

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 78 (2016)
Heft: 3

Artikel: Schneller, als die Bremse es erlaubt...
Autor: Hunger, Ruedi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1082745>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Schneller, als die Bremse es erlaubt...

Sollte das neue EU-Bremsregelwerk für unser Land Geltung erhalten, werden künftig für Druckluftbremsen und hydraulische Bremsen die gleichen Anforderungen gelten wie in der EU. Insbesondere bei geplanten Neuinvestitionen von Traktoren und Anhängern ist Vorsicht geboten.

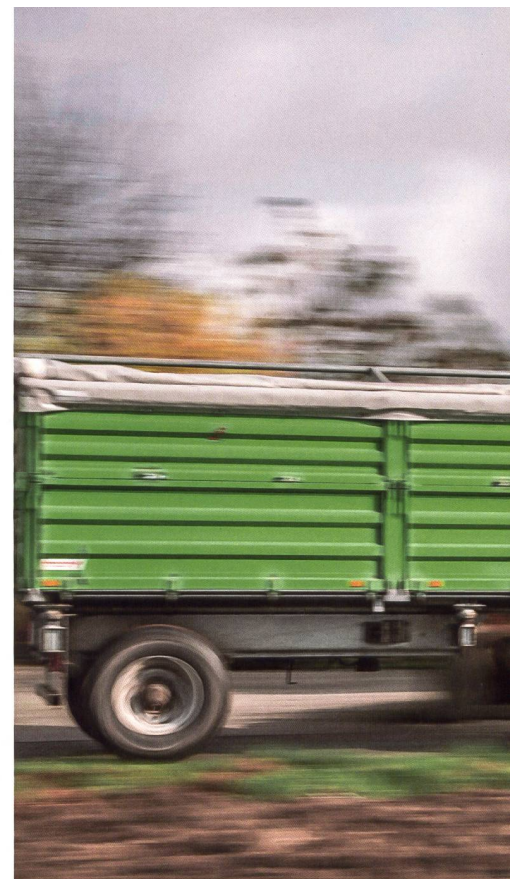
Ruedi Hunger

Ausgangslage für die Nutzung eines vorhandenen Verbesserungspotenzials ist, dass das bisherige EU-Regelwerk nur für Traktoren mit einer maximalen Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h Gültigkeit hatte und – mit Ausnahme der Bremsanschlüsse – die gezogenen Anhänger nicht behandelte. In allen EU-Mitgliedstaaten haben sich Anhänger und gezogene Arbeitsgeräte bis zu einer Grösse hin entwickelt, die mit 40-t-Lkw-Zügen vergleichbar ist. Schwere Lkw haben – basierend auf einer pneumatischen Druckluftbremsanlage und der Einführung von Antiblockiersystemen (ABS) und eines elektronischen Bremssystems (EBS) – Vorbildcharakter für einen weltweiten Sicherheitsstandard. Die bisher in Form von «Richtlinien» erlassenen Vorschriften werden neu in der verbindlicheren Form einer «Verordnung» erlassen und sind somit unmittelbar in jedem (EU-)Mitgliedstaat verbindlich.

Die neuen EU-Vorschriften sind zur «Anhörung» auch in der Schweiz angekommen. Noch gibt es dazu aber mehr offene Fragen als Antworten. Bei den zuständigen Bundesstellen und in Arbeitsgruppen der involvierten Kreise wird seit einiger Zeit darüber beraten, ob, wie und wann das EU-Bremsregelwerk in der Schweiz umgesetzt wird. Im Moment ist noch nicht klar, ob es Sonderlösungen für bestimmte Traktoren oder Übergangslösungen für die heute aktuellen Bremssysteme gibt – und wenn ja, zu welchen Bedingungen.

EU-Bremswirrwarr

Aufgrund landwirtschaftsspezifischer Anforderungen und mangels europaweit einheitlicher Vorgaben hat sich eine Vielzahl von Bremssystemen etabliert, die kurzfristig nicht durch ein neues (oder von Lkw übernommenen) System ersetzt werden können. Moderne, leistungsstarke Traktoren



sind mit ein- oder zweikreisig ausgelegten Hilfskraft- oder Fremdkraftbremssystemen, die hydraulisch oder pneumatisch betätigt werden, ausgestattet. Besonderheiten, mit denen Traktoren auch ausgerüstet sein können, betreffen das Doppelbremspedal für Lenkfunktionen, Bremsen, die auf die Kardanwelle wirken, sowie gekapselte, nasslaufende Bremsen, die verschleissfrei für die ganze Lebensdauer eines Traktors ausgelegt sind. Im Anhängerbau werden neben Auflaufbremsen (EU bis 8 t) mehrere hydraulische Systeme eingesetzt, die ihrerseits mit den klassischen Druckluftbremsen konkurrieren. Bei all dieser Vielfalt müssen Traktor-Anhänger-Kombinationen auf der Strasse und im Feldeinsatz noch sicher gebremst werden.

Neue EU-Bremsenverordnung für land- und forstwirtschaftliche Fahrzeuge

In der Verordnung sind u.a. folgende Anforderungen festgehalten:

- Mindestabbremung für Fahrzeuge mit zul. Höchstgeschwindigkeit bis 30 km/h: $3,55 \text{ m/s}^2$ (35 %) und für Fahrzeuge über 30 km/h: $5,0 \text{ m/s}^2$ (50 %).
- Anforderungen an Bremskraftverteilung auf Fahrzeugachsen für Fahrzeuge über 40 km/h
- Kompatibilitätsanforderungen bezüglich Abbremsung von Fahrzeuggespannen für Traktoren und gezogene Fahrzeuge über 30 km/h
- Lenkbremsfunktion bei Traktoren: Bei Fahrgeschwindigkeiten über 40 km/h muss die Deaktivierung der Lenkbremse sichergestellt sein.

- ABS-Pflicht für schnelllaufende Traktoren mit zul. Geschwindigkeit über 60 km/h. Für Traktoren mit 40–60 km/h wird ein entsprechender Entscheid bis Ende 2016 gefällt.
- Neues hydraulisches Zweileitungs-Anhängerbremssystem mit vergleichbarem Sicherheitsniveau wie bei pneumatischen Anhängerbremsen
- Optionale Berücksichtigung neuer und zukünftiger Technologien wie z.B. Koppelkraftregelung oder Funktionen für die Gespannstabilität und EBS

Quelle: Tagung VDI Land.Technik 2015; Knoblauch AGCO GmbH

Was heisst «bremsen»?

Das wirksame Bremsen und Anhalten von Fahrzeugen ist aus physikalischer Sicht nichts anderes als die Wandlung der aus dem Kraftstoff im Motor des Fahrzeuges erzeugten kinetischen Energie in Verschleiss und Wärmeenergie. Da dieser Vorgang in verhältnismässig kurzer Zeit geschieht, entstehen dabei sehr hohe «Wärmeleistungen». Die Bremsleistung einer vorschrittmässigen Bremsung kann durchaus dem Drei- bis Vierfachen der installierten Leistung entsprechen.

Zeitlicher Ablauf eines Bremsvorganges (nach WABCO)

Zwischen dem Wahrnehmen des Hindernisses und der Reaktion des Fahrers liegt

Schneller, als es die Bremse erlaubt – wenn Geschwindigkeit, Gewicht und Bremsausrüstung nicht übereinstimmen, wird es richtig gefährlich und teuer.

Zusammenhang Abbremsung und maximale Bremsverzögerung (WABCO)

Abbremsung	Bremsverzögerung	
	genau	aufgerundet
10 %	0,981 m/s ²	1,0 m/s ²
20 %	1,962 m/s ²	2,0 m/s ²
30 %	2,943 m/s ²	3,0 m/s ²
40 %	3,924 m/s ²	4,0 m/s ²
50 %	4,905 m/s ²	5,0 m/s ²
60 %	5,886 m/s ²	6,0 m/s ²
70 %	6,867 m/s ²	7,0 m/s ²
80 %	7,848 m/s ²	8,0 m/s ²
90 %	8,829 m/s ²	9,0 m/s ²
100 %	9,810 m/s ²	10,0 m/s ²



EBS sind eine Weiterentwicklung der Druckluftbremse, bei denen der Bremsdruck der einzelnen Achsen unabhängig voneinander geregelt werden kann. Die Systeme sind eingebettet in einen Elektronikverbund zwischen allen Fahrzeugsystemen. Bild: Hunger



In Verbindung mit einem elektronischen Bremssystem (EBS) ist die Koppelkraftregelung (CFC) ein System, das beim Abbremsen einer Fahrzeugkombination die Bremsleistung des Anhängers mit der des Zugfahrzeuges optimal abstimmt. Bild: Steyr

die sogenannte «Schrecksekunde». Während dieser Zeit fährt das Fahrzeug ungebremst weiter. Die maximale Bremsverzögerung ist nicht während des gesamten Bremsvorganges oder während der gesamten Bremsdauer wirksam, denn vom Beginn der Pedalbetätigung bis zum Erreichen der maximalen Verzögerung verstreichen die Ansprechzeit und die Schwellzeit. Ansprech- und Schwelldauer sind in ihrer zeitlichen Ausdehnung von der Betätigungsdauer abhängig (max. 0,6 Sekunden). Vereinfacht erklärt, versteht man unter Ansprechzeit den Zeitablauf, der zwischen der Bremspedalbetätigung und dem Einsetzen der Bremswirkung liegt. Unter Schwelldauer versteht man vereinfacht ausgedrückt den Zeitablauf, der zwischen dem Einsetzen der Bremswirkung und dem

Ein Antiblockiersystem (ABS) erhöht gerade für Transportfahrten die Fahrsicherheit, weil es beim Bremsen einem möglichen Blockieren der Räder entgegenwirkt. Lenkbarkeit und Spurtreue bleiben weitgehend erhalten. Bild: CNH



Begriffe (WABCO)

- **Beschleunigung:** Bezeichnung für die Geschwindigkeitszunahme um einen bestimmten Wert in Meter/Sekunde pro Sekunde ($=m/s^2$)
- **Bewegungsenergie:** Energie eines fahrenden Fahrzeuges, hängt ab von der Fahrzeugmasse und dem Quadrat seiner Geschwindigkeit. Muss das Fahrzeug anhalten oder seine Geschwindigkeit reduzieren, wird mithilfe der Bremse Bewegungsenergie durch Reibung in Wärme umgewandelt.
- **Maximale Bremsverzögerung:** Theoretisch erreichbare maximale Verzögerung, wird durch die Erdbeschleunigung (g) mit $g = 9.81 m/s^2$ bestimmt. Eine noch so gute Bremsanlage wird diesen Wert kaum erreichen, geschweige denn überschreiten. Eine weitere Grenze ist der Reibwert zwischen Reifen und Fahrbahn. Die Verzögerung ist in der Regel dann am grössten, wenn die Räder beim Bremsen nicht blockieren, also gerade noch drehen.
- **Kraftschlussbeiwert:** Abhängig von der Fahrbahndecke und ihrem momentanen Zustand (nass, trocken, glatt) ergibt sich ein Kraftschlussbeiwert der die max. Bremsverzögerung bestimmt. Maximale erreichbare Verzögerung = Erdbeschleunigung x Kraftschlussbeiwert.
- **Verzögerung:** Unter (Brems-)Verzögerung wird eine Geschwindigkeitsabnahme verstanden, dies um einen bestimmten Geschwindigkeitswert in Meter/Sekunde pro Sekunde ($=m/s^2$).



Automatisch lastabhängige Bremskraftregler (ALB) sorgen für dosiertes Bremsen bei unterschiedlichen Beladungszuständen. Hier wird mittels Füllstandsanzeige und Drahtseil die Bremskraft am Regler eingestellt. Bild: Hunger

Erreichen der maximalen Bremsverzögerung liegt. Die Bremsverzögerungsdauer ihrerseits ist der Zeitablauf, welcher zwischen dem Einsetzen der Höchstverzögerung und dem Stillstand des Fahrzeuges liegt. Die gesamte Bremsdauer ist die Zeit, die von der Bremsbetätigung bis zum Stillstand des Fahrzeuges verstreicht. Die Schreck- und Reaktionszeit des Fahrers wird hierbei nicht berücksichtigt! Neben der Bremsverzögerung gibt es ein anderes Mass für das Anhalten: die Abbremsung.

Darunter versteht man das prozentuale Verhältnis der erzeugten Bremskräfte, im Verhältnis zur momentanen Gewichtskraft des Fahrzeuges.

Auswirkung auf die Ladung

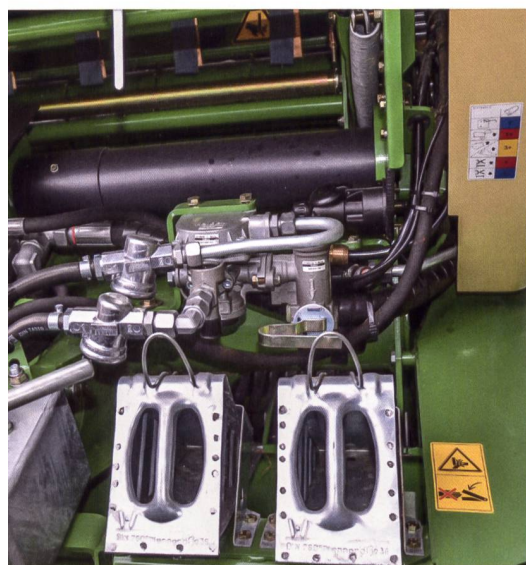
In vielen Fällen ist beim Abbremsen der Fahrzeuge auch eine Landung von den Auswirkungen der Verzögerung betroffen. Nach dem «Trägheitsgesetz» hat jeder Körper das Bestreben, sich mit der entsprechenden Geschwindigkeit weiter fortzubewegen. Dies bezeichnet man auch mit Massenträgheit. Wenn sich – bezogen auf die Landwirtschaft – ein Traktor/Anhängerzug verlangsamt, nimmt seine Geschwindigkeit um einen bestimmten Verzögerungswert ab (auch negative Beschleunigung genannt). Diese negative Beschleunigung des Anhängerzuges wirkt sich auf die Ladung als echte oder positive Beschleunigung aus, da sie «versucht», ihre ursprüngliche Geschwindigkeit beizubehalten. Dass sich eine Ladung nicht sofort, sondern erst ab einer bestimmten Bremsverzögerung in Bewegung setzt, hängt mit der Reibungskraft zusammen, die die Ladung auf dem Anhänger bis zu einem bestimmten Grad festhält. Flüssige Ladungen in einem Fass verhalten sich besonders dynamisch. So viel zur Auswirkung des Abbremsens auf die Ladung.

Prioritäten richtig setzen

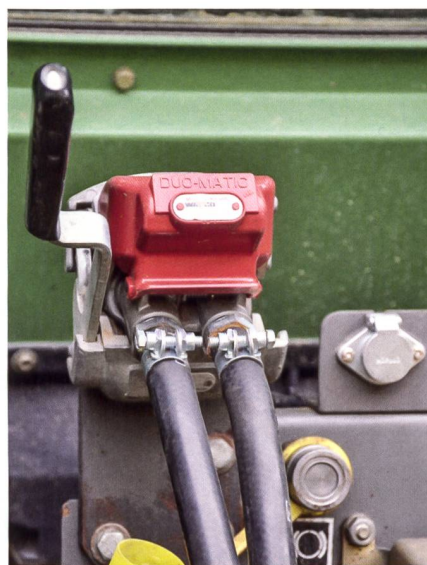
Wer ein Haus baut, beginnt üblicherweise beim Fundament. Noch steht beim Anhängerkauf oft die Bordwandhöhe mehr im Vordergrund als Fahrwerk, Achsen und Bremsen. Das könnte sich im Hinblick auf die neue EU-Bremsenverordnung ändern und ist mit der Hoffnung verbunden, dass Achsen – insbesondere aber Bremsbeläge – ebenfalls einem höheren Standard entsprechend dimensioniert werden. Angesichts stets wachsender Gewichte und Geschwindigkeiten steht die Lkw-Bremstechnik auch für die Landwirtschaft im Fokus. Gemessen am fünf- bis sechsmal grösseren Belagsvolumen, das sich aus Belagtiefe x Belagsbreite errechnet, bringt die Lkw-Technik ein Mehrfaches an Lebensdauer und Sicherheit.

Fazit

Im Moment wird oft über das EU-Bremsregelwerk gesprochen, doch vorerst ist vieles nur Spekulation. Begreiflich, dass Landwirte und Lohnunternehmer, die einen neuen Traktor oder Anhänger kaufen möchten, verunsichert sind. In absehbarer Zeit werden die Weichen gestellt, die Schweizer Landtechnik wird weiter informieren. ■



Druckluftbremsen – hier an einer Rundballenpresse – haben sich seit Jahrzehnten im Transportgewerbe bewährt und werden daher auch gerne von Lohnunternehmern genutzt. Bild: Hunger



Mit Duo-Matic-Schnellkupplungen lassen sich Druckluftbremsen schneller und bequemer ankuppeln als mit einzelnen Kupplungsköpfen. Bild: Hunger