

Wann ist eine Lastzug-Abstimmung notwendig?

Eine Zugabstimmung wird erforderlich, wenn die Verteilung der Bremskräfte auf Motorwagen und Anhänger bzw. auf die Achsen von Einzelfahrzeugen nicht einwandfrei ist. Dies äußert sich im allgemeinen durch ungleichmäßigen Bremsbelagverschleiß, Aufschieben des Anhängers oder Blockierneigung einzelner Achsen.

Welcher Beladungszustand ist sinnvoll?

Die Durchführung einer Zugabstimmung ist sowohl im leeren als auch im beladenen Zustand des Lastzuges möglich. Empfohlen wird allerdings, die Abstimmung möglichst mit voll beladenen Fahrzeugen vorzunehmen, da Unstimmigkeiten bei großen Massen besonders verschleißrelevant sind. Dies hat außerdem den Vorteil, dass die Bremskräfte auf dem Rollenprüfstand auch noch bei hohen Drücken (Vollbremsung) gemessen werden können, wodurch Fehler besonders deutlich auffallen. Hier wird deshalb das Beispiel "beladener Lastzug" behandelt.

Voraussetzungen für eine Lastzug-Abstimmung

Voraussetzung für eine erfolgreiche Zugabstimmung ist ein einwandfreier Zustand aller Komponenten der Bremsanlage. Neubelegte Radbremsen (Beläge und Trommeln) müssen vorher mindestens ca. 1000 km eingefahren werden.

Treten in der Praxis Probleme durch unbefriedigendes Brems- oder Verschleißverhalten auf, sollte die Werkstatt vor der Wirkungsprüfung auf dem Rollenprüfstand und vor der Durchführung irgendwelcher Änderungen an der Bremsanlage zunächst eine Sichtprüfung der Radbremse und eine Funktionsprüfung der Druckluft-Bremsausrüstung durchführen.

Sichtprüfung der Radbremsen

Folgende Punkte sollten dabei überprüft werden:

- Zustand der Bremstrommeln
- Zustand der Bremsbeläge (Belagqualität und Freigabe durch Achshersteller beachten)
- Leichtgängigkeit der Bremsbacken und Bremswellen
- Zustand und Anzahl der Rückzugfedern
- Einstellung der Radbremsen (Lüftspiel)
- Größe der Bremszylinder
- Wirksame Bremshebellängen

Funktionsprüfung der Druckluft-Bremsausrüstung

Hier ist auf folgendes zu achten:

- Ansprechverhalten der Brems- und Regelventile
- Abstufbarkeit der Ventile
- Einstellung der Druckvoreilung
- Einstellung von Anpassungsventilen, Druckbegrenzern
- Einstellung der ALB-Regler laut ALB-Schild (leer / beladen)

Erst nach diesen Prüfungen und eventuell notwendigen Korrekturen oder Reparaturen ist die Wirkungsprüfung und Abstimmung auf dem Bremsenprüfstand vorzunehmen, es sei denn, zur Beurteilung von Problemen soll der Ausgangszustand bereits durch eine Wirkungsprüfung dokumentiert werden.

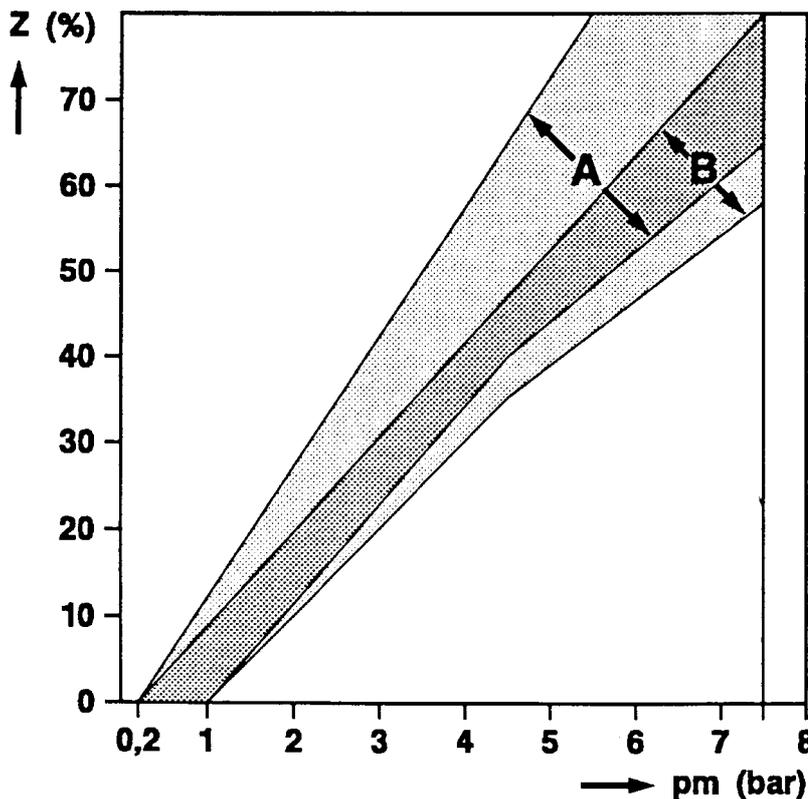
Die EG-Abbremsungsbänder

Das Bremsverhalten beider Fahrzeuge muss von einem neutralen Punkt aus beurteilt werden. Dieser Punkt ist der **Kupplungskopf "Bremse"**, an welchem der Bremsdruck p_m in den Anhänger eingesteuert wird. Dieser Steuerdruck p_m wird also als "neutraler Bezugspunkt" zwischen Motorwagen und Anhänger herangezogen.

Das Bremsverhalten jedes einzelnen Fahrzeuges wird in einem gemeinsamen, für beide Lastzugteile gültigen Abbremsungs-Diagramm dargestellt. Dieses Abbremsungs-Diagramm zeigt jeweils für Motorwagen und Anhänger das Verhältnis der Abbremsung z zum Druck p_m am Kupplungskopf "Bremse" (gelb). Das im jeweiligen Diagramm durch die EG-Richtlinie vorgegebene **Abbremsungsband** schreibt vor, in welchem Bereich die Abbremsung z bei einem bestimmten Druck p_m liegen muss.

Die EG-Richtlinie unterscheidet bei den Abbremsungsbändern zwischen den Lastzug-Kategorien LKW mit (Deichsel-) Anhänger und Sattelzugmaschine mit Sattelanhänger sowie zwischen den Beladungszuständen "leer" und "beladen".

EG-Band LKW- und Anhänger



- z = Abbremsung in %
- p_m = Druck am Kupplungskopf "Bremse" in bar
- A = EG-Abbremsungsband "Fahrzeug leer"
- B = EG-Abbremsungsband "Fahrzeug beladen"

Ziel einer guten Abstimmung

Wenn die Bremskennlinien von Zugfahrzeug und Anhänger innerhalb des EG-Abbremsungsbandes möglichst dicht beieinander liegen, sind Bremsbelagverschleißprobleme, die durch ungünstige gegenseitige Beeinflussung der Fahrzeuge verursacht werden, nahezu ausgeschlossen.

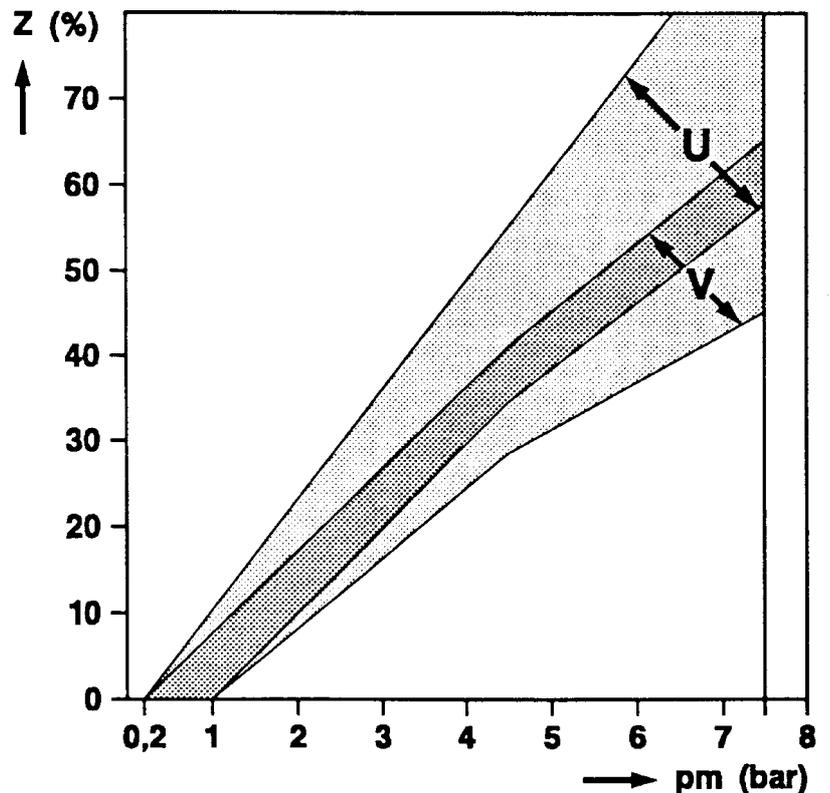
Wenn außerdem die Bremskennlinien der Fahrzeuge möglichst in der Mitte des jeweiligen EG-Bandes liegen, können die so abgestimmten Fahrzeuge alle untereinander ausgetauscht werden, ohne dass Belagverschleißprobleme zu erwarten sind.

Besonderheit beim Sattelzug

Für das Sattelzugfahrzeug und den Sattelauflieger gibt es getrennte EG-Abbremsungsbänder. Sie berücksichtigen das dynamische Verhalten im Fahrbetrieb, da hier (anders als beim Gliederzug) eine dynamische Achslast-Verlagerung vom Sattelauflieger auf die Sattelzugmaschine entsteht.

Weil diese Achslast-Verlagerung aber abhängig von Länge und Schwerpunkthöhe des jeweiligen Sattelanhängers ist, werden gemäß EG-Richtlinie auf den jeweiligen Sattelanhängertyp bezogene Abbremsungsbänder mit Hilfe zu berechnender Korrekturfaktoren aus dem sogenannten Basisband festgelegt. Nur bei beladenem Sattelkraftfahrzeug kann das unkorrigierte Basisband zur Beurteilung des Sattelanhängers benutzt werden.

EG-Band Sattelkraftfahrzeug beladen



- z = Abbremsung in %
- p_m = Druck am Kupplungskopf "Bremse"
- U = EG-Abbremsungsband "Sattelzugmaschine beladen"
- V = EG-Abbremsungsband "Sattelanhängers beladen"

Ablauf der Wirkungsprüfung

Die Wirkungsprüfung erfolgt auf dem Bremsenprüfstand. Hierzu wurden von den Fahrzeug- und Bremsenherstellern spezielle Prüfblätter entwickelt (siehe Anlage), in denen die Messergebnisse eingetragen werden. Zunächst sind die Prüfgewichte beider Fahrzeuge durch Wiegen zu ermitteln und im Prüfblatt zu notieren.

Bei den im Messblatt vorgegebenen Drücken p_m am Kupplungskopf "Bremsen" (eingesteuert durch entsprechende Bremspedalstellung) werden nun an jeder Achse des Lastzuges

- die Radbremszylinderdrücke p_1, p_2, p_3, \dots und
- die Bremskräfte $F_1, F_2, F_3 \dots$

ermittelt und im Prüfblatt eingetragen.

Danach werden im Prüfblatt für jedes Fahrzeug die

- Gesamtbremskraft $F_B = F_1 + F_2 + F_3 \dots$ und die
- **Abbremsung** $z = \frac{\text{Gesamtbremskraft}}{\text{Fahrzeug-Prüfgewicht}} = F_B / G_P$

errechnet und eingetragen.

Auswertung der Meßwerte

Die im Prüfblatt ermittelten Werte der Abbremsung "z" werden in das entsprechende EG-Abbremsungsdiagramm übertragen und analysiert.

Von besonderem Interesse ist hierbei der Bereich zwischen 0,5 und 2,5 bar, in dem sich in der Praxis ca. 90 % aller Bremsungen abspielen. Gefahrenbremsungen mit höheren Drücken treten so selten auf, dass sie nicht verschleißrelevant sind.

Typische Mängel

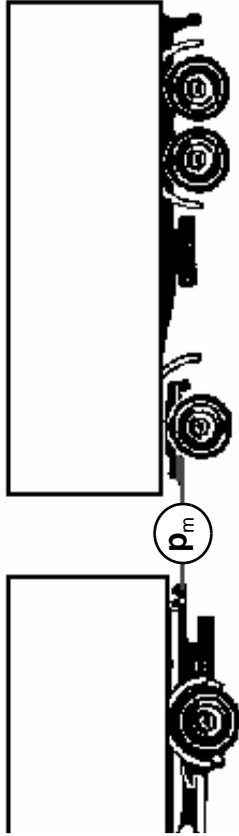
Die häufigsten von uns festgestellten Ursachen für Beanstandungen sind:

- Mängel an den Radbremsen (wie schwergängige Nocken, Flachstellen in der Nockenbahn, ausgeschlagene Nockenwellenlager, ausgeglühte Rückzugfedern),
- defekte Bremsbeläge, Verwendung nicht zugelassener Billigbremsbeläge oder Nachbau-Bremstrommeln zweifelhafter Qualität,
- falsche Einstellung der automatisch-lastabhängigen Bremskraftregelung ALB.

Veränderung der Einstellung der Druckluftbremsanlage

Veränderungen an den Einstellwerten der Druckluft-Bremsausrüstung müssen sich im Rahmen der zulässigen Toleranzen bewegen. Alle darüber hinausgehenden Veränderungen bedürfen der Genehmigung der Fahrzeughersteller.

Bei Anpassungsmaßnahmen ist darauf zu achten, dass die gesetzlichen Vorschriften eingehalten werden.



Ziehendes Fahrzeug				Gezogenes Fahrzeug				Prüfgewicht: _____ kg	
1. Achse		2. Achse		3. Achse		Gesamt		p _m (bar)	
p ₁ (bar)	F ₁ li (daN) re	p ₂ (bar)	F ₂ li (daN) re	p ₃ (bar)	F ₃ li (daN) re	F _B (daN)	z (%)		
								0,0	
								0,5	
								1,0	
								1,5	
								2,0	
								2,5	
								3,0	
								4,0	
								5,0	
								6,5	

Formel:

$$z = \frac{F_B}{G_p} \times 100(\%)$$

p₁₋₃ = eingesteuerter Druck in die Bremszylinder in bar

z = Abbremsung des Fahrzeuges in %

F_B = Summe der Bremskräfte in daN

G_p = Prüfgewicht des Fahrzeuges in kg

F₁₋₃ = Summe der Bremskräfte an der Achse in daN

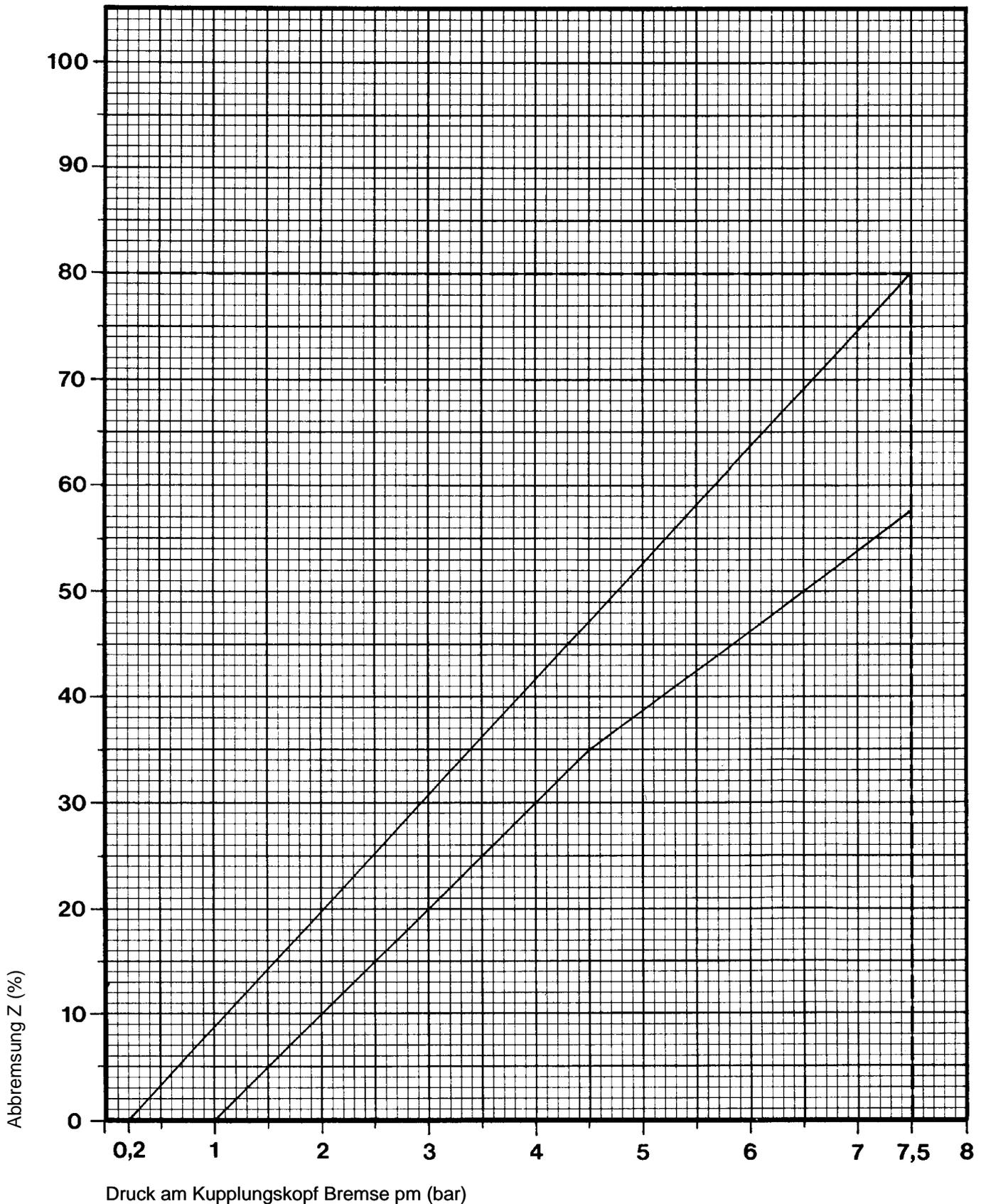
p_m = Druck am Kupplungskopf Bremse in bar

EG-Abbremsungsband „beladen“ für LKW und Anhänger

EG-Abbremsungsband für Zugwagen und Anhänger beladen

Zugwagen Typ:

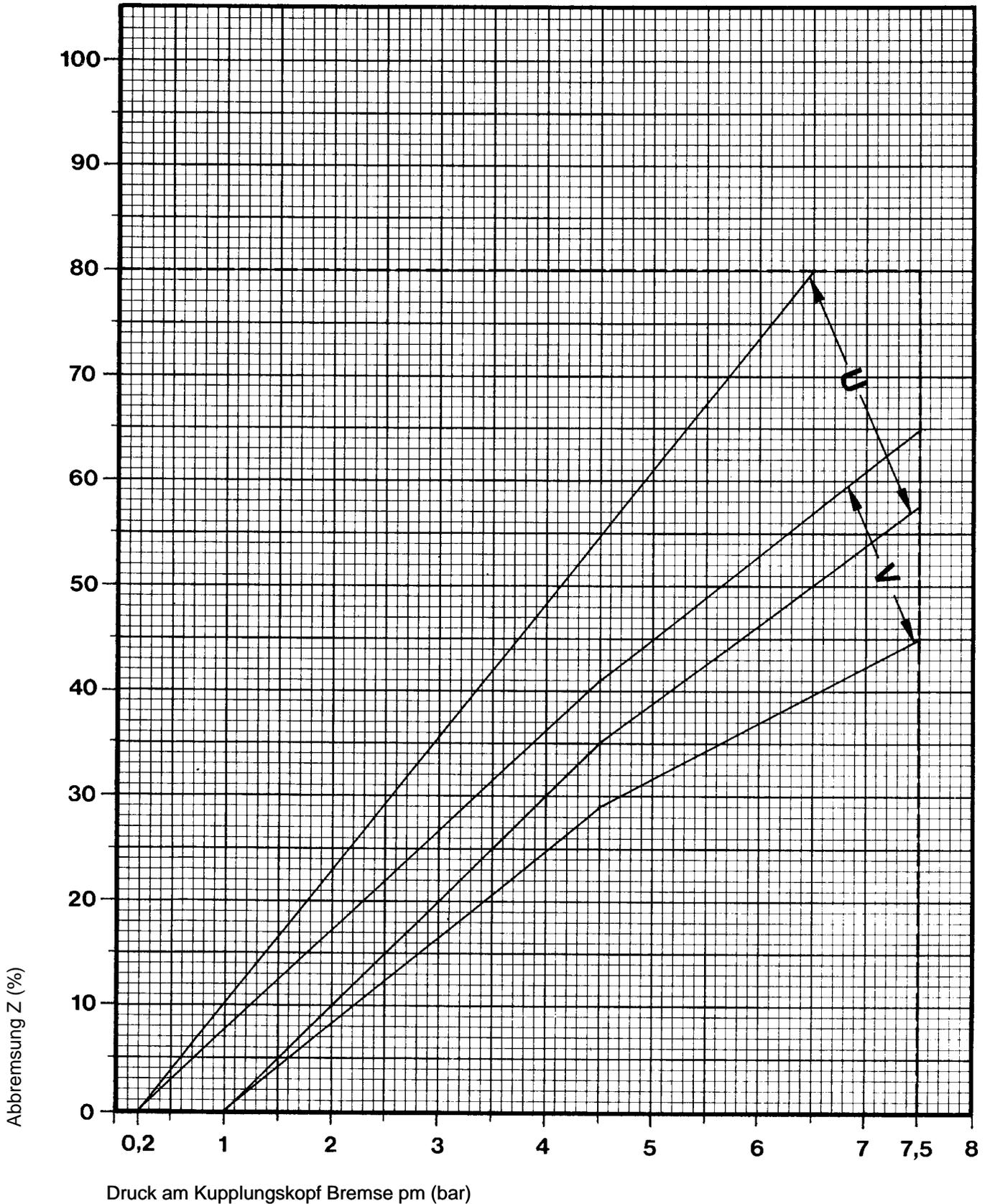
Anhänger Typ:



EG-Abbremsungsband „beladen“ für Sattelkraftfahrzeuge

EG-Abbremsungsband für Sattelzugmaschine (U) mit beladenem Sattelanhänger
 EG-Basis-Abbremsungsband für Sattelanhänger (V)

Zugwagen Typ:
 Anhänger Typ:



1. Motorwagen

Verlauf der Abbremsungskurve	Mögliche Ursachen
– im oberen Bereich zu flach	<ul style="list-style-type: none"> – Leerhub der Bremszylinder zu groß – Mängel an der Mechanik der Radbremse – ALB-Ausgangsdruck zu niedrig (vgl. ALB-Schild)
– im oberen Bereich zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> – ALB-Ausgangsdruck zu hoch (vgl. ALB-Schild)
– im unteren Bereich zu niedrig	<ul style="list-style-type: none"> – Übertragungsteile schwergängig – Last-Leer-Ventil bzw. Anpassungsventil nicht in Ordnung (vgl. ALB-Schild)
– im unteren Bereich zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> – Last-Leer-Ventil bzw. Anpassungsventil nicht in Ordnung (vgl. ALB-Schild)
– insgesamt zu niedrig	<ul style="list-style-type: none"> – Voreilung im Anhänger-Steuerventil (Motorwagen) zu hoch
– insgesamt zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> – Voreilung im Anhänger-Steuerventil (Motorwagen) zu niedrig

2. Anhänger

Verlauf der Abbremsungskurve	Mögliche Ursachen
– im oberen Bereich zu flach	<ul style="list-style-type: none"> – Leerhub der Bremszylinder zu groß – Mängel an der Mechanik der Radbremse – ALB-Ausgangsdruck zu niedrig (vgl. ALB-Schild) – Druckbegrenzungsventil zu niedrig eingestellt
– im oberen Bereich zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> – ALB-Ausgangsdruck zu hoch (vgl. ALB-Schild) – Druckbegrenzungsventil zu hoch eingestellt
– im unteren Bereich zu niedrig	<ul style="list-style-type: none"> – Übertragungsteile schwergängig – Öffnungsdruck des Anpassungsventils zu hoch
– im unteren Bereich zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> – Öffnungsdruck des Anpassungsventils zu niedrig
– insgesamt zu niedrig	<ul style="list-style-type: none"> – Voreilung im Anhänger-Bremsventil (Anhänger) zu niedrig
– insgesamt zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> – Voreilung im Anhänger-Bremsventil (Anhänger) zu hoch

Achtung: Bei allen Einstellarbeiten sind die Angaben der Fahrzeughersteller zu berücksichtigen!