

DIN EN 2349-001

ICS 49.060

**Luft- und Raumfahrt –
Anforderungen und Prüfverfahren für Schaltelemente;
Deutsche und Englische Fassung EN 2349-001:2022**

Aerospace series –
Requirements and test procedures for switching devices;
German and English version EN 2349-001:2022

Série aéronautique –
Exigences et procédures d'essais des appareils de commutation;
Version allemande et anglaise EN 2349-001:2022

Gesamtumfang 84 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Der Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie Normung (ASD-STAN) ist vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für zuständig erklärt worden, Europäische Normen (EN) für das Gebiet der Luft- und Raumfahrt auszuarbeiten. Durch die Vereinbarung vom 3. Oktober 1986 wurde ASD Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Das vorliegende Dokument (EN 2349-001:2022) wurde von ASD-STAN, Fachbereich Elektrik, unter Mitwirkung deutscher Experten des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-04-05 AA „Schalter, Relais und Schutzgeräte“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde der Deutschen Fassung dieses Dokuments die Englische Fassung hinzugefügt.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 2678 siehe DIN 65092

ISO 2859-1 siehe DIN ISO 2859-1

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 65092, *Luft- und Raumfahrt; Prüfung von Luftfahrzeug-Ausrüstung unter Umweltbedingungen; Prüfung des Isolationswiderstandes und der Spannungsfestigkeit von elektrischen Geräten*

DIN ISO 2859-1, *Annahmestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung) — Teil 1: Nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) geordnete Stichprobenpläne für die Prüfung einer Serie von Losen*

Deutsche Fassung

Luft- und Raumfahrt — Anforderungen und Prüfverfahren für Schaltelemente

Aerospace series —
Requirements and test procedures for switching
devices

Série aérospatiale —
Exigences et procédures d'essais des appareils de
commutation

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. Oktober 2018 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Eigenschaften	6
4.1 Konstruktion	6
4.1.1 Metallteile	6
4.1.2 Isolierstoffe	6
4.1.3 Kriechstromstrecken	7
4.1.4 Befestigung	7
4.2 Beschreibung	7
4.2.1 Funktion	7
4.2.2 Elektrische Anschlüsse	7
4.2.2.1 Relais und Schaltschütze	7
4.2.2.2 Steckfassungen	7
4.2.2.3 Masseverbindungen	7
4.2.2.4 Typbezeichnung	7
5 Anforderungen und Prüfverfahren	8
5.1 Allgemeine Anforderungen	8
5.1.1 Normale Umgebungsbedingungen für Prüfungen	8
5.1.2 Elektrische Leitungen	8
5.1.2.1 Relais mit Steckfassungen	8
5.1.2.2 Schaltschütze	8
5.1.3 Stecker	8
5.2 Funktionseigenschaften	8
5.2.1 Sichtprüfung	8
5.2.2 Maße	8
5.2.3 Festigkeit der Anschlüsse	8
5.2.3.1 Relais mit Steckfassung	8
5.2.3.2 Festsitzen des Steckers im Kontakteinsatz	9
5.2.3.3 Festigkeit der Befestigungsbolzen	9
5.2.3.4 Steck- und Ziehkräfte der Kontakte	9
5.2.3.5 Biegsamkeit der Kontakte und Beständigkeit gegen Längenänderung	10
5.2.3.6 Crimpen des Steckers	10
5.2.3.7 Schaltschütze	11
5.3 Mechanische Prüfungen	11
5.3.1 Sinusförmige Schwingung	11
5.3.2 Nicht-sinusförmige Schwingung	11
5.3.3 Stöße	12
5.3.4 Beschleunigung	12
5.4 Klima- und Umweltprüfungen	13
5.4.1 Temperaturwechsel	13
5.4.2 Salznebel	13
5.4.3 Kälte, niedriger Luftdruck und feuchte Wärme (nur für Relais mit Steckfassungen)	13
5.4.4 Ozon	14
5.4.5 Schimmelpilzbefall	14

5.4.6	Beständigkeit gegen Chemikalien	14
5.4.7	Abdichtung.....	15
5.5	Elektrische Prüfungen	15
5.5.1	Ansprechspannung	15
5.5.2	Rückfallspannung.....	16
5.5.3	Betriebsdauer	16
5.5.4	Rückfallzeit.....	16
5.5.5	Prellzeit.....	17
5.5.6	Isolationswiderstand	18
5.5.7	Spannungsfestigkeit.....	19
5.5.8	Kontaktspannungsfall	19
5.5.9	Spulenstrom	20
5.5.10	Elektromagnetische Störungen.....	20
5.5.10.1	Ausgehende Störspannung.....	20
5.5.10.2	Eingehende Störspannung	21
5.5.11	Kompassicherheitsabstand	21
5.5.12	Ansprechspannung bei hoher Temperatur	22
5.5.13	Rückfallspannung bei niedriger Temperatur	22
5.6	Lebensdauer.....	23
5.6.1	Lebensdauer der Spule des Schaltelements	23
5.6.2	Mechanische Lebensdauer (mit reduzierter Last).....	24
5.6.3	Überlast bei Gleich- und Wechselstrom.....	24
5.6.4	Schaltleistung.....	25
5.6.5	Schutzschalterverträglichkeit	27
5.6.6	Elektrische Lebensdauer — Induktive Last.....	29
5.6.7	Elektrische Lebensdauer — Motorlast.....	30
5.6.8	Elektrische Lebensdauer — ohmsche Nennlast.....	31
5.6.9	Elektrische Lebensdauer — Lampenlast	33
5.6.10	Elektrische Lebensdauer — Mischlast.....	34
5.6.11	Kuppel- und Entkuppelungskräfte für Relais nur mit Steckfassungen	36
6	Qualifikation	36
7	Nachprüfungen.....	39
8	Annahme eines Loses.....	39
9	Periodische Prüfungen zur Aufrechterhaltung der Qualifikation.....	40

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 2349-001:2022) wurde vom Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie — Normung (ASD-STAN) erstellt.

Nachdem Umfragen und Abstimmungen entsprechend den Regeln dieses Verbandes durchgeführt wurden, hat dieses Dokument die Zustimmung der nationalen Verbände und offiziellen Behörden der Mitgliedsländer von ASD-STAN erhalten, bevor es CEN vorgelegt wurde.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2023, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2023 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anforderungen und Prüfverfahren für Schaltelemente zur Anwendung in elektrischen Anlagen von Luftfahrzeugen nach EN 2282 fest.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 2242, *Luft- und Raumfahrt — Crimpen von elektrischen Leitungen mit Leitern nach EN 2083, EN 4434 und EN 2346*

EN 2282, *Luft- und Raumfahrt — Eigenschaften der elektrischen Stromversorgung von Luftfahrzeugen*

EN 2591-303, *Luft- und Raumfahrt — Elektrische und optische Verbindungselemente — Prüfverfahren — Teil 303: Kälte/niedriger Luftdruck und feuchte Wärme*

EN 2591-315, *Luft- und Raumfahrt — Elektrische und optische Verbindungselemente — Prüfverfahren — Teil 315: Beständigkeit gegen Flüssigkeiten*

EN 2591-409, *Luft- und Raumfahrt — Elektrische und optische Verbindungselemente — Prüfverfahren — Teil 409: Festsitzen des Kontaktes im Kontakteinsatz*

EN 2591-412, *Luft- und Raumfahrt — Elektrische und optische Verbindungselemente — Prüfverfahren — Teil 412: Steck- und Ziehkräfte der Kontakte*

EN 2591-415, *Luft- und Raumfahrt — Elektrische und optische Verbindungselemente — Prüfverfahren — Teil 415: Beschädigung durch Prüfdorn (Buchsenkontakte)*

EN 2591-417, *Luft- und Raumfahrt — Elektrische und optische Verbindungselemente — Prüfverfahren — Teil 417: Zugfestigkeit (Crimpverbindung)*

EN 2591-418, *Luft- und Raumfahrt — Elektrische und optische Verbindungselemente — Prüfverfahren — Teil 418: Ziehkraft der Lehren (Buchsenkontakte)*

EN 3155-001, *Luft- und Raumfahrt — Elektrische Kontakte zur Verwendung in Verbindungselementen — Teil 001: Technische Lieferbedingungen*

EN 4232, *Luft- und Raumfahrt — Schaltschütze — Festigkeit der Anschlüsse*¹

EN 9133, *Luft- und Raumfahrt — Qualitätsmanagementsystem — Qualifikationsverfahren für genormte Teile der Luft- und Raumfahrt*

EN 60068-2-17, *Umweltprüfungen — Teil 2: Prüfungen — Prüfung Q: Dichtheit*

ISO 2669, *Environmental tests for aircraft equipment — Steady-state acceleration*²

1 In Vorbereitung zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokuments.

2 Veröffentlicht von: ISO International Organization for Standardization <https://www.iso.ch/>.

ISO 2678, *Environmental tests for aircraft equipment — Insulation resistance and high voltage tests for electrical equipment*²

ISO 7137:1987, *Aircraft — Environmental conditions and test procedures for airborne equipment*²

ISO 2859-1, *Sampling procedures for inspection by attributes — Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*²

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1 Schaltelemente

Relais mit Steckfassungen und/oder Schaltschützen

Die Schaltelemente sind für die festgelegte Nennspannung ausgelegt. Alle Prüfspannungen beziehen sich auf die festgelegte Nennspannung.

Die Schaltelemente sind für die festgelegte Nennspannung ausgelegt, die sich auf eine ohmsche Nennlast bezieht.

3.2 auf Ströme und Spannungen bezogene Daten

alle Daten zu AC-Werten sind Effektivwerte, falls nicht anders festgelegt

Ein Stromkreis ohne Last ist jede Kombination aus Lasten mit bis zu 10 mA, 50 mV

4 Eigenschaften

4.1 Konstruktion

4.1.1 Metallteile

Alle in der Konstruktion von Schaltelementen verwendeten Metallteile müssen gegenüber Korrosion beständig oder dagegen geschützt sein. Metalle mit verschiedenem Potential, die miteinander in unmittelbarem Kontakt stehen, müssen gegen elektrochemische Korrosion geschützt werden.

4.1.2 Isolierstoffe

Isolierstoffe müssen aus nichtentzündlichen oder selbstlöschenden Werkstoffen bestehen und dürfen keine schädlichen oder explosiven Dämpfe abgeben, die eine Explosion verursachen könnten.

Zusätzlich müssen die Isolierstoffe gegen Schimmelpilze beständig sein.

Isolierstoffe und Schutzschichten, die möglicherweise brechen, reißen oder absplittern können, dürfen nicht verwendet werden.

4.1.3 Kriechstromstrecken

Die Kriechstrecken zwischen gegeneinander isolierten aktiven Teilen müssen so sein, dass keine Lichtbogenbildung oder andere Beschädigung, die sich durch die Anwendung oder aus Umweltbedingungen ergibt, auftreten kann.

4.1.4 Befestigung

Die Befestigung der Schaltelemente muss der Produktnorm entsprechen.

4.2 Beschreibung

4.2.1 Funktion

Die Schaltelemente müssen für Nennspannungen nach EN 2282 ausgelegt sein.

Sie müssen so ausgelegt sein, dass sie während ihrer Lebensdauer die in den Produktnormen festgelegten Kontaktbelastungen ohne Versagen schalten.

Die geforderten Umweltbedingungen dürfen unter keinen Umständen zu einer Beeinträchtigung oder Verringerung der Leistung des Schaltelements führen.

In den Produktnormen muss angegeben sein, dass Schaltelemente mit Wechselkontakten für das Umschalten der Lasten von nicht miteinander zusammenhängenden Wechselstromkreisen geeignet sind.

4.2.2 Elektrische Anschlüsse

4.2.2.1 Relais und Schaltschütze

Die Konstruktion, Form und Oberflächeneigenschaften der Kontaktstifte müssen die Anforderungen der Produktnorm erfüllen.

4.2.2.2 Steckfassungen

Die Konstruktion, Form und Funktion des Steckers müssen die Anforderungen der Produktnorm erfüllen.

Die Steckfassung muss mit einer geeigneten Halterung versehen sein, um den Sitz und das mechanische Festhalten des Sockelkontakts sicherzustellen. Der Sockelkontakt muss so ausgelegt sein, dass die in dieser Produktnorm festgelegten elektrischen Leitungen angeschlossen werden können.

Die Kontaktanschlüsse von Relais und Steckfassungen müssen die elektrischen und mechanischen Anforderungen der Produktnormen erfüllen.

4.2.2.3 Masseverbindungen

Die Befestigung der Schaltelemente muss einen optimalen physischen Anschluss mit dem Gehäuse des Schaltelements herstellen.

4.2.2.4 Typbezeichnung

Siehe Produktnorm.

5 Anforderungen und Prüfverfahren

5.1 Allgemeine Anforderungen

Das Schaltelement muss die Anforderungen der Produktnorm erfüllen.

Relais mit Steckfassungen müssen als eine Einheit angesehen werden.

5.1.1 Normale Umgebungsbedingungen für Prüfungen

Umgebungstemperatur: $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ (falls nicht anders festgelegt):

- Druck: 84 kPa bis 106 kPa;
- Relative Luftfeuchte: 45 % bis 75 %.

5.1.2 Elektrische Leitungen

5.1.2.1 Relais mit Steckfassungen

Für Qualifikationsprüfungen müssen die in den Produktnormen festgelegten Leitungen verwendet werden.

5.1.2.2 Schaltschütze

Für Qualifikationsprüfungen müssen Leitungen verwendet werden, die für die festgelegten Kontaktbelastungen geeignet sind.

5.1.3 Stecker

Sockelkontakte müssen EN 3155-001 entsprechen.

5.2 Funktionseigenschaften

5.2.1 Sichtprüfung

Eine Sichtprüfung muss durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass Werkstoffe, Konstruktion, Aufbau, Kennzeichnung und Verarbeitung den Festlegungen entsprechen. Die Sichtprüfung darf nur mit dem bloßen Auge durchgeführt werden.

5.2.2 Maße

Die Prüfungen müssen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die Maße und die Masse den Anforderungen der Produktnorm entsprechen.

5.2.3 Festigkeit der Anschlüsse

5.2.3.1 Relais mit Steckfassung

Kontaktstifte

Prüfverfahren

Die Kontaktstifte müssen für eine Zeitspanne von 15 s bis 30 s in axialer Richtung zum Steckerstift mit einer Kraft nach der Produktnorm geprüft werden.

Prüfkriterien

Es darf weder Anzeichen von Ablösen, Brechen der Stifte, Rissbildung oder Zersplittern des Isolierstoffes geben noch dürfen jegliche anderen Beschädigungen sichtbar werden, die die Funktion des Relais innerhalb der festgelegten Grenzwerte beeinträchtigen würden.

Nachprüfung: A (siehe Tabelle 6).

5.2.3.2 Festsitzen des Steckers im Kontakteinsatz

Prüfverfahren

Die Prüfung muss nach EN 2591-409 durchgeführt werden.

Vorlasten siehe Tabelle 1.

Tabelle 1

Steckergröße	Vorlast N $\pm 0,5$	Prüflast N $\pm 0,5$
20	13,5	90
16		110
12		135

Prüfkriterien

Die Veränderung der Stellung des Steckers während und/oder nach dem Aufbringen der Kraft darf nicht größer als 0,3 mm sein. Es darf keine sichtbaren Zeichen von Beschädigung geben.

5.2.3.3 Festigkeit der Befestigungsbolzen

Prüfverfahren

Das Relais und die Steckfassung müssen mit dem in der Produktnorm festgelegten Drehmoment an die Montageplatte angebracht werden.

Prüfkriterien

Die Steckfassung muss dem in der Produktnorm festgelegten 1 1/2-Fachen des Drehmoments standhalten.

Die Steckfassung oder das Relais darf nicht beschädigt werden.

5.2.3.4 Steck- und Ziehkräfte der Kontakte

Prüfverfahren

Die Prüfung muss nach EN 2591-412 durchgeführt werden.

Einsetz- und Lösewerkzeug siehe Produktnorm.

Siehe Tabelle 2.

Tabelle 2

Steckergröße AWG ^a	Leitungsgröße AWG ^a	Steckkraft N max.	Ziehkraft N max.
20	16	66	45
16			
12			
^a AWG: Nächstliegende Amerikanische Drahtlehre (en: Closest American Wire Gauge).			

Prüfkriterien

Die in Tabelle 2 angegebenen Werte dürfen nicht überschritten werden.

5.2.3.5 Biegsamkeit der Kontakte und Beständigkeit gegen Längenänderung

Prüfverfahren

Die Prüfung muss nach EN 2591-415 durchgeführt werden.

Siehe Tabelle 3.

Tabelle 3

Steckergröße AWG ^a	Steckkraft N max.	Ziehkraft N max.	Prüfstift- durchmesser mm ±0,01	Biegemoment N·cm
20	5,1	0,20	1,02	5,7
16	8,5	0,60	1,59	5,7
12	8,5	0,85	2,39	22,7
^a AWG: Nächstliegende Amerikanische Drahtlehre (en: Closest American Wire Gauge).				

Prüfkriterien

Nachprüfungen müssen nach EN 2591-418 durchgeführt werden.

5.2.3.6 Crimpen des Steckers

Prüfverfahren

Die Anschlussleitungen müssen mithilfe eines in der Produktnorm festgelegten Werkzeugs an die Stecker gecrimpt werden.

Die Prüfung muss nach EN 2591-417 durchgeführt werden.

Prüfkriterien

Die Zugfestigkeitsprüfung muss nach EN 2242 durchgeführt werden.

5.2.3.7 Schaltschütze

Prüfverfahren

Die Prüfung muss nach EN 4232 durchgeführt werden.

Anziehdrehmoment: siehe Produktnorm.

Prüfkriterien

Die Kontaktbolzen dürfen sich nicht lösen und die Durchführung darf nicht beschädigt sein.

5.3 Mechanische Prüfungen

Bei bistabilen Schaltelementen muss die Spulenspannung nach der Auswahl abgeschaltet werden.

Prüfbedingungen, siehe Produktnorm.

Die Hälfte der Prüfungen müssen in jeder Schaltstellung durchgeführt werden.

5.3.1 Sinusförmige Schwingung

Art der Befestigung

Das Schaltelement muss starr auf dem Rütteltisch befestigt werden, so dass die erzeugten Schwingungen ohne Dämpfungs- oder Resonanzwirkung direkt auf die Probe übertragen werden können.

Die elektrischen Anschlüsse müssen nach 5.1 verdrahtet werden. Die Befestigung der Leitungen am Rütteltisch muss möglichst nahe am elektrischen Anschlusspunkt erfolgen.

Prüfverfahren

Das Schaltelement muss einer Schwingungsprüfung nach ISO 7137 unterzogen werden.

Prüfbedingungen, siehe Produktnorm.

Prüfkriterien

Das Drehmoment der Anschlüsse und Befestigungen darf 80 % des Nennwerts nicht unterschreiten.

Geschlossene Kontakte dürfen nicht länger als 10 μ s geöffnet werden.

Offene Kontakte dürfen nicht länger als 1 μ s geschlossen werden.

Nachprüfungen: B, C, D, F, G, J und K (siehe Tabelle 6).

5.3.2 Nicht-sinusförmige Schwingung

Art der Befestigung

Das Schaltelement muss starr auf dem Rütteltisch befestigt werden, so dass die erzeugten Schwingungen ohne Dämpfungs- oder Resonanzwirkung direkt auf die Probe übertragen werden.

Die elektrischen Anschlüsse müssen nach 5.1 verdrahtet werden. Die Befestigung der Leitungen am Rütteltisch muss möglichst nahe am elektrischen Anschlusspunkt erfolgen.

Prüfverfahren

Das Schaltelement muss einer Schwingungsprüfung nach ISO 7137 unterzogen werden.

Prüfbedingungen, siehe Produktnorm.

Prüfkriterien

Das Drehmoment der Anschlüsse und Befestigungen darf 80 % des Nennwerts nicht unterschreiten.

Geschlossene Kontakte dürfen nicht länger als 10 μ s geöffnet werden.

Offene Kontakte dürfen nicht länger als 1 μ s geschlossen werden.

Nachprüfungen: B, C, D, F, G, J und K (siehe Tabelle 6).

5.3.3 Stöße

Art der Befestigung

Das Schaltelement muss starr am Fallschlitten befestigt werden, so dass der erzeugte Stoß ohne Dämpfungs- oder Resonanzwirkung direkt auf die Probe übertragen werden kann.

Die elektrischen Anschlüsse müssen nach 5.1 verdrahtet werden. Die Befestigung der Leitungen am Fallschlitten muss möglichst nahe am elektrischen Anschlusspunkt erfolgen.

Prüfverfahren

Das Schaltelement muss einer Stoßprüfung nach ISO 7137 unterzogen werden.

Prüfbedingungen, siehe Produktnorm.

Prüfkriterien

Das Drehmoment der Anschlüsse und Befestigungen darf 80 % des Nennwerts nicht unterschreiten.

Geschlossene Kontakte dürfen nicht länger als 10 μ s geöffnet werden.

Offene Kontakte dürfen nicht länger als 1 μ s geschlossen werden.

Nachprüfungen: B, C, D, F, G, J und K (siehe Tabelle 6).

5.3.4 Beschleunigung

Art der Befestigung

Das Schaltelement muss starr an der Haltevorrichtung befestigt werden, so dass die erzeugte Beschleunigung ohne Dämpfungs- oder Resonanzwirkung direkt auf die Probe übertragen werden kann.

Die elektrischen Anschlüsse müssen nach 5.1 verdrahtet werden. Die Befestigung der Leitungen am Beschleunigungstisch muss möglichst nahe am elektrischen Anschlusspunkt erfolgen.

Prüfverfahren

Das Schaltelement muss einer Beschleunigungsprüfung nach ISO 2669 unterzogen werden.

Prüfbedingungen, siehe Produktnorm.

Prüfkriterien

Geschlossene Kontakte dürfen nicht länger als 10 μ s geöffnet werden.

Offene Kontakte dürfen nicht länger als 1 μ s geschlossen werden.

Nachprüfungen: B, C, D, F, G, J (siehe Tabelle 6).

5.4 Klima- und Umweltprüfungen

5.4.1 Temperaturwechsel

Art der Befestigung

Die elektrischen Anschlüsse müssen nach 5.1 verdrahtet werden.

Prüfverfahren

Das Schaltelement muss einer Temperaturwechselprüfung nach ISO 7137 unterzogen werden.

Dauer der Prüfung: 48 h

Prüfkriterien

Das Schaltelement darf keine Anzeichen von Überhitzung oder Verformung aufweisen.

Nachprüfungen: A (5.2.1), B, C, D, F und G (siehe Tabelle 6).

5.4.2 Salznebel

Art der Befestigung

Die elektrischen Anschlüsse müssen nach 5.1 verdrahtet werden.

Prüfverfahren

Das Schaltelement muss einer Salznebelprüfung nach ISO 7137 unterzogen werden.

Prüfkriterien

Es dürfen keine sichtbaren Schäden oder Korrosion auftreten, und es dürfen keine Anzeichen von Eindringen des Salzes sichtbar sein, das die Funktion des Schaltelements oder Stecker beeinträchtigen könnte.

Nachprüfung: A (5.2.1) (siehe Tabelle 6).

5.4.3 Kälte, niedriger Luftdruck und feuchte Wärme (nur für Relais mit Steckfassungen)

Art der Befestigung

Die Steckfassung und das Relais müssen nach 5.1 verdrahtet werden.

Prüfverfahren

Die Prüfung muss nach EN 2591-303 durchgeführt werden.

Prüfkriterien

Nachprüfung: E (siehe Tabelle 6).

5.4.4 Ozon

Art der Befestigung

Das Schaltelement muss nach 5.1 verdrahtet werden und in eine offene Umluftkammer gelegt werden.

Prüfverfahren

Das Schaltelement muss 2 h bei Umgebungstemperatur der Einwirkung von Ozon mit einer Konzentration von 0,01 % bis 0,015 % Volumenanteile ausgesetzt werden.

Prüfkriterien

Es dürfen keine Anzeichen von Beschädigung auftreten.

Nachprüfung: A (5.2.1) (siehe Tabelle 6).

5.4.5 Schimmelpilzbefall

Art der Befestigung

Das Schaltelement muss nach 5.1 verdrahtet werden.

Prüfverfahren

Das Schaltelement muss einer Schimmelpilzprüfung nach ISO 7137 unterzogen werden. Die Prüfdauer muss 28 Tage betragen.

Prüfkriterien

Es dürfen keine Anzeichen von Schimmelpilzbefall auftreten.

Nachprüfung: A (5.2.1) (siehe Tabelle 6).

5.4.6 Beständigkeit gegen Chemikalien

Art der Befestigung

Das Schaltelement muss nach 5.1 verdrahtet werden.

Bei Relais mit Steckfassung müssen die Kontaktkammern, die nicht mit Leitungen belegt sind, mit Blindstopfen versehen werden.

Prüfverfahren

Die Prüfung muss nach EN 2591-315 durchgeführt werden.

Höchste Temperaturgrenze: siehe Produktnorm.

Prüfkriterien

Auf der Oberfläche des Schaltelements dürfen keine Anzeichen von Angriff oder Korrosion auftreten.

Nachprüfung: A (5.2.1) (siehe Tabelle 6).

5.4.7 Abdichtung

Art der Befestigung

Bei Schaltelementen mit Steckfassungen darf nur das Schaltelement geprüft werden.

Prüfverfahren

Das Schaltelement muss einer Dichtheitsprüfung nach EN 60068-2-17 unterzogen werden.

Prüfkriterien

Gasdichtheit

Die Leckrate bei einer Druckdifferenz von 100 kPa (1 bar) darf höchstens $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{s}$ je 15 cm^3 hermetisch geschlossenes Volumen sein. Schaltelemente mit einem geschlossenen Volumen von weniger als 30 cm^3 dürfen eine Leckrate von höchstens $1 \times 10^{-8} \text{ cm}^3/\text{s}$ aufweisen.

EN 60068-2-17, Prüfung Qk

Dichtheit gegenüber Flüssigkeiten

10 s nach dem Eintauchen dürfen keine sichtbaren Blasen entweichen.

EN 60068-2-17, Prüfung Qf

5.5 Elektrische Prüfungen

5.5.1 Ansprechspannung

Prüfverfahren

Die Spule muss sich vor Beginn der Prüfung 30 min im unerregten Zustand befinden.

Die Nennspannung muss an die Spule angelegt werden, dann auf null reduziert werden und allmählich erhöht werden, bis das Schaltelement anspricht.

Die Kontakte dürfen ihre Schaltstellung nicht verändern, wenn die Spannung von der Rückfallspannung auf die höchste Betriebsspannung erhöht wird.

Zur Bestimmung der Stellung der Kontakte muss eine geeignete Anzeigevorrichtung verwendet werden.

Bei Qualifikationsprüfungen muss das Schaltelement in jeder der drei senkrecht zueinander stehenden Achsen geprüft werden.

Prüfkriterien

Das Schaltelement muss bei den in den Produktnormen festgelegten Nennspannungen ansprechen.

5.5.2 Rückfallspannung

Prüfverfahren

Die Spule muss sich vor Beginn der Prüfung 30 min im unerregten Zustand befinden.

Die Nennspannung muss an die Spule angelegt werden und dann allmählich reduziert werden, bis das Schaltelement abfällt.

Die Kontakte dürfen ihre Schaltstellung nicht verändern, wenn die Spannung von der Rückfallspannung auf null reduziert wird.

Zur Bestimmung der Stellung der Kontakte muss eine geeignete Anzeigevorrichtung verwendet werden.

Bei Qualifikationsprüfungen muss das Schaltelement in jeder der drei senkrecht zueinander stehenden Achsen geprüft werden.

Prüfkriterien

Das Schaltelement muss innerhalb des in der Produktnorm festgelegten Spannungsbereichs abfallen.

5.5.3 Betriebsdauer

Prüfverfahren

Die Betriebsdauer muss ab dem Aufbringen der Nennspannung auf die Spule bis zum Schließen des letzten Arbeitskontaktes gemessen werden.

Die Betriebsdauer muss ohne Prellzeit bewertet werden.

Die Kontaktbelastung muss zwischen 5 mA und 100 mA liegen. Die offene Kontaktspannung beträgt 6 V für Schaltelemente bis einschließlich 25 A und 28 V für Schaltelemente über 25 A.

Für Qualifikationsprüfungen müssen fünf Messungen durchgeführt und aufgezeichnet werden.

Eine übliche Prüfschaltung ist in Bild 1 dargestellt.

Prüfkriterien

Das Schaltelement muss innerhalb der in der Produktnorm festgelegten Zeit ansprechen.

Siehe auch Bild 2.

5.5.4 Rückfallzeit

Prüfverfahren

Die Rückfallzeit muss ab dem Abschalten der Nennspannung gemessen werden:

- bei Arbeitskontakten: bis zum Öffnen des letzten Arbeitskontaktes;
- bei Wechlern: bis zum Schließen des letzten Ruhekkontaktes (diese Zeit beinhaltet die Umschaltzeit).

Die Kontaktbelastung muss zwischen 5 mA und 100 mA liegen. Die offene Kontaktspannung beträgt 6 V für Schaltelemente bis einschließlich 25 A und 28 V für Schaltelemente über 25 A. Die Rückfallzeit muss ohne Prellzeit bewertet werden.

Für Qualifikationsprüfungen müssen fünf Messungen durchgeführt und aufgezeichnet werden.

Eine übliche Prüfschaltung ist in Bild 1 dargestellt.

Prüfkriterien

Das Schaltelement muss innerhalb der in der Produktnorm festgelegten Zeit abfallen.

Siehe auch Bild 2.

5.5.5 Prellzeit

Prüfverfahren

Die Prellzeit muss durch Ein- und Ausschalten der Nennspannung sowohl an Arbeits- als auch an Ruhekontakten gemessen werden.

Zur Prellzeit gehören sowohl das erste Prellen, wenn die Kontakte das erste Mal schließen oder öffnen, und alle weiteren Prellvorgänge.

Die Kontaktbelastung muss zwischen 5 mA und 100 mA liegen. Die offene Kontaktspannung beträgt 6 V für Schaltelemente bis einschließlich 25 A und 28 V für Schaltelemente über 25 A.

Für Qualifikationsprüfungen müssen fünf Messungen durchgeführt und aufgezeichnet werden.

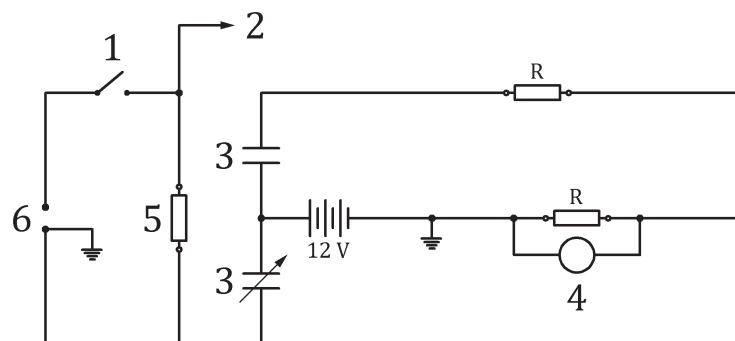
Eine übliche Prüfschaltung ist in Bild 1 dargestellt.

ANMERKUNG Die Prüfung muss so durchgeführt werden, dass die Aufzeichnungen alle Prellvorgänge erfassen.

Prüfkriterien

Das Schaltelement darf die in der Produktnorm festgelegten Prellzeiten nicht überschreiten.

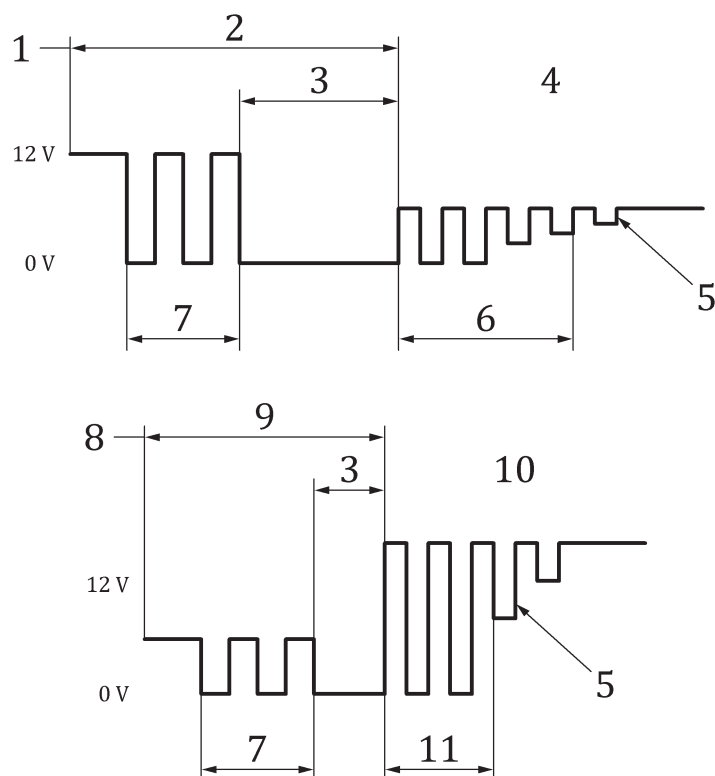
Siehe auch Bild 2.



Legende

- 1 Schalter
- 2 zum Trigger des Oszilloskops
- 3 kein Kontakt
- 4 selbstsynchronisierendes Oszilloskop (Vertikalablenkung)
- 5 Relaispule
- 6 Steuerspannung

Bild 1 — Prüfschaltung zur Bestimmung der Betriebs-, Abfall- und Prellzeiten



Legende

- 1 Schließen des Schalters
- 2 Betriebszeit
- 3 Umschaltzeit
- 4 Eigenschaft der Betriebszeit
- 5 Auswirkung des dynamischen Kontaktwiderstandes
- 6 Prellzeit beim Schließen des Kontaktes
- 7 Prellzeit beim Öffnen des Kontaktes
- 8 Öffnen des Schalters
- 9 Abfallzeit
- 10 Eigenschaft der Abfallzeit
- 11 Prellzeit beim Schließen des Kontaktes

Bild 2 — Eigenschaften für die Betriebs-, Abfall- und Prellzeiten

5.5.6 Isolationswiderstand

Prüfverfahren

Der Isolationswiderstand muss zwischen allen gegeneinander isolierten Anschlüssen sowie zwischen allen Anschlüssen und dem Gehäuse gemessen werden.

Die Prüfung muss sowohl im erregten als auch im unerregten Zustand des Schaltelements durchgeführt werden.

Die Prüfung muss nach ISO 2678 durchgeführt werden.

Die Prüfspannung muss 500 VDC betragen.

Der festgelegte Isolationswiderstand muss innerhalb von 2 min erreicht werden.

ANMERKUNG Bei der Prüfung im unerregten Zustand müssen die Spulenanschlüsse miteinander verbunden werden.

Prüfkriterien

Der Isolationswiderstand des Schaltelements muss über den in der Produktnorm festgelegten Werten liegen.

5.5.7 Spannungsfestigkeit

Prüfverfahren

Die Prüfspannung muss zwischen allen gegeneinander isolierten Anschlüssen und zwischen allen Anschlüssen und dem Gehäuse angelegt werden.

Die Prüfung muss sowohl im erregten als auch im unerregten Zustand des Schaltelements durchgeführt werden.

Die Prüfung muss nach ISO 2678 durchgeführt werden.

Die Prüfdauer muss wie folgt betragen:

- 2 s bis 5 s für Losabnahme und Abnahmeprüfungen;
- 1 min für Zulassungsprüfungen.

ANMERKUNG Bei der Prüfung im unerregten Zustand müssen die Spulenanschlüsse miteinander verbunden werden.

Prüfkriterien

Die Spannungsfestigkeit der Schaltelemente muss den in den Produktnormen festgelegten Werten entsprechen.

Das Schaltelement darf bei der Prüfung nicht beschädigt werden.

Der Leckstrom darf 1 mA nicht überschreiten.

5.5.8 Kontaktspannungsfall

Prüfverfahren

Der Kontaktspannungsabfall muss sowohl an den Arbeits- als auch an den Ruhekontakten gemessen werden.

Bei Qualifikationsprüfungen für Schaltelemente mit Steckfassung muss der Spannungsabfall der Steckfassung entsprechend der Produktnorm mit einbezogen werden.

Bei der Messung im erregten Zustand muss Nennspannung an die Spule gelegt werden.

Die Kontaktbelastung ist die ohmsche Nennlast für Qualifikationsprüfungen.

Die offene Kontaktspannung beträgt 6 V für Schaltelemente bis einschließlich 25 A und 28 V für Schaltelemente über 25 A.

Bei Losprüfungen darf die Kontaktbelastung kleiner als der Nennstrom sein, jedoch muss der gemessene Spannungsabfall auf den höchstzulässigen Wert bei Nennstrom hochgerechnet werden.

Die Kontakte dürfen nicht unter Last geschaltet werden, falls in der Produktnorm nicht anders festgelegt.

Der Messwert muss zwischen 3 s und 10 s nach Einschalten des Prüfstroms abgelesen werden.

Die Anzahl der Messungen muss wie folgt sein:

- Losabnahme und Abnahmeprüfung: 1;
- Qualifikationsprüfungen: 10.

Prüfkriterien

Der Kontaktspannungsabfall darf den in der Produktnorm festgelegten Wert nicht überschreiten.

5.5.9 Spulenstrom

Prüfverfahren

Die Nennspannung muss an die Spulenanschlüsse angelegt werden, und die Messung muss innerhalb von 30 s durchgeführt werden.

Prüfkriterien

Der Spulenstrom darf den in der Produktnorm festgelegten Wert nicht überschreiten.

5.5.10 Elektromagnetische Störungen

Das Schaltelement muss Prüfungen unterzogen werden, um festzustellen, ob Folgendes erfüllt ist:

- die ausgehenden Störspannungen, die durch Abschalten der Spule des Schaltelements entstehen, dürfen die in der Produktnorm festgelegten Werte nicht überschreiten;
- die eingehenden Störspannungen, die in der Produktnorm festgelegt sind, dürfen in keiner Weise die Relaispule beeinträchtigen oder sie beschädigen oder einen Ausfall verursachen.

5.5.10.1 Ausgehende Störspannung

Prüfverfahren

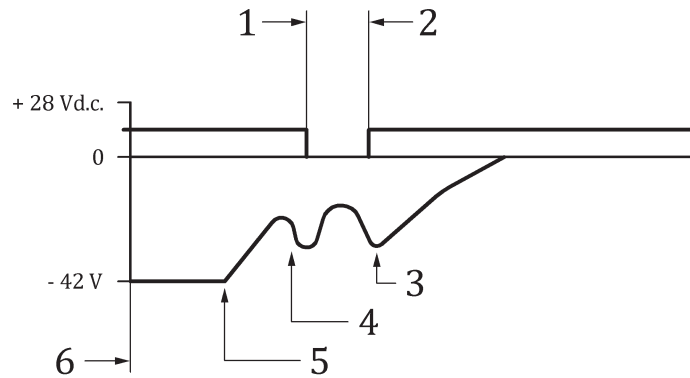
Vor Durchführung der Störspannungsprüfungen muss für mindestens 2 s die größte Spulenspannung mit umgekehrter Polarität an die Spulenklammern angelegt werden, um sicherzustellen, dass die Sperrspannung der Spulenbeschaltung über der größten Spulenspannung liegt und richtig gepolt ist.

Die Anzahl der Prüfungen muss wie folgt sein:

- Abnahmeprüfungen: 1;
- Qualifikationsprüfungen: 3.

Für die Musterprüfung muss ein Oszilloskop verwendet werden.

Siehe Bild 3.



Legende

- 1 Öffnen des Schließers
- 2 Schließen des Öffners
- 3 Ende der Ankerbewegung
- 4 Beginn der Ankerbewegung
- 5 Spannungsgrenze
- 6 Schalter geöffnet

Bild 3 — Üblicher Verlauf einer ausgehenden Störspannung

Prüfkriterien

Die ausgehende Störspannung darf den in der Produktnorm festgelegten Wert nicht überschreiten.

5.5.10.2 Eingehende Störspannung

Prüfverfahren

Die in der Produktnorm festgelegte Störspannung muss an den Spulenkontakt der Probe angelegt werden.

Die Störspannung muss durch einen geeigneten Generator erzeugt werden.

Die Prüfung muss nach ISO 7137 durchgeführt werden.

Prüfkriterien

Das Schaltelement muss der Störspannung ohne Beschädigung oder Ausfall standhalten.

Nachprüfungen: B, C, D, H und J (siehe Tabelle 6).

5.5.11 Kompassicherheitsabstand

Art der Befestigung

Das Schaltelement muss nach 5.1 verdrahtet werden. Die Spulenanschlüsse müssen mit einer Spannungsquelle verbunden werden. Das Schaltelement muss mit einem genauen Abstand zu einem Kompass angeordnet werden.

Prüfverfahren

Die Ablenkung des Kompass muss sowohl im erregten als auch im unerregten Zustand des Schaltelements festgestellt werden.

Die Prüfung muss nach ISO 7137, Klasse 15, durchgeführt werden.

Prüfkriterien

Der Abstand, bei dem die Kompassnadel um 1° ausgelenkt wird, muss den Anforderungen von ISO 7137 entsprechen.

Nachprüfung: keine.

5.5.12 Ansprechspannung bei hoher Temperatur

Art der Befestigung

Das Schaltelement muss nach 5.1 verdrahtet werden und in einen Wärmeschränk eingebracht werden. Die Spule des Schaltelements muss über einen Schalter mit der Spannungsquelle verbunden werden.

Prüfverfahren

Die Temperatur des Wärmeschranks muss auf den in der Produktnorm festgelegten Wert gebracht werden.

Das Schaltelement muss, nachdem sich die Temperatur im Wärmeschränk stabilisiert hat, für die Zeitspanne von 1 h bei der festgelegten Temperatur gelagert werden.

Die Ansprechspannung muss in allen drei senkrecht zueinanderstehenden Ebenen des Schaltelements gemessen werden.

Die Kontakte dürfen ihre Schaltstellung nicht verändern, wenn die Spannung von der gemessenen Ansprechspannung auf den Höchstwert erhöht wird.

Ansprechspannung bei vorher unerregter Spule

Das Schaltelement muss 1 h mit unerregter Spule und unbelasteten Kontakten gelagert werden.

Die Ansprechspannung muss gemessen werden.

Die Proben müssen vor weiteren Prüfungen mindestens 1 h bei $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$ gelagert werden.

Ansprechspannung bei vorher erregter Spule

Das Schaltelement muss 1 h bei Nennspannung mit erregter Spule und unbelasteten Kontakten gelagert werden.

Die Ansprechspannung muss gemessen werden.

Prüfkriterien

Die Ansprechspannung muss innerhalb der in der Produktnorm festgelegten Werte liegen.

Nachprüfungen: A (5.2.1), B, C, F, G und K (siehe Tabelle 6).

5.5.13 Rückfallspannung bei niedriger Temperatur

Art der Befestigung

Das Schaltelement muss nach 5.1 verdrahtet werden und in einen Wärmeschränk eingebracht werden. Die Spule des Schaltelements muss über einen Schalter mit der Spannungsquelle verbunden werden.

Prüfverfahren

Die Temperatur des Wärmeschrankes muss auf den in der Produktnorm festgelegten Wert gebracht werden.

Die Spule des Schaltelements muss unerregt und die Kontakte unbelastet sein.

Das Schaltelement muss, nachdem sich die Temperatur im Wärmeschrank stabilisiert hat, für eine Zeitspanne von 48 h bei der festgelegten Temperatur gelagert werden.

Nach der 48-stündigen Lagerzeit und unter Beibehaltung der festgelegten Temperatur müssen die Rückfallspannung und der Spannungsabfall an den Kontakten an allen drei senkrecht zueinander verlaufenden Ebenen gemessen werden.

Um die Temperaturerhöhung während der Prüfungen so klein wie möglich zu halten, darf die Spule des Schaltelements nicht länger als 30 s erregt sein.

Die Kontakte dürfen ihre Schaltstellung nicht verändern, wenn die Spannung von der gemessenen Rückfallspannung auf null reduziert wird.

Prüfkriterien

Die Rückfallspannung muss innerhalb der in der Produktnorm festgelegten Werte liegen.

Nachprüfungen: A (5.2.1), B, C, F, G und K (siehe Tabelle 6).

5.6 Lebensdauer

5.6.1 Lebensdauer der Spule des Schaltelements

Art der Befestigung

Das Schaltelement muss nach 5.1 verdrahtet werden und in einen Wärmeschrank eingebracht werden. Die Spule des Schaltelements muss über einen Schalter mit der Spannungsquelle verbunden werden.

Prüfverfahren

Die Temperatur des Wärmeschrankes muss auf den in der Produktnorm festgelegten Wert gebracht werden.

Das Relais wird mit der in der Produktnorm festgelegten größten Nennspannung erregt.

Prüfzyklus:

- Verbindungsdauer: 3 h;
- Abschaltdauer: 30 min.

Anzahl der Zyklen: 200.

Die Spulenspannung muss ausgeschaltet werden, und die Temperatur des Wärmeschrankes muss auf die in der Produktnorm festgelegte niedrigste Temperatur reduziert werden.

Das Relais muss mit der in der Produktnorm festgelegten größten Nennspannung erregt werden.

Prüfzyklus:

- Verbindungsdauer: 3 h;
- Abschaltdauer: 30 min.

Anzahl der Zyklen: 100.

Nach Abschluss der Prüfungen muss die Spannung abgeschaltet werden und die Probe aus dem Wärmeschrank genommen werden.

Prüfkriterien

Nachprüfungen: A (5.2.1), B, C, H und J (siehe Tabelle 6).

5.6.2 Mechanische Lebensdauer (mit reduzierter Last)

Art der Befestigung

Das Schaltelement muss nach 5.1 und entsprechend der Kontaktnennbelastung verdrahtet werden.

Prüfverfahren

Jeder Arbeits- und Ruhekontakt muss mit 25 % der in der Produktnorm festgelegten ohmschen Belastung belastet werden. Die offene Kontaktspannung muss dem in der Produktnorm festgelegten Wert entsprechen.

Während dieser Prüfung muss die Spule des Relais oder des Schaltelements mit der Nennspannung erregt werden.

Die Kontakte müssen auf Öffnen und Schließen in der festgelegten Reihenfolge überwacht werden.

Ein Spannungsabfall über 10 % der offenen Kontaktspannung muss als Ausfall gewertet werden.

Prüfzyklus:

- Einschaltzeit: $(1,5 \pm 1)$ s;
- Ausschaltzeit: $(1,5 \pm 1)$ s.

Anzahl der Zyklen: siehe Produktnorm.

Prüfkriterien

- Die Probe muss der Anzahl der Zyklen ohne Fehlfunktion standhalten.
- Keine mechanischen Schäden.
- Kein Kleben oder Verschweißen der Kontakte.

Nachprüfungen: B, C (siehe Tabelle 6).

5.6.3 Überlast bei Gleich- und Wechselstrom

Art der Befestigung

Das Schaltelement muss nach 5.1 und entsprechend der Kontaktnennbelastung verdrahtet werden. Die Probe muss in nicht bewegter Luft montiert werden.