

# Spiegelkontakte für hochverlässliche Informationen zu sicherheitsbezogenen Steuerfunktionen



## xStart

Das Komplettdienstleistungsprogramm für den Motorabgang. Vom Schütz über effiziente Motorstarter bis zum geregelten Antrieb. Neue Lösungen, die auf Kommunikation setzen.

### Leistungsschütze DIL

Motorschuttschalter PKZ

Motorstarter MSC

Sanftanlaufgeräte DS4

Drives

Rapid Link

Fachaufsatz  
Dipl.-Ing. Wolfgang Esser

**MOELLER**

We keep power under control.

# Zusammenfassung für Schnelleser

## Spiegelkontakte für hochverlässliche Informationen zu sicherheitsbezogenen Steuerfunktionen<sup>1</sup>

### - höhere Verlässlichkeit durch neu definierte Spiegelkontakte -

In den letzten Jahren ist die Bedeutung von Sicherheitsschaltungen für den Personenschutz in ein breites Bewusstsein gerückt. Das Thema wird heute nicht nur von den deutschen Berufsgenossenschaften und beispielsweise von der SUVA in der Schweiz maßgeblich weiterentwickelt, sondern es wurde auch die zusätzliche Bedeutung der Sicherheitsschaltungen für den Schutz

hochwertiger Investitionsgüter und für eine hohe Anlagenverfügbarkeit erkannt. Die Bereitschaft zur Anwendung von Sicherheitsschaltungen ist vorhanden, aber es bestehen häufig Unsicherheiten bezüglich der Eigenschaften von Schaltgliedern, des Zusammenwirkens von Haupt- und Hilfsschaltgliedern und der genormten Begriffe, wie „Zwangsgeführte Kon-

takte“ oder der relativ neuen „Spiegelkontakte“. „Zwangsgeführte Kontakte“ erfüllen die Erwartungen der Anwender in sicherheitsbezogenen Schaltungen nur teilweise. Eindeutigkeit bringt die Anwendung von Spiegelkontakten, deren Anforderungen die neuen Schütze *DIL M* von Moeller erfüllen. Typische Kontakteigenschaften und die Definition werden vorgestellt.

### Literatur:

- [1] IEC / EN 60 204-1 „Sicherheit von Maschinen, Elektrische Ausrüstung von Maschinen, Teil 1: Allgemeine Anforderungen“, nicht autorisierte Rohübersetzung von IEC 60 204-1: 2002 / 44/367/CD (Stand 6/2002)
- [2] DIN / IEC 62 061 \* Klassifikation VDE 0113 Teil 50, „Sicherheit von Maschinen, Funktionale Sicherheit von elektrischen, elektronischen und programmierbaren Steuerungen von Maschinen“, Entwurf Juni 2003
- [3] DIN EN ISO 13849-1 (in Vorbereitung) „Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze“ vorgesehen als Ersatz für: DIN EN 954-1
- [4] IEC / EN 60 947-4-1 und DIN VDE 0660 Teil 102 „Niederspannungsschaltgeräte Teil 4-1: Elektromechanische Schütze und Motorstarter“
- [5] Dirk Meyer „Schaltgeräte für Blindstromkompensationsanlagen“, VER2100-934 Moeller GmbH, 2003
- [6] DIN EN 60947-5-1 (VDE 0660 Teil 200):2000-08 „Niederspannungsschaltgeräte Teil 5-1: Steuergeräte und Schaltelemente – Elektromechanische Steuergeräte“ (IEC 60947-5-1:1997 + A1:1999 + A2:1999), Deutsche Fassung EN 60947-5-1:1997 + A12:1999 + A1:1999 + A2:2000
- [7] Wolfgang Esser „Aspekte der funktionssicheren Projektierung kontaktbehalteter Steuerstromkreise“ VER 08+43-787 Moeller GmbH, Bonn, 1993
- [8] *UL 508*, „Industrial Control Equipment“
- [9] CSA-C 22.2 No. 14, “Industrial Control Equipment, Industrial Products“
- [10] IEC / EN 60 947-1, „Niederspannungsschaltgeräte Teil 1: Allgemeine Festlegungen“
- [11] IEC / EN 60 947-3 und VDE 0660 Teil 107 „Niederspannungsschaltgeräte Teil 3: „Lastschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter und Schalter-Sicherungs-Einheiten“
- [12] IEC / EN 60 947-2 und DIN VDE 0660 Teil 101 „Niederspannungsschaltgeräte Teil 2: Leistungsschalter“

Siehe auch:  
Wolfgang Esser  
„Mit mechanischen Hilfskontakten normenkonform und funktions-sicher projektieren“  
VER2100-956D  
Moeller GmbH, Bonn, 2006

<sup>1</sup> Sicherheitsbezogene Steuerfunktion: Steuerfunktion mit einem festgelegten Zuverlässigkeitsgrad, welche dazu bestimmt ist, den sicheren Zustand einer Maschine zu erhalten oder beginnenden Gefährdungssituationen vorzubeugen (IEC / EN 60 204-1, Entwurf 2002 [1], in Vorbereitung als IEC 62 061 [2] und DIN EN ISO 13849-1 [3]).

## Arten von Schaltgliedern und ihre Aufgaben

Niederspannungs-Schalt- und Schutzgeräte für industrielle Anwendungen werden nach unterschiedlichen Teilen der IEC / EN 60 947 entwickelt, gebaut und geprüft (**Tabelle 2**). Je nach der Art der Schalt- und Schutzgeräte ergeben sich, speziell durch ihre Aufgabe und die Art ihrer Betätigung, unterschiedliche konstruktive Anforderungen. Diese unterschiedlichen Anforderungen ergeben sich, auf die Schaltglieder oder elektrischen Kontakte bezogen, sowohl durch anwendungsbezogene, wie auch konstruktiv bedingte Ansprüche, die in der **Tabelle 1** aufgelistet werden. Weitere Einflüsse ergeben sich z.B. durch die Art des Kontaktmaterials und des Mediums, in dem die Kontakte schalten (Luft, Schutzgas, Vakuum). Moeller wählt die Materialien neben ihrer technisch-physikalischen Eignung auch unter Gesichtspunkten des Umweltschutzes aus.

Die unterschiedlichen Anforderungen gelten in erster Linie für die **Hauptschaltglieder**, auch **Hauptkontakte** oder Hauptstrombahnen genannt. Die Hauptschaltglieder werden in Hauptstromkreisen eingesetzt. Sie haben die Aufgabe, die betriebsmäßige Last (Motor, Heizung, Beleuchtung u.a.) des Schalt- und Schutzgerätes ein- und auszuschalten und sie müssen auch bei definierten, außergewöhnlichen Zuständen (Überlast, Kurzschluss) erhöhte Ströme mit einer eingeschränkten Häufigkeit schalten können. Zur richtigen Dimensionierung der Hauptkontakte und zur anwendungsgerechten Auswahl der Schaltgerätebaugrößen sind verschiedene, typische Gebrauchskategorien in den Normen definiert (z.B. IEC / EN 60 947-4-1 [4]: AC-1, AC-3, DC-5 u.a.). Die Gebrauchskategorien berücksichtigen insbesondere die typischen Einschaltspitzenströme unterschiedlicher Betriebsmittel, wie z.B. die extrem hohen, nadelförmigen Einschaltspitzen bei Kondensatoren

in Gruppenkompensationsanlagen, die zu erhöhtem Kontaktverschleiß oder zum Verschweißen der Kontakte führen können [5].

Die **Tabelle 3** zeigt beispielhaft die spezifischen Anforderungen bei unterschiedlichen Schaltgerätarten. So sind die leichteren Hauptkontakte von Leistungsschützen für ein häufiges Schalten und eine lange Lebensdauer optimiert, während die Hauptkontakte von nullpunktlöschenden Leistungsschaltern, die wesentlich seltener geschaltet werden, für hohe Kontaktkräfte optimiert sind, um ungewollte, dynamische Kontaktabhebungen bei Kurzschlussströmen zu verhindern. Bei diesen Kontakten ist ein hoher  $I_{cw}$  – Wert<sup>2</sup> ein wichtiges Auswahlkriterium. Bei strombegrenzenden Leistungsschaltern ist wiederum eine höhere Dynamik der Hauptkontakte erforderlich.

<sup>2</sup> Bemessungskurzzeitstromfestigkeit: geringe Erwärmung bei hoher Stromführung über eine definierte Zeit

Anforderung an die Schaltglieder		überwiegende	
		Anwendungsabhängigkeit	Konstruktionsabhängigkeit
1	Höhe von Bemessungsstrom und -spannung	Auswahlkriterium	hat Einfluss auf die Konstruktion
2	Spannungsart und gegebenenfalls Frequenz	Auswahlkriterium	hat Einfluss auf die Konstruktion
3	Gebrauchskategorie der zu schaltenden Last	Auswahlkriterium	hat Einfluss auf die Konstruktion
4	erwartete mechanische und elektrische Lebensdauer	Auswahlkriterium	hat Einfluss auf die Konstruktion
5	Höhe möglicher Überlast- und Kurzschlussströme	Auswahlkriterium	hat Einfluss auf die Konstruktion
6	Verhalten im Störfall (Zuordnungsart)	Auswahlkriterium	hat Einfluss auf die Konstruktion
7	Häufigkeit der Betätigung	Auswahlkriterium	hat Einfluss auf die Konstruktion
8	Wiederholbarkeit der Betätigung Bei maschinenbetätigten Positionsschaltern lässt sich eine Betätigung nach einem Kontaktfehler nicht ohne weiteres wiederholen, bei Befehlsgeräten betätigt man das Betätigungselement einfach noch einmal.	Auswahlkriterium, beim Schaltungsaufbau berücksichtigen	
9	geometrische Dimensionierung der Kontakte		abhängig von 1 - 8 und vom Konstruktionsprinzip
10	Anzahl der Kontaktpunkte (Unterbrechungsstellen)		abhängig von 1 - 8 und vom Konstruktionsprinzip
11	notwendige Kontakthublängen		abhängig vom Konstruktionsprinzip
12	Höhe der notwendigen Kontaktdruckkräfte		abhängig von 1 - 8 und vom Konstruktionsprinzip

**Tabelle 1: Unterschiedliche Anforderungen an Schaltglieder, die sich teilweise aus der geplanten Anwendung und andererseits konstruktionsbedingt ergeben.**

Normen IEC / EN 60 947	Zuordnung der Schaltgerätearten zu den allgemeinen Festlegungen und Produktnormen und deren Anforderungen an Haupt- und Hilfsschaltglieder		
	Inhalt	Anforderungen an Hauptschaltglieder	Anforderungen an Hilfsschaltglieder
Teil 1	Allgemeine Festlegungen	Definition von „zwangsgeführten Kontakten“ als Beziehung zwischen Haupt- und Hilfsschaltgliedern. Die Definition ist nur auf die weiteren Teile anzuwenden, sofern in diesen Teilen auf die Definition aus Teil 1 Bezug genommen wird.	
Teil 2	Leistungsschalter	keine Bezugnahme auf die zwangsgeführten Kontakte nach Teil 1	keine Bezugnahme auf die zwangsgeführten Kontakte nach Teil 1
Teil 3	Lasttrennschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter und Schalter-Sicherungs-Einheiten	keine Bezugnahme auf die zwangsgeführten Kontakte nach Teil 1	keine Bezugnahme auf die zwangsgeführten Kontakte nach Teil 1
Teil 4-1	Elektromechanische Schütze und Motorstarter	keine Bezugnahme auf die zwangsgeführten Kontakte nach Teil 1	keine Bezugnahme auf die zwangsgeführten Kontakte nach Teil 1, Definition von „Spiegelkontakten“ in Anhang F
Teil 4-2	Halbleiter-Motor-Steuergeräte und Starter für Wechselspannung	nicht relevant	nicht relevant
Teil 4-3	Halbleiter-Steuergeräte und -Schütze für nichtmotorische Lasten für Wechselspannung	nicht relevant	nicht relevant
Teil 5-1	Elektromechanische Steuergeräte und Schaltelemente	keine Bezugnahme auf die zwangsgeführten Kontakte nach Teil 1	keine Bezugnahme auf die zwangsgeführten Kontakte nach Teil 1 Definition von „zwangsöffnenden Hilfsstromschaltern“ in Anhang K Definition von „zwangsgeführten Kontakten“ in Anhang L
Teil 5-2	Näherungsschalter	nicht relevant	nicht relevant
Teil 5-4	Verfahren zur Abschätzung der Leistungsfähigkeit von Schwachstromkontakten	nicht relevant	nicht relevant
Teil 5-5	Elektrisches Not-Aus-Gerät mit mechanischer Verrastung	nicht relevant	nicht relevant
Teil 5-3 Teil 5-6 Teil 5-7	Anforderungen an Näherungssensoren	nicht relevant	nicht relevant
Teil 6-1	Mehrfunktions-Schaltgeräte; automatische Netzumschalter	keine Bezugnahme auf die zwangsgeführten Kontakte nach Teil 1	keine Bezugnahme auf die zwangsgeführten Kontakte nach Teil 1
Teil 6-2	Mehrfunktions-Schaltgeräte; Steuer- und Schutz-Schaltgeräte (CPS)	keine Bezugnahme auf die zwangsgeführten Kontakte nach Teil 1	keine Bezugnahme auf die zwangsgeführten Kontakte nach Teil 1
Teil 7-1 Teil 7-2 Teil 7-3	Hilfseinrichtungen	nicht relevant	nicht relevant
Teil 8	Auslösegeräte für den eingebauten thermischen Schutz (PTC)	nicht relevant	nicht relevant

Tabelle 2: Zuordnung der Schaltgerätearten zu den einzelnen Teilen der Normenreihe IEC / EN 60 947 und Anforderungen an Haupt- und Hilfsschaltglieder aus diesen, auf die Schaltgerätearten bezogenen Teilen der Normenreihe.

### Überwiegende Anforderungen an die Hauptkontakte unterschiedlicher Schalt- und Schutzgeräte

Geräteart	Typische Stromstärken	Typische Kontaktkräfte	Anforderungen an Schalzhäufigkeit und Lebensdauer	Anforderungen an Kurzschlusschaltvermögen
Hilfsschütze (nur Hilfskontakte)	wenige mA bis 16 A	sehr gering	hoch bis sehr hoch	kein Kurzschlusschaltvermögen
Leistungsschütze	wenige A bis 2000 A	gering bis hoch	hoch bis sehr hoch	kein Kurzschlusschaltvermögen
Motorschutzschalter	0,01 bis 63 A	gering bis mittel	gering bis mittel	hoch bis sehr hoch
Leistungsschalter	20 bis 6300 A	hoch bis sehr hoch	sehr gering bis mittel	hoch bis sehr hoch
Lasttrennschalter	20 bis 6300 A	hoch bis sehr hoch	sehr gering bis mittel	kein Kurzschlusschaltvermögen
Befehls- und Meldegeräte (nur Hilfskontakte)	wenige mA bis 16 A	sehr gering	hoch bis sehr hoch	kein Kurzschlusschaltvermögen

Tabelle 3: Bereits durch die üblichen Stromstärken, Schalzhäufigkeiten und das Schaltvermögen ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an die Dimensionierung der Kontakte.

Auch für die **Hilfsschaltglieder** oder **Hilfskontakte** (Hilfsschalter), die in Hilfs- oder Steuerstromkreisen den Schaltzustand der Schaltgeräte (Hauptkontakte) nachbilden sollen, sind in den Normen Gebrauchskategorien definiert (z.B. IEC / EN 60 947-5-1: AC-15, DC-13 u.w. [6]). Auch hier werden hauptsächlich betriebsmäßige (normale) Ströme geschaltet und gelegentlich außergewöhnliche Ströme. Auch hier können die außergewöhnlichen Ströme Überlast- oder Kurzschlussströme sein. Bei Hilfsschaltgliedern ist das Verhältnis zwischen der Höhe der normalen Ströme für das betriebsmäßige Schalten und der Höhe der noch beherrschbaren außergewöhnlichen Ströme ähnlich, konstruktionsbedingt sind die Absolutwerte aber wesentlich geringer als bei den Hauptkontakten. Während Hilfskontakte früher unlösbar mit den Basisgeräten verbunden waren, verwendet man heute überwiegend Hilfsschalterbausteine, die optional an die Basisgeräte angebaut werden. Sie sind austauschbar und es können unterschiedliche Bestückungsvarianten ( $m$  Öffner,  $n$  Schließer) angeboten werden (**Bild 1**). Die Art des Schaltgerätes hat, wie in **Tabelle 4** grob angedeutet, auch verschiedene Auswirkungen auf die Funktion und Dimensionierung der Hilfskontakte. Hilfsschaltglieder sind wesentlich leichter und empfindlicher gegen Verunreinigungen, die, besonders bei niedrigen Spannungen und kleinen

Strömen, zu Kontaktsicherheitsproblemen führen können. Die Fehlschaltsicherheit im Steuerstromkreis lässt sich beispielsweise durch die Parallelschaltung mehrerer Kontakte deutlich erhöhen. Außerdem sollten in Steuerstromkreisen nicht zu viele Kontakte in Reihe liegen. Eine Steuerspannung von etwa 230 V AC bietet die beste Basis für eine ausgezeichnete Kontaktsicherheit [7].

Optimale Fertigungsverfahren sichern heute eine „verschmutzungsfreie“ Produktion der Kontakte und Schalträume. Optimierte Werkstoffpaarungen der beweglichen Teile minimieren den Abrieb über die Lebensdauer und die Kapselung schützt weitgehend gegen äußere, schädigende Einflüsse. Berücksichtigt man zusätzlich die Minimierung der Schaltgeräte-Geometrien, Leistungs-



Bild 1: Das Hilfsschütz aus dem neuen Sortiment xStart von Moeller verfügt über 4 Hilfskontakte im Grundgerät. Heute ist es üblich, dass weitere Kontakte (hier 2 oder 4) im Rahmen eines Bausteinsystems, applikationsspezifisch hinzugefügt werden können.

Konstruktionsmerkmale und Einflüsse, die beherrscht werden müssen	Anforderungen an Hilfsschaltglieder bei den Produktgruppen			
	Hilfsschütze	Zeitrelais	Leistungsschütze	Motorschutzrelais
	DIL A	ETR 4, DIL ET	DIL M	ZB
Betätigungsart	elektromagnetisch	elektromagnetisch	elektromagnetisch	thermodynamisch
mechanische /elektrische Lebensdauer	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	gering
Schalhäufigkeit	normal bis mittel	normal bis hoch	gering bis normal	sehr gering
Kontaktkraft	mittel	gering	mittel bis hoch	sehr gering
Kontakte je Baueinheit	4, 6, 8	2 Wechsler	1 ... 8	2
Einflüsse durch das Basisgerät	sind Teil des Basisgeräts	sind Teil des Basisgeräts	Schock	Schock vom Schütz
überwiegende Beanspruchung durch die Umwelt	normal	normal	normal	normal
bevorzugter Einsatzort	Schaltschrank	Schaltschrank	Schaltschrank	Schaltschrank

aufnahmen und der Verlustwärme, so haben die elektromechanischen Schaltgeräte in den beiden letzten Jahrzehnten eine äußerst positive Entwicklung genommen. Die Wirtschaftlichkeit und die Zuverlässigkeit wurden wesentlich gesteigert. 1987 schrieb der damalige *Moeller* Abteilungsleiter für Steuerungstechnik: „Der übergeordnete Einsatz von Hilfsschützen ist praktisch unverzichtbar bei sicherheitsgerichteten Funktionen. Ein Beispiel dafür ist die Not-Aus-Funktion bei Maschinen und Anlagen in der Automatisierung“ [7]. Diese Aussage blieb noch über 15 Jahre richtig. Ganz unverzichtbar sind mechanische Kontakte nach der heutigen Normenlage nicht mehr, aber sie stellen in weiten Einsatzbereichen auch heute den Stand der Technik dar und sie werden auf absehbare Zeit eine sehr starke und vor allem sehr ökonomische Position behalten.

Hilfsschaltglieder moderner Niederspannungs-Schaltgeräte sind sehr komplex. Aufgrund ihrer Leistungsbreite verdienen sie durchaus die Bezeichnung Universalkontakte. Ursprünglich für konventionelle Schützsteuerungen mit hohem Strom- und Spannungsniveau entwickelt, wurden sie Anfang der 80er Jahre konstruktiv wesentlich verbessert und sie sind nun gleichwertig auch für kleine Ströme und Spannungen geeig-

net. Eine naheliegende Aufteilung in Spezialkontakte für kleine bzw. für relativ große Leistungen ist aus logistischen Gründen zur Vermeidung mehrerer Produktreihen nicht wünschenswert. Auch anwendungstechnisch wäre eine derartige Aufteilung nicht sinnvoll, da z.B. bei einem Motorschutzrelais der Öffnerkontakt üblicherweise die Steuerspannung mit dem hohen Niveau der Schützensteuerung schaltet, während der Schließerkontakt das kleine Strom-/Spannungsniveau für eine Störmeldung an eine Elektroniksteuerung weitergibt. Die Notwendigkeit des Schaltens unterschiedlicher Potentiale hat daher auch weitgehend die Wechsler-Kontakte verdrängt.

Typische, gut beherrschbare Wertepaare liegen beispielsweise bei 230 V / 6 A und 17 V / 5 mA (Bemessungswert 24 V). Einer neuen Tendenz folgend erzielt *Moeller* auch eine gute Fehlschaltungssicherheit bei 17 V und Strömen von nur 1 mA. Da moderne Schaltgeräte Weltmarktgeräte sind, beherrschen sie auch die nordamerikanischen Kennwerte „Heavy Duty“ oder die filigraneren Kontakte der Zeit- und Motorschutzrelais mindestens „Standard Duty“ nach UL 508 [8] und CSA-C 22.2 No. 14 [9]. Bei einigen Geräten ist für den Einsatz in Nordamerika der Hinweis z.B. „600 V, same polarity“ zu beachten, der bedeu-

tet, dass nebeneinanderliegende Hilfskontakte des gleichen Hilfsschalters oder Hilfsschalterbausteins an die gleiche Steuerspannungsquelle angeschlossen werden müssen, um ein gleiches elektrisches Potential zu besitzen.

Sofern es von den physikalischen und geometrischen Anforderungen an die Hilfskontakte her machbar ist, verwendet *Moeller* gleiche Hilfsschalterbausteine bei mehreren Produktgruppen und / oder Gerätebaugrößen.

### Unterschiedliche Anforderungen an die Verlässlichkeit von Hilfsschaltgliedern

Dieser Aufsatz hat nicht das Ziel die konstruktiv richtige Dimensionierung von Schaltgliedern zu beschreiben, sondern er soll die anwendungsspezifisch zu beachtenden Anforderungen erläutern und er soll die Aussagefähigkeit einer Hilfskontakt-Schaltstellung für die sicherheitsgerichtete Verschaltung darstellen. Kurz: der Aufsatz soll nicht als Dimensionierungshilfe, sondern als Projektierungshilfe dienen.

Aufgabe der Hilfskontakte kann beispielsweise die Ansteuerung eines Leuchtmelders für die Signalisierung eines Schaltzustandes oder Betriebszu-

Motorschutzschalter	Leistungsschalter	Befehls- und Meldegeräte	Positionsschalter
PKZ	NZM	RMQ 16 /22	AT
Kraftspeicher	Kraftspeicher	handbetätigt	maschinenbetätigt
hoch	mittel	mittel	sehr hoch
gering bis normal	gering	normal bis hoch	gering bis sehr hoch
gering bis normal	mittel bis hoch	gering	mittel
1... 6	2, 4, 6	1 ... 6	1, 2, 3
Schock	Schock	Wärme der Leuchtmelder	sind Teil des Basisgeräts
normal bis hoch	normal	normal bis hoch	normal bis sehr hoch
Schaltschrank, Kleingehäuse	Schaltschrank	Kleingehäuse, an Maschine	an Maschine

**Tabelle 4:** Hilfsschaltglieder unterschiedlicher Schalt- und Schutzgeräte werden durch die Basisgeräte und die hauptsächlichlichen Applikationen unterschiedlich beansprucht. Die groben Bewertungen dürften für die Hauptanwendungen der Geräte überwiegend zutreffen.

standes sein. Die Kontakte können aber auch weitere Schaltfunktionen initiieren oder als Verriegelungskontakte weitere Schaltfunktionen ausschließen. Im weiteren Verlauf des Aufsatzes ist die sichere Eignung der Hilfskontakte für die Auslösung oder Verhinderung weiterer Schaltungen von besonderem Interesse. Bei sicherheitsbezogenen Schaltungen zur Unfallverhütung und zum Schutz von Wirtschaftsgütern muss man sich auf die Schaltstellung der Hilfskontakte und ihre Relation zu den Hauptkontakten verlassen können. Man muss sicher abschätzen können, ob die Last (das Betriebsmittel) ein- oder ausgeschaltet ist. Bei besonderer Sicherheitsrelevanz müssen unter Umständen redundante Steuerstromkreise<sup>3</sup> aufgebaut werden oder das Betriebsmittel wird mit zusätzlichen, direkt am Betriebsmittel selbst wirkenden Schutzsystemen überwacht (z.B. Stillstandswächter, Drehzahlwächter o.a.). Zusätzlich zur Redundanz kann eine Diversität<sup>4</sup> erforderlich sein [1]. Für bestimmte Standard-Überwachungsschaltungen, wie

- Not-Aus-Überwachung,
- Schutztürüberwachung,
- Schalmattenüberwachung,
- Zweihandsteuerung,

stellt *Moeller* spezielle, fertig verschal-

tete Sicherheitsrelais der Typenreihe *ESR* bereit. In den allermeisten Anwendungen verlässt man sich aber einfach auf die Zuverlässigkeit der normalen Hilfskontakte.

Wer sich nicht sehr tief mit den verschiedenen Schaltgerätearten und ihren typischen Eigenarten auseinander gesetzt hat, geht zunächst davon aus, dass Hilfsschaltglieder grundsätzlich immer zeitgleich die gleiche Schaltstellung einnehmen wie die zugehörigen Hauptschaltglieder. Dieser naheliegende Gedanke lässt sich leider, nicht nur in Bezug auf die Zeitgleichheit, nicht immer realisieren. So können z.B. die Hübe der Betätigungselemente, der Haupt- und der Hilfsschaltglieder unterschiedlich lang sein, sodass sich Vorlaufwege und Nachlaufwege ergeben, die auch zu unterschiedlichen Schaltzeitpunkten führen. Bei Frühschließern, Spätöffnern oder überlappenden Kontakten werden die unterschiedlichen Schaltzeitpunkte bewusst herbeigeführt und schaltungstechnisch genutzt. Überlappende Kontakte benötigt man beispielsweise für unterbrechungsfreie Umschaltungen.

<sup>3</sup> Redundanz = Verwendung von mehr als einem Gerät (System), damit sichergestellt ist, dass beim Ausfall eines Gerätes (Systemes) ein anderes die Funktion noch erfüllt. Begriffe: vollständige oder teilweise Redundanz, on-line Redundanz, off-line Redundanz

<sup>4</sup> Diversität = Verminderung von Fehlern und / oder Ausfällen durch die Verwendung unterschiedlicher Funktionsprinzipien: Öffner und Schließer, Komponenten unterschiedlicher Bauart, elektromechanische und elektronische Bauteile, elektrische und nichtelektrische Systeme

### Normenkonforme „Zwangsgeführte Kontakte“ erfüllen die Erwartungen der Schaltgeräteeinwander nur teilweise

Der Begriff der „zwangsgeführten Kontakte“ hat eigentlich nie die Erwartungen der Schaltgeräte-Anwender erfüllt. Der Anwender erwartet von den Hilfsschaltgliedern letztlich eine sichere Aussage über den Status eines geschalteten Betriebsmittels. Er möchte die zwangsgeführten Kontaktelemente z.B. für die sicherheitsgerichtete Selbstüberwachung in Maschinensteuerkreisen einsetzen. Die meisten Definitionen der „zwangsgeführten Kontakte“ bezogen, bzw. beziehen sich aber ausschließlich auf Hilfsschaltglieder und hier nur auf den dauerhaft unterschiedlichen Schaltzustand von Öffnern und Schließern. Weitere Einschränkungen des Begriffes werden später noch erläutert.

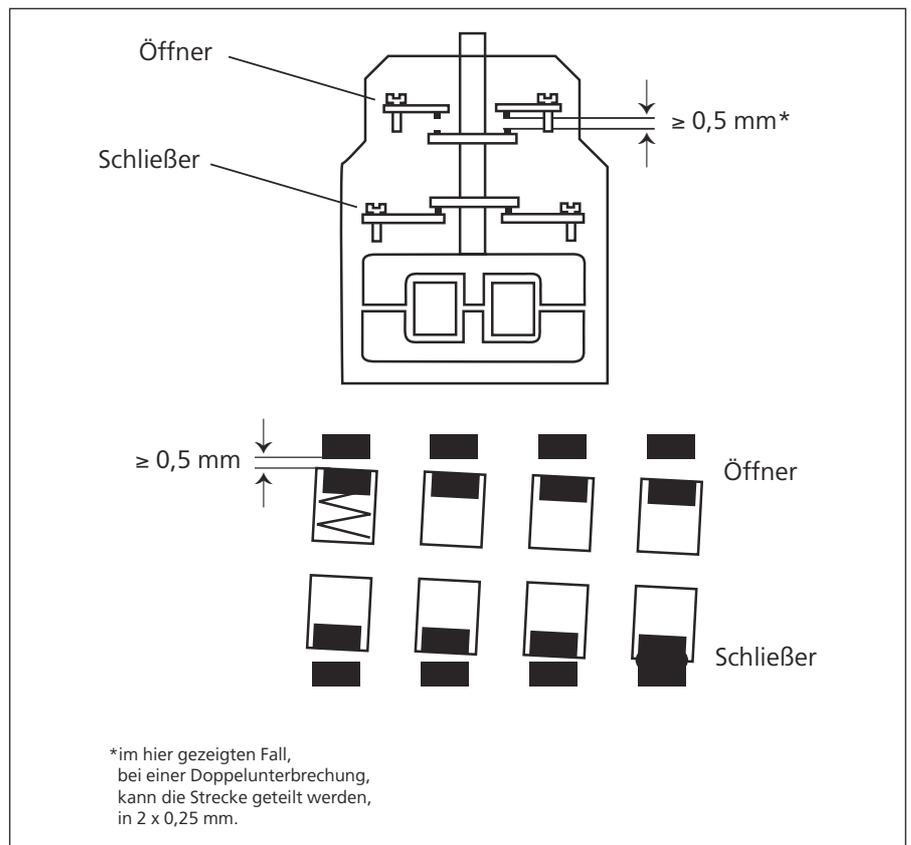
Im Zusammenhang mit der Unfallverhütung an kraftbetriebenen Pressen in der Metallbearbeitung wurde für Pressen-Sicherheits-Steuerungen als eine der ersten sicherheitsgerichteten Lösungen in der elektrischen Steuerungstechnik

der Begriff der „Zwangsgeführten Kontakte“ definiert. Dieser Begriff wurden zuerst in der berufsgenossenschaftlichen Regel ZH 1 / 457 beschrieben.

Der Begriff der „zwangsgeführten Kontakte“ bezog sich zunächst nur auf Hilfsschütze und Hilfskontakte. Die Zwangsführung der Hilfskontakte hat über die gesamte Lebensdauer hinweg sicherzustellen, dass niemals Öffner- und Schließerkontakte eines Gerätes gleichzeitig geschlossen sein können, sondern es muss auch im gestörten Zustand (ein Kontakt verschweißt) ein definierter Kontaktabstand von mindestens 0,5 mm (am Öffner) gewährleistet sein. Hierbei ist, entsprechend **Bild 2**, zu berücksichtigen, dass sich die Kontaktbrücke eines Schützes etwas schief stellen kann, wenn ein außen angeordneter Kontakt verschweißt. Deshalb wird auch empfohlen, bei leistungsstarken Schützen, die eine größere Brückenbreite aufweisen und die üblicherweise Seitenanbau-Hilfsschalter besitzen, in Überwachungsschaltungen jeweils einen Schließer (bzw. Öffner) vom rechten und vom linken Seitenanbau-Hilfsschalter in Reihe zu schalten. Bei einer kritischen Schiefstellung verfügen die beiden Kontakte nicht über die gleiche Schaltstellung und diese Ungleichheit lässt sich schaltungstechnisch verarbeiten.

Da bei Leistungsschützen für kleine Schaltleistungen (< 4 kW) kein wesentlicher Unterschied zwischen den Hauptschaltgliedern und den Hilfsschaltgliedern besteht, kamen die Schaltgerätehersteller dem Kundenwunsch entgegen und sprachen, über die offizielle Definitionen hinausgehend, bald auch bei kleinen Leistungsschützen von „zwangsgeführten Kontakten“. Dadurch wurde die Vermutung der Schaltgeräte-Anwender bestärkt, dass der Schaltzustand von Hauptkontakten und Hilfskontakten bei *allen* Schaltgerätebaugrößen immer gleich ist.

*Wenig hilfreich, um die Verwirrung aufzulösen, ist die Definition der zwangsgeführten Kontakte in der IEC / EN 60 947 Teil1 [10]. In diesem übergeordneten Teil zur Normenreihe 60 947 heißt es, dass „die Zwangsführung eine Schaltbewegung ist, bei der ... sichergestellt ist, dass sich die Hilfskontakte eines*



**Bild 2:** Wenn bei einem Schütz z.B. der rechts außen liegende Schließerkontakt verschweißt, kann sich die Kontaktbrücke des ausgeschalteten Schützes etwas schief stellen. Bei „zwangsgeführten Kontakten“ wird verlangt, dass in diesem Fall die Öffner nicht schliessen dürfen, sondern, dass über die gesamte Lebensdauer des Schützes ein Kontaktabstand von mindestens 0,5 mm erhalten bleibt. Verschiedene Sicherheitsschaltungen basieren auf der Voraussetzung, das Öffner und Schließer eines Schützes niemals gleichzeitig geschlossen sein können.

*mechanischen Schaltgerätes stets in der jeweiligen Schaltstellung befinden, die der offenen oder der geschlossenen Stellung der Hauptkontakte entspricht.“* Sie widerspricht den Anforderungen der übrigen Produktnormen dieser Normenreihe.

Verbindlich für den Bau und die Prüfung der Schalt- und Schutzgeräte sind aber die nachgeordneten, für die einzelnen Schaltgerätearten spezifischen Teile der Normenreihe. In diesen Teilen wird aber nicht auf die Definition aus Teil 1 verwiesen, sondern es wird für die Gestaltung der Hilfsschaltglieder bei allen Schaltgerätearten auf den Anhang L der IEC / EN 60 947-5-1 verwiesen.

In der Beschreibung des Anwendungsbereichs dieses Anhangs erscheint die oben angekündigte Einschränkung, dass der Anhang nur für zwangsgeführte Hilfsschaltelemente gilt, bei

denen, wie z.B. bei Hilfsschützen, die Betätigungskräfte im Schaltgerät intern erzeugt werden. Nur in diesem Fall kann der Hersteller die Höhe der auftretenden Kräfte sicher beurteilen. Konkret heißt es, dass Schaltgeräte mit externer Betätigung, wie z.B. Drucktaster oder Endschalter, aufgrund der nicht begrenzten Betätigungskräfte niemals zwangsgeführte Kontakte besitzen können. Für derartige Geräte wird auf die „Zwangsöffnung“ nach IEC/ EN 60 947-5-1, Anhang K, verwiesen, die in Ausnahmefällen verschweißte Kontakte aufbrechen soll (siehe unten).

Der Anhang L kehrt zu der ursprünglichen Definition der ZH 1 / 457 zurück, wonach bei zwangsgeführten Hilfsschaltgliedern konstruktiv sichergestellt werden muss, dass *m* Öffner und *n* Schließer nicht gleichzeitig geschlossen sein können. Diese Anforderung gilt für beide Betätigungsrichtungen und im gestörten Zustand:

- solange einer der  $n$  Schließer geschlossen ist, darf keiner der  $m$  Öffner geschlossen sein,
- solange einer der  $m$  Öffner geschlossen bleibt, darf keiner der  $n$  Schließer geschlossen sein.

Der in der ZH 1 / 457 vorgesehene Mindestkontaktabstand wird nun, nach Anhang L, vom Hersteller durch eine Stoßspannungsprüfung nachgewiesen, die einem Mindestabstand von 0,5 mm entspricht. Es wird keine Aussage gemacht, dass die Schaltstellungen bei den Haupt- und Hilfskontakten gleich sein müssen. Zwangsgeführte Hilfskontakte *müssen* im Schaltplan und können auf dem Gerät mit Bildzeichen nach Anhang L gekennzeichnet werden.

### Eindeutigkeit durch die neu definierten Mirror- oder Spiegelkontakte

Mirror- oder Spiegelkontakte werden nach der IEC / EN 60 947-4-1 [4], Anhang F, gebaut und geprüft. Per Definition muss ein Mirror- oder Spiegelkontakt immer ein **Hilfs-Öffnerkontakt** sein. Ein Schütz darf gleichzeitig mehrere Spiegelkontakte besitzen. *Ein Schaltgerät ohne Hilfsöffner kann nach dieser Definition niemals Spiegelkontakte besitzen.* Die Kontakte, die gespiegelt werden, sind die **Hauptstrom-Schließerkontakte**. *Daraus*

*ergibt sich, dass ein Hilfsschütz niemals Spiegelkontakte besitzen kann, weil es keine Hauptkontakte besitzt.*

Zur Zeit sind Spiegelkontakte ausschließlich bei Schützen bekannt. **Während irgendein Hauptkontakt eines Schützes geschlossen ist, darf kein Spiegelkontakt (Hilfsöffner) geschlossen sein.** Diese Definition gilt auch, wenn das Schütz nicht mehr mit der Betätigungsspannung versorgt wird. Ein ausreichender Kontaktabstand am Spiegelkontakt wird vom Hersteller, während einer simulierten Verschweißung eines Hauptstromschließers, durch eine Stoßspannungsprüfung nachgewiesen, die einem Mindestabstand von 0,5 mm entspricht. Diese Prüfung muss auch noch am Ende der Betriebsverhaltensprüfung bestanden werden.

Eine typische Anwendung für Spiegelkontakte ist es, in Steuerstromkreisen von Maschinen eine hochverlässliche Überwachung für den Schaltzustand eines Schützes zu haben. Die Norm betont auf der anderen Seite aber auch, dass man sich nicht auf Spiegelkontakte als ausschließliche Sicherheitseinrichtung verlassen soll und sie empfiehlt eine Eigenüberwachung des Spiegelkontakt(strom)kreises.

Die Definition der Spiegelkontakte kann, wegen konstruktiver Bedingun-

gen, nur zur Klärung des Verhältnisses zwischen Hauptstrom-Schließer und Hilfsstromöffner beitragen. Diese konstruktiven Bedingungen liegen einmal in den Tatsachen begründet, dass fast immer die Hauptkontakte und die Hilfskontakte eigene Kontaktbrücken besitzen und dass die Kräfte an den Haupt- und Hilfskontakten sehr unterschiedlich hoch sind. Man kann einfach nicht verlangen, dass ein verschweißter Hilfskontakt die Hauptkontakte eines entregten Schützes für größere Schaltleistungen sicher, mit ihren vollen Kontaktkräften, in der eingeschalteten Stellung halten kann.

### Noch genauere Informationen durch zwangsgeführte Spiegelkontakte

Der Anhang F der IEC / EN 60 947-4-1 [4] lässt es zu, dass Spiegelkontakte zusätzlich die Anforderungen an zwangsgeführte Kontakte, nach Anhang L der IEC / EN 60 947-5-1 erfüllen. Den Begriff aus der Überschrift „zwangsgeführte Spiegelkontakte“ findet man in den Normen nicht. Er ist eine logische Kombination des Autors aus den Sachverhalten der Anhänge F und L. Nach **Tabelle 5** ergibt sich *eine* eindeutige und *mehrere* wahrscheinliche Abhängigkeiten zwischen den Schaltstellungen der Haupt- und Hilfsschaltglieder.

Hauptschaltglieder (üblicherweise Schließer)	Hilfsschaltglieder	
	als <b>Spiegelkontakte</b> , nach IEC / EN 60 947-4-1, Anhang F	als <b>zwangsgeführte Kontakte</b> , nach IEC / EN 60 947-5-1, Anhang L
	Aussage aufgrund der Beziehung: Spiegelkontakt zu Hauptkontakt	Aussage aufgrund der Beziehung: zwangsgeführter Schließer zu Spiegelkontakt(öffner)
• wenn irgendein Hauptkontakt geschlossen ist	• <b>müssen</b> alle Hilfsöffner offen sein.	• nur wenn alle Hilfsöffner offen sind, <b>dürfen</b> die Hilfsschließer geschlossen sein. • es ist also nur wahrscheinlich, dass die Hilfsschließer ebenfalls geschlossen sind, wenn die Hauptstromschließer geschlossen sind.
• wenn alle Hauptschließer offen sind	• <b>dürfen</b> alle Hilfsöffner geschlossen sein	• wenn ein Hilfsöffner geschlossen ist, <b>müssen</b> alle Hilfsschließer offen sein. • es ist also nur wahrscheinlich, dass die Hilfsschließer ebenfalls offen sind, wenn die Hauptstromschließer offen sind.

Tabelle 5: Eine wirklich verlässliche Aussage wird nur in dem orangen Feld gemacht. Die blauen Felder machen wahrscheinliche Aussagen.

Typ	Kontakte für sicherheitsbezogene Steuerfunktionen			
	Zwangsführung der Kontakte nach IEC / EN 60 947-5-1, Anhang L		Spiegel- oder Mirror-Kontakte nach IEC / EN 60 947-4-1, Anhang F	
	integrierte Hilfsschalter im Grundgerät zu Kon- takten im Hilfsschalter- baustein*	zwischen den Kontakten innerhalb eines Hilfs- schalterbausteins*	integrierter Hilfsöffner* zu den Hauptkontakten	Hilfsöffner in Hilfs- schalterbausteinen* zu den Hauptkontakten
	Schütze mit AC- oder DC-Antrieben, mit Schraub- oder Käfigzugfederanschlüssen		Schütze mit AC- oder DC-Antrieben, mit Schraub- oder Käfigzugfederanschlüssen	
DIL A-22 (31)	ja	ja	keine Hauptkontakte vorhanden	
DIL M7-10 bis DIL M32-10	ja	ja	kein Hilfsöffner vorhanden	ja
DIL M7-01 bis DIL M32-01	ja	ja	ja	ja
DIL M40 bis DIL M65	kein Hilfskontakt vor- handen	ja	kein Hilfsöffner vorhanden	ja
DIL M80 bis DIL M150	zur Zeit noch nicht verfügbar			
DIL ER-22 (31)	ja	ja	keine Hauptkontakte vorhanden	
DIL E(E)M-10	ja	ja	kein Hilfsöffner vorhanden	ja
DIL E(E)M-01	ja	ja	ja	ja
DIL R-22 (31)	ja	ja	keine Hauptkontakte vorhanden	
DIL 00 (A)(B)M -10	ja	ja	kein Hilfsöffner vorhanden	ja
DIL 00 (A)(B)M -01	ja	ja	ja	ja
DIL 0(A)M bis DIL 3M85	kein integrierter Hilfs- kontakt vorhanden	ja	kein integrierter Hilfs- kontakt vorhanden	ja
DIL 4M115 und DIL 4M145		ja		1 rechten und 1 linken SI-Hilfsschalterkontakt in Reihe schalten
DIL M185 bis DIL M1000		ja		ja
DIL H1400 bis DIL H2000		ja		ja
DIL P160 bis DIL P800		z.Z. nicht geprüft		z.Z. nicht geprüft
	* gilt grundsätzlich nicht für Kombinationen mit Frühschließern und Spätöffnern			

Tabelle 6: Zwangsgeführte Kontakte und Spiegelkontakte bei Moeller Hilfs- und Leistungsschützen

## Einfache und klare Verhältnisse bei Moeller Schalt- und Schutzgeräten

Die **Tabelle 6** listet die Typen aller aktuellen *Moeller* Hilfs- und Leistungsschütze und zeigt, welche Schütze über zwangsgeführte Kontakte und Spiegelkontakte, entsprechend der erläuterten Definitionen der Anhänge der beschriebenen Normen verfügen. Wie bereits beschrieben, kann sich bei größeren Schützen mit einem verschweißtem Hauptkontakt, die Kontaktbrücke etwas schiefe setzen. Deshalb sollen bei diesen Schützen je ein gleichartiger Kontakt aus dem linken und dem rechten Seitenanbau-Hilfsschalter in Reihe geschaltet werden. Bei Schützen *DIL M* und *DIL P*, bei denen innenliegende (*DIL...-XHI(C)11-SI*) und außenliegende (*DIL...-XHI(C)11-SA*) Hilfsschalter eingesetzt werden können, sind Kontakte der innenliegenden Hilfsschalter zu verwenden.

## Ähnliche Begriffe, die verwechselt werden können

Kontakte mit Zwangsöffnung oder mit zwangsläufiger Betätigung werden häufig mit zwangsgeführten Kontakten verwechselt. Da der Begriff der Spiegelkontakte noch recht neu ist, bestehen bei den Anwendern noch Unsicherheiten. Es bestehen Verwechslungsfahrten mit den folgenden, ähnlichen Begriffen:

### Sichere Trennung

Eine sichere Trennung wird u.a. durch eine Isolierung erreicht, die höhere Anforderungen erfüllt, als eine Basisisolierung. Sie wird erreicht durch eine verstärkte oder doppelte Isolierung. Eine sichere Trennung wird bei der Erzeugung einer Schutzkleinspannung PELV, bei Sicherheitstransformatoren zwischen der Primär- und Sekundärwicklung verlangt und zwischen allen aktiven Teilen von PELV-Kleinspannungstromkreisen und anderen Stromkreisen (mit berührunggefährlichen Spannungen). Einzelheiten, siehe IEC / EN 60 947-1, Anhang N.

### Schutztrennung eines einzelnen Stromkreises

Schutzmaßnahme, nach IEC / EN 60 364-4-41, zum Schutz gegen elektri-

schen Schlag (Schutz bei indirektem Berühren). Diese Schutzmaßnahme verhindert gefahrbringende Berührungsspannungen beim Berühren von Körpern (Gehäuse, inaktive Teile), die nach einem Fehler in der Basisisolierung aktiver Teile Spannung angenommen haben.

### Galvanische Trennung

Trennung elektrischer Potentiale. Es gibt keinerlei leitende Verbindung zwischen unterschiedlichen Stromkreisen. Eine galvanische Trennung kann mit bestimmten Transformatoren, mit Batterien oder unterschiedlichen Generatoren erreicht werden, bei denen die Spannungen nicht miteinander verbunden werden. Zum Schutz elektronischer Schaltungen vor Zerstörung durch höhere Spannungen werden beispielsweise Optokoppler eingesetzt. Ähnliche Aufgaben besitzen Koppelglieder zwischen Steuer- und Lastkreisen.

### Trennfunktion / Trenneigenschaften

Funktion zur Abschaltung der Spannungsversorgung der gesamten Anlage oder eines Anlageteils, wobei die Anlage oder der Anlagenteil aus Sicherheitsgründen von jeglicher elektrischer Energiequelle getrennt wird. Die Anzeige der Stellung der Hauptkontakte muss eindeutig und wirksam sein. Die Trenneinrichtung muss nach IEC / EN 60 204-1 in der Aus- (Trenn-) Stellung abschließbar sein. Nach IEC / EN 60 947-3 [9] werden erhöhte Ansprüche an die Bedienteilfestigkeit gestellt, um zu verhindern, dass bei einem verschweißten Schalter das Bedienteil in die Aus-Stellung gebracht werden kann.

### Trennstrecke, sichtbare Trennstrecke

Luftstrecke zwischen den offenen Kontakten oder mit ihnen verbundenen leitfähigen Teilen eines Pols eines mechanischen Schaltgerätes in der offenen Stellung, die die für Trennschalter festgelegten Sicherheitsanforderungen erfüllt. Wird nach IEC / EN 60 204-1:2002 gefordert für Netztrenneinrichtungen (Hauptschalter). Wenn die Trennstrecke nicht sichtbar ist, darf die Aus-Stellung mittels Schaltstellungs-

anzeige nicht angezeigt werden, bevor alle (Haupt-) Kontakte tatsächlich offen sind und eine ausreichende Trennstrecke entsprechend IEC / EN 60 947-3 [11] zwischen allen Kontakten besteht.

### Zwangsöffnung (eines Schaltgliedes) (nicht verwechseln mit Zwangsführung!)

Nach IEC / EN 60 204-1:2002 und IEC / EN 60 947-5-1, Anhang K, ist die Zwangsöffnung definiert, als die Sicherstellung einer Kontakttrennung als direktes Ergebnis einer festgelegten Bewegung eines Bedienteils des Schalters über nicht federnde Teile (z.B. nicht abhängig von einer Feder). Dieses Merkmal wird nach der IEC / EN 60 204-1:2002 beispielsweise bei Not-Aus- und Not-Halt-Befehlsgeräten verlangt. Jeder Hilfsstromschalter mit Zwangsöffnung muss auf der Außenseite dauerhaft und gut lesbar mit einem genormten Bildzeichen gekennzeichnet sein.

Auch bezüglich der Zwangsöffnung gibt es in der IEC / EN 60 947-1 eine Definition, die sich auf die Stellung der Hauptkontakte bezieht. Auch auf diese Definition wird in den schaltgerätespezifischen Teilen der IEC / EN 60 947 nicht Bezug genommen.

### Zwangsöffnungsweg

Mindestweg vom Beginn der Betätigung des Bedienteils bis zu der Stellung, in der die Zwangsöffnung der öffnenden Kontakte beendet ist.

### Zwangsläufige Einwirkung

Verbindung zwischen Bedienteil und Schaltglied, die die auf das Bedienteil ausgeübte Kraft direkt auf das Schaltglied überträgt (IEC / EN 60 947-5-1).

### Nichtzwangsläufige Einwirkung

Verbindung zwischen Bedienteil und Schaltglied, die die auf das Schaltglied übertragene Kraft begrenzt (IEC / EN 60 947-5-1).

#### Deutschland

Internet: [www.moeller.net](http://www.moeller.net)

#### **Berlin**

Moeller Electric GmbH  
Moeller Haus Berlin  
Ullsteinstraße 87  
12109 Berlin  
Tel. (030) 70 19 02-0  
Fax (030) 70 19 02-39  
E-Mail: [moeller-berlin@moeller.net](mailto:moeller-berlin@moeller.net)

#### **Düsseldorf**

Moeller Electric GmbH  
Moeller Haus Düsseldorf  
Im Taubental 32  
41468 Neuss  
Tel. (021 31) 3 17-0  
Fax (021 31) 3 17-1 11  
E-Mail: [moeller-duesseldorf@moeller.net](mailto:moeller-duesseldorf@moeller.net)

#### **Frankfurt**

Moeller Electric GmbH  
Moeller Haus Frankfurt  
Berner Straße 111  
60437 Frankfurt  
Tel. (069) 5 00 89-0  
Fax (069) 5 00 89-2 70  
E-Mail: [moeller-frankfurt@moeller.net](mailto:moeller-frankfurt@moeller.net)

#### **Hamburg**

Moeller Electric GmbH  
Moeller Haus Hamburg  
Georgswerder Bogen 3  
21109 Hamburg  
Tel. (040) 7 50 19-0  
Fax (040) 7 50 19-2 69  
E-Mail: [moeller-hamburg@moeller.net](mailto:moeller-hamburg@moeller.net)

#### **München**

Moeller Electric GmbH  
Moeller Haus München  
Werner-von-Braun-Straße 5  
85640 Putzbrunn  
Tel. (089) 4 60 95-0  
Fax (089) 4 60 95-2 67  
E-Mail: [moeller-muenchen@moeller.net](mailto:moeller-muenchen@moeller.net)

#### **Stuttgart**

Moeller Electric GmbH  
Moeller Haus Stuttgart  
Schelmenwasenstraße 32  
70567 Stuttgart  
Tel. (07 11) 6 87 89-0  
Fax (07 11) 6 87 89-99  
E-Mail: [moeller-stuttgart@moeller.net](mailto:moeller-stuttgart@moeller.net)

#### Schweiz

Internet: [www.moeller.ch](http://www.moeller.ch)

#### **Lausanne**

Moeller Electric SA  
Av. des Baumettes 9  
1020 Renens  
Tel. +41 21 637 65 65  
Fax +41 21 637 65 69  
E-Mail: [lausanne@moeller.net](mailto:lausanne@moeller.net)

#### **Zürich**

Moeller Electric AG  
Im Langhag 14  
8307 Effretikon  
Tel. +41 52 354 14 14  
Fax +41 52 354 14 88  
E-Mail: [effretikon@moeller.net](mailto:effretikon@moeller.net)

#### Österreich

Internet: [www.moeller.at](http://www.moeller.at)

#### **Graz**

Moeller Gebäudeautomation GmbH  
Vertriebsbüro Graz  
Kappellenstraße 38  
8020 Graz  
Tel. (03 16) 27 14 50  
Fax (03 16) 27 14 50-19  
E-Mail: [info.aut@moeller.net](mailto:info.aut@moeller.net)

#### **Innsbruck**

Moeller Gebäudeautomation GmbH  
Vertriebsbüro Innsbruck  
Bundesstraße 27  
6063 Rum/Innsbruck  
Tel. (05 12) 26 34 00  
Fax (05 12) 26 34 00-11  
E-Mail: [info.aut@moeller.net](mailto:info.aut@moeller.net)

#### **Klagenfurt**

Moeller Gebäudeautomation GmbH  
Vertriebsbüro Klagenfurt  
Mageregger Straße 63  
9020 Klagenfurt  
Tel. (04 63) 4 58 14  
Fax (04 63) 4 51 43  
E-Mail: [info.aut@moeller.net](mailto:info.aut@moeller.net)

#### **Linz**

Moeller Gebäudeautomation GmbH  
Vertriebsbüro Linz  
Peintnerstraße 6a  
4060 Linz/Leonding  
Tel. (07 32) 67 74 80-0  
Fax (07 32) 67 74 89  
E-Mail: [info.aut@moeller.net](mailto:info.aut@moeller.net)

#### **Salzburg**

Moeller Gebäudeautomation GmbH  
Vertriebsbüro Salzburg  
Gewerbepark/  
Vogelweiderstraße 44a/4  
5020 Salzburg  
Tel. (06 62) 88 22 67-0  
Fax (06 62) 88 22 67-10  
E-Mail: [info.aut@moeller.net](mailto:info.aut@moeller.net)

#### **Wien**

Moeller Gebäudeautomation GmbH  
Vertriebsbüro Wien  
Scheydgasse 42  
1215 Wien  
Tel. (01) 2 77 45-0  
Fax (01) 2 77 45-33 00  
E-Mail: [info.aut@moeller.net](mailto:info.aut@moeller.net)

#### Moeller Field Service

Moeller GmbH  
Industrieautomation  
Field Service, HQ  
Hein-Moeller-Straße 7-11  
53115 Bonn  
Tel. +49 (0) 228 6 02-3640  
Fax +49 (0) 228 6 02-1789  
E-Mail: [fieldservice@moeller.net](mailto:fieldservice@moeller.net)  
[www.moeller.net/fieldservice](http://www.moeller.net/fieldservice)

**Moeller GmbH**  
**Hein-Moeller-Str. 7-11**  
**D-53115 Bonn**

**E-Mail: [info@moeller.net](mailto:info@moeller.net)**  
**Internet: [www.moeller.net](http://www.moeller.net)**

© 2004 by Moeller GmbH  
Änderungen vorbehalten  
VER2100-944D MDS/DM 09/05  
Printed in the Federal Republic of Germany (03/07)  
Article No.: 286820



### **Xtra Combinations**

Mit Xtra Combinations hat Moeller ein optimales, kombinierbares Angebot an Produkten und Dienstleistungen zum Schalten, Schützen, Steuern und Visualisieren in der Energieverteilung und Automatisierung.

Mit Xtra Combinations lösen Sie Ihre Aufgaben effizienter und optimieren die Wirtschaftlichkeit Ihrer Maschinen und Anlagen.

Sie erhalten:

- eine flexible und einfache Kombinierbarkeit
- eine hohe Verfügbarkeit
- ein Höchstmaß an Sicherheit

Alle Produkte lassen sich einfach mechanisch, elektrisch und digital miteinander kombinieren. So kommen Sie schnell, effizient und Kosten sparend zu flexiblen Lösungen nach Maß, die auch im Design überzeugen. Die bewährten und qualitativ hochwertigen Produkte gewährleisten eine hohe Betriebskontinuität und Sie erreichen ein Höchstmaß an Sicherheit für Personen, Maschinen, Anlagen und Gebäude.

Dank modernster Logistik, eines großen Händlernetzes und eines engagierten Services in 80 Ländern können Sie jederzeit auf Moeller und unsere Produkte zählen. Fordern Sie uns! Wir freuen uns darauf!

**MOELLER**

**We keep power under control.**