

Technische Regeln
für die Bemessung und Prüfung der Bremsen
von Fahrzeugen
nach der
Verordnung über den Bau und Betrieb der
Straßenbahnen (BOStrab)

– Technische Regeln Bremsen –
(TR Br)

Ausgabe: Dezember 2008

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	5
2	Begriffbestimmungen	7
2.1	Allgemeine Begriffe	7
2.1.1	Bremse (Bremsystem)	7
2.1.2	Bremsausrüstung	7
2.1.3	Bremsung	7
2.1.4	Ausfall einer Bremse	8
2.1.5	Störung	8
2.2	Bremsungsarten (siehe Anhang 1, Tabelle 1)	9
2.2.1	Betriebsbremsung	9
2.2.2	SIFA-Bremsung	9
2.2.3	Fahrgast-Notbremsung	9
2.2.4	Gefahrbremsung	9
2.2.5	Notbremsung bei Fahrbetrieb ohne Fahrzeugführer	10
2.2.6	Sicherheitsbremsung	10
2.2.7	Abreißbremsung	11
2.2.8	Feststellbremsung	11
2.2.9	Zugsicherungsbremsung	11
2.2.10	Weitere Bremsungsarten	12
2.3	Lasten	13
2.3.1	Eigenlast	13

2.3.2	Nutzlast	13
2.3.3	Laststufe I / Betriebslast (leeres Fahrzeug)	14
2.3.4	Laststufe II (Zweidrittellast)	14
2.3.5	Laststufe III (Höchstlast)	14
2.4	Verzögerungen	15
2.4.1	Allgemeines	15
2.4.2	Dauerbremsverzögerung	15
2.4.3	Mittlere Bremsverzögerung	15
2.5	Zeiten	16
2.5.1	Verzugszeit (Totzeit)	16
2.5.2	Aufbauzeit (Schwellzeit)	16
2.5.3	Ansprechzeit	16
3	Anforderungen	17
3.1	Unabhängigkeit von Bremsen	17
3.2	Ausfall einer Bremse	17
3.3	Ausfall jeglicher elektrischer Energieversorgung der Bremsen	17
3.4	Betriebsbremsung	17
3.5	Vom Kraftschluss Rad/Schiene unabhängige Bremsung (Schienenbremsen)	18
3.6	Sandstreueinrichtung	18
3.7	Fahrgast-Notbremseinrichtung	18
3.8	Bremsung auf Abschnitten mit Neigungen	21
3.9	Bremsung für Betriebsfahrzeuge	21

4	Messungen und Funktionsprüfungen	22
4.1	Allgemeines	22
4.2	Zugverbandsprüfung	23
4.3	Prüfbedingungen	24
4.3.1	Allgemeines	24
4.3.2	Anhalteweg	24
4.3.3	Ausgangsgeschwindigkeiten	24
4.3.4	Sandstreueinrichtung	25
4.3.5	Abreißbremsung	25
4.3.6	Feststellbremsung	26
4.3.7	Ausfall einer Bremse im Gefälle / Ausfall jeglicher elektrischer Energieversorgung der Bremsen	26
4.3.8	Fahrgast-Notbremsung	26
5	Grenzwerte für Bremsungen	27
6	Stichwortverzeichnis	29
	Anhang 1 Vergleich der Bremsungsarten	33
	Anhang 1 Messungen und Funktionsprüfungen	34
	Anhang 1 Messungen und Funktionsprüfungen (Fortsetzung)	35
	Anhang 2 Grenzwerte	36
	Anhang 3 Fahrdynamik-Diagramme	38
	Anhang 4 Zugverbandsprüfung	42

1 Allgemeines

Diese Technischen Regeln Bremsen (TR Br) konkretisieren die Vorschriften gemäß § 36 der Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (BOStrab) vom 11. Dezember 1987 (BGBl I Seite 2648) hinsichtlich der Bemessung und Prüfung der Bremsen von Fahrzeugen gemäß § 1 Abs. 8 BOStrab. Sie sind die „Richtlinien“ im Sinne der amtlichen Begründung zu § 36 Abs. 2 BOStrab.

Der Entwurf der TR Br wurde im Sommer 2007 allen Straßenbahn-Verkehrsunternehmen, den einschlägigen Forschungseinrichtungen, der Industrie und den Technischen Aufsichtsbehörden zur Stellungnahme vorgelegt. Die eingegangenen Rückmeldungen wurden bewertet und entsprechend berücksichtigt. Es galt das Konsensprinzip. Im Herbst 2008 hat der „Länderfachausschusses für Stadtbahnen und andere spurgebundene Ortsverkehrssysteme“ (LSO) im Umlaufverfahren die TR Br beschlossen.

Sie gelten nach Auffassung des LSO als „allgemein anerkannte Regeln der Technik“ gemäß § 2 Abs. 1 BOStrab.

Sie ersetzen für neu konstruierte Fahrzeuge oder für wesentlich geänderte Fahrzeuge, sofern die Bremsausrüstung oder das Bremsvermögen betroffen sind, die "Vorläufigen Richtlinien für die Bemessung und Prüfung der Bremsen von Fahrzeugen nach der Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (BOStrab)" vom 15.05.1988.

Anmerkung 1:

Die Technische Regeln Bremsen dürfen auch bei allen anderen Fahrzeugen angewendet werden, wenn dies vom Verkehrsunternehmen bei der Instandhaltung so festgelegt oder bei einer Nachbeschaffung von Fahrzeugen ohne Änderung der Bauunterlagen vereinbart wird.

Abweichungen sind gemäß § 2 Abs. 2 BOStrab zulässig, wenn mindestens die gleiche Sicherheit gewährleistet ist.

Diese Technischen Regeln Bremsen (TR Br) berücksichtigen die europäische Norm DIN EN 13452, Ausgabe 2003, und regeln auf der Grundlage der BOStrab die in dieser Norm vorgesehenen Festlegungen.

Anmerkung 2:

In der DIN EN 13452 werden für einen Gegenstand (z.B. Bremse) an verschiedenen Stellen unterschiedliche Begriffe (z.B. "Bremsung" korrekt in der Definition, aber falsch "Bremse" in der Kopfzeile von Tabellen) verwendet. In diesen technischen Regeln Bremsen (TR Br) werden die Mehrdeutigkeiten korrigiert, beim Vergleich mit der Norm ergeben sich aber dadurch gegebenenfalls scheinbare Unstimmigkeiten.

2 Begriffbestimmungen

2.1 Allgemeine Begriffe

2.1.1 Bremse (Bremsystem)

Einrichtung, deren Hauptfunktion die Ausführung einer Bremsung ist.

Der Begriff Bremse umfasst die Einrichtungen zum Aufbringen der Bremskräfte (Energieumsetzung) sowie die Steuerungs-, Betätigungs- und Überwachungseinrichtungen als System.

Anmerkung 1:

Die Bremsen werden durch ihre Funktionsweise (z. B. elektrodynamische Bremse, Reibungsbremse, vom Kraftschluss zwischen Rad und Schiene unabhängige Bremse) charakterisiert.

Anmerkung 2:

In der Begründung zu § 36 BOSTrab und in DIN EN 13452 wird die „Bremse“ auch als „Bremsystem“ bezeichnet.

Anmerkung 3:

Neben den Begriffen "Bremse" und "Bremsystem" wird in der DIN EN 13452 auch der Begriff "Bremsanlage" verwendet.

2.1.2 Bremsausrüstung

Die Bremsausrüstung umfasst eine oder mehrere Bremsen.

Gesamtheit der Einrichtungen (Hard- und Software), die mit einem gewählten Sicherheitsgrad die Bremsanforderungen eines Zuges erfüllt. Dabei muss die Verfügbarkeit den betrieblichen Anforderungen entsprechen.

2.1.3 Bremsung

Vorgang, bei dem eine Kraft erzeugt wird, die einer Zugbewegung entgegenwirkt oder die die Bewegung eines stehenden Zuges verhindert.

2.1.4 Ausfall einer Bremse

Der Ausfall einer Bremse gemäß § 36 Abs. 3 BOStrab liegt vor, wenn auf Grund einer Störung

- Fahrzeuge straßenabhängiger Bahnen die Grenzwerte für die Gefahrenbremsung gemäß Anlage 2, Tabelle 2 BOStrab

bzw.

- Fahrzeuge unabhängiger Bahnen die Grenzwerte gemäß Anlage 2, Tabelle 1 BOStrab bzw. der für die Zugsicherungsbremse im Verkehrsunternehmen festgelegten Grenzwerte

nicht erreichen.

Fällt eine Bremse nur teilweise (Redundanz) aus und werden trotzdem die beiden o.a. Bedingungen erfüllt, gilt dies nicht als „Ausfall einer Bremse“ gemäß § 36 Abs. 3 BOStrab.

2.1.5 Störung

Störung ist die unbeabsichtigte Unterbrechung oder Beeinträchtigung der Funktionserfüllung einer Betrachtungseinheit.

Anmerkung:

Die Begriffsbestimmung berücksichtigt DIN 31051.

2.2 Bremsungsarten (siehe Anhang 1, Tabelle 1)

2.2.1 Betriebsbremsung

Betriebsbremsung ist die Bremsung durch den Fahrzeugführer oder durch die automatische Fahr- und Bremssteuerung bis zu einer gewünschten Geschwindigkeit oder bis zum Stillstand des Zuges ohne Gefährdung der Fahrgäste.

Anmerkung:

Die "Betriebsbremsung" wird in DIN EN 13452-1 auch als "Betriebsbremse" bezeichnet.

2.2.2 SIFA-Bremsung

Gemäß § 38 Abs. 2 BOSTrab müssen durch Fahrzeugführer gesteuerte Personenfahrzeuge mit einer Sicherheitsfahrerschaltung (SIFA) ausgerüstet sein, die bei einem Ausfall des Fahrzeugführers eine automatische Bremsung bis zum Stillstand bewirkt.

Das erforderliche Bremsvermögen muss vom jeweiligen Verkehrsunternehmen vorgegeben werden.

Anmerkung:

Die SIFA-Bremsung wird in DIN EN 13452-1, Abschnitt 3.2.3, als Notbremsung 1 bezeichnet. Sie kann auch von einem ATO-System (ATO = Automatic Train Operation) ausgelöst werden.

2.2.3 Fahrgast-Notbremsung

Fahrgast-Notbremsung ist die Bremsung im Sinne von § 36 Abs. 9 BOSTrab, die von Fahrgästen über dafür bestimmte Einrichtungen eingeleitet werden kann und mittelbar oder unmittelbar zum Stillstand des Zuges führt.

Anmerkung 1:

Die Fahrgast-Notbremsung wird in DIN EN 13452-1, Abschnitt 3.2.3, als "Notbremsung 2" bezeichnet.

Anmerkung 2:

Sinnvolle Bremswerte ergeben sich aus der Einleitung dieser Bremsungsart durch nicht unterwiesene Personen (Fahrgäste). Deshalb sollten bei der Festlegung der Bremswerte die Kriterien für die Betriebsbremsung angewendet werden.

2.2.4 Gefahrbremsung

Gefahrbremsung ist die Bremsung gemäß § 36 Abs. 5 BOSTrab, die bei Wahrnehmung einer Gefahr vom Fahrzeugführer eingeleitet wird. Bei dieser Bremsung treten erhöhte Verzögerungen und Rucke auf. Die dabei mögliche

Gefährdung der Fahrzeuginsassen wird ausgehend von der Gesamtgefährdung hingenommen.

Der Bremshebel (Sollwertgeber) muss in der Stellung „Gefahrbremung“ einrasten.

Anmerkung:

Die Gefahrbremung wird in DIN EN 13452-1, Abschnitt 3.2.3, als Notbremung 3 bezeichnet.

Das Fahrzeug muss dabei nicht zwangsläufig bis zum Halt gebremst werden, da bei Wegfall der Gefahr während der Bremsung der Einsatz der Bremsen beendet werden kann, ohne dass das Fahrzeug anhält.

Beim rechnerischen Nachweis der Gefahrbremung ist von einem Kraftschlussbeiwert zwischen Rad und Schiene von höchstens 0,33 auszugehen. Unbeschadet hiervon ist der praktische Nachweis zu führen.

2.2.5 Notbremung bei Fahrbetrieb ohne Fahrzeugführer

Diese Bremsung wird durch autorisiertes Personal über ein Bedienelement eingeleitet, unabhängig vom Fahr-/Bremsschalter.

Anmerkung:

Diese Bremsung wird in DIN EN 13452-1, Abschnitt 3.2.3, als Notbremung 4 bezeichnet.

2.2.6 Sicherheitsbremung

Die Sicherheitsbremung hat einen höheren Grad an Funktionsfähigkeit (*Verfügbarkeit*) als die Betriebsbremung, die Fahrgast-Notbremung und die Gefahrbremung. Das Bremsvermögen kann auf einem niedrigeren Niveau als bei Betriebsbremung oder Fahrgast-Notbremung liegen.

Anmerkung 1:

Der Begriff "Sicherheitsbremung" wird in der BOStrab nicht erwähnt.

Anmerkung 2:

Eine Sicherheitsbremung kann z. B. durch den Not-Taster des Fahrzeugführers ausgelöst werden und steuert nach dem Ruhestromprinzip eine mechanische Bremse an.

Anmerkung 3:

Der Begriff "Sicherheitsbremung" wurde vor Veröffentlichung der DIN EN 13452-1 für andere Bremsungsarten (Fahrsperren-, Fahrgast-Not-, Abreiß-, SIFA- und Zugsicherungsbremung) angewendet.

Anmerkung 4:

Sie muss mindestens das Bremsvermögen einer Sicherheitsbremsung gemäß DIN EN 13452-1 erreichen.

Anmerkung 5:

Für diese Bremsungsart ist auch der Begriff "Fahrer-Notbremsung" gebräuchlich.

2.2.7 Abreißbremsung

Abreißbremsung ist die Bremsung im Falle einer unbeabsichtigten Zugtrennung gemäß § 36 Abs. 8 BOStrab.

Dabei müssen alle Teile des Zuges automatisch bis zum Stillstand mindestens mit einem Bremsvermögen gemäß Anlage 2, Tabelle 1 BOStrab gebremst werden.

Anmerkung:

Forderung gemäß DIN EN 13452-1, Abschnitt 5.4.1.

2.2.8 Feststellbremsung

Feststellbremsung ist die Bremsung zum Sichern des stehenden Fahrzeuges gegen Abrollen durch ein Bremssystem gemäß § 36 Abs. 4 BOStrab.

Anmerkung:

Die Feststellbremsung wird in DIN EN 13452-1, Abschnitt 3.2.7.2, als Abstellbremsung bezeichnet: "Bremsung, die einen Zug mit einer vorgegebenen Last in einer vorgegebenen Streckenneigung zeitlich unbegrenzt festhalten kann."

2.2.9 Zugsicherungsbremsung

Zugsicherungseinrichtungen auf Personenzugfahrzeugen gemäß § 38 Abs. 3 BOStrab müssen unter bestimmten Bedingungen eine Bremsung, wie vom jeweiligen Verkehrsunternehmen vorgegeben, einleiten.

Bei Fahrzeugen, die auf Strecken mit Zugsicherungsanlagen eingesetzt werden, ist das Bremsvermögen auf die Bremswegabstände entsprechend § 22 Abs. 2 Nr. 1 BOStrab abzustimmen.

2.2.10 Weitere Bremsungsarten

Anmerkung:

Nachfolgende Bremsungsarten werden nicht in der BOStrab erwähnt, werden aber in der DIN EN 13452-1 aufgeführt.

Beharrungsbremung

Beharrungsbremung ist die Bremsung gemäß DIN EN 13452-1, Abschnitt 3.2.5, zur Anpassung der Zuggeschwindigkeit in einem Gefälle bis zu einem im Wesentlichen konstanten Wert.

Nicht aufhebbare Bremsung

Nicht aufhebbare Bremsung ist die (Eigenschaft einer) Bremsung gemäß DIN EN 13452-1, Abschnitt 3.2.6, die bis zum Stillstand des Zuges aufrechterhalten wird.

Stillstandsbremung

Stillstandsbremung ist die Bremsung gemäß DIN EN 13452-1, Abschnitt 3.2.7, die einen haltenden Zug unter festgelegten Bedingungen an der Bewegung hindert.

Haltebremung

Haltebremung ist die Bremsung gemäß DIN EN 13452-1, Abschnitt 3.2.7.1, die einen Zug mit Fahrgästen für eine vorgegebene Dauer und mit einer vorgegebenen Last festhalten kann.

2.3 Lasten

2.3.1 Eigenlast

Eigenlast ist die aus der Eigenmasse resultierende Gewichtskraft.

Die Eigenmasse ist gemäß DIN 25008, Ausgabe 2005, die Masse des rollfähigen Fahrzeugs mit allen fest eingebauten Teilen und allen Betriebsmitteln.

Bei der Berechnung der Eigenlast ist von einer Erdbeschleunigung von $9,81 \text{ m/s}^2$ auszugehen.

2.3.2 Nutzlast

Als Nutzlast bei Personenfahrzeugen ist je festen Sitzplatz eine Last von 750 N und je m^2 Stehplatzfläche eine Last von 5.000 N anzunehmen.

Von der Gesamtfläche des Fahrzeuginnenraums sind folgende Flächen als für Stehplätze nicht geeignet abzuziehen:

- a) die auf den Boden projizierten Flächen von Sitzplätzen einschließlich Rücken- und Armlehnen zuzüglich der Flächen für die Füße der sitzenden Fahrgäste. Die letztgenannten Flächen sind mit einer Länge entsprechend der Sitzbreite und einer Tiefe von 300 mm anzusetzen. Bei gegenüberliegenden Sitzen wird die Stehplatzfläche erst ab einem Abstand der projizierten Sitzplatzfläche von 600 mm unter Berücksichtigung von d) gerechnet;
- b) durch Fahrbedienstete (Fahrzeugführer, Zugbegleiter) beanspruchte Flächen;
- c) Trittstufen und Flächen, die nur zum Ein- und Aussteigen betreten werden müssen. Bei Türen an beiden Fahrzeugseiten ist die Fläche der fußbodenbündigen Trittstufenabdeckungen einer Fahrzeugseite zur Stehplatzfläche zu rechnen;
- d) Flächen, die wegen zu geringer Aufstandsfläche als Stehplätze ungeeignet sind;
- e) Flächen, über denen die lichte Höhe weniger als 1.950 mm beträgt;
- f) durch Notübergänge und Nebenräume beanspruchte Flächen.

Anmerkung:

Nebenräume sind z. B. Aborte, Wasch- und Küchenräume.

Bei Betriebsfahrzeugen entspricht die Nutzlast der maximalen ausgewiesenen Last infolge Besetzung durch Betriebsbedienstete sowie Beladung durch Güter. Die zur Führung des Betriebsfahrzeuges erforderlichen Fahrbediensteten sind nicht mitzuzählen.

Anmerkung:

Diese Einschränkung ergibt sich aus der Begriffsbestimmung der Betriebslast.

2.3.3 Laststufe I / Betriebslast (leeres Fahrzeug)

Betriebslast ist die aus der Betriebsmasse resultierende Gewichtskraft.

Betriebsmasse ist die Eigenmasse des Fahrzeugs zuzüglich der maximalen Masse der Betriebsstoffvorräte und die Personalmasse (80 kg/Pers. nach DIN 25008).

Ein leeres Fahrzeug gemäß Anlage 2 BOStrab weist die Betriebslast auf.

Bei der Berechnung der Betriebslast ist von einer Erdbeschleunigung von $9,81 \text{ m/s}^2$ auszugehen.

2.3.4 Laststufe II (Zweidrittellast)

ergibt sich aus der Betriebslast und $2/3$ der Nutzlast.

Anmerkung 1:

Laststufe II ist ausschließlich bei Personenfahrzeugen von Bedeutung.

Anmerkung 2:

Die Laststufe II (Zweidrittellast) nach den Technischen Regeln Bremsen (TR Br) weicht vom Lastzustand EL4 nach DIN EN 13452-1, Abschnitt 5.2, in Abhängigkeit vom Sitz-/Stehplatzverhältnis ab. Dies führt nicht zu veränderten Anforderungen (siehe Abschnitt 5).

2.3.5 Laststufe III (Höchstlast)

ergibt sich aus der Betriebslast und der Nutzlast.

2.4 Verzögerungen

2.4.1 Allgemeines

Wenn für bestimmte Bremsungen in diesen Technischen Regeln Bremsen (TR Br) und auch vom Verkehrsunternehmen keine Grenzwerte für die Bremsverzögerung angegeben werden, gelten die Mindestanforderungen der DIN EN 13452-1.

2.4.2 Dauerbremsverzögerung

ist die Verzögerung, die während des Wirkens einer weitgehend konstanten Bremskraft über einen Betrachtungszeitraum auftritt.

Anmerkung 1:

Definitionsgemäß sind Verzugs- und Aufbauzeit nicht enthalten.

Anmerkung 2:

Sofern die Bremskraft nur abschnittsweise konstant gehalten werden kann (z. B. bei Schaltwerkssteuerungen), wird als Dauerbremsverzögerung ein über den Betrachtungszeitraum gemittelter Wert genommen.

2.4.3 Mittlere Bremsverzögerung

ist die Verzögerung a in m/s^2 , die sich aus dem zurückgelegten Weg s in m des Fahrzeuges vom Einleiten der Bremsung bis zum Halt aus der Geschwindigkeit v in km/h beim Einleiten der Bremsung entsprechend der Formel

$$a = \frac{v^2}{3,6^2 \cdot 2s}$$

ergibt.

Anmerkung:

Die mittlere Bremsverzögerung ist eine Rechengröße. Die Ausgangsgeschwindigkeit muss zur vollständigen Beschreibung mit angegeben werden.

2.5 Zeiten

Siehe informeller Anhang 3 D, Diagramm 1, Diagramm 2, Diagramm 3 und Diagramm 4.

2.5.1 Verzugszeit (Totzeit)

Zeitabschnitt, der mit der Einleitung einer Änderung der Bremsanforderungen (Anlegen oder Lösen) beginnt und dann endet, wenn 10 % der vorgegebenen Verzögerung erreicht worden sind.

2.5.2 Aufbauzeit (Schwellzeit)

Zeitabschnitt, der beginnt, wenn 10 % der vorgegebenen Verzögerung erreicht worden sind (Ende der Verzugszeit) und endet, wenn 90 % der vorgegebenen Verzögerung erreicht worden sind.

2.5.3 Ansprechzeit

Die Ansprechzeit ist die Summe von Verzugs- und Aufbauzeit.

3 Anforderungen

3.1 Unabhängigkeit von Bremsen

Mehrere Bremsen gelten auch dann als von einander unabhängig, wenn sie aus der selben Batterie gespeist werden, da diese Energiequelle erfahrungsgemäß eine hinreichend hohe Verfügbarkeit aufweist.

3.2 Ausfall einer Bremse

Bei Ausfall einer Bremse muss das Fahrzeug

- a) gemäß § 36 Abs. 3 BOStrab bei Betriebslast auf geradem ebenen Gleis die Mindestwerte gemäß Anhang 2 A, Tabelle 1 dieser Technischen Regeln Bremsen (TR Br) einhalten.
- b) gemäß § 36 Abs. 2 Nr. 3 BOStrab und § 17 Abs. 5 Nr. 1 BOStrab bei Höchstlast in allen im Streckennetz vorhandenen Neigungen aus der örtlich festgelegten Streckenhöchstgeschwindigkeit wenigstens einmal angehalten werden können.

Eine einmalige Bremsung ist ausreichend, da bei schadhaften Bremsen gemäß § 56 BOStrab zu verfahren ist.

Es genügt, den Ausfall nur einer Bremse zu berücksichtigen.

3.3 Ausfall jeglicher elektrischer Energieversorgung der Bremsen

Gemäß § 36 Abs. 2 Nr. 3 BOStrab und § 17 Abs. 5 Nr. 1 BOStrab muss bei Ausfall jeglicher elektrischer Energieversorgung der Bremsen das Fahrzeug bei Höchstlast in allen im Streckennetz vorhandenen Neigungen aus der örtlich festgelegten Streckenhöchstgeschwindigkeit wenigstens einmal angehalten werden können.

Eine einmalige Bremsung ist ausreichend, da bei schadhaften Bremsen gemäß § 56 BOStrab zu verfahren ist.

3.4 Betriebsbremsung

Bei der Betriebsbremsung dürfen aus Sicherheits- und Komfortgründen für stehende Fahrgäste keine unzulässigen Dauerbremsverzögerungen auftreten.

3.5 Vom Kraftschluss Rad/Schiene unabhängige Bremsung (Schienebremsen)

Vom Kraftschluss zwischen Rad und Schiene unabhängige Bremsen (Schienebremsen) gemäß § 36 Abs. 5 Nr. 1 BOStrab müssen so gebaut sein, dass bei leerem Fahrzeug mindestens die Grenzwerte gemäß Anhang 2 B, Tabelle 3 erreicht werden.

3.6 Sandstreueinrichtung

Sandstreueinrichtungen gemäß § 36 Abs. 5 Nr. 2 BOStrab dienen der Kraftschlussverbesserung.

Sie müssen so gebaut sein, dass ihre Funktion auch bei ungünstigen Witterungsverhältnissen gewährleistet ist.

Die abzugebenden Sandmengen sind so zu bemessen, dass Störungen insbesondere in den Zugsicherungsanlagen vermieden werden.

Sandstreueinrichtungen sollten so angeordnet sein, dass mindestens vor den in Fahrtrichtung ersten gebremsten Rädern jedes Fahrzeuges gesandet werden kann. Die weitere Ausrüstung mit Sandstreueinrichtungen richtet sich nach den Anforderungen an die Bremsverzögerung.

Anmerkung:

Dies gilt insbesondere auch für Betriebsfahrzeuge (z. B. Zweiwege-Fahrzeuge), die auf Strecken mit einem längerem Gefälle und einer Längsneigung > 40 ‰ (siehe BOStrab-Trassierungsrichtlinie) eingesetzt werden.

Die Sandstreueinrichtungen müssen beim Einleiten der Gefahrenbremsung selbsttätig wirksam werden.

3.7 Fahrgast-Notbremseinrichtung

Fahrgast-Notbremseinrichtungen gemäß § 36 Abs. 9 BOStrab ermöglichen es Fahrgästen zur Abwehr von Gefahren beizutragen.

Anmerkung:

Es sind zu unterscheiden

- *Notfälle, bei denen durch ein möglichst schnelles Anhalten des Zuges Unfälle vermieden oder Unfallfolgen vermindert werden können;*

- *Notfälle, bei denen durch ein Anhalten des Zuges auf der Strecke mit einem höheren Gefährdungspotenzial für die Fahrgäste zu rechnen ist als bei einem Anhalten auf einem für die Fahrgastrettung geeigneten Streckenabschnitt, in der Regel an einem Bahnsteig.*

Diese Einrichtungen müssen in der Nähe jeder Tür für den Fahrgastwechsel angeordnet und deutlich erkennbar sein.

Bei Zweirichtungsfahrzeugen ist für einander gegenüber liegende Türen eine Notbremseinrichtung ausreichend.

Die Betätigung einer Notbremseinrichtung muss unverzüglich dem Fahrzeugführer oder bei Fahrbetrieb ohne Fahrzeugführer einer besetzten Betriebsstelle so angezeigt werden, dass die notwendigen Maßnahmen getroffen werden können.

In der Haltestelle muss bei Betätigung der Notbremseinrichtung im Fahrzeug durch die Notbremsung unverzüglich und selbsttätig

- a) die Anfahrt des Zuges verhindert werden,
- b) der anfahrende Zug zum Halt gebracht werden.

§ 36 Abs. 9 Satz 2 BOStrab gilt als erfüllt, wenn

- a) in Tunneln die Notbremseinrichtung nach Abfahrt des Zuges vom Bahnsteig noch mindestens 8 Sekunden und höchstens so lange unmittelbar wirksam bleibt, dass sich nach einem Nothalt die Spitze des Zuges nicht weiter als 200 m außerhalb der Haltestelle befindet,
- b) auf Strecken ohne Sicherheitsraum die Notbremseinrichtung nur so lange unmittelbar wirksam bleibt, dass Fahrzeuginsassen den Zug nach einem Nothalt noch selbstständig am Bahnsteig verlassen können.

Anmerkung:

Bei den angegebenen Werten für die Abgrenzung der Bereiche „in der Haltestelle“ und „außerhalb der Haltestelle“ in Tunneln handelt es sich um Grenzwerte. Sie sind abgeleitet aus

- *der erforderlichen Mindestzeit für das Erkennen eines Notfalles, der ein unverzügliches Anhalten des Zuges erfordert (z. B. ein in der Tür eingeklemmter Fahrgast), und für die Betätigung einer Notbremseinrichtung durch Fahrgäste und*
- *dem physikalisch bedingten Anhalteweg des Zuges unter ungünstigen Bedingungen bei der betrieblich vorgegebenen spätest möglichen Einleitung einer unverzüglich wirksam werdenden Notbremsung.*

Die Grenzwerte ermöglichen eine optimale Anpassung der Fahrgast-Notbremsung an die betrieblichen Verhältnisse (z. B. Zuglängen, Halteplatz am Bahnsteig) und die fahrdynamischen Eigenschaften der Züge (z. B. Anfahrbeschleunigung, Bremsverzögerung).

Die Abgrenzung der Bereiche „in der Haltestelle“ und „außerhalb der Haltestelle“ bei Strecken ohne Sicherheitsraum trägt den baulichen Gegebenheiten, die ein selbstständiges Verlassen des Zuges ohne besondere Rettungseinrichtungen nur am Bahnsteig zulassen, Rechnung.

Die Notbremsüberbrückung gemäß § 36 Abs. 9 Satz 2 BOStrab darf auf anderen Strecken wirksam sein, wenn das Verhalten in diesem Fall durch eine Dienstanweisung geregelt ist.

Anmerkung:

Bei der Betätigung einer Notbremseinrichtung außerhalb von Haltestellen ist als Risiko bestimmender Faktor im Allgemeinen ein Brand im Zug anzunehmen. In einem solchen Fall darf eine eingeleitete Fahrgast-Notbremsung auf den genannten Streckenabschnitten nicht unmittelbar wirksam werden, und die Weiterfahrt zur nächsten Haltestelle muss ohne vermeidbare zeitliche Verzögerung möglich sein,

- da auf Strecken ohne Sicherheitsraum die bauliche Gestaltung des Fahrweges ein selbstständiges Verlassen des Zuges ohne besondere Rettungseinrichtungen im Regelfall nicht zulässt,*
- in Tunneln die Rettungsmöglichkeiten für Fahrgäste insbesondere wegen starker Rauchentwicklung im eng begrenzten Tunnelraum eingeschränkt sind,*
- in einer Haltestelle die Fahrgäste sich schneller und gefahrloser aus dem gefährdeten Bereich entfernen können und auch Hilfs- und Brandbekämpfungsmaßnahmen schneller und wirksamer als auf Strecken ohne Sicherheitsraum und in Tunneln durchgeführt werden können.*

Außerhalb von Tunneln ist durch die Weiterfahrt eines Zuges auf Strecken mit Sicherheitsraum eine Verbesserung der Rettungs-, Hilfeleistungs- und Brandbekämpfungsmöglichkeiten zu erreichen. Die unterschiedliche Lage (Niveau, Hochlage, Einschnitt, im und außerhalb des Straßenraumes) und Art des Bahnkörpers (Schotter- und schotterloser Oberbau, eingepflastert) sowie die verschiedenen Fahrzeugbauarten (z. B. mit und ohne Trittstufen) erfordern eine auf die jeweiligen örtlichen, betrieblichen und fahrzeugtechnischen Verhältnisse abgestimmte Regelung. Das entscheidende Kriterium ist hierbei, dass bei einem gefährdenden Ereignis, z. B. Brand, im Zug den Fahrgästen auch bei Dunkelheit und ungünstigen Witterungsverhältnissen ein möglichst schnelles und gefahrloses Verlassen des Einwirkungsbereiches möglich ist und die Voraussetzungen für Hilfeleistungen und Bekämpfungsmaßnahmen gegeben sind.

3.8 Bremsung auf Abschnitten mit Neigungen

Für den Einsatz auf Abschnitten mit Neigungen sind gemäß § 17 Abs. 5 BOStrab zusätzliche Anforderungen hinsichtlich der Bemessung und Prüfung der Bremsen von Fahrzeugen zu berücksichtigen.

Anmerkung:

Dies gilt insbesondere für Strecken mit einem längerem Gefälle und einer Längsneigung > 40 ‰ (siehe BOStrab-Trassierungsrichtlinie).

3.9 Bremsung von Betriebsfahrzeugen

Betriebsfahrzeuge gemäß § 36 Abs. 6 BOStrab müssen nur eine Bremse aufweisen. Für diese Fahrzeuge gelten als Grenzwerte die mittleren Bremsverzögerungen gemäß Anlage 2, Tabelle 1 BOStrab bzw. Anhang 2 A, Tabelle 1 dieser Technischen Regeln Bremsen (TR Br).

4 Messungen und Funktionsprüfungen

4.1 Allgemeines

Messungen dienen der quantitativen Feststellung der Wirkung von Bremsen, insbesondere der Feststellung der erzielten Bremswerte.

Funktionsprüfungen dienen der qualitativen Feststellung der Wirkung von Bremsen.

Die Messungen und Funktionsprüfungen dienen damit als Nachweis zur Einhaltung der Bestimmungen des § 36 BOSTrab und dieser Technischen Regeln Bremsen (TR Br).

Die erforderlichen Messungen und Funktionsprüfungen sind Inhalt der Prüfung 1 und Prüfung 2.

Prüfung 1 ist durchzuführen

- bei der Abnahme gemäß § 62 BOSTrab an einem fertig gestellten Fahrzeug einer erstmalig in Betrieb zu nehmenden Serie (Typprüfung);
- bei der Abnahme gemäß § 62 BOSTrab an einem Fahrzeug einer geänderten Serie, wenn eine wesentliche Änderung der Bremse oder "Masse/Nutzlast" des Fahrzeugs vorgenommen wurde, andernfalls genügt Prüfung 2.

Prüfung 2 ist durchzuführen

- bei der Abnahme gemäß § 62 BOSTrab an jedem weiteren fertig gestellten Fahrzeug einer typgeprüften Serie (Stückprüfung);
- im Rahmen der Inspektionen gemäß § 57 Abs. 3 und Abs. 4 BOSTrab.

Anmerkung:

Die in diesen Technischen Regeln Bremsen (TR Br) verwendeten Begriffe „Prüfung 1“ und „Prüfung 2“ entsprechen sinngemäß den verwendeten Begriffen „Prüfung B“ und „Prüfung A“ der bisherigen "vorläufigen Bremsenrichtlinie" von 1988.

- Prüfung 1 entspricht Prüfung B
- Prüfung 2 entspricht Prüfung A

Messungen und Funktionsprüfungen im Rahmen der Instandhaltung der Fahrzeuge, insbesondere nach Eingriffen in die Bremsausrüstung sowie nach Beanstandungen des Bremsvermögens, sind gemäß § 57 Abs. 1 und Abs. 2 BOSTrab entsprechend den baulichen und betrieblichen Gegebenheiten festzulegen.

Anmerkung:

Für die Belange dieser Technischen Regeln Bremsen (TR Br) müssen Komfortgrenzwerte gemäß DIN EN 13452-1 nicht nachgewiesen werden.

Wenn bei mehreren Bremsungsarten die gleichen Bremssysteme in derselben Kombination eingesetzt werden, genügt die Bremswegprüfung bei der Bremsungsart mit der höchsten Anforderungen und ergänzend die Funktionsprüfung bei den anderen Bremsungsarten.

4.2 Zugverbandsprüfung

Züge, die aus mehr als einem Fahrzeug bestehen, gelten als Zugverband im Sinne von § 36 Abs. 7 BOStrab.

Fahrzeuge, die auch in Zugverbänden mit anderen Fahrzeugen betrieben werden können, müssen mit diesen anderen Fahrzeugen geprüft werden (siehe Anhang 4, Tabelle 1). Hierbei muss das Bremsverhalten der Fahrzeuge hinreichend ähnlich sein.

Für die Prüfung 1 gilt:

- größter im Betrieb vorgesehener Zugverband des gleichen Fahrzeugtyps
- größter im Betrieb vorgesehener Zugverband aus verschiedenen Fahrzeugtypen in der betrieblich vorgesehenen Typenmischung (siehe Anhang 4, Tabelle 1). Die Reihung des Zugverbandes ist dabei unerheblich.

Für die Prüfung 2 gilt:

- kleinster im Betrieb eingesetzter Zugverband des gleichen Fahrzeugtyps
- kleinster im Betrieb eingesetzter Zugverband aus unterschiedlichen Fahrzeugtypen in verschiedener Anzahl, unabhängig von der Position im Zugverband

4.3 Prüfbedingungen

4.3.1 Allgemeines

Bei der Prüfung der Bremsen gemäß Anhang 1, Tabelle 2 A und Tabelle 2 B sind die Bremsungen, soweit in den folgenden Abschnitten nicht anders bestimmt, auf geradem und ebenem Gleis im Netz des Verkehrsunternehmens

- bei der Prüfung 1 mindestens dreimal (Vorgabe aus DIN EN 13452) und
- bei der Prüfung 2 mindestens zweimal

jeweils erfolgreich durchzuführen.

Anmerkung 1:

Wird bei der Prüfung der Bremsen bei Zweirichtungsfahrzeugen nur ein Fahrzeugführerstand benutzt, sind für den anderen Fahrzeugführerstand mindestens die Funktionsprüfungen durchzuführen.

Anmerkung 2:

Die angegebenen Grenzwerte gelten für jede der zu prüfenden Laststufen.

4.3.2 Anhalteweg

Gemessen wird der Anhalteweg, beginnend mit dem Einleiten der Bremsung aus dem Zustand des Rollens (ohne Antriebskraft) und endend mit dem Stillstand des Fahrzeuges oder Zuges ($v < 0,1$ km/h). Aus dem Anhalteweg wird die mittlere Bremsverzögerung berechnet.

Anmerkung 1:

Die Definition von $v < 0,1$ km/h als Stillstand erfolgt aus messtechnischen Gründen.

Anmerkung 2:

Der Anhalteweg entspricht dem "Bremsweg" gemäß BOStrab Anlage 2. Die Definition "Anhalteweg" wurde im Sinne der Harmonisierung gemäß DIN EN 13452-1, 3.6.6 gewählt.

4.3.3 Ausgangsgeschwindigkeiten

Die Ausgangsgeschwindigkeiten sind

- ein Drittel und zwei Drittel der Bauart bedingten zulässigen Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeuges

oder

- zwei Drittel der höchsten im Streckennetz zugelassenen Geschwindigkeit, falls diese niedriger als die Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeuges ist.

Bei der Prüfung der Betriebsbremsung gemäß Prüfung 1 ist zusätzlich als Ausgangsgeschwindigkeit

- der volle Wert (drei Drittel) der Bauart bedingten zulässigen Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeuges

oder

- der volle Wert (drei Drittel) der höchsten im Streckennetz zugelassenen Geschwindigkeit, falls diese niedriger als die Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeuges ist,

anzusetzen.

Bei der Prüfung der Gefahrenbremsung gemäß Prüfung 1 ist zusätzlich als Ausgangsgeschwindigkeit

- der volle Wert (drei Drittel) der Bauart bedingten zulässigen Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeuges

oder

- der volle Wert (drei Drittel) der höchsten im Streckennetz zugelassenen Geschwindigkeit, falls diese niedriger als die Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeuges ist,

jedoch maximal 70 km/h, anzusetzen.

Die Ausgangsgeschwindigkeit ist mit einer Toleranz von +/- 5 km/h einzuhalten.

Abweichend dürfen bei Betriebsfahrzeugen gemäß § 36 Abs. 6 BOStrab die Bremsmessungen mit zwei um mindestens 10 km/h differierenden Geschwindigkeiten durchgeführt werden.

Die Messungengenauigkeiten der Messeinrichtung sind zu berücksichtigen.

4.3.4 Sandstreueinrichtung

Die Prüfung der Sandstreueinrichtung gemäß § 36 Abs. 5 Nr. 2 BOStrab (Gestaltung gemäß Abschnitt 3.6) erfolgt durch Funktionsprüfung.

4.3.5 Abreißbremsung

Die Prüfung der Abreißbremsung gemäß § 36 Abs. 8 BOStrab erfolgt durch Funktionsprüfung.

4.3.6 Feststellbremsung

Die Prüfung der Feststellbremsung gemäß § 36 Abs. 4 BOStrab erfolgt mit Höchstlast auf der größten im Streckennetz vorkommenden Neigung.

Bei ausreichendem Kraftschluss zwischen Rad und Schiene darf auch auf ebenem und geradem Gleis mit einer der Hangabtriebskraft entsprechenden Zugkraft geprüft werden; diese Prüfung ist bei allen Beladungszuständen zulässig.

4.3.7 Ausfall einer Bremse im Gefälle / Ausfall jeglicher elektrischer Energieversorgung der Bremsen

Die besonderen Prüfbedingungen sind im Abschnitt 3.2 Teil b bzw. Abschnitt 3.3 beschrieben. Zur Prüfung genügt eine einmalige erfolgreiche Bremsung.

Aus allen im Streckennetz vorhandenen Neigungen sind die höchsten Anforderungen sowohl hinsichtlich der Bremsleistung als auch hinsichtlich der Bremskraft zu berücksichtigen. Die Verhältnisse in allen anderen Neigungen sind dadurch mit abgedeckt.

4.3.8 Fahrgast-Notbremsung

Bei der Prüfung der Fahrgast-Notbremsung gemäß § 36 Abs. 9 BOStrab (Gestaltung gemäß Abschnitt 3.7) ist der haltende Zug betriebsüblich zu beschleunigen und die unverzüglich und selbsttätig zum Halt führende Notbremsung zum spätest möglichen Zeitpunkt (vor Beginn der Notbremsüberbrückung) auszulösen.

Diese Funktionsprüfung ist Bestandteil der Prüfung 1 und Prüfung 2.

Ergänzend ist im Rahmen der Prüfung 1 festzustellen, dass der vom Zug zurückgelegte Weg von der Abfahrt bis zum Halt nicht mehr als 200 m beträgt.

Anmerkung:

Diese Messung dient zur Überprüfung der in Abschnitt 3.7 genannten Forderungen.

5 Grenzwerte für Bremsungen

Grenzwerte sind im Anhang 2 A, Tabelle 1 und Tabelle 2 sowie Anhang 2 B, Tabelle 3 aufgeführt. Es handelt sich um mittlere Verzögerungen.

Die Prüfungen zum Nachweis, dass das Fahrzeug die in Anlage 2 BOStrab aufgeführten Grenzwerte einhält, werden abweichend von der BOStrab nicht nur mit leeren, sondern auch mit (teil-)beladenem Fahrzeug durchgeführt; die Laststufen hierzu werden im Abschnitt 2.3 definiert. (siehe Anhang 1, Tabelle 2 A und Tabelle 2 B)

Anmerkung 1:

Insbesondere werden die Fahrgast-Notbremsung und die Gefahrbremsung bei Personenfahrzeugen mit Laststufe II (Zweidrittellast) nachgewiesen, einem – in der Praxis wiederholt vorkommenden – Betriebszustand, der im Übrigen aus der Sicht des Fahrgastes als „vollbesetzt“ empfunden wird.

Anmerkung 2:

Bei Personenfahrzeugen straßenabhängiger Bahnen führt der über die Forderungen der BOStrab hinausgehende Nachweis mit Laststufe II (Zweidrittellast) zu einem erhöhten Sicherheitsniveau im Straßenverkehr. Dies kann eine Abweichung zur DIN EN 13452-1, Punkt 6.3 darstellen, die gemäß dieser Norm zulässig ist.

Anmerkung 3:

Für Personenfahrzeuge unabhängiger Bahnen sind die Notbrems-Prüfungen mit Laststufe II (Zweidrittellast) von untergeordneter Bedeutung für die Betriebssicherheit und dienen lediglich als ergänzende Prüfung hinsichtlich der Einhaltung der Anforderungen der DIN EN 13452-1.

Anmerkung 4:

Maßgebend für die Betriebssicherheit bei unabhängigen Bahnen und bei Fahren auf Zugsicherung ist die Einhaltung der durch das Zugsicherungssystem vorgegebenen Bremswege, die an Fahrzeugen mit Laststufe III (Höchstlast) nachzuweisen ist.

Bei Betriebsbremsungen darf die Dauerbremsverzögerung $2,0 \text{ m/s}^2$ aus Sicherheits- und Komfortgründen für stehende Fahrgäste gemäß § 36 Abs. 2 Nr. 1 BOStrab nicht überschreiten.

Die vom Kraftschluss zwischen Rad und Schiene unabhängigen Bremsen dienen insbesondere einer effektiven Bremsung im Gefahrenfall (siehe Abschnitt 2.2.4). Um ihre Wirksamkeit festzustellen, ist die Einhaltung der im Anhang 2 B, Tabelle 3 aufgeführten Grenzwerte für die Auslegung dieser Bremse nachzuweisen.

Die Anforderungen an die Gefahrenbremsung sind für ein leeres Fahrzeug nach BOSTrab höher als nach DIN EN 13452-1. Dies wird im Anhang 2 C graphisch dargestellt.

6 Stichwortverzeichnis

A

Abreißbremsung_____	2.2.7, 4.3.5	Anhang 1 Tabelle 1
		Anhang 1 Tabelle 2 A
		Anhang 1 Tabelle 2 B
Anhalteweg_____	3.7, 4.3.2	
Ansprechzeit_____	2.5.3	
Aufbauzeit (Schwellzeit)_____	2.5.2	
Ausfall einer Bremse_____	2.1.4, 3.2, 4.3.7	Anhang 1 Tabelle 2 A
		Anhang 2 A Tabelle 1
Ausfall einer Bremse im Gefälle_____	3.2, 4.3.7	Anhang 1 Tabelle 2 A
Ausfall jeglicher elektrischer Energieversorgung der Bremsen_____	3.3, 4.3.7	Anhang 1 Tabelle 2 A
		Anhang 1 Tabelle 2 B
Ausgangsgeschwindigkeiten_____	2.4.3, 4.3.3	

B

Betriebsbremsung_____	2.2.1, 2.2.6, 3.4, 4.3.3, 5	Anhang 1 Tabelle 1
		Anhang 1 Tabelle 2 A
		Anhang 1 Tabelle 2 B
Bremsausrüstung_____	1, 2.1.2, 4.1	
Bremse / Bremssystem_____	2.1.1, 2.2.8, 4.1	
Bremsung_____	1, 2.1.1, 2.1.3	
Bremsung auf Abschnitten mit Neigungen_____	3.8	
Bremsung von Betriebsfahrzeugen_____	3.9	Anhang 1 Tabelle 2 A
		Anhang 1 Tabelle 2 B

D

Dauerbremsverzögerung_____	2.4.2, 3.4, 5	
----------------------------	---------------	--

E

Eigenlast_____2.3.1

F

Fahrdynamik_____Anhang 3 Diagramm 1

Anhang 3 Diagramm 2

Anhang 3 Diagramm 3

Anhang 3 Diagramm 4

Fahrgast-Notbremsung_____2.2.3, 2.2.6, 3.7, 4.3.8, 5

Anhang 1 Tabelle 1

Anhang 1 Tabelle 2 A

Anhang 1 Tabelle 2 B

Feststellbremsung_____2.2.8, 4.3.6

Anhang 1 Tabelle 1

Anhang 1 Tabelle 2 A

Anhang 1 Tabelle 2 B

G

Gefahrbremsung_____2.1.4, 2.2.4, 2.2.6, 3.6, 4.3.3, 5

Anhang 1 Tabelle 1

Anhang 1 Tabelle 2 A

Anhang 2 A Tabelle 2

Anhang 2 C

Grenzwerte_____2.1.4, 2.4.1, 3.5, 3.7, 3.9, 4.1, 4.3.1, 5

Anhang 1 Tabelle 2 A

Anhang 1 Tabelle 2 B

Anhang 2 A Tabelle1

Anhang 2 A Tabelle2

Anhang 2 B Tabelle3

Anhang 2 C

Grenzwerte für Bremsungen_____5

K

Komfortgrenzwerte_____4.1

L

Lasten_____	2.3
Laststufe I / Betriebslast (leeres Fahrzeug)____	2.3.3
Laststufe II (Zweidrittellast)_____	2.3.4
Laststufe III (Höchstlast)_____	2.3.5

M

Messungen und Funktionsprüfungen_____	4, 4.1
	Anhang 1 Tabelle 2 A
	Anhang 1 Tabelle 2 B
Mittlere Bremsverzögerung_____	2.4.3, 4.3.2

N

Netz des Verkehrsunternehmens_____	4.3.1
Notbremsung bei Fahrbetrieb ohne Fahrzeugführer_____	2.2.5
Nutzlast_____	2.3.2, 2.3.4, 2.3.5, 4.1
	Anhang 1 Tabelle 2 A
	Anhang 1 Tabelle 2 B

P

Prüfbedingungen_____	4.3, 4.3.7
----------------------	------------

S

Sandstreueinrichtung _____	3.6, 4.3.4
	Anhang 1 Tabelle 2 A
	Anhang 1 Tabelle 2 B
Sicherheitsbremsung_____	2.2.6
	Anhang 1 Tabelle 1
	Anhang 1 Tabelle 2 A
	Anhang 1 Tabelle 2 B

SIFA-Bremse	2.2.2	
		Anhang 1 Tabelle 1
		Anhang 1 Tabelle 2 A
		Anhang 1 Tabelle 2 B
Störung	2.1.4, 2.1.5	
U		
Unabhängigkeit von Bremsen	3.1	
V		
Verzögerungen	2.2.4, 2.4, 5	
Verzugszeit (Totzeit)	2.5.1	
Vom Kraftschluss Rad/Schiene unabhängige Bremsung (Schienenbremsen)	3.5	Anhang 2 B Tabelle 3
W		
Weitere Bremsungsarten	2.2.10	
Z		
Zugsicherungsbremse	2.1.4, 2.2.6, 2.2.9	
		Anhang 1 Tabelle 1
		Anhang 1 Tabelle 2 A
		Anhang 1 Tabelle 2 B
Zugverbandsprüfung	4.2	
		Anhang 4 Tabelle 1
Zweiwege-Fahrzeuge	3.6	

Anhang 1 Vergleich der Bremsungsarten

Technische Regeln Bremsen (TR Br) / DIN EN 13452-1 (informell)

Tabelle 1

Lfd. Nr.	Bremsungsart		Verweis			Prinzip der Einleitung
	nach den Technischen Regeln Bremsen (TR Br)	nach der DIN EN 13452	in TR Br	in DIN EN	in BOStrab	
1	Betriebsbremsung	Betriebsbremsung	2.2.1	3.2.1	§ 36 Abs. 2 Nr. 1	Fahrzeugführer
2	SIFA-Bremsung	Notbremsung 1	2.2.2	3.2.3	§ 38 Abs. 2	Sifa oder ATO
3	Fahrgast-Notbremsung	Notbremsung 2	2.2.3	3.2.3	§ 36 Abs. 9	Fahrgast
4	Gefahrbremsung	Notbremsung 3	2.2.4	3.2.3	§ 36 Abs. 5 Nr. 3	Fahrzeugführer über spezielle Stellung des Fahr-Bremsschalters oder ATP-System
5	Notbremsung bei Fahrbetrieb ohne Fahrzeugführer	Notbremsung 4	2.2.5	3.2.3	—	Autorisiertes Personal über Bedienelement, unabhängig vom Fahr-Bremsschalter
6	Sicherheitsbremsung	Sicherheitsbremsung	2.2.6	3.2.4	—	Fahrzeugführer
7	Abreißbremsung	—	2.2.7	5.4.1	§ 36 Abs. 8	selbsttätig
8	Feststellbremsung	Abstellbremsung	2.2.8	3.2.7.2	§ 36 Abs. 4	Fahrzeugführer, ATO oder selbsttätig
9	Zugsicherungsbremsung	—	2.2.9	—	§ 38 Abs. 3	ATP-System

ATO = Automatic Train Operation

ATP = Automatic Train Protection

Anhang 1 Messungen und Funktionsprüfungen
Tabelle 2 A für straßenabhängige Bahnen gemäß § 4 Abs. 1 PBefG

Lfd. Nr.	Prüfung der	Forderung BOStrab	Siehe Abschnitt in TR Br	Grenzwerte, angegeben in BOStrab / in TR Br	Bremsmessungen			
					Prüfung 1		Prüfung 2	
					Typprüfung neuer Fahrzeuge sowie bei wesentlicher Änderung der Bremse oder Masse/Nutzlast		Stückprüfung neuer Fahrzeuge sowie bei Inspektionen gemäß § 57 Abs. 3 und Abs. 4 BOStrab	
					Fahrzeug	Zugverband	Fahrzeug	Zugverband
1	Betriebsbremsung	§ 36 Abs. 2 Nr. 1	2.2.1	Abschnitt 3.4	I, II, III	I	x	x
2	SIFA-Bremsung	§ 38 Abs. 2	2.2.2		x		x	
3	Fahrgast-Notbremsung ¹⁾	§ 36 Abs. 9	2.2.3	Abschnitt 3.7 (Zeit, Weg)	I, II	x	x	x
4	Gefahrbremsung ³⁾	§ 36 Abs. 5 Nr. 3	2.2.4	Anl. 2, Tab. 2 Anh. 2 A, Tab. 2	I, II ¹⁾ , III ²⁾	I	I	x
5	Vom Kraftschluss Rad/Schiene unabhängige Bremsung ³⁾	§ 36 Abs. 5 Nr. 1	3.5	Anh. 2 B, Tab. 3	I	x	x	x
6	Sicherheitsbremsung	—	2.2.6		x		x	
7	Abreißbremsung	§ 36 Abs. 8	2.2.7			x		x
8	Feststellbremsung	§ 36 Abs. 4	2.2.8		x		x	
9	Zugsicherungsbremsung	§ 38 Abs. 3	2.2.9		I, III		I	
10	Bremsung bei Ausfall einer Bremse ³⁾	§ 36 Abs. 3	3.2 a	Anl. 2, Tab. 1 Anh. 2 A, Tab. 1	I	I	I	x
11	Bremsung bei Ausfall einer Bremse im Gefälle / bei Ausfall jeglicher elektrischer Energie- versorgung der Bremsen	§ 36 Abs. 2 Nr. 3 § 17 Abs. 5 Nr. 1	3.2 b 3.3		x			
12	Sandstreueinrichtung ⁴⁾	§ 36 Abs. 5 Nr. 2	3.6		x		x	
13	Bremsung von Betriebsfahrzeu- gen gem. § 36 Abs. 6 BOStrab		3.9	Anl. 2, Tab. 1 Anh. 2 A, Tab. 1	I, III	I	I	x

x: Funktionsprüfung

I: Messung bei Laststufe I
 II: Messung bei Laststufe II
 III: Messung bei Laststufe III

1) gilt nur für Personenfahrzeuge
 2) gilt nur für Betriebsfahrzeuge, außer solche gemäß § 36 Abs. 6
 3) entfällt für Betriebsfahrzeuge gemäß § 36 Abs. 6
 4) wenn vorhanden

Anhang 1 Messungen und Funktionsprüfungen (Fortsetzung)**Tabelle 2 B für unabhängige Bahnen gemäß § 4 Abs. 2 PBefG**

Lfd. Nr.	Prüfung der	Forderung BOStrab	siehe Abschnitt In TR Br	Grenzwerte, angegeben in BOStrab / in TR Br	Bremsmessungen			
					Prüfung 1		Prüfung 2	
					Typprüfung neuer Fahrzeuge sowie bei wesentlicher Änderung der Bremse oder Masse/Nutzlast		Stückprüfung neuer Fahrzeuge sowie bei Inspektionen gemäß § 57 Abs. 3 und Abs. 4 BOStrab	
					Fahrzeug	Zugverband	Fahrzeug	Zugverband
1	Betriebsbremsung	§ 36 Abs. 2 Nr. 1	2.2.1	Abschnitt 3.4	I, II, III	I	x	x
2	SIFA-Bremsung	§ 38 Abs. 2	2.2.2		x		x	
3	Fahrgast-Notbremsung ¹⁾	§ 36 Abs. 9	2.2.3	Abschnitt 3.7 (Zeit, Weg)	I, II	x	x	x
4	Sicherheitsbremsung	—	2.2.6		x		x	
5	Abreißbremsung	§ 36 Abs. 8	2.2.7			x		x
6	Feststellbremsung	§ 36 Abs. 4	2.2.8		x		x	
7	Zugsicherungsbremsung	§ 38 Abs. 3	2.2.9		I, III		I	
8	Bremsung bei Ausfall einer Bremse ²⁾	§ 36 Abs. 3 § 17 Abs. 5 Nr. 1	3.2 a	Anl. 2, Tab. 1 Anh. 2 A, Tab. 1	I, II	I	I	x
9	Bremsung bei Ausfall jeglicher elektrischer Energieversorgung der Bremsen	§ 36 Abs. 1 § 17 Abs. 5 Nr. 1	3.3		x			
10	Sandstreueinrichtung ³⁾	§ 36 Abs. 5 Nr. 2	3.6		x		x	
11	Bremsung von Betriebsfahrzeu- gen gem. § 36 Abs. 6 BOStrab		3.9	Anl. 2, Tab. 1 Anh. 2 A, Tab. 1	I	I	I	x

x: Funktionsprüfung

I: Messung bei Laststufe I

1) gilt nur für Personenfahrzeuge

II: Messung bei Laststufe II

2) entfällt für Betriebsfahrzeuge gemäß § 36 Abs. 6

III: Messung bei Laststufe III

3) wenn vorhanden

Anhang 2 Grenzwerte**A Auszug aus BOStrab
Anlage 2 (informell)****Tabelle 1**

Grenzwerte bei Ausfall einer Bremse
(§ 36 Abs. 3 und Abs. 6)

v km/h	a m/s ²	s m
20	0,77	20
30	0,87	40
40	0,95	65
50	1,03	94
60	1,06	131
70	1,07	177
80	1,07	230
90	1,08	290
100	1,09	355

Tabelle 2

Grenzwerte bei der Gefahrenbremsung
(§ 36 Abs. 5 Nr. 3)

v km/h	a m/s ²	s m
20	1,71	9
30	2,04	17
40	2,29	27
50	2,47	39
60	2,57	54
70	2,73	69

**B Festlegung der Technischen Regeln
Bremsen (TR Br)****Tabelle 3**

Grenzwerte für die Auslegung der vom
Kraftschluss Rad/Schiene unabhängigen
Bremsung (Schienebremsen)
(Abschnitt 3.5)

v km/h	a m/s ²	s m
20	0,39	40
30	0,365	96
40	0,35	176
50	0,34	284
60	0,33	422
70	0,325	582

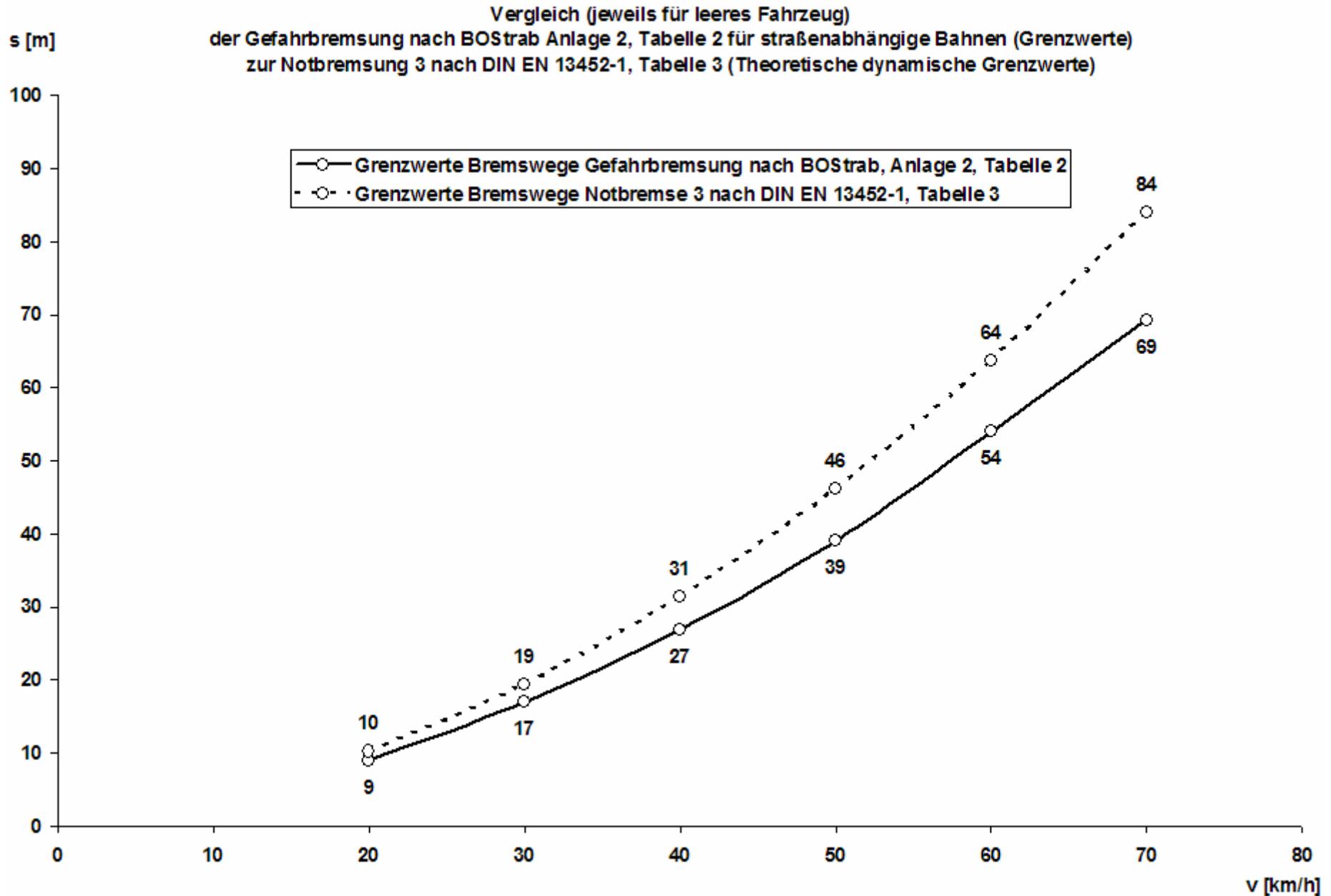
Definition der Formelzeichen und des Rechenganges siehe Abschnitt 2.4.3.

Es handelt sich um mittlere Verzögerungen und gemessen auf geradem und ebenem Gleis.

Abweichend zur BOStrab sind die Laststufen gemäß Anhang 1, Tabellen 2 A und 2 B zu berücksichtigen.

Anhang 2 Grenzwerte (Fortsetzung)

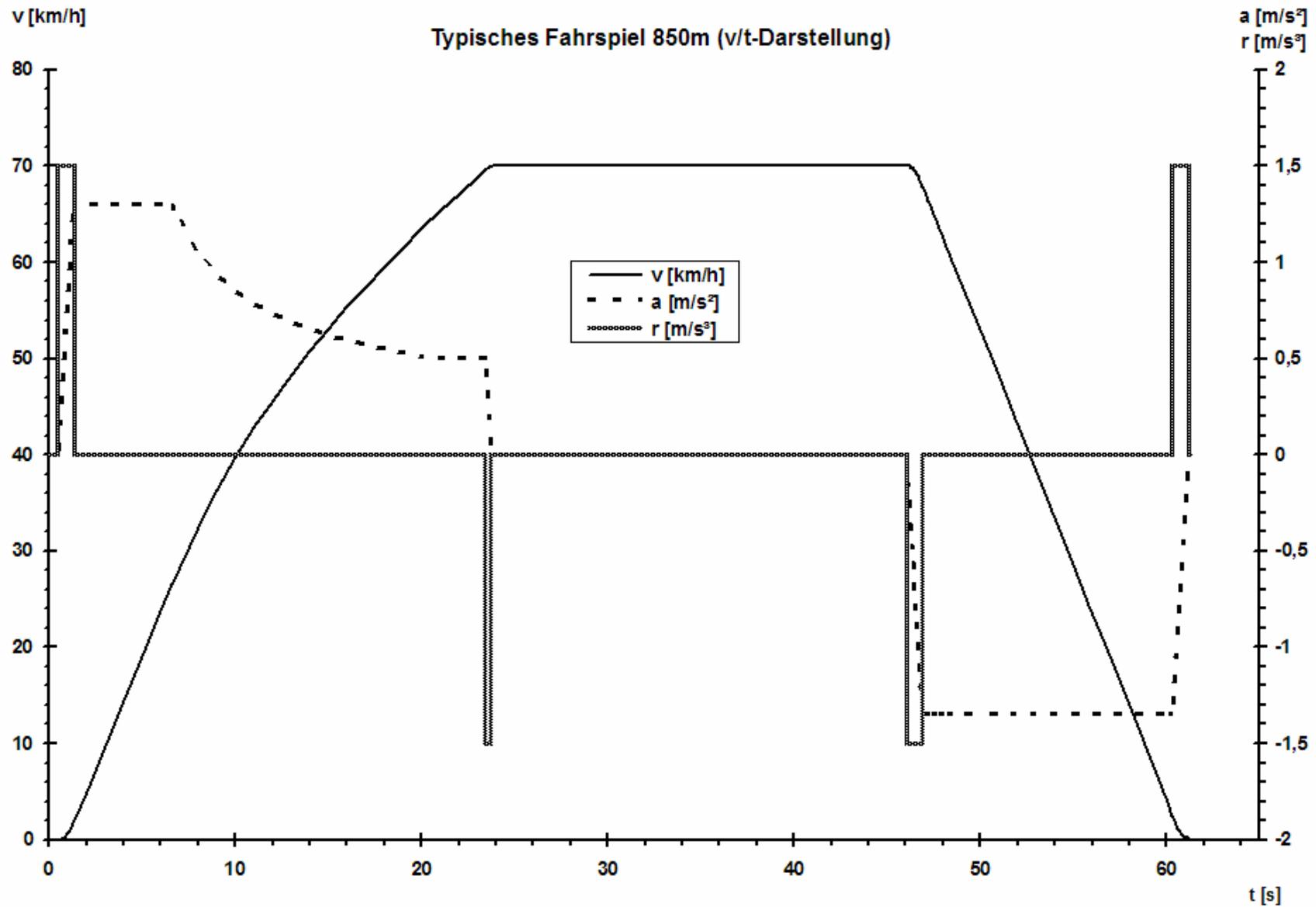
C Grenzwerte der Gefahrenbremsung nach BOStrab und der Notbremse 3 nach DIN EN 13452-1 (informell)



Anhang 3 Fahrtechnik-Diagramme

Diagramme DIN EN 13452 (informell)

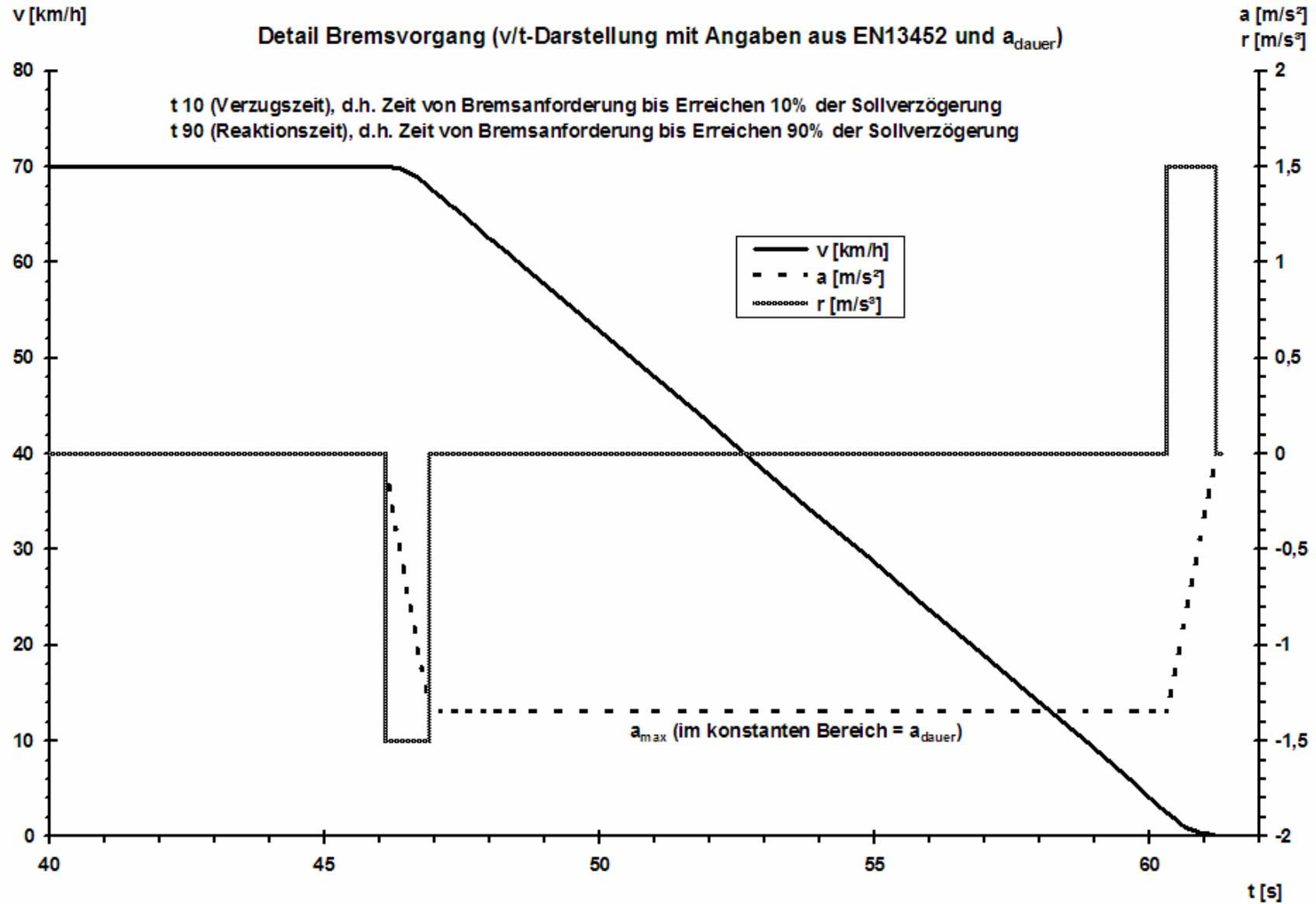
Diagramm 1



Anhang 3 Fahrdynamik-Diagramme (Fortsetzung)

Diagramme DIN EN 13452 (informell)

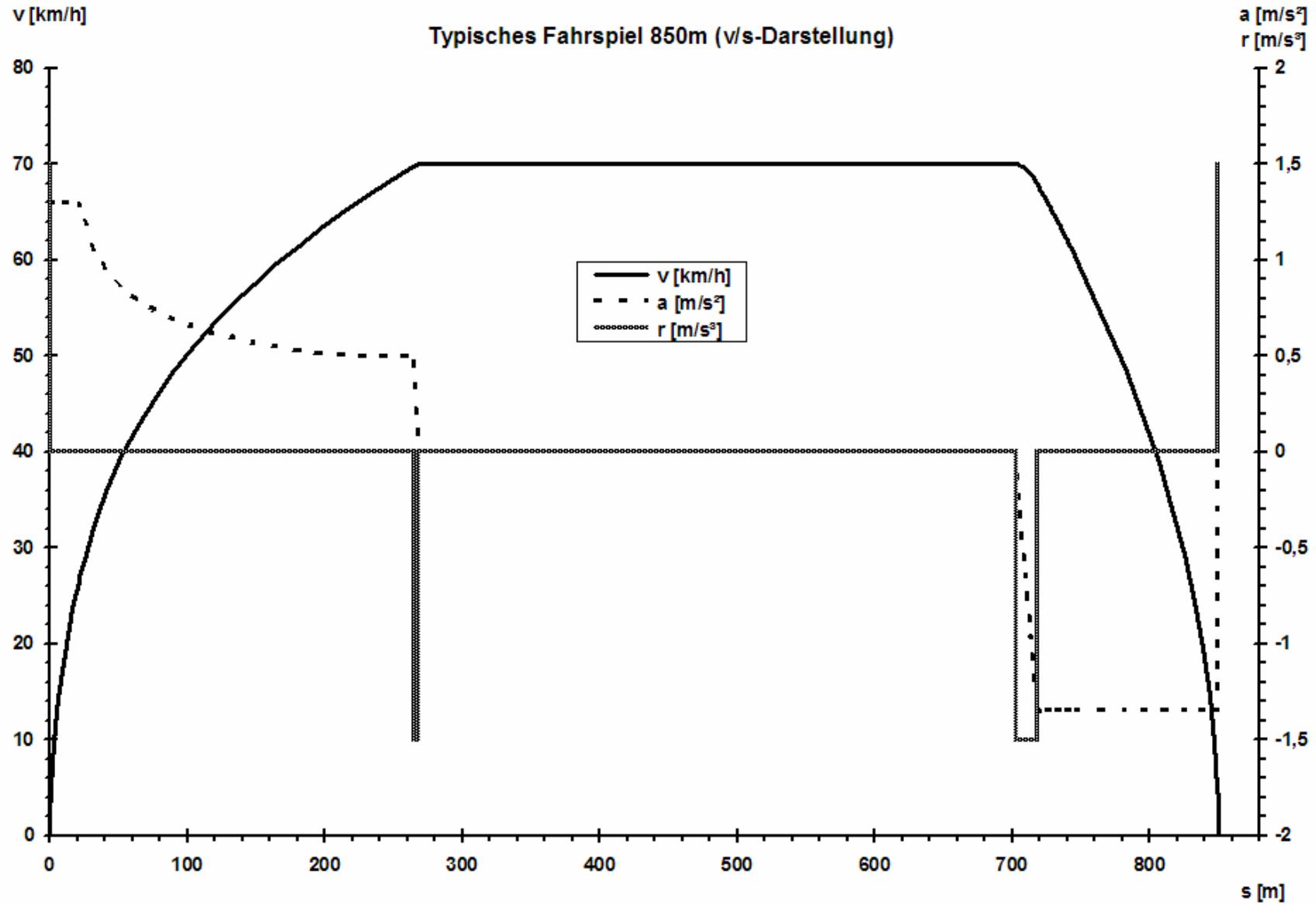
Diagramm 2



Anhang 3 Fahrtechnik-Diagramme (Fortsetzung)

Diagramme DIN EN 13452 (informell)

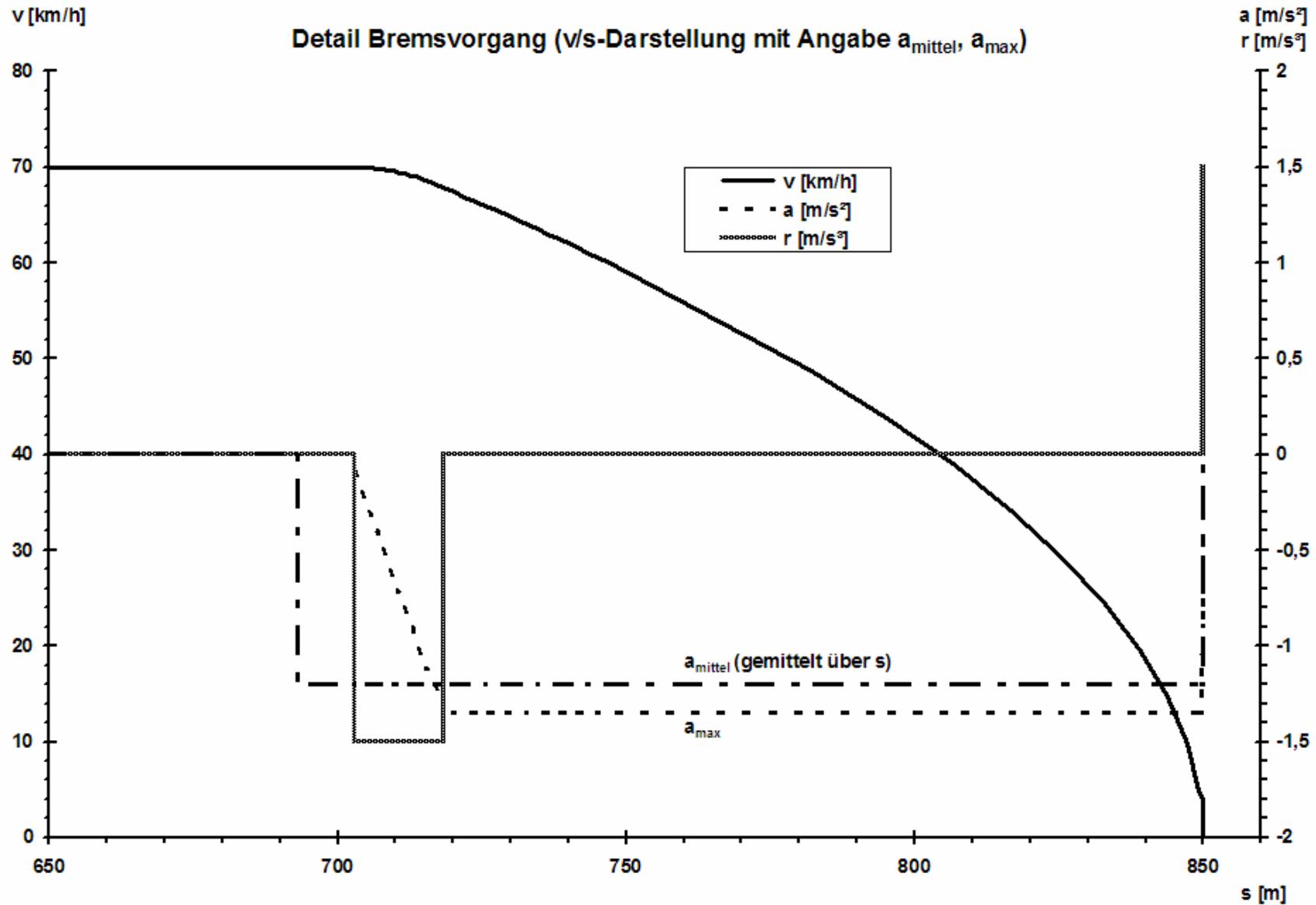
Diagramm 3



Anhang 3 Fahrtechnik-Diagramme (Fortsetzung)

Diagramme DIN EN 13452 (informell)

Diagramm 4



Anhang 4 Zugverbandsprüfung

Beispiel für einen Zugverband aus vier Fahrzeugen

Prüfung 1 für Typ A

Tabelle 1

Zugverband	Fahrzeug	
	Typ A	Typ B
	Anzahl im Zugverband	
I	1	3
II	2	2
III	3	1
IV	4	0