

# Praktikum Elektrische Antriebe

## Versuchsprotokoll zu Versuch 1: Asynchronmaschine

|  |         |                    |
|--|---------|--------------------|
| Name:  |         | Studiensemester: 6 |
| Datum: 08.06.2016  | Testat: |                    |
| Mitarbeiter: Benjamin Haid, Johannes Kopp, Tobias Soldan |         |                    |





## **Aufgabe 1**

Siehe Skript Elektrische Antriebe

## **Aufgabe 2**

Siehe Skript Elektrische Antriebe

### Aufgabe 3

a) Der Verlauf der  $U/f$ -Kennlinie wird in Abb. 3.1 dargestellt.

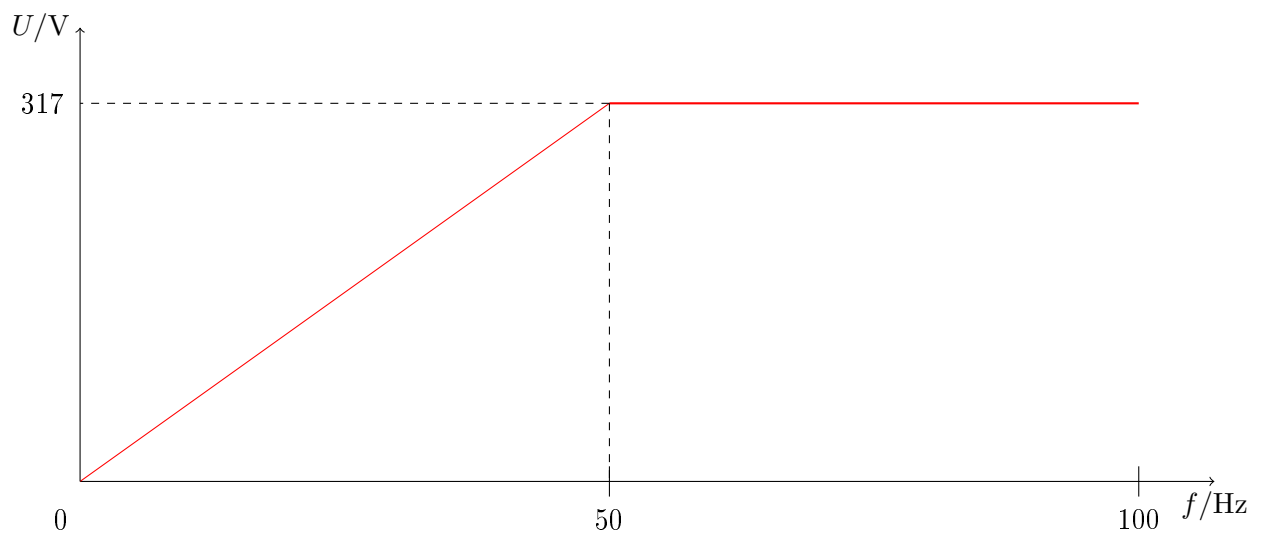


Abbildung 3.1:  $U/f$ -Kennlinie

## Aufgabe 4

a) Die hier dargestellte Gleichung (4.1) entspricht der Gleichung (6.49) aus dem Skript Elektrische Antriebe und gibt die Beziehung zwischen mechanischer Rotorkreisfrequenz  $\Omega_{Rm} = 2\pi \cdot N$ , Statorkreisfrequenz  $\Omega_1$ , Polpaarzahl  $Z_P$  und Schlupf  $s$  an.

$$\Omega_{Rm} = \frac{\Omega_1}{Z_P} \cdot (1 - s) \quad (4.1)$$

Beim Betrieb der Asynchronmaschine am starren Netz entspricht die Statorfrequenz  $f_1 = \frac{\Omega_1}{2\pi}$  der Netzfrequenz. Außerdem gilt die Beziehung  $s = \frac{f_2}{f_1}$ , wobei  $f_2$  die Schlupffrequenz ist. Somit ergibt sich

$$N = \frac{f_1 - f_2}{Z_P} \quad (4.2)$$

Da außer der Polpaarzahl auch die Schlupffrequenz unbekannt ist, müssen verschiedene Werte für  $Z_P$  ausprobiert werden. Mithilfe des sich ergebenden Wertes für die Schlupffrequenz kann eine Plausibilitätsbetrachtung durchgeführt und die richtige Polpaarzahl bestimmt werden. Dazu können die Beziehungen

$$N_0 = \frac{f_1}{Z_P} \quad (4.3)$$

$$N_2 = \frac{f_2}{Z_P} = N_N - N_0 \quad (4.4)$$

verwendet werden. Dabei ist  $N_0$  die Leerlaufdrehzahl,  $N_N$  die auf dem Typenschild angegebene Nenndrehzahl und  $N_2$  die Schlupfdrehzahl.

b) Die Asynchronmaschine im Versuch wird mit  $f_1 = 50 \text{ Hz} = 3000 \text{ min}^{-1}$  betrieben und hat eine Nenndrehzahl  $N_N = 1370 \text{ min}^{-1}$ . Mit diesen Angaben kann nach Teilaufgabe a) die Polpaarzahl bestimmt werden:

$Z_P = 1$ : Mit  $Z_P = 1$  ergibt sich  $N_0 = 3000 \text{ min}^{-1}$  und damit  $N_2 = 1630 \text{ min}^{-1}$ . Diese Schlupfdrehzahl ist viel zu hoch. Deshalb kann  $Z_P = 1$  ausgeschlossen werden.

$Z_P = 2$ : Man erhält die Leerlaufdrehzahl  $N_0 = 1500 \text{ min}^{-1}$ . Somit würde die Schlupfdrehzahl  $N_2 = 130 \text{ min}^{-1}$  betragen. Dieser Wert ist plausibel.

## Aufgabe 5

a) Bei  $M_L = 0 \text{ Nm}$  und damit  $f_2 = 0$  erhält man durch Umstellen der Formel 4.2 für die Statorfrequenz die Werte  $f_1 = 20\text{Hz}$ ,  $f_2 = 50\text{Hz}$  und  $f_3 = 80\text{Hz}$ .

b) Nach dem Einstellen der Frequenz erhalten wir aus der Messung folgende Drehzahlen:

$N_1 = 583\text{min}^{-1}$ ,  $N_2 = 1479\text{min}^{-1}$  und  $N_3 = 2354\text{min}^{-1}$ .

Der Grund für die Abweichung liegt darin, dass wir keine idealen Bauelemente haben und ein Lastmoment von  $0 \text{ Nm}$  nie ganz erreicht werden kann aufgrund der Lager und des Lüfters. Die gewünschten und gemessenen Werte sind nochmals in Tabelle 5.1 dargestellt.

| Gewünschte $N/\text{min}^{-1}$ | Gemessene $N/\text{min}^{-1}$ |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 600                            | 583                           |
| 1500                           | 1479                          |
| 2400                           | 2354                          |

Tabelle 5.1: Gegenüberstellung der gewünschten und gemessenen Drehzahlen

## Aufgabe 6

a) Da die Kennlinie aus Abb. 3.1 sich auf den Scheitelwert der Strangspannung bezieht, wir aber den Effektivwert der Außenleiterspannung benötigen, muss dieser noch durch  $\sqrt{2}$  geteilt und mit  $\sqrt{3}$  multipliziert werden. Als Faktor wird die Steigung der Kennlinie verwendet

$$U_{\max} = \frac{317 \text{ V}}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} = 388 \text{ V} \quad (6.1)$$

$$m = \frac{U_{\max}}{f_{\text{Knick}}} = \frac{388 \text{ V}}{50 \text{ Hz}} \quad (6.2)$$

b) In Abb. 6.1 ist der Verlauf des Betrags der Statorflussverkettung  $\psi_1$  zu sehen. Außerdem ist das Kippmoment des Motors in Abb. 6.2 dargestellt.

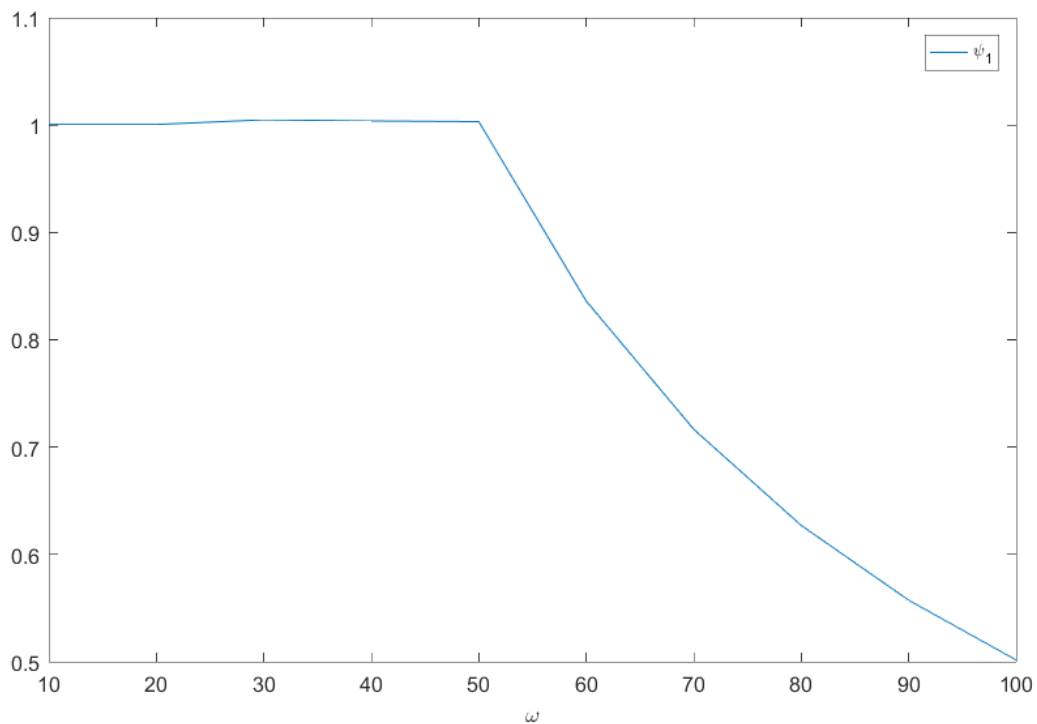


Abbildung 6.1: Betrag der Statorflussverkettung  $\psi_1$



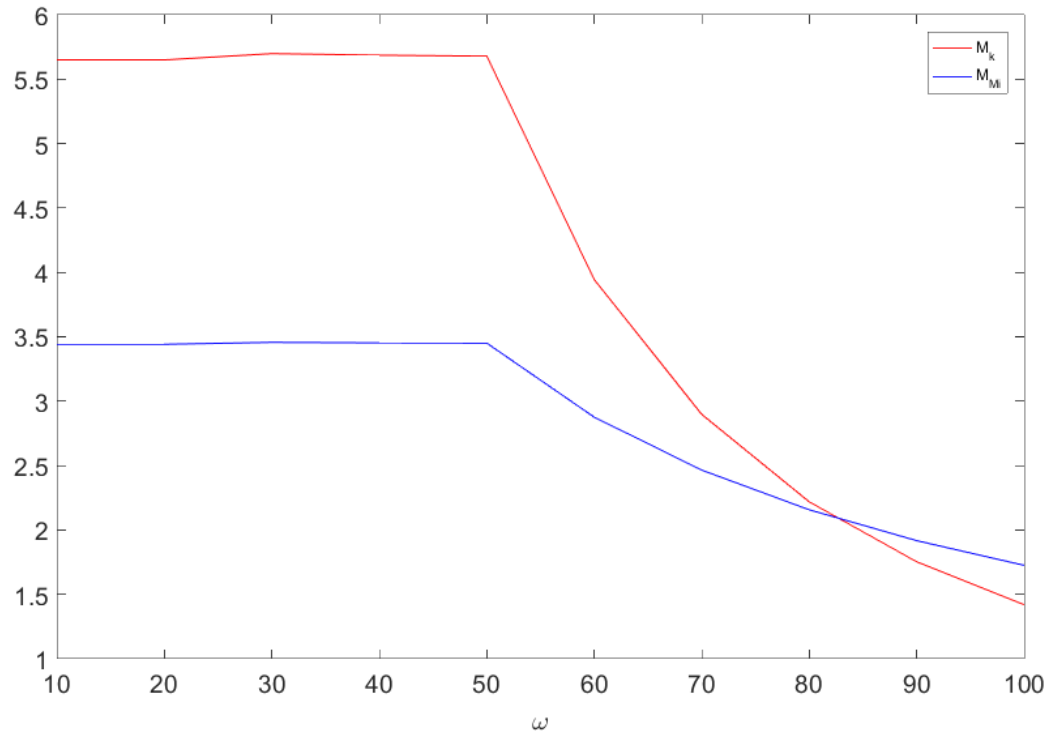


Abbildung 6.2: Verlauf Kippmoment  $M_k$  und Motormoment  $M_{Mi}$

c) Das Motormoment  $M_{Mi}$  wird folgendermaßen berechnet und ist in Abb. 6.2 dargestellt.

$$M_{Mi} = \frac{3}{2} \cdot Z_P \cdot \frac{\hat{U}}{\omega} \cdot \hat{I} \cdot \cos(0.7) \quad (6.3)$$

## Aufgabe 7

- a) Die Ergebnisse der durchgeführten Messungen können in Abb. 7.1 und Abb. 7.2 betrachtet werden.
- b) Der Unterschied, der Kennlinie bei kleinen Statorfrequenzen, der in Abb. 7.1 gezeigt ist, liegt daran, dass der Statorwiderstand anders als angenommen bei ca.  $25\ \Omega$  liegt und an diesem eine Spannung abfällt, wodurch nicht die gewünschte Spannung erreicht wird.
- c) Die Beziehung zwischen Statorstrombetrag  $I_1$  und dem Statorwiderstand  $R_1$  ergibt einen Spannungsabfall von:

$$U = R_1 \cdot I_1 \quad (7.1)$$

Durch eine einfache Störgrößenaufschaltung reagieren wir darauf, d.h. der Spannungsabfall an  $R_1$  wird einfach auf  $U_1$  aufaddiert.

- d) In Abb. 7.1 kann man sehr leicht erkennen, dass das gewünschte Drehmoment aufgrund des Statorwiderstandes nicht erreicht werden kann. Durch die Korrekturmaßnahmen liegen die Kennlinien in Abb. 7.2 höher, allerdings nur vier der Kennlinien. Dies liegt daran, dass wir einen Spannungsabfall detektieren, und darauf mit einer Erhöhung der Spannung reagieren, dies funktioniert natürlich nur im Bereich zwischen 0 und 50 Hz, weil wir danach die Spannung nicht noch weiter erhöhen können.

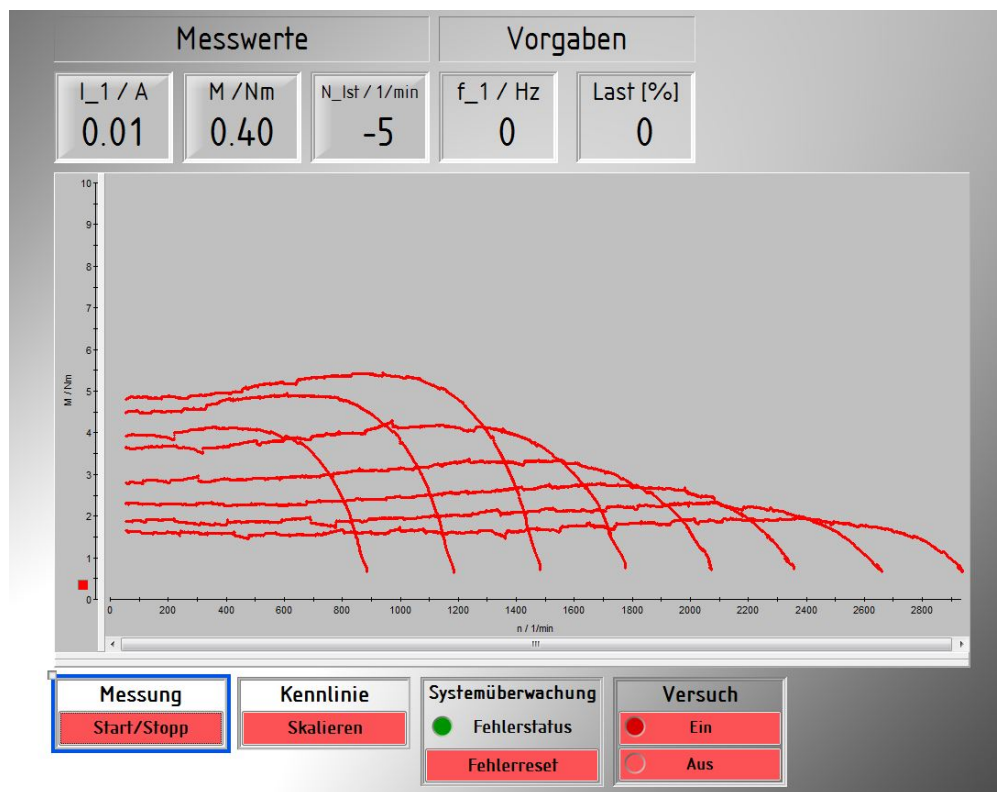


Abbildung 7.1: Kennlinie ohne Korrektur

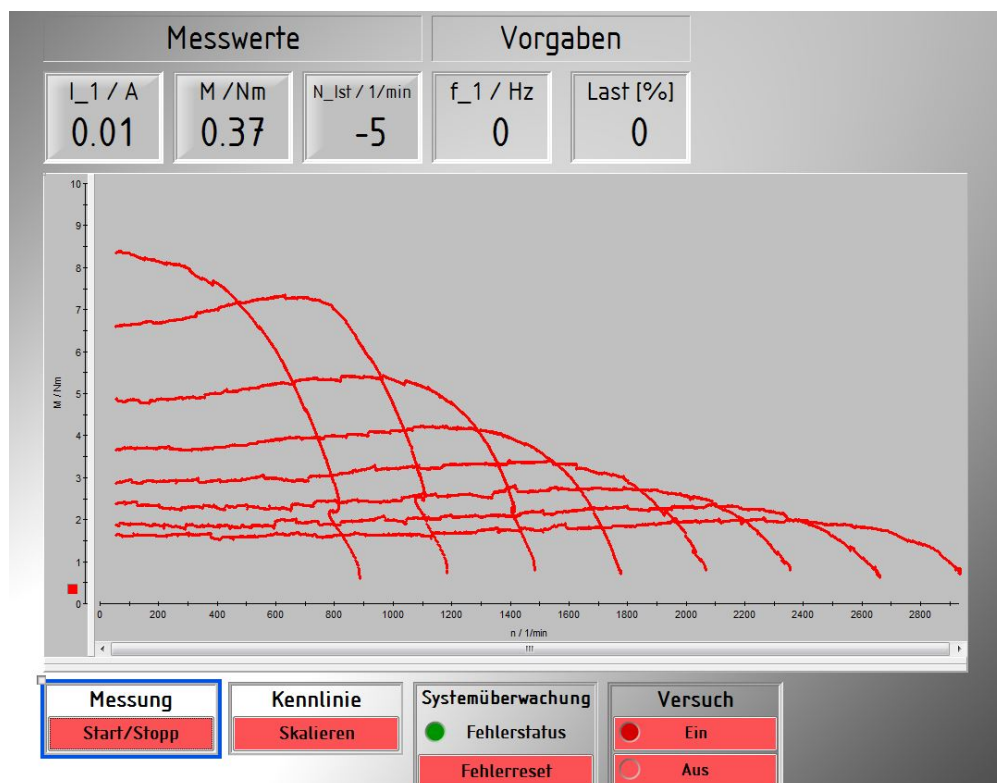


Abbildung 7.2: Kennlinie mit Korrektur