

4.1 Gleichstrom-Motor

Die Entwicklung der Elektrische Zugsförderung steht auf dem Kollektormotor, ab Anfang bis am Ende des 20. Jahrhundert. Der Motor ist aus der Fahrleitung gespeist. Sein Arbeitspunkt ist steuerbar durch eine Stellwiderstand R_{rh} – die auf der Klemmenspannung handelt – und ein Shunt R_{sh} – der auf die Erregung handelt. Meistens liegt die Erregung in Serie mit dem Anker.

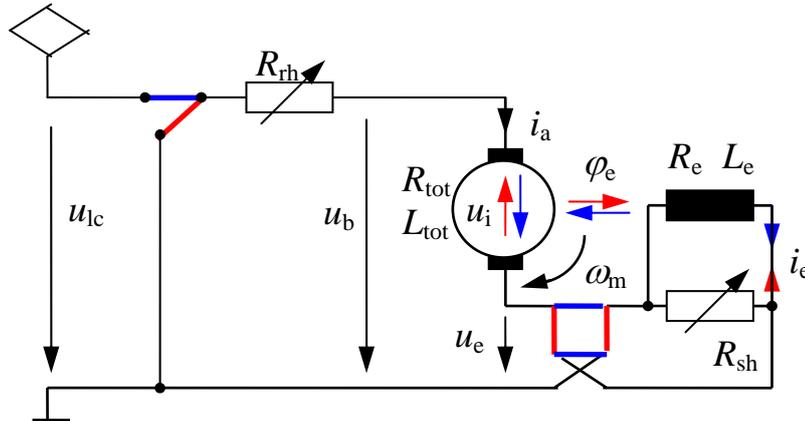


Fig. 4.4 Serie-Motor in Fahren.

Fig. 4.9 Kollektormotor: Widerstandsbremse mit Reihenschlusserregung.

Wenn man die Streuinduktanzen vernachlässigt sind die Motorgleichungen die folgenden. La Die Motorkonstante ist C_m , N_p ist der Anzahl Spule pro Pol und p der Anzahl Polpaare. Der Fluss ist Ψ_e und der Luftspaltfluss ϕ_e .

$$\Psi_e = 2pN_p\phi_e \tag{4.3}$$

$$u_i = C_m\phi_e\omega_m \tag{4.4}$$

$$M_m = C_m\phi_e i_a \tag{4.5}$$

Man schreibt die dynamische Gleichung des Motors, mit Inertie J , und der Gegendrehmoment M_{ex} . Die Drehgeschwindigkeit ist ω_m .

$$\frac{d\omega_m}{dt} = \frac{1}{J}(M_m - M_{ex}) \tag{4.7}$$

Man hat noch die elektrischen Gleichungen in Traktion.

$$\frac{di_a}{dt} = \frac{1}{L_{tot}}(u_{lc} - R_{rh}i_a - R_{tot}i_a - u_i - R_{sh}(i_a - i_e)) \tag{4.8}$$

$$\frac{d\Psi_e}{dt} = R_{sh}i_a - (R_{sh} + R_e)i_e \tag{4.9}$$

Im Bremsbetrieb soll nur (4.8) angepasst werden: u_{lc} ist null und Zeichen aus u_i sol geändert werden. Drei Schützen erlauben die Schaltungswahl in Fahren (blau) oder in Bremsen (rot) für eine bestimmte Fahrriichtung. In der andere Fahrriichtung sind beiden Erregungsschütze getaucht: Bremsen (blau) und Fahren (rot). Die Schütze bei der Fahrleitung bleibt mit ungeänderter Funktion (AOMC: BDeh 4/4).

Aus den Gleichungen kann man die Kennlinien für jedes ohmsches Wert zeichnen. Wegen des geringes Wertenzahl ändert das Arbeitspunkt nur stufenweise..

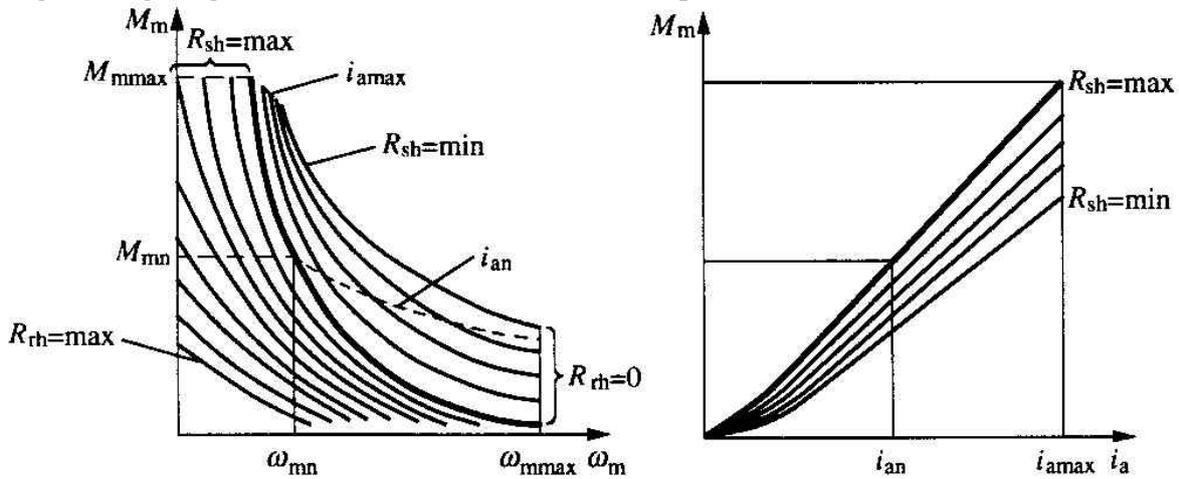


Fig. 4.6 Serie-Motor in Fahren: Kennlinien aus Strom und Geschwindigkeit.

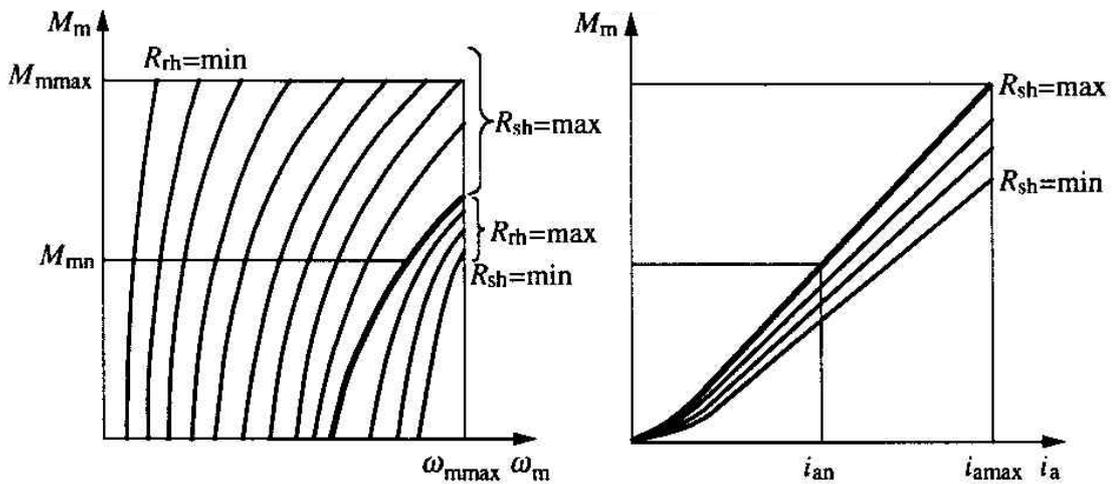


Fig. 4.11 Serie-Motor in Bremsen: Kennlinien aus Strom und Geschwindigkeit.

In Widerstandsbremse kann man auch Fremderregung u_e wählen, aus einer Batterie (SNCF: CC 6500), oder aus einem Generator durch einem Motor angetrieben. Dieses Motor ist aus der Fahrleitung gespeist. (CFF: RAe TEE II).

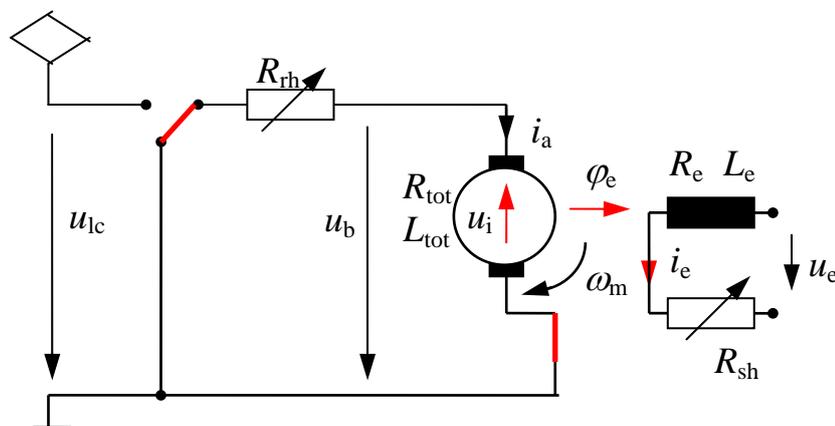


Fig. 4.13 Kollektormotor: Widerstandsbremse mit Fremderregung.

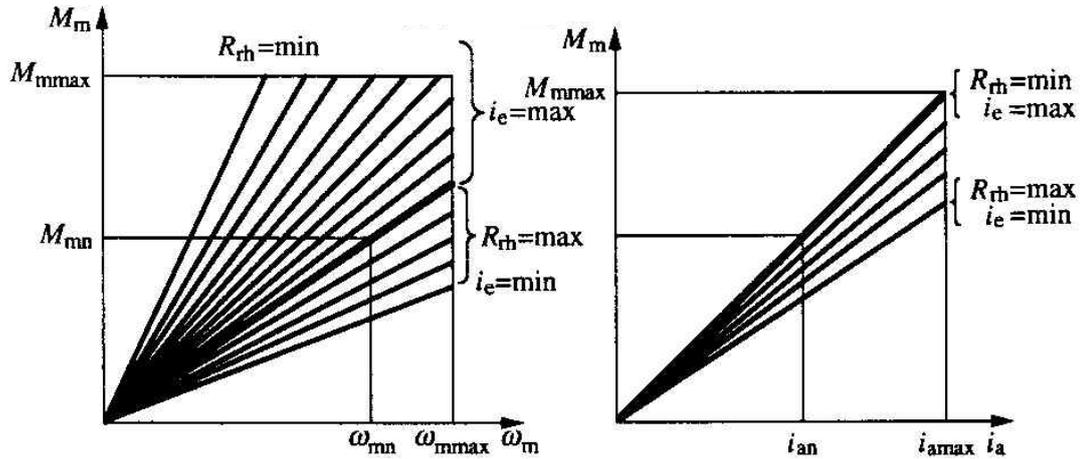


Fig. 4.15 Widerstandsbremse mit Fremderregung: Kennlinien aus Strom und Geschwindigkeit.

Anstatt die (kinetische oder potentielle) Bremsenergie in einem Widerstand zu zerstören kann man die in die Fahrleitung injizieren: das ist Nutzbremse.

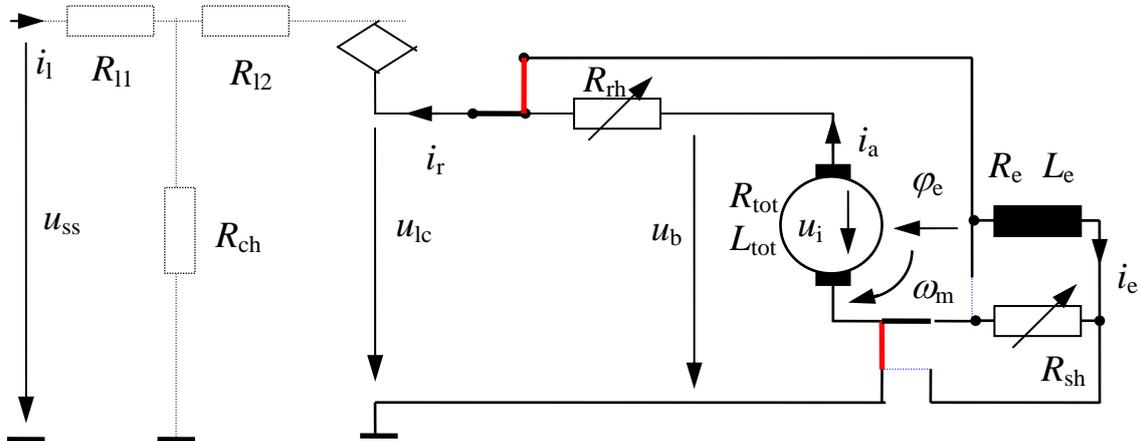


Fig. 4.17 Nutzbremse mit Fremderregung: Prinzip.

In fahren sind die roten Schütze geöffnet und die blauen geschlossen.

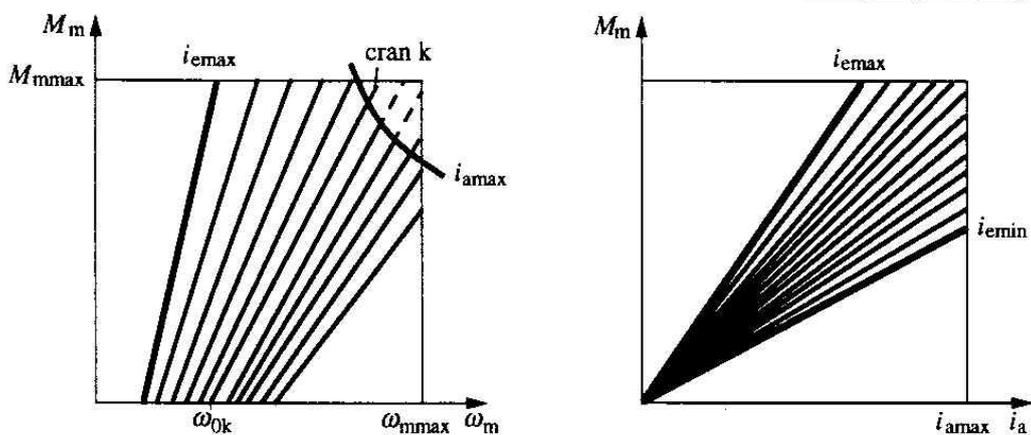


Fig. 4.19 Nutzbremse mit Fremderregung: Kennlinien aus Strom und Geschwindigkeit.

In Fahren, für alle Arbeitspunkte wo das ohmsche Wert nicht null ist, ein Teil des Energie aus Fahrleitung nützt nicht und geht als Hitze.

Um die Arbeitspunkte wo das ohmscher Wert ist zu verbreiten (100 % Wirkungsgrad für Steuerungssystem), nützt man Schütze um die Motorengruppen in Parallel oder in Serie zu schalten. Man kann die Schütze organisieren, um kein Zugkraftverringering während der Umschaltung zu beklagen.

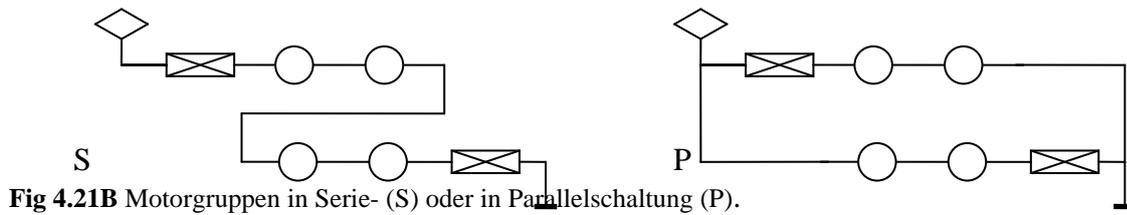


Fig 4.21B Motorgruppen in Serie- (S) oder in Parallelschaltung (P).

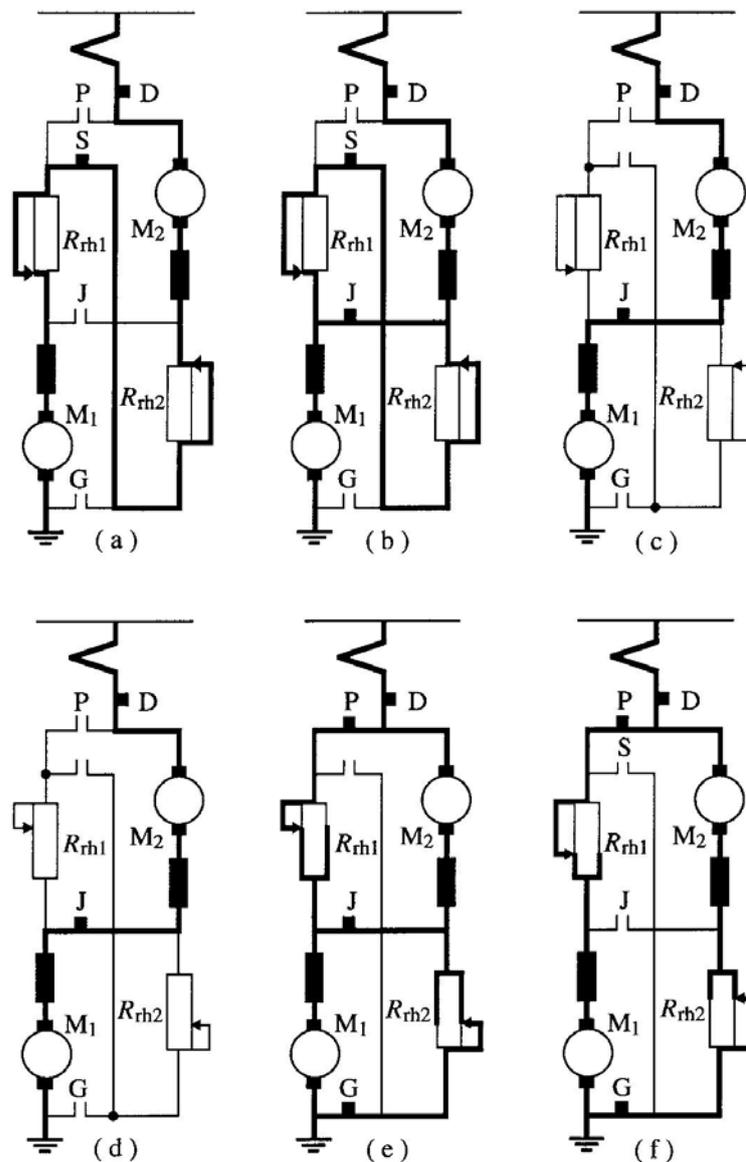


Fig. 4.22 Sequenzen für eine Brücken-Umschaltung (BOB : ABeh 4/4 II).