

1a) und b) Hilfsmittel beim Richten

Warmrichten

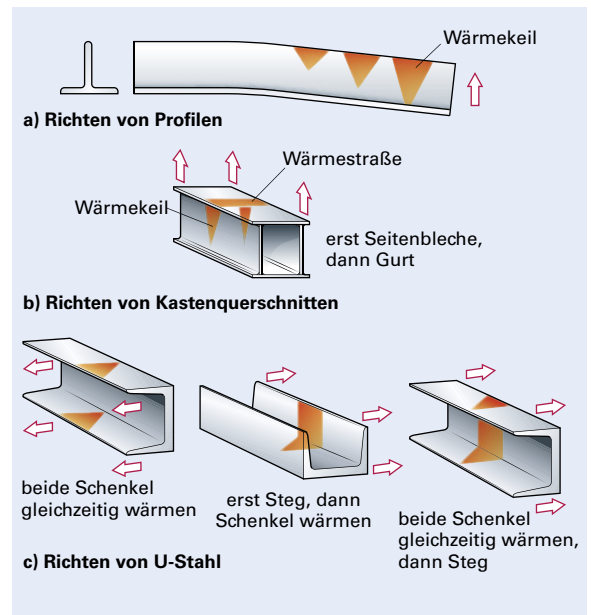
Beim Warmrichten werden die verformten Fahrzeugteile durch schnelle und punktuelle Einbringung von Wärme und Zug- oder Druckkräfte in die ursprüngliche Form gebracht, siehe Abbildung → 2.

Spannungsarmglühen

Spannungsarmglühen dient zum Abbau der inneren Spannungen in einem Werkstück. Gleichzeitig können damit geringe Verformungen beseitigt werden. Der verformte Bereich wird z.B. induktiv langsam bis ca. 650°C erwärmt. Die zu wählende Erwärmungstemperatur ist abhängig von der Zusammensetzung des Werkstoffes des Rahmen- oder Aufbauteiles. Anschließend muss der Werkstoff bis ca. 400°C langsam und gleichmäßig abkühlen. Danach kann der Abkühlprozess durch den Einsatz von Druckluft oder Wasser beschleunigt werden.

Austrennen und durch selbst angefertigtes Teil ersetzen

Ist ein Fahrzeugteil punktuell so stark verformt, dass die Verformungen durch Kalt- oder Warmrichten nicht beseitigt werden können, so wird aus dem verformten Bereich ein Teilstück, beispielsweise zum Schaffen einer Arbeitsöffnung, mit Hilfe eines Trennschleifers herausgeschnitten, siehe Abbildung → 1a) und Abbildung → 1b), nächste Seite.



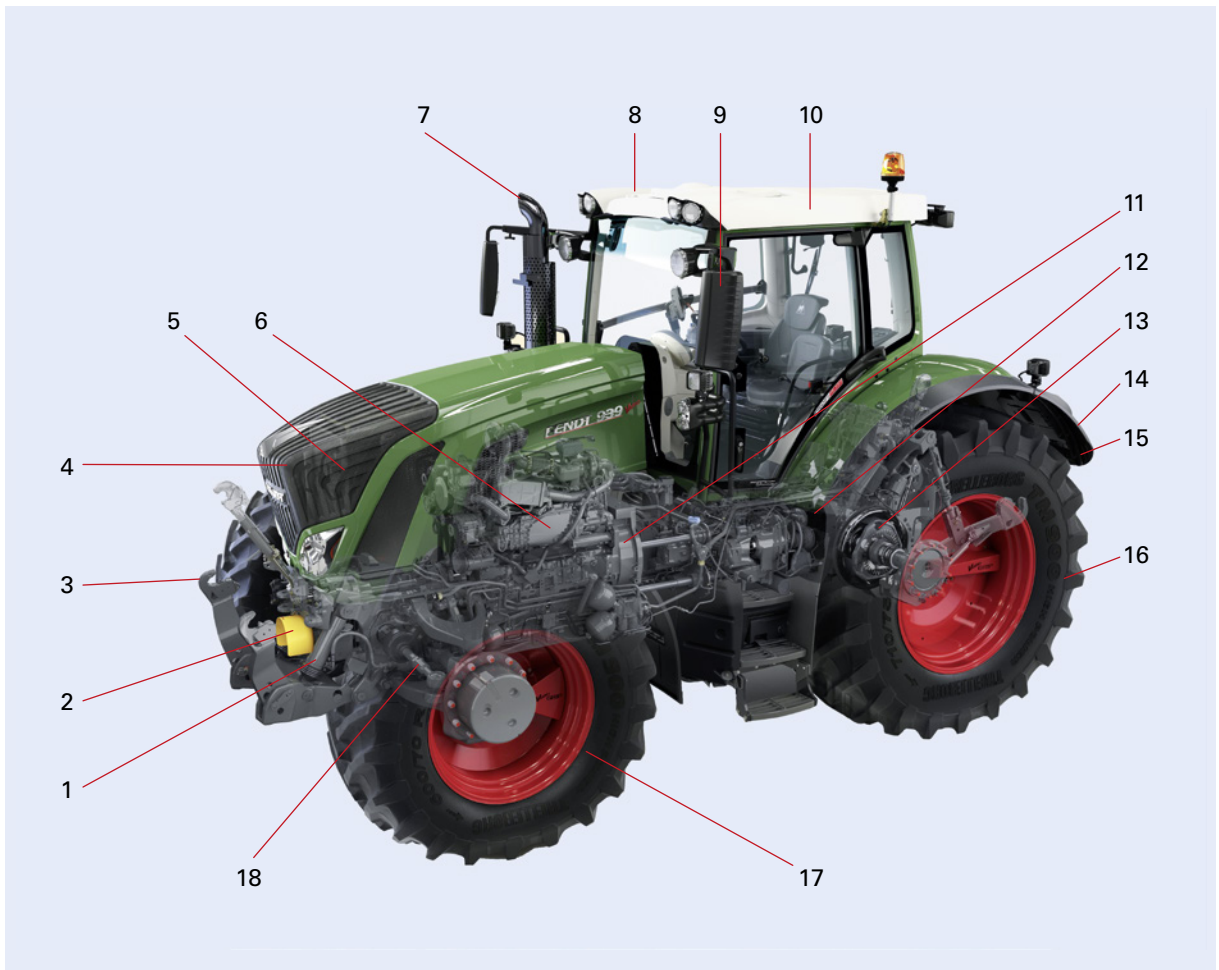
2 Warmrichten

Über diese Öffnung können dann die Seitenwände des Trägers mit Hilfe eines eingesetzten Hydraulikzylinders gerichtet werden, siehe Abbildung → 1c), nächste Seite.

Zum Abschluss der Reparatur an dieser Stelle wird das ausgeschnittene Teilstück, welches vorher ebenfalls in seine Ursprungsform gebracht wurde, wieder eingeschweißt, siehe Abbildung → 1d) und 1e), nächste Seite.

2 Baugruppen und Bauteile von Maschinen

2.1 Baugruppen und Bauteile eines Traktors



1 Traktor – Baugruppen und Bauteile – Überblick

Elektrik/Elektronik

- 8 elektrische/elektronische Steuerung

Hydraulik

- 1 Zylinder Fronthubwerk

Motorentechnik

- 4 Ladeluftkühler
- 5 Kühler für Motorkühlflüssigkeit
- 6 Motor
- 7 Abgasanlage
- 9 Luft-Ansaugleitung, Luftfilter

Kraftübertragung

- 11 Kupplung und Getriebe
- 12 Differenzial
- 13 Planeten-Endantrieb mit Antriebswelle

Fahrwerkstechnik

- 16 Hinterrad
- 17 Vorderrad
- 18 Vorderachse mit Lenkung

Maschinenspezifische Ausrüstung

- 2 Frontzapfwelle
- 3 Fronthubwerk
- 10 Fahrerkabine
- 14 Heckhubwerk (nicht sichtbar)
- 15 Heckzapfwelle (nicht sichtbar)

Diese kann entweder manuell oder über einen Kontaktschalter beim Öffnen bzw. Schließen der Kabinentür ein- oder ausgeschaltet werden. Traktoren bzw. selbstfahrende Arbeitsmaschinen dürfen mit einer oder mehreren Leuchten zur Be-

leuchtung von Arbeitsgeräten und Arbeitsstellen, den sogenannten **Arbeitscheinwerfern**, ausgerüstet sein. Diese müssen bei Fahrten auf öffentlichen Straßen ausgeschaltet sein.

3.2.4 Leuchtmittel

Baumaschinen



1 2 3 4 5

Bauelemente, obere Bildleiste

1 Rundumleuchte
2 Scheinwerfer
3 Heckleuchten
4 Arbeitsscheinwerfer
5 Arbeitsscheinwerfer



1 2 3 4 5

Bauelemente, untere Bildleiste

1 Arbeitsscheinwerfer
2 Rundumleuchte
3 Arbeitsscheinwerfer
4 Heckleuchten
5 Scheinwerfer
6 Arbeitsscheinwerfer



1 2 3 4 5 6

Landmaschinen



1 2 3 4 5 6

1 Beleuchtungsanlage – Komponenten in LED-Technik

Funktionskontrolle

Durch eine Funktionskontrolle kann z.B. festgestellt werden, ob Schutzeinrichtungen sowie Melde- und Anzeigeeinrichtungen funktionieren und die elektrischen und elektronischen Systeme ordnungsgemäß arbeiten. Aber vor allem die neu installierten Bauteile müssen funktionieren und dürfen die Funktion der anderen Bauteile nicht beeinträchtigen.

Sicherheitsmaßnahmen

Es gelten folgende Sicherheitsmaßnahmen, bevor an Fahrzeugen/Maschinen mit Hochvolt-Anlagen (HV-Anlagen) gearbeitet werden kann.

- HV-Anlagen müssen spannungsfrei geschaltet werden – An Bauteilen, an denen gearbeitet werden soll, darf keine Spannung anliegen. Dafür ist der Trennstecker, auch Wartungsstecker genannt, zu ziehen, siehe Abbildung → **1, nächste Seite**. Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen tragen dabei spezielle Handschuhe, welche elektrisch isolieren und temperaturresistent sind. Die Kontakte

sind im Gehäuse des Steckers zurückversetzt, damit sich beim Abziehen des Steckers kein Lichtbogen zwischen den Kontakten bilden kann.

- HV-Anlagen sind gegen Wiedereinschalten zu sichern – Das spannungsfrei geschaltete Fahrzeug ist zu kennzeichnen.
- Arbeitsplätze, an denen an HV-Fahrzeugen gearbeitet wird, sind durch Absperrbänder kenntlich zu machen. In manchen Firmen werden solche Arbeiten in getrennten Boxen durchgeführt.
- Spannungsfreiheit ist feststellen, zu prüfen. Aufsteller auf dem Fahrzeug zeigen an, ob es spannungsfrei geschaltet ist, siehe Abbildung → **2a) und b), nächste Seite**.
- Das Fahrzeug ist, falls erforderlich/sinnvoll, zu erden und kurzzuschließen; Betriebsvorschriften beachten!
- Bauteile, welche unter Spannung stehen, sind gegen versehentliche Berührungen zu sichern, beispielsweise durch Abdecken.



Warnhinweise auf Hochvoltkomponente



Warnung vor gefährlicher Spannung: Kennzeichnung von Hochvoltsystemen



Schutzhandschuhe tragen



Augenschutz tragen



Warnung vor explosionsgefährlichen Stoffen



Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten

Gefahren beim Umgang mit Lithium-Ionen-Akkus im Service

Vor dem Beginn der Arbeiten sind die **Informationen und Warnhinweise** in der Betriebsanleitung und im Werkstatthandbuch der Maschine aufmerksam zu lesen.

Berührung mit Hochspannung führenden Teilen kann **schwerste Verletzungen** bis zum **Tod** zur Folge haben.

- Wartungsarbeiten am Akku sind nur von qualifizierten Technikern/-innen auszuführen.
- Nehmen Sie den Deckel des Akkus nicht ab, und bauen Sie den Akku nicht aus.
- Führen Sie in keinem Fall Veränderungen am Akku durch.
- Berühren sie den Akku niemals mit den Fingern, mit Werkzeugen, Schmuck oder Gegenständen aus Metall.
- Schützen Sie den Akku vor Nässe. Flüssigkeiten können zu Kurzschlüssen, Stromschlägen, Verbrennungen und Explosionen führen.
- Akkus sind außerhalb der Reichweite Unbefugter aufzubewahren.

Flüssige und feste Bestandteile des Akkus können schwere **Verätzungen** bis zur **Blindheit** verursachen.

- Stets Augenschutz und Schutzkleidung tragen. Dadurch vermeiden Sie Haut- und Augenkontakt mit Akkuflüssigkeit.
- Nach Kontakt mit Akkuflüssigkeit Augen und Haut für 15 Minuten mit fließendem frischem Wasser waschen. Unverzüglich Arzt verständigen.

Explosionsgefahr

- Vermeiden Sie unbedingt Beschädigungen des Akkus sowie den Austritt von Flüssigkeit.
- Verhindern Sie unbedingt den Kontakt mit Funken, Feuer bzw. offenem Feuer.
- **Rauchen** in der Nähe von Akkus ist **strengstens verboten**.

Die Anforderungen an den Kolben eines Dieselmotors sind:

- gute Wärmeleitfähigkeit,
- geringe Masse,
- hoher Verschleißwiderstand,
- geringe Längenausdehnung bei Wärme,
- gute Notlaufeigenschaft.

Kolben bestehen entweder aus einer Aluminium-Siliziumlegierung, siehe Abbildung → 3, vorherige Seite, oder aus Stahl, siehe Abbildung → 1, bzw. aus einer Kombination aus Stahl und Aluminiumlegierung, siehe Abbildung → 2. Zur Verbesserung der Notlaufeigenschaften bzw. zur Minderung des Verschleißes werden die Kolben mit dünnen Schutzschichten aus Blei, Zinn, Phosphat, Graphit, Nickel oder Eisen versehen.

Position 1 in Abbildung → 3a), vorherige Seite zeigt, dass beim abgebildeten Kolben ein Ringträger im Bereich der Nut für den obersten Kolbenring verwendet wird. Der Ringträger besteht aus einem Eingussring, der aus legiertem Gusswerkstoff gefertigt ist, siehe Abbildung → 3b), vorherige Seite. Durch diese bauliche Maßnahme soll der Verschleiß der Nutflanken bzw. ihre Verformung gemindert werden.

Diese Kolbenbauart wird als **Ringträgerkolben** bezeichnet und nur bei Dieselmotoren eingesetzt.

Einbaispiel

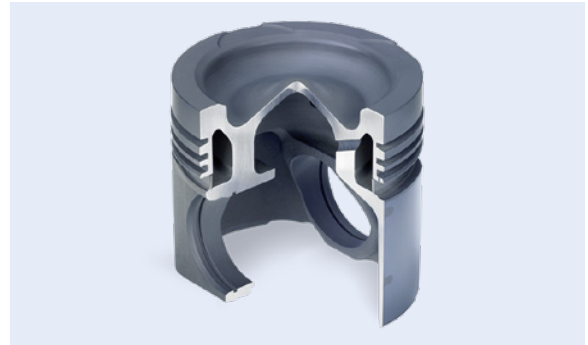
Abbildung → 3 zeigt, dass die Temperaturdifferenz innerhalb des Kolbens 225°C beträgt. Die unterschiedlichen Temperaturen wirken sich entsprechend auf die Wärmeausdehnung in den verschiedenen Zonen des Kolbens aus. Das Einbaispiel des Kolbens am Feuersteg ist größer als am Kolbenschaft.

Dementsprechend ist der Kolbendurchmesser im Bereich des Feuersteges geringfügig kleiner.

Dieser Unterschied wird konstruktiv so festgelegt, dass der Kolben bei der höchsten thermischen Belastung eine gleichmäßig zylindrische Form hat.

Ein weiteres Problem ergibt sich aus der unterschiedlichen Wärmeausdehnung von Kolben- und Zylinderwerkstoff: Bei gleicher Temperatur hat Aluminium gegenüber Gusseisen etwa die doppelte Wärmeausdehnung.

Ein großes Einbaispiel führt bei kaltem Motor zu Kompressionsverlusten und erhöhter Geräuschbildung durch Kolbenkippen.

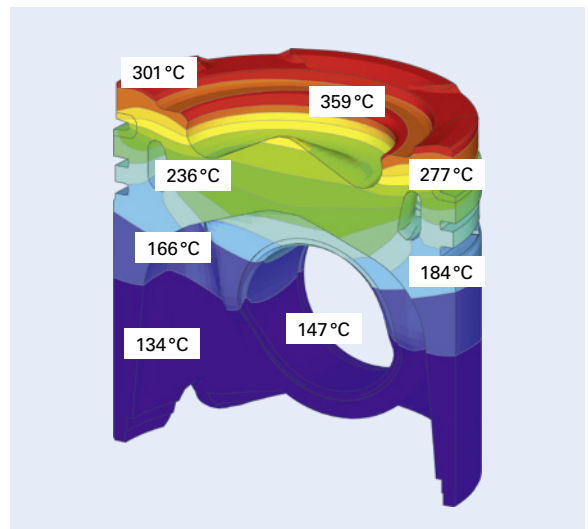


1 Dieselmotor – Stahlkolben



am Oberteil: Stahl
am Kolbenschaft: Aluminiumlegierung

2 Dieselmotor – Pendelschaftkolben



3 Kolben – Wärmeschaubild

Kolbenschäden können folgende Ursachen haben:

- Überhitzung (z. B. Einspritzzeitpunkt zu früh, schlechte Kühlung),
- mangelhafte Schmierung zwischen Kolben und Zylinderwand,
- abgerissene Ventile.

Die Luft, welche durch den Turbolader komprimiert wird, kann eine Temperatur bis zu 200°C erreichen. Sie wird oft durch einen sogenannten **Ladeluftkühler** auf ca. 60°C abgekühlt, bevor sie dem Verbrennungsraum zugeführt wird.

Dadurch werden:

- der Füllungsgrad des Motors verbessert,
- die thermische und mechanische Belastung des Motors sowie dessen Stickoxid- und Partikel-Emissionen gesenkt.

Geregelter Abgasturbolader

Höhere Motorleistungen und steigende Anforderungen in den Emissionsvorgaben für Dieselmotoren bedingen den Einsatz geregelter Abgasturbolader. Bei diesen wird geregelt:

- der Volumenstrom der Abgase, die durch die Turbine geführt werden: Dies geschieht über ein Waste-Gate-Ventil (Ladedruckventil), siehe Abbildung → 1.
- der Einlassquerschnitt zwischen den Turbinenschaufeln: Dies geschieht über verstellbare Turbinenschaufeln, VTG-Lader,¹ siehe Abbildung → 2,
- der Einlassquerschnitt vor den Turbinenschaufeln: Dies geschieht über einen Regelschieber, VTS-Lader², siehe Abbildung → 3.

Die Regeleinrichtung kann pneumatisch, elektropneumatisch oder elektrisch angesteuert werden.

5.1.3.6.3 Abgasanlage

Die Abgasanlage besteht aus:

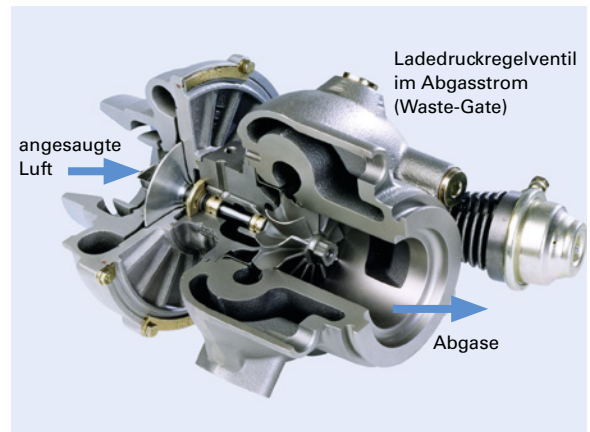
- Auspuffanlage,
- Abgasrückführung,
- Abgasnachbehandlung.

Auspuffanlage

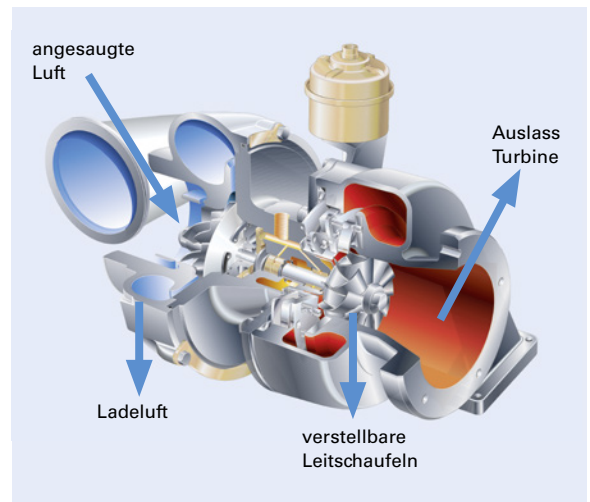
Die Auspuffanlage dämpft die Geräusche, welche beim Ausströmen der Abgase entstehen – Die StVZO legt Grenzwerte für Außengeräusche von Kraftfahrzeugen fest.

Hierfür werden eingesetzt:

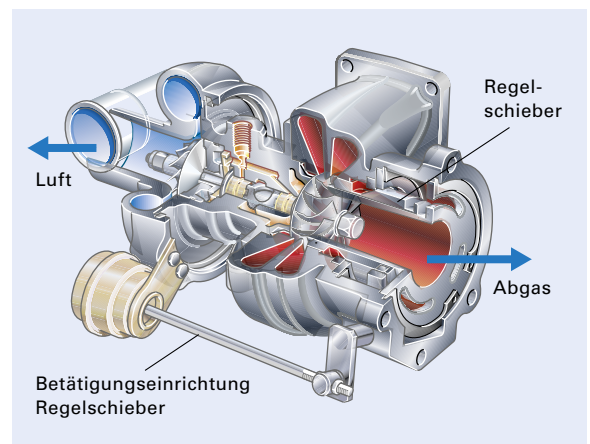
- Absorptionsschalldämpfer,
- Reflexionsschalldämpfer,
- kombinierte Absorptions-Reflexions-Schalldämpfer.



1 Abgasturbolader mit Ladedruckregelventil – Aufbau und Wirkprinzip



2 VTG-Lader – Aufbau und Wirkprinzip

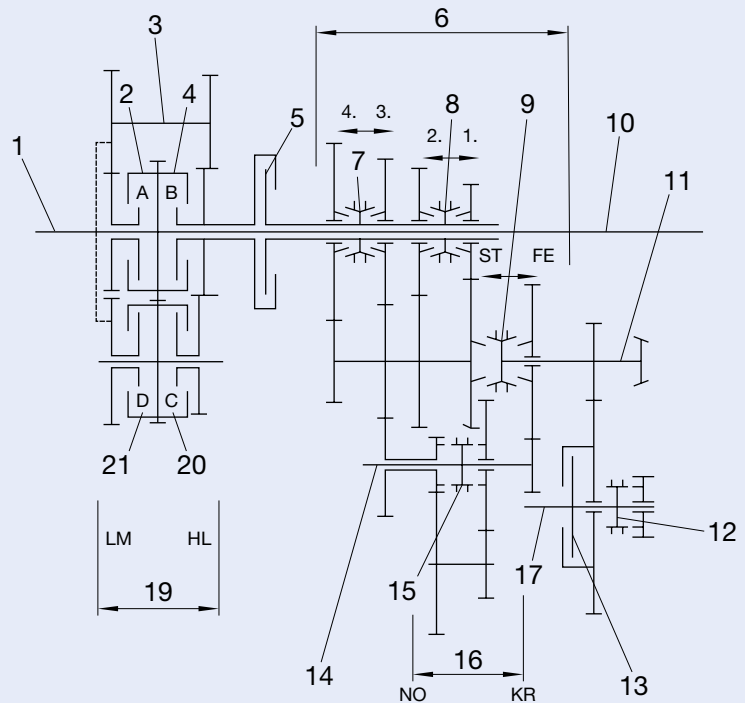


3 VTS-Lader – Aufbau und Wirkprinzip

¹ VTG-Lader: Turbolader mit variabler Turbinengeometrie

² VTS-Lader: Turbolader mit variabler Schieberturbine

- 1 Eingangswelle
- 2 Kupplung „A“ (Vorwärtsgang)
- 3 Zwischenwelle Lastschaltgruppe
- 4 Kupplung „B“ (Vorwärtsgang)
- 5 Hauptkupplung (Fahrkupplung)
- 6 2×4-Ganggetriebe
- 7 Synchronisierung 4. ↔ 3. Gang
- 8 Synchronisierung 2. ↔ 1. Gang
- 9 Synchronisierung ST ↔ FE Gang
ST = Straße, FE = Feld
- 10 Zapfwelle
- 11 Hauptwelle/Kegeltrieb
- 12 Anbaumöglichkeit Wegzapfwelle
- 13 Vorderradantrieb
- 14 Gruppenwelle für Kriechganggruppe
- 15 Synchronisierung NO ↔ KR
NO = Normalgang,
KR = Kriechgang
- 16 Kriechgang
- 17 Ölzuführungsring (Kriechgang), nicht sichtbar
- 18 Vorderrad Abtriebswelle
- 19 Lastschaltgruppe
L = Langsam (Kupplung „A“)
M = Mittel (Kupplung „B“)
H = Hoch (Kupplung „C“)
R = Mittel (Kupplung „D“)
- 20 Kupplung „C“ (Vorwärtsgang)
- 21 Kupplung „D“ (Rückwärtsgang)



1 Lastschaltgetriebe mit Reibungskupplung – Getriebeschema zu → Abbildung 1, vorherige Seite

Das Getriebe besteht aus vier Baugruppen (Funktionsmodulen):

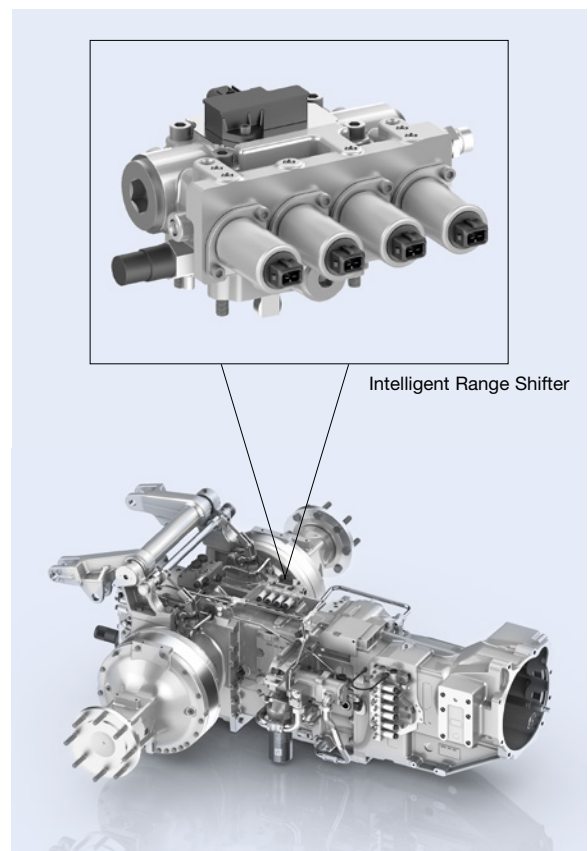
- 3-Gang-Lastschaltsplit- und Wendegetriebe,
- 2×4-Gang-Hauptgetriebe, das heißt mit Straßengruppe und Feldgruppe sowie mit unter Last schaltbarem Vorderachsantrieb,
- Kriechganggruppe,
- zweistufige oder vierstufige Zapfwelle.

Die Kombination von 3-Gang-Lastschaltsplit- und Wendegetriebe, 2×4-Gang-Hauptgetriebe und Kriechgang-Gruppe bietet 36 Vorwärtsgänge und 12 Rückwärtsgänge im Geschwindigkeitsbereich von 0,3 km/h bis 50 km/h.

Bei Feldarbeiten wird die vorgesehene Geschwindigkeit durch den entsprechenden Gang des 2×4-Gang-Hauptgetriebes vorgewählt. Im vorgewählten Bereich werden die eng gestuften Geschwindigkeiten mit dem Lastschalt-Splitgetriebe geschaltet. Die Kriechgang-Gruppe in der Feldgruppe kann bei Stillstand des Fahrzeuges eingelegt werden.

Bei Straßenfahrten wird mit dem Hauptgetriebe in der Straßengruppe geschaltet.

Mit dem Lastschalt-Splitgetriebe kann eine feine Abstufung der Gänge vorgenommen werden, wenn diese erforderlich ist.



2 Getriebesteuerung – Magnetventile



a) Am Mobilbagger, auf weichem Untergrund



b) Am Traktor

1 Doppelräder – Beispiele

7.1.2.2 Veränderung der Spurweite

Die Spurweite ist der Abstand der Räder auf der Achse. Sie muss bei Landmaschinen und Anbaugeräten in bestimmten Fällen veränderbar sein, z. B. zur Anpassung an unterschiedliche Reihenabstände auf dem Feld, vgl. Abbildung → 1, Seite 287.

Dafür gibt es verschiedene Möglichkeiten, z. B.:

- Verstellachsen,
- Verstellfelgen,
- Doppelräder.

Durch **Doppelräder** wird auch die Bodenverdichtung verringert, denn die Aufstandsfläche des Fahrzeuges vergrößert sich, siehe auch Abbildung → 1. Doppelräder werden auch **Zwillingsräder** genannt.

Dabei können Doppelräder folgendermaßen montiert sein:

- Hauptrad und Doppelrad gekoppelt,
- auf einer mehrteiligen Felge.

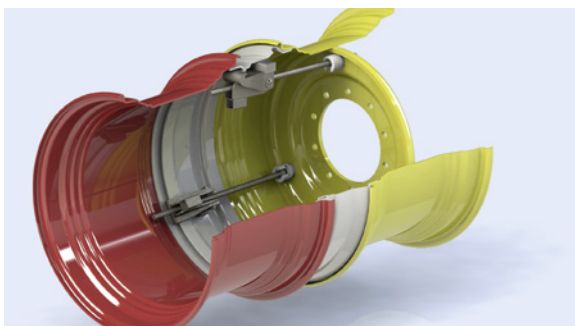
Bei der Montage der Räder wird das **Hauptrad mit dem Doppelrad gekoppelt**. Dies geschieht mithilfe eines Distanzringes und Verschlüssen, deren Anzahl vorgeschrieben ist, siehe Abbildung → 2 und Abbildung → 3. Dabei verkeilt sich der Distanzring im Hauptrad.

Werden Doppelräder an **mehrteiligen Felgen** montiert, zum Beispiel bei Radladern, so ist ein System mit Anschlagring notwendig.

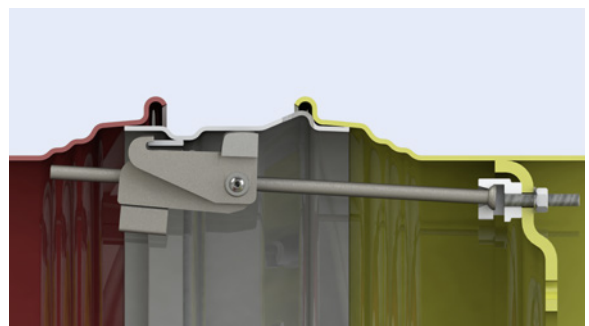
Bei der Verstellung der Spurweite und bei der Umbereifung von Traktoren sollten in jedem Fall die Umrüstetabellen der Hersteller berücksichtigt werden.

Grundsätzlich muss für das Fahrzeug die Freigabe des Herstellers vorliegen.

Für das Fahren auf der Straße sind aufgrund der erhöhten Fahrzeugbreite die gesetzlichen Bestimmungen einzuhalten.



2 Doppelräder – Hauptrad und Doppelrad gekoppelt



3 Verschluss eines gekoppelten Doppelrades im Detail

7.1.4.2 Gummibandlaufwerke

Gummibandlaufwerke sollen die Vorteile von Reifen und Ketten vereinen. Der Grundaufbau ähnelt dem der Gleiskettenlaufwerke: Ein endloses Laufband aus Gummilagen, Gewebe und Stahleinlagen wird von Antriebsrädern angetrieben, von Leiträdern umgeleitet und von Stützrädern getragen.

Von landwirtschaftlichen Maschinen, welche mit Gummibandlaufwerken ausgerüstet sind, werden gegenüber Radfahrwerken folgende Vorteile erwartet:

- geringerer Bodendruck,
- bessere Zugkraft auf weichem Feldboden.

Sie können zum Beispiel an der Vorderradachse (Antriebsachse) einer landwirtschaftlichen Maschine angebaut sein, oder an einem Fahrwerksrahmen, siehe Abbildungen → 1a) und b).

Gummibandlaufwerke bieten zusammen mit einer entsprechenden Fahrwerksfederung auch auf der Straße einen guten Fahrkomfort.

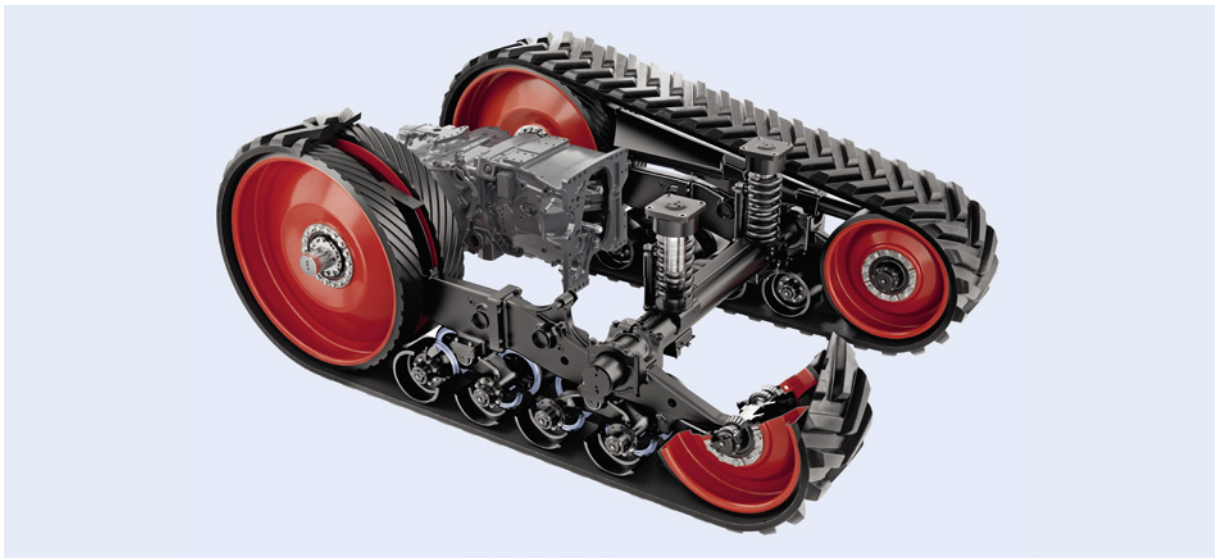


a) An der Antriebsachse eines Mähdreschers



b) Am Fahrwerksrahmen eines Traktors

1 Gummibandlaufwerk – Beispiele

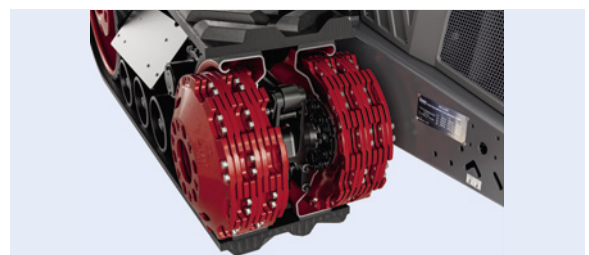


2 Gummibandlaufwerk – Federung und Schwingungsdämpfung

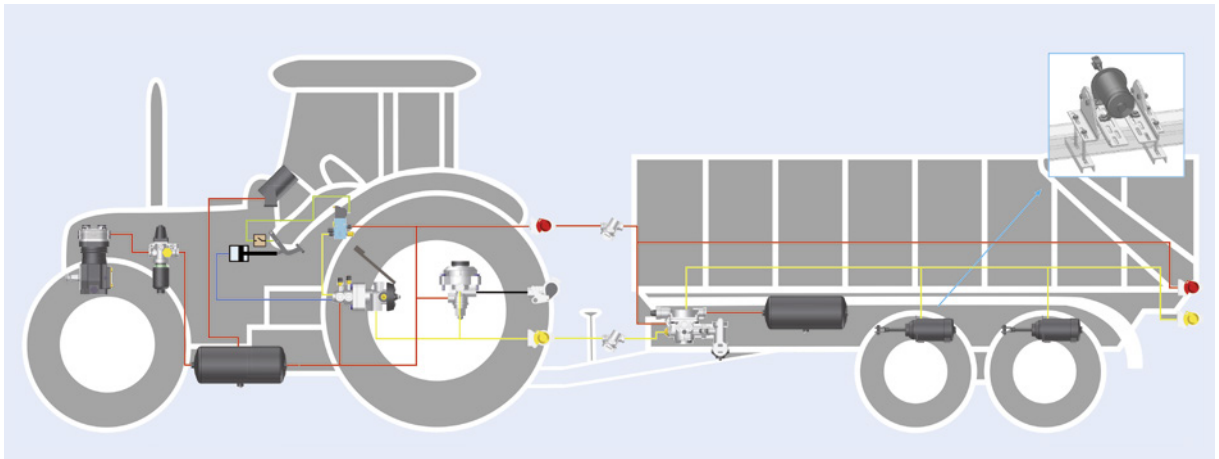
Beispiel: Federung und Schwingungsdämpfung bei einem Traktor mit Gummibandlaufwerk

Schraubenfedern und Schwingungsdämpfer (Stoßdämpfer) sind an einem Zentralträger befestigt und federn den Rahmen gegenüber dem Laufwerk ab, siehe Abbildung → 2.

Zur Ballastierung können Leitradgewichte, siehe Abbildung → 3, Gewichte für die Antriebsräder,



3 Gummibandlaufwerk – Leitradgewichte



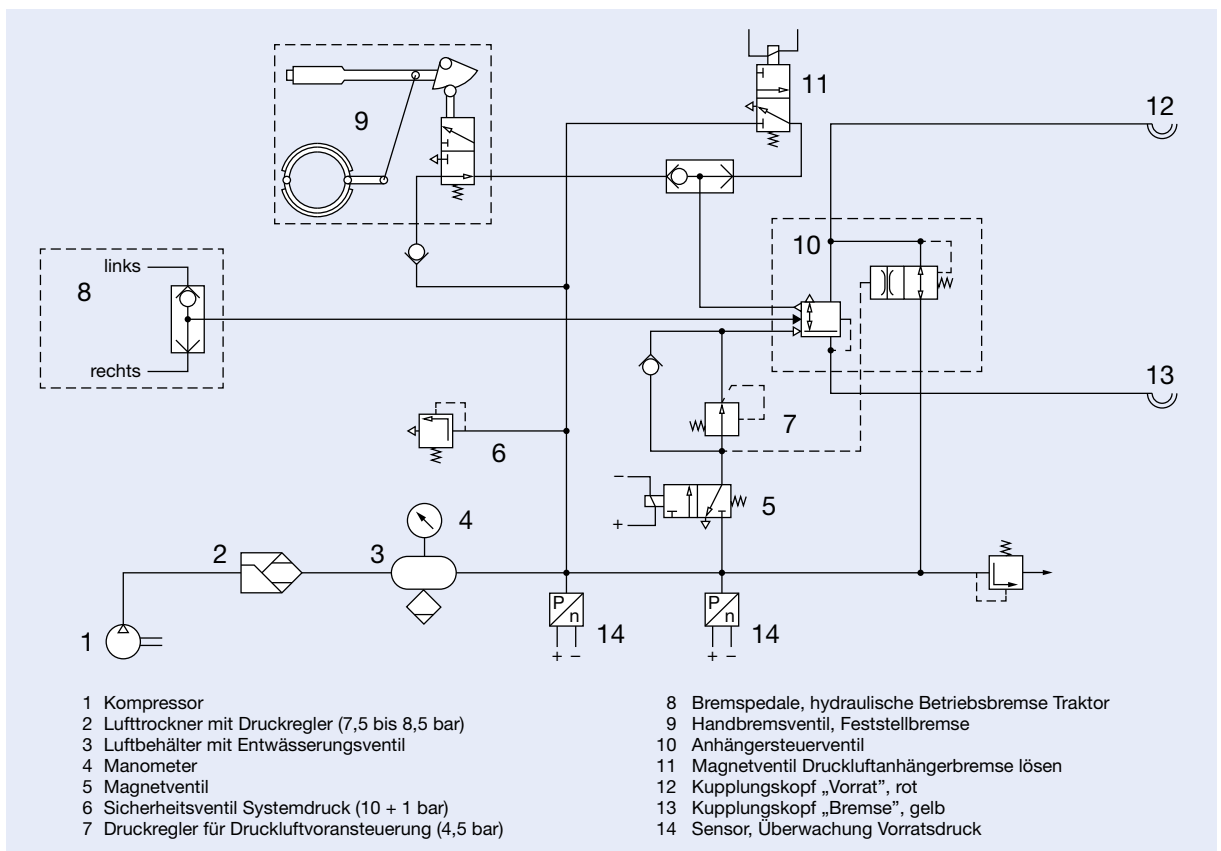
1 Traktor mit Anhänger: Druckluftbremsanlage – Ein- und Zweileitungssystem kombiniert

zylinder des Anhängers angesteuert, siehe Abbildung → 2 und Abbildung → 1, nächste Seite.

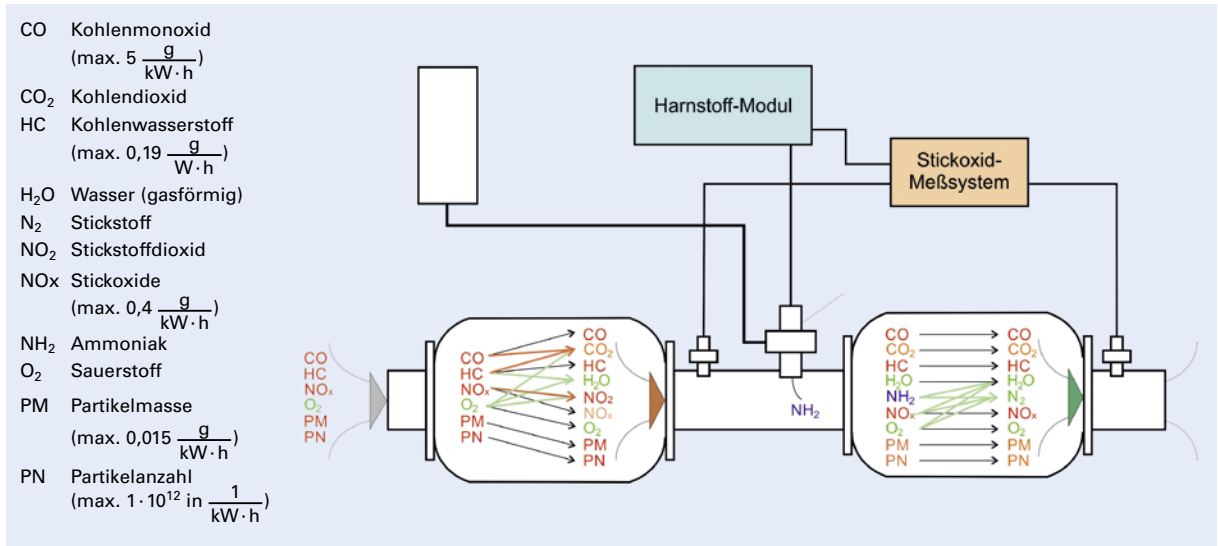
Für Traktorgespanne mit Geschwindigkeiten bis 60km/h werden in Verbindung mit ABS und ASR sogenannte Zweileitungs – Zweikreis – Druckluftbremsanlagen verwendet. Diese sind in vier voneinander unabhängige Kreise unterteilt, von denen

zwei Kreise für die Betriebsbremsanlage des Zugfahrzeuges, ein dritter für die Druckluftversorgung des Anhängers und der Feststellbremse und der vierte Kreis für Nebenverbraucher vorgesehen ist.

Fällt einer dieser Kreise aus, so sind die anderen über ein Mehrkreisschutzventil gegeneinander abgesichert.



2 Traktor: Druckluftbremsanlage – Schema



1 Dieselmotor – Abgasnachbehandlung

8.1.3.4 Common-Rail-System mit selektiver katalytischer Reduktion (SCR)

Da der Gesetzgeber die Grenzwerte für Stickoxid-Emissionen seit 2014 (EU Stufe IV) und die Partikelmasse und -anzahl der Verbrennungsmotoren in mobilen Maschinen seit 2019 (EU Stufe V) deutlich reduziert hat, mussten die Hersteller die bisher beschriebene Common-Rail-Technologie in folgenden Punkten erweitern, siehe Abbildung → 1:

- Oxidationskatalysator,
- SCR-Katalysator,
- Stickoxidmesssystem,
- Harnstoffsystem.

Als Katalysator wird in der Chemie ein Stoff bezeichnet, der chemische Reaktionen auslöst, ohne selbst daran teilzunehmen. In der Fahrzeugtechnik bezeichnet man damit Vorrichtungen, mit denen Schadstoffe in Abgasen umweltfreundlich abgebaut werden.

Im Oxidationskatalysator finden folgende chemische Reaktionen statt:

- Kohlenmonoxid → Kohlendioxid,
- Kohlenwasserstoffe → Kohlendioxid und Wasserdampf,
- Stickoxide → Stickstoffdioxid.

Zwischen Stickoxiden und Stickstoffdioxiden muss an dieser Stelle ein Gleichgewichtszustand (jeweils 50%) erzeugt werden, um eine einwandfreie Arbeitsweise des SCR-Katalysators zu erreichen.

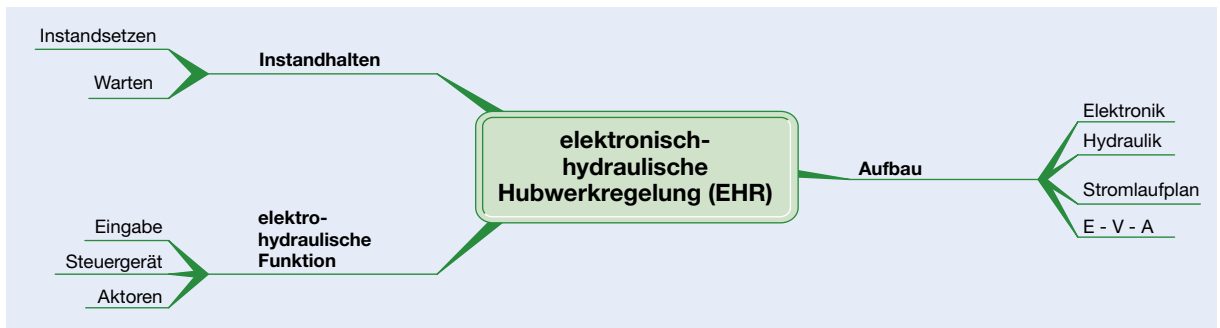
Zwischen Oxidations- und SCR-Katalysator befindet sich zudem ein Dieselpartikelfilter. Dieser besteht im Inneren aus einem keramischen Substrat, in welchem die Partikel gesammelt werden.

Die passive Regeneration des Dieselpartikelfilters erfolgt:

- bei Abgastemperaturen **über 250°C** mittels Einspritzung von Kraftstoff vor dem Oxidationskatalysator, seiner Aufwärmung im Oxidationskatalysator und der Selbstentzündung und Verbrennung im Partikelfilter gemeinsam mit Stickstoffdioxiden.
- bei Abgastemperaturen **unter 250°C** nicht, da der oben genannte Vorgang nicht funktioniert. Um möglichst schnell die erforderliche Temperatur zu erreichen, wird in diesem Fall eine Drosselklappe im Ansaugkanal teilweise geschlossen und die Kraftstoffeinspritzung entsprechend angepasst.
- bei Abgastemperaturen **über 500°C** z. B. mittels innermotorischer Maßnahmen durch kurzzeitige Veränderung des Mischungsverhältnisses von Kraftstoff und Luft. Eine Verbrennung durch Stickdioxide mit Kraftstoff ist nicht mehr erforderlich.

Unter bestimmten Betriebsbedingungen kann es vorkommen, dass der Partikelabbau im Filter nicht vollständig erfolgt. In diesem Fall erhält der/die Fahrende über das Fahrerinformationssystem eine Warnmeldung. Entsprechend den Vorgaben in der Betriebsanleitung des jeweiligen Herstellers muss dann eine Filterregeneration (= aktive Regeneration) durchgeführt werden. Dies kann u. a. den Anschluss des Traktors an eine Leistungsbremse in der Werkstatt erfordern.

8.3 Elektronisch-hydraulische Hubwerkregelung EHR



1 Elektronisch-hydraulische Hubwerkregelung EHR – Überblick

In Kapitel 4.2 werden die Grundfunktionen der Regelsysteme der Kraftheberanlage eines Traktors beschrieben.

Ergänzend hierzu enthält dieses Kapitel, siehe Abbildung → 1, folgende Informationen zur elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung:

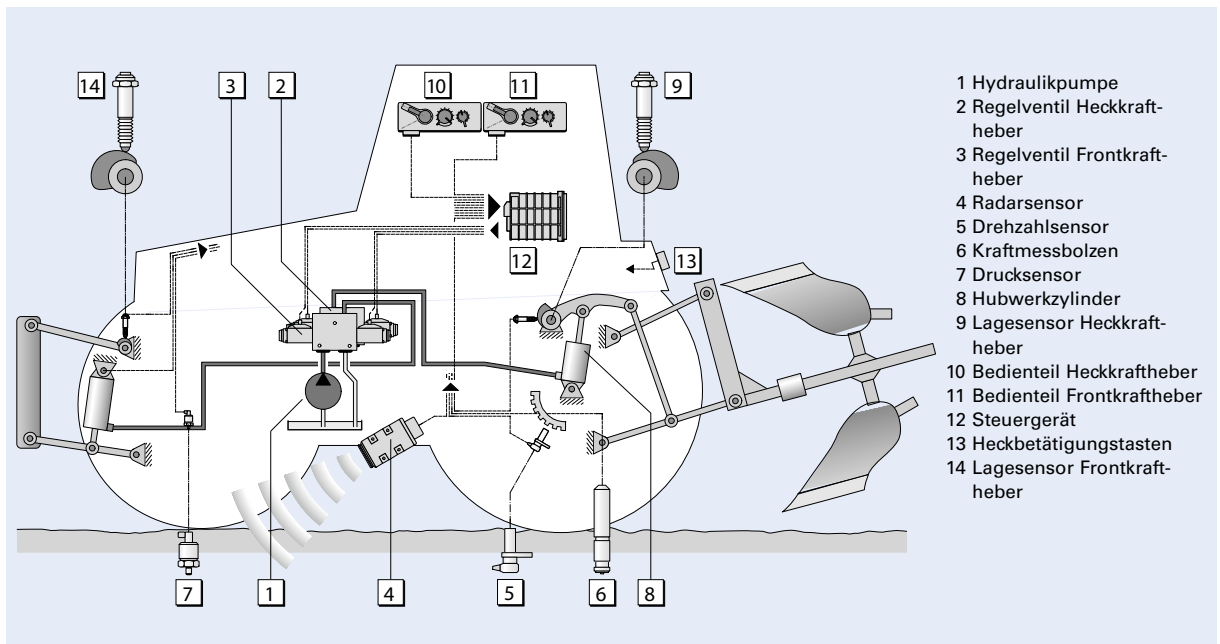
- Aufbau einer EHR, siehe Kap. 8.3.1,
- Funktion einer EHR, siehe Kap. 8.3.2,
- Instandhalten einer EHR, siehe Kap. 8.3.3.

8.3.1 Aufbau einer elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung

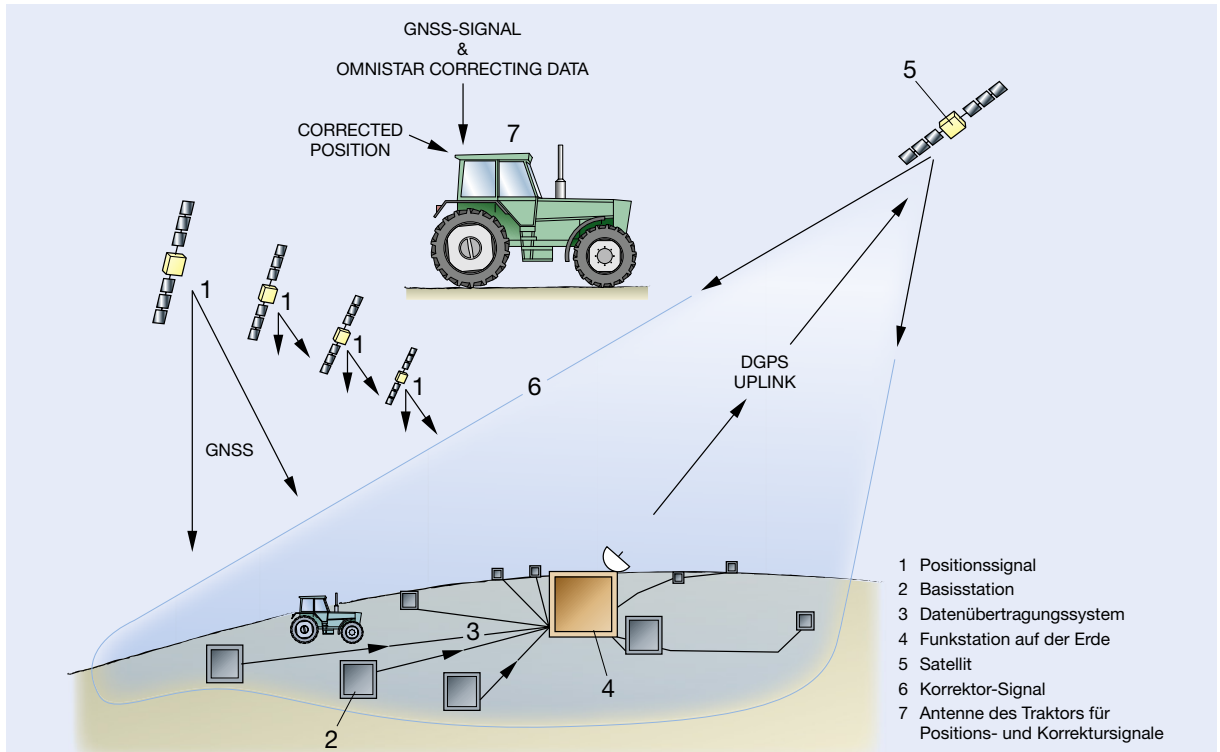
Abbildung → 2 und Abbildung → 3 zeigen die wesentlichen Bauteile eines EHR-Systems in einem Traktor.



2 EHR-System – Bauteile



3 Traktor mit elektronisch-hydraulischer Hubwerkregelung – Aufbau



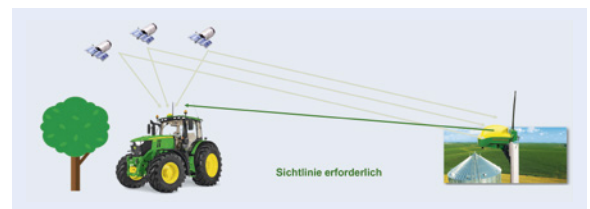
1 GNSS-Navigation in der Landwirtschaft

Die Genauigkeit des bisher beschriebenen Systems reicht für viele Anforderungen in der heutigen Landtechnik nicht mehr aus. Dafür wird in zunehmenden Maß das RTK-System (**R**eal-**T**ime-**K**inematik, siehe Abbildung → 2) eingesetzt.

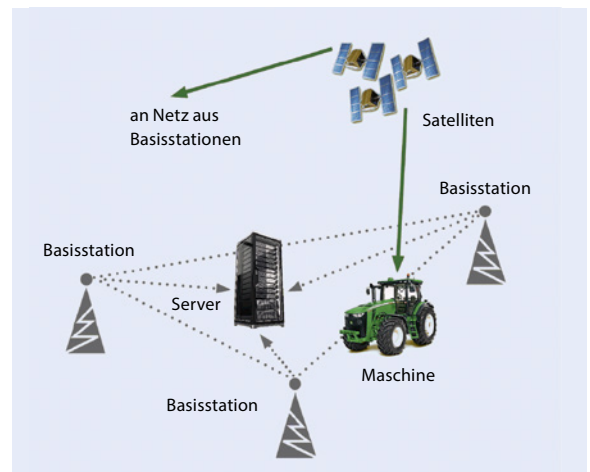
Beim RTK-System erhält das Steuergerät des Fahrzeuges das Standortsignal der GNSS-Satelliten über die 1. Frequenz des GNSS-Empfängers, auf der 2. Frequenz werden die Korrekturdaten vom geostationären Satelliten empfangen. Die gleichen Daten erhält der RTK-Empfänger. Aufgrund seiner ebenfalls bekannten Position überprüft und verändert er die Korrekturdaten. Zudem werden dem Fahrzeug über Funk die Werte der 2. Korrektur mitgeteilt. Aus diesen 3 Signalen errechnet das zugehörige Steuergerät anschließend die tatsächliche Position. Die Genauigkeit dieser Systeme liegt bei +/- 2 cm.

Befinden sich zwischen den Satelliten und dem Fahrzeug starke Wolken, Wald, Berge, Gebäude, andere Fahrzeuge und Ähnliches, so kann dies zum Unterbrechen der Verbindung zwischen Satellit und Maschine führen. Um das zu verhindern, werden die RTK-Basisstationen so in der Nähe des Arbeitsbereiches der Maschine aufgestellt, dass sie eine gedachte Sichtverbindung zum Satteliten haben. Lassen sich Hindernisse zwischen Basisstation und Satellit nicht vermeiden, so wird ein System aus

mehreren Basisstationen und einem oder mehreren Servern eingesetzt (siehe Abbildung → 3).



2 RTK-System – Aufbau



3 Netz von Basisstationen und Server zur Positionsbestimmung der Maschine (Server)



1 Becherlegemaschine – Anordnung der Baugruppen und Arbeitsweise

Der Arbeitsschritt der Dammformung („Anhäufeln“) kann auch zeitlich versetzt mit einer zusätzlichen Maschine durchgeführt werden (vgl. Kapitel 9.4 Häufelgeräte).

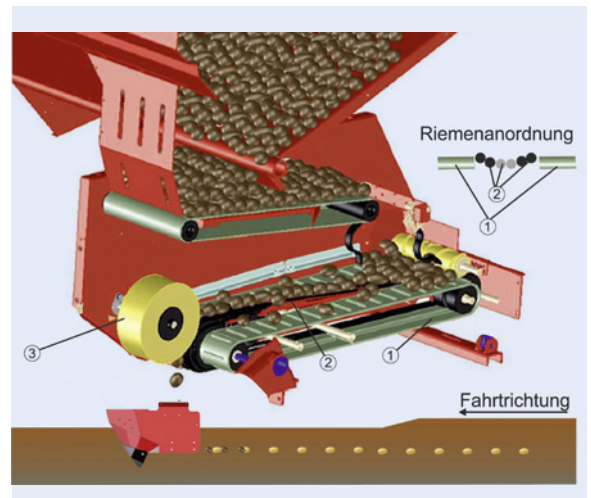
Während Becherlegemaschinen nur kalibrierte Pflanzkartoffeln von annähernd gleicher Größe ablegen können, sind die Riemenlegemaschinen, siehe Abbildung → 2, in der Lage, auch unkalibrierte, unterschiedlich große und vor allem auch längliche Pflanzkartoffeln sicher zu vereinzeln und abzulegen.

Die Rundriemen (2) fördern die Kartoffeln in Richtung der Vereinzlungswalze (3) aus Schaumstoff. Diese sind muldenförmig angeordnet und werden mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten angetrieben. Dadurch richten sich auch längliche Kartoffeln aus und werden perlenschnurartig aufgereiht. In Fahrtrichtung vorne befindet sich eine Schaumstoffrolle über den Rundriemen, welche das Pflanzgut kurzzeitig „einzwickelt“ und nacheinander fallen lässt. Im Gegensatz zu Becherlegemaschinen kann folglich kein mechanisch definierter Legeabstand eingehalten werden. Die von dem/der Anbauenden geplante Anzahl der Pflanzen pro Hektar wird über ein Zählwerk für die gelegten Knollen kontrolliert und nachjustiert.

Beetlegeverfahren

Eine Besonderheit im Kartoffelanbau stellt das sogenannte Beetlegeverfahren dar.

Dabei wird der Boden vor dem Legen der Pflanzkartoffeln mit Spezialmaschinen von Steinen und groben Erdkluten befreit. Dies reduziert den technischen Aufwand zur Trennung von Beimengen im



2 Riemenlegemaschine – Vereinzlungsaggregat

Injektorverteiler arbeiten die Gülle mit einem Schwergrubber, einer Scheibenegge oder einem Schlitzgerät in den Boden ein, siehe Abbildungen → 1a) und b). So bleiben die Nährstoffe im Boden und Geruchsbelästigung wird vermieden. Zum Ausbringen von Gülle auf Grünland eignen sich Einarbeitungswerkzeuge wie Grubber oder Scheibenegge nicht. Hier wird, sofern die Gülle beim Ausbringen eingearbeitet werden soll, ein Schlitzgerät verwendet, siehe Abbildung → 1b). Über zwei Scheiben, ähnlich einem Doppelscheibenschar bei der Drillmaschine, wird die Grasnarbe geöffnet und die Gülle direkt in den Boden eingebracht. Dies hat auch den Vorteil, dass das Grünfutter nicht von der Gülle verschmutzt wird.

9.3.2.4 Prozessorgesteuerte Gülletechnik

Im Rahmen der Straffung der Düngeverordnung und der Dokumentationspflicht über die ausgebrachten Nährstoffe und Spurenelemente wird auch die Ausbringtechnik für Naturdünger immer komplexer, siehe Abbildung → 2.

Über einen Nah-Infrarot-Sensor (NIR-Sensor) werden die Gülleinhaltsstoffe in Echtzeit überwacht. Der Sensor ermittelt und meldet die Bestandteile Stickstoff (N), Kalium (K), Ammonium (NH₄) und Trockenmasse.

Der Dünge­sensor (MSS – Manure Sensing System) ist über ISO-BUS mit dem Durchflussmengenmes-

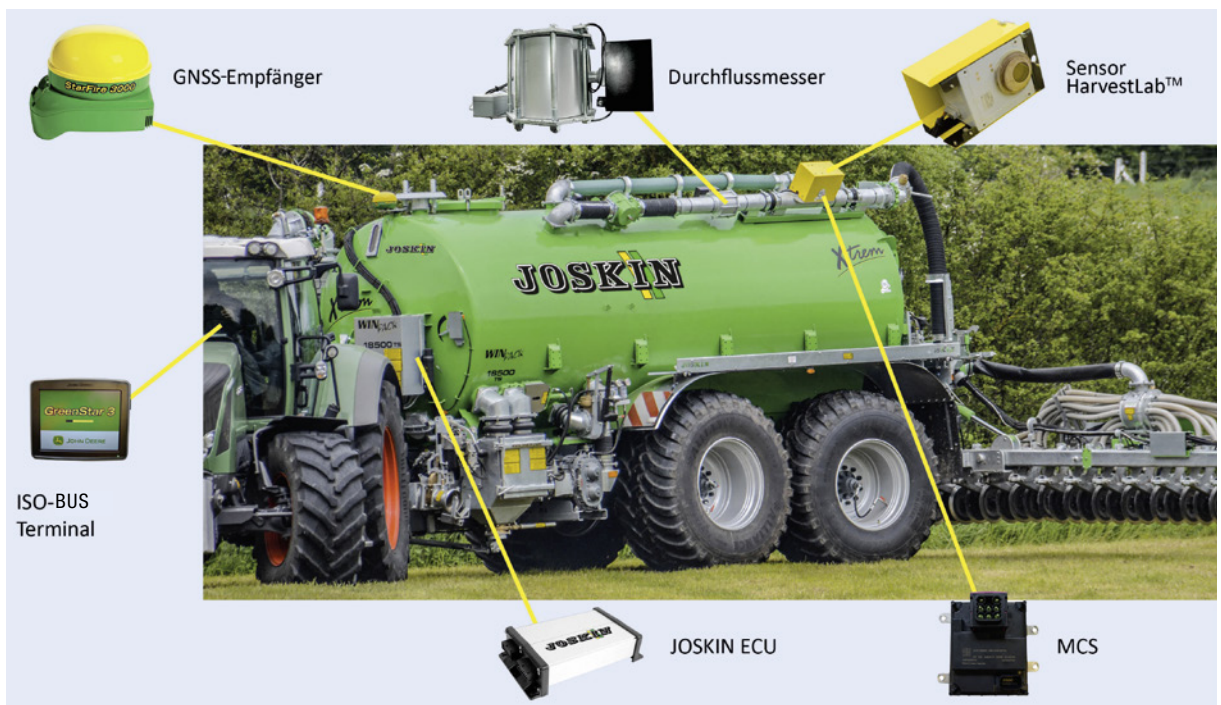


a) Ackerland: Schwergrubber/Scheibenegge

b) Grünland: Gülle-Schlitzgerät

1 Injektorverteiler

ser und dem NIR-Sensor verbunden und zeichnet die Ausbringmenge und die Nährstoffzusammensetzung fortlaufend auf. Eine Düngekarte kann basierend auf den Ergebnissen des Dünge­sen­sors und der Positionsdaten erstellt werden.



2 Prozessorgesteuerte, nährstoffbasierte Gülleausbringung mit Dokumentation

Weiterhin muss ein gut sichtbares Umwälzen des Behälterinhaltes im Spritzbetrieb bei Zapfwellen-nendrehzahl und halb gefülltem Behälter erzielt werden.

Ist der Nennvolumenstrom der Pumpe nicht bekannt, so ergibt sich der Bedarf des Gerätes aus dem maximalen Flüssigkeitsausstoß der verwendeten Düsen bei dem vom Gerätehalter angegebenen Betriebsdruck, und falls nicht bekannt bei praxisüblichem Betriebsdruck.

Versorgt die Pumpe auch ein hydraulisches Behälterrührwerk, so ist ein zusätzlicher Volumenstrom gemäß folgender Tabelle erforderlich:

Behälterinnenvolumen	Rührwerkzuschlag
bis 1000 Liter	5% des Behältervolumens
über 1000 bis 2000 Liter	60 l/min
über 2000 Liter	3% des Behältervolumens

Regelarmaturen

Abbildung → 1 zeigt eine ISO-BUS-fähige Regelarmatur. Sie dient zur Druckeinstellung, Kontrollüberwachung sowie zum Öffnen und Schließen von Teilbreiten bzw. ganzen Arbeitsbreiten.

Die Regelung der Ausbringmenge basiert auf folgendem Prinzip:

- Der Durchflussmesser im Zulauf (Pos. 5) erfasst die von der Pumpe geförderte Menge an Brühe. Der Durchflussmesser im Rücklauf (Pos. 6) erfasst die zum Rührwerk zurückfließende Brühe. Durch ein Vergleichen der Zulaufmenge und der Rücklaufmenge kann die tatsächliche Ausbringmenge (besonders bei wenigen Teilbreiten oder geringer Aufwandsmenge) exakt erfasst werden.
- Über den Drucksensor (Pos. 4) wird der momentane Spritzdruck erfasst. Das Mengenregelventil (Pos. 3) wird durch den Jobrechner der Spritze in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit, der voreingestellten Aufwandsmenge sowie der in (a) erfassten tatsächlichen Aufwandsmenge geregelt.

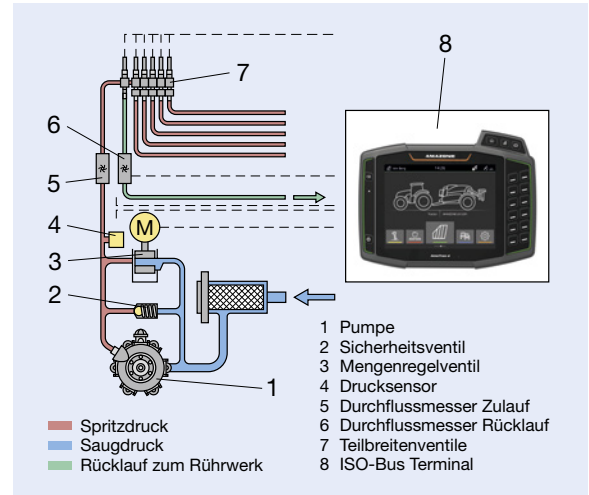
Weiterhin können über das ISO-BUS-Terminal folgende Funktionen manuell oder automatisch aktiviert werden, siehe Abbildung → 2:

- Klappen des Gestänges,
- Höhenführung des Gestänges (manuell oder automatisch),
- Füllstandüberwachung,
- Zu- und Abschalten des Düsenbalkens (manuell oder automatisch),
- Schalten von Teilbreiten,
- Section Control (automatisches Zu- oder Abschalten von Teilbreiten, um Überlappungen zu vermeiden),

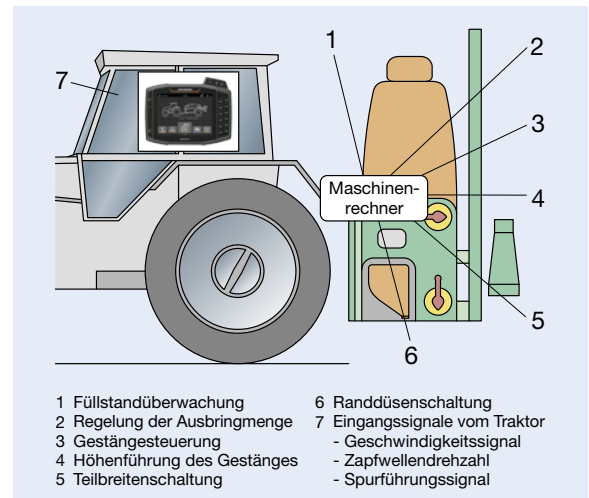
- Schalten von Randdüsen,
- Setzen von Schaummarkierungen,
- Automatische Spurführung.

Einzeldüsen-schaltung

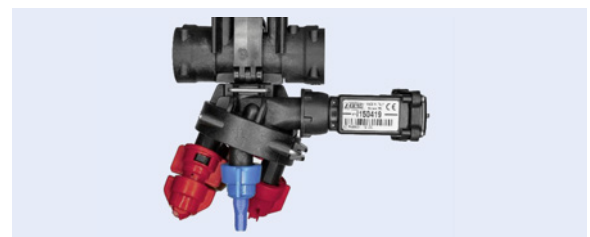
Bei einer Einzeldüsen-schaltung entfällt im System Feldspritze die Teilbreitenschaltung der Regelarmatur. An deren Stelle wird der Düsenstock separat angesteuert und geschaltet, siehe Abbildung → 3.



1 ISO-BUS-fähige Regelarmatur für Teilbreitenschaltung



2 ISO-BUS-fähige Feldspritze



3 Dreifach-Düsenstock mit elektromagnetischer Einzeldüsen-schaltung

9.6 Maschinen und Geräte zur Halmfruchternte



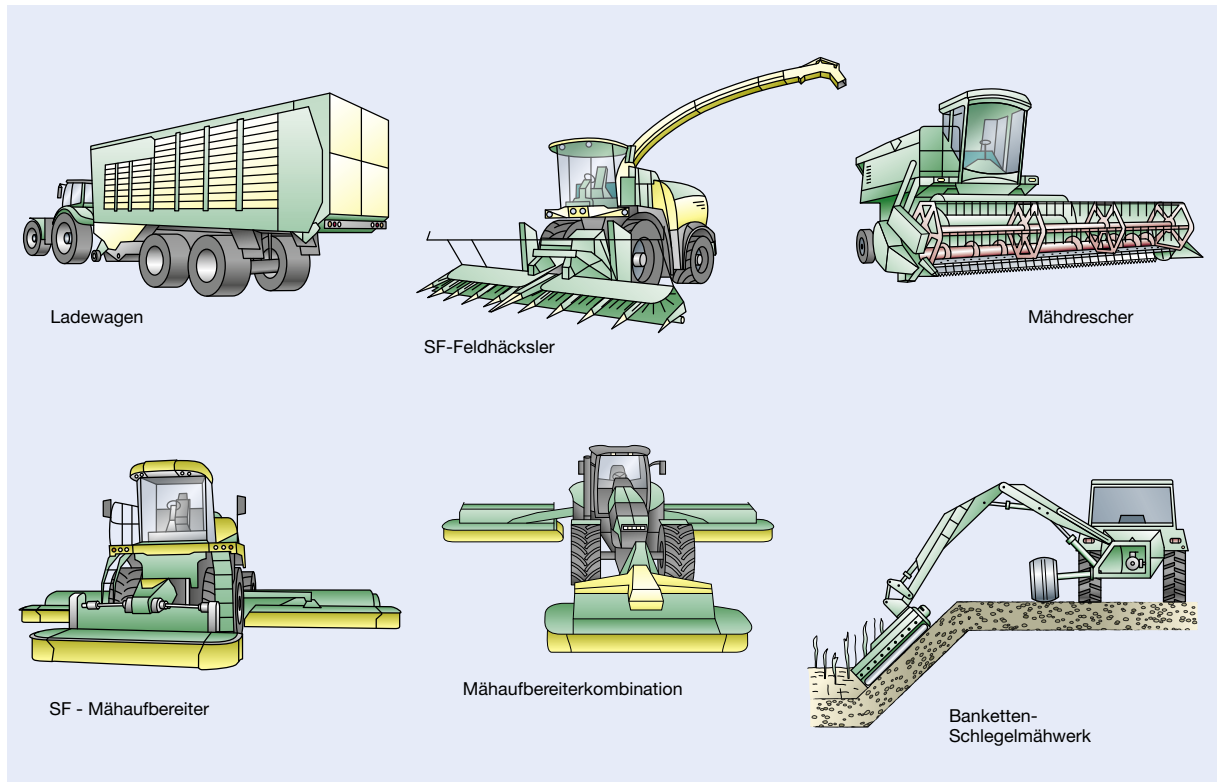
1 Maschinen und Geräte zur Halmfruchternte – Überblick

Ein Großteil der in der Landwirtschaft angebauten Pflanzen muss bei der Ernte abgeschnitten werden. Mit dem Mähen beginnt dann der eigentliche Wettlauf um eine gute Futterqualität.

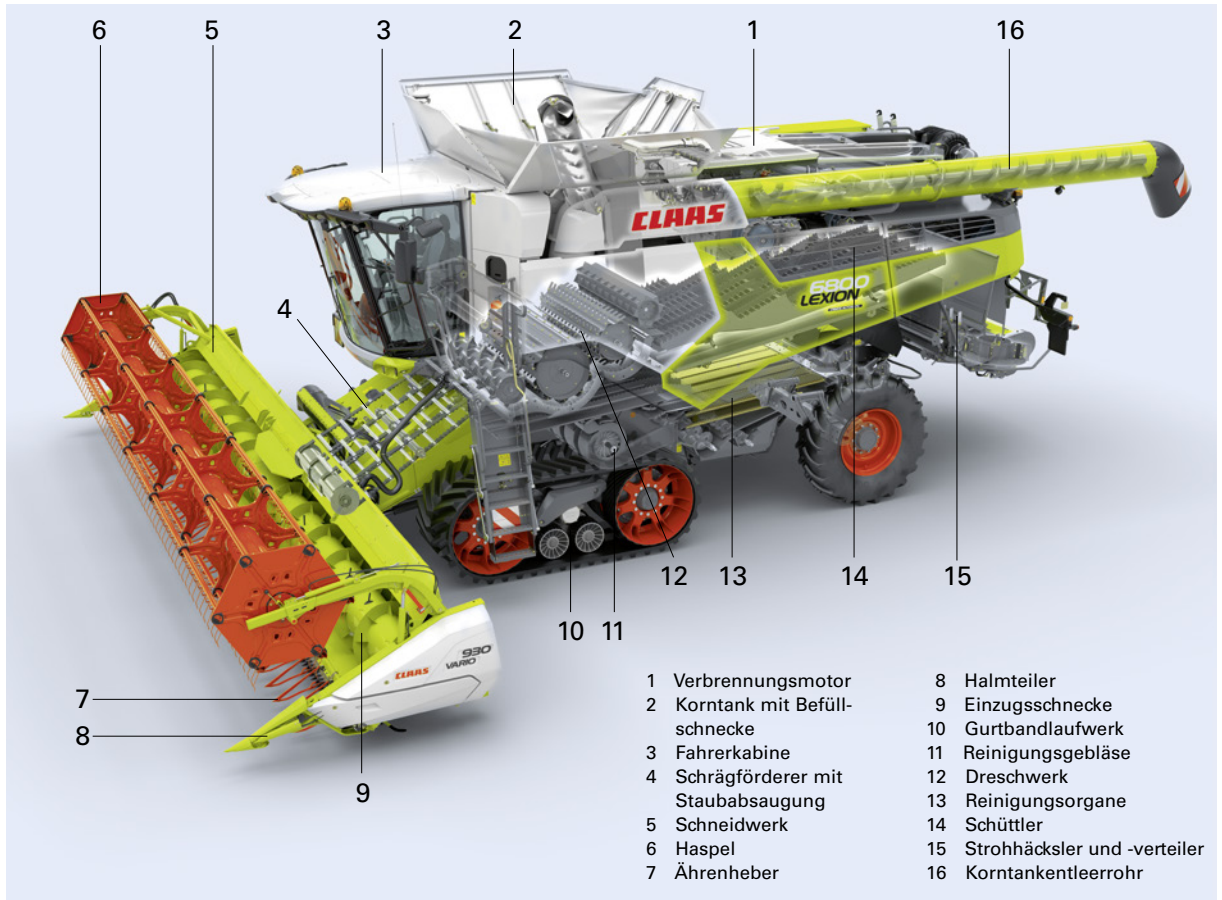
Eine Verringerung des Wetterrisikos, neuzeitliche Futterkonservierungsmethoden, Vereinfachung der Futterbergung, Steigerung der Bergeleistung und Automation (Einmann-Ernteverfahren) führten zur Entwicklung unterschiedlicher Ernteverfahren für Halmfutter, siehe Abbildung → 2.

Die folgende Übersicht zeigt, wo weitere Informationen zu den einzelnen Teilgebieten, siehe Abbildung → 1, zu finden sind:

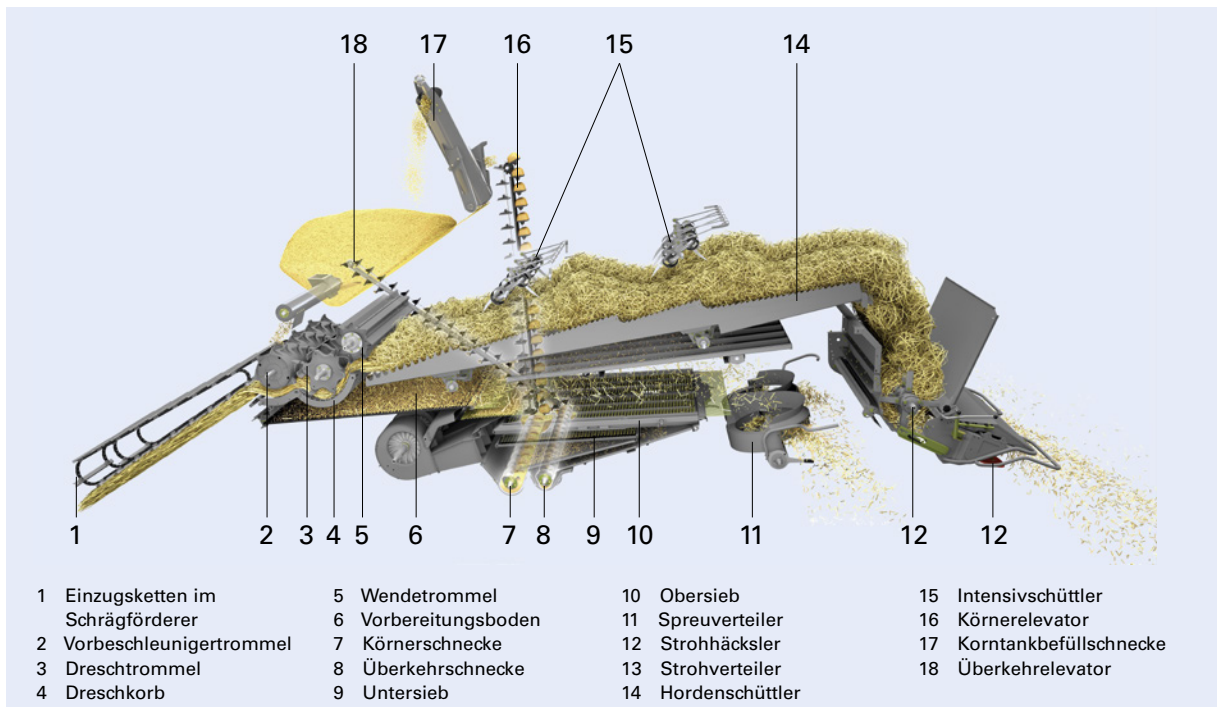
- Mähwerke, siehe Kap. 9.6.1,
- Heuwerbungsmaschinen, siehe Kap. 9.6.2,
- Ladewagen, siehe Kap. 9.6.3,
- Aufsammelpressen, siehe Kap. 9.6.4,
- Mährescher, siehe Kap. 9.6.5,
- Feldhäcksler, siehe Kap. 9.6.6.



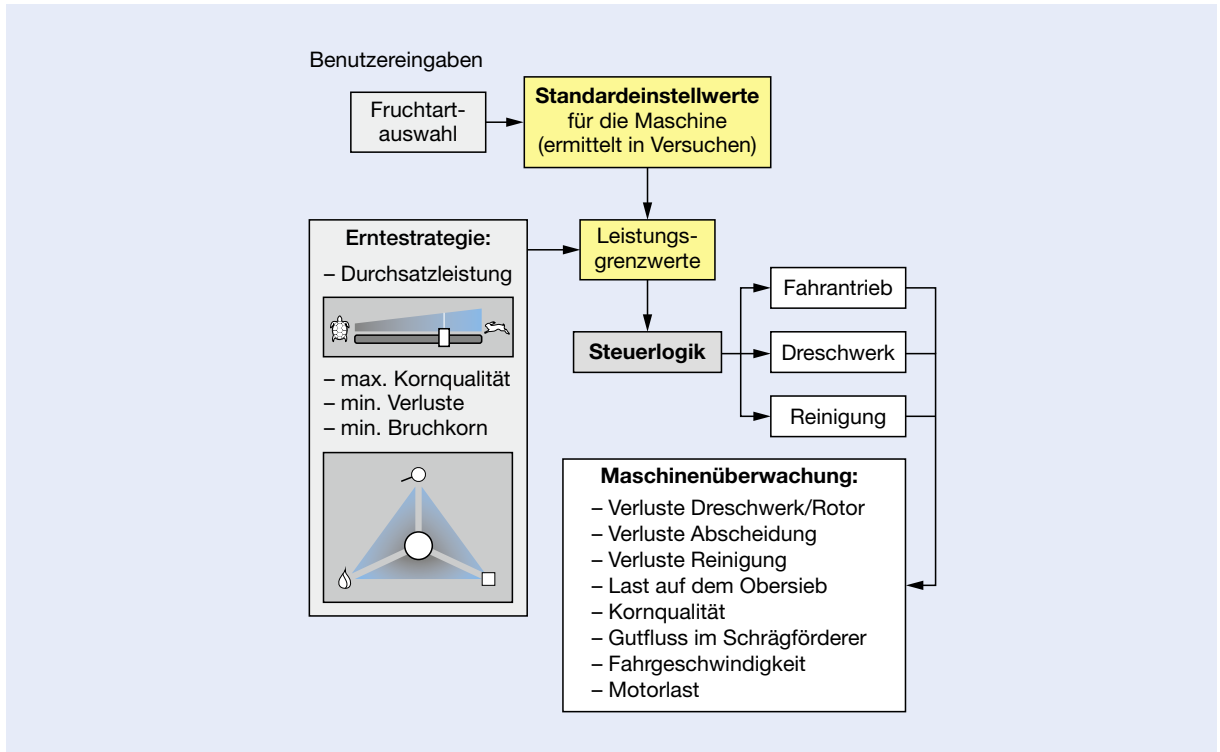
2 Ernteverfahren für Halmfutter – Überblick



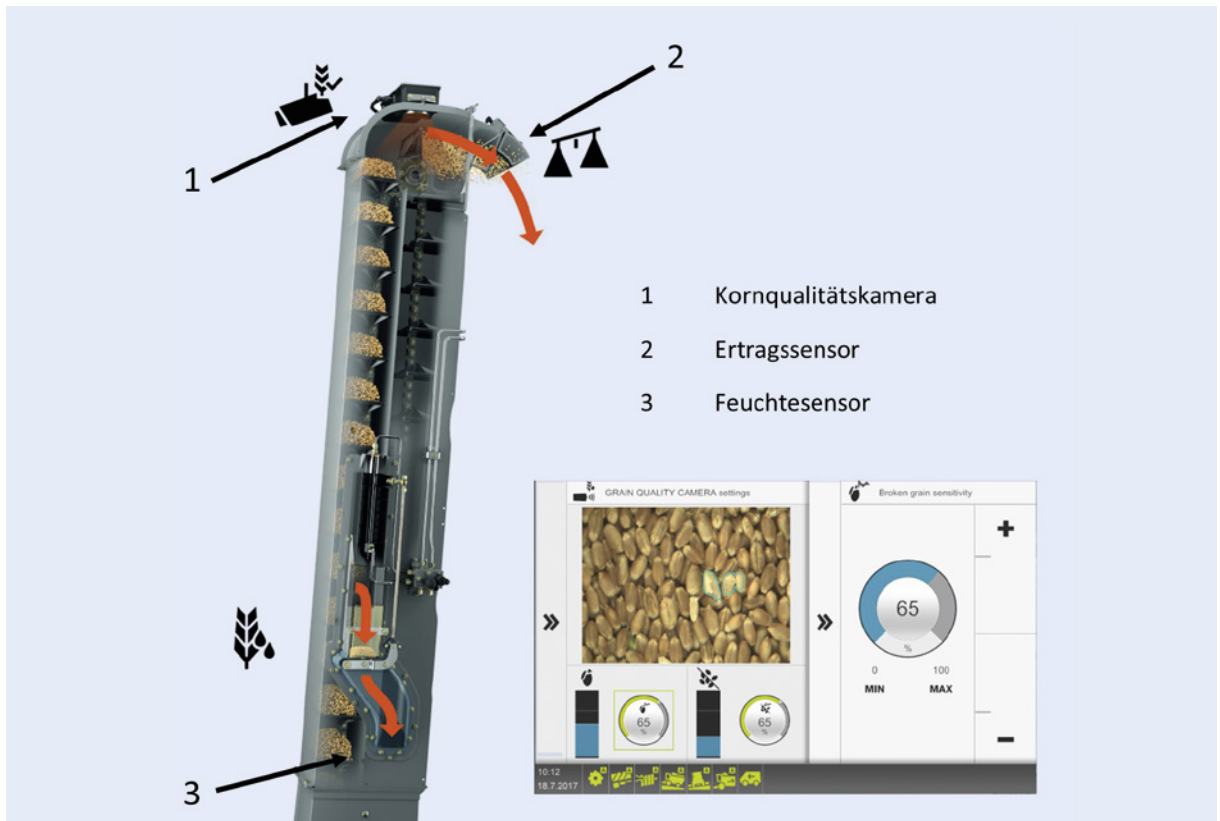
1 Mähdrescher – Bauteile



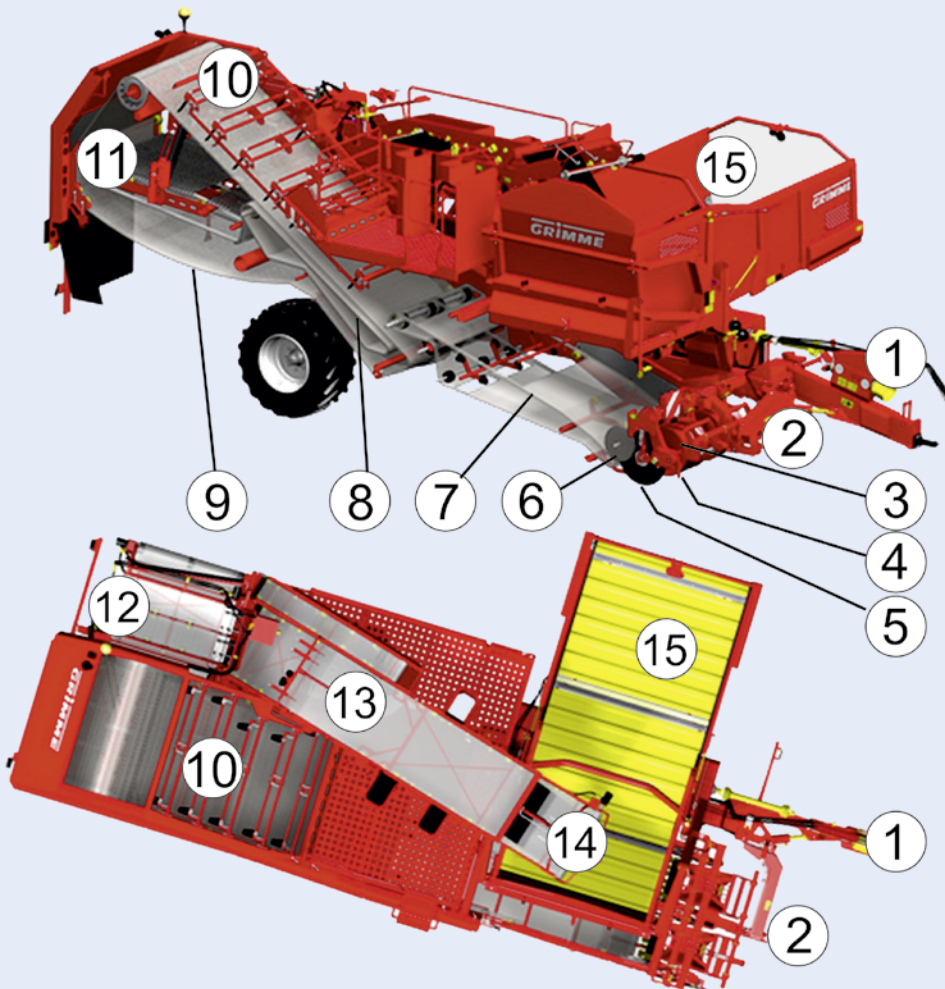
2 Schüttler-Mähdrescher – Arbeitsweise



1 Durchsatzregelung nach Erntestrategie beim Mähdrescher



2 Ertrags- und Kornqualitätsmessung im Elevatorkopf eines Mähdreschers mit zugehöriger Anzeige im Bedienterminal



1 Deichsel
 2 Aufnahme mit
 3 Dammtrommeln
 4 Rodeschar
 5 Sechsscheibe
 6 Krauteinzugsrolle

7 erstes Siebband
 8 zweites Siebband
 9 Grobkrautband
 10 Abstreifkämme für Grobkraut
 11 erstes Trenngerät mit Igelband
 und Doppelabstreiferwalze

12 zweites Trenngerät mit Igelband
 und Doppelabstreiferwalze
 13 Verlesetisch und Beimengenband
 14 Bunkerbefüllband
 15 Sammelbunker mit Rollboden

1 Kartoffelerntemaschine/Kartoffelroder (2-reihig) – Baugruppen

Diese Fahrzeuge sind meistens ausgestattet mit:

- Allradantrieb,
- Kippvorrichtung mit Ablademöglichkeit nach hinten.

Technische Einzelheiten finden sich in den spezifischen Fachbüchern der Kraftfahrzeugtechnik.

10.1.3.2 Muldenkipper

Muldenkipper bzw. Dumper, auch Hinterkipper genannt, werden im Erdbau und im Bergbau eingesetzt. Sie sind spezielle Schwerlastkraftwagen und transportieren auch große Stücke, z. B. Fels. Abbildung → 1 zeigt einen typischen Muldenkipper. Abbildung → 2 zeigt das Fahrgestell eines Muldenkippers. Die einzelnen Bauteile sind:

- 1 Rahmen
- 2 Motor
- 3 Abgasleitung
- 4 Abgasreinigungssystem
- 5 Aufnahme für Muldenhubzylinder
- 6 Tank für Abgasreinigungsflüssigkeit DEF (Diesel Exhaust Fluid)

10.1.3.3 Dumper mit Knicklenkung

Abbildung → 3 zeigt einen Dumper mit Knicklenkung.

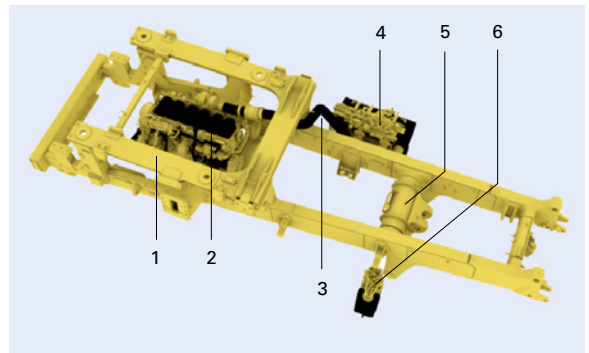
Dumper mit Knicklenkung bestehen aus einem Vorderwagen und einem Hinterwagen. Beide Teile sind mit einem Zentrallager verbunden. Sie können sich in Längsrichtung gegeneinander um einen bestimmten Winkel verdrehen. Die Knicklenkung ermöglicht einen festgelegten Winkel, in dem der Vorderwagen gegenüber dem Hinterwagen einschwenken kann. Hierdurch sind kleine Wendekreise möglich.

Die einzelnen Bauteile sind:

- 1 Gummidämpfer
- 2 Anschlag
- 3 Mitte der Knicklenkung
- 4 Kugelkopf
- 5 Zentrallager, Lagerzapfen
- 6 Hinterachsantrieb
- 7 Längswippe
- 8 Feder
- 9 Querstabilisator, links an der Vorderachse, rechts am Rahmen befestigt



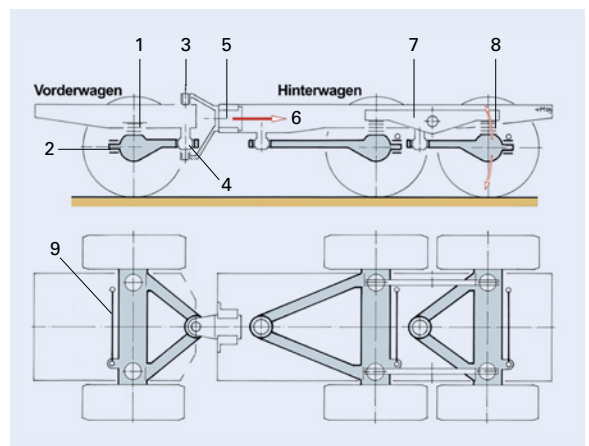
1 Muldenkipper



2 Muldenkipper – Rahmen und Achsen



3 Dumper mit Knicklenkung



4 Dumper mit Knicklenkung – Rahmen und Achsen

10.1.4.2.2 Radplanierer

Radplanierer werden auch **Raddozer** genannt. Sie sind mit einem Fahrwerk auf Rädern mit Gummireifen ausgestattet. Radplanierer sind meistens mit Knicklenkung versehen, siehe Abbildung → 1. Ihre Arbeitsweise ist ähnlich wie die der Kettendozer. Die mögliche Fahrgeschwindigkeit ist höher als die der Kettendozer. Wegen hoher Bodenpressung durch geringe Aufstandsfläche und geringen Kraftschluss der Reifen wird der Raddozer vor allem auf leichtem Boden eingesetzt.

10.1.4.2.3 Grader

Grader stellen große, ebene Flächen her, z.B. für Straßen, Plätze und Hänge.

Grader bestehen prinzipiell aus folgenden Baugruppen:

- Rahmen,
- Achsen,
- Motor,
- Fahrtrieb,
- Räder,
- Lenkung,
- Hydraulik,
- Drehkranz mit Schar,
- Sicherheits- und Komfortausstattung.

Abbildung → 2 zeigt einen Grader.
Seine Baugruppen gemäß Abbildung:

- 1 Planierschild
- 2 Vorderachse
- 3 Rahmen
- 4 Vorderrad
- 5 Drehkranzzyylinder
- 6 Zugbalken mit Drehkranz
- 7 Zugbalkenzylinder
- 8 Schar
- 9 Motor und Getriebe
- 10 Tandem-Hinterräder
- 11 Heckaufreißer

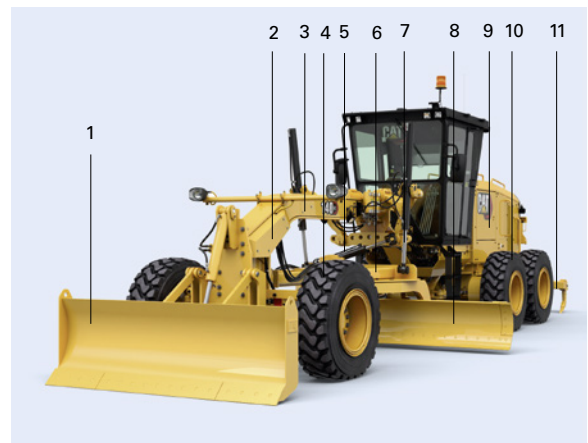
Abbildung → 3 zeigt einen Teil der Vorderachse eines Graders.

Ihre Baugruppen gemäß Abbildung:

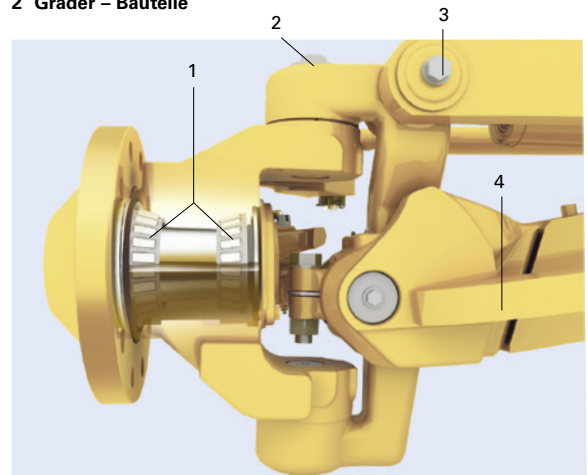
- 1 Radlager – Kegelrollenlager
- 2 Achsschenkellager
- 3 Sturzeinstellung
- 4 Vorderachse



1 Raddozer



2 Grader – Bauteile



3 Grader – Vorderachse

11.6 Trennschleifer



a) Trennen von Metallwerkstoffen



b) Trennen von Betonwerkstoffen

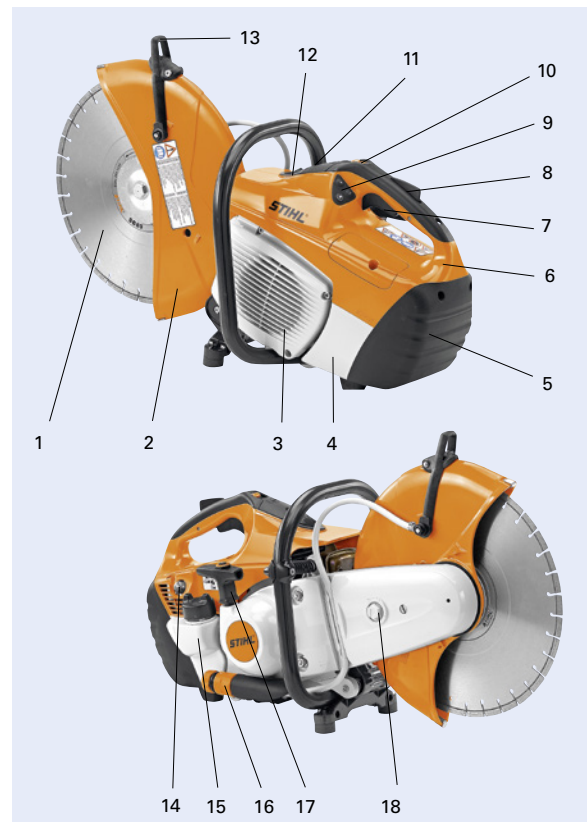
1 Trennschleifer – Einsatzbereiche

Neben dem Einsatz in Fachbetrieben, welche mit der Bearbeitung von Metallwerkstoffen zu tun haben, werden Trennschleifer häufig auf Baustellen des Hoch-, Tief- und Straßenbaues eingesetzt. Die Abbildungen → 1a) und b) zeigen zwei ausgewählte Beispiele.

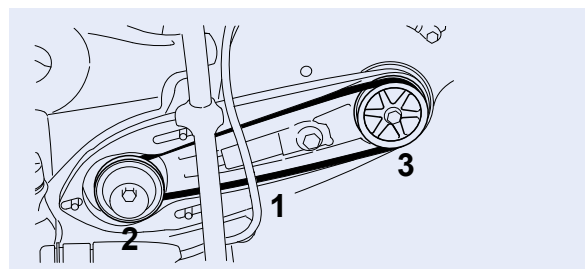
In den Abbildungen → 2a) und b) sieht man die wesentlichen Baugruppen und Bauteile eines Trennschleifers im Detail:

- 1 Trennschleifscheibe
- 2 Schutz
- 3 Filterdeckel
- 4 Ansauggehäuse
- 5 Filterdeckel
- 6 hinterer Griff
- 7 Gashebel
- 8 Gashebelsperre
- 9 Bedienfeld Wassersteuerung
- 10 Stoppschalter
- 11 Griffrohr
- 12 Dekompressionsventil
- 13 Verstellhebel
- 14 Kraftstoffhandpumpe
- 15 Kraftstofftank
- 16 Wasseranschluss
- 17 Seilzugstarter
- 18 Antrieb Trennschleifscheibe

Der Antrieb eines Trennschleifers erfolgt über einen Zweitakt-Verbrennungsmotor, welcher über ein Motormanagementsystem geregelt wird (weitere Informationen: siehe Kapitel 5.2.6). Von der Riemenscheibe des Motors, siehe Pos. 2 in Abbildung → 3, wird die Leistung über einen Keilrippenriemen, siehe Pos. 1, auf den Antrieb der Trennschleifscheibe, siehe Pos. 3, übertragen.



2 Trennschleifer – Baugruppen und Bauteile



3 Antrieb der Trennschleifscheibe