

40 Alternative Antriebe

Alternative Antriebe (alternativ, lat.-franz.: wahlweise, andere Möglichkeit) sind:

- Elektroantrieb und
- Hybridantrieb.

Bei beiden Antriebsarten werden **Drehstrom-Elektromotoren** verwendet. Zusätzlich kommt beim **Hybridantrieb** (hybrid, lat.: Mischling) noch ein Otto- oder Dieselmotor zum Einsatz.

40.1 Elektroantrieb

→ Der **Elektroantrieb** besteht aus der **Antriebsbatterie**, auch Traktions- (Traktion, lat. ziehen) oder Hochvoltbatterie genannt, dem **Elektromotor/Generator** (Drehstrommotor/Drehstromgenerator) mit der **Leistungs- und Steuerelektronik**, dem **Getriebe** (meist einstufiges Getriebe) und dem **Achsgetriebe mit Ausgleichsgetriebe** (Abb. 1 und 2).

Mithilfe der **Leistungs- und Steuerelektronik** können verschiedene Fahrprofile, abhängig von der max. Leistung, der max. Reichweite, der max. Geschwindigkeit und dem max. Drehmoment, gewählt werden.

→ Der **Elektroantrieb** erhält seine Energie aus **Antriebsbatterien**, z. B. Lithium-Ionen-Batterien (s. Kap. 16.2) oder aus **Brennstoffzellen** (s. Kap. 41.4.2).

Vorteile gegenüber Verbrennungsmotoren sind:

- Elektromotoren laufen selbstständig an,
- sie sind einfacher aufgebaut und haben sehr viel weniger bewegliche und unbewegliche Teile,
- es gibt keine schwingenden Massen,
- kein Energieverbrauch im Stand,
- geringere Geräusentwicklung,
- höherer Wirkungsgrad,
- keine Emissionen im Betrieb,
- Abgas- und Abgasreinigungsanlage sowie Öl-, Ölfilter- und Luftfilter gibt es nicht und
- Elektromotoren sind deshalb wartungsarm.

Nachteile gegenüber Verbrennungsmotoren sind:

- geringere Reichweite,
- lange Batterieladezeiten,
- Ladeverluste während der Aufladung der Batterie,
- Aufwand für die elektrische Heizung,
- hohe Herstellungskosten und
- geringere Nutzlast wegen der großen Batteriemasse.

40.1.1 Drehstrommotoren

Drehstrommotoren sind aufgrund ihrer guten Leistungs- und Drehmomentcharakteristik für den Fahrzeugantrieb geeignet. Sie liefern schon von Beginn an ein hohes Drehmoment und schon bei geringen Drehzahlen eine mittlere Leistung (Abb. 1, S. 396).

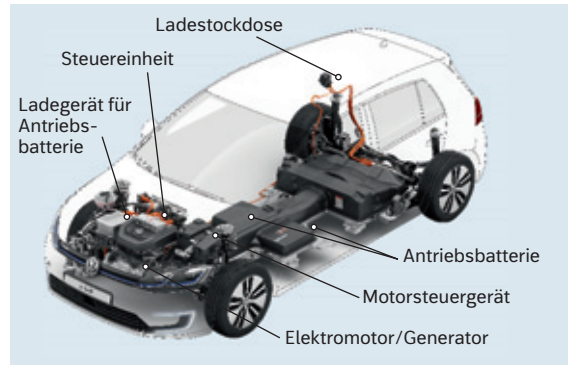


Abb. 1: Elektroantrieb

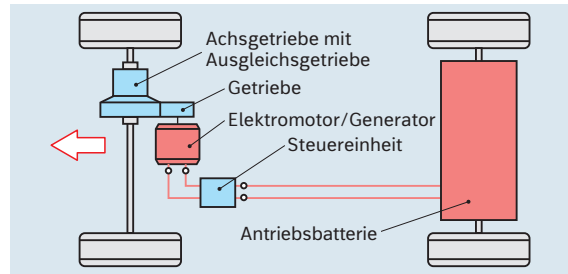


Abb. 2: Schema eines Elektroantriebs

Für **Kraftfahrzeuge** werden **Drehstrom-Asynchronmotoren** (asynchron, griech.-lat.: nicht gleichlaufend) und **Drehstrom-Synchronmotoren** (synchron, griech.-lat.: gleichlaufend) verwendet.

Drehstrom-Asynchronmotor

Der Drehstrom-Asynchronmotor ist schleifringlos und besteht im Wesentlichen aus dem **Stator** (Ständer) mit den Drehstromwicklungen und dem **Rotor** (Läufer) mit der Rotorwicklung (Abb. 2, S. 396). Die Rotorwicklung ist eine Kurzschlusswicklung, d.h. Anfang und Ende der Wicklung sind miteinander verbunden. Fließt durch die Drehstromwicklungen jeweils ein Wechselstrom, entsteht um diese herum ein **magnetisches Drehfeld** (s. Kap. 17.2). Durch dieses wird in der Kurzschlusswicklung eine Spannung induziert (s. Kap. 15.12.1). Aufgrund der induzierten Spannung entsteht ein Stromfluss in der Kurzschlusswicklung. Dieser bewirkt ein Magnetfeld um die Kurzschlusswicklung. Das Magnetfeld und damit der Rotor werden vom magnetischen Drehfeld in Drehung versetzt. Die Rotordrehzahl liegt immer unterhalb der Drehfelddrehzahl (asynchrones Verhalten), da sonst im Rotor keine Spannung induziert wird.

Drehstrom-Synchronmotor

Der Drehstrom-Synchronmotor wird als permanentmagneterregter **Außen- oder Innenläufermotor** eingesetzt. Durch die Verwendung von Permanentmagneten entfallen die Schleifringe. Im Außenläufermotor sitzt der rotierende Teil des Motors mit den Permanent-

40 Alternative Antriebe

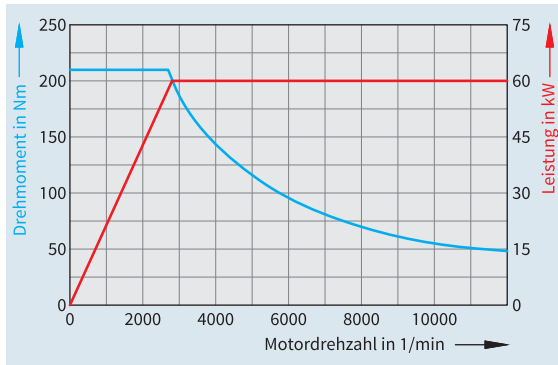


Abb. 1: Leistungs- und Drehmomentkennlinie eines Drehstrom-Synchronmotors

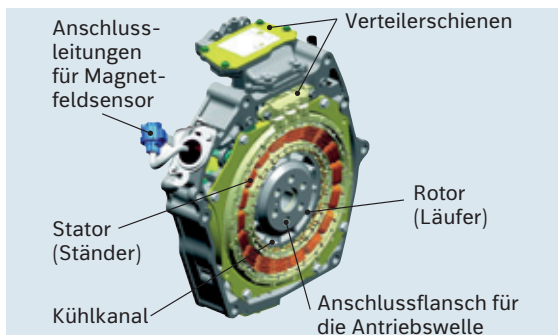


Abb. 2: Drehstrom-Asynchronmotor

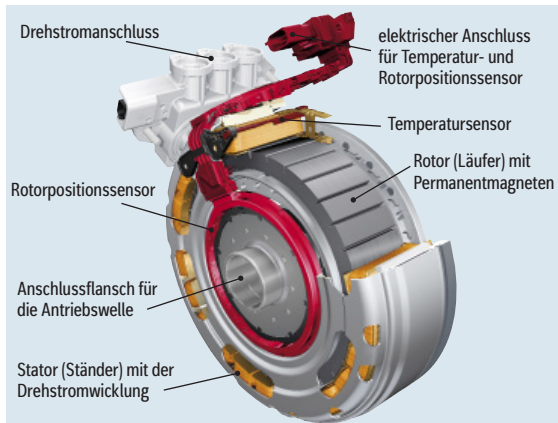


Abb. 3: Drehstrom-Synchronmotor (Innenläufer)

magneten außerhalb des gehäusefesten Stators. Im Innenläufermotor ist es umgekehrt. (Abb. 3). Der **Stator** (Ständer) enthält die drei Drehstromwicklungen. Fließt durch diese jeweils ein Wechselstrom, entsteht um sie herum ein **magnetisches Drehfeld** (s. Kap. 17.2).

Durch das magnetische Drehfeld wird der durch die Permanentmagnete magnetisierte **Rotor** (Läufer) in Drehung versetzt. Da im Rotor, im Gegensatz zum Asynchronmotor, keine Spannung induziert werden muss, dreht der Rotor mit derselben Drehzahl wie das Drehfeld (Synchronzahl).

→ Zum **Abbremsen** des Fahrzeugs wird auch der Drehstrom-Synchronmotor benutzt. Er dient dann während des Abbremsens als **Drehstrom-Generator**.

→ Durch die Verwendung des Drehstrom-Synchronmotors als **Generator** während des Abbremsens wird elektrische Spannung erzeugt.

Die **Spannungserzeugung** erfolgt dadurch, dass der Rotor des Synchronmotors von den Antriebsrädern des Fahrzeugs angetrieben wird (Abb. 2, S. 395).

Durch das **Magnetfeld** des **Rotors** wird in den drei Wicklungen des Stators jeweils eine Wechselspannung induziert. Die drei Wechselspannungen haben jeweils einen Wechselstrom in den Ständerwicklungen zur Folge. Die Summe der drei Wechselströme ergibt einen Drehstrom. Dieser wird durch den Umrichter in der Leistungs- und Steuerelektronik in Gleichstrom umgewandelt. Mit diesem Gleichstrom wird dann die Antriebsbatterie geladen. Dieser Vorgang wird als **Rekuperation** (rekuperare, lat.: wiedergewinnen) bezeichnet. Dadurch erfolgt eine Rückgewinnung eines Teils der kinetischen Energie des Fahrzeugs.

→ Drehstrom-Synchronmotoren können auch als **Drehstromgeneratoren** verwendet werden und umgekehrt. Das ist der Grund, warum in **Elektrofahrzeugen** nur Drehstrom-Synchronmotoren eingesetzt werden.

Durch das Fließen der Wechselströme in den drei Ständerwicklungen werden um diese **Magnetfelder** erzeugt, die so gerichtet sind, dass der Rotor und damit das Fahrzeug abgebremst werden.

Die **Drehstrommotoren** werden mit einer Betriebsspannung bis etwa 650 V betrieben, um bei einer entsprechenden Leistung mit kleineren Stromstärken auszukommen. Dadurch werden die Leistungsverluste in den Leitungen verringert (s. Kap. 39.1).

40.1.2 Hochvolt-Komponenten eines Elektroantriebs

Hochvolt-Komponenten sind (Abb. 4):

- Antriebsbatterie,
- Ladegerät für die Antriebsbatterie (s. Kap. 40.1.3),
- Drehstrommotor mit Getriebe,
- Leistungs- und Steuerelektronik,
- Klimakompressor,
- Heizung und
- Kühlsystem.

Antriebsbatterie

Die Antriebsbatterie (Abb. 5) ist eine Lithium-Ionen-Hochvoltbatterie (s. Kap. 16.2.2) mit einer Nennspannung von 360 V. Sie besteht aus 20 Batteriemodulen mit jeweils einer Spannung von 18 V. Jedes Modul be-