

# Klimawirkungen – Ergebnisse für den landgebundenen Verkehr

Lohrengel, Anne-Farina & Meine, Lennart (BASt)  
Bott, Frederick; Backendorf, Fabia & Szymczak,  
Sonja (DZSF/EBA)

## ■ Überschwemmungen

- Flusshochwasser & Starkregen (Blue-Spot-Analyse)

## ■ Sturmgefahren (Sturmwurf)

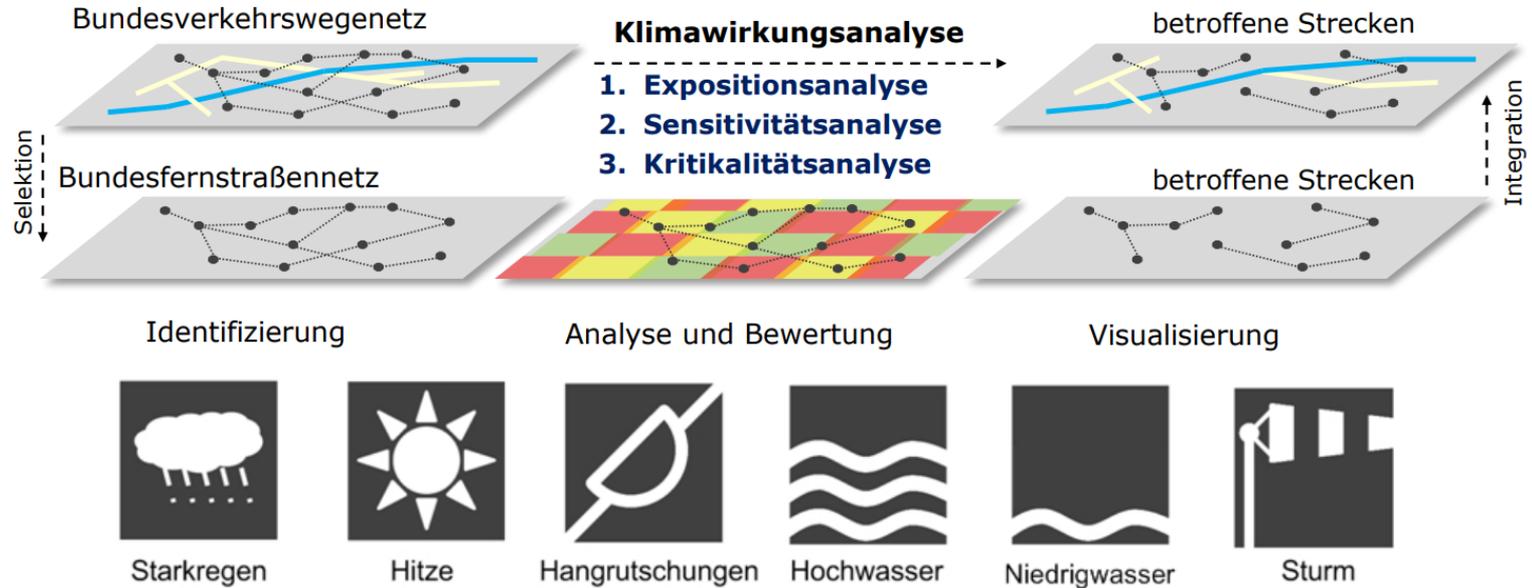
- Exposition des Straßen- & Schienennetzes gegenüber Vegetation mittels Landschaftsmodell (basisDLM)
- LiDAR Projekte für Nordrhein-Westfalen & Thüringen

## ■ Gravitative Massenbewegungen

- Hinweiskarten zur Grunddisposition und Einfluss des Klimawandels

Ergebnisse dienen der Klimawirkungsanalyse  
- Einfluss des Klimawandels auf Verkehr und Verkehrsinfrastruktur -  
sind aber auch als Einzelkomponenten nutzbar!

## Klimawirkungsanalyse



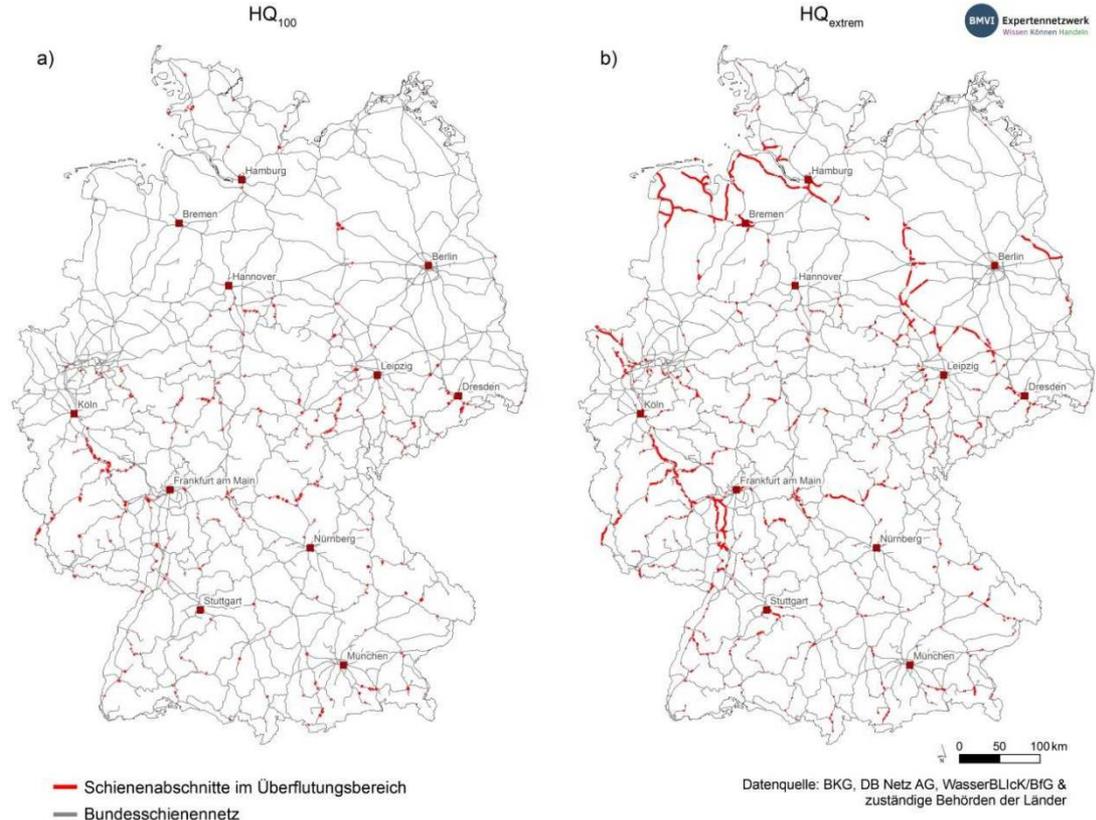
**Betrachtungszeiträume:** Gegenwart bzw. Bezugszeitraum (1971-2000), nahe Zukunft (2031-2060), ferne Zukunft (2071-2100)

## Phase I (Exposition):

- 2 % (ca. 1100km) des Bundesfernstraßennetzes und 1 % (ca. 480 km) des Schienennetzes liegen räumlich im Bereich des HQ<sub>100</sub> („mittleres Hochwasserszenario“)
- Je ca. 8 % des Bundesfernstraßen- und Schienennetzes liegen im Bereich für eines „seltenen/extremen“ Hochwasserszenarios

## Phase II (Sensitivität):

- Höhenlage der Straße/Schiene, Ermittlung von Überflutungstiefen



**Projekt:** „Lokale Analyse und Kartierung von potenziellen Überflutungsflächen im Bundesfernstraßennetz von Nordrhein-Westfalen in Folge von Starkregenereignissen (*Blue-Spot-Analyse*)“ (BASt) **Ergebnis 2020**

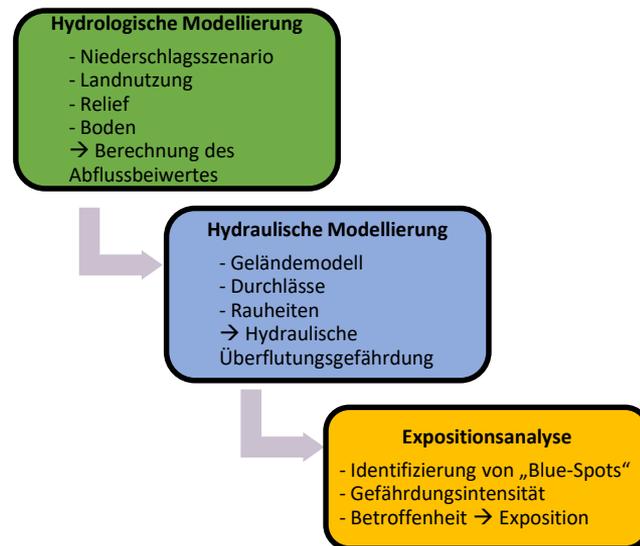
## (1) Ziel

- Entwicklung eines **Blue-Spot-Tools** zur Implementierung in ArcGIS
- **Identifizierung** von potentiell durch Starkregen betroffener Streckenabschnitte der Bundesfernstraßen

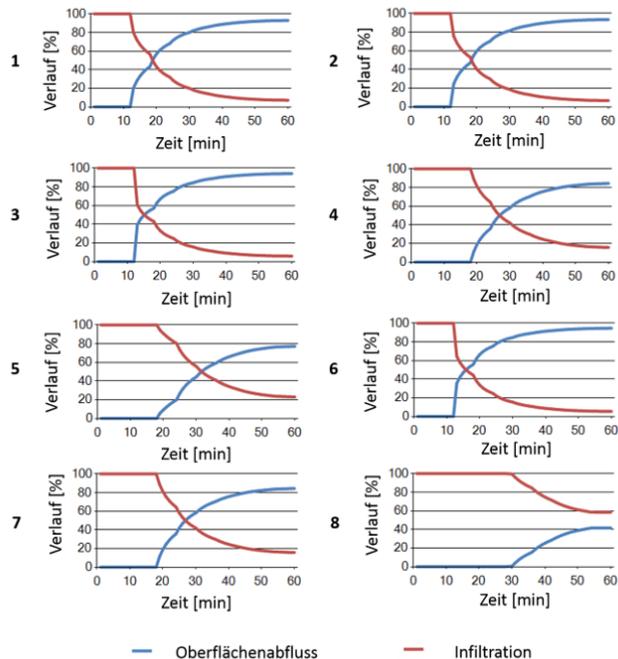
## (2) Vorgehen

Projektlaufzeit:

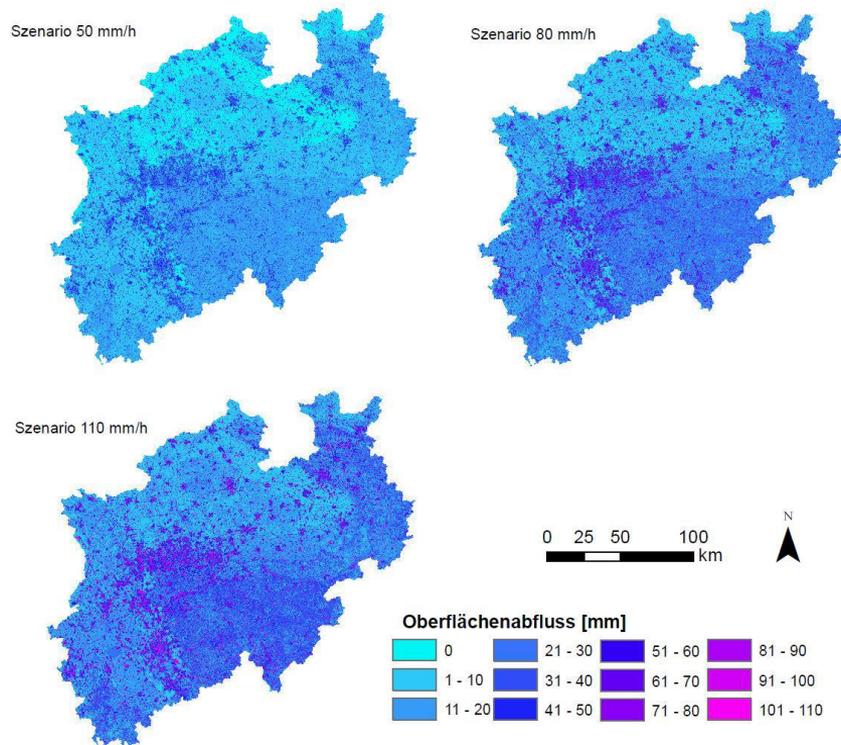
02/2019-05/2020



## Hydrologische Modellierung



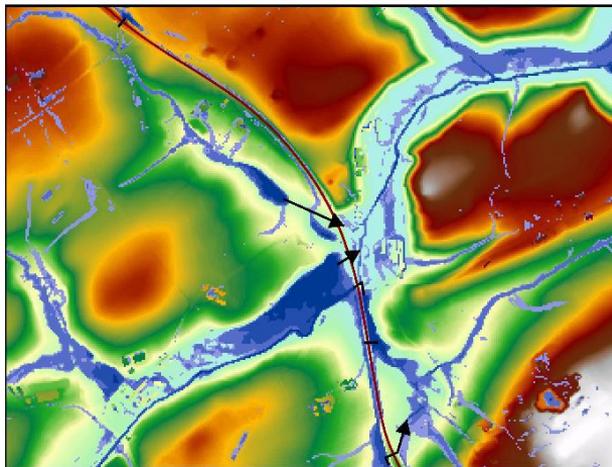
Mittlerer zeitlicher Verlauf des Abflussbeiwertes je Bodenartengruppe bei einem endbetonten Niederschlagsereignis von 80 mm/h (1: Lehmgiger Ton; 2: Toniger Lehm; 3: Toniger Schluff; 4: Sandiger Lehm; 5: Stark lehmiger Sand; 6: Sandiger Schluff; 7: Lehmiger Sand; 8: Sand)



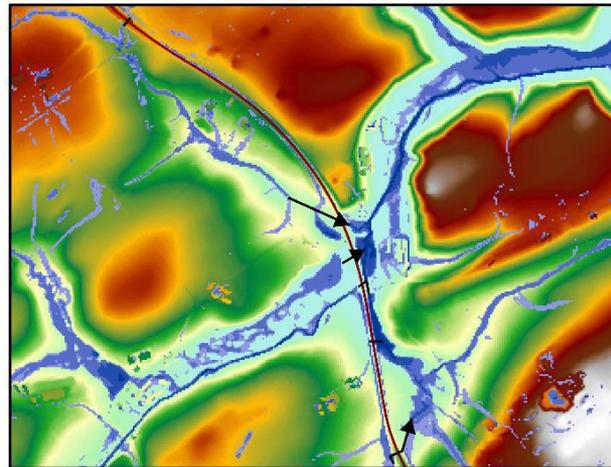
Effektiver Oberflächenabfluss [mm] der drei Szenarien bei 50, 80 bzw. 110 mm/h Niederschlag für NRW

## Hydraulische Modellierung

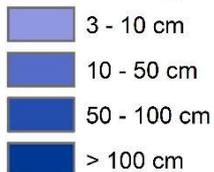
a) Szenario 80 mm/h ohne Pumplinie



a) Szenario 80 mm/h mit Pumplinie



**Überflutungstiefe [m]**



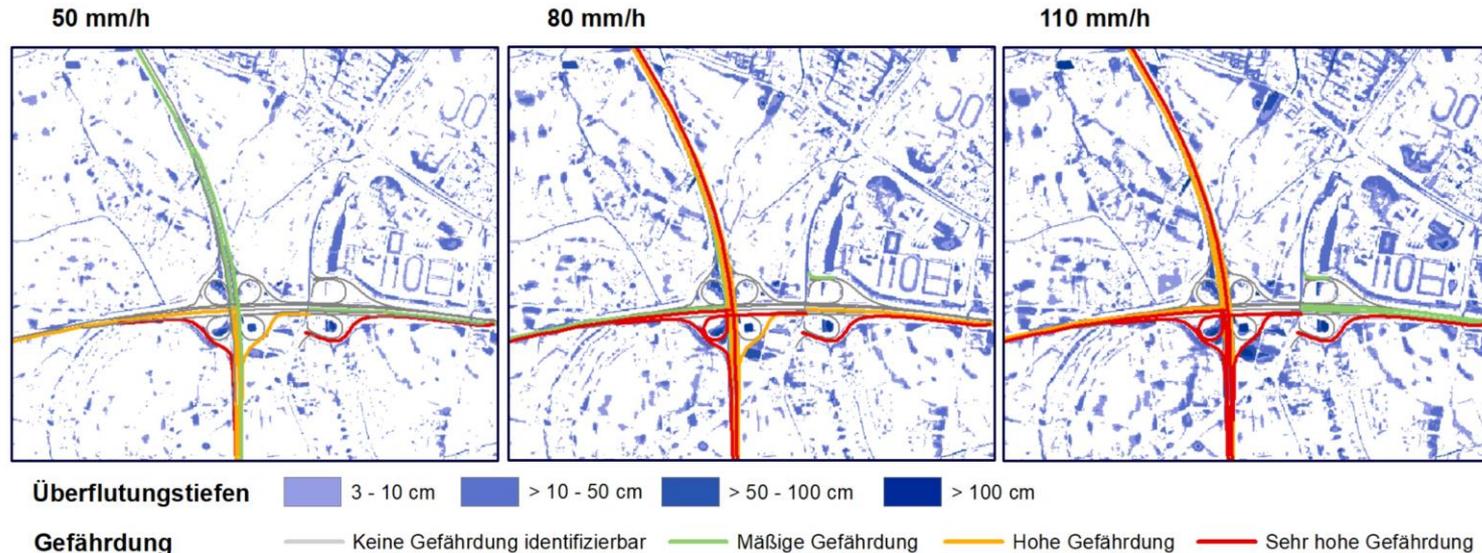
**Höhenmodell**



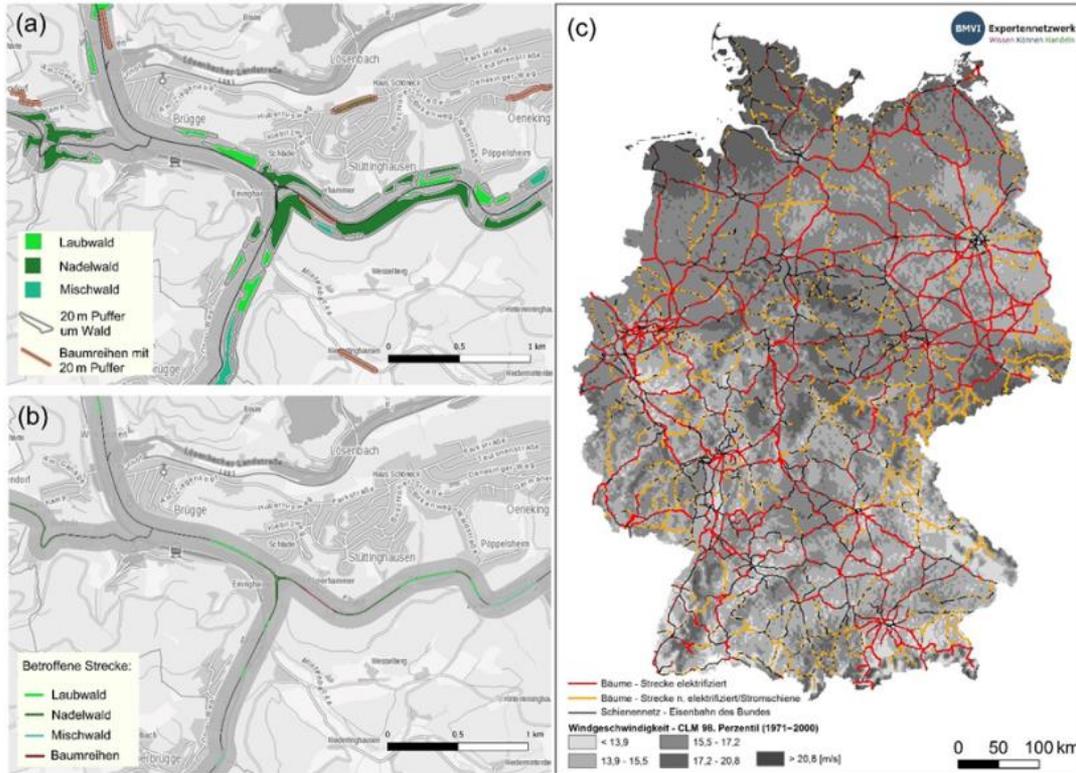
—▶ Pumplinie  
— Bundesfernstraße

## Expositionsanalyse

- Identifikation der relevanten Überflutungsflächen (Fläche > 100 m<sup>2</sup>, Überflutungstiefe > 10 cm)
- Zuweisung der StraßenIDs an die Überflutungsflächen (Abschnittskennung, Straßentyp, etc.)
- Gefährdungsintensität: Überflutungstiefe & Fließgeschwindigkeit



# Sturmgefahrenen - Landverkehr

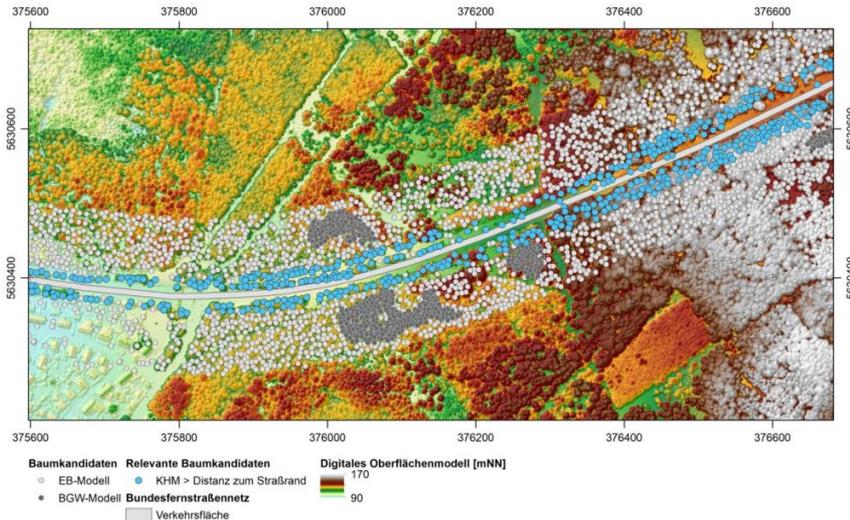


Datenquellen: ATKIS Basis-DLM (BKG), WebAtlasDE.light (BKG), Bundesfernstraßennetz (BMVI), Bundesschiennetz (DB Netz AG), Klimaprojektionsdaten (DWD)

- ca. 25 % des Bundesfernstraßen- und ca. 23 % des Bundesschiennetzes führen durch bewaldetes Gebiet (**Exposition**)
- insbesondere an elektrifizierten Bahnstrecken (12 % durch bewaldete Gebiete) entstehen potenziell größere Schäden durch Sturmwurf (**Sensitivität**)
- in Klimaprojektionsdaten ist keine klare Veränderung von Stürmen und Windböen erkennbar

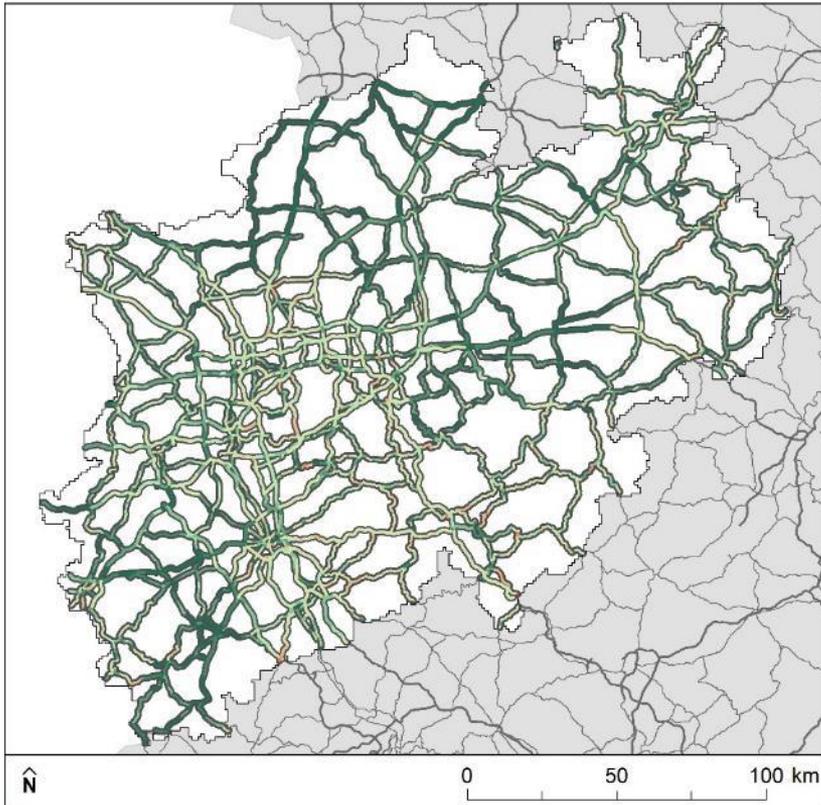
## Spezifizierung der Exposition

- Projekte: „Erfassung von Bäumen mittels Laserscan-Daten (LIDAR) zur Expositionsanalyse entlang des Bundesfernstraßennetzes von Nordrhein-Westfalen“ (BASt) und „Ableitung des Baumbestandes entlang des deutschen Schienennetzes“ (DZSF)



## Ableitung eines Kronenhöhenmodells

- Identifizierung der Positionen und Höhen von Einzelbäumen entlang der Verkehrsinfrastruktur
- Ermittlung der potenziellen Gefährdung durch Sturmwurf durch den Messung des Abstandes zur Verkehrsinfrastruktur (Expositionsanalyse)



**Federal trunk road network**  
Tree candidates per kilometer

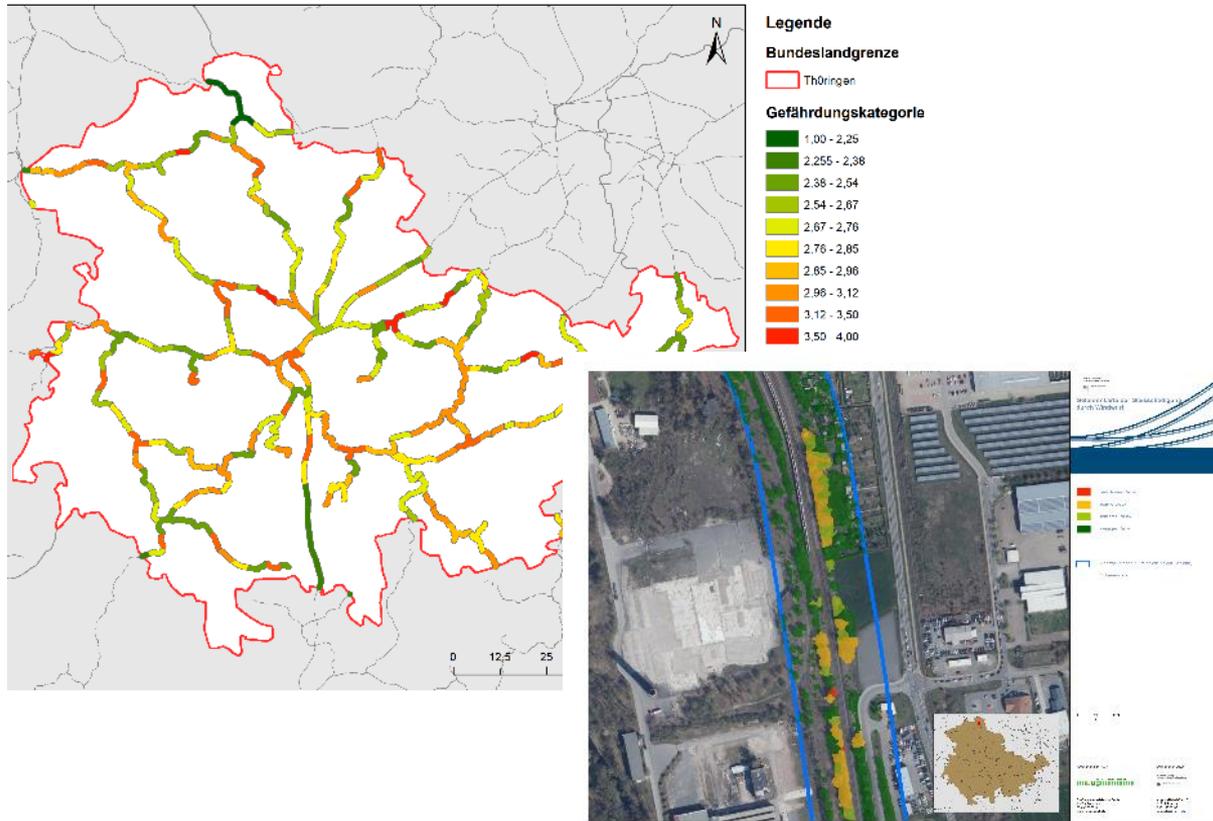
- 0 - 50
- 51 - 100
- 101 - 150
- 151 - 200
- 201 - 250
- 251 - 500
- 501 - 750
- 751 - 1.000
- 1.001 - 1.500
- > 1.500

**Federal trunk road network**  
Classification

- Highway
- Trunk road

## Attributierung des Bundesfernstraßennetzes

- Lage, Höhe, Straßenabschnitt, Entfernung zur Straße etc.
- Klassifizierung des BfN mit der Anzahl relevanter Baumkandidaten pro Kilometer



## Bundesschiennetz Thüringen

Kategorie 1	Abstand > aktuelle Baumhöhe mit 2 m Unsicherheitsbereich
Kategorie 2	Abstand > aktuelle Baumhöhe ohne 2 m Unsicherheitsbereich
Kategorie 3	Abstand < aktuelle Baumhöhe und außerhalb der 6 m-Freihaltungszone
Kategorie 4	Abstand < aktuelle Baumhöhe und innerhalb 6 m Freihaltungszone

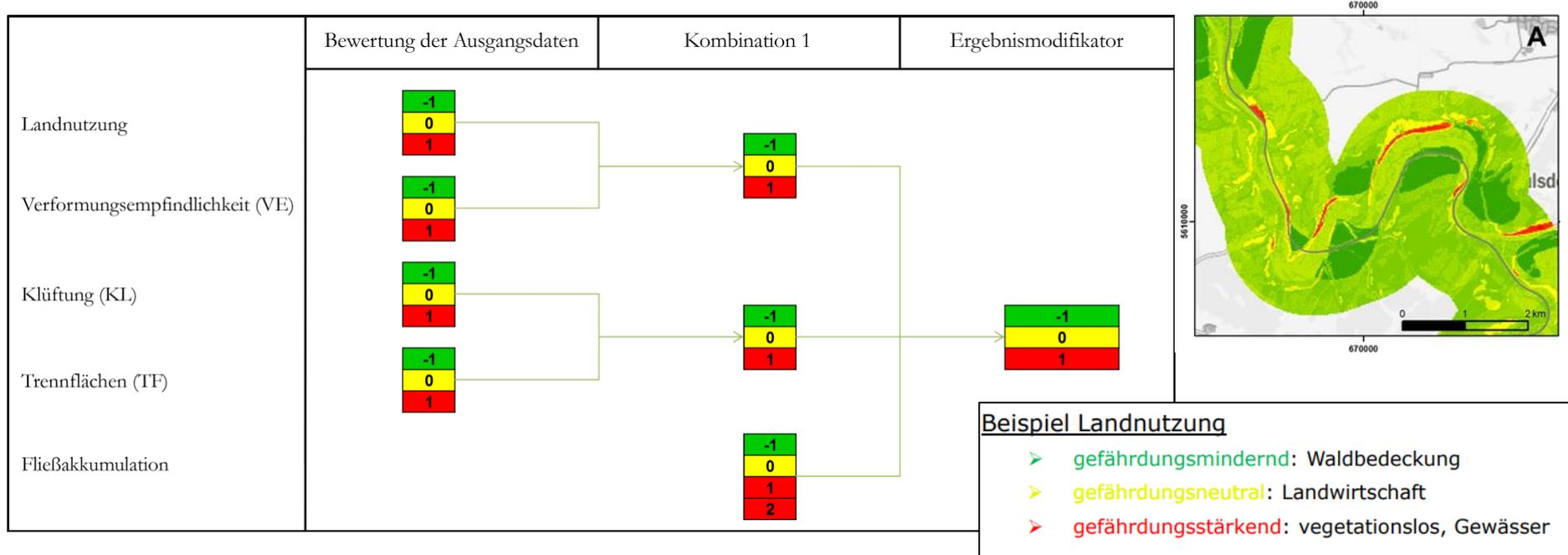
## Entwicklung von Hinweiskarten für gravitative Massenbewegungen (Exposition)

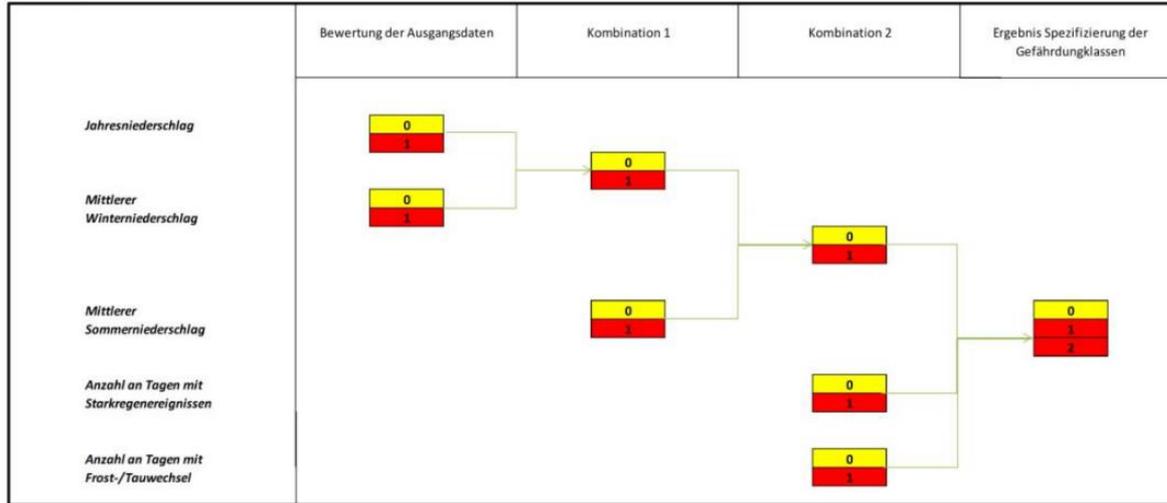
Bezeichnung	Hauptgefähr- dungsklasse	Gefährdungs- klasse (untergliedert)	Lockergestein			Festgestein
			GÜK200 Gesteinsklassifikation			
			gemischt- körnig	rollig	bindig	
sehr stark gefährdet	5	15				
		14	> 36°		> 30°	> 60°
		13				
stark gefährdet	4	12				
		11	> 30 - 36°	> 36°	> 25 - 30°	> 50 - 60°
		10				
mäßig gefährdet	3	9				
		8	> 25 - 30°	> 30 - 36°	> 10 - 25°	> 30 - 50°
		7				
gering gefährdet	2	6				
		5	> 10 - 25°	> 25 - 30°	0 - 10°	0 - 30°
		4				
nicht bis sehr gering gefährdet	1	3				
		2	0 - 10°	0 - 25°		
		1				

Expertenwissenbasierte Ermittlung der **fünf Hauptgefährdungsklassen** durch Verschnitt:

1. der **Gesteinsklasse** auf Grundlage der Geologischen Übersichtskarte und
2. der **Hangneigungsklasse** auf Grundlage des digitalen Geländemodells

Fließschema zur Berechnung der **Modifikation** (Spezifizierung) der Gefährdungsklassen für allgemeine gravitative Massenbewegungen:

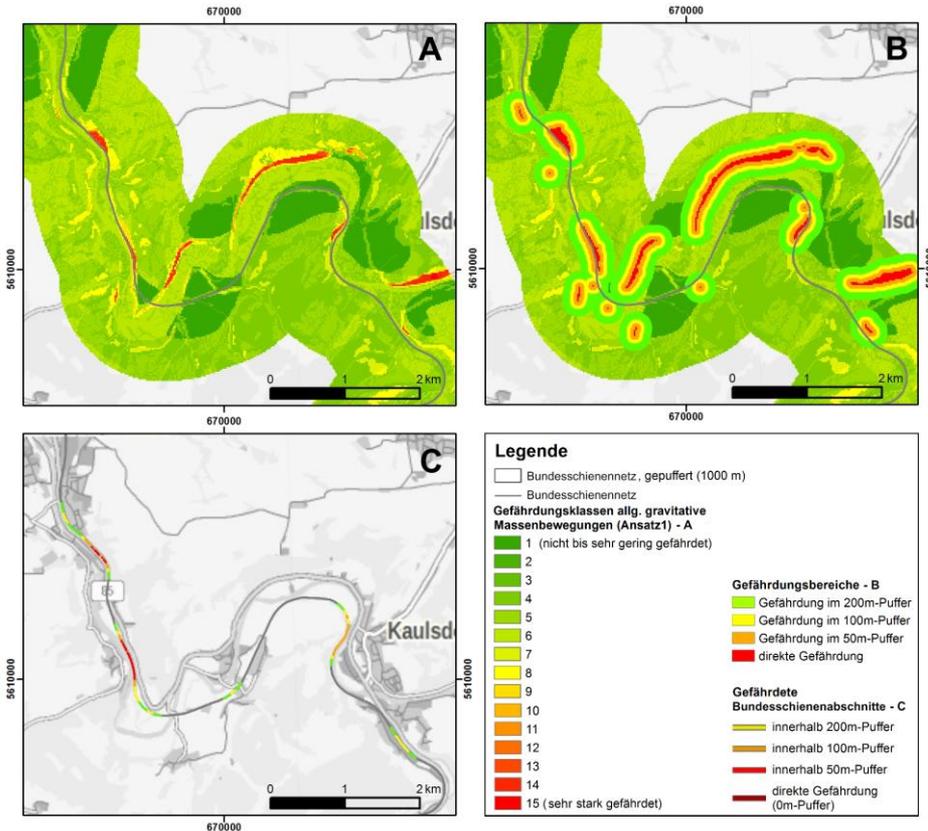




## Schwellenwerte benötigt!

- Im ersten Ansatz wurden statistische Annäherungen verwendet
- Kürzlich gestartetes Projekt „FE 01.202/2019/NRB - Identifizierung relevanter Klimaparameter und Bestimmung von Schwellenwerten zu gravitativen Massenbewegungen in Deutschland einschließlich Erstellung eines Validierungskonzeptes“ (BASt)

Klimaparameter (absolut)	Einheit	Schwellenwert
mittlerer Jahresniederschlag	[mm]	1.000
mittlerer Winterniederschlag	[mm]	250
mittlerer Sommerniederschlag	[mm]	400
Anzahl der Tage mit Niederschlag $\geq 20$ mm	[Tage]	10
Anzahl der Tage mit Frost-Tau-Wechsel	[Tage]	85



## Potentielle Betroffenheit:

- *ohne* Klimaparameter ca. 3 % des Straßen- und 4 % des Schienennetzes in einer Gefährdungsklasse  $\geq 10$
- *Gegenwart*: mit Klima ca. 5 % des Straßen- und 6 % des Schienennetzes
- *Nahe Zukunft*: Erhöhung dieses Anteils um je 1 Prozentpunkt für beide Landverkehrsträger
- *Ferne Zukunft*: Erhöhung dieses Anteils um ca. 2 Prozentpunkte für das Straßen- und um ca. 3 für das Schienennetz



© Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung

## Prozessdifferenzierung:

Projekt: „Analysen zu schnellen wasserhaltigen Massenbewegungen: Bundesweite Untersuchungen zur Exposition des deutschen Schienennetzes und Modellierungen der räumlichen Ausbreitung“ (DZSF)

- Bundesweite Analyse der Gefährdungen durch Hangmuren und Murgänge
- Objektbasierte Modellierung potenzieller Ausbreitungsgebiete, Fließwege und Reichweiten
- Einbindung von Gleishöhen und Hangsicherungsbauwerken (**Sensitivität**)
- Hochauflösende Detailstudien, Simulationen und Szenarien einzelner Gebiete durch physikalisch basierte Murgangmodelle

## Betroffene Meilensteine laut Feinkonzept (Expositionsanalysen):

- ✓ M101.3.1 (05/2020): Projekt zu Sturmwurfgefahren entlang des Bundesfernstraßennetzes von NRW wurde durchgeführt (BAST, DZSF/EBA, DWD)
- M101.1.2 (12/2020) Bericht zur Ableitung des Baumbestandes entlang des deutschen Schienennetzes liegt vor (DZSF/EBA, BAST)
- ✓ M101.3.2 (12/2020): Projekt zur Hochwassergefährdung durch starkniederschlagbedingte Überflutungen im Bundesfernstraßennetz von NRW (Blue-Spot-Analyse) wurde durchgeführt (BAST, DWD, DZSF/EBA, BfG)
- M101.1.3 (12/2022): Detailanalysen zur Validierung und Weiterentwicklung der in ExpN 1.0 entwickelten Hinweiskarten zu gravitativen Massenbewegungen und/inklusive Standsicherheitsbeurteilung und Schwellenwertanalysen zur Ermittlung klimatischer Auslöser liegen vor (BAST, DZSF/EBA, DWD)



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Lohrengel, Anne-Farina (BASt)  
Referat S1 – Anpassung an den Klimawandel

[lohrengel@bast.de](mailto:lohrengel@bast.de)

[www.bmvi-expertennetzwerk.de](http://www.bmvi-expertennetzwerk.de) →

*veröffentlichte Abschlussberichte  
aus ExpN 1.0 verfügbar!*