

**DLG-Merkblatt 356**

# Reifen richtig wählen und einsetzen



Fachzentrum  
Land- und Ernährungswirtschaft

[www.DLG.org](http://www.DLG.org)

# DLG-Merkblatt 356

## Reifen richtig wählen und einsetzen

Autorenteam:

- Dr. Norbert Uppenkamp, Landwirtschaftskammer NRW, Münster
- Dr. Michael Weißbach, Grasdorf Wennekamp GmbH, Holle
- Günter Heitmann, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Hannover

Alle Informationen und Hinweise ohne jede Gewähr und Haftung

Herausgeber:

DLG e. V.  
Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt/Main

1. Auflage, Stand 10/2009

© 2009

Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder – auch für den Zweck der Unterrichtsgestaltung – nur nach vorheriger Genehmigung durch DLG e.V., Servicebereich Information, Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt/Main

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1. Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2. Welcher Reifen ist der Richtige?</b>	<b>5</b>
2.1 Reifenbauarten	5
2.2 Grundlagen zum Reifen	6
2.2.1 Reifenkennzeichnung	6
2.2.2 Wie lese ich den Ratgeber richtig?	9
2.2.3 Kriterien für die Reifenwahl	11
2.2.4 Reifenmontage	16
2.3 Welche Felge?	17
2.3.1 Felgensysteme	17
2.3.2 Der richtige Einsatz für die richtige Felge	19
2.3.3 Radbefestigungen	20
2.3.4 Schäden an Felgen	22
2.4 Zwillingsräder	25
2.5 Was fordert der Gesetzgeber?	28
<b>3. Wie setze ich den Reifen optimal ein?</b>	<b>30</b>
3.1 Reifen und Boden	30
3.1.1 Wirkungsmechanismus Fahrzeug-Boden	30
3.1.2 Einsatz auf dem Acker	32
3.1.3 Einsatz auf der Straße	34
3.2 Der richtige Luftdruck	35
3.2.1 Luftdruck regelmäßig prüfen	37
3.2.2 Luftdruckeinstellung	38
3.2.3 Luftdruck verändern	40
3.2.3.1 Ventile	40
3.2.3.2 Luftdruckwechsel im Stand	42
3.2.3.3 Reifendruckregelanlagen	44

## 1. Einleitung

Wachsende Betriebe, größere Maschinen, höhere Radlasten einerseits und die Sorge der Betriebsleiter – und in zunehmendem Maße auch des Gesetzgebers – um die Bodenfruchtbarkeit andererseits führten zu einer intensiven Diskussion über notwendige Maßnahmen zur Vermeidung schädlicher Bodenverdichtungen. Industrie und Praxis haben auf die gestiegenen Radlasten mit neuen Reifenkonstruktionen, größerer Bereifung, neuen Fahrwerkskonzepten und veränderten Arbeitsverfahren reagiert. Im DLG-Merkblatt 344 „Bodenschonender Einsatz von Landmaschinen“ und auch in der VDI-Richtlinie 6101 sind neben bodenmechanischen Grundlagen die Möglichkeiten, die Bodenbelastung durch Fahrwerke und angepasste Arbeitsverfahren zu senken, aufgezeigt. Schwerpunkt des vorliegenden Merkblatts ist der Reifen an landwirtschaftlichen Fahrzeugen.

Die Wahl der Reifen und des Reifeninnendrucks ist von großer Bedeutung für einen effizienten Arbeitseinsatz und für dessen Auswirkungen auf den Boden.

Reifen sind die Bindeglieder zwischen Maschine und Boden. Die Anforderungen sind sehr vielfältig.

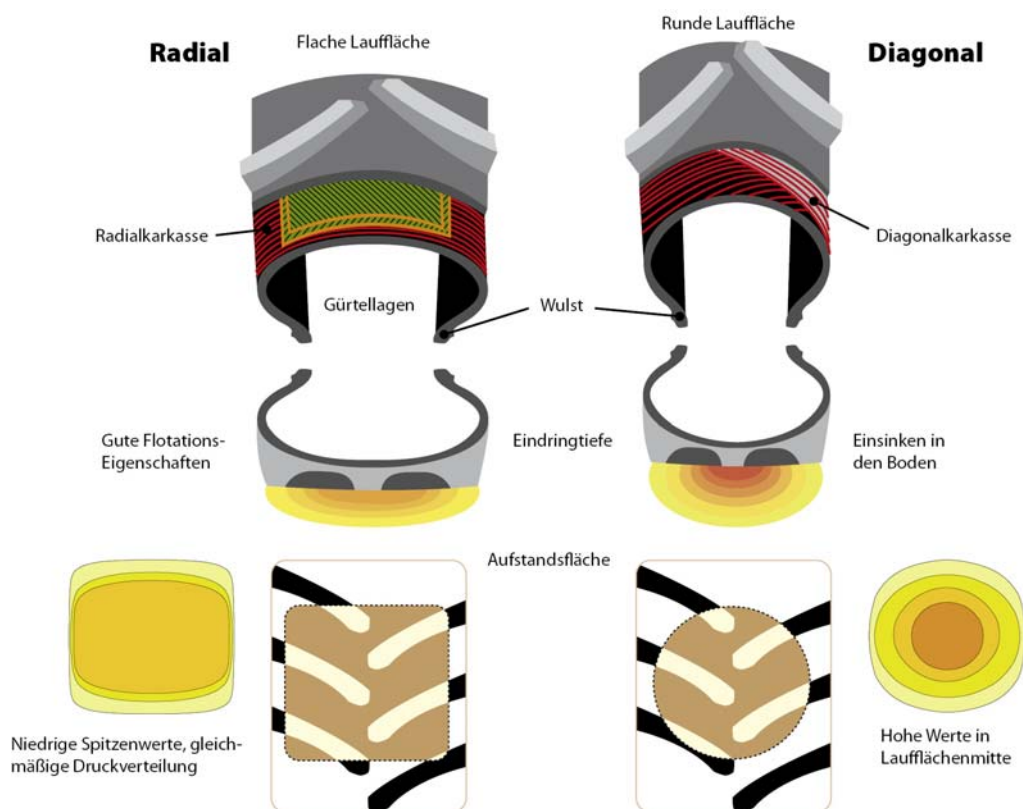
- Auf dem Acker steht eine effiziente Zugkraftübertragung mit möglichst geringem Schlupf im Vordergrund.
- Der Bodendruck auf dem Acker muss möglichst gering sein.
- Für hohen Fahrkomfort besonders bei Straßenfahrten ist eine gute Federungs- und Dämpfungswirkung von Bedeutung.
- Bei hohen Achslasten ist eine hohe Tragfähigkeit erforderlich.
- Eine lange Lebensdauer bei minimalem Verschleiß senkt die Kosten.
- ...

## 2. Welcher Reifen ist der Richtige?

### 2.1 Reifenbauarten

Reifen werden aufgrund ihrer Bauweise in Diagonal- und Radialreifen unterteilt.

Diagonalreifen bestehen aus Gewebelagen, die durchgehend von einem Wulst zum anderen verlaufen. Die einzelnen Lagen kreuzen in einem Winkel von 35°. Engere Winkel erhöhen die Zugkraft, größere Winkel erhöhen die Flexibilität und verbessern den Fahrkomfort. Konstruktionsbedingt ist die Lagenzahl in der Lauffläche und der Seitenwand gleich (Abb. 1).



**Abb. 1:** Aufbau und Kontaktflächen von Radial- und Diagonalreifen

Der Radialreifen besteht aus der Karkasse und dem Gürtel. Die Karkasslagen verlaufen von Wulst zu Wulst im rechten Winkel, der Gürtel in Fahrtrichtung. Die geringere Lagenzahl in der Seitenwand erhöht gegenüber dem Diagonalreifen die Flexibilität (Einfederung). Das verringert den Rollwiderstand, gleichzeitig erreicht der Radialreifen eine größere Aufstandsfläche.

Bei gleicher Geschwindigkeit und gleicher Last kann der Radialreifen mit geringerem Luftdruck gefahren werden und weist zusätzlich einen gleichmäßigeren Kontaktflächen-  
druck auf (Abb. 1).

Durch die aufwändigere Bauweise sind Radialreifen allerdings teurer als Diagonalreifen und scharfe Gegenstände können einen Radialreifen in der Seitenwand leichter durchdringen.

Dennoch haben sich Radialreifen auf Grund ihrer Vorteile in weiten Bereichen als Standardbauart durchgesetzt. Diagonalreifen werden heute bei Arbeiten am Hang (z.B. im Weinbau), im Forst (stabilere Seitenwände) und in der Innenwirtschaft (geringere Anschaffungskosten) eingesetzt.

## **2.2 Grundlagen zum Reifen**

Grundsätzlich muss der Reifen so gewählt werden, dass er der Belastung gewachsen ist. Die Tragfähigkeit eines Reifens ist abhängig von der Fahrgeschwindigkeit und dem Luftdruck im Reifen.

### **2.2.1 Reifenkennzeichnung**

Auf jedem Reifen befindet sich eine Vielzahl von Informationen. Wichtig für den Anwender sind die Angaben zum Hersteller, dem Modell, der Reifengröße sowie dem Load- und Speed-Index.

Die Reifengröße ist die wichtigste Angabe für den Anwender. Sie beinhaltet den Außen- und Innendurchmesser sowie die Breite des Reifens (Abb. 2).





Abb. 2: Beschriftung an Radial- und Diagonalreifen

Die Größenbezeichnung besteht aus folgenden Angaben:

- Reifenbreite in Millimeter (mm) oder Zoll  
Achtung: Die Reifenbreite gibt die Gesamtbreite aber nicht die tatsächliche Aufstandsbreite wieder (Abb. 3)
- Seitenwandhöhe in Prozent der Reifenbreite
- Ein radialer Aufbau wird durch den Buchstaben „R“ gekennzeichnet, der diagonale Aufbau des Reifens durch einen Bindestrich „-“ zwischen dem Querschnittsverhältnis und dem Durchmesser.
- Innendurchmesser des Reifens (Felgendurchmesser) in Zoll

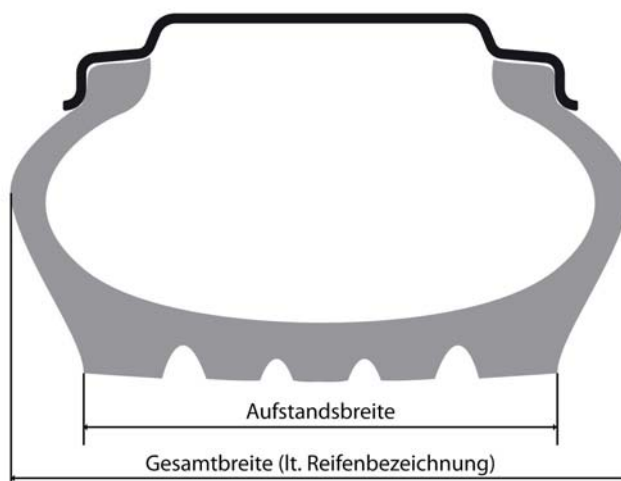


Abb. 3: Aufstandsbreite und Gesamtbreite

Da die Tragfähigkeit eines Reifens von der Geschwindigkeit und dem Luftdruck abhängt, sind diese beiden Faktoren in standardisierter Form durch den Lastindex (Load Index „LI“) und das Geschwindigkeitssymbol (Speed Index „SI“) auf dem Reifen vermerkt (Abb. 4).



**Abb. 4:** Lastindex und Geschwindigkeitsindex

**Tabelle 1:** Lastindizes und zugeordnete Tragfähigkeiten

Load-Index [LI] und Tragfähigkeit [kg]									
LI	kg	LI	kg	LI	kg	LI	kg	LI	kg
60	250	86	530	112	1120	138	2360	164	5000
61	257	87	545	113	1150	139	2430	165	5150
62	265	88	560	114	1180	140	2500	166	5300
63	272	89	580	115	1215	141	2575	167	5450
64	280	90	600	116	1250	142	2650	168	5600
65	290	91	615	117	1285	143	2725	169	5800
66	300	92	630	118	1320	144	2800	170	6000
67	307	93	650	119	1360	145	2900	171	6150
68	315	94	670	120	1400	146	3000	172	6300
69	325	95	690	121	1450	147	3075	173	6500
70	335	96	710	122	1500	148	3150	174	6700
71	345	97	730	123	1550	149	3250	175	6900
72	355	98	750	124	1600	150	3350	176	7100
73	365	99	775	125	1650	151	3450	177	7300
74	375	100	800	126	1700	152	3550	178	7500
75	387	101	825	127	1750	153	3650	179	7750
76	400	102	850	128	1800	154	3750	180	8000
77	412	103	875	129	1850	155	3875	181	8250
78	425	104	900	130	1900	156	4000	182	8500
79	437	105	925	131	1950	157	4125	183	8750
80	450	106	950	132	2000	158	4250	184	9000
81	462	107	975	133	2060	159	4375	185	9250
82	475	108	1000	134	2120	160	4500	186	9500
83	487	109	1030	135	2180	161	4625	187	9750
84	500	110	1060	136	2240	162	4750	188	10000
85	515	111	1090	137	2300	163	4875	189	10300



Die mit dem LI verbundene Tragfähigkeit (Tab. 1) gilt bei der in Form des SI auf dem Reifen angegebenen Geschwindigkeit (Tab. 2) und dem maximalen Reifeninnendruck bei dieser Geschwindigkeit. Höhere Tragfähigkeiten sind bei geringeren Geschwindigkeiten und „Sondereinsätzen“ wie z.B. Frontladerarbeiten oder zyklischen Belastungen bei Erntemaschinen möglich. Hier ist in jedem Fall die Reifentabelle des Reifenherstellers zu Rate zu ziehen, da diese Eigenschaften vom jeweiligen Reifentyp abhängig sind.

**Tabelle 2:** Geschwindigkeitsindizes und zugeordnete Geschwindigkeiten

Geschwindigkeits-Index [SI] und Geschwindigkeit [km/h]					
SI	km/h	SI	km/h	SI	km/h
A1	5	C	60	N	140
A2	10	D	65	P	150
A3	15	E	70	Q	160
A4	20	F	80	R	170
A5	25	G	90	S	180
A6	30	J	100	T	190
A7	35	K	110	U	200
A8	40	L	120	H	210
B	50	M	130		

Bis vor wenigen Jahren wurden Landwirtschaftsreifen generell mit dem Geschwindigkeitsindex A8 (40 km/h) versehen. Heute ist bei Reifen für Ackerschlepper der Geschwindigkeitsindex B (50 km/h) Standard. Reifen für landwirtschaftliche Transporte (Implementreifen) werden zunehmend auch für Geschwindigkeiten bis 70 km/h (SI: E), z.T. auch bis 90 km/h (SI: G) ausgelegt.

### 2.2.2 Wie lese ich den Ratgeber richtig?

Die Ratgeber der führenden Reifenhersteller sind nahezu identisch aufgebaut. Auf der linken Seite sind die Reifenbezeichnungen sowie die dazugehörigen technischen Daten wie Breite, Durchmesser, Abrollumfang und zulässige Felge zu finden (Abb. 5).

DLG-Merkblatt 356: Reifen richtig wählen und einsetzen

Reifeninhalt 75% Liter	Größe	Reifen	Betriebs- kennung	Felgen	Breite mm	Außen- durchm. mm	Halb- messer statisch mm	Abroll- umfang mm	Profil- tiefe mm
345	480/70 R 34	FITKER Tubeless	143 A8 (143B)	W14L <b>W15L</b> W16L	497	1592	707	4745	47
422	520/70 R 34	FITKER Tubeless	148 A8 (148B)	W15L <b>W16L</b> W18L	535	1654	734	4901	51
377	480/70 R 38	FITKER Tubeless	145 A8 (145B)	W14L <b>W15L</b> W16L	492	1697	765	5045	48

Abb. 5: Auszug aus einem Reifenratgeber

Die Reifenbreite gibt die Gesamtbreite des Reifens, nicht die Breite der Aufstandsfläche an. Der Außendurchmesser wird im unbelasteten Zustand ermittelt, statischer Halbmesser und Abrollumfang im belasteten Zustand. Dabei wird der Reifen mit der nach dem Lastindex vorgegebenen Normlast belastet. Der Luftdruck wird entsprechend der im Geschwindigkeitsindex festgelegten Geschwindigkeit eingestellt.

Der statische Halbmesser ist der Abstand zwischen Nabenmittelpunkt und Bodenoberfläche. Da dieser Wert unter Belastung gemessen wird, ist er immer kleiner als der halbe Außendurchmesser. Die Differenz wird als Einfederung bezeichnet.

Der Abrollumfang ist ein wichtiges Maß für die Reifenwahl bei Allradtraktoren. Wegen der starren Verbindung zwischen Vorder- und Hinterachse müssen die Abrollumfänge der Vorder- und Hinterreifen dem vom Schlepperhersteller vorgegebenen Verhältnis entsprechen.

Auf der rechten Seite des Ratgebers stehen die Tragfähigkeiten (Abb. 6).

Größe	Tragfähigkeit (kg) <b>pro Reifen</b> bei Luftdruck (bar)													
	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,4	km/h
650/65 R 42 (20.8 R 42)	-	2130	2590	2870	3150	3420	3700	3970	4110	4250				50
	-	2130	2590	3010	3420	3840	4250	-	-					40
	1980	2380	2770	3220	3660	4100	4550	-	-					30
	2490	2930	3380	3920	4470	5010	5560	6100	6380					10

Abb. 6: Technischer Ratgeber: Tragfähigkeit/Luftdrucktabelle

Die Tragfähigkeit in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit und dem Luftdruck des Reifens ist eine vom Hersteller festgelegte konstruktive Größe. Auch bei gleicher Rei-

fenbezeichnung kann die Tragfähigkeit bei unterschiedlichen Herstellern oder Reifenbaureihen variieren.

In der Regel finden sich in den Ratgebern die Tragfähigkeiten für Geschwindigkeiten von 10, 30, 40 km/h und für die maximal zulässige Geschwindigkeit. Bei Reifen für Erntemaschinen wird zusätzlich die Tragfähigkeit für die Stufe „10 km/h bei zyklischer Belastung“ aufgeführt. Diese Werte gelten z.B. für Mähdrescher und Rübenroder mit eigenem Bunker.

Wichtig sind Hinweise zu Abweichungen bei Hanglagen oder hohen Drehmomenten, wie sie z.B. beim Pflügen auftreten. Dann müssen meistens die Luftdruckwerte für die Geschwindigkeitsstufe 30 km/h eingestellt werden, auch wenn langsamer gefahren wird. In diesen Fällen darf auch häufig ein Mindestluftdruck (z.B. 1 bar) nicht unterschritten werden.

Die führenden Hersteller stellen im Internet ihre Ratgeber zum Download bereit:

<http://www.cgs-tyres.com/>

<http://www.firestone.de>

<http://www.goodyear.de>

<http://www.kleberreifen.de>

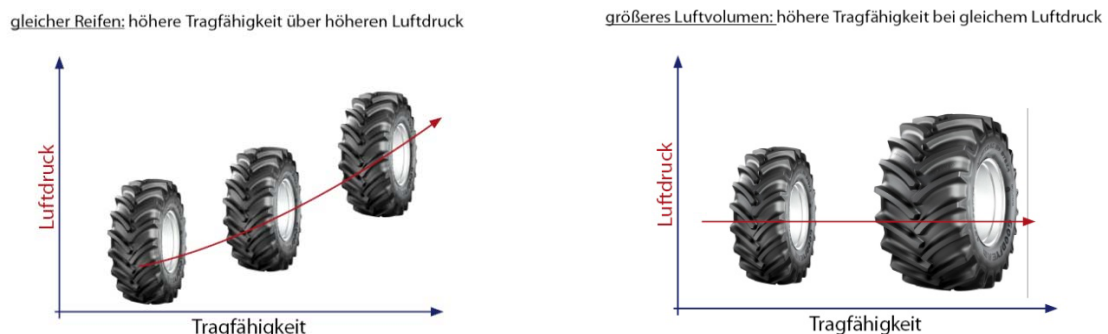
<http://www.michelin.de/>

[http://ws.trelleborg.com/wheelsystems\\_de/](http://ws.trelleborg.com/wheelsystems_de/)

<http://www.vredestein.de>

### 2.2.3 Kriterien für die Reifenwahl

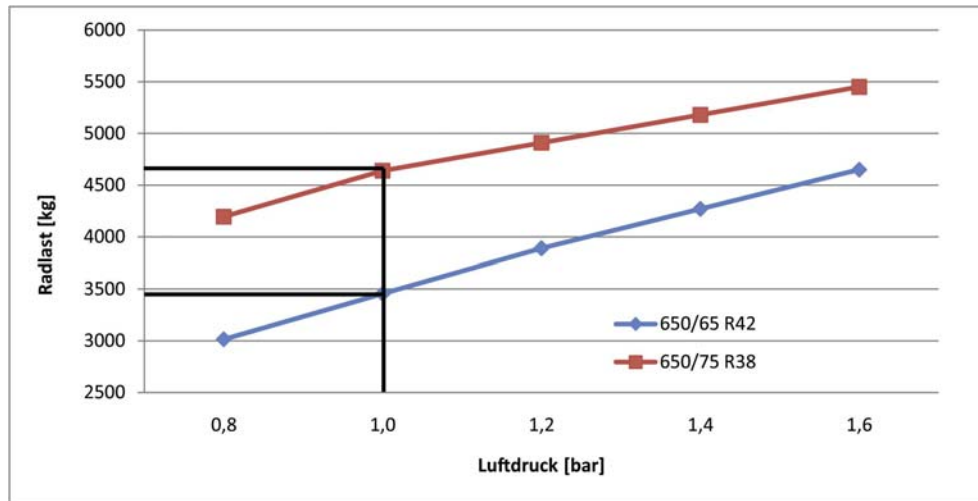
Das tragende Element im Reifen ist die Luft. Der Reifen selbst hat keine Eigentragefähigkeit. Die Tragfähigkeit erreicht der Reifen über das Luftvolumen und den Luftdruck (Abb. 7).



**Abb. 7:** Tragfähigkeit des Reifens in Abhängigkeit von Luftdruck und Luftvolumen

Das Querschnittsverhältnis nimmt bei sonst identischen Reifenabmessungen Einfluss auf die Tragfähigkeit.

Im aufgeführten Beispiel steigt die Tragfähigkeit des Reifens mit größerem Querschnittsverhältnis um ca. 28% (Abb. 8).



**Abb. 8:** Tragfähigkeit im Zusammenhang mit dem Querschnittsverhältnis

Die in der Abb. 8 dargestellten Reifen sind im Durchmesser identisch, der Reifen 650/75R38 hat jedoch ein um mehr als 20% größeres Luftvolumen als der Reifen 650/65 R42. Die Luft ist im Reifen das tragende Element, dadurch erreicht der Reifen mit einem 75er Querschnittsverhältnis eine höhere Tragfähigkeit bei gleichem Reifeninnendruck.

Das Ziel der Entwicklung besteht darin, die Tragfähigkeit des Reifens zu steigern, und zwar durch:

- die Vergrößerung des Durchmessers (gleichzeitig kann so die Kraft besser auf den Boden übertragen werden),
- die Verbreiterung des Reifens,
- die Verkleinerung des Felgendurchmessers.

In Abbildung 9 sind Reifen mit einem Außendurchmesser von 1,93 und 2,07 m dargestellt. Beim Vergleich der Reifen 650/65R42 und 650/85R38 wird deutlich, dass bei gleicher Breite durch eine Vergrößerung des Außendurchmessers und eine Reduzierung des Felgendurchmessers die Tragfähigkeit um 1155 kg erhöht werden kann.

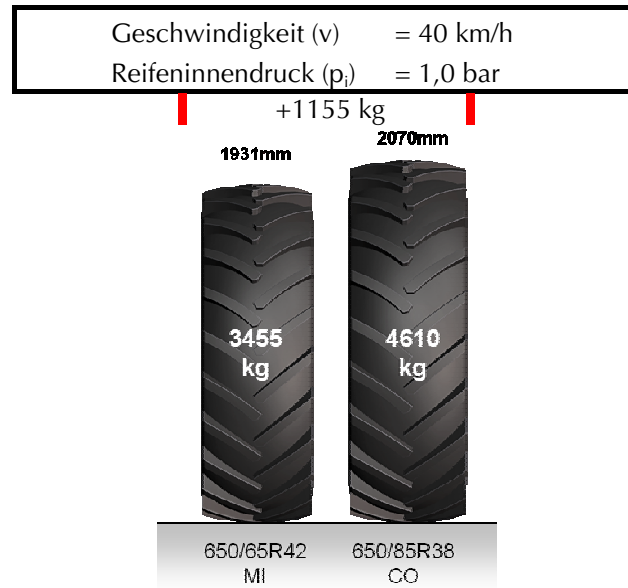


Abb. 9: Tragfähigkeit bei unterschiedlichen Reifendurchmessern

Die Verbreiterung eines Reifens ist nicht so wirksam wie die Vergrößerung des Durchmessers, aber bei Maschinen, die im Anbaubereich beschränkt sind, eine sinnvolle Alternative.

Bei gleichem Außen- und Innendurchmesser erhöht sich die Tragfähigkeit durch eine Verbreiterung von 650/85R38 auf 900/60R38 um 700 kg (Abb. 10).

**Achtung:** Bei einer Umbereifung müssen die Reifen vom Hersteller des Schleppers freigegeben sein. Ebenso ist auf die richtige Kombination zwischen Vorder- und Hinterrädern zu achten.



Abb. 10: Erhöhung der Tragfähigkeit bei Verbreiterung der Aufstandsfläche

Im Unterschied zu Ackerschleppern fahren die meisten Erntemaschinen in einem wesentlich engeren Geschwindigkeitsbereich (bis 25 km/h). Bunkermaschinen erreichen hohe Lasten nur bei niedrigen Geschwindigkeiten auf dem Feld und nur zyklisch in Abhängigkeit vom Bunkerfüllstand.

Bei selbstfahrenden Erntemaschinen ist aufgrund der spezifischen Bauart der Raum für die Räder häufig der begrenzende Faktor. Um im Rahmen der vom Straßenverkehrsrecht vorgegebenen Maximalbreite zu bleiben, wird nicht selten ein schmalerer Reifen gewählt und der Luftdruck deutlich erhöht.

Die Abb. 11 zeigt typische Erntemaschinenreifen mit den einzustellenden Luftdrücken bei 9 t Radlast und zyklischer Belastung bei einer Maximalgeschwindigkeit von 10 km/h ( $v_{\text{max,zykl}}$ ). Bei ähnlicher Breite aber einem um 113 mm größeren Außendurchmesser kann der Reifen 680/85R32 gegenüber dem Reifen 650/75R32 mit einem um 1,0 bar geringeren Luftdruck gefahren werden.

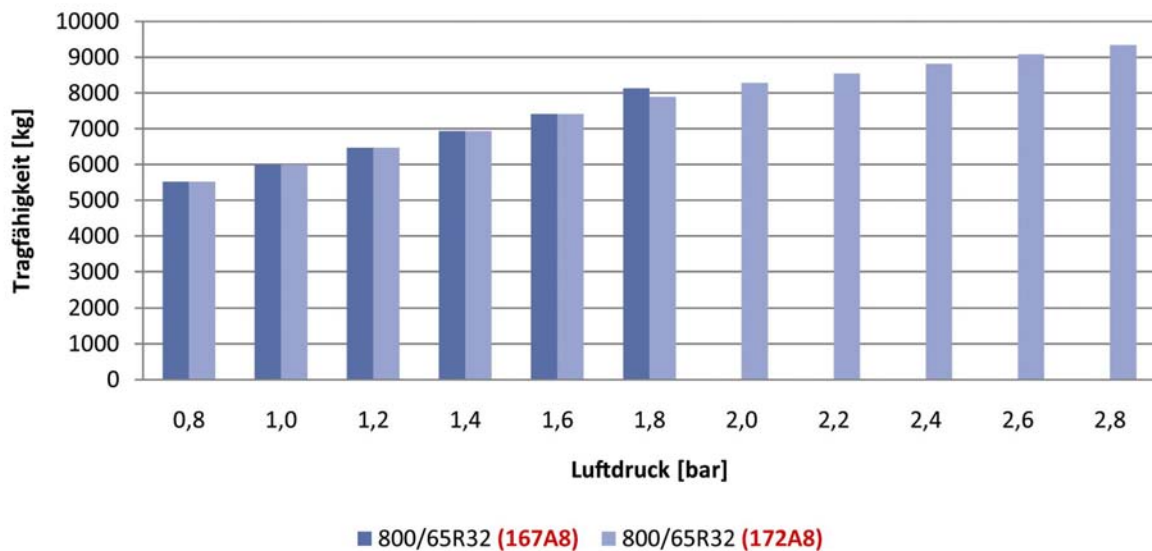


**Abb. 11:** Reduzierung des Reifendruckes durch Vergrößerung der Auflagefläche und Vergrößerung des Außendurchmessers bei Erntemaschinenreifen

Reifenhersteller haben in ihrem Produktportfolio häufig Reifen gleicher Größe aber mit unterschiedlichem Tragfähigkeits-Index. Hierauf muss bei der Ersatzbestellung von Erntemaschinenreifen geachtet werden. In dem in Abb. 12 aufgeführten Beispiel ist die Reifendimension gleich, jedoch die Tragfähigkeit unterschiedlich. So besitzt der 800/65R32 167A8 eine maximale Tragfähigkeit von 8175 kg bei 1,8 bar. Der 800/65R32 172A8 hingegen besitzt eine maximale Tragfähigkeit von 9345 kg bei



2,8 bar. Bei einer Ersatzbeschaffung kommt es deshalb bei verschiedenen Händlern häufig zu großen Preisunterschieden, wenn diese zwar die gleiche Reifengröße jedoch mit unterschiedlichem Tragfähigkeits-Index anbieten.



**Abb. 12:** Gleiche Reifendimension mit unterschiedlicher Tragfähigkeit

Es werden Reifen mit sehr unterschiedlichen Profilen angeboten. Für die Arbeit auf dem Acker muss das Profil eine gute Zugkraftübertragung und eine gute Selbstreinigung aufweisen. Eine große Radaufstandsfläche und ein gut verzahnendes Stollenprofil vermindern den Schlupf. Das Reifenstollenprofil wirkt im Ackerboden quasi wie ein kraftschlüssiges Zahnrad, vorausgesetzt der Selbstreinigungseffekt durch Walkbewegungen verhindert, dass sich die Zwischenräume zwischen den Stollen füllen. Damit würde sich der Schlupf massiv erhöhen. Auf der anderen Seite will man aber auch verhindern, dass die Stollen zu tief eindringen und unerwünschte Fahrspuren hinterlassen. Dieser Effekt ist im Grünland wegen der Gefahr von Grasnarbenschäden besonders gravierend. Entsprechend wurden spezielle Grünlandreifen mit flachen Stollenformen entwickelt, die am Übergang von der Lauffläche auf die Flanke sanfter auslaufen und abgerundet sind.

Bei überwiegendem Straßeneinsatz ist der Abrieb ein wirtschaftlich bedeutsamer Faktor. Auf Asphalt ist der Gummiabrieb der Stollen wesentlich größer als auf gewachsenen Böden. Die Reifenhersteller wirken dem mit härteren Gummimischungen entgegen – was wiederum der auf dem Acker geforderten Elastizität nicht unbedingt dienlich ist.

Eine weitere Möglichkeit, den Abrieb auf der Straße zu verringern, ist die Wahl des richtigen Profils. Gerade bei Reifen für Anhänger und angehängte Geräte (Implementreifen) findet sich eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Profile. Für die überwiegende Straßenfahrt ist ein Profil mit einem hohen Stollenanteil an der Auflagefläche und eine geringe Profiltiefe zu empfehlen. Da die Stollen nicht in den Asphalt eindringen können, berühren nur die Stollen die Bodenoberfläche. Bei einem hohen Stollenanteil verteilt sich die Kraft auf eine größere Fläche, so dass der Abrieb verringert wird. Eine geringe Profiltiefe verringert den Abrieb durch eine geringere Relativbewegung zwischen Stollen und Asphalt. Ein ideales „Straßenprofil“ hat also völlig andere Eigenschaften als ein ideales „Ackerprofil“. Je nach Umfang von Straßenfahrt und Ackerarbeiten muss also entschieden werden, ob ein Ackerprofil mit guter Selbstreinigung und guter Zugkraftübertragung oder ein Straßenprofil mit geringem Abrieb oder ein „Kompromissprofil“ die beste Lösung ist.

#### **2.2.4 Reifenmontage**

Die herstellerseitige Passgenauigkeit zwischen Reifen und Felge hat sich in den letzten Jahren deutlich verbessert. Es tritt nur noch sehr selten das Problem auf, dass der Reifen auf der Felge wandert. Damit sind auch die Anforderungen an die Reifenmontage gestiegen. Da bei der Montage häufig deutlich höhere Reifeninnendrucke als beim Arbeitseinsatz verwendet werden, ist die Gefahr nicht auszuschließen, dass insbesondere schadhafte Reifen platzen können. Zudem kann der Reifen durch eine fehlerhafte Montage beschädigt werden (Abb. 13). Meist machen sich Montagefehler (Reifen verliert Luft) erst nach einiger Zeit bemerkbar. Diese Schäden sind in den meisten Fällen nicht reparabel. Daher sollten vor allem schlauchlose Reifen nur von geschultem Fachpersonal montiert werden.



**Abb. 13:** Wulstschaden, Folge einer unsachgemäßen Montage

## 2.3 Welche Felge?

Die Felge (richtig: Scheibenrad) ist das Stiefkind des Fahrwerkes. In der Regel werksseitig montiert, bleiben die Felgen oft während der gesamten Schlepper-Lebensdauer erhalten. Erst wenn der Schlepper umbereift werden soll, rücken sie ins Licht des Interesses.

### 2.3.1 Felgensysteme

Eine Felge (Abb. 14) besteht aus zwei Hauptbestandteilen, dem Felgenring und der Felgenschüssel. Für den Anwender wichtig ist die Maulweite. Diese muss mit der Vorgabe der Reifenhersteller korrespondieren. In den Reifenratgebern sind die Maulweiten aufgeführt, wobei die Messfelge immer fett abgebildet ist. Häufig sind ein oder zwei zusätzliche Scheibenräder aufgeführt, die alternativ genutzt werden können. Der Trend geht dahin, nur noch ein Scheibenrad für den Reifen freizugeben. Die Größenangabe des Scheibenrades ist im Felgenring oder in der Schüssel (nahe des Lochkreises) zu finden.

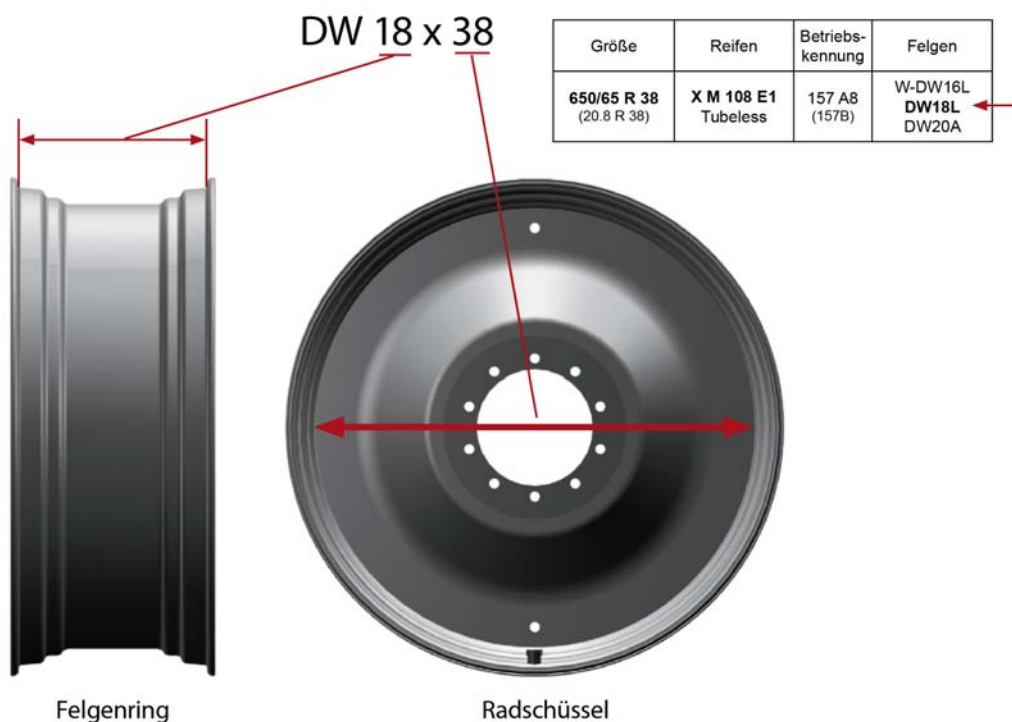


Abb. 14: Bemaßung eines Scheibenrades

Die Radschüssel ist das Verbindungsglied zwischen Fahrzeugachse und Rad. Ausführung und Stärke der Schüssel richten sich nach der Belastung des Rades. Die Radkonfiguration muss zwischen Fahrzeug- und Räderhersteller abgestimmt werden. Speziell in der Nachrüstung sind die Einsätze der Maschine zu definieren.

Die Radschüsseln werden in quadro-, stern- und rundumverschweißte Schüsseln unterteilt (Abb. 15). In dieser Reihenfolge steigt auch die Lebensdauer. Die Begründung liegt in der steigenden Anzahl der Verbindungen zwischen Radschüssel und Felgenring und in der damit einhergehenden höheren Stabilität.

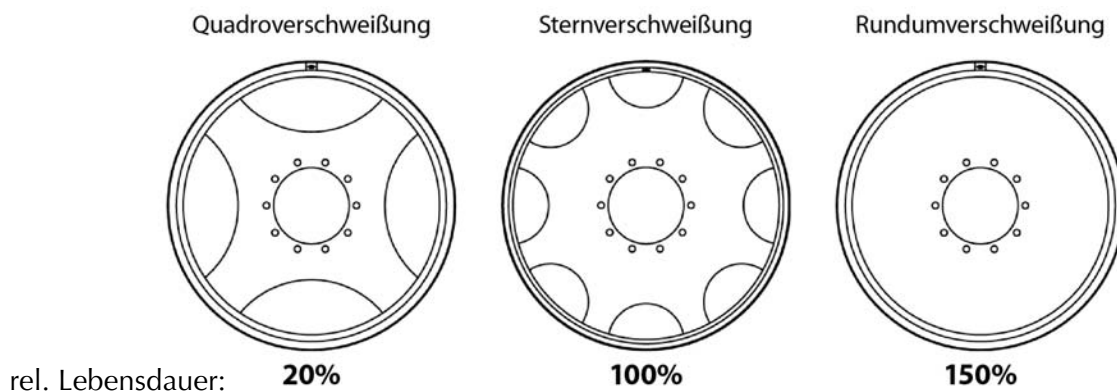


Abb. 15: Relative Lebensdauer unterschiedlicher Räderbauformen

Beim Abrollvorgang verformt sich der Felgenring bei Quadro- und Sternverschweißung. An den Verbindungspunkten Felgenring – Felgenschüssel treten hohe Materialspannungen auf. Diese können bei einer hohen Anzahl von Lastspitzen zu Haarrissen führen.

Vereinzelt werden heute noch Spurverstellräder verkauft. Der geringste Anteil der Endanwender verstellt aber tatsächlich die Räder! Bei einem Spurverstellrad fällt das Problem der Verbindung zwischen Radschüssel und Felgenring noch stärker ins Gewicht. An Schleppern mit höherer Motorleistung und einem hohen Anteil an Straßenfahrten beginnen diese Verbindungen häufig zu reißen (Abb. 16). Hinzu kommt noch, dass die Schraubverbindungen nur sehr selten auf das richtige Drehmoment überprüft werden.



**Abb. 16:** Überlastungsschaden an einer Spurverstellfelge

### **2.3.2 Der richtige Einsatz für die richtige Felge**

Reifen und Räder werden immer häufiger für spezielle Einsätze gebaut.

Bei Zweckentfremdung und unsachgemäßem Gebrauch kann es zu nachhaltigen Schäden am Rad kommen. Am Beispiel des Pfliegerades wird dieses besonders deutlich. Das Pfliegerad ist für Pflegearbeiten, d.h. für geringe Radlasten, niedrige Antriebs- und Bremsmomente konfiguriert. Wird ein Pfliegerad zu schwerer Transportarbeit auf der Straße eingesetzt, kann es zu dauerhaften Schäden kommen. Im aufgeführten Beispiel (Abb. 17) wurde die Radschüssel des Pfliegerades während der Transportarbeit bei einer kritischen Fahrsituation dauerhaft verformt.

## DLG-Merkblatt 356: Reifen richtig wählen und einsetzen

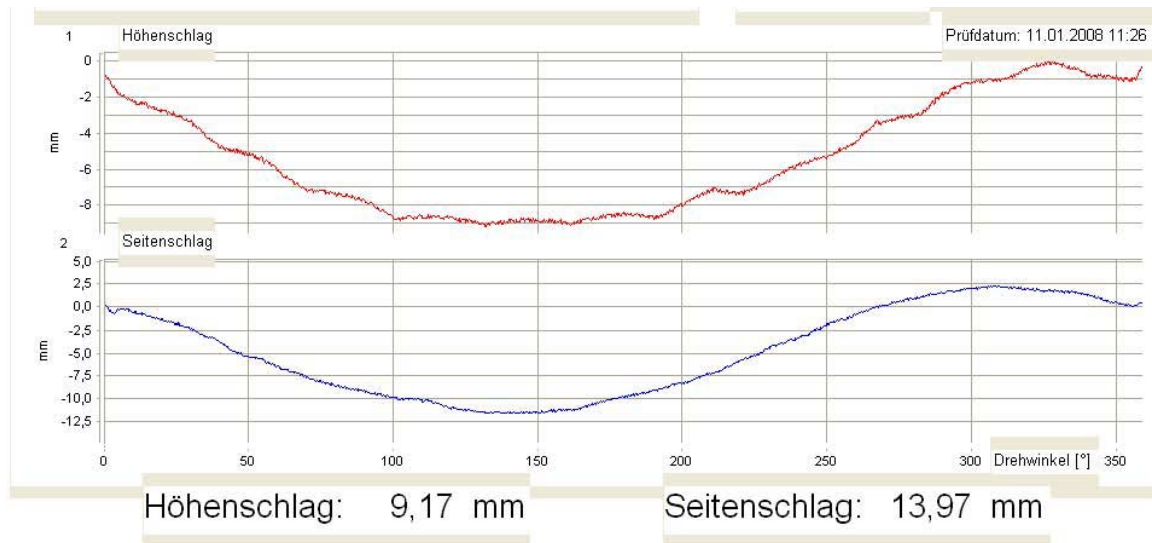


Abb. 17: Rundlaufprotokoll eines Pflgerades

Der Schlepper, mit Pflgerädern ausgerüstet, wurde zwischen den Pflanzenschutzmaßnahmen für schwere Transportarbeiten eingesetzt.

### 2.3.3 Radbefestigungen

Bezüglich der Zentrierung der Räder am Fahrzeug wird zwischen Bolzen- und Naben-zentrierung unterschieden. Nabenzentrierte Räder (Abb. 18) werden über den Nabenausschnitt auf der Radnabe, bolzenzentrierte Räder (Abb. 19) je nach Ausführung über eine Kegel- oder Kugelzentrierung zentriert. Der Verwendung der richtigen Schrauben muss dabei größte Beachtung geschenkt werden. Kommt es zur Verwechslung, kann die Felge nachhaltig geschädigt werden.

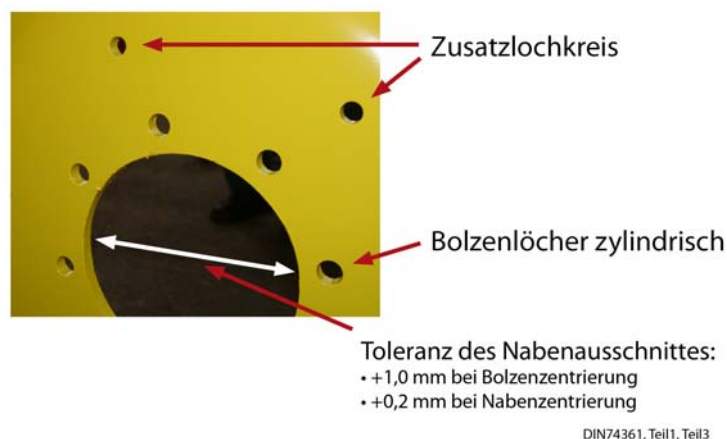


Abb. 18: Nabenzentrierung



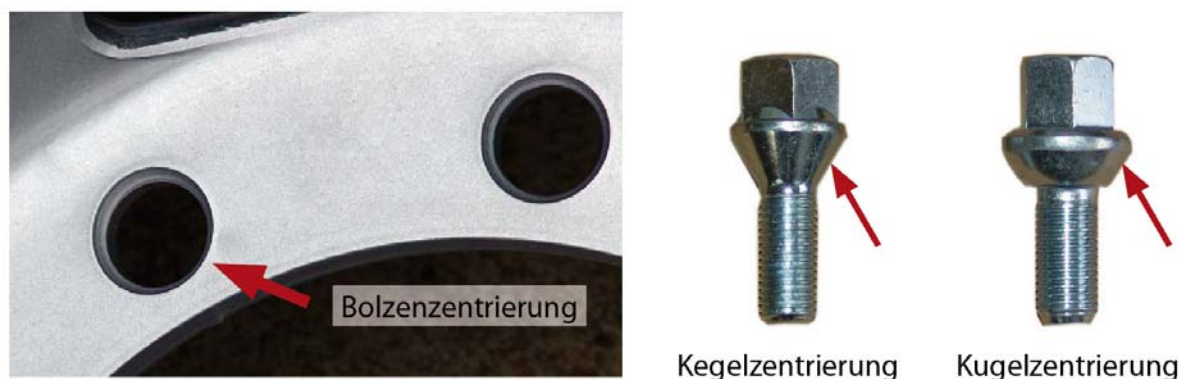


Abb. 19: Bolzenzentrierung

Eine Verwechslung von Schrauben/Muttern bei Kegel- oder Kugelzentrierung kann zu einer Zerstörung des Lochkreises führen.

Abbildung 20 zeigt auf der linken Seite die Befestigung eines kegelzentrierten Rades mit einer kugelzentrierten Schraube. Die Schraube liegt nur punktuell an der Felge an, was zu einer Materialüberlastung der Schüssel führt.

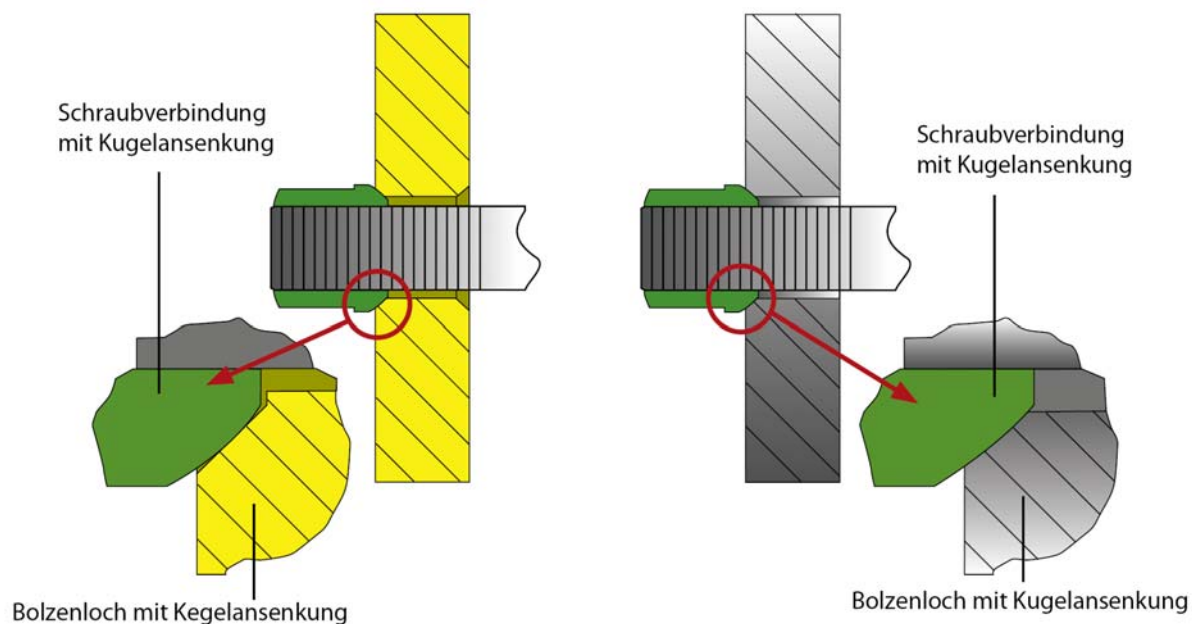
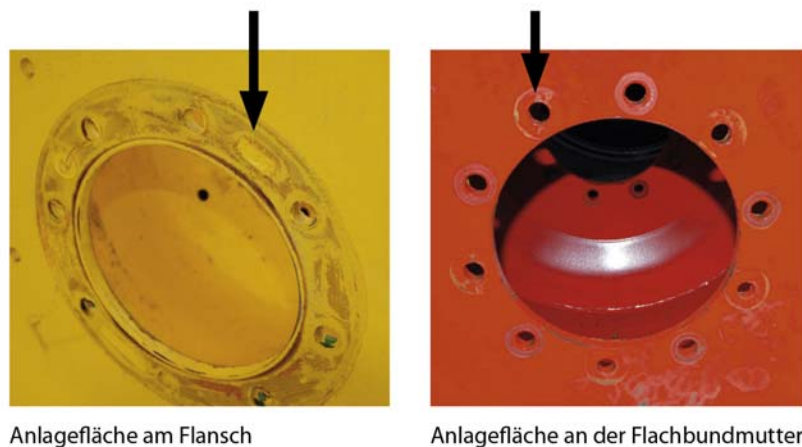


Abb. 20: Verwechslung von Kugel- und Kegelansenkung

Bei passender Zuordnung von Schraube und Bolzenloch werden die Kräfte über eine große Fläche auf die Schüssel übertragen (Abb. 20 rechts).

Räder, bei denen die gesamte Anlagefläche lackiert ist, sollten nach der ersten Montage mindestens zwei Mal nachgezogen werden. Infolge des hohen Anpressdruckes wird die Farbe zwischen den Anlageflächen herausgedrückt (Abb. 21). Dadurch lockert sich die Schraubverbindung.



**Abb. 21:** Farbe an den Anlageflächen führt zu Lockerung von Schraubverbindungen

### 2.3.4 Schäden an Felgen

Tritt an einem Rad Luftverlust ohne eine eindeutige Beschädigung des Reifens auf, sollte die Felge an der Verbindung zwischen Felgenring und Radschüssel auf eventuelle Haarrisse überprüft werden. Das geht am einfachsten mit Lecksuchspray (Abb. 22). Häufig wird in solch einem Fall nur ein Schlauch montiert. Die Ursache ist nicht beseitigt. Im Extremfall kann das Scheibenrad reißen (Abb. 23).



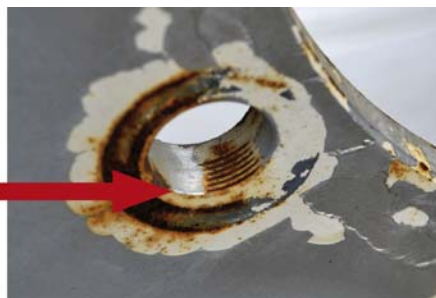
**Abb. 22:** Haarrisse im Felgenring lassen sich mit Lecksuchspray lokalisieren



**Abb. 23:** gerissener Felgenring; die Folge eines Haarisses in der Verbindung Felgenring/Radschüssel

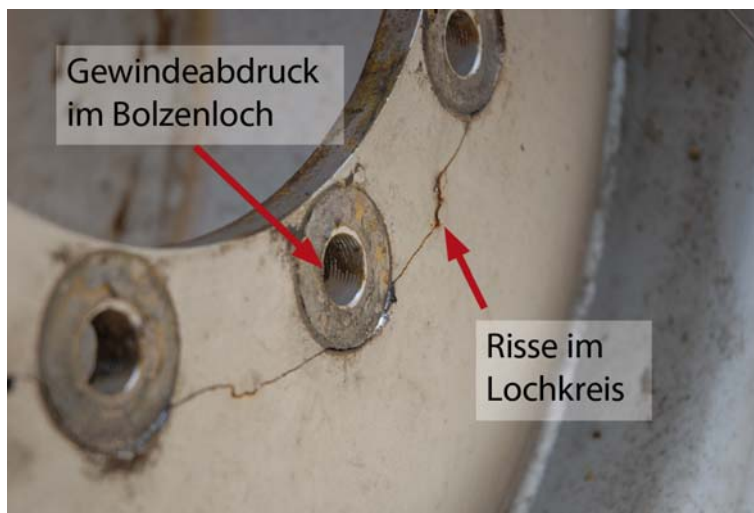
Das Rad ist ein sicherheitsrelevantes Bauteil. Deshalb sollte es auch so montiert werden. Vor der Montage sind die Anlageflächen zu säubern. Erst dann wird das Rad montiert. Zur richtigen Befestigung ist ein Drehmomentschlüssel notwendig. Das Drehmoment gibt der Fahrzeughersteller vor. Es ist in der Bedienungsanleitung des Fahrzeuges zu finden. Ein zu hohes (besonders bei bolzenzentrierten Rädern) wie auch ein zu niedriges Drehmoment kann die Bolzenlöcher und den gesamten Lochkreis zerstören (Abb. 25, 26 und 27). Erstes Anzeichen dafür ist ein Gewindeabdruck im Bolzenloch (Abb. 24).

Gewindeabdruck  
im Bolzenloch

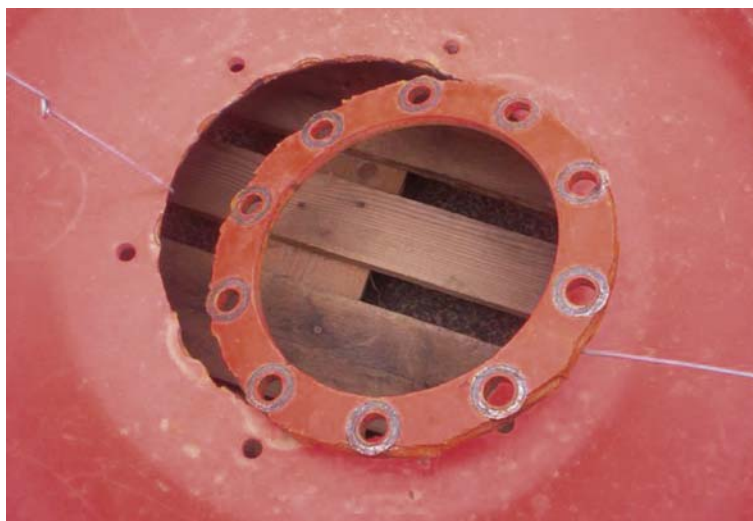


**Abb. 24:** Erste Anzeichen einer lockeren Radverbindung

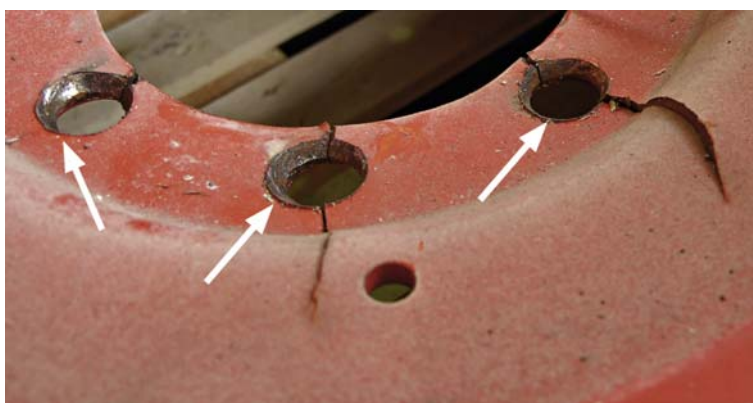




**Abb. 25:** Die Materialüberlastung im Bereich des Bolzenloches führt zu Rissen im Bolzenlochkreis



**Abb. 26:** Herausgebrochener Lochkreis als Folge einer unsachgemäßen Radbefestigung



**Abb. 27:** Zerstörte Bolzenlöcher infolge eines zu hohen Drehmomentes.  
Die Materialstruktur der Bolzenlöcher wurde zerstört

## 2.4 Zwillingsräder

Doppel- oder auch Zwillingsräder verteilen die Radlast auf zwei Räder. Die Aufstandsfläche wird erheblich vergrößert. Das hat zur Folge, dass die Bodenbelastung sinkt und der Schlepper zugleich höhere Zugkräfte im Vergleich zu Standard- oder Breitreifen auf den Boden übertragen kann.

Generell muss für das jeweilige Fahrzeug die Freigabe des Fahrzeugherstellers vorliegen. Für das Fahren auf der Straße gelten die gesetzlichen Bedingungen (Gesamtbreite, Beleuchtung; siehe Kap. 2.5).

Doppelräder werden mit entsprechenden Verschlüssen an das Hauptrad gekoppelt. Dazu verkeilt sich der Distanzring des Doppelrades in der 5° Schräge des Hauptrades (Abb. 28).

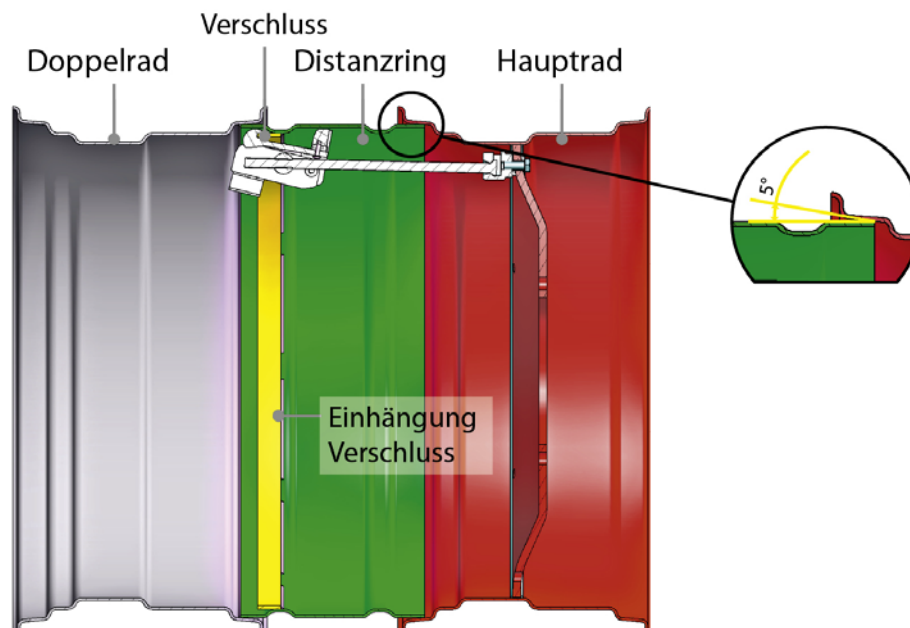


Abb. 28: Doppelrad

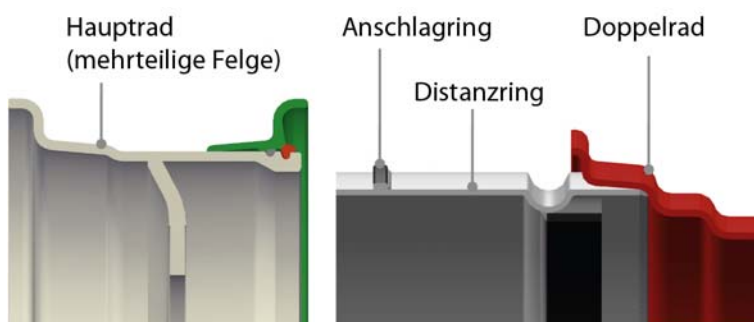
Die dazu notwendige Kraft bringen die Verschlüsse auf. Für das Kuppeln der Doppelräder geben die Hersteller unterschiedliche Anzahlen an Verschlüssen vor. Die Anzahl der Verschlüsse ist in der Hauptsache von der Schlepperleistung und der Festigkeit der Verschlüsse abhängig und schwankt zwischen 3 und 6 Verschlüssen pro Rad.

Wichtig für das Spannen der Verschlüsse ist, dass nur mit den Originalmontagemitteln der Hersteller gearbeitet wird. Zusätzliche Verlängerungen zum Spannen der Verschlüsse können zur Schädigung von Verschlüssen und Eihängevorrichtungen am Doppelrad führen.

Werden Doppelräder an mehrteiligen Felgen (Abb. 29) angebaut (z.B. Radlader) ist ein Anschlagring am Doppelrad notwendig (Abb. 30). Für diesen Einsatz sind aufgrund der Ausführungen und Festigkeiten nicht alle Systeme geeignet.



**Abb. 29:** Doppelräder im Einsatz am Radlader



**Abb. 30:** Doppelrad mit Anschlagring für eine Mehrteilige Felge

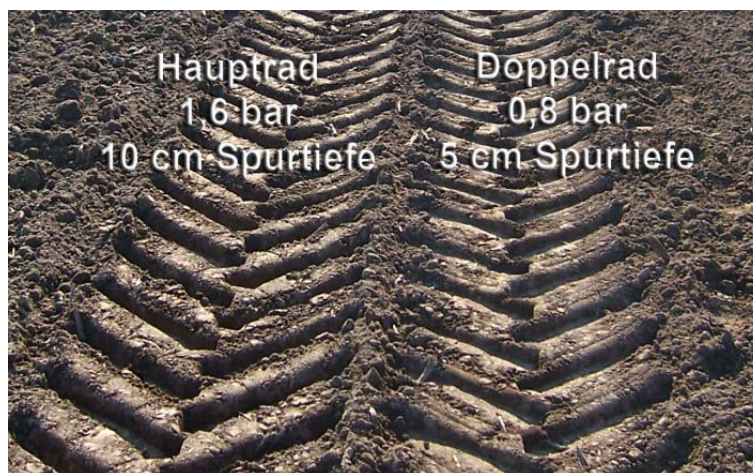
Bei der Wahl der Doppelräder ist darauf zu achten, dass genügend Zwischenraum zwischen den Reifen ist. Ansonsten besteht die Gefahr, dass die Seitenwände der Reifen aneinander reiben (Abb. 31) oder sich Steine zwischen den Reifen verkeilen. In beiden Fällen können die Reifen beschädigt oder zerstört werden.





**Abb. 31:** Berührung der Reifen aufgrund eines zu kleinen Distanzringabstandes

Der optimale Effekt wird erzielt, wenn Räder gleicher Größe gekoppelt werden. Wichtig ist, dass in beiden Reifen der gleiche Luftdruck eingestellt ist. Andernfalls trägt der Reifen mit höherem Luftdruck mehr und sinkt tiefer in den Boden ein (Abb. 32). Optisch ist das an unterschiedlichen Spurtiefen zu erkennen.



**Abb. 32:** Spurtiefen bei Kopplung gleicher Reifen mit unterschiedlichen Luftdrücken

In der Bodenbearbeitung mit Arbeitsbreiten von 3 m werden häufig noch Pflegeräder als Doppelräder eingesetzt. Die Überlegung besteht darin, den Boden vor der Bearbeitung über die gesamte Arbeitsbreite rückzuverfestigen. Aufgrund eines zwangsläufig höheren Luftdrucks im Pflege-Doppelrad sinkt dieses deutlich tiefer in den Boden ein (Abb. 33). Der Boden wird unter diesem Rad über das notwendige Maß hinaus verfestigt. Die tiefe Spur wird zwar vom nachfolgenden Gerät zugeschüttet aber nicht gelockert. Der Einsatz von Pflegerädern als Doppelräder ist nicht zu empfehlen.



**Abb. 33:** Pflugeräder als Doppelräder im Einsatz bringen optisch eine Radverbreiterung, verdichten den Boden aber streifenweise.

## 2.5 Was fordert der Gesetzgeber?

Die Bereifung ist ein vorgeschriebenes Teil des Fahrzeugs. Deshalb müssen in jedem Fall die zulässigen Bereifungsarten mit ihren entsprechenden Reifengrößen in den Fahrzeugpapieren festgelegt sein (§ 36 StVZO). Das kann die Betriebserlaubnis, der Fahrzeugschein bzw. Zulassungsbescheinigung Teil I oder ein zusätzliches Beiblatt sein.

### **Breiten bis 3 m**

Im Rahmen Boden schonender Maßnahmen werden bei Zugmaschinen, Anhängern und Arbeitsmaschinen zunehmend Breitbereifungen bei möglichst geringem Reifeninnendruck eingesetzt. Dann beträgt allerdings in der Regel die Fahrzeugbreite mehr als die generell zulässigen 2,55 m.

Im Rahmen der 35. Ausnahme VO zur StVZO dürfen Zugmaschinen und Anhänger über die Breite von 2,55 m hinaus mit Breitbereifung eine Gesamtbreite bis 3 m haben, ohne dass eine Ausnahmegenehmigung gemäß § 70 StVZO und eine Erlaubnis gemäß § 29 StVO erforderlich ist. Lediglich die entsprechende Bereifung und die erforderliche Kenntlichmachung sind in den Fahrzeugpapieren zu vermerken.

Als Abgrenzung zur Standardbereifung ist festgelegt, dass ein bodenschonender Breitreifen die notwendige Tragfähigkeit bei einem Reifeninnendruck von 1,5 bar gewährleisten muss. Zurzeit wird diese Regelung geprüft. Einzelne Bundesländer lassen auf Antrag Ausnahmen davon zu.

### **Breiten von mehr als 3 m**

Für die Erlangung einer Erlaubnis gemäß § 29 StVO sind eine Ausnahmegenehmigung nach § 70 StVZO und die Unbedenklichkeitserklärung der Haftpflichtversicherung erforderlich. Der Antrag ist beim zuständigen Straßenverkehrsamt zu stellen.

### **Doppelradsysteme**

Bei der Nutzung eines Doppelradsystems ist darauf zu achten, dass diese entsprechend der Reifengröße und der Schlepperleistung zugeordnet sind. Bei der Doppel- oder Zwillingbereifung kann der Hersteller die Geschwindigkeit aus technischer Sicht begrenzen oder weil die Radabdeckungen nicht die erforderliche Reifenbreite abdecken. Eine Begutachtung durch einen amtlichen Sachverständigen von TÜV oder Dekra ist erforderlich.

### **Radabdeckungen**

Bei der Nachrüstung mit breiteren Reifen ist darauf zu achten, dass eine ausreichende Radabdeckung gemäß der Fahrgeschwindigkeit vorhanden ist. Kfz und Anhänger über 25 km/h bbH benötigen eine Radabdeckung. Das gilt für die Vorder- und Hinterräder gleichermaßen.

- bis 25 km/h können weniger als 2/3,
- bis 40 km/h müssen mindestens 2/3,
- über 40 km/h soll möglichst der gesamte Reifen abgedeckt sein. Seit dem Beschluss des FKT (Fachausschuss Kraftfahrzeugtechnik beim Bundesverkehrsministerium) aus dem Jahr 2005 kann auch eine 2/3 Abdeckung ausreichend sein.

### **Laufrichtungsanzeige**

Mitunter, z.B. in Forstbetrieben, werden die Reifen entgegen der Laufrichtung (der auf dem Reifen aufgeprägte Pfeil zeigt entgegen der Laufrichtung) montiert.

Man sollte den Fahrzeug- und Reifenhersteller befragen und möglichst schriftlich bestätigen lassen, ob dies unbedenklich ist.

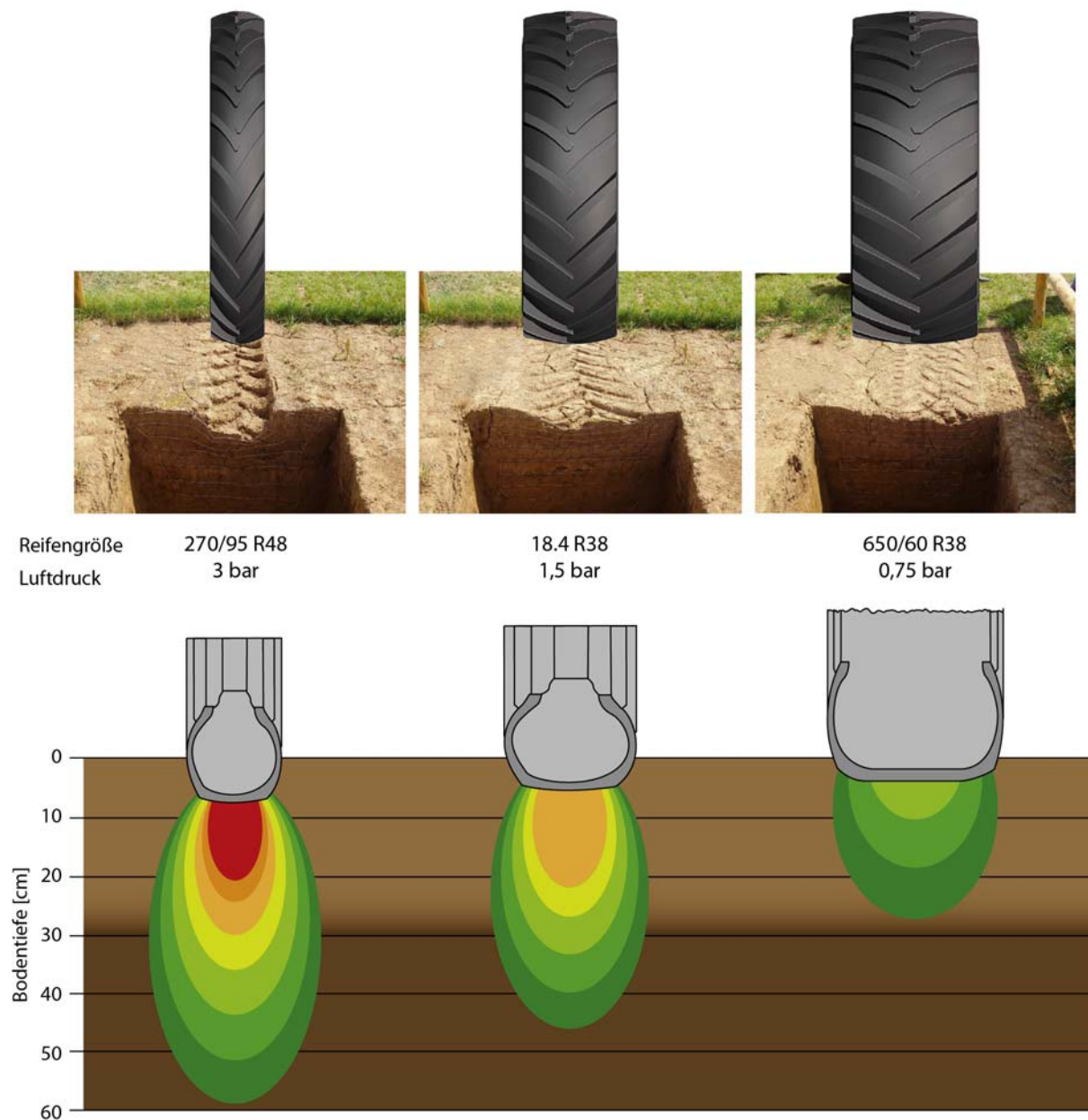
### **3. Wie setze ich den Reifen optimal ein?**

#### **3.1 Reifen und Boden**

##### **3.1.1 Wirkungsmechanismus Fahrzeug-Boden**

Über die Kontaktfläche Rad-Boden werden vom Fahrzeug ausgehende Kräfte in den Boden eingeleitet: Die Gewichtskraft als Vertikalkraft, Trieb- Brems- und Lenkkräfte als Horizontalkräfte und – bei gezogenem Rad – Zugkräfte.

Die statische Rad- bzw. Achslast (Gewichtskraft) lässt sich durch einfache Wägung bestimmen und ist Grundlage für die Bestimmung der Bodenbelastung. Diese wird ausgedrückt durch den Kontaktflächendruck, dem Verhältnis von Radlast zur Größe der Radaufstandsfläche. Der Kontaktflächendruck wird bei gleichbleibender Radlast umso kleiner, je größer die Radaufstandsfläche wird (Abb. 34). Standard-, Breit- und Zwillingsreifen reduzieren – in dieser Reihenfolge zunehmend – demzufolge die Bodenbelastung. Neben Parametern wie Triebkraft, Schwingungen und Schlupf, Reifenbauart und Fahrgeschwindigkeit hat der Reifeninnendruck besonderen Einfluss auf den Kontaktflächendruck. Näherungsweise liegt der mittlere Kontaktflächendruck um den Faktor 1,25 höher als der Reifeninnendruck.



**Abb. 34:** Hoher (Pflegereifen), mittlerer (Standardreifen) und niedriger (Breitreifen) Kontaktflächendruck nach einer Überfahrt (DLG-Feldtage 2006)

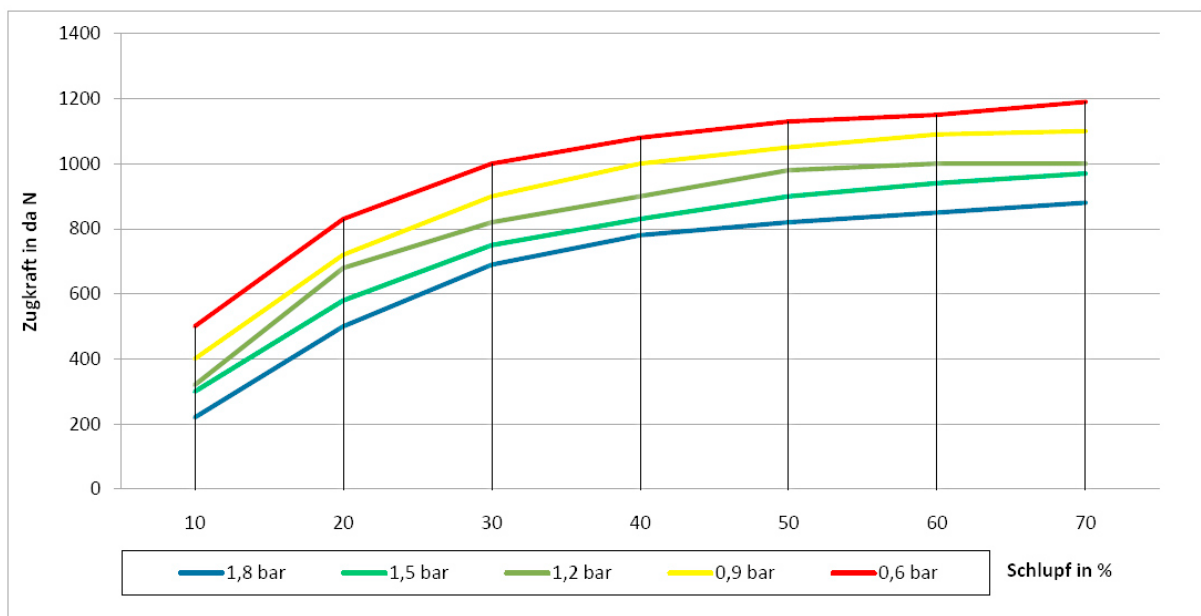
Infolge eines aufgebrachten Kontaktflächendrucks treten im Boden Spannungen auf, deren Verlauf mit den Linien gleichen Bodendrucks (sog. „Druckzwiebeln“) sichtbar gemacht werden kann. In Abbildung 34 sind die Druckzwiebeln eines Pflege-, eines Standard- und eines Breitreifens dargestellt. Bei schmalen Reifen ist die Spur tiefer und die Druckzwiebel schlanker. Beide Effekte vergrößern die Tiefenwirkung des Bodendrucks. Ähnlich verhalten sich im Übrigen die Druckzwiebeln bei unterschiedlichen Bodenverhältnissen. Je nasser und weicher der Boden, desto tiefer die Spur und stärker die Tiefenwirkung.



Zu berücksichtigen ist, dass bei gleicher Radlast eine Absenkung des Kontaktflächendrucks weniger Auswirkung auf die Tiefenwirkung als vielmehr auf die Minderung des Bodendrucks in der Ackerkrume hat. Zur Vorbeugung von Schadverdichtungen im Unterboden muss darum bei zunehmender Radlast der Kontaktflächendruck überproportional gesenkt werden.

### 3.1.2 Einsatz auf dem Acker

Auf dem Acker ist ein hohes Zugkraftvermögen (Traktion) gefragt. Den Zusammenhang zwischen Zugkraft, Reifeninnendruck und Schlupf zeigt Abbildung 35.



**Abb. 35:** Zusammenhang zwischen Zugkraft, Reifeninnendruck und Schlupf (Continental Firmeninformation)

Mit zunehmendem Reifeninnendruck sinkt die Zugkraft des Schleppers bzw. steigt der Zugkraftbedarf des Anhängers, umgekehrt steigt bei konstantem Zugkraftbedarf der Schlupf. Bei der praktischen Arbeit sind diese Effekte oft kaum zu bemerken, weil ihre Größenordnung von den Bodenverhältnissen abhängt.

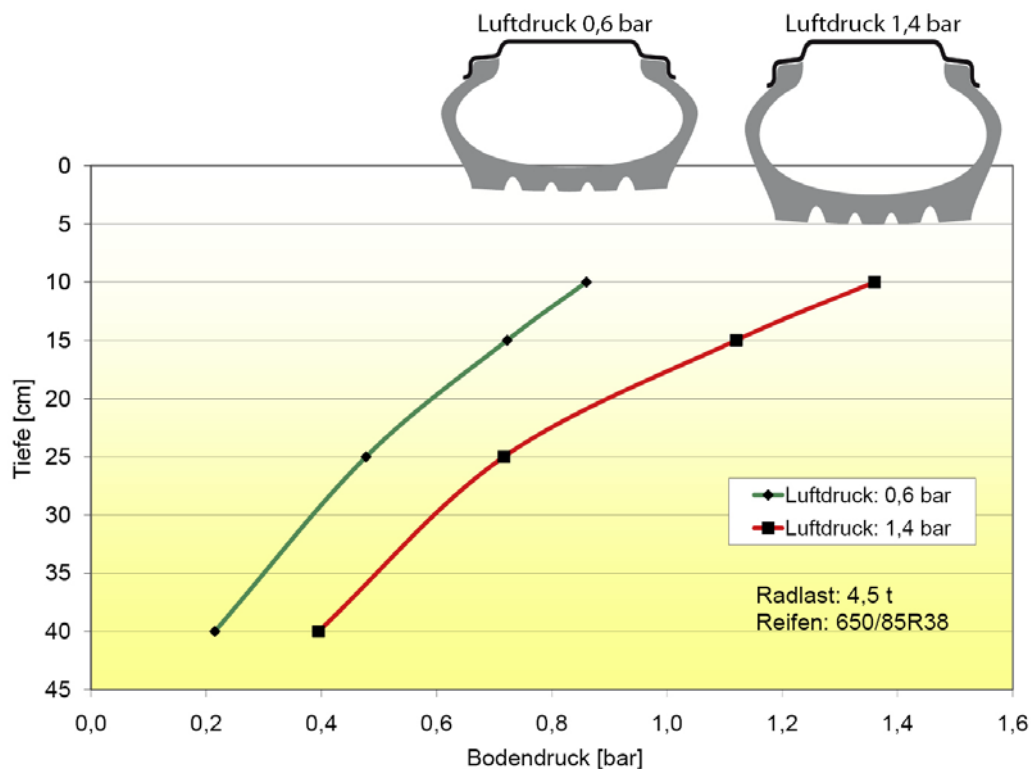
Hoher Schlupf über 20% schädigt die Struktur des Bodens im Acker und die Grasnarbe im Grünland, erhöht den Treibstoffverbrauch und senkt die Flächenleistung.

Der notwendige Luftdruck ist beim Fahren auf dem Acker bei gleicher Radlast geringer als beim Fahren auf der Straße, da mit deutlich geringerer Geschwindigkeit



gefahren wird. Da mit abnehmendem Luftdruck auch der Bodendruck sinkt, sollte der Luftdruck zum Schutz des Bodens möglichst gering sein. Dazu sollte der Luftdruck bis auf den in der Reifentabelle aufgeführten Wert für die notwendige Tragfähigkeit abgesenkt werden.

Aus Abbildung 36 wird deutlich, dass bei gleicher Radlast und gleichem Reifen ein hoher Luftdruck den Bodendruck auch in großer Tiefe deutlich erhöht.



**Abb. 36:** Einfluss des Reifeninnendrucks auf den Bodendruck in unterschiedlichen Tiefen

Grundsätzlich gilt die Empfehlung, auf dem Acker mit einem Reifeninnendruck  $\leq 1$  bar zu fahren.

Die meisten Breitreifen sind für einen minimalen Innendruck von 0,6 bar ausgelegt. Dennoch sind unbedingt die vom Reifenhersteller angegebenen Druckuntergrenzen für das jeweilige Reifenmodell zu beachten!

Ein weiterer positiver Aspekt eines geringen Luftdrucks ist die Verringerung der Spurtiefe besonders im lockeren Boden. Eine geringe Spurtiefe verringert den Aufwand für die Einebnung und kann unter Umständen dazu führen, dass mit geringerer Arbeitstiefe gearbeitet werden kann.

### 3.1.3 Einsatz auf der Straße

Grundsätzlich ist beim Fahren auf der Straße ein hoher Luftdruck im Reifen anzustreben. Geringerer Verschleiß, geringerer Rollwiderstand und damit verbunden geringerer Zugkraftbedarf und Dieserverbrauch sind wirtschaftlich bedeutsame Argumente für einen möglichst hohen Luftdruck im Reifen auf der Straße. Zudem wird die Fahrsicherheit erhöht, da die Reifeneinfederung geringer ist und dadurch das Fahrzeug vor allem bei Kurvenfahrten weniger schwankt. Es ist durchaus sinnvoll, den Reifeninnendruck bis zu dem in der Reifentabelle aufgeführten Maximalwert anzuheben (wenn nicht überwiegend Leerfahrten durchgeführt werden).

Diese Forderung steht exakt im Gegensatz zum optimalen Luftdruck beim Arbeiten auf dem Acker.

Wenn beim häufigen Wechsel zwischen Straßenfahrt und Feldarbeit (zum Beispiel Gülle fahren) ein hoher Luftdruck zum Schutz des Reifens eingestellt wird, sind nachteilige Auswirkungen auf dem Feld durch den hohen Luftdruck zu befürchten. Durch die Ausrüstung mit einem größeren Reifen kann der für die Tragfähigkeit notwendige Luftdruck zwar gesenkt werden, die Nachteile eines relativ hohen Verschleißes und Rollwiderstandes sowie die schlechte Straßenlage bleiben aber erhalten. Zudem ist die Möglichkeit, durch einen großen Reifen auch auf der Straße mit einem geringen Luftdruck fahren zu können, gerade bei Transportfahrzeugen (zum Beispiel Ladewagen) wegen des begrenzten Bauraumes in vielen Fällen deutlich eingeschränkt.

Ein zu hoher wie auch ein zu niedriger Luftdruck führen in der Lauffläche zu einer ungleichmäßigen Abnutzung des Reifens (Abb. 37). Bei Fahrt mit zu niedrigem Luftdruck wird zu dem der Reifen nachhaltig geschädigt.

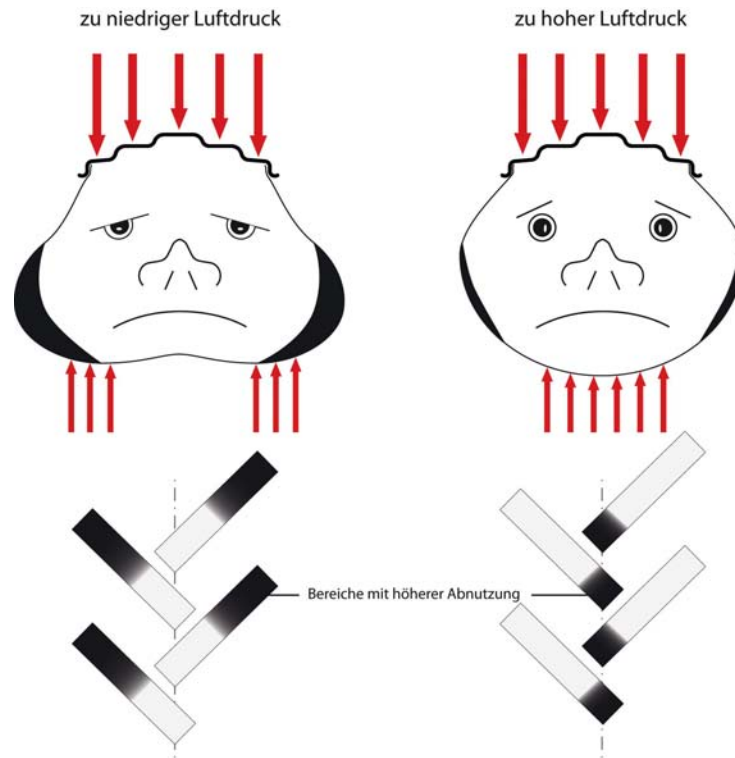


Abb. 37: Auswirkung eines falschen Luftdruckes bei Straßenfahrt

### 3.2 Der richtige Luftdruck

Der Luftdruck im Reifen hat eine zentrale Funktion. Er nimmt Einfluss auf die Tragfähigkeit des Reifens und ist die ausschlaggebende Größe für den Bodendruck.

Es gibt keinen „allgemeingültigen“ Luftdruck.

Der angepasste Luftdruck ist abhängig von:

- der maximal zu erwartende Radlast
- der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit
- dem tatsächlichen auftretenden Drehmoment

Diese Faktoren ändern sich bei der täglichen Arbeit häufig. Vor allem bei Anbaugeräten ändert sich die Radlast, je nachdem, ob das Gerät ausgehoben oder abgesenkt ist. Beim Wechsel zwischen Straßenfahrt und Ackerarbeiten ändert sich die Fahrgeschwindigkeit deutlich.

In arrondierten Betrieben ist es möglich, ständig mit niedrigem Luftdruck zu fahren. Der Reifen kann auch bei niedrigem Luftdruck geschont werden, wenn bei kurzen Straßenfahrten die Fahrgeschwindigkeit reduziert wird.

Längere Straßenfahrten mit hoher Last fordern einen hohen Luftdruck, um den Reifen nicht zu überlasten. Beim Arbeiten auf dem Acker hat dieser hohe Luftdruck allerdings gravierende Nachteile (Abb. 38, Variante „konstant hoch“).

Ein geringerer Luftdruck lässt sich nur dann einstellen, wenn ein deutlich größerer Reifen gewählt wird, der bei der gewählten Last auch bei hoher Fahrgeschwindigkeit die notwendige Tragkraft aufweist. Die Vorteile des geringen Luftdrucks auf dem Acker müssen also über den Mehrpreis für einen Breitreifen bezahlt werden (Abb. 38, Variante „konstant niedrig“).

		<b>Druck im Reifen:</b>	<b>Konstant hoch</b>	<b>Konstant niedrig</b>	<b>angepaßt</b>
<b>Allgemein</b>	<b>Investitionen</b>				
	<b>Handhabung</b>				
<b>auf der Straße</b>	<b>Reifenverschleiß</b>	<b>mittiger Abrieb bei Leerfahrten</b>	<b>Überhitzung</b>		
	<b>Fahrkomfort Feldweg</b>	<b>hart</b>	<b>federnd</b>		
	<b>Fahrkomfort Asphaltstraße</b>	<b>stabil</b>	<b>„schwammige“ Straßenlage</b>		
	<b>Rollwiderstand</b>				
	<b>Dieserverbrauch</b>				
<b>auf dem Acker</b>	<b>Spurtiefe</b>				
	<b>Bodendruck</b>				
	<b>Zugkraft / Schlupf</b>				
	<b>Dieserverbrauch</b>				
	<b>Flächenleistung</b>				



Abb. 38: Bewertung unterschiedlicher Luftdruck-Strategien

Die Vorteile eines hohen Luftdrucks bei Straßenfahrten und eines niedrigen Luftdrucks bei Ackerarbeiten lassen sich nur dann kombinieren, wenn der Luftdruck angepasst wird. Hierfür sind eine Reihe technischer Möglichkeiten auf dem Markt verfügbar, die sich durch das Investitionsvolumen und den Aufwand für die Handhabung unterscheiden (s. Kapitel 3.2.3 „Luftdruck verändern“).

### 3.2.1 Luftdruck regelmäßig prüfen

Der Luftdruck im Reifen wird mit einem Luftdruckprüfer gemessen. Landwirtschaftsreifen weisen gegenüber LKW- und Baumaschinenreifen (EM-Reifen) eine Besonderheit auf. Sie werden mit Luftdrücken von 0,8 bis max. 4 bar gefahren. In LKW- und EM-Reifen beträgt der Reifeninnendruck 7 – 9 bar.

Dementsprechend sollte der Luftdruckprüfer für den jeweiligen Messbereich ausgelegt sein. Standardmäßig haben die Luftdruckprüfer einen Messbereich bis 10 bar (Abb. 39).



Abb. 39: Manometer mit unterschiedlichen Messbereichen

Mit solch einem Luftdruckprüfer ist eine genaue Luftdruckeinstellung in 0,1 bar- bzw. 0,2 bar-Schritten bis zu einem max. Luftdruck von 2 bar nicht möglich. Daher sollte ein Luftdruckprüfer mit entsprechender Messwertspannung eingesetzt werden. Der Handel bietet solche Geräte mit analoger oder digitaler Anzeige an (Abb. 40).



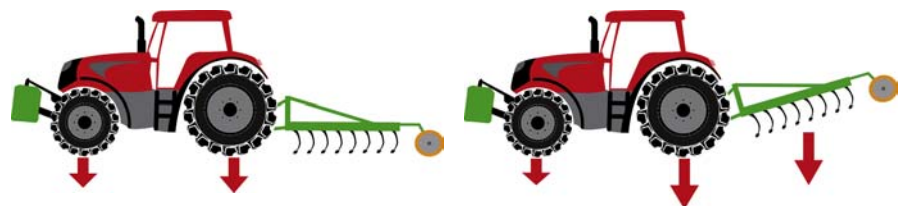
Abb. 40: Luftdruckprüfer mit digitaler und analoger Anzeige

### 3.2.2 Luftruckeinstellung

Das größte Problem der richtigen Luftdruckeinstellung stellt die wechselnde Belastung des Reifens dar.

Die größten Lastwechsel sind bei Anbaugeräten zu verzeichnen. Denn durch den Anbau von Geräten oder Zusatzgewichten mit einem entsprechenden Überhang (Schwerpunktastand) entsteht eine Hebelwirkung. Diese bewirkt, dass die Achsen stärker be- oder entlastet werden als das Gerätegewicht vermuten lässt (Abb. 41).

	Masse [kg]
Schlepper	7840
Frontgewicht	850
Anbaugerät (4-balkiger Grubber)	2800



	Arbeitsstellung ( $v_{\max} = 15 \text{ km/h}$ )		Transportstellung ( $v_{\max} = 40 \text{ km/h}$ )	
	Radlast [kg]	Luftdruck [bar]	Radlast [kg]	Luftdruck [bar]
Vorderrad 540/65R28	2100	0,8	1300	0,8
Hinterrad 650/65R42	2650	0,8	4440	1,6
Achslastverteilung VA/HA	44% / 56%		22% / 78%	

**Abb. 41:** Radlasten und notwendige Reifeninnendrucke mit Anbaugerät in Arbeits- und Transportstellung

Anhand des aufgeführten Beispiels ist zu erkennen, dass in der Transportstellung die Vorderachse um ca. 1,6 t entlastet und die Hinterachse um fast 4 t zusätzlich belastet wird. Der Luftdruck muss immer an die höchste Belastung angepasst werden. Demnach muss in dem Beispiel in Abb. 42 der Luftdruck 0,8 bar in den Vorderrädern und 1,6 bar in den Hinterrädern betragen, wenn der Luftdruck zwischen Straßen- und Feldfahrt nicht angepasst wird.

Eine Alternative zum ständigen Wechseln des Luftdruckes ist der Einsatz großvolumiger Reifen mit gleichem Abrollumfang.

DLG-Merkblatt 356: Reifen richtig wählen und einsetzen

	Radlast [kg ]	Luftdruck [bar ] (v <sub>max</sub> 15 km/h)	Radlast [kg ]	Luftdruck [bar ] (v <sub>max</sub> 40 km/h)
650/75R38	2650	0,8	4440	0,8
650/65R42	2650	0,8	4440	1,6

**Abb. 42:** Auswirkung der Flankenhöhe auf den notwendigen Reifeninnendruck bei Reifen mit gleichem Abrollumfang

Die Radlast könnte berechnet werden, aber der Aufwand dafür ist sehr hoch – es ist praktikabler, einfach zu wiegen.

Die Verwiegung der Maschine sollte auf einer Brückenwaage erfolgen. Wichtig ist, dass dies achsweise geschieht. Die gemessene Achslast muss durch zwei geteilt werden, um die Radlast zu erhalten. In allen technischen Ratgebern sind die Lasten als Radlasten angegeben.

Der Schlepper mit dem angebauten Gerät muss nur einmalig gewogen werden. Durch Notieren der Radlasten kann sich in der Zukunft immer an den ermittelten Werten orientiert werden. Das vereinfacht den Ablauf deutlich.

Für die Einstellung des richtigen Luftdrucks ist neben der Radlast die maximal zu fahrende Geschwindigkeit entscheidend. Deshalb muss nach dem Wiegen der technische Ratgeber des Reifenherstellers zu Rate gezogen werden. Aus den Tabellenwerten des jeweiligen Reifens kann der notwendige Luftdruck wie folgt ermittelt werden:

Ausgehend von der max. Geschwindigkeit (1), wird entsprechend der Radlast (2), der Luftdruck ausgewählt (3) (Abb. 43).

Größe	Tragfähigkeit (kg) <b>pro Reifen</b> bei Luftdruck (bar)													
	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,4	km/h
650/65 R 42 (20.8 R 42)	-	2130	2590	2870	3150	3420	3700	3970	4110	4250				50
	-	2130	2590	3010	3420	3840	4250	-	-					40
	1980	2380	2770	3270	3660	4100	4550							30
	2490	2930	3380	3820	4470	5010	5560	6100	6380					10

**Abb. 43:** Ermittlung des notwendigen Luftdrucks aus der Tragfähigkeits-/Luftdrucktabelle

Achtung! Die Radlast/Luftdruckkombinationen können zwischen den einzelnen Herstellern abweichen. Deshalb immer den Ratgeber des Reifenherstellers verwenden, dessen Reifen gefahren wird.



Werden der Maschine hohe Drehmomente abgefordert, d.h. Fahren mit hohen Zugkräften bei niedrigen Geschwindigkeiten (z.B. Pflügen), muss der Luftdruck erhöht werden. In der Regel gelten dann die Luftdruckwerte für 30 km/h. Damit wird verhindert, dass der Reifen auf der Felge wandert und in der Seitenwand Falten schlägt (Abb. 44).



**Abb. 44:** Faltenschlag bei zu niedrigem Reifeninnendruck

Ein zu niedriger Luftdruck erhöht die Reifeneinfederung und gleichzeitig die Erwärmung des Reifens. Wird der Reifen eine längere Zeit mit zu niedrigem Luftdruck gefahren (das gilt speziell für Straßenfahrten), können Überlastungsschäden am Reifen auftreten.

### **3.2.3 Luftdruck verändern**

#### **3.2.3.1 Ventile**

Standardventile eignen sich aufgrund des geringen Querschnitts nur bedingt für ein schnelles Anpassen des Reifeninnendrucks (Abb. 45 links).



AS-Schlauchlosventil



AS-Schlauchlosventil  
Schnellentlüftung  
aufgeschraubt



Schnellentlüftung  
direkt eingeschraubt

Abb. 45: Standard- und Schnellentlüftungsventile

Die Befüllzeit kann mit einer aufschraubbaren Schnellentlüftung deutlich verkürzt werden (Tab. 3).

**Tabelle 3:** Befüll- und Entlüftungszeiten unterschiedlicher Ventile (Reifen 650/65R38)

		Standardventil	Schnellentlüftungsventil
<b>Schlepperkompressor</b>			
Befüllzeit	1,0-1,6 bar	8:00 min.	1:06 min.
Entlüftungszeit	1,6-1,0 bar	10:49 min.	0:33 min.
<b>Stationärkompressor</b>			
Befüllzeit	1,0-1,6 bar	8:00 min.	0:48 min.
Entlüftungszeit	1,6-1,0 bar	10:49 min.	0:33 min.

Die Befüllzeiten unterscheiden sich, da ein stationärer Kompressor eine höhere Luftleistung hat als ein Schlepperkompressor.

Achtung: Der Schnellentlüfteraufsatz sollte nur auf eingeschraubten Messingventilen und nicht auf Gummifußventilen aufgeschraubt werden. Bei Gummifußventilen besteht die Gefahr, dass sie aus der Felge gezogen werden (Abb. 46). Selbst bei einem Messingventil kann das Ventil durch mechanische Einflüsse (Steine) abgebrochen wer-

den. Die sicherste Variante ist ein direkt in den Felgenring eingebautes zusätzliches Schnellentlüftungsventil.



**Abb. 46:** Das Gummifußventil ist nicht für den Einsatz eines Schnellentlüfteraufsatzes geeignet.

### 3.2.3.2 Luftdruckwechsel im Stand

Die einfachste und kostengünstigste Variante für die mobile Luftdruckanpassung ist ein Reifenfüll- und Schnellentlüftungs-Set (AIRBOOSTER der Firma PTG, Traktionsbox der Firma Steuerungstechnik STG) (Abb. 47 links). Es besteht aus einer Druckluftkupplung für die Versorgungsleitung der Schlepper-Druckluftanlage, einem Druckschlauch, einem 2-Wegeventil mit Manometer und 4 Schnellentlüftungsventilen, die (einmalig) auf die vorhandenen Schlepperventile aufgeschraubt werden. Vor dem Aufschrauben der Schnellentlüftungsventile müssen die serienmäßigen Ventileinsätze ausgeschraubt werden. Zum Aufpumpen wird der Druckschlauch auf der einen Seite über die Druckluftkupplung mit dem roten Anschluss der Druckluftbremse des Schleppers verbunden, auf der anderen Seite mit dem 2-Wege-Ventil am Manometer. Das Manometer wird nacheinander in die Schnellentlüftungsventile der Räder gesteckt und durch Betätigen des Absperrhahns wird die Luftzufuhr geregelt. Ein eingebauter Druckbegrenzer verhindert, dass der Reifeninnendruck über 4 bar steigt. Zum Entlüften muss lediglich das 2-Wege-Ventil mit Manometer in das Schnellentlüftungsventil des Reifens gesteckt und der Absperrhahn betätigt werden.



**Abb. 47:** Einfache und preisgünstige technische Möglichkeiten, den Luftdruck im Stand zu verändern: Reifenfüll- und Schnellentlüftungs-Set (links) und transportables Reifendruckverstellungssystem (rechts)

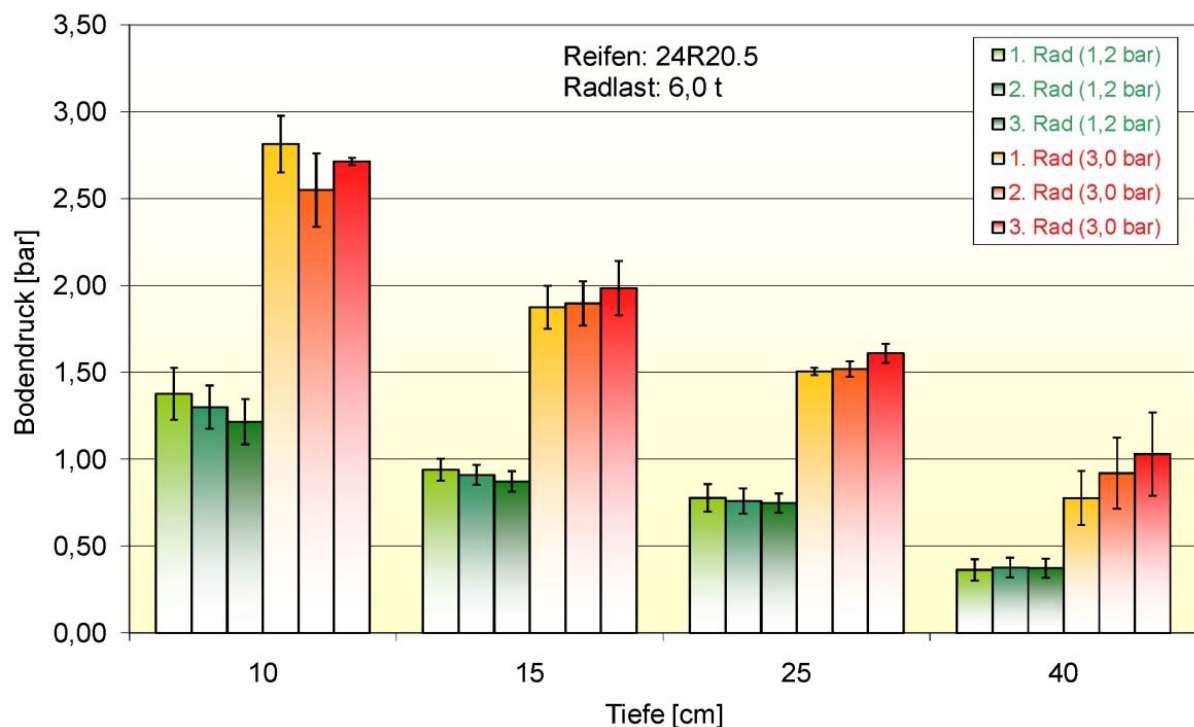
Das transportable Reifendruckverstellungssystem (AIRBOX mobil der Firma PTG GmbH) (Abb. 47 rechts) verfügt zusätzlich über eine Steuereinheit und es können 2 Reifen gleichzeitig aufgepumpt werden. Mit der Steuereinheit kann der angestrebte Reifeninnendruck eingestellt werden. Bei diesem System muss der Befüllvorgang nicht überwacht werden, da die Luftzufuhr unterbrochen wird, wenn der eingestellte Druck in den Reifen erreicht wird. Die Zeit des Aufpumpens kann daher für andere Arbeiten genutzt werden.

Bei einem weiteren Reifendruckverstellungssystem (AIRBOX der Firma PTG GmbH) sind Steuereinheit und Spiralschläuche für jedes Rad fest am Schlepper angebaut und dauernd mit der Druckluft-Bremsanlage verbunden. Für jedes Rad ist ein Schlauchdepot mit Spiralschlauch montiert. Zum Ändern des Reifeninnendrucks müssen nur die Schläuche aus den „Schlauchdepots“ entnommen und mit den Schnellentlüftungsventilen der Räder verbunden werden. Die Steuereinheit stoppt den Verstellvorgang von selbst, wenn der vorgewählte Reifeninnendruck erreicht wird und hält den eingestellten Wert in allen Reifen konstant bis die Spiralschläuche von den Rädern abgekuppelt werden. Ein Sicherheitsventil verhindert, dass der Druck im Schlepper-Bremssystem unter 6,5 bar sinkt (Eintragung in den Fahrzeugschein erforderlich).

Die Verstellung des Reifeninnendrucks im Stand ist preisgünstig und gut geeignet, wenn dies nur einige Male am Tag notwendig ist.

### 3.2.3.3 Reifendruckregelanlagen

Reifendruckregelanlagen haben den Vorteil, dass der Reifeninnendruck während der Fahrt vom Schleppersitz aus verändert werden kann. Sie sind notwendig, wenn der Reifeninnendruck häufig verändert werden muss. Am weitesten verbreitet sind Reifendruckregelanlagen an großen Güllefässern, da beim kombinierten Einsatz als Transportfahrzeug auf der Straße und Verteilfahrzeug auf dem Acker der Reifeninnendruck bei jeder Fahrt zweimal verändert werden muss. Die schnelle Anpassung des Luftdrucks von der Straßenfahrt zur Feldfahrt führt zu einer deutlichen Reduzierung der Bodenbelastung (Abb. 48).



**Abb. 48:** Bodendruck unter einem Tridemachs Gülletankwagen mit hohem und abgesenktem Luftdruck

Weitere Vorzüge sind die geringere Verschmutzung der Straßen. Durch die Walkarbeit der Reifen bleibt das Profil sauber. Wie sinnvoll eine Reifendruckregelanlage an einem Fahrzeug ist, ist abhängig von dem Einsatzfeld der Maschine und davon, zu welchen Jahreszeiten und Bodenbedingungen sie eingesetzt wird.

Die auf dem Markt angebotenen Reifendruckregelanlagen können in Einleitungs- und Zweileitungs-Anlagen sowie nach der Luftführung in Anlagen mit innenliegender und Anlagen mit außenliegender Luftzufuhr eingeteilt werden (Abb. 49).





**Abb. 49:** Einleitungs-Reifendruckregelanlage mit außenliegender Luftzufuhr (links) und Zweileitungs-Reifendruckregelanlage mit innenliegender Luftzufuhr (rechts)

Anlagen, die die Luft von außen in den Reifen fördern, sind einfach zu montieren, für alle Achsformen geeignet und die Achse muss nicht durchbohrt werden. Dafür ist bei Regelanlagen mit innenliegender Luftzufuhr, die den Luftdruck über eine Achsdurchführung anpassen, die Gefahr mechanischer Beschädigungen der Luftleitungen deutlich geringer.

Bei Einleitungsanlagen existiert nur eine Luftleitung, die ständig unter dem gleichen Druck wie der Luftdruck im Reifen steht. Bei dieser einfachen Bauart entweicht allerdings die Luft aus den Reifen, wenn die Leitung beschädigt wird. Um den Luftverlust in einem solchen Fall zu minimieren, werden von Hand betätigte Absperrventile in die Luftleitung eingebaut (Abb. 50).



**Abb. 50:** Absperrhahn am Ventil bei einer Einleitungs-Reifendruckregelanlage

Bei Zweileitungsanlagen wird eine (kleine) Luftleitung zur Steuerung des Ventils eingesetzt. Wird diese Luftleitung mit Druck beaufschlagt, öffnet sich das Ventil am Reifen und der Luftdruck wird entsprechend dem eingestellten Wert über die zweite (große) Leitung angepasst. Bei dieser Lösung stehen die Luftleitungen und die Dichtungen nur dann unter Druck, wenn der Luftdruck im Reifen verändert wird. Wenn die Luftleitungen während der Arbeit beschädigt werden, kann bei dieser Lösung keine Luft aus dem Reifen entweichen.

Die zum Aufpumpen benötigte Luft kann bei geringem Luftbedarf durch den Kompressor der Druckluftbremsanlage des Schleppers bereitgestellt werden. Durch zusätzliche Druckkessel kann der Luftvorrat vergrößert und die Befüllzeit verkürzt werden. Bei größerem Luftbedarf, insbesondere bei mehrachsigen Anhängern, sind zusätzliche Kompressoren am Schlepper oder am Transportfahrzeug notwendig. Der Anbau am Schlepper hat den Vorteil, dass der Zusatzkompressor auch bei wechselnden Anhängern genutzt werden kann. Wenn bei großen Kompressoren der notwendige Bauraum am Schlepper fehlt, ist der Anbau in der Fronthydraulik eine Alternative. Der Anbau der Kompressoren am Anhänger hat den Vorteil, dass das Zugfahrzeug nicht über eine Reifendruckregelanlage verfügen muss und somit ein Wechsel des Schleppers problemlos möglich ist (Abb. 51).



**Abb. 51:** 2-Kolben-Kompressor am Güllefaß

Es werden Kolben- oder Schraubenkompressoren eingesetzt. Wenn eine hohe Luftförderleistung benötigt wird, werden auch mehrere Kompressoren kombiniert. Die Leis-



tungsfähigkeit eines Kompressors wird durch die effektive Liefermenge in Liter pro Minute angegeben. Das ist die entspannte Luftmenge, die der Kompressor komprimiert in die Druckluftleitung schickt.

**Die notwendige Kompressorleistung kann errechnet werden:**

**Benötigte Luftmenge [l] = Anzahl Reifen x Reifenvolumen [l] x (Enddruck [bar] – Anfangsdruck [bar])**

**Minimale Kompressorleistung = Benötigte Luftmenge [l] / maximale Zeit fürs Aufpumpen [min]**

(Anmerkung: das Reifenvolumen kann dem Reifen-Ratgeber entnommen werden. Meistens ist aber nur der Wert „75% des Reifenvolumens“ angegeben, so dass dieser Wert durch 0,75 geteilt werden muss.)

**Beispiel 1:** Schlepper-Hinterachse mit 2 Reifen 650/65 R 38 (Reifenvolumen aus Ratgeber:  $602 / 0,75 = 803$  l) soll in maximal 5 min von 0,8 bar auf 1,6 bar aufgepumpt werden.

**Benötigte Luftmenge = 2 Reifen x 803 l/Reifen x (1,6 bar – 0,8 bar) = 2 x 803 x 0,8 = 1285 l**

**Minimale Kompressorleistung = 1285 l / 5 min = 257 l/min**

**Beispiel 2:** Schlepper-Hinterachse mit 2 Reifen 710/70 R 42 (1160 l) soll von 0,8 bar auf 1,6 bar und Tridemachs- Güllefass mit 6 Reifen 750/65 R 26 (903 l) soll von 1,0 bar auf 2,4 bar in 5 min aufgepumpt werden.

**Benötigte Luftmenge = 2 Reifen x 1160 l/Reifen x (1,6 bar – 0,8 bar)**

**+ 6 Reifen x 903 l/Reifen x (2,4 bar – 1,0 bar)**

**= 2 x 1160 x 0,8 + 6 x 903 x 1,4 = 1856 + 7585 = 9441 l**

**Minimale Kompressorleistung = 9441 l / 5 min = 1888 l/min**

**Bei bekannter Kompressorleistung kann die notwendige Zeit für das Aufpumpen wie folgt berechnet werden:**

**Zeit [min] = benötigte Luftmenge [l] / effektive Liefermenge des Kompressors [l/min]**

**Beispiel 1:** Schlepperkompressor mit 200 l/min steht zur Verfügung

**Zeit für das Aufpumpen = 1285 l / 200 l/min = 6,4 min**

**Beispiel 2:** Zusatzkompressor mit 3000 l/min effektive Liefermenge

**Zeit für das Aufpumpen =  $9441 \text{ l} / 3000 \text{ l/min} = 3,15 \text{ min}$**

Alternative: leistungsstarker Schlepperkompressor mit 400 l/min für Hinterachse des Schleppers, Zusatzkompressor mit 2000 l/min für das Güllefass

**Zeit für das Aufpumpen der Schlepper-Hinterräder =  $1856 \text{ l} / 400 \text{ l/min} = 4,64 \text{ min}$**

**Zeit für das Aufpumpen der Reifen am Güllefass =  $7585 / 2000 = 3,8 \text{ min}$**

Bei allen Transporten vom Hof zum Feld, wie z.B. Gülle-, Stallmist-, Kompost-, Pflanzenschutzmittel- oder Düngerausbringung werden geringe Anforderungen an die Kompressorleistung gestellt, da für das Aufpumpen die Zeit für die Fahrt vom Feld zum Hof zur Verfügung steht. Denn bei der Rückfahrt ist der Anhänger leer und die Radlast gering, so dass auch bei hoher Fahrgeschwindigkeit ein niedriger Reifeninnendruck ausreicht.

Bei Erntearbeiten mit Transporten vom Feld zum Hof muss dagegen in kurzer Zeit der Reifeninnendruck erhöht werden. In diesem Fall ist der Anhänger beim Wechsel auf die Straße beladen und die hohe Radlast in Verbindung mit der hohen Fahrgeschwindigkeit verlangt sofort einen hohen Reifeninnendruck.

**Beispiel 3:** Schlepper-Hinterachse mit 2 Reifen 650/65 R 38 (803 l) soll von 0,8 bar auf 1,6 bar und Tandemachs-Ladewagen mit 4 Reifen 600/50 R 22.5 (400 l) soll von 1,4 bar auf 2,2 bar in 2 min aufgepumpt werden.

$$\begin{aligned} \text{Benötigte Luftmenge} &= 2 \text{ Reifen} \times 803 \text{ l/Reifen} \times (1,6 \text{ bar} - 0,8 \text{ bar}) \\ &+ 4 \text{ Reifen} \times 400 \text{ l/Reifen} \times (2,2 \text{ bar} - 1,4 \text{ bar}) \\ &= 2 \times 803 \times 0,8 + 4 \times 400 \times 0,8 \\ &= 1285 + 1280 = 2565 \text{ l} \end{aligned}$$

$$\text{Minimale Kompressorleistung} = 2565 \text{ l} / 2 \text{ min} = 1283 \text{ l/min}$$

Wird ein Zusatzkompressor mit einer effektiven Liefermenge von 1000 l/min nur für den Ladewagen eingesetzt, beträgt die

$$\text{Zeit für das Aufpumpen der Reifen am Ladewagen} = 1280 / 1000 = 1,28 \text{ min}$$

**Adressen, die Techniken zur Anpassung des Reifeninnendrucks im landwirtschaftlichen Bereich anbieten:**

PTG Reifendruckregelsysteme GmbH  
Habichtweg 9  
D-41468 Neuss  
Tel.: +49 (0) 21 31 / 52 376 - 0  
Fax: +49 (0) 21 31 / 52 376 - 79  
E-mail: [ptg@ptg.info](mailto:ptg@ptg.info)  
Internet: [www.ptg.info](http://www.ptg.info)

Steuerungstechnik StG  
Georg Strotmann  
Greffener Str. 56  
D-33442 Herzebrock – Clarholz  
Tel.: +49 (0) 52 45/ 85 79 41-1  
Fax: +49 (0) 52 45/ 85 79 41-2  
E-mail: [g.strotmann@steuerungstechnik-stg.de](mailto:g.strotmann@steuerungstechnik-stg.de)  
Internet: [www.steuerungstechnik-stg.de](http://www.steuerungstechnik-stg.de)

Norbert Krude Zentralschmier- u. Reifendrucktechnik  
Daimlerstrasse 5  
49828 Neuenhaus  
Tel.: +49 (0) 59 41 / 16 65  
Fax: +49 (0) 5941 / 68 06