

Beschreibung zum Projektierungstool V4 für Asynchronmotoren mit Schleifringläufer zur Berechnung von Stufen-Anlasswiderständen

Schritt 1: Zusammenstellung der erforderlichen technischen Daten aus den Datenblättern

Die erforderlichen Werte werden aus dem Datenblatt entnommen. Die restlichen Werte werden berechnet. Die dazu erforderlichen Formeln sind im Folgenden angegeben. Hier als Beispiel ein Schleifringläufermotor von VEM für ein Kranhubwerk im BGH Freital mit einem 22kW-VEM-Asynchronmotor mit Schleifringläufer, Typ SPH 225.

Das Motordatenblatt ist als Anlage 1 beigelegt. Für die Krananwendung wird S3 mit einem ED von 25% zugrunde gelegt.

Daten des Schleifringläufer-Motors Typ VEM SPH 225 M8 B HW			Bemerkung
U _n	400	V	Bemessungsspannung des Motors
I _n	74	A	Bemessungsstrom des Motors
n _n	725	1/min	Nenndrehzahl des Motors
P _n	36	kW	Bemessungsleistung des Motors entspr. Betriebsart
M _k /M _n	2,1		Verhältnis Kippmoment zu Bemessungsmoment
I ₂	111	A	Läuferstrom bei Bemessungsmoment
k	1,04	Ohm/Phase	Läuferkennzahl des Motors entspr. Betriebsart
k		Ohm/Phase	Alternativ kann die Läuferkennzahl aus der Läuferstillstandsspannung U ₂₀ und dem Läuferstrom berechnet werden, siehe Formel 1
n ₀	750	1/min	synchrone Drehzahl
U ₂₀	200	V	Läuferstillstandsspannung
U ₂₀	200	V	Alternativ kann die Läuferstillstandsspannung aus der Läuferkennzahl k berechnet werden, siehe Formel 2
R ₂	0,0218	Ohm	Rotorwiderstand (Strangwiderstand der in Stern geschalteten Läuferwicklung)
M _n	474	Nm	Bemessungsmoment, siehe Formel 3,
M _k	996	Nm	Kippmoment
S _n	0,033	%	Nennschlupf, siehe Formel 4
S _k	0,132	%	Der Kippschlupf berechnet sich mit guter Näherung (unter Vernachlässigung von R ₁) nach Formel 5

$$K = \frac{U_{20}}{I_2 \sqrt{3}} \quad (1)$$

$$U_{20} = K I_2 \sqrt{3} \quad (2)$$

$$Mn = \frac{P_n}{n_n} 9550 \quad \text{oder} \quad Mn = \frac{P_n}{0,105 n_n} \quad (3)$$

M in Nm, P in W, n in umdr/min

$$s_n = \frac{n_0 - n_n}{n_0} \quad (4)$$

$$s_k = s_n \left(\frac{M_k}{M_n} \right) + \sqrt{\left(\frac{M_k}{M_n} \right)^2 - 1} \quad (5)$$

Literaturhinweis: J. Vogel, Grundlagen der elektrischen Antriebstechnik mit Berechnungsbeispielen

Schritt 2: Lastmoment und gewünschtes Beschleunigungsverhalten beim Hochlauf des Antriebs

Schleifringläufermotoren werden für Antriebe mit großen Anlaufmomenten bei gleichzeitiger Begrenzung der Anlaufströme eingesetzt. Einerseits soll der Motorstrom während des Anlaufs auf einen Maximalwert begrenzt werden (und der zugehörige Maximal-Schlupf) und andererseits soll während des Hochlaufs ein minimales Beschleunigungsmoment (und der zugehörige Minimalschlupf bei dem in die nächste Stufe umgeschaltet werden muß) nicht unterschritten werden. Vorteil: Ein beträchtlicher Teil der Anlaufverluste fällt nicht im Läufer an, sondern in den Anlaufwiderständen. Der Anlaßwiderstand kann so dimensioniert werden, daß der Motor mit seinem Kippmoment anläuft. Der dafür erforderliche Läuferzusatzwiderstand berechnet sich nach Formel 6:

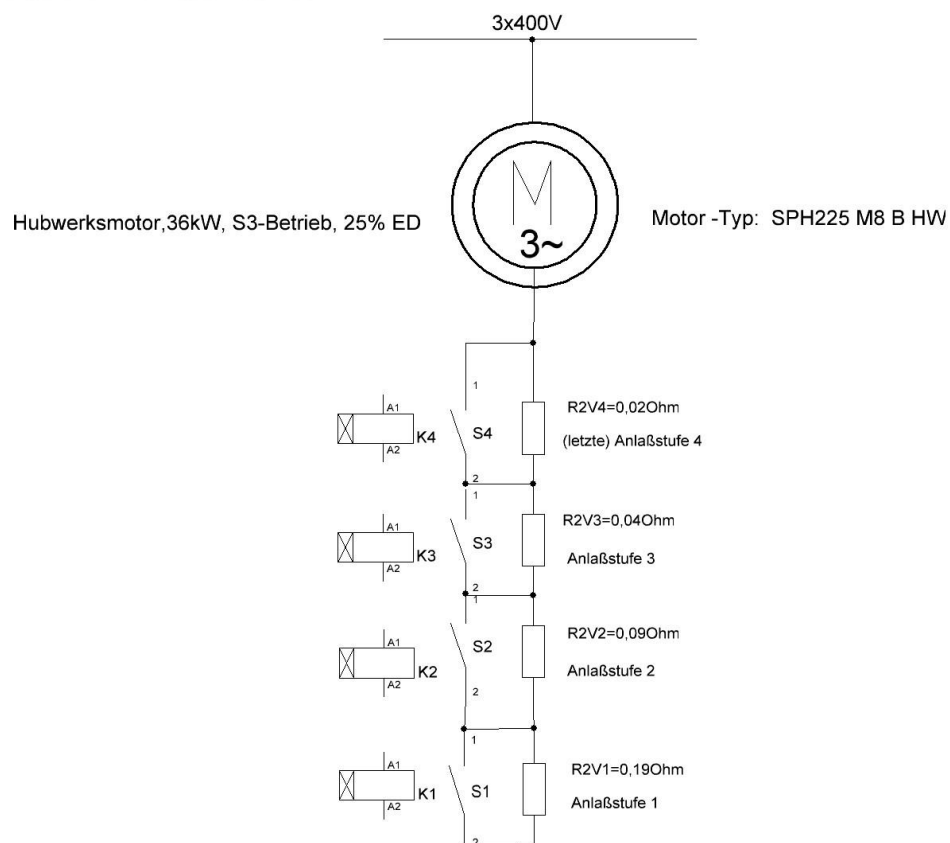
$$R_{2z} = \left(\frac{1}{s_k} - 1 \right) R_2 \quad (6)$$

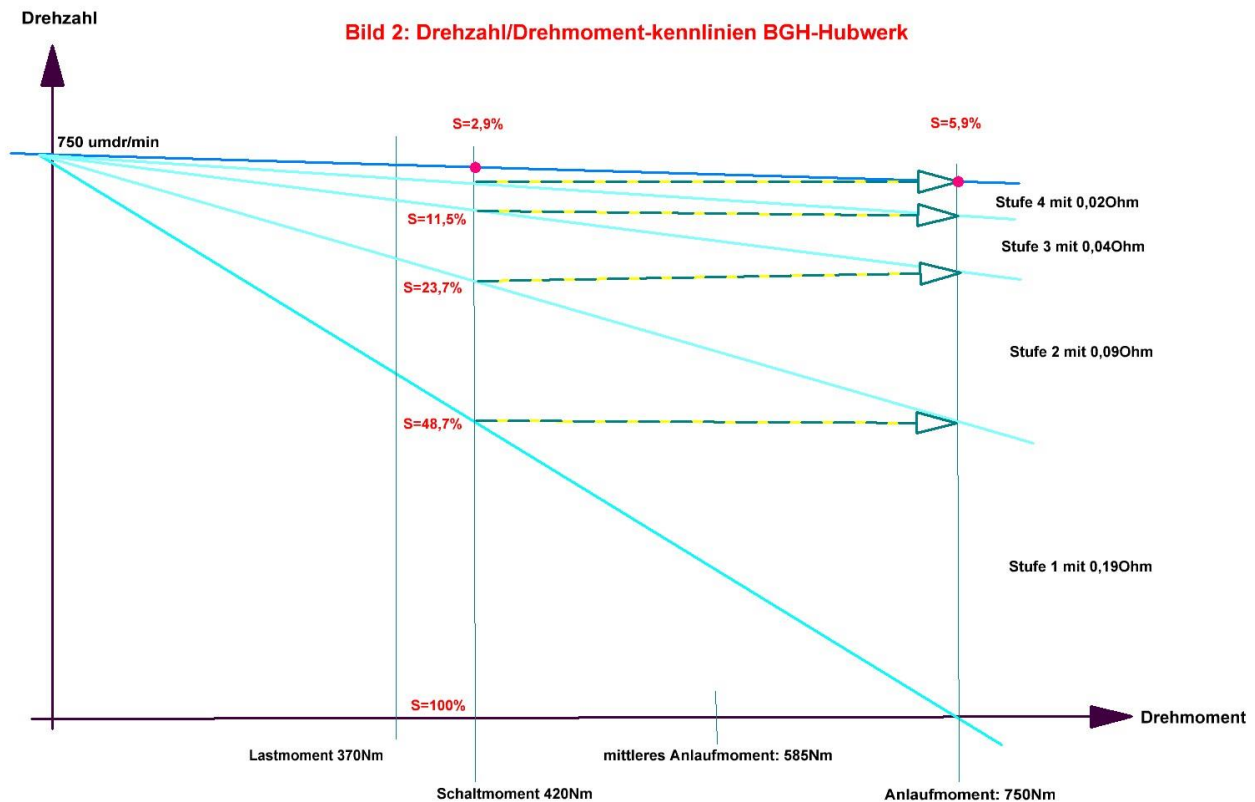
Bei der Festlegung der des Schaltmomentes (Umschalten von einer Anlaßstufe in die nächste Stufe) ist zu beachten, daß das Schaltmoment größer als das Lastmoment sein muß, da der Antrieb sonst beim Hochlauf „hängenbleibt“.

M _{last}	370	Nm	Mittleres Lastmomentmoment. Bei vielen Anlagen ist der Drehmomentenbedarf geschwindigkeitsabhängig (z.B. bei Mühlen und Extrudern) oder beladungsabhängig (z.B. bei langen Förderbändern im Tagebaubereich). Hebezeuge haben einen drehzahlunabhängigen Drehmomentenbedarf. Bei BGH wurde das Lastmoment bei Bemessungskranlast verwendet.
M _A	750	Nm	zulässiges bzw. gewünschtes Anlaufmoment bei Drehzahl null. Obergrenze: Maximal 80% vom Kippmoment.
M _s	420	Nm	Schaltmoment: Das Moment, bei dem der Stufenanlasser von einer Widerstandsstufe in die nächste schaltet. Im Bild 1 und 2 sind die Verhältnisse dargestellt. Hinweis: das Schaltmoment muß größer sein als das Lastmoment. Bitte dabei eine evtl. Abhängigkeit des Lastmomentes von der Drehzahl beachten.

M_{Amittel}	585	Nm	mittleres Motormoment während des Anlaufs. Ergibt sich aus der Anlaßschwere multipliziert mit dem Bemessungsmoment.
M_b	215	Nm	mittleres Beschleunigungsmoment beim Hochlauf
S_{max}	0,06	%	maximaler Schlupf in der natürlichen Motoren-Kennlinie bei Anlaufmoment M_A ($R_{2V}=0 \text{ Ohm}$). Formel 7.
S_{min}	0,029	%	minimaler Schlupf in der natürlichen Motoren-kennlinie bei Schaltmoment M_s ($R_{2V}=0$). Formel 8.

Bild 1: BGH-Hubwerksmotor





$$s_{max} = s_k \left(\frac{M_k}{M_A} \right) + \sqrt{\left(\frac{M_k}{M_A} \right)^2 - 1} \quad (7)$$

$$s_{min} = s_k \left(\frac{M_k}{M_S} \right) + \sqrt{\left(\frac{M_k}{M_S} \right)^2 - 1} \quad (8)$$

Formeln 7 und 8 basieren auf der Klosssche Formel.

Schritt 3: Berechnung der Widerstandsstufen

n	3,915	Stk	rechnerisch ermittelte Zahl der Anlaßstufen, siehe Formel 9
z	4	Stk	Die zu verwendende Stufenzahl ergibt sich durch das Aufrunden auf die nächst größere Stufenzahl
S _{max}	0,059	%	maximal auftretender Schlupf beim Hochlauf mit der gewählten Anlaßstufenzahl (z). Siehe Formel 10
R1	0,34	Ohm	wirksamer Anlaßwiderstand in der 1. Stufe - alle Stufenwiderstände sind in den Läuferkreis eingeschaltet.
R2	0,16	Ohm	wirksamer Anlaßwiderstand der 2. Stufe - R2V1 ist überbrückt
R3	0,06	Ohm	wirksamer Anlaßwiderstand der 3. Stufe - R2V1 und R2V2 sind überbrückt
R4	0,02	Ohm	wirksamer Anlaßwiderstand der 4. Stufe- R2V1 bis R2V3 sind überbrückt
R _{2V1}	0,19	Ohm	erster Läuferwiderstand
R _{2V2}	0,09	Ohm	zweiter Läuferwiderstand
R _{2V3}	0,04	Ohm	dritter Läuferwiderstand
R _{2V4}	0,02	Ohm	vierter Läuferwiderstand
			Bei langen Bändern z.B. im Tagebau treten starke Änderungen der Bandbeladung und damit des Lastmomentes beim Anlauf auf. Die Anlaßstufen sollten dann nicht zeitgesteuert, sondern bei Erreichen des Anfangsschlupfes geschaltet werden. Siehe z.B. Schaeper Kransteuerung ES-FDP-KR...
Sa ₂	0,487	%	Anfangsschlupf der 2. Stufe, Formel 11
Sa ₃	0,237	%	Anfangsschlupf der 3. Stufe
Sa ₄	0,115	%	Anfangsschlupf der 4. Stufe
Sa ₀	0,059	%	Endschlupf: Anlaßwiderstände komplett überbrückt
f	1,23	Verhältnis	Anlaßschwere als Verhältnis des mittleren Anlaufmomentes zum Bemessungsmoment

$$n = \frac{\ln S_{min}}{\ln (S_{min}/S_{max})} - 1 \quad (9)$$

$$S_{max} = S_{min}^{n/n+1} \quad (10)$$

Bei langen Bändern z.B. im Tagebau treten starke Änderungen der Bandbeladung und damit des Lastmomentes beim Anlauf auf.

Die Anlaßstufen sollten dann nicht zeitgesteuert, sondern bei Erreichen des Anfangsschlupfes (Anfangsdrehzahlen) geschaltet werden.



Bild: GINO AG Elektrotechnische Fabrik

Die Umschaltung in die nächste Stufe muß beim Erreichen des Anfangsschlupfes erfolgen. Der Anfangsschlupf der k-ten Stufe ist:

$$s_{ak} = \left(s_{min} / s_{max} \right)^{k-1} \quad (11)$$

Schritt 4: Dimensionierung der Widerstandsstufen

J	2,7	kgm ²	das gesamte Trägheitsmoment (Motor, Getriebe, Arbeitsmaschine) auf die Motorwelle bezogen
t _a	0,9	sec	Anlaßzeit gesamt. Für ein zeitabhängige Schalten der einzelnen Widerstandsstufen:
t ₁	0,5	sec	Einschaltzeit der 1. Stufe (Formel 12)
t ₂	0,2	sec	Einschaltzeit der 2. Stufe
t ₃	0,1	sec	Einschaltzeit der 3. Stufe
z	30	Anzahl/h	Anlaßzahl. Die Anzahl der Anlaßvorgänge, die hintereinander vorgenommen werden können bis die Höchsttemperatur des Widerstandes erreicht wird.
W	292,7	kJ	erforderliche Wärmekapazität des Anlaßwiderstandes für z Anläufe (vereinfacht, Formel 13)
P _v	11,1	kW	Verlustleistung im Anlasser

$$t_k = J \frac{2\pi n}{M_b} \quad (12)$$

$$W = t_a z (f I_{20})^2 R_1 \sqrt{3} \quad (13)$$

Anhang 1

Drehstrommotoren mit Schleifringläufer, Niederspannungsausführung Betriebsart S3, Aussetzbetrieb

Typ	SPH 225 M8 B HW			
Bemessungsleistung	[kW]	36	32	25
Betriebsart	S3-25/40/60/100% ED			22
Wirkungsgradbestimmung	[-]	EN 60034-2		
Bemessungsfrequenz	[Hz]	50		
Bemessungsdrehzahl	[min ⁻¹]	725	725	730
Max. Drehzahl	[min ⁻¹]	1875		735
Statorspannung	[V]	400		
Statorschaltung	[-]	D		
Statorstrom	[A]	74.0	66.5	54.5
Leistungsfaktor	[-]	0,8	0,79	0,75
Wirkungsgrad	[%]	88	88	88
rel. Kippmoment	[-]	2,1	2,3	3
Rotorspannung	[V]	200		
Rotorschaltung	[-]	Y		
Rotorstrom	[A]	111	99	77
Rotorwiderstand	[Ω]	0,0218		
Läuferkennzahl K	[-]	1,04	1,17	1,5
Th. Kl.		155(F/B)		
Kühlmitteltemperatur	[°C]	-20°C...+40°C		
Aufstellungshöhe	[m]	1000m		
Schutzart IP		IP54		
Trägheitsmoment	[kgm ²]	0,99		

Anhang 2: Schlussbemerkungen und Literatur

Für die schweren Anlaufbedingungen bei Mühlen und Brechern unter Volllast und für Ventilatoren mit sehr großen Massenträgheitsmomenten werden nach wie vor Asynchronmotoren mit Schleifringläufern eingesetzt. Das Anlaufmoment kann durch entsprechende Auslegung des Widerstandsanlassers bis zum Kippmoment betragen, wobei der aufgenommene Strom dem Anlaufmoment entspricht und nicht, wie bei einem direkt anlaufenden Asynchronmotor, dem 6 bis 8 fachen des Nennstromes. Die Kühlung großer ASM mit SL erfolgt vorrangig mit Luft-Luft- bzw. Luft- Wasser-Wärmetauschern und separater Belüftung des Schleifringraumes.

Für interessierte Fachleute, Studenten und Auszubildende haben wir das Berechnungstool V4 auf Excel-Basis für den Anlasswiderstand eines Stufenanlassers bereitgestellt. Es wurde zusammen mit BGH Freital überarbeitet und dort für Kranhubwerke eingesetzt.

Einsatzbereich des Schleifringläufermotors

Vor allem im Hochleistungsbereich kommen die Vorteile von hohem Anlaufdrehmoment und niedrigem Anlaufstrom zum Tragen. Deshalb gelten Schleifringläufermotoren in schwachen Stromnetzen auch heute noch als kostengünstige Antriebslösung. Der Einsatz erfolgt dabei vorrangig bei Arbeitsmaschinen mit großen Trägheits- oder Gegenmomenten. Die Vorteile von Schleifringläufermotoren zeigen sich vor allem bei MS-Motoren ab 630 kW.

Eingesetzt werden Schleifringläufermotoren z.B. bei

- Antrieben von Mühlen und Brechern
- Antrieben mit Voll- oder Schwerlastlauf
- Doppelt gespeiste Generatoren
- Großen Ventilatoren und Pumpen
- Kranapplikationen

Vor- und Nachteile von Schleifringläufermotoren

Schleifringläufermotoren haben folgende Vorteile:

- Einstellbares und hohes Anlaufdrehmoment
- Einfache Steuerung der Umschalt-Drehzahlen beim Anlauf
- Dem Anlaufmoment entsprechender und damit relativ geringer Anlaufstrom
- Läuferkreis kann beeinflusst werden
- Dauerschlußstufe möglich
-

Natürlich gibt es auch Nachteile:

- erhöhter Wartungsaufwand
- für Kurzzeitbetrieb nicht geeignet
- für drehzahlgeregelte Antriebe nicht geeignet, dort ist ein umrichter gespeister ASM-KL besser

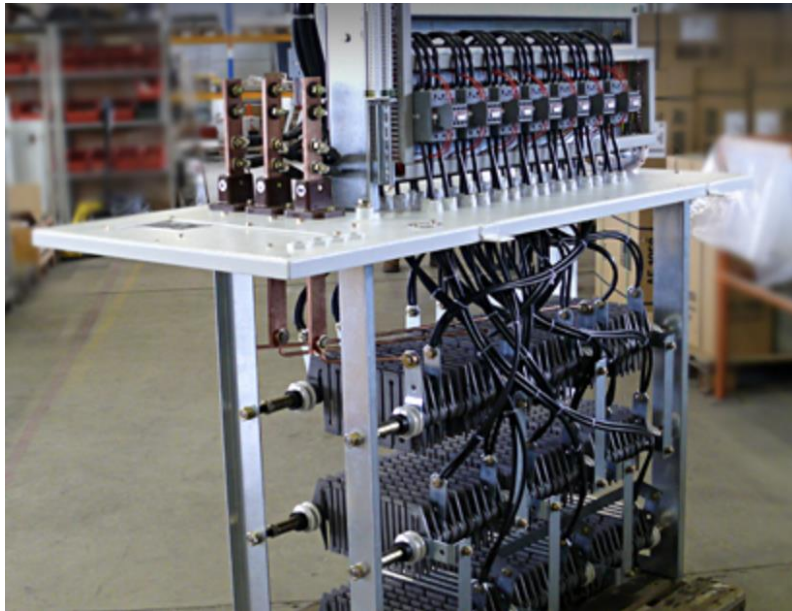
Wirkungsweise von Schleifringläufermotoren

Ein Schleifringläufermotor ist, genau wie ein Kurzschlussläufer, ein Induktionsmotor. Dabei wirken Läufer und Ständer im Stillstand wie ein Transformator; durch das Ständerdrehfeld wird eine Spannung im Läufer induziert, die als Läuferstillstandsspannung bezeichnet wird. Diese ist auf dem Typenschild angegeben und sie ist nicht von der Netzspannung abhängig, für die der Motor ausgelegt ist. Gemessen werden kann sie an den offenen Schleifringen. Wenn die Läuferanschlüsse kurzgeschlossen werden, entsteht im Läufer ein Stromfluss. Durch den induzierten Drehstrom wird nun ein Läuferdrehfeld erzeugt, welches gemeinsam mit dem Ständerdrehfeld ein Drehmoment bewirkt. Widerstandsanlasser werden zur Beeinflussung des Anlaufmomentes in den Läuferkreis des Motors geschaltet. Die Beschleunigung des Antriebsstranges erfolgt durch eine motorschlupfabhängige Reduzierung des Anlasswiderstandes.

Es gibt für ein breites Anwendungsspektrum für die verschiedensten Anlasstypen:

- Flüssigkeitsanlasser (Elektrolyt Kalilauge)
- Drehstromsteller mit Thyristoren im Läuferkreis
- Stufenanlasser mit Schaltwalzen oder Schützen

Der im nachfolgenden Bild gezeigte Öl- Schützenanlasser besteht aus drei Festwiderständen jeweils mit einzelnen Widerstandsgusselementen unter Öl. Dieser drei-phasige-Widerstand wird stufenweise durch Schaltschütze verkleinert und nach Abschluss des Anlaufs mit einem Kurzschlusschutz kurzgeschlossen.



drei-phasiger Stufenanlasser mit Schützengruppe oberhalb des Widerstandsgefäßes (Bild: Pape&Olbertz)

Anwendungen:

z.B. für Ventilatoren, Verdichter, Pumpen, Zementmühlen, Brecher

Der Flüssigkeitsanlasser ist ein stufenlos verstellbarer drei-phasiger-Anlasswiderstand mit Elektrodensystemen und einem Elektrolyt zur Widerstandsänderung. Durch die Auslegung der Konzentration und damit verbundenen Widerstandsänderung ist er universell einsetzbar und kann an die konkreten Anforderungen angepasst werden.

Anwendungen:

z.B. für Ventilatoren, Verdichter, Pumpen, Zementmühlen, Brecher, Prüffeldanlagen, Brecher, Schredder, Förderanlagen



Elektrodensysteme eines drei-phasigen Flüssigkeitsanlassers (Bild: Pape&Olbertz),
unten: Festelektroden, oben: Tauchelektroden



Klassischer Hubwerksantrieb mit Schleifringläufermotor mit elektrohydraulischer Bremse,
Vorgelege, Getriebe und zwei Seiltrommeln. Im Einsatz als Hüttenkran bei BGH.

4.6 Betriebsverhalten von Schleifringläufermotoren

111

Bild 4.14 zeigt die Drehmoment- Drehzahl- Kennlinien und Bild 4.15 die zugehörigen Strom- Drehzahl- Kennlinien einer AsM mit **Schleifringläufer** für verschiedene Vorwiderstände (vergleiche Beispiel 4.3).

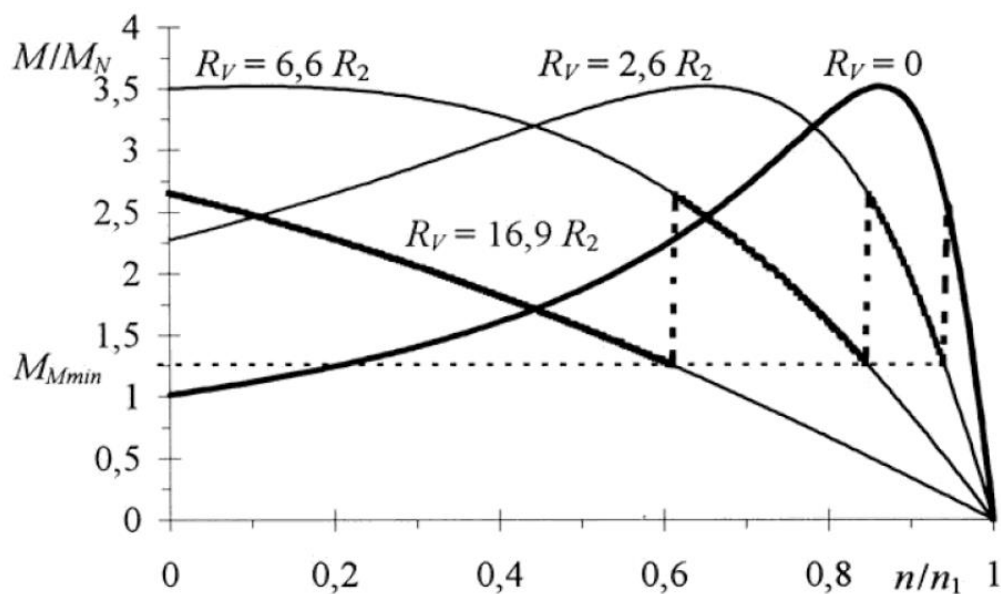


Bild 4.14

Drehmoment- Drehzahl- Kennlinien einer AsM mit **Schleifringläufer** (Parameter: R_V)
 $P_N = 110 \text{ kW}$, $I_N = 189 \text{ A}$, $U_N = 400 \text{ V (Y)}$, $2p = 6$, $f_1 = 50 \text{ Hz}$

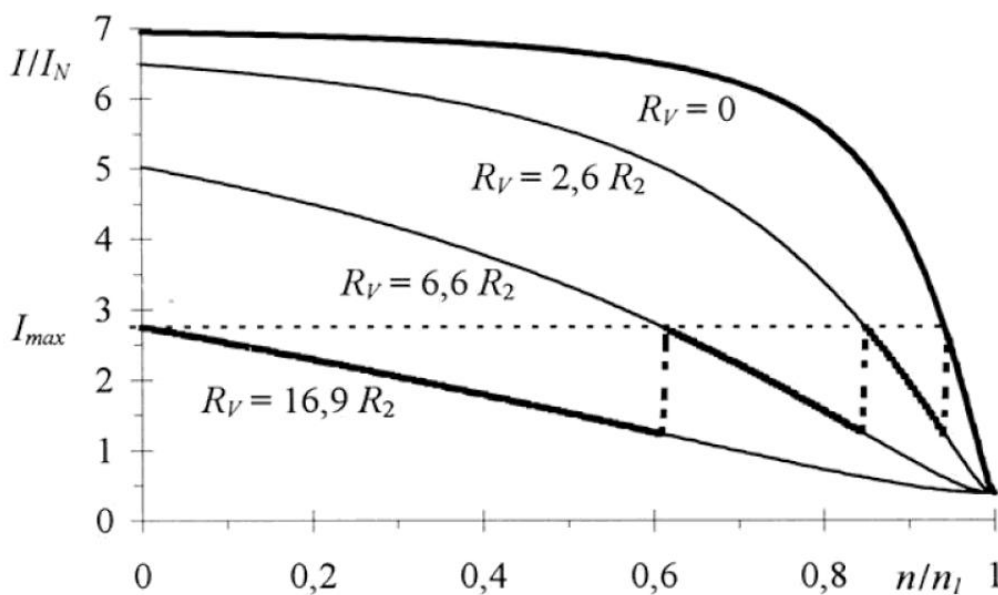


Bild 4.15

Strom- Drehzahl- Kennlinien einer AsM mit **Schleifringläufer** (Daten siehe Bild 4.14)

Anmerkung: Wegen $s_{\text{kip}} \approx 13,5\%$ wäre für $R_V = (1/s_{\text{kip}} - 1) \cdot R_2 = 6,4 \cdot R_2$ das Anzugsmoment gleich dem Kippmoment.

Der Hochlauf mit Vorwiderständen kann mehrstufig erfolgen, wie nachfolgend für einen Anlauf gegen konstantes Gegenmoment ($M_g = \text{konstant}$) gezeigt wird.

Es soll angenommen werden, daß N Vorwiderstände $R_{V1}, R_{V2}, \dots, R_{VN}$ zur Verfügung stehen. Einerseits soll der Strom während des Hochlaufs auf einen Maximalwert I_{max} (zugehöriger Schlupf s_{max}) begrenzt werden, andererseits soll während des Hochlaufs ein minimales Beschleunigungsmoment $M_{\text{bmin}} = M_{\text{Mmin}} - M_g$ (zugehöriger Schlupf s_{min}) nicht unterschritten werden. Für die erste Stufe (alle Vorwiderstände eingeschaltet, $s_{a1}^* = 1$) folgt aus Gl. 4.48 mit $s_{a1} = s_{\text{max}}$

$$\frac{R_2 + R_{V1}}{R_2} = \frac{s_{a1}^*}{s_{a1}} = \frac{1}{s_{\text{max}}}$$

Mit diesem Widerstandsverhältnis kann der Schlupf s_{e1}^* , bei dem in die zweite Stufe umgeschaltet werden muß, berechnet werden ($s_{e1} = s_{\text{min}}$).

$$s_{e1}^* = s_{e1} \cdot \frac{R_2 + R_{V1}}{R_2} = \frac{s_{\text{min}}}{s_{\text{max}}}$$

Mit $s_{a2}^* = s_{e1}^*$, $s_{a2} = s_{\text{max}}$ kann die Bedingung für die Bemessung des zweiten Vorwiderstands abgeleitet werden.

$$\frac{R_2 + R_{V2}}{R_2} = \frac{s_{a2}^*}{s_{a2}} = \frac{s_{\text{min}}}{s_{\text{max}}^2}$$

Mit R_{V2} und $s_{e2} = s_{\text{min}}$ kann der Schlupf s_{e2}^* der zweiten Umschaltung bestimmt werden.

$$s_{e2}^* = s_{e2} \cdot \frac{R_2 + R_{V2}}{R_2} = \frac{s_{\text{min}}^2}{s_{\text{max}}^2}$$

Hieraus wird das Bildungsgesetz für die Schlupfwerte zu Beginn und am Ende der einzelnen Stufen sowie für die zugehörigen Vorwiderstände erkennbar:

In der k . Stufe beträgt der Anfangsschlupf

$$s_{ak}^* = \left[\frac{s_{\text{min}}}{s_{\text{max}}} \right]^{k-1} \quad k = 1, 2, \dots, N+1, \quad (4.50)$$

während bei

4.6 Betriebsverhalten von Schleifringläufermotoren

113

$$s_{ek}^* = \left[\frac{s_{min}}{s_{max}} \right]^k \quad k = 1, 2, \dots, N \quad (4.51)$$

umgeschaltet werden muß. Der erforderliche Vorwiderstand beträgt

$$R_{V_k} = \left[\frac{(s_{min})^{k-1}}{(s_{max})^k} - 1 \right], \quad k = 1, 2, \dots, N. \quad (4.52)$$

Für die $N + 1$. Stufe ($R_V = 0$), in der der Hochlauf von $s = s_{a, N+1}^* = s_{max}$ auf $s = s_{e, N+1}^* = s_{Last}$ erfolgt, muß gelten

$$s_{a, N+1}^* = s_{max} \cdot \left[\frac{s_{min}}{s_{max}} \right]^N,$$

woraus eine Bedingung für die erforderliche Zahl der **Anlaßstufen** abgeleitet werden kann.

$$N = \frac{\ln(s_{min})}{\ln(s_{min}/s_{max})} - 1 \quad (4.53)$$

Da dieser Ausdruck in der Regel einen gebrochenen Wert liefert, wird die Zahl der **Anlaßstufen** durch Aufrunden auf die nächst größere ganze Zahl ermittelt. Unter Einhaltung des minimalen Beschleunigungsmoments kann der Schlupf s_{max} auf

$$s_{max} = (s_{min})^{N/(N+1)} \quad (4.54)$$

begrenzt werden.

Beispiel 4.3

Von einem Asynchronmotor mit **Schleifringläufer** sind folgende Daten bekannt:

$$P_N = 110 \text{ kW} \quad I_N = 189 \text{ A} \quad U_N = 400 \text{ V (Y)} \quad 2p = 6 \quad f_1 = 50 \text{ Hz}$$

$$I_0 = 72,2 \text{ A} \quad R_1 = 0,022 \text{ } \Omega \text{ (Strang)}$$

zwischen 2 Schleifringen gemessen: $R_{KL} = 0,0404 \text{ } \Omega$, $U_{20} = 363 \text{ V}$

Kurzschlußversuch: $U_k = 70 \text{ V}$, $I_k = 230 \text{ A}$, $P_k = 6590 \text{ W}$

- Berechnen Sie den bezogenen Läuferwiderstand R'_2 !
- Zeichnen Sie die Stromortskurve (Maßstab $m_I = 60 \text{ A/cm}$).
- Ermitteln Sie
 - Anzugsmoment M_A (theoretischer Wert für $R_V = 0$),
 - Kippmoment M_{kipp} ,

Arbeitsmaschine	Schwere des Anlaufs $f = I_m/I_N$	t_a = Anlaß- zeit sec	h = Anlaß- häufigkeit h^{-1}
Becherwerke	1,25...1,75	10...20	1... 5
Druckerpressen	1,25	5...15	10...20
Kompressoren, Anlauf ohne Gegendruck	0,5 ...1,25	5...20	1...30
Anlauf mit Gegendruck	1,5 ...2	5...20	1...30
Kreiselpumpen, unter $n = 1500 \text{ min}^{-1}$	0,75...1,25	2...15	1...30
über $n = 1500 \text{ min}^{-1}$	1 ...1,5	5...25	1...30
Kolbenpumpen, Anlauf ohne Gegendruck	0,6 ...1,25	5...20	1...30
Anlauf mit Gegendruck	1,5 ...2	5...20	1...30
Sägen (Kreis- und Bandsägen)	0,75...1,25	3...15	3...10
Transportbänder	1,25...1,75	10...20	1... 4
Ventilatoren	0,6 ...1	2...15	1...30
Scheren, Stanzen (mit Schwungrad)	1,75...2	15...60	1... 5
Zentrifugen	1,75...2	100...300	1...10

Stand: V4, 02.02.2023

Bei Interesse am Excel- Projektierungstool kontaktieren Sie bitte:

Frau Kathrin Breiting | Assistentin der Geschäftsführung

Dr. Ecklebe Engineering GmbH

Brockenblick 29

D-38855 Wernigerode OT Reddeber

Telefon +49 (0) 3943 5606-46

Telefax +49 (0) 3943 5606-66

Mobil +49 (0) 174 473 6666

E-Mail kbreiting@ecklebe-engineering.com

http www.ecklebe-engineering.com

Hinweis: Wir übernehmen keinerlei Haftung für Fehler im Excel-Tool oder Fehler bei der Nutzung des Tools. Das Tool ist nicht für kommerzielle Nutzung bestimmt.

Die Weitergabe an Dritte bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.