

---

# Hangrutschungen – Ansätze und Umsetzungsbeispiele einer integrierten Klimawirkungsanalyse

Anne-Farina Lohrengel (BASt), Jens Kirsten (BASt), Markus Forbriger (EBA),  
Christoph Brendel (DWD)

**Fachsession:**            **Beiträge für eine integrierte Klimawirkungsanalyse der Bundesverkehrsinfrastruktur**

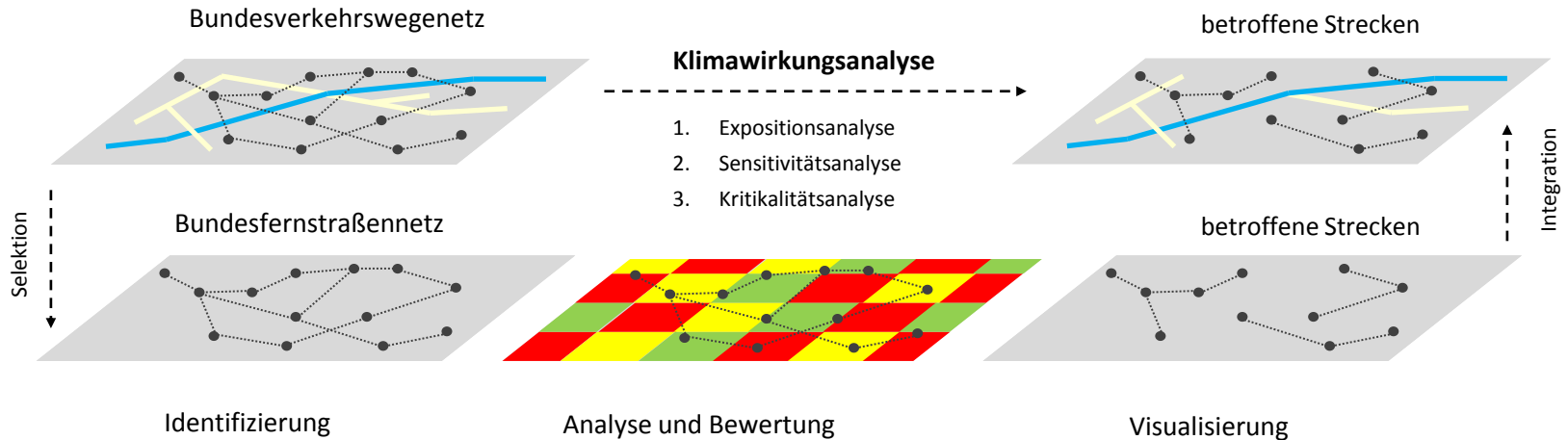
**I. Einleitung** Übersicht und Einordnung des Schwerpunkts „Hangrutschungen“

**II. Klimawirkungsanalyse für *Hangrutschungen***

- (1) Expositionsanalyse
- (2) Sensitivitätsanalyse
- (3) Kritikalitätsanalyse

**III. Ausblick** Projektergebnisse 2019

## Übersicht und Einordnung des Schwerpunkts „Hangrutschungen“



Starkregen



Hitze



Hangrutschungen



Hochwasser



Niedrigwasser



Sturm

## Rutschungsrelevante Parameter

<b>geologisch/morphologisch</b>	<b>klimatisch (Witterung)</b>
Geologie ( <i>Gesteinsklasse, Klüftung, Schichtung...</i> )	durchschnittlicher Niederschlag ( <i>Bodendurchfeuchtung</i> )
Hangneigung	Starkniederschlag ( <i>oberflächlicher Abfluss</i> )
Landnutzung ( <i>Wald, Landwirtschaft, Verkehrsflächen...</i> )	Frost-Tau-Wechsel
Einzugsgebiet ( <i>Fließakkumulation, Wölbung...</i> )	



## II. Klimawirkungsanalyse für *Hangrutschungen*

Modellansatz

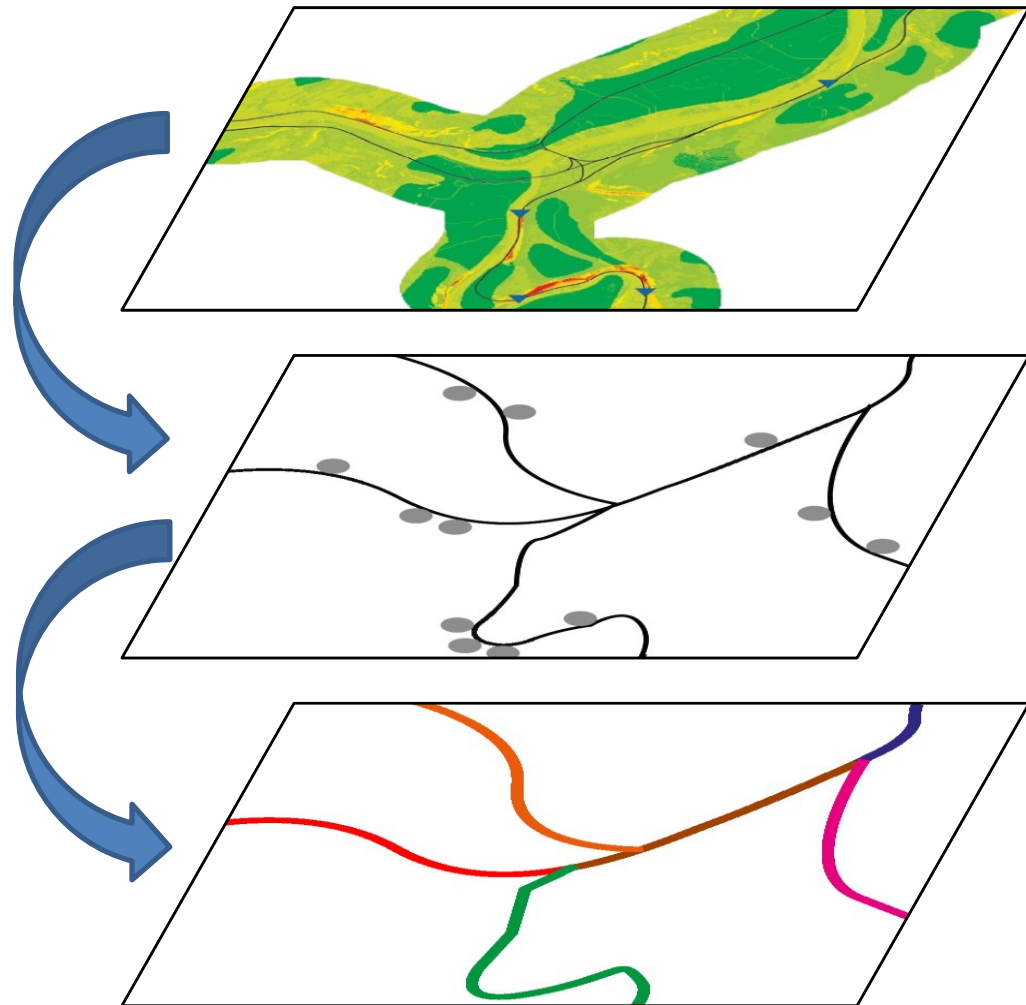
(1) Expositionsanalyse

+

(2) Sensitivitätsanalyse

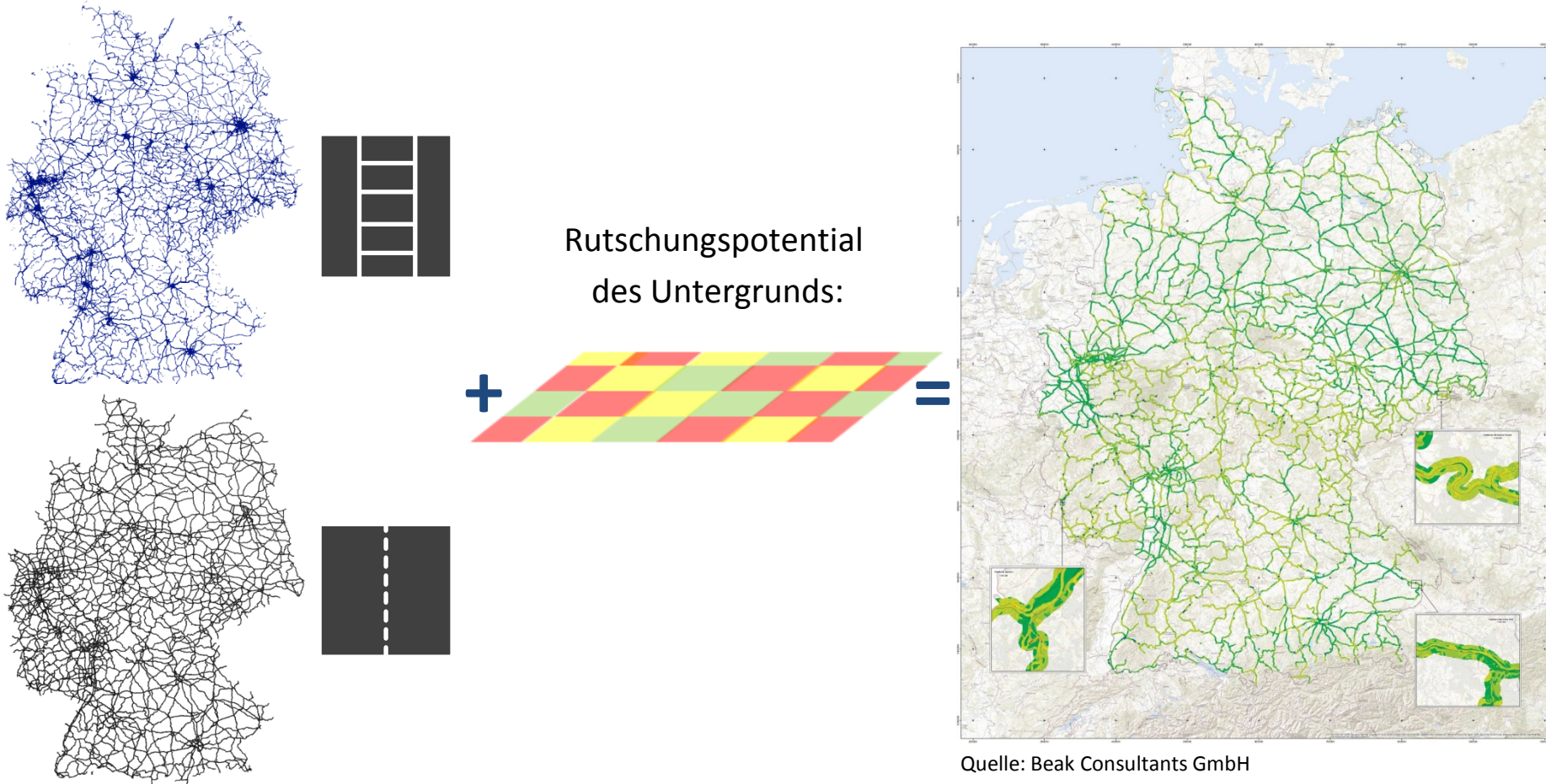
+

(3) Kritikalitätsanalyse



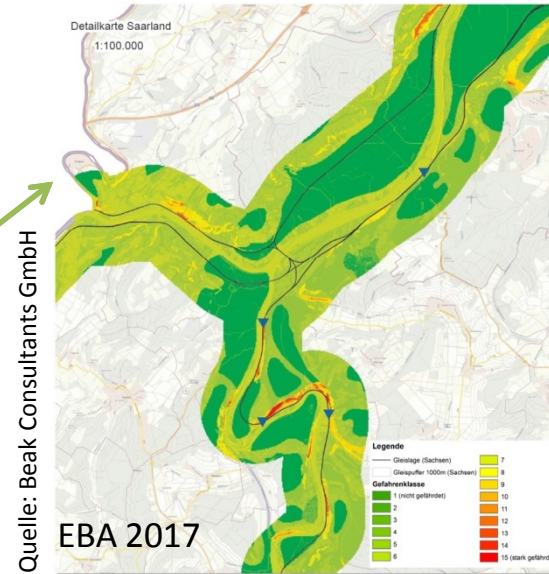
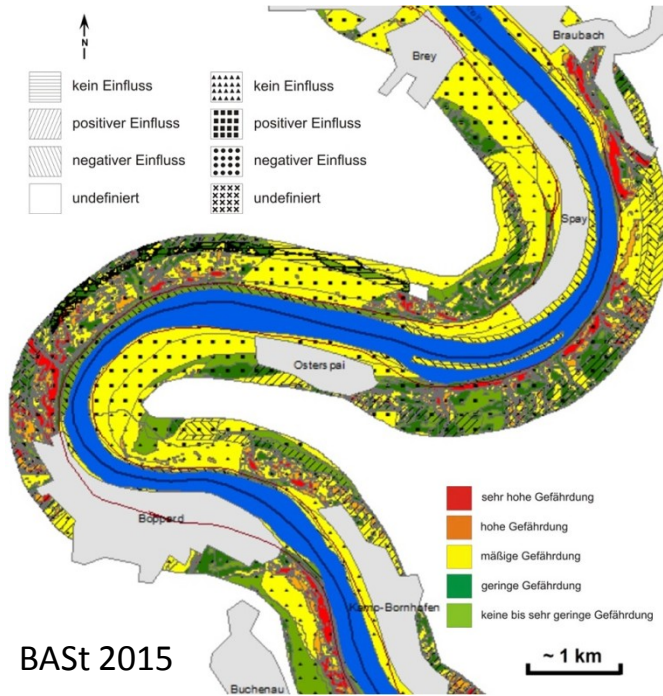
## II. Klimawirkungsanalyse für *Hangrutschungen*

(1) Expositionsanalyse: Netz + Grunddisposition = GHK



# II. Klimawirkungsanalyse für Hangrutschungen

## (1) Expositionsanalyse: Methodik und Entstehung



# II. Klimawirkungsanalyse für *Hangrutschungen*

## (1) Expositionsanalyse: Methodik und Entstehung

### Eingangsparameter:

#### Bundesfernstraßennetz (BISStra) / Bundesschiennennetz

- 1km Puffer

#### Geologische Übersichtskarte (GÜK200)

- Gesteinsklasse (GK)
- Verformungsempfindlichkeit (VE) für Lockergesteine
- Korngröße (KG) für Lockergesteine
- Klüftungsfreundlichkeit (KL) für Festgesteine
- Trennflächen (TF) für Festgesteine

#### Digitales Landschaftsmodell (DLM250)

- Versiegelungsgrad
- Bewuchs

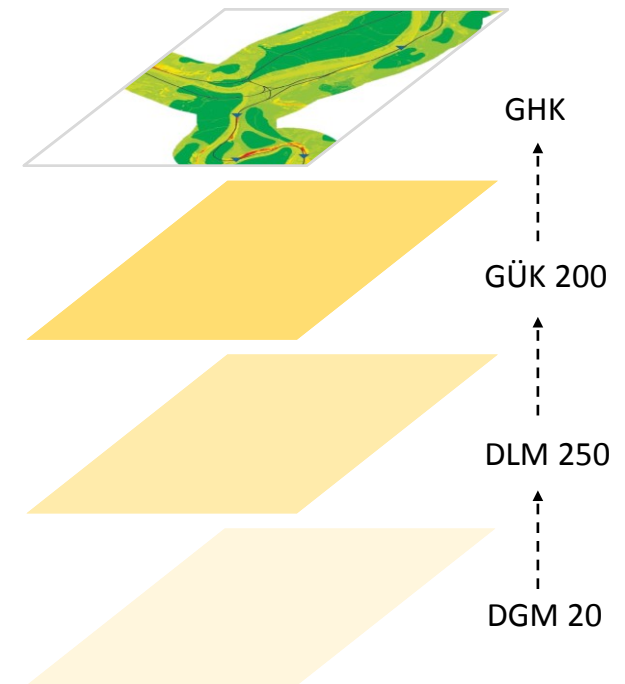
#### Digitales Geländemodell (DGM20)

- Hangneigung
- Fließrichtung / Fließakkumulation
- Wölbung

#### Ereigniskataster (2407 entlang des Bundesfernstraßennetzes)

### Modell

Verschnitt der Eingangsparameter in einem Geoinformationssystem





## II. Klimawirkungsanalyse für *Hangrutschungen*

### (1) Expositionsanalyse: Methodik und Entstehung

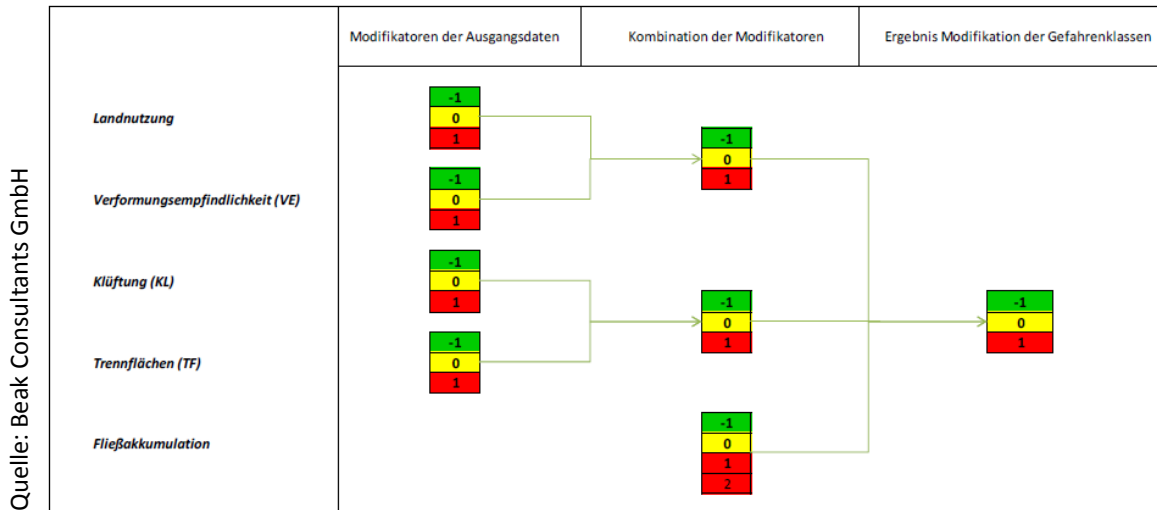
Geotechnisches Modell (Verschnitt GK & Hangneigung)

Gefahrenklasse	DGM Klassifikation	Lockergestein			Festgestein	
		Gesteinsklassifikation			GK = 1; 0	
		GK = 3; 7; 5 gemischtkörnig	GK = 4; 8 rollig	GK = 2; 6 bindig		
sehr stark	DGM = 5					
		15	> 36°		> 30°	> 60°
		14				
stark	DGM = 4	12				
		11	> 30 - 36°	> 36°	> 25 - 30°	> 50 - 60°
		10				
mäßig	DGM = 3	9				
		8	> 25 - 30°	> 30 - 36°	> 10 - 25°	> 30 - 50°
		7				
gering	DGM = 2	6				
		5	> 10 - 25°	> 25 - 30°	0 - 10°	0 - 30°
		4				
nicht gefährdet	DGM = 1	3				
		2	0 - 10°	0 - 25°		
		1				

Quelle: Beak Consultants GmbH

# II. Klimawirkungsanalyse für *Hangrutschungen*

## (1) Expositionsanalyse: Methodik und Entstehung Geotechnisches Modell (Rutschungsprozesse)



Gefahrenklasse	DGM Klassifikation
15	
14	DGM = 5
13	
12	
11	DGM = 4
10	
9	
8	DGM = 3
7	
6	
5	DGM = 2
4	
3	
2	DGM = 1
1	

### Spezifizierung der Gefahrenklassen (Modifikatoren)

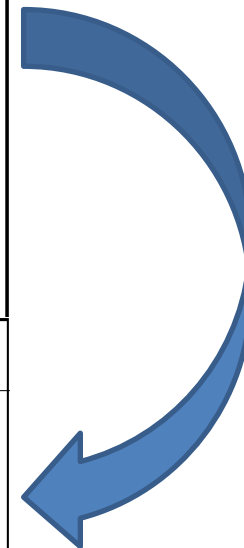
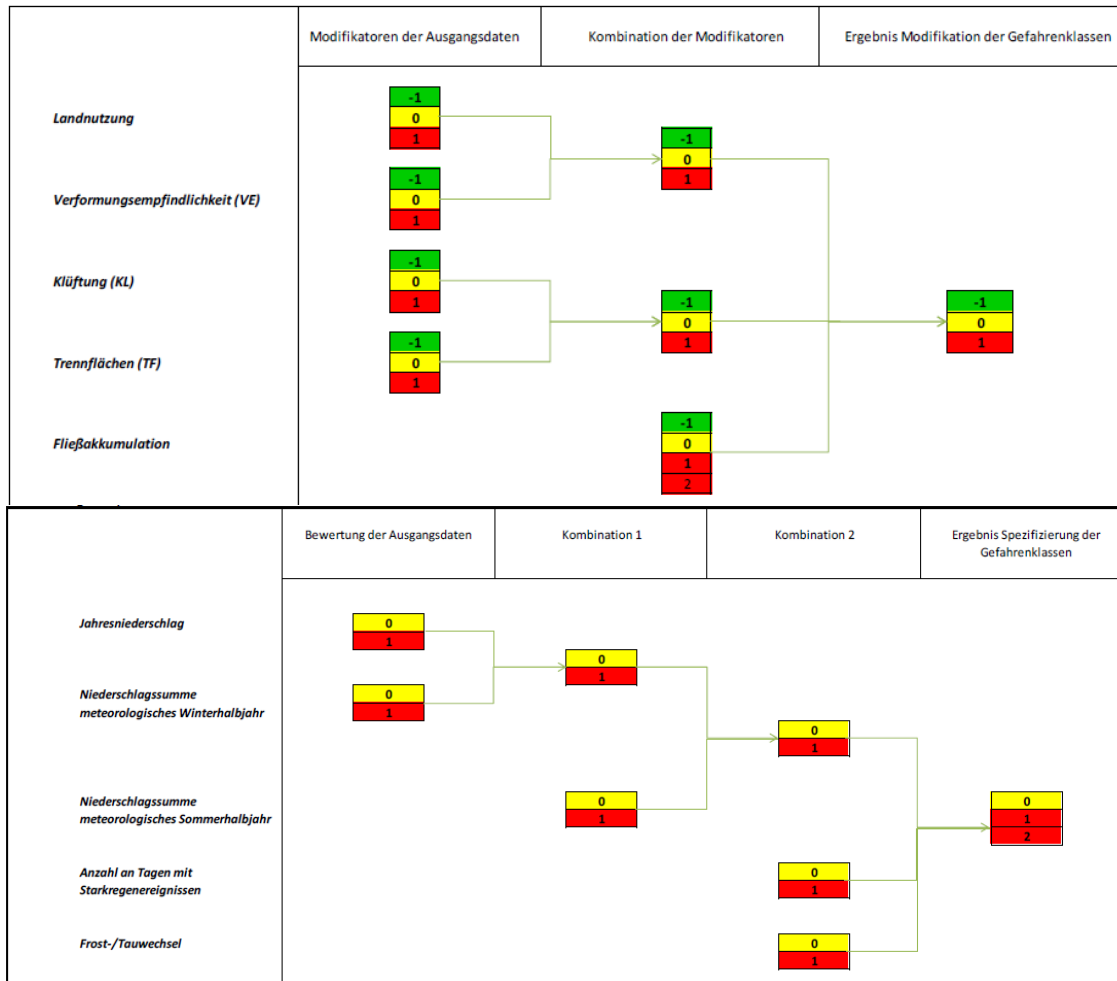
#### Beispiel Landnutzung

- **gefährdungsmindernd:** Waldbedeckung
- **gefährdungsneutral:** Landwirtschaft
- **gefährdungsstärkend:** vegetationslos, Gewässer

# II. Klimawirkungsanalyse für *Hangrutschungen*

## (1) Expositionsanalyse: Methodik und Entstehung Geotechnisches Modell (Rutschungsprozesse) + Klima

Quelle: Beak Consultants GmbH

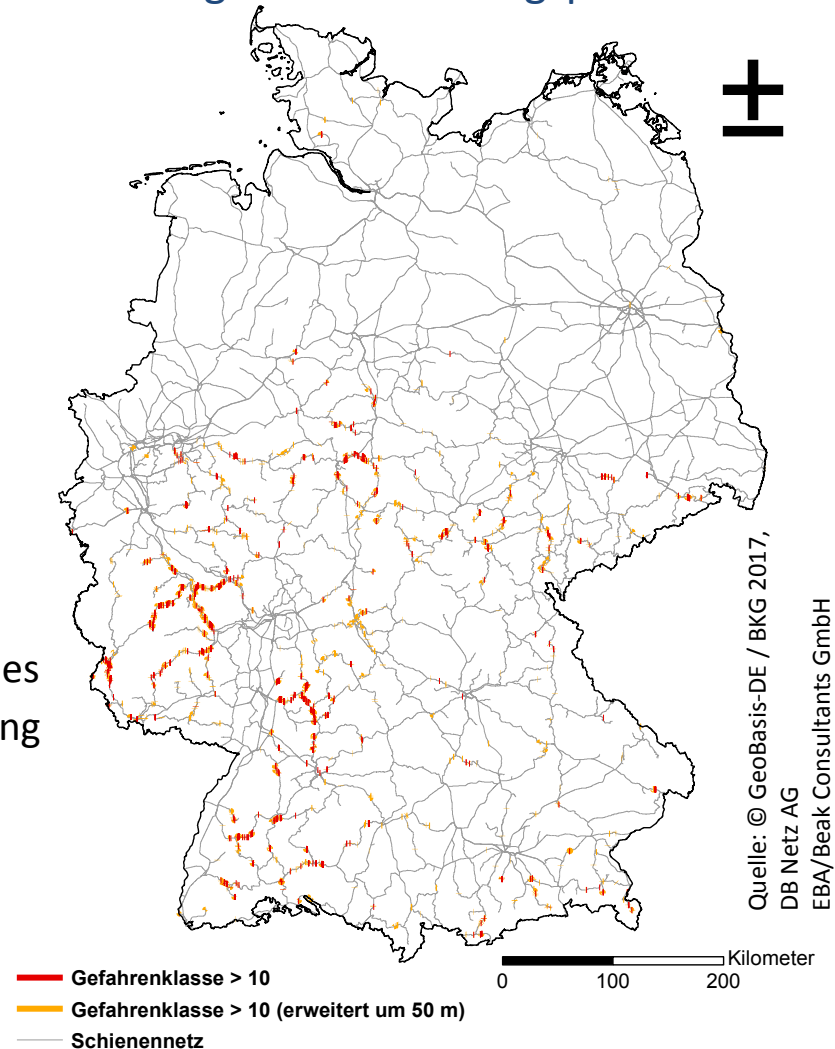


**+ Einbeziehen von Klimaparametern**  
(wird derzeit entwickelt)

## II. Klimawirkungsanalyse für *Hangrutschungen*

### (1) Expositionsanalyse: Ingenieurgeologische Abschätzung des Gefährdungspotentials

- Betrachtung der Gefahrenklassen „sehr stark gefährdet“ (Klasse 5) und „stark gefährdet“ (Klasse 4)
- potentiell von Hangrutschungen betroffene Eisenbahnstrecken:
  - ~50 km
  - ~400 km
- Ergebnisse bilden Grundlage zur Abschätzung der Exposition in der Klimawirkungsanalyse; des weiteren für Infrastrukturplanungen, Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen und Umweltverträglichkeitsprüfungen



## II. Klimawirkungsanalyse für *Hangrutschungen*

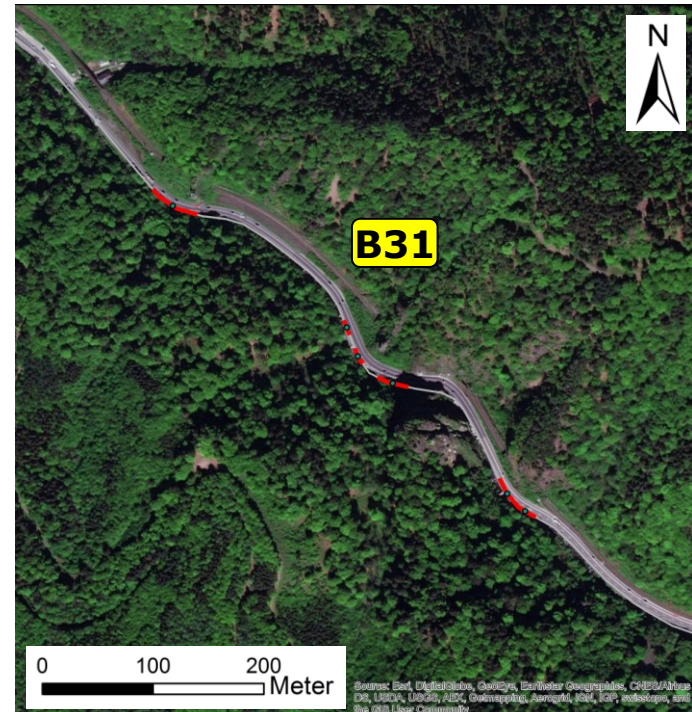
### (2) Sensitivitätsanalyse: Sicherungsbauwerke



© Ralf Braum, Deutsche Bahn AG

← **Steinschlagschutznetz** im Rheintal auf Höhe Oberwesel (rechte Rheinschiene)

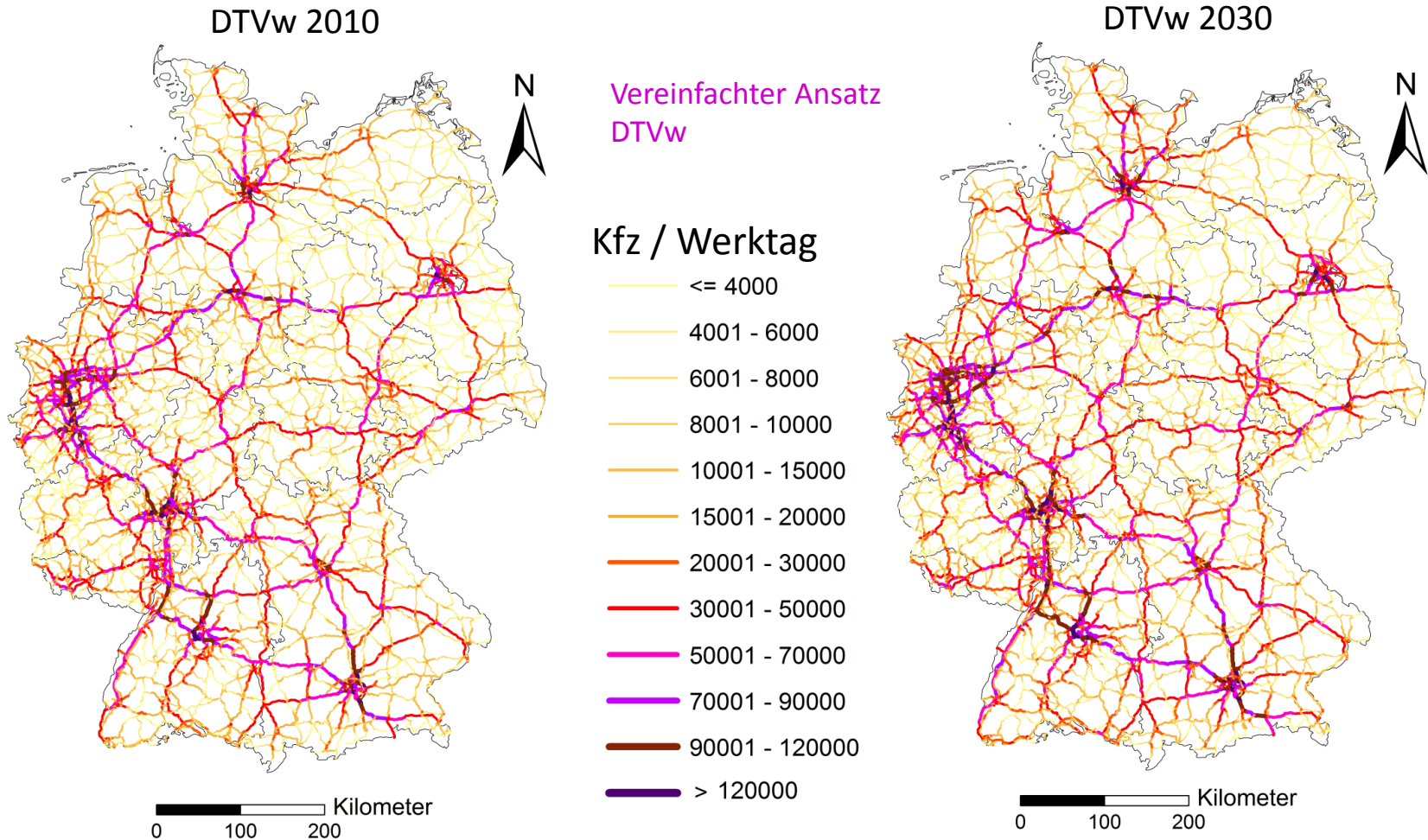
vorhandene **Sicherungsmaßnahmen** gegen Felssturz am Beispiel der **Bundesstraße 31** im Höllental im Südschwarzwald aus **SIB-BAUWERKE** →



Quelle: BISStra 2016 (verändert), BAST, © EuroGeographics, © Geobasis-DE / BKG 2016, © BISStra / BAST

## II. Klimawirkungsanalyse für *Hangrutschungen*

### (3) Kritikalitätsanalyse: DTV (Straße) Verkehrsbelastungskarte

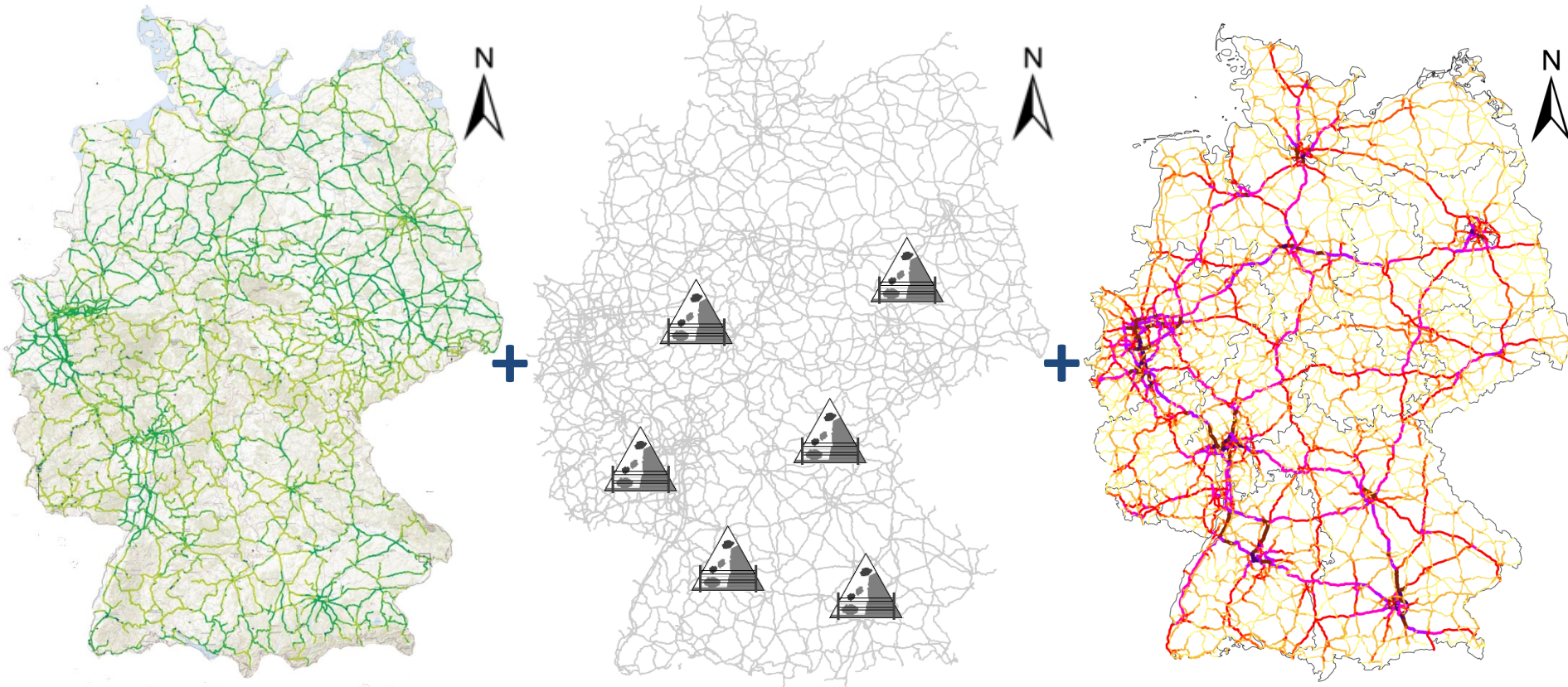


➤ **Schieneinfrastruktur** komplementär: Züge/Tag Schienenpersonenverkehr & Schienengüterverkehr

## II. Klimawirkungsanalyse für *Hangrutschungen*

### Zusammenfassung

Exposition (Gefahrenhinweiskarte) + Sensitivität (Sicherungsbauwerke) + Kritikalität (Verkehrsbelastung)



## Ausblick: Projektergebnisse 2019

### Gefahrenhinweiskarten

- Netzweite Hinweiskarten als Orientierungshilfe bei der Priorisierung von Erkundungs- und gegebenenfalls Sicherungsmaßnahmen
- Integration von Klimaprojektionsdaten
- Betrachtung von potentiellen Abgangsbahnen für Muren/Schlammströme/Überspülungen

### Digitale Erfassung

- Sichtung und Analyse von bisherigen Ereignissen als Grundlage für statistische Ansätze zum Monitoring von rutschungsgefährdeten Hängen sowie zur Früherkennung von potenziellen Schadensfällen

### Geogefahrendatenbank

- GIS-basierte Übersicht über vergangene Rutschungsereignisse entlang der Bundesverkehrswege

### Standortsicherheitsberechnungen

- Standortanalyse zur Feststellung, wie viel Restsicherheit sowohl unter aktuellen als auch unter zukünftigen Bedingungen vorhanden ist. Hierzu werden Standortsicherheitsberechnungen durchgeführt, die zusätzlich den Einfluss des Klimawandels berücksichtigen



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Anne-Farina Lohrengel,  
Bundesanstalt für Straßenwesen

Telefon: +49 (0) 2204 / 43 - 7104

E-Mail: lohrengel@bast.de

[www.bast.de](http://www.bast.de)

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

- BEAK CONSULTANTS GMBH (2017): Abschlussbericht EBA: „Erstellung einer ingenieurgeologischen Gefahrenhinweiskarte zu Hang- und Böschungsrutschungen entlang des deutschen Schienennetzes“.
- BEAK CONSULTANTS GMBH (laufend): Forschungsprojekt BAST: „Validierung und Weiterentwicklung des Dispositionsmodells und der Hinweiskarte zu Hang- und Böschungsrutschungen für das Bundesfernstraßennetz“.
- FORSCHUNGSSTELLE RUTSCHUNGEN E.V. (2015): Abschlussbericht BAST: „Weiterentwicklung eines Modells zur Abschätzung rutschungsgefährdeter Gebiete entlang des Bundesfernstraßennetzes und Erstellung einer bundesweiten Gefahrenhinweiskarte“ (unveröffentlicht).