

Frequenzumrichter – Schutz der Motorstromkreise

DIN VDE 0102, DIN VDE 0103, DIN VDE 0100-430 S,
DIN VDE 0298-4, DIN VDE 0636

●●● FRAGE

Als Anlage übersende ich Ihnen zwei Zeichnungen (Bilder 1 und 2) mit der Bitte um Beantwortung der Fragen, ob es sich hier um einen fachgerechten Leitungs- bzw. Kurzschlusschutz für die Motorstromkreise bzw. die übrigen Anlagenteile handelt. In der Steuerung im Bild 1 befindet sich die »Zuleitung Kraft« (NYM-J 5 x 16) mit Hauptsicherung F0 (NH-00, gL 63A) im Maschinenraum und ist an den Klemmen X0, L1-3, N, PE (Schaltschrank) angeschlossen. Der Hauptschalter S20 ist ein entsprechend dimensionierter abschließbarer Hauptschalter. Der Abgriff für den Fahrmotor (Aufzug) erfolgt zwischen S20 und F1-4 ohne weitere Absicherung. Der Motor selbst ist nur über die Überstrombegrenzung des Frequenzreglers A 2CF und zwei PTC geschützt. Die Verdrahtung (H07VK6 im Schaltschrank bzw. Ölflex J4G4 Motorzuleitung im Kabelkanal) ist nicht entsprechend des Motornennstroms $I_n = 23A$ ausgeführt (somit sind die Leistungsangaben im Schaltplan für die Motoren nicht richtig). Meiner Auffassung nach fehlt hier sowohl ein entsprechend dimensionierter Leitungs- und Kurzschlusschutz für den Motor als auch der Leiterquerschnitt mit $4mm^2$ bei Verlegung B2 bei Häufung 3 zu gering ausgelegt ist. Zur Minderung des Gefahrenpotenzials habe ich vorsorglich die Hauptsicherung F0 auf 35A reduziert. Bei der Steuerung im Bild 2 gelten die Rahmenbedingungen wie oben. Hier bin ich der Auffassung, dass die Hauptsicherung F 30 (im Schaltschrank) bei dieser Installation nicht als fachgerechter Schutz für den Motor gelten kann. Sie müsste nach dem Hauptschalter S20 – parallel zu F1, F2, F... (unter Berücksichtigung der Belastung bzw. Leiterquerschnitte) – installiert werden.

Wie schätzen Sie diesen Sachverhalt ein?

A. F., Nordrhein-Westfalen

●●● ANTWORT

Analyse der Problemstellung

Anhand Ihrer Anfrage wird eine kleine Analyse zum Schutz des Gebildes bestehend aus dem Schutzorgan, dem Trennorgan, der Zuleitung zum Frequenzumrichter (FU), dem Frequenzumrichter, der Motorzuleitung und dem Motor durchgeführt. Es handelt sich hierbei um die Schaltung entsprechend Bild 1 aus Ihrer Anfrage. Bei der Betrachtung des Leistungsteiles des o.g. Gebildes muss unterschieden werden zwischen:

- dem Schutz der Leitung hinter der Schmelzsicherung F0 bis zu den Anschlussklemmen des FUs bzw. dem Schutz des Hauptschalters S20,
- dem Schutz des FUs,
- dem Schutz der Motorzuleitung zwischen dem FU und den Motoranschlussklemmen und
- dem Motorschutz.

Zur Veranschaulichung kann die von mir vereinfachte Skizze mit den o.g. Komponenten einschließlich der Leistungskomponenten des FUs gemäß Bild 3 herangezogen werden.

Bei Ihrem FU handelt es sich um den Typ Zetadyn 2CF, der mit einer feldorientierten Regelung arbeitet. Mit der Schmelzsicherung F0 werden nur die Zuleitung zum FU sowie der Hauptschalter S20 geschützt. Es ist nicht möglich den FU mit der Schmelzsicherung F0 zu schützen. Der FU schützt den Motor und die Motorzuleitung vollkommen und zum Teil sich selbst.

Die Schmelzsicherung F0 ist somit nicht für den Schutz der Motorzuleitung sowie für den Motorschutz zuständig. Die Größe des Schmelzsicherungseinsatzes F0 wird von der Höhe des Bemessungsstromes des Motors bestimmt. Da bei einem Asynchronmotor, der über einen FU betrieben wird, bei dem Anlauf keine Stromspitzen mehr auftreten, kann man F0 als Schmelzsicherung der Betriebsklasse gG (Ganzbereichssicherung mit integ-

riertem Überlast- und Kurzschlusschutz für allgemeine Zwecke) wählen. Der Bemessungsstrom des Schmelzsicherungseinsatzes F0 muss nur etwas größer sein als der Bemessungsstrom des Motors und kann genau dem Datenblatt des Herstellers des FUs entnommen werden. Dabei sollen die Wärmeverluste des FUs (durch den Einsatz seines Wirkungsgrades in die Bemessung) berücksichtigt werden. Die Schmelzsicherung F0 muss wie oben erwähnt die Zuleitung zum FU sowie den Hauptschalter S20 gegen Überlastung und bei Kurzschluss (Fehlerstellen F1, F2 und F3) schützen.

Schutz der Zuleitung zum FU

Im Folgenden wird die ordnungsgemäße Vorgehensweise der Überprüfung des Schutzes der Zuleitung zum FU und des Hauptschalters S20 durch die Schmelzsicherung F0 beschrieben. Der Überlastschutz des Kabels ist nach der DIN VDE 0100 Teil 430 durch zwei Regeln nachzuweisen.

Die Bemessungsstromregel

Hiernach muss der zu erwartende Betriebsstrom kleiner oder gleich dem Bemessungsstrom des Schmelzsicherungseinsatzes sein. Außerdem muss dieser kleiner oder gleich dem nach dem Einsatz aller Umrechnungsfaktoren errechneten Wert der Strombelastbarkeit der Leitung sein.

In diesem Fall wäre der zu erwartende Betriebsstrom eigentlich der Bemessungsstrom des Motors und der Bemessungsstrom des Schmelzsicherungseinsatzes wäre der aus dem Datenblatt des Herstellers des FUs entnommene Wert.

$$I_b \leq I_{rsi} \leq I_z \text{ und } I_z = I_{zr} \prod_{i=1}^n f_i$$

mit:

- I_b – zu erwartender Betriebsstrom in A
- I_{rsi} – Bemessungsstrom des Schmelzsicherungseinsatzes in A

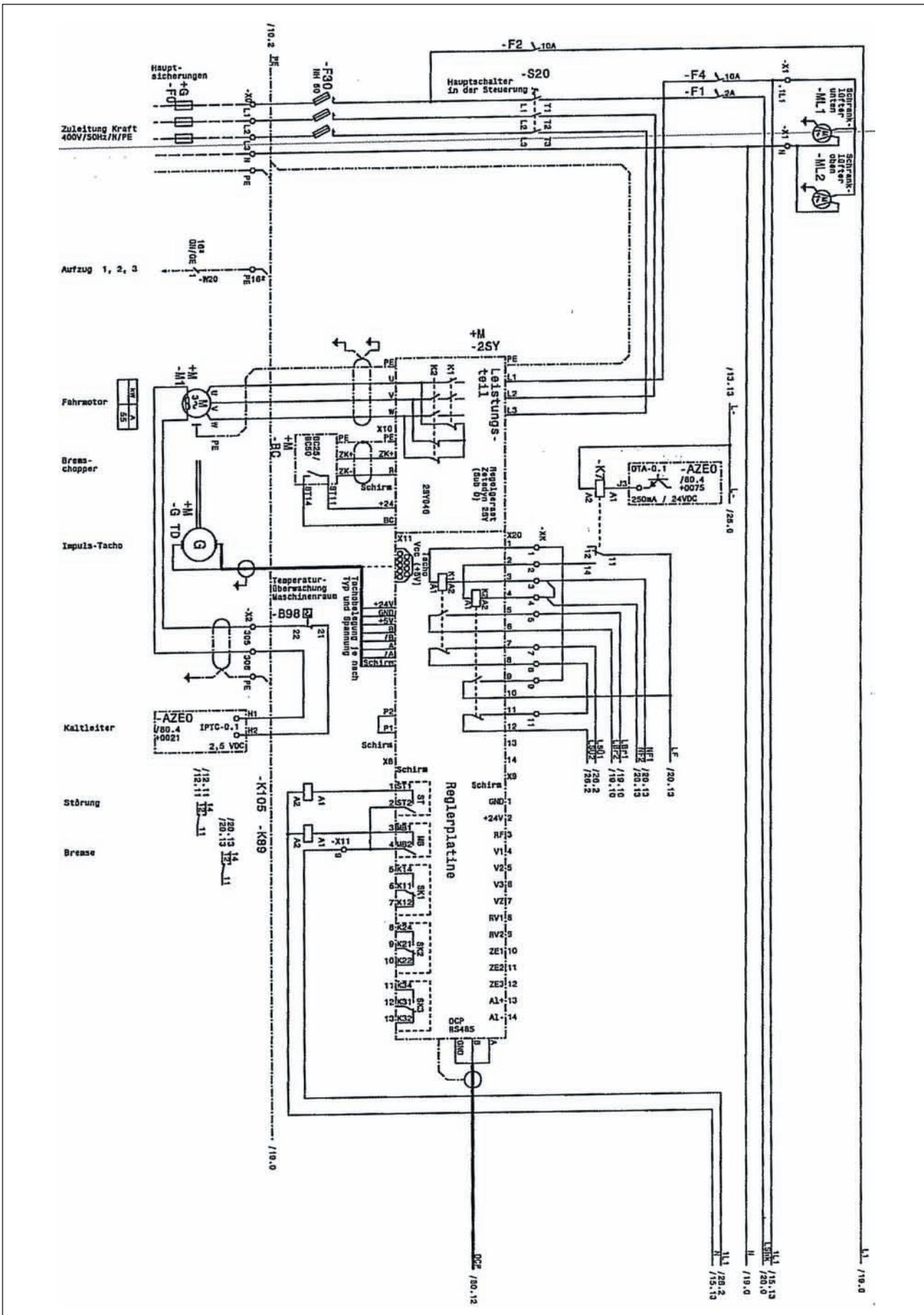


Bild 2: Steuerung des Aufzugs B – Schaltplan des Anfragers

- I_Z – der nach dem Einsatz aller Umrechnungsfaktoren errechnete Wert der Strombelastbarkeit der Leitung in A
- I_{ZR} – die Strombelastbarkeit in A (DIN VDE 0298 bzw. DIN VDE 0276)
- $\prod_{i=1}^n f_i$ – das Produkt aller erforderlichen Umrechnungsfaktoren (DIN VDE 0298)

Die Auslöseregel

Diese Regel fordert, dass der große Prüfstrom des eingesetzten Schmelzsicherungseinsatzes kleiner oder gleich dem Produkt aus dem Faktor 1,45 und dem nach dem Einsatz aller Umrechnungsfaktoren errechneten Wert der Strombelastbarkeit des Kabels sein muss, d. h.:

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Generell kann man sagen (wie Ihrerseits wohl angemerkt): Der Schmelzsicherungseinsatz mit dem Bemessungsstrom von 63A der Betriebsklasse gG kann den Überlastschutz der Leitung mit dem Leiterquerschnitt von 4mm² (Kupfer), bei der Verlegeart B2, bei drei belasteten Adern, und einer Häufung von drei im Rohr verlegten Leitungen, nicht gewährleisten. Auch nicht wenn der Leiterquerschnitt 16mm² (Kupfer) beträgt und die obigen Gegebenheiten unverändert bleiben.

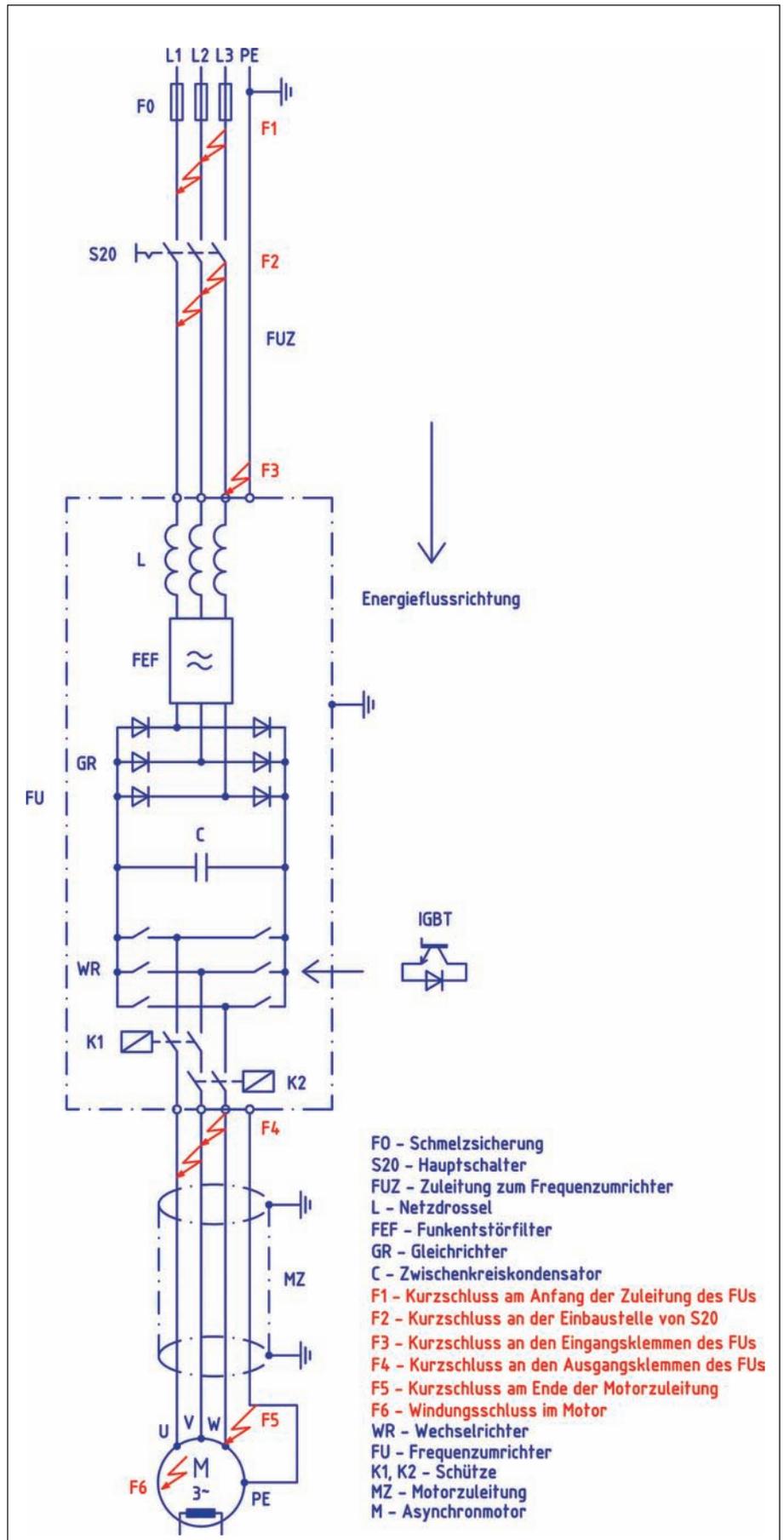
Der thermische Kurzschlusschutz der Leitung ist nach der DIN VDE 0100 Teil 430 bzw. DIN VDE 0103 wie folgt nachzuweisen:

$$\int_0^{t_a} I_{kmax}^2 dt \leq (S_{thr} \cdot A)^2 \cdot 1s$$

mit:

- $\int_0^{t_a} I_{kmax}^2 dt$ – spezifische Ausschaltenergie des Schmelzsicherungseinsatzes in A²s
 - I_{kmax} – maximale Kurzschlussbelastung am Leitungsanfang in A (ermittelt nach der DIN VDE 0102)
 - t_a – Ausschaltzeit (dies ist nicht die Schmelzzeit) aus der Kennlinie des Schmelzsicherungseinsatzes nach der DIN VDE 0636 in s
 - $(S_{thr} \cdot A)^2 \cdot 1s$ – die spezifische Grenzbelastungsenergie der Leitung in A²s
 - S_{thr} – die Bemessungskurzzeitstromdichte der Leitung in s^{0,5}A/mm²
 - A – der Leitungsquerschnitt in mm²
- Als Nächstes die zusätzliche Betrachtung des thermischen Kurzschlusschutzes der Leitung:

$$t = \left(\frac{S_{thr} \cdot A}{I_{kmin}} \right)^2$$



- F0 – Schmelzsicherung
- S20 – Hauptschalter
- FUZ – Zuleitung zum Frequenzumrichter
- L – Netzdrossel
- FEF – Funkentstörfilter
- GR – Gleichrichter
- C – Zwischenkreiskondensator
- F1 – Kurzschluss am Anfang der Zuleitung des FUs
- F2 – Kurzschluss an der Einbaustelle von S20
- F3 – Kurzschluss an den Eingangsklemmen des FUs
- F4 – Kurzschluss an den Ausgangsklemmen des FUs
- F5 – Kurzschluss am Ende der Motorzuleitung
- F6 – Windungschluss im Motor
- WR – Wechselrichter
- FU – Frequenzumrichter
- K1, K2 – Schütze
- MZ – Motorzuleitung
- M – Asynchronmotor

Bild 3: Vereinfachtes Blockschaltbild eines Asynchronmotors, drehzahlregelt von einem Frequenzumrichter

mit:

- t – Zeit in s während deren bei Kurzschluss die höchstzulässige Temperatur der Leitung erreicht wird
- I_{kmin} – minimale Kurzschlussbelastung am Leitungsende in A, ermittelt nach DIN VDE 0102
- $t_a \leq t$ und $t_a \leq 5s$

Schutz des Hauptschalters S20

Der Hauptschalter S20 muss so ausgelegt sein, dass bei größtmöglicher Kurzschlussbelastung an seiner Einbaustelle (der Fehlerstelle F2) seine Kontakte den Kurzschlussstrom einschalten können, ihn so lange führen können – und dabei keinen Schaden nehmen (seine Kontakte dürfen nicht verschweißen) –, bis die Schmelzsicherung F0 den Kurzschluss abschaltet.

- $i \leq$ – Nachweis der dynamischen Kurzschlussfestigkeit
- i_d – Durchlassstrom der Schmelzsicherung
- I_{pk} – Bemessungsstoßstromfestigkeit von S20 in A
- T_{kr} – die Bemessungskurzzeit in s
- T – die tatsächliche Kurzschlussdauer in s
- $I_{th} \leq I_{thr}$ wenn $T_k \leq T_{kr}$ – Nachweis der thermischen Kurzschlussfestigkeit
- $I_{th} \leq I_{thr} \cdot \sqrt{\frac{T_{kr}}{T_k}} \leq$ wenn $T_k > T_{kr}$ – Nachweis der thermischen Kurzschlussfestigkeit
- I_{thr} – der Bemessungskurzzeitstrom (der Effektivwert) von S20 in A
- I_{th} – die thermisch gleichwertige Kurzschlussstrombelastung (der Effektivwert) in A, ermittelt nach der DIN VDE 0102, mit:
 - $I_{th} = I_k \cdot \sqrt{m+n}$ – die Kurzschlussbelastung (des Anfangskurzschlusswechselstroms als Effektivwert) in A, ermittelt nach der DIN VDE 0102
 - m – der Faktor zur Berücksichtigung der durch die Gleichstromkomponente der Kurzschlussstrombelastung hervorgerufenen thermischen Wirkung
 - n – der Faktor zur Berücksichtigung der durch die Wechselstromkomponente der Kurzschlussstrombelastung entstandenen thermischen Wirkung.

Zur Überprüfung des Kurzschlusschutzes des Hauptschalters S20 und der Zuleitung zum FU muss eine Kurzschlussstromberechnung nach der DIN VDE 0102 erstellt werden. Die oben beschriebene Prüfung zum Kurzschlusschutz von S20 wird in der Regel von den Berechnungsprogrammen nicht

durchgeführt. Die Überprüfung muss man von Hand vornehmen. Dies wird in der Praxis oft vernachlässigt.

Bei der Auswahl der Schmelzsicherung F0 sollte man bezüglich des erforderlichen Bemessungskurzschlussausschaltstromes und zur sicheren Kurzschlussabschaltung die Netzimpedanz beachten. Da entsprechend der DIN VDE 0636 die Schmelzsicherungen bei Wechselstrom (und einem bestimmten Wert des Verschiebungsfaktors $\cos\phi$) über das Mindestausschaltvermögen von 50kA verfügen müssen, ist die Berücksichtigung der Netzimpedanz in der Regel eigentlich nur bei einem Anschluss an einer NSHV, deren Sammelschienensystem ohne bzw. mit geschlossenen Kupplungen aus mehreren parallel betriebenen Transformatoren eingespeist wird, erforderlich.

Soweit möglich sollte noch die Selektivität der Schmelzsicherung F0 zu den nachgeordneten Leitungsschutzschaltern F1-4 beachtet werden. Wegen des unterschiedlichen Verhaltens der beiden Überstromschutzeinrichtungen unter Kurzschlussbedingungen und der unvermeidbaren Selektivitätsgrenze ist das Erreichen des selektiven Verhaltens nicht immer möglich.

Befinden sich die Netzdrossel und der Funkentstörfilter im Strompfad außerhalb des FUs, also vor den Anschlussklemmen des FUs (vor der Fehlerstelle F3), muss die Schmelzsicherung F0 auch deren Schutz gewährleisten.

Die spezifische Grenzbelastungsenergie der Netzdrossel in A^2s muss größer sein als die spezifische Ausschaltenergie der Schmelzsicherung F0 in A^2s bei der größten Kurzschlussbelastung an der Einbaustelle der Netzdrossel. Nur dann ist die thermische Kurzschlussfestigkeit der Netzdrossel erfüllt.

Die spezifische Grenzbelastungsenergie des Funkentstörfilters in A^2s muss größer sein als die spezifische Ausschaltenergie der Schmelzsicherung F0 in A^2s bei der größten Kurzschlussbelastung an der Einbaustelle des Funkentstörfilters. Nur dann ist die thermische Kurzschlussfestigkeit des Funkentstörfilters erfüllt.

Schutz des FUs

Der Leistungsteil des FUs besteht aus dem netzseitigen sechspulsigen Diodengleichrichter, dem Gleichspannungszwischenkreis mit Kondensatoren und dem motorseitigen Wechselrichter. Der Wechselrichter ist eine sechspulsige

Brückenschaltung mit Halbleiterleistungsbau-elementen (IGBTs – Leistungstransistoren).

Der netzseitige Gleichrichter speist im motorischen Betrieb die Leistung aus dem Netz in den Gleichspannungszwischenkreis, dessen Ladung mit konstanter Spannung erfolgt, ein. Im Gleichspannungszwischenkreis wird die aus dem Netz entnommene Energie kurzzeitig gespeichert. Der Gleichspannungszwischenkreis stellt somit die Entkopplung von Gleich- und Wechselrichter dar. Der nachfolgende Wechselrichter erzeugt eine sinusbewertete pulsbreitenmodulierte Drehstromspannung, deren Höhe und Frequenz in weiten Grenzen geregelt werden. So wird die Statorwicklung des Motors mit veränderbarer Spannung und veränderbarer Frequenz versorgt. Auf diese Art und Weise ist es möglich, die Drehzahl des Motors ohne Veränderungen der Drehstromcharakteristik in weiten Grenzen zu regeln.

Wegen dieser Eigenschaften hat sich die Frequenzumrichtertechnik auf dem Antriebsmarkt etabliert. Der Verschiebungsfaktor des FUs ist so gut wie 1. Das bedeutet, dass der FU aus dem speisenden Netz fast nur noch Wirkleistung bezieht. Der Gleichspannungszwischenkreis stellt die dem Motor erforderliche Blindleistung zur Verfügung und macht eine netzseitige Motorblindleistungskompensation unerheblich. Die Parametrierung des FUs muss dem Motor bzw. der Applikation (Anwendung) angepasst werden. Bei der feldorientierten bzw. Vektorregelung wird aus den Motorkennwerten ein Motormodell mathematisch gebildet. Es werden im Betrieb der Augenblickswert des Motorstromes (die Wirk- und Blindkomponente) und seine Phasenlage zur Spannung erfasst bzw. berechnet und mit dem abgelegten Motormodell verglichen. Somit werden die Amplitude, die Frequenz und der Phasenwinkel des Spannungsvektors entsprechend der festgelegten Applikation generiert.

Ein Kurzschluss in der Motorzuleitung (die Fehlerstelle F4 und F5) bzw. im Motor (die Fehlerstelle F6) wird vom FU sehr schnell erkannt und durch das Sperren der IGBTs in Abhängigkeit der Leistungsgröße innerhalb von einigen Hundert μs ($1 \mu s = 1 \cdot 10^{-6}s$) oder wenigen ms abgeschaltet.

Der FU aus Ihrer Anfrage Zetadyn 2CF erkennt laut Herstellerangaben (Ziehl-Abegg: Zetadyn 2CF Regelsystem

für Aufzüge) einen ausgangsseitigen Kurzschluss und schaltet ihn innerhalb ca. 2 ... 3ms ab.

Diese – für die konventionelle NS-Starkstromschutztechnik – unfassbar schnelle Kurzschlussabschaltung ist nur möglich, weil die Umschaltung der IGBTs beim 400-V-Betrieb innerhalb von einigen 100ns ($1\text{ ns} = 1 \cdot 10^{-9}\text{s}$) erfolgt.

Die im FU eingesetzten Halbleiter (Dioden im Gleichrichter und IGBTs im Wechselrichter) weisen erhebliche thermische Sensibilität bzw. sehr geringe Wärmekapazität auf. Wegen der enorm raschen Kurzschlussabschaltung sind für den Gleichrichter und den Wechselrichter die ausgangsseitigen Kurzschlüsse keine wirkliche Gefahr. Die enorm schnelle Kurzschlussabschaltung begrenzt die Kurzschlussbelastung in Höhe und Wirkdauer. Die eingangsseitigen Kurzschlüsse werden vom FU gar nicht wahrgenommen. Der FU wird von diesen gar nicht betroffen.

Bei Kurzschluss innerhalb des FUs können nur die IGBTs durch die beschriebene Vorgehensweise geschützt werden. Tritt ein Kurzschluss hinter den Dioden und vor den IGBTs auf, kann dieser durch das Sperren der IGBTs nicht abgeschaltet werden. Die Dioden muss man anders schützen. Deren Schutz ist aufwendig, teuer und nicht absolut sicher. Er besteht darin, zu jeder einzelnen Diode eine überflinke Halbleitersicherung in Reihe zu schalten. Diese teure Lösung wird in der Regel nur im MW-Leistungsbereich in Betracht gezogen.

Eine Überlastung der Motorzuleitung bzw. des Motors wird entsprechend der vorgenommen Parametrierung des FUs als Überlast erkannt und durch das Absinken der Ausgangsspannung auf den eingestellten Ausgangsstrom ausgeregelt und begrenzt.

Die Motorzuleitung soll auf den Motorbemessungsstrom abgestimmt sein. Sie muss zur Reduzierung der abgestrahlten Störenergie geschirmt verlegt

werden. Ihr Mindestleiterquerschnitt sowie die maximale Länge können den technischen Daten des FU-Herstellers entnommen werden. Die Begrenzung der Länge der Motorzuleitung ist wegen der am Ausgang des FUs erzeugten sehr schnellen Spannungsänderungen, welche bei langen Motorzuleitungen an Motoranschlussklemmen gefährliche Überspannungen hervorrufen.

Der FU aus Ihrer Anfrage Zetadyn 2CF hat 2 Motorschütze K1 und K2 als erforderliche Trennstellen (Sicherheits-element) zum Motor. Der FU und die Steuerung müssen so aufeinander abgestimmt werden, dass im Fahrbetrieb das Schalten der Schütze (ein/aus) immer stromlos erfolgt, damit ein Verschleiß der Kontakte minimiert wird. Im Kurzschlussfall nehmen sie wegen der raschen Abschaltung keinen Schaden.

Betrachtungen zur EMV

Zur Dämpfung der Kommutierungseinbrüche wird die genannte Netzdrossel eingesetzt. Sie verringert zugleich aufgrund ihrer von der Frequenz abhängiger Reaktanz die Oberschwingungen im Strom und trägt zur Verringerung der leitungsgebundenen Netzurückwirkungen bei. Die Netzdrossel kann aber nicht die Oberschwingungen vollkommen kompensieren. Es empfiehlt sich deshalb, vom FU-Hersteller das Oberschwingungsspektrum zu erfragen.

Anhand der bestehenden Netzimpedanz an der vorgesehenen Anschlussstelle des FUs sowie des vorgesehenen Leiterquerschnitts der Zuleitung zum FU sowie deren Länge kann man die zu erwartenden Oberschwingungen in der Spannung schon in der Planungsphase ermitteln und diese mit den zulässigen Oberschwingungspegeln (DIN EN 50160 bzw. DIN EN 61000-2-4) vergleichen. Gegebenfalls sollte bei der Auswahl des Bemessungsstroms des

Schmelzsicherungseinsatzes F0 der Gesamtstromeffektivwert als die geometrische Summe aus der Grundschwingung sowie den Oberschwingungen ermittelt und berücksichtigt werden.

Quellenverzeichnis

- DIN VDE 0102 Kurzschlussströme in Drehstromnetzen
- DIN VDE 0103 Kurzschlussströme – Berechnung der Wirkung
- DIN VDE 0100-430 Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom
- DIN VDE 0298-4 Empfohlene Werte für die Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in und an Gebäuden und von flexiblen Leitungen
- DIN VDE 0636 Niederspannungssicherungen
- Balzer, Nelles, Tuttas: Kurzschlussstromberechnung nach VDE 0102, VDE Verlag
- Blume, Schlabbach, Stephanblome: Spannungsqualität in elektrischen Netzen, VDE Verlag
- Just, Hofmann: Blindstromkompensation in der Betriebspraxis, VDE Verlag
- Daldrup, M.: Lambda Engineering – Netzqualität planen (VDE Seminar), www.lambda-engineering.de/seminar.htm
- Kasicki, I.: Projektierung von Niederspannungs- und Sicherheitsanlagen, Hühlig & Pflaum Verlag, ISBN 978-3-8101-0274-4
- Kiefer, G.: VDE 0100 und die Praxis, VDE Verlag
- Kloss, A.: Oberschwingungen, VDE Verlag
- Fa. Moeller: Schaltungsbuch
- Pistora, G.: Berechnung von Kurzschlussströmen und Spannungsfällen, VDE Verlag
- Schulz, D.: Netzurückwirkungen Theorie, Simulation, Messung und Bewertung, VDE Verlag
- Seip, G.: Elektrische Installationstechnik, Siemens
- Siemens: Schalten, Schützen und Verteilen in Niederspannungsnetzen, Wiley-VCH Verlag GmbH
- VDE: Grundsätze für die Beurteilung von Netzurückwirkungen
- Ziehl-Abegg: Zetadyn 2CF Regelsystem für Aufzüge.

Dragan Sofic

HINWEISE ZU DEN PRAXISPROBLEMEN

LESERSERVICE

Im Rahmen der Rubrik »Praxisprobleme« können unsere Leser schriftlich – *unter Angabe der vollständigen Adressdaten* – Fachfragen stellen (*Telefonauskünfte werden nicht erteilt*). Die Beantwortung erfolgt – über die Redaktion – von kompetenten Fachleuten des Elektrohandwerks, der Industrie oder aus EVU, Behörden, Berufsgenossenschaften, Verbänden usw. Die Antworten werden den Fragestellern schnellstmöglich von der Redaktion übermittelt. Mit der Zusendung eines »Praxisproblems« erklärt sich der Absender mit einer eventuellen späteren Veröffentlichung in »de« sowie weiteren Publikationen des Hühlig & Pflaum Verlags einverstanden. Die Stellungnahmen geben die Meinung des Bearbeiters zum jeweiligen Einzelfall wieder. Sie müssen nicht in jedem Fall mit offiziellen Meinungen, z. B. des ZVEH oder der DKE, übereinstimmen. Es bleibt der eigenverantwortlichen Prüfung des Lesers überlassen, sich dieser Auffassung in der Praxis anzuschließen.

Senden Sie Ihre Anfragen bitte an: Redaktion »de«, Abt. Praxisprobleme, Lazarettstr. 4, 80636 München, Telefax: (089) 12607-111, E-Mail: muschong@de-online.info

WIEDERGABE DER DIN-VDE-NORMEN

Soweit in der Rubrik »Praxisprobleme« und in den technischen Berichten eine auszugsweise Wiedergabe von DIN-VDE-Normen erfolgt, gelten diese für die angemeldete und limitierte Auflage mit Genehmigung 052.002 des DIN und des VDE. Für weitere Wiedergaben oder Auflagen ist eine gesonderte Genehmigung erforderlich. Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE-Verlag GmbH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin, und der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin, erhältlich sind.