

Separatdruck aus FAT-Mitteilungen Nr. 4/75
in der «Schweizer Landtechnik» Nr. 4/75
herausgegeben von der Eidg. Forschungsanstalt für
Betriebswirtschaft und Landtechnik CH 8355 Tänikon

Bremmung landwirtschaftlicher Anhänger

E. Kramer und A. Schüpbach

Der Landwirt wünscht und das Gesetz verlangt, dass landwirtschaftliche Anhänger — falls keine Hilfsperson vorhanden ist — vom Traktor aus gebremst werden können. Im vorliegenden Bericht werden Lösungen diskutiert, welche diesen Anforderungen entsprechen.

1. Einleitung

Im landwirtschaftlichen Transportwesen werden die Gefährte immer grösser und schwerer. Zudem wurde 1970 die Maximalgeschwindigkeit für landwirtschaftliche Fahrzeuge von 20 km/h auf 25 km/h erhöht. Die Anforderungen an die Bremsen werden somit immer grösser. Unsere bisherigen Untersuchungen zeigten, dass nicht die eigentlichen Bremsen, das heisst die Backen- oder Scheibenbremsen ein Problem sind, sondern viel eher die Bremsbetätigungssysteme, insbesondere diejenigen der Anhänger. In diesem Bericht sollen deshalb ausschliesslich solche behandelt werden.

2. Gesetzliche Bestimmungen

Nach der BAV (Verordnung über Bau und Ausrüstung der Strassenfahrzeuge) und der VRV (Verordnung über die Strassenverkehrsregeln) müssen Anhänger eine **Stellbremse** haben, die das Fahrzeug mit voller Ladung in Steigungen und Gefällen bis 16% am Wegrollen hindern. Zudem müssen landwirtschaftliche Anhänger entweder durch eine **Betriebsbremse** (wird durch die Betätigung der Betriebsbremse des Zugfahrzeuges wirksam, z. B. Druckluftbremse, Auflaufbremse etc.), durch eine Hilfsperson (Bremser) mit der Stellbremse oder durch den Fahrer auf andere Weise, zum Beispiel mittels Umsteckbremse (Abb. 1) wirksam gebremst werden können.

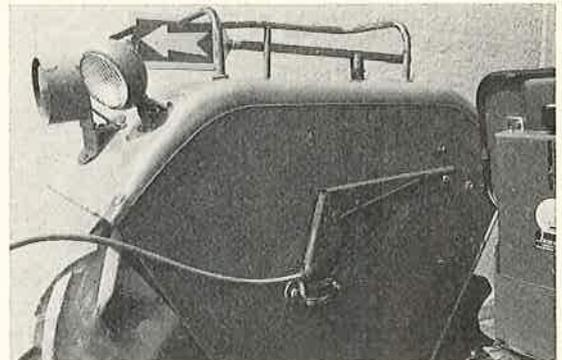


Abb. 1: Umsteckbremse

Aus einer Gegenüberstellung der diesbezüglichen gesetzlichen Bestimmungen in unseren Nachbarländern geht hervor, dass die Schweiz und Oesterreich sehr ähnliche Bestimmungen haben, und dass in der Bundesrepublik Deutschland und in Frankreich die Vorschriften in dem Sinne strenger sind, dass ab einem bestimmten Gesamtgewicht des Anhängers Bremsen mit Bremskraftunterstützung, das heisst hydraulische oder pneumatische Bremsen obligatorisch sind.

Wenn ein Anhänger die gesetzlichen Bestimmungen erfüllt, kann er wohl auf Verkehrswegen mit fester Unterlage gebremst werden, nicht aber unbedingt im Gelände. Dass jedoch gerade in diesem Zusammenhang die Unfallgefahr gross ist, weiss jeder praktische Landwirt (Abb. 2). Allerdings handelt es sich hier nicht mehr um das Problem der Bremsen; denn wenn zum Beispiel ein Anhänger mit glatten Reifen auf einer feuchten Grasnarbe zu gleiten beginnt, nützen auch gute Bremsen nichts mehr. Es geht hier viel mehr um den Kraftschluss zwischen Reifen und Boden, ähnlich wie bei den angetriebenen Rädern eines Zugfahrzeuges. Im Rahmen



Abb. 2: Wenn der Kraftschluss zwischen Reifen und Boden fehlt – zum Beispiel auf nasser Grasnarbe – nützen auch gute Bremsen nichts mehr.
(Foto J. Hefti, BUL)

einer Untersuchung über die Luftbereifung landwirtschaftlicher Fahrzeuge werden diese Kraftschlussprobleme zur Zeit an der FAT bearbeitet.

3. Bremsbetätigungssysteme

3.1 Mechanische Systeme

Bei den mechanischen Anhänger-Bremssystemen, welche vom Traktor aus bedient werden können,

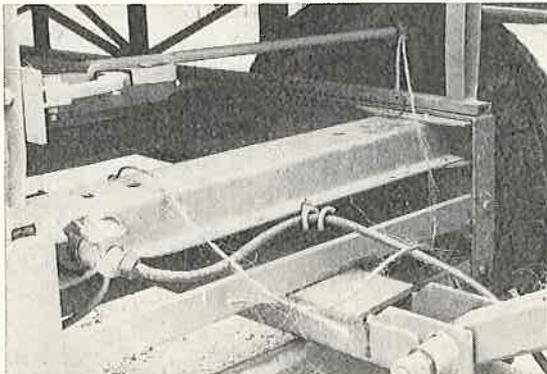


Abb. 3: Bremshebel, welcher durch einfaches Anziehen gebremst und durch ein weiteres kurzes Anziehen wieder gelöst werden kann. Als Verbindung zum Traktor sollte aber nicht eine Schnur verwendet werden, die bei einer Bremsung leicht reißen kann!
(Foto J. Hefti, BUL)

unterscheiden wir drei Ausführungen: Bremshebel auf der Zugdeichsel, Umsteckbremse, Auflaufbremse.

Der Bremshebel auf der Zugdeichsel bedarf wohl keiner weiteren Erläuterung. Er ist in der Praxis sehr stark verbreitet. Seine grosse Unzulänglichkeit, dass der Fahrer beim Bedienen der Bremse den Blick von der Fahrtrichtung abwenden muss, ist uns allen bekannt. Dieses System erfuhr allerdings in dem Sinne eine Verbesserung, dass heute zwei Bremshebel auf dem Markt sind, welche durch ein solides Seil (nicht durch eine Schnur! siehe Abb. 3) vom Traktor aus gebremst und auch wieder gelöst werden können.



Abb. 5: Je länger der Kabelzug, desto schlechter der Wirkungsgrad. Bei einem längeren Bowdenzug (> 1,5 m) sollten Schmiernippel eingebaut werden.

Die Umsteckbremsen sind bei uns weit verbreitet (zum Beispiel auf den Ladewagen) und dürften den meisten Landwirten mit ihren Vor- und Nachteilen bekannt sein. Die Hauptvorteile bestehen darin, dass sie gut vom Traktor aus bedient werden können (falls der Bremshebel vor der Fahrt wirklich auf den Traktor umgesteckt wurde!) und dass sie billig sind. Dagegen haben sie schon im Neuzustand einen relativ schlechten Wirkungsgrad (weniger als 60% bei einer Stauchung von 20%, siehe Abb. 4), können leicht beschädigt werden und bei längerem Nichtgebrauch (Ladewagen während der Winterperiode) leicht verklemmen oder einrosten. Im allgemeinen funktioniert eine Umsteckbremse umso besser, je kürzer der Kabel- beziehungsweise der Bowdenzug ist (Abb. 5). Dieser soll lediglich den Traktor mit

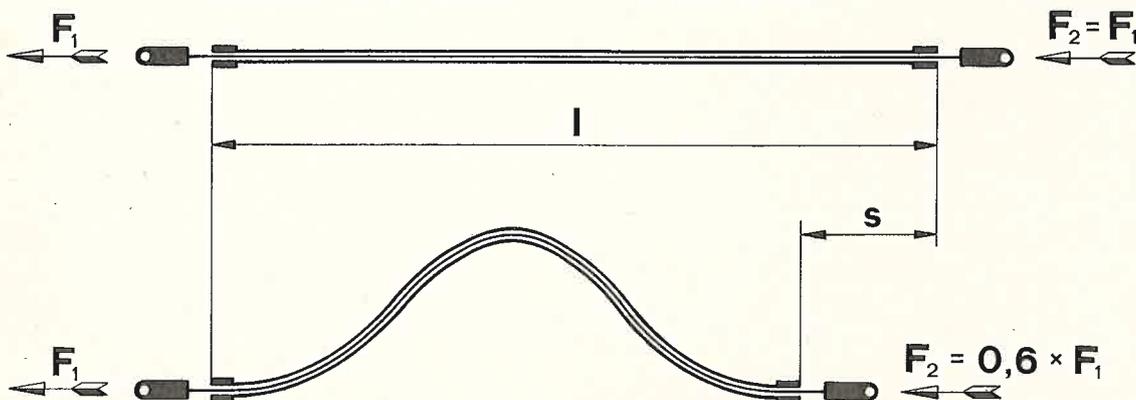


Abb. 4: Im gestreckten Zustand ist der Wirkungsgrad eines Kabelzuges praktisch 100%, bei einer Stauchung s um 20% von l beträgt der Wirkungsgrad eines Bowdenzuges meistens weniger als 60%.

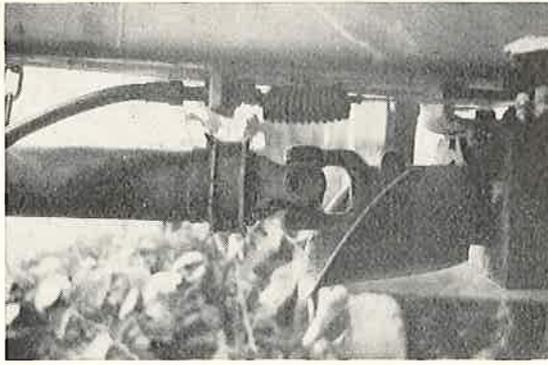


Abb. 6: Dieser Kabelzug ist praktisch wartungsfrei, weil er mit einem Faltenbalg gegen Staub und Wasser abgeschlossen ist.

dem Anhänger verbinden. Auf dem Anhänger selbst genügt ein Drahtseil, das nötigenfalls über Umlenrollen geführt wird. Dieses ist weniger anfällig für Beschädigungen und hat zudem einen besseren Wirkungsgrad als Bowdenzüge. In unserer Untersuchung haben wir schliesslich einen Kabelzug, der einen überdurchschnittlich hohen Wirkungsgrad (>80% bei 20% Stauchung) hat, mit Erfolg während einem Jahr im praktischen Einsatz erprobt. Dieser Kabelzug von der Firma Dosta AG., Kloten, ist beidseits mit einem Gummi-Faltenbalg sauber abgeschlossen und kann gleichsam als wartungsfrei bezeichnet werden (Abb. 6).

Die Auflaufbremsen sind in dem Sinne wohl die bequemsten mechanischen Anhängerbremsen, weil sie bei einer Bremsung des Zugfahrzeuges automatisch ansprechen, falls die Rückfahrtsperre gelöst ist! Verschiedene Untersuchungen zeigten aber, dass sie bei einer gegebenen Einstellung nur für ein bestimmtes Gewichtsverhältnis zwischen Traktor und Anhänger ausreichend sind. Einige Mängel wie schlechtes Funktionieren bei Einachs-Anhängern, ruckweises Anspielen auf der Ebene, Bremsproblem beim Anhalten bergwärts, übermässige Abnutzung der Bremsbeläge sowie das Problem der Rückfahrtsperre mussten immer wieder festgestellt werden. Es bleibt noch zu erwähnen, dass Auflaufbremsen erst dann befriedigend funktionieren können, wenn auch der Traktor wirksam gebremst werden kann.

3.2 Hydraulische Systeme

Heute verfügen wohl sämtliche neuen Traktoren über ein Hydrauliksystem, und es ist demzufolge auch naheliegend, dass sich einige Firmen dieses System für die Bremsung landwirtschaftlicher Anhänger zunutze gemacht haben. Der Wirkungsgrad liegt weit über demjenigen mechanischer Systeme und das Problem der Bremskraftunterstützung ist damit gleichzeitig auch gelöst. Während unserer Untersuchung prüften wir verschiedene hydraulische Bremsbetätigungssysteme durch technische Messungen und im praktischen Einsatz in bezug auf ihre Betriebssicherheit und Wirksamkeit. Zwei Fabrikate (Renault und Westinghouse) haben die gestellten Anforderungen schliesslich erfüllt. Bei beiden Systemen handelt es sich um direkte Bremsen (Bremsung

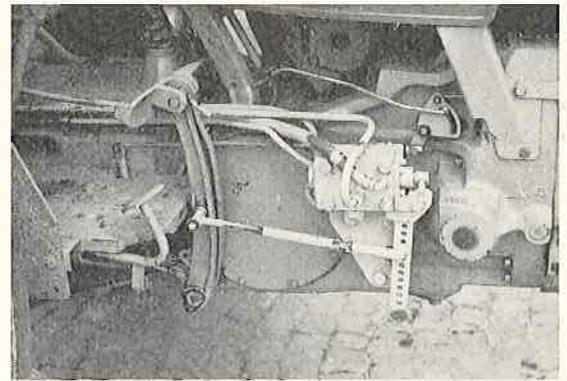


Abb. 8: Das hydraulische Anhängerbremsventil wird mit dem Bremspedal des Traktors gekoppelt. Genügend Verstellmöglichkeiten sind für Versuchszwecke und auch für die Praxis von Vorteil.

mit steigendem Druck). Der Aufbau dieser Anlagen ist relativ einfach, indem das Anhänger-Bremsventil auf dem Traktor in die Druckleitung der Hydraulikpumpe eingebaut wird. Eine Bremsleitung verbindet das Ventil mit dem (zentralen) Anhängerbremszylinder (siehe Abb. 7). Die Ventile können entweder von Hand bedient oder mit dem Bremspedal des Traktors gekoppelt werden (Abb. 8). Mit dieser zweiten Variante ist das Ziel erreicht, landwirtschaftliche Anhänger mit dem Bremspedal des Traktors bremsen

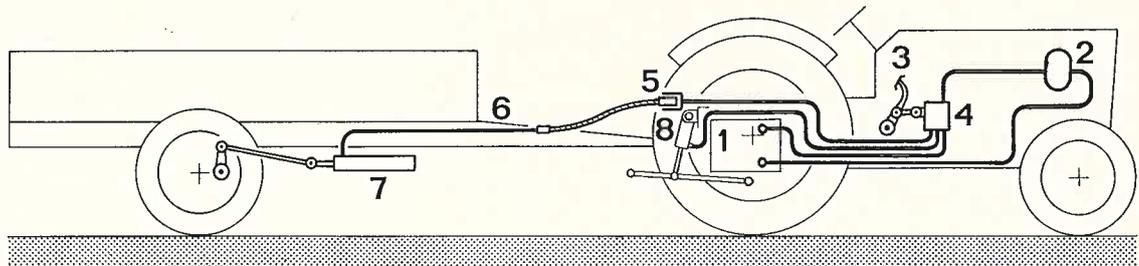


Abb. 7: Direktes hydraulisches Bremssystem

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1 Oelbehälter | 5 Schnellkupplung |
| 2 Hydraulikpumpe | 6 Bremsleitung (Oel) |
| 3 Bremspedal | 7 Anhänger-Bremszylinder |
| 4 Anhänger-Bremsventil | 8 Heck-Hebevorrichtung |

zu können. Bei Traktoren mit hydraulischen Bremsen können die Ventile beider Fabrikate auch hydraulisch angesteuert werden. Die genannten Ventile sind nicht an eine bestimmte Traktormarke gebunden, das heisst, sie können auf irgend einen Traktor montiert und in Kombination mit irgend einem Anhänger, der entsprechend ausgerüstet ist, eingesetzt werden. Das Renault-Ventil gibt einen maximalen Druck von 130 atü, das Westinghouse von 150 atü auf die Bremsleitung. Einen zusätzlichen Bremskraftregler auf dem Anhänger gibt es nicht, wurde in unseren Versuchen aber auch nicht als notwendig empfunden. Wenn der maximale Druck einerseits und der erforderliche Bremszug für die Anhängerbremse andererseits bekannt sind, kann der Anhänger-Bremszylinder entsprechend dimensioniert werden. Da der Druck auf der Bremsleitung gross ist, kann der Durchmesser des Zylinders relativ klein gewählt werden (Durchmesser 18–25 mm). Beim Hub dagegen sollte nicht gespart werden, denn je mehr Hub vorhanden ist, desto weniger muss die Anhängerbremse nachgestellt werden (Hub 150–250 mm). Auch ist auf gute Qualität zu achten, weil der Zylinder starken Verschmutzungen (Pflanzensäfte, Salzwasser etc.) ausgesetzt sein kann. Die Montage sollte durch einen Fachmann ausgeführt werden, da beide Systeme mit hohen Drücken (130 atü, beziehungsweise 150 atü) arbeiten und die Leitungen, Kupplungen und Verschraubungen entsprechend stark beansprucht werden.

Zum Preis ist zu bemerken, dass die hydraulischen Systeme etwa halb so teuer wie die pneumatischen sind. Als Richtpreis für ein hydraulisches Anhängerbremsensystem muss mit zirka Fr. 1500.– gerechnet werden. In diesem Preis sind die Grundausrüstung auf dem Traktor (Traktor wird weiterhin mechanisch gebremst) und die Ausrüstung eines Einachs-Anhängers inbegriffen. Jede weitere Ausrüstung eines Einachs-Anhängers wird je nach Einbaumöglichkeiten Fr. 500.– bis 800.– kosten. Nebenbei sei noch erwähnt, dass anstelle des Anhängerbremsventils auf dem Traktor auch eine Handpumpe mit einem kleinen Ölbehälter montiert und mit der Bremsleitung verbunden werden kann. Durch ein paar Hübe an der Hydraulikpumpe kann so ein Anhänger gebremst werden. Dieses System ist einer mechanischen Bremse insofern überlegen, dass es mit einem viel besseren Wirkungsgrad arbeitet. Der Preis einer entsprechenden Handpumpe (Förderleistung mindestens 10 cm³ pro Hub) beträgt Fr. 200.– bis Fr. 300.–.

Diesen einfachen, hydraulischen Anhängerbremsensystemen haftet der Nachteil an, dass sie – im Gegensatz zu indirekten Bremsensystemen (siehe Abschnitt 3.3) – keine Sicherung haben, wenn der Druck auf der einzigen Bremsleitung einmal ausfällt. Zur Lösung dieses Problems gibt es zur Zeit zwei Möglichkeiten. Die einfachere besteht darin, dass man die Stellbremse (siehe Abschnitt 2.1) so mit einem Zughebel versieht, dass man diesen im Notfall (mit einem Seil) vom Traktor aus bedienen kann. Da

aber einerseits diese Lösung immer noch die im Abschnitt 3.1 erwähnten Unzulänglichkeiten aufweist und andererseits zur Zeit für diese hydraulischen Bremsensysteme kein befriedigender Sicherheitszusatz auf dem Markt ist, haben wir einen solchen selbst gebaut. Er beruht auf dem Prinzip eines Federspeichers. Dabei wird auf dem Anhänger eine starke Feder (zum Beispiel Entlastungsfeder eines Kreiselhäfers) mit einer Kurbel (zum Beispiel Kurbel einer älteren Anhängerbremse) dem Bremszug der Anhängerbremse entsprechend gespannt und mit dem Bremsgestänge verbunden. Solange die Feder gespannt ist, ist die Bremse gelöst. Im Notfall kann die Feder durch ein Seil, welches mit einer Ausklinkvorrichtung verbunden ist, vom Traktor aus gelöst und die Federkraft für eine Vollbremsung freigegeben werden (Abb. 9). Der beschriebene Sicherheitszusatz dient zugleich als Stellbremse.

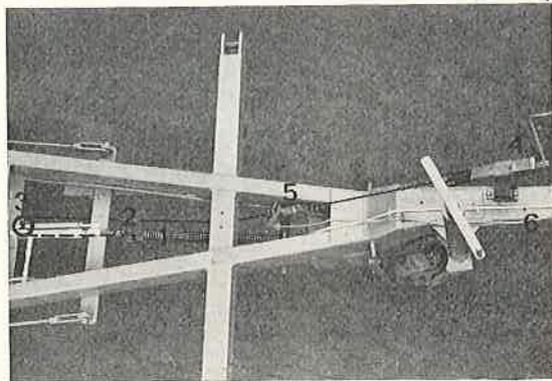


Abb. 9: Sicherheitszusatz für direktes hydraulisches Anhängerbremsensystem. Bei Federspannung ist die Bremse gelöst. Durch ein Seil, welches mit einer Ausklinkvorrichtung verbunden ist, kann die Federkraft für eine Vollbremsung freigegeben werden.

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1 Feder (-speicher) | 4 Spannkurbel |
| 2 Drahtseil | 5 Ausklinkvorrichtung |
| 3 Umlenkrolle | 6 Seil |

3.3 Pneumatische Systeme

Im Schwerverkehr sind die pneumatischen Bremsensysteme (indirekte Zweileitersysteme, Bremsung mit fallendem Druck) sehr stark verbreitet und bewähren sich gut. Sie dürften auch für die Landwirtschaft vom technischen Standpunkt aus keine Probleme bieten. Auf Abb. 10 sind zwei für die Landwirtschaft vereinfachte Einleiter-Bremsensysteme dargestellt. Das mit Volllinien gezeichnete System entspricht einer direkten Druckluftbremse, welche mit den im Abschnitt 3.2 erwähnten hydraulischen Bremsen verglichen werden kann. Auch hier fehlt ein Sicherheitszusatz. Das mit Volllinien und das mit Strichlinien gezeichnete System entspricht zusammen einer indirekten Bremse. Durch fallenden Druck auf der Bremsleitung strömt Luft aus dem Behälter des Anhängers auf den Bremszylinder. Der Luftbehälter auf dem Anhänger dient zugleich als Sicherheitszusatz bei einem allfälligen Druckabfall auf der Bremsleitung. – Druckluftbremsen arbeiten mit Drücken zwischen 5,5 und 6,0 atü. Der Durchmesser der An-

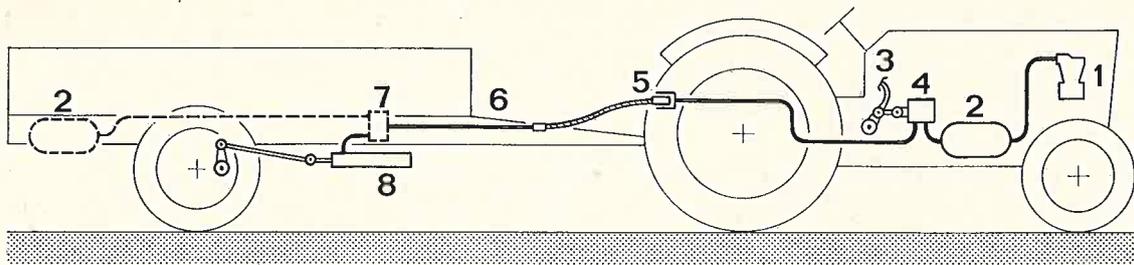


Abb. 10: Einleiter-Druckluftbremse.

Direktes System (Bremsung mit steigendem Druck).

1 Kompressor

2 Luftbehälter

3 Bremspedal

4 Anhänger-Bremsventil

5 Schnellkupplung

6 Bremsleitung (Luft)

8 Anhänger-Bremszylinder

Indirektes System (Bremsung mit fallendem Druck)

4 Anhänger-Steuerventil

7 Anhänger-Bremsventil

hänger-Bremszylinder muss dementsprechend gross gewählt werden (Durchmesser 80–120 mm).

Diese vereinfachten Einleitersysteme werden durch Kompressor und Luftbehälter verteuert und kosten rund doppelt so viel wie hydraulische Systeme. Eine Ausrüstung für Traktor (dieser wird weiterhin mechanisch gebremst) und Einachsanhänger kommt beim direkten System auf zirka Fr. 2800.– zu stehen, beim indirekten auf zirka Fr. 3500.–. Demgegenüber ist allerdings festzuhalten, dass ein Unfall mit seinen Folgen in den meisten Fällen noch teurer ist. Die Ausrüstung jedes weiteren Einachs-Anhängers kostet Fr. 500.– bis 800.– für das direkte, beziehungsweise Fr. 1200.– bis Fr. 1600.– für das indirekte System.

4. Schluss

Bei den Bremssystemen landwirtschaftlicher Anhänger steht das Problem der wirksamen Bremsbetätigung im Vordergrund. Heute werden die meisten Anhänger noch rein mechanisch gebremst, weil das Gesetz nichts anderes verlangt, und weil bis vor kurzem auch keine preisgünstigen Systeme auf dem Markt waren, welche dem Wunsch der Praxis nachkamen, landwirtschaftliche Anhänger synchron mit dem Bremspedal des Traktors bremsen zu können. Zur Zeit sind aber nebst den für die Landwirtschaft vereinfachten pneumatischen Systemen (Preis Fr. 2800.– bis Fr. 3500.–) noch billigere hydraulische Systeme (Preis zirka Fr. 1500.–) erhältlich, welche durch technische Messungen sowie durch einen einjährigen praktischen Einsatz ihre Funktionstüchtigkeit bewiesen haben. Aus Gründen der Verkehrssicherheit bleibt nur zu hoffen, dass die genannten Systeme in der Praxis möglichst bald Fuss fassen werden.

Abschliessend möchten wir allen Landwirten und Firmen danken, welche zur Durchführung unserer Untersuchungen beigetragen haben.

Allfällige Anfragen über das oben behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind nicht an die FAT bzw. deren Mitarbeiter, sondern an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten.

- | | |
|----|--|
| ZH | Schwarzer Otto, 052 / 25 31 21, 8408 Wülflingen |
| ZH | Schmid Viktor, 01 / 77 02 48, 8620 Wetzikon |
| BE | Mumenthaler Rudolf, 033 / 57 11 16, 3752 Wimmis |
| BE | Schenker Walter, 031 / 57 31 41, 3052 Zollikofen |
| BE | Herrenschwand Willy, 032 / 83 12 35, 3232 Ins |
| LU | Rüttimann Xaver, 045 / 6 18 33, 6130 Willisau |
| LU | Widmer Norbert, 041 / 88 20 22, 6276 Hohenrain |
| UR | Zurfluh Hans, 044 / 2 15 36, 6468 Attinghausen |
| SZ | Fuchs Albin, 055 / 48 33 45, 8808 Pfäffikon |
| OW | Gander Gottlieb, 041 / 96 14 40, 6055 Alpnach |
| NW | Lussi Josef, 041 / 61 14 26, 6370 Oberdorf |
| GL | Jenny Jost, 058 / 61 13 59, 8750 Glarus |
| ZG | Müller Alfons, landw. Schule Schluechthof, 042 / 36 46 46, 6330 Cham |
| FR | Lippuner André, 037 / 9 14 68, 1725 Grangeneuve |
| BL | Wüthrich Samuel, 061 / 96 15 29, 4418 Reigoldswil |
| SH | Seller Bernhard, 053 / 2 33 21, 8212 Neuhausen |
| AR | Ernst Alfred, 071 / 33 34 90, 9053 Teufen |
| SG | Haltiner Ulrich, 071 / 44 17 81, 9424 Rheineck |
| SG | Pfister Th., 071 / 83 16 70, 9230 Flawil |
| GR | Stoffel Werner, 081 / 81 17 39, 7430 Thusis |
| AG | Müri Paul, landw. Schule Liebegg, 064 / 31 15 53, 5722 Gränichen |
| TG | Monhart Viktor, 072 / 6 22 35, 8268 Arenenberg. |
- Schweiz. Zentralstelle SVBL Küssnacht, Maschinenberatung, Telefon 01 - 90 56 81, 8703 Erlenbach.

Nachdruck der ungekürzten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

Die «Blätter für Landtechnik» erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 27.–, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520. In beschränkter Anzahl können ferner Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.