

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz

Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 76 (2014)

Heft: 5

Artikel: Hydraulikantrieb bleibt vorläufig die Standardlösung

Autor: Gnädinger, Ruedi

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1082137>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

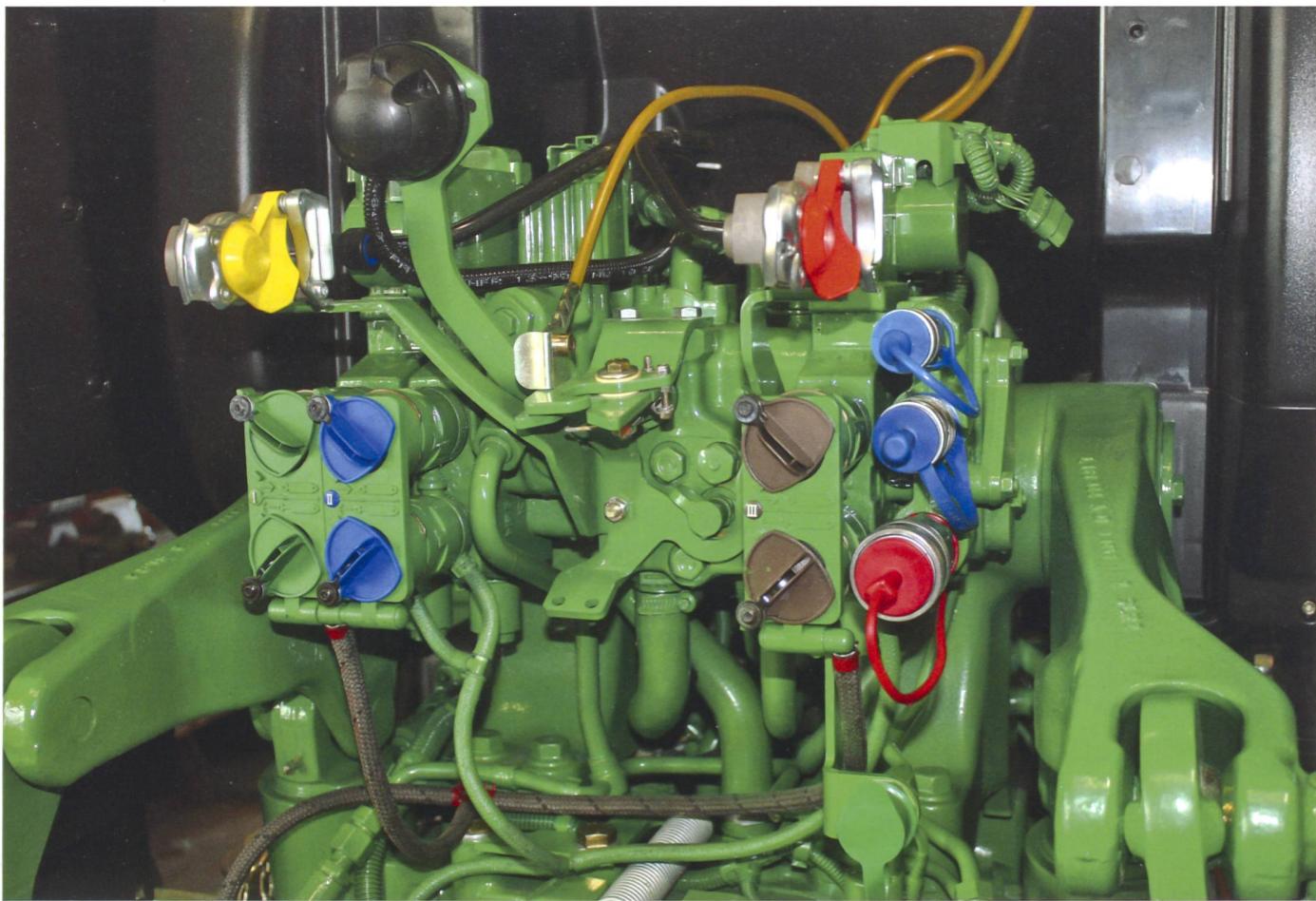
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées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

Terms of use

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

Download PDF: 03.02.2026

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



Mit einer modernen Traktorhydraulik lassen sich viele Anwendungen abdecken. Einfach einstecken und schauen, was passiert, ist nur die zweitbeste Lösung und hat vielleicht unerwünschte «Nebenwirkungen». Ist das Hydrauliksystem des Traktors überhaupt mit den Ventilen auf der Maschine kompatibel? Rechts die Anschlüsse für das Load-Sensing-Hydrauliksystem in der Reihenfolge von oben: Steuerleitung (blau), Druckleitung (blau) und Rückleitung (rot). (Bilder: Ruedi Gnädinger)

Hydraulikantrieb bleibt vorläufig die Standardlösung

Der hydraulische Antrieb ist preisgünstig und platzsparend. Daher wird er für den Maschinenantrieb, zum Heben von Lasten und beim stufenlosen Fahrantrieb in nächster Zukunft die Standardlösung bleiben. Um zu beurteilen, was möglich ist und welche Lösungen am vorzüglichsten sind, braucht es physikalische Grundkenntnisse und das Wissen, welche Hydraulikkomponenten zum Betrieb einer Anlage nötig sind.

Ruedi Gnädinger

Die meisten Traktoren haben eine Hydraulikanlage, die für sehr viele traktorbetriebene Maschinen genügt. Reicht die Leistung nicht oder wird die Ventilanordnung auf dem Traktor zu aufwendig, kommen unabhängige Hydraulikanlagen auf den Maschinen zur Anwendung. Nebst dem Öltank, der Pumpe und den Ventilen sind noch weitere Teile für eine

funktionsfähige Hydraulikanlage nötig. Diese Teile und deren Funktion sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Hydraulikpumpe und -motor anforderungsgerecht auswählen

Wie viel Leistung ist nötig und muss die Fördermenge variabel sein? Dies sind die beiden Schlüsselfragen, welche für

die Pumpendimensionierung bestimmd sind. Die hydraulische Leistung wird mit der allgemein gültigen Hydraulikformel berechnet:

(Leistung [Watt] = Druck [Newton/m²] * Volumenstrom [m³/Sekunden])



Hydraulikmotoren sind vorteilhaft, wenn eine mechanische Kraftübertragung nicht möglich ist. Das Verdrängungsvolumen des Hydraulikmotors muss jedoch zum Volumenstrom der Hydraulikanlage passen, oder der Volumenstrom ist mit einem Stromregelventil den Bedürfnissen anzupassen.

Eine Pumpe für einen zulässigen Betriebsdruck von 150 bar (15 000 000 Newton/m²) und einen Volumenstrom von 90 l/min (0,0015 m³/s) hat somit eine hydraulische Leistung von 22 500 Watt beziehungsweise 22,5 kW.

Wenn die Fördermenge in l/min und der Druck in bar eingesetzt wird, kann man auch rechnen:

Leistung (kW) =

$$\text{Volumenstrom (l/min)} * \text{Druck (bar)} / 600$$

Die Fördermenge und der mögliche Betriebsdruck der Hydraulikpumpe beim Traktor ist den technischen Daten zu

entnehmen. Wie lässt sich nun aber der passende Hydraulikmotor finden, der maschinenseitig die gewünschte Drehbewegung (Drehmoment und Drehzahl) erzeugt? Im Hydraulikmotor wird die hydraulische Leistung wieder in eine Drehbewegung umgewandelt, und daher bestimmen auch hier der Volumenstrom und der Druck die mögliche Leistung. Bei Hydraulikmotoren wird in den technischen Daten nicht der Volumenstrom, sondern das geometrische Schluckvermögen je Umdrehung angegeben (cm³/Umdrehung). Man beachte dazu auch die Tabelle 2: Fachbegriffe, Symbole und Einheiten beim Hydraulikmotor.

Oft wird dieser Wert auch als Nennvolumen bezeichnet. Da Hydraulikmotoren eine gewisse Passungstoleranz haben müssen, kann eine kleine Ölmenge durch diese Zwischenräume in den Rücklauf entweichen. Sie hat somit keinen Einfluss auf die Drehbewegung. Der Fachbegriff für dieses Phänomen heisst «volumetrischer Wirkungsgrad». Dieser erreicht etwa 90% bzw. den Faktor 0,9.

Die Formel für das nötige Schluckvermögen (Nennvolumen) bei einer gewünschten Drehzahl lautet somit:

Schluckvermögen (cm³/Umdrehung) =

$$\text{Volumenstrom Pumpe (l/min)} * \text{volumetrischer Wirkungsgrad} (\eta_{\text{vol.}}) * 1000/\text{Umdrehungen (min}^{-1}\text{)}$$

Tabelle 2: Fachbegriffe, Symbole und Einheiten beim Hydraulikmotor

Begriffe und Erläuterungen	Größen- oder Dimensionssymbol (Einheit)
Drehmoment, welches ein Hydraulikmotor bei einem Betriebsdruck erreichen kann	M oder Md (Nm)
Volumenstrom	Q (l/min)
Differenzdruck = Druckgefälle zwischen Eingang und Ausgang des Hydraulikmotors	Δp (bar)
Drehzahl	N oder rpm (min ⁻¹)
Geometrisches Verdrängungsvolumen pro Umdrehung/Schluckvermögen pro Umdrehung	V (cm ³)
Volumetrischer Wirkungsgrad	η_v (Richtwert ca. 0,9)
Mechanisch-hydraulischer Wirkungsgrad	η_{mh} (Richtwert ca. 0,85)
Gesamtwirkungsgrad	η_t (Richtwert ca. 0,75)

Bei einem Volumenstrom der Hydraulikpumpe von 90 l/min und einer gewünschten Drehzahl des Hydraulikmotors von 300 U/min und einem volumetrischen Wirkungsgrad von 0,9 beträgt das nötige Schluckvermögen:

$$\text{Schluckvermögen: } 90 * 0,9 * 1000/300 = 270 \text{ cm}^3/\text{Umdrehung.}$$

Ist das Nennvolumen des Hydraulikmotors bestimmt, gilt es noch zu überprüfen,

Tabelle 1: Die wichtigsten Hydraulikkomponenten beim Traktor und deren Funktion

Bauteile und ihre Funktionen

Öltank: Dieser stellt sicher, dass immer eine genügende Ölreserve vorhanden ist und die Pumpe auch bei ausgefahrenen Hydraulikzylindern noch Öl ansaugen kann. Ist dies nicht der Fall, gelangt Luft ins System, was zu Schäden führen kann.

Eine grosse Ölreserve ist teilweise auch nötig, damit das Öl seine Wärme über die Behälterwände abgeben kann (passive Ölkühlung). Verschiedene Traktorhersteller bevorzugen einen gemeinsamen Ölhaushalt von Getriebe und Hydraulik, damit die Ölreserve und die Kühlwirkung erhöht werden.

Hydraulikpumpe: Sie wandelt mechanische Energie in hydraulische Energie um. Die Pumpengröße bestimmt somit die mögliche Leistung der angeschlossenen Verbraucher wie Hydraulikzylinder und Hydraulikmotoren.

Hydraulikpumpen gibt es als Zahnradpumpen mit konstanter Fördermenge (Volumenstrom) oder als Kolbenpumpen mit meist variablen Volumenstrom. Hydraulikpumpen mit konstantem Volumenstrom werden in offenen Hydrauliksystemen eingesetzt. D.h., sind keine Verbraucher in Betrieb, ist das Ventil nach der Hydraulikpumpe in Richtung Rücklauf offen, und das Öl läuft drucklos in den Öltank zurück. Das offene System eignet sich für Betriebe, bei denen an den hydraulischen Antrieb sowohl technisch wie zeitlich keine hohen Anforderungen gestellt werden.

In grösseren Traktoren wird zunehmend das geschlossene System eingesetzt. Dabei wird der Volumenstrom der Pumpen druckgesteuert dem Ölbedarf angepasst. Werden die Verbraucher durch das Schliessen der Zustromventile abgeschaltet, steigt der Pumpendruck und bewirkt, dass der Volumenstrom der Pumpe zunehmend auf null zurückgefahren wird.

Bauteile und ihre Funktionen

Druckventile: Je nach Anwendung sind es Druckbegrenzungsventile, Druckreduzierventile, Druckregelventile oder Druckabschaltventile. Mit ihnen lässt sich die maximale Kraft eines Hydraulikzylinders oder das maximale Drehmoment eines Hydraulikmotors einstellen. Jedes Hydrauliksystem wird mit einem Sicherheitsventil ausgerüstet. Dieses darf vom Anwender nicht verstellt werden. Es schützt das System vor Überlast und verhindert das Platzen von Leitungen (grossen Verletzungsgefahr für Personen).

Wegeventile: Sie lenken den Ölstrom zu den Verbrauchern und wieder zurück in den Tank.

Stromregelventile: Sie dienen zur druckunabhängigen Regulierung eines Volumenstromes und werden zum Beispiel eingesetzt, um die Drehzahl eines Hydraulikmotors zu regulieren.

Verbraucher: Hydraulikzylinder, Hydraulikmotoren, Servolenkungen usw.

Filter: Diese schützen das System vor Verunreinigungen und Abrieb. Verunreinigungen können aber auch von den betriebenen Geräten ins Öl geraten, denn Filter im Rücklauf sind nicht üblich und Wasserschäden lassen sich trotz Filtern nicht verhindern.

Ölkühler: Diese sind meistens nur für Anwendungen nötig, bei denen über längere Zeit eine grössere Leistung übertragen werden muss.



Volumenstromregulierung bei einem Druckfass für den innenliegenden Hydraulikmotor, welcher das Rührwerk antreibt. Solche Anwendungen haben ein erhöhtes Risiko für Ölverschmutzung und daraus entstehende Schäden.

ob er beim vorliegenden Betriebsdruck der Hydraulikanlage eine genügende Leistung beziehungsweise ein genügendes Drehmoment abgeben kann. Die Formel für die Leistung lautet:

Leistung (kW) =

$$\text{Volumenstrom (l/min)} * \text{Druckdifferenz (bar)} * \text{Gesamtwirkungsgrad} (\eta_{\text{ges}}) / 600$$

Der Gesamtwirkungsgrad setzt sich zusammen aus dem volumetrischen und dem hydromechanischen Wirkungsgrad. Er erreicht in der Praxis 75 bis 80% (Faktor 0,75 bis 0,8).

Bei der Druckdifferenz ist zu beachten, dass in der Hinleitung ein Druckabfall entsteht und sich auch in der Rückleitung ein Druck aufbaut. Die Druckdifferenz beim Hydraulikmotor ist somit bei üblichen Leitungsquerschnitten ca. 10 bar geringer als der Nenndruck der Traktorhydraulik.

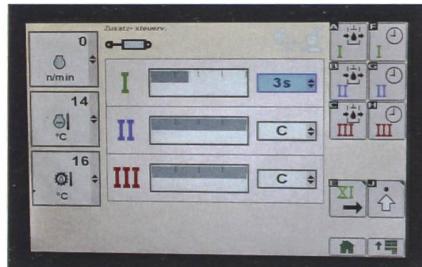
In unserem Beispiel nehmen wir eine mögliche Druckdifferenz von 140 bar an und die mögliche Abtriebsleistung des Hydraulikmotors beträgt somit:

$$\text{Antriebsleistung} = 90 (\text{l/min}) * 140 (\text{bar}) * 0,75 (\eta_{\text{ges}}) / 600 = 15.75 \text{ kW}$$

Das maximale Drehmoment lässt sich aus der Abtriebsleistung des Hydraulikmotors wie folgt berechnen:

$$\text{Drehmoment } M_d (\text{Nm}) = \text{Leistung (15,75 kW)} * 9554 / \text{Drehzahl (300 U/min)} = 501,5 \text{ Nm.}$$

Während des Betriebes des Hydraulikmotors wird sich der Betriebsdruck aufgrund der aktuellen Belastung und der Strömungswiderstände einstellen. Nur beim Erreichen des zulässigen Höchstdruckes wird das Überdruckventil im Traktor



Display mit der Visualisierung der traktorseitigen Hydraulikanschlüsse für externe Verbraucher. Beim Anschluss I (grün) wurde der Volumenstrom reduziert. Externe Stromregulierungsventile sind nicht mehr nötig.

ansprechen. Eine Reduktion des Abtriebsdrehmomentes, um die Maschine vor Überlast zu schützen, wäre mit einem zusätzlichen Einbau eines Überdruck- oder eines Druckreduzierventiles möglich. Die gleiche Massnahme kann auch beim Betrieb von Hydraulikzylindern nötig sein, weil die mögliche Kraft sonst zu gross ist und die Maschine beschädigt.

Stromregelventile werden immer wichtiger

Kleine und grosse Traktoren haben unterschiedliche Hydraulikpumpen, und auch bei den hydraulischen Verbrauchern liegen die Anforderungen bezüglich des Volumenstromes weit auseinander. Wie lässt sich mit einem grossen Traktor ein kleiner Hydraulikzylinder trotzdem langsam ausfahren?

Dieses Problem lässt sich mit Stromregelventilen lösen, mit welchen der den Verbrauchern zugeleitete Volumenstrom dosiert werden kann. Stromregelventile gibt es in verschiedenen Ausführungen für offene oder geschlossene Hydrauliksysteme. Näheres über ihre Funktion und die Eignung für einen bestimmten Einsatz würde den Rahmen dieses Beitrages sprengen. Für eine einwandfreie Funktion des Gesamtsystems ist es jedoch wichtig, dass die Volumenstromregulierung nicht durch die Belastung (Öldruck) beeinträchtigt wird oder die Hydraulikpumpe gegen unnötigen Druck arbeiten muss.

Drosseln genügen nicht

Es ist wichtig, sich diese Ventile in Bezug auf diese funktionellen Vorgaben erklären zu lassen, denn aus Preisgründen werden manchmal nur einfache Drosseln

eingebaut. Diese können aber die generellen Anforderungen einer Drehzahlregelung bei Hydraulikmotoren oder der Ausfahrgeschwindigkeit von Hydraulikkolben nicht erfüllen.

Geschlossenes oder offenes Hydrauliksystem?

Beim offenen Hydrauliksystem werden einfache Zahnradpumpen eingebaut, die bei einer gegebenen Drehzahl einen konstanten Volumenstrom haben. Eine Veränderung des Volumenstromes ist seitens der Pumpe nur mit einer Drehzahlveränderung möglich. Wird kein Öl gebraucht, fliesst es über das offene Wegeventil in den Öltank zurück.

Beim geschlossenen Hydrauliksystem werden Axialkolbenpumpen eingebaut, die gegen Druck arbeiten. Der Volumenstrom wird aber bei einem vorgegebenen Druck auf null zurückgeregelt. Sind keine Verbraucher aktiv, wird somit auch kein Öl gefördert. Die Pumpenwelle dreht zwar, aber die Pumpenkolben bewegen sich nicht mehr. Die Wegeventile und deren Einbau sind einfacher als beim offenen System und zudem sind die Verluste geringer. Daher ist bei grösseren Traktoren mit komplexen Hydraulikwendungen das geschlossene System vorteilhafter.

Vorsicht: Werden hydraulische Verbraucher auf den Maschinen mit eigenen Ventilen, also nicht vom Traktor aus, betätigt, ist abzuklären, ob die Ventile auf der Maschine mit dem Hydrauliksystem kompatibel sind.

Load-Sensing-Anschlüsse und ihre Funktion

Der Load-Sensing-Anschluss am Traktor hat drei Ölklupplungen, nämlich für die Druckleitung, die Rückleitung und die Steuerleitung. Der Einsatz der Load-Sensing-Technik ist vorwiegend geeignet, wenn die verschiedenen Verbraucher mit Ventilen auf der Maschine gesteuert werden. Die Druckleitung führt in diesem Fall auf den Hydraulikblock und versorgt die ganze maschinenseitige Hydraulikanlage. Sobald der gewünschte Nenndruck erreicht ist, wird über die Steuerleitung die Traktorhydraulikpumpe mit variablem Volumenstrom (Verstellpumpe) auf null zurückgefahren. Wird nun ein Verbraucher eingeschaltet, fällt der Druck zusammen, die Pumpe fördert wieder Öl, welches über den Verbraucher und die Rückleitung wieder in den Traktor fliesst. ■

> PRODUKTE UND ANGEBOTE

PUBLITEXT

ZYKLOTRONIC VARIO – Die neue Art, Stückholz zu heizen!

Die Schmid Energy Solutions bietet moderne Holzfeuerungen für das Einfamilienhaus sowie Industrieanlagen an. Im Bereich Stückholzfeuerungen ist Schmid ein Pionier der ersten Stunde. Der neue Zyklotronic VARIO überzeugt durch eine multifunktionale Steuerung und einen hohen Komfort im Betrieb.

Der Zyklotronic VARIO ist ein optimiertes Feuerungssystem, basierend auf der bewährten Technologie des Zyklotronic. Sein patentierter Stufenrost bietet erhebliche Vorteile, verglichen mit herkömmlichen Brennsystemen, und überzeugt mit einer ausserordentlich hohen Lebensdauer. Der Kesselwirkungsgrad liegt konstant auf hohem Niveau und das bei niedrigsten Emissionen.

Die manuelle Reinigung der Wärmetauscherfläche kann optional mit einem aufgebauten Motor, der in definierten Intervallen den Reinigungsmechanismus auslöst, automatisiert werden. Als weitere Option kann der Zyklotronic VARIO mit einer vollautomatischen Zündung ergänzt werden. Diese entzündet je nach Reglereinstellung und Gegebenheiten (Bedarf, Speichertemperatur, Zeitpunkt u.v.m.) mittels eines Heissluftgebläses die bereits eingelegten Scheite. Die innovative Kombinationslösung hat über der stehenden Rotationsbrennkammer einen seitlichen Flansch. Hier kann bei Bedarf ab 2015 eine Pelletseinheit nachgerüstet werden.



Highlight Steuerung:

Brennstoffberechnung:

Die Regelung enthält eine Berechnung für die richtige Brennstoffmenge beim Nachlegen (Anzeige in % oder kg), eine Anzeige des nächsten Heitermins und der vorraussichtlichen Abbranddauer. Dies unterstützt Sie bei der Bedienung und spart erst noch Heizkosten.

Einfache Bedienung:

Der Benutzer benötigt nur eine Taste zum Einheizen und Nachlegen. Der Nachlegezeitpunkt kann durch ein Nachlegesignal im Wohnraum angezeigt werden.

Höchster Komfort:

Durch optimierte Verbrennung und Leistungsregelung wird die Abbrandphase verlängert, was zusätzlichen Heizkomfort bringt, Brennstoff spart und die Umwelt schont.

Optimale Verbrennungsregelung:

Unabhängig von der Beschaffenheit des Holzes werden mittels der aktiven Verbrennungsregelung während der gesamten Ausbrandzeit bestmögliche Emissionen und Wirkungsgrade erzielt.

Integrierte Heizsystemlösungen

Die Steuerung beinhaltet das komplette Anlagenmanagement für witterungsgefährte Heizkreise, Warmwasseraufbereitung und Solarmanagement. Das gibt Ihnen nicht nur Sicherheit, sondern eine komfortable und saubere Gesamtlösung.

Gerne beraten wir Sie rund um den Bereich Holzenergie.

Schmid Energy Solutions
8360 Eschlikon
Tel. 071 973 73 73
Fax 071 973 73 70
www.schmid-energy.ch
info@schmid-energy.ch

AEBI SUISSE
Handels- und Serviceorganisation

In den Bergen...
...oder im Flachland, mit

KIRCHNER



machen Sie das Beste aus Ihrem Hofdünger



Die passende Maschine zur Ausbringung von Gülle u. Mist
Ob Lohnunternehmer oder Landwirt, für's Flachland oder in den Voralpen, für jeden Einsatz das perfekte Saug-Druckfass und der perfekte Miststreuer.

Permanente Ausstellungen in Gampelen und Andelfingen
Dauertiefstpreis-Tankstelle mit Shop und Restaurant in Gampelen
Tél. 032 312 70 30
www.aebisuisse.ch
Occasion-Markt



Zetter mit
perfekter
Boden-
anpassung
gesucht?

HAKEN DRAN

Die Lely Lotus Zettwender mit patentierten Hackenzinken ermöglichen perfekte Bodenanpassung und beste Trocknungsergebnisse ohne das Erngesetz zu verschmutzen.

Bruno Spicher • 079 673 7697.



HARVEST RESULTS.

www.lely.com

innovators in agriculture