



Realanalyse – Tempolimit an der Landshuter Allee in München

luft



Realanalyse – Tempolimit an der Landshuter Allee in München

Impressum

Realanalyse – Tempolimit an der Landshuter Allee in München

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

Internet: www.lfu.bayern.de

Bearbeitung:

LfU, Referat 23, Franziska Eckert, Dr. Mike Pitz, Andrea Wellhöfer

Bildnachweis:

LfU

Quellennachweis der Geobasisdaten in den Abbildungen:

Abb. 2 - 4: © Bayerische Vermessungsverwaltung 2017

Stand:

Mai 2017

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 erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Projektauftrag	5
3	Projektdurchführung	6
3.1	Chronologie des Tempolimits	6
3.2	Standortbeschreibung und Fotodokumentation	7
3.3	Untersuchungsmethoden	11
4	Wirkungsgutachten zur Einführung des Tempolimits	15
5	Auswertungen zum Tempolimit	18
5.1	Überwachung	18
5.2	Verkehrsstärke	18
5.3	Fahrgeschwindigkeiten	21
5.4	Fundamentaldiagramme	30
5.5	Luftschadstoffbelastung	35
6	Zusammenfassung	44
7	Ausblick	46
	Literatur	47
	Anlage 1: Dokumentation T50-Verkehrsschilder	49
	Anlage 2: Verkehrsbelegungsdaten	51
	Anlage 3: Fundamentaldiagramme	55

1 Einleitung

Die 5. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für die Stadt München ist im Mai 2014 in Kraft getreten [1]. Eine wesentliche Maßnahme, die zur Reduzierung der Luftschadstoffbelastung ergriffen wurde, ist die Einführung eines Tempolimits in der Landshuter Allee. Zur Abschätzung der Auswirkungen auf die NO₂-Belastung wurde vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) ein Gutachten „Verkehrsbedingte Immissionen – Prüfung eines Tempolimits auf einer Stadtautobahn in München“ an das Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG vergeben (im Folgenden: Lohmeyer-Gutachten) [2]. Dabei wurde das größte NO₂-Minderungspotenzial für ein Tempolimit von 50 km/h (T50) auf den vier inneren Fahrspuren der Landshuter Allee (Mittlerer Ring) mit strenger Überwachung ermittelt.

2 Projektauftrag

Im Rahmen des Vorhabens „Ursachenuntersuchung von außergewöhnlichen Stickstoffdioxid-Immissionen – Neue Potenziale für die Luftreinhalteplanung und Übertragbarkeit von Maßnahmen“ (URPOL-Projekt) soll eine Analyse der Wirksamkeit des mit der 5. Fortschreibung des Luftreinhalteplanes München 2014 eingeführten Tempolimits in der Landshuter Allee auf die NO₂-Belastungssituation erfolgen (Realanalyse Tempolimit).

Die Wirkung des Tempolimits wird durch vergleichende Untersuchungen vor und nach erfolgter Umsetzung abgeschätzt. Verkehrsaufkommen, Fahrgeschwindigkeiten und Verkehrszustände werden anhand einer durch die Stadt München betriebenen Verkehrszähleinrichtung auf Höhe der Hirschbergstraße untersucht. Damit können die im Lohmeyer-Gutachten angenommen Randbedingungen für die Prognoseberechnungen überprüft werden. Die NO₂-Belastungssituation in der Landshuter Allee vor und nach Einführung des Tempolimits wird anhand der Daten des Lufthygienischen Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) und orientierender Messungen mit NO₂-Passivsammlern untersucht.

3 Projektdurchführung

3.1 Chronologie des Tempolimits

Der chronologische Verlauf der Einführung des Tempolimits an der Landshuter Allee ist in Tab. 1 dargestellt. Ein grafischer Überblick der wichtigsten Etappen ist in Abb. 1 in Form eines Zeitstrahls gezeigt.

Tab. 1: Chronologischer Verlauf der Einführung eines Tempolimits an der Landshuter Allee in München

Datum	Ereignis	Quelle
Nov. 2012	Voruntersuchung: Gutachten „Verkehrsbedingte Immissionen - Prüfung eines Tempolimits auf einer Stadtautobahn in München“ im Auftrag des LfU (Lohmeyer-Gutachten)	[2]
Mai 2014	Beschluss der Einführung der im Lohmeyer-Gutachten vorgeschlagenen Variante 3 (Tempolimit von 50 km/h mit strenger Überwachung unter Annahme eines Befolgungsgrades nahe 100 %) als Maßnahme Nr. 1 der 5. Fortschreibung des Luftreinhalteplans München	[1]
06.10. -12.10.2014	Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h (T60) auf T50	[3]
15.10. - 17.10.2014	Anbringen von Verkehrsschildern für T50 (Beschilderung)	[4]
27.10. - 07.11.2014	Aufstellen der vier Messkabinen (Gehäusen) zur Installation von „Blitzern“	[5]
ab dem 22.01.2015 über eine Zeitdauer von 22 Messtagen	Probetrieb der „Blitzer“	[5]
06.07.2015	Beginn des Echtmessbetriebs (strenge Überwachung durch „Blitzer“)	[5]
27.07.2015	Eröffnung Luise-Kiesselbach-Tunnel ; prognostizierte Verkehrszunahme von bis zu 35 %	[6][7]
28.07.2016	Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auch auf der Donnersbergerbrücke auf 50 km/h (Verkehrssicherheit)	[8]

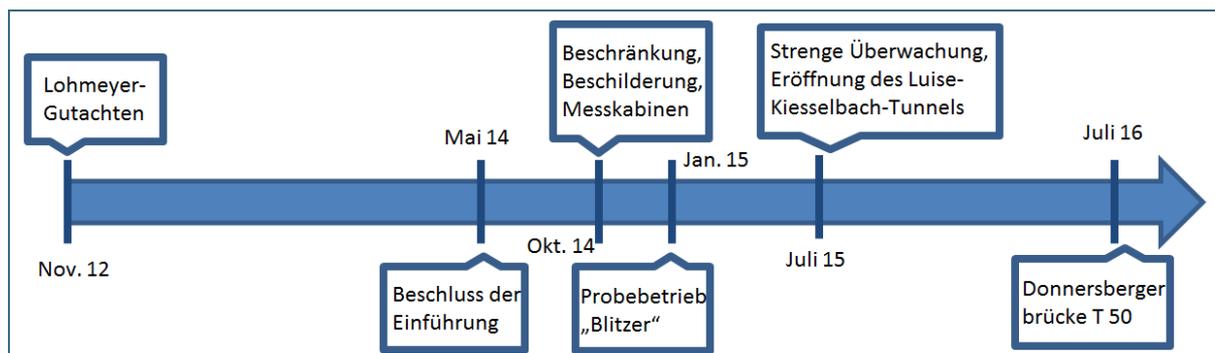


Abb. 1: Zeitstrahl mit den wichtigsten Etappen zur Einführung des Tempolimits an der Landshuter Allee in München

3.2 Standortbeschreibung und Fotodokumentation

Gesamter vom Tempolimit betroffener Streckenabschnitt

Die Geschwindigkeitsbegrenzung auf T50 als Maßnahme der 5. Fortschreibung des Luftreinhalteplans München ist durch zahlreiche Verkehrsschilder mit T50 und dem Hinweis „Luftreinhaltung“ ausgewiesen. Auch die Geschwindigkeitsüberwachung ist durch einzelne Verkehrsschilder mit der Zusatzbeschilderung „Radarkontrolle“ angekündigt.

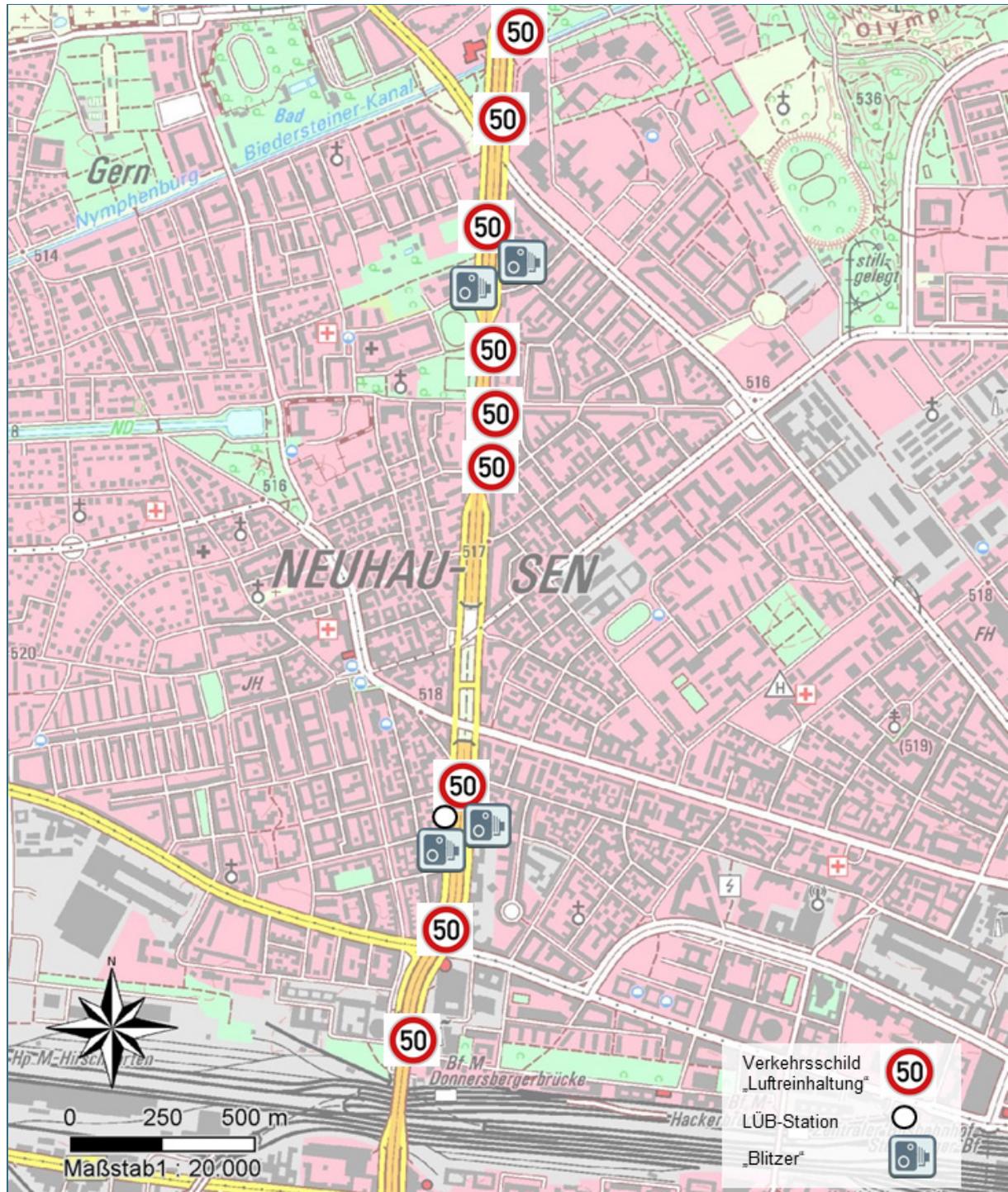


Abb. 2: Gesamter vom Tempolimit betroffener Streckenabschnitt an der Landshuter Allee in München

Abb. 2 zeigt den gesamten vom Tempolimit betroffenen Streckenabschnitt der Landshuter Allee. Dieser erstreckt sich über eine Länge von ca. 3 km von der Hengelerstraße im Norden bis zur Richelstraße im Süden. Auf die Markierung einzelner Verkehrsschilder wird verzichtet. Gekennzeichnet sind auch die vier Messkabinen zur strengen Überwachung der Geschwindigkeitsbegrenzung und der Standort der LÜB-Messstation. Eine tabellarische Auflistung der 21 Verkehrsschilder Richtung Süden und der 26 Schilder Richtung Norden ist der Anlage 1 zu entnehmen.

Bereich um die LÜB-Station Landshuter Allee

In Abb. 3 ist der Bereich im Umfeld der LÜB-Messstation dargestellt. Neben der LÜB-Messstation sind die Standorte der Passivsammler, der Messkabinen, der T50-Verkehrsschilder und der vier inneren Zählschleifen der Messstelle 4013 abgebildet. Die Messstelle 4013 liegt 75 m südlich der LÜB-Messstation. Die Zählschleifen in Fahrtrichtung Süden (Nummer 16 und Nummer 17 in Abb. 3 am unteren Bildrand) liegen im letzten Streckenabschnitt des Tempolimits. Die Messkabinen mit Blitzer sind bereits passiert. Dagegen wird in Fahrtrichtung Norden der erste Blitzer erst wenige Meter nach der Zählschleife passiert. Die Radarkontrolle wird hier zudem noch durch ein Zusatzschild an den T50-Schildern angekündigt. Der Abstand der LÜB-Station zum Blitzer beträgt ca. 25 m.

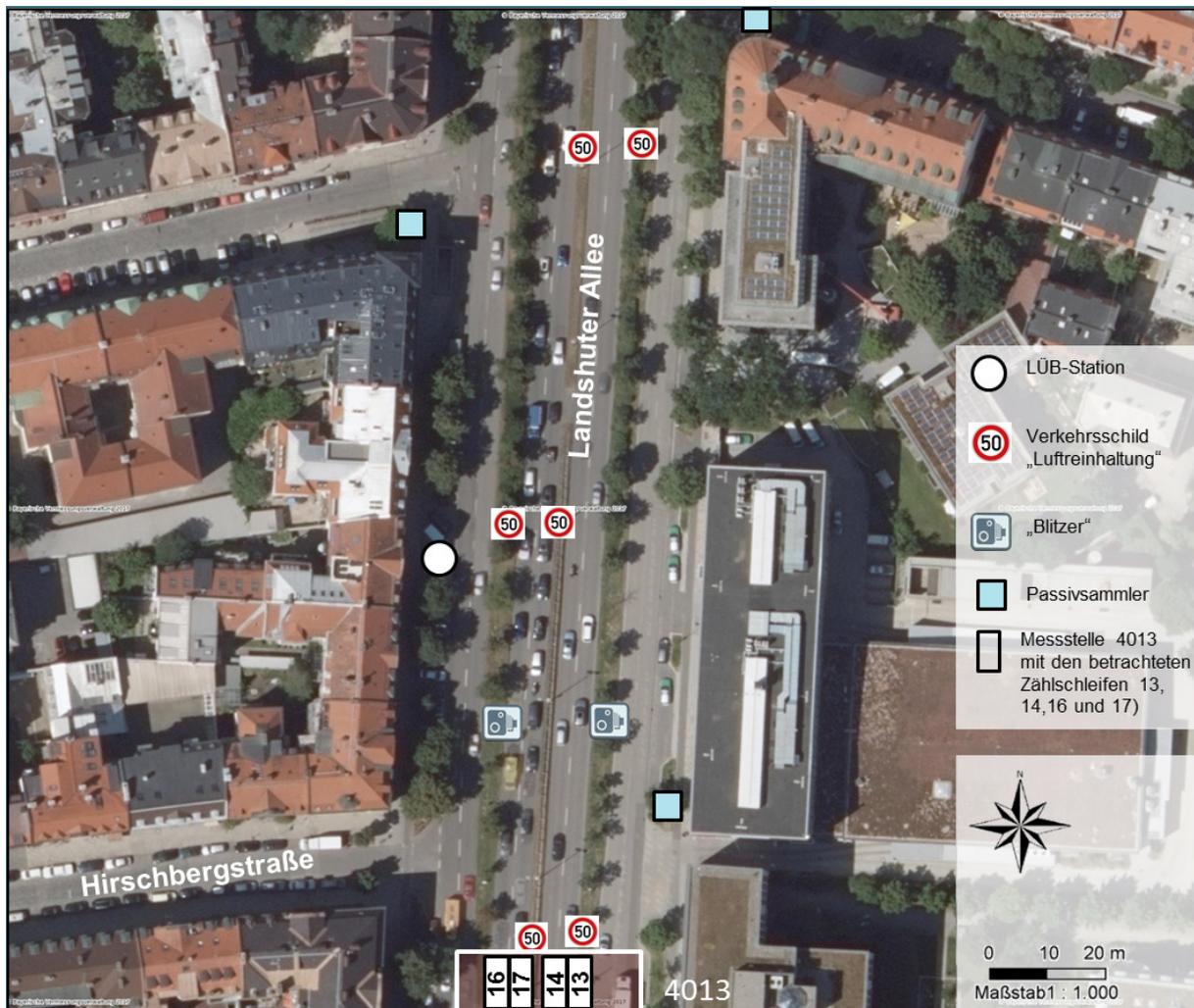


Abb. 3: Luftbild des Bereichs um die LÜB-Station an der Landshuter Allee in München

Gesamtübersicht der Standorte mit NO₂-Passivsammler-Messungen

Die Standorte der NO₂-Passivsammler sind in Abb. 4 dargestellt. Sie beginnen im Norden auf Höhe der Kreuzung zur Dom-Pedro-Straße und schließen die Donnersbergerbrücke im Süden ein. Damit erstrecken sie sich über einen Abschnitt von fast zwei Kilometern.



Abb. 4: Luftbild zur Lage der Passivsammler- Messpunkte entlang der Landshuter Allee in München

In Tab. 2 sind Informationen zur Lage der NO₂-Passivsammler zusammengefasst.

Tab. 2: Beschreibung der Lage der Messpunkte mit NO₂-Passivsammler

Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Standort	Lage zur Landshuter Allee	Abstand zur Landshuter Allee
LÜB	4465620	5334724	LÜB-Station	West	< 10 m
ML1	4465678	5335710	Landshuter Allee, Baum	West	< 10 m
ML2	4465668	5335556	Landshuter Allee, Baum	West	< 10 m
ML6	4465613	5334777	Landshuter Allee, Ecke Schlörstraße, Baum	West	14 m
ML11	4465604	5334561	Landshuter Allee, Ecke Wilderich-Lang-Straße, Baum	West	< 10 m
ML23	4465456	5333940	Donnersbergerbrücke, Bushaltestelle	West	< 10 m
ML21	4465698	5335555	Landshuter Allee, Baum	Ost	< 10 m
ML22	4465707	5335710	Landshuter Allee, Baum	Ost	< 10 m
ML14	4465679	5334814	Landshuter Allee, Ecke Blütenburgstraße, Baum	Ost	11 m
ML13	4465660	5334678	Landshuter Allee, Baum	Ost	< 10 m
ML12	4465651	5334505	Landshuter Allee, Baum	Ost	< 10 m

Der Messpunkt ML23 befindet sich auf der Donnersbergerbrücke, d. h. ca. 800 m südlich der LÜB-Station. Dort wurde erst Ende Juli 2016 beidseitig zwischen der Abfahrt zur Arnulfstraße und dem Trappentretunnel eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf 50 km/h eingeführt. Diese Geschwindigkeitsbegrenzung ist jedoch keine Maßnahme zur Luftreinhaltung, sondern dient der Verkehrssicherheit [8].

Fotodokumentation

Die Standorte der Messkabinen für die „Blitzer“ sind in den Abb. 5, Abb. 6, Abb. 7 und Abb. 8 dargestellt. Die Abb. 5 und Abb. 6 zeigen die Messkabinen für die „Blitzer“ in Richtung Süden und die Abb. 7 und Abb. 8 in Richtung Norden. Abb. 6 zeigt die Messkabine in unmittelbarer Nähe zur LÜB-Station. Die Messkabine ist ca. 25 m südlich der LÜB-Messstation platziert. Die Messkabinen Richtung Norden und die Messkabine auf Höhe der LÜB-Station befinden sich auf einem Grünstreifen, der die inneren Fahrspuren von den äußeren Fahrspuren trennt. Am Standort Hanebergstraße ist die Landshuter Allee dreispurig, die Messkabine ist auf einer Parkmulde am rechten Fahrbahnrand plat-

ziert. Die Messkabinen sind als solche schon aus der Ferne erkennbar. Auch die Verkehrsschilder mit Tempo 50 weisen teilweise auf eine „Radarkontrolle“ hin.



Abb. 5: Messkabine Richtung Süden zur Geschwindigkeitsüberwachung auf Höhe der Hanebergstraße



Abb. 6: Messkabine Richtung Süden zur Geschwindigkeitsüberwachung auf Höhe der LÜB-Station



Abb. 7: Messkabine Richtung Norden zur Geschwindigkeitsüberwachung auf Höhe der Polizeiinspektion Neuhausen



Abb. 8: Messkabine Richtung Norden zur Geschwindigkeitsüberwachung auf Höhe der Ebenauer Straße

3.3 Untersuchungsmethoden

Vergleichszeiträume

Die Messdaten für die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid und Feinstaub PM₁₀ der LÜB-Station Landshuter-Allee wurden im Wesentlichen den Lufthygienischen Jahresberichten entnommen [9] [10]. Weitere Daten, wie Perzentil-Werte sind jeweils pro Kalenderjahr ausgewertet und wurden für den Vergleich gegenübergestellt.

Verkehrsdaten, die für die vorliegenden Auswertungen maßgeblichen Zählstelle 4013 auf Höhe der Hirschbergstraße, liegen seit April 2014 vor. Frühere Daten sind nach Auskunft der Stadt München nur noch unvollständig verfügbar. Um Aussagen über die Verkehrsentwicklung treffen zu können, wurde zunächst ein repräsentativer Zeitabschnitt innerhalb eines Jahres mithilfe des Zeitstrahls (Abb. 1) ermittelt. Es wurde ein Zeitabschnitt mit möglichst geringen Änderungen innerhalb des Zeitabschnitts gewählt, der jedoch die unterschiedlichen Stadien der Tempolimit Einführung in den aufeinander folgenden Jahren aufweist. Als sinnvoll erwies sich der Zeitraum von April bis September für die Vergleichsauswertungen. Folgend sind die Zeitabschnitte mit den jeweils zulässigen Fahrgeschwindigkeiten und Stadien der Tempolimit Einführung für die Jahre 2014 bis 2016 aufgeführt:

- April bis September 2014 (Tempo 60 km/h, Stand vor Einführung des Tempolimits)
- April bis September 2015 (Tempo 50 km/h, strenge Überwachung ab Juli 2015)
- April bis September 2016 (Tempo 50 km/h mit durchgehend strenger Überwachung)

Zählschleifen

Für die Auswertungen zum Verkehrszustand werden – wie bereits im Lohmeyer-Gutachten – Daten der Zählstelle 4013 in der Landshuter Allee auf Höhe der Hirschbergstraße verwendet. Die Zählstelle erfasst nur sieben der acht Fahrspuren der Landshuter Allee. Auf der äußeren, nach Süden orientierten Fahrspur, ist keine Zählschleife installiert. Deshalb wurde für diese Fahrspur die Verkehrsmenge analog der äußeren, nach Norden verlaufenden Fahrspur angesetzt und die Summe der Kraftfahrzeuge über alle acht Fahrspuren gebildet. Die Verkehrsmenge wird als durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV: Kraftfahrzeuge pro 24 Stunden) angegeben.

Es liegen fahrspurfein Stunden- und Tageswerte der gezählten Fahrzeuge und aggregierte Geschwindigkeitswerte (15 min) vor. Durch Spurwechsler, Stau, zu langsame Fahrzeuge, Störungen und Systemfehler etc. ist für die Daten der Zählschleifen eine Genauigkeit von 90 - 95 % anzunehmen.

Sofern keine weiteren Angaben gemacht werden, sind die Daten der inneren vier Zählschleifen (Nummern 13, 14, 16 und 17) der Zählstelle 4013 am Mittleren Ring (Landshuter Allee auf Höhe der Hirschbergstraße) verwendet worden.

Bislang wird an der Zählstelle 4013 nur die Anzahl der Fahrzeuge erfasst und keine Unterscheidung getroffen, ob es sich beim registrierten Fahrzeug um einen PKW oder LKW handelt (Fahrzeugklassifizierung).

Verkehrsstärke

Die Tagessumme über alle acht Fahrspuren wurde immer dann ermittelt, wenn Daten zur Verkehrsbelegung von allen Fahrspuren mit Zählschleife vorhanden waren. Auf das Ergänzen fehlender Zählraten einzelner Fahrspuren wurde verzichtet. Es liegen keine näheren Informationen vor, wodurch das Ausfallen einzelner Zählschleifen bedingt war. So könnte die Sperrung einer Fahrbahn oder ein technischer Fehler dazu geführt haben, dass keine Daten erfasst wurden. Fallen baustellenbedingt Zählschleifen aus, wäre ein Auffüllen der fehlenden Daten mit großen Unsicherheiten wie z. B. dem Verlagern auf die andere Fahrbahn oder der Wahl einer Alternativroute verbunden.

Die Bestimmung der DTV erfolgte durch Mittelung aller Tagessummen. Die mittlere Verkehrsstärke der Wochentage wurde durch Mittelwertbildung getrennt nach Wochentagen bestimmt. Feiertage und allgemeine Urlaubs- und Ferienzeiten wurden bei der Mittelwertbildung nicht gesondert berücksichtigt. Da Feiertage auf unterschiedliche Wochentage fallen, ist nicht von relevanten Einflüssen auf die Mittelwertbildung pro Wochentag auszugehen.

Geschwindigkeitsklassen

Die aggregierten Geschwindigkeitswerte (15 min) der vier inneren vom Tempolimit betroffenen Fahrspuren werden einer von zehn Geschwindigkeitsklassen zugeordnet. Die Einteilung der Geschwindigkeiten zwischen 30 km/h und 70 km/h erfolgt dabei für jede Fahrspur in 5 km/h-Intervallen.

Wochenverlauf

Spitzenwerte mit Geschwindigkeiten über 100 km/h und „Null“-Werte wurden nicht zur Mittelwertbildung einbezogen. (Nach Aussage des Baureferates der Stadt München können in den Nachtstunden Spitzenwerte > 100 km/h auftreten. Meist konnten diese Spitzenwerte, anhand einer Überprüfung mit Videoaufnahmen, einer Fehlfunktion des Detektors zugeordnet werden.)

Im Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm werden nebeneinanderliegende Richtungsspuren für eine übersichtlichere Darstellung zusammengefasst. Auf den Überholspuren liegen in der Regel etwas höhere Geschwindigkeiten vor als auf den rechten Fahrspuren. Durch die Mittelung der linken und rechten richtungsbezogenen Fahrspur geht diese Information verloren. Dazu wird auf die anderen fahrspurfeinen Auswertungen dieses Berichtes verwiesen.

Fundamentaldiagramme

Der Zusammenhang zwischen Verkehrsaufkommen q , Fahrgeschwindigkeit v und NO_2 -Belastung wird in einem sogenannten Fundamentaldiagramm dargestellt [11].

Dazu werden die Daten für die Fahrzeuggeschwindigkeit gegen die jeweilige Verkehrsstärke aufgetragen. Es ergibt sich in der x-y-Ebene eine Punktverteilung. Die dazugehörige NO_2 -Immissionskonzentration wird durch einen Farbwert der Punkte als dritte Dimension dargestellt.

Für Fundamentaldiagramme ist eine einheitliche Zeitbasis notwendig. Dazu wird aus den aggregierten 15 min Werten für die Fahrzeuggeschwindigkeit ein Stundenmittelwert gebildet. Bei der Mittelwertbildung werden „0“-Werte und Spitzenwerte > 100 km/h von der Mittelung ausgeschlossen. Den Verkehrsdaten auf Stundenbasis wird der zugehörige Stundenmittelwert der NO_2 -Immissionskonzentration als Farbwert gegenübergestellt. Die NO_2 -Immissionskonzentrationen sind in fünf Bereiche eingeteilt: 0 - 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 51 - 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 101 - 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 151 - 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Jedem dieser Bereiche ist eine Farbe zugeordnet. Rote Farbtöne geben hohe Konzentrationen wieder, niedrigere Konzentrationen sind in Grüntönen abgebildet.

Die Stundenmittelwerte der Messdaten sind nur dann in den Fundamentaldiagrammen abgebildet, wenn die Werte von allen drei Variablen mit gleicher Zeitbasis vorhanden sind.

Die Auswertung erfolgt jeweils für die rechten Fahrspuren. Auf die Fundamentaldiagramme für die linken Fahrspuren in Nord- und Südrichtung wurde verzichtet, da insbesondere in den Nachtstunden nur wenige Fahrzeuge auf den Überholspuren unterwegs sind.

Verglichen werden die Zeiträume April bis September 2014 als Ausgangspunkt vor Einführung des Tempolimits mit den Jahren 2015 und 2016.

Da hauptsächlich die Zeiträume vor und nach Einführung des Tempolimits von Bedeutung sind, wurde darauf verzichtet die Fundamentaldiagramme von 2015 unter Abschnitt 5.4 zu zeigen. Sie sind der Anlage 3 zu entnehmen.

Mithilfe eines q - v -Diagrammes ist eine Analyse des Verkehrsablaufes an einem gewählten Straßenquerschnitt möglich. Wird an einer Messstelle die gesamte Bandbreite aller möglichen Verkehrszustände bis hin zu einer Überlastung beobachtet, so ergibt sich im q - v -Diagramm annähernd eine Pa-

Parabel [12]. Dabei repräsentiert der obere Ast der Parabel den fließenden Verkehr. Der untere Ast kennzeichnet einen zähfließenden bzw. gestauten Verkehr. Dieser theoretische Zusammenhang wird anhand einer schwarz gestrichelten Parabel in den Fundamentaldiagrammen angedeutet (Abb. 21 bis Abb. 24). Die maximale Verkehrsstärke definiert den Scheitelpunkt der Parabel. Damit kann aus dem Fundamentaldiagramm die Kapazität des Streckenabschnitts näherungsweise entnommen werden [13].

Nach dem Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) Version 3.2. wird die Verkehrsqualität durch einen vierstufigen Level of Service (LOS) klassifiziert [14]:

- LOS 1: Flüssiger Verkehr
- LOS 2: Dichter Verkehr
- LOS 3: Gesättigter Verkehr
- LOS 4: Stop & Go

Dabei nimmt der Emissionsfaktor von LOS 1 nach LOS 4 zu. Die jeweils vorliegende Verkehrsqualität nach HBEFA 3.2. wird in den Fundamentaldiagrammen durch farbige Ellipsen hervorgehoben. Die Ermittlung der LOS-Stufen erfolgte in Abhängigkeit der Verkehrssituation nach HBEFA 3.2. Verkehrssituationen definieren sich nach HBEFA 3.2. als eine kombinierte Zuordnung zu einem Gebiet, einem Straßentyp und der zulässigen Geschwindigkeit. Als Gebietstyp wurde Agglomeration, als Straßentyp eine Hauptverkehrsstraße (HVS) und als Tempolimit 60 km/h für das Jahr 2014 bzw. 50 km/h für den Vergleichszeitraum 2016 gewählt.

In Abhängigkeit der Verkehrsparameter Verkehrsaufkommen und Verkehrsqualität (LOS 1 bis LOS 4) werden mittlere NO_2 -Immissionskonzentrationen (Stundenmittelwerte) pro Fahrspur bestimmt. Das Verkehrsaufkommen wird dabei einer von fünf Größenordnungen zugeteilt: weniger als 401 Kraftfahrzeuge pro Stunde (Kfz/h), 401 - 800 Kfz/h, 801 - 1.000 Kfz/h, 1.001 - 1.400 Kfz/h und mehr als 1.400 Kfz/h pro Fahrspur. Unter Abschnitt 5.4 werden nur noch diejenigen Verkehrssituationen betrachtet, deren Anteil 2014 und 2016 jeweils mehr als 1 Prozent der vorhandenen Messwerte beträgt, d.h. mindestens 44 Stundenmittelwerte. Wird für einen Verkehrszustand diese Schwelle unterschritten, ist die Anzahl der Messwerte zu gering, um eindeutige Aussagen treffen zu können.

98-Perzentil

Das 98 %-Perzentil entspricht dem Schwellenwert, oberhalb dessen nur 2 % aller Messwerte liegen. Nehmen Spitzenkonzentrationen ab, so macht sich dies auch an einem niedrigeren Schwellenwert bemerkbar.

Relatives NO_2 -Verhältnis

Um großräumigere Einflüsse, z.B. durch Meteorologie möglichst auszuschließen, werden die NO_2 -Messwerte auf eine Referenzstation bezogen [15]. Als Referenz wurde die am Stadtrand von München gelegene LÜB-Hintergrundstation in Johanneskirchen gewählt. Die NO_2 -Werte der Landshuter Allee werden durch die entsprechenden NO_2 -Werte aus Johanneskirchen dividiert und als relatives NO_2 -Verhältnis (bezogen auf die Referenzstation) dargestellt. Durch diese Darstellung kann gezeigt werden, ob die an der Landshuter Allee beobachteten NO_2 -Veränderungen weitgehend lokal, d. h. durch die Einführung des Tempolimits auf T50, bedingt sind oder ob es sich um großflächige Trends handelt, die auch an einem städtischen Hintergrundstandort zu beobachten sind.

4 Wirkungsgutachten zur Einführung des Tempolimits

Im Lohmeyer-Gutachten wurden drei Varianten eines Tempolimits an der Landshuter Allee untersucht [2]. Die Variante 3, ein Tempolimit von 50 km/h auf dem Mittleren Ring unter Annahme eines Befolgungsgrades nahe 100 %, wurde als Maßnahme in die 5. Fortschreibung des Luftreinhalteplans aufgenommen.

Eingangsdaten

Die Eingangsdaten für den Verkehr im Lohmeyer-Gutachten stammten von der Stadt München: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV), LKW-Anteil und Kfz-Belegung aus einer Schleifen-zählung (Bezugszeitraum: 2011 bis Mai 2012).

Für die emissions- und immissionsseitigen Prognoseberechnungen wurden im Lohmeyer-Gutachten die Verkehrsbelegungsdaten (DTV) aus einer Schleifen-zählung auf Höhe der Hirschbergstraße herangezogen (Messstelle 4013). Die Zählstelle erfasst sieben der acht Fahrspuren der Landshuter Allee. Auf der äußeren, nach Süden orientierten Fahrspur, ist keine Zählschleife installiert.

Für die Berechnungen wurden die fahrspurfeinen Verkehrsdaten aus dem 1. Halbjahr 2011 verwendet. Die Verkehrsbelegungen der äußeren, nach Süden orientierten Fahrspur wurden in Analogie zur äußeren, nach Norden orientierten Fahrspur ergänzt. Für die Prognoseberechnungen wurde eine gleichbleibende Verkehrsstärke angesetzt.

Messfahrten

Für das Lohmeyer-Gutachten wurden Messfahrten durchgeführt, um das Fahrverhalten im Ist-Zustand (ohne Maßnahmen) und zum Vergleich für die drei angesprochenen Varianten zu erfassen. Im Folgenden wird auf die Messfahrten auf den inneren Fahrbahnen im Ist-Zustand und die Simulation von Variante 3 eingegangen.

Die Messfahrten auf den inneren Fahrbahnen wurden auf einem ca. 1,3 km langen Streckenabschnitt zwischen Hübnerstraße im Norden und Arnulfstraße im Süden durchgeführt. Mithilfe eines mit einem Peiseler-Messrad ausgestatteten Messfahrzeugs wurden die Testfahrten messtechnisch erfasst. In Sekundenschritten wurden die zurückgelegte Wegstrecke und die momentane Geschwindigkeit aufgezeichnet. Zur Erfassung des Fahrverhaltens im Ist-Zustand konnte das Messfahrzeug im Verkehrsfluss mitschwimmen (floating car), so dass der Verkehrsfluss zu den Messzeiten erfasst werden konnte. Zur Simulation von Variante 3 war das Messfahrzeug gemäß den Vorgaben von Variante 3 und damit mit verringerter Geschwindigkeit zum übrigen Verkehr unterwegs.

Es wurde angemerkt, dass die messtechnische Erfassung von Variante 3 mit methodischen Ungenauigkeiten verbunden ist. Das Messfahrzeug kann zur Simulation dieser Maßnahme nicht mehr im Verkehr mitschwimmen. Das aufgezeichnete Fahrverhalten hängt somit stärker vom subjektiven Einfluss des Fahrers ab, vor allem aber wird es durch das z. T. stark abweichende Fahrverhalten des übrigen Verkehrs beeinflusst. Da davon ausgegangen wurde, dass sich bei strikter Überwachung des Tempolimits im gesamten Fahrerkollektiv ein stetiger Verkehrsfluss einstellt, der die subjektiven Einflüsse in den Hintergrund treten lässt, wurden diese methodischen Unsicherheiten als vertretbar eingestuft.

Die Messfahrten wurden an drei Wochentagen (17.04. - 19.04.2012) in der Zeit von 05:00 - 21:00 Uhr durchgeführt. Zur Erfassung des Ist-Zustandes erfolgten pro Richtung 27 Fahrten und zur Simulation des Fahrverhaltens bei Tempo 50 pro Richtung zehn Fahrten (betrifft die inneren Spuren). Die Messfahrten stellen eine Momentaufnahme dar und können nicht den gesamten Tagesverlauf abbilden. Durch eine Baumaßnahme auf der Donnersbergerbrücke ab April 2012 sind die Messfahrten beeinflusst.

In Abb. 9 ist das Geschwindigkeits-Weg-Diagramm der Messfahrten auf den inneren Fahrbahnen in Richtung Norden bzw. in Abb. 10 Richtung Süden dargestellt.

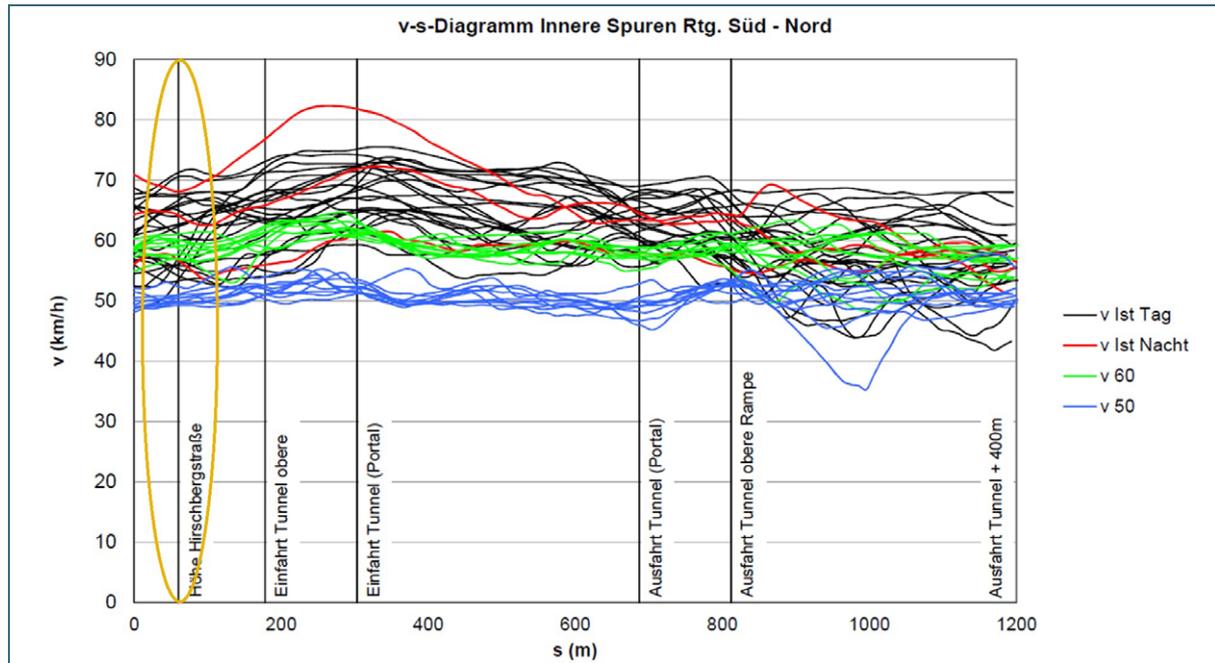


Abb. 9: Geschwindigkeits-Weg (v-s)-Diagramm der Messfahrten auf den inneren Fahrspuren Richtung Norden in den Szenarien Ist-Zustand (v ist), Tempo 50 mit Überwachung (v 50) sowie Tempo 60 mit Überwachung (v 60) [2]. Farblich eingekreist ist der Querschnitt auf Höhe der Hirschbergstraße (Lage der Zählschleife 4013).

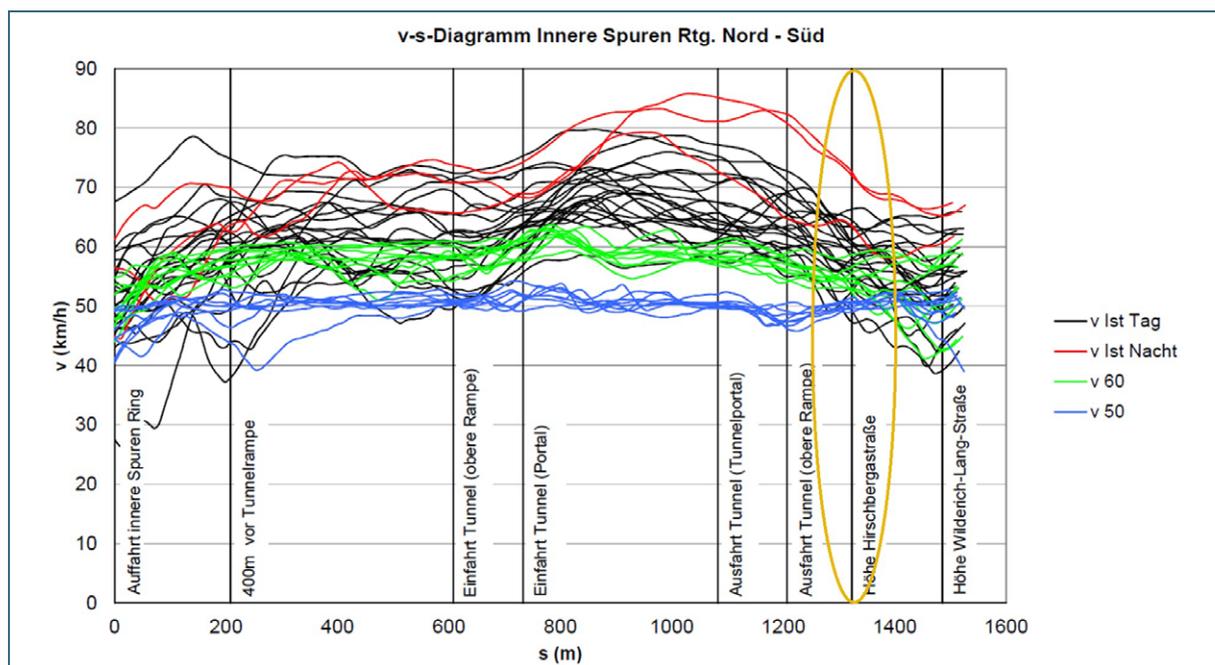


Abb. 10: Geschwindigkeits-Weg (v-s)-Diagramm der Messfahrten auf den inneren Fahrspuren Richtung Süden in den Szenarien Ist-Zustand (v ist), Tempo 50 mit Überwachung (v 50) sowie Tempo 60 mit Überwachung (v 60) [2]. Farblich eingekreist ist der Querschnitt auf Höhe der Hirschbergstraße (Lage der Zählschleife 4013).

Die Fahrkurven zeigen, dass die Fahrgeschwindigkeiten im Tagesverlauf im Ist-Zustand im Westlichen zwischen 50 und 75 km/h variierten. Mit zum Teil über 70 km/h am Tag bzw. 80 km/h in der Nacht lagen die tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeiten deutlich über dem vorgeschriebenen Tempolimit von 60 km/h. Nach dem Geschwindigkeits-Weg-Diagramm fand bei keiner dieser Messfahrten auf der Höhe der Hirschbergstraße (Lage der Zählschleife) in Süd-Nord-Richtung eine Unterschreitung von 50 km/h statt. In Süd-Nord-Richtung wurde auf Höhe der Hirschbergstraße eine Geschwindigkeit von 45 km/h nicht unterschritten.

Bei Simulation eines Tempolimits von 50 km/h mit strenger Überwachung (Variante 3) wurde eine Fahrgeschwindigkeit von 50 km/h nahezu über den gesamten Tagesverlauf mit großer Gleichmäßigkeit vor allem in der Tunnelstrecke erreicht. Als Folge des geringeren Geschwindigkeitsniveaus kann die Höchstgeschwindigkeit nach kürzeren Beschleunigungsphasen erreicht werden.

Emissionsfaktoren

Die aufgenommenen Fahrprofile wurden im Lohmeyer-Gutachten bezüglich der Fahrverhaltenskennwerte mit dem Handbuch der Emissionsfaktoren (HBEFA) Version 3.1. verglichen und darüber den Verkehrssituationen des HBEFA 3.1. zugeordnet. Aufgrund der Ergebnisse der Messfahrten wurde zur Ermittlung des Emissionsfaktors die Verkehrssituation „Land/HVS/50/flüssig“ zugrunde gelegt. Diese Verkehrssituation entspricht der Kombination aus ländlich geprägten Gebiet, einer Hauptverkehrsstraße (HVS) als Verkehrsweg, einem Tempolimit von 50 km/h und einem flüssigen Level of Service (LOS). Dies lieferte die beste Übereinstimmung bei den Kennwerten Reisegeschwindigkeit und Standanteil. Auch die geschwindigkeitsbezogene, durchschnittliche positive Beschleunigung (RPA) ist hier im Vergleich mit anderen Verkehrssituationen am geringsten. Jedoch war das bei der Simulation von Tempo 50 auftretende stetige Fahrverhalten mit einem so geringen RPA verbunden, dass die RPA der Verkehrssituation „Land/HVS/50/flüssig“ deutlich höher war als die gemessene RPA. Aus diesem Grund wurden die Emissionen nochmals um ca. 40 % heruntersetzt. Grundlage waren Ergebnisse einer Untersuchung für Hannover [16].

Kernaussagen des Lohmeyer-Gutachtens

Die Fahrgeschwindigkeiten im Ist-Zustand variieren im Tagesverlauf zwischen 50 km/h und 75 km/h. Durch die Einführung eines Tempolimits auf 50 km/h mit strikter Überwachung stellt sich ein über den gesamten Tagesverlauf nahezu stetiger Verkehrsfluss ein, der die im Ist-Zustand häufigen Beschleunigungs- und Verzögerungsanteile deutlich reduziert. Durch die Verstetigung des Verkehrsflusses und das rasche Erreichen der Höchstgeschwindigkeit mit kürzeren Beschleunigungsphasen wird eine Reduzierung der auspuffbedingten Emissionen erzielt. Dies betrifft vor allem die Stickoxid-Emissionen.

Die Maßnahme „streng kontrolliertes Tempolimit von 50 km/h (V3)“, führt zu einer Reduktion der NO_x - und NO_2 -Emissionen auf etwa 75 % der Ausgangssituation. Immissionsseitig wird eine Reduktion des NO_2 -Jahresmittelwertes von $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert, die berechnete Reduzierung der Feinstaubimmission fällt mit $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich geringer aus.

5 Auswertungen zum Tempolimit

5.1 Überwachung

Eine wesentliche Forderung aus dem Lohmeyer-Gutachten war die strenge Überwachung der Einhaltung der Geschwindigkeitsbegrenzung. Das Polizeipräsidium München ist vom Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr mit der Errichtung einer stationären Geschwindigkeitsmessanlage in der Landshuter Allee beauftragt worden. Dabei wurden die Aufstellung von vier Messkabinen und die Verwendung von zwei Messgeräten im wechselweisen Einsatz vorgegeben. In jeder Fahrtrichtung sind zwei Messkabinen aufgestellt und je Fahrtrichtung ein Messgerät in Betrieb [5].

Nach Auskunft des Polizeipräsidiums Münchens vom 23.06.2016 sind die beiden Messgeräte rund um die Uhr ganzjährig in Betrieb [5]. Dabei werden die Messgeräte nach einem nicht vorbestimmten Wechseltturnus in die jeweils andere Messkabine ausgetauscht. In die jeweils „leeren“ Messkabinen werden sogenannte „Dummys“ eingebracht, damit die Kraftfahrer die Bestückung mit einem Messgerät nicht erkennen können [5]. Mit Beginn der Überwachung im Juli 2015 ist davon auszugehen, dass sich fast alle Kraftfahrer an das vorgeschriebene Tempolimit halten. In einer ersten Betrachtung der Messergebnisse über einen Zeitraum von drei Monaten wurden 0,24 % Beanstandungen ermittelt. Im weiteren Verlauf bis zum April 2016 wurde ein Rückgang der Beanstandungen festgestellt (Stand: Juli 2016) [5].

Die strenge Überwachung des Tempolimits von 50 km/h erfolgt seit Juli 2015 durch zwei Messkabinen je Fahrtrichtung mit wechselweisem Einsatz von zwei Geschwindigkeitsmessgeräten.

Nur wenige Kraftfahrer (0,24 %) halten sich nicht an das Tempolimit.

5.2 Verkehrsstärke

Ein Vergleich des mittleren täglichen Verkehrsaufkommens für die Kalenderjahre und die Zeiträume April bis September der Jahre 2014 bis 2016 ist in Tab. 3 dargestellt. Die prozentualen Abweichungen liegen zwischen -1,3 % und 0,6 %. Die Verkehrszahlen im Zeitraum April bis September können deshalb als repräsentativ für das Kalenderjahr angesehen werden.

Während 2014 ca. 108.400 Kraftfahrzeuge pro 24 Stunden an der Landshuter Allee auf Höhe der Hirschbergstraße gezählt wurden, sind es 2016 ca. 115.500 Kraftfahrzeuge pro 24 Stunden, eine Zunahme von etwa 7 %.

Gesamtjahr [Anzahl der Kfz/24 h]	109.734	110.919	114.849
April bis September [Anzahl der Kfz/24 h]	108.347	110.802	115.499
Prozentuale Abweichung [%]	-1,3	-0,1	0,6

Tab. 3:
Mittlere tägliche Verkehrsstärke an der Landshuter Allee in München auf Höhe der Hirschbergstraße für das Kalenderjahr und den Zeitraum April bis September der Jahre 2014 bis 2016

Die Verkehrsentwicklung an Wochentagen für das jeweilige Kalenderjahr ist in Abb. 11 und für die Zeiträume April bis September in Abb. 12 dargestellt. In Tab. 4 sind zusätzlich die mittleren Verkehrszahlen für Wochentage im Zeitraum April bis September der Jahre 2014 bis 2016 an der Landshuter Allee in München auf Höhe der Hirschbergstraße zusammengefasst. Auch die Auswertungen für Wo-

chentage ergeben keine nennenswerten Abweichungen zwischen den Kalenderjahrdarstellungen und den Zeitraumdarstellungen April bis September.

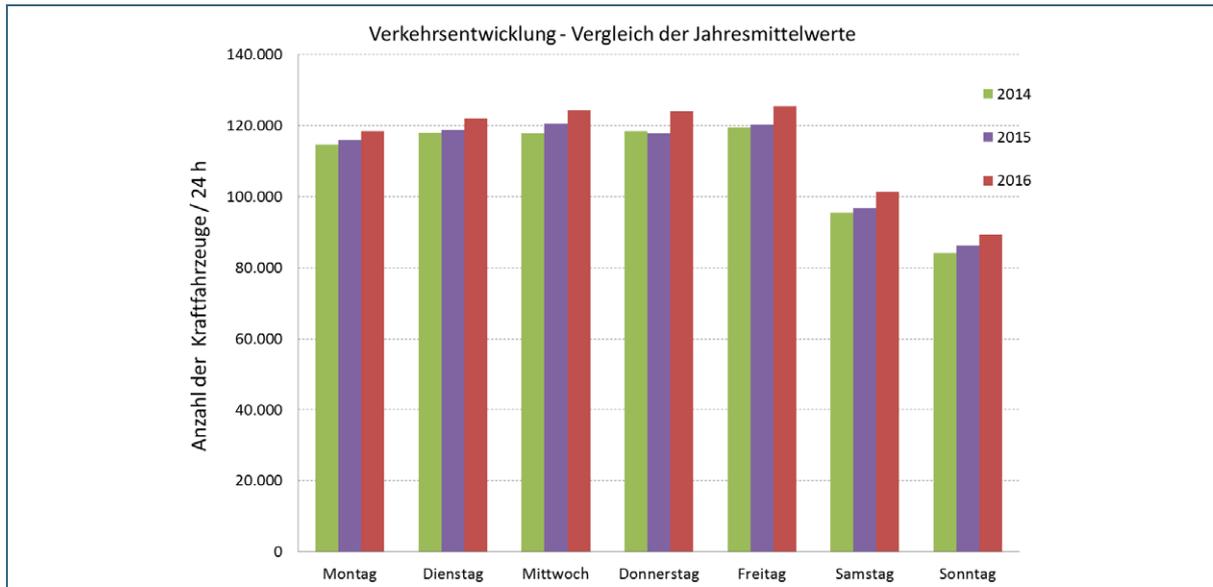


Abb. 11: Mittlere Verkehrszahlen an der Landshuter Allee in München auf Höhe der Hirschbergstraße für die Kalenderjahre 2014 bis 2016 im Wochenverlauf

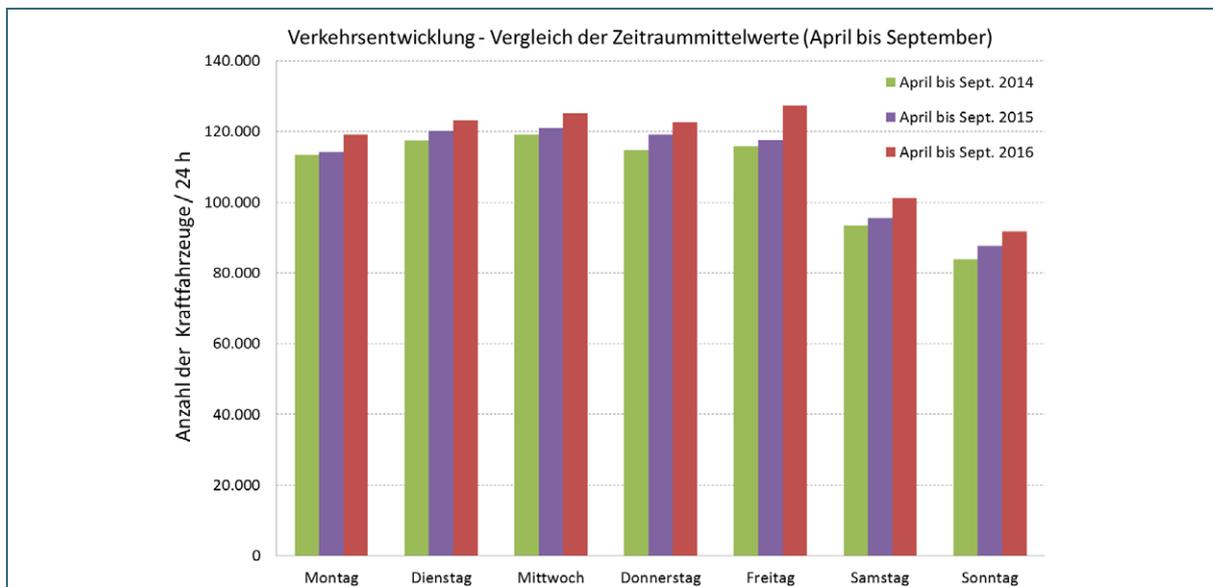


Abb. 12: Mittlere Verkehrszahlen an der Landshuter Allee in München auf Höhe der Hirschbergstraße für die Kalenderjahre 2014 bis 2016 jeweils im Zeitraum April bis September im Wochenverlauf

Von 2014 bis 2016 ist eine Zunahme des Verkehrsaufkommens zu beobachten (Tab. 4). Dabei nehmen die Verkehrszahlen an Wochentagen mit im Mittel ca. 5 % von 2015 auf 2016 stärker zu, als 2014 nach 2015 mit ca. 2 %.

In Anlage 2 sind die fahrspurfeinen Verkehrsbelegungsdaten der Zählstelle 4013 an der Landshuter Allee auf Höhe der Hirschbergstraße dargestellt. Entlang der Landshuter Allee befinden sich weitere Zähl Schleifen. Die Messstelle 4014 liegt ca. 1,2 km nördlich der Messstelle 4013 am Querschnitt zur Dom-Pedro-Straße. Für diese Messstelle liegen Daten für das Kalenderjahr 2016 über alle sechs

Fahrspuren vor. Die täglichen Verkehrsbelegungen der einzelnen Fahrspuren sind den Abb. 38 (Richtung Norden) und Abb. 39 (Richtung Süden) in Anlage 2 zu entnehmen. Betrachtet man nur die Fahrspuren des Mittleren Rings, so liegen im Mittel annähernd gleich hohe Verkehrsstärken vor.

Tab. 4: Mittlere Verkehrszahlen pro Wochentag im Zeitraum April bis September der Jahre 2014 bis 2016 an der Landshuter Allee in München auf Höhe der Hirschbergstraße

Kraftfahrzeuge pro 24 Stunden	2014 (April bis Sept.)	2015 (April bis Sept.)	2016 (April bis Sept.)
Montag	113.412	114.219	119.060
Dienstag	117.552	120.107	123.148
Mittwoch	119.080	120.952	125.252
Donnerstag	114.679	119.064	122.642
Freitag	115.809	117.705	127.298
Samstag	93.367	95.534	101.119
Sonntag	83.893	87.641	91.762
Mittlerer Tag	108.347	110.802	115.499

Die Verkehrszahlen steigen jährlich an. Während 2014 ca. 108.400 Kraftfahrzeuge pro 24 Stunden an der Landshuter Allee auf Höhe der Hirschbergstraße gezählt wurden, sind es 2016 ca. 115.500 Kraftfahrzeuge pro 24 Stunden.

Von 2014 nach 2015 stieg die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke um etwa 2 % und von 2015 auf 2016 um etwa 4 % an.

5.3 Fahrgeschwindigkeiten

5.3.1 Geschwindigkeitsklassen

In den folgenden Abbildungen (Abb. 13 bis Abb. 16) sind die monatlichen Verteilungen der Fahrgeschwindigkeiten für verschiedene Intervalle fahrspurfein dargestellt. Durch eine jahresübergreifende Darstellung ist es möglich, Veränderungen mit der Chronologie des Tempolimits abzugleichen.

Richtung Süden

Auf der Überholspur Richtung Süden dominieren von April bis Oktober 2014 Geschwindigkeiten größer 65 km/h (Abb. 13). Mit Beschränkung der Höchstgeschwindigkeit auf T50 nahmen diese Anteile stetig ab. Ab Dezember 2014 haben die Anteile in den mittleren Geschwindigkeitsbereichen 50 - 60 km/h stark zugenommen. Die strenge Überwachung ab Juli 2015 führte zu keiner weiteren Verschiebung der Anteile.

Auch auf der rechten Fahrspur Richtung Süden kam es ab Oktober 2014 zu einer zunehmenden Reduzierung des Anteils hoher Geschwindigkeiten (Abb. 14). Ab Dezember lagen maximale gemittelte Geschwindigkeiten von 60 km/h vor, der Geschwindigkeitsanteil 50 - 55 km/h hat erheblich zugenommen und auch der Anteil im Geschwindigkeitsintervall 45 - 50 km/h ist angestiegen.

Auf den Fahrspuren Richtung Süden variierte der Anteil in Geschwindigkeitsbereichen kleiner 40 km/h im Monatsverlauf stark, so dass sich kein eindeutiger Trend einer Abnahme feststellen lässt.

Richtung Norden

Auf den Fahrspuren Richtung Norden zeigen sich die gleichen Effekte (Abb. 15 und Abb. 16). Es ist ein deutlicher Rückgang des Anteils der hohen Geschwindigkeitsintervalle zu beobachten. Bis Oktober 2014 lagen auf der rechten Fahrspur noch bis zu 22 % der Fahrgeschwindigkeiten bei mehr als 65 km/h, auf der Überholspur lagen bis zu 95 % in diesem Bereich. Von Dezember 2014 an sind diese hohen Geschwindigkeiten nicht mehr zu beobachten.

Mit Einführung des Tempolimits nahm der Anteil der hohen Fahrgeschwindigkeiten Richtung Norden stärker ab.

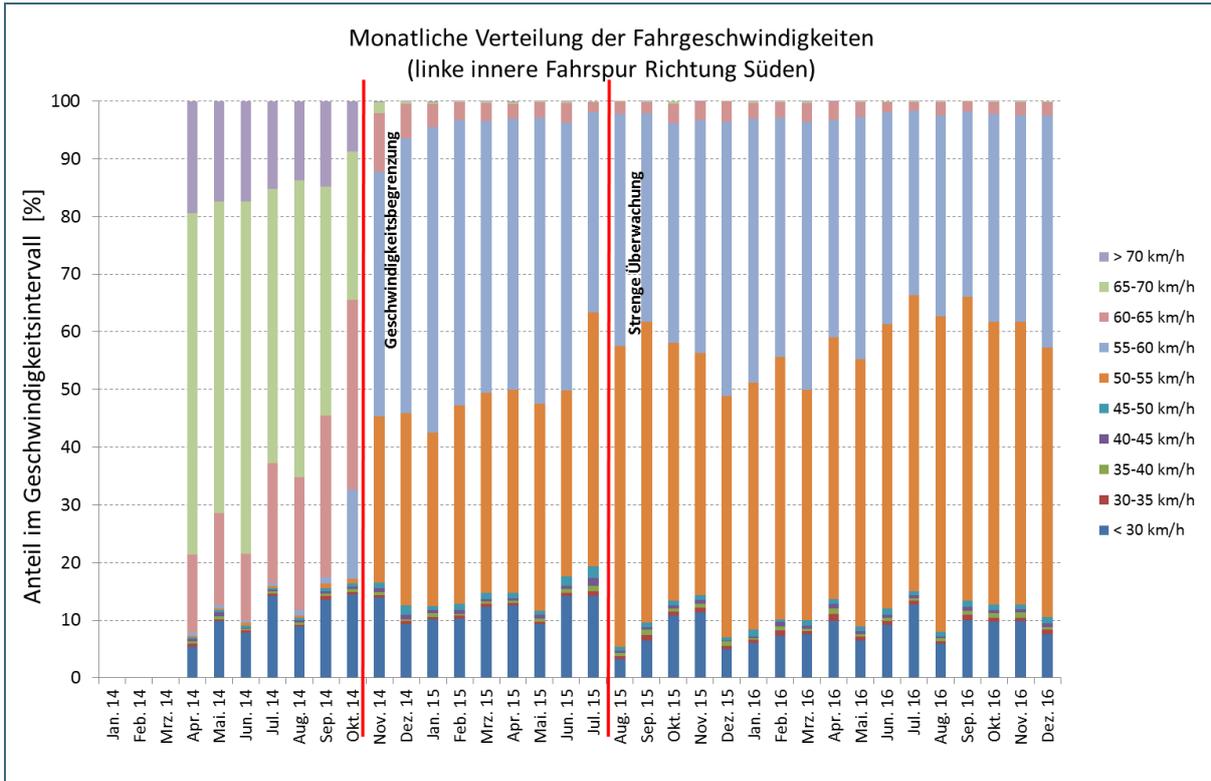


Abb. 13: Monatliche Verteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten auf der linken Fahrspur Richtung Süden. Zeitraum April 2014 bis Dez. 2016, Einführung von Tempo 50 im Oktober 2014.

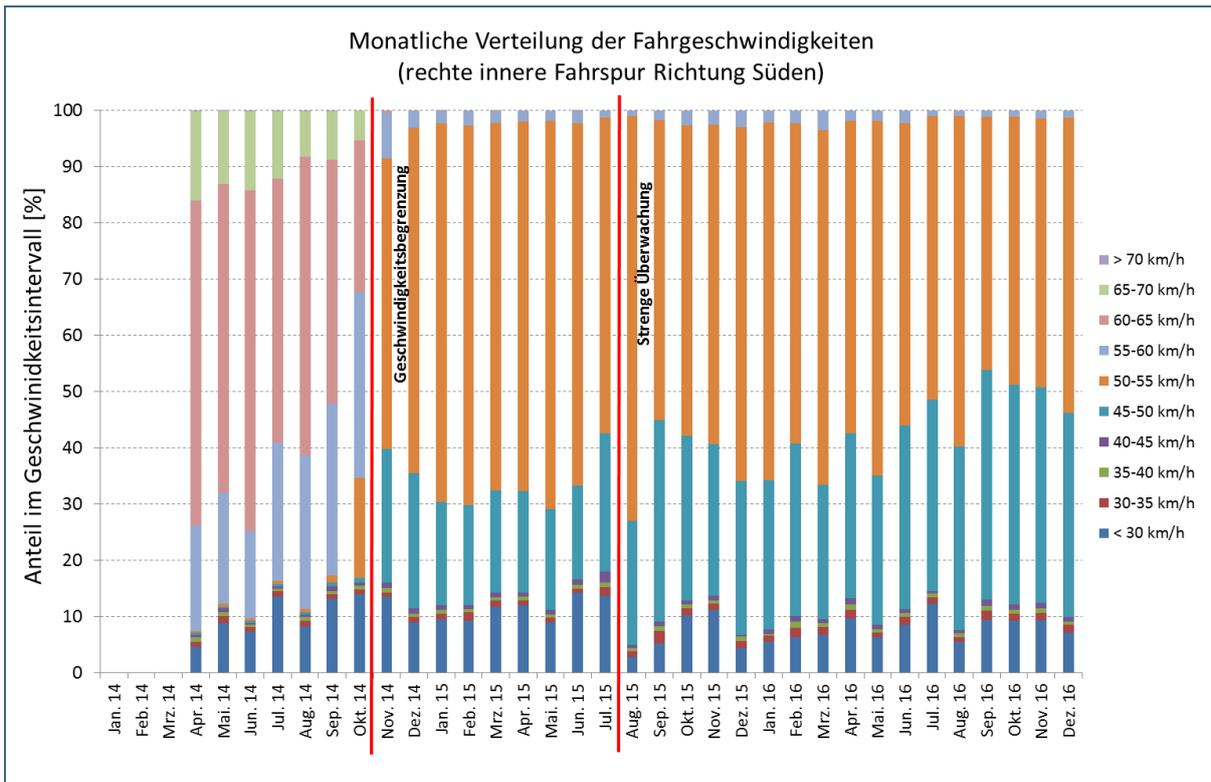


Abb. 14: Monatliche Verteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten auf der rechten Fahrspur Richtung Süden. Zeitraum April 2014 bis Dez. 2016, Einführung von Tempo 50 im Oktober 2014.

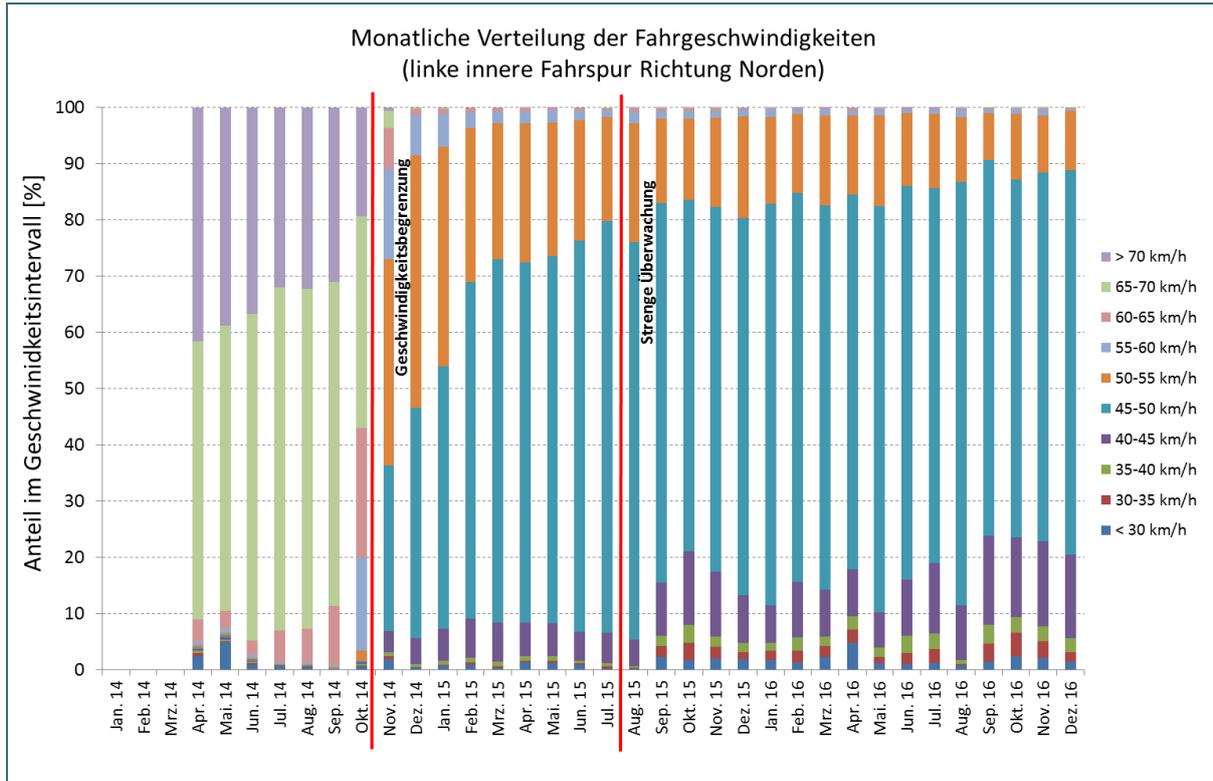


Abb. 15: Monatliche Verteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten auf der linken Fahrspur Richtung Norden. Zeitraum April 2014 bis Dez. 2016, Einführung von Tempo 50 im Oktober 2014.

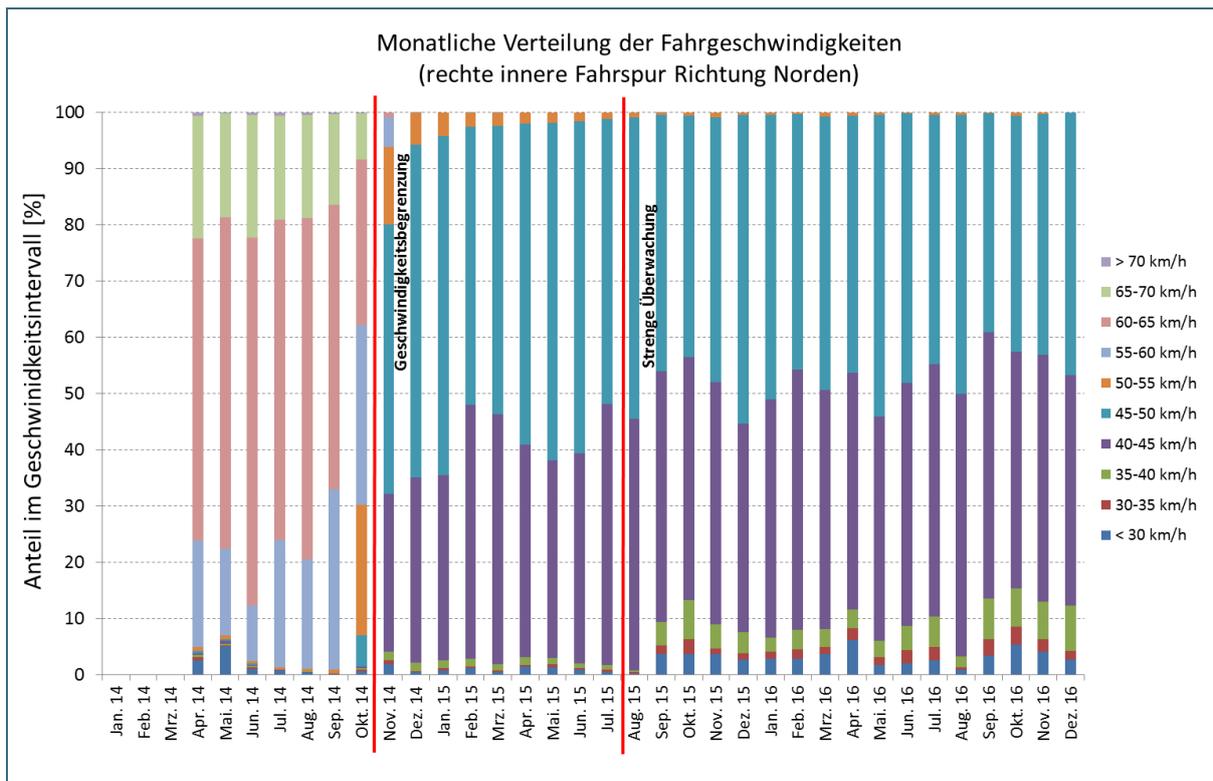


Abb. 16: Monatliche Verteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten auf der rechten Fahrspur Richtung Norden. Zeitraum April 2014 bis Dez. 2016, Einführung von Tempo 50 im Oktober 2014.

Im Folgenden werden jeweils für den Zeitraum April bis September die 15 min-Werte einzelner Fahrspuren den zehn Geschwindigkeitsbereichen zugeordnet und die prozentualen Anteile jahresweise gegenübergestellt (Abb. 17). Es zeigt sich, dass 2014 hohe Geschwindigkeitsanteile im Bereich von 60 bis über 70 km/h auf den linken Überholspuren bzw. 55 - 70 km/h auf den rechten Fahrspuren dominierten. Bereits während der „Übergangszeit“ 2015 sind diese hohen Geschwindigkeitsintervalle nahezu nicht mehr vorhanden. Die mittleren Geschwindigkeitsintervalle sind nun dominierend (fahrspurabhängig 40 - 60 km/h). Von 2015 nach 2016 ist noch eine leichte Reduzierung festzustellen.

Richtung Süden liegt der Anteil der Fahrgeschwindigkeiten kleiner 30 km/h bei ca. 10 %. Richtung Norden ist der Anteil mit bis zu 3 % deutlich geringer. In Richtung Norden ist von 2014 nach 2016 tendenziell eine leichte Zunahme in den Intervallen kleiner 40 km/h festzustellen.

Mit der Einführung von T50 konnten die Fahrgeschwindigkeiten deutlich verringert werden: Hohe Geschwindigkeitsanteile > 65 km/h werden nicht mehr beobachtet, der Anteil im Bereich der mittleren Geschwindigkeiten (40 - 60 km/h) ist von 1 - 24 % auf 87 - 94 % angestiegen.

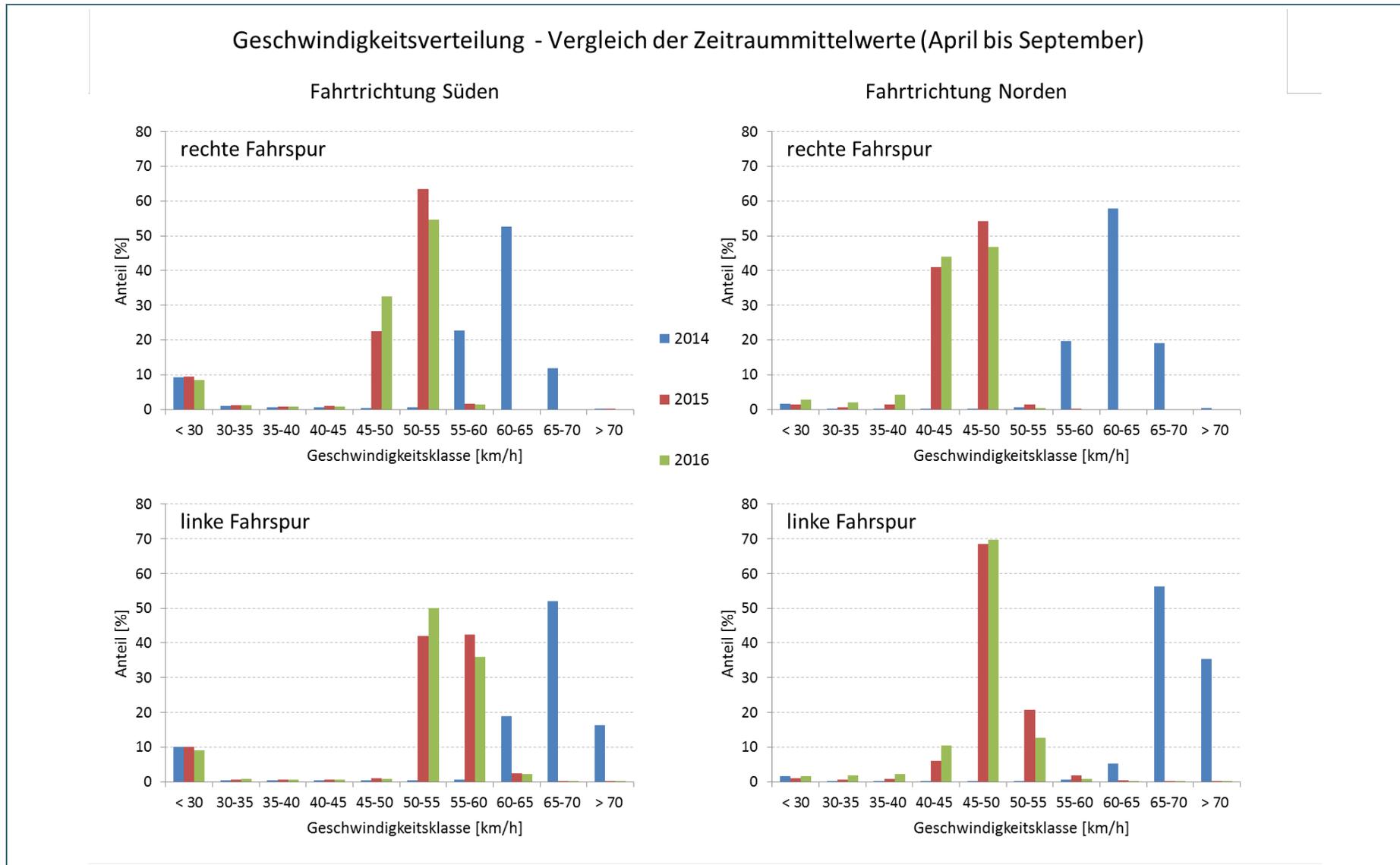


Abb. 17: Jährliche Verteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten auf Höhe der Hirschbergstraße an der Landshuter Allee in München

5.3.2 Wochenverlauf

Die mittleren Wochenverläufe der Fahrgeschwindigkeiten sind in Abb. 18 für die Fahrtrichtung Süden und in Abb. 19 für die Fahrtrichtung Norden dargestellt.

Richtung Süden

Am Nachmittag sind deutlich verringerte Fahrgeschwindigkeiten zu beobachten. Während dieser Stausituation werden minimale mittlere Fahrgeschwindigkeiten von ca. 20 km/h erreicht. Der abendliche starke Einbruch der Geschwindigkeiten ist 2016 weiterhin vorhanden. Damit konnte die Störung des Verkehrsablaufs in den Abendstunden mit Einführung des Tempolimits nicht behoben werden. Es fällt auf, dass an Donnerstagen und Freitagen vorübergehend ein noch geringeres Geschwindigkeitsniveau vorliegt. Dies ist ein Hinweis dafür, dass der Stau- bzw. Stop & Go-Anteil zugenommen hat. Verursacht ist dies möglicherweise durch die Verkehrszunahme ab Juli 2015, die mit der Eröffnung des Luise-Kiesselbach-Tunnels in Verbindung steht.

Richtung Norden

An den Werktagen treten am Morgen zwischen 7 Uhr und 9 Uhr verminderte Geschwindigkeiten auf. Während des Einbruchs liegen die mittleren Geschwindigkeiten vor Einführung des Tempolimits noch über 50 km/h. Mit Umsetzung der Maßnahme T50 verringern sich die Geschwindigkeiten auf ca. 35 km/h.

An Wochenenden (Verkehrsstärke kleiner 100.000 Fahrzeuge pro 24 h, vgl. Tab. 4) sind sowohl bei T60 als auch bei T50 keine verminderten Fahrgeschwindigkeiten im Vergleich zu den Werktagen zu beobachten.

Nach Einführung des Tempolimits mit strenger Überwachung werden geringfügig niedrigere Fahrgeschwindigkeiten im Vergleich zu den Fahrspuren Richtung Süden registriert. Im Mittel beträgt die Differenz an den Samstagen und Sonntagen 6 km/h. Bedingt ist dies vermutlich durch die Lage der Zähl-schleife nach dem „Blitzer“.

Der Wochenverlauf der Fahrgeschwindigkeiten auf Höhe der Hirschbergstraße wurde mit den Daten der Zähl-schleife auf Höhe der Dom-Pedro-Straße abgeglichen (Daten nicht gezeigt). Es traten vergleichbare Stausituationen auf. Die Fahrgeschwindigkeiten haben im Bereich der Dom-Pedro-Straße, in dem keine Geschwindigkeitskabinen aufgestellt sind, weniger abgenommen. In beiden Fahrtrichtungen werden dort im Mittel bis zu 60 km/h erreicht.

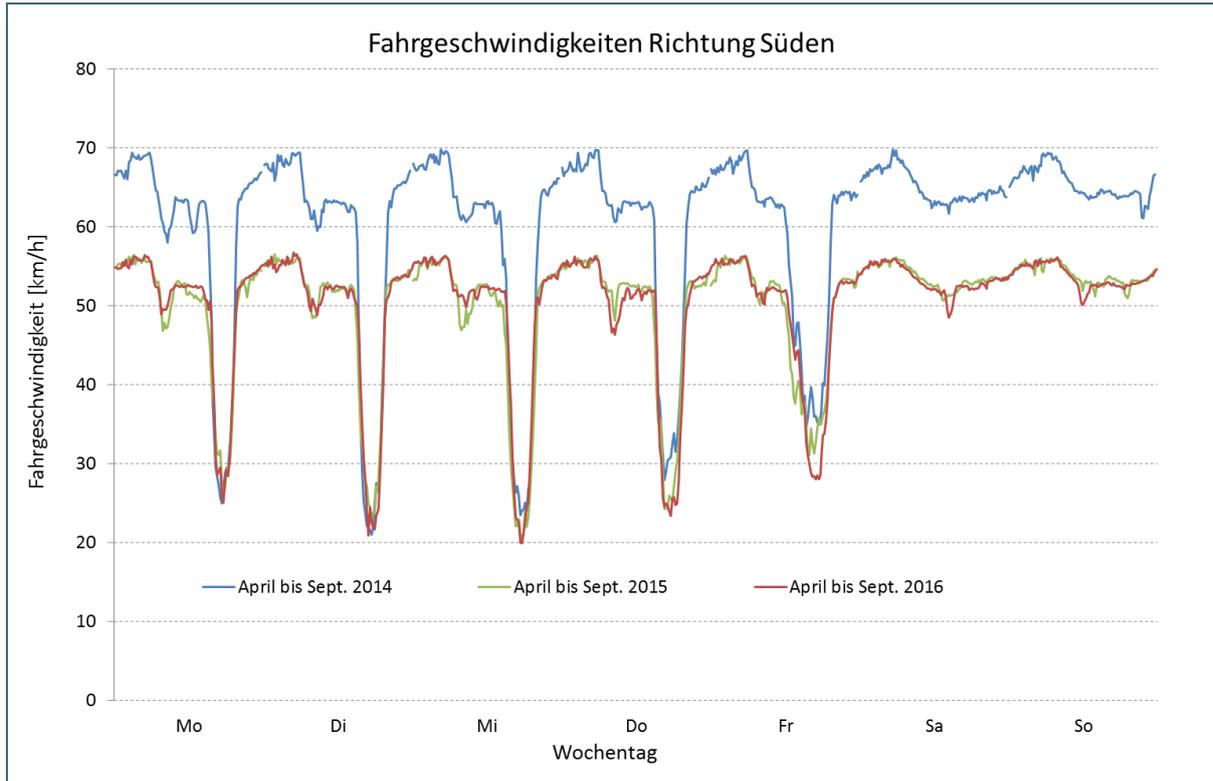


Abb. 18: Mittlerer Wochenverlauf der Fahrgeschwindigkeit im Zeitraum April bis September der Jahre 2014 bis 2016 auf den Fahrspuren Richtung Süden der Landshuter Allee in München

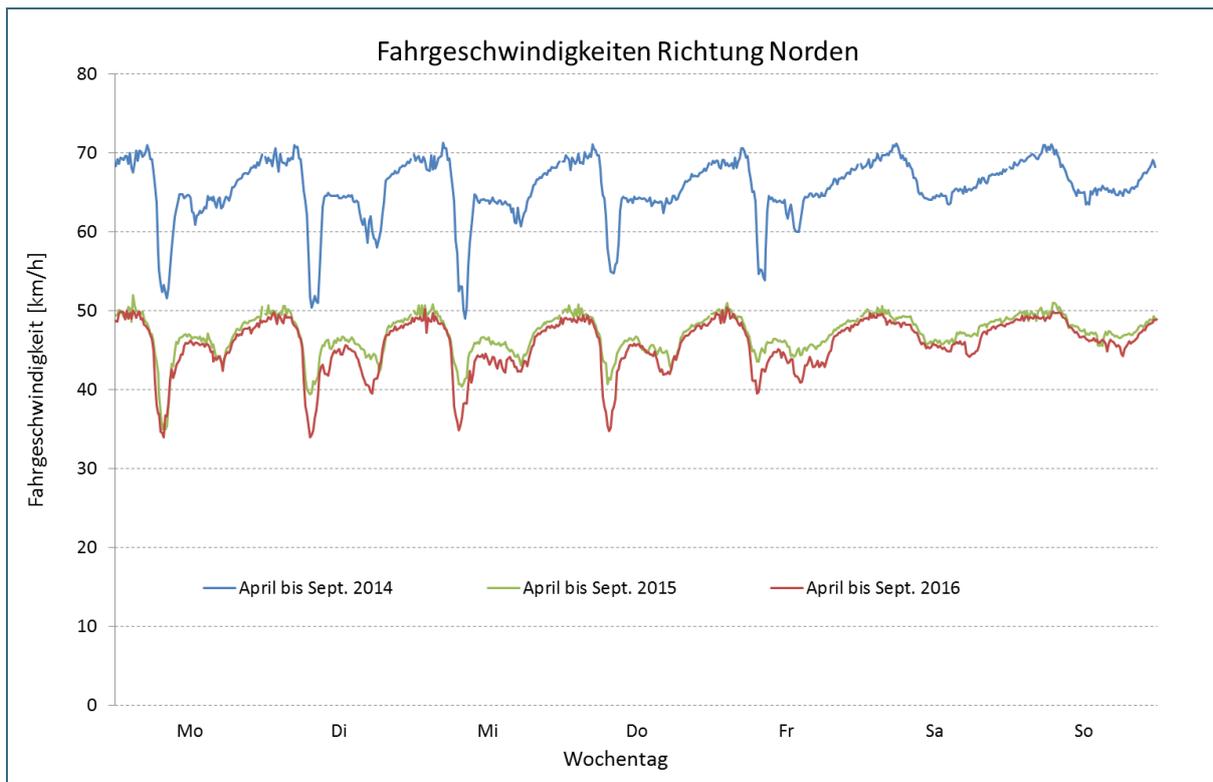


Abb. 19: Mittlerer Wochenverlauf der Fahrgeschwindigkeit im Zeitraum April bis September der Jahre 2014 bis 2016 auf den Fahrspuren Richtung Norden der Landshuter Allee in München

Auf den Fahrspuren Richtung Norden werden nach Einführung des Tempolimits mit strenger Überwachung geringfügig niedrigere Fahrgeschwindigkeiten im Vergleich zu den Fahrspuren Richtung Süden registriert.

An den Werktagen Montag bis Freitag treten im Wesentlichen zu Zeiten des Berufsverkehrs (morgens: Fahrtrichtung Norden, nachmittags: Fahrtrichtung Süden) verminderte Fahrgeschwindigkeiten (Störungen des Verkehrsablaufs) auf. Die Störungen sind Richtung Süden stärker ausgeprägt.

An Wochenenden (Verkehrsstärke kleiner 100.000 Kraftfahrzeuge pro 24 Stunden) sind keine Einbrüche der Fahrgeschwindigkeiten zu beobachten.

Die Einbrüche der Fahrgeschwindigkeiten waren vor und sind nach der Einführung des Tempolimits von 50 km/h und strenger Überwachung zu beobachten.

5.3.3 Exemplarische Einzelauswertung

Insbesondere Richtung Süden kommt es in den Nachmittagsstunden zu Stop & Go-Zuständen. Im Folgenden soll exemplarisch an zwei Tagen (Abb. 20) näher untersucht werden, wodurch Geschwindigkeitseinbrüche verursacht werden.

In Abgrenzung zu Stausituationen, die durch unvorhersehbar auftretende Überlastungen, wie sie z.B. durch zufällig auftretende Störungen durch einen Unfall verursacht sind, entstehen regelmäßig wiederkehrende Überlastungen aufgrund eines in Spitzenstunden im Vergleich zur Verkehrsnachfrage unzureichenden Kapazitätsangebots [12].

Die Kapazität ist als maximal erreichbare Verkehrsstärke für einen Straßentyp (z.B. Haupt- oder Nebenstraße, Stadtautobahn) definiert. Wird die Kapazitätsgrenze des jeweiligen Straßentyps erreicht, führt dies zum Zusammenbruch des fließenden Verkehrs. Die Geschwindigkeiten der Fahrzeuge gehen vom hohen Niveau des fließenden Verkehrs auf ein geringeres Niveau zurück. Es kommt zum Übergang in zähfließenden Verkehr (Stop & Go) und Stau. Die maximale Verkehrsstärke ist keine konstante Größe, sondern unterliegt einer merklichen Variabilität [17].

Rechte Fahrspur Richtung Süden

Die Kapazität einer Stadtautobahn wird im Handbuch IMMIS^{em/luft/lärm} mit 1.600 Fahrzeugen pro Spur angenommen [18]. Am Mittwoch, den 27.04.2016 erreichten die Verkehrszahlen zwischen 14:00 und 15:00 Uhr mit einem Verkehrsaufkommen von 1.533 Kfz/h annähernd diesen Wert (Abb. 20, oben links). Es folgte ein Zusammenbruch des fließenden Verkehrs. Das Verkehrsaufkommen konnte solange zunehmen, bis eine Sättigung erreicht ist. Anschließend kamen infolge der Stausituation kaum mehr Fahrzeuge durch und die Fahrgeschwindigkeiten bewegten sich deutlich unterhalb von 30 km/h.

Am Freitag, den 24.06.2016 brachen die Fahrgeschwindigkeiten nach 12 Uhr deutlich ein. Mit Einsetzen der Stausituation nimmt infolge der verminderten Geschwindigkeit die Anzahl der gezählten Fahrzeuge pro Stunde ab. Da vor Einsetzen der Stausituation die Kapazitätsgrenze nicht erreicht wurde, war die Verkehrssituation wohl weniger durch eine Überlastung der Fahrbahnen bedingt. Ursächlich könnte ein Rückstau von der Donnersbergerbrücke sein. Eine überlastete Abfahrt oder Fahrbahn auf einem folgenden Streckenabschnitt könnten zu Rückstauwirkungen auf der Landshuter Allee geführt haben.

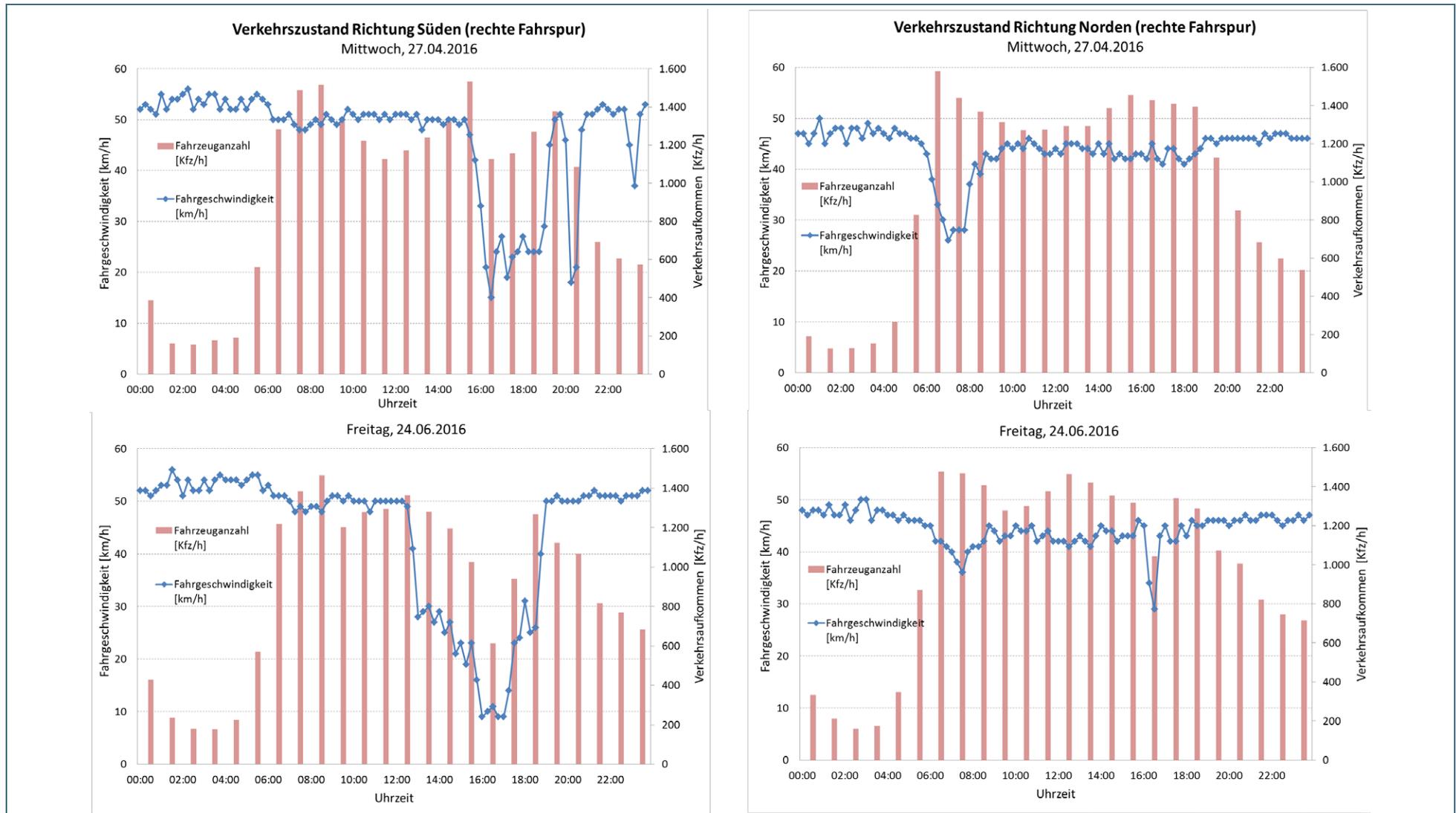


Abb. 20: Tagesverlauf von Fahrzeugaanzahl und Fahrgeschwindigkeit auf den Fahrspuren der Landshuter Allee in München für ausgewählte Tage. Ermittelt aus Daten der Zählscleife 4013 auf Höhe der Hirschbergstraße.

Der Mittlere Ring bzw. der Teilabschnitt Landshuter Allee verläuft ab dem Querschnitt zur Wilderich-Lang-Straße dreispurig und mit der Auffahrt Arnulfstraße vierspurig über die Donnersbergerbrücke. Bei der Abfahrt Landsberger Straße findet eine Fahrbahnreduzierung auf zwei Fahrspuren statt, wodurch es zu einer kapazitätslimitierenden Verengung kommt. Ein solches Nadelöhr im Straßenverkehr führt häufig zu einem Verkehrsstau, wie auch die Verkehrsinformationssysteme zeigen.

Diejenigen Fahrzeuge, die auf dem Mittleren Ring bleiben und nicht die zweispurige Abfahrt Landsberger Straße nutzen, müssen auf den verbliebenen zwei Spuren verteilt werden. Wird die Kapazitätsgrenze erreicht, kommt es an der Engstelle zum Zusammenbruch des Verkehrsflusses und es bildet sich ein Rückstau [12]. Durch die Reduzierung der Fahrspuren nehmen die Stop & Go-Anteile (LOS 4) zu. Möglicherweise ist nachmittags auch die Verkehrsnachfrage an der Abfahrt so hoch, dass der Verkehr dort nicht ausreichend abfließen kann und dies für den Rückstau ursächlich ist. Die Abfahrt liegt ca. 815 m südlich der Messstelle 4013 (ca. 900 m südlich der LÜB-Station).

Rechte Fahrspur Richtung Norden

Am 27.04.2014 steigen die Verkehrszahlen bis 07:00 Uhr kontinuierlich auf 1.579 Kfz/h an und erreichen damit die Kapazitätsgrenze der Fahrspur. Als Folge ist ein Rückgang der Fahrgeschwindigkeiten zu beobachten. Am Nachmittag brechen die Fahrgeschwindigkeiten trotz erneut ansteigender Verkehrszahlen nicht ein. Insgesamt treten in Richtung Norden keine den südlichen Fahrspuren vergleichbare Stop & Go-Situationen auf.

Zu Einbrüchen der Fahrgeschwindigkeiten kommt es insbesondere, wenn Fahrspuren bis zur Belastungsgrenze ausgeschöpft sind. In Verbindung mit der verminderten Fahrgeschwindigkeit, sinkt die Anzahl der Fahrzeuge, die die Fahrspuren passieren, drastisch.

In Fahrtrichtung Süden werden Rückstauereffekte von der Donnersbergerbrücke vermutet, die zu Geschwindigkeitseinbrüchen auf der Landshuter Allee führen.

5.4 Fundamentaldiagramme

Die Fundamentaldiagramme (Abb. 21 bis Abb. 24) zeigen, dass die höchsten gefahrenen Geschwindigkeiten bei geringer Fahrbahnauslastung auftreten. Es liegt ein flüssiger Verkehrsfluss vor (grüne Ellipse). Mit zunehmender Verkehrsstärke nimmt die Fahrzeuggeschwindigkeit bis zum Scheitelpunkt der Parabel ab. Der Verkehrszustand geht in den dichten Zustand über (blaue Ellipse). Mit weiter abnehmenden Fahrgeschwindigkeiten und dadurch auch weniger Fahrzeugen, die den Straßenabschnitt passieren können, geht der Verkehrszustand in den gesättigten Bereich (lila Ellipse) bzw. in den Stop & Go-Bereich (rote Ellipse) über.

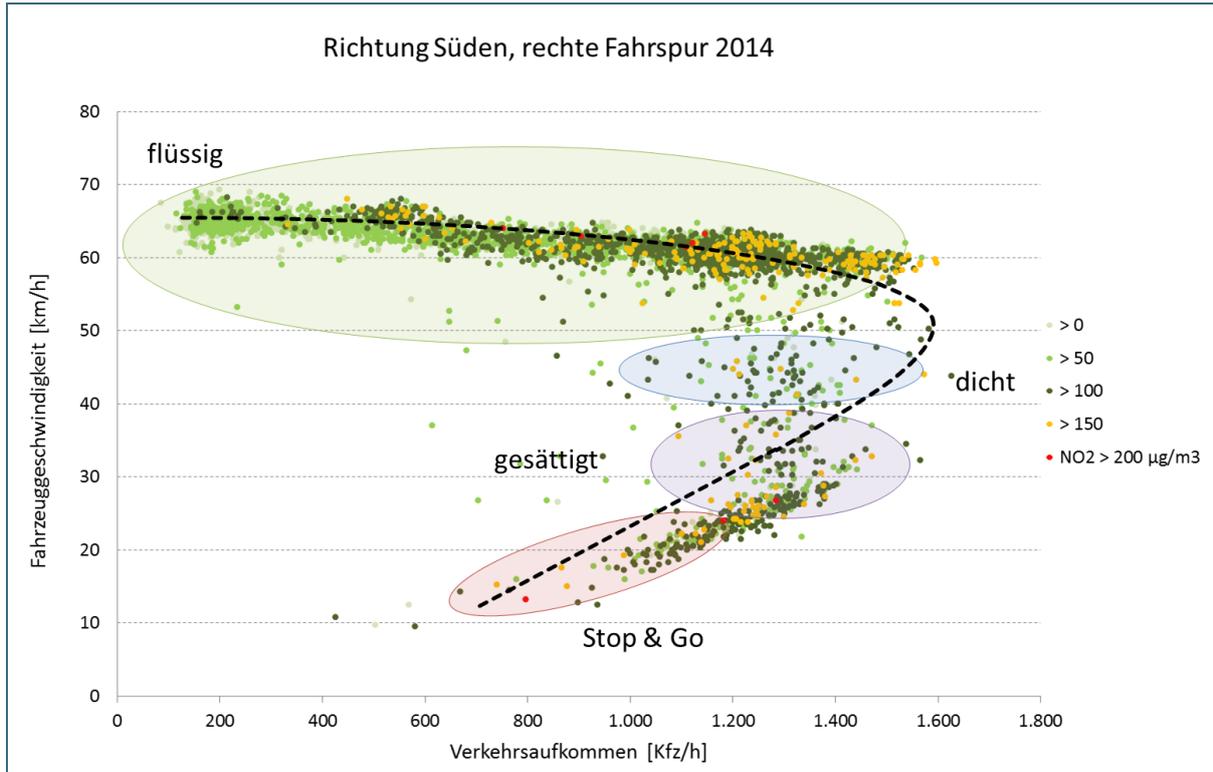


Abb. 21: Fundamentaldiagramm für die rechte Fahrspur Richtung Süden der Landshuter Allee in München. Zeitraum April bis September 2014.

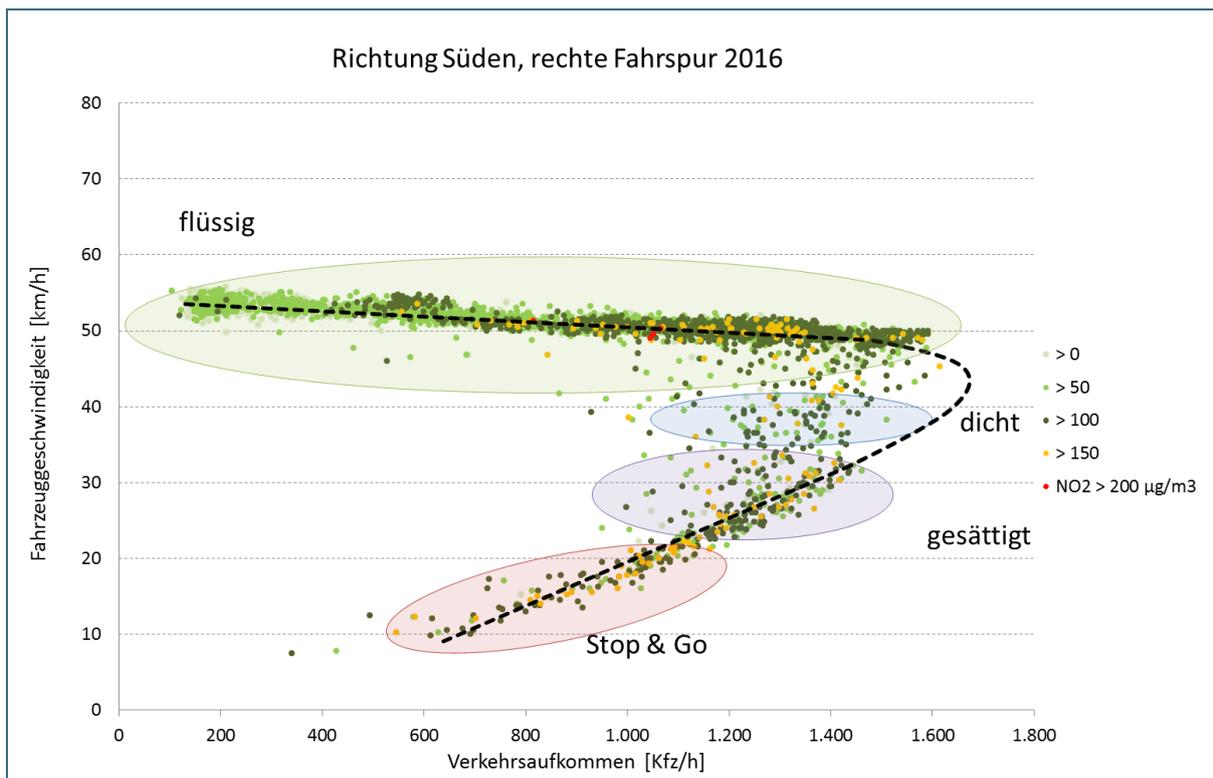


Abb. 22: Fundamentaldiagramm für die rechte Fahrspur Richtung Süden der Landshuter Allee in München. Zeitraum April bis September 2016.

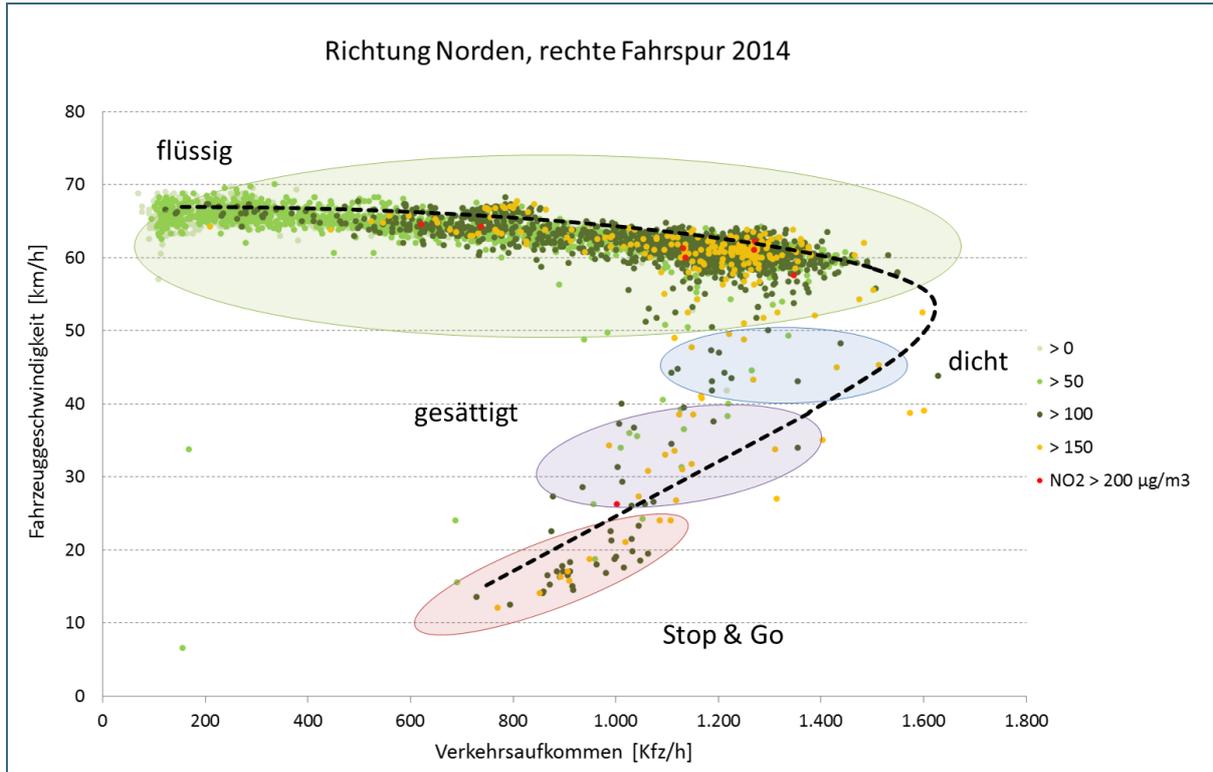


Abb. 23: Fundamentaldiagramm für die rechte Fahrspur Richtung Norden der Landshuter Allee in München. Zeitraum April bis September 2014.

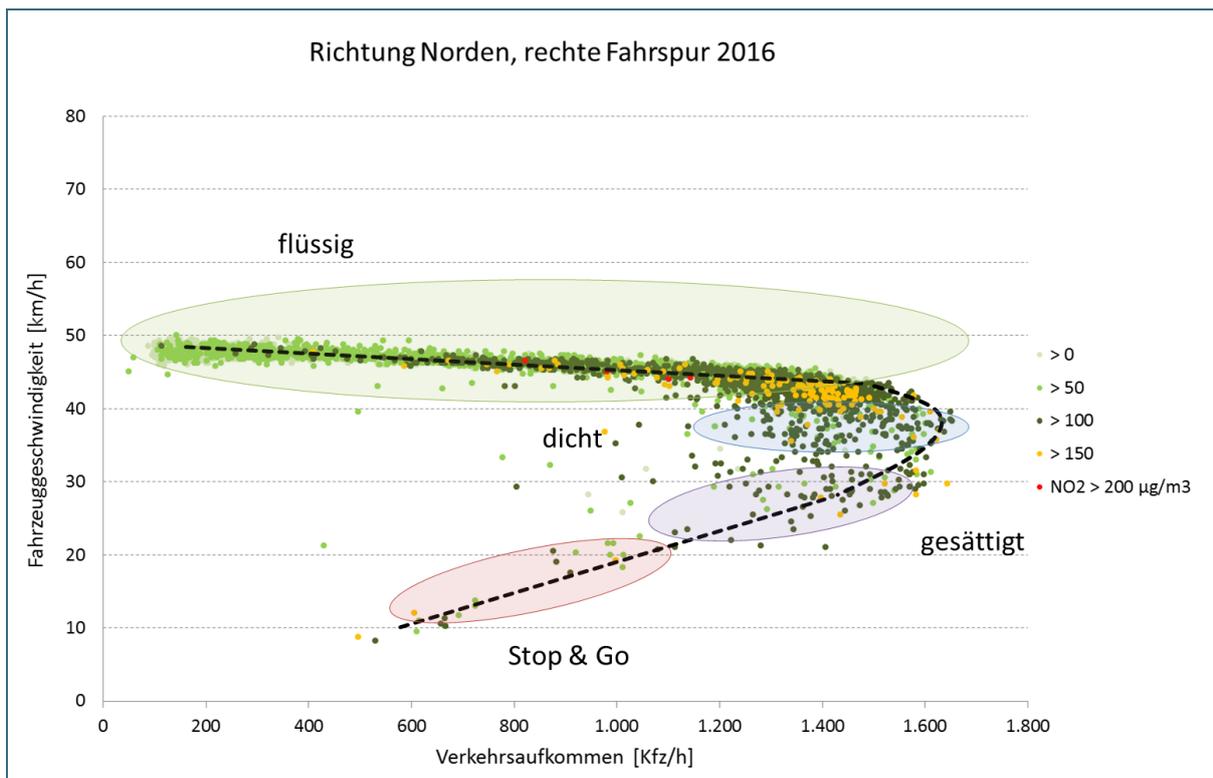


Abb. 24: Fundamentaldiagramm für die rechte Fahrspur Richtung Norden der Landshuter Allee in München. Zeitraum April bis September 2016.

Der direkte Vergleich der Diagramme von 2016 mit denen von 2014 zeigt deutlich das reduzierte Geschwindigkeitsniveau um mehr als 10 km/h. Die Fundamentaldiagramme von 2014 geben wieder, dass die Stundenmittelwerte der Fahrgeschwindigkeiten 2014 bei flüssigem Verkehrsstrom innerhalb eines Bereiches von 10 km/h schwanken (Abb. 21 und Abb. 23). Seit der Einführung des Tempolimits liegt die Spannbreite nur noch bei etwa 5 km/h (Abb. 22 und Abb. 24). Im fließenden Verkehr konnte damit die Homogenität des Verkehrsflusses erhöht werden.

Richtung Norden lag mit einem Anteil von 1,3 % nur vereinzelt Verkehrsaufkommen mit mehr als 1.400 Fahrzeugen pro Stunde in 2014 vor. Dieser Anteil ist 2016 auf 15,1 % angestiegen. Möglicherweise konnte durch die bessere Homogenität des Verkehrsflusses der Fahrzeugdurchsatz erhöht werden. Eine geringere Spannbreite der gefahrenen Geschwindigkeiten ermöglicht eine bessere Ausbildung eines Fahrzeugpulses. Dies führt zu einer höheren Qualität des Verkehrsflusses [19]. Das Verkehrsaufkommen erreicht in 2016 mehr als 1.600 Fahrzeuge pro Stunde (0,5 %). Die Kapazität der Fahrspur ist damit erreicht, der Verkehr geht in den dichten bis gesättigten Bereich über.

Tab. 5 zeigt die Verkehrsqualität nach HBEFA 3.2. vor und nach Einführung des Tempolimits für die rechten Fahrspuren. Mit einem Anteil von 88,0 % LOS 1 ist der Verkehr Richtung Süden weniger flüssig als Richtung Norden mit einem Anteil von 97,6 % in 2014. Richtung Süden tritt mit einem Anteil von 9,7 % häufig gesättigter Verkehr bis Stop & Go-Zustand auf. An den Fundamentaldiagrammen zeigt sich dies daran, dass die Messpunkte Richtung Süden deutlich einen unteren Ast der Parabel ausbilden. Nach Einführung des Tempolimits reduziert sich der Anteil des flüssigen Verkehrs 2016 Richtung Norden auf 90,9 %. Der Anteil verteilt sich zum größten Teil auf LOS 2 und LOS 3. In Richtung Süden hat der flüssige Verkehr zugenommen, ungefähr zu gleichen Teilen haben LOS 3 und LOS 4 abgenommen.

Tab. 5: Anteil der LOS-Stufen für die rechten Fahrspuren der Landshuter Allee in München für die Jahre 2014 und 2016. Zeitraum April bis September

Verkehrsqualität	Richtung Norden, rechte Fahrspur		Richtung Süden, rechte Fahrspur	
	2014	2016	2014	2016
LOS 1	97,6 %	90,9 %	88,0 %	89,3 %
LOS 2	0,6 %	5,9 %	2,3 %	2,1 %
LOS 3	0,9 %	2,6 %	6,4 %	5,9 %
LOS 4	0,9 %	0,6 %	3,3 %	2,7 %

In Tab. 6 ist die mittlere NO₂-Immissionskonzentration bei flüssigem Verkehr (LOS 1) in Abhängigkeit des Verkehrsaufkommens dargestellt.

Tab. 6: Mittlere gemessene NO₂-Immissionskonzentration pro Fahrspur bei flüssigem Verkehr und für verschiedene Verkehrsstärken an der Landshuter Allee in München. Zeitraum April bis September der Kalenderjahre 2014 und 2016

Verkehrsqualität	Verkehrsstärke [Kfz/h]	Mittlere NO ₂ -Belastung [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
		Fahrtrichtung Norden		Fahrtrichtung Süden	
		2014	2016	2014	2016
LOS 1 (flüssig)	≤ 400	52	49	50	49
	401 - 800	86	73	82	76
	801 - 1.000	96	94	92	88
	1.001 - 1.400	104	98	102	98
	> 1.400	110	107	123	111

- Bei einem geringen Verkehrsaufkommen mit weniger als 400 Fahrzeugen pro Stunde und Fahrspur liegen sowohl vor als auch nach Einführung des Tempolimits niedrige mittlere NO₂-Konzentrationen um etwa 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vor.
- Mit steigendem Verkehrsaufkommen treten deutlich höhere mittlere NO₂-Konzentrationen auf. Die Werte liegen im Bereich von 73 bis 123 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Spitzenkonzentrationen über 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Mittel sind erst ab einem Verkehrsaufkommen von mehr als 1.000 Fahrzeugen pro Stunde und Fahrspur zu erwarten.
- Nach Einführung des Tempolimits werden bei flüssigem Verkehr (LOS 1) für alle Verkehrsaufkommen reduzierte NO₂-Konzentrationen beobachtet. Die mittlere NO₂-Minderung liegt je nach Verkehrsstärke bei 1 bis 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Differenz der Werte von 2014 abzüglich 2016). Die höchste Reduktion mit 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tritt Richtung Norden für den flüssigen Verkehrszustand bei Verkehrsstärken von 401 bis 800 Fahrzeugen pro Stunde auf.
- Die Verkehrszustände LOS 2 bis LOS 4 sind aufgrund der geringen Zahl der Messwertpaare bedingt aussagekräftig und nicht gezeigt. Aussagen sind nur Richtung Süden und für mittlere Verkehrsaufkommen mit 1.001 bis 1.400 Fahrzeugen pro Stunde möglich. Es zeigt sich ein uneinheitliches Bild. Bei dichtem Verkehr (LOS 2) ist eine Zunahme von 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und bei gesättigtem Verkehr (LOS 3) eine leichte Abnahme um 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zu beobachten. Für LOS 4 ist eine markante Zunahme der NO₂-Konzentrationen um 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zu sehen.

Das Tempolimit mit strikter Überwachung erhöhte die Homogenität des flüssigen Verkehrs (Verstetigung).

Nach Einführung des Tempolimits liegen bei flüssigem Verkehr geringere NO₂-Konzentrationen vor. Die mittlere NO₂-Minderung liegt je nach Verkehrsstärke bei 1 bis zu 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.5 Luftschadstoffbelastung

Die Belastung mit Luftschadstoffen an einem Immissionsort wird durch ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Einflussfaktoren, wie z. B. den meteorologischen Bedingungen, den luftchemischen Prozessen und der Quellstärke beeinflusst. In diesem Kapitel wird die NO₂-Immissionssituation an der Landshuter Allee anhand von Messwerten der Jahre 2014 bis 2016 untersucht. Dabei werden die o. g. Einflüsse nicht detailliert betrachtet. Die Einflüsse der Meteorologie auf die NO₂-Immissionssituation wurden ausführlich in der Episodenanalyse (1. Zwischenbericht) untersucht [20]. Durch die Verwendung des NO₂-Verhältnisses sollen zeitliche Variationen minimiert werden.

Die Aussagen zu den NO₂-Entwicklungen vor und nach Einführung des Tempolimits dienen als Anhaltswerte und zeigen einen Trend. Sie sind nicht als verbindliche Zahlen anzusehen und sind auch nicht ohne weiteres auf zukünftige Jahre übertragbar.

5.5.1 Lufthygienische Jahresberichte

Tab. 7 gibt einen Überblick über die Jahreskennwerte für Stickstoffdioxid und Feinstaub der Münchner LÜB-Stationen für den Zeitraum 2010 bis 2016. Die Luftschadstoffdaten sind den jeweiligen Jahresberichten zu entnehmen [9] [10]. Die Messungen in der Prinzregentenstraße wurden am 21.12.2011 beendet. Die Messstation in Moosach wurde 2013 nach Allach verlegt.

Seit Einführung des NO₂-Grenzwertes im Jahr 2010 sind an der LÜB-Messstation Landshuter Allee tendenziell rückläufige NO₂-, PM₁₀- und PM_{2,5}-Belastungen für die Jahresmittelwerte zu beobachten. Nach einer Stagnationsphase auf etwa gleichbleibendem Niveau in den Jahren 2014 und 2015 ist 2016 eine Minderung des NO₂-Jahresmittelwertes gegenüber den Vorjahren 2014 (-4 %) und 2015 (-5 %) verzeichnet worden. Mit 80 µg/m³ wird der NO₂-Grenzwert für das Jahresmittel noch um das Doppelte überschritten.

Ein Rückgang ist auch bei den NO₂-Spitzenkonzentrationen festzustellen. Der Grenzwert für das NO₂-Stundenmittel von 200 µg/m³ wurde an der Landshuter Allee im Jahr 2010 noch 192-mal und im Jahr 2015 noch 30-mal überschritten. Im Jahr 2016 sind nur 13 Überschreitungen aufgetreten. Damit wurde die zulässige Anzahl von 18 Stunden mit Überschreitung des Kurzzeitgrenzwertes erstmalig im Jahr 2016 am LÜB-Standort an der Landshuter Allee eingehalten.

Der PM₁₀-Jahresmittelwert liegt 2016 mit 25 µg/m³ auf dem niedrigsten Niveau. Im Vergleich zu den beiden Vorjahren 2014 und 2015 hat sich der Jahresmittelwert um 7 % verringert.

Bei der Anzahl der Tage mit Überschreitung des PM₁₀-Tagesmittelwertes zeigt sich an der Landshuter Allee eine rückläufige Tendenz. Diese Entwicklung ist auch an den anderen Münchener LÜB-Standorten zu beobachten. Seit 2012 wird an der Landshuter Allee die zulässige Anzahl von 35 Überschreitungstagen im Jahr nicht mehr überschritten.

Der ab 2015 gültige PM_{2,5}-Grenzwert für den Jahresmittelwert von 25 µg/m³ wurde 2016 an der LÜB-Messstation Landshuter Allee mit 14 µg/m³ eingehalten.

Tab. 7: Jahreskenngrößen ausgewählter Luftschadstoff-Messwerte an LÜB-Stationen in München [9][10]

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Allach	Johanneskirchen	Landshuter Allee	Lothstraße	Moosach	Prinzregentenstraße	Stachus
NO ₂ -Jahresmittel [µg/m ³]	2010	-	28	99	35	39	68	74
	2011	-	23	85	33	39	61	76
	2012	-	22	81	31	35	-	60
	2013	-	22	81	31	-	-	64
	2014	25	22	83	31	-	-	62
	2015	26	23	84	33	-	-	64
	2016	26	22	80	33	-	-	56
NO ₂ -Überschreitung (Anzahl der Überschreitungen des Stundenmittelwertes von 200 µg/m ³)	2010	-	0	192	2	2	8	8
	2011	-	0	50	2	2	7	6
	2012	-	0	27	0	0	-	1
	2013	-	0	50	0	0#	-	0
	2014	0	0	24	0	-	-	0
	2015	0	0	30	0	-	-	0
	2016	0	0	13	1	-	-	0
PM ₁₀ -Jahresmittel [µg/m ³]	2010	-	22	38	24	-	28	32
	2011	-	21	36	22	-	25	31
	2012	-	16	29	18	-	-	26
	2013	-	18	31	20	-	-	26
	2014	-	16	27	18	-	-	23
	2015	-	16	27	18	-	-	24
	2016	-	14	25	17	-	-	22
PM ₁₀ -Überschreitung (Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m ³)	2010	-	23	65	27	-	31	47
	2011	-	9	48	11	-	17	35
	2012	-	4	27 (17)	5	-	-	14 (11)
	2013	-	8	39 (30)	11	-	-	19 (17)
	2014	-	6	17 (16)	8	-	-	14 (13)
	2015	-	1	13 (9)	1	-	-	7 (6)
	2016	-	1	15	1	-	-	8
PM _{2,5} -Jahresmittel [µg/m ³]	2010	-	-	21	16	-	-	-
	2011	-	-	20	14	-	-	-
	2012	-	10	18	13	-	-	17
	2013	-	14	19	14	-	-	16
	2014	-	12	16	12	-	-	15
	2015	-	12	15	12	-	-	14
	2016	-	10	14	11	-	-	13

Datenverfügbarkeit weniger als 90 %

Werte in Klammern: Anzahl der Überschreitungstage abzüglich der Tage, die auf die Ausbringung von Streusalz zurückzuführen sind (vgl. §25 der 39. BImSchV)

Unter www.lfu.bayern.de/luft/index.htm sind auch die Langzeitverläufe für die Luftschadstoffe abrufbar. Abb. 25 zeigt exemplarisch den Trendverlauf für die NO₂-Immissionskonzentration an der LÜB-Station Landshuter Allee. Im Langzeitverlauf (2006 bis 2015) zeigt sich eine Abnahme von ca. 13 µg/m³.

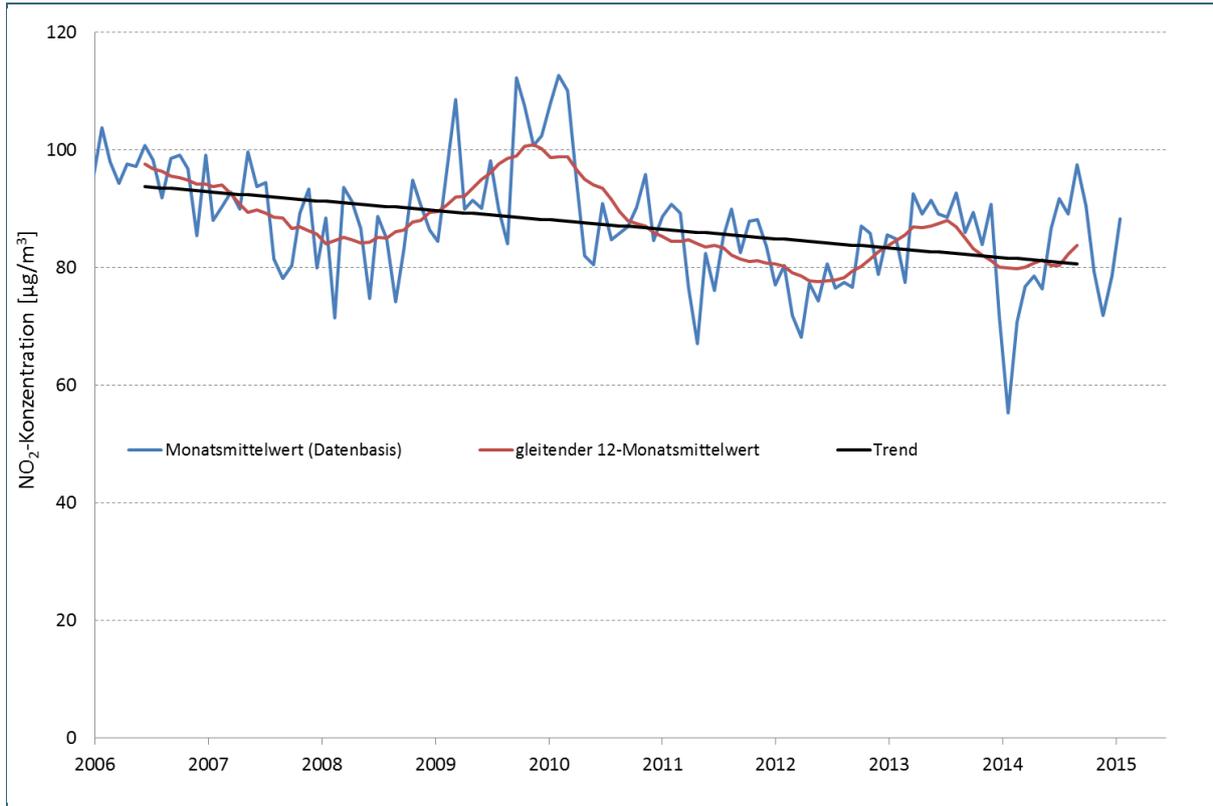


Abb. 25: Trend der NO₂-Immissionskonzentration von 2006 bis 2015 an der LÜB-Messtation Landshuter Allee, München

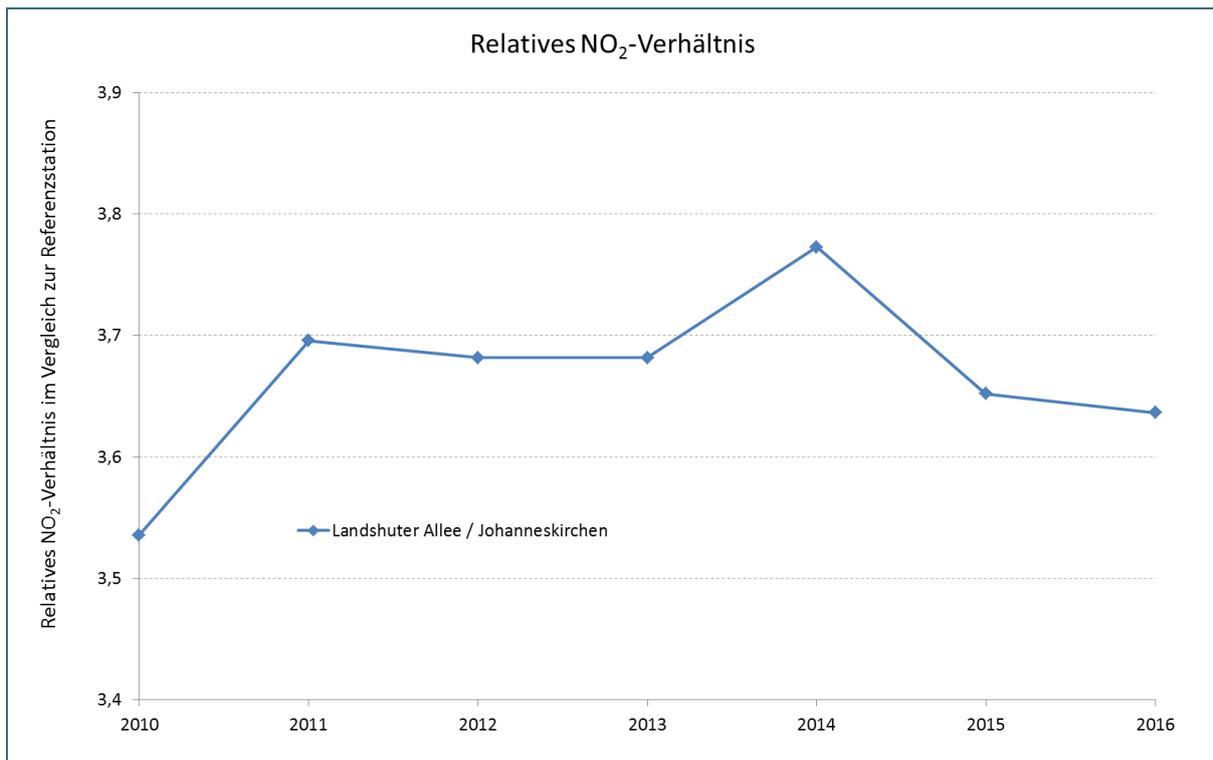


Abb. 26: Relatives NO₂-Verhältnis für die Jahresmittelwerte an der Landshuter Allee und in Johanneskirchen

Das relative NO_2 -Verhältnis für die Jahresmittelwerte an der Landshuter Allee und in Johanneskirchen ist in Abb. 26 dargestellt. In den Jahren 2010 bis 2014 stieg die NO_2 -Belastung an der Landshuter Allee (bezogen auf die Referenzstation in Johanneskirchen) an. Mit Einführung des Tempolimits im Jahr 2014 ist die NO_2 -Belastung an der Landshuter Allee im Vergleich zur Referenzstation gesunken, so dass nicht von einem großräumigen Effekt, sondern von einem lokalen Effekt an der Landshuter Allee auszugehen ist.

Von 2014 nach 2016 sank der NO_2 -Jahresmittelwert um $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der Landshuter Allee. Im städtischen Hintergrund wurden diese Minderungsraten nicht beobachtet, so dass von einem lokalen Effekt auszugehen ist.

Der Trend bei den NO_2 -Stundenmittelwertüberschreitungen an der Landshuter Allee ist rückläufig. 2016 wurde die Anzahl von 18 zulässigen Stunden mit einer NO_2 -Belastung von mehr als $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erstmalig mit 13 Stunden eingehalten.

5.5.2 NO_2 -Tagesgang

In Abb. 27 sind die mittleren Tagesgänge der NO_2 -Konzentrationen für die Jahre 2014 bis 2016 dargestellt. Es sind die typischen NO_2 -Belastungsspitzen zu den Zeiten des Berufsverkehrs am Morgen und am Abend zu sehen. Von 2014 über 2015 bis in das Jahr 2016 ist ein Trend zu geringeren NO_2 -Belastungen zu beobachten. Während die mittlere Differenz der NO_2 -Stundenmittelwerte der Jahre 2014 und 2015 weniger als $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beträgt, so sinkt die NO_2 -Belastung 2016 im Mittel um mehr als $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Vergleich zu 2014 und 2015.

Dem Langzeittrend (vgl. Kapitel 5.5.1) ist eine Abnahme der NO_2 -Belastung von etwas mehr als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr zu entnehmen. Im Vergleich dazu ist die NO_2 -Reduzierung 2016 um das fast Dreifache gegenüber den beiden Vorjahren als signifikant anzusehen. Die größten NO_2 -Minderungen im Tagesgang sind 2016 mit ca. $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gegenüber dem Jahr 2015 und mit ca. $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gegenüber dem Jahr 2014 während der morgendlichen Rushhour (6 bis 9 Uhr) zu beobachten.

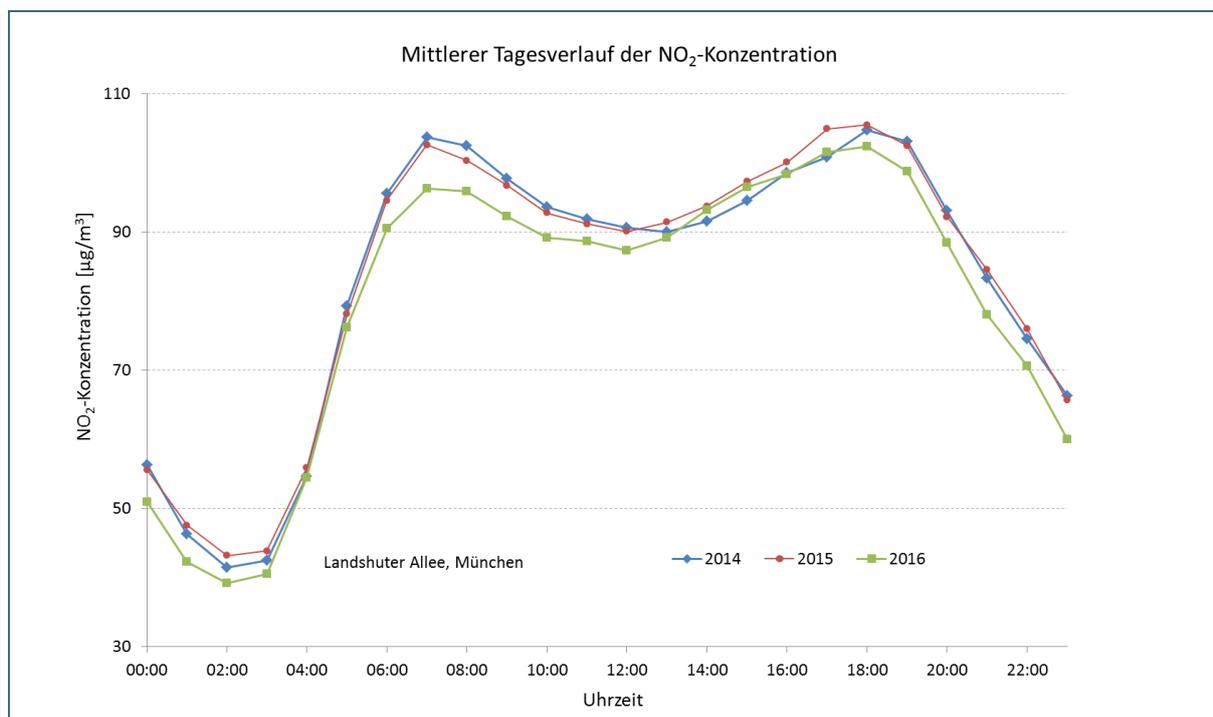


Abb. 27: Mittlere NO_2 -Tagesverläufe an der LÜB-Messtation an der Landshuter Allee in München für die Jahre 2014 bis 2016

Das relative NO₂-Verhältnis für den Tagesgang an der Landshuter Allee und in Johanneskirchen ist in Abb. 28 dargestellt. 2016 ist im Vergleich zu den beiden Vorjahren eine Minderung des relativen NO₂-Verhältnisses zu beobachten. Die für den Tagesgang der NO₂-Konzentration zu beobachtenden Minderungen (vgl. Abb. 27) sind demzufolge als lokaler Effekt an der Landshuter Allee anzusehen, da sie nicht an der Referenzstation in Johanneskirchen zu beobachten sind, was für einen großräumigen Effekt spräche.

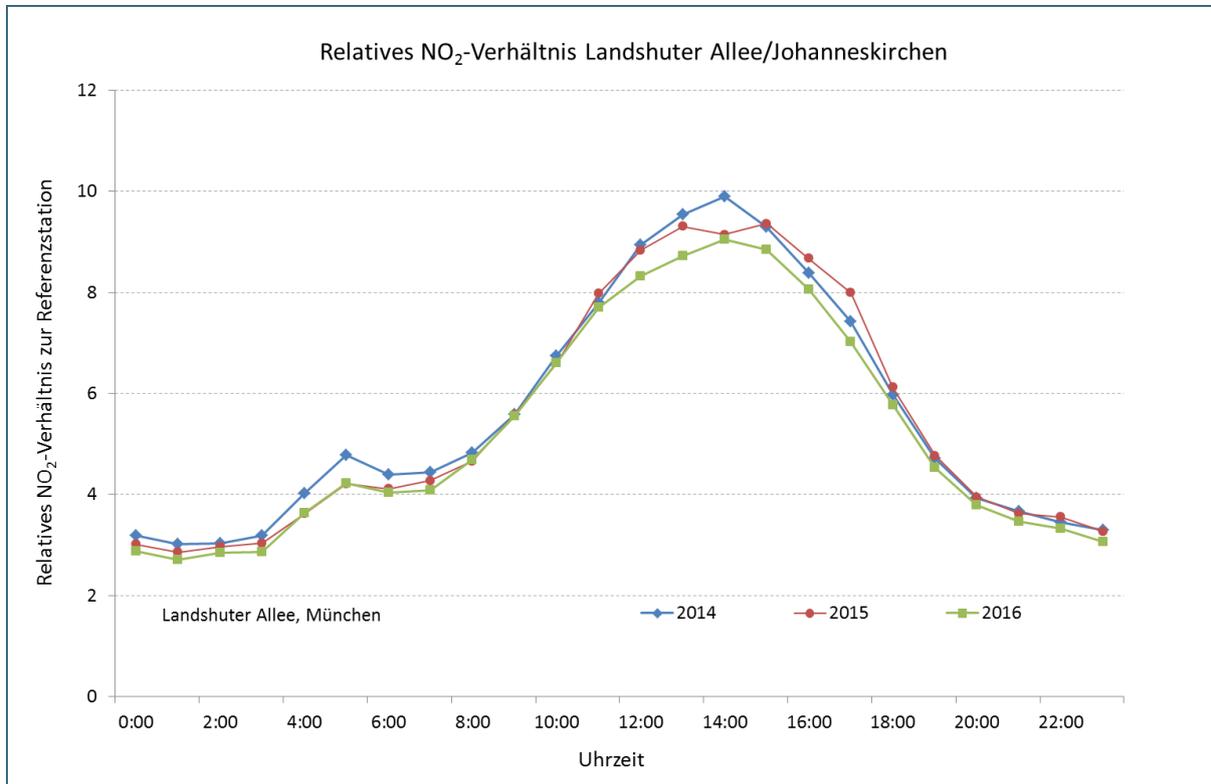


Abb. 28: Relatives NO₂-Verhältnis für den Tagesgang an der Landshuter Allee und in Johanneskirchen

Die größten NO₂-Minderungen wurden 2016 während der Rushhour am Morgen zwischen 6 Uhr und 9 Uhr mit ca. 5 µg/m³ gegenüber dem Jahr 2015 und mit ca. 6 µg/m³ gegenüber dem Jahr 2014 beobachtet.

5.5.3 Monatliche NO₂-Entwicklung

Abb. 29 zeigt, dass die NO₂-Konzentrationen beim gleitenden 98-Perzentil von 2014 nach 2016 rückläufig sind. Betrug an der Landshuter Allee das gleitende 98-Perzentil im Januar 2014 noch 158 µg/m³, liegt es im Dezember 2016 bei 151 µg/m³. Zudem ist eine Abnahme des 98-Perzentils ab September 2014 und damit zum Zeitpunkt der Einführung von Tempo 50 zu beobachten. Das im Oktober 2014 auftretende Minimum und im Juli 2015 auftretende Maximum des 98-Perzentils können auf ein großräumiges Ereignis zurückgeführt werden, da die Effekte auch an der LÜB-Station am Stachus beobachtet wurden (s. Ellipsen in Abb. 29). Somit sind Zusammenhänge mit der Einführung des Tempolimits auszuschließen.

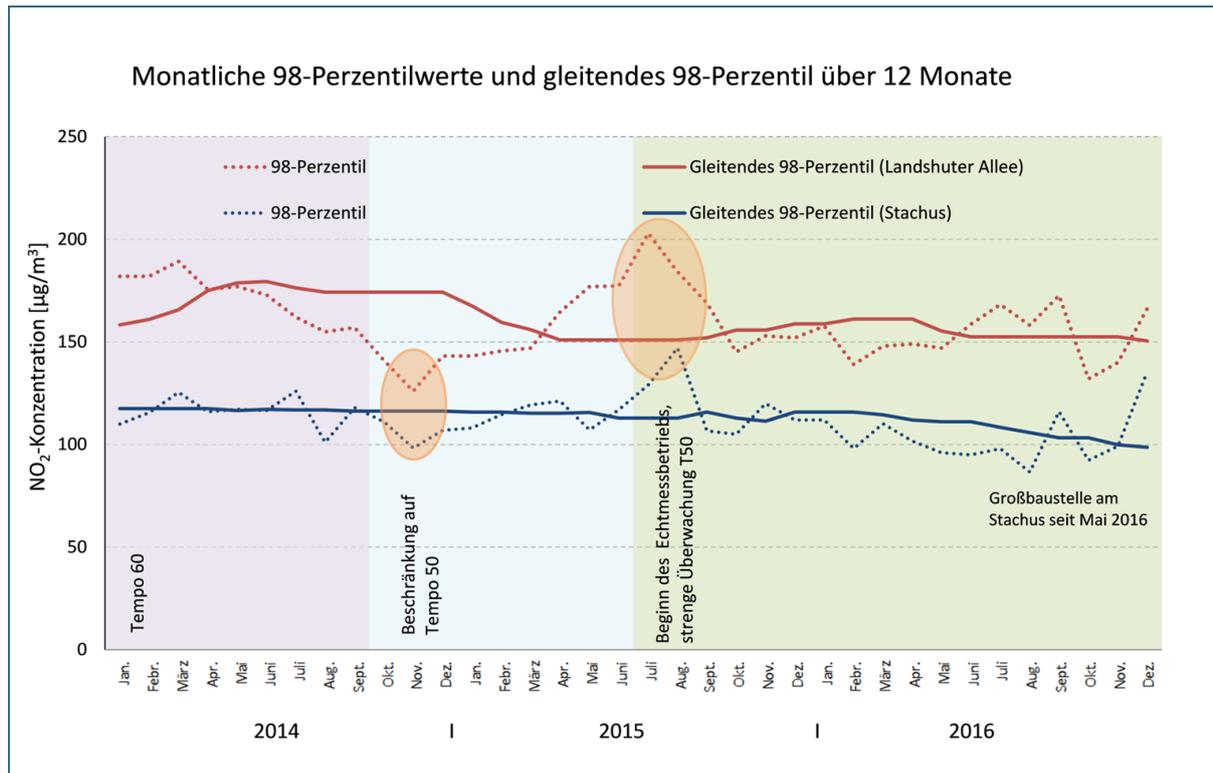


Abb. 29: Verlauf der NO₂-Immissionskonzentration an den LÜB-Stationen Landshuter Allee und Stachus in München zum Vergleich: Monatliche 98-Perzentilwerte und gleitendes 98-Perzentil über 12 Monate

In Abb. 30 sind die monatlichen Mediane und die gleitenden Mediane über 12 Monate dargestellt. Die Verwendung des Medianwertes (50-Perzentil) hat gegenüber dem arithmetischen Mittelwert den Vorteil, dass er von Extremwerten weniger stark beeinflusst wird. Hierbei zeigt sich ebenfalls eine geringfügige Abnahme der NO₂-Belastung. Zusätzlich sind in Abb. 30 auf Monatsbasis die Anzahl der Stunden mit NO₂-Konzentrationen von mehr als 200 µg/m³ (Kurzzeitgrenzwert) und deren pro Kalenderjahr kumulierte Anzahl dargestellt. Im Jahr 2014 wurde die zulässige Anzahl von 18 Überschreitungsstunden verteilt über die Monate bis zum Sommer überschritten. Im Jahr 2015 wurde die Grenzwertüberschreitung im Wesentlichen durch die heißen Sommermonate in Verbindung mit hoher Ozonkonzentration verursacht. 2016 wurde die zulässige Anzahl nicht überschritten, die 13 NO₂-Überschreitungsstunden verteilen sich auf die Wintermonate (Januar und Dezember) und die Sommermonate.

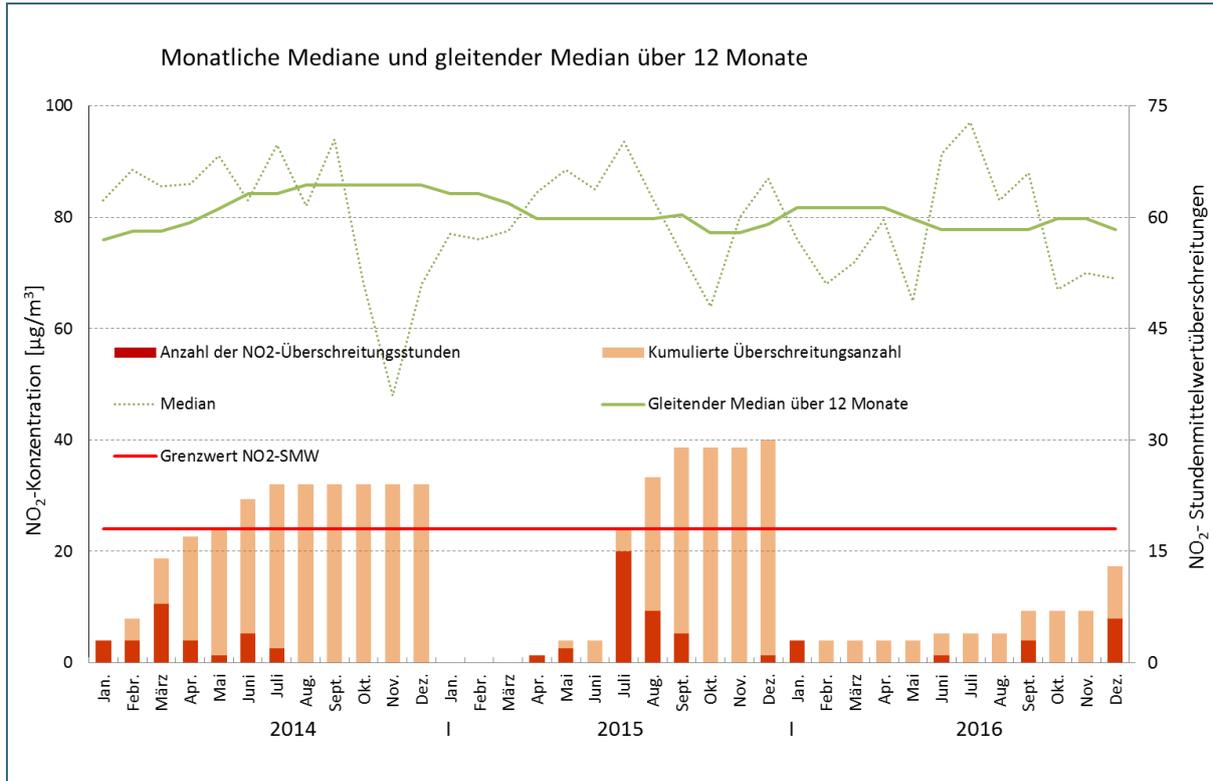


Abb. 30: Verlauf der NO₂-Immissionskonzentration an der LÜB-Station Landshuter Allee in München: Monatliche Mediane, gleitende Mediane über 12 Monate, monatliche Anzahl der NO₂-Überschreitungsstunden von 200 µg/m³ und kumulierte Anzahl der NO₂-Überschreitungsstunden von 200 µg/m³ pro Kalenderjahr von 2014 bis 2016

Die NO₂-Maximalwerte (98-Perzentil) sanken von 158 µg/m³ im Jahr 2014 auf 151 µg/m³ im Jahr 2016.

5.5.4 NO₂-Messungen mit Passivsammlern

NO₂-Passivsammler werden für zeitlich begrenzte Stichproben- und Sonderuntersuchungen als orientierende Messungen verwendet. Im Rahmen des Vorhabens „Untersuchung der räumlichen Verteilung der NO_x-Belastung im Umfeld von vorhandenen, hochbelasteten Luftmessstationen“ (NO_x-Projekt) wurden umfangreiche NO₂-Messungen mit Passivsammlern entlang der Landshuter Allee durchgeführt. Diese Messungen wurden im URPOL-Projekt an zehn ausgewählten Messpunkten (s. Kapitel 3.2) fortgesetzt. Informationen zum Aufbau, der Funktionsweise und zum Äquivalenznachweis der NO₂-Passivsammler sowie eine Fotodokumentation der Standorte können dem Abschlussbericht zum NO_x-Projekt entnommen werden [21].

Exemplarisch sind in Abb. 31 die Ergebnisse der Einzelmessungen am Messpunkt ML1 über die letzten drei Jahre dargestellt (auf die Darstellung aller NO₂-Zeitreihen wird verzichtet). Die NO₂-Messwerte zeigen eine große Bandbreite. Es wurden 14-tägige NO₂-Belastungen von 35 µg/m³ bis 100 µg/m³ beobachtet. Der Konzentrationsverlauf weist damit einen deutlichen Schwankungsbereich auf. Bedingt durch das Messverfahren können mit Messwerten von Passivsammlern keine Aussagen über kürzere Zeitintervalle, im Gegensatz zu kontinuierlichen Messungen, getroffen werden. Die exemplarisch gezeigten Ergebnisse zeigen, wie wichtig es ist, ein volles Kalenderjahr zu erfassen, um eine Bewertung der Luftqualität und einen Vergleich mit dem NO₂-Grenzwert, der auf ein Kalenderjahr bezogen ist, vornehmen zu können. Messergebnisse, die kein vollständiges Kalenderjahr abdecken, können lediglich als Anhaltswerte angesehen werden.

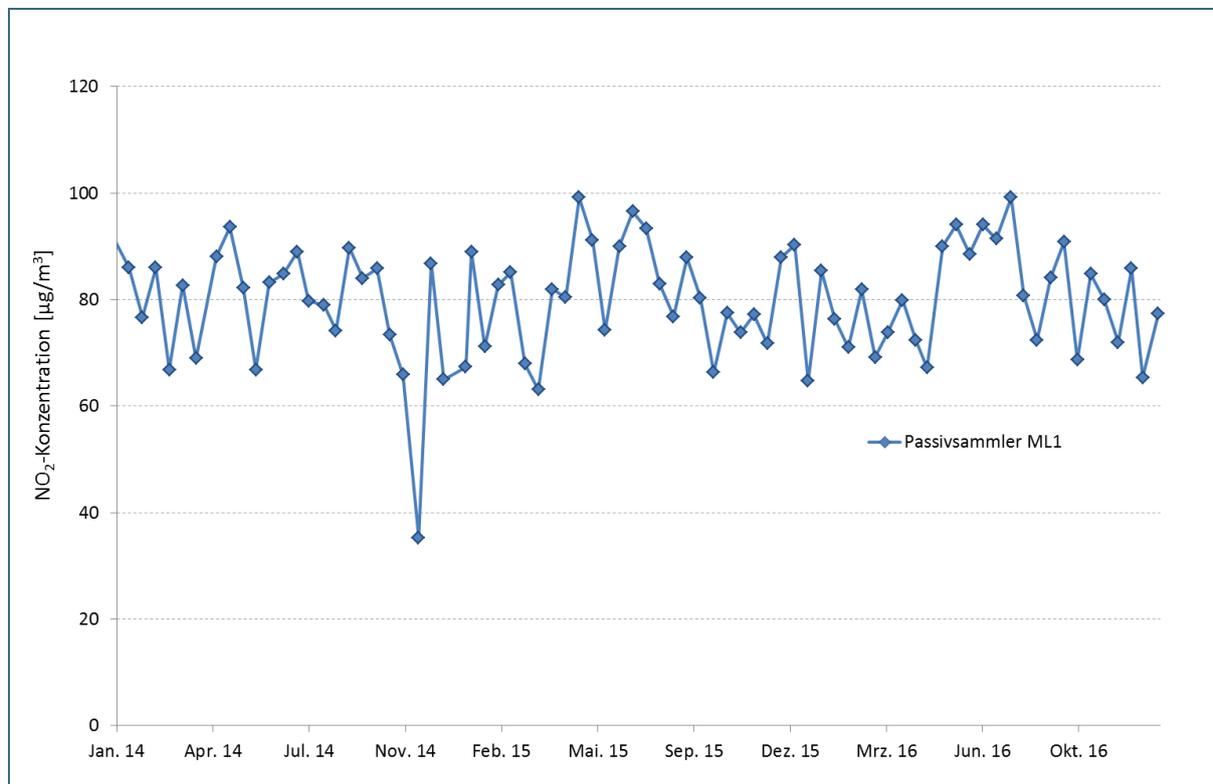


Abb. 31: Verlauf der NO₂-Konzentration des Messpunktes ML1 im nördlichen Bereich der Landshuter Allee in München von 2014 bis 2016

In Tab. 8 und Tab. 9 sind die NO₂-Jahresmittelwerte der Passivsammler und der LÜB-Station an der Landshuter Allee für die Jahre 2012 bis 2016 zusammengestellt. Die höchsten Messwerte werden in den Streckenabschnitten mit ausgeprägt schluchtartiger Bebauung festgestellt (ML1, ML12, ML22), wobei die Belastung auf der Westseite mit Messwerten über 80 µg/m³ (ML1) deutlich höher ist, als an

vergleichbaren Messpunkten auf der Ostseite (ML22). In Kreuzungs- oder Einmündungsbereichen (ML6, ML14 und ML11), die besser durchlüftet sind, liegen die Messwerte niedriger, ebenso in Bereichen mit Bebauungslücken (ML2, ML6, ML11, ML13, ML14). Am Messpunkt ML23 mit maximal möglicher Belüftung ist die NO₂-Konzentration deutlich geringer als in der Straßenschlucht. Nur am Messpunkt ML11 im Bereich der Einmündung zur Wilderich-Lang-Straße wird der Grenzwert mit einem Messwert von 37 µg/m³ knapp unterschritten.

Messpunkt auf der Westseite	2012	2013	2014	2015	2016
ML1	85	83	79	81	80
ML2	64	63	60	60	57
ML6	44	45	43	43	42
LÜB	81	81	83	84	80
ML11	-	38	38	39	37
ML23	-	-	51	49	47

Tab. 8: NO₂-Jahresmittelwerte [µg/m³] der Passivsammler und der LÜB-Messstation (LÜB) an der Landshuter Allee in München auf der Westseite

Messpunkt auf der Ostseite	2012	2013	2014	2015	2016
ML22	-	73	71	68	65
ML21	-	76	72	69	68
ML14	47	47	46	49	48
ML13	56	54	52	54	52
ML12	-	65	64	61	60

Tab. 9: NO₂-Jahresmittelwerte [µg/m³] der Passivsammler an der Landshuter Allee in München auf der Ostseite

Im untersuchten Abschnitt der Landshuter Allee liegen weiterhin Grenzwertüberschreitungen vor. Betrachtet man den Zeitraum vor (2014) und nach Einführung des Tempolimits (2016), so ist überwiegend eine Abnahme der NO₂-Belastungen zu beobachten. An sieben von zehn NO₂-Passivsammlermesspunkten sind Reduzierungen der NO₂-Belastungen von -1 µg/m³ bis -6 µg/m³ (im Mittel -3,3 µg/m³) zu verzeichnen. Am Messpunkt ML13 ist keine Veränderung und an den Messpunkten ML1 und ML14 eine geringfügige Zunahme (+1,5 µg/m³) zu beobachten.

Die Ausweitung der Geschwindigkeitsbegrenzung auf die Donnersbergerbrücke hat möglicherweise einen positiven Effekt auf die Immissionsbelastung. Der Messpunkt ML23 befindet sich in dem ausweiteten T50-Bereich. Die LÜB-Messstation an der Landshuter Allee liegt ca. 800 m nördlich. Richtung Süden ist nach dem Passieren der letzten Messkabine auf Höhe der LÜB-Station möglicherweise mit einer weniger starken Beschleunigungsphase zu rechnen. Ein möglicher positiver Effekt der ausweiteten Geschwindigkeitsbegrenzung auf die Immissionsbelastung kann erst nach ein bis zwei Jahren genauer untersucht werden.

2016 wurde im Vergleich zum Jahr 2014 bei sieben der zehn Passivsammler eine Reduzierung der NO₂-Jahresmittelwerte im Mittel um 3,3 µg/m³ beobachtet.

6 Zusammenfassung

Im Oktober 2014 startete die Einführung eines Tempolimits T50 an der Landshuter Allee in München mit dem Aufstellen von Verkehrsschildern für die zulässige Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h. Kurze Zeit später wurden vier Kabinen für Geschwindigkeitsmesssysteme fest installiert und anschließend mit „Blitzern“ versehen. Nach einem mehrmonatigen Probetrieb begann im Juli 2015 der Echtmessbetrieb (strenge Überwachung). In vorliegender Untersuchung wurden Auswertungen und Vergleiche unterschiedlicher Stadien der Einführung des Tempolimits durchgeführt, um die Effekte auf die Immissionsbelastung an der Landshuter Allee zu ermitteln. Für die Auswertungen wurden die unkorrigierten Verkehrsdaten aus einer Querschnittszählung auf Höhe der Hirschbergstraße unter Ergänzung der achten Fahrbahn verwendet. Nachfolgend sind die wesentlichen Ergebnisse zusammengefasst.

Strenge Überwachung

- Die strenge Überwachung des Tempolimits von 50 km/h erfolgt seit Juli 2015 durch zwei Messkabinen je Fahrtrichtung mit wechselweisem Einsatz von zwei Geschwindigkeitsmessgeräten.
- Nur wenige Kraftfahrer (0,24 %) halten sich nicht an das Tempolimit.

Verkehrsstärke

- Die Verkehrszahlen steigen jährlich an. Während 2014 ca. 108.400 Kraftfahrzeuge pro 24 Stunden an der Landshuter Allee auf Höhe der Hirschbergstraße gezählt wurden, sind es 2016 ca. 115.500 Kraftfahrzeuge pro 24 Stunden.
- Von 2014 nach 2015 stieg die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (Kraftfahrzeuge pro 24 Stunden) um etwa 2 % und von 2015 auf 2016 um etwa 4 % an.

Fahrgeschwindigkeiten

- Mit der Einführung von T50 konnten die Fahrgeschwindigkeiten deutlich verringert werden: Hohe Geschwindigkeitsanteile > 65 km/h werden nicht mehr beobachtet, der Anteil im Bereich der mittleren Geschwindigkeiten (40 - 60 km/h) ist von 1 - 24 % auf 87 - 94 % angestiegen.
- Auf den Fahrspuren Richtung Norden werden nach Einführung des Tempolimits mit strenger Überwachung geringfügig niedrigere Fahrgeschwindigkeiten im Vergleich zu den Fahrspuren Richtung Süden registriert.
- An den Werktagen Montag bis Freitag treten im Wesentlichen zu Zeiten des Berufsverkehrs (morgens: Fahrtrichtung Norden, nachmittags: Fahrtrichtung Süden) verminderte Fahrgeschwindigkeiten (Störungen des Verkehrsablaufs) auf. Die Störungen sind Richtung Süden stärker ausgeprägt.
- An Wochenenden (Verkehrsstärke kleiner 100.000 Kraftfahrzeuge pro 24 Stunden) sind keine Einbrüche der Fahrgeschwindigkeiten zu beobachten.
- Die Einbrüche der Fahrgeschwindigkeiten waren vor und sind nach der Einführung des Tempolimits von 50 km/h und strenger Überwachung immer noch zu beobachten.
- Zu Einbrüchen der Fahrgeschwindigkeiten kommt es insbesondere, wenn Fahrspuren bis zur Belastungsgrenze ausgeschöpft sind. In Verbindung mit der verminderten Fahrgeschwindigkeit sinken die Verkehrszahlen drastisch.
- In Fahrtrichtung Süden werden Rückstaueffekte von der Donnersbergerbrücke vermutet, die zu Geschwindigkeitseinbrüchen auf der Landshuter Allee führen.

Verkehrszustände

- Das Tempolimit mit strikter Überwachung erhöhte die Homogenität des flüssigen Verkehrs (Verstetigung).
- Nach Einführung des Tempolimits liegen bei flüssigem Verkehr geringere mittlere NO₂-Konzentrationen vor. Die mittlere (gemessene) NO₂-Minderung im Vergleich der Stundenmittelwerte von 2014 und 2016 liegt je nach Verkehrsstärke bei 1 bis zu 13 µg/m³. Die höchste Differenz mit 13 µg/m³ ist für den flüssigen Verkehrszustand bei Verkehrsstärken von mehr als 400 bis 800 Kraftfahrzeugen pro 24 Stunden aufgetreten.

NO₂-Immissionssituation

- Von 2014 nach 2016 sank der NO₂-Jahresmittelwert um 3 µg/m³ an der Landshuter Allee. Im städtischen Hintergrund wurden diese Minderungsraten nicht beobachtet, so dass von einem lokalen Effekt auszugehen ist.
- Der Trend bei den NO₂-Stundenmittelwertüberschreitungen ist rückläufig. 2016 wurde die Anzahl von 18 zulässigen Stunden mit einer NO₂-Belastung von mehr als 200 µg/m³ erstmalig mit 13 Stunden eingehalten.
- Die größten NO₂-Minderungen wurden 2016 während der Rushhour am Morgen zwischen 6 Uhr und 9 Uhr mit ca. 5 µg/m³ gegenüber dem Jahr 2015 und mit ca. 6 µg/m³ gegenüber dem Jahr 2014 beobachtet.
- Die NO₂-Maximalwerte (98-Perzentil) sanken von 158 µg/m³ im Jahr 2014 auf 151 µg/m³ im Jahr 2016.
- 2016 wurde im Vergleich zum Jahr 2014 bei sieben der zehn Passivsammler eine Reduzierung der NO₂-Jahresmittelwerte im Mittel um 3,3 µg/m³ beobachtet.

7 Ausblick

Grundsätzlich ist das Tempolimit T50 mit strenger Überwachung als positive Maßnahme zur Reduzierung der Stickstoffdioxid- Belastung an der Landshuter Allee einzustufen. Aufgrund der hohen Verkehrsbelastung und -zunahmen sind jedoch nicht alle prognostizierten Reduktionseffekte eingetreten. Weiteres Potenzial wird in folgenden Vorschlägen gesehen:

- Aufgrund der Untersuchungen ist erkennbar, dass die Kapazität der Fahrspuren an der Landshuter Allee häufig ausgeschöpft ist. Aus diesem Grunde wäre es sinnvoll, verkehrsreduzierende Maßnahmen zu entwickeln, um damit eine Reduzierung der Immissionen zu erreichen. Eine Leistungsfähigkeitsanalyse könnte eine optimale Verkehrsmenge ermitteln, bei der der Verkehrsfluss erhalten bleibt und keine Stausituationen auftreten.
- Eine weitere Maßnahme zur Verstetigung des Verkehrs ist die Einführung eines Verkehrsleitsystems. Das Reduktionspotenzial eines Verkehrsleitsystems auf die Stickstoffdioxid-Belastung ist jedoch begrenzt und wird nicht zu einer Einhaltung der Immissionsbegrenzung führen.
- Zur Wirkungsabschätzung von verkehrsbeeinflussenden Maßnahmen mit dem Ziel einer Verbesserung der Luftqualität erscheint es sinnvoll, auch Verkehrsplaner in die Planung miteinzubeziehen. Dies sollte für weiterführende Untersuchungen berücksichtigt werden.
- Zukünftige Maßnahmen sollten so entwickelt werden, dass sie sich insbesondere mit Stauursachen beschäftigen. Für den betrachteten Straßenabschnitt sollte insbesondere der vermutete Rückstau auf der Donnersbergerbrücke untersucht und beseitigt werden.
- Ein möglicher positiver Effekt auf die Immissionsbelastung durch die aktuell ausgeweitete Geschwindigkeitsbegrenzung an der Donnersbergerbrücke sollte in den nächsten Jahren genauer untersucht werden.
- Passivsammler-Messungen bieten eine höhere Sicherheit für die Interpretation von Berechnungsergebnissen, von Trends (insbesondere an der Station des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB)), sowie der Wirkung von Maßnahmen der Luftreinhalteplanung. Sie sollten daher in den nächsten Jahren an der Landshuter Allee weitergeführt werden.
- Für die Zählschleife 4013 ist im Rahmen eines Ausbauplans für 56 Messstellen im Stadtgebiet München eine Fahrzeugklassifizierung vorgesehen [22]. Positiv hervorzuheben ist, dass die zuständige Behörde der Stadt die Relevanz der Zählschleife 4013 im Ausbauplan berücksichtigt. Damit sind weitere Auswertungen möglich. Es könnte beispielsweise geprüft werden, wie hoch der Anteil an dieselbetriebenen LKWs am Verkehrsaufkommen ist und ob eine Erhöhung in Folgejahren zu höheren Schadstoffimmissionen führt.

Literatur

- [1] REGIERUNG VON OBERBAYERN, Luftreinhalteplan München, 5. Fortschreibung Luftreinhalteplan für die Stadt München, Mai 2014; https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Luft_und_Strahlung/Luftreinhalteplan.html
- [2] INGENIEURBÜRO LOHMEYER GMBH & CO. KG, „Verkehrsbedingte Immissionen - Wirksamkeit eines Tempolimits auf einer Stadtautobahn in München“, November 2012; http://www.muenchen.de/rathaus/dms/Home/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Dokumente/Luft_und_Strahlung/Luftreinhalteplan/5_lrp_anlage_3.pdf
- [3] REGIERUNG VON OBERBAYERN, Luftreinhalteplan München, 6. Fortschreibung Luftreinhalteplan für die Stadt München, Anlage 1; Dezember 2015, Umsetzung der Maßnahmen: Stand zum 31.03.2015; https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Luft_und_Strahlung/Luftreinhalteplan.html
- [4] Auskunft des Referates für Gesundheit und Umwelt der LANDESHAUPTSTADT MÜNCHEN vom 08.07.2016
- [5] Stellungnahme des POLIZEIPRÄSIDIUM MÜNCHEN vom 23.06.2016
- [6] LANDESHAUPTSTADT MÜNCHEN, <http://www.muenchen.de/veranstaltungen/event/20586.html> (Abruf im Februar 2017)
- [7] Ergebnisniederschrift zur Auftaktbesprechung der Maßnahme 1 der 6. Fortschreibung des Luftreinhalteplans der Stadt München („Münchner Untersuchungen“, Gutachterliche Ermittlung der verkehrlichen Bedingungen und Auswirkungen verkehrssteuernder Maßnahmen mit dem Ziel der Minderung der Verkehrsmenge sowie deren Stickstoffdioxid-Minderungspotenzials und sonstiger Auswirkungen auf die Luftqualität) am 14.04.2015
- [8] Auskunft des Kreisverwaltungsreferates, Hauptabteilung Straßenverkehr der LANDESHAUPTSTADT MÜNCHEN vom 21.02.2017
- [9] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, Lufthygienische Jahresberichte aus den Jahren 2006 bis 2015, https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/lufthygienische_berichte/index.htm
- [10] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, Lufthygienischer Jahreskurzbericht 2016; https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/lufthygienische_berichte/doc/jahreskurzbericht/jk16.pdf
- [11] SCHOLZ, W., METZNER, D., SCHEU-HACHTEL, H. UND RAMSER, B., Senkung der NO₂-Konzentration durch Maßnahmen zur Verkehrsverstetigung an der Hohenheimer Straße in Stuttgart, Immissionsschutz 4, 163-173, Dezember 2014
- [12] GEISTEFELDT, J. UND LOHOFF, J., Stausituationen auf den Autobahnen in Nordrhein-Westfalen, Studie im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen im Mai 2011
- [13] SCHÄFER, D. UND BLAGOJEVIC, N., Studienarbeit „Ermittlung der Kapazität von Straßen durch Fahrzeugmessungen im Verkehrsfluss“, Hochschule Ulm, Juli 2010
- [14] UMWELTBUNDESAMT, Handbuch der Emissionsfaktoren Version 3.2., Dessau, Juli 2014
- [15] CYRYS, J., PETERS, A. UND WICHMANN, H. E., Umweltzone München - Eine erste Bilanz, Umweltmed Forsch Prax 14 (3), 127-132, 2009

- [16] LANDESHAUPTSTADT HANNOVER, Optimierung der Verkehrsabläufe auf den besonders luftschadstoffbelasteten Strecken im Stadtgebiet-Pilotprojekt Marienstraße/Sallstraße. Fachgutachten im Auftrag der Landeshauptstadt Hannover, Fachbereich Tiefbau. Bearbeitung: SHP Ingenieure, Hannover und Ingenieurbüro Lohmeyer, Radebeul, 2012
- [17] BRILON, W.: Zufallscharakter der Kapazität von Autobahnen und praktische Konsequenzen. Deutscher Straßen- und Verkehrskongress, Berlin, 13.-15. Okt. 2004, Berichtband
- [18] IVU UMWELT GMBH, IMMIS^{em/luft/lärm} Handbuch zur Version 6, Juni 2015
- [19] UMWELTBUNDESAMT, Wirkungen von Tempo 30 an Hauptverkehrsstraßen, November 2016; <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/wirkungen-von-tempo-30-an-hauptverkehrsstrassen>
- [20] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, Ursachenuntersuchung von außergewöhnlichen Stickstoffdioxid-Immissionen – Neue Potenziale für die Luftreinhalteplanung und Übertragbarkeit von Maßnahmen, 1. Zwischenbericht – Episodenanalyse, Oktober 2016
- [21] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, Untersuchung der räumlichen Verteilung der NO_x-Belastung im Umfeld von vorhandenen, hochbelasteten Luftmessstationen. Publikationsshop der Bayerischen Staatsregierung: http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_luft_00192.htm, 2015
- [22] Mündliche Auskunft des Baureferates der LANDESHAUPTSTADT MÜNCHEN vom 31.01.2017

Anlage 1: Dokumentation T50-Verkehrsschilder

Tab. 10: Verkehrsschilder des Tempolimits T50 an der Landshuter Allee Richtung Süden (Stand zum 24.10.16)

Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Standortbeschreibung	Beschilderung
1	4465780	5337105	Abzweigung Moosach, Zentrum	Luftreinhaltung & Radarkontrolle
2	4465768	5337104	Abzweigung Moosach, Zentrum	Luftreinhaltung & Radarkontrolle
3	4465742	5336831	Abzweigung Dachauer Straße	Luftreinhaltung
4	4465750	5336820	Abzweigung Dachauer Straße	Luftreinhaltung
5	4465734	5336532	Brücke über Dachauer Straße	Luftreinhaltung & Radarkontrolle
6	4465724	5336533	Brücke über Dachauer Straße	Luftreinhaltung & Radarkontrolle
7	4465702	5336096	Höhe Hanebergstraße	Luftreinhaltung
8	4465711	5336087	Höhe Hanebergstraße	Luftreinhaltung
9	4465685	5335832	Höhe Dom-Pedro-Straße	Luftreinhaltung
10	4465696	5335788	Höhe St. Theresia Kirche	Luftreinhaltung
11	4465675	5335638	Ruffinistraße	Luftreinhaltung
12	4465686	5335611	Ruffinistraße	Luftreinhaltung
13	4465681	5335506	vor Tunnel, Abzweigung Neuhausen, Zentrum	Luftreinhaltung & Radarkontrolle
14	4465673	5335506	vor Tunnel, Abzweigung Neuhausen, Zentrum	Luftreinhaltung & Radarkontrolle
15	4465642	5334727	nach Tunnel, Höhe LÜB-Station	Luftreinhaltung
16	4465632	5334729	nach Tunnel, bei LÜB-Station	Luftreinhaltung
17	4465632	5334587	Höhe Wilderich-Lang-Straße	Luftreinhaltung
18	4465620	5334588	Höhe Wilderich-Lang-Straße	Luftreinhaltung
19	4465583	5334372	Höhe Arnulfstraße	Luftreinhaltung
20	4465534	5334317	Höhe Arnulfstraße	Luftreinhaltung
21	4465518	5334251	Höhe Richelstraße	Luftreinhaltung
Ende	4465483	5334119	Auffahrt Arnulfstraße	Tempo 50 km/h (Zeichen 274 StVO)
Ende	4465496	5334121	Auffahrt Arnulfstraße	Tempo 50 km/h (Zeichen 274 StVO)

Tab. 11: Verkehrsschilder des Tempolimits T50 an der Landshuter Allee Richtung Norden (Stand zum 24.10.16)

Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Standortbeschreibung	Beschilderung
1	4465489	5334077	Abzweigung ZOB, Zentrum	Luftreinhaltung & Radarkontrolle
2	4465506	5334088	Abzweigung ZOB, Zentrum	Luftreinhaltung & Radarkontrolle
3	4465518	5334250	Höhe Richelstraße	Luftreinhaltung
4	4465530	5334247	Höhe Richelstraße	Luftreinhaltung
5	4465583	5334371	Donnersbergerbrücke, Höhe Arnulfstraße	Luftreinhaltung
6	4465596	5334365	Donnersbergerbrücke, Höhe Arnulfstraße	Luftreinhaltung
7	4465618	5334454	Höhe NEC Display Solutions Europe GmbH, Nr. 12-13	Luftreinhaltung & Radarkontrolle
8	4465632	5334451	Höhe NEC Display Solutions Europe GmbH, Nr. 12-14	Luftreinhaltung & Radarkontrolle
9	4465636	5334645	Höhe Hirschbergstraße & Zählschleife	Luftreinhaltung
10	4465645	5334648	Höhe Hirschbergstraße & Zählschleife	Luftreinhaltung
11	4465646	5334789	Höhe Schlörstraße	Luftreinhaltung
12	4465656	5334789	Höhe Schlörstraße	Luftreinhaltung
13	4465681	5335506	Höhe Volkartstraße	Luftreinhaltung
14	4465689	5335505	Höhe Volkartstraße	Luftreinhaltung
15	4465698	5335511	Höhe Volkartstraße	Luftreinhaltung
16	4465690	5335669	Höhe Hübnerstraße	Luftreinhaltung
17	4465700	5335669	Höhe Hübnerstraße	Luftreinhaltung
18	4465699	5335863	Höhe Dom-Pedro-Straße	Luftreinhaltung & Radarkontrolle
19	4465711	5335861	Höhe Dom-Pedro-Straße	Luftreinhaltung & Radarkontrolle
20	4465715	5336143	Höhe Ebenauer Straße	Luftreinhaltung
21	4465724	5336162	Höhe Ebenauer Straße	Luftreinhaltung
22	4465734	5336532	Brücke über Dachauer Straße	Luftreinhaltung
23	4465743	5336532	Brücke über Dachauer Straße	Luftreinhaltung
24	4465759	5336804	Höhe Willi-Gebhardt-Ufer	Luftreinhaltung
25	4465752	5336820	Höhe Willi-Gebhardt-Ufer	Luftreinhaltung
26	4465769	5336839	Auffahrt, Höhe Willi-Gebhardt-Ufer	Luftreinhaltung
Ende	4465782	5337102	Abzweigung Richtung Nürnberg, Salzburg	Tempo 60 km/h
Ende	4465793	5337107	Abzweigung Richtung Nürnberg, Salzburg	Tempo 60 km/h

Anlage 2: Verkehrsbelegungsdaten

Messstelle 4013 – Querschnitt Hirschbergstraße

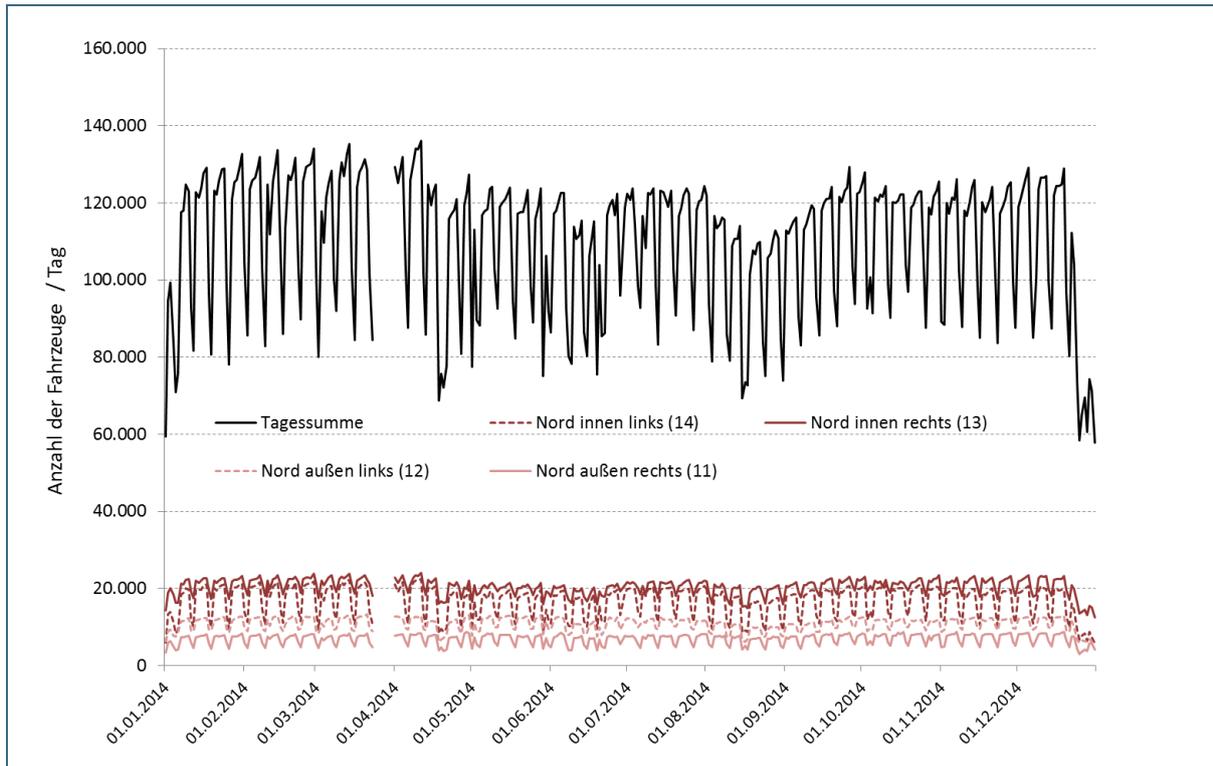


Abb. 32: Tägliche fahrspurfeine Verkehrsbelegung Richtung Norden und Tagessumme an der Landshuter Allee auf Höhe der Hirschbergstraße für das Kalenderjahr 2014

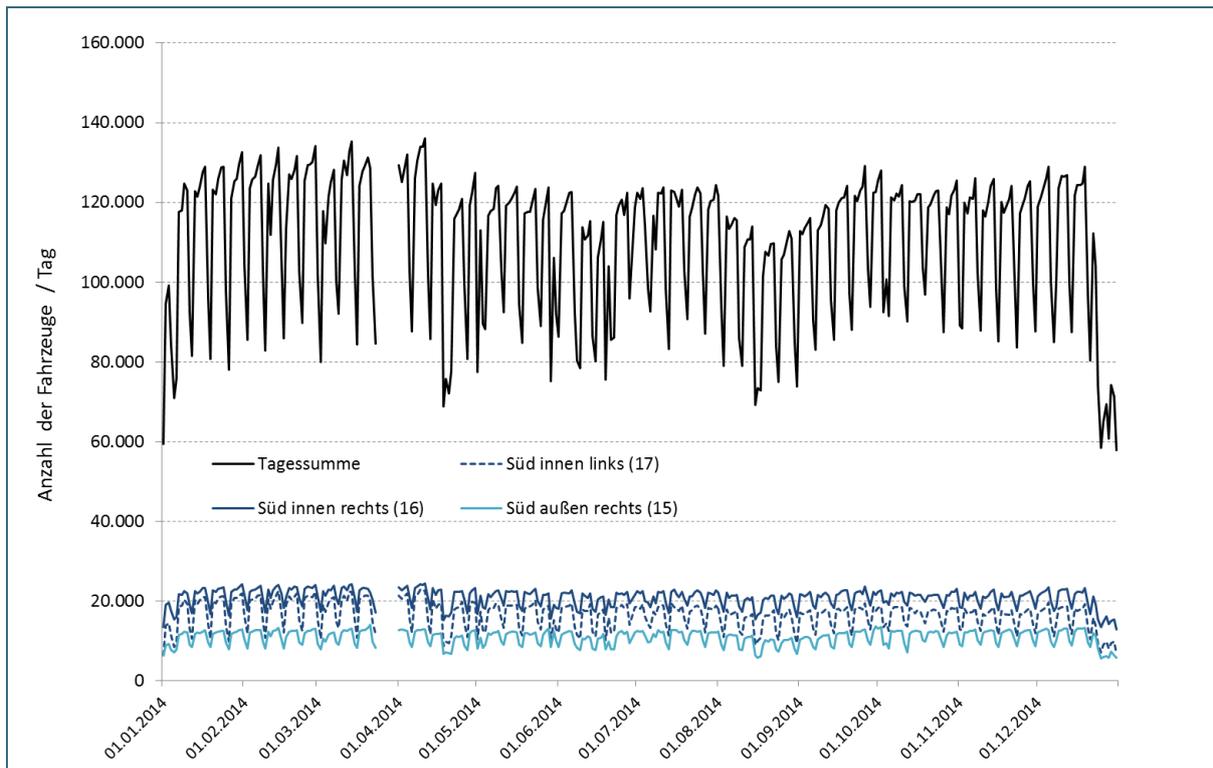


Abb. 33: Tägliche fahrspurfeine Verkehrsbelegung Richtung Süden und Tagessumme an der Landshuter Allee auf Höhe der Hirschbergstraße für das Kalenderjahr 2014

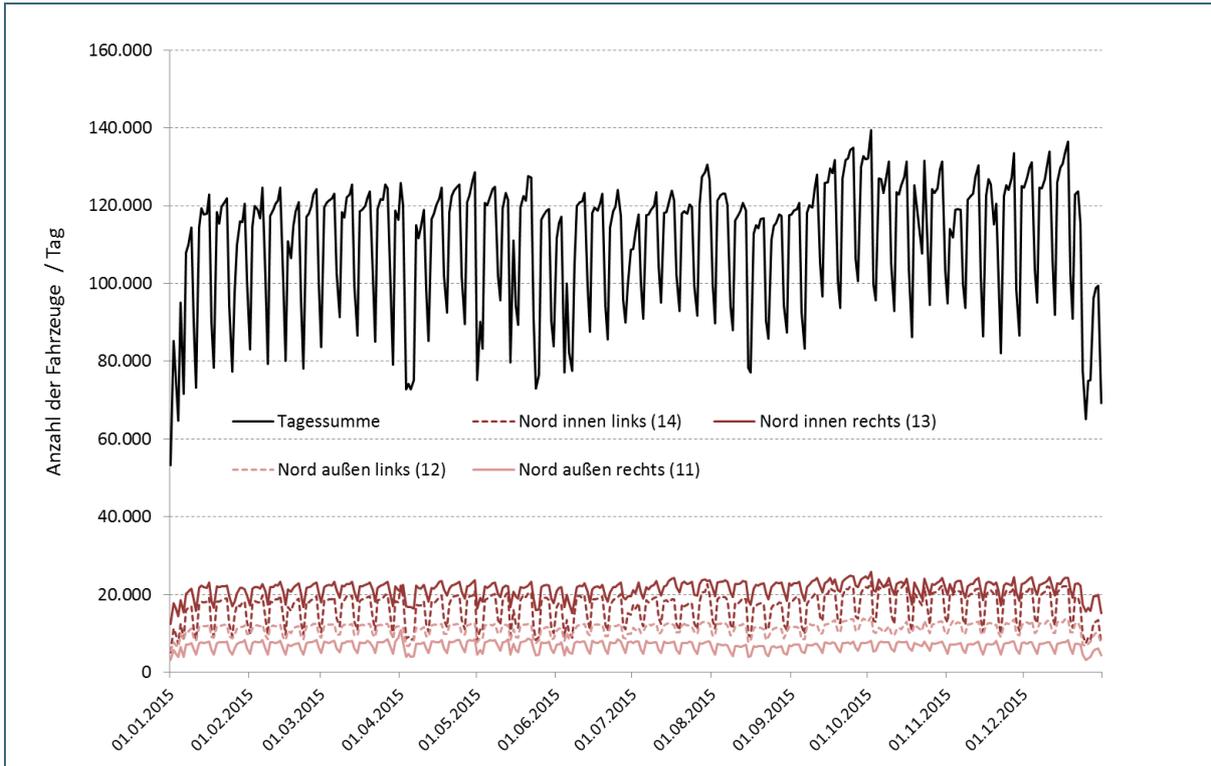


Abb. 34: Tägliche fahrspurfeine Verkehrsbelegung Richtung Norden und Tagessumme an der Landshuter Allee auf Höhe der Hirschbergstraße für das Kalenderjahr 2015

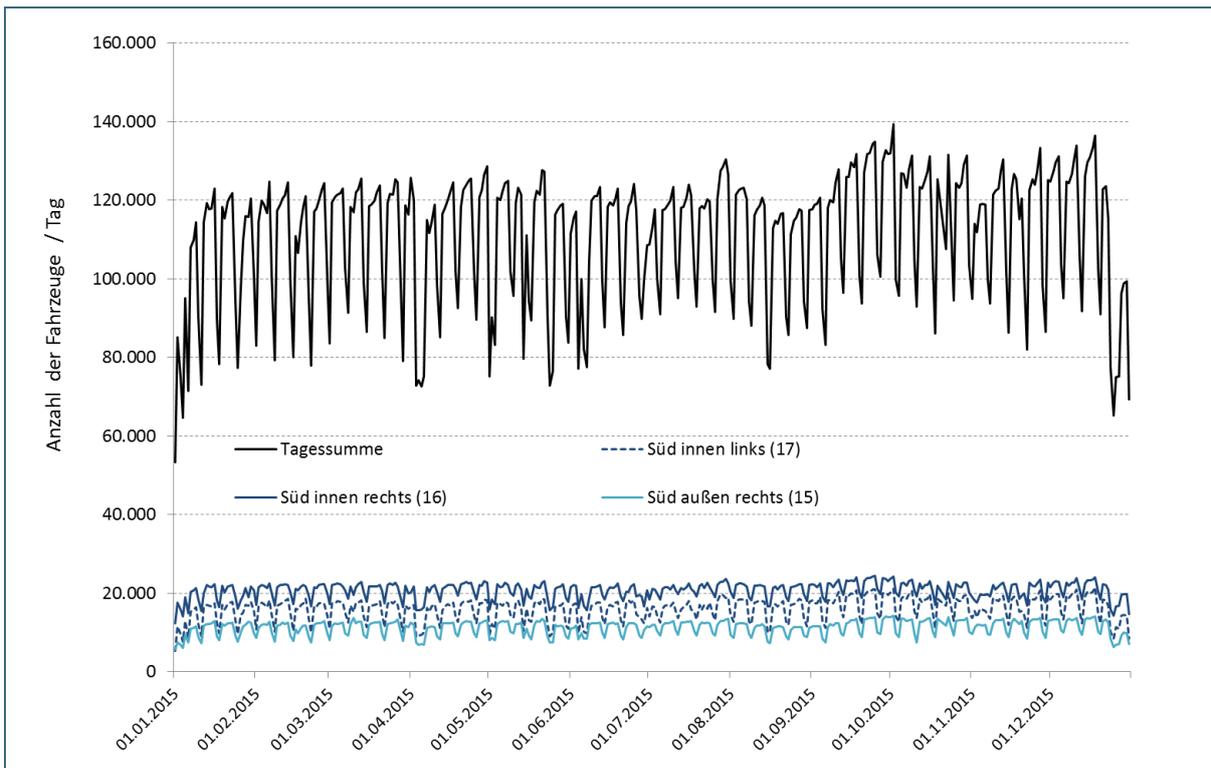


Abb. 35: Tägliche fahrspurfeine Verkehrsbelegung Richtung Süden und Tagessumme an der Landshuter Allee auf Höhe der Hirschbergstraße für das Kalenderjahr 2015

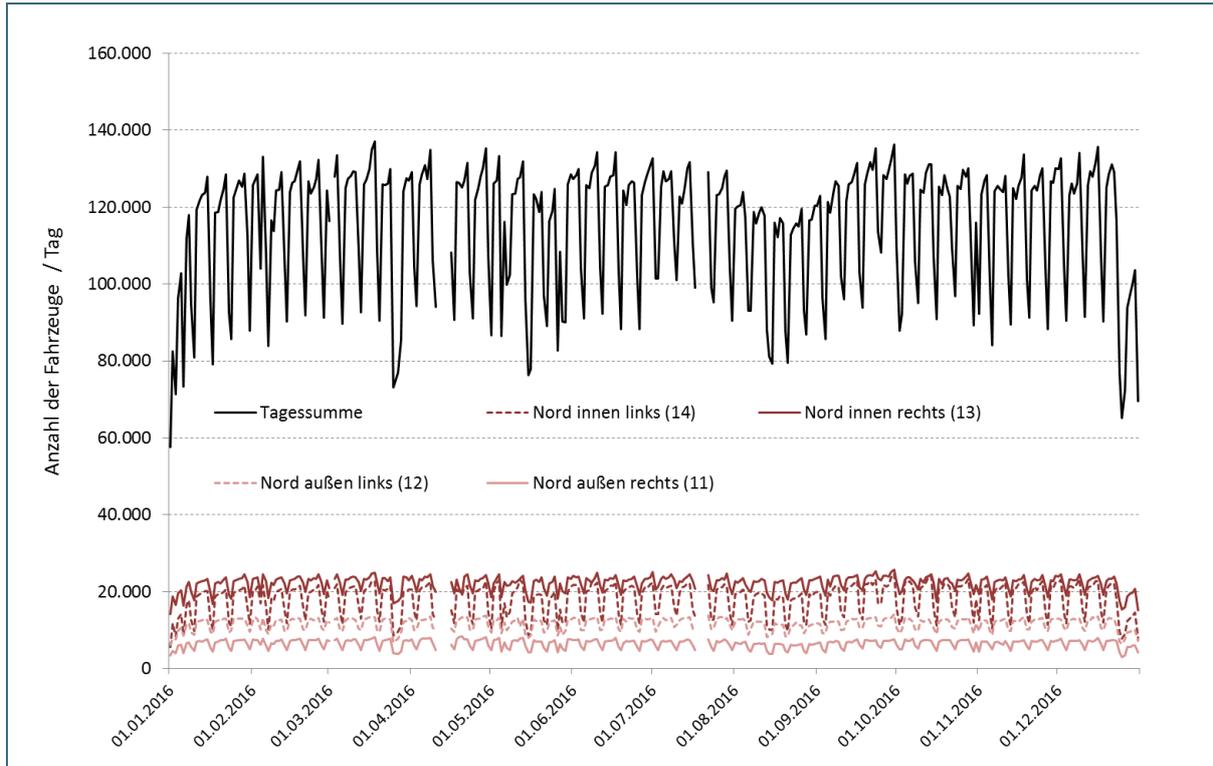


Abb. 36: Tägliche fahrspurfeine Verkehrsbelegung Richtung Norden und Tagesumme an der Landshuter Allee auf Höhe der Hirschbergstraße für das Kalenderjahr 2016

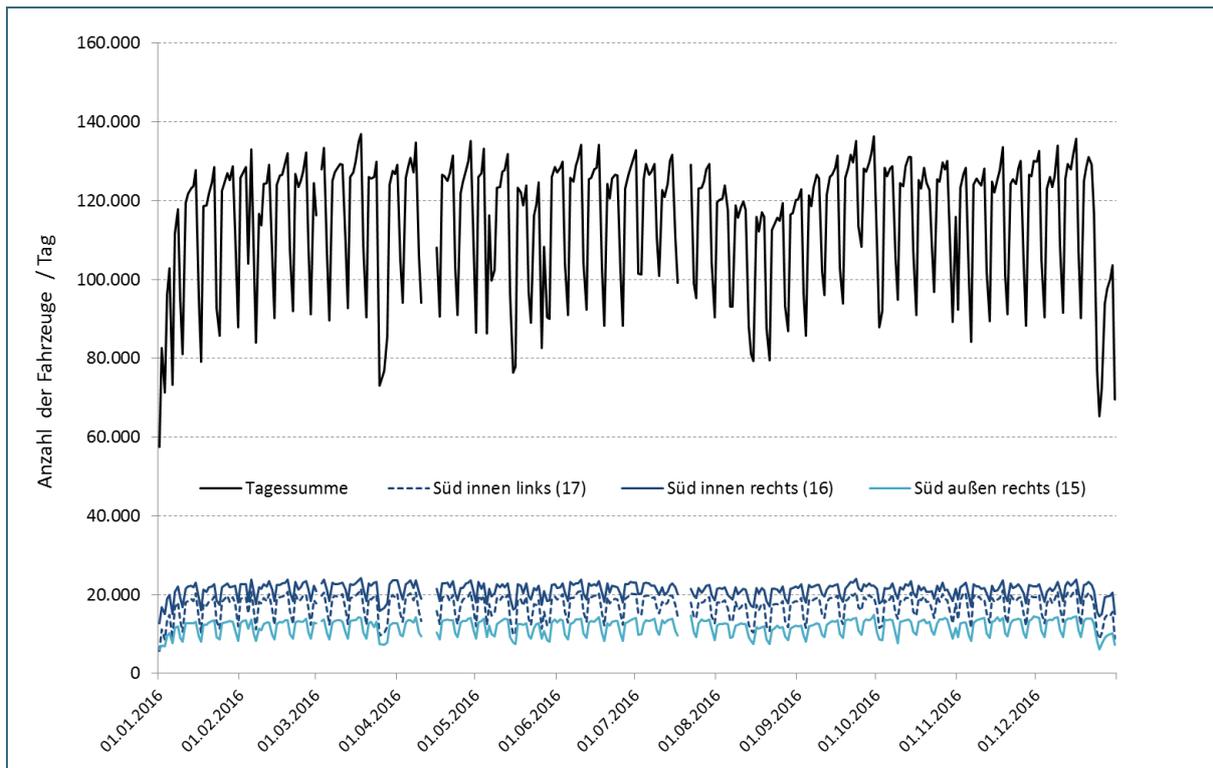


Abb. 37: Tägliche fahrspurfeine Verkehrsbelegung Richtung Süden und Tagesumme an der Landshuter Allee auf Höhe der Hirschbergstraße für das Kalenderjahr 2016

Messstelle 4014 – Querschnitt Dom-Pedro-Straße

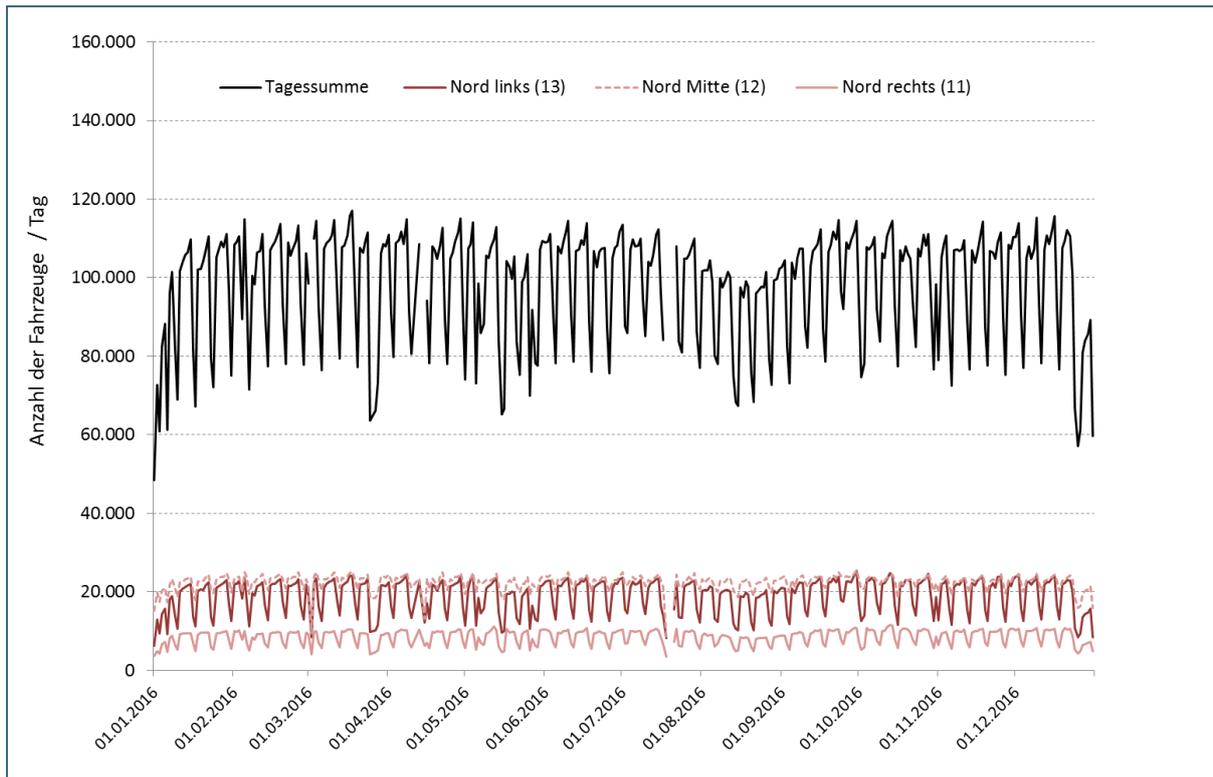


Abb. 38: Tägliche fahrspurfeine Verkehrsbelegung Richtung Norden und Tagessumme an der Landshuter Allee auf Höhe der Dom-Pedro-Straße (Messstelle 4014) für das Kalenderjahr 2016

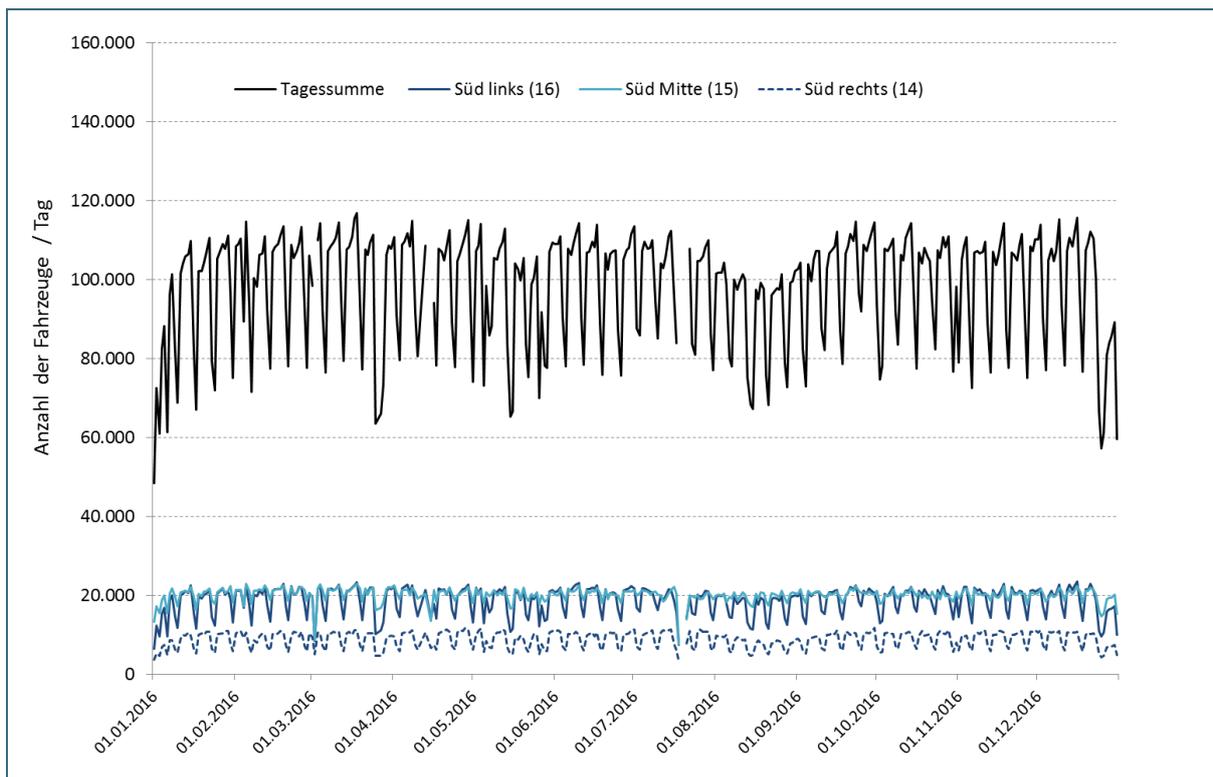


Abb. 39: Tägliche fahrspurfeine Verkehrsbelegung Richtung Süden und Tagessumme an der Landshuter Allee auf Höhe der Dom-Pedro-Straße (Messstelle 4014) für das Kalenderjahr 2016

Anlage 3: Fundamentaldiagramme

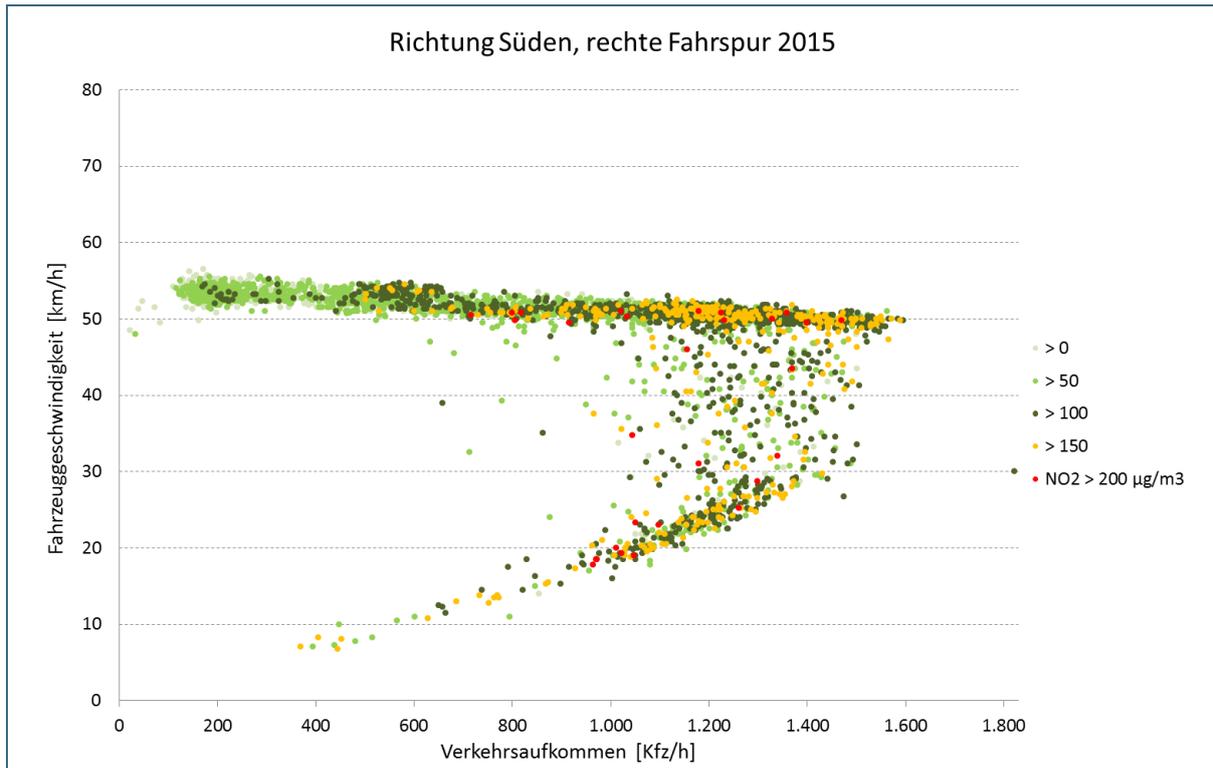


Abb. 40: Fundamentaldiagramm für die rechte Fahrspur Richtung Süden der Landshuter Allee in München. Zeitraum April bis September 2015.

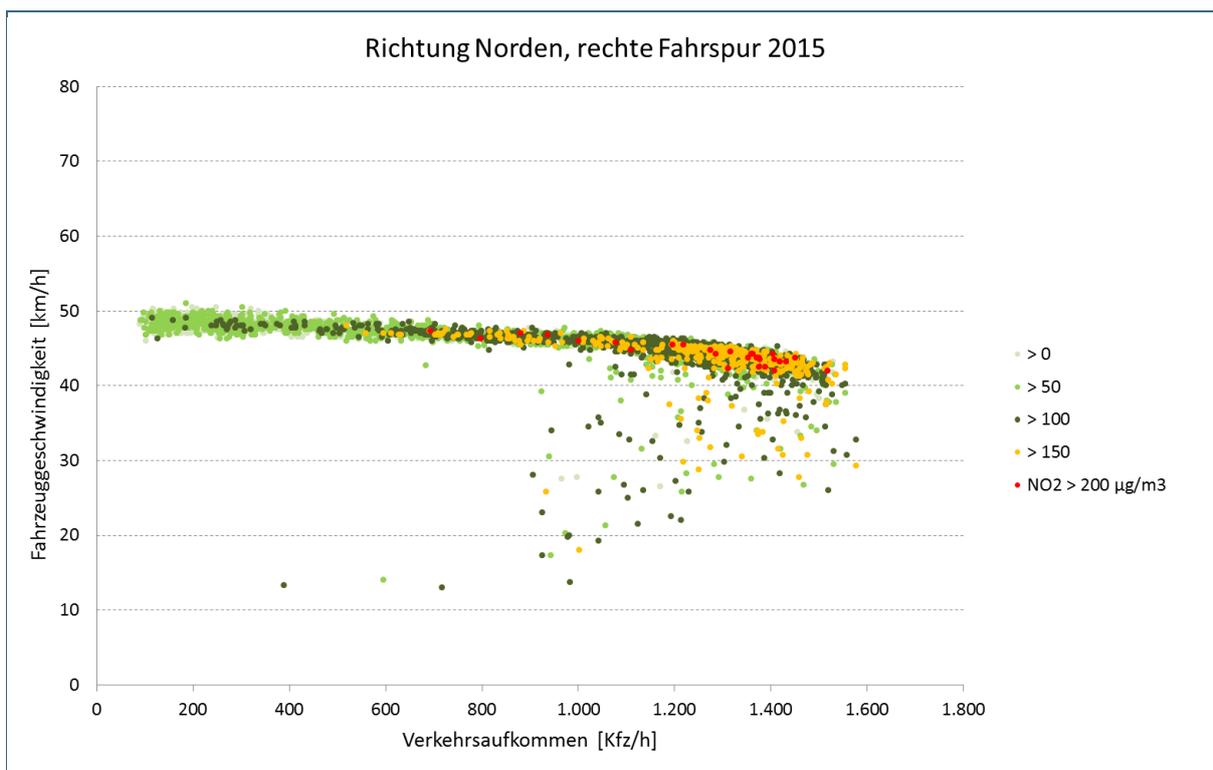


Abb. 41: Fundamentaldiagramm für die rechte Fahrspur Richtung Norden der Landshuter Allee in München. Zeitraum April bis September 2015.

