

## Vergleichende Analyse der Anslusstechnik von Elementarrelais

Stecksockel-Pin vs. Leiterplatten-Pin

### 1. Einführung zur Kontaktierung von elektromechanischen Elementarrelais

Die Funktion eines Elementarrelais wird über die Kontaktierung nach außen für die Anwendung nutzbar. Mit der Wahl der Anslusstechnik werden die Eignung als auch die Einsatzdauer beeinflusst.

Dabei ist zu prüfen, für welche Einsatzbedingungen das Elementarrelais und/oder die zugehörige Fassung entwickelt wurde und wo die Grenzen für den Einsatz liegen.

### 2. Anslusstechnik

Grob teilen sich die Anschlussarten von Relais in Lötverbindungen (THT und SMD) und in Steck-/ Schraubanschlüsse auf. Darüber hinaus gibt es Mischformen, wie z. B. Lötanschlüsse mit Flachsteckanschlüssen kombiniert.

Bei der Auswahl hat der Grundsatz Geltung, dass Elementarrelais am besten nach ihrer Konstruktion verwendet werden.

Dies bedeutet, dass z.B. ein Elementarrelais mit Lötanschlüssen, für das es auch eine Steckfassung gibt, gegenüber Elementarrelais, welche von Grund auf für eine Fassung konstruiert wurden, unterlegen sein können.

Ein weiterer wichtiger Grundsatz ist die Weiterverarbeitung und die Nutzung im Auge zu behalten. Dies sind z. B. bei Lötanschlüssen die jeweiligen Verfahrensparameter.

Für Steckfassungen gilt, dass nur die Kombination aus Fassung und Elementarrelais (Modul) verwendet werden darf, die der Hersteller empfiehlt.

#### 2.1. Lötverbindungen

Die Verarbeitungshinweise der Hersteller sind beim Löten zu beachten. Stehen keine zur Verfügung, gibt es Hinweise in der IEC/EN 61810-1, Anhang N. Dabei ist zu bedenken, dass die Packungsdichte, das Volumen, die verwendeten Kunststoffe und die Wärmekapazität der Elementarrelais sowie die der Baugruppe, die Qualität der Lötung beeinflusst.

Im Lötprozess ist auf die Vorwärmung zu achten. Überhitzung ist unbedingt zu vermeiden, da die Schädigungen am Elementarrelais in der Ausgangskontrolle nur bedingt detektierbar sind.

### 2.2. Steckverbindung in Fassungen

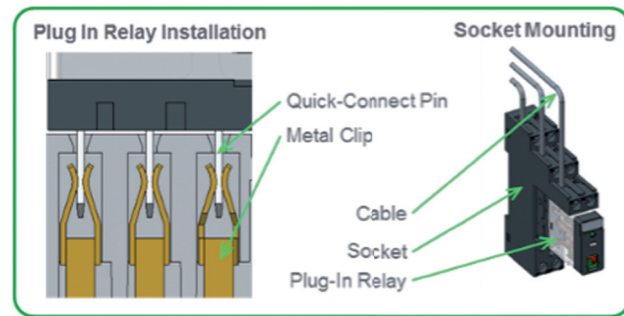
Bezogen auf die Ausprägung der Steckanschlüsse in der Fassung wird in runde und eckige „Systeme“ unterschieden. Die Beurteilung der Eignung ist jedoch nicht von der Geometrie abhängig. Es ist zu prüfen, für welche Anwendung die Fassung entwickelt wurde.

Stecksysteme für robuste Anwendungen im Maschinenbau oder der Bahn, verfügen oft über hohe Kontaktkräfte. Sie sind teilweise gegen das Eindringen von Feuchtigkeit geschützt und beständig gegen Schock und Vibration.

Nachteilig können großvolumige Bauformen sein.

Hohe Packungsdichte und Montage, von z. B. LED-Modulen, sind Vorteile von filigranen Stecksystemen.

Kritischer können sich jedoch Umweltbedingungen wie Industrieatmosphären (z. B. Schwefelverbindungen), Feuchte, Temperaturschwankungen und die nicht zu unterschätzende Reibkorrosion, auf die Stabilität der Kontaktierung zwischen Relais und Fassung und damit auf die Übergangswiderstände auswirken.



Elementarrelais mit Quick Connect Pin (Modul) und Kabelkontaktierung an der Fassung (Bild: Schneider Electric)

### 2.3. Kontaktierung der Fassung mit einem Kabelbaum

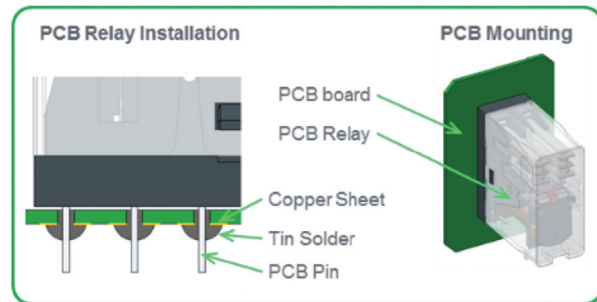
Schneidklemmen, Federzugtechnik, Schraubklemmen oder Flachsteckverbinder etc. sind mannigfaltig im Angebot.

Die Auswahl richtet sich nach der Anwendung und/oder betrieblichen Vorgaben. Herstellervorgaben und Empfehlungen sind zu beachten.

Einflussfaktoren in der Anwendung haben u. U. Auswirkungen auf Isolation an den Anschlüssen zum Kabelbaum.

Die korrekte Auswahl der Kabelart und Kabelquerschnitte sowie die einwandfreie Montage von Flachsteckverbindern, Aderendhülsen ist unumgänglich für die sichere Funktion des Moduls. Nur so kann Last und Logik einwandfrei geführt werden.

Fortsetzung auf Seite 6



Elementarrelais (THT) auf PC-Board (Bild: Schneider Electric)

Fortsetzung von Seite 5

### 3. Leistungsdaten

Bei höherer Packungsdichte kann eine Lastreduzierung notwendig sein, um die Bauelemente nicht zu schädigen. Bei Lötmontage kann dies durch geschicktes Layout der Platine verhindert werden.

Bei Modulen ist ein Abgleich der Leistungsdaten notwendig. Unter Umständen ist eine Lastreduzierung bei hoher Packungsdichte auf der DIN-Schiene angezeigt (2.3).

### 4. Manipulationssicherheit

Für die Nutzung von Fassungen stellt sich mehr denn je die Frage, ob die Fassung so gesichert ist, dass eine Manipulation verhindert wird. Dies schließt auch den Servicefall ein, bei dem ein Elementarrelais ausgetauscht wird.

Reicht ein abgeschlossener Schaltschrank nicht aus, sind zusätzliche Maßnahmen, wie z. B. Lacksicherungen der Anschlussstellen oder gar Plombierung der Fassung angezeigt.

### 5. CE-Kennzeichnung

Elementarrelais nach IEC/EN 61810-1 sind nach der Niederspannungsrichtlinie und dem zugehörigen Leitfadens Grundbauteile, deren (elektrische) Sicherheit überwiegend nur im eingebauten Zustand richtig bewertet werden kann.

Beispielhaft wird dort auf Elementarrelais mit Anschlüssen für Leiterplatten verwiesen.



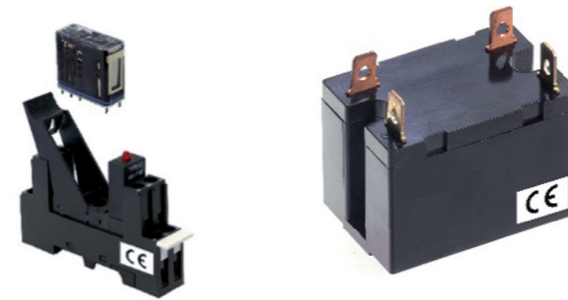
(Bild ELESTA / Hengstler)

Für Elementarrelais gilt in der Regel, dass nur Fassungen und Elementarrelais, die für die Montage auf DIN-Schienen oder im Maschinengestell vorgesehen sind, mit CE zu kennzeichnen sind.

Alle anderen Elementarrelais, auch welche in eine Fassung eingesteckt werden, erhalten **kein** CE-Zeichen (die Kennzeichnung für das Modul kommt auf die Fassung).

Der ZVEI hat dazu einen überarbeiteten Leitfaden herausgebracht, der die Unterschiede im Detail aufführt.

<https://www.zvei.org/verband/fachverbaende/fachverband-automation/schaltgeraete-schaltanlagen-industriesteuerungen/?showPage=5181>



(Bild ELESTA / Panasonic)

Module für DIN-Schienenmontage bzw. direkten Montage **erhalten eine** CE-Kennzeichnung nach der Niederspannungsrichtlinie. Näheres beschreibt der vom ZVEI herausgebrachte Leitfaden zur CE-Kennzeichnung.

### 6. Zusammenfassung

Grundsätzliche qualitative Unterschiede zwischen Lötkontaktierung und der Montage von Elementarrelais in Fassungen gibt es nicht.

Die Konstruktionen erfüllen jeweils spezielle Anforderungen. Einsatzbedingungen bezüglich Temperatur, Feuchtigkeit, Schock, Vibration, Verschmutzung u. w. sind unterschiedlich und entsprechend zu bewerten.

Die Auswahl der Relaismontage sollte sich nach den Anforderungen in der jeweiligen Anwendung richten, um die jeweiligen technischen Vorteile bestmöglich zu nutzen.

Neben Datenblättern und Produktinformationen kann der direkte Kontakt zum Hersteller viele Applikationsfragen zeitnah beantworten.

Volker Schwidden, Yijun Pan, Schneider Electric GmbH

# Relais

aktuell



## Wo steht denn das?

Nützliche Informationen verständlich aufbereitet

Es liegt auf der Hand, dass die Produktinformationen in Katalogen und Datenblättern über die Internetauftritte oder gedruckt über Hersteller oder deren Handelspartner zu erhalten sind. Doch wo sind weiterführende vertrauenswürdige Informationen zu Relais zu finden?

#### Gesetze, Richtlinien, Verordnungen

Eine Fülle von Gesetzen, Verordnungen und Vorschriften wirken bis ins Produktdesign hinein. Bezugsquellen, Herkunft von Rohstoffen, Inverkehrbringen von Produkten und deren Entsorgung sind weltweit uneinheitlichen Regeln unterworfen. Multinationales Recht, wie z. B. UN-Sanktionen oder EU-Verordnungen sind an Nationalstaaten gerichtet, die daraus nationales Recht ableiten.

Noch verworrener wird es, wenn anscheinend vergleichbare Bestimmungen in den Wirtschaftsräumen voneinander abweichen, wie z.B. bei RoHS und China RoHS, Konfliktmineralien USA und EU oder auch EAC und CCC.

In den meisten Industriestaaten ist es durchaus möglich, die einschlägigen Bestimmungen über

staatliche Stellen zu erhalten. Auf multinationaler Ebene wird es schon etwas komplizierter, an die einschlägigen Texte zu gelangen. Die Interpretation der Inhalte ist von Stelle zu Stelle oftmals unterschiedlich und nicht rechtsverbindlich.

Hilfe gibt es u.a. beim ZVEI. Hier werden diese Themen aufbereitet und z. B. als Positionspapiere zur Verfügung gestellt (<https://www.zvei.org>). Dies ersetzt sicherlich keine individuelle rechtliche Beratung, hilft aber sich dem Thema zu nähern und einen Überblick zu erhalten.

#### Normen, technische Regeln

Bezugsquellen für Normen und technische Regeln sind u.a. der Beuth-Verlag (<https://www.beuth.de>), der Österreichische Verband für Elektrotechnik (<https://www.ove.at>) oder auch der IEC Webstore (<https://webstore.iec.ch>).

Zu den meisten Veröffentlichungen gibt es sogenannte Kurzreferate, die einen Überblick zum Inhalt geben. So kann man vor einem Kauf abschätzen, ob die Investition lohnenswert ist. Bei der Nutzung von Normen ist es nicht möglich einzelne Inhalte oder Aspekte isoliert zu betrachten, Rosinenpickerei verbietet sich.

Der Inhalt von Normen und deren Anwendungsbereich wird im jeweiligen Scope zu Beginn einer jeden Norm beschrieben. Der Scope ist auch im Internet zu finden.

Kostenfrei und sehr hilfreich sind die technischen Wörterbücher der IEC (<http://www.electropedia.org/>). Die Begriffe mit ihren Definitionen stehen z. T. in bis zu 14 Sprachen zur Verfügung. Gerade für technische Dokumentationen, Kataloge und Datenblätter bietet es sich als Hilfe an.

Fortsetzung auf Seite 2

## In dieser Ausgabe

- Wo steht denn das?
- Editorial: Totgesagte leben länger!
- Wissen, was gemeint ist.
- Vergleichende Analyse der Anslusstechnik von Elementarrelais

## ■ impressum

Herausgeber: Forum Innovation Deutscher Schaltrelaishersteller im ZVEI  
Auflage: 36.200

Redaktion: R. Eisinger, M. Cloot, E. Kirsch, J. Schönauer, J. Steinhäuser, Dr. M. Winzenick, Ch. Oehler, A. Grüber

Kontakt: ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., Fachabteilung Relais, Lyoner Str. 9, 60596 Frankfurt/Main

Beteiligte Firmen:  
Dold & Söhne KG, ELESTA GmbH, FINDER GmbH, HENGSTLER GmbH, Hongfa Europe GmbH, Omron Electronic Components Europe B.V., Panasonic Electric Works Europe AG, TE Connectivity Germany GmbH

Die abgedruckten Daten sind nicht allgemein verbindlich. Maßgebend sind die spezifischen Daten der Hersteller.



## Totgesagte leben länger!



Die Halbleitereuphorie beflügelte in den achtziger Jahren die Prognose: **Integrierte Schaltkreise werden elektromechanische Relais in Kürze vom Markt verdrängen. Zwei Generationen später ist dies widerlegt. Heute sprechen wir von einem Weltmarkt von 4,2 Mrd. USD, mit einem Durchschnittswachstum von mehr als 4% in den vergangenen 3 Jahren.**

Etwas 40% des weltweiten Relaisumsatzes entfällt auf die Automobilindustrie. Die Ausweitung von Komfortfunktionen auch in Kompaktfahrzeuge führt zu erhöhtem Relaisbedarf und zukünftig werden auch noch deutlich mehr High Capacity Relais für elektrische Antriebssysteme und in der Ladetechnik benötigt.

In Hausgeräten, von der Waschmaschine bis zum Herd, ist der Einsatz von Relais offenkundig die effizienteste Möglichkeit zur Bewältigung von Schaltfunktionen. Mit stetiger Zunahme an Funktionalitäten steigt der Bedarf weiter. Zusätzlich beflügeln Smart Home Anwendungen, bei denen nahezu jeder Aktor einen Relaisausgang hat, den Bedarf.

Vergleichbare Trends finden sich in vielen Industriebereichen. In der Industrieautomation wachsen die Mengen an Relais stärker als die Anzahl der Steuerungen, weil in Regionen mit hohen Zuwachsraten wie Asien und Indien die Ausgänge der Steuerungen bis zu 50 % mit Relais gelöst werden. Das ist mehr als doppelt so hoch wie bei vergleichbaren Industriesteuerungen in Europa oder Nordamerika. Die zunehmende Umrüstung auf energieeffiziente Antriebe und die global erstarkende Solarindustrie mit Speichertechnik erfordern Trennlösungen im hohen Leistungsbereich.

Die Nachfrage nach wertigeren Relaiskonstruktionen steigt. In der Industrie sind es beispielweise Relais mit zwangsgeführten Kontakten, die in Deutschland bereits über 25% des Relaisumsatzes ausmachen, aber auch in China für überdurchschnittliches Wachstum sorgen. Die Wachstumsmärkte Elektromobilität und erneuerbare Energien (Energiespeicherung, PV) erzeugen zusätzliches Wachstum. Das Alleinstellungsmerkmal „(Stromkreis-)Trennung“ sowie selbstverständlich die stetige Weiterentwicklung elektromechanischer Relais in jeder Leistungsklasse und modernste Fertigungsverfahren sind die Basis, Halbleitern auch in Zukunft eine technische und kommerzielle Alternative entgegenzusetzen. Es gibt somit gute Gründe für Relaishersteller, weiterhin in Entwicklung, Produktion und Nachwuchs zu investieren, um unsere Kunden mit modernen Relais und bestem Service zu unterstützen.

Ihr

Rainer Eisinger  
TE Connectivity

Fortsetzung von Seite 1

### Informationen zu Elementarrelais

Hinweise zu Anwendungen von Elementarrelais sind in der Regel in Fachbüchern oder wissenschaftlichen Vorträgen zu finden. Bei sonstigen Publikationen kann deren Objektivität und Expertise nicht garantiert werden.

Bei Elementarrelais kommt noch erschwerend hinzu, dass diese in Lehre und Forschung ein Mauerblümchendasein fristen. Das breite Basiswissen, welches früher noch gelehrt wurde, fehlt.

Dies war der gewichtigste Grund, als vor mehr als 20 Jahren die Internetseite [www.schaltr relais.de](http://www.schaltr relais.de) von Mitgliedern des Arbeitskreis Schaltrelais im ZVEI aus der Taufe gehoben wurde. Es sollte sich zum Wissensportal für Relais-Technologie, Relaisanwendungen und dessen technisches Umfeld entwickeln.

Die Inhalte speisen sich aus mehreren Quellen. Zum einen erstellen die Mitglieder aus dem Arbeitskreis Schaltrelais Beiträge oder laden Gastautoren ein. Die Beiträge werden vor der Veröffentlichung vom Redaktionsteam der Relais aktuell auf Neutralität und Relevanz geprüft und freigegeben.

Zum anderen werden Informationen aus Arbeitskreisen und Gremien des ZVEI, wie z. B. des TA 6.7 Relais oder AK Lagerfähigkeit veröffentlicht. Inhalte waren unter anderem Positionspapiere zur CE-Kennzeichnung von Relais und Langzeitlagerfähigkeit von Komponenten, Baugruppen und Systemen.

Zusätzlich werden Links zu weiterführenden Informationsquellen bereitgestellt, die es ermöglichen, Themen zu vertiefen oder Ur-Quellen wie Gesetzestexte zu Rate ziehen zu können.

Der neu gestaltete Webaufttritt der [www.schaltr relais.de](http://www.schaltr relais.de) gliedert sich in die Rubriken:

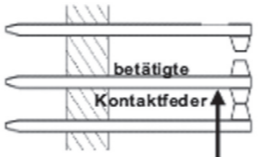


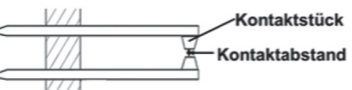
- Relais-Technik
- Relaisanwendungen
- Normen
- Vorschriften und Regeln
- Publikationen
- Weiterführende Informationen
- Relais Aktuell

Sicherlich hat die Web-Page [www.schaltr relais.de](http://www.schaltr relais.de) keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie möchte jedoch über die Zeit nützliche Informationen zu Relais und Relaisapplikationen sammeln und allen Interessierten zur Verfügung stellen. Gerne auch im Dialog mit den Besuchern. Schauen Sie doch mal rein.

Jürgen Steinhäuser, ELESTA GmbH

## Wissen, was gemeint ist.

Wichtige Begriffserklärung von Elementarrelais in Kurzform beschrieben.

Begriff / Definition mit * versehenen Definitionen wurden redaktionell angepasst	Erläuterung
<b>Öffner</b> Ausschaltkontakt [normal open, <b>NO</b> ] * Kontakt, der in Arbeitsstellung geöffnet und in Ruhestellung geschlossen ist. [IEC/EN 61810-1, Abschn. 3.5.5 mod.]	Alte Bezeichnung: Ruhekontakt
<b>Schließer</b> Einschaltkontakt [normal closed, <b>NC</b> ] * Kontakt, der in Arbeitsstellung geschlossen und in Ruhestellung geöffnet ist. [IEC/EN 61810-1, Abschn. 3.5.4 mod.]	Alte Bezeichnung Arbeitskontakt
<b>Wechsler</b> Umschaltkontakt [change over, <b>CO</b> ] *.Kombination zweier Kontaktkreise mit drei Kontaktgliedern, von denen eines den beiden Kontaktkreisen gemeinsam ist, so dass, wenn einer dieser Stromkreise offen ist, der andere geschlossen ist. [IEC/EN 61810-1, Abschn. 3.5.6 mod.]	Besteht aus einem <b>Öffner</b> und einem <b>Schließer</b> , wobei das betätigte Kontaktglied gemeinsam ist.  Standard ist die unterbrechende Umschaltung. Der <b>Öffner</b> öffnet bevor der <b>Schließer</b> schließt (unterbrechend, brake before make), bzw. der <b>Schließer</b> öffnet bevor der <b>Öffner</b> schließt. Als Besonderheit gibt es auch die kurzschließende Umschaltung. Der <b>Schließer</b> schließt bevor der <b>Öffner</b> öffnet (kurzschließend, make before brake – Folge-Wechsler). bzw. der <b>Öffner</b> schließt bevor der <b>Schließer</b> öffnet. Diese Variante ist besonders gekennzeichnet.
<b>Zwangsgeführter Kontakt / Kontaktsatz</b> [forcibly guided mechanically linked contacts forcibly guided contacts / contactset] * Kontakt / Kontaktsatz bestehend aus mindestens einem <b>Öffner</b> und mindestens einem <b>Schließer</b> sowie mit mechanischen Vorrichtungen, die verhindern, dass <b>Öffner</b> und <b>Schließer</b> sich nicht gleichzeitig in geschlossener Stellung befinden können. [IEC/EN 61810-3, Abschn. 3.6 mod.]	Elementarrelais mit zwangsgeführten Kontakten werden in sicherheitsgerichteten Anwendungen (Funktionale Sicherheit - safety) eingesetzt und sind mit ihren Möglichkeiten (Erkennung des Schaltzustandes vom Kontaktsatz) nicht mit herkömmlichen Elementarrelais zu vergleichen. Sie erfüllen die speziellen Anforderungen der IEC/EN 61810-3 (ersetzt EN 50205). Es werden 2 Bauarten von zwangsgeführten Kontaktsätzen unterschieden: <b>Typ A:</b> Alle Kontakte im Kontaktsatz sind miteinander zwangsgeführt, gekennzeichnet mit dem Symbol:  <b>Typ B:</b> Nicht alle Kontakte im Kontaktsatz sind miteinander zwangsgeführt, gekennzeichnet mit dem Symbol:  Damit wird angezeigt, dass die näheren Angaben zum Kontaktsatz bezüglich der Zwangsführung der Kontakte dem zugehörigen Datenblatt zu entnehmen sind.
<b>Kontaktabstand</b> [contact gap] * Luftstrecke zwischen den Kontaktstücken eines geöffneten Kontakts. [IEC/EN 61810-1, Abschn. 3.5.3 mod.]	
<b>Mikro-Abschaltung</b> [micro disconnection] Angemessene Kontakttrennung in mindestens einem Kontakt, um Funktionssicherheit zu liefern. [IEC/EN 61810-1, Abschn. 3.5.12]	Die Isolation über den geöffneten Kontakt entspricht in ihrer Qualität einer Funktionsisolation, hat also <u>keine Schutzfunktion</u> wie z. B. Basisisolation. Verlangt wird eine Mindestprüfspannung von 500 VAC für eine Nennspannung von 230 VAC ( $U_{Nenn}+250$ VAC, aufgerundet). Ein <b>Kontaktabstand</b> ist nicht vorgegeben. Diese Prüfspannung gilt auch am Ende der Lebensdauer, sofern sich der Kontakt nicht im <b>Fehlzustand Öffnungsversagen</b> befindet.

Begriff / Definition	Erläuterung
<b>Volle-Abschaltung</b> [full disconnection] Kontaktöffnung zur Trennung von Leitern, um eine der Basisisolation gleichwertige Isolation zwischen denjenigen Teilen zu liefern, die abgeschaltet werden. [IEC/EN 61810-1, Abschn. 3.5.13]	Die geforderte Basisisolation über den geöffneten Kontakt hat eine Schutzfunktion. Verlangt wird für Basisisolation mit entsprechender Luftstrecke, für eine Nennspannung von 230 VAC, eine Mindestprüfspannung von 1.500 VAC ( $U_{Nenn}+1.200$ VAC, aufgerundet). Diese Prüfspannung gilt auch am Ende der Lebensdauer, sofern sich der Kontakt nicht im Fehlzustand Öffnungsversagen befindet.
<b>Schaltspannung</b> [contact voltage] Spannung am geöffneten Kontakt. [IEC 61810-1, Abschn. 3.5.7]	Spannung zwischen geöffneten Kontakten vor einem Schließen oder nach einem Öffnen.
<b>Schaltstrom</b> [switching current] * Strom, den ein Kontakt ein- oder ausschaltet. [IEC/EN 61810-1, Abschn. 3.5.9 mod.]	Je nach Art der Last (z. B. Motor-, Lampen-Last, ...) kann der Strom beim Einschalten (Einschaltstrom) ein Vielfaches des Nennstromes bzw. des <b>Kontaktstromes</b> betragen. In der Regel verkürzt sich dadurch die elektrische Lebensdauer. Ein Test unter realen Bedingungen ist notwendig, um die erreichbare Lebensdauer festzustellen. Neben der Art der Last sind weitere Einflussgrößen wesentlich, wie z. B. <b>Schaltspannung</b> (AC oder DC), Schaltfrequenz / Tastverhältnis {Einschaltdauer (Kontakterwärmung) – Ausschaltdauer (Kontaktabkühlung)}, Umgebungstemperatur, u. w.
<b>Kontaktstrom</b> [contact current] * Stromstärke, die ein Kontakt vor einem Öffnen oder nach einem Schließen führt. [IEC 61810-1, Abschn. 3.5.8 mod.]	Strom im geschlossenen Kontaktkreis, ohne Schalten. Durch Einhalten der max. zugelassenen Stromwerte wird u. a. die max. Kontakttemperatur nicht überschritten.
<b>Grenzdauerstrom</b> [limiting continuous current] Höchster Wert des Stroms, den ein geschlossener Kontakt unter festgelegten Bedingungen dauernd führen kann. [IEC/EN 61810-1, Abschn. 3.5.10]	Ein Überschreiten des <b>Grenzdauerstromes</b> führt zu einer unzulässigen Erwärmung des Kontaktes / Kontaktsatzes. Teilweiser Funktionsverlust oder totaler Ausfall sind die Folge.
<b>Fehlzustand</b> [failure] Abweichung des Ist-Zustandes vom erwarteten Soll-Zustand. [IEC/EN 61810-1, Abschn. 3.5.15]	Nicht jeder <b>Fehlzustand</b> ist sofort ein <b>Ausfall</b> . Dies ergibt sich erst nach der Bewertung mittels der <b>Ausfallkriterien</b> .
<b>Ausfallkriterium</b> [failure criteria] Festgelegte Bedingung um zu bewerten ob ein <b>Fehlzustand</b> einen <b>Ausfall</b> darstellt. [IEC/EN 61810-1, Abschn. 3.5.17]	Je nach Auswirkung des zu bewertenden <b>Fehlzustandes</b> , werden die <b>Ausfallkriterien</b> mit unterschiedlichen Schärfegraden belegt. Schärfegrad A: Der erste erfasste <b>Fehlzustand</b> wird als <b>Ausfall</b> gewertet. Schärfegrad B: Der sechste erfasste <b>Fehlzustand</b> oder zwei aufeinander folgende <b>Fehlzustände</b> werden als Ausfall gewertet. Schärfegrad C: Wie vom Hersteller festgelegt. Der bei der Prüfung angewendete Schärfegrad muss so sein, wie vom Hersteller vorgeschrieben und ist im Prüfbericht anzugeben. * <b>Fehlzustände</b> während der Prüfung, wie Isolationsversagen, Versagen bei Spannungsprüfungen, thermische Verformung des Gehäuses, Anbrennungen oder sonstige, sind als <b>Ausfall</b> (-> Schärfegrad A) zu werten. [IEC/EN 61810-2, Abschn. 6]
<b>Ausfall</b> [fault] Beendigung der Fähigkeit einer Einheit, eine geforderte Funktion zu erfüllen. [IEC/EN 61810-3, Abschn. 3.5.14]	<b>Ausfälle</b> sind mit <b>Ausfallkriterien</b> bewertete <b>Fehlzustände</b> . Es kommen bei der Bewertung verschiedene Schärfegrade [IEC/EN 61810-2, Abschn. 6] zur Anwendung, je nach der möglichen Auswirkung des <b>Ausfalls</b> . <b>Ausfälle</b> mit möglicher gefahrbringender Wirkung werden mit dem Schärfegrad A bewertet, gilt z. B. typisch für das <b>Öffnungsversagen</b> (-> grundlegenden Sicherheitsprinzip der Energietrennung). <b>Schließversagen</b> z. B. wirkt typisch nicht gefahrbringend (aber evtl. störend) und kann in diesem Fall mit dem Schärfegrad B bewertet werden. Siehe hierzu IEC/EN 61810-1, Anhang O.3, Stichwort „Erreichen eines tolerierbaren Risikos“.
<b>Öffnungsversagen</b> [failure to open] * <b>Fehlzustand</b> , bei dem entgegen der Erwartung ein geschlossener Kontakt nicht öffnet. [IEC/EN 61810-3, Abschn. 3.2 mod.]	Ist bei Öffnern wie bei <b>Schließern</b> möglich. ANMERKUNG: Im Zusammenhang mit dem grundlegenden Sicherheitsprinzip der Energietrennung ist der <b>Fehlzustand Öffnungsversagen</b> typisch ein gefahrbringender <b>Fehlzustand</b> .
<b>Schließversagen</b> [failure to close] * <b>Fehlzustand</b> , bei dem entgegen der Erwartung ein geschlossener Kontakt den Stromkreis nicht schließt. [IEC/EN 61810-3, Abschn. 3.3 mod.]	Ist bei Öffnern wie bei <b>Schließern</b> möglich. ANMERKUNG: Im Zusammenhang mit dem grundlegenden Sicherheitsprinzip der Energietrennung ist der <b>Fehlzustand Schließversagen</b> typisch kein gefahrbringender Ausfall.