

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg Regierungspräsidium Stuttgart

L 1100 / von NK 6921020 bis NK 6921029 / Station: 2+632 bis 0+478

L 1100
Ortsumfahrung Ilsfeld

PSP-Element: V.2111.L1100.N12.117.13:

FESTSTELLUNGSENTWURF

17.2 Luftschadstofftechnische Untersuchung

Aufgestellt: Stuttgart, den 19.11.2021

Regierungspräsidium Stuttgart
Abt. 4 Mobilität, Verkehr, Straßen
Ref. 44 Straßenplanung

gez. Knecht



Lohmeyer

ORTSUMFAHRUNG ILSFELD NEUBAU

- LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN -

Auftraggeber:

Regierungspräsidium Stuttgart
Abteilung 4 – Straßenwesen und Verkehr
Industriestraße 4
70565 Stuttgart

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Dorsten

M.Sc. Geogr. Jessica Lehmkuhler

Dipl.-Met. G. Ludes

Juli 2020
Projekt 30017-20-01
Berichtsumfang 45 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG	3
2	ALLGEMEINE HINTERGRUNDINFORMATIONEN	5
2.1	Luftschadstoffe	5
2.1.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	5
2.1.2	Feinstaub (PM).....	6
2.2	Stickstoffdeposition	8
2.3	Stickstoffoxide (NO _x).....	8
2.4	Ammoniak (NH ₃).....	9
3	BEWERTUNGSMABSTAB	10
3.1	Luftschadstoffe	10
3.2	Stickstoffdepositionen	11
4	EINGANGSDATEN	13
4.1	Emissionen.....	13
4.1.1	Eingangsdaten für die Emissionsberechnung.....	13
4.1.2	Zusammenfassende Darstellung der Eingangsdaten	15
4.1.3	Ergebnisse der Emissionsberechnung.....	17
4.2	Meteorologische Eingangsdaten	18
4.3	Hintergrundbelastung	19
5	IMMISSIONSPROGNOSE	20
5.1	Methodik zur Bestimmung der Immissionskenngrößen	20
5.1.1	Modellierung von NO ₂ im Straßenraum.....	20
5.1.2	Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des NO ₂ -Stundengrenzwertes ...	20
5.1.3	Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des PM ₁₀ -Tagesgrenzwertes ...	21
5.2	Methodik zur Bestimmung der Stickstoffdeposition.....	23
5.3	LASAT	25
5.3.1	Rechenmodell	25
5.4	MISKAM	27
5.4.1	Rechenmodell	27

6	ERGEBNISSE	28
6.1	LASAT	28
6.2	MISKAM	29
6.2.1	NO ₂	30
6.2.2	Feinstaub (PM10 und PM2.5).....	31
6.3	Fazit	33
6.3.1	Luftschadstoffe	33
6.3.2	Stickstoffdepositionen	33
7	ZUSAMMENFASSUNG	34
8	LITERATURVERZEICHNIS	36
9	ANHANG	36

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1.1:	Ortsdurchfahrt König-Wilhelm-Straße in Ilsfeld	3
Abbildung 4.1:	Verkehrssituationen gemäß HBEFA 4.1.....	13
Abbildung 4.2:	Lage der Querschnitte	15
Abbildung 4.3:	Windrichtungsverteilung der synthetischen Windrose.....	18
Abbildung 5.1:	Empirische Wahrscheinlichkeit der mindestens 19-maligen Überschreitung des NO ₂ -Stundengrenzwertes als Funktion des Jahresmittelwertes von NO _x	21
Abbildung 5.2:	Bestimmung der Anzahl der PM10-Überschreitungstage aus dem PM10- Jahresmittelwert	22
Abbildung 5.3:	Berücksichtigtes Relief und Lage des Anemometerstandortes	26
Abbildung 6.1	Lage der Immissionsorte und der Messstation König-Wilhelm-Straße.....	29

ABBILDUNGSVERZEICHNIS ANHANG

A 1:	NO ₂ -Jahresmittelwerte der großräumigen LASAT-Berechnung	37
A 2:	Veränderungen der Stickstoffdepositionen vom Prognose-Nullfall zum Analysefall.....	37
A 3:	Veränderungen der Stickstoffdepositionen vom Prognose-Planfall zum Analysefall.....	37
A 4:	NO ₂ -Jahresmittelwerte im Bereich der Ortsdurchfahrt Ilsfeld	37
A 5:	Anzahl der Tage im Jahr mit PM10-Tagesmittel > 50 µg/m ³	37
A 6:	Veränderung der NO ₂ -Jahresmittelwerte (Prognose-Planfall minus Prognose Nullfall) ...	37
A 7:	Veränderung der PM10-Überschreitungstage (Prognose-Planfall minus Prognose Nullfall)	37

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch den Namen und die Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

Als Emission bezeichnet man die von einem Fahrzeug ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff pro Kilometer oder bei anderen Emittenten in Gramm pro Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Luftschadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Schutzgüter überwiegend nachteilig auswirken. Die Maßeinheit der Immissionen am Untersuchungspunkt ist μg (oder mg) Schadstoff pro m^3 Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3).

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

Als Hintergrundbelastung werden im Folgenden die Immissionen bezeichnet, die bereits ohne die Emissionen des Straßenverkehrs auf den betrachteten Straßen an den Untersuchungspunkten vorliegen. Die Zusatzbelastung ist diejenige Immission, die ausschließlich vom Verkehr auf dem zu untersuchenden Straßennetz oder der zu untersuchenden Straße hervorgerufen wird. Die Gesamtbelastung ist die Summe aus der Hintergrundbelastung und der Zusatzbelastung und wird in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3 angegeben.

Grenzwerte / Vorsorgewerte

Grenzwerte sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit vom Gesetzgeber vorgeschriebene Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen, die nicht überschritten werden dürfen, siehe z. B. Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Vorsorgewerte stellen zusätzliche Beurteilungsmaßstäbe dar, die zahlenmäßig niedriger als Grenzwerte sind und somit im Konzentrationsbereich unterhalb der Grenzwerte eine differenzierte Beurteilung der Luftqualität ermöglichen.

Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

An den betrachteten Untersuchungspunkten unterliegen die Konzentrationen der Luftschadstoffe in Abhängigkeit von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Verkehrsaufkommen etc. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngrößen Jahresmittelwert und weitere Kurzzeitwerte charakterisieren diese Konzentrationen. Der Jahresmittelwert stellt den über das Jahr gemittelten Konzentrationswert dar. Eine Einschränkung hinsichtlich Beurteilung der Luftqualität mit Hilfe des Jahresmittelwertes besteht darin, dass er nichts über Zeiträume mit hohen Konzentrationen aussagt. Eine das ganze Jahr über konstante Konzentration kann zum gleichen Jahresmittelwert führen wie eine zum Beispiel tagsüber sehr hohe und nachts sehr niedrige Konzentration.

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO₂-Konzentrationen von 200 µg/m³, der nicht mehr als an 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m³, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

Verkehrssituation

Emissionen und Kraftstoffverbrauch der Kraftfahrzeuge (Kfz) hängen in hohem Maße vom Fahrverhalten ab, das durch unterschiedliche Betriebszustände wie Leerlauf im Stand, Beschleunigung, Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit, Bremsverzögerung etc. charakterisiert ist. Das typische Fahrverhalten kann zu so genannten Verkehrssituationen zusammengefasst werden. Verkehrssituationen sind durch die Merkmale eines Straßenabschnitts wie Geschwindigkeitsbeschränkung, Ausbaugrad, Vorfahrtregelung etc. charakterisiert. In der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ sind für verschiedene Verkehrssituationen Angaben über Schadstoffemissionen angegeben.

Feinstaub / PM10 / PM2.5

Mit Feinstaub bzw. PM10/PM2.5 werden alle Partikel bezeichnet, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von 10 µm bzw. 2.5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM10-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die PM2.5-Fraktion gelangt bei Inhalation vollständig bis in die Alveolen der Lunge; sie umfasst auch den wesentlichen Masseanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

1 AUFGABENSTELLUNG

Das Regierungspräsidium Stuttgart plant den Neubau der Ortsumfahrung Ilsfeld im Zuge der L 1100. Im Rahmen des Feststellungsentwurfes wurde die Lohmeyer GmbH beauftragt, ein lufthygienisches Fachgutachten zu erstellen. Hierbei sollen mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen die lufthygienischen Auswirkungen bestimmt werden, die aus Verkehrsverlagerungen resultieren, die durch die neue Ortsumfahrung verursacht werden.

Zur Bestimmung der Veränderungen der lufthygienischen Belastung im Umfeld der Trasse und zur Einschätzung von verkehrsbedingten Stickstoffeinträgen im Bereich der nahegelegenen Teilräume des FFH-Gebietes 7021-342 „Nördliches Neckarbecken“ wurden Ausbreitungsrechnungen mit der aktuellen Version von LASAT durchgeführt.

Durch den Bau der Ortsumfahrung wird sich das Verkehrsaufkommen in der stark verkehrsbelasteten Ortsdurchfahrt von Ilsfeld verringern, so dass hier deutliche Minderungen der gegenwärtig hohen Luftschadstoffbelastung zu erwarten sind. Aufgrund der engen und komplexen Bebauungsstrukturen (siehe Foto) erfolgten für den Bereich der Ortsdurchfahrt ergänzende Ausbreitungsrechnungen mit dem Rechenmodell MISKAM.



Abbildung 1.1: Ortsdurchfahrt König-Wilhelm-Straße in Ilsfeld

Die Ausbreitungsrechnungen wurden für Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2.5}) durchgeführt. Zur Bewertung der ermittelten Immissionen wurden die Grenzwerte der 39. BImSchV herangezogen.

Die Konzentrationen weiterer Luftverunreinigungen aus dem Verkehrsbereich, wie z.B. Blei (Pb), Schwefeldioxid (SO₂) und Benzol liegen heute aufgrund der bereits ergriffenen Luftreinhaltemaßnahmen auch an höchstbelasteten „Hot Spots“ deutlich unterhalb gesundheitsbezogener Grenz- und Richtwerte und wurden daher nicht weiter betrachtet.

Die Immissionsberechnungen wurden für die folgenden 3 Szenarien durchgeführt:

Analysefall: Gegenwärtige verkehrliche Situation ohne geplante Ortsumfahrung.
Verkehrszahlen und Emissionsfaktoren für das Jahr 2018.

Prognose-Nullfall: Zukünftige verkehrliche Situation ohne geplante Ortsumfahrung.
Verkehrszahlen für das Jahr 2035 und Emissionsfaktoren für das Jahr 2035.

Prognose-Planfall: Zukünftige verkehrliche Situation mit geplanter Ortsumfahrung.
Verkehrszahlen für das Jahr 2035 und Emissionsfaktoren für das Jahr 2035.

Die Lage der Trasse und die Abgrenzungen der Rechengebiete und der FFH-Gebiete sind auf der **Abbildung 1.2** farblich dargestellt.

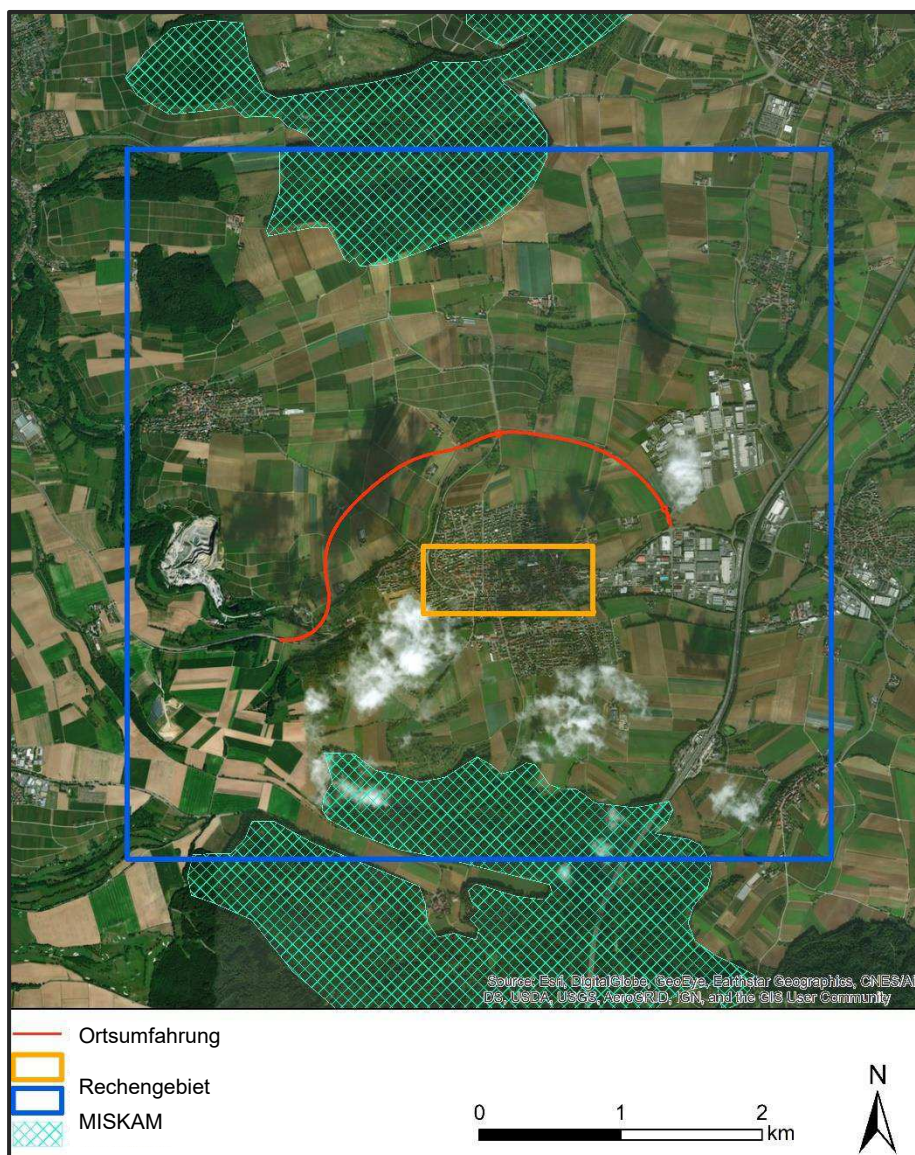


Abbildung 1.2: **Übersichtsplan**

2 ALLGEMEINE HINTERGRUNDINFORMATIONEN

2.1 Luftschadstoffe

2.1.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Stickstoffoxide (NO_x) ist die zusammenfassende Bezeichnung für Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂). Stickstoffoxide bilden sich fast ausschließlich bei Verbrennungsvorgängen in Motoren und Großfeuerungsanlagen. Bei diesen Verbrennungsprozessen entsteht in erster Linie Stickstoffmonoxid, das aber in der Atmosphäre schnell zum gesundheitsschädlichen Stickstoffdioxid umgesetzt wird.

In Großstädten ist die Konzentration von NO als primärem, kurzlebigen Abgasemissionsprodukt ein "Verkehrsindikator". Die Konzentration von NO₂ als sekundärem, vergleichsweise stabilem und schädlicherem Umwandlungsprodukt ist eher ein Maß für die Auswirkungen des Verkehrs im Zusammenspiel der zugrundeliegenden Einflussgrößen. NO₂ ist gesundheitsschädlicher als NO und wirkt als Reizgas auf die Schleimhäute der Atemwege. Akute gesundheitliche Auswirkungen wie z.B. Störungen der Lungenfunktionen sind bei bestimmten Personen (Bronchiatiker und Asthmatiker) ab einem gewissen Belastungsniveau festzustellen.

Unter Beteiligung von Wasser bilden sich aus den NO_x die Umwandlungsprodukte Salpetersäure und salpetrige Säure. Diese sind Teil der säurehaltigen Niederschläge und verantwortlich für die Versauerung der Böden und der Gewässer. Die Salze der Umwandlungsprodukte sind Nitrit und Nitrat. Durch den Eintrag in den Boden führen sie zu einer Düngung des Bodens mit Stickstoff. Naturnahe Ökosysteme, die auf nährstoffarme Böden angewiesen sind (z.B. Kalkmagerrasen), werden in ihrem Bestand und ihrer Entwicklung beeinträchtigt bzw. verdrängt. NO_x und deren Umwandlungsprodukte sind auch an Korrosionsvorgängen bei Metallen beteiligt. Stickoxide haben neben den flüchtigen organischen Verbindungen ebenfalls eine große Bedeutung als Vorläufersubstanzen für die sommerliche Ozonbildung.

Der Hauptverursacher ist der Verkehrsbereich, gefolgt von Kraftwerken, der Industrie sowie Haushalten und Kleinverbrauchern. Während sich der Stickstoffoxidausstoß der Kraftwerke durch den Einbau von Entstickungsanlagen in den vergangenen Jahren erheblich reduziert hat, ist der Anteil des Straßenverkehrs – trotz Katalysator – aufgrund des unverändert steigenden Fahr- und Transportaufkommens nur leicht gesunken.

2.1.2 Feinstaub (PM)

Feinstäube werden anhand ihres Durchmessers in drei Kategorien unterteilt:

Inhalierbarer Feinstaub PM10*:	< 10 µm
Lungengängiger Feinstaub PM2.5*:	< 2,5 µm
Ultrafeine Partikel UP:	< 0,1 µm

*PM: *Particulate Matter*

Feine Teilchen (von weniger als 2,5 µm Durchmesser) und ultrafeine Teilchen (bis unter 0,1 µm Durchmesser), die für das menschliche Auge nicht wahrnehmbar sind, machen den gesundheitlich relevanten Teil des Schwebstaubs aus.

Die Teilchen stammen aus natürlichen und anthropogenen - also durch menschliche Aktivitäten erschlossene Quellen, die man in sekundäre und primäre Quellen unterteilt.

Zu den primären natürlichen Quellen zählen z.B. Seesalzaerosole, Bodenerosion, Vulkanismus, Biomasseverbrennung (Waldbrände) und biogene Quellen (Viren, Bakterien, Algen, Pilze, Pflanzenteile). Unter sekundären natürlichen Quellen versteht man chemische und physikalische Vorgänge in der Atmosphäre, die zu einer Entstehung von Partikeln führen.

Insbesondere für die Beurteilung regionaler und lokaler Staubbelastungen spielen jedoch anthropogene primäre Quellen eine entscheidende Rolle. Industrieprozesse, Straßenverkehr (unvollständige Verbrennung, Reifenabrieb, Aufwirbelung), Kraft- und Fernheizwerke (Flugaschepartikel), Haushalte, Kleinverbraucher und Schüttgutumschläge sind Hauptquellen für Staub.

Sekundär anthropogen gebildete Partikel entstehen durch chemische und physikalische Reaktionen anthropogener Vorläufersubstanzen wie Schwefeldioxid (SO₂), Stickoxide (NO_x), Kohlenwasserstoffe (VOC), Nitrat und Ammoniak (NH₃), deren Quellen hauptsächlich in Industrie, Verkehr und Landwirtschaft zu suchen sind.

Größenverteilung, Zusammensetzung und Morphologie von Feinstaub stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit Art und Weise seiner Bildung.

Man findet kristalline, kubische, runde und unregelmäßige Teilchen.

Die Zusammensetzung von Feinstaub richtet sich nach dem lokalen Auftreten von relevanten Quellen. So unterscheidet sich die Zusammensetzung des Feinstaubes in ländlichen Räumen von der in industriell geprägten Gebieten. So verursachen die hohen Ammoniak-Emissionen in landwirtschaftlich geprägten Räumen mit Schwerpunkt auf Viehzucht relativ hohe Sekundäraerosol-Konzentrationen.

Grundsätzlich bestimmen drei Komponenten die Zusammensetzung von Feinstaub:

Die kohlenstoffhaltige Komponente setzt sich zusammen aus dem organisch gebundenen Kohlenstoff (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK, biogenes Material) und dem elementaren Kohlenstoff (z.B. Dieselruß). Eine andere Komponente besteht aus sekundär in der Atmosphäre gebildeten Ionen wie Sulfat, Nitrat und Ammonium. Letztlich bilden natürliche Verbindungen wie Silizium, Aluminium, Eisen, Kalzium, Magnesium usw. als dritte Komponente eine untergeordnete Komponente. Zusätzlich und regional begrenzt treten Schwermetalle und kanzerogene Stoffe aus Industrieprozessen auf.

Die gesundheitliche Wirkung von Stäuben insbesondere von Feinstaub wurde gerade in den letzten Jahren in umweltepidemiologischen und toxikologischen Studien beschrieben. Ob eine Gefahr für unsere Gesundheit besteht, hängt ganz entscheidend von der Konzentration, der Expositionszeit und der Partikelgröße ab.

Es werden der inhalierbare Feinstaub PM10, der lungengängige Feinstaub und der ultrafeine Feinstaub unterschieden. Die inhalierbare Fraktion wird durch Mund- und Nasenöffnung eingeatmet und zum Teil dort gebunden. Die lungengängige Fraktion gelangt beim Einatmen über den Kehlkopf in die Lunge hinein, während die ultrafeine Fraktion bis in die inneren Teile der Lunge – die Alveolen – vordringt.

Das bedeutet, je kleiner die Partikel sind, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass diese in die sensible alveolare Region vordringen und dort deponiert werden. Lösliche Anteile können toxische Substanzen freisetzen und somit zu entzündlichen Prozessen führen. Unlösliche Anteile bilden Schnittstellen zu Zellen, Gewebe und Lungenflüssigkeit.

Erhöhte Konzentrationen von Feinstaub können abhängig von der Konzentration und Dauer der Exposition zum Auftreten von Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, zu vermehrten Atemwegssymptomen bei Asthmatikern und sogar zum Anstieg der Mortalität führen.

2.2 Stickstoffdeposition

Mit Deposition wird allgemein die Auslagerung von Spurenstoffen aus der Atmosphäre in den Erdboden oder bodennahe Grenzflächen bezeichnet. Die Ablagerung oder Absorption aus der Luft heraus an Grenzflächen wie z.B. dem Erdboden, Pflanzen und bebauten Flächen wird als trockene Deposition definiert. Nasse Deposition bezeichnet die Ablagerung der Spurenstoffe am Erdboden durch Niederschlag, in den sie durch Absorption in Regentropfen, Wolkentröpfchen oder andere Hydrometeore gelangt sind.

Nährstoffeinträge – insbesondere Stickstoffeinträge – sind vor allem für Lebensraumtypen kritisch, die an besonders nährstoffarme Standorte gebunden sind (z.B. Moore und Moorwälder). Stickstoffeinträge können zu einer Verschiebung der Artenzusammensetzung und der Ausbreitung von nährstoffliebenden Pflanzen führen.

Die maßgeblichen Kenngrößen zur Beschreibung der Stickstoffempfindlichkeit natürlicher und naturnaher Ökosysteme im Sinne von Vorsorgewerten werden als Critical Loads bezeichnet. „CL sind kritische Eintragsraten, die denjenigen Eintrag von Luftschadstoffen beschreiben, bis zu dessen Erreichen nach derzeitigem Kenntnisstand langfristig keine signifikanten schädlichen Effekte an definierten Rezeptoren – z.B. Ökosystemen, Vegetation und Teilen davon – zu erwarten sind“ [BMVBS 2013].

Definiert sind diese in der Berner Liste bzw. verschiedenen nationalen Listen und im Anhang 1.4: Liste der Critical Loads (CL(N)) für LRT-Standort-/Vegetationstypen [BMVBS 2013] in Bezug auf Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-RL oder Pflanzenarten nach Anhang II der FFH-RL.

Bei der Bewertung von Stickstoffeinträgen in Böden ist zu berücksichtigen, dass in vielen Bereichen von Deutschland bereits mit der Hintergrundbelastung die Critical Loads überschritten sind. Der Eintrag durch den örtlichen Straßenverkehr stellt dabei meist nur einen kleinen Teil der Belastung dar.

2.3 Stickstoffoxide (NO_x)

Stickstoffoxide (NO_x) ist die zusammenfassende Bezeichnung für Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂). Stickstoffoxide bilden sich fast ausschließlich bei Verbrennungsvorgängen in Motoren und Großfeuerungsanlagen. Bei diesen Verbrennungsprozessen entsteht in erster Linie Stickstoffmonoxid, das aber in der Atmosphäre schnell zum gesundheitsschädlichen Stickstoffdioxid umgesetzt wird.

In Großstädten ist die Konzentration von NO als primärem, kurzlebigen Abgasemissionsprodukt ein „Verkehrsindikator“. Die Konzentration von NO₂ als sekundärem, vergleichsweise stabilem und schädlicherem Umwandlungsprodukt ist eher ein Maß für die Auswirkungen des Verkehrs im Zusammenspiel der zugrundeliegenden Einflussgrößen.

Unter Beteiligung von Wasser bilden sich aus den NO_x die Umwandlungsprodukte Salpetersäure und salpetrige Säure. Diese sind Teil der säurehaltigen Niederschläge und verantwortlich für die Versauerung der Böden und der Gewässer. Die Salze der Umwandlungsprodukte sind Nitrit und Nitrat. Durch den Eintrag in den Boden führen sie zu einer Düngung des Bodens mit Stickstoff. Naturnahe Ökosysteme, die auf nährstoffarme Böden angewiesen sind (z.B. Kalkmagerrasen), werden in ihrem Bestand und ihrer Entwicklung beeinträchtigt bzw. verdrängt. NO_x und deren Umwandlungsprodukte sind auch an Korrosionsvorgängen bei Metallen beteiligt. Stickoxide haben neben den flüchtigen organischen Verbindungen ebenfalls eine große Bedeutung als Vorläufersubstanzen für die sommerliche Ozonbildung.

Der Hauptverursacher ist der Verkehrsbereich, gefolgt von Kraftwerken, der Industrie sowie Haushalten und Kleinverbrauchern. Während sich der Stickstoffoxidausstoß der Kraftwerke durch den Einbau von Entstickungsanlagen in den vergangenen Jahren erheblich reduziert hat, ist der Anteil des Straßenverkehrs – trotz Katalysator – aufgrund des unverändert steigenden Fahr- und Transportaufkommens nur leicht gesunken.

2.4 Ammoniak (NH_3)

Ammoniak (NH_3) ist eine gasförmige Verbindung des Stickstoffs (N). Der Luftschadstoff entsteht hauptsächlich durch landwirtschaftliche Prozesse. Insbesondere die Tierhaltung ist ein wichtiger Verursacher.

Ammoniak reagiert in der Atmosphäre mit anderen Gasen zu gesundheitswirksamen Partikeln (sekundär gebildeter Feinstaub) oder lagert sich in Ökosystemen ab, wo es auf Pflanzen bzw. das Nährstoffgefüge des Bodens negative Wirkungen ausüben kann oder in die Stickstoffkaskade eintritt.

Die Landwirtschaft ist mit einem Anteil von etwa 95% Hauptemittent des Luftschadstoffs Ammoniak in Deutschland. Gemäß der Emissionsberichterstattung 2013 stammt der überwiegende Teil der landwirtschaftlichen Ammoniak-Emissionen aus der Rinderhaltung (52%), der Schweinehaltung (20%), der Geflügelhaltung (9%) sowie der Mineraldüngeranwendung (15%). Ein geringer Anteil der Ammoniak-Emissionen wird zudem durch den Straßenverkehr ausgestoßen.

Ammoniak und das nach Umwandlung entstehende Ammonium schädigen Land- und Wasserökosysteme erheblich durch Versauerung und Eutrophierung (Nährstoffanreicherung). Bodenversauerung und Nährstoffübersorgung natürlicher und naturnaher Ökosysteme (wie zum Beispiel Moore, Magerstandorte, nährstoffarme Gewässer) durch reaktiven Stickstoff können zu Veränderungen der Artenvielfalt führen. Besonders hohe Ammoniak-konzentrationen in der Umgebung von großen Tierhaltungsanlagen können direkte Schäden an der Vegetation auslösen.

Nach Austreten in die Umwelt kann sich Ammoniak über die Stickstoffkaskade auch in eine der zahlreichen anderen umweltwirksamen stickstoffhaltigen Verbindungen umwandeln, mit negativen Folgen für die Qualität der Atemluft (Bildung von Feinstaub und Ozon), die Wasserqualität (Nitrat in Grundwasser) und die Verschärfung des Klimawandels (Lachgas).

3 BEWERTUNGSMAßSTAB

3.1 Luftschadstoffe

Durch die EU-Luftqualitätsrahmenrichtlinie [EU 1996] und die zugehörigen Tochterrichtlinien [EU 1999] und [EU 2000] wurden europaweit gültige **Grenzwerte** für Immissionen durch die Luftschadstoffe festgeschrieben, die auch kleinräumig einzuhalten sind. Mit Novellierung der 22. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [22. BImSchV 2002] wurden diese Grenzwerte in nationales Recht überführt und sind seither als Bewertungsmaßstab heranzuziehen.

Seit dem 11.06.2008 ist zudem die neue Luftqualitätsrichtlinie [EU 2008] in Kraft getreten. Ihre Umsetzung in nationales Recht erfolgte mit Verabschiedung der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [39. BImSchV 2010]. Die bisherigen, in der 22. BImSchV festgelegten Luftqualitätsstandards für PM10 und NO₂ blieben erhalten. Zusätzlich wurden sie um einen Immissionsgrenzwert für lungengängigen Feinstaub (PM2.5) ergänzt (siehe **Tabelle 3.1**).

Tabelle 3.1: Grenzwerte der verkehrsrelevanten Schadstoffe zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach [39. BImSchV 2010]

PM10 [µg/m ³]	PM10 [µg/m ³]	PM2.5 [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]
Jahresmittel	Tagesmittel	Jahresmittel	Jahresmittel	Max. 1h-Wert
40	50*	25	40	200**

* Maximal 35 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig. Dies entspricht in etwa dem 90,4-Perzentil der Tagesmittelwerte.

** Maximal 18 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig. Dies entspricht in etwa dem 99,8-Perzentil der Stundenmittelwerte.

Die Grenzwerte für NO₂ sind seit dem Jahr 2010, die Grenzwerte für PM10 seit dem Jahr 2005 und der Grenzwert für PM2.5 seit 2015 einzuhalten.

Allgemein ist zu beachten, dass die oben genannten Grenzwerte nur für Bereiche gelten, in denen sich Menschen aufhalten. Aufgrund der unterschiedlichen gesundheitlichen Auswirkungen entfalten die oben genannten Grenzwerte erst dann ihre rechtliche Wirkung, wenn die Bevölkerung den entsprechenden Schadstoffkonzentrationen über einen Zeitraum ausgesetzt ist, der der Mittelungszeit des betreffenden Grenzwertes Rechnung trägt.

Bei Überschreitungen bzw. der Gefahr des Überschreitens der Immissionsgrenzwerte ist im Einvernehmen mit den zuständigen Behörden (Straßenverkehrsbehörde, Immissionsschutzbehörde, Regierungspräsidium u. a.) ein Luftreinhalteplan und ggf. auch ein Aktionsplan aufzustellen. Luftreinhaltepläne legen die erforderlichen Maßnahmen zur dauerhaften Verminderung von Luftverunreinigungen fest. Aktionspläne hingegen definieren unmittelbar wirksame Maßnahmen zur kurzfristigen Senkung der Luftschadstoffimmissionen, um die Gefahr von Immissionsgrenzwertüberschreitungen zu verringern oder den Zeitraum währenddessen die Werte überschritten werden, zu verkürzen.

3.2 Stickstoffdepositionen

Nach § 34 Abs. 1 des Bundesnaturschutzgesetzes [BNATSCHG 2009] sind Projekte vor ihrer Zulassung oder Durchführung auf ihre Verträglichkeit mit den Erhaltungszielen eines Natura 2000-Gebiets zu überprüfen, wenn sie einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen geeignet sind, das Gebiet erheblich zu beeinträchtigen.

Als Beurteilungsgrundlagen für Stickstoffdepositionen kann der Stickstoffleitfaden-Entwurf [HPSE 2014] auf der Grundlage des FE-BASSt-Berichtes [BMVBS 2013] sowie die relevante Rechtsprechung [BVerwG 2014] herangezogen werden.

Die Prüfungen der in diesen Leitfäden sogenannten „vorhabenbedingten Zusatzbelastung“ als auch der „Bagatelle“ basieren auf der Prognoseberechnung der Zusatzbelastung, die durch das geplante Straßenbauvorhaben zusätzlich verursacht wird. Daher ist für die ersten Prüfungsschritte eine entsprechende Ausbreitungsrechnung zur Ermittlung der Zusatzbelastung erforderlich. Als Schwellenwert wird der im Stickstoffleitfaden-Entwurf [HPSE 2014] vorgeschlagene Wert von **0,3 kg N/(ha·a)** zugrunde gelegt. Dieser Wert wird auch durch ein Urteil des Bundesverwaltungsgerichts [BVerwG 2014] gestützt.

Nach der interaktiven Karte des Umweltbundesamtes [UBA 2018] beträgt die Stickstoffdepositions-Vorbelastung im Untersuchungsraum 10 [kg N/(ha·a)]. Dies bedeutet, im vorliegenden Fall, dass die vorhabenbezogene Zusatzbelastung die Vorbelastung um maximal 3% erhöhen darf.

Die Flächengrößen der wichtigsten Lebensraumtypen Im FFH-Gebiet 7021-342 „Nördliches Neckarbecken“ sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 3.2: Lebensraumtypen im FFH-Gebiet „Nördliches Neckarbecken“

FFH-Code	Lebensraumtyp	Fläche (ha)
9130	Waldmeister-Buchenwald	126,8
9160	Stemmieren-Eichen-Hainbuchenwälder	2,8
9170	Labkraut-Eichen-Hainbuchenwälder	9,0
9180	Schlucht- und Hangmischwälder	34,0
91E0	Weichholzaunenwälder	16,7

Für die zuvor genannten Lebensraumtypen sind nach [LANUV 2019] die in der **Tabelle 3.3** aufgeführten Critical load (CL)-Werte

Tabelle 3.3: Critical Load der Lebensraumtypen im FFH-Gebiet „Nördliches Neckarbecken“

FFH-Code	Lebensraumtyp	CL-Spanne [kg N/(ha·a)]
9130	Waldmeister-Buchenwald	15 – 20
9160	Stemmieren-Eichen-Hainbuchenwälder	15 – 20
9170	Labkraut-Eichen-Hainbuchenwälder	20
9180	Schlucht- und Hangmischwälder	20 – 25
91E0	Weichholzaunenwälder	20 – 25

Überschreitet die ermittelte Zusatzbelastung in Teilbereichen des FFH-Gebietes den Schwellwert von 0,3 kg N/(ha·a), so ist in einem weiteren Schritt zu prüfen, ob für die hiervon betroffenen Lebensraumtypen eine **erhebliche** Beeinträchtigung vorliegt.

Für diese Prüfung sind in Abhängigkeit der graduellen Beeinträchtigungen (prozentualer Anteil der Flächen mit Stickstoffdepositionen $\geq 0,3$ kg N/(ha·a) zur LRT-Gesamtfläche) Orientierungswerte der Erheblichkeitsschwelle für den „quantitativ-absoluten“ Flächenverlust unterschiedlicher Lebensraumtypen.

Gemäß [Lambrecht/Trautner 2007] sind hierfür die in der **Tabelle 3.4** aufgeführten Prüfkriterien zu beachten.

Tabelle 3.4: Orientierungswerte für erhebliche Beeinträchtigungen

FFH-Code	Lebensraumtyp	Stufe I relativer Verlust $\leq 1\%$	Stufe II relativer Verlust $\leq 0,5\%$	Stufe III relativer Verlust $\leq 0,1\%$
9130	Waldmeister-Buchenwald	250	1.250	2.500
9160	Stemmieren-Eichen-Hainbuchenwälder	100	500	1.000
9170	Labkraut-Eichen-Hainbuchenwälder	100	500	1.000
9180	Schlucht- und Hangmischwälder	100	500	1.000
91E0	Auenwälder	100	500	1.000

4 EINGANGSDATEN

4.1 Emissionen

Die Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 [INFRAS 2019] berechnet.

Mit Hilfe des Handbuchs können Emissionsfaktoren zahlreicher Luftschadstoffe und Klimagase in der Maßeinheit „g/km“ abgerufen werden, wie z.B. Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Stickoxide, Partikelmasse und Kohlendioxid. Die Daten des Handbuchs sind nach zahlreichen Parametern, wie Antriebsart (Otto-, Dieselfahrzeug), Fahrzeugkategorie (Pkw, Lkw, Bus, etc.), Fahrzeugkonzept (Euro-Normen), Fahrzeugschicht (jeweilige Hubraum- bzw. Gewichtsklasse), Straßenkategorie (innerorts, außerorts, Autobahn), der dazugehörigen Verkehrssituation sowie möglichen Abgasminderungs-techniken, gegliedert. Bei Feinstäuben (PM2,5 und PM10) sind neben den Emissionen, die über das Abgas freigesetzt werden, auch die Emissionen zu berücksichtigen, die durch das Aufwirbeln von Teilchen aus Reifen- und Straßenabrieb, Kupplungs- und Bremsverschleiß u. a. entstehen. Hierfür sind in HBEFA 4.1 erstmals gesonderte Emissionsfaktoren enthalten.

4.1.1 Eingangsdaten für die Emissionsberechnung

4.1.1.1 Verkehrszahlen

Für die Ermittlung der Schadstoffemissionen werden Verkehrszahlen in Form von DTV-Werten (mittlere tägliche Verkehrsbelastung) und Anteilen schwerer Nutzfahrzeuge > 3,5 t (sNfz) benötigt. Angaben zur Verkehrsbelastung im Untersuchungsraum wurden aus dem Verkehrsgutachten [MODUS CONSULT 2020] entnommen.

4.1.1.2 Verkehrssituation und Störungsgrad

Zur Berechnung der Abgasemissionen auf der Grundlage des HBEFA 4.1 muss jeder Fahrspur eine Verkehrssituation zugewiesen werden. Eine Übersicht über die zur Verfügung stehenden Verkehrssituationen gibt die nachfolgende Abbildung.

Gebiet	Strasstyp	Verkehrszustand	Tempo-Limit [km/h]													
			30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	>130		
laendlich gepraegt	Autobahn	5 VZustaende														
	Semi-Autobahn	5 VZustaende														
	Fern-, Bundesstrasse	5 VZustaende														
	Hauptverkehrsstrasse	5 VZustaende														
	Hauptverkehrsstrasse, kurvig	5 VZustaende														
	Sammelstrasse	5 VZustaende														
	Sammelstrasse, kurvig	5 VZustaende														
	Erschliessungsstrasse	5 VZustaende														
Agglo- meration	Autobahn	5 VZustaende														
	Stadt-Autobahn	5 VZustaende														
	Fern-, Bundesstrasse	5 VZustaende														
	Staedt. Magistrale / Ringstr.	5 VZustaende														
	Hauptverkehrsstrasse	5 VZustaende														
	Sammelstrasse	5 VZustaende														
	Erschliessungsstrasse	5 VZustaende														

Zugeordneter Flottenmix-Typ:

- = Autobahn
- = Land
- = Agglo.

Abbildung 4.1: Verkehrssituationen gemäß HBEFA 4.1

Neben der Verkehrssituation ist auch die Wahl des Störungsgrades bei der Emissionsberechnung ein entscheidender Parameter. Im HBEFA 4.1 wird der Störungsgrad einer Straße über den sog. „Level of Service“ (LoS) abgebildet. Es stehen fünf LoS zur Verfügung: flüssig, dicht, gesättigt, stop & go und stop & go 2. Im Emissionsmodell KFZEMISS wird der LoS automatisch für jede Fahrspur im Tagesgang auf Grundlage der Verkehrsbelastung und typischer Straßenkapazitäten berechnet.

4.1.1.3 Kaltstartzuschläge

Bei der Emissionsbestimmung werden erhöhte Emissionen von Fahrzeugen, deren Motoren aufgrund der zurückgelegten Fahrstrecke noch nicht betriebswarm sind, durch so genannte Kaltstartzuschläge berücksichtigt. Die Ermittlung der Kaltstartzuschläge erfolgte auf der Basis der in **Tabelle 4.1** aufgeführten Werte und einer für das Untersuchungsgebiet repräsentativen einjährigen Temperaturzeitreihe (TRY-Wetterdatensatz des Deutschen Wetterdienstes der Klimaregion 5).

Tabelle 4.1: Anteile des Verkehrs mit Fahrweiten kleiner als 5 km am DTV [VDI 2003]

Gang Nr,	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lage	AB	AO	> 30 Innenstadt	10 - 30 Innenstadt	5 - 10 Innenstadt	5 - 20 Quellnah	< 2 Nebenstraße	> 10 Stadtstrand	5 - 10 Stadtstrand	< 5 Stadtstrand	Ausfahrt Parken
0-1 km	0%	0%	6%	12%	20%	50%	40%	3%	6%	22%	100%
1-2 km	0%	0%	10%	18%	10%	10%	12%	4%	12%	10%	0%
2-3 km	0%	0%	16%	12%	15%	9%	15%	3%	5%	5%	0%
3-4 km	0%	0%	18%	9%	10%	9%	8%	20%	15%	5%	0%
4-5 km	0%	0%	15%	9%	8%	9%	8%	10%	10%	5%	0%
>5 km	100%	100%	35%	40%	37%	33%	17%	60%	52%	53%	0%

4.1.1.4 Längsneigung

Die Längsneigung einer Straße hat einen großen Einfluss auf die Ergebnisse einer Emissionsberechnung, da bergauffahrende Kfz deutlich mehr emittieren als bergabfahrende. Die Längsneigung wurde für jede Straßenspur auf der Grundlage eines digitalen Geländemodells bestimmt.

4.1.1.5 Flottenzusammensetzung

In die Emissionsberechnung fließt die sich zukünftig ändernde Zusammensetzung der Kraftfahrzeugflotte ein. Je weiter der Prognosehorizont in der Zukunft liegt, um so niedriger sind die ausgestoßenen Emissionen, da kontinuierlich Fahrzeuge mit schlechter Abgasreinigung durch moderne Euro 6-Fahrzeuge mit verbesserter Abgasreinigung ersetzt werden [INFRAS 2019]. Weitere Reduzierungen der Emissionen durch den Straßenverkehr ergeben sich zukünftig durch den zunehmenden Anteil der E-Mobilität.

4.1.2 Zusammenfassende Darstellung der Eingangsdaten

In den Tabellen auf den nachfolgenden Seiten sind die relevanten Eingangsparameter für die Emissionsberechnung zusammengestellt. Die räumliche Lage der Straßenquerschnitte kann der **Abbildung 4.2** entnommen werden.

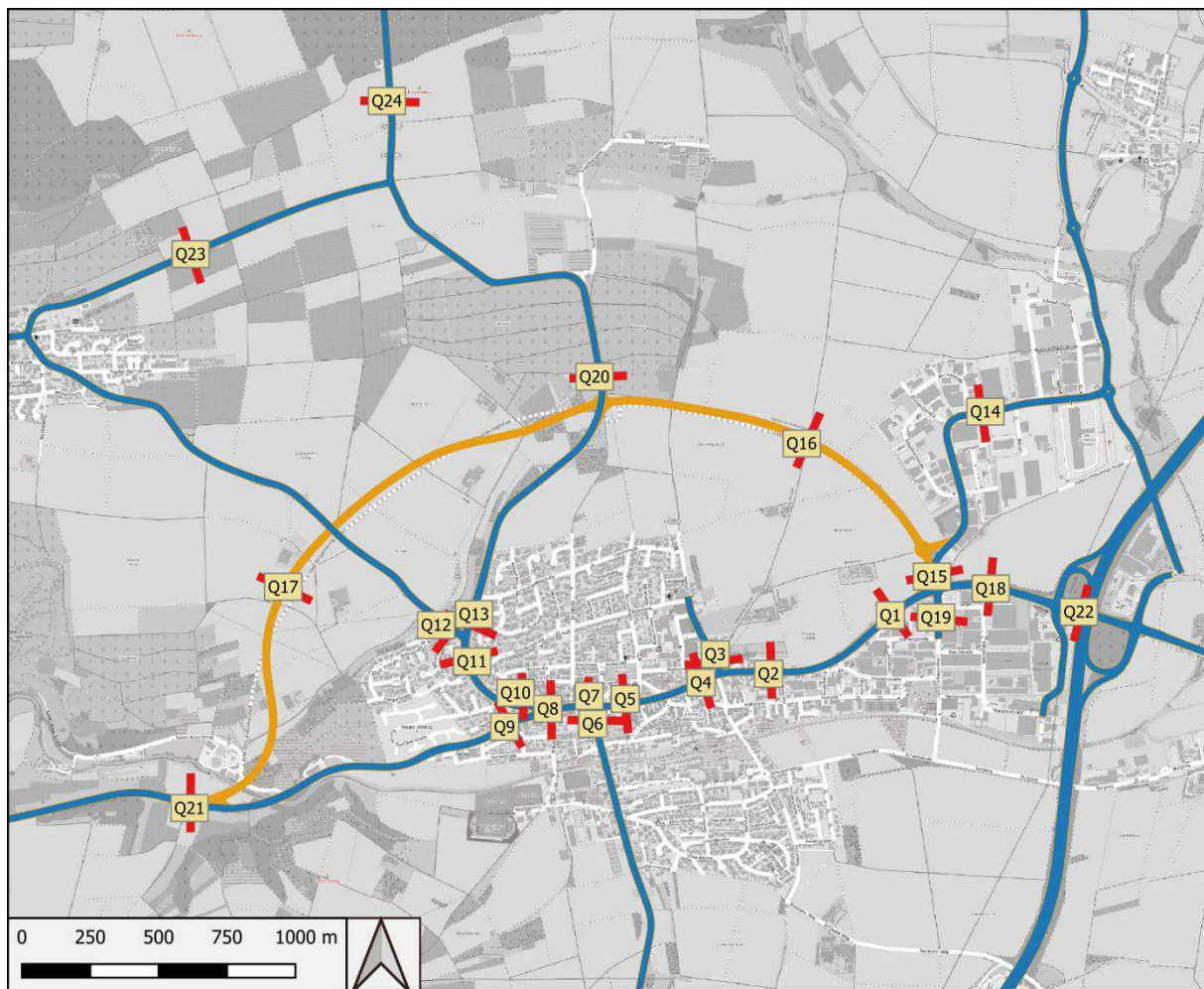


Abbildung 4.2: Lage der Querschnitte

Tabelle 4.2: Verkehrsdaten als Grundlage für die Emissionsberechnung (aus [MODUS CONSULT 2020])

Querschnitt	Analysefall 2018		Prognose-Nullfall 2035		Prognose-Planfall 2035	
	DTV [Kfz/Tag]	sNfz [%]	DTV [Kfz/Tag]	sNfz [%]	DTV [Kfz/Tag]	sNfz [%]
Q1	15.228	5,7	17.580	5,4	7.230	3,3
Q2	15.228	5,7	17.600	5,2	6.910	3,2
Q3	3.312	2,8	3.870	2,6	3.870	2,6
Q4	13.348	6,4	15.510	5,8	4.780	4,1
Q5	12.690	6,5	14.760	6,1	4.030	4,0
Q6	3.496	3,5	4.170	3,5	3.440	2,4
Q7	13.348	6,0	15.390	5,7	5.030	3,8
Q8	13.348	6,0	14.930	5,8	4.730	3,0
Q9	8.366	8,1	9.680	7,5	2.180	1,7
Q10	5.452	3,4	6.240	3,2	3.480	4,7
Q11	5.170	3,6	5.910	3,4	2.270	5,6
Q12	2.668	5,8	3.290	3,0	1.110	6,8
Q13	3.008	3,5	3.510	3,3	2.670	2,6
Q14	3.864	12,2	5.110	11,5	5.640	10,9
Q15	4.508	12,0	5.110	11,5	15.550	6,6
Q16	—	—	—	—	14.150	5,4
Q17	—	—	—	—	6.430	9,0
Q18	17.108	7,2	19.660	6,9	22.570	6,0
Q19	6.440	8,4	7.410	7,8	7.470	7,4
Q20	3.102	3,1	3.700	2,9	9.710	2,2
Q21	7.332	7,5	8.410	7,1	8.570	6,9
Q22	17.108	7,3	22.820	7,3	24.520	6,8
Q23	368	10,5	410	10,2	1.170	5,6
Q24	3.478	3,9	4.130	3,7	9.320	2,3

In der Verkehrsuntersuchung sind für den Analysefall keine DTV-Werte aufgeführt. Sie wurden daher aus den DTVw-Werten (Plan 17 und Plan 18) abgeleitet und mit den folgenden Faktoren umgerechnet [MODUS CONSULT 2020]:

- Landesstraßen: Kfz: 0,94 und SV: 0,80
- Kreisstraßen/Gemeindestraßen: Kfz: 0,92 und SV: 0,77

4.1.3 Ergebnisse der Emissionsberechnung

Auf der Grundlage der zuvor beschriebenen Methodik, Daten und Annahmen wurden für die Bezugsjahre 2018 (Analysefall) und 2035 (Prognose-Nullfall und Prognose-Planfall) die NO_x-, NO₂-, PM10- und PM2,5-Emissionen bestimmt.

Tabelle 4.3: Ergebnisse der Emissionsberechnung (Angaben in [g/(h·km)])

Querschnitt	Analysefall 2018					Prognose-Nullfall 2035					Prognose-Planfall 2035				
	NO _x	NO ₂	PM10	PM2.5	NH ₃	NO _x	NO ₂	PM10	PM2.5	NH ₃	NO _x	NO ₂	PM10	PM2.5	NH ₃
Q1	276,5	80,4	29,1	12,7	8,4	88,6	24,7	31,6	12,3	6,5	26,7	7,5	10,0	4,5	2,6
Q2	353,3	102,1	34,6	17,5	7,9	124,5	34,8	39,1	16,6	6,8	33,6	9,4	10,6	6,1	2,4
Q3	66,3	19,6	6,3	3,6	1,3	17,6	4,9	6,4	3,4	2,1	17,6	4,9	6,4	3,4	2,1
Q4	302,8	83,9	29,9	15,3	6,8	109,9	30,5	32,1	14,7	5,5	25,7	7,1	7,3	4,3	1,7
Q5	292,2	80,7	28,8	14,8	6,6	107,4	29,8	30,6	14,1	5,2	21,3	5,9	6,1	3,6	1,4
Q6	82,6	25,2	5,9	3,7	1,8	19,6	5,6	6,2	3,6	1,5	14,8	4,2	4,8	2,9	1,2
Q7	305,2	84,9	30,1	15,5	6,9	107,8	29,9	31,6	14,6	5,4	26,0	7,2	7,7	4,5	1,8
Q8	295,3	82,0	29,1	15,0	6,7	105,4	29,3	30,6	14,2	5,3	21,7	6,0	6,9	4,1	1,6
Q9	164,1	45,2	17,5	9,7	4,4	56,3	15,6	18,1	9,2	3,4	6,2	1,7	2,8	1,7	0,8
Q10	82,5	24,9	7,0	4,4	2,3	22,0	6,2	9,1	5,2	2,2	13,7	3,8	5,1	3,0	1,2
Q11	104,9	31,8	7,3	4,6	2,3	23,7	6,7	8,7	5,0	2,1	10,2	2,9	3,4	2,0	0,8
Q12	50,3	15,1	4,6	2,0	1,5	12,5	3,5	4,7	1,8	1,2	5,7	1,6	1,8	0,7	0,4
Q13	67,8	21,2	5,1	2,2	1,8	16,6	4,7	5,2	2,0	1,3	11,9	3,4	3,9	1,5	1,0
Q14	93,4	24,6	8,4	5,1	2,0	33,1	9,2	9,8	5,3	1,8	35,7	9,9	10,8	5,8	2,0
Q15	99,5	26,2	9,9	5,8	2,4	33,2	9,1	9,8	5,3	1,8	86,1	24,0	27,9	13,5	5,6
Q16	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	60,6	17,1	21,7	8,5	6,7
Q17	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	38,2	10,6	10,9	4,1	3,4
Q18	290,2	81,9	35,7	14,9	9,5	107,2	29,7	39,6	14,6	7,3	120,0	33,3	46,1	16,5	8,3
Q19	149,8	40,5	13,7	7,8	3,4	63,0	17,1	14,2	7,4	2,6	59,0	16,3	14,1	7,3	2,6
Q20	51,1	15,9	5,0	2,0	2,7	12,4	3,5	5,3	1,8	2,1	29,9	8,4	13,5	4,8	5,0
Q21	169,0	47,0	17,5	9,8	4,4	46,5	12,9	15,1	7,9	3,0	46,7	12,9	15,3	8,0	3,0
Q22	290,2	81,9	35,7	14,9	9,5	139,3	38,6	51,1	17,5	8,5	164,5	45,7	59,2	19,1	9,2
Q23	7,0	2,0	0,7	0,3	0,3	2,2	0,6	0,7	0,3	0,2	4,8	1,4	1,8	0,6	0,7
Q24	56,0	17,3	5,5	2,2	2,9	14,8	4,1	6,0	2,1	2,3	29,0	8,2	13,0	4,6	4,8

Die Werte der **Tabelle 4.3** belegen, dass sich bei NO_x und NO₂ die Emissionsraten für den Prognosehorizont 2035 gegenüber dem Analysefall 2018 sehr stark reduzieren. Da bei Feinstaub die Emissionen, die durch das Aufwirbeln verursacht werden, gleichbleiben, sind hierfür die Emissionsminderungen wesentlich geringer. Für PM10 wird aufgrund der für die Ortsdurchfahrt (Querschnitte Q2, Q4, Q5, Q7, Q8) prognostizierten Verkehrszunahme (vgl. **Tabelle 4.2**) beim Prognose-Nullfall für die König-Wilhelm-Straße sogar eine leichte Zunahme der PM10-Emissionsraten gegenüber dem Analysefall prognostiziert.

Beim Prognose-Planfall bewirkt die effektive Verkehrsentslastung der Ortsdurchfahrt durch die neue Umgehungsstraße gegenüber dem Prognose-Nulfall eine extreme Reduzierung der auf der König-Wilhelm-Straße durch den Straßenverkehr emittierten Luftschadstoffe.

4.2 Meteorologische Eingangsdaten

Für die Ausbreitungsrechnungen werden meteorologische Daten (Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Stabilitätsklasse) benötigt, die weitestgehend den mittleren Ausbreitungsverhältnissen im Untersuchungsraum entsprechen. Eine Übertragbarkeitsprüfung [argusim 2019] ergab, dass keine der von den umliegenden meteorologischen Stationen erfassten Messdaten die Ausbreitungsverhältnisse im Bereich der geplanten Ortsumfahrung Ilsfeld mit ausreichender Qualität repräsentiert.

Es wurde daher mit Hilfe eines prognostischen Windfeldmodells für einen fiktiven Anemometerstandort im Rechengebiet eine für den Untersuchungsraum repräsentative AKTERM-Zeitreihe erstellt, die als Grundlage für die Ausbreitungsrechnungen diene. Die folgende Abbildung stellt die Windrichtungsverteilung dieser synthetisch erzeugten Windstatistik dar.

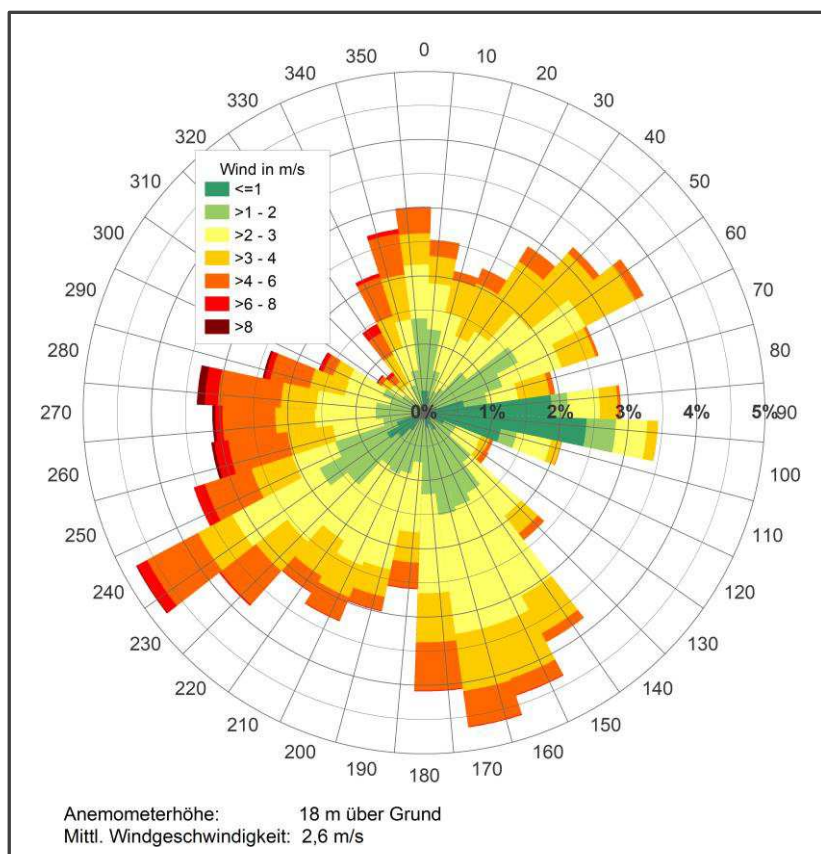


Abbildung 4.3: Windrichtungsverteilung der synthetischen Windrose

4.3 Hintergrundbelastung

Die lokalen Schadstoffkonzentrationen im Untersuchungsraum setzen sich zusammen aus der großräumigen Hintergrundbelastung und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung. Die Hintergrundbelastung wird verursacht durch Emissionen der Industrie, des Gewerbes, des Hausbrandes, des Verkehrs außerhalb des Untersuchungsgebietes und durch Ferntransporte. Zur PM10-Hintergrundbelastung tragen insbesondere Ferntransporte sekundärer Feinstäube, der Straßenverkehr, die Industrie und natürliche Quellen (Seesalz, Pollen, Bodenerosion durch Wind) bei. Sekundäre Feinstäube bilden sich auf dem Ausbreitungswege über chemische und physikalische Reaktionen aus anthropogenen Vorläufersubstanzen wie Stickoxide, Schwefeldioxid, Ammoniak und Kohlenwasserstoffe.

Die Bestimmung der aktuellen Hintergrundbelastung erfolgte in Abstimmung mit der Landesanstalt für Umwelt des Landes Baden-Württemberg (LUBW). Hierbei wurden Daten der Station Ludwigsburg verwendet, die auf der LUBW-Internetseite zur Verfügung gestellt werden (vgl. **Tabelle 4.4**).

Tabelle 4.4: Jahresmittelwerte der Hintergrundbelastung

Jahr	NO ₂ (µg/m ³)	PM10 (µg/m ³)	PM2.5 (µg/m ³)
2017	25	17	13
2018	25	17	13
2019	22	15	11
Mittelwert (gerundet)	24	16	12

Aufgrund verschärfter politischer Vorgaben zur Emissionsminderung ist in den nächsten Jahren von einem Rückgang der Hintergrundbelastungswerte auszugehen. Im Sinne einer konservativen Abschätzung wurde auf eine Reduktion der Hintergrundbelastung für das Bezugsjahr der Prognose 2035 verzichtet.

5 IMMISSIONSPROGNOSE

5.1 Methodik zur Bestimmung der Immissionskenngößen

Die Jahresmittelwerte für PM10, PM2.5 und NO_x, werden auf der Basis von 8.760 Einzelsimulationen (Anzahl der Stunden eines Jahres) berechnet. Hierbei wurden die im Tagesverlauf variierenden Emissionsraten des Straßenverkehrs berücksichtigt.

Die mittlere jährliche Zusatzbelastung wird nach Abschluss der Rechnungen durch die Bildung des Mittelwertes der Einzelsituationen bestimmt. Die jährliche Gesamtbelastung ergibt sich aus der Addition der berechneten Zusatzbelastung und den dokumentierten Hintergrundbelastungswerten.

5.1.1 Modellierung von NO₂ im Straßenraum

Feinstäube können in der betrachteten Raum-Zeitskala als chemisch inert angesehen werden. Für NO₂ müssen jedoch bei der Bestimmung des Jahresmittelwertes neben der Quellstärke, dem Transport und der Turbulenz auch schnell ablaufende chemische Umwandlungsprozesse berücksichtigt werden, bei denen es zu einer teilweisen Umwandlung von NO in NO₂ kommt. Die Intensität des Umwandlungsprozesses ist von einer Vielzahl von Parametern – z. B. der Temperatur, der kurzweiligen Strahlungsintensität sowie den Hintergrundbelastungen von NO, NO₂ und Ozon - abhängig.

Für die Berechnung der NO-NO₂-Umwandlung wird das vereinfachte Chemiemodell nach Düring et al. (2011) verwendet.

5.1.2 Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des NO₂-Stundengrenzwertes

Nach der 39. BImSchV dürfen die NO₂-Stundenmittelwerte maximal 18-mal in einem Jahr den Wert von 200 µg/m³ überschreiten. Um zu überprüfen, ob diese Bedingung eingehalten ist, muss das 99,79-Perzentil aller NO₂-Stundenmittelwerte eines Jahres bestimmt werden.

Statistische Auswertungen zeigen, dass die Bestimmung eines so hohen Perzentils mittels einer Regressionsbeziehung mit sehr großen Unsicherheiten behaftet ist. Zur Bestimmung des Einhaltens des Grenzwertes wird für den NO₂-Stundenwert daher ein anderer Ansatz gewählt [IVU 2011]. Passt man die logistische Funktion

$$P_{19h>200} = \frac{1}{1 + e^{-(A+B[NO_x])}} \quad (2)$$

an, so erhält man eine statistische Beziehung zwischen der Wahrscheinlichkeit einer mindestens 19-maligen NO₂- Grenzwertüberschreitung und dem NO_x-Jahresmittelwert (s.

Abbildung 5.1).

Statistische Auswertungen im Rahmen des oben genannten Forschungsprojektes ergaben folgende Werte für die Koeffizienten: A=-5,216 und B=0,0228.

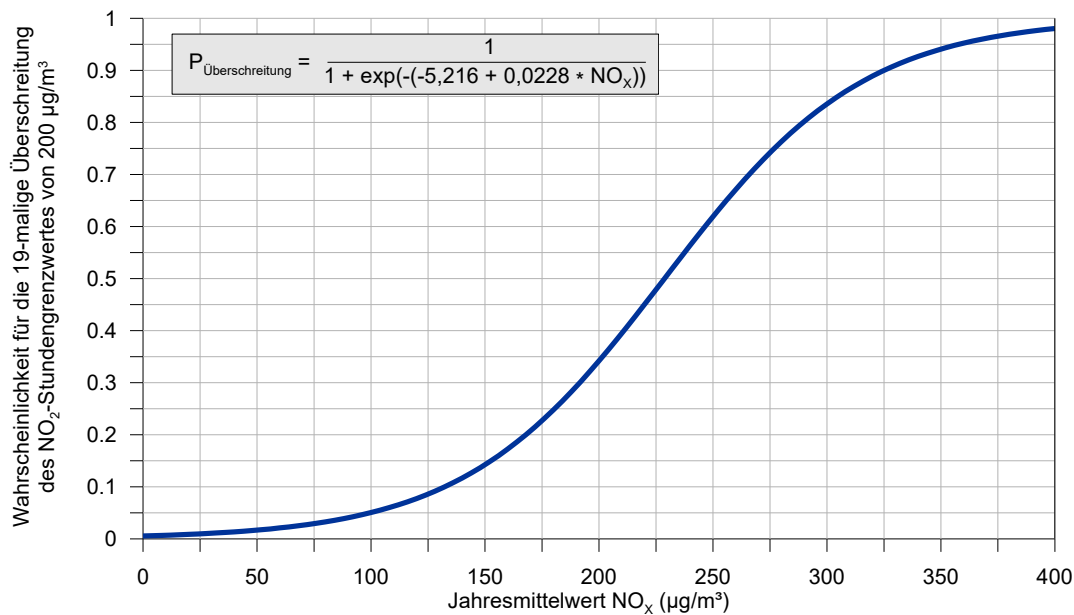


Abbildung 5.1: Empirische Wahrscheinlichkeit der mindestens 19-maligen Überschreitung des NO₂-Stundengrenzwertes als Funktion des Jahresmittelwertes von NO_x

5.1.3 Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des PM₁₀-Tagesgrenzwertes

Nach Untersuchungen der IVU Umwelt GmbH [IVU 2011] existiert eine recht gute Korrelation für den Zusammenhang zwischen dem PM₁₀-Jahresmittelwert und der Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwert-Grenzwertes.

Eine Abschätzung der jährlichen Überschreitungstage $ND_{j>50}$ aus dem PM₁₀-Jahresmittelwert $[PM_{10}]$ ermöglicht hiernach die folgende Funktion (siehe auch **Abbildung 5.2**):

$$ND_{j > 50} = 10,51413 - 1,98711 \cdot [PM_{10}] + 0,09389 \cdot [PM_{10}]^2 \quad (3)$$

Bei Anwendung dieser Funktion wird bis zu einem PM₁₀-Jahresmittelwert von 30 µg/m³ der Grenzwert von 35 Überschreitungen nicht überschritten.

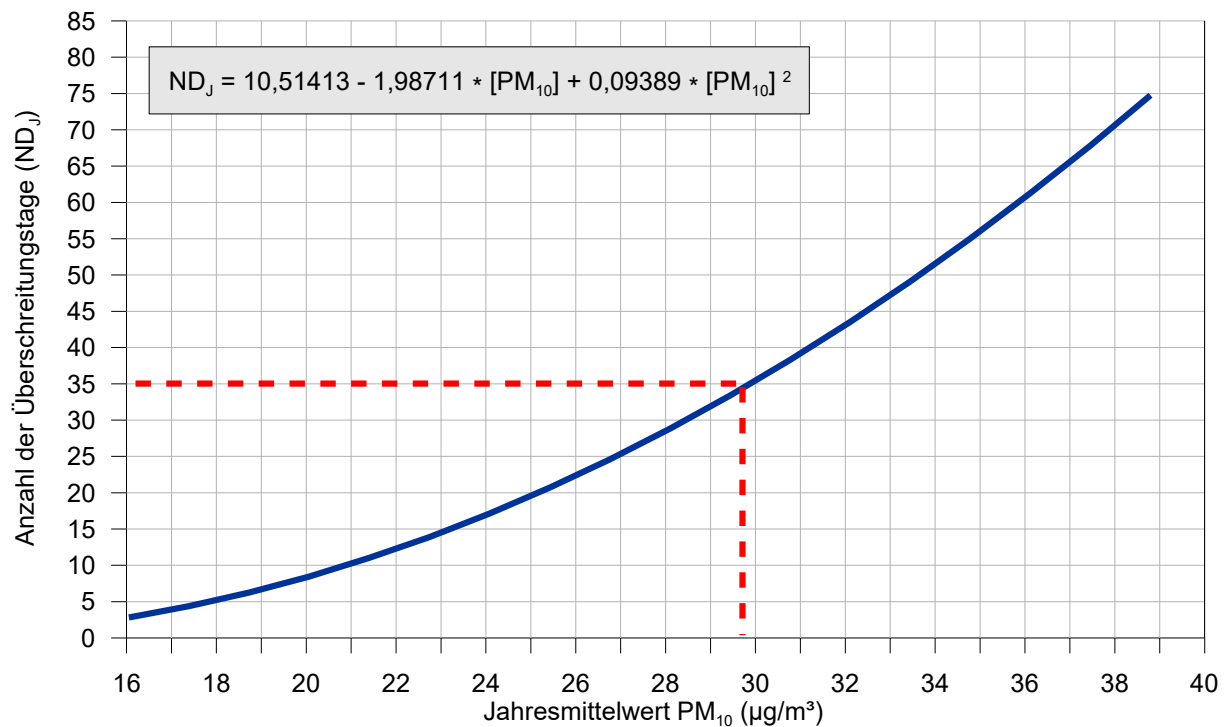


Abbildung 5.2: Bestimmung der Anzahl der PM₁₀-Überschreitungstage aus dem PM₁₀-Jahresmittelwert

Die Auswertung der PM₁₀-Messungen der letzten Jahre an über 1.000 Messstellen im gesamten Bundesgebiet hat gezeigt, dass ab einem Jahresmittelwert von 30 µg/m³ in über 90 % der Fälle davon ausgegangen werden kann, dass mehr als 35 Überschreitungstage erreicht werden und damit der Grenzwert überschritten ist. Liegt die Belastung mit PM₁₀ zwischen 29 µg/m³ und 30 µg/m³, reichen bereits geringe Veränderungen der meteorologischen Verhältnisse und/oder geringfügige Veränderungen der Verkehrsbelastung (z. B. durch Verdrängungen aufgrund von Maßnahmen an benachbarten Straßen) aus, den Grenzwert für das PM₁₀-Tagesmittel zu überschreiten.

5.2 Methodik zur Bestimmung der Stickstoffdeposition

Die Berechnung der Stickstoffdepositionen erfolgte auf der Grundlage der VDI-Richtlinie 3782 Blatt 5 [VDI 2006] mit der aktuellen Version des Rechenmodells LASAT unter Berücksichtigung der nachfolgend aufgeführten Einflussfaktoren:

- Repräsentative Windstatistik (Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungs-klasse),
- Geländere relief und mittlere Geländerauigkeit,
- Emissionsstruktur des Straßennetzes,
- Stabilitätsklassenabhängige Umwandlungsrate von NO nach NO₂ gemäß [VDI 2009] und entsprechende Abbaurrate von NO.

Stickstoffverbindungen werden aus der Atmosphäre über nasse Deposition (Regen, Schnee usw.) und trockene Deposition in Ökosysteme eingetragen. Im Nahbereich einer bodennahen Emissionsquelle spielt die nasse Deposition nur eine untergeordnete Rolle. Der Beitrag des Straßenverkehrs an der Stickstoffdeposition wird demnach fast ausschließlich von der trockenen Deposition bestimmt. Auf die Berechnung des Anteils der nassen Deposition wurde daher im Rahmen dieser Untersuchung verzichtet.

Die trockene Deposition wird mit Hilfe von Depositionsgeschwindigkeiten berechnet, die abhängig von der lokalen Oberflächenbeschaffenheit sind. Die im Untersuchungsgebiet ausgewiesenen FFH-Flächen sind überwiegend von Wald bedeckt. Für NO₂ und NO sind in [VDI 2006] lediglich Depositionsgeschwindigkeiten für die Oberflächenkategorie Mesoskala (= großräumiger Mittelwert) aufgeführt. Diese Werte wurden in den Berechnungen angesetzt. Für NH₃ wird in [VDI 2006] zwischen Gras, Wald und Mesoskala unterschieden. Hier wurde die aufgeführte Depositionsgeschwindigkeit für die Oberflächen-kategorie Wald in den Berechnungen genutzt.

Die **Tabelle 5.1** weist die verwendeten Depositionsgeschwindigkeiten V_d aus.

Tabelle 5.1: Depositionsgeschwindigkeiten der untersuchten Gase gem. [VDI 2006]

Stoff	V _d in cm s ⁻¹
NO ₂	0,3
NO	0,05
NH ₃	2,0

Zur Ermittlung des Stickstoffanteils am Stoffeintrag müssen die berechneten NO-, NO₂- und NH₃-Konzentrationen entsprechend der jeweiligen Molekularmassen in Stickstoffdepositionen umgerechnet werden. Hierfür wurden die folgenden Faktoren verwendet:

Tabelle 5.2: Faktoren zur Ermittlung des Stickstoffanteils

Stoff	Faktor
NO ₂	0,3043
NO	0,4666
NH ₃	0,8235

Abschließend wurden die mit den o.a. Faktoren korrigierten stoffspezifischen Felder der trockenen Deposition zu einem Gesamtdepositionsfeld mit der Einheit [kg N / (ha·a)] aufsummiert.

5.3 LASAT

5.3.1 Rechenmodell

Die Berechnung der großräumigen Luftschadstoffimmissionen und der Stickstoffdepositionen durch den Straßenverkehr erfolgte mit der aktuellen Version des Rechenmodells LASAT [JANICKE 2015]. Das Ausbreitungsmodell LASAT berechnet die Ausbreitung passiver Spurenstoffe in der unteren Atmosphäre (bis ca. 2000 m Höhe) im lokalen und regionalen Bereich (bis ca. 150 km Entfernung). LASAT ist ein Lagrangesches Partikelmodell nach der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3. In diesem Modelltyp wird die Dispersion der Schadstoffpartikel in der Atmosphäre durch einen Zufallsprozess auf dem Computer simuliert. Folgende physikalische Vorgänge können zeitabhängig simuliert werden:

- Transport durch den mittleren Wind,
- Dispersion in der Atmosphäre,
- Sedimentation schwerer Aerosole,
- Deposition am Erdboden (trockene Deposition),
- Auswaschen der Spurenstoffe durch Regen und nasse Deposition,
- Chemische Umwandlungen erster Ordnung.

Für Ausbreitungsberechnungen in gegliedertem Gelände oder bei der Umströmung von Gebäuden ist im meteorologischen Präprozessor ein diagnostisches Windfeldmodell integriert.

Emissionsquellen sind in beliebiger Anzahl als Punkt-, Linien-, Flächen-, Raster- oder Volumenquellen vorgebbar.

LASAT ist verifiziert nach der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 und wurde anhand verschiedener experimenteller Datensätze validiert.

Die Modellrechnungen erfordern die Definition eines Rechengebietes und eine Aufteilung dieses Gebietes in viele quaderförmige Rechenzellen.

Bei den Ausbreitungsrechnungen wurde der Einfluss des Geländes auf die Ausbreitung der Luftschadstoffe berücksichtigt (vgl. **Abbildung 5.3**).

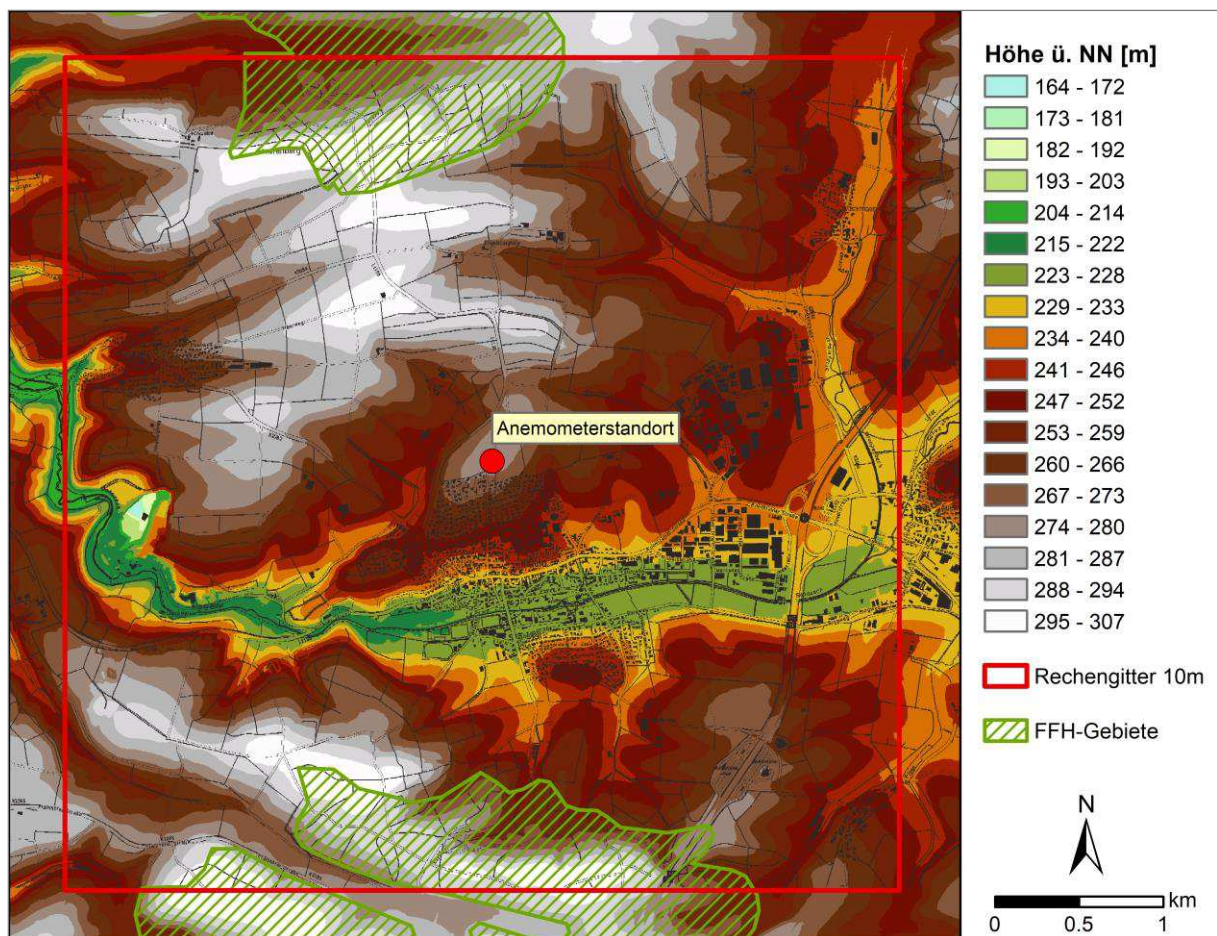


Abbildung 5.3: Berücksichtigtes Relief und Lage des Anemometerstandortes

Die Kenndaten des verwendeten Rechengitters sind in der **Tabelle 5.3** dokumentiert. In Bodennähe wurde eine vertikale Auflösung von 3 m realisiert. Die ermittelten Konzentrationsfelder in der untersten Gitterebene sind somit repräsentativ für die Schicht zwischen 0 und 3 m oberhalb der Erdoberfläche.

Tabelle 5.3: Kenndaten des Rechengitters

Anzahl und Abstand der Gitterpunkte			Gitterpunktanzahl
x-Richtung	y-Richtung	z-Richtung	
496 10,0 m	495 10,0 m	22 3 m*	5.646.960

* Variabel, mit der Höhe zunehmend

5.4 MISKAM

5.4.1 Rechenmodell

Für den Bereich der Ortsdurchfahrt wurden die Ausbreitungsrechnungen mit der aktuellen Version des Rechenmodells MISKAM [EICHHORN 1989]. Dieses Rechenmodell wurde an der Universität Mainz entwickelt und entspricht dem gegenwärtigen Wissensstand der mikro-meteorologischen Strömungs- und Ausbreitungssimulation.

Das Rechenmodell wurde durch umfangreiche Vergleichsrechnungen mit Windkanaluntersuchungen gemäß den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 9 „Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung“ validiert.

Die Modellrechnungen erfordern die Definition eines Rechengebietes und eine Aufteilung dieses Gebietes in viele quaderförmige Rechenzellen. Zellen, in denen Bebauung oder Topographie vorliegt, werden als undurchlässig gekennzeichnet.

Das Rechenzellgitter wurde mit Hilfe eines Gittergenerierungsprogrammes auf der Basis der digitalisierten Gebäude und Straßenspuren erzeugt.

Die horizontale Auflösung der verwendeten Rechengitter beträgt 1,50 m. In z-Richtung wurde in Bodennähe ein Gitterauflösung von 1,0 m realisiert. Die Kenndaten der verwendeten Rechengitter sind in der **Tabelle 5.4** zusammengestellt.

Tabelle 5.4: Kenndaten des Rechengitters

Anzahl und Abstand der Gitterpunkte			Gitterpunktanzahl
x-Richtung	y-Richtung	z-Richtung	
1,50 m	1,50 m	1,0 m*	
800	320	27	6.912.000

* Variabel, mit der Höhe zunehmend

6 ERGEBNISSE

Die grafischen Auswertungen der Ausbreitungsrechnungen zur Bestimmung der Luftschadstoffimmissionen und der Stickstoffdepositionen sind auf den **Abbildungen A 1 bis A 7 im Anhang** dargestellt.

Schadstoff-Konzentrationen werden gemäß der EU-Richtlinie auf ganze Stellen gerundet. Eine Überschreitung wird dann angenommen, wenn dieser gerundete Wert den erlaubten Grenzwert überschreitet. Daraus folgt, dass z. B. bei NO₂ ein berechneter Jahresmittelwert von 40,4 µg/m³ auf 40 µg/m³ gerundet und damit nicht als Überschreitung des Grenzwertes gewertet wird.

6.1 LASAT

Die Ergebnisse der LASAT-Ausbreitungsrechnungen lassen folgende Rückschlüsse zu:

Luftschadstoffe

Das zukünftige Verkehrsaufkommen auf der neuen Ortsumfahrung wird an den nächstgelegenen Wohngebäuden der Ortschaft Ilsfeld keine signifikanten Zusatzbelastung durch Luftschadstoffe bewirken (vgl. Abbildung A1 im Anhang).

Stickstoffdepositionen

Auf der Grundlage der Ausbreitungsberechnungen wurden die jährlichen Stickstoffdepositionen für den Analysefall, den Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall bestimmt. Die Abbildungen A 2, A 3 und A 4 im Anhang stellen die räumlichen Veränderungen der Stickstoffdepositionen dar, die sich beim Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall gegenüber dem Analysefall und dem Prognose-Planfall gegenüber dem Prognose-Nullfall ergeben.

Die Abbildung A 3 verdeutlicht, dass sich beim **Prognose-Nullfall** aufgrund der verbesserten Technik der Abgasreinigung die Stickstoffdepositionen gegenüber dem Analysefall insgesamt vermindern. Diese positive Entwicklung ist auch in den FFH-Teilbereichen im Umfeld der L 1100 und der K 2085 festzustellen.

Beim **Prognose-Planfall** fallen Steigerungen der Stickstoffdepositionsrate ins Auge, die sich auf den Bereich der Ortsumgehung konzentrieren. Die Stickstoffdepositionen, die durch die Ortsumfahrung im Bereich der FFH-Gebiete verursacht werden, sind aufgrund der relativ großen Entfernung vernachlässigbar. Im südlichen Teilraum des FFH-Gebietes werden sich ähnlich wie beim Prognose-Nullfall die Stickstoffdepositionen entlang der K 2085 um mehr als 0,3 kg N / (ha · a) gegenüber dem Analysefall vermindern.

Eine Abnahme der Stickstoffdepositionsrate kann im Prognose-Planfall gegenüber dem Prognose-Nullfall im Bereich der Ortsdurchfahrt aufgrund der Verkehrsabnahme ermittelt werden. Steigerungen der Stickstoffdepositionsrate konzentrieren sich auf den Bereich der Ortsumgehung sowie der L 1100. Eine Zunahme der Stickstoffdeposition von >0,3 kg N/ha*a im Bereich des FFH-Gebiets werden räumlich begrenzt auf der Straßenfahrbahn sowie einen schmalen Bereich von wenigen Metern seitlich der Fahrbahn ermittelt (vgl. A 4).

6.2 MISKAM

Auf der Grundlage der Ausbreitungsrechnungen wurden die Immissionskenngrößen nach der in Kapitel 5.1 beschriebenen Methodik ermittelt, grafisch dargestellt und tabellarisch für repräsentative Aufpunkte mit derzeit besonders hoher lufthygienischer Belastung ausgewertet (siehe **Abbildung 6.1**).

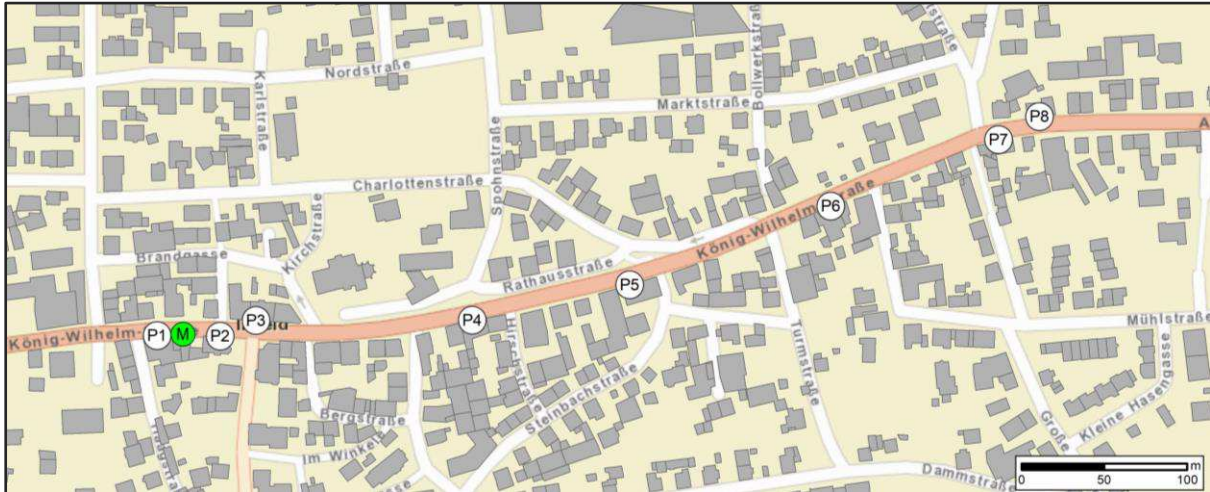


Abbildung 6.1 Lage der Immissionsorte und der Messstation König-Wilhelm-Straße

Sowohl die in den Tabellen als auch in den Ergebnisgrafiken A 5 bis A 8 aufgeführten Immissionskenngrößen beziehen sich auf ein Auswertenniveau von 0,6 m bis 3,0 m über Grund. Aufgrund der zunehmenden Durchmischung in höheren Bezugsniveaus ist davon auszugehen, dass die Immissionskonzentrationen mit zunehmender Höhe sinken.

In einem lufthygienisch besonders hoch belasteten Bereich der König-Wilhelm-Straße werden von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) NO₂-Immissionsmessungen zur Überwachung der Luftqualität durchgeführt. Die Lage des Messortes ist in der **Abbildung 6.1** durch den grünen Punkt M gekennzeichnet.

Die Hot-Spot-Messungen belegen, dass die NO₂-Jahresmittelwerte in den letzten Jahren teilweise deutlich über dem EU-Grenzwert von 40 µg/m³ lagen (vgl. folgende Tabelle). Trotz des deutlichen Rückgangs der NO₂-Immissionen ist daher auch gegenwärtig eine Grenzwertüberschreitung nicht auszuschließen.

Tabelle 6.1: NO₂-Jahresmittelwerte an der Messstation König-Wilhelm-Straße in Ilsfeld

Messjahr	2012	2013	2014	2015	2016	2017
NO ₂ -Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	51	49	46	46	41	38
PM10-Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	26	28	26	—	—	—
PM10-Tagesmittelwert [d/a > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$]	23	30	18	—	—	—

6.2.1 NO₂

Die NO₂-Immissionskenngrößen, die für die drei untersuchten Szenarien an den Aufpunkten ermittelt wurden, sind in der **Tabelle 6.2** zusammen gestellt. Die räumliche Verteilung der NO₂-Jahresmittelwerte ist der Abbildung A5 zu entnehmen.

Tabelle 6.2: Prognostizierte NO₂-Immissionskenngrößen

Aufpunkt	Analysefall		Prognose-Nullfall		Prognose-Planfall	
	Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	P _{19h>200} in %*	Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	P _{19h>200} in %*	Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	P _{19h>200} in %*
P1	43,6	3,6	31,5	1,9	26,1	1,4
P2	45,7	4,1	32,1	1,9	26,3	1,4
P3	40,2	3,0	30,1	1,7	25,7	1,4
P4	45,3	4,0	32,5	2,0	26,1	1,4
P5	41,5	3,2	30,1	1,8	25,7	1,4
P6	46,2	4,2	32,8	2,0	26,4	1,4
P7	43,2	3,5	31,4	1,9	26,4	1,4
P8	40,1	2,9	29,8	1,7	25,9	1,4
M	39,0	2,8	29,8	1,7	25,7	1,4

*) empirische Wahrscheinlichkeit der mindestens 19-maligen Überschreitung des NO₂-Stundengrenzwertes

Die Werte der Ergebnistabelle 6.2 belegen, dass beim **Analysefall** die berechneten NO₂-Jahresmittelwerte teilweise deutlich über dem EU-Grenzwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen. Die Abbildung A 5 (oben) zeigt, dass gegenwärtig für den gesamten Bereich der Ortsdurchfahrt an besonders ungünstig exponierten Gebäuden Grenzwertüberschreitungen ermittelt werden.

Vergleicht man den für den Bereich der Messstation prognostizierten NO₂-Jahresmittelwert mit den hier gemessenen Werten, so zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung. Es ist daher anzunehmen, dass die prognostizierten NO₂-Immissionskenngrößen insgesamt die derzeitige Belastungssituation im Bereich der Ortsdurchfahrt Ilsfeld sehr gut wiedergeben.

Aufgrund der bis zum Prognosehorizont 2035 deutlich zurückgehenden NO_x -Emissionsraten werden für den **Prognose-Nullfall** wesentlich niedrigere NO_2 -Jahresmittelwerte ermittelt. Überschreitungen der EU-Grenzwerte für NO_2 können daher für dieses Szenario ausgeschlossen werden (vgl. Tabelle 6.2 und Abbildung A 5).

Für den **Prognose-Planfall** kommt es aufgrund der Verkehrsentlastung der Ortdurchfahrt gegenüber dem Prognose-Nullfall zu einer weiteren deutlichen Minderung der NO_2 -Immissionen (vgl. Tabelle 6.2 sowie Abbildungen A 5 und A 7).

6.2.2 Feinstaub (PM10 und PM2.5)

Die **Tabellen 6.3** und **6.4** dokumentieren die prognostizierten Immissionskenngößen für PM10 und PM2.5.

Die Abbildung A 6 im Anhang veranschaulicht die räumliche Verteilung der jährlichen Anzahl von PM10-Überschreitungstagen.

Für PM10 und PM2.5 wurde auf eine grafische Darstellung der Jahresmittelwerte verzichtet, da für diese Immissionskenngößen aufgrund der Rechenergebnisse eine Überschreitung der EU-Grenzwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM10 bzw. $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM2.5 sicher auszuschließen ist (vgl. Werte der Tabellen 6.3 und 6.4).

Tabelle 6.3: Prognostizierte PM10-Immissionskenngößen

Aufpunkt	Analysefall		Prognose-Nullfall		Prognose-Planfall	
	Jahresmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tagesmittel d/a >50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jahresmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tagesmittel d/a >50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jahresmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tagesmittel d/a >50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
P1	22,4	13,2	22,7	13,9	17,6	4,6
P2	23,1	14,8	23,3	15,2	17,8	4,9
P3	21,2	10,6	21,3	10,8	17,2	4,1
P4	23,1	14,7	23,5	15,7	17,5	4,5
P5	21,7	11,6	22,1	12,4	17,2	4,1
P6	23,4	15,5	24,0	17,0	17,8	5,0
P7	22,4	13,2	23,2	14,9	18,0	5,2
P8	20,8	10,0	21,4	10,9	17,5	4,3
M	20,8	9,9	21,1	10,3	17,2	4,1

Die Werte der Tabelle 6.3 und die Abbildung A 5 verdeutlichen, dass bei allen Szenarien die für PM10-Jahresmittelwerte und die Anzahl der Tagesmittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich unten den EU-Grenzwerten liegen. Beim **Prognose-Nullfall** wird unter der Annahme einer zukünftig gleichbleibenden Hintergrundbelastung gegenüber dem Analysefall eine leichte Zunahme der PM10-Immissionen prognostiziert (vgl. Erläuterungen zu den PM10-Emissionen in Abschnitt 4.1.3).

Beim **Prognose-Planfall** werden sich aufgrund der starken Verkehrsbelastung der Ortsdurchfahrt die PM10-Immissionen sehr deutlich verringern. Dies gilt insbesondere auch für die Anzahl der Tage mit PM10-Mittelwerten von mehr als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (siehe Tabelle 6.3 und Abbildung A 8 im Anhang).

Unkritisch stellt sich die PM2.5-Belastung im Untersuchungsgebiet dar. Mit Jahresmittelwerten von unter $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kann eine Überschreitung des gegenwärtig gültigen Grenzwertes von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im gesamten Untersuchungsraum für den Analysefall sowie den beiden Prognose-Szenarien sicher ausgeschlossen werden.

Tabelle 6.4: Jahresmittelwerte der PM2.5-Immissionen

Aufpunkt	Analysefall	Prognosenullfall	Prognose-Planfall
	Jahresmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jahresmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jahresmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$
P1	15,3	15,1	12,9
P2	15,7	15,4	13,1
P3	14,7	14,5	12,7
P4	15,6	15,5	12,9
P5	14,9	14,8	12,7
P6	15,8	15,7	13,1
P7	15,3	15,1	13,1
P8	14,5	14,3	12,8
M	14,5	14,4	12,7

6.3 Fazit

Aus den Ergebnissen und Analysen der Ausbreitungsrechnungen (siehe Abschnitt 6.2 und 6.3) lassen sich folgende Rückschlüsse ziehen:

6.3.1 Luftschadstoffe

Die derzeitigen hohen lufthygienischen Belastungen, denen Anwohner an der König-Wilhelm-Straße ausgesetzt sind, werden durch die Ergebnisse der Immissionsprognosen für den **Analysefall** bestätigt. So werden für den gesamten Bereich der Ortsdurchfahrt an ungünstig exponierten Gebäuden, die einen geringen Abstand zum Fahrbahnrand aufweisen (vgl. Foto auf Abbildung 1.1), der EU-Grenzwert für das NO₂-Jahresmittel von 40 µg/m³ überschritten.

Für den Prognosehorizont 2035 ist nach der Verkehrsuntersuchung [MODUS CONSULT 2020] bei gleichbleibender Verkehrsführung von einer Verkehrszunahme auszugehen. Aufgrund der sich bis dahin kontinuierlich verbessernde Techniken der Abgasreinigung wird sich dennoch die lufthygienische Immissionssituation beim **Prognose-Nullfall** gegenüber dem Analysefall insgesamt deutlich verbessern, so dass bei diesem Szenario keine Grenzwertüberschreitungen mehr zu erwarten sind.

Beim **Prognose-Planfall** werden sich durch die neue Ortsumfahrung die Verkehrsmengen im Bereich der König-Wilhelm-Straße sehr deutlich reduzieren. Hierdurch werden die Emissionen und Immissionen des Durchgangsverkehrs so stark mindern, dass die Exposition der Anwohner an der König-Wilhelm-Straße durch NO₂ und Feinstäube nur unwesentlich höher ist als im umliegenden Freiland. Immissionsbeiträge der neuen Ortsumfahrung sind auch im Bereich der nächstgelegenen Wohnbebauung vernachlässigbar. Insgesamt wird somit eine der Zielsetzungen der neuen Ortsumfahrung – die Verbesserung der lufthygienischen Verhältnisse in der Ortsdurchfahrt Ilsfeld – vorbildlich erreicht.

6.3.2 Stickstoffdepositionen

Beim **Prognose-Nullfall** werden sich aufgrund der verbesserten Technik der Abgasreinigung die Stickstoffdepositionen gegenüber dem Analysefall insgesamt vermindern. Von dieser positiven Entwicklung profitieren auch die südlich und nördlich von Ilsfeld gelegenen Teilflächen des FFH-Gebietes „Nördliches Neckarbecken“, für die sich die Stickstoffdepositionen, die durch den Straßenverkehr auf der BAB 81 und der K 2085 (südliche Fläche) und der L 1100 (nördliche Fläche) verursacht werden, signifikant mindern werden.

Beim **Prognose-Planfall** sind die Stickstoffdepositionen, die durch die Ortsumfahrung im Bereich der FFH-Gebiete verursacht werden, aufgrund der relativ großen Entfernung vernachlässigbar. Für die südliche Teilfläche ist somit mit einer ähnlich positiven Entwicklung zu rechnen wie beim Prognose-Nullfall.

Steigerungen der Stickstoffdepositionsrate beim Prognose-Planfall gegenüber dem Prognose-Nullfall konzentrieren sich auf den Bereich der Ortsumgehung sowie der L 1100. Eine Zunahme der Stickstoffdeposition von >0,3 kg N/ha*a im Bereich des FFH-Gebiets werden räumlich begrenzt auf der Straßenfahrbahn sowie einen schmalen Bereich von wenigen Metern seitlich der Fahrbahn ermittelt

7 ZUSAMMENFASSUNG

Das Regierungspräsidium Stuttgart plant den Neubau der Ortsumfahrung Ilsfeld im Zuge der L 1100. Im Rahmen des Feststellungsentwurfes wurde die Lohmeyer GmbH beauftragt, ein lufthygienisches Fachgutachten zu erstellen. Hierbei sollen mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen die lufthygienischen Auswirkungen bestimmt werden, die aus Verkehrsverlagerungen resultieren, die durch die neue Ortsumfahrung verursacht werden.

Die lufthygienischen Untersuchungen wurden für 3 Szenarien durchgeführt: den Analysefall 2018, den Prognosenullfall 2035 und den Prognose-Planfall 2035 mit neuer Ortsumfahrung.

Zur Bestimmung der Veränderungen der lufthygienischen Belastung im Umfeld der Trasse und zur Einschätzung von verkehrsbedingten Stickstoffeinträgen im Bereich der nahegelegenen Teilräume des FFH-Gebietes 7021-342 „Nördliches Neckarbecken“ wurden Ausbreitungsrechnungen mit der aktuellen Version von LASAT durchgeführt.

Nach dem Bau der Ortsumfahrung werden sich deutliche Verkehrsentlastungen für die Ortsdurchfahrt von Ilsfeld ergeben, so dass hier deutliche Minderungen der gegenwärtig hohen Luftschadstoffbelastung zu erwarten. Zur quantitativen Ermittlung der lufthygienischen Auswirkungen wurden für den Bereich der Ortsdurchfahrt zusätzliche Ausbreitungsrechnungen mit dem Rechenmodell MISKAM durchgeführt.

Die Immissionsberechnungen erfolgten für Stickstoffdioxid (NO₂)- Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2.5}). Bei den LASAT-Ausbreitungsrechnungen wurde zusätzlich Ammoniak (NH₃) berücksichtigt, um die Stickstoffdepositionen im Umfeld der Straßen zu bestimmen.

Zur Bewertung der ermittelten Immissionskenngrößen wurden die Grenzwerte der 39. BImSchV herangezogen.

Für die Abschätzung möglicher negativer Auswirkungen durch Stickstoffeinträge in die nahe gelegenen Teilflächen des FFH-Gebietes wurde als Bewertungsmaßstab für eine umweltverträgliche Zusatzbelastung - wie allgemein üblich - der Schwellwert von 0,3 kg N / (ha·a) angesetzt.

Die durch den Straßenverkehr verursachten Emissionen wurden fahstreifengenau auf der Grundlage des aktuellen Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA 4.1) ermittelt.

Neben den Luftschadstoffimmissionen, die durch den Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet verursacht werden, wurden auch die Immissionsbeiträge durch Quellen außerhalb des Untersuchungsgebietes - die so genannte Hintergrundbelastung – berücksichtigt.

Aus den Simulationsergebnisse lassen sich folgende Rückschlüsse ziehen:

Stickstoffdepositionen

Beim **Prognose-Nullfall** werden sich aufgrund der verbesserten Technik der Abgasreinigung die Stickstoffdepositionen mindern. Hiervon profitieren auch die südlich und nördlich von Ilsfeld gelegenen Teilflächen des FFH-Gebietes „Nördliches Neckarbecken“, in denen sich die Stickstoffeinträge, die durch den Straßenverkehr auf der BAB 81 und der K 2085 (südliche Fläche) und der L 1100 (nördliche Fläche) verursacht werden, signifikant verringern werden.

Beim **Prognose-Planfall** sind die Stickstoffdepositionen, die durch die Ortsumfahrung im Bereich der FFH-Gebiete verursacht werden, aufgrund der relativ großen Entfernung vernachlässigbar. Für die südliche Teilfläche ist somit mit einer ähnlich positiven Entwicklung zu rechnen wie beim Prognosenufall.

Steigerungen der Stickstoffdepositionsrate beim **Prognose-Planfall** gegenüber dem Prognose-Nullfall konzentrieren sich auf den Bereich der Ortsumgehung sowie der L 1100. Eine Zunahme der Stickstoffdeposition von $>0,3 \text{ kg N/ha} \cdot \text{a}$ im Bereich des FFH-Gebiets werden räumlich begrenzt auf der Straßenfahrbahn sowie einen schmalen Bereich von wenigen Metern seitlich der Fahrbahn ermittelt.

Luftschadstoffe

Die derzeitigen hohen lufthygienischen Belastungen, denen Anwohner an der König-Wilhelm-Straße ausgesetzt sind, werden durch die Ergebnisse der Immissionsprognosen für den **Analysefall** bestätigt. Für den gesamten Bereich der Ortsdurchfahrt werden für Gebäude, die einen geringen Abstand zum Fahrbahnrand aufweisen Überschreitungen des NO_2 -Jahresmittels von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgewiesen.

Beim **Prognose-Nullfall** wird sich bei gleichbleibender Verkehrsführung das Verkehrsaufkommen in der Ortsdurchfahrt erhöhen. Aufgrund der im Jahr 2035 deutlich verbesserten Techniken der Abgasreinigung wird sich dennoch die lufthygienische Immissionssituation gegenüber dem Analysefall insgesamt deutlich verbessern, so dass bei diesem Szenario keine Grenzwertüberschreitungen mehr zu erwarten sind.

Beim **Prognose-Planfall** werden sich durch die neue Ortsumfahrung die Verkehrsmengen im Bereich der König-Wilhelm-Straße sehr deutlich verringern. Hierdurch werden die Emissionen und Immissionen des Durchgangsverkehrs so stark mindern, dass die Exposition der Anwohner an der König-Wilhelm-Straße durch NO_2 und Feinstäube nur unwesentlich höher ist als im umliegenden Freiland. Immissionsbeiträge der neuen Ortsumfahrung sind auch im Bereich der nächstgelegenen Wohnbebauung vernachlässigbar. Insgesamt wird somit eine der Zielsetzungen der neuen Ortsumfahrung – die Verbesserung der lufthygienischen Verhältnisse in der Ortsdurchfahrt Ilsfeld – wirksam erreicht.

Aus lufthygienischer Sicht ist somit eine Umsetzung der Planung zu begrüßen.

8 LITERATURVERZEICHNIS

[22. BImSchV 2002]

Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22. BImSchV –) vom 11.09.2002, BGBl. I, S. 3626.

[39. BImSchV 2010]

Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39.BImSchV) vom 02.08.2010, BGBl. I S. 1065.

[ARGUSIM 2019]

Förster, A.: Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten gemäß VDI Richtlinie 3783 Blatt 20 für ein Prüfgebiet bei Ilsfeld, 30.01.2019.

[BMU 2010]

Görgen, R.: Aktivitäten der Bundesregierung zur Minderung der NO₂-Belastung. – Vortrag zur Fachtagung „Herausforderung NO₂-Immissionen Gesetzgebung, Luftbelastung, Lösungen“, Heidelberg, März 2010.

[BMVBS 2013]

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Städtebau (Hrsg): Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope. Endbericht zum FE-Vorhaben 84.0102/2009 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen. Heft 1099 der Schriftenreihe „Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik“.

[BVerwG 2014]

Urteil des Bundesverwaltungsgerichts Az.: 9 A 25/12. vom 23.04.2014.

[CORINAIR]

European Environment Agency: EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, 2007, Group 7: Road transport, Kopenhagen 2007

[DÜRING, LOHMEYER 2004]

Düring, I., Lohmeyer, A.: Modellierung nicht motorbedingter PM₁₀-Emissionen von Straßen, Kommission Reinhaltung der Luft - Schriftenreihe 33, 2004.

[DÜRING & BÄCHLIN 2009]

Düring, I. & Bächlin, W.: Tendenzen der NO₂-Belastung im Land Brandenburg. Potsdam 2009.

[EU 1996]

Richtlinie 96/62/EG des Rates über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität, vom 27. September 1996.

[EU 1999]

Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, 29.6.1999.

[EU 2000]

Richtlinie 2000/30/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 16. November 2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, 13.12.2000.

[EU 2008]

Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft in Europa, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, 11.06.2008.

[HERTEL & BERKOWICZ 1989]

Hertel, O. & Berkowicz, R.: Modelling NO₂ concentrations in a street canyon. DMU Luft A-131. National Environmental Research Institute, Division of Emissions and Air pollution, Denmark. 1989.

[HPSE 2014]

„Stickstoffleitfaden Straße – Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen. Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e.V. (FSGV). Köln, Stand 11.11.2014.

[INFRAS 2017]

Keller, M.: Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.4, 2017.

[IVU 2011]

Diegmann, V.: IMMIS Luft – Handbuch zur Version 5.2, März 2011.

[Lambrecht/Trautner 2007]

Fachinformationssystem und Fachkonventionen zur Bestimmung der Erheblichkeit im Rahmen der FFH-VP. FuE-Vorhaben FKZ 804 82 004 im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz.

[LANUV 2018]

http://stickstoff.naturschutzinformationen-nrw.de/site/files/pdf/N-FIS-Aktualisierung_2018-07.pdf

[MODUS CONSULT 2020]

Modus Consult (Gericke, F.): L 1100 Ortsumfahrung Ilsfeld - Fortschreibung der Verkehrsuntersuchung 2030. April 2020.

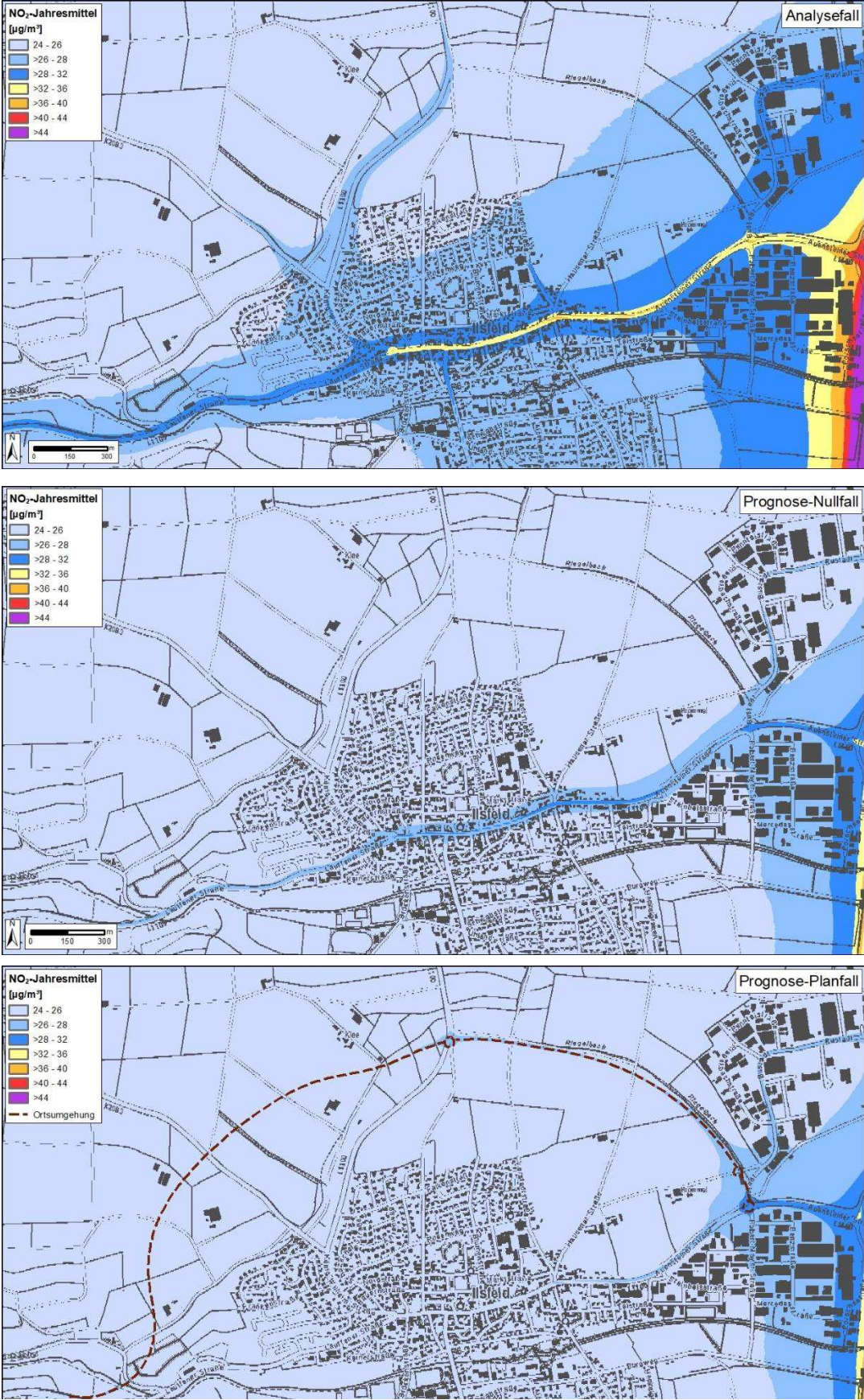
[UBA 2019]

<https://gis.uba.de/website/depo1/>

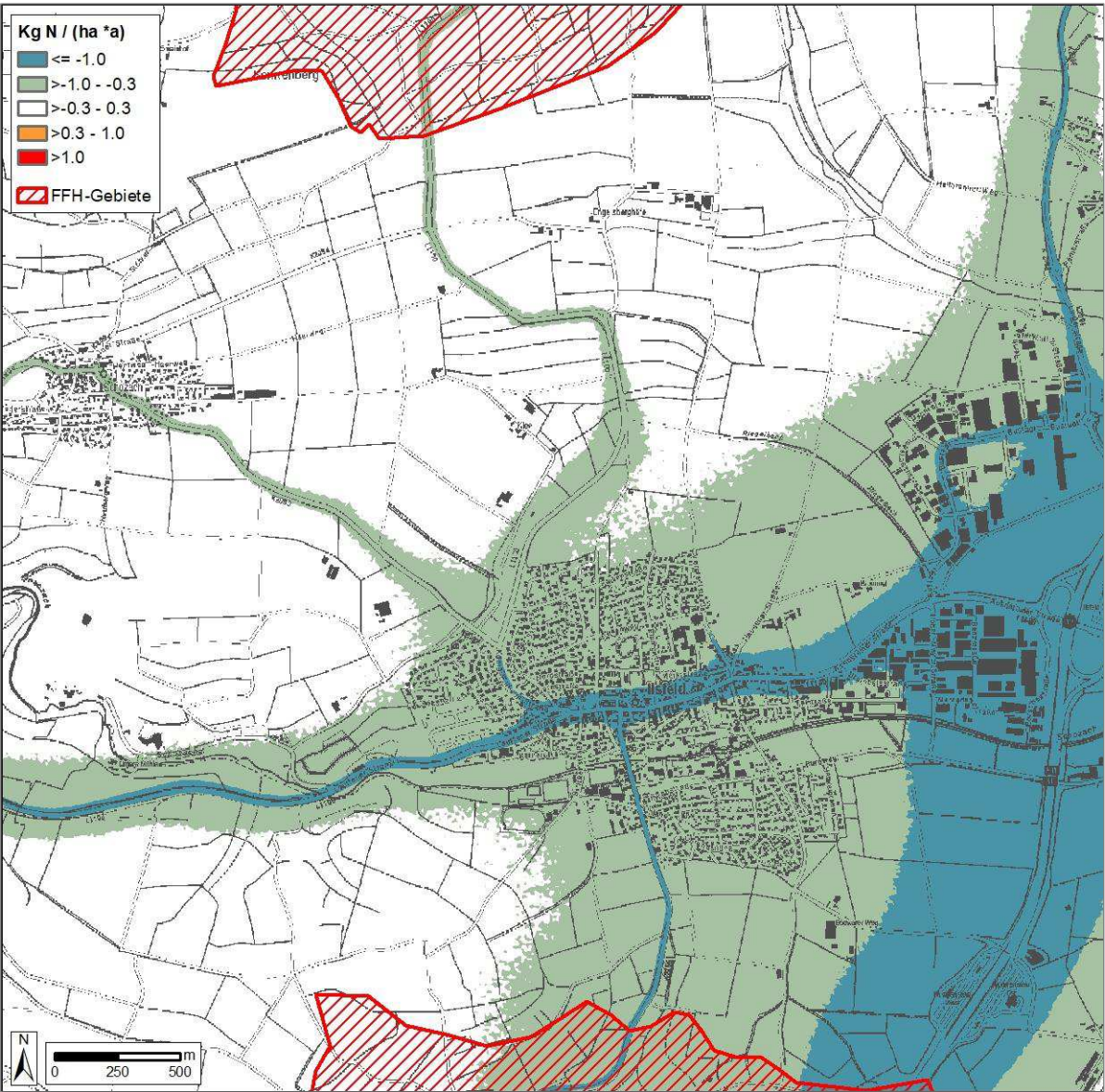
[VDI 2003]

VDI 3782, Blatt 7: Kfz-Emissionsbestimmung, Kommission Reinhaltung der Luft: November 2003.

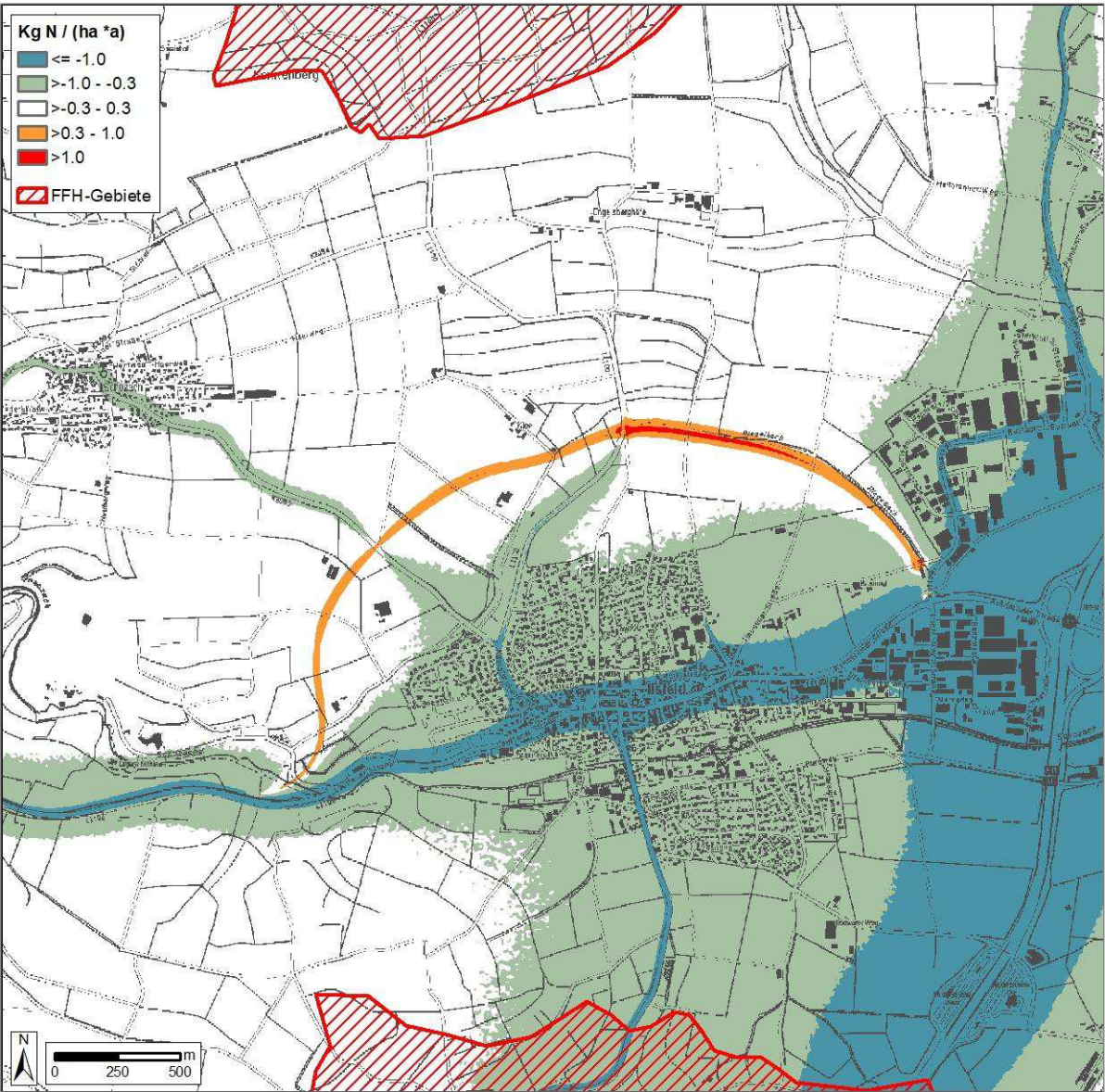
**ANHANG ZUM FACHGUTACHTEN LUFTSCHADSTOFFIMMISSIONEN
ERGEBNISGRAFIKEN**



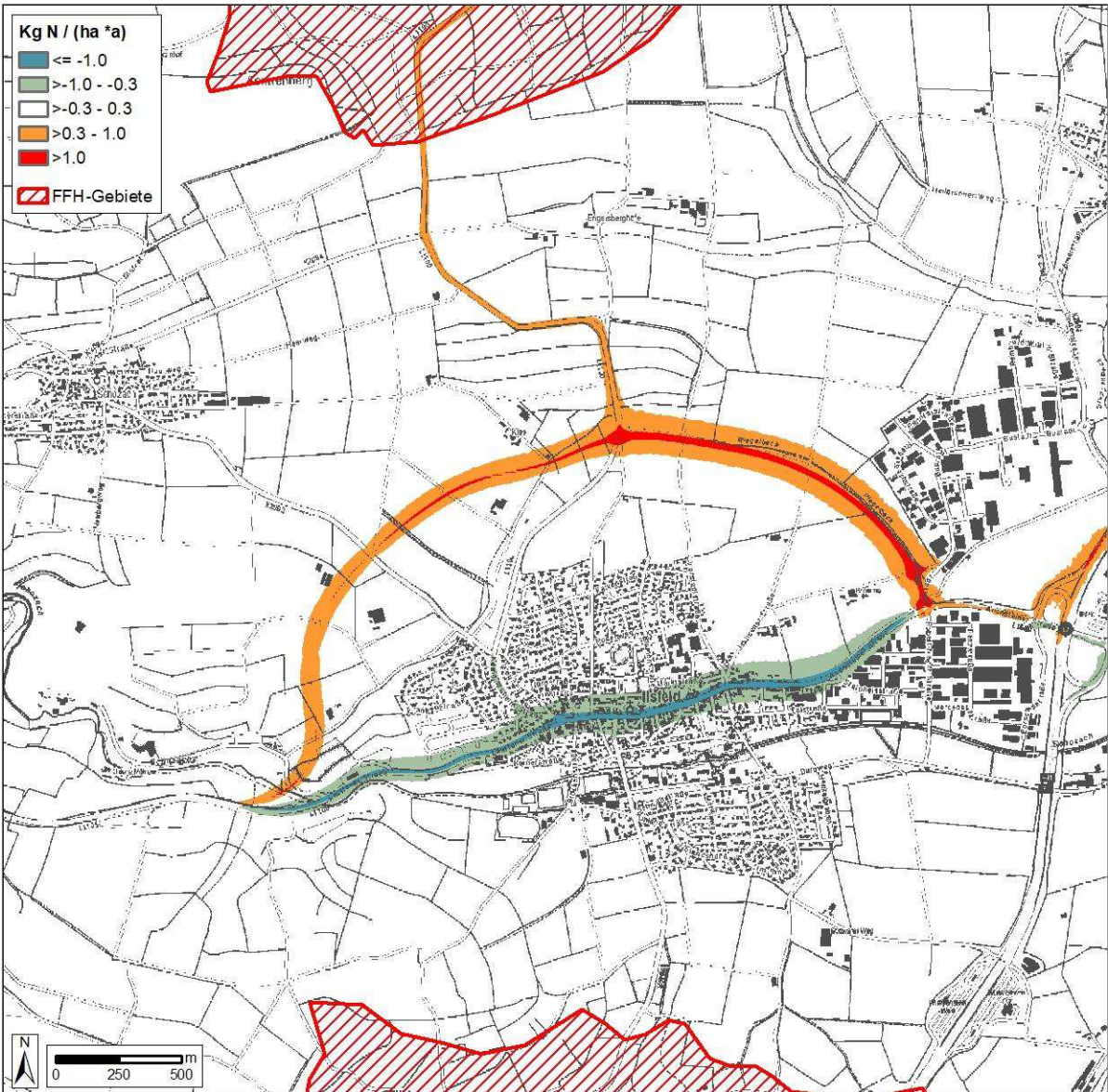
A 1: NO₂-Jahresmittelwerte der großräumigen LASAT-Berechnung



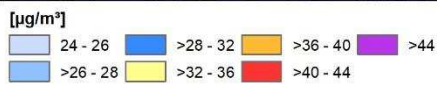
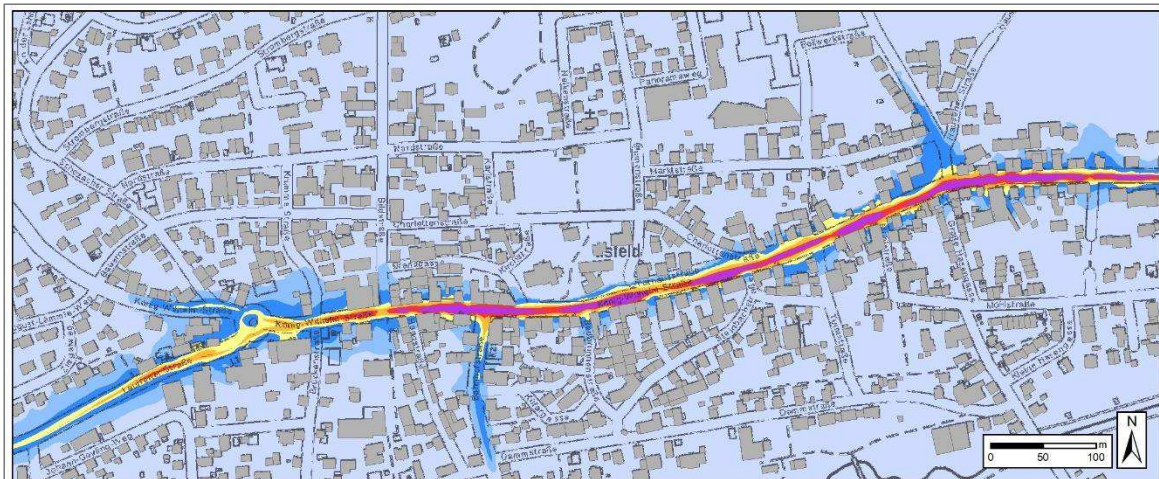
A 2: Veränderungen der Stickstoffdepositionen vom Prognose-Nullfall zum Analysefall



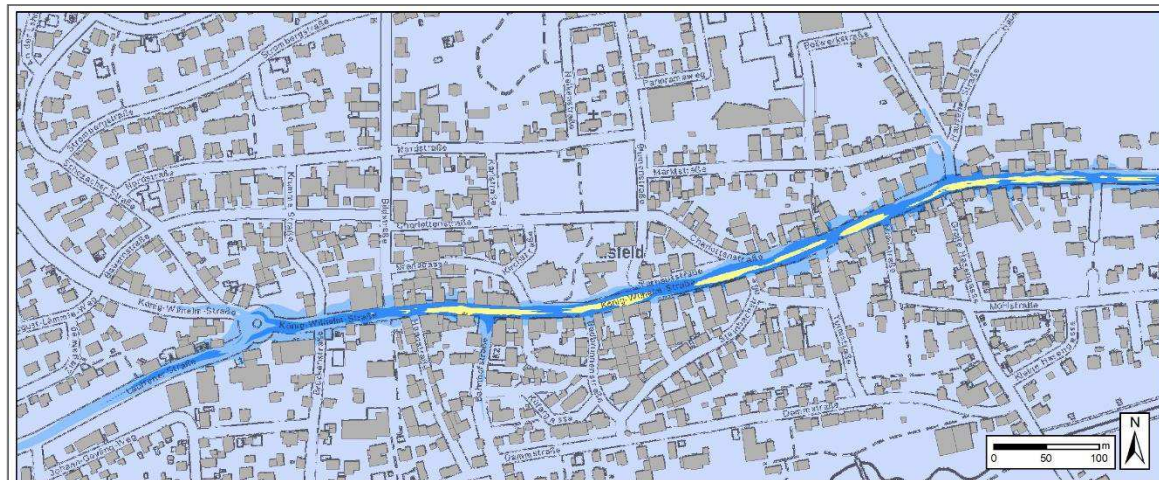
A 3: Veränderungen der Stickstoffdepositionen vom Prognose-Planfall zum Analysefall



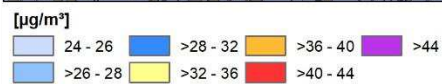
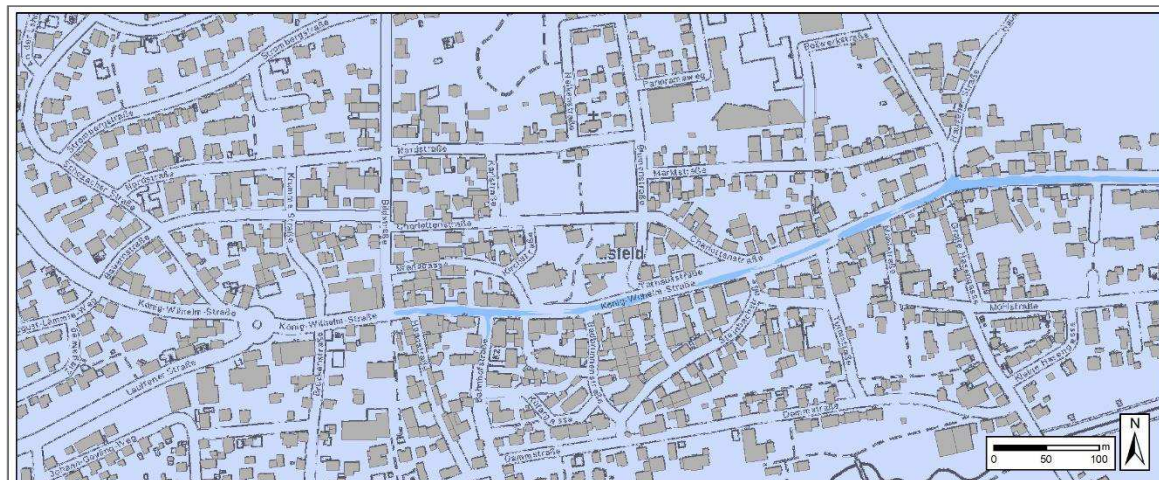
A 4: Veränderungen der Stickstoffdepositionen vom Prognose-Planfall zum Prognose-Nullfall



**NO₂-Jahresmittel
Analysefall**



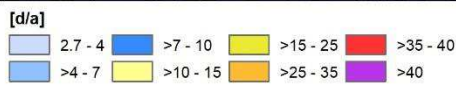
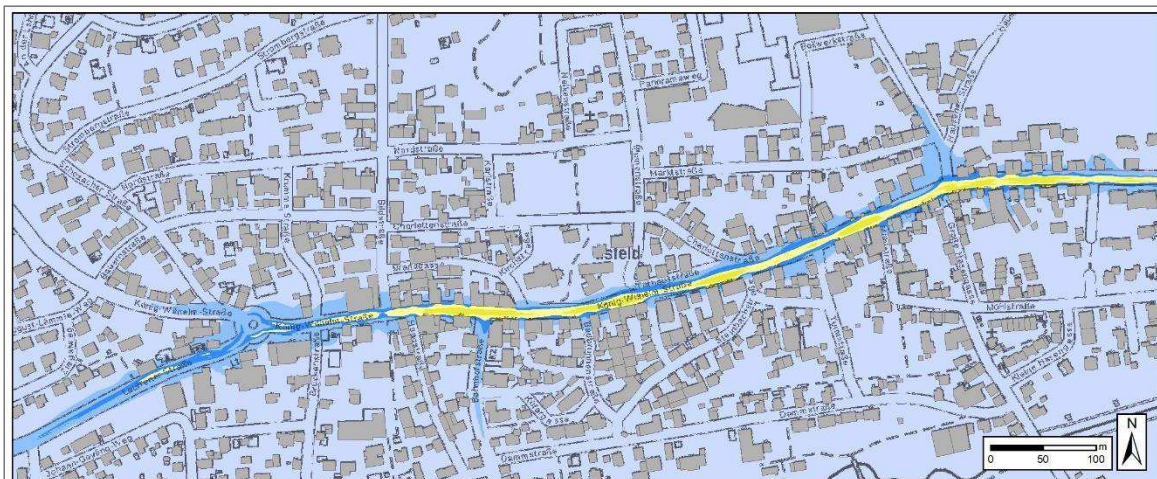
**NO₂-Jahresmittel
Prognose-Nullfall**



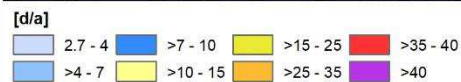
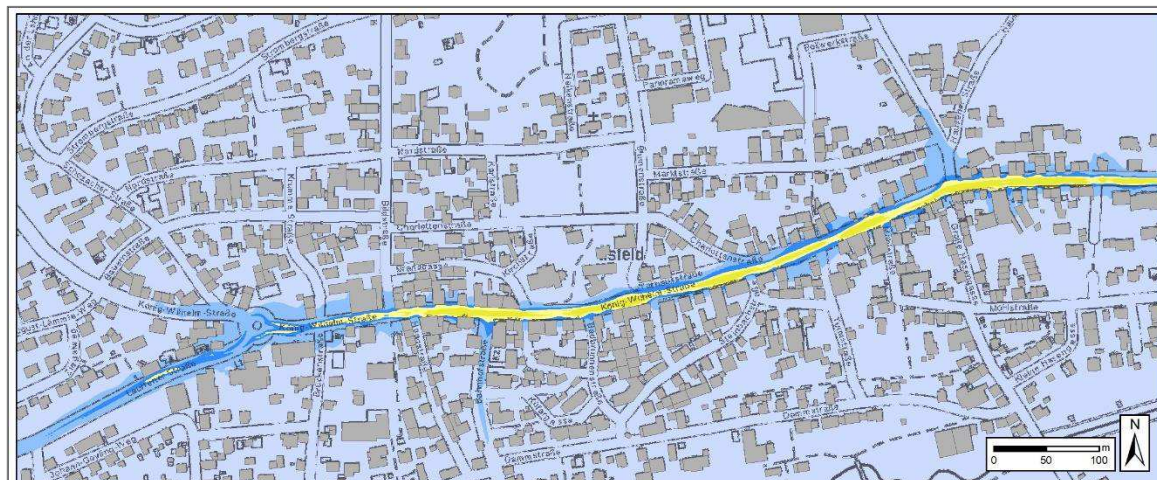
**NO₂-Jahresmittel
Prognose-Planfall**



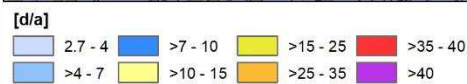
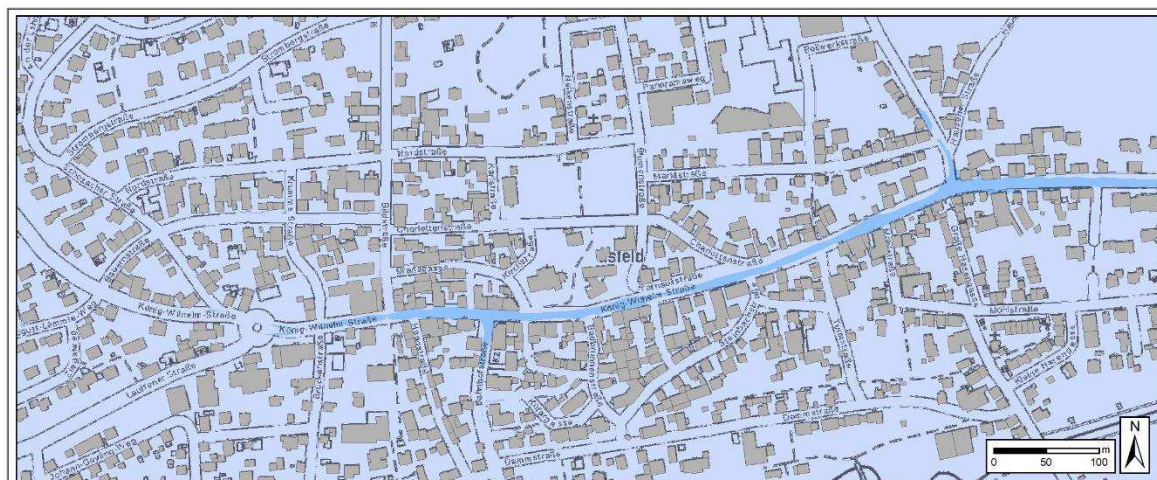
A 5: NO₂-Jahresmittelwerte im Bereich der Ortsdurchfahrt Ilsfeld



**PM10-Tagesmittel
Analysefall**



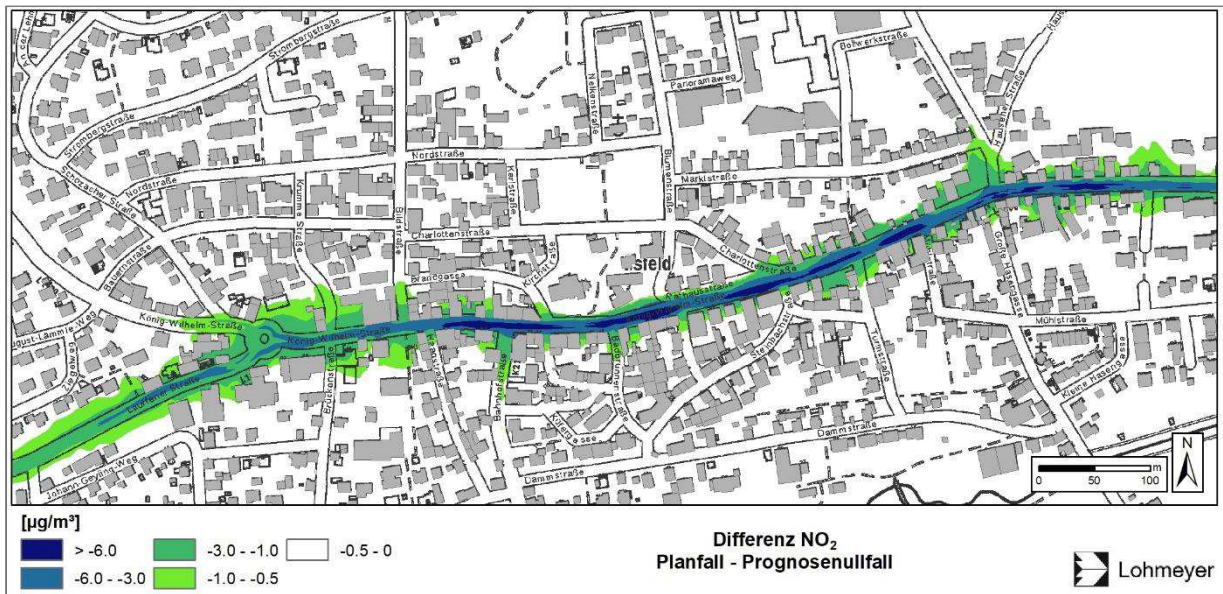
**PM10-Tagesmittel
Prognose-Nullfall**



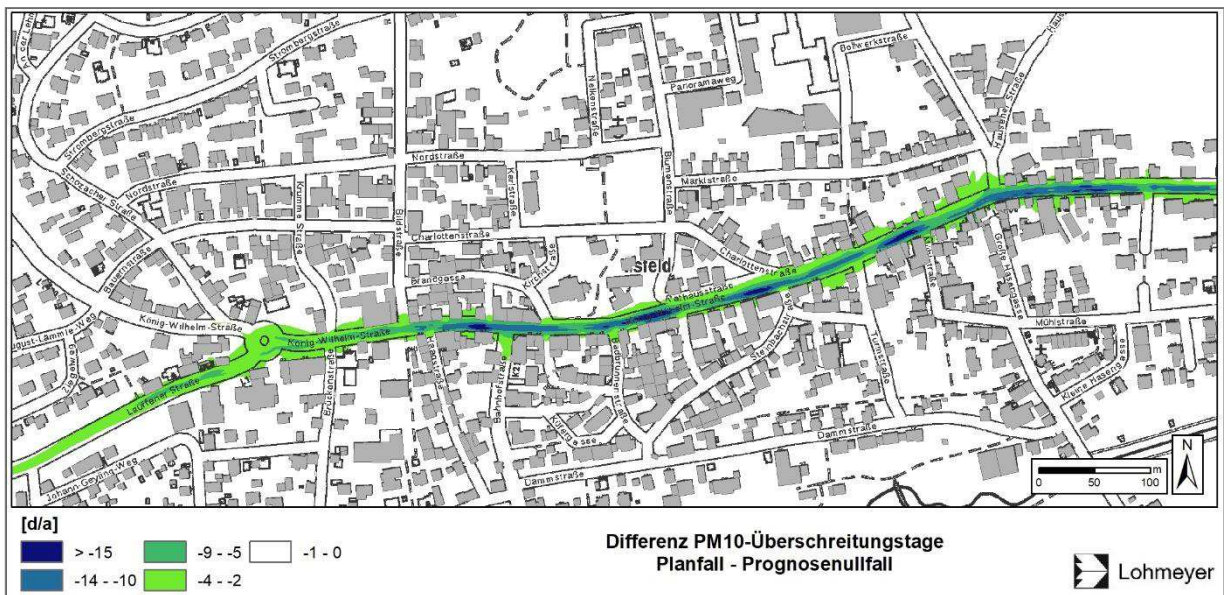
**PM10-Tagesmittel
Prognose-Planfall**



A 6: Anzahl der Tage im Jahr mit PM10-Tagesmittel > 50 µg/m³



A 7: Veränderung der NO₂-Jahresmittelwerte (Prognose-Planfall minus Prognose-Nullfall)



A 8: Veränderung der PM10-Überschreitungstage (Prognose-Planfall minus Prognose-Nullfall)