

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 79 (2017)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Hybridtechnik für Forstmaschinen  
**Autor:** Hunger, Ruedi  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1082696>

### **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>**



# Hybridtechnik für Forstmaschinen

Den Hybridantrieben eilt der Ruf voraus, dass sie umweltfreundlich sind und Treibstoffkosten senken. Wer von dieser Technik spricht, denkt meist nicht in erster Linie an Forstmaschinen.

Ruedi Hunger



Die Antriebsleistung des Vollernters «Logset 12H GTE Hybrid» beträgt mit dem Dieselmotor 220kW, mit dem zusätzlichen Hybridantrieb aber stolze 380 kW. Bild: Logset

Der klassische Hybridantrieb verfügt über zwei unterschiedliche Antriebsstränge, von denen jeder auf einen separaten Energiespeicher zurückgreifen kann. Unter Energiespeicher versteht man in diesem Fall einen Dieselmotor und einen Akkumulator (Elektromotor). Ziel ist es, den zweiten Speicher kostengünstig aufzuladen, etwa durch rekuperierte Bremsenergie. Alternativ dazu wird der Dieselmotor zum Aufladen genutzt, wenn er wenig belastet wird. Um es gleich vorwegzunehmen, wenn man mit einfacheren Mitteln Kosten und Treibstoff sparen kann, dann sollte man dies tun, denn die Hybridtechnik ist immer noch teuer. Beispielsweise sollte vorerst die notwendige mechanische Energie rationell über stufenlose Getriebe genutzt werden.

## Unterschiedliche Energiespeicher

Neben dem offensichtlichsten Energiespeicher – dem Treibstofftank für den Dieselmotor – kann eine Forstmaschine mit Hybridantrieb über zusätzliche Speicher verfügen. Beispielsweise einen Akkumulator für den elektrischen Zusatzantrieb, einen Hydrospeicher für den hydraulischen Zusatzantrieb oder einen Schwungradspeicher für einen mechanischen Zusatzantrieb. Solche Energiespeicher sind stets das zentrale Bauteil der Hybridisierung.

## Kraftstoffenergie

Dieselfkraftstoff ist der gängigste Energiespeicher, daher wird er im Vergleich mit anderen Energiespeichern immer wieder als Referenzgrösse herangezogen. 1 Liter Dieselöl beinhaltet rund

9,6 kWh Energie. Als Faustformel gilt: 100 Liter Dieselöl entsprechen 1000 kWh. Davon können aber nur 42 % in mechanische Energie umgesetzt werden, das heisst, eigentlich entsprechen 100 Liter Dieselöl nur 400 kWh mechanisch nutzbarer Energie.

## Akkuspeicherenergie

Bleiakkus werden des hohen Gewichts wegen praktisch nur als Starterbatterien eingesetzt. Hingegen sind Lithiumakkus Gegenstand intensiver Forschungsarbeit. Angepeilt werden 800 Wattstunden je Kilogramm Akkugewicht (Wh/kg). Lithiumakkus haben eine geringe Lebensdauer und verfügen nur über eine begrenzte Leistungsabgabe und -aufnahme. Lithiumakkus eignen sich zwar als Speicher von Rekuperationsenergie bei langen



Bergabfahrten, nicht aber bei plötzlichem, starkem Bremsen.

### Superkondensatoren (Supercaps)

Kondensatoren sind Bauteile, die maschinenbaulich nutzbare Energiemengen speichern können. Sie sind gut geeignet für schnelle und häufige Energieumsätze, da sie schnell mehr und höhere Leistung abgeben und aufnehmen können als Akkus. Im Vergleich zu Akkus gleichen Gewichts weisen Superkondensatoren nur etwa 10 % von deren Energiedichte auf, allerdings ist ihre Leistungsdichte 10- bis 100-fach grösser. Ein bewährtes Einsatzbeispiel für Supercaps sind Drehwerkantriebe an Baggern.

### Schwungradspeicher

Schwungradspeicher erinnern an die früheren Dampfmaschinen. Im Gegensatz dazu arbeiten die heutigen Schwungradspeicher mit hohen Drehzahlen. Bekannt geworden ist der Schwungradspeicher am Drehwerkantrieb eines New-Holland-Baggers, bei dem die Bremsenergie des Drehwerks den Schwungradspeicher beschleunigt, der seinerseits wieder das Drehwerk beschleunigen hilft.

### Hydrospeicher

Hydropneumatische Speicher – auch «Hydrospeicher» genannt – sind interessant für die Forstmaschinenbranche, da jede

## Vom Bau in den Forst

An der internationalen Baumaschinenmesse «Bauma» in München sah man letztes Jahr auch Getriebetechnik für Forstmaschinen.

- ZF bezeichnet das stufenlose «cPower»-Getriebe als Premiumtechnologie sowie Trendsetter für Forst- und Baumaschinen. Dieses Getriebe wird vom Hersteller für Anwendungsbereiche mit häufigem Anfahren und Abbremsen empfohlen. ZF spricht von einer Wirkungsgraderhöhung von 20 % und einer Treibstoffverbrauchssenkung von 25 %.
- Dana Rexroth brachte das «Hydromechanical Transmission»-Getriebe, kurz «HVT», auf den Markt. Bei diesem Getriebe sind alle hydrostatischen und mechanischen Komponenten zu einer kompakten Einheit zusammengefasst. Mit dem «HVT» erfolgt das Anfahren rein hydrostatisch. Mit zunehmender Geschwindigkeit wird der Hydraulikteil zurückgefahren.
- NAF hat ebenfalls zur letztjährigen «Bauma» als interessante Neuentwicklung das «Dual Sync»-Getriebe vorgestellt, das zwei patentrechtlich geschützte Baulösungen besitzt. Erstens zwei Antriebsmotoren mit verschiedenen Übersetzungen und zweitens einen Motor, der unter Last komplett mechanisch vom Abtrieb getrennt und wieder zugeschaltet werden kann.

Forstmaschine eine Arbeitshydraulik und vielfach auch einen hydrostatischen Antrieb besitzt. Hydrospeicher lassen sich beim Bremsen oder Lastensenken blitzschnell füllen und können beim Beschleunigen kurzzeitig hohe Leistungen abgeben. Erste Forstmaschinen wurden vor einigen Jahren mit einem Hydrospeicher für den Erntekopf-(Hybrid-)Antrieb ausgerüstet.

### Varianten des Hybridantriebs

*Serieller Hybridantrieb:* Die ersten Forstmaschinen mit elektrischer Antriebstechnik arbeiteten ausschliesslich mit Elektromotoren, die von Akkus mit Gleich-

strom betrieben wurden. Der Dieselmotor hat beim seriellen Hybridantrieb keine direkte Verbindung mit den Rädern. Folglich erübrigen sich Kardanwelle oder Kupplungen. Der Erstantrieb erfolgt die-selektisch, und der hybride Antrieb wird von Akkus gespeist.

*Beispiel:* An jedem der acht Räder der Forstmaschine «El Forest B12» ist ein 30-kW-Antriebsmotor verbaut. Die verwendete Lithiumbatterie wiegt brutto etwa 300kg und kann rund 31 kWh speichern. Das entspricht der mechanisch nutzbaren Energie von etwa 7,5l Dieselöl. Bei Hangabwärtsfahrt dienen die Antriebsmotoren als Generatoren und laden



Beim elektrischen Hybridantrieb von «El Forest» werden Lithiumakkus als Energiespeicher genutzt. Bild: El Forest



den Akku auf. Daher hat diese Forstmaschine den wirtschaftlichsten Betrieb in steilem Gelände.

**Paralleler Hybridantrieb:** Die Grundleistung des Dieselmotors wird konventionell mechanisch oder hydraulisch auf die Fahrmotoren oder die Arbeitspumpen übertragen. Ein zusätzlich mit der Abtriebswelle des Dieselmotors verbundener Elektromotor liefert bei Lastspitzen seine Leistung. Beim parallelen Hybridantrieb kann das Fahrzeug nicht rein elektrisch betrieben werden – auch nicht für kurze Zeit. Während mit dem seriellen Hybrid bis 50 % Treibstoff eingespart werden, ist dieser Anteil beim parallelen Hybrid tiefer (20–30 %). Umgekehrt sind aber die Anschaffungskosten auch wesentlich tiefer.

#### Leistungsverzweigter Hybridantrieb

Leistungsverzweigte Hybridantriebe enthalten neben dem Verbrennungsmotor eine Kombination zweier elektrischer Maschinen. Letztere können sowohl als Generator und Motor oder als elektri-

sches Getriebe arbeiten. Ein Teil der (Diesel-)Motorleistung wird mechanisch auf die Antriebsräder übertragen, ein weiterer Teil wird über die als elektrisches Getriebe arbeitende Motor-Getriebe-Kombination auf die Räder übertragen. Dadurch lässt sich der Verbrennungsmotor stets in einem verbrauchsgünstigen Lastbereich nutzen.

#### «Hangabtrieb»

Durch Bremsen und Reibung wird üblicherweise die eingesetzte Energie in Verlustwärme umgewandelt. Kann diese Energie wiedergewonnen und abgespeichert werden («Rekuperation»), spart man Treibstoff. Rekuperation von Bremsenergie ist an Drehwerken von Baggern bereits Standard, also dort, wo die eigene grosse Masse in Drehung versetzt und gleich wieder abgebremst wird. Kinetische Energie in Form von Bremsenergie fällt bei Forstfahrzeugen üblicherweise in relativ bescheidenem Mass an. Abgesehen von (langsamen) Strassenfahrten, bremst meistens der weiche

Untergrund die Fahrzeuge mehr als genug. Beim Rückebetrieb hangabwärts besteht dennoch die Möglichkeit, die «Hangabtriebsenergie» zu nutzen, um damit einen Akkumulator als Energiespeicher zu füllen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass sich der Akku innert nützlicher Frist laden lässt und dass er die gesamte Bremsenergie der Talfahrt aufnehmen kann.

#### Fazit

Ein klassischer Hybridantrieb hat immer zwei unterschiedliche Antriebsstränge, von denen jeder auf einen separaten Energiespeicher zurückgreifen kann. Da es sich bei der Hybridisierung des Fahrzeugantriebes allgemein um eine aufwendige und teure Technologie handelt, sollte diese auch nur bei hochwertigen Antriebssträngen eingesetzt werden. Tiefe Wirkungsgrade von Low-Cost-Komponenten lassen sich wirtschaftlicher durch hochwertige Komponenten verbessern. Erst danach macht der Einsatz von Hybridtechnik auch Sinn. ■

INSERAT

## ZUVERLÄSSIGE REIFEN FÜR EINE WELT IM WANDEL



Schlammige Felder, rutschiges Grünland, hügelige Landschaften und lange Transportwege - Mitas Reifen arbeiten zuverlässig und effizient in jeder Lage. Zugeschnitten auf unterschiedliche Arten von Landwirtschaftsmaschinen und geeignet für zahlreiche Anwendungen - Mitas Reifen stellen sicher, dass Agrar-Profis mit der sich schnell entwickelnden Welt der Landwirtschaft Schritt halten können. Mitas, hart arbeitende Reifen seit 1932.

[mitas-tyres.com](http://mitas-tyres.com)

**Mitas**

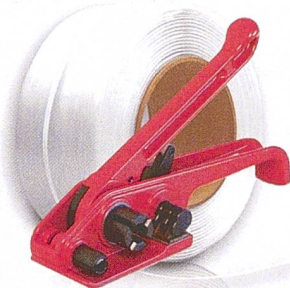


# Speziell für die Forstindustrie

Das perfekte  
Umreifungs-  
system



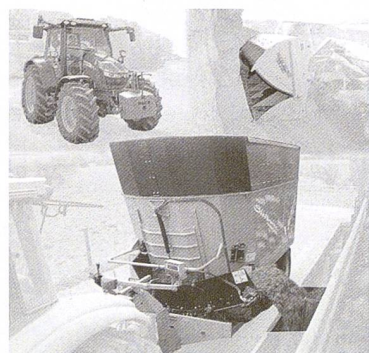
sicher ! stark ! wetterfest !



Besuchen Sie uns an der Forstmesse in Luzern  
vom 17. - 20. August 2017, Halle 3 / Stand 321

VTT AG CH - 4132 Muttenz • Tel. +41 (0) 61 717 98 98  
info@vtt-group.com

**WWW.VTT-GROUP.COM**



Landmaschinen  
im Einsatz

15. September 2017  
14.00 bis 17.00 Uhr

Auf dem Betrieb von  
Walter Vogel  
Guggenbühl 1  
8442 Hettlingen

Wurst und Getränke stehen  
für Sie bereit!



**Vögeli + Berger AG**

052 316 14 21 www.vogeli-berger.ch  
Vögeli + Berger AG, Schöslistrasse 4, 8442 Hettlingen



**Meier Maschinen AG**

hm-maschinen.ch 052'305'42'42

Kontakt:

Martin Nussbaum  
052'305'42'59



**Bomford Bio Drive**

**Doppelzinkenrotor**

- Saattbettvorbereitung, Stoppelbearbeitung
- Spaten nicht Schneiden
- Enorm hohe Flächenleistung



**Kongsilde Biocircle**

**Bodenfräse**

- Erosionsmindernde Bodenbearbeitung
- Ganze Arbeitsbreite durchgeschnitten
- Reduktion Glyphosatsinsatz

Mehr Kompetenz in Beratung und Service.



**RED POWER  
DAYS 2017** SAMSTAG 9.9.2017  
SÖNNTAG 10.9.2017  
ETZIKEN / SO

**AN BEIDEN TAGEN  
UM 11.00 UHR:**

**PRÄSENTATION  
DER PRODUKTPALETTE  
VON CASE IH UND STEYR**

- Feldvorführung (bei guter Witterung)
- Neuheiten Steyr CVT / Case IH CVX Modelle
- Neuheiten Erntetechnik Case IH
- Präsentation AFS / GPS / ISOBUS
- Präsentation Vorgewendemanagement HMC II / Easy-Tronic II



**WEITERE HIGHLIGHTS**

- Frühschoppen-Konzert (Sonntag 10.00 - 12.00 Uhr)
- Festwirtschaft
- Fanshop & Wettbewerb
- Hüpfburg & Kids Race mit Diplom
- Geschicklichkeitsfahren



**Case SteyrCenter**

www.case-steyr-center.ch

