

Werner Bosch
Rolf-Dieter Kimpel

Relais für Anwendungen im Auto

Die technologischen Fortschritte, die in den letzten Jahren bei der Kraftfahrzeugelektrik erzielt wurden, sind unverkennbar. Wesentliche Aufgaben, die zu vielen Verbesserungen geführt haben, waren Maßnahmen zur Kraftstoffeinsparung, Erhöhung der Sicherheit, Erhöhung des Komforts und Reduzierung von Umweltproblemen.

Diese Entwicklungen werden in der Kraftfahrzeugindustrie mit größten Anstrengungen weitergeführt. Wirtschaftliche Lösungen dieser Aufgaben sind nur durch Fortschritte der Elektronik, aber auch durch zuverlässige und kostengünstige Leistungsschalter erreichbar. Hier bietet sich nach wie vor das elektromechanische Relais auf Grund seiner besonderen Merkmale an. Herausragend sind seine Wirtschaftlichkeit, Zuverlässigkeit, Niederohmigkeit im Schaltkreis, Baugröße und Robustheit.

Die Zunahme der Elektrik und Elektronik im Auto führt zwangsläufig zu größeren Relaisstückzahlen. Das Relais gewinnt damit in Kraftfahrzeuganwendungen immer mehr an Bedeutung. Um den Forderungen bei neuen Typen gerecht zu werden, gilt es nicht nur, die Relaisproduktion zu erhöhen, sondern auch leistungsfähigere, zuverlässigere und kleinere Relais zu entwickeln.

Aufbau von Kraftfahrzeug-Relais

In den letzten Jahren hat sich bei Kraftfahrzeug-Relais auf dem bundesdeutschen Markt eine einheitliche Bauform durchgesetzt. Bezüglich der Art der Anschlußtechnik gibt es Ausführungen für die Leiterplattenbestückung (Bild 1) und solche mit Steckanschlüssen.

Üblich sind sowohl Relais mit Rundsteckern als auch mit Flachsteckern (Bild 2).

Leiterplattenrelais haben in der Regel kein eigenes Gehäuse. Sie sind zusammen mit den elektronischen Bauelementen in Steuergeräten, z.B. Blinkgeber, Wisch-Wasch-Intervallschalter u.a., untergebracht, die ihrerseits mit einem Gehäuse abgeschlossen sind.

Die steckbaren Relais sind mit einer Metall- oder Kunststoffkappe abgeschlossen. Sie sind vorwiegend in einer zentralen Box untergebracht, vereinzelt aber auch mit Hilfe eines Haltebügels an der Karosserie befestigt.

Die wichtigsten Kenndaten sind in der Tabelle 1 enthalten.

Relais für hohe Schaltleistungen

Brückenkontaktrelais (Bild 1, Mitte)

Bei Nennspannungen von 12 V werden hauptsächlich Relais mit einem Einfachkontakt eingesetzt. Auch bei der maximal auftretenden Batteriespannung von etwa 15 V können solche Kontakte Ströme weit über 50 A abschalten, ohne daß ein Lichtbogen stehen bleibt (Bild 3). Bei höheren Spannungen sind die zulässigen Abschaltströme kleiner, so z.B. nur 10 A bei 30 V, die bei einer 24-V-Batterie als Maximalspannung auftreten können. Durch Vergrößern des Kontaktabstandes läßt sich eine erhöhte Leistung

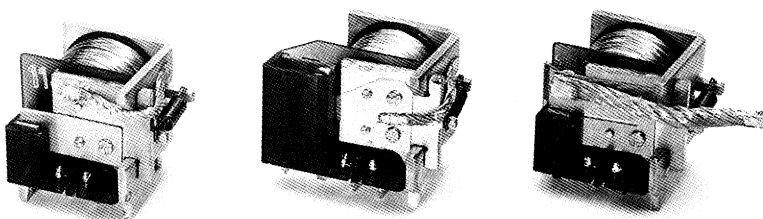


Bild 1 Leiterplattenrelais für Kraftfahrzeuganwendungen

Links: Schaltrelais K (V23033) mit Wechsler
Mitte: Schaltrelais K-B (V23033) mit Brückenkontakt
Rechts: Schaltrelais K-S (V23071) mit Hochstromkontakt

Dipl.-Phys. Werner Bosch,
Dipl.-Phys. Rolf-Dieter Kimpel,
Siemens AG, Bereich Nachrichten- und
Sicherungstechnik,
Komponenten, München

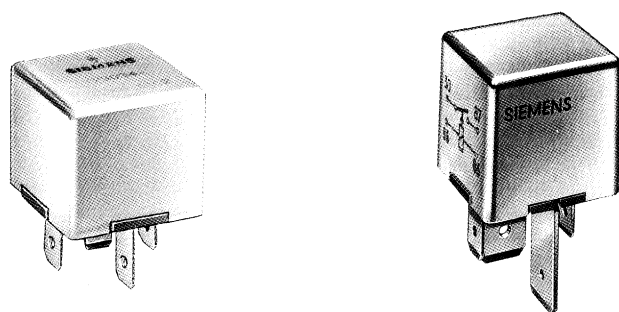


Bild 2 Schaltrelais F4 (links) und F7 (V23034) für Kraftfahrzeuganwendungen

abschalten, aber selbst bei doppeltem Kontaktabstand reicht die zulässige Abschaltleistung des Kontakts für einige Anwendungen noch nicht aus.

Ein Brückenkontakt, bei dem zwei Kontakte in Reihe angeordnet sind, kann bei gleichem Strom etwa die doppelte Spannung und bei gleicher Spannung ein Vielfaches des Stroms gegenüber Einfachkontakten abschalten

(Bild 3). Dies ist insbesondere auf die Verteilung des Lichtbogens auf zwei Kontaktstrecken zurückzuführen.

So kann z. B. ein Magnetschalter für LKW-Anlasser, der bei 30 V etwa 40 A aufnimmt, mit Brückenkontakten problemlos geschaltet werden (s. Tabelle 2). Bei Einfachkontakten bleibt bei dieser Last ein Lichtbogen stehen, so daß der Kontakt zerstört wird.

Der Vorteil des Brückenkontaktes liegt aber nicht nur bei Nennspannungen von 24 V, sondern auch bei 12 V, wenn hohe induktive Lasten abgeschaltet werden müssen. Der Brückenkontakt hat im Vergleich zum Einfachkontakt kürzere Lichtbogenbrenndauern und somit eine geringere Erosion der Kontaktstücke und eine höhere Lebensdauer zur Folge. Schaltrelais K mit einem Brückenkontakt haben beim Schalten von 9 Hubmagneten mit einem Einschalt- und Ausschaltstrom von etwa 100 A bei einer Schaltspannung von 13,5 V eine Lebensdauer von etwa 70000 Schaltspielen erreicht (Tabelle 2) und somit die Forderung bei der Überlastertprobung erfüllt. In der praktischen Anwendung sind nur 5 Hubmagnete zu schalten. Einfachkontakte haben bei dieser Belastung eine deutlich geringere Lebensdauer.

In einer Variante kann dieses Relais auch mit zwei Schließern oder zwei Öffnern mit gemeinsamem Mittelanschluß ausgebildet werden, die als Doppelkontakte verwendet werden können. Der bewegliche Kontakt ist mit einer Litze über das Joch herausgeführt.

		Leiterplattenrelais				Relais mit Flachsteckern		
		Schaltrelais K	Schaltrelais K-B	Schaltrelais K-S	Minischaltrelais K	Schaltrelais F4	Schaltrelais F7	Minischaltrelais F
Nennspannung ¹⁾	V	12	24	12	12	12	12	12
Betriebsspannung	V	9,5 bis 15	18 bis 30 ²⁾	8 bis 15 ³⁾	9,5 bis 15	9,5 bis 15	9,5 bis 15	9,5 bis 15
Ansprechspannung bei 20 °C	V	≤7	≤15	≤6,5	≤7	≤7,5	≤7,5	≤7
Rückfallspannung bei 20 °C	V	≥1,5	≥3	≥1	≥1,5	≥2	≥2	≥2
Spulenwiderstand bei 20 °C	Ω	88 ± 10%	250 ± 10%	36 ± 10%	110 ± 10%	86 ± 10%	76 ± 10%	115 ± 10%
Zulässige Umgebungstemperatur	°C	-40 bis +85	-40 bis +85	-40 bis +80	-40 bis +85	-40 bis +85	-40 bis +85	-40 bis +85
Ansprechzeit bei Nennspannung	ms	etwa 5	etwa 4	etwa 4	etwa 3	etwa 5	etwa 5	etwa 4
Rückfallzeit	ms	etwa 3	etwa 3	etwa 3	etwa 1,5	etwa 3	etwa 3	etwa 2
Kontaktausführung		S, W, Ö	Brückenschließer	S	S, Ö, W Brückenschließer Doppelschließer	S, W	S	S
Schaltspannung, max.	V ₋ /V ₊	60/75	60/75	60/75	60/75	60/75	60/75	60/75
Schaltstrom, max. Ein/Aus	A	60 ²⁾ /30 ³⁾	100 ⁵⁾ /50 ⁶⁾	150 ³⁾ /50 ³⁾	60 ²⁾ /20 ³⁾	70 ⁷⁾ /40 ³⁾	125 ⁷⁾ /70 ³⁾	60 ⁸⁾ /20 ³⁾
Grenzdauerstrom	A	16 ⁴⁾	30	50	10	40	70	15
Spannungsabfall zwischen den Kontaktanschlüssen bei 10 A	mV	typisch 25	typisch 13	typisch 6	typisch 40	typisch 6	typisch 4	typisch 20
Mechanische Lebensdauer	Schaltspiele	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
Prüfspannung								
Wicklung/Kontakt	V _{eff.}	500	500	500	500	500	500	500
Volumen	cm ³	8,5	9	9	3,5	16	16	6,6

¹⁾ Andere Nennspannung möglich, ²⁾ Einschaltspitze beim Blinker 6×21 W, ³⁾ Bei 15 V, ⁴⁾ 40 A mit Sonderausführung, ⁵⁾ Max. 1 s bei Tastverhältnis 1:30, ⁶⁾ Bei 30 V, ⁷⁾ Max. 3 s bei Tastverhältnis 1:5, ⁸⁾ Max. 1 s bei Tastverhältnis 1:10, ⁹⁾ Impulsbetrieb

Tabelle 1 Kenndaten von Relais für Kraftfahrzeuganwendungen

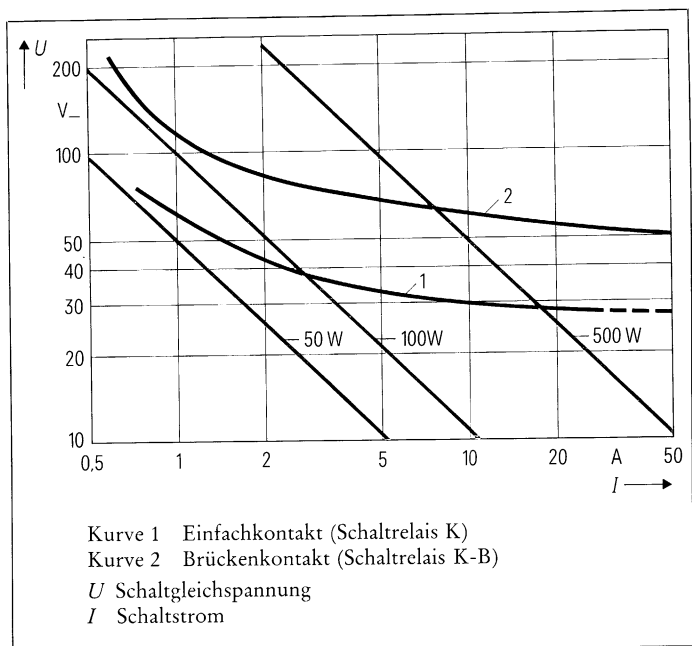


Bild 3 Zulässige Abschaltleistung bei ohmscher Last, Kontaktwerkstoff AgNi

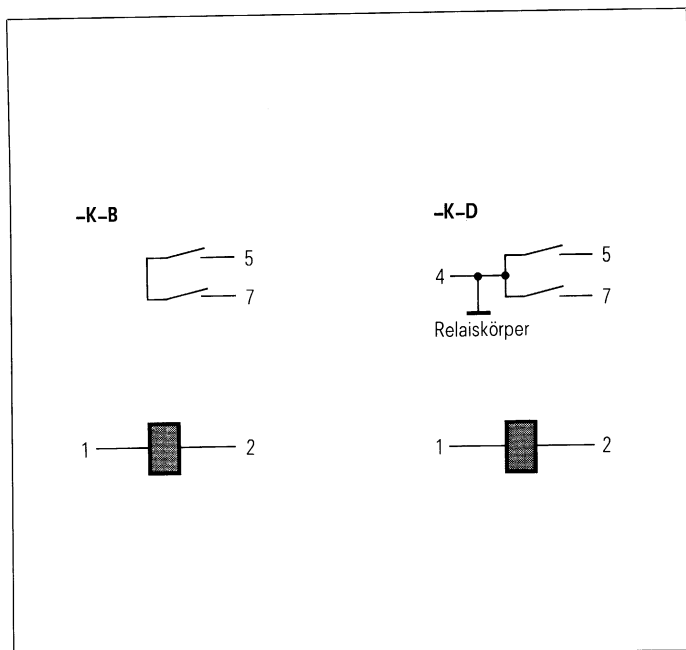


Bild 4 Anschlußbelegung beim Schaltrelais K-B (Brückenkontakt) und beim Schaltrelais K-D (Doppelkontakt)

Relais für höhere Strombelastbarkeit

Bild 1, rechts, zeigt ein Schaltrelais, dessen Kontaktkreis besonders niederohmig ist. Der feste Gegenkontakt ist über zwei Anschlüsse herausgeführt. Damit kann die Stromführung auf der Leiterplatte mit größerem Querschnitt ausgebildet werden. Die Litze ist direkt auf den Nietkopf des Kontaktstücks (auf dem beweglichen Kontakt) geschweißt*. Dadurch werden die Verlustwiderstände in der Kontaktfeder und zwischen Kontaktstück und Feder vermieden. Das andere Ende der Litze ist bei der Normalausführung an das Joch geschweißt. Der Widerstand des Kontaktkreises zwischen den Anschlußbeinchen ist durch diese Maßnahmen von 2,5 m Ω auf etwa 0,6 m Ω verringert worden. Setzt man eine gleiche zulässige Verlustleistung im Kontaktkreis voraus, so läßt sich mit dieser Ausführung der doppelte Dauerstrom führen.

Erprobt wurde dieses Relais u. a. mit der in Bild 5 dargestellten Last von 5 Glühkerzen. Bei der Erprobung mit der Originallast (Bild 5a) sind Abkühlzeiten von etwa 40 s notwendig, damit der maximale Einschaltstrom wieder erreicht wird. Da solche Versuche sehr lange dauern, wurde die Belastung mit Rechteckimpulsen an ohmschen Wi-

derständen nachgebildet (Bild 5b). Vergleichende Versuche mit Originallast und Simulation ergeben ähnliche Ergebnisse. Die Forderung nach einer Lebensdauer von 50000 Schaltspielen wurde ohne Fehler erreicht. Noch höhere Anforderungen liegen z. B. bei Anwendungen mit getakteten Glühkerzen vor. Bei jedem Startvorgang muß der Kontakt die kalten Glühkerzen mit ihren hohen Strom-

spitzen von etwa 130 A einschalten und dann etwa 30mal mit etwa 75 A takten, um die Temperatur der Kerzen zu begrenzen. Die Lebensdauerforderung für den Kontakt ist somit auch 30mal höher. Für diesen Einsatzfall liegt eine Variante vor, mit der im Test eine Lebensdauer von etwa 40000 Schaltzyklen, das entspricht etwa 1,5 Millionen Schaltspielen, erreicht wurde.

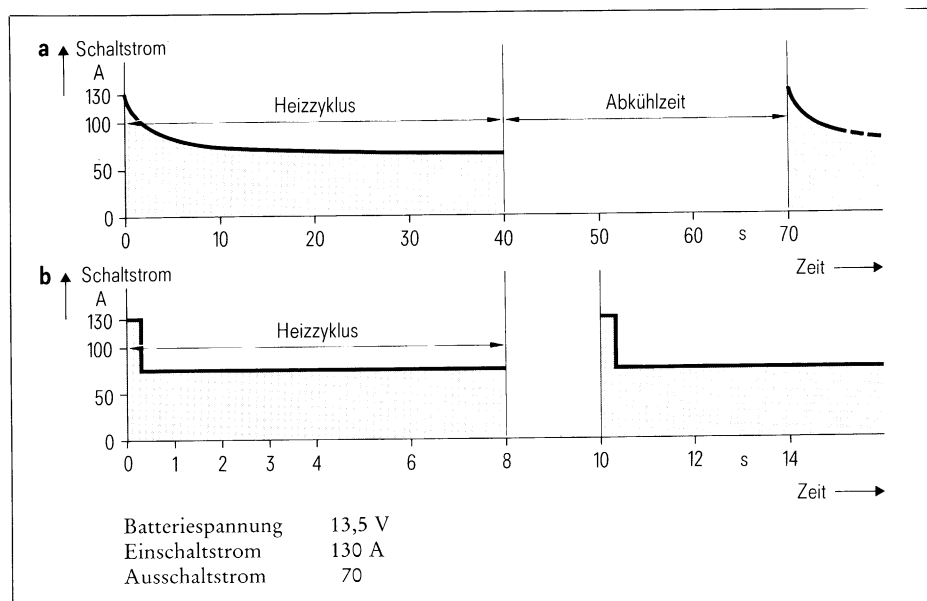


Bild 5 Einschaltkurve bei Glühkerzen als Last
 a Originallast
 b Nachbildung

* Gebrauchsmuster GM 8109089

Miniaturrelais

Je mehr Elektronik im Auto untergebracht werden soll, desto größer ist die Forderung nach kleineren Steuergeräten oder kleineren Relais. **Bild 6** zeigt zwei Neuentwicklungen, das Minischaltrelais K mit Lötanschlüssen für den Einsatz auf Leiterplatten und das Minischaltrelais F mit Steckanschlüssen. Das bewährte konstruktive Konzept herkömmlicher Kraftfahrzeug-Relais wurde im wesentlichen übernommen und Optimierungen bezüglich hoher Zuverlässigkeit und automatisierbarer Fertigung eingearbeitet. Das Volumen der beiden Relais wurde um etwa 60% gegenüber den heute auf dem Markt befindlichen Relais reduziert. Die Leiterplattenausführung kann wahlweise mit verschiedenen Kontaktausführungen, so z. B. Schließer, Öffner, Wechsler, Doppelschließer, Brückenschließer u. a. (**Bild 7**), bestückt werden. Sie hat außerdem unterhalb der Wicklung Platz für andere Bauteile. Die wichtigsten Kenndaten dieser beiden Neuentwicklungen sind in **Tabelle 1** zusammengestellt. Aus **Bild 8** geht hervor, welche Leistung von den Kontakten abgeschaltet werden kann.

Erprobungen

Bei einem neuen Produkt, das in der Kraftfahrzeugtechnik eingesetzt wird, ist es vorrangig, die Zuverlässigkeit unter betriebsnahen Belastungsbedingungen zu testen. Nach den bisher durchgeführten Erprobungen des Minischaltrelais K (**Tabelle 3**) werden die Lebensdauerforderungen, auch bei Anwendungen, für die bisher das größere Schaltrelais K eingesetzt wird, bei allen Versuchen mit Sicherheit erfüllt. Bei den Erprobungen, bei denen jedes Schaltspiel auf sicheres und niederohmiges Schließen und sicheres Öffnen der Kontakte automatisch überwacht wurde, sind keine Schaltfehler aufgetreten. Während der Versuche wurden auch die Spannungsabfälle an den Kontakten gemessen. Auch nach $2 \cdot 10^5$ Schaltspielen mit einer Last von 13,5 V und 6 A (Benzinpumpe) sind die Kontakte noch niederohmig (**Bild 9**). Die Versuche, die bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C, z. T. auch bei 100 °C, liefen, bestätigen die hohe Zuverlässigkeit des Relais. Erprobungen

Elektrische Lebensdauer

Last	U V	I _{ein} A	I _{aus} A	Kontaktart	Lebensdauer Schaltspiele Forderung	Ergebnis
Hubmagnete (9 Stück)	13,5	110	100	S	$0,5 \cdot 10^5$	$0,7 \cdot 10^5$
Magnetschalter für Anlasser (Diode parallel)	28	40	40	S	10^5	$3 \cdot 10^5$

Tabelle 2 Erprobungen des Schaltrelais K-B mit Brückenkontakt

Elektrische Lebensdauer

Last	U V	I _{ein} A	I _{aus} A	Kontaktart	Lebensdauer Schaltspiele Forderung	Ergebnis ¹⁾
Benzinpumpe	13,5	18	6	S	$2 \cdot 10^5$	$10 \cdot 10^5$ ³⁾
Magnetkupplung	13,5	4	4	S	$2 \cdot 10^5$	$>2,5 \cdot 10^5$ ³⁾
Magnetventil	13,5	1,4	1,4	S, Ö	$2 \cdot 10^5$	$>2,5 \cdot 10^5$ ³⁾
Motor blockiert	13,5	20	20	S	10^5	$7 \cdot 10^5$
1 s ein, 4 s aus						
Blinker 6 × 21 W + 3 W	13	58 ^{2)/22}	11	S	$8 \cdot 10^5$	$3,6 \cdot 10^6$

¹⁾ Die Versuche wurden bei dieser Schaltzahl abgebrochen (ohne Fehler)

²⁾ Einschaltstrom nach dem Einschalten des Blinkers

³⁾ 50% Schaltspiele bei 20 °C, 50% Schaltspiele bei 100 °C

Tabelle 3 Erprobungen des Minischaltrelais K

Elektrische Lebensdauer

Last	U V	I _{ein} A	I _{aus} A	Lebensdauer Schaltspiele Forderung	Ergebnis
Lampe, Induktivität ¹⁾	13,5	60	20	$0,5 \cdot 10^5$	$0,5 \cdot 10^5$
Kompressormotor mit Pumpe	13,5	60	16	$2 \cdot 10^5$	$>6 \cdot 10^5$

¹⁾ Kombinierte Prüflast

Tabelle 4 Erprobungen des Minischaltrelais F

Anwendung	Leiterplattenrelaistyp			Mini-K	Relaistyp mit Flachstecker		
	K	K-B	K-S		F4	F7	Mini-F
Blinker	x			x			
Wisch-Wasch-Intervallschalter	x			x			
Klimaanlage	x			x			
Türverriegelung (mit Motoren)	x			x			
Türverriegelung (Hubmagnete)		x					
Sitzverstellung	x						
Schiebedach	x						
Fensterheber					x		
Heckscheibenheizung	x						
Benzinpumpe	x			x			
Magnetschalter für Anlasser		x					
Glühkerzen (Glühzeitautomatik)			x				
Summer	x				x		
Scheinwerfer (Abblend-, Fernlicht)					x		x
Nebelscheinwerfer					x		x
Hupe					x		x
Zündschloßentlastung						x	
Kompressormotor für Bremsystem							x

Tabelle 5 Anwendungen von Kraftfahrzeugrelais

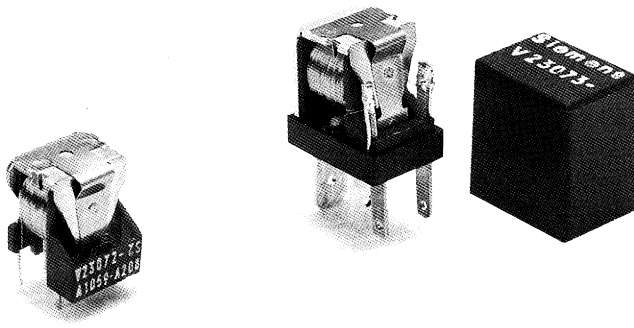


Bild 6 Miniaturrelais für Kraftfahrzeuganwendungen
 Links: Minischaltrelais K (V23072) für Leiterplatteinsatz
 Rechts: Minischaltrelais F (V23073) mit Flachstecker (Kappe abgenommen)

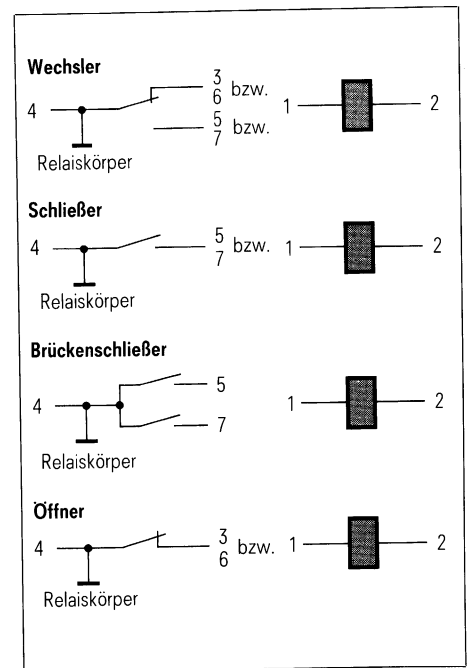


Bild 7 Anschlußbelegungen beim Minischaltrelais K

des Minischaltrelais F ergaben ähnlich gute Ergebnisse (Tabelle 4).

Anwendungen

Im Auto hat das Relais viele Schaltaufgaben zu erfüllen. In Tabelle 5 sind einige Anwendungsbeispiele aufgelistet und die dafür geeigneten und zum Teil verwendeten Relais bezeichnet. Als Grenze für die Anwendung der neu entwickelten Miniaturrelais wird für die Leiterplatteausführung ein Dauerstrom von 10 A und ein Abschaltstrom

von 20 A, für das steckbare Minischaltrelais F ein Dauerstrom von 15 A und ein Abschaltstrom von 20 A empfohlen. Schaltaufgaben, die heute noch den leistungsstärkeren Relais vorbehalten sind, können durchaus bei neuen Systemkonzepten von den Miniaturrelais übernommen werden, deren zulässige Dauer- und Schaltströme niedriger liegen. Dies kann der Fall sein, wenn bei dezentralen Leitungssystemen jedes Relais nur einen Verbraucher zu schalten hat, statt wie bisher oft üblich

mehrere gleichartige Verbraucher, z. B. alle Türverriegelungsmagnete oder -motoren.

Mit zunehmender Einführung der Mikroelektronik in das Auto empfiehlt es sich, einen Schutzwiderstand oder eine Diode parallel zur Relaispule zu legen, um Spannungsspitzen, die beim Abschalten des Relais an der Wicklung entstehen können, zu reduzieren und damit die spannungsempfindliche Elektronik einiger Geräte vor Störungen zu schützen.

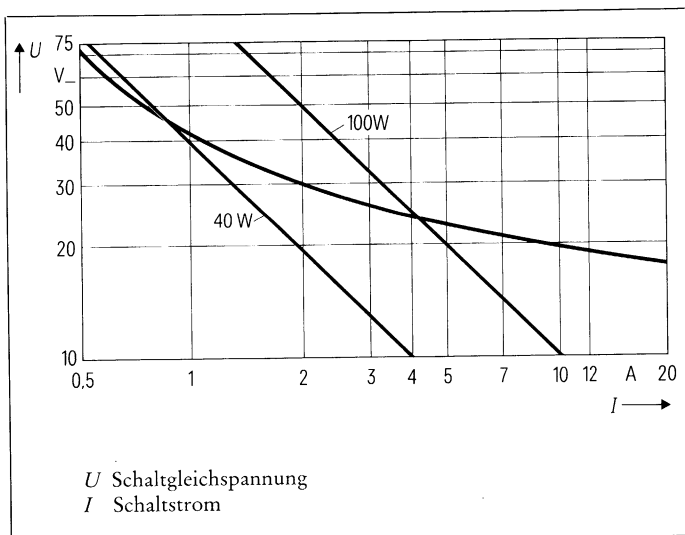


Bild 8 Minischaltrelais K und F. Zulässige Abschaltleistung bei ohmscher Last, Kontaktwerkstoff AgNi

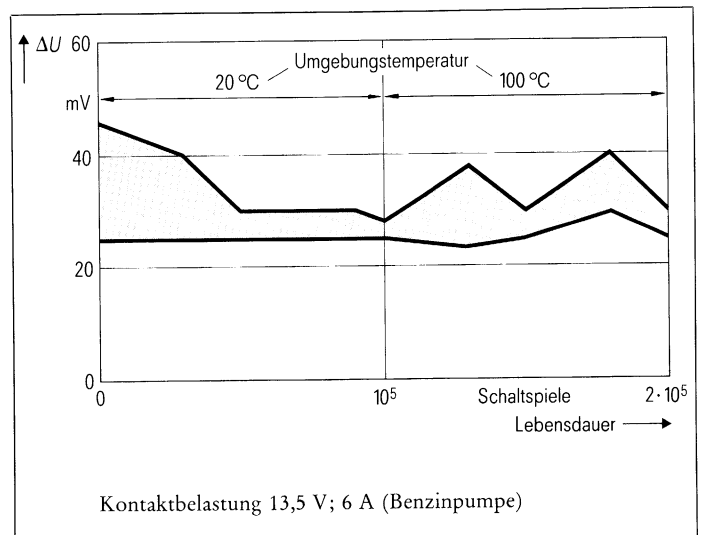


Bild 9 Minischaltrelais K. Spannungsabfall ΔU zwischen den Kontaktanschlüssen bei 6 A im Lebensdauertest