

Deutscher Bundestag  
Ausschuss für Verkehr und digitale Infrastruktur  
Sekretariat  
Platz der Republik 1  
11011 Berlin

**Deutscher Bundestag**  
**Ausschuss für Verkehr**  
**und digitale Infrastruktur**  
**Ausschussdrucksache**  
**18(15)308-D**  
Stellungnahme zur ÖA am 16.03.2016

**WIKIREAL.ORG**

Zur Erforschung der Wahrheit  
bedarf es notwendig der Methode.

*René Descartes*

[Das Faktencheck-Portal](#)

Dr. Christoph Engelhardt  
Hüterweg 12c  
85748 Garching  
089 3207317

[christoph.engelhardt@wikireal.org](mailto:christoph.engelhardt@wikireal.org)

Garching, 14.03.2016

## **Anhörung am 16.03.2016 zu Drucksache 18/5406: Änderung der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung zur Erhöhung der Sicherheit im Eisenbahnverkehr, Schriftliche Stellungnahme**

**Dr. rer. nat. Christoph Engelhardt, WikiReal.org**

**Zusammenfassung:** Die technische Entwicklung im Eisenbahnverkehr zu immer leichtläufigerem Rollmaterial erfordert die Rückkehr zur strikt horizontalen Auslegung von Bahnhofsanlagen. Die aktuelle praktisch unlimitierte „Soll“-Vorgabe von max. 2,5 ‰ Gefälle an Bahnsteiggleisen der EBO von 1967 ist wieder auf die Obergrenze von 2,5 ‰ der EBO von 1905 zurückzunehmen. Als Regelfall ist aufgrund der niedrigen modernen Rollreibungswerte ein Wert unter 0,5 ‰ anzustreben, was der internationalen Tendenz zu absolut horizontalen Auslegungen entspricht.

Den zwischenzeitlich genehmigten exorbitant hohen Gefällewerten von 15,143 ‰ für Stuttgart 21 und für Ingolstadt Nord mit bis zu 20 ‰ mangelt es an den Nachweisen gleicher Sicherheit. Die dazu geführten Argumentationen sind lückenhaft, vorgeschlagene Maßnahmen praktisch unwirksam. Derartige Neigungswerte sind schon angesichts grundlegender Betrachtungen der physikalischen und technischen Limitierungen unverträglich. Sie sind auch international ohne Vergleich und werfen die Frage auf, in wieweit für Deutschland abweichende technisch-wissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten gelten.

Schon auf theoretischem Weg, auf Basis der vorhandenen Bremssysteme und Sicherungseinrichtungen lässt sich keine gleichwertige Sicherheit wie bei ebener Auslegung ableiten. Vor allem zeigt aber auch die Praxis auf Gleis 4-8 in Köln mit 3,68 ‰ Gefälle und mindestens 21 Wegrollvorgängen seit 2010 mit 8 Verletzten, dass menschliche Fehler und Ausfälle der Technik nicht vermeidbar sind. Bei deutlich größeren Gefällewerten wie in Stuttgart 21 und Ingolstadt Nord können diese Ereignisse leicht katastrophale Folgen haben.

Auch aus Gründen der Sicherheit für die Reisenden auf den Bahnsteigen sind Längsgefälle deutlich über 2,5 ‰ nicht vertretbar. Bisher vorgeschlagene Sicherungsmaßnahmen erweisen sich als theoretisch nicht hinreichend belegt und praktisch nicht wirksam. Auch bei hohem Quergefälle gibt es für moderne leichtlaufende Kinderwagen auf den Bahnsteigen von Ingolstadt Nord oder Stuttgart 21 die Möglichkeit, ins Gleis zu rollen. Das wurde zuletzt mit einem in Ingolstadt Nord schon bei 10 ‰ ins Gleis rollenden Kinderwagen demonstriert. Der vermeintlich rollhemmende Belag ist praktisch ohne Wirkung. Auch für Bahnsteige sollten daher die Längsneigungen nicht den Rollwiderstand moderner Gefährte überschreiten, der durchaus 7 ‰ unterschreiten kann.

Garching, 14.03.2016,

# Inhalt

<b>Grundlagen</b> .....	<b>2</b>
Rechtliche Grundlagen .....	2
Physikalische Grundlagen .....	5
Einordnung der möglichen Bahnhofsneigungen.....	6
<b>1. Gefahren für den Zugverkehr</b> .....	<b>9</b>
Wegrollen von Zügen in den Verkehr .....	9
Beispiele für Wegrollunfälle .....	11
<b>2. Gefahren für die Reisenden beim Fahrgastwechsel</b> .....	<b>11</b>
Wegrollvorgänge in Köln Hbf.....	11
<b>3. Gefahren auf dem Bahnsteig</b> .....	<b>13</b>
Sicherheitsmaßnahmen der Deutschen Bahn AG.....	13
Unfälle mit wegrollenden Kinderwagen und Rollstühlen.....	14
Simulation eines wegrollenden Kinderwagens auf dem Bahnsteig .....	15
Praxistest in Ingolstadt Nord.....	17
Komforteinbußen .....	20
Bewertung der Risiken und Maßnahmen auf geneigten Bahnsteigen.....	21
<b>4. Unabsehbare Einschränkungen für zukünftige Entwicklungen</b> .....	<b>21</b>
<b>Vergleichswerte</b> .....	<b>22</b>
Internationale Richtwerte für die Bahnsteiggleisneigung.....	22
Vergleichsbahnhöfe .....	23
<b>Mängel in der Genehmigung von Stuttgart 21</b> .....	<b>24</b>
Fehlender Nachweis gleicher Sicherheit .....	24
Beschränkung der Leistungsfähigkeit.....	26
<b>Mangelhafte Argumentationen zur Gleisneigung</b> .....	<b>26</b>
<b>Dokumente</b> .....	<b>28</b>
<b>Einzelnachweise</b> .....	<b>29</b>

## Grundlagen

Die geringen Reibungswerte im Schienenverkehr machen diesen zu einem der ökologischsten und ökonomischsten Transportmittel. Sie bedeuten aber auch lange Bremswege und entsprechend aufwändige Sicherung von Streckenabschnitten durch Signaltechnik. Und sie erfordern die Trassierung von Eisenbahnanlagen mit geringer Steigung. Schon bei geringstem Gefälle können ungebremste Schienenfahrzeuge ins Rollen kommen. Um dem vorzubeugen, wurden seit Beginn des Eisenbahnbaus Bahnhöfe horizontal ausgelegt, wodurch die höchste passive Sicherheit gegen das Wegrollen der Züge und für eine sichere Bewegung der Fußgänger und ihres Gepäcks auf den Bahnsteigen gewährleistet wird. Die Notwendigkeit hierfür hat sich mit der geringen Rollreibung moderner Fahrzeuge in den letzten Jahrzehnten noch verstärkt.

## Rechtliche Grundlagen

### **Deutschland: Eisenbahnbau- und betriebsordnung**

Entsprechend den Erfordernissen der passiven Sicherheit hatte die Eisenbahnbau- und betriebsordnung (EBO) schon 1905 zur Zeit von Dampflokomotiven mit einer großen sogenannten

Hauptbahnen.		Nebenbahnen.
(5) Die Längsneigung auf freier Strecke darf in der Regel 25 ‰ (1 : 40)		40 ‰ (1 : 25).
nicht überschreiten.		
(6) Die Anwendung einer stärkeren Neigung als 12,5 ‰ (1 : 80)		40 ‰ (1 : 25)
bedarf der Genehmigung der Landesaufsichtsbehörde und der Zustimmung des Reichs-Eisenbahn-Amtes.		
<p>(7) Das Neigungsverhältnis von Bahnhofsgleisen darf, abgesehen von Rangiergleisen, nicht mehr als 2,5 ‰ (1 : 400) betragen, jedoch dürfen Ausweichgleise in die stärkere Neigung der freien Strecke eingreifen.</p>		
<p>  Ausnahmen können von der Landes- aufsichtsbehörde zugelassen werden.</p>		

**Abb. 1: Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung von 1905.**<sup>1</sup> Die bis 1967 gültige Obergrenze für das Gefälle in Bahnhöfen von 2,5 ‰ muss wiederhergestellt und die ausufernde Auslegung der zwischenzeitlichen Sollvorschrift beendet werden. Entsprechend der Entwicklung zu leichtläufigem Rollmaterial muss als Zielsetzung im Regelfall ein niedrigerer Wert angesetzt werden.

Selbsthemmung und schwergängigen Gleitlagern eine Obergrenze für die Bahnhofsneigung von 2,5 ‰ festgelegt (Abb. 1).<sup>1</sup>

Diese „darf nicht“-Vorgabe wurde 1967 in eine „soll nicht“-Vorgabe abgeschwächt. So heißt es in § 7 Abs. 2 der EBO<sup>2</sup>:

„(2) Die Längsneigung von Bahnhofsgleisen, ausgenommen Rangiergleise und solche Bahnhofsgleise, in denen die Güterzüge durch Schwerkraft aufgelöst oder gebildet werden, soll bei Neubauten 2,5 v.T. nicht überschreiten.“

Wird von der Sollvorgabe abgewichen, ist § 2 Abs. 2 der EBO maßgeblich:<sup>3</sup>

„(1) Bahnanlagen und Fahrzeuge müssen so beschaffen sein, daß sie den Anforderungen der Sicherheit und Ordnung genügen. Diese Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Bahnanlagen und Fahrzeuge den Vorschriften dieser Verordnung und, soweit diese keine ausdrücklichen Vorschriften enthält, anerkannten Regeln der Technik entsprechen.

(2) Von den anerkannten Regeln der Technik darf abgewichen werden, wenn mindestens die gleiche Sicherheit wie bei Beachtung dieser Regeln nachgewiesen ist.

(3) Die Vorschriften dieser Verordnung sind so anzuwenden, daß die Benutzung der Bahnanlagen und Fahrzeuge durch behinderte Menschen und alte Menschen sowie Kinder und sonstige Personen mit Nutzungsschwierigkeiten ohne besondere Erschwernis ermöglicht wird. [...]“

## Europa: TSI Infrastruktur

Die zweite rechtliche Vorgabe für Bahnhofsneubauten in Deutschland ergibt sich aus der sogenannten TSI Infrastruktur der Europäischen Union (TSI 2014 Abschnitt 4.2.3.3. „Maximale Längsneigungen“):

„(1) Auf neuen Strecken darf die Längsneigung von Gleisen an Fahrgastbahnsteigen 2,5 mm/m nicht überschreiten, wenn dort regelmäßig Fahrzeuge angehängt oder abgekuppelt werden sollen.

(2) Längsneigungen an neuen Abstellgleisen, die zum Abstellen von Fahrzeugen vorgesehen sind, dürfen nicht mehr als 2,5 mm/m betragen, sofern nicht besondere Vorkehrungen gegen ein Entrollen der Fahrzeuge getroffen werden. [...]“

### **Kritik an der bestehenden rechtlichen Situation**

Aufgrund der geringeren Rollreibung<sup>4</sup> moderner Wälzlager, die durchschnittlich um 25 % leichtgängiger sind als frühere Gleitlager (Wende 2003 S. 114), wurde in anderen Ländern der Grenzwert für die zulässige Bahnsteigeneigung abgesenkt. So wurde der in Großbritannien ab etwa 1950 geltende Grenzwert von 2 ‰ ausdrücklich damit begründet.<sup>60</sup> In zahlreichen Ländern gelten heute häufig noch schärfere Grenzwerte (S. 22 ff). Die Lockerung der Vorgabe in der EBO in Deutschland von 1967 ist damit gegenläufig sowohl zur technischen wie auch zur internationalen Entwicklung.

Die bestehende Formulierung in § 7 der EBO erscheint als rechtliche Vorgabe zu unbestimmt. Erschwerend kommt hinzu, dass der in § 2 Abs. 2 EBO geforderte Nachweis gleicher Sicherheit offenbar nicht stringent gehandhabt wird. Bei den letzten Genehmigungen etwa in Ingolstadt Nord (S. 17 ff) oder Stuttgart 21 (S. 24 ff) scheinen die Ermessens- und Abwägungsspielräume über Gebühr ausgedehnt worden zu sein. Es wird nachfolgend gezeigt, dass dabei die Schutzziele der EBO nicht mehr erreicht werden.

Auch die TSI Infrastruktur eröffnet einen Spielraum über 2,5 ‰ Gefälle hinaus etwa für Haltepunkte oder Bahnhöfe mit einem eingeschränkten Betriebsprogramm wie bei Stuttgart 21, an denen Betriebshandlungen, die eine Bremsprobe erfordern, untersagt sind. Die Formulierung der TSI ist aber zu unbestimmt, um in diesen Fällen eine sichere Betriebsführung zu garantieren, da es auch ohne Kupplungsvorgänge ständig zu gefährlichen Wegrollvorgängen kommt (S. 9 ff) und insbesondere die Gefährdung der Reisenden beim Fahrgastwechsel überhaupt nicht abgedeckt ist (S. 11 ff). Insofern besteht auch bei der TSI Nachbesserungsbedarf.

### **Neufassung der EBO zur Bahnhofsneigung**

Die Mitgliedsländer der Europäischen Union sind jedoch frei, die Vorgaben der TSI Infrastruktur zu unterschreiten und die bestehende Sicherheitslücke zu schließen. Dementsprechend finden sich auch Beispiele für strengere Handhabungen etwa in Österreich<sup>59</sup> und Großbritannien<sup>60</sup> (S. 22 ff). Insofern ist die von der Bundestagsfraktion Die Linke vorgeschlagene Änderung der EBO auch konform mit europäischem Recht.

Tatsächlich muss die EBO aktuell ohnehin an die neue TSI von 2014 angepasst werden. Und zwar an der Stelle, an der die EBO derzeit geringere Sicherheitsanforderungen stellt und nun neu das Verbot von Kupplungsvorgängen in Bahnhöfen mit erhöhter Gleisneigung aufnehmen müsste. Bei der Gelegenheit sollte dann aber auch gleichzeitig die von Seiten der TSI bestehende Regelungslücke geschlossen werden (siehe zuvor).

Der Unterzeichner empfiehlt daher aufgrund der nachfolgenden Bewertungen der Gefährdungen in geeigneten Bahnhöfen die von der Fraktion Die Linke vorgeschlagene Änderung von § 7 Abs. 2 der EBO. Die physikalisch unausweichlichen Risiken, die sich durch moderne leichtlaufende Fahrzeuge sowohl auf den Schienen wie auf den Bahnsteigen noch verschärfen, sind nur durch eine horizontale Auslegung von Bahnhöfen beherrschbar:

„Die Längsneigung von Bahnhofsgleisen, ausgenommen Rangiergleise und solche Bahnhofsgleise, in denen die Güterzüge durch Schwerkraft aufgelöst oder gebildet werden, soll bei Neubauten im Regelfall 0,5 v. T. nicht überschreiten. Sie darf ein Höchstmaß von 2,5 v. T. in keinem Falle überschreiten.“

## Physikalische Grundlagen

### **Gefälle, Kraft, Beschleunigung und Reibung**

Es ist die unausweichliche Wirkung der Schwerkraft in Verbindung mit den geringen Reibungswerten im Schienenverkehr,<sup>4</sup> die aus Gefällewerten, die für Fußgänger und Autofahrer unproblematisch sind und teils nicht einmal bewusst wahrgenommen werden, schon lebensbedrohliche Gefährdungen formen können.

Die Kräfte auf der unter dem Winkel  $\alpha$  geneigten schiefen Ebene sind in Abb. 2 angetragen. Die Gewichtskraft  $G = m \times g$  (mit der Masse  $m$  und der Erdbeschleunigung  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ) wirkt senkrecht nach unten. Im Kräfteparallelogramm teilt sie sich auf in eine Normalkraft  $G \times \cos \alpha$ , die mit dem Reibungsbeiwert  $\mu$  die Kraft für den Reibungswiderstand angibt:  $\mu \times G \times \cos \alpha$  und in die beschleunigende Kraft  $G \times \sin \alpha$ .

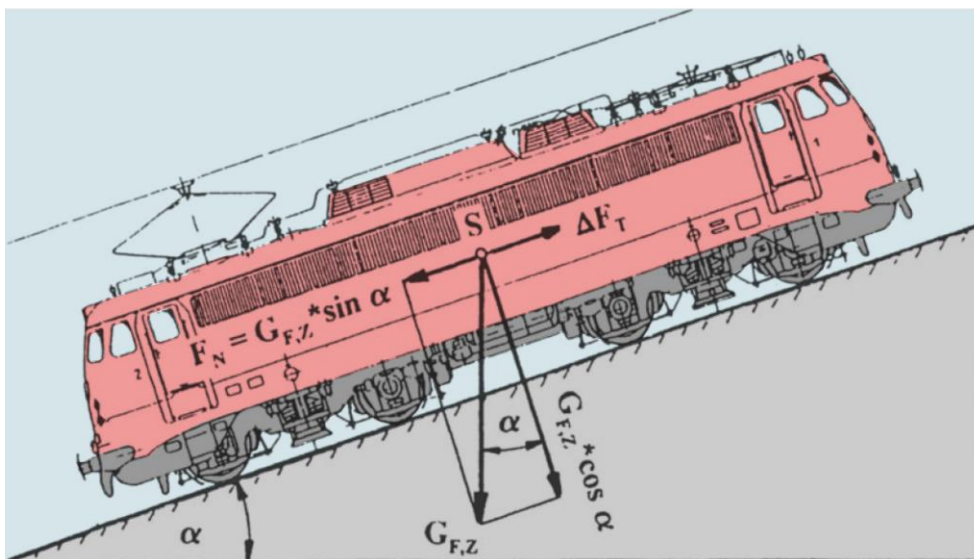
Das Gefälle wird im Umfeld der Eisenbahn meist als Überhöhung angegeben (Meter Höhe auf Meter Strecke) und in Promille geschrieben, so dass gilt: **Gefälle in ‰ =  $\tan \alpha$** .

Für die kleinen Winkel, die im folgenden betrachtet werden, kann in guter Genauigkeit genähert werden:  $\cos \alpha = 1$ , sowie  $\sin \alpha = \tan \alpha$ .

Zur Vereinfachung wird auch  $g = 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$  angesetzt. Damit ergibt sich eine Hangabtriebsbeschleunigung  $a = G / m \approx 10 \times \text{Gefälle in ‰}$ .

Damit ergeben sich folgende vereinfachte Vergleiche: Ein Zug rollt erst los, bzw. beschleunigt erst, wenn die Hangabtriebskraft größer als die Reibungskraft sind, also

$$\text{Gefälle in ‰} > \text{Reibung in ‰}.$$



**Abb. 2: Kräfte auf der schrägen Ebene.** Illustration aus (Wende 2003 S. 92) nachträgl. koloriert.



Gleiches gilt bspw. für einen Kinderwagen. Beschleunigungen durch den Hangabtrieb und Kräfte durch die Bremsen lassen sich leicht miteinander vergleichen:

**Gefälle in ‰ × 10 ≈ Hangabtriebsbeschleunigung in m/s<sup>2</sup>,**

**Bremsverzögerung in m/s<sup>2</sup> ≈ Reibwert in ‰ × 10,**

der benötigt wird, um die Bremsverzögerung zu erreichen. Im Folgenden wird vereinfachend von Rollwiderstand gesprochen, wenn eigentlich die Gesamt-Widerstandskraft gemeint ist.

### Schadensintensität

Beginnt eine gleichförmig beschleunigte Bewegung, so gilt für den nach einer bestimmten Zeit t zurückgelegten Weg  $s = \frac{1}{2} a t^2$ . Die erreichte Geschwindigkeit ist  $v = a t$ . D.h. der zurückgelegte Weg wie auch die erreichte Geschwindigkeit sind proportional zur Beschleunigung, d.h. zum Gefälle:

In dem **doppelten Gefälle** legt ein Zug in derselben Zeit die **doppelte Strecke** zurück.

Im **doppelten Gefälle** erreicht ein Zug in derselben Zeit die **doppelte Geschwindigkeit**.

Kommt es dann jedoch zu einem Unfall, ist die freigesetzte Energie  $E = \frac{1}{2} m v^2$ . Das heißt die Schadensintensität, die Zerstörung an Infrastruktur und Fahrzeugen bzw. die Schwere von Verletzungen ist quadratisch proportional zum Gefälle:

In dem **doppelten Gefälle** ist die **Schadensintensität viermal so groß**.

Es kann also bei erhöhtem Gefälle auf ansonsten unveränderter Basis niemals von einem Niveau „gleicher Sicherheit“ gesprochen werden.

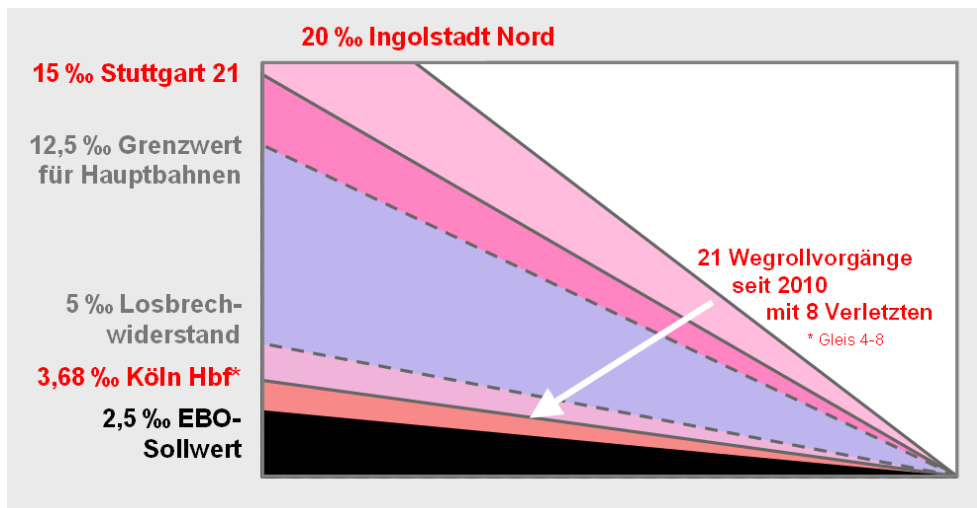
## Einordnung der möglichen Bahnhofsneigungen

Auf der nachfolgenden Seite werden die relevanten Gefällewerte einander gegenübergestellt (Abb. 3). Die proportionale Darstellung, in der nur der Längenmaßstab verkürzt ist, zeigt wie gravierend die zuletzt geplanten Überschreitungen der Sollvorgabe sind. Die Väter der Neufassung der EBO von 1967 mögen sich kleine Überschreitungen der 2,5 ‰ vorgestellt haben, ggf. die Möglichkeit, dass ein anschließendes Gefälle in Form einer „Ausrundung“ schon am Ende des Bahnsteiggleises in die Topologie des Gleises eingreift. Aber die Überschreitung um die Faktoren von 6 oder 8 wie bei Stuttgart 21 und Ingolstadt Nord<sup>5</sup> hatte man damals sicher nicht im Sinn.

Gleis 4-8 in Köln Hbf mit 3,68 ‰ Gefälle – immerhin schon eine Überschreitung des Sollwerts um ganze 50 % – zeigen mit den vielen Wegrollvorgängen dort mit zahlreichen Verletzten, dass dieser Wert schon zu hoch ist und dass eine „gleiche Sicherheit“ wie im ebenen Fall nicht vorliegt.

Zum Vergleich ist hier entsprechend den zuvor dargestellten Äquivalenzen auch ein Reibungswert als Gefälle eingezeichnet. Der sogenannte Losbrechwiderstand, der in der Literatur mit rund 5 ‰ angegeben wird,<sup>6</sup> und angibt, welcher Anfangswiderstand überwunden werden muss, damit ein Zug nach längerem Stehen losrollt. Das dargestellte Gefälle entspricht dem Gefälle, in dem ein Zug von selbst diesen Anlaufwiderstand überwindet, also auf jeden Fall losrollt.

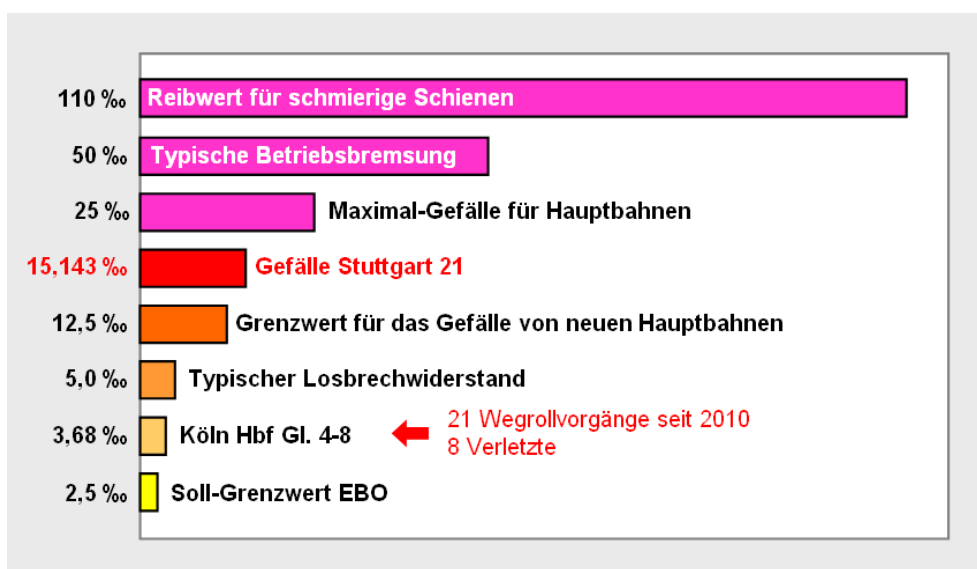
Das bedeutet, dass in Köln Züge nur unter günstigen technischen bzw. Witterungsbedingungen losrollen, aber bei Gefällewerten über diesem Losbrechwiderstand praktisch alle ungebremsten Züge losrollen. Auch der Losbrechwiderstand sinkt mit dem modernen Rollmaterial und die Vorfälle in Köln zeigen, dass er für bestimmte Züge tatsächlich nach unten korrigiert werden muss.



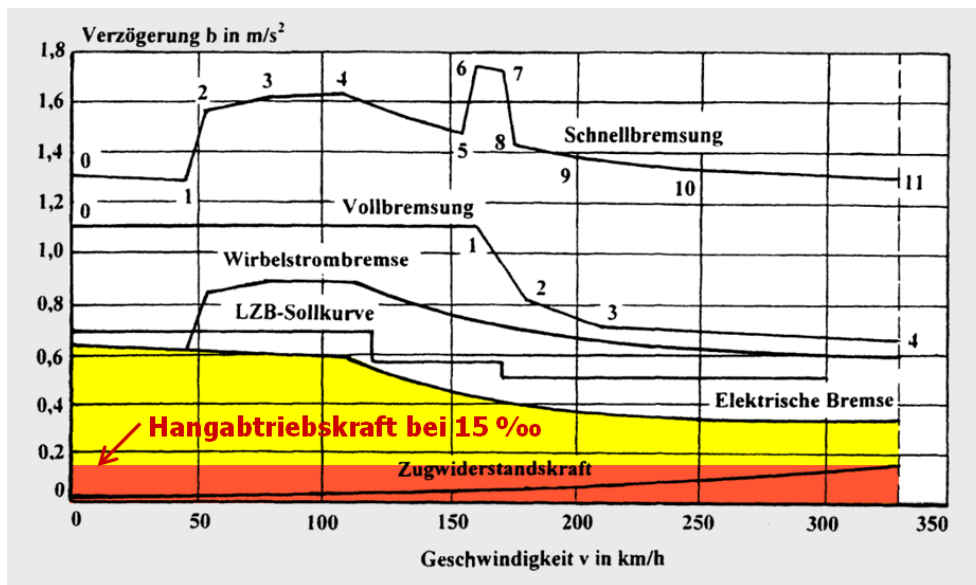
**Abb. 3: Vergleich relevanter Neigungswerte** (Längenmaßstab verkürzt). Schon das Gefälle von 3,68 ‰ in Köln Hbf ist unsicher mit zahlreichen Wegrollvorgängen und Verletzten. Gebaut und genehmigt wurden zuletzt Gefälle, die selbst den Wert für Hauptbahnen überschreiten und weit über typischen Losbrechwiderständen für das Losrollen von Waggons liegen. Dieses Ausmaß der Überschreitung ist mit der Angabe eines Sollwerts in der EBO nicht mehr vertretbar.

Bemerkenswert ist das Ausmaß der Überschreitungen auch, wenn man betrachtet, dass die Neigungswerte von Stuttgart 21 und Ingolstadt Nord<sup>5</sup> sogar den Gefälle-Grenzwert für Hauptbahnen von 12,5 ‰ überschreiten. D.h. die beiden Bahnhöfe benötigen schon ohne Bahnsteig, allein als freie Strecke, eine Sondergenehmigung und kommen sogar der absoluten Obergrenze für Hauptstrecken von 25 ‰ bemerkenswert nahe (Abb. 4).

Die diskutierten Gefällewerte sind so hoch, dass die Hangabtriebskraft einen erklecklichen Anteil



**Abb. 4: Stuttgart 21 im Vergleich**, das Gefälle ist so hoch, dass es den betrieblichen und physikalischen Grenzen im Bahnverkehr erheblich nahe kommt. Allein ein knappes Drittel der Bremskraft einer typischen Betriebsbremsung wird von der Hangabtriebskraft aufgebraucht. Das Gefälle liegt vierfach über dem Wert, bei dem es in Köln Hbf zu zahlreichen Unfällen kam.



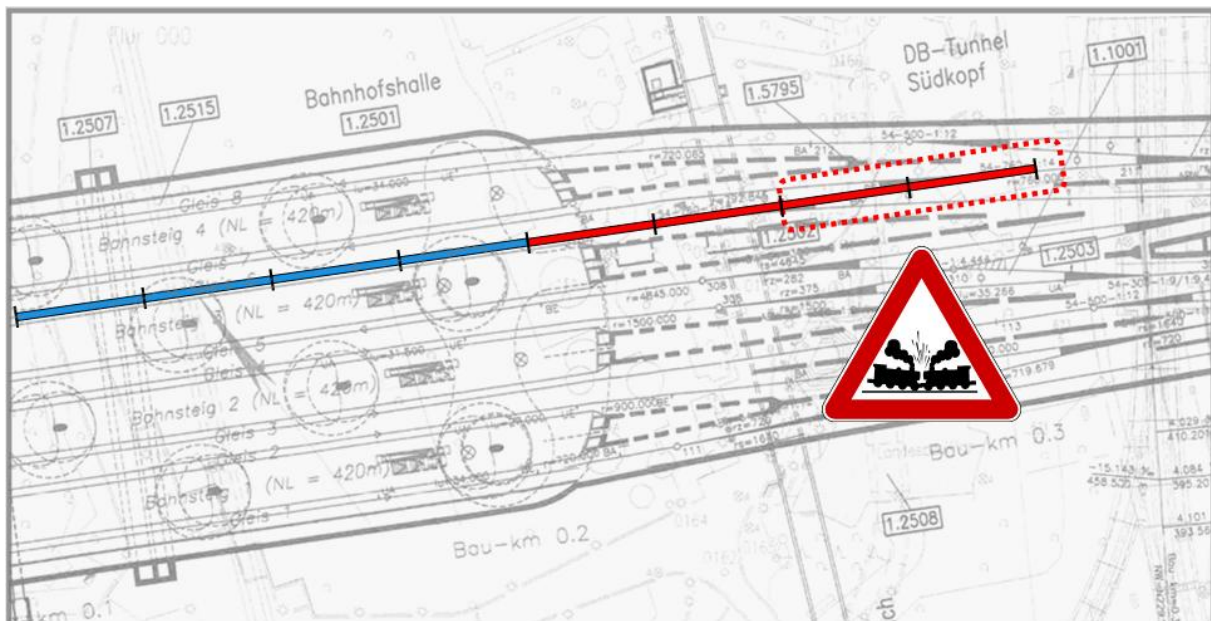
**Abb. 5:** Die Hangabtriebskraft verbraucht einen erklecklichen Anteil der typischen Bremskräfte. Bremswege verlängern sich spürbar, Lokführer verschätzen und „verbremsten“ sich (Abbildung aus Wende 2003 S. 251, Hervorhebungen durch den Autor).

an den für den sicheren Bahnbetrieb relevanten Größen hat. Typische (mittlere) Betriebsbremsungen im Fern- und Regionalverkehr erfolgen mit  $0,5 \text{ m/s}^2$  (Wende 2003 S. 270), die Bremsverzögerung entspricht also der Hangabtriebsbeschleunigung in einem Gefälle von  $50 \text{ ‰}$ . Hier würde ein Zug bei der üblichen Bremsleistung (bei abgeschaltetem Antrieb) gerade die Geschwindigkeit halten. Die Hangabtriebskraft bspw. bei  $15 \text{ ‰}$  Gefälle raubt schon ein knappes Drittel der Bremsleistung der Betriebsbremse.

Im Schienenverkehr ist nicht nur die Roll- sondern auch die Haftreibung ausgesprochen niedrig, insbesondere auch aufgrund der niedrigen Aufstandsfläche des Rad/Schiene-Kontakts in der Fläche von etwa einem alten 5 DM-Stück. Bei schlüpfrigen Schienenverhältnissen ergeben sich Reibwerte von nur noch  $0,11$  bzw.  $110 \text{ ‰}$ .<sup>7</sup> Dies entspricht dem Gefälle, bei dem ein vollständig gebremster Zug bei diesen Verhältnissen von selbst losrutschen würde. Das Gefälle von Stuttgart 21 erreicht schon  $1/7$  dieses Wertes. Das zeigt, wie stark die physikalisch technischen Grenzen bei diesen Gefällewerten ausgereizt werden.

Abb. 5 gibt verschiedene Bremskennlinien aus der Fachliteratur wieder. Es ist zu erkennen, dass bspw. die Hangabtriebskraft bei  $15 \text{ ‰}$  Gefälle je nach Geschwindigkeitsbereich schon ein Viertel bis die Hälfte der üblichen elektrischen Bremsung neutralisiert. Lokführer werden sich demnach regelmäßig verschätzen und verbremsten. Insbesondere auch dann, wenn ggf. zukünftige automatische Regelungen ausfallen. Eine Vollbremsung liegt demnach schon in der Ebene an der Grenze zum ungünstigen Haftwert von  $110 \text{ ‰}$  entsprechen einer Bremsverzögerung von  $1,1 \text{ m/s}^2$ . Die Hangabtriebskraft sorgt hier dafür, dass der Bremsweg deutlich den üblichen Bremsweg der Vollbremsung übersteigt und es ggf. zu Zusammenstößen oder Signalverletzungen kommt.





**Abb. 6: Beispiel Stuttgart 21: Wegrollen von Zügen in den Verkehr:** In Köln Hbf waren bei 3,68 ‰ Gefälle wiederholt IC-Züge um 1 Waggonlänge weggerollt, dies würde bei S21 mindestens 4 Waggonlängen bedeuten. Schon nach 2 Waggonlängen gerät der Zug ggf. in fremden Verkehr. (Plan Stuttgart 21, PFA 1.1, Anl. 4.4 Bl. 1 + maßstäbliche Zeichnung von IC-Waggons).

## 1. Gefahren für den Zugverkehr

### Wegrollen von Zügen in den Verkehr

Die ggf. folgenreichste Gefährdung durch erhöhte Gleisneigung in Bahnhöfen ist das Wegrollen von Zügen in den Verkehr. Bei Stuttgart 21 etwa, mit dem sehr engen Bahnhof, kurzen Gleisvorfeldern und dem hohen Gefälle besteht eine erhebliche Gefahr, dass Züge in fremden Verkehr hineinrollen. Dies zeigt schon eine einfache Überlegung: In Köln Hbf kam es seit 2010 zu zahlreichen Wegrollvorgängen (Tabelle 2, S. 13). Mindestens zweimal rollten in der Zeit Züge um eine ganze Waggonlänge davon, jeweils auf Gleisen mit 3,68 ‰ Gefälle. Bei Stuttgart 21 mit dem vierfachen Gefälle wären die Züge in dieser Zeit mindestens viermal so weit gerollt. Schon nach zwei Waggonlängen können sie aber schon in fremden Verkehr geraten, so dass Zugkollisionen möglich sind (Abb. 6).

### **Selbsttätige Haltebremse nicht immer verfügbar**

Eine Technik, um Wegrollen im Gefälle, zumal bei Steigungen wie in Ingolstadt Nord oder Stuttgart 21, mit Sicherheit zu verhindern, gibt es nicht. So verfügen zwar moderne Triebfahrzeuge wie der ICE über eine selbsttätige Haltebremse. Doch durch Unachtsamkeit des Lokführers lässt sich diese versehentlich aushebeln. Auch haben nicht alle Zuggarnituren diese Sicherungseinrichtung. Neben Regionalzügen fehlt die automatische Haltebremse dem französischen TGV, der z.B. in Stuttgart einen Halt einlegt. Auch die neuen Doppelstock-Intercitys, die 2014 an die Bahn ausgeliefert werden, sind nicht mit diesem System bestückt.<sup>8</sup>

## **Ungenügende Festhaltekraft der Festhaltebremse**

Darüber hinaus verfügen Lokomotiven, Triebzüge und Steuerwagen in der Regel zwar über eine manuell zu betätigende Festhaltebremse. Das Bremsvermögen dieser Systeme ist auf die in der EBO als größte Bahnsteiggleisneigung postulierte Neigung von 2,5 Promille ausgerichtet. Nicht jedoch auf ein sechsfach überhöhtes Gefälle wie etwa bei Stuttgart 21.<sup>8</sup>

Dass die Feststellbremse nicht für ein Festhalten des Zuges in 15 ‰ Gefälle ausreicht, wurde auch in der Schlichtung zu Stuttgart 21 bestätigt (Prot. 6. Tag 16:31-16:47 Uhr, Dr. Volker Kefer, Hr. Ryssel, Eberhard Happe). Eine Überslagsberechnung der Festhaltekräfte<sup>9</sup> ergibt für typische Werte,<sup>10</sup> dass lange lokbespannte Züge ab einem Gefälle von 7 ‰ bei ungünstigen Schienenverhältnissen nicht mehr von der Festhaltebremse gehalten werden und ins Rutschen kommen können.

## **Keine zuverlässige technische Sicherung nach dem Wegrollen**

Ein versehentlich ins Rollen geratener Zug wird daraufhin nicht in jedem Fall umgehend zwangsgebremst. Eine Zwangsbremmung erfolgt nur, wenn der Fahrtregler in Rollrichtung umgelegt ist (Prot. 6. Tag S. 187). Ein rückwärts wegrollende Lok wird also nicht zwangsgebremst. Auch der sogenannte „Totmannknopf“ wird erst im bewegten Zug aktiv und nach etwa 28 Sekunden wirksam (Prot. 6. Tag S. 192) (dann ist im Zweifel das Unglück schon passiert).

Es gibt also kein sicheres technisches Konzept für rückwärtsrollende Züge, die in den Weichenbereich, also in den laufenden Verkehr, oder auf andere Züge bei „Doppelbelegung“ rollen. 2010 erklärten die Vertreter der DB AG folglich, dass die „Frage zu beantworten“ sei, ob „ausreichend Sicherheitseinrichtungen“ vorhanden sind (Prot. 6. Tag 16:16 Uhr). Das ist das Eingeständnis der Sicherheitslücke.

## **Die Praxis zeigt, menschliches und technisches Versagen ist unvermeidlich**

Darüber hinaus erbringen die vielen tatsächlich stattfindenden Wegrollvorgänge (Tabelle 2 S. 13 sowie KA Linke 2015 Frage 7 und <sup>17,63</sup>) den Praxisbeweis, dass auch schon bei sehr geringen Gefällewerten diese Fehler geschehen. In einem Großbahnhof stark überhöhter Neigung führt dies zu einem untragbaren Risiko mit einer quadratisch potenzierten Schadensintensität (S. 6).

## **Risiken beim Bremsen**

Risikobehaftet ist nicht nur das Stehenbleiben, sondern auch das Bremsen an sich. Zuvor wurde gezeigt, dass ein erheblicher Anteil der Bremsleistung durch die Hangabtriebskraft kompensiert wird (S. 5 f). Dadurch verlängern sich die Bremswege merklich oder aber der Lokführer wählt eine spürbar höhere Bremsstufe. Geschieht dies zu spät, so dass etwa eine Schnellbremsung nötig wird, können Passagiere im Zug stürzen und es kann sein, dass bei schlechten Schienenverhältnissen der Haftwert nicht mehr ausreicht, vor dem Signal zu bremsen. Um diese Gefährdungen zu vermeiden ergeben sich erhebliche Rückwirkungen des Gefälles auf das Betriebsprogramm. Als Beispiel: Der Bremsweg in der sogenannten „Lokführerroutine“ verlängert sich bspw. bei Stuttgart 21 um 43 %, bei einer Geschwindigkeit von 30 km/h vom 69 m auf 99 m, bei Tempo 80 von 494 m auf 705 m.<sup>8</sup> Dies bestätigt die zuvor dargestellte Schwächung der Bremskräfte im Gefälle, die schon an den grundlegenden Größenverhältnissen ablesbar ist.

Datum	Land	Vorfall
12.10.1928	GB	<u>Glasgow Queen Street</u> , 21:45 Uhr, Zug rutscht bei 23 ‰ auf schmierigen Schienen gegen Rangierzug, 3 ☠ und 52 🇨🇷 <sup>11</sup>
04.02.1945	GB	<u>London Kings Cross</u> , 18:11 Uhr, Zug rutscht im Tunnel bei 9,5 ‰ zurück, vom Lokführer unbemerkt, Kollision mit nachfolgendem Zug, 2 ☠ 25 🇨🇷 <sup>12</sup>
30.11.2012	DE	<u>Kornwestheim</u> , 4:00 Uhr, 3 Güterwaggons rollen los, prallen nach 7 km auf im Mittel 3,9 ‰ geneigter Strecke in den Bhf. Feuerbach, keine Verletzten <sup>15</sup>
06.07.2013	CA	<u>Lac-Mégantic</u> , 1:15 Uhr, abgestellter Güterzug wird bei 12 ‰ Gefälle nicht von Handbremsen gehalten und rollt weg, mind. 47 ☠, zahllose 🇨🇷 <sup>14</sup>
01.12.2015	AT	<u>Polleroswandtunnel</u> , Semmering, 8:45 Uhr, Druckluftbremse der Lok verlor mit der Zeit die Wirkung, Güterzug rollte auf nachfolgenden Zug, 1 🇨🇷 <sup>16</sup>

**Tabelle 1: Unfälle mit wegrollenden Zügen.** Beispielhafte Unfälle, mit Toten und Verletzten. Zum Vergleich: Ingolstadt Nord weist an den Bahnsteiggleisen bis zu 20 ‰ Gefälle auf, Stuttgart 21 ist mit 15 ‰ geplamt und mit Neigungen von 25 ‰ in den Zulauftunneln.

### Beispiele für Wegrollunfälle






Mehrere solcher Unfälle (siehe Tabelle 1) mit zahlreichen Toten teils schon bei 9,5 ‰ Gefälle ereigneten bspw. in Großbritannien.<sup>11,12</sup> Zahlreiche weitere Unfälle mit abgestellten Zügen, die unbeabsichtigt teils viele Kilometer weit wegrollten zeigen das reale Risiko trotz aller Vorschriften und technischen Sicherungen. Allein in Kanada gibt es rund 35 solche Vorfälle im Jahr,<sup>13</sup> darunter das Desaster von Lac Mégantic von 2013 mit 47 Toten<sup>14</sup>. Ausgerechnet in Stuttgart zeigte auch die Deutsche Bahn AG mit den Güterwagen, die den Feuerbacher Bahnhof ramnten, dass sie dieses Risiko nicht beherrscht.<sup>15</sup> Zuletzt kam es am 01.12.2015 zu einem Wegroll-Unfall in Österreich auf der Semmeringbahn mit einem Schwerverletzten.<sup>16</sup>




## 2. Gefahren für die Reisenden beim Fahrgastwechsel

Der mutmaßlich häufigste Unfalltyp infolge erhöhter Bahnsteiggleisneigung ist die Verletzung von Reisenden beim Ein- und Ausstieg während dem unvermittelten Wegrollen vermeintlich gesicherter Züge. Für Verletzungen hierbei genügte bisher schon ein Wegrollen eines Zuges um nur 2 Meter etwa in Köln Hbf am 18.03.2010<sup>23</sup>. Ein Wegrollvorgang im ebenen Hamburger Hbf von Ende der 80er Jahre hatte schon lebenslange Gesundheitsbeeinträchtigungen zur Folge (Andersen 2014 S. 20). Diese Unfälle sind auf jeden Fall potenziell lebensgefährlich.

### Wegrollvorgänge in Köln Hbf

Im Jahr 2013 kamen die zahlreichen Wegrollvorgänge in Köln Hbf in die Diskussion (Andersen 2013).<sup>17,18,19,20,21</sup> Mehrere der Bahnsteiggleise haben dort ein Gefälle über dem Sollwert der EBO.<sup>22</sup> Seit 2010 kam es laut den Antworten der Bundesregierung (Frage Gastel 2015, KA Linke 2015) zu 22 Unfällen mit insgesamt 8 Verletzten. Hierzu konnten teils spezifischere Informationen aus unabhängig veröffentlichten Unfallberichten ergänzt werden.<sup>23</sup> Allein nach der Ad hoc-Weisung der DB<sup>24</sup> und ihren Schulungen zum Thema kam es noch zu mind. 11 Vorfällen.

Nr.	Datum Uhrzeit	Gl.	Neigung	Zug	Quellen, Bemerkungen	Wende?
1	18.03.2010 19:25	5	3,68 ‰	Thalys 9462	FG, KA,  2 m weggerollt <sup>23</sup>	Start
2	30.09.2010 06:44	6	3,68 ‰	LICE-W 78651	FG, KA,  <sup>23</sup>	
3	07.11.2010 10:08	5	3,68 ‰	ICE 614	FG, KA	Wende
	<i>16.01.2011</i>	<i>7</i>	<i>3,68 ‰</i>	<i>IC</i>	<i>1 Wagenlänge<sup>17</sup>, And. 2013, '14, '15</i>	
4	11.10.2011 05:04	5	3,68 ‰	IC 2314	FG, KA	Start
5	25.04.2012 05:07	4	3,68 ‰	IC 2445	FG, KA	Start
	<i>17.05.2012</i>			<i>IC</i>	<i>Andersen 2013</i>	
6	10.06.2012 06:06	4	3,68 ‰	IC 2000	FG, KA	Start
7	15.02.2013 05:05	5	3,68 ‰	IC 2214	FG, KA, <sup>20</sup>  <sup>21</sup>	Start
8	18.03.2013 05:07	4	3,68 ‰	IC 2445	FG, KA, <sup>20</sup>  <sup>21</sup>	Start
9	21.03.2013 04:58	5	3,68 ‰	IC 2314	FG, KA, <sup>21</sup>	Start
	<i>2013</i>	<i>5</i>	<i>3,68 ‰</i>	<i>IC</i>	<i>1 Wagenlänge, BR 101<sup>25</sup></i>	
10	26.03.2013 16:50	7	3,68 ‰	IC 2915	FG, KA, <sup>20</sup>  <sup>21</sup>	<i>außerplanmäßig</i>
11	23.04.2013 06:09	4	3,68 ‰	IC 1124	FG, KA, <sup>20</sup>	Start
	<b>23.04.2013</b>	<b>Ad hoc-Weisung der DB AG, außerdem Schulungsmaßnahmen etc.</b>				
12	25.04.2013 06:06	4	3,68 ‰	IC 1124	FG, KA, <sup>20</sup>	Start
13	13.08.2013 11:55	6	3,68 ‰		KA	
14	23.10.2013 06:10	4	3,68 ‰		KA	
15	09.11.2013 05:10	4	3,68 ‰		KA	
16	22.11.2013 11:00	6	3,68 ‰		KA	
17	23.01.2014 06:09	4	3,68 ‰	IC 2224	FG, KA	Start
18	18.06.2014 06:04	4	3,68 ‰	IC 2224	FG, KA	Start
19	14.08.2014 04:47	5	3,68 ‰	IC 2314	FG, KA	Start
20	25.09.2014 05:23	4	3,68 ‰	ICE 843	FG, KA	Start
	<i>21.10.2014 19:18</i>	<i>6</i>	<i>3,68 ‰</i>	<i>ICE 129</i>	<i>Andersen 2015</i>	Wende
21	03.11.2014 05:00	5	3,68 ‰	IC 2224	FG, KA	Start
22	18.01.2015 16:31	3	<b>6,80 ‰</b>		KA	

   3 weitere Fälle von Verletzungen in Köln seit 2010 konnten noch nicht zugeordnet werden. Nummerierung: Offiziell gemeldete Fälle. Quellen: FG = (Frage Gastel 2015), KA = (KA Linke 2015). *Rot/kursiv: Inoffiziell bekannt gewordene Fälle und zusätzlich Informationen.*

**Tabelle 2: Wegrollvorgänge in Köln Hbf, reale Gefahr für Leib und Leben:** Seit 2010 rollten offiziell 22 Züge weg, bis auf einen Fall ausschließlich schon bei 3,68 ‰ Gefälle. Dabei wurden 8 Personen verletzt, schon wenn der Zug nur um 2 Meter weggerollt war. Die Wegrollvorgänge setzten sich auch nach der Weisungen und den Schulungen der DB in 2013 fort. 4 teils schwerwiegende Vorfälle (Wegrollen um 1 Wagenlänge), wurden der EUB nicht gemeldet, dies spricht für eine hohe Dunkelziffer. Bei den wenigsten Vorfällen war eine Zugwende nötig (Bereitstellungen = „Start“), die die Wegrollwahrscheinlichkeit erhöht hätte.

Unabhängig bekannt geworden sind die Wegrollereignisse vom 16.01.2011, 17.05.2012, 21.10.2014 und der undatierte aus 2013<sup>25</sup>. Zu allen vier Vorfällen sind die Zeugen mit Namen und Anschrift bekannt. Keiner dieser Vorfälle ist in den Daten der Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes (EUB) (KA Linke 2015 Frage 1, Frage Gastel 2015) enthalten. Dies zeigt zum Ersten, dass selbst schwerwiegende Ereignisse nicht gemeldet werden (zweimal rollte der Zug um eine ganze Waggonlänge weg). Daraus muss geschlossen werden, dass die entsprechenden Prozesse zur Handhabung gefährlicher Vorkommnisse nicht zuverlässig funktionieren. Dass die EUB bis zur anstehenden Anhörung auf die Bitte zu einer Aktualisierung und Vervollständigung dieser Daten nicht antwortet (S. 28), verstärkt diese Zweifel an den Prozessen. Zum Zweiten ist aus dem nicht vorhandenen Überlapp zwischen den offiziell und inoffiziell bekannt gewordenen Vorfällen, auch bei denen außerhalb von Köln (vgl. KA Linke 2015 Frage 7 und <sup>17,63</sup>), abzusehen, dass es eine hohe Dunkelziffer zu den Wegrollvorfällen gibt.

### 3. Gefahren auf dem Bahnsteig

Die dritte Gefährdungssituation entsteht auf dem Bahnsteig. Kinderwagen oder Rollstühle können losrollen und in die Gleise stürzen. Die von der DB AG vorgesehenen Sicherheitsmaßnahmen etwa eines zusätzlichen Quergefälles oder eines sogenannten „rollhemmenden Belages“ versagen sowohl in der physikalischen Bewertung wie auch in dem nachfolgend dargestellten Praxistest an den stark längsgeneigten Bahnsteigen in Ingolstadt Nord. Ein erhöhtes Bahnsteiggefälle führt außerdem zu erheblichen Komfort-Einbußen für Rollstuhlfahrer und Fußgänger, auch die Lärmbelastung wird merklich erhöht. Vor allem aber können die Schutzziele der EBO für die Sicherheit auf den Bahnsteigen bei Längsneigungen über den Rollwiderständen moderner Kinderwagen nicht erreicht werden.

#### Sicherheitsmaßnahmen der Deutschen Bahn AG

In ihrer Richtlinie 813 (RiL 813.0201A02 S. 2 / Bl. 46 ff) legt die Deutsche Bahn AG die Sicherheitsmaßnahmen für Bahnsteige in Bereichen erhöhter Längsneigung fest:






























- Ab 2,5 ‰ Verwendung eines rollhemmenden Belages,
- ab 2,5 ‰ zusätzlich auch 20 ‰ Querneigung weg von der Bahnsteigkante,
- ab 20 ‰ auch Schilder,
- ab 25 ‰ Lautsprecherdurchsagen oder flächige Bodenmarkierungen,
- oberhalb 30 ‰ ist der Bahnsteig nicht mehr zulässig.

Lautsprecherdurchsagen, Markierungen und Schilder schaffen weder aktive noch passive Sicherheit und sind das Eingeständnis einer bestehenden Gefährdung der Reisenden. Somit stehen sie im Widerspruch zur Forderung gleicher Sicherheit wie im ebenen Fall.

Zu dem rollhemmenden Belag fällt auf, dass der Begriff in der Fachliteratur unbekannt ist, auch in der englischsprachigen („roll-free surface“). Bisher taucht diese Maßnahme nur in den Dokumenten der DB auf. Außerhalb lassen sich bisher keine Beispiele bzw. Erfahrungen mit diesem Konzept finden, so dass es als unerprobt und als nicht allgemein akzeptiert anzusehen ist.

Wirklich rollhemmende Unterlagen wie Kies oder Sand sind offensichtlich nicht geplant. Gedacht wird an eine „erhöhte Makrorauheit (z.B. durch Fugenanteil)“ (RiL 813.0201A02 S. 3 / Bl. 47). Ein



Datum	Land	Vorfall
08.11.2005	DE	 <u>Potsdam Griebnitzsee</u> , 16:39 Uhr, Rollstuhlfahrer unachtsam, fällt vor Zug  <sup>23</sup>
05.05.2006	DE	 <u>Schwaan</u> , 17:45 Uhr, Frau liest Fahrplan, Kind im Wagen rollt ins Gleis  <sup>23</sup>
24.09.2007	DE	 <u>Hähnlein-Alsbach</u> , 15:08 Uhr, Kinderwagen rollt zum Gleis, Kind stürzt  <sup>23</sup>
11.04.2009	DE	 <u>Köln Hbf</u> , Gl. 10, 20:36 Uhr, Eltern unachtsam, Kinderw. gerät ins Gleis  <sup>23</sup>
15.10.2009	AU	 <u>Melbourne</u> , 16:00 Uhr, Kinderwagen rollt ins Gleis, Baby wird vom Zug überrollt, aber glücklicherweise nur leicht verletzt (Video <a href="#">youtube</a> )  <sup>26</sup>
21.08.2011	DE	 <u>Düsseldorf Wehrhahn</u> , 10:21 Uhr, Rollstuhlf. fährt quer zur Bahnsteigkante vor, verliert Kontrolle und fällt zwischen Bahnsteigkante und einfahrenden Zug  <sup>23</sup>
05.2013	US	 <u>West Philadelphia</u> , leerer Kinderwagen rollt ins Gleis (Video <a href="#">youtube</a> )
28.08.2013	GB	 <u>Southend Central</u> , 18:13 Uhr, Rollstuhl rollt im Gefälle und stürzt ins Gleis  <sup>27</sup>
21.10.2013	GB	 <u>Whyteleafe</u> , 10:39 Uhr, Mutter am Automaten, Kinderwagen rollt ins Gleis (Video <a href="#">youtube</a> )  <sup>27,28</sup>
06.05.2014	DE	 <u>Hannover Hbf</u> , 18:37 Uhr, Rollstuhlf. stürzt vor einfahr. Zug, der noch hält  <sup>23</sup>
23.05.2014	DE	 Bahnhof <u>Osnabrück</u> Gl. 12, 11:00 Uhr, Rollstuhlfahrerin stürzt ins Gleis  <sup>29</sup>
03.12.2014	AU	 <u>Melbourne</u> , Diamond Creek, 11:14 Uhr, Großvater am Automat, Kind im Buggy rollt ins Gleis (Video <a href="#">focus.de</a> ) 
08.04.2015	AT	 <u>Linz Ebelsberg</u> , 10:00 Uhr, Mutter kauft Ticket, Buggy mit 1½ Jahre altem Kind rollt bei Wind auf abschüssigem Bahnsteig ins Gleis vor einen Zug  <sup>30</sup>
21.04.2015	US	 <u>Washington DC</u> , Rollstuhlfahrer fällt auf die Gleise, wird gerettet ( <a href="#">youtube</a> ) 
23.04.2015	CH	 <u>Kloten</u> , Bahnsteig Gl. 3 und 4, 12:15 Uhr, Mutter am Ticket-Automaten, Kinderwagen mit 1-jährigem Kind wird von Güterzug erfasst  <sup>32</sup>

**Tabelle 3: Beispiele für Unfälle mit ins Gleis rollenden Kinderwagen und Rollstühlen.** Eine Auswahl von Unfällen mit Verletzten und Toten, international und in Deutschland. Hierzulande sind noch zahlreiche weitere Unfälle bekannt.<sup>23</sup>

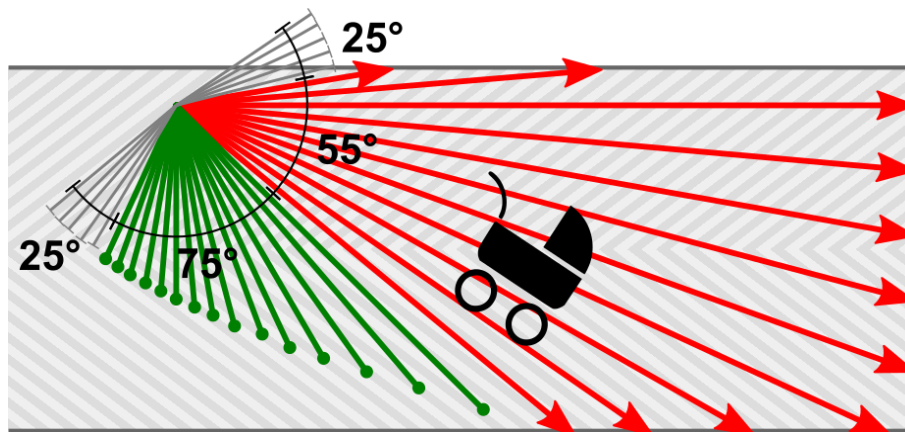
solcher Belag versagt jedoch bei großrädrigen Gefährten. Je nach Standort setzen sich diese auch auf diesem Untergrund ggf. durch einen Luftzug schnell von selbst in Bewegung und erfahren im weiteren Verlauf nur noch einen allenfalls geringfügig erhöhten Rollwiderstand. Als Sicherungsmaßnahme verbleibt allein das Quergefälle, dessen Wirkung im übernächsten Abschnitt geprüft wird.

### Unfälle mit weggrollenden Kinderwagen und Rollstühlen

Schon in den bestehenden Bahnhöfen besteht eine reale Gefahr für das Wegrollen von Gefährten. Häufig ist die Ursache ein Gefälle von bis zu 20 ‰ zur Bahnsteigkante, das in älteren Auslegungen zur Entwässerung des Bahnsteigs gewählt wurde (Tabelle 3).

Diese Unfälle belegen die Gefahr, dass Kinderwagen sich schon bei den geringen Gefällewerten, wie sie hier diskutiert werden, selbstständig in Bewegung setzen. In einzelnen Fällen wird dies jeweils durch Wind bzw. Fahrtwind begünstigt.

Auf Bahnsteigen im Längsgefälle erhöht sich diese Gefahr, da durch das hohe Gesamtgefälle in Folge der zusätzlichen Querneigung die Wahrscheinlichkeit für das Losrollen steigt und selbst bei



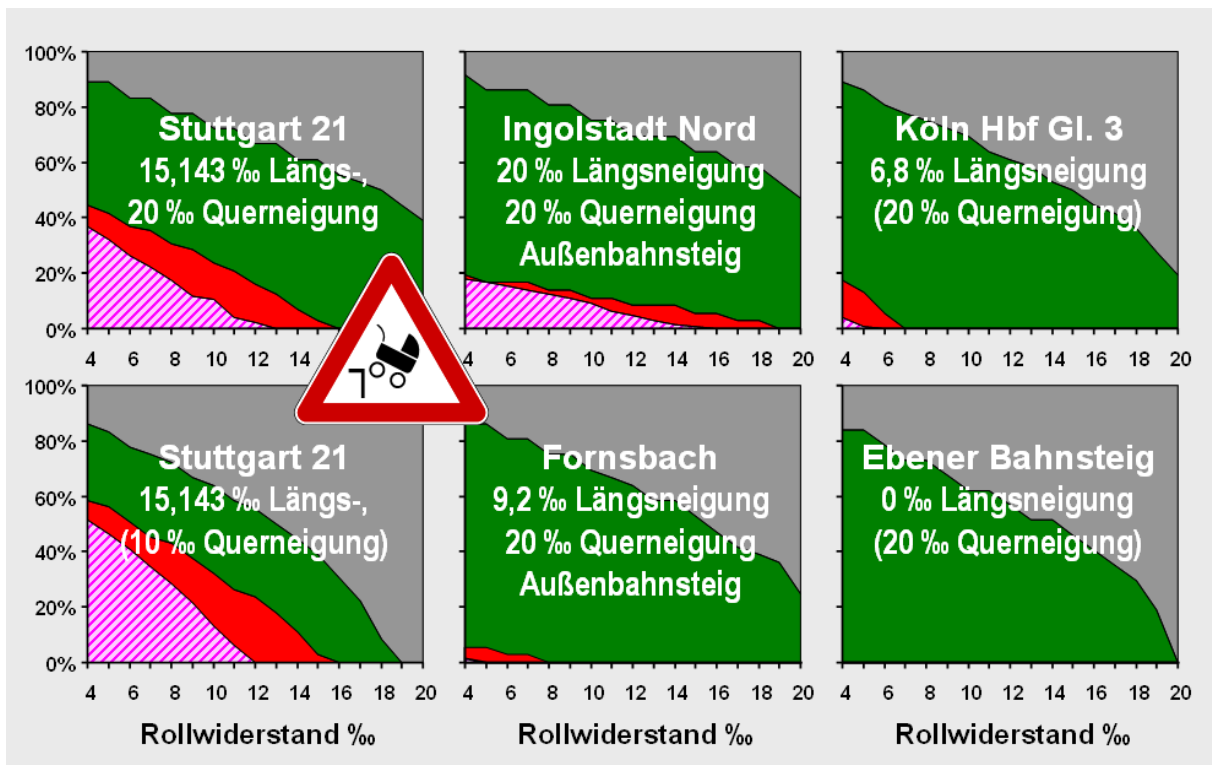
**Abb. 7: Wegrollen von Kinderwagen am Beispiel Stuttgart 21:** Aufsicht auf den 10 m breiten nach rechts mit 15,143 ‰ (Promille) abfallenden Bahnsteig, das Quergefälle zur Bahnsteigmitte beträgt 20 ‰, die Schraffur gibt die Höhenlinien wieder. Der Kinderwagen startet in diesem Beispiel 1 m neben der Bahnsteigkante, Rollwiderstand 10 ‰. Bei einer Ausrichtung  $\pm 25^\circ$  quer zum Gefälle rollt der Kinderwagen nicht los (graue Markierungen). In Richtung Gegenbahnsteig kommt der Kinderwagen in einem Winkelbereich von  $75^\circ$  auf der anderen Bahnsteigseite zum Stehen bzw. rollt zurück (grüne Wege bis Haltepunkt). In einem Winkelbereich von  $55^\circ$  bahnsteigabwärts rollt der Kinderwagen über die eine oder andere Bahnsteigkante ins Gleis (rote Pfeile), in der vom Piktogramm markierten Richtung schon nach 19 Sekunden, er wird dabei bis zu 5 km/h schnell.

Außenbahnsteigen mit Quergefälle weg vom Gleis ein erklecklicher Gefahrenbereich bestehen bleibt (siehe nachfolgend), für Winkel, in denen ein Kinderwagen ins Gleis rollen kann.

### Simulation eines wegrollenden Kinderwagens auf dem Bahnsteig

Der Verlauf möglicher Wegrollvorgänge von Kinderwagen auf geneigten Bahnsteigen unter Berücksichtigung eines zusätzlichen Quergefalles wurde physikalisch untersucht. Die beschleunigte- bzw. auf der anderen Bahnsteigseite gebremste bzw. in geringerem Maße weiter beschleunigte Bewegung exakt berechnet. **Abb. 7** auf der Folgeseite gibt das Ergebnis für einen Kinderwagen wieder, der im Abstand von 1 Meter zur Bahnsteigkante abgestellt wurde. Der Rollwiderstand<sup>4</sup> wurde mit 10 ‰ angesetzt. Für etwa ein Drittel der möglichen Ausrichtungen des Kinderwagens ergibt sich ein Sturz ins Gleis, teils schon nach 19 Sekunden.

Moderne Kinderwagen haben Rollwiderstände von 10 ‰ und darunter. Die beobachteten Wegrollvorgänge von Kinderwagen zeigen, dass sich diese bei den zur Entwässerung üblichen Gefällewerten von 20 ‰ von selbst in Bewegung setzen. Die Bahn rechnet auch bei 15 ‰ und „rollhemmendem Belag“ mit Wegrollereignissen, wie das geplante Quergefälle und die Argumentation mit den Mülltonnen zeigt. Moderne „Jogger“-Kinderwagen werden auf niedrige Rollwiderstände hin ausgelegt, fahren starr geradeaus und sind mit kleineren Fahrradreifen versehen. Für Rennradreifen werden günstigstenfalls Rollwiderstände von 2 ‰ bis 5 ‰ berichtet, bei rauem Untergrund 50-100 % mehr<sup>33</sup> oder für Fahrradreifen auf rauem Untergrund direkt 8 ‰.<sup>34</sup> Zum Vergleich: Während der nachfolgend beschriebenen Exkursion nach Ingolstadt Nord wurden für einen handelsüblichen Jogger-Kinderwagen bei typischer Beladung mit 7 kg (6-Monate altes Kind) und 14 kg (3-jähriges Kind) Rollwiderstände von 7,5 ‰ bis 10 ‰ ermittelt.<sup>35</sup>



**Abb. 8: Prozentuale Verteilung der Wegrollvorgänge in Abhängigkeit vom Rollwiderstand<sup>4</sup>.** Für alle Positionen und Ausrichtungen eines Kinderwagens auf dem Bahnsteig.<sup>36</sup> Anteil der Stürze ins Gleis in weniger als 30 Sek. (pink schraffiert) oder nach längerer Zeit (rot), Wegrollvorgänge, die wieder zum Halt kommen oder im sicheren Bereich enden (grün) und Fälle, in denen der Wagen stehen bleibt (grau). Die Querneigungen wurden für die Simulation mit 20 ‰ angesetzt. Die hohen Neigungen von Ingolstadt Nord und Stuttgart 21 führen zu erheblichen Gefährdungen.

Diese Berechnungen für Gefährte mit starrer Lenkung wurden für 6 verschiedene Bahnhofskonfigurationen wiederholt (Abb. 2, Folges.). Die Positionen auf dem Bahnsteig<sup>36</sup> und die Rollwiderstände wurden variiert, womit sich die dargestellten Verteilungen der Wegrollvorgänge ergeben.

- Stuttgart 21 mit 20 ‰ Querneigung. In dieser geplanten aber nicht genehmigten (s.u.) Konfiguration könnten für Reibungswerte unter dem Längsgefälle von 15 ‰ Kinderwagen ins Gleis wegrollen. Diese Fälle nehmen für kleinere Reibungswerte stetig zu wie auch der Anteil von schnellen Ereignissen mit einem Sturz in weniger als 30 Sekunden. Bei 10 ‰ Rollreibung stürzt der Kinderwagen in 31 % der möglichen Ausrichtungen, also knapp einem Drittel aller Fälle ins Gleis, bei 8 ‰ Reibung in 39 % der Fälle.
- Stuttgart 21 mit 10 ‰ Querneigung. In dieser genehmigten, aber nicht geplanten Variante rollen weniger Gefährte los, aber ein größerer Anteil stürzt ins Gleis. Unter diesem Aspekt würde die 20 ‰-Variante tatsächlich vorzugswürdig erscheinen, allerdings sind dort die Wegrollvorgänge deutlich schneller (siehe unten), was die Abwägung erschwert.
- Ingolstadt Nord mit 20 ‰ Längsneigung. Bei Ingolstadt Nord (siehe nachfolgend) sind die stark geneigten Abschnitte der Bahnsteige<sup>5</sup> mit Seitenwänden versehen, auf die das Quergefälle ausgerichtet ist.<sup>37</sup> Es wurden für die Simulation 20 ‰ Quergefälle angenommen. Zahlreiche Gefährte niedriger Reibung kommen in Bewegung und stoßen gegen die Seitenwand. Bei flachen Winkeln zur Bahnsteigkante in Richtung des Gleises rollen jedoch auch



**Abb. 9: Ortstermin in Ingolstadt Nord.** Die Bahnsteige an Gleis 4 und 5 (hier) fallen in Richtung Audi-Tunnel immer steiler ab, am Beginn des gesicherten Bereiches mit 10 ‰ bis hin zu 20 ‰ Gefälle am Bahnsteigende. Ingolstadt Nord ist der steilste Regionalbahnhof in Deutschland.

hier Kinderwagen mit starrer Lenkung in das Gleis und zu einem hohen Anteil geschieht das auch sehr schnell.

- Köln Hbf Gl. 3 mit maximal 6,8 ‰ Längsneigung. Es ist nicht bekannt, welche Querneigung am Bahnsteig von Gl. 3 in Köln vorliegt. Zu Vergleichszwecken wurde hier der S21-Bahnsteig wie aus dem 1. Szenario mit dem Längsgefälle von Gl. 3 in Köln betrachtet. Erst bei sehr niedrigen Rollreibungswerten unterhalb der Längsneigung kann der Kinderwagen ins Gleis stürzen, allerdings nur in wenigen Ausrichtungen und mit sehr langsamem Verlauf. So erscheint diese Anordnung gerade noch vertretbar.
- Gleiches gilt auch für die Außenbahnsteige in Fornsbach mit einem Längsgefälle von 9,2 ‰, deren Querneigung vom Bahnsteig weg beträgt ebenfalls 20 ‰,<sup>38</sup> dieser Bahnsteig ist auch nur weitgehend sicher.
- Vollkommen sicher ist hingegen ein ebener Bahnsteig mit Querneigung weg vom Gleis. Dieser Fall legt das Sicherheitsniveau fest, das im Fall „gleicher Sicherheit“ erreicht werden müsste.

## Praxistest in Ingolstadt Nord

Zur Überprüfung der Umsetzung und der Wirksamkeit der von der DB AG vorgesehenen Sicherheitsmaßnahmen hatten ehrenamtliche Mitarbeiter des Faktencheckportals WikiReal.org am 05.03.2016 eine Exkursion nach Ingolstadt Nord unternommen. Dort wird an den Bahnsteigenden an Gleis 4 und 5 ein Längsgefälle von 20 ‰ erreicht (Abb. 9).<sup>5</sup> Die Deutsche Bahn AG hat hier





**Abb. 10: Rollhemmender Belag und Ableit-Schwelle.** Der rollhemmende Belag besteht aus 30 cm x 30 cm großen Betonplatten mit Fugen, eine spürbare Rollhemmung war nicht feststellbar. Die Betonschwelle mit rund 4 cm Höhe ist sanft abgerundet und zum Ende abgeflacht. Sie vermochte den Kinderwagen nur im flachsten Bereich aufzuhalten, auch erstreckt sie sich nur über 2 Meter Breite, auf 1,20 Meter Breite ist der Zulauf zum Gleis ungehindert. Diese „Stolperschwellen“ werden in Ingolstadt Nord schon ab einem Gefälle von 10 ‰ eingesetzt, für die Menschenströme im Großbahnhof Stuttgart 21 bspw. mit 15 ‰ Gefälle wären sie undenkbar.

spezielle Sicherungsmaßnahmen umgesetzt: Ein Warnschild weist auf die Neigung und die besondere Gefährdung für Rollstuhlfahrer hin. Es wurden sogenannte „rollhemmende Beläge“ und zusätzlich Schwellen verbaut, um unbeabsichtigt abrollende Objekte zu stoppen und in Richtung der Seitenwände zu lenken.<sup>39</sup> Diese Sicherheitsmaßnahmen erscheinen nicht geeignet, um gleiche Sicherheit wie bei flacher Auslegung zu erreichen:

- Den rollhemmenden Belag gibt es nicht. Die verbauten 30 cm x 30 cm Betonplatten mit einer sichtbaren Fuge vermochten den Rollwiderstand gegenüber einer Vergleichsmessung auf üblichen Terrassenplatten nicht spürbar zu erhöhen. Die Platten ähneln weitgehend üblicher Gehwegpflasterung. Eine spürbare Rollhemmung war nicht feststellbar, der Kinderwagen blieb lediglich stehen, sofern er sich mit einem Rad in der Fuge befand. War er aber deutlich losgerollt, rollte er auch bei 10 ‰ Gefälle über die Fugen hinweg.
- Die Schwellen haben eine Höhe von rund 4 cm und eine Breite von rund 45 cm, sie enden 120 cm vor der Bahnsteigkante und fallen zu ihrem Ende flach ab. Das Profil ist sanft abgerundet und wurde vom Kinderwagen in den Rollversuchen problemlos überwunden. Lediglich im obersten flachen Segment zwischen den ersten beiden Schwellen bei 10 ‰ genügt der Schwung ab der 1. Schwelle nicht, die 2. Schwelle zu überwinden. Fährt der Kinderwagen aber an der 2. Schwelle vorbei, rollt er danach ungehindert weiter ins Gleis.
- Auch die Handläufe an der Seitenwand (Abb. 9, Abb. 11) werden als Sicherheitsmerkmal angegeben, wohl um an die Seitenwand gelenkten Reisenden Halt zu geben. Sie sind nicht in der Richtlinie angeführt (RiL 813) und auf Mittelbahnsteigen nicht praktikabel.
- Die 20 ‰ Querneigung weg von der Bahnsteigkante halten leichtlaufende Gefährte mit starrer Lenkung, die sich in einem flachen Winkel der Bahnsteigkante nähern, nicht zurück. Die





**Abb. 11: Wegrollversuch mit einem Jogger-Kinderwagen in Ingolstadt Nord** (überblendete Bilder in 2 Sek. Abstand des Videos auf [drive.google.com](https://drive.google.com)). Für flache Winkel zur Bahnsteigkante rollt der Kinderwagen trotz der von der Bahnsteigkante abfallenden Querneigung in die Gleise. Bei 20 ‰ (Promille) Längsgefälle näherte er sich in 12 Sekunden 60 cm der Bahnsteigkante. Ungebremst wäre er ins Gleis gestürzt, wie auch bei 15 ‰ und 10 ‰ Längsgefälle. Das Quergefälle von 20 ‰ bringt je nach Beladung in rund 14 % oder 1/7 der Fälle keine Sicherheit.

zuvor dargestellten Berechnungen haben sich in der Praxis vollständig bestätigt (s.u.). Passive Sicherheit ist in Ingolstadt Nord für diese Gefährte in einem Winkelbereich von rund 25 ° (von 180 ° an verschiedenen Ausrichtungen) nicht gegeben, d.h. in 14 % oder 1/7 der Fälle. Außerdem erhöht die Querneigung das Gesamtgefälle erheblich, viele Trolleys und Kinderwagen, die bei dem reinen Längsgefälle noch nicht losrollten, können nun losrollen.

- Die Schilder stellen weder aktive noch passive Sicherheit her. Die Sperre mit dem großen Hinweisschild erscheint regelwidrig ([Abb. 9](#)), sie lässt lediglich 60 cm bis zum Sicherheitsstreifen frei, so dass Rollstuhlfahrer (Breitenbedarf 90 cm) formal diesen Bahnsteigbereich erst befahren dürfen, wenn ein Zug am Bahnsteig steht. Die Einstiegshilfe befindet sich an den dort haltenden Zügen hinter der Lok.<sup>40</sup> Ein Rollstuhlfahrer ist also an Gleis 5 gezwungen, in den unsicheren Bereich einzufahren, das geht aber erst nach Halt des Zuges. Dann kann er aber kaum noch die Einstiegshilfe erreichen und den Einstieg bewältigen. Hier müsste somit ein Rollstuhlfahrer eigentlich den Bahnsteig schon zum Halt des vorausgehenden Zuges aufsuchen, um regelkonform die Sperre zu passieren. Er müsste dann zwei Stunden oder eine ganze Nacht auf die Abfahrt des gebuchten Zuges warten. Darüber hinaus unterschreitet auch die verbleibende Durchgangsbreite bis zur Bahnsteigkante von 1,80 Metern die für einen Bahnsteig wie in Ingolstadt vorgeschriebene Mindestbreite von 2,05 Metern neben maßgebenden Einbauten laut Richtlinie (RiL 813.0201 S. 8 / Bl. 26 ff).

Die Rollversuche wurden in drei Abschnitten unternommen. Bei 20 ‰ ([Abb. 11](#)) bei 15 ‰ (entsprechend der geplanten Neigung bei Stuttgart 21) und auch bei 10 ‰ am Anfang des gesicherten Bereichs.<sup>41</sup> Bei allen drei Gefällewerten rollte der Kinderwagen selbstständig los und wäre in das Gleis gestürzt, wäre er nicht abgefangen worden. Bei 10 ‰ rollte er erst bei halber Beladung

(7 kg, entsprechend einem 6 Monate alten Baby) leichtgängig los, dies bestätigt die ermittelten Rollreibungswerte.<sup>35</sup>

Für den Rollversuch bei 20 ‰ (Abb. 11) wird aus der beobachteten beschleunigten Bewegung, also aus der in den dargestellten 12 Sekunden zurückgelegten Strecke, für den mit 14 kg beladenen Kinderwagen ein Gesamt-Rollreibungswert von 10,6 ‰ ermittelt.<sup>42</sup> Für die halbe Beladung wurden geringere Werte beobachtet.<sup>43</sup>

Die Wegrollversuche bestätigten die Simulationen umfassend. Damit ist klar, dass auch auf Außenbahnsteigen ein Winkelbereich besteht, in dem Gefährte mit starrer Lenkung und entsprechend niedrigem Gesamt-Rollwiderstand in das Gleis rollen. Für Ingolstadt bei 20 ‰ Längs- und 20 ‰ Quergefälle und einem Gesamt-Rollwiderstand von 8 ‰ umfasst dieser Winkelbereich rund 25 °, was gemessen an den 180 ° möglichen unterschiedlichen Ausrichtungen, einem Anteil von 14 % oder 1/7 entspricht, in dem Lebensgefahr besteht und eine „gleiche Sicherheit“ nicht erreicht wird.

## Komforteinbußen

Die Bewegung gegen das schräge Gefälle ist unangenehm und für viele Rollstuhlfahrer nicht zu bewältigen. Der rollhemmende Belag macht die Bewegung mühsam und laut.

1. Das Gesamtgefälle ist bspw. bei Stuttgart 21 mit 25,09 ‰ und in Ingolstadt Nord mit 28,3 ‰ deutlich über dem Grenzwert von 20 ‰ für barrierefreies Bauen in öffentlichen Gebäuden.<sup>44</sup> Für Rollstuhlfahrer sind mehr als 20 ‰ nicht mehr handhabbar. So heißt es im Leitfaden für Barrierefreies Bauen:<sup>45</sup> „Besonders Benutzern von handbetriebenen Rollstühlen bereiten steilere Querneigungen als 2 % durch das dann notwendige, für manche gar nicht mögliche Gegenlenken, Probleme.“ Bei S21 etwa müssen Rollstuhlfahrer ggf. über eine Strecke von mehreren hundert Metern das schräg wirkende Gesamtgefälle von 25 ‰ meistern.
2. Bei Mittenbahnsteigen wie bei S21 ist das Quergefälle auf die Sitzbänke und „Mülltonnen“ gerichtet. D.h. ein Fußgänger, der üblicherweise dem Gefälle folgt, wird auf die Hindernisse gelenkt und muss beim Ausweichen unbequem quer zu hohen Gesamtgefälle laufen.
3. Auch für die Gefährte, die dem Gesamtgefälle folgen und bei Außenbahnsteigen auf die Seitenwände prallen und bei Mittenbahnsteigen auf die Einbauten in Bahnsteigmitte prallen, werden teils hohe Jogger-Geschwindigkeiten ca. 5 km/h erreicht, was schon zu Verletzungen führen kann.
4. Gesamtgefälle und rollhemmender Belag (der für kleinere Räder eine stärkere Wirkung hat) führen dazu dass das Bewegen von Trolleys und Gepäckkarren erheblich anstrengender ist, als in einem eben angelegten Bahnhof.
5. Der rollhemmende Belag führt zu einer erheblichen Lärmbelastung. Die meisten Bahnhöfe haben glatten Asphalt oder polierten Steinboden. Schon die Fugen erhöhen den Lärm der Trolleys und Gepäckwagen beträchtlich. Dieser Lärm, vervielfacht von hunderten Reisenden, führt zu einer enormen Lärmkulisse, die z.B. bei S21 durch die (im Vergleich zu anderen Bahnhöfen) sehr niedrigen Decken (im Randbereich des Bahnhofs sogar gebündelt) zurückgeworfen wird.

## Bewertung der Risiken und Maßnahmen auf geneigten Bahnsteigen

Zusammengefasste Ergebnisse für die Auslegung von Bahnsteigen in erhöhtem Längsgefälle:

1. Die Querneigung hilft nur graduell und ist teils sogar kontraproduktiv. Diese Sicherheit ist erst bei niedrigem Längsgefälle herstellbar.
2. Der rollhemmende Belag ist ein Phantom, seine Wirksamkeit ist bisher weder in der Wissenschaft noch von der Deutschen Bahn AG beschrieben. Der Praxistest erbrachte, die Wirkung ist – falls überhaupt vorhanden – vernachlässigbar gering.
3. Besonders hoch ist die Gefährdung auf Mittelbahnsteigen wie bei Stuttgart 21. Dort können aufgrund der großen Personenströme und Umsteigebeziehungen die Bahnsteige nicht in der Mitte baulich getrennt werden. Schon eine „gleiche Sicherheit“ wie bei Außenbahnsteigen mit Seitenwänden ist damit nicht erzielbar. Auch sind in Stuttgart mit 15,143 ‰ Gefälle die Schwellen, die in Ingolstadt Nord ab 10 ‰ zum Einsatz kommen, in dem Großbahnhof mit dem hohem Fahrgastwechsel (mit mehreren Hundert Personen pro Zug) nicht umsetzbar.

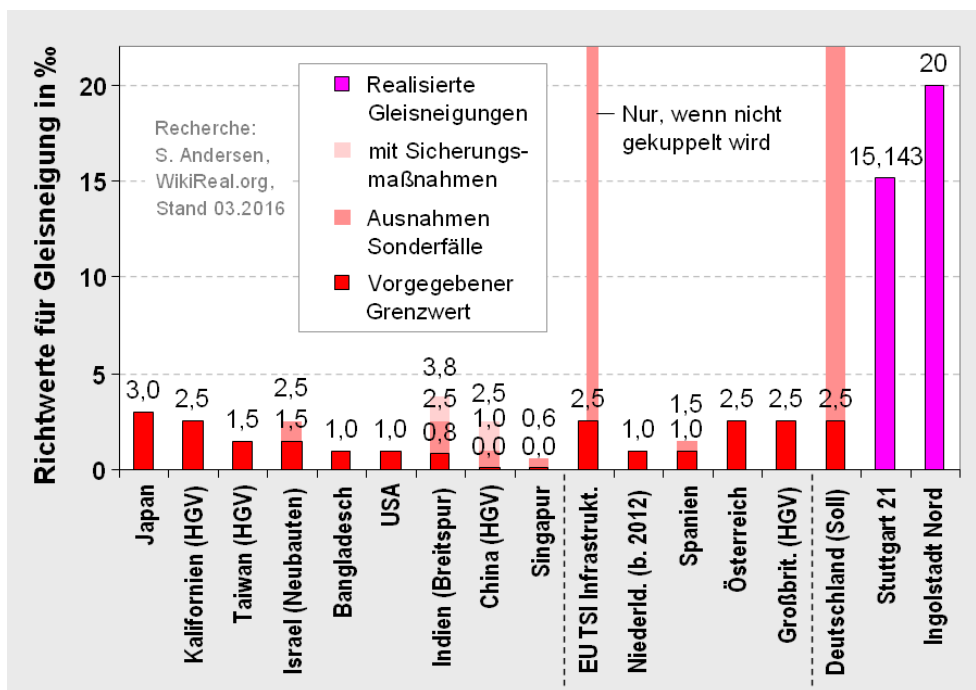
Für Längsgefälle über den Rollwiderständen moderner Gefährte droht Gefahr. Die Bahnsteigkonstruktionen von Ingolstadt Nord und Stuttgart 21 mit einem Längsgefälle deutlich über modernen Rollwiderstandswerten sind als unsicher einzustufen.

## **4. Unabsehbare Einschränkungen für zukünftige Entwicklungen**

Neben den akuten Gefährdung für Züge und Reisende hat die Auflösung der Prämisse einer ebenen Bahnhofoanlage auch weitere nicht unmittelbar absehbare Nebenwirkungen. Eine aktuelle vom baden-württembergischen Finanzministerium beauftragte Studie zum Zukunftsthema der „Fahrdrahtlosen Energieübertragung bei Schienenfahrzeugen des Vollbahnverkehrs“, von der DLR in Stuttgart und zwei Instituten der Universität Stuttgart aus dem Jahr 2014, geht beispielsweise für das Funktionieren dieser Zukunftstechnologie von einer „maximal zulässigen Gleisneigung in Bahnhöfen von 2,5 ‰“ aus.<sup>46</sup>

Würde Stuttgart 21 mit den vermeintlich zulässigen 15,143 ‰ Gefälle gebaut, wäre der Energiebedarf bergauf sechsmal höher als angenommen und das Verfahren ausgerechnet in Stuttgart nicht anwendbar, d.h. die Magistrale Paris-Bratislava wäre von dieser Technologie abgehängt. Diese Arbeit aus Stuttgart erscheint an dieser Stelle vor dem viel diskutierten Kritikpunkt der Gleisneigung von S21 zumindest als lückenhaft. Sie ist aber vor allem ein Beispiel für unabsehbare Einschränkungen für die Zukunft, die von derart vielfach überhöhten Gleisneigungen in Bahnhöfen ausgehen. In dieser Art gibt es mutmaßlich weitere Überraschungen, die erst mit der Zeit zu Tage treten werden.

Zu prüfen ist auch, ob überhaupt der diskriminierungsfreie Zugang für Zugmaterial aus anderen europäischen Ländern gegeben ist, wenn auf Bahnhöfen der europäischen Magistralen wie Stuttgart 21 Gefällewerte anzutreffen sind, die nicht mehr mit der Ausrüstung der jeweiligen Züge befahren werden können. Schon jetzt sind selbst die Festhaltebremsen heutiger deutscher Lokomotiven nicht mehr ausreichend für den Betrieb in Stuttgart 21 (S. 10). Es widerspricht aber insbesondere der Interoperabilität, Ansprüche an das Zugmaterial aus anderen europäischen Ländern zu stellen, die über die Anforderungen der TSI hinausgehen.



**Abb. 12: Internationale Grenzwerte** für die Gleisneigung in Bahnhöfen im Hochgeschwindigkeitsverkehr (HGV). Quellen und Erläuterungen siehe Text. International gelten durchgehend niedrige Grenzwerte für das Bahnhofsgefälle. Selbst in Europa, wo die TSI Ausnahmen für Bahnhöfe zulässt, in denen nicht umgekuppelt wird, setzen die Länder niedrigere Grenzen. Nur in Deutschland geht selbst die EBO mit 2,5 ‰ lediglich als Sollvorgabe über die TSI hinaus und es werden Bahnhöfe mit exorbitanten Neigungen genehmigt.


## Vergleichswerte

### Internationale Richtwerte für die Bahnsteiggleisneigung

In der Diskussion der Frage, ob in Deutschland eine Obergrenze für die Bahnsteiggleisneigung in die EBO aufgenommen werden soll, lohnt ein internationaler Vergleich. Praktisch in allen Ländern, in denen Regelungen zum Thema gefunden werden, ist eine Obergrenze definiert. Es lassen sich hier keine Grenzwerte deutlich über 2,5 ‰ zulässiger Gleisneigung finden (Abb. 12).

Ein erster internationaler Vergleich erfolgte 2013 (Andersen 2013) mit Werten zu Japan, China und Taiwan. Die Bundesregierung, die für ihre Antworten auf Angaben der Deutschen Bahn AG und des EBA zurückgreift, gab an, ihr seien keine Informationen zu Soll- und Kannbestimmungen für die Gleisneigung in anderen EU-Mitgliedstaaten bekannt (KA Linke 2015 Frage 12). Eine erste Recherche erbrachte dagegen zahlreiche europäische und weitere weltweite Vergleichswerte.

Es sind jeweils die Werte für den Hochgeschwindigkeitsverkehr, die der Entwicklung zu leichtlaufenden Lagern Rechnung tragen. In China<sup>47</sup> und Singapur<sup>48</sup> sind die Bahnsteiggleise in Bahnhöfen absolut horizontal, also mit 0,0 ‰ Neigung, zu errichten. Nur in schwierigen Fällen darf die Bahnsteiggleisneigung bis zu 1,0 ‰ bzw. 0,6 ‰ betragen. In China dürfen 2,5 ‰ unter keinen Umständen überschritten werden. In Taiwan beträgt die maximal zulässige Steigung 1,5 ‰.<sup>49</sup> In Indien gilt als Grenzwert für Neubauten ein Gefälle von 0,8 ‰, in Ausnahmefällen nicht mehr als

Bahnhof	Neigung	Bemerkung
Stuttgart 21	15,143 ‰	Groß- u. Knotenbhf., hunderttausende Fahrgäste, HGV
Köln Hbf (Gl. 4-8) <sup>22</sup>	3,68 ‰	vergleichbar S21, aber <b>zahlreiche Unfälle mit Verletzen</b> 
Fornsbach	9,187 ‰	Kreuz.bhf. an 1-gleis. Strecke, <b>1.400 Einwohn., Reg.verk.</b>
Düsseldf. Wehrhahn	5-6 ‰	<b>S-Bahn</b> , 21.08.2011 <b>Rollstuhl</b>  <sup>23</sup> , <b>Wegrollvorg.</b>  <sup>63</sup>
Ludersheim	4,127 ‰	<b>S-Bahn</b>
Ingolstadt Nord	20,0 ‰	<b>Haltepunkt, Regionalverkehr</b> , wiederh. <b>Wegrollvorg.</b>  <sup>17</sup>
Stuttgart-Feuersee	20,0 ‰	<b>Haltepunkt, S-Bahn</b> , Spezialtriebwagen m. automat. Bremse

**Tabelle 4: Von der DB genannte Vergleichsbahnhöfe zur Rechtfertigung von Stuttgart 21. Rot hervorgehoben:** Diese Bahnhöfe sind einerseits nicht vergleichbar, andererseits belegen sie ausdrücklich die Gefährlichkeit der hohen Gleisneigung.

2,5 ‰.<sup>50</sup> Es werden sogar Bahnhöfe verlegt, um sie horizontal auszuführen<sup>51</sup> und es werden in extremen Ausnahmefällen bei Fällen über 3,8 ‰ Notfallspuren vorgeschrieben.<sup>52</sup> In Bangladesch gilt ein Grenzgefälle von 1,0 ‰.<sup>53</sup> In Israel wird ein Gefälle kleiner 1,5 ‰ empfohlen, mit Sondergenehmigung und bei Neubauten nur bis 2,5 ‰.<sup>54</sup> In den USA wird ein Grenzwert von 1,0 ‰ gefunden.<sup>55</sup> In Kalifornien gelten im Hochgeschwindigkeitsverkehr (HGV) 2,5 ‰ als Grenzwert.<sup>56</sup>

Für Europa gilt die TSI Infrastruktur, die nur für Bahnhöfe, in denen auch umgekuppelt wird eine Grenze von 2,5 ‰ vorgibt. Für Bahnhöfe, in denen dies nicht geschieht, gilt selbst wenn die Gefahr besteht, dass Züge in Weichenbereiche wegrollen oder auch schon bei kleinen Wegrollvorgängen ein- und aussteigende Reisende verletzt werden können keinerlei Obergrenze oder Ersatzbestimmung.

In den Niederlanden galt bis Ende 2012 eine Obergrenze von 1 ‰.<sup>57</sup> In Spanien wurde offenbar der alte Grenzwert von 2,0 ‰ auf 1,0 ‰ abgesenkt, an windgeschützten Stellen werden auch 1,5 ‰ zugelassen.<sup>58</sup> In Österreich ist eine strikte Obergrenze von 2,5 ‰ vorgegeben.<sup>59</sup>

In Großbritannien galt von ca. 1950 bis Dez. 2009 ein maximal zulässiges Gefälle von 2,0 ‰, was ausdrücklich mit dem niedrigen Losbrechwiderstand der Wälzlager begründet worden war. Allerdings gab es demgegenüber zahlreiche Ausnahmen im Bestand. Über diesem Wert wurden spezielle Sicherheitsmaßnahmen gefordert.<sup>60</sup> Inzwischen wurde eine Harmonisierung mit der TSI Infrastruktur der EU vorgenommen und der Richtwert im HGV auf eine Obergrenze von 2,5 ‰ festgelegt.<sup>61</sup>

## Vergleichsbahnhöfe

In der bisherigen Diskussion um die Sicherheit erhöhter Gleisneigung, vermochte die Deutsche Bahn AG bisher keine technischen Vorkehrungen zur Herstellung einer gleichen Sicherheit wie in einem Bahnhof mit maximal 2,5 ‰ Neigung vorzustellen. Stattdessen argumentiert sie etwa zur Rechtfertigung von Stuttgart 21 bisher wesentlich mit Beispiel-Bahnhöfen mit erhöhtem Gefälle (DB Beispiele 2014) zum vermeintlichen Beleg der Unbedenklichkeit.<sup>62</sup> Die genannten Beispiele sind jedoch sämtlich nicht vergleichbar (Andersen 2015) und andererseits wird durch die dort bekannt gewordenen Unfälle gerade das reale Risiko belegt, das von der Neigung ausgeht.



Haltepunkte, insbesondere von S-Bahn- oder Trambahnen oder Abschnitte im Gleisvorfeld können kein Maßstab für die Zulässigkeit erhöhter Gleisneigung an Bahnsteiggleisen von Bahnhöfen des Fern- und Regionalverkehrs sein. Die noch am ehesten zu prüfenden bzw. häufiger genannten Kandidaten werden in [Tabelle 4](#) aufgeführt (Folgeseite). In Betreff auf Stuttgart Feuersee und anderen Stationen mit erhöhtem Gefälle in Stuttgart wurden die Fahrzeuge der dortigen S-Bahn eigens mit einer automatischen Festhaltebremse ausgerüstet ([Andersen 2014 S. 31 / Bl. 34](#)).

Der tödliche Unfall auf dem Bahnsteig in Düsseldorf Wehrhahn<sup>23</sup> sowie der bekannt gewordene Wegrollvorgang dort<sup>63</sup>, aber insbesondere die wiederholten Wegroll-Vorfälle in Ingolstadt Nord<sup>17</sup> zeigen eben gerade nicht die Ungefährlichkeit, sondern die Gefährdung durch diese Bahnhofsanlagen. Köln Hbf<sup>22</sup> kommt Stuttgart 21 am nächsten, wo es – wie oben dargestellt (S. 13) – schon bei einem Viertel des S21-Gefälles, bei 3,68 ‰, zu zahlreichen Wegrollvorgängen mit Verletzten kam. Köln Hbf ist also kein Nachweis für die Unbedenklichkeit des Gefälles, vielmehr der Beweis für die erhebliche Gefährdung. Bei Stuttgart 21 wird entsprechend den einfachen Abschätzungen für die Schadensintensität (S. 6) bei einem vierfachen Gefälle der Schaden im Ereignisfall rund 16-mal höher sein.

## Mängel in der Genehmigung von Stuttgart 21

### Fehlender Nachweis gleicher Sicherheit

Der Genehmigung der überhöhten Bahnsteiggleisneigung von Stuttgart 21 fehlt der „Nachweis gleicher Sicherheit“. Sie zeigt exemplarisch die nicht bewältigten Risiken auf. Der bloße Hinweis auf diese Genehmigung als Beleg für die Ungefährlichkeit erhöhter Bahnsteiggleisneigung trägt nicht aufgrund der großen formalen, logischen und technischen Mängel in dieser Genehmigung.

Die gemachten Aussagen entbehren einer nachvollziehbaren und belegten Begründung. Die Gefahren für die Züge werden übergangen letztlich mit dem bloßen Verweis, darauf, dass die Lokführer die Züge bremsen sollen (was in Köln, Düsseldorf Wehrhahn und Ingolstadt Nord immer wieder aufgrund von menschlichem und technischen Versagen nicht gelingt):

1. Das EBA begründet seine Genehmigung ([S21 PFB 1.1 S. 372 f](#)): „Die Vorhabenträgerin hat die hierfür notwendigen Vorkehrungen zur Gewährleistung der gleichen Sicherheit in nicht zu beanstandender Weise und nachvollziehbar in ihren Antragsunterlagen dargestellt.“ Darauf wird die Querneigung für die Bahnsteige beschrieben (s.u.) aber keine „Vorkehrung“ gegen das Wegrollen der Züge: Dazu heißt es lediglich (S. 373): „Zum anderen wird hinsichtlich des Wegrollens der Züge auf die Schutzziele der einschlägigen EBO verwiesen, die vor allem ein selbstständiges in Bewegung setzen von abgestellten Eisenbahnfahrzeugen (Wagen und Züge) zuverlässig verhindern wolle.“ Es wird – auch in den Antragsunterlagen – keine „Vorkehrung“ oder technische Sicherung gegen das Wegrollen genannt.

Eine gleiche Sicherheit wie bei einer ebenen Bauweise ist damit nicht gegeben. Die Wahrscheinlichkeit für menschliches und technisches Versagen dürfte dem in den anderen Bahnhöfen entsprechen. Bei S21 aber ist das Gesamtgefälle 6-fach über dem Sollwert, die weggerollten Strecken sind dementsprechend sechsfach so weit wie im Soll-Fall, die Schadensintensität ist dann 36-mal höher als im Sollfall.

Da in einem Gefälle über dem Losbrechwiderstand sehr viel mehr Wegrollereignisse als bspw. in Köln Hbf zu erwarten sind, steigt auch die Gefährdung für Unfälle mit Reisenden beim Ein- und Aussteigen überproportional an.

Zur Gefährdung der Fußgänger auf dem Bahnsteig sind zahlreiche Punkte zu kritisieren:

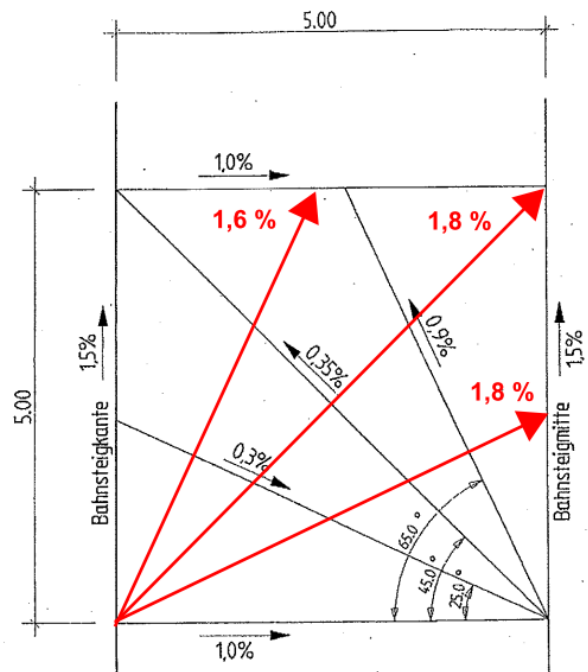
2. Die aktuelle Planung mit 20 ‰ Querneigung ist nicht genehmigt. Die Formulierung im Planfeststellungsbeschluss erwähnt zwar die 20 ‰, formuliert aber den vermeintlichen Sicherheitsnachweis nur für die 10 ‰ (PFA 1.3 S. 373): „Zudem lässt sowohl die Eisenbahn- Bau und Betriebsordnung als auch die Konzern-Richtlinie 813 –Personenverkehrsanlagen für die Bahnsteige selbst Querneigungen von bis zu 20 ‰ zu. Die gewählte technische Ausführung der Bahnsteige mit einer zur Bahnsteigmitte fallenden Querneigung von 10 ‰ (vgl. Erläuterungsbericht Teil III, Kapitel 2.5.1) gewährleistet eine sichere Benutzung auch für Kinderwagen, Rollkoffer und Ähnliches. Eine Gefährdung ist somit auszuschließen.“

3. Gewährleistung der Sicherheit nicht nachgewiesen und auch nicht gegeben. Im vorausgehenden Zitat spricht die Genehmigungsbehörde von der Gewährleistung der sicheren Benutzung, eine Gefährdung sei auszuschließen. Das ist falsch. Die Querneigung erleichtert das Losrollen. In einem großen Winkelbereich folgt der Sturz ins Gleis (S. 15). Der rollhemmende Belag bremst großrädrige Gefährte nicht. Die Genehmigung ist nur eine Behauptung und nicht haltbar.

4. Berechnungen im Antrag nur für 10 ‰ vorgenommen. Auch waren die „Gefälleverhältnisse“ in den Antragsunterlagen nur für die 10 ‰ dargestellt worden, wobei auch noch dabei diejenigen Richtungen, in denen sich das Gefälle verschärft und Gefährte den Schwung aufnehmen, um auf der anderen Bahnsteighälfte ins Gleis zu stürzen, unterschlagen worden waren (Abb. 13).<sup>64</sup>

5. 20 ‰ Querneigung bei 15 ‰ Längsneigung grenzwertig. Das resultierende Gesamtgefälle von 25,1 ‰ liegt sowohl über dem Grenzwert für die Querneigung aus Richtlinie 813, als auch über den Grenzwert für das Quergefälle nach barrierefreiem Bauen von jeweils 20 ‰. Auf dem 10 Meter breiten Bahnsteig erfahren somit Fußgänger und Rollstuhlfahrer je nach Wegewahl ein Quergefälle von bis zu 25 ‰, was laut dem Leitfaden für Barrierefreies Bauen für Rollstuhlfahrer problematisch ist (s. zuvor S. 20).

6. Der rollhemmende Belag ist nicht spezifiziert, er wird in den Antragsunterlagen nur so beschrieben (<sup>64</sup> S. 89): „Die Bahnsteigbeläge werden mit einer hohen Oberflächenrauigkeit



**Abb. 13: Gefälleverhältnisse auf dem Bahnsteig von Stuttgart 21.** Die DB hatte in ihrem Antrag lediglich 10 ‰ (= 1 ‰) Quergefälle behandelt und dabei die dadurch verschärften Gefällewerte verschwiegen (rot ergänzt).<sup>64</sup>

hergestellt, die mit dafür sorgt, dass entsprechend hohe Abrollwiderstände vorhanden sind.“  
Es fehlen Zahlenwerte für die Abrollwiderstände, insbes. für moderne großrädige Gefährte.

7. Unvollständige Darstellung in den Antragsunterlagen. Es ist ein Mangel, dass die für die späteren Nutzer der Anlage und die Öffentlichkeit essentiellen Konzepte zur Beherrschung der Gleisneigung nicht in den ausgelegten Unterlagen dargestellt sind, nur in den Antragsunterlagen. Darüber hinaus ist die Darstellung aber auch in sich unvollständig, ohne sämtliche Gradienten, ohne die 20 ‰ Quergefälle, ohne Zahlenwerte zu den Abrollwiderständen, ohne Nachweis gleicher Sicherheit für die Züge in allen Betriebs- und Störungssituationen.

## Beschränkung der Leistungsfähigkeit

Wegen der verlängerten Bremswege im Gefälle und in Verbindung mit den bei Stuttgart 21 in großem Umfang geplanten Doppelbelegungen (etwa in dem in PFA 1.3 als Beleg der Leistungsfähigkeit angegebenen Stresstest zu Stuttgart 21) ergeben sich zahlreiche betriebliche Einschränkungen, die die Leistungsfähigkeit deutlich beeinträchtigen.

*Das EBA schrieb dazu, dass über „betriebliche Maßnahmen“, um die „Sicherheit des Betriebes zu gewährleisten“, zur „Inbetriebnahme“ zu entscheiden wäre.<sup>65</sup>*

Das erscheint nicht als verantwortbar. Die Einschränkungen können so weitreichend sein, dass die geforderte hohe Leistungsfähigkeit, die das Projekt überhaupt rechtfertigt, nicht mehr gegeben ist. Das EBA hat eine ganzheitliche und in sich stimmige Betrachtung vorzunehmen. Es müssen gleichzeitig Gleisneigung und Leistungsfähigkeit betrachtet werden.

## **Mangelhafte Argumentationen zur Gleisneigung**

Die Argumentationen der Verantwortlichen in Sachen erhöhte Bahnsteiggleisneigung, insbesondere zum prominentesten Fall Stuttgart 21, sind aufgrund ihrer logischen Brüche, ihrer Unvollständigkeit, Fehlerhaftigkeit und Widersprüchlichkeit geeignet, im Falle weiterer Unfälle (ggf. auch mit schwerwiegenden Verletzungen oder Todesfolge), ein Organverschulden zu begründen. Ein Nachweis gleicher Sicherheit wurde bisher nicht nachvollziehbar geführt, wird auch aktuell nicht vorgelegt (z.B. nachfolgend Punkt i) und ist nach dem zuvor Ausgeführten auch nicht erbringbar.

Somit besteht ein erhebliches Haftungsrisiko für Vorstände und Aufsichtsräte der Deutschen Bahn AG wie auch für die Behördenleitungen und Ministerium. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer Regelung in der EBO, die mit einem Grenzwert im Gleichschritt mit der internationalen Gemeinschaft für die Zukunft diese Risiken physikalisch ausschließt. Nachfolgend werden die wichtigsten Beispiele für mangelhafte Argumentationen zusammengefasst. Insbesondere wird die Beschlussfähigkeit des Verkehrsausschusses geschwächt durch die Zurückhaltung von relevanten Informationen durch die Deutsche Bahn AG und die Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes (Punkte i und j).

- a. Der Antrag zur Genehmigung der überhöhten Bahnsteiggleisneigung für Stuttgart 21 ist in einem Umfang lücken- und fehlerhaft, dass er mehr zum Beleg der Gefährdung als zum Nachweis gleicher Sicherheit geeignet ist. Gleiche Sicherheit wie im regelgerechten Fall ist weder für die Züge noch für die Reisenden auf dem Bahnsteig gegeben (S. 24).
- b. Der Technikvorstand der DB AG, Dr. Volker Kefer verharmloste in der Schlichtung zu Stuttgart 21 am 20.11.2010 die Gleisneigung als „theoretisches Problem“: „Herr Geißler, es ist

ein theoretisches Problem, ja! Und dieses Problem ist diskutiert worden und es ist abgewogen worden.“ (Prot. 6. Tag S. 200).<sup>66</sup> Dabei hatte Kefer an anderer Stelle die praktische Gefahr schon eingestanden:

- c. Dr. Kefer ebenfalls in der Schlichtung: Auf den Bahnsteigen in Bewegung gekommenes Gepäck oder Personen sollen durch Bänke und „Mülltonnen“ gestoppt werden (Prot. 6. Tag 14:20 Uhr). Dies ist einerseits die Bestätigung, dass sehr wohl mit dem Losrollen von Gefährten gerechnet wird, andererseits ist es die Bestätigung für die reale Gefährdung, da aus Gründen der Personenströme beim Fahrgastwechsel die Bahnsteigmitten nicht lückenlos mit Mülltonnen und Bänken ausgefüllt sein können, und dann eben ein Absturz ins andere Gleis möglich ist (S. 15 ff).
- d. In der Anhörung zum Planfeststellungsabschnitt PFA 1.3 des Projekts Stuttgart 21 hatte Bahndirektor a.D. Sven Andersen die unvermeidlichen Risiken der überhöhten Gleisneigung und die Lücken in ihrer Genehmigung dargestellt (Andersen 2014). Hierauf erging die wenig zielführende Antwort, die Genehmigung sei aber erteilt worden.<sup>62</sup>
- e. Das EBA will die Auswirkungen der erhöhten Gleisneigung durch die unausweichlichen Auswirkungen auf das Betriebsprogramm und die daraus folgende deutliche Senkung der Leistungsfähigkeit erst zur Fertigstellung von Stuttgart 21 klären (siehe S. 26). Das ist ein unverantwortliches Vorgehen bei einem Projekt das zu Milliarden aus Steuergeldern und den Mitteln der bundeseigenen Bahn finanziert wird.
- f. In der Anhörung zu den offenen Fragen zu Stuttgart 21 vom 06.05.2015 musste Bahnvorstand Kefer eingestehen, man müsse die (seit 2010 dokumentierten) Wegrollvorgänge in Köln Hbf noch untersuchen.<sup>67</sup> Entweder werden hier vorhandene Informationen zurückgehalten oder aber Dr. Kefer beschreibt, dass er ausgesprochen unverantwortlich handelt.
- g. Prof. Ullrich Martin von der Universität Stuttgart, hatte sich in derselben Anhörung als Experte für die Betreiberseite von Stuttgart 21 widersprüchlich geäußert. Er habe „an der Erstellung der Regeln mitgewirkt“ und sehe keinen „Mangel von Stuttgart“, aber bestätigt, „dass das Thema künftig eine größere Rolle spielen“ wird und es „sinnvoll“ sei, dass durch die „Gestaltung im Stuttgarter Bahnhof“ eine „allfällig notwendige Regelung für die Zukunft beschleunigt“ würde.<sup>67</sup> Wenn eine Regelung allfällig notwendig ist, dann sollte sie vor dem Bau von Stuttgart 21 getroffen werden. Dr. Kefer macht sich diese (widersprüchliche) Aussage in seiner jüngsten Antwort auf die Anfrage von Frau Leidig<sup>69</sup> zu eigen: „Im Übrigen darf ich auf die Ausführungen von Professor Dr. Ullrich Martin (Universität Stuttgart) in der Anhörung zu Stuttgart 21 vom 06.05.2015 verweisen.“
- h. Die Bundesregierung, die für ihre Antworten auf Angaben der Deutschen Bahn AG und des EBA zurückgreift, gab an, ihr seien keine Informationen zu Soll- und Kannbestimmungen für die Gleisneigung in anderen EU-Mitgliedstaaten bekannt (KA Linke 2015 Frage 12). Dies erscheint nicht plausibel, entweder werden diese Informationen (S. 22 f) planvoll zurückgehalten oder DB AG und EBA handeln nicht verantwortlich und professionell.
- i. MdB Sabine Leidig hatte in Vorbereitung der Anhörung vom 16.03.2016 bei Bahnvorstand Volker Kefer am 17.02.2016 um die Übersendung der Physikalischen Risikobewertungen<sup>68</sup> gebeten, die die Grundlage der Empfehlungen der DB-Richtlinie 813 (RiL 813.0201A02, Seite 2 / Bl. 46) für die Sicherheit geneigter Bahnsteige sind.<sup>69</sup> Vorstand Kefer verweigerte die Übersendung jedoch mit dem Hinweis, er sei der „Auffassung“, dass die „jetzige Regelung“ (ohne konkrete Obergrenze) „kein Sicherheitsproblem“ darstellt und „Sicherheits- und Wirtschaftlichkeitsaspekte“ ausgewogen in Einklang bringe. Es ist vollkommen verständlich,

warum Dr. Kefer die vorliegenden Untersuchungen zurückhält, wenn sie doch vermeintlich seine Einschätzung der Unbedenklichkeit belegen.

- j. MdB Sabine Leidig hatte auch bei der Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes (EUB) am 16.02.2016 eine Vervollständigung und Aktualisierung der bisherigen Informationen zu den Wegrollvorgängen in Köln bis zum 04.03.2016 erbeten.<sup>70</sup> Gefragt wurde auch zu schwerwiegenden Vorfällen, die offenbar der EUB nicht gemeldet worden waren, auch in Ingolstadt Nord<sup>17</sup>. Es erging keine Antwort bis zur Finalisierung dieser Stellungnahme. Auf Anfrage hieß es lediglich, die Fragen „würden beantwortet werden“. Auf Rückfrage zu Zeitpunkt und Ansprechpartner der Antwort, hieß es, dass nur die erteilte allgemeine Auskunft möglich sei. Diese Zurückhaltung von relevanten Informationen im Vorfeld dieser Anhörung stärkt nicht das Vertrauen in die Beherrschbarkeit erhöhter Gleisneigungen in Bahnhöfen.

Die Qualität dieser Argumentationen ist auch geeignet, dem Ruf Deutschlands als Technologiestandort Schaden zuzufügen. Die zurückgehaltenen Informationen sprechen für erhebliche Argumentationsnot der Verantwortlichen. Der zahlreichen nicht gemeldeten schweren sicherheitsrelevanten Vorfälle und die Darstellung des zuständigen Vorstands vor dem Bundestagsverkehrsausschuss, über Jahre die Vorfälle in Köln Hbf mit zahlreichen Verletzten nicht untersucht zu haben und seine Weigerung, die Untersuchungen zu veröffentlichen, die die Unbedenklichkeit des Gleisgefälles belegen sollen, lassen Zweifel aufkommen, ob das in Bundesbesitz befindliche größte Eisenbahnverkehrsunternehmen Deutschlands überhaupt eine sichere Betriebsführung gewährleisten kann.

## Dokumente

In chronologisch absteigender Reihenfolge.

- |                   |   |
|-------------------|---|
| KA Linke 2015     | Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Linken „Aufklärung von Wegrollvorgängen bei der Bahn aufgrund der Gleisneigung in Bahnhöfen“, 15.07.2015 (pdf <a href="http://dipbt.bundestag.de">dipbt.bundestag.de</a> )   |
| Frage Gastel 2015 | Antwort der Bundesregierung auf Fragen Nr. 69 und 70/Februar von Matthias Gastel, verkehrspolitischer Sprecher der Grünen. In: Plenarprotokoll 18/93 vom 18.03.2015 (pdf <a href="http://dipbt.bundestag.de">dipbt.bundestag.de</a> ), S. 8876  |
| Andersen 2015     | Sven Andersen, „Stuttgart 21 – bei der Neigung ein Einzelfall“, Eisenbahn-Revue International 02/2015, S. 96-97   |
| TSI 2014          | „TSI Infrastruktur“: Verordnung 1299/2014 der Kommission vom 18. November 2014 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Infrastruktur“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union (pdf <a href="http://eur-lex.europa.eu">eur-lex.europa.eu</a> )   |
| DB Beispiele 2014 | Zwei Dokumente, eingereicht beim RP Stuttgart am 09.12.2014: „Ausgewählte Beispiele von Längsneigungen in Bahnhöfen“ (pdf <a href="http://rp.baden-wuerttemberg.de">rp.baden-wuerttemberg.de</a> ), „Ausgewählte Beispiele von Bahnsteigneigungen in Bahnhöfen“ (pdf <a href="http://rp.baden-wuerttemberg.de">rp.baden-wuerttemberg.de</a> ) |
| Andersen 2014     | Sven Andersen, „Gutachten über die Beurteilung der überhöhten Gleisneigung beim Bahnhofprojekt Stuttgart 21 unter Berücksichtigung der Anfor-   |



- derungen aus der EBO und dem bisherigen Verfahrensablauf“, 04.10.2014 (pdf [rp.baden-wuerttemberg.de](http://rp.baden-wuerttemberg.de))
- Andersen 2014 ERI Sven Andersen, „Zum Problem der Gleisneigung beim Projekt „Stuttgart 21“, Eisenbahn-Revue International 11/2014, S. 582-583
- Andersen 2013 Sven Andersen, „Die Neigung von Gleisen an Fahrgastbahnsteigen im Spiegel der Vorschriften und der betrieblichen Praxis“, Bahn-Report 3/2013, S. 7-10
- RiL 813 Richtlinie 813 „Personenbahnhöfe planen“, darin 813.02 „Bahnsteige und ihre Zugänge planen“. Ausgabe vom 15.10.2005 (pdf [vkib.de](http://vkib.de)), die neueste Ausgabe vom 01.05.2012 ist in den hier relevanten Punkten unverändert.
- Andersen 2011-11 Sven Andersen, „Das Bahnsteiggleisgefälle im neuen Stuttgarter Tiefbahnhof im Licht der TSI Infrastruktur HGV“, Eisenbahn-Revue International 11/2011, S. 564-565 (pdf [michael-cramer.eu](http://michael-cramer.eu))
- Andersen 2011-06 Sven Andersen, „Das Bahnsteiggleisgefälle in Stuttgart 21 im Blick der Vorschriften und der betrieblichen Praxis“, Eisenbahn-Revue International 06/2011, S. 310-311 (pdf [archiv.kopfbahnhof-21.de](http://archiv.kopfbahnhof-21.de))
- Happe 2010-12 Eberhard Happe, Leserbrief zu „Stuttgart 21 – betriebsgefährlich?“, Eisenbahn-Revue International 12/2010, S. 645
- Prot. 6. Tag 20.11.2010, 6. Tag der Schlichtung zu Stuttgart 21, Geologie & Sicherheitsfragen, Protokoll (stenografisch [schlichtung-s21.de](http://schlichtung-s21.de) Seitenzahlen, wortgetreu [archive.org](http://archive.org) Uhrzeiten).
- S21 PFB 1.1 Planfeststellungsbeschluss, „Projekt Stuttgart 21“ Planfeststellungsabschnitt 1.1 (Talquerung mit neuem Hauptbahnhof) (Az.: 59160 Pap-PS 21-PFA 1.1 Talquerung), 28.01.2005 ([bahnprojekt-stuttgart-uhl.de](http://bahnprojekt-stuttgart-uhl.de))
- Wende 2003 Dietrich Wende, „Fahrdynamik des Schienenverkehrs“, Springer 2003, ([books.google.de](http://books.google.de))
- Happe 1992 Eberhard Happe, „Kritisches zur Neubaustrecke Stuttgart-Ulm“, Eisenbahn-Kurier 2/1992, S. 28-31

## Einzelnachweise

Siehe auch: [wikireal.org/wiki/Stuttgart\\_21/Gleisneigung](http://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Gleisneigung)

- <sup>1</sup> Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (B. O.), Gültig vom 1. Mai 1905 ab (Reichs-Gesetzblatt 1904, S. 387), 1905 ([books.google.de](http://books.google.de)) ([web.hs-merseburg.de](http://web.hs-merseburg.de))
- <sup>2</sup> Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung vom 8. Mai 1967 (BGBl. 1967 II S. 1563) (EBO) (Link [gesetze-im-internet.de](http://gesetze-im-internet.de), pdf [gesetze-im-internet.de](http://gesetze-im-internet.de))
- <sup>3</sup> Siehe etwa den Planfeststellungsbeschluss zu Stuttgart 21 (S21 PFB 1.1 S. 373)
- <sup>4</sup> Vereinfachend und für die umgangssprachliche Verständlichkeit wird von Rollwiderstand für den Gesamtwiderstand der Fahrzeuge gesprochen. Er setzt sich zusammen aus dem Rollwiderstand der Räder auf dem Gleis bzw. dem Untergrund, dem Rollwiderstand der Achsen, dem Walkwiderstand und weiteren Widerständen. Der Luftwiderstand kann bei den in den Betrachtungen dieser Arbeit in der Regel niedrigen Geschwindigkeiten vernachlässigt werden. Der Rollwiderstandskoeffizient für Eisenbahnrad auf Schiene beträgt typisch 1‰ bis 2‰, <https://de.wikipedia.org/wiki/Rollwiderstand>.

- <sup>5</sup> In Ingolstadt starten die betreffenden Bahnsteige in einer ebenen Ausrichtung und nehmen nach Norden in Richtung Audi-Tunnel zunehmend Gefälle auf bis hin zu 20 ‰ am Bahnsteigende. Für einen Zug, der über den ganzen Bahnsteig geht ist demnach im Mittel mit rund 10 ‰ Gefälle zu rechnen.
- <sup>6</sup> Wolfgang Schiemann, „Schienenverkehrstechnik: Grundlagen der Gleistrassierung“, Springer-Verlag, 08.03.2013, S. 77 ([books.google.de](https://books.google.de)). Jürgen Janicki, Horst Reinhard, „Schienenfahrzeugtechnik“, Bahn Fachverlag, 2008, S. 41 ([books.google.de](https://books.google.de)).
- <sup>7</sup> Frank Minde, DB Systemtechnik, „IVE Hannover, 1. Vorlesung, Grundlagen der Eisenbahnbremstechnik“ (pdf [ids.uni-hannover.de](https://ids.uni-hannover.de)), Folie 7
- <sup>8</sup> 27.02.2013, [kontextwochenzeitung.de](https://kontextwochenzeitung.de), „Der Schiefbahnhof“
- <sup>9</sup> Harald Uhle, Vortrag „Festhaltekraft, neuer Begriff aber nichts wirklich neues“ ([vdm.de](https://vdm.de)), insbes. Folie 6
- <sup>10</sup> Feststellbremsgewicht = Festhaltekraft: Bei schmierigen Schienen mit einem Reibwert um 0,1 kann eine Lok mit blockierten Bremsen ca. 84 t immerhin etwa 90 kN festhalten, bevor sie vom Zug weggezogen wird. Als Festhaltekraft der Feststellbremse ergeben sich 45 kN. Ältere Loks haben aber bedeutend geringere Festhaltebremsgewichte. Bei Berücksichtigung der Hangabtriebskraft ergibt sich: Bei 15 Promille hält eine Handbremse mit 45 kN Festhaltekraft knapp 310 t Gesamtmasse im Gefälle noch fest. Das wird bei einem Doppelstockzug mit 5 Waggons schon überschritten, 4 Wagen reichen gerade noch. Das Gefälle, in dem noch ein Zug mit 580 t (z.B. langer IC) gerade noch gehalten wird, liegt bei 7,9 Promille. Mehrere Vergleichsfälle ergeben: Lokbespannte Züge können wegrutschen, wenn die Festhaltekraft der Federspeicherbremse nicht mehr ausreicht. Bremsproben sind dann bei langen Zügen ab ca. 7 ‰ nicht mehr möglich,
- <sup>11</sup> [en.wikipedia.org/wiki/Glasgow\\_Queen\\_Street\\_rail\\_accident](https://en.wikipedia.org/wiki/Glasgow_Queen_Street_rail_accident). Bericht an das Verkehrsministerium zu dem Unfall im Bahnhof Glasgow Queen Street vom 12.10.1928 mit 3 Toten und 52 Verletzten (pdf [railwaysarchive.co.uk](https://railwaysarchive.co.uk))
- <sup>12</sup> 1945 in London Kings Cross mit 2 Toten und 25 Verletzten: [https://en.wikipedia.org/wiki/King%27s\\_Cross\\_railway\\_accident](https://en.wikipedia.org/wiki/King%27s_Cross_railway_accident)
- <sup>13</sup> 03.12.2013, [cbc.ca](https://cbc.ca), „Runaway trains almost triple reported rate, CBC finds“
- <sup>14</sup> 06.07.2013, Eisenbahnunfall von Lac Mégantic bei 12 ‰ Gefälle mit 47 Toten ([de.wikipedia.org/wiki/Eisenbahnunfall\\_von\\_Lac-Mégantic](https://de.wikipedia.org/wiki/Eisenbahnunfall_von_Lac-Mégantic), Erklärvideo [youtube.com](https://youtube.com))
- <sup>15</sup> 30.11.2012, drei mit schweren Schienen beladene Waggons setzen sich im Güterbahnhof Kornwestheim um 4 Uhr morgens unbeabsichtigt in Bewegung und prallen nach 7 km auf einer im Mittel 3,9 ‰ abschüssigen Strecke gegen Bahnsteig 1 des Bahnhofs Stuttgart-Feuerbach und zerstören den Bahnsteig vollständig. Zu der frühen Stunde kommt kein Mensch zu Schaden. Zur Unfallursache wird über eine aus Kostengründen abgebaute Schutzweiche spekuliert ([stadtwiki-stuttgart.de](https://stadtwiki-stuttgart.de)).  
30.11.2012, [stuttgarter-nachrichten.de](https://stuttgarter-nachrichten.de), „Stuttgart: Güterwaggons machen sich selbständig“  
01.12.2012, [stuttgarter-zeitung.de](https://stuttgarter-zeitung.de), „Hat der Fahrdienstleiter richtig gehandelt?“  
2012, [stuttgarter-zeitung.de](https://stuttgarter-zeitung.de), „Waggon-Unfall gibt weiter Rätsel auf“  
27.02.2013, [kontextwochenzeitung.de](https://kontextwochenzeitung.de), „Der Schiefbahnhof“.
- <sup>16</sup> Eisenbahn-Revue 01/2016, S. 28-29, „Kuriose Zugkollision am Semmering“
- <sup>17</sup> <http://www.ice-treff.de/index.php?mode=thread&id=101956>: Post vom 16.01.2011, 20:00 Uhr, „IC XXXXX rollt rückwärts locker eine wagenlänge“: „an gleis 7 in köln, alle türen auf. uns blieb allen das herz fast stehen. eine grelle stimme aus dem lautsprecher: triebfahrzeugführer XXXXX dringend bremsen anlegen... 5 sekunden passierte nichts, es rollte weiter rückwaerts. dann wurde heftig gebremst... habe ich noch nie erlebt...“. Post vom 18.01.2011, 0:08 Uhr, „Bild von Ingolstadt Nord“: „Zum Wegrollen reichs in Ingolstadt Nord. Selbst schon ein paar mal gesehen...“
- <sup>18</sup> 18.06.2013, [zdf.de](https://zdf.de), Frontal21, „Bahnhof in Schiefelage“ (Video [youtube.com](https://youtube.com))
- <sup>19</sup> 19.06.2013, [ksta.de](https://ksta.de), „Ungebremste Züge am Hauptbahnhof“
- <sup>20</sup> 20.06.2013, [rundschau-online.de](https://rundschau-online.de), „13 Züge in Köln auf Geisterfahrt“
- <sup>21</sup> 29.06.2013, [rp-online.de](https://rp-online.de), „Verletzte durch abschüssige Bahngleise“
- <sup>22</sup> Laut den örtlichen Richtlinien vom Dezember 2013 (zuvor in allen Gleisen 7,888 ‰): Gleis 1: 4,30 ‰, Gl. 2: 5,16 ‰, Gl. 3: 6,80 ‰, Gl. 4-8: 3,68 ‰, Gl. 9: 3,20 ‰ (vgl. auch [KA Linke 2015 Frage 1](https://ka.linke.de))
- <sup>23</sup> Auflistung, „Personenunfälle mit Ausnahme der Suizide“, [Eisenbahnsicherheit.de](https://eisenbahnsicherheit.de) (01.10.2000 bis 19.07.2012 vom 28.12.2013 pdf [web.archive.org](https://web.archive.org), 30.12.2013 bis 22.11.2015 pdf [eisenbahnsicherheit.de](https://eisenbahnsicherheit.de))
- <sup>24</sup> Ad hoc-Weisung F-W 2013-030 für Tf zum 23.04.2013 mit dem Inhalt: „Sichern Sie bei einer Bremsprobe die Fahrzeuge gegen unbeabsichtigte Bewegung mit der Maximalbremskraft der Zusatzbremse des führenden Fahrzeugs.“ ([KA Linke 2015 Frage 9](https://ka.linke.de))

- 25 Kölner Hbf, Gleis 5, IC Baureihe 101 nach Frankfurt/M.Hbf. Bei Übernahme war der Zug mit der AFB Haltebremse gesichert (automatische Fahr- und Bremssteuerung). Der Kollege schaltete die AFB, die die Lok mit maximalem Bremszylinderdruck gesichert hat, aus mit einem Drehschalter unterhalb des Führertisches an der mittleren Konsole, weil er die Züge lieber von Hand fährt. Die Bahn verpflichtet ihre Lokführer nicht mit der ARB zu fahren. Daraufhin löste die Haltebremse aus und der Zug begann zurück zu rollen Richtung Hohenzollernbrücke. Der Lokführer befand sich während dieser Zeit auf dem Weg durch den Maschinenraum in den Führerraum 2, um dort an der Führerraumrückwand am Zugdateneinsteller (ZDE) seine persönliche elektronische Fahrtenregistriernummer einzugeben. Im Führerraum 2 und auf dem Weg durch den Maschinenraum in den führenden Führerraum 1 hat der Kollege nicht im geringsten wahrgenommen das der Zug zurückrollt. Erst als er den Führerraum 1 besetzt hatte hörte er die akustische Sprachausgabe „Notbremse“, „Notbremse“, „Notbremse“ und nahm dann auch erst den blinkenden roten Leuchtmelder Notbremse auf. Als er die gezogene Fahrgastnotbremse überbrückt hat und die Sprachausgabe verstummte meldete sich die Zugführerin über die Sprechstelle des Zuges: „Lokführer, Lokführer der Zug ist weggerollt ich habe Dich schon ein paar mal über die Sprechstelle gerufen aber ich habe Dich nicht erreicht deswegen habe ich im Zug die Notbremse gezogen nachdem der Zug eine Wagenlänge zurückgerollt ist.“ Die Vorfälle ereignete sich im Jahre 2013. Dieser Vorfall wurde dem Eisenbahn Bundesamt nicht gemeldet, es gab auch kein Gespräch mit dem Gruppenleiter, also dem Vorgesetzten des Lokführers.
- 26 15.10.2009, Australien, Kinderwagen rollt ins Gleis, Baby wird vom Zug überrollt (Video [youtube.com](https://www.youtube.com)).  
15.10.2009, Melbourne, „Baby in pram hit by train - survives uninjured.“ (Video [youtube.com](https://www.youtube.com))
- 27 Rail Accident Investigation Branch, Rail Accident Report 17/2014, „Accidents involving a wheelchair rolling onto the track at Southend Central, 28 August 2013; and a pushchair rolling onto the track at Whyteleafe, 18 September 2013“, 14.08.2014 (pdf [gov.uk](https://www.gov.uk))
- 28 08.2014 Überwachungsbilder von einem Vorfall in Whyteleafe, Surrey, Großbritannien, aus 2013 werden veröffentlicht (Video [youtube.com](https://www.youtube.com)).  
19.08.2014, [getsurrey.co.uk](https://www.getsurrey.co.uk), „CCTV shows pushchair rolling off platform onto railway line“.
- 29 26.05.2014, [presseportal.de](https://www.presseportal.de), „BPOL-BadBentheim: Unfall mit glücklichem Ende / Rollstuhlfahrerin stürzt in Bahngleis“ (s.a. Andersen 2014 S. 26)
- 30 08.2014 Überwachungsbilder von einem Vorfall in Whyteleafe, Surrey, Großbritannien, aus 2013 werden veröffentlicht (Video [youtube.com](https://www.youtube.com), Untersuchungsbericht [gov.uk](https://www.gov.uk)). 19.08.2014, [getsurrey.co.uk](https://www.getsurrey.co.uk), „CCTV shows pushchair rolling off platform onto railway line“
- 31 08.04.2015, [oe24.at](https://www.oe24.at), „Kinderwagen rollt auf Gleise: Kleinkind tot“.  
08.04.2015, [tagesanzeiger.ch](https://www.tagesanzeiger.ch), „Kinderwagen rollt auf Zuggleise – Kind tot“
- 32 23.04.2015, [20min.ch](https://www.20min.ch), „Zug erfasst Kinderwagen – Bub (1) tot“.  
27.08.2015, [tagesanzeiger.ch](https://www.tagesanzeiger.ch), „SBB verzichten auf Durchsagen – meistens“.
- 33 20.03.2010, Umfangreicher Test von Rennradreifen, veröffentlicht auf [biketechreview.com](https://www.biketechreview.com) (pdf [biketechreview.com](https://www.biketechreview.com))
- 34 [www.engineeringtoolbox.com/rolling-friction-resistance-d\\_1303.html](https://www.engineeringtoolbox.com/rolling-friction-resistance-d_1303.html)
- 35 Der Kinderwagen wiegt 10 kg, die Reifen wurden auf 2 bar aufgepumpt, als Ballast wurden ein oder zwei Feldsteine mit je 7 kg Gewicht eingelegt. Aus der Auswertung des Beschleunigungsverlaufs auf den Video-Aufnahmen ergeben sich für 14 kg Beladung 10 ‰ Rollwiderstand (verstärktes Walken der Reifen) und für 7 kg Beladung etwa 7,5 ‰ Rollwiderstand. Der zusätzlich vorgenommene Zugversuch in der Ebene (quer zum Gradienten) ergab am Federkraftmesser eine (nur ungenau ablesbare) mittlere Zugkraft von rund 2 Newton. Das entspricht einem Rollwiderstand von  $2 \text{ N} / (24 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2) = 8,5 \text{ ‰}$ .
- 36 Es wurden die Abstände 1 m, 2 m, 3 m, 4,2 m von der Bahnsteigkante gewählt. Damit wird berücksichtigt, dass die Aufenthaltswahrscheinlichkeit in Bahnsteigmitte, auch aufgrund von Einbauten, geringer ist. Es wurden auch lediglich feste Werte von 10 m die Breite von Mittelbahnsteigen und 5 m für die Breite von Außenbahnsteigen verwendet.
- 37 [de.wikipedia.org/wiki/Bahnhof\\_Ingolstadt\\_Nord](https://de.wikipedia.org/wiki/Bahnhof_Ingolstadt_Nord)
- 38 Planfeststellungsunterlagen – Wiedereinrichtung Kreuzungsbahnhof Fornsbach, Anlage 02 - Erläuterungsbericht (pdf [web.archive.org](https://www.web.archive.org)), S. 13, 18
- 39 Bernd Honerkamp: Umbau des Bahnknotens Ingolstadt. In: Schnellbahnachse Nürnberg–Ingolstadt–München. Eurailpress-Verlag, 2006, S. 154–159.
- 40 Auskunft Mobilitätszentrale 11.03.2016.
- 41 Video: [https://drive.google.com/file/d/0B\\_x2jteflVGuTzdtTmZKOE1JSzg/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/0B_x2jteflVGuTzdtTmZKOE1JSzg/view?usp=sharing)
- 42 Der Wagen rollte in den 12 Sekunden 16 Platten nach unten, 2 Platten zur Seite =  $(4,8^2 + 0,6^2)^{1/2} = 4,84$  Meter, die Beschleunigung ist damit  $0,067 \text{ m/s}^2$ . Auf die 4,8 m näherte sich der Wagen 0,6 m der Bahn-

steigkante, also fuhr unter einem Winkel von  $7,1^\circ$ , hier beträgt das Gesamtgefälle 17,4 ‰. Die Beschleunigung ist  $17,4\text{‰} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 0,171 \text{ m/s}^2$ . Die Bremsbeschleunigung ist demnach  $0,104 \text{ m/s}^2$ , der Reibwert ist 10,6 ‰.

- <sup>43</sup> Die genaue Auswertung steht noch aus.
- <sup>44</sup> Dachverband Integratives Bauen, „Checklisten für die Neuplanung“, S. 3 ([dipb.org](http://dipb.org)). Der Grenzwert stammt offenbar aus Din 18024-2.
- <sup>45</sup> Leitfaden für Barrierefreies Bauen, Bd. 3 „Straßen, Plätze, Wege, Öffentliche Verkehrs- und Grünanlagen sowie Spielplätze“ (pdf [akbw.de](http://akbw.de)), S. 27
- <sup>46</sup> Dr. Joachim Winter, Abschlussbericht Langfassung „Fahrdradtlose Energieübertragung bei Schienenfahrzeugen des Vollbahnverkehrs“ (Aktenzeichen Ministerium 2-4332.62-DLR-IFF/5), 30.03.2014, S. 90 (pdf [elib.dlr.de](http://elib.dlr.de)). Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Stuttgart; Institut für Elektrische Energiewandlung, Universität Stuttgart; Institut für Maschinenelemente, Universität Stuttgart.
- <sup>47</sup> Code for design of high speed rail in China TB 10020-2009
- <sup>48</sup> Civil Design Criteria for Road and Rail Transit Systems, E/GD/09/106/A1, S. 43 (pdf [lta.gov.sg](http://lta.gov.sg)): „At stations, the track shall be level throughout the platform length except for the limited lengths of vertical curves as specified in Clause 2.3.1.5.“ (Clause 2.3.1.5: max. 15 mm Abweichung, das entspricht maximal 0,6 ‰ Gefälle, sofern diese Abweichung schon auf der Länge eines Waggons – auf ca. 25 Meter Länge – anfällt).
- <sup>49</sup> Fu-Hsiang Wu: „Einführung in das Projekt »Hochgeschwindigkeitsbahn« „, Schienen der Welt, Heft Juni/Juli 1992, S. 104-109, insbesondere S. 107
- <sup>50</sup> Indian Railways Schedule Of Dimensions, 1676mm Gauge (BG), S. 14, [indianrailways.gov.in](http://indianrailways.gov.in)
- <sup>51</sup> 09.10.2009, [thehindu.com](http://thehindu.com), „Opposition to setting up of new railway station may go“
- <sup>52</sup> 13.08.2014, [railwaywala.com](http://railwaywala.com), „What is catch siding In Indian Railway“
- <sup>53</sup> Highway Design and Railways, Lecture 9, Geometric Design II, Dr. Charisma Choudhury, May 2011, Folie 3 (pdf [teacher.buet.ac.bd](http://teacher.buet.ac.bd))
- <sup>54</sup> Israel Railways Limited, „Railway Tracks Design Guidelines for Speeds up to 250 km/h“, Version 1, 05.2013, Part 1 of 3, S. 48, [roads.co.il](http://roads.co.il): Ohne Umkupplung sind evtl. bis 10 ‰ zulässig, aber dann nur mit besonderen Sicherheitsmaßnahmen. Für Neubauten jedoch in jedem Fall nur bis 2,5 ‰.
- <sup>55</sup> American Railway Engineering And Maintenance Of Way Association, „Practical Guide to Railway Engineering“, Chapter 6, S. 6-28 / Bl. 28 f, - [Railway Track Design.pdf engsoc.org](http://Railway Track Design.pdf engsoc.org).
- <sup>56</sup> California High-Speed Train Project Design Criteria, S. 4-10 / Bl. 18 (pdf [hsr.ca.gov](http://hsr.ca.gov))
- <sup>57</sup> De Minister van Verkeer en Waterstaat, „Regeling hoofdspoorweginfrastructuur“, geldend van 01-11-2005 t/m 31-03-2012 ([wetten.overheid.nl](http://wetten.overheid.nl))
- <sup>58</sup> Francisco Javier González Fernández, „Ingeniería ferroviaria“, segunda edición actualizada y ampliada, Editorial UNED, 2010, S. 607 f ([books.google.de](http://books.google.de)). Grupo de Investigación en Transporte y Logística (GITEL), Universidad de Zaragoza, Curso „Ferrocarriles“ (Link [gitel.unizar.es](http://gitel.unizar.es), „Pendiente máxima permitida de la estación“: „1 por mil“
- <sup>59</sup> Eisenbahnbau- und -betriebsverordnung - EisbBBV ([ris.bka.gv.at](http://ris.bka.gv.at)) § 14 Abs. 3
- <sup>60</sup> Eisenbahnbau- und -betriebsverordnung – EisbBBV, Durchführungserlass ([ris.bka.gv.at](http://ris.bka.gv.at)) zu § 14 Abs. 3
- <sup>61</sup> Railway Group Standard GI/RT7016 Issue 3 Date December 2009, S. 7 [Group Standards/GIRT7016 Iss 3.pdf rgsonline.co.uk](http://Group Standards/GIRT7016 Iss 3.pdf rgsonline.co.uk)
- <sup>62</sup> GI/GN7616, Guidance on Interface between Station Platforms, Track and Trains Issue Two: March 2014, Rail Industry Guidance Note for GI/RT7016, S. 15 G 4.2.3 und S. 17 G 4.2.12
- <sup>63</sup> Stenografisches Protokoll vom Erörterungstermin am 07.10.2014, Regierungspräsidium Stuttgart, Referat 24, Erörterungstermin im Planfeststellungsverfahren zu Stuttgart 21 PFA 1.3
- <sup>64</sup> Augenzeugenberichte: Mitte 2010, S-Bahn-Zug rollt nach Beenden des Einsteigens von selbst nach rückwärts los, schnelles Eingreifen des Lokführers verhindert Schlimmeres.
- <sup>65</sup> Antragsunterlagen zur Planfeststellung Band III (PFA 1.1 Anlage 1 Teil III). Auf S. 85-96 „Genehmigungsbedürftige technische Sonderlösungen“, dort S. 92
- <sup>66</sup> 04.05.2015, EBA an Jobst Knoblauch.  
11.08.2014, EBA an VCD Landesverband Baden-Württemberg ([Andersen 2014 Bl. 47](http://Andersen 2014 Bl. 47))
- <sup>67</sup> 18.06.2013, [zdf.de](http://zdf.de), Frontal21, „Bahnhof in Schiefelage“ (Video [youtube.com](http://youtube.com), Skript [zdf.de](http://zdf.de)).
- <sup>68</sup> 06.05.2015, [bundestag.de](http://bundestag.de), Wortprotokoll der 41. Sitzung Ausschuss für Verkehr und digitale Infrastruktur „Offene Fragen zum Bahnhofsprojekt Stuttgart 21 aufklären“, Protokoll-Nr. 18/41, S. 14, 16



- <sup>68</sup> *Physikalische Untersuchung (Phase 1) und Risikoanalyse (Phase 2) zum Einfluss der Längsneigung auf Bahnsteigoberflächen. Deutsche Bahn AG, Forschungs- und Technologiezentrum München – TZF 102, Bericht 102-GA-0003-01 (Phase 1) vom 16.2.2001, Bericht 102-GA-0035-01 (Phase 2) vom 20.11.2001.*
- <sup>69</sup> *Sabine Leidig an die Deutsche Bahn AG, insbes. Dr. Volker Kefer vom 17.02.2016, „Anhörung im Ausschuss für Verkehr und Digitale Infrastruktur“*
- <sup>70</sup> *Sabine Leidig an die Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes (EUB) vom 16.02.2016, „Untersuchung der Wegrollvorgänge in Köln“*