

# **Verlegung der St 2229 im Bereich des BÜ Nürnberger Straße und Verlängerung der IN 19**

**(Schneller Weg)**

Bau-km 0+847,78 – Bau-km 1+900,71

## **Planfeststellung**

### **Lufthygienische Untersuchungen**

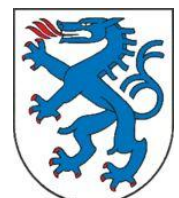
---

**Unterlage 11.4**

**Erläuterungsbericht**

Tiefbauamt  
Spitalstraße 3  
85049 Ingolstadt

**Stadt Ingolstadt**



## Inhalt

1.	Aufgabenstellung .....	2
2.	Grundlagen .....	4
2.1	Beurteilung von Luftschadstoffimmissionen .....	4
2.2	Auswahl des Ausbreitungsmodells und Modellbeschreibung .....	6
3.	Ausgangsdaten .....	8
3.1	Verkehrsmengen .....	8
3.2	Meteorologiedaten .....	9
3.3	Lokale Schadstoffvorbelastung .....	10
4.	Durchführung der Modellrechnung .....	13
4.1	Emissionsmodellierung und Anmerkungen zur NO <sub>x</sub> -NO <sub>2</sub> -Umwandlung .....	13
4.2	Angaben zum Berechnungsmodell und Durchführung der Ausbreitungsrechnung .....	18
5.	Berechnungsergebnisse und Diskussion .....	21
5.1	Stickstoffdioxid-Gesamtbelastung .....	21
5.2	Feinstaub-Gesamtbelastung .....	24
6.	Quellen .....	28

## Abbildungen

Abbildung 1: Lageplanskizze .....	3
Abbildung 2: Verkehrsganglinie .....	9
Abbildung 3: Windrichtungsverteilung .....	10
Abbildung 4: Übersicht über das geometrische Berechnungsmodell .....	19
Abbildung 5: Stickstoffdioxid-Gesamtbelastung .....	23
Abbildung 6: PM <sub>10</sub> –Gesamtbelastung .....	25

## Tabellen

Tabelle 1: Querschnittsbelastungen und Schwerverkehrsanteile Tag und Nacht für den Planfall mit Schneller Weg 2020 gem. /17/ .....	8
Tabelle 2: Jahresmittelwerte der Schadstoffbelastung des Jahres 2011 nach /20/ [µg/m <sup>3</sup> ] .....	11
Tabelle 3: Emissionsfaktoren gem. HBEFA für eine innerstädtische Hauptverkehrsstraße im Jahr 2025 .....	15
Tabelle 4: Exemplarische Darstellung der Emissionsquellstärken für eine Fahrtrichtung des Schnellen Weges zwischen Th.-Heuss-Straße und Siemensstraße .....	17
Tabelle 5: Mittlere stündliche Emissionsquellstärken [g/km] der betrachteten Straßenabschnitte .....	18
Tabelle 6: Bestimmung des Anteils der PM <sub>2,5</sub> -Konzentration an der PM <sub>10</sub> -Konzentration .....	27

## 1. Aufgabenstellung

Durch das geplante Straßenneubauprojekt *Schneller Weg* soll die Anbindung der Ostumgehung Etting an die im Stadtgebiet von Ingolstadt in West-Ost-Richtung verlaufende Theodor-Heuss-Straße realisiert werden. Verbunden mit diesem teilweise innerstädtisch verlaufenden Straßenbauprojekt sind eine Neuordnung der Verkehrsführung nördlich der Theodor-Heuss-Straße sowie die Neugestaltung der Anbindung der querenden Straßen an den *Schnellen Weg*.

Das Tiefbauamt der Stadt Ingolstadt beauftragte OBERMEYER PLANEN + BERATEN eine Lufthygienische Untersuchung zu erstellen. Aufgabe der vorliegenden Untersuchung ist es, für das Umfeld des geplanten *Schnellen Weges* Aussagen zur Höhe der im Prognosejahr 2025 zu erwartenden Luftschadstoffbelastung zu geben. Beurteilungsrelevant ist hierbei die Schadstoffgesamtbelastung, die sich aus der Zusatzbelastung aus dem betrachteten Straßennetz und der lokalen Schadstoff-Vorbelastung (bzw. Hintergrundbelastung) zusammensetzt. Die Höhe der verkehrsbedingten Zusatzbelastung wird durch ein geeignetes Rechenmodell flächenhaft ermittelt und mit den abgeschätzten Werten der lokalen Hintergrundbelastung zur Gesamtbelastung überlagert. Die hierbei betrachteten Straßenabschnitte zeigt die Abbildung 1. Das dieser Abbildung hinterlegte Luftbild wurde von der Stadt Ingolstadt beigelegt.

Die Bewertung der Belastungssituation erfolgt anhand der Beurteilungswerte der 39. BImSchV /5/. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf den beiden Schadstoffen *Stickstoffdioxid*  $NO_2$  und *Feinstaub*  $PM_{10}$ , die als „Leitschadstoffe“ für den Straßenverkehr gelten. In einer Zusatzbetrachtung wird – ausgehend von den ermittelten  $PM_{10}$ -Konzentrationen – die Größenordnung der zu erwartenden  $PM_{2,5}$ -Konzentrationen abgeschätzt.



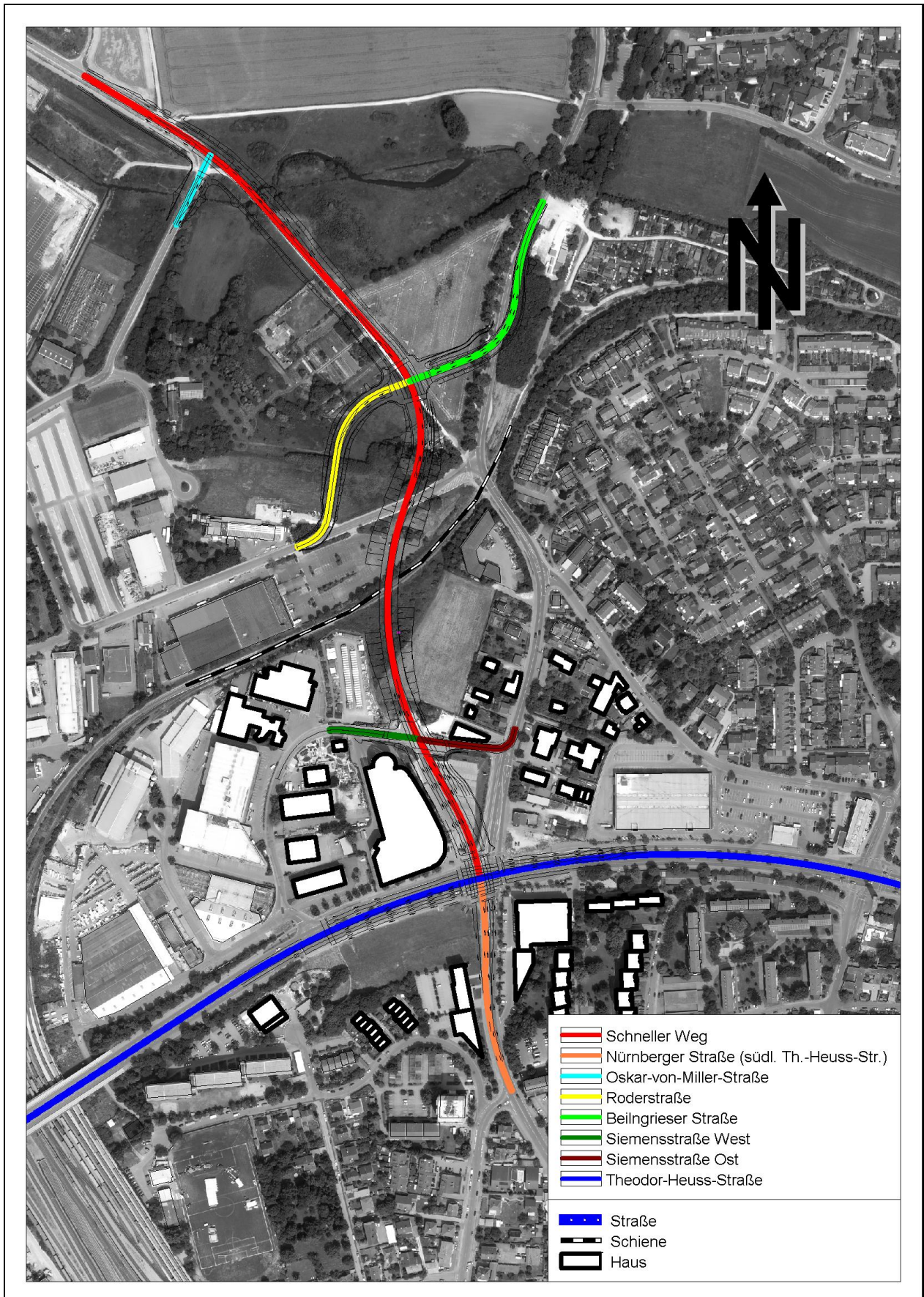


Abbildung 1: Lageplanskizze

## 2. Grundlagen

### 2.1 Beurteilung von Luftschadstoffimmissionen

Die Europäische Union hat die Beurteilungsmaßstäbe von Luftschadstoffimmissionen in der (Rahmen-) Richtlinie über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität (96/62/EG vom 27.09.1996) mit ihren Tochterrichtlinien definiert. Die Umsetzung in deutsches Recht erfolgte im Jahre 2002 durch die Novellierung der 22. BImSchV /3/.

Mit Inkrafttreten der 39. BImSchV /5/ im August 2010 wurden frühere Rechtsverordnungen (22. BImSchV und 33. BImSchV) aufgehoben. Die 39. BImSchV dient der Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa (ABl. L 152 vom 11. Juni 2008, S. 1), der Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Cadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft (ABl. L 23 vom 26. Januar 2005, S. 3) sowie der Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchst-mengen für bestimmte Luftschadstoffe (ABl. L 309 vom 27. November 2001, S. 22).

Regelungen der 22. BImSchV und 33. BImSchV /4/, die von der neuen Luftqualitätsrichtlinie, der Richtlinie 2008/50/EG, nicht erfasst werden und die Gegenstand der Richtlinien 2001/81/EG und 2004/107/EG sind, wurden mit dem Ziel der Verwaltungsvereinfachung in die 39. BImSchV übernommen.

Das Hauptaugenmerk liegt bei Luftschadstoffuntersuchungen im Zusammenhang mit Straßenverkehrsprojekten auf den beiden Schadstoffen *Stickstoffdioxid*  $NO_2$  und *Feinstaub*  $PM_{10}$ , die als „Leitschadstoffe“ für den Straßenverkehr gelten. Beurteilungsrelevant ist hierbei die Schadstoffgesamtbelastung, die sich aus der Zusatzbelastung aus dem betrachteten Straßennetz und der lokalen Schadstoff-Hintergrundbelastung zusammensetzt.

Die in der 39. BImSchV enthaltenen Beurteilungswerte für Stickstoffdioxid  $NO_2$  und die inhalierbaren Partikel  $PM_{10}$  entsprechen den Beurteilungswerten der 22. BImSchV. Darüber hinaus enthält die 39. BImSchV auch Ziel- und Grenzwerte für die lungengängige Partikelfraktion  $PM_{2,5}$ . Festgelegt sind die folgenden Immissionsgrenzwerte:

Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>): Der über eine volle Stunde gemittelte Immissionsgrenzwert beträgt 200 µg/m<sup>3</sup> bei 18 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr. Der über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert beträgt 40 µg/m<sup>3</sup>.

Partikel (PM<sub>10</sub>): Der über einen Tag gemittelte Immissionsgrenzwert beträgt 50 µg/m<sup>3</sup> bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr. Der über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert beträgt 40 µg/m<sup>3</sup>.

Partikel (PM<sub>2,5</sub>): Zum Schutz der menschlichen Gesundheit beträgt der ab dem 1. Januar 2015 einzuhaltende über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert 25 µg/m<sup>3</sup>.

Die 39. BImSchV richtet sich an die Bundesländer und Gemeinden, die für den Vollzug der Verordnung verantwortlich sind (Aufstellung und Durchsetzung von Luftreinhalte- und Aktionsplänen, Durchführung der erforderlichen Messungen, Berichterstattung und Information der Öffentlichkeit etc.). Ermittelt und beurteilt wird hierbei die Luftqualität (Gesamtbelastung) in Ballungsräumen und sonstigen belasteten Gebieten. Die Erhebung der Belastungssituation erfolgt primär durch Messungen. Die 39. BImSchV und die darin enthaltenen Grenzwerte zielen somit nicht direkt auf den Bau und die Änderung von Straßen ab und sind hinsichtlich ihrer rechtlichen Bedeutung nicht den Grenzwerten der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) gleichzusetzen. Die Immissionswerte der 39. BImSchV werden in Genehmigungsverfahren von Straßenneu- und Ausbauverfahren – wie in der Vergangenheit schon die Immissionswerte der 22. BImSchV – als Beurteilungswerte für die Luftqualität herangezogen.



## 2.2 Auswahl des Ausbreitungsmodells und Modellbeschreibung

Für die Berechnung der vom Straßenverkehr ausgehenden Luftschadstoffbelastung stehen prinzipiell zwei Hauptgruppen von Ausbreitungsmodellen zur Verfügung:

Screeningmodelle: Modelle zur Abschätzung der Luftschadstoffkonzentration mit einfachen Methoden auf Basis klassifizierter Eingangsdaten.

Komplexere Modelle: Modelle zur Berechnung der Luftschadstoffkonzentration auf Basis detailliert bereitzustellender Eingangsdaten. Die Modellauswahl hängt zumeist von den Randbedingungen (Topografie, räumlicher Umgriff, Bebauungssituation) sowie der Aufgabenstellung ab. Der Rechenaufwand ist z.T. beträchtlich.

Zur Gruppe der Screeningmodelle zählt das Modell MLuS 02, geänderte Fassung 2005 /1/, das vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen im Rundschreiben /2/ für die Berechnung der Schadstoffkonzentrationen im Nahbereich von Bundesfernstraßen empfohlen wurde. Dieses Modell besteht zum einen aus einem Programm zur Bestimmung der Emissionen und zum anderen aus einem Satz von empirisch ermittelten Schadstoff-Abklingkurven, die unter Berücksichtigung der mittleren Windgeschwindigkeit die Abnahme der Zusatzbelastung in Abhängigkeit vom Abstand vom Fahrbahnrand für einen maximalen Abstandsbereich von 200 m beschreiben. Weiterhin ist die Umwandlung von Stickstoffmonoxid NO in Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub> während des Ausbreitungsvorgangs und die Überlagerung mit der lokalen Hintergrundbelastung berücksichtigt.

In Vorgesprächen mit dem Auftraggeber wurde festgelegt, dass die Berechnungen mit einem höherwertigen Ausbreitungsmodell erfolgen sollen, das insbesondere die folgenden Randbedingungen realitätsnah erfasst:

- Räumlicher Verlauf der Trasse und kreuzender Hauptstraßen
- Anströmrichtung und Windgeschwindigkeits- / -richtungsverteilung
- Berücksichtigung der maßgeblichen Bebauung im Kreuzungsbereich *Theodor-Heuss-Straße* mit *Schneller Weg* / *Nürnberger Straße*
- Aussagen zur Höhe der Luftschadstoffbelastung sollen ggf. auch über den 200-m-Bereich des Modells MLuS hinaus möglich sein.

Die Auswahl fiel auf ein Lagrange'sches Partikelmodell nach der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3, das von der Firma DataKustik in die Lärmberechnungssoftware CadnaA (Erweiterung APL, verwendete Programmversion 4.2.139) implementiert wurde. Das Programmmodul APL verwendet im Kern – als externes Modul – das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 (Ausbreitungsmodell der TA Luft /9/), das durch eine insbesondere auf die Untersuchung der Luftschadstoffbelastung aus dem Kfz-Verkehr hin ausgerichtete Bedieneroberfläche in das Programmpaket CadnaA eingebunden ist.

Basierend auf einer stundenfeinen meteorologischen Zeitreihe für ein repräsentatives Jahr und Emissions-Tagesganglinien der betrachteten Straßen berechnet das eingesetzte Ausbreitungsmodell für jede Stunde des Jahres die Schadstoffkonzentration (Zusatzbelastung aus den betrachteten Quellen). Partikelmodelle simulieren die Bewegung von Partikeln mit Hilfe eines stochastischen Prozesses unter Berücksichtigung vorab berechneter Windfelder, die ggf. den Einfluss von Strömungshindernissen wie z.B. Gebäuden beinhalten. Hierzu ist es erforderlich, das Rechengebiet in ein horizontales Gitter aufzuteilen. Programmintern werden in Abhängigkeit von den Randbedingungen der Berechnung vertikale Höhenschichten festgelegt, so dass sich durch die horizontale Rasterweite und die Höhenschichten Volumenelemente ergeben. Für jedes Volumenelement wird die während des Simulationslaufs auftretende Partikelkonzentration ermittelt und anschließend in Schadstoffkonzentrationen umgerechnet. Aus diesen Stundenmittelwerten werden anschließend Jahresmittelwerte und ggf. weitere beurteilungsrelevante statistische Kenngrößen berechnet. Angegeben wird die bodennahe Schadstoffkonzentration (Volumenelement mit Höhe 0 bis 3 m über Boden).



### 3. Ausgangsdaten

#### 3.1 Verkehrsmengen

Ergänzend zur Verkehrsuntersuchung /17/ wurden durch den Verkehrsplaner die Querschnittsbelastungen und Schwerverkehrsanteile Tag und Nacht für den *Prognose-Nullfall 2025* und den *Planfall mit Schneller Weg 2025* in tabellarischer Form ausgewiesen. Angegeben werden für die betrachteten Straßenabschnitte getrennt für Tag (06 bis 22 Uhr) und Nacht (22 – 06 Uhr) die Anzahl der Kfz-Fahrten, die durchschnittlich während dieser Zeit erfolgen, sowie die zugehörigen Schwerverkehrsanteile (Lkw-Anteile für Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 2.8 t). Die nachfolgende Tabelle gibt die Verkehrsmengen im Planfall 2025 für das bei der Modellrechnung berücksichtigte Straßennetz an.

Querschnitt	Anzahl Kfz Tag (06 - 22 Uhr)	SV-Anteil Tag (06 - 22 Uhr)	Anzahl Kfz Nacht (22 - 06 Uhr)	SV-Anteil Nacht (22 - 06 Uhr)
Schneller Weg südl. OU Etting	19100	6.7%	2400	5.5%
Oskar-von-Miller-Straße	1900	7.0%	200	3.2%
Schneller Weg zw. Oskar-von-Miller u. Roderstraße	18500	5.1%	1400	3.7%
Roderstraße	4500	3.0%	300	2.2%
Beilngrieser Straße	10800	4.1%	800	3.0%
Schneller Weg zw. Roder- und Siemensstraße	28500	5.1%	2200	3.7%
Siemensstraße West	4500	1.1%	300	0.7%
Siemensstraße Ost	900	1.1%	100	0.3%
Schneller Weg zw. Th.-Heuss- u. Siemensstraße	27600	5.1%	2100	3.7%
Theodor-Heuss-Straße westl. Nürnberger Straße	39900	4.7%	4000	3.6%
Theodor-Heuss-Straße östl. Nürnberger Straße	34900	5.6%	3400	4.3%
Nürnberger Str. südl. Th.-Heuss-Str.	21400	4.9%	1800	3.6%

**Tabelle 1: Querschnittsbelastungen und Schwerverkehrsanteile Tag und Nacht für den Planfall mit Schneller Weg 2025 gem. /17/**

Ergänzend hierzu wurde seitens des Verkehrsplaners eine aus Messwerten für den Kreuzungsbereich Theodor-Heuss-Straße / Nürnberger Straße abgeleitete Verkehrstagesganglinie (siehe Abbildung 2) beige stellt, die eine entsprechende Aufbereitung der Verkehrsmengen im Zuge der Emissionsmodellierung erlaubt (siehe hierzu auch Abschnitt 4.1 Emissionsmodellierung).

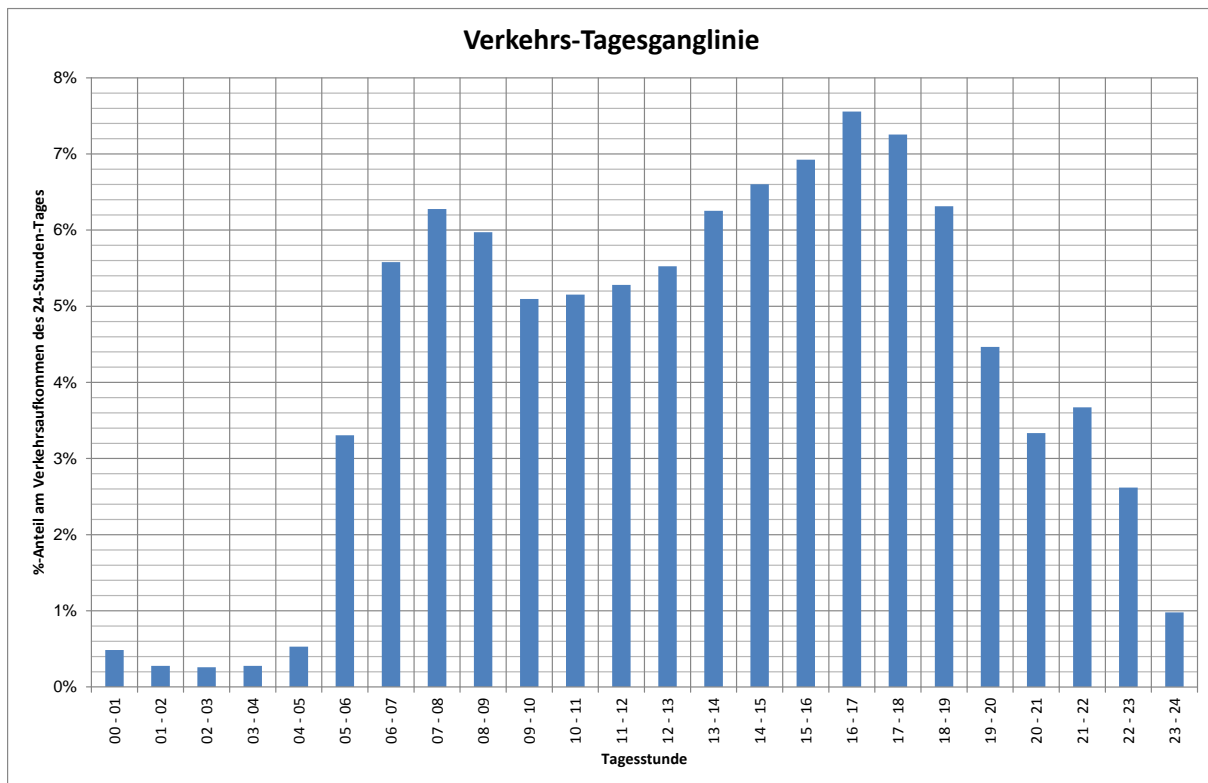


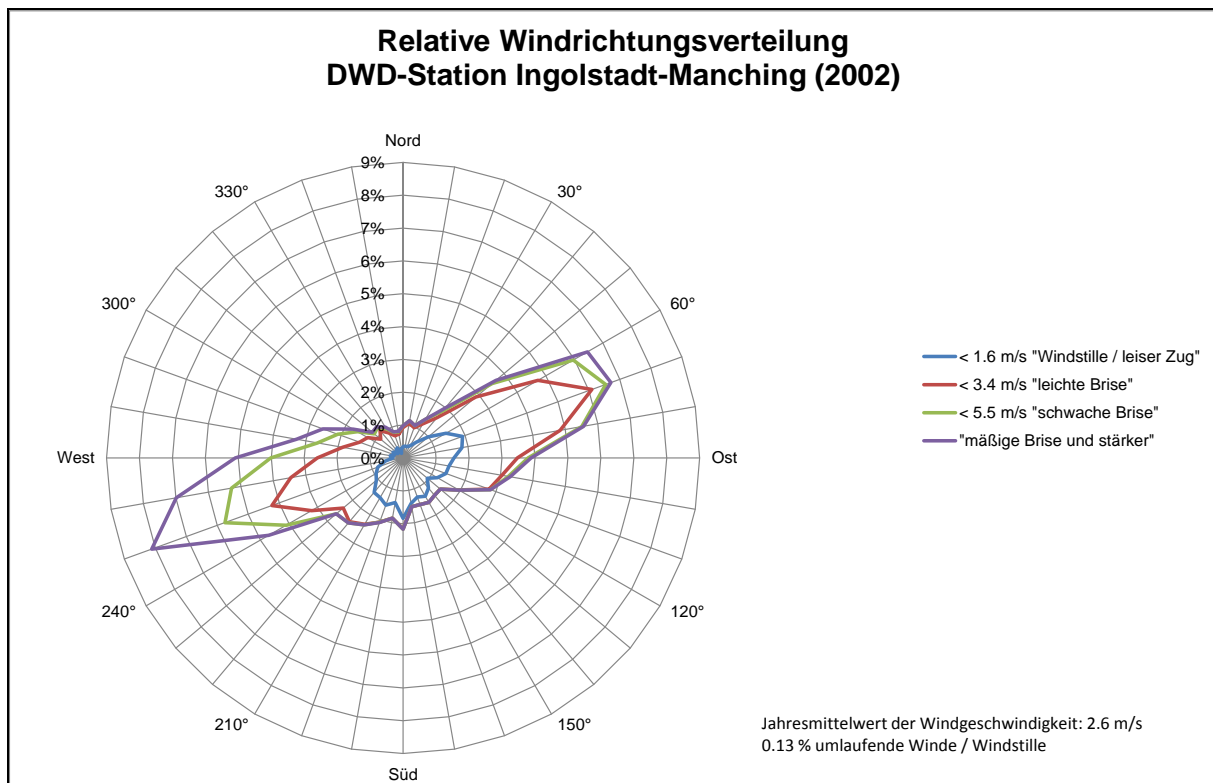
Abbildung 2: Verkehrsganglinie

### 3.2 Meteorologiedaten

Die meteorologischen Bedingungen werden durch eine vom Deutschen Wetterdienst DWD für das als repräsentativ ausgewählte Jahr 2002 aus den Messwerten der Station Ingolstadt-Manching erstellte Ausbreitungszeitreihe des Typs AKTerm beschrieben. Gemäß fachlicher Einschätzung des DWD „bestehen keine Bedenken gegen die Verwendung der AKTerm von Manching; die Bedingungen im Donautal werden südlich und nördlich des Flusses als gut vergleichbar eingestuft.“

Eine Ausbreitungszeitreihe des Typs AKTerm enthält für jede Stunde des Jahres die Windrichtung in Dekagrad (36-teilige Windrose mit 10°-Segmenten), den Stundenmittelwert der Windgeschwindigkeit in m/s sowie die Ausbreitungsstufe nach Klug/Manier (6 Klassen: sehr stabil, stabil, neutral-stabil, neutral-labil, labil, sehr labil).

Die Abbildung 3 zeigt in einer vereinfachten Darstellungsform die Windrichtungsverteilung an der Station Ingolstadt-Manching für vier unterschiedliche Windgeschwindigkeitsbereiche.



**Abbildung 3: Windrichtungsverteilung**

Die Abbildung 3 zeigt die ausgeprägte Dominanz der südsüdwestlichen bis westlichen Windrichtungen sowie ein sekundäres Maximum für die östlichen Windrichtungen.

### 3.3 Lokale Schadstoffvorbelastung

Die beurteilungsrelevante Luftschadstoffgesamtbelastung setzt sich aus der verkehrsbedingten Zusatzbelastung der betrachteten Straßenzüge und der lokalen Schadstoffvorbelastung (Hintergrundbelastung) zusammen. Die Vorbelastung hängt zum einen von der Gebietsart (Nutzung, räumlicher Abstand zu Ballungsräumen, klimatische Bedingungen etc.) und zum anderen vom Prognosejahr ab. Der Untersuchungsraum kann als städtischer Bereich charakterisiert werden.

Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz betreibt im Stadtgebiet von Ingolstadt an der Rechbergstraße eine Luft-Messstation. Diese Messstation befindet sich im Nahbereich einer innerstädtischen Kreuzung und wird in der Dokumentation der Luftmessstationen als „verkehrsbezogene Messstation“ bezeichnet /19/. Die an dieser Station gemessenen Schadstoffkonzentrationen beinhalten neben der städtischen Hintergrundbelastung, die hier von Interesse ist, anteilig auch die Zusatzbelastung aus dem umgebenden Straßennetz. Die Stadt Ingolstadt gibt für die vier Äste der Kreuzung Verkehrsmengen zwischen ca. 5300 (Rech-

bergstraße) und 13800 Kfz / 24 h (Esplanade) an. Der Abstand der Messstation vom nächstliegenden Fahrbahnrand beträgt rund 10 m.

Die Tabelle 2 vergleicht die Jahresmittelwerte des Jahres 2011 der Messstation Ingolstadt-Rechbergstraße mit den entsprechenden Werten der Messstation München-Johanneskirchen, die als Hintergrundmessstation für den Ballungsraum München dient. Die im Nordosten Münchens gelegene Messstation ist lediglich einer geringen Zusatzbelastung aus dem lokalen Verkehr ausgesetzt und erfasst neben der großräumigen Hintergrundbelastung – insbesondere bei den vorherrschenden südwestlichen Windrichtungen aufgrund der leeseitigen Ausrichtung zum Stadtgebiet – auch die vom Ballungsraum München hervorgerufene städtische Hintergrundbelastung. Die in dieser Tabelle angegebenen  $NO_x$ -Konzentrationen wurden aus den gemessenen  $NO$ - und  $NO_2$ -Konzentrationen bestimmt <sup>1</sup>.

Komponente		Ingolstadt-Rechbergstraße	München-Johanneskirchen	Verhältnis M-Johanneskirchen / IN-Rechbergstr.
$NO_2$	Stickstoffdioxid	34.0	23.0	68%
$NO$	Stickstoffmonoxid	16.0	8.0	50%
$PM_{10}$	Feinstaub	23.0	21.0	91%
$NO_x$	Stickoxid	58.5	35.3	60%

**Tabelle 2: Jahresmittelwerte der Schadstoffbelastung des Jahres 2011 nach /20/ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**

Bei dem direkten Vergleich der Messwerte der beiden Messstationen fallen insbesondere die großen Unterschiede hinsichtlich der Stickstoffmonoxid- und Stickstoffdioxid-Belastung auf. Hohe Stickstoffmonoxid-Belastungen sprechen dafür, dass die Stickoxidemission im näheren Umfeld der Messstelle erfolgt. Da während des Ausbreitungsweges die Umwandlung von  $NO$  in  $NO_2$  erfolgt, weisen „Verkehrsmessstationen“ i.d.R. einen hohen Anteil von  $NO$  am gesamten  $NO_x$ , Hintergrundmessstationen einen deutlich geringeren Anteil von  $NO$  am gesamten  $NO_x$  auf. Dies bestätigt die Einschätzung, dass die Station Rechbergstraße in nennenswertem Umfang einer Zusatzbelastung aus dem Straßenverkehr ausgesetzt ist.

<sup>1</sup> entsprechend der Molekulargewichte von  $NO$  und  $NO_2$  gilt:

$$NO_x \text{ (als } NO_2) = \frac{46}{30} \cdot NO + NO_2$$

Nachfolgend wird für das Untersuchungsgebiet als lokale Schadstoffvorbelastung im Prognosejahr 2025 die gegenwärtige Belastung (2011) der Messstation München-Johanneskirchen angesetzt. Die Werte der Station München-Johanneskirchen (Hintergrundbelastungswerte Ballungsraum) werden somit auf das Stadtgebiet von Ingolstadt übertragen. Die Übertragbarkeit der Messwerte stützt sich auch auf die vom Umweltbundesamt für das Jahr 2011 in /23/ gemachten Angaben zur weiträumigen Luftschadstoffbelastung in Deutschland. Die  $PM_{10}$ -Belastung liegt dieser Übersichtsdarstellung zufolge sowohl im Großraum Ingolstadt als auch im Großraum München im Bereich von 20 bis 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Jahresmittelwert). Der Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid liegt im Bereich Ingolstadt bei 15 bis 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , außerhalb des Innenstadtbereichs von München hingegen bei 20 bis 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



## 4. Durchführung der Modellrechnung

### 4.1 Emissionsmodellierung und Anmerkungen zur $\text{NO}_x$ - $\text{NO}_2$ -Umwandlung

Primäre Aufgabe von Luftschadstoffuntersuchungen im Zusammenhang mit Straßenverkehrsprojekten ist die Abschätzung der zu erwartenden Belastung durch *Stickstoffdioxid*  $\text{NO}_2$  und *Feinstaub*  $\text{PM}_{10}$ . Diese beiden Schadstoffe stellen die Leitschadstoffe für den Straßenverkehr dar.

Die Stickoxid-Emissionen ( $\text{NO}_x$ ) von Kraftfahrzeugen bestehen überwiegend aus  $\text{NO}$  und zu einem geringeren Anteil aus  $\text{NO}_2$ . Während der Ausbreitung erfolgt eine Umwandlung von  $\text{NO}$  in das toxikologisch wirksamere  $\text{NO}_2$  (die Beurteilungswerte der 39. BImSchV beziehen sich deshalb auf  $\text{NO}_2$ ). Dieser photochemische Umwandlungsprozess hängt von der vorhandenen Konzentration verschiedener Luftschadstoffe (insbesondere Stickoxide und Ozon) und den Einstrahlungsbedingungen (UV-Strahlung) ab. Besonders in den ersten Minuten nach der Schadstofffreisetzung findet eine schnelle Umwandlung des emittierten  $\text{NO}$  in  $\text{NO}_2$  statt. Bei der Ausbreitungsrechnung wird  $\text{NO}_x$  in vielen Modellen (z.B. auch MLuS) als Inertstoff behandelt, d.h. die während des Ausbreitungsvorgangs ablaufenden chemischen Umwandlungsprozesse bleiben vorerst unberücksichtigt. Die  $\text{NO}_2$ -Belastung wird anschließend anhand eines empirisch gefundenen Zusammenhangs in Abhängigkeit von der  $\text{NO}_x$ -Belastung bestimmt.

Das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 /7/ erlaubt die Immissionskonzentrationen von  $\text{NO}_2$  indirekt über die Abbaurate von  $\text{NO}$  zu berechnen. Hierzu ist es erforderlich, die Kfz-spezifischen  $\text{NO}_x$ -Emissionen hinsichtlich ihrer Anteile an  $\text{NO}_2$  und  $\text{NO}$  getrennt anzugeben. Das Emissionsdatenbankprogramm für den Kfz-Verkehr HBEFA 3.1 /6/ gibt außer den  $\text{NO}_x$ -Emissionsfaktoren explizit auch  $\text{NO}_2$ -Emissionsfaktoren an. Die  $\text{NO}$ -Emission kann dann analog zu der in der Fußnote 1 beschriebenen Vorgehensweise aus der  $\text{NO}_x$ - und der  $\text{NO}_2$ -Emission bestimmt werden. Die Ausbreitungsrechnung (Zusatzbelastung aus dem betrachteten Straßennetz) erfolgt in dieser Untersuchung für  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  und  $\text{PM}_{10}$ .

Die  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastung wird in dieser Untersuchung nach zwei unterschiedlichen Methoden bestimmt:

- (a) Addition der abgeschätzten NO<sub>2</sub> –Vorbelastung von 23 µg/m<sup>3</sup> und der explizit berechneten NO<sub>2</sub> –Zusatzbelastung. Die NO-NO<sub>2</sub> –Umwandlung erfolgt in diesem Falle durch das in das Modell AUSTAL2000 integrierte Umwandlungsmodell.
- (b) Ausgehend vom Jahresmittelwert der NO<sub>x</sub> –Gesamtbelastung (Summe aus NO<sub>x</sub> –Vorbelastung von 35.3 µg/m<sup>3</sup> und der berechneten NO<sub>x</sub> –Zusatzbelastung) kann anhand des in /13/ angegebenen empirischen Zusammenhangs die NO<sub>2</sub> –Gesamtbelastung abgeschätzt werden. Die NO<sub>2</sub> –Konzentration in µg/m<sup>3</sup> ergibt sich aus der NO<sub>x</sub> –Konzentration in µg/m<sup>3</sup> zu:  $NO_2 = (43 / (NO_x + 53) + 0.129) * NO_x$

Da die beiden alternativen Ansätze zur Berücksichtigung der NO-NO<sub>2</sub> –Umwandlung zu etwas abweichenden Ergebnissen führen, wird in dieser Untersuchung als konservativer Ansatz für jedes Element des Rechengitters jeweils der höhere der beiden berechneten Werte in den Ergebnisdarstellungen ausgewiesen.

Für die Ausbreitungsrechnung wird für jeden betrachteten Straßenabschnitt eine stundenfeine Emissionsganglinie für die Schadstoffe NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und PM<sub>10</sub> benötigt. Aus den Verkehrsmengen gem. Tabelle 1 in Verbindung mit der in der Abbildung 2 gezeigten Verkehrsganglinie kann für den „maßgeblichen Tag“, auf den sich die Verkehrsprognose bezieht, stundenfein das Verkehrsaufkommen bestimmt werden.

Die Emissionsquellstärke einer Straße (Masse *Schadstoff*, die von einer Quelle der Länge 1 km während einer Stunde freigesetzt wird [g *Schadstoff* / (km\*h)]) ist das Produkt aus dem stündlichen Verkehrsaufkommen [Kfz/h] und dem Emissionsfaktor [g *Schadstoff* / Kfz-km].

Die aktuellen Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs liegen in der Datenbank HBEFA 3.1 /6/ vor, die im Auftrag der Umweltbehörden mehrerer europäischer Staaten (Deutschland, Österreich, Schweiz etc.) erstellt wurde. Diese umfangreiche Datenbank enthält ein Rechenmodul zur Bestimmung der Emissionsfaktoren verschiedener Schadstoffe für unterschiedliche Aggregationsstufen.

Im Zusammenhang mit der hier durchgeführten Untersuchung interessieren die „warmen Emissionsfaktoren“, d.h. die motorbedingten Emissionen für das Prognosejahr 2025 der Fahrzeugkategorien PKW (Personenkraftwagen), LNF (leichte Nutzfahrzeuge mit einer zulässigen Gesamtmasse unterhalb von 3.5 t) und SNF (Schwere Nutzfahrzeuge mit einer zu-

lässigen Gesamtmasse von 3.5 t und darüber). Die Verkehrssituationen werden im HBEFA 3.1 durch den Gebietstyp (*ländlich* oder *Agglomeration*) und den Straßentyp in Verbindung mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und der Längsneigung der Fahrbahn ermittelt. Das Datenbankprogramm gibt als Ergebnis der Abfrage die Emissionsfaktoren für insgesamt vier unterschiedliche Verkehrsqualitätsstufen an (flüssig, dicht, gesättigt, Stop&Go). Die nachfolgende Tabelle zeigt exemplarisch die Emissionsfaktoren einer innerstädtischen Hauptverkehrsstraße (HVS,  $v_{zul} = 50$  km/h, Gradiente =  $\pm 0\%$ , Bezugsjahr 2025).

Year	2025															
StadtLand	Agglo															
StrTyp	HVS															
Vzul	50															
Gradient	0%															
EFA_weighted [g/km]	Component Zustand															
	NO2		NO2		NOx		NOx		PM		PM		PM			
	dicht	fluessig	gesaettigt	stop+go	dicht	fluessig	gesaettigt	stop+go	dicht	fluessig	gesaettigt	stop+go	dicht	fluessig	gesaettigt	stop+go
LNF	0.1099	0.0934	0.1076	0.1411	0.3541	0.3003	0.3473	0.4556	0.0085	0.0078	0.0083	0.0148	0.0085	0.0078	0.0083	0.0148
PKW	0.0467	0.0346	0.0421	0.0799	0.1738	0.1303	0.1606	0.2893	0.0019	0.0015	0.0016	0.0036	0.0019	0.0015	0.0016	0.0036
SNF	0.2361	0.1645	0.2408	0.6898	1.1068	0.7980	1.1307	3.0082	0.0082	0.0060	0.0075	0.0152	0.0082	0.0060	0.0075	0.0152

**Tabelle 3: Emissionsfaktoren gem. HBEFA für eine innerstädtische Hauptverkehrsstraße im Jahr 2025**

Die Verkehrsmengen liegen jedoch nicht in der benötigten Differenzierung vor. Der Schwerverkehrsanteil gem. Verkehrsuntersuchung kann in einem geringen Umfang LNF mit einem zulässigen Gesamtgewicht zwischen 2.8 t und 3.5 t enthalten. Darüber hinaus wird ein bestimmter Anteil der verbleibenden Fahrzeuge der Kategorie LNF zuzurechnen sein. In dieser Untersuchung wird der gesamte „Schwerverkehr“ gemäß der Verkehrsuntersuchung der Kategorie SNF zugerechnet. Von den verbleibenden Fahrzeugen wird angenommen, dass sie sich zu 3% auf die Kategorie LNF und zu 97% auf die Kategorie PKW verteilen.

Weiterhin muss stundenfein die Verkehrsqualitätsstufe (flüssig, dicht, gesättigt, Stop&Go) abgeschätzt werden. Diese hängt in erster Linie vom Verkehrsaufkommen und der Kapazität der Straße ab. Für innerstädtische Hauptverkehrsstraßen liegt die auf den einzelnen (durchgängigen) Fahrstreifen bezogene Kapazität bei ca. 800 Kfz pro Stunde und Fahrstreifen. Für das untergeordnete Straßennetz (Erschließungsstraßen) bei ca. 600 Kfz pro Stunde und Fahrstreifen (siehe auch /21/).

Der Übergang zwischen den einzelnen Verkehrsqualitätsstufen wird hier wie folgt vorge-  
 nommen:

- 15% der Kapazität: Übergang von flüssig zu dicht
- 80% der Kapazität: Übergang von dicht zu gesättigt
- 100% der Kapazität: Übergang von gesättigt zu Stop&Go

Für das betrachtete Hauptstraßennetz ist zumeist während 6 Stunden nachts (23 bis einschließlich 05 Uhr) von flüssigem Verkehr auszugehen. Die verbleibende Zeit ist mit dichtem und ggf. in einzelnen Spitzenstunden auch mit einem gesättigten Verkehrsaufkommen zu rechnen.

Die  $PM_{10}$ -Emissionsquellstärke setzt sich aus dem *motorbedingten Emissionsanteil* und dem *nicht motorbedingten Emissionsanteil* zusammen. Die *motorbedingten Emissionsanteile*, die über den Auspuff freigesetzt werden, ergeben sich aus den Emissionsfaktoren des HBE-FA 3.1. Bei den *nicht motorbedingten Emissionsanteilen* handelt es sich in erster Linie um Brems-, Reifen- und Fahrbahnabrieb sowie um Staubaufwirbelung von der Fahrbahn. Die Abschätzung dieses Emissionsanteils erfolgt anhand der in der Tabelle 3.21 der Untersuchung /22/ angegebenen Emissionsfaktoren für die nicht-motorbedingten  $PM_{10}$ -Emissionen. Für innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen oder Fernstraßen werden die folgenden Emissionsfaktoren angegeben:

- flüssiger Verkehr: PKW / LNF 0.026 g/km; SNV 0.100 g/km
- dichter Verkehr: PKW / LNF 0.033 g/km; SNV 0.350 g/km
- gesättigter Verkehr: PKW / LNF 0.035 g/km; SNV 0.500 g/km

Zur Verbesserung der räumlichen Auflösung werden Richtung und Gegenrichtung des betrachteten Hauptstraßennetzes im Rechenmodell zumeist als zwei parallel verlaufende Quellen nachgebildet. Die für den entsprechenden Straßenabschnitt ermittelten Schadstoffquellstärken werden i.d.R. zu gleichen Teilen auf die beiden Fahrtrichtungen verteilt. Eine Ausnahme hiervon stellen die Steigungs- (Gradiente + 4%) bzw. die Gefälleabschnitte (Gradiente – 4%) der Brücke des *Schnellen Weges* über die Bahnstrecke im Bereich zwischen Roderstraße und Siemensstraße dar. Durch die hinsichtlich der Fahrtrichtung getrennte Modellierung kann der Einfluss der Längsneigung auf die Emissionsfaktoren den einzelnen Fahrtrichtungen zugewiesen werden.

Die nachfolgende Tabelle 4 gibt exemplarisch die Ergebnisse der Emissionsmodellierung für den südlichen Abschnitt des *Schnellen Weges* an. Da bei der Ausbreitungsrechnung die beiden Fahrtrichtungen des betrachteten Hauptstraßennetzes als getrennte Quellen eingegeben werden, handelt es sich hierbei um die Emissionen pro Fahrtrichtung, im konkreten Fall um die Hälfte der Emission des gesamten Querschnitts. Die im oberen Teil der Tabelle angegebenen Verkehrszahlen beziehen sich hingegen auf die Querschnittsbelastung. Die stundenfein aufgeteilten Emissionsfaktoren für  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $NO_x$  und  $PM_{10}$  (grün hinterlegter Tabel-

lenbereich) werden in das Berechnungsprogramm eingelesen und dem entsprechenden Straßenabschnitt zugewiesen.

Fall	<b>QuellenPF</b>
Straße	<b>Schneller Weg zw. Th.-Heuss- u. Siemensstraße</b>

	Pkw	LNF	SNF	KFZ	%LNF	%SNF
Tag	25406	786	1408	27600	2.8%	5.1%
Nacht	1961	61	78	2100	2.9%	3.7%
24 Stunden	27367	847	1486	<b>29700</b>	2.9%	5.0%

Emissionen pro Fahrtrichtung						
Zeit	NO g/km	NO2 g/km	NOx g/km	PM10 g/km	xx g/km	xx g/km
00 - 01	4.524	2.403	9.340	1.785		
01 - 02	2.591	1.375	5.348	1.022		
02 - 03	2.415	1.282	4.986	0.953		
03 - 04	2.576	1.366	5.315	1.015		
04 - 05	4.933	2.619	10.183	1.946		
05 - 06	40.975	22.092	84.920	18.721		
06 - 07	92.629	49.085	191.116	43.530		
07 - 08	104.191	55.214	214.974	48.960		
08 - 09	99.128	52.530	204.526	46.582		
09 - 10	84.576	44.818	174.501	39.744		
10 - 11	85.547	45.332	176.504	40.201		
11 - 12	87.677	46.461	180.899	41.203		
12 - 13	91.745	48.615	189.291	43.116		
13 - 14	103.825	55.018	214.216	48.791		
14 - 15	109.612	58.083	226.155	51.511		
15 - 16	114.951	60.915	237.173	54.018		
16 - 17	125.464	66.485	258.862	58.959		
17 - 18	120.425	63.816	248.468	56.590		
18 - 19	104.791	55.530	216.210	49.245		
19 - 20	74.141	39.289	152.972	34.841		
20 - 21	55.324	29.318	114.148	25.998		
21 - 22	60.980	32.312	125.814	28.658		
22 - 23	32.451	17.495	67.253	14.829		
23 - 24	9.142	4.852	18.870	3.604		
<b>Mittelwert</b>	<b>67.276</b>	<b>35.679</b>	<b>138.835</b>	<b>31.493</b>		

**Tabelle 4: Exemplarische Darstellung der Emissionsquellstärken für eine Fahrtrichtung des Schnellen Weges zwischen Th.-Heuss-Straße und Siemensstraße**



Die Tabelle 5 gibt für die bei der Modellrechnung berücksichtigten Straßenabschnitte die mittleren Emissionsquellstärken [g/(km\*h)] an. Wie die obige Tabelle zeigt, streuen die Emissionsquellstärken einzelner Stunden deutlich um die hier ausschließlich zur Orientierung angegebenen Mittelwerte.

Quelle	NO	NO2	NOx	PM10	Bezug (Fahrtrichtung / Querschnitt)	StraßenTyp
Schneller Weg südl. OUE	51.896	27.041	106.615	24.894	Fahrtrichtung	HVSS50_0
Oskar-von-Miller-Straße	7.675	3.931	15.700	2.874	Querschnitt	HVSS50_0
Schneller Weg zw. Oskar-von-Miller u. Roderstraße	44.858	23.782	92.565	20.960	Fahrtrichtung	HVSS50_0
Roderstraße	18.879	10.149	39.097	10.057	Querschnitt	Ersch50_0
Beilgrieser Straße	50.291	26.996	104.109	23.097	Querschnitt	HVSS50_0
Schneller Weg zw. Roder- und Siemensstraße_Steigung	98.839	53.535	205.089	33.286	Fahrtrichtung	HVSS50_4s
Schneller Weg zw. Roder- und Siemensstraße_Gefälle	39.040	20.857	80.718	31.883	Fahrtrichtung	HVSS50_4g
Siemensstraße West	17.294	9.672	36.189	7.369	Querschnitt	HVSS50_0
Siemensstraße Ost	3.123	1.774	6.563	1.585	Querschnitt	Ersch50_0
Schneller Weg zw. Th.-Heuss- u. Siemensstraße	67.276	35.679	138.835	31.493	Fahrtrichtung	HVSS50_0
Theodor-Heuss-Straße westl. Nürnberger Straße	74.940	38.997	153.905	46.554	Fahrtrichtung	FS50_0
Theodor-Heuss-Straße östl. Nürnberger Straße	66.757	34.315	136.675	41.472	Fahrtrichtung	FS50_0
Nürnberger Str. südl. Th.-Heuss-Str.	52.055	27.673	107.491	24.270	Fahrtrichtung	HVSS50_0

**Tabelle 5: Mittlere stündliche Emissionsquellstärken [g/km] der betrachteten Straßenabschnitte**

#### 4.2 Angaben zum Berechnungsmodell und Durchführung der Ausbreitungsrechnung

Die Abbildung 4 gibt eine Übersicht über das geometrische Berechnungsmodell. Gezeigt werden die berücksichtigten Straßenquellen. Überwiegend werden hierbei Richtung- und Gegenrichtung durch zwei getrennte Quellen berücksichtigt. Die Höhe der Quellen wird hierbei mit 0,5 m über Gelände angesetzt. Lediglich im Bereich der Brücke über die in der nachfolgenden Abbildung gekennzeichnete Bahnstrecke steigen die Höhen der beiden Richtungsfahrbahnen entsprechend über das Gelände an. Das Gelände wird in dieser Untersuchung als eben angesehen.

In dieser Untersuchung erfolgte die Modellrechnung in zwei Stufen:

In einem ersten Rechenlauf erfolgte die Ausbreitungsrechnung für das in der Abbildung 4 gezeigte weit gefasste Rechengebiet ohne explizite Berücksichtigung der vorhandenen Bebauung. Dabei wurden „geschachtelte Netze“ (sogen. Nesting) verwendet. Für das „innerste Netz“, das die Straßen und deren Nahbereich umfasst, wurde eine Maschenweite von 5 m mal 5 m gewählt. Für das „mittlere Netz“ gibt sich dann eine Maschenweite von 10 m mal 10 m und für das äußere (quellferne) Netz von 20 m mal 20 m. Für diesen Rechenlauf wurde eine Rauigkeitslänge  $z_0$  von 1 m angesetzt. Dieser Wert repräsentiert gem. Tabelle 14 der TA Luft /10/ (CORINE-Kataster) die folgenden Landnutzungsklassen: „nicht durchgängig städtische Prägung, Industrie- und Gewerbeflächen, Baustellen, Nadelwälder“.

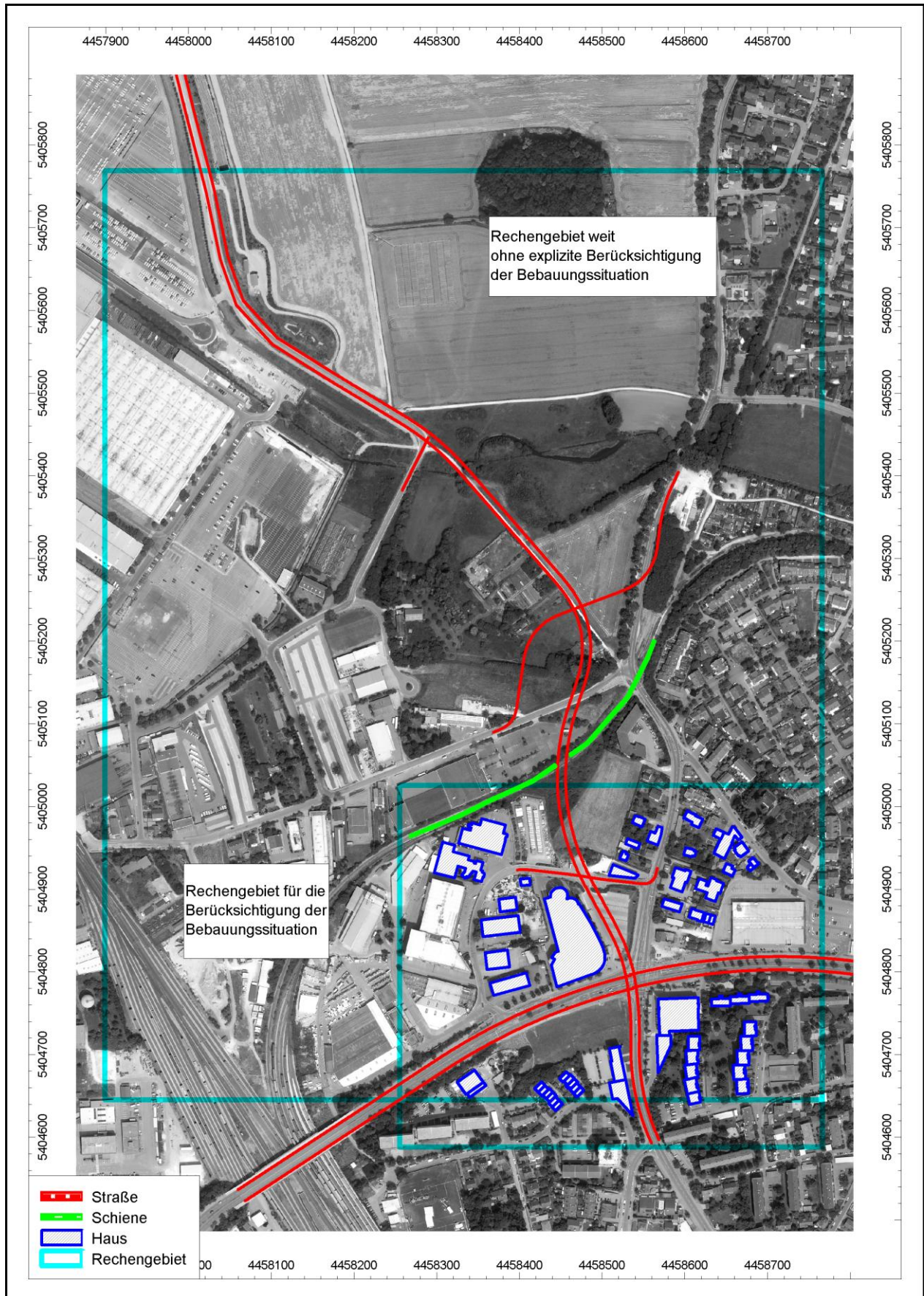


Abbildung 4: Übersicht über das geometrische Berechnungsmodell

Der zweite Rechenlauf erfolgte für das in der Abbildung 4 gezeigte „Rechengebiet für die Berücksichtigung der Bebauungssituation“. Die gezeigten Gebäude wurden nach Lage und Höhe in diesem Rechenlauf explizit berücksichtigt. Dies erfordert für den Nahbereich der Quellen und der nächstliegende Bebauung eine gegenüber dem ersten Rechenlauf verringerte Rasterweite (= höhere räumliche Auflösung). Gewählt wurden Rasterweiten von 2 m mal 2 m (Nahbereich), 4 m mal 4 m (Mittelbereich) und 8 m mal 8 m (äußerer Randbereich des Rechengebiets). Da in diesem Rechenlauf der Einfluss der Gebäude direkt durch das in das Berechnungsprogramm eingebundene diagnostische Windfeldmodell berücksichtigt wird, wird für diesen Rechenlauf eine gegenüber der weiträumigen Berechnung reduzierte Rauigkeitslänge  $z_0$  von 0.2 m angesetzt. Dieser Wert repräsentiert gem. Corine-Kataster die Landnutzungsklassen „Straßen, Eisenbahn, städtische Grünflächen, Weinbauflächen, komplexe Parzellenstrukturen, Landwirtschaft und natürliche Bodendeckung, Heiden und Moorheiden, Felsflächen ohne Vegetation“.

Die Berechnungen erfolgen jeweils für die mittlere von insgesamt 9 zur Verfügung stehenden Qualitätsstufen. Für den zweiten Rechenlauf mit Berücksichtigung der Bebauungssituation ergeben sich auf einem üblichen PC Rechenzeiten in der Größenordnung von einer Woche. Die Erhöhung um eine Qualitätsstufe bewirkt jeweils eine Verdoppelung der bei der Modellrechnung simulierten Anzahl der freigesetzten Partikel und somit eine deutlich gesteigerte Aussagegenauigkeit. Pro Qualitätsstufe verdoppelt sich aber auch die Rechenzeit.



## 5. Berechnungsergebnisse und Diskussion

Die Ausbreitungsrechnung mit dem Modell AUSTAL2000 liefert für das gewählte Rechenraster und die ausgewählten Schadstoffe flächenhafte Angaben zur Höhe der vom betrachteten Straßennetz ausgehenden Zusatzbelastung (Jahresmittelwerte). Somit liegen für die beiden Rechenläufe Raster vor, die die Jahresmittelwerte der verkehrsbedingten Zusatzbelastung für  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  und  $\text{PM}_{10}$  angeben und sich teilweise überlappen. Nach einer Prüfung der Werte insbesondere im „Übergangsbereich“ der beiden Raster wurden die beiden Raster so zusammengefügt, dass im bebauten Bereich die Werte des zweiten Rechenlaufs (explizite Berücksichtigung der Bebauung), in den nördlichen Bereichen die Werte des ersten Rechenlaufs in das „Zielraster Zusatzbelastung“ übernommen werden. In einem nächsten Schritt wurden die Konzentrationswerte von  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  und  $\text{PM}_{10}$  jeweils um die Werte der abgeschätzten Vorbelastung ( $\text{NO}_2$ :  $23.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;  $\text{NO}_x$ :  $35.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;  $\text{PM}_{10}$   $21.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) erhöht. Abschließend erfolgt noch die Abschätzung der  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastung ausgehend von der berechneten  $\text{NO}_x$ -Gesamtbelastung (Verfahren (b) in Abschnitt 4.1) und die anschließende Maximalwertbildung für die nach den beiden alternativen Verfahren bestimmten Stickstoffdioxidkonzentrationen.

### 5.1 Stickstoffdioxid-Gesamtbelastung

Die Abbildung 5 zeigt für den Planfall 2025 die Jahresmittelwerte der zu erwartenden Stickstoffdioxid-Gesamtbelastung. In der  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastung anteilig enthalten ist die abgeschätzte Schadstoffvorbelastung in Höhe von  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Die Abbildung 5 zeigt, dass Belastungswerte oberhalb von  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lediglich im Bereich der Fahrbahnen zu erwarten sind. Am Fahrbahnrand der Theodor-Heuss-Straße sind teilweise Jahresmittelwerte bis etwa  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zu erwarten, die bis zur nächstliegenden Bebauung hin auf Werte unter  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  abnehmen. Die entferntere Bebauung liegt im Konzentrationsbereich  $< 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Da in diesen Werten die Vorbelastung von  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  enthalten ist, führt dort das betrachtete Straßennetz zu einer Belastungserhöhung von maximal  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

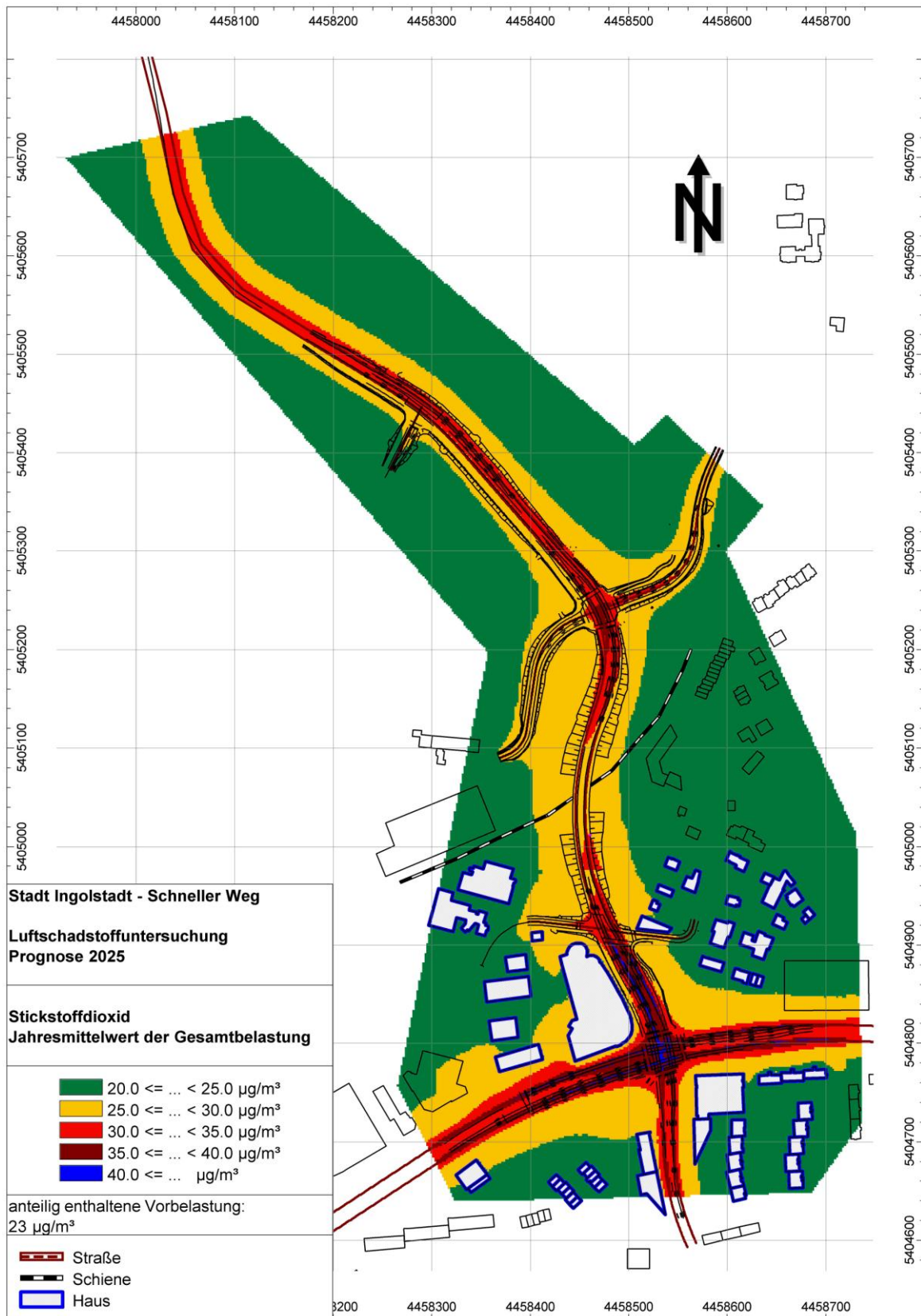
Die 39. BImSchV gibt für Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) die folgenden Beurteilungswerte an:

- Der über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert beträgt  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Der über eine volle Stunde gemittelte Immissionsgrenzwert beträgt  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei 18 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr.

Somit ist für den Planfall 2025 an der nächstliegenden Bebauung mit keiner Überschreitung Beurteilungswertes für den Jahresmittelwert zu rechnen.

Aussagen zur Überschreitungshäufigkeit des *Ein-Stunden-Mittelwertes* von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  können hier nicht direkt gegeben werden, da sich hohe Belastungsspitzen häufig erst durch das Zusammenwirken von Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung bei ungünstigen Ausbreitungsbedingungen ergeben. Das *Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung MLuS 02 – Fassung 2005/1/* gibt im Bild 3.2.3 den aus Messungen abgeleiteten empirischen Zusammenhang zwischen dem  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwert und der Anzahl der der 1h-Werte  $> 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an. Diesem Zusammenhang zufolge ist erst dann mit einer mehr als 18-maligen Überschreitung einer  $\text{NO}_2$ -Konzentration von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Stundenmittel zu rechnen, wenn der Jahresmittelwert mehr als  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  beträgt und somit den Beurteilungswert für den Jahresmittelwert übersteigt. Somit sind im konkreten Fall auch keine Überschreitungen dieses Beurteilungswertes zu erwarten.





**Abbildung 5: Stickstoffdioxid-Gesamtbelastung**

## 5.2 Feinstaub-Gesamtbelastung

Die Abbildung 6 zeigt für den Planfall 2025 die Jahresmittelwerte der zu erwartenden PM<sub>10</sub>-Gesamtbelastung. In der Gesamtbelastung anteilig enthalten ist die abgeschätzte Schadstoffvorbelastung in Höhe von 21 µg/m<sup>3</sup>.

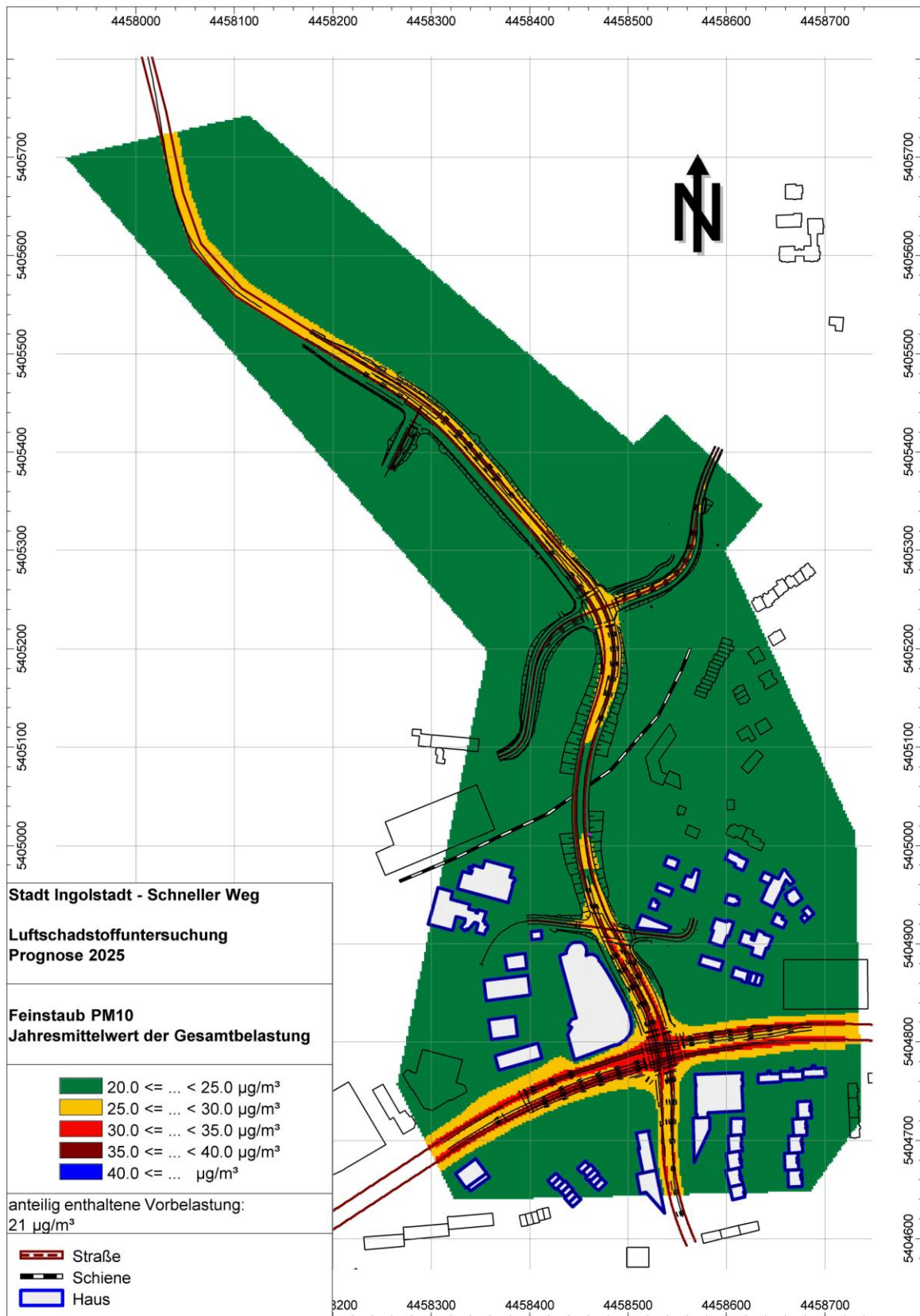
Die Abbildung 6 zeigt, dass Belastungswerte oberhalb von 30 µg/m<sup>3</sup> lediglich im Bereich der Fahrbahnen zu erwarten sind. An den Fahrbahnrändern liegen die Werte im Bereich zwischen 25 und 30 µg/m<sup>3</sup>. An der nächstliegenden Bebauung ist durchwegs von Werten unterhalb von 25 µg/m<sup>3</sup> auszugehen. Mit zunehmendem Abstand von der Quelle nähern sich diese Werte der Hintergrundbelastung von 21 µg/m<sup>3</sup> an.

Die 39. BImSchV gibt für Feinstaub PM<sub>10</sub> die folgenden Beurteilungswerte an:

- Der über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert beträgt 40 µg/m<sup>3</sup>.
- Der über einen Tag gemittelte Immissionsgrenzwert beträgt 50 µg/m<sup>3</sup> bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr.

Somit ist für den Planfall 2025 an der nächstliegenden Bebauung mit keiner Überschreitung Beurteilungswertes für den Jahresmittelwert zu rechnen.

Das *Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung MLuS 02 – Fassung 2005 /1/* gibt im Bild 3.2.2 den aus Messungen abgeleiteten empirischen Zusammenhang zwischen dem PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert und der Anzahl der der 24h-Werte > 50 µg/m<sup>3</sup> an. Diesem Zusammenhang zufolge ist erst dann mit einer mehr als 35-maligen Überschreitung einer PM<sub>10</sub>-Konzentration von 50 µg/m<sup>3</sup> im Tagesmittel zu rechnen, wenn der Jahresmittelwert mehr als ca. 27 µg/m<sup>3</sup> beträgt. Da für die nächstliegende Bebauung die Jahresmittelwerte im Bereich zwischen 20 und 25 µg/m<sup>3</sup> liegen, sind dort auch keine Überschreitungen dieses Beurteilungswertes zu erwarten.



**Abbildung 6: PM<sub>10</sub> –Gesamtbelastung**

### Anmerkungen zur PM<sub>2,5</sub>-Belastung:

Die 39. BImSchV /5/ unterscheidet bei der Bewertung der Feinstaubbelastung zwei unterschiedliche Partikelfractionen:

- „PM<sub>10</sub>“ sind Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 Mikrometern einen Abscheidegrad von 50 Prozent aufweist (Begriffsbestimmung §1, 39. BImSchV). Die PM<sub>10</sub>-Konzentration ist eine Maßzahl für den *inhalierbaren* Anteil der Staubbeltung.
- „PM<sub>2,5</sub>“ sind Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2.5 Mikrometern einen Abscheidegrad von 50 Prozent aufweist (Begriffsbestimmung §1, 39. BImSchV). Die PM<sub>2,5</sub>-Konzentration ist eine Maßzahl für den *lungengängigen* Anteil der Staubbeltung. Die PM<sub>2,5</sub>-Beltung ist somit stets in der PM<sub>10</sub>-Beltung enthalten. Da die PM<sub>2,5</sub>-Beltung eine Teilmenge der PM<sub>10</sub>-Beltung darstellt, kann sie diese vom Zahlenwert her nicht übersteigen.

Da die PM<sub>2,5</sub>-Gesamtbelastung definitionsgemäß eine Teilmenge der PM<sub>10</sub>-Gesamtbelastung darstellt und diese somit nicht übersteigen kann, ist die Überschreitung des PM<sub>2,5</sub>-Immissionsgrenzwertes von 25 µg/m<sup>3</sup> (Jahresmittelwert) im Bereich der nächstliegenden Bebauung auszuschließen.

Anhand von in /20/ veröffentlichten Messergebnissen des Bayerischen Landesamtes für das Jahr 2011 wird der Zusammenhang zwischen der Höhe der PM<sub>2,5</sub>-Konzentration (Jahresmittelwert in µg/m<sup>3</sup>) und der korrespondierenden PM<sub>10</sub>-Konzentration abgeschätzt (siehe Tabelle 6). Ausgehend von dem höchsten ermittelten PM<sub>2,5</sub>-Anteil von 71% würde mit einer Überschreitung des PM<sub>2,5</sub>-Beurteilungswertes von 25 µg/m<sup>3</sup> zu rechnen sein, wenn der Jahresmittelwert für PM<sub>10</sub> den Wert 35 µg/m<sup>3</sup> überschreitet. Mit Werten dieser Größenordnung ist gem. Abbildung 6 lediglich im direkten Fahrbahnraum zu rechnen.

	JMW PM2.5	JMW PM10	Anteil PM2.5
München / Landshuter Allee	20	36	56%
München / Lothstraße	14	22	64%
Augsburg / Bourgesplatz	16	23	70%
Augsburg / LfU	15	21	71%

**Tabelle 6: Bestimmung des Anteils der PM<sub>2,5</sub>-Konzentration an der PM<sub>10</sub>-Konzentration**

München, 12. 02. 2013

OBERMEYER PLANEN + BERATEN GmbH

Institut für Umweltschutz und Bauphysik

*i. V. W. Herrmann*

Dr. rer. nat. W. Herrmann

*i. A. A. Sinz*

Dipl.-Ing. A. Sinz



## 6. Quellen

- /1/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Arbeitsgruppe Verkehrsführung und Verkehrssicherheit: Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung. **MLuS 02**. Geänderte Fassung 2005 und SFI GmbH Software für Immissionsberechnungen: PC-Berechnungsverfahren zum Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen, MLuS 02, geänderte Fassung 2005 (Handbuch mit Hintergrundinformationen, Version 6.0f vom 26.06.2006).
- /2/ Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 6/2005. Sachgebiet 12.2: Umweltschutz; Luftreinhaltung. Betr.: Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – MLuS 02, geänderte Fassung 2005. Bonn, 16. April 2005.
- /3/ Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes: Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22. BImSchV vom 11. September 2002.
- /4/ Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes: Verordnung über Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen – 33. BImSchV vom 13. Juli 2004
- /5/ Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung der Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 und Vorblatt zur 39. BImSchV gem. Drucksache 17/508 des Deutschen Bundestags vom 25.01.2010.
- /6/ Umweltbundesamt / INFRAS AG: Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs – HBEFA. Version 3.1 vom 30. Januar 2010.
- /7/ Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG: Verursacher, flächenhafte Belastung und Tendenzen für PM2.5 in Sachsen. Sachstandsbericht vom 04.01.2010. Auftraggeber: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- /8/ Ingenieurbüro Janicke: AUSTAL 2000, Programmbeschreibung zu Version 2.5 Stand: 2011-08-01. (Informationen zu AUSTAL 2000 unter [www.austal2000.de](http://www.austal2000.de))
- /9/ Datakustik: Dokumentation für das Luftschadstoffausbreitungsmodul CadnaA-APL. (CadnaA-APL-Kurzanleitung). Stand: 04.03.2009.

- /10/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz. (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002.
- /11/ Deutscher Wetterdienst DWD, Regionales Klimabüro: Ausbreitungsreihenzeitreihe (AKTerm) nach TA Luft 2002 für die Station Ingolstadt-Manching für das Jahr 2002.
- /12/ Romberg E., Böisinger R., et.al.: NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlung für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 56 (1996) 215 – 218. Springer-Verlag 1996.
- /13/ Bächlin W., Böisinger R., et.al.: Überprüfung des NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzungen. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 66 (2006) Nr. 4. Springer-Verlag 2006.
- /14/ AVISO: Auswertung von Stationsmessungen zur Ermittlung der Variationsbreite des NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-Anteils der Verkehrsemissionen. Untersuchung im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg (LUBW). Aachen, November 2007.
- /15/ Düring I., Bächlin W., et.al.: Tendenzen der NO<sub>2</sub> –Belastung im Land Brandenburg von 1997 bis 2020. Immissionsschutz 3 – 10. Erich Schmidt Verlag. 15. Jahrgang. September 2010.
- /16/ VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7: Umweltmeteorologie. Kfz-Emissionsbestimmung. Luftbeimengungen. November 2003.
- /17/ gevas humberg & partner: Verkehrsuntersuchung Anschluss Schneller Weg Ingolstadt – Fortschreibung für das Planfeststellungsverfahren. Oktober 2012. Und als Vorabinformation: *Querschnittsbelastungen und Schwerverkehrsanteile Tag und Nacht für den Prognose-Nullfall 2025 und den Planfall mit Schneller Weg 2025* vom 29.03.2012
- /18/ gevas humberg & partner: Verkehrsganglinie für den Knoten Theodor-Heuss-Straße / Nürnberger Straße. Auswertung auf der Grundlage von Detektorwerten vom März 2012. Persönliche Mitteilung vom 05.07.2012.

- /19/ Bayerisches Landesamt für Umweltschutz: Dokumentation der Luftmessstationen. Messstation L1.1 – Ingolstadt / Rechbergstraße.  
<http://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/dokumentation/index.htm>
- /20/ Bayerisches Landesamt für Umweltschutz: Lufthygienischer Jahreskurzbericht 2011.
- /21/ Pfäfflin, F. et. al.: Landesweite Emissionsmodellierung auf der Basis des HBEFA 3.1. Kolloquium „Luftqualität an Straßen“ am 30./31. März 2011 in Bergisch Gladbach. Veranstalter: FGSV und bast.
- /22/ Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG: Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs. Auftraggeber: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Projekt 70675-09-10. Juni 2011.
- /23/ Umweltbundesamt: Luftschadstoffbelastung in Deutschland.  
<http://gis.uba.de/Website/luft/index.htm>