

## Näherung der Sättigungskennlinie des Eisenkerns

### Arcus-Tangens-Funktion

Die Näherungsfunktion für den nichtlinearen Zusammenhang zwischen B und H wird durch die Addition einer Arcus-Tangens-Funktion und einer Geraden gebildet. Die Gerade berücksichtigt hierbei die Steigung  $\mu_0$  der Magnetisierungskennlinie im Sättigungsbereich. Die Arcus-Tangens-Funktion beschreibt den hochpermeablen Bereich, sowie die Biegung der Kennlinie und konvergiert dann gegen einen gewünschten Wert.

$$B_1(H) = \mu_0 H$$

$$B_2(H) = \frac{2}{\pi} a \cdot \arctan(b \cdot H)$$

$$B(H) = B_1(H) + B_2(H) = \mu_0 H + \frac{2}{\pi} a \cdot \arctan(b \cdot H)$$

Da die Arcus-Tangens-Funktion gegen  $\frac{\pi}{2}$  konvergiert, wird die Funktion mit dem Faktor  $\frac{2}{\pi}$  normiert. Mit dem Parameter a wird die Funktion skaliert und es lässt sich somit ein neuer Grenzwert festlegen. Der Parameter wird folglich mit  $B_{sat}$  beschrieben.

Zur Annäherung an den hochpermeablen Bereich der Näherungsfunktion wird die Steigung im Ursprung  $\frac{df(0)}{dx}$  festgelegt.

$$\frac{d}{dx} \arctan(x) = \frac{1}{1+x^2}$$

Somit erhält man als Ableitung

$$\frac{d}{dH} B(H) = \mu_0 + \frac{2}{\pi} \cdot B_{sat} \cdot b \cdot \frac{1}{1+H^2}$$

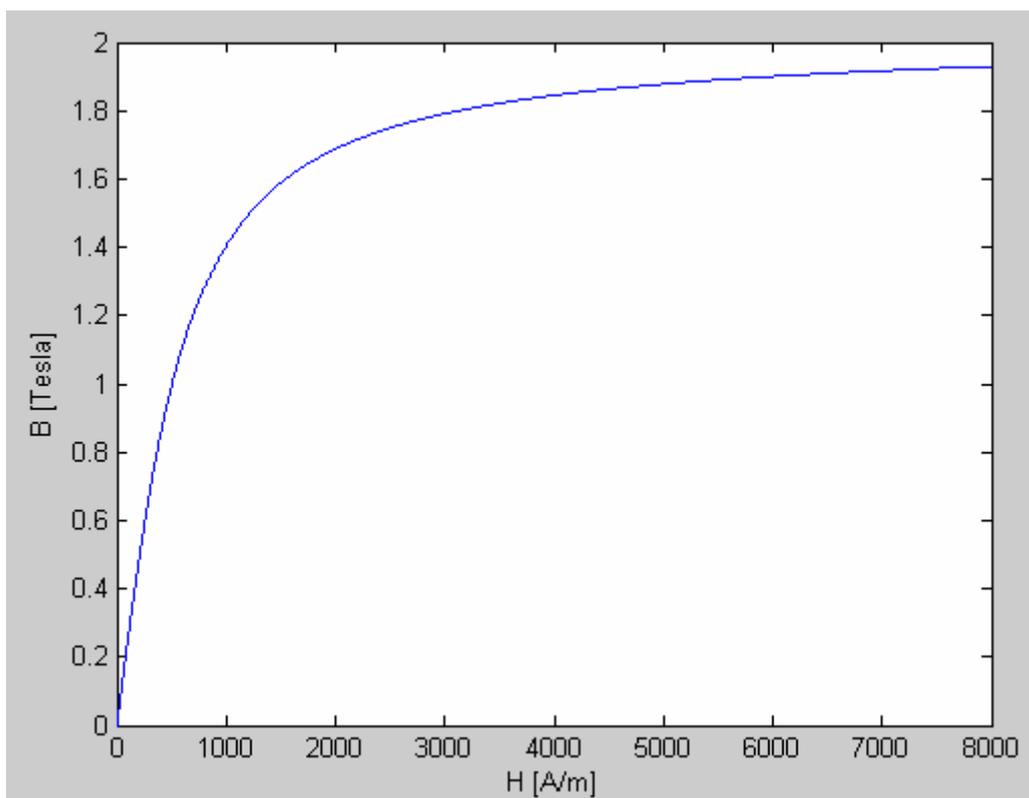
Nun wird an der Stelle  $H=0$  die Steigung der Funktion, also die Permeabilität  $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$  gesetzt.

$$\frac{d}{dH} B(H=0) = \mu_0 + \frac{2}{\pi} \cdot a \cdot b = \mu_0 \cdot \mu_r$$

$$b = \frac{\mu_0 \pi}{2a} (\mu_r - 1)$$

Somit ist die Magnetisierungskurve vollständig beschrieben.

$$B(H) = \mu_0 H + \frac{2}{\pi} B_{sat} \cdot \arctan\left(\frac{\mu_0 \pi}{2B_{sat}} (\mu_r - 1) \cdot H\right)$$



Stromberechnung unter Berücksichtigung der Kernsättigung

$$i_L(t) = \int \left( \frac{1}{L} u(t) \cdot dt \right) + i(0)$$

$$i_L(t) = \frac{U_0}{R} \left( 1 - e^{-\frac{t}{\frac{L(i_L)}{R}}} \right)$$

$$dL = \frac{d\Phi}{di} = \frac{dB(H) \cdot A}{di} \sim \frac{dB(i) \cdot A}{di}$$