

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Karlsruhe
Nördliche Hildapromenade 6
76133 Karlsruhe

Telefon +49(721)504379 0
Telefax +49(721)504379 11

www.MuellerBBM.de

Dr. rer. nat. Rainer Bösingher
Telefon +49(721)504379 15
Rainer.Boesinger@mbbm.com

27. März 2019
M144247/01 BSG/BSG

Bebauungsplan „DANUVIA81 Nord“ der Stadt Geisingen

**Ermittlung der Emissionskontingente für
Stickstoff**

Bericht Nr. M144247/01

Auftraggeber:

**Stadt Geisingen
78187 Geisingen**

Bearbeitet von:

Dr. rer. nat. Rainer Bösingher

Berichtsumfang:

Insgesamt 28 Seiten

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Karlsruhe
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk, Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Aufgabenstellung	4
2 Beurteilungsgrundlagen	5
3 Örtliche Gegebenheiten und Beschreibung der Methodik	6
3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes und des Planvorhabens	6
3.2 Betroffene FFH-Gebiete	8
3.3 Methodik zur Ableitung der Emissionskontingente	10
3.4 Berechnungsverfahren zur Emissions- und Ausbreitungsmodellierung	11
4 Eingangsdaten und technische Grundlagen	13
4.1 Hintergrundbelastung Stickstoff	13
4.2 Emissionen Straßenverkehr	15
4.3 Rechengebiet und räumliche Auflösung	16
4.4 Berücksichtigung von Geländedaten	17
4.5 Meteorologische Daten	18
5 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen	21
5.1 Schadstoffeinträge in das FFH-Gebiet ausgehend vom Straßenverkehr	21
5.2 Fiktive Schadstoffeinträge in das FFH-Gebiet ausgehend vom Plangebiet	22
5.3 Emissionskontingente zur Einhaltung der Bagatellschwelle für N-Deposition	24
5.4 Verfahrensempfehlung	25
6 Grundlagen, verwendete Literatur	26

Zusammenfassung

Das Plangebiet „DANUVIA81 Nord“ der Stadt Geisingen liegt südlich der Autobahn A 81. Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens ist zum Schutz des unmittelbar nördlich der A 81 liegenden FFH-Gebietes „8017-341 Nördliche Baaralb und Donau bei Immendingen“ die Ermittlung der im Plangebiet maximal zulässigen Stickstoffemissionen erforderlich. Für das FFH-Gebiet im Umgriff des Plangebiets wurden vom FFH-Gutachter anhand der vorliegenden FFH-Lebensraumtypen der Critical Load des empfindlichsten Lebensraumtyps FFH-LRT 8160* „Kalkschutthalden“ mit 11 kg N/(ha·a) angegeben [9]. Die vom Verkehr auf der Autobahn verursachten Stickstoffeinträge überschreiten in Summe mit der Hintergrundbelastung (Abschnitt 4.1) diesen Critical Load.

Neben dem Critical Load werden zur Beurteilung Bagatellschwellen in Höhe von 3 % des Critical Load [31] herangezogen. Die vom o. g. Critical Load abgeleitete Bagatellschwelle liegt bei 0,33 kg N/(ha·a). Das ist die maximal zulässige Menge an Stickstoff, die zusätzlich in das FFH-Gebiet eingetragen werden darf, ohne dass erhebliche nachteilige Beeinträchtigungen zu erwarten wären.

Auf der Basis von Ausbreitungsrechnungen und konservativen Annahmen werden in der vorliegenden Untersuchung ausgehend von der o. a. Festlegung des maximalen Stickstoffeintrags (Bagatellschwelle), der zusätzlich in das FFH-Gebiet eingetragen werden darf, für das Plangebiet flächenbezogene Emissionskontingente festgelegt. Bei der Ermittlung des o. g. Emissionskontingents wurde zugrunde gelegt, dass das Stickstoffkontingent entweder gänzlich von NO_x-Emissionen oder gänzlich von NH₃-Emissionen ausgeschöpft werden kann. Danach ergibt sich folgender zulässiger NO_x-Emissionsmassenstrom im Jahresmittel, der insgesamt im geplanten Gewerbegebiet freigesetzt werden darf:

- NO_x 3,4 t/a entspricht 0,39 kg/h (Daueremission gerundet)

Die Emissionskontingente werden gleichmäßig auf die Baufelder verteilt. Maßgebliche Fläche hierfür ist die Summe der Flurstücksflächen der Baugebiete im Plangebiet (72,75 ha [30]). Aus dem Verhältnis von Emissionskontingent und Fläche der Baugebiete ergeben sich folgende Werte, die für jedes Baufeld gelten:

- maximale jahresmittlere NO_x-Emission:
0,047 kg/(m²·a) × Baufläche in m²

Sofern zusätzlich zu NO_x-Emissionen auch NH₃-Emissionen zugelassen werden sollen, ist die Kombination der beiden Schadstoffe bis zu einem gesamten Massenstrom von zusammen 0,39 kg/h zu begrenzen, wobei der Massenstrom von NH₃ mit dem Faktor 14 zu gewichten ist. D. h. die zulässigen NO_x-Emissionen von 0,39 kg/h sind um 0,14 kg/h je 0,01 kg/h NH₃-Emission zu reduzieren.

Die ermittelten Emissionskontingente gelten für die im Haupttext beschriebene Referenzquellkonfiguration. Für andere Quellkonfigurationen ist ggf. im nachgelagerten Genehmigungsverfahren nachzuweisen, dass die projektbezogene Zusatzbelastung in den nächstgelegenen FFH-Flächen (Abbildung 3 und Abbildung 4) die o. a. Bagatellschwelle von 0,33 kg N/(ha·a) anteilig entsprechend der anteiligen Fläche der Baugrundstücke des Bebauungsplanes nicht überschreitet.

1 Aufgabenstellung

Die Stadt Geisingen bereitet den Bebauungsplan „DANUVIA81 Nord“ vor. Das Plangebiet südlich der Autobahn A 81 liegt außerhalb der Wohnbebauung in unmittelbarer Nähe zum Autobahnanschluss der A 81 und eignet sich deshalb hervorragend für die Nutzung von Industrie- und Gewerbebetrieben. Das Plangebiet „DANUVIA 81 Nord“ soll für den Kernbereich gehobener industrieller und gewerblicher Produktion unter Ausschluss bestimmter sonstiger gewerblicher Nutzungen sowie sonst ausnahmsweiser Nutzungen ausgewiesen werden.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens ist zum Schutz des unmittelbar nördlich der A 81 liegenden FFH-Gebietes „8017-341 Nördliche Baaralb und Donau bei Immendingen“ die Ermittlung der maximal zulässigen Stickstoffemissionen erforderlich. Als Bewertungsgrundlage wird ein Fachgutachten gefordert, in welchem dargestellt wird, welche Schadstoffmenge die empfindlichen Lebensraumtypen im benachbarten Schutzgebiet vertragen, ohne dass es zu erheblichen Beeinträchtigungen des FFH-Gebietes in seinen für die Erhaltungsziele maßgeblichen Bestandteilen führen kann.

Dabei sind der Straßenverkehr und die potentiellen Emissionen auf dem Plangebiet zu berücksichtigen. Im Landkreis Ravensburg wurde für solche Fälle das Verfahren der Emissionskontingentierung in Bezug auf Luftschadstoffe eingeführt (MBBM-Bericht Nr. M84 007/2, Dezember 2010 [3]), das auch im vorliegenden Fall angewendet werden soll.

Die vorliegende Untersuchung soll unter Berücksichtigung der großräumigen Vorbelastung – ausgehend von der Festlegung derjenigen Immissionen, die an den nächstgelegenen kritischen Aufpunkten im betroffenen FFH-Gebiet ankommen dürfen – für das Bebauungsplangebiet flächenbezogene Emissionskontingente für NO_x festlegen.

2 Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung des Schadstoffeintrags in Natura 2000-Gebiete [10] kann z. B. die in der vom Landesumweltamt Brandenburg herausgegebenen „Vollzugshilfe zur Ermittlung erheblicher und irrelevanter Stoffeinträge in Natura 2000-Gebiete, Stand Nov. 2008“ [16] erläuterte Methodik unter Berücksichtigung entsprechender Rechtsprechung (z. B. [31]) herangezogen werden. Die Bewertung von Stoffeinträgen in Natura 2000-Gebiete erfolgt dort anhand des sogenannten Critical Load (kritische Eintragsrate) für verschiedene Vegetationstypen, das sind lebensraumspezifische Zielwerte für die Stickstoffdeposition, bei deren Unterschreitung nach dem derzeitigen Kenntnisstand auch langfristig keine signifikant schädlichen Effekte an Ökosystemen und Teilen davon zu erwarten sind [14].

Neben dem Critical Load werden zur Beurteilung Irrelevanzschwellen (Bagatellschwellen) nach dem Urteil des Bundesverwaltungsgerichts in Höhe von 3 % des Critical Load [31] herangezogen, um im Rahmen einer Vorprüfung zu entscheiden, ob eine FFH-Verträglichkeitsprüfung bezüglich möglicher Stoffeinträge für ein Natura 2000-Gebiet überhaupt durchgeführt werden muss. Bei einem Unterschreiten der Irrelevanzschwelle kann eine erhebliche Beeinträchtigung der FFH-Lebensraumtypen nach dem jetzigen Erkenntnisstand ausgeschlossen werden. Der zusätzliche projektbedingte Stoffeintrag ist dann als irrelevant und somit in der Regel als unerheblich im Sinne der FFH-Verträglichkeit zu beurteilen.

3 Örtliche Gegebenheiten und Beschreibung der Methodik

3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes und des Planvorhabens

Die Stadt Geisingen im Süden Baden-Württembergs liegt im Südwesten des Landkreises Tuttlingen an der Donau zwischen dem südöstlichen Rand der Baar, dem Hegau und der Schwäbischen Alb (Abbildung 1). Das Untersuchungsgebiet ist orografisch stark gegliedert. Die Geländehöhen um das geplante Gewerbegebiet variieren zwischen etwa 660 und 900 Meter NHN.

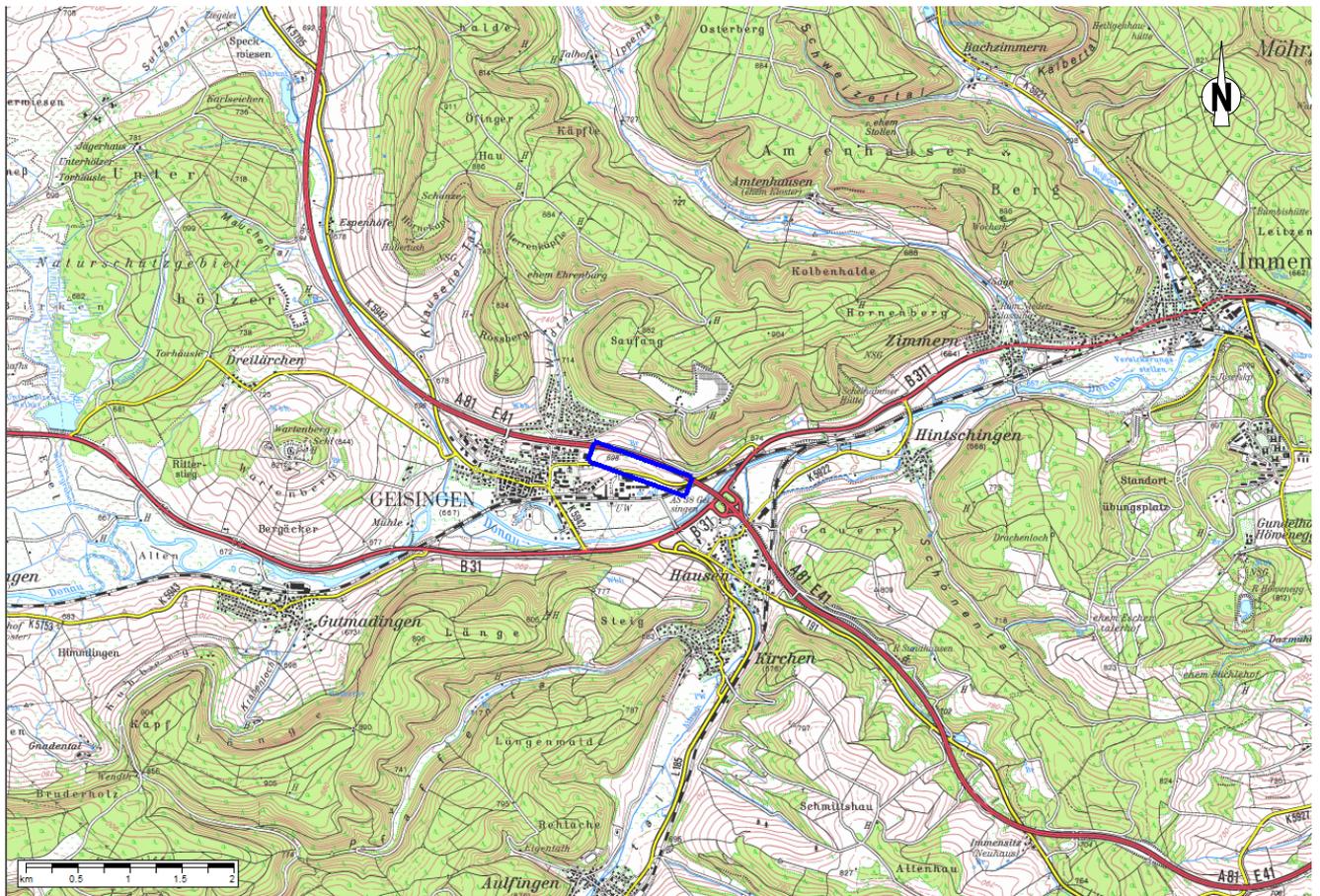


Abbildung 1. Topografische Karte Geisingen, Bereich der Planung blau markiert [29].

Das Plangebiet „DANUVIA 81 - Nord“ östlich von Geisingen grenzt unmittelbar an die Autobahn 81 an. Die Festsetzungen zu Art (GI / GE) und Maß der baulichen Nutzung orientieren sich an den Anfragen von Firmen unter Berücksichtigung angrenzender Nutzungen. So werden die Baufelder 1 und 2 (mit Nähe zur Wohnbebauung) sowie Baufeld 5 als Gewerbegebiet und die Baufelder 3, 4 und 6 als Industriegebiet ausgewiesen (Abbildung 2).



Abbildung 2. Bebauungsplan „DANUVIA81 Nord“, Entwurf vom 22.06.2018 [30].

In den Gewerbegebieten GE sind Gewerbebetriebe aller Art, Lagerhäuser, Lagerplätze und öffentliche Betriebe zulässig. Ausnahmsweise können zugelassen werden: Wohnungen für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen sowie für Betriebsinhaber und Betriebsleiter, die dem Gewerbebetrieb zugeordnet und ihm gegenüber in Grundfläche und Baumasse untergeordnet sind.

In den Industriegebieten GI sind Gewerbebetriebe aller Art, Lagerhäuser, Lagerplätze und öffentliche Betriebe zulässig. Ausnahmsweise können zugelassen werden: Wohnungen für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen sowie für Betriebsinhaber und Betriebsleiter, die dem Gewerbebetrieb zugeordnet und ihm gegenüber in Grundfläche und Baumasse untergeordnet sind.

Im südlich angrenzenden Gewerbegebiet befinden sich die Fa. Pajunk (Medizintechnik), ein Logistikkager der Fa. Hermes und die BE Aluschmiede.

Im Plangebiet sind keine immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen vorgesehen.

3.2 Betroffene FFH-Gebiete

Im Umgriff des Plangebiets liegt das FFH-Gebiet „Nördliche Baaralb und Donau bei Immendingen“ (Abbildung 3).

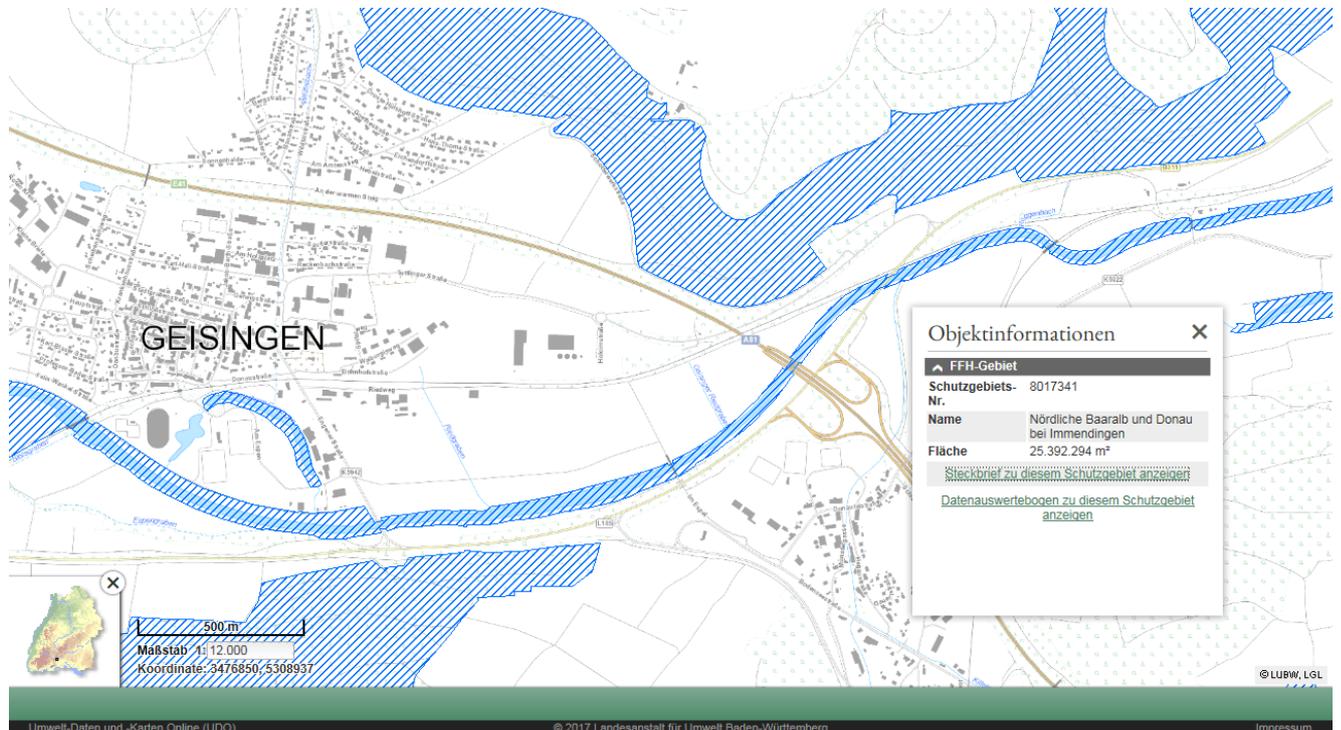


Abbildung 3. FFH-Gebiet bei Geisingen (blau schraffiert) [5].

Für das FFH-Gebiet im Umgriff des Plangebiets wurden vom FFH-Gutachter anhand der vorliegenden FFH-Lebensraumtypen gemäß Bestandskarte des FFH-Managementplans die jeweiligen Critical Load bestimmt (Abbildung 4). Für die Ermittlung der Emissionskontingente für das Gewerbegebiet wurde im Sinne einer konservativen Betrachtungsweise der Critical Load des empfindlichsten Lebensraumtyps FFH-LRT 8160* „Kalkschutthalden“ mit $11 \text{ kg N}/(\text{ha}\cdot\text{a})^1$ vorgeschlagen [9].

Die davon abgeleitete Bagatellschwelle liegt bei $0,33 \text{ kg N}/(\text{ha}\cdot\text{a})$. Das ist die maximal zulässige Menge an Stickstoff, die betriebsbedingt aus dem Plangebiet zusätzlich in das FFH-Gebiet eingetragen werden darf, ohne dass erhebliche nachteilige Beeinträchtigungen zu erwarten wären.

¹ Für den ebenfalls vorkommenden FFH-LRT 5130 'Wacholderheiden' gilt ein Critical Load von $23 \text{ kg N}/(\text{ha}\cdot\text{a})$ [30].

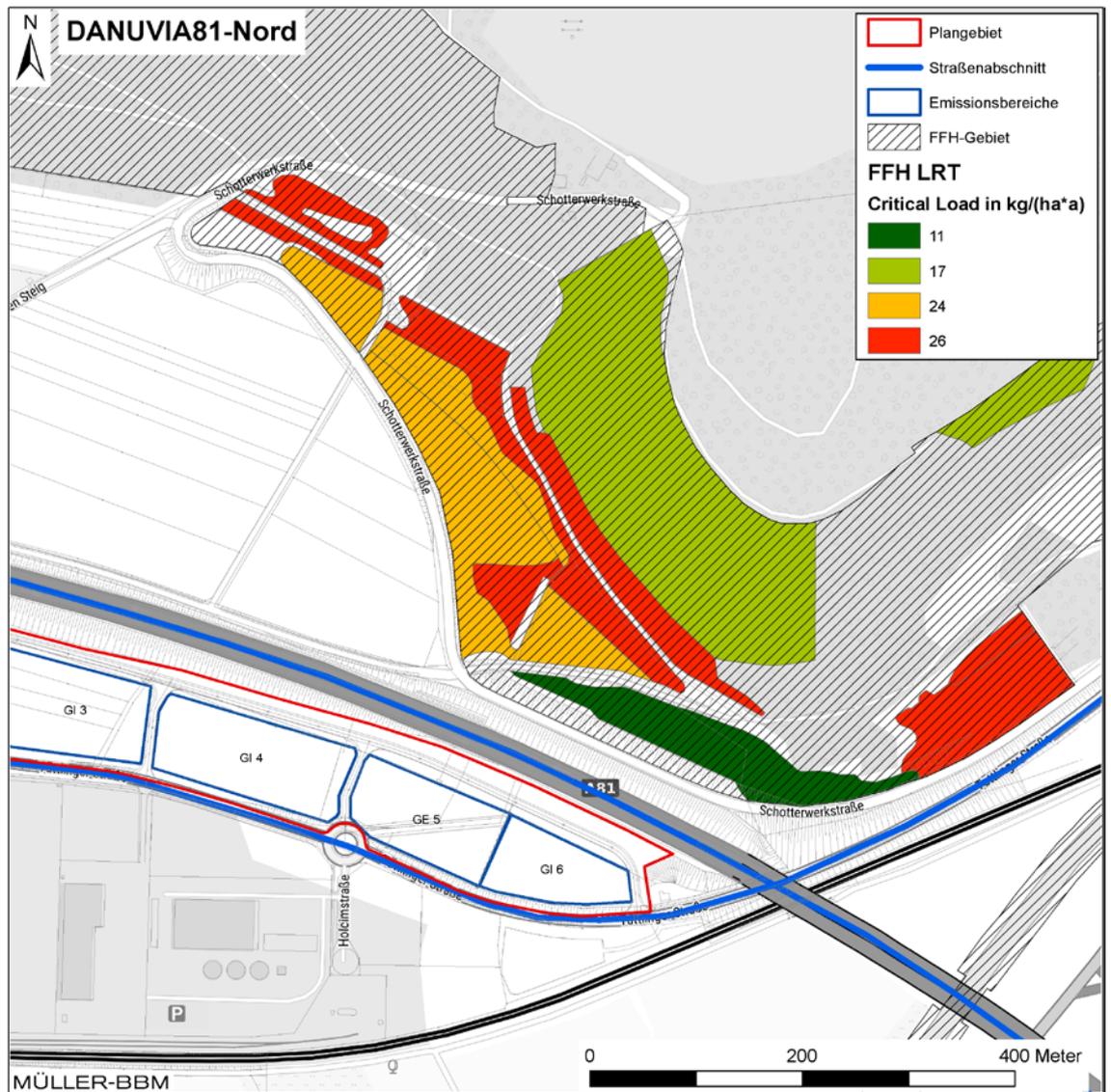


Abbildung 4. FFH-Lebensraumtypen und deren Critical Load [9].

\\S-kar-fs01\allefirmen\MProj\144\W144247\M144247_01_Ber_2D.DOCX:28. 03. 2019

3.3 Methodik zur Ableitung der Emissionskontingente

Die Methodik zur Ableitung von Emissionskontingenten erfolgt nach dem Konzept, dass ein zusätzlicher Eintrag von Schadstoffen in empfindliche Ökosysteme nur bis zur maximal zulässigen Grenze (definiert durch den Critical Load) oder bei Überschreitung dieser zulässigen Grenze bereits in der Ist-Situation nur im Rahmen irrelevanter Einträge erfolgen kann.

Die von dem geplanten Gewerbegebiet ausgehenden Emissionen werden zunächst mit einer Einheitsemission (eine fiktiv gewählte Emission von 1 kg/h) angesetzt. Durch Ausbreitungsrechnung für eine definierte Referenzquellkonfiguration (siehe Abschnitt 4.1) mit der Einheitsemission erhält man die räumliche Verteilung der Stickstoffoxidkonzentrationen und der Stickstoffdeposition (fiktive Konzentration bzw. fiktiver Eintrag = fiktive Zusatzbelastung).

Der o. g. mögliche zusätzliche Eintrag wird mit der fiktiven Zusatzbelastung ins Verhältnis gesetzt. Anhand der Beziehung (mögliche Zusatzbelastung geteilt durch fiktive Zusatzbelastung mal Einheitsemission) bestimmt sich das mögliche Emissionskontingent in kg/h für das gesamte Gewerbegebiet. Dieses Gesamtkontingent ist dann flächenproportional auf die einzelnen Parzellen des Plangebiets zu verteilen. Nachfolgend ist diese Methodik in einem Ablaufschema dargestellt (Abbildung 5).

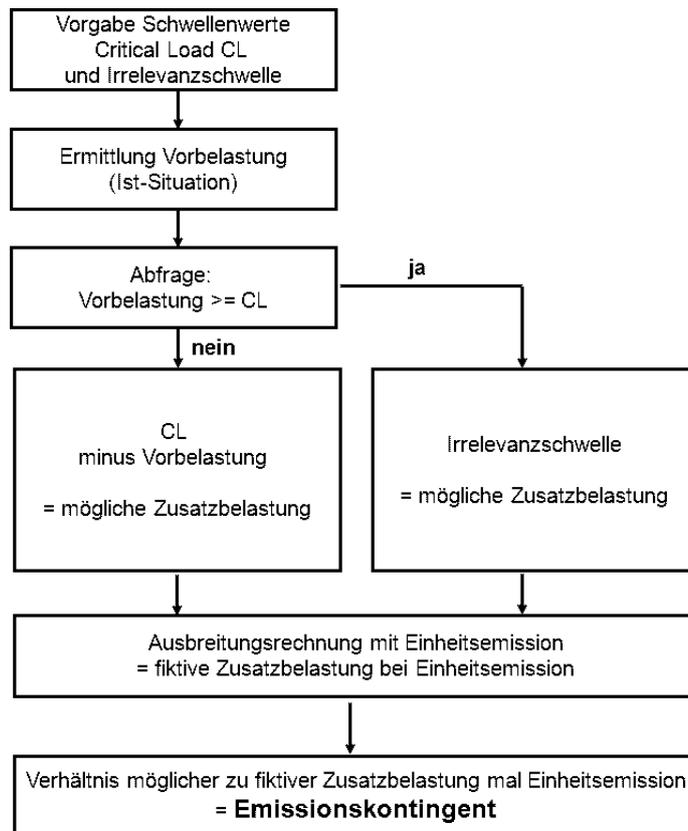


Abbildung 5. Ablaufschema zur Ermittlung der Emissionskontingente.

Zunächst wird mit einem Ansatz fiktiver Einheitsemissionen die Ausbreitung der Schadstoffe aus dem Gewerbegebiet mit LASAT [7] berechnet. Aus den ermittelten Zusatzbelastungen (Stickstoffdeposition) auf den o. g. beurteilungsrelevanten FFH-Flächen können die Emissionskontingente unter der Forderung „Einhaltung der o. g. Beurteilungswerte“ abgeleitet werden.

Aufbauend auf den angesetzten Einheitsemissionen (E_{Bezug}) und den damit ermittelten Zusatzbelastungen (IZ_{Bezug}) wird das nachstehend beschriebene Konzept angewandt. Aus dem Verhältnis der ermittelten Immissionen zu den jeweiligen Beurteilungswerten kann eine Transmissionskonstante der Zusatzbelastung für den betrachteten Schadstoff ermittelt werden. Die Gesamtbelastungen der Immissionen ergeben sich als Summe aus der Zusatzbelastung und der jeweiligen Hintergrundbelastung. Unter der Annahme, dass sich alle Quellen im Gewerbegebiet proportional zueinander verhalten, gilt für jeden Schadstoff folgende Beziehung:

$$\frac{IG_{\text{Bezug}} - HG}{E_{\text{Bezug}}} = \frac{IG_{\text{Ziel}} - HG}{E_{\text{Ziel}}} = \frac{IZ_{\text{Bezug}}}{E_{\text{Bezug}}} = \frac{IZ_{\text{Ziel}}}{E_{\text{Ziel}}} = \text{konstant}$$

mit HG = Hintergrundbelastung, N-Deposition in [kg/(ha*a)]
 IZ = Immissions-Zusatzbelastung, N-Deposition in [kg/(ha*a)]
 IG = Immissions-Gesamtbelastung, N-Deposition in [kg/(ha*a)]
 E = Emissionsdichte [kg/h]

Mit den wie oben erläutert, auf Basis von Einheitsemissionen durchgeführten Ausbreitungsrechnungen, liegen die Transmissionskonstanten der Zusatzbelastungen vor. Damit können durch Rückrechnung aus den Emissionen und Immissionen für den Bezugsfall und den Zielwerten IG_{Ziel} (Beurteilungswerte) bzw. IZ_{Ziel} (Irrelevanzschwelle/Bagatellschwelle) die zugehörigen Zielwerte der Emissionen E_{Ziel} bestimmt werden. Die Zielwerte können als Emissionskontingente interpretiert werden, die die Einhaltung der o. a. Beurteilungswerte gewährleisten können.

3.4 Berechnungsverfahren zur Emissions- und Ausbreitungsmodellierung

Ausgehend von dem geplanten Gewerbegebiet können grundsätzlich Emissionen von Stickstoffoxiden NO_x (NO und NO_2) und Ammoniak NH_3 zu einer zusätzlichen Stickstoffdeposition im FFH-Gebiet führen. Für diese Referenzsubstanzen werden Ausbreitungsrechnungen mit normierten Emissionsansätzen durchgeführt, um auf dieser Basis die gebietsbezogenen Emissionskontingente abzuleiten.

Die Luftschadstoffe werden aus der Atmosphäre über trockene Deposition und nasse Deposition (Regen, Schnee usw.) in Ökosysteme am Boden eingetragen. Der Eintrag wird von den Turbulenzeigenschaften der oberflächennahen Luftschicht bestimmt, die von der lokalen Oberflächenbeschaffenheit, charakterisiert durch Landnutzungs-klassen, abhängig sind.

Grundlage zur Ermittlung der Stickstoffdeposition sind Ausbreitungsrechnungen für verschiedene Quellkonfigurationen mit dem dreidimensionalen Ausbreitungsmodell LASAT (Lagrangemodell in Anlehnung an das Modell der TA Luft) [7]. Dieses Modell

entspricht den Vorgaben des Anhang 3 der TA Luft bezüglich des Partikelmodells der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 [26]. Die Umwandlung von NO zu NO₂ auf dem Ausbreitungspfad wurde entsprechend den Vorgaben des Anhang 3 der TA Luft berücksichtigt.

Die Deposition der Schadstoffe wurde unter Berücksichtigung der stoffspezifischen Depositionsparameter gemäß VDI 3782 Blatt 5 [23] mit LASAT berechnet. Dementsprechend wurden Depositionsgeschwindigkeiten von $v_d = 0,05$ cm/s für NO und von $v_d = 0,3$ cm/s für NO₂ sowie $v_d = 2,0$ cm/s für NH₃ (Wald) zugrunde gelegt.

Die trockene Deposition ist meist größer als die nasse Deposition [23]. Für die Abschätzung der Zusatzbelastung im Nahbereich einer Quelle und bei bodennaher Freisetzung der Schadstoffe spielt die nasse Deposition von Stickstoffoxiden nur eine untergeordnete Rolle [1]. Lediglich für die nasse Deposition von Ammoniak NH₃ kann ein relevanter Zuschlag auftreten. Zur rechnerischen Ermittlung der nassen Deposition erfolgte die Einbindung einer Niederschlagszeitreihe für das Untersuchungsgebiet in die Ausbreitungsrechnung und den Angaben der VDI 3782 Bl. 5 [23] zu den Auswaschraten.

Die Stickstoffdeposition errechnet sich aus dem N-Anteil der berechneten Deposition für die o. g. Luftinhaltsstoffe, d. h. der deponierten Masse an NH₃, NO und NO₂².

Es ist bekannt, dass insbesondere Gebäude an niedrigen Quellen (<1,7fache Gebäudehöhen) die Transmissionsbedingungen beeinflussen. Die durch Einfluss der Bebauung erhöhte Turbulenzintensität bedingt im Einflussbereich der Bebauung eine stärkere Verdünnung der Abgase.

Im Sinne einer konservativen Vorgehensweise wurde eine Referenzquellenkonfiguration ohne Bebauung gewählt und die Emissionen in Volumenquellen verteilt, die von 0 m bis 10 m Höhe über Grund sowie horizontal über die geplanten Bauflächen ausgedehnt sind (Emissionsbereiche).

Die Quellhöhe für gefasste Emissionen, d.h. die Kaminhöhe über Grund, wird in der Regel nach den für den einzelnen Emittenten jeweils geltenden gesetzlichen Bestimmungen festgelegt. Die Abgase sind so abzuleiten, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ermöglicht wird. Dies bedeutet, dass im Einflussbereich von Gebäuden die Abgase in größeren Höhen als o. a. freigesetzt werden. Zusätzlich wirkt bei warmen oder heißen Abgasen der Auftrieb in Richtung Erhöhung der effektiven Quellhöhe.

Die Berechnung der Schadstoffdepositionen erfolgt flächenhaft im Untersuchungsgebiet mit dem Modell LASAT. Die berechneten NO, NO₂- und NH₃-Depositionen werden entsprechend der Molekularmassen in Stickstoffdepositionen umgerechnet.

² N-Anteil entsprechend der Atommassen etwa 82% der deponierten NH₃-Masse, ca. 30% der deponierten NO₂-Masse und ca. 47 % der deponierten NO-Masse.

4 Eingangsdaten und technische Grundlagen

4.1 Hintergrundbelastung Stickstoff

Im Rahmen eines Forschungsprojektes vom Umweltbundesamt über Einträge von Luftschadstoffen [20] wurden u. a. Belastungsdaten der Stickstoffdeposition (im Raster von 1 x 1 km²) ermittelt, die unter <http://gis.uba.de/website/depo1> abgerufen werden können. Die genannten Werte werden dort unter dem Titel „Hintergrundbelastungsdaten Stickstoff, Bezugszeitraum: Dreijahresmittelwert der Jahre 2013-2015“ angegeben.

Der Kartendienst des Umweltbundesamtes weist für den Bereich des FFH-Gebietes für die hier relevanten Landnutzungsklassen (gemäß CORINE Landnutzung [4]) folgende Werte für die Stickstoff-Hintergrunddeposition aus (Abbildung 6):

- Wiesen und Weiden 8 kg N/(ha·a)
- semi-natürliche Vegetation 9 kg N/(ha·a)
- Mischwald 12 kg N/(ha·a).

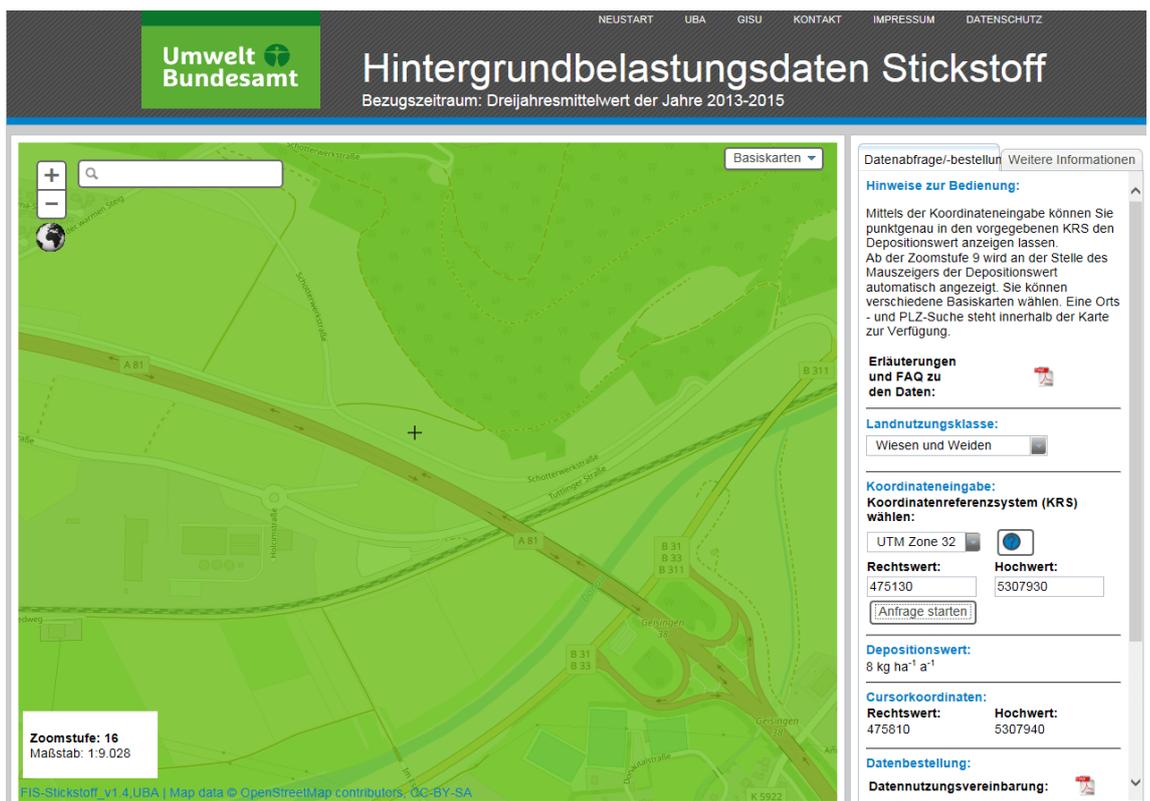


Abbildung 6. Hintergrundbelastung Stickstoff 2013 – 2015 im Untersuchungsgebiet (Kartendienst des Umweltbundesamtes [20], abgerufen am 18.01.2019).

In den Erläuterungen des Umweltbundesamtes zum Kartendienst wird in einer Fußnote folgender Hinweis gegeben: „Ergänzend hat die Überprüfung der Daten im Land Baden-Württemberg (BW) ergeben, dass für eine Anwendung im Vollzug BW-spezifische Korrekturfaktoren zur Anwendung kommen, welche die nationalen Berechnungen erhöhen.“

Die Landesanstalt Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) veröffentlicht in ihrem Daten- und Kartendienst [5] die Gesamtdeposition an reaktivem Stickstoff in Baden-Württemberg (in Kilogramm Stickstoff pro Hektar und Jahr) differenziert nach der Landnutzung. Der Datensatz für die Hintergrunddeposition (Stand 2009) wurde im Auftrag der LUBW von der Universität Stuttgart, Institut für Navigation (INS) erstellt. Datengrundlage ist die vormals vom Umweltbundesamt veröffentlichte nationale Modellierung der Hintergrunddeposition [19] für das Jahr 2009. Darauf aufbauend erfolgte eine Korrektur auf Grundlage der Walddepositionsdaten aus Baden-Württemberg [28].

Der Daten- und Kartendienst der LUBW weist für die vom Kartendienst im Untersuchungsgebiet ausgewiesenen Landnutzungsclassen folgende Werte für die Stickstoff-Hintergrunddeposition aus (Abbildung 7):

- Wiesen und Weiden 11 kg N/(ha·a)
- Acker 12 kg N/(ha·a)
- Mischwald 18 kg N/(ha·a).

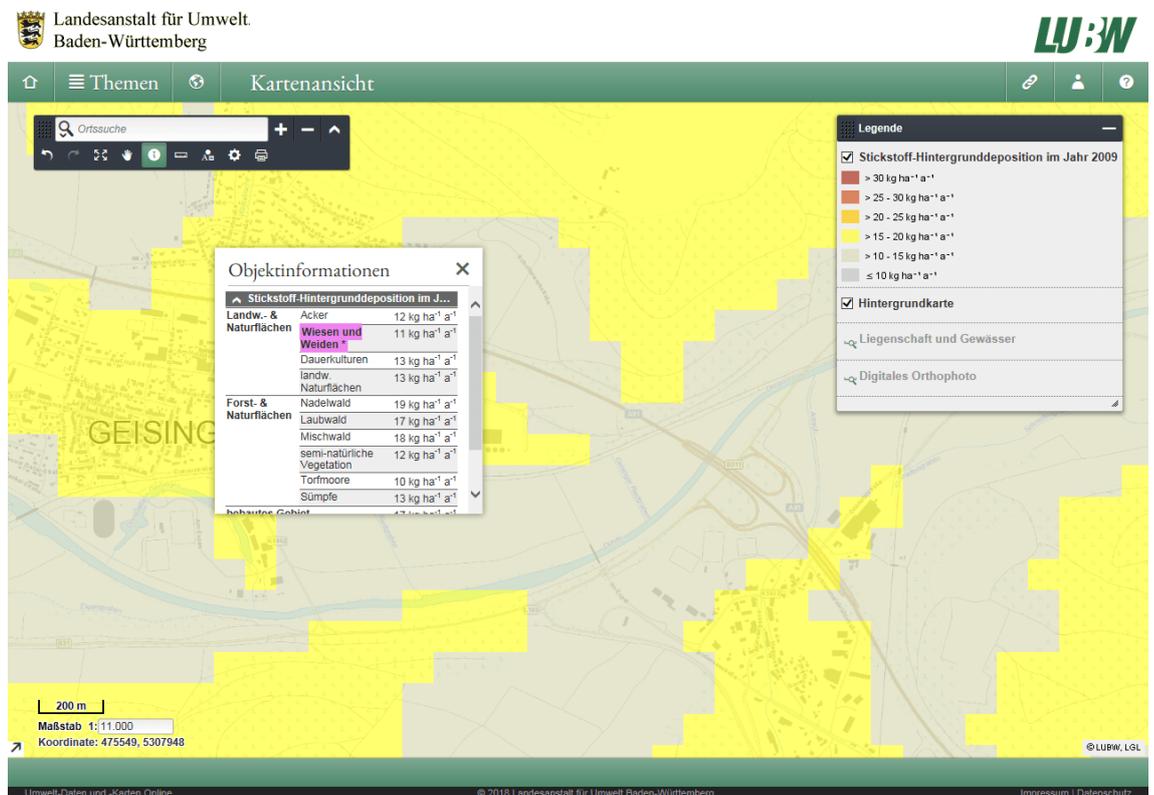


Abbildung 7. Stickstoff-Hintergrunddeposition im Jahr 2009 (LUBW [5], abgerufen am 29.01.2019).

\\S-kar-fs01\alfirmen\MPProj\144\W144247\M144247_01_Ber_2D.DOCX:28. 03. 2019

4.2 Emissionen Straßenverkehr

Zur Ermittlung der Vorbelastung, d. h. die Schadstoffeinträge in das FFH-Gebiet ohne Realisierung der Planung DANUVIA81 Nord, ist neben der Hintergrundbelastung die Stickstoffbelastung durch den Straßenverkehr zu berücksichtigen. Die verkehrsbedingten Emissionen und Immissionen im Untersuchungsgebiet werden für Stickoxide (NO_x) und Ammoniak (NH₃) berechnet.

Die Verkehrsmengen auf den berücksichtigten Straßenabschnitten entstammen dem Schallgutachten [27] bzw. dem Verkehrsmonitoring der Straßenverkehrszentrale Baden-Württemberg [32]. Die angesetzten Verkehrsdaten sind in der Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1. Verkehrsdaten Autobahn A 81 und K 5705 (nach [27] [32]).

Straßenabschnitt	DTV	SV-Anteil	Längs-	Verkehrssituation
	in Kfz/24h	(>3,5 t)	neigung	
Autobahn A 81	43'350	11%	0%	Autobahn, Tempolimit 130
Kreisstraße K 5705	2'000	4%	0%	Hauptstraße, Tempolimit 70

Dabei bedeuten:

DTV: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h

SV-Anteil: Schwerverkehrsanteil (Kfz über 3,5 t zul. Gesamtgewicht)

Die Ermittlung der Emissionen erfolgt nach der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ [24]. Die Berechnung der Quellstärken für die verkehrsbedingten Emissionen erfolgte auf der Grundlage der Verkehrsdaten und dem einschlägigen Handbuch „Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA 3.3“ [12]. Die Längsneigungen der Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet wurden berücksichtigt.

Es wurden für den Straßenverkehr die Emissionsfaktoren einer Fahrzeugflotte des Jahres 2020 angesetzt. In Tabelle 2 sind die verwendeten Emissionsfaktoren für die relevanten Komponenten differenziert nach Leichtverkehr LV (Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge) und Schwerverkehr SV (schwere Nutzfahrzeuge und Busse) zusammengefasst.

Tabelle 2. Emissionsfaktoren Leichtverkehr LV (Pkw und leichte Nfz) und Schwerverkehr SV (>3,5 t) nach HBEFA 3.3 [12] für eine Fahrzeugflotte im Jahr 2020.

Verkehrssituation	Längs- neigung	NO _x		NH ₃	
		LV	SV	LV	SV
		in [mg/km] je Fahrzeug			
Lab130	0%	510	500	27.4	3.0
Lhvs70d	0%	320	1'080	15.5	3.0

Lab130d Ländlich, Autobahn, Tempolimit 130, flüssiger Verkehr, Längsneigung 0%

Lhvs70d Ländlich, Hauptverkehrsstraße, Tempo 70, flüssiger Verkehr, Längsneigung 0%

Die auf die Straßenlänge bezogenen Emissionsquellstärken der jeweiligen Straßenabschnitte ergeben sich aus den o. a. Emissionsfaktoren in Verbindung mit den in der Tabelle 1 aufgeführten Verkehrsmengen. In Tabelle 3 sind die ermittelten jahresmittleren Emissionsdichten angegeben, die bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigt wurden.

Tabelle 3. Jahresmittlere Emissionsquellstärken Straßenverkehr, ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2020.

Straßenabschnitt	NO _x	NH ₃
	[g/(m*h)]	
Autobahn A 81	0.9252	0.0453
Kreisstraße K 5705	0.0300	0.0013

4.3 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Das LASAT-Rechengebiet für die Ausbreitungsrechnung wurde als ein rechteckiges Gebiet mit einer Kantenlänge von 2.600 m × 1.600 m größer als das Untersuchungsgebiet festgelegt. Das Raster zur Berechnung der Immissionen wurde mit einem 2fach geschachtelten Gitter festgelegt (Abbildung 8). Die Maschenweite im inneren Netz wurde mit 10 m festgelegt. Diese Auflösung ermöglicht die für die Beurteilung im Untersuchungsgebiet nötige Aussageschärfe. Im äußeren Gitter wurden gemäß den Anforderungen des Ausbreitungsmodells [7] die Maschenweite mit 20 m proportional größer gewählt.

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Die Rauigkeitslänge ist gemäß TA Luft [8] für ein kreisförmiges Gebiet um die Quelle festzulegen, dessen Radius das 10fache der Emissionshöhe beträgt – bei diffusen Quellen ausgehend von einer Schornsteinhöhe von 10 m. Die auf der Basis von Geländenutzungsdaten [4] errechnete und auf den nächstgelegenen Tabellenwert gerundete Bodenrauigkeit ergibt sich zu $z_0 = 0,5$ m. Die Verdrängungshöhe d_0 ergibt sich nach Anhang 3 der TA Luft aus z_0 zu $d_0 = z_0 * 6$.

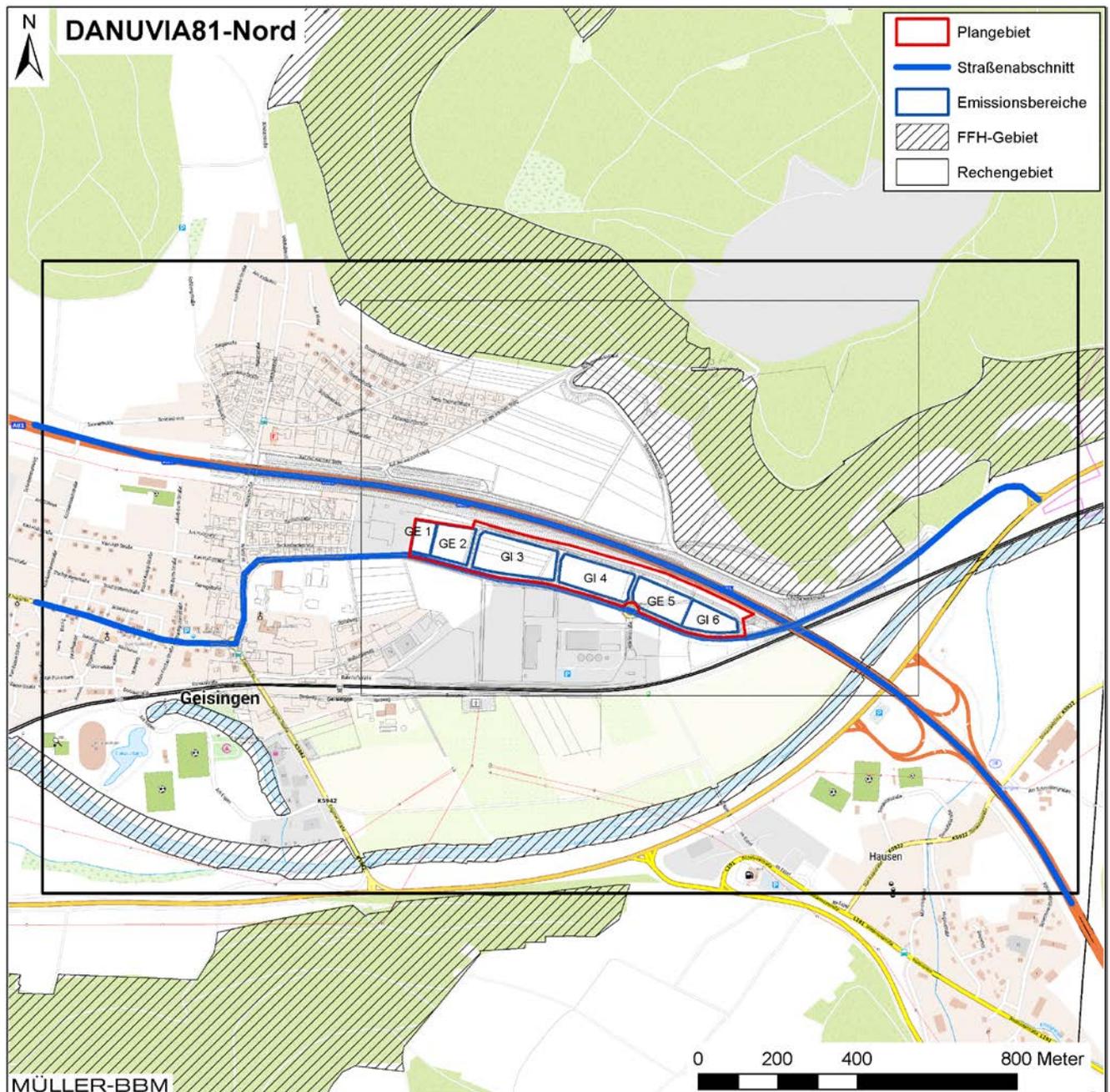


Abbildung 8. Rechengebiet, FFH-Gebiet und Emissionsbereiche.

4.4 Berücksichtigung von Geländedaten

Zur Berücksichtigung der Orographie bei der Berechnung des Windfeldes wurden die Höhendaten im Rechengebiet in Form eines Digitalen Geländemodells (DGM) [6] in einer Rasterauflösung von 50 m zugrunde gelegt.

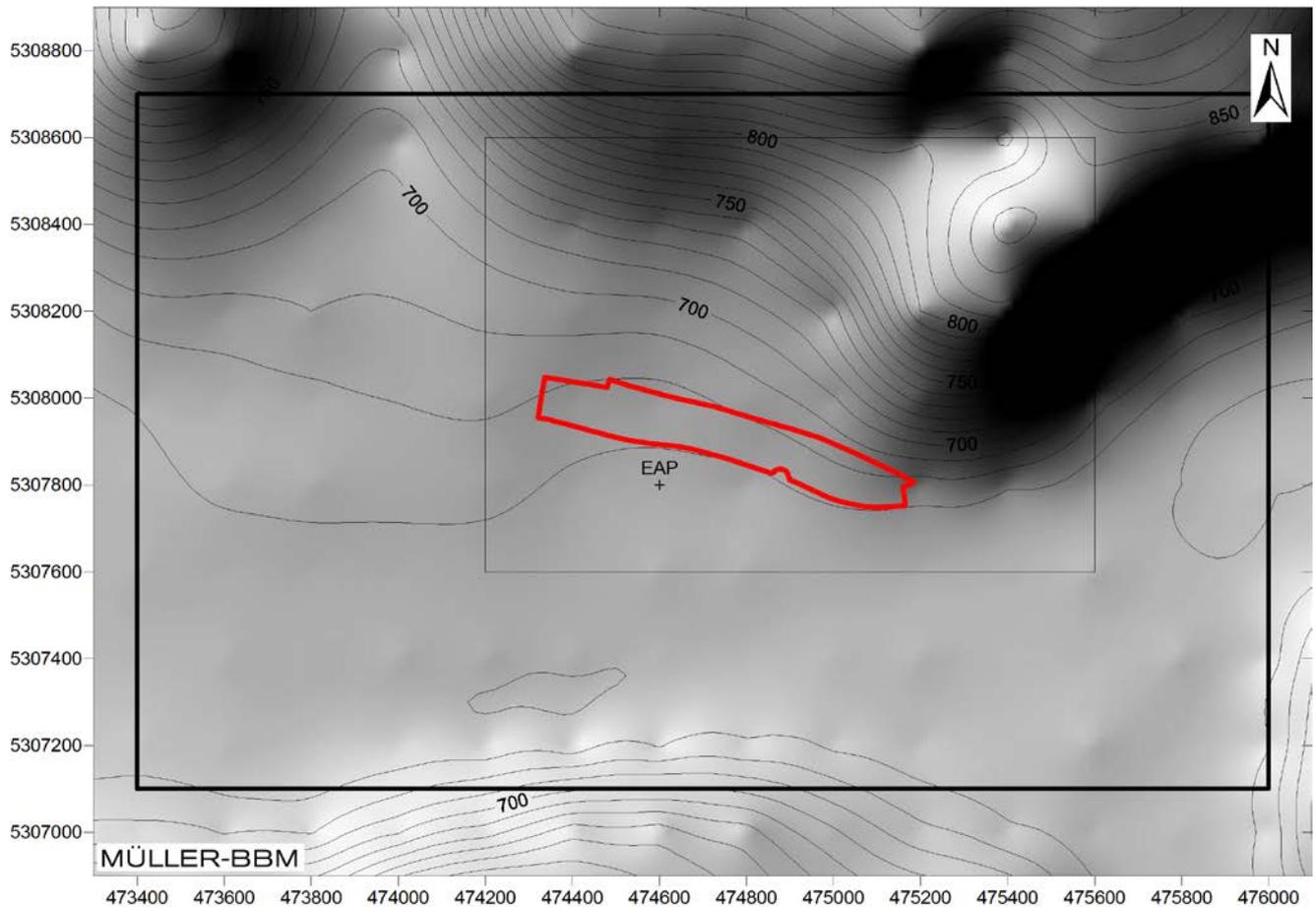


Abbildung 9. Digitale Geländehöhen im Rechengebiet. Plangebiet DANUVIA81-Nord rot umrandet.

4.5 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Luftschadstoffausbreitung werden repräsentative Daten über die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung sowie der atmosphärischen Stabilitäten benötigt, die üblicherweise in sogenannten Ausbreitungsklassenstatistiken oder Ausbreitungsklassenzeitreihen angegeben werden.

Die Windrichtungsverteilung an einem Standort wird primär durch die großräumige Luftdruckverteilung geprägt. Die Strömung in der vom Boden unbeeinflussten Atmosphäre (ab ca. 1.500 m über Grund) hat daher in Mitteleuropa ein Maximum bei südwestlichen bis westlichen Richtungen. Ein zweites Maximum, das vor allem durch die Luftdruckverteilung in Hochdruckgebieten bestimmt wird, ist bei Winden aus Ost bis Nordost vorherrschend. In Bodennähe, wo die lokale Ausbreitung von verkehrsbedingten Schadstoffen erfolgt, wird die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung jedoch durch die topographischen Strukturen modifiziert. Dies ist vor allem im Bereich von Tälern sichtbar. Dort werden die Windrichtungen entlang der Talachse kanalisiert.

Das wesentliche Charakteristikum für den Turbulenzzustand und damit die Fähigkeit zur Verdünnung von Schadstoffemissionen stellen die sogenannten Ausbreitungsklassen dar.

Die meteorologischen Verhältnisse können mit den synthetischen Winddaten der Landesanstalt Umwelt Baden-Württemberg LUBW [5] für das Untersuchungsgebiet abgebildet werden. Im vorliegenden Fall wurde bei den Ausbreitungsrechnungen die synthetisch repräsentative Ausbreitungsklassenzeitreihe (SynRepAKTerm) für die Gauß-Krüger-Koordinaten RW 3475000, HW 5309500 verwendet [17].

Abbildung 10 zeigt die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen der AKTerm. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 1,5 m/s. Die der Bodenrauigkeit zugehörige Anemometerhöhe wurde den Angaben in der AKTerm entnommen.

Das diagnostische Windfeldmodell des eingesetzten Ausbreitungsmodells LASAT berechnet für das gesamte Untersuchungsgebiet die durch Topografie und Landnutzung geprägte örtliche Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung. Der o. g. Referenzdatensatz repräsentiert in dieser Vorgehensweise nur die Windverhältnisse für den ausgewiesenen Anemometerstandort, die dann mit den berechneten örtlichen Windfeldern im Untersuchungsgebiet statistisch gekoppelt werden. Somit liegt für das Untersuchungsgebiet flächendeckend die Information zu den lokalen Windverhältnissen vor.

Die vom Partikelmodell LASAT benötigten meteorologischen Grenzschichtprofile und die hierzu benötigten Größen

- Windrichtung in Anemometerhöhe
- Monin-Obukhov-Länge
- Mischungsschichthöhe

wurden gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 8 [25] und entsprechend den im Anhang 3 der TA Luft [8] festgelegten Konventionen bestimmt.

Für die Ausbreitungsrechnung wurden zudem die Niederschlagsdaten der DWD-Station Geisingen [18] für das Jahr 2010 herangezogen. Die Jahressumme beträgt 807 mm/a.

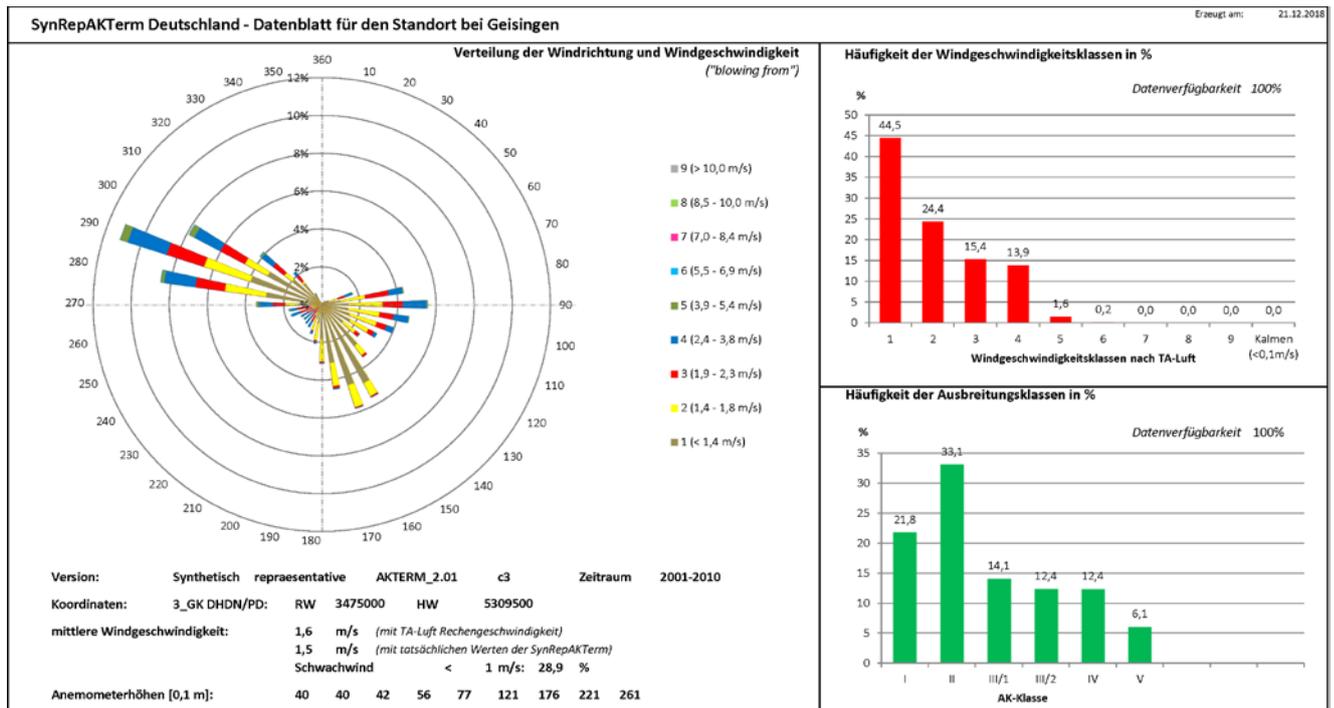


Abbildung 10. Synthetische Winddaten für das Untersuchungsgebiet bei Geisingen [17].

5 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen

5.1 Schadstoffeinträge in das FFH-Gebiet ausgehend vom Straßenverkehr

Zur Darstellung der bestehenden Immissionssituation (Vorbelastung) wurde die durch den Straßenverkehr bedingte Zusatzbelastung ermittelt. Dazu wurde mit den in Abschnitt 4.2 beschriebenen Emissionen die Ausbreitung der Schadstoffe Stickoxide ($\text{NO}_x = \text{NO}$ und NO_2) und Ammoniak (NH_3) berechnet.

Abbildung 11 zeigt die in Summe (NO , NO_2 und NH_3) ermittelten straßenverkehrsbedingten zusätzlichen Stickstoffeinträge (N-Depositionen). Die Stickstoffeinträge überschreiten in Summe mit der in Abschnitt 4.1 beschriebenen Hintergrundbelastung den Critical Load von $11 \text{ kg N}/(\text{ha}\cdot\text{a})$ für den empfindlichsten Lebensraumtyp FFH-LRT 8160* „Kalkschutthalden“.

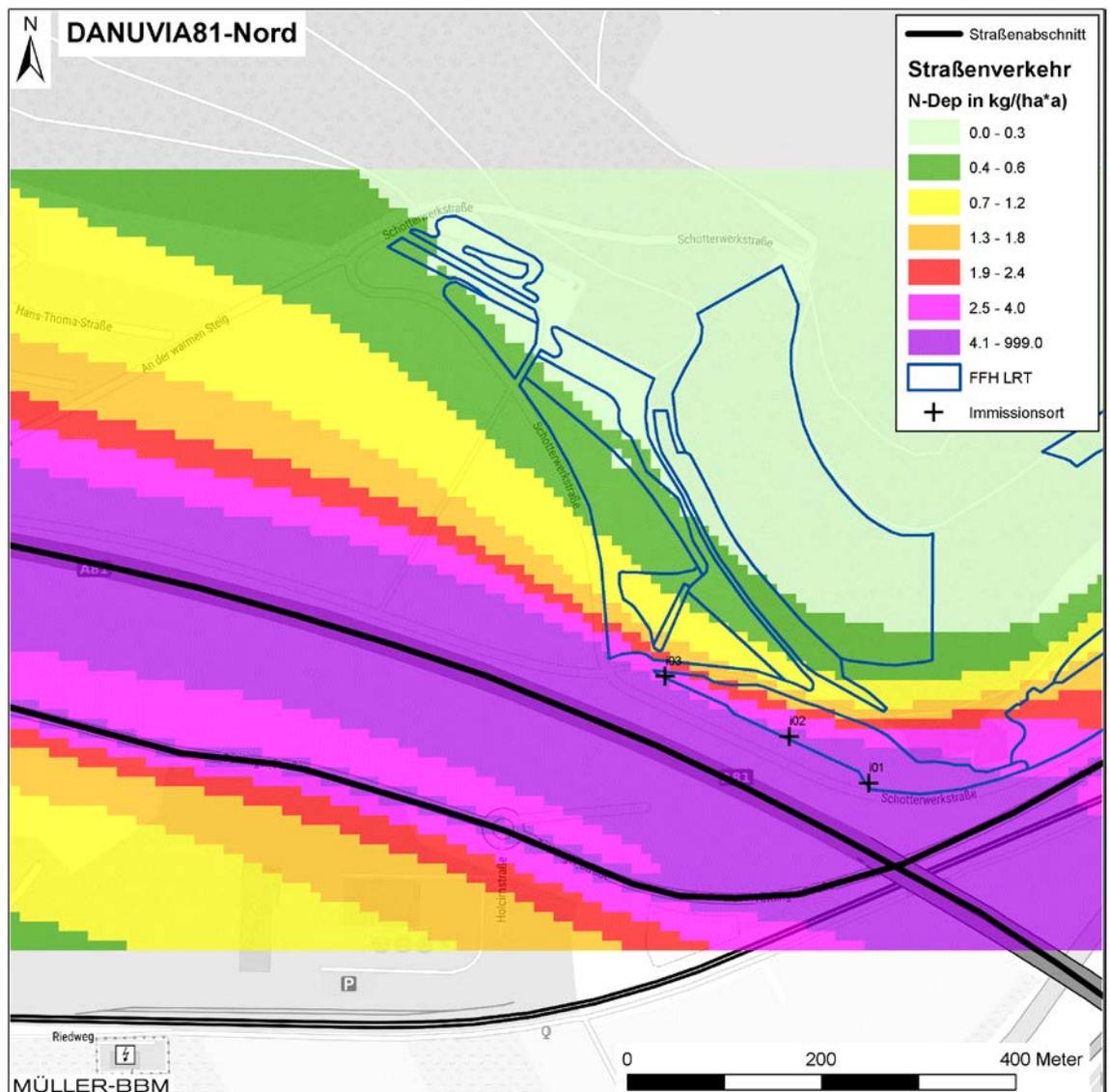


Abbildung 11. Verkehrsbedingte Zusatzbelastung, Stickstoffeintrag (N-Deposition, Summe aus NO_x und NH_3 -Einträgen) am Boden.

5.2 Fiktive Schadstoffeinträge in das FFH-Gebiet ausgehend vom Plangebiet

Wie oben beschrieben wurden mit dem Ansatz einer Einheitsemission von jeweils insgesamt 1 kg/h aus dem geplanten Gewerbegebiet die Ausbreitung der Schadstoffe Stickoxide ($\text{NO}_x = \text{NO}$ und NO_2) und Ammoniak (NH_3) mit LASAT berechnet.

In Abbildung 12 ist das räumliche Verteilungsmuster der für den fiktiven Emissionsansatz für Stickoxide ($\text{NO}_x = \text{NO}$ und NO_2 , Einheitsemission 1 kg/h in Summe, gleichmäßig über alle Emissionsbereiche verteilt) ermittelten zusätzlichen N-Depositionen (fiktive Zusatzbelastung) dargestellt.

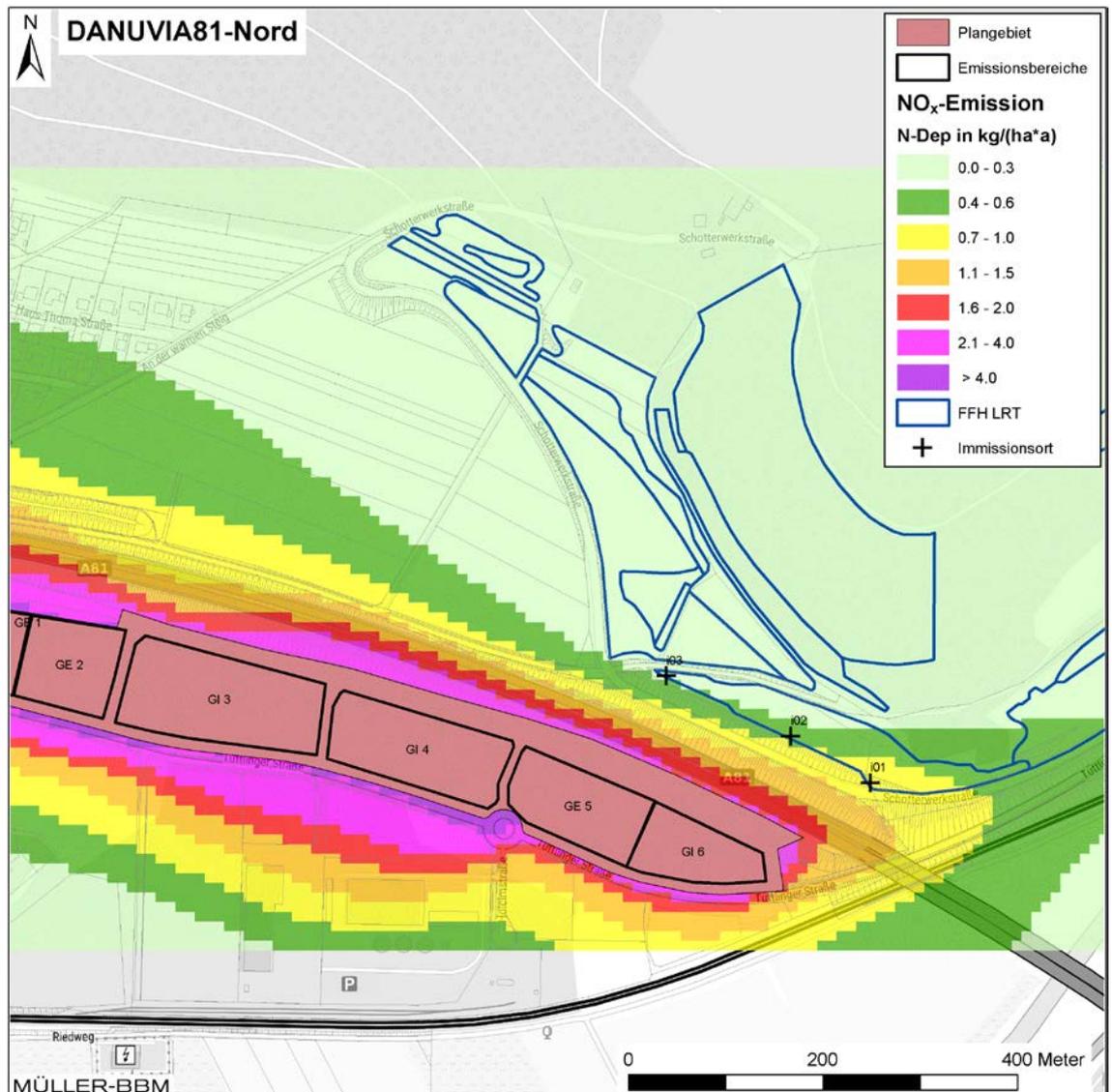


Abbildung 12. Stickstoffeintrag (N-Deposition) am Boden bei fiktiver Einheitsemission NO_x (1 kg/h in Summe über alle Emissionsbereiche), relevante FFH-LRT blau umrandet.

Die Abbildung 13 zeigt das räumliche Verteilungsmuster der für den fiktiven Emissionsansatz für Ammoniak (NH_3 , Einheitsemission 1 kg/h in Summe, gleichmäßig über alle Emissionsbereiche verteilt) ermittelten zusätzlichen N-Depositionen (fiktive Zusatzbelastung).

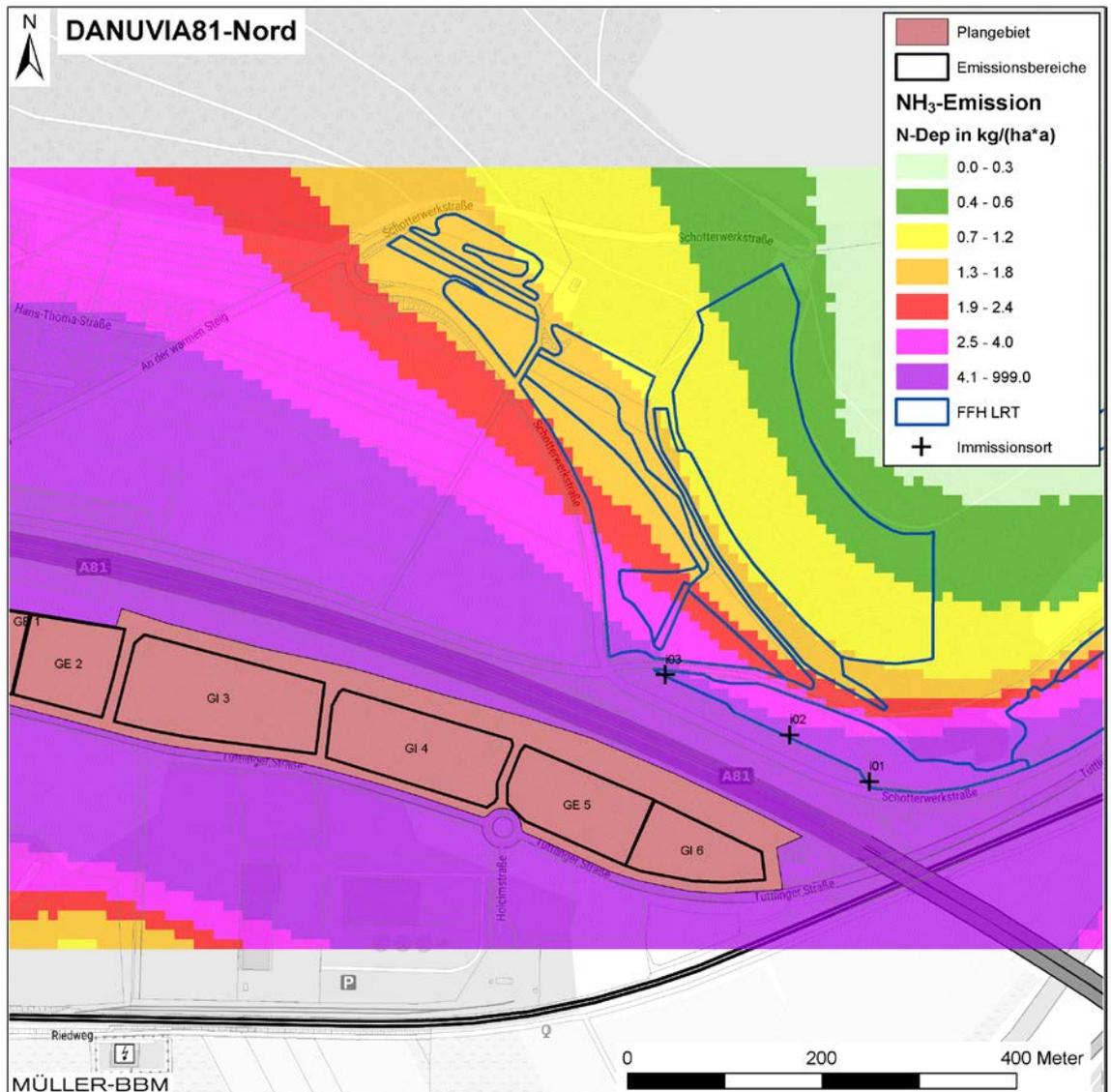


Abbildung 13. Stickstoffeintrag (N-Deposition) am Boden bei fiktiver Einheitsemission NH_3 (1 kg/h in Summe über alle Emissionsbereiche), relevante FFH-LRT blau umrandet.

5.3 Emissionskontingente zur Einhaltung der Bagatellschwelle für N-Deposition

Zur Ermittlung der möglichen zusätzlichen Emissionen aus dem Plangebiet wird die in Abschnitt 3.2 aus dem Critical Load für den empfindlichsten Lebensraumtyp FFH-LRT 8160* „Kalkschutthalden“ abgeleitete Bagatellschwelle von 0,33 kg N/(ha·a) angewendet.

Die oben dargestellten Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen weisen innerhalb der FFH-Fläche für den fiktiven Emissionsansatz maximale N-Depositionen von 0,85 kg N/(ha·a) resultierend aus 1 kg/h NO_x-Emission bzw. 12,4 kg N/(ha·a) resultierend aus 1 kg/h NH₃-Emission aus. Diese Werte treten am südlichen Rand des FFH-Gebietes am Immissionsort i01 auf. Die Lage der Immissionsorte sind in den obigen Abbildungen markiert.

Bei Emissionen von 1 kg/h wird demnach bei NO_x die o. a. Bagatellschwelle um mehr als Faktor 2 überschritten. Die gleiche Emission von NH₃ führt aufgrund der deutlich höheren Deposition zur einer weitaus höheren Überschreitung der Schwelle.

Die möglichen Emissionskontingente werden unter der Annahme abgeleitet, dass die Emissionen aus dem Gewerbegebiet gerade die Einhaltung der Bagatellschwelle gewährleisten, d. h. die zulässigen Stickstoffdepositionen verursachen. Dabei wurde angenommen, dass die Bagatellschwelle für die Stoffeinträge von den NO_x- und den NH₃-Emissionen aus dem Gewerbegebiet jeweils komplett ausgeschöpft werden kann.

Aus der jeweils höchsten Belastung im FFH-Gebiet wurden die folgenden zulässigen Emissionsmassenströme im Jahresmittel abgeleitet, die im geplanten Gewerbegebiet freigesetzt werden dürfen:

- NO_x 3,4 t/a entspricht 0,39 kg/h (Daueremission gerundet)
- NH₃ 0,24 t/a entspricht 0,027 kg/h (Daueremission gerundet)

Die ermittelten Emissionskontingente gelten für die oben beschriebene Referenzquellkonfiguration. Für andere Quellkonfigurationen ist dann im nachgelagerten Genehmigungsverfahren nachzuweisen, dass an den Immissionsorten keine höheren Zusatzbelastungen auftreten.

Bei der Ermittlung der Emissionskontingente wurde zugrundegelegt, dass das Stickstoffkontingent entweder gänzlich von NO_x-Emissionen oder gänzlich von NH₃-Emissionen ausgeschöpft werden kann. Dabei wurde vorausgesetzt, dass nur jeweils eine der Stickstoffverbindungen im Gewerbegebiet emittiert wird. In der Regel werden die NO_x-Emissionen dominieren. NH₃-Emissionen treten seltener und in geringerem Maße auf.

Sofern NH₃-Emissionen zugelassen werden sollen, dann ist die Kombination der beiden Schadstoffe bis zu einem gesamten Massenstrom von zusammen 0,39 kg/h zu begrenzen, wobei der Massenstrom von NH₃ mit dem Faktor 14 zu wichten ist. D. h. die NO_x-Emissionen sind um 0,14 kg/h je 0,01 kg/h NH₃-Emission zu reduzieren.

Zur Einschätzung der Größenordnung der Emissionskontingente kann zudem orientierend der Bagatellmassenstrom der TA Luft für NO_x von 20 kg/h für gefasste Emissionen bzw. 2 kg/h bei diffusen Emissionen herangezogen werden. Bei Ein-

haltung des Bagatellmassenstroms ist es im Rahmen eines immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens nicht erforderlich, die Immissionskenngrößen (Vorbelastung, Zusatzbelastung, Gesamtbelastung) zu bestimmen.

5.4 Verfahrensempfehlung

Es wird vorgeschlagen folgenden Text in die Satzung des Bebauungsplans zu übernehmen:

Die Emissionen der Luftschadstoffe (Stickstoffoxide) aus dem gesamten Gewerbegebiet dürfen folgenden Massenstrom pro Jahr nicht überschreiten:

- NO_x 3,4 t/a entspricht 0,39 kg/h (Daueremission gerundet)

Teilkontingente der zulässigen Emissionen sind auf die anteilige Fläche der Baugrundstücke des Bebauungsplanes bezogen zu vergeben. Die Emissionskontingente werden gleichmäßig auf die Baufelder verteilt. Maßgebliche Fläche hierfür ist die Summe der Flurstücksflächen der Baufelder (gesamt 72.751 m² nach Planentwurf vom 22.06.2018 [30]). Aus dem Verhältnis von Emissionskontingent und Fläche der Baufelder ergeben sich folgende Werte, die für jedes Baufeld gelten:

- maximale jahresmittlere NO_x-Emission:
0,047 kg/(m²×a) × Grundstücksfläche in m²

Sofern zusätzlich zu NO_x-Emissionen auch NH₃-Emissionen zugelassen werden, ist die Kombination der beiden Schadstoffe bis zu einem gesamten Massenstrom von zusammen 0,39 kg/h im Jahresmittel zu begrenzen, wobei der Massenstrom von NH₃ mit dem Faktor 14 zu wichten ist. D. h. die zulässigen NO_x-Emissionen von 0,39 kg/h sind um 0,14 kg/h je 0,01 kg/h NH₃-Emission zu reduzieren.

Die ermittelten Emissionskontingente gelten für die in Abschnitt 3.1 beschriebenen Referenzquellkonfiguration. Für andere Quellkonfigurationen ist ggf. im nachgelagerten Genehmigungsverfahren nachzuweisen, dass die projektbezogene Zusatzbelastung in den nächstgelegenen FFH-Flächen (Abbildung 3 und Abbildung 4) die o. a. Bagatellschwelle von 0,33 kg N/(ha*a) anteilig entsprechend der anteiligen Fläche der Baugrundstücke des Bebauungsplanes nicht überschreitet.

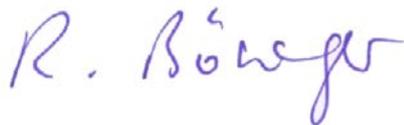
6 Grundlagen, verwendete Literatur

Bei der Erstellung des Gutachtens wurden die folgenden Unterlagen verwendet:

- [1] Bachhiesl, M., Narodoslowsky, M., Sturm, P.-J. (2002): Berechnung des Depositionsflusses als Grundlage für ökotoxikologische Beurteilungen. UVP-report 1+2/2002.
- [2] Bauleitplanung, Emissionen von Gewerbegebiete, Schreiben der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg an das Landratsamt Ravensburg vom 30. März 2010.
- [3] Bebauungsplan Gewerbegebiet IKOWA bei Kißlegg im Allgäu - Untersuchung zur Ableitung von Schadstoffemissionskontingenten, Müller BBM GmbH, Niederlassung Karlsruhe, Bericht Nr. M84 007/2, Dez. 2010.
- [4] CORINE Land Cover, Daten zur Bodenbedeckung, Landnutzung (CORINE 2012), Geobasisdaten, INSPIRE-Thema Landbedeckung auf Grundlage von Daten aus dem Corine Land Cover 10 ha (CLC10), © GeoBasis-DE / BKG http://sq.geodatenzentrum.de/wms_clc10_2012, abgerufen am 29.01.2019.
- [5] Daten- und Kartendienst der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, www.lubw.baden-wuerttemberg.de.
- [6] Digitales Geländemodell globDEM50 im 50 m-Raster, Version 2.0, metSoft GbR.
- [7] Dispersion Model LASAT, Version 3.4.16-64WI17-m4, Copyright (c) L. Janicke 1989-2017, Januar 2019, <http://www.janicke.de/de/lasat.html>.
- [8] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002, (GMBl. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 605).
- [9] FFH-Lebensraumtypen gemäß Bestandskarte des FFH-Managementplans und Angaben zum Critical Load, Eberhard + Partner GbR, Konstanz, 18.12.2018.
- [10] FFH-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG): Richtlinie zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen.
- [11] Gauger et al. (2008): National Implementation of the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Effects) - Teil 1: Deposition Loads: Methoden, Modellierung und Kartierungsergebnisse, Trends. Abschlußbericht FKZ 204 63 252 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau.
- [12] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA, Version 3.3, 24. April 2017, INFRAS Bern/Zürich, www.hbefa.net.
- [13] Klimaatlas Baden-Württemberg, <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>.
- [14] LAI-Arbeitskreis, Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen, Abschlussbericht (Langfassung), Stand 01.03.2012.
- [15] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, LANUV-Fachvorschlag zur Prüfung der FFH-Verträglichkeit von Stickstoffdeposition in empfindlichen Lebensräumen in FFH-Gebieten, Stand 01.07.2013.

- [16] Landesumweltamt Brandenburg, 2008: Vollzugshilfe zur Ermittlung erheblicher und irrelevanter Stoffeinträge in Natura 2000-Gebiete.
- [17] Meteorologische Daten (Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Ausbreitungs-kategorie) der synthetischen repräsentativen Ausbreitungsklassenzeitreihe für den Standort Geisingen mit den Koordinaten RW 3475000 HW 5309500, metSoft GbR, Heilbronn, 21.12.2018.
- [18] Meteorologische Daten (Niederschlagsmengen) der Station Geisingen, Deutscher Wetterdienst (DWD), Climate Data Center, www.dwd.de.
- [19] Modellierung und Kartierung atmosphärischer Stoffeinträge und kritischer Belastungsschwellen zur kontinuierlichen Bewertung der ökosystem-spezifischen Gefährdung der Biodiversität in Deutschland - PINETI (Pollutant INput and EcosysTem Impact), Teilbericht 2 Weiterentwicklung der Modellierung der nassen Deposition im Chemie-Transport-Modell REM-Calgrid. Hrsg.: Umweltbundesamt, Texte 61/2014, Dessau-Roßlau, December 2014.
- [20] Modellierung und Kartierung atmosphärischer Stoffeinträge von 2000 bis 2015 zur Bewertung der ökosystem-spezifischen Gefährdung von Biodiversität in Deutschland, PINETI-III, Vorläufige Fassung für den Kartendienst des Umweltbundesamtes zu den Hintergrundbelastungsdaten Stickstoff, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Forschungskennzahl FKZ 3714 64 2010, i. A. des Umweltbundesamtes, Juli 2018.
- [21] PINETI-3: Modellierung atmosphärischer Stoffeinträge von 2000 bis 2015 zur Bewertung der ökosystem-spezifischen Gefährdung von Biodiversität durch Luftschadstoffe in Deutschland, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Forschungskennzahl 3714 64 2010, UBA-FB 002693, Hrsg.: Umweltbundesamt, Texte 79/2018, Juli 2018.
- [22] Richtlinie VDI 3782 Blatt 3: Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre – Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Juni 1985
- [23] Richtlinie VDI 3782, Blatt 5: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositionsparameter. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, April 2006.
- [24] Richtlinie VDI 3782 Blatt 7: Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2003.
- [25] Richtlinie VDI 3783 Blatt 8: Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Dezember 2002.
- [26] Richtlinie VDI 3945 Blatt 3, Umweltmeteorologie, Atmosphärische Ausbreitungsmodelle, Partikelmodell; September 2000.

- [27] Schalltechnische Untersuchung Bebauungsplan „DANUVIA81 Nord“ in Geisingen, Heine + Jud, Ingenieurbüro für Umweltakustik, Stuttgart, 30.07.2018.
- [28] StickstoffBW (2016): Beurteilung der Stickstoffdeposition in Baden-Württemberg - Kurzmitteilung 1/2016 für eine zwischen Bund und Ländern abgestimmte Stickstoffstrategie. Fachdokumentendienst Umweltbeobachtung, ID U10-S7-J16, Karlsruhe, Januar 2016, Bezug: <http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/>.
- [29] Topographische Karten Baden-Württemberg, Maßstab 1:50.000, Geogrid®-Viewer V6, EADS Deutschland GmbH.
- [30] Unterlagen, Pläne und Daten zum Bebauungsplan „DANUVIA81 Nord“ der Stadt Geisingen (Entwurf vom 22.06.2018), zur Verfügung gestellt von Eberhard + Partner GbR, Konstanz, 11.12.2018.
- [31] Urteil des Bundesverwaltungsgerichts Leipzig in der Verwaltungsstreitsache „Neubau der Bundesautobahn A 44 Kassel - Herleshausen im Teilabschnitt Anschlussstelle Hessisch Lichtenau-Ost bis Hasselbach (VKE 32)“, verkündet am 14. April 2010, BVerwG 9 A 5.08.
- [32] Verkehrszählraten, Autobahn 81 und K 5705, Verkehrsmonitoring der Straßenverkehrsbehörde Baden-Württemberg, Daten zur Verfügung gestellt von Eberhard + Partner GbR, Konstanz, 23.11.2018 und 11.12.2018.



Dipl.-rer. nat. Rainer Böwinger