

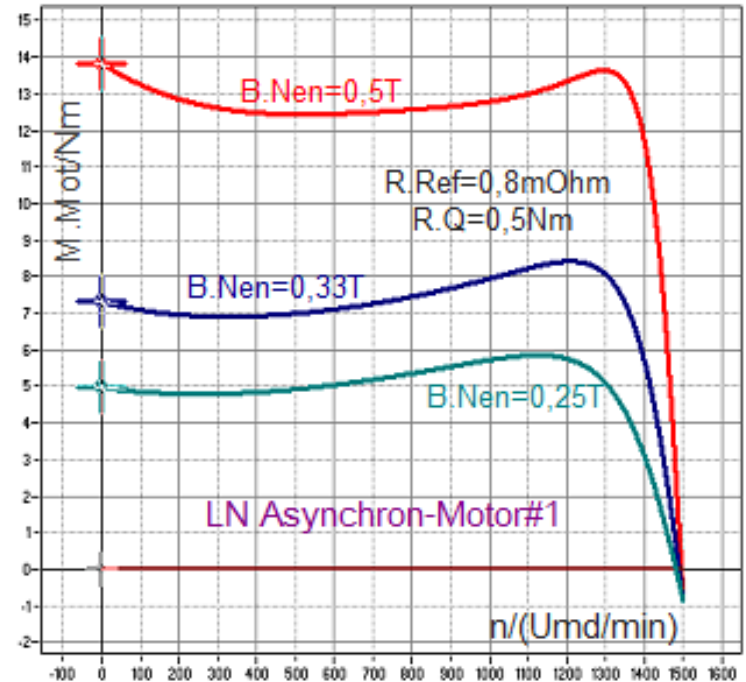
Variation der Flussdichte B

Der magnetische Fluss $\phi = B * A$
ist das Produkt aus der Flussdichte B.Rot
im Rotor und des Rotor-Querschnitts A.Rot.

B.Rot ist eine Material-Parameter. Er muss
durch den Stator-Strom so eingestellt
werden, dass das Eisen nicht in Sättigung
geht: $B.Nen=B.Sat/DrzRed$.

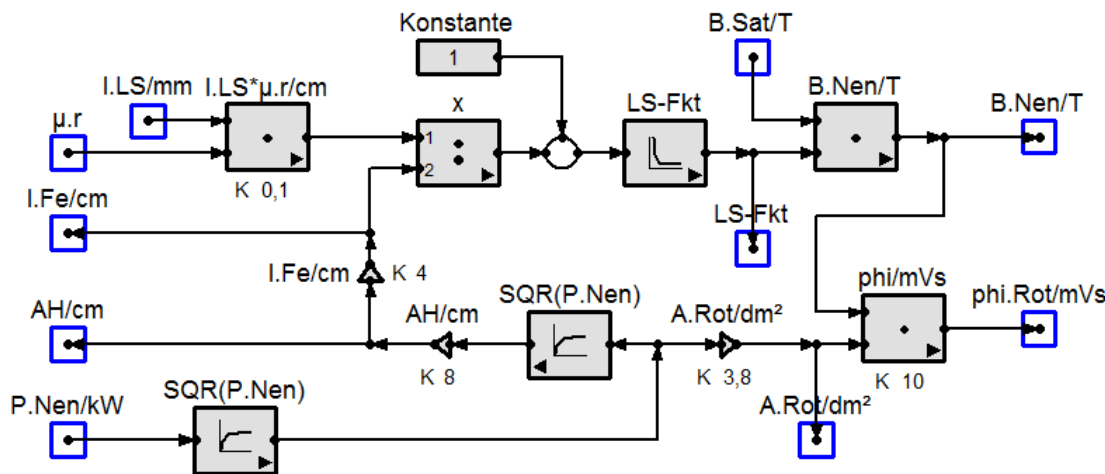
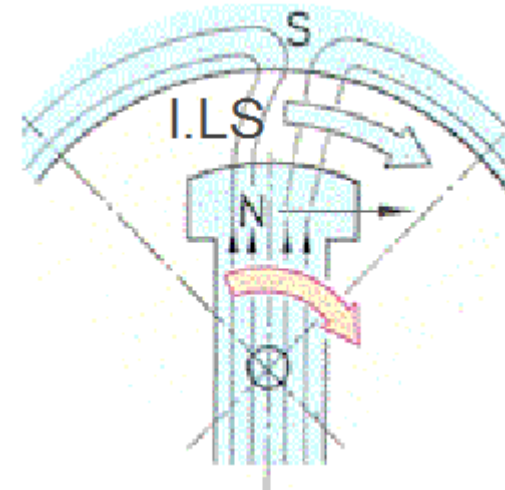
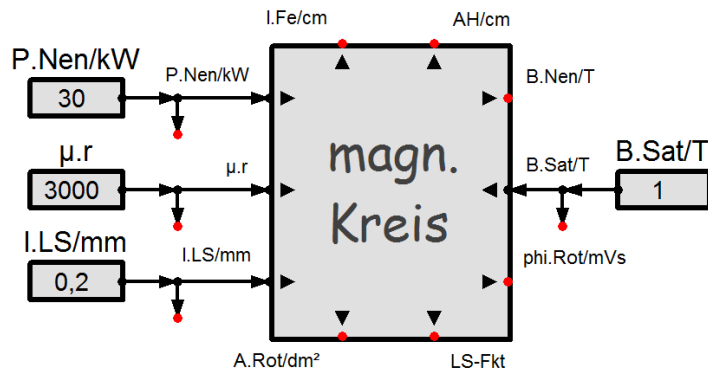
Der Rotor-Querschnitt A.Rot ist ein Maß für
die Baugröße des Motors. Er lässt sich aus
der Nenn-Leistung P.Nen berechnen:

$$A.Rot \approx 3,8dm^2 * \sqrt[2]{P.Nen/kW} \approx 12cm^2 * \sqrt[2]{P.Nen/W}$$



Leseprobe aus ‚Der simulierte Asynchron-Motor‘ von Axel Rossmann, Sep 2015
Weitere Informationen zum Buch finden Sie unter strukturbildung-simulation.de

Der magnetische Kreis

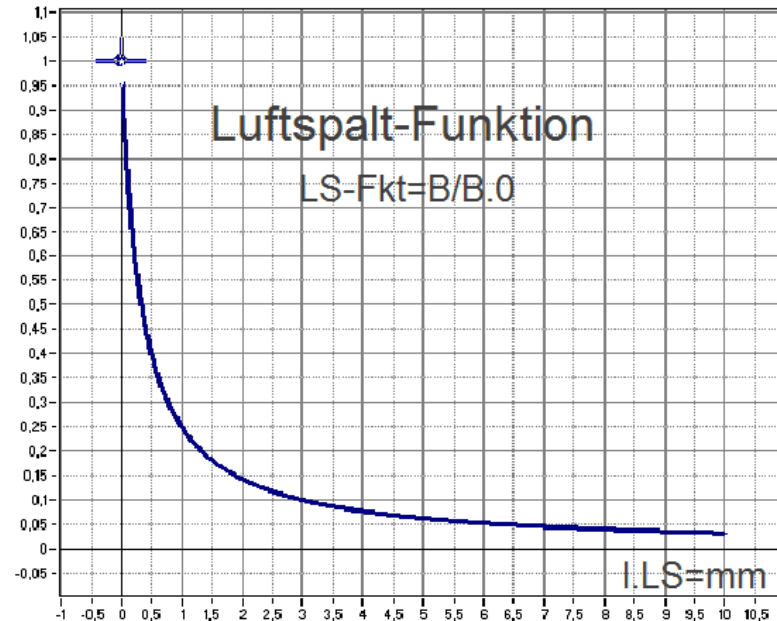


phi.Rot/mVs	115,56
B.Nen/T	0,5552
A.Rot/dm ²	20,813
AH/cm	18,723
I.Fe/cm	74,891
LS-Fkt	0,5552
P.Nen/kW	30
μ.r	3000
I.LS/mm	0,2
B.Sat/T	1

Luftspaltlänge und Flussdichte

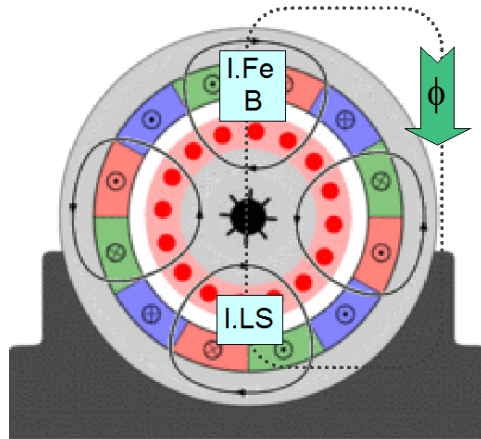
Elektro-Motoren werden mit möglichst schmalen Luftspalten zwischen Rotor und Stator gebaut, denn

Je breiter der Luftspalt, desto stärker streut der magnetische Fluss und desto geringer wird das Drehmoment.

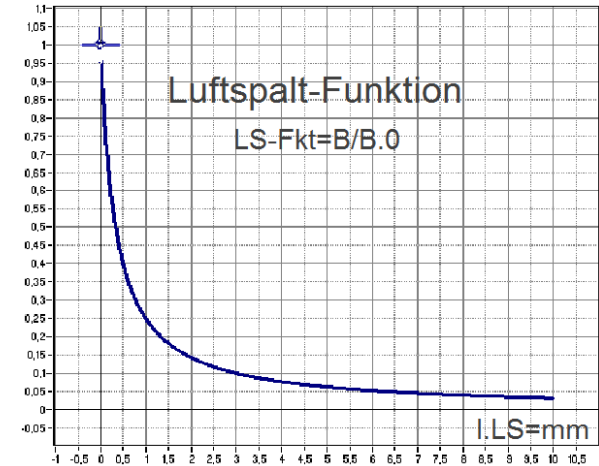


Bei den folgenden Berechnungen nehmen wir $l \cdot LS = 1$ mm an. Dadurch reduziert sich die Flussdichte B auf etwa 25% der Maximal-Flussdichte ohne Luftspalt. Positiver Nebeneffekt: Je kleiner B gegen die Sättigungs-Flussdichte des Eisens, desto größer wird die zulässige Drehzahl-Reduzierung bei Verringerung der Frequenz.

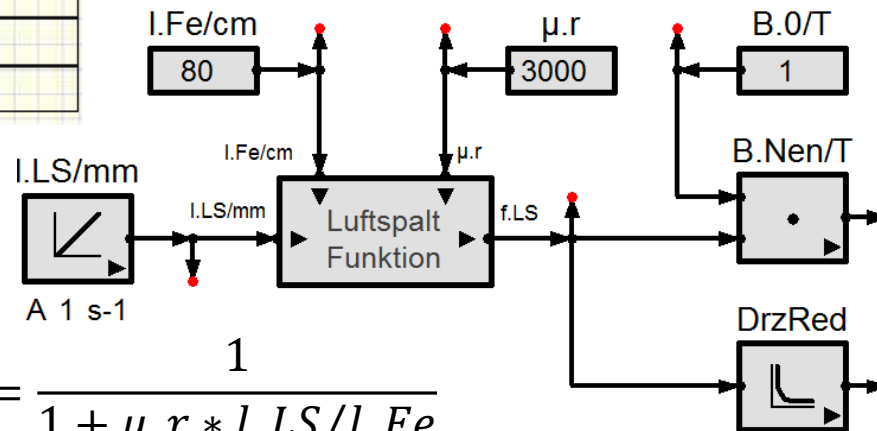
Die Luftspalt-Funktion



Die Luftspalt-Funktion $f.LS = B.Nen / B.0$ gibt an, wie sich die Flussdichte $B.Nen$ mit Luftspalt gegenüber der Flussdichte $B.0$ ohne Luftspalt verringert.



Stoff	Permeabilitätszahl μ_r
Eisen	bis 5000
Nickel	bis 1000
Legierungen	bis 200000



$$f.LS = \frac{B.Nen}{B.0} = \frac{1}{1 + \mu.r * l.LS / l.Fe}$$

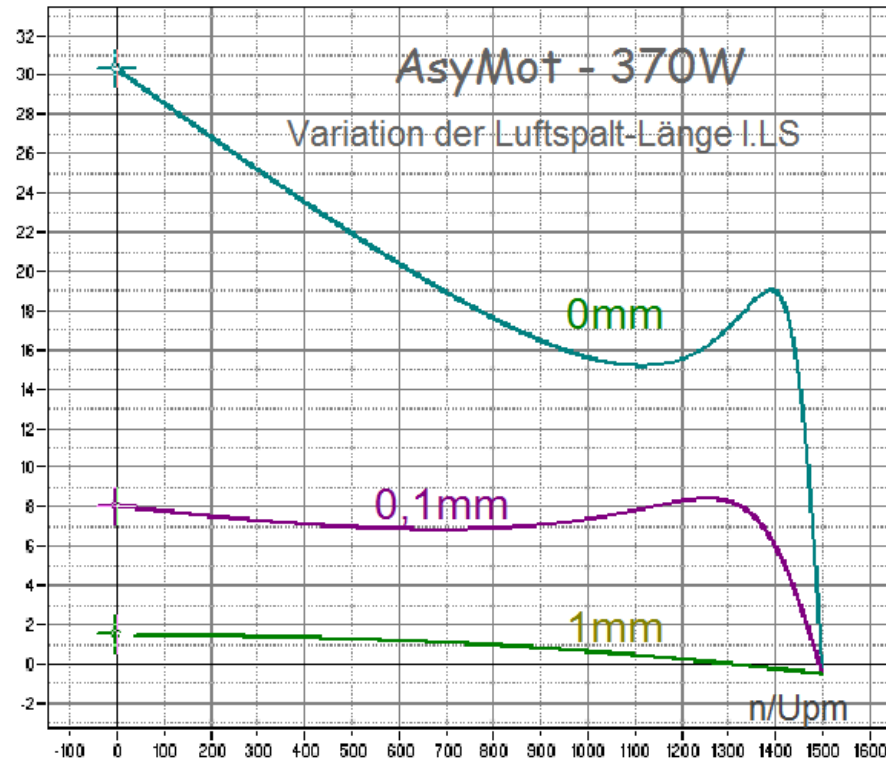
B.Nen/T	0,21053
I.Fe/cm	80
$\mu.r$	3000
I.LS/mm	1
f.LS	0,21053
B.0/T	1
DrzRed	4,75

Luftspaltlänge und Drehmoment

Mit der noch zu entwickelnden Struktur des Asynchron-Motors kann auch die Länge l_{LS} des Luftspalts eingestellt werden.

Bekannt ist die Sättigungs-Flussdichte B_{Sat} des Kerns:
Dynamoblech: $B_{Sat} \approx 1T$.

Das ist der Maximalwert der Anfangs-Flussdichte B_0 .



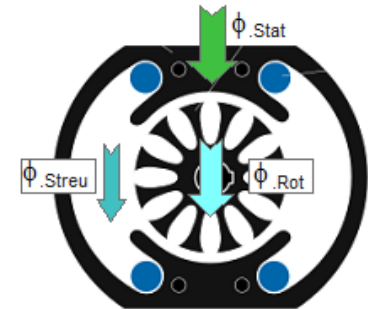
Für $B_0=1T$ gelten die abgebildeten Kennlinien. Sie zeigen, wie das Drehmoment mit steigender Luftspalt-Länge l_{LS} kleiner wird.

Magnetische Streuung

Die magnetische Streuung verringert das Drehmoment und damit die Leistung (den Wirkungsgrad) eines Motors.

Definition der magnetischen Streuung:

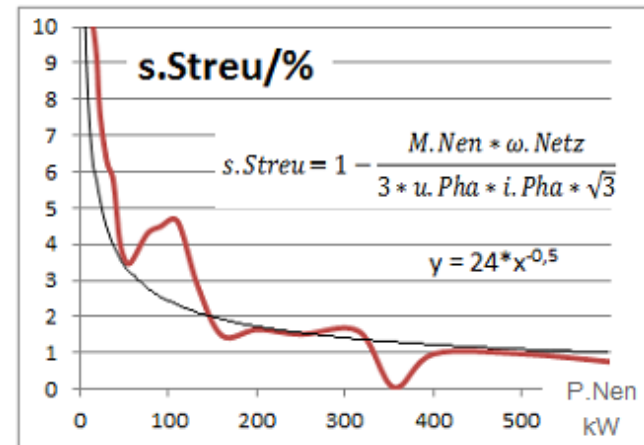
$$s. Streu = \frac{\phi. Streu}{\phi. Stat}$$



s.Streu erzeugt Drehmoment-Verluste im %-Bereich. Das bedeutet, dass sie im Nennbetrieb vernachlässigbar ist.

Berechnung der Streuung aus Nenndaten:

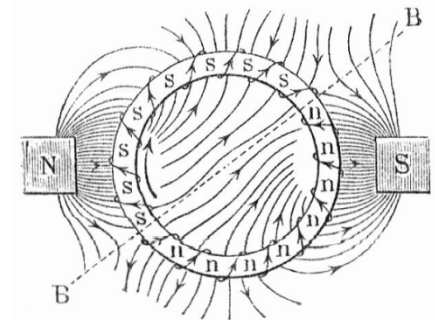
$$s. Streu = 1 - \frac{M. Nen * \omega. Netz}{P. Schein * \sqrt{3}}$$



Im Folgenden werden wir zeigen, dass die magnetische Streuung beim Hochlauf des Motors ein Vielfaches der Nenn-Streuung beträgt. Dadurch ist sie für den Anlauf-Strom entscheidend.

Variation der Streuung

Durch magnetische Streuung s.Streu vermindert sich der Fluss im Stator. Das verringert das Drehmoment – und damit auch die Leistung und den Wirkungsgrad des Motors im selben Maße.

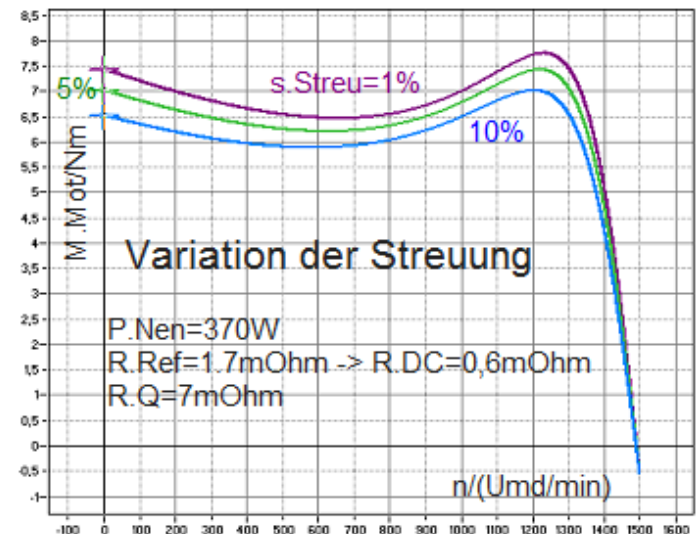


Streufaktoren liegen bei einigen %. Das ist im allgemeinen vernachlässigbar. Nur bei kleineren Motoren ($P_{Nen} < 1\text{kW}$) wirkt die Streuung messbar Drehmoment-reduzierend.

Beim Trafo-Modell des Asynchron-Motors spielt die Streuung durch die

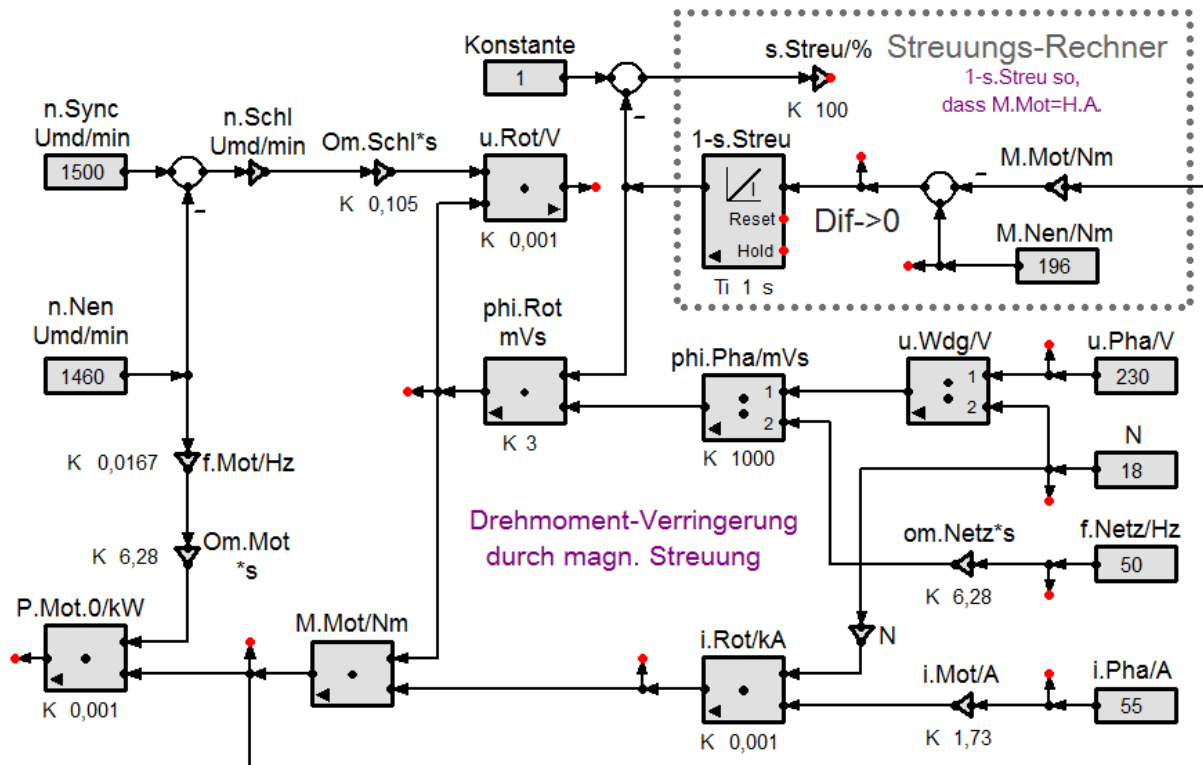
Streuziffer $\sigma \sim s.\text{Streu}$

eine zentrale Rolle.



Ermittlung des Streufaktors

$$s.Streu = \frac{\phi.Streu}{\phi.Stat} \approx 1 - \frac{M.Nen * \omega.Netz}{3 * u.Pha * i.Pha * \sqrt{3}} = 1 - \frac{P.Nen}{P.Schein * \sqrt{3}}$$



s.Streu/%	6,2594
N.ges	54
n.Schl Umd/min	40
Om.Schl*s	4,2
Om.Mot *s	153,12
f.Mot/Hz	24,382
i.Mot/A	95,15
phi.Rot;0 mVs	40,694
om.Netz*s	314
i.Pha/A	55
f.Netz/Hz	50
N	18
u.Pha/V	230
i.Rot/kA	5,1381
phi.Rot mVs	38,146
P.Mot.0/kW	30,011
n.Nen Umd/min	1460
u.Rot/V	0,16021
M.Mot/Nm	196
n.Sync Umd/min	1500
s.Schl/%	2,6667
	1,3878E-17
M.Nen/Nm	196

Der Streuungs-Rechner (Integrator) erzeugt Gleichheit zwischen dem geforderten Nenn-Moment M.Nen und dem mittels Schlupf-Funktion 1-s.Streu gebildeten Motor-Drehmoment M.Mot. Daraus folgt der Streufaktor s.Streu.