergleichsmessung bestimmt und die Messdaten des Airpointer anhand der LÜB-Daten korrigiert. Die Messwerte dieser ergänzenden Messungen wurden für weiterführende Auswertungen herangezogen.



## 2.3 Luv-Lee-Effekte

In der folgenden Abb. 5 sind die Verläufe der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen der Passivsammler auf der LÜB-Station (NT0, Ostseite) und am gegenüberliegenden Messpunkt (NT4, Westseite) der Von-der-Tann-Straße dargestellt.

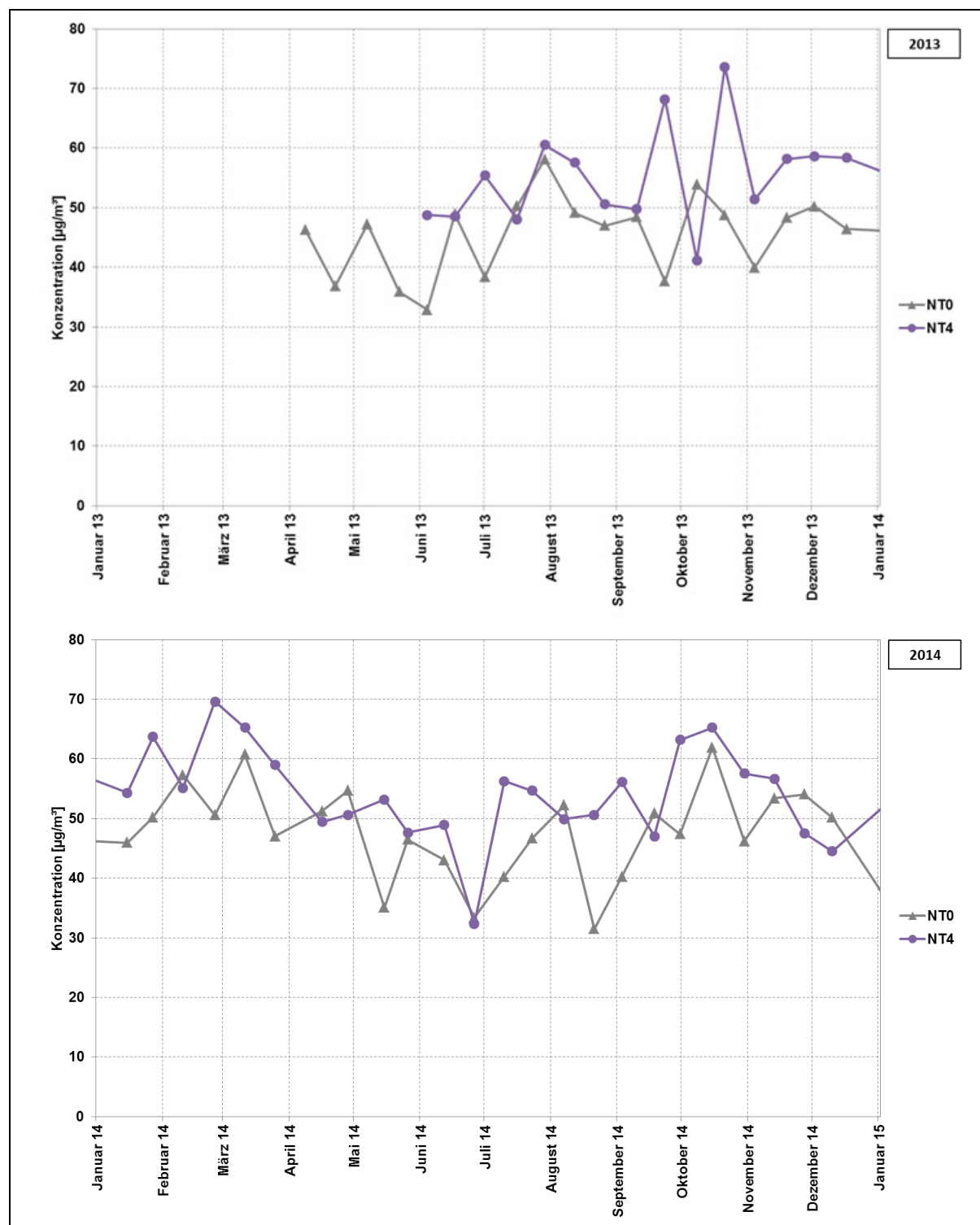


Abb. 5: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg (Messpunkt NT0, Ostseite) und am Messpunkt gegenüber (NT4, Westseite) oben:2013, unten: 2014 [µg/m<sup>3</sup>]

In Abb. 6 sind für beispielhaft ausgewählte Messperioden die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen am Messpunkt NT0 (d.h. am Passivsammler auf der LÜB-Station auf der Ostseite der Von-der-Tann-Straße) den am Messpunkt NT4 auf der Westseite ermittelten Konzentrationen gegenübergestellt. Zusätzlich sind für diese Messintervalle Windrosen eingefügt. Die Messwerte selbst sind in den Säulen unterhalb der Windrosen in µg/m<sup>3</sup> angegeben.

In Zeiträumen, in denen überwiegend Winde aus westlichen Richtungen auftreten, werden auf der Westseite deutlich höhere Konzentrationen gemessen als auf der Ostseite. Zu Zeiten mit überwiegend östlichen Winden sind die NO<sub>2</sub>-Belastungen auf der Ostseite der Von-der-Tann-Straße größer. Bei ausgeglichenen Windverhältnissen ist auch die Konzentrationsverteilung im Wesentlichen ausgeglichen. Damit zeigen sich auch an der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg, ähnlich wie an der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München, Konzentrationsverteilungen, die auf die Bildung einer Windwalze schließen lassen.

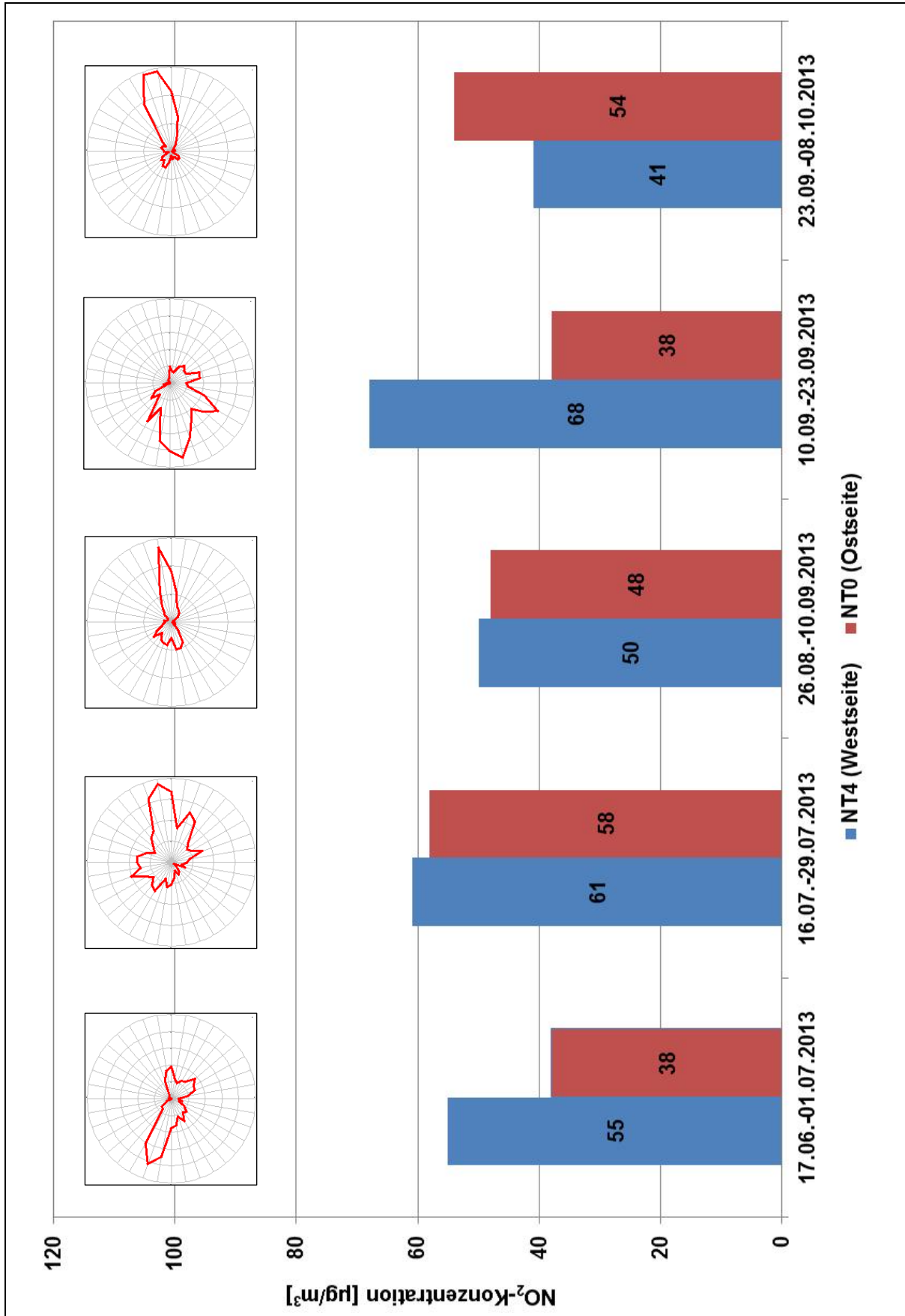


Abb. 6: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen mit Windrichtungsverteilungen an den gegenüberliegenden Messpunkten auf der Westseite (NT4) und auf der Ostseite (NT0: LÜB-Station) der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg

### 3 Diskussion

Die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte in Nürnberg in der Umgebung der LÜB-Station Von-der-Tann-Straße sind für die sieben Messstandorte der Passivsammler in Abb. 7 zusammengefasst.

Im Jahr 2014 wurde am Passivsammler an der LÜB-Station (NT0) eine NO<sub>2</sub>-Konzentration von 47 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel gemessen. Die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an den beiden Messpunkten nördlich der Kreuzung Von-der-Tann-Straße/Rothenburger Straße (NT1 und NT2) lagen mit 54 µg/m<sup>3</sup> bzw. 55 µg/m<sup>3</sup> höher. In diesem Bereich liegt auch die mittlere NO<sub>2</sub>-Konzentration am Messpunkt gegenüber der LÜB-Station (NT4) auf der Westseite der Von-der-Tann-Straße (im Mittel 54 µg/m<sup>3</sup>).

Die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte an den Messpunkten NT5, NT6 und NT7 in etwa 45 bis 55 m Entfernung von der Von-der-Tann-Straße liegen mit Werten von 26 bis 28 µg/m<sup>3</sup> im Bereich des städtischen Hintergrundes.

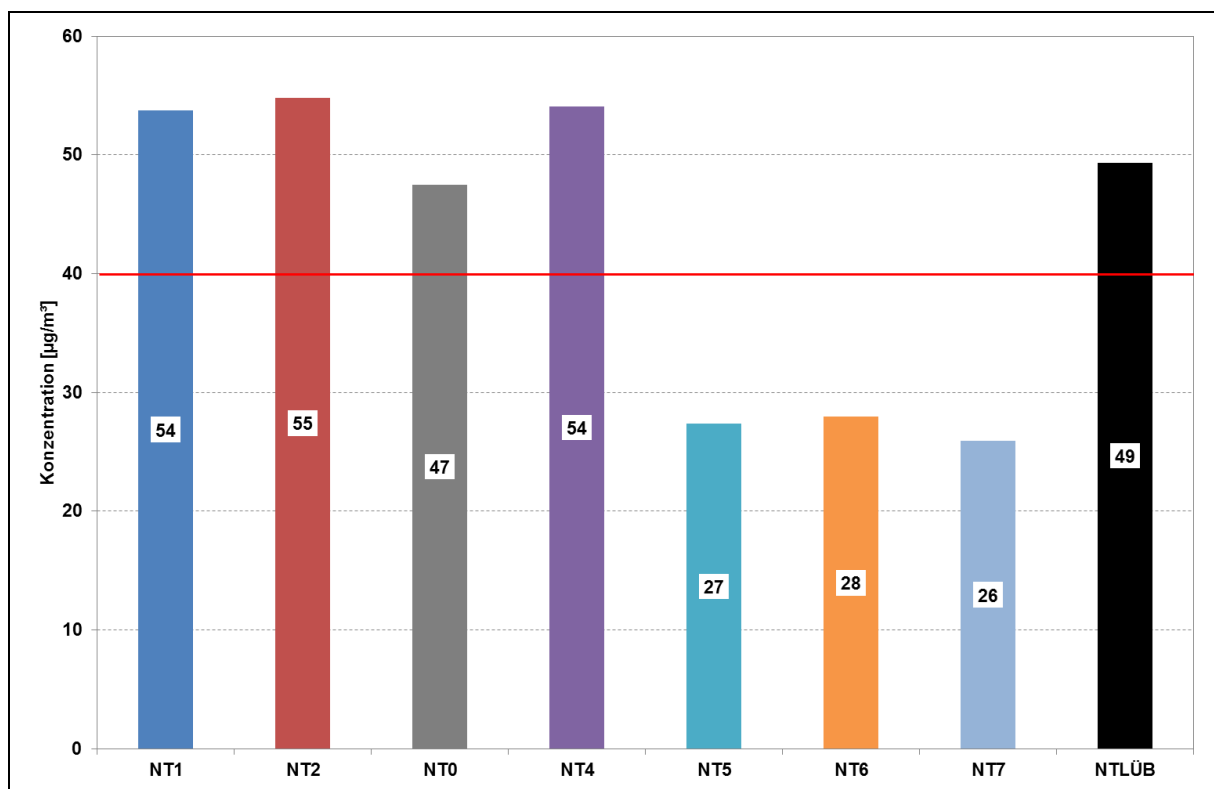


Abb. 7: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte 2014 in der Umgebung der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg [µg/m<sup>3</sup>]

Eine Messung, die jeweils zu Beginn eines Jahres startet und das gesamte Kalenderjahr umfasst, lässt sich insbesondere in Projekten, je nach Laufzeit, nicht immer ohne weiteres realisieren. Zum Vergleich wurden deshalb in Nürnberg Zwölfmonatsmittelwerte über den Zeitraum Juni 2013 bis einschließlich Mai 2014 berechnet. Diese wurden nach Abschluss der Messungen im Jahr 2014 den Jahresmittelwerten 2014 gegenüber gestellt (vgl. Tab. 3). Dabei zeigt sich, dass die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte und die NO<sub>2</sub>-Zwölfmonatsmittelwerte um etwa 3 % oder weniger voneinander abweichen.

Tab. 3: Vergleich der mittleren NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Umgebung der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg als Zwölfmonatsmittelwert (22. Mai 2013 bis 26. Mai 2014) mit dem Jahresmittelwert 2014 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Messpunkt	Zwölfmonatsmittelwert 2013/2014 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Jahresmittelwert 2014 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
NT1	55	54
NT2	56	55
NT0 (LÜB-PS)	48	47
NT4	56	54
NT5	28	27
NT6	28	28
NT7	26	26
NTLÜB	49	49

Die geografische Ausrichtung der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg ist mit der Lage der Landshuter Allee in München vergleichbar. Beide verlaufen in Nord-Süd-Richtung mit jeweils einer beidseitigen engen Bebauung und weisen im Bereich der LÜB-Stationen einen ausgeprägten Schlucht-Charakter auf.

Mit Hilfe der Passivsammlermessungen auf der gegenüberliegenden Straßenseite in Kombination mit der Ermittlung der vorherrschenden Windrichtungen in den einzelnen Messzeiträumen konnte die Ausbildung von Windwalzen gezeigt werden. Auf der dem Wind zugewandten Seite wurden die höheren NO<sub>2</sub>-Konzentrationen gemessen. Dieser Effekt kann anhand der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte nur eingeschränkt beobachtet werden, da die Messpunkte NT2 und NT4 beide in den Beschleunigungsbereichen nach der Kreuzung (Fahrtrichtung Nord bzw. Süd) liegen und mit 56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  etwa gleiche NO<sub>2</sub>-Konzentrationswerte aufweisen. Dabei ist jedoch auch in Betracht zu ziehen, dass in Fahrtrichtung Nord auf einer Strecke von etwa 1,5 km keine weitere Kreuzung folgt, wohingegen in Fahrtrichtung Süd (Messpunkt NT4) sich nach etwa 150 m die nächste Ampel befindet und daher die Fahrzeuge nur in einem geringeren Ausmaß beschleunigt werden.

## 4 Fotodokumentation

Sofern nicht anders angegeben, zeigt die Blickrichtung der Fotos in Richtung Süden. Die Position des Passivsammlers ist mit einem weißen Pfeil markiert.



Abb. 8: Messpunkt NT1



Abb. 9: Messpunkt NT1 Blickrichtung Osten



Abb. 10: Messpunkt NT2



Abb. 11: Messpunkt NT0



Abb. 12: Messpunkt NT4



Abb. 13: Messpunkt NT5 Blickrichtung Westen



Abb. 14: Messpunkt NT6



Abb. 15: Messpunkt NT7



Abb. 16: Airpointer am Messpunkt NT2



Abb. 17: Airpointer am Messpunkt NT2 Blickrichtung Norden



Abb. 18: Airpointer an der LÜB-Station

# **Anlage 4 – Standort Oberaudorf**

**zum**

**Abschlussbericht**

**Untersuchung der räumlichen Verteilung der  
NO<sub>x</sub>-Belastung im Umfeld von vorhandenen,  
hochbelasteten Luftmessstationen**



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Oberaudorf (Inntalautobahn A 93)</b>	<b>3</b>
<b>1 Standortbeschreibung</b>	<b>3</b>
<b>2 Ergebnisse</b>	<b>8</b>
<b>3 Diskussion</b>	<b>14</b>
<b>4 Fotodokumentation</b>	<b>18</b>
<b>Literatur</b>	<b>20</b>

## Oberaudorf (Inntalautobahn A 93)

### 1 Standortbeschreibung

Oberaudorf liegt an der Inntalautobahn (A93), etwa 25 km südlich von Rosenheim an der Grenze zu Österreich. An der LÜB-Station Oberaudorf wird seit 2008 die NO<sub>2</sub>-Konzentration gemessen und eine Überschreitung des Grenzwertes der 39. BImSchV von 40 µg/m<sup>3</sup> festgestellt. Ab dem 11.08.2009 wurden zusätzlich mit Hilfe von Passivsammlern in der Umgebung der LÜB-Station und in vier weiteren Orten zwischen Raubling und Kiefersfelden die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen ermittelt (vgl. Abb. 2 bis Abb. 6). Die ersten Messungen bis Anfang 2010 sind als Pilotphase zu werten. In diesem Bericht sind die Messergebnisse ab 01.01.2010 bis 03.04.2012 (Kalenderjahre 2010 und 2011) dargestellt.

Die LÜB-Station Oberaudorf steht am Ortsrand in ca. 10 m Entfernung von der Bundesautobahn A 93 und ist damit als Verkehrsmessstation in ländlich stadtnahem Gebiet klassifiziert. In ihrem südlichen Streckenabschnitt zwischen Rosenheim und Kiefersfelden wird die A 93 auch als Inntalautobahn bezeichnet. Die LÜB-Station befindet sich dort hinter der Lärmschutzwand (ca. 4 m Höhe) an der westlichen Straßenseite. Die Inntalautobahn ist Bestandteil der bedeutendsten Nord-Süd-Route über die Alpen, weshalb meist ein hohes Verkehrsaufkommen mit hohem Staupotential herrscht. Das Inntal, in dem die A93 verläuft, ist ein typisches Gletscher-Trogtal mit steilen Flanken, was sich mitunter ungünstig auf den Luftaustausch und damit auf die Immissionssituation auswirkt.

In diesem Abschnitt der Autobahn befinden sich zwei Dauerzählstellen der Autobahndirektion Südbayern, die Zählstelle AD Inntal bei Raubling und die Zählstelle Kiefersfelden. In Tab. 1 sind für die Jahre 2010 und 2011 die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) und der Schwerlastverkehrsanteil (SV) dargestellt.

Tab. 1: Durchschnittliches tägliches Verkehrsaufkommen (DTV) und Schwerlastverkehrsanteil (SV) an automatischen Zählstellen der Autobahndirektion Südbayern im Umfeld der LÜB-Station Oberaudorf an der A 93

	Zählstelle AD Inntal		Zählstelle Kiefersfelden	
	2010	2011	2010	2011
DTV [Kfz/d]	48324	49000	44000	44400
SV-Anteil [%]	14,6	15,1	16,4	16,4

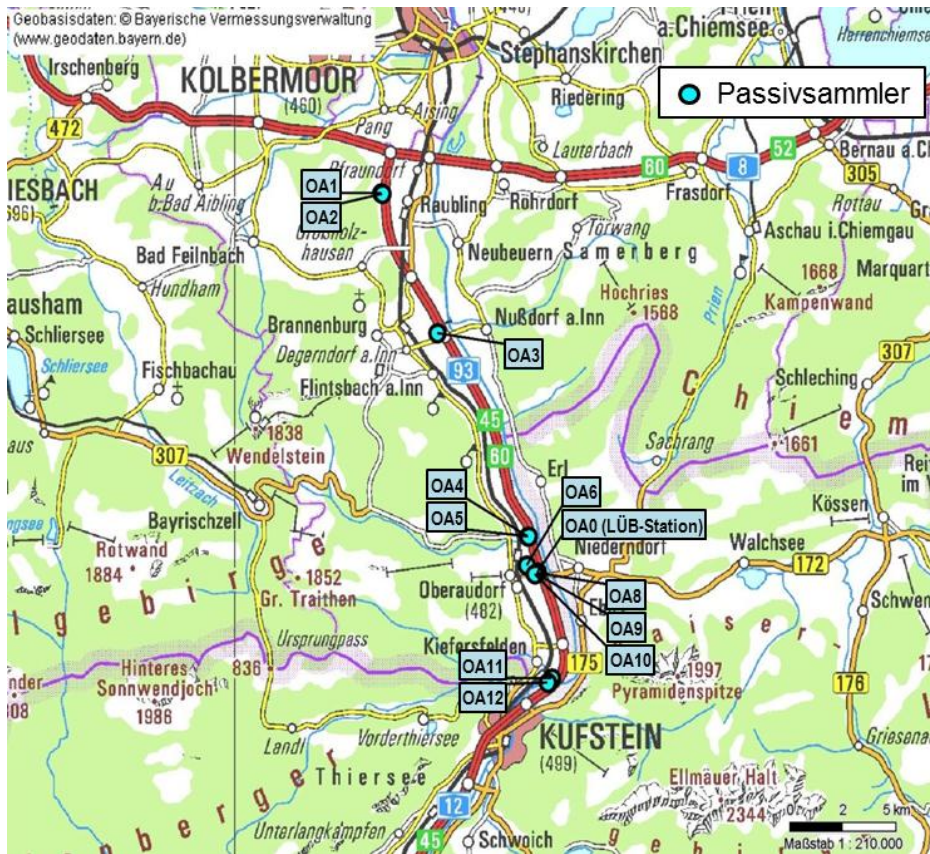


Abb. 1:  
Übersichtskarte zur Lage der Messpunkte im Umfeld der LÜB-Station Oberaudorf (A93)



Abb. 2:  
Luftbild zur Lage der Messpunkte an der Autobahn A93 in Raubling OA1 und OA2



Abb. 3:  
Luftbild zur Lage des  
Messpunktes OA3 an  
der Autobahn A93 in  
Flintsbach



Abb. 4:  
Luftbild zur Lage der  
Messpunkte OA4 und  
OA5 an der Autobahn  
A93 in Reisach



Abb. 5:  
Luftbild zur Lage der  
Messpunkte OA6 (loka-  
ler Hintergrund), OA0,  
OA8, OA9 und OA10  
an der Autobahn A93  
in Oberaudorf



Abb. 6:  
Luftbild zur Lage der  
Messpunkte OA11 und  
OA12 an der Autobahn  
A93 in Kiefersfelden

In Tab. 2 sind die Informationen zur Lage der Passivsammlermesspunkte im Umfeld der LÜB-Station Oberaudorf (OALÜB) zusammengestellt.

Tab. 2: Beschreibung der Lage und Entfernung (Luftlinie) der Messpunkte an der Autobahn A93 zwischen Raubling und Kiefersfelden

Bezeichnung		Rechtswert	Hochwert	Standort	Abstand zur Autobahn A93 (Luftlinie)
neu	alt				
<b>OALÜB</b>		4514251	5278914	LÜB-Station Oberaudorf, Auenstraße	8 m
<b>OA0</b>	MP7	4514251	5278914	Passivsammler an der LÜB-Station Oberaudorf,	8 m
<b>OA1</b>	MP1	4506881	5295011	Raubling, Fuchsbichl Nr. 15	15 m
<b>OA2</b>	MP2	4506931	5294984	Raubling, Fuchsbichl Nr. 13	64 m
<b>OA3</b>	MP3	4509516	5289075	Flintsbach, Tiefenbacher Str. 2	60 m
<b>OA4</b>	MP4	4513799	5280429	Reisach, Enzianstr. 12	58 m
<b>OA5</b>	MP5	4513828	5280438	Reisach, Enzianstr. 13	28 m
<b>OA6</b>	MP6	4513730	5279206	Oberaudorf, Geigelsteinstraße (Feldweg b. Strommast)	437 m
<b>OA8</b>	MP8	4514210	5278889	Oberaudorf, Auenstraße (50 m zur LÜB-Station)	58 m
<b>OA9</b>	MP9	4514166	5278862	Oberaudorf, Auenstraße (100 m zur LÜB-Station)	108 m
<b>OA10</b>	MP10	4514126	5278838	Oberaudorf, Auenstraße (150 m zur LÜB-Station)	158 m
<b>OA11</b>	MP11	4514920	5274410	Kiefersfelden, Marmorwerkstraße (Wiese bei Autobahn- unterführung)	44 m
<b>OA12</b>	MP12	4514736	5274219	Kiefersfelden, Innstraße 61 (bei Strommast)	44 m

## 2 Ergebnisse

Die Passivsammlermessungen an der Inntalautobahn zwischen Raubling und Kiefersfelden begannen am 11.08.2009 und endeten am 11.01.2011. An den autobahnnahe Messpunkten OA1 in Raubling, OA5 in Reisach und OA0 (LÜB-Station Oberaudorf) wurde der  $\text{NO}_2$ -Grenzwert für den Jahresmittelwert im Jahr 2010 erreicht bzw. überschritten. Daher wurden die Messungen an diesen Messpunkten bis zum 03.04.2012 fortgesetzt.

In Abb. 7 und Abb. 8 sind die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationsverläufe an allen Messorten zusammengefasst. Es ist der jahreszeitliche Verlauf mit höheren Werten im Winter und niedrigeren Werten im Sommer deutlich zu erkennen. Besonders ausgeprägt ist dieser Jahrgang üblicherweise an Messorten, die durch den Verkehr eher gering belastet sind.

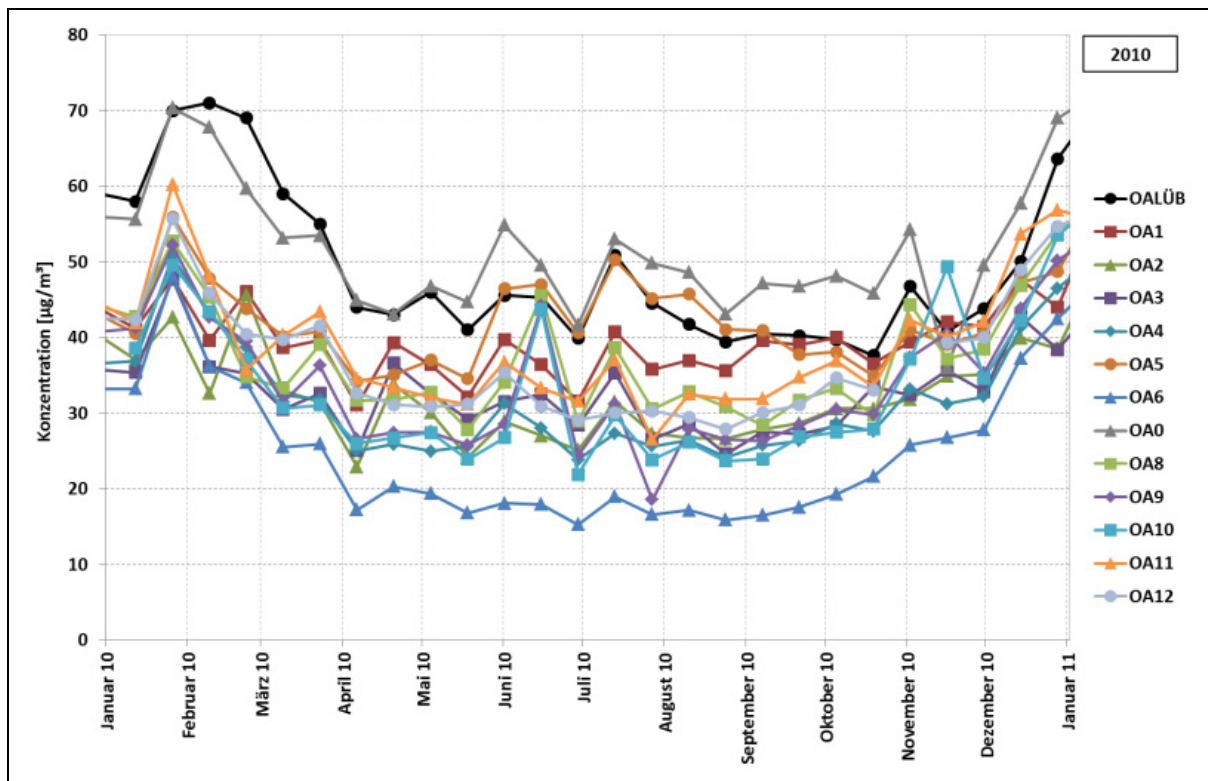


Abb. 7:  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen an der Inntalautobahn im Jahr 2010 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

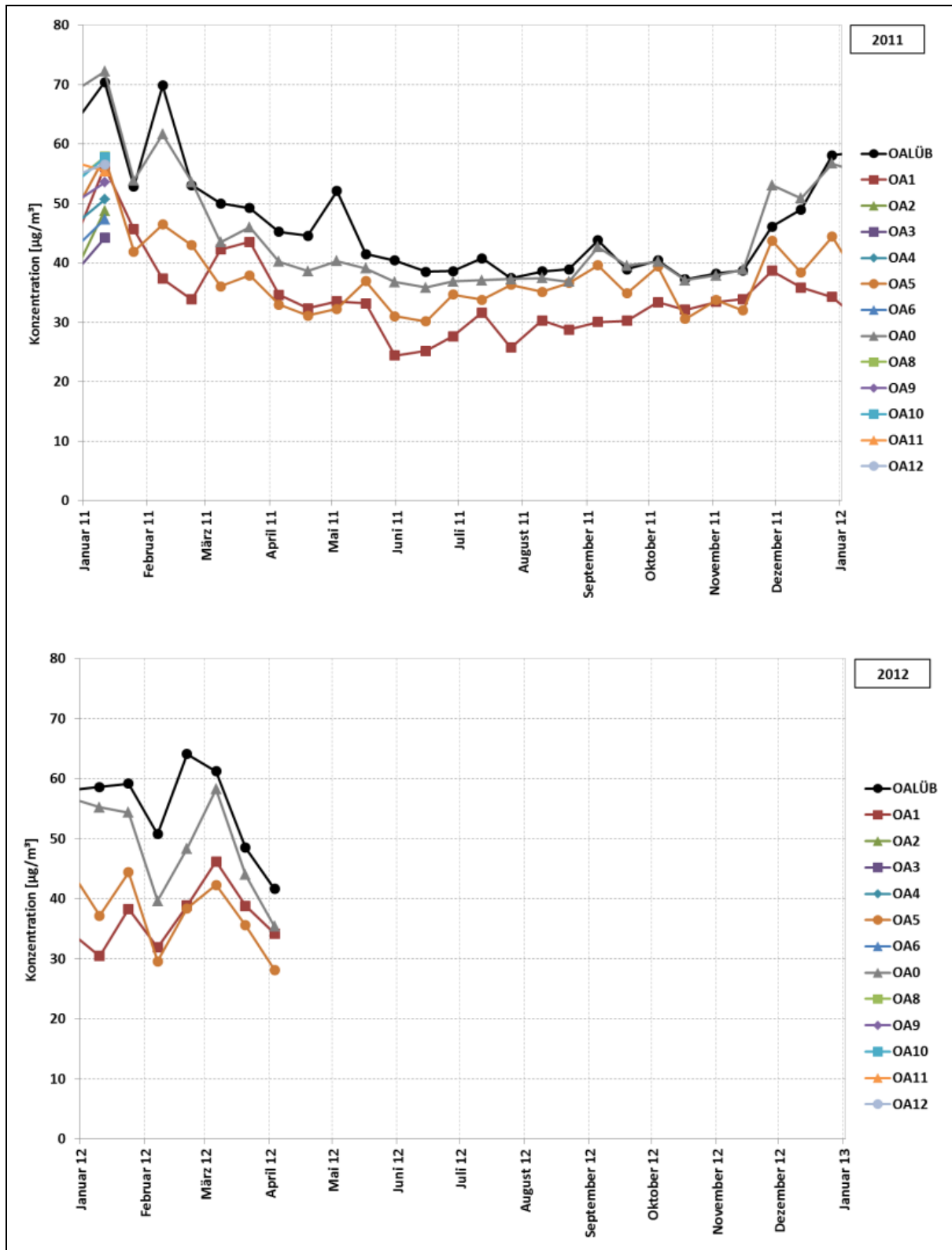


Abb. 8: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der Inntalautobahn in den Jahren 2011 und 2012 [µg/m<sup>3</sup>]



Die Passivsammlermesspunkte in **Raubling** (OA1 und OA2) wurden hinter einer Lärmschutzwand im Abstand von 15 m und 64 m aufgestellt. In Abb. 9 ist der Jahresgang der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an diesen Messpunkten im Vergleich zur Hintergrundmessstelle (OA6) dargestellt. An den Messpunkten sind deutliche Konzentrationsunterschiede zwischen Sommer und Winter zu erkennen. Konzentrationsunterschiede zwischen den Messpunkten sind im Sommer am größten, während sie im Winter nur deutlich geringer ausfallen. Die Kurven laufen im Januar und Februar nahezu zusammen. Die Jahresmittelwerte sind in Abb. 14 dargestellt. Sie lagen im Jahr 2010 am OA1 bei 40 µg/m<sup>3</sup>, am OA2 bei 32 µg/m<sup>3</sup> und am Hintergrundmesspunkt OA6 bei 25 µg/m<sup>3</sup>.

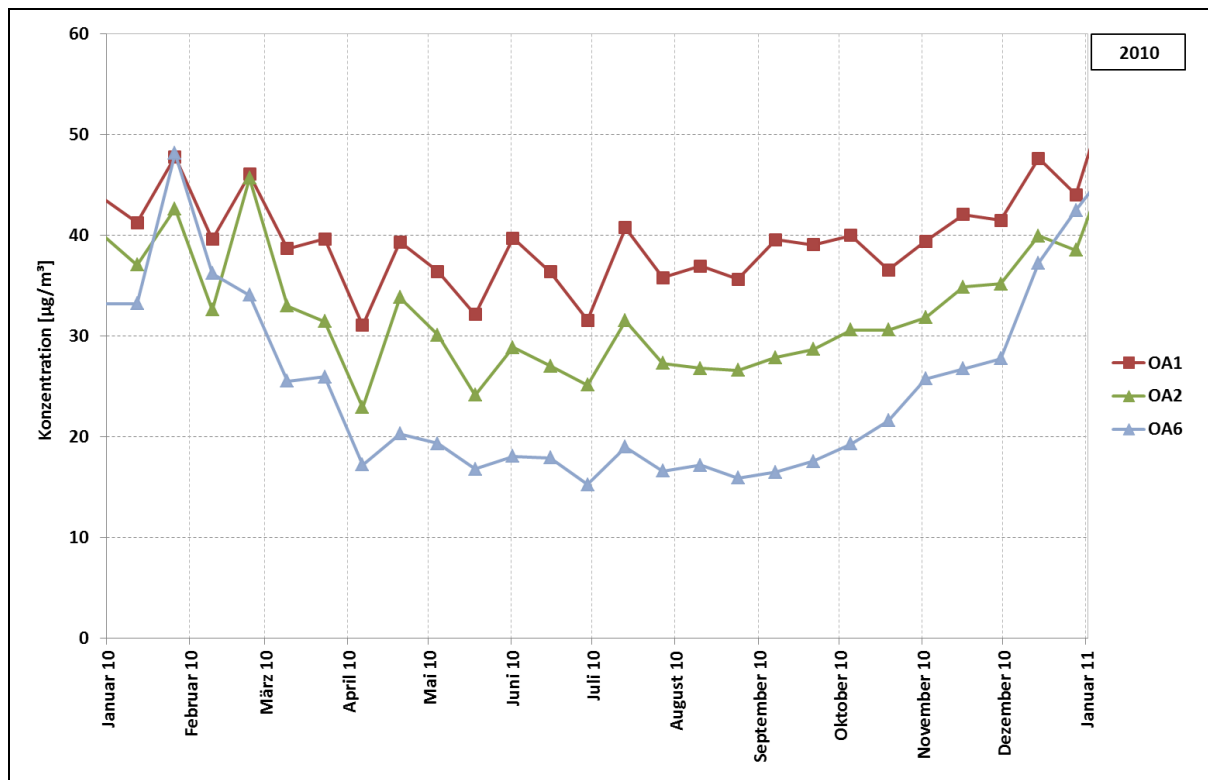


Abb. 9: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der Inntalautobahn (Raubling); OA1 und OA2 im Vergleich zum lokalen Hintergrund (OA6) [µg/m<sup>3</sup>]

In **Flintsbach** wurde der Passivsammlermesspunkt OA3 in ca. 60 m Entfernung von der Autobahn an einer Stelle ohne Lärmschutzwand eingerichtet. Hier lagen die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen im Jahresmittel 2010 bei  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der Jahresgang der  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen ist in Abb. 10 dargestellt. Dabei ist der jahreszeitliche Einfluss etwas geringer ausgeprägt als an der Hintergrundmessstelle. Der  $\text{NO}_2$ -Konzentrationsverlauf steigt an der Hintergrundmessstelle in den Wintermonaten stark an (Heizperiode, Inversionswetterlagen).

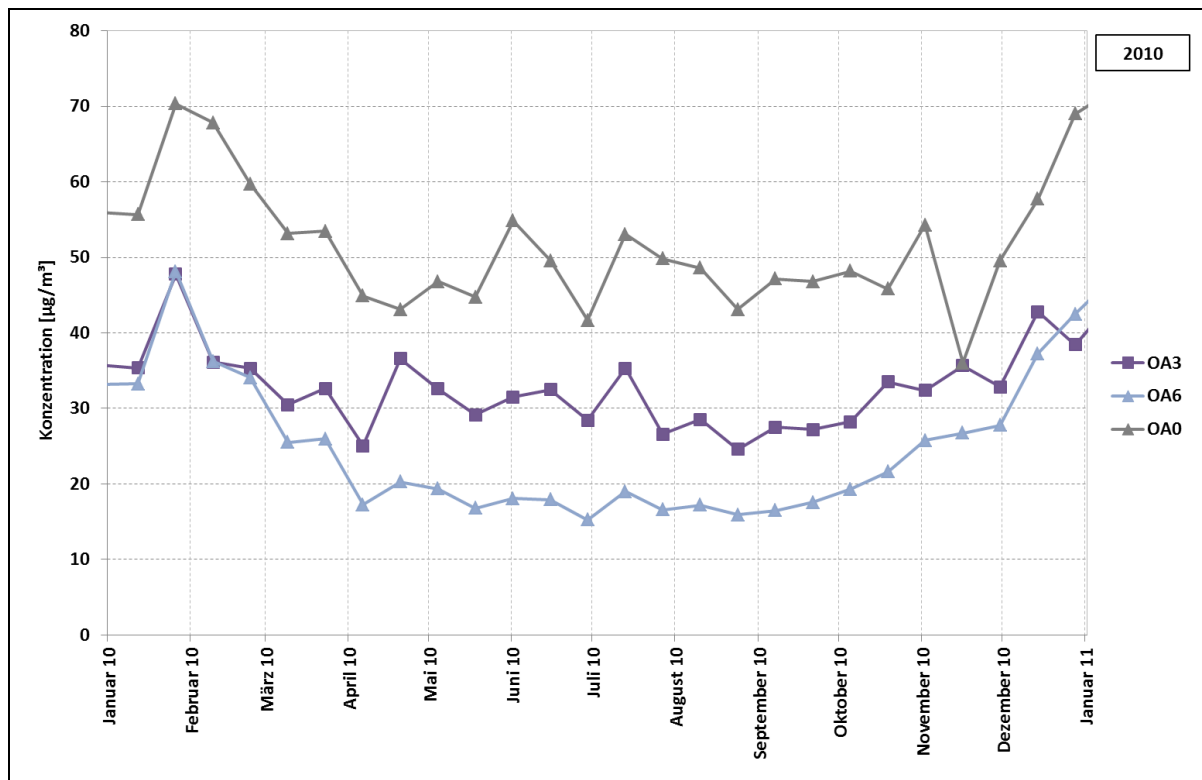


Abb. 10:  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen an der Inntalautobahn (Flintsbach) OA3 im Vergleich zum lokalen Hintergrund (OA6) und zur LÜB-Station (OA0) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Im Oberaudorfer Ortsteil **Reisach** lagen die Messpunkte OA4 und OA5. Dort betrug der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert im Jahr 2010 am Messpunkt OA4 32 µg/m<sup>3</sup> und am Messpunkt OA5 43 µg/m<sup>3</sup>. Wie Abb. 11 zeigt, sind auch hier bei dem näher zur Autobahn gelegenen Messpunkt (OA5) die jahreszeitlichen NO<sub>2</sub>-Konzentrationsunterschiede nicht so ausgeprägt, wie bei dem weiter entfernten Messpunkt.

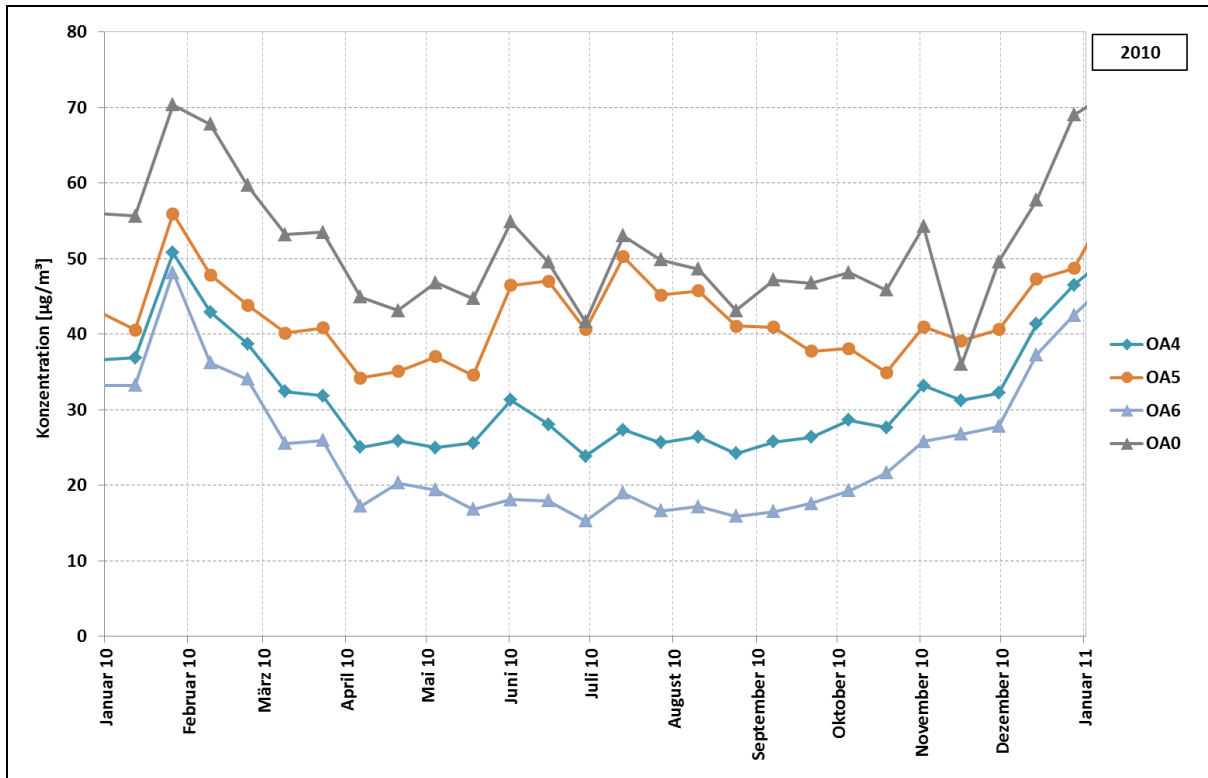


Abb. 11: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der Inntalautobahn (Oberaudorf/Reisach); OA4 und OA5 im Vergleich zum lokalen Hintergrund (OA6) und zur LÜB-Station (OA0) [µg/m<sup>3</sup>]

Abb. 12 zeigt den Verlauf der  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen im Jahr 2010 an den Messpunkten OA0 (Passivsammler an der LÜB-Station), OA8, OA9 und OA10 in der Auenstraße in **Oberaudorf** sowie am Hintergrundmesspunkt OA6. Die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen in den Wintermonaten sind deutlich höher als in den Sommermonaten. Dies ist bei der Hintergrundstation am stärksten ausgeprägt. Ende Januar 2010 wurde ein  $\text{NO}_2$ -Peak an allen Messpunkten an der Inntalautobahn beobachtet. Dieser wurde wahrscheinlich durch eine großräumige meteorologische Besonderheit, beispielsweise eine Inversionswetterlage, verursacht. Der  $\text{NO}_2$ -Peak Mitte Juni 2010 ist nur an den Messpunkten in der Auenstraße am Rande des Wohngebiets zu finden. Hier muss es sich daher um ein zeitlich und räumlich eng begrenztes Ereignis handeln.

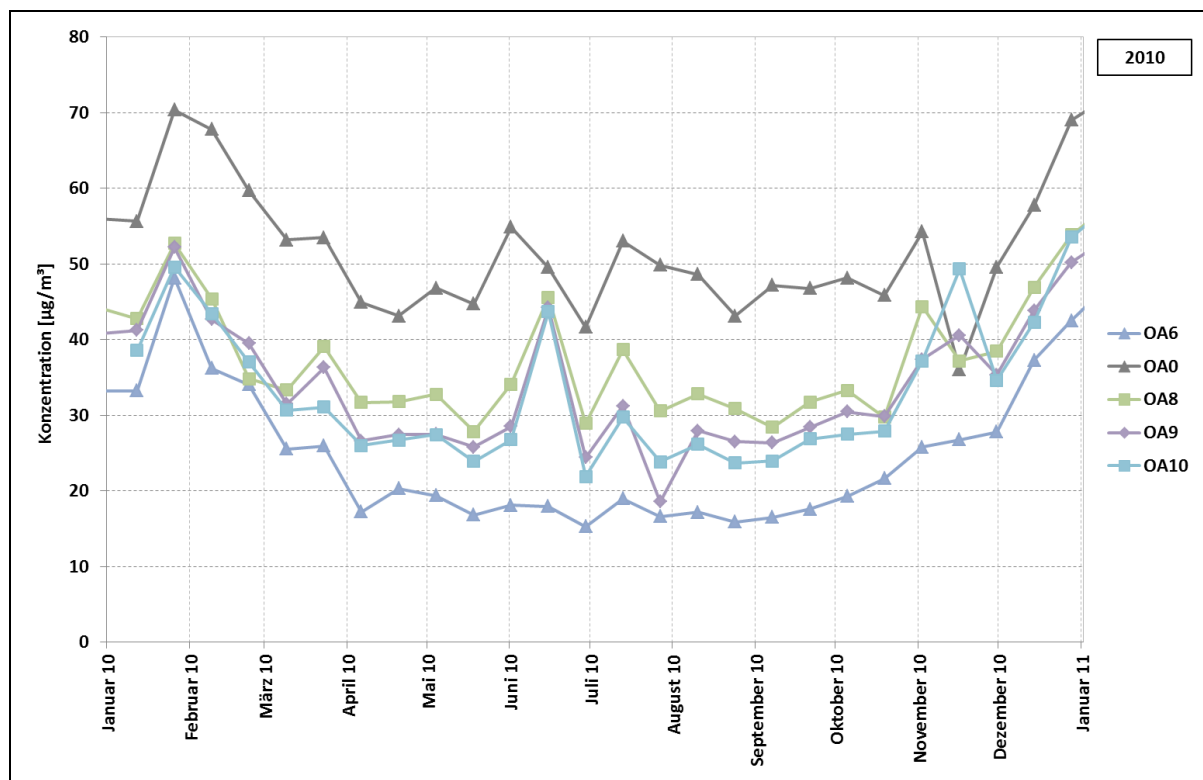


Abb. 12:  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen an der Inntalautobahn (Auenstraße, OA0, OA8, OA9 und OA10) im Vergleich zum lokalen Hintergrund (OA6) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Die Passivsammler an den Messpunkten OA11 und OA12 in **Kiefersfelden** waren hinter einer Lärm-schutzwand angebracht. Beide hatten eine Entfernung von etwa 44 m zur Autobahn A93. Die dort gemessenen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen hatten aufgrund der vergleichbaren Lage einen sehr ähnlichen Jahresverlauf (vgl. Abb. 13).

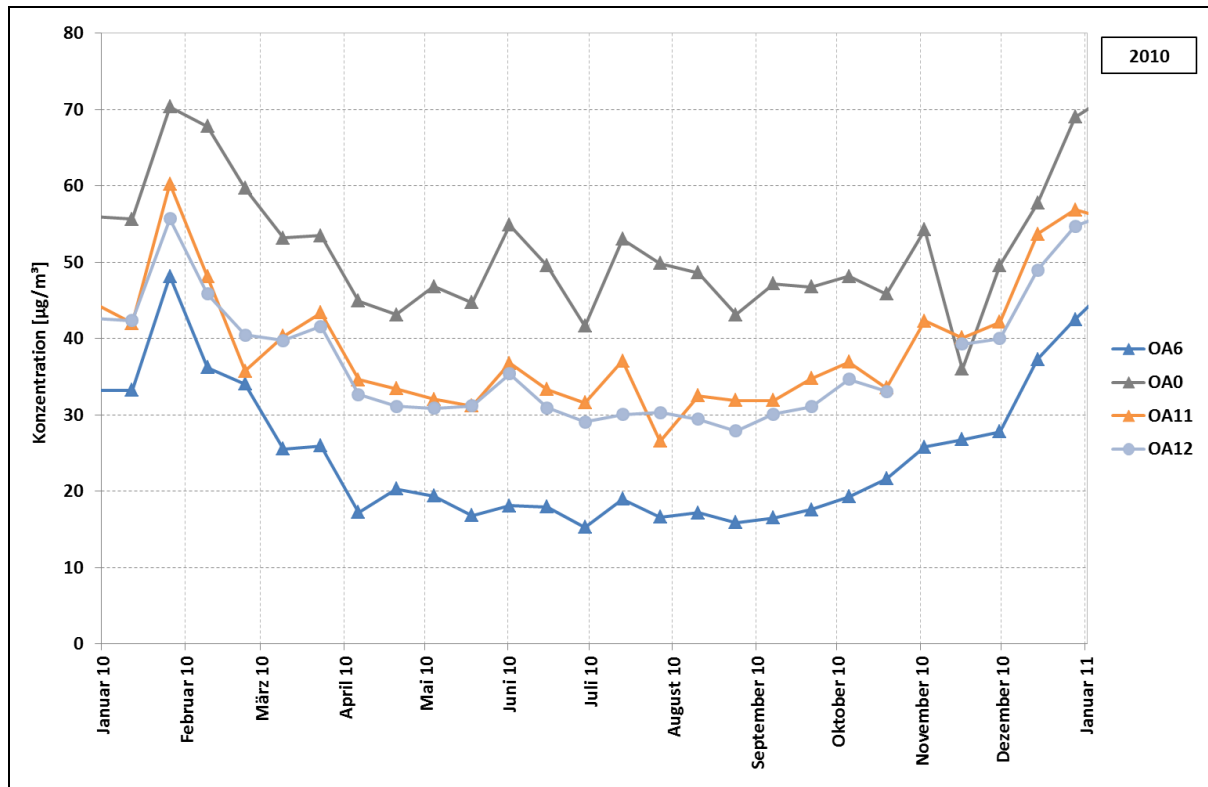


Abb. 13: NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der Inntalautobahn (Kiefersfelden); OA11 und OA12 im Vergleich zum lokalen Hintergrund (OA6) und zur LÜB-Station (OA0) [µg/m<sup>3</sup>]

### 3 Diskussion

Im untersuchten Zeitraum lagen die mittleren NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an den meisten Messstandorten an der Inntalautobahn A 93 unterhalb des Grenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup>. Die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte an den einzelnen Passivsammlermessstellen und der LÜB-Station sind Abb. 14 dargestellt. An den Messpunkten OA5 und OA0 lagen die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Jahresmittel 2010 oberhalb des Grenzwertes. Am Messpunkt OA1 wurde der Grenzwert mit 40 µg/m<sup>3</sup> gerade eingehalten. Diese Messstellen sind am nächsten zur Autobahn gelegen. Dort wurden die Messungen fortgeführt, während sie an den anderen Messstellen Anfang 2011 beendet wurden, da die Passivsammler für weitere Untersuchungen im Rahmen des Projektes eingesetzt werden sollten.

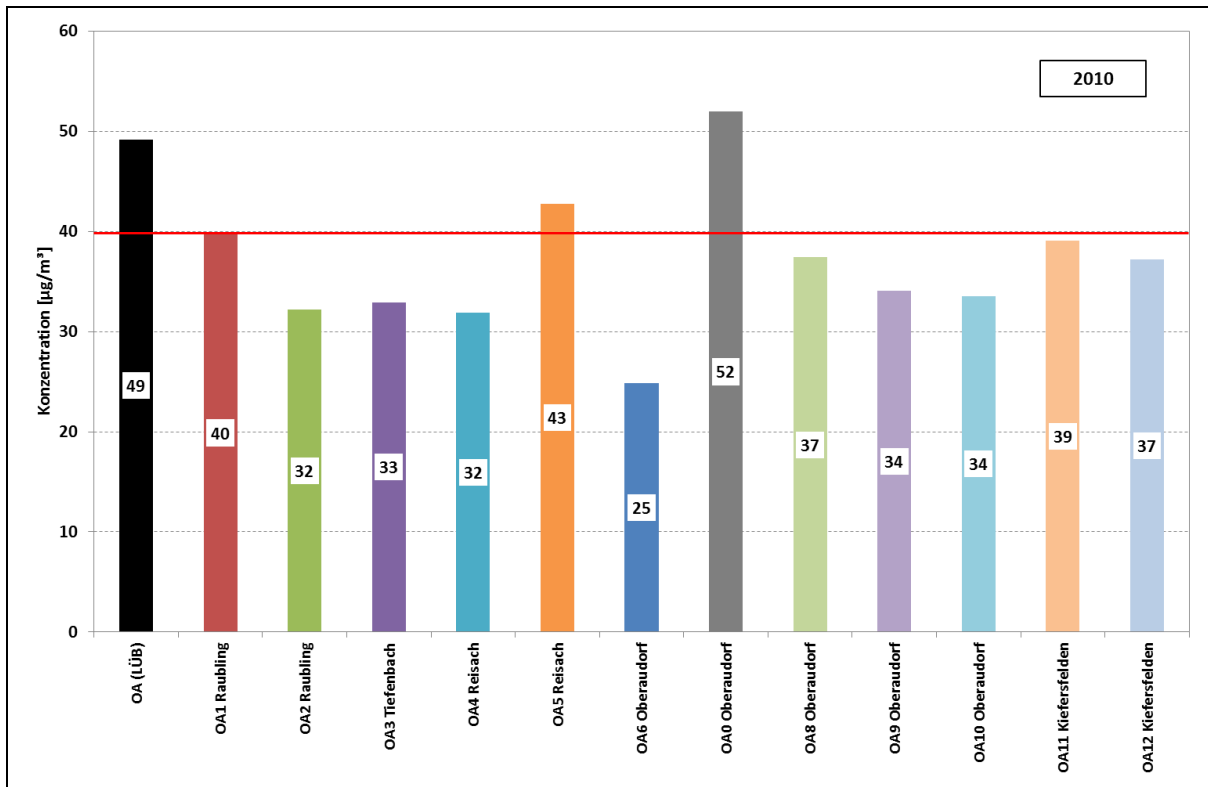


Abb. 14: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte 2010 an der Inntalautobahn A93 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Im Vergleich zu den Jahresmittelwerten 2010 gingen die mittleren NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Jahr 2011 deutlich zurück (s. Tab. 3). Der Verkehrsstärke (DTV) stieg in diesem Zeitraum um etwa 400 Fahrzeuge täglich, gleichzeitig blieb der Anteil der schwerer Nutzfahrzeuge (SNFz: >3.5 t) konstant. Die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte sind Tab. 3 zusammengefasst.

Messpunkt	Entfernung zur A93 [m]	JMW 2010 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	JMW 2011 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
OA1	15	40	34
OA2	64	32	-
OA3	60	33	-
OA4	58	32	-
OA5	28	43	37
OA6	437	25	-
OA0 (LÜB PS)	8	52	44
OALÜB	8	49	46
OA8	58	37	--
OA9	108	34	-
OA10	158	34	-
OA11	44	39	-
OA12	44	37	-

Tab. 3: Vergleich der Jahresmittelwerte 2010 und 2011 der NO<sub>2</sub>-Konzentration an der Inntalautobahn A93 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

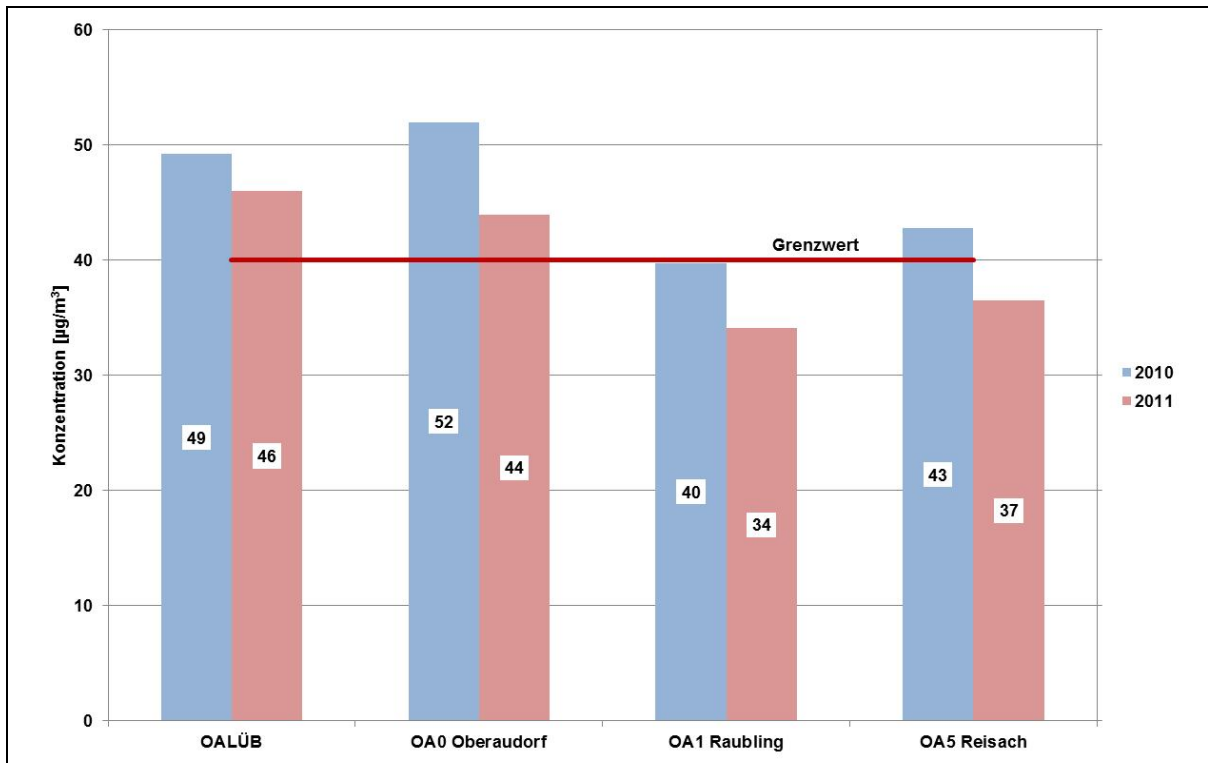


Abb. 15: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte 2010 und 2011 an der Inntalautobahn A93 [µg/m³]

In nachfolgender Abb. 16 sind die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für das Jahr 2010 an der LÜB-Station Oberaudorf und an den in der Nähe vorhandenen Messstandorten in der Auenstraße dargestellt. Diese liegen rechtwinklig zur Autobahn in einem Abstand von jeweils 50 m voneinander entfernt. OA6 erfasst die lokale Hintergrundkonzentration.

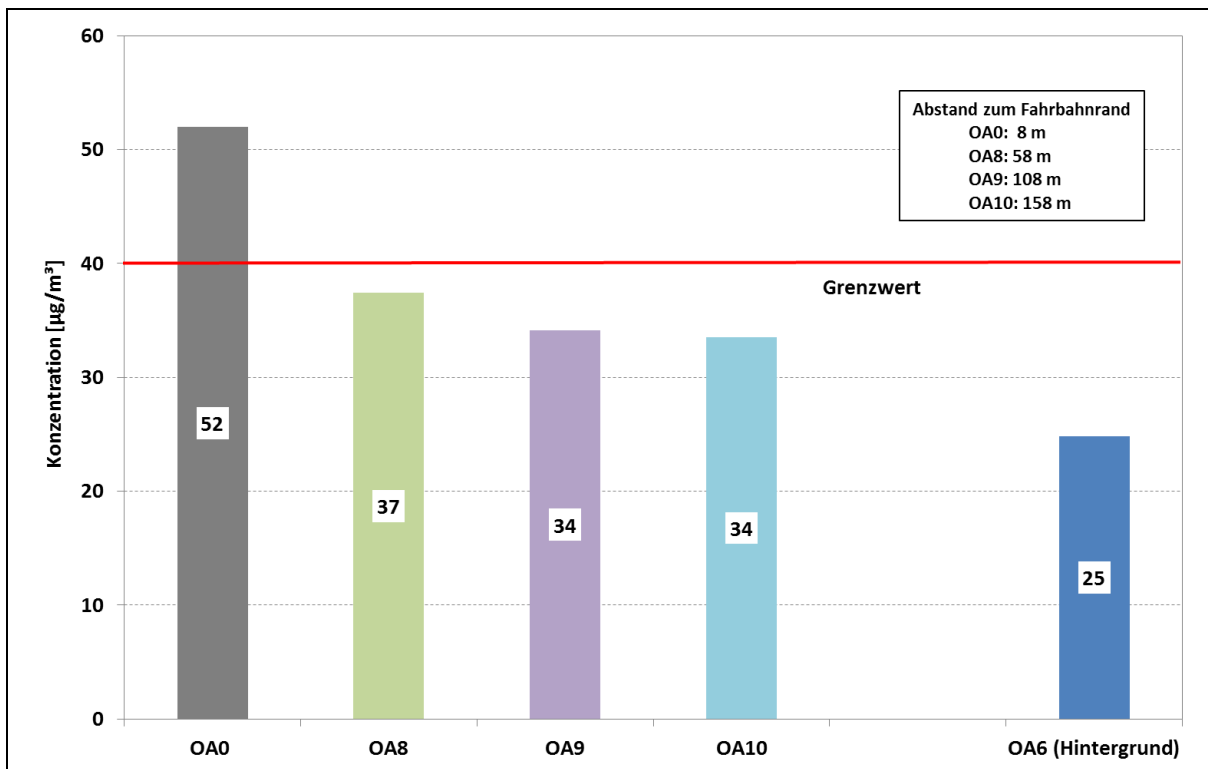


Abb. 16: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte 2010 in der Nähe der LÜB-Station Oberaudorf (Auenstraße)

Ab einem Abstand von ca. 50 m von der Autobahn wurde hier der Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für das  $\text{NO}_2$ -Jahresmittel (2010) eingehalten. Dabei liegt am Messstandort OA10 das  $\text{NO}_2$ -Jahresmittel höher als erwartet. Hier macht sich möglicherweise der Einfluss der Zubringerstraße zur Autobahn (Staatsstraße 2093) bemerkbar, in die die Auenstraße mündet [1].

Im Vergleich der gemessenen  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen mit Werten, die mit dem Programm RLuS [2] berechnet wurden, spiegeln die Rechnungen die Messergebnisse in den unterschiedlichen Entfernungen sehr gut wider. Auch die Einbeziehung der 4 m hohen Lärmschutzwand und der in 92 m Entfernung vom Messstandort OA10 kreuzenden Staatsstraße 2093 in die  $\text{NO}_2$ -Berechnungen ergaben gute Übereinstimmungen mit den Messwerten. Die gemessenen und die berechneten  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen sind in Tab. 4 dargestellt.

Tab. 4:  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte 2010 in der Auenstraße in Oberaudorf und der mit MLuS [3] bzw. RLuS [2] berechneten Konzentrationen [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Messpunkt	Entfernung von der Autobahn [m]*	Jahresmittelwert 2010 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		
		gemessen	berechnet	
			MLuS	RLuS
OALÜB	13,5	49	39**	49**
OA0	13,5	51	44	50
OA8	63	37	40	40
OA9	113	34	38	35
OA10	163	33	36	33
OA10	163***	33	39	34

\* äußerer Rand des am weitesten rechts gelegenen Fahrstreifens

\*\* unter Einbeziehung einer Lärmschutzwand mit 4 m Höhe

\*\*\* plus kreuzende Straße 92 m vom Kreuzungsmittelpunkt



## 4 Fotodokumentation

Die Position des Passivsammlers ist mit einem weißen Pfeil markiert.



Abb. 17: Messpunkt OA1, Raubling (Fuchsbichl Nr. 15)



Abb. 18: Messpunkt OA2, Raubling (Fuchsbichl Nr. 13)



Abb. 19: Messpunkt OA3, Flintsbach (Tiefenbacher Str. 2)



Abb. 20: Messpunkt OA4, Reisach (Enzianstr. 12)



Abb. 21: Messpunkt OA5, Reisach (Enzianstr. 13)



Abb. 22: Messpunkt OA6, Oberaudorf (Hintergrund)



Abb. 23: Messpunkt OA0, Oberaudorf (Auenstraße, LÜB-Station)

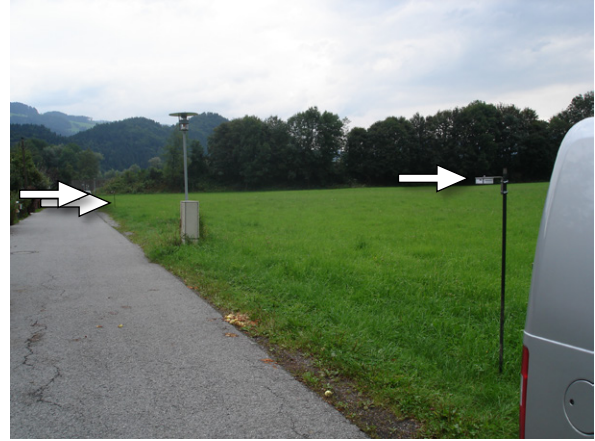


Abb. 24: Messpunkte OA8, OA9 und OA10, Oberaudorf (Auenstraße)



Abb. 25: Messpunkt OA11, Kiefersfelden (Marmorwerkstraße)



Abb. 26: Messpunkt OA12, Kiefersfelden (Innstraße)

## Literatur

- [1] C. Ostermair, S. Schädel und J. Diemer, „NO<sub>2</sub>-Konzentrationen - Messungen und Berechnungen nach RLuS und MLuS 02,“ in *Tagungsband zum Kolloquium "Luftqualität an Straßen 2013" der bast*, Bergisch-Gladbach, 2013.
- [2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, *Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung - RLuS 2012*, Köln, 2012.
- [3] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, *Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen*, Köln, 2005.

# **Anlage 5 – Standort Regensburg**

**zum**

**Abschlussbericht**

**Untersuchung der räumlichen Verteilung der  
NO<sub>x</sub>-Belastung im Umfeld von vorhandenen,  
hochbelasteten Luftmessstationen**

## Inhaltsverzeichnis

<b>Regensburg (Rathaus)</b>	<b>3</b>
<b>1 Standortbeschreibung</b>	<b>3</b>
<b>2 Ergebnisse</b>	<b>5</b>
<b>3 Diskussion</b>	<b>7</b>
<b>4 Fotodokumentation</b>	<b>8</b>
<b>Literatur</b>	<b>9</b>

## Regensburg (Rathaus)

### 1 Standortbeschreibung

Zur Messung der NO<sub>2</sub>-Schadstoffbelastung im Umfeld der LÜB-Messstation am Rathaus in Regensburg wurden vier Messstandorte für Passivsammler eingerichtet, an denen in der Zeit vom 07.03.2013 bis 27.03.2014 die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen gemessen wurden. Eine Übersicht dieser Messpunkte ist in Abb. 1 dargestellt.

Die LÜB-Station am Rathaus in Regensburg befindet sich als Verkehrsmessstation am Schwanenplatz. Die Straßenführung verläuft dort in Nord-Süd-Richtung. Jeweils zwei Fahrbahnen (als Einbahnstraßen) führen westlich und östlich am Schwanenplatz vorbei. Im Norden ist ein Teil der Fahrbahn zudem überbaut. Im Süden verengt sich die Straßenschlucht auf ca. 15 m Breite. Die Straßenschlucht (im Bereich der LÜB-Station) ist etwa 84 m lang. In diesem Bereich der Straßenschlucht beträgt die Breite der Straße im Mittel ca. 41 m. Die Höhe der nahezu ringsum geschlossenen Bebauung beträgt im Durchschnitt ca. 15 m. Im Jahr 2010 wurde am Schwanenplatz ein DTV von etwa 13.000 Kfz/24 h gezählt [1]. Im Bereich der LÜB-Station wurden vier Passivsammler eingesetzt.

Etwa 150 m südlich wurde der Messpunkt RR2 im gleichen Straßenzug eingerichtet. Dort ist ebenfalls eine dichte Randbebauung mit wenigen engen Seitenstraßen.

Die Messpunkte RR1 und RR3 lagen jeweils etwa 110 bzw. 120 m westlich bzw. östlich der Nord/Südachse Schwanenplatz/Dachauplatz. Die Messungen am Messpunkt RR3 wurden aufgrund umfangreicher Bauarbeiten zum 06.09.2013 eingestellt, ein geeigneter Ersatzstandort stand nicht zur Verfügung.

Zudem wurde ein verkehrsbelasteter Messstandort (RA5) außerhalb des Innenstadtbereiches in der Amberger Straße (B 15) im Streckenabschnitt zwischen Spessartstraße und Lichtenwaldstraße ausgewählt (s. Abb. 2) [1]. Die Bebauungshöhe im Bereich des Messpunktes RA5 beträgt durchschnittlich ca. 12 m und das Verkehrsaufkommen liegt bei etwa 19.500 Kfz/24 h. Auch hier wurden die NO<sub>2</sub>-Messungen in der Zeit vom 07.03.2013 bis 27.03.2014 durchgeführt.

Im gesamten Innenstadtbereich fanden im Untersuchungszeitraum (07.03.2013 bis 27.03.2014) rege Bautätigkeiten statt, die auch die Messungen beeinflussen haben könnten. Insbesondere wurde in unmittelbarer Nähe des Messpunktes RR0 (Passivsammler an der LÜB-Station) eine große Baulücke geschlossen, wodurch teilweise auch die Verkehrsführung (Fahrbahnverengung) südlich des LÜB-Standesortes beeinträchtigt war. In nördlicher Richtung wurde unweit des Schwanenplatzes eine Großbaustelle (Bau eines Museums) eingerichtet, was ebenfalls zu Änderungen im Verkehrsfluss führte.



Abb. 1: Luftbild zur Lage der Messpunkte im Umfeld der LÜB-Station am Rathaus in Regensburg



Abb. 2: Luftbild zur Lage des Messpunkts RA5 in der Amberger Straße in Regensburg

In Tab. 1 sind Informationen zur Lage der Passivsammlermesspunkte im Umfeld der LÜB-Station am Rathaus in Regensburg zusammengestellt.

Tab. 1: Beschreibung der Lage und Entfernung (Luftlinie) der Messpunkte in der Umgebung der LÜB-Station am Rathaus in Regensburg (RR) sowie des Messpunktes in der Amberger Straße in Regensburg (RA)

Messpunkt	Rechtswert	Hochwert	Standort	Abstand zur Hauptverkehrsstraße (Luftlinie)
<b>RRLÜB</b>	4507557	5431305	LÜB-Station Rathaus, Schwanenplatz	< 10 m
<b>RR0</b>	4507557	5431305	Passivsammler an LÜB-Station	< 10 m
<b>RR1</b>	4507426	5431288	Domstraße, Straßenlaterne	110 m
<b>RR2</b>	4507532	5431186	Dachauplatz, Ampelmast	< 10 m
<b>RR3*</b>	4507687	5431111	Fahrbeckgasse, Straßenlaterne	121 m
<b>RA5</b>	4507552	5433569	Ambergerstraße, Straßenlaterne	< 10 m

\* nur bis 06.09.2013; Abbau wg. lokaler Baumaßnahmen

## 2 Ergebnisse

In Abb. 3 sind die zeitlichen Verläufe der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Umgebung der LÜB-Station am Rathaus in Regensburg und in der Amberger Straße dargestellt. An der LÜB-Station (RR0) wurden NO<sub>2</sub>-Konzentrationen zwischen 26 und 41 µg/m<sup>3</sup> gemessen. Ab Anfang September 2013 stiegen die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen am Messpunkt RR2 (Dachauer Platz) auf Werte oberhalb derer an der LÜB-Station. Die Gründe hierfür sind nicht bekannt, jedoch könnten mit Bautätigkeiten verbundene Änderungen in der Verkehrsführung eine Rolle spielen. Am Messpunkt RR1 wurden mit Werten zwischen 18 und 35 µg/m<sup>3</sup> die niedrigsten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen gemessen. Die Messungen am Messpunkt RR3 wurden Anfang September 2013 aufgrund von Bauarbeiten beendet. Bis dahin lagen hier die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen zwischen 18 und 31 µg/m<sup>3</sup>.

Die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der weiter entfernt liegenden Amberger Straße (Messpunkt RA5) weisen im Vergleich zur LÜB-Station (Messpunkt RR0) in der Regel einen ähnlichen Verlauf auf, mit Werten zwischen 25 und 41 µg/m<sup>3</sup>.





### 3 Diskussion

In Regensburg wurde nicht über ein Kalenderjahr gemessen, so dass kein Jahresmittelwert gebildet werden konnte. Um die gemessenen  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen vergleichen zu können, wurden Zwölfmonatsmittelwerte für den Zeitraum 07.03.2013 bis 13.03.2014 berechnet. Diese sind in Abb. 4 dargestellt.

An der LÜB-Station (Messpunkt RR0), am Dachauptplatz (Messpunkt RR2) und in der weiter entfernten Amberger Straße (Messpunkt RA5) wurden mittlere  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen für den Zwölfmonatsmittelwert von 34 und 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Die über 12 Monate gemittelte  $\text{NO}_2$ -Konzentration in der Seitenstraße (Messpunkt RR1) liegt mit 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  niedriger.

Der  $\text{NO}_2$ -Zwölfmonatsmittelwert der LÜB-Station (kontinuierlich gemessen) lag mit 41  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Vergleich zur Passivsammler-Messung am RR0 (an der LÜB-Station) mit 34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  um 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (17 %) höher. Damit wurde in Regensburg, gegenüber den anderen im Projekt untersuchten Standorten, eine hohe Abweichung zwischen Passivsammler und kontinuierlicher Messung festgestellt.

Aufgrund der intensiven Bautätigkeiten im gesamten Innenstadtbereich von Regensburg während der Untersuchungen und den damit verbundenen Änderungen im Verkehrsfluss sowie dem Einsatz von Baumaschinen und Baustellenfahrzeugen können kleinräumige und zeitlich begrenzte Belastungsspitzen mit Luftschadstoffen nicht ausgeschlossen werden. Baustellenfahrzeuge könnten kurzfristige Aufwirbelungen von getrocknetem Bodenaushub o. ä. verursacht haben. Diese kurzfristigen Schwankungen können, im Gegensatz zu kontinuierlichen Messungen, bei einer 14-tägigen Expositionszeit mit Passivsammlern nicht erfasst werden. Zum anderen sind die Auswirkungen bestimmter Stäube auf den beschichteten Quarzfilter oder die Turbulenzbarriere (poröse PE-Membran) des Passivsammlers nicht bekannt. Aus den genannten Gründen werden keine weiterführenden Interpretationen der Messergebnisse vorgenommen.

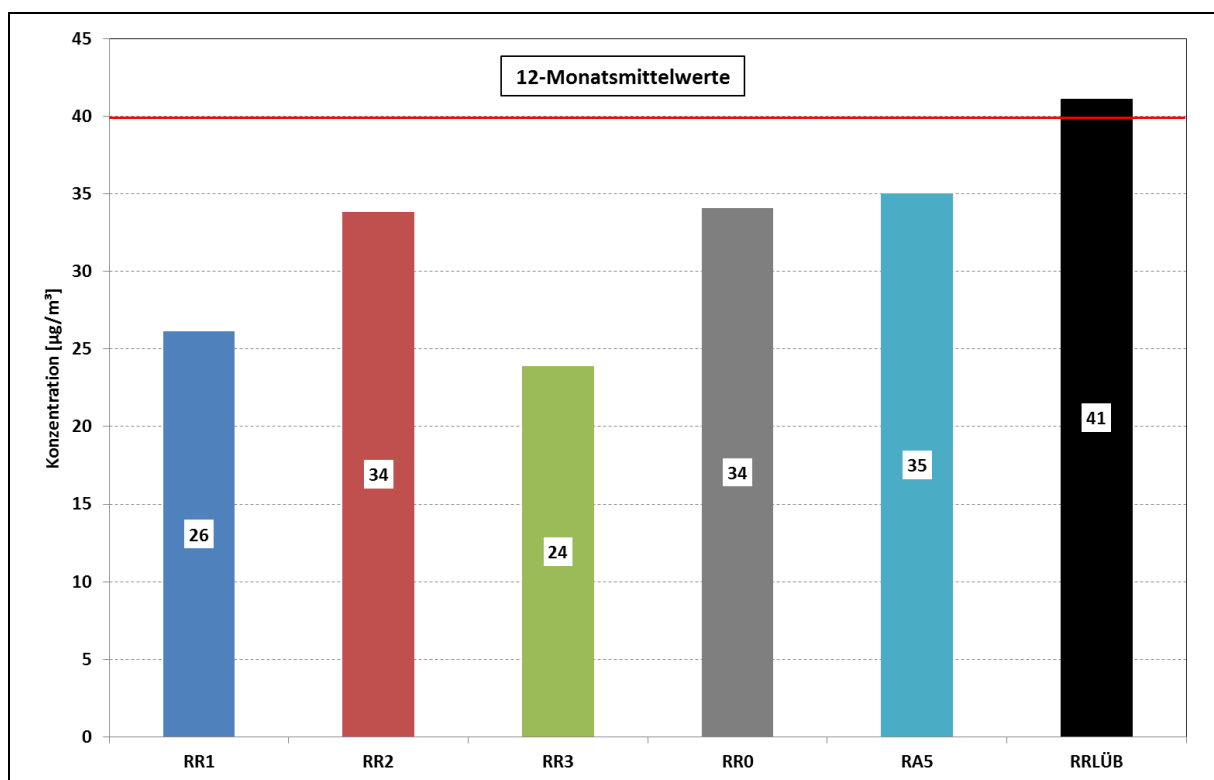


Abb. 4:  $\text{NO}_2$ -Zwölfmonatsmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] in der Umgebung der LÜB-Station am Rathaus in Regensburg  
Zeitraum: 07.03.2013 bis 13.03.2014 (für RR3 nur bis 06.09.2013)

## 4 Fotodokumentation

Die Position des Passivsammlers ist mit einem weißen Pfeil markiert.



Abb. 5: Messpunkt RR1



Abb. 6: Messpunkt RR2



Abb. 7: Messpunkt RR3



Abb. 8: Messpunkt RR0



Abb. 9: Messpunkt RR5 Blickrichtung Süden

## Literatur

[1] TÜV Süd, „LKW-Durchfahrverbot in der Innenstadt von Regensburg,“ 2011.

[2] IVU GmbH, *IMMISem/luft/lärm – Handbuch zur Version 5*, Freiburg, 2010.

[3] *Lufthygienische Jahresberichte*.

# **Anlage 6 – Standort Würzburg**

**zum**

**Abschlussbericht**

**Untersuchung der räumlichen Verteilung der  
NO<sub>x</sub>-Belastung im Umfeld von vorhandenen,  
hochbelasteten Luftmessstationen**

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Würzburg (Stadtring Süd)</b>	<b>3</b>
<b>1 Standortbeschreibung</b>	<b>3</b>
<b>2 Messergebnisse</b>	<b>4</b>
<b>3 Diskussion</b>	<b>7</b>
<b>4 Fotodokumentation</b>	<b>8</b>
<b>Literatur</b>	<b>9</b>

## Würzburg (Stadtring Süd)

### 1 Standortbeschreibung

Der Stadtring Süd in Würzburg (B 19) verläuft im Bereich der LÜB-Station in südwestlicher Richtung. Entlang der Westseite des Stadtrings befinden sich Bahngleise, die LÜB-Station liegt auf der Ostseite der Hauptverkehrsstraße. Der Stadtring Süd besitzt im Untersuchungsgebiet keinen Schlucht-Charakter, auf beiden Seiten befindet sich ein fast durchgängiger Grünstreifen mit Bäumen zwischen Straße und Wohnbebauung. Das durchschnittliche tägliche Verkehrsaufkommen (DTV) am Stadtring Süd beträgt etwa 41.600 Kfz/24 h, der Anteil des Schwerlastverkehr (> 3,5 t) beträgt 4,9 % (Verkehrszählungen aus den Jahren 2010 und 2011 [1]).

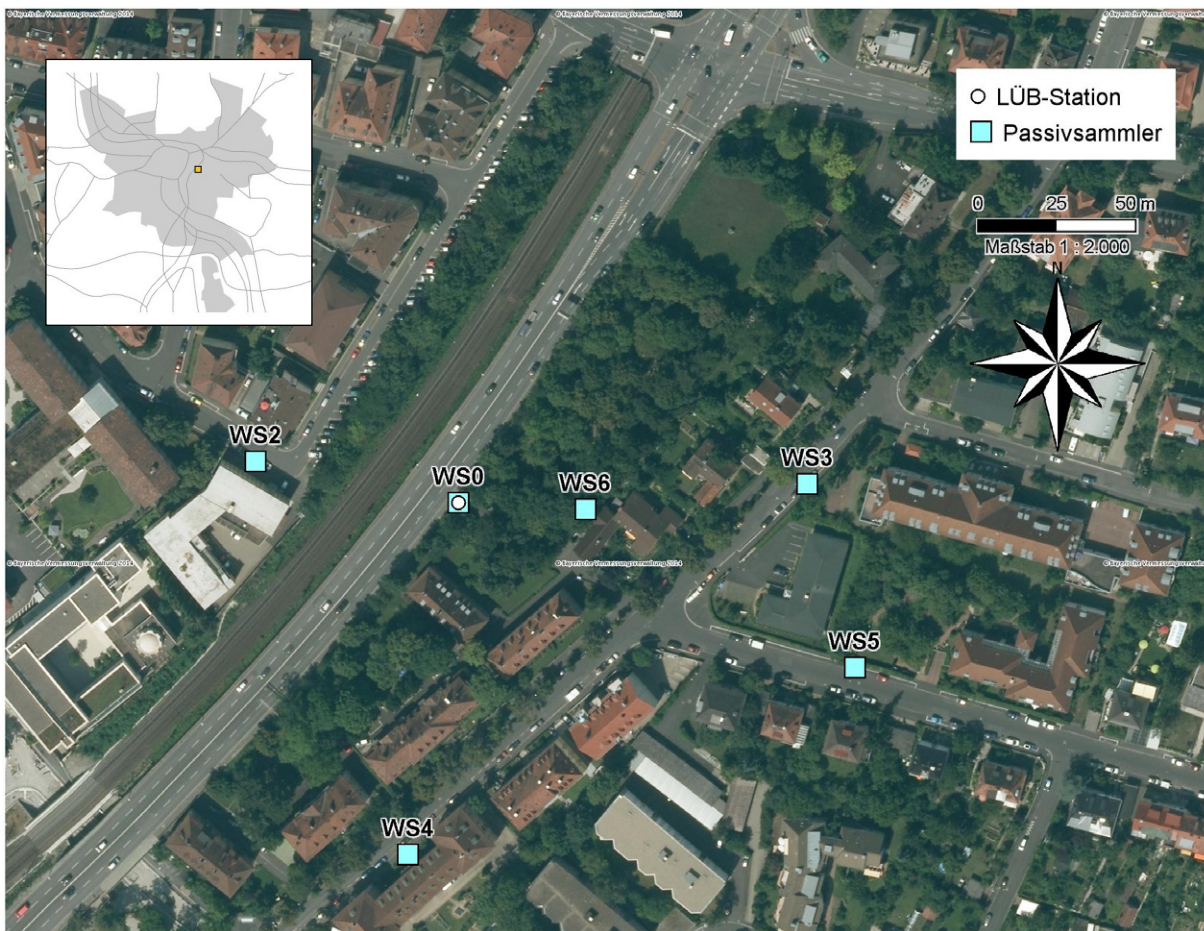


Abb. 1: Lage des Messbereichs im Stadtgebiet (gelbes Quadrat, Karte oben) und Luftbild zur Lage der Passivsammlermesspunkte in der Umgebung der LÜB-Station am Stadtring Süd in Würzburg

Zur Messung der Schadstoffbelastung im Wohngebiet im Umfeld der LÜB-Station am Stadtring Süd in Würzburg wurden insgesamt sechs Passivsammler angebracht. Eine Übersicht der Messpunkte in Würzburg ist in Tab. 1 dargestellt. Sowohl die Greisingstraße parallel zum Stadtring Süd als auch der Gerbrunner Weg, der auf Höhe der LÜB-Station in die Greisingstraße mündet, weisen eine leichte Steigung auf, die Messpunkte WS3 und WS5 liegen etwa 5 m höher als die LÜB-Station.

In Würzburg herrschen westliche bis südwestliche Windrichtungen vor, auch Winde aus nord-nord-östlicher Richtung treten häufiger auf. Damit befinden sich die LÜB-Station und Messpunkte WS3 bis WS6 häufig in der Abwindfahne (Lee) des Stadtrings Süd.

In Tab. 1 sind Informationen zur Lage der Passivsammlermesspunkte im Umfeld der LÜB-Station Stadtring Süd (WSLÜB) zusammengestellt.

Tab. 1: Beschreibung der Lage und Entfernung (Luftlinie) der Messpunkte zur Hauptverkehrsstraße Stadtring Süd

Messpunkt	Rechtswert	Hochwert	Standort	Abstand zum Stadtring Süd
<b>WSLÜB</b>	4352328	5519127	LÜB-Station Stadtring Süd	< 10 m
<b>WS0</b>	4352328	5519127	Passivsammler an der LÜB-Station	< 10 m
<b>WS2</b>	4352264	5519140	Dürerstraße, Straßenlaterne	42 m
<b>WS3</b>	4352438	5519133	Greisingstraße, Straßenlaterne	90 m
<b>WS4</b>	4352312	5519016	Greisingstraße, Straßenlaterne	63 m
<b>WS5</b>	4352453	5519075	Gerbrunner Weg, Straßenlaterne	135 m
<b>WS6</b>	4352368	5519125	Stadtring Süd, Grünanlage, Baum	37 m

## 2 Messergebnisse

Die Messungen in Würzburg wurden in der Zeit vom 26.03.2013 bis zum 15.04.2014 durchgeführt und erstreckten sich damit über einen Zeitraum von etwas mehr als zwölf Monaten. Unterschiedliche jahreszeitliche Einflüsse sollten damit gleichmäßig berücksichtigt sein.

Der zeitliche Verlauf der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an den Messstandorten ist in Abb. 3 dargestellt. Am Passivsammler-Messpunkt WS0 auf der LÜB-Station wurden NO<sub>2</sub>-Konzentrationen zwischen 31 und 47 µg/m<sup>3</sup> gemessen. Innerhalb des Messzeitraumes sind im Unterschied zu den deutlich geringer belasteten Messpunkten an diesem Messpunkt keine ausgeprägten jahreszeitlichen Veränderungen festzustellen. Insbesondere am WS5 ist ab Herbst ein Anstieg auf das 1,5fache im Vergleich zu den Konzentrationen während des Sommers zu sehen.



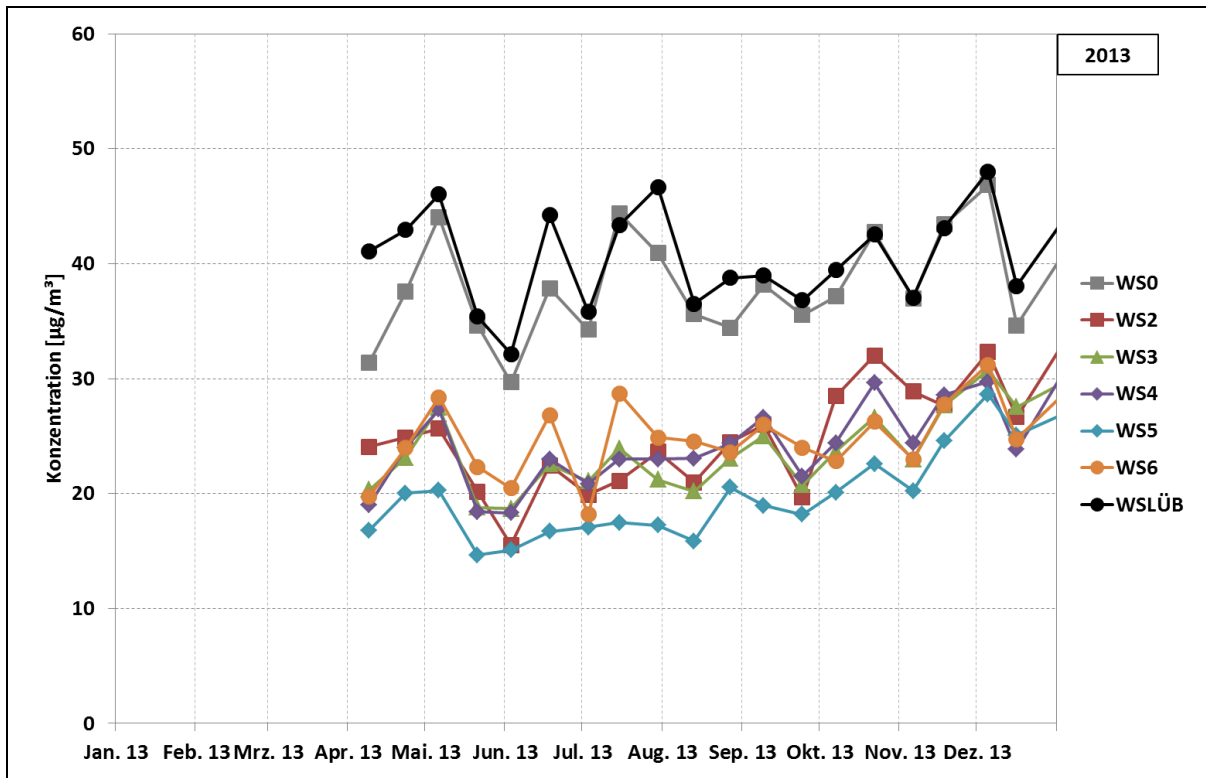


Abb. 2:  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen in der Umgebung der LÜB-Station am Stadtring Süd in Würzburg im Jahr 2013 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

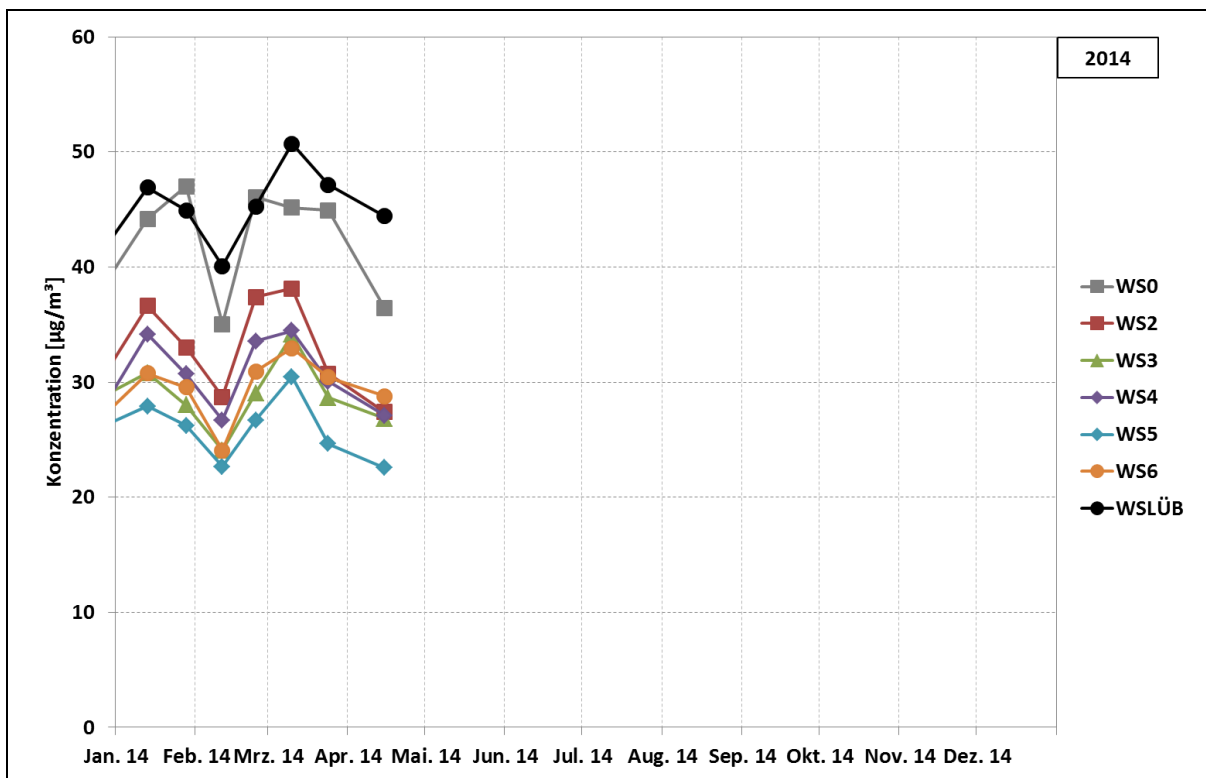


Abb. 3:  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen in der Umgebung der LÜB-Station am Stadtring Süd in Würzburg im Jahr 2014 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Um die NO<sub>2</sub>-Messergebnisse mit dem Jahresgrenzwert vergleichen zu können, wurde ein Zwölfmonatsmittelwert gebildet. Hierfür wurde der Zeitraum vom 09.04.2013 bis 15.04.2014 herangezogen, welcher einem Messzeitraum von rund zwölf Monaten entspricht.

Der Zwölfmonatsmittelwert des Passivsammlers auf der LÜB-Station (WS0) betrug 40 µg/m<sup>3</sup> und lag damit 2 µg/m<sup>3</sup> niedriger als der Wert des kontinuierlichen NO<sub>2</sub>-Messgerätes der LÜB-Station im selben Zeitraum (WSLÜB). Im nahegelegenen Wohngebiet wurde am Messpunkt mit der größten Entfernung zum Stadtring Süd (135 m; Messpunkt WS5) eine NO<sub>2</sub>-Konzentration von 21 µg/m<sup>3</sup> festgestellt. An den übrigen Messpunkten wurden mittlere NO<sub>2</sub>-Konzentrationen zwischen 25 und 27 µg/m<sup>3</sup> gemessen (vgl. Abb. 4).

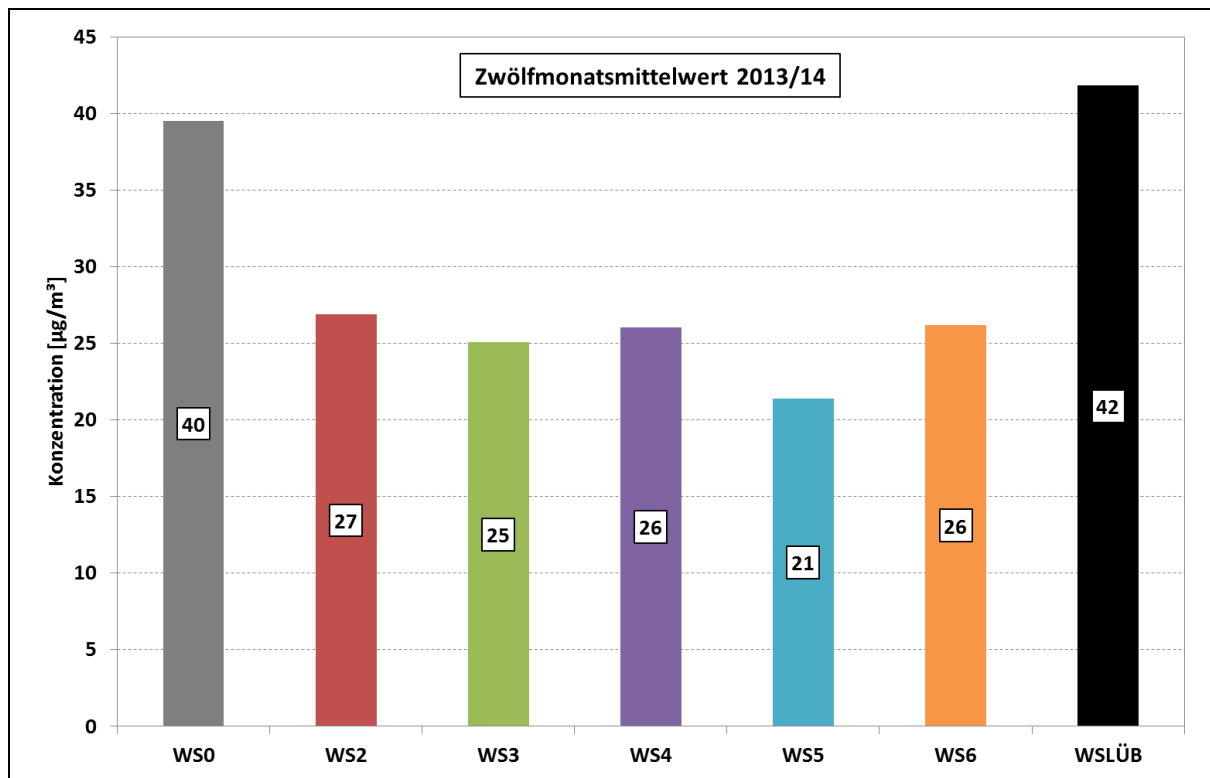


Abb. 4: Mittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Bereich der LÜB-Station am Stadtring Süd in Würzburg über den Messzeitraum vom 09.04.2013 bis 15.04.2014 (Zwölfmonatsmittelwert)

### 3 Diskussion

Da in Würzburg die NO<sub>2</sub>-Messungen nicht für ein komplettes Kalenderjahr vorlagen, wurden Zwölfmonatsmittelwerte über den Zeitraum 09.04.2013-15.04.2014 gebildet. Dieser betrug für den Passivsammler an der LÜB-Station 40 µg/m<sup>3</sup>. Die kontinuierliche Messung der LÜB-Station ergab im gleichen Zeitraum 42 µg/m<sup>3</sup>.

Im Bereich der Wohnbebauung lag die Schadstoffbelastung zwischen 26 µg/m<sup>3</sup> (Messpunkt WS6 in der Grünanlage) und 21 µg/m<sup>3</sup> (Messpunkt WS5) und damit deutlich unterhalb des Grenzwertes. Die Werte entsprechen einem für den städtischen Hintergrund typischen Messwertbereich. Der Messpunkt WS6 im Grünstreifen befand sich in einer Entfernung von etwa 37 m vom Stadtring Süd. Die „Abschirmung“ durch den Baumbestand sorgte hier ähnlich wie bei einer Lärmschutzwand/Häuserzeile dafür, dass der Grenzwert auch in einer geringeren Entfernung als etwa 50 m (bei freien Ausbreitungsbedingungen) eingehalten wird.

Der Messpunkt WS5 kann aufgrund seiner Lage als repräsentativ für den (lokalen) städtischen Hintergrund eingestuft werden. Damit lässt sich abschätzen, dass der lokale Beitrag des Straßenverkehrs zur Immissionsbelastung am Messpunkt WS1 etwa 19 µg/m<sup>3</sup> beträgt, was 48 % der Gesamtbelastung an der LÜB-Station entspricht.

Im Allgemeinen zeigt die NO<sub>2</sub>-Belastung einen jahreszeitlichen Verlauf mit höheren Immissionen im Winter und niedrigeren Immissionen im Sommer. Diese jahreszeitlichen Schwankungen sind in ländlichen Gebieten und im städtischen Hintergrund häufig deutlich stärker ausgeprägt als an verkehrsnahen Messstationen. Entsprechend zeigen die Messwerte an der LÜB-Station am Stadtring Süd in Würzburg (WSLÜB und WS0) nur geringe jahreszeitliche Schwankungen im Gegensatz zu den weiter von der Hauptverkehrsstraße entfernt liegenden Messpunkten.

Betrachtet man den Jahresverlauf der Messwerte, so fällt auf, dass die Werte an den Messpunkten WS2 und WS4, die in unmittelbarer Nähe zu größeren Wohnblocks liegen, von Oktober 2013 bis Mitte März 2014 meist signifikant höher sind als am Messpunkt WS6 in der Grünanlage am Stadtring Süd. In den Sommermonaten sind die Werte am Messpunkt WS6 vergleichsweise höher. Dies ist möglicherweise auf Emissionen von Gebäudeheizungen in unmittelbarer Nähe in Kombination mit einer schlechteren Durchlüftung durch häufigere Inversionswetterlagen im Winter zurückzuführen. Die etwas höheren Messwerte am Messpunkt WS6 im Sommer sind möglicherweise der Nähe zur Hauptverkehrsstraße geschuldet und zu einem geringen Teil auch auf luftchemische Bildung von NO<sub>2</sub> aus NO aus dem Straßenverkehr und Ozon zurückzuführen.

## 4 Fotodokumentation

Die Position des Passivsammlers ist mit einem weißen Pfeil markiert.



Abb. 5: Messpunkt WS0 Blickrichtung Südwesten



Abb. 6: Messpunkt WS2 Blickrichtung Osten



Abb. 7: Messpunkt WS3 Blickrichtung Südwesten



Abb. 8: Messpunkt WS4 Blickrichtung Südwesten



Abb. 9: Messpunkt WS5 Blickrichtung Westen



Abb. 10: Messpunkt WS6 Blickrichtung Norden

## Literatur

[1] IVU GmbH, *IMMISem/luft/lärm – Handbuch zur Version 5*, Freiburg, 2010.

# **Anlage 7 – Äquivalenzbericht**

**Untersuchung der Gleichwertigkeit von NO<sub>2</sub>-Messungen  
mittels Passivsammlern mit dem Referenzverfahren**

**zum**

**Abschlussbericht**

**Untersuchung der räumlichen Verteilung der  
NO<sub>x</sub>-Belastung im Umfeld von vorhandenen,  
hochbelasteten Luftmessstationen**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Messverfahren</b>	<b>3</b>
2.1	Referenzverfahren Chemilumineszenz	3
2.2	NO <sub>2</sub> -Bestimmung mit Passivsammlern	3
<b>3</b>	<b>Äquivalenznachweis</b>	<b>5</b>
3.1	Datenqualitätsziele	5
3.2	Durchführung	6
3.2.1	Erweiterte Messunsicherheit nach DIN EN ISO 20988	7
3.2.2	Erweiterte Messunsicherheit nach EU-Leitfaden	8
<b>4</b>	<b>Doppelbestimmung - Standardabweichung</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Vergleich der Jahresmittelwerte</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>12</b>
	<b>Literatur</b>	<b>13</b>

# 1 Einleitung

Für verschiedene Luftschadstoffe wurden anspruchsvolle und verbindliche Grenzwerte sowie Leit- und Zielwerte festgelegt, die eine unbedenkliche lufthygienische Situation für die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt gewährleisten sollen. Deutschland hat die *Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa* [1] mit der Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) [2] – umgesetzt. Hierin sind auch die Grundlagen und Anforderungen an Immissionsmessungen enthalten.

In Anlage 6, Abschnitt A.2 der 39. BImSchV (entsprechend Anhang 6 der Richtlinie 2008/50/EG) ist die Methode *Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz gemäß DIN EN 14211* [3] als Referenzmethode festgelegt. Werden andere Messverfahren zur Konzentrationsbestimmung verwendet, muss gemäß Anlage 6, Abschnitt B der 39. BImSchV ein Nachweis der Gleichwertigkeit erbracht werden, der sicherstellt, dass die Datenqualitätsziele der 39. BImSchV eingehalten werden.

In Bayern werden vom Landesamt für Umwelt (LfU) neben der Konzentrationsbestimmung von Stickstoffdioxid mithilfe des in der Richtlinie vorgegebenen Referenzverfahrens sogenannte Passivsammler im Rahmen zeitlich begrenzter Stichproben- und Sonderuntersuchungen verwendet. Das Passivsammlerverfahren wird in DIN EN 16339 [4] beschrieben.

Vorliegender Bericht dient als Nachweis der Einhaltung der Datenqualitätsziele gemäß Anlage 1, Abschnitt A der 39. BImSchV beim Einsatz des am LfU etablierten Passivsammlerverfahrens im Rahmen orientierender Messungen. Der Nachweis erfolgt auf Grundlage des EU-Leitfadens *Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods* [5].

## 2 Messverfahren

### 2.1 Referenzverfahren Chemilumineszenz

Zur kontinuierlichen Überwachung der Schadstoffbelastung der Luft in Bayern wird vom Bayerischen Landesamt für Umwelt das Lufthygienische Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) mit derzeit über 50 Messstandorten betrieben. An 39 Stationen (Stand 2014) werden die Konzentrationen von  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$  und  $\text{NO}$  mittels Chemilumineszenz nach DIN EN 14211 gemessen. Dabei wird mit einer Pumpe kontinuierlich Außenluft angesaugt und untersucht, wobei 1-Minuten-Mittelwerte erhalten werden. Diese werden schließlich zu Halbstundenmittelwerten umgerechnet und gespeichert.

### 2.2 $\text{NO}_2$ -Bestimmung mit Passivsammlern

Das in Abschnitt 2.1 erwähnte Verfahren erfordert eine ortsfeste, klimatisierte Messstation und ist daher nicht ohne weiteres an allen Orten einsetzbar. Passivsammler bilden hierfür eine Alternative, denn sie benötigen keine Stromversorgung und sie sind auch aufgrund ihrer geringen Größe deutlich flexibler handhabbar.

Die verwendeten Passivsammler werden am LfU angefertigt. Ihre Geometrie entspricht der von Ammoniak-Passivsammlern nach *M. Ferm* [6]. Die Sammeleinheit besteht aus einem mit Triethanolamin als Adsorbens beschichteten Quarzfaserfilter, der sich in einer geschlossenen Plastikkapsel (Höhe 1,0 cm, Durchmesser 2,0 cm, Diffusionsstrecke 1,0 cm) befindet (siehe Abb. 1). Als Turbulenzbarriere fungiert eine poröse PE-Membran.



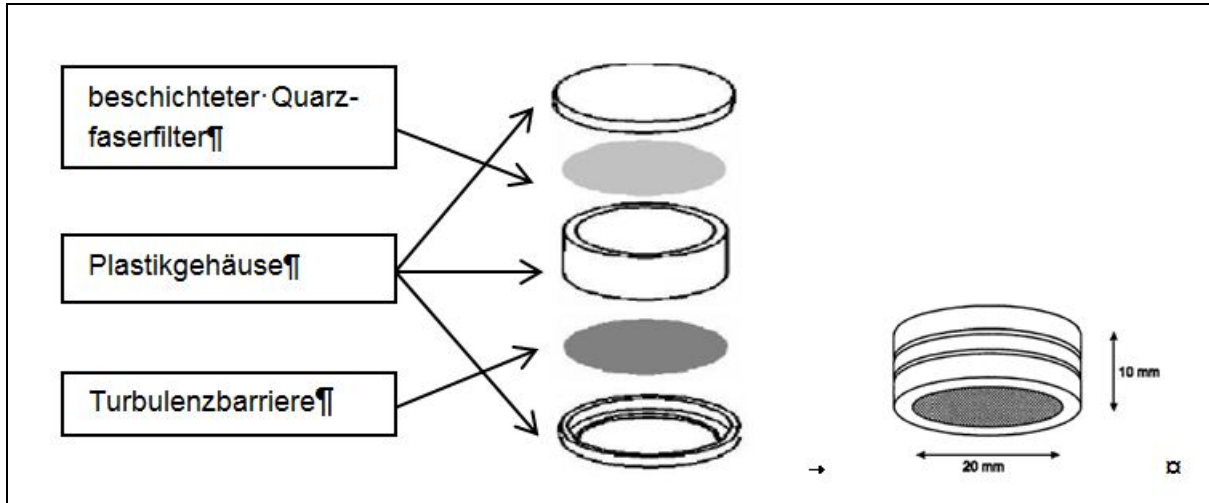


Abb. 1: Aufbau der vom LfU eingesetzten Passivsammler

Zur Bestimmung von  $\text{NO}_2$  werden die Passivsammler in luftdicht verschlossenen Röhrchen an den Messort gebracht und dort in ein Wetterschutzgehäuse montiert, das sie vor Regen schützt (siehe Abb. 2). Es werden grundsätzlich Doppelbestimmungen durchgeführt; jedes Wetterschutzgehäuse enthält daher zwei Sammeleinheiten, die anschließend unabhängig voneinander analysiert werden. Ab der Exposition des Passivsammlers am Messort diffundiert Stickstoffdioxid in die Sammeleinheiten und wird dort chemisch gebunden. Nach etwa zwei Wochen werden die Passivsammler aus dem Wetterschutzgehäuse entnommen und in einem luftdichten Gefäß ins Labor gebracht.



Abb. 2:  
Wetterschutzgehäuse  
mit Passivsammlern;  
die beiden Sammelein-  
heiten sind als weiße  
Plastikkapseln gut zu  
erkennen

Im Labor wird der Passivsammler zerlegt, der beschichtete Quarzfaserfilter wird entnommen und anschließend mit Reinstwasser eluiert. Das dabei freigesetzte Nitrit wird mittels Ionenchromatographie analysiert und daraus die Masse des gesammelten Stickstoffdioxids bestimmt.

Die NO<sub>2</sub>-Konzentration der Umgebungsluft lässt sich nach folgender Formel berechnen:

$$c(\text{NO}_2) = \frac{F \times (m(\text{NO}_2) - m_0(\text{NO}_2)) \times 10^6}{A \times D \times t} \left[ \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right] \quad (\text{Formel 1})$$

mit

$c(\text{NO}_2)$ : NO<sub>2</sub>-Konzentration der Umgebungsluft [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

F: Korrekturfaktor (1,30)

$m(\text{NO}_2)$ : NO<sub>2</sub>-Masse auf dem beschichteten Quarzfaserfilter [ $\mu\text{g}$ ]

$m_0(\text{NO}_2)$ : NO<sub>2</sub>-Blindwert [ $\mu\text{g}$ ]

l: Länge der Plastikkapsel (1,0 cm)

A: Einlassfläche der Plastikkapsel (3,14 cm<sup>2</sup>)

D: Diffusionskoeffizient von Stickstoffdioxid (0,154 cm<sup>2</sup>/s)

t: Expositionsdauer [s]

Als Ergebnis einer Passivsammlermessung wird in der Regel der Mittelwert der zwei Messungen angegeben, die von den beiden innerhalb eines Wetterschutzgehäuses exponierten Passivsammlern erhalten werden. Da durch die Modellierung von Temperaturschwankungen über verschiedene Probenahmezeiträume gezeigt werden konnte, dass der Einfluss von Temperaturschwankungen über den Mittelungszeitraum (Kalenderjahr) gesehen bei Anwendung eines Diffusionskoeffizienten und folglich einer effektiven Aufnahmezeit bei der Durchschnittstemperatur vernachlässigbar ist [7], wurde auf eine Temperaturkorrektur verzichtet. Außerdem würde eine Korrektur eine unzulässige Wichtung darstellen, da der ausgeprägte Tagesgang der Stickstoffdioxidkonzentration nicht mit dem Temperaturverlauf korrespondiert [8].

## 3 Äquivalenznachweis

### 3.1 Datenqualitätsziele

Die Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa beziehungsweise die 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV, Anlage 1) lässt für ortsfeste Messungen von Stickstoffdioxid eine Messunsicherheit von maximal 15 % (Konfidenzintervall: 95 %) zu, für orientierende Messungen bis zu 25 %. Die Unsicherheit gilt für Einzelmessungen und ist bei Stickstoffdioxid bezogen auf den Immissionsgrenzwert für den Jahresmittelwert von 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sowohl die Passivsammlermessung wie auch die Referenzmessung muss jeweils eine Datenverfügbarkeit von mindestens 90 % aufweisen. Der EU-Leitfaden *Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods* legt zudem im Rahmen des Äquivalenznachweises eine maximale Standardabweichung der Doppelproben von 5 % fest. Eine Zusammenfassung der Datenqualitätsziele zeigt Tab. 1.

Tab. 1: Übersicht der Datenqualitätsziele

Anwendung	Kriterium	Unsicherheit
Ortsfeste Messungen	Unsicherheit Mindestdatenerfassung	15 % [2] 90 % [2]
Orientierende Messungen	Unsicherheit Mindestdatenerfassung Mindestmessdauer (gleichmäßig über ein Jahr verteilt)	25 % [2] 90 % [2] 14 % [2]
Äquivalenznachweis	Standardabweichung Doppelproben	5 % [5]

### 3.2 Durchführung

Seit Januar 2011 wurden zum Zweck des Methodenvergleichs an acht Messstationen in Bayern parallele Messungen mittels Passivsammler- und Referenzmethode durchgeführt, wobei unterschiedliche Belastungsszenarien einbezogen wurden. Bei sechs Standorten handelt es sich um Verkehrsmessstationen, je ein Standort befindet sich im städtischen, sowie im ländlich-regionalen Hintergrund. Zusätzlich wurden am Standort Rathaus in Regensburg Parallelmessungen durchgeführt; aufgrund intensiver Bauarbeiten in direkter Nachbarschaft zur Station im Messzeitraum konnten diese Daten für die Gleichwertigkeitsprüfung allerdings nicht verwendet werden. Um möglichst identische Messsituationen bei der Passivsammler- sowie der Referenzmethode sicherzustellen, wurden die Passivsammler so nah wie möglich am Probenluftweg der jeweiligen Messstationen angebracht. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die im Rahmen dieses Berichts betrachteten Messstationen.

Die im Verlauf des Messzeitraums erhaltenen Ergebnisse dienen als Grundlage zum Nachweis für die Einhaltung der in Tab. 1 aufgeführten Anforderungen an die Datenqualität.

Bei der Referenzmessung liegen  $\text{NO}_2$ -Werte mit einer zeitlichen Auflösung von einer halben Stunde vor. Die Passivsammler erbrachten Messwerte über einen Zeitraum von circa zwei Wochen, wobei aus den beiden Ergebnissen der Doppelbestimmung in der Regel ein Mittelwert gebildet wurde. Um die Daten der beiden Verfahren miteinander vergleichen zu können, wurden die Werte der Referenzmessung auf die Probenahmezeiträume der jeweiligen Passivsammlermessung gemittelt. Die  $\text{NO}_2$ -Werte von Passivsammler- und Referenzmessung der in Tab. 2 beschriebenen Stationen werden im Folgenden miteinander verglichen, wobei sich ein Passivsammler-Messwert stets auf den Mittelwert der jeweiligen Doppelbestimmung bezieht.

Da die Passivsammler nicht unmittelbar im Probenluftweg des Referenzverfahrens angebracht werden können, ergibt sich dadurch ein zusätzlicher Beitrag zur Messunsicherheit. Dieser kann für die gewählte Vorgehensweise nicht quantifiziert werden und ist in den Messwerten enthalten.

Die für die nachfolgenden Datenqualitätsanalysen verwendeten Werte der Passivsammler basieren neben der analytischen Kalibrierung lediglich auf den nach der Gleichung auf Seite 5 errechneten Ergebnissen der Doppelbestimmungen an den in Tab. 1 aufgeführten Messorten.

Tab. 2: Überblick über die Referenzmessstationen; die Jahresmittelwerte (JMW) der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen für 2014 dienen der Orientierung und beziehen sich auf die Referenzmessung nach DIN EN 14211

Stationsname	Kürzel	Stationsart	Zeitraum	JMW 2014 [µg/m <sup>3</sup> ]
München (Landshuter Allee)	MÜLA	Verkehr städtisches Gebiet	11.01.2011-03.02.2015	83
Augsburg (Karlstraße)	AUKA	Verkehr städtisches Gebiet	10.01.2011-12.08.2013 25.11.2013-05.02.2015	48
Augsburg (Königsplatz)	AUKÖ	Verkehr städtisches Gebiet	27.12.2011-05.02.2015	29
Nürnberg (Von-der-Tann-Straße)	NÜVDT	Verkehr städtisches Gebiet	25.03.2013-10.12.2014	49
Würzburg (Stadtring Süd)	WBSS	Verkehr städtisches Gebiet	25.03.2013-15.04.2014	41
Augsburg (Bourges-Platz)	AUBO	Hintergrund städtisches Gebiet	20.02.2012-05.02.2015	28
Oberaudorf (Inntalautobahn A 93)	OBIA	Verkehr ländlich stadtnah	11.01.2011-03.04.2012	41
Andechs (Rothenfeld)	ADRO	Hintergrund ländlich regional	10.01.2011-10.02.2015	7

### 3.2.1 Erweiterte Messunsicherheit nach DIN EN ISO 20988

Für den Vergleich von Passivsammler- und Referenzverfahren wurde eine *Worst-Case-Betrachtung* angestellt und die Standardmessunsicherheit des Referenzverfahrens (LÜB-Messwerte) auf Null gesetzt; damit werden sämtliche im System vorhandenen Unsicherheiten dem zu überprüfenden Passivsammlerverfahren zugeschrieben. Ausreißer wurden nicht eliminiert. Abb. 3 Abbildung zeigt das NO<sub>2</sub>-Streudiagramm für die Passivsammler und die Referenzmethode (LÜB-Standorte). Die 564 Wertepaare, die jeweils über einen Messzeitraum von 14 Tagen gebildet wurden, zeigen eine hohe Korrelation. Die dargestellte Ursprungsgerade hat eine Steigung von 0,99 und das Bestimmtheitsmaß R<sup>2</sup> beträgt 0,96.

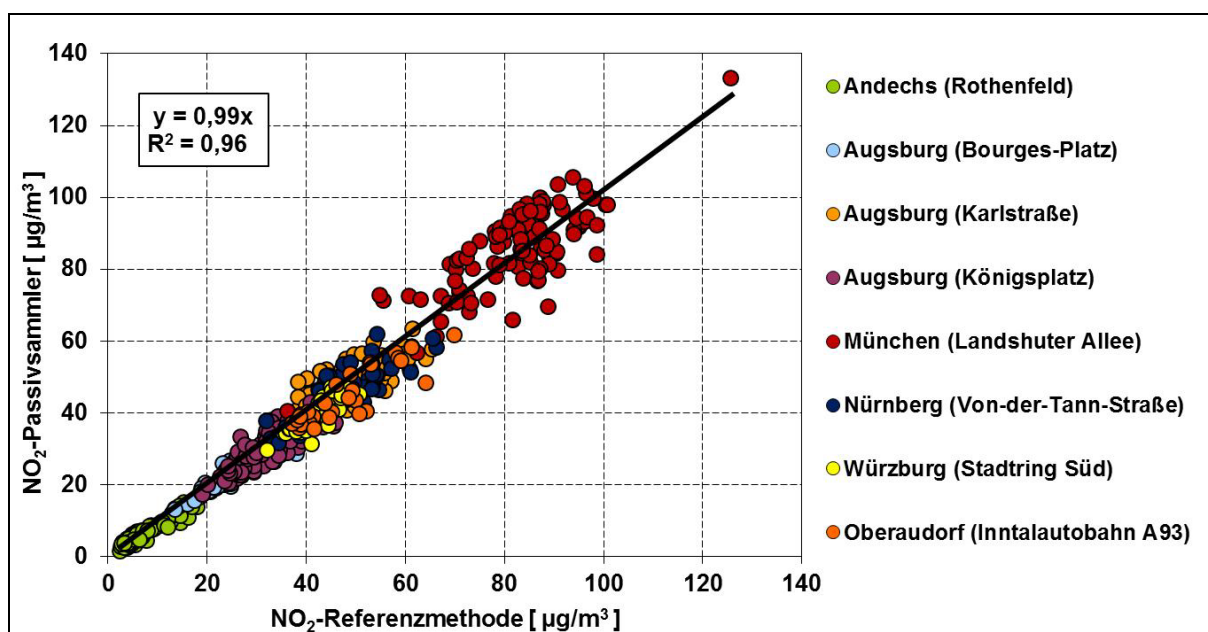


Abb. 3: NO<sub>2</sub>-Streudiagramm für Passivsammler und Referenzmethode (Messzeitraum: 14 Tage, Anzahl = 564)

Die Auswertung der 564 Wertepaare erfolgte nach DIN EN ISO 20988 [9] (Typ A5 Fall 2); mithilfe eines MS-Excel®-Sheets. Richtlinie 2008/50/EG fordert den Bezug auf den  $\text{NO}_2$ -Immissionsgrenzwert für den Jahresmittelwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die Passivsammler haben demnach gegenüber dem Referenzverfahren eine erweiterte Messunsicherheit von 24 % (Konfidenzintervall 95 %). Damit wird der maximal zulässige Wert von 25 % für orientierende Messungen eingehalten.

### 3.2.2 Erweiterte Messunsicherheit nach EU-Leitfaden

Der EU-Leitfaden *Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods* beinhaltet eine weitere Herangehensweise, die erweiterte Messunsicherheit zu bestimmen. Darauf basierend, wurde von R. Beijk ein Excel®-Sheet [10] entwickelt, das zur Analyse der Daten mittels orthogonaler Regression verwendet wurde. Wie bereits im Kapitel 3.2.1 wurde die Standardmessunsicherheit des Referenzverfahrens auf null gesetzt, damit konservative Werte erhalten werden; Ausreißer wurden nicht eliminiert.

Die erweiterte Messunsicherheit wurde damit auf 24 % (Konfidenzintervall 95 %) - bezogen auf den  $\text{NO}_2$ -Immissionsgrenzwert für den Jahresmittelwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - bestimmt und zeigt damit Übereinstimmung zum Ergebnis aus Kapitel 3.2.1. Das vom Excel®-Sheet [10] ausgegebene Diagramm der Regressionsanalyse ist in Abb. 4 dargestellt, den Ergebnisbericht des Rechenblatts zeigt Abb. 5.

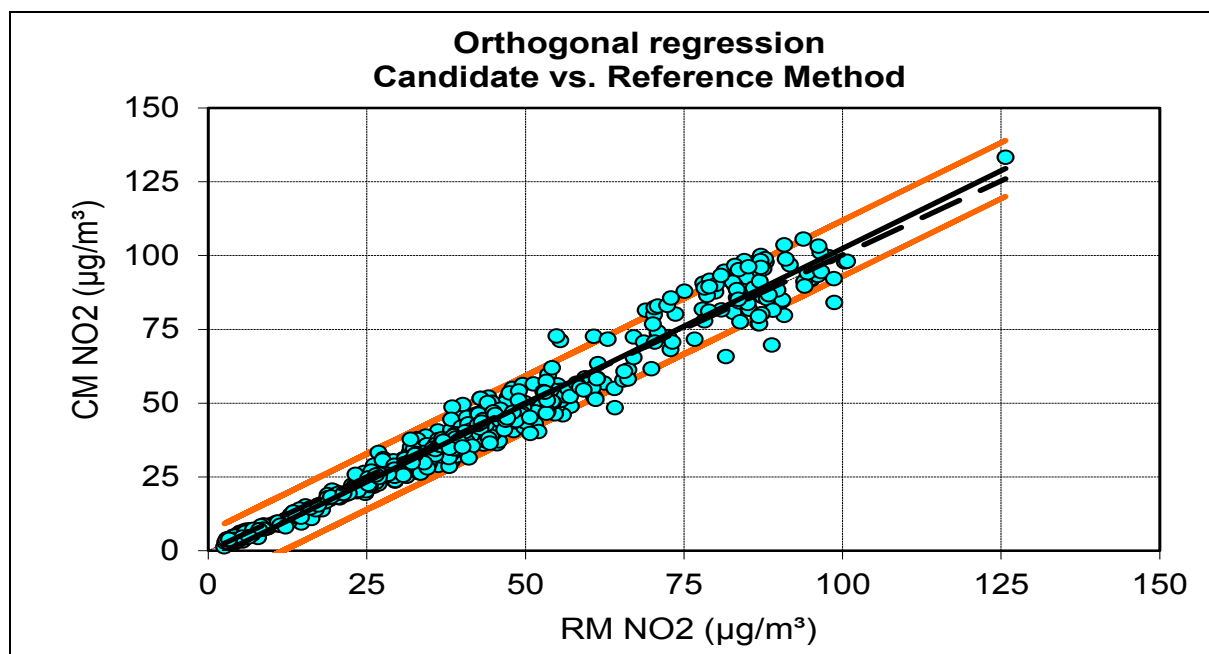


Abb. 4: Orthogonale Regression von Referenz- zu Passivsammlermethode der 564 Wertepaare [10]

GENERAL SETTINGS					
Substance	Unit	Limit value	RM uncertainty	Confidence Level	Max Uncertainty
NO2	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	40	0	0,95	25%
	Spring	Summer	Fall	Winter	
Starting month:	3	6	9	12	
DATA SELECTION					
	Column	Value	Exclude instead of exclusive?		Status
Filter 1					Ignore
Filter 2					Ignore
Filter 3					Ignore
Filter 4					Ignore
CALIBRATION SETTING					
Calibration based on:	SLOPE TROUGH ORIGIN			OK	
Comments:					
RAW DATA			RESULTS AFTER CALIBRATING		
Regression	$0,949y + 2,798$		N (Spring)	0	n
Regression (i=0)	$0,998y$		N (Summer)	0	n
N	564	n	N (Fall)	0	n
			N (Winter)	0	n
Outliers	36	n	Outliers	35	%
Outliers	6%	%	Outliers	6%	%
Mean CM	40,6	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mean CM	40,5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mean RM	41,3	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mean RM	41,3	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Number of RM > 0.5LV	451	n	Number of CM > 0.5LV	439	n
Number of RM > LV	272	n	Number of CM > LV	254	n
REGRESSION RESULTS (RAW)			REGRESSION RESULTS (CALIBRATED)		
Slope b	1,054	significant	Slope b	1,051	significant
Uncertainty of b	0,008		Uncertainty of b	0,008	
Intercept a	-2,949	significant	Intercept a	-2,941	significant
Uncertainty of a	0,386		Uncertainty of a	0,385	
r <sup>2</sup>	0,968		r <sup>2</sup>	0,968	
Slope b forced trough origin	1,002	significant			
Uncertainty of b (forced)	0,0043				
EQUIVALENCE TEST (RAW)			EQUIVALENCE TEST (CALIBRATED)		
Uncertainty of calibration	0,50	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Calibration	$0,998y + 0$	
Uncertainty of calibration (forced)	0,17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	u(calibration)	0,17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Random term	4,82	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Random term	4,81	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Additional uncertainty (optional)	0,00	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Additional uncertainty (optional)	0,00	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Bias at LV	-0,79	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bias at LV	-0,88	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Combined uncertainty	4,88	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Combined uncertainty	4,89	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Expanded relative uncertainty	24,4%	pass	Expanded relative uncertainty	24,5%	pass
Ref sampler uncertainty	0,00	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ref sampler uncertainty	0,00	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Limit value	40	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Limit value	40	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

Abb. 5: Ausschnitt aus dem Ergebnisbericht der Äquivalenzprüfung des Excel®-Sheets [10]; links (relevant) die Analyseergebnisse der Rohdaten, rechts nach Kalibrierung mittels Ursprungsgerade

## 4 Doppelbestimmung – Standardabweichung

Um die Standardabweichung aus den Doppelbestimmungen (siehe Kapitel 2.2) zu errechnen, wurden 3925 Wertepaare untersucht. Die mittlere NO<sub>2</sub>-Konzentration aller 7850 Messungen beträgt 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Mithilfe der STABW.S-Funktion von Microsoft® Excel® wurde für jedes der 3925 Wertepaare eine absolute Standardabweichung bestimmt. Als mittlere absolute Standardabweichung diese Wertepaare wurde ein Wert von 1,02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  erhalten. Bezieht man diesen auf den NO<sub>2</sub>-Mittelwert der 7850 Messungen, so resultiert eine mittlere prozentuale Standardabweichung von 2,3 %. Diese liegt deutlich unter dem im Rahmen des Äquivalenznachweises maximal zulässigen Wert von 5 %.

## 5 Vergleich der Jahresmittelwerte

NO<sub>2</sub>-Passivsammler eignen sich, wie in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt, in erster Linie für orientierende Messungen, um die Einhaltung des Jahreshgrenzwerts von 40 µg/m<sup>3</sup> abschätzen zu können. Ihre zeitliche Auflösung ist bei Weitem nicht ausreichend, um Aussagen über Einhaltung oder Tendenzen des Stundengrenzwerts (200 µg/m<sup>3</sup>; 18 zulässige Überschreitungen pro Jahr) treffen zu können. In der Praxis wird zur Beurteilung der Luftqualität in der Regel der Grenzwert für den Jahresmittelwert herangezogen, da er bei einer gegebenen Immissionssituation wesentlich früher erreicht wird als der Stundengrenzwert.

Um die aus den zweiwöchigen Messergebnissen der Passivsammler berechneten Jahresmittelwerte mit denen der ortsfesten LÜB-Messstationen zu vergleichen, wurden aus den Parallelmessungen an den in Tab. 2 aufgelisteten Stationen Jahresmittelwerte gebildet, sofern dabei die Mindestdatenerfassung von 90 % eingehalten wurde (siehe Tab. 3). Lediglich am Standort Würzburg/Stadtring Süd konnte aufgrund des kurzen Messzeitraums kein Jahresmittelwert bestimmt werden.

Die Ermittlung der (erweiterten) Unsicherheit gemäß DIN EN ISO 20988 [9] dient zur Beurteilung von Verfahren zur Messung der Luftbeschaffenheit. Um die berechneten Jahresmittelwerte ebenfalls bewerten zu können, wurden diese zur Abschätzung der Abweichung im Rahmen einer *Worst-Case-Betrachtung* mit den von den kontinuierlichen LÜB-Stationen ermittelten Referenzwerten mithilfe des Excel®-Sheets von R. Beijk verglichen; dabei wurde eine Abweichung der Jahresmittelwerte der Passivsammlermethode von 10% gegenüber den Mittelwerten der Referenzmethode erhalten (siehe Abb. 6).

Tab. 3: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte an den Messorten der Vergleichsmessung

Stationsname	Kürzel	Jahr	MW (Referenz) [µg/m <sup>3</sup> ]	MW (PS) [µg/m <sup>3</sup> ]
München (Landshuter Allee)	MÜLA	2011	85	90
München (Landshuter Allee)	MÜLA	2012	81	87
München (Landshuter Allee)	MÜLA	2013	81	85
München (Landshuter Allee)	MÜLA	2014	83	83
Augsburg (Karlstraße)	AUKA	2011	49	48
Augsburg (Karlstraße)	AUKA	2012	46	45
Augsburg (Karlstraße)	AUKA	2014	48	47
Augsburg (Königsplatz)	AUKÖ	2012	33	32
Augsburg (Königsplatz)	AUKÖ	2013	32	29
Augsburg (Königsplatz)	AUKÖ	2014	29	28
Nürnberg (Von-der-Tann-Straße)	NÜVDT	2014	49	47
Andechs (Rothenfeld)	ADRO	2011	7	6
Andechs (Rothenfeld)	ADRO	2012	7	6
Andechs (Rothenfeld)	ADRO	2013	8	8
Andechs (Rothenfeld)	ADRO	2014	7	6
Augsburg (Bourges-Platz)	AUBO	2013	27	25
Augsburg (Bourges-Platz)	AUBO	2014	28	25
Oberaudorf (Inntalautobahn A 93)	OBIA	2011	46	43

RAW DATA			RESULTS AFTER CALIBRATING		
Regression	0,939y + 2,904		N (Spring)	0	n
Regression (i=0)	0,988y		N (Summer)	0	n
N	18	n	N (Fall)	0	n
			N (Winter)	0	n
Outliers	0	n	Outliers	0	%
Outliers	0%	%	Outliers	0%	%
Mean CM	41,0	µg/m³	Mean CM	41,0	µg/m³
Mean RM	41,4	µg/m³	Mean RM	41,4	µg/m³
Number of RM > 0.5LV	14	n	Number of CM > 0.5LV	14	n
Number of RM > LV	9	n	Number of CM > LV	9	n
REGRESSION RESULTS (RAW)			REGRESSION RESULTS (CALIBRATED)		
Slope b	1,065	significant	Slope b	1,065	significant
Uncertainty of b	0,018		Uncertainty of b	0,018	
Intercept a	-3,093	significant	Intercept a	-3,093	significant
Uncertainty of a	0,871		Uncertainty of a	0,871	
r <sup>2</sup>	0,996		r <sup>2</sup>	0,996	
Slope b forced trough origin	1,012	significant			
Uncertainty of b (forced)	0,0121				
EQUIVALENCE TEST (RAW)			EQUIVALENCE TEST (CALIBRATED)		
Uncertainty of calibration	1,12	µg/m³	Calibration	1,000y + 0	
Uncertainty of calibration (forced)	0,48	µg/m³	u(calibration)	0,00	µg/m³
Random term	1,97	µg/m³	Random term	1,97	µg/m³
Additional uncertainty (optional)	0,00	µg/m³	Additional uncertainty (optional)	0,00	µg/m³
Bias at LV	-0,49	µg/m³	Bias at LV	-0,49	µg/m³
Combined uncertainty	2,03	µg/m³	Combined uncertainty	2,03	µg/m³
Expanded relative uncertainty	10,2%	pass	Expanded relative uncertainty		
Ref sampler uncertainty	0,00	µg/m³	Ref sampler uncertainty	0,00	µg/m³
Limit value	40	µg/m³	Limit value	40	µg/m³

Abb. 6: Ausschnitt aus dem Ergebnisbericht zur Berechnung der Unsicherheit der Jahresmittelwerte des Excel®-Sheets von R. Beijk<sup>[10]</sup>, links (relevant) die Analyseergebnisse der Rohdaten

Ein Vergleich der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte ist grafisch in Abb. 7 dargestellt:

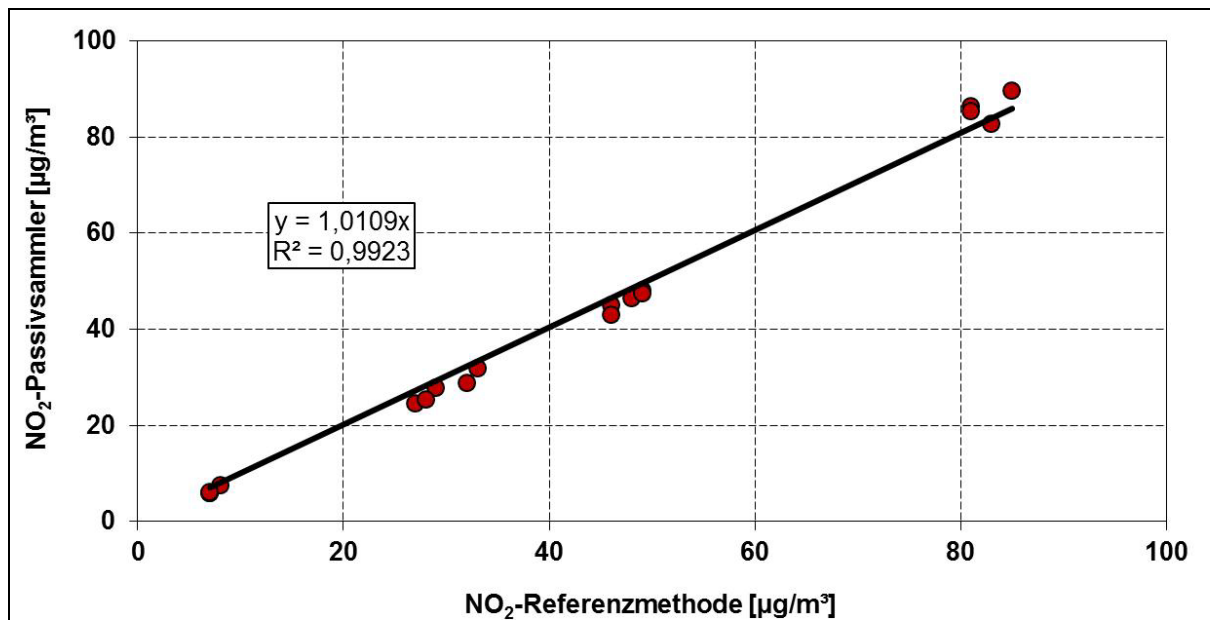


Abb. 7: Lineare Regression der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte



## 6 Zusammenfassung

Zum Zweck eines Methodenvergleichs wurden in den Jahren 2011 bis 2014 an Messstellen des Luft-hygienischen Landesüberwachungssystems Bayern parallele NO<sub>2</sub>-Messungen mittels kontinuierlicher Chemilumineszenz-Messgeräte sowie mit Passivsammlern ausgewertet. Jeweils zwei Passivsammler wurden dabei über einen Zeitraum von 14 Tagen an sechs verkehrsnahen Standorten, einem städtischen und einem ländlichen Hintergrundstandort exponiert.

Aus den Ergebnissen der Doppelbestimmung wurden für jeden Standort Mittelwerte für die Passivsammler berechnet. Die mittlere Standardabweichung aller Doppelbestimmungen beträgt 2,3 % und liegt damit unterhalb der Anforderung von 5 % laut *Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods, Annex A*.

Ein Vergleich der Messergebnisse der Passivsammler mit denen des Referenzverfahrens erbrachte eine erweiterte Messunsicherheit von 24 % (Konfidenzintervall 95 %) bezogen auf den Immissionsgrenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup>. Die erweiterte Messunsicherheit für die eingesetzten Passivsammler liegt somit unterhalb des maximal zulässigen Wertes von 25 % für orientierende Messungen nach 39. BImSchV.

Anhand des Vergleichs von 18 Passivsammler-Jahresmittelwerten mit den entsprechenden, über das Referenzverfahren erhaltenen Daten wurde eine Abweichung von 10 % abgeschätzt.

Als Ergebnis aus dem Nachweis der Gleichwertigkeit der NO<sub>2</sub>-Messung mit Passivsammlern mit dem Referenzverfahren lässt sich ableiten, dass die eingesetzten Passivsammler im Rahmen von orientierenden Messungen zur Abschätzung der Immissionssituation hinsichtlich der NO<sub>2</sub>-Grenzwerte für den Jahresmittelwert eingesetzt werden können.

## Literatur

- [1] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa, einsehbar unter <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:de:PDF>
- [2] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV), einsehbar unter [http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv\\_39/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv_39/gesamt.pdf)
- [3] DIN EN 14211 (2005) Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz
- [4] DIN EN 16339 (2013) Außenluft – Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler
- [5] Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (2010), einsehbar unter <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/equivalence.pdf>
- [6] M. Ferm: A sensitive diffusional sampler. Göteborg, Swedish Environmental Research Institute, Report L91-172 (1991)
- [7] T. L. Hafkenschied: Effect of temperature on long-term diffusive sampling. The Diffusive Monitor, 15 (2006), 4-5
- [8] T. Zang, U. Pfeffer: Messung von Stickstoffdioxid in der Außenluft mit Passivsammlern in NRW – Nachweis der Gleichwertigkeit mit dem Referenzverfahren der Europäischen Richtlinie 2008/50/EG und der 39. BImSchV. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, LANUV-Fachbericht 59 (2015)
- [9] DIN EN ISO 20988 (2007) Luftbeschaffenheit – Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit
- [10] R. Beijk, RIVM\_equivalence\_v2.9.xlsm, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Niederlande, 2011

## **Anlage 8 – Auswertungen**

**zum**

**Abschlussbericht**

**Untersuchung der räumlichen Verteilung der  
NO<sub>x</sub>-Belastung im Umfeld von vorhandenen,  
hochbelasteten Luftmessstationen**

## Inhaltsverzeichnis

<b>Auswertungen</b>	<b>3</b>
<b>1 Vergleich von Messdaten und Modellen zur Prognose der Schadstoffbelastung</b>	<b>3</b>
1.1 NO <sub>2</sub> /NO-Konversionsmodelle	3
1.2 Straßenverlauf	5
1.3 Schadstoffausbreitung in Seitenstraßen	5
<b>2 Jahresverläufe der Hintergrundkonzentrationen und der lokalen NO<sub>2</sub>-Immissionsbeiträge in den Jahren 2009 bis 2014 (LÜB-Stationen)</b>	<b>6</b>
<b>3 Jahresverläufe der NO-Immissionsbelastung an verkehrsnahen LÜB-Messstationen und verfügbares Ozon</b>	<b>12</b>
<b>4 Mittlere Tagesgänge der NO<sub>x</sub>-Belastung an den Messorten</b>	<b>17</b>
<b>5 Beiträge des Ozonabbaus zur NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastung an verkehrsnahen LÜB-Messstationen in München und Nürnberg</b>	<b>22</b>
<b>6 Landshuter Allee: Gegenüberstellung Verkehrszahlen und Schadstoffbelastung</b>	<b>25</b>
<b>7 Verkehrsdaten</b>	<b>27</b>
<b>8 Pkw-Dieselfahrzeugbestand</b>	<b>27</b>
<b>Literatur</b>	<b>28</b>

## Auswertungen

Für die folgenden weitergehenden Auswertungen wurden nicht nur die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen herangezogen, die mit Hilfe der Passivsammler bestimmt wurden, sondern auch diejenigen, die aus den kontinuierlichen Messungen des LÜB-Messnetzes zur Verfügung standen.

### 1 Vergleich von Messdaten und Modellen zur Prognose der Schadstoffbelastung

#### 1.1 $\text{NO}_2/\text{NO}$ -Konversionsmodelle

Im Stadtbereich haben die verfügbaren Mengen an Ozon und  $\text{NO}_x$  ebenso einen wesentlichen Einfluss auf die lokale  $\text{NO}_2$ -Konzentration wie das von Kraftfahrzeugen und anderen Emittenten direkt freigesetzte  $\text{NO}_2$ . Die  $\text{NO}$ -Emissionen, die Ozonkonzentrationen und die primären  $\text{NO}_2$ -Emissionen unterliegen sowohl jahreszeitlichen Schwankungen als auch Änderungen von Jahr zu Jahr. Je nach Verfügbarkeit von  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  und Ozon stellen sich also unterschiedliche Gleichgewichtskonzentrationen der Schadstoffe ein.

Für Ausbreitungsrechnungen und Schadstoffprognosen ist es erforderlich, die Umwandlung von  $\text{NO}$  in  $\text{NO}_2$  bzw. den Zusammenhang zwischen  $\text{NO}_x$ -Konzentration und  $\text{NO}_2$ -Konzentration zu parametrisieren. Ein in der Vergangenheit häufig verwendeter Ansatz hierfür ist die sogenannte Romberg-Formel aus dem Jahr 1996. In den letzten Jahren haben sich die Randbedingungen zunehmend verändert, insbesondere hat der Ausstoß von primärem  $\text{NO}_2$  im  $\text{NO}_x$  des Kfz-Abgases zugenommen, ebenso haben sich die verfügbaren  $\text{NO}$ - und Ozonkonzentrationen, die zur sekundären  $\text{NO}_2$ -Bildung beitragen, geändert. Daher erfolgte eine Anpassung des empirischen Romberg-Modells durch Bächlin et al. mit Messdaten aus den Jahren 2004 bis 2006. Die Anpassung durch Bächlin et al. zeigt insbesondere bei hohen  $\text{NO}_x$ -Konzentrationen deutlich höhere  $\text{NO}/\text{NO}_2$ -Umwandlungsraten und bildet die in den letzten Jahren gemessenen  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen damit im Allgemeinen deutlich besser ab [1], [2]

In Abb. 1 sind für die Jahresmittelwerte die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen in den Gesamt- $\text{NO}_x$ -Konzentrationen ausgewählter LÜB-Stationen aufgetragen. Die Stationen wurden so gewählt, dass sie ein breites Konzentrationsspektrum repräsentieren. Um einen genügend umfangreichen Datenpool auswerten zu können, wurden die Jahresmittelwerte für die Jahre 2001 bis 2013 herangezogen.

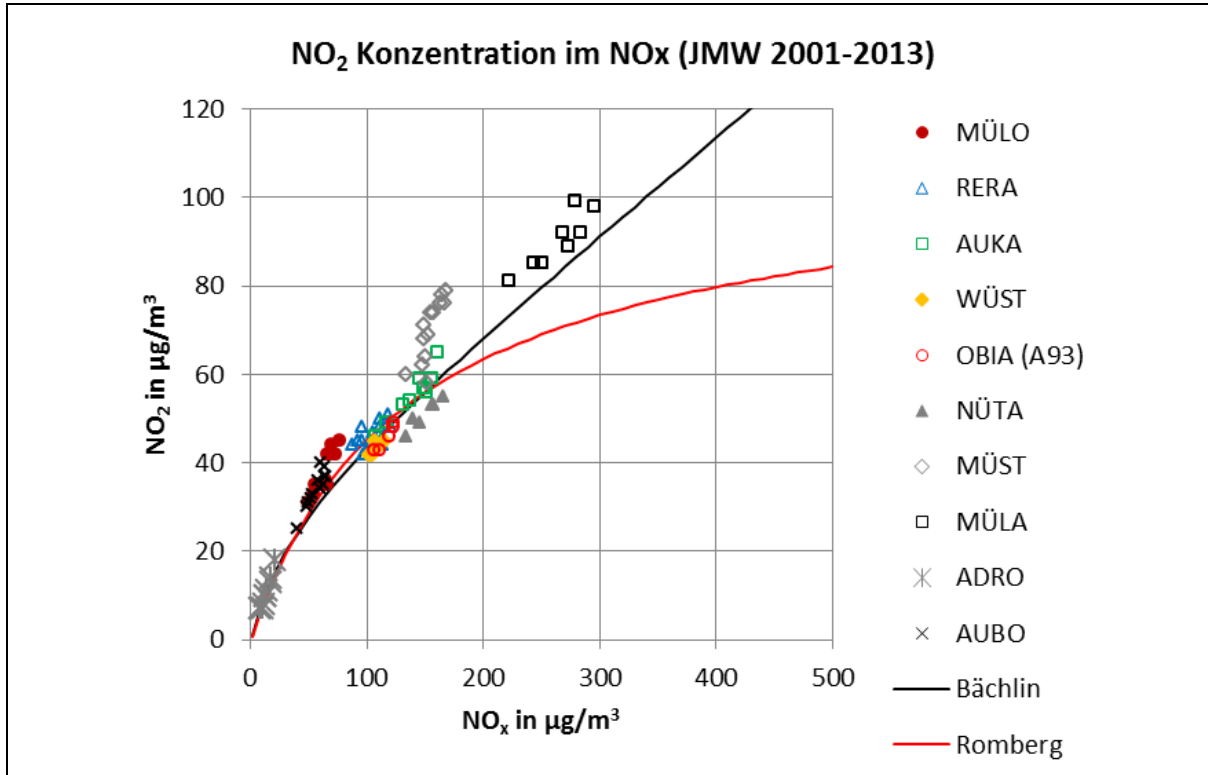


Abb. 1: Auftragung der Anteile der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an den Gesamt-NO<sub>x</sub>-Konzentrationen ausgewählter LÜB-Stationen für die Jahresmittelwerte von 2001-2013 sowie die Anteile gemäß den Modellen nach Bächlin [1] und Romberg [2]

MÜLO: München (Lothstraße), RERA: Regensburg (Rathaus), AUKA: Augsburg (Karlstraße)  
 WÜST: Würzburg (Stadtring Süd), OBIA: Oberaudorf (Inntalautobahn)  
 NÜTA: Nürnberg (Von-der-Tann-Straße), MÜST: München (Stachus),  
 MÜLA: München (Landshuter Allee), ADRO: Andechs (Rothenfeld), AUBO: Augsburg (Bourges-Platz)

Die Jahresmittelwerte ausgewählter LÜB-Stationen (2001 bis 2013) zeigen eine gute Übereinstimmung mit dem Bächlin-Ansatz bei mittleren und hohen NO<sub>x</sub>-Belastungen (zwischen 100 und 300 µg/m<sup>3</sup>). Der Romberg-Ansatz hingegen scheint bei NO<sub>x</sub>-Konzentrationen unter 100 µg/m<sup>3</sup> die Zusammenhänge für die betrachteten Messstationen (im Bereich des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes) geringfügig besser abzubilden, wobei in diesem Bereich die Unterschiede zwischen beiden Modellen insgesamt recht gering sind. Auffällig ist jedoch, dass die Jahresmittelwerte der Messstation Stachus stärker vom Modell abweichen. Auch die NO<sub>2</sub>-Messwerte an der Landshuter Allee liegen höher als nach dem Modell von Bächlin prognostiziert.

Eine plausible Erklärung für diese Abweichungen kann das vereinfachte Chemiemodell bieten, das von Düring et. al im Jahr 2011 als neues NO/NO<sub>2</sub>-Konversionsmodell als verbessertes Prognosetool vorgestellt wurde [3]. Dieses vereinfachte Chemiemodell kann im Allgemeinen die bisherigen Trends der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte besser abbilden als der Romberg-Ansatz bzw. der von Bächlin aktualisierte Romberg-Ansatz. Dies ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass das Chemiemodell den Anteil des primären NO<sub>2</sub> aus dem Straßenverkehr an der gesamten NO<sub>x</sub>-Emission als Parameter berücksichtigt. Daher kann dieses Modell die langfristigen Trends und auch absolute Werte für die NO<sub>2</sub>-Jahresbelastung besser vorhersagen als das Romberg- und das Bächlin-Modell.

Die vergleichsweise höheren NO<sub>2</sub>-Anteile im NO<sub>x</sub> an den betrachteten Münchener Messstationen ließen sich demnach auf höhere primäre NO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs zurückführen. Höhere primäre NO<sub>2</sub>-Emissionen wiederum werden in erster Linie auf einen höheren Anteil von (neueren) Diesel-Pkw mit Oxidationskatalysator zurückgeführt. In München ist der Anteil der zugelassenen

Diesel-Pkw mit 39,1 % (München Stadt) bzw. 42,1 % (München Land) höher als in den übrigen betrachteten Städten, wo der Anteil der Diesel-Pkw an allen zugelassenen Pkws zwischen 30,4 % und 34,0 % liegt [4].

## 1.2 Straßenverlauf

Anhand von kontinuierlichen Messungen mit Hilfe eines Airpointers am Messpunkt NT2 in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg und neben der LÜB-Station vor und hinter der Ampel kann gezeigt werden, dass bei unterschiedlichem Fahrverhalten (unterschiedliche Anteile von Abbrems- und Beschleunigungsvorgängen) und gleicher Flotte sich die Messpunkte nur entlang der Modellkurve nach Bächlin [5] bewegen. Die Lage der Messpunkte relativ zur Modellkurve, d.h. ob der Messpunkt über oder unter der Kurve liegt, scheinen vom Fahrverhalten nicht wesentlich beeinflusst zu sein. In Abb. 2 werden allerdings Jahresmittelwerte (LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg, NÜTA) mit Halbjahresmittelwerten (Airpointer, vor/nach Ampel) miteinander verglichen.

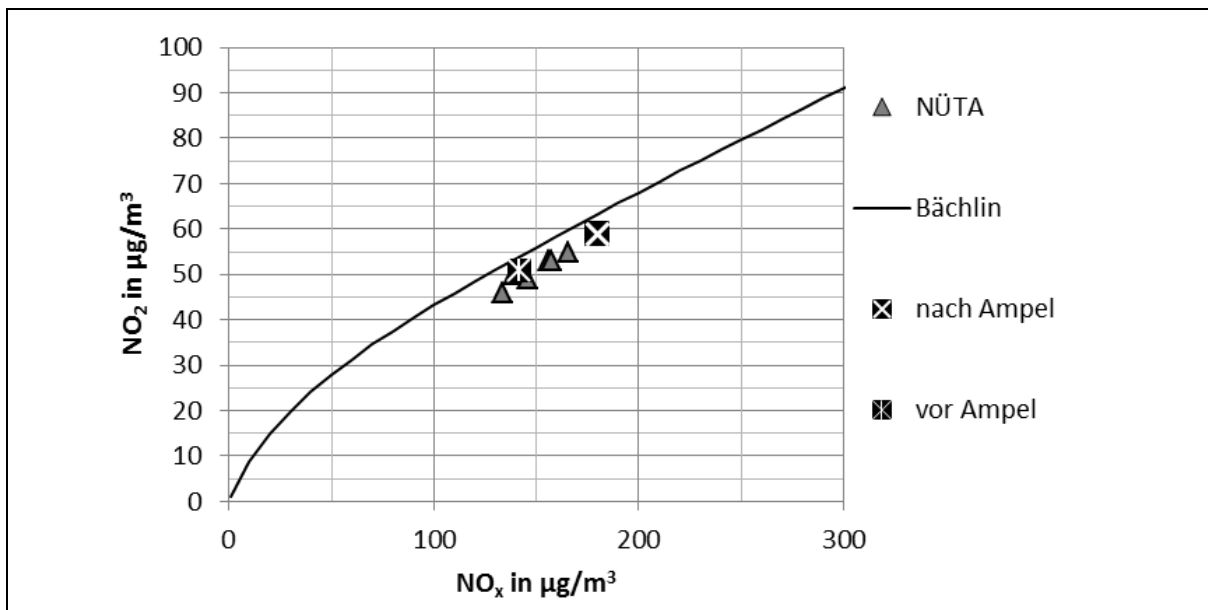


Abb. 2: Vergleich des Anteils von NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Gesamt-NO<sub>x</sub>-Konzentration an der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg (NÜTA, Jahresmittelwerte 2009 bis 2013) sowie bei unterschiedlichem Fahrverhalten vor der Ampel (Abbremsen) und nach der Ampel (Beschleunigen) (jeweils Halbjahresmittelwerte) mit der Modellkurve nach Bächlin zur Bestimmung des Anteils von NO<sub>2</sub> im NO<sub>x</sub> [5]

## 1.3 Schadstoffausbreitung in Seitenstraßen

An der Landshuter Allee wurde die Ausbreitung der NO<sub>2</sub>-Schadstoffkonzentration in die beiden Seitenstraßen Blütenburgstraße und Schlörstraße mit Hilfe von Passivsammlern untersucht (vgl. Anlage 2 - Standort München). Die gemessenen Jahresmittelwerte in der Blütenburg- und in der Schlörstraße können mit der nach der Ausbreitungsfunktion

$$g(s) = 1 - 0,166 \ln(1 + s)$$

(mit  $s$  = Entfernung vom Straßenrand) erwarteten Abnahme der Schadstoffkonzentration verglichen werden, da im Bereich der Kreuzung näherungsweise eine gute Durchlüftung ähnlich wie in einem Bereich mit lockerer Randbebauung angenommen werden kann.

Für die Jahresmittelwerte 2012 ergibt sich für den Vergleich der Abnahme der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen eine gute qualitative Übereinstimmung mit der Ausbreitungsfunktion (s. Abb. 3). Hierbei ist zu beach-

ten, dass nur die lokale Zusatzbelastung durch die Landshuter Allee betrachtet wird, welche sich aus dem gemessenen Jahresmittelwert der Passivsammler abzüglich der Hintergrundbelastung (gemessen durch Passivsammler im Innenhof, MLA10) errechnet. Ab etwa einer NO<sub>2</sub>-Gesamtkonzentration größer 35 µg/m<sup>3</sup> ist der NO<sub>2</sub>-Anteil im NO<sub>x</sub> nahezu konstant (vgl. Kap. 1.1, Bächlin-Modell), sodass die Ausbreitungsfunktion auch ohne weitere Korrekturfaktoren und Koeffizienten qualitativ die Abnahme der NO<sub>2</sub>-Konzentration gut beschreibt.

Zur Veranschaulichung des Windeinflusses (2,8 m/s in 10 m Höhe gemäß Windatlas) wurde zusätzlich der Einfluss der Windgeschwindigkeit durch die Funktion  $f_u$  berücksichtigt, wobei sich eine etwas bessere Übereinstimmung im Kurvenverlauf mit zunehmendem Abstand ergibt. Die Schadstoffkonzentration am Fahrbahnrand wird dadurch evtl. eher unterschätzt.

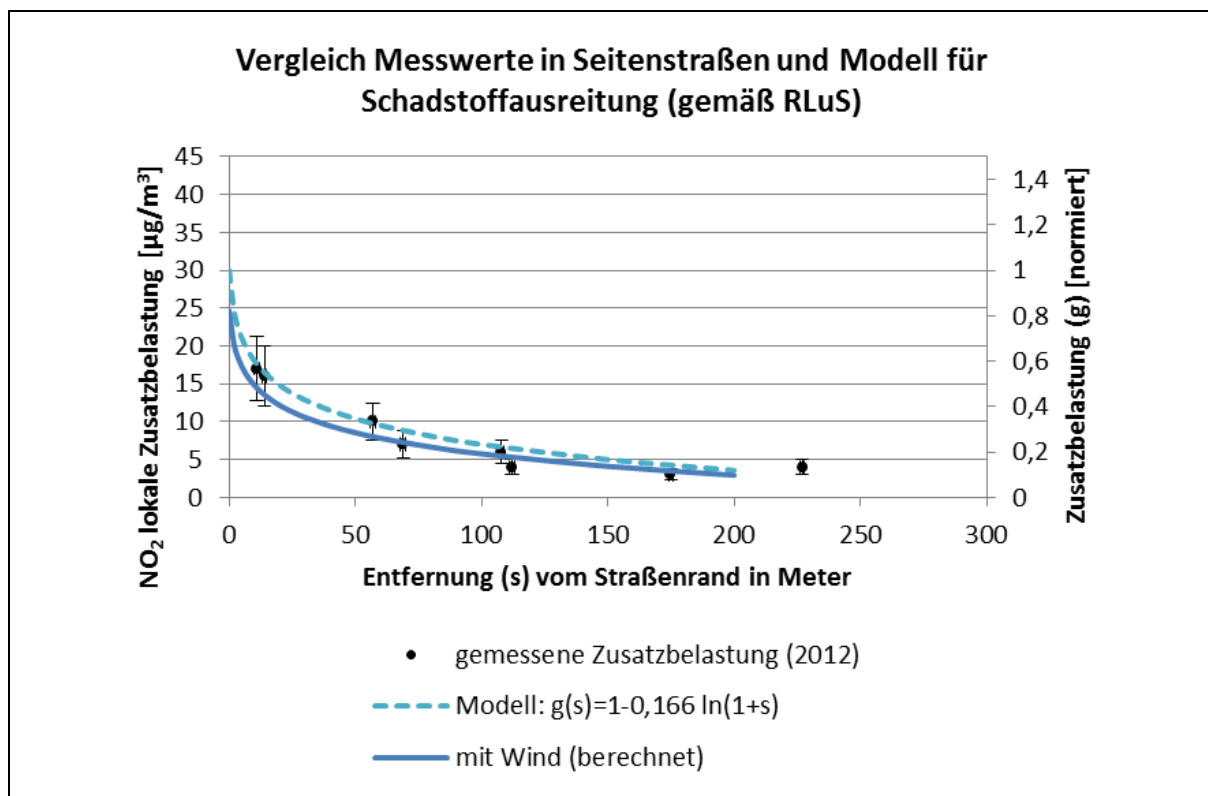


Abb. 3: Vergleich der gemessenen Zusatzbelastung durch NO<sub>2</sub> in der Blütenburg- und der Schlörstraße mit dem Modell zur Schadstoffausbreitung (gemäß RLuS)  
 Fehlerindikator: 25 % des Messwertes  
 Zusatzbelastung: Differenz aus Gesamtbelastung und Hintergrundkonzentration am Messpunkt MLA10 (Hinterhof)

## 2 Jahresverläufe der Hintergrundkonzentrationen und der lokalen NO<sub>2</sub>-Immissionsbeiträge in den Jahren 2009 bis 2014 (LÜB-Stationen)

Für die verkehrsnahen LÜB-Stationen in den bayerischen Städten mit Überschreitungen des NO<sub>2</sub>-Jahresgrenzwertes wurden die Änderungen der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Jahresverlauf für die Jahre 2009 bis 2014 näher betrachtet. Sie sind in Tab. 1 mit den entsprechenden Hintergrundmessstationen, die für die Auswertungen herangezogen wurden, zusammengestellt.



Tab. 1: Auflistung der verkehrsnahen Messstationen mit entsprechenden Messstationen im Hintergrund, die für die Auswertungen herangezogen wurden

Messort	Verkehrsnah		Hintergrund		
	Messstation	Abk.	Messstation	Abk.	Umgebung
Augsburg	Karlstraße	AUKA	Augsburg (LfU)	AULfU	vorstädtisch
	Königsplatz	AUKÖ			
München	Landshuter Allee	MÜLA	München (Johanneskirchen)	MÜJO	vorstädtisch
	Stachus	MÜST			
Nürnberg	Von-der-Tann-Straße	NÜTA	Erlangen (Kraepelinstraße)	ERKR	vorstädtisch
Regensburg	Rathaus	RERA	Schwandorf (Wackersdorferstraße)	SCWA	vorstädtisch
Oberaudorf	Inntalautobahn	OBIA	Andechs (Rothenfeld)	ADRO	ländlich
Würzburg	Stadtring Süd	WÜST	Würzburg (Kopf klinik)	WÜKO	städtisch

Die NO<sub>2</sub>-Gesamtimmisionen an den verkehrsbezogenen Messstationen zeigen einen relativ gering ausgeprägten Jahresverlauf (vgl. Abb. 4) mit eher niedrigen Messwerten im Sommer und etwas höheren in den Wintermonaten. Insbesondere an den Münchener Messstationen mit einer engen Randbebauung und einem hohen Verkehrsaufkommen ist ein Jahresgang der Konzentration kaum zu erkennen. An den übrigen Standorten wurden im Sommer eher niedrigere Messwerte als im Winter gemessen, am deutlichsten ist dieser Jahresgang an der Messstation Oberaudorf.

Der deutliche Rückgang der NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastung an der Messstation Augsburg Königsplatz in den Jahren 2012 bis 2014 ist auf größere Umbaumaßnahmen und baustellenbedingte Straßensperungen zurückzuführen. Beendet wurden die Bautätigkeiten im Dezember 2013. Durch den Umbau hat sich die Verkehrssituation geändert (Wegfall einer Ampelanlage, größerer Abstand der Messstation von der Fahrbahn, Abnahme der Verkehrsstärke).

Die NO<sub>2</sub>-Hintergrundkonzentrationen (Abb. 5) zeigen einheitlich einen deutlichen Jahresgang mit höheren NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Winter und einer geringeren Belastung im Sommer. Die NO<sub>2</sub>-Konzentration in den (vor-)städtischen Messstationen war im Sommer nur etwa halb so hoch wie im Winter. In ländlicher Umgebung (Andechs) sind die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen insgesamt am niedrigsten, wobei im Sommer drei- bis viermal niedrigere Werte als im Winter gemessen wurden. Entsprechend der Umgebung der Hintergrundmessstationen war dabei die Messstelle an der Kopf klinik in Würzburg meist etwas höher belastet als die vorstädtischen Messstationen der übrigen Städte. In Würzburg wird NO<sub>2</sub> im städtischen Hintergrund (LÜB-Station Kopf klinik) seit 2012 nicht mehr erfasst, ebenso wurde in Augsburg NO<sub>2</sub> im vorstädtischen Hintergrund im Jahr 2012 und 2013 nicht erfasst.

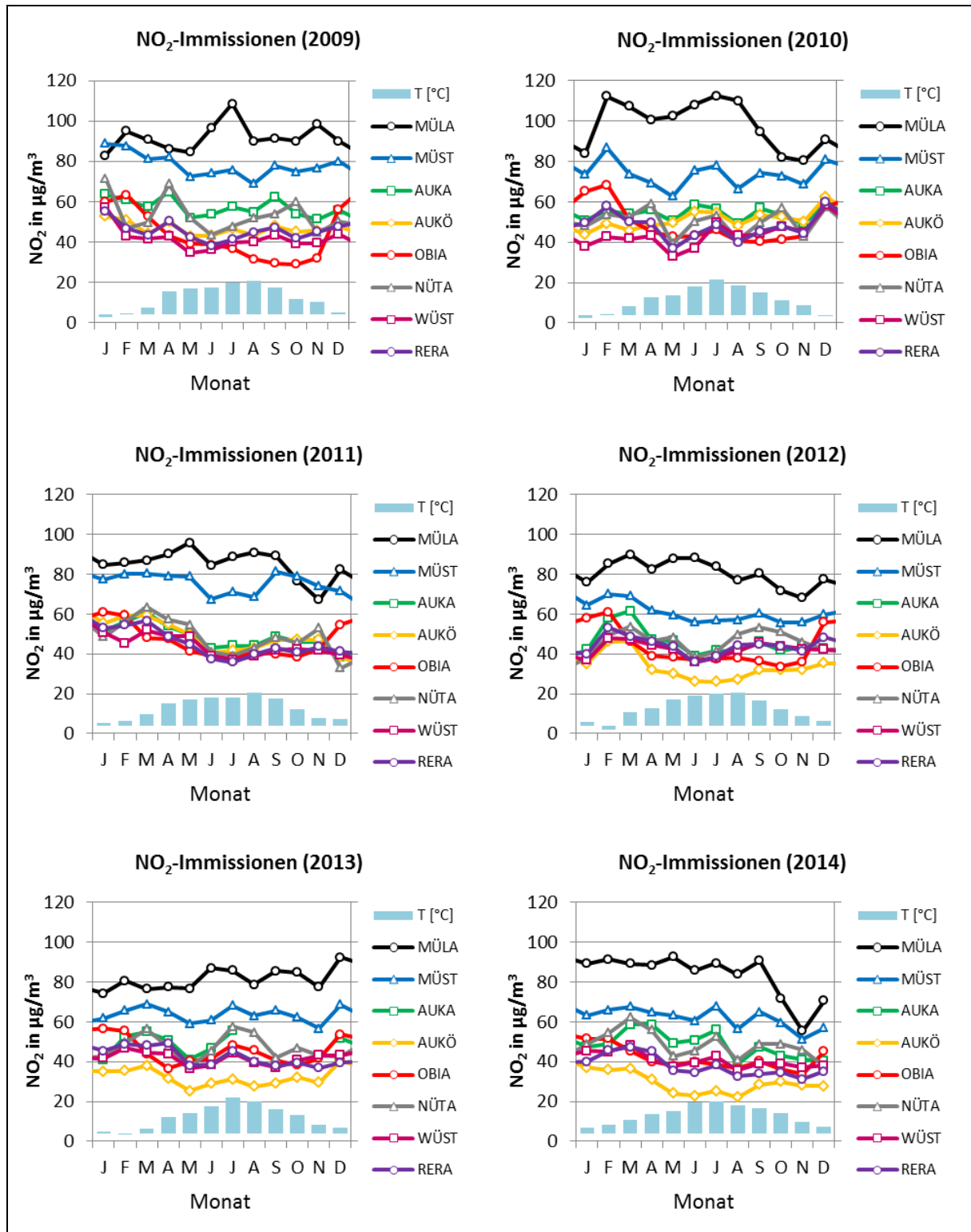


Abb. 4: NO<sub>2</sub>-Jahresverläufe an verkehrsnahen Messstationen als Monatsmittelwerte [µg/m<sup>3</sup>] Mittlere Temperatur im Bereich -2 C bis 23 C für München (Lothstraße)

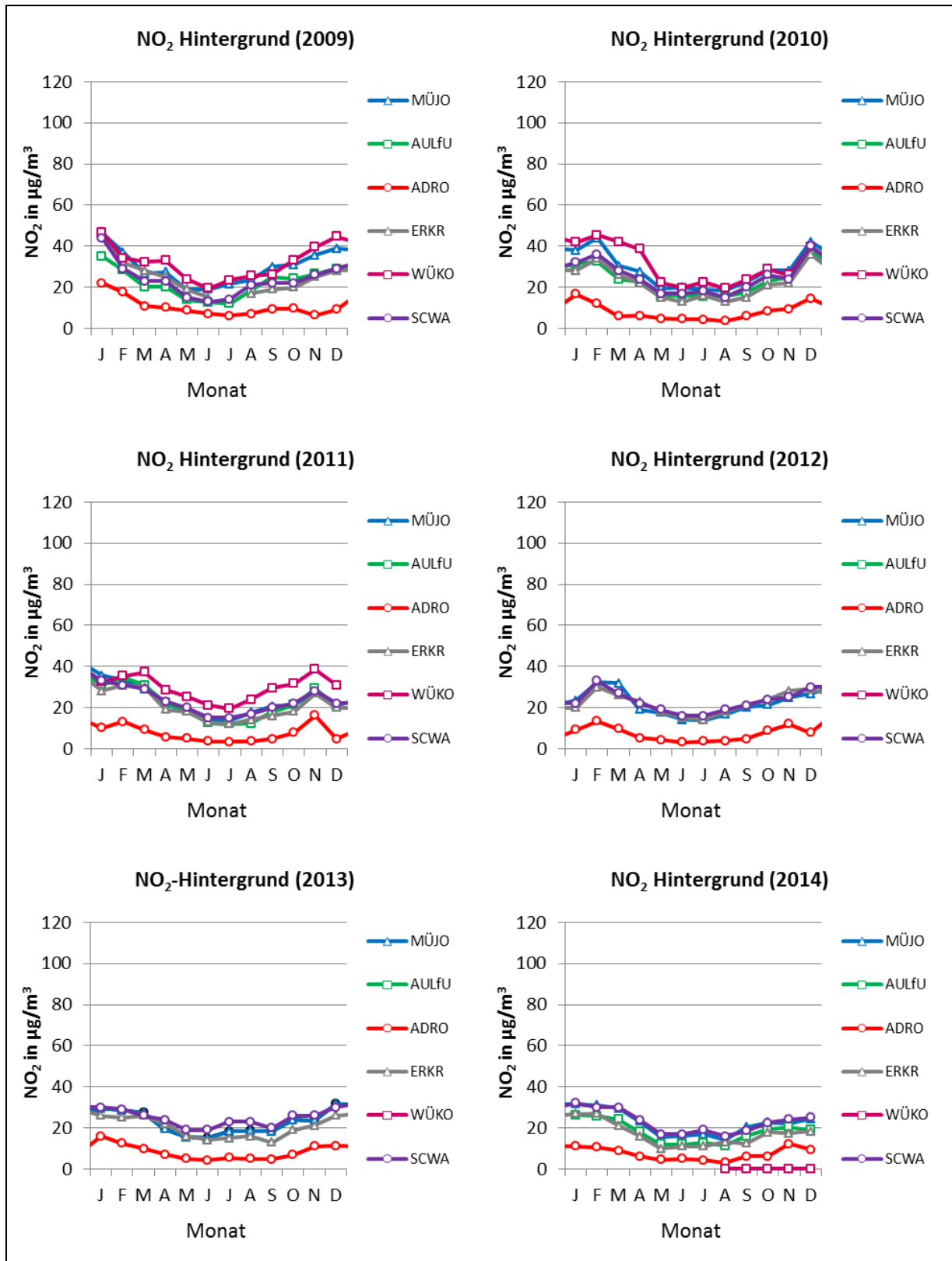


Abb. 5: NO<sub>2</sub>-Jahresverläufe an Messstationen als Monatsmittelwerte im (vor-)städtischen und ländlichen Hintergrund [µg/m<sup>3</sup>]

Zur Abschätzung der lokalen NO<sub>2</sub>-Immissionsbeiträge an den verkehrsnahen Messstandorten wurden die Beiträge der entsprechenden Hintergrundmessstellen von der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung abgezogen. Die Umgebung der Messstation Oberaudorf lässt sich als eher ländlich beschreiben. Sie liegt - im Gegensatz zu den anderen Messstandorten - nicht in einem Ballungsgebiet mit dichter Randbebauung. Daher wird hier die ländlich gelegene Messstation Andechs zur Abschätzung der Hintergrundbelastung herangezogen, entsprechend der Vorgehensweise im IFEU-Gutachten [6].

Die lokalen NO<sub>2</sub>-Beiträge waren an den städtischen Messstationen im Sommer deutlich höher als im Winter (Abb. 6). Der Jahresverlauf war damit genau umgekehrt zur Belastung im Hintergrund. Je nach Station lagen die NO<sub>2</sub>-Beiträge im Monatsmittel im Sommer etwa 1,5- bis dreimal so hoch wie in den Wintermonaten<sup>1</sup>. Als Ursache hierfür kann die wesentlich höhere Verfügbarkeit von Ozon im Frühjahr und insbesondere im Sommer angesehen werden, was zu einer höheren NO<sub>2</sub>-Bildung aus dem Vorläuferstoff NO durch Ozonabbau führt. Bedingt durch die Kfz-Emissionen liegen in verkehrsnahen Gebieten im Allgemeinen wesentlich höhere NO-Konzentrationen als in Bereichen mit geringerer Verkehrsbelastung vor.

Die Messstation an der Inntalautobahn in Oberaudorf liegt in ländlich, stadtnaher Umgebung und unterscheidet sich im Jahresgang von den städtischen Messstationen. Hier lag meist eine deutlich höhere NO<sub>2</sub>-Konzentration in den Wintermonaten im Vergleich zum übrigen Jahr vor. Dabei ist zu beachten, dass der für die NO<sub>2</sub>-Belastung ursächliche Autobahnverkehr jahreszeitliche Unterschiede in der Verkehrsstärke aufweist. Die jahreszeitlichen Konzentrationsunterschiede waren in den Jahren 2013 und 2014 geringer ausgeprägt.

---

<sup>1</sup> In Würzburg (Kopflinik) wurden von November 2009 bis März 2010 an der Hintergrundstation ähnlich hohe oder leicht höhere Messwerte festgestellt wie an der Verkehrsmessstation am Stadtring Süd, daher sind die berechneten lokalen Immissionsbeiträge für diese Monate sehr niedrig bzw. sogar leicht negativ. Der genaue Grund hierfür ist nicht bekannt, vermutet werden lokale stationsspezifische Einflüsse (lokale Emissionen, Ausbreitungsbedingungen).

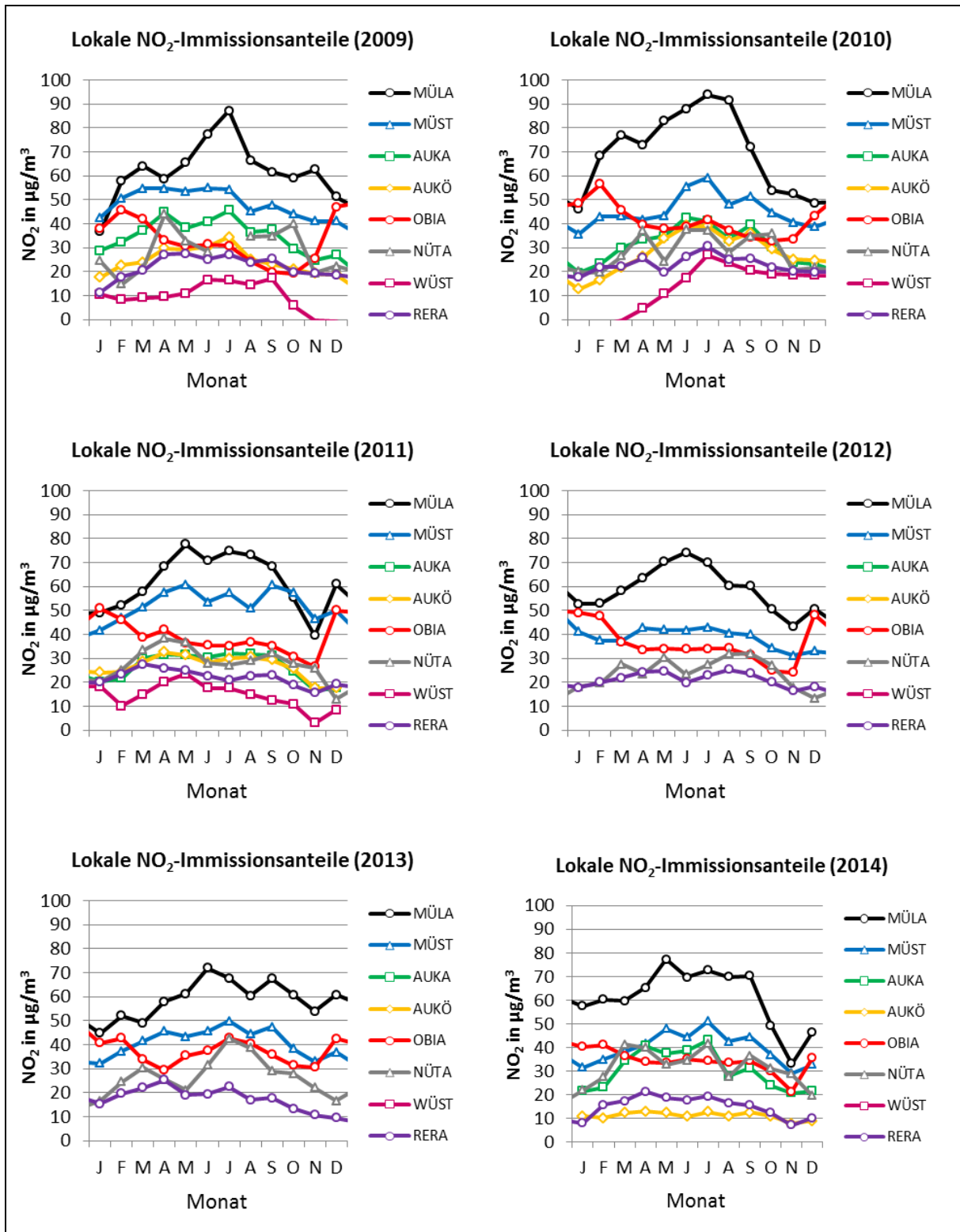


Abb. 6: Aus den Verkehrsmessstationen und (vor-)städtischen Hintergrundmessstationen abgeschätzte lokale NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastungen als Monatsmittelwerte [µg/m<sup>3</sup>]

### 3 Jahresverläufe der NO-Immissionsbelastung an verkehrsnahen LÜB-Messstationen und verfügbares Ozon

An verkehrsnahen Messstationen ist die NO-Immissionsbelastung höher als an den Hintergrundmessstationen. Ebenso ist die mittlere monatliche NO-Belastung an der Landshuter Allee mit Werten zwischen  $60$  und  $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich höher als an den anderen Verkehrsmessstationen mit mittleren Monatswerten von  $12$  bis  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Für die NO-Immissionen existiert kein gesetzlicher Grenz- oder Zielwert, jedoch trägt NO in Verbindung mit Ozon durch luftchemische Reaktionen (Ozonabbau) zur lokalen  $\text{NO}_2$ -Belastung bei.

Die NO-Belastung zeigt einen Jahresverlauf mit niedrigen Werten im Sommer und hohen im Winter. Dieser charakteristische Jahresgang ist sowohl an den Verkehrsstationen (vgl. Abb. 7) als auch an den Hintergrundstationen (vgl. Abb. 8) meist gut zu erkennen, ebenso für den lokalen Anteil an den NO-Konzentrationen an den Verkehrsmessstationen (vgl. Abb. 9). Eine Ausnahme bildet die Landshuter Allee, hier ist nicht immer für die NO-Gesamtmissionen und für den lokalen Anteil ein ausgeprägter Jahresverlauf zu erkennen.

An der Messstation Oberaudorf sind die relativen jahreszeitlichen Konzentrationsunterschiede der NO-Gesamtbelastung am stärksten ausgeprägt, mit bis zu viermal höheren Belastungen im Winter als im Sommer. Die deutliche Abnahme der NO-Immissionsbelastung am Königsplatz in Augsburg ist analog zur Abnahme der  $\text{NO}_2$ -Konzentration auf die Umbaumaßnahmen zurückzuführen.

Im Winter tragen neben dem Straßenverkehr verstärkt auch Gebäudeheizungen zu den NO-Immissionen bei. Zusätzlich treten häufiger Inversionswetterlagen auf, die eine Durchmischung der Luftschichten und damit den Abtransport von NO und  $\text{NO}_2$  behindern. Im Sommer hingegen wird durch die höhere Ozonverfügbarkeit mehr NO zu  $\text{NO}_2$  oxidiert, was zu erhöhter  $\text{NO}_2$ -Belastung beiträgt.

Die Ozon-Immissionen weisen sowohl an verkehrsnahen Messstationen als auch im Hintergrund einen deutlichen Jahresgang mit zwei- bis viermal höheren Werten im Sommer als im Winter auf (vgl. Abb. 10). Die Ozonbelastung ist an der ländlichen Hintergrundstation in Andechs etwa 1,5- bis dreimal höher als an den verkehrsnahen Messstationen<sup>2</sup>. Die geringsten Ozonbelastungen wurden an allen Messstationen im Oktober und November gemessen, meist waren auch im Januar die mittleren Ozonwerte sehr niedrig.

---

<sup>2</sup> Entsprechend den Vorgaben der 39. BImSchV sind Ozonmessungen an verkehrsnahen Messstationen nicht erforderlich, daher wird nur an wenigen verkehrsnahen Stationen des LÜB Ozon erfasst.

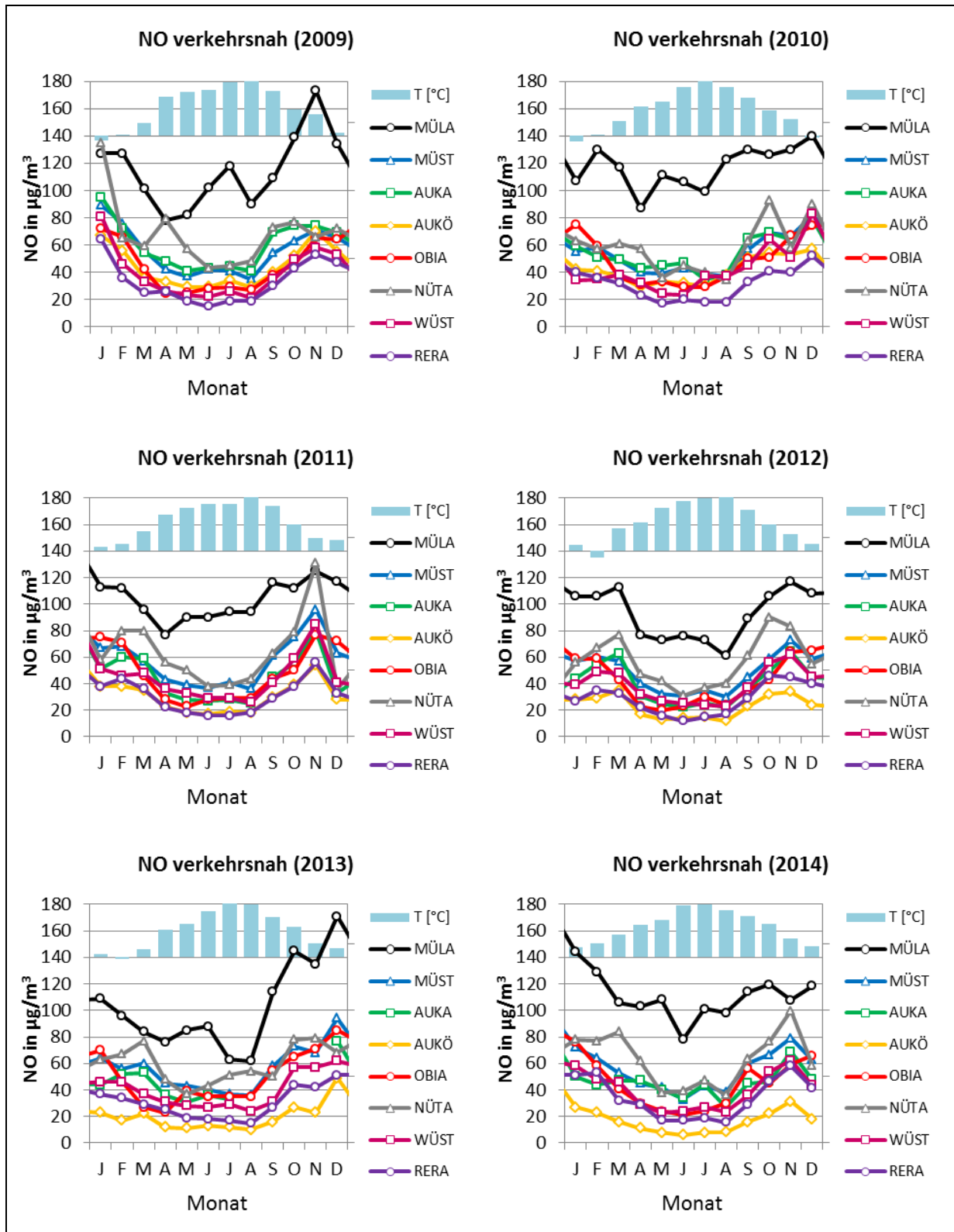


Abb. 7: NO-Immissionsbelastung an Verkehrsmessstationen als Monatsmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
Temperaturen im Bereich von -2 C bis 23 C

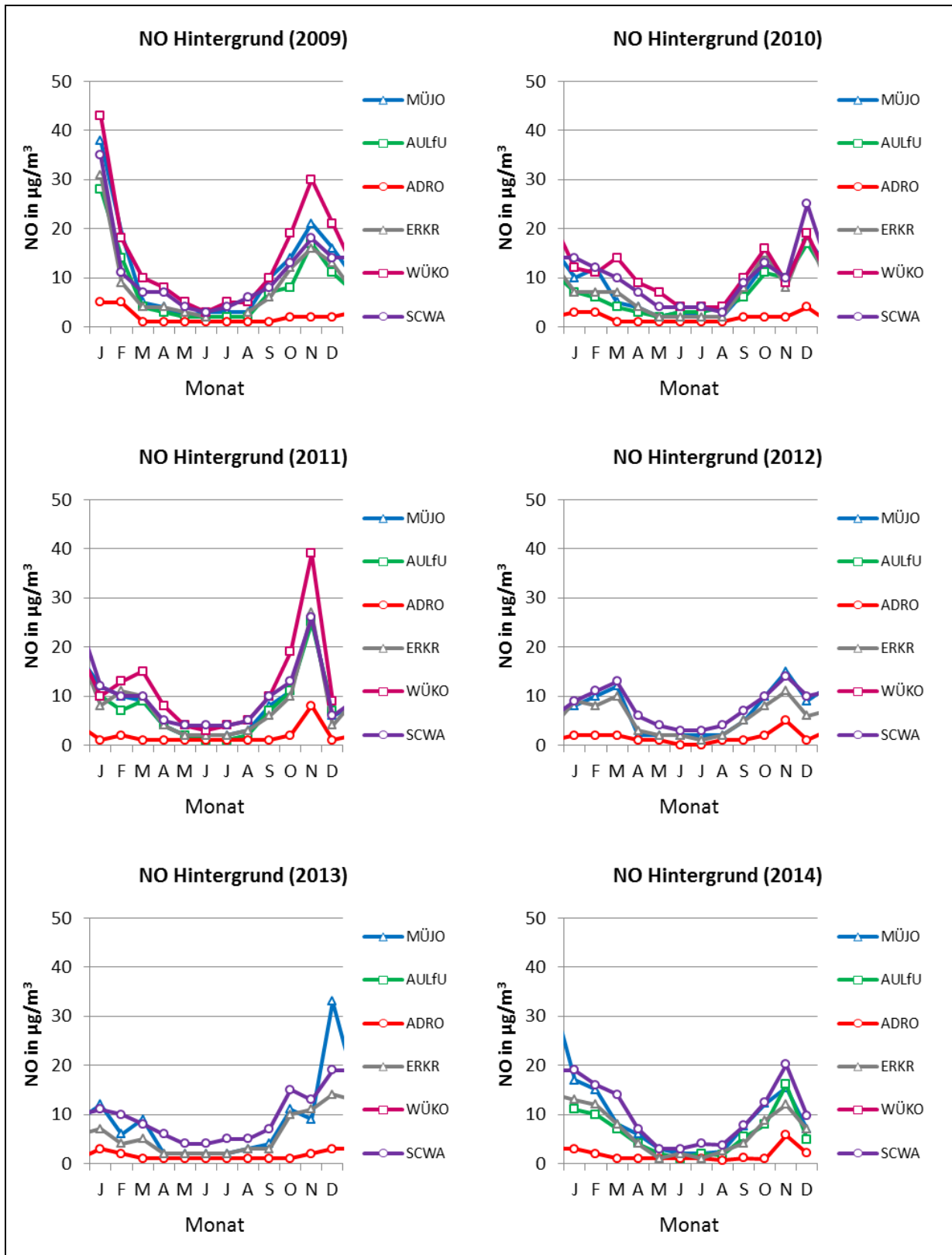


Abb. 8: NO-Immissionsbelastung [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] an Hintergrundmessstationen als Monatsmittelwerte



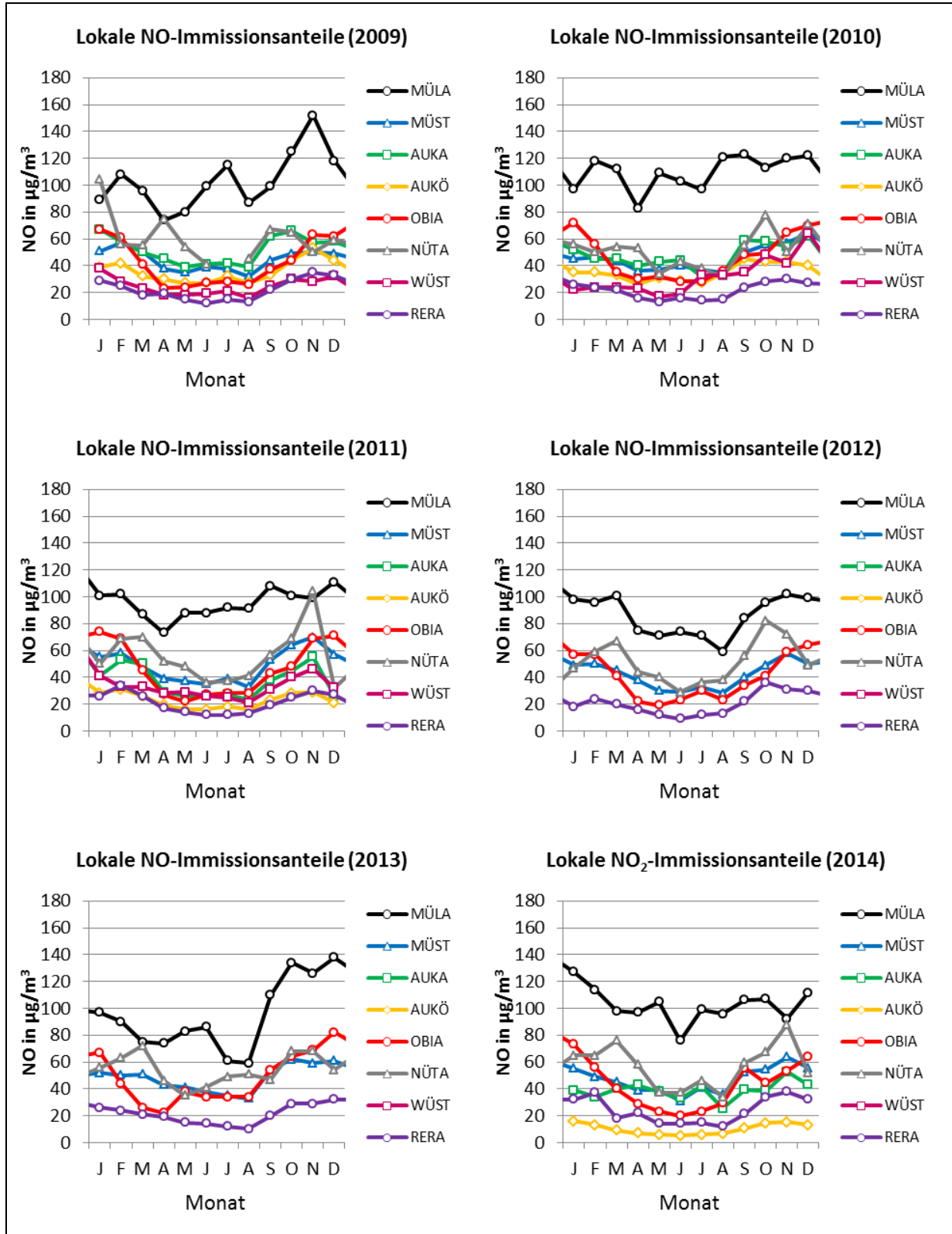


Abb. 9: Lokale NO-Immissionsanteile [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (v.a. direkte Emissionen) an Verkehrsmessstationen als Monatsmittelwerte

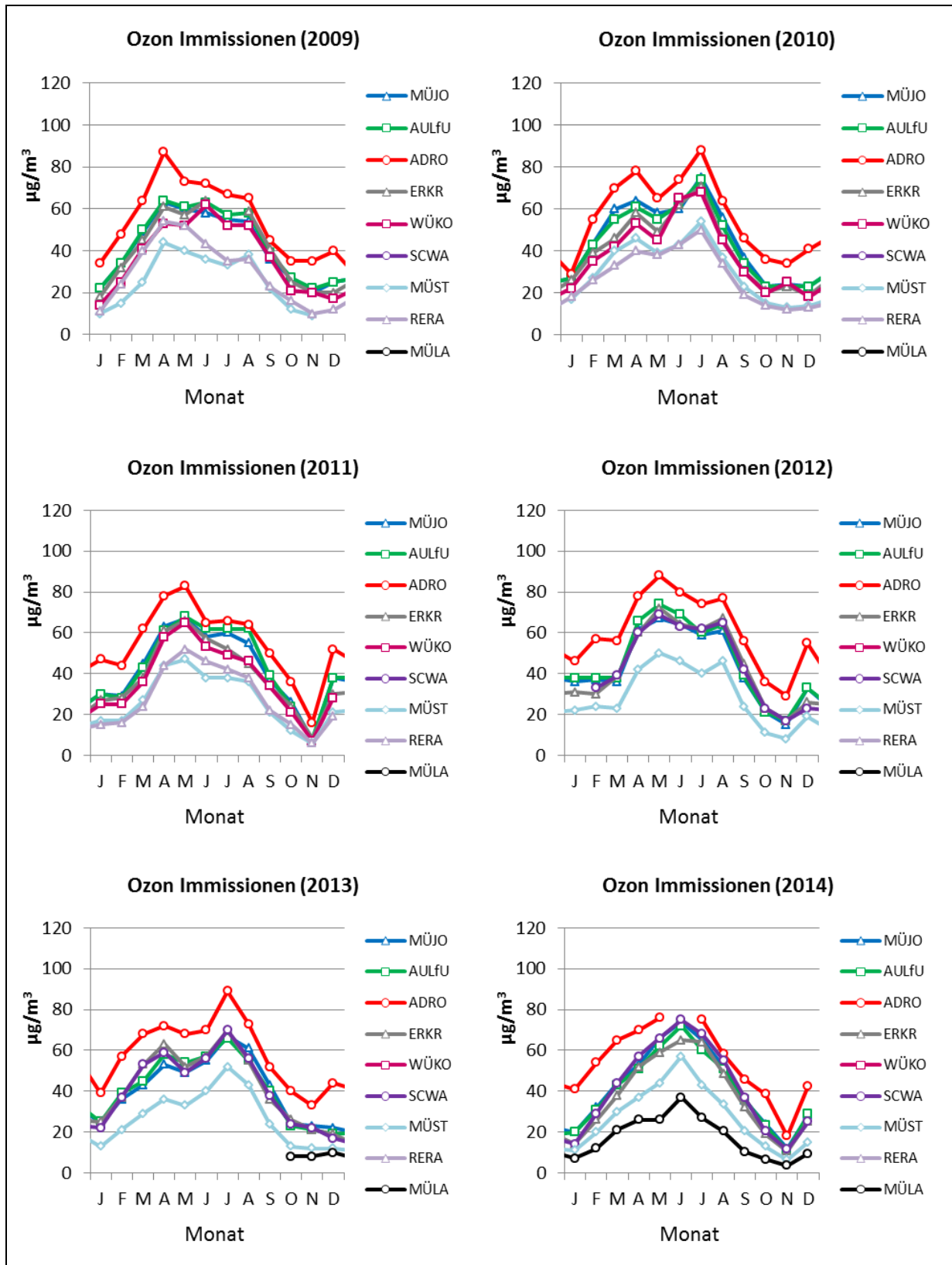


Abb. 10: Immissionskonzentrationen für Ozon [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] an Hintergrundmessstationen sowie an Verkehrsmessstationen als Monatsmittelwerte (Ozonmessungen nicht an allen Standorten verfügbar)

## 4 Mittlere Tagesgänge der NO<sub>x</sub>-Belastung an den Messorten

Am Beispiel der LÜB-Stationen in München (Landshuter Allee und Lothstraße) und in der Karlstraße in Augsburg wurden die mittleren Tagesgänge der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Jahr 2012 näher untersucht. Dazu wurden die Halbstundenmittelwerte der Schadstoffkonzentrationen über die Werkta-ge, die Samstage und Sonntage gemittelt und über die Uhrzeit aufgetragen.

Der mittlere Tagesgang der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration an der Landshuter Allee zeigt eine starke Abhängigkeit vom Verkehrsgeschehen mit typischen Messwertmaxima am Morgen und am Abend zu den Zeiten des Berufsverkehrs. Insbesondere an den Werktagen sinken die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den Mittags- und frühen Nachmittagsstunden nur wenig ab. Die mittleren NO-Konzentrationen zum morgendlichen Berufsverkehr erreichen Werte, die fast doppelt so hoch liegen wie die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen, fallen im Laufe des Nachmittags aber auf vergleichbare Werte zurück. Samstags sind die Maxima auch zu beobachten, allerdings sind sie deutlich geringer ausgeprägt, insbesondere beim morgendlichen Anstieg der NO-Konzentrationen. Sonntags steigen die mittleren NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Tagesverlauf geringfügig bis zum frühen Abend an. Dabei ist die NO-Konzentration durchgängig etwas geringer als die NO<sub>2</sub>-Konzentration. Nachts fallen die Konzentrationen stark ab.

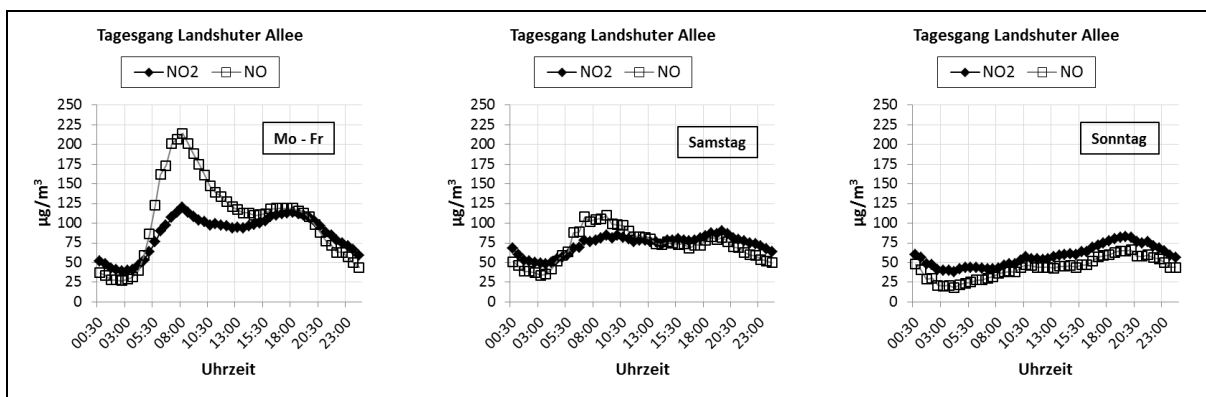


Abb. 11: Mittlerer Tagesgang der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration (Halbstundenmittelwerte) an der Landshuter Allee in München

An der LÜB-Station in der Lothstraße in München als einer städtischen Hintergrundmessstation sind die NO<sub>2</sub>- und NO-Konzentrationen deutlich niedriger als an der Landshuter Allee, weisen aber an den Werktagen relativ stärker ausgeprägte Maxima zu den Zeiten des Berufsverkehrs auf (Abb. 12). Am Wochenende fällt am Abend ein Maximum der NO<sub>2</sub>-Konzentration auf, das vermutlich mit einem stärkeren Freizeitverkehr zusammenfällt. Insgesamt ist die NO-Konzentration deutlich niedriger als die NO<sub>2</sub>-Konzentration.

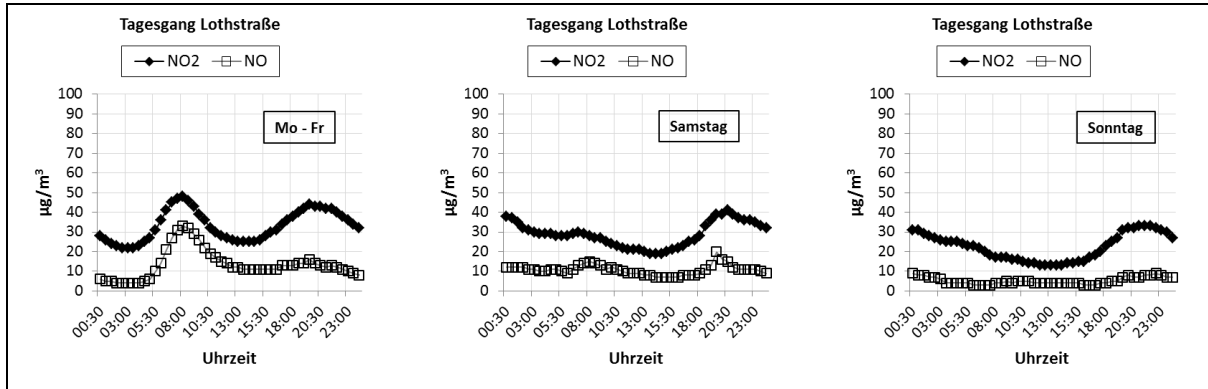


Abb. 12: Mittlerer Tagesgang der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration (Halbstundenmittelwerte) an der LÜB-Station in der Lothstraße in München

An der LÜB-Station in der Karlstraße in Augsburg sind die Tagesverläufe der mittleren NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an den Werktagen ähnlich wie an der Landshuter Allee, mit einem etwas mehr ausgeprägten Maximum am späten Nachmittag (s. Abb. 13).

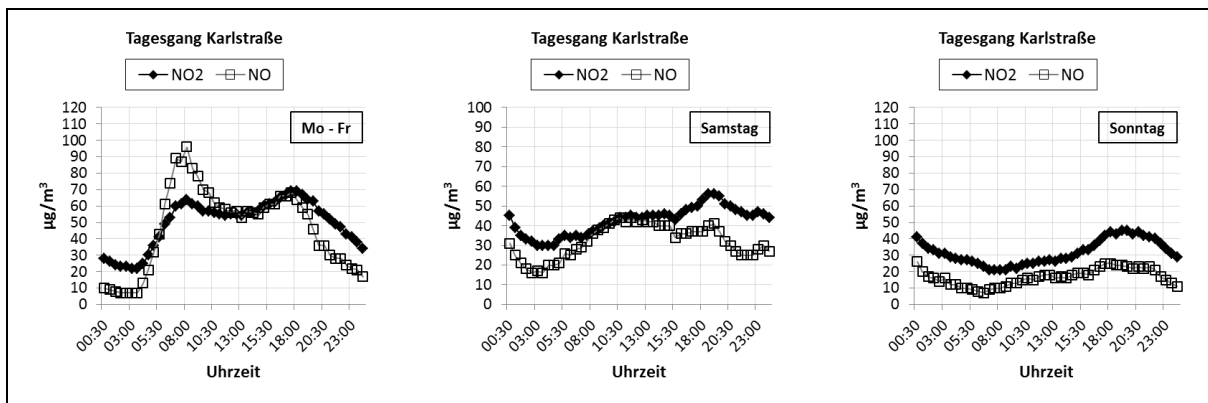


Abb. 13: Mittlerer Tagesgang der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration (Halbstundenmittelwerte) an der LÜB-Station in der Karlstraße in Augsburg

In den Abb. 14 bis Abb. 16 sind die mittleren Tagesgänge der NO<sub>2</sub>- und NO-Belastungen an den LÜB-Stationen in München (Landshuter Allee und Lothstraße) und in der Karlstraße in Augsburg im Winter (01.12.2012 – 29.02.2013) und im Sommer (01.06.2012 – 31.08.2012) dargestellt. Während die gemittelten Tagesverläufe der NO<sub>2</sub>-Belastung an den jeweiligen LÜB-Stationen sich im Sommer und im Winter nur wenig voneinander unterscheiden, sind die NO-Konzentrationen grundsätzlich im Winter höher als in den Sommermonaten.

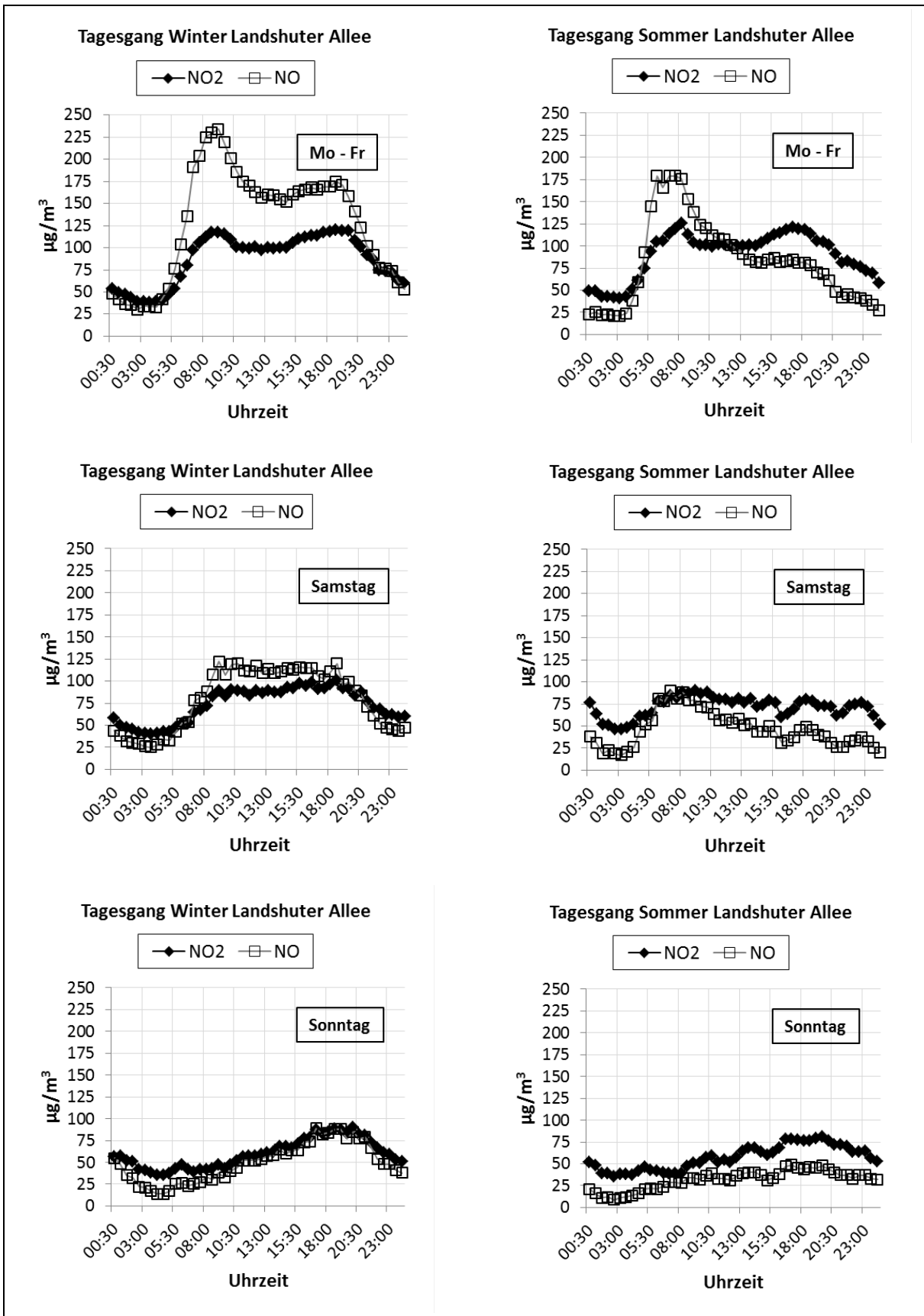


Abb. 14: Mittlerer Tagesgang der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration in den Wintermonaten (01.12.2012 – 29.02.2013) und Sommermonaten (01.06.2012 – 31.08.2012) an der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München

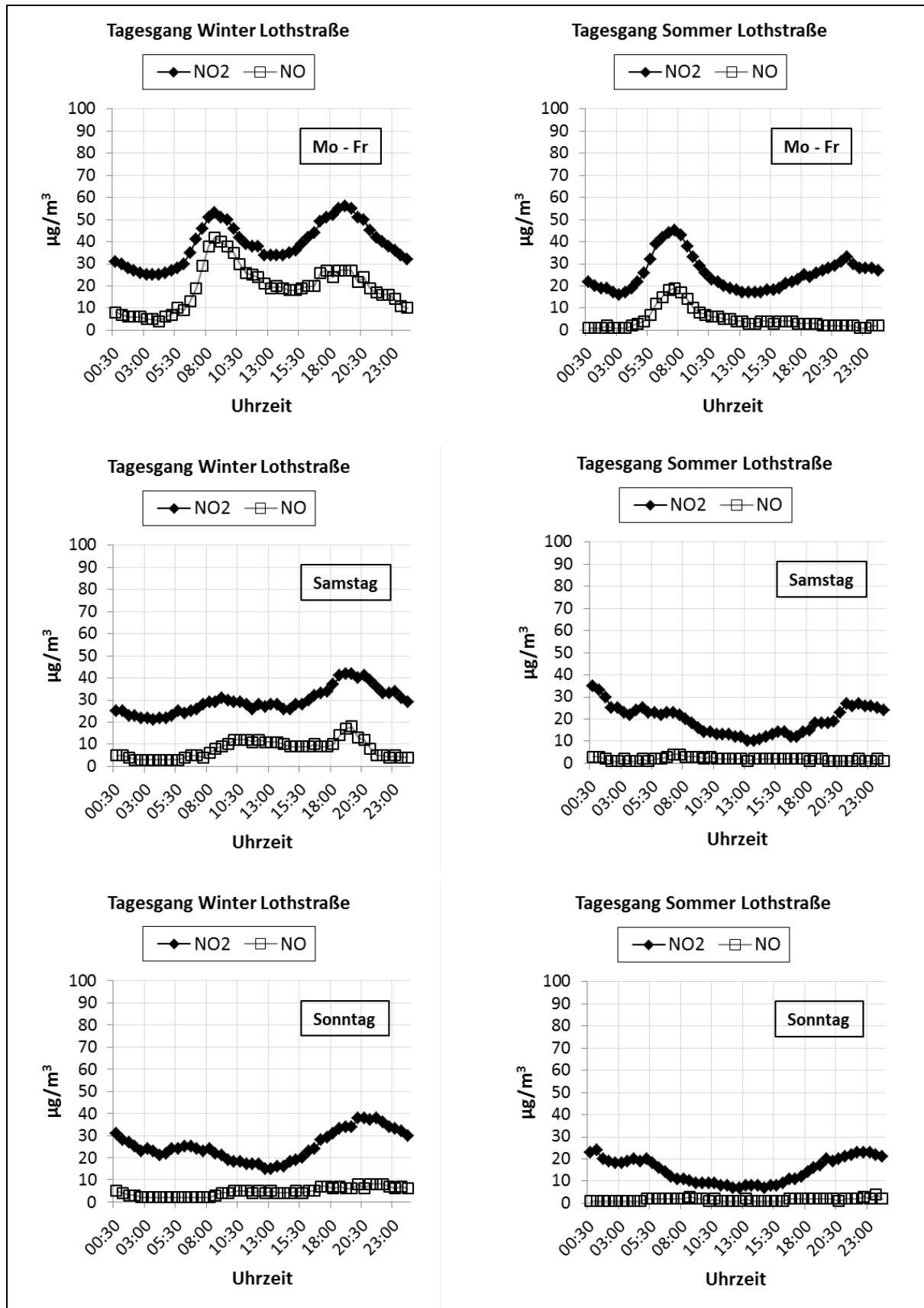


Abb. 15: Mittlerer Tagesgang der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration in den Wintermonaten (01.12.2012 – 29.02.2013) und Sommermonaten (01.06.2012 – 31.08.2012) an der LÜB-Station in der Lothstraße in München

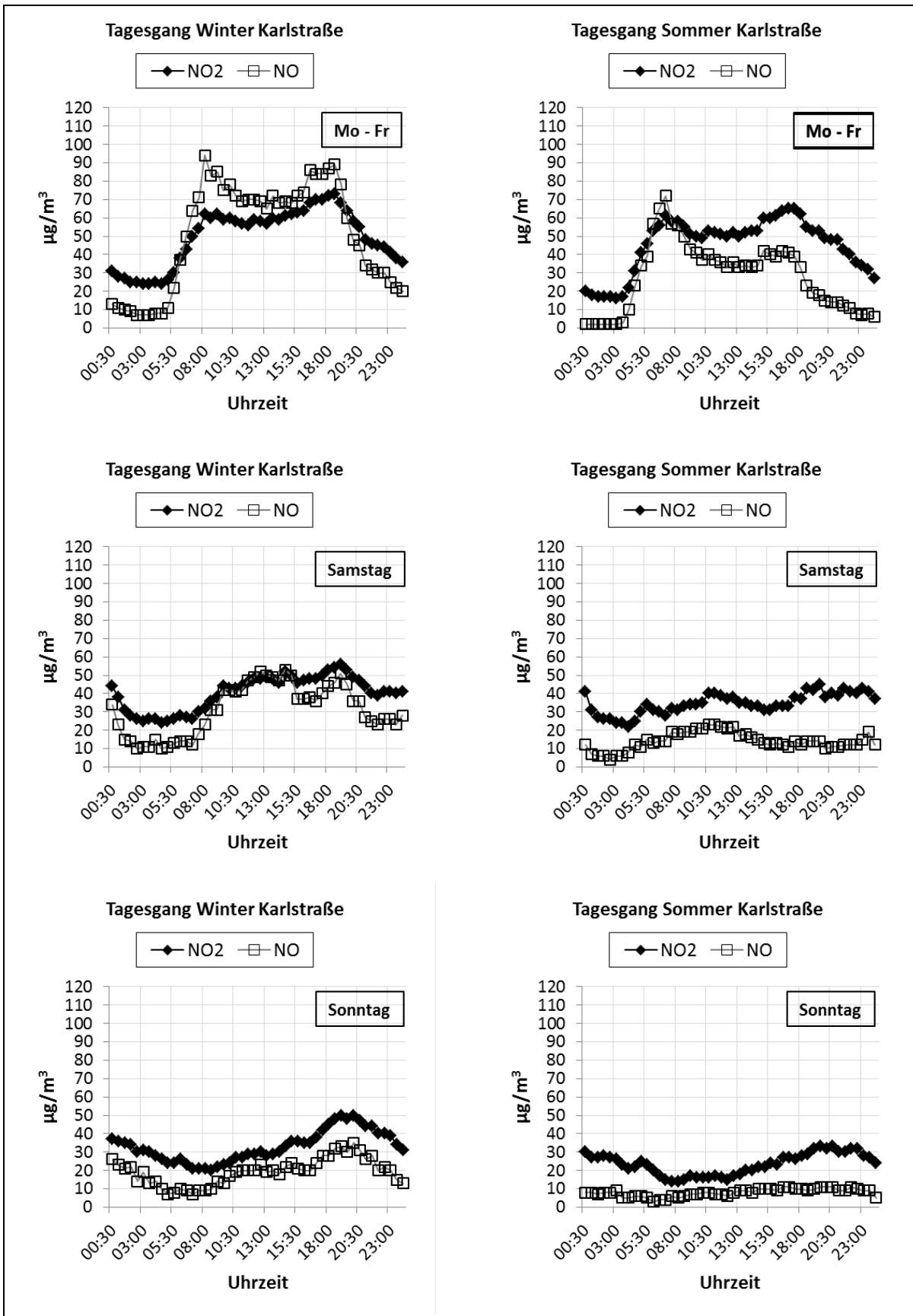


Abb. 16: Mittlerer Tagesgang der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration in den Wintermonaten (01.12.2012 – 29.02.2013) und Sommermonaten (01.06.2012 – 31.08.2012) an der LÜB-Station in der Karlstraße in Augsburg

## 5 Beiträge des Ozonabbaus zur NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastung an verkehrsnahen LÜB-Messtationen in München und Nürnberg

Wenn die Ozonkonzentration in einer Straße bekannt ist, kann über den Vergleich zur Ozonkonzentration im städtischen Hintergrund abgeschätzt werden, welche Ozonmenge lokal abgebaut wird und damit wieviel lokal emittiertes NO zu NO<sub>2</sub> umgewandelt wurde. Es kann also abgeschätzt werden, welcher Anteil des lokalen NO<sub>2</sub>-Beitrags dem lokalen Ozonabbau zuzuschreiben ist (vgl. [6] und darin angegebene Quellen). Der übrige Anteil des lokalen NO<sub>2</sub>-Beitrags ist überwiegend dem primären NO<sub>2</sub> aus den Kfz-Emissionen zuzurechnen. Ein gewisser Anteil davon ist jedoch – laut Analysen von IFEU – auch weiteren, nicht ozonabhängigen luftchemischen Prozessen zuzuschreiben [6].

An der Münchener Verkehrsmesstation am Stachus liegen langjährige Daten von Ozonmessungen vor. Nimmt man an, dass die Differenz zwischen den Ozonwerten einer Messtation im städtischen Hintergrund und der Messtation am Stachus durch Reaktion des Ozons mit NO aus dem Straßenverkehr verursacht wird, sollte die äquimolare Menge an NO<sub>2</sub> an der Messtation Stachus als Sekundär-NO<sub>2</sub> aus dem Ozonabbau mittels NO stammen. Das ermöglicht für diese Station eine Auswertung der Beiträge von direkt emittiertem Primär-NO<sub>2</sub> und der sekundär gebildeten NO<sub>2</sub>-Immission aus der Abbaureaktion von Ozon mit NO für die vergangenen Jahre. Die nicht-ozonbedingten lokalen NO<sub>2</sub>-Beiträge sind nach aktuellem wissenschaftlichem Kenntnisstand überwiegend auf direkte Emissionen der lokalen Kfz-Emissionen zurückzuführen [6]. Die NO<sub>2</sub>-Beiträge des städtischen Hintergrundes (Messtation Johanneskirchen), des lokalen Ozonabbaus und der restlichen lokalen Beiträge zur Gesamtmission an der Messtation Stachus sind für die Jahre 2009 bis 2014 in Abb. 17 dargestellt.

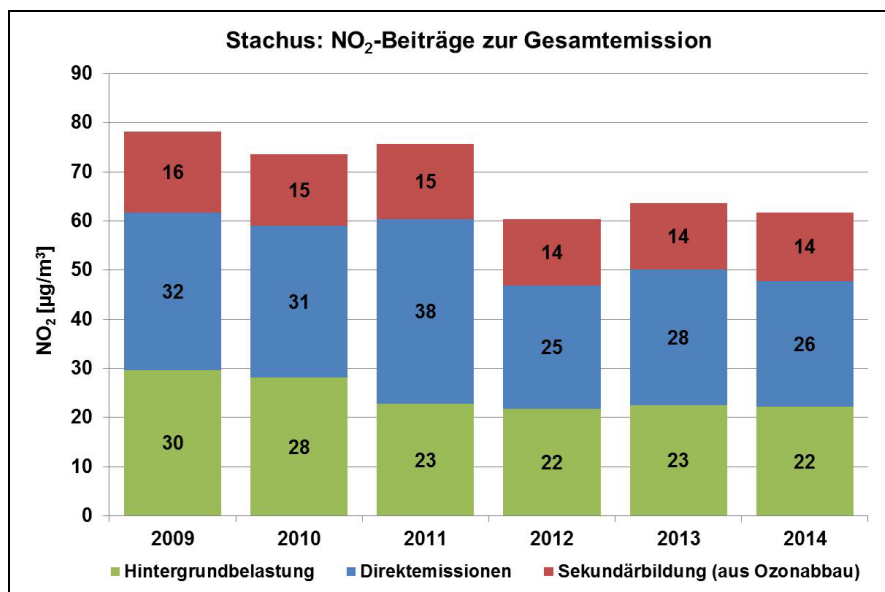


Abb. 17: Unterschiedliche Beiträge zur NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung an der Messtation am Stachus in München. Die Beiträge aus dem Ozonabbau waren dabei im Jahresmittel relativ konstant.



Seit Herbst 2013 wird auch an der Landshuter Allee im Rahmen des LÜB Ozon gemessen, so dass für 2014 die Beiträge zur NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung ebenfalls abgebildet werden können (vgl. Abb. 18).

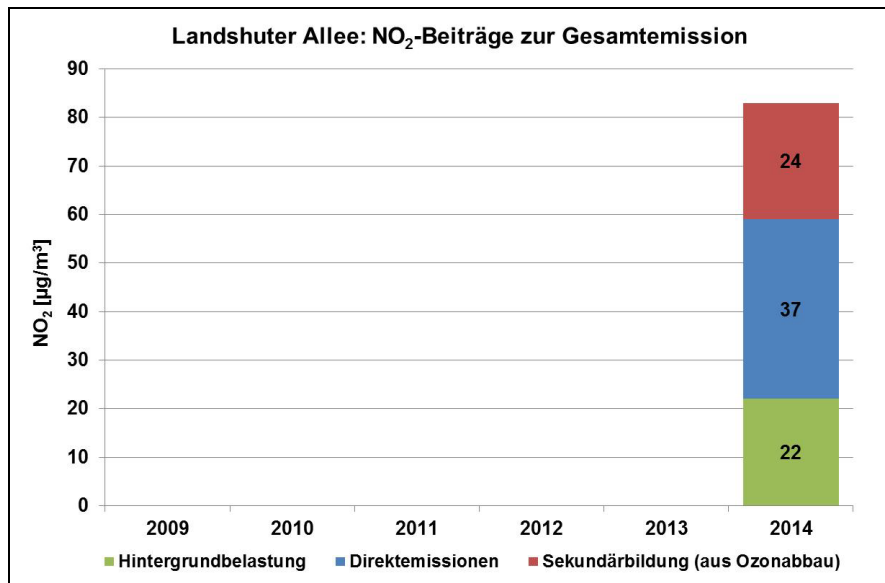


Abb. 18:  
Unterschiedliche Beiträge zur NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung an der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München  
Ozon wird hier erst seit Herbst 2013 gemessen

In der Nähe der Verkehrsmessstation in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg wurden im Rahmen dieses Projektes mit einem mobilen Messgerät (Airpointer) zeitlich befristet Ozonmessungen durchgeführt. Entsprechend lassen sich für diese Stationen die Beiträge des Ozonabbaus zur NO<sub>2</sub>-Gesamtmission ebenfalls abschätzen. Für Nürnberg wurde, wie in den vorherigen Abschnitten, die LÜB-Station in der Kraepelinstraße in Erlangen als Hintergrundstation herangezogen (s. Tab. 1). Für die Auswertungen in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg wurden für NO<sub>2</sub> und O<sub>3</sub> die Daten des Airpointers verwendet. Um die jahreszeitlichen Unterschiede des NO<sub>2</sub>-Beitrags aus dem Ozonabbau darzustellen, wurden die Berechnungen anhand von Wochenmittelwerten durchgeführt.

An der Landshuter Allee ist in der warmen Jahreszeit der NO<sub>2</sub>-Beitrag aus dem Ozonabbau mitunter höher als der restliche lokale Beitrag (Abb. 19), ebenso in der Von-der-Tann-Straße (Abb. 21). Vermutlich begünstigt hier die hohe NO-Verfügbarkeit die luftchemische NO<sub>2</sub>-Bildung. Der NO<sub>2</sub>-Anteil aus dem Ozonabbau ist am Stachus vergleichsweise niedriger (Abb. 20).

Dies bedeutet, dass ungewöhnlich hohe NO<sub>2</sub>-Belastungen nicht alleine verkehrsbedingt (durch Direktemissionen) verursacht werden müssen, sondern während der Ozonsaison auch durch hohe Ozonkonzentrationen verstärkt werden können. Voraussetzung ist, dass ausreichend NO vorhanden ist, was bei verkehrsorientierten Standorten fast immer gewährleistet ist.

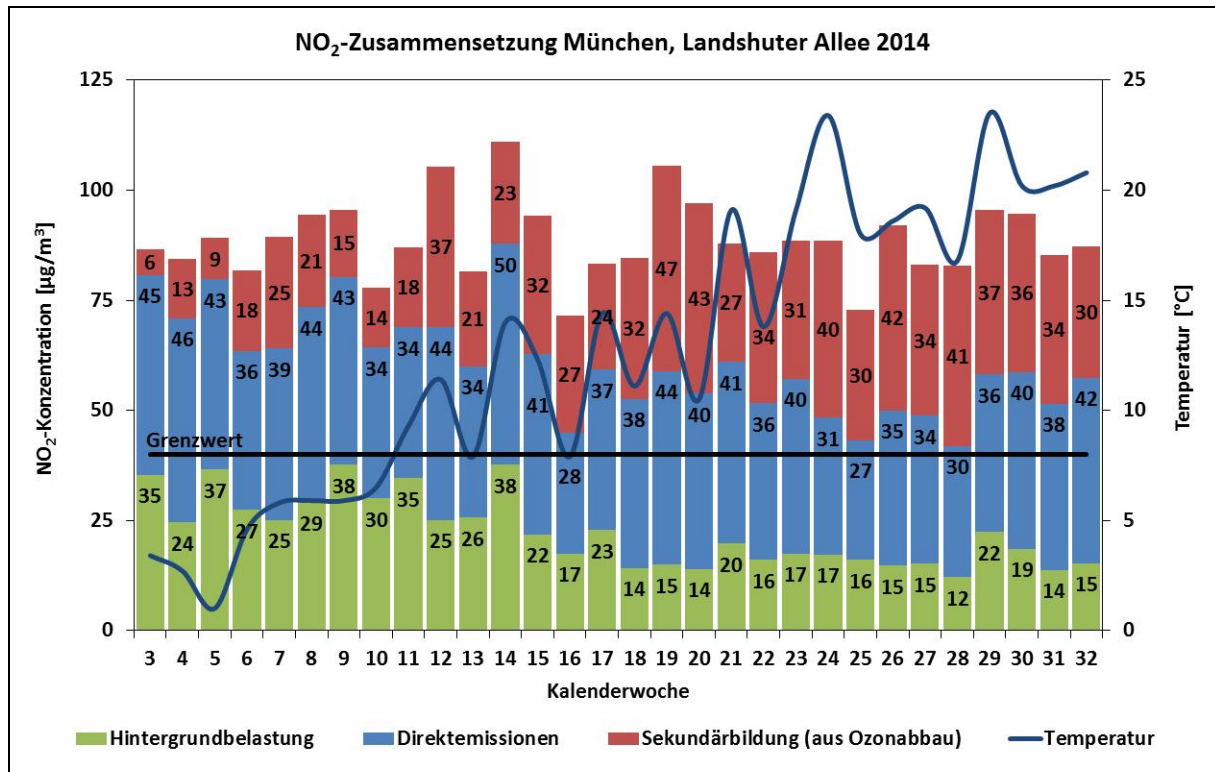


Abb. 19: Darstellung der verschiedenen Beiträge aus vorstädtischer Hintergrundbelastung, Ozonabbau und restlicher lokaler Beiträge zur NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung in München an der Landshuter Allee anhand von Wochenmittelwerten

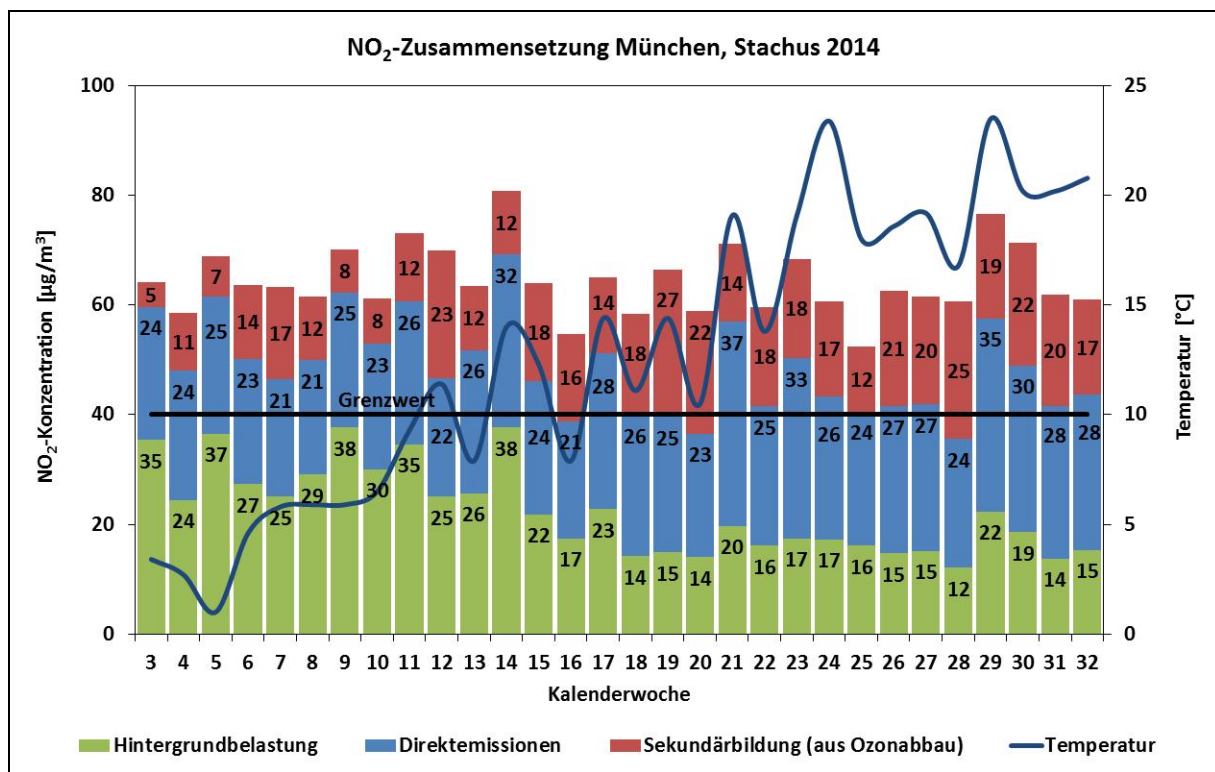


Abb. 20: Darstellung der verschiedenen Beiträge aus vorstädtischer Hintergrundbelastung, Ozonabbau und restlicher lokaler Beiträge zur NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung in München am Stachus anhand von Wochenmittelwerten

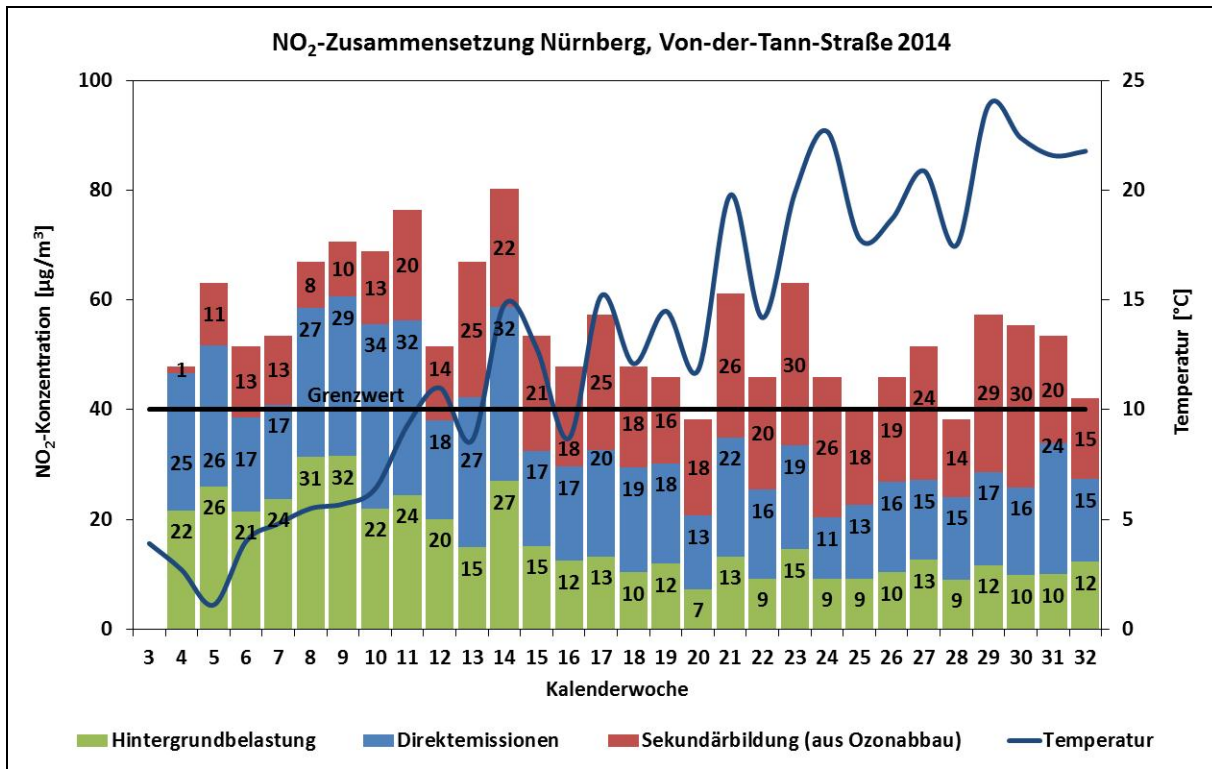


Abb. 21: Darstellung der verschiedenen Beiträge aus vorstädtischer Hintergrundbelastung, Ozonabbau und restlicher lokaler Beiträge zur NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung in Nürnberg an der Von-der-Tann-Straße anhand von Wochenmittelwerten

## 6 Landshuter Allee: Gegenüberstellung Verkehrszahlen und Schadstoffbelastung

In der Landshuter Allee in München sind südlich der LÜB-Station auf Höhe der Hirschbergstraße in der Fahrbahn Zählschleifen zur Ermittlung der Fahrzeuganzahl mit einer stundengenauen Auflösung eingelassen, so dass dort eine Zuordnung der Stundenmittelwerte der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen zur Verkehrsdichte möglich ist.

Es werden allerdings nicht alle Fahrbahnen erfasst, und das System ist relativ störungsanfällig. Weiterhin wird nicht zwischen PKW und LKW unterschieden. Anhand zweier ausgewählter Tage im Jahr 2012, an denen der Stundengrenzwert für NO<sub>2</sub> von 200 µg/m<sup>3</sup> überschritten wurde, werden die Verkehrszahlen und die Belastung mit NO und NO<sub>2</sub> einander stundenweise gegenübergestellt.

In Abb. 22 ist der Tagesverlauf der Verkehrszahlen am Mittwoch, 22. Februar 2012, mit den Stundenmittelwerten der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der Landshuter Allee dargestellt. Die Verkehrszahlen weisen den typischen Gang mit Maxima am Morgen und am frühen Abend zu den Zeiten des Berufsverkehrs auf. In den Mittagsstunden wurden deutlich weniger Fahrzeuge registriert. Die Konzentrationen von NO und NO<sub>2</sub> folgen annähernd diesem Verlauf, wobei das abendliche Konzentrationsmaximum oft erst zeitversetzt auftritt. Dabei fallen die Maxima der NO- und der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen zusammen.

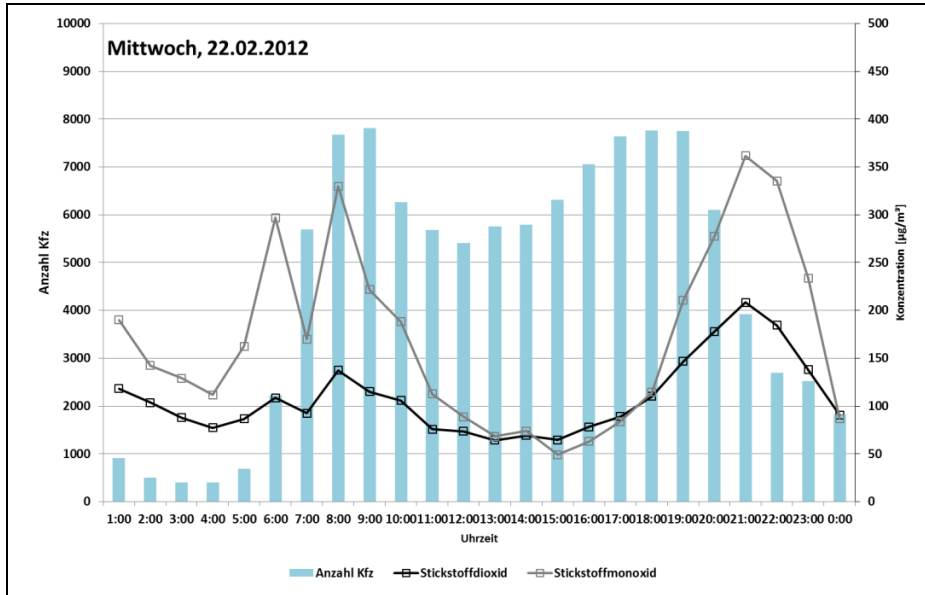


Abb. 22:  
Verkehrszahlen und  
Schadstoffbelastungen  
an einem Tag mit  
Überschreitung des  
Grenzwertes des 1h-  
MW von 200 µg/m<sup>3</sup>,  
Beispiel:  
Mittwoch, 22. Februar  
2012

An Freitagen dagegen weisen die Verkehrszahlen häufig nicht diesen typischen Tagesgang auf, sondern haben nur ein Maximum zum morgendlichen Berufsverkehr (s. Abb. 23). Nach einem geringen Rückgang der Fahrzeugzahlen am späten Vormittag bleibt die Anzahl der Fahrzeuge bis in den frühen Abend relativ konstant auf hohem Niveau. Zum Feierabendverkehr, der am Freitag schon nachmittags einsetzt, kommt auch noch der Reise- bzw. Freizeitverkehr.

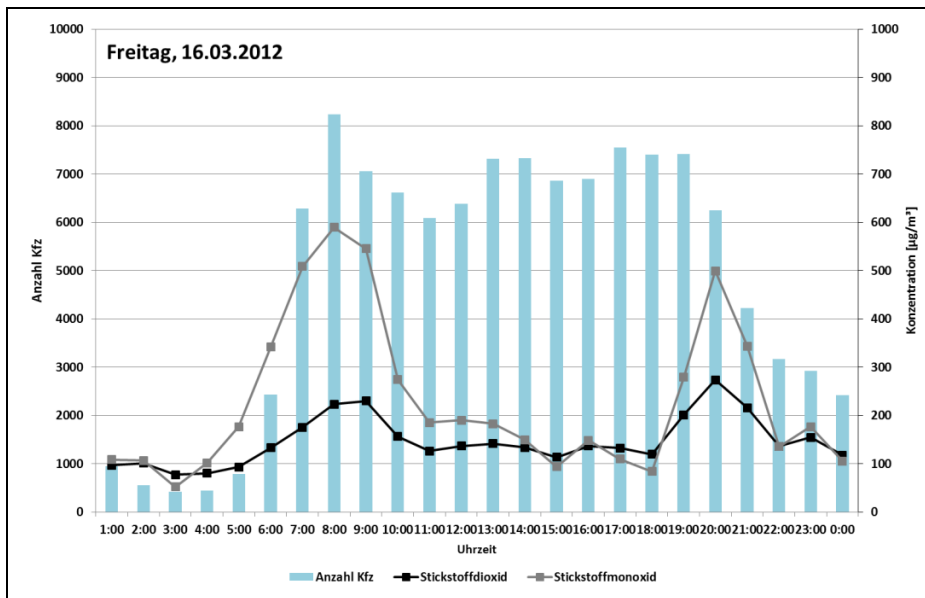


Abb. 23:  
Verkehrszahlen und  
Schadstoffbelastungen  
an einem Tag mit  
Überschreitung des  
Grenzwertes des 1h-  
MW von 200 µg/m<sup>3</sup>,  
Beispiel:  
Freitag, 16. März 2012

## 7 Verkehrsdaten

In Tab. 2 sind exemplarisch die durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommen (DTV) und der Schwerlastverkehrsanteil (SV) für 2014 an den im Projekt untersuchten hochbelasteten LÜB-Stationen dargestellt.

Tab. 2: Durchschnittliches tägliches Verkehrsaufkommen (DTV) und Schwerlastverkehrsanteil (SV) an hochbelasteten LÜB-Stationen

LÜB-Standort	DTV [Kfz/24 h]	SV-Anteil [%]
Augsburg (Karlstraße, Stand: 2014)	21.126	2,5
München (Landshuter Allee, Stand: 2011)	129.800	6,8
Nürnberg (Von-der-Tann-Straße, Stand: 2013)	38.300	6,5
Oberaudorf (Inntalautobahn A93, Stand: 2010)	48.314	14,6
Regensburg (Rathaus, Stand: 2010)	ca. 13.000	ca. 10
Würzburg (Stadtring Süd, Stand: 2011)	41.611	4,9

## 8 Pkw-Dieselfahrzeugbestand

In Abb. 24 sind die Anteile der Pkw-Dieselfahrzeuge am Bestand an zugelassenen Kraftfahrzeugen in den im Rahmen des Projektes betrachteten Städten dargestellt. In und um München sind mit einem Anteil von etwa 40% deutlich mehr Pkw-Dieselfahrzeuge zugelassen als in den anderen Städten, in denen der Anteil im Mittel nur etwa 32% beträgt [4].

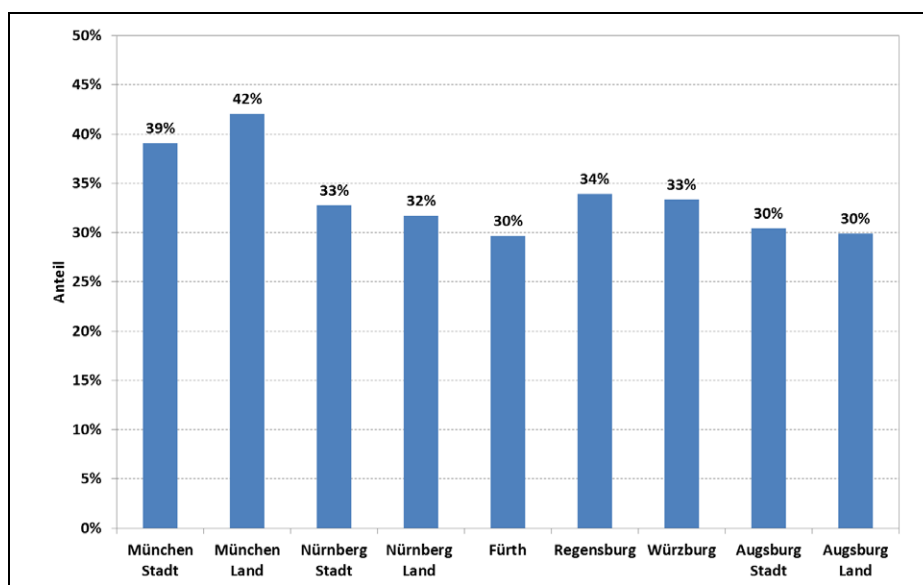


Abb. 24:  
Anteile der Dieselfahrzeuge an den Fahrzeugzulassungen  
(Stand: 01.01.2014) [4]

## Literatur

- [1] W. Bächlin, R. Bössinger, A. Brandt und T. Schulz, „Überprüfung des NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung,“ *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft*, pp. 154-157, 2006.
- [2] W. Bächlin und et al., „Untersuchungen zu Stickstoffdioxid-Konzentrationen, Los1 Überprüfung der Romberg-Formel,“ Karlsruhe, 2008.
- [3] I. Düring, W. Bächlin, M. Ketzel, A. Baum, U. Friedrich und S. Wurzler, „A new simplified NO/NO<sub>2</sub> conversion model under consideration of direct NO<sub>2</sub>-emissions,“ *Meteorologische Zeitschrift*, pp. 067-073, 2011.
- [4] Kraftfahrt-Bundesamt, „Fahrzeugzulassungen (FZ) - Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 1. Januar 2014 (FZ1),“ Flensburg, 2014.
- [5] I. Düring, T. Flassak, E. Nitzsche und C. Sörgel, *Bericht zum Forschungsprojekt FE 02.255/2004/LRB: Aktualisierung des MLuS 02, geänderte Fassung 2005 bezüglich Emission, Lärmschutzmodul, NO-NO<sub>2</sub>-Konversion, Vorbelastung und Fortschreibung 22. BImSchV - Erstellung RLUS*, Bergisch-Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen, 2012.
- [6] F. Dünnebeil, U. Lambrecht und I. Rehberger, „Szenarien zur Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastung an verkehrsnahen Luftmessstationen in Bayern,“ 2011.

## **Anlage 9 – Messergebnisse**

**zum**

**Abschlussbericht**

**Untersuchung der räumlichen Verteilung der  
NO<sub>x</sub>-Belastung im Umfeld von vorhandenen,  
hochbelasteten Luftmessenstationen**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Passivsammlermessungen</b>	<b>3</b>
1.1	Oberaudorf (Inntalautobahn A93)	3
1.2	Augsburg (Karlstraße)	7
1.3	München (Landshuter Allee)	11
1.4	München (Lothstraße)	25
1.5	München (Prinzregentenstraße und Englischer Garten)	27
1.6	Nürnberg (Von-der-Tann-Straße)	29
1.7	Regensburg (Rathaus)	31
1.8	Würzburg (Stadtring Süd)	32
<b>2</b>	<b>Kontinuierliche Messungen (Airpointer)</b>	<b>33</b>
2.1	Augsburg (Kesselmarkt)	33
2.2	Nürnberg (Von-der-Tann-Straße)	35
2.3	Augsburg (Annastraße)	41
2.4	München (Landshuter Allee)	43
2.5	München (Prinzregentenstraße)	54



# 1 Passivsammlermessungen

## 1.1 Oberaudorf (Inntalautobahn A93)

Tab. 1: Stickstoffdioxidkonzentrationen an der Inntalautobahn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ], Teil 1

		OA1	OA2	OA3	OA4	OA5	OA6	OA0	OA8
	Messzeitraum	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
2009	11.08.-26.08.2009	32	25	26	23	39	11	38	26
	26.08.-09.09.2009	30	22	22	23	38	16	38	25
	09.09.-22.09.2009	30	26	23	25	37	17	39	28
	22.09.-06.10.2009	36	29	30	28	37	18	41	31
	06.10.-20.10.2009	33	24	29	26	33	19	41	32
	20.10.-03.11.2009	34	28	29	29	34	22	44	33
	03.11.-17.11.2009	33	30	31	29	32	24	41	32
	17.11.-01.12.2009	37	32	36	35	39	29	48	41
	01.12.-15.12.2009	33	29	34	33	38	29	48	39
	15.12.-29.12.2009	44	40	36	37	43	34	54	44
	29.12.-12.01.2010	40	37	36	37	40	34	52	42
2010	12.01.-26.01.2010	47	43	47	49	53	47	65	51
	26.01.-09.02.2010	40	33	37	44	49	37	69	46
	09.02.-23.02.2010	50	50	39	42	48	37	64	38
	23.02.-09.03.2010	41	35	332	34	43	26	57	35
	09.03.-23.03.2010	42	33	34	33	43	27	57	41
	23.03.-06.04.2010	31	23	25	25	34	17	45	32
	06.04.-20.04.2010	39	34	37	26	35	20	43	32
	20.04.-04.05.2010	36	30	33	25	37	19	47	33
	04.05.-18.05.2010	32	24	29	26	35	17	45	28
	18.05.-01.06.2010	40	29	32	31	46	18	55	34
	01.06.-15.06.2010	36	27	33	28	47	18	50	46
	15.06.-29.06.2010	32	25	28	24	41	15	42	29
	29.06.-13.07.2010	41	32	35	27	50	19	53	39
	13.07.-27.07.2010	36	27	27	26	45	17	50	31
	27.07.-10.08.2010	37	27	29	26	46	17	49	33
	10.08.-24.08.2010	36	27	25	24	41	16	43	31
	24.08.-07.09.2010	40	28	28	26	41	17	47	28
	07.09.-21.09.2010	39	29	27	26	38	18	47	32
	21.09.-05.10.2010	40	31	28	29	38	19	48	33
	05.10.-19.10.2010	37	31	34	28	35	22	46	30
19.10.-02.11.2010	39	32	32	33	41	26	54	44	
02.11.-16.11.2010	42	35	36	31	39	27	36	37	
16.11.-30.11.2010	41	35	33	32	41	28	50	38	
30.11.-14.12.2010	48	40	43	41	47	37	58	47	
14.12.-28.12.2010	44	39	38	47	49	42	69	54	
28.12.-11.01.2011	56	49	44	51	58	47	72	58	

		OA1	OA2	OA3	OA4	OA5	OA6	OA0	OA8	
	Messzeitraum	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	
2011	11.01.-25.01.2011	46	-	-	-	42	-	54	-	
	25.01.-08.02.2011	37	-	-	-	46	-	62	-	
	08.02.-22.02.2011	34	-	-	-	43	-	54	-	
	22.02.-08.03.2011	42	-	-	-	36	-	43	-	
	08.03.-22.03.2011	44	-	-	-	38	-	46	-	
	22.03.-05.04.2011	35	-	-	-	33	-	40	-	
	05.04.-19.04.2011	32	-	-	-	31	-	39	-	
	19.04.-03.05.2011	34	-	-	-	32	-	40	-	
	03.05.-17.05.2011	33	-	-	-	37	-	39	-	
	17.05.-31.05.2011	24	-	-	-	31	-	37	-	
	31.05.-15.06.2011	25	-	-	-	30	-	36	-	
	15.06.-28.06.2011	28	-	-	-	35	-	37	-	
	28.06.-12.07.2011	32	-	-	-	34	-	37	-	
	12.07.-26.07.2011	26	-	-	-	36	-	37	-	
	26.07.-10.08.2011	30	-	-	-	35	-	37	-	
	10.08.-23.08.2011	29	-	-	-	37	-	37	-	
	23.08.-06.09.2011	30	-	-	-	40	-	43	-	
	06.09.-20.09.2011	30	-	-	-	35	-	40	-	
	20.09.-05.10.2011	33	-	-	-	39	-	40	-	
	05.10.-18.10.2011	32	-	-	-	31	-	37	-	
	18.10.-02.11.2011	33	-	-	-	34	-	38	-	
	02.11.-15.11.2011	34	-	-	-	32	-	39	-	
	15.11.-29.11.2011	39	-	-	-	44	-	53	-	
	29.11.-13.12.2011	36	-	-	-	38	-	51	-	
	13.12.-28.12.2011	34	-	-	-	44	-	57	-	
	28.12.-10.01.2012	<b>30</b>	-	-	-	<b>37</b>	-	<b>55</b>	-	
	2012	10.01.-24.01.2012	38	-	-	-	44	-	54	-
		24.01.-07.02.2012	32	-	-	-	30	-	40	-
07.02.-21.02.2012		39	-	-	-	38	-	48	-	
21.02.-06.03.2012		46	-	-	-	42	-	58	-	
06.03.-20.03.2012		39	-	-	-	36	-	44	-	
20.03.-03.04.2012		34	-	-	-	28	-	35	-	
<b>Jahresmittel 2010</b>		<b>40</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>32</b>	<b>43</b>	<b>25</b>	<b>52</b>	<b>38</b>	
<b>Jahresmittel 2011</b>	<b>33</b>	-	-	-	<b>37</b>	-	<b>43</b>	-		

Tab. 2: Stickstoffdioxidkonzentrationen an der Inntalautobahn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ], Teil 2

		OA9	OA10	OA11	OA12	OALÜB	
	Messzeitraum	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	
<b>2009</b>	11.08.-26.08.2009	22	21	29	24	31	
	26.08.-09.09.2009	24	22	30	29	31	
	09.09.-22.09.2009	25	25	30	29	29	
	22.09.-06.10.2009	27	26	31	31	29	
	06.10.-20.10.2009	28	27	35	32	30	
	20.10.-03.11.2009	30	29	36	34	28	
	03.11.-17.11.2009	31	29	33	33	26	
	17.11.-01.12.2009	38	37	40	38	38	
	01.12.-15.12.2009	35	36	39	39	52	
	15.12.-29.12.2009	41	-	44	42	59	
	29.12.-12.01.2010	40	38	41	41	58	
	<b>2010</b>	12.01.-26.01.2010	50	48	57	53	70
26.01.-09.02.2010		43	44	49	47	71	
09.02.-23.02.2010		43	41	39	44	69	
23.02.-09.03.2010		33	32	43	42	59	
09.03.-23.03.2010		38	32	46	44	55	
23.03.-06.04.2010		27	26	35	33	44	
06.04.-20.04.2010		27	27	33	31	43	
20.04.-04.05.2010		27	27	32	31	46	
04.05.-18.05.2010		26	24	31	31	41	
18.05.-01.06.2010		28	27	37	35	46	
01.06.-15.06.2010		44	44	33	31	45	
15.06.-29.06.2010		24	22	32	29	40	
29.06.-13.07.2010		31	30	37	30	51	
13.07.-27.07.2010		19	24	27	30	45	
27.07.-10.08.2010		28	26	33	29	42	
10.08.-24.08.2010		26	24	32	28	39	
24.08.-07.09.2010		26	24	32	30	40	
07.09.-21.09.2010		28	27	35	31	40	
21.09.-05.10.2010		30	27	37	35	40	
05.10.-19.10.2010		30	28	34	33	38	
19.10.-02.11.2010		37	37	42	-	47	
02.11.-16.11.2010		41	49	40	39	41	
16.11.-30.11.2010		35	35	42	40	44	
30.11.-14.12.2010		44	42	54	49	50	
14.12.-28.12.2010		50	54	57	55	64	
28.12.-11.01.2011		54	58	55	57	70	
<b>2011</b>		11.01.-25.01.2011	-	-	-	-	53
		25.01.-08.02.2011	-	-	-	-	70
	08.02.-22.02.2011	-	-	-	-	53	
	22.02.-08.03.2011	-	-	-	-	50	
	08.03.-22.03.2011	-	-	-	-	49	
	22.03.-05.04.2011	-	-	-	-	45	
	05.04.-19.04.2011	-	-	-	-	45	

		OA9	OA10	OA11	OA12	OALÜB
	Messzeitraum	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
	19.04.-03.05.2011	-	-	-	-	52
	03.05.-17.05.2011	-	-	-	-	41
	17.05.-31.05.2011	-	-	-	-	40
	31.05.-15.06.2011	-	-	-	-	39
	15.06.-28.06.2011	-	-	-	-	39
	28.06.-12.07.2011	-	-	-	-	41
	12.07.-26.07.2011	-	-	-	-	37
	26.07.-10.08.2011	-	-	-	-	39
	10.08.-23.08.2011	-	-	-	-	39
	23.08.-06.09.2011	-	-	-	-	44
	06.09.-20.09.2011	-	-	-	-	39
	20.09.-05.10.2011	-	-	-	-	40
	05.10.-18.10.2011	-	-	-	-	37
	18.10.-02.11.2011	-	-	-	-	38
	02.11.-15.11.2011	-	-	-	-	39
	15.11.-29.11.2011	-	-	-	-	46
	29.11.-13.12.2011	-	-	-	-	49
	13.12.-28.12.2011	-	-	-	-	58
	28.12.-10.01.2012	-	-	-	-	59
<b>2012</b>	10.01.-24.01.2012	-	-	-	-	59
	24.01.-07.02.2012	-	-	-	-	51
	07.02.-21.02.2012	-	-	-	-	64
	21.02.-06.03.2012	-	-	-	-	61
	06.03.-20.03.2012	-	-	-	-	49
	20.03.-03.04.2012	-	-	-	-	42
	<b>Jahresmittel 2010</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>39</b>	<b>37</b>	<b>49</b>
	<b>Jahresmittel 2011</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>45</b>

## 1.2 Augsburg (Karlstraße)

Tab. 3: Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Umgebung der LÜB-Station in der Karlstraße in Augsburg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

		AK0	AK1	AK2	AK3	AK4	AK5	AKLÜB
		LÜB (PS)						(NO <sub>2</sub> - Monitor)
	Messzeitraum	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
2010	19.05.-31.05.2010	51	23	33	36	24	24	51
	31.05.-14.06.2010	60	23	30	34	24	24	54
	14.06.-28.06.2010	66	25	33	34	27	25	59
	28.06.-12.07.2010	64	24	36	33	26	25	66
	12.07.-26.07.2010	63	24	34	34	26	23	55
	26.07.-09.08.2010	53	25	36	36	24	26	49
	09.08.-23.08.2010	54	23	37	35	26	24	52
	23.08.-06.09.2010	52	24	32	33	25	24	48
	06.09.-20.09.2010	59	30	40	41	30	30	53
	20.09.-04.10.2010	66	33	44	39	33	34	57
	04.10.-18.10.2010	63	34	38	36	31	32	55
	18.10.-02.11.2010	65	-	48	46	39	43	55
	02.11.-15.11.2010	55	31	44	42	31	30	45
	15.11.-29.11.2010	62	-	45	41	-	34	51
	29.11.-13.12.2010	75	-	55	49	-	41	60
	13.12.-27.12.2010	68	-	53	48	-	42	58
	27.12.-10.01.2011	67	-	53	50	-	46	58
2011	10.01.-24.01.2011	52	-	35	36	-	27	48
	24.01.-07.02.2011	56	-	39	38	-	30	55
	07.02.-21.02.2011	60	-	39	37	-	31	54
	21.02.-07.03.2011	56	-	35	34	-	30	59
	07.03.-21.03.2011	59	-	37	35	-	29	59
	21.03.-04.04.2011	58	-	40	37	-	30	61
	04.04.-18.04.2011	53	-	31	32	-	24	54
	18.04.-02.05.2011	53	-	27	27	-	22	53
	02.05.-17.05.2011	49	-	27	27	-	20	52
	17.05.-30.05.2011	44	-	31	27	-	21	49
	30.05.-14.06.2011	42	-	24	23	-	16	45
	14.06.-27.06.2011	35	-	24	22	-	16	38
	27.06.-11.07.2011	47	-	26	27	-	17	51
	11.07.-25.07.2011	37	-	28	24	-	16	38
	25.07.-09.08.2011	43	-	28		-	19	44
	09.08.-22.08.2011	39	-	29	29	-	20	43
	22.08.-05.09.2011	46	-	29	29	-	21	48
	05.09.-19.09.2011	39	-	30	28	-	21	40
	19.09.-04.10.2011	63	-	41	40	-	34	61
04.10.-17.10.2011	45	-	27	28	-	19	40	
17.10.-31.10.2011	55	-	36	33	-	28	48	
31.10.-14.11.2011	50	-	32	30	-	27	40	

		AK0	AK1	AK2	AK3	AK4	AK5	AKLÜB
		LÜB (PS)						(NO <sub>2</sub> - Monitor)
	Messzeitraum	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
	14.11.-28.11.2011	56	-	43	41	-	37	50
	28.11.-12.12.2011	43	-	36	34	-	25	42
	12.12.-27.12.2011	41	-	36	34	-	24	38
	27.12.-09.01.2012	29	-	23	24	-	17	31
<b>2012</b>	09.01.-23.01.2012	45	-	32	32	-	25	44
	23.01.-06.02.2012	51	-	31	31	-	29	54
	06.02.-20.02.2012	49	-	35	36	-	29	57
	20.02.-05.03.2012	54	-	40	39	-	31	55
	05.06.-19.03.2012	56	-	40	38	-	34	61
	19.03.-02.04.2012	55	-	34	36	-	34	64
	02.04.-16.04.2012	44	-	27	27	-	20	46
	16.04.-30.04.2012	42	-	29	29	-	23	48
	30.04.-14.05.2012	41	-	29	32	-	22	46
	14.05.-29.05.2012	40	-	25	24	-	21	46
	29.05.-11.06.2012	33	-	23	25	-	18	38
	11.06.-25.06.2012	40	-	23	25	-	18	41
	25.06.-10.07.2012	43	-	27	27	-	25	42
	10.07.-23.07.2012	36	-	23	26	-	17	36
	23.07.-06.08.2012	47	-	28	30	-	22	50
	06.08.-20.08.2012	39	-	25	28	-	20	44
	20.08.-03.09.2012	38	-	28	30	-	21	37
	03.09.-17.09.2012	50	-	34	39	-	28	50
	17.09.-02.10.2012	45	-	35	36	-	33	44
	02.10.-16.10.2012	42	-	32	32	-	28	41
	16.10.-30.10.2012	46	-	28	34	-	29	42
	30.10.-13.11.2012	42	-	34	35	-	30	41
	13.11.-26.11.2012	52	-	37	37	-	31	43
	26.11.-10.12.2012	49	-	32	32	-	25	45
	10.12.-27.12.2012	49	-	44	40	-	32	47
	27.12.-07.01.2013	38	-	30	29	-	21	33
<b>2013</b>	07.01.-21.01.2013	52	-	35	34	-	31	43
	21.01.-04.02.2013	45	-	34	34	-	27	42
	04.02.-18.02.2013	49	-	35	36	-	30	54
	18.02.-04.03.2013	55	-	29	29	-	32	57
	04.03.-18.03.2013	56	-	38	39	-	42	60
	18.03.-02.04.2013	43	-	24	24	-	25	49
	02.04.-15.04.2013	41	-	26	26	-	33	48
	15.04.-29.04.2013	49	-	30	30	-	43	54
	29.04.-13.05.2013	41	-	-	24	-	20	44
	13.05.-27.05.2013	36	-	-	23	-	20	39
	27.05.-10.06.2013	43	-	26	27	-	19	49
	10.06.-24.06.2013	41	-	27	28	-	26	46
	24.06.-08.07.2013	43	-	26	29	-	27	44

		AK0	AK1	AK2	AK3	AK4	AK5	AKLÜB
		LÜB (PS)						(NO <sub>2</sub> - Monitor)
	Messzeitraum	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
	08.07.-22.07.2013	52	-	25	31	-	20	61
	22.07.-05.08.2013	47	-	29	31	-	21	54
	05.08.-19.08.2013	37	-	23	26	-	20	39
	19.08.-02.09.2013	-	-	24	33	-	20	-
	02.09.-16.09.2013	-	-	28	31	-	21	-
	16.09.-30.09.2013	-	-	29	35	-	24	-
	30.09.-14.10.2013	-	-	30	29	-	22	-
	14.10.-28.10.2013	-	-	41	39	-	31	-
	28.10.-11.11.2013	-	-	31	29	-	23	-
	11.11.-25.11.2013	44	-	27	28	-	23	-
	25.11.-09.12.2013	45	-	36	37	-	29	46
	09.12.-16.12.2013	56	-	48	39	-	36	51
	16.12.-07.01.2014	54	-	45	44	-	39	55
<b>2014</b>	07.01.-20.01.2014	48	-	40	39	-	33	49
	20.01.-03.02.2014	49	-	39	36	-	32	48
	03.02.-19.02.2014	43	-		33	-	28	43
	19.02.-03.03.2014	39	-	39	36	-	31	53
	03.03.-17.03.2014	55	-	36	37	-	32	61
	17.03.-31.03.2014	46	-	34	31	-	26	56
	31.03.-14.04.2014	58	-	35	33	-	29	65
	14.04.-29.04.2014	47	-	26	26	-	22	54
	29.04.-12.05.2014	42	-	28	25	-	17	45
	12.05.-27.05.2014	49	-	26	27	-	18	55
	27.05.-10.06.2014	42	-	26	24	-	20	50
	10.06.-24.06.2014	45	-	18	22	-	16	51
	24.06.-08.07.2014	44	-	26	21	-	17	50
	08.07.-22.07.2014	51	-	29	26	-	19	56
	22.07.-05.08.2014	52	-	26	25	-	19	56
	05.08.-19.08.2014	31	-	27	21	-	16	34
	19.08.-02.09.2014	37	-	25	26	-	35	41
	02.09.-16.09.2014	50	-	29	28	-	29	49
	16.09.-29.09.2014	47	-	32	31	-	24	45
	29.09.-15.10.2014	48	-	34	32	-	28	47
	15.10.-28.10.2014	49	-	35	34	-	26	38
	28.10.-11.11.2014	52	-	36	34	-	32	47
	11.11.-25.11.2014	45	-	32	30	-	27	41
	25.11.-09.12.2014	44	-	28	26	-	24	38
	09.12.-07.01.2015	39	-	33	34	-	25	41
	<b>Jahresmittelwert 2011</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>-</b>	<b>31</b>	<b>48</b>
	<b>Jahresmittelwert 2012</b>	<b>45</b>	<b>-</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>27</b>	<b>46</b>
	<b>Jahresmittelwert 2013</b>	<b>-*</b>	<b>-</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>-</b>	<b>27</b>	<b>-*</b>
	<b>Jahresmittelwert 2014</b>	<b>47</b>	<b>-</b>	<b>31</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>25</b>	<b>49</b>

\* In der Zeit von Mitte August bis Mitte November 2013 wurde in der Karlstraße die LÜB-Station aufgrund von Straßenbaumaßnahmen vorübergehend außer Betrieb genommen und nach Abschluss der Bauarbeiten ca. 30 m westlich vom bisherigen Standort wieder aufgebaut. In dieser Zeit wurden keine Messungen durchgeführt, so dass kein Jahresmittelwert 2013 angegeben werden kann.

An den Messpunkten AK1 und AK4 wurden die Probenahmen im November 2010 beendet.



### 1.3 München (Landshuter Allee)

Tab. 4: Stickstoffdioxidkonzentrationen an der Landshuter Allee in München, Westseite [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

		ML1	ML2	ML3	ML4	MLA5	MLA0	ML11
		MÜLA MP1	MÜLA MP2	-	MÜLA MP3	-	LÜB (PS)	-
	Messzeitraum	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
2010	16.04.-05.05.2010	-	-	-	-	-	97	-
	05.05.-18.05.2010	-	-	-	-	-	91	-
	18.05.-01.06.2010	-	-	-	-	-	120	-
	01.06.-15.06.2010	-	-	-	-	-	110	-
	15.06.-26.06.2010	-	-	-	-	-	103	-
	29.06.-14.07.2010	-	-	-	-	-	119	-
	14.07.-26.07.2010	-	-	-	-	-	112	-
	26.07.-10.08.2010	-	-	-	-	-	140	-
	10.08.-24.08.2010	-	-	-	-	-	107	-
	24.08.-07.09.2010	102	67	-	74	-	94	-
	07.09.-21.09.2010	120	83	-	98	-	114	-
	21.09.-05.10.2010	117	89	-	95	-	117	-
	05.10.-19.10.2010	87,9	72	-	72	-	89	-
	19.10.-03.11.2010	122	96	-	98	-	125	-
	03.11.-16.11.2010	113	74	-	84	-	109	-
	16.11.-30.11.2010	112	80	-	87	-	108	-
	30.11.-14.12.2010	120	92	-	91	-	118	-
	14.12.-28.12.2010	118	94	-	99	-	117	-
	28.12.-11.01.2011	102	91	-	83	-	106	-
2011	11.01.-26.01.2011	106	79	-	85	-	100	-
	26.01.-08.02.2011	88	73	-	78	-	92	-
	08.02.-22.02.2011	71	61	-	62	-	74	-
	22.02.-08.03.2011	66	58	-	54	-	68	-
	08.03.-22.03.2011	81	66	-	66	-	86	-
	22.03.-05.04.2011	94	71	-	81	-	98	-
	05.04.-19.04.2011	83	65	-	70	-	84	-
	19.04.-03.05.2011	68	63	-	62	-	70	-
	03.05.-17.05.2011	92	70	-	78	-	92	-
	17.05.-31.05.2011	99	72	-	83	-	98	-
	31.05.-14.06.2011	88	62	-	73	-	88	-
	14.06.-28.06.2011	91	61	-	78	-	98	-
	28.06.-12.07.2011	103	69	-	84	-	97	-
	12.07.-26.07.2011	99	62	-	83	-	99	-
	26.07.-09.08.2011	99	71	-	81	-	95	-
	09.08.-23.08.2011	96	65	-	88	-	100	-
	23.08.-07.09.2011	93	68	-	77	-	95	-
	07.09.-20.09.2011	104	67	-	87	-	100	-
	20.09.-05.10.2011	103	82	-	94	-	106	-
05.10.-18.10.2011	86	59	-	69	-	88	-	

		ML1	ML2	ML3	ML4	MLA5	MLA0	ML11
		MÜLA MP1	MÜLA MP2	-	MÜLA MP3	-	LÜB (PS)	-
	Messzeitraum	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
	18.10.-31.10.2011	79	69	-	67	-	81	-
	31.10.-15.11.2011	68	57	-	53	-	71	-
	15.11.-30.11.2011	90	73	-	80	-	91	-
	30.11.-13.12.2011	86	67	-	79	-	95	-
	13.12.-27.12.2011	88	69	-	82	-	92	-
	27.12.-10.01.2012	62	48	-	52	-	72	-
<b>2012</b>	10.01.-24.01.2012	82	62	-	70	-	89	-
	24.01.-07.02.2012	58	50	-	46	-	61	-
	07.02.-22.02.2012	83	71	-	69	-	80	-
	22.02.-06.03.2012	93	67	-	70	-	89	-
	06.06.-20.03.2012	102	78	-	87	-	93	-
	20.03.-02.04.2012	78	62	-	69	-	84	-
	02.04.-16.04.2012	72	61	-	65	-	82	-
	16.04.-30.04.2012	80	61	-	67	-	84	-
	30.04.-14.05.2012	101	65	-	80	-	101	-
	14.05.-29.05.2012	75	54	-	57	-	73	-
	29.05.-12.06.2012	101	61	-	78	-	98	-
	12.06.-25.06.2012	93	71	-	78	-	99	-
	25.06.-10.07.2012	100	72	-	80	-	97	-
	10.07.-23.07.2012	99	55	-	82	-	93	-
	23.07.-06.08.2012	89	71	-	78	-	90	-
	06.08.-20.08.2012	69	59	-	60	-	71	-
	20.08.-03.09.2012	90	64	-	79	-	92	-
	03.09.-17.09.2012	88	65	-	81	-	91	-
	17.09.-02.10.2012	102	69	-	82	-	98	-
	02.10.-16.10.2012	91	61	-	77	-	92	-
	16.10.-30.10.2012	70	56	-	59	-	73	-
	30.10.-13.11.2012	86	69	-	76	-	90	-
	13.11.-26.11.2012	73	65	-	63	-	73	-
	26.11.-10.12.2012	80	60	-	63	-	80	-
	10.12.-27.12.2012	88	73	-	77	-	97	-
	27.12.-08.01.2013	73	54	-	58	-	82	-
<b>2013</b>	08.01.-22.01.2013	85	65	-	69	-	83	-
	22.01.-05.02.2013	78	69	68	69	76	86	38
	05.02.-19.02.2013	90	68	69	71	81	89	44
	19.02.-05.03.2013	74	60	57	58	67	72	45
	05.03.-19.03.2013	86	75	69	73	82	91	51
	19.03.-03.04.2013	47	44	41	39	49	57	34
	03.04.-16.04.2013	68	57	59	62	65	78	37
	16.04.-30.04.2013	78	49	65	70	77	81	32
	30.04.-14.05.2013	86	59	71	75	77	80	29
	14.05.-28.05.2013	90	58	71	69	74	89	27
	28.05.-11.06.2013	81	59	70	68	68	82	27

	ML1	ML2	ML3	ML4	MLA5	MLA0	ML11
	MÜLA MP1	MÜLA MP2	-	MÜLA MP3	-	LÜB (PS)	-
Messzeitraum	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
11.06.-25.06.2013	86	62	67	71	76	85	34
25.06.-09.07.2013	88	58	71	74	82	86	31
09.07.-23.07.2013	80	68	64	66	81	78	44
23.07.-06.08.2013	90	64	71	67	78	91	36
06.08.-20.08.2013	85	58	67	68	80	84	30
20.08.-03.09.2013	74	58	58	56	69	74	34
03.09.-17.09.2013	92	64	74	74	80	91	32
17.09.-01.10.2013	86	60	71	74	86	95	32
01.10.-15.10.2013	81	64	57	66	76	83	42
15.10.-29.10.2013	93	69	71	79	87	103	43
29.10.-14.11.2013	78	54	62	66	68	88	30
14.11.-28.11.2013	73	54	53	59	67	71	38
28.11.-12.12.2013	77	60	66	62	72	82	38
12.12.-18.12.2013	128	116	93	118	127	133	74
18.12.-09.01.2014	79	71	64	74	76	85	52
<b>2014</b>							
09.01.-23.01.2014	91	70	67	75	87	96	46
23.01.-06.02.2014	86	68	70	75	86	96	50
06.02.-20.02.2014	77	59	64	69	69	81	44
20.02.-06.03.2014	86	67	71	71	80	72	44
06.03.-20.03.2014	67	56	58	57	63	77	39
20.03.-03.04.2014	83	64	70	69	79	84	46
03.04.-24.04.2014	69	56	62	64	71	77	34
24.04.-08.05.2014	88	68	71	76	84	88	33
08.05.-22.05.2014	94	64	79	85	83	95	30
22.05.-04.06.2014	82	63	65	76	79	80	33
04.06.-18.06.2014	67	59	56	62	70	66	36
18.06.-03.07.2014	83	61	71	75	79	87	35
03.07.-17.07.2014	85	62	71	78	82	88	29
17.07.-29.07.2014	89	67	75	83	92	90	37
29.07.-14.08.2014	80	57	63	74	75	84	30
14.08.-26.08.2014	79	49	66	76	68	79	25
26.08.-09.09.2014	74	53	61	73	-	85	34
09.09.-23.09.2014	90	69	73	83	82	92	40
23.09.-08.10.2014	84	64	-	-	-	86	46
08.10.-21.10.2014	86	63	-	-	-	93	43
21.10.-04.11.2014	73	63	-	-	-	77	44
04.11.-20.11.2014	66	53	-	-	-	72	38
20.11.-03.12.2014	35	34	-	-	-	41	35
03.12.-16.12.2014	87	64	-	-	-	89	46
16.12.-08.01.2015	65	52	-	-	-	71	31
<b>Jahresmittelwert 2011</b>	<b>88</b>	<b>67</b>	<b>-</b>	<b>75</b>	<b>-</b>	<b>90</b>	<b>-</b>
<b>Jahresmittelwert 2012</b>	<b>85</b>	<b>64</b>	<b>-</b>	<b>71</b>	<b>-</b>	<b>87</b>	<b>-</b>
<b>Jahresmittelwert 2013</b>	<b>83</b>	<b>63</b>	<b>66</b>	<b>69</b>	<b>77</b>	<b>85</b>	<b>38</b>

		ML1	ML2	ML3	ML4	MLA5	MLA0	ML11
		MÜLA MP1	MÜLA MP2	-	MÜLA MP3	-	LÜB (PS)	-
	Messzeitraum	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
	<b>Jahresmittelwert 2014</b>	<b>79</b>	<b>60</b>	-	-	-	<b>82</b>	<b>38</b>

Tab. 5: Stickstoffdioxidkonzentrationen an der Landshuter Allee in München, Ostseite [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

		ML12	ML13	ML18	ML19	ML20	ML21	ML22
		-	MÜLA MP5	-	MÜLA MP4	-	-	-
	Messzeitraum	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
2010	16.04.-05.05.2010	-	-	-	-	-	-	-
	05.05.-18.05.2010	-	-	-	-	-	-	-
	18.05.-01.06.2010	-	-	-	-	-	-	-
	01.06.-15.06.2010	-	-	-	-	-	-	-
	15.06.-26.06.2010	-	-	-	-	-	-	-
	29.06.-14.07.2010	-	-	-	-	-	-	-
	14.07.-26.07.2010	-	-	-	-	-	-	-
	26.07.-10.08.2010	-	-	-	-	-	-	-
	10.08.-24.08.2010	-	-	-	-	-	-	-
	24.08.-07.09.2010	-	48	-	55	-	-	-
	07.09.-21.09.2010	-	-	-	65	-	-	-
	21.09.-05.10.2010	-	68	-	73	-	-	-
	05.10.-19.10.2010	-	69	-	77	-	-	-
	19.10.-03.11.2010	-	69	-	74	-	-	-
	03.11.-16.11.2010	-	55	-	64	-	-	-
	16.11.-30.11.2010	-	54	-	65	-	-	-
	30.11.-14.12.2010	-	70	-	-	-	-	-
	14.12.-28.12.2010	-	-	-	78	-	-	-
	28.12.-11.01.2011	-	75	-	78	-	-	-
2011	11.01.-26.01.2011	-	50	-	60	-	-	-
	26.01.-08.02.2011	-	59	-	70	-	-	-
	08.02.-22.02.2011	-	52	-	69	-	-	-
	22.02.-08.03.2011	-	54	-	72	-	-	-
	08.03.-22.03.2011	-	55	-	67	-	-	-
	22.03.-05.04.2011	-	56	-	63	-	-	-
	05.04.-19.04.2011	-	57	-	48	-	-	-
	19.04.-03.05.2011	-	71	-	63	-	-	-
	03.05.-17.05.2011	-	66	-	57	-	-	-
	17.05.-31.05.2011	-	61	-	61	-	-	-
	31.05.-14.06.2011	-	54	-	45	-	-	-
	14.06.-28.06.2011	-	51	-	46	-	-	-
	28.06.-12.07.2011	-	60	-	53	-	-	-
	12.07.-26.07.2011	-	85	-	46	-	-	-
	26.07.-09.08.2011	-	55	-	58	-	-	-
	09.08.-23.08.2011	-	53	-	54	-	-	-
	23.08.-07.09.2011	-	60	-	63	-	-	-
	07.09.-20.09.2011	-	54	-	55	-	-	-
	20.09.-05.10.2011	-	82	-	80	-	-	-
	05.10.-18.10.2011	-	49	-	41	-	-	-
18.10.-31.10.2011	-	65	-	66	-	-	-	
31.10.-15.11.2011	-	71	-	57	-	-	-	
15.11.-30.11.2011	-	80	-	68	-	-	-	

		ML12	ML13	ML18	ML19	ML20	ML21	ML22
		-	MÜLA MP5	-	MÜLA MP4	-	-	-
	Messzeitraum	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
	30.11.-13.12.2011	-	51	-	48	-	-	-
	13.12.-27.12.2011	-	49	-	45	-	-	-
	27.12.-10.01.2012	-	33	-	33	-	-	-
<b>2012</b>	10.01.-24.01.2012	-	46	-	40	-	-	-
	24.01.-07.02.2012	-	64	-	51	-	-	-
	07.02.-22.02.2012	-	52	-	47	-	-	-
	22.02.-06.03.2012	-	58	-	50	-	-	-
	06.06.-20.03.2012	-	62	-	55	-	-	-
	20.03.-02.04.2012	-	63	-	52	-	-	-
	02.04.-16.04.2012	-	59	-	45	-	-	-
	16.04.-30.04.2012	-	65	-	58	-	-	-
	30.04.-14.05.2012	-	58	-	56	-	-	-
	14.05.-29.05.2012	-	59	-	54	-	-	-
	29.05.-12.06.2012	-	49	-	47	-	-	-
	12.06.-25.06.2012	-	55	-	53	-	-	-
	25.06.-10.07.2012	-	63	-	64	-	-	-
	10.07.-23.07.2012	-	46	-	40	-	-	-
	23.07.-06.08.2012	-	-	-	65	-	-	-
	06.08.-20.08.2012	-	62	-	62	-	-	-
	20.08.-03.09.2012	-	54	-	58	-	-	-
	03.09.-17.09.2012	-	59	-	62	-	-	-
	17.09.-02.10.2012	-	54	-	61	-	-	-
	02.10.-16.10.2012	-	54	-	49	-	-	-
	16.10.-30.10.2012	-	55	-	58	-	-	-
	30.10.-13.11.2012	-	48	-	54	-	-	-
	13.11.-26.11.2012	-	62	-	65	-	-	-
	26.11.-10.12.2012	-	48	-	37	-	-	-
	10.12.-27.12.2012	-	56	-	58	-	-	-
	27.12.-08.01.2013	-	38	-	40	-	-	-
<b>2013</b>	08.01.-22.01.2013	-	56	-	47	-	-	-
	22.01.-05.02.2013	50	48	50	47	43	56	56
	05.02.-19.02.2013	62	59	60	51	56	73	68
	19.02.-05.03.2013	77	60	67	54	68	86	75
	05.03.-19.03.2013	73	64	70	64	68	88	75
	19.03.-03.04.2013	72	48	61	42	62	72	62
	03.04.-16.04.2013	62	52	59	46	57	69	61
	16.04.-30.04.2013	54	50	-	53	50	59	57
	30.04.-14.05.2013	52	44	46	45	50	59	57
	14.05.-28.05.2013	50	44	50	48	48	61	61
	28.05.-11.06.2013	53	46	51	50	58	63	64
	11.06.-25.06.2013	63	50	63	64	67	79	80
	25.06.-09.07.2013	67	52	57	56	58	73	74
	09.07.-23.07.2013	88	69	81	73	96	107	110

	ML12	ML13	ML18	ML19	ML20	ML21	ML22
	-	MÜLA MP5	-	MÜLA MP4	-	-	-
Messzeitraum	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
23.07.-06.08.2013	71	56	68	-	73	87	88
06.08.-20.08.2013	56	48	52	45	57	67	71
20.08.-03.09.2013	68	53	59	51	68	78	80
03.09.-17.09.2013	57	48	51	50	55	67	69
17.09.-01.10.2013	61	52	56	55	57	75	74
01.10.-15.10.2013	73	55	64	58	64	86	83
15.10.-29.10.2013	63	54	60	70	63	83	78
29.10.-14.11.2013	54	42	47	46	43	57	55
14.11.-28.11.2013	62	51	54	53	57	69	63
28.11.-12.12.2013	57	52	57	50	48	64	65
12.12.-18.12.2013	106	95	96	90	103	131	126
18.12.-09.01.2014	67	62	70	58	61	80	75
<b>2014</b> 09.01.-23.01.2014	62	60	64	51	56	81	76
23.01.-06.02.2014	64	57	70	51	61	81	78
06.02.-20.02.2014	53	50	64	52	55	71	-
20.02.-06.03.2014	55	54	61	53	54	69	69
06.03.-20.03.2014	54	48	61	47	59	76	74
20.03.-03.04.2014	60	52	69	52	67	88	73
03.04.-24.04.2014	49	40	57	44	57	69	64
24.04.-08.05.2014	49	42	56	47	60	66	69
08.05.-22.05.2014	45	45	55	51	55	60	64
22.05.-04.06.2014	47	42	56	50	59	69	67
04.06.-18.06.2014	50	42	60	53	74	80	81
18.06.-03.07.2014	47	42	55	54	60	68	71
03.07.-17.07.2014	51	42	52	48	51	58	66
17.07.-29.07.2014	73	56	65	64	75	84	88
29.07.-14.08.2014	54	43	52	50	54	71	70
14.08.-26.08.2014	41	36	40	38	38	48	51
26.08.-09.09.2014	56	45	53	52	52	70	66
09.09.-23.09.2014	66	50	63	60	64	80	79
23.09.-08.10.2014	85	86	-	-	-	95	93
08.10.-21.10.2014	69	58	-	-	-	85	86
21.10.-04.11.2014	74	56	-	-	-	78	78
04.11.-20.11.2014	67	52	-	-	-	70	66
20.11.-03.12.2014	71	48	-	-	-	74	62
03.12.-16.12.2014	67	59	-	-	-	74	67
16.12.-08.01.2015		39	-	-	-	42	41
<b>Jahresmittel 2011</b>	-	54	-	62	-	-	-
<b>Jahresmittel 2012</b>	-	56	-	53	-	-	-
<b>Jahresmittel 2013</b>	<b>65</b>	<b>54</b>	<b>60</b>	<b>55</b>	<b>61</b>	<b>76</b>	<b>73</b>
<b>Jahresmittel 2014</b>	<b>64</b>	<b>52</b>	-	-	-	<b>72</b>	<b>71</b>

Tab. 6: Stickstoffdioxidkonzentrationen auf der Donnersberger Brücke in München, Westseite [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

		<b>ML23</b>	<b>ML24</b>
		<b>MDo_West</b>	<b>MDo_Ost</b>
	<b>Messzeitraum</b>	<b>[<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>]</b>	<b>[<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>]</b>
<b>2013</b>	<b>28.11.-12.12.2013</b>	58	54
	<b>12.12.-18.12.2013</b>	-	98
	<b>18.12.-09.01.2014</b>	62	70
<b>2014</b>	<b>09.01.-23.01.2014</b>	67	62
	<b>23.01.-06.02.2014</b>	66	70
	<b>06.02.-20.02.2014</b>	50	59
	<b>20.02.-06.03.2014</b>	61	53
	<b>06.03.-20.03.2014</b>	49	53
	<b>20.03.-03.04.2014</b>	54	59
	<b>03.04.-24.04.2014</b>	41	48
	<b>24.04.-08.05.2014</b>	46	40
	<b>08.05.-22.05.2014</b>	43	36
	<b>22.05.-04.06.2014</b>	42	41
	<b>04.06.-18.06.2014</b>	35	42
	<b>18.06.-03.07.2014</b>	48	40
	<b>03.07.-17.07.2014</b>	58	54
	<b>17.07.-29.07.2014</b>	29	43
	<b>29.07.-14.08.2014</b>	37	51
	<b>14.08.-26.08.2014</b>	30	42
	<b>26.08.-09.09.2014</b>	25	39
	<b>09.09.-23.09.2014</b>	34	46
	<b>23.09.-08.10.2014</b>	40	60
	<b>08.10.-21.10.2014</b>	46	64
	<b>21.10.-04.11.2014</b>	43	58
	<b>04.11.-20.11.2014</b>	44	55
	<b>20.11.-03.12.2014</b>	38	55
	<b>03.12.-16.12.2014</b>	35	29
	<b>16.12.-08.01.2015</b>	46	70
	<b>Jahresmittelwert 2014</b>	<b>51</b>	<b>52</b>



Tab. 7: Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Schlörstraße, Westseite der Landshuter Allee in München [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

		ML6	ML7	ML8	-	ML9	ML10
		(MÜSC MP1)	(MÜSC MP2)	(MÜSC MP3)	(MÜSC MP4)	(MÜSC MP5)	(MÜSC MP6)
	Messzeitraum	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
2010	16.04.-05.05.2010	51	41	39	39	35	33
	05.05.-18.05.2010	45	33	34	32	29	26
	18.05.-01.06.2010	34	28	27	25	23	21
	01.06.-15.06.2010	56	-	39	35	31	29
	15.06.-26.06.2010	52	41	40	37	35	31
	29.06.-14.07.2010	65	44	41	44	37	34
	14.07.-26.07.2010	48	38	35	33	30	27
	26.07.-10.08.2010	46	35	35	32	29	26
	10.08.-24.08.2010	39	31	27	27	26	21
	24.08.-07.09.2010	37	31	30	28	27	25
	07.09.-21.09.2010	48	39	38	37	35	32
	21.09.-05.10.2010	54	36	46	44	42	39
	05.10.-19.10.2010	54	48	47	48	45	42
	19.10.-03.11.2010	64	50	51	50	45	42
	03.11.-16.11.2010	50	40	38	39	37	32
	16.11.-30.11.2010	51	43	42	-	39	38
	30.11.-14.12.2010	68	55	54	-	52	46
14.12.-28.12.2010	66	58	55	-	53	48	
28.12.-11.01.2011	75	61	57	-	54	52	
2011	11.01.-26.01.2011	41	38	38	-	35	33
	26.01.-08.02.2011	53	44	43	-	41	37
	08.02.-22.02.2011	50	45	42	-	40	34
	22.02.-08.03.2011	53	47	46	-	42	40
	08.03.-22.03.2011	52	46	44	-	40	38
	22.03.-05.04.2011	50	41	41	-	38	34
	05.04.-19.04.2011	40	35	34	-	31	29
	19.04.-03.05.2011	48	40	39	-	34	29
	03.05.-17.05.2011	46	37	35	-	32	28
	17.05.-31.05.2011	45	33	30	-	26	22
	31.05.-14.06.2011	35	26	26	-	21	19
	14.06.-28.06.2011	35	25	24	-	20	18
	28.06.-12.07.2011	39	28	28	-	23	20
	12.07.-26.07.2011	32	24	23	-	22	17
	26.07.-09.08.2011	42	32	31	-	27	23
	09.08.-23.08.2011	43	31	30	-	26	23
	23.08.-07.09.2011	49	35	35	-	30	28
07.09.-20.09.2011	40	31	30	-	27	24	
20.09.-05.10.2011	60	51	52	-	49	40	
05.10.-18.10.2011	33	28	28	-	28	23	
18.10.-31.10.2011	54	48	45	-	42	39	
31.10.-15.11.2011	52	46	45	-	41	38	
15.11.-30.11.2011	62	54	53	-	51	36	

		ML6	ML7	ML8	-	ML9	ML10
		(MÜSC MP1)	(MÜSC MP2)	(MÜSC MP3)	(MÜSC MP4)	(MÜSC MP5)	(MÜSC MP6)
	Messzeitraum	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
	30.11.-13.12.2011	44	34	33	-	30	26
	13.12.-27.12.2011	43	32	31	-	29	26
	27.12.-10.01.2012	27	21	21	-	19	18
<b>2012</b>	<b>10.01.-24.01.2012</b>	34	30	32	-	-	26
	24.01.-07.02.2012	46	44	42	-	-	38
	07.02.-22.02.2012	44	41	39	-	37	35
	22.02.-06.03.2012	44	39	36	-	35	34
	06.06.-20.03.2012	55	43	44	-	39	36
	20.03.-02.04.2012	47	41	41	-	37	36
	02.04.-16.04.2012	44	32	31	-	28	27
	16.04.-30.04.2012	53	38	36	-	30	27
	30.04.-14.05.2012	47	32	32	-	26	23
	14.05.-29.05.2012	42	33	32	-	28	25
	29.05.-12.06.2012	38	24	22	-	21	17
	12.06.-25.06.2012	44	29	29	-	23	20
	25.06.-10.07.2012	46	32	33	-	26	22
	10.07.-23.07.2012	28	21	21	-	17	14
	23.07.-06.08.2012	-	35	35	-	29	26
	06.08.-20.08.2012	38	33	29	-	-	27
	20.08.-03.09.2012	44	-	29	-	26	-
	03.09.-17.09.2012	45	35	36	-	31	28
	17.09.-02.10.2012	49	39	40	-	35	30
	02.10.-16.10.2012	46	36	34	-	30	27
	16.10.-30.10.2012	47	40	39	-	35	32
	30.10.-13.11.2012	47	40	38	-	36	31
	13.11.-26.11.2012	58	47	44	-	43	40
	26.11.-10.12.2012	34	30	31	-	28	27
	10.12.-27.12.2012	50	40	40	-	39	35
	27.12.-08.01.2013	36	29	27	-	26	22
<b>2013</b>	<b>08.01.-22.01.2013</b>	45	40	38	-	36	34
	22.01.-05.02.2013	45	35	33	-	32	30
	05.02.-19.02.2013	46	41	40	-	38	37
	19.02.-05.03.2013	48	43	44	-	39	38
	05.03.-19.03.2013	56	48	46	-	42	38
	19.03.-03.04.2013	40	36	33	-	30	28
	03.04.-16.04.2013	42	35	34	-	31	27
	16.04.-30.04.2013	35	28	29	-	24	23
	30.04.-14.05.2013	34	26	28	-	25	23
	14.05.-28.05.2013	32	25	25	-	22	19
	28.05.-11.06.2013	36	30	28	-	24	22
	11.06.-25.06.2013	44	31	30	-	25	21
	25.06.-09.07.2013	40	28	28	-	25	20
	09.07.-23.07.2013	56	44	41	-	34	33

		ML6	ML7	ML8	-	ML9	ML10
		(MÜSC MP1)	(MÜSC MP2)	(MÜSC MP3)	(MÜSC MP4)	(MÜSC MP5)	(MÜSC MP6)
	Messzeitraum	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
	23.07.-06.08.2013	47	35	33	-	29	24
	06.08.-20.08.2013	39	28	27	-	22	22
	20.08.-03.09.2013	38	33	32	-	28	26
	03.09.-17.09.2013	37	31	30	-	28	24
	17.09.-01.10.2013	38	32	31	-	28	25
	01.10.-15.10.2013	47	39	38	-	35	30
	15.10.-29.10.2013	54	39	40	-	37	31
	29.10.-14.11.2013	36	30	28	-	25	24
	14.11.-28.11.2013	42	33	34	-	32	29
	28.11.-12.12.2013	41	40	37	-	34	32
	12.12.-18.12.2013	87	72	74	-	68	64
	18.12.-09.01.2014	62	50	47	-	44	37
<b>2014</b>	09.01.-23.01.2014	51	43	42	-	41	37
	23.01.-06.02.2014	53	46	46	-	43	38
	06.02.-20.02.2014	51	40	42	-	37	35
	20.02.-06.03.2014	50	42	40	-	38	36
	06.03.-20.03.2014	44	39	39	-	37	34
	20.03.-03.04.2014	53	46	46	-	39	36
	03.04.-24.04.2014	40	33	32	-	29	27
	24.04.-08.05.2014	39	31	32	-	26	23
	08.05.-22.05.2014	35	28	27	-	24	21
	22.05.-04.06.2014	40	31	32	-	25	23
	04.06.-18.06.2014	44	32	32	-	25	22
	18.06.-03.07.2014	39	27	27	-	22	20
	03.07.-17.07.2014	34	26	24	-	22	18
	17.07.-29.07.2014	45	35	35	-	28	26
	29.07.-14.08.2014	35	27	26	-	22	20
	14.08.-26.08.2014	26	22	21	-	18	16
	26.08.-09.09.2014	38	30	29	-	26	23
	09.09.-23.09.2014	44	36	36	-	32	-
	23.09.-08.10.2014	50	46	43	-	39	-
	08.10.-21.10.2014	52	41	40	-	38	-
	21.10.-04.11.2014	49	43	40	-	49	-
	04.11.-20.11.2014	41	37	33	-	35	-
	20.11.-03.12.2014	41	36	33	-	31	-
	03.12.-16.12.2014	48	40	41	-	39	-
	16.12.-08.01.2015	33	29	28	-	27	-
	<b>Jahresmittelwert 2011</b>	<b>45</b>	<b>37</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>28</b>
	<b>Jahresmittelwert 2012</b>	<b>44</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>31</b>	<b>28</b>
	<b>Jahresmittelwert 2013</b>	<b>45</b>	<b>37</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>29</b>
	<b>Jahresmittelwert 2014</b>	<b>43</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>

Tab. 8: Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Blütenburgstraße, Ostseite der Landshuter Allee in München sowie am Messpunkt MEG im Englischen Garten [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

		ML14	ML15	ML16	ML17	MEG
		(MÜBL MP1)	(MÜBL MP2)	(MÜBL MP3)	(MÜBL MP4)	(MÜPR MP6)
	Messzeitraum	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
2010	16.04.-05.05.2010	-	-	-	-	-
	05.05.-18.05.2010	-	-	-	-	-
	18.05.-01.06.2010	-	-	-	-	19
	01.06.-15.06.2010	-	-	-	-	22
	15.06.-26.06.2010	-	-	-	-	23
	29.06.-14.07.2010	-	-	-	-	23
	14.07.-26.07.2010	-	-	-	-	20
	26.07.-10.08.2010	-	-	-	-	23
	10.08.-24.08.2010	-	-	-	-	19
	24.08.-07.09.2010	-	-	-	-	20
	07.09.-21.09.2010	-	-	-	-	20
	21.09.-05.10.2010	-	-	-	-	29
	05.10.-19.10.2010	-	-	-	-	28
	19.10.-03.11.2010	-	-	-	-	35
	03.11.-16.11.2010	-	-	-	-	31
	16.11.-30.11.2010	-	-	-	-	32
	30.11.-14.12.2010	-	-	-	-	40
	14.12.-28.12.2010	-	-	-	-	42
	28.12.-11.01.2011	-	-	-	-	43
	2011	11.01.-26.01.2011	Passivsammler nicht ausgebracht			
26.01.-08.02.2011		22	46	44	41	34
08.02.-22.02.2011		23	41	36	35	26
22.02.-08.03.2011		23	41	39	36	28
08.03.-22.03.2011		20	43	38	38	28
22.03.-05.04.2011		23	47	40	39	28
05.04.-19.04.2011		19	39	32	33	21
19.04.-03.05.2011		20	28	27	-	17
03.05.-17.05.2011		20	38	31	29	21
17.05.-31.05.2011		29	37	28	27	17
31.05.-14.06.2011		28	31	24	24	15
14.06.-28.06.2011		35	31	24	23	17
28.06.-12.07.2011		31	34	26	23	15
12.07.-26.07.2011		32	33	23	23	16
26.07.-09.08.2011		40	38	28	28	19
09.08.-23.08.2011		42	41	30	29	18
23.08.-07.09.2011		43	39	31	31	21
07.09.-20.09.2011		47	39	30	29	19
20.09.-05.10.2011		66	56	48	46	29
05.10.-18.10.2011		43	34	26	28	19
18.10.-31.10.2011	46	41	37	36	26	
31.10.-15.11.2011	48	39	36	37	26	
15.11.-30.11.2011	61	51	49	47	37	

	ML14 (MÜBL MP1)	ML15 (MÜBL MP2)	ML16 (MÜBL MP3)	ML17 (MÜBL MP4)	MEG (MÜPR MP6)	
Messzeitraum	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	
	30.11.-13.12.2011	51	45	36	36	27
	13.12.-27.12.2011	51	47	36	36	27
	27.12.-10.01.2012	33	30	23	26	18
<b>2012</b>	10.01.-24.01.2012	47	43	34	35	25
	24.01.-07.02.2012	44	35	34	35	25
	07.02.-22.02.2012	51	46	40	40	27
	22.02.-06.03.2012	55	47	39	40	29
	06.06.-20.03.2012	58	49	41	42	29
	20.03.-02.04.2012	55	44	40	39	27
	02.04.-16.04.2012	48	37	30	28	19
	16.04.-30.04.2012	47	36	31	29	20
	30.04.-14.05.2012	48	36	28	25	19
	14.05.-29.05.2012	40	31	26	25	18
	29.05.-12.06.2012	41	32	23	24	16
	12.06.-25.06.2012	45	34	25	24	15
	25.06.-10.07.2012	47	36	28	27	17
	10.07.-23.07.2012	27	32	22	22	14
	23.07.-06.08.2012	44	35	27	26	17
	06.08.-20.08.2012	40	29	27	25	16
	20.08.-03.09.2012	44	32	26	26	16
	03.09.-17.09.2012	49	41	34	32	22
	17.09.-02.10.2012	51	42	36	38	27
	02.10.-16.10.2012	46	37	32	33	22
	16.10.-30.10.2012	43	35	34	32	22
	30.10.-13.11.2012	53	43	39	38	27
	13.11.-26.11.2012	49	41	40	39	28
	26.11.-10.12.2012	45	39	34	33	25
	10.12.-27.12.2012	55	48	40	41	32
	27.12.-08.01.2013	42	37	30	32	23
<b>2013</b>	08.01.-22.01.2013	51	42	38	40	29
	22.01.-05.02.2013	48	44	34	37	28
	05.02.-19.02.2013	55	44	39	39	28
	19.02.-05.03.2013	47	38	37	35	27
	05.03.-19.03.2013	55	47	42	43	-
	19.03.-03.04.2013	32	27	26	24	18
	03.04.-16.04.2013	45	36	28	29	21
	16.04.-30.04.2013	46	38	32	28	20
	30.04.-14.05.2013	41	32	26	26	19
	14.05.-28.05.2013	38	32	26	27	-
	28.05.-11.06.2013	40	31	26	25	16
	11.06.-25.06.2013	42	30	25	24	16
	25.06.-09.07.2013	42	33	26	25	16
	09.07.-23.07.2013	53	36	32	29	23
	23.07.-06.08.2013	44	34	28	29	21

	ML14 (MÜBL MP1)	ML15 (MÜBL MP2)	ML16 (MÜBL MP3)	ML17 (MÜBL MP4)	MEG (MÜPR MP6)
Messzeitraum	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
06.08.-20.08.2013	43	32	27	24	16
20.08.-03.09.2013	41	31	26	25	19
03.09.-17.09.2013	43	35	29	30	22
17.09.-01.10.2013	47	39	32	34	22
01.10.-15.10.2013	-	-	-	-	23
15.10.-29.10.2013	52	43	38	38	27
29.10.-14.11.2013	42	36	28	29	21
14.11.-28.11.2013	43	40	33	32	21
28.11.-12.12.2013	50	47	37	39	31
12.12.-18.12.2013	90	79	70	64	46
18.12.-09.01.2014	53	47	45	42	34
<b>2014</b>					
09.01.-23.01.2014	60	52	41	43	39
23.01.-06.02.2014	57	52	43	44	32
06.02.-20.02.2014	50	45	39	39	27
20.02.-06.03.2014	54	47	39	1	31
06.03.-20.03.2014	48	42	36	70	28
20.03.-03.04.2014	52	45	39	36	29
03.04.-24.04.2014	40	36	30	30	20
24.04.-08.05.2014	42	36	28	28	19
08.05.-22.05.2014	45	35	28	25	16
22.05.-04.06.2014	42	35	28	27	20
04.06.-18.06.2014	42	30	24	21	17
18.06.-03.07.2014	42	33	26	25	16
03.07.-17.07.2014	43	35	27	24	17
17.07.-29.07.2014	47	41	31	30	21
29.07.-14.08.2014	38	30	24	24	17
14.08.-26.08.2014	35	31	23	22	15
26.08.-09.09.2014	39	34	27	26	17
09.09.-23.09.2014	49	43	35	33	21
23.09.-08.10.2014	57	47	40	38	25
08.10.-21.10.2014	54	46	37	38	26
21.10.-04.11.2014	49	42	37	39	27
04.11.-20.11.2014	47	40	34	36	-
20.11.-03.12.2014	29	26	26	23	20
03.12.-16.12.2014	55	46	41	40	32
16.12.-08.01.2015	42	39	30	34	25
<b>Jahresmittelwert 2011</b>	<b>47</b>	<b>39</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>23</b>
<b>Jahresmittelwert 2012</b>	<b>47</b>	<b>38</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>22</b>
<b>Jahresmittelwert 2013</b>	<b>47</b>	<b>39</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>23</b>
<b>Jahresmittelwert 2014</b>	<b>46</b>	<b>40</b>	<b>33</b>	<b>32</b>	<b>23</b>

## 1.4 München (Lothstraße)

Tab. 9: Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Lothstraße in München [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

		MLo1	MLo2	MLo3	MLo4	MLo0	MLoLÜB
					(LÜB-nah)	LÜB (PS)	(NO <sub>2</sub> -Monitor)
	Messzeitraum	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
2010	18.05.-01.06.2010	30	21	18	27	26	27
	01.06.-15.06.2010	31	25	21	28	28	28
	15.06.-29.06.2010	36	28	24	31	32	33
	29.06.-14.07.2010	38	28	22	31	31	34
	14.07.-26.07.2010	29	21	17	24	25	23
	26.07.-10.08.2010	36	26	22	31	31	29
	10.08.-24.08.2010	28	21	18	26	26	29
	24.08.-07.09.2010	31	23	19	25	25	24
	07.09.-21.09.2010	41	30	25	35	34	35
	21.09.-05.10.2010	48	47	31	38	39	37
	05.10.-19.10.2010	40	34	31	35	37	34
	19.10.-03.11.2010	48	41	37	44	44	43
	03.11.-16.11.2010	39	33	29	35	37	33
	16.11.-30.11.2010	39	36	32	39	36	36
	30.11.-14.12.2010	49	44	41	47	46	44
	14.12.-28.12.2010	50	44	42	47	49	47
28.12.-11.01.2011	53	46	46	50	49	50	
2011	11.01.-26.01.2011	36	-	26	-	-	38
	26.01.-08.02.2011	40	-	31	-	-	45
	08.02.-22.02.2011	33	-	27	-	-	34
	22.02.-08.03.2011	36	-	30	-	-	38
	08.03.-22.03.2011	33	-	28	-	-	38
	22.03.-05.04.2011	38	-	28	-	-	40
	05.04.-19.04.2011	29	-	22	-	-	33
	19.04.-03.05.2011	28	-	20	-	-	29
	03.05.-17.05.2011	31	-	20	-	-	30
	17.05.-31.05.2011	29	-	16	-	-	27
	31.05.-14.06.2011	25	-	15	-	-	23
	14.06.-28.06.2011	25	-	14	-	-	24
	28.06.-12.07.2011	28	-	15	-	-	25
	12.07.-26.07.2011	25	-	14	-	-	23
	26.07.-09.08.2011	27	-	17	-	-	24
	09.08.-23.08.2011	31	-	19	-	-	28
	23.08.-07.09.2011	31	-	20	-	-	27
	07.09.-20.09.2011	30	-	19	-	-	27
	20.09.-05.10.2011	49	-	32	-	-	46
	05.10.-18.10.2011	26	-	18	-	-	26
18.10.-31.10.2011	35	-	27	-	-	35	
31.10.-15.11.2011	36	-	29	-	-	32	

		MLo1	MLo2	MLo3	MLo4	MLo0	MLoLÜB
					(LÜB-nah)	LÜB (PS)	(NO <sub>2</sub> -Monitor)
	Messzeitraum	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
	15.11.-30.11.2011	49	-	38	-	-	43
	30.11.-13.12.2011	36	-	26	-	-	34
	13.12.-27.12.2011	33	-	24	-	-	36
	27.12.-10.01.2012	22	-	16	-	-	24
2012	10.01.-24.01.2012	31	-	24	-	-	37
	24.01.-07.02.2012	32	-	26	-	-	39
	07.02.-22.02.2012	36	-	29	-	-	44
	22.02.-06.03.2012	33	-	29	-	-	39
	06.03.-20.03.2012	38	-	30	-	-	40
	Jahresmittelwert 2011	25	-	14	-	-	23

An den Messpunkten MLo2, MLo4 und MLo0 wurden die Probenahmen im November 2010 und an den Messpunkten MLo1 und MLo3 im März 2012 beendet.



## 1.5 München (Prinzregentenstraße und Englischer Garten)

Tab. 10: Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Prinzregentenstraße in München [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

		MP0	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MPLÜB
		LÜB (PS)					MEG	(NO <sub>2</sub> - Monitor)
	Messzeitraum	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
<b>2010</b>	16.04.-05.05.2010	-	-	-	-	-	-	
	05.05.-18.05.2010	-	-	-	-	-	-	
	18.05.-01.06.2010	68	69	37	22	18	19	65
	01.06.-15.06.2010	64	71	39	25	22	22	64
	15.06.-26.06.2010	63	69	45	26	24	23	63
	29.06.-14.07.2010	68	78	39	26	23	23	75
	14.07.-26.07.2010	69	68	38	23	19	20	70
	26.07.-10.08.2010	92	97	54	28	24	23	80
	10.08.-24.08.2010	72	76	45	24	20	19	77
	24.08.-07.09.2010	63	69	36	23	20	20	60
	07.09.-21.09.2010	76	77	51	30	25	20	69
	21.09.-05.10.2010	77	85	51	32	27	29	68
	05.10.-19.10.2010	56	63	44	32	27	28	50
	19.10.-03.11.2010	73	75	57	-	35	35	67
	03.11.-16.11.2010	71	73	49	34	-	31	61
	16.11.-30.11.2010	74	-	50	35	-	32	65
	30.11.-14.12.2010	78	-	60	43	-	40	70
	14.12.-28.12.2010	78	-	60	44	-	42	71
	28.12.-11.01.2011	66	-	59	47	-	43	64
	<b>2011</b>	11.01.-26.01.2011	63	-	45	32	-	29
26.01.-08.02.2011		64	-	52	37	-	34	76
08.02.-22.02.2011		50	-	40	28	-	26	55
22.02.-08.03.2011		53	-	38	30	-	28	63
08.03.-22.03.2011		61	-	43	31	-	28	69
22.03.-05.04.2011		62	-	46	30	-	28	72
05.04.-19.04.2011		53	-	34	23	-	21	64
19.04.-03.05.2011		40	-	29	19	-	17	49
03.05.-17.05.2011		60	-	36	22	-	21	68
17.05.-31.05.2011		61	-	38	19	-	17	67
31.05.-14.06.2011		50	-	29	17	-	15	53
14.06.-28.06.2011		52	-	31	17	-	17	55
28.06.-12.07.2011		58	-	28	17	-	15	61
12.07.-26.07.2011		63	-	35	17	-	16	63
26.07.-09.08.2011		58	-	35	18	-	19	59
09.08.-23.08.2011		52	-	35	20	-	18	56
23.08.-07.09.2011		54	-	38	23	-	21	54
07.09.-20.09.2011		68	-	41	22	-	19	65
20.09.-05.10.2011		71	-	49	31	-	29	68
05.10.-18.10.2011		61	-	35	21	-	19	58

		MP0	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MPLÜB
		LÜB (PS)					MEG	(NO <sub>2</sub> - Monitor)
	Messzeitraum	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
	18.10.-31.10.2011	56	-	40	28	-	26	55
	31.10.-15.11.2011	49	-	39	30	-	26	44
	15.11.-30.11.2011	66	-	54	38	-	37	60
	30.11.-13.12.2011	71	-	47	27	-	27	72
	13.12.-27.12.2011	74	-	46	27	-	27	70
	27.12.-10.01.2012	49	-	28	19	-	18	49
<b>2012</b>	10.01.-24.01.2012	66	-	41	26	-	25	52
	24.01.-07.02.2012	47	-	33	28	-	25	-
	07.02.-22.02.2012	-	-	39	30	-	27	-
	22.02.-06.03.2012	-	-	41	31	-	29	-
	06.06.-20.03.2012	-	-	44	30	-	29	-
	20.03.-02.04.2012	-	-	-	-	-	25	-
	<b>Jahresmittelwert 2011</b>	58	-	39	25	-	23	61

Die Messungen an den Messpunkten MP2 und MP4 wurden am 18.11.2010 beendet. Die Messungen an den anderen Standorten (bis auf den Messpunkt MP6) wurden im Frühjahr 2012 nach dem Abbau der LÜB-Station abgeschlossen. Der Messpunkt MP6 im Englischen Garten wurde unter der Bezeichnung MEG zur Messung der Münchener NO<sub>2</sub>-Hintergrundkonzentration beibehalten (s. Tab. 8).

## 1.6 Nürnberg (Von-der-Tann-Straße)

Tab. 11: Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Umgebung der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

		NT1	NT2	NT0	NT4	NT5	NT6	NT7	NTLÜB
	Messzeitraum	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
<b>2013</b>	<b>25.03.-08.04.2013</b>	47	46	46	-	21	18	16	55
	<b>08.04.-22.04.2013</b>	51	51	37	-	23	24	23	42
	<b>22.04.-07.05.2013</b>	53	56	47	-	27	25	22	47
	<b>07.05.-22.05.2013</b>	43	45	36	-	20	23	18	36
	<b>22.05.-04.06.2013</b>	42	42	33	49	20	19	18	33
	<b>04.06.-17.06.2013</b>	51	52	49	48	21	21	18	52
	<b>17.06.-01.07.2013</b>	49	51	38	55	23	23	22	43
	<b>01.07.-16.07.2013</b>	52	55	50	48	21	20	19	54
	<b>16.07.-29.07.2013</b>	63	66	58	61	25	24	22	66
	<b>29.07.-12.08.2013</b>	54	57	49	58	27	22	24	54
	<b>12.08.-26.08.2013</b>	52	54	47	51	24	23	21	52
	<b>26.08.-10.09.2013</b>	49	48	48	50	25	24	24	50
	<b>10.09.-23.09.2013</b>	51	53	38	68	26	28	25	32
	<b>23.09.-08.10.2013</b>	57	55	54	41	24	23	21	53
	<b>08.10.-21.10.2013</b>	67	65	49	74	33	32	33	44
	<b>21.10.-04.11.2013</b>	50	52	40	51	26	27	25	41
	<b>04.11.-19.11.2013</b>	56	61	48	58	29	29	28	44
	<b>19.11.-02.12.2013</b>	55	57	50	59	32	32	32	47
	<b>02.12.-17.12.2013</b>	54	56	46	58	32	31	26	43
	<b>17.12.-15.01.2014</b>	57	59	46	54	33	32	33	46
<b>2014</b>	<b>15.01.-27.01.2014</b>	59	60	50	64	32	34	32	45
	<b>27.01.-10.02.2014</b>	64	64	57	55	33	36	34	53
	<b>10.02.-25.02.2014</b>	62	64	51	70	37	38	38	54
	<b>25.02.-11.03.2014</b>	68	72	61	65	40	40	37	66
	<b>11.03.-25.03.2014</b>	57	58	47	59	33	33	32	53
	<b>25.03.-16.04.2014</b>	56	57	51	49	31	29	27	61
	<b>16.04.-28.04.2014</b>	55	56	55	51	26	26	25	57
	<b>28.04.-15.05.2014</b>	43	46	35	53	20	22	19	39
	<b>15.05.-26.05.2014</b>	52	54	46	48	22	24	22	53
	<b>26.05.-12.06.2014</b>	50	55	43	49	22	23	21	52
	<b>12.06.-26.06.2014</b>	32	35	33	32	15	14	14	39
	<b>26.06.-10.07.2014</b>	47	48	40	56	20	24	20	45
	<b>10.07.-23.07.2014</b>	53	53	47	55	24	23	22	49
	<b>23.07.-07.08.2014</b>	55	58	52	50	21	21	19	57
	<b>07.08.-21.08.2014</b>	41	41	31	51	19	21	18	34
	<b>21.08.-03.09.2014</b>	51	49	40	56	25	27	22	42
	<b>03.09.-18.09.2014</b>	53	53	51	47	26	25	23	53
	<b>18.09.-30.09.2014</b>	57	57	47	63	28	30	26	45
	<b>30.09.-15.10.2014</b>	67	66	62	65	38	35	33	54
	<b>15.10.-30.10.2014</b>	54	55	46	58	28	28	27	43

	<b>NT1</b>	<b>NT2</b>	<b>NT0</b>	<b>NT4</b>	<b>NT5</b>	<b>NT6</b>	<b>NT7</b>	<b>NTLÜB</b>
<b>Messzeitraum</b>	<b>[µg/m³]</b>	<b>[µg/m³]</b>	<b>[µg/m³]</b>	<b>[µg/m³]</b>	<b>[µg/m³]</b>	<b>[µg/m³]</b>	<b>[µg/m³]</b>	<b>[µg/m³]</b>
<b>30.10.-13.11.2014</b>	63	62	53	57	32	33	30	47
<b>13.11.-27.11.2014</b>	56	55	54	48	29	30	28	49
<b>27.11.-10.12.2014</b>	51	52	50	45	26	27	26	44
<b>10.12.-07.01.2015</b>	43	45	35	53	27	27	27	
<b>Zwölfmonatsmittelwert 2013/14 (22.05.2013 - 26.05.2014)</b>	<b>55</b>	<b>56</b>	<b>48</b>	<b>56</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>49</b>
<b>Jahresmittelwert 2014</b>	<b>54</b>	<b>55</b>	<b>47</b>	<b>54</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>49</b>

## 1.7 Regensburg (Rathaus)

Tab. 12: Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Umgebung der LÜB-Station am Rathaus in Regensburg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

		RR0	RR2	RR3	RR4	RRA5	RR-LÜB
	Messzeitraum	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
<b>2013</b>	<b>07.03.-20.03.2013</b>	30	33	31	35	39	45
	<b>20.03.-04.04.2013</b>	22	26	18	33	25	47
	<b>04.04.-18.04.2013</b>	30	38	29	39	37	53
	<b>18.04.-02.05.2013</b>	22	33	23	33	34	44
	<b>02.05.-16.05.2013</b>	23	29	24	35	36	40
	<b>16.05.-29.05.2013</b>	22	29	23	30	32	37
	<b>29.05.-13.06.2013</b>	20	25	26	31	30	38
	<b>13.06.-27.06.2013</b>	21	28	22	32	32	40
	<b>27.06.-11.07.2013</b>	18	25	22	31	31	38
	<b>11.07.-24.07.2013</b>	19	28	23	34	33	49
	<b>24.07.-07.08.2013</b>	26	34	25	34	38	47
	<b>07.08.-22.08.2013</b>	19	25	22	26	32	36
	<b>22.08.-06.09.2013</b>	21	27	23	29	31	40
	<b>06.09.-18.09.2013</b>	25	36	-	33	35	37
	<b>18.09.-02.10.2013</b>	28	36	-	34	33	39
	<b>02.10.-17.10.2013</b>	31	42	-	37	39	40
	<b>17.10.-31.10.2013</b>	33	44	-	36	39	39
	<b>31.10.-21.11.2013</b>	30	37	-	33	36	35
	<b>21.11.-05.12.2013</b>	32	43	-	39	40	43
	<b>05.12.-18.12.2013</b>	35	45	-	41	41	41
<b>18.12.-16.01.2014</b>	33	42	-	35	39	38	
<b>2014</b>	<b>16.01.-30.01.2014</b>	35	42	-	39	39	39
	<b>30.01.-13.02.2014</b>	40	45	-	41	42	46
	<b>13.02.-27.02.2014</b>	39	43	-	41	38	45
	<b>27.02.-13.03.2014</b>	33	43	-	40	39	49
	<b>13.03.-27.03.2014</b>	31	41	-	39	38	44
	<b>Mittelwert (ges. Messzeitraum)</b>	<b>28</b>	<b>35</b>	<b>24</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>42</b>
<b>Zwölfmonatsmittelwert 2013/14 (07.03.2013 – 13.03.2014)</b>	<b>27</b>	<b>35</b>	<b>24</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>42</b>	

RR3: nur bis 06.09.2013; Abbau wg. lokaler Baumaßnahmen

## 1.8 Würzburg (Stadtring Süd)

Tab. 13: Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Umgebung der LÜB-Station am Stadtring Süd in Würzburg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

		WS0	WS2	WS3	WS4	WS5	WS6	WSLÜB
		LÜB-PS						NO <sub>2</sub> - Monitor
	Messzeitraum	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
<b>2013</b>	<b>26.03.-09.04.2013</b>	31	24	20	19	17	20	41
	<b>09.04.-23.04.2013</b>	38	25	23	24	20	24	43
	<b>23.04.-06.05.2013</b>	44	26	28	27	20	28	46
	<b>06.05.-21.05.2013</b>	35	20	19	18	15	22	35
	<b>21.05.-03.06.2013</b>	30	16	19	18	15	20	32
	<b>03.06.-18.06.2013</b>	38	22	23	23	17	27	44
	<b>18.06.-03.07.2013</b>	34	20	21	21	17	18	36
	<b>03.07.-15.07.2013</b>	44	21	24	23	17	29	43
	<b>15.07.-30.07.2013</b>	41	24	21	23	17	25	47
	<b>30.07.-13.08.2013</b>	36	21	20	23	16	25	37
	<b>13.08.-27.08.2013</b>	34	24	23	24	21	24	39
	<b>27.08.-09.09.2013</b>	38	26	25	27	19	26	39
	<b>09.09.-24.09.2013</b>	36	20	21	22	18	24	37
	<b>24.09.-07.10.2013</b>	37	28	24	24	20	23	39
	<b>07.10.-22.10.2013</b>	43	32	27	30	23	26	43
	<b>22.10.-06.11.2013</b>	37	29	23	24	20	23	37
	<b>06.11.-18.11.2013</b>	43	28	28	29	25	28	43
	<b>18.11.-05.12.2013</b>	47	32	31	30	29	31	48
	<b>05.12.-16.12.2013</b>	35	27	28	24	25	25	38
	<b>16.12.-13.01.2014</b>	44	37	31	34	28	31	47
<b>2014</b>	<b>13.01.-28.01.2014</b>	47	33	28	31	26	30	45
	<b>28.01.-11.02.2014</b>	35	29	24	27	23	24	40
	<b>11.02.-24.02.2014</b>	46	37	29	34	27	31	45
	<b>24.02.-10.03.2014</b>	45	38	34	34	30	33	51
	<b>10.03.-24.03.2014</b>	45	31	29	30	25	30	47
	<b>24.03.-15.04.2014</b>	36	27	27	27	23	29	44
	<b>Mittelwert (ges. Messzeitraum)</b>	<b>39</b>	<b>27</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>26</b>	<b>42</b>
<b>Zwölfmonatsmittelwert (09.04.2013 – 15.04.2014)</b>	<b>39</b>	<b>27</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>26</b>	<b>42</b>	

## 2 Kontinuierliche Messungen (Airpointer)

### 2.1 Augsburg (Kesselmarkt)

Tab. 14: Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen Konzentrationen und Temperaturen am Messpunkt AK2 in der Umgebung der LÜB-Station in der Karlstraße in Augsburg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

	Temperatur	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	O <sub>3</sub>
Datum	[°C]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
10.06.2010	25	52	42	10	73
11.06.2010	23	40	31	9	80
12.06.2010	21	38	29	9	67
13.06.2010	16	26	18	7	52
14.06.2010	17	40	29	11	62
15.06.2010	16	31	24	8	41
16.06.2010	-	-	-	-	-
17.06.2010	-	-	-	-	-
18.06.2010	13	57	37	19	49
19.06.2010	11	40	27	13	46
20.06.2010	10	26	20	6	40
21.06.2010	12	48	29	18	30
22.06.2010	14	51	35	16	40
23.06.2010	16	57	37	20	57
24.06.2010	18	86	55	31	58
25.06.2010	20	62	44	18	82
26.06.2010	21	40	33	7	97
27.06.2010	21	33	29	4	84
28.06.2010	22	53	41	12	75
29.06.2010	23	61	47	14	85
30.06.2010	24	58	44	13	109
01.07.2010	24	55	46	9	92
02.07.2010	25	66	52	13	96
03.07.2010	26	60	51	9	84
04.07.2010	22	23	19	4	102
05.07.2010	23	39	29	10	90
06.07.2010	20	38	29	9	74
07.07.2010	20	43	34	9	83
08.07.2010	22	46	38	9	93
09.07.2010	25	61	48	13	86
10.07.2010	27	46	40	6	86
11.07.2010	26	29	24	6	97
12.07.2010	26	47	37	11	98
13.07.2010	-	-	-	-	-
14.07.2010	-	-	-	-	-
15.07.2010	21	51	38	12	54
16.07.2010	25	56	40	16	75

	Temperatur	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	O <sub>3</sub>
Datum	[°C]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
17.07.2010	20	30	22	8	75
18.07.2010	17	23	18	5	54
19.07.2010	20	33	27	6	64
20.07.2010	21	40	33	7	69
21.07.2010	24	70	50	20	69
22.07.2010	23	43	33	10	85
23.07.2010	-	-	-	-	-
24.07.2010	-	-	-	-	-
25.07.2010	-	-	-	-	-
26.07.2010	-	-	-	-	-
27.07.2010	-	-	-	-	-
28.07.2010	-	-	-	-	-
29.07.2010	-	-	-	-	-
30.07.2010	-	-	-	-	-
31.07.2010	-	-	-	-	-
01.08.2010	-	-	-	-	-
02.08.2010	-	-	-	-	-
03.08.2010	-	-	-	-	-
04.08.2010	17	60	39	21	50
05.08.2010	15	58	35	23	34
06.08.2010	-	-	-	-	-
07.08.2010	16	57	39	17	53
08.08.2010	16	37	28	10	41
09.08.2010	18	47	29	18	47
10.08.2010	20	58	39	19	55
11.08.2010	21	64	44	21	57
12.08.2010	18	57	38	19	35
13.08.2010	16	63	40	23	30
14.08.2010	16	31	22	9	39
15.08.2010	17	23	17	6	57
16.08.2010	14	47	30	17	53
17.08.2010	15	41	29	13	66
18.08.2010	16	65	43	22	48
19.08.2010	18	43	30	13	59
20.08.2010	20	65	45	20	44
21.08.2010	23	52	37	15	59
22.08.2010	24	47	36	11	54
23.08.2010	22	70	49	21	32
24.08.2010	19	37	24	13	42
25.08.2010	17	51	32	19	55
26.08.2010	23	62	43	19	38



## 2.2 Nürnberg (Von-der-Tann-Straße)

Tab. 15: Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen Konzentrationen und Temperaturen am Messpunkt NT2 in der Umgebung der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Datum	Temperatur [°C]	NO <sub>x</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	O <sub>3</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
16.01.2014	5	275	59	141	4
17.01.2014	6	269	73	128	4
18.01.2014	4	136	41	62	13
19.01.2014	4	152	40	73	5
20.01.2014	4	247	44	132	2
21.01.2014	3	245	41	133	2
22.01.2014	3	323	62	170	2
23.01.2014	4	323	62	171	2
24.01.2014	3	235	53	119	4
25.01.2014	0	165	44	79	2
26.01.2014	1	70	32	25	29
27.01.2014	2	221	63	103	20
28.01.2014	1	301	69	151	8
29.01.2014	1	226	55	112	15
30.01.2014	0	238	57	118	16
31.01.2014	0	327	69	168	8
01.02.2014	2	255	70	121	4
02.02.2014	3	152	52	65	8
03.02.2014	2	230	52	116	5
04.02.2014	1	273	63	137	4
05.02.2014	2	255	55	130	6
06.02.2014	6	244	65	116	15
07.02.2014	8	176	48	83	29
08.02.2014	6	129	48	53	26
09.02.2014	5	68	31	24	40
10.02.2014	3	259	65	127	10
11.02.2014	4	195	57	91	20
12.02.2014	2	249	64	121	9
13.02.2014	5	211	59	99	22
14.02.2014	6	192	52	91	30
15.02.2014	7	138	46	60	25
16.02.2014	6	69	30	25	38
17.02.2014	5	370	80	189	8
18.02.2014	5	428	78	228	4
19.02.2014	6	284	68	141	7
20.02.2014	7	289	75	140	9
21.02.2014	6	221	60	106	13
22.02.2014	5	168	60	71	19
23.02.2014	6	124	49	49	16
24.02.2014	6	365	86	181	8

	Temperatur	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	O <sub>3</sub>
Datum	[°C]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
25.02.2014	6	350	87	172	8
26.02.2014	8	329	83	161	4
27.02.2014	6	255	64	125	6
28.02.2014	6	225	64	105	16
01.03.2014	6	194	58	89	8
02.03.2014	5	152	49	67	8
03.03.2014	6	260	62	129	9
04.03.2014	6	282	61	144	6
05.03.2014	6	297	64	152	7
06.03.2014	5	340	77	172	4
07.03.2014	6	376	81	192	6
08.03.2014	8	229	68	105	11
09.03.2014	9	172	65	70	22
10.03.2014	10	319	84	153	19
11.03.2014	10	335	86	162	15
12.03.2014	11	351	103	162	16
13.03.2014	10	422	109	204	10
14.03.2014	10	382	102	183	11
15.03.2014	8	71	37	22	34
16.03.2014	9	28	15	8	47
17.03.2014	11	132	46	56	30
18.03.2014	11	230	57	112	16
19.03.2014	10	111	40	46	35
20.03.2014	13	276	80	128	14
21.03.2014	15	167	62	69	39
22.03.2014	11	118	53	42	29
23.03.2014	6	62	30	21	38
24.03.2014	5	198	57	92	23
25.03.2014	5	252	72	118	16
26.03.2014	5	271	65	135	19
27.03.2014	10	214	68	96	30
28.03.2014	11	212	68	94	32
29.03.2014	13	185	72	74	29
30.03.2014	14	164	71	60	25
31.03.2014	12	357	101	167	8
01.04.2014	14	316	95	144	13
02.04.2014	15	316	104	138	20
03.04.2014	17	278	94	120	20
04.04.2014	17	284	82	131	27
05.04.2014	14	130	55	49	22
06.04.2014	15	61	34	18	35
07.04.2014	17	247	78	111	21
08.04.2014	13	128	44	55	43
09.04.2014	9	108	39	45	48
10.04.2014	10	171	53	76	23

	Temperatur	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	O <sub>3</sub>
Datum	[°C]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
11.04.2014	13	267	71	128	9
12.04.2014	14	168	63	69	20
13.04.2014	13	39	24	10	65
14.04.2014	9	89	32	37	50
15.04.2014	5	118	39	51	42
16.04.2014	8	230	62	110	21
17.04.2014	9	310	80	150	19
18.04.2014	6	80	41	26	33
19.04.2014	10	102	41	40	32
20.04.2014	14	72	36	23	53
21.04.2014	13	93	44	32	36
22.04.2014	14	218	68	98	22
23.04.2014	16	240	74	109	25
24.04.2014	17	242	79	106	32
25.04.2014	19	198	71	83	39
26.04.2014	17	108	49	39	39
27.04.2014	12	43	24	12	42
28.04.2014	12	248	56	125	11
29.04.2014	14	182	48	88	13
30.04.2014	15	262	69	126	20
01.05.2014	14	68	35	22	47
02.05.2014	12	166	46	78	27
03.05.2014	8	100	38	41	39
04.05.2014	10	71	35	23	45
05.05.2014	13	246	80	109	28
06.05.2014	16	197	73	81	40
07.05.2014	14	128	46	54	43
08.05.2014	14	116	42	48	37
09.05.2014	16	81	29	34	48
10.05.2014	13	74	34	26	45
11.05.2014	12	28	13	9	63
12.05.2014	10	94	31	41	44
13.05.2014	10	137	43	61	36
14.05.2014	9	120	44	50	39
15.05.2014	10	141	45	63	32
16.05.2014	13	130	43	57	41
17.05.2014	14	78	37	26	49
18.05.2014	14	61	31	20	44
19.05.2014	18	222	72	97	30
20.05.2014	22	249	88	105	30
21.05.2014	23	231	85	95	38
22.05.2014	24	194	73	79	40
23.05.2014	17	128	50	51	43
24.05.2014	17	65	33	21	46
25.05.2014	19	73	34	25	50

	Temperatur	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	O <sub>3</sub>
Datum	[°C]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
26.05.2014	17	196	64	86	33
27.05.2014	15	133	45	57	41
28.05.2014	13	165	56	72	29
29.05.2014	11	72	25	30	18
30.05.2014	11	200	50	98	16
31.05.2014	14	111	39	47	28
01.06.2014	16	93	43	33	34
02.06.2014	16	228	73	101	26
03.06.2014	17	197	66	85	38
04.06.2014	17	193	71	79	35
05.06.2014	16	125	46	51	39
06.06.2014	21	222	74	96	29
07.06.2014	25	139	68	46	43
08.06.2014	28	76	45	20	63
09.06.2014	27	-	-	-	50
10.06.2014	27	179	76	67	41
11.06.2014	25	139	58	53	50
12.06.2014	23	148	57	59	44
13.06.2014	20	114	43	46	55
14.06.2014	17	59	26	22	52
15.06.2014	17	64	28	23	48
16.06.2014	18	178	58	78	37
17.06.2014	16	164	54	72	29
18.06.2014	20	214	68	95	26
19.06.2014	18	31	17	9	55
20.06.2014	15	66	25	26	34
21.06.2014	16	70	30	26	35
22.06.2014	18	52	26	17	50
23.06.2014	19	130	43	57	37
24.06.2014	20	143	48	62	41
25.06.2014	17	102	35	44	43
26.06.2014	17	166	58	70	34
27.06.2014	20	180	71	71	40
28.06.2014	20	87	44	28	45
29.06.2014	17	38	19	12	48
30.06.2014	16	104	36	44	39
01.07.2014	18	181	61	78	33
02.07.2014	19	179	66	74	36
03.07.2014	22	172	65	70	47
04.07.2014	25	202	89	73	38
05.07.2014	21	52	28	16	56
06.07.2014	26	56	26	20	42
07.07.2014	22	154	52	67	41
08.07.2014	17	95	35	39	36
09.07.2014	12	86	28	38	30

---

<b>Datum</b>	<b>Temperatur [°C]</b>	<b>NO<sub>x</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>NO [µg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>O<sub>3</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>
10.07.2014	14	162	40	79	15
11.07.2014	19	185	51	87	22
12.07.2014	20	73	30	28	34
13.07.2014	18	58	28	20	40
14.07.2014	20	134	42	60	27
15.07.2014	22	152	50	66	36
16.07.2014	23	178	65	74	37
17.07.2014	24	185	63	80	34
18.07.2014	26	228	80	97	26
19.07.2014	28	-	-	-	45
20.07.2014	26	69	42	18	59
21.07.2014	22	96	37	39	50
22.07.2014	23	197	67	85	28

Tab. 16: Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen Konzentrationen und Temperaturen am Messpunkt NT0 in der Umgebung der LÜB-Station in der Von-der-Tann-Straße in Nürnberg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Datum	Temperatur [°C]	NO <sub>x</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	O <sub>3</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
24.07.2014	22	195	68	82	39
25.07.2014	22	167	69	63	40
26.07.2014	23	107	54	35	51
27.07.2014	21	39	25	9	69
28.07.2014	22	179	63	75	29
29.07.2014	21	174	58	76	36
30.07.2014	21	111	45	44	45
31.07.2014	22	143	55	57	40
01.08.2014	22	237	83	100	26
02.08.2014	21	99	50	32	32
03.08.2014	20	33	21	8	44
04.08.2014	21	102	42	39	40
05.08.2014	19	66	31	23	49
06.08.2014	20	154	60	61	32
07.08.2014	21	116	47	45	46
08.08.2014	22	173	59	74	27
09.08.2014	22	54	32	14	45
10.08.2014	23	40	25	10	44
11.08.2014	20	48	23	16	45
12.08.2014	19	71	33	25	38
13.08.2014	16	186	51	88	18
14.08.2014	16	71	28	28	38
15.08.2014	15	72	27	29	34
16.08.2014	14	24	14	6	48
17.08.2014	17	19	13	4	58
18.08.2014	16	44	21	15	49
19.08.2014	15	99	33	43	39
20.08.2014	15	128	47	53	29
21.08.2014	16	75	37	25	42
22.08.2014	15	155	51	68	33
23.08.2014	14	51	29	14	36
24.08.2014	13	18	13	4	59
25.08.2014	14	155	52	67	31
26.08.2014	15	101	39	41	23
27.08.2014	16	156	52	68	26
28.08.2014	17	193	59	88	23
29.08.2014	19	113	45	45	25
30.08.2014	18	56	33	15	35
31.08.2014	14	33	21	8	33
01.09.2014	13	82	31	33	26
02.09.2014	15	120	39	53	17

## 2.3 Augsburg (Annastraße)

Tab. 17: Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen Konzentrationen und Temperaturen am Messpunkt AK3 in der Umgebung der LÜB-Station in der Karlstraße in Augsburg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Datum	Temperatur [°C]	NO <sub>x</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	O <sub>3</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
24.02.2011	0	94	60	22	21
25.02.2011	3	90	57	22	15
26.02.2011	3	68	50	12	24
27.02.2011	5	43	30	9	33
28.02.2011	4	45	32	8	27
01.03.2011	3	41	32	6	50
02.03.2011	2	30	23	4	68
03.03.2011	1	39	29	6	50
04.03.2011	0	77	39	24	24
05.03.2011	2	133	55	51	17
06.03.2011	1	43	31	8	42
07.03.2011	1	25	19	4	59
08.03.2011	3	57	40	11	38
09.03.2011	8	94	57	24	37
10.03.2011	9	68	45	15	50
11.03.2011	8	80	49	20	43
12.03.2011	8	83	55	19	24
13.03.2011	9	103	54	32	6
14.03.2011	12	68	46	15	36
15.03.2011	11	49	36	8	43
16.03.2011	10	69	40	19	25
17.03.2011	7	81	41	26	6
18.03.2011	6	67	39	19	17
19.03.2011	5	30	24	4	48
20.03.2011	4	27	24	2	56
21.03.2011	5	48	35	8	47
22.03.2011	7	83	50	22	41
23.03.2011	9	157	64	60	23
24.03.2011	11	182	68	75	25
25.03.2011	12	117	62	36	35
26.03.2011	10	57	42	10	52
27.03.2011	7	27	22	3	42
28.03.2011	8	92	52	26	23
29.03.2011	11	88	45	28	47
30.03.2011	11	86	51	23	37
31.03.2011	12	62	39	15	41
01.04.2011	14	57	33	15	31
02.04.2011	16	44	33	8	37
03.04.2011	17	40	32	5	51
04.04.2011	11	50	33	11	49

	Temperatur	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	O <sub>3</sub>
Datum	[°C]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
05.04.2011	12	65	39	17	47
06.04.2011	15	67	42	16	45
07.04.2011	17	65	38	18	35
08.04.2011	15	58	37	14	53
09.04.2011	14	47	35	8	63
10.04.2011	13	56	38	11	49
11.04.2011	15	87	52	22	36
12.04.2011	10	47	31	10	62
13.04.2011	6	52	34	12	52
14.04.2011	8	63	41	14	49
15.04.2011	8	39	29	7	53
16.04.2011	9	33	27	3	55
17.04.2011	11	36	28	5	72
18.04.2011	12	47	38	6	70
19.04.2011	14	53	42	7	74
20.04.2011	16	65	50	10	72
21.04.2011	17	92	59	21	65
22.04.2011	18	38	34	3	82
23.04.2011	18	51	41	7	84
24.04.2011	18	31	27	3	95
25.04.2011	16	17	15	1	100
26.04.2011	12	46	34	7	71
27.04.2011	11	48	35	8	46
28.04.2011	12	61	38	15	42
29.04.2011	15	32	25	4	77
30.04.2011	15	22	19	2	77
01.05.2011	13	20	17	2	82
02.05.2011	13	38	29	6	60
03.05.2011	8	44	27	11	49
04.05.2011	8	55	38	11	53
05.05.2011	11	56	38	12	60
06.05.2011	15	48	39	6	74
07.05.2011	17	46	40	4	74
08.05.2011	18	19	17	1	96
09.05.2011	17	24	20	3	90
10.05.2011	18	73	54	12	65
11.05.2011	19	67	49	12	73
12.05.2011	17	69	46	15	53
13.05.2011	15	46	33	8	77
14.05.2011	14	38	31	5	71
15.05.2011	10	28	21	4	65



## 2.4 München (Landshuter Allee)

Tab. 18: Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen Konzentrationen und Temperaturen am Messpunkt ML6 in der Umgebung der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Datum	Temperatur [°C]	NO <sub>x</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	O <sub>3</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
08.10.2010	-	42	16	17	3
09.10.2010	-	16	15	1	10
10.10.2010	-	12	12	1	17
11.10.2010	-	13	13	1	20
12.10.2010	-	17	12	4	8
13.10.2010	-	34	17	11	6
14.10.2010	-	94	51	28	11
15.10.2010	-	55	40	9	12
16.10.2010	-	29	27	2	25
17.10.2010	-	20	19	1	24
18.10.2010	-	57	36	14	10
19.10.2010	-	37	25	9	33
20.10.2010	-	29	23	4	44
21.10.2010	-	60	33	18	29
22.10.2010	-	75	45	20	17
23.10.2010	-	38	36	2	33
24.10.2010	-	21	20	1	47
25.10.2010	-	39	29	7	24
26.10.2010	-	82	41	27	18
27.10.2010	-	88	45	28	12
28.10.2010	-	116	55	40	11
29.10.2010	-	106	47	38	6
30.10.2010	-	102	47	36	5
31.10.2010	-	41	32	6	27
01.11.2010	-	49	34	10	29
02.11.2010	-	58	36	14	7
03.11.2010	-	44	31	9	25
04.11.2010	-	30	24	4	40
05.11.2010	-	24	20	3	33
06.11.2010	-	18	17	1	37
07.11.2010	-	18	17	2	36
08.11.2010	5	34	30	3	42
09.11.2010	5	84	40	29	8
10.11.2010	6	157	54	67	10
11.11.2010	6	46	32	9	23
12.11.2010	11	22	17	3	54
13.11.2010	14	21	19	2	42
14.11.2010	12	70	37	21	16
15.11.2010	10	117	42	49	6
16.11.2010	4	40	30	7	21
17.11.2010	4	48	33	10	13

	Temperatur	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	O <sub>3</sub>
Datum	[°C]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
18.11.2010	5	63	35	19	10
19.11.2010	5	53	41	8	16
20.11.2010	3	43	29	9	9
21.11.2010	4	20	18	1	17
22.11.2010	3	40	24	10	8
23.11.2010	1	50	29	14	9
24.11.2010	2	54	29	16	23
25.11.2010	3	195	68	83	15
26.11.2010	-1	84	43	26	16
27.11.2010	-1	97	49	31	24
28.11.2010	-2	113	53	39	5
29.11.2010	-2	77	40	25	15
30.11.2010	-4	224	74	98	12
01.12.2010	-4	125	50	49	8
02.12.2010	-3	183	61	80	4
03.12.2010	-5	194	65	84	3
04.12.2010	-4	109	53	37	16
05.12.2010	-2	190	86	68	7
06.12.2010	2	316	101	140	5
07.12.2010	7	285	92	126	6
08.12.2010	10	273	82	125	10
09.12.2010	0	57	33	16	28
10.12.2010	-1	54	32	15	35
11.12.2010	1	28	19	6	51
12.12.2010	1	26	19	5	48
13.12.2010	-4	79	43	23	33
14.12.2010	-6	88	48	26	18
15.12.2010	-6	60	38	14	24
16.12.2010	-6	117	53	41	16
17.12.2010	-4	114	56	38	23
18.12.2010	-5	167	74	61	13
19.12.2010	-1	173	79	61	20
20.12.2010	4	177	64	74	33
21.12.2010	4	377	107	176	3
22.12.2010	4	-	107	175	3
23.12.2010	-	374	106	174	3
24.12.2010	-	373	106	174	3
25.12.2010	-	373	106	174	3
26.12.2010	-	373	107	174	3
27.12.2010	-	374	107	174	2
28.12.2010	-	375	108	174	2
29.12.2010	-	375	108	174	2
30.12.2010	-1	376	109	174	2
31.12.2010	-1	377	109	175	2
01.01.2011	-1	378	110	175	2

---

<b>Datum</b>	<b>Temperatur [°C]</b>	<b>NO<sub>x</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>NO [µg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>O<sub>3</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>
<b>02.01.2011</b>	-1	378	110	175	2
<b>03.01.2011</b>	-3	375	110	173	2
<b>04.01.2011</b>	-4	366	108	168	2

Tab. 19: Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen Konzentrationen und Temperaturen am Messpunkt ML3 in der Umgebung der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Datum	Temperatur [°C]	NO <sub>x</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	O <sub>3</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
17.02.2011	2	234	66	109	2
18.02.2011	3	251	75	115	2
19.02.2011	3	149	54	62	5
20.02.2011	0	30	23	5	23
21.02.2011	-3	42	28	9	40
22.02.2011	-4	110	51	39	30
23.02.2011	-4	255	96	104	16
24.02.2011	0	156	78	51	21
25.02.2011	2	216	88	83	15
26.02.2011	2	112	65	31	25
27.02.2011	5	171	74	63	14
28.02.2011	3	74	49	17	18
01.03.2011	2	56	37	13	49
02.03.2011	1	38	23	10	68
03.03.2011	1	56	35	14	44
04.03.2011	0	164	58	69	21
05.03.2011	2	257	89	110	9
06.03.2011	1	97	50	31	32
07.03.2011	0	28	20	5	60
08.03.2011	4	185	77	70	24
09.03.2011	9	275	119	102	16
10.03.2011	10	200	95	69	27
11.03.2011	9	213	96	76	21
12.03.2011	9	151	79	47	20
13.03.2011	12	192	97	62	13
14.03.2011	12	181	80	66	29
15.03.2011	12	67	43	16	42
16.03.2011	10	105	60	30	17
17.03.2011	7	266	79	122	3
18.03.2011	6	186	70	76	6
19.03.2011	4	96	51	29	32
20.03.2011	4	45	34	7	51
21.03.2011	4	48	35	8	54
22.03.2011	6	132	60	47	41
23.03.2011	9	269	100	110	16
24.03.2011	11	400	118	184	20
25.03.2011	13	267	117	98	16
26.03.2011	11	147	80	44	32
27.03.2011	7	63	43	13	37
28.03.2011	9	235	96	91	15
29.03.2011	11	201	85	76	30
30.03.2011	12	252	103	97	21
31.03.2011	12	236	92	94	19

Datum	Temperatur [°C]	NO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	NO [µg/m <sup>3</sup> ]	O <sub>3</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
01.04.2011	14	169	72	64	17
02.04.2011	16	69	43	17	38
03.04.2011	18	208	96	73	24
04.04.2011	11	224	91	87	17
05.04.2011	12	244	99	95	18
06.04.2011	15	254	103	99	17
07.04.2011	18	219	89	85	16
08.04.2011	15	171	83	57	24
09.04.2011	14	149	81	45	34
10.04.2011	13	110	66	29	39
11.04.2011	15	299	114	121	15
12.04.2011	10	199	87	73	29
13.04.2011	6	209	88	79	25
14.04.2011	8	240	94	95	26
15.04.2011	7	85	45	26	42
16.04.2011	8	42	32	6	53
17.04.2011	10	83	45	25	62
18.04.2011	12	102	62	25	55
19.04.2011	14	144	68	50	59
20.04.2011	15	254	108	95	43
21.04.2011	17	224	100	81	52
22.04.2011	18	101	63	25	66
23.04.2011	18	175	105	45	47
24.04.2011	18	101	71	20	62
25.04.2011	15	50	39	7	77
26.04.2011	12	163	86	51	40
27.04.2011	11	224	98	82	17
28.04.2011	12	157	51	69	47
29.04.2011	14	29	24	3	82
30.04.2011	14	33	26	5	68
01.05.2011	12	36	30	4	72
02.05.2011	13	82	50	21	48
03.05.2011	8	184	73	72	32
04.05.2011	7	171	84	57	33
05.05.2011	10	152	63	58	56

Tab. 20: Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen Konzentrationen und Temperaturen am Messpunkt ML8 in der Umgebung der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München (Schlörstraße) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Datum	Temperatur [°C]	NO <sub>x</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	O <sub>3</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
25.11.2011	0	192	52	92	3
26.11.2011	3	110	51	39	5
27.11.2011	7	54	34	13	26
28.11.2011	6	106	49	37	14
29.11.2011	4	234	55	117	5
30.11.2011	8	105	55	33	9
01.12.2011	8	221	62	104	3
02.12.2011	9	139	63	50	14
03.12.2011	7	30	19	7	44
04.12.2011	10	12	8	2	58
05.12.2011	5	35	21	9	49
06.12.2011	3	35	22	9	46
07.12.2011	4	29	18	7	49
08.12.2011	4	61	35	17	38
09.12.2011	8	33	21	8	49
10.12.2011	1	69	48	14	24
11.12.2011	3	60	38	14	14
12.12.2011	3	114	41	48	12
13.12.2011	4	81	47	22	19
14.12.2011	7	61	38	15	33
15.12.2011	5	72	39	22	34
16.12.2011	6	43	30	9	46
17.12.2011	1	31	17	9	50
18.12.2011	0	32	23	6	39
19.12.2011	-1	61	35	17	30
20.12.2011	-1	85	49	24	17
21.12.2011	1	59	35	15	28
22.12.2011	2	78	41	24	10
23.12.2011	6	61	35	17	13
24.12.2011	4	22	14	5	41
25.12.2011	3	20	15	3	43
26.12.2011	4	54	34	13	27
27.12.2011	3	160	54	69	6
28.12.2011	3	110	49	40	9
29.12.2011	3	31	19	8	46
30.12.2011	2	28	16	7	53
31.12.2011	2	42	30	8	30
01.01.2012	9	27	19	6	34
02.01.2012	7	65	32	22	24
03.01.2012	5	38	25	8	40
04.01.2012	5	20	12	5	59
05.01.2012	4	15	9	4	61
06.01.2012	1	19	12	4	49

	Temperatur	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	O <sub>3</sub>
Datum	[°C]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
07.01.2012	2	19	12	4	47
08.01.2012	2	23	15	5	45
09.01.2012	2	36	21	10	35
10.01.2012	4	45	28	11	27
11.01.2012	3	80	41	26	11
12.01.2012	3	61	35	17	21
13.01.2012	2	35	20	10	38
14.01.2012	0	40	25	9	36
15.01.2012	-1	60	39	14	22
16.01.2012	-3	171	64	70	6
17.01.2012	-2	144	61	54	6
18.01.2012	1	231	79	99	8
19.01.2012	6	25	15	6	54
20.01.2012	2	39	24	10	49
21.01.2012	3	32	21	7	44
22.01.2012	5	13	9	3	61
23.01.2012	3	56	27	19	43
24.01.2012	1	66	34	21	36
25.01.2012	-1	125	59	43	10
26.01.2012	-2	100	50	33	17
27.01.2012	0	181	60	78	3
28.01.2012	-1	95	48	31	5
29.01.2012	-2	59	40	12	20
30.01.2012	-2	146	61	55	12
31.01.2012	-4	115	61	35	13
01.02.2012	-6	101	57	29	25
02.02.2012	-8	74	41	22	36
03.02.2012	-11	109	56	35	23
04.02.2012	-12	88	53	23	19
05.02.2012	-11	66	41	16	23
06.02.2012	-12	106	55	33	17
07.02.2012	-12	104	54	33	15
08.02.2012	-9	137	65	47	17
09.02.2012	-9	121	63	38	15
10.02.2012	-10	105	60	29	23
11.02.2012	-11	80	53	18	40
12.02.2012	-11	96	68	18	32
13.02.2012	-7	74	50	15	26
14.02.2012	-3	70	42	18	34
15.02.2012	0	41	24	11	49
16.02.2012	0	55	29	17	46
17.02.2012	-	-	-	-	-
18.02.2012	-	-	-	-	-
19.02.2012	-	-	-	-	-
20.02.2012	-	-	-	-	-

	Temperatur	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	O <sub>3</sub>
Datum	[°C]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
21.02.2012	-	-	-	-	-
22.02.2012	-	-	-	-	-
23.02.2012	4	68	48	13	36
24.02.2012	8	65	38	17	39
25.02.2012	7	45	30	10	20
26.02.2012	3	31	22	6	40
27.02.2012	3	64	37	17	31
28.02.2012	5	55	36	12	36
29.02.2012	6	50	33	11	29
01.03.2012	8	131	51	52	5
02.03.2012	7	117	47	46	5
03.03.2012	6	96	46	33	6
04.03.2012	6	60	38	14	11
05.03.2012	3	64	38	17	24
06.03.2012	3	101	58	28	20
07.03.2012	4	102	49	34	26
08.03.2012	3	49	30	12	43
09.03.2012	3	104	59	29	22
10.03.2012	4	65	44	14	34
11.03.2012	4	34	25	6	40
12.03.2012	6	48	31	11	32
13.03.2012	7	60	34	17	26
14.03.2012	8	86	48	25	20
15.03.2012	9	163	66	63	13
16.03.2012	12	188	82	69	22
17.03.2012	14	66	48	12	57
18.03.2012	11	46	34	7	62
19.03.2012	5	84	48	23	30
20.03.2012	8	106	59	31	21
21.03.2012	9	120	62	38	24
22.03.2012	11	107	68	26	25
23.03.2012	11	143	73	45	23
24.03.2012	10	120	63	37	26
25.03.2012	11	78	52	17	34
26.03.2012	11	125	65	39	24
27.03.2012	10	96	52	29	32



Tab. 21: Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen Konzentrationen und Temperaturen am Messpunkt ML16 in der Umgebung der LÜB-Station in der Landshuter Allee in München (Blutenburgstraße) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Datum	Temperatur [°C]	NO <sub>x</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	O <sub>3</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
24.11.2011	-1	71	39	32	2
25.11.2011	1	135	49	86	3
26.11.2011	4	97	50	47	4
27.11.2011	7	62	45	17	19
28.11.2011	3	67	42	25	29
29.11.2011	5	143	48	94	6
30.11.2011	9	98	59	39	6
01.12.2011	8	139	56	83	2
02.12.2011	10	118	69	49	9
03.12.2011	7	42	31	11	35
04.12.2011	10	16	12	4	53
05.12.2011	5	60	38	22	37
06.12.2011	3	63	39	24	34
07.12.2011	5	50	32	18	39
08.12.2011	5	72	45	27	30
09.12.2011	8	49	34	15	38
10.12.2011	2	75	54	21	21
11.12.2011	3	45	33	12	16
12.12.2011	3	97	46	51	9
13.12.2011	4	71	47	25	19
14.12.2011	7	61	42	20	30
15.12.2011	5	71	47	24	27
16.12.2011	6	40	29	11	47
17.12.2011	2	37	26	11	43
18.12.2011	1	48	35	13	30
19.12.2011	1	94	54	40	19
20.12.2011	0	91	54	37	16
21.12.2011	2	94	54	40	18
22.12.2011	3	127	58	69	7
23.12.2011	7	83	45	38	9
24.12.2011	4	28	21	7	36
25.12.2011	3	34	26	8	35
26.12.2011	5	55	38	16	24
27.12.2011	4	99	47	52	9
28.12.2011	4	88	48	40	12
29.12.2011	4	48	33	15	36
30.12.2011	2	38	27	11	44
31.12.2011	3	42	32	11	29
01.01.2012	9	35	26	9	30
02.01.2012	8	55	35	20	22
03.01.2012	6	50	35	15	32
04.01.2012	6	35	24	11	50
05.01.2012	5	22	15	7	57

	Temperatur	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	O <sub>3</sub>
Datum	[°C]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
06.01.2012	2	22	17	5	46
07.01.2012	3	26	19	7	43
08.01.2012	2	32	24	8	39
09.01.2012	3	61	36	25	25
10.01.2012	5	68	40	28	20
11.01.2012	4	104	53	51	8
12.01.2012	4	88	50	39	14
13.01.2012	2	49	31	18	30
14.01.2012	1	52	37	16	29
15.01.2012	-1	44	35	9	25
16.01.2012	-3	106	54	52	11
17.01.2012	-1	145	68	77	6
18.01.2012	2	195	86	108	6
19.01.2012	7	35	24	11	46
20.01.2012	2	61	42	19	36
21.01.2012	3	39	28	11	40
22.01.2012	5	16	12	4	59
23.01.2012	4	72	44	27	30
24.01.2012	1	77	49	27	25
25.01.2012	0	92	53	40	14
26.01.2012	-2	42	34	8	28
27.01.2012	0	110	53	57	3
28.01.2012	0	72	45	27	5
29.01.2012	-2	31	28	4	30
30.01.2012	-2	78	50	28	17
31.01.2012	-4	54	44	10	24
01.02.2012	-6	47	39	8	38
02.02.2012	-8	27	22	5	50
03.02.2012	-11	55	40	15	34
04.02.2012	-12	47	39	8	28
05.02.2012	-11	32	27	5	34
06.02.2012	-12	55	42	14	25
07.02.2012	-11	59	43	16	22
08.02.2012	-9	77	50	27	28
09.02.2012	-8	125	69	55	13
10.02.2012	-9	51	41	10	37
11.02.2012	-10	40	34	5	55
12.02.2012	-11	66	54	12	44
13.02.2012	-7	123	79	43	18
14.02.2012	-2	106	61	44	22
15.02.2012	0	45	31	14	41
16.02.2012	1	89	57	33	30
17.02.2012	2	80	54	26	31
18.02.2012	4	89	61	28	21
19.02.2012	2	52	40	11	34

	Temperatur	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	O <sub>3</sub>
Datum	[°C]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
20.02.2012	0	58	46	12	31
21.02.2012	0	123	68	55	19
22.02.2012	2	125	69	56	14
23.02.2012	5	102	70	32	21
24.02.2012	9	90	57	33	26
25.02.2012	7	58	40	18	15
26.02.2012	3	40	32	9	33
27.02.2012	3	83	52	31	22
28.02.2012	6	96	61	35	20
29.02.2012	9	82	49	34	18
01.03.2012	8	73	42	31	6
02.03.2012	7	83	44	40	4
03.03.2012	6	60	39	21	7
04.03.2012	7	40	32	8	17
05.03.2012	4	77	49	28	19
06.03.2012	4	51	41	10	32
07.03.2012	5	88	56	32	22
08.03.2012	3	71	48	23	31
09.03.2012	4	79	55	24	26
10.03.2012	5	68	51	18	31
11.03.2012	5	48	38	10	30
12.03.2012	7	71	47	24	22
13.03.2012	8	61	43	18	21
14.03.2012	8	55	41	14	24
15.03.2012	9	101	57	45	15
16.03.2012	13	102	70	32	26
17.03.2012	14	59	49	10	56
18.03.2012	11	38	31	7	66
19.03.2012	6	76	53	24	27
20.03.2012	8	61	46	14	29
21.03.2012	10	61	44	17	35
22.03.2012	11	59	48	10	40
23.03.2012	12	109	63	45	33
24.03.2012	10	97	58	40	32
25.03.2012	12	75	53	22	36
26.03.2012	11	104	60	44	30

## 2.5 München (Prinzregentenstraße)

Tab. 22: Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen Konzentrationen und Temperaturen am Messpunkt MP5 (MEG) in der Umgebung der LÜB-Station in der Prinzregentenstraße in München (Englischer Garten) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Datum	Temperatur [°C]	NO <sub>x</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	O <sub>3</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
30.06.2010	24	16	15	0,8	120
01.07.2010	23	25	21	4,2	85
02.07.2010	25	21	18	2,1	94
03.07.2010	25	19	18	1,5	83
04.07.2010	22	6	6	0,5	101
05.07.2010	-	-	-	-	-
06.07.2010	-	-	-	-	-
07.07.2010	18	21	20	0,9	79
08.07.2010	20	23	22	1,0	84
09.07.2010	22	29	27	1,7	72
10.07.2010	24	27	26	0,8	73
11.07.2010	24	19	18	0,7	86
12.07.2010	25	16	15	0,8	103
13.07.2010	-	-	-	-	-
14.07.2010	-	-	-	-	-
15.07.2010	21	17	16	0,9	68
16.07.2010	24	22	21	1,9	73
17.07.2010	20	11	10	0,5	84
18.07.2010	16	9	9	0,5	53
19.07.2010	18	15	14	1,1	58
20.07.2010	20	19	18	1,3	60
21.07.2010	23	27	26	1,2	79
22.07.2010	22	18	17	0,7	99
23.07.2010	17	18	18	0,6	59
24.07.2010	13	13	13	0,8	49
25.07.2010	15	9	9	0,5	67
26.07.2010	16	16	15	1,3	67
27.07.2010	14	19	18	1,7	43
28.07.2010	17	2	19	19	50
29.07.2010	15	20	18	2,0	46
30.07.2010	14	19	18	1,0	39
31.07.2010	16	21	20	1,1	46
01.08.2010	20	17	16	0,5	63
02.08.2010	18	20	19	1,3	57
03.08.2010	16	14	13	0,8	63
04.08.2010	17	25	24	1,9	45
05.08.2010	15	29	25	3,4	30
06.08.2010	12	20	19	1,4	49
07.08.2010	14	17	16	0,7	59
08.08.2010	16	14	13	0,6	48

	Temperatur	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	O <sub>3</sub>
Datum	[°C]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
09.08.2010	17	20	18	2,1	45
10.08.2010	18	32	27	4,4	44
11.08.2010	20	26	23	2,7	-
12.08.2010	18	19	18	0,8	-
13.08.2010	16	16	16	0,6	-
14.08.2010	16	15	14	0,7	-
15.08.2010	17	9	8	0,5	61
16.08.2010	15	14	13	1,2	62
17.08.2010	15	12	11	0,7	80
18.08.2010	17	22	21	1,1	68
19.08.2010	17	21	20	1,2	54
20.08.2010	19	34	30	6,2	31
21.08.2010	-	-	-	-	-
22.08.2010	-	-	-	-	-
23.08.2010	-	-	-	-	-
24.08.2010	19	15	13	1,2	48
25.08.2010	17	-	-	-	59
26.08.2010	22	25	23	2,7	41
27.08.2010	20	16	15	0,7	69
28.08.2010	14	9	9	0,5	52
29.08.2010	14	9	8	0,6	60
30.08.2010	10	12	11	1,1	54
31.08.2010	10	15	14	0,7	46
01.09.2010	12	32	25	7,1	28
02.09.2010	13	36	24	13	28
03.09.2010	14	3	25	25	35
04.09.2010	13	26	24	2,7	26
05.09.2010	12	15	15	0,7	43
06.09.2010	11	21	19	1,9	50
07.09.2010	13	25	22	3,2	26
08.09.2010	13	25	21	4,0	17
09.09.2010	14	20	18	1,7	37
10.09.2010	13	-	-	-	-
11.09.2010	15	-	-	-	28
12.09.2010	15	-	-	-	27
13.09.2010	12	-	-	-	32
14.09.2010	13	28	23	5,2	26
15.09.2010	15	-	-	-	47
16.09.2010	13	-	-	-	36
17.09.2010	13	41	27	15	41
18.09.2010	12	28	24	4,5	36
19.09.2010	11	26	24	2,0	43
20.09.2010	-	-	-	-	-
21.09.2010	16	-	-	-	-
22.09.2010	14	74	37	37	17

<b>Datum</b>	<b>Temperatur [°C]</b>	<b>NO<sub>x</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>NO [µg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>O<sub>3</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>
23.09.2010	16	51	33	18	29
24.09.2010	16	39	29	11	41
25.09.2010	10	13	12	0,8	52
26.09.2010	9	11	10	0,6	50
27.09.2010	10	20	18	2,2	40
28.09.2010	10	22	21	1,5	36
29.09.2010	10	27	24	3,6	24
30.09.2010	11	48	30	18	19
01.10.2010	11	43	26	16	19
02.10.2010	12	46	22	24	5
03.10.2010	12	21	14	7,3	14
04.10.2010	14	37	25	12	9
05.10.2010	13	37	24	13	14

Tab. 23: Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen Konzentrationen und Temperaturen am Messpunkt MP3 in der Umgebung der LÜB-Station in der Prinzregentenstraße in München [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Datum	Temperatur [°C]	NO <sub>x</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	O <sub>3</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
25.05.2011	18	36	29	8	87
26.05.2011	21	77	52	25	68
27.05.2011	12	72	50	22	46
28.05.2011	13	45	34	12	48
29.05.2011	17	38	29	10	57
30.05.2011	20	54	41	14	51
31.05.2011	20	51	40	10	70
01.06.2011	12	44	30	14	33
02.06.2011	13	19	16	3	42
03.06.2011	18	28	20	8	75
04.06.2011	21	23	19	4	80
05.06.2011	21	31	26	6	77
06.06.2011	18	67	45	22	46
07.06.2011	20	67	44	23	66
08.06.2011	16	50	37	13	53
09.06.2011	14	41	29	11	48
10.06.2011	15	48	35	13	48
11.06.2011	14	42	30	12	33
12.06.2011	15	25	20	5	62
13.06.2011	16	35	27	8	43
14.06.2011	18	53	36	17	35
15.06.2011	21	69	45	23	38
16.06.2011	21	56	36	19	56
17.06.2011	18	37	25	11	54
18.06.2011	14	42	31	10	42
19.06.2011	13	20	16	4	50
20.06.2011	16	57	38	19	38
21.06.2011	22	66	42	25	48
22.06.2011	21	55	36	19	56
23.06.2011	16	30	23	6	43
24.06.2011	15	34	24	10	59
25.06.2011	16	24	21	3	70
26.06.2011	19	27	22	5	46
27.06.2011	-	-	-	-	-
28.06.2011	25	35	30	5	77
29.06.2011	23	62	40	22	72
30.06.2011	16	28	22	5	64
01.07.2011	13	56	40	16	45
02.07.2011	14	24	19	5	64
03.07.2011	15	23	20	3	64
04.07.2011	18	49	32	17	54
05.07.2011	20	47	31	16	57
06.07.2011	23	53	35	17	91

Datum	Temperatur [°C]	NO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	NO [µg/m <sup>3</sup> ]	O <sub>3</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
07.07.2011	-	-	-	-	-
08.07.2011	-	-	-	-	-
09.07.2011	-	-	-	-	-
10.07.2011	-	-	-	-	-
11.07.2011	-	-	-	-	-
12.07.2011	-	-	-	-	-
13.07.2011	-	-	-	-	-
14.07.2011	-	-	-	-	-
15.07.2011	-	-	-	-	-
16.07.2011	-	-	-	-	-
17.07.2011	-	-	-	-	-
18.07.2011	-	-	-	-	-
19.07.2011	24	-	-	-	-
20.07.2011	22	-	-	-	-
21.07.2011	-	-	-	-	-
22.07.2011	16	47	32	15	41
23.07.2011	14	35	25	9	40
24.07.2011	13	24	18	6	48
25.07.2011	14	65	41	24	39
26.07.2011	17	59	36	23	51
27.07.2011	19	64	42	22	52
28.07.2011	17	48	38	10	61
29.07.2011	17	58	44	15	57
30.07.2011	16	15	13	2	64
31.07.2011	16	12	11	1	55
01.08.2011	16	36	26	10	43
02.08.2011	19	45	29	16	53
03.08.2011	19	61	42	19	43
04.08.2011	20	40	31	9	58
05.08.2011	20	58	38	20	42
06.08.2011	22	29	22	7	56
07.08.2011	17	27	23	5	40
08.08.2011	17	38	24	13	43
09.08.2011	15	26	18	8	49
10.08.2011	14	25	19	6	50



Tab. 24: Tagesmittelwerte der kontinuierlich gemessenen Konzentrationen und Temperaturen am Messpunkt MP4 in der Umgebung der LÜB-Station in der Prinzregentenstraße in München [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Datum	Temperatur [°C]	NO <sub>x</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	O <sub>3</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
25.05.2011	17	25	22	2,9	92
26.05.2011	20	35	31	3,9	76
27.05.2011	11	33	30	3,3	53
28.05.2011	10	49	45	4,5	9
29.05.2011	17	18	17	1,5	64
30.05.2011	19	35	31	4,0	57
31.05.2011	19	29	27	1,6	78
01.06.2011	11	26	22	3,5	34
02.06.2011	13	14	13	1,4	44
03.06.2011	18	16	14	1,6	79
04.06.2011	20	15	14	1,2	85
05.06.2011	20	17	16	1,4	83
06.06.2011	17	35	29	5,3	51
07.06.2011	19	29	25	4,2	77
08.06.2011	16	26	24	2,1	60
09.06.2011	13	35	25	10	51
10.06.2011	15	32	28	4,1	53
11.06.2011	-	-	-	-	-
12.06.2011	12	42	41	0,8	18
13.06.2011	15	24	20	3,7	47
14.06.2011	18	27	23	3,5	41
15.06.2011	20	35	30	4,5	45
16.06.2011	20	24	20	3,6	62
17.06.2011	18	19	16	2,7	58
18.06.2011	13	18	17	1,3	48
19.06.2011	13	12	11	1,1	52
20.06.2011	16	25	21	3,1	46
21.06.2011	21	29	25	3,7	55
22.06.2011	21	29	24	4,6	60
23.06.2011	-	-	-	-	-
24.06.2011	-	-	-	-	-
25.06.2011	-	-	-	-	-
26.06.2011	-	-	-	-	-
27.06.2011	-	-	-	-	-
28.06.2011	21	39	31	8,0	56
29.06.2011	22	40	31	9,2	74
30.06.2011	15	21	18	2,6	64
01.07.2011	13	33	27	6,1	49
02.07.2011	13	16	15	1,1	65
03.07.2011	14	18	17	1,2	64
04.07.2011	-	-	-	-	-
05.07.2011	17	36	35	1,1	30
06.07.2011	23	24	22	2,2	96

Datum	Temperatur [°C]	NO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	NO [µg/m <sup>3</sup> ]	O <sub>3</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
07.07.2011	-	-	-	-	-
08.07.2011	-	-	-	-	-
09.07.2011	-	-	-	-	-
10.07.2011	-	-	-	-	-
11.07.2011	-	-	-	-	-
12.07.2011	-	-	-	-	-
13.07.2011	-	-	-	-	-
14.07.2011	-	-	-	-	-
15.07.2011	-	-	-	-	-
16.07.2011	-	-	-	-	-
17.07.2011	-	-	-	-	-
18.07.2011	-	-	-	-	-
19.07.2011	17	19	16	2,9	62
20.07.2011	12	26	22	3,5	41
21.07.2011	16	21	18	3,2	53
22.07.2011	15	25	21	3,6	43
23.07.2011	13	21	19	1,8	40
24.07.2011	13	16	14	1,5	48
25.07.2011	14	30	26	4,0	42
26.07.2011	17	28	23	5,0	53
27.07.2011	18	39	32	7,7	52
28.07.2011	16	33	30	2,7	61
29.07.2011	16	27	25	2,2	62
30.07.2011	15	14	13	0,9	61
31.07.2011	16	14	12	1,7	52
01.08.2011	15	26	22	3,7	43
02.08.2011	19	31	23	7,9	53
03.08.2011	18	41	33	8,0	43
04.08.2011	19	28	25	2,5	58
05.08.2011	19	30	25	4,4	43
06.08.2011	21	17	15	1,7	55
07.08.2011	17	18	17	1,1	38
08.08.2011	17	19	17	2,8	42
09.08.2011	15	17	15	2,5	47
10.08.2011	13	20	18	2,7	47

