

Beilagen zu Bericht

Verifizierung der fahrzeugtechnischen Betrachtungen in den Funktionalen 'Anforderungsprofilen für einen behindertengerechten Busverkehr'



Inhaltsverzeichnis

Beilage		Seite
0	Testmessungen 1. Phase	2
1	Betrachtungspunkte, Karosseriedaten und Bauteile	17
2	Messungen	18
3	Messmittel	22
4	Daten aus früherem Projekt	26
5	Reifen und Felgen	28
6	Messungen in den Depots/Werkstätten	35
7	Messtermine	38
8	Messprotokolle (Messungen in den Depots/Werkstätten)	39
9	WABCO http://www.wabco-auto.com/intl/de/	62
10	WABCO ECAS-Parameter	71
11	Notizen zu 12m-Bus Solaris	102
12	Aufbausenkung durch Beladung	106
13	Messungen auf der Linie	113
14	Auszug aus Verkehrsregelverordnung 741.11	128
15	Karosserie	129
16	Abdeckbalg Gelenkbus	145
17	Unterkante Karosserie	153
18	Unterschiedliche Einstiegshöhe	167

BEILAGE 0: Testmessungen 1. Phase

Zuerst wird an 1-2 unterschiedlichen Bussen die Variabilität eines Markentyps in einem Fuhrpark ermittelt. Daraufhin werden für die voraussichtlichen Einflüsse und die geschätzten Toleranzwerte deren Relevanz und Grenzen abgeklärt und die Betrachtungspunkte korrigierend ergänzt. Zudem wird untersucht, ob und wie eine bestimmte Einstiegshöhe mit Einstellungen am Fahrzeug vorgegeben und erreicht werden kann.

Ziel der Testmessung:

- Variabilität eines Markentyps in einem Fuhrpark und innerhalb eines Markentyps
- Relevanz und Grenzen der voraussichtlichen Einflüsse und der geschätzten Toleranzwerte
- Vorgabe und Einstellbarkeit einer sinnvollen Einstiegshöhe

An zwei Tagen wurden Testmessungen bei den Bieler Verkehrsbetrieben durchgeführt:

Marke und Typ	Mercedes-Benz O 530 G (Citaro-Gelenkbus)	Mercedes-Benz O 530 G (Citaro-Gelenkbus)	Mercedes-Benz O 530 (Citaro)
Bus-Nr.	141	148	124
Datum	5. September 2005	5. September 2005	15. September 2005
Ansprechperson	Hostettler, Longchamp	Hostettler, Longchamp	Hostettler, Longchamp
Bemerkung	Testmessung mit Herren Oprecht und Scheidegger	Testmessung mit Herren Oprecht und Scheidegger	Testmessung mit Herrn Scheidegger

Messungen Einstiegshöhe UNBELADENER Bus:

Die Einstiegshöhen sind gemäss Zeichnung von Mercedes-Benz vorne 320 mm und an den nachfolgenden Türen 340 mm. Die effektiv gemessenen Einstiegshöhen sind jedoch sehr unterschiedlich. Zudem verringert sich das Absenkmass „Kneeling“ von vorne nach hinten.

	Einstiegshöhe	Kneeling	Einstiegshöhe	Kneeling	Einstiegshöhe	Kneeling
Bus-Nr.	141	141	148	148	124	124
1. Türe im Zugfahrzeug						
Messung OHNE Kneeling	337		363		327	
Messung MIT Kneeling	275	62	303	60	274	53
Profiltiefe 1. Achse	14		17		13	
2. Türe im Zugfahrzeug						
Messung OHNE Kneeling	359		382		Keine Messung	
Messung MIT Kneeling	306	53	331	51	Keine Messung	
Profiltiefe 2. Achse	5		8		5	
3. Türe im Anhänger						
Messung OHNE Kneeling	345		374			
Messung MIT Kneeling	311	34	336	38		
Profiltiefe 3. Achse	3		2			

In den Messprotokollen wird anhand der Messungen der Reifenverschleiss errechnet, ausgehend von einer angenommenen Profiltiefe bei neuen Reifen von 20 mm.

Beispiel für den Bus Nr. 141, 2. Achse:

Aussen-ø max. im Betrieb	973	neuer Reifen (aus ERTRO-Richtlinien)		
gemessener Reifen-ø	942	Verschleiss	15.5	aus Durchm.-Messungen
Annahme Profiltiefe neu	20	Verschleiss	15	Profiltiefe neu-Profiltiefe gemessen

Aus den Messungen des Durchmessers und des statischen Radius ergibt sich ein vorhandener Verschleiss von 15,5 mm an diesem Reifen. Mit der gemessenen Profiltiefe von 5 mm ergibt sich eine Profiltiefe von ca. 20.5 mm, die dieser Reifen im neuen Zustand hatte (Die Profiltiefe konnte bisher in den Angaben der Reifenhersteller nicht gefunden werden). Die Annahme stimmt demnach recht gut, dass Reifen eine Profiltiefe von 20 mm haben.

Nun kann für diesen Reifen der Durchmesser errechnet werden, den dieser Reifen im neuen, unverschlissenen Zustand hatte.

gemessener Reifen-ø	942	Verschleiss	15	Mit angenommener Profiltiefe 20mm abzügl. Restprofiltiefe 5mm
---------------------	-----	-------------	----	---

Dieser Reifen hat ohne Verschleiss einen Durchmesser von $942 + (2 \cdot 15) = 972$ mm. Dies stimmt recht gut mit den Vorgaben der ERTRO überein:

Aussen-ø max. im Betrieb	973	neuer Reifen (aus ERTRO-Richtlinien)		
--------------------------	-----	--------------------------------------	--	--

Das Konstruktionsmass für diese Reifen 275/70 R 22,5 ist 961 mm im Durchmesser.

Dieser Reifen darf einen max. Durchmesser 973 mm im Betrieb aufweisen, dies infolge „bleibenden Wachstums während des Betriebes“ (vgl. auch Beilage 5). Dies heisst, dass ein Reifen wahrscheinlich nicht primär durch den Reifenluftdruck, sondern durch Ermüdung aufgrund der Walkarbeit etwas „weicher“ wird und im Durchmesser etwas zulegt.

Die Einstiegshöhe ist gegenüber der gemessenen Einstiegshöhe um (20 mm – gemessene Profiltiefe in mm) nach oben zu korrigieren.

Es kann dabei vereinfachend angenommen werden, dass die Profiltiefe der ersten Achse zur Korrektur der Einstiegshöhe der ersten Türe, die Profiltiefe der 2. Achse für die Einstiegshöhe der 2. Türe usw. beigezogen wird.

Nachfolgend werden also die Einstiegshöhen errechnet, sofern die Busse mit neuen Reifen ausgestattet wären. Da die Messungen im Depot stattfanden, erfolgten die Messungen mit leerem Bus (ohne Beladung durch Fahrgäste).

Natürlich wird das Kneeling-Mass durch die Korrektur der Einstiegshöhe zwischen teils verschlissenen Reifen und neuen Reifen nicht verändert.

Einstieghöhen mit neuen Reifen, jedoch noch leerem Bus:

	Einstiegs- höhe	Kneeling	Einstiegs- höhe	Kneeling	Einstiegs- höhe	Kneeling
Bus-Nr.	141	141	148	148	124	124
1. Türe im Zugfahrzeug						
Profiltiefe 1. Achse	14		17		13	
Korrektur	6		3		7	
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, OHNE Kneeling	343		366		334	
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, MIT Kneeling	281	62	306	60	281	53
2. Türe im Zugfahrzeug						
Profiltiefe 2. Achse	5		8		5	
Korrektur	15		12			
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, OHNE Kneeling	374		394		Keine Messung	
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, MIT Kneeling	321	53	343	51	Keine Messung	
3. Türe im Anhänger						
Profiltiefe 3. Achse	3		2			
Korrektur	17		18			
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, OHNE Kneeling	362		392			
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, MIT Kneeling	328	34	354	38		

Erkenntnisse zu den Einstiegshöhen:

Bei den gemessenen 3 Bussen ergeben sich folgende Variationen, einer davon ein 12m-Bus, der in den hier betrachteten Abmessungen im Zugfahrzeug gleich sein sollte wie das Zugfahrzeug im Citaro-Gelenkbus (unabhängig von der Anordnung der Antriebsachsen):

- Einstiegshöhe an der 1. Türe variiert zwischen 366 und 334 mm (ohne Kneeling)
- Einstiegshöhe an der 1. Türe variiert zwischen 281 und und 306 mm (mit Kneeling)
- Kneeling an der 1. Türe variiert zwischen 53 und und 62 mm

Bus-Nr	141	148	124
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, OHNE Kneeling	343	366	334
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, MIT Kneeling	281	306	281
Kneeling	62	60	53

- Einstiegshöhe an der 2. Türe variiert zwischen 394 und 374 mm (ohne Kneeling)
- Einstiegshöhe an der 2. Türe variiert zwischen 321 und und 343 mm (mit Kneeling)
- Kneeling an der 2. Türe variiert zwischen 51 und und 53 mm

Bus-Nr	141	148	124
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, OHNE Kneeling	374	394	Keine Messung
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, MIT Kneeling	321	343	Keine Messung
Kneeling	53	51	

- Einstiegshöhe an der 3. Türe (im Anhänger) variiert zwischen 362 und 392 mm (ohne Kneeling)
- Einstiegshöhe an der 3. Türe (im Anhänger) variiert zwischen 328 und und 354 mm (mit Kneeling)
- Kneeling an der 3. Türe (im Anhänger) variiert zwischen 34 und und 38 mm

Bus-Nr	141	148	
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, OHNE Kneeling	362	392	
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, MIT Kneeling	328	354	
Kneeling	34	38	

Variation der Einstiegshöhe:

- Zwischen der 1. bis 3. Türe im ersten Gelenkbus variiert die Einstiegshöhe ohne Kneeling von 343 bis 362 mm
- Zwischen der 1. bis 3. Türe im ersten Gelenkbus variiert die Einstiegshöhe mit Kneeling von 381 bis 328 mm
- Zwischen der 1. bis 3. Türe im ersten Gelenkbus variiert das Kneeling von 62 bis 34 mm

1. Türe im Zugfahrzeug	
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, OHNE Kneeling	343
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, MIT Kneeling	281
Kneeling	62
2. Türe im Zugfahrzeug	
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, OHNE Kneeling	374
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, MIT Kneeling	321
Kneeling	53
3. Türe im Anhänger	
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, OHNE Kneeling	362
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, MIT Kneeling	328
Kneeling	34

- Zwischen der 1. bis 3. Türe im zweiten Gelenkbus variiert die Einstiegshöhe ohne Kneeling von 366 bis 394 mm
- Zwischen der 1. bis 3. Türe im zweiten Gelenkbus variiert die Einstiegshöhe mit Kneeling von 306 bis 354 mm
- Zwischen der 1. bis 3. Türe im zweiten Gelenkbus variiert das Kneeling von 60 bis 38 mm

1. Türe im Zugfahrzeug	
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, OHNE Kneeling	366
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, MIT Kneeling	306
Kneeling	60
2. Türe im Zugfahrzeug	
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, OHNE Kneeling	394
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, MIT Kneeling	343
Kneeling	51
3. Türe im Anhänger	
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, OHNE Kneeling	392
EINSTIEGSHÖHE MIT NEUEN REIFEN, MIT Kneeling	354
Kneeling	38

Statische Radiusänderung infolge Beladung:

Aus der Messung der Reifenhöhe und dem Reifendurchmesser ergibt sich der statische Radius des unbeladenen Busses. Der vorliegende, bereits teilweise verschlissene Reifen kann mit der Profiltiefe (Annahme wie oben: 20 mm) zum Reifendurchmesser eines neuen Reifens zurückgerechnet werden (immer noch leerer Bus).

Als Vergleich mit dem vorgegebenen Mass der ERTRO für den statischen Radius bei voller Beladung ergibt sich die statische Radiusänderung zwischen dem leeren und vollen Bus.

In der früheren Studie von DTC wurde eine Eindrückung zwischen einem unbelasteten und belasteten Reifen von ca. 8 mm vorgegeben.

Herr Zeugin vom VOLVO-Importeur hat mal ca. 15 mm gemessen. Unsere Messungen gehen auch von etwas grösseren Werten aus. Es ist hier jedoch nicht mehr nachvollziehbar, wieso sich beim 18m-Citaro Gelenkbus Nr. 148 an der 2. Achse sogar eine resultierende Eindrückung von 22.5 mm ergibt.

12m-Citaro Nr. 124, 1. Achse:

Stat. Radius leerer Bus	452.5	gemessen, obiger Reifen, teilweise abgenutzt
Stat. Radius leerer Bus	454.5	neuer Reifen (zuzgl. berechn. Verschleiss, mit gemess. Durchm.)
Stat. Radius voller Bus	447	neuer Reifen (aus ERTRO-Richtlinien)
Res. Eindrückung	7.5	zwischen leerem und vollem Bus (hochgerechnet aus Messg.)

12m-Citaro Nr. 124, 2. Achse:

Stat. Radius leerer Bus	443.5	gemessen, obiger Reifen, teilweise abgenutzt
Stat. Radius leerer Bus	454.5	neuer Reifen (zuzgl. berechn. Verschleiss, mit gemess. Durchm.)
Stat. Radius voller Bus	447	neuer Reifen (aus ERTRO-Richtlinien)
Res. Eindrückung	7.5	zwischen leerem und vollem Bus (hochgerechnet aus Messg.)

18m-Citaro Gelenkbus Nr. 141, 2. Achse:

Stat. Radius leerer Bus	442	gemessen, obiger Reifen, teilweise abgenutzt
Stat. Radius leerer Bus	457.5	neuer Reifen (zuzgl. berechn. Verschleiss, mit gemess. Durchm.)
Stat. Radius voller Bus	447	neuer Reifen (aus ERTRO-Richtlinien)
Res. Eindrückung	10.5	zwischen leerem und vollem Bus (hochgerechnet aus Messg.)

18m-Citaro Gelenkbus Nr. 148, 2. Achse:

Stat. Radius leerer Bus	454	gemessen, obiger Reifen, teilweise abgenutzt
Stat. Radius leerer Bus	469.5	neuer Reifen (zuzgl. berechn. Verschleiss, mit gemess. Durchm.)
Stat. Radius voller Bus	447	neuer Reifen (aus ERTRO-Richtlinien)
Res. Eindrückung	22.5	zwischen leerem und vollem Bus (hochgerechnet aus Messg.)

Reifenbreite und Abplattung:

Der meistverbreitete Reifen 275/70 R 22.6 hat eine max. Reifenbreite 279 mm im Einsatz inkl. Scheuerleisten und bleibendes Wachstum während des Betriebes (vgl. Beilage 5).

Die Breite der Scheuerleiste, in unseren Messungen auch Verschleissring-Breite bezeichnet, beträgt etwa 3.5 bis 4mm. Aus den Messungen ist es jedoch schwierig, aufgrund der Reifenbreite einen Zusammenhang zu erstellen zu dem auch innenliegenden Verschleissring. Bei diesem Reifen kann der Reifen auf der Felge umgekehrt montiert werden, da aufgrund der geringen Geschwindigkeiten keine Laufrichtung vorgegeben wird.

12m-Citaro Nr. 124, 1. Achse:

Reifenbreite	268	
Reifenbreite	283	MIT ABPLATTUNG (also unten)
<i>resultierende Abplattung</i>	7.5	<i>auf 1 Seite</i>
Verschleissring-Breite	3.5	(Messung nur aussen möglich)

12m-Citaro Nr. 124, 2. Achse:

Reifenbreite	269	nur äusserer Reifen gemessen
Reifenbreite	280	MIT ABPLATTUNG (also unten)
<i>resultierende Abplattung</i>	5.5	<i>auf 1 Seite</i>
Breite Doppelreifen	599	<i>ohne Abplattung</i>
Verschleissring-Breite	3	(Messung nur aussen möglich)

18m-Citaro Gelenkbus Nr. 141, 2. Achse:

Reifenbreite	274	nur äusserer Reifen gemessen
Reifenbreite	284	MIT ABPLATTUNG (also unten)
<i>resultierende Abplattung</i>	5	<i>auf 1 Seite</i>
Breite Doppelreifen	605	
Abstand Reifen	56	
Verschleissring-Breite		(Messung nur aussen möglich)

Messung von Herrn Scheidegger:

Felgenreif-Pneufanke	17	äusserer Reifen
Felgenreif-Abplattung	27	MIT ABPLATTUNG (also unten)
<i>resultierende Abplattung</i>	10	<i>auf 1 Seite</i>

18m-Citaro Gelenkbus Nr. 148, 2. Achse:

Reifenbreite	272	nur äusserer Reifen gemessen
Reifenbreite	280	MIT ABPLATTUNG (also unten)
<i>resultierende Abplattung</i>	4	<i>auf 1 Seite</i>
Breite Doppelreifen		
Abstand Reifen	60	

Für bessere Aussagen empfiehlt sich eine nochmalige, sorgfältige Messung nach Möglichkeit bei einem auf einer Auffahrschiene „aufgebockten“ Bus, bei dem die Zugänglichkeit besser ist.

Abstände der Radkomponenten zur Karosserie auf vertikaler Skala:

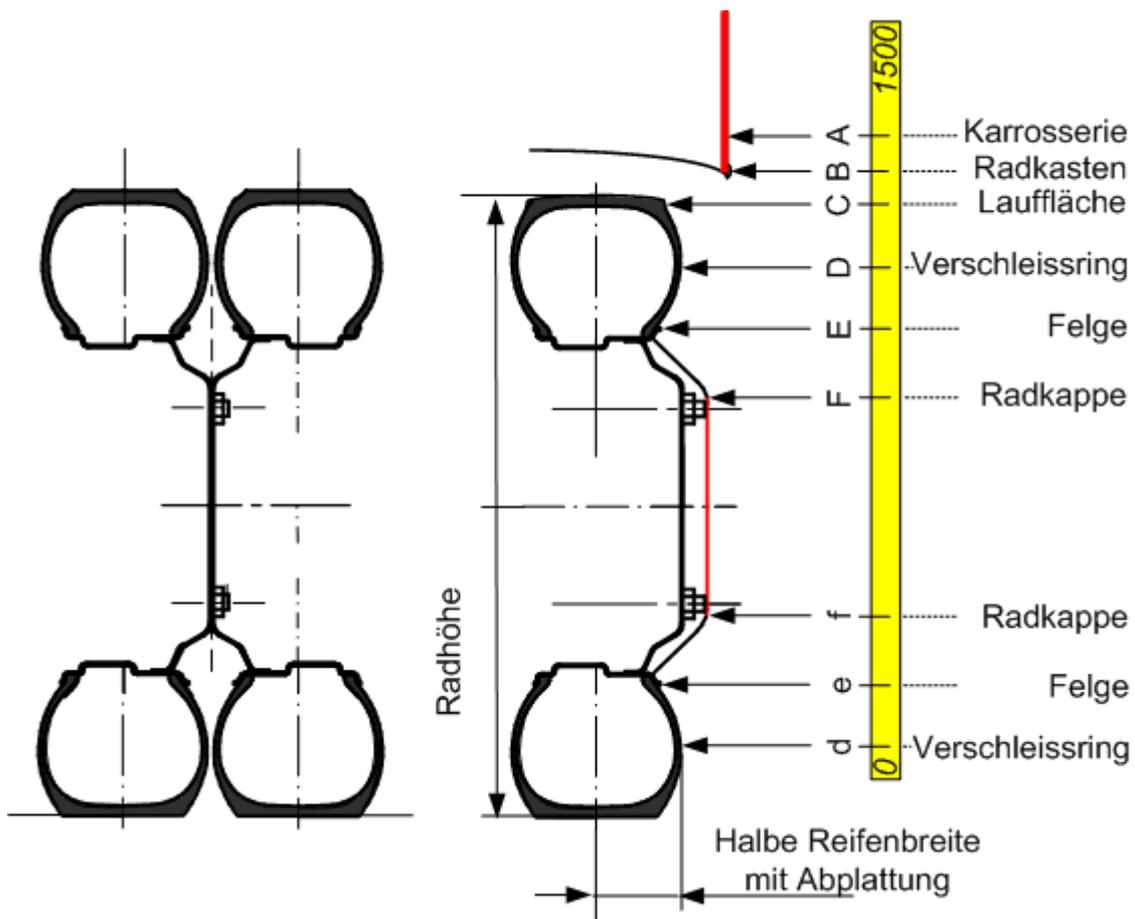


Abbildung 1: Abstände auf vertikaler Skala

Mit dieser Messung sollte eigentlich auch der Sturzwinkel eine Berücksichtigung finden.

Definition Sturzwinkel (Sturz)

ist der Neigungswinkel des Rades zur Senkrechten. Die Neigung oben nach außen bedeutet positiven Sturz. Ein Sturzwinkel über 2° reduziert die Tragfähigkeit des Reifens.

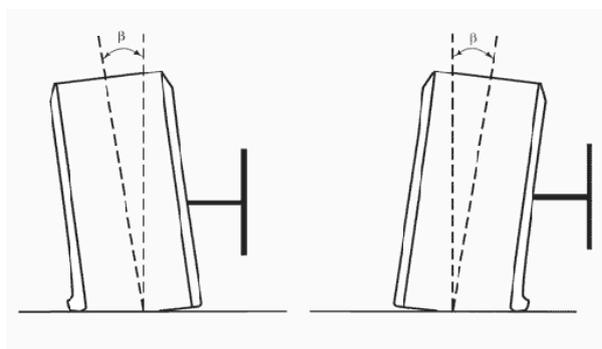


Abbildung 2: Sturzwinkel

Die Messung hat sich jedoch als schwierig herausgestellt, da das vertikale Führungsprofil mit der vertikalen Skala exakt ausgerichtet werden muss. Diese Messung wird aufgrund der doch geringen Aussagekraft ersatzlos gestrichen. Aus der Literatur oder aus Handbüchern der Busimporteure ist der Sturzwinkel sicher mal ersichtlich, so dass die massliche Abweichung beim Reifen abgeschätzt werden kann.

Abstände der Radkomponenten zur Karosserie auf horizontaler Skala:

Interessant und aussagekräftig ist die Messung der Abstände der Radkomponenten zur Karosserie-Aussenkante auf der Höhe der Achsmittle.

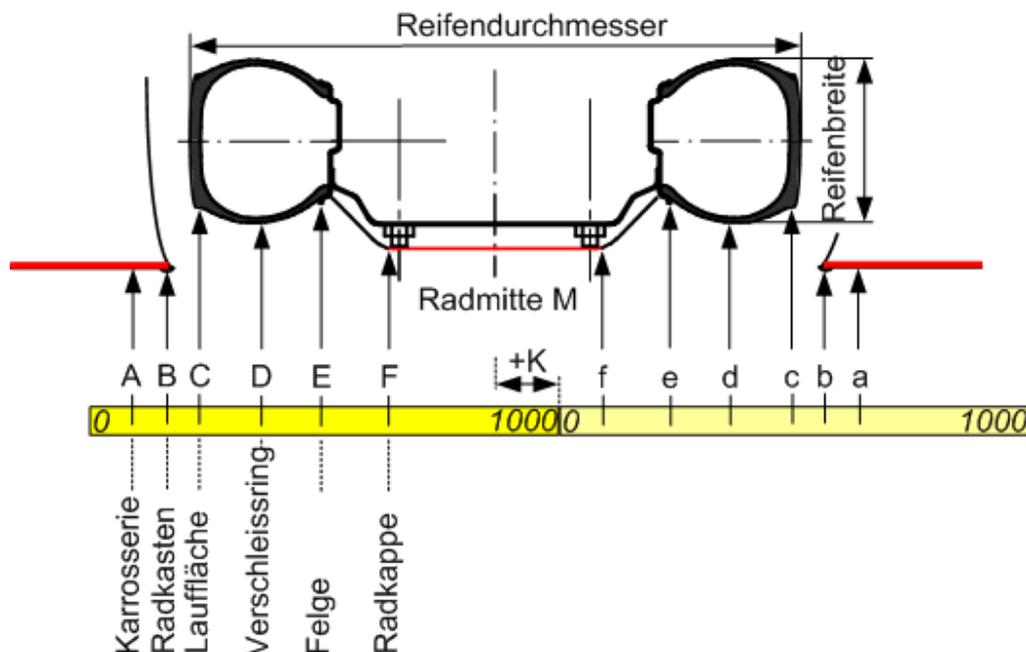
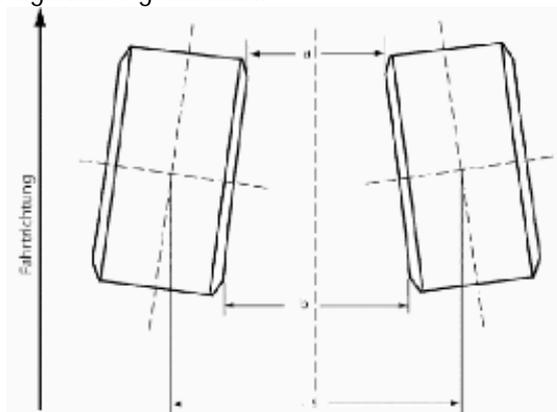


Abbildung 3: Abstände auf horizontaler Skala

Es ist jedoch so, dass das Führungsprofil nicht genau parallel auf die Karosserie ausgerichtet wurde und beim Vorderrad sogar das Rad eingelenkt ist. Beide „Fehler“ werden im Messprotokoll korrigiert, indem rechnerisch die Karosserie auf einen gleichen Abstand gesetzt wird, also Abstand A = Abstand a und alle anderen Werte um den gleichen Winkel („Tangens-Abstand“) korrigiert werden. Desgleichen wird der bei der gelenkten Vorderachse der möglicherweise gegenüber der Längsrichtung ausgelenkte Reifen auf die Lauffläche korrigiert, so dass Abstand D = Abstand d. Danach wird von allen Werten der Karosserie-Abstand A abgezogen, so dass für jede Messung an den Rädern der positive Wert dem Abstand von der Karosserie nach innen entspricht. Die Spur wird jedoch nicht korrigiert.

Definition Spur

ist die Differenz der Abstände der Felgenhörner einer Achse vorne und hinten bei Geradeausfahrt in Höhe der Felgenmitte gemessen.



Wenn $b < a$ Nachspur,
 $b = a$ Spur Null und
 $b > a$ Vorspur.

Abbildung 4: Spur

Einzelne Abstandsmessungen:

12m-Citaro Nr. 124, 1. Achse:

	Horizontale Skala mm	Abstand Laser-Messung m	Mass	Korrektur schiefe Führungsschiene	Abstand zu Karosserie mm	Korrektur gelenktes Vorderrad: Abstand zu Karosserie mm
Karosserie	270	1.167	A	1.160	0	
Radkasten-Scheuerleiste	345	1.158	B	1.151	-9	
Laufflächeseite	417	1.225	C	1.219	59	62
Innerer Verschleissring	506	1.209	D	1.203	43	46
Felge	589	1.224	E	1.219	59	61
Radkappe (Schutzring)	680	1.139	F	1.134	-26	-24
Radkappe (Schutzring)	78	1.138	f	1.136	-24	-25
Felge	168	1.223	e	1.221	61	60
Innerer Verschleissring	245	1.208	d	1.207	47	45
Laufflächeseite	334	1.225	c	1.224	64	62
Radkasten-Scheuerleiste	400	1.150	b	1.150	-10	
Karosserie	450	1.160	a	1.160	0	

12m-Citaro Nr. 124, 2. Achse:

	Horizontale Skala mm	Abstand Laser-Messung m	Mass	Korrektur schiefe Führungsschiene	Abstand zu Karosserie mm
Karosserie	260	0.660	A	0.664	0
Radkasten-Scheuerleiste	315	0.654	B	0.658	-6
Laufflächeseite	408	0.691	C	0.695	31
Innerer Verschleissring	488	0.673	D	0.676	12
Felge	568	0.687	E	0.690	26
Radkappe (Schutzring)			F		
Radkappe (Schutzring)			f		
Felge	152	0.692	e	0.693	29
Innerer Verschleissring	233	0.679	d	0.680	16
Laufflächeseite	315	0.695	c	0.696	32
Radkasten-Scheuerleiste	385	0.663	b	0.663	-1
Karosserie	470	0.664	a	0.664	0

18m-Citaro Gelenkbus Nr. 141, 1. Achse:

	Horizontale Skala mm	Abstand Laser- Messung m	Mass	Korrektur schiefe Führungs- schiene	Abstand zu Karos- serie mm	Korrektur gelenktes Vorderrad: Abstand zu Karos- serie mm
Karosserie	270	1.023	A	1.022	0	
Radkasten-Scheuerleiste	310	1.014	B	1.013	-9	
Laufflächeseite	400	1.076	C	1.075	53	64
Innerer Verschleissring	490	1.063	D	1.062	40	49
Felge			E			
Radkappe (Schutzring)	657	0.997	F	0.996	-26	-21
Radkappe (Schutzring)	60	1.004	f	1.004	-18	-23
Felge			e			
Innerer Verschleissring	235	1.078	d	1.078	56	47
Laufflächeseite	320	1.096	c	1.096	74	64
Radkasten-Scheuerleiste	390	1.013	b	1.013	-9	
Karosserie	440	1.022	a	1.022	0	

18m-Citaro Gelenkbus Nr. 141, 2. Achse:

	Horizontale Skala mm	Abstand Laser- Messung m	Mass	Korrektur schiefe Führungs- schiene	Abstand zu Karos- serie mm
Karosserie	460	0.929	A	0.928	0
Radkasten-Scheuerleiste	545	0.921	B	0.920	-8
Laufflächeseite	650	0.960	C	0.959	31
Innerer Verschleissring	733	0.941	D	0.940	12
Felge			E		
Radkappe (Schutzring)			F		
Radkappe (Schutzring)			f		
Felge			e		
Innerer Verschleissring	472	0.940	d	0.940	12
Laufflächeseite	553	0.959	c	0.959	31
Radkasten-Scheuerleiste	640	0.921	b	0.921	-7
Karosserie	700	0.928	a	0.928	0

18m-Citaro Gelenkbus Nr. 141, 3. Achse (Achse im Anhänger):

	Horizontale Skala mm	Abstand Laser- Messung m	Mass	Korrektur schiefe Führungs- schiene	Abstand zu Karos- serie mm
Karosserie	240	0.756	A	0.758	0
Radkasten-Scheuerleiste	400	0.749	B	0.751	-7
Laufflächeseite	495	0.767	C	0.769	11
Innerer Verschleissring	575	0.762	D	0.764	6
Felge			E		
Radkappe (Schutzring)			F		
Radkappe (Schutzring)			f		
Felge			e		
Innerer Verschleissring	295	0.768	d	0.768	10
Laufflächeseite	390	0.771	c	0.771	13
Radkasten-Scheuerleiste	500	0.750	b	0.750	-8
Karosserie	580	0.758	a	0.758	0

18m-Citaro Gelenkbus Nr. 148, 1. Achse:

	Horizontale Skala mm	Abstand Laser- Messung m	Mass	Korrektur schiefe Führungs- schiene	Abstand zu Karos- serie mm	Korrektur gelenktes Vorderrad: Abstand zu Karos- serie mm
Karosserie	280	1.088	A	1.089	0	
Radkasten-Scheuerleiste	375	1.082	B	1.083	-6	
Laufflächeseite	430	1.191	C	1.192	103	89
Innerer Verschleissring	520	1.171	D	1.172	83	71
Felge	690	1.097	E	1.098	9	2
Radkappe (Schutzring)			F			
Radkappe (Schutzring)			f			
Felge	90	1.085	e	1.085	-4	2
Innerer Verschleissring	265	1.147	d	1.147	58	70
Laufflächeseite	360	1.163	c	1.163	74	89
Radkasten-Scheuerleiste	430	1.082	b	1.082	-7	
Karosserie	530	1.089	a	1.089	0	

18m-Citaro Gelenkbus Nr. 148, 2. Achse:

	Horizontale Skala mm	Abstand Laser- Messung m	Mass	Korrektur schiefe Führungs- schiene	Abstand zu Karos- serie mm
Karosserie	290	1.089	A	1.092	0
Radkasten-Scheuerleiste	405	1.082	B	1.085	-7
Laufflächeseite	490	1.134	C	1.137	45
Innerer Verschleissring	580	1.117	D	1.119	27
Felge			E		
Radkappe (Schutzring)			F		
Radkappe (Schutzring)			f		
Felge			e		
Innerer Verschleissring	325	1.121	d	1.122	30
Laufflächeseite	410	1.140	c	1.140	48
Radkasten-Scheuerleiste	510	1.086	b	1.086	-6
Karosserie	600	1.092	a	1.092	0

18m-Citaro Gelenkbus Nr. 148, 3. Achse (Achse im Anhänger):
nicht gemessen

Vergleich der Abstandsmessungen:

	Korrektur gelenktes Vorderrad:		Korrektur gelenktes Vorderrad:		Korrektur gelenktes Vorderrad:
Abstand zu Karosserie mm	Abstand zu Karosserie mm	Abstand zu Karosserie mm	Abstand zu Karosserie mm	Abstand zu Karosserie mm	Abstand zu Karosserie mm

1. Achse	12m, Nr. 124		18m, Nr. 141		18m, Nr. 148	
Karosserie	0		0		0	
Radkasten-Scheuerleiste	-9		-9		-6	
Laufflächeseite	59	62	53	64	103	89
Innerer Verschleissring	43	46	40	49	83	71
Felge	59	61			9	2
Radkappe (Schutzring)	-26	-24	-26	-21		
Radkappe (Schutzring)	-24	-25	-18	-23		
Felge	61	60			-4	2
Innerer Verschleissring	47	45	56	47	58	70
Laufflächeseite	64	62	74	64	74	89
Radkasten-Scheuerleiste	-10		-9		-7	
Karosserie	0		0		0	

	Abstand zu Karosserie mm		Abstand zu Karosserie mm		Abstand zu Karosserie mm
2. Achse	12m, Nr. 124		18m, Nr. 141		18m, Nr. 148
Karosserie	0		0		0
Radkasten-Scheuerleiste	-6		-8		-7
Laufflächeseite	31		31		45
Innerer Verschleissring	12		12		27
Felge	26				
Radkappe (Schutzring)					
Radkappe (Schutzring)					
Felge	29				
Innerer Verschleissring	16		12		30
Laufflächeseite	32		31		48
Radkasten-Scheuerleiste	-1		-7		-6
Karosserie	0		0		0

		Abstand zu Karos- serie mm		
3. Achse	12m, Nr. 124	18m, Nr. 141	18m, Nr. 148	
<hr/>				
Karosserie		0		
Radkasten-Scheuerleiste		-7		
Laufflächeseite		11		
Innerer Verschleissring		6		
Felge				
Radkappe (Schutzring)				
Radkappe (Schutzring)				
Felge				
Innerer Verschleissring		10		
Laufflächeseite		13		
Radkasten-Scheuerleiste		-8		
Karosserie		0		

Interpretation:

Der Gelenkbus Nr. 148 fällt eindeutig aus dem Rahmen, indem die Radkomponenten gegenüber den vergleichbaren, anderen Bussen um 15 – 20mm weiter innen liegen!

Die Ursachen können hier nicht diskutiert werden, da diese noch gar nicht bekannt sind.

Erst später wird sich die Ursache herausstellen:

Der Bus Mercedes-Benz Citaro ist in 2 Breiten, nämlich 2500 und 2550mm erhältlich!
Früher wurden denn auch ein paar Busse mit einer Breite von 2500mm geliefert. Nach Auskunft von Evobus, dem Importeur der Mercedes-Benz Citaro, werden heute jedoch nur noch Busse mit einer Breite von 2550 in Verkehr gesetzt.

Ziel der Testmessung:

Variabilität eines Markentyps in einem Fuhrpark
Relevanz und Grenzen der voraussichtlichen Einflüsse und der geschätzten Toleranzwerte
Vorgabe und Einstellbarkeit einer sinnvollen Einstiegshöhe

Das Ziel der Testmessung wurde nicht ganz erreicht:

Die Relevanz und Grenzen der voraussichtlichen Einflüsse und der geschätzten Toleranzwerte sowie die Vorgabe und Einstellbarkeit einer sinnvollen Einstiegshöhe wird erst in dem Hauptbericht erläutert.

Zumindest wurde schon klar, dass zwischen den Bussen gleichen Typs grosse Unterschiede bestehen in der Einstiegshöhe.

Zudem konnte die Messmethodik geprüft und verbessert werden sowie die Messprotokolle auf ihre Tauglichkeit für die Erfassung und v.a. nachfolgende Auswertung getestet werden.

BEILAGE 1: Betrachtungspunkte, Karosseriedaten und Bauteile

Praxiserfahrungen der Toleranzen und Einflüsse:

Kriterium / Bauteil	Prüfthema	Verifizierung (1. Prior.) Umfrage* (2. Prior.) Interview** (3. Prior.)
Luftfederung	Fertigungstoleranzen im Fahrwerk resp. Blasbälge	Erfahrungen bei der VBZ einbeziehen**
Luftfederung	Elektronically Controlled Air Suspension	Verbreitung prüfen*
Reifenverschleiss	Profiltiefe und Nachschneiden	Prüfen
Kneeling	Einstellung	Praxiserfahrung einbeziehen**
Karosserie-Aufbau	Fertigungstoleranzen	Stichprobenkontrolle durchführen
Reifenquerschnitt	seitlicher Karosserieüberhang über Aussenkante der Reifenflanke bei allen Achsen	Nachmessen
Reifenquerschnitt	Herstelltoleranzen	Stichprobenkontrolle bei Reifenimporteuren durchführen
Reifenquerschnitt	Mittenabstand bei Doppelbereifung	Nachmessen
Reifenquerschnitt	Reifenbreite mit Abplattung	Nachmessen

Positionen der Türen und Einstiegshöhe der Busse

Höhe der Unterkante	Empfehlung Einstellung der Höhe der Unterkante von ca. 277 mm	Akzeptanz in Praxis prüfen**
Höhe der Unterkante	Einstiegshöhen ohne und mit Kneeling, ohne und mit Passagieren	Nachmessen

Bodenfreiheit der Busse in den Bereichen der potentiellen Überstreichbereichen

Überstreichende Bereiche der Busse	Front der Busse und Balg beim Gelenkbus sowie Karosserie-Unterkante	Gestaltung und Masse aufnehmen
Aufbau des leeren Busses	Statischer Radius und Luftdruck sowie Reifendurchmesser	nachmessen / kontrollieren
Aufbausenkung durch Beladung	Elektronische Niveauregelung NR	Stand der Technik und Verbreitung prüfen*

Folgende dynamische Einflüsse können nicht geprüft werden:

- Beschleunigungen und Geschwindigkeit der Busse bei der Einfahrt in eine Bushaltestelle
- Genaue Aufbausenkung durch Beladung (Statische Radiusänderung durch Beladung und Hysterese der Blasbälge)
- Nicken und Wanken bei der Einfahrt in eine Bushaltestelle
- Durchbiegung des Aufbaus bei Beladung

BEILAGE 2: Messungen

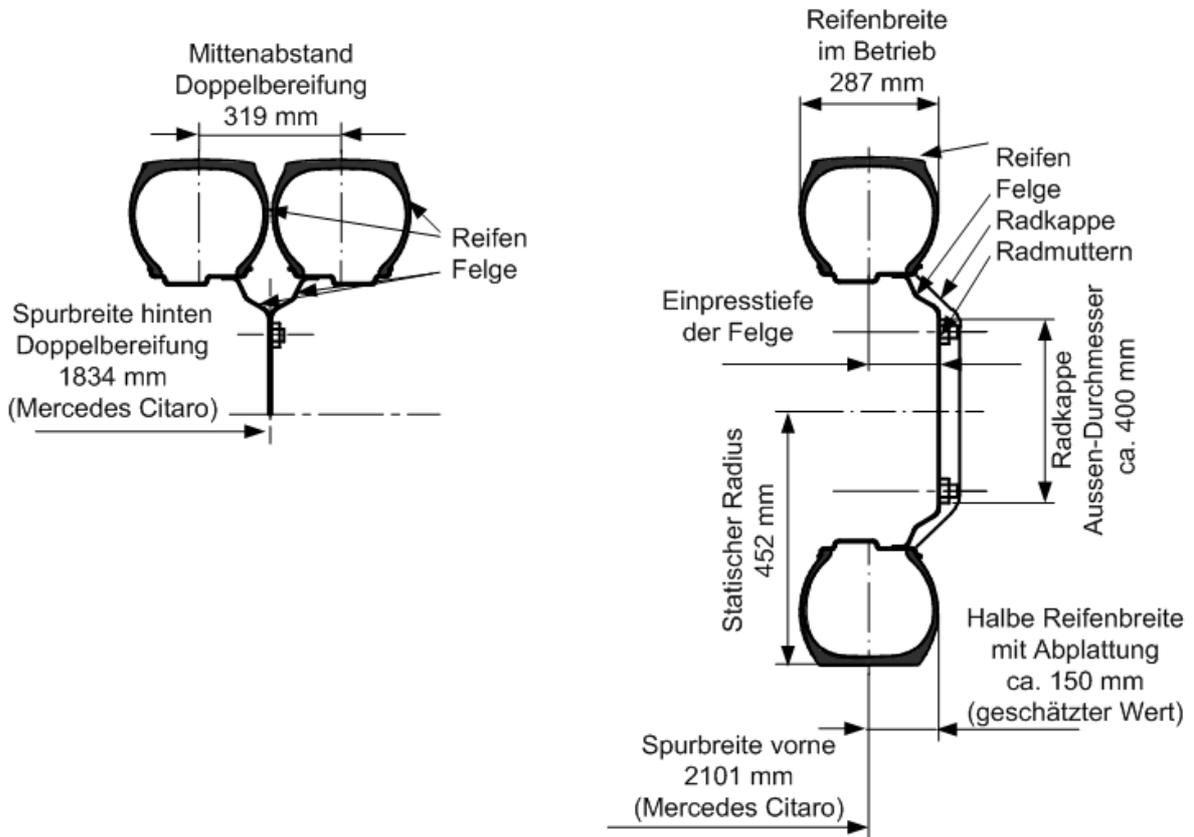


Abbildung 5: Vorgaben Mercedes-Benz Citaro und ETRTO

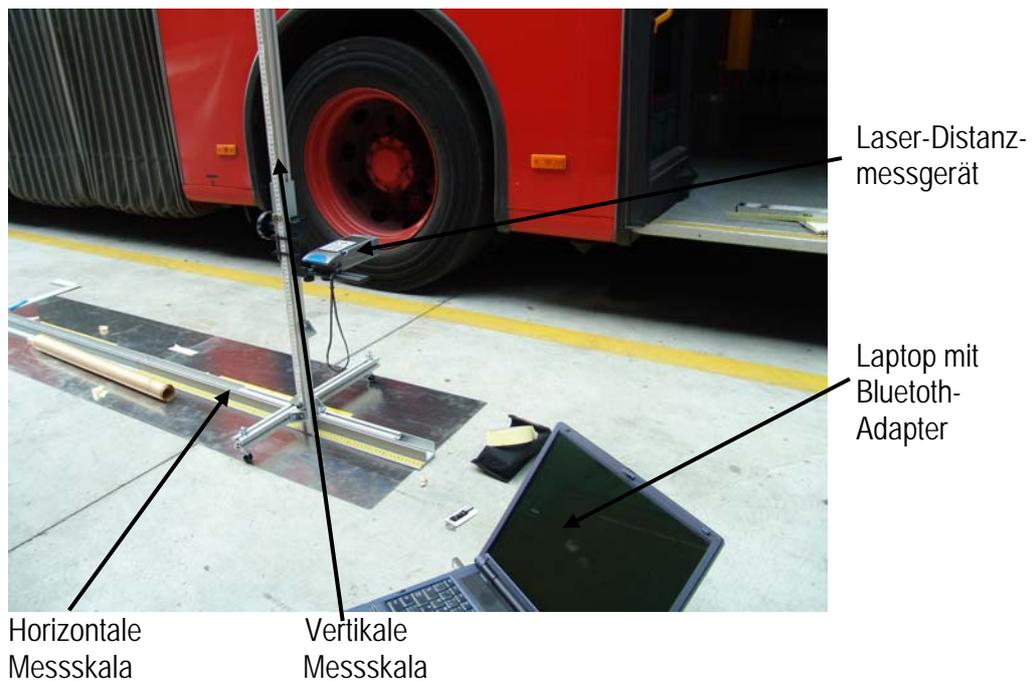


Abbildung 6: Messvorrichtung

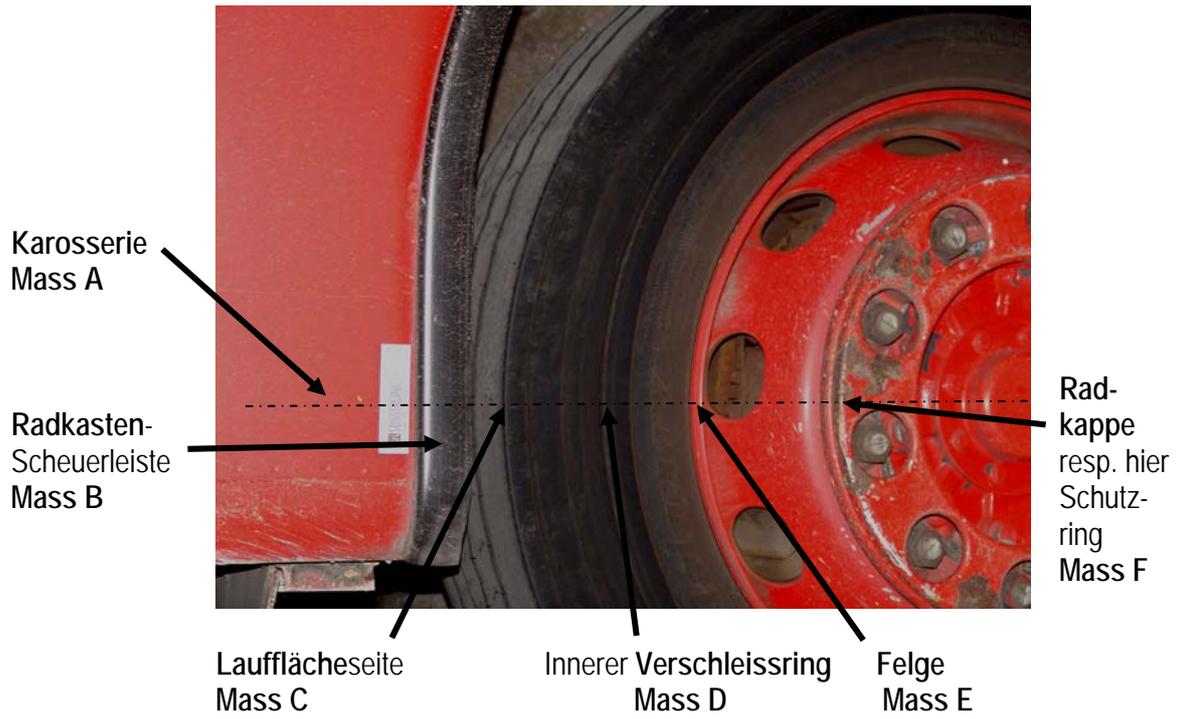


Abbildung 7: Messpunkte

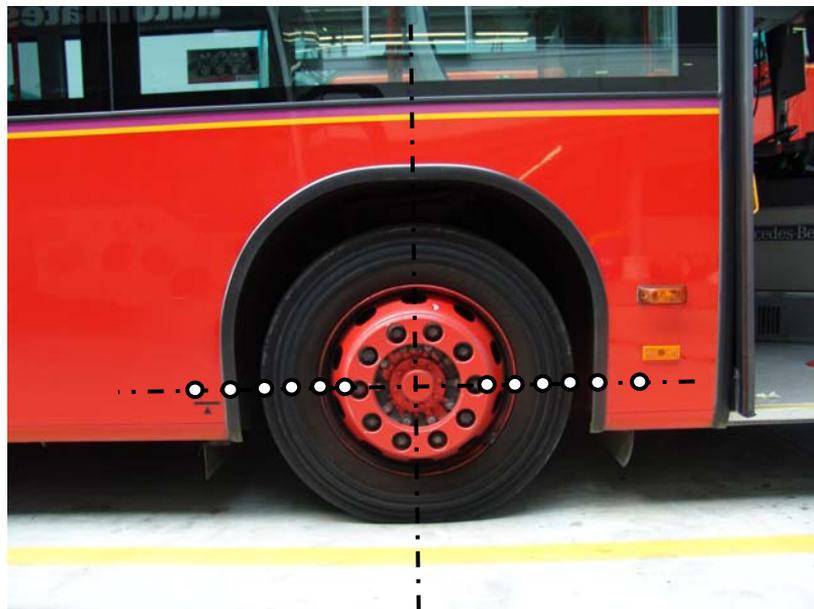


Abbildung 8: Messpunkte Vorderrad

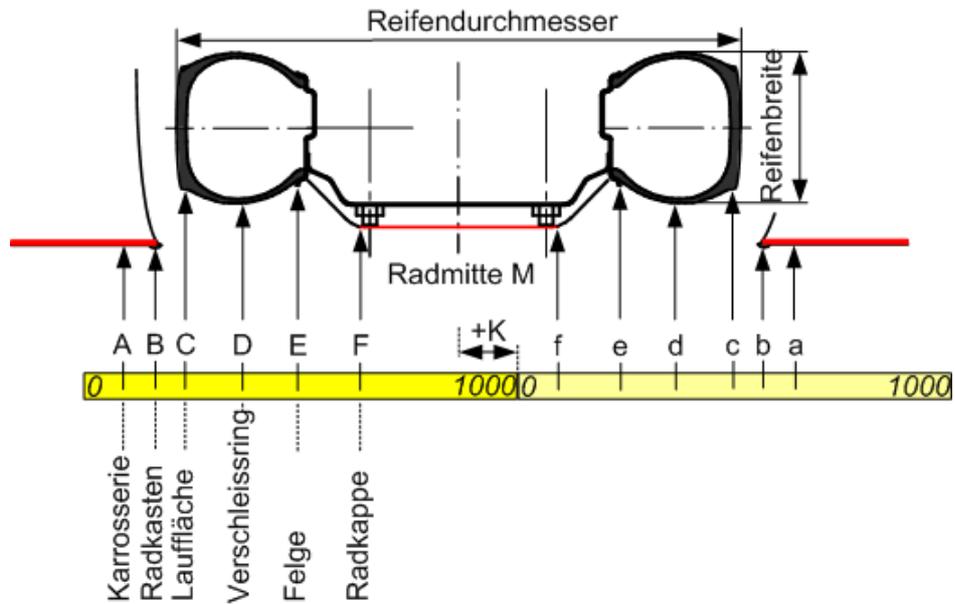


Abbildung 9: Messungen Vorderachse

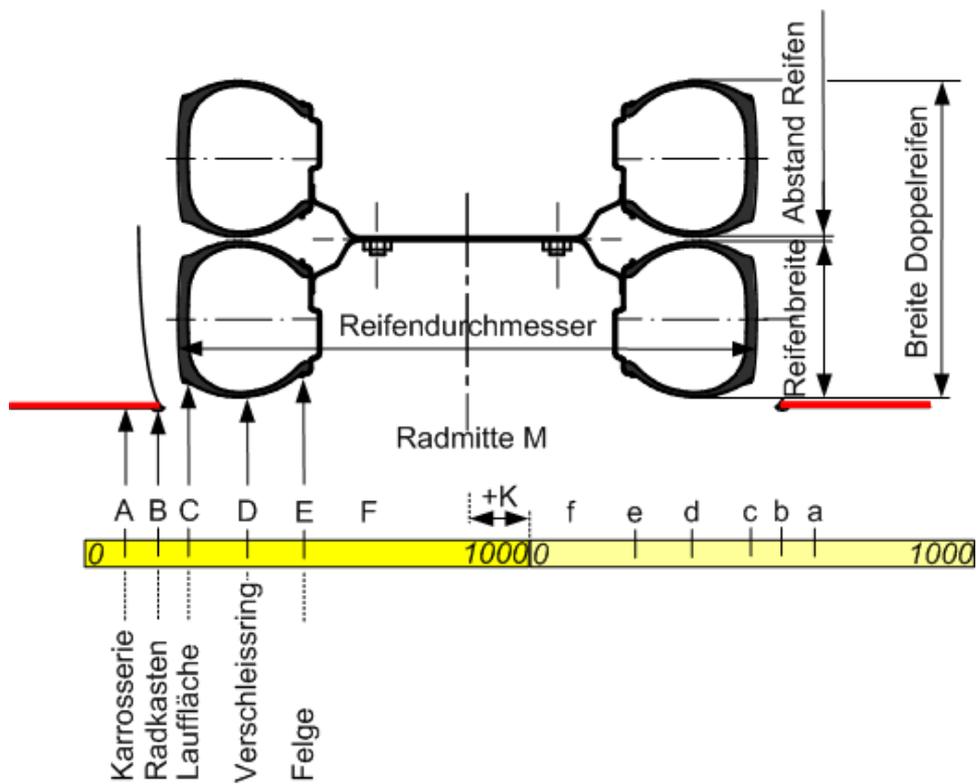


Abbildung 10: Messungen Hinterachse

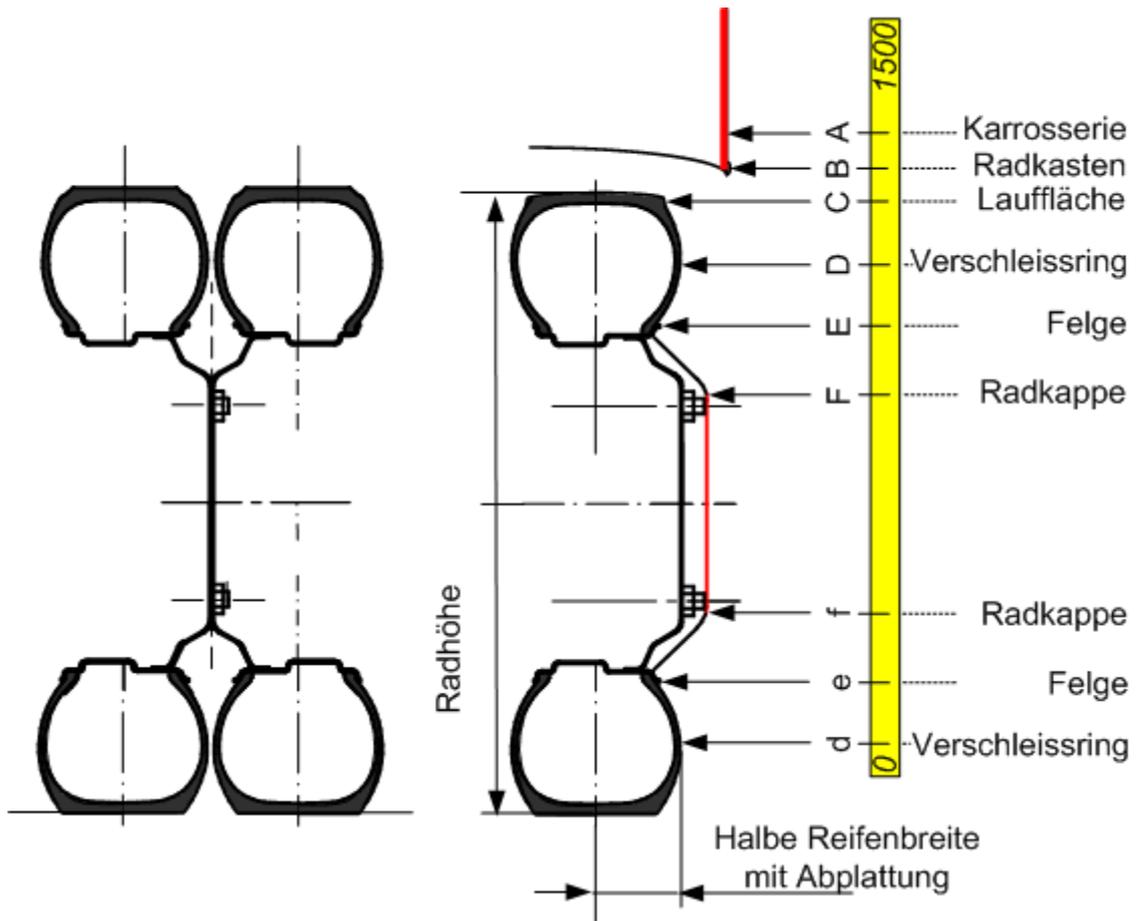


Abbildung 11: Messungen Reifen vertikal

BEILAGE 3: Messmittel



Abbildung 12: Schieblehre für Reifenhöhe



Abbildung 13: Schieblehre für Reifendurchmesser

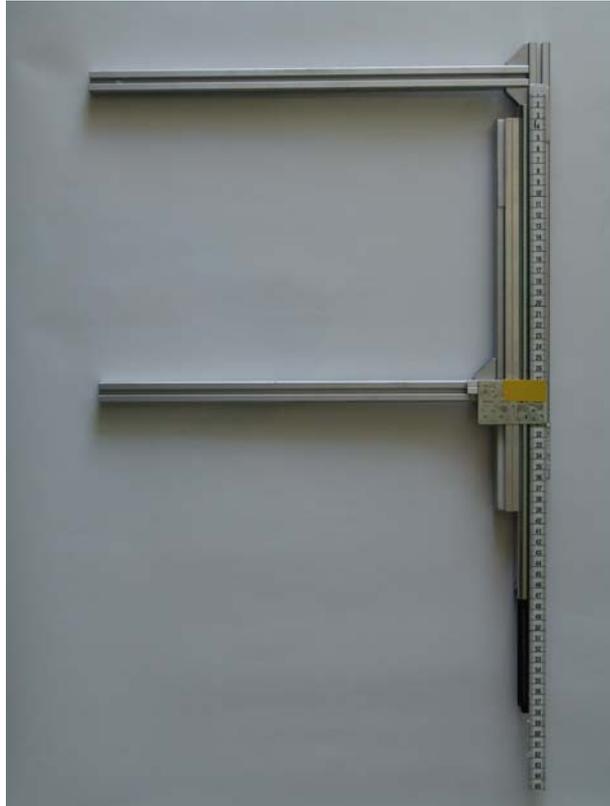


Abbildung 14: Schieblehre für Reifenbreite und Breite Doppelreifen



Abbildung 15: Schieblehre für Abstand Reifen



Abbildung 16: Schieblehre für Profiltiefe und Verschleissring-Breite

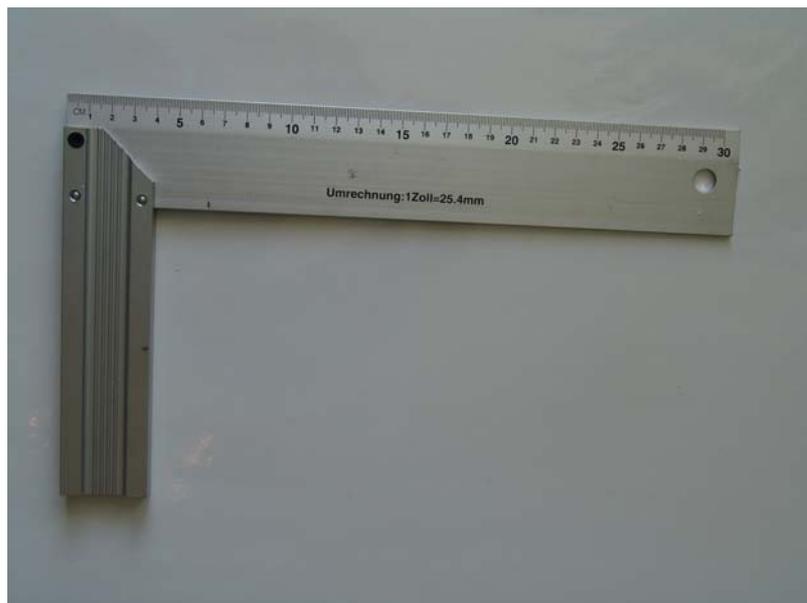


Abbildung 17: 2 Winkel für Fahrzeugbreite (mit Laufmeter)



Abbildung 18: Laufmeter für Fahrzeugbreite (zusammen mit Winkel)



Abbildung 19: Wasserwaage für Justierungen

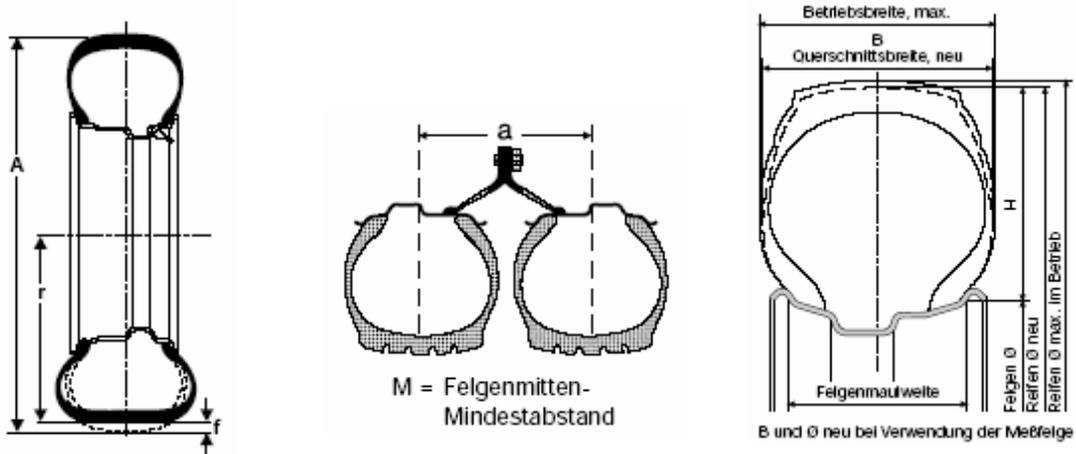
BEILAGE 4: Daten aus früherem Projekt

Marke und Typ	Anzahl zwischen 2000-2004	Gesamtlänge	Radstand	Radstand Anhängerachse	Vorderer Überhang	hinterer Überhang	Position Tür #1	Position Tür #2	Position Tür #3	Abstand Front zu 1. Türe	Abstand 1. Türe zu 2. Türe	Abstand 1. Türe zu 3. Türe im Anhänger
12m-Busse												
MAN NL 313**	60	11950	5875		2700	3375	1650	4250		1050	-5900	
Merc.-Benz O 530	262	11950	5845		2705	3400	1600	4220		1105	-5820	
Neoplan N 4516**	41	11950	5875		2700	3375	1650	4250		1050	-5900	
Scania N 94 UB	28	11995	5875		2731	3389	1610	3520			-5130	
Solaris Urbino 12	32	12000	5900		2700	3400	1580	3590		1120	-5170	
Volvo HESS B7L	28	11965	5845		2750	3370	1610	2860		1140	-4470	
18m-Busse												
MAN NG 353	29	17950	5105	6770	2700	3375	1650	3550	10250	1050	-5200	-11900
Merc.-Benz O 530 G	153	17940	5845	5990	2705	3400	1600	4220	10180	1105	-5820	-11780
Van Hool AG 300	32	17985	5790	7150	2715	2330	1700	3300	10800	1015	-5000	-12500
Volvo 7000	90	17944	5190	6755	2665	3334	1585	2715	9485	1080	-4300	-11070
Volvo HESS B7LA	25	17989	5230	6660	2700	3399	1610	2860	9480	1090	-4470	-11090
Neoplan N 6121 Bimode	27	17982	6170									
* Unterschiede gegenüber den nachfolgenden Daten vom BAV:												
Van Hool AG 300	20	17980	6150	7000								
Erklärung: (alle Masse in mm bis zur Mitte der Türen)												
Position Tür #1: Abstand Vorderachse-vordere Tür												
Position Tür #2: Abstand Vorderachse-mittlere Tür												
Position Tür #3: Abstand Vorderachse -Türe vor der Achse des Anhängers												
Radstand Anhängerachse: Abstand zwischen 2. Achse im Zugfahrzeug und Achse im Anhänger												
Vorderer Überhang: Abstand zwischen Front und Vorderachse												
Hinterer Überhang: Abstand zwischen Heck und Hinterachse												

Marke und Typ	Abstand Boden zu Karosserieunterkante	Einstiegshöhe Tür #1	Einstiegshöhe Tür #2	Einstiegshöhe Tür #3	Busbreite	Spurbreite vorne	Spurbreite Antriebsachse (mittig zwischen Doppelräder)	Halbe Reifenbreite mit Abplattung	Halber Mittenabstand Doppelbereifung	Abstand Reifenaussenkante Vorderachse zu Aussenkante Karosserie (Fahrzeugbreite)	Abstand Reifenaussenkante Hinterachse mit Doppelbereifung zu Aussenkante Karosserie (Fahrzeugbreite)
12m-Busse											
MAN NL 313**	280	320	340		2500	2076	1826	150	160	62	27.5
Merc.-Benz O 530	273	320	340		2550	2101	1834	150	160	74.5	48.5*
Neoplan N 4516**	280	320	340		2500	2076	1826	150	160	62	27.5
Scania N 94 UB	275	327	327		2550			150	160		
Solaris Urbino 12		320						150	160		
Volvo HESS B7L		327	327					150	160		
18m-Busse											
MAN NG 353	280	320	340	340	2500	2076	1825	150	160	62	28
Merc.-Benz O 530 G	273	320	340	340	2550	2101	1834	150	160	74.5	48.5*
Van Hool AG 300		330	330	330	2550			150	160		
Volvo 7000	275	320	340	340	2550	2070	1854	150	160	90	38.5
Volvo HESS B7LA		327	327	327				150	160		
Neoplan N 6121 Bimode											

BEILAGE 5: Reifen und Felgen

Definitionen DIN 70020:



A = Außen-Ø des Reifens
r = Halbmesser statisch
f = Einfederung unter Last

Außendurchmesser neu (Konstruktionsmaß)
ist ein Nennmaß auf die Laufflächenmitte bezogen.

Außendurchmesser im Betrieb max.
ist der in der Laufflächenmitte infolge bleibenden Wachstums während des Betriebes maximal zulässige Durchmesser. Dynamische Verformungen sind nicht eingeschlossen.

Querschnittsbreite neu (Konstruktionsmaß)
ist ein Nennmaß auf die glatte Seitenwand bezogen.

Betriebsbreite max.
ist die maximal zulässige Breite. Sie schließt Scheuerleisten, Zierrippen, Beschriftung und bleibendes Wachstum während der Benutzung mit ein. Dynamische Verformungen sind **nicht** eingeschlossen.

Halbmesser statisch (statischer Reifenradius)
ist der Abstand von der Radmitte bis zur Standebene / Aufstandsfläche unter **Maximallast**. Kontrolle der Abmessungen am montierten und aufgepumpten Reifen mit Meßluftdruck nach DIN 70020, Bl. 5.

Felgenmittenabstand
Durch die Einhaltung des mind. Felgenmittenabstandes wird eine einwandfreie Funktion zweier Reifen nach ETRTOStandard ohne Ketten in Zwillingsmontage gewährleistet.

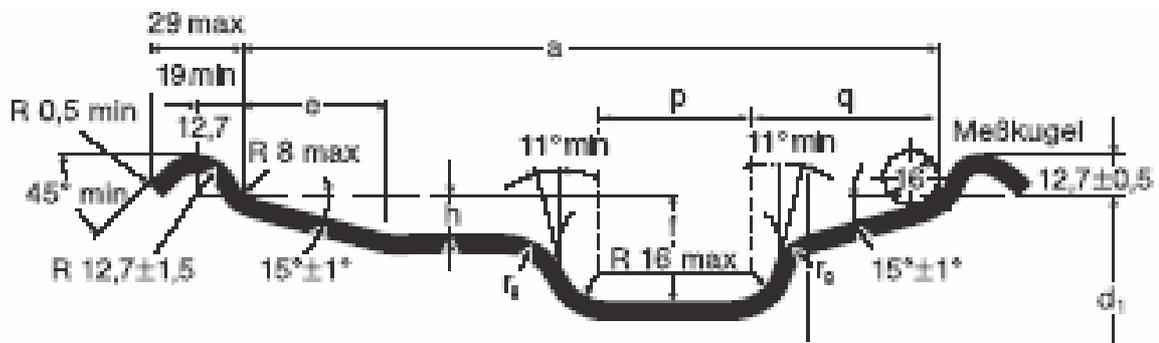
Abmessungen für Reifen 275/70 R 22,5 148/145J (DIN 70020):

Aufschlüsselung der Bezeichnung 275/70 R 22,5: Reifennennbreite 275mm, Höhe : Breite 70%, Bauart Radial, Felgen-Nenndurchmesser 22,5 als Code

Grösse	Felge		Reifenmasse					
	Felgenbreite	Min. Felgenmittenabstand	Max. Nennmasse im Betrieb		Istmasse Neureifen (Konstruktionsmass)		Stat. Halbmesser	Abrollumfang
			Breite max.	Aussen-ø max.	Breite +1%	Aussen-ø ±1%	±1,5 %	±2 %
			<i>inkl. Scheuerleisten und bleibendes Wachstum während des Betriebes</i>	<i>infolge bleibenden Wachstums während des Betriebes</i>	<i>glatte Seitenwand</i>			
275/70 R 22.5	7.50	307	279	973	267	961	452 447**	2920
275/70 R 22.5	8.25*	316	287	973	276	958	452 447**	2920

* Messfelge

** Stat. Radius: Unterschiedliche Angaben zwischen ERTRO 452mm und Reifenhersteller 447mm



Felgenreis		Maulweite						
Maulweitenbezeichnung	Felgendurchmesserbezeichnung	a	Grenzabmasse	e min.	p min.	q max.	f min.	h min.
7.50	22.5	190.5	±3.2	34	21	68	30	10
8.25	22.5	209.6	±3.2	36	28	70	30	10

Bei der Stadtbus Winterthur¹ werden heute ausschliesslich Felgen mit einer Breite von 7.50" eingesetzt. Evobus² liefert ihre Mercedes-Benz Citaro auch mit diesen Reifen aus.

¹ Auskunft Herr Gerber, Stadtbus Winterthur (Telefon vom 21. März 2006)

² Auskunft Herr Krieg, Evobus Kloten (Telefon vom 21. März 2006)

Messpunkte Hinterachse (Zugfahrzeug) Michelin X XZU 275/70 R 22.5:

Reifenhöhe	939
Reifendurchmesser	974
Profiltiefe (neuer Pneu)	19

Verschleiss auf Lauffläche (neuer Reifen)	0
---	---

Stat. Radius leerer Bus (berechnet aus Messungen)	452
---	-----

Reifenbreite	275
Reifenbreite MIT ABPLATTUNG	292

Breite Doppelreifen	605
Abstand Reifen	57

Verschleissanzeige (beidseitig Verschl.löcher)	4.5
Verschleiss seitlich (neuer Reifen)	0

Auswertung

Reifenbreite	275
Abstand Reifen	57

½ Abstand Reifen	28.5
------------------	------

Abstand Reifenflanke zu Spurweiten-Achse (Reifenbreite + ½ Abstand Reifen)	303.5
---	-------

Breite Doppelreifen (ohne Abplattung)	605
---------------------------------------	-----

Abstand Reifenflanke zu Spurweiten-Achse (½ Breite Doppelreifen)	302.5
--	-------

Aussage

- Fehler in den Messungen nur 1mm als positive Bemerkung zur Wahl und Auslegung der Messmittel

Auswertung

Stat. Radius leerer Bus aus Messungen (neuer Reifen)	452
Stat. Radius voller Bus (Vorgaben ERTRO)	452
Stat. Radius voller Bus (Angaben Reifenhersteller)	447

Res. Eindrückung zwischen leerem und vollem Bus (Vorgaben ERTRO)	0
Res. Eindrückung zwischen leerem und vollem Bus (Angaben Reifenhersteller)	5

Aussage

- Die ERTRO-Vorgaben werden nicht weiter berücksichtigt, weil sich damit keine Eindrückung zwischen leerem und vollem Bus ergeben würde. Es gelten also die Angaben der Reifenhersteller.

Vergleich neuer Reifen Pirelli 275/70 R 22,5 auf Felge im Pneulager mit neuem Reifen Michelin 275/70 R 22,5 am Fahrzeug:

Reifenbreite Pirelli 275/70 R 22,5	274
Verschleissring -Breite Pirelli 275/70 R 22,5	4.5
Profiltiefe Pirelli 275/70 R 22,5	18

Reifenbreite Michelin 275/70 R 22,5	274
Verschleissloch -Tiefe Michelin 275/70 R 22,5	4.5
Profiltiefe Michelin 275/70 R 22,5	19

Aussage

- Der mögliche Verschleiss der Reifenflanke durch Abrieb an Bordsteinen beträgt 4.5mm. Die Abnützung wird angezeigt mit einem nach aussen ragenden Verschleissing oder nach innen eingebrachten Verschleissloch.
- Die Reifenbreite reduziert sich um 4.5 mm bei einseitiger Abnützung der Reifenflanke. Reifenbreite einseitig abgenützt: 269.5mm
- Sofern der Reifen nach dem Verschleiss der einen Flanke auf der Felge gedreht wird, kann sich die 2. Flanke ebenfalls bis 4.5mm abnützen. Reifenbreite beidseitig abgenützt: 265mm
- Die Profiltiefe ist 18 bis 19mm (ohne Nachschneiden des Profils)

Profiltiefe und Nachschneiden:

Informationen aus dem Ratgeber Nfz-Reifen von Semperit:

Profiltiefe

Die in Deutschland (und in der Schweiz) gesetzlich zulässige Mindestprofiltiefe ist seit 1.1.92 1,6 mm. Die Mindestprofiltiefe muss über die gesamte Breite und den gesamten Umfang der Lauffläche vorhanden sein. Bei Reifen mit Abnutzungsindikatoren (Stege in den Profilrillen mit 1,6 mm Höhe) ist in diesen Rillen zu messen, wobei die Flächen der Abnutzungsindikatoren nicht in die Messung mit einzubeziehen sind.

Nachschneiderichtlinien

Alle Semperit-Reifen, bei denen ein Nachschneiden zulässig ist, tragen in Übereinstimmung mit ECE-Regelung 54 an beiden Seitenwänden das Wort **REGROOVABLE**.

Die durch das Nachschneiden zusätzlich gewonnene Profiltiefe bis zu 4 mm bedeutet eine erhebliche Mehrleistung.

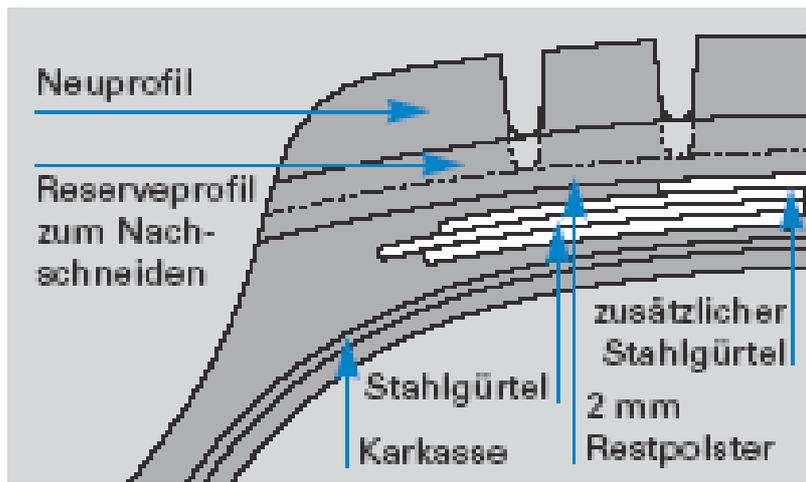


Abbildung 20: Reifenquerschnitt zum Nachschneiden

Beispiel

Reifengröße 315/80 R 22.5 M 430

Profiltiefe des neuen Reifens 20,0 mm

Zusätzliche Profiltiefe durch Nachschneiden 4,0 mm

Lkw-GS-Reifen haben in ihrem Aufbau zwischen Gürteloberkante und den Profilrillen die sogenannte Grundstärke.

Diese Polsterschicht soll das Eindringen von Fremdkörpern in den Stahlgürtel und die Karkasse verhindern.

Um die Kilometerleistung noch zu erhöhen, können Lkw-Reifen nachgeschnitten werden. Neben der zusätzlich gewonnenen max. Profiltiefe muß gemäß § 36 Erläuterung 6 StVZO 4.2 eine Restgrundstärke von 2 mm erhalten bleiben.

Für Reifen, die nach Erreichen der Abfahrgrenze runderneuert werden sollen, ist das Nachschneiden nicht in jedem Fall zu empfehlen. Durch die Verringerung der Grundstärke können Fremdkörper sehr viel schneller in den Stahlgürtel eindringen und durch Beschädigung zu Rostbildung führen. Hierdurch ist dann die Eignung zur Runderneuerung z.T. stark beeinträchtigt.

Der günstigste Zeitpunkt zum Nachschneiden ist erreicht, wenn das Profil des Neureifens bis auf ca. 3 mm abgefahren ist. Der Reifen ist dann auf eine gleichmäßige Abnutzung zu kontrollieren.

Blockierstellen oder unregelmäßiger Verschleiß sind zu beachten.

Aus einem Artikel aus dem Internet steht als Begriffserklärung für **Regroovable**: (engl.) Reifen dürfen nachgeschnitten werden, wenn sie die Bezeichnung "REGROOVABLE", das Zeichen  oder das Zeichen "v" tragen.

Aussage

- ➔ Der mögliche Verschleiss der Lauffläche eines Reifens 275/70 R 22,5 ist 18 bis 19mm als Profiltiefe abzüglich der gesetzlichen Restprofiltiefe von 1,6mm. Damit nicht zwischen ungeschnittenen und nachgeschnittenen Reifen unterschieden werden muss, wird hier zur Abschätzung des effektiven Verschleisses mit einer **Profiltiefe von 19mm** abzüglich der gemessenen Profiltiefe gerechnet.

Hier noch erläuternd die Reifenkennzeichnung für einen Reifen 315/70 R 22,5:

Beispiel für Reifenkennzeichnung:

315/70 R 22.5 152/148 L   0092542 tpls M 349

315 Reifenbreite in mm
70 Querschnittsverhältnis
 H:B in %
R Radialbauweise
22.5 Durchmessercode der
 Steilschulterfelge
152 3550 kg E Tragfähigkeit
 (Nenn-Betriebskennung)
148 3150 kg Zw Tragfähigkeit
 (Nenn-Betriebskennung)
L Geschwindigkeit 120 km/h
 (Nenn-Betriebskennung)
154 3750 kg E Tragfähigkeit
 (Zusatz-Betriebskennung)
150 3350 kg Zw Tragfähigkeit
 (Zusatz-Betriebskennung)
K Geschwindigkeit 110 km/h
 (Zusatz-Betriebskennung)
E12 0092542 Genehmigungs-
 kennzeichnung
tpls schlauchlos
M 349 Profilbezeichnung des
 Herstellers

Am Reifen können ferner uncodier-
te maximale Tragfähigkeits- und
Luftdruckwerte eingeheizt sein in
LBS (pounds - 1 lbs = 0,4536 kg)
bzw. PSI (pounds per square inch -
1 bar = 14,5 psi). Diese Angaben
gehören zu der Kennzeichnung
nach **US-Sicherheits-Gesetz**
FMVSS 119**). Es betrifft hier alle
neuen Luftreifen für Leicht-Lkw,
Lkw, Busse und Anhänger, die für
den Verkehr auf öffentlichen
Straßen bestimmt sind, ferner
auch Motorradreifen. Angewendet
wird es auch von Kanada sowie
Israel.

**) FMVSS = Federal Motor Vehicle Safety Standard

Bleibendes Wachstum während des Betriebes:

Felgen- breite	Min. Felgen- mittenabstand	Max. Nennmasse im Betrieb	
		Breite max. <i>inkl. Scheuerleisten und bleibendes Wachstum während des Betriebes</i>	Aussen-ø max. <i>infolge bleibenden Wachstums während des Betriebes</i>
7.50	307	279	973
8.25*	316	287	973

Aussage

- Ein Reifen dehnt sich aufgrund der Erfahrung der Reifenhersteller, wiedergegeben als Bemerkung „*bleibendes Wachstum*“ durch Walkarbeit des Reifens und damit „weicher“ werdendem Aufbau (Ermüdung) in der Breite und im Durchmesser aus.

BEILAGE 6: Messungen in den Depots/Werkstätten

12m-Busse	Anzahl zwischen 2000 bis 2004	Anzahl 2000 bis Ende 2005	Öffentliche Verkehrsbetriebe mit grösserer Anzahl Busse
MAN NL 313**	60		STI (BE) 14, TN (NE) 8, BVB (BS) 8
Merc.-Benz O 530	262		TPF (FR) 38, VZO (ZH) 22, TPL (TI) 18, BLT (BL) 18, BSU (SO) 10, VB (BE) 10, VBL (LU)
Neoplan N 4516**	41		VBZ (ZH) 40
Scania N 94 UB	28		ZVB (ZG) 11, RVBW (AG) 6, BBA (AG) 5
Solaris Urbino 12	32		WV (ZH) 25
Volvo HESS B7L	28		VBSH (SH) 10, VBRF (ZH) 9, AHW (ZH) 7
Van Hool A 330 CNG		22	TL (VD) 22

** baugleich

18m-Busse	Anzahl zwischen 2000 bis 2004	Anzahl 2000 bis Ende 2005	Öffentliche Verkehrsbetriebe mit grösserer Anzahl Busse
MAN NG 353	29		BVB (BS) 20, TN (NE) 2
Merc.-Benz O 530 G	153		VBL (LU) 24, TPF (FR) 22, VB (BE) 12, VZO (ZH) 11, BSU (SO) 10, ZVB (ZG) 10
Van Hool AG 300	32		TL (VD) 30
Volvo 7000	90		TPG (GE) 90
Volvo HESS B7LA	25		SVB (BE) 21, VBSH (SH) 5
Neoplan N 6121 Bimode	27		TL (VD) 27
Hess BGT-N2 C		34	TPG (GE) 26, VBL (LU) 8
MAN NG 363		20	STI (BE) 10, TN (NE) 10
Neoplan 4522		ca. 20	VBZ (ZH)
Solaris Urbino 18		ca. 20	WV (ZH)

Adressen öffentliche Verkehrsbetriebe für Messungen in den Depots/Werkstätten:

BVB (BS)

Basler Verkehrs-Betriebe
(Claragraben 55, Postfach 4005, 4058 Basel BS , 061 685 12 12)
Rankstr. 35
4058 Basel
061 686 96 33
Herr Edgar Studer, 061 686 96 37

STI (BE)

Verkehrsbetriebe STI (Steffisburg, Thun, Interlaken)
Grabenstr. 36
3600 Thun BE
033 225 13 13
Hr. Alfred Fankhauser

SVB (BE)

Bernmobil
Eigerplatz 3
Postfach 3000
3007 Bern
031 321 88 88
Herr Rolf Fankhauser, direkt 031 321 84 04

TL (VD)

TL Transports Publics de la région lausannoise SA
ch. du Closel 15
Case postale 1020 Renens 1
1020 Renens VD
021 621 01 11
Herr Yves Regamey

TPG (GE)

TPG Transports publics genevois
rte de La-Chapelle 1
Case postale 950
1212 Grand-Lancy GE
022 308 33 11
Hr. Rainer Schiele, direkt 022 308 34 85

VB (BE)

Verkehrsbetriebe Biel
Bözingenstrasse 80
Postfach 4025
2500 Biel 4 032 344 63 63

VBL (LU)

Verkehrsbetriebe Luzern AG
Tribtschenstr. 65
Postfach 6000 Luzern 12
6005 Luzern LU
041 369 65 65
Herr Walter Heimann, Werkstattchef, direkt 041 369 66 11

VBRF (ZH)

VBRF Meier E. AG resp. VBG Verkehrsbetriebe Glatttal
Eurobus
Althardstr. 174
8105 Regensdorf ZH
Herr H. Hayoz, 01 870 60 55

VBZ (ZH)

Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ)
(Luggwegstr. 65, Postfach, 8048 Zürich
8048 Zürich ZH 01 434 41 11)
Herr K. Hallauer, 044 308 96 26
Garagechef Garage Hagenholz
Hagenholzstrasse 77
8050 Zürich

WV (ZH)

Verkehrsbetriebe Winterthur resp. Stadtbus Winterthur
Tösstalstr. 86
Postfach 8402, Winterthur
8400 Winterthur
052 235 35 35
Hr. Christoph Gerber, direkt 052 235 35 41

ZVB (ZG)

Hr. Michael Roost
Zugerland Verkehrsbetriebe AG
General-Guisan-Str.
6300 Zug ZG
Hr. Gusti Villiger, direkt 041 728 58 82

BEILAGE 7: Messtermine

Messungen auf der Linie	24. Okt 05	TPG (GE)	Genf
	26. Okt 05	STI (BE)	Thun
	27. Okt 05	SVB (BE)	Bern
	28. Okt 05	TL (VD)	Lausanne
	29. Okt 05	BVB (BS)	Basel
	29. Okt 05	VBSH (SH)	Schaffhausen
	29. Okt 05	WV (ZH)	Winterthur
	31. Okt 05	ZVB (ZG)	Zug
	31. Okt 05	VBL (LU)	Luzern
	31. Okt 05	VBZ (ZH)	Zürich
	31. Okt 05	VBG /VBRF (ZH)	Kloten
Messungen im Depot	08. Nov 05	BVB (BS)	Basel
	09. Nov 05	ZVB (ZG)	Zug
	11. Nov 05	STI (BE)	Thun
	15. Nov 05	TL (VD)	Lausanne
	18. Nov 05	WV (ZH)	Winterthur
	24. Nov 05	TPG (GE)	Genf
	25. Nov 05	VBL (LU)	Luzern
	29. Nov 05	VBZ (ZH)	Zürich
	02. Dez 05	VBG /VBRF (ZH)	Kloten
	02. Dez 05	VBZ (ZH)	Zürich
	08. Dez 05	SVB (BE)	Bern
	09. Dez 05	WV (ZH)	Winterthur

BEILAGE 8: Messprotokolle (Messungen in den Depots/Werkstätten)

12m-Busse	Anzahl zwischen 2000 bis 2004	Anzahl 2000 bis Ende 2005	Gewählter Öffentlicher Verkehrsbetrieb für Messungen
MAN NL 313**	60		STI (BE)
Merc.-Benz O 530	262		VBL (LU)
Neoplan N 4516**	41		VBZ (ZH)
Scania N 94 UB	28		ZVB (ZG)
Solaris Urbino 12	32		WV (ZH)
Volvo HESS B7L	28		VBRF (ZH)
Van Hool A 330 CNG		22	TL (VD)

** baugleich

18m-Busse	Anzahl zwischen 2000 bis 2004	Anzahl 2000 bis Ende 2005	Gewählter Öffentlicher Verkehrsbetrieb für Messungen
MAN NG 353	29		BVB (BS)
Merc.-Benz O 530 G	153		VBL (LU)
Van Hool AG 300	32		TL (VD)
Volvo 7000	90		TPG (GE)
Volvo HESS B7LA	25		SVB (BE)
Hess BGT-N2 C		34	TPG (GE)
MAN NG 363		20	STI (BE)
Neoplan 4522		ca. 20	VBZ (ZH)
Solaris Urbino 18		ca. 20	WV (ZH)

Keine Messung möglich:

Neoplan N 6121 Bimode	27		TL (VD)
-----------------------	----	--	---------

Nachfolgend sind die Messungen für die Einstiegshöhen zusammengefasst.

Zur Auswertung im Bericht wurden der maximale und der minimale Wert gestrichen (unten dargestellt als durchgestrichener Wert).

Einstiegshöhe 12m-Busse:

Marke und Typ	MAN NL 313	Mercedes-Benz Citaro O 530	Neoplan N 4516	Scania HESS N 94 UB	Solaris Urbino	Van Hool A 330	Volvo HESS B7L
1. Türe vor Vorderachse							
Einstiegshöhe OHNE Kneeling	350	323	338	338	349	349	337
Einstiegshöhe MIT Kneeling	270	240	255	244	286	281	252
Kneeling	80	83	83	94	63	68	85
Profiltiefe	10	19	9	7	11.5	6	5.5
Korrekturmass neuer Reifen Vorderachse	9	0	10	12	7.5	13	13.5
Einstiegshöhe OHNE Kneeling	359	323	348	350	356.5	362	350.5
Einstiegshöhe MIT Kneeling	279	240	265	256	293.5	294	265.5
Kneeling	80	83	83	94	63	68	85
Höhe Karosserie b. Türe		54					
Kontrolle Höhe Unterkant	275	275					
2. Türe vor Hinterachse							
Einstiegshöhe OHNE Kneeling	370	351	370	348	372	352	351
Einstiegshöhe MIT Kneeling	290	259	287	266	316	294	310
Kneeling	80	92	83	82	56	58	41
Profiltiefe	16	19	19	16	16	8	19
Korrekturmass neuer Reifen Hinterachse	3	0	0	3	3	11	0
Einstiegshöhe OHNE Kneeling	373	351	370	351	375	363	351
Einstiegshöhe MIT Kneeling	293	259	287	269	319	305	310
Kneeling	80	92	83	82	56	58	41
Höhe Karosserie b. Türe		79					
Kontrolle Höhe Unterkant		280					
3. Türe nach Hinterachse							
Einstiegshöhe OHNE Kneeling	346	347	374		374	325	366
Einstiegshöhe MIT Kneeling	274	247	292	307	322	272	364
Kneeling	72	100	82		52	53	2
Profiltiefe	16	19	19	16	16	8	19
Korrekturmass neuer Reifen Hinterachse	3	0	0	3	3	11	0
Einstiegshöhe OHNE Kneeling	349	347	374		377	336	366
Einstiegshöhe MIT Kneeling	277	247	292	310	325	283	364
Kneeling	72	100	82		52	53	2
Höhe Karosserie b. Türe		75					
Kontrolle Höhe Unterkant		275					

Die „Höhe Karosserie b. Türe“ ist das Mass zwischen der Einstiegshöhe zur Unterkante der Karosserie. Leider wurde diese Höhe als Kontrolle nur bei einem Bus gemessen.

Fett dargestellt ist die Messung der Einstiegshöhe des Volvo HESS B7L bei der VBRF (ZH) in Regensdorf. Diese Messung ist widersprüchlich, sogar falsch. Der Grund liegt in einem defekten Luftfedersystem, das ständig ohne äussere Einflüsse nachgeregelt hat.

Dies zeigt folgende Kontrolle nach einer kurzen Fahrt:

Einstiegshöhe nach Fahrt um Gebäude (mit laufendem Motor)				
			Weitere Messungen	
1. Türe	ohne Kneeling	322	353, 334; 371:	Kontrolle bei der 1. Türe: regelt ständig
	mit Kneeling	271	Kneeling 51	
2. Türe	ohne Kneeling	349	351	
	mit Kneeling	311	Kneeling 38	
3. Türe	ohne Kneeling	376	358	
	mit Kneeling	365	Kneeling 11	

Einstiegshöhe 18m-Busse:

Marke und Typ	HESS BGT.N2C	MAN NG 353	MAN NL 363	Merc.-Benz O 530 G	Neoplan N 4522	Solaris Urbino	Van Hool AG 300	Volvo 7000	Volvo Hess B7LA 6x2
1. Türe vor Vorderachse									
Einstiegshöhe OHNE Kneeling	317	361	293	299	348	368	306	-	330
Einstiegshöhe MIT Kneeling	248	245	228	221		296	260	-	278
Kneeling	69	116	65	78		72	46		52
Profiltiefe	13.5	10	10	9		12.5	8	9	15
Korrektur neuer Reifen Vorderachse	5.5	9	9	10		6.5	11		4
Einstiegshöhe OHNE Kneeling	322.5	370	302	309		374.5	317		334
Einstiegshöhe MIT Kneeling	253.5	254	237	231		302.5	271		282
Kneeling	69	116	65	78		72	46		52
Höhe Karosserie b. Türe									48
2. Türe vor Hinterachse									
Einstiegshöhe OHNE Kneeling	349	365	376	338	347	353	351	-	360
Einstiegshöhe MIT Kneeling	278	290	305	282		292	309	-	313
Kneeling	71	75	71	56		61	42		47
Profiltiefe	19	8	10	10		14	18	11	10
Korrektur neuer Reifen Hinterachse	0	11	9	9		5	1		9
Einstiegshöhe OHNE Kneeling	349	376	385	347		358	352		369
Einstiegshöhe MIT Kneeling	278	301	314	291		297	310		322
Kneeling	71	75	71	56		61	42		47
Höhe Karosserie b. Türe									144
4. Türe vor Anhängerachse									
Einstiegshöhe OHNE Kneeling	333	360	365	330	330	350	324	-	367
Einstiegshöhe MIT Kneeling	264	287	283	280		291	276	-	329
Kneeling	69	73	82	50		59	45		38
Profiltiefe	17	14	20	8.5		12	7	16	12
Korrektur neuer Reifen Anhängerrachse	2	5	-1	10.5		7	12		7
Einstiegshöhe OHNE Kneeling	335	365	364	340.5		357	333		374
Einstiegshöhe MIT Kneeling	266	292	282	290.5		298	288		336
Kneeling	69	73	82	50		59	45		38

Reifen 12m-Busse:

Marke und Typ	MAN NL 313	Mercedes-Benz Citaro O 530	Neoplan N 4516	Scania HESS N 94 UB	Solaris Urbino	Van Hool A 330	Volvo HESS B7L
Messpunkte Vorderachse HORIZONTAL							
Reifenhersteller / -Typ	Michelin X(?) XZU	Michelin X XZU 275/70 R 22.5	Michelin XZU 275/70 R 22.5	Continental HSU 275/70 R 22.5 Urban Traffic			
Reifenhöhe	925	939	928	927	927	922	921
Reifendurchmesser	962	974	957		956	958	950
Reifenbreite	280	274	275	273	273	272	271
Reifenbreite mit Abplattung	290	290	289	292	286	289	290
Profiltiefe	10	19	9	7	11.5	6	5.5
Verschleissanzeige Flanke		4.5	4	5	5	4	2.5
		Loch	Loch	Loch	Loch	Loch	
Verschleiss Flanke	4.5	0	0.5	-0.5	-0.5	0.5	2
Verschleiss Lauffläche	9	0	10		7.5	13	13.5
Reifenhöhe neu	943	939	948		942	948	948
Reifendurchmesser neu	980	974	977		971	984	977
Stat. Radius	453	452	459.5		456.5	456	459.5
Stat. Radius beladen	447	447	447		447	447	447
Eindrückung leer->voll	6	5	12.5		9.5	9	12.5
Reifenbreite neu	284.5	274	275.5	272.5	272.5	272.5	273
halbe Abplattung	5	8	7	9.5	6.5	8.5	9.5

Messpunkte Hinterachse HORIZONTAL (Zugfahrzeug)							
Reifenhersteller / -Typ	Michelin X XZU ICE Grip	Michelin XZU 275/70 R 22.5	Pirelli CT 40 City 275/70 Winter	Michelin XZU (Winter-pneu)	Michelin XZU 275/70 R 22.5 Winter-pneu	Dunlop SP 531 City	Bridgestone W 990 275/70 R 22.5 SNOW
Reifenhöhe	931	939	957	943	948	924	956
Reifendurchmesser	965	974	983		973	958	977
Reifenbreite	272	275	273	277	278	266	261
Reifenbreite mit Abplattung	291	292	290	297	288	283	271
Breite Doppelreifen	603	605	602	596	611	585	584
Abstand Reifen	57	57	57	40	46	53	61
Profiltiefe	16	19	19	16	16	8	19
Verschleissanzeige Flanke	0	4.5	4	3.5	0	2	2
		Loch	Ring	Ring		Ring	Ring
Verschleiss Flanke	4.5	0	0.5	1	4.5	2.5	2.5
Verschleiss Lauffläche	3	0	0		3	11	0
Reifenhöhe neu	937	939	957		954	946	956
Reifendurchmesser neu	971	974	983		979	980	977
Stat. Radius	451.5	452	465.5		464.5	456	467.5
Stat. Radius beladen	447	447	447		447	447	447
Eindrückung leer->voll	4.5	5	18.5		17.5	9	20.5
Reifenbreite neu	276.5	275	273.5	278	282.5	268.5	263.5
halbe Abplattung	9.5	8.5	8.5	10	5	8.5	5

Den Angaben „Reifenhersteller / -Typ“ wurde nicht allzu sehr Aufmerksamkeit geboten und nicht mit Herstellerangaben verglichen:

- Das Angebot an unterschiedlichen Reifen (Hersteller, Reifengröße, Profiltyp aufgrund Einsatzbereich usw.) ist gross
- Die Aufschrift auf den Reifen konnte wegen Abriebverschleiss auf den Reifenflanken mehrheitlich nicht zufriedenstellend interpretiert werden

Zum Beispiel bei dem öffentlichen Verkehrsunternehmen STI (BE) werden 90% der Reifen aufgummiert. In der **Beilage 5** wird gezeigt, dass für die meistverwendeten Reifen 275/70 R 22.5 der Aussen-Durchmesser maximal 973mm sein darf:

Felgenbreite	Min. Felgenmittenabstand	Max. Nennmasse im Betrieb	
		Breite max. <i>inkl. Scheuerleisten und bleibendes Wachstum während des Betriebes</i>	Aussen-ø max. <i>infolge bleibenden Wachstums während des Betriebes</i>
7.50	307	279	973
8.25*	316	287	973

In den Tabellen der Messungen erkennt man jedoch, dass der Durchmesser der Reifen (effektiv gemessener Durchmesser, mit der restlichen Profiltiefe gegenüber der Profiltiefe auf einen neuen Reifen hochgerechnet) über diesem Durchmesser von 973mm liegt.

PNEU EGGER gibt auf ihrer Homepage Auskunft über Neugummierung an (Quelle: Bandag):

1. Inspektion

Ein Spezialist von Pneu Egger inspiziert mittels Lasershearographie die Karkasse. Für das Auffinden verdeckter Schäden stehen Verfahren aus der Luft- und Raumfahrt zur Verfügung. Kein Schaden bleibt unentdeckt.

2. Rauhen

Durch das Rauhen entfernt der Spezialist von Pneu Egger nicht nur das Restprofil, sondern stellt auch die ursprünglichen Einfederungspunkte wieder her. Das erhöht die Belastbarkeit und die Zuverlässigkeit des Reifens.

3. Reparatur

Indem er alle sichtbaren und verdeckten Schäden repariert, bereitet der Spezialist von Pneu Egger den Reifen auf die Neugummierung vor.

4. Aufbau

Der Spezialist von Pneu Egger trägt eine vorvulkanisierte Lauffläche auf die Karkasse auf. Ein Computer stellt sicher, dass die Fläche gleichmässig und mit der richtigen Spannung aufliegt.

5. Anbringen der Aussenhülle

Der Vulkanisier-Autoklave verbindet die Lauffläche mit der Karkasse. Eine vorher angebrachte Aussenhülle verhindert Verformungen.

6. Abschlussinspektion

Jeder Auftrag wird bei der Abschlussinspektion durch den Spezialisten von Pneu Egger dokumentiert.

Die Auskünfte von Herrn Zehnder, Aufgummierungswerk EGGER geben nähere Erkenntnisse:

- Pneu Egger ist einer der vier Lizenznehmer in der Schweiz des BANDAG-Verfahrens
- Bei den gebrauchten Reifen wird das abgefahrene Profil mit computergesteuerten Maschinen bis auf einen reifenspezifischen Durchmesser abgetragen.
- Der neue aufgetragene und daraufhin vulkanisierte Profillaufstreifen ist in der Höhe abhängig vom Profiltyp. Deshalb kann es im Durchmesser zu Abweichungen kommen.
- Da die verschlissenen Flanken ebenfalls wieder aufgummiert werden können, kann es auch in der Breite zu pneumarkenspezifischen Abweichungen kommen. Für die Breitenabweichung gilt zudem, dass der Reifen 275/70 R 22.5 auf einer 7.50" oder 8.25"-Felge montiert werden kann. Dies entspricht einer Felgenbreiten-Differenz von 0.75" = 19mm. (Es konnte nicht in Erfahrung gebracht werden, welche öV's welche der Felgen einsetzen und vom Bushersteller/Handel geliefert bekommen). Ein Teil dieser Abweichung von 19mm wird sich in der Breite der Reifen zeigen.
- Herr Zehnder hat in der Breite von Neureifen ebenfalls Unterschiede festgestellt und begründet dies mit dem Einsatz unterschiedlicher Form-Werkzeuge der global verstreuten Herstellwerke. Ein Werkstattchef eines öV's glaubt jedoch, bei den heutigen computergesteuerten Herstellprozessen für Reifen keine grossen geometrischen Abweichungen feststellen zu können.

Reifen18m-Busse:

Marke und Typ	HESS BGT.N2C	MAN NG 353	MAN NL 363	Merc.-Benz O 530 G	Neoplan N 4522	Solaris Urbino	Van Hool AG 300	Volvo 7000	Volvo Hess B7LA 6x2
Messpunkte Vorderachse HORIZONTAL									
Reifenhersteller / -Typ	Pirelli CT 40 City 275/70 R 22.5			Miche-lin X XZU 275/70 R 22.5		Michelin XZU (Sommer)	Michelin X 315/60 R 22.5	Dunlop SP 741 City 275/70 R 22.5	Pirelli CT40 CITY 275/70 R 22.5
Reifenhöhe	913	926	925	911		925	907	908	927
Reifendurchmesser	966	962	955	955		961	953	954	967
Reifenbreite	268	284	270	275		271	310	266	271
Reifenbreite mit Abplattung	295	290	290	294		288	333	284	290
Profiltiefe	13.5	10	10	9		12.5	8	9	15
Verschleissanzeige Flanke	0	4	4.5	3		4.5	3.5	2	3.5
	Ring	Loch	Loch	Loch		Loch	Loch	Ring	Ring
Verschleiss Flanke	4.5	0.5	0	1.5		0	1	2.5	1
Verschleiss Lauffläche	5.5	9	9	10		6.5	11	10	4
Reifenhöhe neu	924	944	943	931		938	929	928	935
Reifendurchmesser neu	977	980	973	975		974	975	974	975
Stat. Radius	435.5	454	456.5	443.5		451	441.5	441	447.5
Stat. Radius beladen	447	447	447	447		447	447	447	447
Eindrückung leer->voll	-11.5	7	9.5	-3.5		4	-5.5	-6	0.5
Reifenbreite neu	272.5	284.5	270	276.5		271	311	268.5	272
halbe Abplattung	13.5	3	10	9.5		8.5	11.5	9	9.5

Messpunkte Hinterachse HORIZONTAL (Zugfahrzeug)									
Reifenhersteller / -Typ	Pirelli CT 40 City 275/70 R 22.5 Winterpneu	Pirelli C 140	Michelin X XZU	Michelin X XZU 275/70 R 22.5		Michelin (Sommer)	Dunlop SP 431 City 275/70 R 22.5	Michelin X XZU 275/70 R 22.5	Dunlop SP 531 City M + S 275/70 R 22.5
Reifenhöhe	933	931	942	931		938	943	928	940
Reifendurchmesser	971	951		955		960	972	947	961
Reifenbreite	271	271	280	278		273	269	279	266
Reifenbreite mit Abplattung	285	282	287	286		281	280	285	272
Breite Doppelreifen	605	603	609	611		592	590	593	600
Abstand Reifen	57	53	58	52		44	51	43	65
Profiltiefe	19	8	10	10		14	18	11	10
Verschleissanzeige Flanke	3.5	0	4.5	4		5	3	5	1
	Ring		Ring	Loch		Loch	Ring	Loch	Ring
Verschleiss Flanke	1	4.5	0	0.5		-0.5	1.5	-0.5	3.5
Verschleiss Lauffläche	0	11		9		5	1	8	9
Reifenhöhe neu	933	953		949		948	945	944	958
Reifendurchmesser neu	971	973		973		970	974	963	979
Stat. Radius	447.5	466.5		462.5		463	458	462.5	468.5
Stat. Radius beladen	447	447	447	447		447	447	447	447
Eindrückung leer->voll	0.5	19.5		15.5		16	11	15.5	21.5
Reifenbreite neu	272	275.5	280	278.5		272.5	270.5	278.5	269.5
halbe Abplattung	7	5.5	3.5	4		4	5.5	3	3

Messpunkte Achse im Anhänger HORIZONTAL, Gelenkbus									
Reifenhersteller / -Typ	Pirelli CT 40 City 275/70 R 22.5	Continental	Michelin X XM 51	Dunlop SP 630 ? SNOW 275/70 R 22.5		Dunlop 531 City (Winter)	Michelin X 315/60 R 22.5 (gelenkt)	Michelin X XZU 275/70 R 22.5	Dunlop Sp 531 City M + S 275/70 R 22.5
Reifenhöhe	933	940	944	920		922	904	932	938
Reifendurchmesser	968	974		955		958	938	966	963
Reifenbreite	271	271	274	266		267	312	276	268
Reifenbreite mit Abplattung	288	288	293	280		286	328	292	283
Breite Doppelreifen	603	598	601	592		588		600	596
Abstand Reifen	60	55	54	67		58		48	61
Profiltiefe	17	14	20	8.5		12	7	16	12
Verschleissanzeige Flanke	4.5	4.5	5	0		2	3.5	4	2
	Ring	Loch	Ring	Ring		Ring	Loch	Loch	Ring
Verschleiss Flanke	0	0	-0.5	4.5		2.5	1	0.5	2.5
Verschleiss Lauffläche	2	5		10.5		7	12	3	7
Reifenhöhe neu	937	950		941		936	928	938	952
Reifendurchmesser neu	972	984		976		972	962	972	977
Stat. Radius	451	458		453		450	447	452	463.5
Stat. Radius beladen	447	447		447		447	447	447	447
Eindrückung leer->voll	4	11		6		3	0	5	16.5
Reifenbreite neu	271	271	273.5	270.5		269.5	313	276.5	270.5
halbe Abplattung	8.5	8.5	9.5	7		9.5	8	8	7.5

Folgende Messwerte zeigen viele Fehler, die einfach gelöscht werden:

Eindrückung leer->voll	-11.5	7	9.5	-3.5		4	-5.5	-6	0.5
------------------------	-------	---	-----	------	--	---	------	----	-----

Diese Fehler sind unterschiedlich begründet:

- Reifenspezifische Aufgummierung (Auskünfte PNEU EGGER, Hr. Zehnder)
- Widersprüchliche Normierungsvorgaben (z.B. Statischer Radius als Vorgabe der Normierungsbehörde ERTRO zu abweichenden Angaben der Reifenherstellern, vgl. Beilage 5)
- Nicht zuletzt können auch eigene Messfehler die Ursache sein
- Auch nachfolgend dargestellte Möglichkeit unterschiedlich abgenutzter Reifen kann ein Grund für Schwierigkeiten in der Messinterpretation sein.

Weitere mögliche Abweichungen sind:

Bei Zwillingmontage von Reifen mit unterschiedlichem Erhaltungszustand muss der grössere Reifen nach innen montiert werden. Dabei sollte die Differenz im Durchmesser des aufgepumpten Reifens nicht mehr als 6 mm sein.

Bei Reifen mit Abnutzungsindikatoren (TWI=Tread Wear Indikator, stegähnliche Erhöhungen von 1,6 mm) ist in den Rillen zu messen, in denen sich diese Abnutzungsindikatoren befinden. Abnutzungsindikatoren bei NFZ-Reifen zeigen, ob der Reifen die Abfahrsgrenze erreicht hat. Profiltiefenmessungen sind daher niemals auf, sondern neben den Abnutzungsindikatoren vorzunehmen. Dies konnte in den Messungen der Profiltiefe möglicherweise nicht eingehalten werden.

Ein "exotisch" eingesetzter Reifen an der Vorder- und „Anhänger“-Achse im 18m-Bus Van Hool wird hier näher angegeben:

Marke und Typ	Van Hool New AG 300 (18m)
Vorderachse: Michelin X 315/60 R 22.5	
Reifenhersteller / -Typ	Michelin X 315/60 R 22.5
Reifenhöhe	907
Reifendurchmesser	953
Reifenbreite	310
Reifenbreite mit Abplattung	333
Profiltiefe	8
Verschleissanzeige Flanke	3.5 (Loch)
Verschleiss Flanke	1
Verschleiss Lauffläche	11
Reifenhöhe neu	929
Reifendurchmesser neu	975
Stat. Radius	441.5
Stat. Radius beladen	447
Eindrückung leer->voll	-5.5
Reifenbreite neu	311
halbe Abplattung	11.5
Hinterachse (Zugfahrzeug): Dunlop SP 431 City 275/70 R 22.5 (Doppelbereifung)	
Achse im Anhänger, Gelenkbus: Michelin X 315/60 R 22.5 (gelenkt)	
Reifenhersteller / -Typ	Michelin X 315/60 R 22.5 (gelenkt)
Reifenhöhe	904
Reifendurchmesser	938
Reifenbreite	312
Reifenbreite mit Abplattung	328
Breite Doppelreifen	Nur 1 Reifen (auf einer Seite)
Abstand Reifen	Nur 1 Reifen (auf einer Seite)
Profiltiefe	7
Verschleissanzeige Flanke	3.5 (Loch)
Verschleiss Flanke	1
Verschleiss Lauffläche	12
Reifenhöhe neu	928
Reifendurchmesser neu	962
Stat. Radius	447
Stat. Radius beladen	447
Eindrückung leer->voll	0
Reifenbreite neu	313
halbe Abplattung	8

Abstand zu Karosserie 12m-Busse:

Marke und Typ	MAN NL 313			Merc.-Benz Citaro O 530			Neoplan N 4516		
		Diff.	Mittel		Diff.	Mittel		Diff.	Mittel
Messpunkte Vorderachse HORIZONTAL									
Karosserie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radkasten-Scheuerleiste	-21	-1	-21	-9	1	-10	-10	0	-10
Laufflächeseite	64	0	64	77	0	77	64	0	64
Innerer Verschleissring	50	1	49	65	0	65	56	1	55
Felge	65	1	64	82	-1	83	75	-3	76
Radkappe (Schutzring)	6	2	5	-3	-2	-2	17	-1	17
Radkappe (Schutzring)	4			-1			18		
Felge	64			84			77		
Innerer Verschleissring	49			64			54		
Laufflächeseite	64			77			64		
Radkasten-Scheuerleiste	-20			-10			-9		
Karosserie	0			0			0		
Messpunkte Hinterachse HORIZONTAL (Zugfahrzeug)									
Karosserie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radkasten-Scheuerleiste	-18	-6	-15	-8	1	-9			
Laufflächeseite	30	1	29	44	1	44	29	-4	31
Innerer Verschleissring	15	0	15	33	1	33	6	-11	
Felge	28	0	29	51	1	51	23	-2	24
Radkappe (Schutzring)	-9	3	-10						
Radkappe (Schutzring)	-12								
Felge	29			50			25		
Innerer Verschleissring	15			32			117		
Laufflächeseite	29			43			33		
Radkasten-Scheuerleiste	-12			-9					
Karosserie	0			0			0		

Die halbe Abplattung der Reifen liegt bei ca. 8mm (vgl. Messungen Reifen). Das heisst, dass die Reifen unten um ca. 16mm breiter sind.

Diese halbe Abplattung kann bei obigen Messungen beim Abstand der Laufflächeseite bis zur Karosserie abgezogen werden.

Das Messverfahren über nachfolgende Messpunkte wurde bereits in der Beilage 0 erklärt. Die Messpunkte liegen links und rechts vom Radmittelpunkt:

Karosserie
Radkasten-Scheuerleiste
Laufflächeseite
Innerer Verschleissring
Felge
Radkappe (Schutzring)
Radkappe (Schutzring)
Felge
Innerer Verschleissring
Laufflächeseite
Radkasten-Scheuerleiste
Karosserie

Die Messwerte werden zur Null-Referenz der Karosserie errechnet. Dann wird hier in der Auswertung die **Differenz** der Messungen zwischen rechts und links des Pneumittelpunktes ermittelt. Bei Abweichungen der Messungen an gleichen Messorten wird nochmals das **Mittel** errechnet. Kleine Abweichungen von in diesen Berechnungen liegen aufgrund Rundungsfehlern bei nur 1mm.

	Diff.	Mittel
0	0	0
-10	0	-10
64	0	64
56	1	55
75	-3	76
17	-1	17

18
77
54
64
-9
0

Grössere Abweichungen sind markiert und grobe Messfehler einfach gelöscht worden, vgl. nachfolgender Auszug:

Radkasten-Scheuerleiste	-18	-6	-15	-8	1	-9			
Laufflächeseite	30	1	29	44	1	44	29	-4	31
Innerer Verschleissring	15	0	15	33	1	33	6	-111	
Felge	28	0	29	51	1	51	23	-2	24

Marke und Typ	Scania HESS N 94 UB			Solaris Urbino			Van Hool A 330 CNG		
		Diff.	Mittel		Diff.	Mittel		Diff.	Mittel
Messpunkte Vorderachse HORIZONTAL									
Karosserie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radkasten-Scheuerleiste	-25	-6	-22				-8	-3	-7
Laufflächeseite	93	0	93	63	0	63	78	0	78
Innerer Verschleissring	84	0	83	53	1	53	68	-2	70
Felge	100	-2	101	71	2	70	86	-3	87
Radkappe (Schutzring)	27	-3	28	13	0	13	5	-2	6
Radkappe (Schutzring)	30			13			7		
Felge	102			68			89		
Innerer Verschleissring	83			52			71		
Laufflächeseite	93			63			78		
Radkasten-Scheuerleiste	-19						-5		
Karosserie	0			0			0		
Messpunkte Hinterachse HORIZONTAL (Zugfahrzeug)									
Karosserie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radkasten-Scheuerleiste							-6	4	-8
Laufflächeseite	80	-1	81	33	-2	34	32	-3	34
Innerer Verschleissring	60	-3	62	17	-3	19	15	-6	18
Felge	81	2	80	35	-5	37	29	-4	31
Radkappe (Schutzring)				14	-6	16			
Radkappe (Schutzring)				19					
Felge	79			39			33		
Innerer Verschleissring	63			20			21		
Laufflächeseite	82			35			35		
Radkasten-Scheuerleiste							-10		
Karosserie	0			0			0		

Marke und Typ	Volvo HESS B7L		
		Diff.	Mittel
Messpunkte Vorderachse HORIZONTAL			
Karosserie	0	0	0
Radkasten-Scheuerleiste	-17	1	-18
Laufflächeseite	85	0	85
Innerer Verschleissring	70	-3	71
Felge	86	-6	89
Radkappe (Schutzring)	4	-1	4
Radkappe (Schutzring)	5		
Felge	92		
Innerer Verschleissring	73		
Laufflächeseite	85		
Radkasten-Scheuerleiste	-18		
Karosserie	0		

Messpunkte Hinterachse HORIZONTAL (Zugfahrzeug)			
Karosserie	0	0	0
Radkasten-Scheuerleiste	-23	-2	-22
Laufflächeseite	45	7	42
Innerer Verschleissring	29	5	27
Felge	37	2	36
Radkappe (Schutzring)	19	5	16
Radkappe (Schutzring)	14		
Felge	35		
Innerer Verschleissring	24		
Laufflächeseite	38		
Radkasten-Scheuerleiste	-20		
Karosserie	0		

Abstand zu Karosserie 18m-Busse:

Marke und Typ	HESS BGT.N2C			MAN NG 353			MAN NL 363		
		Diff.	Mittel		Diff.	Mittel		Diff.	Mittel
Messpunkte Vorderachse HORIZONTAL									
Karosserie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radkasten-Scheuerleiste	-17	-2	-16	-8	0	-8	-16	1	-16
Laufflächeseite	105	0	105	62	0	62	63	0	63
Innerer Verschleissring	89	2	87	39	-12	45	44	0	44
Felge	102	0	101	53	-8	57	59	0	59
Radkappe (Schutzring)	17	2	15	-28	-4	-26	-1	3	-2
Radkappe (Schutzring)	14			-24			-4		
Felge	101			60			59		
Innerer Verschleissring	86			51			44		
Laufflächeseite	105			62			63		
Radkasten-Scheuerleiste	-15			-7			-17		
Karosserie	0			0			0		
Messpunkte Hinterachse HORIZONTAL (Zugfahrzeug)									
Karosserie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radkasten-Scheuerleiste	-21	0	-22	-9	-1	-8	-13	4	-15
Laufflächeseite	74	-1	74	34	-3	36	27	-6	30
Innerer Verschleissring	52	2	50	21	3	19	13	-1	13
Felge	69	2	68	37	2	36	33	2	32
Radkappe (Schutzring)				8	-1	9	-7	3	-9
Radkappe (Schutzring)				9			-10		
Felge	67			34			32		
Innerer Verschleissring	49			18			14		
Laufflächeseite	75			38			33		
Radkasten-Scheuerleiste	-22			-8			-16		
Karosserie	0			0			0		
Messpunkte Achse im Anhänger HORIZONTAL, Gelenkbus									
Karosserie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radkasten-Scheuerleiste	-20	0	-20	-10	0	-10	-14	-1	-14
Laufflächeseite	69	-1	70	41	1	41	23	-10	28
Innerer Verschleissring	49	1	49	21	-1	21	18	-3	19
Felge	66	1	66	36	0	36	34	-5	37
Radkappe (Schutzring)				14	-2	15	-13	-1	-12
Radkappe (Schutzring)				16			-11		
Felge	65			36			39		
Innerer Verschleissring	48			21			21		
Laufflächeseite	70			40			33		
Radkasten-Scheuerleiste	-19			-9			-14		
Karosserie	0			0			0		

Marke und Typ	Merc.-Benz Citaro O 530 G			Neoplan N 4522			Solaris Urbino		
		Diff.	Mittel		Diff.	Mittel		Diff.	Mittel
Messpunkte Vorderachse HORIZONTAL									
Karosserie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radkasten-Scheuerleiste	-4	4	-5	-12	0	-12			
Laufflächeseite	84	0	84	61	0	61	60	0	60
Innerer Verschleissring	72	0	72	48	-1	49	49	-3	50
Felge	90	0	90	68	0	68	65	0	65
Radkappe (Schutzring)	5	-1	5	12	2	12	8	-2	9
Radkappe (Schutzring)	5			11			11		
Felge	90			68			65		
Innerer Verschleissring	71			50			51		
Laufflächeseite	84			61			60		
Radkasten-Scheuerleiste	-7			-13					
Karosserie	0			0			0		
Messpunkte Hinterachse HORIZONTAL (Zugfahrzeug)									
Karosserie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radkasten-Scheuerleiste	-7	-1	-7	-16	0	-16			
Laufflächeseite	50	0	49				36	4	34
Innerer Verschleissring	31	-1	32	1	-2	3	28	5	26
Felge	54	-1	54				45	4	43
Radkappe (Schutzring)							26	3	24
Radkappe (Schutzring)							23		
Felge	55						41		
Innerer Verschleissring	33			4			23		
Laufflächeseite	49						33		
Radkasten-Scheuerleiste	-6			-16					
Karosserie	0			0			0		
Messpunkte Achse im Anhänger HORIZONTAL, Gelenkbus									
Karosserie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radkasten-Scheuerleiste	-9	-1	-8	1	14	-6			
Laufflächeseite	54	0	54				44	0	44
Innerer Verschleissring	39	1	39	9	-2	10	28	0	28
Felge	53	3	52				35	-2	37
Radkappe (Schutzring)							15	###	
Radkappe (Schutzring)							116		
Felge	50						38		
Innerer Verschleissring	38			10			28		
Laufflächeseite	54						45		
Radkasten-Scheuerleiste	-8			-13					
Karosserie	0			0			0		

Marke und Typ	Van Hool New AG 300			Volvo 7000			Volvo Hess B7LA		
		Diff.	Mittel		Diff.	Mittel		Diff.	Mittel
Messpunkte Vorderachse HORIZONTAL									
Karosserie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radkasten-Scheuerleiste	-5	4	-7	-8	1	-9	-19	-4	-18
Laufflächeseite	64	0	64	96	0	96	103	0	103
Innerer Verschleissring	52	0	52	81	-1	81	85	1	84
Felge	66	-2	67	98	2	96	100	1	99
Radkappe (Schutzring)	8	-3	9	19	-1	19	14	-2	15
Radkappe (Schutzring)	11			20			17		
Felge	68			95			98		
Innerer Verschleissring	52			81			84		
Laufflächeseite	64			96			103		
Radkasten-Scheuerleiste	-10			-9			-16		
Karosserie	0			0			0		
Messpunkte Hinterachse HORIZONTAL (Zugfahrzeug)									
Karosserie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radkasten-Scheuerleiste	-4	2	-5	-9	0	-8	-19	2	-19
Laufflächeseite	29	1	28	33	-4	34	69	0	69
Innerer Verschleissring	10	-3	11	20	0	20	45	5	42
Felge	26	-1	26	37	-3	38	61	5	59
Radkappe (Schutzring)									
Radkappe (Schutzring)									
Felge	26			40			57		
Innerer Verschleissring	13			20			40		
Laufflächeseite	27			36			68		
Radkasten-Scheuerleiste	-5			-8			-20		
Karosserie	0			0			0		
Messpunkte Achse im Anhänger HORIZONTAL, Gelenkbus									
Karosserie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radkasten-Scheuerleiste	-10	-2	-9	-7	3	-8	-20	-1	-20
Laufflächeseite	64	-5	66	38	-1	39	63	0	63
Innerer Verschleissring	51	-6	54	22	-4	25	37	-1	38
Felge	68	-3	70	40	-4	42	57	0	57
Radkappe (Schutzring)	8	-4	10						
Radkappe (Schutzring)	13								
Felge	72			44			56		
Innerer Verschleissring	57			27			38		
Laufflächeseite	68			40			63		
Radkasten-Scheuerleiste	-8			-9			-19		
Karosserie	0			0			0		

Längen 12m-Busse:

Marke und Typ	Vorderer Überhang *	Mitte 1. Türe	1. Achse	2. Türe	2. Achse	3. Türe						Hinterer Überhang *	Fahrzeuglänge
MAN NL 313	398	1077	2690	5500	8536	10128						10887	11933
Merc.-Benz Citaro O 530	-	-	-	-	-	-						-	-
Neoplan N 4516	406	1084	2687	5502	8568	10150						10865	11945
Scania HESS N 94 UB	-	-	-	-	-	-						-	-
Solaris Urbino	525	1042	2642	6225	8551	10285						10984	11877
Volvo HESS B7L	400	1134	2705	5586	8562	10131						10818	11938
Van Hool A 330 CNG	833	1009	2707	6067	8487	10129						10184	11963

* hier gilt für den vorderen und hinteren Überhang das Mass von vorne gemessen bis zur Kante horizontale Karosserie-Unterkante zur 7° abgeschrägten Karosserieunterkante des Überhangs

Längen 18m-Busse:

Marke und Typ	Vorderer Überhang *	Mitte 1. Türe	1. Achse	2. Türe	2. Achse	3. Türe	Anfang Balg	Ende Balg	3. Türe	3. Achse	4. Türe	Hinterer Überhang *	Fahrzeuglänge
MAN NG 353	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Merc.-Benz Citaro O 530 G	393	1075	2691	6897	8534		9542	11199	12891	14529	16118	16816	17900
Van Hool AG 300	687	1006	2724	6000	8520		9547	11048	13513	15648	17014	17320	17983
Volvo 7000	376	1097	2682	5378	7829		8939	10515	12143	14586	16154	16885	17839
Volvo Hess B7LA	407	1078	2715	5589	8532		9022	10667	12272	14632	16203	16880	18015
Neoplan N 4522	423	1087	2718	7011	8587		9524	11049	13764	15320	16903	17642	18720
Solaris Urbino	598	1150	2710	5548	7841		8894	10410	12885	14605	16339	17007	17936
MAN NL 363	416	1102	2725	6279	7803		8783	10309	13032	14610		16907	17956
HESS BGT.N2C	412	1116	2700	5455	8558		9617	11147	12904	14517	16122	16858	17922

* hier gilt für den vorderen und hinteren Überhang das Mass von vorne gemessen bis zur Kante horizontale Karosserie-Unterkante zur 7° abgeschrägten Karosserieunterkante des Überhangs

Die Tabelle in **Beilage 4** (Werte aus dem früheren Projekt) wird ergänzt durch die zusätzlich gemessenen Busse:

12m-Busse

Van Hool A 330 CNG

18m-Busse

Van Hool AG 300

Van Hool AG 300 (Masse nicht gemessen, nur aus Zeichnung vorhanden)

Neoplan N 4522

Solaris Urbino

MAN NL 363

HESS BGT.N2C

Die baugleichen 12m-Busse**, welche ausgemessen wurden, hatten die 2. Türe um zwei Sitzreihen weiter vorne. Beim 18m-Bus Volvo HESS B7LA eine Differenz beim Radstand.

Marke und Typ	Anzahl zwischen 2000-2004	Gesamtlänge	Radstand	Radstand Anhängerachse	Vorderer Überhang	hinterer Überhang	Position Tür #1	Position Tür #2	Position Tür #3	Abstand Front zu 1. Türe	Abstand 1. Türe zu 2. Türe	Abstand 1. Türe zu 3. Türe im Anhänger
12m-Busse												
MAN NL 313**	60	11950	5875		2700	3375	1650	4250		1050	-5900	
								2810			-4423	
Neoplan N 4516**	41	11950	5875		2700	3375	1650	4250		1050	-5900	
								2815			-4418	
18m-Busse												
Volvo HESS B7LA	25	17989	5230	6660	2700	3399	1610	2860	9480	1090	-4470	-11090
			5817	6100								

Seit dem 1. Dez. 2002 gilt für Gelenkbusse eine Gesamtlänge von 18,75 m (vgl. **Beilage 14**).

Der gemessene Neoplan N 4522 hatte bereits diese Länge, vom Van Hool AG 300 sind die Masse aus einer Zeichnung wiedergegeben:

Van Hool AG 300 (Zeichnung)		18735	5790	7550	2715	2680	1515	3450	11595	1200	-4965	-13110
Neoplan N 4522	20	18720	5875	6770	2700	3375	1620	4300	11045	1080	-5920	-12665

Nachfolgend ist die Tabelle mit der Struktur der Zusammenstellung in **Beilage 4** nochmals aufgeführt, hier zusammen mit den Zusätzen:

Korrigierte Tabellen aus Beilage 4:

Marke und Typ	Anzahl zwischen 2000-2004	Gesamtlänge	Radstand	Radstand Anhängerachse	Vorderer Überhang	hinterer Überhang	Position Tür #1	Position Tür #2	Position Tür #3	Abstand Front zu 1. Türe	Abstand 1. Türe zu 2. Türe	Abstand 1. Türe zu 3. Türe im Anhänger
12m-Busse												
MAN NL 313**	60	11950	5875		2700	3375	1650	4250		1050	-5900	
								2810			-4423	
Merc.-Benz O 530	262	11950	5845		2705	3400	1600	4220		1105	-5820	
Neoplan N 4516**	41	11950	5875		2700	3375	1650	4250		1050	-5900	
								2815			-4418	
Scania N 94 UB	28	11995	5875		2731	3389	1610	3520			-5130	
Solaris Urbino 12	32	12000	5900		2700	3400	1580	3590		1120	-5170	
Volvo HESS B7L	28	11965	5845		2750	3370	1610	2860		1140	-4470	
Van Hool A 330 CNG	22	11995	5790		2715	3490	1640	3400		1075	-5040	
18m-Busse												
MAN NG 353	29	17950	5105	6770	2700	3375	1650	3550	10250	1050	-5200	-11900
Merc.-Benz O 530 G	153	17940	5845	5990	2705	3400	1600	4220	10180	1105	-5820	-11780
Van Hool AG 300	32	17985	5790	7150	2715	2330	1700	3300	10800	1015	-5000	-12500
Volvo 7000	90	17944	5190	6755	2665	3334	1585	2715	9485	1080	-4300	-11070
Volvo HESS B7LA	25	17989	5230	6660	2700	3399	1610	2860	9480	1090	-4470	-11090
			5817	6100								
Van Hool AG 300	32	17985	5790	7150	2715	2330	1700	3300	10800	1015	-5000	-12500
Van Hool AG 300 (Zeichnung)		18735	5790	7550	2715	2680	1515	3450	11595	1200	-4965	-13110
Neoplan N 4522	20	18720	5875	6770	2700	3375	1620	4300	11045	1080	-5920	-12665
Solaris Urbino	20	18000	5130	6770	2700	3400	1600	2815	10173	1100	-4415	-11773
MAN NL 363	20	17956	5078	6807	2725	3346	1623	3554	10307	1102	-5177	-11930
HESS BGT.N2C	34	17922	5858	5959	2700	3405	1584	2755	10204	1116	-4339	-11788
Erklärung: (alle Masse in mm bis zur Mitte der Türen)												
Position Tür #1: Abstand Vorderachse-vordere Tür												
Position Tür #2: Abstand Vorderachse-mittlere Tür												
Position Tür #3: Abstand Vorderachse -Türe vor der Achse des Anhängers												
Radstand Anhängerachse: Abstand zwischen 2. Achse im Zugfahrzeug und Achse im Anhänger												
Vorderer Überhang: Abstand zwischen Front und Vorderachse												
Hinterer Überhang: Abstand zwischen Heck und Hinterachse												

Busbreiten

Die Breite der Busse darf höchstens 2.55 m betragen. An der Unterkante der Karosserie wurden folgende gemessen:

Busbreiten 12m-Busse:

Marke und Typ	MAN NL 313	Merc.-Benz Citaro O 530	Neoplan N 4516	Scania HESS N 94 UB	Solaris Urbino 12m	Van Hool A 330 CNG	Volvo HESS B7L
Breite	2470		2450	2540	2510	2500	2480
			Nach 1. Achse	Vor Vorderrad	vorne		Vor Hinterachse

Busbreiten 18m-Busse:

Marke und Typ	HESS BGT.N2 C	MAN NG 353	MAN NL 363	Merc.-Benz Citaro O 530 G	Neoplan N 4522	Solaris Urbino 18m	Van Hool New AG 300	Volvo 7000	Volvo Hess B7LA
Breite	2540	2470 resp. 2450	2470		2450	2520	2500	2500	2530
	Vor Vorderachse und vor Balg	Vor Vorderachse resp. vor Balg	Ohne aufgeklebte Reflektoren		Vor Hinterachse	vor Balg			vor Balg

Die maximale Breite der Karosserie eines Busses darf 2550mm nicht überschreiten. Die an der Front an gebrachten Rückspiegel ragen natürlich weiter hinaus, damit die Übersicht gewahrt werden kann.

In den meisten Zeichnungen und Angaben der Hersteller ist denn auch diese maximale Breite von 2550mm eingetragen. Dieses Mass schliesst angeklebte Reflektoren, Türoffnungsschalter und auch die Radkasten-Scheuerleisten mit ein. Die Radkasten-Scheuerleisten ragen bis ca. 20mm gegenüber der seitlichen Karosseriefäche hervor.

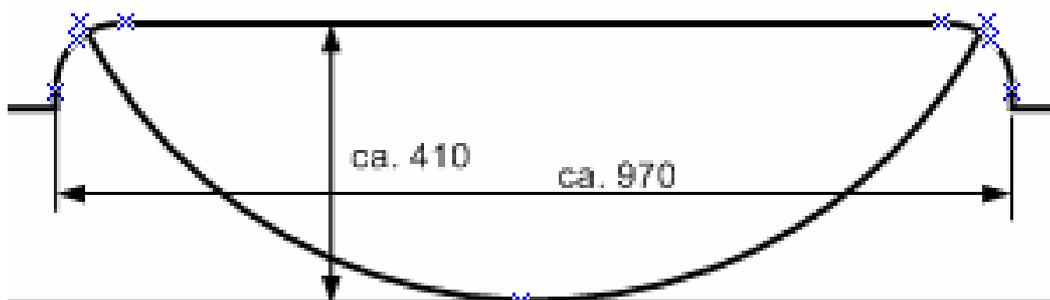
Die seitliche Karosseriefäche, welche in obigen Messungen „Abstand zu Karosserie“ als Null-Referenz dient, unterliegt gegenüber der gesetzlichen Breite einer Abweichung von ca. 20mm (nach innen), welche durch den fahrzeugspezifischen Karosserieaufbau (und ev. durch Fertigungstoleranzen) begründet werden kann. Zwei Beispiele aus der Testmessung **Beilage 1** zeigen dies, obwohl das erste Beispiel noch ein Bus mit einer Fahrzeugbreite von 2500 gewesen sein könnte:

	Mercedes-Benz Citaro O 530 G	Bus-Nr. 141	Bus-Nr. 148
Fahrzeugbreite zwischen 1. Türe und Radkasten der Vorderachse		2450	2500
Fahrzeugbreite vor 2. Türe		2460	2510
Fahrzeugbreite vor 3. Türe		2460	

Die Busbreite beim Neoplan N 4522 wurde neben der Radabdeckung gemessen.



ca. 40mm vorstehend
gegenüber Karrosserie



BEILAGE 9: WABCO <http://www.wabco-auto.com/intl/de/>

Die Homepage von WABCO bietet umfangreiche Informationen. Als kleine Lesehilfe sei hier teilweise wiedergegeben:



WABCO: Produktkatalog: Druckschriften

Willkommen zur WABCO Druckschriftenübersicht.

Geben Sie den Titel ein oder einen Teil davon. Mit % werden alle Titel angezeigt.

Suche Anzeige max: je Seite

Alle Angaben dienen nur der Information.

1. [ECAS 4x2 / 6x2, Bedienungsanl. Diagn. Contr.](#) (de)
2. [ECAS 4x2 S2000, Bedienungsanl. Diagn. Contr.](#) (de)
3. [ECAS 4x2-A, 6x2-A, Bedienungsanl. Diagn. Contr.](#) (fr)
4. [ECAS 4x2-A, 6x2-A, BUS-A, Bedienungsanl. D.C.](#) (2)
5. [ECAS 4x2-KWP, Bedienungsanl. Diagn. Contr.](#) (de)
6. [ECAS 6x2-DV, Bedienungsanl. Diagn. Contr.](#) (de)
7. [ECAS Anhänger - Systembeschreibung](#) (12)
8. [ECAS Bedieneinheiten](#) (2)
9. [ECAS BUS - SAE, Bedienungsanl. Diagn. Contr.](#) (en)

10. [ECAS Bus Citaro, Bedienungsanleitung Diagn. Contr.](#) (de)
11. [ECAS Bus mit/ohne DS, Bedienungsanl. Diagn. Contr.](#) (de)
12. [ECAS für Anh., Bedienungsanl. Diagn. Contr.](#) (de)
13. [ECAS für Anhängfahrzeuge](#) (2)
14. [ECAS für Anhängfahrzeuge, Bedienungsanleitung](#) (2)
15. [ECAS für luftgefederte Busse](#) (5)
16. [ECAS für luftgefederte Busse / CAN](#) (2)
17. [ECAS für Nutzkraftwagen](#) (2)
18. [ECAS für PKW und leichte Nutzfahrzeuge](#) (2)
19. [ECAS im Motorwagen](#) (4)
20. [ECAS/ESAC, Bedienungsanl. Diagn. Contr.](#) (de)
21. [Trainings-Unterlagen ECAS](#) (de)

<p>815_170.pdf Bedienungsanleitung für den WABCO Diagnostic Controller 446 300 320 0 mit Programmkarte ECAS 4x2-A 446 300 520 0 oder ECAS 6x2-A 446 300 526 0 oder ECAS BUS-A 446 300 528 0</p>
<p>815_181.pdf Bedienungsanleitung für den WABCO Diagnostic Controller 446 300 320 0 mit Programmkarte ECAS-Anhänger 446 300 539 0</p>
<p>815_182.pdf Bedienungsanleitung ECAS für Anhängfahrzeuge</p>
<p>815_205.pdf Elektronische Niveauregelung (ECAS) für luftgefederte Busse Systemfunktionen Systemkonfiguration Komponenten Sicherheitskonzept Diagnose Blinkcode Servicekonzept Schaltpläne Ausgabe 1997</p>
<p>815_281.pdf Bedienungsanleitung für den WABCO Diagnostic Controller 446 300 320 0 mit Programmkarte ECAS 6x2-DV 446 300 623 0</p>
<p>815_285.pdf Bedienungsanleitung für den WABCO Diagnostic Controller 446 300 320 0 mit Programmkarte 446 300 881 0</p>
<p>815_286.pdf Bedienungsanleitung für den WABCO Diagnostic Controller 446 300 320 0 mit Programmkarte 446 300 880 0</p>
<p>815_305.pdf</p>

Bedienungsanleitung

für den WABCO Diagnostic Controller 446 300 320 0 mit
Diagnostic Program **BUS Citaro** 446 300 894 0

815_319.pdf

ECAS für Busse

Systemfunktionen
Systemkonfiguration
Komponenten
Sicherheitskonzept
Diagnose
Schaltpläne
Ausgabe April 2000

815_321.pdf

Bedienungsanleitung

für den WABCO Diagnostic Controller 446 300 320 0 mit Programmkarte 446 300 882 0 ECAS 4x2-S2000

820_023.pdf

ECAS Elektronische Niveauregulierung für luftgefederte Anhängfahrzeuge

6003_002.pdf

ECAS RCU / Bedieneinheit / Télécommande

8150200253_t1.pdf

Elektronische Niveauregelung für luftgefederte Anhängfahrzeuge (ECAS)

8150200253_t2.pdf

Elektronische Niveauregelung für luftgefederte Anhängfahrzeuge (ECAS)

8150200253_t3.pdf

Elektronische Niveauregelung für luftgefederte Anhängfahrzeuge (ECAS)

8150200253_t4.pdf

Elektronische Niveauregelung für luftgefederte Anhängfahrzeuge (ECAS)

Wichtig zur Betrachtung eines 12m-Busses (ohne Anhänger) sind:

815_205.pdf

Elektronische Niveauregelung (ECAS) für luftgefederte Busse

Ausgabe 1997

815_319.pdf

ECAS für Busse

Ausgabe April 2000

Die Dateien können aus dem Internet einfach heruntergeladen werden. Zwei wichtige Kapitel zur Beurteilung sind „Kalibrierung“ und „Regelalgorithmus“, deshalb diese nachfolgend aufgeführt werden:

Das Kalibrieren:

Damit die ECU die Sensorwerte richtig bewerten kann, muß nach Erstinstallation des Systems oder auch nach Reparaturarbeiten z.B. am Wegsensor (Fahrzeugherstellerhinweise beachten) die ECAS-Anlage neu auf die Fahrzeugspezifischen Daten (Höhen) eingestellt werden, d.h., daß z.B. ein momentan gemessener Wegsensorwert dem Normalniveau entspricht.

Dieser Wert wird in den nicht flüchtigen Speicher der Elektronik mit der Bewertung „Normalniveau“ eingeschrieben und steht von nun an immer wieder für den Befehl „Normalniveau“ zur Verfügung. Durch die Kalibrierung werden die Toleranzen der Systembestandteile ausgeglichen. Bei Austausch einer Systemkomponente muß deshalb erneut ein Kalibriervorgang durchgeführt werden.

Es werden die drei Höhenwerte der Wegsensoren Normalniveau, obere und untere Niveaubegrenzung kalibriert. **Die obere oder untere Niveaugrenze muß dabei nicht einem Pufferanschlag entsprechen. Die kalibrierten Werte werden von ECAS als höchstes und tiefstes Niveau übernommen.**

Optional braucht nur das Normalniveau kalibriert zu werden, die Niveaus für die obere und untere Höhenbegrenzung werden dann als Zahlenwerte eingegeben.

Vor der Kalibrierung muß die richtige Funktion des Wegsensors sichergestellt sein. Das Fahrzeug muß auf einem waagerechten und ebenen Untergrund stehen.

Bei Systemen mit Drucksensor muß zusätzlich ein Drucksensorwert (Atmosphärendruck) kalibriert werden.

Die Kalibrierung mittels Diagnostic Controller ist anzustreben.

Kalibrierung von Fahrzeugen mit zwei Wegsensoren an einer Achse

Bei der Kalibrierung kann trotz gleicher Höhe des Aufbaus auf beiden Seiten auf Grund der Wirkung des Achsstabilisators ein unterschiedlicher Balgdruck vorherrschen. Da das Magnetventil für die Achse mit zwei Wegsensoren keine Querdrossel besitzt, wird dieser Druckunterschied nicht ausgeglichen. Bei geringer Solltoleranz wird im späteren Betrieb immer wieder mit diesem Druckunterschied gefahren, mit dem Nachteil, daß die Achse einseitig stärker belastet ist.

Aus diesem Grund ist es vorteilhaft, während der Kalibrierung die Bälge der Achse an den Prüfanschlüssen mit einem Schlauch zu verbinden. So haben die Bälge dann gleichen Druck, und es tritt keine Verspannung im Achskörper auf.

Wegsensorkalibrierung mit dem Diagnostic Controller

Die Systemkalibrierung mit Diagnostic Controller wird folgendermaßen durchgeführt:

a) Es wird damit begonnen, das Fahrzeug mittels Ansteuerung per Diagnostic Controller in die Normalniveaus I (Normalniveau jeweils für Vorder und Hinterachse) zu bringen. Danach den Beginn der Kalibrierung auslösen (Istniveaus werden als Normalniveaus gespeichert).

b) Fahrzeug mittels Diagnostic Controller auf obere Anschlagniveaus bringen. Danach erneut Kalibrierung auslösen. (Istniveaus werden als obere Anschlagniveaus gespeichert.)

c) Fahrzeug mit Diagnostic Controller auf untere Anschlagniveaus bringen. Danach erneut Kalibrierung auslösen. (Istniveaus werden als untere Anschlagniveaus gespeichert.)

Nach Beendigung der einzelnen Kalibrierungsphasen zeigt der Diagnostic Controller mittels Überprüfung des Fehlerspeichers an, ob die Kalibrierung korrekt oder fehlerhaft durchgeführt wurde.

Hierbei ist auf folgende Anforderungen zu achten:

- die eingegebenen Wegsensorwerte müssen >4 Counts sein
- die eingegebenen Wegsensorwerte müssen <255 Counts sein
- das obere Anschlagniveau muß größer sein als das Normalniveau plus dreifacher Toleranz des Sollniveaus plus drei Counts
- das untere Anschlagniveau muß kleiner sein als das Normalniveau minus zweifacher Toleranz des Sollniveaus

Kalibrierung nur eines Niveaus (Normalniveau)

Ausgehend vom Normalniveau hinten links und rechts sind die Kalibrierwerte „oberes/unteres Anschlagniveau hinten“ wie folgt festzulegen:

1. Die Differenzen „oberes Anschlagniveau hinten links“ – „Normalniveau hinten links“ und „oberes Anschlagniveau hinten rechts“ – „Normalniveau hinten rechts“ sind zu berechnen.
2. Die geringere Differenz ist zu dem erwarteten Kalibrierwert „Normalniveau hinten links“ zu addieren und ergibt so den einzutragenden Kalibrierwert „oberes Anschlagniveau hinten“.
3. Die Differenzen „Normalniveau hinten links“ – „unteres Anschlagniveau hinten links“ und „Normalniveau hinten rechts“ – „unteres Anschlagniveau hinten rechts“ sind zu berechnen.
4. Die geringere Differenz ist von dem erwarteten Kalibrierwert „Normalniveau hinten links“ zu subtrahieren und ergibt so den einzutragenden Kalibrierwert „unteres Anschlagniveau hinten“.

Die errechneten Daten werden mit dem Diagnostic Controller eingespeichert. Anschließend wird der Kalibriervorgang wie folgt ausgelöst:

- Fahrzeug durch Ansteuerung über Diagnostic Controller in das Normalniveau bringen.
- Durch Auslösen des Kalibriervorgangs wird das Niveau als Normalniveau erkannt.

Nach Beendigung der einzelnen Kalibrierungsphasen zeigt der Diagnostic Controller mittels Überprüfung des Fehlerspeichers an, ob die Kalibrierung korrekt oder fehlerhaft durchgeführt wurde.

Drucksensorkalibrierung mit Diagnostic Controller

Durch Entlüften der Bälge ist sicherzustellen, daß der vom Drucksensor erfaßte Druck dem Atmosphärendruck entspricht (eingelesene Counts dann 10 bis $30 = 1.000 \text{ mbar} \pm 500 \text{ mbar}$). Anschließend ist die Kalibrierung auszulösen. Ein Kalibrierfehler wird von dem Diagnostic Controller angezeigt.

Der Regelalgorithmus:

Um die ECAS-Regelfunktion verständlich machen zu können, bedarf es eines kleinen Einstiegs in die Physik des Luftfedersystems.

Grundsätzliches Problem jeder Regelung ist es, daß entweder eine lange Regelzeit, d. h. eine längere Zeit zwischen Beginn und Abschluß einer Regelung hingenommen werden muß, oder daß die Gefahr besteht, bei schneller Nachregelung eine Überschreitung des Sollwertes zu erhalten, das System also übersteuert oder überschwingt.

Anschauliches Beispiel hierfür ist ein großer Heizkörper in einem kleinen Raum, der diesen schnell aufheizen wird, leicht jedoch auch eine Überhitzung (Überschwingen) bewirkt, der wiederum mit dem Lüften des Raumes begegnet werden muß.

Der große Vorteil von ECAS ist die schnelle Regelung des Niveaus. Aufgrund der großen Nennweite der ECAS- Magnetventile kann es jedoch vorkommen, daß, obwohl das Magnetventil sehr schnell schaltet, eine zu große Luftmenge in den Balg eingeblasen wurde, die einen Moment später ein höheres Niveau bewirkt, als vorgegeben ist.

Insbesondere die Wirkung des Schwingungsdämpfers spielt bei schnellen Niveauänderungen eine große Rolle. Innerhalb des Dämpfers muß Öl von einem Raum über eine enge Drosselbohrung in einen anderen Raum strömen, und dies um so schneller, je höher die Bewegungsgeschwindigkeit ist, mit der sich der Aufbau von der Achse bei der Niveauänderung entfernt. Es ergibt sich eine der Bewegung entgegenwirkende Kraft, die ein Schwingen des Aufbaus oder Springen des Rades von der Fahrbahn verhindert. In gleicher Art wirkt der Dämpfer auch der Niveauänderung entgegen.

Im Stillstand des Fahrzeugs entspricht die Kraft der Luftfeder dem Anteil der Gewichtskraft, die auf dem Rad abgelagert ist. Der Druck in der Luftfeder multipliziert mit der Querschnittsfläche bewirkt diese Kraft. Dieser Druck ist bei einer zylindrischen Luftfeder nur von der Last abhängig, nicht von der Niveauhöhe (Ausnahme: Bereich unterer Pufferanschlag).

Soll das Niveau erhöht werden, so wird Luft in den Balg geblasen. Dabei erhöht sich der Druck im Balg, zunächst, um die träge Masse des Aufbaus zu beschleunigen, später, um die Dämpferkraft zu überwinden.

Sind die Magnetventile geschlossen und das Sollniveau erreicht, entsteht durch den Druckanteil, der zur Überwindung der Dämpferkraft notwendig war, ein Ungleichgewicht.

Die Luft im Balg entspannt sich, bis Druck mal Balgfläche wieder der statischen Last entspricht. Das durch diese Expansion entstehende Zusatzvolumen hebt den Aufbau über das Sollniveau hinaus.

Dieses Übersteuern tritt besonders bei einem leeren Fahrzeug auf, da bei dem großen Druckunterschied zwischen Vorratsdruck und Balgdruck die Luft sehr schnell in den Balg einströmt und hohe Hebegeschwindigkeiten zustande kommen. Die Dämpferkraft wird im Verhältnis zur Gewichtskraft sehr groß, was nach Schließen der Magnetventile zu einem entsprechend großen überschüssigen Balgvolumen führt.

Ein Überschwingen über das Sollniveau hinaus erzeugt ein Gegenregeln. Wenn dieses Gegenregeln wiederum ein Übersteuern bedingt, kann ein nicht endendes Schwingen um das Sollniveau herum folgen. Das ständige Regelspiel ist einerseits unschön, zum anderen wird die Lebensdauer des Magnetventils erheblich reduziert.

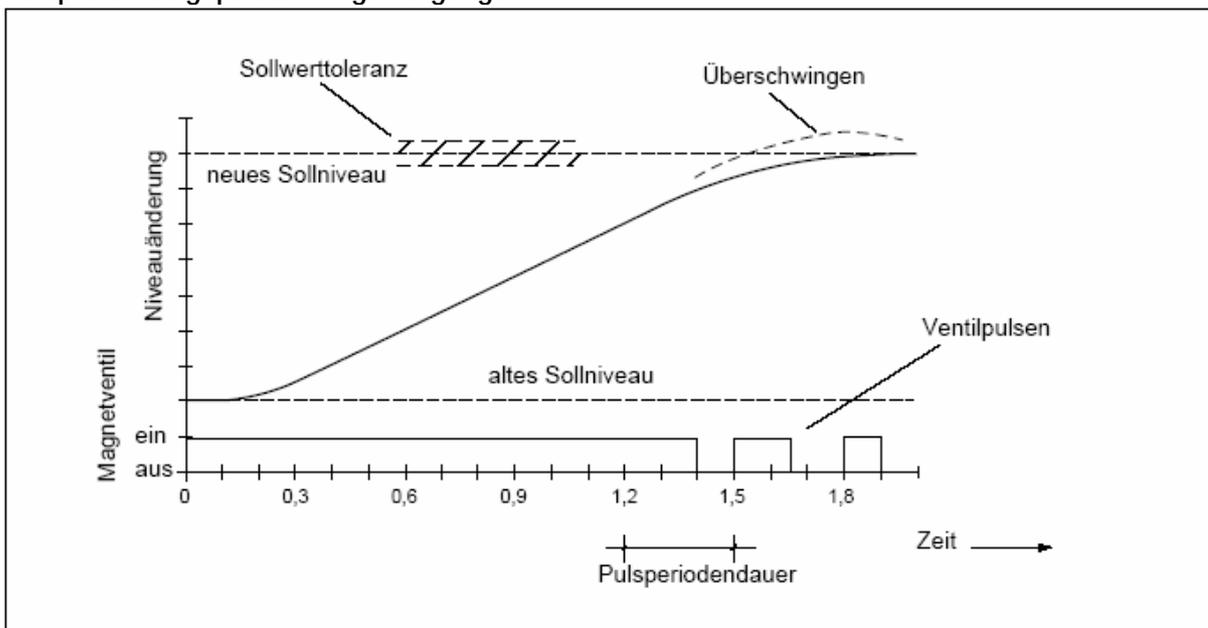
Natürlich würde ein Gegenregeln nicht erfolgen, wenn das Sollniveau nicht millimetergenau eingehalten werden muß. Ein Überschwingen innerhalb eines breiten Toleranzbandes würde von der ECU quasi nicht zur Kenntnis genommen.

Ist jedoch die Einhaltung eines genauen Maßes gewünscht, so muß der Regelvorgang dahingehend verbessert werden, daß bereits vor Erreichen des Sollniveaus die einströmende Luftmenge reduziert wird. Die Hubgeschwindigkeit verringert sich, und bei optimaler Abstimmung wird das Überschwingen völlig unterbunden.

Da das Magnetventil den Luftstrom nur ein- oder ausschalten, aber nicht drosseln kann, wird über ein Pulsen des Magnetstroms der Luftstrom kurzzeitig unterbrochen, was sich wie ein Drosselvorgang auswirkt.

Die Berechnung der Pulslänge durch die ECU erfolgt in Abhängigkeit von dem Abstand zwischen Sollniveau und Istniveau sowie der Hubgeschwindigkeit. Ein großer Hubweg bewirkt, da hier die Gefahr des Überschwingens noch nicht gegeben ist, einen langen Puls, während eine große Hubgeschwindigkeit die Pulslänge reduziert.

Beispiel eines gepulsten Regelvorgangs



Wie stark die beiden Anteile in der Berechnung wirksam werden, wird durch parametrierbare Faktoren bestimmt:

$$\text{Pulslänge} = \text{Hubweg} * \text{Proportionalbeiwert} - \text{Hubgeschwindigkeit} * \text{Differentialbeiwert}$$

Die Pulslänge wird für jede Pulsperiodendauer neu berechnet.

Eine berechnete Pulslänge, die länger als die Pulsperiodendauer (in der Regel 0,3 s) ist, führt zur kontinuierlichen Bestromung des Magneten (Dauerpuls).

Die geringste Pulslänge, die ausgeführt wird, liegt bei 75 ms (0,075 s), da kürzere Pulszeiten keinen sicheren Schaltvorgang des Magnetventils gewährleisten.

Die Bestimmung der Parameter für den Proportional- und Differentialbeiwert

Die Bestimmung der Faktoren muß über einen Versuch am Fahrzeug ermittelt werden. Sie liegt wie die Bestimmung der übrigen Parameter in der Verantwortung des Fahrzeugherstellers. Es wird jedoch die folgende Empfehlung für die Parameterfindung gegeben:

Die Festlegung bzw. die Optimierung der Parameter erfolgt grundsätzlich beim unbeladenen Fahrzeug und mit maximalem Vorratsdruck. Zuerst werden die Fahrzeugachsen einzeln abgestimmt, anschließend werden die Einstellungen an Hand von Niveauregelungen des ganzen Fahrzeugs geprüft.

Zunächst werden die Parameter, die durch die Systemausführung festgelegt sind, und die, die besondere Systemanforderungen aufzeigen (Kneelingniveau etc.), in die ECU eingeschrieben. Das Kapitel "Übersicht über die Parameter" kann eine Hilfe hierfür sein.

Die Werte für zulässige Rechts/Links- und Vorn/Hinten-Abweichung (Parameter 13, 14, 15) werden zunächst auf 255, die Werte für die Differentialbeiwerte (Parameter 34, 36) werden auf 0 Counts gesetzt.

Für die Pulsperiodendauer hat sich 300 ms als ein sinnvoller Wert gezeigt. Der Parameter 28 sollte deshalb auf den Wert 12 gesetzt werden.

Nun wird das Fahrzeug kalibriert.

Nach dieser Vorarbeit wird nun zunächst ein Wert für die Sollwerttoleranzen (Parameter 10,12) parametrieren. Dieser Wert darf aufgrund der Arbeitsweise des Regelsystems nicht kleiner als drei Counts sein. Je größer der gewählte Wert ist, desto einfacher ist die weitere Einstellarbeit; die zugelassene Abweichung zum Sollniveau wird dann aber größer.

Nun wird ein Wert für den Proportionalbeiwert K_p errechnet, der bei einer Hubgeschwindigkeit nahe Null und kleinster auszuregelnder Sollwertabweichung gerade noch einen Dauerpuls erzeugt:

$$K_p = (\text{Pulsperiodendauer} - 2) / (\text{Sollwerttoleranz} - 1)$$

(Eingabe in Counts)

Mit dieser Einstellung wird erreicht, daß in dem ungünstigen Fall eines beladenen Fahrzeugs mit geringem Vorratsdruck das Magnetventil nicht über längere Zeit gepulst wird, um den Aufbau um den letzten Millimeter in die Sollwerttoleranz hineinzuhoben.

Für die oben genannte Pulsperiodendauer (300 ms) gilt nach dieser Formel:

Sollwerttoleranz	3	4	5	6	7
K_p	5	3.3	2.5	2	1.7
K_p (Parameterwert)	15	10	8	6	5

Der Parameterwert K_p wird aus dem ganzzahligen Betrag des dreifachen K_p -Wertes gebildet.

Nach Einschreiben dieser Werte in den Parametersatz wird das Fahrzeug auf ein Niveau gebracht, das direkt unter der Toleranzgrenze des Normalniveaus liegt, und der Befehl „Normalniveau“ gegeben.

Wird das Normalniveau jetzt ohne Überschwingen angefahren bzw. führt diese Niveaueinstellung nicht zu mehrfachem Be- und Entlüften, ist die Einstellung der Werte für Sollniveautoleranz und Proportionalbeiwert in Ordnung, andernfalls muß die zulässige Sollwertabweichung vergrößert und der Proportionalbeiwert entsprechend angepaßt werden.

Die Einstellungen für Hinter- und Vorderachse dürfen voneinander abweichen.

Stellt sich heraus, daß die ermittelte Sollniveautoleranz aufgrund zu großer Ungenauigkeit nicht akzeptiert werden kann, **und kann außerdem ein einmaliges Überschwingen des leeren Fahrzeugs nicht toleriert werden**, so muß die Nennweite der Rohrleitungen verkleinert oder eine Drossel in die Leitung eingebaut werden. In der Regel genügt der Einbau einer Drossel in die Leitung zwischen Magnetventil und Druckbehälter. Würde durch diese Drossel andere Achsen mit betroffen, so empfiehlt sich eher der Einbau von Drosseln in die Balgzuleitung der betroffenen Achse.

Noch besser, aber aufwendiger ist die Anwendung einer schaltbaren Drossel, der sogenannten Hauptstromdrossel. Bei entsprechender Parametrierung der Elektronik wird diese Drossel erst bei Annäherung an das Sollniveau in die Verbindung zu den Luftfederbälgen geschaltet, so daß einerseits eine hohe Niveauänderungsgeschwindigkeit möglich ist, aber andererseits ein „Abbremsen“ vor Erreichen des Sollniveaus ein Überschwingen verhindert.

Anschließend wird die Einstellung der Differentialbeiwerte K_d , die ja noch zu Null gesetzt sind, vorgenommen.

Wird das Fahrzeug über eine große Niveauänderung in das Normalniveau gebracht, so soll das Fahrzeug weder überschwingen, noch soll schon weit vor Erreichen des Sollniveaus ein Ventilpuls einsetzen.

Zunächst kann diese große Niveauänderung mit dem eingeschriebenen Wert 0 geprüft werden. Tritt ein Überschwingen auf, wird der K_d -Wert schrittweise vergrößert und erneut die Niveauänderung untersucht.

Der Wert für K_d sollte das Vierfache des Wertes von K_p nicht überschreiten. Findet trotz Pulsen ein Übersteuern statt, so muß die Sollwerttoleranz weiter vergrößert bzw. die oben erwähnte Drossel eingebaut werden.

Desweiteren kann an der Achse mit zwei Wegsensoren der Schiefstand des Fahrzeugs begrenzt werden. Dies ist dann sinnvoll, wenn große Sollwerttoleranzen vorliegen.

Bei der Einstellung der Parameter für die Rechts/ Links-Abweichung sollte nach Möglichkeit ein größerer Wert (> 4 Counts) gewählt werden, da es sonst sein kann, **daß ECAS bei leerem Fahrzeug gegen den Stabilisator arbeitet**.

Aus diesem Grund ist auch bei der Kalibrierung des Normalniveaus ein geringfügig schiefes Fahrzeug mit eingespanntem Stabilisator der millimetergenauen Höheneinstellung vorzuziehen.

BEILAGE 10: WABCO ECAS-Parameter

Elektronische Niveauregelung (ECAS) von Wabco, basierend auf 815_205.pdf, Ausgabe 1997 (aus homepage WABCO) ergänzt mit Daten für Solaris-Bus 12m der Stadtbus Winterthur (Winterthurer-Verkehrsbetriebe), Bus-Nr. 203, Stand 9. Dezember 2005 (mit Diagnose-Computer im Bus rausgelesen, vgl. „Bildschirm-Ausdrucke am Ende dieser Beilage).

Zwischen der Beschreibung in 815_205.pdf und der in diesem Bus herausgelesenen Daten (Gerätenummer 446 055 055 0 / Diagnosekennung 10700400 kann in der Bezeichnung der Daten ein leichter Unterschied von 1 Zählnummer der Parameter auftreten, vgl. z.B. Parameter 18)

ECAS Bus A Diagnostic Software (de) V1.00 246 301 851 0

ECU DATEN

Gerätenummer 446 055 055 0

Produktionsdatum 2004-W18

Softwareversion 7.0.1.0.

Diagnosekennung 10700400

ECU Seriennummer ---

AKTUELLER HINWEIS

Kein aktueller Hinweis in der ECU gespeichert

ACHTUNG! Hinweise können nur mit dem Diagnosespeicherdialog aktualisiert oder gelöscht werden!

KONFIGURATION

Luftfederung Vorder- und Hinterachse

Sensierte 2-WS-Achse

Sensierte 1-WS-Achse

AKTUELLE MESSWERTE

Spannung Klemme 15 25.7 V

Spannung Ventilrelais 25.0 V

Geschwindigkeit 0 km/h

ACHTUNG!

Während des ECAS-Diagnose unbedingt das FAHRZEUG ABSICHERN! Während der Diagnosearbeiten kann eine automatische ECAS-Regelung einsetzen und es kann zu PLÖTZLICHEN BEWEGUNGEN DES FAHRZEUGES kommen.

446 055 055 0 / 10700400 (*Gerätenummer, Diagnosekennung*)

Parameter 1

6 Parameterwert

Parameter 1 Bit 0

x ohne Bedeutung
ohne Bedeutung

Parameter 1 Bit 1

Bit 1: Luftfederung an Hinter- und Vorderachse

Verfügt der Bus über eine luftgefederte Vorder- und Hinterachse, die mit ECAS geregelt werden soll, dann muß dieses Bit zu "1" gesetzt werden. Soll, wie z. B. im Nachläufer, nur eine Achse geregelt werden, so wird "0" eingeschrieben.

Diese eine Achse muß über zwei Wegsensoren verfügen.

nur Achse mit 2 Wegsensoren ist luftgefedert (siehe Hinweis 1 und 2)

x	Luftfederung an Vorder- und Hinterachse (siehe Hinweis 1 und 2)
---	---

Parameter 1 Bit 2

Bit 2: Kneeling der Achse mit einem Wegsensor

Es gibt die Wahlmöglichkeit zwischen dem Kneeling einer ganzen Achse (links und rechts), einer ganzen Fahrzeugseite, oder des Kneelings nur einer Seite einer Achse.

Soll eine Achse links und rechts abgesenkt werden, so kommt hierfür nur die Achse in Frage, die nur mit einem Wegsensor ausgestattet ist (sinnvollerweise die Vorderachse). Bit 2 ist zu "0" zu setzen.

Soll das Fahrzeug rechtsseitig gekneelt werden, so wird Bit 2 zu "1" gesetzt. Damit wird die Einstellung gemäß der Bits 3 und 4 gültig.

rechts und links 1-Wegsensorachse Kneeling (Bit 3 und 4 ohne Bedeutung)

x	nur rechte Seite Kneeling (Bit 3 und 4 beachten)
---	--

Parameter 1 Bit 3

Bit 3 und Bit 4: Kneeling der rechten Seite

Je nach Einstellung der Bits 3 und 4 sind die folgenden Kneelingformen an der Achse mit einem Wegsensor (1WSA, in der Regel die Vorderachse) und an der Achse mit zwei Wegsensoren (2WSA, in der Regel die Hinterachse) möglich:

	Bit 3	Bit 4
Kneeling nur der 1 WSA rechts	1	0
Kneeling nur der 2 WSA rechts	0	1
Kneeling rechts beide Achsen	0 1	0 1

x	Bit 4 beachten
---	----------------

1-Wegsensorachse rechts Kneeling

Parameter 1 Bit 4

x	Bit 3 beachten
---	----------------

2-Wegsensorachse rechts Kneeling

Parameter 1 Bit 5

Bit 5: Anordnung der Wegsensoren

Für die richtige Zuordnung der Wegsensoren zu den Magnetventilen muß der Elektronik über Bit 5 die Position der Wegsensoren mitgeteilt werden:

Ist die 2WSA die Hinterachse und die 1WSA vorn, so ist Bit 5 zu "0" zu setzen, im umgekehrten Falle zu "1".

Wenn nur eine Achse (mit zwei Wegsensoren) geregelt wird, muß Bit 5 angeben, wo sich diese eine Achse befindet: "0" für hinten und "1" für vorn.

x	1 Wegsensor vorn, 2 Wegsensoren hinten bzw. nur 2 Wegsensoren hinten (siehe Bit 1 und Hinweis 2 und 3)
---	--

	2 Wegsensoren vorn, 1 Wegsensoren hinten bzw. nur 2 Wegsensoren vorn (siehe Bit 1 und Hinweis 2 und 3)
--	--

Parameter 1 Bit 6

Bit 6: Anzahl Kalibrierniveaus

Wird hier der Wert "0" eingegeben, so erwartet die ECU bei dem Kalibriervorgang drei Niveaulagen, Normalniveau I, das höchste und das niedrigste anzusteuernde Niveau.

Wird der Wert "1" gesetzt, so wird nur das Normalniveau kalibriert. Vor dem Kalibrieren dieses einen Niveaus müssen jedoch die beiden anderen Niveaus in Form von Countwerten des Wegsensors mit dem Diagnostic Controller eingegeben werden.

x	3 Niveaus kalibrieren
---	-----------------------

nur Normalniveau kalibrieren

Parameter 1 Bit 7

Bit 7: Automatische Peripherieerkennung

Ist Bit 7 = "1" gesetzt, so überprüft die ECU vor dem Kalibrieren die elektrischen Anschlüsse und schließt daraufhin auf die ausgeführte Systemkonfiguration.

Entsprechend werden dann die Parameter, die die Konfiguration beschreiben, automatisch gesetzt.

Wird Bit 7 = "0" gesetzt, so sind die Optionen nach Vorgabe des eingegebenen Parametersatzes gültig.

x	Einstellung gemäss Optionsparameter
---	-------------------------------------

automatische Peripherieerkennung

Parameter 2

120 Parameterwert

Parameter 2 Bit 0

Bit 0: Ausgang Türfreigabe

Bei Start der Kneeling-Bewegung darf nach deutschem Gesetz keine Fahrzeugtür geöffnet sein. Um diese Vorgabe zu erfüllen, wird beim Kneeling sowie beim Heben und Senken die Türsteuerung über Pin 11 der ECASECU gesperrt und anschließend wieder freigegeben.

Nach Einstellung von Bit 0 erfolgt die Freigabe entweder durch Bestromung des Pin 11 (Wechsel von stromlos auf +Ub – Bit 0 = "1") oder durch Beenden der Bestromung (Wechsel von +Ub auf stromlos – Bit 0 = "0"). Eine Belastung des Pins darf mit Strömen bis maximal 500 mA erfolgen.

In der ECU ... 050 0 erfolgt die Freigabe der Tür grundsätzlich durch den Wechsel von +Ub auf stromlos, eine andere Einstellung ist nicht möglich. Bit 0 hat in dieser Abwandlung keine Funktion und sollte zu "0" gesetzt werden.

x	Türfreigabe -> Pin11 hochohmig Türfreigabe -> Pin 11 +UBatt
---	--

Parameter 2 Bit 1

x	ohne Bedeutung ohne Bedeutung
---	----------------------------------

Parameter 2 Bit 2

Bit 2: System mit Drucksensor

Besitzt die Anlage einen Drucksensor, um z. B. eine Reifeneindrückungskompensation durchführen zu können, so ist Bit 2 zu "1" zu setzen, andernfalls auf "0".

Für die ECU446 055 050 0 ist der Anschluß eines Drucksensors nicht vorgesehen. Die Einstellung des Bits 2 ist daher bedeutungslos. Für die Übersichtlichkeit des Parametersatzes sollte der Wert "0" gesetzt werden.

x	ohne Drucksensor (siehe Hinweis 1 und 4) mit Drucksensor (siehe Hinweis 1 und 4)
---	---

Parameter 2 Bit 3

Bit 3: Manuelles/automatisches Kneeling

Der Kneelingvorgang kann wahlweise über einen kurzen Tastendruck (automatisch) oder einen langen, den gesamten Absenkvorgang begleitenden Tastendruck (manuell) herbeigeführt werden.

Unterschied dieser beiden Kneelingtypen ist ein Sicherheitskriterium:

Bei dem manuellen Kneeling genügt es, daß der Fahrer bei Erkennung einer Gefahr den Kneelingtaster (Pin 23) losläßt, um den Absenkvorgang abubrechen.

Für den Abbruch des Absenkens während des automatischen Kneelings ist die Betätigung der Stoptaste oder das Ansprechen einer Sicherheits-Kontaktleiste („Bordsteinfühler“) unterhalb des Einstiegs erforderlich.

Um dem Fahrer die freie Wahl zwischen den beiden Kneelingformen ermöglichen zu können, sind in Bit 3 die folgenden Optionen möglich:

Bit 3 = "0". Über einen an Pin 21 angeschlossenen Schalter wird zwischen automatischem und manuellem Kneeling gewählt. Ein Taster an Pin 23 führt den vorgewählten Kneelingvorgang aus.

Anstelle des Schalters kann selbstverständlich auch eine dauerhafte Voreinstellung mit einer Kabelbrücke an Pin 21 ausgeführt werden.

Bit 3 = "1". Es können z. B. zwei Taster im Armaturenbrett verbaut werden: Der für den automatischen Kneelingvorgang wird an Pin 21 angeschlossen, der andere wird für die Durchführung eines manuellen Kneelings an Pin 23 angeschlossen.

automatisches/manuelles Kneeling mit Schalter an Pin21

x	automatisches Kneeling mit Schalter an Pin21/manuelles Kneeling mit Schalter an Pin23
---	---

Parameter 2 Bit 4

Bit 4: Ventilüberwachung an Pin 11

Wird Bit 4 zu "0" gesetzt, so wird die Verbindung zu dem an Pin 11 angeschlossenen Ventil oder Relais zur Freigabe der Tür auf Unterbrechung, Kurzschluß nach Masse und Kurzschluß nach +Ub überwacht. Zusätzlich muß jedoch die allgemeine Ventilüberwachung eingeschaltet (Bit 6 = "0") sein.

Ist Bit 4 = "1", dann erfolgt keine Überwachung dieses Ausgangs und damit auch kein Eintrag in den Fehlerspeicher, wenn z. B. durch einen Notschalter eine Unterbrechung herbeigeführt wird.

Ventilüberwachung an Pin11 bei $v > 7\text{km/h}$

x	keine Ventilüberwachung an Pin11
---	----------------------------------

Parameter 2 Bit 5

Bit 5: Ventilüberwachung an Pin 29

Wird Bit 5 zu "0" gesetzt, so wird die Verbindung zu dem an Pin 29 angeschlossenen Ventil oder Relais für die Anfahrsperre auf Unterbrechung, Kurzschluß nach Masse und Kurzschluß nach +Ub überwacht. Zusätzlich muß jedoch die allgemeine Ventilüberwachung eingeschaltet (Bit 6 = "0") werden.

Ist Bit 5 = "1", dann erfolgt keine Überwachung dieses Ausgangs und damit auch kein Eintrag in den Fehlerspeicher, wenn z. B. durch einen Notschalter eine Unterbrechung herbeigeführt wird.

Bei der ECU ... 051 0 erfolgt eine Überwachung dieser Ausgänge grundsätzlich nur bei Geschwindigkeiten oberhalb 7 km/h, so daß bei Stillstand eine externe Beschaltung keine Fehler verursacht.

Ventilüberwachung an Pin29 bei $v > 7\text{km/h}$

x	keine Ventilüberwachung an Pin29
---	----------------------------------

Parameter 2 Bit 6

Bit 6: Überwachung der Magnetventile

Wird Bit 6 zu "0" gesetzt, so werden die angeschlossenen Magnetventile für die Steuerung der Luftfederbälge sowie die entsprechend Bit 4 und 5 vereinbarten Ventile zur Steuerung der Türfreigabe und der Anfahrsperre auf Unterbrechung, Kurzschluß gegen Masse und Kurzschluß gegen +Ub überwacht.

Ist Bit 6 = "1" gesetzt, dann erfolgt keine Überwachung der Magnetventile und damit im Fehlerfalle auch kein Eintrag in den Fehlerspeicher.

mit Ventilüberwachung

x	ohne Ventilüberwachung
---	------------------------

Parameter 2 Bit 7

Bit 7: Meßwertausgabe

Wird Bit 7= "1" gesetzt, so sendet die ECU während des regulären Betriebs ständig acht aus den Sensorwerten errechnete Meßwerte aus. Die Meßstellen sind entsprechend der folgenden Zuordnung festgelegt:

1 Istwert Wegsensor 2WSA links

2 Istwert Wegsensor 2WSA rechts

3 Istwert Wegsensor 1WSA

4 Istwert Drucksensor

5 Sollwert Niveau 2WSA links

6 Sollwert Niveau 2WSA rechts

7 Sollwert Niveau 1WSA

8 derzeitige Fahrzeuggeschwindigkeit.

Die Meßwerte 1 bis 7 werden in Counts ausgegeben, die Ausgabe der Geschwindigkeit erfolgt in km/h.

Die Werte für die Sollniveaus werden entsprechend der Vorgaben der Reifeneindrückungskompensation ausgegeben.

Deshalb wird bei vorgewähltem Sollwert „Normalniveau I“ und beladenem Fahrzeug ein höherer als der kalibrierte Wert ausgegeben, wenn eine Reifeneindrückungskompensation vereinbart ist.

Besitzt das System eine der Meßstellen nicht (z. B. Meßstelle 3 bei Anlagen mit nur einer geregelten Achse), wird der Wert "0" oder "255" ausgegeben.

Die Meßwertausgabe darf nur während der Festlegung der Parameter angewendet werden. Da die Elektronik ständig Daten sendet, kann sonst mit der Diagnose-Programmkarte 446 300 528 2 kein Diagnosebetrieb aufgenommen werden.

Zum Abschluß der Parametrierung muß Bit 7 zu "0" gesetzt werden.

x	ohne Messtechnikausgabe
---	-------------------------

mit Messtechnikausgabe

Parameter 3

106 Parameterwert

Parameter 3 Bit 0

Bit 0: Steuerung einer Hauptstromdrossel

Um bei einer Niveauregelung ein Überspringen über das gewünschte Niveau hinaus zu verhindern, kann zusätzlich zu der Abstimmung der im Abschnitt „der Regelalgorithmus“ beschriebenen Regelparameter eine Hauptstromdrossel gesteuert werden.

Diese Hauptstromdrossel, zwischen dem Belüftventil und den 2/2-Wegeventilen der einzelnen Luftfedern geschaltet, kann mit einem Magneten von der Ruhestellung (großer Querschnitt) in eine Drosselstellung (z. B. $\varnothing 2$) gebracht werden.

Wird Bit 0 zu "1" gesetzt, so wird nach einer durch Parameter 17 definierten Annäherung an das Sollniveau die Drosselstellung aktiviert, um nur noch langsame Niveauänderungen zu ermöglichen.

Soll keine Hauptstromdrossel zum Einsatz kommen, so ist Bit 0 = "0" zu setzen.

x	ohne Hauptstromdrossel (Siehe Hinweis 1) mit Hauptstromdrossel (Siehe Hinweis 1)
---	---

Parameter 3 Bit 1

Bit 1: Schaltbare Querdrossel an der 1WSA

Grundsätzlich gilt, daß an einer Achse, die mit nur einem Wegsensor sensiert wird, die beiden Luftfedern zumindest über eine Querdrossel miteinander verbunden sein müssen. Damit wird auch dann, wenn die Magnetventile geschlossen sind, ein langsamer Druckausgleich zwischen den Bälgen ermöglicht und damit ein Schiefstand des Fahrzeugs durch unterschiedliche Drücke verhindert.

Soll jedoch der Bus einseitig kneelen, so muß der Druck auf dieser Seite abgesenkt werden. Ein Druckausgleich zwischen den Bälgen muß in diesem Moment verhindert werden, die Querdrossel muß für den Zeitraum des Kneelings durch ein Magnetventil gesperrt werden können.

Mit Bit 1 = "1" ist eine Querdrossel an Pin 18 der ECU vereinbart. Solange eine Kneelingfunktion aktiv ist, wird in diesem Fall der Pin 18 stromlos geschaltet, im anderen Fall liegen an Pin 18 +Ub.

Wird keine Querdrossel verbaut, ist Bit 1 zu "0" zu setzen.

	ohne Querstromdrossel (Siehe Hinweis 1)
x	mit Querstromdrossel (Siehe Hinweis 1)

Parameter 3 Bit 2

Bit 2: Türstatus bei Kneeling

Nach deutschem Gesetz darf während des Starts eines Kneelingvorgangs die Tür nicht geöffnet sein.

Über einen Signaleingang der ECU (Pin 5) wird der Status der Tür abgefragt, sofern Bit 2 = "1" gesetzt ist. Bei geöffneter Tür wird ein automatisch gestartetes Kneeling oder ein Heben/Senken- Befehl dann nicht ausgeführt.

Für im Ausland eingesetzte Busse läßt sich diese Funktion abschalten: wird Bit 2 = "0" gesetzt, kann auch bei geöffneter Tür ein automatisches Kneeling herbeigeführt werden. Wird manuelles Kneeling trotz offener Tür gefordert, kann dies mit einfachen Mitteln ermöglicht werden:

Parameter 3, Bit 7 wird zu "0" gesetzt, und der Schalteingang für den Türstatus, Pin 5, bleibt unbeschaltet.

x	Türstellung bei automatischem Kneeling nicht beachten Türstellung bei automatischem Kneeling beachten
---	--

Parameter 3 Bit 3

Bit 3: Regelung der linken Seite in Kneeling-Position

Durch das Kneelen der rechten Seite wird sich je nach Anlenkungspunkt des linken Wegsensors und der Kraftabgabe des Achsstabilisators auch ein anderes Niveau auf der linken Fahrzeugseite ergeben, obwohl die Luftmenge in den linken Bälgen nicht verändert wurde.

Mit Bit 3 kann nun eingestellt werden, ob das sich nach einem Kneelingvorgang auf der linken Fahrzeugseite einstellende Niveau beibehalten werden soll, solange sich das Fahrzeug in Kneeling-Position befindet.

Wird Bit 3 = "0" gesetzt, erfolgt in Kneeling-Position eine Regelung.

Wird Bit 3 = "1" gesetzt, wird erst nach dem Heben der rechten Seite ins Normalniveau eine Regelung der linken Seite durchgeführt – sofern erforderlich.

Dasselbe gilt für die zweite Achse, wenn ein achsweises Kneeling durchgeführt wird.

Regelung an nicht zu kneelender Seite bei Kneeling

x	keine Regelung an nicht zu kneelender Seite bei Kneeling
---	--

Parameter 3 Bit 4

Bit 4: Niveauregelung bei betätigter Bremse

Normalerweise regelt ECAS bei betätigter Bremse nicht, da die durch das Abbremsen entstehende Niveauänderung sinnvollerweise nicht nachgeregelt werden muß:

Durch die beim Bremsen eintretende Achslastverlagerung sinkt das Fahrzeug ja nur kurzzeitig ein, im nächsten Moment hat sich das alte Niveau wieder von selbst ergeben. Würde aber im Augenblick der Nickbewegung Luft in die vorderen Bälge eingespeist, so würde diese später wieder abgelassen werden müssen.

Anders jedoch an der Haltestelle: Hier wird das Fahrzeug zwar mit der Bremse vor dem Wegrollen gesichert, aber durch die Beladungsänderung (Aus- oder Einsteigen der Passagiere) ist die Niveauregelung vielleicht wirklich erforderlich.

Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, kann bei betätigter Bremse eine Regelung herbeigeführt werden, sofern zusätzlich die Tür geöffnet ist. Bit 4 ist für diesen Fall zu "1" zu setzen.

Ist Bit 4 = "0", dann erfolgt in jedem Fall keine Regelung, solange die Bremse betätigt wird.

x	keine Niveauregelung bei betätigter Bremse Niveauregelung trotz betätigter Bremse zulässig, wenn Tür offen
---	---

Parameter 3 Bit 5

Bit 5: Ausgang Türfreigabe

Die Funktion der Türfreigabe wurde bereits für die Einstellung von Parameter 2, Bit 4, beschrieben.

Bit 5 = "1" ermöglicht die Verwendung der Türfreigabe an Pin 11. Wird der Ausgang nicht beschaltet, so ist Bit 5 zu "0" zu setzen.

ohne Türfreigabe-Ausgang an Pin11 (Siehe Hinweis 1)

x	mit Türfreigabe-Ausgang an Pin11 (Siehe Hinweis 1)
---	--

Parameter 3 Bit 6

Bit 6: Ausgang Anfahrsperr

Die Funktion der Anfahrsperr wurde bereits für Parameter 2, Bit 5, beschrieben.

Bit 6 = "1" ermöglicht die Nutzung der Anfahrsperr an Pin 29. Wird der Ausgang nicht beschaltet, so ist Bit 6 zu "0" zu setzen.

ohne Anfahrsperr-Ausgang Pin29 (Siehe Hinweis 1)

x	mit Anfahrsperr-Ausgang Pin29 (Siehe Hinweis 1)
---	---

Parameter 3 Bit 7

Bit 7: Eingang Türstatus

Entsprechend der Beschreibung für Parameter 3, Bit 2, kann die Durchführung des automatischen Kneelings sowie Hebe/Senkvorgänge von der Stellung der Tür abhängig gemacht werden.

Die Information darüber, ob eine Tür geöffnet oder geschlossen ist, wird über den Signaleingang Pin 5 abgefragt.

Hierbei kann frei gewählt werden, ob eine geöffnete Tür durch Verbindung von Pin 5 mit Masse (Bit 7 = "0" oder die Verbindung mit +Ub (Bit 7 = "1") definiert ist. Die geschlossene Tür wird durch das jeweils andere Potential oder durch Freischalten des Pins (bei ECU 050 0 eventuell ein zusätzlicher Widerstand erforderlich) angezeigt.

x	Tür geöffnet bei 0V an Pin5
---	-----------------------------

Tür geöffnet bei UBatt an Pin5

Parameter 4

12 Parameterwert

Parameter 4 Bit 0

x	ohne Fehlerüberwachung der Sicherheitsleiste mit Fehlerüberwachung der Sicherheitsleiste
---	---

Parameter 4 Bit 1

x	Sicherheitsleiste als Öffner Sicherheitsleiste als Schliesser ODER ohne Sicherheitsleiste (nur ohne Fehlerüberwachung der Sicherheitsleiste)
---	---

Parameter 4 Bit 2

Parameter 4, Bit 2 :

Wenn kein rechtsseitiges Kneeling aktiv ist, besteht zwischen den Bälgen der 1-Wegsensor-Achse eine gedrosselte Verbindung über die geöffnete Quersperre (Elektronik-PIN 18 = +UB). Diese Verbindung ist je nach Einstellung von Optionsparameter 4, Bit 2

- nur im Stillstand (Bit 2) oder
- im Stillstand und bei Fahrt vorhanden (Bit 2=0)

Bei der Einstellung Optionsparameter 4, Bit 2=1 wird bei Kurvenfahrt ein Überströmen von den Luftfederbälgen der kurvenäußeren in diejenigen der kurveninneren Seite verhindert. Dadurch läßt sich das Wankverhalten bei längerer Kurvenfahrt und anschließender Ausfahrt aus der Kurve verbessern. Diese Einstellung wird daher empfohlen.

Querdrosselfunktion bei $v = 0$ km/h oder $v > 0$ km/h

x	Querdrosselfunktion nur bei $v = 0$ km/h
---	--

Parameter 4 Bit 3

Parameter 4, Bit 3 :

Je nach Einstellung von Optionsparameter 4, Bit 3, bezieht sich der Nachlauf auf unterschiedliche Funktionen :

Bit 3=0 : Bei Ausschalten der Zündung vorhandene Ausgangsspannungen an den Elektronik-PINs 11 (Türfreigabe), 18 (Querdrossel), 29 (Anfahrsperr), 32 (Kneelinglampe) und 35 (Hauptstromdrossel) werden für die Dauer der Nachlaufzeit beibehalten (Vorsicht bei Anfahrsperr!!!)

Bit 3=1 : Bei Ausschalten der Zündung vorhandene Ausgangsspannungen an den Elektronik-PINs 11, 18, 29, 32, und 35 werden nach ca. 250 ms auf 0 V geschaltet.

Die Einstellung Bit 3=1 wird empfohlen, um ein eventuelles Wegrollen des Busses nach Ablauf der Nachlaufzeit zu vermeiden (lösen der Anfahrsperr).

mit Nachlauf für die Pins 11, 18, 29, 32, 35

x	ohne Nachlauf für die Pins 11, 18, 29, 32, 35
---	---

Parameter 4 Bit 4

x ohne Bedeutung

ohne Bedeutung

Parameter 4 Bit 5

x ohne Bedeutung
ohne Bedeutung

Parameter 4 Bit 6

x ohne Bedeutung
ohne Bedeutung

Parameter 4 Bit 7

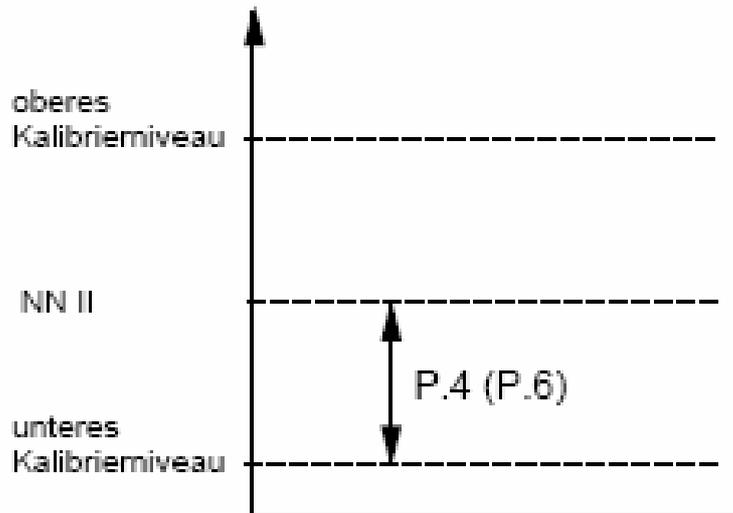
x ohne Bedeutung
ohne Bedeutung

NIVEAUS:

Parameter 5

Höhe Normalniveau II der 1WSA (Counts). Die Eingabe des über einen Schaltkontakt einzustellenden zweiten Normalniveaus erfolgt als Differenz (Abstand) zum unteren Kalibrierniveau.

Die Einstellung verdeutlicht die folgende Abbildung (Anstelle P.4 (P.6) gilt hier P5):



Differenz Normalniveau 2 zu unterem Kalibrierniveau an 1-Wegsensorachse

75 counts

Parameter 6

ohne Bedeutung

0 -

Parameter 7

Differenz Normalniveau 2 zu unterem Kalibrierniveau an 2-Wegsensorachse

75 counts

Parameter 8

Plausibilitätsgrenze an der 1WSA (Counts)

Je nach Bestimmung des niedrigsten zulässigen Niveaus wird P.7 unterschiedlich wirksam:

- Untere Höhenbegrenzung (Tiefstniveau) ist der Gummipuffer
- P.7 wird größer als 100 gewählt. Der einzugebende Wert wird durch die Elastizität der Gummipuffer vorgegeben; ein leeres Fahrzeug drückt den Gummipuffer nicht so weit zusammen wie ein beladenes.

Wurde das Fahrzeug beladen kalibriert, dann wird das unbeladene Fahrzeug dieses Tiefstniveau trotz vollständiger Entlüftung der Bälge nicht erreichen können und dementsprechend einen Plausibilitätsfehler melden.

- Die ECU erkennt den „Gummipuffer“ und beendet den Entlüftungsvorgang, wenn $(\text{Anschlagniveau} + P.7 - 100)$ unterschritten wird und während der mit P.29

spezifizierten Zeit (Puffererkennungszeit) keine Wegänderung mehr erfolgt. Damit wird verhindert, daß die Bälge vollständig entlüftet werden. Das erreichte Niveau wird als neues Sollniveau gespeichert.

Einstellempfehlung: Wurde unbeladen kalibriert, so sollte ein Wert zwischen 110 und 125 parametrieren werden, damit auch bei schiefstehendem Fahrzeug, das nur einseitig auf dem Puffer aufliegt, kein Plausibilitätsfehler erkannt wird. Wurde das Fahrzeug beladen kalibriert, ist ein Wert zwischen 120 und 135 sinnvoll.

– Das Tiefstniveau liegt oberhalb des Gummipuffers

– Liegt die untere Höhenbegrenzung oberhalb des Gummipuffers, so wird dies mit einem Wert von P.7 unterhalb 100 mitgeteilt. In diesem Fall kann der Bus nur bis auf das kalibrierte untere Niveau abgesenkt werden.

– Setzt der Aufbau aufgrund eines unebenen Untergrunds dennoch oberhalb dieses Niveau auf dem Puffer auf, so gilt folgendes: Der Entlüftungsvorgang wird beendet, wenn (Kalibrierniveau + P.7) unterschritten ist **und** keine Wegänderung mehr während der mit P.29 spezifizierten Zeit (Puffererkennungszeit) erfolgt. Da in der Regel nur bei starkem Fahrzeugschiefstand Plausibilitätsprobleme möglich sind, wird eine Einstellung zwischen 5 und 20, je nach Abstand Kalibrierniveau-Puffer, empfohlen.

Wird **oberhalb** der aus P.7 und Anschlagniveau gebildeten Grenze bei einem Senkvorgang innerhalb von 30 s keine Wegänderung (mindestens 1 Count) nach unten beobachtet, erkennt die ECU einen Plausibilitätsfehler.

Besonders bei Bussen mit rechtsseitigem Kneeling muß beachtet werden, daß durch den Achsstabilisator ein ausreichendes Absenken verhindert werden könnte.

Wird Kneelingniveau = Pufferanschlag parametrieren, der Puffer aber nicht erreicht, besteht für die ECU ein Plausibilitätsfehler.

Außerdem wird ein Wegsensor der 2WSA, der nicht direkt am Rad angebracht ist, bei seitlichem Kneeling nicht das Tiefstniveau ausgeben, obwohl der Pufferanschlag erreicht ist. Während beim Kalibrieren des Busses auf dem Puffer Achse und Aufbau parallel stehen, liegen sie beim Kneeling im Winkel zueinander. Wenn der Wegsensor mehr zur Mitte der Achse hin montiert ist, liegt der Sensorwert beim Kneeling irgendwo zwischen Normalniveau und Tiefstniveau.

Abhilfe schafft hier nur eine erhöhte Plausibilitätsgrenze oder ein höher gewähltes Kneelingniveau, das mit der Meßwertausgabe ausgelesen werden kann.

Grenze Plausibilitätsfehlererkennung beim Senken an 1-Wegsensorachse (Siehe Hinweis 5)
--

120 counts

Parameter 9

ohne Bedeutung

0 -

Parameter 10

Plausibilitätsgrenze an der 2WSA (Counts)

Analog P.7 für die 2WSA.

Grenze Plausibilitätsfehlererkennung beim Senken an 2-Wegsensorachse (Siehe Hinweis 5)
--

120 counts

Parameter 11

Toleranz des Sollniveaus an der 1WSA (Counts)

Die Einstellung dieses Parameters bestimmt gemeinsam mit den Proportional- und Differentialbeiwerten die Regelgüte des Systems an der Vorderachse. Siehe Kapitel „Der Regelalgorithmus“.

Sollniveautoleranz 1-Wegsensorachse (≥ 3)
--

6 counts

Parameter 12

ohne Bedeutung

0 -

Parameter 13

Toleranz des Sollniveaus an der 2WSA (Counts)

Entspricht Parameter 11 für die 2WSA

Sollniveautoleranz 2-Wegsensorachse (≥ 3)
--

5 counts

Parameter 14

Zulässige Rechts/Links-Abweichung im Sollniveau (Counts)

Dieser Parameter ist an der 2WSA wirksam. Er gibt den zulässigen Schiefstand des Aufbaus bei z. B. seitlich ungleicher Lastverteilung an.

Werte größer $2 \times P.12$ sind nicht sinnvoll und werden von der ECU selbstständig auf $2 \times P.12$ begrenzt.

zulässige Rechts/Links-Abweichung innerhalb der Sollniveaus (≥ 3)
--

10 counts

Parameter 15

Zulässige Rechts/Links-Abweichung beim Heben/ Senken-Vorgang (Counts)

Anders als bei P.13 wird nicht der Regelvorgang im Bereich um das Sollniveau, sondern während größerer Niveauänderungen spezifiziert. Bei dem einseitig beladenen Fahrzeug wird sich die weniger belastete Seite schneller als die andere heben (bzw. die höher Belastete schneller senken) und damit möglicherweise einen ungewollten Schiefstand bei der Niveauänderung bewirken.

Durch Pulsen des entsprechenden Balges wird ein gleichmäßigeres Heben/Senken erreicht.

Die Länge des Pulses wird durch den Pulsteiler (P.30) bestimmt.

zulässige Rechts/Links-Abweichung ausserhalb der Sollniveaus
--

10 counts

Parameter 16

Zulässige Vorn/Hinten-Abweichung beim Heben/Senken-Vorgang (Counts)

Die Niveauänderung des Fahrzeugs mit zwei luftgederten Achsen soll in der Regel so erfolgen, daß der Aufbau vorn und hinten ungefähr zur selben Zeit das

gewünschte neue Sollniveau erreicht. Die Achse mit dem kürzeren Weg in das neue Niveau wird durch entsprechende Be-/Entlüftungspulse langsamer gehoben/gesenkt. Mit Parameter 15 kann vorgegeben werden, wie genau die Regelung einer ideal gleichmäßigen Höhenänderung der beiden Achsen entsprechen soll.

Eine sehr kleine Toleranz sollte deshalb nicht angestrebt werden, da sie ein ständiges Pulsen der Magnetventile während des Regelvorgangs hervorruft.

zulässige Vorn/Hinten-Abweichung ausserhalb der Sollniveaus	
---	--

10	counts
----	--------

Parameter 17

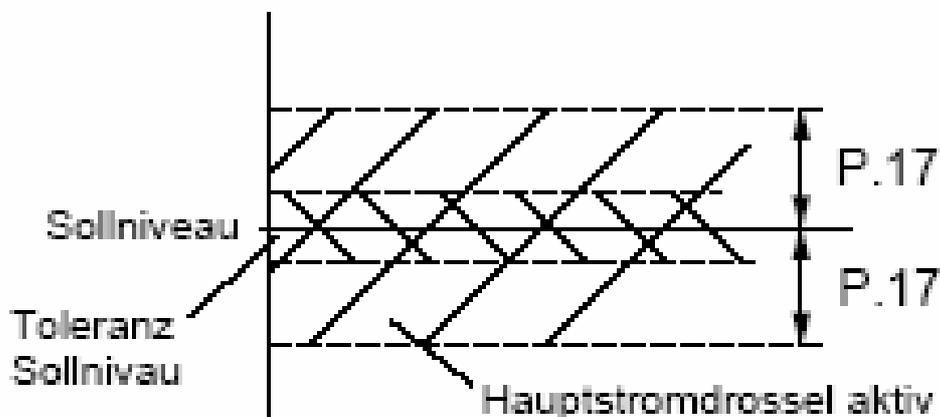
ohne Bedeutung

0	-
---	---

Parameter 18

Abstand zum Sollniveau für die Aktivierung der Hauptstromdrossel (Counts)

Wenn das System über eine Hauptstromdrossel verfügt (siehe auch Parameter 3, Bit 0), dann kann bei der Annäherung des Aufbaus an das geforderte Sollniveau der Luftstrom über eine Drossel reduziert werden, damit die weitere Bewegung gebremst erfolgt. Damit kann verhindert werden, daß die Regelung über das Zielniveau hinaus erfolgt (Überschwingen) und ein Gegenregeln folgen muß. P.17 gibt nun an, bei welcher Entfernung zum Sollniveau eine Drosselung erfolgen muß, unabhängig davon, ob es sich um eine Heben- oder Senkbewegung handelt (soll > 2x Toleranz sein).



Differenz (Sollniveau - Istniveau), bei der die Hauptstromdrossel auf kleinen Querschnitt umschaltet (siehe Hinweis 6)	
--	--

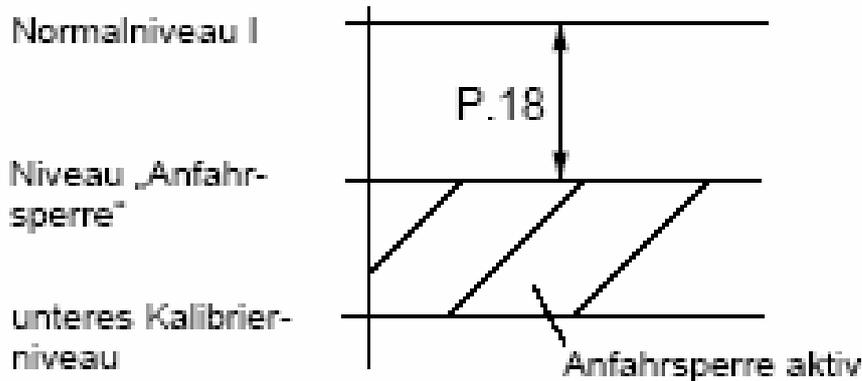
0	-
---	---

Parameter 19

Niveau für das Einschalten der Anfahrsperr(e) (Counts)

Nach Absenken des Fahrzeugs mittels Kneeling wird bei Unterschreitung des Normalniveaus die Anfahrsperr(e) aktiviert. Nach Beendigung des Kneeling und der Überschreitung des mit P.18 vorgegebenen Niveaus wird die Anfahrsperr(e) wieder aufgehoben.

Dieses Niveau wird als Differenz zum Normalniveau I (Kalibrierniveau) vereinbart (> 2x Toleranz):



Differenz (Normalniveau1 – Istniveau), bei deren Überschreitung die Anfahrsperre aktiv ist (nur bei Kneeling)

20 counts

Parameter 20

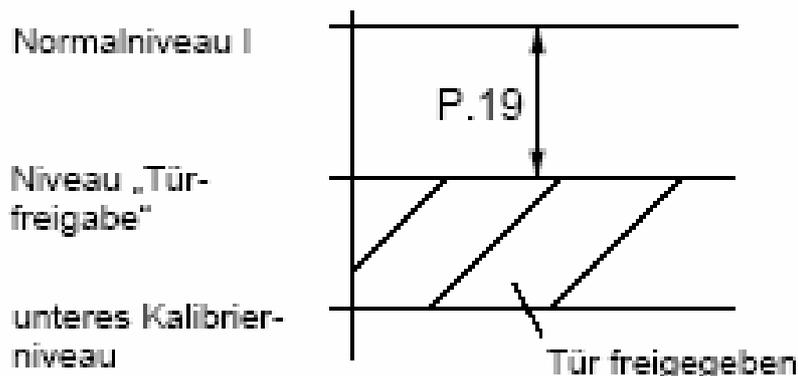
Niveau für das Einschalten der Türfreigabe (Counts)

Die Tür ist grundsätzlich in jedem Niveau freigegeben. Nur während einer Niveauänderung wird sie vorübergehend gesperrt.

Um während des Kneelings Zeit sparen zu können, ist es nach deutschem Recht zulässig, bereits vor Erreichen des Kneelingniveaus die Türen zu öffnen, allerdings mit der Maßgabe, das bei Erreichen des Kneelingniveaus die Tür erst zu 80% geöffnet sein darf.

Es kann deshalb ein Niveau vereinbart werden, unterhalb dessen bei Durchführung des automatischen oder manuellen Kneelings die Türfreigabe „vorzeitig“ erfolgen darf.

Dieses Niveau wird in Bezug auf das Normalniveau I vereinbart:



Differenz (Normalniveau1 – Istniveau), bei deren Überschreitung (1WS und 2WS Achse) die Türfreigabe erfolgt (nur bei Kneeling)

19 counts

Parameter 21

Kneelingniveau 1WSA (Counts)

Mit diesem Parameter wird für die 1WSA das Niveau definiert, bis auf welches das Fahrzeug beim automatischen Kneeling absenkt.

Beim manuellen Kneeling muß der Fahrer mindestens solange den Taster gedrückt halten, bis dieses Niveau (genauer: Kneelingniveau + 2 x Toleranz Sollniveau) erreicht ist, ansonsten wird das Absenken abgebrochen.

Sofern über P. 23 vereinbart, schließt sich sogar ein Wiederanheben des Fahrzeugs an.

Bei der ECU ... 051 0 leuchtet nach Erreichen dieses Niveaus (+ 2 x Toleranz) die Signallampe „Kneelingniveau erreicht“ auf.

Die Einstellung dieses Niveaus erfolgt analog zu den Parametern 18 und 19 in Bezug auf das Normalniveau I.

Differenz (Normalniveau1 – Kneelingniveau), um die die 1-Wegsensorachse beim Kneeling gesenkt werden darf

35 counts

Parameter 22

ohne Bedeutung

0 -

Parameter 23

Differenz (Normalniveau1 – Kneelingniveau), um die die 2-Wegsensorachse beim Kneeling gesenkt werden darf

35 counts

Parameter 24

Reversieren nach Abbruch Kneeling (Counts)

Wird während des manuellen Kneelings der Taster losgelassen, bevor das Kneelingniveau erreicht ist, so erfolgt ein sofortiger Abbruch der Absenkbewegung, gefolgt von einer Aufwärtsbewegung um den durch P. 23 vorgegeben Weg. Ein Reversiervorgang über das Normalniveau I hinaus wird nur bis zum Normalniveau II ausgeführt.

Kneeling-Offset: um diesen Wert wird bei manuellem Kneeling nach Loslassen des Tasters an 1- + 2-Wegsensorachse reversiert (wenn Istniveau > Kneeling-Niv. + 2 * Toleranz)
--

35 counts

GESCHWINDIGKEITEN:

Parameter 25

Fahrgeschwindigkeit, bis zu der die Heben/Senken-Befehle angenommen werden (km/h)

Mit diesem Parameter kann eingestellt werden, bis zu welcher Fahrgeschwindigkeit gezielte Veränderungen der Niveauhöhe durch den Fahrer vorgenommen werden können.

Die höchste Geschwindigkeit, bis zu der der Fahrer die Fahrhöhe verändern kann, ist die in Parameter 25 vorgegebene Geschwindigkeit.

Die maximale Geschwindigkeit, bis zu der ein Kneeling gefordert werden kann, ist auf 5 km/h festgelegt.

Fahrgeschwindigkeit, bis zu der gezielte Höhenänderungen durchführbar sind (\leq Parameter 26, wird sonst auf Parameter 26 begrenzt)

10 km/h

Parameter 26

Automatisch Normalniveau (km/h)

Aus Sicherheitsgründen kann es erforderlich sein, dass bei höheren Geschwindigkeiten nur in den Normalniveaus gefahren werden darf. Mit P. 25 kann eine Geschwindigkeitsgrenze benannt werden, oberhalb der automatisch auf das vorgewählte Normalniveau geregelt wird.

Der Wert für P.25 muß größer als der Wert von P. 24 und größer 0 km/h sein!

Fahrgeschwindigkeit, bei deren Überschreitung automatisch Normalniveau aktiviert wird (\geq Parameter 25 und > 0)

15 km/h

Parameter 27

Automatische Rückkehr in altes Sollniveau (km/h)

In der Regel soll nicht direkt unterhalb der mit P.25 vorgegeben Geschwindigkeit eine Rückkehr in das Sollniveau erfolgen, das vorher (vor Überschreiten der Geschwindigkeitsgrenze P.25) aktuell war. In diesem Fall würde sonst bei Fahrgeschwindigkeit um diese Grenze (z. B. Kolonnenfahrt) ständig eine Regelung erfolgen.

Sinnvoller ist es, eine zweite Grenzgeschwindigkeit mit einigem Abstand zu P.25 festzulegen, unterhalb der dann wieder zu dem alten Sollniveau zurückgekehrt wird.

Diese zweite Geschwindigkeitsgrenze kann frei definiert werden, muß jedoch unbedingt unterhalb des Wertes von P. 25 liegen.

Soll nicht wieder zu dem alten Sollniveau zurückgekehrt werden, sondern weiterhin Normalniveau aktuell bleiben, so wird P. 26 zu Null gesetzt.

Fahrgeschwindigkeit, bei deren Unterschreitung automatisch das alte Sollniveau wieder eingestellt wird ($<$ Parameter 26, wird sonst auf Parameter 26 begrenzt)
--

0 km/h

REGELUNG:

Parameter 28

Regelverzögerung im Stand (in 250 ms)

Als sinnvoller Wert für die Regelverzögerung im Stand wird meist eine Sekunde gewählt (4 Counts). Diese Regelverzögerung läßt eine Beruhigungsphase nach jeder Regelung zu, in der sich die endgültige Niveaulage einstellen kann, bevor z. B. bereits wieder eine Gegenregelung erfolgt.

Regelverzögerung im Stand

1.00 s

Parameter 29

Pulsperiodendauer (25 ms)

Die Funktion der Pulsperiodendauer ist in dem Kapitel „Der Regelalgorithmus“ beschrieben. Ein Sinnvoller Wert für P. 28 ist 300 ms. Entsprechend sind 12 Counts einzutragen.

Pulsperiodendauer T

0.300 s

Parameter 30

Puffererkennungzeit (in 250 ms).

Die Puffererkennungzeit sollte < 30 s (< 120 counts) sein, um Plausibilitätsfehler zu vermeiden.

Siehe Parameter 7.

Puffererkennungzeit

2.00 s

Parameter 31

Pulsteiler (Counts)

Siehe P.14. Beschreibt den Zeitanteil einer Periodendauer, über den der Balg der sich schneller bewegenden Fahrzeugseite gepulst wird. Pulszeiten unter 75 ms werden nicht ausgeführt.

Wird z. B. der Wert "255" eingetragen, so wird auf der sich schneller bewegenden Seite solange das Magnetventil geschlossen, bis der Aufbau wieder in der Toleranz gemäß P. 14 ist.

Pulsteiler

255 -

Parameter 32

Proportionalbeiwert K_p für die 1WSA (1/3 Counts)

Die Einstellung des Niveaureglers ist im Kapitel „Der Regelalgorithmus“ beschrieben.

Proportionalbeiwert K_{pv} für Sollniveauregler 1-Wegsensorachse	
--	--

6	1/(3 counts)
---	--------------

Parameter 33

ohne Bedeutung

0 -

Parameter 34

Proportionalbeiwert K_p für die 2WSA (1/3 Counts)

Die Einstellung des Niveaureglers ist im Kapitel „Der Regelalgorithmus“ beschrieben.

Proportionalbeiwert K_{ph} für Sollniveauregler 2-Wegsensorachse	
--	--

8	1/(3 counts)
---	--------------

Parameter 35

Differentialbeiwert K_d für die 1WSA (1/3 Counts)

Die Einstellung des Niveaureglers ist im Kapitel „Der Regelalgorithmus“ beschrieben.

Differentialbeiwert K_{dv} für Sollniveauregler 1-Wegsensorachse	
--	--

24	T/(3 counts)
----	--------------

Parameter 36

ohne Bedeutung

0 -

Parameter 37

Differentialbeiwert K_d für die 2WSA (1/3 Counts)

Die Einstellung des Niveaureglers ist im Kapitel „Der Regelalgorithmus“ beschrieben.

Differentialbeiwert K_{dh} für Sollniveauregler 2-Wegsensorachse	
--	--

24	T/(3 counts)
----	--------------

ZEITEN:

Parameter 38

Verzögerung der Plausibilitätsfehlererkennung (in 10 s)

Wenn ECAS direkt nach Anlassen des Motors eine Niveauänderung durchführen soll, kann aufgrund des nicht ausreichenden Vorratsdrucks ein Plausibilitätsfehler eintreten.

Dieser kann über P.37 solange verzögert werden, bis der Kompressor genügend Luft für eine einwandfreie Funktion gefördert hat.

Vor Ablauf dieser Verzögerungszeit wird das rechtsseitige Kneeling durch gleichzeitiges Ausregeln der linken und rechten Seite beendet. Dies tritt zwar in der Praxis kaum auf, kann jedoch während eines Tests mit der Kneelingfunktion (häufiges Ein- und Ausschalten der Zündung) durch Wankbewegungen bzw. starkes Überschwingen auffallen.

Verzögerung Plausibilitätsfehlererkennung

600 s

Parameter 39

Nachlaufzeit nach Zündung aus (10 s)

Es ist denkbar, daß nach Erreichen eines Fahrziels der Motor abgeschaltet wird, bevor die Fahrgäste ausgestiegen sind.

Da aber ECAS nur mit eingeschalteter Zündung arbeitet, wird sich dann das Niveau erhöhen, da keine Gegenregelung erfolgt.

Mit P. 38 läßt sich eine Nachlaufzeit vereinbaren, innerhalb der ECAS auf eine Erhöhung des Niveaus reagiert, und eine Entlüftung vornimmt.

Andere Regelungen als die der Entlüftung werden trotz gesetztem P.38 nicht durchgeführt.

Nachlaufzeit (Stand-By) (nur noch Abwärtsregelungen sind zulässig, dann ECAS „AUS“)

0 s

Parameter 40

Verzögerung der Regelung gemäß Fahrt (in 1s)

Sobald die ECU eine Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs feststellt, tritt die Regelverzögerung von 60 s ein, damit Ausregelungen von Fahrbahnunebenheiten unterbleiben.

Dies kann jedoch nach dem Anfahren von einer Haltestelle von Nachteil sein, wenn die Haltebucht einen unebenen Untergrund besitzt und das Fahrzeug vor Fahrtantritt schief stand, das Fahrzeug mit der Betriebsbremse vor Wegrollen gesichert wurde und während des Stands deshalb keine Niveaueinstellung durchgeführt wurde, unter Verwendung des Eingangs „Bremse“ eine Regelung während der geöffneten Tür bewusst verhindert werden soll, um eine Gefahr des Stolperns über die sich im Niveau ändernde Einstiegschwelle zu unterbinden.

In jedem der genannten Fälle könnte der Bus bei Fahrtantritt ein ungünstiges Niveau besitzen, das erst 60 Sekunden später ausgeglichen würde.

Nach der mit P.39 definierten Zeit wird nach dem Verlassen der Haltestelle (Fahrtbeginn) auf dem ebenen Untergrund der Straße einmalig eine weitere Niveaueinkorrektur durchgeführt. Erst anschließend wird wieder die Regelverzögerung für Fahrt aktiv.

Anmerkung: Bei der Verwendung dieses Parameters muß berücksichtigt werden, daß das Fahrzeug zum Zeitpunkt dieser Regelung gerade eine Kurve fahren könnte, und dann die Kurvenneigung ausgeregelt wird.

Die folgenden Parameter sind in der ECU ... 050 0 ohne Funktion, da diese Elektronik nicht über eine Reifeneindrückungskompensation verfügt. Die Werte der folgenden Parameter sind deshalb hier zu Null zu setzen.

Verzögerung für Aktivierung der Regelverzögerung bei Fahrt
--

0 s

DRÜCKE:

Parameter 41

Druckwert, bei dessen Überschreitung die Reifeneindrückung kompensiert wird (in 1/20 bar)

Bei Bussen mit besonders hohen Aufbauten kann zur Einhaltung der gesetzlichen vorgeschriebenen Fahrzeughöhe ein besonders geringer Einfederweg der Luftfeder notwendig werden.

Bei stark beladenem Fahrzeug und großen Fahrbahnnunebenheiten wird es dadurch möglicherweise zu einem Durchschlagen des Aufbaus auf die Puffer kommen.

Bei schwerer Beladung wird jedoch gleichzeitig der Reifen stärker zusammengedrückt, wodurch die Gesamtfahrzeughöhe sinkt.

Mit Hilfe eines Drucksensors kann bei der ECU 446 055 051/052/054/055 0 der Beladungsgrad erfasst werden. Bei steigender Last kann der Abstand Achse/ Aufbau erhöht und damit ein größerer Einfederweg bei konstanter Fahrzeughöhe realisiert werden.

Mit P. 40 wird der Druckwert eingestellt, oberhalb dessen die Kompensation wirksam werden soll. In der Regel ist dies der Wert, der im Tragbalg bei unbeladenem Fahrzeug vorherrscht.

minimaler Druck, ab dessen Überschreitung die Reifeneindrückungskompensation wirksam wird

0.00 bar

Parameter 42

Druck für maximale Kompensation (in 1/20bar)

P.41 beschreibt den Druck im Tragbalg, bei dem die größte Reifeneindrückung auftritt, die kompensiert werden soll. In der Regel wird dies der Balgdruck bei voll beladenem Fahrzeug sein.

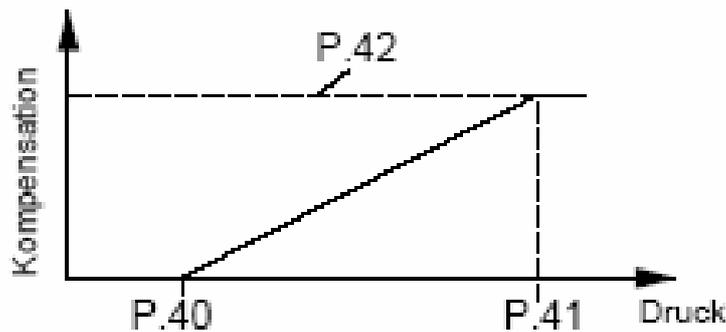
minimaler Druck, bei dem mit dem maximalen Offset die Reifeneindrückung kompensiert wird
--

0.00 bar

Parameter 43

Maximaler Offset, mit dem die Reifeneindrückung kompensiert wird (in Counts)

Hier wird die Verschiebung des Normalniveaus eingegeben, die den verstärkten Reifeneindruck bei erhöhter Last kompensiert. Der Offset ist linear von der Beladung abhängig, d. h. die Sollwertverschiebung erfolgt gleichmäßig zwischen dem unteren Druckwert entsprechend P.40 (Verschiebung = 0) und der Beladung entsprechend P.41 (Verschiebung = max. Wert = P.42).



maximaler Offset, mit dem die Reifeneindrückung kompensiert wird
--

0 counts

Parameter 44

Bei der Wahl des Parameters 44, der die Einstellung der Verzögerungszeit von 0 63,75 sec erlaubt, sollte folgendes beachtet werden:

- Geringer Luftverbrauch -> Verzögerungszeit möglichst groß
- Hohe Ventillebensdauer (Anzahl der Ventilspiele) -> Verzögerungszeit möglichst groß
- Beschleunigungsmanöver -> Verzögerungszeit möglichst groß, um durch Beschleunigungsmanöver verursachte Regelungen zu vermeiden
- Kurvenfahrt -> Verzögerungszeit muß ein Kompromiß sein: Einerseits soll in einer Kurve möglichst nicht geregelt werden, andererseits soll sich das Fahrzeug auch nicht zu lange außerhalb der Sollniveaus befinden.

Der Parameter 44 ist je nach Prioritätsfestlegung des Fahrzeugherstellers zu wählen. Es empfiehlt sich jedoch ein Wert von 60 sec.

Regelverzögerung bei Fahrt

10 s

Hinweise:

(1)

Das Bit wird bei automatischer Peripherieerkennung automatisch gesetzt

(2)

Nach der Änderung dieses Bits sind die Wegsensoren der ECAS neu zu kalibrieren!

(3)

Betrieb nur mit 1 Wegsensor ist nicht möglich!

(4)

Nach der Änderung dieses Bits von „0“ auf „1“ ist der Drucksensor der ECAS neu zu kalibrieren!

(5)

Einer- und Zehnerstelle geben die Distanz in Counts an

- Hunderterstelle = 0: Pufferbereich = untere Endlage ... untere Endlage + Distanz

- Hunderterstelle = 1: Pufferbereich = 0 ... untere Endlage + Distanz

(6)

Einer- und Zehnerstelle geben die Distanz in Counts an

- Hunderterstelle = 0: vom Kneeling-Niveau heben ins Normalniveau mit entsprechendem Querschnitt der Hauptstromdrossel

- Hunderterstelle = 1: vom Kneeling-Niveau heben ins Normalniveau nur mit grossem Querschnitt der Hauptstromdrossel, in allen anderen Fällen regeln/heben/senken mit entsprechendem Querschnitt der Hauptstromdrossel unter Berücksichtigung der programmierten Differenz

ECAS-Printscreens:

The screenshot displays the ECAS Bus A Diagnostic Software (de) V1.00 interface. The main window is titled "ECAS Bus A Diagnostic Software (de) V1.00 246 301 851 0" and features a menu bar with "Diagnose", "Meldungen", "Ansteuerung", "Messwerte", "System", "Optionen", and "Hilfe". The interface is divided into several sections:

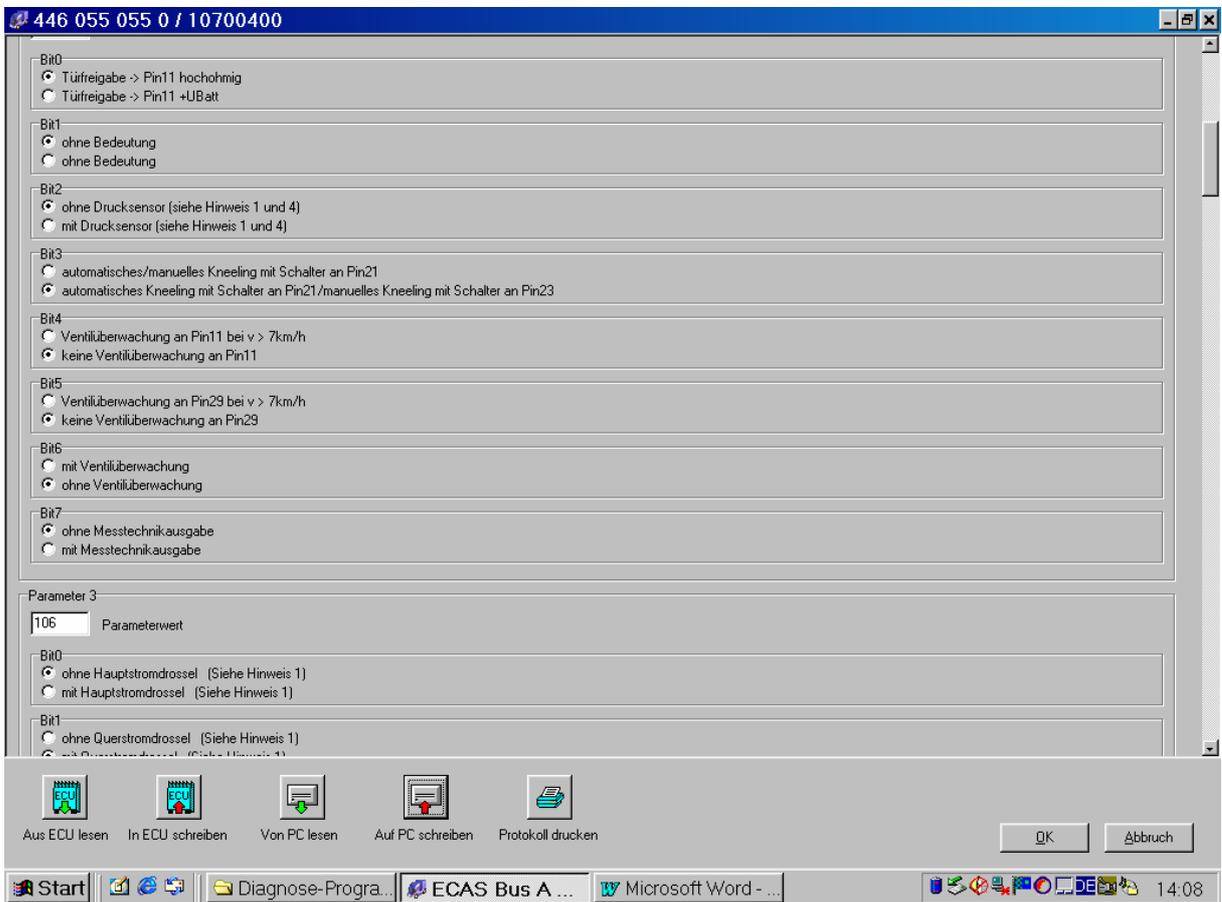
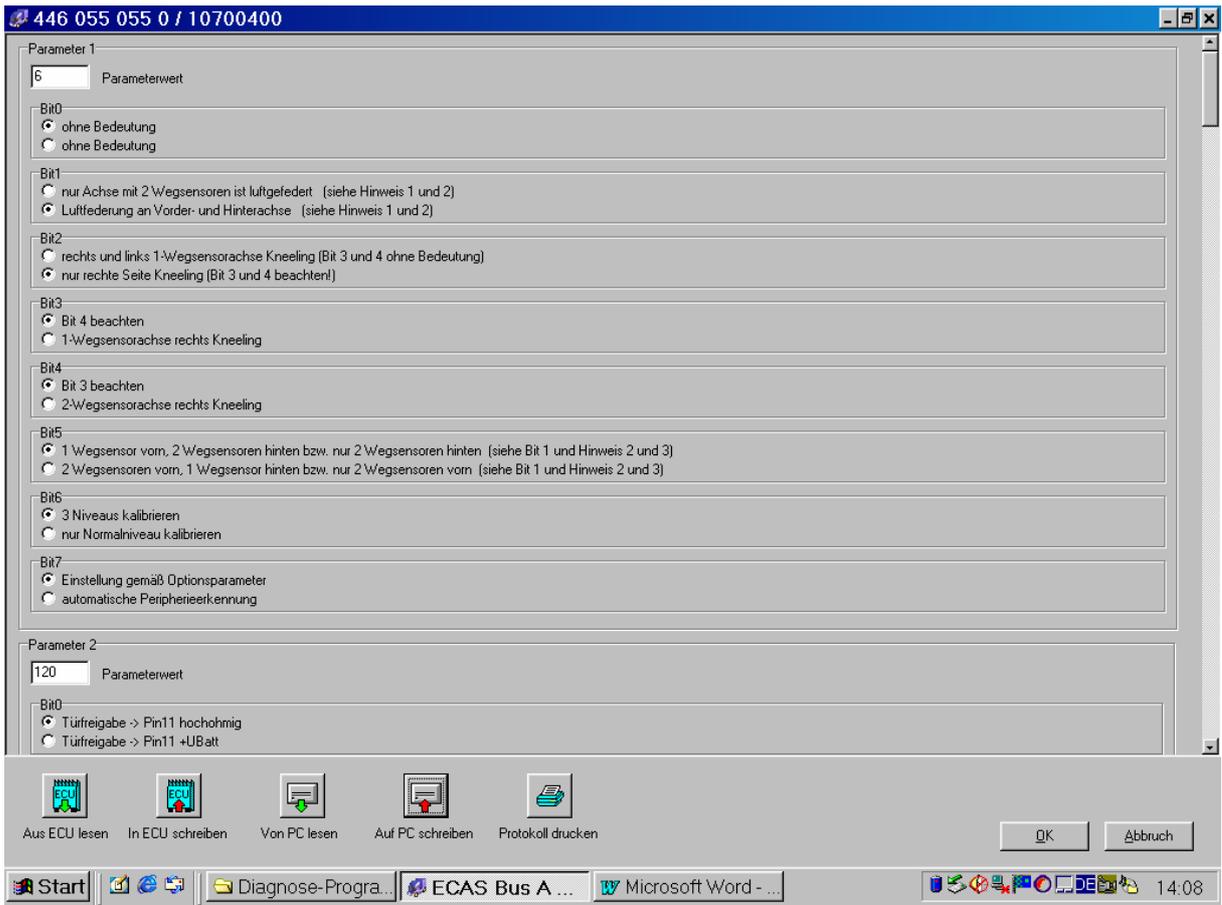
- ECU DATEN:**

Gerätenummer	446 055 055 0
Produktionsdatum	2004-w18
Softwareversion	7.0.1.0
Diagnosekennung	10700400
ECU Seriennummer	---
- AKTUELLER HINWEIS:**

Kein aktueller Hinweis in der ECU gespeichert
- ACHTUNG! Hinweise können nur mit dem Diagnose Speicherdialog aktualisiert oder gelöscht werden!**
- KONFIGURATION:**
 - Luftfederung Vorder- und Hinterachse
 - Sensierte 2-W/S-Achse
 - Sensierte 1-W/S-Achse
- AKTUELLE MESSWERTE:**

Spannung Klemme 15	25.7 V
Spannung Ventirelais	25.0 V
Geschwindigkeit	0 km/h

A central image shows various WABCO diagnostic tools and components. Below the image, a warning reads: "ACHTUNG! Während der ECAS-Diagnose unbedingt das FAHRZEUG ABSICHERN! Während der Diagnosearbeiten kann eine automatische ECAS-Regelung einsetzten und es kann zu PLÖTZLICHEN BEWEGUNGEN DES FAHRZEUGS kommen." The WABCO logo and copyright information (© 2004 WABCO Vehicle Control Systems, An American Standard Company, ALL RIGHTS RESERVED) are also present. The status bar at the bottom indicates "COM1 <-> K-Line".



446 055 055 0 / 10700400

mit Hauptstromdrossel (Siehe Hinweis 1)

Bit1
 ohne Querstromdrossel (Siehe Hinweis 1)
 mit Querstromdrossel (Siehe Hinweis 1)

Bit2
 Türstellung bei automatischem Kneeling nicht beachten
 Türstellung bei automatischem Kneeling beachten

Bit3
 Regelung an nicht zu kneelender Seite bei Kneeling
 keine Regelung an nicht zu kneelender Seite bei Kneeling

Bit4
 keine Niveauregelung bei betätigter Bremse
 Niveauregelung trotz betätigter Bremse zulässig, wenn Tür offen

Bit5
 ohne Türfreigabe-Ausgang an Pin11 (Siehe Hinweis 1)
 mit Türfreigabe-Ausgang an Pin11 (Siehe Hinweis 1)

Bit6
 ohne Anfahrsperr-Ausgang Pin29 (Siehe Hinweis 1)
 mit Anfahrsperr-Ausgang Pin29 (Siehe Hinweis 1)

Bit7
 Tür geöffnet bei DV an Pin5
 Tür geöffnet bei UBatt an Pin5

Parameter 4
 Parameterwert

Bit0
 ohne Fehlerüberwachung der Sicherheitsleiste
 mit Fehlerüberwachung der Sicherheitsleiste

Bit1
 Sicherheitsleiste als Öffner
 Sicherheitsleiste als Schließer ODER ohne Sicherheitsleiste (nur ohne Fehlerüberwachung der Sicherheitsleiste)

Bit2
 Querdrosselfunktion bei $v = 0\text{km/h}$ oder $v > 0\text{km/h}$

Aus ECU lesen In ECU schreiben Von PC lesen Auf PC schreiben Protokoll drucken

OK Abbruch

Start Diagnose-Progra... ECAS Bus A ... Microsoft Word - ... 14:08

446 055 055 0 / 10700400

Sicherheitsleiste als Öffner
 Sicherheitsleiste als Schließer ODER ohne Sicherheitsleiste (nur ohne Fehlerüberwachung der Sicherheitsleiste)

Bit2
 Querdrosselfunktion bei $v = 0\text{km/h}$ oder $v > 0\text{km/h}$
 Querdrosselfunktion nur bei $v = 0\text{km/h}$

Bit3
 mit Nachlauf für die Pins 11, 18, 29, 32, 35
 ohne Nachlauf für die Pins 11, 18, 29, 32, 35

Bit4
 ohne Bedeutung
 ohne Bedeutung

Bit5
 ohne Bedeutung
 ohne Bedeutung

Bit6
 ohne Bedeutung
 ohne Bedeutung

Bit7
 ohne Bedeutung
 ohne Bedeutung

Parameter 5
 Differenz Normalniveau 2 zu unterem Kalibrierniveau an 1-Wegsensorachse
 counts

Parameter 6
 ohne Bedeutung
 -

Parameter 7
 Differenz Normalniveau 2 zu unterem Kalibrierniveau an 2-Wegsensorachse
 counts

Aus ECU lesen In ECU schreiben Von PC lesen Auf PC schreiben Protokoll drucken

OK Abbruch

Start Diagnose-Progra... ECAS Bus A ... Microsoft Word - ... 14:09

446 055 055 0 / 10700400

Differenz Normalniveau 2 zu unterem Kalibrierniveau an 2-Wegsensorachse
 counts

Parameter 8
 Grenze Plausibilitätsfehlererkennung beim Senken an 1-Wegsensorachse (Siehe Hinweis 5)
 counts

Parameter 9
 ohne Bedeutung
 -

Parameter 10
 Grenze Plausibilitätsfehlererkennung an 2-Wegsensorachse (Siehe Hinweis 5)
 counts

Parameter 11
 Sollniveautoleranz 1-Wegsensorachse (>=3)
 counts

Parameter 12
 ohne Bedeutung
 -

Parameter 13
 Sollniveautoleranz 2-Wegsensorachse (>=3)
 counts

Parameter 14
 zulässige Rechts/Links-Abweichung innerhalb der Sollniveaus (>= 3)
 counts

Aus ECU lesen In ECU schreiben Von PC lesen Auf PC schreiben Protokoll drucken

OK Abbruch

Start Diagnose-Progra... ECAS Bus A ... Microsoft Word - ... 14:10

446 055 055 0 / 10700400

Parameter 14
 zulässige Rechts/Links-Abweichung innerhalb der Sollniveaus (>= 3)
 counts

Parameter 15
 zulässige Rechts/Links-Abweichung außerhalb der Sollniveaus
 counts

Parameter 16
 zulässige Vorn/Hinten-Abweichung außerhalb der Sollniveaus
 counts

Parameter 17
 ohne Bedeutung
 -

Parameter 18
 Differenz (Sollniveau - Istniveau), bei der die Hauptstromdrossel auf kleinen Querschnitt umschaltet (siehe Hinweis 6)
 -

Parameter 19
 Differenz (Normalniveau1 - Istniveau), bei deren Überschreitung die Anfahrsperrung aktiv ist (nur bei Kneeling)
 counts

Parameter 20
 Differenz (Normalniveau1 - Istniveau), bei deren Überschreitung (1WS und ZWS Achse) die Türfreigabe erfolgt (nur bei Kneeling)
 counts

Parameter 21
 Differenz (Normalniveau1 - Kneelingniveau), um die die 1-Wegsensorachse beim Kneeling gesenkt werden darf
 counts

Aus ECU lesen In ECU schreiben Von PC lesen Auf PC schreiben Protokoll drucken

OK Abbruch

Start Diagnose-Progra... ECAS Bus A ... Microsoft Word - ... 14:10

446 055 055 0 / 10700400

Parameter 21
Differenz (Normalniveau1 - Kneelingniveau), um die 1-Wegsensorachse beim Kneeling gesenkt werden darf
35 counts

Parameter 22
ohne Bedeutung
0 -

Parameter 23
Differenz (Normalniveau1 - Kneelingniveau), um die 2-Wegsensorachse beim Kneeling gesenkt werden darf
35 counts

Parameter 24
Kneeling-Offset: um diesen Wert wird bei manuellem Kneeling nach Loslassen des Tasters an 1+2-Wegsensorachse reversiert (wenn Istriveau > Kneeling-Niv. + 2 * Toleranz)
35 counts

Parameter 25
Fahrgeschwindigkeit, bis zu der gezielte Höhenänderungen durchführbar sind (<= Parameter 26, wird sonst auf Parameter 26 begrenzt)
10 km/h

Parameter 26
Fahrgeschwindigkeit, bei deren Überschreitung automatisch Normalniveau aktiviert wird (>= Parameter 25 und > 0)
15 km/h

Parameter 27
Fahrgeschwindigkeit, bei deren Unterschreitung automatisch das alte Sollniveau wieder eingestellt wird (< Parameter 26, wird sonst auf Parameter 26 begrenzt)
0 km/h

Parameter 28
Regelverzögerung im Stand

Aus ECU lesen In ECU schreiben Von PC lesen Auf PC schreiben Protokoll drucken

OK Abbruch

Start Diagnose-Progra... ECAS Bus A ... Microsoft Word - ... 14:10

446 055 055 0 / 10700400

0 km/h

Parameter 28
Regelverzögerung im Stand
1.00 s

Parameter 29
Pulsperiodendauer T
0.300 s

Parameter 30
Puffereerkennungszeit
2.00 s

Parameter 31
Pulsteiler
255 -

Parameter 32
Proportionalbeiwert Kpv für Sollniveauregler 1-Wegsensorachse
6 1/(3 counts)

Parameter 33
ohne Bedeutung
0 -

Parameter 34
Proportionalbeiwert Kph für Sollniveauregler 2-Wegsensorachse
8 1/(3 counts)

Parameter 35
Differentialbeiwert Kdv für Sollniveauregler 1-Wegsensorachse

Aus ECU lesen In ECU schreiben Von PC lesen Auf PC schreiben Protokoll drucken

OK Abbruch

Start Diagnose-Progra... ECAS Bus A ... Microsoft Word - ... 14:10

446 055 055 0 / 10700400

8 1/(3 counts)

Parameter 35
Differentialbeiwert Kdv für Sollniveaugler 1-Wegsensorachse
24 T/(3 counts)

Parameter 36
ohne Bedeutung
0

Parameter 37
Differentialbeiwert Kdh für Sollniveaugler 2-Wegsensorachse
24 T/(3 counts)

Parameter 38
Verzögerung Plausibilitätsfehlererkennung
600 s

Parameter 39
Nachlaufzeit (Stand-By) (nur noch Abwärtsregelungen sind zulässig, dann ECAS "AUS")
0 s

Parameter 40
Verzögerung für Aktivierung der Regelverzögerung bei Fahrt
0 s

Parameter 41
minimaler Druck, ab dessen Überschreitung die Reifeneindrückungskompensation wirksam wird
0.00 bar

Parameter 42

Aus ECU lesen In ECU schreiben Von PC lesen Auf PC schreiben Protokoll drucken

OK Abbruch

Start Diagnose-Progra... ECAS Bus A ... Microsoft Word - ... 14:11

446 055 055 0 / 10700400

0.00 bar

Parameter 42
maximaler Druck, bei dem mit dem maximalen Offset die Reifeneindrückung kompensiert wird
0.00 bar

Parameter 43
maximaler Offset, mit dem die Reifeneindrückung kompensiert wird
0 counts

Parameter 44
Regelverzögerung bei Fahrt
10.00 s

Hinweise :

(1)
Das Bit wird bei automatischer Peripherieerkennung automatisch gesetzt
...

(2)
Nach der Änderung dieses Bits sind die Wegsensoren der ECAS neu zu kalibrieren!
...

(3)
Betrieb nur mit 1 Wegsensor ist nicht möglich!
...

(4)
Nach der Änderung dieses Bits von "0" auf "1" ist der Drucksensor der ECAS neu zu kalibrieren!
...

(5)
Einer- und Zehnerstelle geben die Distanz in Counts an
- Hunderterstelle = 0: Pufferbereich = untere Endlage...untere Endlage + Distanz
- Hunderterstelle = 1: Pufferbereich = 0...untere Endlage + Distanz
...

(6)
Einer- und Zehnerstelle geben die Distanz in Counts an
- Hunderterstelle = 0 : vom Kneeling-Niveau heben ins Normalniveau mit entsprechendem Querschnitt der Hauptstromdrossel
- Hunderterstelle = 1 : vom Kneeling-Niveau heben ins Normalniveau nur mit großem Querschnitt der Hauptstromdrossel, in allen anderen Fällen regeln/heben/senken mit entsprechendem Querschnitt der Hauptstromdrossel unter Berücksichtigung der programmierten Differenz
...

Aus ECU lesen In ECU schreiben Von PC lesen Auf PC schreiben Protokoll drucken

OK Abbruch

Start Diagnose-Progra... ECAS Bus A ... Microsoft Word - ... 14:16

BEILAGE 11: Notizen zu 12m-Bus Solaris

Datei	Notizen Busabnahme in Winterthur 9. Dezember 2005
Marke und Typ	Solaris Trollino 18 AC El.trolley
Bus-Nr.	177
öffentl. Verkehrsbetrieb	Stadtbus Winterthur
Datum	9. Dez 05
Ansprechperson, Tel.Nr.	Hr. Gerber und Haslimeier, Schwaller, Lang
Bemerkung	Dieselmotor auf Generator (nicht als Notantrieb) Abnahme mit Formular 13.20 CAN-Bus

Einstellung gemäss Servicemonteur aus Polen (Hr. Piotr Wojnarski)

1. Türe Unterkante auf einer Höhe von 320mm. Dies entspricht einer Einstiegshöhe von 367mm

Messung Einstiegshöhe 1. Türe: 330 mm

dann nochmalige Messung

Einstiegshöhe 1. Türe: 335 mm

Einstiegshöhe 2. Türe: 348 mm

Einstiegshöhe 4. Türe: 331 mm

Einstiegshöhe 5. Türe: 337 mm

Luftdruck:

1. Achse: 9 bar / 900 kPa

2. Achse: 7.5 bar / 750 kPa

3. Achse: 9 bar / 900 kPa

Gesamtgewicht: 29'000kg

46 + 1 Sitzplätze

84 Stehplätze

131 total

Zul. Achslast:

1. Achse: 7'100 kg

2. Achse: 10'000 kg

3. Achse: 12'000 kg

1 WSA: 1 Wegsensor auf Vorderachse (Einzelradaufhängung)

2 WSA: 2 Wegventile auf Hinterachse im Zugfahrzeug

Da vermehrt Einzelradaufhängungen an der Vorderachse angeboten werden, besteht ein Trend, diese mit 2 Wegsensoren auszustatten (und dann an der Hinterachse im Zugfahrzeug nur 1 Wegsensor)

Marke und Typ	Solaris Urbino 12
Bus-Nr.	203
öffentl. Verkehrsbetrieb	Stadtbus Winterthur
Datum	9. Dez 05
Ansprechperson, Tel.Nr.	Hr. Odermatt (Gerber und Haslimeier)
Bemerkung	Ohne Druckwächter im ECAS (keine Reifeneindrückkompensation)

Einstellung nach Werk:

Einstiegshöhe 1. Türe: 360 mm

Einstiegshöhe 2. Türe: 380 mm

Einstiegshöhe 4. Türe: 385 mm

(2. Türe etwas höher wegen Klapprampe)

Daraufhin hat Hr. Odermatt die Fahrzeughöhe resp. Einstiegshöhe (seine Messungen vgl. untenstehende Tabelle bisheriger Einstiegshöhen) mit entsprechender Parameteränderung (GAB Pin 1959 / AB Pin 4117) auf 360 mm eingestellt (nach einer Probefahrt eingehalten mit ± 5 mm).

Zusätzlich hat er weitere Parameter korrigiert (Pin 1969 oder 4117):

Parameter 4 auf 8

Parameter 40 auf 7 (Verzögerung für Aktivierung der Regelverzögerung bei Fahrt von 0 auf 7 sec)

Parameter 44 auf 30 (Regelverzögerung bei Fahrt von 10 auf 30 sec)

Bus.Nr.	Einstiegshöhe alt in mm			Parameter alt vor Korrektur
Bus.Nr.	Türe 1	Türe 2	Türe 3	Nr. 4 / Nr. 40 / Nr. 44
201	360	370	370	12 / 0 / 40
202	360	360	360	12 / 0 / 40
204	375	385	365	12 / 0 / 10
205	350	350	360	
206	350	375	370	12 / 0 / 40
207	360	370	390	12 / 0 / 10
208	390	390	390	12 / 0 / 10
211	360	380	385	12 / 0 / 10
281	360	370		12 / 0 / 40
284	380	380		12 / 0 / 40
285	380	380		12 / 0 / 40
286	380	380		12 / 0 / 40
287	340	375		12 / 0 / 40
288	370	370		12 / 0 / 10
289	380	380		12 / 0 / 10
290	370	380		12 / 0 / 10
291	380	395		12 / 0 / 40
292	370	375		12 / 0 / 40
293	360	390		12 / 0 / 10
294	365	380		12 / 0 / 10
295	360	390		12 / 0 / 10
296	375	395		12 / 0 / 10

Marke und Typ	Solaris Urbino 12
Bus-Nr.	203

1. Türe		vor Vorderachse	
Messung OHNE Kneeling		380	<i>Kneelinghöhe</i>
Messung MIT Kneeling	unebener Boden 293	317	63

2. Türe		vor Hinterachse	
Messung OHNE Kneeling		391	<i>Kneelinghöhe</i>
Messung MIT Kneeling	unebener Boden 347	329	62

3. Türe		nach Hinterachse	
Messung OHNE Kneeling		395	<i>Kneelinghöhe</i>
Messung MIT Kneeling	unebener Boden 322	334	61

ECAS-counts mit obiger Höhe ohne Kneeling:

Vorderachse (rechts, Einzelradaufhängung) 1 WSA 103 counts
Hinterachse links 2 WSA links 81 counts
Hinterachse rechts 2 WSA links 96 counts

ca. 30 sec. warten, da diese Zeit während Fahrt für Ausnivellierung benötigt wird (auch wegen Motor hinten links). Auch im Stillstand bemerkt man beim Anheben über mehrere Sekunden Ausgleichbewegungen.

ECAS-counts mit Federbälge belüftet in oberen Anschlag:

Vorderachse (rechts, Einzelradaufhängung) 1 WSA 178 counts
Hinterachse links 2 WSA links 121 counts
Hinterachse rechts 2 WSA links 135 counts

ECAS-counts mit Federbälge entlüftet in unteren Anschlag:

Vorderachse (rechts, Einzelradaufhängung) 1 WSA 44 counts
Hinterachse links 2 WSA links 17 counts
Hinterachse rechts 2 WSA links 25 counts

Solaris-Ansprechpartner:

Piotr Wojnarski
Kundendienstleiter

Solaris Bus&Coach S.A. (Polen)
tel. 0048 618118 502, fax. 0048 618118 525

Am 24. Februar 2006 wurden genau beim gleichen Bus nochmals Messungen durchgeführt:

Marke und Typ	Solaris Urbino 12
Bus-Nr.	203

Entgegen obigen Messungen bei unebenem Boden (Wasserablauf) war der Hallenboden nun ausgeglichen eben. Der Bus war korrekt an der Luftdruckleitung angeschlossen und es konnten mehrere Messungen bei Busstillstand durchgeführt werden, so dass die Einstiegshöhen nach mehrmaligen Kneelingbewegungen gemessen werden konnten:

1. Türe Einstiegshöhe			vor Vorderachse
1. Messung OHNE Kneeling	im Depot	364	<i>Kneelinghöhe</i>
2. Messung MIT Kneeling	im Depot	311	<i>AB: 53</i>
3. Messung OHNE Kneeling	im Depot	357	<i>AUF: 46</i>
4. Messung MIT Kneeling	im Depot	307	<i>AB: 50</i>
5. Messung OHNE Kneeling	im Depot	371	<i>AUF: 64</i>
Fahrt mit leerem Bus vom Depot Deutweg an Bahnhof Oberwinterthur			
6. Messung OHNE Kneeling	B'hof O'winterthur	379	
Fahrt mit beinahe leerem Bus vom Bahnhof Oberwinterthur an Hauptbahnhof Winterthur (Linie 10)			
7. Messung MIT Kneeling	HB Winterthur*	310	<i>AB: 69</i>

2. Türe Einstiegshöhe			vor Hinterachse
1. Messung OHNE Kneeling	im Depot	368	<i>Kneelinghöhe</i>
2. Messung MIT Kneeling	im Depot	307	<i>AB: 61</i>
3. Messung OHNE Kneeling	im Depot	364	<i>AUF:57</i>
4. Messung MIT Kneeling	im Depot	307	<i>AB: 57</i>
5. Messung OHNE Kneeling	im Depot	369	<i>AUF: 62</i>
Fahrt mit leerem Bus vom Depot Deutweg an Bahnhof Oberwinterthur			
6. Messung OHNE Kneeling	B'hof O'winterthur	374	
Fahrt mit beinahe leerem Bus vom Bahnhof Oberwinterthur an Hauptbahnhof Winterthur (Linie 10)			
7. Messung MIT Kneeling	HB Winterthur*	326	<i>48</i>

3. Türe Einstiegshöhe			nach Hinterachse
1. Messung OHNE Kneeling	im Depot	361	<i>Kneelinghöhe</i>
2. Messung MIT Kneeling	im Depot	291	<i>AB: 70</i>
3. Messung OHNE Kneeling	im Depot	360	<i>AUF: 69</i>
4. Messung MIT Kneeling	im Depot	299	<i>AB: 61</i>
5. Messung OHNE Kneeling	im Depot	357	<i>AUF: 58</i>
Fahrt mit leerem Bus vom Depot Deutweg an Bahnhof Oberwinterthur			
6. Messung OHNE Kneeling	B'hof O'winterthur	355	
Fahrt mit beinahe leerem Bus vom Bahnhof Oberwinterthur an Hauptbahnhof Winterthur (Linie 10)			
7. Messung MIT Kneeling	HB Winterthur*	319	<i>AB: 36</i>

*leicht nach rechts abgesenkte Bushaltestelle für schmale Wasserabflussspalte (breiterer Abflusskanal unterirdisch bei Bushaltestelle vor Hauptpost Winterthur, Linie 10)

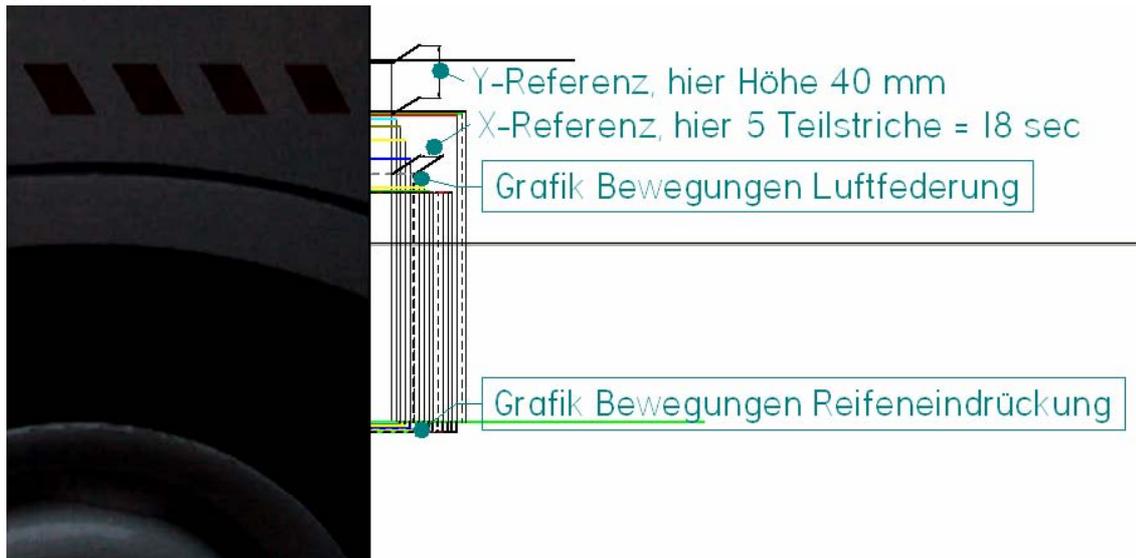
	1. Achse	2. Achse
Reifen-Durchmesser	969 mm	961 mm
Reifenhöhe	937 mm	928 mm
Profiltiefe	16 mm (Reifen rechts)	9 mm (Reifen rechts aussen)
Reifentyp (Reifen rechts)	Michelin XZU 275/70 R 22.5	Continental 275/70 R 22.5

BEILAGE 12: Aufbausenkung durch Beladung

Mit entsprechender Idee, Soft- und Hardware können die Bewegungen eines Busses an einer Bushaltestelle aufgenommen werden.

Analyse der vertikalen Bewegungen:

1. Schulbus vor 8.00 Uhr bei Hauptpost Winterthur (3. Aufnahme, 24. Februar 2006, Busführerin Frau Gröbli), Solaris 12m, Linie 10, wahrscheinlich ähnliche WABCO-Parameter wie Bus 203. Beladung von sicher ca. 50% (mehrheitlich Schüler). Die schlechte Bildausleuchtung frühmorgens Ende Februar war kein Hindernis für eine gute Messauswertung, die wie hier dargestellt im CAD realisiert wurde.



Links in obiger Darstellung wird nur das Bild am Anfang der Filmaufnahme dargestellt. Natürlich müssen für die Grafik rechts nachfolgende Bilder in der Höhe ausgewertet werden (die Zeit als horizontale Achse bietet die Videoauswertung über die zeitgleich ablaufenden Bilder). Der Film wurde in eine CAD-SW importiert und mit entsprechend besseren Vermessungsmöglichkeiten ausgewertet. Wichtig ist ein stabiles Stativ für die Filmaufnahme, Aufmerksamkeit in der Ermittlung der Vergrößerungsfaktoren und mit der hier gewählten, genauen Auswertungs-SW viel Zeit auf die Ausgabe von der HW.

Film 3:

Zeit (Bildfolge in in dieser Auswertung 3,6 sec**)																
0	3.6	7.2	10.8	14.4	18	21.6	25.2	28.8	32.4	36	39.6	43.2	46.8	50.4	54	57.6
gerundete Werte: Vertikale Eindrückung der Karosserie (inkl Reifeneindrückung)*																
0	-3	-10	-20	-35	-46	-56	-57	-60	-60	-61	-61	-61	-61	-60	0	4
Gerundete Werte: Reifeneindrückung*																
0	-1	-2	-3	-5	-6	-7	-7	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
Bewegung Karosserie 1. Schulbus 2. Achse (<u>Film 3</u>):																
Vertikale Absenkung abzüglich der Reifeneindrückung *																
0	-2	-8	-17	-30	-40	-49	-50	-52	-52	-53	-53	-53	-53	-52	8	12
Einstieg der Schüler bis kurz vor Wegfahrt			Motor abgestellt							Wegfahrt nach 57.6 sec						

* negatives Vorzeichen: Bewegung nach unten

** Die Bildfolge-Zeitintervalle für eine Schnellübersicht über den Film werden von der Software gewählt und konnten für diese und nachfolgende Auswertungen übernommen werden

Es sei hier betont, dass diese grosse Absenkung nicht der Kneeling-Bewegung entspricht. Die Kneeling-Bewegung ist nämlich viel schneller (vgl. nachfolgend).

Dieser 2. Schulbus wird wohl auch die gleichen Parameter haben wie der Bus mit der Nr. 203. Darin hat der Parameter 3 Bit 4 folgende Einstellung:

Bit 4: Niveauregelung bei betätigter Bremse

x	keine Niveauregelung bei betätigter Bremse
---	--

Es gibt 3 Möglichkeiten, diese grosse Einfederung zu verhindern:

1. Parameter 3 Bit 4 umstellen auf „Niveauregelung trotz betätigter Bremse zulässig, wenn Tür offen“
2. Die im Solaris eingebaute Haltestellenbremsfunktion elektrisch entkoppeln von dieser Überprüfung im Parameter 3 Bit 4
3. Überprüfen, ob in diesem Bus die Niveauregelung richtig funktioniert und Reparatur derselben, sofern ein Defekt (oder eine falsche Parametereinstellung) die Ursache war.

Das Kneeling wird eingeleitet durch Luftablassen im Luftfederbalg. Bei gleichem Beladungszustand des Busses ist deshalb im Luftbalg der gleiche Betriebsdruck vorhanden im normalen Niveau wie auch in abgesenktem Zustand.

Angenommen, der gleiche Bus würde sich mittels Kneeling um ca. 65mm absenken lassen, kämen dann bei Beladung die oben gemessenen 53mm vertikale Absenkung (abzüglich der Reifeneindrückung) hinzu. Allenfalls ist diese vertikale Absenkung in der abgesenkten Kneelingposition durch Geometrieänderungen in der Radaufhängung etwas geringer). Dies würde heissen, dass dieser Bus gegenüber Normalniveau an der Haltestelle mit Kneeling und zusätzlicher Beladung eine um über 100mm tiefere Einstiegshöhe hat!

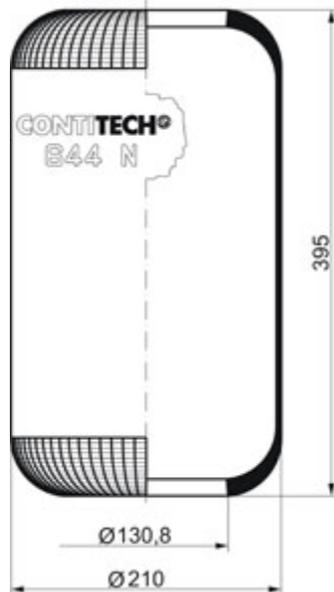
Ist die Absenkung durch Belastung realistisch, oder handelt es sich um einen mechanischen Defekt der Luftfederung?

Nachfolgende Technische Angaben zeigen, dass zumindest für den Luftfederbalg dieser grosse Unterschied in der Einstiegshöhe aufnehmen kann. Dies aufgrund des grossen möglichen Federwegs:

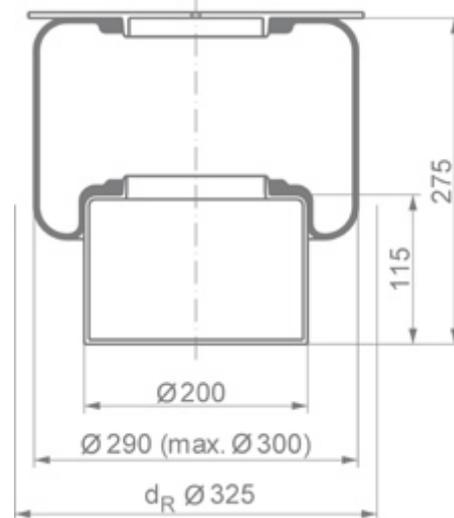
In den Solaris-Bussen werden Luftfederbälge von Phoenix eingebaut: An der Vorderachse Typ 1DF 25a-2 und an der Hinterachse Typ 1DF 25a-1.

Mercedes-Benz verwenden an allen Achsen die Luftfederbälge Conti 644. Für den Typ 644N sind die technischen Angaben:

Schnittzeichnung



Konstruktionsvorschlag



● Bolzen ○ Buchse ⊗ Kombinations-Bolzen ⊗ Luftanschluß

Technische Daten

Bestell-Nr.	2688001000
Gewicht	1,6 kg
Tragkraft bei Überdruck $p_{\text{ü}} = 5 \text{ bar}$	21,0 kN
Tragkraft bei Überdruck $p_{\text{ü max.}} = 7,0 \text{ bar}$	29,5 kN
Tragkraft bei Überdruck $p_{\text{ü min.}} = 1,0 \text{ bar}$	4,0 kN
Federweg (Höhe min.)	*155 mm
Federweg (Höhe max.)	*415 mm
Abmessung d max.	300 mm
Raumbedarf (d_R)	325 mm
Konstruktionshöhe (h)	275 mm
Eigenfrequenz	*1,15 Hz
Kolbenvolumen	*3,4 dm ³

Anmerkungen

Standard Bus Luftfeder, z.B. MB, Volvo, Setra, Neoplan, Van Hool, Kia, Daewoo

Es fällt auf, dass auch der zylindrische Teil des Balges sich radial verformen kann und durch axiale Verformung den grossen Federweg zusammen mit den abgerundeten Enden aufnimmt. (Die Bälge sind demnach nicht oder unwesentlich gewebeverstärkt.)

Reifeneindrückung und Karosserie-Absenkung Hess-Doppelgelenkbus 25mm bei Weltrekordversuch:

Weltrekordversuch von der VBZ (Gruppenleiter Hr. Schneeberger) am 25. Februar 2006 mit einem Hess-Doppelgelenkbus 25mm.

Erlaubte Beladung: 60 Sitzplätze, 120 Stehplätze

Messung der Reifeneindrückung für Weltrekordversuch: Beladung mit 251 Personen (auch Kinder), also ca. 40% Überbeladung

Reifeneindrückung:

1. Achse ca. 18.5mm (2 Messungen „von Hand“ 19mm und 18mm)
2. Achse mit Doppelbereifung ca. 11.5mm (2 Messungen „von Hand“ 10mm und 13mm), gegenüber 10.1mm mit Film und Auswertung in CAD-SW

Die mögliche Reifeneindrückungskompensation als Option vom Niveauregelungs-Anbieter WABCO (vgl. Quelle Mercedes-Benz Vertriebsdokumentationen) angeboten, gehen von einer Reifeneindrückung von 15mm aus. Für die erste Achse ist dieser Wert in etwa richtig gewählt, für die 2. Achse mit Doppelbereifung geringfügig zu hoch.

Es wurde auch die Karosserieabsenkung auf Film aufgenommen und in der CAD-SW ausgewertet:

Foto 25m Hess-Doppelgelenkbus: unbeladen



Foto 25m Hess-Doppelgelenkbus: beladen mit ca. 40% mehr Personen als offiziell zugelassen



Masstab: 43.33mm in Zeichnung = 140mm am Bus, also 1 : 3.231
 Absenkung Karosserie 2. Achse (inkl. Reifeneindrückung) = 12.91mm in Zeichnung = 41.7mm am Bus
 Reifeneindrückung 2. Achse = 3.12mm in Zeichnung = 10.1mm am Bus
Absenkung der Karosserie 2. Achse abzgl. Reifeneindrückung: 41.7 – 10.1 = 31.6mm

Kontrolle des Masstabes mit Höhe Post-it Kleber:
 Höhe in Zeichnung 4.84mm, Höhe effektiv 14.5 mm, Masstab = 1 : 2.996

Kneelingbewegung:

Beim 2. Schulbus wurde an derselben Bushaltestelle gleich danach die Vorderachse gefilmt und ausgewertet; **Film 4:**

Zeit (Bildfolge in in dieser Auswertung 4,7 sec**)															
0	4.7	9.4	14.1	18.8	23.5	28.2	32.9	37.6	42.3	47	51.7	56.4	61.1	65.8	70.5
gerundete Werte: Vertikale Eindrückung der Karosserie (inkl Reifeneindrückung)*															
0.0	-16	-2	-5	-14	-8	-14	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-2	-2	-2
Gerundete Werte: Reifeneindrückung*															
0	-2	-1	-2	-5	-3	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-5	-5	-5
Bewegung Karosserie 2. Schulbus 1. Achse (<i>Film 4</i>):															
Vertikale Absenkung abzüglich der Reifeneindrückung *															
0	-14	0	-3	-9	-5	-10	-12	-12	-12	-12	-12	-12	3	3	3

Beim Bus mit der Nr. 203 der Stadtbus Winterthur wurde an der Bushaltestelle Oberwinterthur mit dem gleichen Verfahren (Film in CAD-Programm) die Kneeling-Bewegung (runter, dann wieder rauf auf Normalniveau) an der Vorderachse aufgenommen (leerer Bus); **Film 1:**

Zeit (Bildfolge in dieser Auswertung 1,37 sec)																
0	1.4	2.7	4.1	5.5	6.9	8.2	9.6	11.0	12.3	13.7	15.1	16.4	17.8	19.2	20.6	21.9
Bewegung Karosserie 1. Achse (Film 1):																
Vertikale Absenkung durch Kneeling (gerundete Werte) bei leerem Bus																
0	0	0	-1	-28	-62	-64	-65	-65	-65	-50	-6	-6	-6	-6	-6	-6
Kneeling nach unten							Kneeling nach oben									

Gleich darauf konnte mit einem weiteren Kneeling auch die Karosseriebewegung über der 2. Achse gemessen werden; **Film 2:**

Zeit (Bildfolge in dieser Auswertung 0.83 sec)																
0.0	0.8	1.7	2.5	3.3	4.2	5.0	5.8	6.6	7.5	8.3	9.1	10.0	10.8	11.6	12.5	13.3
Bewegung Karosserie 2. Achse (Film 2):																
Vertikale Absenkung durch Kneeling (gerundete Werte) bei leerem Bus																
0	0	0	-12	-31	-51	-55	-55	-55	-55	-55	-43	-7	-2	-2	-2	-2
Kneeling nach unten							Kneeling nach oben									

(Es sei nochmals erwähnt, dass in obigen 2 Messungen der gleiche Bus mit der Nr. 203 der Stadtbus Winterthur gemessen wurde. Dies in Kenntnis für Vergleichmöglichkeiten mit den Parametern der WABCO-Elektronik weiter oben in der **Beilage 10.**)

Beim Bus 203 konnte die Beladung durch Schüler (ca. 30% Beladung) an der Hinterachse gefilmt werden. Die Ausgangsposition war abgesenkt mittels Kneeling; **Film 6:**

Zeit (Bildfolge in dieser Auswertung 1.66 sec)													
0.0	1.7	3.3	5.0	6.6	8.3	10.0	11.6	13.3	14.9	16.6	18.3	19.9	
Bewegung Karosserie 2. Achse (Film 6):													
Bei Beladung keine Absenkung, danach Kneeling (gerundete Werte) nach oben													
0	0	1	42	58	58	60	60	60	59	55	55	56	

Kneeling-Einstellungen:

Die Einstellungen, welche von den Werkstatt-Mitarbeitern in Erfahrung gebracht werden konnten, sind hier wiedergegeben.

12m-Busse

Neoplan N 4516**	VBZ (ZH)
-------------------------	-----------------

Einstiegshöhe 320-340, waagrechte Karosserie zw. 90-100 counts. Oberes Niveau: oberer Anschlag - 5 counts. Unteres Niveau: Unterer Anschlag + 5 counts

Normaleinstellung VA 96 counts, HR 97, HL 95 counts
entspricht Einstiegshöhe 1. Türe 341mm, 2. Türe 372mm, 3. Türe 368mm
nach Fahrt im Depotgelände VA 96, HR 94, HL 97
entspricht Einstiegshöhe 1. Türe 338mm, 2. Türe 370mm, 3. Türe 374mm

Scania N 94 UB	ZVB (ZG)
-----------------------	-----------------

Einstellung Einstiegshöhe 320mm mit 1. Prior. an 1. Türe
Einstellung nach hinten etwas angehoben (Fahrtdynamik und Optik sowie Überhang gegenüber Strasse)
Frontunterkante 200-210mm, da in Zug 180mm Bordstein am Bahnhof
Vorteil bei Kneeling nicht gegen Block resp. Puffer: weichere Absenkung

Solaris Urbino 12	WV (ZH)
--------------------------	----------------

Einstellung Einstiegshöhe 360 1. Türe als Werkseinstellung
Bus Nr. 204:

Messg. OHNE / MIT / OHNE KNEELING	344 / 286 / 349	1. Türe
(gleich darauffolgende Messungen)	372 / 316 / 372	2. Türe
	374 / 322 / 374	3. Türe

18m-Busse

MAN NG 353	BVB (BS)
-------------------	-----------------

Einstiegshöhe 1. und 2. Türe 340mm, dann Kneeling auf Block resp. Puffer

MAN NG 363	STI (BE)
-------------------	-----------------

Kein Vorgabe für Einstiegshöhe (bei 340 wäre Federkomfort zu gering)
Übernahme der Werkeinstellung, dann Kneeling auf Block resp. Puffer

BEILAGE 13: Messungen auf der Linie

12m-Busse	Anzahl zwischen 2000 bis 2004	Anzahl 2000 bis Ende 2005	Gewählter Öffentlicher Verkehrsbetrieb für Messungen
MAN NL 313**	60		STI (BE)
Merc.-Benz O 530	262		VBL (LU), VBG /VBRF (ZH)
Neoplan N 4516**	41		VBZ (ZH)
Scania N 94 UB	28		ZVB (ZG)
Solaris Urbino 12	32		WV (ZH)

** baugleich

Von folgenden 12m-Bussen wurden keine Messungen durchgeführt:

Volvo HESS B7L	28		VBZ (SH) 10, VBRF (ZH) 9, AHW (ZH) 7
Van Hool A 330 CNG		22	TL (VD) 22

18m-Busse	Anzahl zwischen 2000 bis 2004	Anzahl 2000 bis Ende 2005	Gewählter Öffentlicher Verkehrsbetrieb für Messungen
MAN NG 353	29		BVB (BS) 20
Merc.-Benz O 530 G	153		VBL (LU), WV (ZH), STI (BE)
Van Hool AG 300	32		TL (VD)
Volvo 7000	90		TPG (GE)
Volvo HESS B7LA	25		SVB (BE), VBZ (SH)
Hess BGT-N2 C		34	TPG (GE)
MAN NG 363		20	STI (BE)
Solaris Urbino 18		ca. 20	WV (ZH)

Von folgenden 18m-Bussen wurden keine Messungen durchgeführt:

Neoplan 4522		ca. 20	VBZ (ZH)
Neoplan N 6121 Bimode	27		TL (VD) 27

Gegenüber den Messungen in den Depots/Werkstätten wurde zusätzlich vom HESS Scania L 94 UA 6x2 bei den VBL (LU) eine Messung durchgeführt.

Einstiegshöhe 12m-Busse:

MAN NL 313*

					Mittel
	STI (BE)				
Bus-Nr.	99	96	94	77	4 Busse in 1 öV
	MAN NL 313*				MAN NL 313*
	OHNE Kneeling				OHNE Kneeling
1. Türe	348		310	343	334
2. Türe	387		339	362	363
3. Türe					
	MIT Kneeling				MIT Kneeling
1. Türe	284	317	266	257	269
2. Türe	292	364	286	285	288
3. Türe					
	OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen				OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen
1. Türe	355		317	355	342
2. Türe	388		346	370	368
3. Türe					
	MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen				MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen
1. Türe	291	330	273	269	278
2. Türe	293	364	293	293	293
3. Türe					
	Kneeling				Kneeling
1. Türe	64		44	86	65
2. Türe	95		53	77	75

Merc.-Benz O 530

								Mittel	Mittel ohne gestrichene Extremwerte	Maximum ohne gestrichene Extremwerte	Minimum ohne gestrichene Extremwerte	Diff. Maximum-Minimum (ohne gestrichene Extremwerte)	
	VBL (LU)	VBG /VBRF (ZH)											
Bus-Nr.	65	33	604	768		95	94	6 Busse in 2 öV					
	Merc.-Benz O 530							Merc.-Benz O 530					
	OHNE Kneeling							OHNE Kneeling					
1. Türe	322	320	320	335	318	305	304	318	317	322	305	17	
2. Türe	332	353	340	350	343	339	338	342	342	343	338	5	
3. Türe	331	357	337	330	346	345	346	342	340	346	331	15	
	MIT Kneeling							MIT Kneeling					
1. Türe	237	243		238	228	230		235	235	238	230	8	
2. Türe	254	274		273	253	261		262	262	273	253	20	
3. Türe	251	275		275	248	265		263	264	275	251	24	
	OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen							OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen					
1. Türe	329												
2. Türe	337												
3. Türe													
	MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen							MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen					
1. Türe	244												
2. Türe	256												
3. Türe													
	Kneeling							Kneeling					
1. Türe	85	77		97	90	75		85	83	90	75	15	
2. Türe	81	79		77	90	78		81	79	81	78	3	
3. Türe	80	82		55	98	80		79	81	82	80	2	

Neoplan N 4516

						Mittel	Mittel ohne gestrichene Extremwerte	Maximum ohne gestrichene Extremwerte	Minimum ohne gestrichene Extremwerte	Diff. Maximum-Minimum (ohne gestrichene Extremwerte)
	VBZ (ZH)									
Bus-Nr.	245	283	258	268	252	5 Busse in 1 öV				
	Neoplan N 4516*					Neoplan N 4516*				
	OHNE Kneeling					OHNE Kneeling				
1. Türe	324	319	333	319	323	324	324	324	319	5
2. Türe	359	344	353	349	346	350	349	353	346	7
3. Türe	358	382	364	372	355	366	365	372	358	14
	MIT Kneeling					MIT Kneeling				
1. Türe	276	239	246	237	248	249	244	248	239	9
2. Türe	292	264	273	268	277	275	273	277	268	9
3. Türe	272	300	296	294	293	291	294	296	293	3
	OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen					OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen				
1. Türe										
2. Türe										
3. Türe										
	MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen					MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen				
1. Türe										
2. Türe										
3. Türe										
	Kneeling					Kneeling				
1. Türe	48	80	87	82	75	74	79	82	75	7
2. Türe	67	80	80	81	69	75	76	80	69	11
3. Türe	86	82	68	78	62	75	76	82	68	14

Scania N 94 UB

	ZVB (ZG)		VBL (LU)	
Bus-Nr.	121	120	123	57
	Scania N 94 UB			
	OHNE Kneeling			
1. Türe	308	325	352	319
2. Türe	349	340	365	340
3. Türe			390	385
	MIT Kneeling			
1. Türe	252	277		229
2. Türe	282	298		252
3. Türe				296
	OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen			
1. Türe				322
2. Türe				341
3. Türe				
	MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen			
1. Türe				232
2. Türe				253
3. Türe				
	Kneeling			
1. Türe	56	48		90
2. Türe	67	42		88
3. Türe				89

Solaris Urbino 12

						Mittel
	WV (ZH)					
Bus-Nr.	284	207	203	209	289	5 Busse in 1 öV
	Solaris Urbino 12					Solaris Urbino 12
	OHNE Kneeling					OHNE Kneeling
1. Türe			340	359	361	353
2. Türe			369	358	358	362
3. Türe			362	374		
	MIT Kneeling					MIT Kneeling
1. Türe	282	294	286	309	295	296
2. Türe	290	289	312	304		302
3. Türe		284	303	318		
	OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen					OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen
1. Türe			351		368	360
2. Türe			382		366	
3. Türe						
	MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen					MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen
1. Türe		304	297		302	301
2. Türe			325			
3. Türe						
	Kneeling					Kneeling
1. Türe			54	50	66	57
2. Türe			57	54		
3. Türe						

Einstiegshöhe 18m-Busse:

MAN NG 353

						Mittel	Mittel ohne gestrichene Extremwerte	Maximum ohne gestrichene Extremwerte	Minimum ohne gestrichene Extremwerte	Diff. Maximum-Minimum (ohne gestrichene Extremwerte)
	BVB (BS)									
Bus-Nr.	787	780	755	774	785	5 Busse in 1 öV				
	MAN NG 353					MAN NG 353				
	OHNE Kneeling					OHNE Kneeling				
1. Türe	342	361	346	353	348	350	349	353	346	7
2. Türe	369	358	373	358	357	363	362	369	358	11
4. Türe	367	348	361	343	354	355	354	361	348	13
	MIT Kneeling					MIT Kneeling				
1. Türe	277	289	271	291	291	284	286	291	277	14
2. Türe	293	294	302	291	291	294	293	294	291	3
4. Türe	287	274	281	275	280	279	279	281	275	6
	OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen					OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen				
1. Türe	348	369	353	357	354	356	355	357	353	4
2. Türe	375	363	380	363	362	369	367	375	363	12
4. Türe	370	356	372	353	364	363	363	370	356	14
	MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen					MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen				
1. Türe	283	297	278	295	297	290	292	297	283	14
2. Türe	299	299	309	296	296	300	298	299	296	3
4. Türe	290	282	292	285	290	288	286	290	282	8
	Kneeling					Kneeling				
1. Türe	65	72	75	62	57	66	66	72	62	10
2. Türe	76	64	71	67	66	69	68	71	67	4
4. Türe	80	74	80	68	74	75	74	80	68	12

Merc.-Benz O 530 G

												Mittel	Minimum ohne gestrichene Extremwerte	Maximum ohne gestrichene Extremwerte	Minimum ohne gestrichene Extremwerte	Maximum-Minimum (ohne gestrichene Extremwerte)	
	STI (BE)				WV (ZH)	VBL (LU)											
Bus-Nr.	74	76	-> 76	-> 76	325	132	138	135	129	126	712	9 Busse in 3 öV					
	Merc.-Benz O 530 G											Merc.-Benz O 530 G					
	OHNE Kneeling											OHNE Kneeling					
1. Türe	318	308	280	320	327	312	333	303	295	307	330	312	313	330	295	35	
2. Türe	350	341	318	357	351	342	369	327	333	347	338	343	343	357	327	30	
4. Türe	340	343	322	346	340	355	373	351	338	355	371	349	349	371	338	33	
5. Türe					320	379	368		328	389	375	360	271	379	328	51	
	MIT Kneeling											MIT Kneeling					
1. Türe	246	264	244			237	237	209	234	243	223	237	238	246	223	23	
2. Türe	318	320	308			281	277	273	273	278	252	287	287	318	273	45	
4. Türe	323	313	312			297	268	286	284	293	286	296	296	313	284	29	
5. Türe						311	358		284	330	276	312	231	330	284	46	
	OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen											OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen					
1. Türe	327	312	284	324		321		312				313	311	324	312	12	
2. Türe	350	346	323	362		353		333				345	346	353	333	20	
4. Türe	340	357	336	360		367		365				354	355	365	336	29	
5. Türe																	
	MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen											MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen					
1. Türe	255	268	248			246		218				247	250	255	246	9	
2. Türe	318	325	313			292		279				305	308	318	292	26	
4. Türe	323	327	326			309		300				317	319	326	309	17	
5. Türe																	
	Kneeling											Kneeling					
1. Türe	72	44	36			75	96	94	61	64	107	72	72	96	44	52	
2. Türe	32	21	10			61	92	54	60	69	86	54	55	86	21	65	
4. Türe	17	30	10			58	105	65	54	62	85	54	53	85	30	55	
5. Türe						68	10		44	59	99	56	57	68	44	24	

Fasst man die Daten in einer Tabelle zusammen, wird diese zur Auswertung kleiner, so dass sie ausgewertet werden kann:

														Mittel	Mittel ohne gestrichene Extremwerte	Maximum ohne gestrichene Extremwerte	Minimum ohne gestrichene Extremwerte	Diff. Maximum-Minimum (ohne gestrichene Extremwerte)
Bus Nr. 330 in Genf, viele Messungen (ohne Kneeling)													Bus Nr. 330 in Genf, viele Messungen (ohne Kneeling)					
Volvo 7000													Volvo 7000					
1. Türe	285	341	326	325	326	342	332	342	320	330	328			327	330	342	320	22
2. Türe	361	383	346	352	365	375	370	362	362	366	349	368		363	363	375	349	26
4. Türe	370	378	370	377	347	371	364	384	377	363	351			368	369	378	351	27
5. Türe	333	329	330	342	335									334	334	335	330	5
Korrektur neuer Reifen													Korrektur neuer Reifen					
1. Türe	296	352	336	337	353	343	353	331	341	339				338	341	353	331	22
2. Türe	370	392	355	361	374	384	379	371	371	375	358	377		372	372	384	358	26
4. Türe	374	382	374	381	354	375	368	385	381	367	355			372	373	382	355	27
5. Türe	337	333	334	346	339									338	337	339	334	5

Volvo HESS B7LA

				Mitte
	VBSH (SH)			
Bus-Nr.	16	11	8	3 Busse in 1 öV
	Volvo HESS B7LA		Volvo HESS B7LA	
	OHNE Kneeling		OHNE Kneeling	
1. Türe		342		
2. Türe		330		
4. Türe		329		
5. Türe		297		
	MIT Kneeling		MIT Kneeling	
1. Türe	258	267	227	251
2. Türe	274	275	277	275
4. Türe	292	297	294	294
5. Türe		285	302	

Zusätzlich wurden Messungen am Volvo HESS B7LA in Bern durchgeführt:

											Mittel	Mittel ohne gestrichene Extremwerte	Maximum ohne gestrichene Extremwerte	Minimum ohne gestrichene Extremwerte	Diff. Maximum-Minimum (ohne gestrichene Extremwerte)
	SVB (BE)														
Bus-Nr.	265	257	257	->	->	->	->	->	->	->	3 Busse in 1 öV				
	Volvo HESS B7LA										Volvo HESS B7LA				
	OHNE Kneeling										OHNE Kneeling				
1. Türe	352	329													
2. Türe	339	375	376	368	391	372		373		371	373	376	368	4	
4. Türe		385													
5. Türe															
	MIT Kneeling										MIT Kneeling				
1. Türe	279	281													
2. Türe	301	339					323		325	322	324				
4. Türe	293	343													
5. Türe															
	OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen										OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen				
1. Türe	359														
2. Türe	350														
4. Türe															
5. Türe															
	MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen										MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen				
1. Türe	286														
2. Türe	312														
4. Türe	293														
5. Türe															
	Kneeling										Kneeling				
1. Türe	73	48													
2. Türe	38	36													
4. Türe		42													
5. Türe															

Hess BGT-N2 C und MAN NG 363

	TPG (GE)		STI (BE)	
Bus-Nr.	731	-> 731	102	105
	Hess BGT-N2 C		MAN NG 363	
	OHNE Kneeling			
1. Türe	283	316	331	309
2. Türe	322	308	360	362
4. Türe	343	324	353	365
5. Türe	317	325		
	MIT Kneeling			
1. Türe			261	234
2. Türe			298	282
4. Türe			279	277
5. Türe				
	OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen			
1. Türe	289	322	339	324
2. Türe	329	315	373	375
4. Türe	350	331	353	376
5. Türe	324			
	MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen			
1. Türe			269	249
2. Türe			311	295
4. Türe			279	288
5. Türe				
	Kneeling			
1. Türe			70	75
2. Türe			62	80
4. Türe			74	88
5. Türe				0

Solaris Urbino 18m und HESS Scania L 94 UA 6x2 sowie Volvo 7000

	VW (ZH)	VBL (LU)	TPG (GE)
Bus-Nr.	331	27	311
	Solaris Urbino 18m	HESS Scania L 94 UA 6x2	Volvo 7000
	OHNE Kneeling		
1. Türe	343	298	350
2. Türe	352	329	357
4. Türe	348	339	336
5. Türe	343		
	MIT Kneeling		
1. Türe	286	213	
2. Türe	294	252	
4. Türe	292	268	
5. Türe	286		
	OHNE Kneeling, Korrektur neuer Reifen		
1. Türe		298	357
2. Türe		329	373
4. Türe		347	351
5. Türe			
	MIT Kneeling, Korrektur neuer Reifen		
1. Türe		213	
2. Türe		252	
4. Türe		276	
5. Türe			
	Kneeling		
1. Türe	57	85	
2. Türe	58	77	
4. Türe	56	71	
5. Türe	57		

BEILAGE 14: Auszug aus Verkehrsregelverordnung VRV 741.11

Gelenkbusse mit einer Gesamtlänge von 18,75 m:

Seit dem 1. Dez. 2002 gilt für Gelenkbusse eine Gesamtlänge von 18,75 m

Verkehrsregelverordnung
vom 13. November 1962 (Stand am 9. Dezember 2003)

Der Schweizerische Bundesrat,
gestützt auf die Artikel 57 und 106 Absatz 1 des Strassenverkehrsgesetzes vom
19. Dezember 19582 (im folgenden SVG genannt)
sowie Artikel 12 Absätze 1 Buchstabe c und 2 des Bundesgesetzes vom
7. Oktober 19833 über den Umweltschutz (im folgenden USG genannt),
verordnet:

. . . .in Artikel 65:

Art. 65¹⁹² Länge

(Art. 9 Abs. 2 SVG)¹⁹³

1 Die Länge der Fahrzeuge darf ohne Ladung höchstens betragen für:
Meter

a. Motorwagen, ausgenommen Gesellschaftswagen	12,00
b. Anhänger, ausgenommen Sattelanhänger	12,00
c. Gesellschaftswagen mit zwei Achsen	13,50
d. Gesellschaftswagen mit mehr als zwei Achsen	15,00
e. Sattelmotorfahrzeuge	16,50
f. Anhängerzüge	18,75
g. Gelenkbusse	18,75¹⁹⁴

2 Die Länge der Gelenkbusse und der anderen Gesellschaftswagen darf einschliesslich der Länge von abnehmbaren Zubehörteilen wie Skiboxen die Höchstlänge nach Absatz 1 nicht überschreiten.¹⁹⁵

¹⁹³ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 15. Nov. 2000, in Kraft seit 1. Jan. 2001 (AS 2000 2883).

¹⁹⁴ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 16. Okt. 2002, in Kraft seit 1. Dez. 2002 (AS 2002 3565).

¹⁹⁵ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 16. Okt. 2002, in Kraft seit 1. Dez. 2002 (AS 2002 3565).

(Die gleiche Länge für Gelenkbusse wird natürlich auch in der „Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS), 741.41, genannt.)

Zusatzbemerkung:

Heute werden bereits 25m-Doppelgelenkbusse, in der Schweiz wahrscheinlich noch mit Sondergenehmigung, eingesetzt. Nach dem Versuchsbetrieb der VBZ mit einem Doppelgelenker aus Genf wird die VBZ wahrscheinlich nächstens ca. 17 Busse der Firma Hess bestellen (auch Van Hool bietet 25m-Busse an). Die offizielle Zulassung durch die Behörden wird dann vorhanden sein.

BEILAGE 15: Karosserie

Übersicht Verschleisschutz an Karosserie-Unterkante:

12m-Busse	Anzahl zwischen 2000 bis Ende 2005	Öffentlicher Verkehrs-betrieb	VERSCHLEISSCHUTZ
MAN NL 313**	60	STI (BE)	FRONT Trapezklotz
Merc.-Benz O 530	262	VBL (LU)	FRONT -
Neoplan N 4516**	41	VBZ (ZH)	FRONT Trapezklotz, HECK Abdeckblech
Scania N 94 UB	28	ZVB (ZG)	FRONT -, HECK Abdeckblech
Solaris Urbino 12	32	WV (ZH)	FRONT halbrunder Klotz, HECK halbrunder Klotz
Volvo HESS B7L	28	VBRF (ZH)	FRONT Verschleissplatte
Van Hool A 330 CNG	22	TL (VD)	FRONT -

** baugleich

18m-Busse	Anzahl zwischen 2000 bis Ende 2005	Öffentlicher Verkehrs-betrieb	VERSCHLEISSCHUTZ
MAN NG 353	29	BVB (BS)	FRONT -, HECK Abdeckblech
Merc.-Benz O 530 G	153	VBL (LU)	FRONT -
Van Hool AG 300	32	TL (VD)	FRONT -
Volvo 7000	90	TPG (GE)	FRONT Abdeckblech (beschädigt)
Volvo HESS B7LA	25	SVB (BE)	FRONT Verschleissplatte
Hess BGT-N2 C	34	TPG (GE)	FRONT -
MAN NG 363	20	STI (BE)	FRONT Trapezklotz
Neoplan 4522	Ca. 20	VBZ (ZH)	FRONT Trapezklotz
Solaris Urbino 18	Ca. 20	WV (ZH)	FRONT halbrunder Klotz, HECK halbrunder Klotz

Ohne Verschleisschutz unter Vorderkante:

Depot Mercedes-Benz Citaro O 530 Luzern 25.11.05, NEUER BUS noch ohne Nr.):



Depot Mercedes-Benz Citaro O 530 G Luzern 25.11.05, Bus-Nr. 128:



Depot Scania HESS N 94 UB 4x2 Zug 9.11.05, Bus-Nr. 124:



Auch der 12m Van Hool A 330 und der 18m Van Hool A 300 besitzen keinen speziellen Verschleisschutz. (Bei diesen Bussen ist jedoch unter der Vordertüre ein Abdeckblech angebracht.)

Depot Van Hool A 330 CNG Lausanne 15.11.05, Bus-Nr. 444:



Depot Van Hool AG 300 Lausanne 15.11.05, Bus-Nr. 563:



HESS bringt unter dem neueren 18m-Bus Hess BGT-N2C keinen speziellen Verschleisschutz an (dies im Gegensatz einer kräftigen Verschleissplatte unter früheren Bussen, vgl. nachfolgend).

Depot Hess BGT-N2C Luzern, Bus-Nr. 203:



Trapezklotz unter Vorderkante:

Der Verschleisschutz ist nicht zwingend markttypisch, sondern eher kundenspezifisch: Der 12m MAN NL 313 und der 18m MAN NG 363 der Thuner Verkehrsbetriebe STI haben einen Trapezförmigen Verschleissklotz unter der Vorderkante der Karosserie angebracht. Am MAN NG 353 der Basler Verkehrsbetriebe befindet sich kein solcher Verschleissklotz.

Depot MAN NL 313 Thun 10.11.05, Bus-Nr. 96:



Depot MAN NG 353 Basel 8.11.05, Bus. Nr. 777:



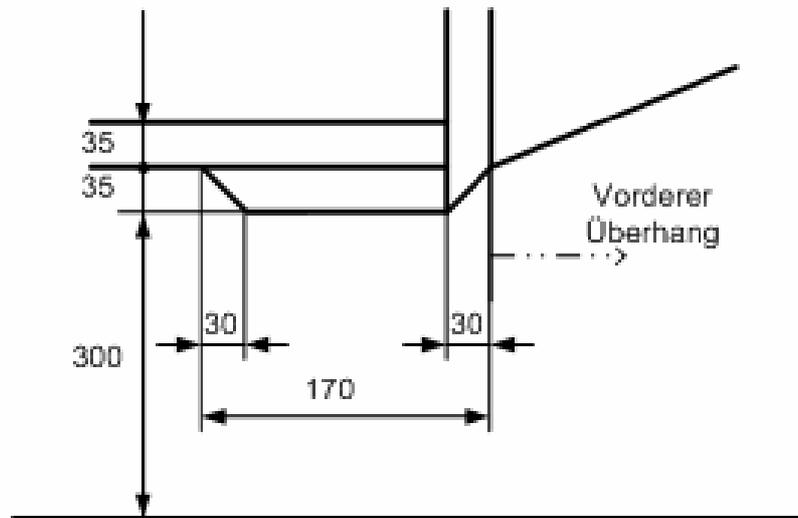
Depot MAN NG 363 Thun 10.11.05, Bus-Nr. 87:



Auch der 12m Neoplan N 4516 und der 18m Neoplan N 4522 der Verkehrsbetriebe Zürich haben einen solchen Trapezklotz unter der Vorderkante der Karosserie:

Depot Neoplan N 4516 Zürich 29.11.05, Bus-Nr. 273:





Verschleissplatte unter Vorderkante:

HESS bringt unter der Vorderkante sowohl am 12m Volvo HESS B7L wie auch am 18m Volvo HESS B7LA eine kräftige Verschleissplatte an:

Depot Volvo HESS B7L VBG (VBRF Regensdorf) 2.12.05, Bus-Nr. 44:



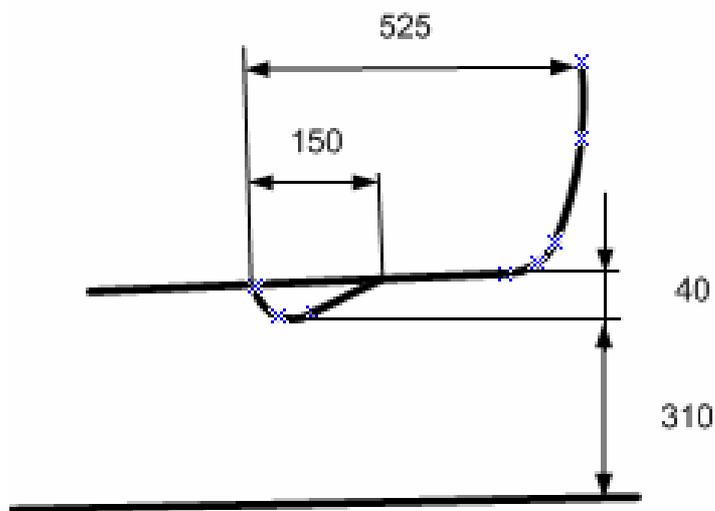
Depot Volvo HESS B7LA Bern 8.12.05, Bus-Nr. 256:



halbrunder Klotz unter Vorderkante:

Die Solaris-Busse mit 12 und 18m Länge haben sowohl vorne wie hinten halbrunde Klötze als Verschleisschutz angebracht:

Depot Solaris Urbino 12m Winterthur 11.11.05, Bus-Nr. 204:





Abdeckblech:

VOLVO verbaut unter der Vorderkante des 18m-Busses keinen speziellen Verschleisschutz, jedoch ein Abdeckblech, welches gegenüber dem dahinterliegenden Profilträger 10mm weiter nach unten reicht:

Depot Volvo 7000 Genf 24.11.05, Bus-Nr. 330:



Fazit:

Beim Aufschlagen der Frontunterkante kann es sogar zum Bersten der Frontscheibe kommen. Allerdings scheint HESS mit der kräftigen Stahlplatte unter der Vorderkante eher gegen leichtes Schleifen der Unterkante auf dem Bordstein vorzubeugen (heute sind die Bordsteine noch nicht hoch).

Obiges Bild beim VOLVO 7000 zeigt jedoch, dass die Vorderkante durchaus beschädigt werden kann.

Das Heck scheint weniger gefährdet zu sein. Wie nachfolgende Bilder am 12m Neoplan und 12m Scania sowie 18m MAN NG 353 zeigen, sind unter der Karosserie sogar noch Abdeckbleche angebracht:

Depot Neoplan N 4516 Zürich 29.11.05, Bus-Nr. 273:



Depot Scania HESS N 94 UB 4x2 Zug 9.11.05, Bus-Nr. 124:



Depot MAN NG 353 Basel 8.11.05, Bus-Nr. 777:



Allerdings kann es auch am Heck zu leichten Beschädigungen kommen, wie hier am Beispiel 18m-VOLVO gezeigt:

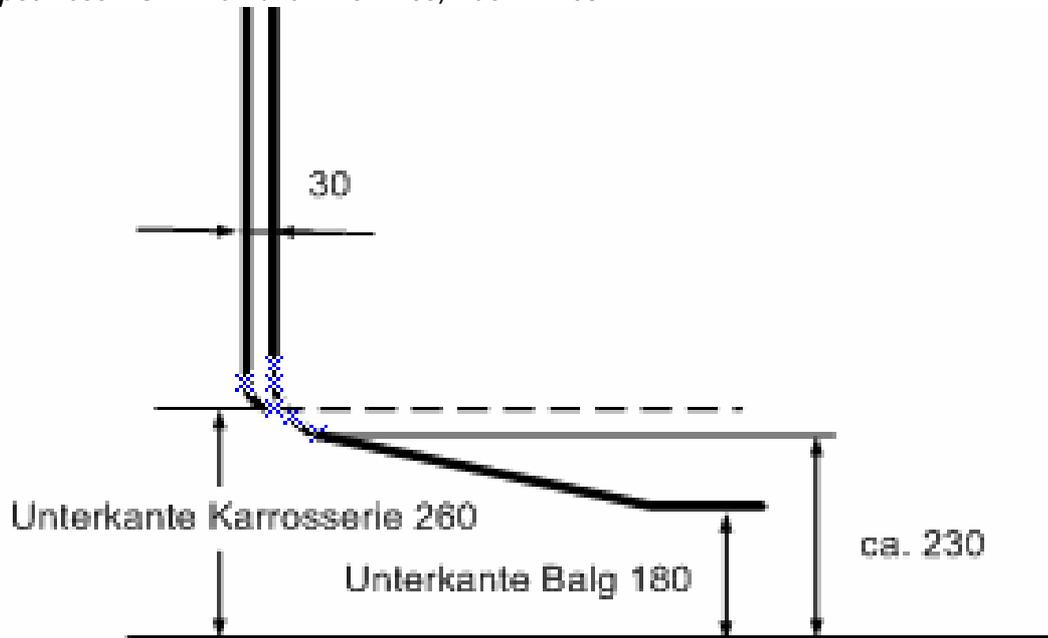
Depot Volvo 7000 Genf 24.11.05, Bus-Nr. 330:



BEILAGE 16: Abdeckbalg Gelenkbus

Alle Gelenkbusse haben an der Unterkante des Abdeckbalges ungefähr die gleiche Geometrie:

Depot Hess BGT-N2C Luzern 25.11.05, Bus-Nr. 203:



Depot MAN NG 353 Basel 8.11.05, Bus-Nr. 777:



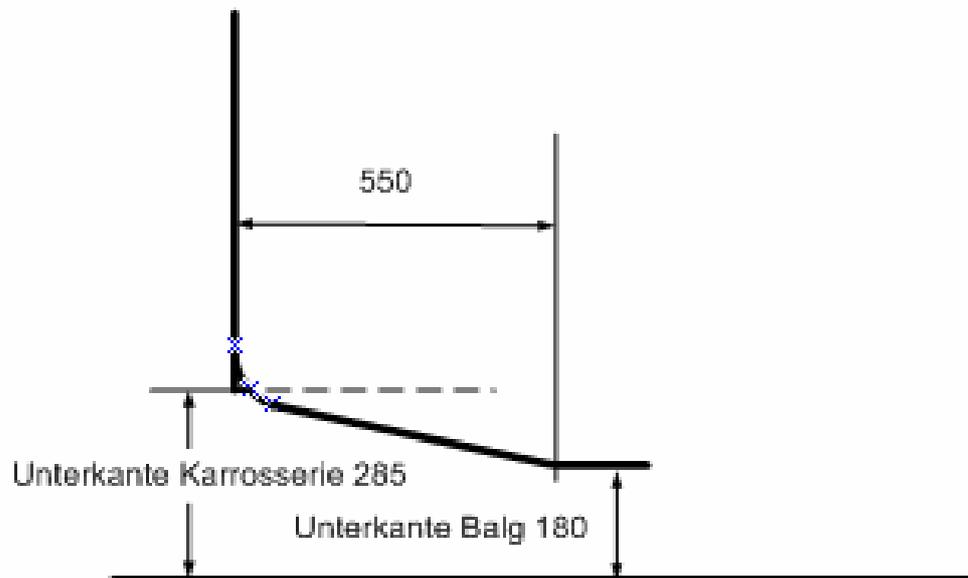
Depot MAN NG 363 Thun 10.11.05, Bus-Nr. 87:



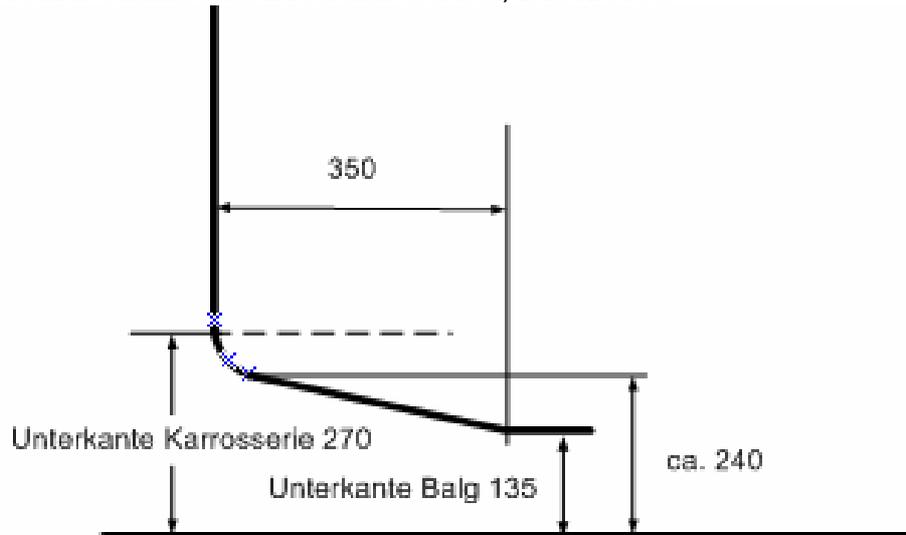
Depot Mercedes-Benz Citaro O 530 G Luzern 25.11.05, Bus-Nr. 128:



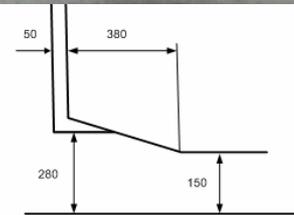
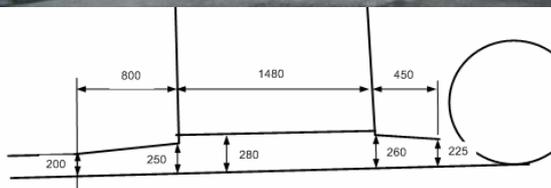
Depot Neoplan N 4522 Zürich 2.12.05, Bus-Nr. 529:



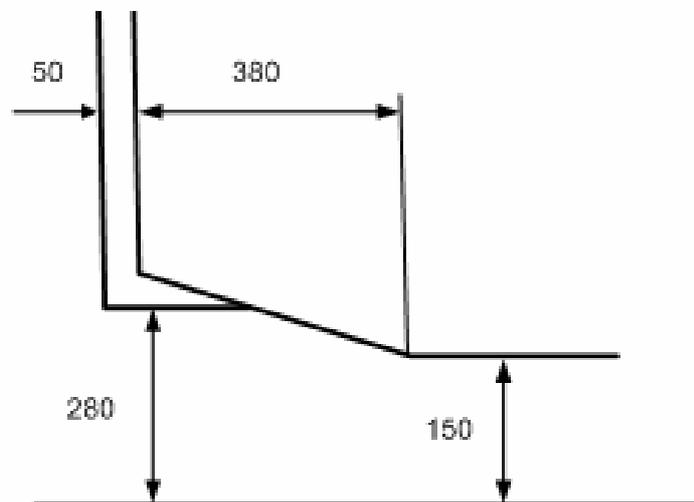
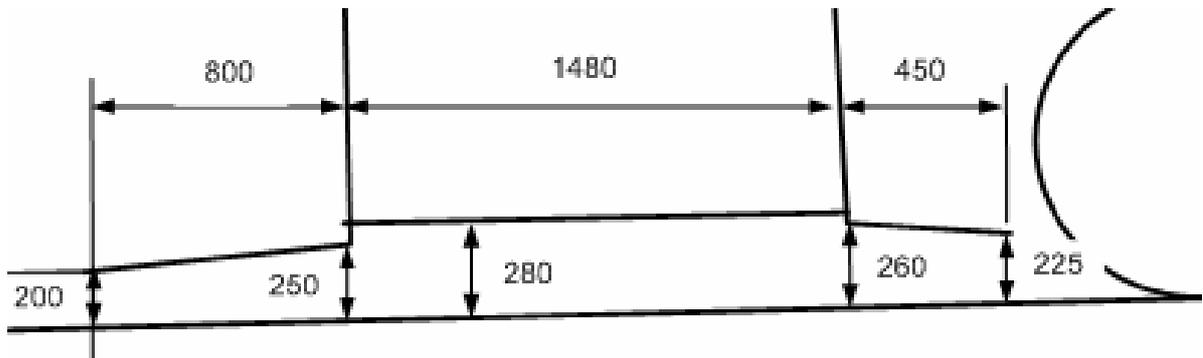
Depot Solaris Urbino 18m Winterthur 11.11.05, Bus-Nr. 335:



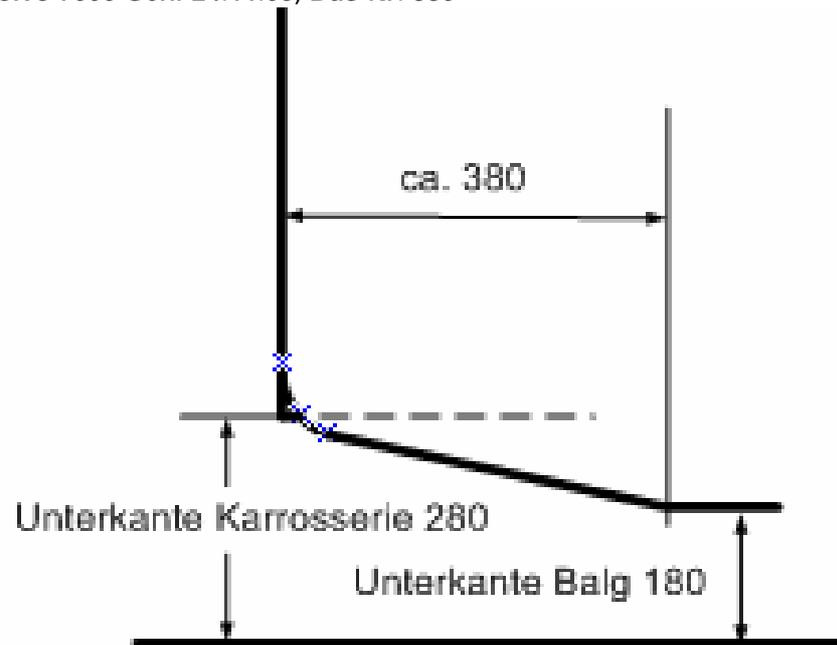
Depot Van Hool AG 300 Lausanne 15.11.05, Bus-Nr. 563:



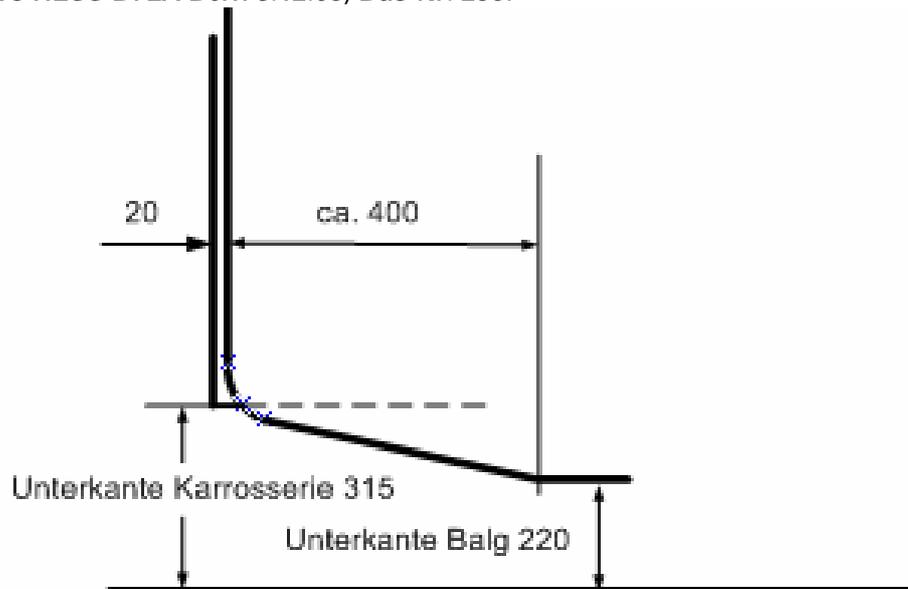
Einstiegshöhe vor Achse (Rad rechts) 340 mm,
ohne Kneeling (mit zuwenig Druck in der
Anzeige am Armaturenbrett)



Depot Volvo 7000 Genf 24.11.05, Bus-Nr. 330



Depot Volvo HESS B7LA Bern 8.12.05, Bus-Nr. 256:



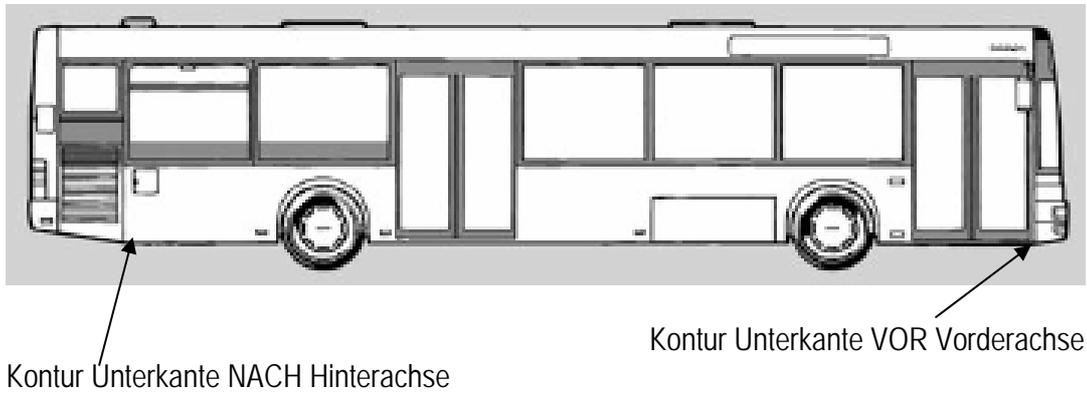
Fazit:

Gemäss Aussagen eines Busführers sind die Abdeckbälge (bei den heutigen Bordsteinhöhen) nicht gefährdet, am Bordstein zu schleifen.

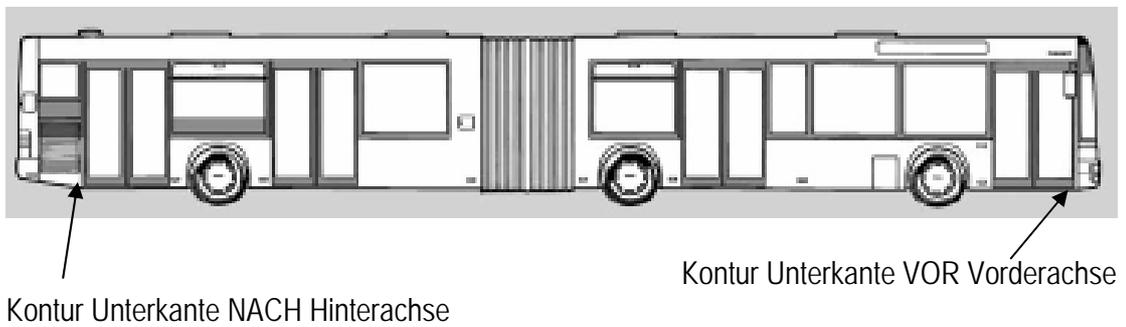
Dies obwohl obiges Bild leichte Beschädigungen zeigt, welche jedoch nach innen versetzt liegen.

BEILAGE 17: Unterkante Karosserie

Messung am 12m-Bus:



Messung am 18m-Bus:



Die Messungen erfolgten als horizontaler Abstand mit der nochmals dargestellten Messeinrichtung:



Der Abstand als horizontale Distanz kann dann mit dem Offset gegenüber der seitlichen, vertikalen Karosseriewand abgezogen werden (Kontur Unterkante + mm nach innen, Offset abgezogen, damit Karosserie als Referenz zu Null gesetzt ist). Es ergibt sich die horizontale Karosserieeinrückung. Eine Messung mit einem grossen Wert (unten Wert 5429 mm) sagt aus, dass das Laser-Messgerät unter der Karosserie hindurch an irgendeine Wand des Depots gemessen hat.

Mögliche vertikale Skala mm	Abstand mm mit Laser-Distanzgerät	Kontur Unterkante „+ mm“ nach innen (Offset abgezogen, damit Karosserie als Referenz zu Null gesetzt ist)	Offset mm als Abzug zur Messung, damit in der linken Spalte die Karosserie 0-Referenz ist
370			
360			
350			
340			
330			
320			
310	1106	0	1106
300	1106	0	1106
290	1125	19	1106
280	5429	4323	1106
270	1143	37	1106
260	1143	37	1106
250	5429	4323	1106
240			

Wieso in diesem Beispiel zwei Male unter der Karosserie hindurch gemessen wurde, verdeutlicht die Sonderform dieses Busses: Zwischen dem Aufbau und der Verschleissplatte ist ein Luftspalt.



In nachfolgender Tabelle wird die Kontur Unterkante als „+ mm“-Mass (oder Messnotizen) dargestellt, die als Mass der horizontalen Einrückung der Karosserie in 10mm Abständen.

Unterkante Karosserie 12m-Busse:

Marke und Typ	MAN NL 313	Merc.-Benz Citaro O 530	Neoplan N 4516	Scania HESS N 94 UB	Solaris Urbino 12m	Van Hool A 330 CNG	Volvo HESS B7L
1. Türe	vor Vorderachse						
Einstiegs- höhe OHNE Kneeling	350	323	338	338	349	349	337
Kontur Unterkante VOR Vorderachse							
Vertikale Skala mm	Masse reinkopiert 50mm höher aus MAN NG 363		ohne Laser- Distanz- mess- gerät gemessen				
320	0		0				
310	0		0	0	Unterkant Karosserie		0
300	13		0	0			0
290	25		5	0	(Höhe Verschleiss- klotz 39mm)		19
280	26		10	0		0	4323
270	27		5728	4769	Unterkant Verschleiss- klotz	629	37
260	1617					16788	37
250							4323
Berech- nete Dicke	***	***	***	***	***	***	***

3. Türe	nach Hinterachse						
Einstiegs- höhe OHNE Kneeling	346	347	374		374	325	366
Kontur Unterkante NACH Hinterachse							
vertikale Skala mm							
370					0		
360					4		
350					9		
340					13		
330			0		14		
320			0		14		0
310	0		68	0	Unterkant Karr. 14		4438
300	0		56	0	50		
290	0		56	55	50		
280	70		107	131	50		
270					Unterkant Verschl.klotz 49		
260	125		107	3843	4907		
	367		6157				
Berech- nete Dicke	***	***	***	***	***	***	***

Unterkante Karosserie 18m-Busse:

Marke und Typ	HESS BGT.N2 C	MAN NG 353	MAN NL 363	Merc.-Benz Citaro O 530 G	Neoplan N 4522	Solaris Urbino 18m	Van Hool New AG 300	Volvo 7000	Volvo Hess B7LA
1. Türe	vor Vorderachse								
Einstiegs höhe OHNE Kneeling	317	361	293	299	348	368	306	-	330 mit Motor
				VBiel Nr. 141					
Kontur Unterkante VOR Vorderachse									
vertikale Skala mm									
360		0		0					
350		45		2					
340		45		3					
330		296		4					
320		1299		6					
310			0	11					Platte vgl Volvo HESS B7L
300	0		0	17		Unterkant Karosserie	0	0	0 (Einstiegshöhe 330)
290	0		0	24			0	0	0 (bei 285: 1305)
280	0		0	163			0	0	35
270	0		0	772			0	8	36
260	0		0	771		Unterkant Verschleiss klotz	0	1308	36 (Unterkant ca 260)
250	0		Unterkante 225mm, 13	770			196	3663	10482
240	23277		25	777			7920		
230			26	1015					
220			27	721					
210			1617	717					
200				4591					
Berechnete Dicke	***	***	***	***	***	***	***	***	***

5. Türe Gelenkbus	nach Anhängerachse								
Einstiegs- höhe OHNE Kneeling	-	352		393	335	361	324	-	313 mit Motor
Kontur Unterkante NACH Hinterachse									
Vertikale Skala mm									
310		0			0			0	
300	0	0	0		Abdeckblech			0	0
290	0	0	0		0	Unterkant Karosserie 295		0	0
280	13	59	0		0			0	0
270	3408	59	0		0	Verschleiss klotz		0	0
260		835	67 (Unterkant 260)		0	halber Zyl. Durchm. 80		18	0
250			783		841			350 (Unterkant 245)	
240					824	Unterkant Verschleiss klotz 240		4093	4146
230					850				
220					788				
210					844				
200					14663				
Berechnete Dicke	***	***	***	***	***	***	***	***	***

Wichtige Bemerkung zu „berechnete Dicke“, in obigen Tabellen markiert als *** in den Zellen:

Die Messidee war, mit der Messung der Einstiegshöhe der 1. Türe bei der Front und der letzten Türe im Heck (3. Türe beim 12m-Bus und 5. Türe im 18m-Gelenkbus) auf die Höhe der Karosserie zwischen Einstiegshöhe und Unterkante der Karosserie schliessen zu können (da die Messorte nahe beieinander liegen).

Diese Idee konnte aus folgenden Gründen nicht realisiert werden:

- Bei den Messungen wurde nicht genau festgehalten, in welchem Zustand der Bus sich dann bei der Messung der Karosserie-Unterkante befand (mit oder ohne Kneeling)
- Weit wichtiger sind jedoch unterschiedliche Einstiegshöhen bei nachfolgenden Kneeling-Bewegungen der Busse am gleichen Standort im Depot ohne Beladung (vgl. **Beilage 18**).

Obige chaotisch erscheinenden Tabellen sehen also ohne Höhenangabe besser aus. In den nachgeführten Tabellen eingeführtes **Zeichen !!** bedeutet, dass hier unterhalb der Karosserie gemessen wurde, eine sog. Karosserieeinrückung gegenüber der vertikalen Karosserie nicht mehr besteht. Dies ist mit einer Messaufnahme-Genauigkeit zwischen jeder Zeile von 10mm die Bodenfreiheit. Hier wird zudem eine Zeile „**Interpretation mit Bildern**“ eingeführt, die nach den Tabellen mit Fotos kommentiert wird.

Unterkante Karosserie 12m-Busse (Bereinigte Daten):

MAN NL 313	Merc.-Benz Citaro O 530	Neoplan N 4516	Scania HESS N 94 UB	Solaris Urbino 12m	Van Hool A 330 CNG	Volvo HESS B7L
------------	-------------------------	----------------	---------------------	--------------------	--------------------	----------------

1. Türe vor Vorderachse

Kontur Unterkante VOR Vorderachse						
0		0	0		0	0
13		5	!!		629	19
25		10			!!	!!
26		!!				37
27						37
!!						!!
<i>Bild 1</i>						<i>Bild 2</i>

3. Türe nach Hinterachse

Kontur Unterkante NACH Hinterachse						
0		0	0	0		0
70		68	55	4		!!
125		56	131	9		
367		56	!!	13		
!!		107		14		
		107		14		
		!!		14		
				50		
				50		
				50		
				Unterkant Verschl.klotz 49		
				!!		
				<i>Bild 3</i>		

Unterkante Karosserie 18m-Busse (Bereinigte Daten):

HESS BGT.N2C	MAN NG 353	MAN NL 363	Merc.- Benz Citaro O 530 G	Neoplan N 4522	Solaris Urbino 18m	Van Hool New AG 300	Volvo 7000	Volvo Hess B7LA
-----------------	---------------	---------------	-------------------------------------	-------------------	--------------------------	---------------------------	---------------	-----------------------

1. Türe vor Vorderachse

Kontur Unterkante VOR Vorderachse

0	0	0	0		Unterkant Karosserie	0	0	Platte vgl Volvo HESS B7L
!!	45	Unterkante 225mm, 13	2			196	8	0 (Einstiegs- höhe 330)
	45	25	3			!!	!!	0 (bei 285: 1305)
	296	26	4				!!	35
	1299	27	6		Unterkant Verschleissk lotz			36
	!!	1617	11					36 (Unter- kant ca 260)
		!!	17					!!
			24					
			163					
			772					
			771					
			770					
			777					
			1015					
			721					
			717					
			!!					
			<i>Bild 4</i>					<i>Bild 2</i>

5. Türe Gelenkbus nach Anhängerachse							
Kontur Unterkante NACH Hinterachse							
0	0	0		0	Unterkant Karosserie 295		0 0
13	59	67 (Unter- kant 260)		Abdeck- blech			180 (Unterkant 245)
!!	59	783		0	Verschleiss- klotz		35 !!
	835	!!		0	halber Zyl. Durchm. 80		!!
	!!			0			
				0	Unterkant Verschleiss- klotz 240		
				841			
				824			
				850			
				788			
				844			
				!!			
				<i>Bild 5</i>			

Bild 1:

MAN NL 313	
1. Türe vor Vorderachse	
Kontur Unterkante VOR Vorderachse	
0	
13	
25	
26	Trapezklotz unter Vorderkante (vgl. <u>Beilage 15</u>) resp. nachfolgendes Bild)
27	
!!	

Depot MAN NL 313 Thun 10.11.05, Bus-Nr. 96:



Bild 2:

Volvo HESS B7L	
1. Türe vor Vorderachse	
Kontur Unterkante VOR Vorderachse	
0	
19	
!!	
37	Verschleissplatte unter Vorderkante (vgl. <u>Beilage 15</u>) resp. nachfolgendes Bild)
37	
!!	

Depot Volvo HESS B7L VBG (VBRF Regensburg) 2.12.05, Bus-Nr. 44:



Bei diesem Bus wurde die Differenz zwischen Einstiegshöhe und Unterkante der Karosserie gemessen:

Depot Volvo HESS B7L VBG (VBRF Regensburg) 2.12.05			
1. Türe		vor Vorderachse	
Einstiegshöhe ohne Kneeling	337	Höhe/Dicke Karosserie b. Türe	45 in 40 Tiefe 65
2. Türe		vor Hinterachse	
Einstiegshöhe ohne Kneeling	351	Höhe/Dicke Karosserie b. Türe	45 in 40 Tiefe 65
3. Türe		nach Hinterachse	
Einstiegshöhe ohne Kneeling	366	Höhe/Dicke Karosserie b. Türe	45 in 40 Tiefe 65

Bild 3:

Solaris Urbino 12m	
3. Türe nach Hinterachse	
Kontur Unterkante NACH Hinterachse	
0	
4	
9	
13	
14	
14	
14	
50	
50	
50	halbrunder Klotz unter Vorderkante (vgl. <u>Beilage 15</u>) resp. nachfolgendes Bild)
Unterkant Verschl.klotz	
49	
!!	

Depot Solaris Urbino 12m Winterthur 11.11.05, Bus-Nr. 204:



Bild 4:

Merc.-Benz Citaro O 530 G	
1. Türe vor Vorderachse	
Kontur Unterkante VOR Vorderachse	
0	
2	
3	
4	
6	
11	
17	
24	
163	
772	
771	Diverse Karosserie-Trägerprofile (vgl. <u>Beilage 15</u>) resp. nachfolgendes Bild)
770	
777	
1015	
721	
717	
!!	

Depot Mercedes-Benz Citaro O 530 G Luzern 25.11.05, Bus-Nr. 128:

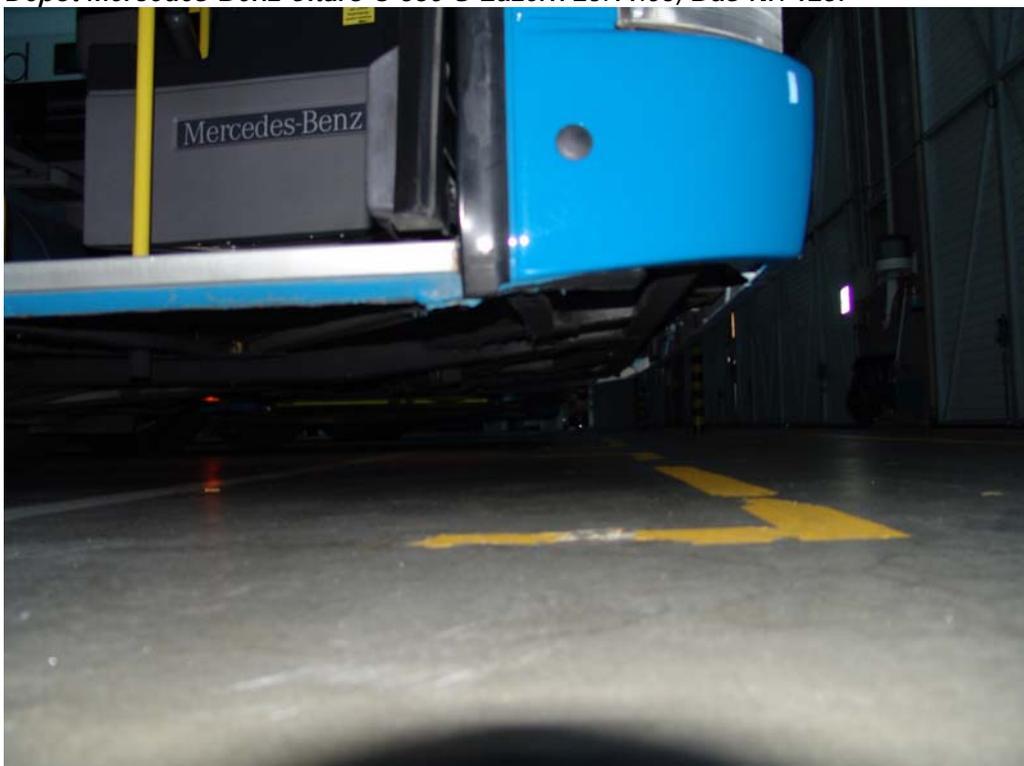


Bild 5:

Neoplan N 4522	
5. Türe Gelenkbus nach Anhängerachse	
Kontur Unterkante NACH Hinterachse	
0	
Abdeckblech	Beschädigtes Abdeckblech
0	
0	Nach unten ragende Blechlaschen des beschädigtes Abdeckblech
0	(vgl. nachfolgendes Bild)
0	
841	
824	
850	Karosserie-Trägerprofil (vgl. nachfolgendes Bild)
788	
844	
!!	

Depot Neoplan N 4522 Zürich 2.12.05:



BEILAGE 18: Unterschiedliche Einstiegshöhe

Zur Verdeutlichung der Unterschiede in der Einstiegshöhe bei nachfolgenden Kneeling-Bewegungen der Busse am gleichen Standort im Depot (ohne Beladung) seien hier ein paar Beispiele wiedergegeben. Ein weiteres Beispiel befindet sich in Beilage 11.

Beispiel 1

	Depot Hess BGT-N2C Luzern 25.11.05
Marke und Typ	HESS BGT.N2C NAW-Fahrwerk
Bus-Nr.	203, Fabr.nr 7696 0003
öffentl. Verkehrsbetrieb	Verkehrsbetriebe Luzern AG
Datum	25. Nov 05

Einstiegshöhe	1. Türe	2. Türe	4. Türe	5. Türe
ohne Kneeling	317, 309	349, 340	333, 312	_, 335
mit Kneeling	248, 251	278, 282	264, 255	_, 280

(Hier und nachfolgend wird für 18m-Gelenkbusse die 3. Türe nicht aufgeführt, da diese bei diesen nicht vorhanden ist. Die 4. Türe ist die Türe gleich nach dem Gelenk im Anhänger des 18m-Busses)

Beispiel 2

	Depot Neoplan N 4522 Zürich 2.12.05.xls
Marke und Typ	Neoplan N 4522 18m
Bus-Nr.	529
öffentl. Verkehrsbetrieb	Verkehrsbetriebe Zürich VBZ, Hagenholz, Zürich-Oerlikon
Datum	02. Dez 05

Einstiegshöhe	1. Türe	2. Türe	4. Türe	5. Türe
ohne Kneeling	348	347	330	335
Kurze Fahrt auf Gelände (2. Rechtskurven) mit scharfer Abbremsung				
ohne Kneeling	340	329	317	317
mit Kneeling	236	265	250	232
ohne Kneeling	346	329	319	323

Beispiel 3

	Depot Solaris Urbino 18m Winterthur 11.11.05
Marke und Typ	Solaris Urbino 18m
Bus-Nr.	335
öffentl. Verkehrsbetrieb	Stadtbus Winterthur
Datum	18. Nov 05
Bemerkung	Jahrgang 2002 Starrachse (vorne), 2004 Einzelradaufhängung

Einstiegshöhe	1. Türe	2. Türe	4. Türe	5. Türe
ohne Kneeling	367	344	333	343
mit Kneeling	296	292	291	295
ohne Kneeling	368	353	350	361

Beispiel 4

	Depot Volvo HESS B7LA Bern 8.12.05
Marke und Typ	Volvo Hess B7LA 6x2
Bus-Nr.	256
öffentl. Verkehrsbetrieb	Bernmobil
Datum	08. Dez 05

Einstiegshöhe	1. Tür	2. Tür	4. Tür	5. Tür
ohne Kneeling	354	371	367	322
mit Kneeling	278	313	329	283
ohne Kneeling	330	360	367	313

Beispiel 5

	Depot Mercedes-Benz Citaro O 530 Luzern 25.11.05
Marke und Typ	Mercedes-Benz Citaro O 530
Bus-Nr.	NEUER BUS noch ohne Nr.
öffentl. Verkehrsbetrieb	Verkehrsbetriebe Luzern
Datum	25. Nov 05

Einstiegshöhe	1. Türe	2. Türe	3. Türe
ohne Kneeling *	307	332	323
mit Kneeling	240	259	247
ohne Kneeling	323	351	347

* (Bus wahrscheinlich mehrere Stunden gestanden)

Ähnliche Unterschiede der Einstiegshöhe im Bereich von ca. 20mm bei nachfolgenden Bewegungen mittels Kneeling (leerer Bus am gleichen Standort) wurden mehrmals bei diversen Bussen in Depots der öV's festgestellt.

Als wichtige Zwischenbemerkung sei hier eingefügt, dass Busführern wohl eher wegen dem Zustand der Luftfederbälge (Alterung und Verschleiss) das Anheben aus der abgesenkten Kneelingposition nicht möglich war, sie den Einsatz des Kneeling aus ihrer schlechten Erfahrung eher meiden. Leider kann diese Aussage hier nicht näher hinterfragt werden, weil Verschleissgrenzen oder andere Kriterien in dieser Richtung im Rahmen dieser Arbeit nicht einbezogen wurden. Dieses Argument gilt hier allerdings nicht, da der oben betrachtete Bus neu ist und noch keine Betriebsstunde auf der Linie hatte.

Diese Unterschiede von ca. 20mm führten uns zu Fragen an Experten der Luftfederung, z.B. hier an den Kundendienstleiter der WABCO (die Antworten sind rot eingefügt):

Inhalt des mails vom 6. März 2006 an Herrn Patrick Aebi, Kundendienstleiter WABCO (Schweiz) GmbH, Patrick.Aebi@wabco-auto.com:

„Sind bei nachfolgenden Kneelingbewegungen mit leerem stillstehenden Bus Unterschiede in der gemessenen Einstiegshöhe von ca. 20mm durch Überschwingen (Messungen bei leerem Bus) oder Hysteresen begründet oder ist das einfach die gegebene (UN-) Genauigkeit des Luftfedersystems ECAS?“

Der Fahrzeughersteller hat die Möglichkeit über Parameter eine Toleranz zur Ausregelung von Niveaus festzulegen. Stellen Sie sich folgendes vor: Ein ECAS-Wegsensor ist bezogen auf seinen Arbeitsbereich (ca 90 Winkel-Grade) in 255 Zähler (Counts) aufgeteilt. Dabei ist natürlich von entscheidender Bedeutung, inwiefern dieser zur Verfügung stehende Arbeitsbereich des Wegsensors nun effektiv auch ausgenutzt wird. Macht der Sensor bei einer gesamten Hubbewegung nur eine Auslenkung von 45 Grad, so bleiben damit auch ca. 130 Counts „ungenutzt“. Hat der Fahrzeughersteller dann noch eine relativ grosszügige Toleranz festgelegt (+/- 5 Counts; Siehe Parameter 13), so kann dies durchaus letztendlich ein paar Millimeter Höhenunterschied ausmachen.

„Sind die vertikalen Bewegungen bei abgesenkter Karosserie mit Kneeling bei gleich starker Beladungszunahme ev. geringer wegen ev. höherer Steifigkeit der Luftfederbälge und ev. sogar aufsetzen auf Gummipuffer. Wir wissen, dass die Federrate bei hoher Beladung gering ist, der Bus bei hoher Beladung also weniger federn kann. Gilt dies auch in abgesenkter Kneelingposition?“

Dies hängt auch sehr stark von der Radaufhängung ab. Ist das Fahrzeug neu? Dann kann es gut möglich sein, dass die Gelenke der Aufhängung noch etwas schwergängig sind. Das kann sich mit der Zeit ändern. Wie hart sind die Dämpfer eingestellt? Möglicherweise würde auch hier ein Wechsel der Dämpfer eine Änderung bringen.