



Methodik – Papier zum Handlungsfeld Planung und Bau: Verkehr und Verkehrsinfrastruktur – Hangrutschungs- gefährdung an Schienenwegen

Grundlagen

Hangrutschungen an Bahnschienen stellen ein erhebliches Risiko für die Sicherheit und Verfügbarkeit des Schienenverkehrs dar, da sie zu plötzlichen Sperrungen, Unfällen oder Infrastrukturschäden führen können. Solche Rutschungen werden durch geologische, topografische und klimatische Faktoren (z. B. bruchgefährdete Gesteinsstrukturen, instabile Hänge oder Stark-niederschläge) begünstigt. Aufgrund des Klimawandels ist künftig mit extremen Wetterereignissen zu rechnen, die diese Prozesse weiter verschärfen. Die vom Eisenbahn-Bundesamt (EBA) 2019 veröffentlichte Gefahren-hinweiskarte zur Hangrutschungsgefährdung dient als präventives Instrument, um gefährdete Streckenabschnitte frühzeitig zu identifizieren und so gezielte Anpassungsmaßnahmen zu ermöglichen.

Datenbasis und Kartenerstellung

Das Eisenbahn-Bundesamt hat die Gefahrenhinweiskarte zur Hangrutschungsgefährdung erstellt und veröffentlicht. Dazu hat das EBA umfangreiche geologische, topografische und nutzungsbezogene Daten verarbeitet. Als Datenbasis dienen das Digitale Geländemodell DGM10 (Auflösung: 10 m × 10 m), die Geologische Übersichtskarte 1:200.000 (GÜK200) der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) sowie das Digitale Landschaftsmodell DLM250 des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG). Ergänzt wurde diese Datenbasis durch das Ereigniskataster der DB Netz AG. Alle Daten wurden in ein einheitliches Koordinatensystem (ETRS89 UTM 32N) überführt und auf einem 1000 m breiten Pufferstreifen beidseits der Bahnleihe begrenzt, um die Datenmenge zu reduzieren.

Zur Erstellung der Gefahrenhinweiskarte kam ein physikalisch basierter Ansatz zum Einsatz (KALLMEIER et al. 2019). Dieser fußt auf wissens- bzw. regelbasierten Entscheidungsbäumen, bei denen geotechnische Fachkenntnisse zur Klassifikation des Gefährdungspotenzials genutzt wurden. Eine Übersicht über die Struktur dieser Entscheidungsbäume ist in Abbildung 1 dargestellt. Zunächst wurden Hangneigung und Gesteinsklasse als Hauptparameter festgelegt, auf Basis der GÜK200 und des DGM10 klassifiziert und miteinander verschnitten. Zusätzliche Modifikationen – etwa zu Klüftungsfreundlichkeit, Verformungsempfindlichkeit, Trennflächen, Versiegelung und Bewuchs – wurden rasterbasiert abgeleitet und flossen in die Klassifikation mit ein. Jeder Rasterzelle wurde so eine Gefahrenklasse von 1 (nicht gefährdet) bis 15 (sehr stark gefährdet) zugewiesen (Tabelle 1), wobei die Hauptklassifikation (z. B. durch Gestein und Hangneigung) jeweils durch maximal ± 1 verändert werden konnte, um die Zusatzfaktoren nicht über zu bewerten (Abbildung 2).

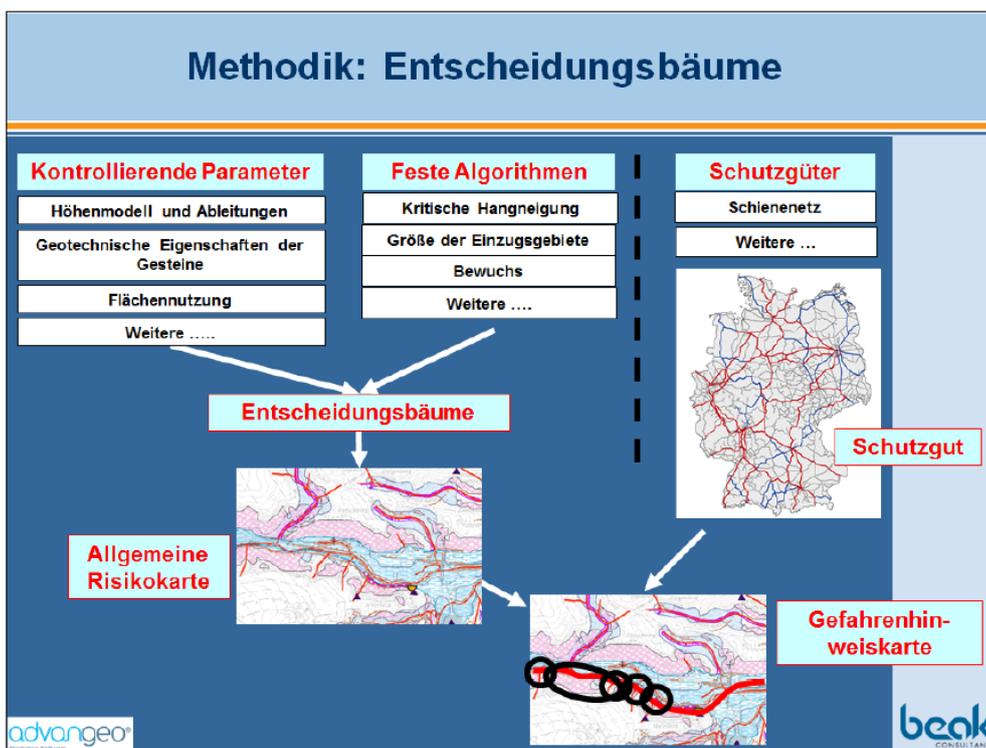


Abbildung 1: Methodik der multivariaten Statistik/künstlichen neuronalen Netze (KALLMEIER et al. 2019).

Tabelle 1: Expertenwissensbasierte Klassifikation (Entscheidungsbaum) des Gefährdungspotentials durch Verschnitt der Gesteinsklasse auf Grundlage der GÜK200 und der Hangneigungs-kategorie auf Grundlage des DGM20 (KALLMEIER et al. 2019).

Gefahren- klasse	DGM20 Hangneigung Klassifikation	Lockergestein			Festgestein
		GÜK200 - Gesteinsklassifikation			
		GK = 3; 7; 5	GK = 4; 8	GK = 2; 6	GK = 1; 0
		gemischtkörnig	rollig	bindig	
15					
14	DGM = 5	> 36°		> 30°	> 60°
13					
12					
11	DGM = 4	> 30 - 36°	> 36°	> 25 - 30°	> 50 - 60°
10					
9					
8	DGM = 3	> 25 - 30°	> 30 - 36°	> 10 - 25°	> 30 - 50°
7					
6					
5	DGM = 2	> 10 - 25°	> 25 - 30°	0 - 10°	0 - 30°
4					
3					
2	DGM = 1	0 - 10°	0 - 25°		
1					

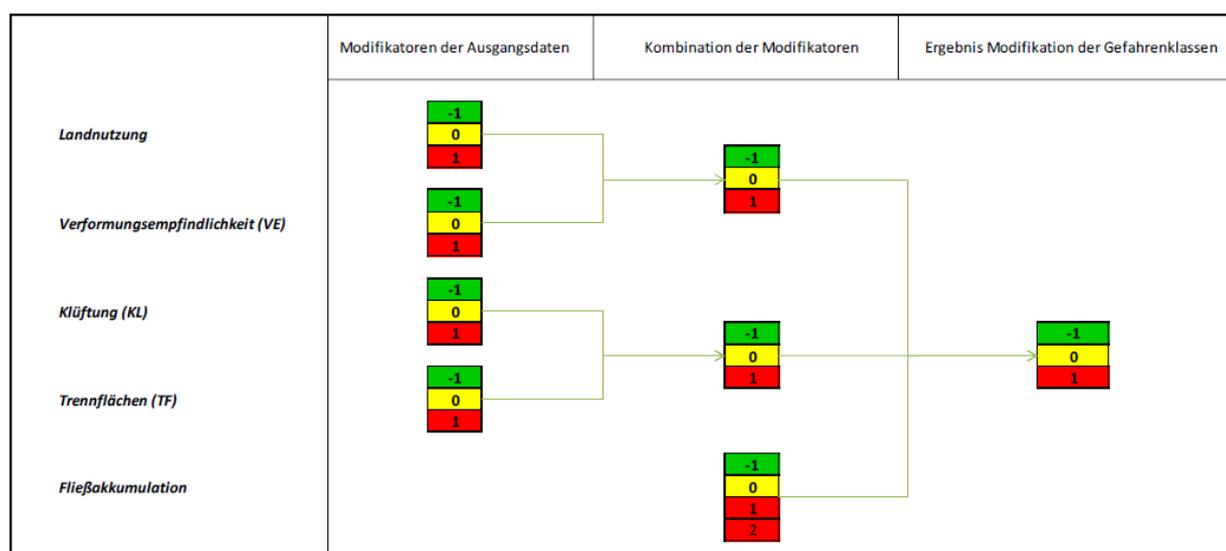


Abbildung 2: Fließschema (Algorithmus) zur Berechnung der resultierenden Modifikation (Spezifizierung) der Gefahrenklassen durch Kombination der Modifikatoren der unterschiedlichen Ausgangsdaten (KALLMEIER et al. 2019).

Diese Vorgehensweise lieferte eine räumlich hochaufgelöste Rasterkarte, die die Gefährdungsklassen entlang des Gleisnetzes sichtbar macht. Die Ergebnisse wurden mit Pufferzonen von jeweils 0 m, 50 m, 100 m und 200 m um die Gleise versehen, um angrenzende Gefahrenbereiche zu erfassen.

Kartenbeschreibung

Die Karte zur Hangrutschungsgefährdung an Schienenwegen in NRW (Abbildung 3) zeigt an, welche Streckenabschnitte des Schienennetzes von Hangrutschungen betroffen sind. Die Darstellung gliedert sich in drei Gefährdungsklassen: „nicht betroffen“, d. h. keine gefährdeten Rasterzellen in oder nahe der Gleise (grau), „betroffen 50m“ (Gleisabschnitte in bis zu 50 m Abstand zu gefährdeten Rasterzellen; gelb) und „betroffen 0m“ (Gleisabschnitte, die direkt über gefährdeten Rasterzellen verlaufen; rot). Schienenwege mit erhöhter Hangrutschungsgefährdung kommen in NRW insbesondere in Regionen mit hügeligem oder bergigem Relief wie dem Sauerland vor.

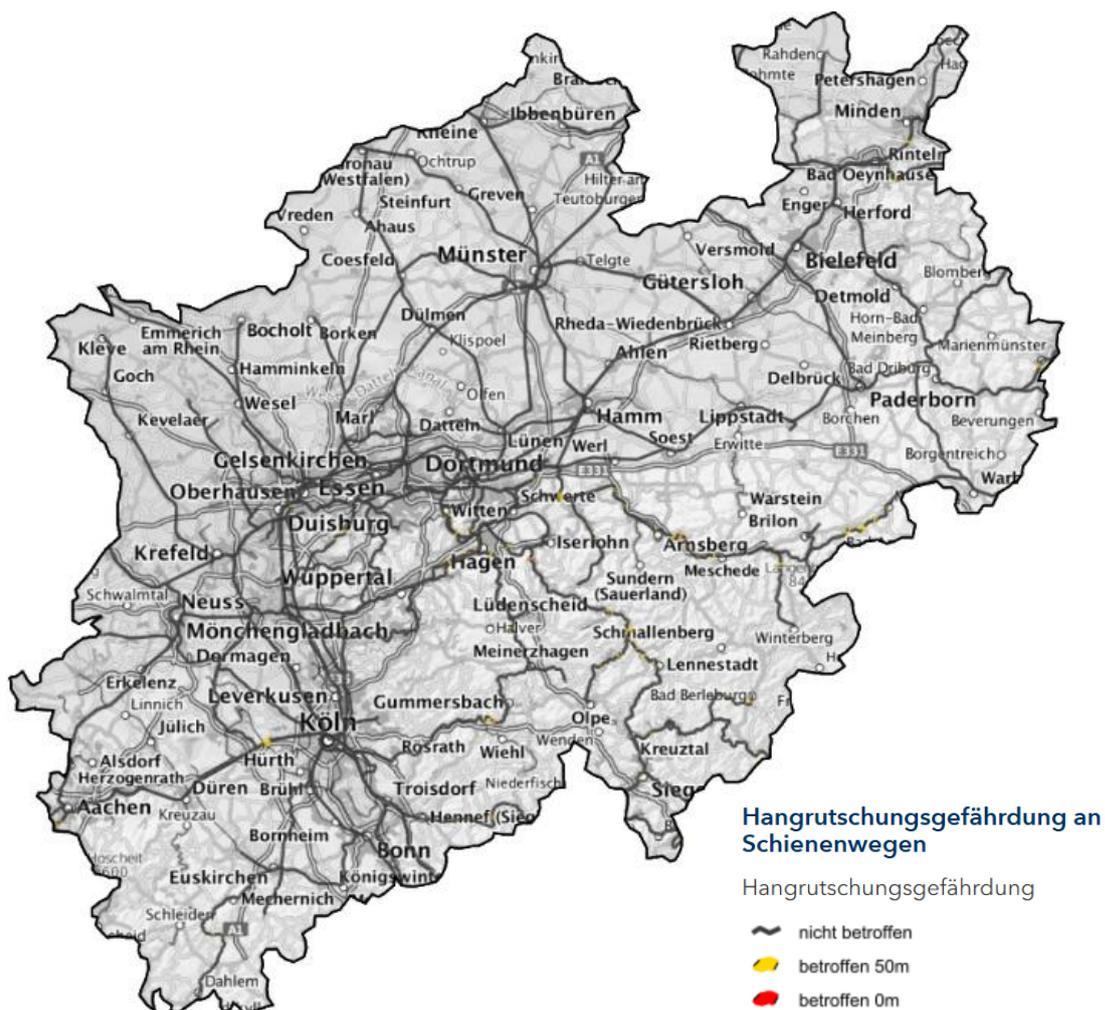


Abbildung 3: Hangrutschungsgefährdung an Schienenwegen in NRW.

Fazit

Die angewendete Methode zur Erstellung der Gefahrenhinweiskarte ermöglicht eine flächendeckende, einheitliche Bewertung des Hangrutschungsrisikos entlang des Schienennetzes. Durch die Kombination geotechnischer Parameter wie Hangneigung, Gesteinsart und weiterer modifizierender Faktoren konnten realitätsnahe Gefährdungsklassen berechnet werden. Auch wenn lokale Besonderheiten nur eingeschränkt erfasst werden können, liefert die daraus entstandene Gefahrenhinweiskarte eine belastbare und praxisnahe Grundlage für großräumige Risikoanalysen sowie für präventive Instandhaltungsmaßnahmen und infrastrukturelle Anpassungen im Kontext des Klimawandels. Besonders für Regionen mit instabilen Hanglagen bietet sie ein effektives Mittel zur Risikominimierung und langfristigen Sicherung des Bahnbetriebs.

Literatur

Kallmeier, E., Knobloch, A. & Hertwig, T. (2019): Erstellung einer ingenieurgeologischen Gefahrenhinweiskarte zu Hang- und Böschungsrutschungen entlang des deutschen Schienennetzes. EBA, Forschungsbericht 2018-13. DOI: <https://doi.org/10.48755/dzsf.210024.01>