

BREMSEN



Die Bremsen an landwirtschaftlichen Fahrzeugen sollten in der Werkstatt wie auch vor der Fahrt auf ihre sichere Funktion geprüft werden. (Bild: Daniel Hasler)

Was «Bremsen» wirklich bedeutet

Die neuen Vorschriften bewegen die Praktiker, insbesondere die neuen technischen Spezifikationen. Auch über die Kompatibilität wird scharf diskutiert. Was dabei oft vergessen geht: Das Ziel ist, sicher auf Strasse und Feld unterwegs zu sein.

Es ist noch gar nicht so lange her, dass der Traktor seinen Weg in die Landwirtschaft gefunden hat. Er löste damals das Pferd als Zugtier ab. Zu dieser Zeit transportierte der Landwirt damit kleine Lasten und mit nur sehr tiefer Geschwindigkeit. Transporte von landwirtschaftlichen Gütern wurden aber auch noch gerne mit einem Jeep und Brückenwagen erledigt, die Anhänger wurden je nach Last noch von Hand von einer 2. Person gebremst.

Gülle und Mist für viel landwirtschaftlichen Verkehr auf den Schweizer Strassen.

Sehr oft wird in den aktuellen Diskussionen der ganze Vorgang «Bremsen» nur auf das kraftübertragende Medium Luft oder Öl reduziert. Dabei geht oft vergessen, dass beim Thema Bremsen ein sicherer Betrieb auf der Strasse und im Feld auch in Not- und Extremsituationen das übergeordnete Ziel ist. Kurz gesagt: Sicher

muss zwingend genügend gross dimensioniert sein, um die entsprechende Bremsverzögerung aufbringen und tragen zu können. Wichtig dabei ist zudem auch, wie die Achse am Chassis montiert ist.

Im Moment werden bei der pauschalen Stammtisch-Diskussion Äpfel mit Birnen verglichen. Der 40-Tonnen- und 40km/h-Fuhrpark eines Lohnunternehmers wird mit dem Tandem-12-Tönnner des kleineren Landwirts oder dem kleinen Tiefgang-Ladewagen des Bergbauers verglichen. Und das ist nicht möglich. Schon die Differenz der Fahrgeschwindigkeit von 30 zu 40 km/h eröffnet zwei verschiedene Bereiche der benötigten Bremskraft, dazu kommen noch die unterschiedlichen Lasten der jeweiligen Anwendungsbereiche.

Für die Zukunft empfehlen Fahrzeugbauer und Maschinenhändler viele Dinge. Ganz zentral sei aber die Abstimmung der Bremskraft zwischen Traktor und Anhänger für den sicheren Betrieb auch bei einer Notbremsung. Das Achsmaterial soll genügend gross dimensioniert und keine Billigware sein. Denn bei gutem Profimaterial lässt sich relativ viel Geld bei der Wartung und Revision der Bremsen sparen.

Im Hinterkopf behalten sollte aber jeder Fahrer, dass das eigentliche Ziel ist, sicher für die eigene Person und die anderen Verkehrsteilnehmer ans Ziel zu kommen. Denn ein sicherer landwirtschaftlicher Verkehr macht sich nicht nur in einer Unfallsstatistik gut, sondern ist auch gut für das Image der Schweizer Bauern.

Daniel Hasler



und effizient anhalten.

Doch diese Zeiten sind vorbei. Die Traktoren wurden grösser, führen zuerst 25, dann 30 und später auch 40 km/h. Die grössere PS-Anzahl erlaubte es, stets grössere Massen zu ziehen. Da zusätzlich auch die Betriebe über die Jahre grösser wurden und die Distanzen Hof zu Feld sich verlängert haben, befinden sich Arbeitsanhänger wie Kartoffelroder oder gezogene Schwader vermehrt auf längeren Strassenfahrten. Desweiteren sorgt der Transport von Nährstoffen in

Beide Systeme, Luft und Öl, haben ihre Vor- und Nachteile und so auch die entsprechenden technischen Ausführungen. Eine Bremsanlage besteht aber nicht nur aus dem Medium und einer Leitung und dem Bremszylinder. Für das ganze System sind auch die Installation und die Einstellungen traktorseitig wichtig. Desweiteren ist die Achse und deren Bremstrommel ein zentrales Bauteil. Sie



(Bilder: röt)

AUTOREN



Daniel Hasler ist Landtechnik-Redaktor beim «Schweizer Bauer» und hat dieses Dossier geplant und umgesetzt.

daniel.hasler@schweizerbauer.ch



Ruedi Gnädinger ist Mitinhaber der Gnädinger Engineering GmbH und ehemaliger Fachverantwortlicher für Landtechnik an der Agridea.

ruedi.gnaedinger@gnen.ch

Neue Bremsvorschriften – was ist zu tun?

Die Bremstechnik kam wegen des aktuellen politischen Prozesses ins Gespräch. Als Landwirt fragt man sich schnell: Wie können meine Fahrzeuge heute und in Zukunft sicher und gesetzeskonform bremsen?

RUEDI GNÄDINGER

Seit dem 1. Januar 2018 gelten neue Vorschriften für Bremsen an landwirtschaftlichen Fahrzeugen. Die Sicherheit wird dadurch erhöht und aus der EU importierte Traktoren und Anhänger können ohne Änderungen zum Strassenverkehr zugelassen werden. Allerdings sind mit den neuen Vorschriften bei den hydraulischen Anhängerbremsen auch technische Änderungen nötig. Da die sicherheitsrelevanten Vorgaben sowohl mit hydraulischen wie auch pneumatischen Systemen erfüllt werden können, stellt sich für den Betriebsleiter die Frage, mit welcher Lösung er zu einem günstigen Preis den bisherigen Fahrzeugpark und zukünftige Ergänzungen mit neuen Fahrzeugen betreiben kann.

Sehen und abbremsen

Bei Unfällen sind unzureichende Bremsen selten die einzige Ursache. Bei der Berechnung der einzelnen Wegstrecken bei einer Schnellbremsung wird ersichtlich, wo überall wertvolle Zeit gebraucht wird und für die entsprechende Wegstrecke massgebend ist. Da eine sachliche Diskussion über Bremsen nur mit den nötigen Begriffen möglich ist, werden



Schlecht eingestellte und gewartete Bremsen können in gefährlichen Unfällen enden. (Bild: zvg)

deren Definitionen in der unten stehenden Tabelle aufgeführt. Was sofort auffällt ist der grosse Einfluss der Geschwindigkeit. Es lohnt sich daher immer, bei Gefahren das Tempo zu reduzieren. Es zeigt auch, dass die Regel betreffend erstellen der Bremsbereitschaft bei Gefahren berechtigt ist, weil dadurch die Reaktionszeit und der Reaktionsweg verkürzt werden. Wird bei der Bremsbereitschaft

die Bremse noch leicht betätigt, kann die Ansprechzeit und der entsprechende Weganteil ebenfalls noch vermindert werden. Ebenfalls ersichtlich ist, dass die Verzögerung bei geringen Geschwindigkeiten eine eher untergeordnete Bedeutung hat. Bei Fahrbahnen mit reduzierter Adhäsion (geringer Bremskraftbeiwert) abseits von geteerten Strassen, bei Nässe oder Frost kann die mögliche Verzögerung

aber so stark vermindert werden, dass im Gefälle ein Halten nicht mehr möglich ist. Bei schlechter Fahrbahn ist es wichtig, dass alle Achsen gebremst werden, und eine vorsorgliche Nachrüstung ist daher sehr zu empfehlen.

Die Vorbereitung

Bei Unfällen muss sich wohl mancher Fahrer eingestehen, dass er etwas zu sorglos und un-

aufmerksam unterwegs gewesen ist. Zur Sicherheit kann eine Fahrt nach folgenden Punkten «vorbereitet» werden:

- Überlegen, wo auf der vorgesehenen Route Gefahren sein könnten (Gefälle und Fahrbahnzustand, eventuell nötige Schnellbremsungen)
- Ist mit der vorhandenen Anhängelast eine Schnellbremsung auch bei den kritischen Stellen realistisch? Erfordert

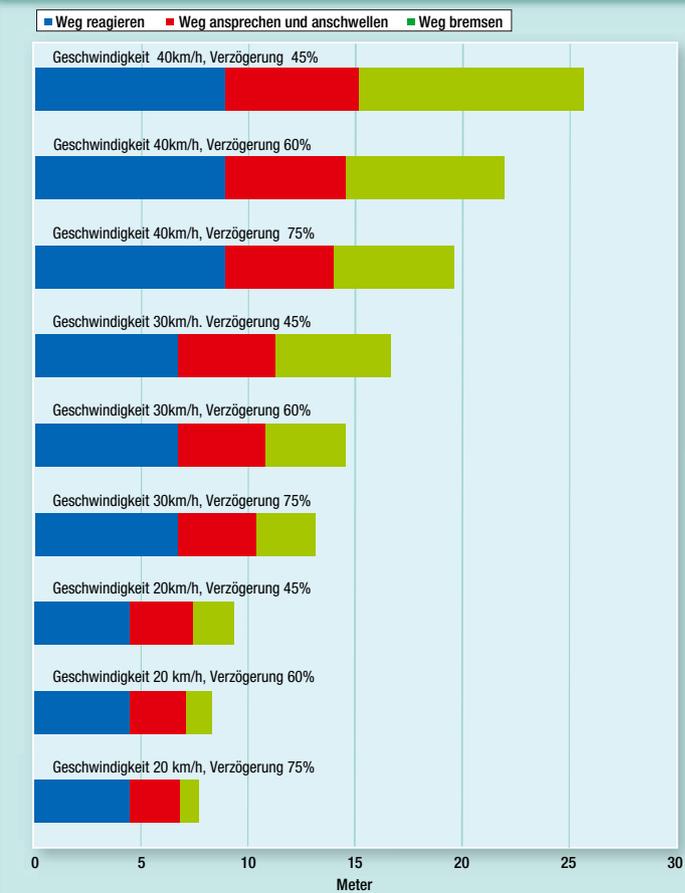
die Sicherheit sogar ein Verschieben des Transportes, eine Anpassung der Route oder der Anhängelast?

- Bevor das Handy abgestellt wird, werden noch wichtige Telefonate erledigt, damit der Kopf frei bleibt fürs Fahren.
- Mit frisch angekuppelten Anhängern nach dem Anfahren bei ca. 5 bis 10 km/h herzhaf auf die Bremse treten und die Wirkung beurteilen.

BEGRIFFSERKLÄRUNG

Betriebsbremse	Bremse, welche mit dem Bremspedal des Traktors während der Fahrt betätigt wird. Wirkt sie auch auf die Anhänger, spricht man von einer durchgehenden Bremse.
Hilfs- oder Notbremse	Sorgt dafür, dass beim Ausfall der Betriebsbremse automatisch oder durch eine Notbetätigung abgebremst wird
Feststellbremse	Dient zur Sicherung des Fahrzeuges nach dem Anhalten oder nach dem Abkuppeln des Anhängers gegen ein Wegrollen. Zugelassen ist eine mechanische Betätigung oder der Einbau von Federspeichern.
Reaktionszeit	Zeit von Gefahrenerkennung bis zum Betätigen des Bremspedals (durchschnittlicher Fahrer ca. 0,8 Sekunden).
Ansprechzeit	Zeit von der Bremspedalbetätigung bis die Bremse zu wirken beginnt. (Hauptsächlich zur Aufhebung des Spiels zwischen Reibelagel und Bremstrommel oder Bremsscheibe und Druckaufbau im Druckluft- oder Hydrauliksystem.)
Bremsschwellzeit	Zeit, ab der die Bremse zu wirken beginnt, bis sie die volle Bremskraft erreicht.
Vollverzögerungszeit	Zeit, nachdem die volle Bremswirkung erreicht wird bis zum Stillstand des Fahrzeuges.
Verzögerung	Angabe um wie viel sich die Geschwindigkeit (Meter/Sekunde) je Sekunde vermindert. (Mass = Meter/Sekunde ²)
Abbremsung	Physikalische Definition: Eine Abbremsung, welche der Fallbeschleunigung entspricht (gerundet 10 Meter/Sekunde ²) wird als 100%ige Abbremsung bezeichnet. Technische Definition: Bremskraft in % der Achslast.
Bremskraft	Kraft am Radumfang. Wenn diese Kraft der Gewichtskraft des Rades entspricht, kann eine Abbremsung von 100 % erreicht werden, sofern die Adhäsion ausreicht.
Bremskraftbeiwert	Verhältniszahl der möglichen Bremskraft eines Rades auf der Fahrbahn im Verhältnis zu dessen Gewichtskraft. Auf einer befestigten Fahrbahn wird mit Landwirtschaftsreifen ein Wert bis 0,8 erreicht. Auf einer nassen Wiese kann er aber auch unter 0,2 liegen.
Bremsenergie	Multiplikation von Bremskraft mal Fahrstrecke.
Bremsleistung	Multiplikation von Bremskraft mal Fahrgeschwindigkeit. Sie ist massgebend für die Erwärmung der Bremsen.

BREMSWEGE NACH KM/H UND VERZÖGERUNG



QUELLE: Gnädinger; GRAFIK: Monika Mullis/SCHWEIZER BAUER

Aufbau & Funktion der Bremsen beim Traktor

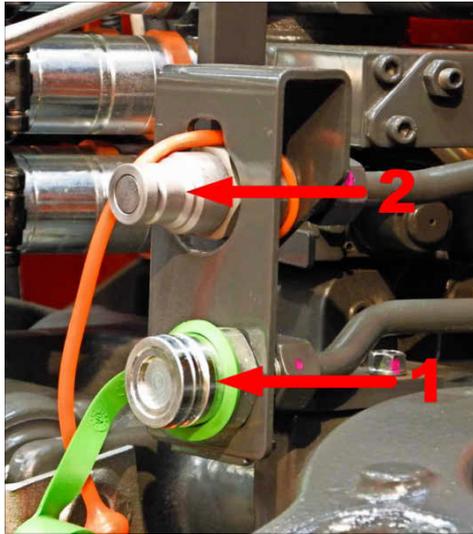
Aufbau und Funktion von Bremsanlagen unterscheiden sich wesentlich in der Kraftrzeugung, der Kraftübertragung, der Steuerung der Bremskraft und in der Ausführung als Trommel-, Scheiben-, Lamellen- oder Bandbremse.

RUDOLF GNÄDINGER

Die Kraftrzeugung erfolgt beim Traktor in der Regel mit Muskelkraft. Dies ist bei den meisten Traktoren noch möglich, weil hydraulisch betätigte Vollscheiben- oder Lamellenbremsen eingebaut sind. Mit dieser Technik wird mit wenig Pedalweg eine grosse Kraftvervielfachung möglich und sorgt für einen hohen Anpressdruck der Bremsbeläge, und da die Beläge beidseitig der Scheibe anliegen, wird die Reibwirkung noch verdoppelt oder bei Lamellenbremsen vervielfacht. Zudem sind diese Bremsen vor der Enduntersetzung angebracht und verstärken dadurch die Wirkung im Verhältnis zur Untersetzung. Hydraulisch betätigte Vollscheibenbremsen im Öl sind also sehr effizient, haben bei massivem Einsatz wenig Verschleiss und können die ganze Nutzungsdauer ohne grössere Reparaturen funktionsfähig bleiben. Da diese Ausführung zudem kostengünstig ist, wird sie bei Traktoren immer mehr zur Standardlösung.

Pneumatisch

Um die Anhänger zu bremsen, kann der Traktor mit einem pneumatischen, einem hydraulischen oder beiden Systemen ausgerüstet sein. Beim pneumatischen System befindet sich das sogenannte Anhängersteuerungsventil auf dem Traktor, welches das Bremsventil auf dem Anhänger steuert. Das anhängerseitige Bremsventil reagiert auf diese traktorseitige Ansteuerung und baut den benötigten Druck auf die Bremszylinder auf. Die Bremse wird also nicht direkt angesteuert und da-



1 = Druckleitungsanschluss mit gleicher Normkupplung wie bei der bisherigen Einleitervariante. 2 = Zweiter Leiteranschluss mit genormter Kupplung (nicht verwechselbar). (Bild: rgn)

durch ist auch der Begriff «indirekte Bremse» entstanden. Für den Druckaufbau zu den Bremszylindern wird die vorrätige Druckluft aus dem Druckluftbehälter des Anhängers bezogen, welcher dauernd von der Speiseleitung nachgespiesen wird. Da dieses System zwischen Traktor und Anhänger eine Steuer- und eine Speiseleitung braucht, spricht man von einer Zweileitersystem oder vom Zweileitersystem.

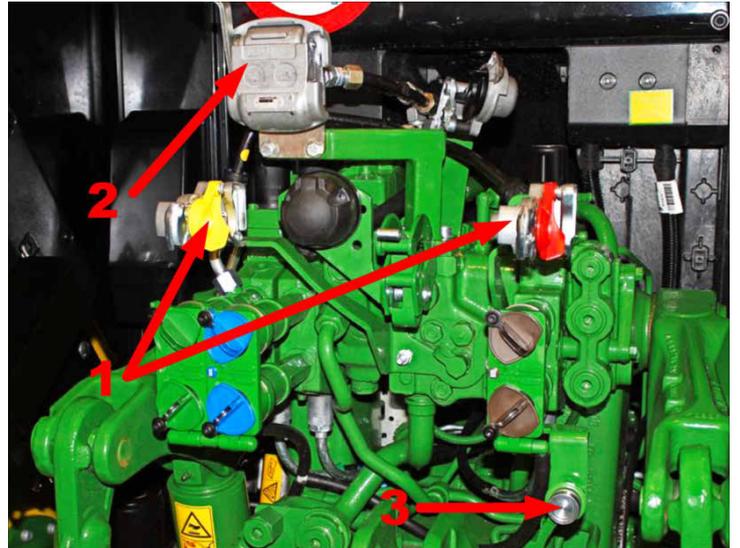
Hydraulisch

Beim hydraulischen System hingegen befindet sich das Anhängerbremsventil nicht auf dem Anhänger, sondern auf dem Traktor und versorgt beim Bremsen mit der Fussbremse die Bremszylinder des Anhängers mit dem nötigen Hydraulikdruck. Auf dem Anhänger befindet sich das sogenannte Notbremsventil, welches aber eine völlig andere Funktion hat wie das Anhängerbremsventil beim pneumatischen System.

Sowohl das pneumatische wie das hydraulische System müssen über die Fussbremse des Traktors so angesteuert werden, dass der Pedaldruck und die dadurch verursachte Verzögerung des Traktors den Druck in der Steuer-, beziehungsweise Druckleitung so aufbaut, dass der Anhänger möglichst wie der Traktor verzögert. Anhängersteuerventile oder Bremsventile müssen daher auf dem Traktor kalibriert werden und bei der vorgegebenen Abbremsung einen Druck in der festgelegten Toleranz aufbauen.

Zweileiter

Neu in den Verkehr gesetzte Traktoren müssen seit dem 1. Januar 2018 für einen Anhängerbetrieb im Zweileitersystem ausgerüstet sein. Dabei kann der Käufer zwischen einer pneumatischen oder hydraulischen Lösung wählen oder den Traktor mit beiden Systemen bestellen. Ohne dieses Zweileitersystem erhält ein neuer Trak-



1 = pneumatische Anschlüsse für Speise- und Steuerleitungen, 2 = Duo-Matic-Schnellanschluss (beide Anschlüsse in einer Kupplung), 3 = Anschluss für hydraulische Einleitervariante.

tor nur noch eine reduzierte Anhängelast. Alle bereits zum Strassenverkehr zugelassenen Fahrzeuge können aber nach altem Recht ohne Nachrüstung weiterbetrieben werden.

Notbremse

Bei der bisherigen hydraulischen Anhängerbremse im Einleitersystem war das Abreissventil das einzige aktive Sicherheitselement und löste automatisch eine Abbremsung aus, wenn sich ein Anhänger vom Zugfahrzeug löste. Das neue Zweileitersystem hat wie bisher eine Druckleitung mit der identischen Steckkupplung und Funktion. Ein zweiter Anschluss mit einer nicht verwechselbaren Steckkupplung versorgt den zweiten Leiter mit einem konstanten Druck von 15 bis 35 bar, sobald er angeschlossen ist und der Motor läuft.

Wird das anhängerseitige eingebaute Notbremsventil mit diesem Druck betätigt, schaltet es automatisch auf «Normalbe-

trieb» und die Verbindung zwischen Druckleitung und den Bremskolben ist durchgängig. Hätte die Druckleitung nun aber ein Leck und der Druckaufbau beim Bremsen wäre dadurch eingeschränkt, würde dies das Ventil erkennen und den Druck im zweiten Leiter sofort ablassen. Ohne diesen Druck schaltet das Notbremsventil die Verbindung zwischen Hydrospeicher und den Bremszylindern automatisch frei und leitet so eine Notbremsung ein.

Wie pneumatisch

Bei Störungen funktioniert die neue Ausführung also auch indirekt wie die pneumatische Bremse und ist in diesem Punkt bezüglich Sicherheit gleichwertig. Bei der neuen Zweileitersystemausführung kann die Druckablenkung im zweiten Leiter auch manuell durch den Fahrer erfolgen, und damit ist auch die neue Forderung erfüllt, wonach bei einem Ausfall der Traktorbremse die Anhänger mit der Not-

bremse noch einwandfrei abgebremst werden können.

In vielen Traktoren sind mechanisch betätigte und arretierbare Handbremsen eingebaut. Sie können auf die Bremsbeläge der Fussbremse wirken oder komplett unabhängig sein. Bei beiden Varianten ist sie nicht nur Stellbremse, sondern auch Hilfs- und Notbremse.

Wegen einer nicht ausreichend angezogenen oder richtig eingerasteten Handbremse kommt es immer wieder zu unnötigen Unfällen. Daher werden zunehmend formschlüssige Sperren im Getriebe eingebaut, welche ein Wegrollen zuverlässig verhindern (Parksperr). Werden diese Sperren über einen Elektromotor mit Gewindespindel eingerastet, kann dieser so geschaltet werden, dass zum Beispiel die Betätigung durch den Fahrer möglich ist und zur Sicherheit nach dem Abstellen des Motors und einer zeitlichen Verzögerung automatisch erfolgt. ●

Beim Fahren mit Anhängerzügen Fliehkraft beachten

Bei Fahrten mit Anhänger verändert sich vieles. Den Fliehkraften muss besondere Achtung geschenkt werden.

RUDOLF GNÄDINGER

Unfälle, bei denen nicht rechtzeitig angehalten werden konnte oder der Fahrer die Kontrolle über sein Fahrzeug verloren hat, passieren weniger mit dem leeren Traktor, sondern im Anhängerbetrieb. Auch bei einer funktionsfähigen Technik erhöhen die Geschwindigkeit, hohe Anhängelasten, abfallende Strecke und rutschige Fahrbahnen die Unfallgefahr. Nicht zu unterschätzen sind die Fähigkeiten des Fahrers. Obwohl die nötige Fahrberechtigung vorliegt, ist es nötig, seine fahrerische Fähigkeiten oder diejenige des mit der Fahrt Beauftragten zu hinterfragen.

Achtung, Kurve

Lieber fehlende Routine oder Erfahrungen als Fakten akzeptieren, als nach dem Unfall dessen Folgen zu bewältigen. Je hö-



Das Fahren mit Anhänger darf nicht auf die leichte Schulter genommen werden (Symbolbild). (Bild: röt)

her die Geschwindigkeit, desto schneller muss der Fahrer die wechselnden Situationen erfassen. Auch die Dynamik beim Bremsen und bei Richtungsänderungen erhöht sich überproportional. Eine zu schnell angefahrne Kurve endet daher sehr schnell in einem spektakulären Schleuderunfall. Ursachen sind die Zentrifugalkräfte und die

Kräfte, welche durch die unterschiedlichen Fahrstrecken von Zugfahrzeug und Anhängern entstehen. Eine angepasste Geschwindigkeit ist also etwas wie die Vorsicht als Mutter der Porzellankiste.

Bremskraft anpassen

Wird die vom Traktor zulässige Anhängelast ausgenutzt, lie-

gen teilweise Gewichtsverhältnisse vor, wo im Lastwagenbetrieb bereits von einem Schwermtransport gesprochen wird. Hier ist es besonders wichtig, dass die Anhänger sicher ausreichend abbremsen. Die neue Norm zur Kalibrierung der Ventile ist zugleich eine Verbesserung, denn dank ihr wird der Traktor bei einer Schnellbremsung nicht mehr

von Anhänger gestossen. Bei Fahrten im Gefälle wird zum Schonen der Bremsen in einen kleinen Gang geschaltet. Wird nun die Fussbremse betätigt, summieren sich die Bremskräfte, und der Traktor kann ins Rutschen geraten. Im Schreck lässt der weniger erfahrene Fahrer die Bremse wieder los, und die Situation kann aus der Kontrolle

geraten. Da die Abstimmung der Bremsen immer ohne den Einfluss durch den Motor erfolgt, ist in dieser Situation die Kupplung zu treten, damit das Gefährt dank ausgeglichener Bremskraft mit der Fussbremse wieder unter Kontrolle ist.

Zwangslenkung

Die Deichselkräfte sind beim Zweiachsanhänger auch beim Durchfahren einer Kurve sehr gering, da die eingeschlagene Vorderachse den durch einen Richtungswechsel entstehenden Kräften entgegenwirkt. Auch mögliche Schwerpunktverlagerungen beim Anhänger haben keinen Einfluss auf die Deichselast. Bei Zentralachsanhängern hingegen müssen alle Kräfte für den Richtungswechsel vom Anhängenpunkt am Traktor aufgebaut werden. Daher geraten Anhängzüge mit Tandem- oder Tridemachsen besonders schnell ausser Kontrolle, wenn eine Kurve zu schnell angefahren wird. Als wirksame Verbesserung kann hier nur eine Zwangslenkung bei mindestens einer Achse empfohlen werden. ●

Aufbau und Funktion der Anhängerbremsen

Im Schema betrachtet, funktioniert eine Bremse relativ simpel. Doch damit sie allen gesetzlichen Anforderungen entspricht und im Einsatz sicher und zuverlässig arbeitet, braucht es viel Know-how.

RUEDI GNÄDINGER

Bei Anhängern sind die nötigen Betätigungskräfte an den Achsen so gross, dass die gesetzlich geforderte Abbremsung nur unter Mitwirkung einer Fremdkraft zu erreichen ist. Die Auflaufbremse ist die einfachste Anwendung der Fremdkraft, bei welcher die Kraft des stossenden Anhängers rein mechanisch auf die Bremse übertragen wird. Sie ist auch bei neuen Anhängern erlaubt. Offen ist noch, ob ihr zulässiges Gesamtgewicht von 6 auf 8 Tonnen erhöht wird.

Regleinrichtung

Bei allen anderen Systemen mit Fremdkraftunterstützung braucht es Regleinrichtungen, damit die Bremskraft auch situationsgerecht dosiert werden kann. Situationsgerecht bedeutet, dass die vom Fahrer eingeleitete Bremsung in der gewünschten Intensität eintritt (Verzögerung) und die nötige Bremskraft auf alle Achsen im Verhältnis zu deren Lasten aufgebaut wird.

Die Qual der Wahl

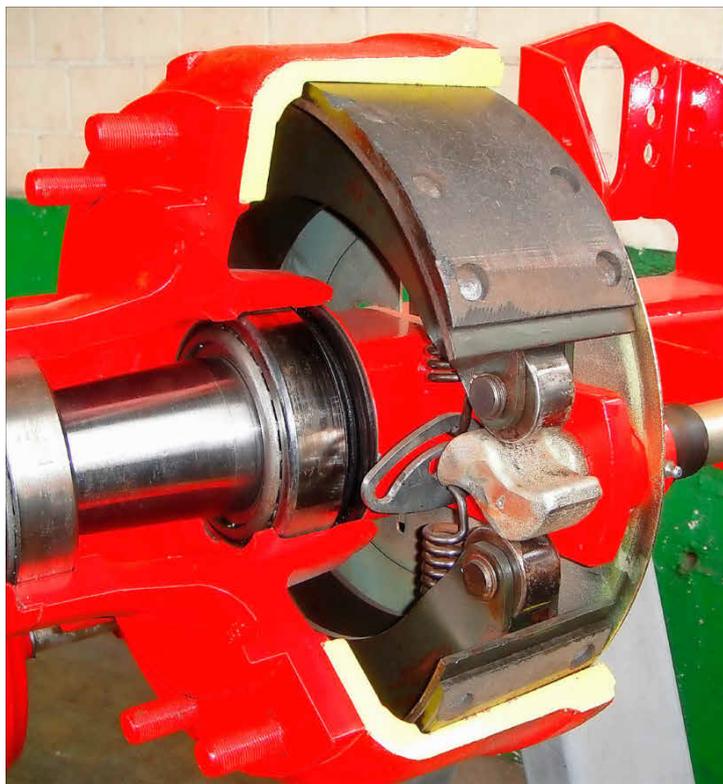
Setzen wir auf ein hydraulisches oder ein pneumatisches Bremssystem? Momentan wird diese Frage recht kontrovers diskutiert und oft werden auch schon Empfehlungen abgegeben. Dabei ist es nicht verwunderlich, dass die Druckluftlösung tendenziell bevorzugt wird, weil diese angeblich sicherer sein soll und vom Lastwagen bestens bekannt und bewährt ist. Auch werden die Auswirkungen von ungenügend dimensionierten Achsen mit zu schwachen Bremsen oft zu Unrecht den bisherigen direkt wirkenden hydraulischen Bremsen angelastet.

Gleiche Kriterien

Um etwas vorwegzunehmen: Die hydraulische Lösung muss die gleichen Sicherheitskriterien erfüllen und daher ist auch die Aufrüstung auf ein Zweileitersystem in den neuen Vorschriften enthalten. Der Gesetzgeber gibt wohl sicherheitstechnische Vorgaben, aber erlässt zu Recht keine Technologieverbote, sondern überlässt es den Herstellern, mit welchen technischen Lösungen sie die Vorgaben erfüllen. Zudem werden Sicherheitsnormen sehr gründlich ausgearbeitet und an den möglichen Stand der Technik angepasst. Aus diesem Grund kann es seitens des Gesetzgebers gar keine Zugeständnisse weder für ein pneumatisches noch für ein hydraulisches System betreffend Sicherheit geben. Dass bei der Konstruktion der hydraulischen Zweileiteranlage neue Möglichkeiten genutzt werden, kann auch technischer Fortschritt sein.

Die Kompatibilität

Für den einzelbetrieblichen Variantenentscheid hydraulisch, pneumatisch oder sogar beides, ist natürlich die Kompatibilität mit dem vorhandenen Fahrzeugpark und jenem der



Diese Bremsrommel ist für hohe Ansprüche ausgelegt: Grosse Bremsfläche, dicke Bremsbeläge und eine S-Bremsnocke. (Bild: zvg)

DIE WICHTIGSTEN UNTERSCHIEDE

- Luft ist im Gegensatz zu Mineralöl sehr kompressibel. Wird sie unter normalen Bedingungen auf 8 bar verdichtet und kühlt sich wieder auf die Ausgangstemperatur ab, ist das Volumen etwa achtmal kleiner. Um den Druck in einem pneumatischen System zu verändern, muss daher auch eine grössere Menge des Mediums Luft zugeführt oder abgelassen werden als bei der Hydraulik. Diese grosse Kompressibilität führt dazu, dass zur Verdichtung Energie benötigt wird und dabei nicht verwertbare Wärme entsteht. Hydrostatische Lenkungen, Antriebe und die Regelydraulik funktionieren nur, weil die Kompressibilität von Mineralöl vernachlässigbar klein ist.
- Die Druckluftanlage arbeitet mit einem Druck unter 10 bar. Daher sind die nötigen Wirkflächen von Kolben zur Kraft-erzeugung grösser. Dank dem tiefen Druck kann die Abdichtung aber mit verschleissfreien Membranen erfolgen.
- Auf jedem Traktor ist eine Hydraulikpumpe vorhanden, welche zur Speisung des neuen Zweileitersystems nach der Vorrangschaltung für die Lenkung zur Verfügung steht. Der Wegfall der ganzen Drucklufterzeugung und Luftbehandlung reduziert den Kaufpreis

des Traktors, und die zusätzlichen Instandhaltungskosten entfallen.

- Druckluft kann jederzeit problemlos abgelassen werden. Wird der Druck einer hydraulischen Bremsanlage abgelassen, muss das dabei anfallende Öl in den Traktor zurückfliessen können. Vor dem Abkuppeln des Anhängers muss daher das ganze System druckfrei geschaltet werden. Nach dem Ankuppeln muss durch Betätigung der Fussbremse der Hydrospeicher wieder gefüllt und die Betriebsbereitschaft erstellt werden. Erst dann erlischt die vorgeschriebene Kontrollleuchte auf dem Traktor und signalisiert dem Fahrer, dass die Bremse betriebsbereit ist. Systembedingt ist daher auf jedem Anhänger mit einer hydraulischen Bremse auch eine mechanisch betätigte Feststellbremse nötig. rgn



Duomatik-Druckluft-Anschluss. (Bild: dha)

ALB

In den Leitungen zwischen Anhängerbremsventil und den Bremszylindern sind die Ventile zur automatischen lastabhängigen Bremskraftregelung (ALB) eingebaut. Diese sind sowohl in der Druckluft- wie der Hydrauliklösung Vorschrift. Bei Arbeitsanhängern genügen manuell einstellbare Regler. Dank dieser Regelung passt die Abbremsung beim Anhänger auch bei unterschiedlicher Belastung zu jener des Traktors, und die Fahrstabilität des Anhängers wird bei einer Schnellbremsung verbessert. rgn

Berufskollegen massgebend. Für die hydraulische Variante spricht, dass bereits in Verkehr gesetzte Fahrzeuge nach altem Recht weiterbetrieben werden können und technisch kompatibel sind. Da der technische Aufwand für die Ausrüstung mit dem hydraulischen Anhängerbremsventil vergleichsweise gering ist und viele Betriebe auf

BREMSBETÄTIGUNG

Die Bremszylinder erzeugen am Ende der pneumatischen oder hydraulischen Strecke die nötige Kraft auf die Bremshebel, welche durch den Spreizmechanismus die Bremsbacke gegen die Bremsrommeln drücken. Leider sind die Bremsen bei älteren Achsen nicht immer ausreichend dimensioniert und deren maximal mögliche Abbremsung daher nicht befriedigend. Eine Verbesserung durch grössere Bremszylinder oder eine Verlängerung des Hebelarmes ist meistens nicht möglich, da die nötige Stabilität der Bremse nicht vorhanden ist und sie zudem überhitzen könnte. Das Problem kann daher in den meisten Fällen nur durch neue, entsprechend gross dimensionierte Achsen gelöst werden. rgn

die Hydrauliklösung angewiesen sind, wird dieses wahrscheinlich in der Zukunft zur Grundausstattung gehören.

BREMSBAND

Eine wichtige Anforderung an das Bremssystem des gesamten Anhängers ist die gleichmässige Verteilung der Bremskraft unter Berücksichtigung der doch recht unterschiedlichen Achslasten. Zudem muss diese Anforderung auch beim Einsatz mit anderen Anhängern erfüllt sein. Dies kann mit einer möglichst guten Kalibrierung der verschiedenen Regleinrichtungen erreicht werden. Mit den neuen gesetzlichen Vorgaben ist diese Kalibrierung in einer definierten maximalen Bandbreite festgelegt. Dabei werden die Vorgaben beim hydraulischen pneumatischen System vereinheitlicht, und die Einstellungen erfolgen neu bei einer Abbremsung von 50% bei 40 km/h-Fahrzeugen. rgn

Hingegen dürfte die Druckluftanlage als Zusatzausrüstung in der Preisliste aufgeführt sein. ●



Ein Wagen mit Kombi-Zylinder für die Betätigung mit beiden Systemen. (Bild: Daniel Hasler)

PNEUMATISCH

Beim pneumatischen System ist ein Anhängerbremsventil nötig, welches auf den Druck in der Steuerleitung reagiert und den Druck in den Leitungen zu den Bremszylindern aufbaut. Die nötige Druckluft wird dem Druckluftbehälter des Anhängers entnommen. Das Anhängerbremsventil muss kalibriert sein, indem bei einem Normsteuerdruck der Anhänger innerhalb der vorgegebenen Abbremsung liegt. Dadurch ist es möglich, jeden anderen nach den gleichen Normen kalibrierten Anhänger anzukoppeln. Im Anhängerbremsventil muss zwingend eine Funktion eingebaut sein, welche bei gesetzlich umschriebenen Störungen eine Notbremsung einleitet.

Die Bremszylinder haben wegen des geringen Druckes einen grösseren Kolbendurchmesser und werden mit Membranen abgedichtet. Für die Feststellbremsen können auch sogenannte Kombibremiszylinder mit je zwei Anschlüssen

und zwei in Serie liegende Zylindern und Membranen eingebaut werden. Sind beide Leitungen druckfrei, drückt der erste Zylinder durch die integrierte Druckfeder auf den Bremshebel. Die Feststellbremse ist damit angezogen und das Fahrzeug vorschriftsgemäss gesichert. Ein Lösen der Feststellbremse ist nur möglich, wenn dieser Zylinder wieder unter dem nötigen Druck steht und die integrierte Druckfeder wieder zusammendrückt.

Der zweite Zylinder wird nur für die Krafterzeugung beim Betätigen der Betriebsbremse benötigt. Dank diesen Kombizylindern kann auf den Einbau einer mechanisch betätigten Feststellbremse verzichtet werden, denn auch bei fehlendem Luftvorrat bleibt der Anhänger gesichert. Dauernd anliegende Bremsbeläge können bei langer Stillstandzeit an den Trommeln anhaften, und das Lösen der Bremsen funktioniert nicht mehr einwandfrei. rgn

HYDRAULISCH

Bei der neuen hydraulischen Zweileiteranlage erfolgt der Druckaufbau zu den Bremszylindern wie bei der bisherigen Einleiteranlage. Das Notbremsventil auf dem Anhänger hat, wie im Abschnitt Traktor bereits beschrieben, nur eine Sicherheitsfunktion im «Störfall».

Wird ein Anhänger mit Zweileiteranlage an einen Traktor mit dem bisherigen Einleitersystem gekoppelt, muss die zweite Leitung anstatt mit dem Traktor-

schluss direkt am Sicherheitsventil angesteckt, beziehungsweise rückgekoppelt werden. Eine elektrische Verbindung zum Pol mit Dauerstrom an der Anhängersteckdose beim Traktor aktiviert ein Magnetventil und bewirkt, dass der Betrieb trotz fehlendem Druck über die zweite Leitung möglich ist. Die Notbremsung erfolgt automatisch, wenn die Bremsleitung mittels der Abreisskupplung am Anhängersicherheitsventil abgerissen wird. rgn