

Referenzbedingungen

Sofern nicht ausdrücklich darauf hingewiesen, werden die in diesem Katalog beschriebenen Produkte nach folgenden internationalen, europäischen und nationalen Vorschriften hergestellt.

- EN 61810-1, EN 61810-2, EN 61810-7 bei Schaltrelais
- EN 50205 bei Relais mit zwangsgeführten Kontakten
- EN 61812-1 / VDE 0435 T2021 bei Zeitrelais
- EN 60669-1, EN 60669-2-2 bei elektromechanischen Stromstoss-Schalter, bei elektromechanischen Stromstoss-Relais
- EN 60669-1, EN 60669-2-1 bei Dämmerungsschaltern, elektronischen Stromstoss-Relais, Dimmern, Treppenhaus-Lichtautomaten, Bewegungsmeldern, und Mess- und Überwachungs-Relais
- EN 60065 / VDE 0860 bei Dämmerungsschalter
- EN 60730-1/VDE 0631, EN 60730-2-7 bei Schaltuhren
- EN 50470-1, EN 50470-3 bei elektronischen Wirkstrom-Energiezählern
- DIN 57 106 / VDE 0106 T100 Schutz gegen elektrischen Schlag. Die Schraubanschlüsse der Schraubfassungen sind fingersicher nach DIN 57106 / VDE 0106 T100.

Für die "Sichere Trennung" und die "Doppelte- oder Verstärkte Isolierung" zwischen dem Eingangskreis (Spule) und den Ausgangskreisen (Kontakte) gelten:

- VDE 0106 T 101, Grundanforderungen für sicher Trennung in elektrischen Betriebsmitteln
- EN 50178 / VDE 0160, Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln (5,5 mm Luftstrecke und 6,4 bis 8 mm Kriechstrecke)
- EN 60335 / VDE 0700, Sicherheit elektrischer Geräten für den Hausgebrauch. Entsprechend der Norm EN 61810-1:2004 / VDE 0435 Teil 201 gelten für die angegebenen Werte, eine Umgebungstemperatur von + 23 °C, ein Luftdruck von 96 kPa, eine relative Feuchte von 50 % und als Umgebungsbedingung saubere Luft. Bei AC Relais wird die Bemessungsleistung und der Nennstrom der Spulen für 50 Hz angegeben. Die Toleranz des angegebenen Spulenwiderstandes, des Nennstroms und der Spulenleistung ist ± 10 %. Sofern nicht anders erwähnt, ist die Toleranz in Zeichnungen +/- 0,1 mm.

Betriebsbedingungen

Arbeitsbereich der Spulenspannung – Arbeitsbereich der Eingangsspannung: Ist der Bereich der Eingangsspannung, in dem das Relais in dem gesamten Bereich seiner Klasse bei der zulässigen Umgebungstemperatur die Anforderungen erfüllt.

- Klasse 1: 80 % bis 110 % der Bemessungsspannung
- Klasse 2: 85 % bis 110 % der Bemessungsspannung

Bei Eingangsspannungen ausserhalb der Arbeitsbereichsklassen geben die bei den meisten Relais angeführten Diagramme "R Relais" Auskunft über den zulässigen Betriebsspannungsbereich.

Dauerbetrieb / Frequenz der AC-Spulenspannung: Sofern nicht ausdrücklich darauf hingewiesen wird, sind alle Relais so dimensioniert, dass sie im Dauerbetrieb, bei 100 % Einschaltdauer (100 % ED) und alle AC-Relais bei (50 und 60) Hz betrieben werden können.

Einbaulage: Die Einbaulage der Relais ist bei Verwendung von Haltebügel oder Kunststoffhalteclip beliebig, sofern bei der Relaisserie kein anderslautender Hinweis steht.

Umgebungstemperatur: Die Temperatur im unmittelbaren Umfeld des Relais bei nicht erregtem Eingangskreis und nicht bestromtem Ausgangskreis. Die Umgebungstemperatur des Relais kann von der Raumtemperatur abweichen.

Betauung: Innerhalb des Relais dürfen weder Betauung noch Eisbildung auftreten.

Spannungsspitzenbegrenzung: Bei kleinen Relais, wie Serie 40, 41, 44, 46, 50 empfehlen wir zur Begrenzung der Spannungsspitzen, ab einer Spulenspannung von 110 V, eine Beschaltung der Spule mit Varistor bei AC oder mit einer Diode bei DC.

Relaisansteuerung bei langer Steuerleitung / AC-Näherungsschalter: Durch kapazitive Einstreuungen bei langen Steuerleitungen und durch den Reststrom von einigen mA bei AC-Näherungsschaltern fallen empfindlichen Relais nicht in die Ruhelage. Es empfiehlt sich in diesen Fällen einen steckbaren Ableitwiderstand von ca. 62 kΩ / 1 W parallel zu Relaispule > 60 V AC zu schalten.

Ansteuerung der Relais über RC-beschaltete Kontakte: Ein Kontakt, der mit einer RC-Kombination beschaltet wird, stellt keine galvanische Trennung dar. Werden AC-Relais hinter RC-beschalteten Kontakten betrieben, so ist darauf zu achten, dass an der RC-Kombination der Spannungsabfall mehr als 90 % beträgt. Ist der Spannungsabfall am geöffneten, RC-beschalteten Kontakt niedriger und damit am Relais höher, können die Relais brummen und nicht sicher in die Ruhelage zurück fallen.

Hinweise für den automatischen Lötprozess

Relaismontage: Sicherstellen, dass die Relaisanschlüsse gerade sind und senkrecht in die Leiterplatte eingeführt werden. Das Massbild für die Leiterplatte ist bei den Relais und den Leiterplattenfassungen im Katalog angegeben (Ansicht auf die Leiterbahn). Wegen des Gewichts der Relais werden durchkontaktierte Leiterplatten empfohlen, um eine höhere Festigkeit zu erzielen.

Fluxen: Bei nicht waschdichten Relais muss das Eindringen von Fluxmitteln in das Relais auf Grund der Kapillarwirkung verhindert werden, da sich andernfalls die Eigenschaften und die Zuverlässigkeit ändern können. Bei Verwendung von Schaum- oder Sprühfluxern ist sicherzustellen, dass das Flussmittel sparsam und gleichmässig

aufgebracht wird und nicht auf die Komponentenseite gelangt. Bei Verwendung von alkohol- oder wasserlöslichen Flussmitteln und bei Beachtung des oben gesagten werden mit Relais der Relaischutzart RT II und RT III zufriedenstellende Ergebnisse erzielt.

Vorheizzeit: Die Vorheizzeit und Temperatur ist so zu wählen, dass das Lösungsmittel verdampft, wobei auf der Komponentenseite 100 °C nicht überschritten werden dürfen.

Löten: Die Höhe der Lötwellen ist so zu wählen, dass die Komponentenseite nicht vom Zinn überflutet wird. Es ist sicherzustellen, dass die Löttemperatur von 260 °C und die Lötzeit von 5 s nicht überschritten wird.

Waschen / waschdichte Relais: Bei Verwendung moderner umweltfreundlicher Flussmittel ist ein Waschen der Leiterplatte nicht erforderlich. Für den Fall, dass die Leiterplatte gewaschen werden muss, sind zwingend waschdichte Relais der Relaischutzart RT III (Ausführung xxx1) vorzusehen. Die Verträglichkeit der Reinigungsflüssigkeit und das Waschverfahren ist zu prüfen.

Öffnen eines waschdichten Relais: Waschdichte Relais werden eingesetzt, wenn im nachfolgenden Arbeitsprozess ein Waschvorgang vorgesehen ist oder wenn auf Grund der Applikation damit zu rechnen ist, dass funktionsstörende Fremdpartikel ins Relaisinnere eindringen können. Bei waschdichten Relais kann das nachträgliche Öffnen der Relais ein schädliches Kleinklima (Isolierstoffausgasung, aggressive Lichtbogenprodukte) verhindern. Dies kann im Hinblick auf die Kontaktgabelsicherheit und elektrische Kontaktlebensdauer von Vorteil sein, sofern sich ein Öffnen nicht wegen des hohen Partikelanteils in der Umgebungsluft verbietet.

Begriffe und Anwendungshinweise

Im Katalog werden die allgemein üblichen Begriffe verwendet. Bei der Erläuterung dieser Begriffe wird zusätzlich der in den Vorschriften angeführte Begriff und sofern möglich die dort gegebenen Erklärung verwendet.

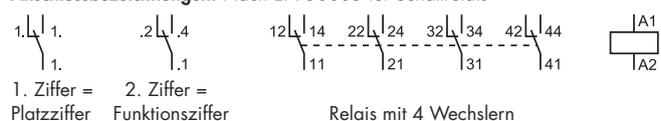
Kontakte und Schalten

Kontaktausführung

Symbol	Funktion	D			EU	GB	USA*	
	Schliesser	S	001	a	1	NO	A	SPST-NO DPST-NO nPST-NO
	Öffner	Ö	100	r	2	NC	B	SPST-NC DPST-NC nPST-NC
	Wechsler	W	010	u	21	CO	C	SPST DPST nPDT

*Erster Buchstabe / Ziffer entspricht Anzahl der Kontakte: S=1, D=2, n=Anzahl. 4PST = 4 Pole Singel Throw, 4PDT = 4-Pole Double Throw (4-polig doppelt unterbrechend)

Anschlussbezeichnungen: Nach EN 50005 für Schaltrelais



Bei Zeitrelais sind die Platzziffern der Kontakte wie bei Schaltrelais. Die Funktionsziffern ändern sich von . 1 in . 5, von . 2 in . 6 und von . 4 in . 8. Der erste Wechsler hat somit bei Zeitrelais die Bezeichnung 15, 16 und 18.

Die Anschlüsse des Eingangskreises werden ebenfalls mit A1 und A2 bezeichnet. Bei einem ggf. weiteren Anschluss für den Eingangskreis ist die Kennung A3. Die Spannung an A3 wird gegen A2 geschaltet. Die Anschlüsse zum Auslösen der Zeitfunktion werden mit B1, B2 usw. bezeichnet. Die Anschlüsse für Stellgrößen (Potentiometer, Sensoren usw. sind mit Z1 und Z2 beschriftet.

Nach IEC 67, und in den USA gebräuchlich, werden die Anschlüsse durchnummeriert. Ein Relais mit 4 Wechslern weist somit die Nummern 1 bis 14 auf. Es ist zu beachten, dass die Nummern 11, 12 und 14 in beiden Anschlussbeschriftungssystemen auftreten, aber andere Funktionen haben. An Stelle der Spulenanschlussbeschriftung A1 und A2 sind auch die Anschlussbezeichnungen A und B gebräuchlich.

Kontaktsatz: Gesamtheit der Kontakte innerhalb eines Relais, die durch die Isolierung getrennt sind. So besteht z.B. bei einem Relais mit zwei Wechslern der Kontaktsatz aus zwei Wechslern.

Einfachkontakt: Kontakt mit nur einer Kontaktstelle.

Doppelkontakt / Zwillingkontakt: Kontakt mit zwei parallelen Kontaktstellen. Durch die zwei parallel angeordneten Kontaktstellen wird die Zuverlässigkeit bei kleinen Kontaktbelastungen (Messwerte, Analoignale, PLC-Eingänge, viele hintereinander angeordnete Kontaktstellen) erhöht. Den gleichen Effekt erreicht man mit zwei parallel geschalteten Kontakten.

Brückenkontakt: Kontakt mit zwei in Serie (Reihe) angeordneten Kontaktstellen. Diese Kontaktanordnung ist günstig beim Abschalten von DC-Lasten. Den gleichen Effekt erreicht man mit zwei in Reihe geschalteten Kontakten.

Mikro-Unterbrechung: Unterbrechung eines Stromkreises durch Kontaktöffnung, ohne Anforderungen an die Spannungsfestigkeit oder Abmessung des Kontaktes.

Mikro-Abschaltung: Angemessene Kontaktöffnung in mindestens einem Kontakt, um Funktionssicherheit zu liefern, mit Anforderungen für die Spannungsfestigkeit der Kontaktöffnung. Dies wird von allen Finder-Relais erfüllt.

Volle-Abschaltung: Kontaktöffnung zur Trennung von Leitern, um eine der Basisisolierung gleichwertigen Isolierung zwischen denjenigen Teilen zu liefern, die abgeschaltet werden, mit Anforderungen an die Spannungsfestigkeit und die Abmessungen. Beachten Sie hierzu die Relais 45.91, 56.x2 - 0300, 62 - 0300 und 65.31 - 0300 und 65.61 - 0300. Anmerkung: Spannungsfestigkeit am offenen Kontakt von 2.000 V AC entspricht 2,5 kV (1,2/ 50 µs) und 2.500 V AC entspricht 4,0 kV (1,2/ 50 µs).

Bemessungsspannung gegen Neutral- oder Schutzleiter	Bemessungsschlag-Spannung (1,2/ 50 µs) und Mindestluftstrecke für Überspannungskategorie							
	I		II		III		IV	
	kV	mm	kV	mm	kV	mm	kV	mm
V								
> 150 V und ≤ 300 V	1,5	1,0	2,5	1,5	4,0	3	6,0	5,5

Allpolige Abschaltung: Volle-Abschaltung beider Netzleiter durch einen Schaltvorgang oder bei Mehrphasengeräten die Unterbrechung aller Netzleiter durch einen einzigen Schaltvorgang.

Max. Dauerstrom – Grenzdauerstrom eines Kontaktes: Der höchste Wert des Stromes (Effektivwert bei Wechselstrom), den ein zuvor geschlossener Kontakt unter festgelegten Bedingungen dauernd führen kann. (Dieser Strom kann bei AC auch ein- und ausgeschaltet werden; bei DC siehe Diagramm: Schaltvermögen bei DC-Belastung).

Max. Einschaltstrom – Einschaltvermögen: Der höchste Wert eines Stromes, den ein Kontaktkreis unter festgelegten Bedingungen einschalten kann. Bei einer Einschaltdauer ≤ 10 % kann der max. Einschaltstrom ≤ 0,5 s geführt werden.

Nennspannung – Bemessungsisolationsspannung: Abgeleiteter Wert von der Nennwechselspannung des Versorgungsnetzes für die zu schaltende Last. So ist zum Beispiel für das Versorgungsnetz 230/400 V die Bemessungsisolationsspannung 250 V. Von der Bemessungsisolationsspannung leiten sich die Überspannungskategorie der Bemessungs-Schlagspannungen und die Luftstrecken ab, wie sie in EN 61810-1:2004/ VDE 0435 Teil 201 gefordert werden.

Max. Schaltspannung: Der höchste Wert der Netzspannung mit den netzüblichen Toleranzen, die der Kontakt auf Grund der Bemessungsisolationsspannung und der Bemessungs-Schlagspannung (siehe Isolationskoordination) schalten kann.

Max. Schaltleistung AC1: Der höchste Wert der Schaltleistung entsprechend der Gebrauchskategorie AC1 nach EN 60 947-4-1, VDE 0660 Teil 102 (Tabelle 1). Die max. Schaltleistung ist das Produkt aus max. Dauerstrom und Nennspannung. Die max. Schaltleistung AC1 ist die Kontaktbelastung, die bei der Ermittlung der elektrischen Lebensdauer AC1 geschaltet wird.

Max. Schaltleistung AC15: Der höchste Wert der Schaltleistung entsprechend der Gebrauchskategorie AC15 nach EN 60 947-5-1, VDE 0660 Teil 200 (Tabelle 1).

1-Phasenmotorlast, AC3 – Betrieb, 230 V: Zulässige Belastung eines Kondensatormotors im Ein-Aus-Schaltbetrieb nach UL 508 und CSA 22.2 n. 14. Ein Reversieren (Umkehr der Drehrichtung) ist nur nach einer Pause von ≥ 300 ms zulässig, da sich andernfalls durch das Umpolen des Kondensators Einschaltstromspitzen ergeben, die deutlich oberhalb des max. zulässigen Einschaltstroms sind.

Max. Schaltstrom DC1: Der höchste Wert entsprechend der Gebrauchskategorie DC1 (EN 60 947-4-1, VDE 0660 Teil 102) den ein Relais bei Gleichstrom in Abhängigkeit von der Schaltspannung sicher trennen kann.

Min. Schaltlast: Minimale Kontaktleistung, die in Verbindung mit der Stromuntergrenze oder der Spannungsuntergrenze nicht unterschritten werden sollte, um unter normalen Industriebedingungen eine ausreichende Zuverlässigkeit zu erzielen. So bedeutet 300 mW (5 V/5 mA): 300 mW darf nicht unterschritten werden, wobei bei 24 V ein Mindeststrom von 12,5 mA oder bei 5 mA eine Mindestspannung von 60 V gegeben sein sollte. Bei hartvergoldeten Kontakten sollten 50 mW (5 V/2 mA) nicht unterschritten werden. Zum Schalten kleinerer Lasten bis herunter zu 1 mW (0,1 V/1 mA), wie z.B. Messwerte, Sollwerte oder Analogwerte wird die Parallelschaltung von zwei hartvergoldeten Kontakten empfohlen.

Zulässige Lampenlasten: Die zulässigen Lampenlasten werden bei den Installationsgeräten für den Verteilerbau angegeben. Die max. Lampenlast wird durch den bei Lampen sich ergebenden hohen Einschaltstrom in Verbindung mit dem zeitlichen Stromverlauf begrenzt. Dieser ist bei Glühlampenlast oder Halogenlampen

an 230 V AC der ca. 15...20fache Nennstrom. EVG haben unabhängig von der Lampenleistung einen Einschaltstrom von ca. 30 A.

Leuchtstofflampen kompensiert an 230 V AC $\cos \varphi > 0,9$, siehe Datenblatt Leuchtstofflampen unkompensiert an 230 V AC, siehe Datenblatt Leuchtstofflampen Duo-Schaltung an 230 V AC, wie unkompensierte Leuchtstofflampen

Reduktionsfaktor bei induktiver Belastung: Bei induktiven AC-Belastungen, bei denen der $\cos \varphi$, der Strom und die Spannung beim Einschalten und Ausschalten gleich gross ist - dies trifft nicht zu für Belastungen von der Art: Motor, Leuchtstofflampe, Schütz, elektrischer Betätigungsmagnet, Ventilspule, Kupplung, Bremse usw. - kann der Einfluss auf die elektrische Lebensdauer im Vergleich zur elektrischen Lebensdauer bei Widerstandsbelastung abgeschätzt werden. Hierzu ist der zu schaltende Nennstrom durch den Reduktionsfaktor zu dividieren und von diesem Wert ausgehend, die zu erwartende elektrische Lebensdauer in F-Diagrammen abgeschätzt werden.

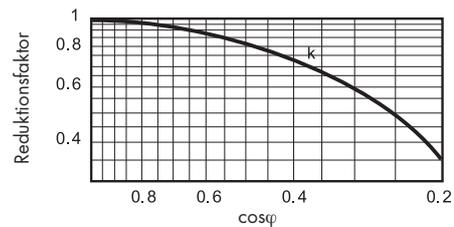


Tabelle 1: Gebrauchskategorie nach EN60947-4-1 und EN 60947-5-1

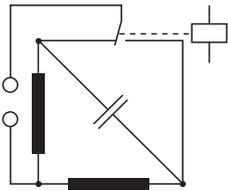
Kategorie	Stromart/Phasen	Anwendung	Schalten mit Relais
AC 1	AC/1 ~ AC/3 ~	Ohmsche Last. Nichtinduktive oder nur schwach induktive Last	Innerhalb der Relaisdaten. *
AC 3	AC/1 ~ AC/3 ~	Anlassen von Käfigläufermotoren. Drehrichtungsumkehrung nur nach vorangegangener Ausschaltung. Es ist eine Pause von ca. 50 ms erforderlich, um bei Drehstrom den Phasenschluss über den Lichtbogen und bei Kondensatormotoren von ca. 300 ms den Stromstoss beim Umpolen des Kondensators zu vermeiden.	Innerhalb der Relaisdaten ab Serie 55 möglich. Rücksprache erforderlich. Aus der Motorleistungsangabe in kW errechnet sich der zu schaltende Motorstrom I zu $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$ mit $U = 400 \text{ V}$ (Drehstrom). Der Einschaltstrom kann das 6-fache des Nennstromes betragen. *
AC 4	AC/3 ~	Anlassen von Käfigläufermotoren. Tippen. Gegenstrombremsen. Reversieren.	Nicht möglich. Beim Reversieren entsteht ein Phasenschluss über dem Lichtbogen.
DC 1	DC/ =	Ohmsche Last. Nichtinduktive oder nur schwach induktive Last.	Innerhalb der Relaisdaten. Siehe: Gleichstromschaltvermögen DC1. **
AC 14	AC/1 ~	Steuern elektromagnetischer Last (< als 72 VA), Hilfsstromschalter, Leistungsschütze, Magnetventile und Elektromagnete.	Innerhalb der Relaisdaten. Ca. 6-facher Einschaltstrom. *
AC 15	AC/1 ~	Steuern elektromagnetischer Last (> als 72 VA), Hilfsstromschalter, Leistungsschütze, Magnetventile und Elektromagnete.	Innerhalb der Relaisdaten. Ca. 10-facher Einschaltstrom. *
DC 13	DC/ =	Steuern von Hilfsstromschalter, Leistungsschütze, Magnetventile und Elektromagnete.	Innerhalb der Relaisdaten. Einschaltstrom ≤ Nennstrom. Abschaltspannungsspitze ca. 15 - fache Nennspannung. Wenn die Spule mit einer Freilaufdiode beschaltet ist, gelten die gleichen Werte wie bei DC1. Siehe: Gleichstromschaltvermögen DC1. **

* Bei AC verdoppelt sich bei Parallelschaltung der Kontakte die Lebensdauer.

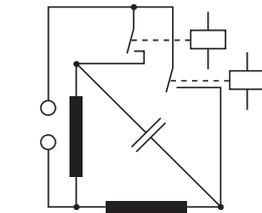
** Durch die Reihenschaltung von 2 Kontakten kann der DC-Schaltstrom bei gleicher Spannung verdoppelt werden.

Kondensatormotoren

Bei Kondensatormotoren im 230V AC-Netz ist der Einschaltstrom etwa 120 % des Nennstromes. Zu beachten ist jedoch der Strom, der sich beim direkten Reversieren der Drehrichtung ergibt. Wie aus dem ersten Schaltbild zu entnehmen ist, wird über dem Lichtbogen, der beim Öffnen des Kontaktes entsteht, der Kondensator umgeladen. Die hierbei zu messenden Spitzenströme sind bei 50 W-Rohrmotoren bis 250 A und bei 500 W-Motoren bis 900 A. Dies führt unweigerlich zum Verschweissen der Kontakte. Die Drehrichtungsumkehr der Motoren darf deshalb nur mit zwei Relais, wie im folgenden Schaltbild dargestellt, erfolgen, wobei in der Ansteuerung zu den Relais eine stromlose Pause von ca. 300 ms vorzugeben ist. Die stromlose Pause erzeugt man durch die zeitverzögerte Ansteuerung aus dem Microprozessor etc. oder Vorschalten eines NTC-Widerstandes in Serie zu jeder Relaispule. **Eine gegenseitige Verriegelung der Relaispulen erzeugt keine Zeitverzögerung!** Die Wahl eines verschweissenfesteren Kontaktmaterials anstatt einer Verzögerungszeit kann man die Neigung zum Verschweissen reduzieren aber nicht ausschliessen.



Reversieren eines Wechselstrom-Motor
Falsch:
Da stromlose Pause zwischen dem Umschalten der Relais < 10 ms. Umschaltstrom einige 100 A durch Umpolen des Kondensators



Reversieren eines Wechselstrom-Motor
Richtig:
Stromlose Pause zwischen der Ansteuerung der Relais >300 ms. Kondensatorladungen entladen sich über die Motorwicklung

Drehstromlasten: Grössere Drehstromlasten werden vorzugsweise mit Schützen nach EN 60947-4-1, VDE 0660 Teil 102 – Elektromechanische Schütze und Motorstarter – geschaltet. Schütze sind ähnliche Schaltgeräte wie Relais, bilden jedoch eine durch andere Normen beschriebene eigene Familie, da

- sie normalerweise verschiedene Phasen gleichzeitig schalten,
- sie normalerweise ein grösseres Bauvolumen haben,
- sie meist direkt mit Netzwechselspannung erregt werden,
- sie eine spezielle Bauweise mit im allgemein doppelt unterbrechenden Öffnern und Schliessern aufweisen,
- sie unter Kurzschlussbedingungen einsetzbar sind.

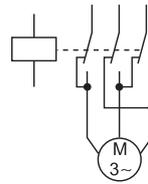
Dennoch gibt es Überschneidungen zwischen Relais und Schützen im Hinblick auf Baugrösse, Schalteigenschaften und Anwendungen.

Beim Schalten von Drehstrom mit Relais ist zu beachten:

- Die Isolationskoordination, d.h. die Spannungsfestigkeit und der Verschmutzungsgrad zwischen den Kontakten entsprechend der Überspannungskategorie.
- Die Festigkeit des Relais gegen die Anziehungskräfte von Lichtbögen unterschiedlicher Phasenlage. (Die Lichtbögen verhalten sich wie stromdurchflossene Leiter, die sich je nach Polarität abstossen oder anziehen. Bei Relais mit 3 mm Öffnungsweg ist der Effekt des Überschlages zwischen den Kontaktkreisen verstärkt, da die magnetischen Kräfte des Lichtbogens sich bei längerem Lichtbogen vergrössern).

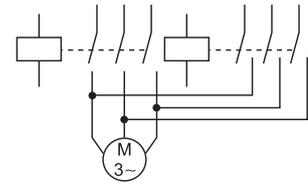
Drehstrommotoren

Drehstrommotoren werden üblicherweise mit einem 3-poligen Relais geschaltet, bei dem zwischen den Kontaktsätzen ein ausreichende Trennung z.B. durch Trennsteg oder Kammern gegeben ist. Aus Platzgründen, Anordnung der Leiterbahnen, Anordnung der Relais oder um für Wechselstrom- und Drehstrommotorenanwendung nur eine Leiterplatte zu haben, die je nach Anwendungsfall mit 1 oder 3 Relais bestückt werden, werden häufig Drehstrommotoren auch mit 3 einzelnen 1-poligen Relais geschaltet. Die bei einzelnen Relais auftretende geringe Zeitdifferenz von ca. 1 ms beim Zuschalten oder Abschalten hat keine praktische Bedeutung. Relais schalten im Vergleich zu grösseren Schaltgeräten sehr schnell. Bei einer direkten Drehrichtungsumschaltung mit oder ohne gegenseitige "Verriegelung" könnte beim abschaltenden Relais der Lichtbogen noch nicht gelöscht sein, während beim zuschaltenden Relais bereits die, die Drehrichtungumkehrende-Phasen anliegen. Dies führt zu einem Phasenschluss über den Lichtbogen, was einem Kurzschluss zwischen den Phasen gleichkommt. Die Drehrichtungsumkehr der Motoren darf deshalb nur mit zwei Relais, wie im folgenden Schaltbild dargestellt, erfolgen, wobei in der Ansteuerung zu den Relais eine stromlose Pause von ca. 50 ms vorzugeben ist. Die stromlose Pause erzeugt man durch die zeitverzögerte Ansteuerung aus dem Microprozessor etc. oder Vorschalten eines NTC-Widerstandes in Serie zu jeder Relaispule. **Eine gegenseitige Verriegelung der Relaispulen erzeugt keine Zeitverzögerung!** Durch die Wahl eines verschweissenfesteren Kontaktmaterials anstatt einer Verzögerungszeit kann man die Neigung zum Verschweissen reduzieren aber nicht ausschliessen.



Reversieren eines Drehstrom-Motor

Falsch:
Phasenschluss über den Lichtbogen da Umschaltzeit <10 ms Kontakte der Umkehrdrehrichtung schliessen, **bevor** der Lichtbogen an den sich öffnenden Kontakten gelöscht ist.



Reversieren eines Drehstrom-Motor

Richtig:
Stromlose Pause zwischen der Ansteuerung der Relais >50 ms. Kontakte der Umkehrdrehrichtung schliessen, **nachdem** der Lichtbogen an den sich öffnenden Kontakten gelöscht ist.

Tabelle 2: 3-phasigen Motorlasten im AC3-Betrieb bei 400 V

Serie	PM		Zulässiger Verschmutzungsgrad	Bemessungsschoss-Spannung
	kW	PS/hp		
55.34, 55.14	0,25	0,33	2	2.500
55.33, 55.13	0,37	0,50	2	2.500
56.34, 56.44	0,80	1,10	2	3.600
60.13, 60.63,	0,80	1,10	2	3.600
62.23, 62.33, 62.83	1,50	2,00	3	4.000

Anmerkungen:

1. Im AC3-Betrieb (Anlassen, Ausschalten) ist eine Motorrichtungsumkehr (Reversierbetrieb) nur zulässig, wenn zwischen den beiden Drehrichtungen eine Pause von > 50 ms sichergestellt ist. Max. Schalthäufigkeit: 6 Schaltungen pro min.
2. AC4-Betrieb (Anlassen, Gegenstrombremsen, Reversieren und Tippen) ist mit Relais wie auch bei kleinen Schützen nicht zulässig. Beim direkten Reversieren würde ein Phasenschluss über dem Lichtbogen beim Umschalten entstehen, welcher zum Kurzschluss innerhalb des Relais bzw. dem Schütz führt.

Schalten unterschiedlicher Spannungen in einem Relais: Das Schalten unterschiedlicher Spannungen in einem Relais z.B. 230 V AC über einen Kontakt und 24 V DC über einen benachbarten Kontakt ist zulässig. Es ist jedoch zu beachten, dass die Schaltlichtbögen, die beim Öffnen der Kontakte entstehen, sich wie stromdurchflossene Leiter anziehen. Aus diesem Grunde sollte das Produkt der beiden Ströme (also $I_1 \times I_2$) nicht grösser als 16 A². Bei grösseren Strömen empfiehlt es sich einen Kontaktplatz zwischen den Kontakten unterschiedlichen Potentials frei zu lassen.

Elektrische Lebensdauer: Die elektrische Lebensdauer wird bei max. Umgebungstemperatur mit dem Produkt aus max. Kontaktdauerstrom und Kontaktnennspannung an AC oder DC-Relais an allen Schliessern eines Relais mit Standardkontaktwerkstoff ermittelt, wobei die Öffner unbelastet bleiben und an allen Öffnern, wobei die Schliessern unbelastet bleiben. (Bei Relais mit mehreren Wechslern schalten alle Kontakte Ströme gleicher Phase).

Die Schaltbedingungen sind, sofern bei einer Relaisserie nicht ausdrücklich anders angegeben, bei:

- Monostabilen Relais Spule und Kontakte mit 900 Schaltspiele/h, 50 % ED (bei Relais mit einem Nennstrom > 16 A und bei Typ 45.91 und 43.61 mit 900 Schaltspiele/h, 25 % ED)
- Stromstoss-Relais (bistabil) Spule 900 Schaltspiele/h, Kontakte 450 Schaltspiele/h, 25 % ED

Elektrische Lebensdauer bei AC in den „F-Diagrammen“: Die Kurve „Widerstandslast – $\cos \varphi = 1$ “ beschreibt die Lebensdauererwartung in Abhängigkeit vom Kontaktstrom bei Widerstandslast AC1. Die Kurve ist als B₁₀-Wert zu verstehen. Siehe Zuverlässigkeitsangaben.

Die Schaltversuche, auf denen die Kurve „Widerstandslast – $\cos \varphi = 1$ “ beruhen, wurden bei 250 V AC durchgeführt. Die Kurve kann darüber hinaus für alle Nennspannungen von 110 V AC bis 440 V AC (bis zu der max. zulässigen Nennschaltspannung einschliesslich der üblichen Toleranzen) als repräsentativ angesehen werden.

Bei kleineren Spannungen steigt die Lebensdauererwartung deutlich mit abnehmender Spannung. Als Faustformel gilt, dass die für den Strom gefundene Lebensdauerangabe mit dem Faktor $250/2U_N$ zu multiplizieren ist. Beispiel: Werden bei 8 A in dem F-Diagramm 400.000 Schaltspiele ermittelt, so ergeben sich bei 24 V AC ca. 2.000.000 Schaltspiele.

Die Kurve „Induktive Belastung – $\cos \varphi = 0,4$ “ beschreibt die Lebensdauererwartung in Abhängigkeit vom Kontaktstrom bei einem $\cos \varphi = 0,4$, wobei der Einschaltstrom und der Ausschaltstrom gleich gross ist. Derartige Kontaktlasten gibt es in der Praxis nicht, da induktive Wechselstromlasten einen deutlich höheren Einschaltstrom (bis zum 10-fachen des Ausschaltstroms) haben. Die Kurve ist damit nicht repräsentativ zur Abschätzung der Lebensdauererwartung sondern als Vergleichswert anzusehen. Darüber hinaus ist zu beachten, dass der für jede Relais-Serie max. zulässige Einschaltstrom nicht überschritten wird, da andernfalls die Gefahr besteht, dass die Kontakte verschweissen. (Ein 1.000 VA-Ventil hat bei 230 V AC einen Nennstrom von ca. 4,3 A und einen Einschaltstrom von ca. 40 A, der bei einem 10 A-Relais zum Kontaktverschweissen führen kann).

Kontaktlastkategorie: Die Wirksamkeit mit der ein Relaiskontakt einen elektrischen Kreis schaltet, ist von vielen Faktoren wie der Einfluss der Umgebungsbedingungen, das Kontaktmaterial, die konstruktive Auslegung des Relais, der Art und der Höhe der Kontaktbelastung usw. abhängig. Um ein zuverlässiges Arbeiten der Relais zu erreichen, wurden Kontaktlastkategorie (CC 0, CC 1 und CC 2) definiert und einem Relais typ zugeordnet, die jeweils einen Kontaktlastbereich abdecken.

CC 0 Gekennzeichnet durch Schaltspannung von < 30 mV und einen Schaltstrom < 10 mA

CC 1 Kleinlast ohne Lichtbogenbildung oder Lichtbögen bis zu 1 ms

CC 2 Starklast bei der Lichtbogenbildung auftreten kann

Die Finder-Relais-Serien sind in der Standardkontakt-Materialausführung in die **Kontaktklasse CC 2** eingeordnet. Die Serie 30 entspricht der **Kontaktklasse CC 1**.

Kontaktwiderstand: Der Kontaktwiderstand ist eine stochastische Grösse, die nicht reproduzierbar gemessen werden kann. Für die Zuverlässigkeit eines Relais ist der Kontaktwiderstand in den meisten Anwendungsfällen ohne Bedeutung. Ein typischer Kontaktwiderstand bei 5 V/100 mA ist 50 mΩ. Der Kontaktwiderstand eines Relais wird entsprechend der Kontaktlastkategorie nach DIN EN 61810-7 an den äusseren Anschlüssen mit einer Prüfspannung am offenen Kontakt und einem Prüfstrom über den geschlossenen Kontakt gemessen.

Tabelle 3: Kontaktwiderstandsmessung nach DIN EN 61810-7

Kontaktlastkategorie (Application category)	Spannung am offenen Kontakt	Strom am geschlossenen Kontakt
CC 0	≤ 30 mV	≤ 10 mA
CC 1	≤ 10 V	≤ 100 mA
CC 2	≤ 30 V	≤ 1.000 mA

Tabelle 4: Kontaktmaterial

Das Standardkontaktmaterial ist in den Spalten des jeweiligen Relais-Typs aufgeführt. Weitere lieferbare Kontaktmaterialien sind in dem Bereich „Bestellbezeichnung“ angegeben.

Material	Eigenschaften / Aufbau	Typische Anwendung*
AgNi + Au	<ul style="list-style-type: none"> Silbernickelkontakt mit einer galvanisch aufgetragenen Hartvergoldung mit einer typischen Dicke von 5 µm. Gold ist weitgehend unempfindlich gegenüber Industriemilieu. Im Bereich kleiner Schaltleistungen ergeben sich geringere und konstantere Kontaktwiderstände als bei anderen Kontaktwerkstoffen <p>Anmerkung: Die 5 µm Hartvergoldung darf nicht mit einer Hauchvergoldung von bis zu 0,2 µm Schichtdicke verwechselt werden. Die Hauchvergoldung stellt einen Lagerschutz dar, ergibt aber keine Funktionsverbesserung.</p>	<p>Mehrbereichskontakt</p> <ol style="list-style-type: none"> Kleinlastbereich bei dem sich die Goldschicht nur in geringem Masse abträgt. 50 mW (5 V/2 mA) bis 1,5 W /24 V (Widerstandslast) Mittlerer Lastbereich bei dem nach wenigen Schaltspielen die Hartvergoldung abgetragen ist und die Eigenschaften des Kontaktbasismaterials AgNi wirksam werden <p>In Anwendungen, in denen nicht vorhersehbar ist, ob kleine oder mittlere Lasten geschaltet werden. Zum Schalten kleinerer Lasten bis herunter zu 1 mW (0,1 V/1 mA), wie z.B. Messwerte, Sollwerte oder Analogwerte wird die Parallelschaltung von zwei hartvergoldeten Kontakten empfohlen.</p>
AgNi	<ul style="list-style-type: none"> Silbernickelkontakt Standardkontaktmaterial bei einer Vielzahl von Relais – Schaltaufgaben Hohe Abbrandfestigkeit Geringe Schweißneigung 	Widerstandslasten und schwach induktive Lasten bei Dauer- und Abschaltströmen bis 12 A und Einschaltströmen bis 25 A
AgCdO	<ul style="list-style-type: none"> Silbercadmiumkontakt Hohe Abbrandfestigkeit bei höheren AC-Schaltleistungen Das eingelagerte CdO bewirkt eine geringere Schweißneigung im Vergleich zu AgNi 	Induktive AC – Lasten bei Dauer- und Abschaltströmen bis 30 A und Einschaltströmen bis 50 A
AgSnO ₂	<ul style="list-style-type: none"> Silberzinnoxidkontakt Das eingelagerte SnO₂ bewirkt eine geringere Schweißneigung im Vergleich zu AgCdO Geringe Materialwanderung bei Gleichstromlasten 	Schaltkreise mit hohen Einschaltströme bis 120 A/5ms. Lampen, elektronische Vorschaltgeräte, DC – Lasten um eine geringere Materialwanderung zu erreichen

* bei den angegebenen Strömen sind die max. zulässigen Werte des jeweiligen Relais-Typs zu beachten.

Spule und Ansteuerung

Nennspannung: Die Spulennennspannung ist der Wert der Nennspannung des Versorgungsnetzes, für den das Relais entwickelt und dimensioniert wurde.

Bemessungsleistung – Bemessungsleistung des Eingangskreises: Die Leistung der Spule eines Relais bei dem die Spulentemperatur gleich der Umgebungstemperatur (23 °C) ist. Diese Leistung ist nur unmittelbar nach dem Zuschalten der Spannung zu ermitteln. Die Bemessungsleistung ist das Produkt aus Nennspannung und Spulenstrom. Bei AC – Relais muss der Anker geschlossen sein.

Arbeitsbereich der Spulenspannung – Arbeitsbereich der Eingangsspannung: Ist der Bereich der Eingangsspannung, in dem das Relais in dem gesamten Bereich seiner Klasse bei der zulässigen Umgebungstemperatur die Anforderungen erfüllt.

- Klasse 1: 80 % bis 110 % der Bemessungsspannung
- Klasse 2: 85 % bis 110 % der Bemessungsspannung

Bei Eingangsspannungen ausserhalb der Arbeitsbereichsklassen geben die bei den meisten Relais angeführten Diagramme "R Relais typ" Auskunft über den zulässigen Betriebsspannungsbereich.

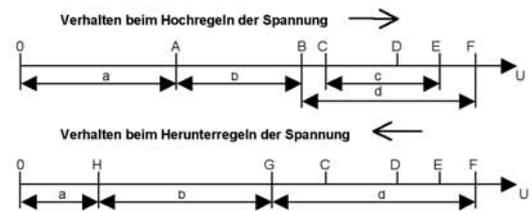
Nichtansprechspannung: Der Wert der Eingangsspannung, bei dem ein Relais noch nicht anspricht. Dieser Wert ist höher als die Rückfallspannung. Er wird nicht spezifiziert.

Ansprechspannung: Der Wert der Spannung bei dem ein Relais anspricht. Der Wert der Eingangsspannung, der bereit gestellt werden muss, damit die Relais ansprechen.

Max. zulässige Eingangsspannung: Der Wert der Eingangsspannung bei dem ein Relais im Dauerbetrieb die max. zulässige Grenztemperatur nicht überschreitet. Die max. zulässige Eingangsspannung ist abhängig von der Umgebungstemperatur und der Einschaltdauer; sie ist nicht identisch mit der oberen Grenze des Arbeitsbereiches. (Sehen Sie hierzu die R-Diagramme)

Haltespannung: Der Wert der Eingangsspannung, bei dem ein monostabiles Relais noch nicht rückt. Der Wert der Eingangsspannung, der bereit gestellt werden muss, damit die Relais noch nicht rückt.

Rückfallspannung: Der Wert der Eingangsspannung, bei dem ein monostabiles Relais rückt. Max. Wert der Eingangsspannung, der beim Abschalten des Relais nicht überschritten werden darf, damit die Relais sicher rückt.



- A = Nichtansprechspannung
 - B = Ansprechspannung
 - C = Untere Grenze des Arbeitsbereich
 - D = Nennspannung
 - E = Obere Grenze des Arbeitsbereich
 - F = Max. zulässige Eingangsspannung
 - G = Haltespannung
 - H = Rückfallspannung
- a = Relais in Ruhestellung
 - b = unbestimmte Funktion
 - c = Arbeitsbereich
 - d = Relais in Arbeitsstellung

Spulenstrom - Bemessungsstrom: Der Mittelwert des Spulenstromes in der Serie bei Nennspannung und bei 23 °C Spulentemperatur. Bei AC – Spulen bezieht sich der Spulenstrom auf 50 Hz.

Spulenwiderstand: Der Mittelwert des Spulenwiderstandes in der Serie bei 23 °C Spulentemperatur. Die Toleranz des Spulenwiderstandes ist ± 10 %.

Spulentemperatur: Die Temperaturerhöhung (ΔT) einer Spule errechnet sich nach untenstehender Formel. Bei der Temperaturmessung wird davon ausgegangen, dass

$$\Delta T = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (234,5 + t_1) - (t_2 - t_1)$$

das thermische Gleichgewicht dann erreicht ist, wenn die Temperatur sich innerhalb von 10 min um nicht mehr als 0,5 K ändert. Es gilt:

- mit R_1 = Spulenwiderstand zu Beginn der Messung
- R_2 = Spulenwiderstand am Ende der Messung
- t_1 = Umgebungstemperatur zu Beginn der Messung
- t_2 = Umgebungstemperatur am Ende der Messung

Monostabile Relais: Ein elektrisches Relais, das nach einem Wechsel der Schaltstellung aufgrund einer Erregung beim Abschalten der Erregung in seine ursprüngliche Schaltstellung zurückkehrt.

Bistabile Relais: Ein elektrisches Relais, das nach einem Wechsel der Schaltstellung aufgrund einer Erregung beim Abschalten der Erregung in seiner Schaltstellung verbleibt; zum Ändern der Schaltstellung ist ein weiterer geeigneter Erregungsvorgang nötig.

Stromstossrelais: Ein bistabiles Relais, bei dem das Relais nach Abschalten der Erregung in seiner Position mechanisch gehalten bleibt. Die Position der Kontakte ändert sich mit erneutem Zuschalten der Erregung.

Remanenzrelais: Ein bistabiles Relais, bei dem durch Remanenzkräfte, d. h. durch Kräfte des aufmagnetisierten, magnetischen Kreises, die Schaltstellung erhalten bleibt bis durch eine Entmagnetisierung das Relais rückfällt. Bei DC-Erregung erfolgt die Entmagnetisierung durch einen kleineren Strom entgegengesetzter Polarität. Bei AC-Erregung erfolgt die Magnetisierung durch einen über eine Diode erzeugten Gleichstrom und die Entmagnetisierung durch einen Wechselstrom kleinerer Amplitude.

Isolation und Sicherheit

Isolationskoordination nach EN 60664-1:2003: Isolationskoordination löst die Festlegung der Isolationseigenschaften nach den Isolationsgruppen z. B. mit der Angabe C 250 ab.

Die Erkenntnisse langjähriger wissenschaftlicher Grossversuche - mit dem Ziel den tatsächlichen Belastungen durch Spannungsspitzen Rechnung zu tragen und kleinere Abmessungen zu ermöglichen ohne die Sicherheit zu reduzieren - sind in der Vorschrift zur Isolationskoordination der EN 60664-1:2003 und in die Norm VDE 0110, eingeflossen. Massgeblich für die Anforderungen sind die Überspannungskategorie und der Verschmutzungsgrad.

- Überspannungskategorie ist ein Zahlenwert (I, II, III oder IV), der für einen Anwendungsbereich steht, in dem mit dem Auftreten transients Überspannungsspitzen oberhalb den in der Tabelle 5 aufgeführten Werten nicht zu rechnen ist oder in dem durch geeignete Massnahmen ein Überschreiten verhindert ist, da andernfalls die Isolation oder die elektronische Bauelemente zerstört werden könnten.
- Verschmutzungsgrad ist ein Zahlenwert, (1, 2, oder 3) der die zu erwartende Verschmutzung der Mikro-Umgebung (dem unmittelbar einwirkenden Umfeld) definiert. Siehe hierzu Tabelle 6.

In der Norm DIN EN 61810-1, VDE 0435 Teil 201 werden die grundlegenden sicherheitsgerichteten und funktionalen Anforderungen an Relais für den Einsatz in allen Bereichen der Elektrotechnik/Elektronik festgelegt wie:

- Allgemeine Industrieausrüstung
- Elektrische Anlagen
- Elektrische Maschinen
- Elektrische Geräte für den Hausgebrauch
- Büromaschinen
- Gebäudeautomation
- Einrichtungen und Automation
- Installationstechnik
- Medizintechnik
- Regel- und Steuergeräte
- Telekommunikation
- Fahrzeugtechnik
- Verkehrstechnik
- usw.

Ein Relais trennt oder verbindet unterschiedliche Stromkreise. Aus der Aufgabe des Relais, Stromkreise zu verbinden und zu trennen, ergeben sich die Anforderungen an die Isolation bei elektromechanischen Relais:

- Zwischen Spule und allen Kontakten, dem so genannten Kontaktsatz. Katalogangabe ist „Spannungsfestigkeit Spule/Kontakte“
- Zwischen den Wechslern (Schliessern, Öffnern) und zu weiteren Wechslern (Schliessern, Öffnern) innerhalb eines mehrpoligen Relais. Katalogangabe ist „Spannungsfestigkeit zwischen benachbarten Kontakten“
- Zwischen den geöffneten Kontakten (am Öffner oder am Schliesser). Katalogangabe ist „Spannungsfestigkeit am offenen Kontakt“ bei Überwachungs- und Mess-Relais ausserdem:
- Zwischen Versorgungskreis und Messkreis

Je nach Anwendung werden hierbei unterschiedliche Anforderungen an die Isolationseigenschaften gestellt. Die Werte sind abhängig von der Bemessungsspannung (der Spannung gegen den Neutral- oder Schutzleiter), der Überspannungskategorie und dem Verschmutzungsgrad. In den meisten Anwendungen sind Stromkreise mit einer Bemessungsspannung von 300 V gegen den Neutralleiter oder den Schutzleiter voneinander zu trennen, wobei je nach Überspannungskategorie I, II, III oder IV in den Anwendernormen unterschiedliche Werte für Isolationsanforderungen festgeschrieben werden.

Die Kenngrösse der Isolationseigenschaften eines Betriebsmittels setzt sich in Verbindung mit der zulässigen Betriebsspannung / Schaltspannung aus einem Wert für die Bemessungs-Stossspannung (zulässige Überspannungsspitzen) und einem Zahlenwert für den berücksichtigten Verschmutzungsgrad zusammen.

Tabelle 5: Bemessungs-Stossspannungen

Nennspannung des Versorgungssystems (Netz) nach IEC 600038		Leiter gegen Neutralleiter. Spannung, abgeleitet von den Nennwechsel- oder Nenngleichspannungen bis einschliesslich	Bemessungs-Stossspannungen			
			V			
V		V	Überspannungskategorie			
dreiphasig	einphasig		I	II	III	IV
	120 bis 240	150	800	1500	2500	4000
230/400*		250*	1200*	2200*	3600*	5500*
230/400						
277/480		300	1500	2500	4000	6000

*für bestehende Konstruktionen gelten die interpolierten Werte.

Tabelle 6: Definition der Verschmutzungsgrade

Verschmutzungsgrad*	Umittelbare Umgebungsbedingungen
1	Es tritt keine oder nur trockene, nicht leitfähige Verschmutzung auf. Die Verschmutzung hat keinen Einfluss.
2	Im Normalfall tritt nur nichtleitfähige Verschmutzung auf. Gelegentlich ist jedoch eine vorübergehender Leitfähigkeit kurzer Dauer durch Betauung zu erwarten, wenn das Gerät ausser Betrieb ist.
3	Es tritt leitfähige Verschmutzung auf oder trockene, nicht leitfähige Verschmutzung, die leitfähig wird, da Betauung zu erwarten ist.

* Unter Beachtung der Normen für Geräte ergibt es sich, dass die Verschmutzungsgrade 2 und 3 von Bedeutung sind. So ist z.B. in der EN 50178 (Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln) festgelegt, dass im Normalfall der Verschmutzungsgrad 2 zugrunde zulegen ist.

Spannungsfestigkeit: Die Spannungsfestigkeit der verschiedenen möglichen Stromkreise innerhalb eines Relais kann man mit Werten der Wechselspannung oder mit Werten der Stossspannung ausdrücken. Der Zusammenhang zwischen der Wechselspannung und der Stossspannung ist in EN 60664-1:2003 im Anhang A zu entnehmen.

Tabelle 7: Zusammenhang zwischen Prüfwechselspannung und Prüfpuls-spannung (1,2/50 µs)

Spannungsfestigkeit im inhomogenen Feld			
Typprüfung		Stückprüfung	
Prüfwechselspannung (AC) (1 min)	Prüfpuls-spannung (1,2/50 µs)	Prüfpuls-spannung (1,2/50 µs)	Prüfwechselspannung (AC) (1 s)
1,00 kV	1.850 V	1.500 V	0,81 kV
1,50 kV	2.760 V	2.500 V	1,36 kV
2,00 kV	3.670 V	3.600 V	1,96 kV
2,50 kV	4.600 V	4.000 V	2,17 kV
4,00 kV	7.360 V	6.000 V	3,26 kV

- Stückprüfung

In der 100 % - Ausgangsstückprüfung erfolgt die Prüfung an einer 50 Hz - Wechselspannung zwischen allen Kontakten und der Spule, zwischen den Kontakten und zwischen den geöffneten Kontakten. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn der Strom unter 3 mA liegt.

- Typprüfung

Die Typprüfung erfolgt sowohl mit der Prüfwechselspannung als auch mit der Prüfpuls-spannung.

Spannungsfestigkeit am geöffneten Kontakt: Die Spannungsfestigkeit zwischen den geöffneten Kontakten liegt weit oberhalb der max. Schaltspannung. Sie ist physikalisch bedingt und wird im wesentlichen durch den Kontaktabstand bestimmt. In dem ungünstigen Fall des inhomogenen elektrischen Feldes ist die Spannungsfestigkeit gegen Stossspannungen (1,2/50 µs) nach DIN VDE 0110 Teil 1 und der EN 60664-1 Anhang A Table A.1 bei einem Kontaktabstand von 0,3 mm 1.310 V, bei 0,4 mm 1.440 V, bei 0,5 mm 1.550 V.

Isolationsgruppe: Die Festlegung der Isolationseigenschaften nach der Isolationskoordination löst die Festlegung der Isolationseigenschaften nach den Isolationsgruppen z. B. mit der Angabe C 250 ab.

SELV, Sicherheitskleinspannung: Eine Spannung bei der ein definierter Wert zwischen den Leitern sowie zwischen den Leitern und Erde nicht überschritten wird. Wird SELV dem Netz entnommen, muss dies über einen Sicherheitstransformator erfolgen, dessen Isolierung der doppelten oder verstärkten Isolierung entspricht. Anmerkung: Die Höhe der Kleinspannung wird in den Anwender-Vorschriften unterschiedlich definiert.

PELV: Geerdeter Stromkreis der mit SELV betrieben wird, der von anderen Stromkreisen durch Basisisolierung mit Schutzschirmung oder doppelter Isolierung oder verstärkte Isolierung getrennt ist

Sichere Trennung / Doppelte oder verstärkte Isolierung bei Relaissteuerungen

Die Grundanforderungen für Sichere Trennung in elektrischen Betriebsmitteln ist in der Vorschrift DIN VDE 0106 vorgegeben. Die Ausgestaltung der Sicheren Trennung / Doppelten Isolierung für die Endgeräte ist in den jeweiligen Gerätevorschriften beschrieben und unterscheidet sich je nach Anforderungen an die Endgeräte. So unterscheiden sich die geforderten Luft- und Kriechstrecken und die Leiterführung in einem Steuerschrank bzw. auf der Leiterplatte.

- EN 50178, VDE 0160 Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln
- EN 60335, VDE 0700 Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke
- EN 60730, VDE 0631 Automatische elektrische Regel- und Steuergeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen

Die Sichere Trennung ist eine Massnahme zum Schutz gegen gefährliche Körperströme. In den Vorschriften zur Sicheren Trennung wird festgelegt, welche Bedingungen erfüllt werden müssen, wenn innerhalb eines Gerätes Kleinspannungsstromkreise (<50 V AC oder <120 V DC) der Sicherheitskleinspannung SELV, Schutzkleinspannung PELV, oder Funktionskleinspannung FELV mit Stromkreisen zusammentreffen, die nach anderen Schutzmassnahmen wie z. B. Schutzklasse I, (mit Schutzleiteranschluss) ausgelegt sind. Ziel der Sicheren Trennung ist es hierbei, einen über die Basisisolation hinausgehenden Schutz zu gewährleisten. Dies ist erforderlich da

- In den Fällen, in denen eine Kleinspannung vorgeschrieben ist, eine erhöhte Gefährdung durch höhere Spannungen gegeben ist.
- Bei Geräten mit Kleinspannungen der Umgang weniger sorgfältig gegenüber den Gefahren des elektrischen Stromes ist.
- Mit der zunehmenden Integration der Informationstechnik in Automatisierungsanlagen statistisch die Wahrscheinlichkeit wächst, dass durch Umwelteinflüsse oder mechanisches Versagen höhere Spannungen mit der Kleinspannung in Verbindung kommen und dadurch Menschen, Tiere und Equipment gefährdet werden.

Üblicherweise sind die leitfähigen elektrischen Teile durch eine Basisisolation gegen Berührung geschützt und von anderen Stromkreisen getrennt. Bei der Sicheren Trennung ist darüber hinaus sichergestellt, dass unter den zu erwartenden Betriebsbedingungen der Übertritt der Spannung eines Stromkreises in einen anderen mit hinreichender Sicherheit verhindert ist.

Betrachtet man den häufigen Fall bei einer Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln nach EN 50178, dass innerhalb eines Relais eine Kleinspannung und die Netzspannung von 230 V auftreten, so müssen für das Relais selbst, die Anschlüsse und die Verlegung der Zuleitungen folgende Anforderungen erfüllt sein.

- Die Kleinspannung und die 230 V müssen durch Doppelte oder Verstärkte Isolation getrennt sein. D. h., dass zwischen den beiden Stromkreisen eine Bemessung-Stossspannungsfestigkeit von 6 kV(1,2/50 µs), eine Luftstrecke von 5,5 mm und in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad 2 oder 3 die Kriechstrecke 5 oder 8 mm sein muss. Bei Verwendung höherwertiger Isolierstoffe dürfen die Kriechstrecken theoretisch auf 2,5 oder 6,4 mm reduziert werden. Die minimale Kriechstrecke kann aber nicht kleiner sein als die minimal geforderte Luftstrecke von 5,5 mm. (Dem Verschmutzungsgrad 2 zugeordnet sind offene ungeschützte Isolierungen in Wohn-, Verkaufs- und sonstigen geschäftlichen Räumen, zum Verschmutzungsgrad 3 rechnet man offene ungeschützte Isolierungen in Räumen von industriellen, gewerblichen und landwirtschaftlichen Betrieben. Im Bereich des Verschmutzungsgrades 3 tritt eine leitfähige Verschmutzung auf oder eine trockene, nichtleitfähige Verschmutzung, die leitfähig wird, da Betauung zu erwarten ist).
- In dem Relais müssen die Stromkreise sicher so von einander getrennt sein, dass durch ein z.B. abgebrochenes Metallteil nicht die Anforderung an die Basisisolation unterschritten wird. Dies erfolgt durch Abschottung oder durch Anordnung der unterschiedlichen Spannungen in isolierten Kammern innerhalb des Relais. Dies ist bei den Relais gegeben, die für die „Sichere Trennung“ ausgewiesen sind.
- Die Zuleitungen zum Relais müssen zum Zwecke der sicheren Trennung gegeneinander die doppelte oder verstärkte Isolierung oder eine Schutzschirmung aufweisen. Sie sollten vorzugsweise räumlich getrennt voneinander verlegt werden. Dies erfolgt üblicherweise in getrennten Kabelkanälen, da die Spulen- und Kontaktanschlüsse der Schraubfassungen an gegenüberliegenden Seiten angeordnet sind.

- Bei Relais auf Leiterplatten ist darüber hinaus zu beachten, dass beim Einsatz im Bereich des Verschmutzungsgrades 3 eine an das Schutzleitersystem zu führende Abschirmung zwischen dem Bereich auf der Leiterplatte mit der Kleinspannung und dem Bereich der anderen Spannungen anzuordnen ist. Dies mag etwas kompliziert klingen. Praktisch braucht jedoch der Anwender, bei den von der Industrie für die Sichere Trennung angebotenen Relais, nur noch die beiden letzten Punkte beachten.

Tabelle 8: Anforderung an die Sichere Trennung

Netzspannung gegen Null	Überspannungskategorie				Verschmutzungsgrad	
	II (hinter Transformator)		III (an Netzspannung)		2	3
	LS	ST	LS	ST	KS	KS
250 V AC	mm	V	mm	V	mm	mm
	3	4.000	5,5	6.000	2 x 2,5	2 x 4

- LS Luftstrecke
- KS Kriechstrecke, bei höherwertigen Isolierstoffen sind kleinere KS zulässig, wobei KS nicht kleiner als die LS sein kann,
- ST Stehstoss-Spannung (1,2/50) µs
- Beispiel 1: Ein Relais an Netzspannung (Überspannungskategorie III) und Verschmutzungsgrad 2 erfordert eine Stehstoss-Spannung von 6.000 V (ca. 1,6 x 4.000 V aus Tabelle 5), eine LS von 5,5 mm und eine KS von 5 mm, mindestens aber so gross wie die LS also 5,5 mm
- Beispiel 2: Ein Relais an Netzspannung (Überspannungskategorie III) und Verschmutzungsgrad 3 erfordert eine Stehstoss-Spannung von 6.000 V (ca. 1,6 x 4.000 V aus Tabelle 5), eine LS von 5,5 mm und eine KS von 8 mm. Die KS von 8 mm kann bei Verwendung von Isolierstoffen der Isolierstoffklasse I auf 2 x 3,2 mm und bei der Isolierstoffklasse II auf 2 x 3,6 mm reduziert werden. Auf der Leiterplatte müssen bei Verschmutzungsgrad 3 die KS durch eine Leiterbahn als Schutzschirm getrennt sein.

Allgemeine technische Daten

Schaltspiel: Ansprechen und nachfolgendes Rückfallen eines Relais.

Taktzeit: Umfasst die Zeit eines Schaltspiels in dem das Relais eingeschaltet ist und die nicht erregte Pause. Die Taktzeit umfasst ein Schaltspiel.

Relative Einschaltdauer: Verhältnis der Erregungsdauer zur gesamten Periodendauer (Taktzeit) über ein vorgegebenes Zeitintervall. Die Einschaltdauer darf als Prozentzahl (z.B. 50 % ED) angegeben werden.

Dauerbetrieb: Betriebsweise, bei der das Relais mindestens so lange erregt wird, bis es sich im thermischen Gleichgewicht befindet. Dies entspricht 100 % ED.

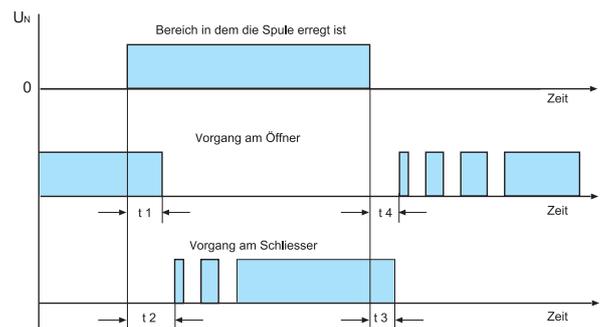
Mechanische Lebensdauer: Anzahl der Schaltspiele bis zum Ausfall bei unbelastetem (en) Kontaktkreis (en). Obwohl dieser Test ohne eine Kontaktbelastung erfolgt, ergibt er einen Hinweis auf die elektrische Lebensdauer bei sehr kleinen Kontaktbelastungen. Der Test wird ausgeführt bei einer Schaltfrequenz von 8 Hz.

Elektrische Lebensdauer: Siehe Kontakte und Schalten.

Ansprechzeit: Bei einem Relais in Ruhestellung die Dauer zwischen dem Anlegen der Eingangsnennspannung bis zum Öffnen des letzten Öffners bzw. dem Schliessen des letzten Schliessers eines Relais (ohne Berücksichtigung des Prellens).

Rückfallzeit: Bei einem Relais in Arbeitsstellung die Dauer zwischen dem Abschalten der Eingangsnennspannung bis zum Schliessen des letzten Öffners bzw. dem Öffnen des letzten Schliessers eines Relais (ohne Berücksichtigung des Prellens).

Anmerkung: Bei Spulenbeschaltung, insbesondere mit einer Freilaufdiode, verlängert sich die Rückfallzeit.



- t1 = Zeitdauer bis der Öffner öffnet
- t2 = Zeitdauer bis der Schliesser schliesst (Ansprechzeit: der grössere Wert von t1 oder t2)
- t3 = Zeitdauer bis der Schliesser öffnet
- t4 = Zeitdauer bis der Öffner schliesst (Rückfallzeit der grössere Wert von t3 oder t4)

Prellzeit: Die Zeitdauer beim Schliessen eines Stromkreises, durch einen Schliesser oder Öffner, vom ersten Schliessen bis zum entgültigen Schliessen. Das Prellen beim Öffnen eines Stromkreises der Schalt-Relais ist bei den üblichen Anwendungen zu vernachlässigen.

Spannungsfestigkeit zwischen den geöffneten Kontakten: Siehe Isolation und Sicherheit.

Umgebungstemperatur: Die Temperatur im unmittelbaren Umfeld des Relais bei nicht erregtem Eingangskreis und nicht bestromtem Ausgangskreis. Die Umgebungstemperatur des Relais kann von der Raumtemperatur abweichen. Durch die, die Temperatur überwachenden Thermostate (Serie 1T) und eine Belüftung, kann eine Überhitzung vermieden werden.

Schutzart: Unter Schutzart versteht man - unabhängig ob RTxx oder dem nachfolgenden IPxx - den Grad der Kapselung einer Einheit als Schutz gegen seine Umwelt.

Relaischutzart RT: Nach der EN 116000-3 und der IEC 61810-7 wird der Grad der Kapselung eines Relais als Schutz gegen die Umwelteinflüsse mit den RTxx Schutzart klassifiziert.

RT 0 (Unenclosed relay) umfasst offenen, also ungeschützte Relais.

RT I (Dust protection relay) steht für staubgeschützte Relais, deren bewegliche Teile geschützt sind.

RT II (Flux proof relay) bezeichnet Relais die flussmitteldicht sind, so dass die Funktion durch das Flussmittel nicht beeinträchtigt wird bzw. bei denen ein Eindringen des Flussmittels verhindert ist. Da der Produktionsprozess das Eindringen des Flussmittels beeinflussen kann ist ggf. der Prozess zu optimieren.

RT III (Wash tight relay) gilt für Relais, die geeignet sind für Lötverarbeitung mit nachfolgenden Waschverfahren zum Entfernen von Flussmittelrückständen. Flussmittel und Waschlösungen können nicht in das Relais eindringen.

RT IV (Sealed relay) Dieser Gruppe werden Relais zugeordnet, die so gut gekapselt sind, dass keine Umgebungsatmosphäre eindringen kann. Die Zeitkonstante der Feinleckrate nach IEC 60068-2.17 ist $> 2 \cdot 10^4$ s.

RT V (Hermetically sealed relay) In diese Gruppe fallen die Relais in die keine Umgebungsluft eindringen kann. Die Zeitkonstante der Feinleckrate nach IEC 60068-2.17 ist $> 2 \cdot 10^6$ s.

Schutzart IP: Die Schutzart wird angegeben nach EN 60629. Die erste Ziffer steht für den Grad des Berührungsschutz bzw. des Schutzes gegen das Eindringen von Fremdkörpern. Die zweite Ziffer steht für den Grad des Wasserschutzes. Bei den Relais beziehen sich die Werte auf den bestimmungsgemässen Einsatz in Relaisfassungen oder auf Leiterplatte. Bei Fassungen mit der Schutzart IP 20 ist die Fingersicherheit nach VDE 0106 Teil 100 gegeben.

IP 00 = Kein Schutz gegen Berühren, kein Schutz gegen das Eindringen von Wasser
IP 20 = Geschützt gegen Fremdkörper über 12 mm, kein Schutz gegen das Eindringen von Wasser

IP 40 = Geschützt gegen Fremdkörper über 1 mm, kein Schutz gegen das Eindringen von Wasser

IP 67 = Geschützt gegen das Eindringen von Staub, Schutz gegen das Eindringen von Wasser beim Untertauchen.

Vibrationsfestigkeit: Die max. Beschleunigung in g ($9,81 \text{ m/s}^2$) für den Frequenzbereich von (10...55) Hz und einer maximalen Amplitude von $\pm 1 \text{ mm}$, in der X-Achsen, ohne dass sich im erregten Zustand die Schliesser und im unerregten Zustand die Öffner für mehr als $10 \mu\text{s}$ öffnen. (Die X-Achse ist die Achse, die durch die Seite mit den Relaisanschlüssen geht. Die Vibrationsfestigkeit eines Relais im erregten Zustand ist allgemein höher als in unerregten Zustand. Die Vibrationsfestigkeit für anderer Achsen auf Anfrage.)

Schockfestigkeit: Die max. Beschleunigung in g ($9,81 \text{ m/s}^2$) für die Halbperiode einer Sinuswelle (11 ms) in der X-Achse, ohne dass sich die Kontakte für $> 10 \mu\text{s}$ öffnen. (Die X-Achse geht durch die Relaisanschlüsse, andere Achsen auf Anfrage.)

Montageabstand auf Leiterplatten: Der empfohlene Abstand auf Leiterplatten zu benachbarten Relais um die Funktion sicherzustellen. Die Wärmeabgabe anderer, auf der Leiterplatte befindlicher Bauelemente, ist durch entsprechende Abstand zu berücksichtigen.

Wärmeabgabe: Der typische Wert der Wärmeleistung, die ein erregtes Relais an seine Umgebung ohne Kontaktstrom oder bei Dauerstrom über alle Schliesser abgibt. Die Werte sind erforderlich zur Dimensionierung der Schaltschränke bzw. der Schaltschränkklimatisierung.

Drehmoment: Prüfdrehmoment der Schraubanschlüsse in Abhängigkeit vom Nenn Durchmesser des Gewindes nach EN 60999 sind bei: M2,5 (M2,6) – 0,4 Nm, bei M3 – 0,5 Nm, bei M3,5 – 0,8 Nm, bei M4 – 1,2 Nm. In dem Katalog ist das Prüfdrehmoment angegeben. Es ist zulässig diesen Wert um 20 % zu überschreiten.

 Geeignet für Kreuzkopf- und Flachkopfschraubendreher

Min. Anschlussquerschnitt: Der min. Anschlussquerschnitt ist $0,2 \text{ mm}^2$ flexibel.

Max. Anschlussquerschnitt: Der max. zulässige Anschlussquerschnitt bei eindrätigen und mehrdrätigen Leitungen ohne Aderendhülsen. Bei Verwendung von Endhülsen ist üblicherweise der nächst niedrigere Anschlussquerschnitt einsetzbar. $2,5 \text{ mm}^2$ anstatt 4 mm^2 , $1,5 \text{ mm}^2$ anstatt $2,5 \text{ mm}^2$, 1 mm^2 anstatt $1,5 \text{ mm}^2$.

Mehrleiteranschluss: Der Anschluss von zwei oder mehr Leitern an eine Klemme ist zulässig, da die Klemmen für diesen Zweck ausgelegt sind. EN 60204 / VDE 0113 Absatz 15.



Fahrstuhlklemmen / Käfigklemme: Klemmen bei denen die Drähte in einen „Käfig“ eingeführt werden. Der Draht wird fahrstuhlartig gegen ein Verbindungsstück gedrückt, das gleichzeitig als Drahtschutz wirkt. Geeignet zum Anschluss von einem oder mehreren Drähten, massiv oder mehrdrätig, mit oder ohne Aderendhülsen.



Zentralschraubenklemme: Klemme bei der die Drähte beidseitig zu einer Schraube gegen eine Scheibe gedrückt werden, die gleichzeitig als Drahtschutz wirkt. Geeignet zum Anschluss von einem oder zwei Drähten, massiv oder mehrdrätig, mit oder ohne Aderendhülsen und für Gabelanschlüsse.



Zugfederklemme: Schraubenlose Klemme, bei der eine verfederte Klemme mittels eines Werkzeug geöffnet und der danach eingeführte Draht durch die Federkraft kontaktiert wird. Geeignet zum Anschluss von einem Draht, massiv oder mehrdrätig, mit oder ohne Aderendhülsen.

Kabeldurchführung: Zulässiger Aussendurchmesser des zu verwendenden Kabels.

SSR / Halbleiter-Relais / Solid State Relais

SSR / Halbleiter-Relais: Bauelemente bei denen eine Last nicht mit einem Kontakt sondern mit einem Halbleiter geschaltet sind. Dadurch unterliegen diese Relais keinem Kontaktabbund und keiner Materialwanderung. Sie werden vorteilhaft eingesetzt bei hoher Schalthäufigkeit bei AC und insbesondere bei DC. Die Schaltung erfolgt bei DC über Transistoren und bei AC über Thyristoren. Bei Halbleiter-Relais ist die max. zulässige Sperrspannung im Eingangs- und Ausgangskreis zu beachten.

Opto-Koppler: Einem Optokoppler bezeichnet man bei Schaltgeräten ein Halbleiter-Relais bei dem der Eingang gegen den Ausgang galvanisch durch einen Optokoppler getrennt ist. Alle SSR / Halbleiter-Relais im Finder-Katalog sind mit einem Optokoppler aufgebaut.

Schaltlast-Spannungsbereich: Der Spannungsbereich inclusiv der üblichen Netztoleranzen für die das Halbleiter-Relais ausgelegt ist.

Minimaler Schaltstrom: Der minimale Strom am Ausgang der erforderlich ist, um den Halbleiterschalter sicher durchzusteuern.

Ansteuerstrom bei Optokopplern / Halbleiterrelais / SSR: Der Mittelwert des Stromes auf der Ansteuerseite bei Nennspannung und $23 \text{ }^\circ\text{C}$.

Elektronische Wirkstrom-Energiezähler

MID-Wirkstrom-Energiezähler nach der MID-Richtlinie 2004/22/EG erfüllen innerhalb der Europäischen Gemeinschaft und einigen EFTA-Staaten die Voraussetzungen, die an Geräte gestellt werden, deren Messergebnisse zur Erstellung einer Rechnung über die Wirkstrom-Energieentnahme an Dritte genutzt werden. Diese Wirkstrom-Energiezähler unterliegen der gesetzlichen messtechnischen Kontrolle durch eine akkreditierte „Benannte Stelle“ und sind bei positiv bestandener Prüfung durch das zusätzliche Metrologie-Kennzeichen identifizierbar. Das Metrologie-Kennzeichen besteht aus dem CE-Kennzeichen, gefolgt von einem M und den letzten beiden Zeichen einer Jahreszahl und der Kennnummer der „Benannten Stelle“. Beispiel:   

Die MID-Wirkstrom-Energiezähler sind für den grenzüberschreitenden Warenverkehr und Anerkennung innerhalb aller Staaten der Europäischen Gemeinschaft und den EFTA-Staaten, die die MID-Richtlinie als nationale Vorschrift übernommen haben, zugelassen, sodass weitere Bescheinigungen nicht erforderlich sind. Energie-Zähler nach der MID-Richtlinie lösen die Energiezähler ab, die nur die nationalen Vorschriften (z.B. in Deutschland „geeicht nach dem deutschen Eichgesetz“) erfüllen und folglich nur national einsetzbar sind.

Neben den Energiezählern nach der MID-Richtlinie bietet Finder auch Energiezähler in gleicher Bauform mit den gleichen technischen Spezifikationen an, die nicht, die bei MID-Zählern erforderliche Endprüfung bei einer „Benannten Stelle“, durchlaufen haben und nicht das Metrologie-Kennzeichen tragen. Energiezähler ohne Metrologie-Kennzeichnung werden für die (meist innerbetriebliche) Energieerfassung genutzt, deren Messergebnis darf nicht zur Verrechnung an Dritte genutzt werden.

Alle Energiezähler, die MID-Wirkstrom-Energiezähler und die "Nicht-MID-Wirkstrom-Energiezähler", sind frontseitig durch eine individuelle Nummer identifizierbar.

Anlaufstrom (I_{st}): Der niedrigste angegebene Wert des Stromes, bei dem der Zähler bei einem Leistungsfaktor Eins (bei Mehrphasenzählern mit symmetrischer Last) eine elektrische Wirkenergie misst.

Mindeststrom (I_{min}): Stromwert, oberhalb dessen die Abweichung innerhalb der Fehlergrenzen (bei Mehrphasenzählern mit symmetrischer Last) liegt.

Übergangstrom (I_{tr}): Basiswert des Stromes für die Anforderung an die Stromkennwerte eines Zählers. Die Übergangstromwerte für direkt angeschlossene Zähler sind in der EN 50470-1 mit 0,5 A - 1 A - 1,5 A - 2 A festgelegt. Die Übergangstromwerte für Zähler für den Anschluss an Messwandler sind in der EN 50470-1 mit 0,05 A - 0,1 A - 0,25 A festgelegt. Die Anforderung an die Stromwerte nach EN 50470-1 bei direkt angeschlossenen Zählern der Genauigkeitsklasse B und die realisierten Werte sind der Tabelle 9 zu entnehmen.

Referenzstrom (I_{ref}): Stromwert, der bei direkt angeschlossenen Zählern der 10-fache Wert des Übergangstromes und bei Zählern für den Anschluss an Messwandler der 20-fache Wert des Übergangstromes ist.

Nennstrom, Bemessungsstrom (I_n): Stromwert bei Zählern zum Anschluss an Messwandlern, so genannten Wandlerzählern, für die der Zähler ausgelegt ist. Wandlerzähler können für mehrere Nennströme ausgelegt sein.

Max. Dauerstrom, Grenzstrom (I_{max}): Höchstwert des Stromes, der dauern zulässig ist und bei dem die Abweichung des Messwertes vom Ist-Wert innerhalb der Fehlergrenzen liegt.

Strombereich der Präzisionsanforderung, Messbereich: Ist der Bereich von Mindeststrom bis max. Dauerstrom in dem die Anforderungen an die Fehlergrenzen in Prozent bei definierter Betriebstemperatur eingehalten werden.
Anmerkung: Die Anforderungen an die prozentuale Fehlergrenzen bei der Klasse B innerhalb der Betriebstemperatur ist von I_{min} bis I_{max} gleich.

Messabweichung in Prozent:

$$\frac{\text{vom Zähler gezählte Energie} - \text{tatsächliche Energie}}{\text{tatsächliche Energie}} \times 100$$

Wandlerzähler: Sind Zähler für den Anschluss an Messwandler zur Unterscheidung von direkt angeschlossenen Zählern.

Tabelle 9: Anforderung und realisierte Stromwerte

Typ	Anforderung	Realisierte Werte	
		7E.13	7E.16 / 7E.36
I_{st}	$\leq 0,04 I_{tr}$	0,02 A	0,04 A
I_{min}	$\leq 0,5 I_{tr}$	0,25 A	0,5 A
I_{tr}	—	0,5 A	1 A
I_{ref}	$= 10 I_{tr}$	5 A	10 A
$I_n (= I_{ref})$	$= 20 I_{tr}$	—	—
I_{max}	$\geq 50 I_{tr}$	32 A	65 A

Zählerklasse, Genauigkeitsklasse: Nach EN 504710 sind die Anforderungen an die Fehlergrenzen für definierte Betriebstemperaturbereiche entsprechend der Zählerklassen A, B und C festgelegt. Die Finder-Energiezähler erfüllen die Genauigkeitsanforderungen der Klasse B im Temperaturbereich von (-10...+55) °C und sind damit praktisch in allen Anwendungen sowohl im Haushalt, im gewerblichen Bereich und der Leichtindustrie einsetzbar. In der MID-Richtlinie wird zu der erforderlichen Genauigkeit gesagt:

Wenn ein Mitgliedsstaat die Messung des Elektrizitätsverbrauchs im Haushalt vorschreibt, muss die Klasse A zugelassen sein, wobei der Mitgliedsstaat für bestimmte Zwecke die Verwendung eines Zählers der genaueren Klasse B verlangen kann. Wenn ein Mitgliedsstaat die Messung des Elektrizitätsverbrauchs im gewerblichen Bereich und/oder der Leichtindustrie vorschreibt, muss die Klasse B zugelassen sein, wobei der Mitgliedsstaat für bestimmte Zwecke die Verwendung eines Zählers der genaueren Klasse C verlangen kann.

Mess- und Überwachungs-Relais

Überwachungsrelais: Bei einem Überwachungsrelais wird die von einem Sensor erfasste zu überwachende Grösse oder die Versorgungsspannung selbst ausgewertet.

Netzspannungsüberwachung: Bei der Netzspannungsüberwachung ist die Versorgungsspannung (Betriebsspannung) des Gerätes gleich der Spannung, die zu überwachen ist. Eine zusätzliche Hilfsspannung zur Versorgung des Gerätes ist nicht notwendig.

Netz - Asymmetrieüberwachung: In einem 3-Phasennetz liegt eine Asymmetrie vor, wenn mindestens eine der drei Phasen des Netzes einen von den anderen Phasen abweichenden Wert aufweist. Daraus ergibt sich eine Phasenverschiebung von $\neq 120^\circ$.

Temperaturüberwachung: Es wird der an einem Sensor (PTC-Widerstand) auf Grund der Temperatur sich einstellende Wert (Widerstandswert) ausgewertet.

Niveauüberwachung: Es wird der zwischen 2 oder 3 Sonden (Elektroden) erfasste Widerstandswert leitfähiger Flüssigkeiten ausgewertet. Siehe auch die Anwenderhinweise bei der Serie 72.

Elektrodenspannung bei Niveau-Überwachungs-Relais: Die Spannung zwischen den Elektroden. Die Elektrodenspannung ist eine Wechselspannung um Elektrolyseeffekte zu verhindern.

Elektrodenstrom bei Niveau-Überwachungs-Relais: Der Strom zwischen den Elektroden. Der Elektrodenstrom ist ein Wechselstrom um Elektrolyseeffekte zu verhindern.

Empfindlichkeit, fest oder einstellbar: Der Widerstandswert zwischen den Elektroden B1-B3 und B2-B3 bei Niveau-Überwachungs-Relais, der von dem Niveau-Überwachungs-Relais derart ausgewertet wird, dass bzw. ob sich eine leitfähige Flüssigkeit zwischen den Elektroden befindet. Typabhängig ist die Empfindlichkeit ein Festwert (Typ 72.11) oder ein Schwellenwert, der auf einen geringeren Wert eingestellt werden kann (Typ 72.01), um eine Fehlauswertung durch Schaumbildung oder bei schlechten Isolationswerten zu vermeiden.

Messrelais: Bei einem Messrelais benötigt man eine Hilfsspannung, die unabhängig von dem zu erfassenden Messwert ist und der zu messende Wert wird am Gerät vorgegeben.

Spannungsmess-Relais, universal: Spannungsmess-Relais zum Messen eines breiten Spannungsmessbereiches für AC und DC.

Strommess-Relais, universal: Strommess-Relais zum Messen eines breiten Strommessbereiches für AC und DC.

Positive Sicherheitslogik: Der Arbeitskontakt ist geschlossen, wenn der zu überwachende Pegel innerhalb des Sollbereiches liegt. Der Arbeitskontakt öffnet nach der ggf. vorgegebenen Abschaltverzögerungszeit, wenn der Überwachungspegel ausserhalb des Sollbereiches liegt (Ruhestromprinzip).

Einschaltverzögerungszeit: Zeit die das Gerät verzögert einschalten soll, um z.B. zu verhindern, dass durch gleichzeitiges Einschalten mehrerer Verbraucher ein Überstromauslöser anspricht oder nach einer Abschaltung sofort wieder eine Einschaltung (Natriumdampflampen) erfolgt.

Aktivierungszeit: Zeit die das Gerät benötigt um die Elektronik zu aktivieren und den Messvorgang durchzuführen.

Abschaltverzögerung: Zeit die vergehen soll bis nach dem Erkennen eines Fehlzustandes die Abschaltung erfolgen soll. Hierdurch wird verhindert, dass kurzzeitige Fehlzustände zu einem Abschalten führen.

Reaktionszeit: Zeit die benötigt wird um den Messvorgang durchzuführen, da die Messauswertung über eine bestimmte Zeit integrierend erfolgt.

Zuschalt-Aktivierungszeit: Bei Strommess-Relais die Zeit, die vergehen soll, bis das Messergebnis zu einer Abschaltung führt, um zu verhindern, dass bei höheren Einschaltströme als dem abgefragte Messwert sofort eine Abschaltung erfolgt.

Memory / Fehlerspeicher: Bei Erreichen eines Wertes ausserhalb des vorgegebenen Bereiches, schaltet das Überwachungs-Relais ab. Ein Einschalten bei aktiviertem Memory ist nur durch bewusstem, manuellen Eingriff möglich oder wenn das Relais durch eine Spannungsunterbrechung zurückgesetzt („resetet“) wird.

Memory / Fehlerspeicher, nullspannungssicher: Bei Erreichen eines Wertes ausserhalb des vorgegebenen Bereiches, schaltet das Überwachungs-Relais ab. Eine Einschalten bei aktiviertem Memory ist nur durch bewusstem, manuellen Eingriff möglich. Das Relais bleibt auch abgeschaltet, wenn die Versorgungsspannung gegen Null geht oder abgeschaltet wird.

Zeitrelais

Zeitbereiche – Einstellbereich der Zeitverzögerung: Bereich der Einstellwerte einer Zeitverzögerung.

Wiederholgenauigkeit – Wiederholpräzision: Differenz zwischen dem grössten und dem kleinsten Wert des Vertrauensbereiches bei mehreren Messungen des Zeitverhaltens eines Zeitrelais unter identischen Bedingungen. Der Wert wird angegeben als Prozentsatz vom Mittelwert aller gemessener Werte.

Wiederbereitschaftszeit – Erholdauer, Wiederbereitschaftsdauer: Dauer, die nach Abschalten der Erregungsgrösse ablaufen muss, damit das Zeitrelais seine Funktion wieder wie festgelegt erfüllt.

Minimale Impulsdauer an B1 – Mindesteinschaltdauer: Kürzeste erforderliche Dauer des Startimpulses zum Starten der Zeitfunktion.

Einstellgenauigkeit: Differenz zwischen dem gemessenen Wert der Verzögerungsdauer und dem auf der Skala eingestellten Bezugswert. Die Angabe bezieht sich auf den Skalenendwert.

Zeitrelais als Kontaktschutz-Relais

Zeitrelais werden als Kontaktschutz-Relais eingesetzt, wobei die Zeit auf den kleinstmöglichen Wert eingestellt wird. Kontaktschutz-Relais sind dann einzusetzen, wenn der zu belastende Kontakt ein „normales“ Relais nicht schalten kann, da mit dem Kontakt nicht die ausreichende Lebensdauer erreichbar ist oder der Kontakt überlastet wäre. Üblicherweise werden für diese Aufgabe Zeitrelais eingesetzt, die über den Starkkontakt in der Zuleitung zu B1 angesteuert werden. Die Zeit wird hierbei gegen Null eingestellt. Geeignet sind hierfür die Funktionen bei einer Kontaktbelastung von 24 V AC/DC bei 1 mA und einer max. zulässigen Steuerleitung von 250 m:

BE = Rückfallverzögerung, Typ 82.41.0.240.0000

CE = Ansprech- Rückfallverzögerung, Typ 82.01.0.240.0000
oder Typ 80.01.0.240.0000

Dämmerungsschalter

Einstellschwelle: Die Schwelle der Helligkeit beim Sonnenuntergang, gemessen in Lux (lx), bei der das Licht nach Ablauf der Ansprechzeit einschaltet wird. Das Licht wird je nach Gerätetyp beim gleichen oder einem höheren Helligkeitswert nach Ablauf der Ausschaltzeit ausgeschaltet. Die werksseitige Einstellung und der Einstellbereich kann für jeden Gerätetyp dem Katalog entnommen werden.

Ansprechzeit / Rückfallzeit: Zeit, die nach Erreichen der Einstellschwelle vergeht, bis das Licht eingeschaltet wird bzw. die Zeit, die nach dem Erreichen der Ausschaltsschwelle vergeht, bis das Licht ausgeschaltet wird.

Zeitschaltuhren

1-Kanaluhr / 2-Kanaluhr: Eine 2-Kanaluhr hat im Gegensatz zu der 1-Kanaluhr zwei Ausgangs-Wechslerkontakte die unabhängig von einander programmiert werden können.

Tagesprogramm: Der programmierte Ablauf einer Zeitzuhr der sich täglich wiederholt.

Wochenprogramm: Der programmierte Ablauf einer Zeitzuhr der sich wöchentlich wiederholt.

Speicherplätze: Anzahl der möglichen Schaltfunktionen die gespeichert werden können. Durch Blockbildung, Zusammenfassung gleicher Schaltzeiten an unterschiedlichen Tagen (Mo, Di, Do, Fr und Sa) für die nur ein Speicherplatz benötigt wird, werden Speicherplätze gespart.

Kürzeste Schaltdauer: Kürzeste einstellbare Schaltdauer für die Schaltstellung EIN- oder AUS.

Gangreserve: Zeit, die nach Abschalten der Eingangsspannung vergehen darf, ohne dass sich die eingestellten Zeiten verschieben oder das Programm verloren geht.

Programmiereinheit für Zeitschaltuhr 12.71: Bei der Zeitschaltuhr 12.71 ist zur einfacheren Bedienung das Bedienteil steckbar ausgeführt. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit die Zeitschaltuhr bei Verwendung der Programmiereinheit O12.00 am PC zu programmieren und wenn erforderlich, auf mehrere Uhren zu übertragen. Die Programmiereinheit O12.00 besteht aus dem Adapter, einem seriellen Kabel zum PC, der Software auf CD und der Bedienungsanleitung.

Stromstoss-Relais und Treppenhaus-Lichtautomaten

Min. / Max. Ansteuerdauer: Beim Stromstoss-Relais die minimale Impulsdauer zum Ansteuern des Stromstoss-Relais bzw. die max. zulässige Dauer der Erregungszeit. Beim Treppenhaus-Lichtautomaten die max. Dauer, die der Taster betätigt werden darf.

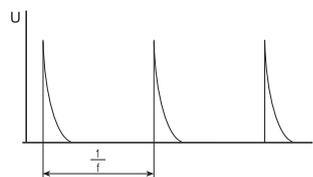
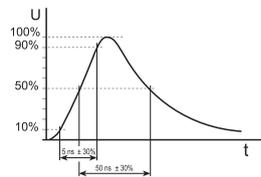
Max. anschliessbare Leuchttaster: Anzahl der max. zulässigen Leuchttaster mit einem Strombedarf von < 1 mA.

EMV – Störfestigkeit

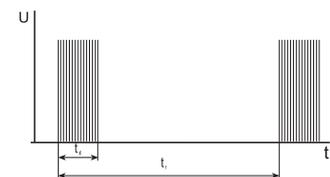
Prüfungen	Vorschriften
Statische Entladung (ESD)	EN 61000-4-2
Hochfrequente elektromagnetische Felder (80 ÷ 1000 MHz)	EN 61000-4-3
Schnelle transiente Störgrössen (bursts) (5-50 ns, 5 kHz)	EN 61000-4-4
Stossspannungen (surges) (1.2/50 µs)	EN 61000-4-5
Leitungsgeführtes elektromagnetisches HF-Signal (0,15 ... 80 MHz)	EN 61000-4-6
Magneffelder mit energietechnischen Frequenzen (50 Hz)	EN 61000-4-8
Ausgestrahlte und leitungsgeführte Funkstörungen	EN 55022
Grenzwerte und Messverfahren für Funkstörungen von industriellen, wissenschaftlichen und medizinischen Hochfrequenzgeräten	EN 55011
Grenzwerte und Messverfahren für Funkstörungen von Geräten mit elektromotorischem Antrieb und Elektrowärmegegeräten für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke, Elektrowerkzeuge und ähnliche Elektrogeräte.	EN 55014

Im Steuerungsbau am häufigsten auftretenden Störungen werden verursacht durch:

Burst (Schnelle transiente Störgrössen): Es handelt sich bei dieser Prüfung um eine Folge (Paketen) von **5/50 ns** – Impulsen hoher Spannung aber geringer Energie. Der einzelne Impulse ist sehr kurz – 5 ns Anstiegszeit (5×10^{-9} Sekunden) und einer Abklingzeit von 50 ns. Diese Prüfung simuliert Störungen auf Leitungen die hervorgerufen werden durch Schaltvorgänge geringer Energie bei Schützen und Relais oder an Kommutatoren und Schleifringen von Motoren. Diese Störungen wirken sich meist nicht zerstörend aus, sondern beeinflussen die korrekte Funktion von elektronischen Betriebsmitteln.

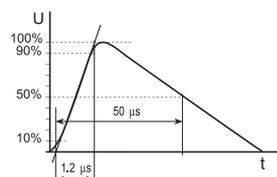


Ein Impulse 5/50 ns und Impulsfolge



Zwei Pakete mit Impulsen

Surge (Stossspannungen): Es handelt sich bei dieser Prüfung um einzelne **(1,2/50) µs** – Impulsen höherer Energie als beim Burst mit bedeutend längerer Anstiegszeit 1,2 µs ($1,2 \times 10^{-6}$ Sekunden) und einer Abklingzeit von 50 µs. Diese Störungen wirken sich meist zerstörend aus. Diese Prüfung simuliert Störungen durch atmosphärische Entladungen und Blitzeinschlag, die sich über Leitungen einkoppeln und ausbreiten. Derartige Störungen (transiente Spannungen) werden auch durch Schaltvorgänge hoher Energie in Schaltschränken erzeugt, wie z. B. beim Abschalten hoher induktiver Lasten oder bei Frequenzumrichter, die sich ähnlich verhalten und die gleichen Zerstörungen verursachen.



Surge Impulse (1,2/50) µs

Die Prüfwerte (Mindestwerte für die Höhe der Stossspannung) ist in den jeweiligen Gerätenormen angegeben:

EN 61812-1 für elektronische Zeitrelais,

EN 60669-2-1 für elektronische Relais und Schalter,

EN 50082-2 für andere elektronische Geräte im Industriebereich (2 kV)

(Fachgrundnorm Störfestigkeit: Industriebereich),

EN 50082-1 für andere elektronischen Geräte im Wohnbereich, in Geschäfts-

und Gewerbebereichen sowie Kleinbetrieben (Fachgrundnorm

Störfestigkeit: Wohnbereich) (1 kV)

Die Finder Elektronikprodukte entsprechen der EMV Direktive 89/336/EEC und 93/68/EEC, wobei die Störspannungsfestigkeit häufig höher ist, als die, die in den obigen Vorschriften vorgeschrieben ist. Unabhängig hiervon ist es nicht unmöglich, dass die im Einsatz befindlichen Geräte einem Niveau an Störungen ausgesetzt sind, die weit oberhalb der abgeprüften und zulässigen Werte liegen, so dass das Gerät sofort zerstört wird.

Es ist deshalb notwendig, die Finder – Produkte nicht als Produkte zu betrachten, die nicht ausfallen. Vielmehr sollte der Anwender dafür Sorge tragen, dass in den elektrischen Anlagen die Störungen soweit wie möglich, mindestens aber soweit reduziert werden, dass sie den für das Gerät zulässigen Werten entsprechen. Z. B. durch den Einsatz von Überspannungsbegrenzern, Überspannungsableitern und Beschaltungen der Kontakten von Schaltern, Relais und Schützen, die anderenfalls Überspannungsspitzen beim Abschalten grosser Induktivitäten oder DC-Lasten verursachen und der Beschaltung von Spulen. Beachtet werden sollte auch die Anordnung von Leitungen und Komponenten, um die Störpegelhöhe und die Ausbreitung zu begrenzen.

Nach dem EMV - Gesetz ist jeder Hersteller einer Anlage oder eines Gerätes verpflichtet, dieses, bevor es in den Verkehr gebracht wird, so herzurichten, dass die Bedingungen der EN 50082-1 und der EN 50082-2 erfüllt werden.

RoHS-Richtlinie

Im Rahmen des auf Gemeinschaftsebene angestrebten Gesundheits- und Umweltschutzes wurde - unter Berücksichtigung der technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten - beschlossen, bestimmte Substanzen in Elektro- und Elektronikgeräten, die üblicherweise über die „Hausmüllentsorgung“ entsorgt werden, durch sichere oder sicherere Stoffe zu ersetzen, um die Verringerung des Risikos für die Gesundheit und die Umwelt zu erreichen und die sichere Entsorgung der Elektro- und Elektronik-Altgeräte durch Wiederverwendung, Recycling, Kompostierung und Energierückgewinnung aus Abfall zu gewährleisten. **Die Steuerungen von Industrie-Maschinen und Industrieanlagen sowie feste Installationen fallen demnach nicht unter die RoHS-Richtlinie.**

In der Richtlinie 2002/95/EG, bekannt als RoHS-Richtlinie ("Restriction of Hazardous Substances") des europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 zur Beschränkung der Verwendung von Blei (Pb) und bestimmter weiterer Stoffe in Verbindung mit der Entscheidung der Kommission vom 21. Oktober 2005 wird festgelegt, welche Substanzen in Elektro- und Elektronikgeräten ab dem 1. Juli 2006 nicht mehr in den Verkehr gebracht werden dürfen.

Bei Finder erfolgte die Anpassung in zwei Phasen:

Phase 1: Totale Elimination der verbotenen Stoffe in allen Elektromechanischen Relais bis zum 31. Dezember 2004. (Herstellcode V01, V02, V03 etc.)

Phase 2: Totale Elimination der verbotenen Stoffe in allen anderen Produkten bis zum 31. Dezember 2004. (Herstellcode W01, W02, W03 etc.)

Kennzeichnung

Geräte, die auf der Verpackung mit  gekennzeichnet sind, erfüllen die RoHS-Richtlinie.

Unter die RoHS- und WEEE-Richtlinie fallen

- Haushaltsgrossgeräte
- Haushaltskleingeräte
- Geräte der Informations- und Telekommunikationstechnik
- Geräte der Unterhaltungselektronik
- Beleuchtungskörper mit Ausnahme von Glühlampen und Leuchten in Haushalten
- Elektrische und elektronische Werkzeuge mit Ausnahme ortsfester industrieller Grosswerkzeuge
- Spielzeug sowie Sport- und Freizeitgeräte
- Automatische Ausgabegeräte (Warenautomaten)

Alles was kein Gerät im Sinne der Richtlinie ist und somit nicht der Altgeräteverordnung unterliegt, also Anlagen und die in den Anlagen verbauten Komponenten fallen nicht unter die RoHS- und WEEE-Richtlinie.

WEEE-Richtlinie

In der Richtlinie 2002/96/EG, bekannt als WEEE-Richtlinie ("Waste Electrical and Electronic Equipment") des europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 werden die Strategien bei der Entsorgung von Elektro- und Elektronik – Altgeräten beschrieben. Die Finder-Produkte sind den Komponenten und nicht den Geräten zuzuordnen, und fallen somit nicht unter die WEEE-Richtlinie.

Andererseits werden die Finder-Komponenten in Geräten eingebaut, die der RoHS-Richtlinie unterliegen und die RoHS-Anforderungen erfüllen müssen, um die WEEE-Richtlinie erfüllen zu können.

Wärme- und Feuerbeständigkeit nach EN 60335-1

In der EN 60335-1/VDE 0700, Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke, wird in Absatz 30 festgelegt, welche Bedingungen Isolierstoffe von unbeaufsichtigten Geräten erfüllen müssen, die stromführende Verbindungen in ihrer Lage halten, bzw. in einer Entfernung bis zu 3 mm zu diesen angeordnet sind und einen Strom von mehr als 0,2 A führen.

- Eine Glühdrahtenflammbarkeitszahl (glow-wire-flammability index, GWFII) nach EN 60695-2-12:2001 von mindestens 850 °C, wobei der Prüfling nicht dicker als das entsprechende Isolierstoffteil sein darf.

- Eine Glühdrahtentzündungstemperatur (glow-wire-ignition-temperatur, GWIT) nach EN 60695-2-13:2001 von mindestens 775 °C, wobei der Prüfling nicht dicker als das entsprechende Isolierstoffteil sein darf.
Alternativ zur Glühdrahtentzündungstemperatur (glow-wire-ignition-temperatur, GWIT) nach EN 60695-2-13:2001 kann eine Glühdrahtprüfung (Glow-wire-flammability-test-method for end-products, GWT) nach EN 60695-2-11:2001 bei mindestens 750 °C am Teil selbst durchgeführt werden, wobei die Gebrauchslage zu berücksichtigen ist, und eine Flamme innerhalb von 2 s verlöschen muss.

Folgende Finder-Produkte erfüllen die Anforderungen an die Wärme- und Feuerbeständigkeit nach EN 60335-1:2002:

- Elektromechanische Relais der Serien **34, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 50, 55, 56, 60, 62, 65, 66**
- Leiterplattenfassungen der Typen **93,11, 95.13.2, 95.15.2, 95.23**

Anmerkung: Die EN 60335-1:2002 lässt bei Teilen, die nicht innerhalb von 2 s verlöschen, die Anwendung einer alternativen Nadelflammprüfung nach IEC 60965-2-2 zu der obigen 2. Bedingung zu. Dies kann bezüglich der Anordnung der Relais und Fassungen zu anderen Teilen eine Einschränkung bedeuten. Finder-Produkte unterliegen keiner derartigen Einschränkung, weil die eingesetzten Materialien keiner alternativen Prüfung bedürfen, um die Wärme- und Feuerbeständigkeit nach EN 60335-1:2002 zu erfüllen. Die Nadelflammprüfung ist nicht an Teilen durchzuführen, die aus einem Werkstoff bestehen, der als V-O oder V-1 nach IEC 60965-1-1-10 eingeordnet ist, vorausgesetzt die Wandstärke des Prüflings war nicht dicker als das entsprechende Teil.

Zuverlässigkeitsangaben (MTBF, MTF, MCTF, B10)

Ein häufig erfragter Wert im Zusammenhang mit der zu erwartenden Zuverlässigkeit bei Relais ist der MTBF-Wert (Mean Time Between Failures). Dieser Wert gibt die Zeit zwischen dem Auftreten von Fehlern an, die im Test unter definierten Bedingungen bei einer grösseren Anzahl von Geräten des gleichen Typs ermittelt wird. Nach dem Auftreten eines Fehlers wird das Gerät repariert und weiter betrieben. Die Reparatur kann darin bestehen, dass eine Komponente (z.B. ein Relais) ausgetauscht wird. Relais sind nicht-reparierbare Komponenten, da der Fehler durch Verschleiss hervorgerufen wird. Dies trifft insbesondere für Relais zu, die in der Kontaktkategorie CC 1 und CC 2 nach EN 61810-7 betrieben werden, bei der kleine oder stärkere Lichtbogen auftreten. Die Relais werden bis zum Auftreten eines Fehlers (Verbrauch des Kontaktwerkstoffes im Schaltlichtbogen) betrieben und dann ausgetauscht (siehe hierzu Kontaktkategorie).

Will man den MTBF-Wert eines Gerätes oder einer Anlage steigern, so werden Komponenten im Rahmen einer Inspektion vorsorglich (prophylaktisch) ausgetauscht, wenn mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit damit zu rechnen ist, dass die Komponenten in der Zeit bis zur nächsten Inspektion sich verschleissen werden. Um hierfür eine Strategie seitens des Anwenders festlegen zu können, ist es erforderlich einige statistischen Werte zu kennen.

Andererseits bleibt festzuhalten, dass die Zuverlässigkeitsangaben auf Tests basieren, die in relativ kurzer Zeit unter definierten Bedingungen im Vergleich zum späteren Einsatz durchgeführt werden. Fundierte Aussagen über das Verhalten, die durch Einflüsse hervorgerufen werden, die nicht dem Test zugrunde gelegen haben, können nicht gemacht sondern nur abgeschätzt werden. Beispielhaft sei hier eine Lebensdauer von 10 Jahren genannt, wohingegen der Test innerhalb von wenigen Tagen oder Wochen durchgeführt wird. Neben der Einflussgrösse, Zeit, können Feuchtigkeit, Luftverschmutzung, Wärme, Erschütterungen, Strahlung etc. die Zuverlässigkeit in der realen Anwendung beeinflussen.

MTBF

In den meisten Anwendungsfällen hat der MTBF-Wert (Mean Time Between Failures) bei Schaltrelais keine Bedeutung, da die Relais fast ausschliesslich in einem Lastbereich betrieben werden, der durch Kontaktverschleiss gekennzeichnet ist, also ein weiterer Fehler nicht auftreten kann, da die Relais nach dem Ausfall nicht zu reparieren sondern auszutauschen sind.

MTTF

Der MTTF-Wert (Mean Time to Failure) gibt die mittlere ausfallfreie Zeit, oder präziser, die „mittlere“ Zeit bis zum Ausfall an, wobei die Komponente danach durch ein Neuteil zu ersetzen ist. Bei einer idealen Lebensdauerverteilung liegt die „mittlere“ Zeit, der Scheitelwert, bei 50 %.

MCTF

Relais verschleissen sich nicht durch die Betriebszeit sondern durch die Schaltspiele. Folglich ist bei Relais der MCTF-Wert (Mean Cycles To Failure) also die mittlere Anzahl der Schaltspiele bis zum Ausfall die aussagekräftigste Grösse. Bei Kenntnis der Schaltfrequenz (der Anzahl der Schaltspiele über eine Zeit) lässt sich der MTTF-Wert errechnen.

Gebrauchslebensdauer B10

Es gilt als ausreichend nachgewiesen und erprobt, dass die Lebensdauer von Geräten der Weibull-Verteilung folgt. Siehe hierzu auch IEC 60300-3-5 (Application guide – Reliability test conditions and statistical test principles) und IEC 61649:1997 (Goodness of fit tests, confidence intervals and lower confidence limits for Weibull distributed data). Der MCTF-Wert beschreibt den Wert bei dem 50 % der Geräte ausgefallen sind. Dieser Wert ist sowohl für eine Bewertung der Gerätequalität im Vergleich zu konkurrierenden Produkten wie auch für die Planung von Serviceintervallen ungeeignet. Üblich ist es, eine Lebensdauererwartung anzugeben, bei der 90 % der Geräte funktionstüchtig sind. Dieser Wert, der B₁₀-Wert ist ggf. um einen Vertrauensbereich zu reduzieren, der Abhängig von dem Stichprobenumfang ist.

Vertrauensbereich

Ein Versuch zur Abschätzung der Lebensdauererwartung wird an einer begrenzten Anzahl von Prüfungen durchgeführt. Ein Lebensdauertest kann nur eine Stichprobenprüfung sein. Der Frage nach der Aussagesicherheit wird man bei Stichproben dadurch gerecht, dass man den B_{10} -Wert mit einem Bereich, dem so genannten Vertrauensbereich umgibt, bei dem nach anerkannten statistischen Verfahren damit zu rechnen ist, dass bei einer 100 %-Prüfung das Ergebnis innerhalb des Bereiches liegen wird. Bei grossem Stichprobenumfang ist der Vertrauensbereich kleiner als bei kleinem Stichprobenumfang.

Die elektrische Kontaktlebensdauererwartung bei Finder-Relais ist den „F-Diagrammen“ zu entnehmen, in der die Gebrauchslbensdauer B_{10} in Abhängigkeit vom Kontaktstrom dargestellt ist.

SIL und PL, Funktionale Sicherheit

SIL - EN 61508

SIL = Safety Integrity Level wird in der Norm EN 61508: 2002 festgelegt und umfasst ca. 350 Seiten. Die Norm beschreibt die „Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer / elektronischer / programmierbarer Systeme“ wobei die probabilistischen (wahrscheinlich aber objektiv nicht sicher) Faktoren berücksichtigt werden. Die EN 61508 ist nicht unter der EU-Maschinenrichtlinie aufgelistet, weil sie für komplexe Anlagen der Prozesstechnik bis hin zu chemischen Anlagen und Kraftwerken erarbeitet wurde und für den Maschinen- und Anlagenbau überdimensioniert ist. Die SIL-Klassen sind SIL 0 = keine besonderen Sicherheitsanforderungen bis SIL 3 = $\geq 10^8$ bis $< 10^7$ „Mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde“.

PL - EN 13849-1

Für den Maschinen- und Anlagenbau wird die EN 13849 erarbeitet (zur Zeit als Vornorm prEN 13849-1). Nach der Vornorm prEN 13849-1 wird die „Mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Fehlers pro Stunde“ in PL Klassen (Performance Level) a, b, c, d, und e eingeteilt.

Gemeinsamkeiten

Die Gemeinsamkeit beiden Normen ist die mittlere Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines **gefährlichen Ausfalls des Systems** pro Stunde und nicht der Ausfall einer Komponente. Durch geeignete Schaltungsmassnahmen ist vom Entwickler des Systems dafür zu sorgen, dass der Ausfall einer Komponente nicht zum Auftreten eines gefährlichen Ausfalls des Systems führt. Die Zahlenwerte der „Mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde“ der prEN 13849-1 und der EN 61508 sind weitgehend die Gleichen: SIL 1 entspricht PL b und PL c, SIL 2 entspricht PL d und SIL 3 entspricht PL e.

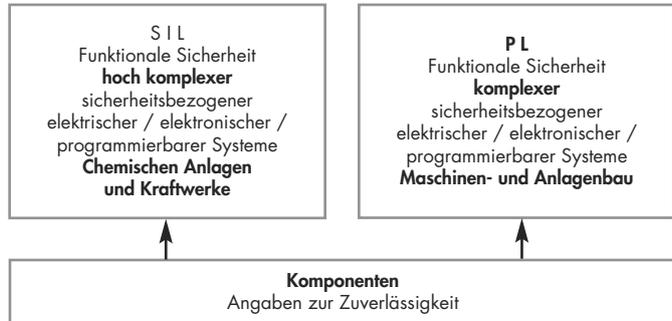
SIL nach IEC EN 61508 (Safety Integrity Level)	Mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Systemausfalls pro Stunde	PL nach EN 13849-1 (Performance Level)
Keine besonderen Sicherheitsanforderungen	$\geq 10^5 \dots < 10^4$	a
1	$\geq 3 \times 10^6 \dots < 10^5$	b
	$\geq 10^6 \dots < 3 \times 10^4$	c
2	$\geq 10^7 \dots < 10^6$	d
3	$\geq 10^8 \dots < 10^7$	e

Die prEN 13849 dürfte 2006 verabschiedet und ab 2009 voll wirksam werden.

Die Sicherheit einer Steuerung im Maschinen- und Anlagenbau wird durch die „logisch-sichere“ Auslegung der Steuerung, d.h. das auf Sicherheit gerichtete Verschalten innerhalb des Systems wie Redundanz, Diversifizierung, 2- aus 3-Prinzip etc. und nicht durch einzelne Komponenten dargestellt. Die Norm EN 61508 und die Vornorm prEN 13849-1 trägt andererseits dem Aspekt Rechnung, dass eine „logisch-sichere“ Sicherheitssteuerung nur dann betriebstauglich wirksam wird, wenn die Ausfallsicherheit und Betriebssicherheit der Komponenten ausreichend ist.

Anforderungen an Komponenten

Hersteller von Komponenten, die in Sicherheitssteuerungen eingesetzt werden, haben deshalb die Frage über die Zuverlässigkeit der Komponenten zu beantworten. Für Relais wurde die EN 61810-2:2005 erarbeitet. Hierbei ist hervorzuheben, dass es sich bei Relais um Einheiten handelt, die nach dem Ausfall nicht instand gesetzt werden und folglich der MTBF - Wert (Mean time between failure = Mittlere Zeitdauer zwischen Fehlern) durch den MCTF -Wert (Mean cycles to failure = Erwartungswert der Verteilung der Schaltspiele bis zum Ausfall) zu ersetzen ist. **Sofern die Anzahl der Schaltungen je Zeiteinheit einer Maschine / Anlage bekannt ist, lässt sich der MTTF - Wert (Mean time to failure = Erwartungswert der Verteilung „der Zeit bis zum Ausfall“) errechnen.**



Bei Schaltrelais wird die Schaltspielzahl bis zum Auftreten des Ausfalls durch den Abbrand an den Kontakten bestimmt. Der Abbrand ist abhängig von der Art der Kontaktbelastung und von der Höhe des Stromes. Da die Art der Belastung sehr unterschiedlich sein kann, und folglich nicht pauschal zu beschreiben ist, kann man die **F-Diagramme im Finder-Katalog** als Anhalt annehmen. **Die Kurven stellen den B10-Wert einer Weibull-Verteilung der elektrische Lebensdauer bei 230 V AC in Abhängigkeit vom Schaltstrom dar, bei der 10 % der Population ausgefallen und 90 % funktionstüchtig sein werden.**

Zusammenfassung:

Die **SIL** - und **PL**-Klasseneinteilung gilt für Systeme und nicht für Komponenten. Die PL-Klassen gelten für den Maschinen- und Anlagenbau, die SIL-Klassifizierung für komplexere Systeme. Die EN 13849 mit den PL-Klassen wird ab 2009 verbindlich vorgeschrieben sein. Der Komponenten-Hersteller hat Zuverlässigkeitsangaben zu machen. Die Angabe bis zum Auftreten eines Ausfalls bei Schaltrelais ist dominierend von der Kontaktbelastung abhängig. Die F-Diagramme im Finder-Katalog kann man als den B_{10} -Wert einer Weibull-Verteilung ansehen d. h. dass 90 % der Relais als noch funktionstüchtig zu erwarten sind.

CE-Kennzeichnung / CE-Konformitätserklärung

Die CE-Kennzeichnung wurde vorrangig geschaffen, um im freien Warenverkehr dem Endverbraucher sichere Produkte innerhalb des europäischen Wirtschaftsraum (EMR) und der darin befindlichen Europäischen Gemeinschaft (EG) zu gewährleisten. Die Pflicht zur CE-Kennzeichnung besteht bei Produkten wie Druckbehältern, Bauprodukten, Spielzeugen, Maschinen, Schutzausrüstungen, einigen elektrotechnischen Erzeugnissen usw.. Der Gebrauch des CE-Kennzeichens, ein Kennzeichen nach EU-Recht, betrifft bei elektrotechnischen Produkten in erster Linie gebrauchsfertige Produkte, die unter die „EMV-Richtlinie 2004/108/EG“ und/oder der „Niederspannungs-Richtlinie 2006/95/EG“ fallen.

Die **EMV-Richtlinie 2004/108/EG** betrifft vorrangig gebrauchsfähige Produkte mit einer eigenständigen Funktion wie elektrische Motoren, Stromversorgungseinheiten, Zeitrelais oder Temperaturregler. Bauteile, die in derartige Geräte eingebaut werden, wie z.B. Schaltrelais können in unterschiedlichen Geräten unterschiedliche Funktionen haben. Im Gegensatz zu Zeitrelais sind Schaltrelais Bauteile ohne eigenständige Funktion, die nicht unter die EMV-Richtlinie fallen.

Die **Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG** betrifft ebenfalls in erster Linie gebrauchsfähige Produkte. Ergänzend zu der Niederspannungsrichtlinie wurde in dem Amtsblatt der Europäischen Union vom 31.1.2008 unter der Informationsnummer 2008/C 28/01 festgelegt, welche Produkte unter elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen fallen. Die Normen für Schaltrelais werden in dieser Schrift im Gegensatz zu Zeitrelais nicht aufgeführt.

Innerhalb des Finder-Programms tragen folglich einige Produkte kein CE-Kennzeichen, weil sie als Komponenten keine eigenständige Funktion haben und nur indirekt, eingebaut in Geräten, vom Endverbraucher genutzt werden. Die normgerechte, funktionale und sicherheitstechnische Qualität dieser Produkte wird bei Finder durch nationale und internationale Prüfinstitute mit Fertigungsüberwachung dokumentiert. Siehe nächste Seite.

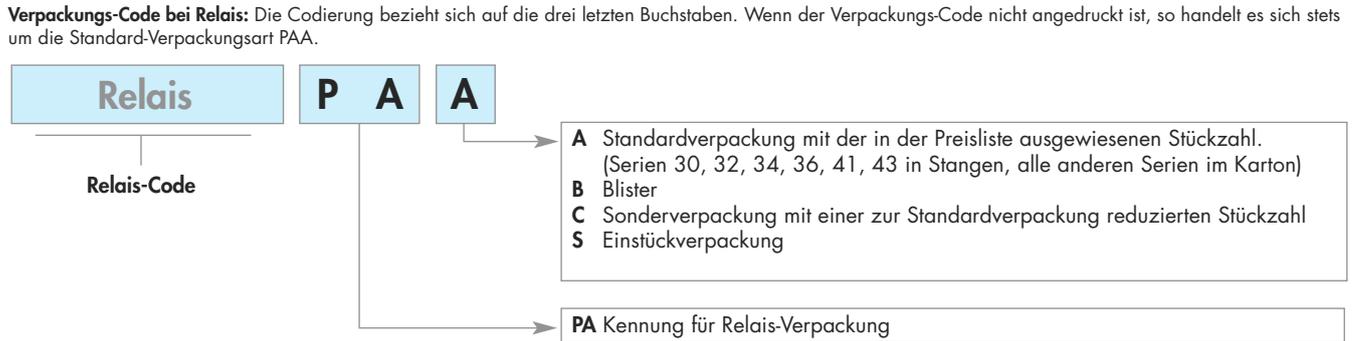
Auf Grund letztendlicher Festlegung kann deshalb für einige Finder-Produkte weder basierend auf der EMV-Richtlinie noch auf der Niederspannungsrichtlinie eine CE-Konformitätserklärung ausgestellt oder das Produkt mit dem CE-Kennzeichen gekennzeichnet werden.

Qualitätsbestätigung durch nationale und internationale Prüfinstitute

		CE	EU	
	Asociación de Normalización y Certificación, A.C.	ANCE	Mexico	
	Canadian Standards Association	CSA	Canada	
	UL International Demko	D	Denmark	
	SGS Fimko	FI	Finland	
	Germanischer Lloyd's	GL	Germany	
	Gost	Gost	Russia	
	Istituto Italiano del Marchio di Qualità	IMQ	Italy	
	Laboratoire Central des Industries Electriques	LCIE	France	
	Lloyd's Register of Shipping	Lloyd's Register	United Kingdom	
	Nemko	N	Norway	
RINA	Registro Italiano Navale	RINA	Italy	
	Intertek Testing Service ETL Semko	S	Sweden	
	TÜV	TUV	Germany	
	Underwriters Laboratoires	UL	USA	
	Underwriters Laboratoires	UL	USA Canada	
	VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut Zeichengenehmigung	VDE	Germany	

Verpackungs-Code bei Relais, Koppel-Relais und Fassungen

Die von Finder ausgelieferten Relais, Koppel-Relais und Fassungen können bei entsprechendem Bedarf auch in einer "Nichtstandard-Verpackung" geliefert werden. Der Bestellcode ergibt sich dabei wie folgt:



Verpackungs-Code bei Koppel-Relais: Die Codierung bezieht sich auf die drei letzten Buchstaben. Wenn der Verpackungs-Code nicht angedruckt ist, so handelt es sich stets um die Standard-Verpackungsart SPA.



Verpackungs-Code bei Fassungen: Die Codierung bezieht sich auf die drei letzten Buchstaben. Wenn der Verpackungs-Code nicht angedruckt ist, so handelt es sich stets um die Standard-Verpackungsart SXA.



Farbe der LED-Anzeige

In der IEC 73, der EN 60073 und der VDE 0199 - Codierung von Anzeigegeräten und Bedienteilen durch Farben und ergänzende Mittel - ist folgendes festgelegt.

Farbe	Allgemeine Grundsätze		Tätigkeiten unter Berücksichtigung der Sicherheit		Anzeigeeinrichtung unter Berücksichtigung der Prozesszustände	
	Sicherheit von Personen oder Umgebung	Prozesszustand	des Bedienenden	anderer Personen	Erklärung	Tätigkeit des Bedienenden
ROT	Gefahr	Notfall	sofortiges Reagieren auf eine gefährliche Situation	Flucht oder Stopp	gefährlicher Zustand	sofortiges Klären und dringender Handlungsbedarf
GELB	Warnung	anomal	Eingreifen zum Vorbeugen von Gefahr	Evakuierung oder eingeschränkter Zutritt	-anomaler Zustand - bevorstehender kritischer Zustand	beobachten und/oder Eingreifen
GRÜN	Sicherheit	normal	kein Handlungsbedarf	kein Handlungsbedarf	normaler Zustand	freigestellt

Wir empfehlen zur Normerfüllung als Relais-Statusanzeige eine grüne LED-Anzeige, da im Regelfall die Betriebsanzeige eines Relais keinen Handlungsbedarf erfordert und den normalen Zustand anzeigt.