

Abb. 1: Wintereinbruch auf der Erzgebirgsbahn im Winter 2019/2020 *Quelle: J. Wünsche/EGB*

Auswirkungen von Schnee und Frost im deutschen Schienenverkehr

Winterliche Witterungsverhältnisse treffen die Schiene auf vielfältige Weise. Dieser Beitrag präsentiert ein Risikomodell für heute und die zukünftige Entwicklung.

SONJA SZYMCZAK | FREDERICK BOTT | SASKIA DISCHER | HENDRIK AMMOSER | MAX ULRICH | STEFAN MOSELEWSKI

Trotz Klimaerwärmung können auch in Zukunft in Deutschland bedeutende winterliche Witterungsverhältnisse auftreten, auf die sich der Schienenverkehr einstellen muss. In diesem Beitrag wird ein systematischer Überblick über die vergangene und zukünftige Entwicklung winterlicher Witterungsverhältnisse gegeben, und es wird gezeigt, welche Störungen durch Schnee und Frost im Schienenverkehr auftreten können. Zusätzlich wird ein Risikomodell für das bundesweite Schienennetz präsentiert.

Einleitung

Wie der letzte Winter in Deutschland gezeigt hat, muss auch unter dem momentan stattfindenden Klimawandel trotz eines generellen Trends zu milderen Temperaturen weiterhin vereinzelt mit deutlichen Wintereinbrüchen gerechnet werden, die sich insbesondere durch intensive Schneefälle auszeichnen (Abb. 1). Solche Wintereinbrüche können zu erheblichen Beeinträchtigungen im Schienenverkehr führen, wie zuletzt der Winter 2023/24 gezeigt hat. Im Dezember 2023 sorgte in Bayern ein Wintereinbruch mit enormen Neuschneemengen von bis zu 50 cm in 24 Stunden für eine komplette Einstellung des Bahnbetriebs auf mehreren Strecken. So konnte beispielsweise der Hauptbahnhof München in Folge mehrere Tage nicht bzw. nur sehr eingeschränkt angefahren werden, und der S-Bahn-Betrieb in München war für drei Tage außer Betrieb [1]. Eine andere meteorologische Extremsituation trat im Januar 2024 auf: Tief Gertrud mit seiner ausgeprägten Luftmassengrenze von kalter Polarluft im Norden und subtropischer Warmluft im Süden quer über der Mitte Deutschlands sorgte für erhebliche Glätte durch teils intensiven gefrierenden Regen südlich und kräftige Schneefälle nördlich der Luftmassengrenze. Dies führte u. a. zu Beeinträchtigungen auf der Riedbahn, und die Höchstgeschwindigkeit der ICE-Züge wurde auf 200 km/h begrenzt [2]. Auch über einen längeren Zeitraum betrachtet stellen durch winterliche Witterungsbedingungen verursachte Störfälle einen nicht unerheblichen Anteil aller wetter- und witterungsbedingten

© DVV Media Group GmbH

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DZSF © DVV Media Group GmbH

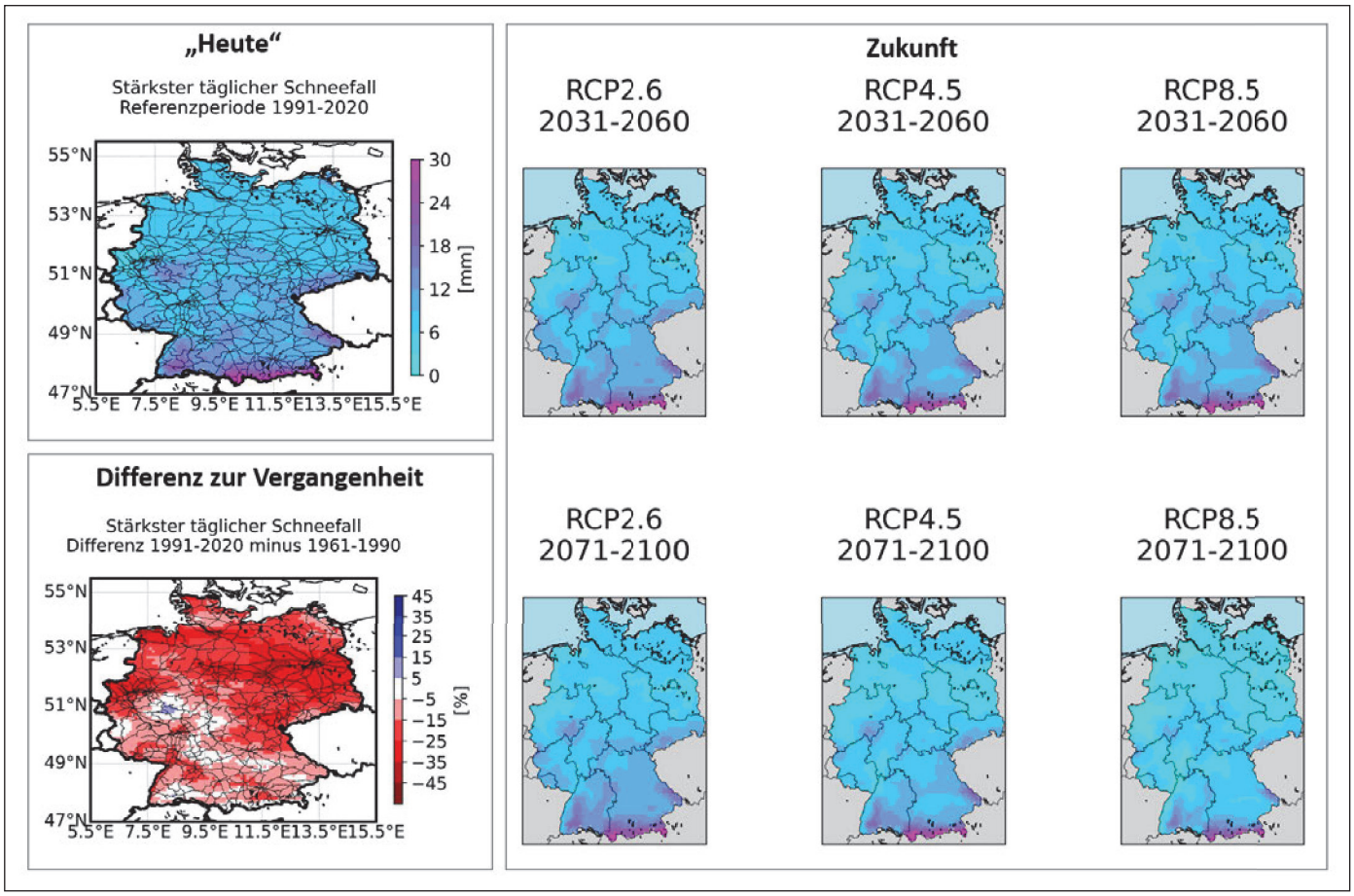

Abb. 2: Jährliches Maximum der täglichen Schneefallmenge für die Referenzperiode 1991-2020 (links oben), die Differenz dieser Kenngröße im Vergleich zur Periode 1961-1990 (links unten) und die Projektion für zwei Zeiträume in der Zukunft für drei ausgewählte Klimaszenarien (rechts). Die schwarzen Linien in den Karten links stellen das Bahnnetz in Deutschland dar. *Quelle: AtmoVera*

Störfälle an der Schieneninfrastruktur dar, wie eine Zusammenstellung der DB Netz AG für die Jahre 2017-2021 zeigt [3].

Der vorliegende Beitrag gibt einen systematischen Überblick über die vergangene und zukünftige Entwicklung winterlicher Witterungsverhältnisse, zeigt auf, welche Störungen durch Schnee und Frost im Schienenverkehr auftreten können und präsentiert ein Risikomodell für das bundesweite Schienennetz. Die vorgestellten Ergebnisse stammen aus dem Auftragsforschungsprojekt „Auswirkungen von Schneefall und Frost auf den deutschen Schienenverkehr: Folgen und Handlungsbedarf – heute und in Zukunft“ [4] des Deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung. Dieses wird über einen Zeitraum von zwei Jahren vom IFB Institut für Bahntechnik GmbH, AtmoVera und der Erzgebirgsbahn DB RegioNetz Verkehrs GmbH bearbeitet.

Der Einfluss des Klimawandels auf unser Winterwetter

Zur Beschreibung winterlicher Witterungsverhältnisse können verschiedene klimatische Parameter herangezogen werden. In dem beschriebenen Projekt wurden 14 Klimakenngrößen für eine genauere Analyse der zeitlichen Veränderung des Winterwetters ausgewählt. Für jede Klimakenngröße wurden deutschlandweite Karten erstellt, die für unterschiedliche Zeiträume die langjährigen Mittelwerte der Klimakenngrößen bzw. die mittlere jährliche Anzahl bestimmter Klimakenntage darstellen. Als Zeiträume wurden die Klimanormalperioden 1961–1990 und 1991–2020 gewählt sowie die Projektionszeiträume 2031–2060 und 2071–2100. Somit können langfristige Trends räumlich differenziert betrachtet werden.

Zur Ermittlung der Werte der Klimakenngrößen während der Klimanormalperioden wurden Reanalysedaten aus dem ERA5-Datensatz verwendet, ein in vielen Klimafolgemodellierungen gängiger Referenzdatensatz mit einer räumlichen Auflösung von 0,1 x 0,1°, was etwa 9 x 9 km entspricht. Die Daten wurden auf tägliche Zeitschritte aggregiert. Zur Projektion der Klimakenngrößen in die Zukunft wurden Datensätze von regionalisierten Klimaprojektionen aus dem Kernensemble von regionalen Klimamodellen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für die Klimaszenarien RCP2.6 (Klimaschutzszenario), RCP4.5 (moderat) und RCP8.5 (Weiter-wie-bisher) verwendet. Die räumliche Auflösung der Daten beträgt 0,1° x 0,11° was etwa 12,5 x 12,5 km entspricht, ist also der Auflösung der ERA5-Daten sehr ähnlich. Durch die Auflösung und auch Schwierigkeiten bei der Modellierung von Niederschlagsmenge und Niederschlagsart bei Temperaturen nahe dem Gefrierpunkt ist die absolute Aussagekraft der verwendeten Datensätze limitiert. Regionale Besonderheiten, Hotspots und zukünftige Trends lassen sich jedoch mit diesen Datensätzen gut identifizieren.

Abb. 2 stellt exemplarisch für die Klimakenngröße „jährliches Maximum der täglichen Schneefallmenge“ die Karten für die verschiedenen Zeiträume und Szenarien dar, während Tab. 1 eine Übersicht über die Trends aller betrachteten Parameter gibt. Fast alle Parameter zeigten bereits in der Vergangenheit eine mehr oder weniger deutliche Abnahme bzw. einen Trend hin zu weniger strengen winterlichen Witterungsbedingungen. Dieser Trend wird sich in Zukunft fortsetzen bzw. noch verstärken, je nach Klimaszenario. Unter den Bedingungen des RCP2.6 ist kaum eine Veränderung zu erwarten, während unter den Bedingungen des RCP4.5 eine moderate und denen des RCP8.5 eine starke Änderung hin zu noch weniger winterlichen Bedingungen der jeweiligen Kenntage bzw. Kenngrößen zu verzeichnen sein wird. Jedoch gibt es auch drei Klimakenngrößen, die in der jüngeren Vergangenheit ein räumlich differenziertes Bild zeigen, bei denen es in einzelnen Regionen auch zu einer Zunahme

© DVV Media Group GmbH

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DZSF © DVV Media Group

Klimakenngröße	Indikator	Trend Vergangenheit (Differenz 1991–2020 minus 1961–1990)	Trend Zukunft gegenüber 1991–2020, Klimaszenario RCP8.5	
			2031–2060	2071–2100
Schneefalltage	jährliche Anzahl	Abnahme um 20–40 %	Abnahme um 30–40 %	Abnahme um 70–85 %
leichte Schneefalltage (max. 5 mm Wasseräquivalent)	jährliche Anzahl	Abnahme um 10–30 %	Abnahme um 30–40 %	Abnahme um 70–85 %
maximale tägliche Schneefallmenge	langjähriges Mittel	überwiegend Abnahme um 15–40 %, in vereinzelten Mittelgebirgen Zunahme von bis zu 10 %	-20 bis +5 %	-50 bis -5 %
Nassschneefalltage (mind. 5 mm Wasseräquivalent)	jährliche Anzahl	regional unterschiedlich, Abnahme um bis zu 40 % (z. B. norddeutsches Tiefland), Zunahme um bis zu 50 % (z. B. Nordost-Deutschland, westliche Mittelgebirge)	Abnahme um 30–40 %	Abnahme um 70–85 %
Schneedeckentage (mind. 1 mm Wasseräquivalent)	jährliche Anzahl	Abnahme um 10–35 %	Abnahme um 30–40 %	Abnahme um 70–85 %
maximale Schneedecke	langjähriges Mittel	Abnahme um 10–45 %	Abnahme um 30–40 %	Abnahme um 65–75 %
Stunden mit gefrierendem Niederschlag	jährliche Anzahl	Abnahme um überwiegend 10 %	Abnahme um 35–45 %	Abnahme um 65–75 %
maximale tägliche gefrierende Niederschlagssumme	langjähriges Mittel	regional unterschiedlich, Abnahme um bis zu 50 % (z. B. norddeutsches Tiefland, Westdeutschland), Zunahme um bis zu 50 % (z. B. Schwarzwald, Alpen)	Abnahme um 25–40 %	Abnahme um 30–50 %
Frosttage (Tagestiefsttemperatur < 0 °C)	jährliche Anzahl	Abnahme um bis zu 25 %	Abnahme um 20–30 %	Abnahme um 55–65 %
strenge Frosttage (Tagestiefsttemperatur < -10 °C)	jährliche Anzahl	Abnahme um 10–80 %	Abnahme um 45–55 %	Abnahme um 60–70 %
Eistage (Tageshöchsttemperatur < 0 °C)	jährliche Anzahl	Abnahme um bis zu 50 %	Abnahme um 30–45 %	Abnahme um 70–85 %
Wechselfrosttage (Tageshöchsttemperatur > 0 °C; Tagestiefsttemperatur < 0 °C)	jährliche Anzahl	kein Trend in Ostdeutschland, Abnahme um 5–25 %	Abnahme um 20–30 %	Abnahme um 50–60 %
jährliche minimale Tagestiefsttemperatur	langjähriges Mittel	Zunahme um verbreitet +1 bis +4 K	Zunahme um +2,4 bis +3,7 K	Zunahme um +5,5 bis +8,2 K
jährliche minimale Tageshöchsttemperatur	langjähriges Mittel	Zunahme um verbreitet +1 bis +3 K	Zunahme um +1,6 bis 2,4 K	Zunahme um +3,8 bis +5,2 K

Tab. 1: Übersicht betrachteter Klimakenngrößen und ihre Trends in der Vergangenheit und für zwei Zeiträume in der Zukunft unter dem Klimaszenario RCP8.5

Quelle aller Tab.: DZSF

kam bzw. in Zukunft kommen wird. Dies betrifft insbesondere die Klimakenngrößen, bei denen große Niederschlagsmengen bei Temperaturen nahe oder unter dem Gefrierpunkt eine Rolle spielen (z. B. tägliche Schneefallmenge, Menge an gefrierendem Regen), da sie durch die allgemeine Verstärkung winterlicher Niederschläge durchaus gegenläufige Trends zu temperaturabhängigen Kenngrößen zeigen.

Störungen durch Schnee und Frost im Schienenverkehr

So vielschichtig sich die kalte Jahreszeit durch unterschiedliche Klimakenngrößen abzeichnet, auf so vielfältige Weise kann sie auch Störungen an der Schieneninfrastruktur, Fahrzeugen und Bahnanlagen verursachen und somit einen reibungslosen Betrieb behindern bzw. im Extremfall zum Einstellen des Bahnbetriebs führen. Bei einer umfassenden Literatur- und Datenrecherche im Rahmen des Projektes wurde genauer herausgearbeitet, welche Parameter zu welchen Beeinträchtigungen in welchen Systemkomponenten führen können. Einige Beispiele sind in Tab. 2 zusammengefasst.

Ein im Rahmen des Projektes ausgewerteter Datensatz der DB Netz AG (seit 2024 DB InfraGO) mit bundesweit aufgezeichneten Störmeldun-

Witterungsparameter	Mögliche Beeinträchtigungen
Schneefall	Sichtbehinderung → Einstellen des Zugbetriebs, Geschwindigkeitsbeschränkungen
Schneeanhaftungen	Gewichtszunahme der Züge → Beeinflussung der Spurführung Beeinträchtigung der Sichtbarkeit von Signalen und Schildern
Schneeverwehungen	Bedeckung von Gleisen, Zuwehen von Fahrzeugen, Einschränkung der Bewegungsmöglichkeiten mechanischer Elemente (z. B. Weichen)
Schneedecke	Entstehung von Flugschnee durch Wind / Verwirbelungen Beeinflussung der Spurführung (bei komprimiertem Schnee und einer Schneehöhe über der Schienenoberkante) Gewichtszunahme (z. B. auf Gebäudedächern)
Gefrierender Regen	Überfrieren von Oberflächen → Haftung des Rades an der Schiene ist nicht mehr gewährleistet
Raureifbildung	Beeinflussung des Fahrdraht-Stromabnehmer-Kontaktes durch starke Lichtbogenbildung
Dauer- und Wechselfrost	Verursachung von Materialveränderungen

Tab. 2: Übersicht winterlicher Witterungsparameter und durch sie verursachte Beeinträchtigungen des Schienenverkehrs

© DVV Media Group GmbH
Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DZSF © DVV Media Group

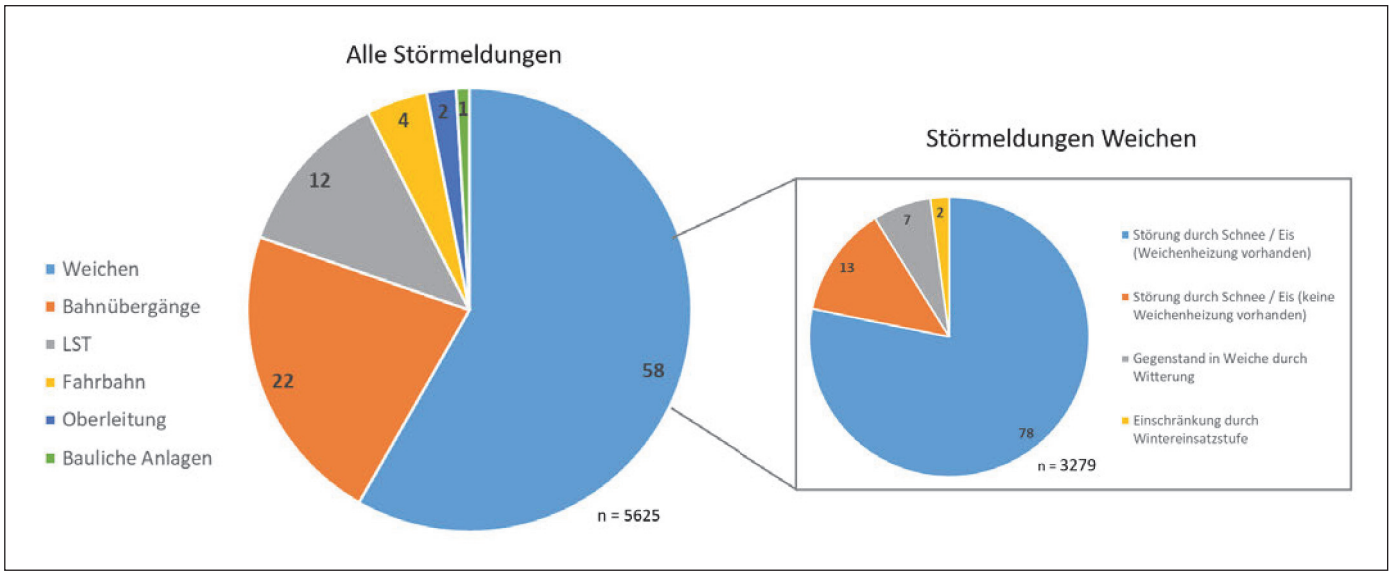

Abb. 3: Arten und Anteile der Störmeldungen durch Schnee und Frost im bundesweiten Schienennetz im Zeitraum 2016–2023 aus einer Schadensdatenbank der DB InfraGO *Quelle: DZSF*

gen durch winterliche Bedingungen für die Jahre 2017–2023 umfasst insgesamt 5625 Störungen. Gegliedert nach betroffenen Elementen der Schieneninfrastruktur fällt auf, dass Störungen am häufigsten Weichen betreffen (58 %), gefolgt von Bahnübergängen (22 %) (Abb. 3). Die Fahrbahn (4 %) und Oberleitungen (2 %) sind nur selten betroffen. Bei einer genaueren Betrachtung der Störmeldungen an den Weichen zeigt sich, dass am häufigsten Störungen durch Schnee / Eis gemeldet wurden, obwohl an den betroffenen Weichen eine Weichenheizung vorhanden war. Bei der Interpretation dieses Datensatzes muss jedoch berücksichtigt werden, dass er mit sechs Jahren nur einen sehr kurzen Zeitraum abdeckt und auch keinen besonders harten Winter beinhaltet. Somit kann keine allgemein gültige Aussage abgeleitet werden, dass Weichen das störanfälligste Element im bundesweiten Schienennetz darstellen.

Entwicklung eines Risikomodells für das bundesweite Schienennetz

Die meteorologischen Daten (Witterungsparameter aus ERA5-Daten; Tab. 1) und Ereignisdaten von Störungsereignissen im Schienenverkehr wurden in einer Datenbank zusammengeführt, um bundesweite Risikomodelle für das Auftreten von in Deutschland relevanten Störungen und Schäden aufzubauen und Risikokarten zu erstellen. Neben der im vorherigen Kapitel erwähnten Schadensdatenbank der DB InfraGO floss in das Risikomodell auch noch ein kleinerer Datensatz mit Schäden am Streckennetz der Erzgebirgsbahn ein. Durch die Verknüpfung von meteorologischen Daten mit Störungsereignissen können Zusammenhänge besser verstanden werden, und es kann bestimmt werden, welche Störungsereignisse im Eisenbahnsystem in welcher Region durch welche Witterungsphänomene verursacht werden. Mit den Risikomodellen lässt sich räumlich differenziert die Eintrittswahrscheinlichkeit möglicher Störungen abschätzen. Weiterhin können durch Klimaprojektionen zukünftige Risiken abgeschätzt und es kann der aktuelle sowie zukünftige fachbereichsspezifische Handlungsbedarf abgeleitet und erörtert werden.

Risiko ist definiert als die Eintrittswahrscheinlichkeit multipliziert mit dem Schadensausmaß. Die Eintrittswahrscheinlichkeit im erstellten Modell wurde durch die Wetterdaten definiert, während das Schadensausmaß durch einen Verschnitt aus Verkehrs- und Netzdaten ermittelt wurde. Die Analyse der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Störungsereignisses im Eisenbahnbetrieb basierte auf der Kombination der Wetter- und Schadensdaten. Jedes präzise verortbare Störungsereignis kann mit den Wetterbedingungen, die zu diesem Zeitpunkt an dem Ort herrschten, verknüpft werden. Durch die systematische Anreicherung der Schadensdaten mit den korrespondierenden Wetterdaten wurde eine umfassende Datenbasis geschaffen, der erste essenzielle Schritt der Risikomodellierung. Ein zentrales Element in der weiterführenden Modellierung war die Untersuchung der Häufigkeit von Schadensereignissen im Kontext der vorherrschenden Wetterbedingungen. Hierzu wurde die Methode der bedingten Wahrscheinlichkeit angewendet. Für jeden festgehaltenen Schadensfall wurden die jeweiligen Wetterbedingungen an dem betroffenen Ort und zum exakten Zeitpunkt des Ereignisses erfasst und im Datensatz verzeichnet. Weiterhin wurde eine umfassende Betrachtung aller Wetterbedingungen für sämtliche Orte, an denen Schäden verzeichnet wurden, durchgeführt.

Art der Störung	Relevanteste Witterungsparameter
Weichenstörung durch Schnee und Eis – Weichenheizung vorhanden	Schneefallmenge, Tageshöchsttemperatur
Weichenstörung durch Schnee und Eis – keine Weichenheizung vorhanden	Schneefallmenge, Tageshöchsttemperatur
Weichenstörung durch Gegenstand witterungsbedingt	Schneefallmenge, Tagestiefsttemperatur
Störungen der Bahnübergänge durch Schnee und Eis	Schneefallmenge, Tagestiefsttemperatur
Störungen der Leit- / Signaltechnik durch Kälte	Schneedecke, Tageshöchsttemperatur
Störungen durch Schneeverfrachtung im Gleisbereich	Schneeverwehungspotenzial, Schneefallmenge

Tab. 3: Zusammenstellung aller betrachteten Störungsarten und die in der Modellierung verwendeten Witterungsparameter. Für jede Störungsart wurden jeweils zwei Witterungsparameter ausgewählt.

© DVV Media Group GmbH

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DZSF © DVV Media Group

Mit dieser Herangehensweise wird die Wahrscheinlichkeit ermittelt, mit der bei bestimmten Wetterbedingungen ein Schadensereignis eintritt. Sie wird mit Werten zwischen 0 (keine Wahrscheinlichkeit) und 1 (absolute Sicherheit) ausgedrückt. Somit ergibt sich eine quantitative Einschätzung, wie anfällig das Eisenbahnsystem generell für Störungen ist und welche Wetterbedingungen besonders häufig mit Schäden in Verbindung stehen. Diese statistische Erstanalyse dient als Basis, um potenzielle Hotspots im System zu identifizieren und das Eintreten zukünftiger Schadensereignisse unter bestimmten Wetterbedingungen vorherzusagen.

Als Modell wurde ein logistisches Regressionsmodell verwendet, da sich dieses besonders gut für Untersuchungen von binären Zielvariablen eignet. Dabei fungierten die Witterungsvariablen als unabhängige Eingangsvariablen und das Auftreten oder Nicht-Auftreten bzw. die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadensereignisses als Zielvariable bzw. Vorhersagewert des Modells. Für jede der in den Daten vorhandene Art von Störungsereignissen wurden die zwei wichtigsten Witterungsvariablen ausgewählt und für die logistische Regression verwendet (Tab. 3). Die Modellierung wurde nur für sechs der Störungsarten durchgeführt, da die Anzahl von Ereignissen in den anderen Kategorien zu gering war, um ein robustes und zuverlässiges Ergebnis zu erlangen. Als relevantester Witterungsparameter sticht die Schneefallmenge hervor, die bei fünf der Störungsarten aufgeführt ist. Die Nennung von Temperaturen bei ebenfalls fünf Störungsarten unterstreicht die Bedeutung dieses Parameters.

Die in Abb. 4 dargestellten aufsummierten Risikoeinheiten „Risikotage" aller Störungsereignistypen verdeutlichen die geographische Abhängigkeit der Risiken für den Eisenbahnverkehr durch winterliche Witterungsereignisse. Neben einem West-Ost-Gradienten ist ein Anstieg der Anzahl der Risikotage mit zunehmender Höhenlage erkennbar. Dieser Anstieg resultiert aus stärkeren Schneefällen, längeren Perioden mit niedrigen Temperaturen und regional stärkeren Windverhältnissen, die zusammen die Auftretenswahrscheinlichkeit von Witterungsereignissen wie starken Schneefällen, Schneeverwehungen, Eisbildung und gefrierenden Niederschlägen erhöhen. Für den Bahnverkehr aufgrund von Streckenauslastung und Netzdichte bedeutsam sind die Risiken durch Schneefall und Frost in den Mittelgebirgen, wie rechtsrheinisches Schiefergebirge, Harz, Rhön, Thüringer Wald / Vogtland, Erzgebirge und Schwarzwald.

Der Vergleich der Perioden 1961–1990 und 1991–2020 zeigt, dass sich der West-Ost-Gradient etwas verringert und die Anzahl der Risikotage um 45-65 % deutschlandweit abgenommen hat. Die gleichmäßigere Verteilung der Risikotage lässt auf eine allgemeine Milderung winterlicher Bedingungen schließen, was auf ein häufigeres Auftreten von Wetterlagen mit verstärkter Zufuhr milder maritimer Luftmassen aus westlicher Richtung zurückzuführen ist.

Die Änderung der Risikotage in der Zukunft im Vergleich zur Referenzperiode 1991–2020 unterscheidet sich deutlich je nach Klimaszenario. Während im RCP2.6 ein geringer Rückgang von 5–10 % stattfindet, beträgt dieser im RCP4.5 etwa 15–20 % (Periode 2031–2060) bzw. 20–30 % (Periode 2071–2100) und im RCP8.5 sogar rund 20–30 % (Periode 2031–2060) bzw. 40–50 % (Periode 2071–2100). Die räumliche Verteilung der Risikotage zeigt, dass sich das Gesamtrisiko vor allem in Mittelgebirgsregionen bzw. höher gelegenen Regionen mit heute noch häufigeren Schneefall- und Frostereignissen reduziert. Dies ist plausibel, da im Zuge eines starken Klimawandels (z. B. RCP8.5) Schneefall- und Frostereignisse nur unter besonders starker Zufuhr kalter Luftmassen zustande kommen. Andere übli-

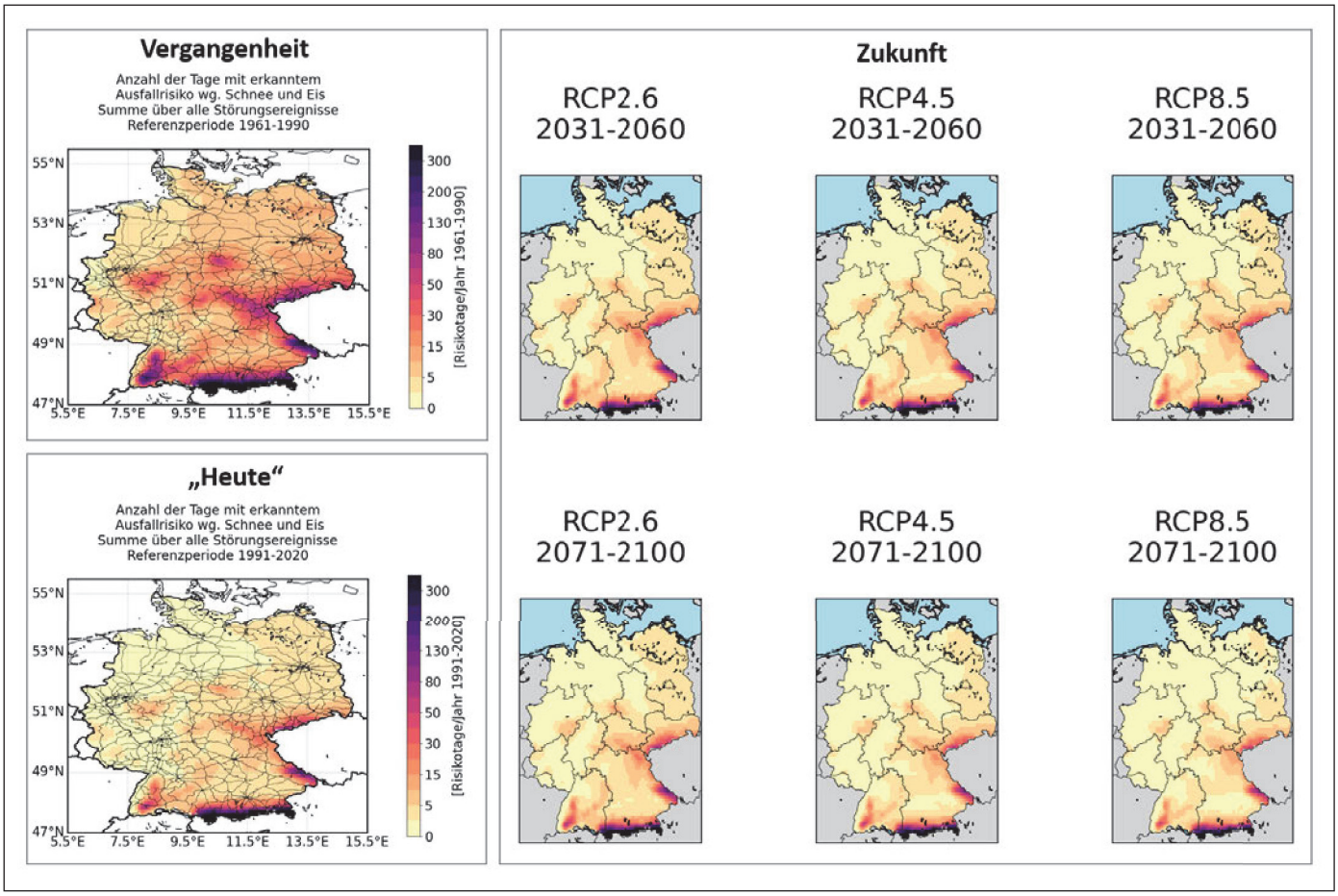

Abb. 4: Karten mit Zusammenfassung aller Risikoarten für die Referenzperioden 1961–1990 (Vergangenheit, links oben), 1991–2020 („heute", links unten) und die Modellierung für zwei Zeiträume in der Zukunft für drei ausgewählte Klimaszenarien (rechts). Die schwarzen Linien in den Karten links stellen das Bahnnetz in Deutschland dar. *Quelle: AtmoVera*

© DVV Media Group GmbH

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DZSF © DVV Media Group

che Wetterlagen im Winter werden in den höheren Lagen kaum noch zu Schneefall führen. Vor allem kältebedingte Ereignisse nehmen durch den Klimawandel deutlich ab. Diese Veränderungen im Wettergeschehen haben Implikationen für die Infrastruktur und den Eisenbahnbetrieb. Es muss jedoch beachtet werden, dass trotz des allgemeinen Rückgangs der Risikotage extreme Wetterereignisse, die nicht in den langfristigen Trends der Mittelwerte erfasst werden (z. B. Schneefallereignisse hoher Intensität), weiterhin auftreten können und für Kritische Infrastrukturen eine Herausforderung darstellen. Daher bleibt die Notwendigkeit eines robusten Risikomanagements und einer angepassten Infrastrukturplanung bestehen, um auf solche seltenen Ereignisse hinreichend vorbereitet zu sein.

Fazit und Ausblick

Der Klimawandel ist zum einen durch eine Änderung der langfristigen Mittelwerte gekennzeichnet, zum anderen aber auch durch eine Zunahme von Extremereignissen. Somit ist es möglich, dass trotz generell milderer Temperaturen in den Wintermonaten vereinzelt extreme Ereignisse auftreten können. Daher ist es wichtig, dass der Schienenverkehr auf solche Ereignisse vorbereitet ist, um auch unter widrigen Wetterbedingungen den Betrieb aufrecht zu erhalten und Schäden sowie Beeinträchtigungen an Personen, Zügen und Infrastruktur zu minimieren.

Die vorgestellten Zwischenergebnisse des Projektes zeigen den Mehrwert der Kombination von meteorologischen Parametern und ihrer Entwicklung über der Zeit mit Schadensmeldungen entlang der Schieneninfrastruktur auf. Durch die Analysen können konkrete und wiederkehrende Schadensbilder mit hoher Sicherheit bestimmten Witterungsbedingungen in Raum und Zeit zugeordnet werden. Die Projektergebnisse können somit in regionale Planungen eingehen, um die Widerstandsfähigkeit des Verkehrsträgers Schiene angepasst an die jeweiligen Risikomodelle zu erhöhen. Limitationen der vorgestellten Anwendung liegen vor allem in der Menge und Qualität der Schadensdaten. Die Anzahl extremer Witterungsbedingungen im Zeitraum 2017–2023 ist für derartige Untersuchungen recht gering, und die Abschätzung von direkten und indirekten wirtschaftlichen und immateriellen Folgeschäden ist aus den vorhandenen Informationen nicht direkt darstellbar. Dadurch ist es (noch) nicht möglich, hinreichende Schlüsse zur regionalen Variabilität in der Widerstandsfähigkeit gegenüber z. B. Schneefällen abzuleiten.

Für eine robustere Risikomodellierung sind längere Zeitreihen und mehr Informationen zu einzelnen Ereignissen essenziell. Neben der Erfassung der regulären winterlichen Wetterbedingungen sollen zukünftige Arbeiten dazu dienen, ein besseres Verständnis und Management von seltenen, jedoch potenziell disruptiveren Extremereignissen zu entwickeln. ■

QUELLEN

[1] https://www.br.de/nachrichten/bayern/schnee-chaos-in-bayern-in-der-ticker-nachlese-vom-4-dezember,TxXikSx, 23.01.2024 um 09:00

[2] https://www.news.de/panorama/857522884/winterwetter-warnung-fuer-deutschland-alle-unwetter-news-im-ticker-deutscher-wetterdienst-warnt-heute-vor-glatteis-schnee-eisregen/1/, 23.01.2024 um 09:00

[3] http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2023, 28.03.2024 um 14:30, Seite 256

[4] https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_116_Auswirkungen_Schneefall_Frost.html, 19.04.2024 um 13:30



Dr. Sonja Szymczak
Referentin Naturgefahren
und Klimawandelanpassung
Deutsches Zentrum für
Schienenverkehrsforschung beim
Eisenbahn-Bundesamt, Bonn
szymczaks@dzsf.bund.de



Frederick Bott, M.Sc.
Referent Naturgefahren
und Klimawandelanpassung
Deutsches Zentrum für
Schienenverkehrsforschung beim
Eisenbahn-Bundesamt, Bonn
bottf@dzsf.bund.de



Saskia Discher, M.Sc.
Bahntechnikingenieurin
und Projektleiterin
IFB Institut für Bahntechnik GmbH,
Berlin
saskia.discher@bahntechnik.de



Dipl.-Ing. Hendrik Ammoser
Arbeitsgruppenkoordinator
Bahnbetrieb
IFB Institut für Bahntechnik GmbH,
Berlin
ha@bahntechnik.de



Max Ulrich, M.Sc.
Inhaber
AtmoVera Max Ulrich e.K., Leipzig
m.ulrich@atmovera.de



Stefan Moselewski, M.Sc.
Anlagenverantwortlicher Vegetation,
Projektleiter für Umwelt und Naturschutz
DB RegioNetz Infrastruktur GmbH,
Chemnitz
stefan.moselewski@deutschebahn.com



© DVV Media Group GmbH

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DZSF © DVV Media Group