

Relais

# Technische Informationen

## Glossar

### Kontakte

#### Kontaktform

Der Kontaktsatzaufbau eines Relais.

#### Anzahl der Kontakte

Die Anzahl der Kontaktschaltkreise

#### Nennlast

Die Nennlast der Relaiskontakte, die die typischen Leistungseigenschaften der Relaiskontakte bestimmt, wird über die Schaltspannung und den Schaltstrom formuliert.

#### Max. Schaltspannung

Die Schaltspannung des Relais bestimmt die typischen Leistungseigenschaften der Relaiskontakte. Legen Sie keine Spannung an, die die maximale Schaltspannung des Relais überschreitet.

#### Dauerstrom

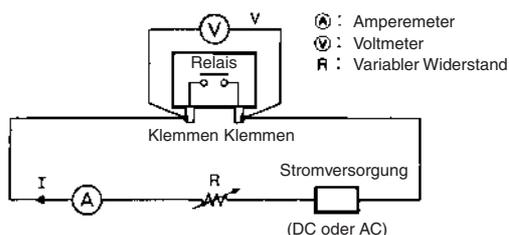
Die Stromstärke, die ständig an die Relaiskontakte angelegt werden kann, ohne dass diese geöffnet oder geschlossen werden, und bei der das Relais innerhalb des zulässigen Temperaturzunahmebereichs bleibt.

#### Maximaler Schaltstrom (Kontaktstrom)

Stromstärke, die als Referenz bei der Leistungsbestimmung der Relaiskontakte dient. Dieser Wert liegt niemals über dem Dauerstromwert. Achten Sie beim Einsatz von Relais darauf, dass dieser Wert nicht überschritten wird.

#### Kontaktwiderstand

Gesamtwiderstand des Leiters, der sich aus bestimmten Einzelwiderständen zusammensetzt, wie z.B. Anker-, Anschluss- und Kontaktwiderstand. Dieser Wert wird bestimmt, indem der Spannungsabfall zwischen den Kontakten bei zulässiger Prüfstromstärke gemäß nachstehender Tabelle gemessen wird.



#### Prüfstrom

Nennstrom oder Schaltstrom (A)	Prüfstrom (mA)
0,01 oder darüber, jedoch geringer als 0,1	10
0,1 oder darüber, jedoch geringer als 1	100
1 oder darüber	1.000

Zur Messung des Kontaktwiderstand kann auch ein geeignetes Ohmmeter verwendet werden, obwohl die Genauigkeit in diesem Fall etwas geringer ist.

### Kontaktsymbol

Schließer	Öffner	1-poliger Wechslerkontakt
2-seitiger Schließerkontakt	2-seitiger Öffnerkontakt	Folgeumschaltkontakt
Schleichkontakt	Bisatbiler Relaiskontakt	Mechanisch verriegelter Relaiskontakt

#### Folgeumschaltkontakt

Kontaktanordnung, bei der ein Teil des Schaltbereichs gemeinsam von Schließer- und Öffnerkontakt genutzt wird. Beim An- und Zurückziehen des Relais zieht zunächst der den Schaltkreis schließende Kontakt an, bevor der den Schaltkreis öffnende Kontakt zurückzieht. Auf diese Weise sind beide Kontakte für einen Moment gemeinsam geschlossen.

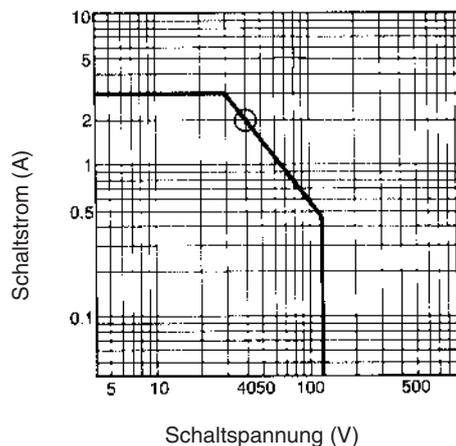
#### Maximale Schaltleistung

Maximal schaltbare Last ohne Verursachung von Material- und oder Überlastungsproblemen. Achten Sie beim Einsatz von Relais darauf, dass dieser Wert nicht überschritten wird. Wenn beispielsweise die Schaltspannung  $V_1$  bekannt ist, kann der maximale Schaltstrom  $I_1$  ermittelt werden, indem man den Schnittpunkt mit der Kurve "Maximale Schaltleistung" bestimmt (s. unten). Analog dazu kann die maximale Schaltspannung  $V_1$  anhand von  $I_1$  ermittelt werden.

Max. Schaltstrom ( $I_1$ ) =

$$\frac{\text{Maximale Schaltleistung [W(VA)]}}{\text{Schaltspannung (V}_1\text{)}}$$

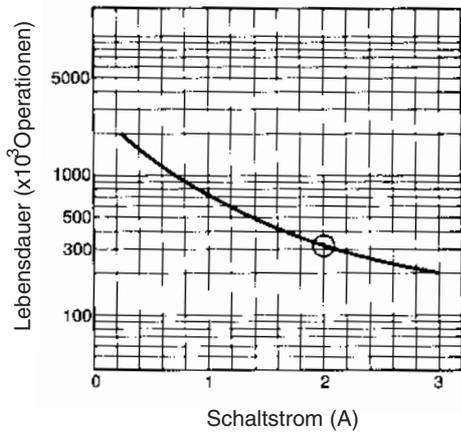
Wenn zum Beispiel die Schaltspannung 40 V beträgt, ergibt sich daraus ein maximaler Schaltstrom von 2 A (siehe eingekreister Punkt in der Kurve).



**Elektrische Lebensdauer**

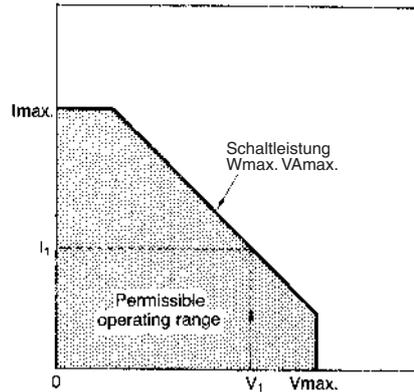
Die elektrische Lebensdauer kann mit der Kurve "Elektrische Lebensdauer" (s. unten) auf Basis des weiter oben ermittelten nominalen Schaltstroms ( $I_n$ ) bestimmt werden.

So liegt beispielsweise die Lebensdauer bei einem maximalen Schaltstrom von 2 A bei etwas mehr als 300.000 Schaltspielen (siehe eingekreister Punkt in der Kurve weiter unten).



Jedoch kann es bei einer Gleichstromlast aufgrund von Funkenbildung Probleme bereiten, einen Schaltkreis von 48 V oder darüber zu unterbrechen. Bestimmen Sie die Eignung des Relais durch Prüfung unter tatsächlichen Einsatzbedingungen. Die Korrelation zwischen den verschiedenen Kontaktwerten verhält sich wie nachstehend dargestellt.

**Maximale Schaltleistung**



**Mindestlast**

Die Mindestlast steht für den unteren Grenzwert der Schaltleistung eines Relais. Derartig geringe Lastwerte existieren bei mikroelektronischen Schaltkreisen. Dieser Wert kann unterschiedlich ausfallen und hängt unter anderem von der Schaltfrequenz, den Betriebsbedingungen und der erwarteten Zuverlässigkeit des Relais ab. Es empfiehlt sich stets, die Eignung des Relais unter den tatsächlichen Lastbedingungen zu überprüfen.

Im vorliegenden Katalog wird die Mindestlast der einzelnen Relais als Referenzwert angegeben. Er steht für die Mindestlast bei einer Zuverlässigkeit von 60% ( $\gamma_{60}$ ).

$\gamma_{60} = 0,1 \times 10^{-6}$ /Schaltspiele bedeutet, dass bei einer Zuverlässigkeit von 60% ein Fehler je 10.000.000 Schaltspiele zu erwarten ist.

**Spule**

Monostabil		Doppelwicklung		Bistabiles Relais mit Einzelwicklung
Mit Pol	Ohne Pol	4 Anschlüsse	3 Anschlüsse	

**Spulenstrom (gilt nur für AC-Schaltung)**

Stromfluss durch die Spule bei angelegter Nennspannung und einer Temperatur von 23°C. Die Toleranz beträgt +15%, -20%, soweit nicht anderslautend angegeben.

### Spulenspannung

An die Spule angelegte Referenzspannung bei Verwendung des Relais unter normalen Betriebsbedingungen. In der nachstehenden Tabelle sind die 100/110 V AC Spannungen aufgeführt.

Geeignete Stromversorgung	Relaiskennzeichnung	Bezeichnung laut Katalog
100 V 50 Hz	100 V AC 60 Hz	100 V AC 60 Hz
100 V AC 50 Hz 100 V AC 60 Hz	100 V AC	100 V AC
100 V AC 50 Hz 100 V AC 60 Hz 110 V AC 60 Hz	100/110 V AC 60 Hz 100 V AC 50 Hz	100/(110) V AC
100 V AC 50 Hz 100 V AC 60 Hz 110 V AC 50 Hz 110 V AC 60 Hz	100/110 V AC	100/110 V AC

### Leistungsaufnahme

Von der Spule aufgenommene Leistung (=Nennspannung x Nennstrom) bei angelegter Nennspannung. Wenn das Relais für den AC-Einsatz bestimmt ist, wird eine Frequenz von 60 Hz zugrundegelegt. Der Strom fließt durch die Spule, wenn die Nennspannung bei einer Temperatur von 23°C anliegt. Dabei gilt eine Toleranz von +15% und -20%, sofern nicht anderslautend angegeben.

### Spulenwiderstand (gilt nur für DC-Schaltung)

Gemessener Widerstand der Spule bei einer Temperatur von 23°C und einer Toleranz von ±10%, sofern nicht anderslautend angegeben. (Der Spulenwiderstand eines AC-Schaltrelais kann bei der Angabe der Spuleninduktivität als Referenz angegeben werden.)

### Rückfallspannung

Spannungsgrenzwert, bei dem ein Relais zurückfällt, wenn die an die Relaispule angelegte nominale Eingangsspannung des angezogenen Relais allmählich abnimmt.

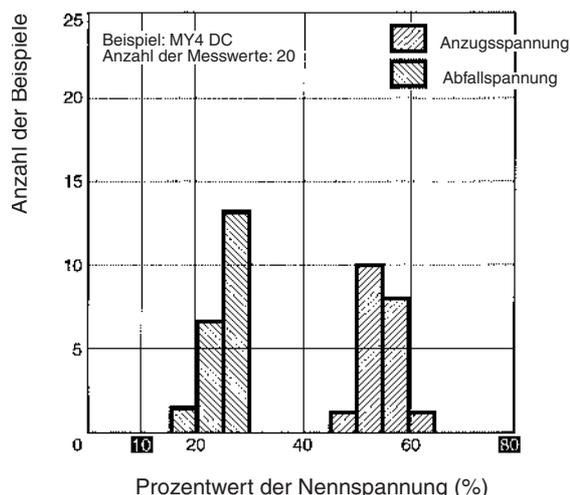
### Anzugsspannung

Spannungsgrenzwert, bei dem ein Relais anzieht, wenn die an die Relaispule angelegte Eingangsspannung des nicht angezogenen Relais allmählich zunimmt.

### Beispiel: DC-Modelle MY4

Die Verteilung der Anzugsspannung und der Rückfallspannung geht aus der nachstehenden Kurve hervor.

Wie die Kurve verdeutlicht, zieht das Relais bei Spannungen von weniger als 80% der Nennspannung an und fällt bei Spannungen von mehr als 10% der Nennspannung ab. Daher wird im vorliegenden Katalog eine Anzugsspannung von max. 80% sowie eine Rückfallspannung von min. 10% der Nennspannung zugrundegelegt.



### Warmstart

Die im Katalog oder Datenblatt angegebenen Werte beziehen sich auf eine Spulentemperatur von 23°C, sofern nicht anderslautend angegeben. Jedoch findet sich in einigen Katalogen die Beschreibung "Warmstart 85% (bei Ta = 40°C)". Dies bedeutet, dass die Anzugsspannung bei an die Spule angelegtem Nennstrom und einer Umgebungstemperatur von 40°C einem Maximum von 85% der nominalen Anzugsspannung entspricht.

### Max. Schaltspannung

Maximalwert (oder Spitzenwert, im Gegensatz zum Dauerwert) für zulässige Spannungsschwankungen der Auslösestromversorgung für die Relaispule.

### Mindestimpulsweite

Mindestbreite der zum Anziehen und Lösen eines Remanenzrelais erforderlichen pulsierenden Spannung bei einer Temperatur von 23°C.

### Spuleninduktivität

Bei DC-Relais wird die Spuleninduktivität durch Addieren der Rechteckkurve zur Zeitkonstante ermittelt. Bei AC-Relais handelt es sich um den Wert bei Nennfrequenz. In beiden Fällen variieren die Werte abhängig davon, ob sich das Relais im angezogenen oder gelösten Zustand befindet.

## Elektrische Eigenschaften

### Mechanische Lebensdauer

Lebensdauer eines Relais bei Schaltung mit nominaler Schaltfrequenz, jedoch ohne Nennlast.

### Elektrische Lebensdauer

Lebensdauer eines Relais bei Schaltung mit nominaler Schaltfrequenz und an die Kontakte angelegte Nennlast.

### Prellen

Unter Prellen versteht man das plötzliche Öffnen und Schließen von Kontakten aufgrund von Vibrationen oder Stößen, die dadurch verursacht werden, dass bewegliche Relaisanteile (Kontakte und Klemmen) auf den Eisenkern oder den Anschlag prallen oder Kontakte gegeneinander stoßen.

### Anzugs-Prellzeit

Prellzeit des Schließkontakts eines Relais bei an die Relaispule angelegter Nennspannung und einer Umgebungstemperatur von 23°C.

**Ansprechzeit**

Zeit zwischen der Versorgung der Relaispule mit Strom und dem Schließen der Schließerkontakte bei einer Umgebungstemperatur von 23°C.  
Ohne Prellzeit. Bei Relais mit einer Ansprechzeit von weniger als 10 ms wird der Mittelwert (Referenzwert) für die Ansprechzeit wie folgt spezifiziert:

<b>Ansprechzeit</b>	max. 5 ms (Mittelwert: ca. 2,3 ms)
---------------------	------------------------------------

**Rückfall-Prellzeit**

Prellzeit des Öffnerkontakts eines Relais beim Abschalten der Relaispule und einer Umgebungstemperatur von 23°C.

**Rückfallzeit**

Zeit zwischen dem Abschalten der Relaispule und dem Schließen der Öffnerkontakte bei einer Umgebungstemperatur von 23°C. (Bei Relais mit ein- oder zweipoligen Schließerkontakten entspricht dies der Zeitspanne bis zum Auslösen der Schließerkontakte unter denselben Bedingungen.) Ohne Prellzeit. Bei Relais mit einer Rückfallzeit von weniger als 10 ms wird der Mittelwert (Referenzwert) für die Rückfallzeit wie folgt spezifiziert:

<b>Rückfallzeit</b>	max. 5 ms (Mittelwert: ca. 2,3 ms)
---------------------	------------------------------------

**Rücksetzzeit (gilt nur für Remanenzrelais)**

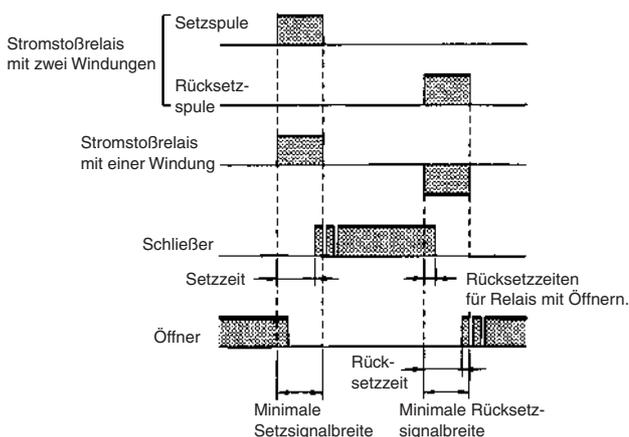
Zeit zwischen dem Abschalten der Relaispule und dem Schließen der Öffnerkontakte bei einer Umgebungstemperatur von 23°C. (Bei Relais mit ein- oder zweipoligen Schließerkontakten entspricht dies der Zeitspanne bis zum Auslösen der Schließerkontakte unter denselben Bedingungen.) Ohne Prellzeit. Bei Relais mit einer Ansprechzeit von weniger als 10 ms wird der Mittelwert (Referenzwert) für die Ansprechzeit wie folgt spezifiziert:

<b>Rücksetzzeit</b>	max. 5 ms (Mittelwert: ca. 2,3 ms)
---------------------	------------------------------------

**Setzzeit (gilt nur für Remanenzrelais)**

Zeit zwischen der Versorgung der Relaispule mit Strom und dem Schließen der Schließerkontakte bei einer Umgebungstemperatur von 23°C. Ohne Prellzeit. Bei Relais mit einer Ansprechzeit von weniger als 10 ms wird der Mittelwert (Referenzwert) für die Ansprechzeit wie folgt spezifiziert:

<b>Anzugsdauer</b>	max. 5 ms (Mittelwert: ca. 2,3 ms)
--------------------	------------------------------------



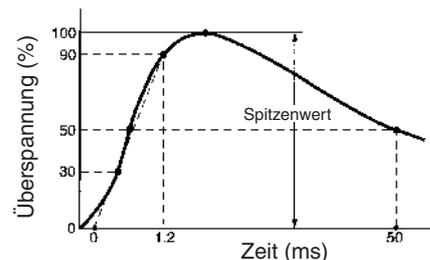
**Isolationsprüfspannung**

Kritischer Wert, den eine Isolation ohne Bruch überstehen kann, wenn eine Hochspannung für 1 Minute zwischen folgenden Punkten angelegt wird:  
Zwischen Spule und Kontakt  
Zwischen Kontakten unterschiedlicher Polarität  
Zwischen Kontakten gleicher Polarität  
Zwischen Setz- und Rücksetzspule  
Zwischen stromführenden Metallteilen und Masseanschluss

Es sei darauf hingewiesen, dass ein Leckstrom von 3 mA normal ist, jedoch gelegentlich auch Leckströme von 1 mA oder 10 mA auftreten.

**Impulsspannungsfestigkeit**

Kritischer Wert, den ein Relais überstehen kann, wenn kurzzeitig eine Überspannung durch Blitzschlag oder Schalten einer induktiven Last etc. auftritt. Die Überspannungskurve mit einer Impulsweite von +1,2 x 50 µs ist nachstehend abgebildet:



**Isolationswiderstand**

Widerstand zwischen einem elektrischen Schaltkreis (z.B. Kontakte und Spule) und geerdeten, nicht leitenden Metallteilen (z.B. Kern), oder Widerstand zwischen den Kontakten. Die gemessenen Werte lauten wie folgt:

Nennisolationsspannung	Messwert
max. 60 V	250 V
min. 61 V	500 V

**Schaltfrequenz**

Frequenz, mit der das Relais ständig anzieht und zurückfällt, und die der nominalen mechanischen und elektrischen Lebensdauer entspricht.

**Stoßfestigkeit**

Die Stoßfestigkeit von Relais zerfällt in zwei Kategorien: Zerstörung, womit die Beschädigung oder grundlegende Veränderung des Relais aufgrund von starken Stößen bei Transport oder Installation des Relais gemeint ist, sowie Fehlfunktion, womit Fehlfunktionen des Relais im Betrieb gemeint sind.

**Streukapazität**

Zwischen Anschlüssen gemessene Kapazität bei einer Umgebungstemperatur von 23°C und einer Frequenz von 1 kHz.

### Vibrationsfestigkeit

Die Vibrationsfestigkeit von Relais zerfällt in zwei Kategorien: Zerstörung, womit die Beschädigung oder grundlegende Veränderung des Relais aufgrund von starken Vibrationen bei Transport oder Installation des Relais gemeint ist, sowie Fehlfunktion, womit Fehlfunktionen des Relais im Betrieb gemeint sind.

$$\alpha = 0,002f^2A$$

$\alpha$ : Vibrationsbeschleunigung

f: Frequenz

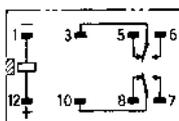
A: Doppelamplitude

### Betrieb

#### Monostabile Relais (Standardausführung)

Dabei handelt es sich um Relais, deren Kontakte als Reaktion auf die Aktivierung und Deaktivierung der Spule schalten, und die keine besondere Funktion haben.

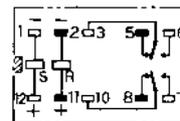
Anschlussbelegung/interne Beschaltung (Ansicht von unten)



#### Remanenzrelais mit Doppelwicklung

Dabei handelt es sich um Relais, die neben einer Setz- und einer Rücksetzspule einen Sperrmechanismus besitzen, mit dem der jeweilige Schaltzustand beibehalten werden kann.

Anschlussbelegung/interne Beschaltung (Ansicht von unten)

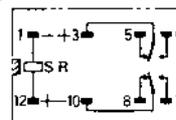


S: Setzspule  
R: Rücksetzspule

#### Remanenzrelais mit Einzelwicklung

Dabei handelt es sich um Relais mit einer Spule, die je nach Polarität der angelegten Spannung zwischen Setzen- und Rücksetzen umschalten und über einen Sperrmechanismus zum Beibehalten des jeweiligen Zustands verfügen.

Anschlussbelegung/interne Beschaltung (Ansicht von unten)



S: Setzspule  
R: Rücksetzspule

#### Schrittschaltrelais

Dabei handelt es sich um Relais, deren Kontakte bei jedem Spuleneingangsimpuls folgend ein- und ausschalten.

#### Klinkenrelais

Dabei handelt es sich um Relais, deren Kontakte bei Eingabe eines Impulssignals abwechselnd oder folgend, bei entsprechendem Eingangssignal, ein- und ausschalten.

# Sicherheitshinweise

## Allgemeine Handhabung

- Lassen Sie das Relais nicht fallen, und setzen Sie es keinen Erschütterungen aus, damit die ursprüngliche Leistungscharakteristik nicht beeinträchtigt wird.
- Das Gehäuse wurde so konstruiert, dass es sich bei normaler Handhabung nicht löst. Entfernen Sie nicht das Gehäuse, damit die ursprüngliche Leistungscharakteristik nicht beeinträchtigt wird.
- Verwenden Sie das Relais in einer trockenen Umgebungsluft, die möglichst frei von Staub, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S und organischen Gasen ist.
- Achten Sie darauf, dass die an die Spule angelegte Spannung nicht ständig die maximal zulässige Spannung überschreitet.
- Vertauschen Sie bei Gleichstromrelais mit integrierter Diode oder Betriebsanzeige nicht die Polarität, wenn die Polarität der Spule angegeben wird.
- Betreiben Sie das Relais nicht mit einer Spannung oder Stromstärke über den spezifizierten Werten.
- Achten Sie darauf, dass die Umgebungsbetriebstemperatur den spezifizierten Wert nicht überschreitet.
- Bei Universalrelais führen anhaltende Lagerung oder Verwendung des Relais in einer Umgebung mit Schwefelwasserstoffgas oder hoher Temperatur und Luftfeuchtigkeit zu Ablagerungen auf den Kontaktflächen. Miniaturrelais verfügen lediglich über eine geringe Kontaktkraft, sodass die Ablagerungen nicht mechanisch beseitigt werden können. Außerdem ist die Beseitigung der Ablagerungen aufgrund der geringen Lasten auch durch Funkenbildung nicht möglich, sodass instabile Kontakte und daraus resultierende Performance- und Funktionsprobleme die Folge sind. Aus diesen Gründen müssen in Umgebungen mit schädlichen Gasen (wie z.B. H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> oder Cl<sub>2</sub>), Feuchtigkeit und Staub vollständig oder hermetisch gekapselte Relais eingesetzt werden.
- Die Kontaktwerte von Relais mit Zulassung nach bestimmten Normen können von den allgemeinen Relaiswerten abweichen. Prüfen Sie beim Einsatz von Relais mit verschiedenen Sockelausführungen zunächst die Kontaktwerte der Relais.

## Auslösespulen Wechselstromrelais

Die Stromversorgung für den Betrieb von Wechselstromrelais erfolgt fast immer mit der herkömmlichen Frequenz von 50 oder 60 Hz. Die Standardspannungen lauten 6, 12, 24, 48, 100 und 200 V AC. Daher handelt es sich bei Relais für von den Standardwerten abweichende Spannungen stets um Spezialbestellungen, was sich nachteilig auf die Preisgestaltung, die Lieferzeit und die Stabilität der Performance auswirken kann. Aus diesem Grund sollten nach Möglichkeit Relais für Standardspannungen ausgewählt werden.

Bei Wechselstromrelais gibt es unter anderem einen Widerstandsverlust der Schattenspule, einen Überstromverlust des Magnet-schaltkreises und einen Hystereseverlust. Der Spuleneingang nimmt ebenfalls zu, und daher ist es normal, dass die Temperaturzunahme größer als bei Gleichstromrelais ist. Des Weiteren entsteht bei Spannungen unterhalb der Anzugsspannung (d.h. Mindestschaltspannung) eine Schwingung, die es erforderlich macht, auf Schwankungen der Versorgungsspannung zu achten.

Wenn zum Beispiel die Versorgungsspannung beim Motorstart abfällt, fällt das Relais zurück, und die vibrierenden Kontakte verbrennen oder verschweißen, oder die Selbsthaltung verlässt ihre Position. Bei Wechselstromrelais gibt es einen Einschaltstrom. (Befindet sich der Anker im getrennten Zustand, ist die Impedanz gering, und es fließt ein Strom, der größer ist als der Nennstrom. Befindet sich der Anker im geschlossenen Zustand, nimmt die Impedanz zu, und es fließt ein Strom, der dem Nennwert entspricht.) Bei Reihenschaltung einer großen Anzahl von Relais muss sowohl dieser Faktor als auch die Leistungsaufnahme berücksichtigt werden.

## Gleichstromrelais

Die Stromversorgung für Gleichstromrelais kann einen Standardwert für die Spannung oder für die Stromstärke haben. Bei einer Standardspannung lauten die nominalen Spulenspannungen 5, 6, 12, 24, 48 und 100 V DC. Bei einer Standardstromstärke ist der Nennstrom in mA im Katalog aufgeführt.

Wird ein Gleichstromrelais am Grenzwert (Spannung oder Stromstärke) betrieben, nimmt der an die Spule angelegte Strom allmählich zu oder ab. Dabei ist zu beachten, dass dies die Kontaktbewegung verzögern kann, und somit u.U. nicht die spezifizierte Schalleistung erreicht wird. Der Spulenwiderstandswert eines Gleichstromrelais kann sich aufgrund von Änderungen der Umgebungstemperatur sowie durch die vom Relais erzeugte Wärme um ca. 0,4% je °C verändern. Daher ist zu beachten, dass Temperaturzunahmen mit höheren Anzugs- und Rückfallspannungen einhergehen.

## Leistungsaufnahme

Die Schwankung der Versorgungsspannung über einen langen Zeitraum hat selbstverständlich Auswirkungen auf die Funktion des Relais, jedoch sind auch kurzzeitige Schwankungen Ursache für eine fehlerhafte Relaisfunktion.

Wird zum Beispiel eine große Magnetspule, ein Relais, ein Motor, eine Heizung oder ein anderes Gerät über dieselbe Stromversorgung betrieben wie das Relais, oder wird eine große Anzahl von Relais zusammen verwendet, bleibt das Relais u.U. aufgrund des Spannungsabfalls ohne Funktion, wenn alle Geräte gleichzeitig betrieben werden und die Kapazität der Stromversorgung nicht ausreicht. Wird andererseits ein Spannungsabfall erwartet und die Spannung dementsprechend erhöht, nimmt die Aufheizung der Spule zu, wenn diese Spannung an das Relais angelegt wird, ohne dass es zu einem Spannungsabfall kommt.

Sorgen Sie für ausreichende Kapazität der Stromversorgung, und halten Sie die Spannung innerhalb des Schaltspannungsbereichs des Relais.

Unterer Grenzwert der Anzugsspannung

Die Verwendung von Relais bei hohen Temperaturen sowie die Zunahme der Spulentemperatur aufgrund eines stetigen Stromflusses durch die Spule führen zu einer Zunahme des Spulenwiderstands, woraus folgt, dass auch die Anzugsspannung zunimmt. Aus diesem Grund ist darauf zu achten, dass ein unterer Grenzwert für die Versorgungsspannung bestimmt wird. Bei der Konzeption der Stromversorgung ist das folgende Beispiel nebst Erläuterung zu berücksichtigen.

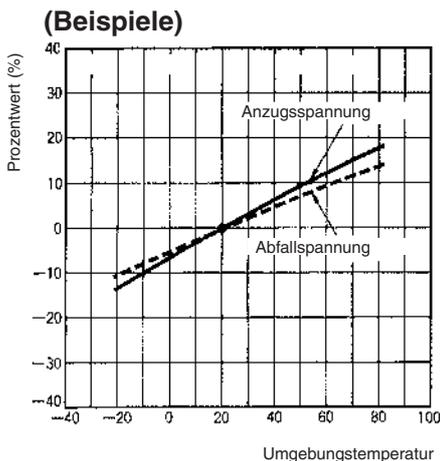
**Hinweis:** Auch wenn es sich bei dem Nennwert um einen Spannungswert handelt (wie bei allen Standardrelais), muss das Relais als strombetrieben betrachtet werden.

Katalogwerte für Modell MY

Nennspannung: 24 V DC, Spulenwiderstand: 650 Ω, Anzugsspannung: max. 80% der Nennspannung, bei einer Spulentemperatur von 23°C.

Ein Nennstrom von 36,9 mA (24 V DC/650 Ω = 36,9 mA) fließt durch dieses Relais, dass bei max. 80% dieses Wert auslöst, d.h. bei max. 29,5 mA (36,9 mA x 0,8 = 29,5 mA). Steigt die aktuelle Spulentemperatur um 10°C, beträgt der Spulenwiderstand 676 Ω (650 Ω x 1,04 = 676 Ω). Um unter diesen Bedingungen einen Anzugsstrom von 29,5 mA fließen zu lassen, muss eine Spannung von 19,94 V (29,5 mA x 676 Ω = 19,94 V) angelegt werden. Diese Spannung (die der Anzugsspannung bei einer Spulentemperatur von 33°C (23°C + 10°C entspricht)), entspricht 83,1% (19,94/24 = 83,1%) der Nennspannung, was einer Zunahme gegenüber einer Spulentemperatur von 23°C gleichkommt.

• Spulentemperatur vs. Anzugs-/Rückfallspannung



[Bestimmung des unteren Grenzwerts der Anzugsspannung]

$$ET > E \times (E_{pv} + 5) / 100 \times \{ (T - T_a) / (234,5 + T_a) + 1 \}$$

- E: Spulen-Nennspannung [V]
- E<sub>pv</sub>: Anzugsspannung [%]
- T<sub>a</sub>: Spulentemperatur bestimmender E<sub>pv</sub>. Sofern nicht anderslautend angegeben, 23°C
- T: Betriebsumgebungstemperatur [°C]
- ET: unterer Grenzwert der Anzugsspannung [V]

**Hinweis:** Die obige Gleichung geht davon aus, dass die Spulentemperatur mit der Umgebungstemperatur identisch ist, und dass T der Wert ist, auf den die Spulentemperatur durch die Aktivierung der Spule gestiegen ist. \*5 steht für die Sicherheitstoleranz von 5 %.

**Anhaltende Erregung über längere Zeiträume (Monate oder Jahre)**

Bei Schaltkreisen, in denen das Relais bei angelegter Stromversorgung über Monate oder sogar Jahre nicht zurückfällt (z.B. Warnleuchten, Alarmanlagen) sowie bei Fehlerermittlungsschaltkreisen, in denen das Relais nur bei erkannten Fehlfunktionen zurückfällt, um über seine Öffnerkontakte ein Alarmsignal zu aktivieren, empfiehlt es sich, den Schaltkreis so zu konzipieren, dass die Relaispule erregungsfrei bleibt. Grund dafür ist die Tatsache, dass sich das Relais bei zunehmender Spulentemperatur aufheizt und somit die Kontakte zunehmend korrodieren. Bei solchen Anwendungen empfiehlt sich der Einsatz von Stütz- oder Schrittschaltrelais. Ist der Einsatz eines monostabilen Relais unumgänglich, verwenden Sie ein vollständig gekapseltes Modell, das über hervorragende Umgebungsfestigkeit verfügt. Auch bei Remanenzrelais wird der Einsatz der vollständig gekapselten Ausführung empfohlen.

**Zulässige Spannung für Spulen-Dauereinsatz**

Der zulässige Spannungswert für den Dauerbetrieb der Spule beträgt im Allgemeinen +10% bis 15% der Nennspannung bei Wechselstrommodellen sowie +15% bis 20% der Nennspannung bei Gleichstrommodellen. Die Temperaturzunahme in diesem Fall liegt normalerweise bei 30° bis 65°C. Die Spannung des Gleichstrommodells wird u.U. manchmal über die Leistung [W] ausgedrückt, die sich aus dem mit dem Spulenwiderstand multiplizierten Quadrat des Spulenstroms ergibt (Spulenstrom<sup>2</sup> x Spulenwiderstand), sodass der Spulenstrom begrenzt wird. Die zulässige Spannung für den Dauerbetrieb der Spule gemäß Datenblatt des jeweiligen Relais ist von großer Bedeutung, da die Isolierung des Relais bei Nichtbeachtung thermisch beeinträchtigt oder verformt werden kann. In diesem Fall besteht das Risiko von Sachschäden an angeschlossenen Geräten sowie Verletzungsgefahr für Bedienpersonal etc. Achten Sie daher auf die Einhaltung der zulässigen Spannung. Ungeachtet der zunehmenden Verfügbarkeit von Relais mit neuartigen Kabelwerkstoffen für Spulen zur Steigerung der Leistungscharakteristik im Laufe der vergangenen Jahre ist es angemessen, bei diesen Relais von einer Isolierung des Typs E sowie von einem oberen Grenzwert für die Temperaturzunahme von 80°C bei einer Umgebungstemperatur von 40°C auszugehen.

**Ansprechzeit**

Die Ansprechzeit eines Wechselstromrelais hängt stark von der Phase ab, bei der der Schalter zur Erregung der Spule eingeschaltet wird, und beträgt bei kleinen Relais etwa eine halbe Periode (ca. 10 ms), wird jedoch als Bereich angegeben. Handelt es sich jedoch um ein großes Relais, nimmt das Prellen zu, die Ansprechzeit beträgt 7 bis 10 ms, während die Rückfallzeit 9 bis 18 ms beträgt. Bei Gleichstromausführungen gilt: je größer der Spuleneingang, umso kürzer die Ansprechzeit. Wenn jedoch die Ansprechzeit zu kurz ist, kann dies zur Verlängerung der Prellzeit des Öffnerkontakts führen.

**Maximalspannung**

Setzen Sie Relais nicht so ein, dass die im Datenblatt angegebene Maximalspannung überschritten wird. Die Maximalspannung eines Relais wird von verschiedenen Faktoren bestimmt, dazu gehören der Anstieg der Spulentemperatur, die Lebensdauer der Spulenisolierung, elektrische und mechanische Lebensdauer sowie allgemeine Eigenschaften. Wird die Maximalspannung überschritten, kann dies zur Beeinträchtigung der Isolierung und zum Durchbrennen der Spule führen. Jedoch werden Relais im täglichen Einsatz oftmals oberhalb ihrer zulässigen Maximalspannung eingesetzt, um Schwankungen der Versorgungsspannung zu bewältigen. Beachten Sie in diesem Fall folgende Punkte:

- (1) Lassen Sie die Spulentemperatur nicht über den Wert ansteigen, den Spule, Isolierung und Wicklung aushalten können. Die von den häufig benutzten Verdrahtungswerkstoffen jeweils ausgehaltenen Höchsttemperaturen sind in der Tabelle weiter unten aufgeführt. (Die Werte in der Tabelle werden mit der Widerstandsmethode gemessen.)

Verdrahtungswerkstoffe	Oberer Grenzwert der Spulentemperatur
Polyurethan	120°C
Polyester	130°C

[Messung der Spulentemperatur über Widerstandsmethode]

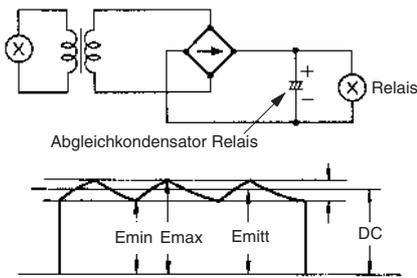
$$t = (R_2 - R_1) / R_1 \times (234,5 + T_1) + T_1 \text{ [°C]}$$

- R<sub>1</sub>: Spulenwiderstand vor der Erregung [Ω]
- R<sub>2</sub>: Spulenwiderstand nach der Erregung [Ω]
- T<sub>1</sub>: Spulentemperatur vor der Erregung (Umgebungstemperatur): T<sub>1</sub> [°C]
- t: Spulentemperatur nach der Erregung [°C]

- (2) Vergewissern Sie sich, dass beim Einsatz des Relais unter den tatsächlichen Einsatzbedingungen kein Problem auftritt.

**Eingangsstromquelle**

- Bei der Stromquelle für Gleichstromrelais handelt es sich in der Regel entweder um eine Batterie oder um eine Gleichstromversorgung mit einer maximalen Welligkeit von 5%. Wird das Relais über einen Gleichrichter mit Strom versorgt, hängen Anzugs- und Rückfallspannung vom Welligkeitsprozentsatz ab. Prüfen Sie daher vor der eigentlichen Inbetriebnahme des Relais zunächst die Spannungen. Wenn der Welligkeitsanteil sehr groß ist, können Vibrationen auftreten. In diesem Fall empfiehlt sich der Einsatz eines Glättungskondensators wie nachstehend gezeigt.



Welligkeitsverhältnis (%) =  $(E_{max} - E_{min}) / E_{mitt} \times 100 \%$

Welligkeitsverhältnis DC-Komponente, wobei Emax: Maximalwert der Welligkeitskomponente; Emin: Minimalwert der Welligkeitskomponente; Emitt: Mittelwert der DC-Komponente

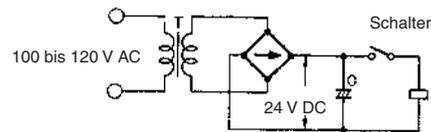
- In einem Schaltkreis, in dem die an die Gleichstromspule angelegte Spannung sehr langsam zu- oder abnimmt, funktionieren die einzelnen Kontakte eines Mehrkontaktrelais .u.U. nicht simultan oder die Anzugsspannung variiert möglicherweise bei jeder Relaisbetätigung. Dies führt dazu, dass die Schaltsequenz nicht ordnungsgemäß festgelegt werden kann. Daher empfiehlt sich bei wichtigen Schaltkreisen der Einsatz eines Schmitt-Schaltkreises, um die gewünschte Kurve zu erhalten.
- In Schaltkreisen, bei denen langanhaltend Spannung an die Relaispule angelegt wird, wird der Einsatz eines Gleichstromrelais empfohlen. Bei Einsatz eines Wechselstrommodells steigt die Spulentemperatur bedingt durch die Wechselwirkung zwischen Kupfer- und Eisenverlust (Hysterese magnetischer Werkstoffe) auf einen sehr hohen Wert. Daher ist der Einsatz der Gleichstromausführung unter dem Gesichtspunkt der Temperaturreduzierung innerhalb der Schalttafel sowie aus Gründen der Vibrationsminimierung vorteilhafter.

## An Wechselstrommodell angelegte Spannung

Legen Sie prinzipiell eine Spannung von +10% bis -20% der Nennspannung an das Wechselstromrelais an, um eine stabile Relaisfunktion zu gewährleisten. Beachten Sie jedoch, dass die an die Spule angelegte Spannung die Form einer Sinuskurve haben muss. Stammt die angelegte Spannung aus einer kommerziellen Stromquelle, ist dies problemlos. Wird jedoch ein Wechselstromregler verwendet, kann es je nach Verzerrung der Kurve zu Interferenzen und zu übermäßiger Aufheizung kommen. Zwar sind Wechselstromrelais so konstruiert, dass Interferenzen durch eine stehende Spule eliminiert werden, jedoch kann die Kurvenverzerrung die ordnungsgemäße Funktion der stehenden Spule beeinträchtigen.

Sind Motoren, Magnetspulen oder Umrichter an dieselben Stromversorgungsleitungen angeschlossen wie der Steuerkreis eines Relais, kann die Versorgungsspannung des Relais beim Betrieb dieser Geräte absinken, was zum Vibrieren des Relais und zum Verbrennen der Kontakte führen kann. Dieses Symptom ist besonders dann zu beachten, wenn ein Umrichter mit geringer Leistung an das Relais angeschlossen ist, wenn die Verdrahtung zu lang ist, oder wenn Kabel mit geringem Leiterquerschnitt verwendet werden. Untersuchen Sie die Spannungsschwankungen bei Schwierigkeiten dieser Art mit einem Oszilloskop o.ä., und ergreifen Sie geeignete Abhilfemaßnahmen, wie z.B. den Einsatz von Spezialrelais mit für die jeweilige Anwendung geeigneten Funktionseigenschaften oder die Änderung des Relaischaltkreises in einen Gleichstromschaltkreis wie nachstehend gezeigt, um die Spannungsschwankungen über einen Kondensator zu absorbieren.

### • Spannungsschwankungs-Absorptionsschaltkreis mit Kondensator 100-V-AC-Schalter



## ■ Spule

Der wichtigste zu beachtende Punkt besteht darin, Nennspannung an ein Relais anzulegen, um dessen ordnungsgemäße Funktion zu gewährleisten. Dieser Punkt ist daher bei der Verwendung von Relais unter allen Umständen zu beachten. Das Anlegen der Nennspannung an die Relaispule ist auch daher von Bedeutung, dass sich der Spulenwiderstand abhängig von Spulentyp, Spannungsschwankung und Temperaturzunahme verändert. Jedoch darf die an die Spule angelegte Spannung nicht die im Datenblatt des Relais spezifizierte Maximalspannung überschreiten, da es andernfalls zum Kurzschluss und zum Durchbrennen der Spule kommen kann.

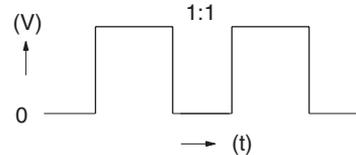
### Spulentemperaturzunahme

Fließt Strom durch eine Relaispule, wird durch den Kupferverlust der Spule bzw. durch den Eisenverlust (bei Wechselstrom) der magnetischen Werkstoffe (z.B. Eisenkern) Wärme erzeugt. Folglich kommt es zu einer Zunahme der Spulentemperatur. Fließt Strom durch die Kontakte, erzeugen auch diese Wärme, sodass die Spulentemperatur weiter steigt.

### Temperaturzunahme durch Impulsspannung

Wird eine Impulsspannung an ein Relais angelegt, deren Einschaltzeit max. 2 Minuten beträgt, erfolgt die Zunahme der Spulentemperatur unabhängig von der Einschaltzeit, wird jedoch vom Verhältnis zwischen Ein- und Ausschaltzeit beeinflusst. Die Temperaturzunahme ist wesentlich geringer als bei dauerhaft anliegender Stromversorgung und bei allen Relaisausführungen nahezu identisch.

Erregungszeit	Temperaturzunahme:
Dauerhafte Erregung	100%
EIN:AUS = 3:1	ca. 80%
EIN:AUS = 1:1	ca. 50%
EIN:AUS = 1:3	ca. 35%



### Veränderungen der Anzugsspannung durch Zunahme der Spulentemperatur (Warmstart)

Wurde die Spule eines Gleichstromrelais dauerhaft erregt und die Stromversorgung des Relais aus- und sofort wieder eingeschaltet, steigt der Spulenwiderstand, da die Spulentemperatur zunimmt. Dies führt zu einem leichten Anstieg der Anzugsspannung. Wird das Relais bei hoher Umgebungstemperatur eingesetzt, nimmt die Schaltspannung ebenfalls zu. Der Widerstands-Temperaturkoeffizient von Kupferdraht liegt bei 0,4% je 1°C, und der Spulenwiderstand nimmt in diesem Verhältnis zu. Daher ist zum Schalten des Relais ein höherer Strom als der Schaltstrom erforderlich, und dieser Wert nimmt gemeinsam mit dem Spulenwiderstand zu.

### Überstromschutz bei deaktivierter Spule

Die von der Spule im deaktivierten Zustand erzeugte Umkehrspannung kann zur Beschädigung eines Halbleiters und zu Gerätefehlfunktionen führen. Schließen Sie zur Abhilfe entweder einen Überspannungsschutz auf beiden Seiten der Spule an, oder verwenden Sie ein Modell mit integriertem Überspannungsschutz (z.B. MY, LY). Wird ein Überspannungsschutz angeschlossen, nimmt die Rückfallzeit des Relais zu. Prüfen Sie die Funktion im Bestimmungsschaltkreis.

## ■ Kontakte

Die Kontakte sind die wichtigsten Bestandteile eines Relais. Ihre Funktionen und Eigenschaften werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst, so zum Beispiel von den Kontaktwerkstoffen, der angelegten Spannung und Stromstärke (vor allem Spannungs- und Stromkurven beim Ein-/Ausschalten der Stromversorgung), der Lastart, Schaltfrequenz, Umgebungstemperatur, Kontaktkonstruktion sowie vom Vorhandensein des Phänomens Kontaktprellen. Werden die Kontakte von einem oder mehreren der genannten Faktoren beeinträchtigt, können folgende Phänomene auftreten: Kontaktverlagerungen, Metallablagerungen, übermäßiger Verschleiß und erhöhter Kontaktwiderstand. Beachten Sie folgende Punkte, um die Lebensdauer der Kontakte zu verlängern und sicherzustellen, dass sie stets ordnungsgemäß funktionieren.

### Spannung und Stromstärke des Kontaktschaltkreises

In einem induktiven Kontaktschaltkreis entsteht eine beträchtliche gegen elektromotorische Kraft (Gegen-EMK). Je größer die an die Kontakte angelegte Spannung, desto größer die Energie der Gegen-EMK, die zum Verschleiß der Kontakte führt. Daher muss die Stromstärke, bis zu der das Relais schaltet, entsprechend kontrolliert werden. Wird eine Gleichspannung an die Kontakte angelegt, nimmt die Schaltleistung des Relais deutlich ab. Grund dafür ist die Tatsache, dass es im Gegensatz zur Wechselspannung bei der Gleichspan-

nung keinen Nullpunkt (Strom-Nulldurchgang) gibt, und daher ein einmal entstandener Funke relativ lange bestehen bleibt. Außerdem kommt es bedingt durch die Tatsache, dass der Strom nur in eine Richtung fließt, zur am Rande beschriebenen Kontaktverlagerung, die wiederum zu Kontaktverschleiß führt. Die Schaltleistung wird im Allgemeinen auf dem Datenblatt des jeweiligen Relais angegeben. Jedoch ist die Einhaltung der Schaltleistung allein nicht ausreichend. Vor allem bei Spezialkontakt-Lastkreisen muss die Schaltleistung unter tatsächlichen Lastbedingungen überprüft werden.

### Strom

Beim Schließen und Öffnen der Kontakte hat der Strom deutlichen Einfluss auf dieselben. Wenn es sich bei der Last beispielsweise um einen Motor oder um eine Leuchte handelt, werden die Kontakte umso stärker verschliffen (und die Kontaktverlagerung verstärkt), desto höher der Einschaltstrom beim Schließen der Kontakte ist. In der Folge verschweißen die Kontakte und können nicht mehr getrennt werden.

### Kontaktmaterialien

Die Auswahl der geeigneten Kontaktmaterialien für die von den Kontakten zu schaltende Last ist von besonderer Bedeutung. In der nachstehenden Tabelle sind die verbreiteten Kontaktmaterialien nebst deren Eigenschaften aufgeführt.

### Kontaktmaterialien und deren Eigenschaften

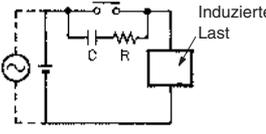
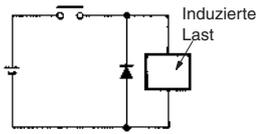
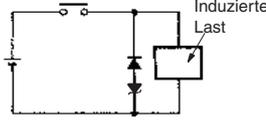
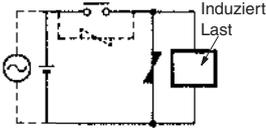
Niedriger Laststrom ←		→ Hoher Laststrom			
Platin-, Gold- und Silberlegierungen	AgPd (Silberpalladium)	Ag (Silber)	AgNi (Silbernickel)	AgSnIn (Silber, Zinn, Indium)	AgW (Silberwolfram)
Hochgradig korrosionsbeständig. Einsatz vor allem in Feinstromkreisen (Au:Ag:Pt = 69:25:6)	Hochgradig korrosions- und schwefelbeständig. In Trockenschaltkreisen, die leicht organische Gase absorbieren und Polymere erzeugen, und daher goldbeschichtet.	Größte elektrische und thermische Leitfähigkeit aller Metalle. Geringer Kontaktwiderstand, entwickelt jedoch bei Schwefelgas leicht Ablagerungen. Kann bei geringer Spannung/ Stromstärke Kontaktversagen verursachen.	In puncto Leitfähigkeit mit Silber vergleichbar. Hervorragende Funkenbeständigkeit	Hervorragende Beständigkeit gegen Metallablagerungen und Verschleiß	Hohe Härte und hoher Schmelzpunkt Hervorragende Beständigkeit gegen Funken, Metallablagerungen und Kontaktverlagerung, jedoch hoher Kontaktwiderstand und geringe Umgebungsfestigkeit

## Kontaktschutz-Schaltkreis

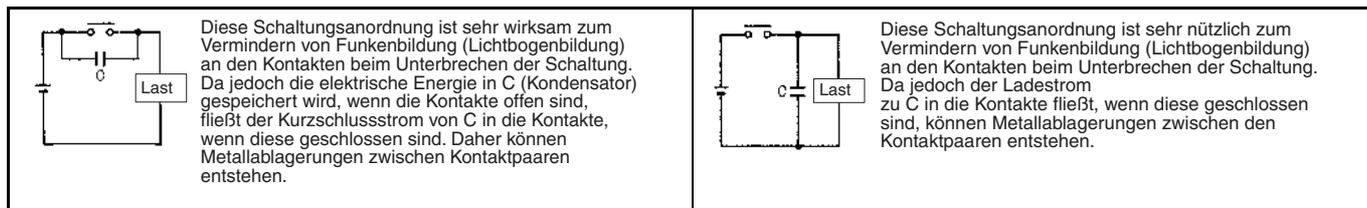
Es wird empfohlen, einen Kontaktschutz-Schaltkreis zu integrieren, um die Lebensdauer des Relais zu erhöhen, Störungen zu unterdrücken und die Bildung von Ablagerungen an den Kontakten (Karbon, Salpetersäure) zu verhindern, wie sie beim Öffnen des Relais entstehen können. Die falsche Verwendung eines Kontaktschutz-Schaltkreises kann jedoch negative Auswirkungen haben. Die Rückfallzeit des Relais kann jedoch in jedem Fall verlängert werden. Im Folgenden finden Sie typische Beispiele für Kontaktschutzschaltungen.

gen. Beachten Sie, dass selbst vollständig abgedichtete Relais beim Schalten von Lasten mit Funkenbildung (z.B. induktive Lasten wie Relaispulen) in Umgebungen mit hoher Feuchtigkeit Salpetersäure erzeugen können (bedingt durch das vom Funken erzeugte Stickoxid und den Wassergehalt), die zur Korrosion der Metallbestandteile des Relais und somit zu dessen Versagen führen kann. Verwenden Sie einen Überspannungsschutz (siehe Tabelle auf der nächsten Seite), wenn das Relais in einer sehr feuchten Umgebung zum regelmäßigen Schalten von funkenbildenden Schaltkreisen eingesetzt wird.

## Beispiele für Überspannungsschutz

Schaltung	Eignung		Eigenschaften und Anmerkungen	Bemessung der Komponenten
	AC	DC		
<b>RC-Ausführung</b> 	*	OK	*Die Lastimpedanz muss wesentlich geringer als der RC-Schaltkreis sein, wenn das Relais an Wechselspannung arbeitet.  Die Rückfallzeit der Kontakte verlängert sich, wenn als Last ein Relais oder eine Magnetspule verwendet wird. Dieser Schaltkreis ist wirkungsvoll, wenn er bei einer Versorgungsspannung von 24 bis 48 V beidseitig an die Last angeschlossen wird. Schließen Sie den Schaltkreis an die Kontakte an, wenn die Versorgungsspannung 100 bis 240 V beträgt.	Optimale Werte für C und R lauten wie folgt: C: 1 bis 0,5 µF für 1 A Schaltstrom R: 0,5 bis 1 Ohm für 1 V Schaltspannung Jedoch entsprechen diese Werte nicht immer den optimalen Werten. Grund dafür sind die Lastart und die Streuung der Relaiseigenschaften. Ermitteln Sie die optimalen Werte experimentell. Der Kondensator C unterbindet die Entladung beim Öffnen der Kontakte, während der Widerstand R den angelegten Strom beim nächsten Schließen der Kontakte begrenzt. Verwenden Sie im Allgemeinen C mit einer Isolationsprüfspannung von 200 bis 300 V. Wenn es sich um einen Schaltkreis mit Wechselstromversorgung handelt, verwenden Sie einen Wechselstromkondensator (ungepolt).
	(OK)	OK		
<b>Diodentyp</b> 	Fehler	OK	Die in einer Spule gespeicherte Energie (induktive Last) wird von der parallel zur Spule geschalteten Diode als Strom zur Spule geführt und durch den Widerstand der induktiven Last in Form von Wärme abgegeben. Bei dieser Art von Schaltung verlängert sich die Rückfallzeit mehr als bei der CR-Schaltung.	Verwenden Sie eine Diode mit einer Durchbruchspannung von mehr als dem zehnfachen der Schaltkreisspannung und einem nominalen Durchlassstrom, der über dem Laststrom liegt. In Schaltkreisen, deren Spannung nicht besonders hoch ist, kann eine Diode mit einer Durchbruchspannung in zwei- bis dreifacher Höhe der Versorgungsspannung eingesetzt werden.
<b>Diode + Zenerdiode</b> 	Fehler	OK	Diese Schaltung ist für Anwendungen geeignet, in denen eine Diodenschutzschaltung aufgrund der zu hohen Verlängerung der Rückfallzeit allein nicht ausreicht.	Die Durchbruchspannung zur Zenerdiode sollte etwa mit der Versorgungsspannung identisch sein.
<b>Varistortyp</b> 	OK	OK	Diese Schaltung verhindert das Anlegen einer hohen Spannung zwischen den Kontakten durch Ausnutzung der konstanten Spannung des Varistors. Auch bei dieser Schaltung kommt es zu einer leichten Verlängerung der Rückfallzeit. Dieser Schaltkreis ist wirkungsvoll, wenn er bei einer Versorgungsspannung von 24 bis 48 V beidseitig an die Last angeschlossen wird. Schließen Sie den Schaltkreis an die Kontakte an, wenn die Versorgungsspannung 100 bis 240 V beträgt.	Die Sperrspannung Vc muss folgende Bedingungen erfüllen (bei Wechselstrom mit 2 multipliziert) Kontakt-Isolationsprüfspannung > Vc > Versorgungsspannung

Vermeiden Sie den Einsatz eines Überstromschutzes in der nachstehend gezeigten Weise.

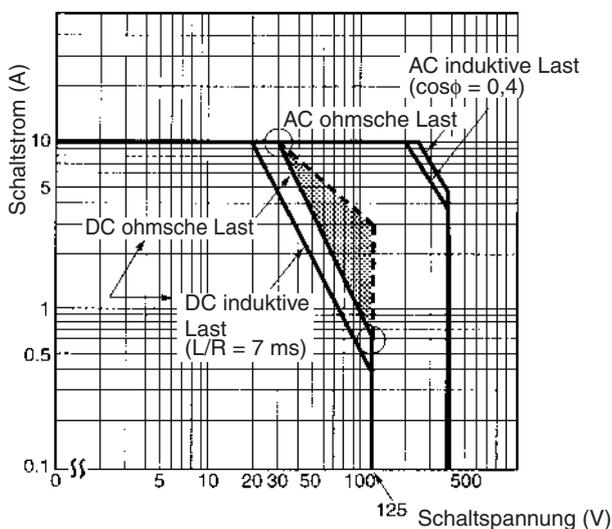


**Hinweis:** Zwar gilt das Schalten einer induktiven Gleichstromlast als schwieriger als das Schalten einer Ohmschen Last, jedoch können über einen geeigneten Kontaktschutz-Schaltkreis fast identische Eigenschaften erzielt werden.

### Lastschaltung

Bei der eigentlichen Verwendung des Relais hängen Schaltleistung, Schaltlebensdauer und Schaltbedingungen in hohem Maße von der Lastart, den Umgebungsbedingungen und der angeschlossenen Last ab. Prüfen Sie die Funktion des Relais unter den tatsächlichen Einsatzbedingungen. Die maximalen Schaltleistungen der Relais sind in der nachstehenden Kurve dargestellt.

### Maximale Schaltleistungen



### Kontakte

Last	Ohmsche Last	Induktive Last (cos φ = 0,4, L/R = 7 ms)
<b>Nennlast</b>	AC: 250 V, 10 A DC: 30 V, 10 V	AC: 250 V, 7,5 A DC: 30 V, 5 V
<b>Nenndauerstrom</b>	10 A	
<b>Max. Schaltspannung</b>	380 V AC, 125 V DC	
<b>Max. Schaltstrom</b>	10 A	

### 1. Ohmsche Lasten und induktive Lasten

Die Schaltleistung für eine induktive Last ist geringer als die Schaltleistung für eine Ohmsche Last. Grund dafür ist der Einfluss der in der induktiven Last gespeicherten elektromagnetischen Energie.

### 2. Schaltspannung

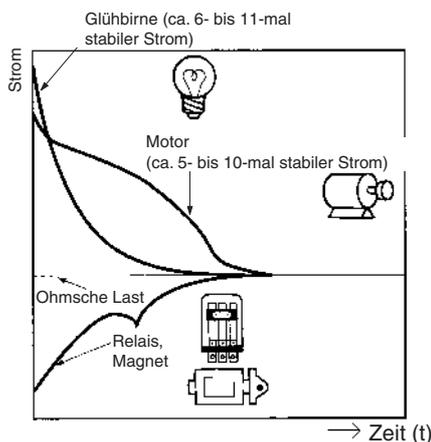
Die Schaltleistung ist bei Gleichstromlasten geringer als bei Wechselstromlasten. Bei Gleichstromlasten ist die Schaltleistung für höhere Spannungen geringer. Unter Verwendung der Werte aus der Kurve *Maximalwerte für Schaltleistung* ergibt sich die Schaltleistung für Gleichstromlasten bei Mindestspannung als  $W_{max} = 300 \text{ W}$  und bei Maximalspannung als geringerer Wert, nämlich  $W_{max} = 75 \text{ W}$ . Bei diesem Unterschied handelt es sich um den Betrag, um den die Schaltleistung aufgrund der hohen Schaltspannung abfällt. Das Anlegen einer Spannung oder eines Stroms über dem jeweiligen Maximalwert hat folgende Auswirkungen:

1. Der durch das Schalten der Last erzeugte Kohlenstoff lagert sich im Bereich der Kontakte ab und führt zur Verschlechterung der Isolation.
2. Kontaktablagerungen und Blockierungen führen zu Fehlfunktionen der Kontakte.

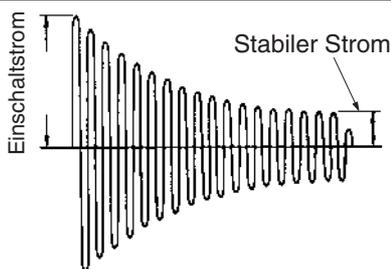
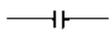
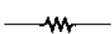
### 3. Schaltstrom

Der beim Öffnen und Schließen der Kontakte anliegende Strom hat starken Einfluss auf die Kontakte. Handelt es sich bei der Last z.B. um einen Motor oder eine Leuchte, nimmt die Kontaktermüdung und -verlagerung mit dem Einschaltstrom zu, was zu Ablagerungen, Blockierungen und anderen Faktoren führt, die die Fehlfunktion eines Kontakts verursachen können. (Nachstehend folgen einige typische Beispiele für das Verhältnis zwischen Last und Einschaltstrom.) Wird ein Strom, der stärker als der Nennstrom ist, angelegt und handelt es sich um eine Last mit Gleichstromversorgung, führt das Anschließen und Überbrücken funkenbildender Kontakte zu einer Verringerung der Schaltleistung.

### Gleichstromlasten und Einschaltstrom



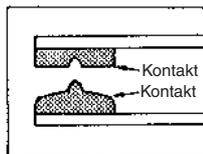
**Wechselstromlasten und Einschaltstrom**

Lastart	Verhältnis Einschaltstrom zu Dauerstrom	Kurve
Magnetspule 	ca. 10	
Glühlampe 	ca. 10 bis 15	
Motor 	ca. 5 bis 10	
Relais 	ca. 2 bis 3	
Kondensator 	ca. 20 bis 50	
Ohmsche Last 	1	

**Gleichstromlast-Schaltung**

Beim Schalten einer Gleichstromlast kann die Funkenbildung präziser unterdrückt werden, wenn die Kontakte in Reihe geschaltet werden, da dies einer Vergrößerung des Kontaktabstands gleichkommt.

Beim Schalten einer Gleichstromlast kann es zu Kontaktverlagerungen kommen, wobei das Zurückfallen der Kontakte durch die auf den Kontaktflächen erzeugte Ein- bzw. Ausbuchtung verhindert wird (s. unten).

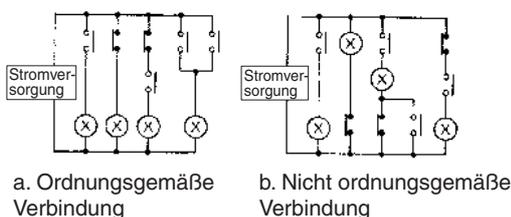


Die Ausbuchtung entsteht, da die Kontaktfläche durch die dort erzeugte Hitze regelrecht punktgeschweißt wird, während die Einbuchtung durch Verdampfung und chemische Prozesse erzeugt wird. Zu diesen Phänomenen kann es selbst dann kommen, wenn das Relais bei einem Laststrom unterhalb seines Nennstroms eingesetzt wird. Daher muss das Relais zunächst unter den tatsächlichen Einsatzbedingungen darauf geprüft werden, ob die beschriebenen Phänomene auftreten.

Wird das Relais zum Schalten einer Gleichstromlast verwendet, kommt es innerhalb des Relaisgehäuses manchmal zur Erzeugung einer bläulich-grünen Substanz. Bei dieser Substanz handelt es sich um ausgefällte Salpetersäure (HNO<sub>3</sub>), die durch die Funkentladung in der stickstoffhaltigen feuchten Luft beim Öffnen und Schließen der Kontakte entsteht. Die Modelle MMX und G7X sitzen in Gehäusen mit Lüftungsbohrungen, durch die das Gas austreten kann, bevor es zum Ausfällen von Salpetersäure kommt.

**Potenzialdifferenzschaltung**

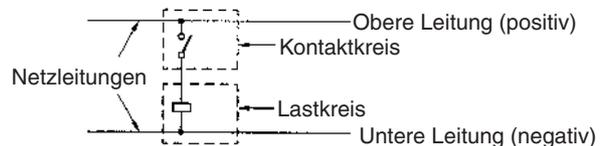
In einem Schaltkreis mit geringem Abstand zwischen benachbarten Kontakten wird die Stromquelle kurzgeschlossen, wenn zwischen den benachbarten Kontakten ein Spannungsgefälle besteht und die Kontakte kurzgeschlossen werden. Um das Kurzschließen der Stromquelle bei Verwendung eines mehrpoligen Kontaktrelais o.ä. zu verhindern, schließen Sie die Last wie nachstehend gezeigt an:



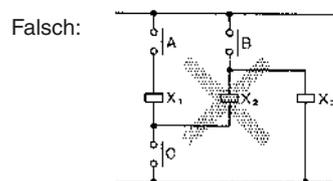
Beträgt die Spannung des Lastkreises max. 20 V oder wird beim Schalten des Relais kein Funke erzeugt, kann Lastanschluss b erfolgen. Prüfen Sie Ihre geplante Anwendung sorgfältig auf die Eignung für den Lastanschluss b.

**Nebenschaltkeis**

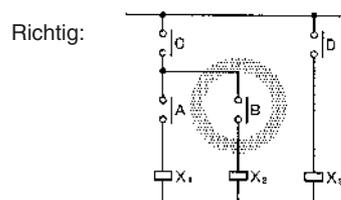
Bei der Konfiguration einer Reihenschaltung muss darauf geachtet werden, dass es nicht durch zu Fehlfunktionen durch Nebenströme kommt. Beim Zeichnen einer Reihenschaltung muss die obere der beiden Stromversorgungsleitungen als positiv und die untere als negativ betrachtet werden (diese gilt nicht nur für Gleichstrom- sondern auch für Wechselstromschaltungen). Des Weiteren müssen die Kontaktschaltkreise (z.B. Relaiskontakte, Timer-Kontakte und Positionsschalterkontakte) an die positive Leitung angeschlossen sein, während die Lastschaltkreise (Relaisspule, Timer-Spule, Magnetspule, Motor oder Leuchte) an die negative Leitung angeschlossen sein müssen.



Nachstehend ein Beispiel für eine Nebenschaltung. Nach dem Schließen der Kontakte A, B und C und somit nach Auslösung der Relais X1, X2 und X3 entsteht beim Öffnen der Kontakte B und C eine Reihenschaltung aus A, X1, X2 und X3, die dazu führt, dass Relaisprellen auftritt oder das Relais nicht zurückfällt.



Nachstehend ein Beispiel für eine fehlerfreie Schaltung. Bei Gleichstromschaltungen können Nebenströme wirkungsvoll durch den Einsatz von Dioden verhindert werden.



## ■ Hinweise zu Umgebungsbedingungen

### Umgebungsbedingte Kontaktverschlechterung

Auch wenn das Relais ohne Verwendung gelagert wird, kann die Verschlechterung der Kontakte fortschreiten, wenn die Lagerbedingungen aufgrund von Schwefel oder Chlor in der Umgebungsluft ungeeignet sind. Bei einem Lagerzeitraum von mehreren Jahren empfiehlt sich die Verwendung von Relais mit goldbeschichteten Kontakten oder eine Durchgangsprüfung vor der eigentlichen Inbetriebnahme des Relais.

Bereich	Erfasste Elemente	Ergebnis der Kontaktflächenuntersuchung (Silberkontakt. Lagerung über 12 Monate)
Chemiewerk	Ag, S	Auf der gesamten Oberfläche der Kontakte wurden annähernd gleichmäßige und dichte Korrosionsstoffe gefunden. Die Analyse ergab das Vorhandensein von $Ag_2S$ .
Stahlwerk	Ag, S	Es wurden unregelmäßige Aus- und Einbuchtungen sowie kristalline Ablagerungen gefunden. Die Analyse ergab das Vorhandensein von $Ag_2S$ .
Autobahn	Ag, S, Cl	Es wurden vereinzelt Ringkristalle beobachtet. $Ag_2S$ war in den weißen Bereichen extrem dünn.

Chemiefabrik



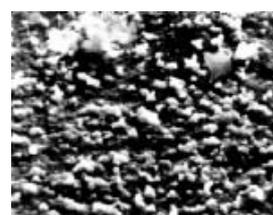
x 5.000

Stahlwerk



x 5.000

Autobahn



x 5.000

### Elektrolytische Korrosion

Zur Vermeidung elektrolytischer Korrosion empfiehlt es sich, die Erdungsklemme und den Befestigungsbolzen des Relais nicht zu erden. Falls die Erdung bei Einsatz in einer Umgebung mit hoher Temperatur und Luftfeuchtigkeit unumgänglich ist, kann es bei ungenügender Erdung zu elektrolytischer Korrosion kommen, wodurch sich der Spulendraht löst. Nehmen Sie die Erdung in einem solchen Fall wie folgt vor:

- (1) Erden Sie die positive Seite der Stromversorgung (siehe Abb. 1 und 2).
- (2) Wenn die positive Seite nicht geerdet werden kann und daher die negative Seite der Stromversorgung geerdet werden muss, schließen Sie einen Schalter so an die positive Seite an, dass die Spule an die negative Seite angeschlossen ist (siehe Abb. 3).
- (3) Die Erdung der negativen Seite der Stromversorgung und das Anschließen eines Schalters an diese Seite kann elektrolytische Korrosion verursachen (siehe Abb. 4). Vermeiden Sie ein solches Vorgehen daher nach Möglichkeit.

Richtig

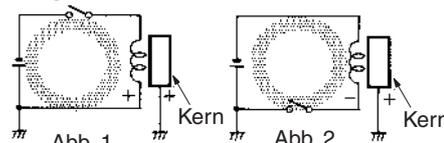


Abb. 1

Abb. 2

Falsch

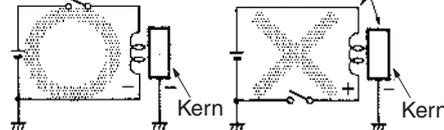


Abb. 3

Abb. 4

### Einflüsse externer Magnetfelder

Werden Geräte mit starken Magnetfeldern (z.B. Transformatoren oder Lautsprecher) in der Nähe dieser Relais platziert, können sich die Eigenschaften der Relais ändern oder Fehlfunktionen auftreten. Dabei hängt der Grad der Veränderungen oder Fehlfunktionen von der Intensität des externen Magnetfelds ab.