

R RTE 45100

# Bremsordnung und Fahrgeschwindigkeit

Normalspur

Entwurf 2. Lesung  
11.09.2025



<b>Herausgeber</b> VöV	<b>Ausgabedatum</b> xx.xx.20xx	<b>Zuordnung</b> –
<b>Erarbeitet durch</b> Projektgruppe RTE	<b>Freigabe</b> PL RTE	<b>Ersatz für</b> –
<b>Verteiler</b> Eisenbahnunternehmen des VöV (Normalspur) Bundesamt für Verkehr BAV RTE-Webshop/RTE-Download (rte.voev.ch)	<b>Inkrafttreten</b> Das Datum des Inkrafttretens dieser Regelung legt jedes Eisenbahnunternehmen für sich selbst fest.	<b>Sprachfassungen</b> d,f <b>Anzahl Seiten</b> xx

# Bremsordnung und Fahrgeschwindigkeit

Normalspur

*Titelbild*

**Anwendungsbedingungen für das Regelwerk Technik der schweizerischen Eisenbahnen (RTE)**

Bei der Anwendung der Dokumente ist zu beachten, dass sie ausschliesslich für die Bedürfnisse der Schweizer Eisenbahnen und Unternehmen im Bereich öV verfasst und für diesen Gebrauch bestimmt sind. Eine korrekte Anwendung setzt somit eine entsprechende Ausbildung und Praxis voraus. Das Regelwerk RTE beschränkt sich auf zwei Arten von Dokumenten:

- Die R-Regelungen sind Ergänzungen bzw. Lösungsvorschläge zu hoheitlichen Erlassen und Normen mit Regelungs- bzw. Weisungscharakter.
- Die D-Regelungen umfassen Handbücher und Dokumentationen als Empfehlungen und Hilfsmittel zur Arbeitsunterstützung oder bilden in Ausnahmefällen den Stand der Technik und die gelebte Praxis im Hinblick auf eine Standardisierung ab.

Die im Dokument in männlicher Form enthaltenen Formulierungen gelten in gleichem Mass für jegliches Geschlecht.

Der Verband öffentlicher Verkehr (VöV) sowie die an der Erstellung dieser Regelung des Regelwerks Technik Eisenbahn (RTE) beteiligten Personen haften nicht für Schäden, die durch die Verwendung von Informationen aus dieser Regelung entstehen können. Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für die Vollständigkeit oder Richtigkeit.

**Projektgruppe RTE****Co-Leitung**

Ofer Hirsch, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern  
Richard Meier, Signalplan AG, Olten

**Mitglieder**

Marcel Briner, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern  
Daniel Danner, Widmer Rail Service (WRS), Beckenried  
Thomas Falk, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern  
Iwan Gottsponer, BLSC, Bern  
Kurt Gygax, railCare AG, Schafisheim  
Jürg Hauswirth, Schweizerische Südostbahn (SOB), St. Gallen  
Daniel Leibundgut, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern  
Christian Maier, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern  
Andreas Rufener, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern  
Björn Schäfer, HSL Schweiz, MuttENZ  
Roman Walther, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern  
Franziska Wanner, BLSC, Bern  
Franziska Zbinden, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern  
Stefan Zimmermann, MEV Schweiz AG, MuttENZ

**Lektorat**

Robert Leemann, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern

**Herausgeber**

VöV Verband öffentlicher Verkehr  
System Bahn  
Dählhölzliweg 12, CH-3005 Bern  
www.voev.ch, RTE@voev.ch

**Druck**

Gebundene Ausgabe: Peter Gaffuri AG, Bern

**RTE-Webshop/RTE-Download**

rte.voev.ch

**ISBN xx**

© Verband öffentlicher Verkehr, Bern, Monat 20xx

# Änderungsgeschichte

---

**Ausgabe-  
datum**

**Änderungen**

xx.xx.20xx

1. Ausgabe

# Vorwort

---

(Folgt später)

Bern, xx. Monat 20xx

<b>1</b>	<b>Allgemeines .....</b>	<b>8</b>
1.1	Ziele der Regelung.....	8
1.2	Anwendung.....	8
1.2.1	Gültigkeitsbereich.....	8
1.2.2	Ersatz der bisherigen Regelungen .....	8
1.2.3	Inkrafttreten.....	8
<b>2</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>9</b>
2.1	Hoheitliche Regelungen .....	9
2.2	Normen.....	10
2.3	RTE-Regelungen und Regelungen der Bahnen .....	10
2.4	Richtlinien und Merkblätter.....	11
2.5	Grundlagendokumente.....	11
<b>3</b>	<b>Abkürzungen und Begriffe .....</b>	<b>12</b>
3.1	Abkürzungen.....	12
<b>4</b>	<b>Grundsatz .....</b>	<b>13</b>
4.1	Handhabung des Textes .....	13
4.2	Verweise auf andere hoheitliche und betriebliche Vorschriften.....	13
<b>5</b>	<b>Bremsvorschriften und betriebliche Anforderungen .....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Technische Anforderungen an Bremsen und Bremssysteme .....</b>	<b>15</b>
6.1	<i>Mindestanforderungen .....</i>	<i>15</i>
6.2	<i>Einsatz der elektrischen resp. elektrodynamischen Bremse.....</i>	<i>15</i>
6.3	<i>Einsatz von unabhängig von der Reibung zwischen Rad und Schiene wirkenden Bremssystemen .....</i>	<i>16</i>
6.4	<i>Bremstechnische Voraussetzung zur Anwendung der Zugreihen .....</i>	<i>16</i>
6.5	<i>Hemmschuhe.....</i>	<i>17</i>
<b>7</b>	<b>Regelungen zur Fahrgeschwindigkeit .....</b>	<b>18</b>
7.1	Vorbemerkung betreffend AB 76.....	18
7.2	Regelung betreffend Fahrgeschwindigkeit .....	18
<b>8</b>	<b>Regelungen der Bremsordnung .....</b>	<b>23</b>
8.1	Vorbemerkung betreffend AB 77 .....	23
8.2	Regelung betreffend Bremsordnung .....	23
	<b>Anhang A1 (Allgemein) .....</b>	<b>32</b>
<b>A1</b>	<b>Zahlenwerte für Streckenalgorithmus.....</b>	<b>32</b>
A1.1	Zugreihe A .....	33
A1.2	Zugreihe D .....	42

# 1 Allgemeines

---

Mit der Weiterentwicklung der europäischen Technischen Spezifikationen zur Interoperabilität (TSI) und damit einhergehend der Weiterentwicklung der Schweizer hoheitlichen Vorschriften des Eisenbahngesetzes (EBG), der Eisenbahnverordnung (EBV) und deren Ausführungsbestimmungen (AB-EBV), sowie den Fahrdienstvorschriften (FDV), verändern sich in der Schweiz die Verantwortlichkeiten von der Behörde hin zu den Bahnen bestehend aus Infrastrukturbetreiberinnen (ISB) sowie Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU). Die TSI geben für die interoperablen Bahnen den technischen und betrieblichen Rahmen vor, die Eisenbahnverkehrsunternehmen definieren auf Basis der Angaben der Infrastrukturbetreiberinnen und unter Einhaltung des Sicherheits-Management-Systems (SMS) ihre Betriebsvorschriften.

Der Bahnbetrieb in der Schweiz ist mit dem Mischverkehr aus Güter- und Personenzügen auf eine hohe Sicherheit, Verfügbarkeit und Kapazität angewiesen. Dies macht ein abgestimmtes Verhalten der EVU und ISB unter anderem im Bereich der Bremsen notwendig. Dabei können aus Sicht der ISB technische Anforderungen an die Bremsen gestellt werden, aber auch Anforderungen, welche Auswirkungen auf die Höchstgeschwindigkeiten der Züge haben.

## 1.1 Ziele der Regelung

---

Das Ziel dieser RTE-Regelung ist es, die systemrelevanten technischen und betrieblichen Anforderungen an das Bremssystem von Zügen für die Infrastruktur des interoperablen Schweizer Normalspurnetzes zu beschreiben.

Die technischen Anforderungen in Kapitel 6 enthalten die Mindestanforderung an das resultierende Bremsverhältnis des Zuges, die zulässigen Bremsmittel, den maximal zulässigen Haftwert sowie die Art der zulässigen Hemmschuhe.

Die betrieblichen Anforderungen der ISB sind in den Kapiteln 7 und 8 beschrieben. Diese basieren auf den früheren AB-EBV zu Art 76 und Art. 77, AB 76 und AB 77 und beschreiben das Mindestbremsverhältnis je Geschwindigkeit und Gradient bzw. im Umkehrschluss die Höchstgeschwindigkeit je Bremsverhältnis und Gradient.

## 1.2 Anwendung

---

### 1.2.1 Gültigkeitsbereich

Die vorliegende RTE-Regelung kann für das interoperable Normalspurnetz (interoperables Hauptnetz und interoperables Ergänzungsnetz) der Schweiz angewendet werden.

### 1.2.2 Ersatz der bisherigen Regelungen

Erstpublikation

### 1.2.3 Inkrafttreten

Die ISB bestimmt, ab wann die vorliegende Regelung für das eigene interoperable Netz verbindlich ist.

Im Network Statement kann auf die vorliegende Regelung verwiesen werden.



## 2 Grundlagen

### 2.1 Hoheitliche Regelungen

EBG SR 742.101	Gesetz über Bau und Betrieb der Eisenbahnen (Eisenbahngesetz)	Stand 01.07.2024
EBV SR 742.141.1	Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahnen (Eisenbahnverordnung)	Stand 01.07.2024
AB-EBV SR 742.141.11	Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung	Stand 01.07.2024
FDV SR 742.173.001	Schweizerische Fahrdienstvorschriften R 300.1 – .15	Stand 14.12.2025
TSI WAG VO (EU) 321/2013 sowie den Verordnungen und Durchführungsverordnungen 1236/2013, 2015/924, 2019/776, 2020/387, 2023/1694	Verordnung über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems «Fahrzeuge – Güterwagen» des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union	Stand 28.09.2023
TSI Loc & PAS VO (EU) 1302/2014 sowie den Verordnungen und Durchführungsverordnungen 2016/919, 2018/868, 2019/776, 2020/387 und 2023/1694	Verordnung über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems «Fahrzeuge – Lokomotiven und Personenwagen» des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union	Stand 28.09.2023
TSI INF VO (EU) 1299/2014 sowie den Verordnungen und Durchführungsverordnungen 2019/776 und 2023/1694	Verordnung über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems «Infrastruktur» des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union	Stand 28.09.2023
TSI OPE VO (EU) 2019/773 sowie den Verordnungen und	Verordnung über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems «Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung» des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union	Stand 28.09.2023

Durchführungsverordnungen 2020/778, 2021/2238 und 2023/1693		
CH-TSI INF-006 (NNTV CH)	Gleislagestabilität in Längsrichtung; Verträglichkeit mit Bremssystemen	Stand Juni 2024
CH-TSI LOC&PAS-030 (NNTV CH)	Einsatz haftreibungsfreier Bremssysteme	Stand Juni 2021

## 2.2 Normen

SN EN 14198+A2	Bahnanwendungen – Bremsen – Anforderungen an die Bremsausrüstung lokbespannter Züge	Ausgabe 2021
SN EN 14531-1+A1:2019	Bahnanwendungen - Verfahren zur Berechnung der Anhalte- und Verzögerungsbremswege und der Feststellbremsung - Teil 1: Allgemeine Algorithmen für Einzelfahrzeuge und Fahrzeugverbände unter Berücksichtigung von Durchschnittswerten	Ausgabe 2019
SN EN 14531-2:2016	Bahnanwendungen - Verfahren zur Berechnung der Anhalte- und Verzögerungsbremswege und der Feststellbremsung - Teil 2: Schrittweise Berechnungen für Zugverbände oder Einzelfahrzeuge	Ausgabe 2016
SN EN 16185-1	Bahnanwendungen – Bremssysteme für Triebzüge – Teil 1: Anforderungen und Definitionen	Ausgabe 2015
SN EN 16834	Bahnanwendungen – Bremse – Bremsvermögen	Ausgabe 2019
SN EN 16452	Bahnanwendungen – Bremse – Bremsklotzsohlen	Ausgabe 2019
SN EN 15328	Bahnanwendungen – Bremse – Bremsbeläge	Ausgabe 2024

## 2.3 RTE-Regelungen und Regelungen der Bahnen

CH I-30001	Regelbuch ISB IOP	In Arbeit
CH 30006	Regelbuch EVU IOP Branche	In Arbeit
R RTE 22041	Lückenlose und verlaschte Gleise und Weichen Normalspur	2. Ausgabe 07.05.2019
SBB R I-30131	Streckentabellen RADN (gültig für die Infrastrukturen der SBB, BLS Netz AG, SOB und ETB)	25.08.2025

SOB R I-3002	Reglement I-R 3002 Erweiterte Anwendung der Bremstabelle II	01.03.2025
--------------	---	------------

## 2.4 Richtlinien und Merkblätter

UIC 510-5	Technische Zulassung von Vollrädern – Anwendungsdokument für die EN 13979-1, 2. Ausgabe	Stand Mai 2007
UIC 541-3	Bremse – Scheibenbremse und ihre Anwendungen – Allgemeine Bedingungen für die Zertifizierung von Bremsbelägen, 8. Ausgabe	Stand April 2017
UIC 541-4	Bremse – Bremsen mit Bremsklotzsohlen aus Verbundstoff – Allgemeine Bedingungen für die Zertifizierung von Verbundstoffbremsklotzsohlen, 6. Ausgabe	Stand November 2020
UIC 544-1	Bremse – Bremsleistung, 6. Ausgabe	Stand Oktober 2014
IRS 50544-1	Brakes – Braking performance, First Edition	Stand März 2025

## 2.5 Grundlagendokumente

SBB, I-NAT-SAZ, Allianz Zugdynamik Normalspur	Ersatzvorschrift Bremstabelle Güterzüge (Basisdokument)	Version V3.2, 25.03.2024
SBB, I-NAT-SAZ, Allianz Zugdynamik Normalspur	Ersatzvorschrift Bremstabelle Personenzüge	Version V2.0, 16.08.2021

## 3 Abkürzungen und Begriffe

---

### 3.1 Abkürzungen

---

AB-EBV	Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung
BAV	Bundesamt für Verkehr
BV	Betriebsvorschriften
EBV	Eisenbahnverordnung
EN	Europäische Norm
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmung
FDV	Schweizerische Fahrdienstvorschriften
IOP	Interoperabilität
ISB	Infrastrukturbetreiberin
RB	Regelbuch
SMS	Sicherheitsmanagementsystem
SN EN	Von der Schweiz übernommene Europäische Norm
TSI	Technical Specifications for Interoperability (Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität)
UIC	Union Internationale des Chemins de fer (Internationaler Eisenbahnverband)

## 4 Grundsatz

---

### 4.1 Handhabung des Textes

---

Dieser Text stellt die systemrelevanten technischen und betrieblichen Anforderungen der Infrastruktur an die Bremsen der Fahrzeuge dar. Die Struktur und Grundlage richten sich dabei nach den früheren hoheitlichen Vorgaben aus den AB-EBV (AB-EBV zu Art. 76 und Art. 77), sowie den aus den FDV entwickelten Betriebsvorschriften in R 300.5 Kapitel 3.

In Kapitel 5 wird für das interoperable Normalspurnetz auf die Regelung parallel zu den Bremsvorschriften aus den Fahrdienstvorschriften in den Regelbüchern ISB und EVU Branche verwiesen. Durch die starken Abhängigkeiten zwischen diesen Bremsvorschriften und den Höchstgeschwindigkeiten und Bremstabellen (Kapitel 7 und 8), wird explizit auf die relevanten Abschnitte der Regelbücher verwiesen.

In Kapitel 6 werden die technischen Anforderungen an die Bremsen für das interoperable Normalspurnetz definiert.

In den Kapiteln 7 und Kapitel 8 wird für das interoperable Normalspurnetz die Regelung parallel zur AB-EBV AB 76 und AB 77 definiert. Die Struktur richtet sich dabei nach den AB-EBV und den Artikeln AB 76 und AB 77, wobei Ziffern, welche nicht das interoperable Normalspurnetz betreffen, gelöscht wurden. Auch bei Löschung einzelner Ziffern bleibt die Nummerierung parallel zu den AB-EBV. Bei Texten oder Ziffern, welche neu hinzukommen, werden diese ans Ende der betreffenden Ziffer gestellt, um die Parallelität mit den AB-EBV so weit wie möglich beizubehalten.

Zitate aus anderen Dokumenten werden *kursiv* hervorgehoben, Zusätze im Vergleich zu den hoheitlichen Vorgängerversionen werden mittels Unterstrich hervorgehoben.

### 4.2 Verweise auf andere hoheitliche und betriebliche Vorschriften

---

Der Text in Kapitel 7 und Kapitel 8 wurde aus den AB-EBV, Stand 01.11.2020, übernommen. Die bestehenden Verweise auf andere Artikel der EBV bzw. Bestimmungen der AB-EBV wurden, mit Ausnahme von Verweisen auf AB 76 und AB 77, beibehalten. Die Erwähnung der FDV in Kapitel 7 und Kapitel 8 wurde zu Betriebsvorschriften geändert, sonst aber in anderen Dokumenten verwaltet werden.

## 5 Bremsvorschriften und betriebliche Anforderungen

---

Es gelten die Bremsvorschriften entsprechend dem Regelbuch ISB IOP R 300.5 Kapitel 3 und dem Regelbuch EVU IOP **R300.5 Kapitel 3**. Materielle Änderungen an den Vorschriften haben zwingend eine Überprüfung der in Kapitel 7 und Kapitel 8 aufgeführten Regelungen zur Folge.

## 6 Technische Anforderungen an Bremsen und Bremssysteme

---

Das folgende Kapitel ist aus dem Networkstatement der Version 2026 entnommen. Sollten folgende Abschnitte in Zukunft aus dem Networkstatement mit Verweis auf das vorliegende RTE entfernt werden, so gelten diese Abschnitte nicht als Zitat sondern sind Teil dieser Regelung.

### 6.1 Mindestanforderungen

---

*Die Auswahl der anzuwendenden Bremstabelle nach AB-EBV zu Art. 77, AB 77.2, Ziff. 2.1 bis 2.8 sowie dieser Regelung RTE 45100 richtet sich nach den streckenseitigen Gegebenheiten und den betrieblichen Anforderungen. Die ISB publizieren das mindestens notwendige Bremsverhältnis in den Netzzugangsbedingungen (z.B. Streckentabellen RADN gemäss I-30131 für aussensignalisierte Strecken). Im Zug müssen die wirksamen Bremsen möglichst gleichmässig verteilt sein. Zudem müssen von so vielen Fahrzeugen die Bremsen wirksam sein, dass das mindestens vorgeschriebene Bremsverhältnis erreicht wird. Damit ist sichergestellt, dass mit einer Schnellbremsung innerhalb der Vorsignaldistanz angehalten werden kann. Die EVU hat zudem die Bremsreihe so zu wählen, dass ab Erkennen des «Warnung» zeigenden Vorsignals mit einer Betriebsbremsung vor einem Halt zeigenden Hauptsignal angehalten werden kann.*

### 6.2 Einsatz der elektrischen resp. elektrodynamischen Bremse

---

*Auf dem interoperablen Normalspurnetz darf die elektrodynamische Bremse auch bei Schnellbremsungen eingesetzt werden. Werden elektrische Bremsen verwendet, so ist bei deren Ausfall sicherzustellen, dass die Schnellbremsung automatisch und zuverlässig fortgesetzt wird (z.B. Ausfall der externen Energieversorgung).*

*Im Schnellbremsfall gilt als Grenzwert für den Rad/Schiene-Kraftschluss für Fahrzeuge mit Gleitschutzsystemen nach AB-EBV ein maximal zulässiger Haftwert von  $\mu = 0.22$ . Damit können Hersteller und/oder Betreiber für Fahrzeuge mit Gleitschutzsystem die Grenze des Haftwertes in Abhängigkeit des vorhandenen dynamischen Bremssystems (inkl. thermischer Belastbarkeit) sowie der betrieblichen Anforderungen definieren.*

### 6.3 **Einsatz von unabhängig von der Reibung zwischen Rad und Schiene wirkenden Bremssystemen**

---

Die Magnetschienenbremse darf nur bei Schnellbremsungen, ausgelöst durch die Sicherheitssteuerung, Zugbeeinflussung, Fahrzeugsteuerung, Fahrgastnotbremse oder den Triebfahrzeugführer, eingesetzt werden. Die Magnetschienenbremse wird entweder durch Schnellbremsungen und/oder durch eine direkte manuelle Bedienung im Führerstand ausgelöst (zweikanalige Ansteuerung, z.B. durch eine Taste). Entsprechend IRS 50541-06 und SN EN 16207 soll die Magnetschienenbremse bei einer Schnellbremsanforderung aktiviert werden, sobald der Hauptluftleitungsdruck unter 3 bar abgesenkt oder wenn ein direktes Schnellbremssignal erkannt wird. Zur Vermeidung übermässiger Rucke (Stösse) darf die Magnetschienenbremse bereits bei Geschwindigkeiten unter 50 km/h abgeschaltet werden, spätestens aber bei 15 km/h (resp. gemäss SN EN 16207 unter 20 km/h). Sie muss spätestens dann wieder wirksam werden, wenn die Geschwindigkeit 50 km/h überschreitet. Bei der direkten manuellen Bedienung ist die Aktivierung der Magnetschienenbremse abhängig von der Position des Fahrschalters: Befindet sich der Fahrschalter in einer Bremsstellung, kann die Magnetschienenbremse unabhängig vom Hauptluftleitungsdruck und der Geschwindigkeit bis in den Stillstand aktiviert werden. Befindet sich der Fahrschalter in Fahrstellung, kann die Magnetschienenbremse unabhängig vom Hauptluftleitungsdruck bis zu einer Geschwindigkeit von 15 km/h betätigt werden. Diese technische Festlegung ist beim Berechnen des betrieblichen Bremsverhältnisses von einem Zug sowie der Unterscheidung zwischen Betriebs- und Schnellbremsung durch die EVU zu berücksichtigen. Sprich die Magnetschienenbremse darf nur dann angerechnet werden, wenn mit der Betriebsbremsung mindestens das gleiche oder ein besseres Bremsverhältnis erreicht wird.

Der Einsatz von Wirbelstrombremsen für Betriebs- und Schnellbremsungen ist auf dem interoperablen Normalspurnetz nicht zulässig<sup>1</sup>.

### 6.4 **Bremstechnische Voraussetzung zur Anwendung der Zugreihen**

---

Gemäss R RTE 29100 «Vorsignaldistanzen» beruhen die Vorsignaldistanzen auf Annahmen zur bremstechnischen Ausrüstung und Bremsbewertung der Fahrzeuge. Züge, die nach den Zugreihen R, A, D und N verkehren, müssen folgende Anforderungen erfüllen:

Voraussetzung zur Anwendung der Zugreihen R und N:

- Bremsbewertung nach SN EN 16834 als Reisezug. Diese fordert insbesondere unterschiedliche Prüfgeschwindigkeiten für die Bremsbewertung als 'Personenzug', 'Personenzugwagen', 'Triebzug' bzw. 'Lokomotive' zwischen 120 km/h bzw. 140 km/h und der Maximalgeschwindigkeit in deren Tabelle 7. Dies gilt analog auch für die Bremsbewertung nach UIC 544-1.
- Bremstechnische Ausrüstung als Reisezug: Siehe für lokbespannte Züge SN EN 14198+A2 und Triebzüge SN EN 16185-1+A1.

---

1) NNTV - CH-TSI LOC&PAS-030 und CH-TSI-INF-006: Einsatz haftreibungsfreier Bremssysteme, resp. Gleislagestabilität in Längsrichtung.



*Voraussetzung zur Anwendung der Zugreihen A und D:*

- Bremsbewertung nach SN EN 16834 als Güterzug. Diese fordert insbesondere die unterschiedliche Prüfgeschwindigkeiten für die Bremsbewertung als 'Güterzug', 'Güterwagen' bzw. 'Lokomotive' zwischen 100 km/h bzw. 120 km/h und der Maximalgeschwindigkeit in deren Tabelle 7. Dies gilt analog auch für die Bremsbewertung nach UIC 544-1.
- Bremstechnische Ausrüstung als Güterzug: Siehe SN EN 14198+A2.

*Für Züge, z.B. bei Fahrten zur Prüfung von Fahrzeugen oder Anlagen (Probefahrten), auf welche diese Grundlagen nicht zutreffen, können sich Sicherheitslücken ergeben. Bei Abweichung von diesen Grundlagen wird der EVU empfohlen, mit dem TNZ die zulässigen Zug- und Bremsreihen abzuklären.*

## **6.5 Hemmschuhe**

---

*Als Alternative bzw. Ergänzung zur Feststellbremse (als zusätzliche Festhaltebremsmittel) sind auf dem interoperablen Normalspurnetz der Schweiz Hemmschuhe aus Stahl vorgeschrieben. Für Sicherheitszwecke von Fahrzeugen auf Streckengleisen ist der universelle Hemmschuh Profil UIC Typ B grün 80 mm einzusetzen, damit unabhängig des eingesetzten Schienenprofils gesichert werden kann. Die notwendige Anzahl an Hemmschuhen, welche auf Triebfahrzeugen mitzuführen ist, ist durch die EVU festzulegen.*

## 7 Regelungen zur Fahrgeschwindigkeit

---

### 7.1 Vorbemerkung betreffend AB 76

---

In den AB-EBV zu Art. 76, AB 76.1.a - f waren die Höchstgeschwindigkeiten definiert. Sie ändern sich nicht und werden – soweit sie das IOP-Netz betreffen – vollständig aus den AB-EBV übernommen.

### 7.2 Regelung betreffend Fahrgeschwindigkeit

---

#### (AB 76.1.a)

- 1 Die Höchstgeschwindigkeit in Funktion der Streckenneigung wird bestimmt:
  - 1.1 Für Züge auf Adhäsionsstrecken mit unabhängigem Bahnkörper:
    - 1.1.1 Aufgrund der angewendeten Bremstabelle sowie den Tabellen der Ziff. 5, 6 oder 7,
- 2 Höchstgeschwindigkeit in Funktion der Bogenradien wird bestimmt:
  - 2.1 Für Züge auf Adhäsionsstrecken mit Normalspur aufgrund der Tabelle der Ziff. 11.
  - 2.3 Für Fahrzeuge mit Querneigeeinrichtung gelten besondere Werte.
- 3 Aufstellungskriterien Geschwindigkeitstafeln:
  - 3.1 Die dauernd mit verminderter Geschwindigkeit zu befahrenden Gleisabschnitte sind mit Geschwindigkeitstafeln zu kennzeichnen. Auf mehrspurigen Strecken sind die Geschwindigkeitstafeln je Gleis aufzustellen, ausgenommen auf zweigleisigen Strecken ohne Wechselbetrieb.
  - 3.2 In Bahnhöfen und Haltestellen kann in folgenden Fällen auf die Aufstellung verzichtet werden:
    - 3.2.1 beginnt die Einschränkung in Bahnhöfen vor oder bei der Ausfahrweiche oder dem Perronende, entfallen Vor- und Anfangssignal, wenn die Geschwindigkeit im anschliessenden Gleisabschnitt gleich oder höher ist als die Bahnhofsgeschwindigkeit.
    - 3.2.1.1 beginnt die Einschränkung in Haltestellen nach der Perronmitte, entfallen Vor- und Anfangssignal, wenn die Geschwindigkeit im anschliessenden Gleisabschnitt gleich oder höher ist als die Streckengeschwindigkeit, welche vor der Haltestelle gilt.
    - 3.2.2 endet die Einschränkung bei oder nach der Einfahrweiche, entfällt das Endsignal.

(AB 76.1.a)

5

## HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT DER MASSGEBENDEN NEIGUNG

Gültig für

- Züge auf Adhäsionsstrecken mit unabhängigem Bahnkörper und
- Neigungen nach **Bremstabelle 90** und
- ein Energieäquivalent  $\leq 1 \geq (W_{\text{Gefälle}} / (W_{\text{Ebene}}))$  und minimaler mittlerer Verzögerung von  $0.13 \text{ m/s}^2$  mit Fahrzeugen in Bremsstellung P

$W_{\text{Gefälle}}$ : Bremsenergie bei einer Schnellbremsung im Gefälle aus  $v_{\text{Gefälle}}$

$W_{\text{Ebene}}$ : Bremsenergie bei einer Schnellbremsung im Ebenen aus  $v_{\text{max Fz}}$

Neigung	Höchstgeschwindigkeit in km/h für Züge mit					
	Klotzbremsen	Doppelklotzbremsen für $\lambda \leq 135 \%$ Scheibenbremsen für $\lambda \geq 135\%$				
	$v_{\text{max}} \leq 120 \text{ km/h}$	$v_{\text{max}} \leq 140 \text{ km/h}$		$140 \text{ km/h} \leq v_{\text{max}} \leq 160 \text{ km/h}$		
	$\lambda \leq 115 \%$	$\lambda_{\text{min}} = 115$	$\lambda_{\text{min}} = 125$	$\lambda_{\text{min}} = 135$	$\lambda_{\text{min}} = 150$	$\lambda_{\text{min}} = 180$
Steigung und 0 ‰	120	140	140	160	160	160
Gefälle 5 ‰	120	135	140	160	160	160
Gefälle 10 ‰	115	130	140	160	160	160
Gefälle 15 ‰	110	120	130	160	160	160
Gefälle 20 ‰	100	115	125	140	150	155
Gefälle 25 ‰	95	105	115	135	140	145
Gefälle 30 ‰	85	100	110	125	130	140
Gefälle 35 ‰	75	95	100	120	125	135
Gefälle 40 ‰	70	85	95	115	120	130
Gefälle 45 ‰	60	75	85	110	115	125
Gefälle 50 ‰	55	70	80	105	110	120

(AB 76.1.a)

6

## HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT DER MASSGEBENDEN NEIGUNG

Gültig für

- Züge auf Adhäsionsstrecken mit unabhängigem Bahnkörper und
- Vorsignalentfernungen und Neigungen gemäss **Bremstabellen I und II**

Neigung ‰	Höchstgeschwindigkeit in km/h			
	Reihe R		übrige Reihen	
	Brems- tabellen	Personen- zug- Bremse	Personenzug- Bremse	Güterzug- Bremse
Auf Steigungen und 0 ‰		125	120	80
Gefälle				
bis 10		125	120	80
über 10 ... 13		120	115	80
über 13 ... 16		115	110	80
über 16 ... 19		110	105	80
über 19 ... 22		105	100	80
über 22 ... 25		100	95	75
über 25 ... 28		95	90	70
über 28 ... 31		90	85	65
über 31 ... 34		85	80	60
über 34 ... 37		80	75	55
über 37 ... 40		75	70	50
über 40 ... 43		70	65	45
über 43 ... 46		65	60	45
über 46 ... 50		60	55	40

(AB 76.1.a)

## 11 HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT DER GLEISGEOMETRIE / TRASSIERUNG

Gültig für

- Normalspurfahrzeuge ohne Querneigung

Massgebend für die Bestimmung der Höchstgeschwindigkeit der Zugreihe R in Abhängigkeit der geometrischen Gestaltung des Gleises und der Weichen sind die Vorgaben der AB-EBV zu Art. 17, AB 17 und die bahneigenen Reglemente und Vorschriften.

Die Geschwindigkeiten der Zugreihe A ergeben sich grundsätzlich aus folgender Beziehung:

$$v_A = v_R - 5 \quad v_A, v_R \text{ [km/h]}$$

Zusätzlich sind die Höchstgeschwindigkeiten der Zugreihe A begrenzt auf:

$$v_{Amax} = v_{(\ddot{u} = 122 \text{ mm})} - 5 \quad v_{Amax}, v_{(\ddot{u} = 122 \text{ mm})} \text{ [km/h], } R \text{ [m], } \ddot{u} \text{ [mm]}$$

oder:

$$v_{Amax} = 0,291 \left[ R (\ddot{u} + 122) \right]^{0,5} - 5 \quad v_{Amax} \text{ [km/h], } R \text{ [m], } \ddot{u} \text{ [mm]}$$

Die Höchstgeschwindigkeiten der Zugreihen für bogenschnelles Fahren werden entsprechend den Eigenschaften der einzelnen Fahrzeugtypen und den konzeptionellen Vorgaben für ihren Einsatz auf den betreffenden Strecken fallweise anhand der Fahrzeugzulassung und der Messungen des Laufverhaltens festgelegt.

Die Fahrzeuge dürfen die für ihre Zulassung geltenden Grenzwerte hinsichtlich der statischen, quasistatischen und dynamischen Kräfte Rad/Schiene bei der Geschwindigkeit  $v_{max} + 10 \%$  nicht überschreiten (siehe auch AB-EBV zu Art. 31, AB 31, Ziff. 2.1 sowie AB-EBV zu Art. 47, AB 47.1).

Die Höchstgeschwindigkeiten gelten für gut instand gehaltene Fahrzeuge und Gleisanlagen. Sofern der erforderliche Zustand einer der interaktiv zusammenwirkenden Komponenten (Fahrzeug bzw. Gleis) nicht eingehalten werden kann, sind die Höchstgeschwindigkeiten entsprechend einzuschränken.

(AB 76.1.b)

- 1 Für die Festlegung der Höchstgeschwindigkeit aufgrund der Sicherungsanlagen und Weichen siehe 2. Kapitel 7. Abschnitt der Eisenbahnverordnung vom 23. November 1983 (EBV)<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> SR 742.141.1

(AB 76.1.c)

- 1 Für die Festlegung der Höchstgeschwindigkeit aufgrund der Bauart der Fahrzeuge siehe 3. Kapitel EBV, Art. 77 EBV sowie AB-EBV zu Art. 76, AB 76.1.a gemäss Kapitel 7 dieser RTE-Regelung.

(AB 76.1.d)

- 1 Für die Festlegung der Höchstgeschwindigkeit aufgrund der Zusammensetzung des Zuges sind zu berücksichtigen:
  - die Einreihung der arbeitenden Triebfahrzeuge,
  - aussergewöhnliche Sendungen,
  - die Fahrzeuge mit der niedrigsten Fahrgeschwindigkeit,
  - Beladung und Zustand der Fahrzeuge sowie die
  - in den Betriebsvorschriften festgelegte Höchstgeschwindigkeit.

(AB 76.1.e)

- 1 Für die Festlegung der Höchstgeschwindigkeit aufgrund der Bremsen: Siehe 3. Kapitel EBV sowie Kapitel 8 dieser RTE-Regelung.

(AB 76.1.f)

- 1 Die Eisenbahnunternehmen regeln, wie die nach den technischen Bedingungen festgelegten Höchstgeschwindigkeiten bei Störungen und Unregelmässigkeiten oder bei örtlichen Besonderheiten anzupassen sind.

## 8 Regelungen der Bremsordnung

---

### 8.1 Vorbemerkung betreffend AB 77

---

In den AB-EBV zu Art. 77 waren die Bremsordnung und die Bremstabellen definiert. Die Vorschriften für Güterzüge gemäss AB 77.2 werden in der vorliegenden RTE um eine Vorschrift für Güterzüge G2022 mit vorangestellter Ziffer 2.9 erweitert. Die technischen Grundlagen und Herleitungen dieser Vorschrift sind in den unter Kapitel 2.5 referenzierten Dokumenten beschrieben. Zudem wird die Bremstabelle II mit aktuellen Werten erweitert. Die Bremstabellen I, IIA, III, IV und S2020 werden nicht aufgelistet, da diese nicht für das interoperable Normalspurnetz anwendbar sind.

Die AB-EBV zu Art. 77, AB 77.2, Ziff. 2 wurde um die hinter den Bremstabellen Normalspur stehenden zu erfüllenden Schutzziele erweitert. Diese Schutzziele behandeln zum einen das sichere Anhalten im Gefälle und zum anderen die thermische Integrität der Bremsen. Diese Schutzziele können als Grundlage für allfällige Weiterentwicklungen im Bereich der Bremstabellen verwendet werden.

Diese Vorschriften basieren auf den Bremsvorschriften im Regelbuch ISB IOP R 300.5 Kapitel 3 und Regelbuch EVU IOP R 300.5, Kapitel 3. Bei Änderungen dieser Bremsvorschriften in den Regelbüchern oder Abweichungen der EVU von eben diesen, müssen entsprechend dem Prozess und dem SMS auch auf die Bremstabellen hin Risikoanalysen und Risikobewertungen durchgeführt werden.

### 8.2 Regelung betreffend Bremsordnung

---

#### (AB 77.1)

- 1 Die Bremsproben sind gemäss den FDV bzw. dem Regelbuch ISB IOP und dem Regelbuch EVU IOP Branche durchzuführen.
- 4 Die Funktionstüchtigkeit der verschiedenen Bremsen jedes Triebfahrzeuges und der auf sie wirkenden Einrichtungen (z.B. Sicherheitssteuerung, allfällige Einrichtungen zur Bremskraftherhaltung) ist mindestens einmal täglich vor dessen Inbetriebnahme zu kontrollieren.

(AB 77.2)

- 1 Im Zug müssen die wirksamen Bremsen möglichst gleichmässig verteilt sein.
- 2 Es müssen von so vielen Fahrzeugen die automatischen Bremsen angeschlossen sein, dass mindestens das in den Bremstabellen der Ziff. 2.2 bis 2.4 und 2.9 vorgeschriebene Bremsverhältnis eingehalten ist. Zwischenwerte dürfen interpoliert werden.  
Die massgebende Tabelle wird gemäss Ziff. 3 bestimmt.
- 2.1 Die Infrastrukturbetreiberinnen können eine eigene Bremstabelle verwenden, wenn die Schutzziele<sup>3</sup> eingehalten sind.
- 2.1.1 Die Bremstabellen stellen sicher, dass ein Fahrzeug in der Neigung die zwei Schutzziele aus Ziff. 2.1.2 und 2.1.3 erfüllt und die Strecke sicher mit der vorgegebenen Geschwindigkeit befahren kann.
- 2.1.2 Das Fahrzeug kann aus der jeweiligen Maximalgeschwindigkeit sicher anhalten und die minimale Effektivverzögerung bei maximaler Bremskraft und einer Bremskraftstreuung von 16.58 %, ermittelt aus den Einzelstreuungen des Reibwerts (15 % Streuung), des Zylinderdrucks (5 % Streuung) und dem Wirkungsgrad des Bremsgestänges (5 % Streuung), von  $0.15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  aufbringt:
- 2.1.3 Die Bremsen des Fahrzeugs erwärmen sich nicht übermässig, sodass es nicht zu einer Verringerung der Bremsleistung und einer thermischen Überlastung und Schädigung von sicherheitsrelevanten Bauteilen (z.B. Scheiben, Rädern) kommt.
- 2.1.3.1 Für Fahrzeuge, die das interoperable Normalspurnetz befahren dürfen, wird die Temperatur nach zwei direktaufeinanderfolgenden Schnellbremsungen aus der Maximalgeschwindigkeit im Gefälle in einem Rad des kritischen Wagens mit 1.5-facher Bremsleistung im Vergleich zu den restlichen Wagen des Zugverbands bestimmt, wobei die thermische Belastbarkeit der Bremse nach UIC 541-3 bzw. EN 15328 (Scheibenbremsen) und UIC 541-4 bzw. EN 16452 (Klotzbremsen) definiert ist.
- 2.1.4 Die Bremsverhältnisse der Fahrzeuge, die das interoperablen Normalspurnetz befahren, werden nach UIC-544-1 bzw. IRS 50544-1 und EN 16834 bestimmt:

---

3) Die Schutzziele sind vom BAV vorgegeben und sind in den Grundlagendokumenten unter Kapitel 2.5 detailliert aufgelistet und beschrieben.



(AB 77.2)

## 2.2 BREMSTABELLE II

Gültig für: – Bremsverhältnisse ermittelt nach UIC 544-1  
 – Vorsignalentfernungen von 240 bis 590 m  
 – Massgebende Neigungen bis 50 ‰

Gefälle ‰	Erforderliche Mindest-Bremsverhältnisse $\lambda$ [%]																			
	Geschwindigkeit [km/h]																			
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105
0	6	7	9	12	16	20	24	30	36	42	49	57	65	74	82	150	150	150	150	150
2	7	8	10	13	17	21	26	31	37	43	51	59	67	75	84	150	150	150	150	150
4	8	10	12	15	19	22	27	33	38	45	52	60	69	77	86	150	150	150	150	150
6	10	11	13	16	20	24	28	34	40	47	54	62	70	79	89	150	150	150	150	150
8	11	13	15	17	21	25	30	36	41	48	56	64	72	80	91	150	150	150	150	150
10	12	14	16	19	22	26	31	37	43	50	58	66	74	83	93	150	150	150	150	150
12	14	15	17	20	24	28	33	39	45	52	60	68	77	86	96	150	150	150	150	150
14	16	17	19	22	26	30	35	41	47	54	62	70	79	88	99	150	150	150	150	150
16	17	18	20	23	27	32	36	43	48	56	64	72	80	91	101	150	150	150	150	150
18	19	20	22	25	29	33	38	44	51	58	66	74	83	93	104	150	150	150	150	150
20	20	22	24	27	31	35	40	46	53	60	68	77	86	96	107	150	150	150	150	150
22	22	24	26	29	33	37	42	48	55	62	71	79	89	99						
24	24	25	28	30	35	39	44	51	57	65	73	82	91	102						
26	26	27	30	32	36	41	46	53	59	67	76	84	94	105						
28	28	29	31	34	38	43	49	55	62	70	78	87	97							
30	30	31	33	36	41	45	50	57	64	72	81	90	100							
32	32	33	36	39	43	48	53	60	67	75	84	(93)	(103)							
34	34	35	38	41	45	50	56	62	69	77	86	(96)	(106)							
36	36	37	40	43	47	52	58	65	72	80	89	(99)	150							
38	38	39	42	46	49	55	61	67	75	83	(92)	(102)	150							
40	40	41	44	48	52	57	63	70	77	86	(95)	(105)	150							
42	42	43	46	50	54	59	66	72	80	89	(98)	(108)	150							
44	44	46	48	52	57	62	68	75	83	(92)	(101)	150	150							
46	46	48	50	54	59	64	71	78	85	(94)	(104)	150	150							
48	48	50	53	56	61	67	74	80	88	(97)	(107)	150	150							
50	50	52	55	59	64	70	76	83	91	(100)	(110)	150	150							

Über die Zulassung der den eingeklammerten Zahlenwerten zugeordneten Geschwindigkeiten wird von Fall zu Fall entschieden.

(AB 77.2)

## 2.3 BREMSTABELLE 90

Gültig für: – Bremsverhältnisse ermittelt nach UIC 544-1  
 – Reisezüge bis  $v_{\max} = 160$  km/h  
 – Massgebende Neigungen bis 50 ‰

Erforderliche Mindest-Bremsverhältnisse $\lambda$ [%]																																		
Gefälle [%]	Geschwindigkeit [km/h]																																	
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160			
0	6	8	10	12	14	17	20	23	26	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135			
1	6	8	10	12	15	18	21	24	27	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135			
2	7	9	11	13	16	19	22	25	28	32	37	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135			
3	7	9	11	14	17	20	23	26	29	33	38	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135			
4	8	10	12	15	18	21	24	27	30	34	39	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135			
5	9	11	13	16	19	22	25	28	31	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135			
6	9	11	14	17	20	23	26	29	32	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135	135			
7	10	12	15	18	21	24	27	30	33	37	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	135			
8	10	13	16	19	22	25	28	31	34	38	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135	135			
9	11	14	17	20	23	26	29	32	35	39	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	135			
10	12	15	18	21	24	27	30	33	36	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	135			
11	12	15	18	21	25	28	31	34	37	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	135	135			
12	13	16	19	22	26	29	32	35	39	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135	135	135			
13	14	17	20	23	27	30	33	37	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	135	135			
14	15	18	21	24	28	31	34	38	42	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135	135	135	135			
15	16	19	22	25	29	32	35	39	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135	135	135	135			
16	17	20	23	26	29	33	36	40	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	138	144				
17	18	21	24	27	30	34	37	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135	135	141	153				
18	19	22	25	28	31	35	38	43	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	139	144	162				
19	20	23	26	29	32	36	39	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	141	147	171				
20	21	24	27	30	33	37	41	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	142	150	180					
21	21	24	28	31	34	38	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	150							
22	22	25	29	32	35	39	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135	158							
23	23	26	29	33	36	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	164							
24	24	27	30	34	37	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135	145	172							
25	25	28	31	35	39	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135	150	180							
26	26	29	32	36	40	45	50	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	156								
27	27	30	33	37	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135	135	162								
28	28	31	34	38	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	135	143	168							
29	29	32	35	39	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	135	150	174							
30	30	33	36	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	150	165	180							
35	36	39	43	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	115	122	127	132	135	135	150	165	180								
40	42	46	50	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	135	150	165	180									
45	48	53	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	135	150	165	180											
50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	150	165	180													

Bremsverhältnisse > 135% basieren auf theoretischen Untersuchungen betreffend die Bremsenergie.

(AB 77.2)

## 2.4 BREMSTABELLE G2016

Gültig für: – Bremsverhältnisse ermittelt nach UIC 544-1  
 – Güterzüge bis  $v_{\max} = 120 \text{ km/h}$   
 – Massgebende Neigungen bis 40 ‰

Gefälle ‰	Erforderliche Mindest-Bremsverhältnisse $\lambda$ [%]																				
	Geschwindigkeit [km/h]																				
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
0	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(23)	(29)	(35)	(41)	(47)	(49)	52	55	58
1	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(22)	(25)	(31)	(37)	(42)	(48)	51	53	56	59
2	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(23)	(26)	(32)	(38)	(44)	(49)	52	55	57	60
3	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(22)	(25)	(28)	(34)	(40)	(45)	50	53	56	59
4	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(21)	(24)	(27)	(30)	(35)	(41)	(47)	52	54	57	60	63
5	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(22)	(25)	(28)	(31)	(37)	(43)	(48)	53	56	58	61	64
6	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(21)	(24)	(27)	(30)	(33)	(39)	(44)	(49)	54	57	60	62	65
7	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(23)	(26)	(29)	(32)	(35)	(40)	(46)	51	55	58	61	64	66
8	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(22)	(25)	(27)	(30)	(33)	(36)	(42)	(47)	52	57	59	62	65	68
9	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(21)	(24)	(26)	(29)	(32)	(35)	(38)	(43)	(49)	53	58	61	63	66	69
10	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(23)	(25)	(28)	(31)	(34)	(36)	(40)	(45)	50	55	59	62	65	67	70
11	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(22)	(24)	(27)	(29)	(32)	(35)	(38)	(41)	(47)	52	56	60	63	66	69	71
12	(20)	(20)	(20)	(20)	(21)	(23)	(26)	(28)	(31)	(34)	(37)	(40)	(43)	(48)	53	58	62	64	67	70	73
13	(20)	(20)	(20)	(21)	(23)	(25)	(27)	(30)	(33)	(35)	(38)	(41)	(45)	50	55	59	63	66	69	71	74
14	(20)	(20)	(21)	(23)	(24)	(27)	(29)	(32)	(34)	(37)	(40)	(43)	(46)	51	56	60	64	67	70	73	75
15	(21)	(22)	(23)	(25)	(26)	(28)	(31)	(33)	(36)	(39)	(42)	(45)	(48)	53	58	62	66	68	71	74	78
16	(23)	(24)	(25)	(26)	(28)	(30)	(32)	(35)	(37)	(40)	(43)	(46)	50	55	59	63	67	70	72	75	84
17	(25)	(26)	(26)	(28)	(29)	(32)	(34)	(36)	(39)	(42)	(45)	(48)	51	56	61	65	68	71	74	77	91
18	(27)	(27)	(28)	(30)	(31)	(33)	(36)	(38)	(41)	(44)	(47)	50	53	58	62	66	70	72	75	78	97
19	(29)	(29)	(30)	(31)	(33)	(35)	(37)	(40)	(42)	(45)	(48)	51	55	59	64	67	71	74	77	80	103
20	(31)	(31)	(32)	(33)	(34)	(36)	(39)	(41)	(44)	(47)	50	53	56	61	65	69	72	75	78	85	110
21	(32)	(32)	(33)	(35)	(36)	(38)	(40)	(43)	(46)	(48)	51	55	58	63	67	70	74	77	79	90	116
22	(36)	(36)	(36)	(37)	(38)	(40)	(42)	(44)	(47)	50	53	56	60	64	68	72	75	78	81	95	
23	(37)	(37)	(37)	(38)	(39)	(41)	(44)	(46)	(49)	52	55	58	61	66	70	73	77	79	82	100	
24	(39)	(39)	(39)	(40)	(41)	(43)	(45)	(48)	50	53	56	60	63	67	71	75	78	81	86	106	
25	(41)	(41)	(41)	(42)	(43)	(45)	(47)	(49)	52	55	58	61	65	69	73	76	79	82	90	111	
26	(42)	(42)	(42)	(43)	(44)	(46)	(48)	51	54	56	60	63	66	71	74	78	81	84	95	116	
27	(44)	(44)	(44)	(45)	(46)	(48)	50	53	55	58	61	65	68	72	76	79	82	85	99		
28	(46)	(46)	(46)	(47)	(48)	50	52	54	57	60	63	66	70	74	78	81	84	88	104		
29	(47)	(47)	(47)	(48)	(49)	51	53	56	58	61	65	68	71	75	79	82	85	92	109		
30	(49)	(49)	(49)	50	51	53	55	57	60	63	66	69	73	77	81	84	87	96	114		
31	51	51	51	52	53	54	57	59	62	65	68	71	75	79	82	86	89	100	118		
32	53	53	53	54	54	56	58	61	63	66	69	73	76	80	84	87	90	104			
33	54	54	54	55	56	58	60	62	65	68	71	74	78	82	86	89	94	108			
34	56	56	56	57	58	59	61	64	66	69	73	76	80	84	87	90	97	113			
35	59	59	59	59	59	61	63	65	68	71	74	78	81	85	89	92	101	117			
36	60	60	60	60	61	63	65	67	70	73	76	79	83	87	91	94	105				
37	62	62	62	62	63	64	66	69	71	74	78	81	85	89	92	96	109				
38	63	63	63	64	64	66	68	70	73	76	79	83	86	90	94	100	113				
39	65	65	65	66	66	67	70	72	75	78	81	84	88	92	96	103	117				
40	67	67	67	67	68	69	71	73	76	79	83	86	90	94	98	107					

Werte in Klammern massgebend für das erforderliche Teilbremsverhältnis nach den Betriebsvorschriften

(AB 77.2)

## 2.9

**VORSCHRIFT FÜR GÜTERZÜGE G2022**

- Gültig für:
- Bremsverhältnisse ermittelt nach UIC 544-1 sowie Bremsklötze nach UIC 541-4
  - Güterzüge bis  $v_{\max} = 120 \text{ km/h}$
  - Massgebende Neigungen bis 40 ‰
  - Bremsrechnung nach Betriebsvorschriften

Das Schutzziel «Sicheres Anhalten» aus AB 77.2 Ziffer 2.1.2 wird über die Tabelle sichergestellt

Gefälle ‰	Erforderliches Mindestbremsverhältnis λ / %																				
	Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																				
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
0	(14)	(15)	(15)	(15)	(16)	(16)	(16)	(16)	(16)	(16)	(16)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)
1	(15)	(16)	(16)	(16)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(18)	(18)	(18)	(18)	(18)	(18)	(18)	(18)	(18)	(18)	(18)
2	(16)	(16)	(17)	(17)	(17)	(18)	(18)	(18)	(18)	(19)	(19)	(19)	(19)	(19)	(19)	(19)	(19)	(19)	(19)	(19)	(19)
3	(17)	(17)	(18)	(18)	(18)	(19)	(19)	(19)	(19)	(21)	(21)	(21)	(21)	(21)	(21)	(21)	(21)	(21)	(21)	(21)	(21)
4	(18)	(18)	(19)	(19)	(19)	(21)	(21)	(21)	(21)	(22)	(22)	(22)	(22)	(22)	(22)	(22)	(22)	(22)	(22)	(22)	(22)
5	(19)	(19)	(21)	(21)	(21)	(22)	(22)	(22)	(23)	(23)	(23)	(23)	(23)	(23)	(23)	(23)	(23)	(23)	(23)	(23)	(23)
6	(21)	(21)	(22)	(22)	(22)	(23)	(23)	(23)	(24)	(24)	(24)	(24)	(25)	(25)	(25)	(25)	(25)	(25)	(25)	(25)	(25)
7	(22)	(22)	(23)	(23)	(23)	(24)	(24)	(24)	(25)	(25)	(25)	(25)	(26)	(26)	(26)	(26)	(26)	(26)	(26)	(26)	(26)
8	(22)	(23)	(24)	(24)	(24)	(25)	(25)	(25)	(26)	(26)	(26)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)
9	(23)	(24)	(25)	(25)	(25)	(26)	(26)	(26)	(27)	(27)	(27)	(28)	(28)	(28)	(28)	(28)	(28)	(28)	(28)	(28)	(28)
10	(24)	(25)	(25)	(26)	(26)	(27)	(27)	(28)	(28)	(28)	(30)	(30)	(30)	(30)	(30)	(30)	(30)	(30)	(30)	(30)	(30)
11	(25)	(26)	(26)	(27)	(27)	(28)	(28)	(30)	(30)	(30)	(31)	(31)	(31)	(31)	(31)	(31)	(31)	(31)	(31)	(31)	(31)
12	(26)	(27)	(27)	(28)	(28)	(30)	(30)	(31)	(31)	(31)	(32)	(32)	(33)	(33)	(33)	(33)	(33)	(33)	(33)	(33)	(33)
13	(27)	(28)	(28)	(30)	(30)	(31)	(31)	(32)	(32)	(32)	(33)	(33)	(34)	(34)	(34)	(34)	(34)	(34)	(34)	(34)	(34)
14	(28)	(30)	(30)	(31)	(31)	(32)	(32)	(33)	(33)	(34)	(34)	(34)	(35)	(35)	(35)	(35)	(35)	(35)	(35)	(35)	(35)
15	(30)	(31)	(31)	(32)	(32)	(33)	(33)	(34)	(34)	(35)	(35)	(36)	(36)	(36)	(36)	(36)	(36)	(36)	(36)	(36)	(36)
16	(31)	(31)	(32)	(33)	(33)	(34)	(34)	(35)	(35)	(36)	(36)	(37)	(37)	(37)	(37)	(37)	(37)	(37)	(37)	(37)	(37)
17	(32)	(32)	(33)	(34)	(34)	(35)	(35)	(36)	(36)	(37)	(37)	(39)	(39)	(39)	(39)	(39)	(39)	(39)	(39)	(39)	(39)
18	(33)	(33)	(34)	(35)	(35)	(36)	(36)	(37)	(37)	(39)	(39)	(40)	(40)	(40)	(40)	(40)	(40)	(40)	(40)	(40)	(40)
19	(34)	(34)	(35)	(36)	(36)	(37)	(37)	(39)	(39)	(40)	(41)	(41)	(42)	(42)	(42)	(42)	(42)	(42)	(42)	(42)	(42)
20	(34)	(35)	(36)	(37)	(37)	(39)	(39)	(40)	(40)	(41)	(42)	(42)	(43)	(43)	(43)	(43)	(43)	(43)	(43)	(43)	(43)
21	(35)	(36)	(37)	(39)	(39)	(40)	(40)	(41)	(42)	(42)	(43)	(43)	(44)	(44)	(44)	(44)	(44)	(44)	(44)	(44)	(44)
22	(36)	(37)	(39)	(39)	(40)	(41)	(41)	(42)	(43)	(43)	(44)	(44)	(45)	(45)	(45)	(45)	(45)	(45)	(45)	(45)	(45)
23	(37)	(39)	(40)	(40)	(41)	(42)	(42)	(43)	(44)	(44)	(45)	(46)	(46)	(46)	(46)	(46)	(46)	(46)	(46)	(46)	(46)
24	(39)	(40)	(41)	(41)	(42)	(43)	(44)	(44)	(45)	(45)	(46)	(48)	(48)	(48)	(48)	(48)	(48)	(48)	(48)	(48)	(48)
25	(40)	(41)	(42)	(42)	(43)	(44)	(45)	(45)	(46)	(46)	(48)	(49)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
26	(41)	(42)	(43)	(43)	(44)	(45)	(46)	(46)	(48)	(49)	(49)	50	51	51	51	51	51	51	51	51	51
27	(42)	(43)	(44)	(44)	(45)	(46)	(48)	(48)	(49)	50	50	51	52	52	52	52	52	52	52	52	52
28	(43)	(44)	(45)	(45)	(46)	(48)	(49)	(49)	50	51	51	52	53	53	53	53	53	53	53	53	53
29	(44)	(45)	(45)	(46)	(48)	(49)	50	50	51	52	53	53	57	57	57	57	57	57	57	57	57
30	(45)	(45)	(46)	(48)	(49)	50	51	51	52	53	57	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
31	(45)	(46)	(48)	(49)	50	51	52	52	53	57	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
32	(46)	(48)	(49)	50	51	52	53	53	71	71	71	71	74	74	74	74	74	74	74	74	74
33	(48)	(49)	50	51	52	53	57	71	71	71	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
34	(49)	50	51	52	53	57	71	71	71	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
35	50	51	52	53	57	71	71	71	74	74	74	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79
36	51	52	53	57	71	71	71	74	74	74	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79
37	52	53	57	71	71	71	74	74	74	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79
38	53	57	71	71	71	74	74	74	79	79	79	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
39	57	71	71	71	74	74	79	79	79	79	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
40	71	71	71	74	74	74	79	79	79	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84

Werte in Klammern massgebend für das erforderliche Teilbremsverhältnis nach Betriebsvorschriften

(AB 77.2)

(2.9) Die Sicherstellung einer unkritischen thermischen Belastung der Bremsen wird über folgenden Algorithmus streckenspezifisch ermittelt. Dafür müssen die Tabellen aus Anhang A1 verwendet werden, welcher die Werte  $T_{\text{Max}}$ ,  $s_{2\text{SB}}$  und  $P_{\text{brems}}$  pro Bremsreihe, Neigung und Geschwindigkeit auflistet, Zwischenwerte dürfen interpoliert werden:

1. Für die reale Neigung der Strecke, wobei eine Strecke als ein typischerweise gefahrener längerer Abschnitt (z.B. RADN-Definition einer Strecke) definiert ist, werden für ein Geschwindigkeitsprofil mittels der Tabellen in Anhang A1 die Werte  $s_{2\text{SB}}$  ausgelesen.
2. An jeder Stelle wird nun das Gradientenprofil über die jeweilige Distanz  $s_{2\text{SB}}$  gemittelt und für diesen neuen gemittelten Gradienten werden wiederum die Werte  $s_{2\text{SB}}$  ausgelesen.
3. Punkt 2 wird wiederholt, bis der Betrag der Differenz zwischen dem Gradienten nach Iteration n und dem Gradienten nach Iteration n-1 kleiner als 1 ‰ beträgt. Diese Bedingung muss an jeder Stelle über die gesamte Strecke erfüllt sein.
4. Sollte nach 30 Iterationen das Kriterium aus Punkt 3 nicht erfüllt sein, so muss die Geschwindigkeit reduziert werden und bei Punkt 1 neu gestartet werden.
5. Sollte das Kriterium aus Punkt 3 erfüllt sein, so wird die theoretische Raderwärmung mittels den Tabellen  $P_{\text{Brem}}$  aus Anhang A1 für eine Geschwindigkeit über folgende Differentialgleichung ermittelt:

$$\dot{T}(t) = \frac{1}{C} \cdot (P_{\text{brems}} - (p_0 + p_1 \cdot v) \cdot T(t))$$

Dabei gilt:

- $C = 42575 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$  als Wärmekapazität eines Eisenbahnrades, welches bis auf die Hälfte des zulässigen Durchmessers eines mittleren, abgefahrenen Eisenbahnrad abgefahren ist
- $p_0 = 10 \text{ J} \cdot (\text{K} \cdot \text{s})^{-1}$  und  $p_1 = 2.31 \text{ J} \cdot (\text{K} \cdot \text{m})^{-1}$  als Modellkonstanten
- $T$  ist die Temperatur in Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), wobei der Startwert  $T(t=0) = 25^{\circ}\text{C}$  beträgt
- $P_{\text{Brem}}$  die Leistung, welche in ein Rad des kritischen Wagens eingebracht wird in  $\text{J} \cdot \text{s}^{-1}$ , tabelliert in Anhang A1 und berechnet mit dem realen Streckengradienten

Sägezahnbremsung:

- Im Fall einer Berechnung eines starken Gefälles entsprechend Regelbuch ISB IOP R 300.5 Kapitel 3.6 muss die Formel um den Faktor  $1/f_{\text{sz}}$  ergänzt werden
  - Die Zahlenwerte des Faktors sind im Anhang A1 aufgelistet
6. Die Lösung der Gleichung aus Punkt 5 ergibt den Wert  $T_{\text{Dauer}}$  für jeden Punkt der Strecke.

(AB 77.2)

- (2.9)
7. Für den gemittelten Gradienten aus Punkt 3 werden aus Anhang A1 die Werte für  $T_{Max}$  ausgelesen.
  8. Ist  $T_{Dauer}$  aus Punkt 6 für die ganze Strecke kleiner als  $T_{Max}$  aus Punkt 7 so ist die Strecke mit dieser Geschwindigkeit sicher zu befahren, sonst muss die Geschwindigkeit reduziert werden und bei Punkt 1 neu begonnen werden
- 3 Die Auswahl der anzuwendenden Bremstabelle richtet sich nach den streckenseitigen Gegebenheiten und den betrieblichen Anforderungen. Massgebend für die sichere Einhaltung der zur Verfügung stehenden Anhaltewege (Vorsignalentfernung, Steuer- und Kontrolleinrichtung automatischer Anlagen zur Sicherung von Bahnübergängen, Bremskurven in der Führerstandssignalisierung) sind immer die eigens dafür zu ermittelnden Bremsverhältnisse, welche nicht kleiner sein dürfen als die erforderlichen Mindest-Bremsverhältnisse der angewandten Bremstabelle.
- 4 Erreichen die Bremsverhältnisse der Züge mindestens die in den Bremstabellen der Ziff. 2.1 bis 2.9 verlangten Werte kann angenommen werden, dass das Bremsvermögen ausreichend ist, um die Fahrt bis zum Stillstand bremsen zu können.
- 4.1 Antriebsbremsen und nichtautomatische Bremsen (= direkt und nicht selbsttätig wirkende Bremsen) fallen für die Berechnung des Bremsverhältnisses ausser Betracht.
- 4.4 Übersteigt das vorhandene Bremsverhältnis den vorgeschriebenen Wert, so darf die Geschwindigkeit, soweit es die Zusammensetzung des Zugs erlaubt, erhöht werden. Ergibt die Summe der anzurechnenden Bremsgewichte weniger als das vorgeschriebene Bremsverhältnis, so ist die zulässige Höchstgeschwindigkeit herabzusetzen, oder es sind Wagen ohne Bremse wegzustellen bzw. Bremswagen anzuhängen.
- 4.5 Bei entsprechenden Anlagen (Signaldistanzen usw.) können entsprechend dem Prozess und SMS kleinere Bremsverhältnisse zugelassen werden.
- 5 Die Bestimmung der für die Bremsrechnung nötigen Werte ist wie folgt durchzuführen:
- 5.1 Bremsgewicht des einzelnen Fahrzeuges gemäss TSI LOC&PAS für interoperable Fahrzeuge und gemäss AB-EBV zu Art. 52, AB 52.2 für nicht interoperable Fahrzeuge.
- 5.2 
$$\text{Bremsverhältnis des Zuges} = \frac{\sum \text{Bremsgewichte der Fahrzeuge}}{\text{Zuggewicht}}$$
- 5.2.1 Die Triebfahrzeuge sind in der Regel in die Bremsrechnung einzubeziehen.
- 5.2.2 Zuggewicht = Summe aller Fahrzeuggewichte des Zuges + Summe aller Ladungen im Zug.
- 5.2.3 Das Bremsverhältnis wird in der Regel in % angegeben.
- 5.2.4 Bei der Bremsrechnung sind Bruchteile von Tonnen (t) und Bremsprozenten (%) von 0,5 und grösser aufzurunden, solche von weniger als 0,5 abzurunden.

(AB 77.2)

- 6        Sofern für das Befahren langer und starker Gefälle die Antriebsbremse des Triebfahrzeuges nicht betriebsfähig ist oder nicht angewendet wird, muss grundsätzlich das Bremsgewicht der Anhängelast allein für den ganzen Zug (einschliesslich Triebfahrzeug) mindestens der massgebenden Neigung und der niedrigsten Geschwindigkeit der anzuwendenden Bremstabelle (20 km/h bzw. 10 km/h) entsprechen.
- 6.1      Bei Triebfahrzeugen, deren automatische Bremse gemäss TSI LOC&PAS für interoperable Fahrzeuge und gemäss AB-EBV zu Art. 52, AB 52.1, Ziff. 1 für nicht interoperable Fahrzeuge ausgelegt ist, darf jedoch für die Berechnung des Bremsverhältnisses berücksichtigt werden:
- 6.1.1    die Hälfte des Bremsgewichtes der automatischen Bremse sowie
- 6.1.3    Die Distanz, welche unter diesen Bedingungen auf starken Gefällen ohne gefährliche Erwärmung der Bremsen zurückgelegt werden darf, ist für jeden einzelnen Fall durch Versuche zu bestimmen, wobei eine allfällig vorausgehende Erwärmung zu berücksichtigen ist.
- 7        Bei der Fahrt in Steigungen muss im Hinblick auf eine allfällige Rückwärtsfahrt das grössere der beiden Bremsverhältnisse erreicht sein, die sich aus den Bremstabellen ergeben
- 7.1      für die massgebende Neigung und die niedrigste Geschwindigkeit der anzuwendenden Bremstabelle (20 km/h bzw. 10 km/h),
- 7.2      für 0 ‰ Neigung und die für den Zug zulässige Höchstgeschwindigkeit.
- 7.3      Für die Vorschrift aus Ziff. 2.9 gilt ausschliesslich die gezeigte Bremstabelle ohne die Rechenvorschrift, da für diese Bedingung die thermischen Kriterien nicht zu erfüllen sind.
- 8        Die massgebende Neigung ist die Neigung der geraden Verbindungslinie der um folgende Abstände voneinander entfernten Punkte der Strecke mit dem grössten Höhenunterschied:
- 8.1      1000 m bei Anwendung der Bremstabellen I, 90 und G2016 sowie der Vorschrift G2022
- 8.2      500 m bei Anwendung der Bremstabelle II
- 8.4      Diese Distanzen sind anzupassen, wobei die massgebende Neigung gleich gross wie die effektive Neigung des betreffenden Streckenabschnittes werden kann:
- 8.4.1    bei Strecken mit Gefahrenpunkten (z.B. Bahnübergänge, enge Kurven, Stationseinfahrten), die im oder unmittelbar nach einem Gefälle liegen, oder
- 8.4.2    wenn vorwiegend kurze Züge verkehren.
- 8.5      Die massgebenden Neigungen zwischen den Stationen sind im grafischen Fahrplan und in anderen Fahrplanbehelfen anzugeben.
- 9        Bei besonderen Verhältnissen, wie langen Gefällestrecken, häufig feuchten oder dem Laubfall ausgesetzten Schienen usw., sind besondere Anordnungen zu treffen (Geschwindigkeitsverminderung, Verbesserung der Bremswirkung usw.).

## Anhang A1 (Allgemein)

### A1 Zahlenwerte für Streckenalgorithmus

---

In diesem Anhang sind die Werte hinterlegt, welche für den Streckenalgorithmus verwendet werden. Nacheinander werden die Werte für  $P_{b_{\text{Brems}}}$ ,  $s_{2SB}$  und  $T_{\text{Max}}$  aufgelistet. Pro Bremsreihe ergibt sich eine Tabelle.

Die Tabellen sind als Look-Up-Tabellen zu verwenden und beschreiben jeweils einen Punkt auf der Strecke. Sollte der Streckengradient an einem Punkt zwischen zwei Tabellenwerten stehen, so darf entsprechend interpoliert werden.

Für Felder der Tabellen, welche keinen Wert enthalten, dürfen Züge dieser Kombination aus Zug- und Bremsreihe, Gradient und Geschwindigkeit nicht verkehren.



## A1.1 Zugreihe A

### Pb<sub>Brems</sub>

Pb <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
50 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	39913																		
	-45	35196	40704	46095	51320	56406														
	-40	30480	35201	39806	44244	48545	52540	56357	60180	63843										
	-35	25763	29699	33517	37169	40683	43893	46923	49960	52837	56061	59494	63190	67553	71766	75991				
	-30	21046	24196	27228	30094	32822	35245	37490	39741	41831	44269	46916	49826	53402	56830	60269	63509	66729	69924	73090
	-25	16329	18693	20939	23019	24961	26598	28056	29521	30826	32477	34338	36461	39252	41893	44546	47000	49434	51843	54222
	-20	11612	13190	14650	15944	17099	17950	18623	19301	19820	20685	21760	23097	25102	26957	28824	30491	32139	33763	35355
	-15	6896	7687	8361	8869	9238	9303	9189	9082	8814	8893	9182	9733	10951	12021	13101	13982	14844	15682	16488
	-10	2179	2184	2072	1793	1377	655	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pb <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
60 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / %	-50	40891	47340	53668	59826	65842	71546	77067	82595											
	-45	36059	41702	47225	52577	57788	62687	67403	72125	76683	81597	86725	92122	98202						
	-40	31227	36064	40782	45329	49734	53828	57738	61655	65408	69516	73838	78430	83705	88828	93962	98892	103802	108686	113540
	-35	26394	30426	34339	38080	41680	44968	48073	51185	54132	57435	60952	64738	69208	73525	77854	81978	86083	90162	94210
	-30	21562	24789	27896	30832	33626	36109	38408	40715	42857	45354	48066	51047	54711	58223	61746	65065	68364	71638	74881
	-25	16729	19151	21452	23583	25572	27250	28744	30244	31581	33273	35179	37355	40214	42920	45638	48152	50646	53114	55551
	-20	11897	13513	15009	16335	17518	18390	19079	19774	20305	21192	22293	23663	25717	27618	29530	31238	32927	34590	36222
	-15	7065	7875	8566	9086	9465	9531	9414	9304	9030	9111	9407	9972	11220	12315	13422	14325	15208	16066	16892
	-10	2232	2238	2123	1837	1411	671	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Pb <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
65 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / %	-50	38270	44200	49985	55564	60974	65997	70803	75636	80278										
	-45	33550	38693	43692	48484	53107	57344	61362	65409	69265	73602	78242	83255	89179	94935	100738				
	-40	28830	33186	37398	41403	45241	48691	51922	55182	58251	61802	65655	69882	75019	79988	85004	89788	94582	99378	104172
	-35	24110	27679	31105	34323	37374	40037	42482	44955	47238	50002	53068	56508	60859	65041	69270	73268	77275	81285	85292
	-30	19390	22173	24812	27243	29507	31384	33042	34729	36224	38202	40481	43135	46698	50095	53537	56748	59968	63191	66411
	-25	14670	16666	18518	20163	21640	22730	23602	24502	25211	26402	27895	29761	32538	35148	37803	40228	42661	45097	47531
	-20	9950	11159	12225	13083	13773	14077	14162	14275	14197	14602	15308	16387	18378	20201	22070	23707	25354	27004	28651
	-15	5230	5652	5931	6003	5907	5423	4722	4048	3184	2801	2721	3014	4218	5254	6336	7187	8047	8910	9770
	-10	510	145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

P <sub>b</sub> <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
70 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / %	-50	38693	44688	50538	56178	61649	66728	71586	76473	81166	86347	91834	97698	104483						
	-45	33921	39121	44175	49020	53695	57978	62041	66133	70031	74417	79108	84176	90166	95985	101852	107485	113126	118771	124414
	-40	29149	33553	37812	41861	45741	49229	52497	55793	58896	62486	66381	70655	75849	80873	85944	90782	95628	100478	105324
	-35	24377	27985	31449	34703	37787	40480	42952	45453	47760	50555	53655	57133	61532	65761	70037	74079	78130	82184	86235
	-30	19604	22418	25086	27545	29833	31731	33408	35113	36625	38625	40929	43612	47215	50649	54129	57376	60631	63890	67146
	-25	14832	16850	18723	20386	21880	22982	23863	24773	25490	26694	28203	30090	32898	35536	38221	40673	43133	45596	48057
	-20	10060	11282	12360	13228	13926	14232	14318	14433	14354	14763	15477	16569	18581	20424	22314	23970	25634	27302	28968
	-15	5287	5715	5997	6069	5972	5483	4774	4093	3219	2832	2751	3047	4264	5312	6406	7267	8136	9009	9879
	-10	515	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

P <sub>b</sub> <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
75 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / %	-50	37247	42998	48604	53999	59223	64054	68663	73301	77745	82678	87919	93538	100084	106459	112880	119067	125263	131462	
	-45	32627	37608	42444	47069	51523	55584	59423	63291	66965	71129	75599	80449	86224	91829	97481	102898	108324	113753	119179
	-40	28007	32218	36284	40139	43823	47114	50184	53282	56185	59579	63279	67359	72365	77200	82082	86729	91384	96044	100700
	-35	23387	26829	30124	33209	36124	38645	40944	43272	45406	48030	50960	54270	58505	62570	66682	70559	74445	78334	82221
	-30	18767	21439	23965	26280	28424	30175	31704	33262	34626	36480	38640	41180	44646	47941	51283	54390	57506	60625	63741
	-25	14147	16049	17805	19350	20724	21705	22465	23253	23847	24930	26321	28091	30786	33311	35883	38220	40566	42915	45262
	-20	9528	10659	11645	12420	13024	13236	13225	13243	13067	13381	14001	15001	16927	18682	20484	22051	23627	25206	26783
	-15	4908	5269	5485	5490	5325	4766	3985	3233	2287	1831	1682	1912	3067	4052	5084	5881	6687	7497	8303
	-10	288	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

P <sub>b</sub> <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
80 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / %	-50	34504	39799	44947	49885	54652	59026	63178	67359	71346	75822	80606	85768	91857	97775	103739	109469	115208	120950	126689
	-45	30178	34752	39179	43396	47442	51095	54526	57986	61252	65007	69069	73511	78878	84075	89319	94328	99346	104367	109385
	-40	25852	29704	33411	36907	40232	43164	45874	48613	51157	54192	57533	61254	65900	70376	74899	79186	83483	87783	92080
	-35	21526	24657	27643	30418	33022	35233	37222	39239	41063	43377	45997	48997	52922	56677	60478	64045	67621	71200	74776
	-30	17200	19610	21875	23928	25812	27301	28569	29866	30969	32561	34460	36739	39943	42977	46058	48904	51758	54616	57471
	-25	12874	14563	16107	17439	18601	19370	19917	20493	20875	21746	22924	24482	26965	29278	31637	33762	35896	38033	40167
	-20	8548	9516	10338	10950	11391	11439	11265	11120	10780	10931	11388	12225	13987	15578	17217	18621	20033	21449	22863
	-15	4221	4469	4570	4461	4181	3508	2613	1746	686	115	0	0	1008	1879	2797	3479	4171	4866	5558
	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Pb <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
85 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	31750	36586	41275	45754	50062	53977	57670	61392	64920	68937	73261	77965	83595	89053	94559	99830	105110	110393	115673
	-45	27718	31881	35899	39705	43341	46584	49605	52655	55511	58856	62508	66540	71497	76284	81118	85716	90324	94935	99543
	-40	23685	27177	30522	33657	36621	39192	41541	43918	46102	48775	51755	55115	59400	63515	67676	71603	75539	79478	83414
	-35	19653	22472	25146	27608	29900	31799	33476	35181	36693	38694	41002	43690	47303	50746	54235	57490	60753	64020	67284
	-30	15621	17768	19769	21560	23180	24406	25411	26444	27284	28613	30249	32265	35206	37976	40794	43376	45968	48563	51155
	-25	11588	13063	14393	15511	16459	17013	17346	17708	17875	18532	19496	20840	23109	25207	27352	29263	31182	33105	35025
	-20	7556	8359	9016	9462	9738	9621	9281	8971	8466	8451	8743	9415	11012	12438	13911	15150	16397	17648	18896
	-15	3523	3654	3640	3414	3018	2228	1217	234	0	0	0	0	0	0	470	1036	1612	2190	2766
	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Pb <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
95 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	27597	31740	35738	39524	43140	46363	49364	52393	55229	58554	62186	66198	71135	75902	80715	85294	89881	94472	99060
	-45	24005	27550	30949	34137	37154	39778	42180	44611	46848	49575	52608	56021	60360	64527	68742	72722	76711	80703	84693
	-40	20413	23359	26159	28749	31167	33193	34997	36829	38467	40595	43030	45844	49584	53153	56770	60151	63541	66935	70326
	-35	16821	19169	21370	23361	25181	26608	27813	29047	30086	31616	33452	35668	38809	41779	44797	47580	50371	53166	55959
	-30	13230	14978	16581	17973	19195	20023	20629	21264	21705	22636	23874	25491	28033	30405	32824	35008	37202	39398	41591
	-25	9638	10788	11792	12586	13208	13438	13446	13482	13324	13657	14295	15314	17258	19031	20852	22437	24032	25629	27224
	-20	6046	6598	7003	7198	7222	6853	6262	5700	4944	4677	4717	5137	6483	7657	8879	9866	10862	11861	12857
	-15	2454	2407	2214	1810	1236	268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Pb <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
105 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	13728	15425	16937	18178	19204	19714	19944	20238	20293	21045	22246	23998	27048	29901	32857	35534	38266	41047	43871
	-45	11323	12619	13730	14570	15195	15305	15134	15027	14681	15033	15833	17184	19833	22285	24840	27116	29447	31827	34251
	-40	8918	9813	10524	10963	11187	10895	10324	9816	9069	9020	9420	10370	12617	14669	16823	18698	20629	22608	24631
	-35	6513	7007	7317	7355	7179	6486	5514	4605	3458	3007	3006	3555	5402	7053	8807	10281	11810	13389	15010
	-30	4108	4202	4110	3747	3170	2077	704	0	0	0	0	0	0	0	790	1863	2992	4169	5390
	-25	1703	1396	903	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Abbildung A1- 1: Zugreihe A - Pb<sub>Brems</sub>

**S<sub>2SB</sub>**

s <sub>2SB</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
50 %λ		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55																			
	-50	2924																		
	-45	1506	1991	2599	3331	4247														
	-40	1032	1338	1702	2125	2605	3173	3817	4589	5481										
	-35	789	1018	1285	1588	1932	2319	2753	3235	3789	4400	5034	5685	6353	7039	7768				
	-30	647	832	1044	1285	1559	1863	2194	2563	2983	3431	3926	4407	4907	5451	6013	6575	7185	7823	8416
	-25	552	712	895	1099	1326	1580	1862	2169	2510	2878	3259	3676	4114	4554	5015	5505	6013	6552	7045
	-20	487	631	794	976	1179	1403	1648	1918	2216	2529	2870	3236	3613	4010	4411	4837	5281	5759	6240
	-15	443	576	726	895	1082	1289	1513	1760	2029	2314	2625	2958	3307	3673	4057	4452	4862	5305	5757
	-10	414	541	684	845	1023	1221	1435	1669	1925	2198	2492	2806	3137	3488	3858	4252	4653	5080	5516
	-5	399	524	666	824	1000	1196	1408	1640	1894	2165	2454	2768	3096	3451	3817	4209	4625	5056	5512
	0	398	526	672	836	1018	1220	1440	1680	1943	2224	2526	2857	3199	3571	3966	4379	4818	5286	5792

s <sub>2SB</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
60 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55	1719	2290	3013	3934															
	-50	1159	1496	1905	2380	2937	3623	4417	5383											
	-45	878	1126	1410	1740	2118	2554	3038	3588	4272	4935	5623	6370	7077						
	-40	711	907	1133	1388	1679	2008	2365	2753	3222	3729	4236	4783	5284	5883	6461	7055	7661	8356	9012
	-35	601	767	956	1167	1406	1676	1967	2283	2651	3046	3464	3889	4295	4774	5271	5763	6268	6831	7358
	-30	523	670	836	1021	1227	1458	1707	1979	2289	2620	2960	3341	3700	4108	4520	4952	5406	5891	6329
	-25	467	600	750	918	1103	1309	1532	1774	2048	2333	2641	2972	3295	3678	4052	4438	4831	5255	5685
	-20	426	550	689	845	1018	1209	1414	1637	1887	2150	2429	2738	3040	3390	3754	4112	4475	4869	5255
	-15	398	516	649	797	961	1143	1339	1551	1787	2040	2303	2595	2886	3211	3557	3916	4273	4650	5031
	-10	379	495	625	771	931	1110	1302	1509	1741	1987	2245	2530	2818	3142	3478	3831	4195	4574	4967
	-5	372	488	619	766	929	1109	1303	1514	1749	1998	2261	2553	2846	3174	3520	3883	4259	4652	5081
0	378	498	636	790	961	1151	1356	1580	1827	2092	2372	2684	2998	3350	3722	4118	4527	4964	5433	

s <sub>2SB</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
65 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55	1071	1464	1962	2602	3427	4503													
	-50	765	1021	1335	1711	2148	2683	3313	4064	4981										
	-45	602	796	1027	1293	1606	1964	2374	2848	3388	3997	4672	5360	6074	6802	7561				
	-40	500	659	844	1056	1301	1580	1891	2241	2634	3077	3545	4038	4565	5099	5668	6238	6831	7459	8149
	-35	433	567	724	906	1105	1339	1594	1879	2193	2542	2917	3314	3728	4170	4619	5089	5576	6085	6554
	-30	385	505	643	799	978	1177	1398	1641	1910	2200	2524	2860	3202	3581	3965	4373	4787	5219	5666
	-25	350	459	585	727	886	1064	1260	1480	1718	1977	2257	2551	2868	3196	3539	3899	4273	4666	5060
	-20	324	426	543	675	823	987	1166	1366	1585	1822	2078	2348	2636	2930	3252	3576	3925	4278	4656
	-15	306	403	514	639	780	934	1106	1292	1498	1718	1959	2215	2484	2767	3064	3375	3697	4038	4403
	-10	294	389	496	618	754	904	1069	1249	1447	1657	1891	2136	2397	2673	2959	3262	3576	3912	4252
	-5	289	382	489	609	744	894	1057	1236	1431	1639	1868	2113	2372	2645	2933	3236	3556	3890	4235
0	290	385	494	616	753	906	1072	1255	1453	1667	1898	2147	2413	2693	2991	3303	3634	3982	4346	

s <sub>258</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
70 ‰ <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55	810	1085	1422	1829	2314	2915	3629	4521	5649										
	-50	632	835	1076	1360	1694	2078	2525	3043	3650	4345	5089	5845	6646						
	-45	521	685	878	1101	1354	1647	1976	2345	2774	3238	3762	4293	4852	5415	6006	6636	7283	7941	8672
	-40	448	586	747	934	1142	1381	1647	1944	2273	2644	3033	3454	3889	4347	4809	5307	5811	6333	6883
	-35	396	517	658	820	1002	1205	1431	1682	1960	2263	2592	2945	3303	3685	4087	4496	4927	5376	5828
	-30	358	468	595	738	900	1082	1281	1502	1746	2010	2297	2600	2914	3250	3602	3964	4341	4734	5148
	-25	329	431	548	681	829	994	1175	1376	1596	1835	2091	2364	2656	2960	3272	3603	3951	4314	4673
	-20	308	404	515	639	778	932	1101	1287	1493	1713	1953	2204	2471	2747	3048	3355	3674	4010	4368
	-15	294	386	492	611	744	891	1053	1230	1425	1632	1861	2103	2355	2625	2903	3201	3506	3831	4172
	-10	284	375	478	595	725	869	1027	1199	1389	1589	1811	2047	2296	2559	2834	3123	3424	3746	4075
	-5	281	371	474	591	721	865	1023	1195	1383	1585	1804	2039	2290	2552	2830	3122	3430	3753	4088
0	283	375	481	601	734	882	1043	1221	1413	1621	1845	2086	2345	2616	2906	3209	3530	3869	4223	

s <sub>258</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
75 ‰ <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55	655	864	1114	1416	1762	2170	2641	3208	3876	4636	5453	6272	7112						
	-50	538	706	904	1133	1398	1699	2040	2435	2886	3391	3934	4496	5072	5670	6310	6977	7649	8386	
	-45	460	601	766	956	1171	1416	1688	1996	2338	2725	3135	3567	4022	4484	4975	5479	5986	6530	7119
	-40	405	527	670	834	1016	1226	1456	1713	1996	2310	2649	2999	3369	3767	4171	4591	5026	5475	5942
	-35	364	475	602	746	910	1093	1295	1517	1765	2030	2326	2633	2956	3285	3640	4010	4382	4784	5189
	-30	333	435	552	684	830	996	1178	1380	1600	1840	2099	2373	2655	2961	3278	3610	3954	4310	4676
	-25	310	405	514	637	774	927	1094	1280	1482	1702	1939	2189	2457	2734	3024	3322	3646	3981	4320
	-20	292	383	486	603	733	877	1036	1209	1401	1604	1829	2063	2314	2572	2852	3135	3432	3744	4082
	-15	280	368	468	580	706	845	997	1164	1347	1541	1757	1984	2222	2475	2738	3016	3303	3610	3922
	-10	272	358	457	567	691	828	978	1141	1320	1510	1719	1943	2177	2426	2686	2961	3248	3549	3862
-5	269	356	454	565	689	826	976	1141	1319	1511	1719	1942	2179	2428	2693	2970	3262	3570	3888	
0	272	360	461	575	702	843	997	1166	1349	1547	1761	1990	2236	2493	2769	3056	3362	3684	4021	

s <sub>258</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
80 ‰		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55	555	729	933	1168	1442	1757	2118	2537	3020	3563	4144	4732	5344	5973	6654	7343	8091		
	-50	472	617	786	981	1202	1453	1736	2053	2411	2814	3247	3692	4159	4640	5144	5662	6201	6766	7400
	-45	414	539	683	850	1037	1248	1486	1749	2041	2367	2711	3074	3454	3861	4269	4694	5136	5575	6075
	-40	371	482	611	757	922	1107	1311	1539	1789	2063	2362	2676	2996	3333	3698	4063	4447	4850	5256
	-35	337	439	556	688	836	1003	1185	1387	1609	1850	2114	2389	2681	2977	3296	3625	3967	4319	4696
	-30	312	406	515	637	773	925	1093	1277	1479	1698	1935	2184	2442	2727	3012	3313	3630	3958	4287
	-25	292	381	483	598	726	868	1024	1195	1384	1586	1806	2038	2284	2536	2810	3087	3378	3689	4009
	-20	277	363	460	570	692	827	975	1137	1316	1506	1716	1936	2167	2410	2663	2934	3210	3501	3813
	-15	266	349	444	550	669	800	943	1100	1271	1453	1656	1869	2092	2329	2577	2836	3107	3395	3685
	-10	260	341	435	539	656	785	926	1081	1248	1429	1625	1834	2055	2289	2535	2792	3065	3347	3640
	-5	257	339	432	537	654	784	925	1080	1248	1430	1625	1834	2058	2292	2541	2802	3076	3367	3666
0	259	342	438	545	665	797	942	1101	1273	1459	1661	1875	2105	2348	2606	2876	3161	3463	3779	

s <sub>25B</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
85 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55	478	622	794	988	1210	1465	1751	2074	2445	2854	3293	3738	4212	4700	5209	5728	6276	6844	7450
	-50	419	544	689	856	1044	1257	1494	1760	2054	2388	2734	3099	3484	3885	4299	4727	5152	5623	6110
	-45	374	486	613	760	923	1110	1313	1542	1794	2071	2370	2680	2996	3345	3706	4067	4452	4848	5249
	-40	340	441	557	688	836	1001	1184	1384	1606	1846	2110	2386	2671	2968	3286	3615	3949	4299	4665
	-35	313	407	514	634	768	919	1085	1268	1469	1686	1921	2168	2428	2702	2983	3281	3593	3911	4238
	-30	292	380	480	593	718	857	1010	1180	1365	1565	1781	2008	2245	2502	2764	3035	3322	3626	3932
	-25	275	359	454	561	680	811	956	1114	1288	1474	1679	1891	2118	2353	2600	2860	3128	3409	3713
	-20	262	343	434	537	651	778	916	1067	1233	1409	1604	1809	2023	2251	2489	2738	2995	3270	3548
	-15	253	331	420	520	632	755	889	1036	1196	1368	1555	1755	1963	2185	2417	2660	2915	3180	3455
	-10	247	324	412	511	621	742	875	1020	1177	1348	1530	1727	1933	2152	2383	2624	2879	3145	3420
	-5	244	322	410	509	619	741	874	1019	1177	1348	1531	1727	1936	2157	2391	2633	2891	3163	3443
0	245	324	414	515	627	751	888	1036	1198	1372	1561	1761	1975	2202	2444	2697	2962	3243	3540	

S <sub>25B</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
95 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55	391	505	636	788	956	1146	1361	1598	1860	2157	2461	2784	3118	3478	3846	4216	4610	4989	5424
	-50	353	456	574	707	857	1027	1213	1421	1648	1900	2170	2450	2728	3045	3368	3691	4037	4397	4757
	-45	323	417	525	646	782	935	1102	1287	1490	1712	1953	2203	2460	2737	3018	3321	3631	3942	4277
	-40	299	386	486	599	723	863	1017	1186	1371	1572	1789	2016	2250	2506	2765	3032	3318	3614	3910
	-35	279	361	455	560	677	807	949	1106	1277	1463	1663	1873	2088	2325	2567	2818	3079	3359	3641
	-30	263	342	430	530	641	764	898	1045	1206	1379	1568	1765	1972	2192	2420	2658	2904	3160	3439
	-25	251	326	411	506	613	730	858	998	1151	1315	1495	1684	1880	2092	2308	2538	2776	3024	3278
	-20	240	313	396	488	591	705	829	964	1111	1269	1442	1625	1813	2018	2233	2451	2685	2925	3172
	-15	233	304	385	476	576	688	809	941	1085	1240	1407	1585	1770	1971	2180	2396	2625	2865	3110
	-10	228	298	378	468	568	678	798	929	1071	1224	1389	1565	1750	1949	2156	2373	2600	2842	3087
	-5	225	296	376	466	566	676	797	928	1070	1224	1390	1566	1752	1953	2160	2384	2614	2855	3109
0	225	297	378	470	571	683	806	940	1085	1242	1411	1592	1782	1986	2200	2429	2668	2917	3183	

s <sub>25B</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
105 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55	193	250	314	388	471	563	663	773	896	1030	1172	1316	1480	1643	1814	1993	2179	2371	2573
	-50	184	238	299	370	448	536	631	735	850	975	1109	1251	1397	1553	1718	1888	2063	2247	2435
	-45	176	228	287	354	429	513	603	703	810	929	1058	1192	1334	1481	1636	1798	1966	2140	2321
	-40	169	219	276	340	412	493	580	675	777	890	1012	1141	1274	1420	1566	1721	1884	2052	2225
	-35	163	211	266	328	398	475	559	650	749	858	973	1097	1228	1367	1509	1655	1813	1975	2143
	-30	157	204	258	318	385	460	541	630	726	831	941	1061	1187	1319	1460	1603	1751	1910	2075
	-25	153	198	250	309	375	447	527	613	706	807	915	1032	1153	1282	1419	1558	1703	1855	2018
	-20	148	193	244	301	366	436	514	598	689	788	893	1007	1125	1250	1383	1521	1664	1813	1968
	-15	145	189	239	295	358	428	503	586	675	772	876	986	1103	1224	1355	1492	1631	1777	1932
	-10	142	185	235	290	352	421	495	576	664	759	861	970	1085	1205	1330	1467	1607	1750	1904
	-5	140	183	231	286	347	415	489	569	656	750	851	958	1072	1190	1316	1450	1590	1733	1884
0	138	180	229	283	344	411	485	564	650	744	844	951	1063	1183	1306	1439	1580	1723	1873	

Abbildung A1- 2: Zugreihe A -  $s_{25B}$

**T<sub>Max</sub>**

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
50 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / %	-50	89																		
	-45	289	229	151	55	-71														
	-40	352	317	275	226	169	100	21	-78	-196										
	-35	383	359	331	298	262	220	172	119	57	-14	-91	-174	-262	-355	-460				
	-30	402	384	363	339	312	282	250	213	171	126	73	21	-35	-98	-165	-234	-313	-398	-477
	-25	415	400	384	365	345	322	297	269	238	205	170	130	86	42	-6	-58	-113	-175	-229
	-20	424	412	399	384	367	349	329	307	283	258	231	199	167	132	96	57	15	-32	-80
	-15	432	422	411	398	384	369	353	336	316	296	274	250	223	195	165	133	100	63	25
	-10	435	429	420	410	398	386	372	358	342	325	308	288	267	244	219	192	165	135	105
	-5	437	433	428	419	410	400	389	377	364	350	336	320	303	284	264	243	220	196	170
	0	438	435	430	426	421	413	404	394	384	373	362	349	336	321	305	289	271	252	230

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
60 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	297	248	186	114	27	-83	-214	-381											
	-45	344	309	270	223	170	107	37	-44	-148	-252	-367	-496	-624						
	-40	371	346	316	283	244	201	154	102	39	-31	-105	-187	-263	-359	-454	-555	-660	-790	-910
	-35	390	369	346	320	291	258	222	184	138	89	35	-22	-76	-144	-216	-289	-365	-454	-536
	-30	403	386	367	346	322	296	268	238	202	165	126	79	36	-15	-68	-125	-186	-254	-314
	-25	413	399	383	365	346	324	301	276	248	219	187	151	116	71	28	-17	-64	-115	-168
	-20	421	409	395	380	364	345	326	305	282	258	232	202	172	136	98	61	23	-19	-60
	-15	428	417	406	393	378	363	346	329	309	288	267	242	217	188	155	122	90	54	19
	-10	433	425	414	403	391	377	363	348	331	314	296	275	254	229	202	174	145	115	84
	-5	435	430	422	413	402	391	379	366	351	336	322	303	287	265	243	219	195	170	141
0	437	432	428	422	413	403	393	383	371	358	346	331	318	300	282	263	243	222	198	

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
65 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	359	322	276	221	155	73	-26	-148	-304										
	-45	386	359	328	291	247	197	139	71	-9	-100	-206	-319	-441	-570	-712				
	-40	402	382	358	331	299	262	221	175	123	63	-2	-73	-151	-232	-323	-415	-516	-626	-752
	-35	414	397	378	356	332	303	272	237	199	155	108	57	2	-59	-122	-190	-262	-339	-409
	-30	422	408	393	375	354	332	307	279	248	216	178	138	97	50	1	-52	-106	-165	-227
	-25	428	417	404	389	372	353	332	309	284	257	227	196	160	123	84	42	-3	-51	-99
	-20	434	424	412	399	385	369	352	332	311	288	264	237	208	179	145	111	73	35	-7
	-15	436	429	419	408	396	382	367	351	333	314	293	270	245	220	192	163	133	99	63
	-10	437	433	426	416	405	393	380	366	351	335	316	297	276	254	230	205	179	150	122
	-5	439	435	430	423	413	403	392	379	366	352	337	320	302	283	263	241	218	194	169
0	440	436	432	428	421	412	402	392	380	368	356	342	326	310	292	274	254	233	211	



T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
70 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / %	-50	372	341	304	261	209	149	77	-7	-107	-225	-358	-500	-658						
	-45	392	368	340	308	271	228	180	125	60	-10	-93	-179	-273	-371	-477	-596	-722	-855	-1008
	-40	405	386	364	339	310	277	241	200	154	102	47	-15	-81	-152	-226	-307	-393	-483	-581
	-35	415	399	381	360	337	310	281	249	213	174	131	83	34	-20	-78	-138	-204	-273	-344
	-30	422	409	393	376	357	335	311	284	255	223	189	151	112	68	21	-27	-79	-134	-193
	-25	428	417	403	388	372	353	333	311	286	260	232	201	167	130	93	53	9	-37	-82
	-20	433	423	411	399	384	368	351	332	311	289	264	238	210	181	148	114	78	40	-3
	-15	435	428	418	407	394	380	365	349	331	312	291	268	244	218	191	161	131	98	62
	-10	437	432	424	414	403	391	378	363	348	332	313	294	272	250	226	201	174	145	116
	-5	438	434	429	421	411	400	389	376	363	348	333	316	297	278	257	235	211	187	161
0	439	436	431	427	418	409	399	388	377	364	351	336	320	304	285	266	246	225	202	

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
75 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / %	-50	385	359	328	293	253	206	152	90	18	-64	-156	-254	-358	-470	-595	-731	-872	-1035	
	-45	399	379	355	327	296	260	220	175	124	66	4	-65	-138	-215	-300	-389	-480	-583	-697
	-40	410	393	373	350	326	297	265	230	190	147	99	48	-7	-67	-130	-197	-268	-343	-422
	-35	418	403	387	368	347	323	297	268	236	202	163	122	77	32	-19	-73	-127	-189	-251
	-30	424	412	397	381	363	343	321	297	270	241	210	176	141	101	59	15	-32	-81	-132
	-25	429	418	406	392	376	359	340	319	297	272	246	217	186	153	118	82	42	-1	-44
	-20	434	424	413	401	387	372	356	338	318	297	274	250	223	195	164	133	100	64	24
	-15	436	429	419	408	396	383	369	353	336	318	297	276	253	228	202	174	146	114	82
	-10	437	433	425	415	404	393	380	366	351	335	318	299	279	257	234	210	184	157	128
	-5	438	434	430	421	412	401	390	378	365	350	336	319	301	282	262	241	218	194	169
0	439	436	432	427	418	409	399	389	377	365	352	338	322	306	288	270	250	229	207	

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
80 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	396	375	350	321	288	251	208	161	107	46	-23	-95	-173	-255	-344	-438	-539	-649	-777
	-45	407	389	369	346	319	289	256	219	178	131	82	27	-30	-95	-160	-229	-303	-378	-467
	-40	415	400	383	364	342	317	290	260	226	190	149	106	61	12	-42	-97	-155	-219	-283
	-35	422	409	394	378	359	338	315	290	262	232	199	163	124	85	42	-4	-52	-103	-158
	-30	427	416	403	389	372	354	335	313	289	264	236	206	175	139	103	65	24	-20	-63
	-25	432	422	410	398	383	368	351	332	311	289	265	240	212	183	151	119	85	46	7
	-20	435	427	417	405	393	379	364	347	329	311	289	267	243	217	191	162	132	100	64
	-15	436	431	422	412	401	388	375	360	345	328	310	290	269	246	222	197	171	142	113
	-10	438	434	427	418	408	397	385	372	358	343	327	310	291	271	250	228	203	179	153
	-5	439	435	431	423	414	404	394	382	370	357	343	328	311	294	275	255	234	211	188
0	440	436	432	428	420	412	402	392	381	370	357	344	330	314	297	280	262	242	221	



T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
85 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	405	387	367	343	316	285	252	214	172	123	72	17	-43	-107	-175	-246	-317	-401	-489
	-45	414	398	381	361	339	313	286	255	221	183	142	98	52	1	-53	-109	-169	-233	-297
	-40	420	407	392	375	356	335	311	285	257	227	192	156	117	76	32	-15	-63	-115	-169
	-35	426	414	401	386	370	351	331	309	285	259	230	200	167	131	95	55	13	-30	-75
	-30	430	420	408	395	381	365	347	328	307	284	260	234	206	175	143	111	75	36	-3
	-25	434	425	415	403	390	376	360	344	325	306	284	261	236	210	183	153	123	90	54
	-20	436	429	420	410	398	385	372	357	340	323	304	284	262	239	215	189	162	132	103
	-15	437	433	425	415	405	394	381	368	353	338	322	303	284	263	242	219	194	169	142
	-10	438	435	429	420	411	401	390	378	365	351	337	321	304	285	266	245	223	200	176
	-5	439	436	432	425	417	408	398	387	376	363	350	336	321	305	287	269	249	229	207
0	440	437	433	429	422	414	405	396	386	375	363	351	337	323	307	291	274	256	236	

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
95 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	416	402	386	368	348	325	300	273	242	209	172	133	94	47	0	-48	-101	-157	-213
	-45	422	410	396	380	363	343	321	298	272	244	213	180	146	108	70	26	-18	-62	-111
	-40	427	416	404	390	374	357	339	318	296	271	245	217	188	155	121	86	48	7	-32
	-35	431	421	410	398	384	369	353	334	315	294	271	247	221	192	163	132	100	64	28
	-30	435	426	416	405	392	379	364	348	331	312	292	270	247	222	196	169	141	111	77
	-25	436	430	421	411	399	387	374	360	344	328	310	290	270	248	225	200	174	147	120
	-20	437	433	425	416	406	395	383	370	356	341	325	308	290	269	248	227	203	179	154
	-15	438	435	429	420	411	401	390	379	366	353	339	323	307	288	269	250	229	207	184
	-10	439	436	432	425	416	407	397	387	375	363	351	337	322	305	288	270	252	231	211
	-5	440	437	433	428	421	413	404	394	384	373	361	349	336	321	306	289	272	254	235
0	441	438	435	431	425	418	410	401	392	382	372	361	349	336	322	307	292	276	258	

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
105 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	440	436	430	421	412	402	390	378	365	350	335	318	301	283	263	242	220	198	174
	-45	440	437	432	424	416	406	396	385	373	359	345	330	314	297	279	259	239	219	197
	-40	441	438	435	427	419	410	401	390	379	367	354	340	325	309	292	275	256	237	217
	-35	442	439	436	430	422	414	405	395	385	374	362	349	335	320	304	289	272	253	235
	-30	442	440	437	432	425	417	409	400	390	380	369	357	344	330	315	300	285	268	251
	-25	443	440	437	434	428	421	413	404	395	385	375	364	352	339	325	311	297	282	265
	-20	443	441	438	435	430	423	416	408	400	390	381	370	359	348	335	321	308	293	278
	-15	444	441	439	436	432	426	419	412	404	395	386	376	366	355	343	330	318	304	290
	-10	444	442	439	437	434	428	422	415	408	399	391	382	372	362	351	339	327	315	301
	-5	444	442	440	438	435	431	425	418	411	404	396	387	378	368	358	347	335	324	311
0	445	443	441	438	435	432	427	421	414	407	400	392	383	374	365	355	343	332	321	

Abbildung A1- 3: Zugreihe A -  $T_{MAX}$

**f<sub>sz</sub>**

f <sub>sz</sub>		Bremsreihe								
		50	60	65	70	75	80	85	95	105
Gradient / ‰	-55									1.09
	-50									0.89
	-45								1.48	0.43
	-40						1.5	1.45	1.39	0.21
	-35				1.46	1.44	1.44	1.39	1.26	0.32
	-30		1.47	1.35	1.36	1.33	1.28	1.21	1.08	0.76
	-25	1.35	1.35	1.18	1.15	1.11	1.02	0.89	0.52	
	-20	1.04	1.07	0.61	0.59	0.48	0.17	0.22	0.3	
	-15	0.27	0.26	0.34	0.33	0.41	0.46	0.49		
	-10									
	-5									
	0									

Abbildung A1- 4: Zugreihe A - f<sub>sz</sub>

## A1.2 Zugreihe D

**P<sub>bBrems</sub>**

Pb <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
50 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55																			
	-50	46335	53690	60924	67987															
	-45	40913	47364	53694	59854	65871	71575	77095	82623											
	-40	35491	41038	46465	51721	56834	61635	66251	70875	75334	80149	85179	90480	96466						
	-35	30069	34713	39236	43588	47798	51694	55408	59127	62682	66594	70721	75118	80200	85129	90070	94806	99523	104213	108873
	-30	24647	28387	32007	35455	38761	41754	44564	47380	50031	53039	56262	59755	63934	67960	71997	75829	79642	83429	87185
	-25	19225	22061	24777	27322	29724	31814	33720	35632	37380	39484	41804	44393	47668	50790	53924	56853	59761	62645	65497
	-20	13803	15736	17548	19189	20688	21874	22876	23885	24729	25929	27345	29031	31402	33621	35851	37876	39881	41861	43809
	-15	8381	9410	10319	11056	11651	11933	12032	12137	12077	12374	12887	13669	15137	16451	17777	18899	20000	21076	22121
	-10	2959	3085	3089	2923	2615	1993	1188	389	0	0	0	0	0	0	0	0	120	292	433
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Pb <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
60 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55																			
	-50	42525	49242	55837	62259	68537	74500	80278	86062	91680	97658	103853	110320							
	-45	37512	43393	49152	54738	60181	65309	70251	75199	79982	85124	90483	96115	102438	108607	114788	120762	126716	132644	
	-40	32498	37543	42467	47218	51825	56117	60223	64336	68283	72590	77114	81910	87398	92731	98076	103214	108333	113425	118486
	-35	27485	31694	35782	39697	43469	46925	50196	53473	56585	60056	63744	67704	72357	76854	81364	85667	89949	94206	98432
	-30	22471	25845	29097	32177	35113	37733	40169	42610	44886	47521	50374	53499	57316	60978	64652	68119	71566	74987	78377
	-25	17457	19995	22412	24656	26757	28542	30141	31748	33188	34987	37004	39294	42275	45101	47940	50571	53183	55768	58323
	-20	12444	14146	15727	17136	18401	19350	20114	20885	21489	22453	23635	25088	27234	29225	31227	33023	34799	36549	38268
	-15	7430	8297	9043	9615	10045	10158	10087	10022	9791	9919	10265	10883	12193	13348	14515	15476	16416	17331	18213
	-10	2416	2448	2358	2095	1689	967	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pb <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																			
65 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
Gradient / ‰	-55																				
	-50	42696	49356	55870	62173	68305	74045	79562	85108	90460	96302										
	-45	37489	43281	48927	54362	59626	64498	69147	73826	78310	83284	88564	94225	100810	107226	113688					
	-40	32281	37205	41984	46551	50948	54951	58733	62543	66159	70266	74678	79471	85189	90736	96330	101689	107058	112429	117798	
	-35	27074	31130	35041	38740	42269	45404	48318	51261	54009	57247	60792	64717	69567	74246	78972	83464	87965	92468	96969	
	-30	21867	25055	28098	30929	33590	35858	37904	39978	41859	44229	46906	49963	53945	57756	61615	65238	68871	72507	76140	
	-25	16660	18980	21155	23118	24911	26311	27489	28696	29708	31211	33020	35209	38323	41267	44257	47013	49778	52546	55311	
	-20	11452	12905	14211	15307	16232	16764	17075	17413	17558	18193	19134	20455	22701	24777	26900	28787	30684	32584	34482	
	-15	6245	6830	7268	7496	7554	7218	6660	6131	5408	5174	5248	5701	7079	8287	9542	10562	11591	12623	13653	
	-10	1038	754	325	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pb <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
70 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55																			
	-50	39977	46184	52245	58095	63774	69060	74124	79217	84116	89505	95200	101275	108276						
	-45	35064	40451	45693	50724	55585	60052	64297	68571	72651	77221	82097	87353	93535	99546	105604	111427	117259	123094	128927
	-40	30150	34719	39142	43354	47395	51044	54470	57925	61186	64937	68995	73432	78794	83986	89225	94230	99243	104259	109273
	-35	25236	28986	32590	35984	39206	42035	44643	47279	49721	52653	55892	59510	64054	68427	72847	77032	81226	85424	89618
	-30	20323	23254	26039	28613	31017	33027	34816	36633	38256	40369	42789	45588	49313	52867	56468	59835	63210	66588	69964
	-25	15409	17521	19488	21243	22828	24019	24989	25987	26791	28085	29686	31666	34572	37308	40090	42637	45194	47753	50310
	-20	10496	11789	12936	13873	14638	15011	15162	15326	15801	16583	17745	19832	21748	23711	25440	27177	28918	30656	
	-15	5582	6056	6385	6502	6449	6003	5334	4695	3861	3517	3480	3823	5091	6188	7333	8242	9161	10082	11001
	-10	669	324	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pb <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
75 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / %	-55																			
	-50	37247	42998	48604	53999	59223	64054	68663	73301	77745	82678	87919	93538	100084	106459	112880	119067	125263		
	-45	32627	37608	42444	47069	51523	55584	59423	63291	66965	71129	75599	80449	86224	91829	97481	102898	108324	113753	119179
	-40	28007	32218	36284	40139	43823	47114	50184	53282	56185	59579	63279	67359	72365	77200	82082	86729	91384	96044	100700
	-35	23387	26829	30124	33209	36124	38645	40944	43272	45406	48030	50960	54270	58505	62570	66682	70559	74445	78334	82221
	-30	18767	21439	23965	26280	28424	30175	31704	33262	34626	36480	38640	41180	44646	47941	51283	54390	57506	60625	63741
	-25	14147	16049	17805	19350	20724	21705	22465	23253	23847	24930	26321	28091	30786	33311	35883	38220	40566	42915	45262
	-20	9528	10659	11645	12420	13024	13236	13225	13243	13067	13381	14001	15001	16927	18682	20484	22051	23627	25206	26783
	-15	4908	5269	5485	5490	5325	4766	3985	3233	2287	1831	1682	1912	3067	4052	5084	5881	6687	7497	8303
	-10	288	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pb <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
80 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55																			
	-50	34504	39799	44947	49885	54652	59026	63178	67359	71346	75822	80606	85768	91857	97775	103739	109469	115208	120950	126689
	-45	30178	34752	39179	43396	47442	51095	54526	57986	61252	65007	69069	73511	78878	84075	89319	94328	99346	104367	109385
	-40	25852	29704	33411	36907	40232	43164	45874	48613	51157	54192	57533	61254	65900	70376	74899	79186	83483	87783	92080
	-35	21526	24657	27643	30418	33022	35233	37222	39239	41063	43377	45997	48997	52922	56677	60478	64045	67621	71200	74776
	-30	17200	19610	21875	23928	25812	27301	28569	29866	30969	32561	34460	36739	39943	42977	46058	48904	51758	54616	57471
	-25	12874	14563	16107	17439	18601	19370	19917	20493	20875	21746	22924	24482	26965	29278	31637	33762	35896	38033	40167
	-20	8548	9516	10338	10950	11391	11439	11265	11120	10780	10931	11388	12225	13987	15578	17217	18621	20033	21449	22863
	-15	4221	4469	4570	4461	4181	3508	2613	1746	686	115	0	0	1008	1879	2797	3479	4171	4866	5558
	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pb <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
85 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55																			
	-50	31750	36586	41275	45754	50062	53977	57670	61392	64920	68937	73261	77965	83595	89053	94559	99830	105110	110393	115673
	-45	27718	31881	35899	39705	43341	46584	49605	52655	55511	58856	62508	66540	71497	76284	81118	85716	90324	94935	99543
	-40	23685	27177	30522	33657	36621	39192	41541	43918	46102	48775	51755	55115	59400	63515	67676	71603	75539	79478	83414
	-35	19653	22472	25146	27608	29900	31799	33476	35181	36693	38694	41002	43690	47303	50746	54235	57490	60753	64020	67284
	-30	15621	17768	19769	21560	23180	24406	25411	26444	27284	28613	30249	32265	35206	37976	40794	43376	45968	48563	51155
	-25	11588	13063	14393	15511	16459	17013	17346	17708	17875	18532	19496	20840	23109	25207	27352	29263	31182	33105	35025
	-20	7556	8359	9016	9462	9738	9621	9281	8971	8466	8451	8743	9415	11012	12438	13911	15150	16397	17648	18896
	-15	3523	3654	3640	3414	3018	2228	1217	234	0	0	0	0	0	0	470	1036	1612	2190	2766
	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pb <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
95 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55																			
	-50	27597	31740	35738	39524	43140	46363	49364	52393	55229	58554	62186	66198	71135	75902	80715	85294	89881	94472	99060
	-45	24005	27550	30949	34137	37154	39778	42180	44611	46848	49575	52608	56021	60360	64527	68742	72722	76711	80703	84693
	-40	20413	23359	26159	28749	31167	33193	34997	36829	38467	40595	43030	45844	49584	53153	56770	60151	63541	66935	70326
	-35	16821	19169	21370	23361	25181	26608	27813	29047	30086	31616	33452	35668	38809	41779	44797	47580	50371	53166	55959
	-30	13230	14978	16581	17973	19195	20023	20629	21264	21705	22636	23874	25491	28033	30405	32824	35008	37202	39398	41591
	-25	9638	10788	11792	12586	13208	13438	13446	13482	13324	13657	14295	15314	17258	19031	20852	22437	24032	25629	27224
	-20	6046	6598	7003	7198	7222	6853	6262	5700	4944	4677	4717	5137	6483	7657	8879	9866	10862	11861	12857
	-15	2454	2407	2214	1810	1236	268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

  

Pb <sub>Brems</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
105 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55																			
	-50	13728	15425	16937	18178	19204	19714	19944	20238	20293	21045	22246	23998	27048	29901	32857	35534	38266	41047	43871
	-45	11323	12619	13730	14570	15195	15305	15134	15027	14681	15033	15833	17184	19833	22285	24840	27116	29447	31827	34251
	-40	8918	9813	10524	10963	11187	10895	10324	9816	9069	9020	9420	10370	12617	14669	16823	18698	20629	22608	24631
	-35	6513	7007	7317	7355	7179	6486	5514	4605	3458	3007	3006	3555	5402	7053	8807	10281	11810	13389	15010
	-30	4108	4202	4110	3747	3170	2077	704	0	0	0	0	0	0	0	790	1863	2992	4169	5390
	-25	1703	1396	903	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Abbildung A1- 5: Zugreihe D -  $P_{b_{Brems}}$

**S2SB**

S <sub>2SB</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
50 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / %	-55																			
	-50	1798	2389	3147	4067															
	-45	1178	1524	1934	2414	2931	3519	4247	5085											
	-40	882	1132	1420	1753	2122	2522	2964	3485	4083	4717	5411	6109	6768						
	-35	711	909	1137	1395	1685	1992	2330	2706	3153	3634	4152	4624	5162	5749	6342	6914	7524	8241	8817
	-30	600	769	959	1175	1418	1677	1956	2267	2614	3003	3417	3843	4267	4743	5230	5731	6239	6795	7314
	-25	524	673	842	1031	1241	1473	1713	1986	2296	2618	2959	3332	3712	4125	4542	4980	5438	5914	6392
	-20	471	608	762	935	1127	1337	1558	1807	2076	2366	2676	3025	3357	3748	4139	4530	4932	5374	5847
	-15	435	564	709	872	1053	1254	1461	1693	1952	2222	2519	2829	3151	3513	3890	4282	4669	5083	5504
	-10	413	539	680	839	1015	1211	1416	1639	1891	2159	2441	2749	3067	3415	3784	4171	4571	4976	5422
	-5	405	531	675	835	1013	1212	1421	1649	1904	2175	2462	2778	3107	3465	3837	4238	4652	5080	5563
	0	415	548	699	869	1059	1270	1495	1743	2011	2305	2617	2964	3314	3706	4123	4552	5013	5502	6037

S <sub>2SB</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
60 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55																			
	-50	991	1265	1581	1950	2339	2770	3308	3896	4685	5397	6082	6988							
	-45	787	999	1243	1520	1825	2156	2531	2946	3450	3997	4494	5080	5589	6242	6823	7439	8069	8870	
	-40	657	833	1032	1260	1513	1780	2075	2391	2784	3192	3638	4062	4497	4996	5473	5984	6504	7106	7637
	-35	566	719	892	1084	1301	1532	1784	2061	2369	2723	3082	3461	3825	4250	4672	5110	5560	6061	6498
	-30	500	637	792	964	1157	1364	1581	1822	2109	2404	2705	3048	3365	3765	4126	4510	4914	5349	5777
	-25	451	577	719	878	1054	1245	1447	1665	1916	2183	2460	2780	3071	3440	3787	4131	4508	4888	5345
	-20	416	535	668	817	983	1164	1353	1561	1794	2044	2305	2596	2876	3213	3547	3889	4249	4607	4961
	-15	390	505	634	777	937	1113	1295	1494	1721	1963	2209	2490	2767	3081	3405	3741	4091	4462	4813
	-10	375	488	616	757	915	1089	1272	1470	1693	1931	2176	2453	2737	3046	3367	3704	4068	4425	4810
	-5	371	485	614	759	920	1098	1286	1488	1717	1961	2214	2506	2793	3112	3451	3792	4177	4556	4969
0	379	499	636	789	960	1149	1352	1569	1811	2076	2354	2665	2976	3324	3693	4085	4494	4925	5380	

s <sub>2SB</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
65 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55																			
	-50	790	1049	1369	1745	2189	2663	3215	3862	4685	5646									
	-45	617	815	1049	1322	1633	1967	2342	2787	3282	3845	4462	5124	5753	6471	7251				
	-40	512	673	862	1077	1324	1590	1879	2215	2595	3021	3438	3943	4426	4925	5502	6040	6550	7215	7899
	-35	443	579	738	921	1127	1353	1595	1865	2173	2508	2885	3256	3667	4094	4541	5007	5452	5948	6470
	-30	394	515	655	815	995	1193	1404	1641	1905	2189	2503	2831	3189	3537	3922	4322	4725	5155	5610
	-25	358	469	597	740	902	1083	1272	1487	1719	1977	2251	2545	2860	3185	3529	3881	4247	4641	5032
	-20	332	436	555	689	839	1006	1183	1380	1596	1829	2088	2354	2639	2941	3260	3586	3933	4295	4665
	-15	315	413	527	655	798	956	1124	1311	1519	1738	1979	2235	2501	2792	3089	3405	3729	4071	4438
	-10	304	400	511	636	775	929	1094	1276	1474	1693	1923	2174	2435	2716	3010	3315	3638	3973	4327
	-5	300	396	507	631	771	925	1092	1273	1472	1688	1919	2169	2435	2713	3010	3322	3651	3989	4349
	0	303	403	516	645	788	947	1120	1307	1513	1735	1977	2232	2509	2800	3109	3435	3782	4148	4524

s <sub>258</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
70 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55																			
	-50	670	885	1140	1442	1791	2161	2577	3088	3670	4360	5093	5781	6609						
	-45	546	716	919	1149	1414	1699	2013	2377	2795	3243	3759	4280	4842	5417	5960	6585	7225	7901	8630
	-40	466	609	777	968	1186	1421	1676	1966	2294	2659	3041	3457	3885	4357	4779	5290	5782	6288	6776
	-35	410	535	679	846	1031	1235	1454	1700	1974	2273	2608	2962	3310	3686	4088	4491	4930	5359	5810
	-30	369	482	611	758	925	1107	1299	1520	1760	2022	2306	2610	2917	3255	3595	3971	4340	4735	5159
	-25	338	443	562	697	847	1016	1192	1391	1608	1846	2104	2374	2669	2970	3285	3617	3952	4319	4682
	-20	316	414	527	653	795	951	1118	1301	1507	1722	1966	2216	2485	2761	3064	3371	3694	4033	4383
	-15	301	395	502	624	759	909	1068	1244	1440	1648	1874	2117	2370	2642	2919	3220	3527	3849	4195
	-10	291	383	488	607	739	886	1043	1215	1403	1609	1826	2065	2313	2578	2856	3145	3451	3769	4103
	-5	287	379	484	603	735	882	1040	1212	1401	1604	1825	2061	2313	2577	2857	3153	3465	3786	4126
	0	290	384	492	614	750	900	1064	1241	1436	1645	1874	2115	2378	2651	2945	3250	3578	3922	4277

s <sub>258</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
75 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55																			
	-50	576	757	968	1216	1500	1792	2129	2529	2973	3485	4024	4604	5187	5788	6430	7166	7820		
	-45	486	636	811	1010	1237	1481	1748	2058	2409	2798	3189	3646	4105	4537	5073	5566	6072	6631	7233
	-40	425	553	703	873	1066	1275	1501	1754	2038	2355	2705	3040	3429	3826	4239	4649	5087	5539	6022
	-35	379	494	626	776	945	1131	1326	1551	1798	2067	2364	2675	2996	3324	3685	4057	4435	4850	5239
	-30	345	450	570	706	858	1027	1204	1407	1625	1867	2127	2400	2684	2998	3316	3637	3993	4345	4725
	-25	319	417	529	655	796	952	1115	1300	1503	1721	1963	2213	2484	2761	3054	3360	3682	4005	4348
	-20	300	393	499	618	751	898	1053	1226	1419	1622	1847	2082	2333	2594	2874	3161	3461	3778	4104
	-15	287	376	478	593	721	862	1012	1179	1361	1559	1770	2000	2237	2493	2759	3037	3326	3628	3952
	-10	278	366	466	578	703	842	991	1154	1331	1524	1731	1956	2189	2439	2702	2979	3265	3565	3879
	-5	274	362	462	574	700	839	988	1151	1329	1522	1731	1952	2192	2440	2704	2984	3279	3582	3902
0	276	366	468	583	711	854	1008	1175	1359	1556	1772	1999	2246	2503	2779	3067	3374	3699	4033	

s <sub>258</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
80 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55																			
	-50	503	656	836	1041	1276	1525	1800	2119	2491	2892	3324	3776	4234	4739	5262	5755	6334	6895	7555
	-45	436	567	720	895	1092	1303	1534	1795	2090	2418	2767	3132	3516	3933	4345	4765	5213	5658	6089
	-40	388	504	637	790	962	1148	1348	1573	1824	2099	2404	2727	3038	3382	3746	4111	4517	4896	5308
	-35	351	457	577	713	867	1036	1212	1417	1638	1882	2142	2421	2717	3013	3326	3668	4005	4363	4744
	-30	323	420	532	657	797	952	1116	1299	1499	1720	1959	2208	2469	2755	3045	3350	3656	3991	4325
	-25	301	393	497	615	746	890	1043	1212	1402	1602	1828	2057	2307	2559	2835	3116	3412	3724	4039
	-20	285	372	471	583	708	846	991	1154	1333	1523	1731	1952	2184	2431	2684	2957	3235	3529	3843
	-15	273	357	454	562	682	816	957	1113	1284	1470	1668	1883	2106	2345	2595	2853	3128	3411	3712
	-10	265	348	443	549	668	799	939	1092	1259	1441	1637	1846	2066	2302	2548	2808	3079	3361	3656
	-5	262	345	439	546	664	795	936	1090	1257	1439	1637	1844	2070	2303	2553	2814	3091	3381	3679
	0	263	347	444	552	673	807	952	1109	1283	1468	1671	1884	2115	2358	2615	2885	3172	3476	3790

s <sub>25B</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
85 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55																			
	-50	443	575	729	904	1102	1311	1544	1809	2106	2445	2783	3166	3552	3968	4356	4796	5247	5718	6202
	-45	393	509	643	796	968	1152	1348	1577	1830	2108	2414	2719	3049	3393	3758	4133	4501	4897	5314
	-40	355	460	580	716	869	1035	1210	1414	1638	1879	2144	2422	2706	3006	3314	3654	3988	4354	4706
	-35	325	422	532	656	795	948	1109	1294	1491	1711	1946	2193	2456	2734	3020	3312	3628	3946	4284
	-30	302	392	495	611	740	882	1031	1198	1383	1582	1803	2030	2271	2525	2792	3067	3358	3653	3958
	-25	283	369	466	576	697	832	973	1130	1306	1491	1696	1908	2137	2376	2624	2885	3155	3441	3737
	-20	269	352	445	549	666	795	930	1082	1247	1426	1618	1826	2038	2268	2509	2758	3017	3288	3578
	-15	259	339	429	531	644	769	902	1049	1208	1381	1566	1768	1975	2198	2431	2678	2931	3196	3474
	-10	252	331	420	520	632	755	887	1031	1188	1358	1542	1737	1944	2164	2395	2638	2896	3157	3434
	-5	249	327	417	517	628	752	884	1028	1186	1356	1542	1736	1948	2167	2401	2644	2904	3179	3455
	0	249	329	420	522	635	761	897	1044	1207	1380	1570	1770	1985	2213	2453	2706	2971	3255	3552

s <sub>25B</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
95 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55																			
	-50	371	478	601	741	898	1064	1248	1451	1679	1934	2209	2489	2775	3090	3405	3739	4097	4443	4807
	-45	337	435	547	672	814	966	1128	1315	1520	1742	1981	2236	2493	2777	3063	3353	3668	3984	4319
	-40	311	401	504	620	749	890	1039	1209	1391	1595	1811	2039	2275	2535	2798	3072	3357	3647	3953
	-35	289	374	470	578	699	830	969	1123	1295	1480	1685	1893	2111	2353	2591	2848	3113	3394	3688
	-30	272	352	443	545	659	783	914	1060	1223	1395	1585	1783	1991	2212	2444	2682	2929	3190	3459
	-25	258	335	422	519	628	747	872	1013	1166	1331	1509	1701	1894	2107	2327	2557	2795	3042	3307
	-20	247	321	405	499	604	720	841	976	1123	1283	1452	1638	1826	2032	2245	2469	2701	2941	3192
	-15	238	311	393	485	588	701	820	952	1095	1251	1418	1595	1781	1983	2192	2410	2641	2879	3125
	-10	233	304	386	477	578	689	808	938	1080	1233	1401	1573	1761	1961	2167	2383	2612	2857	3100
	-5	229	301	382	473	575	686	806	936	1079	1232	1400	1575	1762	1963	2174	2393	2623	2866	3122
0	229	302	384	476	579	692	815	947	1092	1249	1419	1601	1790	1995	2211	2438	2676	2927	3197	

s <sub>25B</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
105 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-55	193	249	313	387	469	557	650	755	871	993	1131	1270	1419	1576	1748	1907	2084	2266	2459
	-50	184	237	299	369	447	532	620	719	832	949	1075	1213	1354	1499	1660	1827	1996	2174	2344
	-45	176	227	286	354	428	510	595	689	795	910	1027	1159	1299	1437	1584	1744	1911	2082	2252
	-40	169	219	275	340	412	491	573	664	765	874	987	1111	1247	1383	1522	1672	1834	2001	2164
	-35	163	211	266	329	398	475	554	643	739	844	955	1071	1203	1333	1474	1617	1768	1931	2100
	-30	158	205	258	319	386	461	538	624	717	819	929	1043	1166	1298	1432	1571	1717	1871	2039
	-25	153	199	251	310	376	449	525	608	699	798	906	1018	1135	1265	1393	1533	1675	1825	1985
	-20	149	194	245	303	368	438	514	595	684	780	886	997	1115	1238	1370	1502	1643	1790	1945
	-15	146	190	240	297	361	430	505	585	672	767	871	981	1095	1216	1346	1477	1618	1764	1914
	-10	143	187	237	293	355	424	498	577	663	758	859	968	1081	1200	1328	1463	1599	1744	1896
	-5	141	184	234	290	351	420	493	572	658	752	851	960	1071	1189	1317	1452	1591	1733	1886

Abbildung A1- 6: Zugreihe D -  $s_{25B}$



**T<sub>Max</sub>**

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
50 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	179	80	-53	-221															
	-45	289	236	172	96	14	-82	-205	-351											
	-40	340	304	263	215	161	103	38	-41	-132	-231	-349	-470	-588						
	-35	369	343	313	278	239	198	153	103	41	-25	-101	-170	-254	-348	-447	-543	-650	-785	-888
	-30	389	368	344	318	287	256	222	184	141	92	39	-18	-75	-142	-213	-287	-363	-451	-532
	-25	403	386	366	345	321	295	268	238	203	167	129	84	38	-14	-66	-123	-184	-249	-315
	-20	414	399	383	365	345	323	301	276	250	221	190	152	117	73	29	-15	-61	-113	-172
	-15	422	410	396	381	364	346	327	307	284	260	234	205	176	140	103	63	25	-17	-60
	-10	429	419	407	394	380	364	349	332	312	292	271	247	222	193	162	129	95	61	21
	-5	433	427	417	406	394	380	367	353	337	320	303	283	262	238	214	186	157	129	93
0	435	430	425	417	407	396	385	373	361	347	333	316	301	281	260	240	217	193	163	

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
60 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	304	260	208	147	83	12	-80	-182	-325	-459	-593	-785							
	-45	343	310	273	230	183	132	74	10	-71	-161	-245	-349	-441	-566	-680	-804	-936	-1115	
	-40	367	342	313	280	243	205	163	119	61	1	-68	-134	-205	-288	-369	-459	-553	-667	-765
	-35	385	364	340	314	285	254	221	184	143	95	45	-9	-62	-126	-191	-260	-332	-417	-486
	-30	398	380	360	339	314	289	262	233	197	160	123	78	37	-19	-68	-122	-180	-245	-308
	-25	408	393	376	357	337	315	292	268	239	210	179	139	106	58	15	-28	-77	-126	-191
	-20	417	403	389	373	355	336	316	295	271	246	220	188	159	120	82	43	2	-39	-79
	-15	424	412	399	385	370	353	336	319	297	275	254	227	201	170	138	104	69	30	-4
	-10	430	420	408	396	383	368	353	338	320	301	283	260	237	211	184	155	122	92	59
	-5	433	426	417	406	394	382	369	356	340	324	309	288	270	248	224	201	172	146	116
0	435	430	425	416	406	395	384	373	361	347	333	317	302	283	263	242	221	198	174	

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
65 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	339	296	243	179	103	20	-78	-195	-351	-541									
	-45	371	340	304	261	211	158	98	25	-56	-151	-259	-381	-498	-642	-807				
	-40	391	368	340	308	271	232	189	139	81	16	-48	-130	-210	-295	-399	-496	-588	-723	-863
	-35	404	386	364	338	309	278	245	208	165	118	64	10	-52	-118	-189	-265	-337	-422	-514
	-30	414	399	380	360	336	311	284	253	219	183	142	98	48	1	-54	-113	-172	-238	-309
	-25	422	409	393	376	356	335	312	287	259	229	196	161	121	80	35	-11	-60	-115	-169
	-20	428	416	403	388	372	353	334	313	289	264	236	207	175	140	102	64	22	-23	-69
	-15	433	423	412	399	384	368	352	334	313	292	269	243	216	186	155	121	87	50	9
	-10	435	429	419	407	395	381	367	351	334	315	295	273	250	224	197	169	139	107	73
	-5	437	432	425	415	404	392	380	366	351	335	318	299	278	257	234	209	182	156	126
0	438	434	429	422	413	403	392	380	367	354	339	323	306	287	267	246	223	198	174	

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
70 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	361	326	285	236	179	118	50	-37	-138	-261	-398	-530	-701						
	-45	384	358	327	292	252	208	160	104	38	-32	-118	-206	-305	-410	-510	-632	-762	-905	-1064
	-40	399	379	354	327	296	262	226	184	136	83	27	-37	-104	-182	-250	-338	-424	-514	-601
	-35	410	393	374	351	326	298	269	236	200	159	113	63	14	-42	-102	-163	-233	-302	-375
	-30	418	404	387	369	348	325	301	273	243	211	175	136	96	50	4	-49	-102	-159	-223
	-25	425	413	398	382	365	345	325	302	277	249	219	188	151	115	75	33	-10	-59	-107
	-20	430	419	407	393	378	361	343	324	302	280	254	227	197	167	132	97	59	18	-24
	-15	434	425	415	402	389	374	359	342	323	303	282	258	233	206	178	146	115	81	43
	-10	436	430	421	410	399	386	372	357	341	324	306	285	263	239	214	188	160	131	99
	-5	437	433	427	417	407	396	384	371	357	342	326	308	289	269	247	223	199	174	146
0	438	434	430	424	415	405	395	384	371	358	344	330	313	296	276	257	235	212	189	

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
75 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	378	350	317	278	234	188	135	71	0	-84	-175	-278	-385	-498	-625	-779	-917		
	-45	394	372	347	317	283	248	209	163	110	52	-7	-81	-156	-227	-322	-408	-501	-607	-726
	-40	406	388	367	344	317	288	256	222	182	138	88	40	-19	-79	-144	-209	-281	-357	-440
	-35	415	400	382	363	340	316	291	262	230	195	156	114	70	24	-28	-82	-139	-203	-262
	-30	422	409	394	377	358	338	316	292	266	236	205	171	135	94	52	10	-39	-89	-142
	-25	428	416	403	389	373	355	336	316	293	269	241	212	181	148	112	75	34	-6	-49
	-20	432	422	411	398	384	368	352	335	314	294	271	246	219	191	160	128	94	57	20
	-15	435	428	417	406	394	380	366	350	333	314	295	273	250	225	198	170	141	110	76
	-10	436	432	423	413	402	390	377	364	349	333	316	296	276	254	231	206	181	154	125
	-5	438	434	428	420	410	399	388	376	363	349	333	317	299	280	260	238	215	191	166
0	439	435	431	425	417	407	398	387	375	363	350	336	320	304	286	268	247	226	204	

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
80 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	391	368	341	310	274	237	196	148	91	30	-39	-112	-189	-277	-371	-460	-571	-682	-815
	-45	403	384	362	337	309	280	247	210	168	121	71	15	-43	-110	-176	-245	-320	-397	-469
	-40	412	397	379	358	334	310	283	253	220	183	141	96	52	2	-52	-106	-170	-229	-294
	-35	420	406	391	373	353	332	310	284	257	226	193	157	118	78	36	-12	-60	-112	-168
	-30	426	414	400	385	368	350	330	309	286	260	232	202	170	134	97	58	19	-27	-71
	-25	430	420	408	395	380	364	347	329	308	286	262	236	207	179	146	113	78	40	1
	-20	434	425	415	403	390	375	361	344	326	307	287	264	240	214	187	157	127	94	58
	-15	436	430	420	410	398	386	373	358	342	325	307	287	266	243	219	194	167	139	108
	-10	437	433	425	416	406	394	383	370	356	341	325	308	289	269	247	225	201	176	150
	-5	438	435	430	422	413	402	392	381	368	355	341	326	309	292	272	253	231	209	186
0	439	436	432	427	419	410	401	391	380	368	356	343	328	312	296	278	260	240	219	

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
85 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	401	382	360	334	305	276	242	204	161	112	62	3	-57	-124	-187	-261	-338	-423	-510
	-45	410	394	376	355	331	306	279	248	214	176	133	90	42	-9	-64	-122	-180	-243	-311
	-40	418	404	388	370	350	328	306	280	251	220	186	149	110	69	26	-23	-71	-126	-178
	-35	424	412	398	382	365	346	327	304	281	254	226	195	161	125	88	50	7	-37	-84
	-30	429	418	406	392	377	361	344	325	304	281	256	230	201	171	138	104	68	31	-8
	-25	433	423	412	400	387	372	357	341	322	303	281	258	233	206	178	148	118	84	49
	-20	435	428	418	407	395	382	369	354	338	320	302	281	260	236	211	185	158	129	97
	-15	437	432	423	413	403	391	379	366	351	336	320	301	282	261	239	215	191	166	139
	-10	438	434	428	419	409	399	388	376	363	349	335	319	302	283	263	243	220	198	174
	-5	439	435	431	424	415	406	396	385	374	362	348	335	319	303	285	267	247	226	205
0	440	436	433	429	421	412	404	394	384	373	361	349	335	321	305	289	272	253	234	

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
95 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	413	399	382	362	341	319	294	267	236	202	164	125	85	39	-7	-58	-113	-167	-224
	-45	420	407	392	376	357	337	317	293	267	239	208	174	140	100	61	20	-25	-71	-120
	-40	425	414	401	386	370	352	335	314	292	267	241	213	183	149	115	78	40	1	-41
	-35	429	419	408	395	380	365	349	331	312	291	267	243	217	187	159	126	93	57	23
	-30	433	424	414	402	389	375	361	345	328	309	289	267	244	219	192	165	136	105	73
	-25	436	428	419	408	397	384	372	357	342	325	307	287	267	245	221	197	171	144	114
	-20	437	432	423	414	403	392	380	368	354	339	323	305	287	267	246	223	200	176	150
	-15	438	434	427	419	409	399	388	377	364	351	337	321	305	286	267	247	226	204	181
	-10	439	435	431	423	414	405	395	385	374	362	348	335	320	303	286	268	250	228	209
	-5	440	437	433	427	419	411	402	393	382	372	360	347	334	319	303	287	270	252	233
0	441	438	434	430	424	416	408	400	391	381	370	359	347	334	320	305	290	274	256	

T <sub>MAX</sub>		Geschwindigkeit / km·h <sup>-1</sup>																		
105 % <sub>λ</sub>		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Gradient / ‰	-50	439	435	427	418	408	398	387	375	361	347	331	315	297	278	257	238	216	194	170
	-45	440	436	430	422	413	403	393	382	369	356	342	326	310	293	274	254	234	213	193
	-40	440	437	433	425	416	407	398	388	376	364	351	337	321	306	289	271	251	232	212
	-35	441	438	435	428	420	411	403	393	382	371	360	346	332	317	302	286	268	249	231
	-30	442	439	436	430	423	415	407	398	388	378	367	355	341	328	313	298	282	265	246
	-25	442	440	437	433	426	418	411	402	393	383	373	362	350	336	323	309	294	279	261
	-20	443	440	438	435	428	421	414	406	398	389	379	368	357	345	333	319	306	291	275
	-15	443	441	438	435	431	424	417	410	402	394	384	374	364	353	340	329	316	302	288
	-10	444	441	439	436	433	427	420	413	406	398	389	380	370	360	349	337	325	312	299
	-5	444	442	440	437	434	429	423	417	410	402	394	385	376	367	356	345	334	322	309
0	444	442	440	438	435	431	426	420	413	406	399	390	382	373	363	352	341	331	319	

Abbildung A1- 7: Zugreihe D -  $T_{MAX}$

$f_{sz}$ 

$f_{sz}$		Bremsreihe								
		50	60	65	70	75	80	85	95	105
Gradient / ‰	-55									1.09
	-50									0.89
	-45								1.44	0.43
	-40						1.5	1.45	1.38	0.21
	-35					1.44	1.39	1.39	1.26	0.32
	-30		1.48	1.4	1.37	1.33	1.28	1.21	1.08	0.76
	-25	1.43	1.37	1.23	1.17	1.11	1.01	0.88	0.52	
	-20	1.15	1.07	0.79	0.67	0.48	0.17	0.22	0.3	
	-15	0.44	0.25	0.25	0.29	0.41	0.46	0.49		
	-10									
	-5									
	0									

Abbildung A1- 8: Zugreihe D -  $f_{sz}$