Antiebssysteme

Dampfmaschine

Im eigentlichen Sinne kein Verbrennungsmotor, da die Verbrennung außerhalb der Kolben - Zylinder - Paarung stattfindet. Heutzutage keine Verwendung mehr.

Früher Arbeitsgerät für:



Stationäre Antriebe



Lokomotiven



Lokomobile



Dampfschiffe

James Watt

James Watt wurde 1736 in Schottland geboren. Er lässt sich zum Instrumentenbauer ausbilden und erhält die Möglichkeit, auf dem Gelände der Universität Glasgow eine Werkstatt zu eröffnen. Er wird von der Universität beauftragt, ein Labormodell der Newcomen Dampfpumpe zu verbessern.

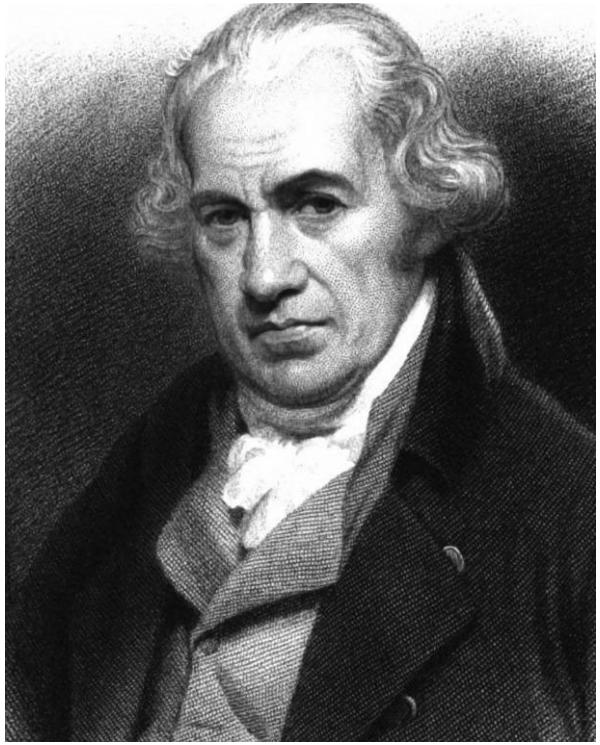
James Watt entwickelt das Konzept eines getrennten Dampfkondensators, um das ständige Abkühlen und Wiederaufheizen des Zylinders zu verhindern. James Watt lernt Matthew Boulton kennen und sie gründen das Unternehmen Boulton & Watt.

James Watt steigert den Wirkungsgrad der Dampfmaschine durch die Einführung des doppelten Arbeitshubs, bei dem auch der Kolbenrücklauf durch Dampfdruck erfolgt.

Er verbessert die Dampfmaschine durch die Entwicklung des Fliehkraftreglers, die Drosselung der Dampfzufuhr zur Drehzahlsteuerung, und die Fernsteuerung der Drossel durch den Maschinenführer. Die neue Technik führt zur Industriealisierung in Großbritannien und Europa. Aus den Heimwerkern werden Fabrikarbeiter.

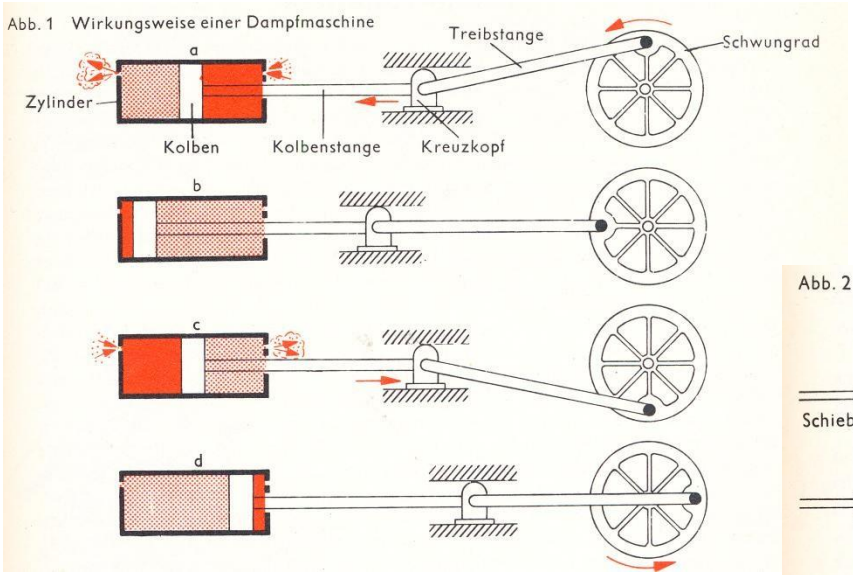
James Watt stirbt 1819 bei Birmingham.

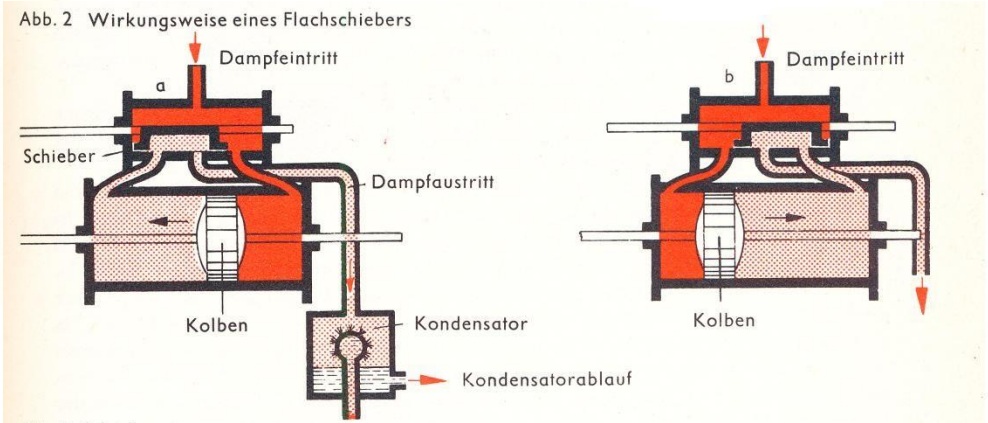
Die physikalische Einheit für Leistung [W] ist nach ihm benannt.

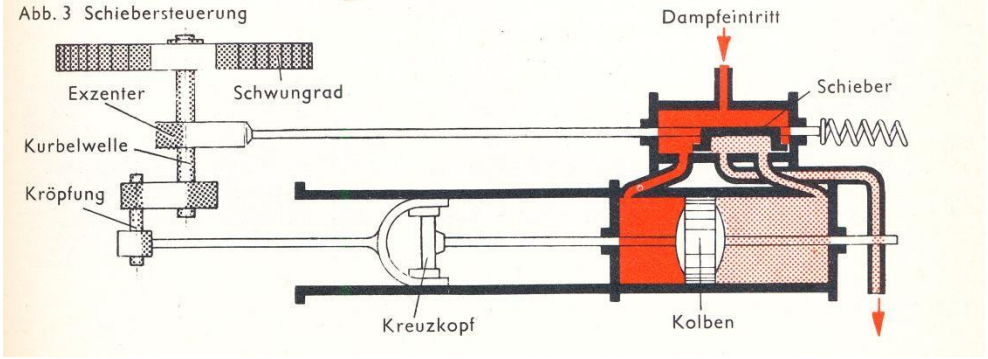


1736 - 1819

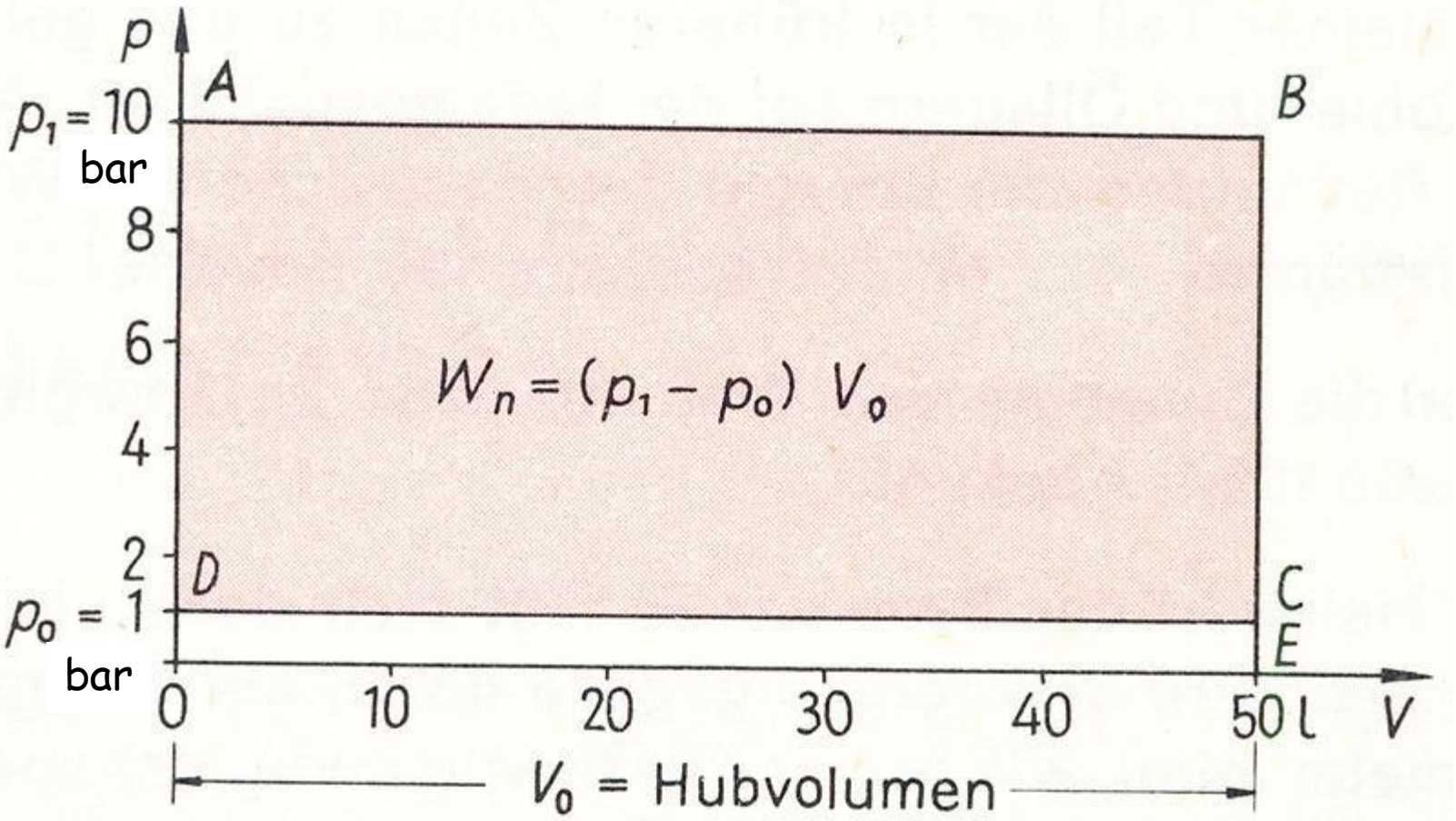
Funktionsprinzip Dampfmaschine



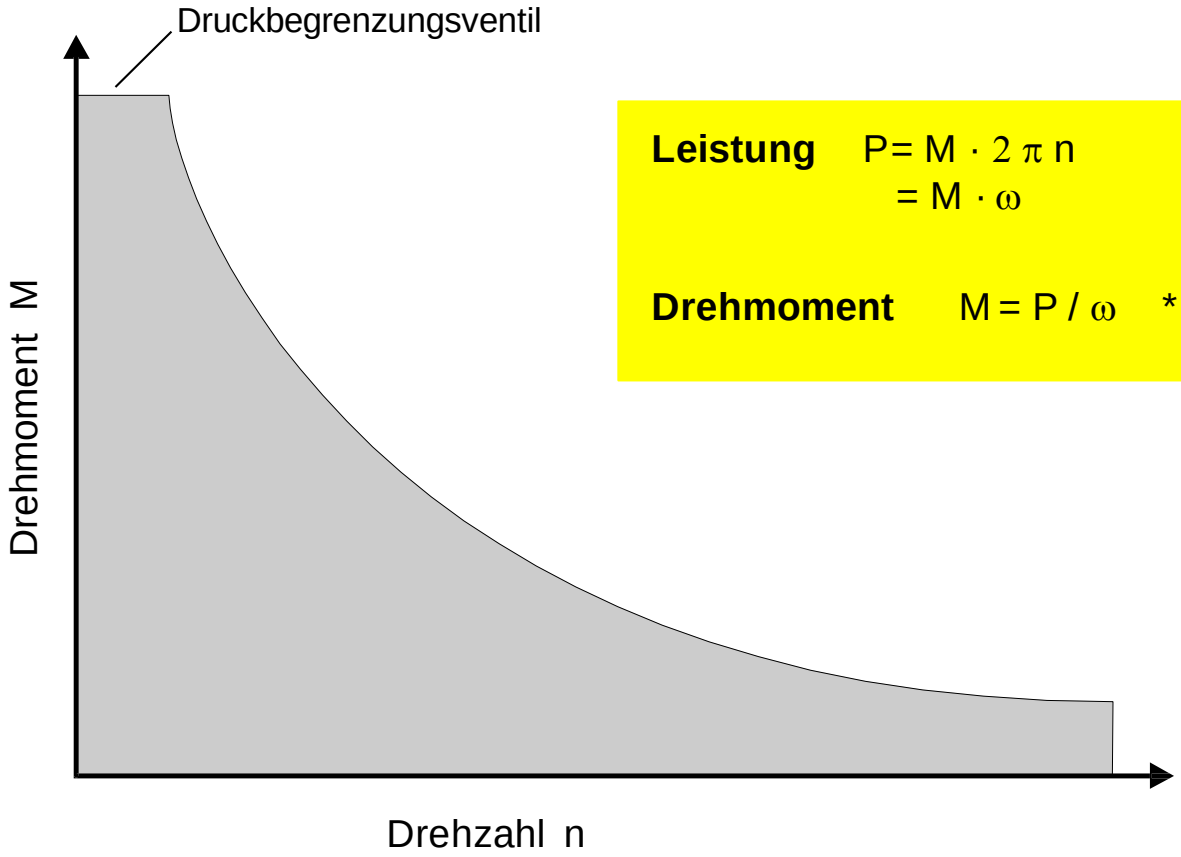




p- V- Zustandsdiagramm Dampfmaschine



Dampfmaschine Kennfeld



Leistung $P = M \cdot 2 \pi n$
$= M \cdot \omega$

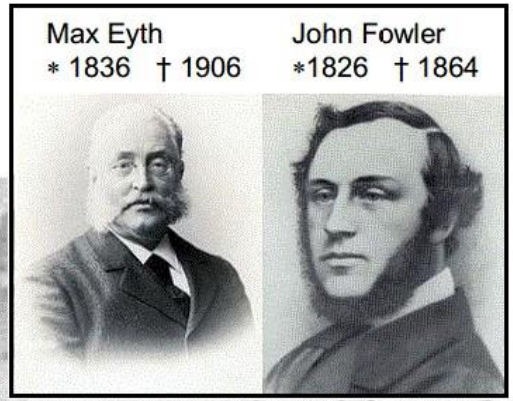
Drehmoment $M = P / \omega$ *

* **y = k / x Hyperbel**

Dampftraktor mit 6 Scheibenpflug



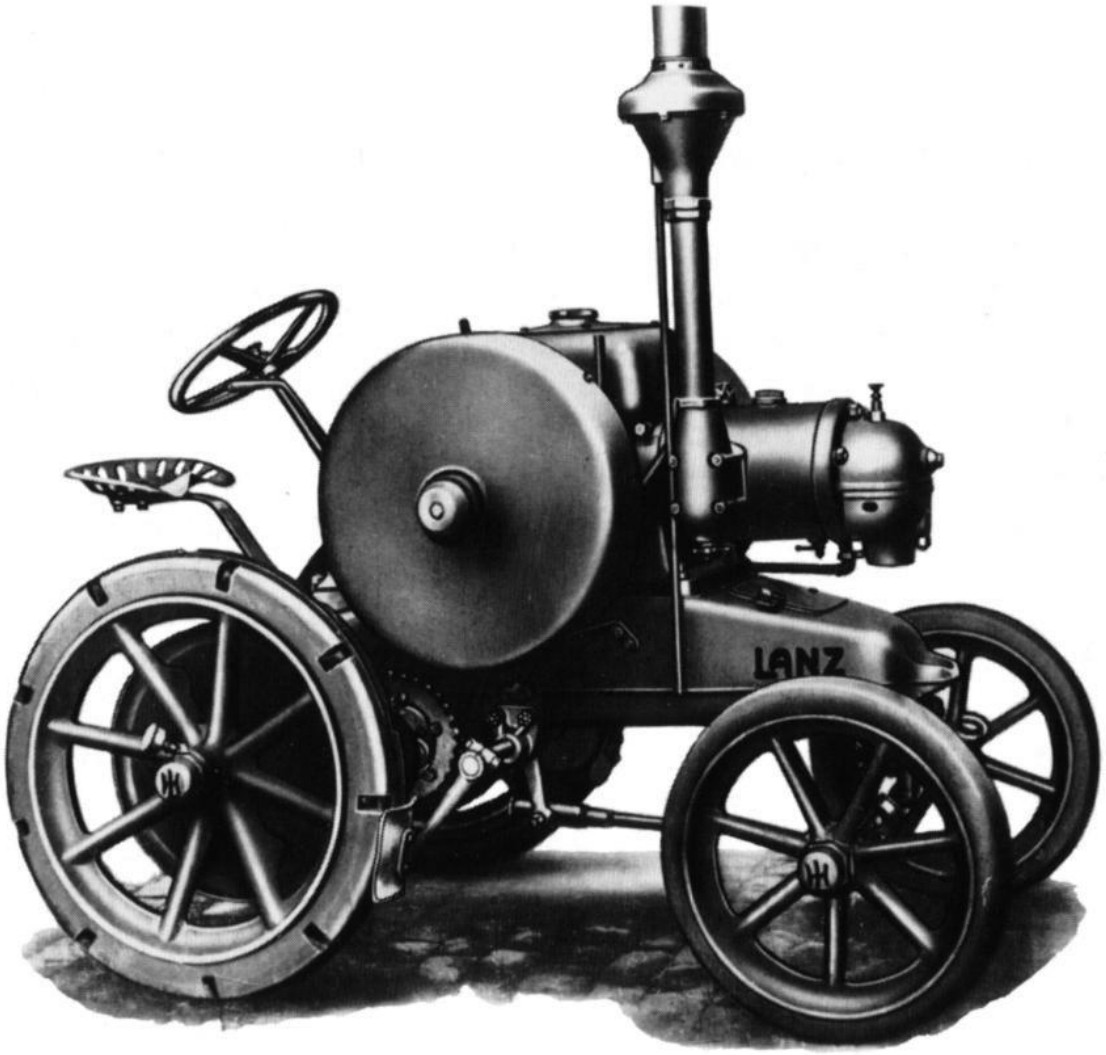
Lokomobil mit Pflug



Dampfpflügen



Allesbrenner



Erster Rohöltraktor

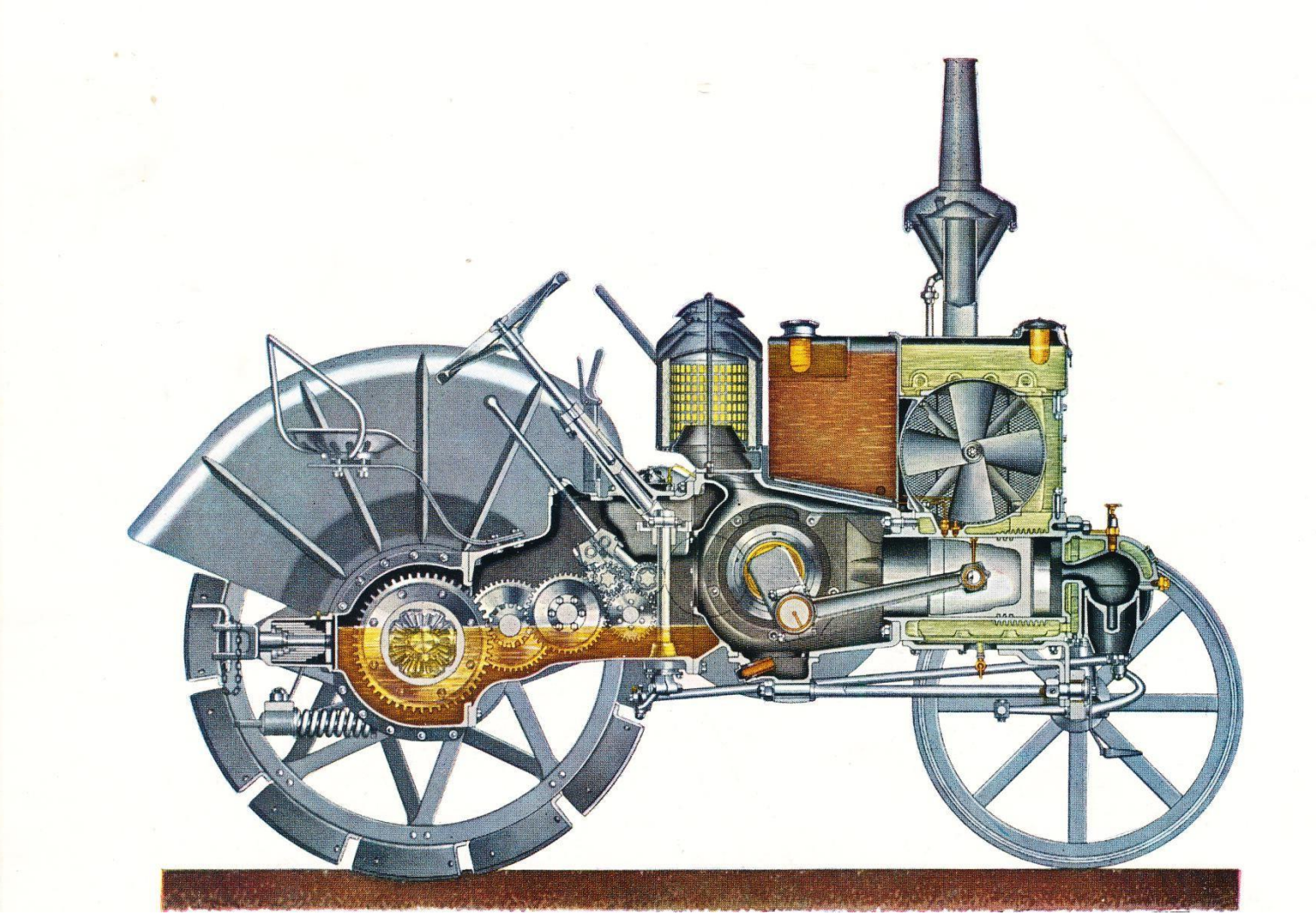
Lanz Bulldog 1921

Liegender 1-zyl.

2- Takt- Glühkopfmotor, 12 PS, mit Verdampfungskühler

Lenkrad zum Anwerfen des Motors von Hand

Lanz Bulldog



Heinrich Lanz und Fritz Huber



1838 - 1905

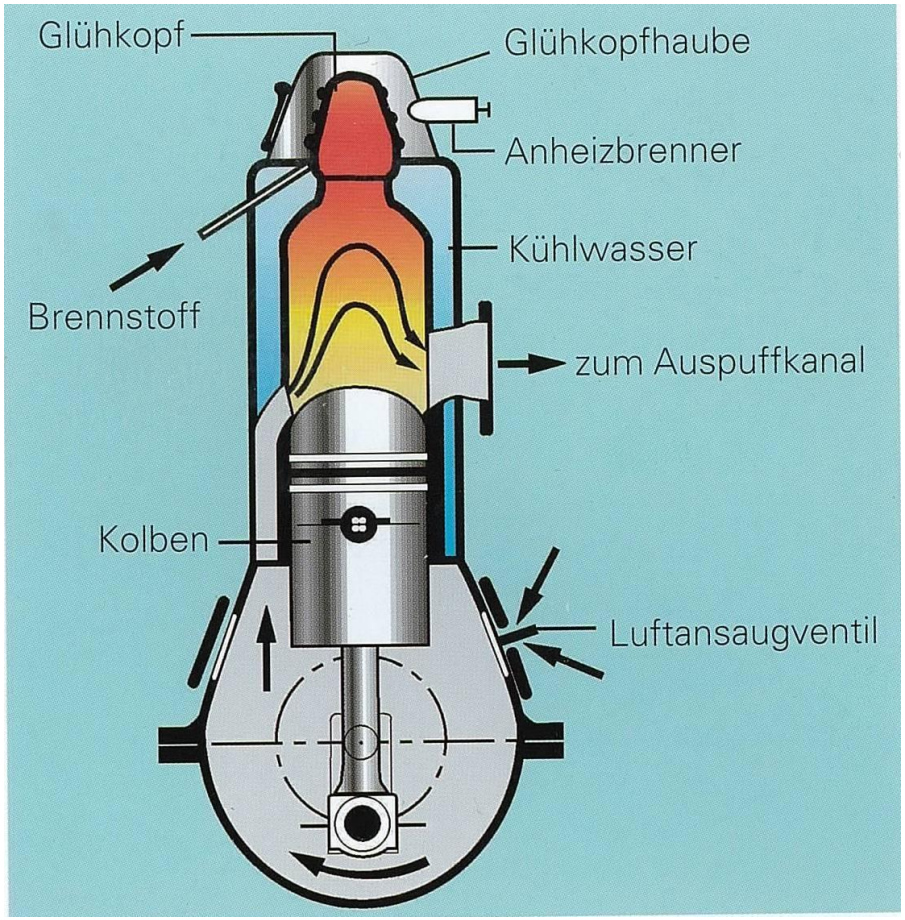
1881 - 1942



Die Firma Heinrich Lanz Mannheim stellte 1921 auf der Landwirtschaftsausstellung in Leipzig erstmals den Prototyp eines von Ing. Dr. Fritz Huber entwickelten 12-PS-Rohölschleppers mit Glühkopfmotor der staunenden Öffentlichkeit vor. Das war die Geburtsstunde des Traktors, der von Mannheim aus seinen Siegeszug um die Welt antrat. Er bekam wegen seines Aussehens, das einer Bulldogge glich, den Namen Lanz-Bulldog.

Im Jahr 1859 gründete der 21-jährige Heinrich Lanz mit zwei Mitarbeitern einen eigenen Betrieb. Neben dem Import vorwiegend angelsächsischer Maschinen wurde bald die Eigenproduktion von landwirtschaftlichen Geräten und Lokomobilen aufgenommen. Zu spät kann die Erkenntnis, dass das Konzept des einzylindrigen Motors nicht mehr in die Zeit passte. 1956 fusionierte die Fa. Heinrich Lanz deshalb mit dem amerikanischen Landmaschinenhersteller John Deere. Seit 1967 firmiert das Weltunternehmen nur noch als John Deere.

Allesbrenner



Die Arbeitsweise geschieht nach dem 2-Takt-Verfahren.

Im Glühkopf herrscht eine Temperatur von ca. 700 °C.

Der Brennstoff wird ca. 130 Grad vor dem o.T. gegen die Wandung des Glühkopfes gespritzt.

Die Verbrennung beginnt im Glühkopf und greift auf den Verdichtungsraum im Zylinder über.

Zum Starten wird der Glühkopf vorher mit einem Brenner vorgeheizt.

Das abgezogene Lenkrad wird als Kurbel zum Starten genutzt.

Lanz Bulldog



4-Taktmotor

Verbrennungsmotor für



PKW



Aufsitzmäher

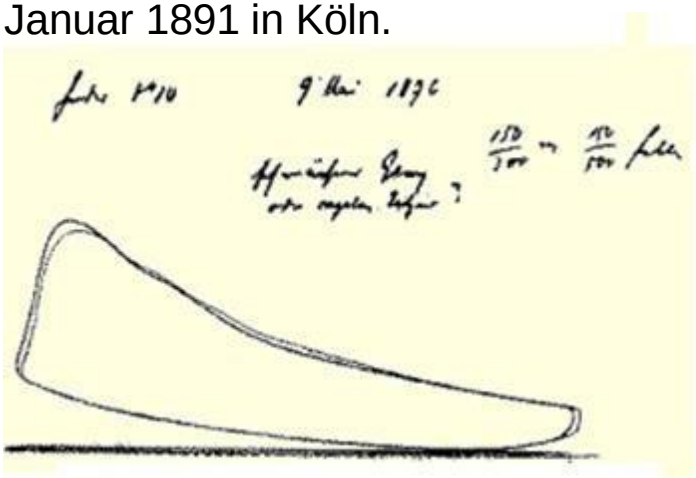


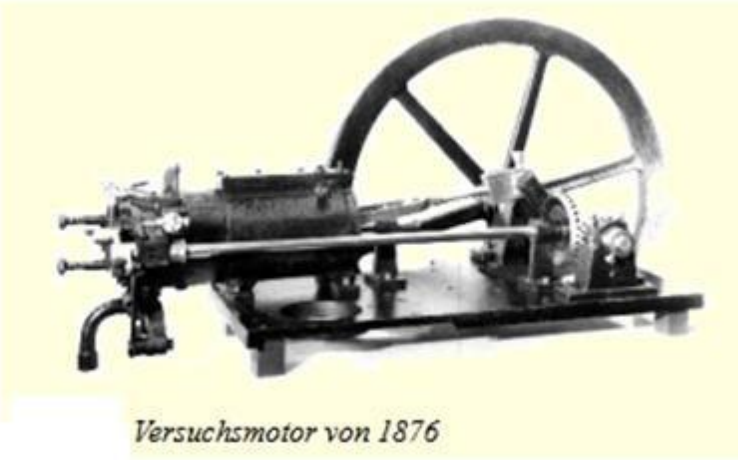
Kommunalgeräte

Nicolaus August Otto

Nicolaus August Otto wurde am 14. Juni 1831 geboren.
Bereits 1862 begann er erste Experimente mit Viertaktmotoren. 1863 baute er seine erste Gaskraftmaschine. Nachdem er 1864 zusammen mit Eugen Langen die Firma "N.A.Otto & Cie" gründete, entwickelte er diesen Vorläufermotor weiter und gelangte bald zu einer verbesserten Version. 1866 erhielten Otto und Langen ein Preußisches Patent für diese atmosphärische Gasmaschine, 1867 eine Goldmedaille auf der Pariser Weltausstellung. Am 1876 nahm Otto an seinem Versuchsmotor ein Arbeitsdiagramm auf, das weitestgehend dem heutigen entspricht. Otto starb am 26. Januar 1891 in Köln.





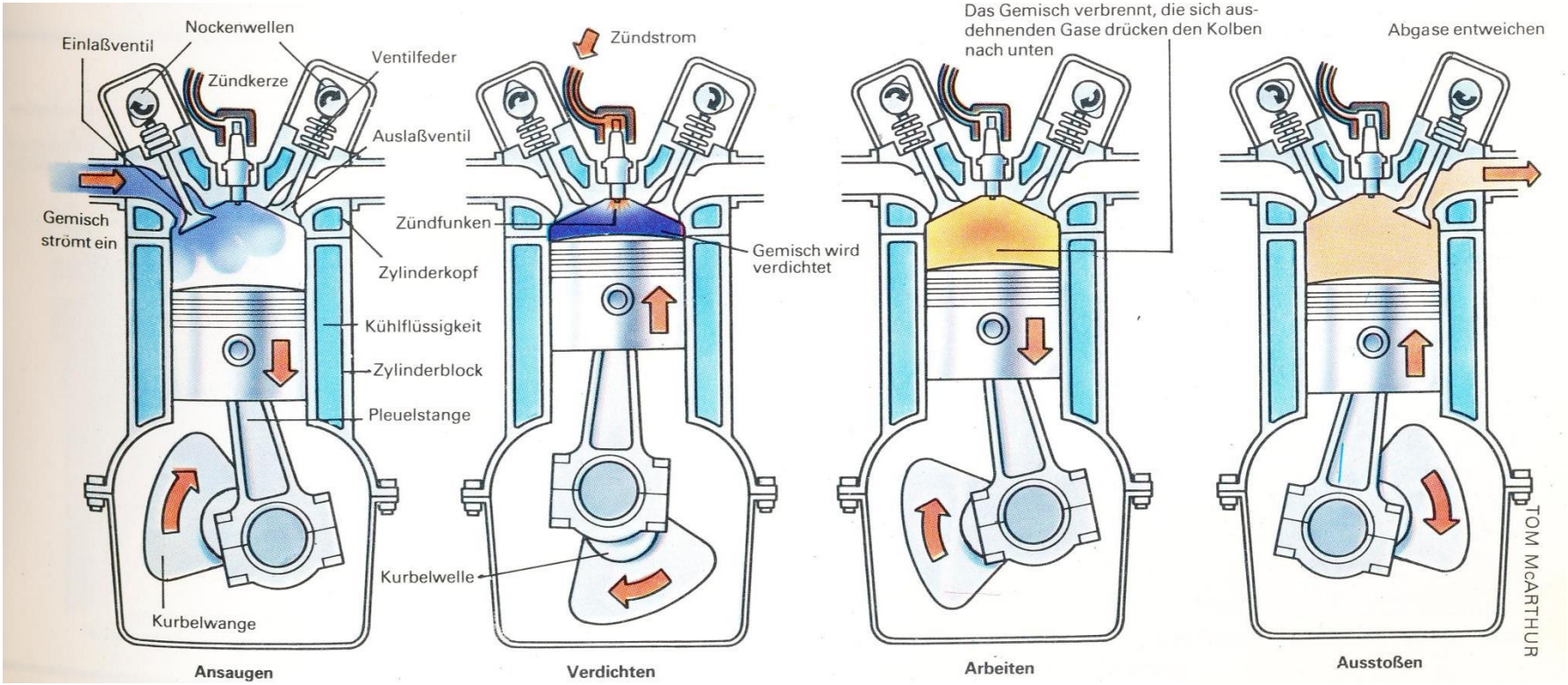


Versuchsmotor von 1876

4-Taktmotor



Funktionsprinzip 4-Taktmotor



Ansaugen	Verdichten	Arbeiten	Ausstoßen
1. Takt	2. Takt	3. Takt	4. Takt

4 -Takte im Zylinderraum

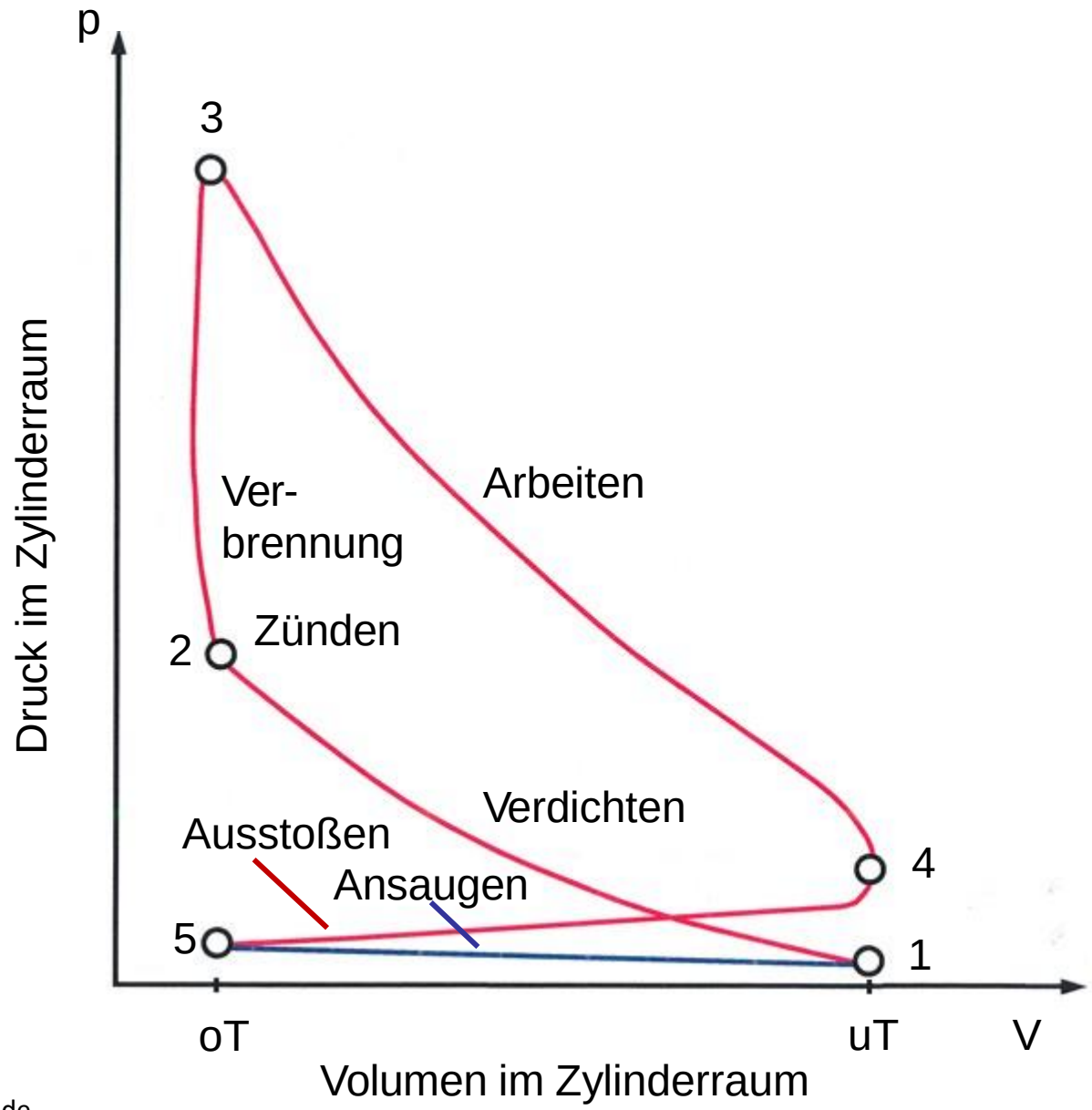
Takt 1 Ansaugen
Während der Drehbewegung zieht die Kurbelwelle den Kolben nach unten, wodurch im Zylinder ein bestimmter Unterdruck entsteht. Das Einlassventil wird geöffnet, das Gemisch strömt ein.

Takt 2 Verdichten
Durch die Bewegung der Kurbelwelle wird der Kolben im Zylinder nach oben geschoben und das Gemisch zusammengedrückt (verdichtet). Hat der Kolben seine höchste Stellung erreicht, gibt die Zündkerze einen Zündfunken ab.

Takt 3 Arbeiten
Das von dem Zündfunken gezündete Gemisch verbrennt, dehnt sich aus und drückt den Kolben nach unten. Hierdurch wird die Kurbelwelle gedreht und Arbeitsleistung erzielt.

Takt 4 Ausstoßen
Der Kolben steigt im Zylinder wieder nach oben. Das Auslassventil wird geöffnet und die verbrannten Gase werden aus dem Zylinder herausgedrückt.

p- V- Zustandsdiagramm Otto-Motor



Arbeitstakte Ottomotor

Im Otto-Motor wird ein zündfähiges Gemisch verdichtet und fremdgezündet. Die verwendeten Treibstoffe sind Benzin und Gas.

1 Der Kolben ist im unteren Totpunkt. Im Zylinderraum befindet sich ein zündfähiges Luftgemisch.

1 zu 2 Durch mechanische Energiezufuhr wird das Gas verdichtet. Der Kolben erreicht den oberen Totpunkt. Die Temperatur muss unter der Selbstzündgrenze des Gemisches bleiben. Die Verdichtung kann deshalb nicht auf einen so hohen Druck wie beim Dieselmotor erfolgen.

2 zu 3 Das Gemisch wird durch die Zündkerze gezündet und es verbrennt. Durch diese Energiezufuhr erhöht sich Druck.

3 zu 4 Die Verbrennungsgase expandieren und geben mechanische Energie ab.

4 zu 1 Es erfolgt des Auspuffen der Verbrennungsgase .

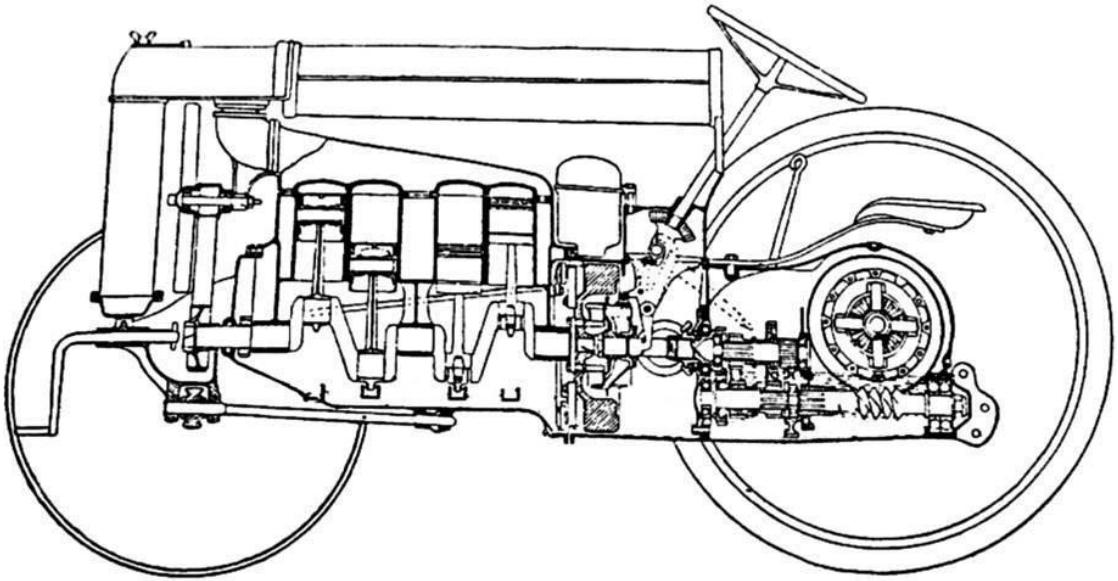
1 zu 5 Die Abgase werden ausgestoßen.

5 zu 1 Frisches Brennstoffgemisch wird eingesogen.

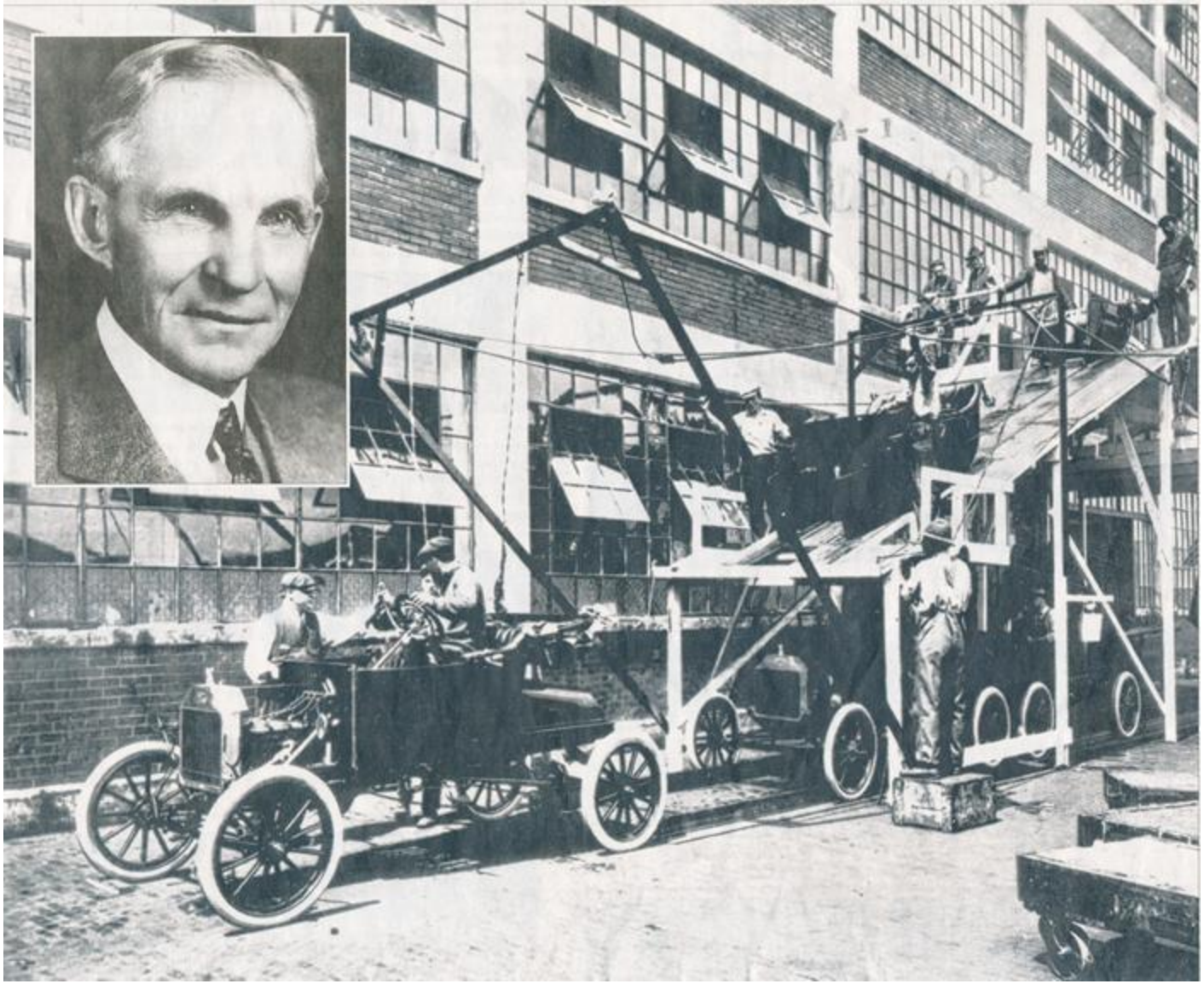
Fordson, 1917 erster Traktor in Blockbauweise

20 PS 4-Zylinder Vergaser-Motor (Petrolium), 3-Gang-Getriebe
Produktionskapazität 1918 bereits 131 Traktoren täglich





Fließbandfertigung bei Henry Ford – um 1915



2-Taktmotor

Verbrennungsmotor für



PKW



Kettensäge

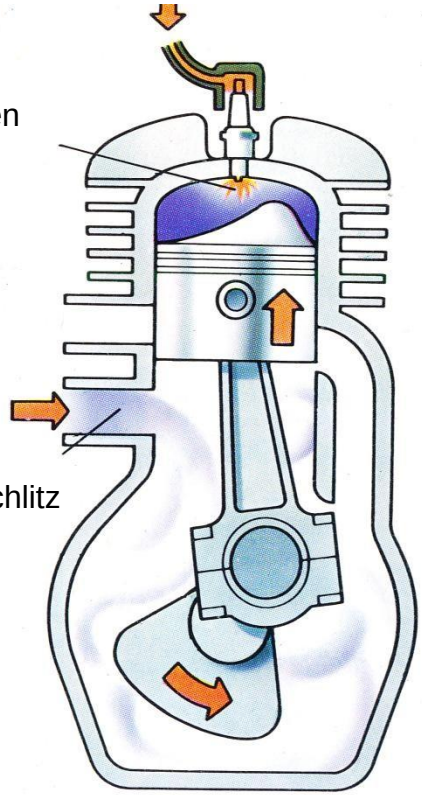


Motorsense

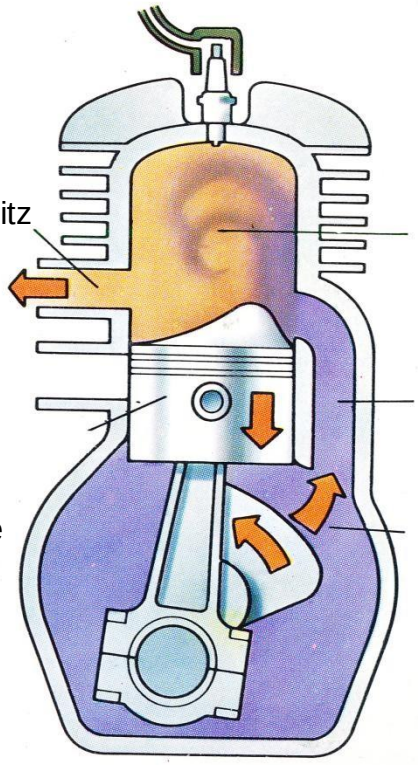
2 - Taktmotor



Funktionsprinzip 2-Taktmotor



Der aufsteigende Kolben verdichtet das Gemisch vor der Zündung und erzeugt im Kurbelgehäuse einen Unterdruck, der zu weiterem einströmen vom Gemisch führt



Der durch Verbrennung und Ausdehnung der Gase heruntergedrückte Kolben gibt den Auslassschlitz frei

Gemisch strömt ein und drückt die Abgase nach unten

Überströmschlitz

Der sich nach unten bewegende Kolben erzeugt im Kurbelgehäuse einen Überdruck, wodurch das Gemisch im Überschrömschlitz nach oben gepresst wird

Dieselmotor

Verbrennungsmotor für



Mähdrescher



Traktoren



PKW, LKW



Nutzfahrzeuge



Baumaschinen

Rudolf Diesel

1858 wird Rudolf Diesel wird in Paris geboren.
Als Zwölfjähriger erhält er eine Bronzemedaille für hervorragende Leistungen von der "Société Pour L'Instruction Elémentaire". Ende des Jahres kommt Rudolf nach Augsburg und tritt in die Gewerbsschule ein.
1880 schließt Diesel Studium an der Technischen Hochschule mit dem besten Examen seit Bestehen des Polytechnikums ab. 1881 - Diesel wird zum Direktor der Lindeschen Eisfabrik ernannt. Im September erhält er sein erstes Patent auf ein Verfahren zur Herstellung von Klareis in Flaschen. Diesel erhält 1893 das Patent für die später nach ihm benannte Verbrennungskraftmaschine mit hohem Wirkungsgrad.

Entwicklung des Dieselmotors in der Maschinenfabrik Augsburg mit finanzieller Beteiligung der Firma Friedrich Krupp. 1897 wird der Diesel-Viertaktmotor (zweiter Versuchsmotor) fertiggestellt. Er bringt es auf einen Wirkungsgrad von 26,2 Prozent. Damalige Dampfmaschinen nutzten nur bis zu zehn Prozent der eingesetzten Energie. Erste Patentstreitigkeiten und -klagen, die Diesel in den folgenden Jahren gesundheitlich zermürben sollten.
1913 ertrinkt Rudolf Diesel unter mysteriösen Umständen auf der Überfahrt nach England im Ärmelkanal.

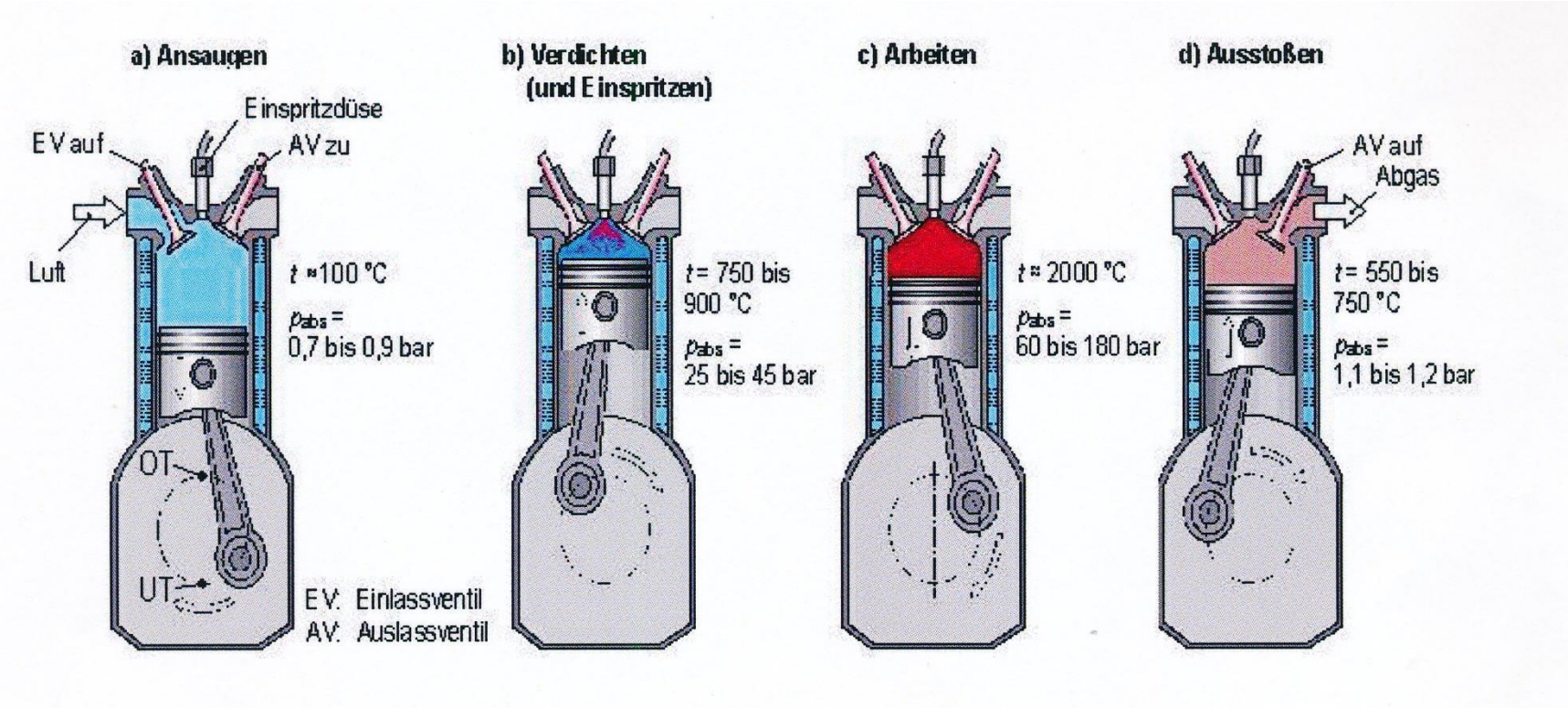


1858 -1913

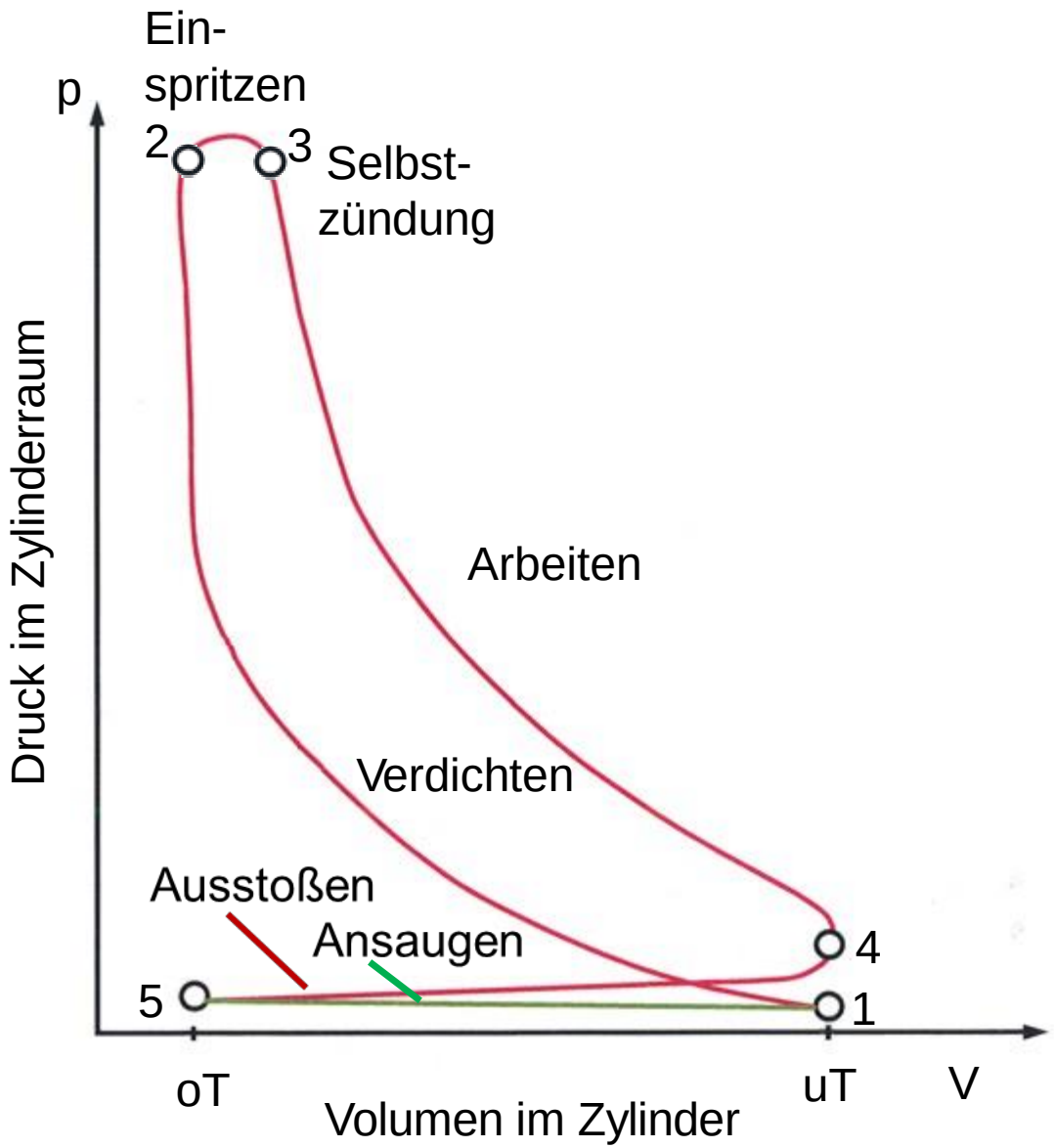
Dieselmotor



Funktionsprinzip Dieselmotor



p - V - Zustandsdiagramm Dieselmotor



Arbeitstakte Dieselmotor

Der Dieselmotor arbeitet nach dem 4-Taktprinzip. Luft wird stark verdichtet und Brennstoff wird eingespritzt, welcher in der heißen Luft selber zündet. Die verwendeten Treibstoffe sind Dieselöle.

1 Der Kolben ist im unteren Totpunkt. In ihm befindet sich nur Luft.

1 zu 2 Mit mechanischer Energiezufuhr wird das Gas verdichtet. Der Kolben erreicht den oberen Totpunkt. Die Temperatur muss genügend hoch sein, damit sich der im folgenden eingespritzte Treibstoff selber entzündet.

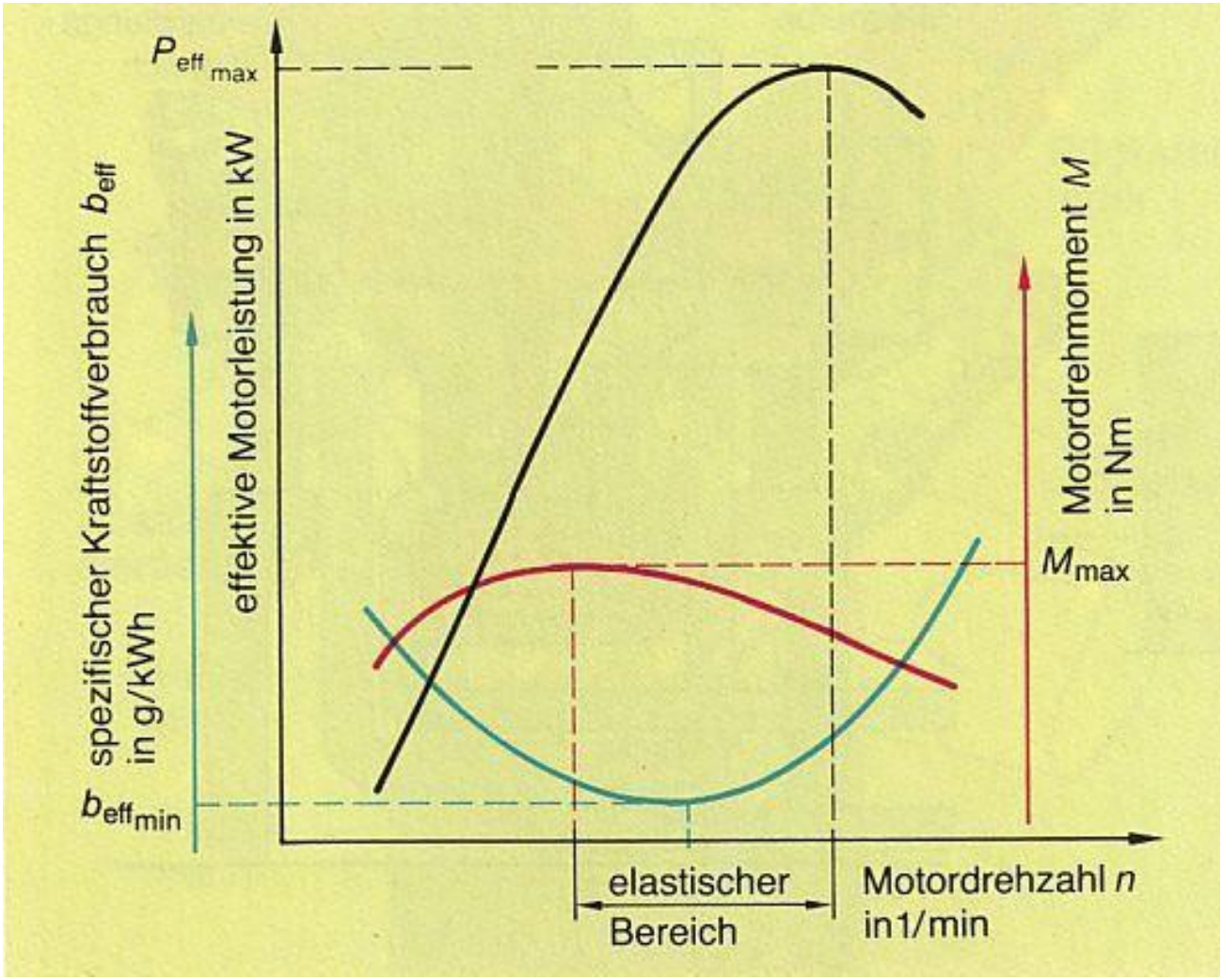
2 zu 3 Treibstoff wird unter hohem Druck eingespritzt. In der heißen Luft entzündet sich der Treibstoff und verbrennt .

3 zu 4 Die Verbrennungsgase expandieren und geben mechanische Energie ab.

4 zu 5 Es erfolgt des Ausstoßen der Verbrennungsgase und mit ihnen die Abgabe der Abwärme.

5 zu 1 Frische Luft wird eingesogen.

Kennlinien eines 4 - Takt - Motors



Quelle: www.michael-bosch.net

Kennlinien eines 4 - Taktmotors

Motordrehmoment (M in Nm)

Das maximale Drehmoment (M_{max}) liegt bei mittlerer Drehzahl an. Bei der höheren Nenndrehzahl n_{max} ist das nutzbare Drehmoment kleiner. Bei einem Drehzahlabfall infolge erhöhter Belastung – beispielsweise Traktor mit Bodenbearbeitungsgerät fährt von leichten in schwere Bodenverhältnisse - kommt es zu einem Drehmomentanstieg. Der Motor geht bei erhöhtem Kraftbedarf nicht sofort aus.

Maximale Motorleistung (P_{max} in kW)

Maximale Motorleistung (P_{max}) wird erreicht, wenn nach

$$P = M\ 2\pi\ n$$

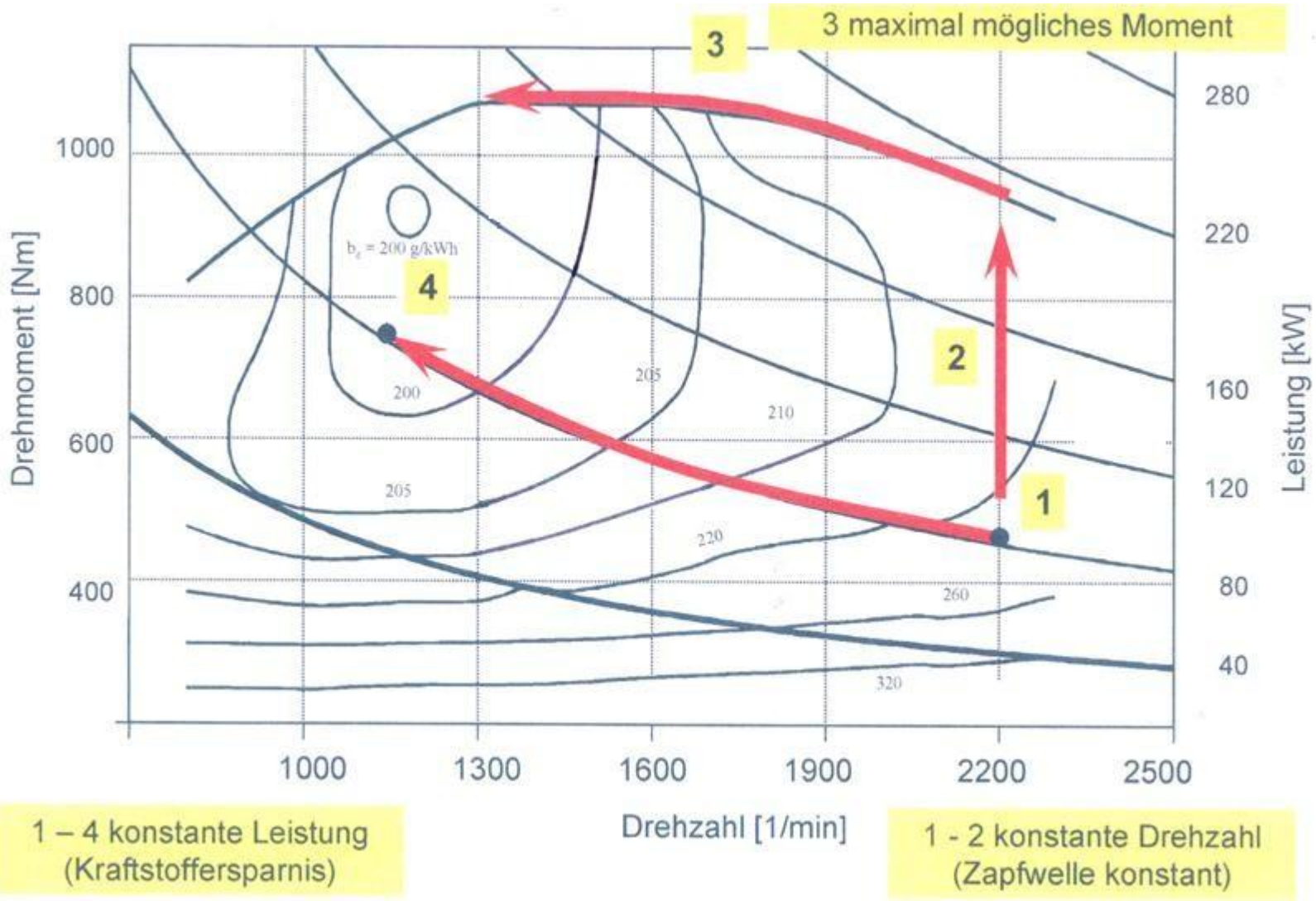
das Produkt aus Drehzahl und Drehmoment am höchsten ist.

Der elastische Drehzahlbereich liegt zwischen M_{max} und P_{max}.

Spezifischer Kraftstoffverbrauch (b_{eff} in g/kWh)

Indikator für die Effizienz des Motors. Das Optimum liegt bei mittlerer Drehzahl.

Kennfeld eines Dieselmotors – Muscheldiagramm
Optimieren von Betriebspunkten



„Elfer-Deutz“ (11 PS), 1932

Als „Bauernschlepper“ in Großserie gebaut
Wegbereiter kleiner Allzwecktraktoren in Deutschland



1932 Erste Luftreifen für Traktoren

Getriebekonzepte

Hauptaufgabe

- Anpassung von Fahrgeschwindigkeit und Drehmoment an die jeweilige Arbeit:

  Untersetzung der hohen Motordrehzahl in die niedrige Drehzahl der Achse

  Wandlung des niedrigen Drehmomentes am Motor in ein hohes Drehmoment an der Achse (Drehzahl/Drehmoment-Wandler)

Weitere Aufgaben

- Umkehr der Drehrichtung/Fahrtrichtung
- Antrieb der Nebenabtriebe wie Zapfwelle und Allradantrieb
- Tragen (Blockbauweise)

Bauarten:

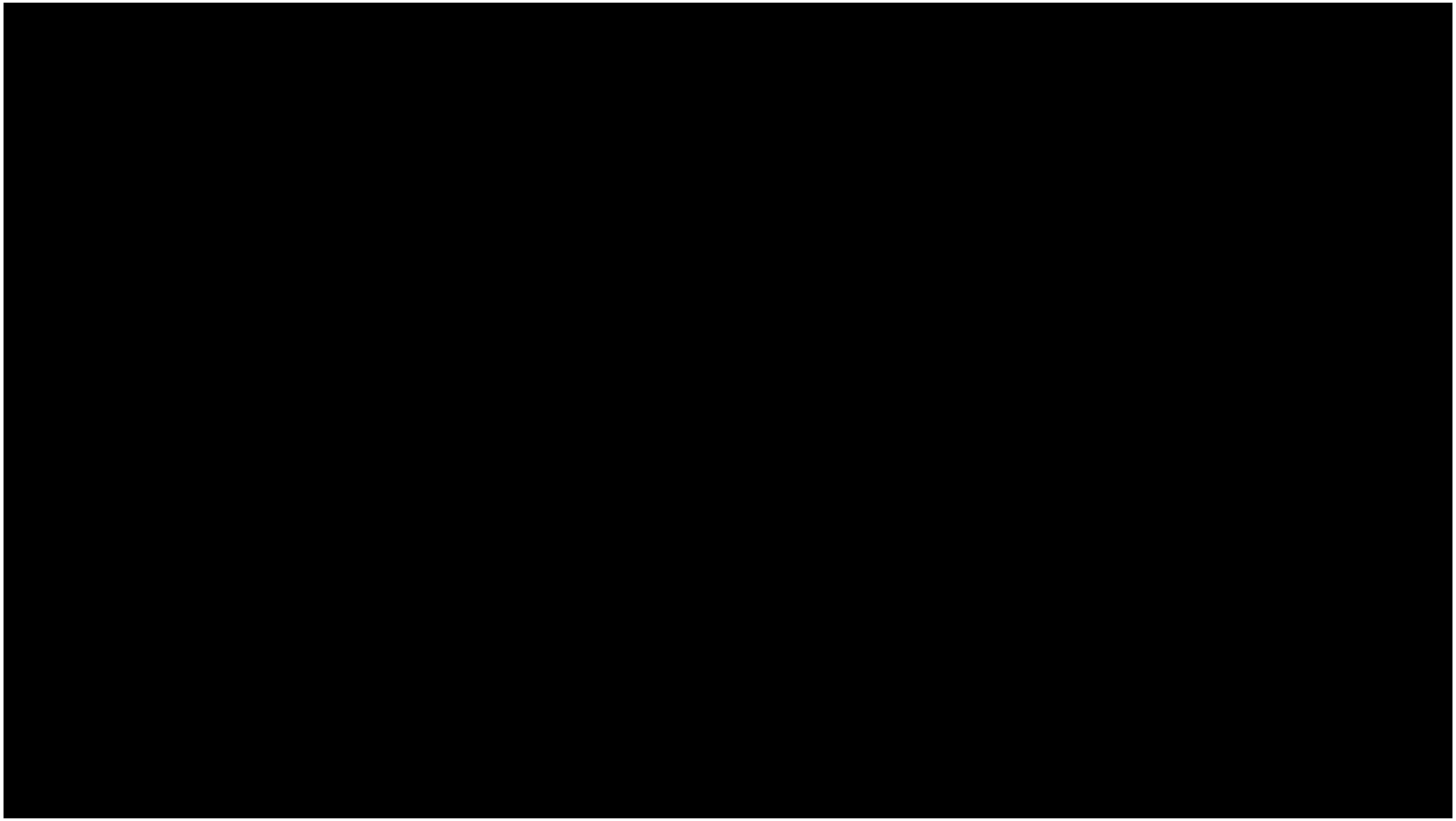
Schaltgetriebe

- Schaltung mit Lastunterbrechung
- Teillastschaltung
- Vollastschaltung

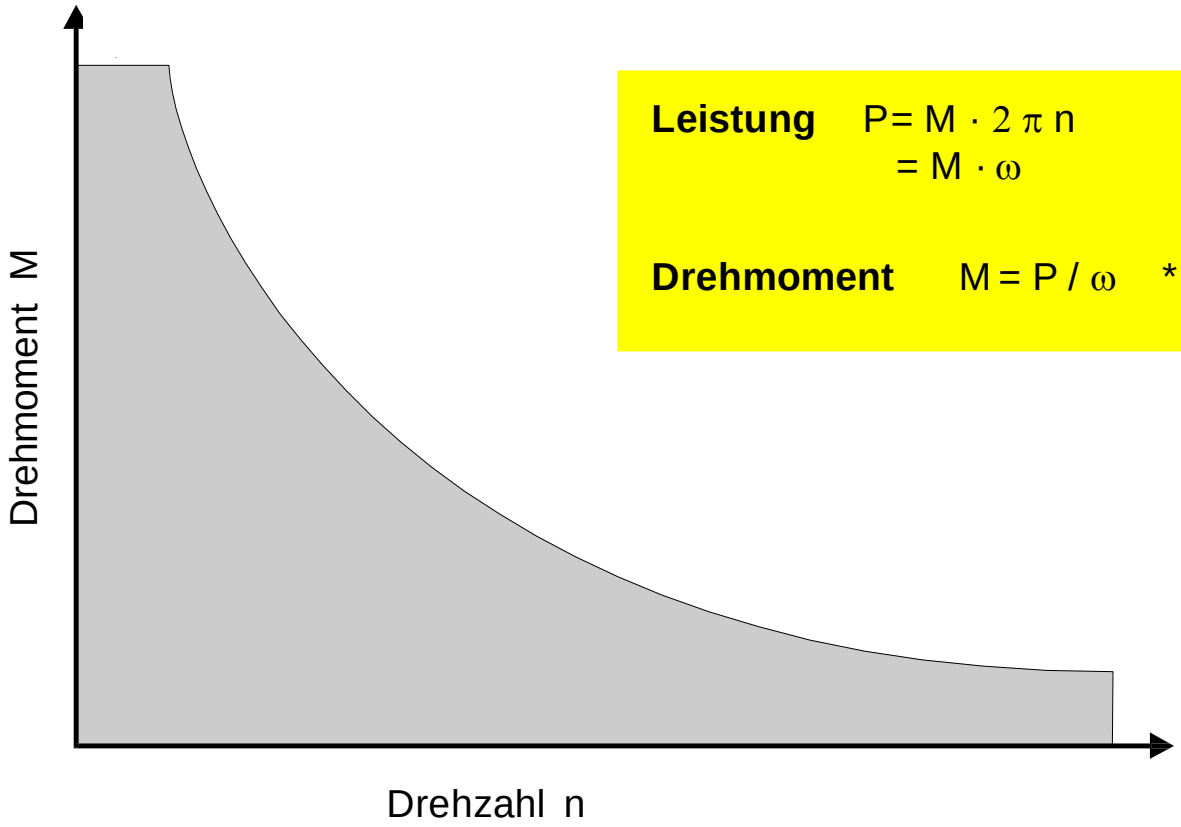
Stufenlose Getriebe

- Mechanische
- Hydrostatische
- Leistungsverzweigte

Schaltgetriebe



Leistungshyperbel für ein Antriebssystem

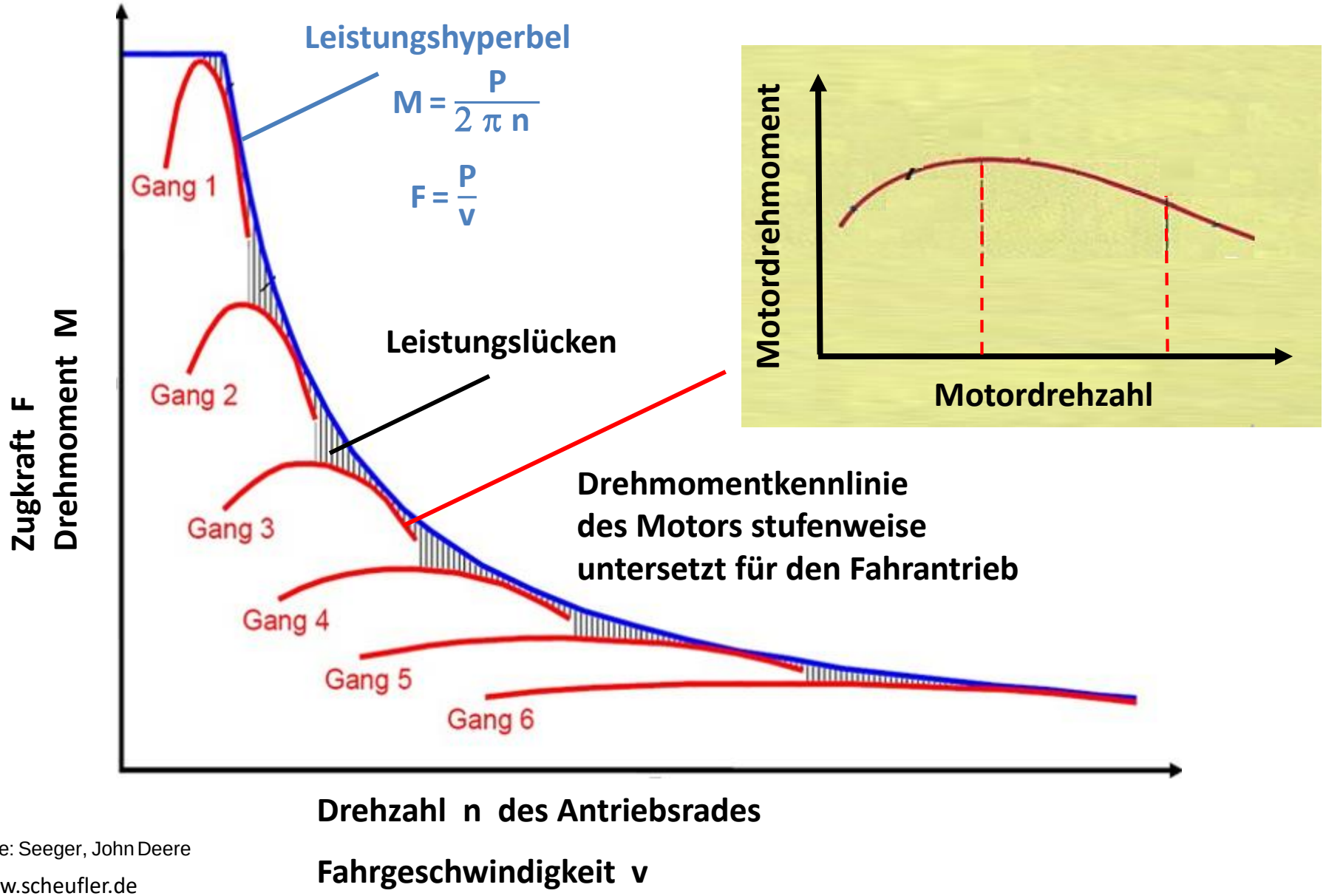


Leistung $P = M \cdot 2 \pi n$
$= M \cdot \omega$

Drehmoment $M = P / \omega$ *

* $y = k / x$ Hyperbel

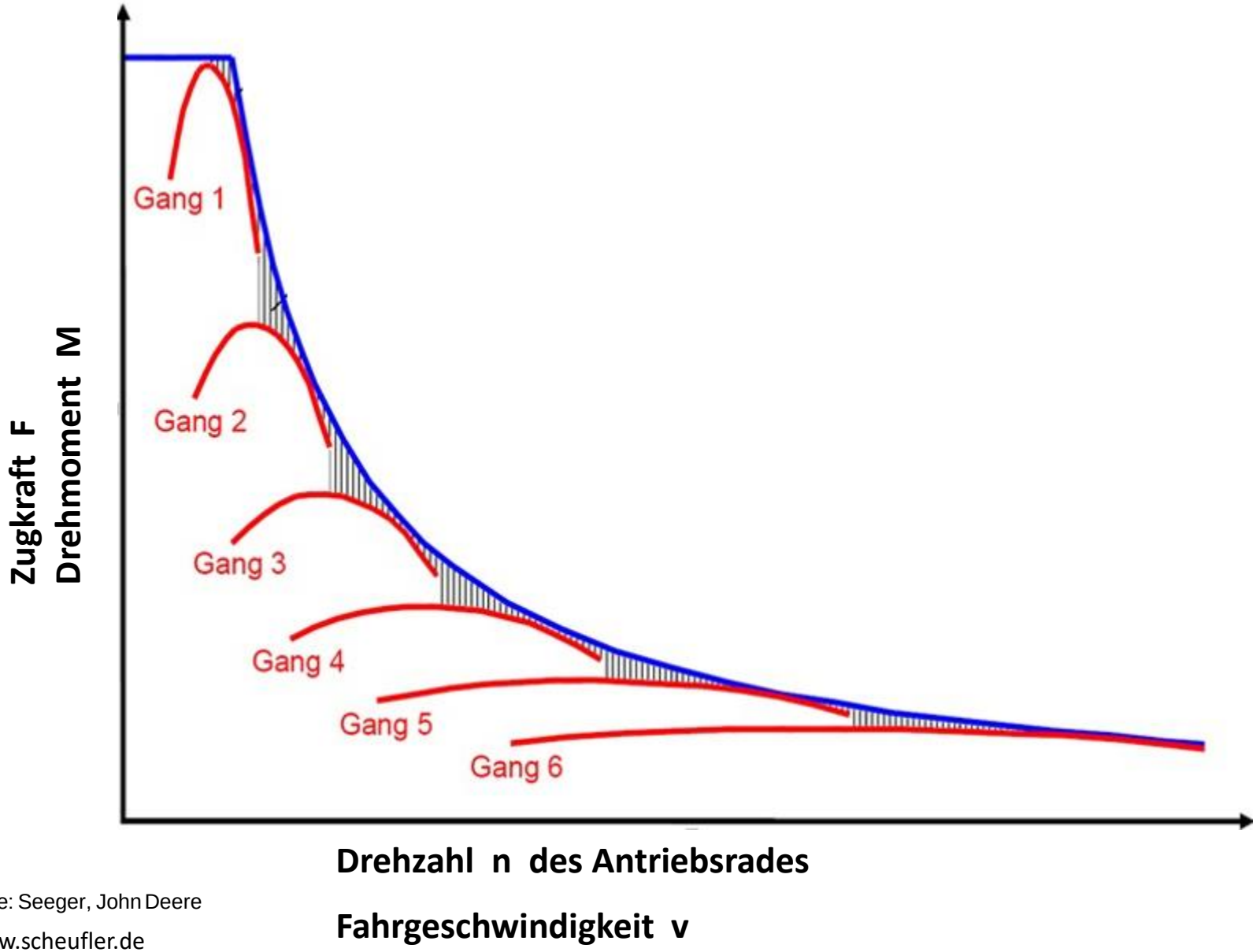
Motor- und Fahrdiagramm



Quelle: Seeger, John Deere

www.scheufler.de

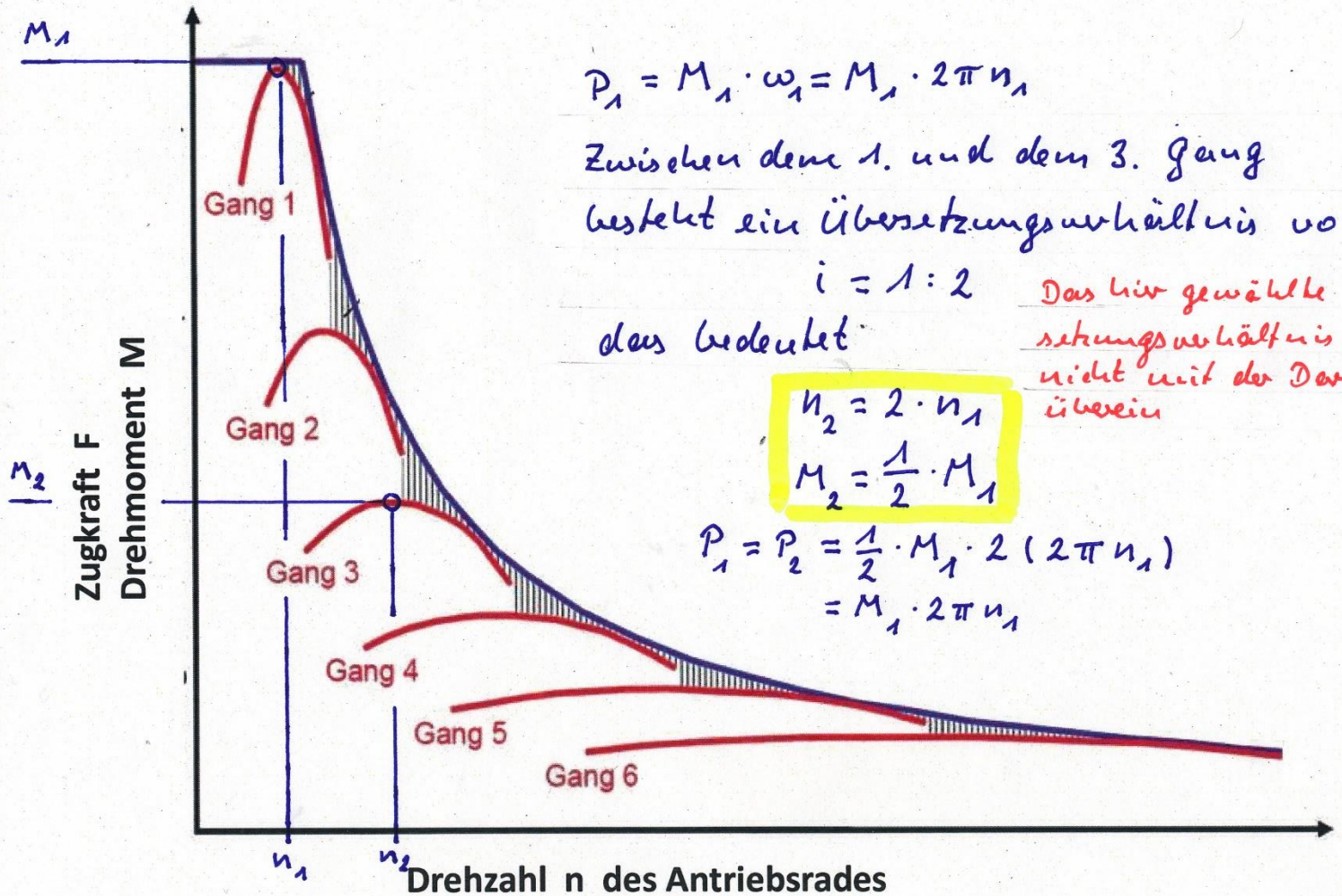
Motor- und Fahrdiagramm - Aufgabe



Quelle: Seeger, John Deere

www.scheufler.de

Motor- und Fahrdiagramm - Aufgabe



$P_1 = M_1 \cdot \omega_1 = M_1 \cdot 2\pi n_1$

Zwischen dem 1. und dem 3. Gang besteht ein Übersetzungsverhältnis von

$i = 1 : 2$

das bedeutet

$n_2 = 2 \cdot n_1$

$M_2 = \frac{1}{2} \cdot M_1$

Das hier gewählte Übersetzungsverhältnis stimmt nicht mit der Darstellung überein

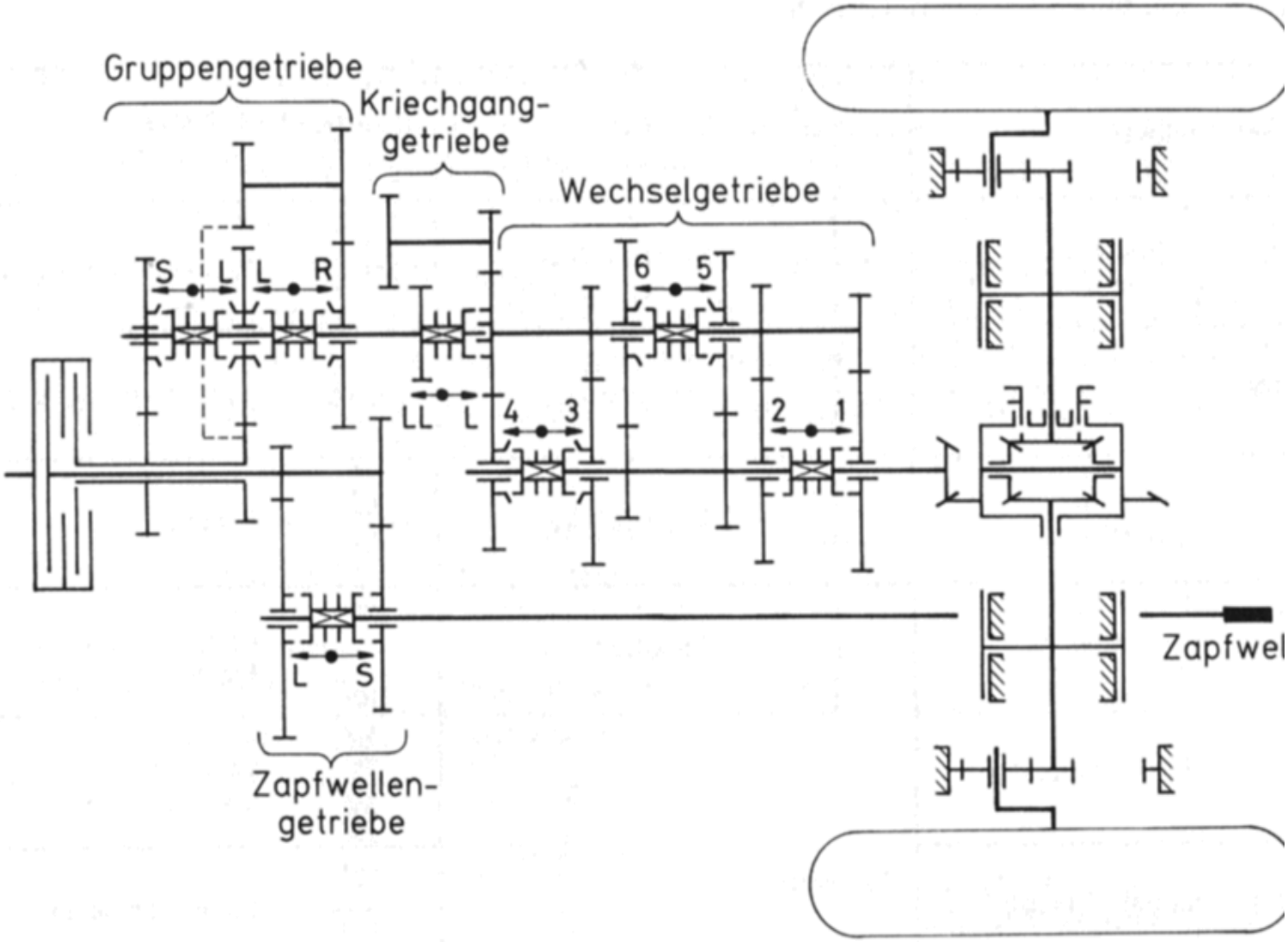
$P_1 = P_2 = \frac{1}{2} \cdot M_1 \cdot 2 (2\pi n_1)$

$= M_1 \cdot 2\pi n_1$

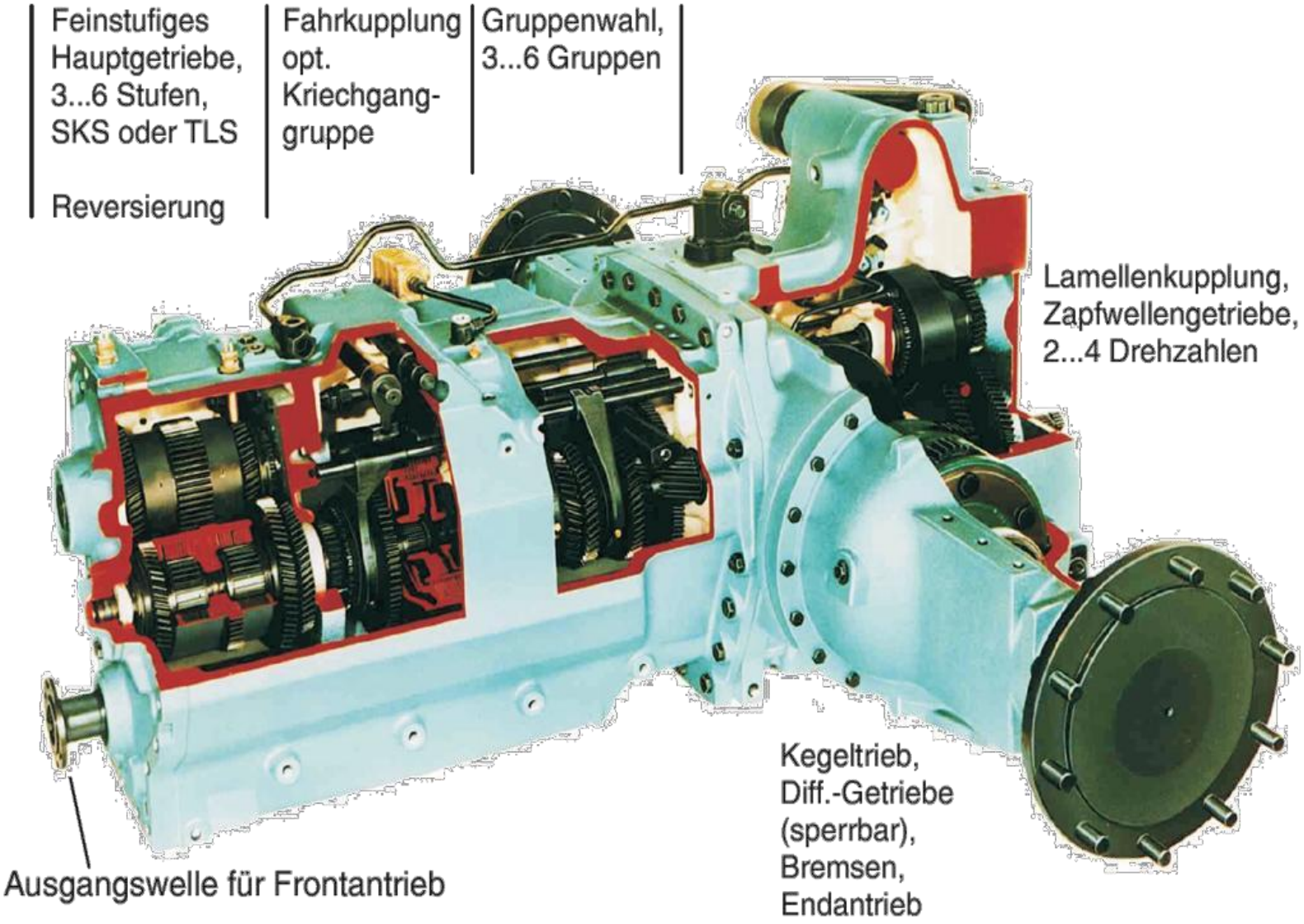
Quelle: Seeger, John Deere

www.scheufler.de

Beispiel: Getriebeschema eines Traktorgetriebes

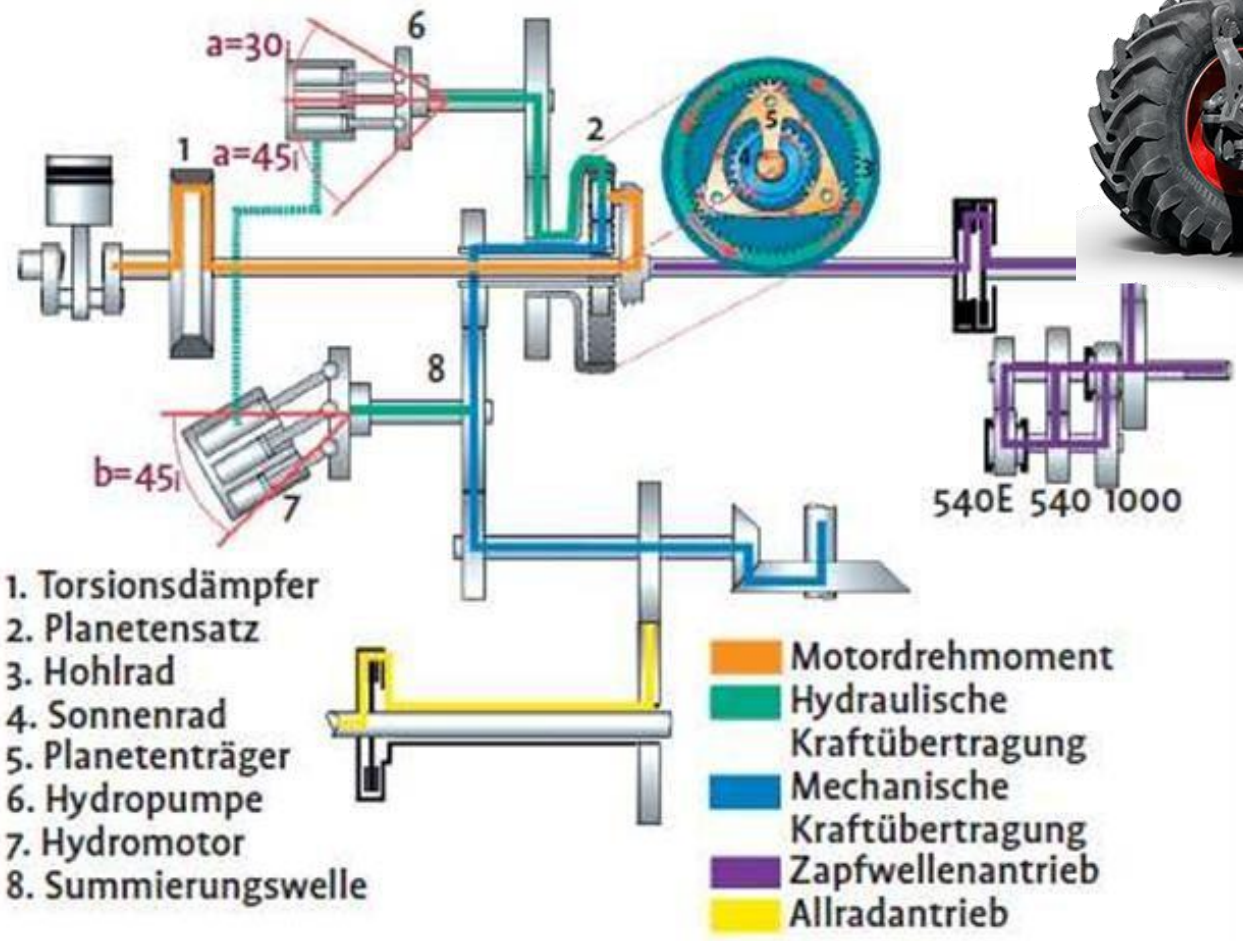


Funktionsgruppen eines Stufengetriebes
Technologiestufen III bis IV



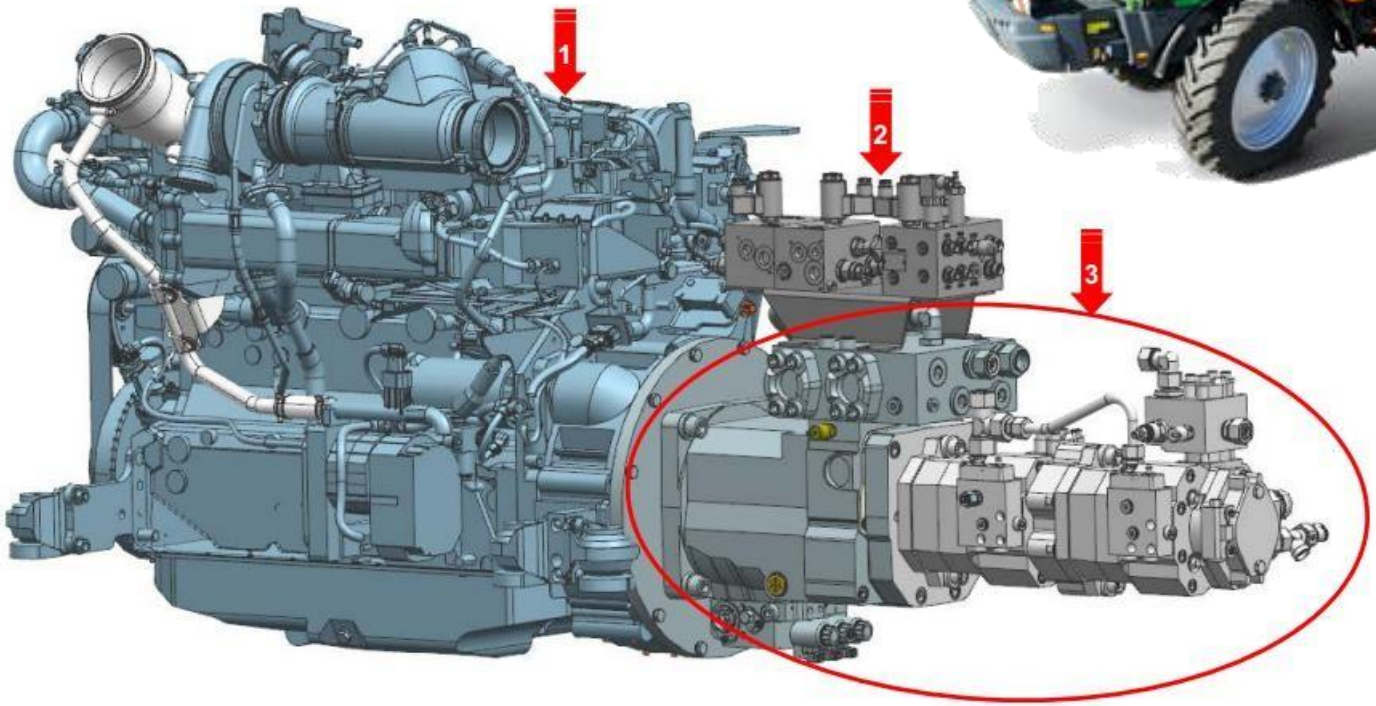
Leistungsverzweigung Fendt Vario-Getriebe





Getriebekonzepte - Pflanzenschutzspritze





1 - Deutz Dieselmotor TCD 6.1 L6

2 - Ventilblöcke Spurkorrektur / Parkbremse

3 - Pumpenstrang

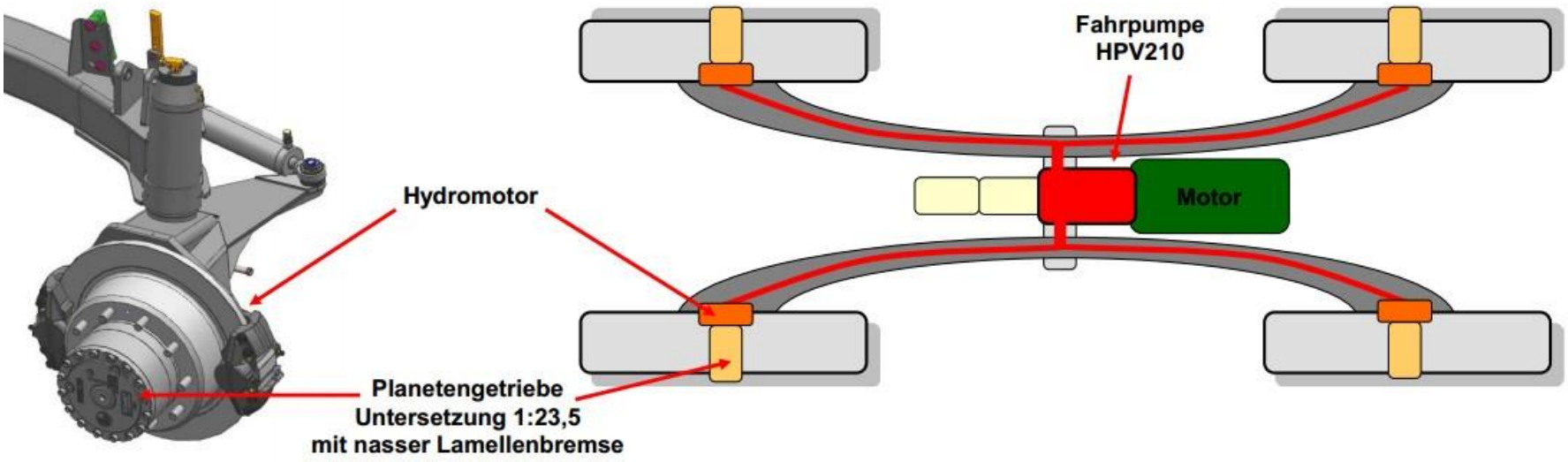
www.scheufler.de

Hydrostatischer Fahrantrieb

Übersicht

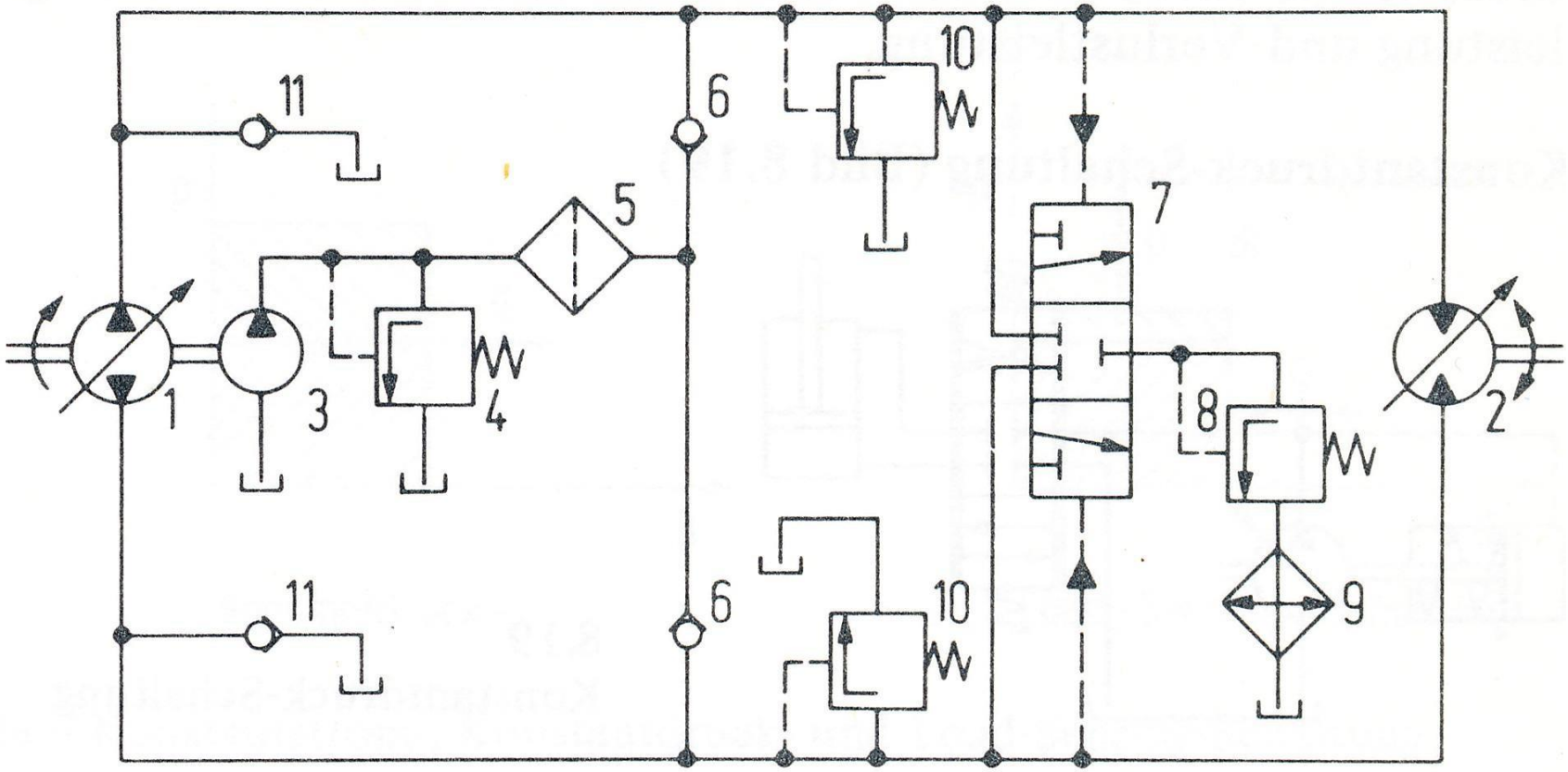
Schnell laufende Hydraulik mit Untersetzungsgetriebe am Rad

- Jederzeit hohe Drehmomente
- Keine Umstellung von Fahrstufen
- Möglichkeit von großen Raddurchmessern

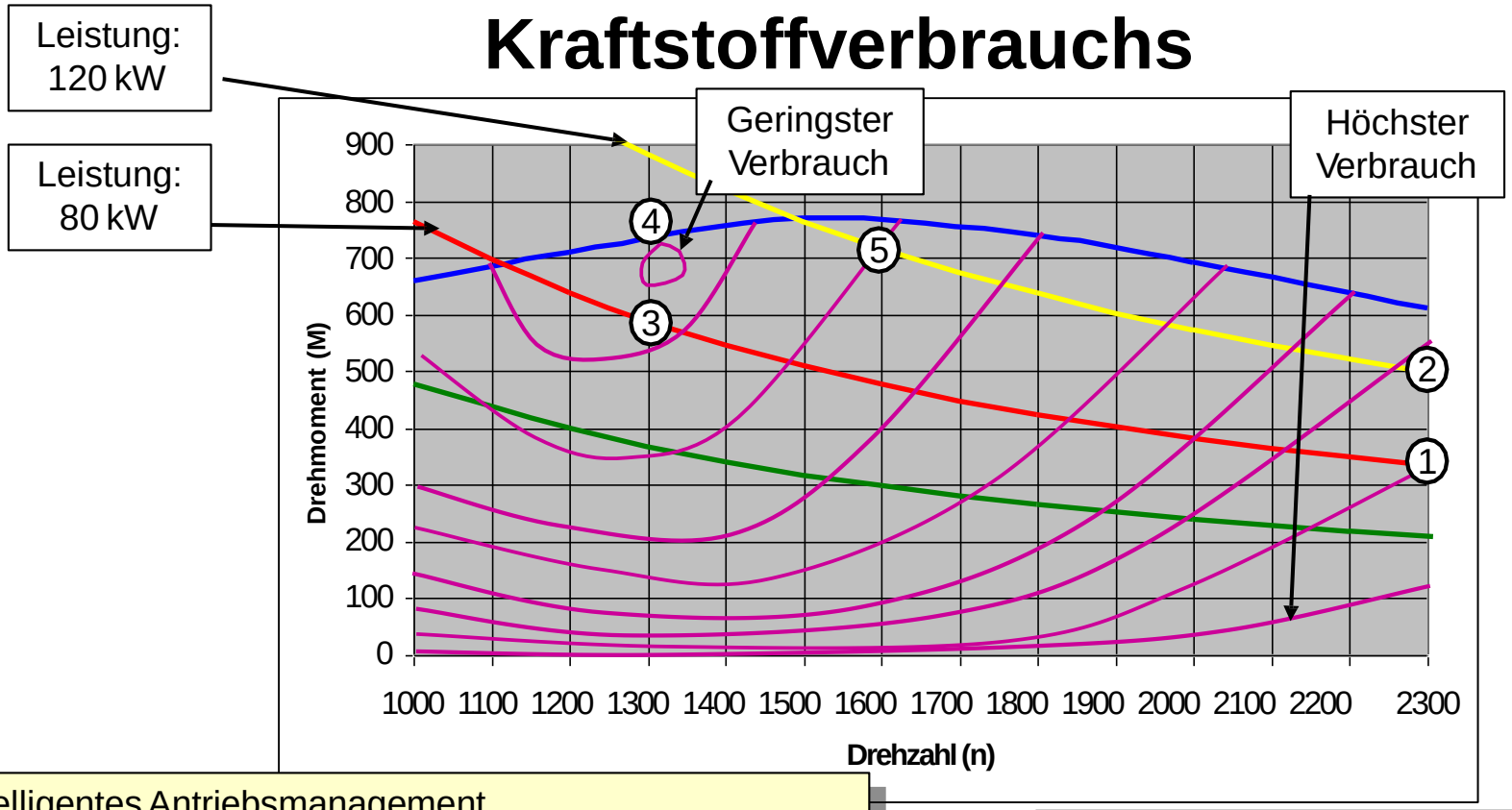


- Die verstellbare Axialkolbenpumpe liefert Ölstrom zum Hydromotor
- Jeder Hydromotor ist individuell drehzahlgeregelt
- Eine feste Untersetzung im Planetengetriebe treibt das Rad an

Hydraulischer Schaltplan für Fahrantrieb stark vereinfacht



Muscheldiagramm mit Kurven gleichen Kraftstoffverbrauchs



Intelligentes Antriebsmanagement

③ bis ④: Kleinere Leistungsschwankungen:
- der Motor bleibt bei 1300 U/min

⑤. Hohe Leistungsanforderungen
- Automatische Erhöhung der Drehzahl auf 1600 U/min
- die Geschwindigkeit bleibt konstant

Standard

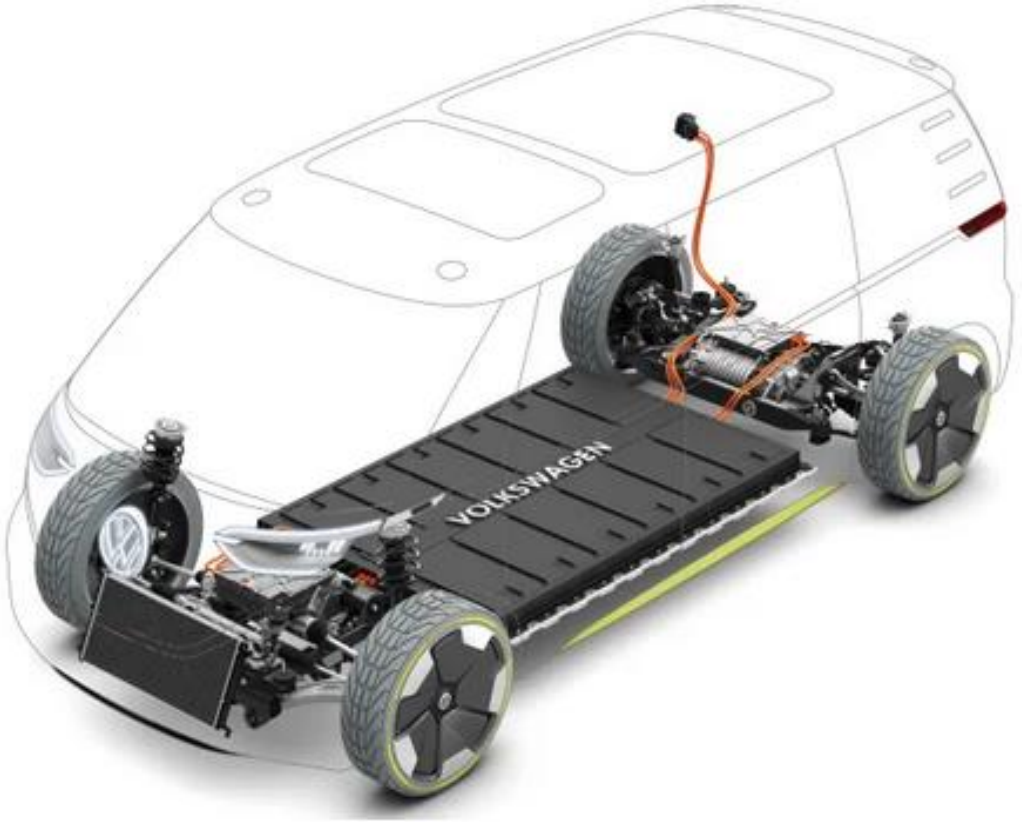
① bis ② : Leistungserhöhung von 120 kW (Bergfahrt) ohne Drehzahl-anpassung

ca. 10% Verbrauchsreduktion in der Praxis

Elektrisches Antriebssysteme

Elektromotoren in Verbindung mit Batterie

E-Auto mit Skateboard-Architektur



Elektrisches Antriebssystem

Die wichtigsten Baugruppen eines Elektroautos sind der **Akku,** die **Elektromotoren** und die **Leistungselektronik**.
Bei der Anordnung der Komponenten im Fahrzeug hat sich die so genannte "**Skateboard**"**-Architektur** durchgesetzt: Der Akku liegt zwischen den Achsen im Unterboden, der Elektromotor und die Leistungselektronik an Vorder- und/oder Hinterachse. Die Karosserie wird dann über dieses Skateboard "gestülpt". Diese Unterflur-Architektur garantiert einen **niedrigen Schwerpunkt** und ermöglicht eine etwas **bessere Raumnutzung** als bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor.

Batterie

Lithium-Ionen-Batterien zeichnen sich außerdem durch **hohe Zyklenfestigkeit** (Ladung/Entladung) aus.
Die im Elektroauto eingesetzten Akkus haben ein ausgeklügeltes **Thermomanagement**. Dieses sorgt maßgeblich für eine **lange Lebensdauer** der Batteriezellen. Es stellt einerseits sicher, dass die Zellen nicht überhitzen, und steuert andererseits bei Kälte die Temperierung sowie die Leistungsabgabe, damit die Zellen nicht beschädigt werden.

Elektrisches Antriebssystem

Vorteile

- Kein Co2 – Ausstoß
- Hoher Wirkungsgrad größer 90 % (Verbrenner 25 %)
- Kein Getriebe erforderlich
- Hohes Drehmoment beim Start
- Rekuperation
- Verschleißarm
- Wartungsfreundlich

Nachteile

- Energiedichte der Batterie
- Mangelhafte Reichweiten
- Herstellung der Batterie
- Nachladen der Batterie

Widerspruch

- Die elektrischen Antriebe müssten im Sinne des Klimaschutzes in kleinere und leichte Fahrzeuge und nicht in SUV‘s eingebaut werden.

Elektrisches Antriebssystem

Frage:

Wie sehen die Antriebssystem in Zukunft bei schweren Nutzfahrzeugen aus?

Schwere Nutzfahrzeuge sind beispielsweise

- Traktoren
- Baumaschinen
- Lkw‘s





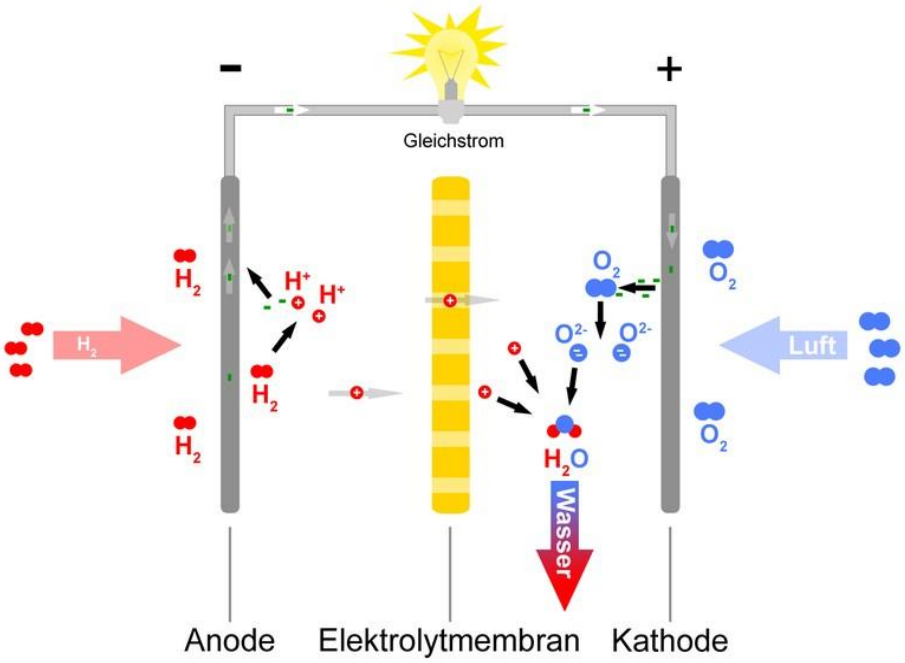


Elektromotoren in Verbindung mit Brennstoffzelle

Spannungserzeugung mit Brennstoffzelle

Eine Brennstoffzelle besteht aus Elektroden, die durch eine semipermeable Membran oder einen Elektrolyt (Ionenleiter) voneinander getrennt sind.
Die Elektrodenplatten/Bipolarplatten bestehen meist aus Metall oder Kohlenstoffnanoröhren. Sie sind mit einem Katalysator beschichtet, zum Beispiel mit Platin oder mit Palladium

Als Elektrolyten können beispielsweise gelöste Laugen oder Säuren, Alkalicarbonatschmelzen, Keramiken oder Membranen dienen. Die Energie liefert eine Reaktion von Sauerstoff mit dem Brennstoff, der Wasserstoff sein kann, jedoch ebenso aus organischen Verbindungen wie z. B. Methan oder Methanol bestehen kann. Beide Reaktionspartner werden über die Elektroden kontinuierlich zugeführt.



Vorteil der Brennstoffzelle
Die chemische Energie der Reaktion wird direkt in elektrische Energie gewandelt, es entstehen kaum Verluste.

Allis-Chalmers Traktor mit Brennstoffzelle 1959

- 20 PS DC Elektromotor
- 1008 Brennstoffzellen in 112 Einheiten von 9 Zellen in vier Bänken
- Weltweit erstes Brennstoffzellen Fahrzeug.

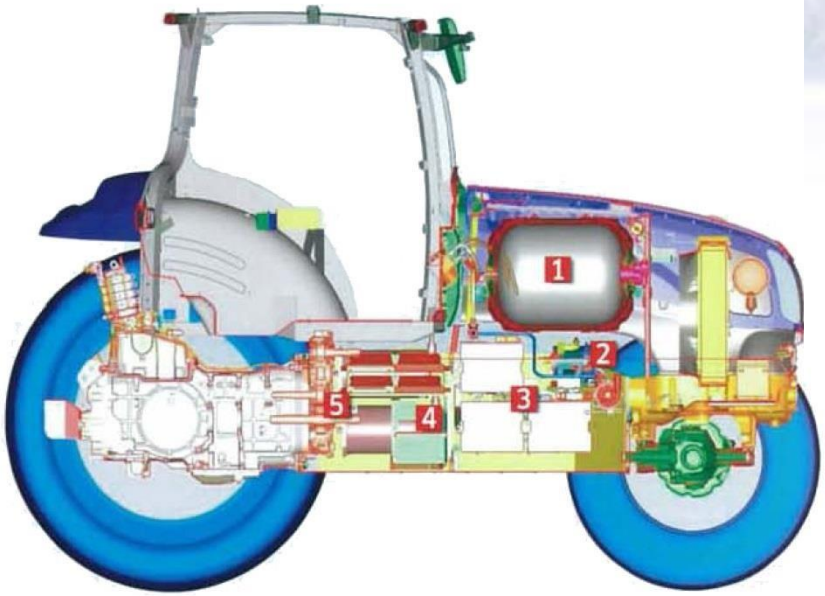


Quelle: Smithsonian Institute, http://www.si.edu/

Allis-Chalmers Traktor mit Brennstoffzelle 1959



Moderner Traktor mit Brennstoffzelle - New Holland 2009





Der Wasserstoff kommt aus dem Tank (1) zusammen mit dem Sauerstoff aus der per Kompressor (2) verdichteten Luft in die Brennstoffzellen (3). Der entstehende elektrische Strom wird über entsprechende Widerstände und Inverter (4) zu den zwei Elektromotoren (5) geleitet. Diese treiben sowohl den Antriebsstrang als auch Zapfwelle und Ölpumpen an.

Quelle: New Holland