

Also aufgepasst und mit gedacht:

Neben den bekannten einfachen Größen des magnetischen Kreises wie zum Beispiel mag. Flussdichte B oder mag. Feldstärke H gibt es noch die Integralparameter des magnetischen Feldes.

Hierzu zählt auch der verkettete mag. Fluss

$$\psi = \sum_w \int_A B dA$$

Wobei hier A die Fläche darstellt die von einer Leiterschleife begrenzt wird und w die Anzahl der Windungen ist. Also kurzum der verkettete mag. Fluss einer Spule ist die Summe aller Windungsflüsse.

Vereinfacht - also wenn die Streuung der Spule vernachlässigt werden kann, gilt, dass alle Windungsflüsse gleich sind und es gilt somit:

$$\psi = w \int_A B dA = w\Phi$$

Für lineare Magnetkreise gilt ferner der proportionale Zusammenhang zwischen verkettetem Fluss und Strom mit der Induktivität als Proportionalitätsfaktor:

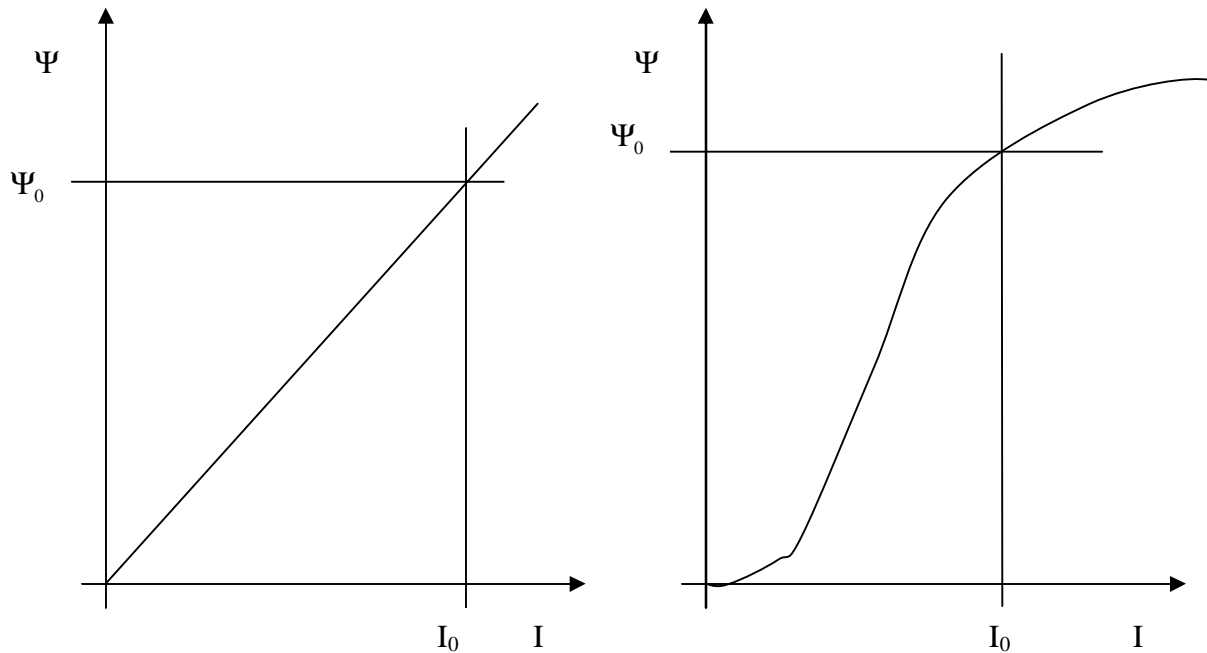
$$\psi = LI$$

Für nichtlineare Magnetkreise gilt entsprechend

$$L_d = \frac{d\psi}{dI}$$

Hier ändert sich die Induktivität in jedem Betriebspunkt – daher auch differentielle Induktivität genannt.

Unten mal zwei Diagramme – links linear, rechts nicht linear – in beiden Fällen kann die Induktivität als Steigung der Kurve interpretiert werden – einmal eben konstant und einmal für jeden Betriebspunkt verschieden.



So und jetzt kommt der Punkt wo der Frosch ins Wasser springt:

Betrachten wir einen elektromagnetischen Aktor im stationären Zustand:

Die von der Gleichspannungsquelle abgegebene elektrische Leistung wird bei zunächst festgehaltenem Anker im ohmschen Widerstand der Spule in Verlustenergie (deswegen wird die Scheiße ja warm) und in der stromdurchflossenen Spule in magnetische Feldenergie umgesetzt.

Dabei ist die magnetische Feldenergie wie folgt zu berechnen:

$$W = \int_0^{\Psi_0} i d\psi \text{ - stellt also die Fläche oberhalb der Kurve da}$$

Die Co-Energie ist nun der Gleich der Fläche unter der Kurve – also:

$$W^* = \int_0^{I_0} \psi di$$

Wobei zu beachten ist, dass der verkettete mag. Fluss eine Funktion von Strom und Luftspalt ist.

In linearen Magnetkreisen sind mag. Energie und Co-Energie immer gleich groß.

Die Summe aus mag. Energie und Co-Energie ergibt immer das Produkt aus $\Psi_0 I_0$.

Die Co-Energie hat keine direkte physikalische Bedeutung, erlaubt jedoch eine Abschätzung der Energie, die bei der Ankerbewegung in mechanische Energie umgewandelt werden kann.