

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 79 (2017)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Getriebe sind mehr als ein Verbindungsteil  
**Autor:** Hunger, Ruedi  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1082712>

#### **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:** 05.02.2026

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

# Getriebe sind mehr als ein Verbindungsteil

Die Anforderungen an Getriebe haben sich in den letzten Jahrzehnten stark erhöht. Neben massiv gesteigertem Bedien- und Fahrkomfort steht die hohe Energieeffizienz im Vordergrund.

Ruedi Hunger

Für Strassentransporte wurde die Endgeschwindigkeit (auch) dank feinstufiger Gangabstufung erhöht. Bild: ZF



## Früher und heute

### Ursprüngliche Anforderungen an Traktorgetriebe



- Anpassung der Geschwindigkeit an die zu verrichtende Arbeit
- Drehmomenterhöhung an der Achse
- Änderung der Fahrrichtung ermöglichen
- Bereitstellung einer Arbeitsleistung für die Zapfwelle
- Zuschaltmöglichkeit für eine angetriebene Frontachse (Allradachse)
- Tragende Funktion zwischen Motor und Hinterachse

### Neue Anforderungen an Traktorgetriebe



- Feinstufige Gangabstufung und Erhöhung der Endgeschwindigkeit
- Gangwechsel ohne Kupplungsbetätigung und ohne Zugkraftunterbrechung
- Wechsel der Fahrrichtung mittels Wendeschaltung
- Auswahl mehreren Zapfwellen-Drehzahlen
- Stufenlose Änderung der Fahrgeschwindigkeit bei konstanter Motordrehzahl
- Betrieb des Dieselmotors im Verbrauchs optimum bei Arbeiten im Teillastbetrieb

In Verbindung mit mehr Motorleistung, dem Einzug elektronischer Steuergeräte und leistungsfähigeren Anbau- und Anhängergeräten wie Bestellkombinationen, Grossballenpressen oder Grossraumlade wagen haben sich neue Anforderungen an Traktorgetriebe gestellt. Deshalb werden in modernen Traktoren Stufenge trieben mit Lastschaltstufen und bis zu 40 Gängen oder stufenlose Getriebe mit leistungsverzweigtem Kraftverlauf angeboten. Noch wird aber bei Weitem nicht immer stufenlos gefahren. Die täglich in der Landwirtschaft eingesetzten Traktoren weisen die ganze Bandbreite von Getriebeausrüstung auf – vom hand geschalteten bis zum stufenlosen Getriebe.

## Gestufte Getriebe

Bei gestuften Getrieben wird ein bestimmter Gangwechsel von Hand, hydraulisch, pneumatisch oder elektrisch ausgeführt. Beim handgeschalteten Wechselgetriebe werden Drehmoment

und Drehzahl mittels Stirnräder übertragen. Ein Gangwechsel wird mit Schaltmuffen oder Schieberädern ermöglicht. Um bei einem Stufengetriebe einen Gangwechsel vorzunehmen, muss die Kupplung betätigt werden.

Die verschiedenen Fahrbereiche werden in Acker-, Zwischen- und Strassengruppe eingeteilt. Beim Wechsel kann es zu Überlappungen kommen. Für die Umschaltung von Strassen- auf Ackergruppe wird häufig eine Klauschaltung zur Kraftübertragung eingesetzt. Diese ist während der Fahrt kaum schaltbar, der Traktor sollte für den Schaltvorgang im Stillstand stehen. Innerhalb der Hauptgruppe erfolgt der Gangwechsel, wenn der Traktor mit einer bestimmten Geschwindigkeit fährt. Aus diesem Grund ist dieser Getriebeteil als Synchrogetriebe konstruiert. Bei Kupplungsbetätigung kann der Traktor während eines Schaltvorgangs bei schweren Zugarbeiten zum Stillstand kommen.

### Planetengetriebe

Drehmoment und Drehzahl werden in einem Planetengetriebe über Stirnräder übertragen, die sich innerhalb des Hohlrades abwälzen können. Ein einfaches Planetengetriebe besteht aus einem Hohl- und einem Sonnenrad sowie einer Anzahl Planetenräder. Das heißt, die Planetenräder sind mit einem Planetenträger verbunden und verbinden gleichzeitig das Sonnen- mit dem Hohlrad. Drehmoment kann erst übertragen werden, wenn mindestens ein Bauteil abgebremst wird. Zu den Eigenschaften zählen grosse Übersetzungsmöglichkeiten, verhältnismässig kleine Baugröße und geräuscharmer Betrieb. Zudem sind Planetengetriebe ohne Kraftunterbrechung schaltbar und die Kräfte werden innerhalb des Getriebes aufgenommen. Es gibt verschiedene Bauarten. Planetengetriebe sind heute Teil aller modernen Traktorgetriebe.

### Lastschaltgetriebe

Lastschaltgetriebe oder Lastschaltstufen ergänzen mechanische Schaltgetriebe mit unter Last schaltbaren Gängen. Das heißt, sie ermöglichen ein Schalten ohne Kraftunterbruch. Erst wenn ein Stufengetriebe mit Lamellenkupplungen und Lamellenbremsen ausgestattet wird, kann der Schaltvorgang zwischen zwei Übersetzungen ohne Kupplungsbetätigung und Unterbrechung der Zugkraft realisiert werden. Der eigentliche Wechsel

des Kraftflusses zwischen Lamellenkupplung und Lamellenbremsen wird elektrohydraulisch gesteuert. Sind die Schaltvorgänge in der Hauptgruppe elektrohydraulisch gesteuert, spricht man von einem Vollastschaltgetriebe. Die nachteiligen Stufensprünge bleiben bei allen Stufengetrieben erhalten.

### Zwei Beispiele

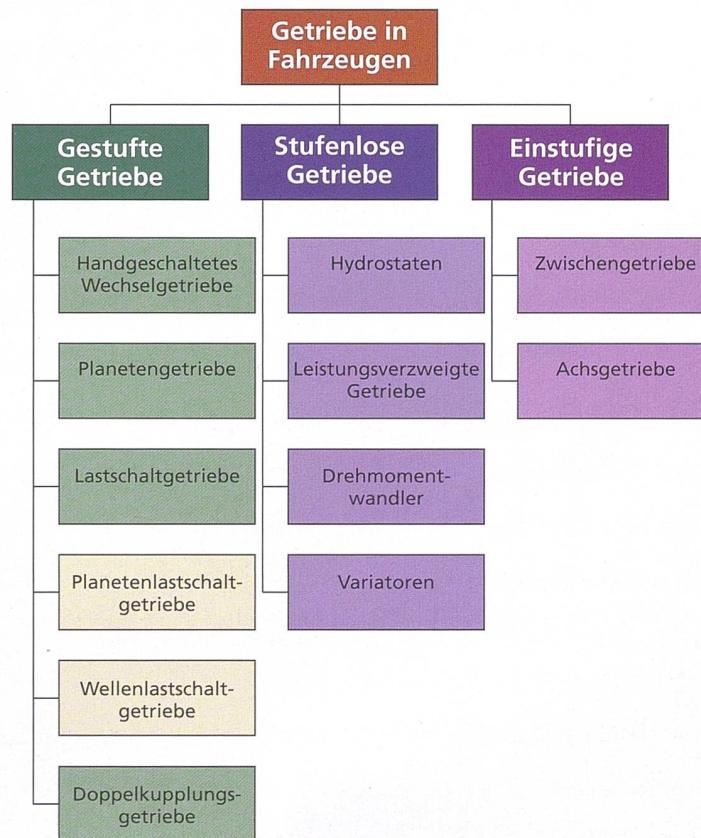
Getriebehersteller ZF hat die «T 7200»-Getriebe mit 4-fach Schaltung und Vollreversierung in zwei Versionen weiterentwickelt. Einerseits das «TPT 16», andererseits das «TPT 20», beide sind mit sechs unter Last schaltbaren Stufen und engerer Stufung lieferbar. Während die

Vorgängerversion eine Stufung von 1,20 aufwies, ist es in der neuen Getriebeverision «noch» 1,18. Diese Weiterentwicklung gelang, ohne dabei die Anzahl Lamellenkupplungen zu erhöhen. Der Preis dafür sind drei, statt der bisher vier unter Last schaltbaren Rückwärtsgänge. Weil mehr lastschaltbare Stufen vorhanden sind, weist das Getriebe statt sechs nur noch vier oder fünf Fahrbereiche auf. ZF bietet letztere Getriebe für Höchstgeschwindigkeiten von 40, 50 oder 60 km/h an. Zusätzlich kann zwischen (verminder-ten) Motorenndrehzahlen von 1450, 1700 und 2000 U/min gewählt werden. Erstkunde für das «TPT 20» war 2016 Deutz-Fahr für die Baureihe «6».



Futterbaubetriebe wünschen sich heute feinfühlige Getriebe zur Änderung der Fahrgeschwindigkeit bei konstanter Motordrehzahl. Bild: Lindner

### Systematik der Getriebe in Fahrzeugen





Leistungsfähige Ballenpressen stellen neue Anforderungen an Traktorgetriebe. Bild: Pöttinger



Im Berggebiet werden hohe sicherheitsrelevante Anforderungen an Transportergetriebe gestellt. Bild: Aebi

John Deere stellte vor einem Jahr die Baureihe «5R» mit dem 8-fach-Lastschaltgetriebe «Command8» vor. Im Gegensatz zum «DirectDrive» der 6-Zylinder-Baureihe «6R» ist es nicht ein Doppelkupplungsgetriebe, sondern eine Weiterentwicklung des PR-Plus-Getriebes «5M». Die vier synchronisierten Fahrbereiche weisen dank 4x2-Lastschaltstufen

insgesamt 32 Vorwärts- und 16 Rückwärtsgänge auf. Verzichtet hat John Deere beim «Command8» auf das ansonsten bevorzugte Reversier-Planetengetriebe mit integrierter Hauptkupplung.

### Doppelkupplungsgetriebe

Das Prinzip eines Getriebes mit Doppelkupplungen zum Schalten ohne Zugkraft-

unterbrechung ist mehr als fünfzig Jahre alt. Den Durchbruch schafft die Doppelkupplungstechnik aber erst dank moderner Steuerelektronik. Grundsätzlich bestehen Doppelkupplungsgetriebe aus zwei unabhängigen Teilgetrieben, die je über eine Kupplung mit dem Motor verbunden sind. Während das eine Teilgetriebe über die ungeraden Gänge (1, 3, 5) verfügt, beinhaltet das andere die geraden Gänge (2, 4, 6). Beim Gangwechsel wird zuerst der nächste Gang im freien Teilgetriebe über eine Synchron-Schaltstelle vorgewählt. Die anschliessende Lastübergabe zwischen den beiden Kupplungen erfolgt sehr schnell. Da es zu keiner Zugkraftunterbrechung kommt, ist das Getriebe lastschaltbar. Die Betätigung aller Synchron-Schaltstellen erfolgt durch Elektromagnete. John Deere baute ein entsprechendes Getriebe unter der Bezeichnung «DirectDrive» ab 2012 in die Baureihe «6R» ein.

### Charakteristische Eigenschaften von hydrostatisch-mechanisch verzweigten Getrieben

| Bauart  | Ausgangskopplung               | Eingangskopplung  | Compound   |
|---|--------------------------------|---|--|
| Anwender-Beispiele  | AGCO (Fendt, MF, Valtra) Vredo | Aebi, ARGO, John Deere, CNH (NH, Case, Steyr) SDF, Valtra ZF (Claas, Lindner, Deutz-Fahr, John Deere, Kubota, McCormick, Tym) | Claas, John Deere (7R/8R)                                      |
| Verzweigung der Motorleistung über ...                          | Standardplanetensatz           | In der Regel über Zahnradstufe  | Compound-Planetensatz  |
| Summierung des hydrostatischen und mechanischen Pfades über ... | Zahnradstufe                   | Standardplanetensatz oder vierwelligen Planetensatz   | Zahnradstufe oder Compound-Planetensatz (je nach Fahrbereich)  |
| Anordnung der Hydrostateinheit im Leistungsfluss                | Nach dem Planetensatz          | Vor dem Planetensatz  | Erste FB: nach dem Planetensatz<br>Weiterer FB: nicht bestimmt |
| Hydrostatischer Leistungszweig                                  | Relativ gross                  | Relativ klein   | Mittel   |
| Mechanischer Leistungszweig, aktiver Stillstand                 | Nein                           | Ja  | Nein   |
| Wirkungsgrad-Bestpunkte   | Im ersten FB-Drittel           | In der FB-Mitte   | Am Anfang und am Ende der FB (Fahrberiche)                     |

Quelle: Auszug «Eilbote» 17/2015

### Stufenlose Fahrantriebe

Mit stufenlosen Getrieben kann die Fahrgeschwindigkeit kontinuierlich angepasst werden. Sie werden hydraulisch, mechanisch oder elektrisch betätigt. Meistens werden stufenlose Getriebe mit verschiedenen Fahrbereichen gebaut. Innerhalb eines Fahrbereiches kann die Geschwindigkeit der jeweiligen Betriebssituation angepasst werden.

### Hydrostaten

Ein hydrostatischer Fahrantrieb überträgt Drehzahl und Drehmoment durch Druck und Volumenstrom. Das bedeutet, dass die Geschwindigkeit durch Veränderung des Volumenstroms stufenlos verstellt wird. Aufgebaut ist ein hydrostatischer Fahrantrieb aus einer verstellbaren Hydraulikpumpe und einem verstellbaren Hydraulikmotor. Ein hydrostatischer (Fahr)-





Im Einsatz mit Bodenbearbeitungsgeräten ist ein Gangwechsel ohne Kupplungsbetätigung und Zugkraftunterbrechung gefragt.

Bild: John Deere



Effizientes Arbeiten mit dem Frontlader setzt voraus, dass die Fahrrichtungswechsel rasch erfolgen. Bild: New Holland

Fahrbereiche. Im ersten Fahrbereich arbeitet die Schrägscheibeneinheit von Bosch-Rexroth rein hydrostatisch und zwar vor- wie rückwärts. Auf den zweiten, leistungsverzweigten Fahrbereich, wird automatisch im Synchronpunkt umgeschaltet. Auch im dritten Fahrbereich arbeitet das Getriebe leistungsverzweigt. Für hohe Effizienz und grosse Zugkräfte im unteren Geschwindigkeitsbereich wurde eine kluengeschaltete «Hi-Lo»-Gruppe nachgeordnet. Dies wiederum ermöglicht eine Teilnutzung dieser Baugruppe für die optionale Wegzapfwelle und den Vorderradantrieb. In die «X7 VT»-Baureihe baut McCormick ZF-Getriebetechnik ein.

Rein hydrostatisch fährt der «Rigitrac» vor. Beim neuen «SKH 150» wird ein Hydrostat von Sauer-Bibus verbaut, der sich bis zu 45° schwenken lässt und zwei Fahrbereiche (0–25 km/h und 0–40 km/h) umfasst. Die maximale Geschwindigkeit soll bereits bei einer Drehzahl von unter 1400 U/min erreicht werden. Das Getriebe ermöglicht verschiedene Fahrstrategien. Im Arbeitsmodus können beispielsweise Fahrgeschwindigkeit und Motor-drehzahl variabel festgelegt werden.

### Drehmomentwandler

Mit Drehmomentwandler sind hydrodynamische Drehmomentwandler gemeint, landläufig unter dem Begriff «Turbokupplung» bekannt. Es sind Strömungsgetriebe, die als Anfahrhilfe und Schwingungsdämpfer dienen. Sie sind am Schwungrad des Antriebsmotors angebaut und übertragen das Drehmoment auf das nachfolgende Getriebe. Bei grosser Drehzahldifferenz zwischen An- und Abtrieb erhöhen sie das Drehmoment und ermöglichen gleichzeitig ein weiches Anfahren. Mit zunehmender Drehzahl des Turbinenra-

des wird der Drehzahlunterschied zum Pumpenrad geringer bzw. die Drehzahlen gleichen sich an.

### Variator

Variator-Getriebe übertragen Drehmoment und Drehzahl stufenlos über verstellbare Scheiben und Schubgliederbänder oder Laschenketten. Als Baugruppe innerhalb von Maschinen kommen bei Variatoren auch Riemen zur Kraftübertragung in Frage.

### In die Zukunft geblickt...

Heute kommen hauptsächlich hydraulisch leistungsverzweigte Stufenlosgetriebe zum Einsatz. Zunehmend rücken, aufgrund notwendiger Effizienzsteigerung und des Trends zur Elektromobilität, elektrisch leistungsverzweigte Stufenlosgetriebe – sogenannte «ECVT» – in den Fokus der Entwickler. Die Bereitstellung von elektrischer Energie über ECVT verspricht ein grosses Potenzial zur Elektrifizierung von fahrzeuginternen oder -externen Verbrauchern, ebenso für elektrisch betriebene Anbaugeräte. Ein Beispiel sind Transportanhänger mit elektrisch betriebener Achse. Die dazu notwendige elektrische Energie wird vom Traktor (ZF)-«Terramatic»-Getriebe mit dem Zusatzmodul «Terra+» bereitgestellt (60 kW Dauerleistung). Als Antriebseinheiten sind am Anhänger zwei Radnabenmotoren mit 400 V Spannung verbaut. Vorerst gehören diese innovativen Einzelanwendungen noch in die Kategorie der «Denkanstösse». Diese Neuerungen stehen so noch nicht serienmäßig zur Verfügung.

### Einstufige Getriebe

Das einstufige Getriebe ist die einfachste Bauform eines Stirnradgetriebes. Es be-

steht in der einfachsten Variante aus zwei Wellen, auf denen je ein Zahnrad sitzt. Sie werden als einzelne Baugruppe eingebaut. Hierbei kann es sich beispielsweise um Vorgelege oder Verteilergetriebe handeln.

Die Verteilergetriebe sind zuständig für das Übertragen des Drehmoments und der Drehzahl vom Schaltgetriebe auf die Achsen. In einem Verteilergetriebe kann mittels einer Muffenschaltung die Geschwindigkeit für das Gelände und die Strasse angepasst werden. Ein Längsdifferenzial verteilt dabei die Drehmomente auf die Achsen und ermöglicht das Zuschalten und Abschalten des Allradantriebes.

Achsgetriebe sind an allen angetriebenen Achsen eingebaut. Sie übertragen und wandeln das Drehmoment. Die bauartbedingt kleinen Drehmomente eines Wechselgetriebes werden im Achsgetriebe auf das Antriebsdrehmoment der Räder vergrössert. Gleichzeitig wird die hohe Drehzahl (aus dem Wechselgetriebe) auf die Antriebsdrehzahl der Räder reduziert. Kommt dazu, dass je nach Stellung des vorgelagerten Getriebes der Kraftfluss gleichachsig oder im 90°-Winkel weitergeleitet wird.

Schliesslich muss ein Achsgetriebe die unterschiedlichen Drehzahlen der kurveninneren und kurvenäußersten Räder mit einem Ausgleichsgetriebe (Differenzial) ausgleichen.

### Fazit

Getriebe sind weit mehr als bloss ein tragender Bauteil zwischen dem Motor und der Hinterachse eines Traktors. Erst die Integration verschiedener Getriebebauarten in ein umfassendes Ganzes ermöglicht ein modernes Getriebe mit hoher Energieeffizienz. ■

## HUSQVARNA 572 XP®

Mit einem Gewicht von nur 6.6 kg und einem starken 4.3 kW-Motor überzeugt die 572 XP® mit einem hervorragenden Gewicht-Leistungs-Verhältnis. Im Vergleich zu ihren Vorgängermodellen bietet die 572 XP® zudem eine um 12 % höhere Schnittleistung. Die hervorragende Kühlung und der robuste Luftfiltersorgen für hohe Ausdauer und Leistung, während das intelligente Design und die einfache Bedienung auch bei der Verwendung von langen Schwertern eine hohe Produktivität ermöglichen.

NEU



PHILIPP & URS AMSTUTZ  
World Logging Champions  
Rebeveller & Moutier

[www.husqvarna.ch/endurance](http://www.husqvarna.ch/endurance)

## 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**