

In den vorangegangenen Folgen haben wir das Projekt Lagerhalle ausführlich berechnet und diskutiert. In diesem letzten Beitragsteil wird das Prinzip der Installationspläne, Übersichtsschaltpläne erläutert und das Projekt mit Simaris 5.0 berechnet. Zuletzt werden noch einmal die wichtigsten Vorschriften mit den Paragraphen zusammengestellt.  
(Fortsetzung aus »de« 8/2009, S. 35)

# Elektroanlagen planen und projektieren (6)

## Schemen und Zusammenfassung des Projekts Lagerhalle

Jeder Stromkreis innerhalb eines elektrischen Netzes muss nach DIN-VDE -Vorschriften geplant, ausgelegt und dimensioniert werden. Die Dimensionierung von Energieverteilungsanlagen erfolgt generell nach definierten Grundregeln.

Für das im letzten Beitragsteil in »de« 8/2009, S. 35 ff. berechnete Projekt Lagerhalle sind nun noch einige Pläne zu erstellen, welche für die weiteren Stufen der Ausschreibung, Vergabe und späteren Anlagenerrichtung von Bedeutung sind.

stand und die Geräte in ihrer Grundstellung zu zeichnen. Leitungen sollen nach Möglichkeit kreuzungsfrei eingezeichnet werden. Alle elektrischen Betriebsmittel müssen sowohl im Schaltplan als auch in der elektrischen Anlage vor Ort gleich und eindeutig gekennzeichnet sein. Üblicherweise

gibt man Art und Zählnummer der Betriebsmittel an sowie ggf. weitere Angaben über Anlage, Ort, Funktion, Leistung, Klemmen, Symbol und Anschluss.

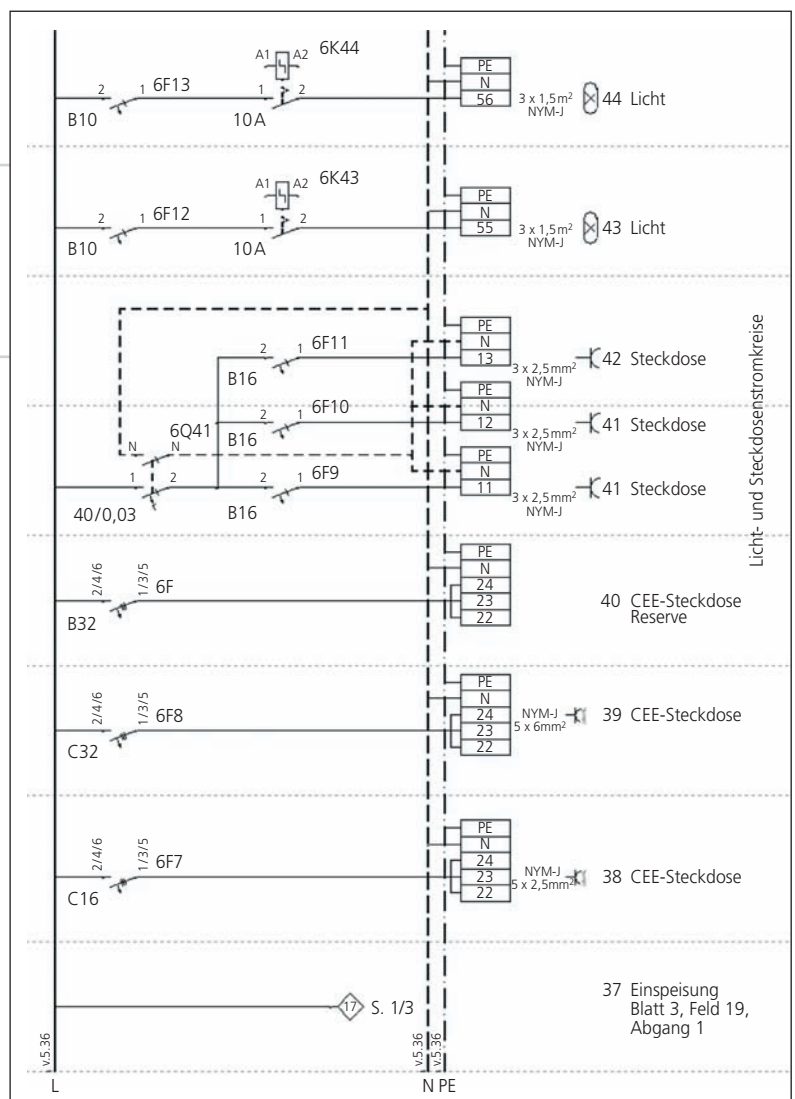
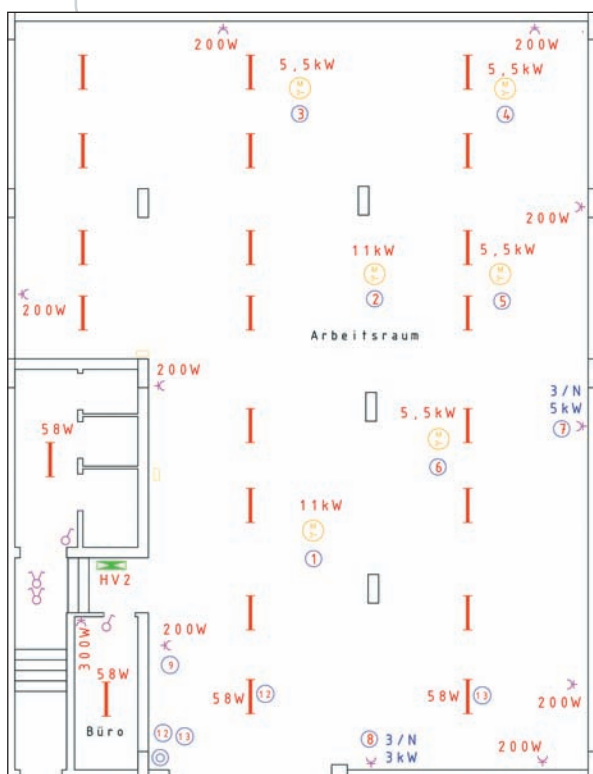
Der *Installationsplan* zeigt die Lage der Betriebsmittel einer Licht-, Steckdosen- oder Telekommunikationsan-

### Anforderungen an Schaltpläne

Schaltpläne sind übersichtlich darzustellen. Hierzu sind die Anlagen im spannungslosen, ausgeschaltetem Zu-

Bild 2: Übersichtsschaltplan (Auszug)

Bild 1: Installationsplan (Prinzipschema aus Autocad)



lage, von Hauskommunikationsanlagen sowie sonstigen Melde- und Informationsverarbeitungsanlagen auf einem Grundrissplan. Die Darstellung erfolgt ohne Angabe der Kabel- und Leitungen, Länge oder Querschnitte. Die Wirkungsweise der Schaltung wird nicht angegeben. Die Starkstrom-, Beleuchtungs-, Kommunikations-, Erdungs- und Blitzschutzanlagen werden für eine bessere Übersicht getrennt gezeichnet.

Der **Übersichtsschaltplan** ist die ein- oder dreipolige Darstellung der Schaltung (i.d.R. einpolig gezeichnet). Er gibt einen Überblick über die Schutzeinrichtungen, Anschlussorte, Stromkreisnummern, die Leistungen, Kabeltyp und -querschnitte. Für die Darstellung der elektrischen Betriebsmittel verwendet man Symbole nach DIN EN 60617. Der Übersichtsschaltplan zeigt im Wesentlichen die Energieverteilungsanlagen. Bei größeren Verteilungsanlagen zeichnet man zusätzlich die Stromlaufpläne (Darstellung und Wirkungsweise der Schaltung) und Anschlusspläne (Kennzeichnung der Klemmen, Anschlüsse von elektrischen Betriebsmitteln).

**Pläne für unser Projekt**

Der Installationsplan für die Lagerhalle wurde mit Autocad 2007 (Bild 1), der Übersichtsschaltplan mit StriePlan (Bild 2) gezeichnet und das Gesamtprojekt mit Simaris 5.0 dimensioniert.

niert (Bilder 3 bis 7). Der Motorstromkreis wurde hier mit einem Leistungsschalter bestückt und für beide Motoren eine Vorsicherung vorgesehen. Einen Motorschutzschalter kann man durch ein Motorschutzrelais und eine Sicherung ersetzen, was bei der Berechnung auch berücksichtigt wurde. Diese Lösung wurde gewählt, da die Software Simaris nur Leistungsschalter simulieren kann (Bilder 5 bis 7).

**Wichtige Normen für den Planer**

Nun wollen wir zum Abschluss des Beitrags zur Erinnerung noch einmal die einzelnen Paragraphen für das ganze Projekt zusammenfassen. Hierbei geht es vor allem um folgende Planungsziele:

- Schutz gegen elektrischen Schlag
- Schutz gegen Überlast
- Schutz gegen Kurzschluss
- Spannungsfall.
- Nachweis der Selektivität

In der Praxis wird immer die Frage gestellt: Wo steht was? Wie unten gezeigt, werden diese zuvor genannten fünf Punkte in sieben Normen ausdrücklich betont. Jeder Fachplaner muss diese kennen und berücksichtigen.

**1. (IEC 60364-4-41:2005, modifiziert) – Deutsche Übernahme HD 60364-4-41:2007**

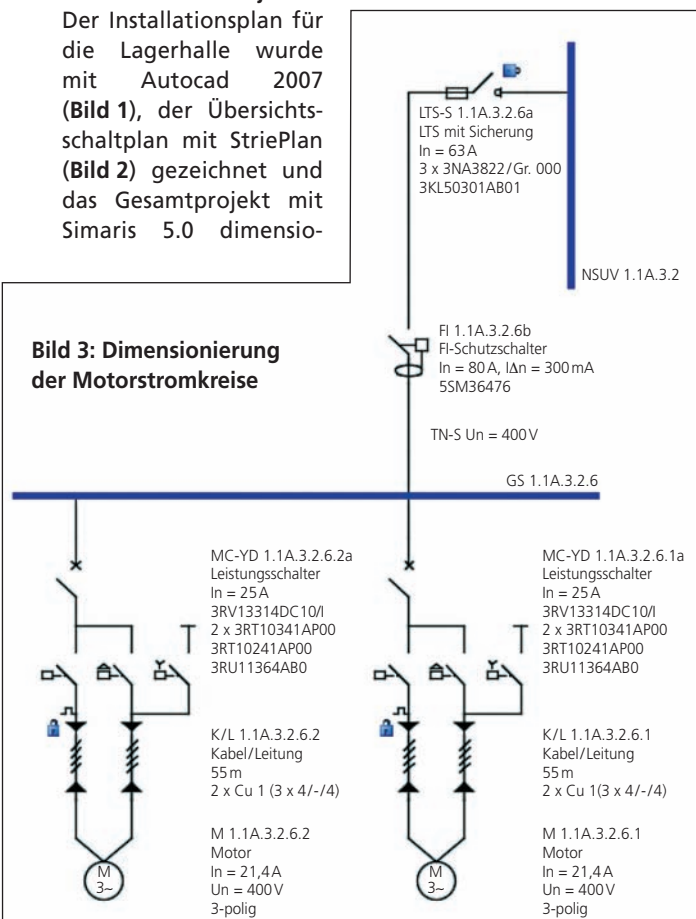
Im Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag steht zur automatischen Abschaltung im Fehlerfall im Abs. 411.3.2.1: »Eine Schutzrichtung muss im Falle eines Fehlers vernachlässigbarer Impedanz zwischen dem Außenleiter und einem Körper oder einem Schutzleiter des Stromkreises oder einem Schutzleiter des Betriebsmittels die Stromversorgung zu dem Außenleiter eines Stromkreises oder dem Betriebsmittel in der geforderten Abschaltzeit (beim TN 0,4s und TT 0,2s) automatisch unterbrechen.«

**2. E DIN IEC 60364-4-43 (VDE 0100 Teil 430):2005-03**

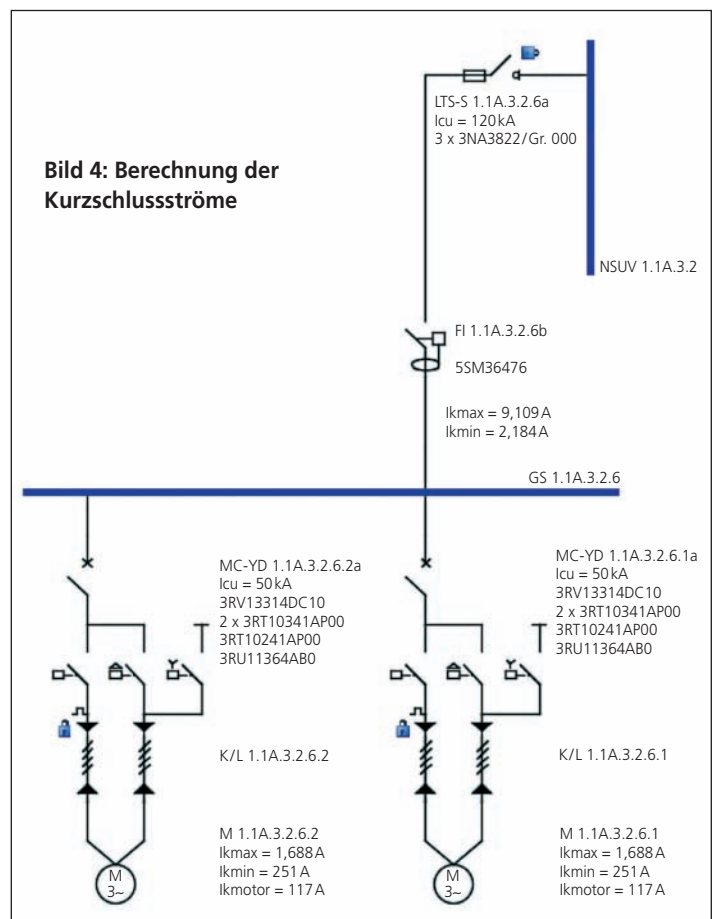
Teil 4-43: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Überstrom:

- »...430.1 Anwendungsbereich: Der Teil 4-43 von IEC 60364 beschreibt, wie aktive Leiter in Fällen von Überlast (siehe Abschnitt 433) und Kurzschluss (siehe Abschnitt 434) durch eine oder mehrere Einrichtungen für die automatische Abschaltung der Stromversorgung geschützt sein müssen, ausgenommen, wenn der Überstrom in

**Bild 3: Dimensionierung der Motorstromkreise**



**Bild 4: Berechnung der Kurzschlussströme**



Übereinstimmung mit Abschnitt 436 begrenzt ist oder wo die Bedingungen, die in 433.3, 433.5 oder 434.3 beschrieben sind, eingehalten werden.«

- unter 433.1 und 434.1: »Schutzeinrichtungen müssen vorgesehen werden, Überströme in den Leitern des Stromkreises zu unterbrechen, bevor solch ein Strom durch thermische und mechanische Auswirkungen oder einer schädlichen Temperaturerhöhung der Isolierung, der Verbindungen, der Klemmen oder der Umgebung der Leiter eine Gefahr hervorrufen kann.«
- unter 434.1 (434.2): »Bestimmung der zu erwartenden Kurzschlussströme: Der zu erwartende Kurzschlussstrom muss für jede zutreffende Stelle der elektrischen Anlage bestimmt werden. Dies darf entweder durch Berechnung oder Messung erfolgen.«

### 3. IEC 60364-5-52: (VDE 0100 Teil 520), IEC 60038 - Deutsche Fassung HD 384.5.52 S1:1995 + A1:1998

Im Kapitel 52: Kabel- und Leitungsanlagen (IEC 60364-5-52:1993, modifi-

ziert) finden wir: »525 Spannungsfall in Verbraucheranlagen: 525.1 – Der Spannungsfall vom Schnittpunkt zwischen Verteilungsnetz und Verbraucheranlage bis zum Anschlusspunkt eines Verbrauchsmittels (Steckdosen oder Geräteanschlussklemmen) soll nicht größer als 4% der Nennspannung des Netzes sein. Anmerkung: Mangels Festlegungen wird für die Praxis empfohlen, dass der Spannungsfall zwischen Hauseinführung und Verbrauchsmittel nicht größer als 4% der Nennspannung des Netzes sein soll. Abweichende Werte sind zulässig für Motoren während des Anlaufs und Verbrauchsmittel mit hohen Einschaltströmen.«

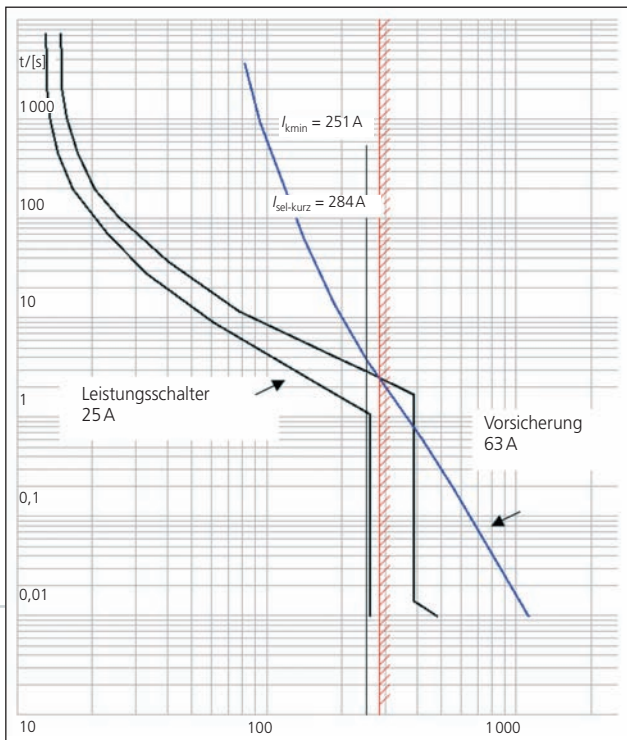
### 4. DIN IEC 60364-5-53 (VDE 0100-530)

Der Teil 5-53: »Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Trennen, Schalten und Steuern« liefert folgende Aussagen:

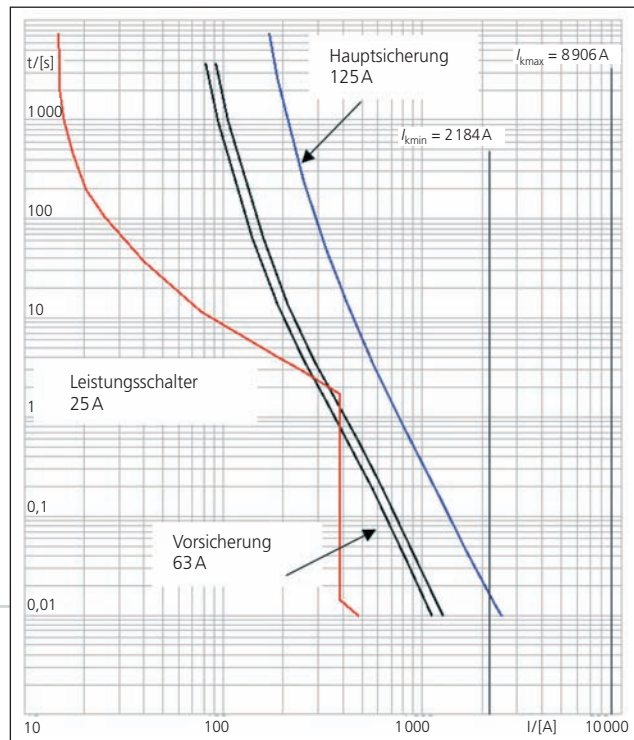
- »531.1 Überstrom-Schutzeinrichtungen ... 531.1.1 TN-Systeme: In TN-Systemen müssen Überstrom-Schutz-

einrichtungen entsprechend den Anforderungen von Kapitel 4-41 ausgewählt und errichtet werden.

- »531.1.2 TT-Systeme: In TT-Systemen müssen Überstrom-Schutzeinrichtungen entsprechend den Anforderungen von Kapitel 4-41 ausgewählt und errichtet werden.«
- »533.3 Auswahl von Einrichtungen für den Schutz bei Kurzschluss von Kabel- und Leitungsanlagen: Die Anwendung der Regeln von Kapitel 4-43 für Kurzschlüsse bis zu 5s muss für minimale und maximale Kurzschlussfälle beachtet werden. Wo die Norm für die Schutzeinrichtung beides angibt, ein Bemessungsbetriebs-Kurzschlussausschaltvermögen und ein Bemessungsgrenz-Kurzschlussausschaltvermögen, darf die Schutzeinrichtung nach dem Bemessungsgrenz-Kurzschlussausschaltvermögen, bezogen auf die maximale Kurzschlussbelastung, ausgewählt werden. Betriebliche Bedingungen können es jedoch notwendig machen, die Schutzeinrichtung nach



**Bild 5: Motorstromkreis für 11 kW**



**Bild 6: Selektivität zwischen der Haupt- und Unterverteilung**

dem Betriebskurzschlussausschaltvermögen auszuwählen, z. B., wenn die Schutzeinrichtung am Anfang der Anlage angeordnet ist.«

- »536 Koordination von Schutzeinrichtungen, 536.1 Allgemein: Koordination von in Reihe geschalteter Schutzeinrichtungen besteht aus Selektivität und/oder Backup-Schutz. Selektivität zwischen Schutzeinrichtungen hängt ab von der Koordination der Auslösecharakteristik von zwei oder mehr Schutzeinrichtungen, so dass beim Auftreten von Fehlerströmen innerhalb bestimmter Grenzen die Einrichtung auslöst, die vorgesehen ist, innerhalb dieser Grenzen auszulösen, die andere aber nicht. Das Ausschaltvermögen einer Schutzeinrichtung darf nicht geringer sein als der zu erwartende Fehlerstrom bei Kurzschluss an der Stelle, an der die Einrichtung errichtet wird, es sei denn, ein Back-up-Schutz wird vorgesehen. Ein geringeres Ausschaltvermögen ist erlaubt, wenn eine andere Schutzeinrichtung (eine Backup-Schutzeinrichtung) an der Versorgungsseite vorgesehen wird, die das erforderliche Ausschaltvermögen hat und die Charakteristiken dieser Einrichtungen so aufeinander abgestimmt sind, dass die Durchlassenergie der vorgeschalteten Schutzeinrichtung nur so groß ist, dass die nachge-

schaltete Einrichtung nicht beschädigt wird.«

#### 5. IEC 60364-5-51:2005 (VDE 0100 Teil 5-51)

Die Norm beschreibt die Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel. Unter den allgemeine Bestimmungen findet man in der deutsche Fassung FprHD 60364-5-51:2008: »514.5 Schaltpläne ... 514.5.1: Soweit angemessen, müssen Schaltpläne, Diagramme oder Tabellen nach EN 61346-1 und der Normenreihe EN 61082 mitgeliefert werden, aus denen insbesondere ersichtlich sind:

#### MEHR INFOS

##### Vorangegangene Beitragsteile

Kasicki, I.; Pantenburg, N.: Elektroanlagen planen und projektieren, Fachbeitrag zum Thema Gebäudeplanung in sechs Teilen:

- Teil 1: Grundlagen und Ausgangssituation, »de« 19/2008, S. 26 ff.
- Teil 2: HOAI – das Grundgesetz des Planers, »de« 20/2008, S. 38 ff.
- Teil 3: Anschlussdaten und Zähleranlagen, »de« 21/2008, S. 30 ff.
- Teil 4: Projekt Lagerhalle, »de« 7/2009, S. 28 ff.
- Teil 5: Abschließende Berechnungen zum Projekt Lagerhalle, »de« 8/2009, S. 35 ff.

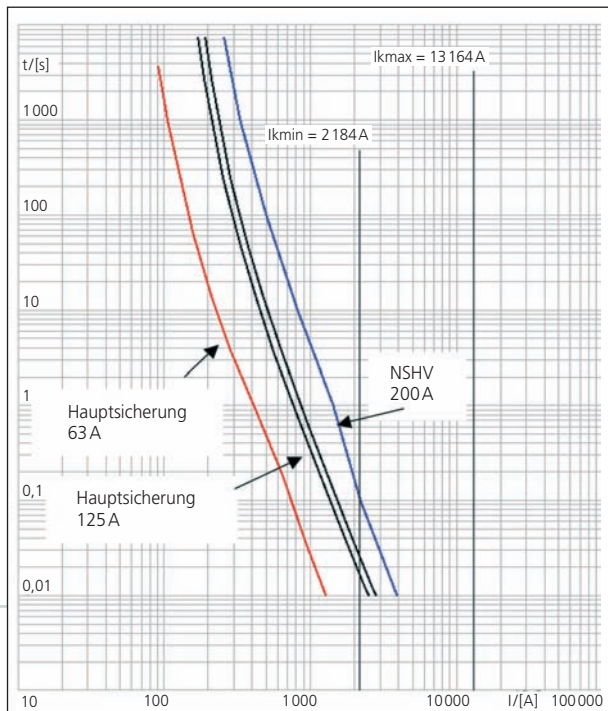
- die Art und der Aufbau der Stromkreise (versorgte Verbraucher, Anzahl und Querschnitt der Leiter, Art der Kabel- und Leitungen);
- die Merkmale, die notwendig sind für die Identifizierung der Einrichtungen für Schutz-, Trenn- und Schaltfunktionen und deren Einbaorte. Bei einfachen Anlagen dürfen diese Angaben in Form einer Liste gemacht werden.

Anmerkung: Schaltpläne und Dokumentationen sollten im Einzelnen folgende Informationen enthalten:

- Typ und Querschnitt der zur Anwendung kommenden Leiter;
- Länge der Stromkreise;
- Art und Typ der Schutzeinrichtungen;
- Bemessungsstrom oder Einstellwert der Schutzeinrichtungen;
- zu erwartende Kurzschlussströme und Kurzschluss-Ausschaltvermögen der Schutzeinrichtungen.

Diese Informationen sollten für jeden einzelnen Stromkreis geliefert werden. Es wird empfohlen, diese Informationen nach jeder Änderung der elektrischen Anlage zu aktualisieren. Schaltpläne und Dokumentationen sollten die Einbaorte aller nicht sichtbaren Geräte angeben.

... 514.5.2 Die verwendeten Symbole müssen der Reihe DIN EN 60617 entsprechen.«



**Bild 7: Selektivität zwischen der Niederspannungshaupt- und der Hauptverteilung**

#### 6. HD 636 S1 (E DIN EN 50522 (VDE 0101-2): 2008-12)

Hier finden sich Aussagen zur Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV:

»5 Auslegung von Erdungsanlagen ... 5.1 Allgemeines: Demzufolge sind für die Bemessung der Erdungsanlage folgende Parameter von Bedeutung: Höhe des Fehlerstroms, Fehlerdauer, Beschaffenheit der Erde. Diese Parameter sind insbesondere abhängig von der Art der Sternpunktbehandlung des Hochspannungsnetzes.«

#### 7. IEC 60909-0:2001: DIN EN 60909-0

Hier schauen wir unter »Allgemeines« und finden: »1.1 Anwendungsbereich: Dieser Teil der IEC 60909 gilt für die Berechnung von Kurzschlussströmen

- in Niederspannungs-Drehstromnetzen
- in Hochspannungs-Drehstromnetzen bei einer Frequenz von 50 Hz oder 60 Hz.

Im Allgemeinen sind zwei unterschiedliche Kurzschlussströme zu berechnen, die sich in ihrer Größe unterscheiden: der größte Kurzschlussstrom, der die Leistungsfähigkeit oder die Bemessung der elektrischen Betriebsmittel bestimmt; der kleinste Kurzschlussstrom, der z.B. für die Auswahl von Sicherungen und für die Einstellung von Schutzeinrichtungen und für die Überprüfung des Hochlaufs von Motoren verwendet werden.«

#### Schlusswort

Dieser sechstellige Beitrag soll Elektrotechnikern als Leitfaden dienen, mit dem eine fachgerechte und normenkonforme Planung möglich ist.

(Ende des Beitrags)

Prof. Dr. Ismail Kasikci, Hochschule Biberach