

# Modellparameter von Drehstrom-Asynchronmaschinen aus Katalogdaten berechnen

## 1 Grundlagen

Für die Simulation des Betriebsverhaltens von Antrieben mit Drehstrom-Asynchronmotoren sind verschiedene Modellansätze bekannt. Manche der dafür notwendigen Werte der Modellparameter sind aus den Katalogen der Motorhersteller oft nicht zu entnehmen, lassen sich aber aus anderen, gegebenen Katalogwerten näherungsweise berechnen. Die theoretischen Grundlagen dafür sind in [1] und [2] beschrieben. Unter der Annahme, dass die Eisen-, Reibungs- und Zusatzverluste vernachlässigbar klein sind, erhält man folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned} G1 &:= U[1] = (R1 + j * X1) * (I[1] - I^{\circ}[2]); \\ G2 &:= U[1] * \exp((2 * j) * \alpha[0]) = (R1 + R2^{\circ} / s + j * X_{\Theta}) * I^{\circ}[2]; \\ G1 &:= U_1 = (X1j + R1) (I_1 - I_2^{\circ}) \end{aligned}$$

$$G2 := U_1 e^{2j\alpha_0} = \left( R1 + \frac{R2^{\circ}}{s} + jX_{\Theta} \right) I_2^{\circ}$$

mit den Variablen

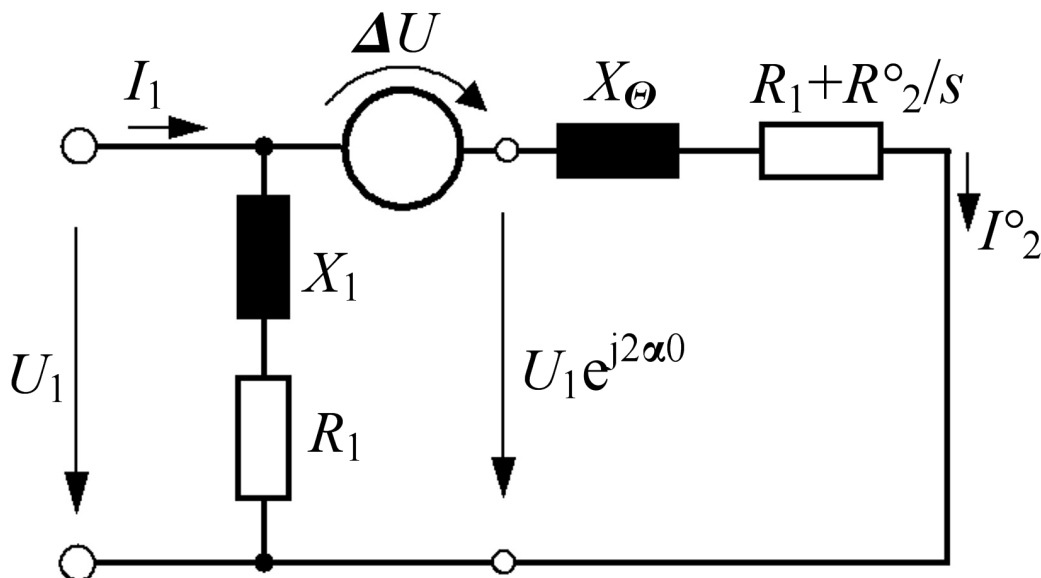
$\alpha_0$   $\arctan(R1/X1)$ , Winkel, um den  $U_1$  gedreht wird

$i_2^{\circ}$  auf die Ständerseite transformierter Läuferstrom  $I_2$

$R2^{\circ}$  auf die Ständerseite transformierter Widerstand eines Strangs der Läuferwicklung

$X_{\Theta}$  Durchmesserreaktanzen

Das entsprechende Ersatzschaltbild zeigt nachstehende Abbildung.



Auf der Basis von [1] und [2] werden in [3] für Asynchronmaschinen mit Schleifringläufer oder Einfachkäfigläufer die für die Parameterberechnung erforderlichen mathematischen Beziehungen entwickelt, die dem hier als Startup-Code gespeicherten Programm zugrunde liegen.

**Literatur**

[1] Nürnberg, W.: Die Asynchronmaschine. Springer-Verlag 1963

[2] Müller, G.: Elektrische Maschinen. Betriebsverhalten rotierender elektrischer Maschinen. VEB Verlag Technik 1990

[3] Müller, R.: Modellierung, Analyse und Simulation elektrischer und mechanischer Systeme mit Maple und MapleSim. Springer Vieweg 2020.

## 2 Beispiel: Drehstrom-Schleifringläufermotor 200 kW

Im vorliegenden Beispiel ist der Strangwiderstand  $R_1$  als Messwert gegeben. Daher sind nur zwei Gleichungen für die Berechnung der unbekannt Parameterwerte  $R_2^\circ$  und  $X_\theta$  erforderlich.

Gewählt werden die Gleichungen für das Anlaufmoment  $M_a$  und das Nennmoment  $M_n$ . Neben den genannten Parametern werden die Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie sowie die für ein vorgegebenes Anlaufmoment erforderlichen Anlasswiderstände berechnet.

### Gegebene Parameter

Die bekannten Parameterwerte werden in die folgende Tabelle eingetragen. Der Startup-Code extrahiert daraus die Parameterfolge für die weitere Rechnung.

```
> interface(displayprecision=5);
```

```
2
```

Typ	<input type="text" value="'Asynchronmotor mit Schleif"/>
Nennleistung P in kW	<input type="text" value="200"/>
Nennmoment $M_n$ in Nm	<input type="text" value="1342"/>
Anlaufmoment $M_a$ in Nm (ohne Anlasswiderstand)	<input type="text" value="1136"/> # 1136
Gefordertes Anlaufmoment $M_{av}$ in Nm mit Anlasswiderstand	<input type="text" value="1960"/>
Kippmoment $M_{kip}$ in Nm	<input type="text" value="2558"/>
verkettete Spannung $U_n$ in V	<input type="text" value="380"/>
Strangspannung $U_{str}$ in V	<input type="text" value="220"/>
Rotorspannung $U_{2,n}$ in V	

im Stillstand	<input type="text" value="240"/>
Strangwiderstand R1 Ständerwicklung	<input type="text" value="0.0388"/>
Synchrondrehzahl n0 in 1/min	<input type="text" value="1500"/>
Nenn Drehzahl nn in 1/min	<input type="text" value="1425"/>
Nennstrom In in A	<input type="text" value="376"/>
cos(phi) cosphi_n bei Nennlast	<input type="text" value="0.95"/>
Gemessener Leerlaufstrom I0 in A	<input type="text" value="41.8"/>
cos(phi) cosphi_0 im Leerlauf	<input type="text" value="0.2924"/>

## Berechnete Werte

**Durch Klick auf den Button "Berechnung" in der folgenden ersten Zeile wird der Startup-Code ausgeführt.**

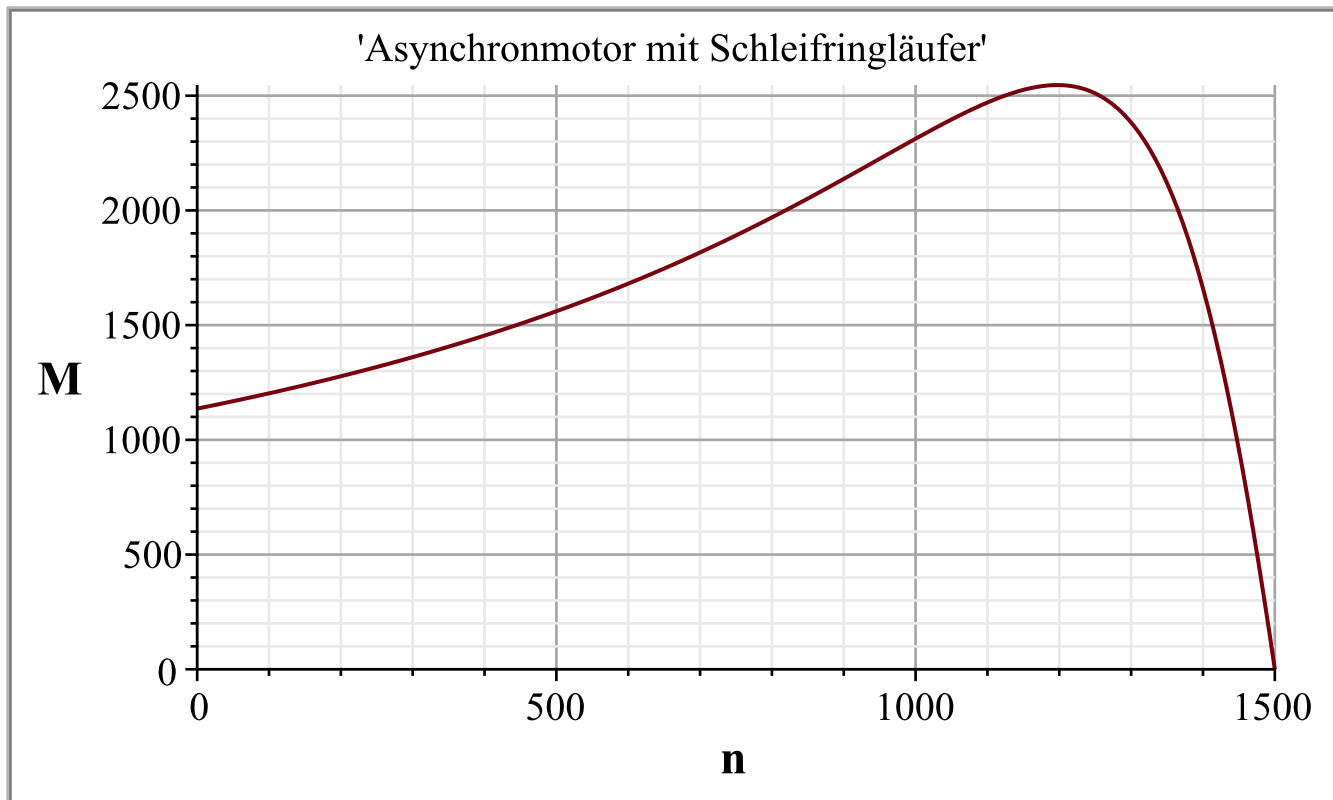
# Ausgaben in Textareas müssen in der über den Button "Berechnung" gestarteten Prozedur mit dem Befehl Do angegeben werden!!

Lösungen für $R2^\circ = R2t$ und X [Theta]	<input type="button" value="Berechnung"/>
	<input "="" type="text" value="[`R2°` = 0.2879179637e-1, X["/>
$Z1 = R1 + j \cdot X1$	<input type="text" value="1.822735040+4.615565746*I"/>
Kippmoment Mkip	<input type="text" value="2817.392017"/>
Kippschlupf skipp	<input type="text" value=".2017565672"/>

Parameterliste:

```
[P = 200, Mn = 1342, Ma = 1136, Mav = 1960, Mkipf = 2558, Un = 3  
Ustr = 220, R1 = 0.388e-1, n0 = 1500, nn = 1425, In = 376, cosph  
.95, I0 = 41.8, cosphi_0 = .2924, X[Theta] = .1373297291, R2t =  
0.2879179637e-1, X1 = 4.615565746, alpha[0] = 0.8406138752e-2, s  
.2017565672]
```

### *Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie*

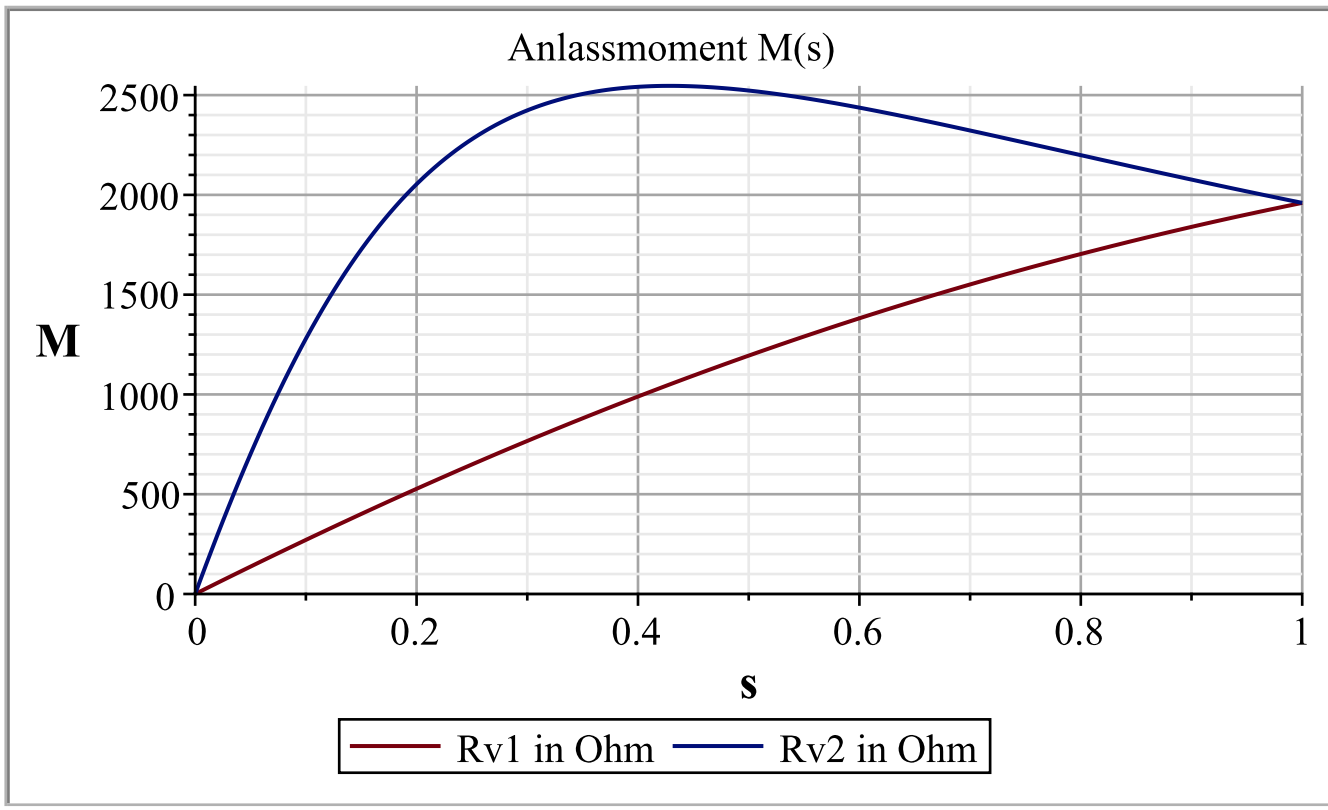


*Vorwiderstand für das Anlassen mit dem Moment  $M = M_{av}$  in Nm*

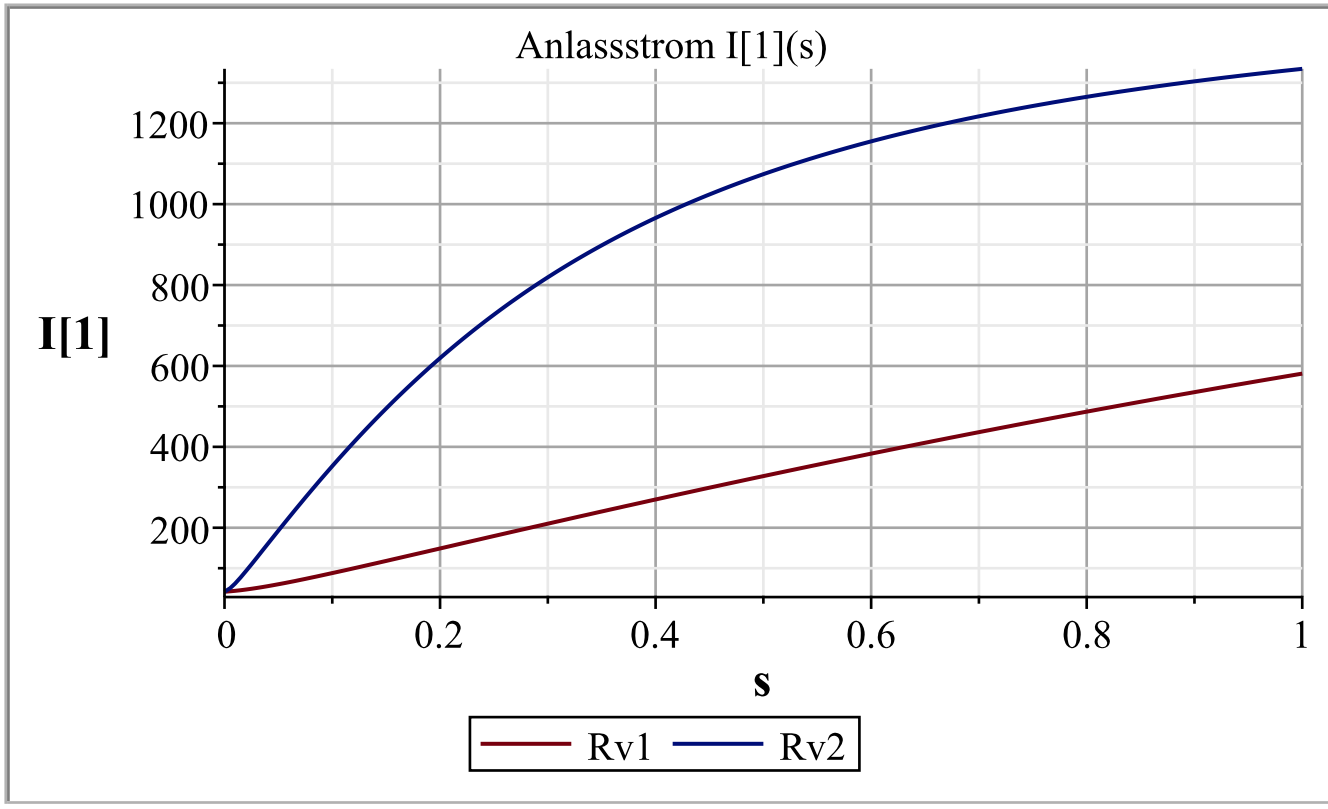
Rv1t, Rv2t in  $\Omega$   
auf Primärseite  
transformiert

.3040397293

0.323949991

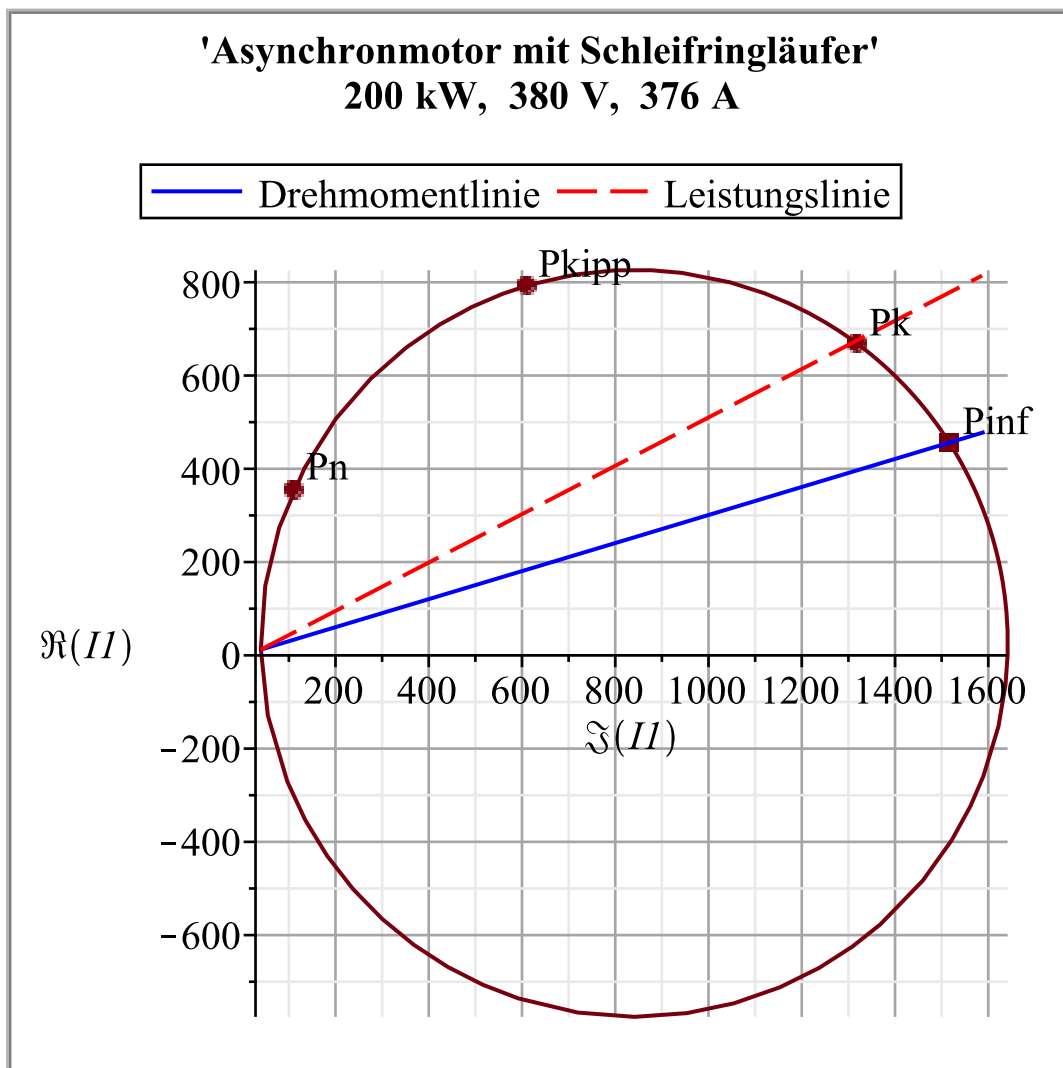


Ständerstrom beim Anlassen mit Zusatzwiderstand



Die obigen Werte  $R_{vt}$  des Vorwiderstandes für das Anlassen des Motors sind auf die Primärseite des Motors bezogen und müssen noch in reale Werte umgerechnet werden.

Rv1, Rv2 in $\Omega$	.1212790056
	0.1292210491e-1



### 3 Abschließende Bemerkungen

Außer der Beschränkung auf eine stromverdrängungsfreie Asynchronmaschine unter den eingangs genannten Vernachlässigungen enthält das verwendete Motormodell noch weitere Vereinfachungen. So werden die Reaktanzen als konstant angenommen. Tatsächlich bewirkt die bei wachsender Belastung zunehmende Eisensättigung eine Verringerung der

Durchmesserreaktanz. Eine weitere Ursache für Ungenauigkeiten ist auch die Temperaturabhängigkeit der Wicklungswiderstände.