

# Stahlblech-Wandgehäuse-Systeme hoher Schutzart

H. J. Rübsam, Meerbusch

**Der ständig zunehmende Bedarf an elektrischer Energie, die wachsenden Ansprüche an den Schutz und die Sicherheit des Menschen sowie der vermehrte Einsatz steuerungstechnischer Funktionen erfordern im Niederspannungsbereich eine zukunftsorientierte Steuerungs- und Stromverteilungstechnik. Bei der Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V werden zunehmend Forderungen an Hersteller und Errichter gestellt, betriebssichere, in der Anwendung einfache und gleichsam kostengünstige Schrank- und Gehäusesysteme einzusetzen.**

- Planung und Herstellung einer Schaltgeräte-kombination auf der Grundlage eines betriebssicheren, in der Anwendung einfachen, kostengünstigen, standardisierten Baukasten-Systems, fabrikfertig und typgeprüft.

Tafel 1 zeigt die wichtigsten kennzeichnenden Merkmale von Stahlblech-Wandgehäuse-Systemen.

Eine zukunftsorientierte einsatz- und anwendungsbezogene System-Normierung führt über entsprechende Konstruktionsfestlegungen zu optimalen sicherheitstechnischen und wirtschaftlichen Lösungen. Dort, wo bisher noch individuell zugeschnittene und nur einmalige Lösungen realisiert wurden, werden auf Grund steigender Marktanforderungen heute normierte, vielfach einsetzbare System-Baugruppen verwendet, mit denen in kombinierbarer, unterschiedlicher Technik selbst ausgefallene Aufgaben lösbar sind, und dies in „funktional gestylter Ausführung“, einer hohen Anforderung an das Design der zugehörenden Konstruktionselemente.

## 2.2 Anwendungsmöglichkeiten

Entsprechend der sehr unterschiedlichen Anwendungsgebiete und Einsatzanforderungen,

- von dem durch Laien bedienbaren Einzel-Betriebsmittel z. B. Not-Aus-Hauptschalter, Schaltmodul-Einheit, Sicherungsverteiler oder ähnlich (Bilder 2, 3 und 4),

## 1 Anforderungen

Die kreative Erarbeitung einer besseren technischen und preiswerten Lösung unter Beachtung der Marktanforderungen sowie der zugehörenden Bau- und Ausführungs-Bestimmungen (Bild 1) ist in zunehmendem Maße entscheidend sowohl für die Planer, Hersteller und Errichter als auch für die Anwender und Betreiber von Anlagen der Steuerungs- und Automatisierungstechnik sowie von Stromverteilungssystemen. Folgende Faktoren sind dabei zu berücksichtigen:

- Bedienungskomfort und Personensicherheit: Der Betrieb, d. h. Schalthandlungen an den Schaltanlagen, erfolgen vermehrt durch Laien oder durch unterwiesene Personen.
- Ein hoher Automatisierungsgrad verlangt Störsicherheit (EMV).
- Hohe Zuverlässigkeit durch Typprüfungen entsprechend gegebener Bestimmungen.
- Überproportional zunehmender Bedarf an elektrischer Energie durch Rationalisierung und Automatisierung und damit notwendig – hohe Kurzschlussfestigkeit (Störlichtbogensicherheit), – hoher Brandschutz (Sicherheit bei abnormaler Wärme und Feuer)
- Zwang zur weiteren Rationalisierung durch Vermeidung mechanischer und lohnintensiver Arbeiten (in Planung und Ausführung sowie bei zu erwartenden Änderungen, Erweiterungen und Umnutzungen).

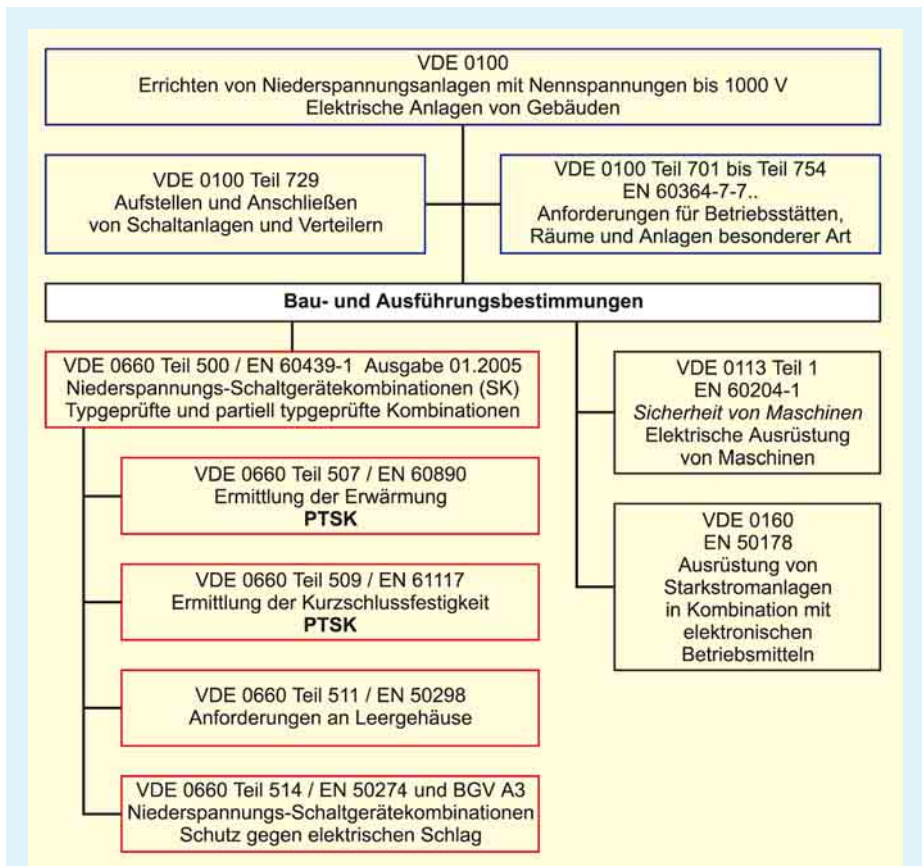
Betriebsstätten wird weiter zunehmen und damit die Forderungen:

- Optimale Anpassungsfähigkeit an den Bedarfsfall – an bauliche Gegebenheiten, an die anzuschließenden Betriebsmittel. Minimale Unterbrechungszeit bei Umnutzungen angeschlossener Verbraucher.
- Hohe Flexibilität und Kombinierbarkeit in den Abmessungen als auch in der Ausrüstung und Bestückung unterschiedlicher konventioneller und elektronischer Betriebsmittel.
- Berücksichtigung einer ständigen Austausch- und Erweiterbarkeit in den nächsten 20 Jahren.

## 2 Einsatz- und Anwendungsbereiche

### 2.1 Grundlagen

Der dezentrale Standort von Steuerungen und Stromverteilern außerhalb abgeschlossener



1 Zu beachtende Bau- und Ausführungsbestimmungen

### Autor

Dipl.-Ing. Hans J. Rübsam ist beratender Ingenieur und Inhaber der Rübsam Consulting, Meerbusch.

**Tafel 1 Kennzeichnende Merkmale von Stahlblech-Wandgehäuse-Systemen**

<b>Äußere Bauform</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• offen</li> <li>• geschlossen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schrank</li> <li>• <b>Gehäuse</b></li> </ul>
<b>Aufstellungsort</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Innen</b></li> <li>• <b>Freiluft</b></li> </ul>
<b>Aufstellungsart</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>fest</b></li> <li>• <b>veränderbar</b></li> </ul>
<b>Schutzart</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IP 20/IP 21</li> <li>• IP 42/IP 43</li> <li>• <b>IP 54/IP 55</b></li> <li>• IP 65</li> </ul>
<b>Umhüllung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Stahlblech</b></li> <li>• Isolierstoff</li> </ul>
<b>Schutzmaßnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>gegen direktes Berühren</b> (Isolieren, Abdeckungen)</li> <li>• <b>bei indirektem Berühren</b> (Schutz durch Abschaltung, Schutzleiter/Schutzklasse I)</li> </ul>

**2 Not-Aus-Hauptschalter, 400 A**

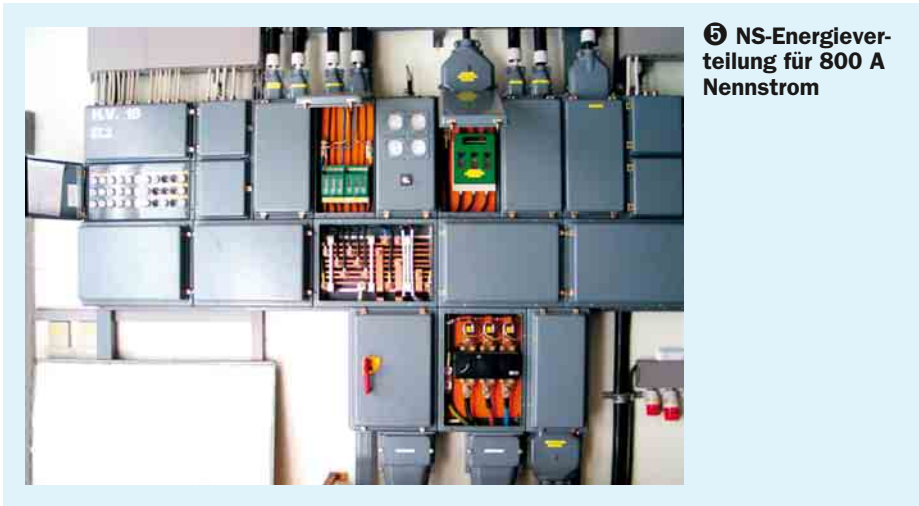
Fotos: Hundt Elektrotechnik

**3 NS-Sicherungsverteiler in gemischter Bestückung auf Sammelschiensystemen****4 NS-Sicherungsverteiler speziell für die Automobilindustrie**

- Energieverteilung mit einem Bemessungsbetriebsstrom von bis zu 800 A (Bild 3),
  - einer Kombination von Niederspannungs-Stromverteilung mit elektronischen Betriebsmitteln,
- werden unterschiedliche Schaltgeräte- und Betriebsmittel-Kombinationen benötigt. Für sie sind in den vorgegebenen Baubestimmungen nach EN 60439-1/VDE 0660 Teil 500 und/oder EN 60204-1/VDE 0113 Teil 1 und/oder EN 50178/VDE 0160 zugehörige Ausführungskategorien und zugehörige Umhüllungen festgelegt.
- Ein Beispiel für solch ein Gehäusesystem, das den vielen Anforderungen gerecht wird, ist das Stahlblech-Wandgehäuse-Programm der Fir-

ma Hundt. Das kompakte Baukasten-System lässt sich flexibel an die jeweiligen Aufgaben im Innen- und Außenbereich anpassen. Anlagen der Steuerungs-/Automatisierungstechnik und auch Niederspannungs-Stromverteiler in Einzelgehäusen oder in Gehäuse-Kombinationen werden hierbei nicht zwingend in stets gleicher Bauart seriell hergestellt, typgeprüft und „nach Katalog“ angeboten. Vielmehr werden sie individuell an die jeweiligen Anforderungen des Betreibers angepasst und mit unterschiedlichen elektrischen und/oder elektronischen Betriebsmitteln bestückt. Über 100 modulare System-Baugruppen von Leitungs-, Fehlerstrom- und Motorschutzschaltern über Sicherungs-Baugruppen von D 02

bis zur Größe NH 3, Lasttrennschalter bis 630 A und Leistungsschalter bis 1 000 A sowie kurzschlussfeste Sammelschiensysteme bis 800 A bieten die Möglichkeit eines Aufbaues nach Maß, von kleineren Steuerungseinheiten über Installations-Verteiler bis zu Energie-Verteilern als fabrikfertige, typgeprüfte Schaltgerätekombination nach VDE 0660 Teil 500 vormontiert oder in Einzelteilen. Aber auch individuelle, kundenspezifische spezielle Funktions-Baugruppen, z. B. Elektronik-Steuerungs-Einheiten oder Sonder-Gerätekombinationen, lassen sich innerhalb des Gehäuse-Systems auch unterhalb einer hierzu speziell geschaffenen Abdeckplatte berührungsgeschützt unterbringen. Die Gehäuse



5 NS-Energieverteilung für 800 A Nennstrom

können u. a. mit Zähler-Einbausystemen bestückt werden und sind damit auch für den Einbau von Zwischenzählern und Schaltuhren geeignet. Zum weiteren System-Zubehör gehören Be- und Entlüftungsstutzen sowie Druckausgleichsstutzen, diverse Verschlusssysteme, Steckdosen-Anbau- und Zwischenflansche sowie Komponenten für den Innenausbau und die Bestückung. Für die Kabeleinführung sind diverse Ausführungen lieferbar (Bild 5).

**2.3 Modulare Gehäuse-Systeme**

Ein solches Stahlblech-Wandgehäuse-System mit standardisierten und typgeprüften Systemkomponenten bietet dem Anwender die Möglichkeit, Anlagen sowohl in der Ausführung als Einzelgehäuse oder in der Kombination mehrerer Gehäuse zu einer Kombination oder einer Schaltanlage im Gehäuse-Verbund individuell aufzubauen. Nachträgliche Erweiterungen oder zusätzliche Geräte-Einbauten sind ebenso möglich wie ein nachträglicher Anschluss zusätzlicher Verbraucher und Kabeleinführungen. Für einen universellen Einsatz im Bereich der Niederspannungsanlagen für die Stromverteilung oder für die Mess-, Steuer- und Regelungstechnik stehen bei dem genannten System insgesamt neun Gehäusegrößen zur Verfügung.

Die Gehäuse sind allseitig offen und können mit unterschiedlichen Flanschen in geschlossener Ausführung oder mit diversen Öffnungen für eine unterschiedliche Anzahl und Größe von Kabeleinführungen staub- und strahlwasserdicht in Schutzart IP 55 nach EN 60529 verschlossen werden.

**2.4 Stabilitäts-, Schutz- und Sicherheitsbedürfnisse**

Stahlblech-Gehäuse haben entscheidende Vorteile gegenüber Isolierstoff-Ausführungen. Die hohe mechanische Widerstandsfestigkeit bei äußerer Beanspruchung (Schlag und Schock), die hohe Tragfähigkeit für den Einbau einer auch größeren Anzahl schwerer Schaltergeräte und Betriebsmittel – wie diese gerade in Industrieanlagen oder im Maschinen- und

Anlagenbau gefordert werden –, das Verhalten bei äußerer Brandeinwirkung und die mechanische Widerstandsfähigkeit von Stahlblechkapselungen bei (wenn auch selten) vorkommenden Störlichtbögen (Überdruck) sind die entscheidenden Merkmale einer Stahlblech-Umhüllung. Weitere Kennzeichen sind die bessere Wärmeableitungsmöglichkeit und die günstige Hochfrequenzabschirmung (EMV).

Darüber hinaus führen die wachsenden Anforderungen an den mechanischen Schutz gegen Vandalismus, Schlag und Zerstörung und an den Schutz von Personen und Sachwerten sowohl bei einer Außenfeld-Montage als auch innerhalb von Gebäuden – speziell außerhalb elektrischer Betriebsräume – sowie im Maschinen- und Anlagenbau zur Anwendung stabiler Stahlblech-Gehäuse-Umhüllungen in hoher Schutzart, um die eingebauten elektrischen und/oder elektronischen Betriebsmittel gegen Schlag, Stoß und Vibration, vor Staub und Feuchtigkeit und auch zur Hochfrequenzabschirmung (EMV) optimal zu schützen. Kunststoffe werden in der Regel in diesen Bereichen kaum noch akzeptiert.

Neben der hohen Stabilität wird durch die Wahl des Werkstoffes Stahlblech ein hoher Korrosionsschutz gegen Umweltbelastungen durch eine spezielle Oberflächenbehandlung (Pulverbeschichtung mit nachfolgender Einbrennlackierung) erreicht. Ein Einsatz dieser Gehäuse in der Industrie, in Sport- und Freizeitzentren, in der Landwirtschaft, im Bahnbereich, an Bootsanlegestellen sowie auf offenen Plätzen jeglicher Art ist gerade für eine Anwendung im Bereich der Steuerungs-/Automatisierungstechnik und bei Anlagen der Niederspannungs-Stromverteilung optimal gegeben. Schutzart IP 55 bietet dazu einen äußerst hohen Schutz gegen Staub und den Schutz gegen Strahlwasser aus allen Richtungen.

**2.5 Schutz gegen gefährliche Körperströme**

Stahlblechgekapselte Gehäuse-Systeme bieten beim Aufbau von Schaltanlagen und Verteilern eine hervorragende Schutzmaßnahme

gegen gefährliche Körperströme. Neben einem allseitigen, vollständigen Schutz gegen direktes Berühren in der Schutzart IP 55 bei geschlossenen Gehäusen wird bei geöffnetem Gehäuse dieser Schutz durch entsprechende innere Berührungsschutzabdeckungen in der Schutzart  $\geq$  IP2C erreicht.

Der Schutz bei indirektem Berühren wird durch eine konsequente Schutzterdung, d. h. Schutz durch Abschaltung hergestellt. Hierbei wird gewährleistet, dass alle berührbaren Konstruktionsteile des Gehäuses aus leitfähigem Werkstoff – also Deckel, Verkleidungen und Abdeckungen, Flansche oder dergleichen – leitend untereinander und mit dem von außen herangeführten Schutzleiter der Anlage verbunden sind.

Der hohe Schutz gegen direktes Berühren und der Schutz bei indirektem Berühren erlauben den Einsatz dieser Gehäuse als individuelles Einzelgehäuse oder in aufeinander abgestimmten System-Gehäuse-Kombinationen insbesondere außerhalb abgeschlossener elektrischer Betriebsräume in Innenräumen wie im Außeneinsatz überall dort, wo auch Laien entsprechende Schalthandlungen vornehmen können.

**2.6 Verringerung der Brandlast**

Ein ganz wesentlicher Aspekt einer Einsatz- und Ausbaumöglichkeit von Stahlblech-Gehäusen gegenüber Kunststoff-Gehäusen ist die geringere Brandlast und die hervorragende Wärmeableitung.

Vorbeugende Maßnahmen zum Schutz gegen thermische Überbeanspruchung und Brände in und durch elektrische Anlagen und Betriebsmittel gehören wie die Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag zu den Grundthemen der elektrischen Installationstechnik. Die thermische Überbeanspruchung ( $\geq 50$  °C) ist die häufigste Ausfallursache auch neuer elektrischer und elektronischer Schaltanlagen und Geräte. Schaltanlagen und Verteilersysteme müssen so geplant, ausgewählt, montiert und errichtet werden, dass durch entsprechende Maßnahmen die Entstehung von Übertemperatur und damit Fehlfunktionen und Folgeschäden (Brand etc.) vermieden werden.

Durch die Geräte-Miniaturisierung und damit erreichbar hohe Packungsdichte und Bestückungsvielfalt – gerade auch in Kombination mit elektronischen Betriebsmitteln – haben sich die Energiedichte innerhalb eines Gehäuses und folglich die Beanspruchungen im Normalbetrieb in den letzten Jahren stark verändert.

Im Zusammenhang mit der Planung, der Errichtung und dem Betreiben von elektrischen Anlagen muss außerdem immer wieder neben dem Betriebsausfall durch thermische Überbeanspruchung der Brandschutz in den Vordergrund gestellt werden; die Elektrizität gehört auch heute noch mit etwa 12 bis 15 % aller Brände zu den häufigsten Brandursachen.

### 3 Einhaltung zulässiger Grenztemperaturen durch Nachweis

EN 60439-1 bzw. VDE 0660 Teil 500 stellen zusätzlich entsprechende Forderungen an die Herstellung und Prüfung von Niederspannungs-Schaltanlagen. Diese Prüfungen unterteilen sich in Typen- und Stückprüfungen. Darüber hinaus können Sonderprüfungen und Nachweise bei besonderen Anwendungen notwendig werden, wie z. B. der rechnerische Nachweis zur Einhaltung der zulässigen Grenzüber Temperatur nach IEC 60890 bzw. VDE 0660 Teil 507, Ausgabe 11/1997.

Innerhalb der 11 Sicherheitsziele der Niederspannungsrichtlinie wird im Anhang I unter Punkt 2.b gefordert, dass **keine Temperaturen, Lichtbogen oder Strahlungen entstehen, aus denen sich Gefahren ergeben können.**

Personen-, Betriebs- und Prozesssicherheit lassen sich also nur durch die Beherrschung der Erwärmungsgefahr realisieren. Stahlblech bietet hier auf Grund des günstigeren Wärmedurchgangskoeffizienten  $k$  eine ideale Wärmeabstrahlung über die Gehäuseoberfläche nach außen.

Wachsende Anforderungen an die Funktions- und Betriebssicherheit sowie die Forderung einer hohen Sicherheit im Störfall geben dem Nachweis der Grenzüber Temperatur eine sehr hohe Bedeutung. Der Grund liegt in

- stetig wachsendem elektrischen Energiebedarf
- steigendem Rationalisierungs- und Automatisierungsgrad
- Miniaturisierung von Schaltgeräten und (elektronischen) Betriebsmitteln
- höheren Verlustleistungen bei Betriebsmitteln und durch Oberwelleneinfluss

- häufigeren Umbauten/Umnutzungen mit höheren Anschlusswerten
- wachsenden Anforderungen an den vorbeugenden Brandschutz sowie an den Wärme-, Feuer- und Störlichtbogenschutz.

Unabhängig von einer Überschreitung zugelassener Grenztemperaturen und damit einer Gefährdung durch Lichtbogenzündung zum Brand gilt es nachzuweisen, dass die für die unterschiedlichen Betriebsmittel festgelegten zulässigen Übertemperaturen nicht überschritten werden. Nur durch zusätzliche Maßnahmen wie eine optimierte Dimensionierung des Überstrom- und Kurzschlusschutzes, die Berücksichtigung der Luft- und Kriechstrecken auf der Grundlage möglicher Überspannungen, die Berücksichtigung eines überhöhten Kontaktwiderstands an den Schalt- und Schutzgeräten bei aggressiver Umgebung (z. B. bei stärkehaltiger Atmosphäre o. ä.) und weiterer Kriterien, lassen sich Übertemperaturen und die Entstehung eines Brandes verhindern und letztlich eine geforderte Funktions- und Betriebssicherheit gewährleisten.

Zusätzlich sollte auch nach einer Erweiterung, einer Umnutzung oder dem Anschluss höherer Leistungsdaten eine rechnerische und/oder physikalische Überprüfung (letztere mittels Infrarot-Thermometer, berührungslos) durchgeführt werden. Durch eine Früherkennung und damit rechtzeitiger Instandsetzung bzw. Erweiterung oder Einführung oben genannter Maßnahmen lassen sich so Stillstands- und Ausfallzeiten mit zugehörigen Folgekosten vermeiden.

Ziel dieser aufgeführten Maßnahmen muss sein, die Betriebserwärmung in Schaltanlagen auf ein erlaubtes, ungefährliches Maß zu begrenzen und eine hohe Funktionstüchtigkeit

auch unter Berücksichtigung einer zu erwartenden stärkeren Anlagenauslastung zu erreichen.

#### Literatur

- [1] EN 60439-1 (VDE 0660 T.500): Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen; Teil 1: Typgeprüfte und partiell typgeprüfte Kombinationen.
- [2] VDE 0660 T.507 (IEC 60890:1987), HD 528 S2:1997: Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen; Verfahren zur Ermittlung der Erwärmung von partiell typgeprüften Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen (PTSK) durch Extrapolation.
- [3] Rüksam, H. J.: Einsatz von Kunststoffen in NS-Schaltgerätekombination. Elektropraktiker, Berlin 51(1997)2, S. 167-170.
- [4] Rüksam, H. J.: Moderne Stromverteilungskonzepte bei NS-Anlagen. Elektropraktiker, Berlin 54(2000)9, S. 766-769.
- [5] Rüksam, H. J.: Einhaltung der Grenzerwärmung in NS-Schaltanlagen. Elektropraktiker, Berlin 55(2001)10, S. 806-809 und 55(2001)11, S. 908-911.
- [6] Rüksam, H. J.: Normierten Stromverteilungssystemen gehört die Zukunft. Maschinenmarkt 109(2003)37, S. 48-51.
- [7] Rüksam, H. J.: Anwendungsoptimierte Schalt- und Schutzgeräte. ew 102(2003)20, S. 40-47.
- [8] Rüksam, H. J.: Einhaltung der Grenzerwärmung in NS-Schaltanlagen. etz 124(2003)23/24, S. 18-23.
- [9] Rüksam, H. J.: Stromverteilungssysteme für das nächste Jahrzehnt. ew 102(2003)25, S. 56-61 und TAB 35(2004)6, S. 58-63.
- [10] Zentgraf, L.: Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen. Erläuterungen zu DIN EN 60439-1 (VDE 0660 Teil 500). 4. Auflage. Berlin, Offenbach: VDE-Verlag 2005.
- [11] Rüksam, H. J.; Voß, G.: VDE-Fachseminar. Aktuelles Update der Fachinformation über die Niederspannungs-Anlagentechnik für Hersteller und Anwender.
- [12] Hundt Elektrotechnik: Katalog Stahlblech-Wandgehäuse IP55 – IP65 für Niederspannungs-Schaltanlagen und Steuerungssysteme. Ausgabe 02/2005. ■