



# Landtechnik im Alpenraum

Tagung vom 5./6. Mai 2010 in Feldkirch

## Redaktion

Günther Hütl, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt

Francisco Josephinum, A-3250 Wieselburg

Robert Kaufmann, Forschungsanstalt

Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen





Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt  
Francisco Josephinum, A-3250 Wieselburg

Hinweis:

Die fachliche und inhaltliche Verantwortung für die Vorträge liegt bei den Autoren

## Impressum

|               |                                                                                                                                                                                   |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ISSN          | 1661-7584 ART-Schriftenreihe                                                                                                                                                      |
| ISBN          | 978-3-905733-15-0                                                                                                                                                                 |
| Herausgeberin | Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART<br>Tänikon, CH-8356 Ettenhausen<br>Telefon +41 (0)52 368 31 31, Fax +41 (0)52 365 11 90<br>info@art.admin.ch, www.agroscope.ch |
| Redaktion     | Etel Keller, ART                                                                                                                                                                  |
| Grafik        | Regina Häusler/Ursus Kaufmann, ART                                                                                                                                                |
| Titelbild     | Terratrac im Einsatz<br>Heinz Grunder, Aebi & Co AG                                                                                                                               |
| Preis         | CHF 40.-   € 30.-; inkl. MwSt                                                                                                                                                     |
| Norm franz.   | 04.10 400 860241643                                                                                                                                                               |
| Copyright     | 2010 ART                                                                                                                                                                          |

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Vorworte</b> .....                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2  |
| <b>Ausstieg Milchkontingent Schweiz – was kann Österreich daraus lernen?</b><br>Peter Gfeller, Präsident Schweizer Milchproduzenten (SMP) .....                                                                                                                                                    | 5  |
| <b>Automatisierte Fütterungstechnik im Alpenraum</b><br>Anne Grothmann und Franz Nydegger, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART .....                                                                                                                                                | 9  |
| <b>Automatisches Melken – Eine Möglichkeit auch für das Berggebiet</b><br>Jan Harms und Georg Wendl, Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft .....                                                                                               | 13 |
| <b>Hydrostatische Fahrtriebe in der Landtechnik</b><br>Christian Koblet, Dipl. Masch. Ing. ETH, Aebi-Schmidt .....                                                                                                                                                                                 | 19 |
| <b>Fendt-Reifendruckregelung – Ein in das Schlepperkonzept integriertes System</b><br>Edward Snieder, AGCO GmbH .....                                                                                                                                                                              | 23 |
| <b>Agria-Geräte und Schafe – starke Partner in der Landschaftspflege</b><br>Thomas Trabold, agria-Werke GmbH .....                                                                                                                                                                                 | 27 |
| <b>Automatisches Messerschleifen am Ladewagen</b><br>Thomas Reiter, Alois Pöttinger Maschinenfabrik GmbH .....                                                                                                                                                                                     | 31 |
| <b>Intelligente Traktor-Ladewagen-Automation</b><br>Markus Baldinger, Alois Pöttinger Maschinenfabrik GmbH .....                                                                                                                                                                                   | 33 |
| <b>LINDNER I.B.C. (Intelligenter Bord Computer) am Beispiel Lindner GeoTrac 124</b><br>Stefan Lindner, Traktorenwerk Lindner GmbH .....                                                                                                                                                            | 37 |
| <b>Eine neue Zwei-Achsmäher-Generation – die Metrac-X-Baureihe</b><br>Jörg Perner, Produktmanager, REFORM-WERKE Bauer & Co. GmbH .....                                                                                                                                                             | 41 |
| <b>Hydraulische Triebachssystem TDS (Trailer-Drive-System)</b><br>Erich Guggisberg, Paul Forrer AG .....                                                                                                                                                                                           | 45 |
| <b>Schwere und tödliche Traktorunfälle trotz 35 Jahre Überrollschutz</b><br>Wilhelm Schagerl, Sozialversicherungsanstalt der Bauern, Sicherheit und Gesundheit .....                                                                                                                               | 47 |
| <b>Fahrzeugstürze im Berggebiet – Unfallgeschehen</b><br>Adi Huber, Sozialversicherungsanstalt der Bauern, Sicherheit und Gesundheit .....                                                                                                                                                         | 51 |
| <b>Projekt «Sentinel» – Warnsystem gegen das Überrollen</b><br>Dr. Martin Mair, Autonome Provinz Bozen - Südtirol, Amt für Arbeitssicherheit .....                                                                                                                                                 | 55 |
| <b>Schweizer Kampagne «Der Sicherheitsstopp» – Verhaltensregeln für den Traktorfahrer</b><br>Rudy Burgherr, Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft, BUL .....                                                                                                                   | 61 |
| <b>Massnahmen zur Erhaltung und Förderung der Kulturlandschaft im Alpenraum</b><br>Karl Buchgraber, Erich M. Pötsch, Andreas Böhner, Johann Häusler, Ferdinand Ringdorfer, Alfred Pöllinger, Reinhard Resch, Jakob Schaumberger, LFZ Raumberg-Gumpenstein<br>Josef Rathbauer, BLT Wieselburg ..... | 65 |
| <b>Wirtschaftlichkeitsberechnungen für den Bauernwald</b><br>Gregor Albisser Vögeli, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART .....                                                                                                                                                      | 75 |
| <b>Offenhaltung des Grünlands im Berggebiet – Die Kosten verschiedener Verfahren</b><br>Gazzarin Christian, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART .....                                                                                                                               | 85 |
| <b>«Grüne Bioraffinerie»: Gras, ein Rohstoff mit Zukunft – Erfahrungen aus der Demonstrationsanlage in Utzenaich</b><br>Horst Steinmüller, Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz .....                                                                                           | 89 |

## Vorworte

### Aufhebung der Milchkontingentierung und Weiterentwicklung der Direktzahlungen – Konsequenzen für das Berggebiet

Der Bundesrat bekennt sich zu einer produzierenden Landwirtschaft – gerade auch im Berggebiet. Er hat in der Vergangenheit die agrarpolitischen Massnahmen entsprechend ausgerichtet, und er wird das auch in Zukunft tun. Die Anpassungen bei den wichtigsten Rahmenbedingungen werden jeweils aufmerksam verfolgt, auch am Jubiläumsanlass zehn Jahre Feldkirchtagung.

Produktion im Berggebiet bedeutet in erster Linie Milch und Fleisch. Seit der Aufhebung der staatlichen Mengensteuerung in der Milchproduktion muss die Branche vermehrt Verantwortung übernehmen. Sie muss sich zusammenraufen und nach Lösungen suchen, um in Zukunft eine den Absatzmöglichkeiten entsprechende Versorgung des Milchmarktes zu gewährleisten und damit den Milchproduzenten einen angemessenen Preis für ihr qualitativ hochwertiges Produkt zu sichern. Dass der Übergang nach Jahrzehnten mit staatlicher Mengenbegrenzung und relativ fixen Preisen nicht ohne Nebengeräusche zu schaffen war, erstaunt nicht. Heute dürfen wir doch feststellen, dass das von der neuen Branchenorganisation Milch beschlossene dreistufige Marktsystem installiert ist und zu funktionieren beginnt.

Die Tierhaltung im Berggebiet verursacht aber auch Kosten, die unter reinen Marktbedingungen nicht gedeckt sind. Das Konzept «Weiterentwicklung des Direktzahlungssystems» (WDZ) sieht daher weiterhin Zusatzbeiträge vor, welche den Erschwernissen im Berggebiet Rechnung tragen. Zusammen mit den Anpassungsbeiträgen wird damit sichergestellt, dass effizient wirtschaftende Betriebe ihre getätigten und künftigen Investitionen abschreiben können.

Ganz allgemein sollen die Direktzahlungen künftig konsequenter auf die von der Bevölkerung gewünschten gemeinschaftlichen Leistungen der Landwirtschaft ausgerichtet werden. Massnahmen mit unspezifischer Zielausrichtung sollen durch zielgerichtete Instrumente ersetzt werden. Dadurch wird eine Verbesserung der Wirksamkeit und der Effizienz des Direktzahlungssystems angestrebt. Für die Pflege der Kulturlandschaft gilt es zum Beispiel einerseits die Vergandung durch eine flächendeckende Bewirtschaftung zu vermindern und gleichzeitig den Erhalt einer vielfältigen Kulturlandschaft sicherzustellen.

Neben allen agrarpolitischen Massnahmen braucht es den Erfindergeist der Bergbevölkerung, gepaart mit der angepassten technischen Ausstattung und unterstützt durch die Erkenntnisse der Forschung, damit neben der Nahrungsmittelproduktion für die Gesellschaft ein attraktiver Erholungsraum in unseren Bergen erhalten werden kann.



Das Berggebiet braucht nicht nur adäquate agrarpolitische Rahmenbedingungen, um die Lebensgrundlagen erhalten und den Erholungsraum gestalten zu können. Nein, wichtig sind auch sachgerechte Informationen von Beratung und Forschung sowie die kompetente Unterstützung durch einen auf die speziellen Anforderungen des Berggebietes ausgerichteten Technik- und Dienstleistungssektors. Dies belegen die zahlreichen Firmenbeiträge eindrücklich.

Diese spezielle Themenmischung ist seit zehn Jahren das Erfolgsrezept der Feldkirchtagung. Ich wünsche der diesjährigen Tagung wieder viel Erfolg, einen regen Wissensaustausch und interessante Diskussionen.

Manfred Bötsch, Direktor, Bundesamt für Landwirtschaft



## Jubiläumstagung «Landtechnik im Alpenraum»

Im Mai 1992 fand zum ersten Mal die FAT-BLT-Tagung «Landtechnik im Alpenraum» in Feldkirch statt. Vom ersten Tag an haben die Veranstaltenden in der Themenwahl Weitblick bewiesen und die besondere Erschwernis der Berglandwirtschaft aus technischen und arbeitswirtschaftlichen Aspekten sowie auch in Hinblick auf die wesentlichen Eigenheiten und Wechselwirkungen beleuchtet.

Die hohe Qualität der Vortragenden und der detaillierten Tagungsberichte hat eine treue «Fangemeinde» aus landwirtschaftlicher Praxis, Forschung und Entwicklung sowie Technischen Prüfstellen, Beratung und Landmaschinenindustrie entstehen lassen, die bereits zum zehnten Mal zusammentrifft. Auch in diesem Jahr verspricht das Programm wieder spannende thematische Höhepunkte.

Ich gratuliere den Veranstaltern zu Ihrem langjährigen Engagement. Die Tagung «Landtechnik im Alpenraum» trägt wesentlich zu einer Vertiefung des Wissens auf diesem Gebiet bei. Die gute Aufbereitung aktueller Entwicklungen auf diesem Sektor und die vielen interessanten Informationen geben neue Impulse für die Landwirtschaft im Berggebiet. Darüber hinaus werden jedes Jahr die Neuerungen in der Landtechnik vorgestellt, durch welche die bäuerliche Arbeit erleichtert wird.

Tagungen wie diese liefern somit einen wesentlichen Beitrag für den Bestand der Landwirtschaftsbetriebe in unserer Region – und dafür spreche ich den Veranstaltern meinen Dank aus. Ich wünsche allen Teilnehmenden einen anregenden Erfahrungsaustausch und den Veranstaltern weiterhin viel Erfolg.

DI Niki Berlakovich  
Landwirtschafts- und Umweltminister  
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt  
und Wasserwirtschaft, A-1010 Wien



# Bleibt die Milchproduktion im Berggebiet? Ausstieg Milchkontingent Schweiz – was kann Österreich daraus lernen?

Peter Gfeller, Präsident Schweizer Milchproduzenten (SMP), CH-3000 Bern 6

E-Mail: Peter.Gfeller@swissmilk.ch

## Zusammenfassung

In den vergangenen Jahrzehnten hat die Schweiz mit verschiedenen regulatorischen Massnahmen in der Landwirtschaft und im Speziellen im Milchmarkt dafür gesorgt, dass die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln sichergestellt werden konnte. Es war aber ebenso ein Ziel, das Berggebiet als Produktionsstandort von Nahrungsmitteln und damit auch als Wirtschafts- und Lebensraum für die übrige Bevölkerung zu erhalten. Mit der Aufhebung der Milchkontingentierung in der Schweiz per 1. Mai 2009 stellt sich jedoch zu Recht die Frage, ob und wie sich die Milchproduktion im Berggebiet in Zukunft verändern wird.

Die Entwicklungen der schweizerischen Milchwirtschaft im Berggebiet zeigt im Zeitraum 1992 bis 2008 vier zentrale Entwicklungen:

- Die Strukturen der Berg-Milchwirtschaft haben sich wesentlich verändert.
- Die Milchproduzenten im Berggebiet haben das Produktionsvolumen halten können. Ein Abfluss der Milchproduktion ins Talgebiet hat nicht stattgefunden.
- Die Arbeitsproduktivität im Berggebiet ist heute so hoch wie 1992 im Talgebiet.
- Die Einkommen bleiben jedoch auf tiefem Niveau konstant.

Wie sich die Milchproduktion im Berggebiet an die neuen Veränderungen anpassen wird, hängt einerseits von der politischen Unterstützung für wirtschaftlich benachteiligte Regionen ab (Strukturmassnahmen, Direktzahlungen). Andererseits ist auch die einzelbetriebliche Erlös-Kosten-Relation massgebend.

## Summary

**Will milk production remain in the mountain region?**

**Switzerland opts out of milk quota – what lessons can Austria learn?**

In past few decades Switzerland has enacted various regulatory measures in agriculture, and especially in the milk market, to safeguard the population's food supply. Another goal was to maintain the mountain region as a location for food production and hence also as an economic area and living space for the rest of the population. When the milk quota allocation in Switzerland was abolished on 1st May 2009, however, the question justifiably arose as to whether and how milk production in the mountain region would change in future.

Developments in the Swiss dairy industry in the mountain region between 1992 and 2008 are characterised by four central trends:

- The structures of the mountain dairy production have changed substantially.
- Milk producers in the mountain region have been able to maintain the volume of production. No drain of milk production to the plain region has taken place.
- Labour productivity in the mountain region is as high today as it was in the plain region in 1992.
- Incomes, however, consistently remain at a low level.

The way in which milk production in the mountain region adapts to the new changes will depend on the one hand on political support for economically disadvantaged regions (structural measures, direct payments). On the other hand, the single-farm earnings-cost ratio is also decisive.

## Résumé

**La production laitière a-t-elle un avenir en région de montagne**

**La Suisse a abandonné les contingents laitiers - quelle leçon l'Autriche peut-elle en tirer?**

Ces dernières décennies, la Suisse a, par différentes mesures réglementaires dans l'agriculture en général et sur le marché laitier en particulier, veillé à assurer l'approvisionnement de la population en denrées alimentaires. Le but était aussi de conserver une production de denrées alimentaires en région de montagne, ainsi qu'un espace vital et une zone économique pour le reste de la population. Avec la suppression du contingentement laitier en Suisse depuis le 1er mai 2009, on se demande, à juste titre, si la production laitière en région de montagne changera à l'avenir, et comment.

L'évolution de la production laitière suisse en région de montagne de 1992 à 2008 se caractérise par quatre paramètres principaux:

- Les structures de la production laitière de montagne ont totalement changé.
- Les producteurs laitiers en région de montagne ont pu maintenir le volume de production. Aucun déplacement de la production laitière vers la région de plaine n'a eu lieu.
- La productivité du travail en région de montagne est aujourd'hui aussi élevée qu'en 1992 en région de plaine.
- Les revenus restent toutefois constamment bas.

**Comment la production laitière en région de montagne s'adaptera-t-elle aux nouveaux changements? Cela dépendra de deux facteurs déterminants: le soutien politique pour les régions économiquement défavorisées (mesures structurelles, paiements directs) et la marge brute.**

## Einleitung und Fragestellung

Die landwirtschaftliche Nutzung des montanen und alpinen Raumes mit Tieren, insbesondere mit Milchvieh, ist eine traditionelle, standortangepasste Wirtschaftsform. Die Ko-Evolution von Natur und Mensch hat zu jeweils lokal typischen Wirtschaftsweisen und ökologisch wie auch soziokulturell wertvollen Lebensräumen geführt. In der Landwirtschaftsgeschichte sind jedoch auch mehrfach Verwerfungen beschrieben, welche die jeweils traditionelle Landwirtschaft in den Berggebieten massgebend unter Druck gesetzt hatten und damit auch nachhaltig veränderten. Als Beispiele erwähnt seien die Aufnahme der Käseproduktion im Talgebiet (in der Schweiz um zirka 1800), wie auch ein halbes Jahrhundert später das Umschwenken vom Getreidebau auf die Milchproduktion als Folge des internationalen Getreidepreis-Zusammenbruchs. Mit der Aufhebung der Milchquote in der Schweiz trat nun ein Ereignis ein, das in seinen kurz-, mittel- und langfristigen Auswirkungen ebenfalls ein hohes Verwerfungspotential aufweist.

In den vergangenen Jahrzehnten hat die Schweiz mit verschiedenen regulatorischen Massnahmen in der Landwirtschaft und im speziellen im Milchmarkt dafür gesorgt, dass die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln sichergestellt werden konnte. Es war aber ebenso ein Ziel, das Berggebiet als Produktionsstandort von Nahrungsmitteln und damit auch als Wirtschafts- und Lebensraum für die übrige Bevölkerung zu erhalten. Denn der Staat förderte nicht nur die Nutztierhaltung, sondern ebenso den Anbau von Brot- und Futtergetreide oder auch von Kartoffeln im Berggebiet.

Mit der Aufhebung der Milchkontingentierung in der Schweiz per 1. Mai 2009 stellt sich jedoch berechtigterweise die Frage, ob und wie sich die Milchproduktion im Berggebiet in Zukunft verändern wird. Um die mangelnden hellseherischen Fähigkeiten zu kompensieren, scheint ein Rückblick auf die Entwicklung der vergangenen 20 Jahre, verbunden mit einem Ausblick in Form von Thesen, die geeignete Diskussionsform zu sein.

## Überblick über die Agrarreformen in der Schweiz

Um die Veränderungen richtig einordnen zu können, ist ein kurzer Überblick über die Entwicklung der Milchpolitik in der Schweiz notwendig. Denn die Liberalisierung im Rahmen der schweizerischen Agrarreform ist in mehreren Phasen abgelaufen, die in Tabelle 1 kurz beschrieben werden.

## Entwicklung der Berg-Milchwirtschaft seit 1992

Die Betrachtung des Zeitraums seit 1992 in Vierjahresschritten ist aus folgenden Gründen interessant. 1992 wurden in der Schweiz die Direktzahlungen eingeführt. Mit dem Jahr 1998 können zwei Zyklen untersucht werden, die vor dem Quotenhandel liegen. 1999 wurde der Milch-Quotenhandel eingeführt, in diese Periode fällt jedoch auch eine Veränderung bei den statistischen Erhebungen (insbesondere bei der Bemessung der Fläche). Dieser Datenbruch erschwert die Vergleichbarkeit. Jedoch können die Daten von 2004 und 2008 als Jahre mit dem Quotenhandel gut verglichen werden.

Das Resultat der Untersuchung kann in vier zentrale Aussagen zusammengefasst werden:

- Die Strukturen der Berg-Milchwirtschaft haben sich wesentlich verändert.
- Die Milchproduzenten im Berggebiet haben das Produktionsvolumen halten können. Ein Abfluss der Milchproduktion ins Talgebiet hat nicht stattgefunden.
- Die Arbeitsproduktivität im Berggebiet ist heute so hoch wie 1992 im Talgebiet.
- Die Einkommen bleiben jedoch auf tiefem Niveau konstant.

## Die Entwicklung im Überblick

Die milchwirtschaftlich genutzte Fläche in den Schweizer Berggebieten ist im Zeitraum von 1992 bis 2008 um gut 73 000 Hektaren (Talgebiet 237 000 ha) beziehungsweise 17 Prozent (Talgebiet 21 %) zurückgegangen. Dafür dürften drei Gründe verantwortlich sein: Der Siedlungsdruck, die Zunahme der Waldfläche als Folge der zurückgegangenen Mähnutzung und, vermutlich als Hauptfaktor, die Umstellung der Milchproduktion auf Vertragsaufzucht oder Fleischrinderproduktion. Dieser Flächenverlust wirkte sich erstaunlicherweise nicht auf die Milchproduktion aus. Im Gegenteil, die Menge konnte sogar leicht um vier Prozent auf 1020 Millionen Kilogramm (Talgebiet 2271 Mio. kg) ausgedehnt werden. Dies entspricht unverändert knapp einem Drittel des schweizerischen Milchaufkommens. Die Anzahl Milchproduzenten hingegen ist im betrachteten Zeitraum um 7500 Produzenten (Tal 13 000) zurückgegangen, dies entspricht einer Abnahme von 29 Prozent (Tal 37 %). Damit wird deutlich, dass der Strukturwandel auch im Berggebiet stattfindet, jedoch etwas langsamer (Abb. 1).

## Einzelbetriebliche Strukturentwicklungen

Betrachtet man die Durchschnittswerte der einzelbetrieblichen Strukturentwicklung, so stellt man überrascht fest, dass das Berggebiet in der Vergangenheit durchaus ein grosses Entwicklungspotential ausschöpfen konnte. So hat die durchschnittliche Betriebsfläche um 4,3 Hektaren (Tal 5,0 ha) zugenommen, dies entspricht einem Flächenwachstum von 17 Prozent (Tal 20 %). Ebenso zugenommen hat die Kuhzahl je Betrieb, und zwar um fast ein Viertel auf 15 Tiere (Talgebiet 20), und die Verkaufsmilchproduktion pro Betrieb hat sich von 49 000 kg auf 85 000 kg praktisch

**Tabelle 1. Meilensteine in der Schweizer Milchmarktordnung**

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Phase 1</b><br>1954 | Umfassende Erneuerung des Landwirtschaftsgesetzes, aufbauend auf die kritische Ernährungssituation während der Kriegsjahre. Ernährungssouveränität in den Bereichen Milch, Fleisch, Getreide, Kartoffeln hat höchste Priorität. Förderung der Inlandversorgung mit Schutzzöllen, Preis- und Absatzgarantie, Beihilfen, Forschung, Beratung. Die Höhe der garantierten Produzentenpreise wird vom Bundesrat (Exekutive) jährlich festgesetzt. Damit soll das Einkommen der Landwirtinnen und Landwirte paritätisch zu demjenigen vergleichbarer Berufsgruppen sein.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1960er Jahre           | Die Fördermassnahmen wirken, der Selbstversorgungsgrad steigt. Beginn des Angebotsüberhangs. Einführung von Verwertungsbeiträgen und Exportsubventionen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1977                   | Einführung der Milchkontingentierung, um die Kosten für die Butter-, Milchkpulver- und Käseverwertung zu stabilisieren.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1992                   | Beginn einer neuen Ära in der Landwirtschaftspolitik. Die Einkommen der Landwirtinnen und Landwirte setzen sich aus dem Produkterlös sowie den neu eingeführten Direktzahlungen zusammen. Die weiterhin staatlich festgesetzten Produzentenpreise sinken. Die Direktzahlungen werden aus der Umlagerung von Geldmitteln für die Marktstützung finanziert.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Phase 2</b><br>1999 | Erster Liberalisierungsschritt aufgrund WTO I (Uruguay-Runde). Die staatliche Preis- und Absatzgarantie wird aufgehoben. Die Produzentenpreise sind neu Marktpreise, die zwischen Produktion und Verarbeitung ausgehandelt werden. Einführung der vereinfachten Milchquotenübertragung durch «Miete» bzw. «Kauf». Weiterer Abbau der Milchmarktstützungen (Butter, Käse, Milchkpulver) drückt auf die Höhe der Produzentenpreise.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2003                   | Das Parlament beschliesst die Aufhebung der Milchquote per 1. Mai 2009. Ab 1. Mai 2006 beginnt eine 3-jährige Übergangsfrist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Phase 3</b><br>2006 | 2/3 aller Produzentinnen und Produzenten steigen mit rund 30 Organisationen aus der staatlichen einzelbetrieblichen Quotenregelung aus. Für den Ausstieg muss sich der Produzent einer neuen Marktorganisation anschliessen: Entweder einer PO (Produzenten-Organisation) oder einer PMO (Produzenten-Milchverarbeiter-Organisation). Diese Produzenten melken 3/4 der schweizerischen Milchmenge.<br>Die Quote wird in ein Lieferrecht umgewandelt, zusätzlich zum Lieferrecht können unter gewissen Bedingungen so genannte «Mehrmengen» gemolken werden. Die Übergangsfrist soll dazu dienen, dass die Branche «den freien Markt üben» und gemeinsame Spielregeln entwickeln kann. Tatsächlich entsteht eine komplexe Ordnung, weil parallel zwei verschiedene Marktsysteme gelten (ausgestiegen / nicht ausgestiegen) und die Produzenten sehr unterschiedlich organisiert sind (PO/PMO). |
| <b>Phase 4</b><br>2009 | Aufhebung der Milchquote und Beihilfen für die Marktstützung. Privatrechtliche Regelung innerhalb der Branchenorganisation Milch.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| In Diskussion          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ev. WTO II</li> <li>• Ev. Abkommen über den Agrarfreihandel Schweiz–EU</li> <li>• Ev. Neuausrichtung des Direktzahlungssystems</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Anzahl Milchproduzenten

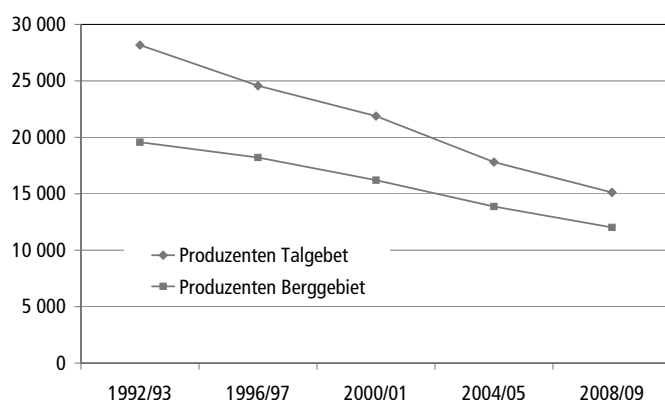


Abb. 1. Entwicklung der Anzahl Milchproduzenten in der Schweiz

kg Milch je Betrieb

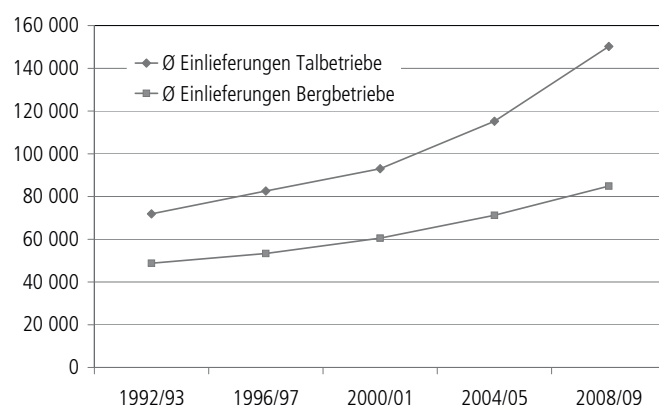


Abb. 2. Entwicklung der Milcheinlieferungen je Betrieb in der Schweiz

verdoppelt (Talgebiet von 72 000 auf 150 000 kg). Diesen Produktivitätsfortschritt würde man dem Berggebiet auf den ersten Blick so nicht zutrauen (Abb. 2).

## Wirtschaftlichkeit der Berg-Milchproduktion

Betrachtet man jedoch die betriebswirtschaftlichen Kennzahlen (leider waren die Daten vor 2000 nicht in vergleichbarer Qualität verfügbar), so macht sich wiederum Ernüchterung breit. Mit knapp 1,7 Jahresarbeitseinheiten (JAE) blieb die arbeitszeitliche Belastung im Zeitraum 2000 bis 2008 zwar konstant. Trotz der grossen Produktivitätssteigerung konnte das Landwirtschaftliche Einkommen nicht verbessert werden (Abb. 3 und 4). Es beträgt unverändert rund 50 000 Franken (Tal 80 000 CHF), oder 30 000 je Jahresarbeitseinheit (Tal 45 000 CHF). Um diese Produktivitätssteigerung erzielen zu können, haben die Betriebe in den letzten acht Jahren im Durchschnitt viel Geld investiert. So nahmen die buchhalterisch ausgewiesenen Aktiven um 21 Prozent auf 675 000 Franken (Tal CHF 925 000.–) zu. Dieses Wachstum wurde etwa hälftig mit Eigenkapital und Fremdkapital finanziert, denn die Fremdkapitalquote blieb über die acht Jahre bei rund 45 Prozent konstant.

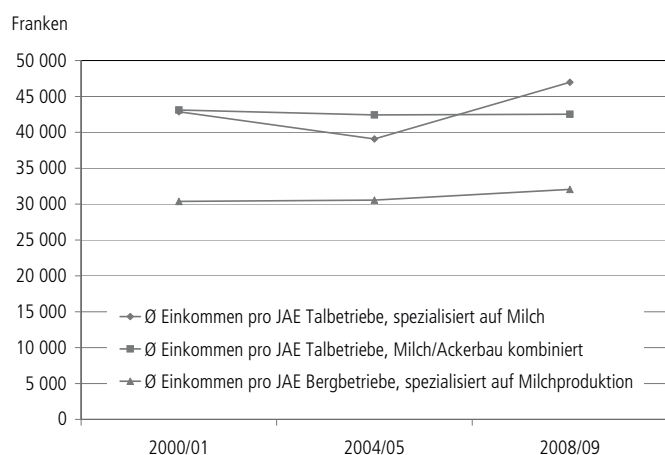


Abb. 3. Arbeitsverdienst: Franken je Jahresarbeitseinheit

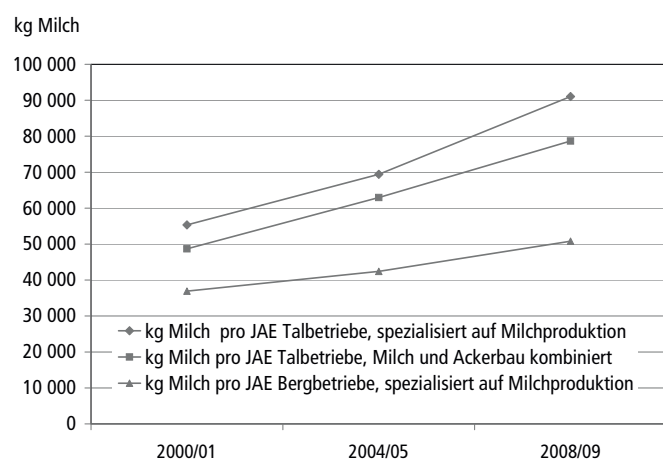


Abb. 4. Arbeitsproduktivität: kg Milch je Jahresarbeits-einheit

## Entwicklungen für die Zukunft

Was heisst dies nun für die Zukunft der Milchwirtschaft in der Schweiz und im Speziellen für das Berggebiet? Grundsätzlich muss davon ausgegangen werden, dass der Druck auf die Milchbetriebe weiterhin hoch bleibt. Seit der Einführung der Direktzahlungen entwickeln sich die Betriebs-einkommen im Dreieck «Direktzahlungen», «Erlös aus dem Milch- und Tierverkauf» sowie den «Produktionskosten». In der Schweiz stehen die Direktzahlungen zur Diskussion, wobei insgesamt die heutige Höhe der Finanzmittel wankt, wie auch die Verteilung derselben. Die Produzentenpreise für Milch, Zucht- und Schlachtvieh stehen ebenfalls massiv unter Druck. Dafür sind nicht nur die internationalen Entwicklungen verantwortlich, sondern auch der Abbau der inländischen Stützungen wie auch das Überangebot als Folge der fehlenden staatlichen Regulierung. Bleibt zuletzt der Block der Produktionskosten. Milch günstig zu produzieren kann auf zwei verschiedene Wege erreicht werden: Investitionen vermeiden ist die eine Möglichkeit. Dies heisst aber auch, dem Betrieb langfristig die Existenz zu entziehen. Andererseits kann die Arbeitsproduktivität erhöht werden, indem Kapital eingesetzt wird.

## Zusammenfassung und Thesen

Die Folgen des Quotenausstiegs auf die Milchwirtschaft im Berggebiet sind also nur einer von vielen Parametern, welche die einzelbetrieblichen Entscheidungen der Milchbauern beeinflussen. Im Sinne einer Zusammenfassung und eines Ausblicks sollen folgende Thesen zur Diskussion gestellt werden:

- **Strukturentwicklung:** Unter der Voraussetzung, dass das notwendige Kapital beschafft werden kann, kann die Arbeitsproduktivität im Berggebiet in den nächsten zehn Jahren nochmals verdoppelt werden.
- Den Berggebieten fehlt der Nachwuchs für die Betriebsleitung in der Milchproduktion. Im Generationenwechsel erfolgt die Umstellung von der Milch- auf Fleischproduktion. Die Betriebe werden verstärkt im Nebenerwerb bewirtschaftet.
- Das Interesse an der Milchproduktion hängt vom Erfolg als «Zuchtbetrieb» ab. Die fehlenden Einkünfte aus dem Milcherlös können durch den Zuchtviehverkauf kompensiert werden.
- Bereits bei der heutigen Einkommensstruktur spielt der Erlös aus dem Milchverkauf eine untergeordnete Rolle. Bergbetriebe sind demnach viel «krisenstabiler» als Talbetriebe.
- Wo mit dezentraler Milchverarbeitung, eventuell im Zusammenhang mit dem Tourismus, wertschöpfungsstarke Nischenmärkte erschlossen und gepflegt werden können, floriert die lokale Milchproduktion. Dasselbe gilt für Betriebe, die im Sommer Alpkäse produzieren.

# Automatisierte Fütterungstechnik im Alpenraum

Anne Grothmann und Franz Nydegger, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH–8356 Ettenhausen  
E-Mail: anne.grothmann@art.admin.ch

## Zusammenfassung

Eine Erhebung auf Betrieben in Dänemark, Deutschland, den Niederlanden und der Schweiz zur aktuellen Entwicklung sowie zum Arbeitszeitbedarf in der Fütterungstechnik zeigt, dass die automatisierte Fütterung die Arbeit erleichtert, Zeit spart und Flexibilität bringt.

Sowohl bei der Zahl der verwendeten Rationen wie bei der Anzahl Futterkomponenten treten grosse Unterschiede auf. Bei automatischen Fütterungssystemen (AFS) bedingen Entnahmetechnik, Entfernung zum Futterlager und Art des Futterlagers im Wesentlichen den Zeitbedarf. Das Futternachschieben entfällt bei einigen Systemen vollständig.

## Summary

### Automatic feeding systems also for alpin farmers

A survey carried out on farms in Denmark, Germany, the Netherlands and Switzerland indicates current trends in cattle feeding. The survey indicates that automatic feeding systems ease the workload of dairy farmers, save time, and increase flexibility.

The investigated farms differ both in the number of feed rations and feed components. The working time, required by the automatic feeding systems (AFS), depend mainly on the time for feed handling, such as used collection technology, the type and distance to the feed storage. In some systems feed pushing can be omitted completely.

## Résumé

### Technique d'affouragement automatisée pour les régions alpines

Une enquête auprès d'exploitations au Danemark, en Allemagne, aux Pays-Bas et en Suisse sur le développement actuel de la technique d'affouragement ainsi que le temps de travail qu'elle requiert montre que l'affouragement automatique facilite le travail, économise du temps et apporte plus de souplesse.

Qu'il s'agisse du nombre de rations utilisées ou du nombre de composants du fourrage, les différences sont importantes. Avec les systèmes d'affouragement automatique (AFS), ce sont la technique de désilage, l'éloignement et le type de stock de fourrage qui déterminent le temps de travail. Certains systèmes abolissent totalement la nécessité de repousser le fourrage.

## Problemstellung

Die Fütterung beansprucht im Milchviehbetrieb zirka 25 Prozent des gesamten Arbeitszeitbedarfs. Damit liegt der Arbeitszeitbedarf für das Füttern an zweiter Stelle nach

dem Melken (Schick, 2006). In den letzten rund 30 Jahren hielten Geräte wie Futtermischwagen (FMW), Entnahme-, Transport- und Verteilgeräte (ETV) und Ballenauflösegeräte zur Futtervorlage Einzug. Auch das anschliessende periodische Futternachschieben kann mit verschiedenen Nachschiebegeräten erfolgen. Während beim Nachschieben und der Kraftfutterzuteilung bereits vollautomatische Geräte vorhanden sind, ist für das Vorlegen mit den aufgeführten Geräten noch eine Bedienungsperson notwendig.

Der neuste Mechanisierungssprung automatisiert nun auch das Mischen und Vorlegen des Futters.

Die neuste Fütterungstechnik ermöglicht, mit Hilfe von Futterbändern, schienengeführten oder selbstfahrenden Fütterungsrobotern die Grundfütterration oder eine Mischration aus Grund- und Kraftfutter automatisch vorzulegen. Die automatische Fütterung soll laut Hersteller eine deutliche Arbeitsentlastung, eine bessere Futterhygiene, sowie weniger Futterverluste ermöglichen. Dazu führte ART eine Erhebung auf Betrieben mit automatischer Fütterung, sowie Arbeitszeitmessungen durch. Ziel war es, zu zeigen, welche Systeme auf dem Markt vorhanden sind und ob sie die in sie gesetzten Erwartungen erfüllen.

## Funktionsweisen automatischer Fütterungssysteme

Bei der automatischen Fütterung ist das lückenlose Zusammenspiel einzelner Elemente vom Futterlager bis zum Futtertisch wichtig. Aus diesem Grund gibt es bei den AFS verschiedene technische Ansätze (Abb. 1). Dazu zählen stationäre Systeme wie die Futterbänder und mobile Systeme wie die selbstfahrenden oder schienengeführten Futterwagen (Abb. 2). Eine ausführlichere Beschreibung der Systeme findet sich im ART-Bericht 710 (Nydegger und Grothmann, 2009).

## Vorgehensweise bei der Praxiserhebung

Die Datenerhebung zum aktuellen Stand der Technik der automatischen Futtervorlage fand auf 18 Milchviehbetrieben in Dänemark, Deutschland, den Niederlanden und der Schweiz statt. Die Betriebe (Anzahl in Klammer) mit AFS wurden in Zusammenarbeit mit den Firmen Cormall (3), DeLaval (2), Mullerup (5), Pellon (1), Rovibec (4) und Trioliet (3) ausgewählt. Die befragten Landwirte gaben in einem strukturierten Interview Auskunft zur Betriebsstruktur und zur Mechanisierung. Zudem wurden Daten zu den Bereichen Fütterung, Futterlagerung, Mechanisierung der Fütterung, Eingliederung ins Gebäude, Motivation für den Einsatz eines AFS und Erfahrungen und Auswirkungen des AFS erhoben.

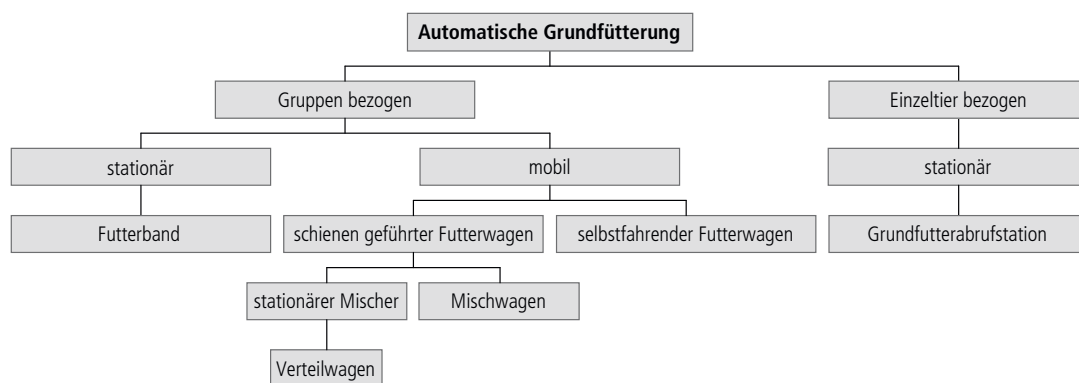


Abb. 1. Übersicht der Techniken bei automatischen Fütterungssystemen



Abb. 2. Schienengeführtes Fütterungssystem bei der Futtervorlage (Pellon)

## Vorgehensweise Arbeitszeitmessungen

Die Erfassung der Arbeitszeitdaten fand auf Arbeitselementebene in Form von direkten Messungen bei Arbeitsbeobachtungen auf vier Betrieben mit schienengeführten AFS in Deutschland statt. Die Zeitmessung erfolgte mittels Pocket-PC und einer Zeiterfassungssoftware. Die Daten flossen in eine Planzeitdatenbank ein und wurden nach der statistischen Auswertung in das Modellkalkulationssystem PROOF integriert (Schick, 2006).

Die Modellierung des Arbeitszeitbedarfs für zwei Betriebsvarianten (60 und 120 Tiere) basiert auf den folgenden grundlegenden Annahmen:

- Tägliche Silageentnahme und Futtertischreinigung beim Futtermischwagen und beim schienengeführten AFS
- Fassungsvermögen Futtermischwagen: 14 m<sup>3</sup>
- die Herde wird bei der Fütterung mit AFS in zwei laktierende Gruppen unterteilt, beim Futtermischwagen findet keine Gruppenbildung statt
- Bei der Futtervorlage mit dem Futtermischwagen wird das Futter dreimal am Tag nachgeschoben, diese Arbeit entfällt beim AFS vollständig

- Programmierungen zur Anpassung der Ration werden bei AFS einmal pro Woche, beim Futtermischwagen zweimal pro Jahr durchgeführt
- Die Ration besteht aus fünf Grundfutterkomponenten

## Ergebnisse der Erhebung

Die Herdengröße der besuchten Betriebe variierte zwischen 28 bis 390 Milchkühen, die landwirtschaftliche Nutzfläche lag zwischen 18 und 640 Hektar und die durchschnittliche Milchleistung zwischen 8000 und 9000 Kilogramm pro Jahr. Zwei Schweizer Betriebe mit AFS hielten ihre Kühe in Anbindeställen.

Die maximale Anzahl der Futtervorlagen belief sich laut Erhebung zwischen zweimal und 13 Mal pro Tag. Die meisten Betriebe legten das Futter achtmal am Tag neu vor und fütterten bis zu zehn Futterkomponenten automatisch. Gras- und Maissilage wurde, gefolgt von Heu und Soja, am häufigsten in den Rationen eingesetzt.

Die Gras- und Maissilagen lagerten überwiegend im Flachsilo, das Heu und Stroh als Quaderballen. Sieben der 18 Betriebe fütterten bereits vor dem Einbau einer AFS eine Total-Misch-Ration mit Fräsmisch- oder Futtermischwagen.

Die erste Futtervorlage fand auf sechs Betrieben zwischen 3 Uhr und 5 Uhr und auf acht Betrieben zwischen 6 Uhr und 7 Uhr morgens statt. Vier Betriebe machten hierzu keine Angabe. Die letzte Fütterungszeit lag zwischen 17 Uhr und 2 Uhr nachts. Acht Betriebe legten den Tieren zwischen 21 Uhr und 22 Uhr die letzte Ration vor. Nur ein Betrieb fütterte die ganze Nacht durch.

Als Hauptgrund für ein AFS gaben 14 der 18 Betriebe die Arbeitsentlastung und die Zeitersparnis an. Des Weiteren führten stallbauliche Gründe zum Einbau eines AFS. Durch den bei Neubauten schmaler gestaltbaren Futtertisch (bis unter zwei Meter) können hier Baukosten eingespart werden. Bei Altbauten diente der gewonnene Platz im Rahmen einer Umgestaltung oft einer erweiterten Lauf- oder Liegefläche. Auch die gesteigerte Flexibilität der Arbeitsplanung und die präzisere Fütterung der Herde wurden genannt.

Die Zuverlässigkeit und Funktionalität wurde bei allen Befragten mit gut bis sehr gut bewertet, die Bedienbarkeit überwiegend mit gut bis sehr gut. Mängel fanden sich teilweise bei zu kleinen Displays an den Fütterungsrobotern und bei der langen Einarbeitungsphase. Die Übersichtlichkeit des Steuerungsrechners stuften die Landwirte als gut bis durchschnittlich ein.

Nach der notwendigen Einarbeitungszeit hatten sich auf allen Betrieben die Erwartungen an das Fütterungssystem, vor allem in Bezug auf die Arbeitszeitreduktion und Flexibilität, erfüllt. Viele Betriebsleiter stellten fest, dass bei den Tieren deutlich weniger Stress auftritt. Rangniedere Tiere konnten ihrer Einschätzung nach, dank des täglich mehrmaligen Fütterns, auch bei mehr als einem Tier pro Fressplatz mehr und besseres Futter aufnehmen. Einige Betriebe mit automatischen Melksystemen stellten eine steigende Anzahl Melkungen pro Tag fest. Als Grund wurde eine höhere Aktivität der Herde durch das mehrmalige Füttern am Tag vermutet.

### Ergebnisse der Arbeitszeitmessungen

Die Modellierung der Arbeitszeiten ergaben, dass ein Betrieb mit 60 Tieren und AFS 50,6 AKmin/Tag und bei 120 Tieren 65,2 AKmin/Tag aufwenden muss. Darin ist der Arbeitszeitbedarf für Rationsmanagement, tägliches Befüllen der Vorratsbehälter (Abb. 3) und tägliches Reinigen des Futtertischs enthalten. Die Versorgung der gleichen Herde mit einem Futtermischwagen würde einschliesslich der Futtervorlage und dreimaligem Futternachschub bei 60 Tieren einen Zeitbedarf von 71,3 AKmin/Tag und bei 120 Tieren von 202,8 AKmin/Tag benötigen. Mit 112,15 AKmin/Tag Arbeitszeiterparnis treten beim Befüllen der Vorratsbehälter beziehungsweise des Futtermischwagens für 120 Tieren deutliche Unterschiede zugunsten des AFS auf. Zusätzlich entfällt der Zeitbedarf für die Futtervorlage beim AFS vollständig (Abb. 4).



Abb. 3. Beschickung der Vorratsbehälter eines automatischen Fütterungssystems

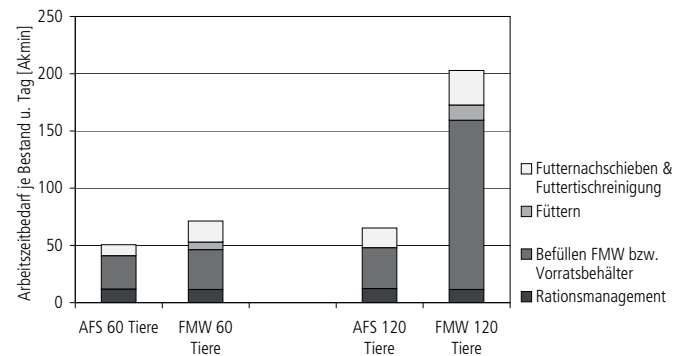


Abb. 4: Vergleich des Arbeitszeitbedarfs mit automatischem Fütterungssystem (AFS) und Futtermischwagen (FMW)

### Diskussion der Ergebnisse

AFS sind verhältnismässig teuer und verlangen eine hohe Erstinvestition (zirka. CHF 120 000.- bis 250 000.-). Dies ist mit ein Grund, dass möglichst alle Fütterungsgruppen inklusive Trockensteher und Jungtiere damit gefüttert werden sollten. Die Vorratsbehälter für die verschiedenen Futterkomponenten, insbesondere Raufutter, machen einen wesentlichen Anteil der Investition aus. Die Anzahl an eingesetzten Grundfutterkomponenten beeinflusst die Investitionskosten daher erheblich.

Die Modellierung der Arbeitszeitmessungen ergab beim AFS im Vergleich zum konventionellen Futtermischwagen einen deutlich geringeren Arbeitszeitbedarf. Dies stützt entsprechende Aussagen der Landwirte in der vorher durchgeführten Erhebung (Nydegger u. Grothmann, 2009). In einem simulierten Vergleich der Arbeitszeiten zwischen AFS und Futtermischwagen kommen Bisaglia et al. (2008) auf ein ähnliches Ergebnis. Bei Annahme einer Herde mit 150 Milchkühen liegt die tägliche Arbeitzeiterparnis mit AFS bei 100 Minuten.

### Fazit

Durch den Einsatz eines AFS ist es möglich, Zeit einzusparen und eine höhere Flexibilität zu erlangen. Eine deutliche Reduzierung der Arbeitszeit im Vergleich zu einem konventionellen Futtermischwagen ist aber erst bei grösseren Herden zu erwarten. Es zeigt sich, dass sich bei Herdengrössen mit 60 Tieren nur wenig Zeit einsparen lässt. Die Flexibilität für den Betriebsleiter wird aber deutlich grösser. Grundsätzlich kann ein AFS eine gute Möglichkeit zur Optimierung der Arbeitszeit und -belastung in der Milchviehhaltung darstellen. Es kann Arbeitszeit für anderweitige Tätigkeiten freisetzen und die notwendigen Arbeitseinsätze für das Auffüllen der Vorratsbehälter sind nicht an feste Tageszeiten gebunden und sie fallen in der Regel auch nicht jeden Tag an. Im Alpenraum böte die erhöhte Flexibilität und die Arbeitseinsparung von AFS für Betriebe mit Zuerwerb eine interessante Perspektive. Auf Grund der hohen Investitionskosten und den meist nur kleinen bis mittleren Bestandesgrössen in dieser Region

lässt sich ein AFS kaum empfehlen, es sei denn, die gewonnene Zeit und Flexibilität kann sehr hoch bewertet werden.

## Literatur

- Bisaglia C., Pirlo, G., Capelletti, M. (2008): A simulated comparison between investment and labour requirements for a conventional mixer feeder wagon and an automated total mixed ration system, CRA-Unità di ricerca per l'ingegneria agraria, via Milano 43, 24047 Treviglio.
- Gjødesen M. U. (2007): Automatiske foderanlæg, Landskonsulent Kjeld Vodder Nielsen, AgroTech A/S.
- Nydegger F., Grothmann A. (2009): Automatische Fütterungssysteme – Erhebung zum Stand der Technik, ART-Bericht 710, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Nydegger F., Schick M. u. Ammann H. (2005): Futternachschieben im Rindviehstall, FAT-Berichte 648 (heute ART-Berichte), Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Schick, M. (2006): Dynamische Modellierung landwirtschaftlicher Arbeit unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsplanung; Habilitationsschrift, Ergonomia Verlag. 1. Auflage.

# Automatisches Melken – Eine Möglichkeit auch für das Berggebiet

Jan Harms und Georg Wendl, Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, D-85586 Poing-Grub  
E-Mail: jan.harms@lfl.bayern.de

## Zusammenfassung

Automatische Melksysteme (AMS) nehmen einen immer grösser werdenden Anteil an den Verkäufen von Melktechnik ein. Dies lässt sich zum einen durch ein gestiegenes Vertrauen in die Technik und eine höhere Zuverlässigkeit der Systeme erklären, vor allem aber durch die zunehmende Arbeitsbelastung der (Familien-)Betriebe. Gleichzeitig bestehen aber noch zahlreiche Unsicherheiten und Fragen, was sich in einem hohen Beratungsbedarf äussert. Gerade in Regionen mit kleineren Betriebsstrukturen stellt sich häufig die Frage nach der Wirtschaftlichkeit. Daneben sind aber auch Punkte wie die Möglichkeit von Weidegang oder der optimale Stallgrundriss zu klären. Generell unterscheiden sich jedoch die grundlegenden Empfehlungen nicht von denen für grössere Betriebsstrukturen.

## Summary

### Automatic milking – an option for mountain regions as well

Automatic milking systems (AMS) account for a steadily rising share of milking technology sales. This can be explained partly by improved confidence in the technology and greater systems reliability, but is due mainly to the increasing workload on (family) farms. At the same time there are still numerous uncertainties and questions, expressed in a high demand for advice. The issue of economic viability is often raised, particularly in regions with relatively small farm structures. Points such as the possibility of pasturing or optimum cowshed layout also have to be clarified. In general, however, the basic recommendations are no different from those for larger farming organisations.

## Résumé

### Traite automatique – Une opportunité également pour les régions de montagne

Les systèmes de traite automatique (AMS) représentent une part de plus en grande des ventes d'équipements de traite. Ce phénomène s'explique par une meilleure confiance dans la technique et par une plus grande fiabilité des systèmes, mais surtout par la charge de travail croissante des exploitations (familiales). Parallèlement, les incertitudes et les questions sont encore nombreuses et la demande d'informations est donc importante. La question de la rentabilité se pose souvent, notamment dans les régions où les exploitations sont de petite taille. Certains points demandent en outre à être clarifiés, comme les possibilités de pâture ou la configuration optimale de l'étable. En général, les recommandations de base ne se distinguent pas de celles destinées aux grosses exploitations.

## Verbreitung von automatischen Melksystemen

Ende 2009 hatten weltweit geschätzte 10 000 Betriebe zirka 14 500 automatische Melksysteme von fünf Herstellern im Einsatz. Der Schwerpunkt liegt hierbei nach wie vor in den Niederlanden und in Dänemark. In Bayern wurden seit den 90er-Jahren die meisten Verkäufe zunächst in den Ackerbauregionen verzeichnet. Mittlerweile sind aber die höchsten Zuwächse in den typischen Grünlandregionen entlang der Alpen und im Bayerischen Wald zu beobachten (Abb. 1).

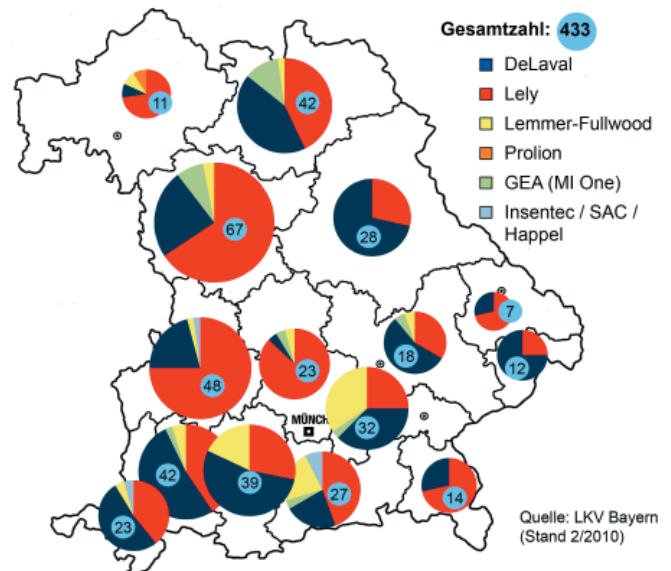


Abb. 1. Verbreitung automatischer Melksysteme in Bayern (nur LKV-Betriebe)

## Arbeitswirtschaft

Bei den Auswirkungen auf die Arbeitswirtschaft zeigten Studien übereinstimmend eine deutliche Reduktion des Arbeitszeitbedarfs von bis zu 50 Prozent bezogen auf das Melken. In Tabelle 1 sind die Ergebnisse von 44 konventionell melkenden DLG-Spitzenbetrieben 23 AMS-Betrieben gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass auch bezogen auf bereits gut organisierte Betriebe beim reinen Melken ein Einsparpotential von 14 Arbeitspersonnenstunden (APH) pro Kuh und Jahr besteht, gleichzeitig aber im Bereich Management 6,9 APH pro Kuh und Jahr mehr aufgewendet werden müssen. Diese Verschiebung von körperlicher Arbeit hin zu Managementaufgaben stellt eine Herausforderung dar. Gerade Mängel im Zeitmanagement sind häufig die Ursache für die Diskrepanz zwischen den Erwartungen und dem tatsächlich erreichbaren Ergebnis beim Einsatz der Systeme.

**Tab. 1. Arbeitszeitaufwand beim konventionellen und automatischen Melken**

| Arbeitsvorgang<br>(APh <sup>1)</sup> /Kuh und Jahr) | Melkstände <sup>2)</sup> |        | AMS <sup>3)</sup> |            |
|-----------------------------------------------------|--------------------------|--------|-------------------|------------|
|                                                     | Durchschnitt 80 %        | Spanne | Durchschnitt 80 % | Spanne     |
| Melken                                              | 21                       | 16–28  | 6,5               | 3,6–11,4   |
| Füttern Kühe                                        | 6                        | 3–10   | 5,3               | 2,8– 9,1   |
| Boxenpflege, Einstreuen                             | 3                        | 1–6    | 3,7               | 1,6– 7,8   |
| Herdenmanagement                                    | 7                        | 3–11   | 13,9              | 9,0– 20,6  |
| Summe Kühe                                          | 37                       | 28–49  | 27,6              | 15,6– 44,4 |

<sup>1)</sup> APh Arbeitspersonenstunden<sup>2)</sup> Over & Kümmel, 2006 (44 Betriebe mit Ø 91 Kühen, DLG-Spitzenbetriebe)<sup>3)</sup> Müller & Baumgarten, 2007 (23 Praxisbetriebe mit Ø 75 Kühen)

## Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit automatischer Melksysteme ist durch die notwendigen Investitionskosten, die jährlichen Kosten, die Leistung des Systems (z. B. kg Milch/Jahr), die mögliche Milchleistungssteigerung und Arbeitszeiteinsparung bestimmt.

Sowohl die Investitionskosten als auch die jährlichen Kosten der Systeme wurden im Vergleich zu den ersten Jahren deutlich reduziert, die Wartungs- und Reparaturkosten liegen aber noch über denen konventioneller Anlagen. Hinsichtlich der maximalen Kapazität geben die Hersteller inzwischen Werte von bis zu 80 melkenden Tieren an. Dieser Wert lässt sich jedoch nur unter extremen Bedingungen erreichen (Tiere mit sehr hohem Milchfluss, gleichzeitig geringe Melkfrequenz, optimaler Stallgrundriss, wenig bzw. keine zusätzlichen Reinigungen durch kranke Tiere, Puffertank). Als realistische Größenordnung ist in Abhängigkeit der aufgeführten Parameter von 55 bis 65 melkenden Kühen beziehungsweise zirka 500 000 kg Milch auszugehen. Diese Tierzahl sollte im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit auch nicht wesentlich unterschritten werden, da sonst der Anteil der Fixkosten pro Kilogramm erzeugter Milch rasch zunimmt. Eine Möglichkeit, um den Investitionsbedarf in Grenzen zu halten, kann für den kleineren Betrieb (< 50–55 melkende Kühe) der Kauf von gebrauchten Systemen darstellen. Diese Möglichkeit wird vielfach von den Herstellern angeboten. Es ist hierbei jedoch zu prüfen, welche Folgekosten entstehen und auf welchem technischen Stand sich die Maschine befindet.

Befragungen von Landwirten (z. B. Hogeveen *et al.* 2004 [11] und Mathijs 2004 [17]) ergaben, dass die Gründe für den Kauf eines automatischen Melksystems eindeutig im Bereich der Arbeitswirtschaft zu suchen sind. Der wichtige Punkt der Wirtschaftlichkeit darf daher nicht nur unter dem Aspekt der Kosten beleuchtet werden, vielmehr ist auch der betriebsindividuelle Nutzen gerade in Bezug auf die Arbeitswirtschaft zu berücksichtigen. Bei der Bewertung ist insbesondere zu beachten, wie viele Arbeitskraftstunden (AKh) der Betrieb alternativ zukaufen müsste bzw. wie freigesetzte AKh zu bewerten sind und welchen Wert die Landwirtin oder der Landwirt der Arbeitszeitein-

sparung und Flexibilisierung der Arbeitszeit subjektiv beimißt. Das pauschale Ansetzen eines Stundensatzes je eingesparter AKh führt dabei häufig nicht zum Ziel.

Nicht unterschätzt werden sollte der Effekt der Milchleistung der Tiere. Bei einer geringen bis mittleren Milchleistung (< ca. 7000 kg/Jahr) ist der leistungssteigernde Effekt durch das mehrmalige Melken am Anfang der Laktation nur gering ausgeprägt. Gleichzeitig ist die Phase relativ lang, in der Tiere weniger als zirka 20 kg/Tag geben, wodurch sich Probleme in der Gleichmässigkeit der Melkfrequenz ergeben können. Aktuell kann von einer Mehrbelastung von zirka 0 bis 3 ct./kg Milch gegenüber konventionellen Melksystemen ausgegangen werden (Fübbeker & Kowalewsky, 2005).

## Fütterung

Die Fütterung stellt beim automatischen Melken einen besonders wichtigen Punkt dar, da sie das Tierverhalten beeinflusst und dies wiederum das Besuchsverhalten der Melkbox (Harms *et al.*, 2005 [9]; Olofsson, 2000 [19]; Rodenburg & Wheeler, 2002 [21]). Ausreichend hohe und schmackhafte Kraftfuttergaben sind Grundvoraussetzung für eine ausreichende Besuchs- und damit auch Melkfrequenz (weitere Einflüsse siehe «Tierumtrieb»). Dies setzt voraus, dass die Grundfütterration nicht zu hoch aufgewertet werden darf. Eine reine Totalmischration (TMR) ist daher im Normalfall im Zusammenhang mit einem automatischen Melksystem nicht zu empfehlen. Zusätzliche Kraftfutterautomaten für die hochleistenden Tiere sind nur bei sehr unterschiedlichen Leistungen innerhalb der Herde sinnvoll, da hier weder die Grundfütterration zu stark aufgewertet, noch die Melkbox zum Füttern hoher Kraftfuttermengen (> 6 kg/Tag) verwendet werden sollte.

Weitere Aspekte, die bei der Fütterung beachtet werden sollten, sind der Zeitpunkt der Vorlage und das Nachschieben des Futters. Dies sollte möglichst zu «ruhigen Phasen» geschehen. Hierdurch kann eine Entzerrung des Andrangs am automatischen Melksystem erreicht werden, was gerade bei höher ausgelasteten Systemen deutliche Vorteile mit sich bringt. Wichtig ist jedoch in jedem Fall, dass auch nachts und in den frühen Morgenstunden ausrei-

chend Futter zur Verfügung steht, da sonst der typische Rückgang der Zahl der Melkungen pro Stunde in diesem Zeitraum noch verstärkt wird.

## Tierumtrieb

Hinsichtlich des Tierumtriebs besteht die Möglichkeit diesen frei, einfach gelenkt, selektiv gelenkt oder nach dem Prinzip «Feed-First» zu gestalten (Abb. 2). Eine umfassende Bewertung dieser drei Umtriebsformen ist bei Harms 2005 [9] zu finden.

Beim **freien Umtrieb** hat die Kuh jederzeit Zugang zum Grundfutter. Hierdurch ist jedoch auch der Anreiz, die Melkbox zu besuchen, lediglich durch das Kraftfutter gegeben. Dies kann insbesondere bei höher aufgewerteter Ration, stark unterschiedlicher Milchleistung innerhalb der Herde oder am Ende der Laktation dazu führen, dass Tiere vermehrt nachgetrieben werden müssen. Dies stellt einen erheblichen Arbeitsaufwand dar, der in der Planung berücksichtigt werden sollte.

Der **einfach gelenkte Umtrieb**, bei dem die Tiere nur über die Melkbox Zugang zum Grundfutter haben, ist nach dem heutigen Stand des Wissen nicht zu empfehlen, da hier die Häufigkeit der Grundfutteraufnahme deutlich reduziert wird. Insbesondere rangniedere Tiere müssen sich in ihrem Rhythmus den ranghöheren Tieren unterordnen (Harms et al. 2005 [10])

Einen Ausweg aus den Einschränkungen, die sowohl der freie als auch der einfach gelenkte Umtrieb mit sich bringen, stellt der **selektiv gelenkte Umtrieb** dar. Hierbei können die Tiere den Fressbereich über Selektionstore direkt aufsuchen. Die Durchgangsberechtigung wird in der Regel in Abhängigkeit von der Melkberechtigung vergeben, so dass zum Beispiel ein Tier, das erst vor drei Stunden beim Melken war, den Fressbereich direkt und ohne Wartezeit aufsuchen kann. Weiterhin kann die Betriebsleitung für jedes einzelne Tier individuelle Berechtigungen vergeben. So ist beispielsweise denkbar, dass Tiere zu Beginn der Laktation immer Zutritt zum Fressbereich erhalten. Für die Umsetzung des selektiv gelenkten Umtriebs sind aktive Tore besser geeignet als passive, da sie häufiger genutzt werden und auch das Anlernen der Tiere leichter ist.

Der selektiv gelenkte Umtrieb wird in der Praxis häufig mit der **Vorselektion** verwechselt. Ziel einer Vorselektion ist jedoch die Melkbox zu entlasten, indem Tiere ohne Melkberechtigung an ihr vorbeigeleitet werden. Im Gegensatz zum selektiv gelenkten Umtrieb müssen die Tiere beim Einsatz einer Vorselektion den Wartebereich vor der Melkbox aufsuchen und sich dort mit ranghöheren Tieren auseinandersetzen. Generell sollte beim Einsatz einer Vorselektion die Steuerung gewährleisten, dass nicht zu viele Tiere in diesen Bereich selektiert werden und dass die Wartezeit für einzelne Tiere nicht zu lang wird.

Bei der Variante **«Feed-First»** haben die Tiere über Einwegtore jederzeit Zugang zum Grundfutter, können den Liegebereich aber nur über Selektionseinrichtungen erreichen. Hier wird in Abhängigkeit von der Melkberechtigung und der Auslastung des Wartebereichs entschieden, ob die Kuh in den Wartebereich oder (evtl. über einen Kraftfutterbereich) zurück in den Liegebereich geleitet wird. Erste Untersuchungen versprechen eine sehr regelmässige Melkfrequenz und eine geringe Anzahl nachzutreibender Tiere, allerdings auch längere Wartezeiten für einzelne Tiere.

## Milchqualität und Eutergesundheit

Die Auswirkungen von automatischen Melksystemen auf Milchqualität und Eutergesundheit wurden bei der Markteinführung intensiv diskutiert. Zahlreiche Untersuchungen (z. B. van der Vorst, 2002 [23]) haben mittlerweile jedoch gezeigt, dass, abgesehen von der Umstellungsphase, die Milchqualität im Durchschnitt nicht, oder nur in geringem Umfang beeinflusst wird. Eine Ausnahme hiervon bilden die freien Fettsäuren, die in den meisten Untersuchungen etwas erhöht waren. Gleichzeitig zeigte sich jedoch, dass das Management den grössten Einfluss auf die Milchqualität und die Eutergesundheit hat (de Koning, 2004 [13]), so dass Betriebe, welche vor der Umstellung Probleme in der Eutergesundheit hatten, diese in der Regel behalten. Gerade in diesem Punkt bestehen häufig unrealistische Erwartungen seitens der Landwirte.

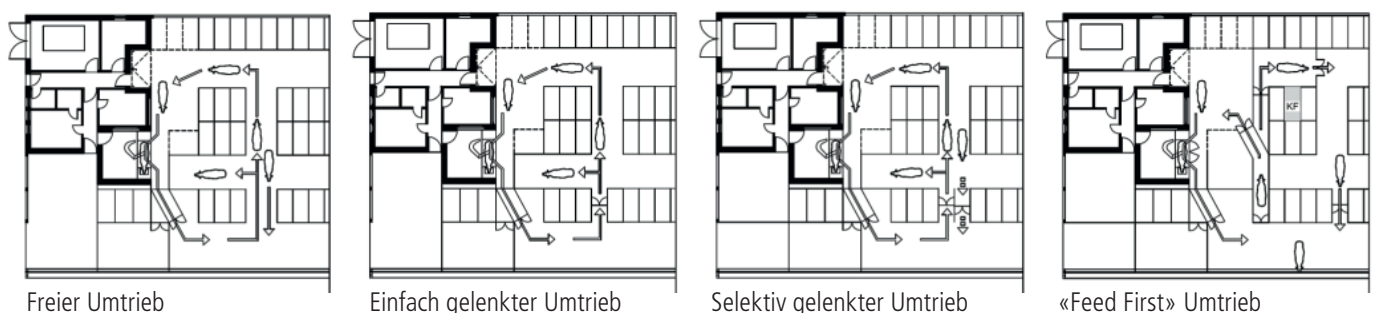


Abb. 2. Grundlegende Tierumtriebsformen beim automatischen Melken

## Sensorik

Das viertelbezogene Melken ist einer der besonderen Vorteile des automatischen Melkens. So werden die Melkbecher entsprechend des Milchflusses abgenommen bzw. deren Vakuum abgeschaltet und so das Blindmelken fast vollständig vermieden. Mit der viertelspezifischen Pulsation wurde eine weitere Entwicklung vorgestellt. Der Einsatz von Sensoren auf Viertelebene wird vor allem dadurch erleichtert, dass beim automatischen Melken ein Melkzeug für eine Gruppe von zirka 60 Tieren ausreicht.

Die Sensorik bei automatischen Melksystemen umfasst bei allen Systemen die Bestimmung der Leitfähigkeit auf Viertelebene und der Milchmenge. Darüber hinaus kommen teilweise Systeme zur Farberkennung zum Einsatz, welche geeignet sind, bluthaltige Milch zu erkennen oder auch Mastitiden abzuschätzen (Espada & Vijverberg 2002 [5], Wiedemann & Wendl 2004 [25]).

Nach der Vorstellung eines Online-Sensors zur Abschätzung des somatischen Zellgehalts nach dem Prinzip des Schalmtests (Sensortec/Lely; Whyte *et al.*, 2004 [24]) wurde Anfang 2007 von der Firma DeLaval ein Gerät zur exakten Online-Messung des Zellgehalts (Gesamtgemelk) präsentiert. Beide Entwicklungen zeigen, mit welchem Nachdruck die Firmen die Weiterentwicklung der automatischen Melksysteme verfolgen, aber auch welches Potenzial hier noch verborgen liegt.

## Weidegang

Verschiedene Untersuchungen (Mathijs, 2004 [17], Spöndly *et al.*, 2004 [22]; Greenall *et al.*, 2004 [7]; Woolford *et al.*, 2004 [26]) haben gezeigt, dass Weidegang auch mit einem AMS prinzipiell möglich ist. Von den meisten befragten Landwirten wurde jedoch die Dauer des Weidegangs verkürzt, um die Kapazität des AMS nicht zu stark einzuschränken. In jedem Fall ist bei geplantem Weidegang eine besonders sorgfältige Planung des Tierumtriebs, der Fütterung und der Tagesroutine notwendig.

## Stallkonzept und Planungstipps

Generell sollte beim Stallkonzept (Abb. 3) darauf geachtet werden, dass eine Option zur Erweiterung besteht, klare Achsen gegeben sind (z. B. für Schieberentmistung oder Erschliessung) und sich das Konzept auch im Detail bautechnisch einfach umsetzen lässt. Den Tieren ist genug Platz zur Verfügung zu stellen, damit sie die Melkbox, aber auch den Fressbereich ungehindert aufsuchen können. Zu schmale Laufgänge (< 2,5 m) oder ein beengter Fressbereich (< 3,5 m) führen zu einem schlechteren Besuch der Melkbox und damit zu einer geringeren Kapazität der Anlage.

In Bezug auf den **Tierumtrieb** sollte darauf geachtet werden, dass verschiedene Umtriebsformen realisierbar bleiben. In der Planungsphase wird der Arbeitsaufwand für das Nachtreiben der Tiere häufig unterschätzt, so dass die Wahl aus Kostengründen auf dreireihige Ställe mit freiem Umtrieb fällt. Diese Lösung hat jedoch den Nachteil, dass andere Umtriebsformen nur mit erheblichen Einschränkungen umgesetzt werden können.

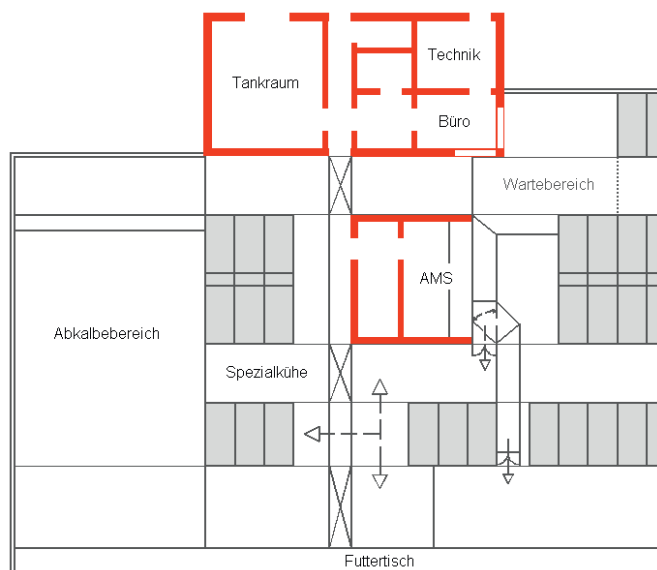


Abb. 3. Stallgrundriss für vierreihigen Liegeboxenlaufstall mit AMS, Bereich für «Spezialkühe» und Abkalbebereich (geändert nach ALB-Arbeitsblatt 02.14.04)

kungen umgesetzt werden können. Eine Flexibilität ist nur gegeben, wenn der Fress- vom Liegebereich abgetrennt werden kann. Dies ist zum Beispiel bei 2- und 4-reihigen Ställen möglich.

Ein ausreichend dimensionierter **Wartebereich** ist einzuplanen. Für eine Einboxenanlage sollte die Fläche mindestens 15 bis 20 m<sup>2</sup> betragen bzw. Platz für 5 bis 7 Tiere bieten, analog gilt dies für Mehrboxenanlagen. Keine Seite sollte schmaler als drei Meter sein. Generell sollte der Wartebereich mit Tränken ausgestattet werden und zeitweilig absperrbar sein, damit herangetriebene Tiere ihn nicht wieder verlassen können. Eine Abtrennung mit Einwegtoren ermöglicht weiteren Tieren den Zutritt. Erfahrungen in der Praxis haben aber gezeigt, dass das gewünschte Tier unter Umständen erst später gemolken wird, wenn ranghohe Tiere nachkommen. Darüber hinaus kann diese Lösung dazu führen, dass rangniedere Tiere den Wartebereich ungern aufsuchen, da sie hier ranghohen Tieren nicht mehr aus dem Weg gehen können.

Das **Büro** sollte so angeordnet und gestaltet sein, dass der Stall oder/und der Wartebereich einsehbar sind. Ein Einsehen der Melkbox ist hingegen weniger wichtig. Das Büro sollte nach Möglichkeit mit Aussenluft belüftet werden können und daher nicht direkt vom Stall aus zugänglich sein.

Ein **separater Technikraum**, in dem auch das Kühlaggregat untergebracht werden kann, ist sinnvoll. Auf eine ausreichende Frischluftzufuhr ist zu achten. Der Technikraum sollte in der Nähe der Melkbox angeordnet werden. Als **Standort für die Melkbox** im kleineren Betrieb sollten die Stirnseiten des Stalls vorgesehen werden. Sind mehrere Einzelboxen oder eine Mehrboxenanlage geplant, empfiehlt sich die Mitte des Stalls als Einbauort, da so die Wege für die Tiere kurz gehalten werden. Zusätzlich eröffnet

sich so die Möglichkeit, die Herde in Futtergruppen zu unterteilen.

Es sollten Vorkehrungen getroffen werden, um die **Melkbox** im Winter frostfrei zu halten. Eine über die Melkbox herausragende Decke erleichtert das Verschliessen im Winter sowie das Anbringen von Streifenvorhängen. Im Sommer sind ausreichende Möglichkeiten zur Belüftung vorzusehen. Höhere Luftbewegungen helfen hierbei Probleme mit Fliegen zu reduzieren. Es ist jedoch darauf zu achten, dass keine Zugerscheinungen auftreten.

Eine **Melkgrube** vor dem AMS ist nicht notwendig, kann aber die Arbeit erleichtern. Gleichzeitig verursacht sie jedoch auch höhere Kosten und einen höheren Reinigungsaufwand. Einen guten Kompromiss kann eine Absenkung des Bereichs hinter der Melkbox um zirka 30 cm darstellen. Dies führt bereits zu einer erheblichen Verbesserung des Zugangs zum Euter, behindert die Zugänglichkeit zur Maschine nur minimal und ist kostengünstig umzusetzen.

**Attraktive Stalleinrichtungen** (z. B. Tränke, Bürste, Kraftfutterautomat) sollten sich nicht im Zugangs- oder Ausgangsbereich der Melkbox befinden, da der Tierverkehr gestört wird. Insbesondere bei rangniederen Tieren besteht die Gefahr, dass sie aus diesen hochfrequentierten Bereichen verdrängt werden bzw. diese ungern aufsuchen.

Im Bereich der **Selektionseinrichtungen** tragen **Nachselektionseinrichtungen** zur Reduzierung des Arbeitszeitbedarfs bei und erleichtern das Management. Die Nachselektionsbucht sollte einen Zugang zu Futter und Wasser ermöglichen und mit Liegeboxen ausgestattet sein. Dies gilt besonders dann, wenn eine Eingrenzung der Zeiträume zur Selektion technisch nicht möglich ist. Sollen für den selektiv gelenkten Umtrieb dezentrale Selektionstore zum Einsatz kommen, so ist darauf zu achten, dass diese in ausreichender Entfernung zur Melkbox angeordnet werden (z. B. in der Mitte des Stalls), um für die Tiere auch wirklich eine «Abkürzung» zum Futter zu schaffen. Leerrohre zu den geplanten Standorten erleichtern die spätere Installation.

## Fazit

Unter Beachtung der aufgeführten Punkte bietet das automatische Melken auch in Regionen mit kleineren Betriebsstrukturen den zukunftsorientierten Betrieben eine Option, der zunehmenden Arbeitsbelastung zu entgehen und gleichzeitig am technischen Fortschritt teilzuhaben. Eine gute Planung, insbesondere auch der Details, hilft die Arbeitszeit weiter zu reduzieren, Kosten zu sparen und ist Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz eines AMS. Nicht unterschätzt werden sollte auch der Einfluss der Leistung der Tiere. Hier lässt häufig im Vorfeld durch züchterische Massnahmen viel verbessern.

## Literatur

- [1] Automatic Milking – A Better Understanding (2004), (Eds.: Meijering, A., H. Hogeveen & CJAM de Koning). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 525 p.
- [2] Precision Livestock Farming (2003), (Ed.: Cox, S.). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 183 p.
- [3] Precision Livestock Farming '05 (2005), (Ed.: Cox, S.). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 358 p.
- [4] Proceedings of the First North American Conference on Robotic Milking, March 20–22, Toronto Canada, Wageningen Pers.
- [5] Espada E & Vijverberg H (2002): Milk colour analysis as a tool for the detection of abnormal milk. In [4], pp. IV-28–IV-38
- [6] Fübbeker, A & Kowalewski H.H. (2005): Praxiserfahrung mit automatischen Melksystemen, KTBL-Schrift 424, Darmstadt, 47 S.
- [7] Greenall R.K., Warren E. & Warren M. (2004): Integrating Automatic Milking Installations (AMIS) into Grazing Systems – Lessons from Australia. In [1], pp. 273–279
- [8] Gustafsson, M. (2005): Working Time Studies in Conventional and Automatic Milking Systems with One or Two AMS Units. In [3], pp. 201–207
- [9] Harms J. (2005): Untersuchungen zum Einsatz verschiedener Varianten des Tierumtriebs bei automatischen Melksystemen (Einboxenanlagen). Dissertation am Lehrstuhl für Landtechnik der Technischen Universität München, ISSN: 0931-6264: 180 S. LfL-Schriftenreihe 2/2005 ([http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe\\_url\\_1\\_24.pdf](http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe_url_1_24.pdf))
- [10] Harms J., Pettersson G. & Wendl G. (2005): Influence of social rank on animal behaviour of cows milked by an automatic milking system: Implementation of automated procedures to estimate the rank and the length of stay in the feeding area. In [3], pp. 179–186
- [11] Hogeveen H., Heemskerk K. & Mathijs E. (2004): Motivations of Dutch Farmers to invest in an Automatic Milking system or a Conventional Milking Parlour. In [1], pp. 56–61
- [12] Köhler, S. (2002): Nutzung von Prozessparametern automatischer Melksysteme für die Verwendung von Eutererkrankungen unter Verwendung der Fuzzy Logic. PhD-Thesis, Humboldt-University Berlin. 129 p.
- [13] Koning, Kees de (2004): Automatic Milking, lessons from Europe. In: 2004 ASAE Annual Meeting, Paper number 044188
- [14] Krieter J., Firk R., Stamer E. & Junge W. (2003): Improving oestrus detection in dairy cows by combination of different traits using fuzzy logic. In [2], pp. 99–104
- [15] Livshin N., Grinshpun J., Rosenfeld L., Shvartzman I., Antler A., Zion B., Stojanovski G., Bunevski G. & Maltz E. (2005): Lying behaviour of dairy cows under different housing systems and physiological conditions. In [3], pp. 305–311

- [16] Maassen-Francke B, Wiethoff M, Suhr O, Clemens C & Knoll A (2004): A method to detect flakes and clots in milk in automatic milking systems. In [1], p. 251
- [17] Mathijs, E. (2004): Socio-Economic Aspects of Automatic Milking. In [1], pp. 46-55
- [18] Mol R.M. de & Woldt W.E. (2001): Application of Fuzzy Logic in Automated Cow Status Monitoring. J. Dairy Sci. 84, pp. 400-410
- [19] Olofsson, J. (2000): Feed Availability and its Effects on Intake, Production and Behaviour in Dairy Cows. PhD Thesis, Swedish University of Agricultural Science, Uppsala, Sweden.
- [20] Ordolff D. (2003): Evaluation of udder cleanliness by spectroscopy. In [2], pp. 119-123
- [21] Rodenburg, J. and Wheeler B. (2002): Strategies for Incorporating Robotic Milking into North American Herd Management. In: [4], pp. III-18 – III-32
- [22] Spörndly, Eva, C. Krohn, H.J. van Dooren & Wiktorsson H. (2004): Automatic Milking and Grazing. In [1], pp. 263-272
- [23] Vorst Y. van der & de Koning C.J.A.M. (2002): Automatic Milking and Milk Quality in Three European Countries. In [4], pp. V-1 – V-12
- [24] Whyte DS, Orchard RG, Cross P, Frietsch T, Claycomb RW & Mein GA (2004): An on-line somatic cell count sensor. In [1], pp. 235–240
- [25] Wiedemann M & Wendl G (2004): The use of spectral photometry for detection of mastitis milk. In [1], pp. 228-234
- [26] Woolford, M.W., R.W. Claycomb, J. Jago, K. Davis, I. Ohnstad, R. Wieliczko, P.J.A. Copeman & K. Bright (2004): Automatic Dairy Farming in New Zealand using Extensive Grazing Systems. In [1], pp. 280-285

# Hydrostatische Fahrtriebe in der Landtechnik

Christian Koblet, Dipl. Masch. Ing. ETH, Aebi-Schmidt, CH-3400 Burgdorf

E-Mail: Christian.Koblet@aebi-schmidt.com

## Zusammenfassung

Der hydrostatische Fahrtrieb bewährt sich seit Jahren in landwirtschaftlichen und kommunalen Fahrzeugen. Durch die Innovationen auf dem Gebiete der Elektronik, kann die Effizienz und Sicherheit dieser Fahrtriebe noch deutlich verbessert werden. Durch ein Management des gesamten Antriebstranges, Fahren, Bremsen und Treiben von Anbaugeräten kann die Bedienerin oder der Bediener entlastet und die Produktivität der Maschine gesteigert werden.

Der hydrostatische Fahrtrieb wird neben weiteren innovativen Antriebssystemen auch in Zukunft für die Landtechnik von grosser Bedeutung sein.

## Summary

### Hydrostatic drive systems in agricultural engineering

For years hydrostatic drive has been tried and tested in agricultural and local authority vehicles. Innovations in the electronics field mean that the efficiency and safety of these drives can still be significantly improved. Strain on the operator can be reduced and the machine's productivity boosted using complete drive train management, driving, braking and the powering of mounted implements.

In future hydrostatic drive will play an important part in agricultural engineering, along with other innovative drive systems.

## Résumé

### Entraînements hydrostatiques dans la technique agricole

L'entraînement hydrostatique a fait ses preuves depuis des années sur les véhicules de voirie et les véhicules agricoles. Les innovations dans le domaine de l'électronique

permettent d'améliorer considérablement l'efficacité et la sécurité de ces entraînements. La gestion de l'ensemble de l'entraînement, de la conduite, du freinage et de la traction des outils portés décharge l'opérateur, ce qui augmente la productivité de la machine.

Parallèlement à d'autres innovations dans les systèmes d'entraînement, l'entraînement hydrostatique continuera à être essentiel à l'avenir pour la technique agricole.

## Einleitung

Vor bereits zwölf Jahren habe ich hier einen Vortrag über den hydrostatischen Fahrtrieb im Terratrac, sprich Hanggeräteträger, gehalten. Die Vorteile dieses Fahrtriebes für den Hanggeräteträger haben sich klar durchgesetzt. Die Firma Aebi liefert heute den weitaus grössten Teil der Terratracs mit hydrostatischen Fahrtrieben aus.

Stufenlose hydrostatische Fahrtriebe haben sich in den letzten Jahren auch bei einer Vielzahl von mobilen Arbeitsmaschinen durchgesetzt. Die wichtigsten Gründe für den Einsatz der Hydrostatik sind:

- Sehr gute Leistungsdichte der Hydraulik (es wird mit Drücken bis 500 bar gefahren)
- Kraftübertragung im 4-Quadranten-Betrieb, d. h. Vorwärts- und Rückwärtsfahrt mit Beschleunigen bzw. Bremsen ohne Zugkraftunterbruch
- Einfache Regelung
- Konstruktive Freiheit in der Anordnung der Komponenten des Antriebstranges

## Aspekte der Anwendung

Bei der Anwendung des hydrostatischen Fahrtriebs müssen zwei wichtige Hauptfunktionen unterschieden werden:

- Zug- oder Schubkräfte erzeugen
- Fahrzeug bewegen



Abb. 1. Einsatz Terratrac (Quelle: Aebi)

### Übersicht der mobilen Arbeitsmaschinen mit hydrostatischem Fahrtrieb

|                          |                                                                             |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Zug- Schubkraft erzeugen | Fahrzeug bewegen                                                            |
| Standardtraktor          | Erntemaschinen / Mähdrescher / Feldhäcksler / Mähgeräte / Rübenernter ..... |
|                          | Geräteträger                                                                |
| Kleintraktor             | Stapler / Hoflader / Telehandler                                            |
| Erdbewegungsmaschinen    | Kommunalfahrzeuge                                                           |
| Pistenraupen             | Bodenreiniger                                                               |
| Flugzeugschlepper        | Strassenwalzen                                                              |

Werden nun die landwirtschaftlich eingesetzten Fahrzeuge betrachtet, ergibt sich folgende Einschätzung:

#### Standardtraktor

Direkte hydrostatische Fahrtriebe sind für reine Zugarbeiten ohne besondere Anforderungen nach wie vor zu verlustreich, da sich die Wirkungsgrade der Hydraulikpumpen und Motoren in den letzten Jahren nur geringfügig verbessert haben. Erfolgreich sind bei den Standardtraktoren mit Leistungen über 100 kW hydrostatisch-leistungsverzweigte Konzepte.

#### Erntemaschinen, Geräteträger, Hoflader

Bei diesen Fahrzeugen wird der hydrostatische Fahrtrieb sehr erfolgreich eingesetzt. Diese Anwendungen verlangen vom Fahrtrieb eine sehr grosse Anpassungsfähigkeit, da Vorschubgeschwindigkeit und Vorschubkraft sehr stark variieren können. Dabei ist zu beachten, dass die Drehzahl des Dieselmotors wegen der An- oder Aufbaugeräte ( Mähwerke, Dreschwerke) konstant bleiben muss.

Dank der Möglichkeit, ohne Unterbrechung der Zugkraft auch bei hoher Drehzahl des Dieselmotors zu reversieren und die Geschwindigkeit frei wählen zu können, ergeben sich folgende Hauptvorteile:

- grosse Sicherheit
- komfortable Bedienung
- gute Bodenschonung
- sehr gute Produktivität
- Begrenzung des max. Abtriebsmomentes
- hohes Automatisierungspotential

Diese Eigenschaften des hydrostatischen Fahrtriebs sind für den erfolgreichen Einsatz in landwirtschaftlichen Fahrzeugen für die entsprechende Anwendung zu bewerten und entsprechend zu optimieren.

### Komponenten des hydrostatischen Fahrtriebs

Die Hauptbauteile des hydrostatischen Fahrtriebs sind die Verstellpumpe (meist mit der Kurbelwelle verbunden) für die Vorwärts- und Rückwärtsregelung und der Verstellmotor für die Vergrößerung des Regelbereichs.

Bei Anwendungen mit hohen Zugkräften und gleichzeitig grossen Fahrgeschwindigkeiten kommt vielfach zusätzlich ein nachgeschaltetes Getriebe zum Einsatz. Die Regelung

von Verstellpumpe und Verstellmotor waren bisher mechanisch oder hydraulisch gelöst. Mit der hydraulischen Ansteuerung sind verschiedene Ansteuerungskonzepte des Fahrtriebs möglich, so kann die Bedienerin respektive der Bediener beispielsweise drehzahlabhängig fahren. Die Fahrgeschwindigkeit wird über die Drehzahl des Dieselmotors bestimmt, das Verhalten des Fahrzeugs ist vergleichbar mit einem PKW mit Automatikgetriebe.

Wie das Systemschema zeigt, ist es auch möglich, die Verstellpumpe und den Verstellmotor über ein elektronisches Steuergerät zu bedienen. Damit ergibt sich ein deutlich grösseres Automatisierungspotential als mit der mechanischen oder hydraulischen Ansteuerung.

### Potential des hydrostatischen Fahrtriebs

Dem hydrostatischen Fahrtrieb haftet das Image eines schlechten Wirkungsgrads an. Es ist aber wichtig festzustellen, dass es sich nicht um einen konstanten Wirkungsgrad handelt, sondern dass dieser sehr stark von der Drehzahl von Pumpe und Motor sowie vom Systemdruck und den Verstellwinkeln der Einheiten abhängig ist. Durch die elektronische Ansteuerung des hydrostatischen Fahrtriebs wird es möglich, den Antrieb in einem Bereich mit optimalem Wirkungsgrad zu betreiben. Dadurch kann der Kraftstoffverbrauch deutlich gesenkt werden. Ein Beispiel ist das nachgeschaltete Getriebe, das ohne Einsatz der Elektronik nur im Stillstand zu schalten ist (siehe dazu Abb. 2, Systemschema).

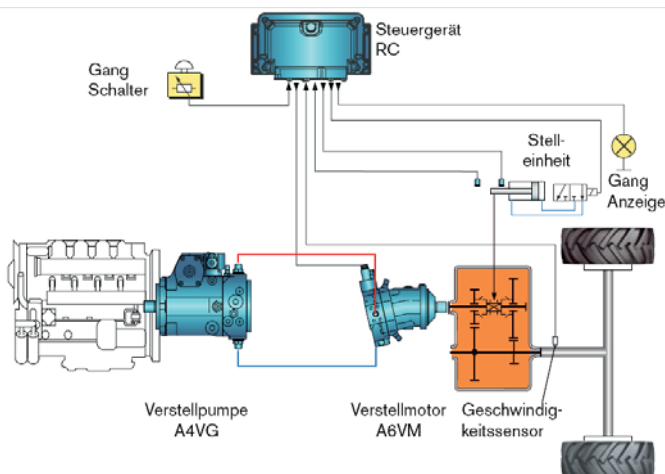


Abb. 2. Systemschema (Quelle: Bosch Rexroth)

In Abbildung 3 ist das Fahrdiagramm (Zugkraft und Geschwindigkeit) eines Fahrtriebs mit nachgeschaltetem Getriebe dargestellt. Die schraffierte Fläche zeigt den Geschwindigkeitsbereich, der mit beiden mechanischen Stufen des Getriebes erreicht werden kann. Das heisst, in diesem Bereich ist auch ein Schaltvorgang während der Fahrt möglich. Damit lässt sich der gesamte Bereich des Fahrdiagramms stufenlos durchfahren. Dies erlaubt ein Anfahren mit maximaler Zugkraft bis zur möglichen Endgeschwindigkeit.

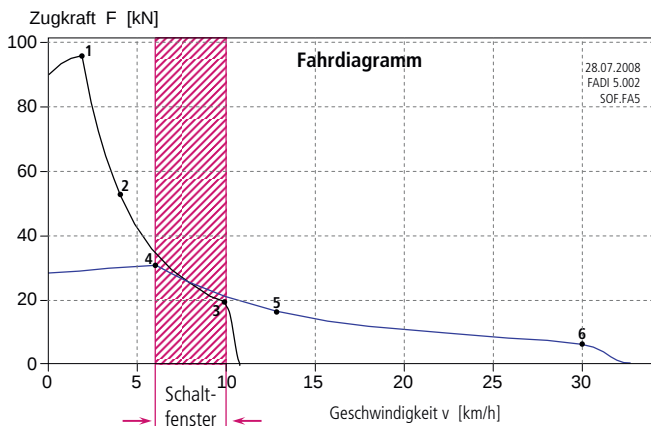


Abb. 3. Fahrdiagramm mit Schaltfenster (Quelle: Bosch Rexroth)

Wird der gesamte Antriebsstrang vom Dieselmotor bis zum angetriebenen Rad, bzw. vom Dieselmotor bis zum angetriebenen Arbeitsgerät betrachtet, ergeben sich weitere Möglichkeiten der Optimierung. Die hydrostatischen Stellkomponenten wie Verstellpumpe und Verstellmotor werden abhängig von der momentanen gegenseitigen Belastung im bestmöglichen Wirkungsgrad-Kennfeld betrieben. Gleichzeitig wird auch der Dieselmotor mit seinem spezifischen Kraftstoff-Kennfeld in diese Steuerung

einbezogen. Die Steuerung sucht den bestmöglichen Betriebspunkt im Gesamtkennfeld:

Bei der Schnittstelle zum Bediener sind ebenfalls Optimierungen möglich, zum Beispiel verschiedene Fahrprogramme entsprechend dem Anbaugerät (Mähwerk, Schneefräse, Häcksler) oder für die Strassenfahrt. Bei geeigneter Auslegung des Fahrdiagramms, besteht die Möglichkeit, die Endgeschwindigkeit der Maschine auch mit deutlich reduzierter Drehzahl des Dieselmotors zu erreichen und eine Kraftstoffeinsparung zu erzielen. Zudem kann das Fahrgeräusch deutlich gesenkt werden.

Die Möglichkeiten der hydrostatischen Bremsung können erweitert werden. Der hydrostatische Fahrtrieb kann durch Änderung der hydraulischen Übersetzung das maximal mögliche Stützmoment des Dieselmotors ausnützen, danach schwenkt der Verstellmotor wieder aus, das heisst, das Motorvolumen wird erhöht und ein Teil des Ölstromes fliesst vom Motor über die Druckbegrenzungsventile. Es wird also über die maximale Stützleistung des Dieselmotors hinausgehende Bremsenergie über die Druckbegrenzungsventile in Wärme umgewandelt (bei uns als hydraulische Staubremse bezeichnet).

## Ausblick

Der hydrostatische Fahrtrieb wird dank der Elektronik, das heisst, dank eines Managements des ganzen Antriebsstrangs, Fahren, Bremsen und Treiben der Anbaugeräte hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs und der Produktivität grosse Fortschritte machen und sich in landtechnischen Anwendungen behaupten können. Je nach Hauptfunktion, wie bereits beschrieben, werden sich zusätzlich zum hydrostatischen Fahrtrieb auch hydraulisch-leitungsverzweigte Antriebe weiterverbreiten.

Einige Propheten sprechen schon heute von der elektrischen Revolution in der Antriebstechnik. In der Landtech-

Systemoptimierung durch Steuerung des Diesels und der Hydrostatik

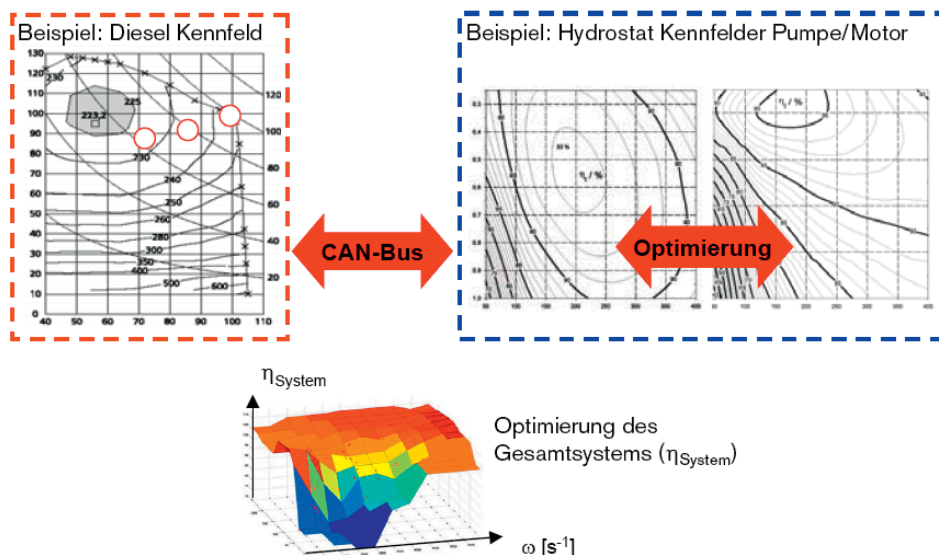


Abb. 4. Diesel-Hydraulik-Steuerung (Quelle: Bosch Rexroth)

nik gibt es sicher auch für elektrische Antriebe geeignete Anwendungen. Wir stehen aber erst am Anfang der Entwicklung entsprechender Komponenten und aus physikalischen Gründen wird das Gewicht-Leistungs-Verhältnis der Elektrik nie das Niveau der Hydraulik erreichen können. Die Antriebstechnik landwirtschaftlicher Fahrzeuge wird in Zukunft noch vielfältiger und interessanter werden. Dabei werden die hydrostatischen Fahrtriebe weiterhin eine zentrale Bedeutung haben.

# Fendt-Reifendruckregelung – Ein in das Schlepperkonzept integriertes System

Edward Snieder, AGCO GmbH, D-87616 Marktoberdorf

E-Mail: edward.snieder@fendt.de

## Zusammenfassung

Fendt präsentierte 2009 die erste am Markt verfügbare, vollständig ins Fahrzeugkonzept integrierte Reifendruckregelanlage ab Werk. Diese Innovation wurde im Rahmen der Agritechnica 2009 mit einer Silbermedaille ausgezeichnet.

Die Vorteile eines optimalen Luftdrucks in den Schlepperreifen sind allgemein bekannt: Bei Ackerarbeiten kann durch einen geringeren Bodendruck und die damit einhergehende geringere Verdichtung der Oberfläche der Boden geschont werden. Zudem führt die Schlupfdeuzierung im Feld zu einem geringeren Kraftstoffverbrauch. Gleichzeitig kann bei gleichem Fahrzeuggewicht und angepasstem Reifenluftdruck die Zugleistung des Schleppers erhöht werden.

Bei Transportarbeiten wird durch einen erhöhten Luftdruck in den Reifen der Rollwiderstand minimiert und ein stabileres Strassenfahrverhalten erreicht. Ausserdem werden Arbeitskosten durch einen angepassten Reifendruck gesenkt, da sowohl der Reifenverschleiss als auch die Kraftstoffkosten minimiert werden können.

## Summary

### Fendt tyre pressure regulation – a system integrated in the tractor concept

In 2009 Fendt presented the first factory-installed tyre pressure regulation system on the market to be fully integrated in the vehicle concept. This innovation was awarded a silver medal at Agritechnica 2009.

The benefits of optimum air pressure in tractor tyres are well known: in arable work damage to the soil can be minimised by reduced ground pressure and the concomitant reduction in surface compaction. Reducing wheel slip in the field also results in lower fuel consumption. At the same time a tractor's towing capacity for the same vehicle weight can be increased by adjusting the tyre pressure.

For transportation work rolling resistance is minimised and more stable road handling achieved by increasing the air pressure in the tyres. Adjusting tyre pressure cuts operating expenses, moreover, as both tyre wear and fuel costs can be minimised.

## Résumé

### Réglage de la pression des pneus Fendt – Un système intégré au concept de tracteurs

En 2009, Fendt a mis sur le marché le premier dispositif de réglage de la pression des pneus, entièrement intégré au

concept du véhicule, disponible en série. Cette innovation a été récompensée par une médaille d'argent à Agritechnica 2009.

Les avantages d'une pression de gonflage optimale pour le tracteur sont bien connus: dans les travaux des champs, une faible pression au sol et par conséquent, un compactage réduit de la surface permettent de ménager le sol. De plus, la réduction du patinage sur la parcelle permet de minimiser la consommation de carburant. Enfin, avec un véhicule de poids identique et une pression de gonflage adaptée, il est possible d'accroître la puissance de traction du tracteur.

Pour les transports, une pression de gonflage supérieure minimise la résistance de roulement et permet d'obtenir une conduite plus stable sur route. Enfin, une pression de gonflage adaptée permet de faire baisser les coûts du travail, car l'usure des pneus, tout comme le coût du carburant peuvent être réduits.

## Wofür steht die in das Schlepperkonzept integrierte Reifendruckregelanlage von Fendt?

### 1. Immer der optimale Reifendruck

Die Vorteile eines optimalen Reifendrucks sind unumstritten. Durch das Absenken des Reifendrucks im Feld vergrössert sich die Aufstandsfläche, wodurch die Zugkraft erhöht sowie der Radschlupf und der Rollwiderstand reduziert werden. Dies spart laut neutralen Untersuchungen bis zu zehn Prozent Kraftstoff. Zudem werden schädliche Bodenverdichtungen reduziert und damit Ertragsverluste vermindert. Gewisse Vorteile ergeben sich auch bei der Schonung der Grasnarbe.

Bei Strassenfahrten sichert ein höherer Luftdruck stabileres Fahrverhalten und senkt zudem den Rollwiderstand, womit auch hier Verluste minimiert und der Kraftstoffverbrauch sowie die Reifenabnutzung reduziert werden. Dies ist besonders wichtig, da in der jüngsten Vergangenheit die Fahrgeschwindigkeiten von Ackerschleppern auf mehr als 60 km/h gestiegen sind.

Bei Ackerschleppern ist es nun mal gang und gäbe, dass sie sowohl für Zugarbeiten im Acker als auch für Transportaufgaben auf der Strasse eingesetzt werden. Für beide Einsatzspektren sollten jeweils unterschiedliche Luftdrücke in den Reifen eingestellt werden, um die obengenannten Vorteile eines optimalen Luftdrucks realisieren zu können. Dies führt bei ständig wechselnden Arbeiten zu einem stetig anzupassenden Luftdruck. In der Praxis war dieses Ziel durch fehlende Technik nicht umzusetzen. Vielmehr

wird bei Ackerschleppern immer ein Luftdruck eingestellt, der für beide Arbeiten (Feld und Strasse) als Kompromiss geeignet ist.

Was es gibt, sind Nachrüstlösungen zur Reifendruckregelung. Diese sind jedoch teuer in der Anschaffung, haben eine begrenzte Lebensdauer. In der Praxis gab es bis dato keinen Schlepperhersteller, der ein in das Schlepperkonzept und damit auch in die Schlepperbedienung integriertes System zur Reifendruckregelung anbieten konnte. Fendt betritt mit seinem System absolutes Neuland. Den Aufbau und die Integration ins Schlepperkonzept zeigt Abbildung 1.

## 2. Kein Kompromiss zwischen Feld und Strasse

Die Reifendruckregelanlage, die im Hause Fendt entwickelt wurde, ermöglicht eine Druckregelung auch während der Fahrt. Diese erfolgt über die innenliegende, ringförmige PTG-Drehdurchführung (PTG Reifendruckregelsysteme GmbH, D-Neuss) integriert in die Vorder- und Hinterachse (siehe Abb. 2). Sie ist auf die Lebensdauer des Traktors ausgelegt, da langlebige Dichtungen verwendet werden, die nur bei Befüllen und Entleeren des Reifens beansprucht werden. Dies resultiert aus der Funktion der Drehdurchführung, denn es gibt drei unterschiedliche Drücke in diesem System. Der erste Druck legt die Dichtungen an, um das System zu schliessen (Anlegedruck). Der zweite Druck öffnet das Ventil (Steuerdruck). Der dritte Druck verändert schliesslich den Reifendruck (Fülldruck).

Die Luftbeschaffung wird über einen modifizierten Fahrzeugkompressor sowie eine fahrzeugeigene Ventiltechnik realisiert. In weniger als sieben Minuten kann der Reifendruck um ein Bar erhöht werden. Die Reduzierung des

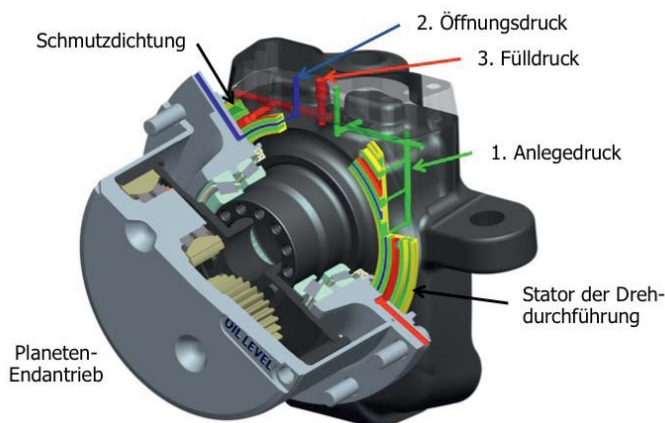


Abb. 2. PTG-Drehdurchführung

Drucks um ein Bar dauert nur zwei Minuten. Somit werden deutlich kürzere Wechselzeiten erzielt als bei Nachrüstsystemen, die den Fahrzeugkompressor nutzen.

## 3. Einfache und sichere Bedienung

Die Bedienung der Reifendruck-Regelanlage ist in das Gesamtkonzept des Fahrzeugs integriert. Über das Fendt-Vario-Terminal können der Reifendruck des Traktors und eines Anhängers über ISOBUS geregelt werden. Dabei kann der Luftdruck für Vorder- und Hinterachse des Schleppers jeweils für den Feldeinsatz und die Strassenfahrt eingestellt werden (siehe Abb. 3). Das Umschalten erfolgt mit einem Tastendruck. Um den vollen Nutzen zu haben, muss der Anhänger eine Reifendruckregelanlage mit eigener Ventiltechnik besitzen. Die Ansteuerung und Bedienung des Anhängers erfolgt bequem über das ISOBUS System. Der Schlepper kann die Luftversorgung des Anhängers übernehmen.

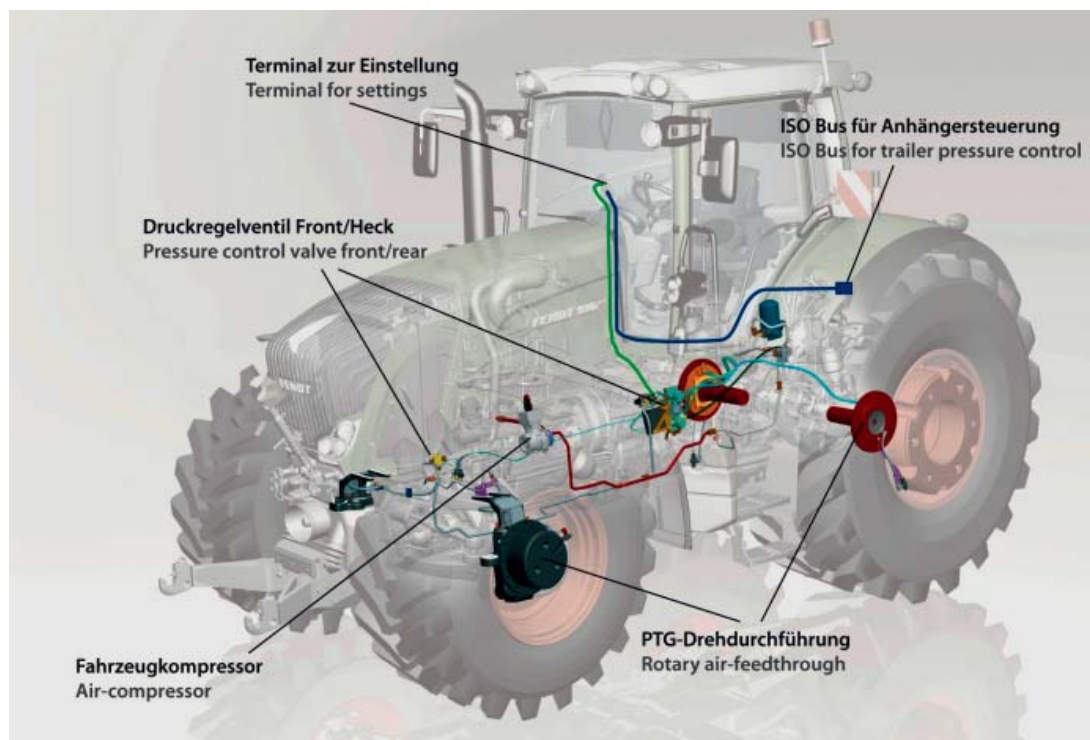


Abb. 1. Integration in das Schlepperkonzept



Abb. 3. Bedienung über das Schlepperterminal

Bei abweichendem Ist-Druck vom Soll-Druck wird automatisch nachgeregelt. Ein Assistenzsystem weist die Fahrerin oder den Fahrer – abhängig von verschiedenen Parametern – auf zu niedrigen oder zu hohen Reifendruck hin. Diese Parameter können vorhandene Grössen im Schlepper wie Radschlupf, Fahrgeschwindigkeit, Zugkraft und Dynamikverhalten sein. Als Folge werden Empfehlungen über ein Popup-Fenster zur Korrektur des Luftdrucks gegeben (siehe Abb. 4). Damit wird ein falscher Luftdruck im Feld und auf der Strasse sicher vermieden. Der Schlepper fährt immer mit einem optimalen Luftdruck. Aus Sicherheitsgründen wird es keine vollautomatische Anpassung des Luftdrucks geben. Die für die Fendt-900-Vario-Baureihe ausgelegte Anlage ist ab Werk erhältlich und verfügt über eine volle Herstellergarantie.

Als Fazit können folgende Kernaussagen der Reifendruckregelanlage genannt werden:

- Zugkraftverbesserung im Feld
- Schlupfrezuierung und Kraftstoffersparnis bis zu 20 %
- Weniger Bodenverdichtung durch Bodenschonung und damit höhere Erträge
- Sicheres Fahrverhalten bei Strassenfahrt, geringer Reifenverschleiss
- Vermeidung von Fehlbedienungen durch Popup-Fenster (Fahrerentlastung)
- Erste integrierte Lösung mit voller Garantie ab Werk
- Schnelle Anpassung des Luftdrucks

## Über Fendt

Fendt ist die führende High-Tech-Marke im AGCO-Konzern für Kundinnen und Kunden mit höchsten Ansprüchen. Traktoren und Erntemaschinen von Fendt arbeiten auf den Feldern der Welt einer unternehmerisch ausgerichteten Landwirtschaft und anderen interessanten Aufgabengebieten mit. In vielen Bereichen gilt Fendt als Welt-Innovationsführer der Landtechnik. So profitieren Fendt-Kundinnen und -Kunden schneller von den neuesten Technologien zur Erhöhung der Leistung, Effizienz und Wirtschaftlichkeit auf ihren Betrieben.



Abb. 4. Pop-up Fenster zur Änderung des Luftdrucks



# Agria-Geräte und Schafe – starke Partner in der Landschaftspflege

Thomas Trabold<sup>1</sup>, agria-Werke GmbH, D-74219 Möckmühl  
E-Mail: thomas.trabold@agria.de

## Zusammenfassung

Naturschutz und Landschaftspflege sind ein zunehmend wichtiger Absatzmarkt für alpine Grünlandtechnik. Das «Produktionsziel» der Landschaftspflege ist, neben dem Landschaftsbild, vor allem die geschützten Arten. Mit welchen Verfahren und Geräten können diese Arten gezielt gefördert werden? Die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen und die über 20-jährige Erfahrung des Autors in der kommunalen Flächenpflege im Naturschutz zeigen Lösungen auf, wie mit der richtigen Technik und der Optimierung von Verfahren sich die Effizienz der Pflege nachweislich verbessern lässt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Mähen für viele Pflanzenarten zum Erhalt der Art besser geeignet ist als Mulchen, und dass die Verwendung von Mähbalken anstelle rotierender Mähgeräte ein wesentlicher Beitrag zur Schonung der Fauna ist. Der Autor weist aber auch darauf hin, dass die gesamten Verfahren bewertet werden sollten, und nicht bei nachfolgenden Verfahrensschritten (beispielsweise Schwaden oder Pressen) die bei der Mahd geschonten Arten überproportional beeinträchtigt werden.

## Summary

### Agria equipment and sheep – strong partners in landscape conservation

Nature conservation and landscape management are an increasingly important sales market for alpine grassland technology. Apart from scenery, the «production targets» of landscape conservation are mainly protected species. What methods and equipment can be used specifically to promote these species? The results of various studies and over 20 years of experience gained by the author in communal land management in nature conservation provide answers to how conservation efficiency can be demonstrably improved using the proper technology and method optimisation.

To sum up, it can be established that for many plant species mowing is better suited to species conservation than mulching, and that the use of cutter bars instead of rotating mowers makes a major contribution to fauna conservation. The author points out, however, that procedures should be assessed as a whole, and not in subsequent procedural steps (for example windrowing or baling) which will disproportionately affect species spared during mowing.

## Résumé

### Outils Agria et moutons – Des partenaires solides pour l'entretien du paysage

La protection de la nature et l'entretien du paysage constituent des débouchés de plus en plus importants pour la technique spécifique aux prairies alpines. Hormis l'esthétique, l'objectif de «production» de l'entretien du paysage vise notamment le maintien des espèces protégées. Avec quels procédés et quels outils promouvoir ces dernières de manière ciblée? Les résultats de différentes études et la vingtaine d'années d'expérience de l'auteur dans l'entretien communal des surfaces pour la protection de la nature montrent comment améliorer considérablement l'efficacité de l'entretien en recourant à une technique appropriée et en optimisant les procédés.

En résumé, on constate que pour de nombreuses espèces végétales, la fauche constitue une meilleure solution pour le maintien de l'espèce que le mulching, et que l'emploi de barres de coupe au lieu de faucheuses rotatives apporte une contribution essentielle à la protection de la faune. L'auteur indique cependant qu'il faut évaluer le processus dans son ensemble en considérant également les étapes consécutives (par exemple andainage ou pressage) qui peuvent impacter de façon disproportionnée sur les espèces préalablement ménagées par la fauche.

### Auswirkungen auf Pflanzengesellschaften

- Mähsystem hat keinen signifikanten Einfluss auf Artenvielfalt der Flora
- Schnitzeitpunkt hat Einfluss auf Artenspektrum
- Mulchen führt zu Nährstoffanreicherung (Artenverarmung)

Standortbedingungen ändern sich durch:

- Nährstoffeinträge
- Bodenbedeckung

Folge: Nitrophile Arten nehmen zu, Lichtkeimer werden unterdrückt.

### Direkte Auswirkungen auf Tierarten

- Individuen werden getötet
- Individuen werden verletzt

Folge: Teile der Population stehen nicht mehr zur Reproduktion zur Verfügung, dadurch Abnahme der Populationsstärke, eventuell bis hin zum Erlöschen der Population.

Beispiel: Auswirkungen verschiedener Mähsysteme auf Grasfrösche (Abb. 1).

<sup>1</sup> ab Mai 2010: LIPCO GmbH (Rapid-Vertrieb Deutschland), D-77880 Sasbach

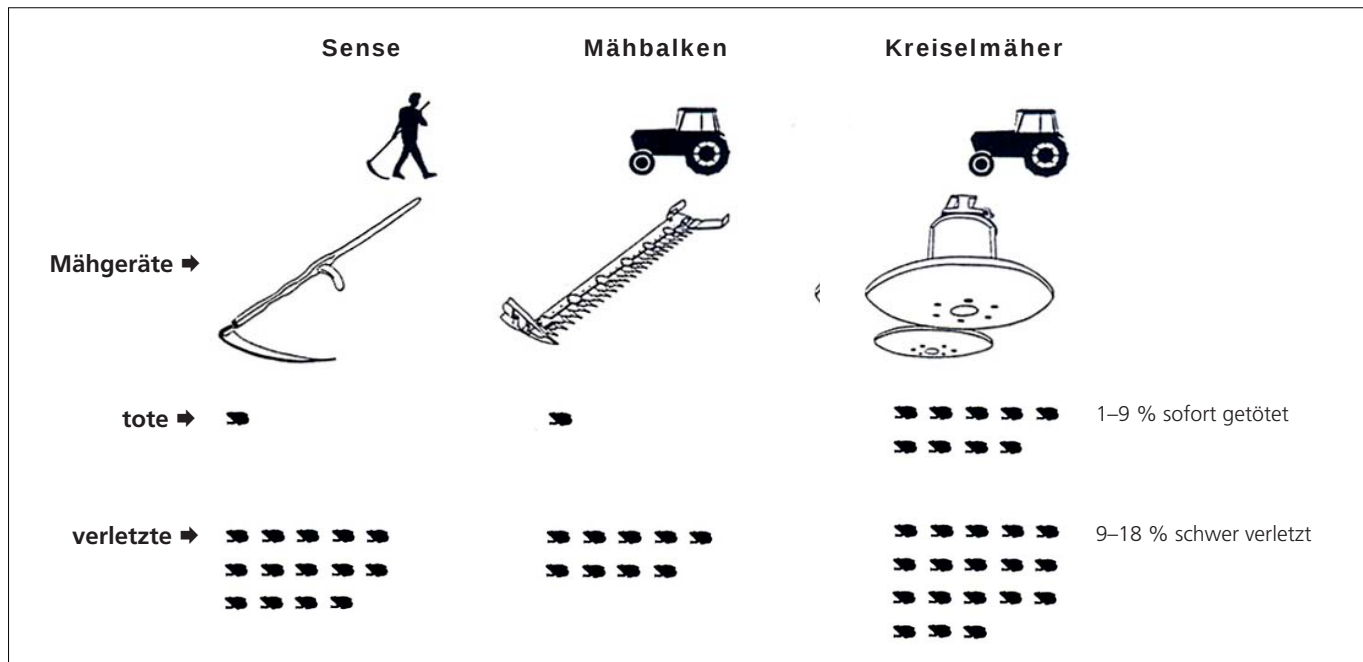


Abb. 1. Anteile geschädigter Individuen nach Mähsystem

Neben den Auswirkungen auf Amphibienarten wurden auch Auswirkungen auf Heuschreckenarten untersucht.

Folgende Ergebnisse wurden erkannt:

- Rotationsmähgeräte töten deutlich mehr Individuen
- Tiefe Schnitthöhen schädigen mehr Individuen
- Höhere Arbeitsgeschwindigkeiten schonen Kleintiere
- Mit steigender Anzahl der Schnitte/Jahr steigt Risiko
- Grössere Arbeitsbreiten erschweren den Tieren die Flucht zur Seite, verringern jedoch die Gefahr des Überfahrenwerdens

#### Was ist noch zu beachten?

- Nicht nur die Mahd, die gesamte Verfahrenskette: Mähen, Zetten, Wenden, Schwaden, (Pressen), Laden, Abfahren und auch das Abschleppen im Frühjahr beeinflussen das Artenspektrum (Abb. 2 und 3)

#### Welche Parameter können das Ergebnis beeinflussen?

- Geräteeinstellung (Schnitthöhe!)
- Flächengrösse (Kleinparzelliert ist besser)
- Flächenform (Streifenform ist besser)
- Tageszeit (Mittags weniger Amphibien)
- Jahreszeit (Wintermahd in Feuchtgebieten)
- Witterung (Bei Trockenheit weniger Amphibien)
- 

#### Forderungen aus der Sicht des Artenschutzes

- Mähen statt Mulchen
- Mähbalken statt Kreiselmäher
- Schnitthöhe 8 cm
- Schwaden von Hand
- Ladewagen statt Ballenpresse
- Heuwerbung statt Silageproduktion



Abb. 2. Portalmähwerk



Abb. 3. Abschleppen einer Naturschutzfläche

**Welche Forschungsergebnisse wurden berücksichtigt?**

- Eigene Daten des HBS (Heidelberger Biotopschutz e. V.)
- Daten der LfU Ba-Wü, (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg)
- Daten der LVVG, (Staatliche Lehr und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft Aulendorf)
- Daten des ILN, (Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz, Singen)
- Zusammenfassung eines Workshops des BfN (Bundesamt für Naturschutz)

**Welche Ergebnisse stehen noch aus?**

- Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Thomas Walter, arbeitet aktuell an einem Projekt
- Weitere Erhebungen des Autors (Heidelberger Biotopschutz e. V.)

Wollte man alle Forderungen auf allen Flächen erfüllen, wäre das unbezahlbar, bzw. man würde niemanden finden, der die gewünschten Leistungen erbringen kann.

Daher sollte akzeptiert werden:

- wenn Rotationsmähwerk, dann Scheibenmäher
- wenn Mulchgerät, dann Sichelmulcher
- wenn Mulchen, dann Schnitthöhe beachten



# Automatisches Messerschleifen am Ladewagen

Thomas Reiter, Alois Pöttinger Maschinenfabrik GmbH, A-4710 Grieskirchen

E-Mail: Thomas.Reiter@poettinger.at

## Zusammenfassung

Die Messerschleifeinrichtung am Pöttinger Ladewagen ermöglicht eine automatische, komfortable Schärfung der Messer direkt am Ladewagen (Abb. 1). Das reduziert den Wartungsaufwand erheblich, bei gleichzeitig dauerhaft optimaler Schnittqualität im Einsatz und geringerem Energieverbrauch beziehungsweise gesteigerter Durchsatzleistung.

Die derzeitigen Lösungen in der Praxis erfordern ein Ausbauen der Messer aus dem Ladewagen, um diese in der Werkstätte schleifen zu können. Die Schleifgeräte sind in der Regel Winkelschleifer, stationäre Messerschleifmaschinen und teilweise Halbautomaten. Der Messerwechsel erfolgt dabei in der Regel nur einmal am Ende eines Arbeitstages. Im intensiven Arbeitseinsatz über 10–20 Stunden pro Tag (z. B. bei Lohnunternehmen, Grossbetrieben), nimmt aber die Schärfe während des Tages unweigerlich ab. Dadurch erhöht sich der Leistungsbedarf im Durchschnitt bis zu 15 %, in steinigten Gebieten bis zu 30 %. Direkt proportional dazu steigt der Dieserverbrauch.

## Summary

### Automatic blade sharpening on self-loading trailers

The blade sharpening device on the Pöttinger self-loading trailer allows for convenient automatic blade sharpening directly on the self-loading trailer. (Fig. 1). This considerably reduces the cost of maintenance, at the same time giving long-lasting optimum operational cutting quality with lower energy consumption and increased throughput.



Abb. 1. Automatische Schleifeinrichtung «autocut» am Ladewagen. Räum- und Schneidwerk sind ausgeschwenkt und die Schleifeinrichtung befindet sich in Arbeitsposition.

Current practice demands that blades be removed from the self-loading trailer for sharpening in the workshop. As a rule sharpening is carried out using angle grinders, stationary knife sharpeners and sometimes semi-automatic lathes. The blades are then generally only changed once, at the end of the working day. When used intensively for 10–20 hours' work a day, however, (e.g. by contractors, on large farms), they inevitably lose their edge as the day goes on. This increases power consumption by an average of up to 15 %, up to 30 % in stony areas. Diesel consumption increases in direct proportion.

## Résumé

### Aiguisage automatique des couteaux sur l'autochargeuse

L'aiguseuse de l'autochargeuse Pöttinger permet d'affûter automatiquement et confortablement les couteaux directement sur l'autochargeuse (fig. 1). Ce dispositif réduit considérablement la maintenance, avec une qualité de coupe optimale et régulière, une consommation d'énergie inférieure et un débit supérieur.

Les équipements que l'on rencontre actuellement dans la pratique nécessitent de démonter les couteaux pour pouvoir les faire aiguiser à l'atelier. Les aiguseuses sont en général des meuleuses angulaires, des machines fixes et parfois semi-automatiques. Le changement de couteaux ne se fait en général qu'une fois à la fin d'une journée de travail. Or, en cas de travail intensif pendant 10-20 heures par jour (p. ex. dans les entreprises de travaux agricoles, dans les grandes exploitations), l'acuité du tranchant diminue irrémédiablement pendant la journée. La puissance nécessaire peut alors augmenter en moyenne de 15 %, dans les terrains pierreux jusqu'à 30 %. La consommation de diesel augmente proportionnellement.

## Einführung

Der Wunsch der Kunden, vor allem Lohnunternehmer und Grossbetriebe, nach einer automatischen Messerschleifeinrichtung am Ladewagen hat mit der Hochleistungstechnik neu an Bedeutung gewonnen. Pöttinger hat mit der Einführung der Jumbo Generation im Jahr 1999 neue Massstäbe in der Ladewagentechnik gesetzt. Seit dieser Zeit war die Vision einer technischen Realisierung mehr oder weniger stark präsent. Auf der Agritechnica 2009 stellte Pöttinger erstmals nun eine vollautomatische Lösung an der neuen Jumbo Generation vor. Die technische Ausführung der automatischen Messerschleifeinrichtung «autocut» wird im folgenden beschrieben.

## Technische Lösung

### a) Antrieb der Schlitten und der Schleifscheibe

- Der Räumer (= bestehender Schmutzentferner am Schneidwerk) ist über Hydraulikzylinder mit Druckfolgesteuerung geregelt.
- Die Schleifvorrichtung ist über einen Hydraulikzylinder ein- und ausschwenkbar.
- Der Querschleiftrieb wirkt über einen Hydraulikmotor mit Zahnrad auf die Zahnstange.
- Der Längsschleiftrieb wirkt über einen Hydraulikmotor mit Zahnrad auf die Zahnstangenkurvenbahn.
- Die Schleifscheibe ist über einen Hydraulikmotor und Zahnriementrieb geregelt.

### b) Automatikbetrieb

1. Schneidwerk ausschwenken
2. «Start Schleifvorgang» über das Bedienpult des Ladewagens am Schlepper:
  - Der Räumer des Schneidwerks wird aus dem Arbeitsbereich der Schleifvorrichtung geschwenkt.
  - Die Schleifvorrichtung wird über Druckfolgesteuerung von der Warteposition in Arbeitsposition geschwenkt.
  - Nach erfolgter Sensorfreigabe der Arbeitsposition beginnt der Schleifvorgang links beim ersten Messer (Abb. 2).
3. Die Vor- und Rückbewegung des Längsschlittens mit zugeschaltetem Anpressdruck erfolgt entlang der Messerschneide.
4. Neue Positionssuche des Querschlittens für das nächste Messer.
5. Punkt 4 und 5 wiederholen sich abwechselnd bis zum letzten Messer auf der rechten Seite.
6. Rückfahrt nach dem letzten Schleifvorgang des letzten Messers zur Arbeitsposition auf der linken Seite.
7. Auswahl: Neuer Schleifvorgang oder Schneidwerk einschwenken.
  - Schneidwerk einschwenken: Schleifvorrichtung schwenkt nach hinten in die Warteposition.
  - Räumer schwenkt ein.
  - Schneidwerk schwenkt ein.

Die Anzahl der Schleifdurchgänge ist frei einstellbar. Das Schleifen erfolgt während einer Pause am Stand. Ein Schleifdurchgang für 45 Messer dauert zirka vier Minuten.

## Kundennutzen

### • Bis zirka 15 % geringerer Leistungsbedarf

Das Einsparpotential liegt für einen Hochleistungs-ladewagen bei rund 5 Liter Diesel pro Stunde, das entspricht ungefähr 5 Euro pro Stunde. Bezogen auf durchschnittlich 300 Einsatzstunden pro Jahr ergibt das einen Nettounutzen von rund 1500 Euro pro Jahr.

### • Reduktion der Schleifkosten und des Wartungsaufwands

Es kann davon ausgegangen werden, dass pro Messer Schleifkosten von zirka einem Euro anfallen. Dies ist ein anerkannter Wert aus der Praxis der Lohnunternehmen.

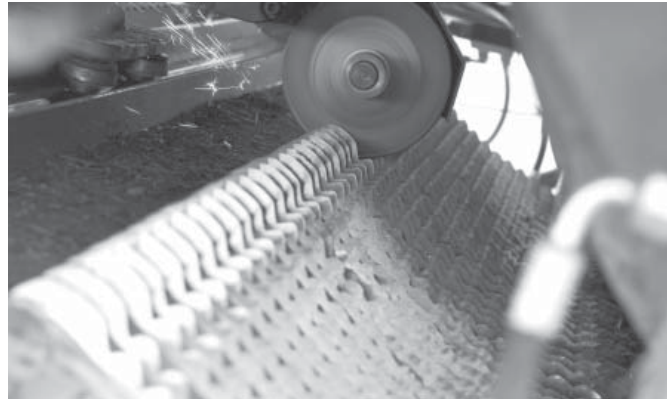


Abb. 2. Automatische Schleifeinrichtung «autocut» in Aktion. Messer für Messer wird vollautomatisch geschliffen. Am Silierwagen Jumbo dauert dieser Vorgang für 45 Messer und einen Durchlauf zirka vier Minuten.

Geht man weiter davon aus, dass einmal pro Tag die Messer herkömmlich geschliffen werden, so fallen pro Tag zirka 50 Euro Kosten an. Geht man wieder von 300 Einsatzstunden im Jahr aus, die in 30 Einsatztagen geleistet werden, ergeben sich Gesamtkosten von 1500 Euro pro Jahr. Durch die automatische Messerschleifeinrichtung «autocut» entfallen diese Kosten zur Gänze.

### • Verbesserte Schnittqualität

Mehrmals täglich geschärfte Messer verbessern die Schnittqualität deutlich. Die Vorteile daraus sind: geringerer Kraftbedarf beim Laden, weniger Dieserverbrauch, bessere Verteilbarkeit am Silo, einfacher verdichtbar, geringerer Kraftbedarf bei der Entnahme vom Silo und einfachere Mischbarkeit im Futtermischwagen.

### • Höhere Verfügbarkeit

Die Steigerung der Auslastung des Ladewagens durch schnellere und bessere Verfügbarkeit bietet ebenfalls hohes Potential, bleibt hier aber ohne Berechnung.

### • Komfortgewinn

Erheblicher Komfortgewinn für die Fahrerin oder den Fahrer, insbesondere bei langen Arbeitstagen.

Insgesamt wird dadurch ein **Nutzen von zirka 3000 Euro pro Jahr** erwirtschaftet. Die verbesserte Schnittqualität, die höhere Verfügbarkeit und der Komfortgewinn wurden hier ohne Berechnung angesetzt. Gerechnet auf eine Einsatzdauer von beispielsweise fünf Jahren bedeutet dies 15 000 Euro geldwerten Vorteil.

# Intelligente Traktor-Ladewagen-Automation

Markus Baldinger, Alois Pöttinger Maschinenfabrik GmbH, D-4710 Grieskirchen

E-Mail: Markus.Baldinger@poettinger.at

## Zusammenfassung

Die Automation des Systems Pöttinger Ladewagen und JD Traktor Implement Automation ermöglicht die Geschwindigkeit im Einsatz, in Abhängigkeit der Schwadmassen und des optimalen Betriebspunktes, selbsttätig zu regulieren. Die permanente Ermittlung des Ist-Zustandes des gesamten Ladeprozesses erfolgt unter anderem über den von Pöttinger neu entwickelten ISOBUS-Ultraschallsensorbalken, die Drehmomentmessung am Laderotor und der Messung des Füllstandes. Die Automation basiert auf den Grundlagen von ISOBUS, ist aber eine gemeinsame Weiterentwicklung von John Deere und Pöttinger und verwendet zusätzlich eine geschützte Kommunikationsstufe. Die hier vorgestellte intelligente Traktor-Ladewagen-Kombination ist die erste am Markt funktionierende Kommunikation und geht im Jahr 2010 in Vorserie.

## Summary

### Intelligent tractor – self-loading trailer automation

Automation of the Pöttinger self-loading trailer and JD tractor implement automation system allows the speed of the combination to be regulated automatically during use, subject to swathe volume and optimum operating point. Continuous determination of the current overall state of the loading process is effected by means of the ISOBUS ultrasound sensor bar newly developed by Pöttinger, the torque measurement on the loading rotor and the fill level measurement, among other things. Automation is based on ISOBUS principles, but is a joint refinement by John Deere and Pöttinger which additionally uses a protected communication layer. The intelligent tractor-self-loading trailer combination presented here is the first on the market with operative communication and goes into pilot production in 2010.

## Résumé

### Dispositif automatique intelligent tracteur-autochargeuse

L'automatisation du chantier composé d'une Autochargeuse Pöttinger et d'un Tracteur JD Implement Automation permet de régler automatiquement la vitesse de l'attelage en fonction de la masse des andains et du point de fonctionnement optimal. L'état du processus global de chargement est calculé en permanence, notamment par le nouveau système de rampes de capteurs à ultrasons ISOBUS développé par Pöttinger, par la mesure du couple sur le rotor convoyeur et par la mesure du niveau de remplissage. Le dispositif automatique est basé sur les principes d'ISOBUS, mais est le fruit d'un développement commun de John Deere et Pöttinger. Il emploie en outre une plateforme de communication protégée. La combinaison intel-

ligente présentée ici entre tracteur et autochargeuse est le premier système de communication de ce type sur le marché. En 2010, il sera installé en avant-série.

## Einführung

Der Strukturwandel in der Landwirtschaft hat zur Folge, dass immer weniger Personal für die Bearbeitung der landwirtschaftlichen Flächen zur Verfügung steht. Diesem allgemeinen Trend versuchen nun Landtechnikfirmen durch Maschinen mit höherer Produktivität entgegenzuwirken.

In den letzten Jahren wurde viel Entwicklungsaufwand investiert, um einerseits Anbaugeräte aber auch Traktoren zu automatisieren beziehungsweise zu optimieren. Eine Optimierung einer Gesamtkombination bestehend aus Traktor und Anbaugerät ist bisher noch nicht durchgeführt worden. Dieses Ziel haben sich die Firmen Pöttinger und John Deere an Hand der Intelligenten Traktor-Ladewagen-Kombination gestellt und realisiert (Abb. 1).



Abb. 1. Intelligente Traktor-Ladewagen-Automation, derzeitiger Stand der Technik

Aus heutiger Sicht sind sowohl Traktorsysteme als auch Anbausysteme in einem hohen Masse automatisiert. Speziell der Traktor besitzt eine Vielzahl an Optimierungskriterien im Hinblick auf Motorregelung, Getriebe-Management, Spritverbrauch oder diverse andere Leistungsparameter.

Aber auch Anbaugeräte verfügen mittlerweile über einige intelligente Automatisierungsschritte, die das Gerät in einen optimalen Arbeitspunkt bringen und dort auch halten. So besitzt zum Beispiel der Ladewagen von Pöttinger eine automatische Ladefunktion, eine entsprechende Entladeautomatik, eine Momentbelastungsmessung sowie eine kontinuierliche Füllstandsanzeige, um nur einige zu nennen.

Bisher gibt es aber noch keine am Markt befindlichen Gerätekombinationen, die ein Gesamtoptimierungskriterium aus Schlepper und Anbaugerät betrachten. Weiter finden auch noch keine Abstimmungen in bidirektionaler Weise zwischen den beiden Geräten statt.

## Produktbeschreibung

### Traktor-Ladewagen-Kommunikation

Die Kommunikation der Traktor-Ladewagen-Automation basiert auf Basis des standardisierten ISOBUS-Protokolls (ISO 11783 (2007)).

Zusätzlich werden zur ISOBUS Class 3 Implementierung proprietäre Nachrichten bidirektional übertragen.

Folgende Kommandos / Aktionen können damit ausgelöst werden:

- Steuerung bzw. Regelung von Traktorfunktionen
  - Eine Geschwindigkeitsregelung ermöglicht die Vorgabe von Geschwindigkeit und Beschleunigung.
  - Eine Zapfwellenschaltung ermöglicht das automatische Abschalten bei Verstopfung.
- Optimierung des Gesamtsystems auf Traktorseite
  - Erhöhung der maximalen Beschleunigung bzw. Verzögerung.
  - Der entsprechende Optimierungsmodus ist vom Ladewagen aus anwählbar.

### Ladewagen

Die automatisierte Traktor-Ladewagen-Kombination besteht aus einem Pöttinger JUMBO Ladewagen, einem John Deere TIA Traktor und einem Pöttinger Schwadscanner.

Das System ermöglicht eine kontinuierliche Optimierung der Vorfahrtsgeschwindigkeit während des Ladeprozesses in Abhängigkeit der Schwadstärke und des optimalen Betriebspunkts beim Laden. Zusätzlich können damit «Schopper» verhindert werden. Eine Darstellung des Systems kann Abbildung 2 entnommen werden.

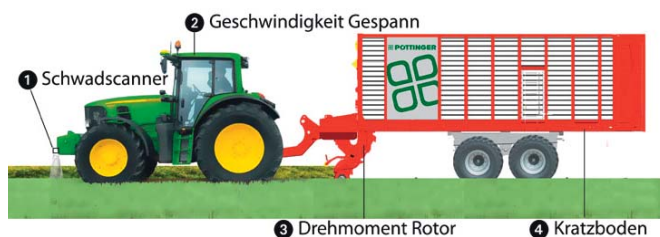


Abb. 2. Sensorpositionen

### Sensorik

Die für die Automatisierung verwendeten Sensoren sind in Abbildung 2 dargestellt. Die Fahrgeschwindigkeit wird dabei aus einer Vielzahl an unterschiedlichen Daten berechnet. Der Hauptfaktor ist dabei die Schwadgeometrie. Weitere Eingangsgrößen sind die aktuelle Fahrgeschwindigkeit, das Lademoment, der Füllgrad, die Stellung der Pick-Up und der Zustand des Kratzbodens.

### Schwadgeometrie – ISOBUS-fähiger Ultraschall-Sensorbalken

Pöttinger hat in Zusammenarbeit mit der LCM GmbH (Linz Center of Competence in Mechatronics) einen Schwadscanner entwickelt, der mit neun Ultraschallsensoren ausgestattet ist. Dieser scannt die Oberfläche ab und kom-

muniziert mit dem Ladewagenjobrechner über das ISO-BUS-System. Der Schwadscanner kann Abbildung 3 entnommen werden.



Abb. 3. Ultraschall Schwadscanner

Die Funktionsweise dieses Scanners ist in Abbildung 4 dargestellt. In dieser Abbildung sind exemplarisch nur fünf Sensoren dargestellt. In der Praxis werden aber neun Sensoren verwendet. Der Schwadscanner tastet die Oberfläche der gesamten Traktor-Ladewagenbreite ab und ermittelt daraus die Schwadgeometrie.

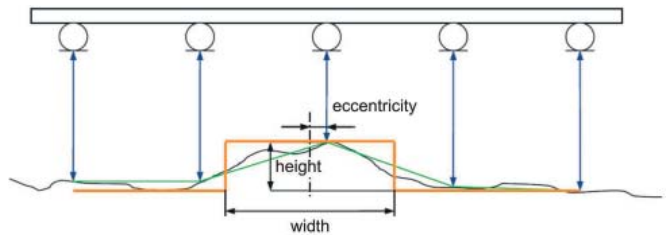


Abb. 4. Ultraschall Schwadscanner

Neben der Schwadgeometrie werden auch die Schwadbreite, die Schwadhöhe und der Flächenquerschnitt ermittelt. Diese Daten sind die Eingangsgrößen für das Regelungsszenario, das vom Jobrechner des Ladewagens ermittelt wird. Abbildung 5 zeigt den aktuellen Schwadquerschnitt, der hauptverantwortlich für den Regelprozess ist.



Abb. 5. Schwadquerschnitt

### Lademoment

Als zweite wesentliche Grösse zur Ermittlung des optimalen Ladezeitpunkts wird das Lademoment des Ladewagens herangezogen. Mit der aktuellen zeit- beziehungsweise geschwindigkeitsversetzten Schwadgrösse kann daraus der Massenstrom ermittelt werden. Das Lademoment kann Abbildung 6 entnommen werden, es wird in Prozentangaben dargestellt.



Abb. 6. Lademoment

### Beladungszustand

Als dritte wichtige Kontrollgrösse wird der aktuelle Beladungszustand des Ladewagens herangezogen. Dies führt dazu, dass die vorzugebende Fahrgeschwindigkeit auch vom Beladungsgrad abhängt. Bei einem höheren Ladevolumen werden die Geschwindigkeitsvorgaben reduziert und umgekehrt.

Weitere Sensorwerte, die in den Regelprozess eingreifen sind:

- Traktor: Die aktuelle Vorfahrtsgeschwindigkeit
- Ladewagen: Die Position der Pick-Up (unterschiedliche v-Vorgaben bei Pick-Up oben oder unten (Ladebetrieb))
- Ladewagen: Der Zustand des Kratzbodens (läuft oder steht)

### Messergebnisse

Die nachfolgend dargestellten Messergebnisse stellen eine Korrelation zwischen den Messdaten des Schwadscanners und des Ladedrehmoments dar (Abb. 7 und 8).

Es ist klar ersichtlich, dass in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit das vom Schwadscanner identifizierte Schwadvolumen auch direkt eine entsprechende Wirkung am Drehmoment zeigt. In Abbildung 7 ist der Zusammenhang eines grösser werdenden Schwades (Anstieg des Schwadquerschnitts) mit einem Drehmomentanstieg ersichtlich (Anstieg bedeutet hier Kurvenverlauf nach unten, da negativ aufgetragen).

In Abbildung 8 ist die Aufzeichnung eines Schoppers dargestellt. Man erkennt sowohl einen rasanten Anstieg der Schwadfläche und nach zirka zwei Sekunden (Geschwindigkeit 4m/s durch Abstand 7 m) einen Anstieg des Drehmoments. Als Folge sinken Geschwindigkeit und Drehmoment auf Null ab.

Distance:  
Swath-scanner –  
PU/Comp.-ch. = 7 [m]

Velocity = 5 [m/s]

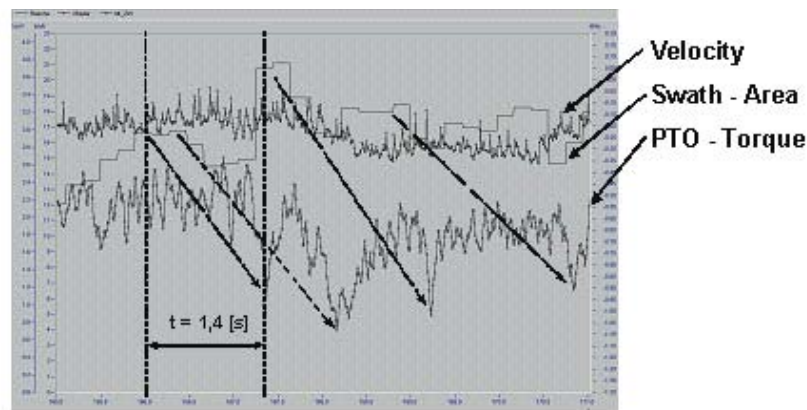


Abb. 7. Erste Test-Messungen

Distance:  
Swath-scanner –  
PU/Comp.-ch. = 7 [m]

Velocity = 4 [m/s]

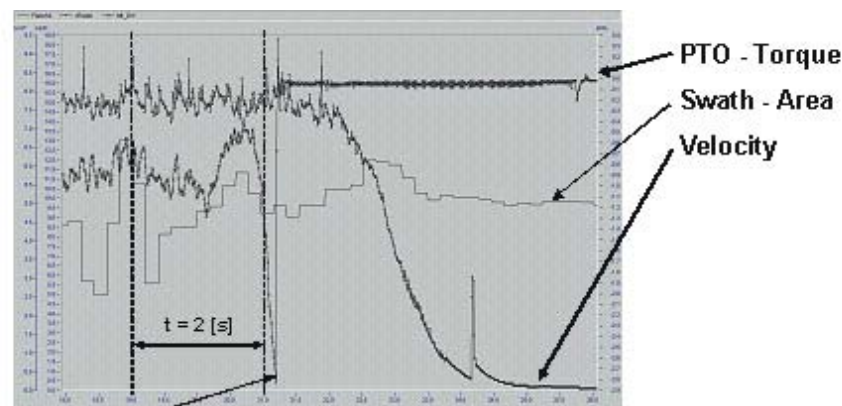


Abb. 8. Messung eines Schoppers

Genauere Untersuchungen in Bezug auf das Zeitmanagement zeigt Abbildung 9. In dieser Abbildung sind die Reaktionszeiten der einzelnen Komponenten wie Schwadscanner, Ladewagen und Traktor angeführt. Es ist auch hier erkennbar, dass die Verzögerungszeiten noch ausreichen, um das gesamte Traktor-Ladewagengespann vor einem Schopper zu schützen.

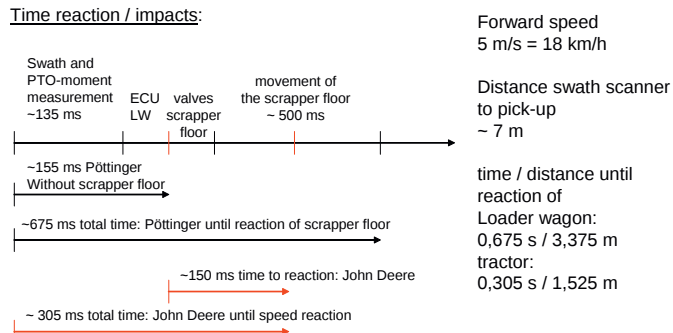


Abb. 9. Reaktionszeiten im System

Legt man eine Vorfahrtsgeschwindigkeit von zirka 4 bis 5 m/s zu Grunde, so kann das System Traktor-Ladewagen mit einer vorgegebenen Verzögerungsrate von ungefähr 1 m/s<sup>2</sup> auf ebenem Untergrund seine Geschwindigkeit um rund 20 Prozent reduzieren.

Erste Feldtests haben ergeben, dass dieser Wert bereits ausreicht, um einen Schopper zu verhindern, speziell auch dann, wenn zusätzliche Vorgänge wie zum Beispiel ein Kratzbodenvorschub ausgelöst werden. Ein praktischer Feldeinsatz ist in Abbildung 10 zu sehen. Sie zeigt die Pöttinger-John-Deere-Lösung mit den in der Traktorkabine angezeigten Systemparametern – Schwadfläche, Ladedrehmoment und Fahrgeschwindigkeit. Der Automatikmodus sorgt für einen selbständigen Regelvorgang.

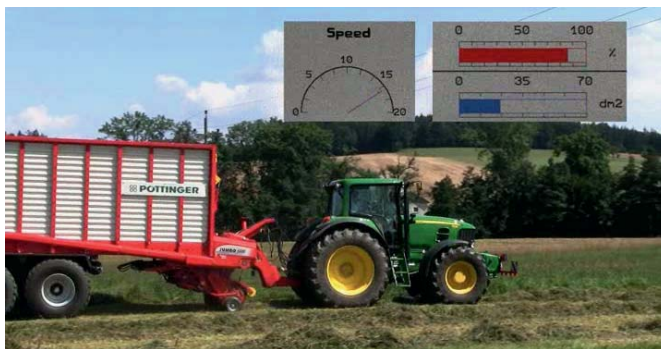


Abb. 10. Praktischer Feldeinsatz

## Kundennutzen

Die Systemlösung aus **intelligentem Pöttinger Ladewagen mit Schwadscanner und John Deere Traktor Implement Automation** ermöglicht deutliche Produktivitätssteigerungen durch ein über ISOBUS hinausgehendes Kommunikationskonzept. Die wesentlichen Vorteile können folgendermaßen zusammengefasst werden:

- 10 % höhere Produktivität; daraus folgt ein Einsparpotential von EUR 1000.– pro Jahr (bei 300 Betriebsstunden) durch verbesserte Auslastung (optimaler Betriebspunkt) sowie durch die Vermeidung von Systemüberlastung und Stillstandszeiten (Geschwindigkeit wird vorausschauend dem Schwadvolumen angepasst).
- Erhebliche Verbesserung des Fahrkomforts und Entlastung der fahrenden Person durch automatische Anpassung der Fahrgeschwindigkeit an die Einsatzbedingungen.
- Die Automation erleichtert geübten und auch ungeübten Lenkerinnen und Lenkern die Handhabung des Systems Traktor-Ladewagen bei Tag- und besonders bei Nachtarbeit.
- Trotz höherer Auslastung werden die Maschinen durch die vermiedenen Systemüberlastungen (z. B. Lastspitzen durch Verstopfungen) geschont und dadurch ihre Lebensdauer erhöht.
- Sicherheitsgewinn durch die Vermeidung von Verstopfungen: beim Ausräumen von Verstopfungen muss die Fahrerin oder der Fahrer unter die Maschine, wobei hier die meisten Unfälle passieren.
- Ökologischer Nutzen durch die Steigerung der Gesamteffizienz, die durch höhere Produktivität aufgrund der optimierten Auslastung im maximal möglichen Leistungsbereich bei gleichzeitig geringerem Ressourceneinsatz erzielt wird.

## Schlussfolgerung

Der vorliegende Beitrag beinhaltet eine neuartige Traktor-Geräte-Automation, bestehend aus einem Pöttinger-JUMBO-Ladewagen, einem John-Deere-Traktor sowie einem Pöttinger-Schwadscanner. Die ersten Kombinationen sind in der Saison 2010 als Vorserie verfügbar. Die Testergebnisse lieferten sehr gute und realistische Aussagen über die Funktionalität des Gespanns und verifizieren so den für die Kundin und den Kunden ermittelten Nutzen. Somit konnte ein erster Schritt in einer bidirektionalen Vernetzung von Traktor und Anbaugerät positiv vorgenommen werden.

## Danksagung

Als Autor dieses Beitrags möchte ich mich recht herzlich bei meinem Entwicklungsteam sowie beim Produktmanagement und dem Marketing in Grieskirchen für ihren Einsatz und die Unterstützung bedanken.

Ein weiterer Dank gilt dem Team unseres Projektpartners, den John-Deere-Werken in Mannheim. Das gesamte Team hat eine hervorragende Leistung vollbracht und erstmalig eine firmenübergreifende Entwicklung begleitet, die auf der Agritechnica nicht zu unrecht mit einer Silbermedaille ausgezeichnet wurde.

# LINDNER I.B.C. (Intelligenter Bord Computer) am Beispiel Lindner GeoTrac 124

Stefan Lindner, Traktorenwerk Lindner GmbH, A-6250 Kundl

E-Mail: stefan.lindner@lindner-traktoren.at

## Zusammenfassung:

Komplexe Steuerungsfunktionen sind heute Stand der Technik bei modernen Traktoren. Der Einsatz von CAN-Bus-Systemen ist somit unerlässlich. Mit dem Lindner Intelligenter-Bord-Computer-Monitor, kurz I.B.C.-Monitor, steht der Benutzerin und dem Benutzer ein einfach zu bedienendes Anzeigeinstrument zur Verfügung, das sie oder ihn in Service, Diagnose, Sicherheit und Information unterstützt. Durch die Implementierung der Software ins Fahrzeugkonzept können Fahrzeugdiagnose und Wartung jederzeit problemlos, ohne Notebook, direkt am Fahrzeug durchgeführt werden.

Dass Innovation und Tradition keine Gegensätze sein müssen, zeigt Lindner mit der vierten Baureihe seines GeoTrac. Keine klassischen Anzeigeinstrumente, sondern ein Grafikdisplay informiert über die Betriebszustände des Traktors. Möglich wird das durch den Lindner I.B.C., ein TFT-Monitor von Bosch Rexroth.

Bei der Entwicklung der GeoTrac-Serie 4 hat Lindner intensiv auf seine Kunden gehört. Hier stand der Wunsch nach mehr Leistung, ein 50-km/h-Getriebe in Kombination mit einer gefederten Vorderachse und natürlich die Lindner-typischen Eigenschaften wie Übersichtlichkeit, Wendigkeit und einfache Bedienung im Vordergrund.

## Summary

### LINDNER I.B.C. (Intelligent On-board Computer) as exemplified by the Lindner GeoTrac 124

Complex control functions are state-of-the-art in modern tractors today, so the use of CAN-bus systems is essential. In the Lindner Intelligent On-board Computer monitor,

I.B.C. monitor for short, users have at their disposal a simple-to-use display to support them in service, diagnosis, safety and information. Implementing the software in the vehicle concept means that vehicle diagnosis and maintenance can easily be carried out at any time without a laptop, right at the vehicle.

In its GeoTrac Series 4 Lindner shows that there need be no contradiction between innovation and tradition. A graphics display rather than classic indicating instruments provides information on the tractor's operating status. This is made possible by the Lindner I.B.C., a TFT monitor from Bosch Rexroth.

In developing the GeoTrac Series 4 Lindner listened carefully to its customers. Their preferences were for better performance, 50 km/h transmission in combination with front axle suspension and, of course, typical Lindner features such as overseeability, manoeuvrability and simple controls.

## Résumé

### LINDNER I.B.C. (Ordinateur de bord intelligent) Exemple du Lindner GeoTrac 124

Les fonctions de commande complexes font aujourd'hui partie de l'équipement des tracteurs modernes. L'emploi de systèmes CAN-Bus est donc indispensable. L'ordinateur de bord intelligent de Lindner, ou moniteur I.B.C, est un dispositif d'affichage simple à utiliser, qui aidera l'opérateur ou l'opératrice pour tout ce qui touche le service, le diagnostic, la sécurité et l'information. L'intégration du logiciel dans le concept du véhicule permet d'effectuer le diagnostic de l'engin et son entretien sans problème, sans notebook, directement sur le véhicule.



Abb. 1. I.B.C (Intelligenter Bord Computer)

Innovation et tradition ne sont plus nécessairement antinomiques, c'est ce que prouve Lindner avec la quatrième série de son GeoTrac. Ce n'est pas un instrument d'affichage classique, mais un écran graphique qui informe de l'état de fonctionnement du tracteur. Ceci est possible grâce au Lindner I.B.C., un moniteur TFT de Bosch Rexroth.

En développant la série GeoTrac 4, Lindner a tenu particulièrement compte de ses clients. Pour répondre à leur demande de puissance supérieure, Lindner a combiné une boîte à vitesses 50-km/h avec un essieu avant suspendu sans oublier les propriétés typiques des modèles Lindner : clarté, maniabilité et simplicité du fonctionnement.

## Technik im Detail

### Motor

CommonRail-Motoren bis 136 PS

Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung durch geregelten Einsatz von optimalen Leistungskurven.

### Getriebe

Mehrstufiges ZF-Lastschaltgetriebe mit vielen Automatisierungsfunktionen

- Powershuttle
- APS
- Speedmatching
- FRRS
- Zapfwellen-Anlaufsteuerungen
- Bremsschmierölabschaltung
- 40 oder 50km/h

### Hydraulik

elektronische Proportionalventile

Einstellmöglichkeiten für:

- Ölmengen
- Zeitsteuerung
- Priorität
- Elektronische Front-Druckregelung (EFH)

### Allrad

Geschwindigkeitsabhängiges und Lenkwinkelabhängiges Allradmanagement

Die zahlreichen Automatisierungsfunktionen konnten durch die Vernetzung der einzelnen Elektronikkomponenten mittels CAN-Bus-System realisiert werden (Abb. 2).

Der Lindner I.B.C. ist wesentlich mehr als ein blosser Ersatz für die Instrumentenanzeige – auf ihm basiert das gesamte Bedienkonzept des Fahrzeugs. Als sogenanntes «Human Machine Interface» fungiert das Display als Ein- und Ausgabegerät für die elektronischen Steuergeräte (Abb. 3). Dabei hat die Entwicklung besonderen Wert darauf gelegt, dass die traditionelle einfache Bedienung aller Lindner-Traktoren trotz der neuen Möglichkeiten erhalten bleibt: einsteigen, losfahren, arbeiten.

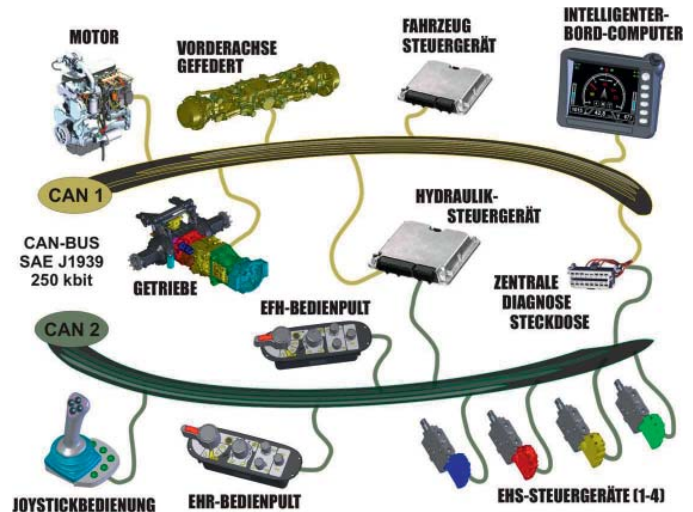


Abb. 2. CAN-Bus Schema



Abb. 3. I.B.C. im Fahrzeug

Dem Monitor als zentraler Schnittstelle zwischen Mensch und Computer kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Leider gab es zu Beginn der GeoTrac-Serie-4-Entwicklung zunächst kein passendes Gerät auf dem Markt, das alle Kriterien erfüllt hätte.

Der Schritt eine Entwicklungspartnerschaft mit Bosch Rexroth einzugehen lag nahe.

Die langjährige Erfahrung mit dem Antriebs- und Steuerungsspezialisten beruht unter anderem auf der seit jeher von Lindner eingesetzten Hubwerksregelung EHR, die zuverlässige hydraulische Ventiltechnik mit elektronischen Sensoren und ausgefeilter Steuerungstechnik verbindet. Ausserdem setzt Lindner für die Arbeitshydraulik auf Ventile und Pumpen von Bosch Rexroth.

## Technische Daten I.B.C.

- Lichtstarkes und kontrastreiches 6,5-Zoll-Farbdisplay mit VGA-Auflösung (640 x 480 Pixel)
- Ruckfreie Darstellung hochdynamischer Elemente durch eigenen Grafikchip
- Integrierte Videoschnittstelle für direkten Anschluss von bis zu zwei Kameras
- Kommunikation über CAN-Bus
- Diagnose- und Parametrierfunktion
- Drehknopf und sechs Schnelltastengriffe
- einfache, übersichtliche Gestaltung der Menüs

## Funktionen

Eine der wichtigsten Anforderungen war, dass eine Fahrzeugdiagnose auch ohne Notebook möglich sein musste. Bei einer Störung kann mit dieser Lösung sogar die Anwenderin oder der Anwender selbst auf die Fehlermeldungen zugreifen. Über den im Display integrierten Drehknopf wählt man das Servicemenü und bekommt auf Tastendruck den aufgetrennten Fehlercode sowie dessen Kurzbeschreibung angezeigt – sei es im Motor, dem Getriebe, der Achse oder der Hydraulik. So kann die fahrende Person schon vorab der Werkstatt das genaue Problem mitteilen. Diese kann daraufhin zum Beispiel sofort entscheiden, ob

ein Servicetechniker oder -technikerin den Fehler vor Ort beheben kann oder ob das Fahrzeug in die Werkstatt muss. Häufig lassen sich so Zeit und Kosten sparen (Abb. 4).

Die Kommunikation der einzelnen Komponenten über den CAN-Bus ermöglicht neben der Fehlerdiagnose auch umfangreiche Parametrier- und Kalibrierfunktionen. Vom Handgas über das Zapfwellenmanagement bis zur elektrohydraulischen Hubwerksregelung EHR bieten die übersichtlich angeordneten und schnell erreichbaren Menüs umfangreiche Einstellmöglichkeiten.



Abb. 4. I.B.C. Funktionen

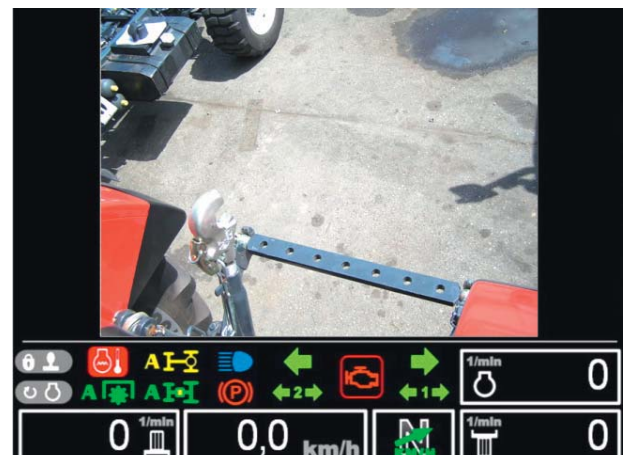
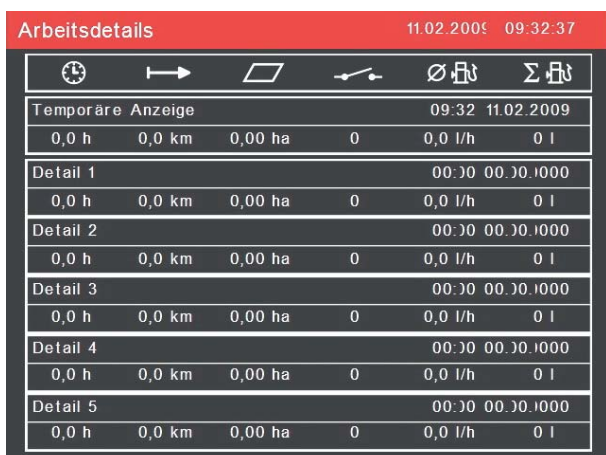
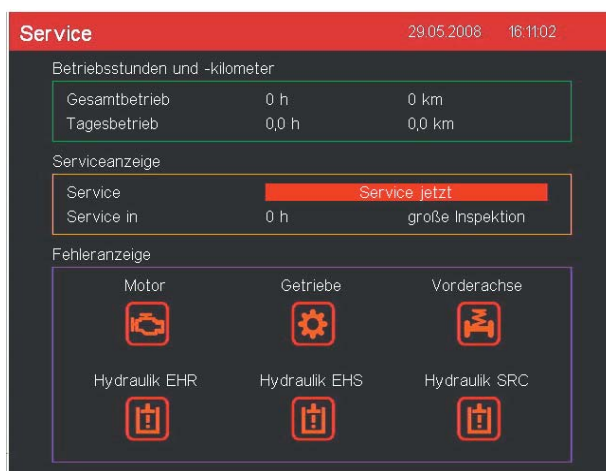


Abb. 5. Beispiele von I.B.C. Service-Anzeigen

Im Rahmen der Entwicklungspartnerschaft hat Rexroth sich um die Hardware und die Entwicklungstools gekümmert. Für die Struktur der Benutzerführung und die grafische Umsetzung war Lindner verantwortlich. Mittels einer Windows-basierten Konfigurationssoftware werden Bildschirmseiten, Kontextmenüs und Grafikelemente für die Display-Anzeige gestaltet.

Die optional verfügbare Videofunktion der I.B.C. wird für einen deutlichen Zuwachs an Sicherheit genutzt: Auf Knopfdruck erscheint das Bild einer Rückfahrkamera, über die der GeoTrac als Sonderausstattung verfügt. Darüber hinaus bietet der I.B.C. eine Anzeigeseite mit Arbeitsdetails wie Zeit, Flächenleistung oder Verbrauch sowie eine Reihe von Seiten mit Anleitungen zu den wichtigsten Bedienelementen. Diese Informationen stehen jederzeit in verschiedenen Sprachen zur Verfügung.

# Eine neue Zweiachsmäher-Generation – die Metrac-X-Baureihe

Jörg Perner, Produktmanager, REFORM-WERKE Bauer & Co. GmbH, A-4600 Wels

E-Mail: joerg.perner@reform.at

## Zusammenfassung

Durch die Entwicklung der neuen X-Baureihe ist es gelungen, sowohl in technischen und sicherheitsrelevanten Aspekten, als auch in der Bedienung eine neue Generation von Zwei-Achsmäher zu realisieren.

Die Anforderung der Abgasgesetzgebung für LoF-Fahrzeuge erforderte neue Motoren der Emissionsstufe 3a. Im Zuge dieser Modernisierung wurden auch technische Verbesserungen in der Antriebseinheit vorgenommen. Die technischen Umsetzungen wie Druckumlaufschmierung im Schaltgetriebe, veränderte Kühlerposition und neue Dimensionierung der Antriebsstränge gewährleisten auch in Zukunft eine hohe Lebensdauer. Eine eigens entwickelte Kupplung mit hydraulischer Zentralausrückung und automatischer Nachstellung garantiert höchste Sicherheit. Das Konzept der Endantriebe wurde umgesetzt, um eine «Leichtbauweise» zu realisieren und somit Gewicht einzusparen.

Mit dem neu entwickelten Multifunktionshebel können alle praxisrelevanten Funktionen ergonomisch ausgeführt werden und die Bedienung wird intuitiv.

## Summary

### A new generation of two-axle mowers – the Metrac-X series

Development of the new X-model series has resulted in the successful creation of a new generation of two-axle mowers in terms of engineering, safety and operation.

The requirements of exhaust gas legislation for agricultural and forestry vehicles stipulated new engines compliant with Emission Stage 3a. Technical improvements were also made to the drive unit during the course of this modernisation. The implementation of technical measures such as forced-feed lubrication in conventional gearboxes, changed radiator position and the re-dimensioning of drive trains will also ensure a long service life in future. A specially developed clutch with hydraulic central release and automatic adjustment guarantees the ultimate in safety. The concept of end drives was implemented to realise a «lightweight design», thereby saving weight.

All practical functions can be performed ergonomically using the newly developed multi-function lever, and operation becomes intuitive.

## Résumé

### Une nouvelle génération de faucheuses à deux essieux – la série Metrac-X

Le développement de la nouvelle série X a permis d'obtenir une nouvelle génération de faucheuses à deux essieux. Les innovations concernent les aspects techniques ou de sécurité ainsi que la conduite de l'engin.

La législation sur les gaz d'échappement pour les véhicules agricoles et forestiers exigeait de nouveaux moteurs de la classe d'émissions 3a. Cette modernisation aura également permis d'apporter des améliorations techniques à l'unité d'entraînement. Les modifications techniques telles que le graissage sous pression dans la boîte à vitesses, le changement de la position du radiateur de refroidissement et les nouvelles dimensions des groupes propulseurs garantissent également à l'avenir une longue durée de vie de la machine. Un embrayage spécialement conçu avec débrayage central hydraulique et rattrapage automatique assure une sécurité maximale. Le concept de transmission finale a été mis en pratique pour obtenir un «modèle léger» et réduire le poids.

Le nouveau levier multifonction permet d'effectuer toutes les fonctions importantes dans la pratique dans une position ergonomique. La maîtrise de la machine devient intuitive.

## Konzept

Die Metrac-X-Modelle, deren Entwicklung zirka zwei Jahre dauerte, sind heute die High-End Produkte im Zweiachsmäher-Segment der Reform Werke. Hintergrund für die neue Entwicklung waren einerseits die Emissionsvorschriften der Stufe 3a und andererseits Rückmeldungen von Kundinnen und Kunden durch gezielte Marktbefragungen. Diese gesetzlichen Anforderungen und praxisorientierten Rückmeldungen wurden gepoolt und in einem gezielten Projektvorschlag umgesetzt.

Entstanden ist die neue X-Baureihe mit vielen technischen Verbesserungen, um die Leistungsfähigkeit der Zwei-Achsmäher für die Berglandtechnik zu erhöhen.

In einem ersten Schritt wurden vier Modelle entwickelt: Die mechanisch angetriebenen G6X und G7X und die hydrostatischen Modelle H6X und H7X (Tab. 1), wobei hier noch zu erwähnen ist, dass es unser Ziel war, mit dem G7X ein neues Spitzenmodell der Reform Zweiachsmäher mit Schaltgetriebe zu lancieren.

**Tab. 1. Übersicht Metrac X-Modelle**

|            | G6 X, H6 X                                           | G7 X, H7 X                                           |
|------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Motor      | VM D – 754 SE 3<br>4-Zylinder,<br>Turbo,<br>Stufe 3a | VM D – 754 SE 3<br>4-Zylinder,<br>Turbo,<br>Stufe 3a |
| Leistung   | 62 PS                                                | 70 PS                                                |
| Hubraum    | 2.970 cm <sup>3</sup>                                | 2.970 cm <sup>3</sup>                                |
| Drehmoment | 220 Nm                                               | 250 Nm                                               |

## Motor

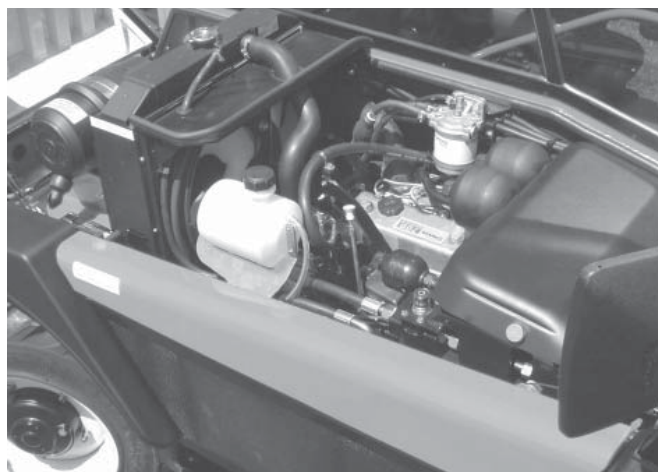
In einem ersten Projekt galt es, geeignete Motoren zu finden, die die gesetzlichen Emissionswerte erfüllen und zugleich die gestellten Anforderungen an Leistung, Drehmoment, aber auch an Verbrauchswerten erfüllen.

Mit dem VM D-754 SE3 wurde ein Motor gefunden, der diese Anforderungen erfüllt. Mit der Lancierung der neuen X-Modelle im September 2008 waren die ersten auf dem Markt erhältlichen Zweiachsmäher, die bereits die neuen Abgasvorschriften der Stufe 3a entsprachen, verfügbar.

Ein wichtiges technisches Merkmal dieses Motors ist der zentrale Poly-V Riemen. Dieser treibt die Wasserpumpe, den Lüfter und die Lichtmaschine an. Es kann daher auf einen Keilriemen verzichtet werden. Der zentrale Poly-V Keilriemen wird über einen automatischen Riemenspannungsmechanismus stets in optimaler Spannung gehalten. In der Praxis wird somit das Risikopotential für Motorschäden reduziert.

Der Einbau der neuen Motoren verlangte auch eine Änderung der angrenzenden Peripheriekomponenten. Die Auspuffanlage, Kühlung, aber auch die Luftansaugung wurden neu konzipiert.

Die Kühlerposition wurde so verändert, dass mehr Luftvolumen angesaugt wird. Hierzu wurde entschieden, die Luftansaugung aus dem Heckbereich des Fahrzeugs zu gewährleisten. Vorteile sind, dass saubere Luft angesaugt wird und die Abwärme des Motors frei entweichen kann (Abb. 1).

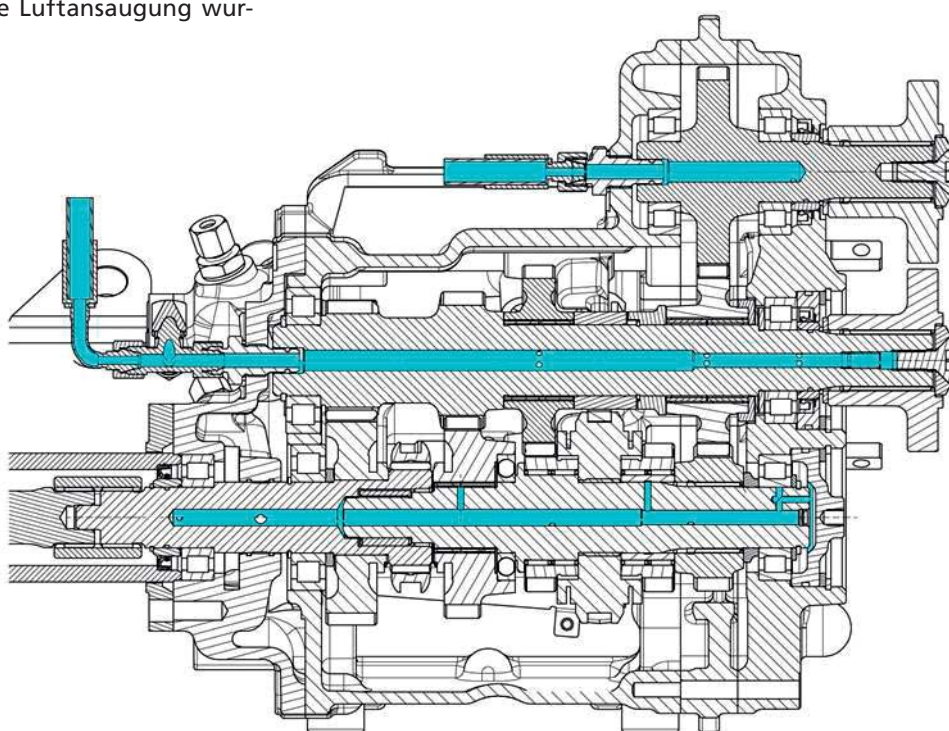


*Abb. 1. Position des Kühlers am Heck*

## Antriebsstrang

Aufgrund der höheren Leistung und der höheren Drehmomente, verglichen mit den Vorgängerserien, war es notwendig, das Schaltgetriebe neu zu entwickeln. Die Zahnräder, Lager und Wellendimensionen wurden verstärkt.

Das Schaltgetriebe wurde mit einer Druckumlaufschmierung versehen. Somit konnte die Schmierung des Getriebes deutlich verbessert werden (Abb. 2).



*Abb. 2. Druckumlaufschmierung des Schaltgetriebes*

Des Weiteren wurden die Antriebsgelenkwellen dem neuen System angepasst. An Stelle einer Abwinkelung von  $15^\circ$  in den Vorgängerserien wurde die Abwinkelung durch technische Lösungen auf  $3^\circ$  reduziert. Dadurch wirken weniger Drehmomente auf die Kreuzgelenke und die Kantendruckung der Lager wird reduziert. Somit kann die Lebensdauer zusätzlich erhöht werden (Abb. 3).

Zusammenfassend kann man sagen, dass durch die neuen Motoren mit höherer Leistung und höherem Drehmoment auch der Antriebsstrang technisch neu konzipiert werden musste. Stärker dimensionierte Wellen und Lager in der Antriebseinheit garantieren auch mit höheren Leistungen die bewährte hohe Lebensdauer der Metrac-Modelle.

Für die Kraftübertragung wurde eine neue Kupplungsbetätigung im Reform Werk entwickelt. So wurde die Fahrkupplung für die mechanisch angetriebenen und die Zapfwellenkupplung für die hydrostatisch angetriebenen Metrac-Modelle mit einem hydraulischen Zentralschrücker und automatischer Spielstellung versehen. Die hydraulische Ausrückung wurde an unsere Anforderungen angepasst (Abb. 4)

Mit dieser technischen Innovation kann garantiert werden, dass die Kupplung immer das richtige Spiel hat. Die Sicherheit für Fahrten am Hang und die Lebensdauer der Kupplung wird erhöht. Hingegen lässt sich der Wartungsaufwand auf ein Minimum reduzieren. Zusätzlich zur neuen Kupplung wurde auch ein Torsionsdämpfer in das Schwungrad integriert. Die geringeren Vibrationen tragen zu einer Schonung des Antriebsstranges bei und reduzieren auch die Lärmemission im unteren Drehzahlbereich.

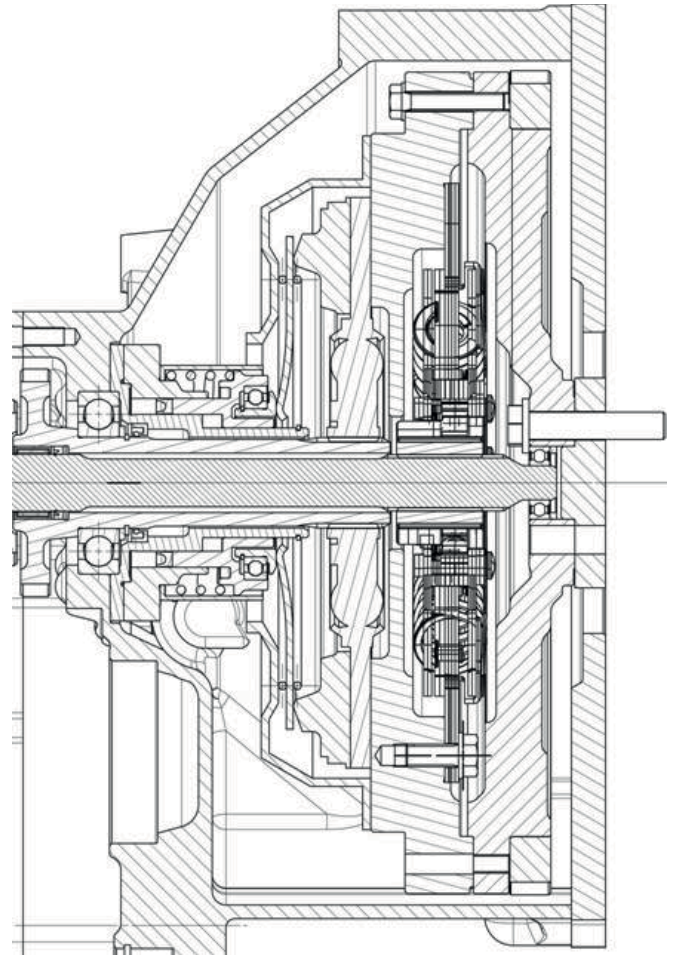


Abb. 4. Detailschnitt hydraulische Zentralschrücker

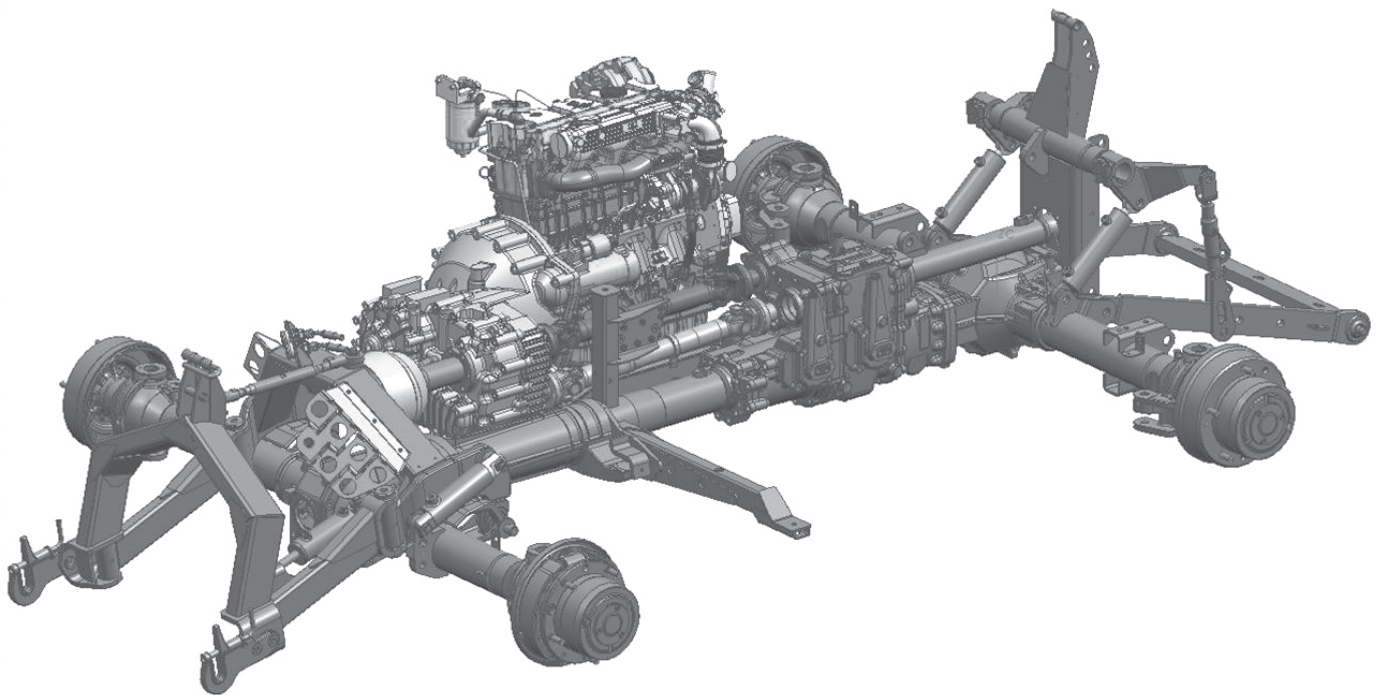


Abb. 3. Antriebseinheit Metrac X-Baureihe

Bei all diesen technischen Weiterentwicklungen darf aber eine wichtige Sache nicht vergessen werden: das Gewicht. Das Gewicht ist immer noch ein Faktor, der für die Hangtauglichkeit von immenser Bedeutung ist. Deshalb wurde auch in der neuen Metrac X-Baureihe der Verwendung von Endantrieben der Vorrang gegeben.

Endantriebe reduzieren die vorgelagerten Momente und somit kann bei der Dimensionierung auf eine «Leichtbauweise» zurückgegriffen werden. Damit kann, trotz grösserer Motoren, Gewicht eingespart werden. Die Metrac-X-Modelle besitzen dadurch eine hohe Hangtauglichkeit.

Als Sicherheitsfaktor wurde für die mechanisch angetriebenen Metracs zusätzlich ein verbessertes Bremssystem realisiert. Die Verwendung von Simplexbremsen ergibt ein verbessertes Bremsverhalten. Zusätzlich wurde ein spezieller Bremskraftverstärker eingebaut. Dieser Bremskraftverstärker ist so aufgebaut, dass bei abgestelltem Motor (Ausfall des Systems) zehn Vollbremsungen möglich sind.

### Komfortabler Arbeitsplatz

Um für die fahrende Person einen verbesserten Komfort zu bringen, wurde bei den Metrac-X-Modellen ein komplett neuer Multifunktionshebel eingebaut (Abb. 5).



Abb. 5. Ergonomischer Multifunktionshebel

Dieser speziell entwickelte Multifunktionshebel wurde ergonomisch und funktional optimiert. Somit wurde eine intuitive Bedienung mit logischer Anordnung der Funktionseinheiten realisiert. Mit nur drei Vierwegedrucktaster und keinen Doppelbelegungen wird die Bedienung des Multifunktionshebels vereinfacht. Die ergonomische Formung verspricht eine ausgezeichnete Position in der Hand des Anwenders. Dadurch entstehen bei längeren Arbeitszeiten keine Ermüdungserscheinungen. Bei der Anordnung der Funktionen (Bedienung Fronthubwerk und Heckhubwerk, Bedienung Seitenverschub und hydraulischer Oberlenker und Umschaltung 4-Rad-Lenkung) sind praxisrelevante Rückmeldungen eingeflossen (Abb. 6).

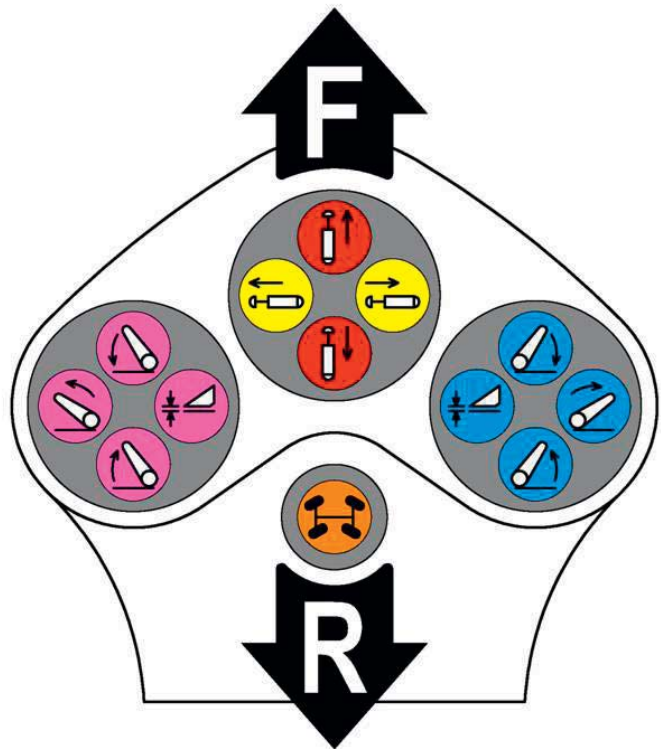


Abb. 6. Funktionen des Multifunktionshebels

Mit der Entwicklung der neuen Metrac-X-Baureihe ist ein entscheidender Schritt in die Zukunft gelungen. Sowohl technische Weiterentwicklung als auch Entwicklung im Bereich Bedienung und Komfort ermöglichen den zukünftigen Anwendern eine vielseitige und sichere Durchführung der Arbeit.

# Hydraulisches Triebachssystem TDS (Trailer-Drive-System)

Erich Guggisberg, Paul Forrer AG, CH-8048 Zürich

E-Mail: eguggisberg@paul-forrer.ch

## Zusammenfassung

Im unwegsamen Gelände, auf nassen Böden oder in Hanglagen entstehen mit schweren Lasten Traktionsprobleme. Viele Bäuerinnen und Bauern, Lohnunternehmen aber auch Forstbetriebe sind mit dieser Problematik konfrontiert. Die Triebachse ist die dazu gesuchte Antwort. Die Firma Paul Forrer AG in Zürich ist dieses Problem angegangen und hat eine Lösung entwickelt und patentiert.

Das Trailer-Drive-System (TDS) ist das Triebachssystem der Zukunft. Wenn es steil oder rutschig ist, wenn der Anhänger schwer beladen ist, kommt jedes Zugfahrzeug an seine Grenzen. Wird der hydraulische Radantrieb am Anhänger zugeschaltet, können dank besserer Traktion bisher unmögliche Situationen einfach und sicher gemeistert werden. Das Herzstück des Antriebs sind die Radnabenmotoren, die für das Dreh- und Bremsmoment an der Anhängerachse verantwortlich sind. Diese beziehen die hydraulische Leistung idealerweise von einer leistungsfähigen Load-Sensing-Hydraulik vom Zugfahrzeug. Über einen Sensor im Zugdeichsel sowie über ein einfaches Bediengerät in der Fahrkabine wird die speicherprogrammierte Steuerung angewiesen, in allen Betriebszuständen und Geländesituationen die optimale Antriebsleistung bei maximaler Sicherheit zu gewährleisten.

## Résumé

### Système d'entraînement hydraulique TDS (Trailer Drive System)

Les terrains impraticables, les sols humides ou les parcelles en pente posent des problèmes de traction si les charges sont lourdes. De nombreux exploitants, entrepreneurs de travaux agricoles, mais aussi exploitations forestières sont confrontés à cette problématique. L'essieu d'entraînement est au cœur de la solution. L'entreprise Paul Forrer SA à Zurich s'est penchée sur le problème et a développé et breveté une alternative.

Le Trailer-Drive-System (TDS) est le système d'entraînement d'avenir. Quand le terrain est abrupt ou glissant, lorsque les remorques sont très chargées, n'importe quel véhicule atteint ses limites. Enclencher l'entraînement hydraulique de la remorque améliore la traction et permet de maîtriser simplement et en toute sécurité des situations jusqu'ici impraticables. Les moteurs hydrauliques sur moyeux constituent la pièce centrale de l'entraînement. Ils gèrent le couple et la décélération sur l'essieu de la remorque. Idéalement, la puissance hydraulique est fournie par un système hydraulique performant Load-Sensing sur le véhicule de traction. Par l'intermédiaire d'un capteur intégré au timon de l'attelage et d'une commande compacte dans la cabine, le système de commande programmé garantit une puissance d'entraînement optimale et une sécurité

maximale quels que soient la position de l'attelage et l'état du terrain.

## Summary

### Hydraulic Trailer Drive System (TDS)

Traction problems arise with heavy loads on difficult terrain, wet ground and hillsides. This is a problem faced by many farmers, contractors and even foresters, and the answer is the power take-off drive. Paul Forrer AG is a Zürich company which has tackled this problem and developed and patented a solution.

The Trailer Drive System (TDS) is the power take-off drive system of the future. Every tractor has its limits on steep or slippery ground when the trailer is heavily loaded. If the hydraulic wheel drive on the trailer is engaged, previously impossible situations can be dealt with simply and safely thanks to improved traction. At the heart of the drive are the wheel-hub motors, which are responsible for the torque and braking moment at the trailer axle. They draw hydraulic power from the tractor, ideally from a high-performance load sensing hydraulic system. The stored program control receives instructions via a sensor in the drawbar and a simple control unit in the driver's cab, ensuring optimum drive power with maximum safety in all operating states and terrain situations.

## TDS Trailer Drive System

Ein Hydrostatisches Radantriebssystem für Anhänger (Patent angemeldet)

Eine Neuentwicklung, welche Ihren Anhängern auf die Sprünge helfen wird. Das Triebachssystem der Zukunft:

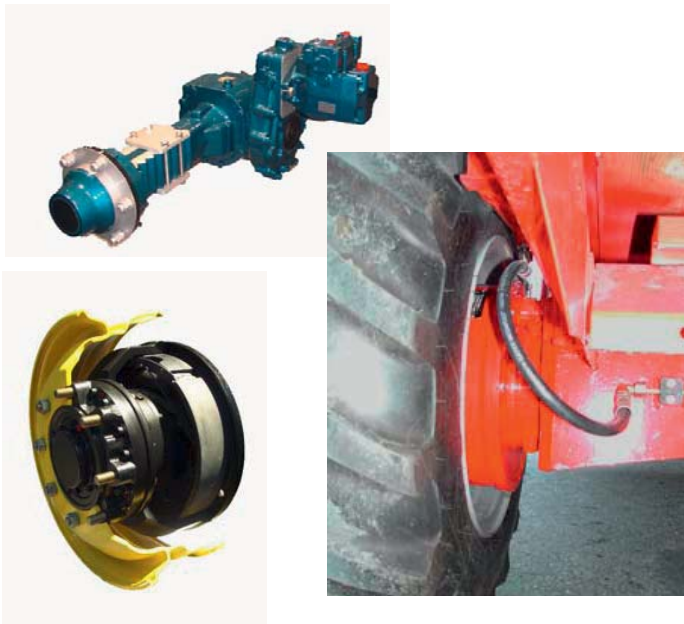
- Stufenlos und drehmomentstark
- Kurvenfähig und bodenschonend
- Geländegängig und betriebssicher
- Einfache Bedienung und Handhabung
- Mit jedem Schlepper einsatzfähig (ohne Sonderausstattung am Traktor)



## TDS – Ein neuer Lösungsansatz für ein hydrostatisches Antriebskonzept für Anhänger im harten Einsatz abseits der Strasse:

1. Für den Radantrieb am Anhänger stehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Entweder wir verwenden

- a) einen Schnellläufer-Axialkolbenmotor mit Untersetzungsgetriebe, welcher als Zentralantrieb an einer Triebachse angekoppelt wird, oder wir verwenden
- b) hydraulische Radnabenmotoren, welche direkt am Achsschenkel befestigt werden.



2. Wir verwenden für die hydraulische Leistungsübertragung ein auf dem Anhänger aufgebautes Loadsensing Hochdruck-Hydrauliksystem, welches über eine Gelenkwelle vom Schlepper angetrieben wird. Die Ölversorgung kommt aus der Bordhydraulik des Anhängers. Unter bestimmten Voraussetzungen wäre es auch möglich, die Arbeitshydraulik des Traktors für den Antrieb zu verwenden.

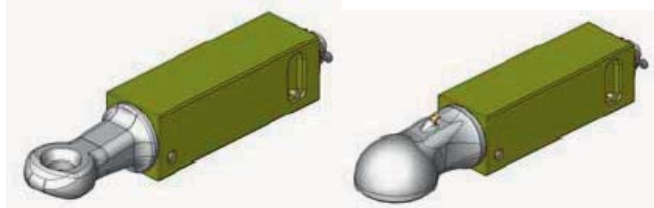


3. Wir verwenden einen eigens für diesen Einsatz entwickelten Hauptsteuerblock, welcher die Drehzahl, Antriebs-Drehmoment, Bremsmoment, Drehrichtung und die Zu- und Abschaltung der Hydromotoren steuert.



4. Wir verwenden im wesentlichen folgende Steuerelemente zur Bedienung des Hauptsteuerblocks:

- Eine für diese Anwendung spezifizierte Anhängerzugöse (D40/R50) oder Zugpfanne (K80) mit integriertem Sensorelement wird in der Deichsel des Anhängers integriert. Die Anhängervorrichtung kann sowohl für Oben- als auch für Untenanhängung ausgelegt sein. Der Sensor hat die Aufgabe, der elektronischen Steuerung den momentanen Betriebszustand an der Anhängerkupplung zu melden (Zugmodus, Schubmodus oder in Neutralstellung).



- An einem kleinen kompakten Bedienelement, welches über ein Kabel in die Fahrerkabine reicht, werden alle notwendigen Funktionen vorgewählt, um einen perfekten Synchronlauf des Anhängers zu gewährleisten. Die Funktionen sind Ein/Aus – Vorwärts/Rückwärts – Leistungsregler mit 4 Stufen.

5. Als intelligentes Kopfstück der Anlage gehört eine kleine Elektronikbox zum System, welche alle Funktionen sicher und zuverlässig überwacht und kontrolliert. Ein SPS-Modul im Inneren garantiert den dauerhaften und präzisen Funktionsablauf.



# Schwere und tödliche Traktorunfälle trotz 35 Jahre Überrollschutz

Wilhelm Schagerl, Sozialversicherungsanstalt der Bauern, Sicherheit und Gesundheit, A-1031 Wien

E-Mail: wilhelm.schagerl@svb.at

## Zusammenfassung

Die Traktoren als zentrale Zug- und Antriebsmaschinen haben einen besonderen Stellenwert in der Land- und Forstwirtschaft. Diese zentrale Rolle nehmen sie auch im Unfallgeschehen ein. Entweder gehen die Gefahren von den Fahrzeugen selbst aus oder es sind Unfälle mit Maschinen, die von Traktoren angetrieben werden. Die traurige Unfallbilanz, wie sie während der Mechanisierungsphase der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe festgestellt wurde, konnte durch viele technische Massnahmen gesenkt werden. Es bedarf jedoch einer ständigen Weiterentwicklung, um die Traktoren für einen sicheren Einsatz zu optimieren. Traktoren haben ihre Einsatzgrenzen, die eingehalten werden müssen. Dabei kommt der Ausbildung und Schulung eine wichtige Aufgabe zu.

## Summary

### Serious and fatal tractor accidents despite 35 years of rollover protection

Tractors play a particularly important role as towing and driving machines in agriculture and forestry. They also occupy the same central position in the accident statistics. Either the risks come from the vehicles themselves, or accidents happen to machines driven by tractors. Many technical measures have made it possible to reduce the sad accident toll recorded during the mechanisation phase of farming and forestry, but constant further development is needed to optimise tractors for safe use. Tractors have their operating limits, which must be observed. Education and training have an important part to play here.

## Résumé

### Accidents de tracteurs graves et mortels malgré 35 ans de protection contre le retournement

Les tracteurs sont des machines de traction et d'entraînement capitales qui occupent une position particulière dans l'agriculture et la sylviculture. Ils occupent également ce rôle central dans la liste des accidents. Soit le danger vient des véhicules eux-mêmes, soit il vient des machines que les tracteurs entraînent. Le triste bilan des accidents, tel qu'il a été établi lors de la phase de mécanisation des exploitations agricoles et sylvicoles, a pu être corrigé à la baisse grâce à de nombreuses mesures techniques. Il est cependant nécessaire de continuer à optimiser les tracteurs pour rendre leur utilisation sûre. L'emploi des tracteurs a ses limites, qui doivent être respectées. A ce niveau, la formation et l'instruction ont un rôle important à jouer.

## Einleitung – Traktorstürze einst

Auf dem Weg zum generellen Fahrerschutz auf Traktoren mussten einige Hürden überwunden werden. Vor mehr als 50 Jahren setzte in den land- und forstwirtschaftlichen Betrieben eine Mechanisierungswelle ein. Mit den rasant steigenden Zulassungszahlen bei Traktoren kam es auch zu einem dramatischen Anstieg an tödlichen Unfällen. Durchschnittlich 76 Tote pro Jahr durch Traktorstürze war eine sehr erschreckende Bilanz. Manche massgeblichen Institutionen konnten erst durch die laufenden Unfallhebungen überzeugt werden, dass unbedingt gehandelt werden muss. Aus heutiger Sicht unverständlich, da die Erfahrungen mit dem Überrollschutz aus anderen Ländern durchaus positive Auswirkungen zeigten.

Bei uns wurde seinerzeit diskutiert, dass Traktoren ohnehin nur im Berggebiet umstürzen und keine Gefahr für Lenkerinnen und Lenker im Flachland besteht. Diese brauchen daher nicht extra geschützt zu werden. Vielfach traten so genannte Experten auch für die Absprungtheorie ein.

Die freiwillige Ausrüstung der Traktoren mit einem Fahrerschutz fand kaum Beachtung. In vielen Fällen nur dann, wenn sich in unmittelbarer Umgebung des Betriebs ein tragischer Unfall ereignet hatte.

Nur eine gesetzliche Regelung konnte entscheidende Änderungen für Traktoren und Motorkarren bewirken. In der 6. Novelle zum Kraftfahrzeuggesetz-Durchführungsverordnung 1967 (BGBl. Nr. 356/72) wurde schliesslich festgelegt, dass Zugmaschinen und Motorkarren einen durch eine Schutzvorrichtung gesicherten Schutzbereich um den Lenkersitz aufweisen müssen. Somit mussten beziehungsweise müssen neue Fahrzeuge ab 1. Oktober 1974 – also seit 35 Jahren – dieser Bestimmung entsprechen.

Zugmaschinen, die ab dem 1. Januar 1965 typen- oder einzelgenehmigt worden sind, mussten bis zum 1. Januar 1977 mit einer Schutzvorrichtung nachgerüstet werden. Die gesetzliche Nachrüstungspflicht betraf nur Traktoren. Namhafte österreichische Firmen reagierten auf den steigenden Bedarf an Schutzvorrichtungen. Die meisten bestehenden Traktortypen mussten für den Aufbau erst adaptiert werden. Anfangs waren es einfache offene Sicherheitsrahmen; diese erreichten nach einigen Jahren bereits Kabinenstandard.

Die Ausrüstung mit einem Fahrerschutz führte ab 1975 zu einem spürbaren Rückgang an Traktorstürzen mit tödlichem Ausgang. Im Jahre 1977 war die Zahl der tödlichen Traktorunfälle bereits halbiert. Der Erfolg setzte sich fort und stagniert in den letzten Jahren (Abb. 1).

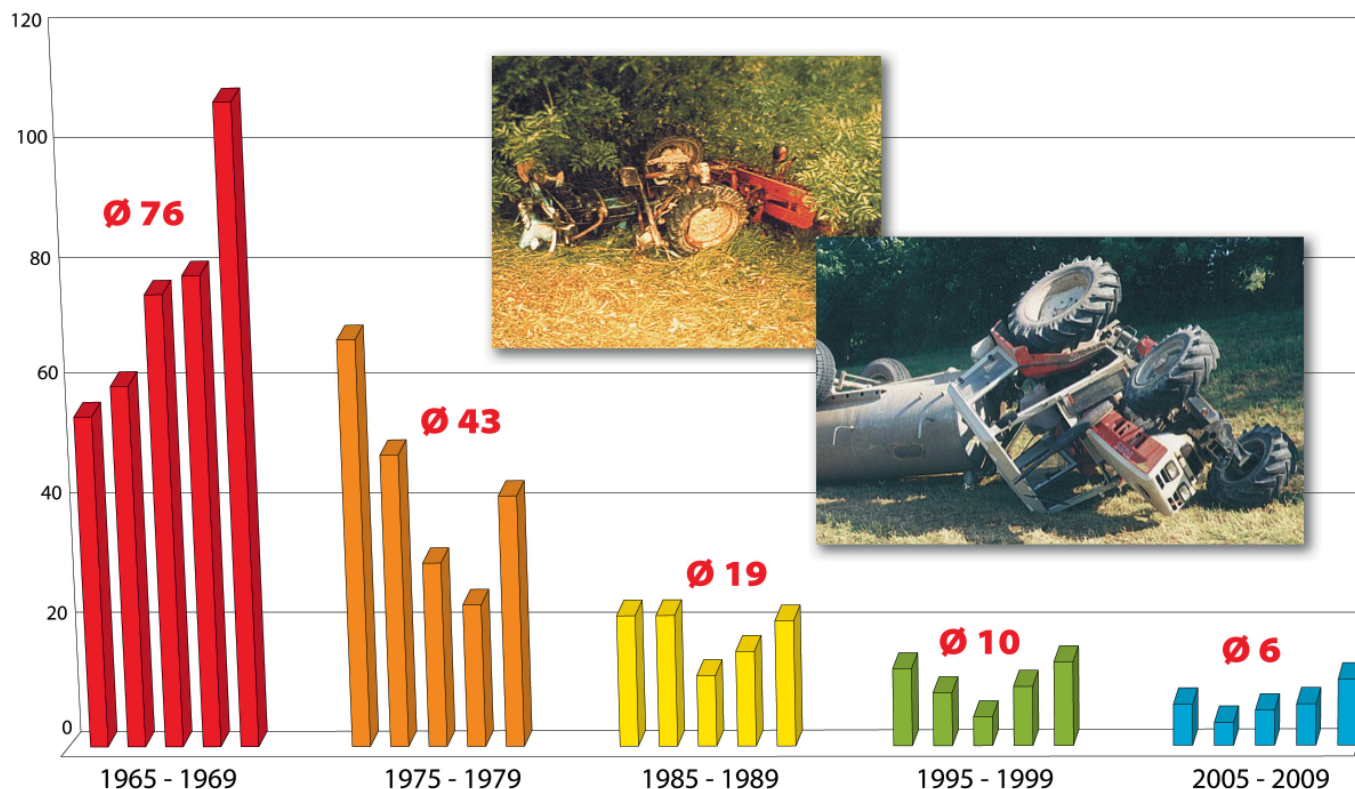


Abb. 1. Traktorstürze – tödliche Unfälle (5-Jahresvergleich)

## Unfalldatenbank – Fahrzeugstürze

Um hier eine Aussage treffen zu können, wurden die Fahrzeugstürze der Jahre 2005 bis 2009 herangezogen. Die Sicherheitsberaterinnen und -berater der Sozialversicherungsanstalt der Bauern (SVB) hatten in diesem Zeitraum 196 Fahrzeugstürze erhoben und in einer eigenen Unfalldatenbank gespeichert. Es sind jene Arbeitsunfälle, die uns gemeldet wurden und für welche die SVB auch versicherungsrechtlich zuständig ist. Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer, die in land- und forstwirtschaftlichen Betrieben einen Unfall erlitten haben, sind in dieser Datenbank nicht enthalten. Diese Personen sind in Österreich bei der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt (AUVA) unfallversichert. Darüber hinaus gibt es eine Dunkelziffer an Fahrzeugstürzen, bei denen die beteiligten Personen unverletzt blieben.

## Verunfallte Person

Bei Fahrzeugstürzen werden beinahe ausschliesslich Lenkerinnen oder Lenker verletzt. Erwachsene Beifahrer fahren selten mit. Da jedoch nur Arbeitsunfälle erhoben wurden, sind mitfahrende Kinder nicht erfasst. Aus Zeitungsberichten wissen wir, dass immer wieder Kleinkinder mitgenommen und bei einem Traktorsturz erheblich verletzt oder gar getötet werden. Dies obwohl die Mitfahrt von Kindern unter fünf Jahren gesetzlich nicht erlaubt ist.

Bei den Unfällen werden die Fahrzeuge zu 96 Prozent von Männern gelenkt. Man könnte fast behaupten: Traktor-

lenken ist Männersache oder fahren sie risikofreudiger, daher so viele Unfälle? Der Frauenanteil ist bei den Unfällen mit Hofladern etwas höher. Ein Grund wird sein, dass die Hoflader für alltägliche Arbeiten am Betrieb verwendet und daher auch von vielen Frauen bedient werden.

Folgende Verteilung ergibt sich auf die Frage nach der Stellung im Betrieb: 79 Fahrzeugstürze entfallen auf Vollerwerbslandwirte, 41 auf Nebenerwerbslandwirte, 53 auf Pensionisten und 23 auf andere Personen (z. B. mitarbeitende Söhne/Töchter).

Die Altersverteilung spiegelt das besondere Beschäftigungsprofil in der Land- und Forstwirtschaft wider. Die meisten Fahrzeugstürze (53 %) haben Personen im Alter von 40 bis 60 Jahren. Es sind dies Personen, die im Betrieb die Verantwortung tragen und ausreichende Erfahrung mit Fahrzeugen aufweisen. Erstaunlich ist jedoch der beträchtliche Anteil (24 %) an älteren Personen am Unfallgeschehen. Der älteste Traktorlenker war bereits 87 Jahre alt. Daraus folgt: Das Lenken eines Fahrzeuges erfordert keine allzu grosse körperliche Anstrengung. Die psychische Anforderung wird eher unterschätzt.

In diesem Zusammenhang fällt auf, dass diese Personengruppe anteilmässig eher zweiradgetriebene Traktoren lenkt. Es sind meist die alten Traktoren, die beim Kauf eines neuen Traktors auf dem Betrieb bleiben. Also der alte lieb gewonnene Traktor ist das Fahrzeug des Pensionisten.

Bei den Fahrzeugstürzen kommt es überwiegend zu Verletzungen des Schädels, der Rippen und Wirbelsäule. Oft sind auch mehrere Körperteile betroffen. Wird eine Person während des Sturzes gegen feste Teile (z. B. B-Säule) in der Kabine geschleudert, führt das zu Schädelverletzungen. Hingegen sind es meistens Rumpferletzungen, wenn die Lenker vom Fahrzeug abspringen oder aus dem Schutzbereich um den Lenkersitz herausgeschleudert werden.

Knochenbrüche sind die häufigsten Verletzungen, es folgen Prellungen und Quetschungen von Körperteilen. Oftmals werden Personen zwischen Kabinenteilen und dem Boden eingeklemmt.

Die Auswertung ergab, dass es bei mehr als 50 Prozent aller Fahrzeugstürze zu schweren Verletzungen kam. 17 Prozent der Unfälle endeten tödlich, wobei die Fahrzeuge überwiegend mit einem Fahrerschutz ausgerüstet waren. Da der Anteil (67 %) an Traktoren mit Allradantrieb bei schweren und tödlichen Unfällen sehr hoch ist, stellt sich die Frage, ob es mit diesen Traktoren zu mehrmaligen Überschlägen kommt?

## Unfallort

51 Prozent aller Unfälle ereignen sich auf Wiesen und Almen, 15 auf Strassen, 10 auf Forst- und Güterwegen sowie acht Prozent im Wald. Hauptsächlich herrschen am Unfallort trockene Bodenverhältnisse vor. Auf geneigten Flächen ( $\leq 35\%$ -Hangneigung) sind es 77 und auf steilen Flächen ( $> 35\%$ -Hangneigung) 81 Fahrzeugstürze.

Neben der Hangneigung ist die Geländeform entscheidend. Die Bodenbeschaffenheit und die Zusammensetzung des Grasbestandes sind weitere Einflussfaktoren. Wiesen an schattigen Nordhängen bleiben länger feucht und haben ein schlechter entwickeltes Wurzelwerk sowie eine weniger dichte Grasnarbe. Dadurch verringert sich die Tragfähigkeit und Scherfestigkeit. Aus bisherigen Erfahrungen können Traktoren in entsprechender Ausstattung zum Mähen bis zu einer Neigung von zirka 35 Prozent eingesetzt werden.

## Unfallereignis

Insgesamt 60 Prozent aller Fahrzeugstürze geschehen im Gelände bei sehr unterschiedlichen Hangneigungen. Die meisten Fahrzeugstürze ereignen sich bei Fahrten in Falllinie talwärts, gefolgt von Wendevorgängen bergwärts, Fahrten in Schichtenlinie sowie Hangschrägfahrten.

Auf horizontalen Flächen kommt es ebenfalls zu Traktorstürzen. Besonders auf Forst- und Güterwegen ist entsprechende Aufmerksamkeit der Lenkerin oder des Lenkers geboten. Eine kurze Ablenkung genügt, um mit dem Fahrzeug über den Wegrand zu geraten. Ein Sturz über eine Böschung oder einen Abhang ist meistens unvermeidbar.

Immer wieder ereignen sich Fahrzeugstürze bei Arbeiten mit Forstseilwinden. Der Traktor wird beim Zuzug eines Baumes über eine Geländekante talwärts gezogen und

stürzt einen Hang hinunter. Befindet sich eine Person auf dem Lenkersitz, kann sie nicht mehr rechtzeitig reagieren. Meistens wird eine drohende Gefahr zu spät erkannt.

## Unfallursache Mensch

Im Zusammenhang mit den Fahrzeugstürzen ist der Einfluss des Menschen interessant. Für eine Technikerin oder einen Techniker ist es jedoch schwierig – vielleicht sogar unmöglich – die Erhebungsdaten immer richtig zu interpretieren. Bei mehr als 80 Prozent aller Traktorstürze besteht ein ursächlicher Zusammenhang zwischen dem Verhalten des Menschen und dem Unfall – so die Auswertung. 40 Prozent geben an, dass sie die Situation vor dem Traktorsturz falsch eingeschätzt haben. Weitere Unfallursachen sind Ablenkung, Bedienungsfehler sowie Fehlverhalten mit je 10 Prozent.

## Unfallursache Umwelt

Neben der extremen Hangneigung wirken sich auch Bodenunebenheiten auf Schlagflächen im Wald und Hindernisse sehr ungünstig aus. Es kommt nach einem Abrutschen des Traktors zu einem ruckartigen «Stoppen». Aufgrund der dynamischen Kräfte kippt das Fahrzeug. Je nach Gefälle kann es zu mehrmaligen Überschlägen kommen. Der Unfallausgang ist ungewiss beziehungsweise zufällig, da ein Festhalten in der Kabine unmöglich ist. Die Hafteigenschaften der Reifen hängen vor allem von den Bodenverhältnissen ab. Vereiste, nasse wie auch extrem trockene Böden können zum Abrutschen eines Fahrzeugs führen. Besonders problematisch sind Flächen mit einer Festmist- oder Gülleauflage. Es genügt bereits, dass der Düngestreuer oder das Güllefass seitlich wegrutscht und den Traktor mitnimmt. Auch mit einem leistungsstarken Traktor kann ein Unfall nicht verhindert werden.

## Unfallursache Technik

Die Auswertung von 196 Fahrzeugstürzen ergibt, dass 22 Prozent dieser Unfälle in einem ursächlichen Zusammenhang mit der technischen Ausstattung stehen. Beispielsweise beeinflussen Anbaugeräte die Standsicherheit der Traktoren beträchtlich. Die ungünstige Schwerpunktlage kann bereits bei einem kleinen Fahrfehler das Fahrzeug zum Kippen bringen. Oftmals ereignen sich diese Unfälle bei Wendevorgängen am Hang oder bei Kurvenfahrten mit zu hoher Geschwindigkeit.

Die Anhänger stellen noch immer ein sicherheitstechnisches Problem dar. Viele nicht zum Verkehr zugelassene «10-km-Anhänger» – wie sie in Österreich genannt werden – sind mit unzureichenden Bremsanlagen ausgerüstet. Bei den Bauartgeschwindigkeiten heutiger Traktoren eine erdenklich unsichere Kombination, die immer wieder zu Unfällen auf Strassen und Güterwegen führt.

Im Gelände kann auch eine schlechte Bereifung die Ursache für einen Unfall sein. Oftmals reichen die gesetzlich vorgeschriebenen Mindestprofiliefen für den sicheren Einsatz am Hang nicht mehr aus.

| Art des Fahrerschutzes bei 196 ausgewerteten Stürzen |                   |               |                  |                   |                             |                                 |                             |                        |
|------------------------------------------------------|-------------------|---------------|------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Fahrzeug                                             | Kein Fahrerschutz | Wetterverdeck | Sicherheitsbügel | Sicherheitsrahmen | Kabine nur mit Frontscheibe | Kabine, jedoch ohne Heckscheibe | Kabine allseits geschlossen | Sonstiger Fahrerschutz |
| Traktor/Zweiradantrieb mit Schutzaufbau              | 1                 | 1             | 1                | 1                 | 11                          | 10                              | 6                           | 2                      |
| Traktor/Zweiradantrieb ohne Schutzaufbau             | 20                |               | 1                |                   |                             |                                 |                             |                        |
| Traktor/Allrad mit Schutzaufbau                      |                   |               | 7                | 2                 | 7                           | 18                              | 62                          | 2                      |
| Traktor/Allrad ohne Schutzaufbau                     | 3                 |               | 1                |                   |                             |                                 |                             |                        |
| Hoflader                                             | 3                 |               | 7                |                   |                             |                                 |                             | 1                      |
| Selbstfahrende Arbeitsmaschine mit Schutzaufbau      |                   |               |                  | 3                 | 6                           |                                 | 14                          | 2                      |
| Selbstfahrende Arbeitsmaschine ohne Schutzaufbau     | 4                 |               |                  |                   |                             |                                 |                             |                        |
| Summe                                                | 31                | 1             | 17               | 6                 | 24                          | 28                              | 82                          | 7                      |

## Fahrende Person schützen

Der Sicherheitsbügel, der Sicherheitsrahmen oder eine allseits geschlossene Kabine muss bei einem Fahrzeugsturz einen ausreichenden Schutz bieten. Das Sturzausmass wurde ebenfalls ausgewertet. Viele Traktoren kippen entweder nur 90° seitlich oder es kommt gleich zu Überschlägen von 360° und mehr. Die Zahl mehrmaliger Überschläge mit Allradtraktoren nimmt eher zu. Diese Traktoren bieten zwar eine hohe Sicherheit, jedoch werden Steifflächen über die Einsatzgrenzen hinaus befahren. Solche Flächen wurden früher ausschliesslich per Hand bewirtschaftet.

Aus der Beschädigung der Schutzvorrichtung ist zu schliessen, dass die Konstruktion bei einem mehrmaligen Überschlag sehr hohen Belastungen ausgesetzt ist. Trotzdem bleibt in den meisten Fällen der Schutzraum für die Person erhalten. Vereinzelt kommt es jedoch vor, dass der Sicherheitsrahmen komplett einknickt und der Schutzbereich nicht mehr vorhanden ist. Hohe Traktormassen und schwere Anbaugeräte wirken sich negativ aus und führen zu Totalschäden. Nach einem Fahrzeugsturz muss der Sicherheitsrahmen ersetzt werden; somit ist auch der finanzielle Schaden enorm.

Wie verhalten sich Lenkerinnen oder Lenker während der Fahrzeugstürze? 35 Prozent bleiben in der Kabine und 23 Prozent werden herausgeschleudert. Bei mehrmaligen Überschlägen besteht ein besonders hohes Risiko, dass Personen herausgeschleudert und verletzt werden. Die vorhandenen Kabinentüren und Scheiben bersten oder springen auf. Ein Festhalten in der Kabine ist unmöglich.

## Perspektiven

Zukünftige Lenkerinnen und Lenker müssen auch auf den Einsatz abseits der Strasse vorbereitet werden. In der theoretischen und praktischen Ausbildung soll sicheres Verhalten vermittelt sowie auch auf Folgen (Verletzungen, Sachschaden) eines Unfalls drastisch hingewiesen werden. Zum

Beispiel wird in eigenen Sicherheitszentren ein gezieltes Training in Form von Traktor-Fahrsicherheitskursen angeboten.

Weiter soll angedacht werden, dass die Fahrzeuge mit einem geeigneten Rückhaltesystem ausgerüstet werden. Bei vielen Lenkersitzen sind Sitzgurte als Zubehör erhältlich. Der Sitzgurt oder ein anderes Rückhaltesystem muss den Einsatzbedingungen entsprechen, um auch in der Praxis eine hohe Akzeptanz zu erreichen.

Umsturzschutzvorrichtungen für Traktoren werden einer statischen Prüfung unterzogen. Werkstoffe und Konstruktionen erfüllen zwar die Prüfanforderungen bezogen auf die Referenzmasse. In der Praxis wird diese Referenzmasse durch Anbaugeräte und Ballastgewichte erreicht oder gar überschritten. Bei einem Fahrzeugsturz knickt der Schutzaufbau ein, da kaum Reserve besteht. Dies wirft die Frage auf: Entspricht die derzeit ermittelte Referenzmasse noch den praktischen Gegebenheiten?

Nationalen Prüfstellen (z. B. FJ BLT Wieselburg) kommt dabei grosse Bedeutung zu. Die Erhaltung der Kompetenz ist durch ständige Aus- und Weiterbildung der Expertinnen und Experten zu gewährleisten. Das Wissen und die Prüferfahrung müssen in zukünftige Regel- und Normenwerke einfließen. Ausserdem könnten diese Prüfstellen für eine Nachprüfung von Umsturzschutzvorrichtungen aus der Serie zur Verfügung stehen. Die Prüfeinrichtungen sind ohnehin vorhanden. Es wäre ein sicherheitstechnischer Rückschritt, solche fachlich kompetente Institutionen in Zukunft nicht mehr zu nützen.

# Fahrzeugstürze im Berggebiet – Unfallgeschehen

Adi Huber, Sozialversicherungsanstalt der Bauern, Sicherheit und Gesundheit, A-1031 Wien

E-Mail: Adolf.Huber@svb.at

## Zusammenfassung

Wer schon einmal mit einem Motorkarren nahe an der Einsatzgrenze in Schichtenlinie in einer steilen Bergwiese gefahren ist, kann sehr gut nachvollziehen, dass das Arbeiten mit Fahrzeugen im Berggebiet mit hohen Risiken verbunden ist. Die Hangbewirtschaftung erfordert nicht nur einen deutlich höheren Arbeits- und Investitionseinsatz für die Landwirtin oder den Landwirten, sondern auch grösste Achtsamkeit, Vorsicht und Umsicht bei dieser gefährlichen und schwierigen Arbeit am Berg. Drei Faktoren sind für den sicheren Einsatz von Fahrzeugen im Berggebiet entscheidend: Erstens die umfassende Kenntnis der Geländegegebenheiten und richtige Beurteilung der Bodenverhältnisse. Zweitens die technische Ausstattung – und insbesondere die sicherheitstechnischen Einrichtungen der eingesetzten Fahrzeuge. Und drittens ist der entscheidende Faktor der Mensch. Er kann mit seinem Bewusstsein für Sicherheit, mit seinen Fähigkeiten, Kenntnissen und seiner positiven Einstellung zur Arbeitssicherheit am besten Unfälle verhindern.

## Summary

### Vehicles overturning in mountain areas – accident events

Anyone who has ever driven a tractor or truck close to its operating limit when contouring a steep upland meadow can well understand that working with vehicles in mountain areas is a high-risk activity. Hillside farming not only requires a considerably higher input of labour and investment from farmers, but also calls for the utmost attentiveness, caution and vigilance in their dangerous and difficult work on mountain slopes. Three factors are crucial to the safe operation of vehicles in mountain areas: firstly a comprehensive knowledge of the terrain and a correct assessment of the soil conditions, secondly the equipment – and particularly the safety features of the vehicles used. The third key factor is the human one. Drivers with safety awareness, skills, knowledge and a positive attitude to safety at work are best placed to prevent accidents.

## Résumé

### Renversements de véhicules en région de montagne – Accidents

Tous ceux qui ont déjà conduit un char automoteur à la limite du seuil de renversement, à flanc de coteau dans une prairie en pente, savent parfaitement que le travail avec des véhicules à moteur en région de montagne présentent de gros risques. L'exploitation des terrains en pente exige non seulement plus de travail et plus d'investissements de la part de l'exploitant, mais aussi une extrême attention et une grande prudence lors de la réalisation des travaux difficiles et dangereux en montagne. Trois facteurs sont décisifs pour l'emploi des véhicu-

les en toute sécurité en région de montagne. Premièrement, il est indispensable de bien connaître les propriétés du terrain et d'évaluer correctement les conditions du sol. Deuxièmement, l'équipement technique doit être adapté, notamment, les dispositifs de sécurité sur les véhicules employés. Enfin, le facteur décisif est le facteur humain. L'homme est le mieux placé pour prévenir les accidents, par sa conscience de la sécurité, par ses capacités et ses connaissances et par son attitude positive en matière de sécurité du travail.



Abb. 1. Heuernte mit Motorkarren

## Einleitung

Eine wesentliche Aufgabe der Sicherheitsberatung ist die Untersuchung und genaue Analyse von Unfällen, um unsere Versicherten informieren und beraten zu können, welche Erkenntnisse für die Unfallverhütung massgeblich und wichtig sind (das angeführte Beispiel mit dem Fahrerschutz kann hier durchaus als Erfolgsgeschichte genannt werden).

Wir wissen, dass Unfälle nicht einfach so passieren oder unabwendbare Schicksalsschläge sind, sondern Ursachen haben; und diese möglichen Unfallursachen im Vorfeld zu erkennen, ist die zentrale Aufgabe der Unfallverhütung. Auf den Punkt gebracht lautet die Botschaft: «Gefahr erkannt, Gefahr gebannt!»

## Ursachen für Fahrzeugstürze

Wenn man nun das Unfallgeschehen der Fahrzeugstürze im Berggebiet näher betrachtet, so kristallisieren sich vor allem drei Ursachenbereiche heraus, die ich hier näher vorstellen möchte:

### Topographie

Bereits vor zirka zehn Jahren haben die Veranstalter dieser Tagung in ihren Prüfberichten für Motorkarren erwähnt, dass die Einsatzgrenzen von 45 bis 50 Prozent in Schichtenlinie und 60 bis 65 Prozent in Falllinie nur durch geübte Fahrer mit genauer Geländekenntnis erreicht werden können. Die genaue Geländekenntnis heisst einerseits, dass

die Kanten, Kuppen, Unebenheiten, Böschungen und Wege in den eigenen Wiesen bekannt sind, andererseits aber auch Schatt- und Sonnseiten, feuchte Stellen, frische Grasnarbe oder extreme Trockenheit exakt beurteilt werden können.

### Technik

Moderne Fahrzeuge für den Bergeinsatz verfügen heute über eine Vielzahl an Sicherheitsfeatures, die einen sicheren Hangeinsatz erleichtern und die Hangstabilität erhöhen. Allerdings ist aufgrund der angespannten finanziellen Situation in der Landwirtschaft und auch aufgrund der langen Lebensdauer von Motorkarren, Zweiachsmähern und Traktoren oft eine sehr lange Einsatzzeit über viele Jahre vorgesehen. 20 Jahre und länger sind bei Berglandwirtschaftsfahrzeugen – auch wegen der geringen Betriebsstunden – keine Seltenheit. Dies ist mit ein Grund, weshalb sicherheitstechnische Innovationen relativ lange bis zum «Endverbraucher», den Bergbauernfamilien, brauchen.

Ein weiterer Aspekt im Bereich der Unfallursachengruppe «Technik» ist, dass Technik Wartung und Pflege braucht. Besonders die sicherheitsrelevanten Bauteile wie Bremsen, Lenkung, Reifen, Kabine sollten regelmässig überprüft und gewartet werden. Speziell die Reifen spielen im Berggebiet eine entscheidende Rolle, einerseits durch die Spurverbreiterung durch Zwillingsräder, andererseits durch das entsprechende Profil, das gerade bei der Hangbewirtschaftung von sehr grosser Bedeutung ist.

### Verhalten

Der Mensch mit seiner Einstellung, seinem Wissen, Können, seinen Erfahrungen und Werten ist der entscheidende Faktor für Vorsicht, Umsicht und Achtsamkeit. Gemäss Ing. Wilhelm Schagerl besteht bei mehr als 80 Prozent aller Traktorstürze ein ursächlicher Zusammenhang zwischen dem Verhalten des Menschen und dem Unfall. Die Interpretation ist äusserst schwierig.

Ein frisch verliebter junger Bergbauer, der das erste Mal mit seiner Freundin heftig streitet und mit seinen Gedanken die Nacht wach liegt und am nächsten Tag übermüdet und unaufmerksam mit dem Motorkarren über den Weg hinausfährt, wird als mögliche Unfallursache nicht das vorher Geschilderte anführen. Diese mögliche Unfallursache wird man in keiner Unfallstatistik finden. Es hat auch etwas mit dem Sicherheitsbewusstsein zu tun, ob ich während der Fahrt mit dem Handy telefoniere oder nicht, es hat etwas mit dem Sicherheitswissen zu tun, ob ich die Ladung entsprechend sichere oder nicht und es hat vor allem mit der Einstellung zu tun, ob mögliche Gefährdungen und Gefahren überhaupt wahrgenommen werden.

## Unfallbeispiel

Relativ viele Unfälle in der Berglandwirtschaft ereignen sich sowohl mit Motorkarren als auch mit Zweiachsmähern (Abb. 2, 3 und 4) beim Ausbringen von Festmist, Gülle und Jauche. Neben der schweren Last mit dem aufgebauten Miststreuer beziehungsweise dem Druckfass ist es der sich während des Ausbringens ändernde Schwerpunkt und vor allem schmieriger und sehr rutschiger Boden, der immer wieder zu schweren Unfällen führt.



Abb. 2. Hier sieht man deutlich die Spur des auf der Gülle rutschenden Zweiachsmähers



Abb. 3. Unfallendlage nach einmaligem Überschlag über Geländekante



Abb. 4. Der Zweiachsmäher wird mit einem Seil geborgen

## Lösungsansätze

Ausgehend von den möglichen Unfallursachen beim Einsatz von Fahrzeugen im Berggebiet gehen die Präventionsstrategien in diese Richtung:

### Gelände

- Eine kritische Erfassung der Geländegegebenheiten im eigenen Betrieb (problematische Stellen, wo nicht eingefahren werden darf)
- Eine genaue Beurteilung der Bodenverhältnisse (zum Beispiel Sonn-/Schattenseite, Feuchtigkeit, extreme Trockenheit, frische Grasnarbe)
- Auch in der Berglandwirtschaft kommt es immer häufiger zu überbetrieblichen Einsätzen durch den Maschinenring, weshalb eine ausführliche Unterweisung der fahrenden Person zur Geländesituation und den vorherrschenden Bodenverhältnissen unbedingt notwendig ist (Abb. 5).



Abb. 5. Blick ins Tal mit Zweiachsmäher

### Technik

- Wer sein Fahrzeug kennt, weiss, wie es reagiert und kann damit sicher fahren. Es ist eine sehr gut investierte Zeit, sich ausführlich mit der Bedienungsanleitung zu beschäftigen und die Fahrzeugfunktionen unter gesicherten Verhältnissen zu lernen und zu üben.
- Wer am falschen Platz spart und zum Beispiel in steilen Wiesen mit komplett abgefahrenen Reifen fährt, riskiert sein Leben.
- Die wiederkehrende Begutachtung ist keine Behörden-schikane, sondern dient auch bei Spezialfahrzeugen der Berglandwirtschaft, die wenig auf öffentlichen Strassen fahren, der Sicherheit.

### Verhalten

- Bereits die Beschäftigung und das Auseinandersetzen mit den Punkten aus den Bereichen Gelände und Technik hat sehr viel mit Verhalten zu tun. Durch die selektive Wahrnehmung setzen wir uns mit dem Thema Sicherheit auseinander und registrieren es. Nur wenn die Sicherheitsproblematik wahrgenommen und registriert wird, kann ich sie bewerten und beurteilen sowie entsprechend reagieren und handeln.

Die Besonderheit des Unfallgeschehens im Berggebiet – und speziell beim Einsatz von Fahrzeugen – liegt im hohen Gefahrenpotential. Es ist eine schmale Gratwanderung in einer steilen Bergwiese die Einsatzgrenzen auszuloten und nicht zu überschreiten und es bedarf eines hohen Vertrauens in die Fahrzeugtechnik sowie ein starkes Verantwortungs- und Sicherheitsbewusstsein, um Maschinen für die Berglandwirtschaft sicher zu führen.



# Projekt «Sentinel» – Warnsystem gegen das Überrollen

Martin Mair, Autonome Provinz Bozen - Südtirol, Amt für Arbeitssicherheit, I-39100 Bolzano

E-Mail: Martin.Mair@provinz.bz.it

## Zusammenfassung

Das Projekt «Sentinel» sieht die Entwicklung eines Warnsystems gegen das Überrollen von landwirtschaftlichen Traktoren vor. Hierbei wird die fahrende Person über Sensoren und einer Infoanzeige gewarnt, wenn der Grenzbereich der Maschine erreicht wird. Das Amt für Arbeitssicherheit und der Südtiroler Bauernbund in Zusammenarbeit mit der Südtiroler Bauernjugend unterstützen das Projekt von Herrn Dr. Ing. Gino Mainardi.

Das Warnsystem «Sentinel» ist in zwei landwirtschaftlichen Traktoren und einem landwirtschaftlichen Transporter eingebaut worden und wird somit im täglichen Einsatz erprobt. Die Flächenverteilung Südtirols und die entsprechenden Höhenlagen der landwirtschaftlich genutzten Flächen spielen bei diesem Feldtest eine ausschlaggebende Rolle. Die gelieferten Daten während diesem Feldtest dienen der Feinabstimmung des Warnsystems.

Ziel des Projekts «Sentinel» ist die Entwicklung eines Warnsystems für die Lenkerin oder den Lenker eines Traktors und der konsequente Einbau des Warnsystems in neuen Traktoren, um die Unfälle in der Landwirtschaft zu reduzieren.

## Abstract

### «Sentinel» Project – Rollover warning system

The «Sentinel» project provides for the development of a warning system to prevent farm tractors from overturning. This involves the use of sensors and a display panel to warn the driver when the stability limit of the machine has been reached. The Office of Occupational Safety and the Südtiroler Bauernbund (South Tyrol Farmers' Union) are sponsoring Dr. Ing. Gino Mainardi's project in collaboration with the Südtiroler Bauernjugend (South Tyrol Young Farmers).

The «Sentinel» warning system has been installed in two farm tractors and a farm truck and is therefore being tested in daily use. A crucial role in this field test is played by the land distribution in the South Tyrol and the corresponding altitude of the areas used for agriculture. The data provided during this field test is serving to fine tune the warning system.

The objective of the «Sentinel» project is to develop a warning system for tractor drivers and to fit the warning system systematically to new tractors in order to reduce agricultural accidents.

## Résumé

### Projet «Sentinelle» – Système d'alarme anti-retournement

Le projet «Sentinelle» prévoit le développement d'un système d'alarme pour éviter le retournement des tracteurs agricoles. Le conducteur devrait être averti par des capteurs et un message d'information lorsque la machine atteint la zone à risque. L'Office de la sécurité du travail et l'Union des paysans du Sud Tyrol en collaboration avec la jeunesse paysanne soutiennent le projet du Dr Ing. Gino Mainardi.

Le système d'alarme «Sentinelle» a été installé sur deux tracteurs et un transporteur agricoles afin d'être testé dans un emploi quotidien. La répartition des surfaces dans le Sud Tyrol et les différentes altitudes des terres agricoles jouent un rôle décisif dans ce test de terrain. Les données fournies pendant le test serviront à affiner le réglage du système d'alarme.

Le projet «Sentinelle» a pour but de mettre au point un système d'alarme destiné au conducteur ou à la conductrice du véhicule et de l'installer de manière systématique sur les nouveaux véhicules afin de réduire les accidents dans l'agriculture.



Abb. 1. Traktorunfall bei Holzbringung

## Flächenverteilung Südtirols

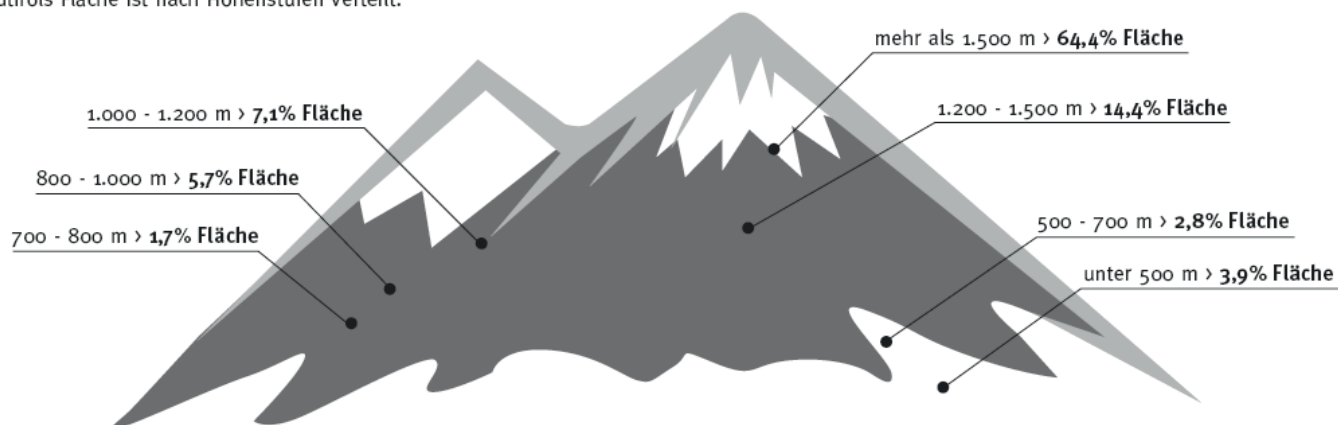
Die Flächenverteilung Südtirols und die entsprechenden Höhenlagen der landwirtschaftlich genutzten Flächen spielen bei diesem Feldtest eine ausschlaggebende Rolle (Tab. 1 und Abb. 2).

Tab. 1. Flächenverteilung in Südtirol



## Höhenlage

Südtirols Fläche ist nach Höhenstufen verteilt:



Quelle: ASTAT: Flächenverteilung nach Höhenstufen aus: ASTAT – Südtirol in Zahlen 2007, Bozen: 2007, S. 6

Abb. 2. Höhenlage

## Almen in Südtirol

Anzahl der Almen: 1.733

Gesamte Almfläche: 248 750 ha = 34 % der Landesfläche

Reine Weidefläche: 97 615 ha = 14 % der Landesfläche

Südtirols Almen sind vorwiegend Hochalmen. Sie liegen fast ausschliesslich über der Waldgrenze. 71 % der Almfläche sind Privat (Abb. 3 und 4).

### Almfläche nach Eigentumsverhältnissen

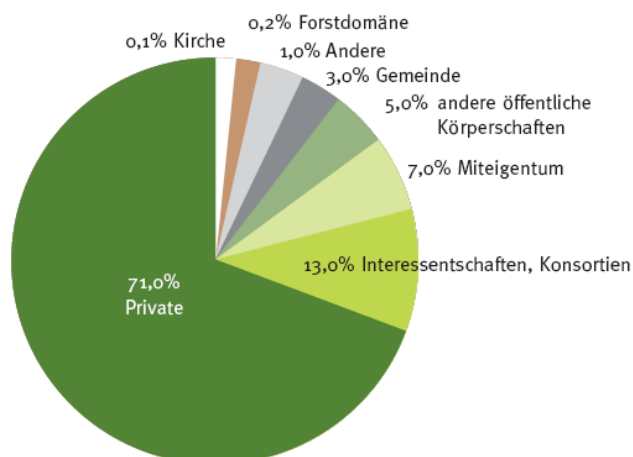
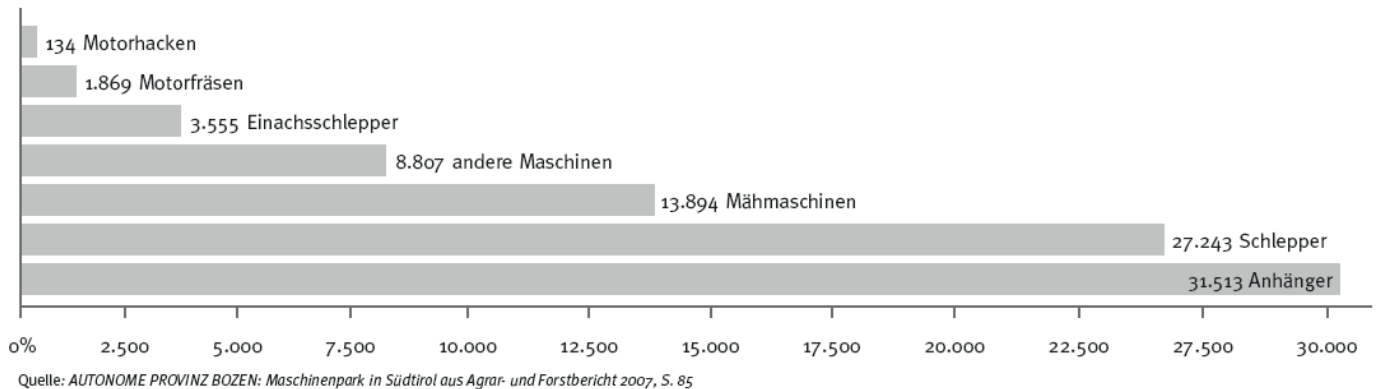


Abb. 4. Eishof im Pfoßental

Abb. 3. Almfläche nach Eigentumsverhältnissen

## Landmaschinen in Südtirol (Tab 2 u. 3)

Tab. 2. Maschinenpark im Südtirol (Stand 31.12.2006)



Tab. 3. Maschinenring Südtirol - Mitgliederentwicklung in den Bezirken

Im Jahr 2007 haben sich 803 Bauern neu in den Maschinenring Südtirol eingeschrieben.

### Mitgliederentwicklung nach Bezirken



| Jahr       | Pustertal | Eisacktal/Wipptal | Bozen | Unterland/Überetsch | Burggrafenamt | Vinschgau |
|------------|-----------|-------------------|-------|---------------------|---------------|-----------|
| 31.12.2002 | 573       | 145               | 0     | 96                  | 39            | 70        |
| 31.12.2003 | 613       | 486               | 154   | 129                 | 85            | 72        |
| 31.12.2004 | 668       | 630               | 357   | 195                 | 150           | 83        |
| 31.12.2005 | 762       | 716               | 476   | 391                 | 215           | 145       |
| 31.12.2006 | 918       | 771               | 591   | 517                 | 321           | 320       |
| 31.12.2007 | 1.063     | 857               | 736   | 629                 | 499           | 457       |

Quelle: Maschinenring Südtirol

## Das Unfallgeschehen in der Landwirtschaft

Es ereigneten sich im Jahr 2000 noch über 2600 Arbeitsunfälle in der Landwirtschaft. Im Jahr 2007 sanken die Zahlen auf 2488, also knapp unter 2500. Die Unfallzahlen, vergleicht man 2000 mit 2007, sind somit leicht rückläufig und man kann einen Rückgang von über 4,3 Prozent ermitteln (Abb. 5).

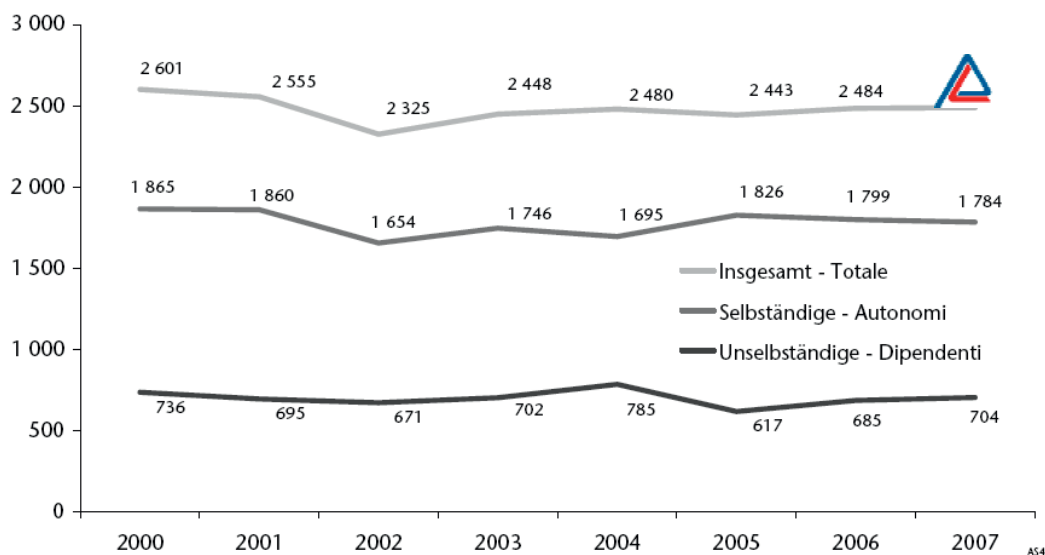


Abb. 5. Gemeldete Arbeitsunfälle in der Landwirtschaft  
(Quelle: INAIL)

Die Unfallzahlen verteilen sich zwischen Selbständige und Unselbständige (Arbeitnehmer) wie folgt: 72 Prozent Selbständige und 28 Prozent Unselbständige (Arbeitnehmer).

Vergleicht man die Unfallzahlen aus der Landwirtschaft des Jahres 2007 mit denen der Bauwirtschaft, so übersteigen die Unfälle der Landwirtschaft mit 2488 Arbeitsunfälle jene der Bauwirtschaft mit 2202 Arbeitsunfälle.

Auf Arbeiten mit landwirtschaftlichen Traktoren entfallen 10 Prozent der Arbeitsunfälle in der Landwirtschaft, wobei

der landwirtschaftliche Traktor für 35 Prozent der tödlichen Arbeitsunfälle verantwortlich gemacht wird.

## Arbeitsunfalluntersuchungen (Abb. 6)

### Arbeitsunfälle in Südtirol - ein Lokalausgang (Abb. 7 u. 8)

#### Ein Unfallhergang:

Am Nachmittag des Unfalltages begab sich der Bauer am Steuer seines Traktors zu den zum Hof gehörenden Obstanlagen. Während der Bauer auf einem terrassenähnli-

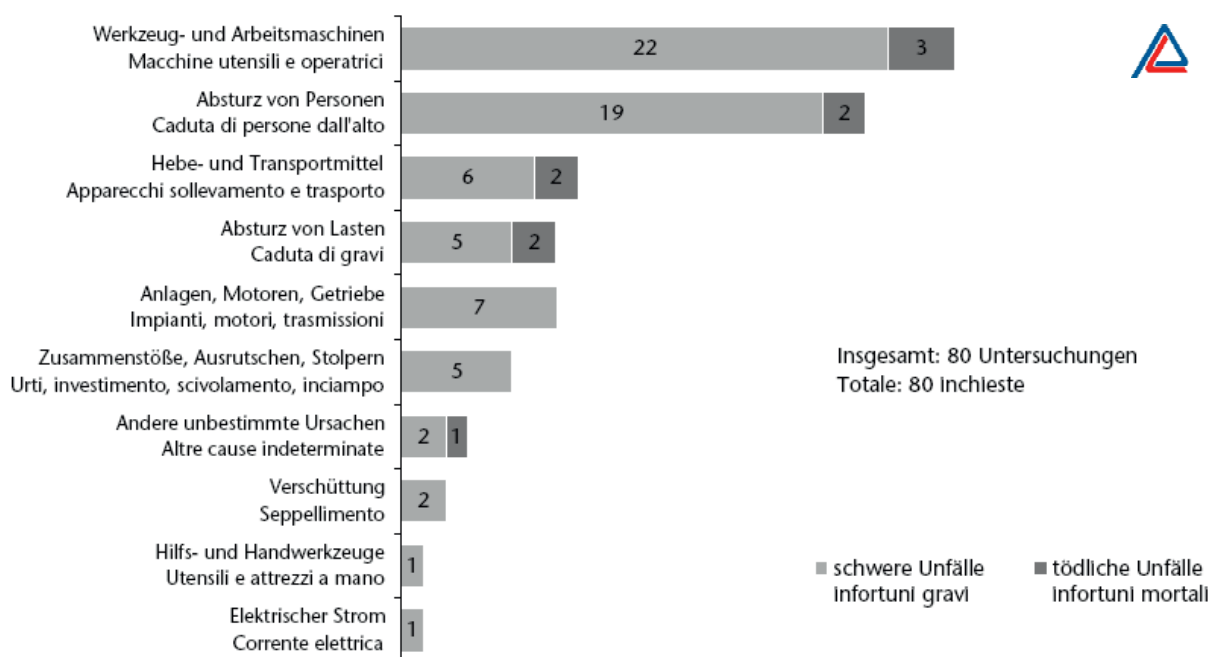


Abb. 6. Arbeitsunfalluntersuchungen nach Ursache 2008



Abb. 7. Fehlende Überrollschutzeinrichtung, Same Aurora 45 – gute 30 Jahre auf dem Buckel. (Eine Überrollschutzeinrichtung bzw. Umsturzsicherheitsvorrichtung ist eine Einrichtung, die verhindert, dass der Traktor beim Umsturz mehr als eine Vierteldrehung kippt.)



Abb. 8. Fehlendes Fahrerrückhaltesystem, Same Aurora 45 – kein Fahrerrückhaltesystem. (Ein Fahrerrückhaltesystem ist eine Einrichtung, die bewirkt, dass der Fahrer beim Umsturz des Traktors auf dem Fahrersitz gehalten wird und nicht zwischen Teilen des Traktors und dem Boden eingeklemmt werden kann.)

chen Teil der Obstanlage ein Wendemanöver ausführte, ist er wahrscheinlich mit einem Rad über die Begrenzungsmauer hinaus geraten, worauf er den Abhang hinunter gestürzt ist. Nach einem unkontrollierten Absturz von zirka 100 Metern ist das landwirtschaftliche Fahrzeug an einer Reihe Apfelbäume der Obstanlage zum Stehen gekommen (Abb. 9).



Abb. 9. Traktorunfall in Hanglage

Der Bauer zog sich tödliche Verletzungen zu. Laut den Feststellungen der Polizeibehörde war der Traktor zum Unfallzeitpunkt mit einer Sicherheitskabine in Kombination mit einem Sicherheitsgurt ausgerüstet.

## Das Projekt «Sentinel»

Das Projekt «Sentinel» der Firma COBO International unter der Federführung von Herrn Dr. Ing. Gino Mainardi sieht die Entwicklung eines Warnsystems gegen das Überrollen von landwirtschaftlichen Traktoren vor. Hierbei wird die Lenkerin oder der Lenker über Sensoren und einer Infoanzeige gewarnt, wenn sich die Neigung des Geräts dem Grenzbereich der Maschine nähert.

Das Amt für Arbeitssicherheit und der Südtiroler Bauernbund in Zusammenarbeit mit der Südtiroler Bauernjugend unterstützen das Projekt. Das Warnsystem «Sentinel» ist in zwei landwirtschaftliche Traktoren und einem landwirtschaftlichen Transporter eingebaut worden und wird somit im täglichen Einsatz erprobt.

Die gelieferten Daten während diesem Feldtest dienen der Feinabstimmung des Warnsystems (Abb. 10).



Abb. 10. Traktorsimulatoren

## Das Konzept – safe drive

Ziel des Projekts «Sentinel» ist die Entwicklung eines Warnsystems für die lenkende Person und der consequente Einbau des Warnsystems in neuen Traktoren (evtl. Nachrüstung in alten Traktoren), um die Unfälle in der Landwirtschaft zu reduzieren (Abb. 11).

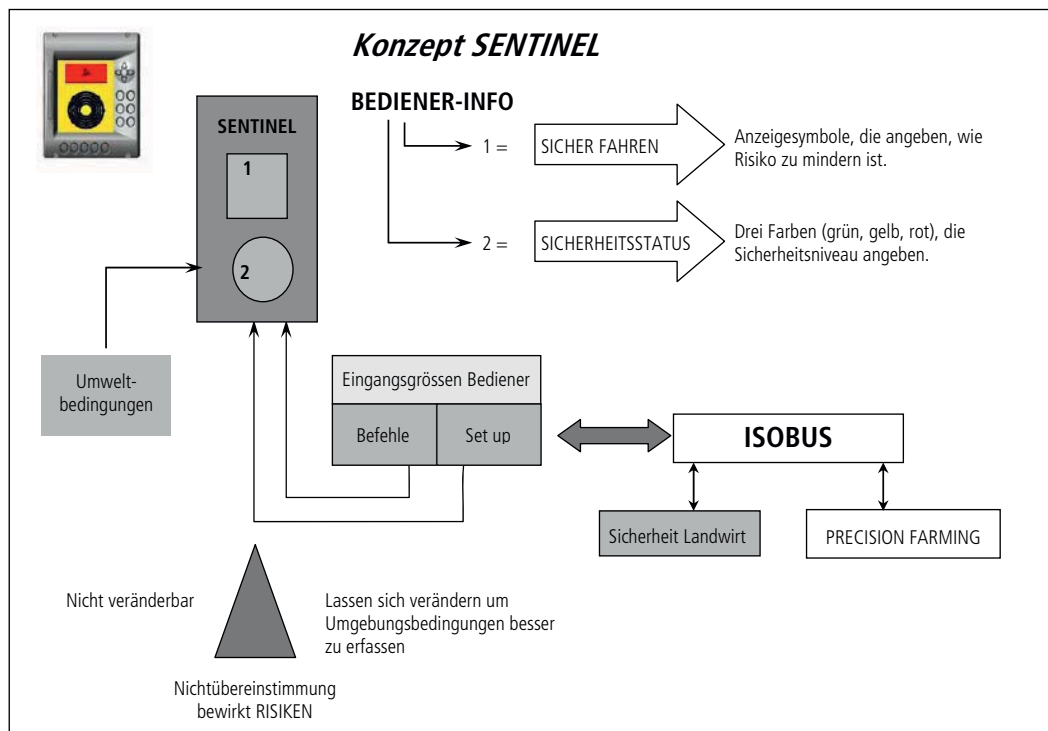


Abb. 11. Konzept «Sentinel»

### Quellen (Text und Bilder)

- Fa. COBO International - G. Mainardi, Leno (BR)
- Istituto per le Macchine Agricole - R. Delmastro, Torino
- ISPESL - V. Laurendi, Monte Porzio Catone (RM)
- ASTAT - Südtirol in Zahlen 2007 Bozen (BZ)
- INAIL Bozen (BZ)

# Schweizer Kampagne «Der Sicherheitsstopp» – Verhaltensregeln für den Traktorfahrer

Rudy Burgherr, Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft, BUL, CH–Schöftland

E-Mail: rudy@bul.ch

## Zusammenfassung

Die Landwirtschaft ist jene Branche mit der dritthöchsten Unfallhäufigkeit bezogen auf 1000 Arbeitnehmende. In den letzten zehn Jahren ereigneten sich total 462 registrierte tödliche Unfälle in der Schweizer Landwirtschaft. Davon betrafen mindestens die Hälfte den Umgang mit Maschinen und Fahrzeugen. Unfallursachen sind zunehmend der falsche Umgang mit sicheren Fahrzeugen und Maschinen. Bei Betriebsstörungen und Stresssituationen werden die einfachsten Sicherheitsregeln missachtet. Landwirtinnen und Landwirte aber auch in Lohnunternehmen Tätige sind einem hohen Erfolgsdruck ausgesetzt. Dieser ist sowohl Wetter- als auch Einkommensbedingt. Alles sollte gleichzeitig gemacht werden. Dieser Druck erhöht die Eile und damit das Unfallrisiko. Viele Fahrerinnen und Fahrer gehen mit ihren Fahrzeugen zu hohe Risiken ein, insbesondere am Hang.

Mit einem Informationsmix von Printprodukten, Fachausstellungen, Multiplikatorenschulung, Eventschulungen für Landwirte, Auszubildende und Bäuerinnen soll während mindestens vier Jahren eine nachhaltige Wirkung erreicht werden.

Die neue Kampagne der BUL richtet sich an alle, die mit landwirtschaftlichen Fahrzeugen und Maschinen umgehen. Zudem werden auch Multiplikatoren der landwirtschaftlichen Aus- und Weiterbildung in die Schulung einbezogen.

## Summary

### Swiss «Safety Stop» campaign – rules of behaviour for the tractor driver

Agriculture is the sector with the third highest accident rate per 1,000 employees. Over the past ten years a total of 462 registered fatal accidents occurred in agriculture. At least half of these involved machinery and vehicles. Accidents are increasingly caused by the incorrect handling of safe vehicles and machinery. The simplest safety regulations are ignored during malfunctions and stressful situations. The pressure to succeed is high for farmers and contractors alike, necessitated by both weather and income. Everything has to be done at once. This pressure increases the hurry and hence the accident risk. Many drivers take excessive risks, especially on slopes.

A lasting effect should be achieved by an information mix of print products, trade exhibitions, multiplier training, event training courses for farmers, trainees and farm women over at least four years.

The new BUL campaign is directed at everyone involved with agricultural vehicles and machinery. Multipliers of agricultural training and further training are also incorporated in the courses.

## Résumé

### Campagne suisse «Stop sécurité» – Règles de conduite pour les tracteurs

L'agriculture est en troisième position des statistiques d'accidents par mille employés. Ces dix dernières années, 462 accidents mortels ont été enregistrés dans l'agriculture. La moitié au moins était en rapport avec des machines et des véhicules. Les causes d'accidents sont de plus en plus souvent liées à la mauvaise utilisation de véhicules et de machines, qui eux sont sûrs. En cas de pannes et de situations de stress, les règles de sécurité les plus élémentaires sont négligées. Les agricultrices et les agriculteurs, mais aussi les employés d'entreprises de travaux agricoles sont soumis à de fortes pressions. Les résultats sont tributaires des conditions météorologiques et du revenu. Tout doit être fait en même temps. Ce stress augmente la hâte et le risque d'accidents. De nombreux conducteurs prennent trop de risques avec leurs véhicules, notamment sur des terrains en pente.

Avec un cocktail d'informations fait d'imprimés, d'expositions, de formations de formateurs, de formations spécialisées pour les agriculteurs, les étudiants, et les paysannes, la campagne, qui durera au moins quatre ans, prétend avoir un effet durable.

La nouvelle campagne du SPAA s'adresse à tous ceux qui ont à faire aux véhicules et machines agricoles. En outre, les responsables des formations agricoles professionnelles et continues sont également impliqués dans la campagne.

## Ausgangslage und Zielsetzung

In der Schweiz wurde im Kampf gegen schwere und tödliche Unfälle die Kampagne «250 Leben» lanciert. Mit Geld aus dem Prämienbeitrag für Unfallverhütung soll die Anzahl der schweren und tödlichen Arbeitsunfälle gesenkt werden. Obwohl es eine gesamtschweizerische Massnahme ist, gibt es keine Dachkampagne. Jede Branche kann eigene Projekte erarbeiten und beantragen. Für die Landwirtschaft hat die BUL aufgrund der Unfallaufzeichnungen das Thema «Richtiges Verhalten, stopp vor dem Eingriff» gewählt.

Die Landwirtschaft ist diejenige Branche mit der dritthöchsten Unfallhäufigkeit bezogen auf 1000 Arbeitnehmende. In den letzten zehn Jahren ereigneten sich in die-

sem Sektor total 462 registrierte tödliche Unfälle (Abb. 1). Davon betraf mindestens die Hälfte den Umgang mit Maschinen und Fahrzeugen. Diese Unfälle wurden früher durch mangelhafte Maschinen mitverursacht. Heute ist es zunehmend der falsche Umgang mit sicheren Fahrzeugen und Maschinen, der zu schweren Unfällen führt. Bei Betriebsstörungen und Stresssituationen werden die einfachsten Sicherheitsregeln missachtet. Oft sind den Landwirtinnen und Landwirten auch die Gefahren durch hydraulische Antriebs Elemente oder elektronische Steuerungskomponenten zu wenig bekannt. Landwirtinnen und Landwirte oder Lohnunternehmen sind einem hohen Erfolgsdruck ausgesetzt. Dieser ist sowohl Wetter- als auch Einkommensbedingt. Alles sollte gleichzeitig gemacht werden. Dieser Druck erhöht die Eile und damit das Unfallrisiko. Viele Fahrerinnen und Fahrer gehen mit ihren Fahrzeugen zu hohe Risiken ein, insbesondere am Hang. Immer noch gibt es eine grosse Anzahl alter Traktoren ohne Fahrerschutz. Das Obligatorium für Fahrerschutzvorrichtungen besteht gemäss Strassenverkehrsgesetz seit dem 1. Oktober 1978. Eine generelle Nachrüstung ist für die mehr als 30 Jahre alten Traktoren nicht vollziehbar, da die verschiedensten Typen nicht mit geprüften Schutzvorrichtungen ausgerüstet werden können. Ohne die Kontrolle jedes einzelnen Fahrzeugs würde die Nachrüstung nicht funktionieren. Jedoch soll die freiwillige Nachrüstung mit Fahrerschutzvorrichtungen nach wie vor gefördert werden.

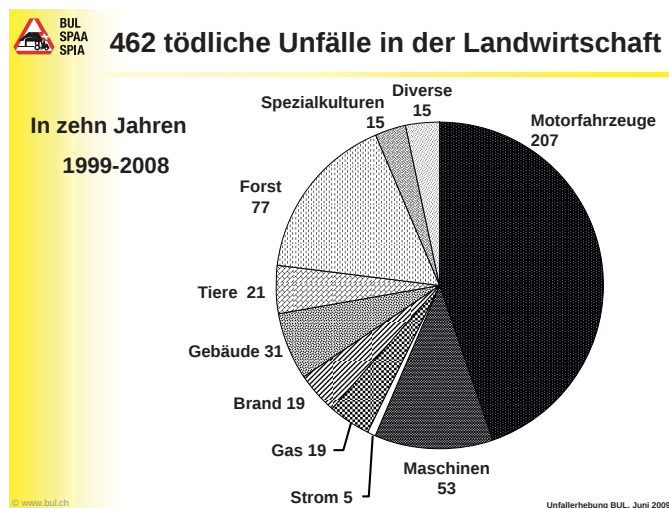


Abb. 1. In den letzten zehn Jahren ereigneten sich durchschnittlich 50 tödliche Unfälle in der Schweizer Landwirtschaft. Davon waren über 50 Prozent im Umgang mit Fahrzeugen und Maschinen.

Sicherheitsgurten werden in landwirtschaftliche Fahrzeuge vermehrt eingebaut, aber nicht getragen. Laut Strassenverkehrsgesetz müssen sie getragen werden, falls vorhanden und wenn die Geschwindigkeit mehr als 25 km/h beträgt. Im Hanggelände sollten aber Sicherheitsgurten immer getragen werden, damit man bei einem allfälligen Sturz nicht aus dem Fahrzeug geschleudert wird. Dies ist noch zu wenig bekannt.

Die Botschaft muss also weiterhin darauf ausgerichtet sein, dass nur sichere Fahrzeuge und Maschinen eingesetzt werden aber vor allem auch, dass sie sicher bedient werden.

Grundlage der Unfallverhütung in der Landwirtschaft bildet der BUL-Ordner «Prävention Landwirtschaft». Dieser enthält 15 Broschüren zu verschiedenen landwirtschaftlichen Themen. Die Broschüre Nr. 2 ist dem Thema «Landwirtschaftlicher Strassenverkehr» (Umgang mit Fahrzeugen) und Nr. 4 dem Thema «Sichere Maschinen – richtig bedient» gewidmet.

Leider fehlten bisher Zeit und Mittel, eine umfangreichere Kampagne zum Thema «Fahrzeuge und Maschinen sicher bedienen» zu lancieren. Ein bedeutender Anteil der Unfälle «Maschinen, Motorfahrzeuge» könnte jedoch mit einer Kampagne angesprochen und reduziert werden, spielt doch bei diesen Unfällen das Verhalten eine wesentliche Rolle. In Deutschland wurde inzwischen mit der Kampagne «Risiko raus» etwas ähnliches gestartet.

Heute gibt es in der Schweiz noch rund 60 000 landwirtschaftliche Betriebe. Davon sind rund 40 000 Vollerwerbsbetriebe. 1500 der BUL-Ordner gehen jährlich an landwirtschaftliche Schulen, Kurse, Vorträge, Ausstellungen. 16 000 Landwirtinnen und Landwirte haben ein Abonnement und erhalten neue und überarbeitete Broschüren. Diese werden auch einzeln von der Beratung, der Lehrerschaft und von Organisationen verteilt.

Die BUL ist zudem mit einem umfangreichen Netzwerk in der Landwirtschaft verankert. Der Branchenlösung agriTOP sind über 7000 Betriebe angeschlossen. In der landwirtschaftlichen Ausbildung sind BUL und agriss in die überbetrieblichen Kurse involviert. An Ausstellungen wird der Stand von BUL und agriss sehr gut besucht. Eine gute Beziehung besteht auch zu den landwirtschaftlichen Fachmedien und Organisationen.

## Themen und Inhalt der Kampagne

- Betriebsanleitung beachten
- Mitarbeitende instruieren
- Umgang mit Hebefahrzeugen
- Der Schwerpunkt landwirtschaftlichen Maschinen und Fahrzeuge
- Fahrerschutz
- Sicherheitsgurt und Rückhaltesysteme
- Maschinen und Fahrzeuge im Gelände und auf der Strasse
- Verhalten bei Betriebsstörungen
- Stress
- Zeitdruck

## Zielpublikum

Die neue Kampagne richtet sich an alle, die mit landwirtschaftlichen Fahrzeugen und Maschinen umgehen. Zudem werden auch Multiplikatoren der landwirtschaftlichen Aus- und Weiterbildung in die Schulung einbezogen. Nicht vergessen dürfen wir die Bäuerinnen. Auch sie gehen vermehrt mit Fahrzeugen und Maschinen um. In- und auslän-

dische Erfahrungen zeigen, dass die Bäuerin eine wichtige Ansprechperson bei der Unfallverhütung ist. Deshalb sind auch die Bäuerinnen als Zielgruppe zu berücksichtigen.

### Massnahmen

Zuerst muss ein Inhalt für eine Kampagne erarbeitet werden. Nach den Erfahrungen von BUL und agriss ist dies eine Broschüre zum aufgegriffenen Anliegen. Mit wirkungsvollen Massnahmen und zusätzlichen Instrumenten, kann ein Thema wirksam behandelt und erfolgreich umgesetzt werden. Auch zu unserem Thema «Maschinen und Fahrzeuge sicher bedienen» soll eine angepasste Broschüre die Grundlage des Informationsmix sein. Die Broschüre wird aufgrund der bisherigen Erfahrungen erarbeitet, illustriert, gestaltet und gedruckt. Damit sie zum System von BUL und agriss passt, entsteht sie im Format A4 mit 16 Seiten (Abb. 2).

Die neue Broschüre ist Bestandteil unseres Ordners und wird den Abonnierenden nachgesandt. Die bereits bestehende Broschüre Nr. 4 «Sichere Maschinen – richtig bedient» wird später um den Teil «Verhalten» gekürzt.

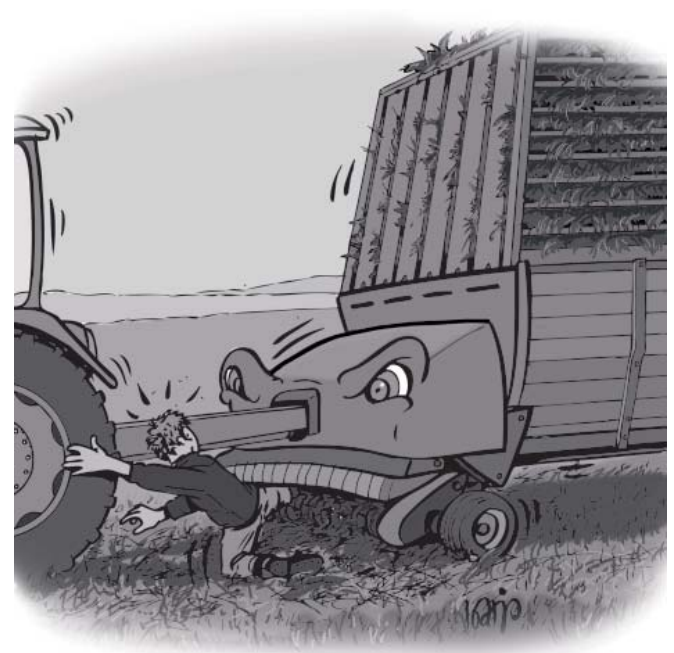
- Eine neue Broschüre als Ergänzung zur bestehenden Basisbroschüre
- Eine Checkliste mit dem Schwerpunkt «Maschinen sicher bedienen»
- Ein Kleinplakat «Sicherheitsstopp» (Abb. 3)
- Ein Drehmodell einer Traktorkabine für praktische Übungen
- Präsentation des Themas an Fachaussstellungen
- Entwicklung von Kursmodulen für Lohnunternehmen und die Landwirtschaft
- Intervention beim Handel, dass Maschinen nicht nur verkauft, sondern auch die richtige Anwendung korrekt instruiert wird
- Medienberichte



Abb. 2. Mit Hilfe von Zeichnungen, in denen die Gefahr als Monster dargestellt wird, soll die akute Gefahr gezeigt werden.



Abb. 3. Das Plakat «Sicherheitsstopp» ist eine der Massnahmen, um Landwirtinnen und Landwirte an die Gefahren zu erinnern.



## Umfang und Gliederung

### 1. Broschüre «Sicherer Umgang mit Fahrzeugen und Maschinen»

A4, 16 Seiten, 4farbig

### 2. Checkliste «Sicherer Umgang mit Fahrzeugen und Maschinen»

8 Seiten, max. 100 Fragen, Erklärungen der Begriffe

### 3 Kleinplakat A4 und A3 «Sicherheitsstopp»

als Aushang in den Betrieben, als Massenstreuemittel und Zusammenfassung.

### 4 Bogen A4 mit 6 Klebern 11,5 x 6 cm «Vor dem Eingriff Sicherheitsstopp»

Dieser Bogen mit Klebern ist einfacher zu versenden als einzelne Kleber. Zudem hat jede Landwirtin und jeder Landwirt Bedarf für mehrere Stück. Ein vergleichbarer Kleber wurde im Rahmen der Kampagne «Kinder sicher und gesund auf dem Bauernhof» kreiert.

### 5. Schulungsunterlagen

Die Schulungsunterlagen bestehen aus einer Powerpoint-Show und Entwicklungsschritten für ein Halbtags- oder Tagesprogramm zu einem Experimentalkurs.

### 6. Ausstellungskomponenten

BUL und agriss nehmen an den wichtigsten Fachausstellungen mit wechselnden Themen teil. Ein Teil der Ausstellung ist immer einer wichtigen Zusatzinformation gewidmet. Hier hat das Kampagnenthema seinen Platz.

### 7. Medienberichte

Als Begleitmassnahme für Ausstellungen und Kurse nutzt das BUL auch die Beziehungen zu den Fachmedien. In der Regel ist es problemlos möglich, entsprechende Artikel zu platzieren.

### 8. Drehmodell einer Traktorkabine für Demonstrationen

Auf einem Autoanhänger wird eine drehbare Traktorkabine montiert. Diese ist mit Sicherheitsgurt ausgerüstet. Mit diesem Modell kann einzelnen Teilnehmenden gezeigt werden, wie ein Traktorsturz auf den Körper wirkt und welchen Nutzen die Sicherheitsgurte bringt.

## UV-Tagung von BUL und agriss als Start

Ende August führen BUL und agriss alljährlich eine Fachtagung/Seminar für Multiplikatoren durch. Teilnehmende sind Fachlehrerinnen und Fachlehrer von landwirtschaftlichen Bildungszentren, Partnerorganisationen aus dem In- und Ausland, Mitarbeitende von BUL und agriss, Sicherheitsbeauftragte von grösseren Betrieben. Die Tagung 2010 ist diesem Thema gewidmet und wird gleichzeitig der Start der Kampagne sein.

## Zeitplan

- 25. und 26. August 2010: UV-Tagung als Start in der Öffentlichkeit
- Herbst 2010: Versand, Kurse, Nacharbeit, Bereitstellen von Kursunterlagen
- Ab November 2010 bis und mit 2015: Schulungen, Verteilen der Flyer, Checklisten und Broschüren, Thema an Messen und Maschinenvorführungen.
- Ende November 2010 erster Auftritt an der AGRAMA, der wichtigsten Landmaschinenausstellung der Schweiz (5 Tage).

## Erfolgskontrolle

Die Unfälle mit landwirtschaftlichen Fahrzeugen und Maschinen sind in den letzten Jahren nur leicht zurückgegangen. Durch die zunehmende Komplexität der Maschinen wirken sich Verhaltensfehler immer gravierender aus. Die Unfallerhebung wird fortgeführt, sodass Erhebungsfehler ausgeschlossen und eine allfällige Reduktion der Unfälle festgestellt werden kann.

Weitere Erhebungen umfassen die Anzahl Kurse und Anzahl Teilnehmende sowie die Anzahl der verteilten Broschüren, Checklisten und Kleinplakate.

Das Projekt «Fahrzeuge und Maschinen sicher bedienen» wird zu einem grossen Teil von der «Aktion 250 Leben» finanziert. Durch intensive Schulung und Information wird es möglich sein, die Anzahl der schweren und tödlichen Unfälle im Umgang mit landwirtschaftlichen Maschinen zu senken. Wir freuen uns auf den Start.

# Massnahmen zur Erhaltung und Förderung der Kulturlandschaft im Alpenraum

Karl Buchgraber, Erich M. Pötsch, Andreas Bohner, Johann Häusler, Ferdinand Ringdorfer, Alfred Pöllinger, Reinhard Resch, Jakob Schaumberger, LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning  
Josef Rathbauer, BLT Wieselburg, A-3250 Wieselburg  
E-Mail: karl.buchgraber@raumberg-gumpenstein.at

## Zusammenfassung

Grünland- und Viehbäuerinnen und -bauern in Österreich produzieren Milch, Fleisch und Kulturlandschaft. Die reichlich gegliederte, gepflegte und vielfältige Kulturlandschaft ist in Berglagen die bedeutendste Visitenkarte für das Tourismusland Österreich. Die Bearbeitung der steilen und ertragsarmen Berglagen erscheint oft nicht wirtschaftlich, da Vergleichsprodukte aus den weltweiten Gunstlagen billiger auf die heimischen Märkte drängen. Die Ausgleichszahlungen und Umweltgelder können oft den massiven Preisdruck nicht kompensieren. Dies ist oftmals der Grund für die Schliessung von Betrieben, Auflassung der Bewirtschaftung von Einzelflächen, Änderung der Nutzungsformen von Milchtieren zu Fleischtieren und in einigen Fällen auch von Futter zur Biomasse für Energie und stoffliche Produkte. Die traditionelle Nutzung über das Tier wird gerade in ungünstigsten Lagen hinterfragt und es werden Alternativen gesucht, die eine Offenhaltung der Kulturlandschaft gewähren. Es ist auch Zeit darüber nachzudenken, wie Regionen (z. B. Berge, Talschaften) gemeinsam durch ein Zusammenwirken aller Kräfte und Ressourcen in ihrer Schönheit erhalten werden können. In diesem Beitrag werden Möglichkeiten zur Erhaltung und Förderung der Kulturlandschaft aus ökologischer und ökonomischer Sicht aufgezeigt.

## Summary

### Measures for conserving and promoting the cultural landscape in the alpine region

Grassland and cattle farmers in Austria produce milk, meat and cultural landscape. In mountain locations the diverse, richly structured, well-tended cultural landscape is the most important business card for Austria as a tourist destination. It often seems uneconomic to cultivate steep, low-yield mountain slopes, since cheaper comparable products from favoured locations are flooding the home market. Compensation payments and environmental funding are often unable to offset massive pricing pressure. This is frequently why farms close down, the cultivation of individual areas is abandoned, usage changes from dairy to meat animals and in some cases also from forage to biomass for energy and material products. Traditional livestock usage is being questioned, particularly in the most unfavourable locations, and there is a demand for alternatives which allow the cultural landscape to be kept open. It is also time to consider how the beauty of regions (e.g. mountains, valley communities) can be preserved by pooling all their strengths and resources. This article illustrates possible ways of conserving and promoting the cultural landscape from an ecological and economic perspective.

## Résumé

### Mesures pour le maintien et la promotion des paysages cultivés en zone alpine

En Autriche, les exploitants d'herbages et de bétail produisent du lait, de la viande et façonnent le paysage. Le paysage rural structuré, diversifié et entretenu des régions de montagne est la principale carte de visite du tourisme en Autriche. L'exploitation des pentes raides et à faibles rendement n'apparaît souvent pas rentable, car des produits comparables obtenus dans des conditions plus favorables dans le monde sont plus compétitifs sur les marchés nationaux. Les paiements compensatoires et les fonds environnementaux ne suffisent souvent pas à compenser la pression massive sur les prix. C'est souvent une raison pour certaines exploitations de cesser, pour d'autres d'abandonner l'exploitation de certaines surfaces ou encore de changer de mode d'exploitation et de passer des vaches à lait aux animaux à viande et dans certains cas, de passer du fourrage à la biomasse pour la production d'énergie et de matériaux. L'exploitation traditionnelle en production animale est souvent remise en question dans les zones défavorisées. Il faut trouver des alternatives, qui garantiraient la préservation du paysage rural. Il est également temps de penser à la façon de préserver la beauté des régions (p. ex. montagnes, vallées) en unissant les forces et les ressources. Cette contribution présente différentes possibilités pour maintenir et promouvoir le paysage cultivé d'un point de vue écologique et économique.

## Einleitung

Die gepflegte und landschaftlich vielfältige Kulturlandschaft in Österreich stellt eine wichtige Grundlage für Wirtschaftszweige und unserer Authentizität dar. Geprägt wird dieses einzigartige Produkt von Bauernhand. Mit der Aufgabe von Hofstellen (Ø jährlich rund 4500) und der Abnahme der Agrarquote auf fünf Prozent kommt es insbesondere in den schwierigen Bergregionen zu einer Verarmung in der Infrastruktur und zur Bewirtschaftungsaufgabe. Im Forschungsprojekt des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) «Ökologische und ökonomische Auswirkungen extensiver Grünlandbewirtschaftungssysteme zur Erhaltung der Kulturlandschaft» werden seit über zehn Jahren produktionstechnische Massnahmen zur Offenhaltung der Kulturlandschaft auf Praxisebene ganzheitlich geprüft, um in gefährdeten Regionen Alternativen anbieten zu können. Im BMLFUW-Umsetzungsprojekt «Hauser Kaibling» werden seit über zwei Jahren rund 800 Schafe zur gemeinsamen Nutzung der Alm- und Pistenflächen in der Weideperiode gehalten, um die verstrauchten Flächen zu

verbessern und die Biomasse produktiv zu nutzen. Seit über neun Jahren werden im BMLFUW-Projekt «Aigen/Vorberg, Reichraming, Salzkammergut» neue Organisationsformen für die überbetriebliche Bewirtschaftung angedacht und langsam im Modernen Landmanagement umgesetzt. Damit sollte es nicht nur bei der Registrierung der unbefriedigenden Situation bleiben, sondern es sollten Instrumente entwickelt und angeboten werden. In dieser Darstellung wird auf diese Massnahmen und deren ökologischen und ökonomischen Auswirkungen zur Offenhaltung der Kulturlandschaft eingegangen.

## Material und Methodik

### 1. Massnahmen zur Offenhaltung der Kulturlandschaft «BUCHAU»

Rund 40 000 Hektar extensive Wiesen und Weiden werden in Österreich nicht genutzt und gehen, je nach Standort, innerhalb von zehn Jahren in Wald über. Jährlich gehen so in Österreich rund 5000 Hektar Grünland in Wald über. Im Alpenraum waren das in den letzten 20 Jahren 600 000 Hektar und in Österreich immerhin 100 000 Hektar. Um künftig solche «Grenzertragsböden» zu erhalten, werden im Versuch «Buchau» Massnahmen nebeneinander unter gleichen Standortbedingungen erprobt und bewertet.

- Mutterkühe
- Schafe
- Energetische und stoffliche Nutzung der Biomasse
- Mechanische Freihaltung mittels Mulch
- 1 x pro Jahr
- 1 x alle zwei Jahre
- 1 x alle drei Jahre
- Nutzungsaufgabe

**Versuchsstandort:** Buchau bei Admont (Landwirtschaftliche Fachschule Grabnerhof), Steiermark  
870 m Seehöhe, 1600 mm Niederschlag  
20 ha Versuchsfläche in der üblichen Praxis

**Versuchsbeginn:** 2001

**Forschungsschwerpunkte:** Boden, Bodennährstoffe, Wasserqualität, Artenvielfalt, Pflanzenbestandszusammensetzung, Futterertrag, Futterqualität, tägliche Fleischzunahmen, Fleischqualität, Brennwert, Gasbildung und Ökonomie

### 2. Kooperation Bewirtschaftungsobjekt «Hauser Kaibling»

Seit 1960 ging die Almfläche (Almweiden und Bergmäher) um 20 Prozent zurück, die Futterflächenbewertung durch Agrarmarkt Austria (AMA) zeigt einen noch dramatischeren Überschirmungs-, Verkrautungs- und Verbuschungszustand auf. Andererseits müssen unsere Skipisten im Sommer mit aufwendigem Maschineneinsatz gepflegt werden. Durch gezielte Beweidung mit einer Grossherde von Schafen sollte es möglich sein, die Weideflächen wieder zu verbessern und die Skipisten auf natürliche Art bestens in der Grasnarbe zu erhalten.

- Alm- und Tourismusregion Hauser Kaibling ~150 ha
- davon 40 % Skipiste
- Weidegebiet zwischen 1300 bis 2000 m Seehöhe
- davon 80 % nach Norden exponiert
- Schafherde mit Schäfer und zwei bis drei Hunden
- 600 Mutterschafe + 200 Lämmer aus 20 Betrieben des Ennstales der Rassen Bergschaf braun und weiss sowie Kreuzungsprodukt Suffolk x Bergschaf
- Versuchsbeginn: 2008
- Forschungsschwerpunkte:  
Botanik/Pflanzensoziologie/Artenvielfalt/Ertrag/Futterqualität, Erhaltung der Kulturlandschaft und Pflege der Skipisten, Belebung des Sommertourismus  
Fleischzunahme der Lämmer, Fleischqualität, Ausfälle, Krankheiten und Probleme bei dieser Grossherde und der Herdenführung in diesem Gelände bei unterschiedlichen Wetterbedingungen

### 3. Modernes Landmanagement für Regionen

In Regionen, wo die ursprüngliche flächendeckende Bewirtschaftung durch den Rückgang der bäuerlichen Betriebe verloren geht, sollen die noch vorhandenen Ressourcen flächen- und besitzübergreifend gemeinsam bewirtschaftet werden. Dabei sollen die Besitzverhältnisse keineswegs berührt werden, nur sollen die Flächen, das Vieh, die Gebäude und Maschinen sowie die Arbeitskraft für die gemeinsame Bewirtschaftung dieser gefährdeten Regionen koordiniert eingesetzt werden. Ausserdem sollen die erzielten Produkte aus Milch und Fleisch gemeinsam über eine Logistik an die Gastronomie und Hotellerie vermarktet werden.

- Region Aigen/Vorberg, Bezirk Liezen/Steiermark
- Seitental der Enns, 800 bis 1300 m Seehöhe
- Zirka 15 Grünland- und Viehbauern
- Projektstart: 2000

- Region Reichraming, Bezirk Steyr-Land/Oberösterreich
- Ennstal, 350 - 1200 m Seehöhe
- ca. 70 Grünland- und Viehbauern
- Projektstart: 2006

- Region Inneres Salzkammergut OÖ und Salzburg
- 9 Gemeinden
- 100 Grünland- und Viehbauern
- Logistik für Fleisch- und Milchprodukte für Gastronomie und Hotellerie
- Projektstart: 2007

## Resultate

### Resultate des Versuchs «Buchau»

#### *Tierische Nutzung der Weiden «Low-Input»*

Die extensiven Weiden aber auch die Kulturweiden können mit Mutterkühen, Ochsen, Jungvieh aus der Milchviehhaltung, Schafen, Ziegen aber auch mit Pferden bestens bewirtschaftet werden. Je besser die Weideführung und je höher das Ertragspotenzial der Flächen, desto höher die täglichen Zunahmen. Am Standort Buchau steht eine

mittlere Ertragslage bei guter kreislaufbezogener Bewirtschaftung den Mutterkühen mit Kälbern und den Schafen mit Lämmern zur Verfügung. Der Futterzuwachs übers Jahr reicht für rund 1 GVE/ha. Der Fleischzuwachs wurde ausschliesslich mit dem Grundfutter (im Sommer reine Weide, im Winter Grassilage und Heu) ohne Kraftfutter erzielt (Abb. 1).

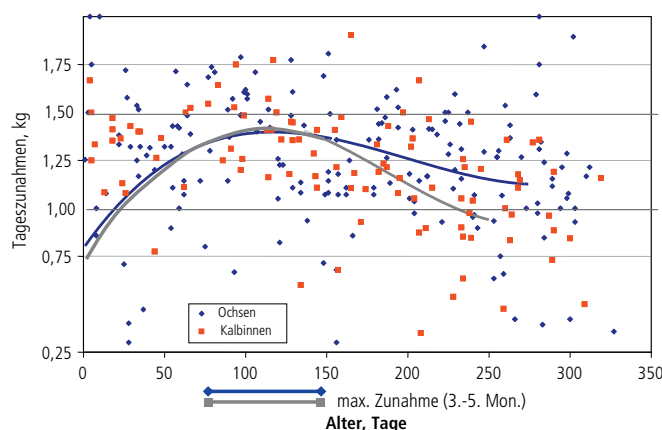


Abb. 1. Tageszunahmen in Abhängigkeit vom Lebendgewicht auf der Buchau

Die einzelnen Leistungs- und Qualitätsparameter in Tabelle 1 zeigen, auf welch hohem Niveau diese Produktion abläuft.

#### Energetische und stoffliche Nutzung

Getreide, Mais und energetisch hochwertige Produkte wurden in den letzten Jahren verstärkt zur Gewinnung

von Energie (Biogas, Bioethanol usw.) und Stoffen herangezogen. Die Biomasse aus dem extensiven Grünland aber auch aus dem Naturschutzgrünland wird zur Zeit noch nicht für die Energiegewinnung und für stoffliche Produkte verwertet, da die Gestehungskosten bei der aufwändigen Nutzungskette doch höher sind als bei den ertragreichen Kulturarten in den Gunstlagen. Steigt aber der Energiepreis und auch die Nachfrage nach Biomasse für stoffliche Produkte, so steht hier im extensiven Grünland ein grosses Potenzial zur Verfügung. Diese bisher nicht genutzte Ressource könnte erfolgversprechend sein und gleichzeitig könnte damit auch die Kulturlandschaft offen gehalten werden.

#### Biogas

In einem exakten Versuch auf der Buchau wurde die extensive Wiese bei ein-, zwei- und dreischnittiger Nutzung auf ihre Gasproduktion überprüft. Im Vergleich mit den «intensiven» Grünland- und Ackerkulturen bleiben diese Flächen zwar zurück, doch erscheint diese Nutzung bei höheren Energiepreisen nicht uninteressant (Abb. 2 und 3).

#### Heupellets

Im Jahre 2003 wurde im Spätsommer das bereits überständige und verholzte Grünland gemäht und getrocknet. Die bodengetrocknete Heupartie wurde pelletiert und in der BLT (Biomass Logistics Technology) Wieselburg «wissenschaftlich» verbrannt. Der Brennwert der Heupellets war dabei relativ gut, jedoch die Asche- und Abriebanteile lagen gegenüber Holzpellets höher (Tab. 2). Nach Besprechung mit Kesselfirmen sollte hier durch eine technische Entwicklung eine Verbesserung möglich sein.

Tab. 1. Mast- und Schlachtleistungen auf der Buchau

| Merkmal                    | Mittel | Geschlecht (G) |             | Rasse (R)   |             | Laktation   |             |             |             |
|----------------------------|--------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                            |        | Ochse          | Kalbin      | FVxLI       | FVxMur      | 1           | 2           | 3           | 4           |
| Tiere                      | 32     | 20             | 12          | 25          | 7           | 11          | 9           | 8           | 4           |
| Geburtsgewicht, kg         | 44,1   | 45,5           | 42,8        | 47,1        | 41,2        | 37,6        | 44,8        | 44,1        | 50,1        |
| LG Schlachtung, kg         | 388,6  | 401,6          | 375,6       | 388,0       | 389,2       | 392,8       | 401,1       | 376,3       | 384,1       |
| Tageszunahme, g            | 1238   | 1283           | 1194        | 1216        | 1261        | 1229        | 1262        | 1282        | 1181        |
| Mastdauer, Tage            | 278    | 278            | 279         | 280         | 276         | 289         | 282         | 259         | 283         |
| Ausschlachtung (k), %      | 55,6   | <b>54,8</b>    | <b>56,5</b> | <b>57,5</b> | <b>53,8</b> | <b>54,3</b> | <b>54,4</b> | <b>55,9</b> | <b>58,0</b> |
| Ausschlachtung (w), %      | 56,5   | <b>55,8</b>    | <b>57,3</b> | <b>58,5</b> | <b>54,6</b> | <b>55,3</b> | <b>55,4</b> | <b>56,7</b> | <b>58,8</b> |
| Fleischklasse (E=1), Pkt.  | 2,69   | 2,56           | 2,81        | 2,63        | 2,75        | <b>2,37</b> | <b>2,84</b> | <b>2,91</b> | <b>2,63</b> |
| Fettklasse, Pkt.           | 2,45   | 2,37           | 2,52        | 2,44        | 2,46        | 2,63        | 2,74        | 2,16        | 2,27        |
| Verdauungstrakt, kg        | 63,8   | <b>70,3</b>    | <b>57,2</b> | <b>56,9</b> | <b>70,6</b> | 70,1        | 66,4        | 60,7        | 57,8        |
| Nierenfett, kg             | 5,22   | <b>4,35</b>    | <b>6,09</b> | 5,57        | 4,86        | 5,43        | 6,03        | 4,96        | 4,45        |
| Nierenfett, % SK           | 1,35   | 1,07           | 1,63        | 1,45        | 1,24        | 1,39        | 1,50        | 1,32        | 1,17        |
| Wertvolle Teilst., % v. SK | 41,0   | 40,9           | 41,1        | <b>41,7</b> | <b>40,4</b> | <b>40,4</b> | <b>41,7</b> | <b>40,8</b> | <b>41,2</b> |
| Kochsaftverluste, %        | 37,0   | 35,9           | 38,2        | 37,2        | 36,9        | <b>33,3</b> | <b>37,9</b> | <b>40,4</b> | <b>36,6</b> |
| Tropfsaftverluste, %       | 3,93   | 3,78           | 4,09        | 4,05        | 3,82        | 3,63        | 3,66        | 4,09        | 4,35        |

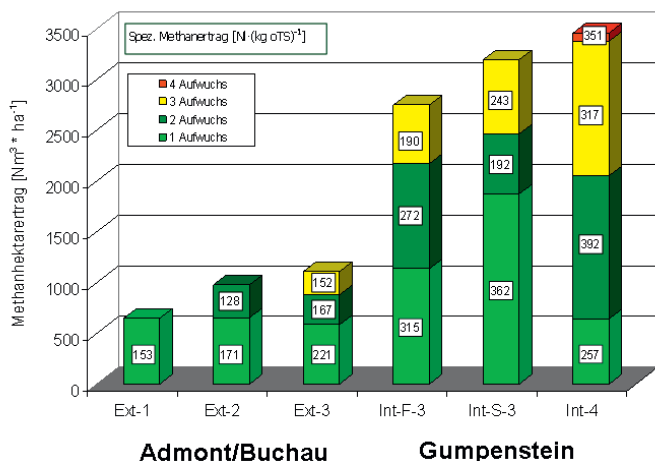


Abb. 2. Methanhektarerträge standorttypisch genutzter Dauerwiesen

(Quellen: AMON T., KRYVORUCHKO V., HOPFNER-Sixt, K., AMON, B., MILOVANOVIC, D., BODIROZA, V., MACHMÜLLER, A., FRIEDEL, J., HRBEK, R., PÖTSCH, E. M. (2006): Optimierung der Methanerzeugung aus Energiepflanzen mit dem Methanenergiewertsystem. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Hrsg.); Berichte aus Energie- und Umweltforschung 80. Und: PÖTSCH, E., BUCHGRABER, K., RESCH, R., HÄUSLER, J., RINGDORFER, F., PÖLLINGER, A., RATHBAUER, J., AMON, T. (2009): Extensively used grassland as a basis of low input livestock systems and as a resource of energy and raw materials. 15th Symposium EGF 2009 «Alternative functions of grassland», Grassland Science in Europe, Vol 14, 428–431.)

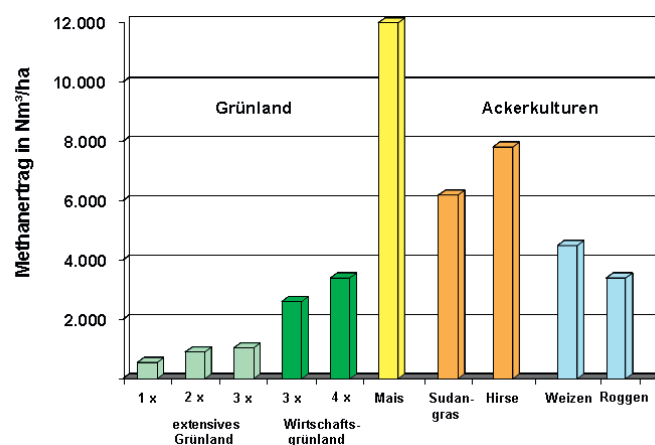


Abb. 3. Methanhektarerträge unterschiedlicher Kulturen/Kulturpflanzen

(Quellen: PÖTSCH, E.M. (2008): Energie aus Grünland – Biogasproduktion von Grünland und Feldfutter. Bericht zur 14. Winter-tagung „Land- und Forstwirtschaft zwischen Markt und Politik – globale Herausforderungen und europäische Antworten“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 20–21. Und: PÖTSCH, E., BUCHGRABER, K., RESCH, R., HÄUSLER, J., RINGDORFER, F., PÖLLINGER, A., RATHBAUER, J., AMON, T. (2009): Extensively used grassland as a basis of low input livestock systems and as a resource of energy and raw materials. 15th Symposium EGF 2009 «Alternative functions of grassland», Grassland Science in Europe, Vol 14, 428–431.)

Tab. 2. Vergleich von Holz- und Heupellets an der BLT Wieselburg

| Parameter                     | Heu-pellets | Holz-pellets | ÖNORM M 7135 |
|-------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Durchmesser (mm)              | 8           | 6            | 4 ≤ D ≤ 10   |
| Rohdichte (kg/dm³)            | 1,16        | ~ 1,20       | ≥ 1,12       |
| Wassergehalt (%)              | 11,8        | ~ 7,0–8,5    | max. 10,0    |
| Aschegehalt wf (%)            | 8,3         | ~ 0,3        | max. 0,5     |
| Heizwert wf (MJ/kg)           | 17,2        | ~ 18,5       | min. 18,0    |
| Flüchtige Bestandteile wf (%) | 72          | ~ 83         | –            |
| Abrieb (%)                    | 4,4         | ~ 1,0        | max. 2,3     |
| Schüttdichte (kg/m³)          | 532         | ~ 650        | –            |

wf = wasserfreie Bezugsbasis

### Stoffliche Nutzung in Form von Milchsäure

Auf der Buchau wurde auch eine Grassilage hergestellt, aus der dann die Milchsäure gewonnen wurde. Eigentlich waren dies im Jahre 2004 die ersten Versuche in Richtung «Grüne Bioraffinerie». Die Faser aus dem Grünland wurde ebenso in neuen Produkten genutzt, wie auch Isoflavone aus dem Rotklee.

### Mechanische Offenhaltung der Kulturlandschaft

Wird die heranwachsende Biomasse nicht als Futter oder energetisch beziehungsweise stofflich genutzt, so kann eine Offenhaltung der Kulturlandschaft mit der mechanischen Bearbeitung der Flächen erfolgen. Hier werden häufig Schlegelmulcher in Arbeitsbreiten von 150 bis 650 cm eingesetzt. Je nach Pflanzenbestand und Ertragslage sollte jeweils im Spätsommer bis Herbst der Mulchgang durchgeführt werden. Auf der Fläche in der Buchau wurde einmal im Herbst und Jahr, einmal im Herbst jedes zweite Jahre und einmal im Herbst jedes dritte Jahre gemulcht.

### Leistungsbedarf von Schlegelmulcher

In einer Untersuchung an der BLT Wieselburg wurde der Leistungsbedarf im Leerlauf und in der Belastung gemessen. Schlegelmulcher mit schaufelförmigen Arbeitswerkzeugen haben mit 9,0 kW/m Arbeitsbreite mit Abstand den höchsten Leerlaufleistungsbedarf. Die Maschinen mit Y- und S-förmigen Schlegeln liegen bei 1,7 kW/m AB.

Der Leistungsbedarf unter Belastung lag nach diesen Messungen in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit, bei einer Wiesenmischung nach der Blüte mit 120 bis 150 cm Bestandeshöhe im Mittel zwischen 5 und 35 kW pro Meter Arbeitsbreite (AB).

Der Leistungsbedarf wurde auf mehreren Flächen mit unterschiedlichem Pflanzenbestand und Ertragslage gemessen (Tab. 3). Wie in Tabelle 3 ersichtlich, steigt der Kraftbedarf in erster Linie mit der steigenden Frischmasse an. Das bedeutet, dass in erster Linie der Pflanzenbestand und die Zusammensetzung dieses Bestandes für den Kraft-

**Tab. 3. Kraftbedarf in kW/m Arbeitsbreite auf Flächen mit unterschiedlicher Frischmasse**

|                                     | FM<br>in g/m <sup>2</sup> | KW<br>pro m AB | Nm<br>pro m AB |
|-------------------------------------|---------------------------|----------------|----------------|
| Leerlauf                            | X                         | 3,2            | 55             |
| Mähwiese                            | 771                       | 6,5            | 116            |
| Hutfläche (extensive<br>Standweide) | 1024                      | 8,5            | 152            |
| Feuchtwiesen                        | 1890                      | 17,0           | 347            |

bedarf ausschlaggebend sind. Vor allem der Bestand von Feuchtwiesen verdeutlicht dies. Der Kraftbedarf steigt mit demselben Faktor wie die Frischmasse.

Der Zusammenhang Masse und Leistungsbedarf ist, auf den Trockenmasseertrag gerechnet, nicht zu erkennen.

Die Häckselqualität ist bei den verschiedenen Arbeitswerkzeugen unterschiedlich. S- und Y-förmige Schlegel häckseln Wiesenpflanzen hauptsächlich zwischen 10 und 20 cm lang, während die schaufelförmigen Schlegel den Hauptteil des Futters kleiner als 10 cm häckseln. Überfahrene Pflanzen – bei Heckenbaugeräten – werden nur schlecht aufgenommen. Die beste Saugwirkung haben schaufelförmige Schlegel.

#### Arbeitsbedarfszahlen

Beim Mulchverfahren sind Arbeitsgeschwindigkeiten von 3 bis 6 km/h üblich. Die Flächenleistung beträgt auf ebenen Flächen rund 1 ha/Stunde bei einem Arbeitsgerät von 3 m Arbeitsbreite und einer Fahrgeschwindigkeit von 5 km/h. Mit der Steilheit der Flächen steigt allerdings auch der Arbeitszeitaufwand für die Pflege. Auf der Buchau wurden Arbeitszeitzahlen für das Mulchen auf unterschiedlich geneigten Flächen mit einem Schlegelmulcher mit Hammerschlegeln und 240 cm Arbeitsbreite erhoben. Die Hauptarbeitszeiten lagen bei 27 Minuten auf der Ebene, bei 74 Minuten auf einer Weidefläche mit durch-

schnittlich 25 % Hangneigung und bei 80 Minuten auf einer Weidefläche bei einer Hangneigung von durchschnittlich 35 %. Alle drei Flächen waren traktormechanisierbar. In einem weiteren Arbeitsschritt wurden Aufzeichnungen eines Maschinenringfahrers hinsichtlich der Arbeitsleistung in Zusammenhang mit der Hangneigung ausgewertet. Ein Zweiachsmäher wurde mit einem Schlegelmähwerk GF 2070 2S mit rund 200 cm Arbeitsbreite, mit Y-förmigen Schlegeln kombiniert eingesetzt. Es kann nur eine leichte Zunahme der Arbeitsbedarfszahlen bei zunehmender maximaler Hangneigung festgestellt werden, vor allem über 50 % maximaler Hangneigung (136 Min./ha). Im Durchschnitt lagen die Arbeitsbedarfswerte bei 80 Minuten/ha (60 bis 101 Min./ha).

#### Kosten der Mulchpflege

In einer modellhaften Kalkulation wurde bei unterschiedlicher Hangneigung eine Traktormulchvariante einer Zweiachsmäher-Mulchvariante gegenübergestellt (Tab. 4). In beiden Fällen wurde der Anbau eines Schlegelmulchers mit zwei Meter Arbeitsbreite mit den angeführten Arbeitszeitbedarfswerten angenommen.

Aufgrund der hohen Kosten für die Einsatzstunde des Zweiachsmähers ist diese Variante «Mulchen mit Zweiachsmäher», unabhängig von der Hangneigung, ziemlich das teuerste Verfahren, bezogen auf einen Hektar. Im Steilgelände oder auf Hangflächen mit tiefen Mulden besteht oft gar keine andere Wahl, als den Zweiachsmäher zu verwenden, auch wenn der Hang im Durchschnitt nicht steiler als 40 Prozent ist.

#### Ökologische Auswirkungen der Bewirtschaftung

Wurden die Wiesen und Weiden nicht mehr unter Nutzung gestellt, so nahmen auf der Buchau innerhalb von sieben Jahren die Sträucher und Bäumchen bereits 20 Prozent der Grünlandfläche ein, 50 Prozent der Flächen waren mit Adlerfarn bedeckt. Dieses Grünland war nach sieben Jahren keineswegs mehr für Tiere nutzbar; es bräuchte ein aufwendiges und teures Rekultivierungsprogramm, damit wieder eine nutzbare Grasnarbe entsteht (siehe Tab. 5).

**Tab. 4. Kosten des Mulchverfahrens mit unterschiedlichen Zugfahrzeugen, differenzierter Hangneigung und unterschiedlicher Arbeitsbreite (nach ÖKL Richtwerten, 2009)**

| AB  | Neuwert  | Tr/MT | Tr/MT | Flächenleistung**) |                 | Kosten          |                 |
|-----|----------|-------|-------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| m   | Euro     | kW    | €/h   | Tr/MT eben ha/h    | Tr/MT 35 % ha/h | Tr/MT eben €/ha | Tr/MT 35 % €/ha |
| 1,0 | 2200.–   | –/35  | –/70  | –/0,5              | –/0,4           | –/170           | –/212           |
| 2,0 | 5000.–   | 55/47 | 21/81 | 0,8/0,7            | 0,7/0,6         | 53/147          | 61/171          |
| 3,0 | 7000.–   | 75/–  | 30/–  | 1,1/–              | –/0,85          | 51/–            | 66/–            |
| 4,0 | 9500.–*) | 95/–  | 38/–  | 1,5/–              | –/1,0           | 47/–            | 70/–            |

AB=Arbeitsbreite; Tr=Traktor; MT=Mähtrac=Zweiachsmäher; Arbeitskraft: € 10,0/h; Zahlen gerundet

\*) Zahlen aus 2003, 2010 keine aktuellen Werte verfügbar

\*\*) Arbeitszeiten aus eigenen Messungen für Mähtrac und Traktor 55 kW

**Tab. 5. Veränderungen des Grünlandes bei Mulchung, tierischer Nutzung und Nutzungsaufgabe nach sieben Jahren auf der Buchau**

| Auftreten von nicht gewünschten Arten | Wirtschaftswiesen<br>3 x jährliche Mahd | Nutzungs-<br>aufgabe | Mulch            |                       |                       | Mutter-<br>kühe | Schafe |
|---------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|--------|
|                                       |                                         |                      | 1x jedes<br>Jahr | 1x alle<br>zwei Jahre | 1x alle<br>drei Jahre |                 |        |
| Sträucher/Bäumchen                    | 0                                       | 20 %                 | 0                | 0                     | 0                     | 20 %            | 0      |
| <b>Giftpflanzen</b>                   |                                         |                      |                  |                       |                       |                 |        |
| Adlerfarn                             | 0                                       | 50 %                 | 0                | 1 %                   | 30 %                  | 10 %            | 0      |
| Weisser Germer                        | 0                                       | 0                    | 1 %              | 1 %                   | 1 %                   | 0               | 0      |
| Johanniskraut                         | 0                                       | 5 %                  | 1 %              | 1 %                   | 1 %                   | 0               | 0      |

Die daneben liegenden Wirtschaftswiesen – zweimal jährlich gemäht – hatten einen leistungsfähigen Bestand ohne Bäumchen und Adlerfarn. Lässt man sieben Jahre nur Schafe in einer kontrollierten Weidenutzung auf diese Flächen, so können die Pflanzenbestände ebenfalls frei gehalten werden. Mutterkühe mit ihren Kälbern holen sich hingegen die besten Gräser, Leguminosen und Kräuter – Sträucher halten sie nicht auf, wohl aber zum Teil der Adlerfarn. Wird jedes Jahr im Herbst ein Mulchgang gesetzt, so können Farn und Sträucher ferngehalten werden. Wird diese Massnahme alle zwei Jahre einmal gesetzt, so kommt schön langsam der Adlerfarn. Wird jedes dritte Jahr einmal gemulcht, so ist der Adlerfarn nicht zu halten, wohl aber die Verstrauchung. Kommen auf diesen Flächen Germer, Johanniskraut usw. vor, so siedeln sich diese relativ rasch an, bei Nutzungsaufgabe erreicht das Johanniskraut nach sieben Jahren bereits eine Mächtigkeit von fünf Prozent im Bestand.

Wiesen und Weiden verwalten, verstrauchen und verkrauten bei Nutzungsaufgabe innerhalb von fünf bis zehn Jahren – es geht still und leise. Eine Nutzung dieser extensiven Grünlandflächen mittels Beweidung (Low-Input) erhält die Flächen bei gutem Management in einer hohen Artenvielfalt. Die Biodiversität lag nach neun Jahren der Bewirtschaftung der Wirtschaftswiese bei 48 Arten, im Vergleich dazu nahmen die Arten bei Auflassung der Nutzung (Sukzession) um 25 Arten ab.

### Ökonomische Betrachtung der Massnahmen

In den noch günstigen Bergflächen (25–35 %) können die Mutterkuh- und Schafhaltung mit den derzeitigen Entgelten (Ausgleichszahlung [AZ] + Österreichisches Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft [ÖPUL]) einen positiven Erlös bringen, dies auch noch bei den steilen Flächen (35–50 %). Der Erlös pro Hektar liegt dabei bei etwa 100 Euro. In den steilsten Flächen (über 50 %), wo es eigentlich nur mehr sinnvoll ist, die Schafe gehen zu lassen, kann bei gutem Management auch dieser Erlös erzielt werden. Eine Ernte der Biomasse mit einer Verkaufsabsicht von Silage beziehungsweise Heu ist eigentlich nur dann sinnvoll, wenn die Flächen gut mit dem Traktor beziehungsweise Mähtrac bearbeitbar sind. Sind die Flächen zu steil, so fällt der Ertrag und umgekehrt steigt der Arbeitsaufwand.

Um die energetische Nutzung unter derzeitigen Energiepreisen für die Landwirtin oder den Landwirten lukrativ zu gestalten, müsste in den besseren Lagen ein Entgelt von 100 bis 300 Euro, in den steilsten Lagen müssten dazu 400 bis 600 Euro pro Hektar gegeben werden, um über diese Schiene die Aufwendungen abzudecken. Die mechanische Offenhaltung kostet pro Hektar je nach Steilheit der Flächen zwischen 75 bis 300 Euro; die Tätigkeit ist jedoch nur alle zwei beziehungsweise drei Jahre auszuüben, so dass der Aufwand pro Jahr reduziert werden kann (Abb. 4–6).

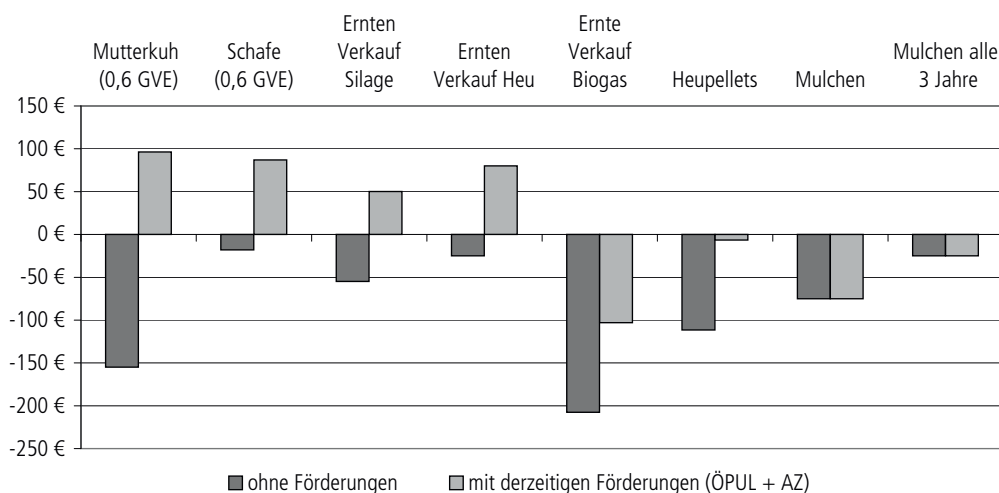


Abb. 4. Erlöse pro Hektar bei Hangneigungen von 25 bis 35 Prozent (Ebner-Ornig, 2008)

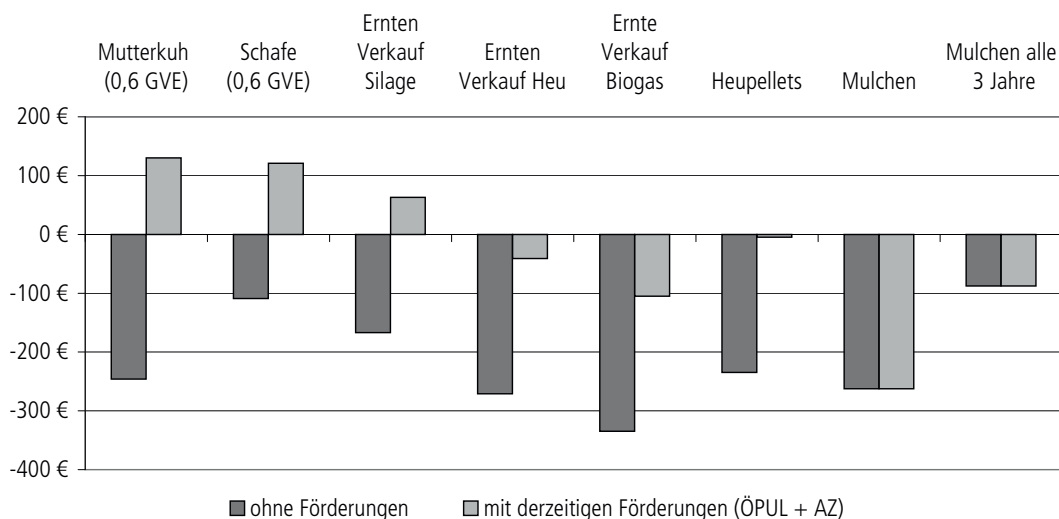


Abb. 5. Erlöse pro Hektar bei Hangneigungen von 35 bis 50 Prozent (Ebner-Ornig, 2008)

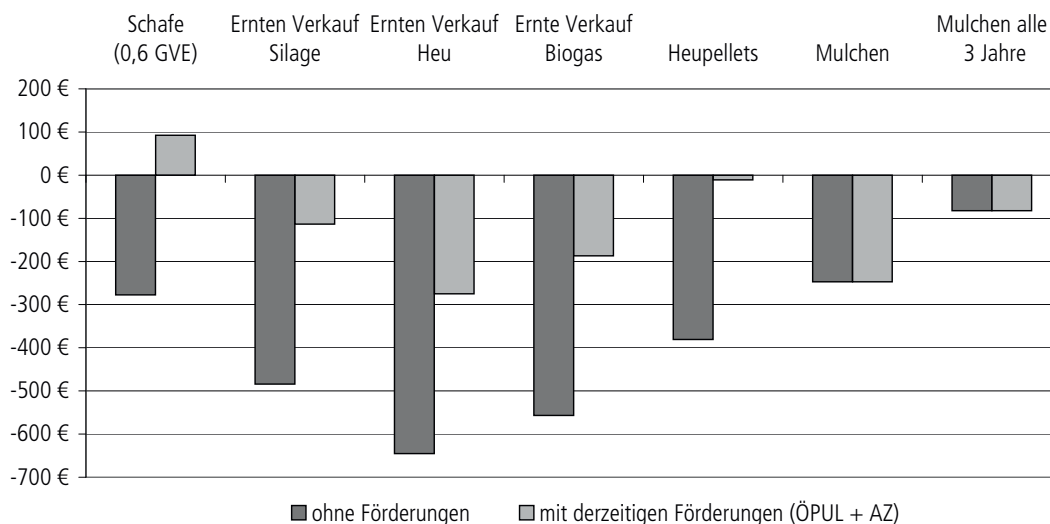


Abb. 6. Erlöse pro Hektar bei Hangneigungen von über 50 Prozent (Ebner-Ornig, 2008)

### Resultate des Schafprojekts «Hauser Kaibling»

Das «Leader+»-Projekt ist auf fünf Jahre ausgelegt, derzeit gibt es zweijährige Erfahrungen. Die grosse Schafherde wird nach einem abgestimmten Plan über die Alm- und Pistenweiden geführt und an bestimmten Stellen über die Nacht gepercht. Es wird versucht, die bereits verstrauchten Almweiden so zu beweiden, dass die Sträucher wieder den wertvollen Gräsern und Kräutern Platz machen. Dadurch verändert sich die Botanik hin zu höherer Artenvielfalt und es verbessert sich der Pflanzenbestand in Richtung Ertrag. Die Auswirkungen auf die Tiere (Tiergesundheit, Fleischzunahme usw.) und auf die Kaibling-Alm sind sichtbar, jedoch noch nicht unbedingt messbar. Es herrscht rund um das Projekt eine äusserst positive Stimmung und die Grossherde mit dem Schäfer und seinen Hunden lockt sehr viele Gäste aus nah und fern an (Abb. 7).

Diese kooperative Vorgehensweise von 20 Bauern mit einem Schäfer macht es möglich, dass ein derart grosses Gebiet wieder einer gezielten Nutzung unterzogen wird. Der Nutzen daraus schlägt sich in der gepflegten Kulturlandschaft, in den authentischen Produkten und im Som-



Abb. 7. Hauser Kaibling mit Schafen

mertourismus nieder. Ausserdem wird die Pistenpflege ökologisch und kostengünstiger durchgeführt.

### Resultate von «Modernes Landmanagement» in gefährdeten Regionen

Hier geht es um die gemeinschaftliche Bewirtschaftung einer land- und forstwirtschaftlichen Fläche mit vielen Hofstellen in einem Seitental, auf einer Hochebene oder in einer Region. Die maximale Form der Zusammenarbeit der klein strukturierten und klein parzellierten Betriebe wäre, alle vorhandenen Ressourcen (Flächen, Gebäude, Maschinen, Geräte, Tiere, Kapital und Arbeitskraft) nach einer gerechten Bewertung in eine derartige Gemeinschaft unter Beibehaltung des Eigentumsrechts einzubringen. Jede Hofstelle sollte eine wichtige Funktion im Gesamtkonzept, jede Bäuerin und jeder Bauer eine für sie zugeschnittene Aufgabe bei der gemeinschaftlichen Bewirtschaftung erhalten. Der grosse Vorteil liegt in der Bewirtschaftung einer Fläche ohne Grenzen und in der effizienteren Ausnutzung der Maschinen, Geräte und Gebäude sowie der Tiere. Die Arbeitskraft könnte so eingesetzt werden, dass gewisse «Freizeiten» für zusätzliche interne oder externe Aktivitäten entstünden. Es entsteht dadurch ein gewisser sozialer Spielraum und möglicherweise eine Entlastung und Entspannung. Es wäre plötzlich nicht mehr wegen 5 oder 15 Kühen «jede oder jeder» jahrein und jahraus an den Betrieb gebunden, sondern könnte auch mit der Familie über das Wochenende oder in den Ferien etwas unternehmen. Neue interessante Aktivitäten für den ländlichen Raum (z. B. Vermarktung, Produktinnovation, Organisation in den Gemeinden und im Tourismus, Soziales) könnten vermehrt in Angriff genommen werden.

In Aigen/Vorberg, Reichraming und im Inneren Salzkammergut wurde mit der Bauernschaft dieser neue Weg diskutiert und bereits Vorschläge für eine künftige Ausrichtung der landwirtschaftlichen Nutzung und der Vermarktung der heimischen Produkte gemeinsam erarbeitet (Abb. 8).

Teile dieses Konzeptes MLM (Modernes Landmanagement) wurden in den Projektgebieten realisiert, jedoch war bisher die Zeit für die Bäuerinnen und Bauern nicht reif genug, diesen Schritt zu setzen. Es waren bisher auch die begleitenden Massnahmen von Seiten der Projektförderungen nicht auf derartige Vorhaben abgestimmt, so dass es diesbezüglich keine Hilfestellung gab.

Der ländliche Raum und die klein strukturierte Landwirtschaft haben eine grosse Chance, wenn sie sich weiterentwickeln. Voll-, Neben- und Zuerwerbsbetriebe sowie Gemeinschaftsbauern sollten das Land künftig nebeneinander bewirtschaften. Ein Modernes Landmanagement, in dem die Bäuerin und der Bauer versuchen, ihre Fähigkeiten einzubringen, um dabei die nötigen Freiräume zu erhalten. Die Gesellschaft, insbesondere der Tourismus, müsste für diese Entwicklung grösstes Interesse haben, werden doch das wertvolle und nicht importierbare Gut Kulturlandschaft sowie die hoch qualitativen Lebensmittel aus dieser intakten Umwelt von heimischer Landwirtschaft erzeugt. Bis 2013 sollten wir uns im Landmanagement wei-

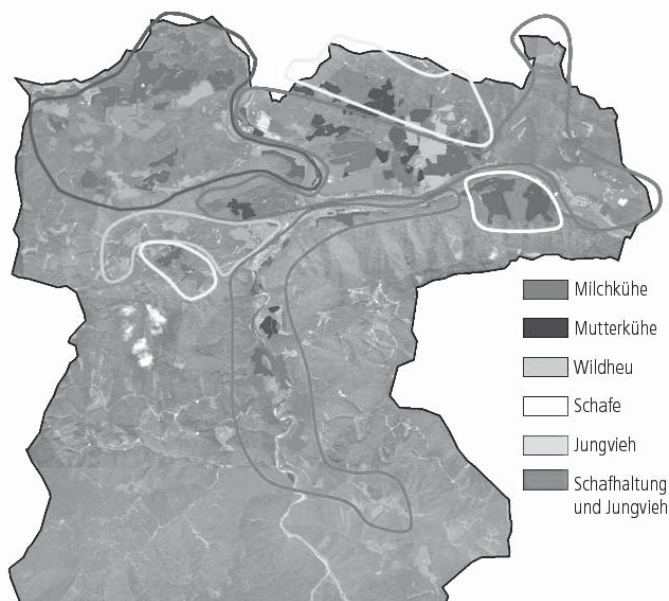


Abb. 8. Skizze einer möglichen gemeinsamen Bewirtschaftung in Reichraming nach der Diskussion am 3. Januar 2007

terentwickelt haben, sonst könnte diese klein strukturierte Landwirtschaft gerade in den benachteiligten «gefährdeten» Gebieten ein unlösbares Problem werden. Für den Bauern und die Bäuerin ist es eine enorme Herausforderung, diesen Weg zu gehen, aber für viele die einzige Chance, Landbewirtschaftende zu bleiben.

### Fazit: Eine offene und produktive Kulturlandschaft wird gebraucht

Wird die Ressource Ackerland prioritär für Nahrungsmittel, Energie und Rohstoffe gebraucht, so ergeben sich für die Nutzung des Grünlands und für die künftige Fütterung der Wiederkäuer mittel- und langfristig doch gewaltige Veränderungen. Sind in den letzten 30 Jahren die Wiederkäuer mehr und mehr mit Kraftfutter aus dem Ackerland und dadurch weniger vom Grünland versorgt worden, so wird das Raufutter verzehrende Vieh (Rind, Schafe, Ziegen und Pferde) wieder ausschliesslich die Wiesen und Weiden nutzen. Der Kraftfuttereinsatz wird aus Kostengründen zurückgenommen und das Grünlandfutter wird an Bedeutung gewinnen. Nachdem die Ackerfrüchte teurer werden, wohl aber Nebenprodukte aus der Energie- und Rohstoffproduktion in grossen Mengen oft aus zentraler Erzeugung angeboten werden, wird auch das Schweine- und Hühnerfleisch im Preis gegenüber Rindfleisch ansteigen. Das Rindfleisch aus der Natur mit einer Low-Input-Strategie wird auch in Europa und Österreich noch eine höhere Bedeutung erlangen. Die Weidegebiete für diese Rinder müssen in der flächigen Nutzungsstruktur und einem räumlichen Landmanagement neu organisiert werden. Hier steht für die Grünland- und Viehbauern und für die Weiterentwicklung des ländlichen Raumes noch der nächste Schritt aus. Es sollten die Jahre bis 2013 dafür

genutzt werden, um diesen Prozess in diese Richtung weiter zu entwickeln.

Geht das Rind (Milch und Fleisch) mittel- und langfristig wieder in das reine Grünlandgebiet, so werden die Wiesen, Weiden und Almen wieder dringend gebraucht. Es sollten jetzt keine Flächen mehr zuwachsen und es sollte auch die europäische und österreichische Rindfleischproduktion und der -markt schon jetzt massiv angekurbelt werden. Langfristig wird auch durch die stärkere Waldnutzung für Biomasse einem Zuwachsen der Kulturlandschaft entgegengewirkt.

Die Grasnarbe auf unseren Wiesen, Weiden und Ackerfuttermflächen gibt mit ihrem Wurzelfilz dem Boden Halt und Stabilität. Das Wasser wird auch bei Starkniederschlägen besser gespeichert und gehalten, in Bezug auf Nitrat auch bestens gefiltert. Im Grünlandboden wird über den höheren Humusgehalt mehr CO<sub>2</sub> gespeichert und das Bodenleben ist besonders aktiv und Kreislauf fördernd. Die Biodiversität in Flora und Fauna in den Wiesen, Weiden und Almen ist in Österreich besonders ausgeprägt, sie soll gehalten und verbessert werden.

Die mit hohem Aufwand bewirtschafteten Bergwiesen und Bergweiden unterbrechen die drohende Walddecke und öffnen so die Kulturlandschaft für Mensch und Tier. Damit es künftig auch weiterhin dieses Mosaik an Bewirtschaftungsvielfalt gibt, welche die Grundlage für die Kulturlandschaft mit der hohen Biodiversität bildet, sollte es neben der herkömmlichen tierischen auch eine energetische und stoffliche Nutzung der Biomasse geben. Als letzte Massnahme zur Offenhaltung sollte die temporäre, mechanische Freihaltung unter Einbeziehung des internen Kreislaufes herangezogen werden. In allen Grünlandregionen sollten künftig verschiedene Massnahmen zur flächendeckenden Landbewirtschaftung Einkommen sichernd angeboten werden. Die Einzelbetriebe, vielschichtige Kooperationen oder die Strategien des Modernen Landmanagements sollten derartige Massnahmen umsetzen und dadurch eine gepflegte Kulturlandschaft in einem intakten ländlichen Raum erhalten.

## Literatur

- Aigner, S., G. Egger, G. Gindl und K. Buchgraber (2003): Almen bewirtschaften. Pflege und Management von Almweiden. Leopold Stocker Verlag, Graz, 126 S.
- Bittermann, A. et al. (2007): Mutterkuh- und Ochsenhaltung 2006. Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigausswertung aus den Arbeitskreisen Mutterkuh- und Ochsenhaltung. Hrsg. LFI Österreich, Wien sowie BMLFUW Wien, 73 S.
- Buchgraber, K. (1995): Die Nutzung des österreichischen Grünlandes für die Milchwirtschaft und die Erhaltung der Kulturlandschaft. Alm- und Bergbauer 45 (8/9), 284–290.
- Buchgraber, K. (1997): Die Bewirtschaftung des österreichischen Grünlandes für eine gute Grundfutterbasis und Erhaltung der Kulturlandschaft. In: 50 Jahre Forschung für die alpenländische Landwirtschaft 1947–1997, BAL Gumpenstein, 157–164.
- Buchgraber, K. (1997): Grünlandwirtschaft in Österreich. In: Wo i leb ... Kulturlandschaften in Österreich. Katalog Nr. 67 des Stadtmuseums Linz-Nordico. Oberösterreich. Umweltakademie beim Amt der oö. Landesregierung; Linz, 127–131.
- Buchgraber, K. (1999): Grünlanderträge und Futterqualitäten im Ennstal. In: Kurzfassungen der Vorträge «Entwicklung der Kulturlandschaft und der Landwirtschaft im Ennstal». BAL Gumpenstein, 29–31.
- Buchgraber, K. (2001): Konsumenten tragen auch Verantwortung für die Kulturlandschaft. Der fortschrittliche Landwirt (14), 39.
- Buchgraber, K. (2003): Wächst die Kulturlandschaft in Österreich zu? Ländlicher Raum print (3), 16–18.
- Buchgraber, K. (2003): Bewirtschaftung ade – Kulturlandschaft ade? Regionaltypische Bewirtschaftungsweisen – welche Konsequenzen hat deren Rückgang für unsere Landschaft? Kurzfassung Round Table der Oö. Akademie für Umwelt und Natur. Grossraming, 7 S.
- Buchgraber, K. und G. Gindl (2004): Zeitgemässe Grünland-Bewirtschaftung. 2., völlig neu bearbeitete Auflage, Leopold Stocker Verlag Graz, 192 S.
- Buchgraber, K. (2004): Kann der Bergbauer die Kulturlandschaft retten? Landkalender 2004, Leopold Stocker Verlag, Graz, 112–117.
- Buchgraber, K. (2003): Künftige Produktion im Alpenraum unter Sicherung der Kulturlandschaft. Kolloquium an der RAP. Posieux, 16.9.2003. Vervielfältigtes Vortragsmanuskript, 7 S.
- Buchgraber, K. (2004): Hat die künftige Grünlandnutzung Auswirkungen auf die Kulturlandschaft? In: Der fortschrittliche Landwirt (9), Tagungsband Fachtagung «Landtechnik im Alpenraum», Feldkirch, 4–5.
- Buchgraber, K. (2004): Die Kulturlandschaft ist ein Produkt der Nutzung. In: Proceedings of the AlpWeek 2004, The Alps of the next generation. Kranjska Gora/Slovenia, S 13.
- Buchgraber, K. (2004): Kulturlandschaft und Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Oberösterreich. Der Rote Bauer, SPÖ INFO 32/Dezember 2004, 4020 Linz, 4–5.
- Buchgraber, K. (2005): Offenhaltung der Kulturlandschaft – Gebot im Revier. Nachrichten Steirischer Jagdschutzverein, Zweigstelle Irdning, 8953 Donnersbach, S 3.
- Buchgraber, K. (2006): Schafe als Retter der Kulturlandschaft. Schafe & Ziegen aktuell, Fachzeitschrift für Schaf- und Ziegenbauern, 16.Jg./Heft 3, September, 4–5.

- Buchgraber, K., A. Bohner, R. Resch, J. Häusler, A. Steinwider, Huber-Kitzer B., F. Luidold, F. Ringdorfer, J. Gasteiner, A. Pöllinger und J. Rathbauer (2006): Ökologische und ökonomische Auswirkungen extensiver Grünlandbewirtschaftungssysteme zur Erhaltung der Kulturlandschaft. Abschlussbericht, Projektnummer BAL 2942, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 34 S.
- Buchgraber, K. (2007): Bedeutung und Perspektiven des Grünlandes als zentrales Element der Kulturlandschaft im Alpenraum. In: Bericht 13. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Milch und Fleisch vom Alpenländischen Grünland. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 1–6.
- Buchgraber, K. (2008): Kulturlandschaft und Futtergrundlage in den Berglagen. In Kurzfassungen der Vorträge zur 14. Wintertagung für Grünland- und Viehwirtschaft zum Thema «Land- und Forstwirtschaft zwischen Markt und Politik – globale Herausforderungen und europäische Antworten». LFZ Raumberg-Gumpenstein, S 17–19.
- Deutz, A., J. Gasteiner und K. Buchgraber (2009): Fütterung von Reh- und Rotwild. Ein Praxisratgeber, Leopold Stocker Verlag Graz, 143 S.
- Ebner-Ornig, F.J. (2008): Forschungsprojekt Buchau. Unveröffentlichter Bericht.
- Pötsch, E.M. (2009): Umweltleistungen und Multifunktionalität der Berglandwirtschaft. Vortrag anlässlich der Internationalen Konferenz «Zukunft der Berggebiete». Alpbach, 7.12.2009.
- Pötsch, E.M. (2010): Multifunktionalität und Bewirtschaftungsvielfalt im österreichischen Grünland. In: Bericht 16. Alpenländisches Expertenforum, LFZ Raumberg-Gumpenstein, im Druck.
- Ringdorfer, F., T. Guggenberger, W. Graiss, A. Blaschka et al. (2008): Der geeignete Platz – Ein integriertes Modell zur Eignungsprüfung und Potentialabschätzung alpiner Weiden für Schafe und Ziegen. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Veröffentlichung Nr. 47, Dreisprachige Ausgabe, 186 pp.
- Ringdorfer, F., A. Deutz und J. Gasteiner (2009): Schafhaltung heute. Leopold Stocker Verlag Graz, 255 S.

# Wirtschaftlichkeitsberechnungen für den Bauernwald

Gregor Albisser Vögeli, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen

E-Mail: gregor.albisser@art.admin.ch

## Zusammenfassung

Die Waldarbeit ist in der Landwirtschaft ein traditioneller Betriebszweig. Neben dem Bereitstellen des eigenen Energieholzes erwirtschaften viele Landwirte durch den Holzverkauf ein Zusatzeinkommen. Zur Berechnung der Vollkosten werden neben Maschinenkosten und der Arbeitsentschädigung auch Direkt- und Strukturkosten berücksichtigt.

Bei kostengünstigsten Aufarbeitungsverfahren ist bei einer Konzentration auf Scheitholz ein zusätzliches Einkommen bis zu CHF 1048.– pro Hektare Wald möglich, wobei die Arbeitsverwertung (resultierender Stundenlohn) bei CHF 39.– pro Arbeitsstunde liegt. Eine Ausrichtung auf Sägereirundholz und Holzschnitzel führt mit dem günstigsten Verfahren zu einem Einkommen von CHF 135.– pro Hektare bewirtschafteten Wald. Die dabei erzielte Arbeitsverwertung beträgt CHF 28.– pro Stunde. Unter den heutigen Preisverhältnissen ist die Verwendung von Laubholz als Energieholz und von Nadelholz als Sägereirundholz wirtschaftlich sinnvoll.

## Summary

### Economic feasibility calculations for farm woodland

Forestry is a traditional branch of farming. As well as providing their own wood fuel, many farmers earn extra income from the sale of wood. In addition to the cost of machinery and labour, direct and structural costs are also taken into account when making a full cost calculation.

An additional income of up to CHF 1048.– per hectare of forest is possible when concentrating on firewood using low-cost processing methods, labour utilisation (the resultant hourly wage) being around CHF 39.– per work hour. Focussing on sawmill round timber and wood chip using the lowest-cost method produces an income of CHF 135.– per hectare of managed woodland. The labour utilisation achieved here is CHF 28.– per hour. Under today's pricing conditions the use of broadleaf timber as wood fuel and coniferous timber as sawmill round timber is economically feasible.

## Résumé

### Calculs de rentabilité de l'exploitation des forêts agricoles

L'exploitation forestière est une branche de production traditionnelle dans l'agriculture. De nombreux agriculteurs et agricultrices produisent non seulement leur propre bois d'énergie mais réalisent un revenu complémentaire grâce à la vente de bois. Le calcul des coûts de revient tient compte du coût des machines et de la main-d'œuvre, mais aussi des coûts spécifiques et des coûts de structure.

Lorsque les procédés de conditionnement sont avantageux et que la production se concentre sur le bois de chauffage, il est possible de réaliser un revenu allant jusqu'à CHF 1048.– par hectare de forêt, avec une valorisation du travail (salaire horaire obtenu) de CHF 39.– par heure de travail. La production de grumes de scierie et de plaquettes permet d'atteindre un revenu de CHF 135.– par hectare de forêt exploitée pour le procédé le plus favorable, pour une valorisation du travail de CHF 28.– de l'heure. Etant donné les prix actuels, la valorisation des feuillus comme bois d'énergie et des conifères comme grumes de scierie est la solution la plus rentable.

## Einleitung

Neben den Forstbetrieben als grösster Anbieter von Holz spielt die Landwirtschaft eine wichtige Rolle in der Nutzung von Privatwald. Aufgrund der arbeitswirtschaftlichen Reserve im Winter lässt sich die Waldarbeit oft ideal in einen landwirtschaftlichen Betrieb integrieren. Mit dem Aufarbeiten von Holz kann der Landwirt seine Mechanisierung besser auslasten, was die Maschinenkosten pro Arbeitseinheit senkt. Und der Erlös aus dem Holzverkauf bedeutet zusätzliches Einkommen. Traditionell steht im Zentrum der landwirtschaftlichen Waldnutzung der Verkauf von Sägereirundholz und das Aufarbeiten von Energieholz für den Eigenbedarf.

Doch der Verkauf von Energieholz gewinnt immer mehr an Bedeutung. Die Nachfrage nach Energieholz stieg in den letzten Jahren in der Schweiz, ausgelöst durch die hohen Preise von fossilen Energieträgern. So wurde 2006 insgesamt 7 Prozent des Wärmeenergiebedarfes aus Energieholz erzeugt (Kaufmann 2007).

## Methode und Daten

Um die Frage zu beantworten, wie sinnvoll die landwirtschaftliche Waldnutzung ökonomisch ist und wie viel ein Landwirt zusätzlich verdienen kann, müssen alle Kosten und Leistungen bekannt sein. Deshalb untersuchten wir die Selbstkosten (auch als Produktions- oder Vollkosten bezeichnet) der Holzproduktion auf Landwirtschaftsbetrieben für die Produkte Sägereirundholz, Scheitholz und Holzschnitzel (Albisser *et al.* 2009). Die Selbstkosten setzen sich aus den Verfahrenskosten (Arbeits- und Maschinenkosten) für den einzelnen Festmeter ( $F_m = 1,4 \text{ Ster} = 2,8 \text{ Sm}^3$ ) sowie den übrigen Direkt- und Strukturkosten (z.B. Kosten der Sicherheitsausbildung für Waldarbeiten) zusammen.

Zur Berechnung der Verfahrenskosten pro  $F_m$  werden die Kosten für Maschinen und Arbeit sowie die Arbeitsleistung benötigt. Dabei wurden Verfahren ausgewählt, welche in der bäuerlichen Waldwirtschaft verbreitet sind und mit einer mittleren Mechanisierung ausgeführt werden können. Die Arbeitsleistungen und der Arbeitszeitbedarf wurden mit arbeitswirtschaftlichen Messungen (Moritz

und Goldberg 2008) erhoben. Zur Berechnung der Kosten für Maschinen wurden die Entschädigungsansätze aus dem ART-Bericht Maschinenkosten 2009/2010 (Gazzarin und Albisser 2009) eingesetzt, welche sowohl die variablen als auch die fixen Kosten beinhalten. Als Entschädigung für die eingesetzte Arbeit wurde ein Lohnansatz von CHF 28.– pro Stunde in den Verfahrenskostenberechnungen integriert.

Genaue Angaben zu den Berechnungsmethoden und den Datenquellen sind im ART-Bericht «Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Waldnutzung» (Albisser *et al.* 2009) zu finden. Für die folgenden Resultate wurden jedoch die verwendeten Datengrundlagen aktualisiert.

## Verfahrenskosten der Sägereirundholzproduktion

Die Kosten für das günstigste Verfahren von Sägereirundholz betragen CHF 33.– pro Fm (Tabelle 1), dabei wird der Stamm mit einem Rückebock mit Zange an die Waldstrasse gerückt. Beim teuersten Produktionsverfahren entstehen Verfahrenskosten von über CHF 60.– pro Fm (Tabelle 2). Die Kostendifferenz von CHF 27.– pro Fm hat folgende Ursachen:

- Wird zum Rücken der Stämme anstelle des Rückebocks eine Seilwinde mit Funkfernsteuerung eingesetzt, erhöhen sich die Verfahrenskosten um CHF 2.– pro Fm.
- Wird ein Forstanhänger mit Kran zugemietet, um die Stämme in ein 1000 Meter entferntes Lager zu transportieren, so erhöhen sich die Verfahrenskosten um CHF 19.– pro Fm. Werden die Stämme mit einem eigenen Pneuwagen ins Lager transportiert, so sind die Verfahrenskosten um CHF 25.– pro Fm höher.

**Tab. 1. Arbeitszeitbedarf und Kosten für günstiges Sägereirundholzverfahren**

| Sägereirundholz                                                                                                      | AKh, Th und Maschinen je Fm |             |            | Kosten       |              |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| Kostengünstigstes Verfahren                                                                                          | Arbeitskraft                | Traktor     | Maschinen- | Arbeit       | Maschinen    | total        |
| Arbeitsschritte und benötigte Maschinen                                                                              | AKh                         | Th          | einsatz    | CHF/Fm       | CHF/Fm       | CHF/Fm       |
| Baum fällen und ausasten mit Kettensäge (mittel, 4 kW)                                                               | 0.31                        |             | 0.29 h     | 8.70         | 5.90         | 14.60        |
| Rücken des ganzen Baumstammes zur Waldstrasse, mit Traktor (70 kW) und Rückebock mit Holzschleppzange, inkl. poltern | 0.22                        | 0.22        | 0.22 h     | 6.20         | 12.40        | 18.60        |
| <b>Total für Verfahren ohne Restarbeit, inkl. Eigenarbeit je Fm</b>                                                  | <b>0.53</b>                 | <b>0.22</b> |            | <b>14.90</b> | <b>18.30</b> | <b>33.20</b> |

**Tab. 2. Arbeitszeitbedarf und Kosten für teuerstes Sägereirundholzverfahren**

| Sägereirundholz                                                                | AKh, Th und Maschinen je Fm |             |            | Kosten       |              |              |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| Verfahren mit höchsten Kosten                                                  | Arbeitskraft                | Traktor     | Maschinen- | Arbeit       | Maschinen    | total        |
| Arbeitsschritte und benötigte Maschinen                                        | AKh                         | Th          | einsatz    | CHF/Fm       | CHF/Fm       | CHF/Fm       |
| Baum fällen und ausasten (gleich wie Tab. 1)                                   | 0.31                        |             | 0.29       | 8.70         | 5.90         | 14.60        |
| Baumstamm zur Waldstrasse rücken mit Traktor (70 kW) und                       |                             |             |            |              |              |              |
| Anbauseilwinde (6000 kp Zugkraft) mit Funkgerät                                | 0.22                        | 0.22        | 0.22 h     | 6.20         | 14.60        | 20.80        |
| Transport der Stämme zum Lager (1000 m entfernt) mit Entladen und poltern, mit |                             |             |            |              |              |              |
| Traktor (70 kW) und Pneuwagen, 1-achsig, 7 t, hydr. kippbar                    | 0.26                        | 0.26        | 1.00 t     | 7.30         | 17.50        | 24.80        |
| <b>Total für Verfahren ohne Restarbeit, inkl. Eigenarbeit je Fm</b>            | <b>0.79</b>                 | <b>0.48</b> |            | <b>22.20</b> | <b>38.00</b> | <b>60.20</b> |

**Tab. 3. Arbeitszeitbedarf und Kosten für günstiges Scheitholzverfahren**

| <b>Scheitholz 50 cm</b>                                                                                                             | <b>AKh, Th und Maschinen je Fm</b> |                |                          | <b>Kosten</b> |                  |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------|--------------------------|---------------|------------------|---------------|
|                                                                                                                                     | <b>Arbeitskraft</b>                | <b>Traktor</b> | <b>Maschinen-einsatz</b> | <b>Arbeit</b> | <b>Maschinen</b> | <b>total</b>  |
| <b>Kostengünstigstes Verfahren</b>                                                                                                  |                                    |                |                          | <b>CHF/Fm</b> | <b>CHF/Fm</b>    | <b>CHF/Fm</b> |
| <b>Arbeitsschritte und benötigte Maschinen</b>                                                                                      | <b>AKh</b>                         | <b>Th</b>      |                          | <b>CHF/Fm</b> | <b>CHF/Fm</b>    | <b>CHF/Fm</b> |
| Baum fällen und ausasten (gleich wie Tab. 1)                                                                                        | 0.31                               |                | 0.29 h                   | 8.70          | 5.90             | 14.60         |
| Ablängen und aufsägen in Meterstücke, mit Kettensäge (mittel, 4 kW)                                                                 | 0.14                               |                | 0.12 h                   | 3.90          | 2.50             | 6.40          |
| Meterstücke zu Waldstrasse rücken, mit Traktor (50 kW) und Kippschaufel                                                             | 0.25                               | 0.03           | 0.03 h                   | 7.00          | 1.30             | 8.30          |
| Spalten der Meterstücke, mit Traktor (50 kW) und hydraulischem Holzspalter                                                          | 0.44                               | 0.39           | 0.39 h                   | 12.30         | 21.80            | 34.10         |
| Meterspälten von Hand aufschichten und abdecken des Lagers                                                                          | 0.23                               |                |                          | 6.40          |                  | 6.40          |
| Aufladen der Meterspälten und Transport ab Lager zum Hof, mit Traktor (50 kW) und Pneu-wagen (1-achsig, 7 t, hydr. kippbar)         | 0.74                               | 0.22           | 0.85 t                   | 20.70         | 13.10            | 33.80         |
| Verarbeitung der Meterspälten zu 50 cm Scheitholz mit Brennholzfräse, Elektromotor und Kleinholzspalter mit hydraulischem Spaltkeil | 0.40                               |                | 0.23 h                   | 11.20         | 2.20             | 13.40         |
|                                                                                                                                     | 1.26                               |                | 1.20 h                   | 35.30         | 12.20            | 47.50         |
| Abtransport Scheitholz zu Kunde inklusive abladen, mit Traktor (50 kW) und Pneuwagen (1-achsig, 7 t, hydr. kippbar)                 | 0.39                               | 0.37           | 0.85 t                   | 10.90         | 18.90            | 29.80         |
| <b>Totale Verfahrenskosten ohne Restarbeit, inkl. Eigenarbeit je Fm</b>                                                             | <b>4.16</b>                        | <b>1.01</b>    |                          | <b>116.40</b> | <b>77.90</b>     | <b>194.30</b> |
| entspricht totalen Verfahrenskosten je Ster                                                                                         | 2.97                               | 0.72           |                          | 83.10         | 55.60            | 138.80        |

## Verfahrenskosten der Scheitholzproduktion

Das Aufarbeiten von Scheitholz setzt sich aus mehr Arbeitsschritten zusammen als beim Sägereirundholz. Die Spannweite der Verfahrenskosten bei Scheitholz ist beträchtlich, sie beträgt vom günstigsten Verfahren mit CHF 194.– pro Fm (in Tabelle 3) bis zum teuersten Verfahren mit CHF 310.– pro Fm (Tabelle 4). Ursache dafür sind die grossen Unterschiede beim Arbeitszeitbedarf sowie der Einsatz von teuren Maschinen. Dabei sind folgende Gründe für die Spannweite der Verfahrenskosten verantwortlich:

- Wird der ganze Baumstamm mit einer Seilwinde vom Fallort zur Waldstrasse befördert, sind die Verfahrenskosten von Scheitholz um CHF 13.– pro Fm höher, als wenn die Meterstücke mit einem Traktor und Kippschaufel transportiert werden.
- Werden die Meterspälten zum Trocknen in der Nähe des Fallortes gelagert, so sind die Verfahrenskosten um CHF 12.– pro Fm tiefer, als wenn sie in ein 1000 Meter entferntes Lager transportiert werden.
- Werden die Meterspälten im Lager lose gelagert, sind die Verfahrenskosten um CHF 44.– pro Fm geringer, als wenn sie gebündelt und als Bündel transportiert werden.

- Werden die Meterspälten mit zwei Frässchnitten zu 33 cm Scheitholz verarbeitet, sind die mittleren Verfahrenskosten um CHF 29.– pro Fm höher im Vergleich zu 50 cm Scheitholz mit einem Frässchnitt.
- Wird das Scheitholz lose zum Kunden transportiert, sind die Verfahrenskosten im Mittel um CHF 21.– pro Fm geringer als beim Transport in einer Paloxe.

## Verfahrenskosten der Holzschnitzelproduktion

Der Arbeitsaufwand für Holzschnitzel ist deutlich geringer als beim Scheitholz. Beim günstigsten Verfahren betragen die Kosten CHF 71.– pro Fm (Tabelle 5), dabei wird der Baumstamm mit einem Rückebock mit Zange an die Waldstrasse transportiert. Das teuerste Produktionsverfahren weist CHF 163.– pro Fm aus (Tabelle 6). Die Kostendifferenz lässt sich folgendermassen erklären:

1. Wenn Meterspälten anstelle von ganzen Stämmen gehackt werden, sind die Verfahrenskosten CHF 44.– pro Fm höher.
2. Werden die Schnitzel mit einem Grosshacker mit Kran im Lohn hergestellt, sind die Verfahrenskosten durchschnittlich um CHF 11.– höher als mit einem zapfwel-lenbetriebenen Anbau- oder Anhängenhacker. Jedoch

**Tab. 4. Arbeitszeitbedarf und Kosten für teuerstes Scheitholzverfahren**

| <b>Scheitholz 33 cm</b>                                                                                                                                                               | <b>AKh, Th und Maschinen je Fm</b> |                |                         | <b>Kosten</b>  |                  |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------|-------------------------|----------------|------------------|----------------|
|                                                                                                                                                                                       | <b>Arbeitskraft</b>                | <b>Traktor</b> | <b>Maschineneinsatz</b> | <b>Arbeit</b>  | <b>Maschinen</b> | <b>total</b>   |
| <b>Verfahren mit höchsten Kosten</b>                                                                                                                                                  |                                    |                |                         |                |                  |                |
| <b>Arbeitsschritte und benötigte Maschinen</b>                                                                                                                                        | <b>AKh</b>                         | <b>Th</b>      |                         | <b>CHF/Fm</b>  | <b>CHF/Fm</b>    | <b>CHF/Fm</b>  |
| Baum fällen und ausasten (gleich wie Tab. 1)                                                                                                                                          | 0.31                               |                | 0.29 h                  | 8.70           | 5.90             | 14.60          |
| Baumstamm zur Waldstrasse rücken, Traktor und Seilwinde (gleich wie Tab.2)                                                                                                            | 0.22                               | 0.22           | 0.22 h                  | 6.20           | 14.60            | 20.80          |
| Ablängen und aufsägen in Meterstücke (gleich wie Tab. 3)                                                                                                                              | 0.14                               |                | 0.12 h                  | 3.90           | 2.50             | 6.40           |
| Spalten der Meterstücke in Meterspälten (gleich wie Tab. 3)                                                                                                                           | 0.44                               | 0.39           | 0.39 h                  | 12.30          | 21.80            | 34.10          |
| Bündeln der Meterspälten und Transport ins Lager (1000 m entfernt) mit Traktor (50 kW) und Bündelgerät für Holz (1 m³), abdecken des Holzes                                           | 0.29                               | 0.14           | 1.40 Ster               | 8.10           | 14.00            | 22.10          |
| Aufladen der Spaltenbündel und Transport ab Lager zum Hof, mit Traktor (50 kW) mit Frontlader (schwer) und Klemmzange für Grossballen sowie Pneuwagen (1-achsige, 7 t, hydr. kippbar) | 0.59<br>0.21                       | 0.59<br>0.21   | 0.59 h<br>0.85 t        | 16.50<br>5.90  | 38.10<br>12.70   | 54.60<br>18.60 |
| Verarbeitung der Meterspälten zu 33 cm Scheitholz mit Brennholzfräse (Elektromotor) und Kleinholzspalter mit hydraulischem Spaltkeil                                                  | 0.48<br>1.86                       |                | 0.31 h<br>1.80 h        | 13.40<br>52.10 | 3.00<br>18.40    | 16.40<br>70.50 |
| Abtransport Scheitholz zu Kunde in Paloxe, mit Traktor (50 kW) und Paloxe (1m³)                                                                                                       | 0.50                               | 0.49           | 1.00 m³                 | 14.00          | 38.10            | 52.10          |
| <b>Totale Verfahrenskosten ohne Restarbeit, inkl. Eigenarbeit je Fm</b>                                                                                                               | <b>5.04</b>                        | <b>2.04</b>    |                         | <b>141.10</b>  | <b>169.10</b>    | <b>310.20</b>  |
| entspricht totalen Verfahrenskosten je Ster                                                                                                                                           | 3.60                               | 1.46           |                         | 100.80         | 120.80           | 221.60         |

**Tab. 5. Arbeitszeitbedarf und Kosten für günstigstes Holzschnitzelverfahren**

| <b>Holzschnitzel</b>                                                                                                        | <b>AKh, Th und Maschinen je Fm</b> |                |                         | <b>Kosten</b> |                  |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------|-------------------------|---------------|------------------|---------------|
|                                                                                                                             | <b>Arbeitskraft</b>                | <b>Traktor</b> | <b>Maschineneinsatz</b> | <b>Arbeit</b> | <b>Maschinen</b> | <b>total</b>  |
| <b>Kostengünstigstes Verfahren</b>                                                                                          |                                    |                |                         |               |                  |               |
| <b>Arbeitsschritte und benötigte Maschinen</b>                                                                              | <b>AKh</b>                         | <b>Th</b>      |                         | <b>CHF/Fm</b> | <b>CHF/Fm</b>    | <b>CHF/Fm</b> |
| Baum fällen und ausasten (gleich wie Tab. 1)                                                                                | 0.31                               |                | 0.29 h                  | 8.70          | 5.90             | 14.60         |
| Baumstamm am Stück rücken zur Waldstrasse, Rückebock (gleich wie Tab. 1)                                                    | 0.22                               | 0.22           | 0.22 h                  | 6.20          | 12.40            | 18.60         |
| Hacken der Stämme ab Langholzlager, mit Traktor (70 kW) und Holzhacker für Schnitzelholz (ab 5 mm)                          | 0.22                               | 0.14           | 0.13 h                  | 6.20          | 12.60            | 18.80         |
| Abtransport der Schnitzel zum Kunden mit Kippen in Grube, mit Traktor (50 kW) und Pneuwagen (1-achsige, 7 t, hydr. kippbar) | 0.31                               | 0.14           | 0.85 t                  | 8.70          | 10.00            | 18.70         |
| <b>Totale Verfahrenskosten ohne Restarbeit, inkl. Eigenarbeit je Fm</b>                                                     | <b>1.06</b>                        | <b>0.50</b>    |                         | <b>29.80</b>  | <b>40.90</b>     | <b>70.70</b>  |
| entspricht totalen Verfahrenskosten je Sm³                                                                                  | 0.38                               | 0.18           |                         | 21.30         | 29.20            | 50.50         |

**Tab. 6. Arbeitszeitbedarf und Kosten für teuerstes Holzschnitzelverfahren**

| Holzschnitzel                                                                                                                                        | AKh, Th und Maschinen je Fm |             |                  | Kosten       |              |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------|------------------|--------------|--------------|---------------|
| Verfahren mit höchsten Kosten                                                                                                                        | Arbeitskraft                | Traktor     | Maschineneinsatz | Arbeit       | Maschinen    | total         |
| Arbeitsschritte und benötigte Maschinen                                                                                                              | AKh                         | Th          |                  | CHF/Fm       | CHF/Fm       | CHF/Fm        |
| Baum fällen und ausasten (gleich wie Tab. 1)                                                                                                         | 0.31                        |             | 0.29 h           | 8.70         | 5.90         | 14.60         |
| Baumstamm zur Waldstrasse rücken, Traktor und Seilwinde (gleich wie Tab. 2)                                                                          | 0.22                        | 0.22        | 0.22 h           | 6.20         | 14.60        | 20.80         |
| Ablängen und aufsägen in Meterstücke (gleich wie Tab. 3)                                                                                             | 0.14                        |             | 0.12 h           | 3.90         | 2.50         | 6.40          |
| Spalten der Meterstücke in Meterspälten (gleich wie Tab. 3)                                                                                          | 0.44                        | 0.39        | 0.3 h9           | 12.30        | 21.80        | 34.10         |
| Transport der Spälten ins Zwischenlager mit Be- und Entladen, mit Traktor (50 kW) und Pneuwagen (1-achsige, 7 t, hydr. kippbar), abdecken des Holzes | 0.66                        | 0.06        | 1.00 t           | 18.50        | 7.60         | 26.10         |
| Hacken der Spälten ab Lager, mit Traktor (70 kW) mit Holzhacker für Schnitzelholz (ab 5 mm)                                                          | 0.30                        | 0.21        | 0.13 h           | 8.40         | 15.90        | 24.30         |
| Abtransport der Schnitzel zum Kunden ins Hochlager, mit Traktor (50 kW) und Pneuwagen (1-achsige, 7 t, hydr. kippbar)                                | 0.43                        | 0.14        | 0.85 t           | 12.00        | 10.00        | 22.00         |
| Abladen der Schnitzel in Hochlager, mit Traktor (50 kW) und Förderband (10 m, Elektromotor, 2 kW) mit Zubringer                                      | 0.21                        | 0.04        | 0.15 h           | 5.90         | 8.40         | 14.30         |
| <b>Totale Verfahrenskosten ohne Restarbeit, inkl. Eigenarbeit je Fm</b>                                                                              | <b>2.71</b>                 | <b>1.06</b> |                  | <b>75.90</b> | <b>86.70</b> | <b>162.60</b> |
| entspricht totalen Verfahrenskosten je Sm <sup>3</sup>                                                                                               | 0.97                        | 0.38        |                  | 54.20        | 61.90        | 116.10        |

können dabei Stämme mit einem grösseren Durchmesser gehackt werden und die Arbeitsbelastung fällt geringer aus.

3. Können die Holzschnitzel beim Kunden in eine Grube gekippt werden, sind die Verfahrenskosten am geringsten. Wird bei einem ebenerdigen Lager ein Traktor mit Frontlader eingesetzt, erhöhen sie sich im Vergleich zur Grube um CHF 10.– pro Fm. Und wird zur Beschickung von einem Hochsilo ein Förderband benötigt, sind die Kosten im Durchschnitt um CHF 22.– pro Fm höher als beim Kippen in die Grube.

## Direkt- und Strukturkosten der Waldbewirtschaftung

Durch die Bewirtschaftung von Wald fallen neben den Arbeits- und Maschinenkosten weitere Direkt- sowie Strukturkosten an, diese sind in Tabelle 7 dargestellt. Sie belaufen sich bei einer durchschnittlichen Nutzung von 6,5 Fm pro Jahr und ha Wald auf CHF 64.– pro Fm Sägereirundholz und auf CHF 69.– pro Fm Energieholz. Werden diese Direkt- und Strukturkosten zu den jeweiligen Verfahrenskosten addiert, resultieren daraus die Vollkosten für die Aufbereitung von Holz.

## Vollkosten, Erlöse, Gewinn und Arbeitsverwertung

Ob die Vollkosten durch den Verkauf von Holz gedeckt werden können, zeigt der Vergleich mit den Verkaufspreisen. Diese sind für den Winter 2010 in Tabelle 8 dargestellt, als Grundlage dazu dienten branchenübliche Preisempfehlungen (Agrigate 2010, WVS 2009 und 2010).

Eine Auskunft über die Wirtschaftlichkeit der vorher dargestellten Verfahren geben die Berechnungen der Gewinne bzw. der Arbeitsverwertung (Tabelle 9). Zur Errechnung des Gewinns werden die Vollkosten (inkl. der Arbeitskosten, bzw. dem kalkulatorischen Stundenansatz von CHF 28.–) vom Erlös des Holzverkaufs subtrahiert. Die Arbeitsverwertung als zweiter Indikator der Wirtschaftlichkeit zeigt auf, wie hoch bei jedem Verfahren der resultierende Stundenlohn ausfallen kann. Die Arbeitsverwertung wird errechnet, indem der Gewinn mit den Arbeitskosten addiert und anschliessend durch die eingesetzte Arbeitszeit dividiert wird.

**Tab. 7. Direkt- und Strukturkosten der Waldbewirtschaftung**

| <b>Direktkosten Sägereirundholz</b>                                   |                        | <b>pro Fm</b>  |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|
| Beitrag für Selbsthilfefond (CHF)                                     |                        | 1.00           |
| <b>Total Direktkosten Sägereirundholz (CHF)</b>                       |                        | <b>1.00</b>    |
| <b>Direktkosten Energieholz</b>                                       |                        | <b>pro Fm</b>  |
| Kosten für Abdeckmaterial (CHF)                                       |                        | 3.25           |
| Zinsanspruch des geb. Eigenkapitals während Holzlagerung (CHF)        |                        | 3.00           |
| <b>Total Direktkosten Energieholz (CHF)</b>                           |                        | <b>6.25</b>    |
| <b>Direktkosten Wald</b>                                              | <b>pro ha und Jahr</b> | <b>pro Fm*</b> |
| Kosten für Bestandespflege (CHF)                                      | 18.90                  | 2.90           |
| Kosten für Waldstrassen und Verbauungen (CHF)                         | 76.15                  | 11.70          |
| Kosten für Sicherheitsausrüstung (CHF)                                | 31.95                  | 4.90           |
| Beförsterungsbeitrag (CHF)                                            | 40.00                  | 6.15           |
| <b>Total Direktkosten Wald (CHF)</b>                                  | <b>167.00</b>          | <b>25.65</b>   |
| <b>Eigene Strukturkosten Wald</b>                                     | <b>pro ha und Jahr</b> | <b>pro Fm*</b> |
| Betriebsführungsaufwand (CHF)                                         | 28.00                  | 4.30           |
| Pachtzins für Wald (CHF)                                              | 72.00                  | 11.10          |
| Zinsanspruch des geb. Eigenkapitals für Bestandespflege (CHF)         | 1.20                   | 0.20           |
| <b>Total eigene Strukturkosten Wald (CHF)</b>                         | <b>101.20</b>          | <b>15.60</b>   |
| <b>Fremde Strukturkosten Wald (pro ha und Jahr)</b>                   | <b>pro ha und Jahr</b> | <b>pro Fm*</b> |
| Aus- und Weiterbildung Sicherheit (CHF)                               | 66.65                  | 10.25          |
| Versicherungen (CHF)                                                  | 71.75                  | 11.05          |
| <b>Total fremde Strukturkosten Wald (CHF)</b>                         | <b>138.40</b>          | <b>21.30</b>   |
| <b>Totale Direkt und Strukturkosten pro Fm* Sägereirundholz (CHF)</b> |                        | <b>63.55</b>   |
| <b>Totale Direkt und Strukturkosten pro Fm* Energieholz (CHF)</b>     |                        | <b>68.80</b>   |

\* bei 6.5 Fm Holzertrag pro ha Wald (BAFU 2008)

**Tab. 8. Geschätzte Marktpreise für Holz im Frühling 2009**

| <b>Holzart</b>              |                         | <b>Laubholz</b> | <b>Nadelholz</b> |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------|------------------|
| Sägereirundholz*            | pro Fm (CHF)            | 86              | 103              |
| 33 cm Scheitholz, trocken** | pro Ster (CHF)          | 235             | 222              |
|                             | pro Fm (CHF)            | 329             | 311              |
|                             | pro kWh Brennwert (Rp.) | 11.8            | 15.6             |
| 50 cm Scheitholz, trocken** | pro Ster (CHF)          | 229             | 216              |
|                             | pro Fm (CHF)            | 321             | 302              |
|                             | pro kWh Brennwert (Rp.) | 11.5            | 15.1             |
| Holzschnitzel, trocken**    | pro Sm3 (CHF)           | 49              | 38               |
|                             | pro Fm (CHF)            | 136             | 105              |
|                             | pro kWh Brennwert (Rp.) | 4.9             | 5.3              |

\*ab Waldstrasse (Quelle: Eigene Berechnungen nach WVS 2010)

\*\*zum Kunden geliefert und abgeladen (Quelle: Eigene Berechnungen nach Agrigate 2010, WVS 2009 und 2010)

Aus Tabelle 9 ist ersichtlich, dass für Laubholz mit dem Aufarbeiten zu Scheitholz oder Holzschnitzel eine bessere Arbeitsverwertung erzielt werden kann, als wenn das Laubholz als Sägereirundholz verkauft wird. Beim Nadelholz hingegen ist das Bereitstellen von Sägereirundholz wirtschaftlicher als Scheitholz oder Holzschnitzel. Zudem muss festgestellt werden, dass nur bei den günstigen Sägereirundholz- und Scheitholz-Verfahren die Vollkosten gedeckt werden können. Beim Herstellen von Holzschnitzeln hingegen können auch mit dem günstigsten Verfahren die Vollkosten nicht gedeckt werden.

### Verfahrenskombinationen

Je nach Waldzusammensetzung und Alter der Bäume fällt unterschiedliches Holz an, welches für Sägereirundholz geeignet ist oder sich nur als Energieholz aufarbeiten lässt. Zudem steht jeder Betriebsleiter vor der Entscheidung, wie viel Arbeitszeit er in die Bereitstellung von Holz einsetzen kann, und ob er das Gesamteinkommen verbessern oder eine möglichst hohe Arbeitsverwertung realisieren will. Diese Faktoren und die betrieblichen Voraussetzungen führen zu sehr unterschiedlichen Waldnutzungsstrategien, bei welchen die einzelnen Verfahren kombiniert werden. In Tabelle 10 sind beispielhaft acht Varianten von Verfahrenskombinationen dargestellt. Dabei wurden die Bei-

Tab. 9. Vollkosten, Gewinn und Arbeitsverwertung für Waldholz je Fm

| Holzart                                          | Sägereirundholz |               |               | Scheitholz    |              |               |               | Holzschnitzel |               |               |                |
|--------------------------------------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
|                                                  |                 |               |               | 50 cm         |              | 33 cm         |               |               |               |               |                |
| Verfahren                                        | günstigstes     | teuerstes     | teuerstes     | günstigstes   |              | teuerstes     |               | günstigstes   |               | teuerstes     |                |
| Details in                                       | Tab. 1          | Tab. 2        | Tab. 2        | Tab. 3        |              | Tab. 4        |               | Tab. 5        |               | Tab. 6        |                |
| Holzart                                          | Nadelholz       | Nadelholz     | Laubholz      | Laubholz      | Nadelholz    | Laubholz      | Nadelholz     | Laubholz      | Nadelholz     | Laubholz      | Nadelholz      |
| Verfahrenskosten (CHF/Fm)                        | 33.20           | 60.20         | 60.20         | 194.30        |              | 310.20        |               | 70.70         |               | 162.60        |                |
| Direkt- und Strukturkosten <sup>1</sup> (CHF/Fm) | 63.55           | 63.55         | 63.55         | 68.80         |              | 68.80         |               | 68.80         |               | 68.80         |                |
| <b>Vollkosten (CHF/Fm)</b>                       | <b>96.75</b>    | <b>123.75</b> | <b>123.75</b> | <b>263.10</b> |              | <b>379.00</b> |               | <b>139.50</b> |               | <b>231.40</b> |                |
| Erlös Holzverkauf (CHF/Fm)                       | 103.00          | 103.00        | 86.00         | 321.00        | 302.00       | 329.00        | 311.00        | 136.00        | 105.00        | 136.00        | 105.00         |
| <b>Gewinn / Verlust (CHF/Fm)</b>                 | <b>6.25</b>     | <b>-20.75</b> | <b>-37.75</b> | <b>57.90</b>  | <b>38.90</b> | <b>-50.00</b> | <b>-68.00</b> | <b>-3.50</b>  | <b>-34.50</b> | <b>-95.40</b> | <b>-126.40</b> |
| CHF/Ster                                         |                 |               |               | 41.40         | 27.80        | -35.70        | -48.60        |               |               |               |                |
| CHF/Sm <sup>3</sup>                              |                 |               |               |               |              |               |               | -1.30         | -12.30        | -34.10        | -45.10         |
| Arbeitsbedarf (Akh/Fm)                           | 0.53            | 0.79          | 0.79          | 4.16          |              | 5.04          |               | 1.06          |               | 2.71          |                |
| Arbeitsverwertung (CHF/Akh)                      | 39.80           | 1.70          | -19.80        | 41.90         | 37.40        | 18.10         | 14.50         | 24.70         | -4.50         | -7.20         | -18.60         |

<sup>1</sup>Beim Sägereirundholz sind die Direkt- und Strukturkosten tiefer, da dieses Holz nicht getrocknet werden muss und somit keine Direktkosten für Abdeckmaterial und Zinsanspruch entstehen.

spielholzerträge pro ha so angenommen, wie sie etwa einem schweizerischen Landwirtschaftsbetrieb im Durchschnitt entsprechen.

Wenn die Topografie und Erschliessung die kostengünstigsten Arbeitsverfahren zulassen (Variante 1, 3, 5 und 7), wird alles Holz genutzt. Sind jedoch die teuersten Verfahren notwendig (Variante 2, 4, 6 und 8), macht es ökonomisch keinen Sinn mehr, das nur für Energiezwecke nutzbare Nadelholz zu bergen und aufzuarbeiten. Damit würde sowohl der Gewinn wie die Arbeitsverwertung reduziert.

Bei der Nutzungsart «nur Scheitholz» (Variante 1 und 2) wird alles Holz zu Scheitholz aufgearbeitet. Dabei wird am meisten Arbeitszeit eingesetzt und die höchsten Zusatzeinkommen pro ha Wald können realisiert werden. Mit dem günstigsten Verfahren (Variante 1) erzielt der Betriebsleiter mit 27 Arbeitsstunden das höchste realisierbare Zusatzeinkommen mit CHF 1048.– pro ha Wald. Dabei beträgt die Arbeitsverwertung CHF 39.– pro Arbeitsstunde.

Wird hingegen in der Nutzungsart «Sägereirundholz und Scheitholz» das Nadelholz als Sägereirundholz aufgearbeitet (Varianten 3 und 4), reduziert sich der Arbeitsbedarf

um mehr als die Hälfte. Beim günstigsten Verfahren (Variante 3) beträgt die Arbeitsverwertung CHF 41.– pro Arbeitsstunde bei einem Arbeitseinsatz von 13 Stunden pro ha. Jedoch sinkt dabei das Zusatzeinkommen auf CHF 10.– pro ha Wald.

Bei der Nutzungsart «Sägereirundholz und Holzschnitzel» wird das Nadelholz als Sägereirundholz und das Laubholz als Holzschnitzel bereitgestellt (Varianten 5 und 6). Dabei kann mit den günstigsten Verfahren (Variante 5) mit fünf Arbeitsstunden eine Arbeitsverwertung von CHF 28.– pro Stunde erreicht werden. Das heisst, mit dieser Verfahrenskombination können die Vollkosten nur mit den günstigsten Verfahren gedeckt werden.

Die Resultate der Nutzungsart «nur Holzschnitzel» (Varianten 7 und 8) zeigen auf, dass sowohl die Arbeitsverwertung wie auch das Zusatzeinkommen tiefer sind, wenn das Nadelholz mit Mehrarbeit zu Holzschnitzel aufgearbeitet wird statt zu Sägereirundholz. Dabei resultiert selbst mit dem günstigsten Verfahren (Variante 7) eine Arbeitsverwertung von weniger als CHF 5.– pro eingesetzte Arbeitsstunde.

Tab. 10. Verfahrenskombination

| Nutzungsart                                                          |                      | Nur Scheitholz        |                     | Sägereirundholz und Scheitholz |                     | Sägereirundholz und Holzschnitzel |                     | Nur Holzschnitzel     |                     |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Mögliche Verfahren                                                   |                      | günstigste Variante 1 | teuerste Variante 2 | günstigste Variante 3          | teuerste Variante 4 | günstigste Variante 5             | teuerste Variante 6 | günstigste Variante 7 | teuerste Variante 8 |
| <b>Holznutzung pro ha und Jahr</b>                                   |                      |                       |                     |                                |                     |                                   |                     |                       |                     |
| Nadelholz                                                            | Sägereirundholz (Fm) | 4.0                   | 4.0                 | 4.0                            | 4.0                 | 4.0                               | 4.0                 | 4.0                   | 4.0                 |
|                                                                      | Energieholz (Fm)     | 0.5                   | 0.0                 | 0.5                            |                     | 0.5                               |                     | 0.5                   |                     |
| Laubholz                                                             | Sägereirundholz (Fm) | 1.0                   | 1.0                 | 1.0                            | 1.0                 | 1.0                               | 1.0                 | 1.0                   | 1.0                 |
|                                                                      | Energieholz (Fm)     | 1.0                   | 1.0                 | 1.0                            | 1.0                 | 1.0                               | 1.0                 | 1.0                   | 1.0                 |
| <b>Vollkosten Sägereirundholz</b>                                    |                      |                       |                     |                                |                     |                                   |                     |                       |                     |
| Verkaufte Menge Sägereirundholz (Fm)                                 |                      |                       |                     | 4.0                            | 4.0                 | 4.0                               | 4.0                 |                       |                     |
| Verkaufserlös (CHF)                                                  |                      |                       |                     | 412.00                         | 412.00              | 412.00                            | 412.00              |                       |                     |
| Vollkosten gemäss Verfahren (CHF)                                    |                      |                       |                     | 387.00                         | 495.00              | 387.00                            | 495.00              |                       |                     |
| <b>Gewinn / Verlust (CHF)</b>                                        |                      |                       |                     | <b>25.00</b>                   | <b>-83.00</b>       | <b>25.00</b>                      | <b>-83.00</b>       |                       |                     |
| Arbeitsbedarf Sägereirundholz gemäss Verfahren (Akh) Scheitholzlänge |                      |                       |                     | 2.1                            | 3.2                 | 2.1                               | 3.2                 |                       |                     |
| <b>Vollkosten Scheitholz</b>                                         |                      |                       |                     |                                |                     |                                   |                     |                       |                     |
| <b>Scheitholzlänge</b>                                               |                      | <b>50 cm</b>          | <b>33 cm</b>        | <b>50 cm</b>                   | <b>33 cm</b>        |                                   |                     |                       |                     |
| Verkaufte Menge Nadelholz (Fm)                                       |                      | 4.5                   | 4.0                 | 0.5                            |                     |                                   |                     |                       |                     |
| Verkaufte Menge Laubholz (Fm)                                        |                      | 2.0                   | 2.0                 | 2.0                            | 2.0                 |                                   |                     |                       |                     |
| Verkaufserlös Nadelholz gemäss Verfahren (CHF)                       |                      | 1359.00               | 1244.00             | 151.00                         | 0.00                |                                   |                     |                       |                     |
| Verkaufserlös Laubholz gemäss Verfahren (CHF)                        |                      | 642.00                | 658.00              | 642.00                         | 658.00              |                                   |                     |                       |                     |
| Vollkosten gemäss Verfahren (CHF)                                    |                      | 1710.20               | 2274.00             | 657.80                         | 758.00              |                                   |                     |                       |                     |
| <b>Gewinn / Verlust (CHF)</b>                                        |                      | <b>290.80</b>         | <b>-372.00</b>      | <b>135.20</b>                  | <b>-100.00</b>      |                                   |                     |                       |                     |
| Arbeitsbedarf Scheitholz gemäss Verfahren (Akh)                      |                      | 27.0                  | 30.2                | 10.4                           | 10.1                |                                   |                     |                       |                     |
| <b>Vollkosten Hackschnitzel</b>                                      |                      |                       |                     |                                |                     |                                   |                     |                       |                     |
| Verkaufte Menge Nadelholz (Fm)                                       |                      |                       |                     |                                |                     | 0.5                               | 0.0                 | 4.5                   | 4.0                 |
| Verkaufte Menge Laubholz (Fm)                                        |                      |                       |                     |                                |                     | 2.0                               | 2.0                 | 2.0                   | 2.0                 |
| Verkaufserlös Nadelholz (CHF) CHF 105.00/Fm                          |                      |                       |                     |                                |                     | 52.50                             | 0.00                | 472.50                | 420.00              |
| Verkaufserlös Laubholz (CHF) CHF 136.00/Fm                           |                      |                       |                     |                                |                     | 272.00                            | 272.00              | 272.00                | 272.00              |
| Vollkosten gemäss Verfahren (CHF)                                    |                      |                       |                     |                                |                     | 348.80                            | 462.80              | 906.80                | 1388.40             |
| <b>Gewinn / Verlust (CHF)</b>                                        |                      |                       |                     |                                |                     | <b>-24.30</b>                     | <b>-190.80</b>      | <b>-162.30</b>        | <b>-696.40</b>      |
| Arbeitsbedarf Hackschnitzel gemäss Verfahren (Akh)                   |                      |                       |                     |                                |                     | 2.7                               | 5.4                 | 6.9                   | 16.3                |
| <b>Total Gewinn / Verlust pro ha (CHF)</b>                           |                      | <b>290.80</b>         | <b>-372.00</b>      | <b>160.20</b>                  | <b>-183.00</b>      | <b>0.70</b>                       | <b>-273.80</b>      | <b>-162.30</b>        | <b>-696.40</b>      |
| Totaler Arbeitsbedarf pro ha (Akh)                                   |                      | 27.0                  | 30.2                | 12.5                           | 13.3                | 4.8                               | 8.6                 | 6.9                   | 16.3                |
| <b>Arbeitsverwertung (CHF/Akh)</b>                                   |                      | <b>38.80</b>          | <b>15.70</b>        | <b>40.80</b>                   | <b>14.20</b>        | <b>28.10</b>                      | <b>-3.80</b>        | <b>4.50</b>           | <b>-14.70</b>       |
| Zusätzliches Einkommen pro ha (CHF)                                  |                      | 1047.60               | 474.10              | 510.00                         | 188.90              | 134.90                            | -32.70              | 31.10                 | -239.60             |

## Schlussfolgerungen

Die aufgeführten Verfahrenskostenrechnungen für Sägereirund- und Energieholz zeigen eine beachtliche Streuung zwischen dem jeweils günstigsten und teuersten Verfahren. Abgesehen von den natürlichen Bedingungen, welche die Verfahrenswahl einschränken kann, besteht ein beträchtlicher Spielraum, um Verfahrenskosten einzusparen.

Mit dem Bereitstellen von reinem Energieholz einerseits und einer Kombination von Sägereirundholz und Energieholz andererseits stehen den Landwirtschaftsbetrieben ganz unterschiedliche Nutzungsarten zur Verfügung. Die Verfahren unterscheiden sich vor allem hinsichtlich des Arbeitsvolumens und des Einkommens. Die Wahl der Nutzungsart hängt typischerweise von der verfügbaren Arbeitskapazität ab. Wenn das Aufarbeiten von Waldholz ein möglichst hohes zusätzliches Einkommen generieren soll, so kann dieses Einkommen mit einem Einsatz von 27 Arbeitsstunden bis zu CHF 1048.– pro ha Wald betragen, wenn alles Holz zu Scheitholz verarbeitet wird. Bei einer Kombination von Sägereirundholz und Holzschnitzel hingegen ist im besten Fall bei einem Arbeitseinsatz von fünf Stunden pro ha ein Arbeitsverdienst (realisierbarer Stundenlohn) von CHF 28.– möglich. So kann die Bereitstellung von Holz bei kostengünstigen Verfahren und den angenommen Preisen ein attraktiver Betriebszweig darstellen, verglichen mit anderen landwirtschaftlichen Produktionsrichtungen.

## Literatur

- Agrigate, 2010: Brennholz: Preisempfehlungen für den Direktverkauf. Schweizerischer Bauernverband und Agridea. <http://www.agrigate.ch/de/marktpreise/preise-direktverkauf/brennholz/> [März 2010]
- Albisser G., Ammann H., Brecht I., 2009: Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Waldnutzung. ART-Bericht Nr. 713, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- BAFU, 2008: Jahrbuch Wald und Holz 2007, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern.
- Gazzarin Ch. und Albisser G., 2009: Maschinenkosten 2009/2010. ART-Bericht Nr. 717, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Kaufmann U., 2007: Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien, Ausgabe 2006. Dr. Eicher + Pauli AG im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE). BFE, Bern.
- Moriz Ch. und Goldberg D., 2008: Arbeitsbedarf im bäuerlichen Forst. ART-Bericht Nr. 703, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- WVS, 2009: Zur Holzmarktkampagne 2009/2010. Waldwirtschaft Schweiz (WVS), Wald und Holz 11(09)
- WVS, 2010: Stabile Preise erwartet. Waldwirtschaft Schweiz (WVS), Wald und Holz 4(09)



# Offenhaltung des Grünlands im Berggebiet – Die Kosten verschiedener Verfahren

Gazzarin Christian, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen

E-Mail: christian.gazzarin@art.admin.ch

## Zusammenfassung

Die Berglandschaft als Kulturgut spielt für den Tourismus eine wichtige Rolle. Es besteht somit ein öffentliches Interesse, die Kulturlandschaft vor einer zunehmenden Verbuschung und Verwaldung zu bewahren. In der vorliegenden Arbeit wurden die Kosten verschiedener extensiver Schnittnutzungsverfahren und ein extensives Tierhaltungssystem (Robustrinderhaltung) untersucht, wobei das Mulchen beziehungsweise die Milchviehhaltung als Referenz diente.

Unter alleiniger Berücksichtigung der Markterlöse (ohne Direktzahlungen) sind bei allen Verfahren ungedeckte Kosten zu beobachten. Bei günstigen Standortbedingungen (Tal, arrondiert) weist die extensive Siloballenproduktion im Vergleich zu allen übrigen Verfahren die tiefsten ungedeckten Kosten auf. Mit zunehmender Erschwernis (Berg, grössere Hof-Feld-Entfernung) verdoppeln sich die ungedeckten Kosten bei der Siloballenproduktion nahezu, während das Referenzverfahren Mulchen das günstigste Verfahren darstellt. In höheren Lagen verursacht die extensive Rinderhaltung deutlich höhere Kosten als das Mulchen. Bei allen extensiven Grünlandpflegeverfahren sind die Markterlöse so gering, dass kein positives Arbeitseinkommen erwirtschaftet werden kann. Die konventionelle Milchviehhaltung verursacht zwar hohe ungedeckte Kosten, da ein Grossteil auf die eigene Arbeit entfällt, resultiert ein leicht positives Arbeitseinkommen.

Die Berechnungen zeigten, dass eine extensive, ökologisch orientierte Grünlandpflege ohne Abgeltung der ungedeckten Kosten nicht wirtschaftlich ist. Zwischen den Verfahren zeigten sich grosse Unterschiede beim Kostendeckungsbedarf.

## Summary

### Keeping grassland open in mountain areas The cost of different methods

The mountain landscape plays an important role as a cultural asset in tourism, so it is in the public interest to protect the cultural landscape from increasing encroachment by scrub and forest. This paper investigates the cost of different extensive mowing methods and an extensive livestock system (hardy cattle farming), with mulching and dairy farming respectively serving as a reference.

Taking market returns alone into consideration (not including direct payments), uncovered costs are evident in all methods. In favourable site conditions (valley, plots well grouped together) extensive silage bale production shows the lowest uncovered costs compared with all the other methods. As difficulty increases (mountain terrain, great

farm-field distance) the uncovered costs of silage bale production almost double, while mulching, the reference method, represents the cheapest process. In higher altitude locations extensive cattle farming occasions considerably higher costs than mulching. With all extensive grassland maintenance methods the market returns are so low that it is impossible to generate any positive earned income. Although conventional dairy farming occasions high uncovered costs, as a large part is down to in-house labour, the result is slightly positive earnings.

The calculations show that extensive ecologically-g geared grassland maintenance is not economically viable unless the uncovered costs are met. Great differences in the cost coverage requirement were shown between the methods.

## Résumé

### Préservation des herbages en région de montagne

#### Le coût des différents procédés

Le paysage de montagne fait partie du patrimoine culturel et joue un rôle essentiel pour le tourisme. Il est donc d'intérêt public de préserver le paysage cultivé d'un envahissement croissant par les buissons et la forêt. Le présent travail étudie les coûts des différents procédés de fauche extensive, ainsi que d'un système de production animale extensif (détention de bovins robustes) avec pour référence le mulching, respectivement la détention de vaches laitières.

Aucun des procédés ne peut couvrir ses coûts par le seul revenu de la vente des produits (sans paiements directs). Lorsque les conditions du site sont favorables (vallée, parcelles remembrées), la production extensive de balles d'ensilage est le procédé le moins déficitaire par rapport aux autres procédés. Lorsque les conditions deviennent difficiles (montagne, grande distance ferme-parcelle), le montant des coûts non couverts est pratiquement double pour la production de balles d'ensilage, tandis que le procédé de référence «mulching» est celui qui s'avère le meilleur marché. Dans les zones d'altitude, la production bovine extensive entraîne des coûts nettement plus élevés que le mulching. Quel que soit le procédé extensif d'entretien des herbages, les revenus commerciaux sont si faibles qu'ils ne permettent pas de réaliser un revenu du travail positif. Dans la production laitière conventionnelle, la part de coûts non couverts est certes importante, mais comme une grande partie porte sur les travaux effectués par l'agriculteur lui-même, le revenu du travail est légèrement positif.

**Les calculs ont montré qu'il n'est pas possible de rentabiliser un entretien extensif et écologique des herbages sans une indemnisation des coûts non couverts. De grandes différences ont été observées entre les procédés en ce qui concerne le manque à gagner à couvrir.**

### Kulturlandschaft: ein öffentliches Gut

Umfragen bestätigen, dass eine bäuerliche Kulturlandschaft, geprägt durch ein strukturreiches Wald-Offenland-Mosaik, als schön empfunden wird (Hunziker und Kienast 1999). Insbesondere die Berglandschaft spielt für den Tourismus eine wichtige Rolle. Es besteht somit ein öffentliches Interesse, dass die Kulturlandschaft und im Speziellen das Grünland vor einer zunehmenden Verbuschung und Verwaldung bewahrt wird. Die hierzu erforderlichen Pflegemassnahmen sind jedoch mit Kosten verbunden. Werden diese Kosten mit dem Verkauf der Produkte abgegolten? Wenn nein, in welcher Höhe bleiben die Kosten ohne Berücksichtigung von Direktzahlungen ungedeckt und welche Offenhaltungsverfahren verursachen die geringsten Kosten?

### Kostenberechnung unterschiedlicher Verfahren

Zur Beantwortung dieser Fragen, wurden verschiedene extensive Schnittnutzungsverfahren und ein extensives Tierhaltungssystem (Robustrinderhaltung) untersucht, wobei das Mulchen beziehungsweise die Milchviehhaltung als Referenz diente.

Dux et al. (2009) berechneten die Kosten von verschiedenen Verfahren (Mulchen, Schnittnutzung, Jungrinderweide, Schaf- und Ziegenweide) zur Offenhaltung von Grünland in der Bergregion, wobei sich die Ergebnisse auf die Parzelle und die Vegetationsperiode beschränkten. In der aktuellen Untersuchung ist die Systemgrenze erweitert, indem die Selbstkosten (Vollkostenrechnung) eines ganzen Betriebes mit 25 Hektaren Grünland über das ganze Jahr erfasst sind. Dabei wurden verschiedene Verfahren an unterschiedlichen Standorten (Tal-Berg und unterschiedliche Hof-Feld-Entfernungen) betrachtet. Für sämtliche Verfahren wurden die Arbeitskosten mit einem Lohnansatz von CHF 28.– pro Stunde gerechnet (Gazzarin und Albisser 2009).

### Silage im Tal – Mulchen in entlegenen Gebieten

Unter Berücksichtigung der Markterlöse (Verkauf der Produkte als Futter, Milch oder Fleisch) sind bei allen Verfahren ungedeckte Kosten zu beobachten. Bei günstigen Standortbedingungen (Tal, arrondiert) weist die extensive Siloballenproduktion mit knapp CHF 500.– pro Hektar im Vergleich zu allen übrigen Verfahren die tiefsten ungedeckten Kosten auf (Abb. 1). Mit zunehmender Erschwerung (Berg, grössere Hof-Feld-Entfernung) können sich die ungedeckten Kosten bei der Siloballenproduktion mehr als verdoppeln (rund CHF 1100.–/ha), während das Referenzverfahren Mulchen nur um knapp 30 Prozent verteuert wird und damit das günstigste Verfahren darstellt (rund CHF 700.–/ha). In höheren Lagen (über 1000 m ü.M.) wird das Mulchen mit bis zu CHF 460.– pro Hektar sogar zum günstigsten Verfahren überhaupt (günstiger als im Talgebiet). Insbesondere bei weiter entlegenen Standorten, wie sie im Berggebiet oft anzutreffen sind, verursacht die Schnittnutzung mit Abführung des Ernteguts somit deutlich höhere Kosten als das Referenzverfahren Mulchen.

renzverfahren Mulchen nur um knapp 30 Prozent verteuert wird und damit das günstigste Verfahren darstellt (rund CHF 700.–/ha). In höheren Lagen (über 1000 m ü.M.) wird das Mulchen mit bis zu CHF 460.– pro Hektar sogar zum günstigsten Verfahren überhaupt (günstiger als im Talgebiet). Insbesondere bei weiter entlegenen Standorten, wie sie im Berggebiet oft anzutreffen sind, verursacht die Schnittnutzung mit Abführung des Ernteguts somit deutlich höhere Kosten als das Referenzverfahren Mulchen.



*Abb. 1. Die ungedeckten Kosten der Siloballenproduktion sind an günstigen Standorten mit dem Mulchen vergleichbar.*

Die Robustrinderhaltung umfasst im Unterschied zu den reinen Schnittnutzungen auch die Kosten des Veredelungsprozesses und widerspiegelt damit eher die vollen Kosten einer extensiven Grünlandnutzung. Die Spannweite umfasst im Berggebiet je nach Standort ungedeckte Kosten von CHF 2200.– bis 2500.– pro Hektar (rund 700 m ü. M.) beziehungsweise CHF 3000.– bis 3300.– (über 1000 m ü. M.). In höheren Lagen verursacht die extensive Rinderhaltung damit mehr als sechs mal höhere Kosten wie das Mulchen (Abb. 2).

Bei allen extensiven Grünlandpflegeverfahren sind die Markterlöse so gering, dass auch kein positives Arbeitseinkommen erwirtschaftet werden kann. Dieses weist je nach Verfahren ein Fehlbetrag von CHF 350.– bis 2370.– pro Hektar auf. Der Betrieb «legt drauf», das heisst, er könnte nicht einmal die Fremdkosten decken.

Die konventionelle Milchviehhaltung verursacht mit bis zu CHF 4000.– pro Hektar zwar hohe ungedeckte Kosten. Ein Grossteil davon entfällt allerdings auf die eigene Arbeit, so dass infolge der hohen Flächenproduktivität mit dem Produktverkauf die Fremdkosten gedeckt werden und ein leicht positives Arbeitseinkommen erzielt wird, das aber pro Stunde deutlich unter den kalkulierten CHF 28.– liegt. Die Grünlandpflege fällt damit zu einem gewissen Grade als Koppelprodukt an. Eine flächendeckende intensive Milchproduktion zur Erhaltung des Grünlands ist jedoch



Abb. 2. Je grösser die Erschwernis, desto teurer wird das Abführen der Ernte. Das Mulchen erweist sich deshalb als kostengünstiger.

aus marktwirtschaftlichen und agrarpolitischen Gründen insbesondere im Berggebiet nicht realistisch.

### Fazit

Um eine extensive, ökologisch orientierte Grünlandpflege gemäss dem öffentlichen Interesse langfristig zu gewährleisten, braucht es eine entsprechende Abgeltung der ungedeckten Kosten. Die Berechnungen zeigen, dass die Offenhaltung von Grünland mit sehr unterschiedlichen Intensitäten und dementsprechend auch mit unterschiedlichem Kostendeckungsbedarf erfolgen kann (Abb. 3). Unter der Voraussetzung, dass die Kosten umfassend entschädigt werden, sind je nach Verfahren unterschiedliche strukturelle Effekte zu erwarten. Zur Erreichung eines bestimmten Betriebs-Arbeitseinkommens muss so bei extensiven Verfahren zur Offenhaltung entsprechend mehr Fläche genutzt werden können.



Abb. 3. Raufutterernte in der Bergregion. Topografische Hindernisse lassen oftmals nur die teure Dürrfutterkonservierung zu. Eine lebendige, offene Landschaft mit Tierhaltung und belebten Dörfern haben ihren Preis.

### Literatur

- Dux D., Matz K., Gazzarin Ch. u. Lips M., 2009. Was kostet offenes Grünland im Berggebiet? *Agrarforschung* 16(1): 10–15.
- Gazzarin Ch. u. Albisser Vögeli G., 2009. Maschinenkosten 2009/2010, ART-Bericht 717, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Hunziker M. u. Kienast F., 1999. Impacts of changing agricultural activities on scenic beauty – a prototype of an automated rapid assessment technique. *Landscape Ecology* 14: 161–176.



# «Grüne Bioraffinerie»: Gras, ein Rohstoff mit Zukunft – Erfahrungen aus der Demonstrationsanlage in Utzenaich

Horst Steinmüller, Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz, A-4040 Linz

E-Mail: steinmueller@energieinstitut-linz.at

## Zusammenfassung

Gras von Dauergrünland wird in Zukunft nicht ausreichend an Rinder verfüttert werden können. Vielmehr müssen andere, technische Verwertungswege gefunden werden. Die im Labor getestete «Grüne Bioraffinerie» könnte hierfür eine Option sein.

Die Pilot- und Demonstrationsanlage wurde errichtet, um die im Labor erzielten Ergebnisse im industrienahen Zustand zu testen und zu bewerten. Ziel des 2,5-jährigen Vorhabens ist es daher, den gesamten Prozess zur Industrie-reife zu bringen, damit nach erfolgreichem Abschluss des Projekts das Scale-up zu einer grostechnischen Anlage mit minimalem Risiko erfolgen kann.

Um die Ziele erreichen zu können, war es notwendig, die einzelnen Anlagenteile im kleinsten Industriemasstab auszulegen. Daher wurden die einzelnen Anlagen nicht immer in der gleichen Grösse angeschafft. Vielmehr wurden zwischen jeden Trennschritt Speicherbehälter installiert, um die jeweils optimale Saftmenge für den Folgeschritt zur Verfügung stellen zu können.

Seit November 2008 wurden zuerst die Einzelanlagen in Betrieb genommen und entsprechende Versuche durchgeführt. Seit Herbst 2009 ist die gesamte Anlage in Betrieb. Es konnten sowohl Milchsäure und Aminosäuren voneinander getrennt, als auch erste Produkte gewonnen werden.

Die erzielten Ergebnisse sind zwar noch deutlich schlechter als die Laborergebnisse, aber das Projektteam ist optimistisch, die gesteckten Ziele zu erreichen.

## Summary

**«Green bio-refinery»: grass, a raw material with a future – experience gained from the pilot plant in Utzenaich**

In future it will not be enough to feed grass from permanent grassland to cattle. Other technical methods of utilisation will have to be found. One option could be the «green bio-refinery» tested in the laboratory.

The pilot and demonstration plant was constructed to test and evaluate in an industrial setting the results obtained in the laboratory. The aim of the 2.5 year project was therefore to bring the entire process to industrial maturity so that on successful completion of the project the scale-up to a large-scale plant could be carried out with minimum risk.

Individual system components had to be designed on the smallest industrial scale to achieve our aims. This meant that individual systems were not always acquired in the same size. Instead, storage containers were installed between each separation step in order to make the optimum amount of juice available for each subsequent step.

From November 2008 the individual systems were first started up and the appropriate trials conducted. Since autumn 2009 the entire plant has been in operation. It has been possible both to separate out lactic acid and amino acids and to obtain initial products.

Although the results obtained are considerably worse than the laboratory results, the project team is optimistic of achieving the targets set.

## Résumé

**«Bioraffinerie verte»: L'herbe, une matière première d'avenir – Expériences à partir de l'installation pilote d'Utzenaich**

A l'avenir, les bovins ne suffiront pas à consommer toute l'herbe des prairies permanentes. D'autres moyens techniques de valorisation doivent donc être trouvés. La « bioraffinerie verte » testée en laboratoire pourrait être une option.

L'installation pilote a été conçue pour tester et évaluer les résultats obtenus en laboratoire dans des conditions proches de celles de l'industrie. L'objectif du projet, qui se déroule sur deux ans et demi, est donc d'amener la totalité du procédé à maturité industrielle, pour qu'à la fin des essais, le passage à la production à grande échelle puisse se faire avec un minimum de risques.

Pour atteindre les objectifs, il a fallu configurer les différentes parties de l'installation à la plus petite échelle industrielle possible. Par conséquent, le dimensionnement des différentes installations n'était pas toujours corrélé. On a donc installé des réservoirs entre chaque phase de séparation pour pouvoir obtenir la quantité optimale de jus pour la phase suivante.

En novembre 2008, les modules séparés ont d'abord été mis en service et les essais correspondants effectués. Depuis l'automne 2009, l'ensemble de l'installation est en service. Il a été possible de séparer l'acide lactique et les acides aminés, mais aussi de fabriquer les premiers produits.

Les résultats obtenus sont certes encore bien inférieurs à ceux obtenus en laboratoire, mais l'équipe du projet est optimiste et espère atteindre les objectifs fixés.

## Einleitung

In der österreichischen Landwirtschaft zeichnet sich – genauso wie in vielen vergleichbaren europäischen Ländern – ein deutlicher Strukturwandel ab. Dieser ist unter anderem durch einen Rückgang der Viehwirtschaft und der Milchproduktion gekennzeichnet. Somit wird die Verwertung von Gras und Dauergrünland in Zukunft nicht mehr nur über den Rindermagen erfolgen können. Die Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft (BAL) Gumpenstein schätzt, dass Österreichweit mittelfristig 750 000 Tonnen Trockenmasse pro Jahr an Grünlandbiomasse verfügbar sein werden. Um dieses für die Veredelung im Rindermagen nicht mehr benötigte Grünland und die durch dieses Grünland wesentlich geprägten Kulturlandschaften weiterhin zu erhalten, müssen neue Verwertungsmöglichkeiten für diesen Rohstoff gefunden werden.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, Gras in Biogasanlagen zu verwerten. Derzeitige Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigen jedoch, dass Biogas aus Gras nicht konkurrenzfähig ist. Mit dem Projekt «Grüne Bioraffinerie» sollen nun Möglichkeiten aufgezeigt werden, Produkte aus Grassilage zu gewinnen, welche die Herstellung von Biogas deutlich verbilligen. Die bisher angestellten Wirtschaftlichkeitsberechnungen gehen davon aus, dass nach Abzug der Erlöse für die Produkte Milchsäure und Aminosäuren Biogas deutlich günstiger hergestellt werden kann.

## Das Projekt

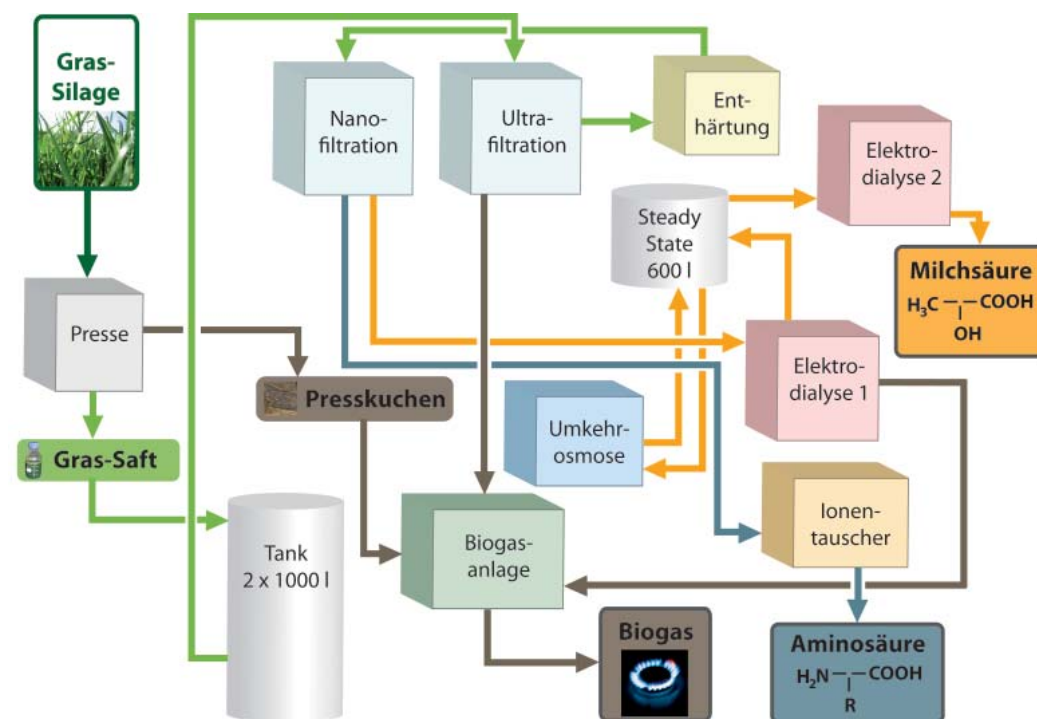
Die Idee der Grünen Bioraffinerie wurde seit Jahren als Leuchtturmprojekt im Rahmen des Impulsprogramms «Nachhaltig Wirtschaften» aufgenommen und die erforderlichen Prozesstechniken in der Programmlinie «Fabrik der Zukunft» entwickelt. Nun wird diese Technologie erstmals im produktionsrelevanten Massstab umgesetzt. Aus dem Rohstoff Gras werden neben dem Energieträger Biogas auch die Wertstoffe Milchsäure und Aminosäuren abgetrennt und zu marktfähigen Qualitäten veredelt.

## Die Demonstrationsanlage in Utzenaich

Am Standort der Biogasanlage Utzenaich in Oberösterreich wurde eine Demonstrationsanlage für die Abpressung von Grassaft (bis zu 4 t Silage/h) mit angeschlossener Saftaufbereitung zur Abtrennung und Aufbereitung von Milchsäure und Aminosäuren errichtet. Der feste Presskuchen wird unmittelbar als Substrat für den Biogasprozess eingesetzt.

Ziel des Projekts ist es, die industrielle Tauglichkeit der Idee «Grüne Bioraffinerie» unter Beweis zu stellen. Dies bedeutet, dass am Ende des Projekts die Ausbeuten und Qualitäten der abgetrennten Produkte einerseits und die Standzeiten (Membrane, Harze etc.) und Prozessparameter für die optimierte Prozessverschaltung andererseits vorliegen. Diese Ergebnisse sind durch längere Betriebszeiträume abzusichern.

In der Anlage Utzenaich werden nur industrietaugliche Maschinen und Apparate verwendet, um ein späteres Scale-up auf eine Produktionsanlage einfach zu ermöglichen.



### Legende

- Gras-Saft
- Milchsäureaufbereitung
- Biogasgewinnung
- Aminosäureaufbereitung
- Rohstoff
- Endprodukt

Abb. 1. Das Konzept der «Grünen Bioraffinerie»

chen. Die eingesetzten Technologien haben aber in unterschiedlicher Grösse bereits Industriestandard. Daher sind auch die Durchsatzzahlen der einzelnen Technologieschritte daran angepasst.

Rohstoff: Grassilage mit einer durchschnittlichen Trockensubstanz von 30 %

Pressung: bis zu 4 Tonnen Silage pro Stunde

Saftaufbereitung: 100–400 Liter Gras-Saft pro Stunde

Produktion: 6–12 kg Aminosäure pro Stunde, 12–16 kg Milchsäure pro Stunde

## Projektergebnisse

Die Demonstrationsanlage soll über einen Zeitraum von zirka 2,5 Jahren betrieben werden, um die technische und wirtschaftliche Machbarkeit der Grünen Bioraffinerie für den produktionsrelevanten Massstab darzustellen.

Die erzeugten Produkte der Demonstrationsanlage werden begleitend zur Bemusterung von Wirtschaftsbetrieben verwendet, um potentielle Kooperationen anzubahnen.

Im ersten Betriebsjahr konnte gezeigt werden, dass Silage auch in grosstechnischen Pressen mit befriedigender Ausbeute abgepresst werden kann. Durch Sedimentation des Presssaftes konnte eine deutliche Verbesserung der Ultrafiltrationsleistung erzielt werden. Da noch höhere Leistungen wünschenswert sind, bzw. gleich bleibende Ultrafiltrationsleistung bei verbesserter Feedqualität mit weniger Energie- und Reinigungsaufwand erzielt werden sollen, sind weitere Untersuchungen zur Vorbehandlung des Presssaftes zweckvoll. Hierbei muss allerdings berücksichtigt werden, dass der Energieaufwand zur Vorbehandlung nicht die zu erwartenden Einsparungen an der Ultrafiltration übersteigt.

In den bisherigen Versuchen wurde demonstriert, dass das in Utzenaich aufgebaute System der Saftaufbereitung bestehend aus Ultrafiltration, Enthärtung, Nanofiltration, Elektrodialyse, Umkehrosmose und Ionentauscher prinzipiell funktioniert. Eine wesentliche Voraussetzung ist die optimale Abstimmung im gegenseitigen Einflussbereich aller Anlagenkomponenten. Um dieses Zusammenspiel zu optimieren, wird die Saftverarbeitung bei wechselnden Betriebsbedingungen unter Eingliederung aller Teilanlagen betrieben werden. Ergebnis der Kampagnen bis Juli 2010 ist eine Verbesserung und verlässliche Abschätzung der möglichen Milchsäureausbeute.

Die Ionentauscherkaskade mit zwei Säulen zur Entsalzung und drei Säulen zur Aminosäurenabtrennung ging im Herbst 2009 in Betrieb. In einer ersten Phase wurden Kennwerte für die Gesamtanlage an Hand einfacher Experimente gewonnen. In einer zweiten Phase, bis Juli 2010, soll der Betrieb der Kaskade in einer «Standardkonfiguration» die Aminosäureabtrennung und teilweise Fraktionierung demonstrieren. Dabei kommt eine Konfiguration des Systems, bestehend aus der Anlage (Säulen, Verrohrung,

Steuerung) und deren Verschaltungsart, der Ionentauschergel-Packung sowie dem eingesetzten Saft zur Anwendung.

## Marktanalyse

Marktanalysen für Milchsäure zeigen, dass diesem Zwischenprodukt grosse Chancen zugemessen werden. Milchsäure kann als Säuerungsmittel in der Lebens- und Genussmittelindustrie (aktuelles Marktvolumen weltweit an die 100 000 t), als Rohstoff für die Herstellung von biologischen Lösungsmitteln (Ethyllactat) sowie als Rohstoff für biologisch abbaubare Kunststoffe (Polylactat) verwendet werden. Aufgrund der vielseitigen Verwendung und der gesunkenen Produktionskosten wird Milchsäure in Zukunft als Rohstoff noch bedeutender werden. Für die Vermarktung der Milchsäure werden aufgrund der bereits bestehenden Marktgrösse und des prognostizierten Wachstums keine Hemmnisse erwartet. Auf Basis der Marktrecherche ist ein Erlös von 0,70 €/kg reiner Milchsäure realistisch, insbesondere wenn man bedenkt, dass sich der derzeitige Weltmarktpreis zwischen 1,0 und 1,2 Euro pro Kilogramm bewegt.

Für die aus der Silage gewonnenen Aminosäurengemische wird eine Vermarktung in den Segmenten Personal Care (diverse Körperpflegeprodukte bis hin zu Kosmetik) und dem Lebensmittelbereich (Spezialernährung, Nahrungsergänzung etc.) angestrebt. Die durchgeführte Marktrecherche zeigt ein realistisches Erlöspotential von 5 bis 10 €/kg für das Aminosäurengemisch in diesen Segmenten auf. Nachzeitigem Wissensstand kann davon ausgegangen werden, dass der Weltmarkt jährlich um mindestens 1000 Tonnen wächst (entspricht der Produktion von einer angelegten Anlage). Es wird in diesem Zusammenhang betont, dass die Aminosäuren aus der Grünen Bioraffinerie überwiegend als freie Aminosäuren vorliegen und mit den Attributen gentechnikfrei, rein pflanzlich, biologisch und natürlich beschrieben werden können. Diese Merkmale können aufgrund der Besonderheit der Bioraffinerie auch authentisch an den Konsumenten kommuniziert werden (Marketingvorteil).

## Kooperationspartner

Am Projekt «Grüne Bioraffinerie» arbeiten folgende Institutionen mit:

- OÖ Bioraffinerie Forschung und Entwicklung als Projektbetreiber
- TU Wien, FH Wels, Joanneum Research, BioRefSys und Energieinstitut an der JKU Linz als Forschungs- und Entwicklungspartner
- Energie AG, Linz AG, OÖ Ferngas AG und Rohölauffindungsgesellschaft AG als Marketing- und Entwicklungspartner



## Schriftenreihe der FAL

|                                                                                        |                                                                                                                                                                                 |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 22–53: <a href="http://www.art.admin.ch">www.art.admin.ch</a> >Dokumentation >Art Shop |                                                                                                                                                                                 |              |
| 54                                                                                     | Schwermetallbilanzen von Landwirtschaftspartzellen der nationalen Bodenbeobachtung<br>2005 Armin Keller, Nicolas Rossier & André Desaulles                                      | D CHF 30.–   |
| 55                                                                                     | Koexistenz verschiedener landwirtschaftlicher Anbausysteme mit und ohne Gentechnik – Konzept<br>2005 Olivier Sanvido <i>et al.</i>                                              | D CHF 30.–   |
| 56                                                                                     | Evaluation der Ökomassnahmen – Bereich Biodiversität<br>Évaluation des mesures écologiques – Domaine biodiversité<br>2005 Felix Herzog & Thomas Walter                          | D/F CHF 40.– |
| 57                                                                                     | Evaluation der Ökomassnahmen – Bereich Stickstoff und Phosphor<br>Évaluation des mesures écologiques – Domaine de l'azote et du phosphore<br>2005 Felix Herzog & Walter Richner | D/F CHF 40.– |
| 58                                                                                     | Ökobilanzierung von Anbausystemen im schweizerischen Acker- und Futterbau<br>2006 Thomas Nemecek, Olivier Huguenin-Elie, David Dubois & Gérard Gaillard                         | D CHF 40.–   |
| <b>Diese Serie wurde ersetzt durch die ART-Schriftenreihe</b>                          |                                                                                                                                                                                 |              |

## FAT-Schriftenreihe

|                                                                                        |                                                                                                                                                                                                          |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 33–66: <a href="http://www.art.admin.ch">www.art.admin.ch</a> >Dokumentation >Art-Shop |                                                                                                                                                                                                          |            |
| 67                                                                                     | Analyse der Repräsentativität im schweizerischen landwirtschaftlichen Buchhaltungsnetz<br>2005 Beat Meier                                                                                                | D CHF 18.– |
| 68                                                                                     | Landtechnik im Alpenraum. Tagung 10./11.5.2006 in Feldkirch<br>2006 Robert Kaufmann & Günther Hütli (Redaktion)                                                                                          | D CHF 23.– |
| 69                                                                                     | Landwirtschaftliches Bauen und Landschaft (BAULA)<br>2006 Antje Heinrich & Robert Kaufmann (Redaktion)                                                                                                   | D CHF 28.– |
| 70                                                                                     | La croissance de la productivité de l'agriculture suisse, 1990–2001: Une Approche non paramétrique<br>2006 Ali Ferjani                                                                                   | F CHF 14.– |
| 71                                                                                     | Influence of alternative semi-outdoor housing systems in comparison with the conventional indoor housing on carcass composition and meat and fat quality of finishing pigs<br>2006 Hans Ulrich Bärlocher | E CHF 17.– |
| <b>Diese Serie wurde ersetzt durch die ART-Schriftenreihe</b>                          |                                                                                                                                                                                                          |            |

## ART-Schriftenreihe

|    |                                                                                                                                                                                                               |            |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1  | Ecological impacts of genetically modified crops – Experiences from ten years of experimental field research and commercial cultivation<br>2006 Olivier Sanvido, Michèle Stark, Jörg Romeis & Franz Bigler    | E CHF 40.– |
| 2  | Agrarstrukturwandel im Berggebiet<br>2006 Stefan Lauber                                                                                                                                                       | D CHF 40.– |
| 3  | 1. Tänikoner Melktechniktagung<br>2007 Robert Kaufmann & Dusan Nosal (Redaktion)                                                                                                                              | D CHF 40.– |
| 4  | Evaluation ausgewählter agrarpolitischer Massnahmen im pflanzlichen Bereich<br>2007 Stefan Mann, Ali Ferjani, Markus Lips & Helmut Ammann                                                                     | D CHF 40.– |
| 5  | Biotreibstoffe<br>2007 Andreas Kampa & Ulrich Wolfensberger                                                                                                                                                   | D CHF 30.– |
| 6  | Arbeitszeitbedarf für die Betriebsführung in der Landwirtschaft: Ein kausal-empirischer Ansatz für die Arbeitszeitermittlung in der Milchproduktion<br>2007 Christoph Moriz                                   | D CHF 30.– |
| 7  | Landtechnik im Alpenraum<br>2008 Robert Kaufmann & Günther Hütli (Redaktion)                                                                                                                                  | D CHF 40.– |
| 8  | Grundlagen für ein Umweltmonitoring unbewilligter gentechnisch veränderter Pflanzen im Kanton Zürich<br>2008 Franz Bigler, Daniel Fischer, Olivier Sanvido, Michèle Stark, Benno Vogel & Barbara Wiesendanger | D CHF 30.– |
| 9  | 2. Tänikoner Melktechniktagung<br>2008 Matthias Schick & Pascal Savary (Redaktion)                                                                                                                            | D CHF 40.– |
| 10 | Ästhetische Bewertung landwirtschaftlicher Kulturen durch die Bevölkerung<br>2009 Beatrice Schüpbach, Xenia Junge, Reinhold Briegel, Petra Lindemann-Matthies und Thomas Walter                               | D CHF 40.– |
| 11 | Economic monitoring of fossil energy use in EU agriculture<br>2009 Tim Kränzlein                                                                                                                              | E CHF 40.– |

### Bestelladresse:

Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Bibliothek, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen  
Telefon +41 (0)52 368 31 31, Telefax +41 (0)52 365 11 90; E-Mail: [doku@art.admin.ch](mailto:doku@art.admin.ch)



## ART-Schriftenreihe 12

### Landtechnik im Alpenraum

#### Zukünftige Ausrichtung der Berglandwirtschaft und Rolle der Mechanisierung

Milchproduktion, Arbeitssicherheit und Offenhaltung alpiner Flächen sind die Hauptthemen der diesjährigen Fachtagung in Feldkirch. Die drei auf den ersten Blick nicht zusammengehörenden Themen haben durchaus Gemeinsamkeiten:

Die Offenhaltung alpiner Flächen wird zur Zeit breit und kontrovers diskutiert. Die Gesellschaft erwartet einen attraktiven Erholungsraum in unseren Bergen. Dazu braucht es neben zielgerichteten agrarpolitischen Massnahmen den Erfindergeist der Bergbevölkerung, gepaart mit der richtigen technischen Ausstattung und unterstützt durch die Erkenntnisse der Forschung.

Neben energetischer Nutzung von Flächen im Berggebiet und einem erheblichen Anteil an Dienstleistungen ist die Nahrungsmittelproduktion immer noch ein wichtiges wirtschaftliches Standbein der Bergbevölkerung. Dabei hat die Milchproduktion eine lange Tradition und stellt diverse regionale Spezialitäten her. Bleibt die Milchproduktion im Berggebiet? Zu dieser Frage versucht die Tagung Antworten zu geben.

Fast allen Offenhaltungssystemen – mit Ausnahme von Weideverfahren – gemein ist der Einsatz einer spezialisierten Hangmechanisierung. Hier stellt sich klar die Sicherheitsfrage. Zudem ist die Industrie gefordert, mit neuer Technologie die nötige Unterstützung zu liefern. Dass sie diese Herausforderung annimmt, dokumentieren die zahlreichen Firmenpräsentationen.

Der vorliegende Tagungsband fasst die Beiträge der Jubiläumstagung, der 10. Tagung «Landtechnik im Alpenraum» vom 5./6. Mai 2010 zusammen. Biomass Logistics Technology BLT, Österreich, und die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Schweiz, bietet alle zwei Jahre mit dieser Tagung die lebendige Plattform für den Wissensaustausch zwischen Forschung, Beratung, Firmen und der Praxis.

ISSN 1661-7584 ART-Schriftenreihe  
ISBN 978-3-905733-15-0  
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART  
Tänikon, CH-8356 Ettenhausen  
info@art.admin.ch, www.agroscope.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschafts-  
departement EVD  
**Forschungsanstalt**  
**Agroscope Reckenholz-Tänikon ART**