

Moderne Stromverteilungskonzepte bei NS-Anlagen

H. J. Rübsam, Meerbusch

Der ständig zunehmende Bedarf an elektrischer Energie und die damit verbundene Erhöhung der Kurzschlussenergie bzw. der Kurzschlussströme in den Stromverteilungsnetzen, ferner die wachsenden Ansprüche an den Schutz und die Sicherheit des Menschen sowie der unaufhaltsame Einfluss und vermehrte Einsatz steuerungstechnischer Funktionen, erfordern im Niederspannungs(NS)-Bereich eine zukunftsorientierte Schaltanlagentechnik. Im Beitrag wird dargelegt, wie den wachsenden Anforderungen in allen Bereichen der Industrie und der Gebäudetechnik entsprochen wird.

Neue Anforderungen an Stromverteilungssysteme

Vom Investitionsmittelanteil zur Stromversorgung der Endverbraucher entfallen etwa 60 % auf die NS-Ebene. Somit sind eine effektive Entwicklung, Konstruktion und Fertigung von Schaltgeräten und zugehörigen Systemkomponenten von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Die bisher üblichen Techniken im Steuerungs- und Verteilerbau befinden sich im Umbruch:

- Bedienungskomfort und Personensicherheit „Sicherheit für den Bedienenden“. Der Betrieb, d. h. Schalthandlungen an den Schaltanlagen, erfolgt vermehrt durch Laien oder durch unterwiesene Personen, da Elektrofachkräfte kaum in kürzester Zeit verfügbar sind.
- Hoher Automatisierungsgrad und Störsicherheit (EMV) „Sicherheit im Betrieb“.
- Überproportional zunehmender Bedarf an elektrischer Energie durch Rationalisierung und Automatisierung. Damit sind notwendig
 - hohe Kurzschlussfestigkeit (Lichtbogen-sicherheit),
 - hoher Brandschutz (Sicherheit bei abnormaler Wärme und Feuer) sowie
 - Zwang zur weiteren Rationalisierung durch Vermeidung mechanischer Arbeiten und lohnintensiver „Hand“-Arbeiten (in Planung und Herstellung sowie bei zu erwartenden Änderungen oder Erweiterungen) bei zusätzlichem Einfluss durch neue, international gültige Vorschriften, Normen und Bestimmungen.

Trotz rechtzeitiger Planung entsprechend den augenblicklichen projektspezifischen, technischen und wirtschaftlichen Anforderun-

gen sind bis zur ersten Inbetriebnahme wie auch in der Folgezeit ständig Änderungen und Erweiterungen zur Anpassung an neue Gegebenheiten zu berücksichtigen. Der dezentrale Standort von Schaltanlagen, sowohl von Steuerungen als auch von Verteilersystemen, außerhalb abgeschlossener Betriebsstätten wird weiter zunehmen und damit die Forderungen:

- Optimale Anpassungsfähigkeit an den Bedarfsfall – an bauliche Gegebenheiten und die jeweilige Palette anzuschließender Betriebsmittel, insbesondere durch veränderte Nutzung der angeschlossenen Verbraucher bei minimaler Unterbrechungszeit.
- Planung und Herstellung einer Schaltgerätekombination auf der Grundlage eines betriebssicheren, in der Anwendung einfachen, kostengünstigen, genormten (standardisierten), seriell gefertigten Baukasten-Systems (fabrikfertig und typegeprüft).

Höherer Anwendernutzen

Moderne Stromverteilungskonzepte machen einen modulare, in der Anwendung flexiblen und im Betrieb sicheren Schaltgeräte-Systemaufbau unerlässlich. Ein durchgängiger Kundennutzen für Anwender – Errichter – Betreiber steht im Vordergrund. Für zukunftsweisende Systeme gilt:

- Volumen-Minimierung / kleinstmögliche modulare Bauform (für den Anwender).
- Großzügige Anschluss-technik (insbesondere für den Errichter).

- Einsatz von Installations-Schaltgeräten unterschiedlicher Hersteller, also nicht gebunden an ein Fabrikat.
- Ständige Bereitstellung von Elektroenergie ohne Störung und Abschaltung, also ohne Betriebs-Unterbrechung.
- Berücksichtigung einer ständigen Austausch- und Erweiterbarkeit in den nächsten 20 Jahren.

Die genannten Einzelheiten lassen erkennen, dass für moderne Gebäudeinstallationen und auch bei einzelnen Steuerungskonzepten hohe Ansprüche an die Stromverteilung gelten. Dies bezieht sich auf

- modularen Aufbau (ohne zeitaufwendige, kostenintensive Nacharbeiten bei Austausch oder Ergänzungen – unter Spannung, ohne die Anlage freischalten zu müssen),
- höhere Packungsdichte (kleinste Bauformen durch Modularität),
- hohen Personenschutz/Bedienungssicherheit,
- Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an veränderten Verbraucher-Anschlussbedarf oder an gewandelte Betriebsbedingungen (auch problemlose Erweiterungen), insbesondere für die einzusetzenden Schaltgeräte, Betriebsmittel und Systemkomponenten. Damit sind die Anforderungen an die Entwicklung definiert, die dem letzten Stand der Technik zu entsprechen haben.

Neues Stromverteilerkonzept

Am einem Beispiel (Bild 1) wird ein den o. g. Anforderungen gerecht werdendes Verteiler-Aufbausystem für Installations-, Schalt- und Schutzgeräte vorgestellt. Eingesetzt wird eine neue Steckensatztechnik, die es gestattet,

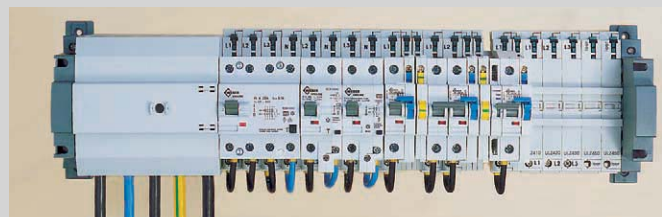
- Installations-Schaltgeräte des Herstellers, wie LS-, FI- und Lastschalter einschließlich zugehöriger Hilfs- und Signalschalter und
 - sonstige DIN-Reiheneinbaugeräte im Modul-Raster 18 mm, als auch
 - handelsübliche Schütze, Relais, Überspannungsableiter, Einbausockel für D- und D0-Schmelzsicherungen sowie
 - sonstige Betriebsmittel
- zu einer flexiblen Schaltgerätekombination zusammenzuschalten.

Diese Steckensatztechnik bietet eine übersichtliche, kompakte Kombination handels-

Autor

Dipl.-Ing. Hans J. Rübsam ist Beratender Ingenieur der Firma WEBER Deutschland / WEMAT GmbH, Laar.

1 Multifunktionales Verteiler-Aufbausystem in Steckensatztechnik



üblicher Schalt- und Schutzgeräte mit einem Bemessungsstrom bis 63 A. Sie erfüllt damit die Forderung der Anwender nach einer wirtschaftlichen Alternative für den universellen Anschluss von Verbrauchereinheiten kleinerer Leistungen, wie sie bereits seit vielen Jahren in Einschub- oder Schubeinstecktechnik für höhere Ströme und Leistungen (125 A bis 6300 A) bekannt ist.

Systemaufbau und Montage

Der Aufbau eines Gesamtsystems erfolgt in den Schritten:

- **Befestigen der beiden äußeren System-Schienenträger** auf
 - einer Montageplatte oder
 - einem beliebigen Gerüstprofil oder
 - einem DIN-Tragschienenprofil 35 mm x 7,5 bzw. 15 mm nach EN 50 022.

In die dafür vorgesehenen Halterungen der Schienenträger werden die drei, vier oder fünf handelsüblichen Cu-Schienen 12 mm x 5 mm (für L1–L2–L3, N und PE oder zwei Steuerfunktionen) eingelegt und mit den Oberteilen der Schienenträger verbunden (Bild ②).

Für waagerechte Anordnungen empfiehlt sich ein Schienenträgerabstand von

500 mm, für senkrechte ein solcher von 1000 mm. Längere Systeme erfordern Schienenträger-Mittelstücke.

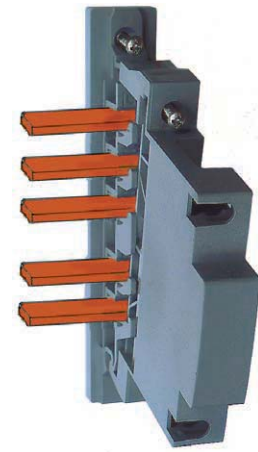
- **Aufstecken des Steckmoduls**, dem Herzstück des Steckesystems.

Das Steckmodul beinhaltet eine fremdgefederte, versilberte, auf den jeweiligen Außenleiter eingesetzte Kontakttulpe für einen Bemessungsstrom 63 A.

Aufgrund der durch die Cu-Schienen gegebenen geradlinigen Zwangsführung beim Einsetzen wie beim Ausziehen ist ein Verkanten des Moduls unmöglich. Damit ist eine hohe Sicherheit gegeben, jegliche Deformation wird vermieden. Eine Leiterbeschriftung bleibt auch bei montiertem Schaltgerät sichtbar.

Der zugangsseitige Modul-Steckkontakt ermöglicht einen schnellen Austausch von Schaltgeräten, ohne dass hierfür die Schaltanlage freigeschaltet werden muss.

Die auf dem Steckmodul in einer Modulbreite von 18 mm befindliche Tragschiene 35 mm x 7,5 mm nach DIN EN 50022 erlaubt das Aufschnappen bzw. Austauschen handelsüblicher DIN-Reiheneinbaugeräte gleich welcher Art. Das System ist also bei der Verwendung von Installations-Schalt- und Schutzgeräten nicht an ein Fabrikat gebunden (Bild ③).



② System-Schienenträger für handelsübliche Cu-Flachschienen 12 mm x 5 mm; 3-, 4- oder 5-polig (L1 – L2 – L3 + N – PE oder H1 – H2)

Bei einer Systemlänge von 2 m lassen sich damit Module mit bis zu über 100 TE aneinander reihen, bei einer Gesamtbelastung bis zu 160 A bei einseitiger Einspeisung oder 200 A bei mittiger Einspeisung.

- **Verdrahtung der Steckmodule und Schaltgeräte** mit einer vorgefertigten Leitungsverbindung, deren Querschnitt dem Bemessungsstrom des Schaltgeräts entspricht.

Die einzelnen Stecksystem-Einheiten (Aufbausysteme) können auf der Werkbank außerhalb des Schaltschranks komplett vormontiert werden.

• Auswahl des Schaltschranks

- in der Schutzklasse I (Stahlblech-Schrank, Bild 4) oder
- in der Schutzklasse II (Isolierstoffgehäuse).

Senkrecht aufgebaut werden diese Wand- oder Standverteiler zentral mit einer N- und einer PE-Schiene bestückt, so dass diese Anschlüsse den Schaltgeräten direkt zugeordnet sind. Zusätzliche Außenleiter-, Neutralleiter- und Schutzleiterklemmen werden damit überflüssig.

Ein ähnliches auf Stecktechnik basierendes System wird am Markt angeboten [5], bei dem der eingangsseitige Steckkontakt direkt ins Schaltgerät integriert ist. Erforderlich ist ein Sammelschienenensystem 10 mm x 3 mm. Einsetzbar sind ausschließlich die Schaltgeräte des Herstellers – LS- und FI-Schutzschalter, FI/LS- sowie Leistungs-Motorschalterschalter, Lastschalter, Hilfs- und Signalkontakte. Damit ist keine Unabhängigkeit vom Fabrikat gegeben.

Die Stromschienen werden jeweils in einem Stecksockel eingerastet. Bei einer einseitigen Einspeisung wird eine Nennstrombelastung von 100 A, bei Mitteneinspeisung von 160 A angegeben.

Der Stecksockel – Längen von 144 mm (8 x 18 mm) oder 108 mm (6 x 18 mm) – kann beliebig im Raster von zwei TE erweitert werden. Er wird auf einer Montageplatte oder auf DIN-Tragschienen montiert.

Der Einsatz eines zusätzlichen Kombimoduladapters 32 A gestattet auch die Anwendung handelsüblicher Betriebsmittel in Blocks von jeweils 4 oder 8 TE.

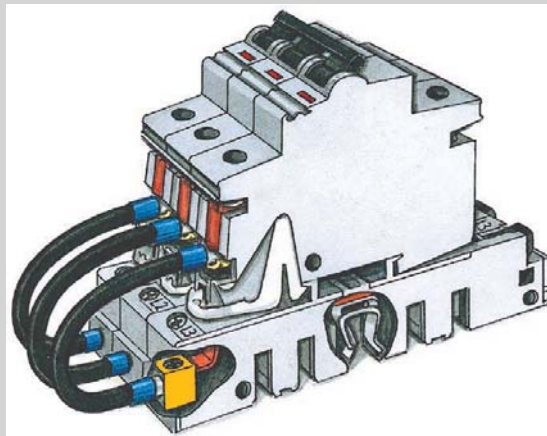
Betriebsmittelaustausch

Die Steckesatztechnik ist überall dort von großem Vorteil, wo häufig bei minimal zulässiger Unterbrechungszeit eine Anpassung erforderlich wird. Das heißt, wenn sich die Nutzung der Anlage ändert oder rasch wechselnde Bedingungen auftreten, z. B. bei Änderung der Verbraucheranschlusswerte durch Veränderung der Anschlussleistung und/oder der Ansteuerungstechnik und/oder von Zusatzschutz-Maßnahmen. Mit wenigen Handgriffen ist ein beliebiges Schaltgerät oder auch ein komplettes Steckmodul mit aufgesetztem Schaltgerät in nachfolgenden Schritten ausgebaut oder ausgetauscht:

- Schaltgerät ausschalten,
- Abgangskabel abklemmen,
- Gerät/Komplettmodul herausnehmen.

Es ist kein Spezialwerkzeug erforderlich, die Schaltanlage muss nicht spannungsfrei geschaltet werden.

Die Belastbarkeit der einzelnen Abgänge



3 3-fach Steckmodul L1 – L2 – L3 / 3 x 18 mm breit mit Kontaktstulpe 63 A, mit Tragschiene 35 mm x 7,5 mm nach EN 50 022 bestückt mit handelsüblichem LS-Schalter 3-polig bis 63 A, zugangsseitig verdrahtet mit Cu-Leiter bis 3 x 16 mm²



4 Stecksystem-Einheit (Aufbausystem) für vertikalen (senkrechten) Systemeinsatz im Stahlblech-Schaltschrank

ist mit maximal 63 A entsprechend einem möglichen maximalen Leiteranschluss-Querschnitt von 16 mm² gegeben.

Die einzelne Kontaktstulpe ist werkseitig auf die Außenleiter-Polung L1–L2–L3, N – PE bzw. H1 – H2 innerhalb des Moduls eingesetzt. Blindmodule (ohne Anschluss) erweitern die Möglichkeiten der Bestückung.

Kundenspezifische Lösungen

Aus dem Modul-Baukasten wird ein Aufbausystem angeboten, welches im Einzelfall an einigen Parametern (Schutzbedürfnisse) so individuell gestaltet werden kann, dass damit eine Kombination aus kosten- und preisattraktivem Standard wird und für den Kunden zu einem guten technischen wie ökonomischen Angebot führt.

Vorzugsweise wird dieses System mit senkrechtem Sammelschienenensystem konzipiert, welches damit auch sicherheitstechnisch wesentliche Vorteile bietet.

Das Überbauen der Sammelschienen verringert den Platzbedarf, vereinfacht die Montage und ist damit Kosten sparend, neben der Zeitersparnis durch den Fortfall der Zu- und Abgangsverdrahtung (letztere bei senkrechter Systemanordnung).

Die Systemkomponenten bestehen aus hochwertigen, halogenfreien Kunststoffmaterialien, sind schwer entflammbar und selbstverlöschend nach UL 94 VO. Das gesamte Verteiler-Einbausystem ist nach EN 60439-1 bzw. VDE 0660 Teil 500 typgeprüft.

Vorteile der Steckesatztechnik

Obleich die Steckesatztechnik den Kaufpreis der Schaltanlage um etwa 15 % erhöht, sinken die übrigen Investitionskosten um knapp 20 %. Den größten Anteil daran hat der geringere Verdrahtungsaufwand sowie die mögliche Einsparung der

Abgangsklemmen. Aber auch die Reduzierung des Aufwands für eine exakte Planung, eine einfache Anpassung bei der Inbetriebnahme, eine niedrige Reservehaltung handelsüblicher Schaltgeräte und Betriebsmittel sowie eine zukünftig zu erwartende einfache Änderung oder Ergänzung schlagen zu Buche.

Vorteile gegenüber der Festeinbautechnik mit konventioneller Verdrahtung sind:

- Wirtschaftliche und kompakte Bauweise für Abgänge mit einem Bemessungsstrom bis 63 A, anschließbarer Leitungsquerschnitt bis 16 mm², kurzschlussicher.
- Bohrungsloses Sammelschienenensystem 3-, 4- oder 5-polig.
- Aufbau mittels handelsüblicher Cu-Stromschienen in den Abmessungen 12 mm x 5 mm, nach DIN 43 671 / 12.75 für höchste thermische Belastbarkeit.
- Keine Spezialschienen erforderlich.
- N- und PE- oder Hilfsstrom-Steckverbindungen 2-polig.
- Sichere Befestigung sowie kurzschluss- und betriebssichere Kontaktierung auf Sammelschienenensystem durch Zwangsführung der Steckstulpen 63 A, kurzschlussicher bis 50 kA bei Vorsicherung NH 00 / 160 A.
- Bis zu 100 TE je Sammelschienenpfad bei einer Länge von 2 m.
- Verlustleistungsarme Kontaktierung und Verdrahtung.
- Verringerung der Verlustleistung und Erwärmung durch Einsparung der Abgangsklemmen und deren Verdrahtung.
- Kosteneinsparung gegenüber herkömmlicher Verdrahtung bis zu 60 %.
- Beliebige Anordnung von Schaltgeräten unterschiedlicher Breite im Raster 18 mm.
- Reduzierung des Schaltschrankvolumens.
- Vorfertigung außerhalb des Schaltschranks möglich.
- Platzsparender Aufbau und klare Zuordnung verschiedener Stromkreise und deren Anschlüsse.

- Optimale Aufteilung der Außenleiterbelastung L1 – L2 – L3 auch nach der Inbetriebnahme einfach möglich.
- Austauschmöglichkeit ohne Abschalten der Schaltanlage.
- Berührungsgeschütztes Gesamtsystem in der Schutzart IP 2X (BGV A 2, früher VBG 4) innerhalb von Schrank- und Gehäusesystemen – mit zusätzlichen Abdeckplatten wird Schutzart IP 31 nach EN 60529 realisiert.

■ Beispiel aus der Praxis

Bei einem Betreiber von Carrier-Rooms – Räume, die (je nach Kundenerfordernis) eine unterschiedliche Größe haben, die sich aus der Anzahl von Rechner-Einheiten ergibt, mit denen der Kunde (AOL, T-Online oder sonstige Internet-Provider) arbeitet – wurde die Errichtung der NS-Anlage erforderlich. Sicherheit und Zuverlässigkeit sind hier gerade bei der Stromversorgung oberstes Gebot.

Bei dieser Anwendung trägt die Verteilerkonzeption in Steckeinstecktechnik entscheidend dazu bei, die Verfügbarkeit der elektrischen Anlagen zu erhöhen. Der Austausch und/oder eine Erweiterung von Schalt- und Schutzgeräten einschließlich

zugehöriger Betriebsmittel muss nun nicht mehr in Nachtschichten oder ähnlichen Ruhephasen bei freigeschalteter Anlage durchgeführt werden.

Hinzu kam für den Planer und Errichter die einfache Montagemöglichkeit, die übersichtliche und sichere Installation sowie der Einsatz handelsüblicher Schalt- und Schutzgeräte.

Sowohl der Anwender als auch das mit der Planung und Ausführung beauftragte Unternehmen heben besonders hervor

- die hohe Flexibilität und die gute Übersicht bei der Projektplanung,
- den schnellen Aufbau bei der Montage der Schaltanlage,
- die einfache Errichtung und übersichtliche Installation.
- keine Freischaltung bei notwendig gewordenen Veränderungen und Erweiterungen innerhalb der Errichtungsphase.

Die möglichen Erweiterungs-Abgänge wurden in der Errichtungsphase vorverdrahtet. Statt eines Schalt- und Schutzgeräts wurde – auch zur besseren Übersichtlichkeit – eine Anschlussklemme auf den jeweiligen Reserve-Stecksockel aufgesetzt und die Abgangsleitung bereits angeschlossen. Damit ist eine kurzfristige Erweiterung bei hohem Anlagen- und Personenschutz gegeben.

■ Zusammenfassung

Das NS-Schaltgeräte-Systemangebot wie auch deren Verwendung/Anwendung in Schaltgerätekombinationen wird sich auch in den nächsten Jahren technologisch weiter entwickeln. Platz-, Zeit- und Kostenersparnisse stehen hierbei an vorderster Front neben der Anlagen-, Betriebs- und Personensicherheit. Hierzu zählt insbesondere eine innovative Steckeinstecktechnik, die Veränderungen der Schalt- und Schutzaufgaben ermöglicht, ohne die Schaltanlage freischalten zu müssen – bei höchster Anlagen- und Personensicherheit.

Literatur

- [1] DIN VDE 0660 Teil 500:1994-04 Niederspannungs-Schaltgerätekombination; Anforderungen an typegeprüfte und partiell typegeprüfte Schaltgerätekombinationen.
- [2] VDE-Seminar „Aktuelles Update der Fachinformation über die Niederspannungs-Schaltanlagentechnik für Hersteller und Anwender“.
- [3] Weber/Wemat: Technischer Katalog Nr. C3.1 / 10.1999 UNILINE / Kleinleistungssortiment.
- [4] Dworatzek, R.: HEK-Schaltanlagen. Bobenheim: Ausführungsbericht 06/2000.
- [5] ABB Schalt- und Steuerungstechnik. Technischer Katalog Nr. 20107/A „smissline-S“.