Einsatz unterschiedlicher NH-Sicherungs-Schaltgeräte

H. J. Rübsam, Meerbusch

In [1] wurde bereits dargelegt, dass an Stromverteilungssysteme höhere Anforderungen bezüglich Sicherheit und Anwendernutzen gestellt werden. Die nachfolgenden Ausführungen geben dem Planer und Betreiber Hinweise, um aus dem vielfältigen Angebot bei Schalt- und Schutzgeräten die für seinen Anwendungsfall geeignetsten auszuwählen. Berücksichtigt werden technische und kommerzielle Gesichtspunkte.

1 Grundlagen

Für den Einsatz von Schalt- und Schutzgeräten ist zunächst die für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V grundlegende Bestimmung DIN VDE 0100 maßgebend. Neben Errichtungsbestimmungen und Schutzmaßnahmen sind in dieser auch die Auswahl und der richtige Einsatz von Betriebsmitteln geregelt. Bezüglich der Anforderungen an diese Betriebsmittel ist auf entsprechende Betriebsmittelbestimmungen hinzuweisen, z. B. DIN VDE 0660 Teil 107 bzw. EN 60947-3 u. a. für NH-Sicherungs-Schaltgeräte und DIN VDE 0660 Teil 101 bzw. EN 60947-2 für Leistungsschalter.
Dem Trennen und Schalten von Lasten und dem Schutz von Personen und Sachwerten kommt dabei eine besondere Bedeutung zu; siehe DIN VDE 0660 Teil 100 bzw. EN 60947-1: Allgemeine Festlegungen.

2 Anforderungen an Schalt- und Schutzgeräte

Für die Aufgaben der Stromverteilung in Schaltanlagen und Steuerungen sind im Allgemeinen keine Schaltgeräte mit einer höheren Schalthäufigkeit notwendig. Es werden Schaltgeräte als Eingangs-, Abgangs- und/oder Kupplungs-Schalter eingesetzt, die Schalt- und Schutzaufgaben übernehmen, wie das
- Trennen
- Schalten von Lasten und Motoren
- Schützen bei Überlast und Kurzschluss.

Für jede dieser Schalt- und Schutzaufgaben werden unterschiedliche Schaltgeräte angeboten, welche teilweise auch alle drei Aufgaben gleichzeitig übernehmen. Dazu gehören die nachstehend ausführlich dargestellten NH-Sicherungs-Schaltgeräte.

Autor

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

3 NH-Sicherungs-Schaltgeräte

Die Auswahl und der Einsatz von NH-Sicherungs-Schaltgeräten sind von verschiedenen Faktoren abhängig, die vorab bereits im Planungsstadium sorgfältig geprüft werden müssen. Die Tafel ❶ nennt dazu entsprechende Einzelheiten.

3.1 Trennereigenschaften

NH-Sicherungs-Schaltgeräte zeichnen sich in erster Linie durch die in der Offen-Stellung sichtbare Trennstrecke aus. Sie bieten in der Offen-Stellung (AUS-Stellung) – ggf. auch durch Entfernen der NH-Sicherungs-Einsätze – ein Höchstmaß an Personen-Sicherheit und Zuverlässigkeit hinsichtlich einer Spannungsfreischaltung einer Anlage und dem Schutz gegen Wiedereinschalten. So verlangt die BGV A2 (früher VBG 4) als auch die DIN VDE 0105 Teil 100 vor Beginn von Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln einen spannungsfreien Zustand herzustellen und für die Dauer der Arbeiten sicher zu gewährleisten.
Die Grundanforderungen hierfür sind in der DIN VDE 0106 Teil 101 definiert. Hinsichtlich der Anwendung dieser Schutzmaßnahme sind zusätzliche Hinweise der DIN VDE 0100 Teil 460 „Schutz durch Trennen und Schalten“ zu entnehmen.

3.2 Lastschalt-Aufgaben

NH-Sicherungs-Schaltgeräte übernehmen das Ein- und Aus-Schalten von Betriebsmitteln und Anlagenteilen wie
- Beleuchtungsanlagen
- Niederspannungsmotoren
- Elektrowärmegeräte
- Niederspannungstransformatoren,

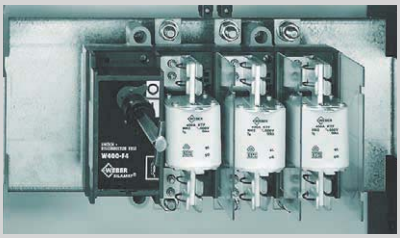
wenn diese im ungestörten Zustand ihren Betriebsstrom führen. Sie können jedoch ein Vielfaches des Bemessungsbetriebsstromes ein- und ausschalten. So ist es möglich, alle auftretenden Überströme, auch Motoranzugsströme auszuschalten. Ebenso kann gefahrlos – auch unbeabsichtigt – auf einen bestehenden Kurzschluss eingeschaltet werden, da diese NH-Schaltgeräte ein sehr hohes Einschaltvermögen aufweisen.



❶ **NH-Sicherungs-Lasttrennschalter in Horizontal-Bauweise, Baureihe SILAS** (Foto: Weber/Wemat)



❷ **NH-Sicherungs-Lasttrennschalter in Leisten-Bauweise, Baureihe Vertigroup** (Foto: Weber/Wemat)



❸ **Lasttrennschalter-Sicherungs-Einheiten in Kompakt-Schalter-Bauweise, Baureihe SILAMAT** (Foto: Weber/Wemat)



❹ **Lasttrennschalter-Sicherungs-Einheiten in Leisten-Bauweise; zum Beispiel SASIL** (Foto: Jean Müller)

Tafel ❶ Anforderungen, Auswahl und Einsatz von Schalt- und Schutzgeräten in NS-Schaltanlagen und -Verteilsystemen

	NH-SICHERUNGS-SCHALTGERÄTE DIN VDE 0660 Teil 107, EN 60947-3				LEISTUNGSSCHALTER DIN VDE 0660 Teil 101 EN 60947-2
	NH-Sicherungs-Lasttrennschalter		**Lasttrennschalter-Sicherungs-Einheit**		Kompaktschalter
	Horizontal-Bauweise	Leisten-Bauweise	Kompakt-Schaltgerät	Leisten-Bauweise	
	125 bis 630 A (1250 A)	125 bis 630 A (1000 A)	125 bis 630 A	125 bis 630 A	125 bis > 1600 A
	Diese Schaltgeräte sind nach DIN VDE 0660 Teil 100 Schalter, mit denen ein Stromkreis bei eindeutiger Schaltstellungsanzeige aufgetrennt werden kann. Sie sollen sicherstellen, dass in AUS-Stellung ohne Gefahr Reparatur- und Wartungsarbeiten an dem freigeschalteten Netzteil möglich sind.				
	KENNZEICHNENDE MERKMALE				
Trennereigenschaften	Sichtbare Trennstrecke in der Offen–Stellung (AUS)-Stellung		Von der Handhabe unabhängige Anzeigevorrichtung		
Lastschaltaufgaben					
Schalthäufigkeit	Gelegentliches Schalten von Nenn- und Überlastströmen im ungestörten Zustand		Betriebsmäßiges Schalten von Nenn- und Überlaströmen sowie als Motorschalter entsprechend DIN VDE 0660 auch im gestörten Zustand		Strombegrenzendes Schaltgerät zum betriebsmäßigen Schalten von Nenn- und Überlaststrom im ungestörten und gestörten Zustand.
Gebrauchskategorie	AC-23 B	AC-22 B	AC-23 B	AC-23 B	AC-23 B
Betriebssicheres Betätigen	m. E. durch unterwiesene Personen		Von Laien bedienbar		Von Laien bedienbar
Schutzaufgaben					
Selektivität	Ohne Aufwand; Sicherungs-Abstandsfaktor 1,6		Ohne Aufwand; Sicherungs-Abstandsfaktor 1,6		rechnerisch mit Aufwand
Kurzschlussschaltvermögen	Bis 105 kA, 660 Vac, cos φ = 0,1		Bis 105 kA, 660 Vac, cos φ = 0,1		nach Bauart 12 - 125 kA
Strombegrenzung	In Funktion von I_N und I_k ideal und stets wirksam				je nach Bauart
Sichtbare Trennstrecke	In Offen-Stellung (AUS-Stellung) optimal gegeben		Von Handhabe unabhängige Anzeigevorrichtung		mit Aufwand
Allpoliges Abschalten bei Überlast und Kurzschluss	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja
Aussage über Funktionsfähigkeit	Über Sicherungs-Kennmelder (stirnseitig oder mittig) äußerlich erkennbar				Keine
Wiedereinschaltbereitschaft – nach Überlast-Abschaltung – nach Kurzschluss-Abschalt.	Nein; Austausch der NH-Sicherungseinsätze erforderlich; zum Schutz gegen Überlast wird zusätzliches Überstromrelais empfohlen vor dem Wiedereinschalten ist der Kurzschluss zu beseitigen				 Ja Ja, Zustand überprüfen
	EINSATZ UND ANWENDUNG				
als Eingangs-, Abgangs- und Kupplungsschalter	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Haupt- u. Gefahrenschalter Not-Aus-Hauptschalter nach VDE 0113 T.1/EN 60204-1	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Wartungs- /Reparaturschalter	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Bedienung/Schalthandlungen	m. E durch unterwiesene Personen		Von Laien bedienbar		Von Laien bedienbar
Schutz gegen direktes Berühren	IP 2X	IP 2X	min. IP 2X	min. IP 41	min. IP 41
Schutz gegen Staub und Wasser im geschl. Zustand (EIN)	IP 3X	IP 3X	min. IP 2X bis IP 65	IP 41	min. IP 41 bis IP 65
Türverriegelungen	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Abschließbarkeit in AUS-Stellung	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
Motor-Fern-EIN-/AUS-Schaltung	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Arbeits- oder Unterspannungsauslöser	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja
Überwachungs- und Fernanzeige von Schutzfunktionen Sicherungs-Überwachung Schaltstellung (EIN/AUS)	 Ja Ja	 Ja Ja	 Ja, mit Aufwand Ja	 Ja Ja	 Ja – Ja
	EINBAU-TECHNIK				
Festeinbau-Technik Schaltgeräte-Austausch unter Spannung	ausschließlich Nein	ausschließlich nur mit Aufwand	vorzugsweise Nein	Nein –	vorzugsweise Nein
Schub-Einsatztechnik vorzugsweise Bauform 3 u. 4 Schaltgeräte-Austausch unter Spannung	Nein	mit Aufwand denkbar mit Aufwand denkbar mit Aufwand denkbar	mit Aufwand Ja Ja	ausschließlich Ja Ja	mit Aufwand Ja Ja

Schalterwahl. Mit dieser Schaltaufgabe ist die Schalthäufigkeit verbunden. Je nach Verwendung werden Schaltgeräte mehr oder weniger oft geschaltet.
Sofern einzelne Anlagenteile für Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten nur gelegentlich vom Netz getrennt werden, empfiehlt sich der Einsatz von

- NH-Sicherungs-Lasttrennschaltern in Horizontal-Bauweise gemäß Bild ❶ oder in Leisten-Bauweise gemäß Bild ❷.

Werden jedoch Arbeitsmaschinengruppen bei Betriebspausen jede Woche oder täglich bzw. stündlich, das bedeutet häufig ein- und ausgeschaltet, so sind hierbei vorzugsweise

- Lasttrennschalter-Sicherungs-Einheiten als Kompakt-Schaltgerät gemäß Bild ❸ oder in Leisten-Bauweise gemäß Bild ❹

einzusetzen.
Es ist also wichtig, Schaltgeräte auszuwählen, die für die vorgesehene Schalthäufigkeit geeignet sind und dazu auch eine ausreichende Lebensdauer aufweisen.

Die Schalthäufigkeit (Schaltspiele pro Stunde) ist abhängig vom Bemessungsbetriebsstrom und der jeweiligen Gebrauchskategorie.
Die **Gebrauchskategorie** wird entsprechend zugehörender Bestimmung DIN VDE 0660 Teil 107 je nach Verwendungszweck und Beanspruchung von Schützen, Trennern, Lasttrennschaltern und Schalter-Sicherungs-Einheiten in Verbindung mit der Angabe des Bemessungsbetriebsstroms oder der Motorleistung und der Bemessungsspannung gekennzeichnet.
Für ein Schaltgerät gelten häufig mehrere Gebrauchskategorien, die abhängig von der Bemessungsspannung, vom Bemessungsstrom und der Anwendung sind. Ein Schaltgerät mit der Angabe AC-23B bietet:

- Schalten von Motorlast oder anderen hochinduktiven Lasten
- Einschaltvermögen: $10 \times I_e$ bei $\cos \varphi = 0{,}35$
- Ausschaltvermögen: $8 \times I_e$ bei $\cos \varphi = 0{,}35$
- Schalthäufigkeit: 3 Schaltspiele / Stunde (gelegentliches Schalten).

NH-Sicherungs-Lasttrennschalter haben zwar Motorschaltvermögen, sind aber nicht für das betriebsmäßige Schalten von Motoren vorgesehen. Hierzu werden Schütze mit einem Schaltvermögen in der Gebrauchskategorie AC-3 eingesetzt.

3.3 Schutz-Aufgaben

NH-Sicherungs-Schaltgeräte sind technisch hochwertige Schalt- und Schutzgeräte. Neben den Funktionen Trennen und Lastschalten übernehmen sie den Schutz von Kabeln und Leitungen sowie von Anlagen und nachgeschalteten Anlagenteilen gegen Überlast- und Kurzschlussströme. Sie schalten auf kleinstem Raum selbst höchste Kurzschlussströme zuverlässig aus.
Aufgabe der Überstromschutzorgane ist, die Schaltanlage vor Schäden durch Überströme und insbesondere durch Kurzschlussströme zu bewahren. Außerdem müssen sie die Störstelle (nur diese) aus dem Netzgebilde heraustrennen – und das in kürzester Zeit. Damit ist also zusätzlich der selektive Kurzschlussschutz zu übernehmen, insbesondere bei Hintereinanderschaltung (Serien-Einsatz).

4 Vor- und Nachteile des Einsatzes von NH-Sicherungen

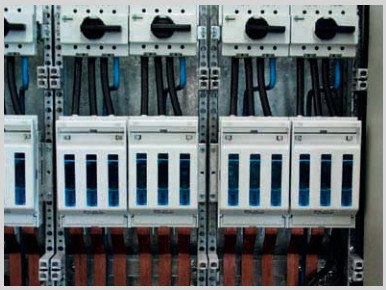
Während in Stromkreisen mit Nennströmen bis zu 63 A die sicherungslose Bauweise vorherrscht, wird bei der Dimensionierung größerer Schaltanlagen und Verteilersysteme bis 630 A in den meisten Anwendungsfällen der Einsatz von Schaltgeräten in Kombination mit NH-Sicherungen bevorzugt. Grund hierfür ist insbesondere die erforderliche thermische und dynamische Kurzschlussfestigkeit. Vorteilhaft sind gegenüber bemessungsstromgleichen Leistungsschaltern hohe Kosteneinsparungen sowie – insbesondere bei zu erwartenden höheren Kurzschlussströmen – die schnellere und intensivere Strombegrenzung.
Nach einem Ausfall der Sicherung und deren Austausch wird ein neues, unverbrauchtes Schalt- und Schutzgerät eingesetzt.

4.1 Vorteile

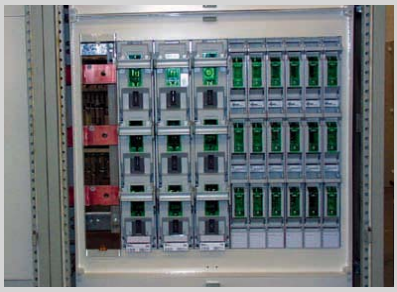
Der Einsatz von NH-Sicherungen als Überstrom-Schutzorgan in Schaltanlagen bietet vier entscheidende Vorteile:
Selektivität. In Reihe liegende Sicherungen nach DIN VDE 0636 Teil 21 verhalten sich immer selektiv, wenn sich ihre Nennströme um den Faktor 1,6 unterscheiden. Bei in Reihe liegenden Leistungsschaltern lässt sich eine Selektivität nur unter Berücksichtigung der Einbaustellen und zugehörenden Leitungen strom- oder zeitselektiv rechnerisch ermitteln.
Kurzschlussschaltvermögen. Die wichtigste Eigenschaft einer NH-Sicherung ist zweifellos das sehr hohe Schaltvermögen von



❺ Ersatzteilhaltung von Sicherungseinsätzen im zugehörenden Schaltschrank
(Foto: Weber/Wemat)



❻ Beispiel aus der Praxis: Einsatz von NH-Sicherungs-Lasttrennschalter in Horizontal-Bauweise, Baureihe SILAS
(Foto: Weber/Wemat)



❼ Beispiel aus der Praxis: Einsatz von NH-Sicherungs-Lasttrennleisten in Leisten-Bauweise, Baureihe Vertigroup
(Foto: Weber/Wemat)

100 kA (selbst bei 500 V bzw. 660 V und einem cos φ = 0,1) in Verbindung mit einer stets wirksamen Strombegrenzung und einer konstanten Durchlassenergie (Let-through energy) I^2t bei sehr hohen Kurzschlussströmen.
Eine exakte Kurzschlussberechnung an der Einbaustelle erübrigt sich – die richtige Zuordnung zum Leiterquerschnitt bezüglich der Ausschaltzeit wird vorausgesetzt.
Leistungsschalter setzen grundsätzlich eine Kurzschlussberechnung voraus, allein deshalb, weil ihr Schaltvermögen im Allgemeinen begrenzt ist und mindestens dem an der Einbaustelle zu erwartenden Kurzschlussstrom entsprechen muss.
Strombegrenzung. Bei sehr hohen Kurzschlussströmen schmilzt die Sicherung durch, bevor der Stromscheitelwert erreicht wird; die Sicherung begrenzt den Kurzschlussstrom. Die strombegrenzende Wirkung ist um so stärker, je kleiner der Sicherungs-Nennstrom und je größer der zu erwartende Kurzschlussstrom I_k ist. Die gesamte Abschaltzeit ist dabei wesentlich geringer als bei Leistungsschaltern.

Diese Vorzüge einer Strombegrenzung von Sicherungen werden gerade bei der Schalt-Gerätekombination „Sicherung – Schutzschalter“ genutzt:
- Übersteigt der Kurzschlussstrom den Kurzschluss an der Einbaustelle des Schutzschalters mit seinem zugehörenden Nennschaltvermögen, so übernimmt die vorgeschaltete Sicherung allein das Ausschalten. Der Schutzschalter schaltet nahezu stromlos aus.
- Bei einer Schalt-Gerätekombination „Sicherung – Schütz – therm. Überstromrelais“ übernimmt die Sicherung den Kurzschlussschutz. Infolge der wirksamen Strombegrenzung und des damit verbundenen geringen Stromwärme-Ausschaltwertes I^2t werden die Schützkontakte im Kurzschlussfall erheblich entlastet. Höhere Lebensdauer und verschweißfreie Kontakte lassen eine volle Ausnutzung der Schaltschütze bei Nennbetriebsströmen auch bis 630 A zu.

Sichtbare Trennstrecke. Bei Herausnahme der Sicherungseinsätze ist eine sichtbare Trennstrecke gegeben. Bei Leistungsschaltern müssen hierzu zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden wie Einschubtechnik/Trennstellung = drawout-system).
Die beidseitige Freischaltung der eingesetzten NH-Sicherungen erlaubt im ausgeschalteten (stromlosen) Zustand den spannungsfreien Wechsel dieser NH-Sicherungen – auch durch unterwiesene Personen.

4.2 Nachteile

- Notwendigkeit eines sorgfältig sortierten Lagers für Ersatz-Sicherungen.
  Dieser „Nachteil“ lässt sich durch vorzugebende Maßnahmen organisieren und eliminieren. Bild ❺ zeigt die Ersatzteilhaltung von Sicherungseinsätzen im zugehörenden Schaltschrank.
- Bei Überlast ist keine Wiedereinschalt-Bereitschaft gegeben.
  Bei Überlast wird – gerade in Motor-Stromkreisen – ein Überstromauslöser (Thermo-Bimetall) als Schutz vor Überlast eingesetzt; insofern also kaum ein Nachteil.
- Bei Kurzschluss ist in den Fällen, in denen Sicherungen ansprechen, keine Wiedereinschalt-Bereitschaft gegeben; Leistungsschalter bieten diese Möglichkeit. Zu beachten ist: Vor einem Wiedereinschalten ist durch eine Elektrofachkraft der Kurzschluss zu beseitigen. Diese Fachkraft wechselt dann auch die Sicherungen.

5 NH-Sicherungseinsätze für unterschiedliche Einsatzbedingungen

Die heutige Anlagentechnik mit ihren vielfältigen Aufgaben und unterschiedlichen Einsatzbedingungen verlangt zum Schutz aller möglichen Betriebsmittel ein umfangreiches, feinabgestuftes Programm unterschiedlicher NH-Sicherungseinsätze. Diese sind in ihren Abmessungen nach DIN 43 620 Teil 1 genormt und zeichnen sich durch hohe Bedienungssicherheit, niedrige Verlustleistung, fein gestaffeltes Selektivitätsverhältnis, großes Ausschaltvermögen, Kennlinienbeständigkeit und hohe Alterungsbeständigkeit aus.
Angeboten werden NH-Sicherungseinsätze auf der Grundlage von
- DIN VDE 0636 Teil 21 Gesamtbereichs-Kabel- und Leitungsschutz, Betriebsklasse **gL**
- DIN VDE 0636 Teil 22 Teilbereichs-Anlagenschutz, Betriebsklasse **aM**
- DIN VDE 0636 Teil 23 Teilbereichs-Halbleiterschutz, Betriebsklasse **aR**.

6 Einsatz und Anwendung/Anwendungsspezifische Problemlösungen

Eine moderne Schaltanlagentechnik fordert ein Höchstmaß an Sicherheit und Zuverlässigkeit. Betriebssichere, in der Anwendung einfache Basiskomponenten sind bei der Stromverteilung in Schaltanlagen und Steuerungen unerlässlich.
Bereits im Planungsstadium ermöglicht die breite Palette unterschiedlicher NH-Sicherungs-Schaltgeräte einen variablen, individuellen Innenausbau, der sich den jeweiligen Erfordernissen anpassen lässt.
Dazu sind für die Auswahl außer den Aufgaben – Trennen – Lastschalten – Schützen – zusätzliche Anforderungen von Bedeutung:
- Bedienung/Schalthandlung
  durch Laien bzw. unterwiesene Personen/Elektrofachkraft
- Schutz gegen Staub- und Wasser-Einflüsse
  Schutzart IP 2X ... IP 54
- Schutz gegen aggressive Atmosphäre, z. B. Meerwasser
- Verriegelungen/Türverriegelungen
- Abschließbarkeit in AUS-Stellung
- Fernbetätigung/Motorantrieb/Arbeitsstrom- oder Unterspannungs-Auslöser
- Überwachungs-/Fernanzeige von Schutzfunktionen/Sicherungsüberwachung oder der Schaltstellung (EIN oder AUS)

und weitere.
Die Entscheidung, welche Ausführung letztlich gewählt wird, hängt also zusätzlich und entscheidend vom Einsatz- und Verwendungszweck ab.
Innerhalb der einzelnen Ausführungs-Varianten unterscheidet man im Prinzip zwischen den vier Grundbauformen:
- NH-Sicherungs-Lasttrennschalter in Horizontal-Bauweise nach Bild ❶
- NH-Sicherungs-Lastschaltleisten in Leisten-Bauweise nach Bild ❷
- Lasttrennschalter-Sicherungs-Einheiten als Kompakt-Schaltgeräte nach Bild ❸

- Lasttrennschalter-Sicherungs-Einheiten in Leisten-Bauweise nach Bild ❹.

und den Varianten der Einbautechnik:

- Festeinbau-Technik (Einsatz-Technik)
- Schubeinsatz-Technik und Einschub-Technik.

7 Festeinbau-Technik (Einsatz-Technik, fest verdrahtet)

In der überwiegenden Anzahl aller bisher gefertigten und in Betrieb befindlichen NS-Schaltanlagen und -Verteilersysteme sind diese NH-Schaltgeräte fest eingebaut in der klassischen Bauform 1 nach VDE 0660 Teil 500, die durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet ist:

- Ein Umbau von Abzweigen und Einspeisungen (Funktionseinheiten) während des Normalbetriebs wird nicht verlangt. Falls erforderlich, wird ein Freischalten der Einspeisung (durch Ausschalten des Einspeiseschalters) in Kauf genommen.
- Großflächige Geräteanordnung mehrerer Abgänge in einem Feld – keine Einzelfächer für Abgänge.
- Es fehlt eine innere Unterteilung in getrennte Räume für Geräte, Kabel und Sammelschienen.
- Die eingangs- und abgangsseitig „fest verdrahteten“ Abzweige versorgen angeschlossene Verbraucher, die in den meisten Fällen nicht durch eine übergeordnete Leittechnik (Steuerung) in Abhängigkeit stehen. Der Ausfall eines Abzweigs zieht nicht die Unterbrechung eines komplexen Produktionsprozesses nach sich.

Diese Bauform 1 mit ihrem einfachen mechanischen und elektrischen Aufbau ist zwar in ihrer Bedienungs- und Wartungsfreundlichkeit nicht immer voll befriedigend, stellt dafür aber eine kostengünstige Ausführungs-Variante dar (Bild ❻).

8 Kostenoptimierter, verlustleistungsarmer Aufbau

Der Einsatz von NH-Sicherungs-Lasttrennleisten in einer Modul-Rasterbreite von 100 mm gestattet den Aufbau zukunftsorientierter Stromverteilsysteme mit mehr als 5 ... 6 Abgängen. Bei einem durchgängig modularen Aufbau ergeben sich minimale Montage- und Errichtungskosten, hohe Packungsdichte, hoher Qualitätsstandard sowie große Anpassungsfähigkeit durch die Möglichkeit gemischter Bestückungen. Hierbei werden die Schaltgeräte direkt auf bohrungslosen Sammelschienensystemen in einem Phasen-Mittenabstand „a“ von 185 mm nach DIN 43 623 montiert und die Abgangskabel unmittelbar – ohne zusätzliche Abgangsklemmen – am Schaltgerät angeschlossen.

Einen sehr übersichtlichen, kompakten, montagefreundlichen und damit rationellen und kostensparenden Aufbau zeigt Bild ❼. Dieser zeichnet sich aus durch, weniger Klemmstellen, weniger Verdrahtungsaufwand, geringere Verlustleistung/Erwärmung und damit höhere Sicherheit. Die Abgangsanschlüsse sind durch Umdrehen wählbar nach oben oder unten. Stromwandler für Messaufgaben sind ohne zusätzlichen Platzbedarf integrierbar.

9 Durch Laien bedienbare NH-Sicherungs-Schaltgeräte

Eine hohe Sicherheit für den Bedienenden/Laien ist mit Kompakt-Schaltgeräten gegeben. Diese bieten die Möglichkeit des Einbaus hinter einer Tür mit zugehörender Türverriegelung und nach vorn durchgeführter Handhabe. Gewährleistet sind si-

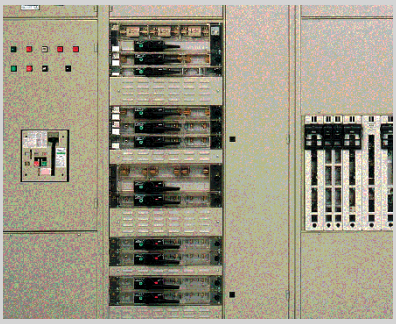
cheres Trennen (bei einer von der Stellung der Handhabe unabhängigen Schaltstellungsanzeige), hohes Schaltvermögen von AC-23 sowie Schutz gegen Überstrom und Kurzschluss durch NH-Sicherung, unterstützt durch eine von der Bedienung unabhängige Schnell-EIN- und -AUS-Schaltung (Sprungschaltung). Der Schutz gegen direktes Berühren, Staub- und Wasserschutz ist bei dieser Anwendung mit > IP 43 gegeben.
Die NH-Sicherungseinsätze können gefahrlos ausgetauscht werden. Im AUS-geschalteten Zustand sind die NH-Kontaktsysteme beidseitig strom- und spannungsfrei.
Diese Kompakt-Schaltgeräte lassen sich in der AUS-Stellung abschließen (mit bis zu drei Vorhängeschlössern). Damit sind sie als Hauptschalter und – bei roter Handhabe auf gelbem Grund – als NOT-AUS-Hauptschalter entsprechend der Ausführungsbestimmung für die elektrische Ausrüstung von Maschinen nach DIN VDE 0113-1 bzw. EN 60204-1 einsetzbar.
Für die Fernbetätigung EIN/AUS stehen Motorantriebe zur Verfügung. Außerdem sind Hilfsschalter zur Fernüberwachung der Schaltstellung als auch zur Funktions-Überwachung der NH-Sicherungen lieferbar.

10 Schubeinsatz-Technik

Eine Variante der Festeinbau-Technik, die in letzter Zeit zunehmend an Bedeutung gewinnt, sind Schaltgeräte, die mit Zuleitungs-Trennkontakten ausgerüstet sind. Diese zugangsseitig steckbar und abgangsseitig schraubbar (fest verdrahtet) gestalteten Schaltgeräte sind bekannt unter dem Begriff Schaltgeräte in Schubeinsatz-Technik. Angewendet wird diese vorzugsweise in Kombination mit einer inneren Unterteilung in der Bauform 3 oder 4. Sie ist dann vorteilhaft, wenn ein gelegentlicher rascher Wechsel durch geschultes Fachpersonal unter Einhaltung der Sicherheitsvorkehrungen ohne Freischalten der Gesamtanlage vorgenommen werden muss.
Als charakteristische Merkmale der Schubeinsatz-Technik sind zu nennen:
- Möglichkeit zur Veränderung oder Erweiterung der Anlage in ihren Abzweigen während des Betriebs – ohne Abschaltung der Sammelschienen oder senkrechter Feldverteilschienen.
- Anordnung der Schaltgeräte in einzelnen Fächern mit getrennten Fachtüren.
- Getrennte Räume für die Unterbringung der Betriebsmittel einer Schaltanlage, wie Hauptsammelschienen und senkrechte Feldverteilschienen, Schaltgerätefächer sowie anzuschließende Kabel, hier der Bauform 3 oder 4.



❽ Beispiel aus der Praxis: Einsatz von Lasttrennschalter-Sicherungs-Einheit in Kompakt-Schalter-Bauweise, Baureihe SILAMAT
(Foto: Weber/Wemat)



❾ Beispiel aus der Praxis: Einsatz von Lasttrennschalter-Sicherungs-Einheit in Leisten-Bauweise; z. B. SASIL
(Foto: Jean Müller)

- Relativ kurze Stillstandszeit im Störungsfall und der dadurch erzielte hohe Verfügbarkeitsgrad, ohne Freischalten der Anlage.

Zur Anwendung kommen hier vorzugsweise
- Lasttrennschalter-Sicherungs-Einheiten in Kompakt-Bauweise gemäß Bild ❽
- Lasttrennschalter-Sicherungs-Einheiten in Leisten-Bauweise gemäß Bild ❾.

11 Einschub-Technik

Schaltanlagen in Einschub-Technik finden ihr Einsatzgebiet
- bei der Energieerzeugung, als Energiebedarfsverteilung in Kraftwerken,
- in der Grundstoff erzeugenden Industrie, bei Zementwerken, Raffinerien, Chemiebetrieben sowie
- in der verarbeitenden Industrie, z. B. in Stahlwerken und Betrieben der Nahrungs- und Genussmittelbranche.

Als charakteristisches Merkmal der Einschub-Technik ist zusätzlich zu nennen:
- Gerätewechsel in kürzester Zeit, da die Einschübe nicht nur mit einem Zuleitungstrennkontakt, sondern zusätzlich mit abgangsseitigen Trennkontakten, einschließlich möglicher Trennkontakte für Hilfsstromkreise, ausgerüstet sind.

12 Sicherheit durch innere Unterteilung (Bauformen)

Durch die konsequente innere Unterteilung in Funktionsräume wird beim Einbau von Schottwänden eine sichere Trennung zwischen Sammel-/Feldverteilschienen, Schaltgeräten und Kabelanschlüssen möglich. Die Schottwände schützen das Personal vor dem zufälligen direkten Berühren insbesondere beim Arbeiten unter Spannung innerhalb der Schaltanlage. Sie verhindern damit das Entstehen von Lichtbogen-Kurzschlüssen und sorgen für einen hohen Personen- und Anlagenschutz.
Für den Hersteller und Betreiber ergeben sich weitere entscheidende Vorteile wie
- höhere Packungsdichte,
- standardisierte, normierte Schaltgeräte-Einbautechnik,
- Austauschbarkeit der Schaltgeräte-Einschübe unter Spannung im stromlosen Zustand und Gewährleistung einer hohen Arbeitssicherheit und Verfügbarkeit,
- Auswirkungen eines Kurzschlusses, z. B. ein Lichtbogens, werden auf den einzelnen Funktionsraum begrenzt, so dass benachbarte Fächer und damit der laufende Prozess unbeeinflusst bleiben,
  – Höchstmaß an Betriebssicherheit,
  – aktiver Störlichtbogenschutz,
- Schalthandlungen sind bei diesem System durch Laien/Betriebspersonen ohne Gefahr möglich, selbst ein Auswechseln von Sicherungs-Einsätzen ist im AUS-geschalteten Zustand durch die dann beidseitig spannungsfreien Kontaktapparate möglich.

Diese Technik bietet einen optimalen wirtschaftlichen Vorteil sowie einen sehr hohen Sicherheits-Komfort gerade beim Einsatz dieser NH-Sicherungs-Lasttrennschalter. Die Schubeinsatz-Technik in Kombination mit der inneren Unterteilung der Bauform 3 oder 4 bietet beim Einsatz von NH-Sicherungs-Lasttrennschaltern eine technisch und wirtschaftlich optimale Lösung mit hohem Arbeits- und Betriebssicherheitskomfort bei Schaltanlagen und Verteilersystemen für einen Einsatz in
- Kliniken und Krankenhäusern,
- Verwaltungs- und Bürobauten,
- Abwasser- und Kläranlagen,
- Chemie- und Mineralöl-Industrie,
- Produktions- und Fertigungsbetrieben.

Also gerade dort, wo eine sichere Bedienung und Wartung sowie hohe Verfügbarkeit elektrischer Energie verlangt werden.

13 Zusammenfassung

Der Energiebedarf und damit die Anschlusswerte von Verbrauchern innerhalb der zugehörenden Schaltanlagen und Verteilersysteme werden in den nächsten Jah-

ren weiter zunehmen. Dadurch erhöhen sich die Kurzschlussströme, und die notwendige Kurzschlussfestigkeit in den Netzen wird überproportional ansteigen.

Die sachgemäße Herstellung und Errichtung von Niederspannungs-Schaltanlagen setzt eine sorgfältige Planung und Projektierung hinsichtlich der Auswahl der für den vorgesehenen Verwendungszweck geeigneten Schalt- und Schutzgeräte wie auch eine für die Herstellung und Errichtung notwendige Kenntnis der Anforderungen aus der Umgebung voraus.

NH-Sicherungs-Schaltgeräte gewinnen dabei durch ihre technischen Vorzüge (schnelle, intensive Strombegrenzung, hohe Kurzschlussfestigkeit und Selektivität) sowie wirtschaftlich durch unterschiedliche konstruktive Gestaltung (horizontal/vertikal) und Ausführung (Einsatz- und Schubeinsatz-Technik) gerade im Schaltanlagen- und Verteilerbau gegenüber Leistungsschaltern bei den verschiedensten Anwendungen und Applikationsfeldern an Bedeutung.

Höherer Wettbewerbsdruck bei steigenden Anforderungen sind zukünftig wachsende Einflüsse, denen sich Planer, Hersteller und Errichter stellen müssen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten.

Bei einer flexiblen Anpassung an die Kundenbedürfnisse, bei gefordertem hohen Qualitäts- und Sicherheitsstandard und einem marktkonformen, preiswerten Angebot kann diese Wettbewerbs- und Leistungsfähigkeit auch in der Niederspannungs-Schaltanlagentechnik zukünftig weiter ausgebaut werden.

Literatur

[1] *Rübsam, H. J.:* Moderne Stromverteilungskonzepte bei NS-Anlagen. Elektropraktiker 54 (2000)9, S. 766-769.

[2] DIN VDE 0100 Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V.

[3] DIN VDE 0100 Teil 460 –; Schutzmaßnahmen; Schutz durch Trennen und Schalten.

[4] DIN VDE 0105 Teil 100 Betrieb von elektrischen Anlagen.

[5] DIN VDE 0106 Teil 101 Schutz gegen gefährliche Körperströme; Grundanforderungen für sichere Trennung in elektrischen Betriebsmitteln.

[6] DIN VDE 0113 Teil 1/EN 60 204-1 Elektrische Ausrüstung von Maschinen.

[7] DIN VDE 0636 Teil 21+22/EN 60 269-2, Teil 23/EN 60 269-4 Niederspannungssicherungen; NH-System.
Teil 21: Kabel- und Leitungsschutz
Teil 22: Anlagenschutz
Teil 23: Halbleiterschutz.

[8] DIN VDE 0660 Teil 100/EN 60 947-1 Niederspannung-Schaltgeräte; Allgemeine Festlegungen.

[9] DIN VDE 0660 Teil 101/EN 60 947-2 Niederspannung-Schaltgeräte; Leistungsschalter.

[10] DIN VDE 0660 Teil 107/EN 60 947-3 –; Lastschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter, Schalter-Sicherungs-Einheiten.

[11] DIN VDE 0660 Teil 500/EN 60 439-1 Niederspannung-Schaltgerätekombination; Anforderungen an typgeprüfte und partiell typgeprüfte Kombinationen.

[12] DIN 43 620 Teil 1 NH-Sicherungeinsätze; Bauform und Abmessungen.

[13] BGV A2 (früher VBG 4) Elektrische Anlagen und Betriebsmittel.

[14] Siemens AG: Handbuch „Schalten, Schützen, Verteilen in Niederspannungsnetzen“. 4. überarbeitete und erweiterte Auflage. Erlangen und München: Publics MCD Verlag 1997.

[15] *Rübsam, H. J.:* Neue Maßstäbe in der Niederspannungs-Energieverteilung. Elektropraktiker, Berlin 49(1995)9 S. 768-772.

[16] VDE–Seminar: Aktuelles Update der Fachinformation über die Niederspannungs-Schaltanlagentechnik für Hersteller und Anwender.

[17] *Rengstorf, K.:* Ausführungs-Beispiel „Stadtwerke“. Industrie-Agentur, Ottersberg.