

**Meisterprüfung im Elektrotechnikerhandwerk Winter 2014/2015**  
**Teil II – Prüfungsfach: Elektro- und Sicherheitstechnik**

**Blatt: 1 von 14**

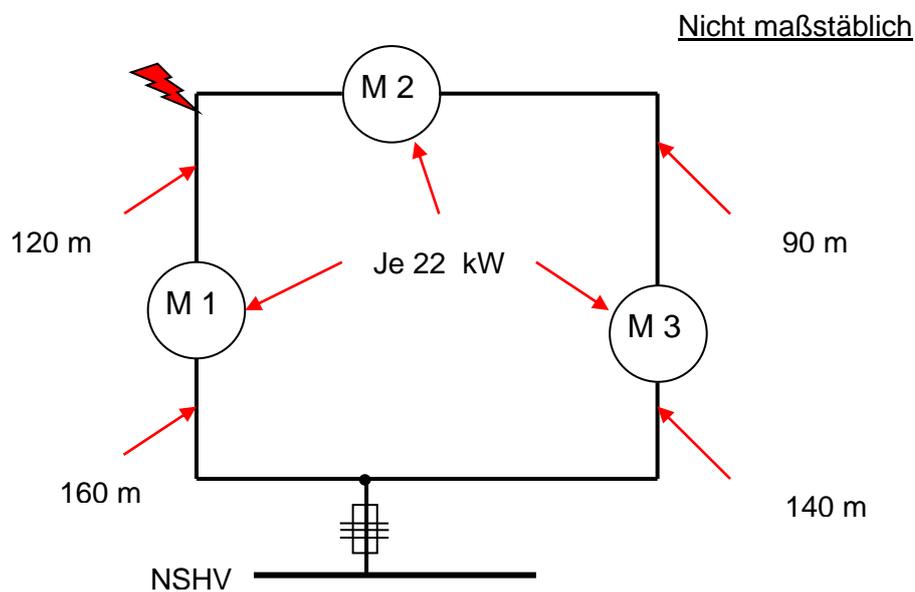
**Bewertung**

<b>Aufgabe</b>	<b>Thema</b>	<b>Maximale Punkte</b>	<b>Erreichte Punkte</b>	<b>Faktor</b>	<b>Punkte</b>
<b>1</b>	<b>Ringleitung</b>	100		0,15	
<b>2</b>	<b>Drehstrom-Transformatoren</b>	100		0,15	
<b>3</b>	<b>Tiefkühlanlage</b>	100		0,20	
<b>4</b>	<b>Kompensation</b>	100		0,10	
<b>5</b>	<b>Störungen im Niederspannungsnetz</b>	100		0,10	
<b>6</b>	<b>Beleuchtungstechnik</b>	100		0,15	
<b>7</b>	<b>Fachliche Vorschriften</b>	100		0,15	
<b>Summe Punkte</b>		<b>100</b>		<b>1,00</b>	

**Aufgabe 1. Ringleitung (Blatt 1)**

Ein Industriebetrieb hat einen sehr großen Wasserbedarf. Um diesen Wasserbedarf zu decken, befinden sich auf einem Gelände drei Pumpen, die von Drehstrommotoren angetrieben werden.

Die folgende Skizze zeigt in vereinfachter Form den Aufbau der Anlage. Sie ist als Ringleitung ausgeführt.



Netzspannung		400	V (50 Hz)
3 Drehstrommotoren Käfigläufer, ca. 1500 U/min	je	22,0	kW
Kabellänge NSHV → Motor 1		160	m
Kabellänge Motor 1 → Motor 2		120	m
Kabellänge Motor 2 → Motor 3		90	m
Kabellänge Motor 3 → NSHV		140	m
Gleiches Energiekabel für alle 4 Abschnitte NYY – J SM		4 x 50	mm <sup>2</sup>

Bei Baggerarbeiten wurde das Kabel zwischen Motor 1 und Motor 2 beschädigt.

**Aufgabe 1. Ringleitung (Blatt 2)**

1.1	Wie groß war der maximale Spannungsfall vor dem Schaden?	<b>60</b>
1.2	Bei welchem Motor trat dieser Spannungsfall auf?	<b>10</b>
1.3	Wäre ein maximaler Spannungsfall von 3% eingehalten, wenn man das beschädigte Kabel zwischen Motor 1 und 2 abklemmen und die Anlage als Stickleitungen betreiben würde? (Begründen Sie durch Rechnung)	<b>30</b>

**Hinweis:**

Die Einhaltung der Schutzbedingungen, wie Strombelastbarkeit, Personenschutz, Auslösung, Erwärmung usw. sind nicht zu überprüfen.

Die Ansteuerung der Motoren und der Motorschutz sind ebenfalls nicht zu berücksichtigen.

Es ist mit den angegebenen Längen zu rechnen.

**Aufgabe 2. Drehstromtransformatoren (Blatt 1)**

Auf dem Typenschild des Drehstromtransformators eines Industriebetriebes sind folgende Werte angegeben:

250 kVA  
20 kV / 0,4 kV  
7,23 A / 362 A  
50 Hz  
4,0 %  
Dyn 5  
S 1

Da dieser Transformator den Leistungsbedarf des Industriebetriebes nicht mehr decken kann, soll ein zweiter Transformator parallel geschaltet werden. Auf dem Typenschild dieses Transformators sind folgende Werte angegeben:

100 kVA  
20 kV / 0,4 kV  
2,80 A / 145 A  
50 Hz  
3,6 %  
Dyn 5  
S 1

2.1	Erklären Sie die Angaben auf dem Typenschild des ersten Transformators.	<b>20</b>
2.2	Erklären Sie die Buchstaben und die Ziffer „Dyn 5“	<b>10</b>
2.3	Beschreiben Sie das Vorgehen, wie die Kurzschlussspannung eines Drehstromtransformators ermittelt werden kann ?	<b>20</b>
2.4	Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit zwei Transformatoren parallel geschaltet werden können?	<b>10</b>
2.5	Ermitteln Sie die Scheinleistung, die dem Industriebetrieb durch die Parallelschaltung der beiden Transformatoren zur Verfügung steht, ohne dass ein Transformator überlastet wird?	<b>40</b>

**Aufgabe 3. Tiefkühlanlage (Blatt 1)**

In einem Tiefkühlzentrum wird mit einem elektrischen Antrieb die erforderliche Kälte für die Lagereinheiten erzeugt. Wegen nicht fachgerechter Planung und Verlegung kam es zu einem Ausfall der Kühlaggregate mit erheblichen Folgeschäden des Kühlgutes. Ein herbeigerufener Gutachter soll das Schadensereignis überprüfen. Bei dem Ortstermin machte er folgende Feststellungen:

Die Netzspannung im Tiefkühlzentrum beträgt 400/230 V bei 50 Hz

Motordaten des Elektroantriebs:

Drehstromasynchronmotor: ca. 1500 U/min; 400 kW; 690/400 V; 396/683 A; Y/ $\Delta$  Schaltung;  $\cos\varphi = 0,87$ ;  $\eta = 96\%$ .

Der Motor läuft im Dauerbetrieb mit Bemessungsleistung.

Der Motor wird mit Stern-Dreieckschaltung angelassen.

Die Sterndreieckschaltung befindet sich in der Niederspannungshauptverteilung (NSHV).

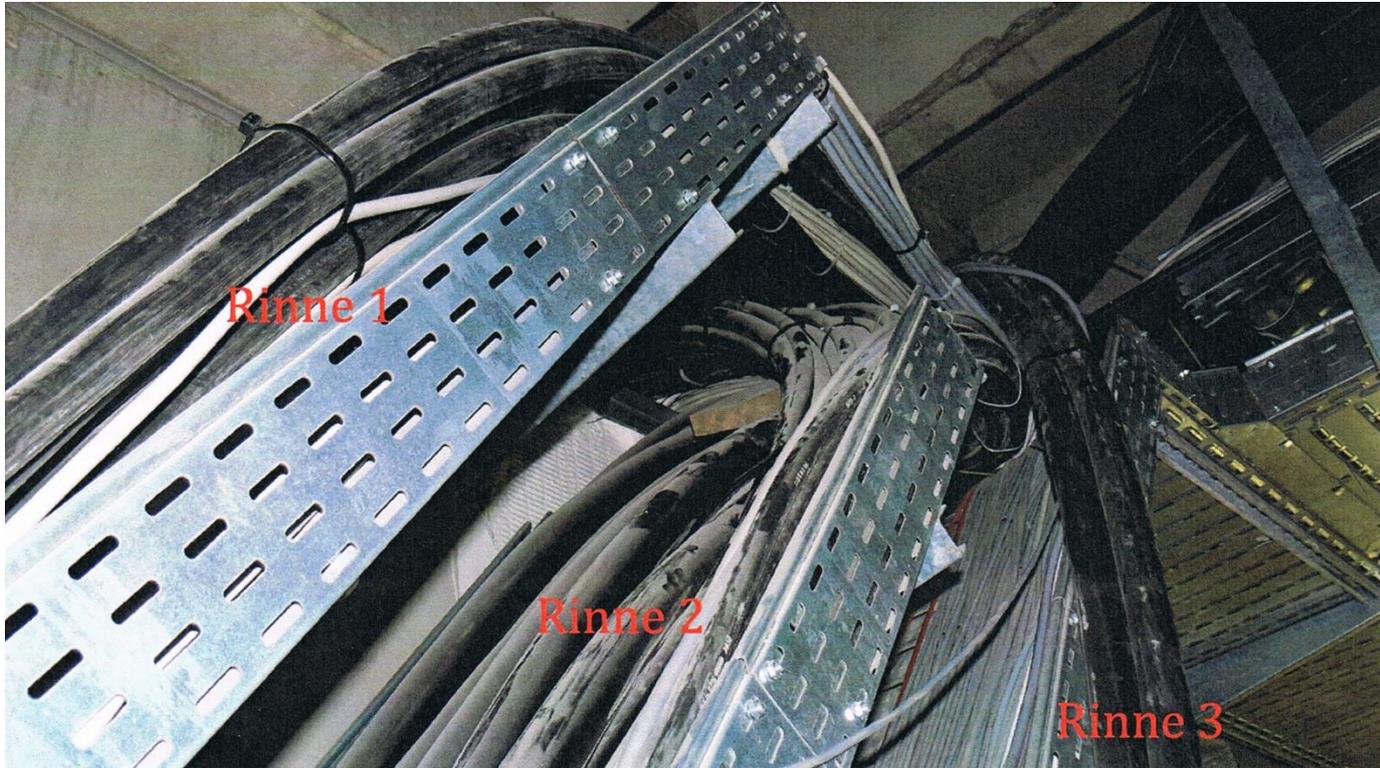
Der Motor steht im Freien.

Die Zuleitung zum Motor geht von der NSHV zum Motor ist u.a. durch eine Halle verlegt. Die Temperatur in der Halle beträgt 40 °C. Die Zuleitung besteht aus zwei Kabel je NYY-J 4x150 mm<sup>2</sup>. Die Kabel sind in der Halle auf einer gelochten Kabelwanne verlegt.

Der Gutachter geht bei seiner Überprüfung davon aus, dass es sich um 3 übereinanderliegende Wannen handelt und dass sich auf dieser Wanne noch weitere 4 Energiekabel befinden.

Weiterhin stellt der Gutachter fest, dass der Schaden in der Halle entstanden ist und zwar durch Überhitzung der Zuleitungskabel. Der Gutachter hat auch folgendes Foto von der Leitungsverlegung gemacht. (Leider nicht von der Schadensstelle)

**Aufgabe 3. Tiefkühlanlage (Blatt 2)**



Nachdem der Gutachter den „Durcheinander“ auf den Kabelwannen festgestellt hatte, macht er folgenden Vorschlag zur Schadensbehebung:

Da der Leitungsweg weiter durch die Halle führen muss, aber genügend Platz zur Verfügung steht, soll eine neue Wanne – nur für die Motorzuleitung – durch die Halle gelegt werden. Der Gutachter empfiehlt auch die Verlegung mit Einzeladern.

Soweit die Ausführungen des Gutachters.

Sie als Fachunternehmen erhalten den Auftrag für die Sanierung.

Hinweis für das weitere Vorgehen:

Es ist nur die Strombelastbarkeit zu berücksichtigen. Weitere Kriterien wie z.B. Spannungsfall oder Auslöseverhalten sind nicht zu überprüfen.

Falls Sie Werte aus Tabellen entnehmen, sind die Tabellen genau zu dokumentieren, dass die Herkunft der Werte leicht nachvollziehbar ist.

**Aufgabe 3. Tiefkühlanlage (Blatt 3)**

3.1	Welche Mängel sind auf dem Foto erkennbar? Nennen Sie 4 Mängel.	<b>10</b>
3.2	Welcher Strom floss durch die Motorzuleitungskabel vor dem Schadensfall?	<b>10</b>
3.3	Welcher Strom hätte maximal fließen dürfen, ohne dass die Kabel überlastet gewesen wären? Verwenden Sie hierbei die vom Gutachter getroffenen Feststellungen. Beurteilen Sie kurz das Ergebnis.	<b>30</b>
3.4	Machen Sie einen Vorschlag für die Verlegung der neuen Motorzuleitung in der Halle. Berücksichtigen Sie hierbei die Vorschläge des Gutachters.	<b>10</b>
3.5	Legen Sie die Art des Zuleitungskabels fest und berechnen Sie den Querschnitt.	<b>30</b>
3.6	Bestellen Sie das Kabel bei Ihrem Lieferanten. Kurze Schriftform genügt. Gehen Sie davon aus, dass die Entfernung von der NSHV zum Motor 40 m beträgt. In dieser Länge sind Reserve und Anschlusslänge berücksichtigt.	<b>10</b>

**Aufgabe 4. Kompensation. (Blatt1)**

Ein Serienfertigungs-Unternehmen hat folgenden Netzanschluss:  
TN-C-S; 3 Außenleiter; 400/230V; 50Hz

Das Drehstromnetz ist symmetrisch belastet. (Eine geringe Unsymmetrie ist zu vernachlässigen). Ein eingebauter Strommesser zeigt bei Volllast 719A pro Außenleiter an.

Der Energieverbrauch wird über folgende Zählereinheit erfasst:

- Wirkstromzähler mit Konstante  $C_z = 60 \text{ U/kWh}$
- vorgeschalteter Stromwandler 1500A/5A
- Zählscheibendrehzahl bei Volllast 9 Umdrehungen in 6,5 Minuten

4.1	Wie groß ist der Leistungsfaktor $\cos\varphi$ der elektrischen Anlage des Unternehmens?	40
4.2	Durch eine in Dreieck geschaltete Kondensatorbatterie soll der Leistungsfaktor auf 0,98 verbessert werden.  Welche Kapazität müssen die Kondensatoren pro Strang haben?	30
4.3	Wie groß ist der Strom pro Außenleiter nach der Kompensation?	20
4.4	Erklären Sie verständlich und mit eigenen Worten warum man kompensiert.	10

**Die Rechenwege müssen komplett nachvollziehbar sein!**  
**Alle nicht angegebenen Werte sind zu vernachlässigen!**

**Aufgabe 5. Störungen im Niederspannungsnetz. (Blatt 1)**

Ihr Kunde, Herr Müller, hat für seinen Metallverwertungsbetrieb eine neue Schrottpresse angeschafft. Nachdem die Presse in Betrieb gegangen ist, beanstandet Herr Müller in seinem Büro ständige Helligkeitsschwankungen der Beleuchtung.

Da zunächst angenommen wurde, dass die Schwankungen vom Netz kommen, hat man den Netzbetreiber beauftragt, sich um diese Angelegenheit zu kümmern

Eine aufwändige Messeinrichtung über mehrere Tage hat ergeben, dass Spannungsschwankungen von ca. 5% in ziemlich regelmäßigen

Abständen von etwa 5 min. auftreten.

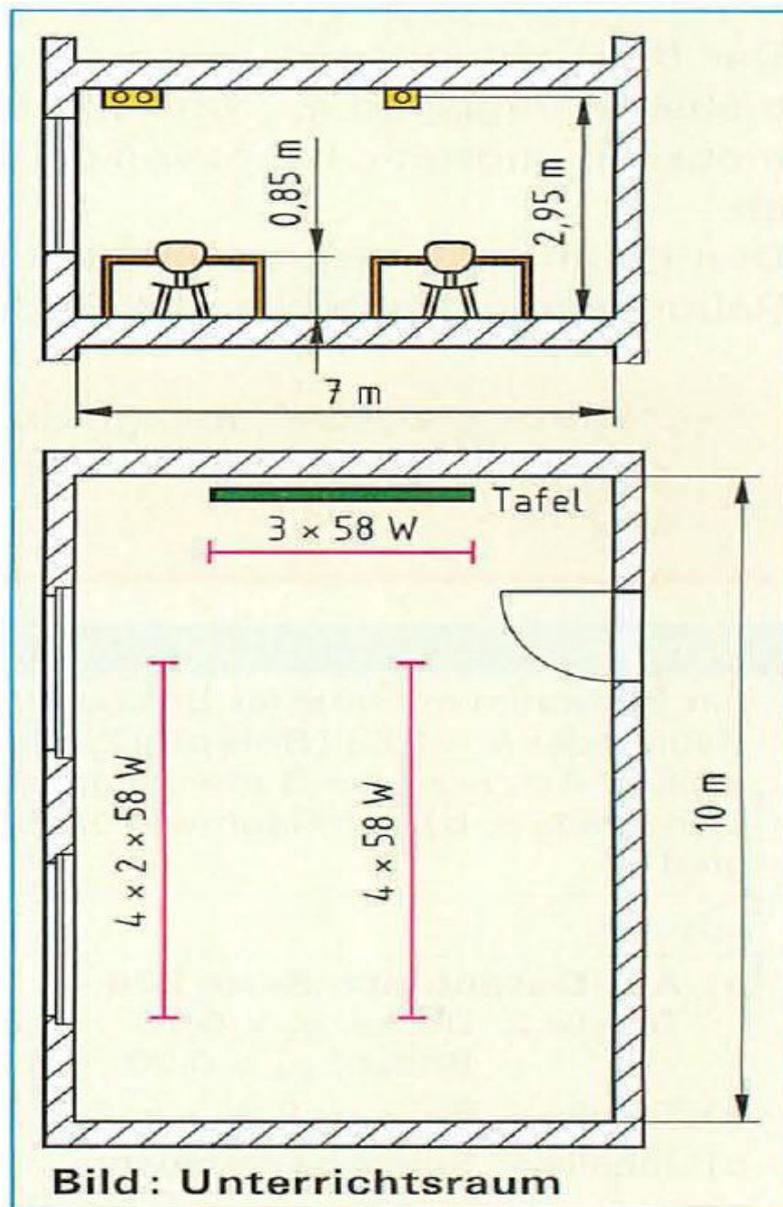
Der Arbeitstakt der Presse liegt bei etwa 5 min. und ist zeitgleich mit den beobachteten Helligkeitsschwankungen im Büro. Da die Störquelle in der elektrischen Anlage des Betriebes liegt, ist es Sache des Kunden seine elektrische Anlage durch einen Elektrofachbetrieb überprüfen zu lassen.

Herr Müller beauftragt Sie als Elektrofachbetrieb, diese Beanstandungen zu beheben.

<b>5.1</b>	Erklären Sie Herrn Müller, wie diese Spannungsschwankungen entstehen.	<b>25</b>
<b>5.2</b>	Welche Arten von Netzurückwirkungen von Verbraucheranlagen auf das öffentliche Stromversorgungsnetz gibt es? Nennen Sie 3 Arten von Netzurückwirkungen.	<b>25</b>
<b>5.3</b>	Welche Auswirkungen haben Oberschwingungen auf das Netz?	<b>25</b>
<b>5.4</b>	Nennen Sie 2 Gegenmaßnahmen bei Oberschwingungen.	<b>25</b>

**Aufgabe 6. Beleuchtungstechnik. (Blatt 1)**

Ein Unterrichtsraum gemäß **Anlagenskizze** ist mit Prismenwannenleuchten bestückt. Diese Leuchten sind mit Leuchtstofflampen 58 W, Lichtfarbe L5840 coolwhite 5200 lm ausgestattet. Als Lichtband am Fenster sind 4 Zweifachleuchten montiert. Das zweite Lichtband und das Tafellichtband bestehen aus 4 bzw. 3 Einfachleuchten. Die Raumdecke ist weiß, der Teppichboden hellblau, für Fenster und Wände wird ein mittlerer Reflexionsgrad von 0,5 zugrunde gelegt. Als Wartungsfaktor wird  $WF = 0,67$  herangezogen. Die mittlere Beleuchtungsstärke soll 500 lx betragen.



**Aufgabe 6. Beleuchtungstechnik. (Blatt 2)**

<b>6.1</b>	<b>Berechnen Sie den Beleuchtungswirkungsgrad.</b>	<b>20</b>
<b>6.2</b>	<b>Berechnen Sie die mittlere Beleuchtungsstärke im Neuzustand.</b>	<b>25</b>
<b>6.3</b>	<b>Berechnen Sie die mittlere Beleuchtungsstärke nach Alterung und Verschmutzung.</b>	<b>10</b>
<b>6.4</b>	<b>Berechnen Sie den elektrischen Anschlusswert der Beleuchtung, wenn jede Lampe ein konventionelles Vorschaltgerät hat.</b>	<b>20</b>
<b>6.5</b>	<b>Berechnen Sie die Ersparnis pro Schuljahr, wenn die konventionellen Vorschaltgeräte durch elektronische Vorschaltgeräte (EVG) ersetzt werden. Gehen Sie von folgenden Annahmen aus: 9 Monate Schulzeit mit je 20 Unterrichtstagen und 6 Unterrichtsstunden pro Tag. Der Leistungspreis betrage 0,29 €/kWh.</b>	<b>15</b>
<b>6.6</b>	<b>Lohnt sich der Aufwand des Auswechselns, wenn man nur die Einsparung der Energiekosten annimmt oder hat ein EVG noch weitere Vorteile gegenüber einem konventionellen Vorschaltgerät und wenn ja welche?</b>	<b>10</b>

**Vergessen Sie hierbei das Datenblatt und die Angaben in der Anlagenskizze nicht!**

**Aufgabe 7. Fachliche Vorschriften (Blatt 1)**

Nach Feierabend kommt Ihr Azubi zu Ihnen und bittet Sie, ihm bei der Beantwortung folgender Fragen aus dem Berufsschulunterricht behilflich zu sein.

7.1	<b>An einer Herdanschlussdose wird eine Schleifenimpedanz Messung durchgeführt. Die Spannung <math>U_0</math> beträgt an der Herdanschlussdose im unbelasteten Zustand 226 V. Das VDE-Messgerät zeigt einen Widerstand von <math>Z_s = 3,4 \Omega</math> an. Der Stromkreis der Herdanschlussdose ist über drei 1-polige LS-Schalter B16A abgesichert. Beurteilen Sie die Funktion des LS-Schalters (Antwort über den rechnerischen Nachweis)</b>	<b>10</b>
7.2	<b>Welche persönliche Schutzausrüstung (PSA) verwenden Sie bei ihrer Arbeit? Nennen Sie drei Schutzziele mit je einem Schutzmittel.</b>	<b>10</b>
7.3	<b>Wovon hängt die Schädigung des menschlichen Körpers beim Stromdurchfluss ab?</b>	<b>10</b>
7.4	<b>Nennen Sie 3 Schutzmaßnahmen, die sowohl Schutz gegen direktes Berühren als auch bei indirektem Berühren gewähren.</b>	<b>10</b>
7.5	<b>Welche Messungen sind zur Prüfung von elektrischen Anlagen durchzuführen?</b>	<b>10</b>
7.6	<b>Welche Geräteteile sind nach der Instandsetzung von Elektrogeräten grundsätzlich zu prüfen?</b>	<b>10</b>
7.7	<b>Nennen Sie die Grenzwerte für den Isolationswiderstand von Geräten.</b>	<b>10</b>
7.8	<b>Was passiert, wenn Sie bei einem Steuertransformator 300 VA 230/24 V die Spannung 230 V versehentlich an die 24 V – Klemmen des Transformators an klemmen und zu schalten?</b>	<b>10</b>
7.9	<b>Können Sie die Durchgängigkeit des Schutzleiters mit einem „20 € - Messgerät“ aus dem Baumarkt messen? Begründen Sie Ihre Antwort.</b>	<b>10</b>
7.10	<b>Das Überschutzorgan muss bei einem Kurzschluss auslösen bevor die Leitertemperatur einer NYM – Leitung ??? °C erreicht?</b>	<b>10</b>

Hinweis: Beantworten Sie die Fragen stichwortartig.

# Meisterprüfung im Elektrotechnikerhandwerk Winter 2014/2015

## Teil II – Prüfungsfach: Elektro- und Sicherheitstechnik

Blatt: 13 von 14

### Datenblatt Drehstrommotoren.

Motorbemessungsströme von Drehstrommotoren (Richtwerte für Käfigläufer)

Kleinstmögliche Kurzschlussicherung für Drehstrommotoren  
Der max. Wert richtet sich nach dem Schaltgerät bzw. Motorschutzrelais

Motorleistung			230 V			400 V			500 V			690 V		
kW	cos φ	η (%)	Motorbemessungsstrom			Motorbemessungsstrom			Motorbemessungsstrom			Motorbemessungsstrom		
			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
0,06	0,7	58	0,37	2	–	0,21	2	–	0,17	2	–	0,12	2	–
0,09	0,7	60	0,54	2	–	0,31	2	–	0,25	2	–	0,18	2	–
0,12	0,7	60	0,72	4	2	0,41	2	–	0,33	2	–	0,24	2	–
0,18	0,7	62	1,04	4	2	0,6	2	–	0,48	2	–	0,35	2	–
0,25	0,7	62	1,4	4	2	0,8	4	2	0,7	2	–	0,5	2	–
0,37	0,72	66	2	6	4	1,1	4	2	0,9	2	2	0,7	2	–
0,55	0,75	69	2,7	10	4	1,5	4	2	1,2	4	2	0,9	4	2
0,75	0,79	74	3,2	10	4	1,9	6	4	1,5	4	2	1,1	4	2
1,1	0,81	74	4,6	10	6	2,6	6	4	2,1	6	4	1,5	4	2
1,5	0,81	74	6,3	16	10	3,6	6	4	2,9	6	4	2,1	6	4
2,2	0,81	78	8,7	20	10	5	10	6	4	10	4	2,9	10	4
3	0,82	80	11,5	25	16	6,6	16	10	5,3	16	6	3,8	10	4
4	0,82	83	14,8	32	16	8,5	20	10	6,8	16	10	4,9	16	6
5,5	0,82	86	19,6	32	25	11,3	25	16	9	20	16	6,5	16	10
7,5	0,82	87	26,4	50	32	15,2	32	16	12,1	25	16	8,8	20	10
11	0,84	87	38	80	40	21,7	40	25	17,4	32	20	12,6	25	16
15	0,84	88	51	100	63	29,3	63	32	23,4	50	25	17	32	20
18,5	0,84	88	63	125	80	36	63	40	28,9	50	32	20,9	32	25
22	0,84	92	71	125	80	41	80	50	33	63	32	23,8	50	25
30	0,85	92	96	200	100	55	100	63	44	80	50	32	63	32
37	0,86	92	117	200	125	68	125	80	54	100	63	39	80	50
45	0,86	93	141	250	160	81	160	100	65	125	80	47	80	63
55	0,86	93	173	250	200	99	200	125	79	160	80	58	100	63
75	0,86	94	233	315	250	134	200	160	107	200	125	78	160	100
90	0,86	94	279	400	315	161	250	200	129	200	160	93	160	100
110	0,86	94	342	500	400	196	315	200	157	250	160	114	200	125
132	0,87	95	401	630	500	231	400	250	184	250	200	134	250	160
160	0,87	95	486	630	630	279	400	315	224	315	250	162	250	200
200	0,87	95	607	800	630	349	500	400	279	400	315	202	315	250
250	0,87	95	–	–	–	437	630	500	349	500	400	253	400	315
315	0,87	96	–	–	–	544	800	630	436	630	500	316	500	400
400	0,88	96	–	–	–	683	1000	800	547	800	630	396	630	400
450	0,88	96	–	–	–	769	1000	800	615	800	630	446	630	630
500	0,88	97	–	–	–	–	–	–	–	–	–	491	630	630
560	0,88	97	–	–	–	–	–	–	–	–	–	550	800	630
630	0,88	97	–	–	–	–	–	–	–	–	–	618	800	630

**Hinweise**

Die Motorbemessungsströme gelten für normale innen- und oberflächengekühlte Drehstrommotoren mit 1500 min<sup>-1</sup>.  
**Direkter Anlauf:** Anlaufstrom max. 6 × Motorbemessungsstrom. Anlaufzeit max. 5 s.  
**Y/Δ-Anlauf:** Anlaufstrom max. 2 × Motorbemessungsstrom. Anlaufzeit max. 15 s.  
 Motorschutzrelais im Strang auf 0,58 × Motorbemessungsstrom einstellen.

Sicherungsbemessungsströme bei Y/Δ-Anlauf gelten auch für Drehstrommotoren mit Schleifringläufer.  
 Bei höherem Bemessungs-, Anlaufstrom und/oder längerer Anlaufzeit größere Sicherung verwenden.  
 Tabelle gilt für „träge“ bzw. „gl.“ Sicherungen (VDE 0636)  
 Bei NH-Sicherungen mit aM-Charakteristik wird Sicherung = Bemessungsstrom gewählt.

**Datenblatt Licht- und Beleuchtungstechnik**

Licht- und Beleuchtungstechnik (2)																
<b>Tabelle 1: Lichtströme und Leistungen von Lampen 230 V (Auswahl)</b>																
<b>Standard-Glühlampen</b> (innen matt oder klar)				<b>Kompakt-Leuchtstofflampen</b> (Vorschaltgerät integriert)												
Leistung $P$ in W	Lichtstrom $\Phi_v$ in lm	Leistung $P$ in W	Lichtstrom $\Phi_v$ in lm	Leistung $P$ in W	Lichtstrom $\Phi_v$ in lm	Leistung $P$ in W	Lichtstrom $\Phi_v$ in lm	Leistung $P$ in W	Lichtstrom $\Phi_v$ in lm							
25 40	230 430	75 100	960 1380	7 11	400 600	15 20	900 1200									
<b>Leuchtstofflampen in Stabform</b>																
Leistung $P$ in W	Licht- farbe <sup>1</sup>	Lichtstrom $\Phi_v$ in lm	Leistung $P$ in W	Licht- farbe <sup>1</sup>	Lichtstrom $\Phi_v$ in lm	Leistung $P$ in W	Licht- farbe <sup>1</sup>	Lichtstrom $\Phi_v$ in lm								
18 18	$t_w$ nw, ww	1300 1350	36 36	$t_w$ nw, ww	3250 3350	58 58	$t_w$ nw, ww	5000 5200								
<sup>1</sup> Lichtfarben: $t_w$ = tageslichtweiß, nw = neutralweiß, ww = warmweiß																
<b>Leistungsaufnahme der Vorschaltgeräte (zusätzlich zur Lampenleistung):</b> Elektronisch (EVG): 4W    Verlustarm mit Drossel (VVG): 8W    Konventionell mit Drossel (KVG): 12W																
<b>Tabelle 2: Reflexionsgrade von Farben und Werkstoffen</b>					<b>Tabelle 3: Wartungsfaktoren <math>WF^2</math></b>											
Farbe, Anstrich	Reflexions- grad $\rho$	Werkstoff	Reflexions- grad $\rho$	$WF$	Anwendung, Beispiele											
weiß	0,70...0,80	Kacheln, weiß	0,60...0,75	0,8	sehr saubere Räume, geringe Nutzungszeit, z. B. Elektronikfertigung											
gelb	0,65...0,75	Holz, hell	0,40...0,50	0,67	saubere Räume, z. B. Büros, Schulen, Wohn- und Verkaufsräume											
rosa, hellblau	0,45...0,55	Holz, dunkel	0,10...0,15		Räume mit normaler Verschmutzung, z. B. Industrie und Handwerk											
hellbraun	0,25...0,35	Mörtel, hell	0,35...0,55	0,57												
hellgrün	0,25...0,35	Mörtel, dunkel	0,20...0,30													
mittelgrau	0,20...0,25	Sichtbeton	0,20...0,40													
dunkelgrün, -blau, -rot	0,10...0,15	Ziegel, rot	0,15...0,25	<sup>2</sup> Referenzwerte, Wartungsintervall 3 Jahre												
		Teerbelag	0,05...0,15													
<b>Tabelle 4: Leuchtenbetriebswirkungsgrade und Raumwirkungsgrade<sup>3</sup></b>																
Lichtstärke- verteilungs- kurven bei 1000 lm	Leuchtenart (Beispiele)	Leuchten- betriebs- wirkungs- grad $\eta_{Lb}$ in %	Reflexionsgrade $\rho$													
			Decke $\rho_1$			0,8			0,5			0,3				
			Wände $\rho_2$			0,5			0,3			0,5			0,3	
Boden $\rho_3$			0,3			0,1			0,3			0,1				
<b>direkt, tiefstrahlend (A2)</b>				Raum- index $k$	Raumwirkungsgrad $\eta_R$ in %											
		Wanne prismatisch	60	0,6	52	49	43	42	49	48	42	41	41			
				1,0	73	67	64	60	69	65	61	59	58			
				1,5	89	81	81	75	83	78	77	73	72			
				2,0	97	86	89	81	90	83	84	79	78			
	Spiegelraster breitstrahlend		60	3,0	107	94	101	90	99	91	94	88	86			
				5,0	116	100	111	97	106	96	102	94	93			
			Spiegelreflektor mehrlampig		75	0,6	41	39	31	30	37	35	29	28	27	
						1,0	59	55	49	46	52	50	44	43	41	
				1,5	74	67	64	60	66	61	58	55	52			
				2,0	83	74	73	67	73	68	66	62	59			
	Wanne opal		50	3,0	95	83	87	77	83	76	77	71	68			
				5,0	106	91	99	86	91	83	87	80	76			

<sup>3</sup> Weitere Angaben sind DIN 5035, dem Tabellenbuch Elektrotechnik bzw. aus Herstellerangaben entnehmbar.