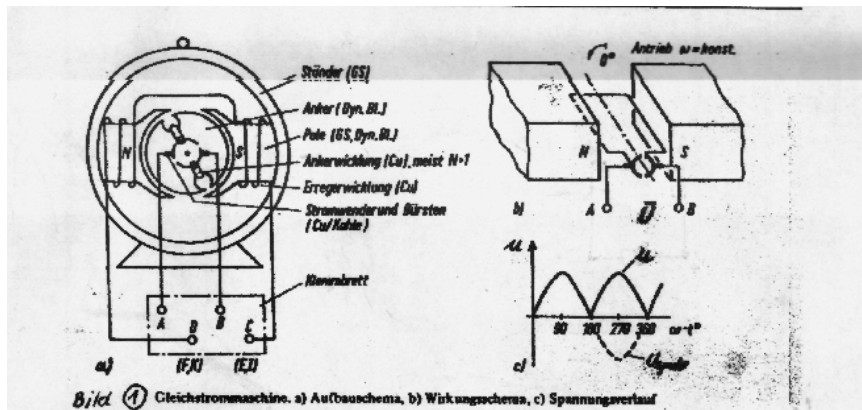


Gleichstrommaschinen

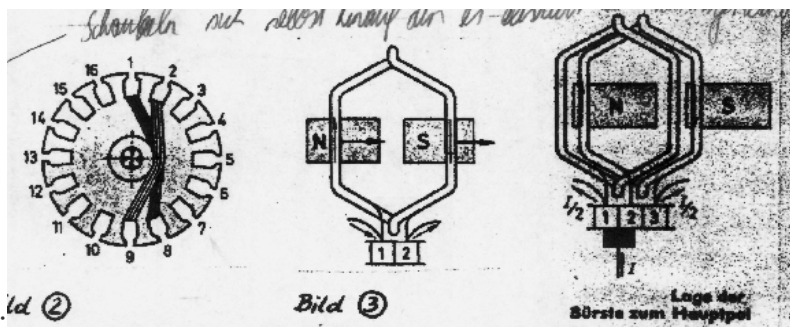


Allgemeines zu Spannungserzeugung im Magnetfeld: Die Ankerwicklung wird im Magnetfeld der feststehenden Aussenpole gedreht und dadurch wird eine Spannung induziert.

Die Wechselfspannung im Anker wird durch einen Stromwender (Kollektor) gleichgerichtet. (siehe Grafik, stark pulsierender Gleichstrom).

Auf dem Anker sind viele in Reihe geschaltene Spulen, dadurch sinkt die Welligkeit der Gleichspannung.

Die Höhe der induzierten Spannung ist abhängig von der Drehzahl und von der Erregung und lässt sich durch die Formel $U = k \cdot n \cdot \Phi$ berechnen.



Wirkungsweise Gleichstrommotor:

Der Aufbau ist gleich dem Generator. Die Ankerwicklung ist stromdurchflossen und aufgrund des magnetischen Erregerfeldes eine Kraft und somit ein Drehmoment.

$$M = k \cdot I \cdot \Phi$$

Der Strom in der Ankerwicklung muss bei jedem Nulldurchgang gewendet werden.

Anlassen der Gleichstrommaschinen:

Ab einer gewissen Leistung können die Motoren nicht mehr direkt ans Netz geschaltet werden, denn es würde beim Einschalten ein zu hoher Strom über die Ankerwicklung fließen, denn erst wenn sich der Motor dreht wird in der Ankerwicklung eine Spannung U_q induziert, die der Netzspannung U_n entgegenwirkt. Folglich ist bei der Drehzahl 0 die Spannung sehr hoch und es würde ein sehr hoher Strom fließen.

Es wird ein Vorwiderstand R_V verwendet.

Die Größe des R_V berechnet sich aus der Formel

$$U_n - U_q = I \cdot R_V$$

$$I_{\max} = 1,7 \cdot I_{\text{nenn}}$$

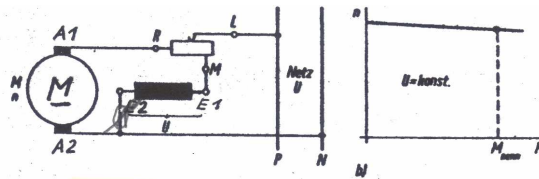
Wird der Motor belastet sinkt die Drehzahl \downarrow , U_q sinkt \downarrow , Strom steigt an \uparrow , Drehmoment steigt.

Verschiedene Typen von Gleichstrommaschinen:

Unterscheidung zwischen *Haupt* und *Nebenschlussmotor*.

Nebenschlussmotor:

a) Nebenschlußmotor:

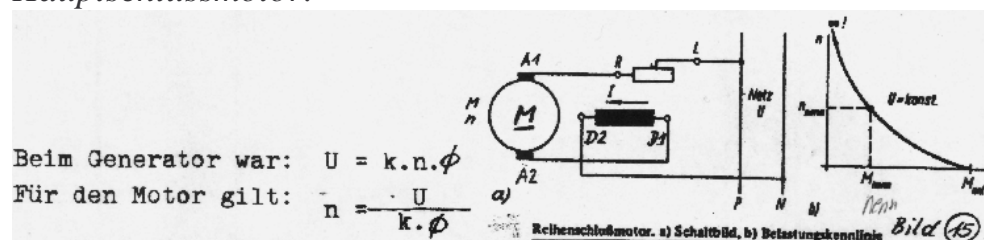


Die Erregerwicklung liegt parallel zur Ankerwicklung. Drehzahl bleibt relativ *belastungsunabhängig*, weil die Erregung annähernd konstant bleibt.

Verwendung dort, wo n konst. bleiben soll.

Vorteile: Sie sind leicht drehzahlregelbar.

Hauptschlussmotor:



Beim Generator war: $U = k \cdot n \cdot \phi$
 Für den Motor gilt: $n = \frac{U}{k \cdot \phi}$

Erregerwicklung in Serie zur Ankerwicklung. Das bedeutet lastabhängige Erregung (große Last \rightarrow große Erregung).

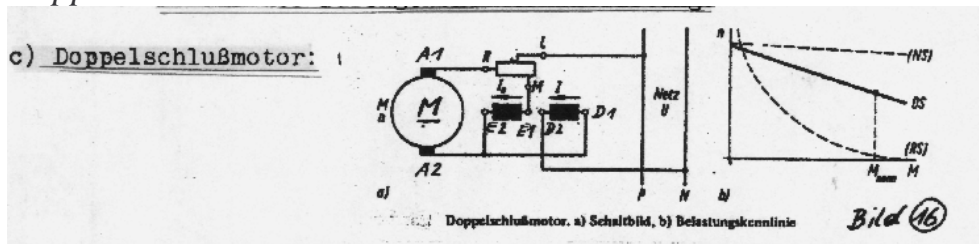
Vorteil: hohes Anzugsmoment bei Drehzahl null.

Verwendung bei Triebfahrzeugen, Anlasser für Autos,....

Nachteil: Gefahr des Durchgehens bei Entlastung.

Doppelschlussmotor

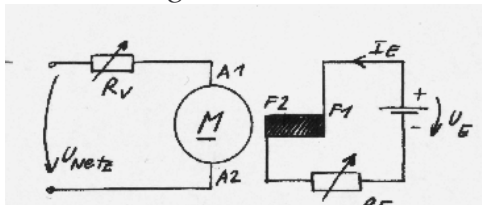
c) Doppelschlussmotor:



Verhält sich im Leerlauf wie ein Nebenschlussmotor, das heißt die Leerlaufdrehzahl ist begrenzt.

Verwendung dort, wo das Anzugsmoment von reinen Nebenschlussmotoren zu klein ist.

Fremderregter Gleichstrommotor:



Erregerwicklung wird von einer eigenen völlig unabhängigen Spannungsquelle versorgt.

Vorteil: belastungsunabhängige Erregung

Nachteil: eigene Spannungsquelle nötig

Drehzahlsteuerung von Gleichstrommaschinen:

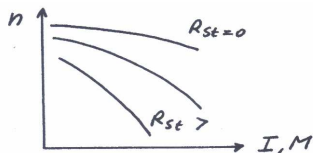
$$n = U / (k \cdot \Phi)$$

Aufgrund dieser Formel kann eine Änderung der Drehzahl durch eine **Spannungsänderung** oder einer **Feldänderung** erfolgen.

Spannungsänderung: Die Spannung kann am einfachsten durch einen Vorwiderstand verändert werden. Durch den Spannungsabfall am Widerstand \underline{L} kleinere Spannung $U_{q\underline{L}}$ Drehzahl sinkt.

Vorteil: billig und einfach herstellbar

Nachteil: Drehzahl stark belastungsabhängig, Leistungsverluste am Widerstand



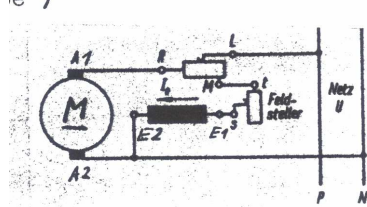
Die Spannung am Motor kann aber auch durch direkte Spannungsänderung geändert werden zum Beispiel über Gleichrichter oder steuerbare Gleichrichter (Tyristoren).

Vorteil: Harte Kennlinien

Flußänderung:

A: Nebenschlussmaschine

Bei der Nebenschlussmaschine erfolgt dies durch einen Serienwiderstand zur Erregerwicklung.

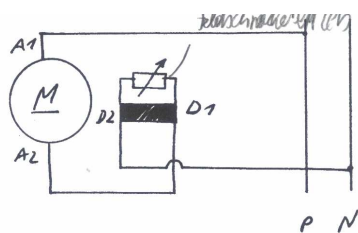


Vorteil: Drehzahlsteuerung ohne größere Verluste, einfach und billig

Nachteil: Drehzahlsteuerung nur im begrenzten Bereich möglich (30% der Nenndrehzahl)

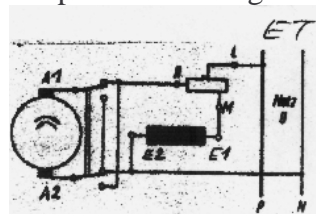
B: Hauptschlussmaschine

Beim Hauptschlussmotor durch einen Nebenwiderstand zur Erregerwicklung (Feldschwächung ohne Ankerstromänderung)



Drehrichtungsumkehr:

Umpolen von Erreger und Ankerstrom.

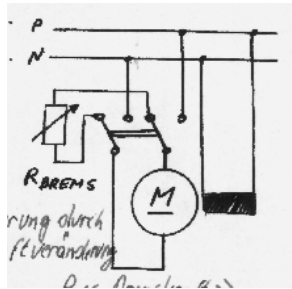


Bremsen mit Gleichstrommotoren

Der Motor wirkt als Generator. Der Vorteil gegenüber mechanischer Bremsung ist, dass eventuell ein Teil der Energie zurückgewonnen werden kann.

Widerstandsbremung:

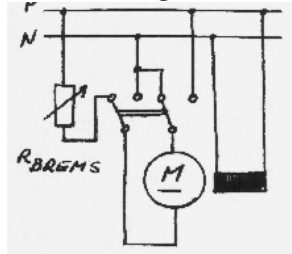
Der Motor wird vom Netz getrennt und auf die Bremswiderstände geschaltet. Die mechanische Energie wird unter Abbremsung in elektrische gewandelt, die in den Widerständen in Wärme umgewandelt wird. Der Motor arbeitet als fremderregter Generator.



Gegenstrombremung:

Der Motor wird vom Netz getrennt, umgepolt und über Bremswiderstände wieder ans Netz gelegt. Das entstehende Gegendrehmoment wirkt dabei bremsend.

Verwendung: Triebfahrzeuge



Nutzbremung

Wie beim Gegenstrombremsen. Wird die Drehzahl so hoch, dass der Motor (Generator) eine größere Spannung als die Netzspannung erzeugt, wird diese ins Netz gespeist.