

Drehstrom-Asynchronmotor

| | | | | |
|-------|---------|----------------|-----------------|------------------|
| Datum | Uhrzeit | Versuchsleiter | | |
| Name | Vorname | Matr.-Nr. | Teilnahmetestat | Protokollabnahme |
| Name | Vorname | Matr.-Nr. | Teilnahmetestat | |
| Name | Vorname | Matr.-Nr. | Teilnahmetestat | |

Ziel des Versuchs:

Untersuchung des Betriebsverhaltens eines Drehstrom-Asynchronmotors mit Schleifringläufer. Drehzahlsteuerung durch Zusatzwiderstände im Läuferkreis und durch Änderung der Ständerspannung.

Vorbemerkungen:

Siehe auch Vorlesungsskript „Grundlagen elektrischer Maschinen“ („Grundlagen der Elektrotechnik 3“) S. 59-74 sowie den Abschnitt Drehstrom im Skript „Grundlagen der Elektrotechnik“!

Für Drehstrommotoren ist kennzeichnend, dass sie aus dem speisenden Drehstromnetz durch geeignete Wicklungsanordnungen im Ständer ein umlaufendes Magnetfeld (Drehfeld) erzeugt bekommen. Die Umlaufgeschwindigkeit ω_d bzw. Drehzahl n_d dieses Drehfeldes hängt einerseits von der wicklungsbedingten Polpaarzahl p , andererseits von der Netzfrequenz f_1 ab:

$$\omega_d = 2\pi \frac{f_1}{p} \quad \text{oder} \quad n_d = 2\pi \frac{60 \cdot f_1}{p} \quad \text{in } [\text{min}^{-1}]$$

Die Drehzahl des Drehfeldes kann der Läufer nicht erreichen, weil beim Synchronlauf auf dem Läufer keine Spannung induziert werden kann und damit auch kein Strom und kein Drehmoment möglich ist. Deswegen heißt die Maschine auch "Asynchronmotor".

Für den Betriebszustand jeder Asynchronmaschine ist das Maß der Relativgeschwindigkeit zwischen Drehfeld und Läufer, bezogen auf die Drehfelddrehzahl n_d , genannt Schlupf s , wesentlich:

$$s = \frac{n_d - n_2}{n_d} \quad \begin{array}{l} n_d - \text{Drehfelddrehzahl (auch } n_1 \text{ oder } n_{\text{syn}}) \\ n_2 - \text{Läuferdrehzahl} \end{array}$$

Für die Drehzahl des Läufers n_2 und die Frequenz f_2 am Läufer gelten:

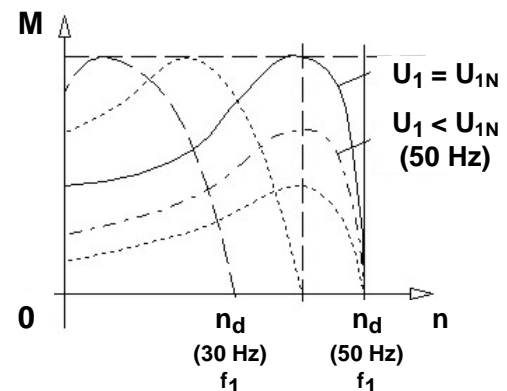
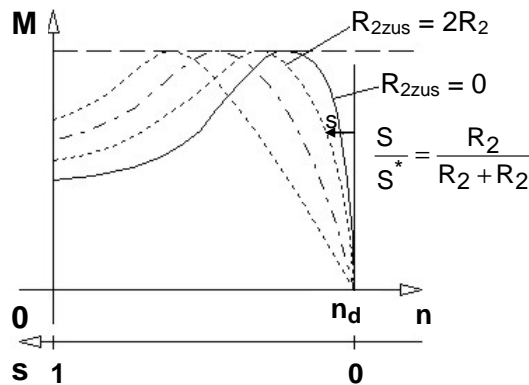
$$n_2 = n_d \cdot (1 - s) \quad f_2 = s \cdot f_1$$

Obwohl der Kurzschlusskäfigläufer den Vorteil hat, keinerlei elektrische Verbindungen mit dem Stator zu benötigen, gibt es bei größeren Leistungen doch eine alternative Läuferart: den Schleifringläufer. Dieser hat eine dreisträngige Wicklung mit Schleifringen, auf denen Bürsten laufen und bei denen der Kurzschluss außerhalb der Maschine hergestellt werden kann. Der Sinn des Schleifringläufers liegt u.a. darin, dass der Widerstand des Läuferkreises durch das Einschalten von Zusatzwiderständen verändert werden kann. Dies ist eine Methode des Anlassens und der Drehzahlverstellung.

Für eine Drehzahlverstellung kommen bei Asynchronmaschinen außer der oben erwähnten Polumschaltung zur Änderung der Drehfelddrehzahl und der ebenfalls erwähnten Möglichkeit, Zusatzwiderstände bei Schleifringläufern einzuschalten, noch Möglichkeiten, die durch Ände-

runen der dem Stator zugeführten Spannung gekennzeichnet sind. So kann die Drehzahlverstellung durch Änderung der Spannung U_1 bei konstanter Frequenz f_1 (z.B. über einen Drehstromsteller, mäßiger Aufwand) erfolgen, oder durch Änderung von Frequenz f_1 und Spannung U_1 (z.B. über einen Umrichter, großer Aufwand). Diese Verfahren sind dann auch bei Kurzschlusskäfigläufern möglich.

Wie sich die unterschiedlichen Verfahren auf das Betriebsverhalten, d.h. auf die Kennlinien $n = f(M)$ auswirken, wird in den Skizzen dargestellt:

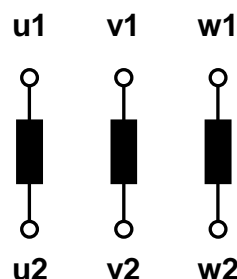


Um Motoren in Laboratorien und Prüffeldern an der Welle mechanisch zu belasten, ist es üblich sie mit solchen elektrischen Maschinen zu kuppeln, die ein bremsendes Moment erzeugen können (Gleichstromgeneratoren, Wirbelstrombremsen).

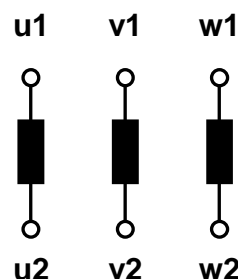
Bekanntermaßen können Drehstrom-Verbraucher entweder in Sternschaltung oder in Dreieckschaltung am Drehstromnetz betrieben werden. So auch Drehstrommotoren!

Ergänzen Sie die nachstehenden Skizzen der Ständerwicklungen des Motors für

Sternschaltung Y

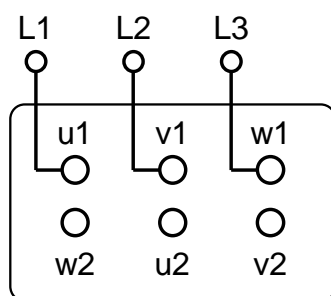


Dreieckschaltung Δ

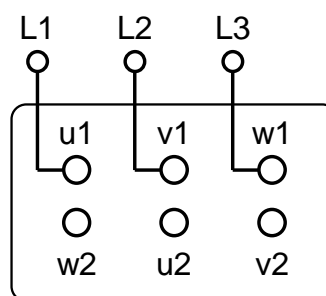


Das Klemmenbrett des Motors hat das nachstehend skizzierte Anordnungsschema; ergänzen Sie die zugehörigen Verbindungsbrücken!

Sternschaltung Y



Dreieckschaltung Δ



Aufgabenstellung, Durchführung des Versuchs:

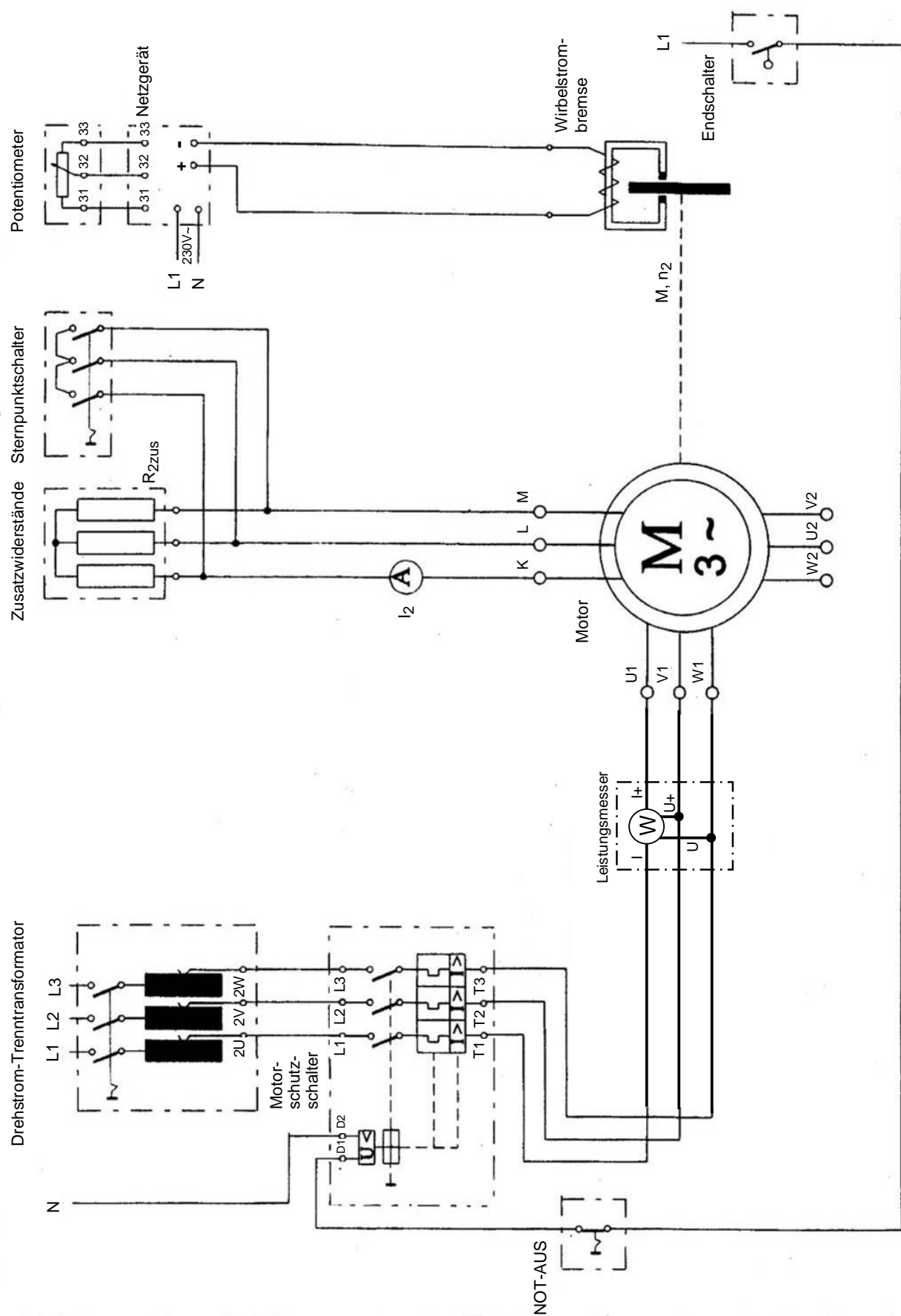
- 1.) Aufbau des Versuchs nach Schaltbild (Skizze ergänzen!).
Motor in Dreieckschaltung.
- 2.) Untersuchung des normalen Betriebsverhaltens des Motors:
Motor in Dreieckschaltung, $U_1 = 380\text{V}$, $R_{2\text{zus}} = 0$ (Kurzschluss).
Belastung durch die Wirbelstrombremse über I_2 gemäß Tabelle.
Es werden gemessen: $U_1, I_1, P_1, Q_1, n_2, I_2 \sim M$
Errechnet werden: $P_2, \eta, \cos\varphi_1$
Zur Ermittlung des Drehmoments M ist die beigelegte Kennlinie $M = f(I_2)$ des Motorherstellers heranzuziehen. Sie gilt für $U_1 = 380\text{V}$. Bei anderen Spannungen ist linear umzurechnen!
- 3.) Untersuchung des Motorverhaltens bei geändertem Läuferwiderstand:
Motor in Dreieckschaltung, $U_1 = 380\text{V}$, $R_{2\text{zus}} = \text{---} \Omega$
Belastung durch die Wirbelstrombremse über I_2 gemäß Tabelle.
Es werden gemessen: $U_1, n_2, I_2 \sim M$
- 4.) Untersuchung des Motorverhaltens bei geänderter Klemmenspannung:
Motor in Dreieckschaltung, $U_1 = \text{---} \text{V}$, $R_{2\text{zus}} = 0$ (Kurzschluss).
Belastung durch die Wirbelstrombremse über I_2 gemäß Tabelle.
Es werden gemessen: $U_1, n_2, I_2 \sim M$
- 5.) Untersuchung des Motorverhaltens bei geänderter Ständerschaltung:
Motor in Sternschaltung, $U_1 = 380\text{V}$, $R_{2\text{zus}} = 0$ (Kurzschluss).
Belastung durch die Wirbelstrombremse über I_2 gemäß Tabelle.
Es werden gemessen: $U_1, n_2, I_2 \sim M$
- 6.) Übernehmen Sie aus dem Motortypenschild die Motorenenddaten:

The image shows a blank motor nameplate template for 'WOLFER' motors. The template is rectangular with a dark background and light-colored text. It contains several fields for recording motor data, organized in a structured layout. The fields are as follows:

- Typ**: A long horizontal field at the top left.
- Nr.**: A horizontal field below 'Typ'.
- V**: A horizontal field to the right of 'Nr.'.
- A**: A horizontal field to the right of 'V'.
- kW**: A horizontal field below 'Nr.'.
- cos φ**: A horizontal field to the right of 'kW'.
- U/min**: A horizontal field below 'cos φ'.
- Hz**: A horizontal field to the right of 'U/min'.
- Läufer**: A horizontal field below 'U/min'.
- Isol.-Kl.**: A horizontal field to the right of 'Läufer'.
- IP**: A horizontal field below 'Isol.-Kl.'.
- t**: A horizontal field to the right of 'IP'.

Auswertung und Darstellung der Ergebnisse:

- a) zu 2.): Stellen Sie I_1, n_2, η und $\cos\varphi_1$ in Abhängigkeit von P_2 mit geeigneten Maßstäben in einem Diagramm dar.
- b) zu 2.) 3.) 4.) und 5.): Stellen Sie n_2 in Abhängigkeit von M mit geeignetem Maßstab in einem Diagramm dar.
- c) Ermitteln Sie aus den Motorenenddaten die Nenndaten für $I_1, n_2, \eta, \cos\varphi_1$ und M_{nenn} .
 - Geben Sie die erforderlichen Formeln, zugehörigen Zahlenwerte und Einheiten an.
 - Kennzeichnen Sie in den beiden Diagrammen diese Nennpunkte.



Schaltbild

Mess- und Rechenwerttabellen:

(Ergänzen Sie die erforderlichen Formeln für die Rechenwerte!)

zu 2.) Δ - Schaltung, Normalbetrieb, $U_1 = 380\text{V}$, $R_{2\text{zus}} = 0$ (Kurzschluss)

| U_1 | I_1 | P_1 | Q_1 | n_2 | I_2 | M | P_2 | η | $\cos\varphi_1$ |
|-------|-------|-------|-------|---------------------|---------------|------|-------|--------|-----------------|
| [V] | [A] | [W] | [var] | $[\text{min}^{-1}]$ | [A] | [Nm] | [W] | [%] | |
| 380 | | | | | $\approx 0,5$ | | | | |
| " | | | | | 2 | | | | |
| " | | | | | 3 | | | | |
| " | | | | | 4 | | | | |
| " | | | | | 5 | | | | |
| " | | | | | 6 | | | | |
| " | | | | | 6,5 | | | | |
| " | | | | | 7 | | | | |
| " | | | | | 7,5 | | | | |

zu 3.) Δ - Schaltung, $R_{2\text{zus}} = __ \Omega$

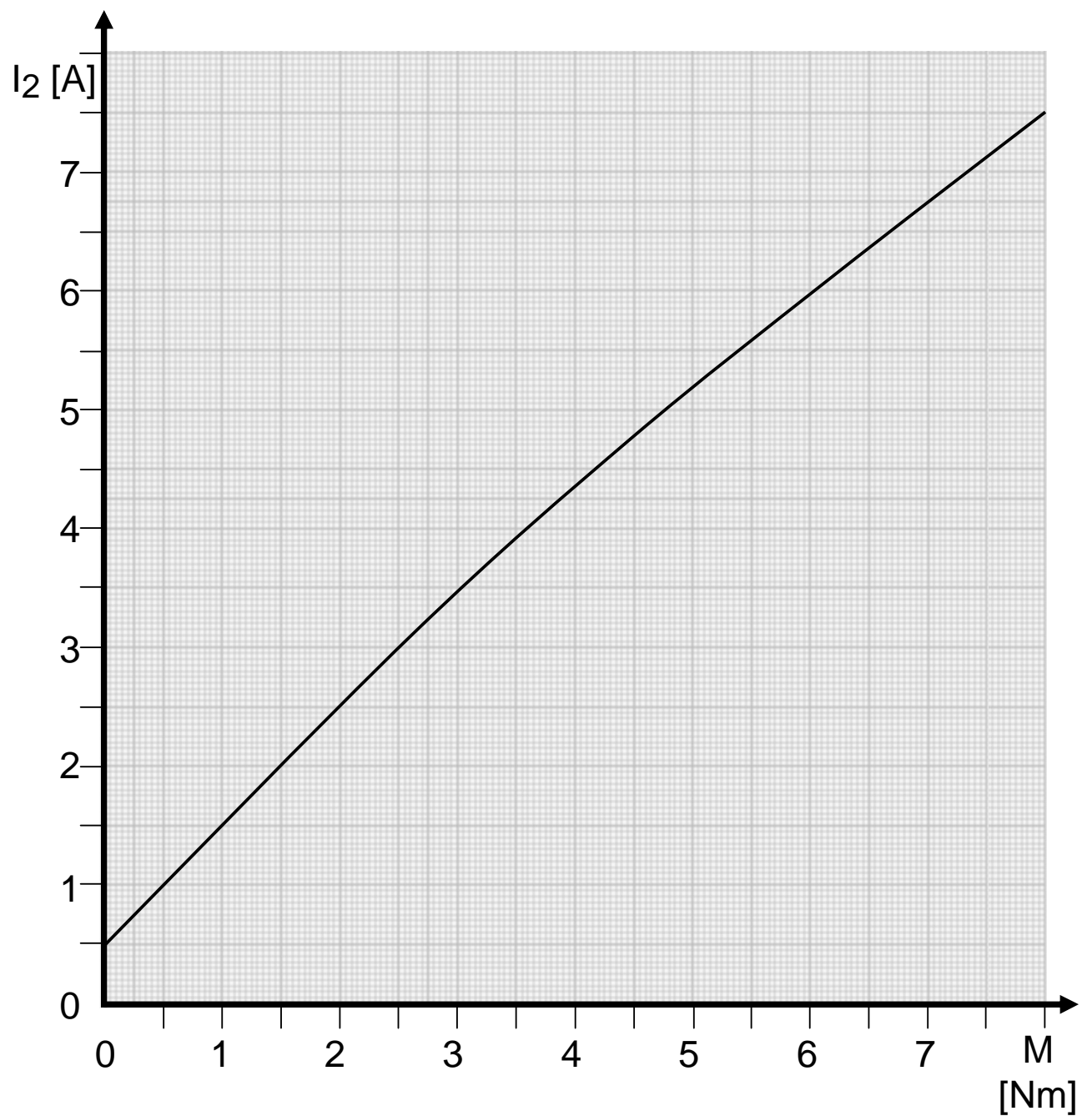
| U_1 | I_2 | M | n_2 | $R_{2\text{zus}}$ |
|-------|---------------|------|---------------------|-------------------|
| [V] | [A] | [Nm] | $[\text{min}^{-1}]$ | $[\Omega]$ |
| 380 | $\approx 0,5$ | | | 6 |
| " | 2 | | | " |
| " | 3 | | | " |
| " | 4 | | | " |
| " | 5 | | | " |
| " | 6 | | | " |
| " | 7 | | | " |

zu 4.) Δ - Schaltung, $U_1 = __ \text{V}$, $R_{2\text{zus}} = 0$

| U_1 | I_2 | M | n_2 | $R_{2\text{zus}}$ |
|-------|-------|------|---------------------|-------------------|
| [V] | [A] | [Nm] | $[\text{min}^{-1}]$ | $[\Omega]$ |
| | 1,5 | | | 0 |
| " | 2 | | | " |
| " | 3 | | | " |
| " | 4 | | | " |
| " | 5 | | | " |
| " | 6 | | | " |
| " | 7 | | | " |

zu 5.) Y-Schaltung, $U_1 = 380 \text{V}$, $R_{2\text{zus}} = 0$ (Kurzschluss)

| U_1 | I_1 | P_1 | Q_1 | n_2 | I_2 | M | P_2 | η | $\cos\varphi_1$ |
|-------|-------|-------|-------|---------------------|---------------|------|-------|--------|-----------------|
| [V] | [A] | [W] | [var] | $[\text{min}^{-1}]$ | [A] | [Nm] | [W] | [%] | |
| 380 | | | | | $\approx 0,8$ | | | | |
| " | | | | | 2 | | | | |
| " | | | | | 3 | | | | |
| " | | | | | 4 | | | | |
| " | | | | | 5 | | | | |
| " | | | | | 6 | | | | |
| " | | | | | 7 | | | | |



Eichennlinie der Asynchronmaschine Typ SDK 112S-4s/W30 zur Ermittlung des Drehmoments M mit Hilfe des gemessenen Läuferstroms I_2 . Sie ist gültig für 380 V Strangspannung, bei anderen Spannungen ist linear umzurechnen.