

# DREHSTROM-ASYNCHRONMASCHINE MIT SCHLEIFRINGLÄUFER

**Zusammenfassung**—In diesem Versuch soll eine Käfigläufer-Asynchronmaschine genauer untersucht werden. Zur Bestimmung der ESB- Parameter wurde hierzu der Leerlauf, als auch Kurzschlussversuch durchgeführt...

## I. ANLAUFMOMENT UND KIPPMOMENT

Bei diesem Versuch wurde das Drehmoment mit einem 40cm langen Stab und einer Digitalen Wage gemessen.

Mit der Gleichung 1 wurde das Drehmoment aus den Messungen berechnet.

$$M = G \cdot g \cdot l = \frac{G(I_1)}{1000} \text{kg} \cdot 9.81 \text{m/s}^2 \cdot 0.4 \text{m} \quad (1)$$

In den Abbildungen 1 und 2 wird das Anlaufmoment der ASM über die Spannung graphisch dargestellt.

Die obere Hälfte der Abbildungen zeigt eine linearisierte Extrapolation des Verlaufs der Drehmomente  $M_{an}$  und  $M_{Kipp}$  über die Spannung  $U_1^2$ , bis  $400^2 \text{V}$ .

Aber in der unteren Hälfte der Abbildungen wird das Drehmoment der ASM direkt über die Spannung  $U_1$  dargestellt und mit einer quadratischen Polynomfunktion extrapoliert.

$I_1 [\text{A}]$	$P_1 [\text{W}]$	$U [\text{V}]$	$G [\text{g}]$	$M_{an} [\text{Nm}]$
1,0	28	27,5	35	0,137340
2,0	92	55,0	85	0,333540
3,0	194	82,0	222	0,871128
4,0	352	107,0	426	1,671624
4,2	392	113,0	464	1,820736
5,0	470	134,0	685	2,687940

Tabelle I: Anlaufmoment

Der lineare Verlauf in Abb.1,  $M_{an}(U)$  [rot]:

$$0,1511x - 0,07306$$

$$M_{an}(U_N = 400^2 \text{V}^2) = 24,11 \text{ Nm}$$

Und die quadratische Polynomfunktion  $M_{an}(U)$  [blau]:

$$0,000199x^2 - 0,007889x + 0,190977$$

$$M_{an}(U_N = 400 \text{V}) = 28,83 \text{ Nm}$$

Der lineare Verlauf in Abb.2,  $M_{Kipp}(U)$  [rot]:

$$0,1863x - 0,1431$$

$$M_{Kipp}(U_N = 400^2 \text{V}^2) = 29,67 \text{ Nm}$$

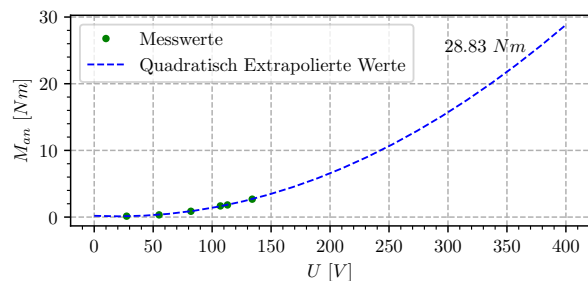
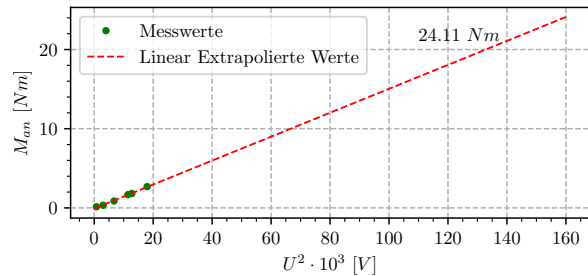


Abbildung 1: Anlaufmoment

$I_1 [\text{A}]$	$P_1 [\text{W}]$	$U [\text{V}]$	$G [\text{g}]$	$M_{an} [\text{Nm}]$
1,0	24	36	32	0,125568
2,0	102	73	218	0,855432
3,0	380	108	508	1,993392
4,0	670	140	891	3,496284
4,2	745	148	1000	3,924000
5,0	1046	175	1425	5,591700

Tabelle II: Kippmoment

Und die quadratische Polynomfunktion  $M_{Kipp}(U)$  [blau]:

$$0,000198x^2 - 0,0024495x - 0,035842$$

$$M_{Kipp}(U_N = 400 \text{V}) = 30,6 \text{ Nm}$$

## A. Zusammenhang zwischen Drehmoment und Spannung

Bei zunehmender Spannung  $U_1$  steigt das Drehmoment  $M$  quadratisch an. Das Drehmoment ist direkt proportional zu  $U^2$

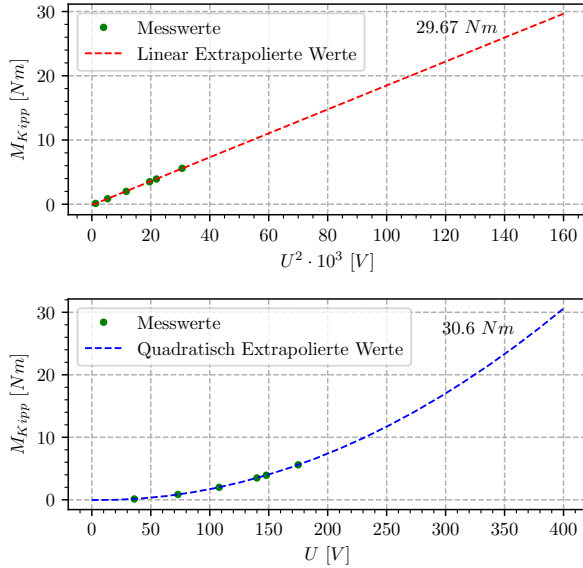


Abbildung 2: Kippmoment

( $M \sim U^2$ ) und darauf ergibt sich folgende Beziehung:

$$M = \text{konst.} \cdot U$$

## II. BESTIMMUNG DER ERSATZSCHALTBILDPARAMETER

### A. Parameterbestimmung aufgrund der Kurzschlussmessung

Umrechnen der gemessenen Widerstandswerte auf die Bezugsstemperatur  $T = 75^\circ\text{C}$ :

$$\begin{aligned} R_{175} &= R_{120} \frac{235^\circ\text{C} + 75^\circ\text{C}}{235^\circ\text{C} + 20^\circ\text{C}} \\ &= 2,32 \, \Omega \cdot \frac{235^\circ\text{C} + 75^\circ\text{C}}{235^\circ\text{C} + 20^\circ\text{C}} \\ &= 2,820 \, \Omega \end{aligned}$$

Berechnen des Läuferwiderstands mithilfe der Übersetzungsverhältnisse:

$$\begin{aligned} R'_2 &= \ddot{u}^2 \cdot R_2 = 4,7^2 \cdot 216\text{m}\Omega = 4,77\Omega \\ R'_{275} &= R_{220} \frac{235^\circ\text{C} + 75^\circ\text{C}}{235^\circ\text{C} + 20^\circ\text{C}} \\ &= 4,77 \, \Omega \cdot \frac{235^\circ\text{C} + 75^\circ\text{C}}{235^\circ\text{C} + 20^\circ\text{C}} \\ &= 5,8 \, \Omega \end{aligned}$$

Es gilt:

$$R_k = R_1 + R'_2 = 2,820 \, \Omega + 5,8 \, \Omega = 8,62 \, \Omega \quad (2)$$

Aus der Kurzschlussmessung in 4.2.1 wird der Kurzschlusswiderstand  $R_k$  mit:

$$R_k = \frac{U_k}{I_k} \cdot \cos\varphi_k \quad (3)$$

$I_1 [A]$	$P_1 [W]$	$U [V]$	$G [g]$	$M_{an} [Nm]$
4,2	392	113	464	1,82074

Tabelle III: Kurzschlussmessung 4.2.1

Mit den Werten aus der Tabelle III kann  $\cos\varphi_k$  berechnet werden:

$$\cos\varphi_k = \frac{P_1}{\sqrt{3} \cdot I_1 \cdot U} \quad (4)$$

$$\cos\varphi_k = \frac{392\text{W}}{\sqrt{3} \cdot 4,2\text{A} \cdot 113\text{V}} = 0,4769 \quad (5)$$

Da die Maschine im Stern geschaltet ist, ergibt sich für die Spannung  $U_k$ :

$$U_k = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{113\text{V}}{\sqrt{3}} = 65,24\text{V} \quad (6)$$

In der Formel 3 einsetzen:

$$R_k = \frac{65,24\text{V}}{4,2\text{A}} \cdot \cos(61,51^\circ) = 7,409\Omega \quad (7)$$

Die Streureaktanzen  $X_{1\sigma}$  und  $X'_{2\sigma}$  werden mit:

$$X_{1\sigma} + X'_{2\sigma} = \frac{U_k}{I_k} \cdot \sin\varphi_k \quad (8)$$

Da  $X_{1\sigma} = X'_{2\sigma}$  ist, ergibt sich:

$$X_{1\sigma} = X'_{2\sigma} = \frac{U_k}{I_k} \cdot \frac{1}{2} \cdot \sin\varphi_k \quad (9)$$

$$= \frac{65,24\text{V}}{3,69\text{A}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \sin(61,51^\circ) \quad (10)$$

$$= 6,826 \, \Omega \quad (11)$$

1) Vergleich zwischen ermittelter und gemessener Kurzschlusswiderstand: Die Werte der Widerstände liegen nah beieinander. Der kleine Differenz kann durch Messunsicherheiten begründet werden (Analoge Messgeräte).

### B. Parameterbestimmung aufgrund der Leerlaufmessung

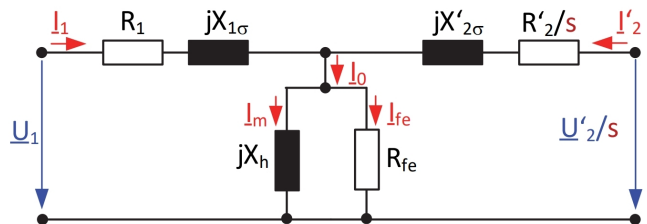


Abbildung 3: Vollständige Ersatzschaltbild

### 1) Vollständige Ersatzschaltbild [ESB]:

## III. TRENNUNG VON EISEN- UND REIBUNGSVERLUSTEN

$I_0[A]$	$P_0[W]$	$P_{Cu}[W]$	$P_{Fe+Reib}[W]$	$U[V]$	$n[min]$
2,75	240	19,1400	220,8600	400	1493
1,70	140	11,8320	128,1680	300	1490
1,10	80	7,6560	72,3440	200	1485
0,58	44	4,0368	39,9632	100	1461

Tabelle IV: Trennung von Eisen und Reibungsverlusten

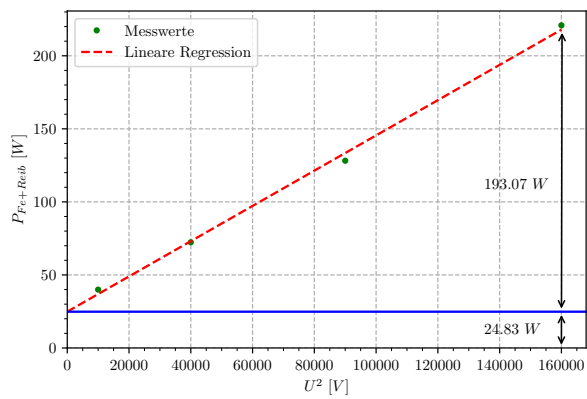


Abbildung 4: Trennung von Eisen- und Reibungsverlusten