

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 60 (1998)
Heft: 4

Artikel: Antriebskonzepte gestern, heute, morgen
Autor: Hunger, Ruedi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1080786>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 04.02.2026

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

Faszination Getriebetechnik

Antriebskonzepte gestern, heute, morgen

Ruedi Hunger

«**M**otor und Getriebe kann man nicht getrennt betrachten», sagt Ruedi Hunger. «Beide Baugruppen sind schon heute und in Zukunft noch viel mehr durch die Elektronik miteinander ebenso eng verbunden wie durch die Schrauben, die sie zusammenhalten. Darüber, wie es dazu gekommen ist, hat er nachgeforscht. Hier sein Bericht «Faszinierende Getriebetechnik aus der Sicht des Praktikers».

Unterschiedliche Anforderungen

In den 90 Jahren, die zwischen dem als «Pflug-Lokomotive» bezeichneten Allrad-Traktor der Gasmotoren-Fabrik Deutz und den heutigen modernen Traktoren liegen, haben sich die Traktoren zu umfassenden Arbeitsmaschinen entwickelt. Sie haben auf unseren Betrieben die unterschiedlichsten Betriebsbedingungen zu bewältigen.

Wenn die Hersteller heute einen Geschwindigkeitsbereich von 0,4 oder 0,5 bis 40 oder 50 km/h abdecken, so führt dies zu einer Getriebespreizung von 80 bis 100. Dies ist doch erheblich mehr als bei einem Lastwagen oder gar bei einem Personenwagen.

Zusammen mit der gewünschten feinen Abstufung führt dies zu Konstruktionen mit vielen Gängen. Diese müssen dann meistens in Gruppen zusammengefasst werden, damit wir sie überhaupt nutzen können.

Die Frage stellt sich, wieso wir überhaupt von unseren Traktoren so unterschiedliche Geschwindigkeiten verlangen (... und nur zum Teil nutzen!).



Ruedi Hunger ist Werkführer des Schulgutsbetriebes Planatob in Landquart GR und Präsident der Bündner Sektion des SVLT

Was ist ein Getriebe?

Definition Getriebe kurz und bündig: Getriebe sind Einrichtungen zum Umformen oder Übertragen von Bewegungen und in diesem Zusammenhang auch von Energien. Ein Getriebe besteht wenigstens aus drei Teilen. Ein Gestell braucht es nämlich immer. Hinzu kommen z.B. zwei Zahnräder.

Definition Getriebe als Baugruppe des Traktors: Das Getriebe ist ein Drehzahl-Drehmoment-Wandler mit der Aufgabe, die hohe Drehzahl des Motors (mit niedrigem Drehmoment) in niedrige, unterschiedliche Drehzahlen an den Treibrädern (mit hohem Drehmoment) umzuwandeln.

Bei der heute aktuellen Normung versteht man unter «Traktorgetriebe» die Einheit von Fahrantrieb und Hinterachse mit allen weiteren integrierten und angeschlossenen Baugruppen.

Einleuchtend ist sicher die Tatsache, dass wir je nach Betriebsrichtung einen Geschwindigkeitsbereich haben, den wir vielfach oder mehrheitlich nutzen. Entscheidend ist, dass uns die einzelnen Fahrgeschwindigkeitsstufen (Gänge) dort in idealer Abstufung zur Verfügung stehen, wo wir sie effektiv brauchen (Hauptarbeits-

reich). Was bringt z.B. eine Superkriechganggruppe dem reinen Futterbaubetrieb?

Wenn ich den Hauptarbeitsbereich genauer umschreiben will, dann wird dieser zwischen 4 und 12 km/h liegen. Dieser Hauptarbeitsbereich verschiebt sich insgesamt nach oben. Ausländische Angaben sprechen denn auch von 5 bis 14 km/h. Auch im Transportbereich bis 30 km/h (in Zukunft bis 40 km/h) ist eine gut abgestufte Gangfolge erwünscht, so dass die Endgeschwindigkeit eines Ganges im Bereich des max. Drehmomentes des nächsthöheren Ganges zu liegen kommt.

Auch wenn wir bei schwerer Zugarbeit (Bodenbearbeitung) mit dem Gangwechsel nur kleine Geschwindigkeitssprünge überwinden wollen, wird unser Traktor mehrheitlich still stehen, sobald wir auskuppeln.

Blick zurück

Wohl weit weg von unserer Ideallösung war das Getriebe des legendären «Lanz-Verkehrs-/Grossbulldog» ausgelegt. Sein Getriebe beschränkte sich zum Beispiel auf 4 Stufen oder Gänge. Vorwärts oder rückwärts wurde nicht geschaltet, sondern eine Fahrrihtungsänderung wurde durch eine Drehrihtungsänderung des Motors erreicht. Die 4 Vorwärtsgänge waren demnach auch 4 Rückwärtsgänge!

Bereits seit den 50er Jahren (IHC) kennen wir die Lastschaltstufen. Es war eine vielbeachtete Neuerung im Getriebebau. Ein Geschwindigkeitssprung konnte nun ohne anzuhalten und auszukuppeln unter voller Last vollzogen werden. Statt eine Zahnradpaarung zu wechseln, wurde lediglich umgekuppelt, ohne Unterbrechung des Kraftflusses.

Dem **Agriomatic-Getriebe** folgten Konstruktionen von **Massey-Ferguson, Ford** und **John Deere**. Anfänglich hatte die Lastschaltung die unangenehme Eigenschaft, dass die Bremswirkung des Motors durch einen Freilauf aufgehoben wurde. Zum Teil waren diese Getriebe bereits unter Last reversierbar (**Agriomatic-S**). Bereits bei der Aufzählung dieser Hersteller zeigt sich der grosse amerikanische Einfluss. Dennoch konnte auch der Schweizer Hersteller **Bühler** mit seinem **Triplex-Getriebe** mithalten.

Bedingt durch die unterschiedlichen Betriebsstrukturen in Amerika und Europa ging die Getriebeentwicklung unterschiedliche Wege. Die europäischen Traktorhersteller suchten vorerst den Weg über die Synchronisation der Getriebe. Dies brachte den Vorteil, eine ganze Gruppe oder gar ein ganzes Getriebe besser zu schalten und nicht nur einen einzelnen, allerdings lastschaltbaren Geschwindigkeitssprung.

Beim synchronisierten Getriebe waren sämtliche oder nur ein Teil derselben (Teilsynchronisation) konstant miteinander in Verbindung. Durch die recht aufwendige Konstruktion der Synchronisierung wurden unterschiedliche Umdrehungsgeschwindigkeiten der zu verbindenden Wellen aufeinander abgebremst, bis die Schiebemuffe die Wellen bei Gleichlauf miteinander verbinden konnte und der Schaltvorgang somit beendet war. Einen anderen Weg ging **Bühler** mit seinem **Tractospeed-Getriebe**. Er patentierte seine neue Antriebsordnung, bei der beim Auskuppeln nicht mehr das Getriebe vom Motor getrennt wurde, sondern ein Teil des Getriebes von der Hinterachse. Dies ermöglichte in der jeweils gewählten Gruppe problemloses

Schalten, selbst von Vorwärts auf Rückwärts.

Planetensätze und Lamellenkupplungen

Dem Einbau von mehreren Planetensätzen waren dann weitere Erleichterungen im Schaltbereich zu verdanken. Auf dieser Basis baute auch **Ford** ab 1957 das «**select-o-speed**»-Getriebe, das durchgehend lastschaltbar war. An die mehr oder weniger sanften Geschwindigkeitssprünge erinnert sich wohl noch der eine oder andere Mitfahrer. Die Abkürzung SOS musste dann landläufig für manche mehr oder weniger schmeichelhafte Bezeichnungen hinhalten.

Nach dem gleichen Prinzip bauten auch die Ateliers de Construction in **Vevey** auf dem Traktor-Prototyp «**Rhone**» eine elektrohydraulische Schaltung ein.

Stufenlose Getriebe: Erste Versuche

Bereits in den Jahren 1962/63 bauten **Fendt** und **Porsche** mit einer hydrostatischen Einheit das völlig stufenlose Getriebe in einigen Traktoren ein. 1965 suchte **Eicher** mit dem **Mammut HR 3000** und einem reversierbaren hydrostatischen Wandlergetriebe den Erfolg. Im **D 550** baute **Hürlimann** 1974 eine von Sauer gelieferte Hydrostateneinheit ein. All diesen Versuchen war eines

gemeinsam, sie wurden nur in Experimentierstückzahlen von einigen wenigen Exemplaren gebaut. Aber es war nötig und wertvoll, diese Erfahrungen gemacht zu haben.

Revolution der neunziger Jahre

Nach der Steigerung des Komforts durch neue Kabinenkonstruktionen und Elektronikeinrichtungen (EHR) scheinen sich nun die neunziger Jahre durch namhafte Getriebeneuerungen auszuzeichnen. Die Kombination von Lamellenkupplungen oder Lamellenpaketen, die hydraulisch geschaltet werden, und von Plane-

tensätzen ergab nun eine Vielzahl lastschaltbarer Schaltstufen. Damit brachte man – etwas böse gesagt – die Fahrer erst recht auf den Geschmack!

Nun wollte jeder noch mehr Komfort und noch weniger Handarbeit, selbst im Traktor.

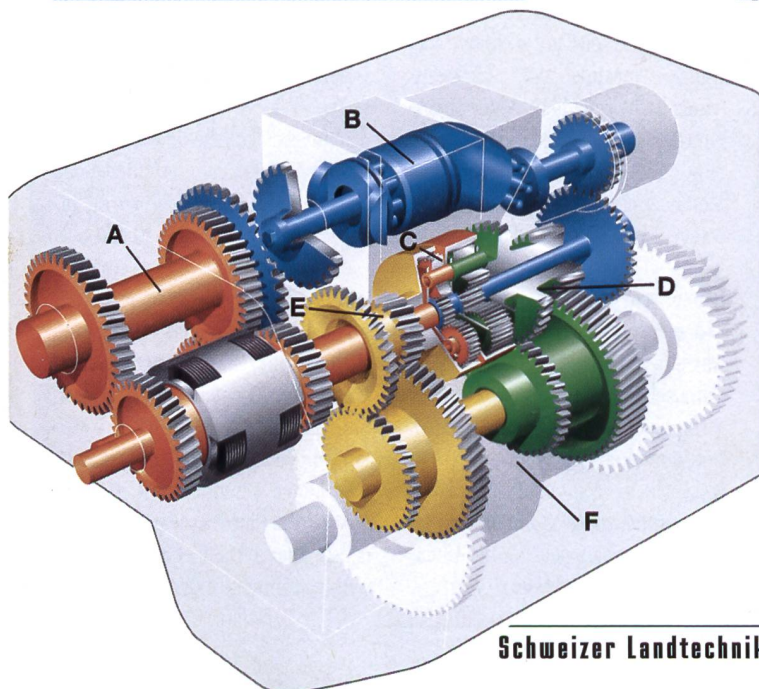
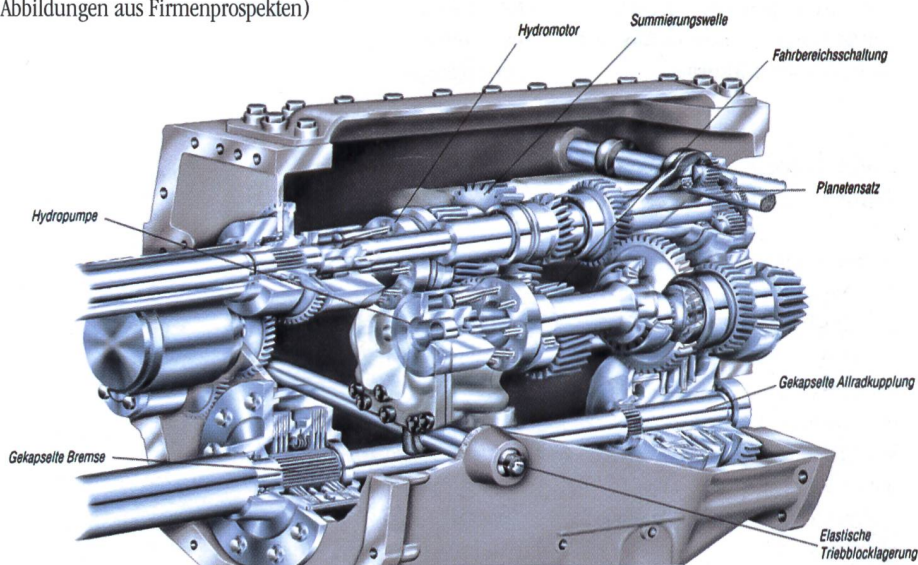
Die Vorteile zeigten sich z.B. bei der Bodenbearbeitung, wo per Knopfdruck oder Hebelbedienung die Geschwindigkeit dem wechselnden Boden bzw. der wechselnden Motorbelastung angepasst werden konnte. Die vierstufigen Lastschaltgetriebe sind, je nach Traktorengrösse, bald einmal Standard.

Fast gleichzeitig mit der stufenlosen, sog. leistungsverzweigten Getriebe- generation von Fendt waren auch John

Leistungsverzweigte Getriebe (Zeichnungen und Abbildungen aus Firmenprospekten)

Fendt Vario

Die Antriebseinheit kann in zwei Bauteile aufgeteilt werden, den hydrostatischen und den mechanischen Antrieb. Die Aufteilung der Motorkraft ab Getriebeeingangswelle und das spätere Wiedervereinigen auf der Summierungswelle ermöglicht eine stufenlose Variation der Drehzahlen. Der hydraulische Teil beinhaltet eine Axialkolbenverstellpumpe und zwei verstellbare Hydromotoren. Pumpen wie Hydromotoren haben eine 0°-Stellung, in der sie sich gegenseitig blockieren können. Einmal blockiert die Pumpe durch ihre 0°-Stellung beide Hydromotoren, damit steht der Traktor still. Zum andern blockieren die Hydromotoren in ihrer 0°-Stellung die Pumpe und ermöglichen dadurch einen rein mechanischen Antrieb. Da die Abläufe fließend sind, resultieren daraus stufenlose Drehzahländerungen.



Claas HM:

Claas baut ein leistungsverzweigtes Getriebe mit mehreren Komponenten. So wird unter anderem mit einer Hydrostatikeinheit, mit einem Doppelplanetenansatz und Lamellenpaketen gearbeitet. Zudem ist ein Stufengetriebe eingebaut, von dem der Fahrer aber nichts merkt. Durch die geschickte Wahl der jeweiligen Übersetzung gelingt es an den Eckpunkten des Hydrostatikschwenkbereiches eine Drehzahlgleichheit zu erreichen. In diesem Moment können selbst einfache Zahnkupplungen verschoben werden. Mit dieser Lösung begründet Claas den guten Wirkungsgrad des HM-Getriebes.

Die wesentlichen mechanischen Bestandteile:

- Wendegeräte (A)
- Hydrostatik (B)
- Doppelplanetengetriebe (C) mit langsamlaufender Koppelwelle (D) und schnelllaufender Koppelwelle (E)
- Stufengetriebe (F) im Anschluss an die Koppelwellen.

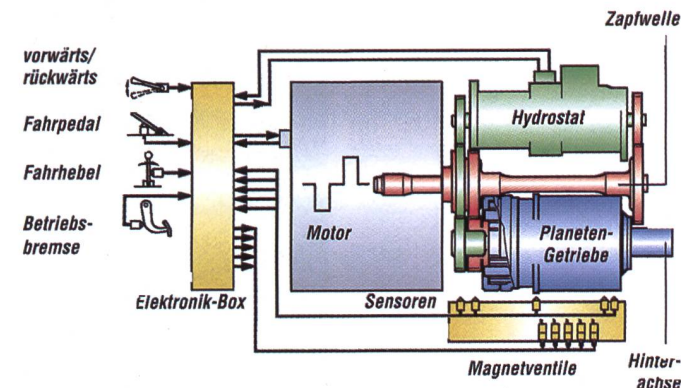
Deere oder New Holland über die sanfte Laststufenschaltung am Ziel des «fast stufenlosen» Schaltkomfortes angelangt.

Die Europäer kommen

Der bauliche und voluminöse Umfang beim Traktorentriebebau ist recht gross geworden. Ein Rückschritt in Sachen Komfort kann nicht mehr in Kauf genommen werden. Gefragt sind Systeme, die nicht mehr, sondern weniger Platz benötigen und auch leichter sind. «Leistungsverzweigtes Getriebe» heisst das neue Schlagwort. Fendt baut es bereits seit 1996 ein. Andere Hersteller bzw. Anbieter wollen entsprechende Getriebe einbauen oder haben wenigstens entsprechende Absichtserklärungen abgegeben. Die Probleme der sechziger und siebziger Jahre beim Bau der hydrostatischen Getriebeeinheiten sind nicht vergessen. Zudem wird seit jener Zeit auf die geeignete Kombinationslösung gewartet. Das mag ein Grund sein, dass man bei den vier Herstellern **Fendt, Claas, Steyr und ZF** nicht müde wird, den guten Wirkungsgrad der Neukonstruktion hervorzuheben.

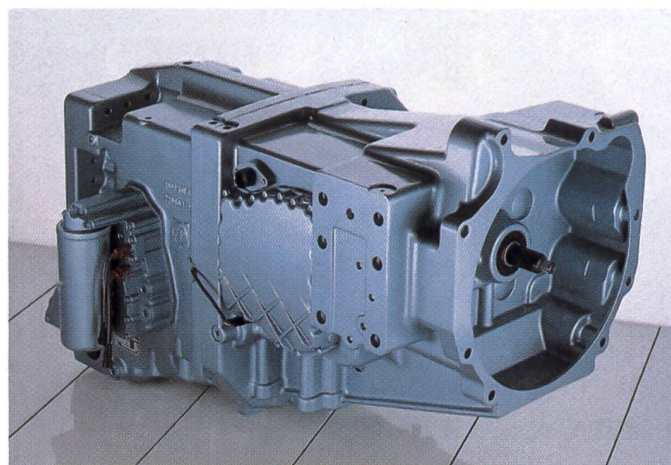
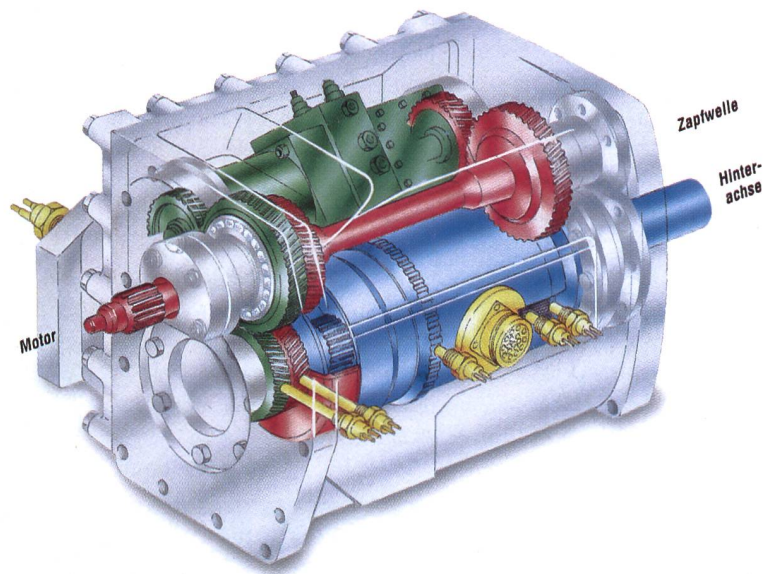
Hydrostatische Getriebe wie bei Feldhäckslern oder Mähdreschern lassen sich in der Tat nicht problemlos auf Traktoren übertragen. Bei beiden Erntemaschinen wird ein grosser Teil der Antriebskraft für die Nebenantriebe verwendet. Der Wirkungsgradverlust im Fahrtrieb fällt demzufolge weit weniger ins Gewicht, als dies bei Traktoren der Fall ist. Nach Herstellerangaben soll der Wirkungsgrad der neuen Getriebe generation mit Leistungsverzweigung im Hauptarbeitsbereich über 90% betragen. Ein volllastschaltbares Stufengetriebe wird nur unwesentlich darüber liegen. Getriebe mit weniger oder gar wenig Schaltkomfort werden Wirkungsgrade bis gegen 95% erzielen.

Wenn nun aber leistungsverzweigte Getriebe und die Motorcharakteristik über die Elektronik verknüpft werden, dann wird dem Fahrer ein Teil der Verantwortung bzw. der Beeinflussbarkeit abgenommen. Es lässt sich so den ganzen Tag an der Leistungs-



Steyr CVT:

Auch hier wird die Leistung am Getriebeeingang in einen mechanischen und einen hydrostatischen Zweig aufgeteilt. Im sehr kompakt gebauten Getriebe werden wiederum Wellendrehzahlen so angeglichen (wie auch beim Claas HM), dass selbst verlustfreie Klauenkupplungen in den Planetengetrieben unterstützt durch die Elektronik automatisch geschaltet werden können.



ZF (ZF) «Eccom»:

Allgemein rechnet man damit, dass dieses Getriebe 1998 in Traktoren eingebaut wird. Das könnte ja zum Beispiel bei Same Deutz-Fahr der Fall sein. Es weist einen ähnlichen Aufbau wie das Steyr-CVT-Getriebe auf. Allerdings verwendet ZF Lamellenkupplungen statt Klauenkupplungen. Das Verlustproblem der Lamellenkupplungen scheint ZF soweit minimiert zu haben, dass es keine grosse Bedeutung mehr hat. Die Hydrostateneinheit überträgt max. 50% der Leistung.

grenze arbeiten, und der Motor kann im optimalen Leistungsbereich belastet werden. Dadurch steigt zweifellos in vielen Fällen die Wirtschaftlichkeit, oder anders gesagt, der Gesamtwirkungsgrad des Traktors wird besser. Aus diesem Grund werden die minimalen Wirkungsgradunterschiede oftmals überbewertet.

Die eigene Entscheidung

Noch sind nicht alle Probleme im Zusammenhang mit dem Kauf eines Traktors mit leistungsverzweigtem, stufenlosem Getriebe gelöst. Vorerst werden sie in grosse und sehr grosse Traktoren eingebaut und sind schon daher noch ausserhalb «unserer» Reichweite! Zweifellos werden in Zu-

kunft diese Getriebe in kleinere Traktoren eingebaut. Dann wird der Kauf eines so ausgerüsteten Traktors auch für viele Betriebe in der Schweiz eine echte Alternative sein. Es gibt aber auch Arbeiten, bei denen uns ein volllastschaltbares Stufengetriebe oder ein stufenloses Getriebe keine Vorteile bringt.

Für den Stationärtrieb am Abladegebläse oder für den Zug eines Schwaders (und wenn er noch so breit ist) reichen uns Getriebe, wie sie heute üblich sind. Zum Teil muss man auch umdenken. Man kann sich zum Beispiel für eine bestimmte Geschwindigkeit nicht mehr an der Gangabstufung orientieren. Dafür gibt es die Möglichkeit, gespeicherte Geschwindigkeiten abzurufen und einzuhalten.

Das Ende der Entwicklungen?

Keineswegs! Dank – oder wegen – neuen Emissionsbestimmungen werden ladeluftgekühlte Turbomotoren mit elektronisch geregelter Einspritzpumpe im Traktorenbau vermehrt Einzug halten. Die elektronisch geregelte Einspritzpumpe ermöglicht einerseits einen Beitrag zur Reduktion der Abgasemissionen, andererseits resultiert daraus aber auch eine funktionelle Erweiterung des Motors. Dies wiederum kann dazu führen, dass der

Motor einen Teil der Getriebefunktion übernimmt oder die Getriebefunktion verbessert. Moderne Motoren erbringen bekanntlich über einen weiten Bereich eine Konstantleistung und können in Verbindung mit der elektronisch geregelten Einspritzpumpe zur Geschwindigkeitsvariarung eingesetzt werden, und dies sogar bei einem guten Wirkungsgrad. Über die Elektronik sind Zwischendrehzahlen innerhalb des Konstantleistungsgebietes abrufbar. Dies wiederum bringt dann die erwähnte «Getriebefunktion», welche der Motor übernimmt. Diese Weiterentwicklungen werden wohl bei der Entwicklung neuer Antriebskonzepte mitberücksichtigt werden. Eigentlich, so meine ich, können Getriebe nur noch einfacher werden. Brauchen wird es aber nach wie vor alle drei: Einen **Motor** mit optimalen Kennwerten, ein **Getriebe** zur Wandlung der «restlichen» Drehzahlen und eine funktionierende **Elektronik**, die beides zusammenhält.

Gute Fahrt!

Die meistverkaufte Schweizer-Silofräse

Neu:
Mit Turbo-Zyklon-System

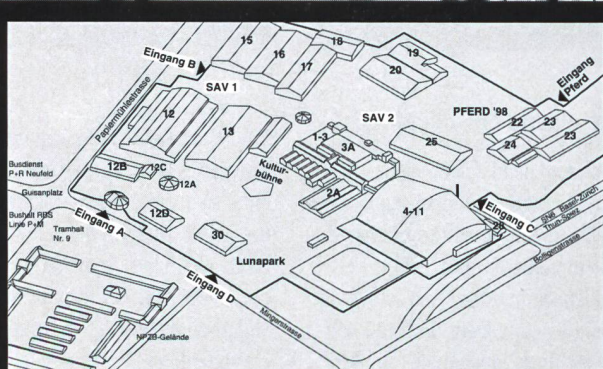
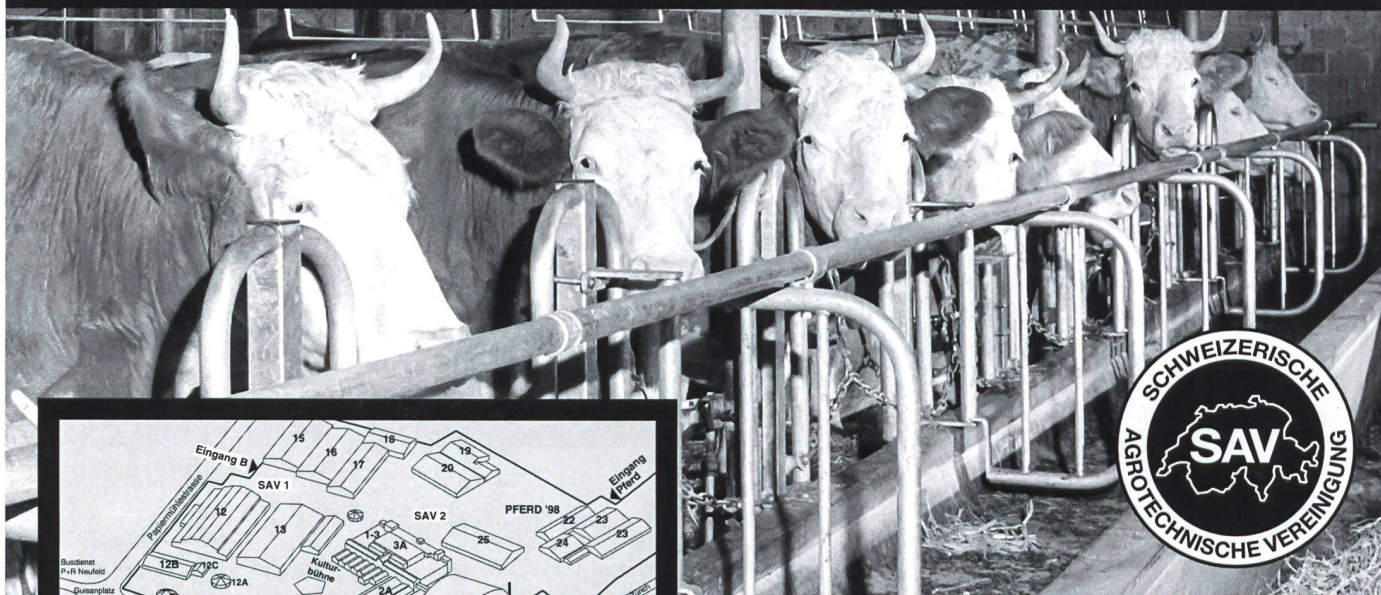


Äusserst solides Schweizerprodukt für eine lange, sichere Lebensdauer. Referenzen und Auskunft unverbindlich.

Alex Stocker
Maschinenbau

Ebnethof - CH-4324 Obermumpf - Tel. 061/871 06 00 - Natel 079/330 64 25

Bern, 25.4.-4.5. Grösste Frühlings-Landmaschinenschau der Schweiz



BEA'98

AUSSTELLUNG FÜR GEWERBE, LANDWIRTSCHAFT, HANDEL UND INDUSTRIE
Öffnungszeiten: 9.00 - 18.00 Uhr Degustation: 9.00 - 19.30 Uhr Letzter Tag: 9.00 - 18.00 Uhr