



VÝZKUM, VÝVOJ A ZKUŠEBNICTVÍ KOLEJOVÝCH VOZIDEL  
Bucharova 1314/8, Stodůlky, CZ-158 00 Praha 5, Tschechische Republik

ZKUŠEBNA KOLEJOVÝCH VOZIDEL A KONTEJNERŮ

# PRÜFBERICHT

20-C 060

**Untersuchung der Ursachen von Flachstellen/  
Ausbrockelung bei scheibengebremsten  
Güterwagen mittels Bremsabhängerversuche  
Vertragsnummer 1337000470 Pos.2**

Auftrag Nr. 4646  
Anzahl Seiten 36  
Anzahl Anlagen 1

	Vor- und Zuname	Funktion	Unterschrift
Erstellt und aktualisiert	Dipl.-Ing. Radek Westfál		
Mitwirkung	Tomáš Velebil		
Übersetzt			
Überprüft	Josef Žák	Technischer Leiter Prüflabor	
Genehmigt	Dr.-Ing. Zdeněk Malkovský	Direktor der Prüfstelle	

Revision Nr.	0	1	2	3	4	5	6	7
Vom	2020-11-08							

Direktor Prüflabor: +420 225 343 401  
Technischer Leiter Prüflabor: +420 225 343 436  
E-Mail Prag: testing@vukv.cz  
Internet: www.vukv.cz

Betrieb Prüflabor Cerhenice: +420 321 792 460  
+420 321 792 496

## INHALT

1	Allgemein.....	4
2	Angaben zum geprüften Fahrzeug.....	4
2.1	Beschreibung und Orientierung des Fahrzeugs .....	4
2.2	Beschreibung des Bremssystems .....	5
2.3	Herstellerunterlagen .....	7
2.4	Bremsausrüstung.....	7
3	Gemessene Größen und verwendete Geräte .....	8
4	Versuchsbeschreibung .....	10
4.1	Beschreibung der Versuche.....	10
4.2	Ablauf der Versuche .....	11
5	Ergebnisse von allen durchgeführten Bremsversuchen .....	14
6	Ergebnisse und Aufbereitung der UIC-Abhängeversuche .....	17
6.1	Abhängeversuche mit leerem Wagen .....	17
6.1.1	Ausgangsgeschwindigkeit 120 km/h .....	17
6.1.2	Ausgangsgeschwindigkeit 100 km/h .....	18
6.1.3	Ausgangsgeschwindigkeit 80 km/h .....	19
6.1.4	Ausgangsgeschwindigkeit 60 km/h .....	20
6.1.5	Ausgangsgeschwindigkeit 40 km/h .....	21
6.2	Abhängeversuche mit teilbeladenem Wagen – 108 t .....	22
6.2.1	Ausgangsgeschwindigkeit 120 km/h .....	22
6.2.2	Ausgangsgeschwindigkeit 100 km/h .....	23
6.2.4	Ausgangsgeschwindigkeit 80 km/h .....	24
6.2.5	Ausgangsgeschwindigkeit 60 km/h .....	25
6.2.6	Ausgangsgeschwindigkeit 40 km/h .....	26
7	Besondere Versuche .....	27
7.1	Abhängeversuche mit teilbeladenem Wagen – 61 t .....	27
7.1.1	Ausgangsgeschwindigkeit 60 km/h .....	27
7.1.2	Ausgangsgeschwindigkeit 40 km/h .....	28
7.2	Abhängeversuche mit teilbeladenem Wagen – 87 t .....	29
7.2.1	Ausgangsgeschwindigkeit 100 km/h .....	29
7.2.2	Ausgangsgeschwindigkeit 60 km/h .....	30
7.2.3	Ausgangsgeschwindigkeit 40 km/h .....	31
7.2.4	Ziehen von eingebremsten Wagen .....	32
8	Bewertung der Abhängeversuche gemäß UIC 544-1 .....	34
8.1	Bremswege, Brems Hundertstel und Bremsgewichte .....	34
8.2	Korrektur des mittleren Anhaltewegs S laut UIC 544-1, Anlage F3, Pkt. F3.3 – dynamischer Wirkungsgrad, Durchmesser des halbabgenutzten Rades und Nenndruck im Bremszylinder .....	34
8.1	Korrektur der Bremswegmittelwerte $s_{kor}$ laut UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.4 – Bremszylinderfüllzeit .....	36
9	Schlussfolgerung .....	36

## LISTE DER ABBILDUNGEN

Abbildung 1	– Fahrzeugorientierung .....	4
Abbildung 2	– Wagenbeschriftung .....	5
Abbildung 3	– Bremsanordnung .....	6
Abbildung 4	– Drehgestell .....	6
Abbildung 5	– Belagkraftmessung und Kalibrierung .....	9
Abbildung 6	– Schema des Eisenbahntestrings IK Žmigrod (PL) .....	10
Abbildung 7	– Wagen beladen.....	11
Abbildung 8	– Wagen teilbeladen – 61 t .....	12
Abbildung 9	– Witterung kurz vor dem Versuch ID71.....	32
Abbildung 10	– Flachstelle.....	32
Abbildung 11	– Besonderer Versuch ID71 mit der Radsatzbeschädigung .....	33

## LISTE DER TABELLEN

Tabelle 1 – Bremsausrüstung.....	7
Tabelle 2 – Gemessene Werte .....	8
Tabelle 3 – Zusammenfassung von allen Bremsversuchen .....	16
Tabelle 4 – Abhängeversuche, Wagen leer, 120 km/h.....	17
Tabelle 5 – Abhängeversuche, Wagen leer, 100 km/h.....	18
Tabelle 6 – Abhängeversuche, Wagen leer, 80 km/h.....	19
Tabelle 7 – Abhängeversuche, Wagen leer, 60 km/h.....	20
Tabelle 8 – Abhängeversuche, Wagen leer, 40 km/h.....	21
Tabelle 9 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 108t , 120 km/h.....	22
Tabelle 10 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 108 t , 100 km/h.....	23
Tabelle 11 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 108 t , 80 km/h.....	24
Tabelle 12 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 108 t , 60 km/h.....	25
Tabelle 13 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 108 t , 40 km/h.....	26
Tabelle 14 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 61 t , 60 km/h.....	27
Tabelle 15 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 61 t , 40 km/h.....	28
Tabelle 16 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 87 t , 100 km/h.....	29
Tabelle 17 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 87 t , 60 km/h.....	30
Tabelle 18 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 87 t , 40 km/h.....	31
Tabelle 19 – Ergebnisse der Abhängeversuche .....	34
Tabelle 20 – Ergebnisse der Abhängeversuche – korrigierte Werte .....	35
Tabelle 21 – Ergebnisse der Abhängeversuche – endgültige korrigierte Werte .....	36

## ANLAGEN

<i>Nr.</i>		<i>Seiten</i>
1	Messergebnisse graphische Darstellungen	103
2		
3		

## REVISIONSVERZEICHNIS

<i>Rev. Nr.</i>	<i>Betrifft Seiten Nr./Revisionsbeschreibung</i>

# 1 Allgemein

Die Prüfstelle für Schienenfahrzeuge und Container VÚKV a. s., Bucharova 1314/8, CZ-158 00 Praha 5, Tschechische Republik (Auftragnehmer) hat auf der Grundlage des Angebotes Nr. N2302a vom 9. 12. 2019 und der Bestellung Nr. 2409/2020-COMM.607776ME der Firma FERRIERE CATTANEO SA, Via Ferriere 12, CH-6512 Giubiasco vom 24.09.2020 (Auftraggeber), die Bremsversuche am 6-achsigen Doppeltaschenwagen T3000eD im Gelenkbauart.

Die Bremsversuche wurden von 1. 10. 2020 bis 4. 10. 2020 auf dem Eisenbahnprobering in Żmigród (Polen) durchgeführt. Das Fahrzeug wurde zu den Prüfungen am 6. 8. 2020 im experimentalen Prüflabor VÚKV am Standort Cerhenice beigestellt.

Die Prüfung haben die Mitarbeiter der Prüfstelle für Schienenfahrzeuge und Container VÚKV a. s., akkreditiertes Prüflabor Nr. 1085, Herren Dipl.-Ing. R. Westfál und T. Velebil vorbereitet und durchgeführt.

Bei den Prüfungen auf dem Eisenbahnprobering in Żmigród nahmen die Vertreter der folgenden Firmen teil:

## 2 Angaben zum geprüften Fahrzeug

### 2.1 Beschreibung und Orientierung des Fahrzeugs

6-achsiger Doppeltaschenwagen T3000eD

Gattung	Sdggmrss
Wagennummer	33 85 4956 680-4
Höchstgeschwindigkeit des Wagens	120 km/h
Eigengewicht	36 000 kg
Drehzapfenabstand	2x 14 200 mm
Wagenlänge über Puffer	34 200 mm
Baujahr	2016
Wagenhersteller	Tatravagónka a.s.
Drehgestelle	Y25Lssi-D, Y25Lssif-D
Raddurchmesser neu	920 mm
Betriebsgrenzgröße des Raddurchmessers gemäß VPILF	840 mm
Raddurchmesser des zu prüfenden Wagens zur Zeit der Prüfung	
Radsatz 1	897 mm
Radsatz 2	896 mm
Radsatz 3	893 mm
Radsatz 4	893 mm
Radsatz 5	893 mm
Radsatz 6	896 mm
Durchschnittlicher Durchmesser	<b>895 mm</b>

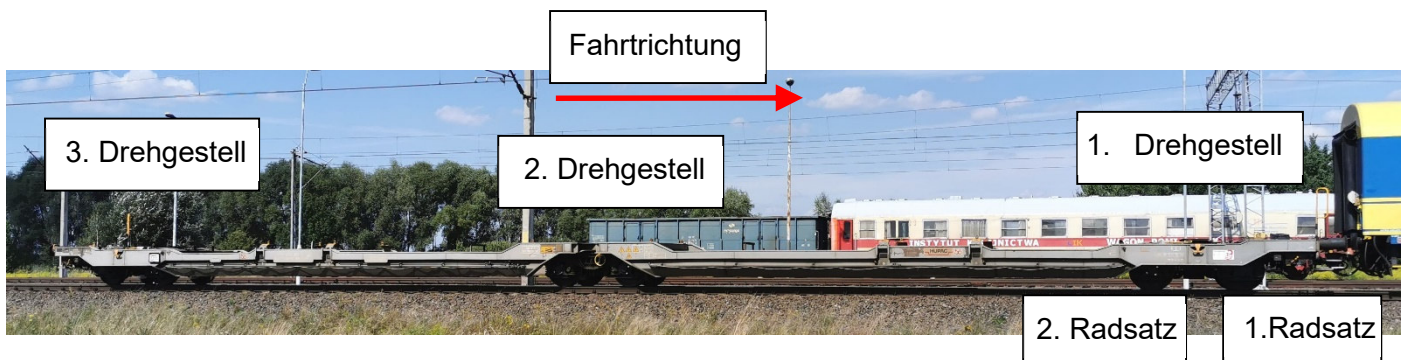


Abbildung 1 – Fahrzeugorientierung



Abbildung 2 – Wagenbeschriftung

## 2.2 Beschreibung des Bremssystems

Der sechsachsige Doppeltaschenwagen ist mit einer indirekt wirkenden Druckluftbremse DAKO 2xDK-GP-A-(D) ausgestattet. Der Wagen ist mit dem System der automatischen Lastabbremmung ausgestattet. Die Bremse wird mit zwei Steuerventilen und mit drei Lastbremsventilen RLV gesteuert. Zum jeden RLV-Ventil ist ein Knickventil angeschlossen.

Der Wagen ist mit zwei Drehgestellen Y25Lssi-D (1. und 3. Drehgestell) und mit einem Drehgestell Y25Lssif-D (mittleres Drehgestell) mit Scheibenbremse ausgestattet. Jedes Drehgestell besitzt ein Wiegeventil. Es kommen Bremscheiben 590 x 170 mm (2 Bremscheiben pro Radsatz) und die kompakten Bremszangeneinheiten (für jede Bremscheibe eine eigene Bremszangeneinheit) zur Anwendung.

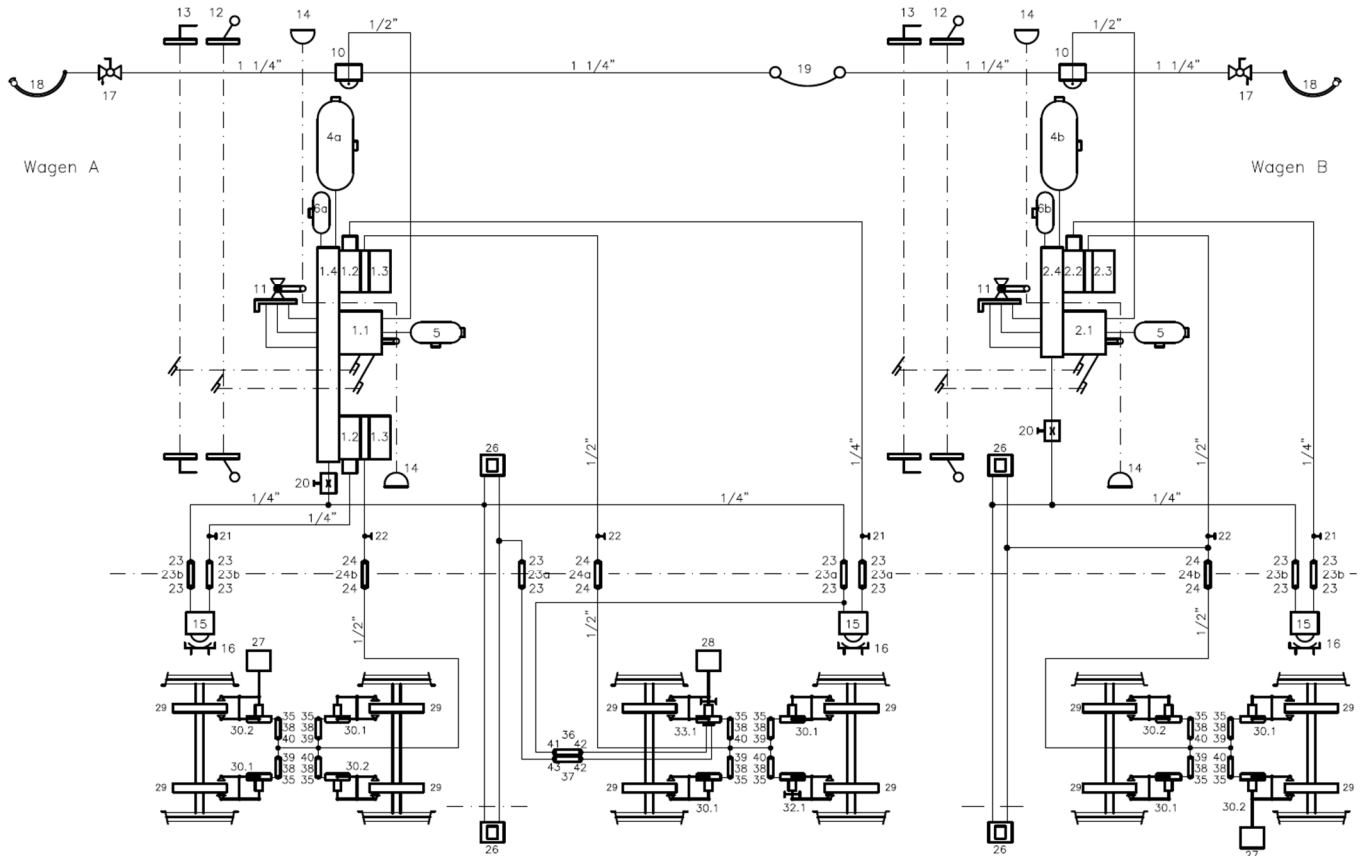


Abbildung 3 – Bremsanordnung



Abbildung 4 – Drehgestell

## 2.3 Herstellerunterlagen

Bremsberechnung Nr. 97005-685

## 2.4 Bremsausrüstung

Indirekte Druckluftbremse DAKO 2 x DK-GP-A – (D)			
Steuerventil	DAKO	CV1nD16-GP	2 Stk.
Lastbremsventil	DAKO	DSS 426/K	3 Stk.
Knickventil	DAKO	DLV 3HL	3 Stk.
Bremszylinder	DAKO	BZ10J12	10 Stk.
Bremszylinder	DAKO	BZ10R12	2 Stk.
Vorratsluftbehälter	INVEKTA	V 75 L, PS 10 bar	1 Stk.
Vorratsluftbehälter	INVEKTA	V 40 L, PS 10 bar	1 Stk.
A-Kammer	INVEKTA	V 8,5 L, PS 10 bar	2 Stk.
Bremsscheibe		590 x 170	12 Stk.
Bremsbeläge	Jurid 707	PR34S 201938 P02 00115	48 Stk. Halbbeläge


**Tabelle 1 – Bremsausrüstung**

### 3 Gemessene Größen und verwendete Geräte

Sym- bol	Gemessene Größe	Geber	Messunsicherheit
$p_{HL}$	Hauptluftleitungsdruck	Druckaufnehmer mit Analogausgang TMG 618 M4E – Herst.-Nr. 824/14	$\pm 0.02$ bar
$p_{C1}$	C-Druck des Bremszylinders; 1. Drehgestell in Fahrtrichtung	Druckaufnehmer mit Analogausgang TMG 618 M4E – Herst.-Nr.	$\pm 0.02$ bar
$p_{C2}$	C-Druck des Bremszylinders; 2. Drehgestell in Fahrtrichtung	Druckaufnehmer mit Analogausgang TMG 618 M4E – Herst.-Nr. 823/14	$\pm 0.02$ bar
$p_{C3}$	C-Druck des Bremszylinders; 3. Drehgestell in Fahrtrichtung	Druckaufnehmer mit Analogausgang TMG 618 M4E – Herst.-Nr. 827/14	$\pm 0.02$ bar
$p_{R1}$	Vorratsluftbehälterdruck; 1. Drehgestell	Druckaufnehmer mit Analogausgang TMG 618 M4E – Herst.-Nr. 826/14	$\pm 0.02$ bar
$p_{R23}$	Vorratsluftbehälterdruck; 2. und 3. Drehgestell	Druckaufnehmer mit Analogausgang TMG 618 M4E – Herst.-Nr. 822/14	$\pm 0.02$ bar
$p_{T1}$	T-Druck des Wiegeventils, 1. Drehgestell in Fahrtrichtung	Druckaufnehmer mit Analogausgang TMG 618 M4E – Herst.-Nr. 828/14	$\pm 0.02$ bar
$p_{T2}$	T-Druck des Wiegeventils, 2. Drehgestell in Fahrtrichtung	Druckaufnehmer mit Analogausgang TMG 618 M4E – Herst.-Nr. 2104/15	$\pm 0.02$ bar
$p_{T3}$	T-Druck des Wiegeventils, 3. Drehgestell in Fahrtrichtung	Druckaufnehmer mit Analogausgang TMG 618 M4E – Herst.-Nr. 2101/15	$\pm 0.02$ bar
$F_{b2}$	Belagkräfte, 2. Radsatz in Fahrtrichtung, linke Brems Scheibe	*)	$\pm 0.4$ kN
$T_1$	Temperatur der Brems Scheibe des 1. Radsatzes in Fahrtrichtung, linkes Rad	Thermoelement TK-1	$\pm 15^\circ\text{C}$
$T_3$	Temperatur der Brems Scheibe des 3. Radsatzes in Fahrtrichtung, linkes Rad	Thermoelement TK-2	$\pm 15^\circ\text{C}$
$T_6$	Temperatur der Brems Scheibe des 6. Radsatzes in Fahrtrichtung, linkes Rad	Thermoelement TK-4	$\pm 15^\circ\text{C}$
$v$	Momentangeschwindigkeit des zu prüfenden Wagens	Dopplerradar DRS 6 Herst.-Nr. 07036478461	$\pm 0.7$ km/h
$v_1$	Drehgeschwindigkeit des 1. Radsatzes in Fahrtrichtung	Polrad und Magnetaufnehmer SENZORTECH ISP130S02	$\pm 0,5$ km/h
$v_2$	Drehgeschwindigkeit des 2. Radsatzes in Fahrtrichtung	Polrad und Magnetaufnehmer SENZORTECH ISP130S02	$\pm 0,5$ km/h
$v_3$	Drehgeschwindigkeit des 3. Radsatzes in Fahrtrichtung	Polrad und Magnetaufnehmer SENZORTECH ISP130S02	$\pm 0,5$ km/h
$v_4$	Drehgeschwindigkeit des 4. Radsatzes in Fahrtrichtung	Polrad und Magnetaufnehmer SENZORTECH ISP130S02	$\pm 0,5$ km/h
$v_5$	Drehgeschwindigkeit des 5. Radsatzes in Fahrtrichtung	Polrad und Magnetaufnehmer SENZORTECH ISP130S02	$\pm 0,5$ km/h
$v_6$	Drehgeschwindigkeit des 6. Radsatzes in Fahrtrichtung	Polrad und Magnetaufnehmer SENZORTECH ISP130S02	$\pm 0,5$ km/h
$S_{jmess}$	gemessener Bremsweg	Dopplerradar DRS 6 Herst.-Nr. 07036478461	$\pm 1.0$ m
$a_x$	Bremsverzögerung	Aufnehmer Midori Precision PMP-15TL-R	$\pm 0.02$ m/s <sup>2</sup>

Tabelle 2 – Gemessene Werte



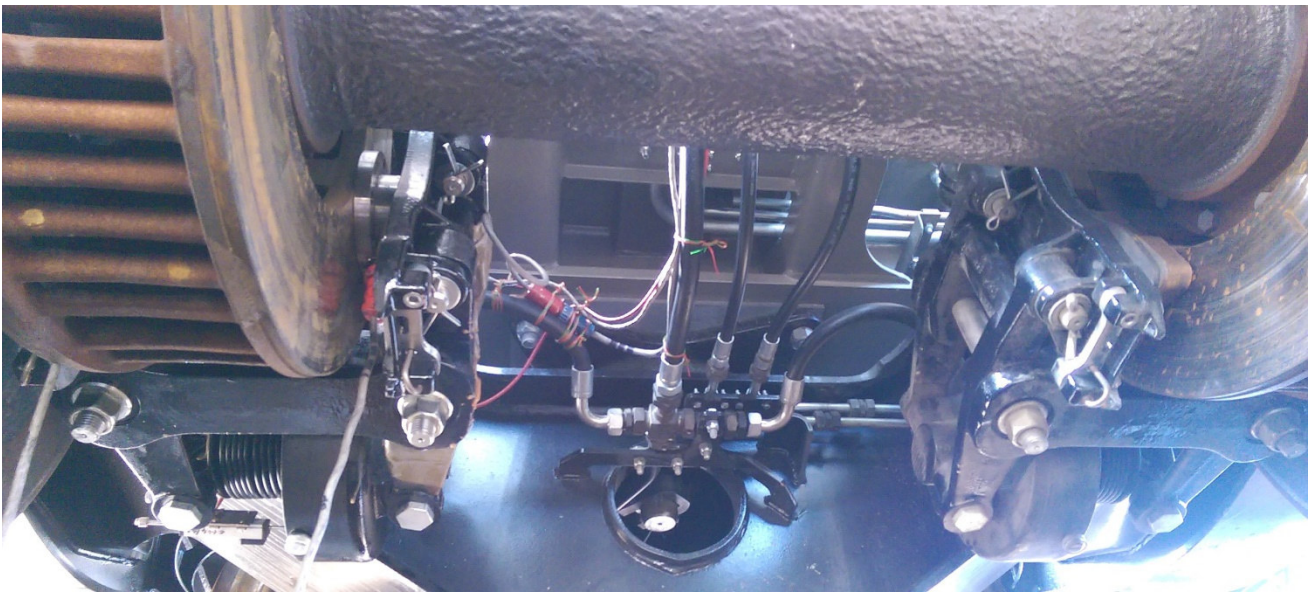
	Prüfgegenstand	Typ	Prüfbericht Nr.	Revision Nr.	0
	Sdggmrss	T3000eD	20-C 060	Seite	9 von 36

\*) die Belagkräfte wurden wie folgt gemessen:

Die Bremszange wurde mit vier Dehnungsmessstreifen beklebt, die in eine Vollbrücke eingebunden wurden. Mit Hilfe dieser Dehnungsmessstreifen war es möglich, die Verformung der Zange und die sich daraus ergebende Kraftwirkung zu messen. Dann wurden in die Bremszange zwei VÜKV-Kraftmessdosen Z3 und Z14 (Messunsicherheit  $\pm 0,2$  kN) eingesetzt, die beiden Belagkräfte, die zu einer Bremscheibe gehören, direkt zu erfassen in der Lage sind. Mit Hilfe dieser Kraftmessdosen wurden die Dehnungsmessstreifen an den Bremszangen kalibriert. Bei der Messung war es dann möglich direkt die der Bremszange angehörende Belagkraft abzulesen.

Das Messen wurde mit den Messgeräten mit der gültigen Kalibration durchgeführt. Die Kalibrierscheine der verwendeten Messgeräte sind im Archiv des Prüflabors VÜKV a.s. aufbewahrt.

Die aufgeführte erweiterte Messunsicherheit ist das Produkt der Standardmessunsicherheit und des Erweiterungskoeffizienten  $k = 2$ , was für die normale Distribution der Deckwahrscheinlichkeit min. 95% entspricht.



**Abbildung 5 – Belagkraftmessung und Kalibrierung**

#### Weitere verwendeten Geräte:

- Die gemessenen Signale wurden mittels EMS-Verstärker nach der Verstärkung und Filtration mit einem 1 000-Hz-Tiefpassfilter mit Abtastfrequenz 4 000 Hz digitalisiert und nachfolgend im Netzprotokoll in den Messcomputer mit dem Datensatzsammlungs- und Speicherungssystem AD-Rekorder der Firma VÜKV a. s. übergeben.

Genauigkeitsklasse 0,5

- Für die Auswertung von Messgrößen wurden die folgenden Softwareprodukte verwendet:

Analyzer AD der Fa. VÜKV a. s.

Microsoft Excel

Microsoft Word

## 4 Versuchsbeschreibung

### 4.1 Beschreibung der Versuche

Das Messsystem, zusammengesetzt aus den einzelnen Sensoren, Stromversorgungsquelle und EMS-Verstärker wurde während der Versuche direkt am Wagen untergebracht. Die gemessenen Daten wurden während der eigentlichen Versuche drahtlos in den Messnotebook, der mit dem System der umgehenden Überwachung, Sammlung und Speicherung von Daten ausgerüstet ist, übertragen.

Die Drucksteuerung in der Hauptluftleitung wurde mit dem elektronischen Bremsventilsimulator bestehend aus einem PID-Druckregler und Steuercomputer durchgeführt.

Zuerst wurden einfache Bremsprüfungen im Stand zum Nachweis der Funktionsfähigkeit der Bremse am Wagen durchgeführt. Nach der Durchführung dieser Prüfungen wurde der Wagen zum Eisenbahntesting zur Durchführung der Abhängeversuche laut Merkblatt UIC 544-1 überführt. Vor dem Beginn der Abhängeversuche wurde das Einschleifen der Bremsklotzsohlen durchgeführt. Während der Einschleiffahrten wurde die Temperatur der Radlauffläche (siehe Tabelle 2) on-line gemessen und betrachtet. Diese Temperatur wurde über die ganze Zeit der Einschleiffahrten zwischen 90 °C und 220 °C gehalten. Während der Abhängeversuche wurde die Temperatur der Radlauffläche (siehe Tabelle 2) on-line gemessen und überwacht. Der Mittelwert dieser Temperatur hat vor dem Anfang eines einzelnen Abhängeversuchs des Wagens 60 °C nicht überschritten. Die Durchführung der Abhängeversuche fand auf dem waagerechten geraden Abschnitt des Teststrings zwischen den Kilometern 6,3 und 7,7 statt.

Die Abhängeversuche wurden am Eisenbahntesting IK Žmigród (PL) realisiert.

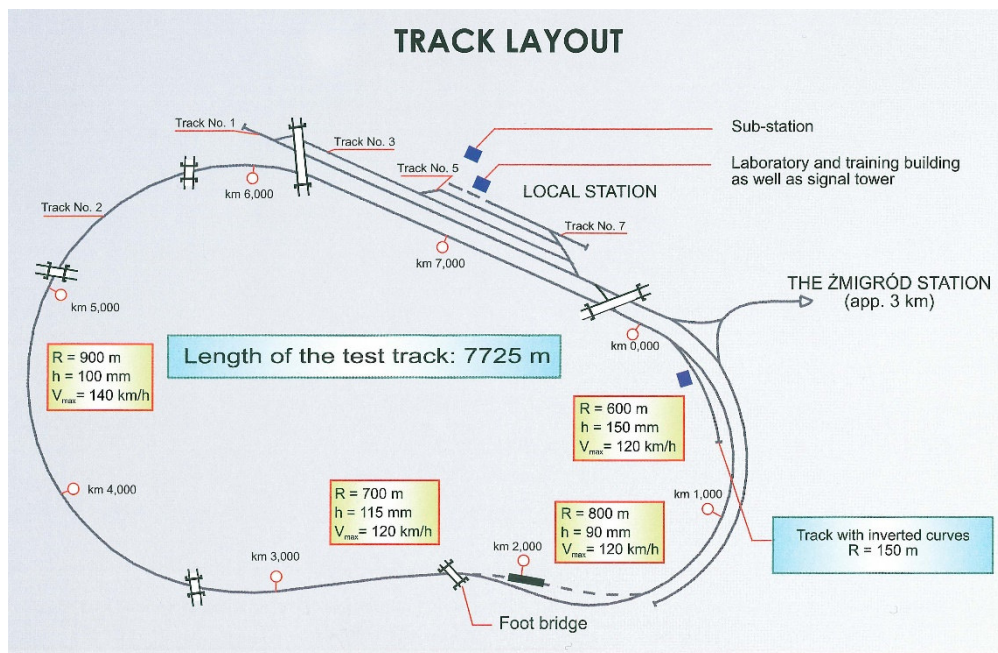


Abbildung 6 – Schema des Eisenbahnteststrings IK Žmigród (PL)

## 4.2 Ablauf der Versuche

### 1. 10. 2020

Der leere Wagen (Leergewicht 36t) mit J707 (neu) wird zum Probering des IK nach Żmigród beigestellt. Beladung des Wagens auf das Gesamtgewicht 108 t.

4 Container mit der Gewichtverteilung:

Container 4	Container 3	Container 2	Container 1
24 t	12 t	12 t	24 t



Abbildung 7 – Wagen beladen

### 2. 10. 2020, bedeckt, +14 °C, Wind -1 m/s \*).

\*) Pluszeichen bedeutet: Windrichtung steht im Einklang mit der Fahrtrichtung

13 30 – 17 30 Das Einschleifen der Bremsbeläge.

17 30 – 22 00 Abhängeversuche mit dem vollbeladenen Wagen 108 t aus der Ausgangsgeschwindigkeit 100, 40, 60, 30, 80, 25, 20, 120 km/h

### 3. 10. 2020, bedeckt, +18 °C, Wind -1 m/s.

07 30 – 10 00 Vollentladung des Wagens.

10 00 – 15 00 Abhängeversuche mit dem leeren Wagen aus der Ausgangsgeschwindigkeiten 120, 40, 100, 80, 60, 30, 25 km/h.


15 00 – 19 00 Beladung des Wagens auf das Gesamtgewicht 87 t (4 x Container, asymmetrisch)

4 Container mit der Gewichtverteilung:

Container 4	Container 3	Container 2	Container 1
19.15 t	6.26 t	6.43 t	19.11 t
asymmetrisch beladen	symmetrisch	symmetrisch	asymmetrisch beladen
linke Seite 8.01 t	-	-	linke Seite 11.12 t
rechte Seite 11.14 t	-	-	rechte Seite 7.99 t

Anm. Container 1 und 4 war beladen asymmetrisch (rechte linke Seite) auf eine maximal erlaubte Rad-satzasymmetrie 25%. Wobei höheres Gewicht auf der Wiegeventilseite platziert wurde.

19 00 – 21 00 Abhängeversuche mit dem teilbeladenen Wagen aus der Ausgangsgeschwindigkeiten 100, 60, 40 km/h.

	Prüfgegenstand	Typ	Prüfbericht Nr.	Revision Nr.	0
	Sdggmrss	T3000eD	<b>20-C 060</b>	Seite	12 von 36

#### **4. 10. 2020, halbheiter, +17 °C, Wind 1 m/s.**

09 00 – 12 30 Abhängeversuche mit dem teilbeladenen Wagen aus der Ausgangsgeschwindigkeiten 60, 40, 30 km/h.

12 30 – 14 00 Teilweise Entladung des Wagens auf das Gesamtgewicht 61 t (2 x Container, asymmetrisch)

Anm. Container 1 und 2 wurden wie bei Gesamtgewicht 87 t geblieben. Container 1 und 2 wurden entfernt.



**Abbildung 8 – Wagen teilbeladen – 61 t**

14 00 – 17 00 Abhängeversuche mit dem teilbeladenen Wagen aus der Ausgangsgeschwindigkeiten 60, 40, 30 km/h.

Außer diesen klassischen Abhängeversuchen (aus verschiedenen Ausgangsgeschwindigkeiten von 20 bis 120 km/h) wurden auch besondere Bremsversuche wie folgt durchgeführt.

Anm. ID ist Identifikationsnummer jedes einzelnen Versuches.

#### **3. 10. 2020, bedeckt, +18 °C, Wind -1 m/s.**

##### **Leerer Wagen**

Bremsen der ganzen Zuggarnitur (Loko, VÚKV-Messwagen, T3000eD) nur mit der Bremse des geprüften Wagens – T3000eD.

ID 39 Bremsen der ganzen Zuggarnitur (Loko, VÚKV-Messwagen, T3000eD) nur mit der Bremse des geprüften Wagens – T3000eD. Ausgangsgeschwindigkeit 120 km/h, Betriebsbremsung mit der Absenkung des Hauptluftleitungsdruckes auf 4.2 bar.


ID 40 Bremsen der ganzen Zuggarnitur nur mit der Bremse des zu prüfenden Wagens – T3000eD. Ausgangsgeschwindigkeit 120 km/h, Betriebsbremsung mit der stufenweisen Absenkung des Hauptluftleitungsdruckes auf 4.0 → 3.8 → 3.5 bar.

ID 41 Bremsen der ganzen Zuggarnitur nur mit der Bremse zu prüfenden Wagens – T3000eD. Ausgangsgeschwindigkeit 120 km/h, Vollbremsung mit der Absenkung des Hauptluftleitungsdruckes auf 3.5 bar.

ID 42 Das Anlaufen der Zuggarnitur von 0 km/h bis 100 km/h mit eingebremsten T3000eD-Wagen, mit dem Hauptluftleitungsdruck von 4.2 bar.

ID 58 Das reine Anlaufen der Zuggarnitur von 0 km/h bis 100 km/h. Nach der Erreichung von 100 km/h Einleitung der Vollbremsung, mit dem Hauptluftleitungsdruck des T3000eD-Wagens von 3.5 bar.

ID 59 T3000eD-Wagen in Bremsstellung G. Das reine Anlaufen der Zuggarnitur von 0 km/h bis 120 km/h. Nach Erreichen von 120 km/h Einleitung der Vollbremsung, mit dem Hauptluftleitungsdruck des T3000eD-Wagens von 3.5 bar. Bei der Geschwindigkeitsabsenkung bis zu 50 km/h Bremse lösen. Geschwindigkeit wieder auf 120 km/h erhöhen und dann wieder Vollbremsung bis zu 50 km/h einleiten und noch einmal auf 120 km/h und Vollbremsung bis zum Stopp.

	Prüfgegenstand	Typ	Prüfbericht Nr.	Revision Nr.	0
	Sdggmrss	T3000eD	<b>20-C 060</b>	Seite	13 von 36

### **Wagen teilbeladen 87 t (4 x Container, asymmetrisch)**

ID 65 Das Anlaufen der Zuggarnitur von 0 km/h bis 100 km/h mit eingebremsten T3000eD-Wagen, mit dem Hauptluftleitungsdruck von 3.5 bar.

#### **4. 10. 2020, halbheiter, +17 °C, Wind 1 m/s.**

### **Wagen teilbeladen 87 t (4 x Container, asymmetrisch)**

ID 71 **Schienenoberkante nass nach dem Regen.** Das Anlaufen der Zuggarnitur von 0 km/h bis 60 km/h mit eingebremsten T3000eD-Wagen, mit dem Hauptluftleitungsdruck von 3.5 bar.

ID 81 Ca 50 m der Schiene mit dem Wasser aus einem Kanister übergossen. Abhängeversuch aus der Ausgangsgeschwindigkeit 40 km/h.

### **Wagen teilbeladen 61 t (2x Container, asymmetrisch)**

ID 95 Das reine Anlaufen der Zuggarnitur von 0 km/h bis 40 km/h. Nach der Erreichung von 40 km/h Einleitung der Vollbremsung, mit dem Hauptluftleitungsdruck des T3000eD-Wagens von 3.5 bar.

ID 96 Schienenoberkante vor dem dritten Drehgestell wurde mit dem Wasser aus dem Kanister während des Versuchs besprüht. Abhängeversuch aus der Ausgangsgeschwindigkeit 40 km/h.

ID 97 Schienenoberkante vor dem dritten Drehgestell wurde mit dem Wasser aus dem Kanister während des Versuchs besprüht. Abhängeversuch aus der Ausgangsgeschwindigkeit 40 km/h.

ID 98 Das reine Anlaufen der Zuggarnitur von 0 km/h bis 40 km/h. Nach der Erreichung von 40 km/h Einleitung der Vollbremsung, mit dem Hauptluftleitungsdruck des T3000eD-Wagens von 3.5 bar. Schienenoberkante vor dem dritten Drehgestell wurde mit dem Wasser aus dem Kanister während der Bremsung besprüht.

## 5 Ergebnisse von allen durchgeführten Bremsversuchen

Eine Tabelle mit den Ergebnissen und Hauptangaben von allen durchgeführten Bremsversuchen ist hier beigefügt. Alle diese Versuche sind auch in der Anlage mit allen relevanten Messgrößen grafisch dargestellt.

T3000eD – J707-FerCat+HUPAC – 2020														
ID	Datum/ Uhrzeit	Beladung			Bremszylinder- druck			Temperatur			Ge- schwin- digkeit nom. [km/h]	Ge- schwin- digkeit ist [km/h]	Brems- weg mess. [m]	Brems- weg korr. [m]
					C1	C2	C3	1	3	6				
6	2.10.20 17:59	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,92	3,88	3,73	166	175	185	100	100,1	489	488
7	2.10.20 18:08	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,92	3,89	3,76	156	161	186	100	99,7	471	474
8	2.10.20 18:17	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,92	3,9	3,76	165	178	192	100	99,9	473	474
9	2.10.20 18:35	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,92	3,91	3,76	142	146	166	100	100	474	474
10	2.10.20 18:46	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,91	3,87	3,79	68	83	81	40	40	85	85
11	2.10.20 18:58	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,88	3,87	3,76	66	75	71	40	40,5	87	85
12	2.10.20 19:03	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,9	3,87	3,74	68	77	75	40	40,5	85	83
13	2.10.20 19:09	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,89	3,87	3,78	68	75	70	40	40,3	85	84
14	2.10.20 19:18	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,91	3,9	3,77	89	93	93	60	60,4	179	177
15	2.10.20 19:22	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,91	3,9	3,76	101	107	103	60	60,3	178	176
16	2.10.20 19:32	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,92	3,9	3,81	102	102	101	60	60,1	178	177
17	2.10.20 19:37	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,89	3,9	3,84	122	113	117	60	60,2	178	177
18	2.10.20 19:46	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,9	3,88	3,75	77	77	74	30	30,5	52	50
19	2.10.20 19:50	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,89	3,87	3,79	77	76	74	30	30,2	50	50
20	2.10.20 19:55	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,88	3,87	3,79	75	74	74	30	30,3	51	50
21	2.10.20 19:58	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,87	3,87	3,79	73	72	71	30	30,2	50	50
22	2.10.20 20:08	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,94	3,92	3,78	131	110	145	80	80,1	297	296
23	2.10.20 20:16	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,93	3,92	3,82	135	122	136	80	80,1	299	298
24	2.10.20 20:25	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,93	3,9	3,8	129	126	126	80	80,1	300	299
25	2.10.20 20:34	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,93	3,91	3,8	130	129	125	80	80,1	301	300
26	2.10.20 20:43	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,9	3,86	3,79	69	77	77	25	25	37	37
27	2.10.20 20:46	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,85	3,86	3,78	60	70	70	20	20	26	26
28	2.10.20 21:07	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,93	3,92	3,8	277	205	225	120	119,9	646	647
29	2.10.20 21:16	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,93	3,91	3,79	226	222	222	120	119,9	648	649
30	2.10.20 21:24	108 t	4 Cont.	symmetrisch	3,9	3,87	3,78	127	132	136	40	40,3	86	85
31	3.10.20 10:46	Leer			1,58	1,64	1,56	52	87	59	120	119,6	621	625
32	3.10.20 10:55	Leer			1,58	1,63	1,56	63	107	72	120	119,6	617	622
33	3.10.20 11:04	Leer			1,58	1,63	1,56	70	118	84	120	119,2	613	621
34	3.10.20 11:13	Leer			1,58	1,64	1,56	74	119	90	120	119	611	621
35	3.10.20 11:24	Leer			1,57	1,63	1,56	49	65	54	40	40,1	83	82
36	3.10.20 11:28	Leer			1,57	1,63	1,55	47	65	53	40	40	81	81
37	3.10.20 11:32	Leer			1,57	1,64	1,55	46	63	52	40	40	81	81
38	3.10.20 11:37	Leer			1,57	1,64	1,56	45	59	50	40	39,9	81	81
39	3.10.20 11:51	Leer			0,72	0,85	0,8	95	166	119	120	118,8	3902	3981

40	3.10.20 12:02	Leer			1,03 1,29 1,58	1,13 1,45 1,66	1,04 1,38 1,57	139	243	175	120	118,2	2822	2908
41	3.10.20 12:14	Leer			1,59	1,64	1,57	184	289	276	120	118,1	2149	2219
42	3.10.20 12:26	Leer			0,71	0,83	0,79	132	221	179	100			
43	3.10.20 12:35	Leer			1,57	1,64	1,55	65	111	99	80	79,9	298,2	299
44	3.10.20 12:44	Leer			1,58	1,64	1,55	57	91	81	80	79,7	298,9	301
45	3.10.20 12:52	Leer			1,58	1,64	1,55	53	79	69	80	79,4	296,9	301
46	3.10.20 13:00	Leer			1,58	1,64	1,55	53	73	65	80	79,8	299,1	301
47	3.10.20 13:00	Leer			1,58	1,64	1,55	45	59	52	60	60,1	474,2	473
48	3.10.20 13:13	Leer			1,58	1,64	1,54	48	60	54	60	59	169	175
49	3.10.20 13:21	Leer			1,58	1,64	1,55	46	58	50	60	59,8	170,6	172
50	3.10.20 13:25	Leer			1,58	1,64	1,55	46	58	48	60	60	172,5	173
51	3.10.20 13:33	Leer			1,58	1,65	1,55	64	85	66	100	99,5	456,5	461
52	3.10.20 13:42	Leer			1,58	1,65	1,55	68	85	69	100	99,7	451,3	454
53	3.10.20 13:52	Leer			1,57	1,61	1,54	50	51	50	30	30	50	50
54	3.10.20 13:55	Leer			1,58	1,64	1,54	47	53	48	30	30,1	49,7	49
55	3.10.20 13:58	Leer			1,58	1,64	1,54	46	52	46	30	30	49,1	49
56	3.10.20 14:01	Leer			1,57	1,64	1,53	45	51	45	30	29,9	48,8	49
57	3.10.20 14:08	Leer			1,57	1,63	3,53	42	46	42	25	24,8	35,9	36
58	3.10.20 14:18	Leer			1,57	1,65	1,55	193	244	205	100		2433	
59	3.10.20 14:39	Leer			1,58	1,67	1,56	301	372	315	120			
60	3.10.20 19:44	87t	4 Cont.	asymme- trisch	3,9	2,91	3,42	139	90	118	100	99,4	437,1	442
61	3.10.20 19:53	87t	4 Cont.	asymme- trisch	3,89	2,92	3,51	156	114	138	100	99,1	430,9	439
62	3.10.20 20:03	87t	4 Cont.	asymme- trisch	3,9	2,92	3,48	159	125	162	100	99,1	431,8	440
63	3.10.20 20:13	87t	4 Cont.	asymme- trisch	3,91	2,92	3,45	169	129	157	100	99,6	439,3	443
65	3.10.20 20:21	87t	4 Cont.	asymme- trisch	3,92	3	3,58	368	242	300				
66	3.10.20 20:30	87t	4 Cont.	asymme- trisch	3,9	2,94	3,5	121	108	131	60	60,1	169,3	169
67	3.10.20 20:37	87t	4 Cont.	asymme- trisch	3,88	2,93	3,5	131	105	126	60	60	168,5	169
68	3.10.20 20:47	87t	4 Cont.	asymme- trisch	3,87	2,88	3,52	82	70	85	40	40	79,4	79
69	3.10.20 20:52	87t	4 Cont.	asymme- trisch	3,88	2,88	3,5	85	70	82	40	40,1	78,5	78
71	4.10.20 9:27	87t	4 Cont.	asymme- trisch	3,9	3,05	3,42	181	118	149	60	Be- schädi- gung		
72	4.10.20 10:04	87t	4 Cont.	asymme- trisch	3,89	2,98	3,5	81	60	83	60	60	164,1	164
73	4.10.20 10:09	87t	4 Cont.	asymme- trisch	3,86	2,94	3,44	95	66	96	60	59,6	162,4	165
74	4.10.20 10:09	87t	4 Cont.	asymme- trisch	3,9	2,95	3,44	94	66	92	60	60	161,8	162
75	4.10.20 10:22	87t	4 Cont.	asymme- trisch	3,76	2,86	3,43	100	73	94	60	59,7	163,8	165
76	4.10.20 10:31	87t	4 Cont.	asymme- trisch	3,75	2,97	3,51	75	57	66	40	40	76,2	76

77	4.10.20 10:36	87t	4 Cont.	asymmetrisch	3,71	2,95	3,44	77	56	66	40	40,1	76,7	76
78	4.10.20 10:43	87t	4 Cont.	asymmetrisch	3,7	2,9	3,43	64	47	55	30	30,2	46,9	46
79	4.10.20 10:43	87t	4 Cont.	asymmetrisch	3,7	2,9	3,34	63	46	52	30	29,8	46,2	47
80	4.10.20 10:52	87t	4 Cont.	asymmetrisch	3,7	2,85	3,33	49	34	36	40	42,9	87,9	76
81	4.10.20 12:09	87t	4 Cont.	asymmetrisch	3,7	2,92	3,54	48	34	38	40	40,7	77,9	75
83	4.10.20 14:13	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,89	2,11	1,57	71	39	29	60	60	156,4	156
84	4.10.20 14:13	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,78	2,07	1,58	89	44	35	60	59	151,3	156
85	4.10.20 14:29	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,88	2,1	1,58	84	46	35	60	59,9	153,5	154
86	4.10.20 14:33	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,69	2,11	1,58	102	53	43	60	59,2	155,6	160
87	4.10.20 14:41	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,78	2,08	1,57	77	43	35	40	39,4	72,4	75
88	4.10.20 14:44	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,79	2,09	1,58	78	44	35	40	40,9	74,7	71
89	4.10.20 14:48	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,77	2,09	1,58	86	45	36	40	40,2	73,8	73
90	4.10.20 14:54	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,78	2,12	1,58	76	45	33	40	40,4	73,7	72
91	4.10.20 14:59	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,71	2,1	1,58	71	41	32	30	30,1	44,7	44
92	4.10.20 15:02	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,7	2,11	1,57	69	41	31	30	29,4	43,4	45
93	4.10.20 15:05	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,7	2,12	1,58	72	42	33	30	30,1	44,5	44
94	4.10.20 15:09	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,7	2,12	1,58	69	42	32	30	30,1	44,8	45
95	4.10.20 15:31	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,72	2,01	1,6				40			
96	4.10.20 15:53	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,63	2,04	1,59	87	49	41	40	41,9	82,6	75
97	4.10.20 15:56	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,62	2,05	1,58	87	50	42	40	40,6	77,9	76
98	4.10.20 16:08	61t	2 Cont.	asymmetrisch	3,62	2,06	1,57				40			

**Tabelle 3 – Zusammenfassung von allen Bremsversuchen**



## 6 Ergebnisse und Aufbereitung der UIC-Abhängeversuche

Die gemessenen Werte der Ausgangsgeschwindigkeiten, Bremswegen, Drücken und Einzelklotzkräften während des Bremsens für die einzelnen Versuche sind in den folgenden Tabellen aufgeführt. Im Unterteil jeder Tabelle ist dann die Bremswegkorrektur ( $s_{j\text{korr}}$ ) im Übereinstimmen mit UIC 544-1, Anlage F3, Pkt. F3.1 durchgeführt. Unter den korrigierten Werten  $s_{j\text{korr}}$  folgt die statische Auswertung und Akzeptanz der Werte  $s_{j\text{korr}}$  aus den angeforderten vier Tests, für den entsprechenden Ladezustand und die Nennausgangsgeschwindigkeit im Übereinstimmen mit Merkblatt UIC 544-1, Anlage F3, Pkt. F3.2.

### 6.1 Abhängeversuche mit leerem Wagen

#### 6.1.1 Ausgangsgeschwindigkeit 120 km/h

Bremsart			P			
Teilversuchsnummer (ID)			1 (31)	2 (32)	3 (33)	4(34)
Ausgangsnennengeschwindigkeit	$v_{j\text{nom}}$	[km/h]	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>
Ausgangsgeschwindigkeit	$v_{j\text{mess}}$	[km/h]	<b>119,5</b>	<b>119,5</b>	<b>119,0</b>	<b>119,0</b>
Geschwindigkeitsdifferenz	$\Delta v_{j\text{mess}}$	[km/h]	0,5	0,5	1,0	1,0
Bremsweg (gemessen)	$s_{j\text{mess}}$	[m]	<b>621</b>	<b>617</b>	<b>613</b>	<b>611</b>
<b>Drücke vor Bremsung</b>						
Wiegeventil von 1. Drehgestell	$p_{T1}$	[bar]	1,09	1,05	1,10	1,06
Wiegeventil von 2. Drehgestell	$p_{T2}$	[bar]	1,10	1,10	1,09	1,10
Wiegeventil von 3. Drehgestell	$p_{T3}$	[bar]	0,95	0,94	0,93	0,96
<b>Drücke während der Bremsung</b>						
Bremszylinderdruck – 1. Drehgestell	$p_{C1}$	[bar]	1,58	1,58	1,58	1,58
Bremszylinderdruck – 2. Drehgestell	$p_{C2}$	[bar]	1,64	1,63	1,63	1,64
Bremszylinderdruck – 3. Drehgestell	$p_{C3}$	[bar]	1,56	1,56	1,56	1,56
Mittlerer Bremszylinderdruck	$p_{C\emptyset}$	[bar]	<b>1,59</b>			
<b>Einzelklotzkräfte während der Bremsung</b>						
2. Radsatz, links	$F_{b2}$	[kN]	8,4	8,5	8,5	8,5
Mittlere Einzelklotzkraft	$F_{b\emptyset}$	[kN]	<b>8,5</b>			
<b>Allgemeine Angaben</b>						
Datum/Uhrzeit			3.10.20 10:46	3.10.20 10:55	3.10.20 11:04	3.8.20 11:13
Ladezustand			<b>leer</b>			
<b>Korrektur der Bremswege <math>s_{j\text{mess}}</math> gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.1</b>						
Trägheitsmoment der Schwungmassen		$\rho = 1,08$				
Annahme der Bremswege $s_{j\text{korr}}$ und Errechnung des mittleren Bremsweges gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.2						
Bremsweg (korr.)	$s_{j\text{korr}}$	[m]	626	622	623	621
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	623			
Standardabweichung x 1.95	$1,95x\sigma$	[m]	4			
Standardabw./mittl. Bremsweg	$[\sigma / s]x100$	[%]	0,3			
Bremswegdifferenz absolut	$\Delta s_{j\text{korr}}$	[m]	3	1	0	2
Kriterium 1 nach UIC 544-1	$[\sigma/s]x100 \leq 3\%$	O.K./No	O.K.			
Kriterium 2 nach UIC 544-1	$\Delta s_{j\text{korr}} \leq 1,95x\sigma$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Kriterium für Geschwindigkeiten	$v_{j\text{mess}} < 4 \text{ km/h}$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Bremsweg (korr.) angenommen	$s_{j\text{korr}}$	[m]	626	622	623	621
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	<b>623</b>			
<b>Auswertung gültig</b>			<b>O.K.</b>			

Tabelle 4 – Abhängeversuche, Wagen leer, 120 km/h

### 6.1.2 Ausgangsgeschwindigkeit 100 km/h

			P	
Bremsart				
Teilversuchsnummer (ID)			1 (51)	2 (52)
Ausgangsnennengeschwindigkeit	$v_{jnom}$	[km/h]	<b>100</b>	<b>100</b>
Ausgangsgeschwindigkeit	$v_{jmess}$	[km/h]	<b>99,5</b>	<b>99,5</b>
Geschwindigkeitsdifferenz	$\Delta v_{jmess}$	[km/h]	0,5	0,5
Bremsweg (gemessen)	$s_{jmess}$	[m]	<b>457</b>	<b>451</b>
<b>Drücke vor Bremsung</b>				
Wiegeventil von 1. Drehgestell	$p_{T1}$	[bar]	1,07	1,02
Wiegeventil von 2. Drehgestell	$p_{T2}$	[bar]	1,10	1,10
Wiegeventil von 3. Drehgestell	$p_{T3}$	[bar]	0,95	0,95
<b>Drücke während der Bremsung</b>				
Bremszylinderdruck – 1. Drehgestell	$p_{C1}$	[bar]	1,58	1,58
Bremszylinderdruck – 2. Drehgestell	$p_{C2}$	[bar]	1,65	1,65
Bremszylinderdruck – 3. Drehgestell	$p_{C3}$	[bar]	1,55	1,55
Mittlerer Bremszylinderdruck	$p_{C\emptyset}$	[bar]	<b>1,59</b>	
<b>Einzelklotzkräfte während der Bremsung</b>				
2. Radsatz, links	$F_{b2}$	[kN]	8,4	8,6
Mittlere Einzelklotzkraft	$F_{b\emptyset}$	[kN]	<b>8,5</b>	
<b>Allgemeine Angaben</b>				
Datum/Uhrzeit			3.10.20 13:33	3.10.20 13:42
Ladezustand			<b>leer</b>	
<b>Korrektur der Bremswege <math>s_{jmess}</math> gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.1</b>				
Trägheitsmoment der Schwungmassen			<b><math>\rho = 1,08</math></b>	
Annahme der Bremswege $s_{jkorr}$ und Errechnung des mittleren Bremsweges gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.2				
Bremsweg (korr.)	$s_{jkorr}$	[m]	461	456
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	458	

**Tabelle 5 – Abhängeversuche, Wagen leer, 100 km/h**

### 6.1.3 Ausgangsgeschwindigkeit 80 km/h

			P			
Teilversuchsnummer (ID)			1 (43)	2 (44)	3 (45)	4(46)
Ausgangsnennengeschwindigkeit	$v_{jnom}$	[km/h]	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
Ausgangsgeschwindigkeit	$v_{jmess}$	[km/h]	<b>80,0</b>	<b>79,5</b>	<b>79,5</b>	<b>80,0</b>
Geschwindigkeitsdifferenz	$\Delta v_{jmess}$	[km/h]	0,0	0,5	0,5	0,0
Bremsweg (gemessen)	$s_{jmess}$	[m]	<b>299</b>	<b>299</b>	<b>297</b>	<b>299</b>
<b>Drücke vor Bremsung</b>						
Wiegeventil von 1. Drehgestell	$p_{T1}$	[bar]	1,09	1,05	1,05	1,05
Wiegeventil von 2. Drehgestell	$p_{T2}$	[bar]	1,09	1,10	1,08	1,10
Wiegeventil von 3. Drehgestell	$p_{T3}$	[bar]	0,95	0,94	0,93	0,92
<b>Drücke während der Bremsung</b>						
Bremszylinderdruck – 1. Drehgestell	$p_{C1}$	[bar]	1,57	1,58	1,58	1,58
Bremszylinderdruck – 2. Drehgestell	$p_{C2}$	[bar]	1,64	1,64	1,64	1,64
Bremszylinderdruck – 3. Drehgestell	$p_{C3}$	[bar]	1,55	1,55	1,55	1,55
Mittlerer Bremszylinderdruck	$p_{C\emptyset}$	[bar]	<b>1,59</b>			
<b>Einzelklotzkräfte während der Bremsung</b>						
2. Radsatz, links	$F_{b2}$	[kN]	8,6	8,5	8,5	8,4
Mittlere Einzelklotzkraft	$F_{b\emptyset}$	[kN]	<b>8,5</b>			
<b>Allgemeine Angaben</b>						
Datum/Uhrzeit			3.10.20 12:35	3.10.20 12:44	3.10.20 12:52	3.8.20 13:00
Ladezustand			<b>leer</b>			
<b>Korrektur der Bremswege <math>s_{jmess}</math> gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.1</b>						
Trägheitsmoment der Schwungmassen			<b><math>\rho = 1,08</math></b>			
Annahme der Bremswege $s_{jkorr}$ und Errechnung des mittleren Bremsweges gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.2						
Bremsweg (korr.)	$s_{jkorr}$	[m]	299	303	301	299
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	<b>300</b>			
Standardabweichung x 1.95	<b><math>1,95 \times \sigma</math></b>	[m]	<b>3</b>			
Standardabw./mittl. Bremsweg	<b><math>[\sigma / s] \times 100</math></b>	[%]	<b>0,5</b>			
Bremswegdifferenz absolut	$\Delta s_{jkorr}$	[m]	1	2	0	1
Kriterium 1 nach UIC 544-1	<b><math>[\sigma/s] \times 100 \leq 3\%</math></b>	O.K./No	<b>O.K.</b>			
Kriterium 2 nach UIC 544-1	<b><math>\Delta s_{jkorr} \leq 1,95 \times \sigma</math></b>	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Kriterium für Geschwindigkeiten	<b><math>v_{jmess} &lt; 4 \text{ km/h}</math></b>	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Bremsweg (korr.) angenommen	$s_{jkorr}$	[m]	299	303	301	299
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	<b>300</b>			
<b>Auswertung gültig</b>			<b>O.K.</b>			

**Tabelle 6 – Abhängeversuche, Wagen leer, 80 km/h**

### 6.1.4 Ausgangsgeschwindigkeit 60 km/h

			P			
Teilversuchsnummer (ID)			1 (47)	2 (48)	3 (49)	4(50)
Ausgangsnennengeschwindigkeit	$v_{jnom}$	[km/h]	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
Ausgangsgeschwindigkeit	$v_{jmess}$	[km/h]	<b>60,0</b>	<b>59,0</b>	<b>60,0</b>	<b>60,0</b>
Geschwindigkeitsdifferenz	$\Delta v_{jmess}$	[km/h]	0,0	1,0	0,0	0,0
Bremsweg (gemessen)	$s_{jmess}$	[m]	<b>175</b>	<b>169</b>	<b>171</b>	<b>172</b>
<b>Drücke vor Bremsung</b>						
Wiegeventil von 1. Drehgestell	$p_{T1}$	[bar]	1,04	0,97	1,04	0,98
Wiegeventil von 2. Drehgestell	$p_{T2}$	[bar]	1,10	1,11	1,06	1,10
Wiegeventil von 3. Drehgestell	$p_{T3}$	[bar]	0,95	0,95	0,92	0,94
<b>Drücke während der Bremsung</b>						
Bremszylinderdruck – 1. Drehgestell	$p_{C1}$	[bar]	1,58	1,58	1,58	1,58
Bremszylinderdruck – 2. Drehgestell	$p_{C2}$	[bar]	1,64	1,64	1,64	1,64
Bremszylinderdruck – 3. Drehgestell	$p_{C3}$	[bar]	1,55	1,54	1,55	1,55
Mittlerer Bremszylinderdruck	$p_{C\emptyset}$	[bar]	<b>1,59</b>			
<b>Einzelklotzkräfte während der Bremsung</b>						
2. Radsatz, links	$F_{b2}$	[kN]	8,5	8,5	8,5	8,4
Mittlere Einzelklotzkraft	$F_{b\emptyset}$	[kN]	<b>8,5</b>			
<b>Allgemeine Angaben</b>						
Datum/Uhrzeit			3.10.20 13:00	3.10.20 13:25	3.10.20 13:21	3.8.20 13:25
Ladezustand			<b>leer</b>			
<b>Korrektur der Bremswege <math>s_{jmess}</math> gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.1</b>						
Trägheitsmoment der Schwungmassen			<b><math>\rho = 1,08</math></b>			
Annahme der Bremswege $s_{jkorr}$ und Errechnung des mittleren Bremsweges gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.2						
Bremsweg (korr.)	$s_{jkorr}$	[m]	175	175	171	172
Mittlerer Bremsweg	<b>s</b>	[m]	<b>173</b>			
Standardabweichung x 1.95	<b><math>1,95 \times \sigma</math></b>	[m]	<b>3</b>			
Standardabw./mittl. Bremsweg	<b><math>[\sigma / s] \times 100</math></b>	[%]	<b>1,0</b>			
Bremswegdifferenz absolut	$\Delta s_{jkorr}$	[m]	2	2	2	1
Kriterium 1 nach UIC 544-1	<b><math>[\sigma/s] \times 100 \leq 3\%</math></b>	O.K./No	<b>O.K.</b>			
Kriterium 2 nach UIC 544-1	<b><math>\Delta s_{jkorr} \leq 1,95 \times \sigma</math></b>	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Kriterium für Geschwindigkeiten	<b><math>v_{jmess} &lt; 4 \text{ km/h}</math></b>	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Bremsweg (korr.) angenommen	$s_{jkorr}$	[m]	175	175	171	172
Mittlerer Bremsweg	<b>s</b>	[m]	<b>173</b>			
<b>Auswertung gültig</b>			<b>O.K.</b>			

**Tabelle 7 – Abhängeversuche, Wagen leer, 60 km/h**

### 6.1.5 Ausgangsgeschwindigkeit 40 km/h

Bremsart			P			
Teilversuchsnummer (ID)			1 (35)	2 (36)	3 (37)	4(38)
Ausgangsnennengeschwindigkeit	$v_{jnom}$	[km/h]	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Ausgangsgeschwindigkeit	$v_{jmess}$	[km/h]	<b>40,0</b>	<b>40,0</b>	<b>40,0</b>	<b>40,0</b>
Geschwindigkeitsdifferenz	$\Delta v_{jmess}$	[km/h]	0,0	0,0	0,0	0,0
Bremsweg (gemessen)	$s_{jmess}$	[m]	<b>83</b>	<b>81</b>	<b>81</b>	<b>81</b>
<b>Drücke vor Bremsung</b>						
Wiegeventil von 1. Drehgestell	$p_{T1}$	[bar]	1,01	0,98	1,10	0,98
Wiegeventil von 2. Drehgestell	$p_{T2}$	[bar]	1,11	1,11	1,09	1,07
Wiegeventil von 3. Drehgestell	$p_{T3}$	[bar]	0,94	0,94	0,93	0,94
<b>Drücke während der Bremsung</b>						
Bremszylinderdruck – 1. Drehgestell	$p_{C1}$	[bar]	1,57	1,57	1,57	1,57
Bremszylinderdruck – 2. Drehgestell	$p_{C2}$	[bar]	1,63	1,63	1,64	1,64
Bremszylinderdruck – 3. Drehgestell	$p_{C3}$	[bar]	1,56	1,55	1,55	1,56
Mittlerer Bremszylinderdruck	$p_{C\emptyset}$	[bar]	<b>1,59</b>			
<b>Einzelklotzkräfte während der Bremsung</b>						
2. Radsatz, links	$F_{b2}$	[kN]	8,4	8,5	8,5	8,4
Mittlere Einzelklotzkraft	$F_{b\emptyset}$	[kN]	<b>8,5</b>			
<b>Allgemeine Angaben</b>						
Datum/Uhrzeit			3.10.20 11:24	3.10.20 11:28	3.10.20 11:32	3.8.20 11:37
Ladezustand			<b>leer</b>			
<b>Korrektur der Bremswege <math>s_{jmess}</math> gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.1</b>						
Trägheitsmoment der Schwungmassen			<b><math>\rho = 1,08</math></b>			
Annahme der Bremswege $s_{jkorr}$ und Errechnung des mittleren Bremsweges gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.2						
Bremsweg (korr.)	$s_{jkorr}$	[m]	83	81	81	81
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	<b>82</b>			
Standardabweichung x 1.95	$1,95 \times \sigma$	[m]	<b>2</b>			
Standardabw./mittl. Bremsweg	$[\sigma / s] \times 100$	[%]	<b>1,1</b>			
Bremswegdifferenz absolut	$\Delta s_{jkorr}$	[m]	2	1	1	1
Kriterium 1 nach UIC 544-1	$[\sigma/s] \times 100 \leq 3\%$	O.K./No	<b>O.K.</b>			
Kriterium 2 nach UIC 544-1	$\Delta s_{jkorr} \leq 1,95 \times \sigma$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Kriterium für Geschwindigkeiten	$v_{jmess} < 4 \text{ km/h}$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Bremsweg (korr.) angenommen	$s_{jkorr}$	[m]	83	81	81	81
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	<b>82</b>			
<b>Auswertung gültig</b>			<b>O.K.</b>			

Tabelle 8 – Abhängeversuche, Wagen leer, 40 km/h

## 6.2 Abhängeversuche mit teilbeladenem Wagen – 108 t

### 6.2.1 Ausgangsgeschwindigkeit 120 km/h

			P	
Teilversuchsnummer (ID)			1 (28)	2 (29)
Ausgangsnenngeschwindigkeit	$v_{jnom}$	[km/h]	<b>120</b>	<b>120</b>
Ausgangsgeschwindigkeit	$v_{jmess}$	[km/h]	<b>120.0</b>	<b>120.0</b>
Geschwindigkeitsdifferenz	$\Delta v_{jmess}$	[km/h]	0.0	0.0
Bremsweg (gemessen)	$s_{jmess}$	[m]	<b>647</b>	<b>649</b>
<b>Drücke vor Bremsung</b>				
Wiegeventil von 1. Drehgestell	$p_{T1}$	[bar]	3.85	3.85
Wiegeventil von 2. Drehgestell	$p_{T2}$	[bar]	3.33	3.33
Wiegeventil von 3. Drehgestell	$p_{T3}$	[bar]	3.40	3.42
<b>Drücke während der Bremsung</b>				
Bremszylinderdruck – 1. Drehgestell	$p_{C1}$	[bar]	3.93	3.93
Bremszylinderdruck – 2. Drehgestell	$p_{C2}$	[bar]	3.92	3.91
Bremszylinderdruck – 3. Drehgestell	$p_{C3}$	[bar]	3.80	3.79
Mittlerer Bremszylinderdruck	$p_{C\emptyset}$	[bar]	<b>3.88</b>	
<b>Einzelklotzkräfte während der Bremsung</b>				
2. Radsatz, links	$F_{b2}$	[kN]	23.5	23.5
Mittlere Einzelklotzkraft	$F_{b\emptyset}$	[kN]	<b>23.5</b>	
<b>Allgemeine Angaben</b>				
Datum/Uhrzeit			2.10.20 21:07	2.10.20 21:16
Ladezustand			<b>teilbeladen</b>	<b>108t</b>
<b>Korrektur der Bremswege <math>s_{jmess}</math> gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.1</b>				
Trägheitsmoment der Schwungmassen			$\rho = 1.08$	
Annahme der Bremswege $s_{jkorr}$ und Errechnung des mittleren Bremsweges gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.2				
Bremsweg (korr.)	$s_{jkorr}$	[m]	647	649
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	648	

**Tabelle 9 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 108t , 120 km/h**

## 6.2.2 Ausgangsgeschwindigkeit 100 km/h

			P			
Teilversuchsnummer (ID)			1 (6)	2 (7)	3 (8)	4(9)
Ausgangsnennengeschwindigkeit	$v_{jnom}$	[km/h]	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Ausgangsgeschwindigkeit	$v_{jmess}$	[km/h]	<b>100,0</b>	<b>99,5</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Geschwindigkeitsdifferenz	$\Delta v_{jmess}$	[km/h]	0,0	0,5	0,0	0,0
Bremsweg (gemessen)	$s_{jmess}$	[m]	<b>489</b>	<b>471</b>	<b>473</b>	<b>474</b>
<b>Drücke vor Bremsung</b>						
Wiegeventil von 1. Drehgestell	$p_{T1}$	[bar]	3,85	3,87	3,85	3,85
Wiegeventil von 2. Drehgestell	$p_{T2}$	[bar]	3,32	3,32	3,31	3,32
Wiegeventil von 3. Drehgestell	$p_{T3}$	[bar]	3,36	3,45	3,34	3,43
<b>Drücke während der Bremsung</b>						
Bremszylinderdruck – 1. Drehgestell	$p_{C1}$	[bar]	3,92	3,92	3,92	3,92
Bremszylinderdruck – 2. Drehgestell	$p_{C2}$	[bar]	3,88	3,89	3,90	3,91
Bremszylinderdruck – 3. Drehgestell	$p_{C3}$	[bar]	3,73	3,76	3,76	3,76
Mittlerer Bremszylinderdruck	$p_{C\emptyset}$	[bar]	<b>3,86</b>			
<b>Einzelklotzkräfte während der Bremsung</b>						
2. Radsatz, links	$F_{b2}$	[kN]	23,7	23,4	23,5	23,6
Mittlere Einzelklotzkraft	$F_{b\emptyset}$	[kN]	<b>23,5</b>			
<b>Allgemeine Angaben</b>						
Datum/Uhrzeit			2.10.20 17:59	2.10.20 18:08	2.10.20 18:17	2.8.20 18:35
Ladezustand			<b>teil beladen 108 t</b>			
<b>Korrektur der Bremswege <math>s_{jmess}</math> gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.1</b>						
Trägheitsmoment der Schwungmassen			<b><math>\rho = 1,04</math></b>			
Annahme der Bremswege $s_{jkorr}$ und Errechnung des mittleren Bremsweges gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.2						
Bremsweg (korr.)	$s_{jkorr}$	[m]	489	476	473	474
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	478			
Standardabweichung x 1.95	$1,95 \times \sigma$	[m]	13			
Standardabw./mittl. Bremsweg	$[\sigma / s] \times 100$	[%]	1,4			
Bremswegdifferenz absolut	$\Delta s_{jkorr}$	[m]	11	2	5	4
Kriterium 1 nach UIC 544-1	$[\sigma/s] \times 100 \leq 3\%$	O.K./No	O.K.			
Kriterium 2 nach UIC 544-1	$\Delta s_{jkorr} \leq 1,95 \times \sigma$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Kriterium für Geschwindigkeiten	$v_{jmess} < 4 \text{ km/h}$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Bremsweg (korr.) angenommen	$s_{jkorr}$	[m]	489	476	473	474
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	<b>478</b>			
<b>Auswertung gültig</b>			<b>O.K.</b>			

**Tabelle 10 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 108 t , 100 km/h**

## 6.2.4 Ausgangsgeschwindigkeit 80 km/h

			P			
Teilversuchsnummer (ID)			1 (22)	2 (23)	3 (24)	4(25)
Ausgangsnennengeschwindigkeit	$v_{jnom}$	[km/h]	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
Ausgangsgeschwindigkeit	$v_{jmess}$	[km/h]	<b>80,0</b>	<b>80,0</b>	<b>80,0</b>	<b>80,0</b>
Geschwindigkeitsdifferenz	$\Delta v_{jmess}$	[km/h]	0,0	0,0	0,0	0,0
Bremsweg (gemessen)	$s_{jmess}$	[m]	<b>297</b>	<b>299</b>	<b>300</b>	<b>301</b>
<b>Drücke vor Bremsung</b>						
Wiegeventil von 1. Drehgestell	$p_{T1}$	[bar]	3,79	3,78	3,79	3,76
Wiegeventil von 2. Drehgestell	$p_{T2}$	[bar]	3,33	3,32	3,31	3,31
Wiegeventil von 3. Drehgestell	$p_{T3}$	[bar]	3,45	3,45	3,47	3,48
<b>Drücke während der Bremsung</b>						
Bremszylinderdruck – 1. Drehgestell	$p_{C1}$	[bar]	3,94	3,93	3,93	3,93
Bremszylinderdruck – 2. Drehgestell	$p_{C2}$	[bar]	3,92	3,92	3,90	3,91
Bremszylinderdruck – 3. Drehgestell	$p_{C3}$	[bar]	3,78	3,82	3,80	3,80
Mittlerer Bremszylinderdruck	$p_{C\emptyset}$	[bar]	<b>3,88</b>			
<b>Einzelklotzkräfte während der Bremsung</b>						
2. Radsatz, links	$F_{b2}$	[kN]	23,2	23,3	23,2	23,3
Mittlere Einzelklotzkraft	$F_{b\emptyset}$	[kN]	<b>23,3</b>			
<b>Allgemeine Angaben</b>						
Datum/Uhrzeit			2.10.20 20:08	2.10.20 20:16	2.10.20 20:25	2.8.20 19:34
Ladezustand			<b>teil beladen 108 t</b>			
<b>Korrektur der Bremswege <math>s_{jmess}</math> gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.1</b>						
Trägheitsmoment der Schwungmassen			<b><math>\rho = 1,04</math></b>			
Annahme der Bremswege $s_{jkorr}$ und Errechnung des mittleren Bremsweges gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.2						
Bremsweg (korr.)	$s_{jkorr}$	[m]	297	299	300	301
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	299			
Standardabweichung x 1.95	$1,95 \times \sigma$	[m]	3			
Standardabw./mittl. Bremsweg	$[\sigma / s] \times 100$	[%]	0,5			
Bremswegdifferenz absolut	$\Delta s_{jkorr}$	[m]	2	0	1	2
Kriterium 1 nach UIC 544-1	$[\sigma/s] \times 100 \leq 3\%$	O.K./No	O.K.			
Kriterium 2 nach UIC 544-1	$\Delta s_{jkorr} \leq 1,95 \times \sigma$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Kriterium für Geschwindigkeiten	$v_{jmess} < 4 \text{ km/h}$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Bremsweg (korr.) angenommen	$s_{jkorr}$	[m]	297	299	300	301
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	<b>299</b>			
<b>Auswertung gültig</b>			<b>O.K.</b>			

Tabelle 11 – Abhängerversuche, Wagen teilbeladen 108 t , 80 km/h



## 6.2.5 Ausgangsgeschwindigkeit 60 km/h

			P			
Teilversuchsnummer (ID)			1 (14)	2 (15)	3 (16)	4(17)
Ausgangsnennengeschwindigkeit	$v_{jnom}$	[km/h]	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
Ausgangsgeschwindigkeit	$v_{jmess}$	[km/h]	<b>60,5</b>	<b>60,5</b>	<b>60,0</b>	<b>60,0</b>
Geschwindigkeitsdifferenz	$\Delta v_{jmess}$	[km/h]	0,5	0,5	0,0	0,0
Bremsweg (gemessen)	$s_{jmess}$	[m]	<b>179</b>	<b>178</b>	<b>178</b>	<b>178</b>
<b>Drücke vor Bremsung</b>						
Wiegeventil von 1. Drehgestell	$p_{T1}$	[bar]	3,53	3,56	3,56	3,57
Wiegeventil von 2. Drehgestell	$p_{T2}$	[bar]	3,31	3,28	3,32	3,29
Wiegeventil von 3. Drehgestell	$p_{T3}$	[bar]	3,55	3,50	3,55	3,49
<b>Drücke während der Bremsung</b>						
Bremszylinderdruck – 1. Drehgestell	$p_{C1}$	[bar]	3,91	3,91	3,92	3,89
Bremszylinderdruck – 2. Drehgestell	$p_{C2}$	[bar]	3,90	3,90	3,90	3,90
Bremszylinderdruck – 3. Drehgestell	$p_{C3}$	[bar]	3,77	3,76	3,81	3,84
Mittlerer Bremszylinderdruck	$p_{C\emptyset}$	[bar]	<b>3,87</b>			
<b>Einzelklotzkräfte während der Bremsung</b>						
2. Radsatz, links	$F_{b2}$	[kN]	23,5	23,5	23,6	23,5
Mittlere Einzelklotzkraft	$F_{b\emptyset}$	[kN]	<b>23,5</b>			
<b>Allgemeine Angaben</b>						
Datum/Uhrzeit			2.10.20 19:18	2.10.20 19:22	2.10.20 19:32	2.8.20 19:37
Ladezustand			<b>teil beladen 108 t</b>			
<b>Korrektur der Bremswege <math>s_{jmess}</math> gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.1</b>						
Trägheitsmoment der Schwungmassen			<b><math>\rho = 1,04</math></b>			
Annahme der Bremswege $s_{jkorr}$ und Errechnung des mittleren Bremsweges gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.2						
Bremsweg (korr.)	$s_{jkorr}$	[m]	176	175	178	178
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	177			
Standardabweichung x 1.95	$1,95 \times \sigma$	[m]	2			
Standardabw./mittl. Bremsweg	$[\sigma / s] \times 100$	[%]	0,7			
Bremswegdifferenz absolut	$\Delta s_{jkorr}$	[m]	1	2	1	1
Kriterium 1 nach UIC 544-1	$[\sigma/s] \times 100 \leq 3\%$	O.K./No	O.K.			
Kriterium 2 nach UIC 544-1	$\Delta s_{jkorr} \leq 1,95 \times \sigma$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Kriterium für Geschwindigkeiten	$v_{jmess} < 4 \text{ km/h}$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Bremsweg (korr.) angenommen	$s_{jkorr}$	[m]	176	175	178	178
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	177			
<b>Auswertung gültig</b>			<b>O.K.</b>			

Tabelle 12 – Abhängerversuche, Wagen teilbeladen 108 t , 60 km/h

## 6.2.6 Ausgangsgeschwindigkeit 40 km/h

Bremsart			P			
Teilversuchsnummer (ID)			1 (10)	2 (11)	3 (12)	4(13)
Ausgangsnennengeschwindigkeit	$v_{jnom}$	[km/h]	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Ausgangsgeschwindigkeit	$v_{jmess}$	[km/h]	<b>40,0</b>	<b>40,5</b>	<b>40,5</b>	<b>40,5</b>
Geschwindigkeitsdifferenz	$\Delta v_{jmess}$	[km/h]	0,0	0,5	0,5	0,5
Bremsweg (gemessen)	$s_{jmess}$	[m]	<b>85</b>	<b>87</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
<b>Drücke vor Bremsung</b>						
Wiegeventil von 1. Drehgestell	$p_{T1}$	[bar]	3,67	3,57	3,44	3,47
Wiegeventil von 2. Drehgestell	$p_{T2}$	[bar]	3,18	3,33	3,23	3,27
Wiegeventil von 3. Drehgestell	$p_{T3}$	[bar]	3,46	3,57	3,51	3,45
<b>Drücke während der Bremsung</b>						
Bremszylinderdruck – 1. Drehgestell	$p_{C1}$	[bar]	3,91	3,88	3,90	3,89
Bremszylinderdruck – 2. Drehgestell	$p_{C2}$	[bar]	3,87	3,87	3,87	3,87
Bremszylinderdruck – 3. Drehgestell	$p_{C3}$	[bar]	3,79	3,76	3,74	3,78
Mittlerer Bremszylinderdruck	$p_{C\emptyset}$	[bar]	<b>3,84</b>			
<b>Einzelklotzkräfte während der Bremsung</b>						
2. Radsatz, links	$F_{b2}$	[kN]	23,6	23,6	23,6	23,5
Mittlere Einzelklotzkraft	$F_{b\emptyset}$	[kN]	<b>23,6</b>			
<b>Allgemeine Angaben</b>						
Datum/Uhrzeit			2.10.20 18:46	2.10.20 18:58	2.10.20 19:03	2.8.20 19:09
Ladezustand			<b>teil beladen</b>		<b>108 t</b>	
<b>Korrektur der Bremswege <math>s_{jmess}</math> gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.1</b>						
Trägheitsmoment der Schwungmassen			<b><math>\rho = 1,04</math></b>			
Annahme der Bremswege $s_{jkorr}$ und Errechnung des mittleren Bremsweges gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.2						
Bremsweg (korr.)	$s_{jkorr}$	[m]	85	85	83	83
Mittlerer Bremsweg	<b>s</b>	[m]	<b>84</b>			
Standardabweichung x 1.95	<b><math>1,95 \times \sigma</math></b>	[m]	<b>2</b>			
Standardabw./mittl. Bremsweg	<b><math>[\sigma / s] \times 100</math></b>	[%]	<b>1,2</b>			
Bremswegdifferenz absolut	$\Delta s_{jkorr}$	[m]	1	1	1	1
Kriterium 1 nach UIC 544-1	<b><math>[\sigma/s] \times 100 \leq 3\%</math></b>	O.K./No	<b>O.K.</b>			
Kriterium 2 nach UIC 544-1	<b><math>\Delta s_{jkorr} \leq 1,95 \times \sigma</math></b>	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Kriterium für Geschwindigkeiten	<b><math>v_{jmess} &lt; 4 \text{ km/h}</math></b>	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Bremsweg (korr.) angenommen	$s_{jkorr}$	[m]	85	85	83	83
Mittlerer Bremsweg	<b>s</b>	[m]	<b>84</b>			
<b>Auswertung gültig</b>			<b>O.K.</b>			

Tabelle 13 – Abhängerversuche, Wagen teilbeladen 108 t , 40 km/h

## 7 Besondere Versuche

### 7.1 Abhängeversuche mit teilbeladenem Wagen – 61 t

#### 7.1.1 Ausgangsgeschwindigkeit 60 km/h

Bremsart			P			
Teilversuchsnummer (ID)			1 (83)	2 (84)	3 (85)	4(86)
Ausgangsnenngeschwindigkeit	$v_{jnom}$	[km/h]	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
Ausgangsgeschwindigkeit	$v_{jmess}$	[km/h]	<b>60,0</b>	<b>59,0</b>	<b>60,0</b>	<b>59,0</b>
Geschwindigkeitsdifferenz	$\Delta v_{jmess}$	[km/h]	0,0	1,0	0,0	1,0
Bremsweg (gemessen)	$s_{jmess}$	[m]	<b>156</b>	<b>151</b>	<b>154</b>	<b>156</b>
<b>Drücke vor Bremsung</b>						
Wiegeventil von 1. Drehgestell	$p_{T1}$	[bar]	3,26	3,06	3,25	3,08
Wiegeventil von 2. Drehgestell	$p_{T2}$	[bar]	1,70	1,64	1,65	1,68
Wiegeventil von 3. Drehgestell	$p_{T3}$	[bar]	0,90	0,89	0,90	0,89
<b>Drücke während der Bremsung</b>						
Bremszylinderdruck – 1. Drehgestell	$p_{C1}$	[bar]	3,89	3,78	3,88	3,69
Bremszylinderdruck – 2. Drehgestell	$p_{C2}$	[bar]	2,11	2,07	2,10	2,11
Bremszylinderdruck – 3. Drehgestell	$p_{C3}$	[bar]	1,57	1,58	1,58	1,58
Mittlerer Bremszylinderdruck	$p_{C\emptyset}$	[bar]	<b>2,50</b>			
<b>Einzelklotzkräfte während der Bremsung</b>						
2. Radsatz, links	$F_{b2}$	[kN]	23,2	22,3	23,0	21,8
Mittlere Einzelklotzkraft	$F_{b\emptyset}$	[kN]	<b>22,6</b>			
<b>Allgemeine Angaben</b>						
Datum/Uhrzeit			4.10.20 14:13	4.10.20 14:13	4.10.20 14:29	4.10.20 14:33
Ladezustand			<b>teil beladen 61 t</b>			
<b>Korrektur der Bremswege <math>s_{jmess}</math> gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.1</b>						
Trägheitsmoment der Schwungmassen			<b><math>\rho = 1,06</math></b>			
Annahme der Bremswege $s_{jkorr}$ und Errechnung des mittleren Bremsweges gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.2						
Bremsweg (korr.)	$s_{jkorr}$	[m]	156	156	154	161
Mittlerer Bremsweg	<b>s</b>	[m]	<b>157</b>			
Standardabweichung x 1.95	<b>1,95x<math>\sigma</math></b>	[m]	<b>5</b>			
Standardabw./mittl. Bremsweg	<b><math>[\sigma / s] \times 100</math></b>	[%]	<b>1,7</b>			
Bremswegdifferenz absolut	$\Delta s_{jkorr}$	[m]	0	0	3	4
Kriterium 1 nach UIC 544-1	<b><math>[\sigma/s] \times 100 \leq 3\%</math></b>	O.K./No	<b>O.K.</b>			
Kriterium 2 nach UIC 544-1	<b><math>\Delta s_{jkorr} \leq 1,95x\sigma</math></b>	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Kriterium für Geschwindigkeiten	<b><math>v_{jmess} &lt; 4 \text{ km/h}</math></b>	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Bremsweg (korr.) angenommen	$s_{jkorr}$	[m]	156	156	154	161
Mittlerer Bremsweg	<b>s</b>	[m]	<b>157</b>			
<b>Auswertung gültig</b>			<b>O.K.</b>			

**Tabelle 14 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 61 t , 60 km/h**

### 7.1.2 Ausgangsgeschwindigkeit 40 km/h

Bremsart			P			
Teilversuchsnummer (ID)			1 (87)	2 (88)	3 (89)	4(90)
Ausgangsnennengeschwindigkeit	$v_{jnom}$	[km/h]	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Ausgangsgeschwindigkeit	$v_{jmess}$	[km/h]	<b>39,5</b>	<b>41,0</b>	<b>40,0</b>	<b>40,5</b>
Geschwindigkeitsdifferenz	$\Delta v_{jmess}$	[km/h]	0,5	1,0	0,0	0,5
Bremsweg (gemessen)	$s_{jmess}$	[m]	<b>72</b>	<b>75</b>	<b>74</b>	<b>74</b>
<b>Drücke vor Bremsung</b>						
Wiegeventil von 1. Drehgestell	$p_{T1}$	[bar]	3,16	3,08	3,04	3,13
Wiegeventil von 2. Drehgestell	$p_{T2}$	[bar]	1,63	1,67	1,67	1,66
Wiegeventil von 3. Drehgestell	$p_{T3}$	[bar]	0,88	0,88	0,89	0,89
<b>Drücke während der Bremsung</b>						
Bremszylinderdruck – 1. Drehgestell	$p_{C1}$	[bar]	3,78	3,79	3,77	3,78
Bremszylinderdruck – 2. Drehgestell	$p_{C2}$	[bar]	2,08	2,09	2,09	2,12
Bremszylinderdruck – 3. Drehgestell	$p_{C3}$	[bar]	1,57	1,58	1,58	1,58
Mittlerer Bremszylinderdruck	$p_{C\emptyset}$	[bar]	<b>2,48</b>			
<b>Einzelklotzkräfte während der Bremsung</b>						
2. Radsatz, links	$F_{b2}$	[kN]	22,3	22,8	22,3	22,2
Mittlere Einzelklotzkraft	$F_{b\emptyset}$	[kN]	<b>22,4</b>			
<b>Allgemeine Angaben</b>						
Datum/Uhrzeit			4.10.20 14:41	4.10.20 14:44	4.10.20 14:48	4.10.20 14:54
Ladezustand			<b>teil beladen</b>		<b>61 t</b>	
<b>Korrektur der Bremswege <math>s_{jmess}</math> gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.1</b>						
Trägheitsmoment der Schwungmassen			<b><math>\rho = 1,06</math></b>			
Annahme der Bremswege $s_{jkorr}$ und Errechnung des mittleren Bremsweges gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.2						
Bremsweg (korr.)	$s_{jkorr}$	[m]	74	71	74	72
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	<b>73</b>			
Standardabweichung x 1.95	$1,95 \times \sigma$	[m]	<b>3</b>			
Standardabw./mittl. Bremsweg	$[\sigma / s] \times 100$	[%]	<b>1,8</b>			
Bremswegdifferenz absolut	$\Delta s_{jkorr}$	[m]	1	2	1	1
Kriterium 1 nach UIC 544-1	$[\sigma/s] \times 100 \leq 3\%$	O.K./No	<b>O.K.</b>			
Kriterium 2 nach UIC 544-1	$\Delta s_{jkorr} \leq 1,95 \times \sigma$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Kriterium für Geschwindigkeiten	$v_{jmess} < 4 \text{ km/h}$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Bremsweg (korr.) angenommen	$s_{jkorr}$	[m]	74	71	74	72
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	<b>73</b>			
<b>Auswertung gültig</b>			<b>O.K.</b>			

Tabelle 15 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 61 t , 40 km/h

## 7.2 Abhängeversuche mit teilbeladenem Wagen – 87 t

### 7.2.1 Ausgangsgeschwindigkeit 100 km/h

Bremsart			P			
Teilversuchsnummer (ID)			1 (60)	2 (61)	3 (62)	4(63)
Ausgangsnennengeschwindigkeit	$v_{jnom}$	[km/h]	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Ausgangsgeschwindigkeit	$v_{jmess}$	[km/h]	<b>99,5</b>	<b>99,0</b>	<b>99,0</b>	<b>99,5</b>
Geschwindigkeitsdifferenz	$\Delta v_{jmess}$	[km/h]	0,5	1,0	1,0	0,5
Bremsweg (gemessen)	$s_{jmess}$	[m]	<b>437</b>	<b>431</b>	<b>432</b>	<b>439</b>
<b>Drücke vor Bremsung</b>						
Wiegeventil von 1. Drehgestell	$p_{T1}$	[bar]	3,36	4,98	3,37	3,37
Wiegeventil von 2. Drehgestell	$p_{T2}$	[bar]	2,47	3,35	2,52	2,50
Wiegeventil von 3. Drehgestell	$p_{T3}$	[bar]	2,92	3,02	2,99	3,01
<b>Drücke während der Bremsung</b>						
Bremszylinderdruck – 1. Drehgestell	$p_{C1}$	[bar]	3,90	3,89	3,90	3,91
Bremszylinderdruck – 2. Drehgestell	$p_{C2}$	[bar]	2,91	2,92	2,92	2,92
Bremszylinderdruck – 3. Drehgestell	$p_{C3}$	[bar]	3,42	3,51	3,48	3,45
Mittlerer Bremszylinderdruck	$p_{C\emptyset}$	[bar]	<b>3,43</b>			
<b>Einzelklotzkräfte während der Bremsung</b>						
2. Radsatz, links	$F_{b2}$	[kN]	23,3	23,2	23,4	23,3
Mittlere Einzelklotzkraft	$F_{b\emptyset}$	[kN]	<b>23,3</b>			
<b>Allgemeine Angaben</b>						
Datum/Uhrzeit			3.10.20 19:44	3.10.20 19:53	3.10.20 20:03	3.8.20 20:13
Ladezustand			<b>teil beladen 87 t</b>			
<b>Korrektur der Bremswege <math>s_{jmess}</math> gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.1</b>						
Trägheitsmoment der Schwungmassen		$\rho = 1,05$				
Annahme der Bremswege $s_{jkorr}$ und Errechnung des mittleren Bremsweges gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.2						
Bremsweg (korr.)	$s_{jkorr}$	[m]	441	440	441	444
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	441			
Standardabweichung x 1.95	$1,95x\sigma$	[m]	3			
Standardabw./mittl. Bremsweg	$[\sigma / s]x100$	[%]	0,3			
Bremswegdifferenz absolut	$\Delta s_{jkorr}$	[m]	0	2	1	2
Kriterium 1 nach UIC 544-1	$[\sigma/s]x100 \leq 3\%$	O.K./No	O.K.			
Kriterium 2 nach UIC 544-1	$\Delta s_{jkorr} \leq 1,95x\sigma$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Kriterium für Geschwindigkeiten	$v_{jmess} < 4 \text{ km/h}$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Bremsweg (korr.) angenommen	$s_{jkorr}$	[m]	441	440	441	444
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	<b>441</b>			
<b>Auswertung gültig</b>			<b>O.K.</b>			

Tabelle 16 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 87 t , 100 km/h

## 7.2.2 Ausgangsgeschwindigkeit 60 km/h

			P			
Teilversuchsnummer (ID)			1 (66)	2 (67)	3 (72)	4(73)
Ausgangsnennengeschwindigkeit	$v_{jnom}$	[km/h]	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
Ausgangsgeschwindigkeit	$v_{jmess}$	[km/h]	<b>60,0</b>	<b>60,0</b>	<b>60,0</b>	<b>59,5</b>
Geschwindigkeitsdifferenz	$\Delta v_{jmess}$	[km/h]	0,0	0,0	0,0	0,5
Bremsweg (gemessen)	$s_{jmess}$	[m]	<b>169</b>	<b>169</b>	<b>164</b>	<b>162</b>
<b>Drücke vor Bremsung</b>						
Wiegeventil von 1. Drehgestell	$p_{T1}$	[bar]	3,25	3,07	3,24	3,08
Wiegeventil von 2. Drehgestell	$p_{T2}$	[bar]	2,42	2,42	2,44	2,46
Wiegeventil von 3. Drehgestell	$p_{T3}$	[bar]	2,91	2,89	2,91	2,89
<b>Drücke während der Bremsung</b>						
Bremszylinderdruck – 1. Drehgestell	$p_{C1}$	[bar]	3,90	3,88	3,89	3,86
Bremszylinderdruck – 2. Drehgestell	$p_{C2}$	[bar]	2,94	2,93	2,98	2,94
Bremszylinderdruck – 3. Drehgestell	$p_{C3}$	[bar]	3,50	3,50	3,50	3,44
Mittlerer Bremszylinderdruck	$p_{C\emptyset}$	[bar]	<b>3,44</b>			
<b>Einzelklotzkräfte während der Bremsung</b>						
2. Radsatz, links	$F_{b2}$	[kN]	23,5	23,5	23,0	22,9
Mittlere Einzelklotzkraft	$F_{b\emptyset}$	[kN]	<b>23,2</b>			
<b>Allgemeine Angaben</b>						
Datum/Uhrzeit			3.10.20 20:30	3.10.20 20:37	4.10.20 10:04	4.10.20 10:09
Ladezustand			<b>teil beladen</b>		<b>87 t</b>	
<b>Korrektur der Bremswege <math>s_{jmess}</math> gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.1</b>						
Trägheitsmoment der Schwungmassen			<b><math>\rho = 1,05</math></b>			
Annahme der Bremswege $s_{jkorr}$ und Errechnung des mittleren Bremsweges gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.2						
Bremsweg (korr.)	$s_{jkorr}$	[m]	169	169	164	165
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	167			
Standardabweichung x 1.95	$1,95 \times \sigma$	[m]	4			
Standardabw./mittl. Bremsweg	$[\sigma / s] \times 100$	[%]	1,3			
Bremswegdifferenz absolut	$\Delta s_{jkorr}$	[m]	3	2	3	2
Kriterium 1 nach UIC 544-1	$[\sigma/s] \times 100 \leq 3\%$	O.K./No	O.K.			
Kriterium 2 nach UIC 544-1	$\Delta s_{jkorr} \leq 1,95 \times \sigma$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Kriterium für Geschwindigkeiten	$v_{jmess} < 4 \text{ km/h}$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Bremsweg (korr.) angenommen	$s_{jkorr}$	[m]	169	169	164	165
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	<b>167</b>			
<b>Auswertung gültig</b>			<b>O.K.</b>			

Tabelle 17 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 87 t , 60 km/h

### 7.2.3 Ausgangsgeschwindigkeit 40 km/h

			P			
Teilversuchsnummer (ID)			1 (68)	2 (69)	3 (76)	4(77)
Ausgangsnennengeschwindigkeit	$v_{jnom}$	[km/h]	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Ausgangsgeschwindigkeit	$v_{jmess}$	[km/h]	<b>40,0</b>	<b>40,0</b>	<b>40,0</b>	<b>40,0</b>
Geschwindigkeitsdifferenz	$\Delta v_{jmess}$	[km/h]	0,0	0,0	0,0	0,0
Bremsweg (gemessen)	$s_{jmess}$	[m]	<b>79</b>	<b>79</b>	<b>76</b>	<b>77</b>
<b>Drücke vor Bremsung</b>						
Wiegeventil von 1. Drehgestell	$p_{T1}$	[bar]	3,26	3,11	3,11	3,03
Wiegeventil von 2. Drehgestell	$p_{T2}$	[bar]	2,41	2,40	2,44	2,44
Wiegeventil von 3. Drehgestell	$p_{T3}$	[bar]	2,93	2,91	2,93	2,88
<b>Drücke während der Bremsung</b>						
Bremszylinderdruck – 1. Drehgestell	$p_{C1}$	[bar]	3,78	3,88	3,75	3,71
Bremszylinderdruck – 2. Drehgestell	$p_{C2}$	[bar]	2,88	2,88	2,97	2,95
Bremszylinderdruck – 3. Drehgestell	$p_{C3}$	[bar]	3,52	3,50	3,51	3,44
Mittlerer Bremszylinderdruck	$p_{C\emptyset}$	[bar]	<b>3,40</b>			
<b>Einzelklotzkräfte während der Bremsung</b>						
2. Radsatz, links	$F_{b2}$	[kN]	23,2	23,3	22,5	22,4
Mittlere Einzelklotzkraft	$F_{b\emptyset}$	[kN]	<b>22,9</b>			
<b>Allgemeine Angaben</b>						
Datum/Uhrzeit			3.10.20 20:47	3.10.20 20:52	4.10.20 10:31	4.10.20 10:36
Ladezustand			<b>teil beladen</b>		<b>87 t</b>	
<b>Korrektur der Bremswege <math>s_{jmess}</math> gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.1</b>						
Trägheitsmoment der Schwungmassen			<b><math>\rho = 1,05</math></b>			
Annahme der Bremswege $s_{jkorr}$ und Errechnung des mittleren Bremsweges gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.2						
Bremsweg (korr.)	$s_{jkorr}$	[m]	79	79	76	77
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	78			
Standardabweichung x 1.95	$1,95 \times \sigma$	[m]	3			
Standardabw./mittl. Bremsweg	$[\sigma / s] \times 100$	[%]	1,7			
Bremswegdifferenz absolut	$\Delta s_{jkorr}$	[m]	2	1	2	1
Kriterium 1 nach UIC 544-1	$[\sigma/s] \times 100 \leq 3\%$	O.K./No	O.K.			
Kriterium 2 nach UIC 544-1	$\Delta s_{jkorr} \leq 1,95 \times \sigma$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Kriterium für Geschwindigkeiten	$v_{jmess} < 4 \text{ km/h}$	O.K./No	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Bremsweg (korr.) angenommen	$s_{jkorr}$	[m]	79	79	76	77
Mittlerer Bremsweg	$s$	[m]	78			
<b>Auswertung gültig</b>			<b>O.K.</b>			

Tabelle 18 – Abhängeversuche, Wagen teilbeladen 87 t, 40 km/h

#### 7.2.4 Ziehen von eingebremsten Wagen

Alle andere besondere Bremsversuche können nicht laut UIC 544-1 bearbeitet werden. Auch alle diese Versuche sind in der Anlage mit allen relevanten Messgrößen grafisch dargestellt. Der wichtigste besondere Versuch, der Aufmerksamkeit verdient, ist Versuch mit ID 71. Dieser Versuch wurde als erster Test, am Sonntagmorgen 4. 10. 2020 zu Beginn der Schicht, durchgeführt. Es regnete in der Nacht vor dieser Schicht, und die Schienenoberkante war am Morgen noch Naturnass. Bei diesem Versuch wurde der T3000eD-Wagen mit dem VÜKV-Messwagen und mit der Loko in einer Zuggarnitur zusammengestellt. Erstens wurde der T3000eD-Wagen mit Vollbremsung (HL-Druck auf 3.5 bar absenken) im Stillstand eingebremst. Dann startete der Zug von 0 km/h mit eingebremsten T3000eD-Wagen Anlaufen. Während dieser Bremsfahrt ist zu der Blockierung des 2. Radsatzes und zur Bildung der Flachstellen an diesem Radsatz gekommen. Das Foto der Flachstelle und grafische Darstellung ist unten.



Abbildung 9 – Witterung kurz vor dem Versuch ID71



Abbildung 10 – Flachstelle



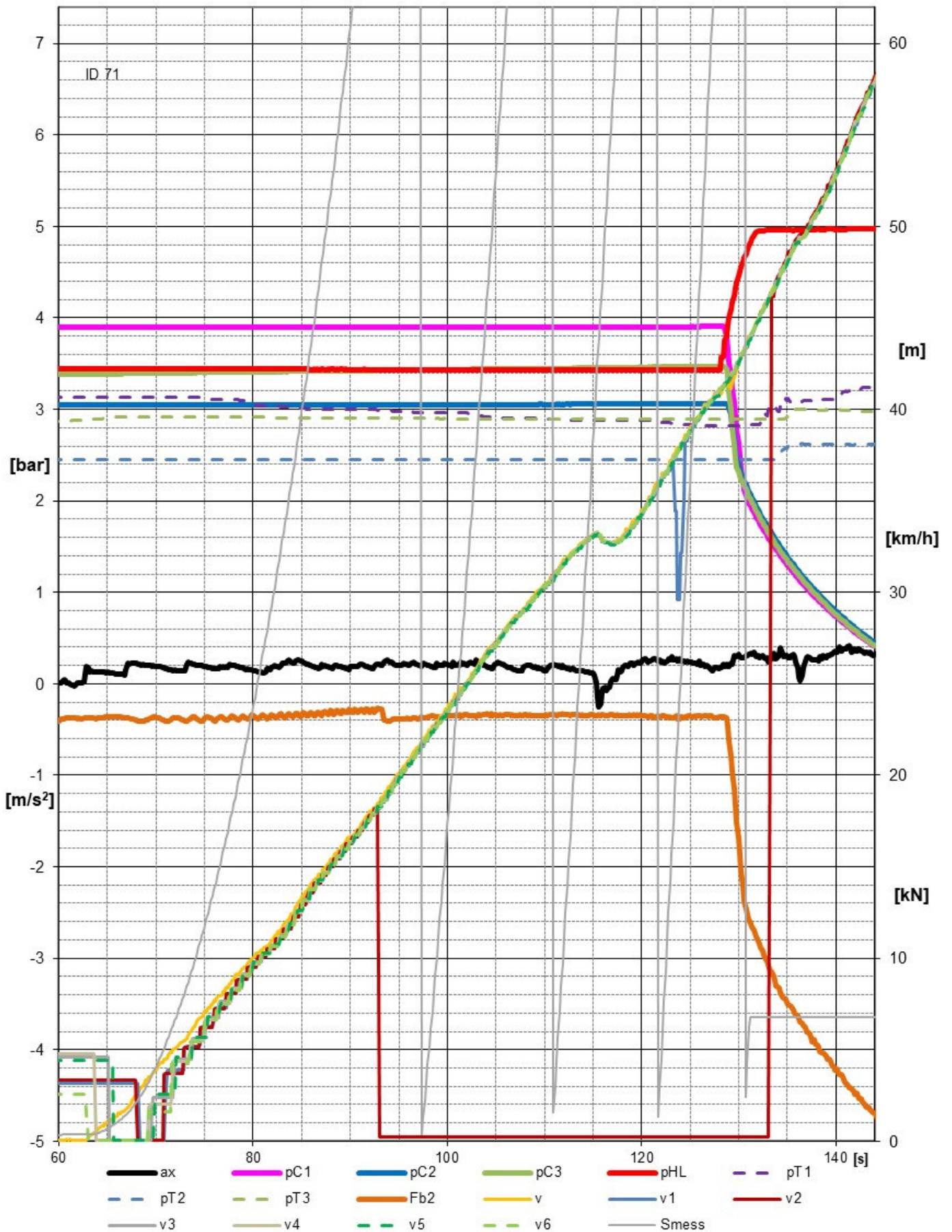


Abbildung 11 – Besonderer Versuch ID71 mit der Radsatzbeschädigung

## 8 Bewertung der Abhängeversuche gemäß UIC 544-1

### 8.1 Bremswege, Brems Hundertstel und Bremsgewichte

Die Mittelwerte der Bremswege **S** und die aus diesen sich ergebenden, Brems Hundertstel  $\lambda$  und Bremsgewichte **B** sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Bremsleistung – SS T3000 – gemessene Größen			Bremsstellung „P“			
			S	$\lambda$	B	$p_c$
			[m]	[%]	[t]	[bar]
Beladung	leer 36.0 t	100 km/h	466	103.4	37	1.59
		120 km/h	641	111.5	40	1.59
		80 km/h	300	101.9	37	1.59
		60 km/h	173	96.7	35	1.59
		40 km/h	82	87.4	31	1.59
	teilbeladen 61.0 t	60 km/h	157	107.5	66	
		40 km/h	73	100.3	61	
	teilbeladen 87.0 t	100 km/h	441	109.8	96	
		60 km/h	167	100.5	87	
		40 km/h	78	92.7	81	
	teilbeladen 108.0 t	100 km/h	478	100.5	109	3.86
		120 km/h	648	110.1	119	3.88
		80 km/h	299	102.2	110	3.87
		60 km/h	177	94.3	102	3.87
		40 km/h	84	84.9	92	3.84

Tabelle 19 – Ergebnisse der Abhängeversuche

### 8.2 Korrektur des mittleren Anhaltewegs S laut UIC 544-1, Anlage F3, Pkt. F3.3 – dynamischer Wirkungsgrad, Durchmesser des halbabgenutzten Rades und Nenn- druck im Bremszylinder

Für den Wert des mittleren dynamischen Wirkungsgrads  $\eta_{dyn}$  wurde der Wert 0,96 gemäß Bremsbe- rechnung gewählt.

Für  $\eta_{ver}$  wurde der Wert 0,96 verwendet.

Durchmesser des halbabgenutzten Rades  $d_m = 880$  mm.

Mittlerer Raddurchmesser des Versuchsfahrzeug während der Versuche  $d_{ver} = 895$  mm.

Für die Druckwerte in den Bremszylindern während der Versuchen  $p_{ver}$  wurden die Werte aus den Tabellen in Kap. 8.1 verwendet.

Für die Drucknennwerte in den Bremszylindern  $p_{nom}$  wurde der Wert **3,8 bar**, für beladenen Zustand, verwendet und **1,55 bar** für leeren Zustand, gemäß Bremsberechnung verwendet.

Die korrigierten Werte wurden aus den folgenden Beziehungen festgestellt:

$$F_{\text{korr}} = F_{\text{ver}} \times \frac{\eta_{\text{dyn}} \times d_{\text{ver}}}{\eta_{\text{ver}} \times d_{\text{m}}} \times \frac{p_{\text{nom}} - p_{\text{Feder}}}{p_{\text{ver}} - p_{\text{Feder}}}$$

$$s_{\text{korr}} = t_e \times v_{\text{nom}} + \frac{F_{\text{ver}} + W_{\text{m}}}{F_{\text{korr}} + W_{\text{m}}} \times (s - v_{\text{nom}} \times t_e)$$

Bremsleistung – SS T3000 – korrigierte Werte (Bremszylinder, Wirkungsgrad)			Bremsstellung „P“			
			$s_{\text{korr}}$	$\lambda_{\text{korr}}$	$B_{\text{korr}}$	$p_{\text{cnenn}}$
			[m]	[%]	[t]	[bar]
Beladung	leer 36.0 t	100 km/h	469	102.6	37	1.55
		120 km/h	646	110.6	40	1.55
		80 km/h	302	101.1	36	1.55
		60 km/h	174	96.0	35	1.55
		40 km/h	82	86.8	31	1.55
	teilbeladen 61.0 t	60 km/h	155	108.9	66	
		40 km/h	72	101.4	62	
	teilbeladen 87.0 t	100 km/h	435	111.5	97	
		60 km/h	165	101.8	89	
		40 km/h	77	93.9	82	
	teilbeladen 108.0 t	100 km/h	478	100.7	109	3.80
		120 km/h	650	109.6	118	3.80
		80 km/h	299	102.1	110	3.80
		60 km/h	177	94.1	102	3.80
		40 km/h	84	85.3	92	3.80

Tabelle 20 – Ergebnisse der Abhängeversuche – korrigierte Werte

## 8.1 Korrektur der Bremswegmittelwerte $s_{korr}$ laut UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.4 – Bremszylinderfüllzeit

Die Bremszylinderfüllzeiten  $t_C = 3.8$  s – “leer” and 4.1 s – “beladen” wurden während der Abhängeversuche gemessen und festgestellt.

Die Korrektur gemäß UIC 544-1, Anlage F3, Punkt F3.4 musste durchgeführt werden. Die Korrektur erfolgt anhand der Formel:

$$S_{korr} = (2 - t_S/2) \times V_{nom} + S_{mitt}$$

Bremsleistung – SS T3000 – korrigierte Werte			Bremsstellung „P“			Verzögerung
			$S_{korr}$	$\lambda_{korr}$	$B_{korr}$	$a_x$ *)
			[m]	[%]	[t]	[m/s <sup>2</sup> ]
Beladung	leer 36.0 t	100	<b>472</b>	<b>101.9</b>	<b>37</b>	<b>0.96</b>
		120	<b>648</b>	<b>110.0</b>	<b>40</b>	<b>0.99</b>
		80	<b>305</b>	<b>100.1</b>	<b>36</b>	<b>1.00</b>
		60	<b>177</b>	<b>94.3</b>	<b>34</b>	<b>1.03</b>
		40	<b>85</b>	<b>83.4</b>	<b>30</b>	<b>1.09</b>
	teilbeladen 61.0 t	60	<b>154</b>	<b>110.0</b>	<b>67</b>	<b>1.25</b>
		40	<b>71</b>	<b>103.8</b>	<b>63</b>	<b>1.45</b>
	teilbeladen 87.0 t	100	<b>434</b>	<b>111.9</b>	<b>97</b>	<b>1.06</b>
		60	<b>164</b>	<b>102.8</b>	<b>89</b>	<b>1.15</b>
		40	<b>76</b>	<b>95.9</b>	<b>83</b>	<b>1.30</b>
	teilbeladen 108.0 t	100	<b>476</b>	<b>101.0</b>	<b>109</b>	<b>0.95</b>
		120	<b>649</b>	<b>109.9</b>	<b>119</b>	<b>0.99</b>
		80	<b>298</b>	<b>102.6</b>	<b>111</b>	<b>1.02</b>
		60	<b>176</b>	<b>95.0</b>	<b>103</b>	<b>1.04</b>
		40	<b>82</b>	<b>87.1</b>	<b>94</b>	<b>1.14</b>

Tabelle 21 – Ergebnisse der Abhängeversuche – endgültige korrigierte Werte

## 9 Schlussfolgerung

Mit dem T3000eD-Wagen wurden zwei Serien von Bremsversuchen durchgeführt. Die erste Serie waren klassische Abhängeversuche für eine UIC-Auswertung. Diese Versuche haben eine richtige Bremsleistung, mit Bremshundertstel leicht über 100% bestätigt.

Die zweite Serie waren besondere Bremsversuche. Das Ziel dieser Versuche war Simulation von verschiedenen ungünstigsten Beladungs- und Betriebszuständen, die zur Beschädigung der Radsätze durch Flachstellen, führen könnten. Zur Radsatzbeschädigung kam nur in einem extremen Zustand (siehe Kap.7.2.4).