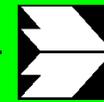


Modellierung verkehrsbedingter Stickstoffeinträge in FFH- Gebiete

Dipl.-Ing. Helmut Lorentz

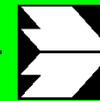
BAST Kolloquium 20./21. März 2013
Bergisch Gladbach



- Allgemeines
- Emissionsbestimmung
- Depositionsberechnung
- Abstandstabellen
- Minderungsmaßnahmen
- Ausblick



- In Genehmigungsplanungen von Straßen hat in den letzten Jahren, nicht zuletzt wegen einschlägiger Gerichtsurteile, die Fragestellung verkehrsbedingter Stickstoffeinträge in Flora- und Fauna-Habitate (FFH) an Bedeutung gewonnen. Innerhalb der FFH-Verträglichkeitsprüfung (FFH-VP) werden daher Berechnungen von Stickstoffdepositionen resultierend aus dem prognostizierten Kfz-Verkehr gefordert.
- Die Bundesanstalt für Straßenwesen hat das FE-Vorhaben 84.0102/2009 „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“ durchführen lassen, um ein einheitliches Vorgehen bei der Berechnung und Bewertung von Stickstoffeinträgen in FFH-Gebiete zu fördern.

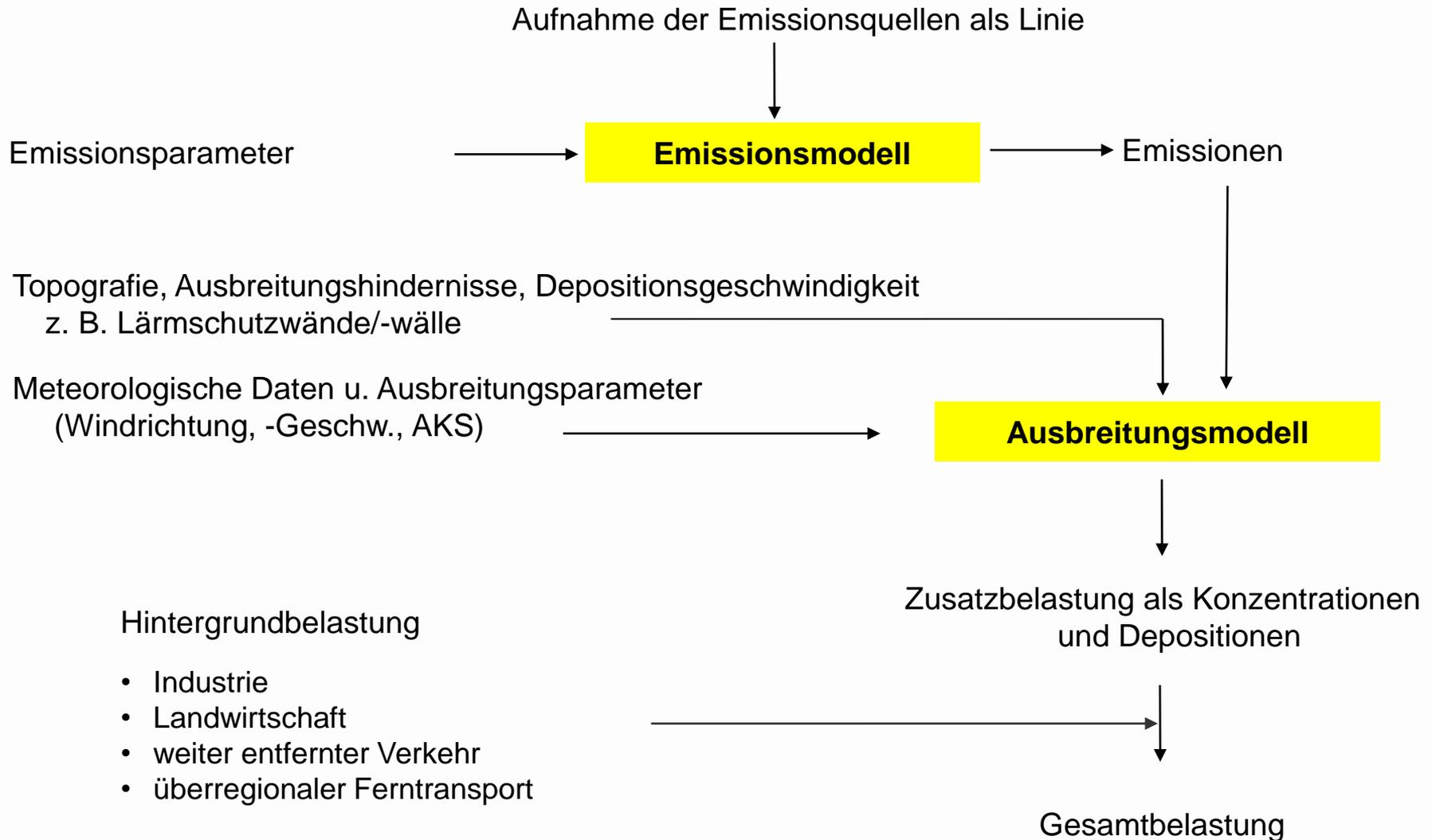


Kfz-bedingte Zusatzbelastung

- **Neubau:**
Depositionen resultierend aus den Emissionen der Straße im Planfall und den Änderungen auf dem bestehenden Straßennetz
- **Ausbau:**
Depositionen resultierend aus der Differenz der Emissionen der zu betrachtenden Straßen im Prognoseplanfall und im Prognosenullfall.

Hintergrundbelastung

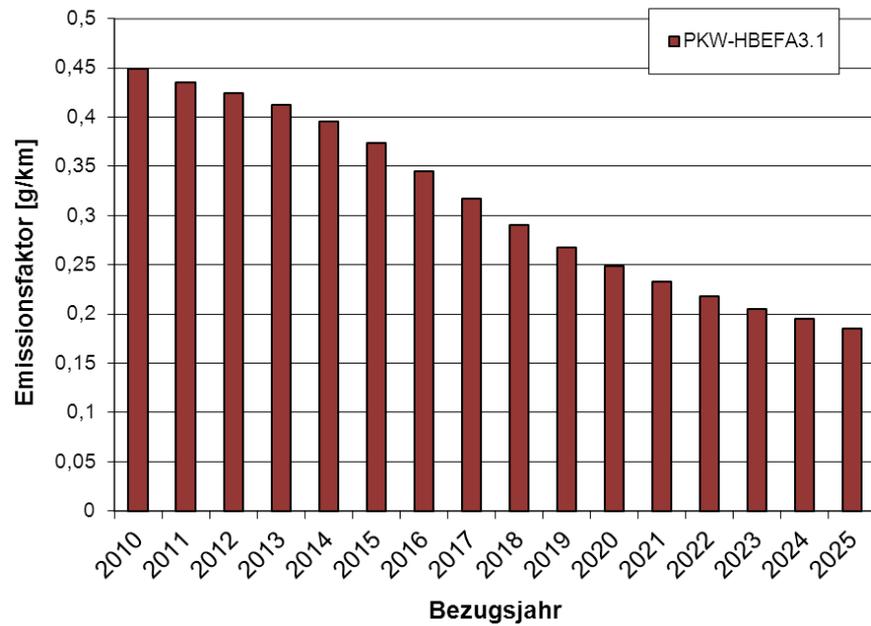
- Ferntransport, Landwirtschaft, Industrie, etc.
- Werte für ganz Deutschland wurden vom Umweltbundeamt veröffentlicht. (FE-Vorhaben (UFOPLAN 3707 64 200: MAPESI - Modelling of Air Pollutants and EcoSystem Impact) und liegen in einer horizontalen Auflösung von 1 x 1 km vor.



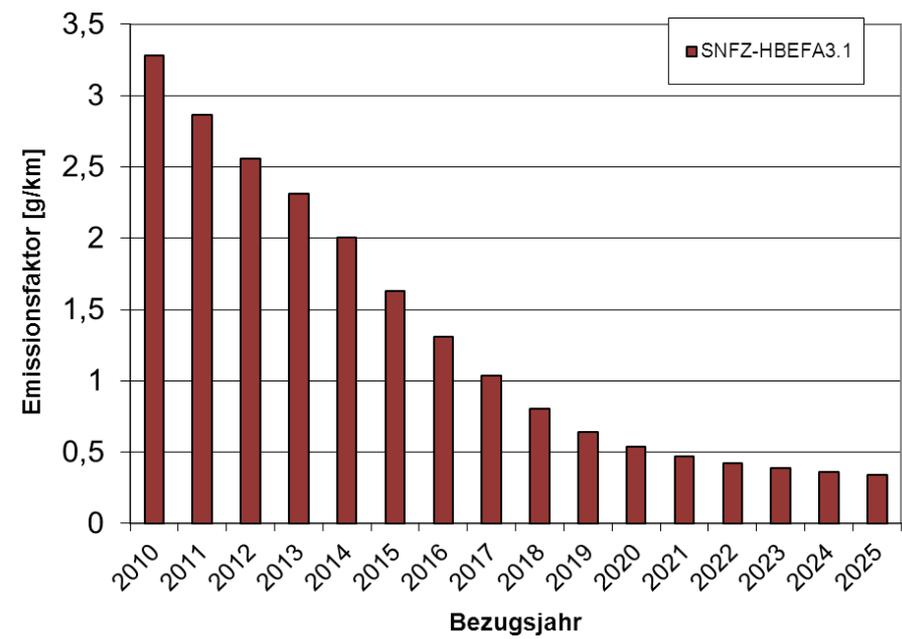


- Bei der Modellierung kfz-bedingter Stickstoffeinträge werden die stickstoffhaltigen Substanzen. Stickoxide NO_x (NO , NO_2) und Ammoniak (NH_3) berücksichtigt.
- Es werden die Emissionsfaktoren aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren des UBA (HBEFA 3.1) verwendet.
- Es gehen die Verkehrsmenge und der Schwerverkehrsanteil ein.
- Bezugsjahr festlegen: z.B. Jahr der Inbetriebnahme oder für N-Depositionen eventuell Jahr der Verkehrsprognose.
- Berechnung Emissionen pro Zeiteinheit und Straßenabschnitt:
Verkehrsaufkommen * spezifische Emissionsfaktoren für NO_x und NH_3 entsprechend VDI 3782 Bl. 7 (2003).

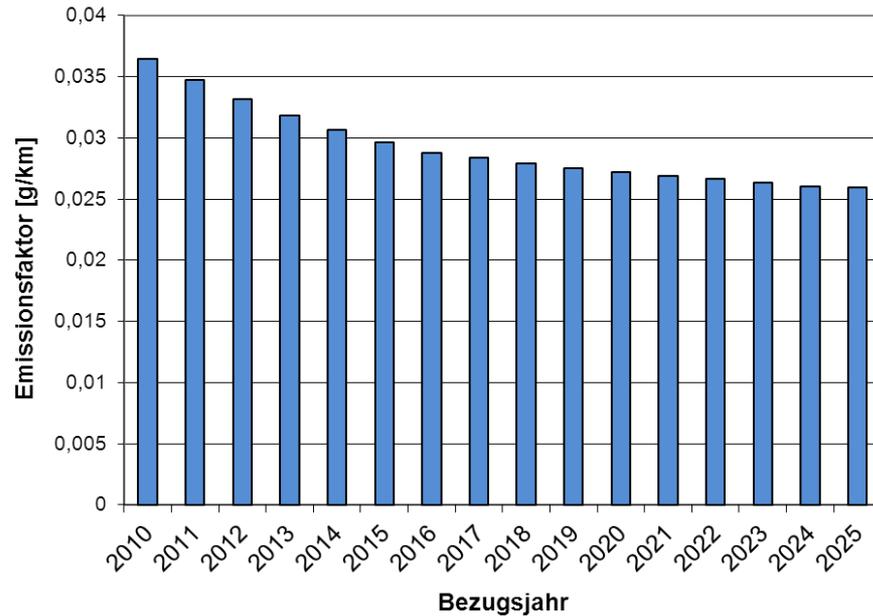
PKW NOx



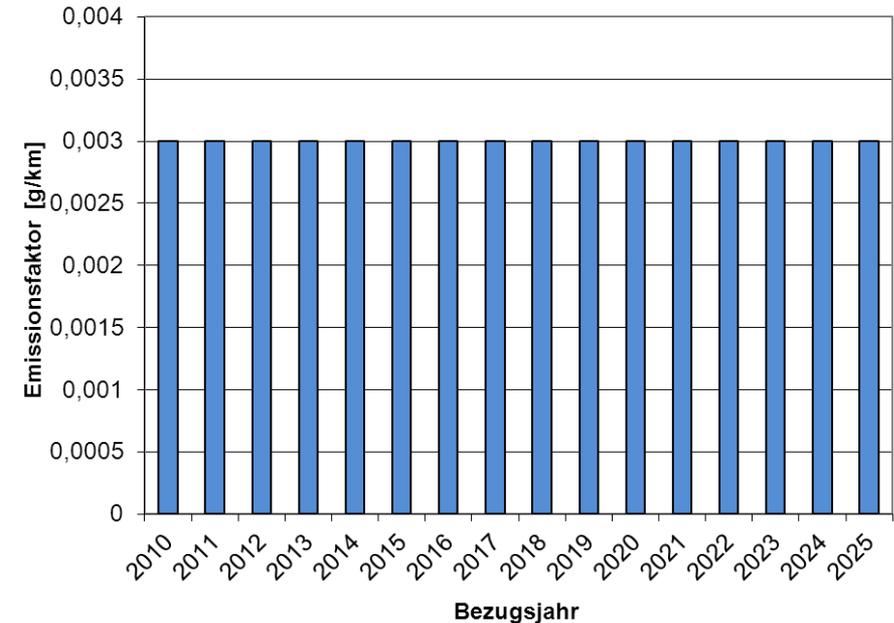
Schwere Nutzfahrzeuge NOx



PKW NH₃



Schwere Nutzfahrzeuge und Reisebusse NH₃



- Die SV-Emissionsfaktoren für NH₃ aus dem HBEFA3.1 verändern sich nicht mit der Änderung der Fahrzeugflotte in Prognosejahren.
- Auch macht das HBEFA3.1 keine Differenzierung für NH₃-Emissionsfaktoren bei unterschiedlicher Straßenlängsneigung.

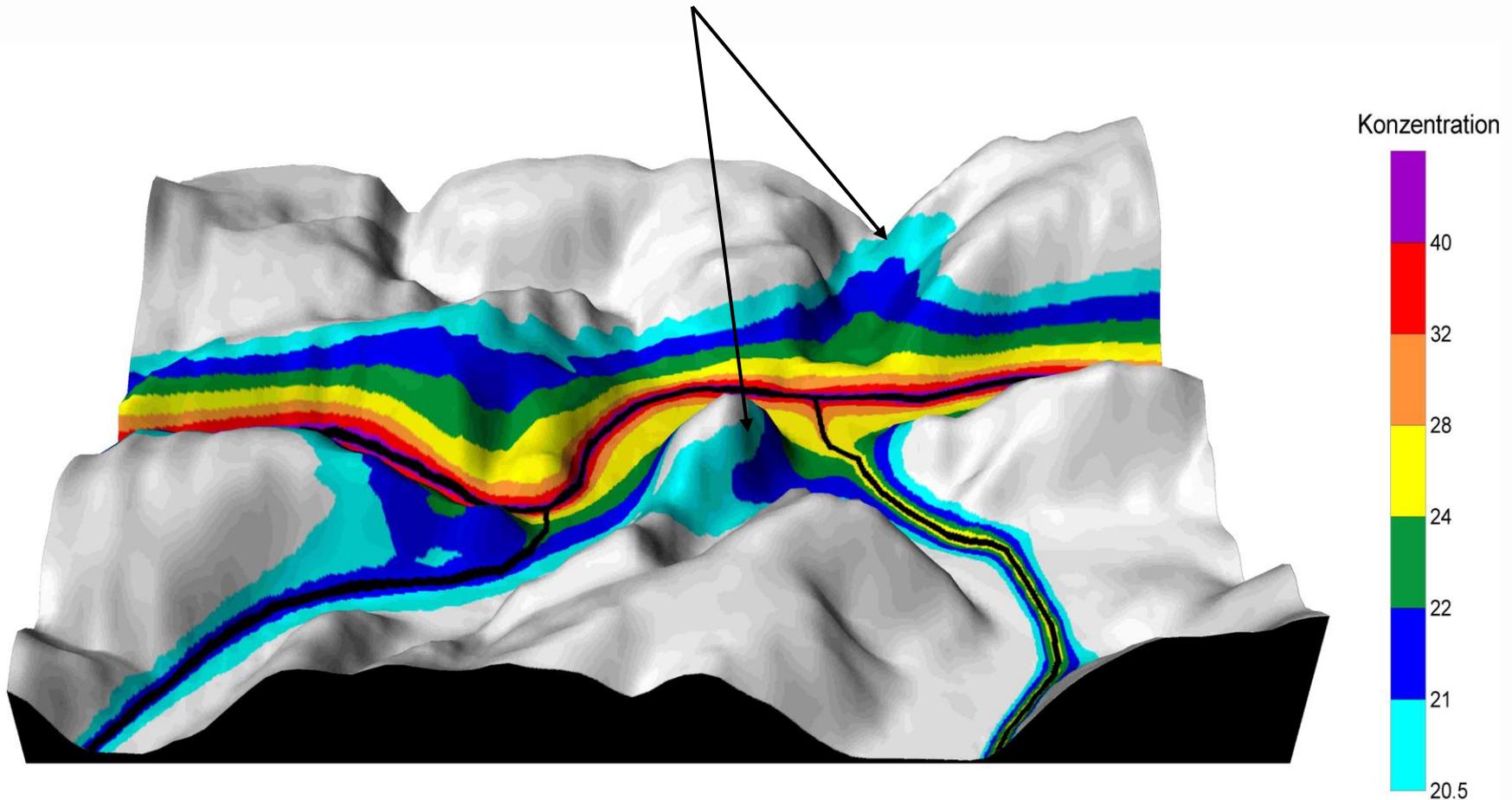


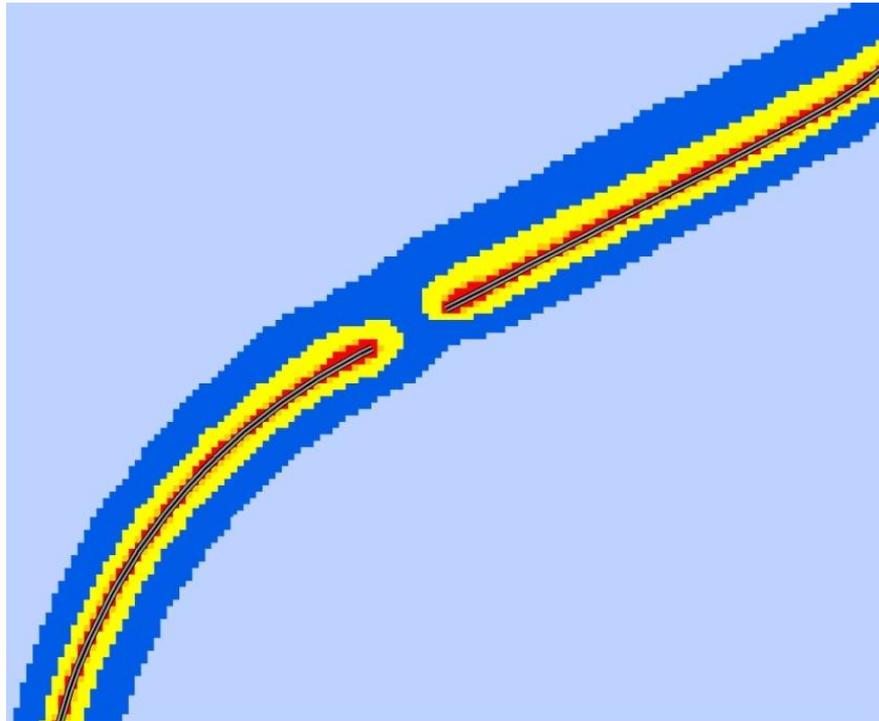
Das der Depositionsberechnung zugrunde liegende Ausbreitungsmodell muss entsprechend der örtlichen Gegebenheiten und Aufgabenstellung ausgewählt werden.

- Topografie, Landnutzung
- Meteorologie, Kaltluft
- Gitterauflösung
- Multiplikationsverfahren oder Reduktionsverfahren
- Bodenrauigkeit
- fahrzeugerzeugte Turbulenz

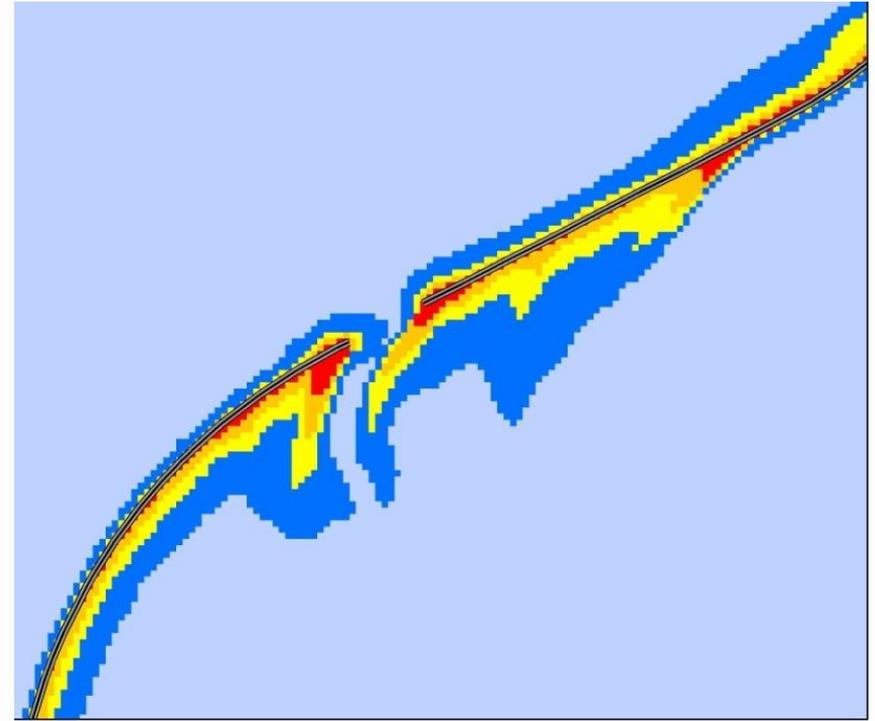
Konzentrationsfeld mit LASAT berechnet

- Topografieeffekt: Schadstofffahnen reichen in Täler ohne Quellen

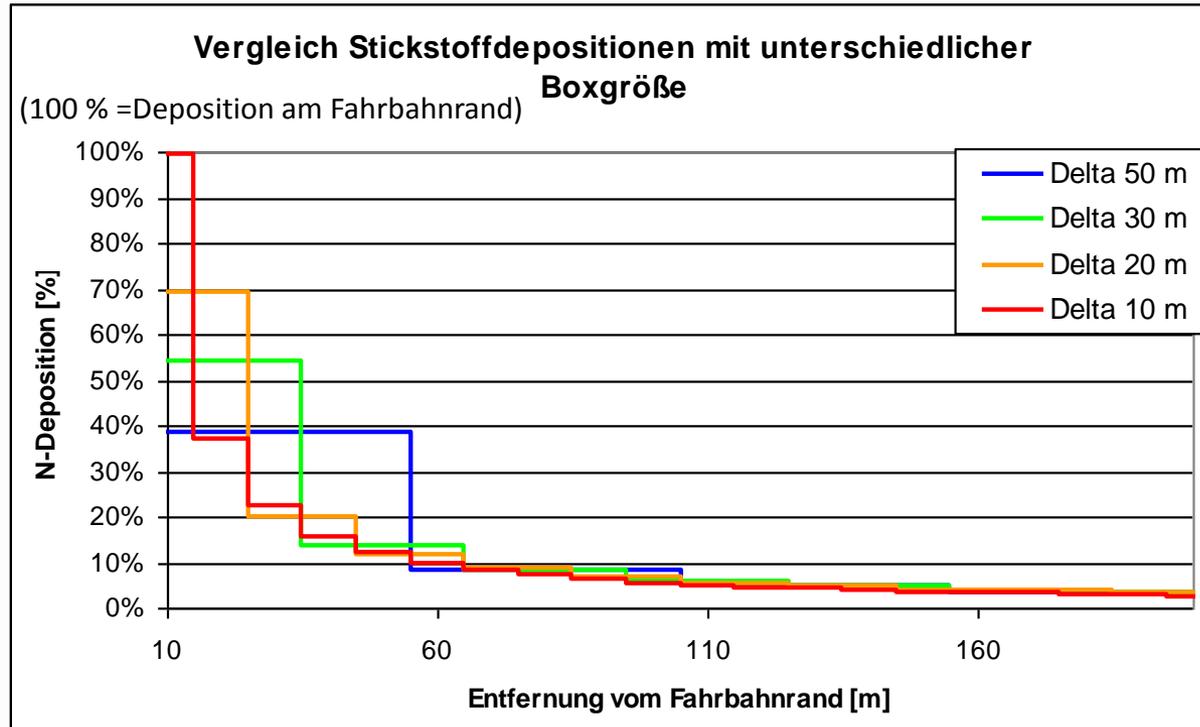




Ohne Berücksichtigung von Kaltluftwindfeldern



Mit Berücksichtigung von Kaltluftwindfeldern



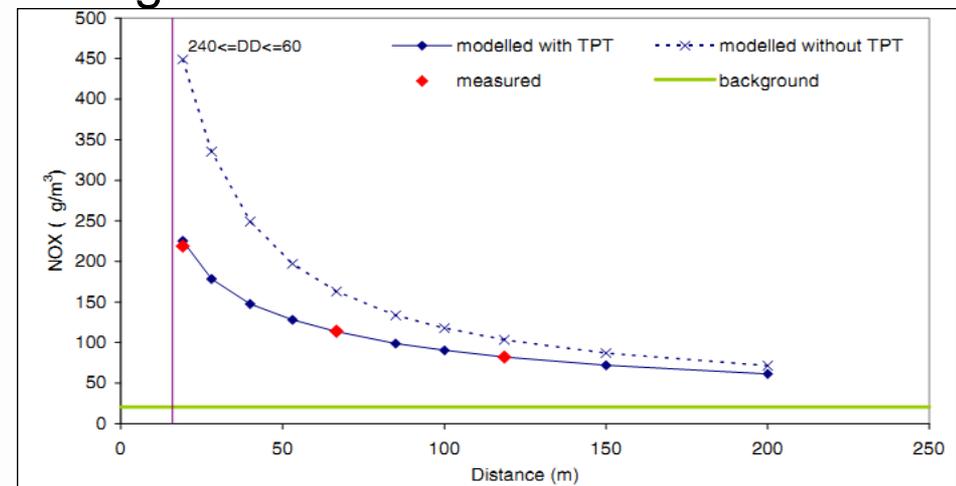
Die Wahl der horizontalen Auflösung des Rechengitters hat insbesondere für den Nahbereich der Quelle eine große Bedeutung. In Fahrbahnnähe, wo der Gradient am stärksten ist entsteht durch eine zu grobe Gitterauflösung der größte Fehler. Es sollte daher darauf geachtet werden, dass, wenn Beurteilungsflächen in Straßennähe liegen, eine hohe Auflösung gewählt wird.

Die fahrzeugerzeugte Turbulenz (TPT: Traffic produced turbulence) wurde in Anlehnung an die in BÄUMER (2003) sowie STERN, R. UND YAMARTINO, R.J. (2001) beschriebene Methode berücksichtigt.

Folgende Parameter werden dabei berücksichtigt:

- Verkehrsmenge (DTV),
- Schwerverkehrsanteils,
- gefahrenen Geschwindigkeit getrennt nach Leichtverkehr und Schwerverkehr,
- die vertikale Ausdehnung der Emissionsquelle sowie
- die modellbedingte Windgeschwindigkeit in 1 m über der Straße.

Die Parametrisierung der TPT wurde anhand von dänischen Messdaten evaluiert.

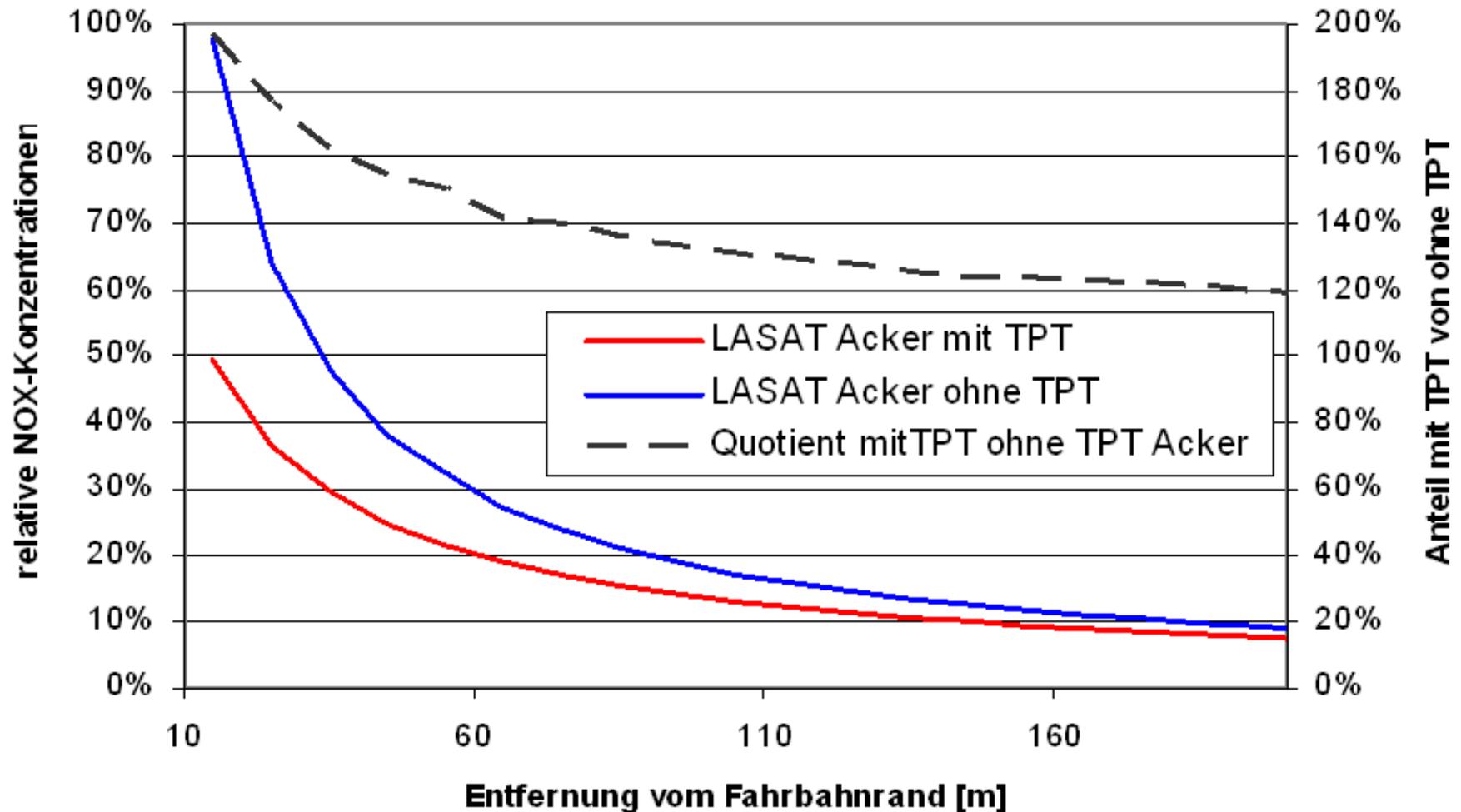


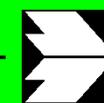
NOx-Konzentrationen gemessen u. Modelliert

Koge Bugt Motorway in Dänemark modelliert mit OML-HIGHWAY

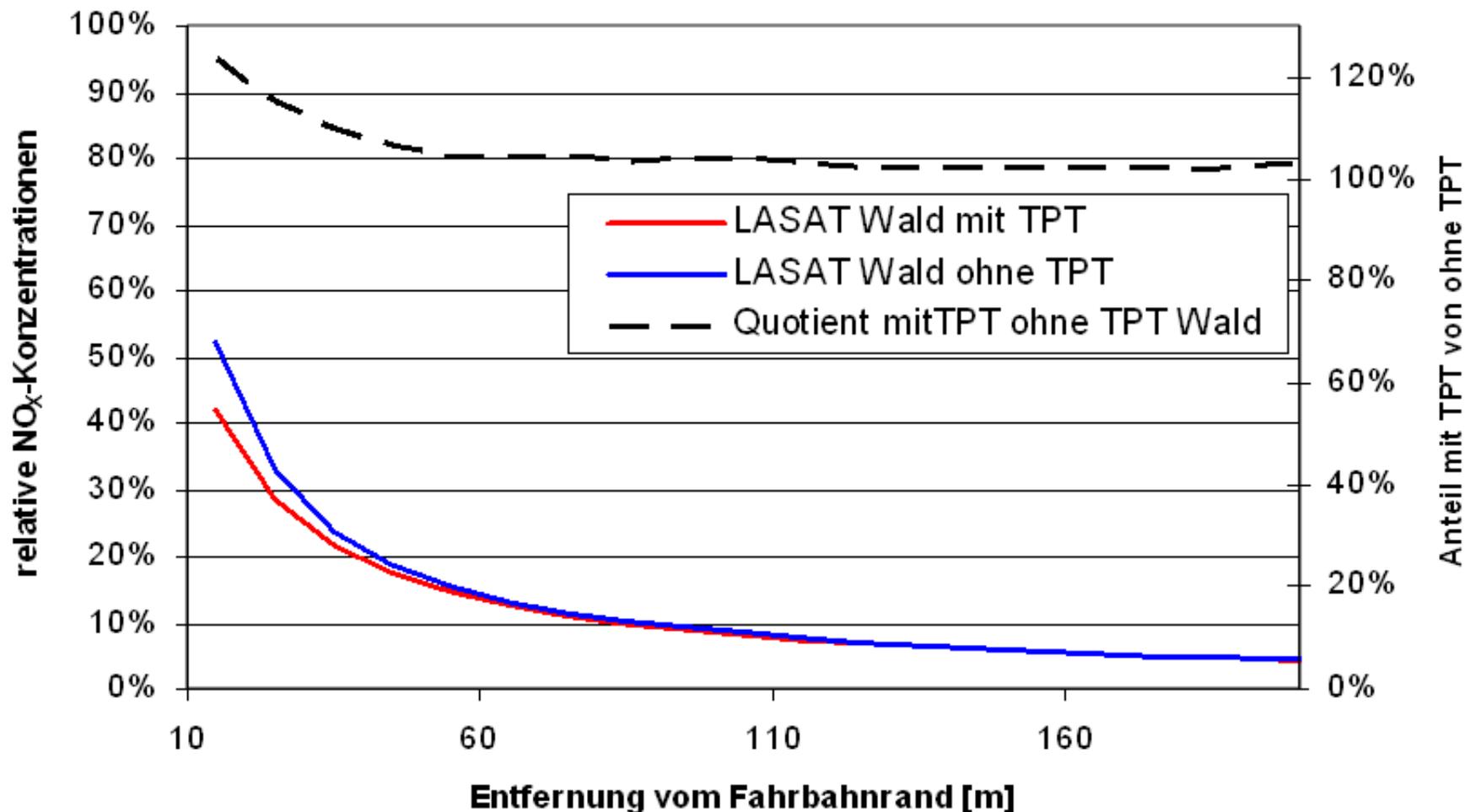


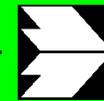
Vergleich NO_x-Konzentrationen mit und ohne TPT Acker





Vergleich NO_x-Konzentrationen mit und ohne TPT Wald





Es wird nur die trockene Deposition berechnet. Die nasse Deposition wird vernachlässigt.

$$\text{DepN} = c * Vd * \text{Stöchiometriefaktor} * 3,1536$$

mit

DepN = Deposition in der Einheit [kg * ha⁻¹a⁻¹]

c = Luftkonzentration im Jahresmittel am definierten Immissionspunkt in der Einheit [µg/m³]

Vd = Depositionsgeschwindigkeit der trockenen Deposition in der Einheit [cm/s]

Stöchiometriefaktor = relativer Gewichtsanteil vom elementarem Stickstoff (N) des jeweiligen Stoff

NO = 0,4666, NO₂ = 0,3043, NH₃ = 0,8235

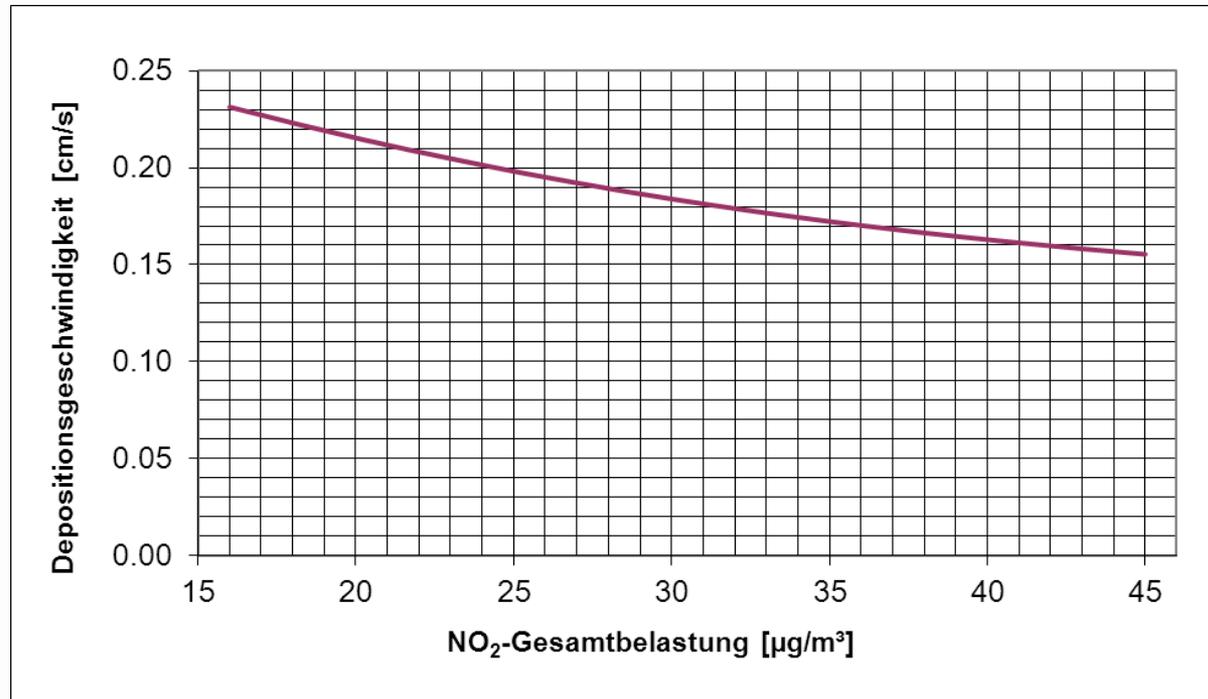
Der **Faktor 3,1536** ergibt sich aus der Umrechnung der Einheiten.



- Die Depositionsgeschwindigkeiten für die Modellierung werden der VDI 3782 Bl. 5 (2006) entnommen.
→ folgend dem Vorschlag des UBA

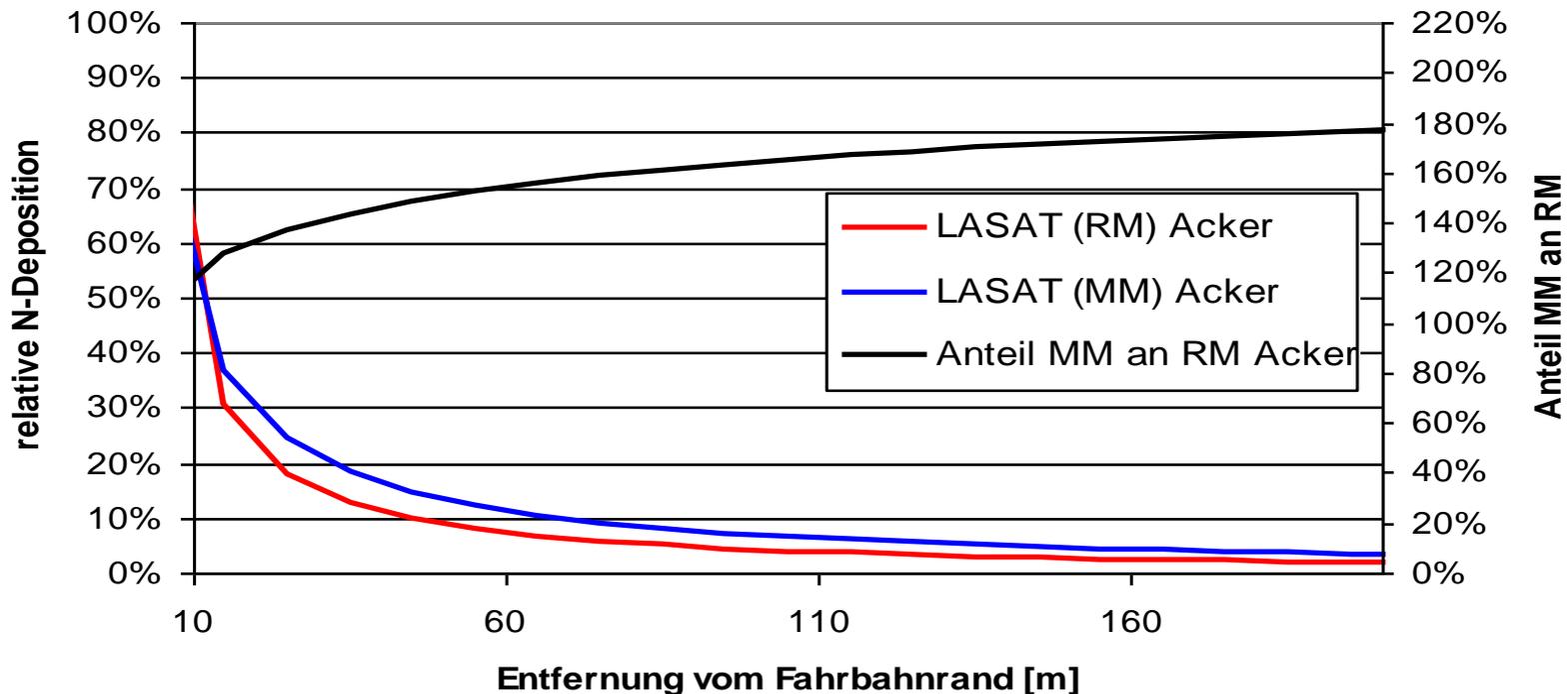
	Mesoskala	Gras	Wald
	[cm/s]		
NO	0.05	-	-
NO₂	0.3	-	-
NH₃	1.2	1.5	2

- Ein Bodenoberflächenspezifische differenzierte Depositionsgeschwindigkeit ist nur mit den für NH₃ vorgegebenen Werten möglich.



NO_x-Depositionsgeschwindigkeiten entsprechend NO₂-Immissionsniveaus

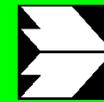
Vergleich N-Dep. mit Reduktionsmethode (RM) und
Multiplikationsmethode (MM)
Acker



- Die Multiplikationsmethode liefert immer höhere Ergebnisse als die Reduktionsmethode. Für realitätsnahe verkehrsbedingte Depositionsprognosen ist die Reduktionsmethode anzuwenden.



- Die Genauigkeit der Ergebnisdarstellung für die Zusatzbelastung wird auf **eine Dezimalstelle** beschränkt. Werte unter **0.3 kg N ha⁻¹a⁻¹** werden **nicht differenziert dargestellt**.
- Bei der Differenzbildung von Ergebnissen unterschiedlicher Betrachtungsfälle (z. B. Planfall und Nullfall) wird die Differenz mit ungerundeten Werten gebildet und erst das Differenzergebnis auf eine Dezimalstelle gerundet.

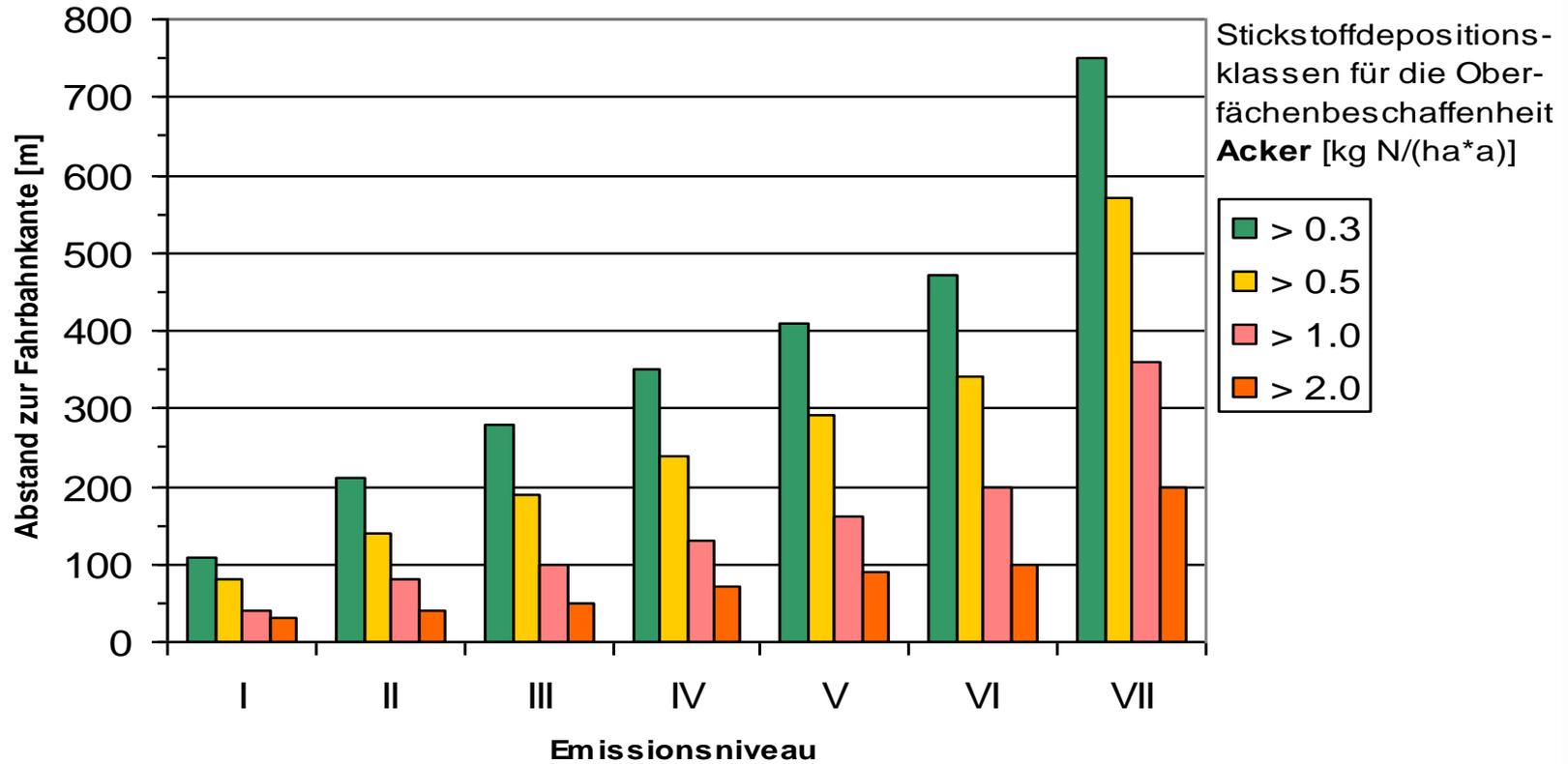


- Den Emissionsberechnungen wurden folgende Verkehrsstärken, Schwerverkehrsanteile, Längsneigungen und Level of Service (LOS) zugrunde gelegt:

DTV (Kfz/d):	5 000	10 000	20 000	30 000	40 000	60 000
Schwerverkehrsanteil (> 3.5t):	10%	25%				
Längsneigung:	0%	±4%				
LOS:	flüssig					

Verkehrssituationen: AB>130, AB100, AO-Fern100, AO-HVSk100

- → 96 Kombinationen



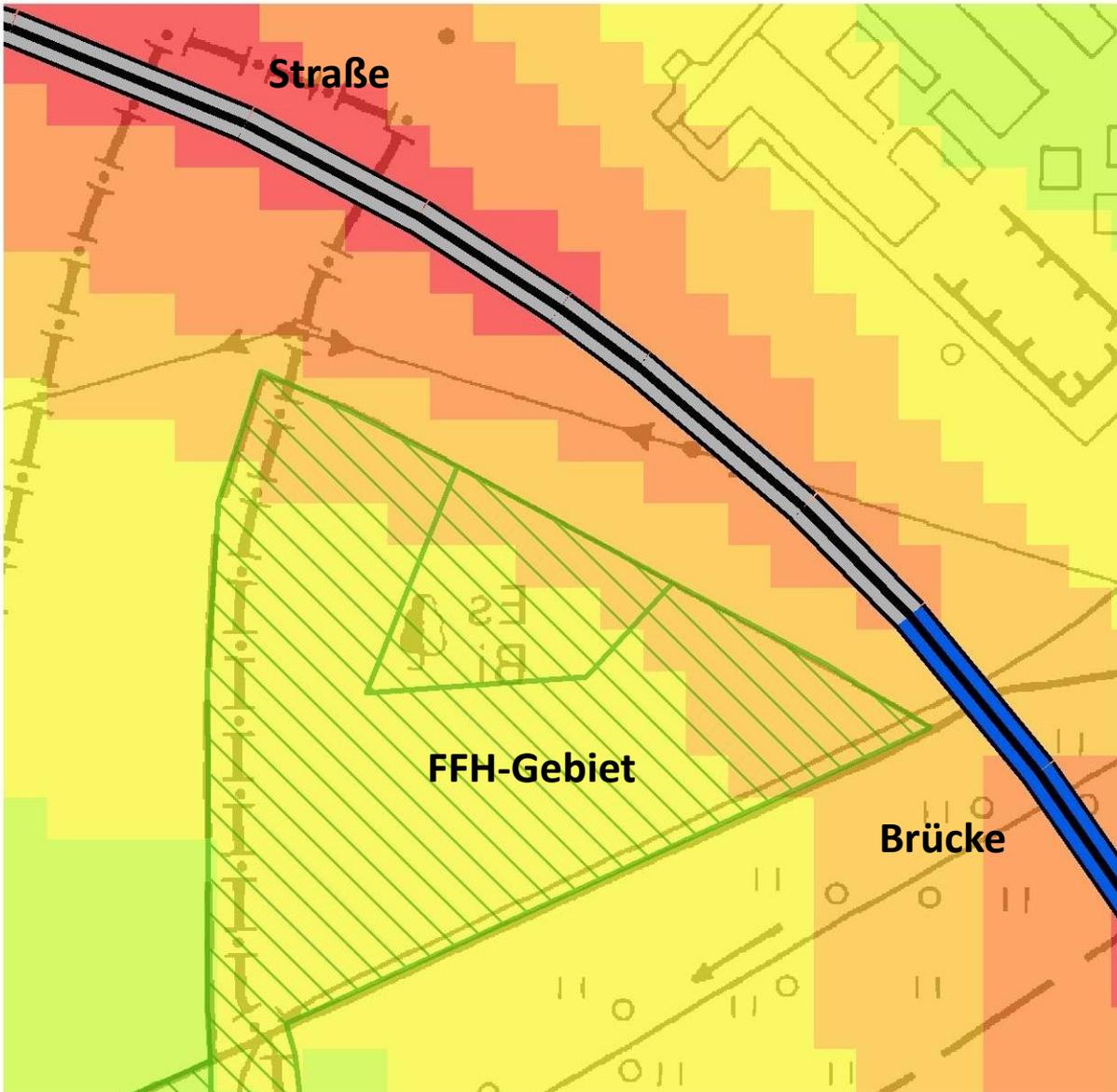
- Abstandsklassen für Acker, Wiesen & Weiden, Wald



- Zwischen Trasse und Beurteilungsgebiet sowie im Beurteilungsgebiet selbst liegt die gleiche Landnutzung vor.
- Das Untersuchungsgebiet darf kein relevantes Höhenrelief aufweisen.
- Es muss ausgeschlossen werden, dass keine besonderen lokalen, meteorologischen Bedingungen wie z. B. Kaltlufteinfluss das Windfeld beeinflussen.
- Das Untersuchungsgebiet muss sich außerhalb von dichter Bebauung befinden.
- Es sind nur Prognosehorizonte größer gleich 2020 zu betrachten.
- Die zu betrachtenden DTV-Werte liegen in einem Bereich von 5 000 bis maximal 60 000 Kfz/24h.
- Der Schwerverkehrsanteil darf maximal 25 % betragen.
- Die mittlere Windgeschwindigkeit und die Austauschbedingungen im Untersuchungsgebiet müssen denen der verwendeten Meteorologie entsprechen.

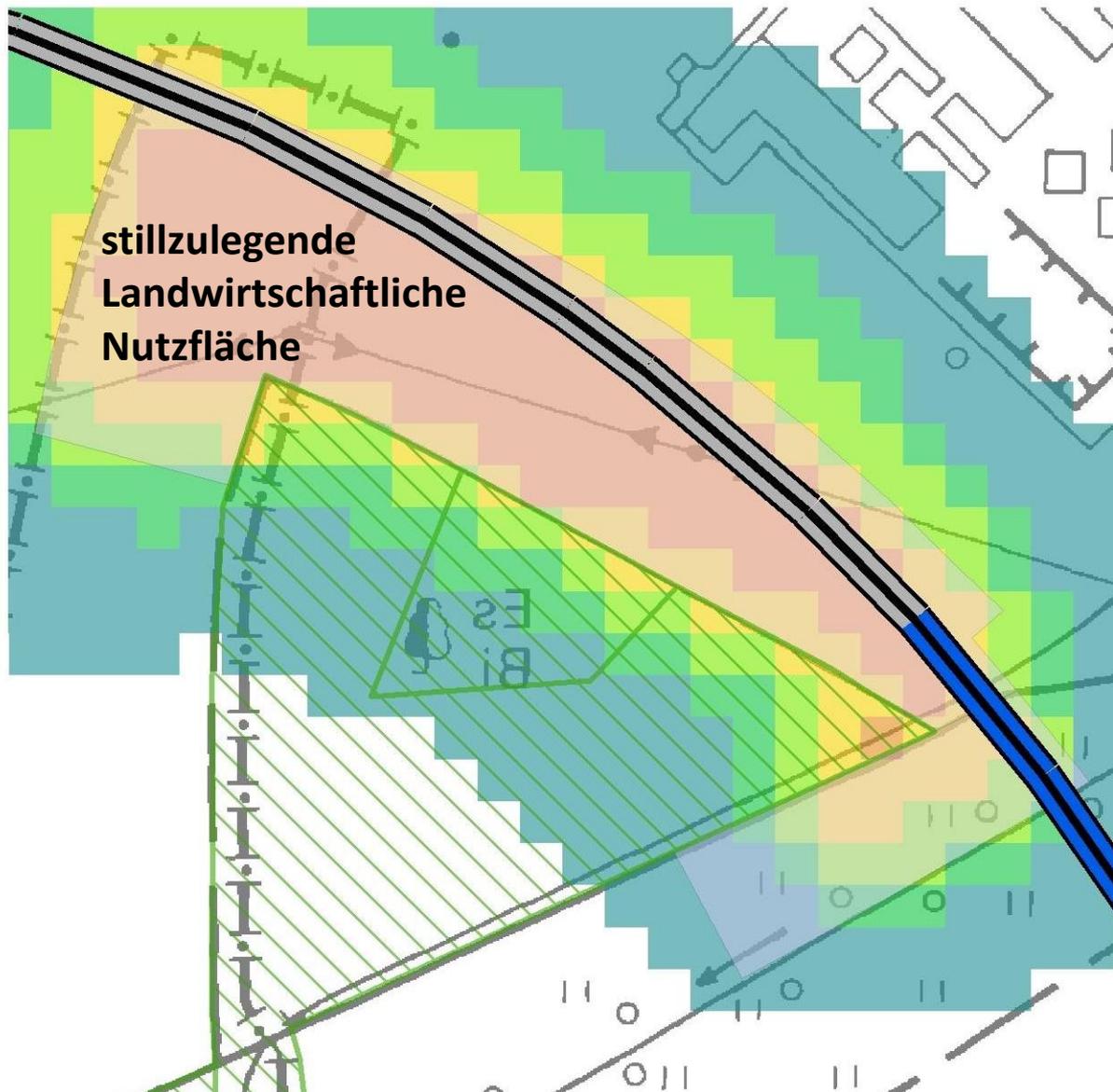
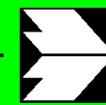


- Reduzierung der Reisegeschwindigkeit
- Reduzierung des Verkehrsaufkommens DTV bzw. SV
- Reduzierung der Straßenlängsneigung
- Lärmschutzwände bzw. -wälle
- Führung der Trasse im Tunnel oder in einer Einhausung
- Führung der Straße als aufgeständerte Brücke
- Vergrößerung des Abstandes zwischen Trasse und sensiblen Lebensraumtypen
- Sonderfall: Reduzierung von Stickstoffeinträgen aus Düngevorgängen von stillzulegenden landwirtschaftlichen Nutzflächen



Stickstoffdepositionen Verkehr

- [kg N/[ha * a)]
- 0
 - > 0
 - > 0,2
 - > 0,3
 - > 0,5 CL überschritten
 - > 0,7
 - > 1,5



Stickstoffdepositionen aus Düngevorgängen

[kg N/(ha*a)]

0.00

0

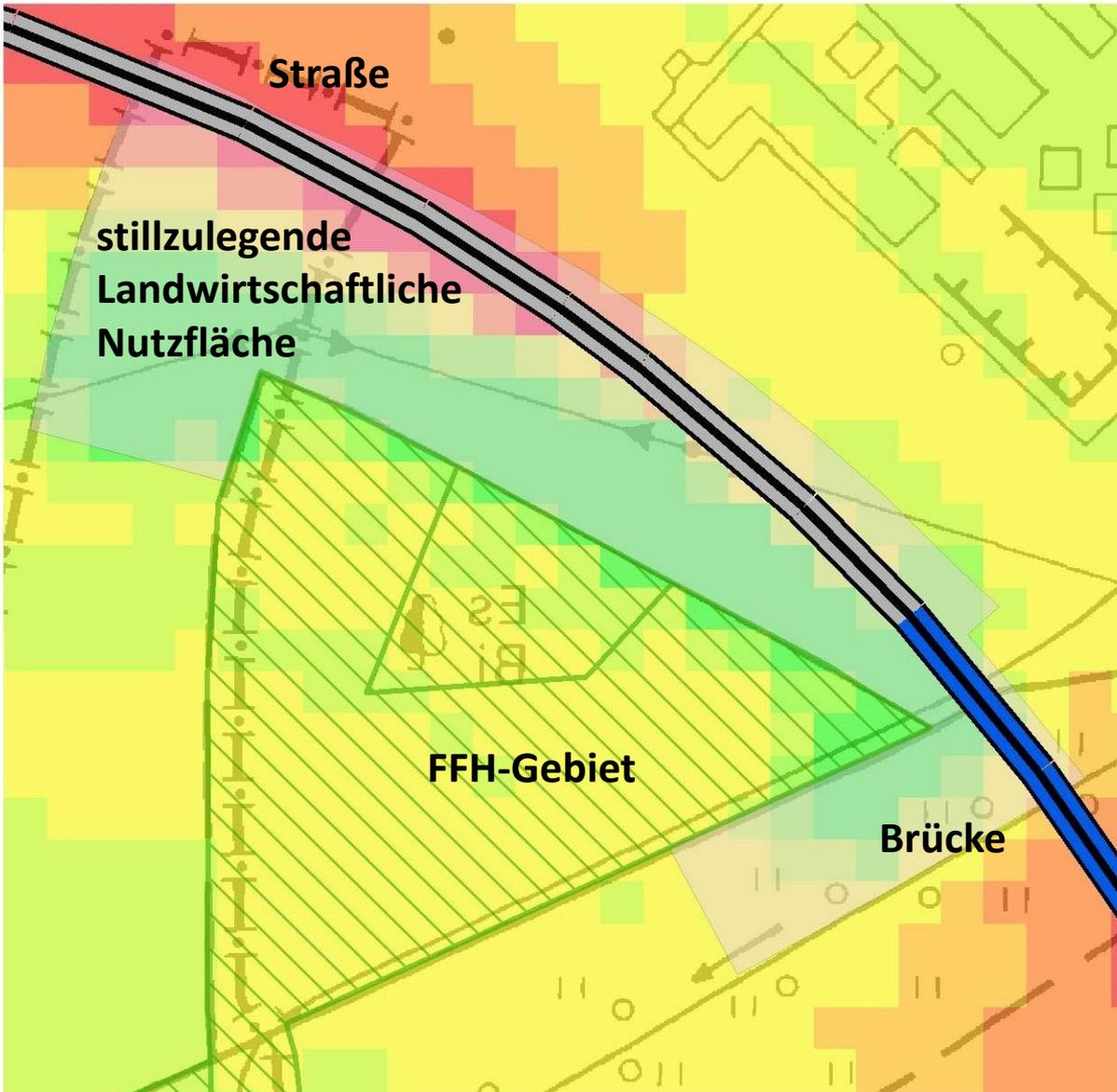
> 0

> 0.3

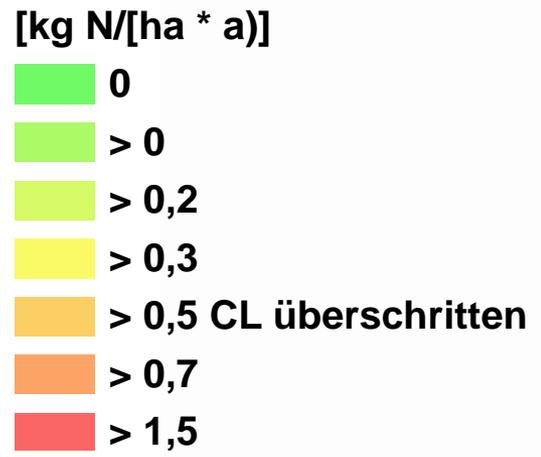
> 0.5

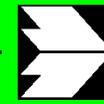
> 0.7

> 1.5

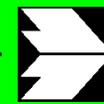


Stickstoffdepositionen Verkehr - Düngvorgänge

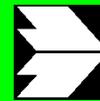




- Es liegen keine Messdaten vor, die bezogen auf die Bodenrauigkeit, fahrzeugerzeugte Turbulenz und Depositionsgeschwindigkeit eine systematische Evaluierung von Stickstoffdepositionsmodellierungen möglich machen. Daher wäre die Schaffung eines **Validierungsdatensatzes** von Konzentrations- und/oder Depositionsmessungen im Nahbereich von Straßen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Bodenrauigkeiten, die sämtliche relevanten Informationen für die Ausbreitungsmodellierung (inkl. Hintergrundbelastungen und detaillierte meteorologische Informationen im Messzeitraum) beinhalten, notwendig.
- Die Modellierung verkehrsbedingter **NH₃-Emissionen enthält im HBEFA3.1 diverse Kenntnislücken**. Diese müssen geschlossen werden.



- Stickstoffausbreitungs- und -depositionsrechnungen werden in der gutachterlichen Praxis mit unterschiedlichen Ausbreitungsmodellen durchgeführt. Jedes Modell liefert quasi andere Ergebnisse. Die Bandbreite der Depositionsergebnisse bei gleichen Eingangsdaten (Verkehr, Meteorologie etc.) würde Auskunft über die Bandbreite der Ergebnisunsicherheiten geben. Dies sollte anhand eines Modellvergleiches („**Modellolympiade**“) quantifiziert werden.
- Für die Einschätzung der Wirksamkeit von Minderungsmaßnahmen ist die Quantifizierung des Minderungspotentials planerischer und technischer Maßnahmen durch Modellberechnungen erforderlich. Diese Maßnahmen sollten deshalb anhand einer **Kosten-Nutzen-Analyse** beurteilt werden.



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit !**
