



EBA Forschungsbericht  
2018-08b

# Untersuchung der Regelwerke für den Bahnbetrieb auf Schwachstellen hinsichtlich des zu erwartenden Klimawandels

Los 2 – Energie und Sicherheit  
Los 3 – Fahrzeuge



EBA Forschungsbericht 2018-08b  
Projektnummer 2017-U-2-1210

# Untersuchung der Regelwerke für den Bahnbe- trieb auf Schwachstellen hinsichtlich des zu erwartenden Klimawandels

Los 2 – Energie und Sicherheit  
Los 3 – Fahrzeuge

von

Eckert Fritz, Holger Neumann, Thomas Scherrans  
IFB Institut für Bahntechnik GmbH, Dresden

Friedhelm Richter, Gabor Györkö  
Vössing Ingenieurgesellschaft mbH, Köln

Im Auftrag des Eisenbahn-Bundesamtes

# Impressum

HERAUSGEBER  
Eisenbahn-Bundesamt

Heinemannstraße 6  
53175 Bonn

[www.eba.bund.de](http://www.eba.bund.de)

DURCHFÜHRUNG DER STUDIE  
IFB Institut für Bahntechnik GmbH  
Niederlassung Dresden  
Wiener Str. 114-116  
01219 Dresden

Vössing Ingenieurgesellschaft mbH  
Niederlassung Köln  
Siegburger Straße 229c  
50679 Köln

ABSCHLUSS DER STUDIE  
Juni 2018

REDAKTION  
Referat Umwelt/Forschung  
Bearbeiter Markus Reinhardt, Carina Herrmann, Maike Norpoth

PUBLIKATION ALS PDF

<https://www.dzsf.bund.de/Forschungsergebnisse/Forschungsberichte>

ISSN 2627-9851

[doi: 10.48755/dzsf.210029.03](https://doi.org/10.48755/dzsf.210029.03)

Bonn, März 2019

---

# Inhaltsverzeichnis

Kurzbeschreibung .....	7
Abstract .....	8
1 <b>Aufgabenstellung</b> .....	9
2 <b>Vorgehensweise</b> .....	10
3 <b>Klassifizierung</b> .....	11
4 <b>Fundstellen</b> .....	13
5 <b>Ausblick</b> .....	15
6 <b>Quellenverzeichnis</b> .....	16
7 <b>Anlagenverzeichnis</b> .....	17



# Kurzbeschreibung

*Markus Reinhardt, Maike Norpoth*

Der Klimawandel und die damit erwartete Zunahme von extremen Wetterereignissen wirken sich in allen Lebensbereichen aus und bringen auch neue Herausforderungen für die Verkehrsträger mit sich. Die zentrale Frage dabei ist, wie stark oder wie umfangreich die einzelnen Systeme betroffen sein werden. Ziel dieses Projektes ist daher die Untersuchung der Verordnungen, Normen und Regelwerke, die heute den Bahnbetrieb regeln, hinsichtlich möglicher Gefahren durch den Klimawandel.

Untersucht wurden die relevanten Regelwerke, Verordnungen und Normen von den Europäischen Normen (EN), dem Deutschen Institut für Normung (DIN) und der Deutschen Bahn (DB Ril) zu den Bereichen Energie und Sicherheit (Energieversorgung, Signale, Zugsicherung und Kommunikation) und Fahrzeuge (Lokomotiven, Triebwagen, Wagen) der Deutschen Bahn AG (DB AG).

Diese ausgewählten Regelwerke zu den unterschiedlichen Bereichen wurden systematisch hinsichtlich bestimmter Klimaeinflüsse (Temperatur, Niederschlag, Keraunischer Pegel und Wind) überprüft, klimawandelrelevante Passagen identifiziert, bewertet und der Anpassungsbedarf ermittelt. Die Bewertung des Anpassungsbedarfs bei den identifizierten Passagen erfolgte auf Basis der Auswirkungen der überprüften Klimaeinflüsse und durch Expertenwissen. Das methodische Vorgehen ist in den jeweiligen Abschlussberichten (Los 1 und Los 2+3) näher beschrieben.

Die Ergebnisse liegen in Form von standardisierten Tabellen vor. Die Auswertung der Regelwerke zum Bereich Infrastruktur ergab insgesamt 1.650 Einträge, von denen viele identifizierte Passagen mehreren Ursachen zugewiesen wurden. Im Bereich Energie und Sicherheit konnten 101 Einträge und im Bereich Fahrzeuge 132 Einträge identifiziert und bewertet werden.

Das übergeordnete Ziel ist es, die im Zuge des Klimawandels erwarteten Extremwetterereignisse ebenso wie graduelle Veränderungen im mittleren Klimazustand stärker bereits in den Regelwerken zu berücksichtigen.

# Abstract

*Markus Reinhardt, Maike Norpoth*

The expected impacts of climate change, particularly with respect to the rising frequency and/or intensity of severe weather events, pose increasing challenges for all areas of life and also bring new challenges to the transportation system. The effects on the individual systems is the first question that needs to be answered. The aim of this project is therefore to review the regulations, standards and policies governing railway operations today with regard to potential dangers due to climate change.

The relevant regulations, standards and policies of the European Standards (EN), the German Institute for Standardisation (DIN) and the Deutsche Bahn (DB Ril) were examined in the areas of energy and safety (energy supply, signals, train protection and communication) and vehicles (locomotives, railcars and wagons).

The selected regulations for the different areas were systematically reviewed with regards to certain climate impacts (temperature, precipitation, distribution of lightning and wind). Relevant sections were identified, extracted, assessed and the recommended actions noted. The recommendations were based on known influences of certain climate impacts as well as expert knowledge. The methodology is described in more detail in the respective final reports (part 1 and parts 2+3).

The results are collected in standardised tables. The evaluation of the infrastructure regulations resulted in a total of 1650 entries of which a number were duplicated due to multiple causes. In the area of energy and safety 101 entries were identified and assessed and 132 entries within the area of vehicles.

The overall objective is to consider extreme weather events, as well as gradual changes in the climate, within the planning phases of infrastructure, energy and safety and vehicles.



# 1 Aufgabenstellung

Infolge des zu erwartenden Klimawandels ist mit Auswirkungen auf die Verkehrssysteme zu rechnen, so auch auf das Bahnsystem. Diese können zum Beispiel sein: extremere Spitzentemperaturen, Zeiten von größerer Trockenheit oder größerer Niederschlagsmengen, extremere Spitzenwindgeschwindigkeiten u.ä.

Auslegung und Prüfung von Komponenten des Bahnsystems beruhen in einem hohen Maße auf Regelwerken, wie Euronormen (EN) oder Richtlinien der Deutschen Bahn AG (DB Ril). Auch die Spezifikationen für die Interoperabilität des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union (TSI) verweisen auf viele Euronormen.

Komponenten des Bahnsystems sind oft langlebige und kostenintensive Investitionsobjekte. In Erwartung des Klimawandels sind daher beizeiten Vorkehrungen zu treffen, damit die Anforderungen der Regelwerke an die künftigen Umgebungsbedingungen des Bahnsystems angepasst werden können.

In einem ersten Schritt – der Gegenstand der hier vorliegenden Untersuchung ist – sollen potentielle Aussagen in den Regelwerken identifiziert werden, auf die sich mögliche Klimaänderungen auswirken könnten.

Dabei spielt es noch keine Rolle, wann und wie der Klimawandel konkret stattfindet – Zweck ist die Feststellung denkbarer Möglichkeiten, um in nachfolgenden Schritten mögliche Szenarien breit diskutieren zu können. Zu diesen späteren Schritten zählt die Erörterung des Änderungsbedarfs in Regelwerken, gegebenenfalls unter Einbeziehung von Klimaprojektionsdaten anderer Forschungsvorhaben (z.B. des DWD).

Das Eisenbahn-Bundesamt hat die Bietergemeinschaft IFB Institut für Bahntechnik GmbH / Ingenieurbüro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH (inzwischen Vössing Ingenieurgesellschaft mbH, VI) mit der Identifikation potentiell betroffener Passagen in einer Anzahl von Regelwerken aus den Bereichen

- 2 Energie und Sicherheit
- 3 Fahrzeuge

beauftragt.

Die Festlegung der in dieser Untersuchung zu sichtenden Regelwerke erfolgte durch den Auftraggeber: teils durch eigene Vorgabe, teils durch Bestätigung einer Vorschlagsliste des Auftragnehmers.

## 2 Vorgehensweise

Die ausgewählten Regelwerke wurden nach relevanten Textstellen durchsucht. Kriterien für die Auswahl sind:

- Themen und Schlagworte, die mit den in Anlage 1 genannten Kategorien in Zusammenhang stehen;
- Themen, die eventuell vom Klimawandel betroffen sein könnten, auch ohne dass dies bereits sicher belegt ist.

In beiden Fällen wurde die Aufnahme in die Fundstellenlisten relativ weit gefasst, um den mit der speziellen Auswertung betrauten Experten eine Vielzahl von Anregungen zu geben.

## 3 Klassifizierung

Zur Einordnung der Fundstellen wird eine Klassifizierung des EBA verwendet. Sie besteht aus drei Gliederungsebenen. Die ersten beiden Ebenen sind ursachenorientiert (z.B. Temperatur - Hitze). Die dritte Ebene ist auswirkungsorientiert.

Die Klassifizierung wurde vom EBA mit Leistungsbeschreibung vom 23.11.2016 vorgegeben und nach dem Projektmeeting am 07.09.2017 ergänzt. Den weitergehenden Vorschlägen des Auftragnehmers vom 15.12.2017 folgte der Auftraggeber nicht, um die losübergreifende Einheitlichkeit der Betrachtung nicht zu gefährden (Los 1 wird von einem anderen Auftragnehmer bearbeitet).

Einige wenige Fundstellen konnten daher nicht in eine Kategorie der dritten Stufe eingeordnet werden. Gründe können sein:

- Das Problem ist spezifisch, es gibt jedoch keine passende spezifische Kategorie der dritten Ebene.
- Das Problem ist derart allgemein oder unscharf, dass alle oder fast alle Kategorien der dritten Ebene betroffen sein können.

Die Normen arbeiten bezüglich der Umgebungsbedingungen oft ursachenorientiert. Das heißt, es werden Rahmenbedingungen definiert, die für alle weiteren Anwendungen gelten. Das hat den Vorteil, dass damit auch Bedingungen für Anwendungen vorgegeben werden, an die bei der Erarbeitung der Norm nicht gedacht wurde. In vielen Fällen war die Wirkung der jeweiligen Ursache mit hoher Wahrscheinlichkeit ersichtlich. In anderen Fällen jedoch nicht bzw. es war ersichtlich, dass eine Vielzahl von Auswirkungen infrage kommt. In diesem letzteren Fall wurde als Kategorie „alle“ eingetragen.

Um der Bitte des Auftraggebers nach möglichst weitgehender Einordnung in die dritte Ebene nachzukommen, wurden die Definitionen der Kategorien weit ausgelegt. Beispiele:

T-H-MV und T-F-MV

Eine Änderung der Erdleitfähigkeit (höherer Widerstand) durch Trockenheit oder Frost ist kein Materialversagen, wurde aber in Kategorie T-H-MV bzw. T-F-MV eingeordnet, weil die Beschreibung der Kategorie auch allgemein eine Änderung der Materialparameter umfasst.

N-R-MV

- Umfasst auch die Betauung von Betriebsmitteln. Gemeint ist hier nicht das Nachfließen von Wasser bei Frost-Wärme-Wechsel (T-F-FT), sondern der Feuchtigkeitsniederschlag auf Teilen elektrischer Anlagen (z.B. Leiterkarten) bei Temperaturänderung und/oder bei Änderung der Luftfeuchte, der zu Isolationsproblemen führt.
- Umfasst auch Verschlechterung des Kraftschlusses Rad/Schiene (sicherheitsrelevant wegen Bremswegverlängerung). Extrema sind schon heute oft biologischer Natur (z.B. Blattfall Herbst und Ende Blütezeit, kleine Lebewesen in großer Zahl), in der Regel in Zusammenhang mit leichtem Regen (schwerer Regen säubert die Schiene dagegen). Eine verstärkende Wirkung durch Klimawandel ist möglich, weil wärmere Temperaturen zu mehr Blüten und Blättern und somit auch zu mehr Blattfall, Blütenstaub oder Kleinlebewesen führen könnten. Eine Verschlechterung des Kraftschlusses Rad/Schiene wird hier auch als Parameteränderung interpretiert.

Trotzdem bleiben einige wenige Fundstellen übrig, die auch bei weiter Auslegung nicht in die vorhandenen Kategorien passen:

- Luftfeuchte,
- UV-Strahlung (möglicherweise verlängerte Strahlungsdauer auch bei konstantem Maximalwert),
- Bodenerosion (nicht nur durch Regen, daher wäre N-R-GV nicht vollständig in der Beschreibung),
- Nebel.

Diese Kategorien wurden daher verwendet, auch wenn sie nicht in das vorgegebene Schema passen. Die Alternative wäre gewesen, diese Fundstellen zu ignorieren.

Wenn eine Norm klimaneutral erschien, wurde die Kategorie mit „ooo“ gekennzeichnet.

## 4 Fundstellen

Die Fundstellen wurden in der Tabelle

„Los2\_3\_Anlage\_1\_ergebnistabelle\_los2\_und\_los3\_ifb\_stand\_2018-06-20“

dokumentiert. Die Tabelle ist wegen ihrer Größe ungeeignet für die Aufnahme in diesen Bericht. Sie liegt elektronisch als Excel-Datei bei.

Die Struktur folgt der Vorgabe des EBA.

a) Seitenzählung:

- Die Seitenzählung bezieht sich auf die konkrete Fundstelle. Das angegebene Kapitel kann z.B. schon einige Seiten zuvor beginnen.
- Die Seitenzählung bezieht sich, neben dem Ausgabestand, auf die in der ersten Spalte angegebene Bezeichnung des jeweiligen Regelwerks. Das ist insbesondere bei DB-Richtlinien relevant, weil die Anlagen zu den DB-Richtlinien einen eigenen Namen (Ergänzung der Nummer um Axx) und eine eigene Seitenzählung haben. Euronormen sind dagegen auch über die Anlagen durchnummeriert.
- Wenn es sich um ein allgemeines Thema handelt, für das es keine einzeln konkret zu benennende Stelle gibt, wurde dies mit „alle“ gekennzeichnet.

b) Absatzzählung:

- Wo vorhanden, wurde die Absatzzählung des Regelwerks genutzt oder auf konkrete Objekte hingewiesen (z.B. Tabelle xy).
- ansonsten einfache Abzählung der Absätze.
- „ges. Kap.“ kennzeichnet, dass es innerhalb des Kapitels keine einzeln konkret zu benennende Stelle gibt.

c) Spalte „Bisher berücksichtigt“

- vorgegeben waren die Kategorien „Nicht Berücksichtigt“, „oberflächlich“, „gut“, „umfassend“:
- zusätzlich aufgenommen wurde die Kategorie „Verweis“: Die Norm setzt keine eigenen Anforderungen, sondern verweist auf eine andere Norm. Die Qualität der bisherigen Berücksichtigung kann daher nicht bei der betreffenden Norm kommentiert werden; sie entspricht der einer anderen Norm.

d) zusätzliche Spalten

- Titel  
zur schnelleren Orientierung (kein vollständiger Titel, Stichworte),
- Los / Option  
Die Normen sind innerhalb des Loses fortlaufend geordnet und könnten nachträglich auch insgesamt losübergreifend geordnet werden. Um nachträglich eine Zuordnung der Zeilen oder Filterung zu Losen oder zum Pflicht- oder Optionsteil zu erlauben, wurde diese Spalte eingefügt.
- Wichtige Verweise, soweit sie nicht Gegenstand der Untersuchung sind  
Die Normen verweisen auch auf andere Normen, die teils Gegenstand von Los 2 und 3 sind, teils nicht. Im ersteren Falle ist durch deren Kommentierung die Berücksichtigung sichergestellt. Diese Normen werden in der Spalte Begründung aufgeführt, sofern vermutet wird, dass sie für die Aufgabenstellung der Klimaabhängigkeit relevant sein könnten. Diejenigen Normen davon, die nicht

Gegenstand von Los 2 und 3 sind, wurden in einer zusätzlichen Spalte genannt, um einen schnelleren Überblick zu ermöglichen.

#### Anmerkung zu Klimaanlage

In der Leistungsbeschreibung wurde als zu betrachtendes Beispiel explizit die Funktionstauglichkeit der Klimaanlage genannt. Normen mit allgemeinen Anforderungen (EN 50125-1, EN 60077-1) sind im Los 3 kommentiert.

Spezielle Normen, wie

- EN 13129:2016-12 Bahnanwendungen - Luftbehandlung in Schienenfahrzeugen des Fernverkehrs – Behaglichkeitsparameter und Typprüfungen;
- EN 14750-1:2006-08 Bahnanwendungen - Luftbehandlung in Schienenfahrzeugen des innerstädtischen und regionalen Nahverkehrs - Teil 1: Behaglichkeitsparameter;
- EN 14813-1:2011-01 Bahnanwendungen - Luftbehandlung in Führerräumen - Teil 1: Behaglichkeitsparameter

waren nicht Gegenstand von Los 2 und 3. Unabhängig davon hängt die Funktionstauglichkeit klimarelevanter Bauteile nicht nur von der Definition der Umgebungsbedingungen ab, sondern auch von den Anforderungen an Qualitätsparameter (Ausfallraten wie MTBF). Solche Einflussgrößen werden kaum praxisrelevant von Normen geregelt werden können – dies bleibt Gegenstand einer sachgerechten Vertragsgestaltung und ihrer Überwachung.

## 5 Ausblick

Die Fundstellen und ihre Kommentierung können in einem späteren Schritt zur Diskussion des Änderungsbedarfs in Regelwerken genutzt werden. Da die vorliegende Untersuchung absichtlich ohne Berücksichtigung konkreter Klimaprognosedaten erfolgte, um ein breites Spektrum potenzieller Einflussmöglichkeiten zu umfassen, wird die spätere praktische Gewichtung der Fundstellen voraussichtlich höchst unterschiedlich ausfallen.

Während der Bearbeitung zeigte sich, dass weitere Regelwerke für eine Sichtung interessant sein könnten. Zum einen verweisen die durchgesehenen Regelwerke auf weitere Normen, zum anderen kamen von dritter Seite weitere Vorschläge.

## 6 Quellenverzeichnis

- [1] Leistungsbeschreibung für die Vergabe des Forschungsprojektes „Untersuchung der Regelwerke für den Bahnbetrieb auf Schwachstellen hinsichtlich des zu erwartenden Klimawandels“, Eisenbahn-Bundesamt 23.11.2016
- [2] Untersuchte Regelwerke gemäß Anlage 2



## 7 Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Klassifizierungskategorien

Anlage 2 Fundstellen gemäß Ergebnistabelle für Los 2 und Los 3 vom 23.04.2018 (nur elektronisch als Excel-Datei beigefügt)