

Technischer Leitfaden – TLF 0214

# Validierung von Automotive- Niedervolt-Steckverbindern





**Technischer Leitfaden – TLF 0214**  
**Validierung von Automotive-Niedervolt-Steckverbindern**

**Impressum**

Herausgeber:

ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik und  
Elektronikindustrie e.V.

Fachverband Electronic Components and Systems

Fachverband PCB and Electronic Systems

Lyoner Straße 9

60528 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69 6302-276

Fax: +49 69 6302-407

E-Mail: [zvei-be@zvei.org](mailto:zvei-be@zvei.org)

[www.zvei.org](http://www.zvei.org)

Verantwortlich:

Volker Kaiser, ZVEI

Redaktionsteam:

Christian Krahmer, Aptiv Services Deutschland

Kerstin Matz, Aptiv Services Deutschland

Thomas Plinta, Aptiv Services Deutschland

Dr. Markus Bergholz, Kostal Kontakt Systeme

Udo Eisengardt, Kostal Kontakt Systeme

Jens Dietze, Kostal Kontakt Systeme

Dr. Jens Haun, Kostal Kontakt Systeme

Andreas Müller, Kostal Kontakt Systeme

Thomas Scherer, Kostal Kontakt Systeme

Volker Thureau, Kostal Kontakt Systeme

Dr. Andreas Behrendt, Lear Corporation

Sebastian Scheer, Lear Corporation

Thomas Fili, TE Connectivity Germany

Dr. Helge Schmidt, TE Connectivity Germany

Waldemar Stabroth, TE Connectivity Germany

Februar 2021

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzung, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Technischer Leitfaden – TLF 0214

# **Validierung von Automotive- Niedervolt-Steckverbindern**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>7</b>
<b>1 Entscheidungsablauf</b>	<b>8</b>
<b>2 Prüfmatrix Kontakte</b>	<b>9</b>
<b>3 Prüfmatrix Gehäuse</b>	<b>10</b>
<b>4 Prüfmatrix Dichtungen / Dichtelemente</b>	<b>11</b>
<b>5 Prüfmatrix Stiftleiste</b>	<b>12</b>
<b>6 Legende Prüfmatrix und Allgemeine Regeln</b>	<b>13</b>
<b>7 Klassifizierung</b>	<b>14</b>
<b>8 Bewertung Kontaktoberflächen nach Prüfungen</b>	<b>15</b>
<b>9 PG 0 Eingangsprüfung</b>	<b>16</b>
<b>10 PG 1 Maße</b>	<b>18</b>
<b>11 PG 2 Material- und Oberflächenanalyse, Kontakte</b>	<b>19</b>
<b>12 PG 3 Material- und Oberflächenanalyse, Gehäuse und Dichtelemente</b>	<b>20</b>
<b>13 PG 4 Kontaktüberdeckung</b>	<b>21</b>
<b>14 PG 5 Mechanisches und thermisches Relaxationsverhalten</b>	<b>22</b>
<b>15 PG 6 Wechselwirkung zwischen Kontakt und Gehäuse</b>	<b>23</b>
<b>16 PG 7 Handhabung und Funktionssicherheit der Gehäuse</b>	<b>25</b>

# Inhaltsverzeichnis

17	PG 8 Einsteck- und Haltekräfte der Kontaktteile im Gehäuse	28
18	PG 9 Schrägsteckwinkel (Kojiri-Sicherheit)	30
19	PG 10 Kontakte: Leitungsausreißkraft	31
20	PG 11 Kontakte: Steck- und Ziehkräfte, Steckhäufigkeit	33
21	PG 12 Stromerwärmung, Derating	34
22	PG 13 Gehäuseeinfluss auf das Derating	35
23	PG 14 Kurzzeitige Überlast ( $t > 100$ ms, Stromübertemperatur bei n-fachem Nennstrom)	36
24	PG 15 Elektrischer Stresstest	37
25	PG 16 Reibkorrosion	40
26	PG 17 Dynamische Beanspruchung	41
27	PG 18A Küstenklimabeanspruchung	53
28	PG 18C Streusalzbeanspruchung	54
29	PG 19 Umweltsimulation	55
30	PG 20 Klimatische Beanspruchung der Gehäuse	58
31	PG 21 Langzeittemperaturlagerung	60
32	PG 22A Chemische Beständigkeit	61
33	PG 22B Chemische Beständigkeit, erweiterte Prüfung	62

# Inhaltsverzeichnis

<b>34</b>	<b>PG 23 Wasserdichtheit</b>	<b>63</b>
<b>35</b>	<b>PG 28 Verriegelungs-Geräusch</b>	<b>66</b>
<b>36</b>	<b>PG 29 Haltekraft der Blindstopfen</b>	<b>67</b>
<b>37</b>	<b>PG 31 Messung der Haltekraft von Kontaktstiften und -messern in Stiftwannen / Steckergehäusen</b>	<b>68</b>
<b>38</b>	<b>PG 60 Überwachungsfähigkeit von Crimp- Kontakten (Headroom-Fähigkeit)</b>	<b>70</b>
<b>39</b>	<b>PG 70 Crimpvalidierung – Slow – Motion – Prüfung</b>	<b>74</b>
	<b>Anlage A: Widerstandsgrenzwerte</b>	<b>80</b>
	<b>Anlage B: Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>81</b>
	<b>Anlage C: Normensverzeichnis / Mitgeltende Unterlagen</b>	<b>83</b>

# Vorwort

Dieser technische Leitfaden stellt eine unverbindliche technische Beschreibung von Prüfungsabläufen für Kfz-Steckverbinder bis 60 V DC dar. Er wurde in der vorliegenden Fassung von Vertretern der Kontaktheilhersteller im ZVEI erarbeitet. Ziel ist eine unverbindliche Vergleichbarkeit von Prüfungsabläufen und die Übertragbarkeit von Ergebnissen zu ermöglichen.

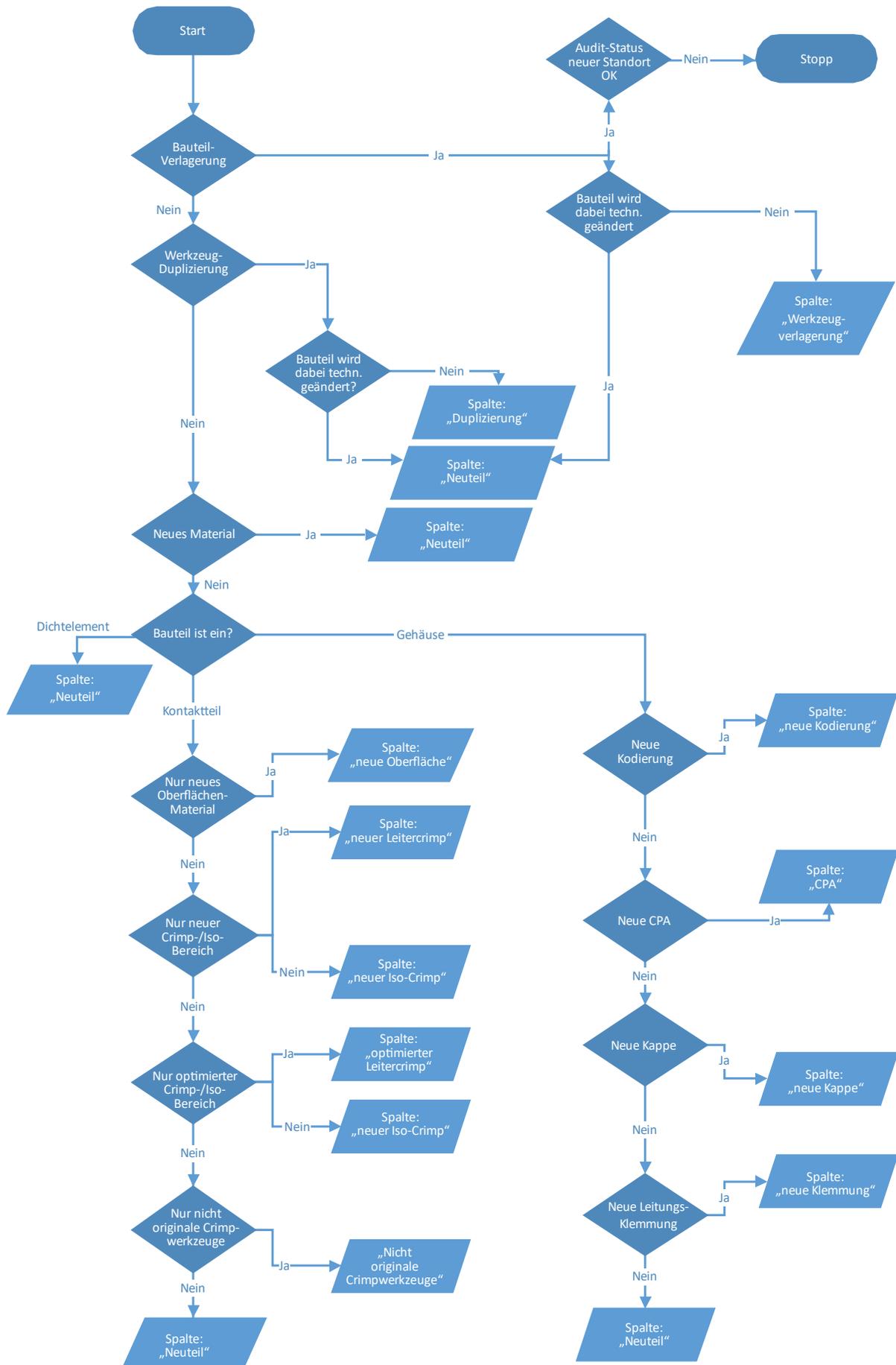
Gleichwertige oder anderweitige Prüfungsabläufe sollen nicht ausgeschlossen werden, denn sie dienen der schnellen Weiterentwicklung unter Berücksichtigung der steigenden Anforderungen bei der Entwicklung von Fahrzeugen.

Neben der Publikation des Verbands ist beabsichtigt, diesen ZVEI-TLF einer internationalen Normung in der hierfür zuständigen Normungsorganisation zuzuführen.

Der ZVEI-TLF entspricht dem jeweiligen Bearbeitungsstand zum Zeitpunkt der Erstellung des Leitfadens. Er ist als unverbindliche Orientierung für die Hersteller gedacht und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Entsprechend dem Stand der Mess- und Herstellungstechnik können Prüfungen individuell angepasst werden.

# 1 Entscheidungsablauf



Quelle: ZVEI

## 2 Prüfmatrix Kontakte

		Kontakte											
PG	Prüfung gemäß TLF 0214	Neuteil	Werkzeugduplizierung	Werkzeugverlagerung	Neuer Oberflächenwerkstoff	Neuer Oberflächenlieferant (Galvanik)	Neues Kontakt Grundmaterial (geänderte Spezifikation)	Neuer Grundmateriallieferant	Neuer Leitungscrimp (Querschnittsbereich)	Optimierter Leitungscrimp (Platinenzuschnitt)	Neuer ISO (ELA) Crimp	Nicht originale Crimpwerkzeuge (Nachweis durch den Verarbeiter)	Spezifische Zusatzprüfungen
0	Eingangsprüfung												
1	Maße												
2	Material- und Oberflächenanalyse, Kontakte												
3	Material- und Oberflächenanalyse, Gehäuse und Dichtelemente												
4	Kontaktüberdeckung												
5	Mechanisches und thermisches Relaxationsverhalten (4)												
6	Wechselwirkung zwischen Kontakt und Gehäuse	A							D	D	D		
7	Handhabung und Funktionssicherheit der Gehäuse												
8	Einsteck- und Haltekräfte der Kontaktteile im Gehäuse					3							
9	Schrägsteckwinkel (Kojiri-Sicherheit)												
10	Kontakte: Leitungsausreißkraft			1	1	2	2						
11	Kontakte: Steck- und Ziehkräfte, Stechhäufigkeit		S		S				S	O, S			
12	Stromerwärmung, Derating												
13	Gehäuseeinfluss auf das Derating												P
14	Kurzzeitige Überlast	Z				Z			Z				
15	Elektrischer Stresstest								D				
16	Reibkorrosion												R
17	Dynamische Beanspruchung								D				
18A	Küstenklimabeanspruchung												
18C	Streusalzbeanspruchung												
19	Umweltsimulation												
20	Klimatische Beanspruchung der Gehäuse												
21	Langzeittemperaturlagerung												
22A	Chemische Beständigkeit												
22B	Chemische Beständigkeit, erweiterte Prüfung												
23	Wasserdichtheit (gemäß Dichtheitsklasse)	G									G		
28	Verriegelungs-Geräusch												
29	Haltekraft der Blindstopfen												
31	Haltekräfte der Kontaktstifte und -messer in Kunststoffgehäusen												
60	Überwachungsfähigkeit von Crimp-Kontakten (Headroom-Fähigkeit)		Y		1								
70	Crimpvalidierung - Slow-Motion-Prüfung				1								

Quelle: ZVEI

### 3 Prüfmatrix Gehäuse

PG	Prüfung gemäß TLF 0214	Gehäuse														
		Ungedichtet					Gedichtet									
		Neuteil ungedichtet	Werkzeug Neuanlage ungedichtet (Duplizierung)	Werkzeugverlagerung ungedichtet	Neuer Werkstoff ungedichtet	Neuer Werkstofflieferant	Neuteil gedichtet	Werkzeug Neuanlage gedichtet (Duplizierung)	Werkzeugverlagerung gedichtet	Neuer Werkstoff gedichtet	Neuer Materiallieferant	Neue Codierung	Zusätzliche CPA zu vorhandenem Gehäuse	Optional Kabelklemmung	Neue Kappe	Spezifische Zusatzprüfung
0	Eingangsprüfung												J			
1	Maße												J			
2	Material- und Oberflächenanalyse, Kontakte															
3	Material- und Oberflächenanalyse, Gehäuse und Dichtelemente												J	K		
4	Kontaktüberdeckung															
5	Mechanisches und thermisches Relaxationsverhalten (4)															
6	Wechselwirkung zwischen Kontakt und Gehäuse													L	L	
7	Handhabung und Funktionssicherheit der Gehäuse					V					V		J			
8	Einsteck- und Haltekräfte der Kontaktteile im Gehäuse					U					U			M		
9	Schrägsteckwinkel (Kojiri-Sicherheit)															
10	Kontakte: Leitungsausreißkraft															
11	Kontakte: Steck- und Ziehkräfte, Steckhäufigkeit															
12	Stromerwärmung, Derating															
13	Gehäuseeinfluss auf das Derating				T					T						
14	Kurzzeitige Überlast															
15	Elektrischer Stresstest															
16	Reibkorrosion															
17	Dynamische Beanspruchung															
18A	Küstenklimabeanspruchung															
18C	Streusalzbeanspruchung															
19	Umweltsimulation															
20	Klimatische Beanspruchung der Gehäuse												J	K	K	
21	Langzeittemperaturlagerung												J	K	K	
22A	Chemische Beständigkeit												J	K	K	
22B	Chemische Beständigkeit, erweiterte Prüfung												J	K	K	
23	Wasserdichtheit (gemäß Dichtheitsklasse)															
28	Verriegelungs-Geräusch															
29	Haltekräfte der Blindstopfen															
31	Haltekräfte der Kontaktstifte und -messer in Kunststoffgehäusen															
60	Überwachungsfähigkeit von Crimp-Kontakten (Headroom-Fähigkeit)															
70	Crimpvalidierung - Slow-Motion-Prüfung															

Quelle: ZVEI

# 4 Prüfmatrix Dichtungen / Dichtelemente

		ELA, Matten- und Gehäusedichtungen				
		Neuteil	Werkzeug Neuanlage (Duplizierung)	Werkzeugverlagerung	Neuer Werkstoff Materialwechsel	Spezifische Zusatzprüfung
PG	Prüfung gemäß TLF 0214					
0	Eingangsprüfung					
1	Maße					
2	Material- und Oberflächenanalyse, Kontakte					
3	Material- und Oberflächenanalyse, Gehäuse und Dichtelemente					
4	Kontaktüberdeckung					
5	Mechanisches und thermisches Relaxationsverhalten (4)					
6	Wechselwirkung zwischen Kontakt und Gehäuse					
7	Handhabung und Funktionssicherheit der Gehäuse	W	W		W	
8	Einsteck- und Haltekräfte der Kontaktteile im Gehäuse	M	M		M	
9	Schrägsteckwinkel (Kojiri-Sicherheit)					
10	Kontakte: Leitungsausreißkraft					
11	Kontakte: Steck- und Ziehkräfte, Steckhäufigkeit					
12	Stromerwärmung, Derating					
13	Gehäuseeinfluss auf das Derating					
14	Kurzzeitige Überlast					
15	Elektrischer Stresstest					
16	Reibkorrosion					
17	Dynamische Beanspruchung					
18A	Küstenklimabeanspruchung					
18C	Streusalzbeanspruchung					
19	Umweltsimulation					
20	Klimatische Beanspruchung der Gehäuse					
21	Langzeittemperaturlagerung					
22A	Chemische Beständigkeit					
22B	Chemische Beständigkeit, erweiterte Prüfung					
23	Wasserdichtheit (gemäß Dichtheitsklasse)					
28	Verriegelungs-Geräusch					
29	Haltekraft der Blindstopfen					
31	Haltekräfte der Kontaktstifte und -messer in Kunststoffgehäusen					
60	Überwachungsfähigkeit von Crimp-Kontakten (Headroom-Fähigkeit)					
70	Crimpvalidierung - Slow-Motion-Prüfung					

Quelle: ZVEI

# 5 Prüfmatrix Stifteleiste

PG	Prüfung gemäß TLF 0214	Steckerleiste				
		Neuteil	Werkzeug Neuanlage (Duplizierung)	Werkzeugverlagerung	Neuer Werkstoff Materialwechsel	Spezifische Zusatzprüfung
0	Eingangsprüfung					
1	Maße					
2	Material- und Oberflächenanalyse, Kontakte					
3	Material- und Oberflächenanalyse, Gehäuse und Dichtelemente					
4	Kontaktüberdeckung					
5	Mechanisches und thermisches Relaxationsverhalten (4)					
6	Wechselwirkung zwischen Kontakt und Gehäuse	L	L		L	
7	Handhabung und Funktionssicherheit der Gehäuse	W	W		W	
8	Einsteck- und Haltekräfte der Kontaktteile im Gehäuse					
9	Schrägsteckwinkel (Kojiri-Sicherheit)					
10	Kontakte: Leiterausreißkraft					
11	Kontakte: Steck- und Ziehkräfte, Steckhäufigkeit					
12	Stromerwärmung, Derating					
13	Gehäuseeinfluss auf das Derating					
14	Kurzzeitige Überlast					
15	Elektrischer Stresstest					
16	Reibkorrosion					
17	Dynamische Beanspruchung					
18A	Küstenklimabeanspruchung					
18C	Streusalz-Beanspruchung					
19	Umweltsimulation					
20	Klimatische Beanspruchung der Gehäuse					
21	Langzeittemperaturlagerung					
22A	Chemische Beständigkeit					
22B	Chemische Beständigkeit, erweiterte Prüfung	X			X	
23	Wasserdichtheit (gemäß Dichtigkeitsklasse)	X			X	
28	Verriegelungs-Geräusch					
29	Haltekraft der Blindstopfen					
31	Haltekräfte der Kontaktstifte und -messer aus Kunststoffgehäusen					
60	Überwachungsfähigkeit von Crimp-Kontakten (Headroom-Fähigkeit)					
70	Crimpvalidierung - Slow-Motion-Prüfung					

Quelle: ZVEI

# 6 Legende Prüfmatrix und Allgemeine Regeln

## Legende Prüfmatrix

- 1. Nur, wenn Crimpoberfläche betroffen.
- 2. Nur, wenn Crimp betroffen.
- 3. Nur, wenn Rastlanzenwerkstoff geändert wurde.
- 4. Nur anwendbar, wenn ein Federelement im Kontaktbereich vorhanden.
- A "Falltest" (B 6.1) entfällt.
- C Nur, wenn Verriegelungsfunktion betroffen.
- D Nur, wenn Leitercrimp größer wird.
- E Kontakteinsteckkraft (E 8.1) falls Leitungsquerschnitt reduziert wird (z. B. 0,13 mm<sup>2</sup>).
- G Das Zusammenspiel freigegebener ELA (Leitung, Gehäuse) ist nachzuweisen.
- J Prüfungen nur für CPA.
- K Nur, wenn zusätzliches Teil.
- L Nur "Falltest" (B 6.1).
- M Nur "Kontakteinsteckkraft" (E.8.1).
- O Nur "Kontaktöffnungsmaß" (E 5.1) und "Aufsteck- und Abzugskraft" (E 11.1), falls Crimp quer zur Steckrichtung.
- P Verwendetes Gehäuse und Bestücksituation muss vereinbart werden.
- S Nur 1. Stecken und Ziehen.
- T Nur, wenn der neue Werkstoff einer anderen Temperaturklasse zugeordnet ist.
- U Nur, wenn der Kontaktsitz betroffen ist.
- V Nur, wenn relevante Bereiche betroffen sind.
- W Nur "Steckkraft" (E 7.4) / nur, wenn Gehäusedichtung betroffen ist.
- X Nur bei gedichteten Anwendungen.
- Y Nur bei Änderung der Stanzmethode (z. B. auf 2-fach fallend).
- Z Nur bei Kontakt / Leitungskombination anwendbar, bei denen die Leitungen den Strömen standhalten können.

## Allgemeine Regeln

Soweit in den einzelnen PGs nicht anders angegeben, sind folgende Prüfparameter zu verwenden:

- Prüfungsgeschwindigkeit: 50 mm/min  $\pm$  5 %.
- Messfrequenz bei kontinuierlicher Überwachung: min. 1 Messwert pro 5 Minuten.
- Raumtemperatur: 23  $\pm$  5 °C
- **Zulässige Toleranzen der nominellen Werte:**
  - Temperatur:  $\pm$  3 °C
  - Relative Feuchte:  $\pm$  5 % r. F.
  - Spannung:  $\pm$  5 %
  - Strom:  $\pm$  5 %
  - Widerstand:  $\pm$  5 %
  - Länge:  $\pm$  5 %
  - Zeit:  $\pm$  5 %
  - Kraft:  $\pm$  5 %
  - Frequenz:  $\pm$  5 %
  - Druck:  $\pm$  5 %
- Eingangswerte der PGs können aus oder nach PG 0 übertragen werden.
- Alle Prüfungen innerhalb einer Prüfgruppe müssen in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden. Abweichungen müssen gesondert freigegeben werden.
- Bei allen Prüfungen ist sicherzustellen, dass die Testmuster den gültigen Zeichnungsunterlagen und Produktspezifikationen entsprechen.
- Soweit nicht anders angegeben, sind alle Prüfungen mit serienfallenden Teilen durchzuführen. Aussortieren, Schmieren, Reinigen oder ähnliche Eingriffe sind nicht zulässig.
- Kontakte im Bereich 0,60 mm bis 0,64 mm sind in der Kategorie 0,63 mm zusammengefasst.

# 7 Klassifizierung

## Temperaturklassen

(Umgebungstemperatur, entspricht während der Prüfbläufe der Temperaturschrankeinstellung)

Ohne Eigenerwärmung infolge von Stromtransport durch den Kontakt.

T1 -40 °C / +85 °C

Karosserie, Fahrzeuginnenraum, Batterie Elektrofahrzeuge

T2 -40 °C / +105 °C

Karosserie, Fahrzeuginnenraum mit erhöhter Belastung durch z. B. Sonne

T3 -40 °C / +125 °C

Geschützte Bereiche im Motorraum, z. B. Spritzwand, Getriebeanbau

T4 -40 °C / +150 °C

Motorapplikation, Komponenten, die direkt am Motor appliziert sind oder einer starken Wärmestrahlung (z. B. Auspuffnähe) ausgesetzt sind

T5 -40 °C / +175 °C

Motorapplikation, Komponenten, die direkt auf dem Motor in unmittelbarer Nähe des Auspuffs, bzw. starkem Wärmestau ausgesetzt sind

T6 -40 °C / +200 °C

Sonderapplikationen

TP besondere Temperatur. Auswahl produktbezogen nach Angaben aus Produktspezifikation und/oder Komponentenzeichnung

## Dichtheitsklassen, Wasserdichtheit

D1 IPX0

Ungedichtete Systeme im Innenraum, bzw. in Boxen

D2 IPX4K

Gedichtete Systeme, die einer normalen Beaufschlagung ausgesetzt sind und sich z. B. nicht unter Abdeckungen befinden oder im Außenbereich des Fahrzeuges sind

D3 IPX8

Gedichtete Systeme, die temporär unterhalb des Wasserniveaus eingesetzt werden können und sich z. B. in exponierter Lage am Fahrzeugunterboden befinden

D4 IPX9K

Stecksysteme, die offen liegend starkem Strahlwasser (Hochdruckreiniger) ausgesetzt werden können

## Gewichtsklassen

(Gewichtsgrenzen beziehen sich auf unbestückte Gehäuse)

G1 kein Falltest

Bauteil mit großem Eigengewicht (> 100 g) bzw. mehrteilige Bauteile wie z. B. Boxen

G2 Falltest auf Betonboden

Bauteile mit einem Eigengewicht ( $15 \text{ g} \leq m \leq 100 \text{ g}$ )

G3 Falltest in der Trommel

Bauteile mit geringem Eigengewicht (< 15 g)

## Vibrationsklassen

(Verbrennungsmotoren)

V1 Rauschen und Schocken

Karosserie ungedichtet, Fahrzeuginnenraum

V2 Rauschen und Schocken

Karosserie gedichtet, Motorraum, Radkästen

V3 Sinus / Rauschen

Aggregateanschluss, welcher am Motor montiert wird, Getriebeanbau

V4 Sinus / Rauschen

Direkter Motoranbau, Sensoren, welche am Motor montiert werden

V5 Sinus

Direkter Motoranbau, erhöhte Anforderung

V6 Sinus

Direkter Motoranbau, Sonderapplikation

## 8 Bewertung Kontaktoberflächen nach Prüfungen\*

Das Durchführen dieser Bewertung setzt bei elektrisch überwachten Prüflingen ein stabiles Widerstandsverhalten voraus. Für die Bewertung nach durchgeführten Beanspruchungen wird als Abschlussuntersuchung empfohlen, alle Prüflinge der Prüfgruppe lichtmikroskopisch zu bewerten (nach Öffnen der Kontakte und Reinigung im z. B. Ultraschallbad) und die optisch schlechtesten Prüflinge mit den beschriebenen Methoden weiter zu analysieren. Die Bewertung ist gesondert nach Oberflächenwerkstoff durchzuführen und ist nur anwendbar bei Standardoberflächen nach AV Tabstandard (SnI, SnII, Au, AgI, AgII). Für andere Schichtsysteme ist ein Bewertungskriterium nach dem Stand der Technik zu spezifizieren.

Als Analysemethoden können je nach Oberflächenwerkstoff und Belastungsart in der Reihenfolge Lichtmikroskopie (auch in Kombination von Schlibbildern in den Kontaktbereichen), Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA / XRF) zur Schichtdickenbestimmung, Rasterelektronenmikroskopie (REM) in Verbindung mit EDX und in Einzelfällen auch FIB (Focussed Ion Beam) Schnitte in der Kontaktzone verwendet werden.

Die Messung der Schichtdicke mittels Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA / XRF) ist sowohl in der Eingangsprüfung (PG 2) wie auch nach Beanspruchungen möglich, jedoch sollte die Größe des Messflecks (Kollimator) auf die effektive Kontaktpunktgröße angepasst sein.

### Kriterien für Zinnoberflächen:

Für SnII (Feuerverzinnung) ist kein Durchrieb bis auf das Basismaterial (im Normalfall Cu) zulässig, ein Verschmieren oder Ausdünnen der Schicht bis auf die intermetallischen Phasen ( $Cu_xSn_y$ ) ist zulässig. Eine lichtmikroskopische Untersuchung ist bei eindeutigem Schadensbild ausreichend, die Absicherung der Restschichtdicke im Kontaktpunkt ist mittels RFA ergänzend möglich.

Zur Detektion von Reibkorrosion (Bildung von Zinnoxid, erkennbar durch Dunkelfärbung der Kontaktstelle) nach z. B. einer Vibrationsbelastung ist die Analyse des Sauerstoffgehaltes im Kontaktpunkt im Vergleich zu einer unbelasteten Stelle mittels EDX empfehlenswert. Zu beachten ist, dass beginnende Reibkorrosion kein Kriterium zum Nichtbestehen dieser Eigenschaftsprüfung (End-of-Life Test) darstellt.

Für SnI (galvanische Verzinnung mit Nickelunterschicht) gilt die Bewertung analog SnII mit dem Unterschied, dass Durchrieb bis auf die Nickelzwei-

schicht als nicht bestanden gewertet wird. Die Bildung von Nickeloxid nach z. B. Vibrationsbelastung kann mittels EDX festgestellt werden.

### Kriterien für Goldoberflächen:

Goldoberflächen müssen nach Belastung noch geschlossen vorhanden sein, dies ist mittels Lichtmikroskop an Hand der charakteristischen Farbe eindeutig nachweisbar. Die Messung der Schichtdicke mittels RFA kann zusätzlich erfolgen, um das Ausmaß des Verschleißes zu beurteilen. Im Schiedsfall ist eine Analyse mittels EDX bei geringer Beschleunigungsspannung zur Bestimmung der Schichtmorphologie im Kontaktpunkt empfohlen.

### Kriterien für Silberoberflächen:

Sowohl für AgII als auch für AgI gilt folgendes grundlegend:

Bedingt durch die Duktilität des Silbers kommt es sowohl bei mikro- als auch bei makroskopischer Belastung zu einem Verschmieren der Silberschicht, in einigen Fällen verbunden mit einer Schichtdickenabnahme in Bezug auf den Ausgangszustand. Jedoch verbleiben in der Regel feindispersierte Silberkristallite in der Kontaktstelle und gewährleisten den stabilen elektrischen Kontakt nach Beanspruchung.

Lichtmikroskopisch zeigt sich dieser Effekt als Schwarzfärbung der Kontaktstelle, was bei Silber kein Ausfallkriterium darstellt.

Besonders nach Vibrationsbelastungen ist die Bewertung mittels EDX oder bei Vorhandensein geeigneter Referenzuntersuchungen die Bewertung mittels RFA empfohlen.

Ausgehend von einer bekannten Kontaktpunktgröße ist die Analyse des Silbergehaltes in diesem mittels EDX bei geeigneter Beschleunigungsspannung zu bestimmen. Als verifizierter Wert ist ein Silberanteil von minimal 20 Masse-Prozent als bestanden zu bewerten. Die Silberschicht muss nicht geschlossen vorliegen.

Nach makroskopischer mechanischer Belastung beispielsweise in der PG 11 ist eine Messung der Schichtdicke mittels RFA bezogen auf den Ausgangszustand möglich. Die verbleibende Restsilberdicke sollte sich im Bereich von 20 Prozent bewegen, um die Prüfung als bestanden zu bewerten.

\* als Eigenschaftsprüfung in der PG 2 und insbesondere nach Beanspruchungen in den PG 11, PG 15, PG 17 und PG 19.

# 9 PG 0 Eingangsprüfung

**Zweck:**

Erforderliche Prüfung aller Kontakt- und Gehäuse-  
teile im Neuzustand, ohne vorherige Belastungen.

**Anforderung:**

Feststellen von Abweichungen von einem gegebenen Sollzustand.

Prüfung	Prüfgegenstand				
	Gehäuse	Kontaktteil	Neue Anwendung (Aggregat / Kupplung)	Neuer Leitungsquerschnitt	ELA Sammeldichtung
E 0.1 Sichtprüfung	X	X	X	X	X
E 0.2.1 Durchgangswiderstand Kontaktbereich		X	X		
E 0.2.2 Durchgangswiderstand Anschlussbereich		X		X	
E 0.3 Isolationswiderstand*)	X			X	

\*) Die Messung E 0.3 Isolationswiderstand ist in der Eingangsmessung nur durchzuführen, wenn die erforderlichen Luft- und Kriechstrecken nicht durch CAD nachgewiesen wurden. (Quelle: ZVEI)

**Kontaktteile:**

Alle vorkommenden Varianten.

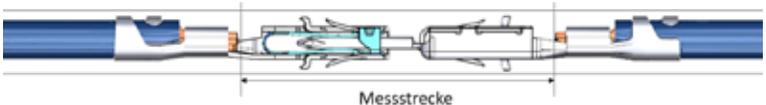
**ELA / Sammeldichtung:**

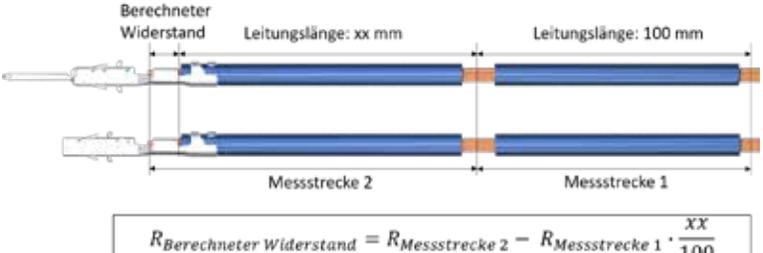
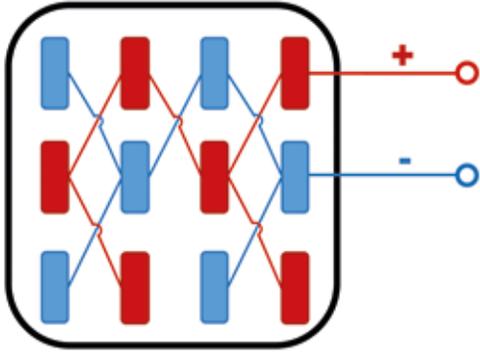
Alle vorkommenden Varianten.

**Gehäuse:**

Alle vorkommenden Varianten.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>  Die mechanischen Grundfunktionen des Prüflings sind im Rahmen der Sichtprüfung zu kontrollieren.
E 0.2	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>)</b>  <b>Kontaktteile:</b> 10 Prüflinge pro Variante <b>Leitungsquerschnitt:</b> Alle vorkommenden Querschnitte.
E 0.2.1	<b>Durchgangswiderstand im Kontaktbereich</b>  <b>Exemplarische Darstellung:</b>   Abbildung PG 0-1 (Quelle: Kostal Kontakt Systeme)

E 0.2.2	Durchgangswiderstand im Anschlußbereich
 $R_{\text{Berechneter Widerstand}} = R_{\text{Messstrecke 2}} - R_{\text{Messstrecke 1}} \cdot \frac{xx}{100}$	
Abbildung PG 0-2 (Quelle: Kostal Kontakt Systeme)	
E 0.3	Isolationswiderstand DIN EN 60512-3-1
<p><b>Kontaktteile:</b> beliebig  <b>Gehäuse:</b> 1 Gehäuse          Isolationswiderstand zwischen allen benachbarten Kontakten.</p>	
	
Abbildung PG 0-3 (Quelle: Kostal Kontakt Systeme)	

**Anforderung:**

*Durchgangswiderstand:*

Die Messwerte müssen der Herstellerspezifikation entsprechen.

Die Grenzwerte des Durchgangswiderstandes (E 0.2) müssen eingehalten werden (siehe Anhang A).

Die Messwerte nach E 0.2.1 und E 0.2.2 sind zu dokumentieren.

Darzustellen sind Messwerte und Standardabweichung der jeweiligen Prüflinge.

*Isolationswiderstand:*

$R_{\text{isol}} > 100 \text{ M}\Omega$  bei  $U = 500 \text{ V DC}$

Der Wert des Isolationswiderstandes ist abzulesen, wenn ein stabiler Zustand erreicht ist.

Wird jedoch ein stabiler Zustand nicht erreicht, so ist der Wert des Isolationswiderstandes 60 s – 5 s nach Anlegen der Messspannung abzulesen.

# 10 PG 1 Maße

Diese Prüfung ist nur durchzuführen, sofern die Maße nicht in anderen Berichten, z. B. Messbericht, ausgewiesen werden. Ein separater Querverweis im Funktionsbericht / Prüfbericht ist nicht erforderlich.

**Zweck:**

Maßliche Kontrolle aller Kontakteile, Gehäuseteile und Dichtungen.

**Losgröße:**

Alle Teile eines Fertigungszyklus sind zu berücksichtigen (Mehrfachhub / Mehrfachkavitäten beachten).

**Kontakteile:**

Alle vorkommenden Varianten.

**Gehäuse:**

Je Variante ist exemplarisch ein Muster je Kavität zu überprüfen.

**Dichtelemente:**

Einzelleiterabdichtungen, Blindstopfen und Gehäusedichtungen (alle relevanten Varianten).

**Art der Prüfung:**

<b>E 0.1</b>	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>
	Die Sichtprüfung ist mit einer dem Anwendungszweck entsprechend angemessenen Vergrößerung durchzuführen (Kontakte maximal 50-fach, Gehäuse und Dichtungen maximal 10-fach).
<b>E 1.1</b>	<b>Maße Gehäuse / Dichtelement DIN EN 60512-1-2</b>
	Vermessung der Artikel gemäß Kundenzeichnung.

**Anforderung:**

Die Messwerte müssen der Freigabebezeichnung entsprechen.

Es dürfen keine funktional bedeutsamen Risse, Grate, Lunken oder andere Schäden sichtbar sein. Auffälligkeiten sind mit Fotos zu dokumentieren.

# 11 PG 2 Material- und Oberflächenanalyse, Kontakte

**Zweck:**

Erfassung aller Material-Parameter der Metallteile.

**Prüfgegenstand:**

Alle vorkommenden Werkstoffe und Oberflächen.

**Losgröße:**

5 Stück

**Art der Prüfung:**

E 0.1	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>
E 2.1	<b>Werkstoffprüfung Kontaktteile</b>  Die Werkstoffprüfung muss für alle Teile des Kontaktes nachgewiesen werden (Kontaktbereich und Anschlussbereich). Alle Materialien müssen in der Produkt-Spezifikation des Herstellers dokumentiert werden. <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Materialnachweis des Basismaterials:</b> Datenblätter als alternativer Nachweis sind dem Prüfbericht beizulegen.</li><li>• <b>Materialnachweis der Oberfläche:</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Beschichtungsprotokolle alternativ möglich.</li><li>• Messung Schichtdicke am fertiggestellten Kontaktbereich und am Leitungsanschlussbereich.</li><li>• Messung der Oberflächenrauigkeit (bei Angabe von Grenzwerten in z. B. Zeichnungen) und Nachweis, dass die Oberfläche durch den Fertigungsprozess nicht beschädigt wurde.</li></ul></li></ul>
E 2.2	<b>Kennzeichnungen auf der sichtbaren Oberfläche</b>  Die Kennzeichnungen auf dem Kontakt müssen nach dem Verarbeitungsvorgang (z. B. Crimpen) erkennbar sein.

**Anforderung:**

Bestätigung, dass alle Materialien zeichnungskonform sind.

Funktionsrelevante Beschädigungen der Oberfläche im Bereich der Kontaktzone und des Leitungsbereiches sind nicht zulässig.

Die Kontaktbeschriftungen müssen nach der Verarbeitung (z. B. Crimpen) erkennbar sein.

Eindeutige Lesbarkeit aller Angaben, die zeichnungsgemäß vorgesehen sind.

# 12 PG 3 Material- und Oberflächenanalyse, Gehäuse und Dichtelemente

**Zweck:**

Sichtprüfung der Kunststoff- und Elastomerteile.

**Gehäuse:**

Alle relevanten Varianten.

**Losgröße:**

Je Nest 1 Bauteil.

**Dichtelemente:**

Alle relevanten Varianten.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
-------	-------------------------------

**Anforderung:**

Die Kennzeichnungen auf den Gehäuseteilen (wie in Kundenzeichnung oder Produktspezifikation beschrieben) müssen erkennbar sein.

Spritzhäute, Werkzeugversatz und Trennrate dürfen die Handhabung und Funktion nicht beeinträchtigen.

# 13 PG 4 Kontaktüberdeckung

**Zweck:**

Sonderprüfung Labor (Standard ist CAD Worst Case Studie).  
Nachweis der minimal geforderten Kontaktüberdeckung unter allen ungünstigsten Bedingungen auch anhand theoretischer Studien.

**Losgröße:**

1 Gehäuse  
Bis 5-polig vollbestückt, ab 6-polig mit 5 Kontakten.

**Kontaktteile:**

Wenn die Kontakte nicht Prüfgegenstand sind, sind Kontakte zu verwenden, die eine Serienfreigabe beim Kunden besitzen.

**Gehäuse:**

Wenn die Gehäuse nicht Prüfgegenstand sind, sind Gehäuse zu verwenden, die eine Serienfreigabe beim Kunden besitzen.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 4.1	<p><b>Kontaktüberdeckung</b></p> <p>Nachweis mittels Schliff oder 2D / 3D CT unter Worst Case Bedingungen.</p> <p>Die Kontaktüberdeckung und der erforderliche Freiraum (nach Herstellervorgabe) von Stiftspitze bis Kontaktboden sind rechnerisch unter allen ungünstigsten Bedingungen von Kontakten und Gehäusen und deren Verriegelungen (inklusive z. B. Zug an der Leitung, bis alle Verriegelungen am Anschlag sind) nachzuweisen. Der Kontaktstift und die Kontaktbuchse dürfen sich nur in den Kontaktpunkten berühren. Definition der Kontaktüberdeckung (Abbildung PG 4-1).</p>

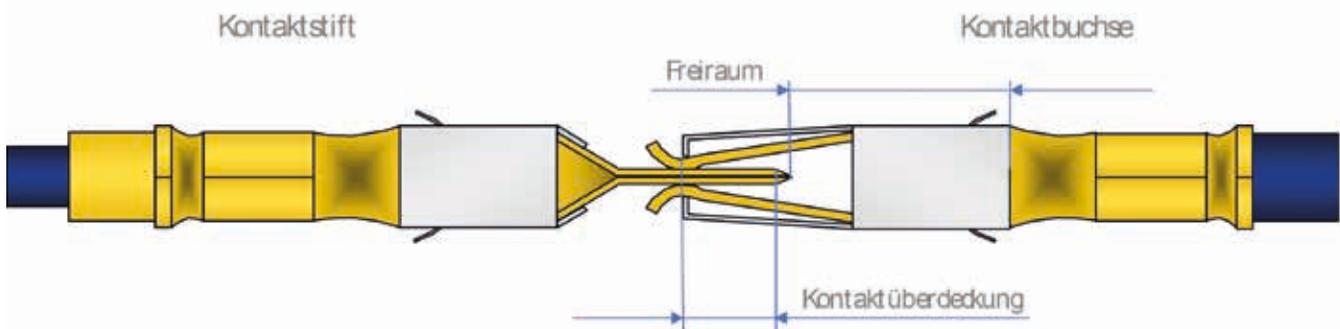


Abbildung PG 4-1: Kontaktüberdeckung einer Stift-Buchse-Paarung (Quelle: TE Connectivity Germany)

Unter Kontaktüberdeckung versteht man die Länge, mit der ein Kontaktstift mit vollem Querschnitt in die Kontaktbuchse eintaucht. Gemessen wird vom Kontaktpunkt des Buchsenkontaktes bis zum Ende der Einführschräge auf den vollen Querschnitt (abweichend zur DIN EN 60512-1-3).

Der Abstand zwischen Stiftspitze und Kontaktboden wird Freiraum genannt. Dieser ist für eine schwimmende Lagerung des Kontaktes in der Kammer zwingend erforderlich und muss unter Berücksichtigung aller Toleranzen der Stift-Buchse-Paarung noch vorhanden sein.

**Anforderung:**

*Kontaktüberdeckung:*

> 1,00 mm (für alle Kontaktpunkte oder nach Produktspezifikation)

*Freiraum:*

> 0 mm

Eine Toleranzrechnung mit Maßangaben ist erforderlich.

# 14 PG 5 Mechanisches und thermisches Relaxationsverhalten

**Zweck:**

- Funktionelle Bewertung der vom Hersteller genannten oberen Grenztemperatur  $T_{Grenz}$  des Kontaktsystems und der Normalkraft.
- Spezifische Zusatzprüfung gehört nicht zum Standard-Validierungsumfang.

**Kontaktteile:**

Alle relevanten Werkstoffe und Designvarianten Gegenstücke gemäß Produktspezifikation.

**Gehäuse:**

Ohne

**Losgröße:**

4 Prüflöse á 10 Kontaktteile aufgeteilt in jeweils 2 Gruppen á 5 Kontaktteile pro Entnahmezeitpunkt.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 5.1	Kontaktöffnungsmaß im Neuzustand (optische Messung) – alle Prüflöse / Gruppen
B 5.1	Gruppe 1 (5 Kontakte) jedes Prüflöses wird vor der weiteren Beanspruchung 5x gesteckt und getrennt. Gruppe 2 (5 Kontakte) jedes Prüflöses wird im Neuzustand gelagert bzw. vermessen.
E 5.1	Kontaktöffnungsmaß Prüflinge messen (optische Messung) (nur Gruppe 1)
E 5.2	Kontaktnormalkraft (Gruppe 1 und 2) (wenn nicht anders vereinbart, summenbezogen) Ermittlung der Kontaktnormalkraft – an Prüflös 1. Das Messverfahren ist zu dokumentieren. Die indirekte Messung ist zulässig. Alle Prüflinge der Prüflöse 2 bis 4 werden gesteckt. Bis zur Messung des Kontaktöffnungsmaßes und der Kontaktnormalkraft dürfen die Prüflinge nicht mehr getrennt werden.
B 5.2	Lagerung bei trockener Wärme, gesteckt, nach DIN EN 60068-2-2, (Gruppe 1 und 2) Prüfung B <b>Dauer:</b> 1.000 Stunden Max. Temperatur $T_{max}$ Grenztemperatur ( $I = 0A$ aus Derating-Kurve) gemäß Produktspezifikation. Es werden die Prüflöse 2 bis 4 eingelagert und zu den jeweiligen Zeitpunkten (1 Stunde, 100 Stunden und 1.000 Stunden) entnommen und das Kontaktöffnungsmaß und die Kontaktnormalkraft gemessen.
E 0.1	Sichtprüfung (Gruppe 1 und 2) DIN EN 60512-1-1
E 5.1	Kontaktöffnungsmaß (optische Messung) – an den Prüflösen 2 bis 4 (Gruppe 1 und 2)
E 5.2	Kontaktnormalkraft (Gruppe 1 und 2) Ermittlung der Kontaktnormalkraft an allen Prüflösen. Das Messverfahren ist zu dokumentieren. Die indirekte Messung ist zulässig.

# 15 PG 6 Wechselwirkung zwischen Kontakt und Gehäuse

**Zweck:**

Nachweis der Funktion der Kammer und der Kontakt-Verriegelungen.

**Kontaktteile:**

Beliebig

**Losgröße:**

3 unbestückte Gehäuse und die entsprechenden dazugehörigen Kontakte für E 6.2 und E 6.3.

**Leitungsquerschnitte:**

Minimaler / Maximaler zulässiger Leitungsquerschnitt.

6 Gehäuse für B 6.1:

- 3 vollbestückte Gehäuse, Sekundärverriegelung in Endraststellung.
- 3 unbestückte Gehäuse, Sekundärverriegelung in Vorraststellung.

**Gehäuse:**

Alle vorkommenden Varianten, Codierung und Farbe beliebig.

Dreimal 3 unbestückte Gehäuse für E 6.4.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 6.1	Taufelspiel der Kontakte in der Gehäusekammer (theoretischer Nachweis nach Herstellervorgabe)
E 6.2	Funktion der Primärverriegelung/Rastspiel (mit neuen Gehäusen, siehe Losgröße)
E 6.3	Funktion der Sekundärverriegelung/Rastspiel (mit neuen Gehäusen, siehe Losgröße)
B 6.1	<p><b>Falltest (gemäß Gewichtsklasse, mit neuen Gehäusen, siehe Losgröße)</b></p> <p><b>Gewichtsklasse G3:</b> Zur Prüfung der Gehäusestabilität und der Verriegelungen werden die vollbestückten Gehäuse (Leitungen direkt hinterm Gehäuse abschneiden) in einer rotierenden Trommel geprüft (siehe DIN EN 60068-2-31, siehe Abbildung PG 6-1).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung bei RT</li> <li>• Alle Prüflinge werden sequenziell getestet.</li> <li>• <i>Fallhöhe:</i> 1 m</li> <li>• <i>Rotationsgeschwindigkeit:</i> muss so eingestellt werden, dass der Prüfling in der Fallzone (drop area) auftrifft.</li> <li>• <i>Anzahl der Fallprüfungen:</i> 10</li> <li>• <i>Dicke der Stahlplatte in der Fallzone:</i> ≥ 5 mm</li> </ul>

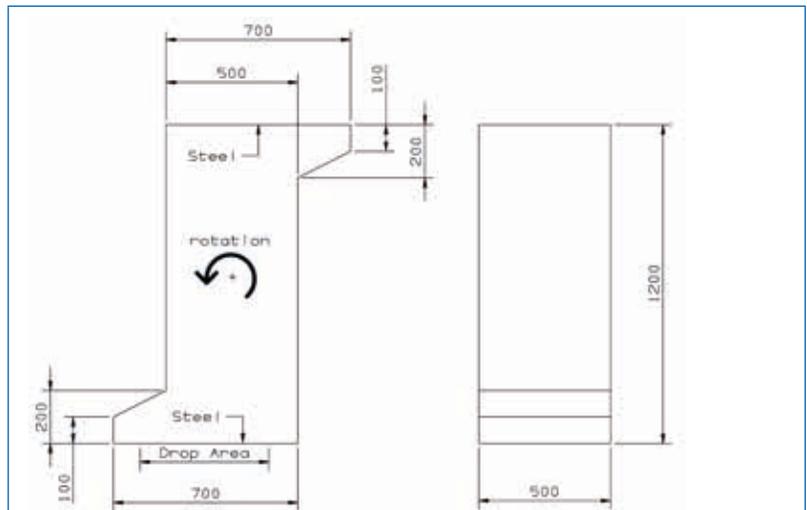


Abbildung PG 6-1: Falltest in Trommel (Quelle: Aptiv Services Deutschland)

**Gewichtsklasse G2:** 1-maliger freier Fall je Raumachse aus 1,0 m Höhe auf unbeschichteten Betonboden bei Raumtemperatur.

<b>E 6.4</b>	<b>Betätigungskraft für Sekundärverriegelung (jeweils mit neuen Gehäusen, siehe Losgröße) analog Tabelle PG 6-1.</b>
<b>E 0.1</b>	<b>Sichtprüfung nach DIN EN 60512-1-1</b>

**Anforderung:**

**Taumelspiel:**

Es ist anhand der Kammer- und Stiftzeichnungen nachzuweisen, dass Stift und Kontakt ohne die Möglichkeit der Schädigung ineinander gefügt werden können. Der Nachweis ist für den Worst Case grafisch oder rechnerisch zu erbringen.

**Rastspiel:**

Das erforderliche Rastspiel eines Kontaktteils in der Gehäusekammer ist zu überprüfen. Beim Montieren des Kontaktteils in die Gehäusekammer muss die Primärverrastung hörbar einrasten. Die korrekte Haltefunktion der Primärverrastung ist anschließend durch Zurückziehen ( $F \leq 10 \text{ N}$ ) des Kontaktteils an

der Leitung zu kontrollieren.

Bei ordnungsgemäßer Positionierung aller Kontaktteile in ihren Gehäusekammern muss sich die Sekundärverriegelung mit der spezifizierten Betätigungskraft schließen lassen.

**Falltest:**

Die Sekundärverriegelung in Vorraststellung (Simulation Transport unbestückter Gehäuse) darf sich beim Falltest nicht schließen.

Die Sekundärverriegelung in Endraststellung (Simulation Transport bestückter Gehäuse) darf sich beim Falltest nicht öffnen.

Es dürfen keine funktionalen Beschädigungen auftreten (nur Dokumentation).

**Betätigungskräfte Sekundärverriegelung**

<b>Betätigung</b>	<b>Bedingung</b>	<b>Grenzwerte</b>
Öffnen	---	$10 \text{ N} \leq F_0 \leq 50 \text{ N}$
Schließen	Für Filmscharnier, Scharnierlänge $< 15 \text{ mm}$	$F_s \leq 50 \text{ N}$
Schließen	Für Filmscharnier, Scharnierlänge $\geq 15 \text{ mm}$ Jede Raststelle wird separat geprüft.	$F_s \leq 75 \text{ N}$
Schließen	Für Schieber	$F_s \leq 50 \text{ N}$
Schließen n.i.O.	Bei Kontaktposition nicht in Endlage.	$F_{S \text{ n.i.O.}} \geq F_s + 50 \text{ N}$ , bei Messerbreite $\geq 0,63 \text{ mm}$
		$F_{S \text{ n.i.O.}} \geq F_s + 25 \text{ N}$ , bei Messerbreite $< 0,63 \text{ mm}$

Tabelle PG 6-1: Anforderungen für Betätigungskräfte (Quelle: ZVEI)

# 16 PG 7 Handhabung und Funktionssicherheit der Gehäuse

**Zweck:**

Gehäuseprüfung, Nachweis der Halte- und Betätigungskräfte.

**Gehäuse:**

Beliebig, nur für E 7.1 alle vorkommenden Varianten.

**Losgröße:**

- Mindestens 10 bestückte bzw. unbestückte Gehäuse.
- Je nachfolgender Eigenschaftsprüfung innerhalb dieser Prüfgruppe können neue Bauteile verwendet werden.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 7.1	<p><b>Unverwechselbarkeit der Gehäuse (bestückte Gehäuse) DIN EN 60512-13-5 (Codierung/Polarisierung)</b></p> <p><b>Für Kontaktgrößen &lt; 0,63 mm:</b>          Im 1. Schritt wird die Prüfung unbestückt durchgeführt. Wenn sich die Verbindung nicht fügen lässt, ist die Prüfung 7.1 beendet.          Wenn sich die Gehäuseteile fügen lassen (auch mit Beschädigungen) ist im zweiten Schritt mit einem bestückten Gehäuse zu überprüfen, ob es zu einer elektrischen Kontaktierung kommt.          Mit 2-mal <math>F_{\text{Steck}}</math> (jedoch mit mindestens 50 N) belasten:          Es darf kein elektrisches Signal und keine funktionelle Beschädigung auftreten.</p> <p><b>Für Kontaktgrößen <math>\geq 0,63</math> mm:</b>          Mit 3-mal <math>F_{\text{Steck}}</math> (jedoch mit mindestens 80 N) belasten:          Es darf kein elektrisches Signal und keine funktionelle Beschädigung auftreten.</p>
E 7.2	<p><b>Haltekraft der Gehäuseverrastung / Gehäuseverriegelung (unbestückte Gehäuse) DIN EN 60512-15-6</b></p> <p>Gültig für Gehäuse für Inline- und gerätefeste Steckverbindungen.</p> <p><b>Mustervorbereitung:</b>          10 komplette Steckerkupplungen ohne Kontakte.          Falls die Steckergehäuse eine CPA aufweisen, sind die Versuche sowohl mit geöffneten als auch mit geschlossener CPA durchzuführen.          Die Prüflinge sind mit geeigneten Aufnahmen in der Kraftmessmaschine zu befestigen, so dass die Gehäuse dabei nicht beschädigt oder deformiert werden. Die Kraft ist entgegen der Steckrichtung der Gehäuse aufzubringen. Als Haltekraft wird die Maximalkraft auf dem ersten Weg-Millimeter oder gemäß Produktspezifikation (Kontaktüberdeckung gemäß PG 4) definiert (siehe Abbildung PG 7-1).</p>

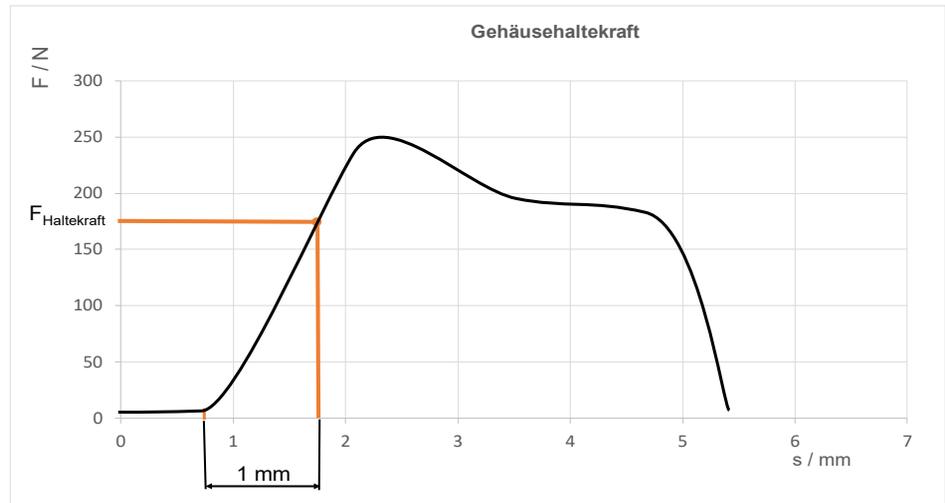


Abbildung PG 7-1: Kraft-Weg-Diagramm der Haltekraft (Weg zur Ermittlung der Kraft nach obiger Definition)  
(Quelle: Aptiv Services Deutschland)

E 7.3	CPA-Funktionstest (unbestückte Gehäuse)
E 7.4	Steckkraft bzw. Betätigungskraft bei Steck- und Ziehhilfen (vollbestückte Gehäuse)
	Es ist die Steckkraft in Steckrichtung bzw. Betätigungskraft der Steck- und Ziehhilfe zu messen. Die Steckkraft (auch bei Steckhilfen) ist stets in Betätigungsrichtung zu messen. Die Prüflinge sind mit geeigneten Aufnahmen in der Kraftmessmaschine zu befestigen, so dass die Gehäuse dabei nicht beschädigt oder deformiert werden.
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1

**Anforderung:**

- Am gesamten Gehäuse inkl. Anbauteile (CPA, Verriegelungen, Hebeln, Schiebern, Filmscharniere etc.) dürfen keine funktionalen Beschädigungen auftreten.
- Betätigte Kontakt-Verriegelungen dürfen sich durch den Test nicht öffnen.
- Bei gemischten Steckverbindern gilt der Wert für die Gesamtkontaktanzahl und den größten im Steckverbinder vorhandenen Kontakt.
- Die CPA- und Gehäusehaltekräfte müssen die Anforderungen nach Tabelle PG 7-1 und nach Tabelle PG 7-2 erfüllen.
- Die Eigenschaften müssen der Produktspezifikation bzw. dem Zeichnungseintrag entsprechen.

### Betätigungskräfte Gehäuse / CPA

Betätigung	Bedingung	Grenzwerte
Codiereffizienz	Vollbestücktes Gehäuse, kein elektrisches Signal	Siehe E 7.1
Polarisierereffizienz	Vollbestücktes Gehäuse, kein elektrisches Signal	Siehe E 7.1
Steckkraft / Betätigungskraft	Vollbestücktes Gehäuse	$F_s \leq 75 \text{ N}$
CPA Öffnen	Gehäuse in Endlage	$5 \text{ N} \leq F \leq 30 \text{ N}$
CPA Schließen	Gehäuse in Endlage	$5 \text{ N} \leq F \leq 30 \text{ N}$
CPA Blockierkraft	Gehäuse nicht in Endlage *)	$F_{\text{Block.}} > 1,5\text{-mal } F_s \text{ (bestücktes Gehäuse)}$ Jedoch $\geq 60 \text{ N}$ , bei Messerbreite $\geq 0,63 \text{ mm}$ Jedoch $\geq 50 \text{ N}$ , bei Messerbreite $< 0,63 \text{ mm}$
*) Alternativ: CPA muss Gehäuse in Endlage bringen können. Tabelle PG 7-1: Anforderungen für Betätigungskräfte Gehäuse / CPA (Quelle: ZVEI)		

### Formschlüssige Gehäusehaltekräfte

Kontaktgröße / mm	Polzahl		
	1- bis 2-polig	3- bis 6-polig	> 6-polig
< 0,63	> 30 N	> 40 N	> 40 N
$\geq 0,63$ bis 1,2	> 60 N	> 80 N	> 80 N
> 1,2 bis 2,8	> 80 N	> 100 N	> 100 N
> 2,8 bis 6,3	> 100 N	> 100 N	> 100 N
> 6,3	> 150 N	> 150 N	> 150 N

#### Kraftschlüssige Gehäusehaltekräfte:

Die Werte sind im Einzelfall mit der Fachabteilung abzustimmen oder der Produktspezifikation zu entnehmen.

Tabelle PG 7-2: Formschlüssige Gehäusehaltekräfte (Quelle: ZVEI)

# 17 PG 8 Einsteck- und Haltekräfte der Kontaktteile im Gehäuse

**Zweck:**

Nachweis der Konfektionierbarkeit und der Kontaktverriegelungen.

**Losgröße:**

**Kontaktfreigabe:**

3 x 10 Kontakte – mit größtem Querschnitt (unabhängig von der Polzahl der zu verwendenden Gehäuse und der Nestanzahl der zu verwendenden Gehäuse bzw. Sekundärverriegelungen).

Sind Leitungsquerschnitte  $\leq 0,35 \text{ mm}^2$  vorhanden, ist die kleinste Leitung ebenfalls zu prüfen (nur E 8.1).

Die Verwendung einer Stahlkammer statt Gehäuse ist zulässig.

**Losgröße:**

**Gehäusefreigabe:**

**Für E 8.1:**

1 Gehäuse je Nest vollbestückt, mindestens 10 Kontakte je Prüfung.

**Für E 8.2.1 + E 8.2.2 jeweils:**

1 Gehäuse je Nest vollbestückt, mindestens 10 Kontakte je Prüfung.

Wenn die zu verwendende Kontaktzahl je Prüfung 50 übersteigt (ergibt sich aus Polzahl und Nestanzahl) ist folgende Vorgehensweise zulässig:

1 Gehäuse-Formnest komplett bestücken, bei allen weiteren Nestern mindestens 1 Kammer bestücken. Es ist eine geeignete Auswahl zu treffen, so dass sich eine Kontaktzahl von mindestens 50 ergibt.

**Für E 8.2.3:**

Mindestens 10 Kontakte, es sind Nester bzw. Kammern auszuwählen, die bei E 8.2.1. die niedrigsten Kräfte aufweisen.

**Kontaktteile:**

Beliebig

**Gehäuse:**

Alle vorkommenden Varianten (Formnester).

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 8.1	Ermittlung der Kontakteinsteckkräfte
E 8.2	Kontakthaltekraft im Gehäuse
E 8.2.1	Kontakthaltekraft im Gehäuse, nur Primärverriegelung
E 8.2.2	Kontakthaltekraft im Gehäuse, nur Sekundärverriegelung
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
B 8.1	Dreimalige Demontage der Kontakte mit Original-Entriegelungswerkzeugen
E 8.2.3	Kontakthaltekraft im Gehäuse, nur Primärverriegelung
	Mindestens 10 Kontakte, es sind die Nester bzw. Kammern auszuwählen mit den niedrigsten Werten aus E 8.2.1.
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1

**Anforderung:**

Die Einsteckkräfte der Kontakte in die Kammer müssen gemessen und dokumentiert werden.

Die Kontakthaltekraft muss den Mindestwerten aus Tabelle PG 8-1 entsprechen.

**Prüfweg Primärverastung:**

$s \leq 1$  mm für geforderte Haltekräfte (falls die Kontaktüberdeckung  $< 1$  mm ist, „Worst Case“-Wert aus PG 4 verwenden).

$F_{\text{prim}}$  = Primärverriegelungshaltekraft

$F_{\text{sek}}$  = Sekundärverriegelungshaltekraft

Messerbreite / mm	$F_{\text{prim}}$ (Rastlanze)	$F_{\text{prim}}$ (Clean Body)	$F_{\text{sek}}$
$< 0,63$	$> 25$ N	$> 20$ N	$> 25$ N
$\geq 0,63$ bis 1,5	$> 55$ N	$> 40$ N	$> 55$ N
$> 1,5$ bis 2,8	$> 80$ N	$> 60$ N	$> 80$ N
$> 2,8$ bis 6,3	$> 120$ N	$> 80$ N	$> 120$ N
$> 6,3$ bis 8,0	$> 180$ N	$> 110$ N	$> 180$ N
$> 8,0$	$> 200$ N	$> 150$ N	$> 200$ N

Tabelle PG 8-1: Die Tabelle gilt für Teile im Neuzustand. Nach dreimaliger Demonstage erfolgt eine Dokumentation der Messwerte. (Quelle: ZVEI)

# 18 PG 9 Schrägsteckwinkel (Kojiri-Sicherheit)

**Zweck:**

Nachweis an Gehäusen, dass die auftretenden schrägen Steckungen den Kontakt nicht schädigen können.

Die Überprüfung wird, wenn möglich mittels CAD Simulation durchgeführt.

Sollte dies nicht möglich sein, ist die Überprüfung wie folgt durchzuführen:

1 vollbestücktes Gehäuse mit Gegenstück.

**Kontaktteile:**

Alle vorkommenden Varianten, sofern diese den Schrägsteckwinkel beeinflussen können.

**Gehäuse:**

Alle vorkommenden Varianten, sofern diese den Schrägsteckwinkel beeinflussen können.

**Art der Prüfung:**

E 9.1	Bestimmung von Kontaktöffnungsmaß (optische Messung) und Stiftspitzenposition
E 9.2	Max. möglicher Schrägsteckwinkel Je ein Steckvorgang mit max. möglichem Schrägsteckwinkel in y- und z-Richtung (x ist Steckrichtung).
E 9.1	Bestimmung von Kontaktöffnungsmaß (optische Messung).
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 9.3	Überprüfung Gehäuse auf Kojiri-Sicherheit Überprüfung wird mittels CAD durchgeführt

**Anforderung Schrägstecken:**

Bei einer Steckung mit dem maximal möglichen Schrägsteckwinkel ist eine Aufweitung der Kontakte bzw. ein Verbiegen der Stifte, unter Berücksichtigung der zulässigen Toleranzen (ungünstigster Fall, Ausführungsvorschriften) nur im Rahmen der Herstellerspezifikation zulässig.

Der durch Gehäuse- und Kontaktteile max. mögliche Schrägsteckwinkel ist für jedes Gehäuse / jeden Kontakt vom Hersteller zu ermitteln.

Wenn eine Überprüfung im CAD nicht durchführbar ist, muss E 9.1 durchgeführt werden. Stiftspitzenposition und das Kontaktöffnungsmaß dürfen sich nur innerhalb der vorgegebenen Toleranz verändern.

**Anforderung Kojiri-Sicherheit:**

Die Kojiri-Sicherheit ist erforderlich, ein Nachweis gemäß CAD ist zu führen.

Signal- und stromführende Bauteile (Kontakte) dürfen bei (De-)Montage nur mit ihrem signal- und stromführenden Gegenstück (und dessen Fangtrichter) berührt werden können. Eine Berührung mit Gehäuseteilen darf konstruktiv nicht stattfinden.

# 19 PG 10 Kontakte: Leitungsausreißkraft

**Zweck:**

Gegenstand der Messung ist die mechanische Festigkeit der Verbindung zwischen Leitung und Crimpkontaktteil.

**Kontaktteile:**

Alle vorkommenden Werkstoffe und Oberflächen im Crimpbereich.

**Leitung:**

Nach TLF 0112-1 oder TLF 0112-4

**Losgröße:**

Jeweils 11 Crimpmuster der oberen und unteren Toleranz der festgelegten Crimphöhe für jeden Leitungsquerschnitt.

Für Querschnitte > 50 mm<sup>2</sup> nur drei Muster testen.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 10.1	Messung der Crimpmaße der angeschlagenen Kontakte
E 10.2	<p><b>Leitungsausreißkraft</b></p> <p><b>Durchführung:</b> Zur Prüfung ist der Isolationscrimpbereich unwirksam zu machen (Isolationskrallen öffnen oder Leitung länger abisolieren). Die Prüflinge sind durch eine geeignete Vorrichtung zu fixieren. Die Prüfung erfolgt durch Einleitung der Prüfkraft in Leitungsrichtung. Die Kraft-Weg-Kurve ist mit konstanter Geschwindigkeit v = (25 bis 50) mm/min aufzunehmen. Der Maximalwert ist zu dokumentieren.</p>
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1

**Anforderung:**

Die Crimpmaße der verarbeiteten Kontakte sind als Einzelmesswerte (Crimphöhe und Crimpbreite) zu dokumentieren und müssen der Freigabezeichnung oder der Produktspezifikation entsprechen. Für die obere und untere Crimphöhe ist je 1 Schliffbild zu dokumentieren.

Leitungsquerschnitt / mm <sup>2</sup>	Minimale Leitungsausreißkraft / N
0,08	30*
0,13 – 0,22	50*
0,35	50
0,50	60
0,75	85
1,00	108
1,50	140
2,50	200
4,00	310
6,00	450
10,00	500
16,00	1.500
25,00	1.900
35,00	2.300
50,00	3.400
70,00	4.200
95,00	4.800
120,00	5.500
* Wert gilt für zugverstärkte Kupferleitung	
Werte für Zwischenquerschnitte sind zu interpolieren. Für Querschnitte > 50 mm <sup>2</sup> nur drei Muster testen.	

Tabelle PG 10-1: Leitungsausreißkräfte (Quelle: ZVEI)

# 20 PG 11 Kontakte: Steck- und Ziehkräfte, Steckhäufigkeit

**Zweck:**

Beurteilung der Kontaktoberflächen nach Mehrfachsteckungen und Messung der dabei auftretenden Steckkräfte.

**Losgröße:**

Mindestens 10 Kontaktteile.

**Kontakte:**

Alle vorkommenden Werkstoffe, Oberflächen und Varianten, welche die Kontaktzone betreffen (z. B. Varianten der Kontaktnormalkraft, des Kontakt-Öffnungsmaßes etc).

**Verwendbare Gegenstücke für die Prüflinge:**

Zur Prüfung von Buchsenkontakten ist ein Stift- oder

Flachkontakt (exemplarisch) zu verwenden.

Für die Prüfung von Stift- und Flachkontakten ist ein Buchsenkontakt (exemplarisch) zu verwenden.

Die Gegenkontakte müssen eine Serienfreigabe vom Kunden besitzen.

Für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse wird empfohlen, bei den jeweiligen Gegenständen des Prüflings auf die gleiche Teilenummer zu referenzieren.

**Kontaktteile:**

Alle relevanten Werkstoffe und Designvarianten. Gegenstücke gemäß Produktspezifikation.

Eine Hilfsvorrichtung zum Halten der Kontakte oder ein Gehäuse kann verwendet werden.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 5.1	Kontaktöffnungsmaß
E 0.2.1	Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (> 10 mm <sup>2</sup> )
E 11.1	Aufsteck- und Abzugskraft, ohne zusätzliche Schmiermittel Messung kontinuierlich während B 11.1 (Kraft / Weg Diagramm). Alle max. Messwerte müssen tabellarisch erfasst und dokumentiert werden.
B 11.1	Steckhäufigkeit (wenn in Produktspezifikation nicht anders definiert) <b>Oberfläche:</b> Sn: 20 Steckzyklen Ag: 50 Steckzyklen Au: 100 Steckzyklen
E 5.1	Kontaktöffnungsmaß <b>Anmerkung:</b> Der Prüfling mit der niedrigsten Steckkraft und der Prüfling mit der größten Streubreite (von Erststeckung bis x-Steckung) aus B 11.1 wird zusätzlich geprüft.
E 0.2.1	Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (> 10 mm <sup>2</sup> )
E 5.2	Kontaktnormalkraft Indirekte Messung analog PG 5 ist möglich.
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1

**Anforderungen:**

Die Steck- und Ziehkräfte müssen der Produktspezifikation entsprechen.

Die Kontaktnormalkraft / das Öffnungsmaß ist zu dokumentieren.

Der Durchgangswiderstand darf maximal dem 1,5fachen Ausgangswert entsprechen.

**Kontaktoberflächen:**

Bewertung der Kontaktoberflächen gemäß Definition in diesem Dokument (siehe Kapitel 8 Bewertung Kontaktoberflächen nach Prüfungen).

# 21 PG 12 Stromerwärmung, Derating

**Zweck:**

Nachweis der Stromtragfähigkeit von Kontakten.

**Losgröße:**

3 Kontaktteilpaare Stift und Buchse.

**Kontaktteile:**

Alle Oberflächen werden dokumentiert.

**Hinweis:** Es ist zulässig, eine Oberflächenvariante zu prüfen und die Werte der anderen Oberflächenvariante davon abzuleiten. Liegt die neue Grenztemperatur höher als die hier geprüfte, muss diese mittels PG 15 verifiziert werden.

**Leitungsquerschnitt:**

Alle vorkommenden Varianten (identisch bei Crimpvariante Stift und Buchse, Geräteanschluss ist mit dem Kunden abzustimmen).

**Leitungslänge:**

DIN EN 60512-5-2

**Isolation:**

Muss der Grenztemperatur standhalten.

**Gehäuse:**

Ohne

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 0.2	Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (> 10 mm <sup>2</sup> )
E 12.1	Stromübertemperatur DIN EN 60512-5-1 Es sind mindestens 3 Stromstufen zu wählen, die über 50 Prozent der Stromtragfähigkeit der verwendeten Leitung liegen. <i>Kontakttemperatur:</i> Die Kontakttemperatur wird mit geeigneten Temperatursensoren an jedem Prüfling gemessen.
E 12.2	Derating DIN EN 60512-5-2
E 0.2	Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (> 10 mm <sup>2</sup> )
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1

**Anforderung:**

Die Widerstände müssen Anlage A bzw. Herstellerspezifikation entsprechen.

Die Leitungslänge der Testmuster ist zu dokumentieren.

Fotografie des Kontaktes mit den Temperaturfühlern, alternativ kann die Prüfung mittels Thermographie durchgeführt werden.

Der Nennstrom ist definiert als der Strom bei 80 °C für Kontakte bis  $T_{Grenz} \leq 130$  °C.

Für Kontakte mit  $T_{Grenz} > 130$  °C ist der Nennstrom bei  $T_{Grenz}$  minus 50 K abzulesen.

Das Derating-Diagramm muss Folgendes enthalten: Die Angabe „Frei in Luft“.

Es muss (gemäß DIN EN 60512-5-2) der Faktor 0,8 für die Reduktion angewendet werden.

# 22 PG 13 Gehäuseeinfluss auf das Derating

**Zweck:**

Bestimmung des maximalen Gehäuseeinflusses auf das Derating eines Kontaktes durch gleichzeitige Bestromung aller Nachbarkontakte. Nur für gleichartige Kontakte, hybride Gehäuse sind nach einem gesonderten Prüfplan zu testen.

**Losgröße:**

Je 3 vollbestückte Gehäuse gleicher Kontaktgröße (kein Hybrid).

**Kontaktteile:**

Alle Oberflächenvarianten werden dokumentiert. (Hinweis: Es ist zulässig, eine Oberflächenvariante zu messen und die Werte der anderen Oberflächenvariante davon abzuleiten).

**Leitungsquerschnitt:**

Alle vorkommenden Querschnitte, jeweils gleicher Querschnitt in einem Prüfling.

**Leitungslänge:**

DIN EN 60512-5-2

**Gehäuse:**

Gedichtetes bzw. ungedichtetes Gehäuse  
Bei gedichteten Gehäusen müssen alle Dichtelemente vorhanden sein. Die Polzahl ist zwischen Hersteller und Anwender zu vereinbaren.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 0.2	Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (> 10 mm²)
E 13.1	Stromübertemperatur mit Gehäuse DIN EN 60512-5-1  Es wird der Kontakt gemessen, bei dem die maximale Temperaturbeeinflussung z. B. durch benachbarte Kammern zu erwarten ist. Belastung mit stufenweise zu erhöhendem Strom und Messung der Stromübertemperatur.  <i>Kontakttemperatur:</i> Die Kontakttemperatur wird mit geeigneten Temperatursensoren an jedem Prüfling gemessen.
E 13.2	Derating mit Gehäuse
E 0.2	Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (> 10 mm²)
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1

**Anforderung:**

Die Widerstände müssen Anlage A bzw. Herstellerspezifikation entsprechen.

Die Leitungslänge der Testmuster ist zu dokumentieren.

Dokumentation der Kontaktanordnung im Gehäuse (Ansicht Steckgesicht).

Fotografie der Kontakte mit den Temperaturfühlern.

**Das Derating-Diagramm muss Folgendes enthalten:**

Derating im Gehäuse (mit Bezeichnung des Gehäuses).

Es muss (gemäß DIN EN 60512-5-2) der Faktor 0,8 für die Reduktion angewendet werden.

# 23 PG 14 Kurzzeitige Überlast ( $t > 100$ ms, Stromüber- temperatur bei n-fachem Nennstrom)

**Zweck:**

Bewerten des kurzzeitigen Überschreitens der max. Strombelastbarkeit (Peaks).

**Leitungslänge:**

DIN EN 60512-5-2

**Losgröße:**

3 Kontaktteilpaare Stift und Buchse (Hinweis: Muster aus PG 12 können verwendet werden).

**Isolation:**

Muss der Grenztemperatur standhalten.

**Kontaktteile:**

Alle vorkommenden Werkstoffe und Oberflächen.

**Gehäuse:**

Ohne

**Leitungsquerschnitt:**

Alle vorkommenden Varianten (identisch bei Crimpvariante Stift und Buchse).

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 0.2	Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 ( $> 10 \text{ mm}^2$ )
E 14.1	<p><b>Thermische Zeitkonstante</b> Es ist der Nennstrom aus der PG 12 zu verwenden.</p> <p><b>Durchführung der Prüfung:</b> Belastung eines Kontaktes mit dem 1- / 2- / 3- / 4- / 5-fachen Nennstrom und gleichzeitiger Aufzeichnung des Temperaturverlaufes über der Zeit. Die Belastung wird bis zum Erreichen des thermischen Gleichgewichts oder bis zum Erreichen der maximal zulässigen Grenztemperatur <math>T_{\text{Grenz}}</math> aus PG 15 durchgeführt, je nachdem was zuerst eintritt.</p> <p><i>Kontakttemperatur:</i> Die Kontakttemperatur wird mit geeigneten Temperatursensoren an jedem Prüfling gemessen.</p>
E 0.2	Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 ( $> 10 \text{ mm}^2$ )
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1

**Anforderung:**

Die Widerstände müssen Anlage A bzw. Herstellerspezifikation entsprechen.

Aufschmelzungen oder Durchrieb in der Kontaktzone sind nicht zulässig.

Die Leitungslänge der Testmuster ist zu dokumentieren.

Fotografie des Kontaktes mit den Temperaturfühlern, alternativ kann die Prüfung mittels Thermographie durchgeführt werden.

Kontaktflächen sind auf Auffälligkeiten hin zu untersuchen.

Diagramm Strom über Zeit mit Abkühlkurve ist darzustellen (eine Extrapolation zu kleineren Zeiten als die in der Prüfung ermittelten ist nicht zulässig).

# 24 PG 15 Elektrischer Stresstest

**Zweck:**

Funktionelle Bewertung der vom Hersteller genannten oberen Grenztemperatur ( $T_{Grenz}$ ) des Kontaktsystems mit Bestromung bei Temperaturwechsel und feuchter Wärme.

**Losgröße:**

Mindestens 10 Kontaktteilpaare (Stift und Buchse).

**Kontaktteile:**

Alle relevanten Werkstoffe und Designvarianten. Gegenstücke gemäß Produktspezifikation.

**Leitungsquerschnitt:**

Maximaler Querschnitt (oder nach Absprache).

**Leitungslänge:**

DIN EN 60512-5-1

**Gehäuse:**

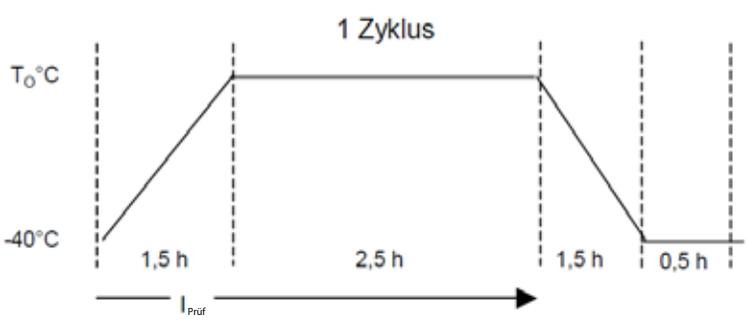
Fallweise zu entscheiden: freier Kontakt oder ungedichtetes Gehäuse (muss  $T_{Grenz}$  standhalten, Kontakte im Gehäuse dürfen sich thermisch nicht beeinflussen).

**Leitung:**

Muss  $T_{Grenz}$  standhalten.

**Art der Prüfung:**

<b>E 0.1</b>	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>
<b>E 0.2</b>	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>)</b>
<b>B 15.1</b>	<b>Die Prüflinge werden 3-mal gesteckt und 2x getrennt</b>
<b>E 12.2</b>	<b>Derating DIN EN 60512-5-2</b>  Alle (10) Prüflinge messen, Durchführung analog PG 12, Derating-Diagramm aus den 3 wärmsten Mustern ermitteln (Stromkurven der Einzelmessungen dokumentieren).
<b>E 0.2</b>	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>)</b>
<b>E 15.0</b>	<b>Durchgangswiderstand kontinuierlich während B 15.2 bei Prüfstrom</b>  <b>Messfrequenz:</b> Mindestens 1 Messwert pro 5 Minuten. Der Prüfstrom und der Spannungsfall werden kontinuierlich aufgezeichnet und als Widerstand dargestellt (Spannungsbegrenzung geeignet einzustellen). Die gemessene Kontakttemperatur wird kontinuierlich aufgezeichnet.

B 15.2	<b>Temperaturwecheldauertest / Stromwecheldauertest Zyklenzahl: 60</b>
	<p>Bestimmung der oberen Klimaschranktemperatur <math>T_0</math> (vor Beginn des Tests):  Wird einmalig zu Testbeginn so bestimmt, dass nach Einstellung des thermischen Gleichgewichts die Kontakttemperatur der Grenztemperatur entspricht. (Bei Gleichstrommessung ist die Abweichung des Temperaturfühlers zu berücksichtigen).</p> <p><b>Beschreibung eines Testzyklus:</b>  <i>Temperaturprofil im Klimaschrank: <math>-40\text{ °C} / T_0</math></i></p>  <p>Abbildung PG 15-1: (Quelle: TE Connectivity Germany)</p> <p><i>Prüfstrom <math>I_{\text{Prüf}}</math></i>: Wird aus dem Derating-Diagramm PG 12 übernommen, bei (<math>T_{\text{Grenz}}</math> minus 50 K) abgelesen für <math>T_{\text{Grenz}} &gt; 130\text{ °C}</math>, sonst Strom bei 80 °C. Weist die Produktspezifikation einen niedrigeren Nennstrom aus, so ist dieser Wert für die Prüfung zu übernehmen.</p> <p><i>Kontakttemperatur</i>: Die Kontakttemperatur wird mit geeigneten Temperatursensoren an jedem Prüfling gemessen und durch Veränderung von <math>T_0</math> so eingestellt, dass alle Kontakte im Bereich der wärmsten zu messenden Stelle mindestens die Grenztemperatur <math>T_{\text{Grenz}}</math> erreichen. Es muss sichergestellt werden, dass die heißeste Stelle mindestens die Grenztemperatur erreicht.</p>
E 0.2	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>)</b>
B 15.3	<b>Feuchte Wärme, zyklisch DIN EN 60068-2-30</b>
	<p><b>Zyklenzahl:</b> 21 (1 Tag = 1 Zyklus)  <b>Relative Feuchte:</b> 95 %  <b>Temperatur:</b> <math>T_{\text{UF}} = 25\text{ °C}</math>, <math>T_{\text{OF}} = 55\text{ °C}</math>  <math>T_{\text{UF}}</math> = untere Zyklustemperatur Feuchte  <math>T_{\text{OF}}</math> = obere Zyklustemperatur Feuchte</p>
E 0.2	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>)</b>
E 15.0	<b>Durchgangswiderstand kontinuierlich während B 15.2 bei Prüfstrom</b>
	<b>Messfrequenz:</b> mindestens 1 Messwert pro 5 Minuten
B 15.2	<b>Temperaturwecheldauertest / Stromwecheldauertest Zyklenzahl: 60</b>
E 12.2	<b>Derating DIN EN 60512-5-2</b>
	<p>Alle (10) Prüflinge messen, Durchführung analog PG 12, Basiskurve für alle Muster ermitteln (Stromkurven der Einzelmessungen dokumentieren).</p>
E 0.2	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>)</b>
E 0.1	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>

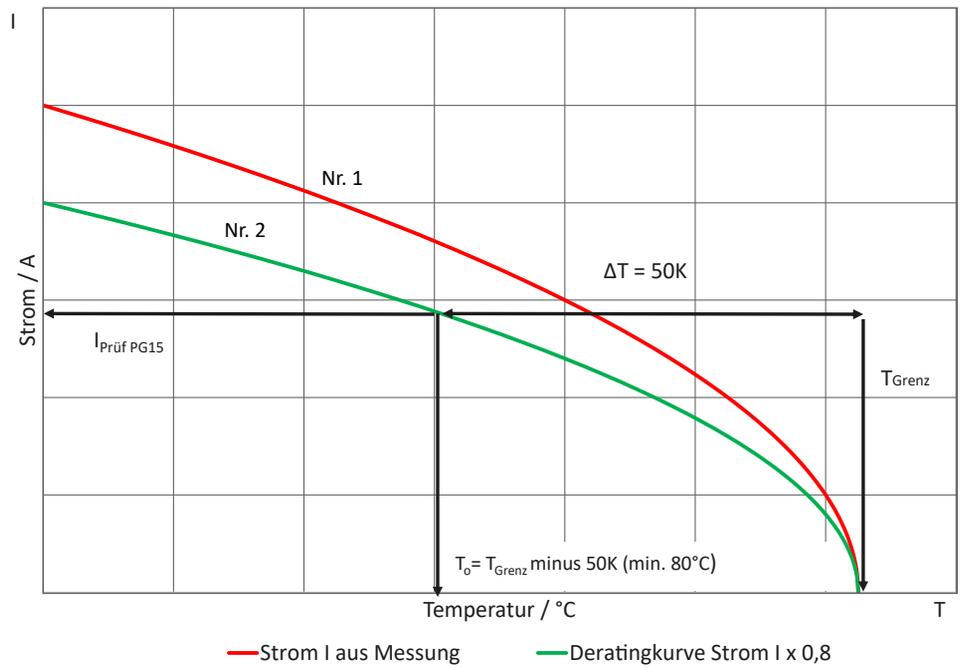
**Anforderung:**

Die Widerstände müssen Anlage A bzw. Herstellerspezifikation entsprechen.

Kontaktflächen sind auf Auffälligkeiten hin zu untersuchen. Aufschmelzungen in der Kontaktzone sind nicht zulässig.

Die ermittelten Basiskurven (Nr. 1) (ohne Reduktionsfaktor 0,8) müssen für alle Muster über der Derating-Kurve (Nr. 2) aus dieser Prüfgruppe liegen. Ist in der Produktspezifikation für den Nennstrom ein niedrigerer Wert genannt als in dieser Prüfgruppe ermittelt, so gilt dieser Wert als Bewertungskriterium.

Beispiel zur Ermittlung des Prüfstroms für PG 15 (Mittelwert der 3 wärmsten Muster) für  $T_{Grenz} > 130\text{ °C}$



Kriterium für Bestehen der PG 15 (Beispiel für  $T_{Grenz} = 150\text{ °C}$ )

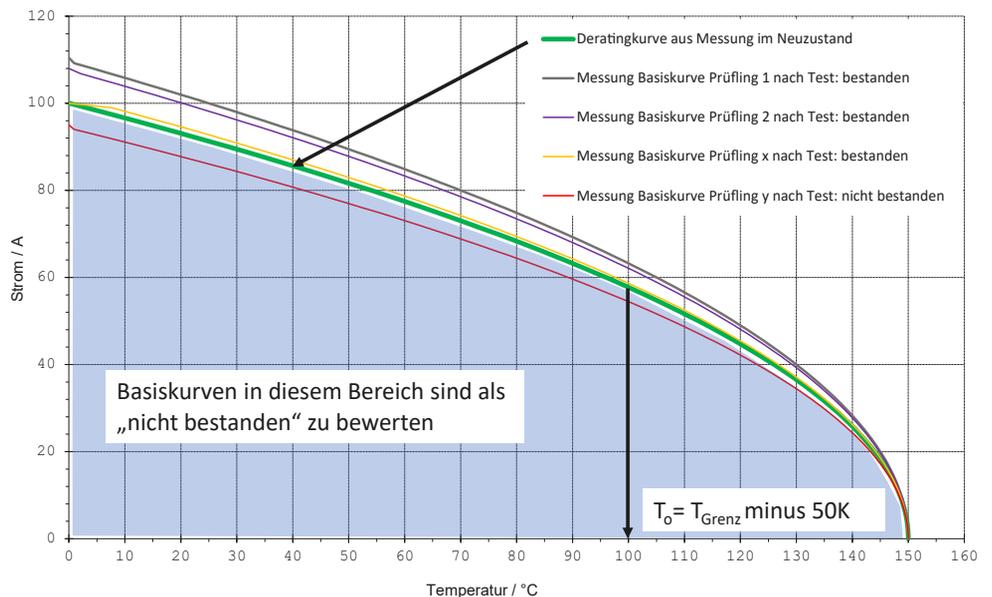


Abbildung PG 15-2: oben Nr. 1 und unten Nr. 2 (Quelle: TE Connectivity Germany)

# 25 PG 16 Reibkorrosion

**Zweck:**

- Abriebfestigkeit der Oberflächenveredelung (zerstörende Prüfung).
- „Fingerprint“ / Momentaufnahme der Kontakt-oberfläche.
- Spezifische Zusatzprüfung, gehört nicht zum Standard-Validierungsumfang.

**Losgröße:**

3 Kontaktteile

**Kontaktteile:**

- Alle in der Zeichnung spezifizierten Werkstoff-/Oberflächenkombinationen.
- Alle in der Zeichnung spezifizierten Lubrikate.
- Alle in der Zeichnung spezifizierten Passivierungen.

**Gehäuse:**

Ohne

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 16.0	Durchgangswiderstand, kontinuierliche Überwachung während B 16.1, Aufzeichnung und Speichern: Messfrequenz: $\geq 4$ Hz
B 16.1	Reibbeanspruchung  Reibweg: 50 $\mu\text{m}$ Zykluszeit: 1 Hz Zykluszahl: 100.000 oder Erreichen eines Widerstandes von 300 m $\Omega$ Elektrische Last: max. 100 mV, 10 mA
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1

**Anforderungen:**

Dokumentation der Messwerte bis Erreichen der vorgegebenen Zyklusanzahl oder eines Durchgangswiderstandes von 300 m $\Omega$ .

**Dokumentation:**

- *Diagramm:* Verlauf des Durchgangswiderstands über die Zykluszahl,
- Angabe der Reibzykluszahl bis zum Erreichen des Durchgangswiderstandes von 300 m $\Omega$ ,
- bzw. Angabe des Widerstandes bei Erreichen der vorgegebenen Zykluszahl.

# 26 PG 17 Dynamische Beanspruchung

## Zweck:

Fahrzeuge werden im täglichen Gebrauch Vibrationen und Stößen ausgesetzt. Vibration und Stöße können zu Verschleiß der Kontaktierung, intermittierendem elektrischen Kontakt und zum Ausfall mechanischer Komponenten führen.

Bei diesem Test wird ein Steckverbindersystem erhöhten Sinus-, Rausch- und Schockprofilen ausgesetzt, wodurch eine ähnliche Beanspruchung der tatsächlich im Fahrzeug über die Lebensdauer auftretenden Belastungen abgebildet wird.

Die nachfolgenden Angaben legen Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor in verschiedenen Applikationsbereichen zu Grunde. Für Fahrzeuge mit E-Maschinen müssen noch separate Profile erarbeitet werden.

## Voraussetzung:

Es sind Leitungen zu verwenden, die der TLF 0112 entsprechen. Die Leitungsisolation muss den während der Prüfung auftretenden Temperaturen standhalten. Abweichende Leitungstypen können je nach Vorgabe berücksichtigt werden. Das Resonanzverhalten der Aufspannvorrichtung ist vor dem Test zu überprüfen. Abweichungen von 6 dB im zu prüfenden Frequenzbereich sind zulässig, wenn ein Einfluss auf das Ergebnis nicht zu erwarten ist. Die Überprüfung kann durch geeignete Berechnungstools (FEM) und/oder durch Resonanzuntersuchungen auf einer Vibrationsanlage erbracht werden. Bei beiden Untersuchungsverfahren ist die Testmustergröße mit zu berücksichtigen.

## Losgröße:

### Kontaktvalidierung

#### Kontaktteile:

Mindestens 10 Kontaktteile, maximaler Leitungsquerschnitt, soweit nicht anders festgelegt. Testmuster aus verschiedenen Kavitäten (z. B. Doppelhub) werden nicht explizit betrachtet.

#### Gehäuse:

Gedichtete / ungedichtete, je nach Einsatzbereich.

## Gehäusevalidierung

#### Gehäuse:

Mindestens 3 Gehäuse mit mindestens 10 Kontaktteilen.

Bis 5-polig – voll bestückt, ab 6-polig – mindestens 5 Kontakte, ab 10-polig sind mindestens 50 Prozent der Kammern zu bestücken.

Testmuster aus verschiedenen Kavitäten (Formnestern) werden nicht berücksichtigt.

#### Leitungsquerschnitt:

Fallweise festzulegen, vorzugsweise werden alle vorkommenden Leitungsquerschnitte auf die Muster aufgeteilt.

#### Info:

Der Durchgangswiderstand (E 0.2) wird vor und nach jeder Raumachse (Vibration), sowie vor und nach jeder Richtung in der Schockbelastung im aufgespannten und fest verkabelten Zustand bei Raumtemperatur (Testmuster müssen durchtemperiert sein) gemessen, bevor die Testmuster auf eine andere Achse umgebaut werden.

Werden Kontakte für die Prüfung in Reihe geschaltet, so ist auch eine Messung des Reihenwiderstandes zulässig. Hierbei darf sich der Gesamtwiderstand jedoch nur so weit erhöhen, wie es die Tabelle (Durchgangswiderstand im Anlagenverzeichnis) für einen Kontakt zulässt. Ist dieses Kriterium nicht erfüllt, muss auf eine Einzelwiderstandsmessung zurückgegriffen werden.

Der Vibrationsbelastung wird ein Temperaturwechsel für die Dauer der Schwingbelastung überlagert. Die Temperaturangabe  $T_{max}$  (jedoch nicht mehr als 150 °C) bezieht sich dabei auf die obere Temperatur der ausgewählten Temperaturklasse. Die Temperaturprofile sind so ausgelegt, dass am Ende der Vibrationsbelastung RT erreicht wird.

X – Achse: In Steckrichtung  
 Y – Achse: 90 °C zur Steckrichtung (horizontal längs)  
 Z – Achse: 90 °C zur Steckrichtung (horizontal quer)

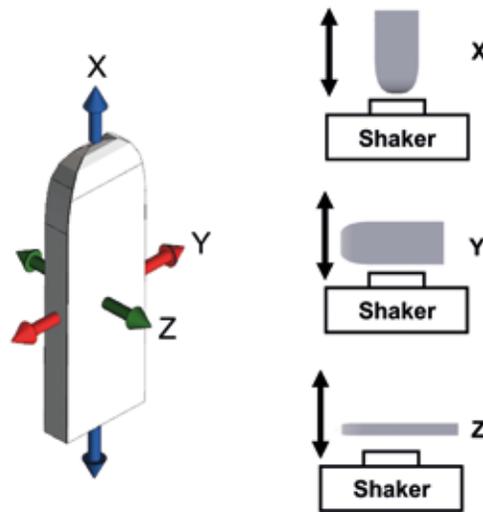
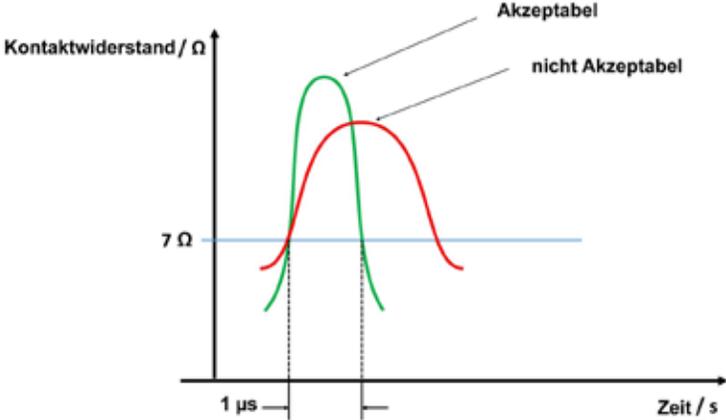


Abbildung PG 17-1 (Quelle: Kostal Kontakt Systeme)

**Art der Prüfung:**

E 0.1	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>
E 0.2	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>)</b>
	Je nach zu messender Größe kann es erforderlich sein, die alternativ zugelassene Messung der Durchgangswiderstände nach der Messmethode mit vorgeschriebenem Strom durchzuführen.
E 17.0	<b>Messung des Durchgangswiderstandes während der Belastung</b>
	Der Prüfstrom ist so einzustellen, dass sich stabile Messwerte ergeben. Im Regelfall ist der Prüfstrom gemäß Festlegung der Crimpvalidierung (PG 70) anzuwenden. Die Messfrequenz ist mit 1/min festgelegt.

E 17.1	<p>Während der Prüfung erfolgt sowohl bei den Belastungsprofilen V1 – V6 als auch bei der Schockbelastung die Überwachung auf Stromunterbrechung. Eine Stromunterbrechung ist vorhanden, wenn der Widerstand über einen Zeitraum von größer 1 <math>\mu</math>s und größer 7 <math>\Omega</math> ist.</p>
	<p><b>Anmerkung:</b> Für andere Anforderungen (z. B. Datenübertragungen) können andere Grenzwerte gelten. Diese müssen vom Kunden separat spezifiziert und beauftragt werden.</p> <p><b>Anmerkung:</b> Die Anzahl der Messkanäle – Kurzzeitunterbrechung/Trendaufzeichnung ist in einem sinnvollen Verhältnis aufzuteilen.</p>  <p>Abbildung PG 17-2 (Quelle: Kostal Kontakt Systeme)</p>
B 17.0	<p>Die Schärfegrade der Vibrationsbelastungen (V1 – V6) sind im Abschnitt „Klassifizierung“ beschrieben und definiert.</p>

## 26.1 Prüfablauf

### Aufbau Ebene 1

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 0.2	<p>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelwiderstand der Kontakte</li> <li>• Reihenwiderstand (falls Kontakte in Reihe geschaltet werden)</li> </ul>
E 17.0	Messung des Durchgangswiderstandes während der Belastung
E 17.1	Messung der Kurzzeitunterbrechung während der Belastung
B 17.0	<p>Schwingprüfung je nach Schärfegrad (V1 – V6) – Ebene 1</p> <p>Sinus / Rauschen (sofern gefordert)</p> <p>Mechanischer Schock (sofern gefordert)</p>
E 0.2	<p>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelwiderstand der Kontakte (falls Reihenwiderstand-Kriterium nicht erfüllt)</li> <li>• Reihenwiderstand (falls Kontakte in Reihe geschaltet werden)</li> </ul>

### Umbau auf Ebene 2

E 0.2	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelwiderstand der Kontakte (falls Reihenwiderstand-Kriterium nicht erfüllt)</li> <li>• Reihenwiderstand (falls Kontakte in Reihe geschaltet werden)</li> </ul>
E 17.0	<b>Messung des Durchgangswiderstandes während der Belastung</b>
E 17.1	<b>Messung der Kurzzeitunterbrechung während der Belastung</b>
B 17.0	<b>Schwingprüfung je nach Schärfegrad (V1 – V6) – Ebene 2</b>
	Sinus / Rauschen (sofern gefordert) Mechanischer Schock (sofern gefordert)
E 0.2	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelwiderstand der Kontakte (falls Reihenwiderstand-Kriterium nicht erfüllt)</li> <li>• Reihenwiderstand (falls Kontakte in Reihe geschaltet werden)</li> </ul>

### Umbau auf Ebene 3

E 0.2	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelwiderstand der Kontakte (falls Reihenwiderstand-Kriterium nicht erfüllt)</li> <li>• Reihenwiderstand (falls Kontakte in Reihe geschaltet werden)</li> </ul>
E 17.0	<b>Messung des Durchgangswiderstandes während der Belastung</b>
E 17.1	<b>Messung der Kurzzeitunterbrechung während der Belastung</b>
B 17.0	<b>Schwingprüfung je nach Schärfegrad (V1 – V6) – Ebene 3</b>
	Sinus / Rauschen (sofern gefordert) Mechanischer Schock (sofern gefordert)
E 0.2	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelwiderstand der Kontakte</li> <li>• Reihenwiderstand (falls Kontakte in Reihe geschaltet werden)</li> </ul>
E 0.1	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse</li> </ul>

## 26.2 Aufspannung auf dem Schwingtisch

Die Regelsensoren sind so zu platzieren, dass die Testmuster keinen unzulässig hohen oder zu niedrigen Belastungen ausgesetzt werden.

Der Prüfaufbau ist so abzugleichen, dass keine Schwingungsüberhöhung durch den Aggregateanschluss, sofern dieser nicht Gegenstand der Erprobung ist, erfolgt.

Abweichend zur Norm kann es daher erforderlich sein, die Beschleunigungssensoren für das Regelsignal auf dem Aggregateanschluss zu fixieren. Hierbei ist jedoch sicherzustellen, dass keine Beeinflussung des Sensors auf das Ergebnis entsteht.

Bei „fliegenden“ Steckverbindersystemen sind die originalen Befestigungsmittel (z. B. Anreihenelemente) nachzubilden oder zu verwenden.

Bei der Leitungsfixierung ist darauf zu achten, dass keine Zug- und Schubkräfte auf das Stecksystem wirken.

Die Leitungsfixierungen schwingen, sofern nicht anders spezifiziert, phasengleich mit.

Sollen alternative Befestigungsmethoden (z. B. Kabelkanäle, Wellrohre, Schellen) für die Leitungen verwendet werden, so müssen diese zur Verfügung gestellt und die Prüfung separat beauftragt werden.

Beispiele zur Befestigung der Testmuster auf dem Schwingtisch

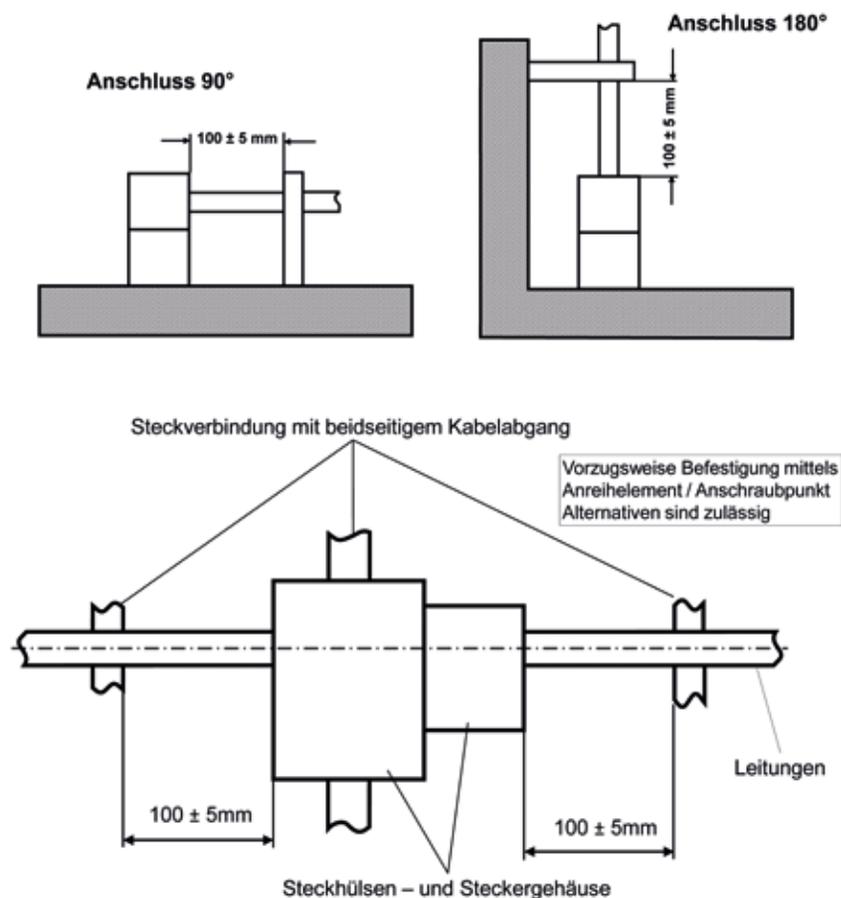


Abbildung PG 17-3 und PG 17-4 (Quelle: Kostal Kontakt Systeme)

Bei besonders kritischen, bzw. stark abweichenden Einbaubedingungen sind gesonderte Vereinbarungen zwischen Hersteller und Anwender zu treffen.

## 26.3 Vibrationsklassen

### Vibrationsklasse V1

Karosserie ungedichtet, Fahrzeuginnenraum  
 Profil Rauschen mit überlagertem Temperaturwechsel.

Temperaturprofil DIN EN 60068-2-14

Zeit / min	Temperatur / °C
0	20
60	-40
150	-40
300	$T_{\max}^*$
420	$T_{\max}^*$
480	20

\* jedoch nicht mehr als 150 °C

Anzahl der Zyklen: 1 je Ebene

Rauschen DIN EN 60068-2-64

Frequenz / Hz	Spektrale Leistungsdichte / $(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$
10	10
55	3,250
180	0,125
300	0,125
360	0,070
1.000	0,070
Effektivwert der Beschleunigung: 19,7 $\text{m/s}^2$	

Prüfdauer: 8 Stunden je Ebene

Clipping: 2,5

Mechanischer Schock DIN EN 60068-2-27

Beschleunigung / $\text{m/s}^2$	Pulsdauer / ms
300	6

Schockform: Halbsinus

Anzahl: 6.000

Richtungen: 6 (➔ 1.000 Schocks pro Richtung)



Abbildung PG 17-5 (Quelle: Kostal Kontakt Systeme)

### Vibrationsklasse V2

Karosserie gedichtet, Motorraum, Radkästen  
 Profil Rauschen mit überlagertem Temperaturwechsel.

Temperaturprofil DIN EN 60068-2-14

Zeit / min	Temperatur / °C
0	20
60	-40
110	-40
260	T <sub>max</sub> *
340	T <sub>max</sub> *
400	20

\* jedoch nicht mehr als 150 °C

Anzahl der Zyklen: 3 je Ebene

Rauschen DIN EN 60068-2-64

Frequenz / Hz	Spektrale Leistungsdichte / (m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz
10	20
55	6,50
180	0,25
300	0,25
360	0,14
1.000	0,14
Effektivwert der Beschleunigung: 27,8 m/s <sup>2</sup>	

Prüfdauer: 20 Stunden je Ebene

Clipping: 2,5

Mechanischer Schock DIN EN 60068-2-27

Beschleunigung / m/s <sup>2</sup>	Pulsdauer / ms
300	6

Schockform: Halbsinus

Anzahl: 6.000

Richtungen: 6 (➔ 1.000 Schocks pro Richtung)



Abbildung PG 17-6 (Quelle: Kostal Kontakt Systeme)

### Vibrationsklasse V3

Aggregateanschluss, welcher am Motor montiert wird, Getriebeanbau Profil Sinus / Rauschen mit überlagertem Temperaturwechsel.

Sinus und Rauschen dürfen überlagert werden (SoR).

Temperaturprofil DIN EN 60068-2-14

Zeit / min	Temperatur / °C
0	20
60	-40
90	-40
240	T <sub>max</sub> *
380	T <sub>max</sub> *
440	20

\* jedoch nicht mehr als 150 °C

Anzahl der Zyklen: 3 je Ebene

Rauschen DIN EN 60068-2-64

Frequenz / Hz	Spektrale Leistungsdichte / (m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz
10	10
100	10
300	0,51
500	5
2.000	5
Effektivwert der Beschleunigung: 96,6 m/s <sup>2</sup>	

Prüfdauer: 22 Stunden je Ebene

Clipping: 2,5

Sinus DIN EN 60068-2-6

Frequenz / Hz	Beschleunigung / m/s <sup>2</sup>
100	100
150	150
440	150

Prüfdauer: 22 Stunden je Ebene

Frequenzänderung: 1 Oktave/Minute

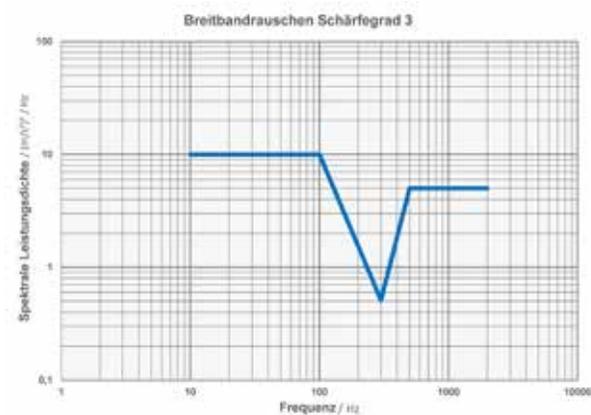


Abbildung PG 17-7 (Quelle: Kostal Kontakt Systeme)

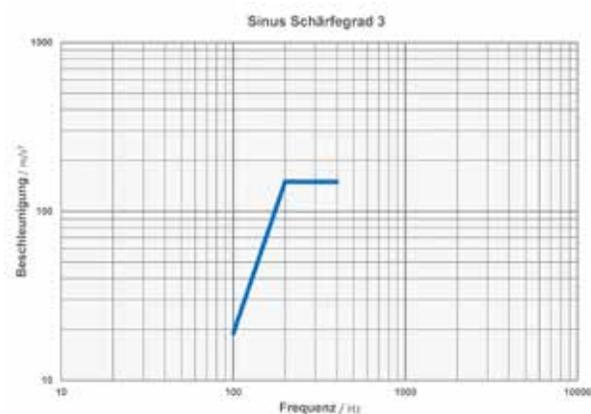


Abbildung PG 17-8 (Quelle: Kostal Kontakt Systeme)

### Vibrationsklasse V4

Direkter Motoranbau, Sensoren welche am Motor montiert werden

Profil Sinus / Rauschen mit überlagertem Temperaturwechsel

Sinus und Rauschen dürfen überlagert werden (SoR).

Temperaturprofil DIN EN 60068-2-14

Zeit / min	Temperatur / °C
0	20
60	-40
90	-40
240	$T_{max}^*$
380	$T_{max}^*$
440	20

\* jedoch nicht mehr als 150 °C

Anzahl der Zyklen: 3 je Ebene

Rauschen DIN EN 60068-2-64

Frequenz / Hz	Spektrale Leistungsdichte / $(m/s^2)^2/Hz$
10	10
100	10
300	0,51
500	20
2.000	20

Effektivwert der Beschleunigung: 181  $m/s^2$

Prüfdauer: 22 Stunde je Ebene

Clipping: 2,5

Sinus DIN EN 60068-2-6

Frequenz / Hz	Beschleunigung / $m/s^2$
100	100
150	150
200	200
240	200
255	150
440	150

Prüfdauer: 22 Stunden je Ebene

Frequenzänderung: 1 Oktave/Minute



Abbildung PG 17-9 (Quelle: Kostal Kontakt Systeme)

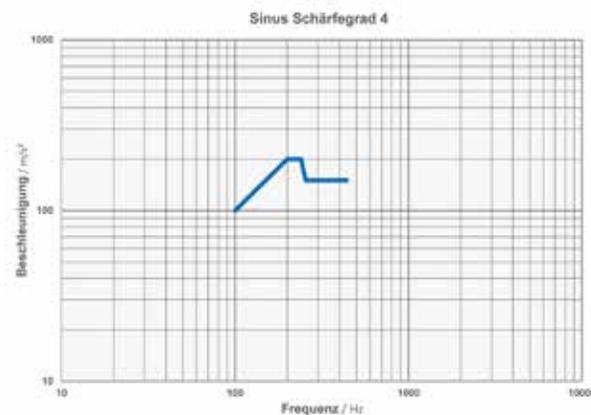


Abbildung PG 17-10 (Quelle: Kostal Kontakt Systeme)

### Vibrationsklasse V5

Direkter Motoranbau, erhöhte Anforderung  
Profil Sinus mit überlagertem Temperaturwechsel

Temperaturprofil DIN EN 60068-2-14

Zeit / min	Temperatur / °C
0	20
60	-40
150	-40
300	T <sub>max</sub> *
440	T <sub>max</sub> *
500	20

\* jedoch nicht mehr als 150 °C

Anzahl der Zyklen: 12 je Ebene

Sinus DIN EN 60068-2-6

Frequenz / Hz	Beschleunigung / m/s <sup>2</sup>
100	150
200	300
400	300
900	600
2.000	600

Prüfdauer: 100 Stunden je Ebene

Frequenzänderung: 1 Oktave/Minute

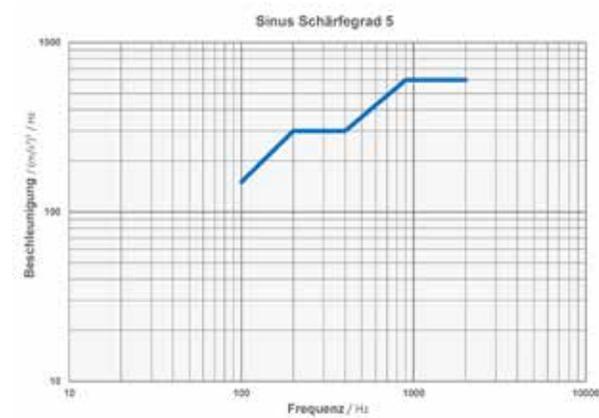


Abbildung PG 17-11 (Quelle: Kostal Kontakt Systeme)

### Vibrationsklasse V6

Direkter Motoranbau, Sonderapplikation  
Profil Sinus mit überlagertem Temperaturwechsel

Temperaturprofil DIN EN 60068-2-14

Zeit / min	Temperatur / °C
0	20
60	-40
150	-40
300	T <sub>max</sub> *
440	T <sub>max</sub> *
500	20

\* jedoch nicht mehr als 150 °C

Anzahl der Zyklen: 12 je Ebene

Sinus DIN EN 60068-2-6

Frequenz / Hz	Beschleunigung / m/s <sup>2</sup>
100	150
200	500
400	500
900	800
2.000	800

Prüfdauer: 100 Stunden je Ebene

Frequenzänderung: 1 Oktave/Minute

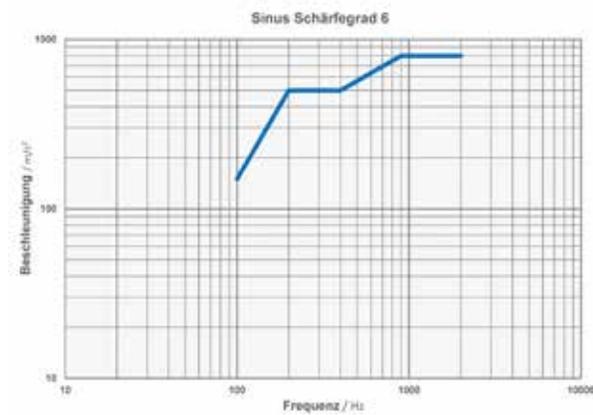


Abbildung PG 17-12 (Quelle: Kostal Kontakt Systeme)

#### Art der Prüfung:

B 17.1	Resonanzfrequenz der Kontaktierung
	<p>Mit dieser Prüfung soll festgestellt werden, wo die Resonanzfrequenzen der Testmuster in den drei Prüfebene X, Y und Z liegen. Die Prüfung findet bei Raumtemperatur statt.</p> <p>Hierbei ist die Erfassung der Resonanzfrequenz der Gehäuseteile inklusive Kontakte und Leitungen unter Sinusvibration vorzusehen.</p> <p>Es müssen Vibrationsaufnehmer kleinster Abmaße auf die Gehäuse, welche nicht fest am Schwingtisch verschraubt sind, aufgebracht werden. Alternativ ist die berührungslose Messung z. B. mittels Laservibrometer zulässig.</p> <p>Der Nachweis ist an einem Testmuster zu erbringen.</p>

Profil Sinus bei RT

Sinus DIN EN 60068-2-6

Frequenz / Hz	Beschleunigung / m/s <sup>2</sup>
5	10
2.000	10

**Prüfdauer:** 1 Durchlauf je Ebene

**Frequenzänderung:** 1 Oktave/Minute

#### Anforderung:

Es dürfen die Maximalwerte der Widerstände aus der Anlage A bei der Vor-, Zwischen- und Nachmessung bei RT nach den Achsen nicht überschritten werden.

#### Schwingprüfung:

- Es dürfen keine funktionsrelevanten Schäden auftreten.
- Die Handhabung (Stecken und Ziehen) muss nach dem Test gegeben sein.
- Bewertung der Kontaktoberflächen gemäß Definition in diesem Dokument (siehe Kapitel 8 Bewertung Kontaktoberflächen nach Prüfungen).
- Während der Prüfung bei den Belastungsprofilen V1 – V6 und während der Schockbelastung dürfen keine Stromunterbrechungen auftreten. Eine Stromunterbrechung ist vorhanden, wenn der Widerstand über einen Zeitraum von größer 1  $\mu$ s und größer 7  $\Omega$  ist.

#### Resonanzfrequenz der Kontaktierung:

- Es müssen die Schwingungsantworten des Gehäuses mit aufgezeichnet werden und als Diagramm zusammen mit dem Anregungsprofil im Prüfbericht dokumentiert werden.

# 27 PG 18A Küstenklimabeanspruchung

**Zweck:**

Test für Kontaktelemente (Test auf See-Transport bzw. küstennaher Einsatz).

**Gehäuse:**

Ungedichtet oder gedichtet ohne Dichtelemente, gesteckt.

**Losgröße:**

10 Kontaktpaare im Gehäuse.

**Leitungsquerschnitt:**

Beliebig (möglichst klein)

**Kontaktteile:**

Alle relevanten Werkstoffe und Oberflächen.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
B 18.1	Die Prüfkörper werden 2-mal gesteckt und einmal gezogen
E 0.2	Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (> 10 mm <sup>2</sup> )
B 18.2	Salznebel, zyklisch DIN EN 60068-2-52 Schärfegrad 3
E 0.2	Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (> 10 mm <sup>2</sup> )
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1 Insbesondere Anschlagbereich der Leitung und Kontaktzone.

**Anforderung:**

Es dürfen die Maximalwerte der Tabelle (Anlage A) nicht überschritten werden. Fotodokumentation im ausgebauten Zustand.

# 28 PG 18C Streusalzbeanspruchung

**Zweck:**

Spezifische Zusatzprüfung gehört nicht zum Standard-Validierungsumfang. Test für ungedichtete Anwendungen außerhalb des Trockenraums (Verwendung von „Nordlandsalz“).

**Gehäuse:**

Ungedichtet oder gedichtet ohne Dichtelemente, gesteckt.

**Leitungsquerschnitt:**

Beliebig (möglichst klein)

**Losgröße:**

10 Kontaktpaare im Gehäuse.

**Kontaktteile:**

Alle relevanten Werkstoffe und Oberflächen.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
B 18.1	Die Prüfkörper werden 2-mal gesteckt und einmal gezogen
E 0.2	Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (> 10 mm <sup>2</sup> )
B 18.2	Salznebel, zyklisch in Anlehnung an DIN EN 60068-2-52 Schärfegrad 3
	<b>Salzmischung (Nordlandsalz):</b> 3 %-Salzlösung, davon sind 95 % NaCl, 2,5 % MgCl <sub>2</sub> und 2,5 % CaCl <sub>2</sub> .
E 0.2	Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (> 10 mm <sup>2</sup> )
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1 Insbesondere Anschlagbereich der Leitung und Kontaktzone

**Anforderung:**

Es dürfen die Maximalwerte der Tabelle (Anlage A) nicht überschritten werden. Fotodokumentation im ausgebauten Zustand.

# 29 PG 19 Umweltsimulation

**Zweck:**

Einfluss verschiedener Umweltbelastungen auf den Steckkontakt.

**Leitungen:**

Isolation muss den auftretenden Temperaturen standhalten.

**Losgröße:**

3 Gruppen mit mindestens 10 Kontaktteilen je Gruppe.

**Leitungsquerschnitt:**

Im Einzelfall festzulegen.

**Kontaktteile:**

Alle relevanten Werkstoffe und Oberflächen.

**Gehäuse:**

Wird leitungsseitig nicht abgedichtet, im Einzelfall festzulegen.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Losgröße	10	10	10
Steckungen vor den Belastungen	1-mal	1-mal	Halbe geforderte Steckzyklenzahl gemäß PG 11
Während Belastung	Ungesteckt	Gesteckt	Gesteckt
Widerstands-Messmethode	DIN EN 60512-2-1	DIN EN 60512-2-1	DIN EN 60512-2-1

Tabelle PG 19-1: Beschreibung der 3 Gruppen (Quelle: ZVEI)

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 0.2	Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (> 10 mm <sup>2</sup> )
B 19.0	Gruppen Stecken und Ziehen gemäß Tabelle PG 19-1
E 0.2	Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (> 10 mm <sup>2</sup> ) (nur Gruppe 2 und 3)
E 19.0	Durchgangswiderstand kontinuierlich während B 19.1 bei Prüfstrom (100 mA) (nur Gruppe 2 und 3) <b>Messfrequenz:</b> 1 Messwert pro Minute
B 19.1	Temperaturschock (alle Gruppen) DIN EN 60068-2-14 Prüfung Na <b>Dauer:</b> 144 Zyklen <b>Temperatur:</b> -40 °C / T <sub>max</sub> je 15 Minuten <b>Umlagerungszeit:</b> maximal 10 Sekunden
E 0.2	Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (> 10 mm <sup>2</sup> ) (nur Gruppe 2 und 3)
E 19.0	Durchgangswiderstand kontinuierlich während B 19.2 bei Prüfstrom (100 mA) (nur Gruppe 2 und 3) <b>Messfrequenz:</b> 1 Messwert pro 5 Minuten

B 19.2	<b>Temperaturwechsel (alle Gruppen) DIN EN 60068-2-14</b>
	Prüfung Nb <b>Dauer:</b> 20 Zyklen <b>Temperatur:</b> -40 °C / T <sub>max</sub> je 3 Stunden Verweilzeit <b>Für Temperaturwechsel:</b> maximal 2 Stunden
E 0.2	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>) (nur Gruppe 2 und 3)</b>
E 19.0	<b>Durchgangswiderstand kontinuierlich während B 19.3 bei Prüfstrom (100 mA) (nur Gruppe 2 und 3)</b>
	<b>Messfrequenz:</b> 1 Messwert pro 5 Minute
B 19.3	<b>Lagerung bei trockener Wärme (alle Gruppen) DIN EN 60068-2-2</b>
	<b>Prüfung B</b> <b>Dauer:</b> 120 Stunden <b>Temperatur:</b> T <sub>max</sub>
E 0.2	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>) (nur Gruppe 2 und 3)</b>
E 0.1	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>
B 19.4	<b>Industrieklima (Mehrkomponentenklima) (alle Gruppen) DIN EN 60512-11-7 (Methode 4)</b>
	(0,2 ppm SO <sub>2</sub> , 0,01 ppm H <sub>2</sub> S, 0,2 ppm NO <sub>2</sub> , 0,01 ppm Cl <sub>2</sub> / 25 °C / 75 % r. F. / 21 d) <b>Volumenstrom:</b> 1 m <sup>3</sup> /h
E 0.2	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>) (nur Gruppe 2 und 3)</b>
E 19.0	<b>Durchgangswiderstand kontinuierlich während B 19.5 bei Prüfstrom (100 mA) (nur Gruppe 2 und 3)</b>
	<b>Messfrequenz:</b> 10 Messwerte pro Minute
B 19.5	<b>Feuchte Wärme, zyklisch (alle Gruppen) DIN EN 60068-2-30</b>
	<b>Variante 2</b> <b>Relative Feuchte:</b> 95 % konstant <b>Dauer:</b> 10 Zyklen zu je 24 Stunden <b>Temperaturen:</b> T <sub>u</sub> = 25 °C, T <sub>o</sub> = 55 °C T <sub>u</sub> = untere Zyklustemperatur T <sub>o</sub> = obere Zyklustemperatur
E 0.2	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>) (nur Gruppe 2 und 3)</b>
E 0.1	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>
E 19.0	<b>Durchgangswiderstand kontinuierlich während B 19.6 bei Prüfstrom (100 mA) (nur Gruppe 2 und 3)</b>

	<b>Messfrequenz:</b> 10 Messwerte pro Minute
<b>B 19.6</b>	<b>Dynamische Beanspruchung, DIN EN 60068-2-64 Breitbandrauschen (nur Gruppe 2 und 3)</b>

<b>Frequenz / Hz</b>	<b>Spektrale Leistungsdichte (m/s<sup>2</sup>)<sup>2</sup>/Hz</b>
10	5
55	1,6250
180	0,0625
300	0,0625
360	0,0350
1.000	0,0350
Effektivwert der Beschleunigung: 13,9 m/s <sup>2</sup>	

Resonanzbetrachtung der Aufspannvorrichtung gemäß PG 17

**Prüfdauer:** 6 Stunden je Ebene

**Clipping:** 2,5

Tabelle 19-2: Breitbandrauschen (Quelle: ZVEI)

<b>E 0.2</b>	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>) (nur Gruppe 2 und 3)</b>
<b>B 19.7</b>	<b>Einmaliges Stecken (Gruppe 1)</b>
<b>E 19.0</b>	<b>Durchgangswiderstand kontinuierlich während B 19.8 bei Prüfstrom 100 mA (nur Gruppe 2 und 3)</b>
	<b>Messfrequenz:</b> 10 Messwerte pro Minute
<b>B 19.8</b>	<b>Mech. Schocken (Einzelschocks) (nur Gruppe 2 und 3) DIN EN 60068-2-27</b>
	<b>Beschleunigung:</b> a = 30 g <b>Einzelschockdauer:</b> t = 6 ms, Halbwelle sinusförmig <b>Schockzahl:</b> 50 je Raumachse
<b>E 0.2</b>	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>) (nur Gruppe 2 und 3)</b>
<b>B 19.9</b>	<b>Einmaliges Trennen und Stecken (alle Gruppen)</b>
<b>E 0.2</b>	<b>Durchgangswiderstand DIN EN 60512-2-1 / DIN EN 60512-2-2 (&gt; 10 mm<sup>2</sup>) (alle Gruppen)</b>
<b>E 0.1</b>	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>

**Anforderung:**

- Der Durchgangswiderstand darf bei keiner Zwischenmessung die Maximalwerte der Tabelle (Anhang A) überschreiten.
- Bewertung der Kontaktflächen gemäß Definition in diesem Dokument.

# 30 PG 20 Klimatische Beanspruchung der Gehäuse

**Zweck:**

Test für Steckgehäuse / Grundanforderung.

**Gehäuse:**

Ausführung beliebig.

**Losgröße:**

5 *Gehäuse*: Bis 5-polig vollbestückt, ab 6-polig mit 5 Kontakten, ab 50-polig sind mindestens 50 Prozent der Kammern zu bestücken.

**Leitungen:**

Isolation muss der Prüftemperatur standhalten.

**Kontaktteile:**

Ausführung beliebig.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 0.3	Isolationswiderstand DIN EN 60512-3-1
B 20.1	Lagerung bei trockener Wärme DIN EN 60068-2-2 Prüfung B <b>Dauer:</b> 120 Stunden <b>Temperatur:</b> T <sub>max</sub>
B 20.2	Feuchte Wärme, konstant DIN EN 60068-2-78 <b>Dauer:</b> 10 Tage <b>Temperatur:</b> 40 °C <b>Relative Feuchte:</b> 95 %
E 0.3	Isolationswiderstand DIN EN 60512-3-1 Der Isolationswiderstand ist frühestens nach 30 Minuten, spätestens nach 60 Minuten nach Abschluss der Belastung B 20.2 bei RT zu messen.
E 0.1	Sichtprüfung (im gesteckten Zustand) DIN EN 60512-1-1
B 20.3	Kältelagerung DIN EN 60068-2-1 <b>Dauer:</b> 48 Stunden <b>Temperatur:</b> -40 °C
B 20.4	Ziehen und Stecken bei -20 °C Es ist sicherzustellen, dass das Bauteil durchtemperiert ist.
E 0.1	Sichtprüfung (im gesteckten Zustand) DIN EN 60512-1-1
B 20.5	Lagerung bei trockener Wärme DIN EN 60068-2-2 Prüfung B <b>Dauer:</b> 48 Stunden <b>Temperatur:</b> 80 °C

<b>B 20.6</b>	<b>Ziehen und Stecken bei 80 °C</b>
	Es ist sicherzustellen, dass das Bauteil durchtemperiert ist.
<b>B 20.7</b>	<b>5x Ziehen und Stecken bei RT</b>
	Es ist sicherzustellen, dass das Bauteil durchtemperiert ist.
<b>E 0.1</b>	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>

**Anforderung:**

Nach Abschluss der Prüfungen dürfen keine funktionellen Abweichungen eingetreten sein.

Der Steckverbinder muss sich auch bei -20 °C / RT / + 80 °C öffnen und wieder schließen lassen.

Evtl. vorhandene Filmscharniere und Rastelemente dürfen bei Betätigungen nicht abbrechen oder einreißen.

Isolationswiderstand nach Feuchtlagerung (B 20.2):  $\geq 50 \text{ M}\Omega$ .

# 31 PG 21 Langzeittemperaturlagerung

**Zweck:**

Test der Langzeitstabilität der Steckgehäuse.

**Losgröße:**

Je Gruppe 5 Gehäuse.

**Gehäuse:**

**Gruppe 1:** ungedichtete Gehäuse

**Gruppe 2:** gedichtete Gehäuse

**Gruppe 3:** Dichtelemente mit separater Rastfunktion

**Kontakt:**

Bis 5-polig vollbestückt.

6 – 10-polig mit 5 Kontakten.

Ab 10-polig mit 50 Prozent der Kammeranzahl.

**Anmerkung:**

Innerhalb des Prüfloses muss jede Kammer mindestens 1-mal bestückt sein.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>
	Alle Teile
B 21.1	<b>Langzeitlagerung bei trockener Wärme (alle Teile) DIN EN 60068-2-2</b>
	Prüfung B <b>Dauer:</b> 1.000 Stunden <b>Temperatur:</b> T <sub>max</sub> Anschließende Lagerung 48 Stunden bei RT.
B 21.2	<b>Funktionsprüfung mit allen Gruppen</b>
	Es sind 5 vollständige Steckzyklen durchzuführen.
E 0.1	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>
E 8.2	<b>Kontaktauszugskraft aller Kontakte der Gruppe 1 und 2</b>
	Als Grenzwert gilt aus PG 8 der Wert für die Sekundärverriegelung, auch wenn hier Primär- und Sekundärverriegelung geschlossen sind.
E 0.1	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>

**Anforderung:**

- Nach Abschluss der Prüfung dürfen an den Gehäusen keine funktionellen Beeinträchtigungen festzustellen sein. Brüche an Rastelementen sind nicht zulässig.
- Kontaktauszugskraft: die Grenzwerte der Anforderungstabelle aus PG 8 sind einzuhalten, auch wenn hier Primär- und Sekundärverriegelung geschlossen sind.

# 32 PG 22A Chemische Beständigkeit

**Zweck:**

Sonderprüfung der chemischen Beständigkeit der Gehäuse, sofern ein neuer, bislang nicht verwendeter Werkstoff eingesetzt werden soll. Signifikant neue Designmerkmale werden nur initial geprüft. Verweise auf Herstellerzertifikate sind zulässig.

**Losgröße:**

2 vollbestückte Gehäuse je Prüfmedium.

**Kontaktteile:**

Ausführung beliebig.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 22.1	3 Grundmaße ermitteln Die Grundmaße müssen vor der Belastung definiert und ermittelt werden.
B 22.1 A	<b>Medienbeständigkeit (Grundanforderungen)</b> <b>Durchführung:</b> Prüflinge sind mit den Medien zu beaufschlagen (Chemikalien und Methode: siehe Medienliste Tabelle PG 22A-1) und 48 Stunden bei der geforderten Auslagertemperatur zu lagern. Danach sind die Prüflinge gründlich mit Wasser zu spülen und zu trocknen.
E 22.1	3 Grundmaße ermitteln Die Grundmaße müssen nach der Belastung überprüft werden.
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
B 20.7	5x Ziehen und Stecken bei RT
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1

**Anforderung:**

- Keine funktionsbeeinträchtigenden Veränderungen.
- Abweichungen vom Urzustand sind zu dokumentieren (Fotodokumentation).
- Die Maße vor und nach Prüfung sind zu dokumentieren.

**Übergießen:** mindestens 100 ml  
**Einreiben:** feuchtes Baumwolltuch  
**Sprühen:** ca. 1 Sekunde je relevante Fläche

Nr.	PG	Chemikalie	Beschreibung	Aufbringen			Lagertemp. / °C
				übergießen	einreiben	sprühen	48 h
1	22A	Kaltreiniger / Cockpit Reiniger	handelsüblich			X	50
2	22A	Kriechmittel	handelsüblich			X	50
3	22A	Waschwassergefrierschutz, unverdünnt	handelsüblich	X			50
4	22A	Isopropanol	handelsüblich	X			RT
5	22A	Schmierfett	Heißlagerfett		X		50

Tabelle PG 22A-1: Medienliste (Quelle: ZVEI)

# 33 PG 22B Chemische Beständigkeit, erweiterte Prüfung

**Zweck:**

Sonderprüfung der chemischen Beständigkeit der Gehäuse, sofern ein neuer, bislang nicht verwendeter bzw. ein noch nicht durch den Kunden freigegebener Werkstoff eingesetzt werden soll. Signifikant neue Designmerkmale werden nur initial geprüft. Verweise auf Herstellerzertifikate sind zulässig. Applikationsspezifische Funktionsprüfung in Absprache mit dem Anwender.

Für wasserdichte Anforderungen PG 22A und PG 22B prüfen.

**Losgröße:**

2 vollbestückte gedichtete Gehäuse und Gegengehäuse je Prüfmedium.

**Kontaktteile:**

Ausführung beliebig.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
B 22.1 B	Medienbeständigkeit (wasserdichte Ausführung)  <b>Durchführung:</b> Prüflinge sind mit den Medien zu beaufschlagen (Chemikalien und Methode: siehe Medienliste Tabelle PG 22B-1) und 48 Stunden bei der geforderten Auslagertemperatur zu lagern. Im Gegensatz zu PG 22A werden die Prüflinge nicht mit Wasser gespült.
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
B 20.7	5x Ziehen und Stecken bei RT
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1

**Anforderung:**

- Keine funktionsbeeinträchtigende Veränderung (siehe PG 22A).
- Abweichungen vom Urzustand sind zu dokumentieren (Fotodokumentation).

**Übergießen:** mindestens 100 ml  
**Einreiben:** feuchtes Baumwolltuch  
**Sprühen:** ca. 1 Sekunde je relevante Fläche

Nr.	PG	Chemikalie	Beschreibung	Aufbringen			Lagertemp. / °C
				übergießen	einreiben	sprühen	48 h
1	22B	Bremsflüssigkeit	DOT 4 / DOT 5	X			50
2	22B	FAM Prüfkraftstoff (Benzin/Super)	handelsüblich	X			RT
3	22B	Diesel	DIN EN 590	X			RT
4	22B	Dieselsatz AdBlue	DIN EN 70070	X			RT
5	22B	Motoröl 5W-30	vollsynthetisch	X			50
6	22B	Servolenkungöl	nach Anforderung	X			50
7	22B	Automatikgetriebeöl	vollsynthetisch	X			50
8	22B	Kühlerfrostschutz	beständig bis -40 °C	X			50
9	22B	Tausalzlösung	Mischung PG 18C	X			50

Tabelle PG 22B-1: Medienliste (Quelle: ZVEI)

# 34 PG 23 Wasserdichtheit

**Zweck:**

Prüfung der Dichtheit von gedichteten Steckgehäusen, Blindstopfen und Einzelleiterabdichtungen.

**Gruppe 1:** Steckgehäuse mit Blindstopfen.

**Gruppe 2:** Steckgehäuse mit Einzelleiterabdichtungen (ELA etc.).

**Losgröße:**

**Gruppe 1:** 2 Gehäuse

**Gruppe 2:** 5 vollbestückte Gehäuse

**Kontaktteile:**

Beliebig

**Gehäuse:**

Alle wasserdichten Ausführungen.

**Leitungsquerschnitt:**

Je Dichtungselement kleinster und größter zulässiger Leitungsquerschnitt.

**Leitungen:**

Die Isolation muss den thermischen und mechanischen Belastungen durch die Einflüsse der PG 23 standhalten.

Die Enden aller Leitungslitzen werden druckdicht verschlossen.

Bei Dichtsystemen ohne Einzeladerabdichtung sind die Kontakte vor der Beanspruchung einmal zu entnehmen und wiedereinzusetzen.

**Art der Prüfung:**

<b>E 0.1</b>	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>
<b>B 19.3</b>	<b>Lagerung bei trockener Wärme (alle Gruppen, gesteckter Zustand) DIN EN 60068-2-2</b>  Prüfung B <b>Dauer:</b> 120 Stunden <b>Temperatur:</b> T <sub>max</sub>
<b>B 19.1</b>	<b>Temperaturschock (alle Gruppen, gesteckter Zustand) DIN EN 60068-2-14</b>  Prüfung Na <b>Dauer:</b> 144 Zyklen <b>Temperatur:</b> -40 °C / T <sub>max</sub> je 15 Minuten <b>Umlagerungszeit:</b> maximal 10 Sekunden
<b>E 0.1</b>	<b>Sichtprüfung (alle Gruppen) DIN EN 60512-1-1</b>  Ohne Öffnen der Bauteile.
<b>B 23.1</b>	<b>Tauchen mit Druckdifferenz (alle Gruppen) DIN EN 60512-14-5, DIN EN 60068-2-13</b>  Kann kombiniert mit B 23.2 durchgeführt werden. Druckbeaufschlagung beider Gruppen erfolgt über eine Kontaktkammer mit Schlauch oder geeinetem Anschluss, Druckbeaufschlagung über eine Leitung ist nicht zulässig. Die restlichen Kontaktkammern werden über Blindstopfen oder abgedichtete Leitungsenden verschlossen.  Im Folgenden werden im Inneren des Kontaktgehäuses Druckdifferenzen zur Umgebung (Normaldruck) eingestellt. Die genannten Haltezeiten gelten ab Verharren der geforderten Druckwerte (a-d).  <b>Medium:</b> Entspannte, 5 prozentige NaCl-Lösung <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Normaldruck</li> <li>b. -10 kPa, Haltezeit 5 Minuten</li> <li>c. -50 kPa, Haltezeit 5 Minuten</li> <li>d. Normaldruck</li> </ul> <b>Druckänderung:</b> 10 kPa/min

<b>B 23.2</b>	<b>Leitungsbewegung bei Tauchen mit Druckdifferenz (Unterdruck), nur Gruppe 2:</b>
	<p>Kann kombiniert mit B 23.1 durchgeführt werden. Bei Gehäusen mit Abdeckkappe ist die Prüfung ohne Abdeckkappe durchzuführen. Bei Gehäusen, die ohne Abdeckkappe nicht verbaubar sind (z. B. bei Steck- und Ziehhilfe), entfällt dieser Prüfungsabschnitt.</p> <p><b>Definition der Leitungsbewegung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kein festes Einspannen der Leitungen (kein Zug auf die Leitungen).</li> <li>• <i>Freie, bewegte Leitungslänge:</i> 100 mm</li> <li>• <i>Bewegungsprofil:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslenkung des Leitungsbündels bei 100 mm Abstand von der ELA um 100 mm (Endlage),</li> <li>• 10 Sekunden halten,</li> <li>• Auslenkung bis zur gegenüberliegenden Endlage,</li> <li>• 10 Sekunden halten.</li> </ul> </li> <li>• Das Bewegungsprofil wird während der Druckbeaufschlagung pro Druckstufe einmal durchgeführt.</li> <li>• <i>Bewegungsrichtung:</i> senkrecht zur Steckrichtung, in beide Raumachsen.</li> </ul>
<b>E 0.1</b>	<b>Sichtprüfung (alle Gruppen) DIN EN 60512-1-1</b>
	Ohne Öffnen der Bauteile.
<b>B 23.3</b>	<b>Thermoschockprüfung (alle Gruppen)</b>
	<p><b>Medium:</b> entspannte, 5 %-NaCl-Lösung (Eiswasser)  <b>Lufttemperatur:</b> T<sub>max</sub> gemäß Temperaturklasse / <b>Dauer:</b> jeweils 30 Minuten  <b>Wassertemperatur:</b> 0 °C / <b>Dauer:</b> jeweils 5 Minuten  <b>Zyklenzahl:</b> 5</p>
<b>E 0.1</b>	<b>Sichtprüfung (alle Gruppen) DIN EN 60512-1-1</b>
	Ohne Öffnen der Bauteile.
<b>B 23.4</b>	<b>Schutzartprüfung (entsprechend der Dichtheitsklasse, alle Gruppen) ISO 20653</b>
	<p><b>Schärfegrad:</b> IPX0 Keine Schutzartprüfung notwendig.</p> <p><b>Schärfegrad:</b> IPX4K (Sprühbogen)  <i>Prüfdauer:</i> 10 Minuten (5 Minuten in einer Lage, weitere 5 Minuten in 90° gedrehter Lage)  <i>Abstand Düse-Prüfling:</i> ≤ 200 mm  <i>Sprühbogenbewegung:</i> ± 180° bis 20°  <i>Geschwindigkeit:</i> 1 sek./60°  <i>Düse:</i> Ø 0,8 mm  <i>Durchflussmenge:</i> 0,6 l/min, ± 5 %  <i>Druck:</i> ~ 400 kPa</p> <p><b>Schärfegrad:</b> IPX8 (Untertauchen) Wenn nicht anders spezifiziert ist, sind die Parameter von IPX7 zu verwenden.  <i>Prüfdauer:</i> 30 Minuten  <i>Tauchtiefe:</i> 1,0 m (mind. 0,15 m Wasserhöhe über dem Prüfling)  <i>Temperatur:</i> Temperaturdifferenz zwischen Prüfling und Wasser nicht mehr als 5 K</p> <p><b>Schärfegrad:</b> IPX9K (Dampfstrahl) Prüfung mit Schutzkappe durchführen. Ohne Schutzkappe Keilwirkung des Wasserstrahls vermeiden.  <i>Prüfdauer je Position:</i> 30 Sekunden  <i>Position:</i> 0°, 30°, 60°, 90°  <i>Abstand Düse-Prüfling:</i> (100 – 150) mm  <i>Druck:</i> (8.000 – 10.000) kPa  <i>Durchflussmenge:</i> (14 – 16) l/min  <i>Tischgeschwindigkeit:</i> (5 + 1) Umdrehungen/min  <i>Temperatur:</i> (80 + 5) °C</p>

E 0.3	Isolationswiderstand (nur für Gruppe 2) DIN EN 60512-3-1
E 0.1	Sichtprüfung (alle Gruppen) DIN EN 60512-1-1 Die Gehäuse sind zu öffnen

**Anforderung:**

Es darf kein Medium in den Steckverbinder eindringen (ggf. Verwendung von geeigneten Wassernachweismitteln).

Der Isolationswiderstand muss > 100 MΩ betragen.

Die Funktion der Ver- bzw. Entriegelungselemente muss voll erhalten bleiben.

# 35 PG 28 Verriegelungs-Geräusch

**Zweck:**

Alle in der Fahrzeugmontage zu betätigenden Verriegelungen müssen eine hörbare Verriegelungsrückmeldung erzeugen.

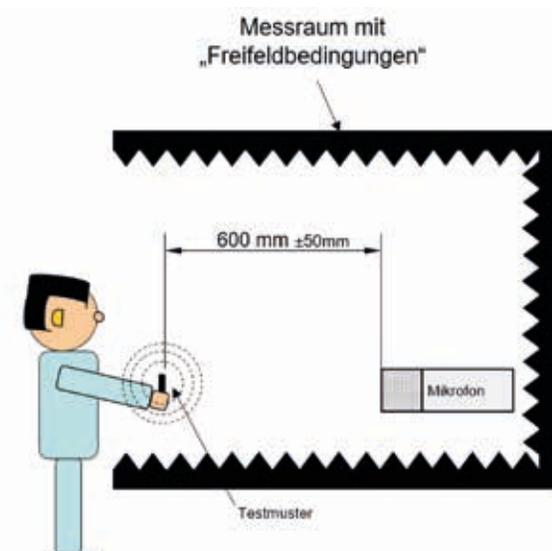
**Gehäuse:**

Alle vorkommenden Varianten, gilt nicht für Gehäuse mit Montagehilfe.

**Losgröße:**

1 vollbestücktes Gehäuse pro Nest / pro Prüfling ein Gegenstecker.

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
E 28.1	<p><b>Verriegelungsgeräusch</b></p> <p><b>Abstand zum Messmikrofon:</b> (600 ±50) mm</p> <p><i>Betätigung der Verriegelung:</i> per Hand, mit kleinstmöglicher Berührung, Vermeidung von verfälschenden Reflexionen durch Unterlagen (Tisch) oder nahe Wände (siehe Abbildung PG 28-1).</p>  <p>Abbildung PG 28-1 (Quelle: TE Connectivity Germany)</p>
E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1

**Anforderung:**

- Die gemessenen dB(A)-Werte sind zu dokumentieren.
- Dazu muss der Signalrauschabstand zwischen Verriegelungsgeräusch und Umgebungsgeräusch mindestens 7 dB(A) betragen.
- Das Verriegelungsgeräusch muss mindestens  $L_{Apeak} \geq 70$  dB(A) betragen.
- $L_{Apeak}$ : Spitzenpegel des Schallpegels mit Frequenzbewertung A.

# 36 PG 29 Haltekraft der Blindstopfen

**Zweck:**

Absicherung der Haltekraft der Blindstopfen in Bezug auf den Innendruck der gedichteten Kontaktierung beim Kontaktierungsprozess.

**Losgröße:**

3 vollbestückte gedichtete Gehäuse, mindestens jedoch 10 Blindstopfen.

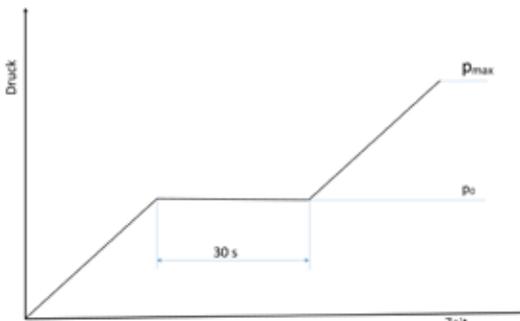
**Anmerkung:**

Wenn abgesichert ist, dass der mögliche Innendruck maximal 50 kPa beträgt, kann diese PG durch die Aufnahme einer Überdruckprüfung bei B 23.1 ersetzt werden.

**Kontaktteile:**

Keine

**Art der Prüfung:**

E 29.1	<b>Theoretische Ermittlung des Innendrucks <math>p_0</math></b>
	Ermittlung der Luftvolumina im Inneren des Kontaktierungsgehäuses im geschlossenen Zustand und im Zustand, wenn die Gehäusedichtung zum ersten Mal das Gegenstück berührt. Mit den beiden Volumina kann der maximal auftretende Innendruck $p_0$ errechnet werden.
E 0.1	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>
B 20.1	<b>Lagerung bei trockener Wärme DIN EN 60068-2-2</b>  Prüfung B <b>Dauer:</b> 2 Stunden <b>Temperatur:</b> 60 °C
E 29.2	<b>Ermittlung der Haltekraft der Blindstopfen</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Druckdifferenz der geschlossenen und verriegelten Gehäuse zur Außenumgebung ist kontinuierlich zu erhöhen (50 kPa/min) bis der Druck <math>p_0</math> erreicht wird.</li> <li>Dieser Druck ist für 30 Sekunden zu halten.</li> <li>Anschließend ist der Druck weiter kontinuierlich zu erhöhen (50 kPa/min) bis maximal ein Druck von 1,5 mal <math>p_0</math> erreicht wird oder ein Blindstopfen herausrutscht (= <math>p_{max}</math>).</li> </ul> <p>Hierbei kann sowohl der Innendruck erhöht oder der Außendruck gesenkt werden.</p>  <p>Abbildung PG 29-1 (Quelle: Kostal Kontakt Systeme)</p>
E 0.1	<b>Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1</b>

**Anforderung:**

$$p_{max} \geq 1 * p_0$$

Der maximale Druck ist zu dokumentieren.

# 37 PG 31 Messung der Haltekräfte von Kontaktstiften und -messern in Stiftwannen / Steckergehäusen

**Zweck:**

Nachweis der für den Steckvorgang erforderlichen Initialkräfte von Kontaktsteckern in gerätefesten Stiftwannen / Steckgehäusen zum Sicherstellen ausreichender Kontaktüberdeckung.

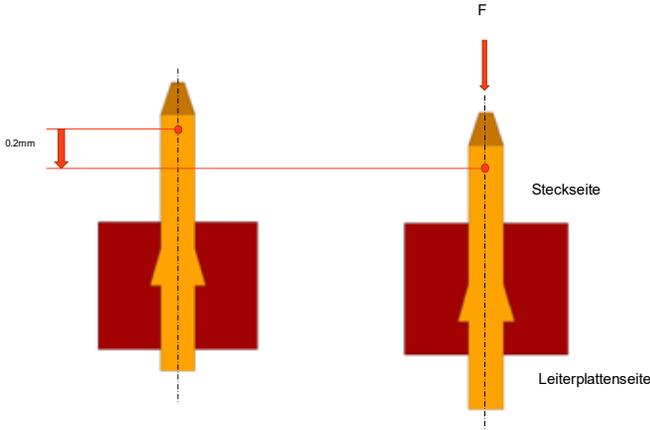
**Kontaktteile:**

Alle

**Losgröße:**

Je Nest min. 3 Stift- bzw. Messerleisten (Maximalbestückung).

**Art der Prüfung:**

E 0.1	Sichtprüfung DIN EN 60512-1-1
B 31.1	<p>Lagerung bei trockener Wärme DIN EN 60068-2-2 (Simulation Lötvorgang)</p> <p><b>Dauer:</b> 2 Stunden  <b>Temperatur:</b> 85 °C          Anschließend bei Raumtemperatur abkühlen lassen.</p>
E 31.1	<p><b>Haltekraft Stift / Messer</b></p> <p>Die Stifte / Messer der Prüflinge werden einzeln aus der Stiftwanne ausgedrückt und dazu jeweils ein Kraft-Weg-Diagramm aufgenommen.          Der Abstand zwischen zwei zu prüfenden Stiften / Messern ist so groß zu wählen, dass eine gegenseitige Beeinflussung bei der Messung ausgeschlossen ist. Die Anzahl der Prüflinge (Stift- bzw. Messerleiste) ist so anzupassen, dass je Nest für jede bestückte Kammer 3 Messwerte ermittelt werden.          Die Stiftwanne ist in der Nähe der eingeleiteten Kraft geeignet abzustützen.</p> <p><b>Prüfgeschwindigkeit:</b> 10 mm/min          Anfangskraft (Vorkraft)  <math>F_{(v)} = 5 \text{ N}</math>  <b>Nullpunkt Weg:</b> <math>s_{(0mm)} = s(F_{(v)})</math></p>  <p>Abbildung PG 31-1: Schematische Darstellung der relativen Verschiebung des Kontaktes zu seinem Gehäuse um 0,2 mm (Quelle: Aptiv Services Deutschland)</p>

**Anforderung:**

*Sichtprüfung (Neuzustand):* keine Schädigungen im Kontaktbereich.

Die in der Stift-/Messer-Definition geforderten Haltekräfte  $F_{(min)}$  müssen innerhalb von 0 mm bis 0,2 mm relativer Verschiebung bezogen auf den Siftwannenbezug (siehe Abbildung PG 31-1) erreicht werden. Dokumentiert wird der Maximalwert  $F_{(0,2)}$  in diesem Wegbereich (siehe Abbildung PG 31-2).

Die Dokumentation im Prüfbericht kann graphisch oder tabellarisch erfolgen.

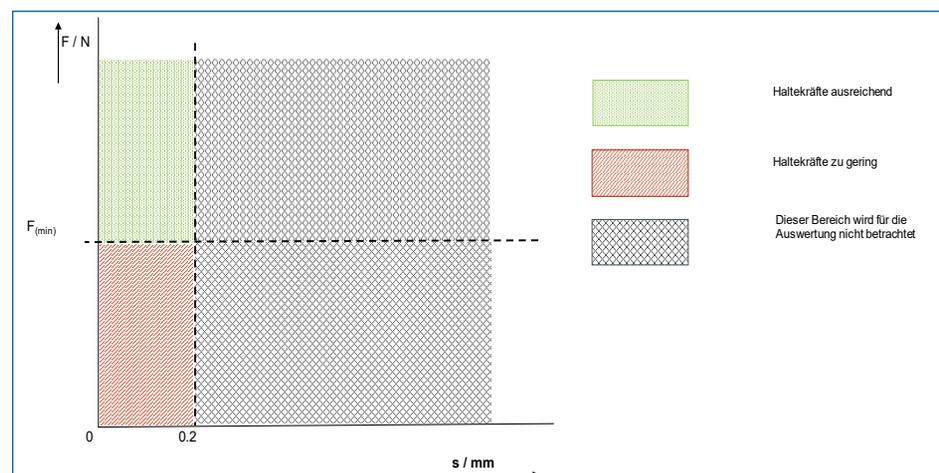


Abbildung PG 31-2: Kraft-Weg-Darstellung mit dargestelltem Zielkorridor für die Haltekraft (Quelle Aptiv Services Deutschland)

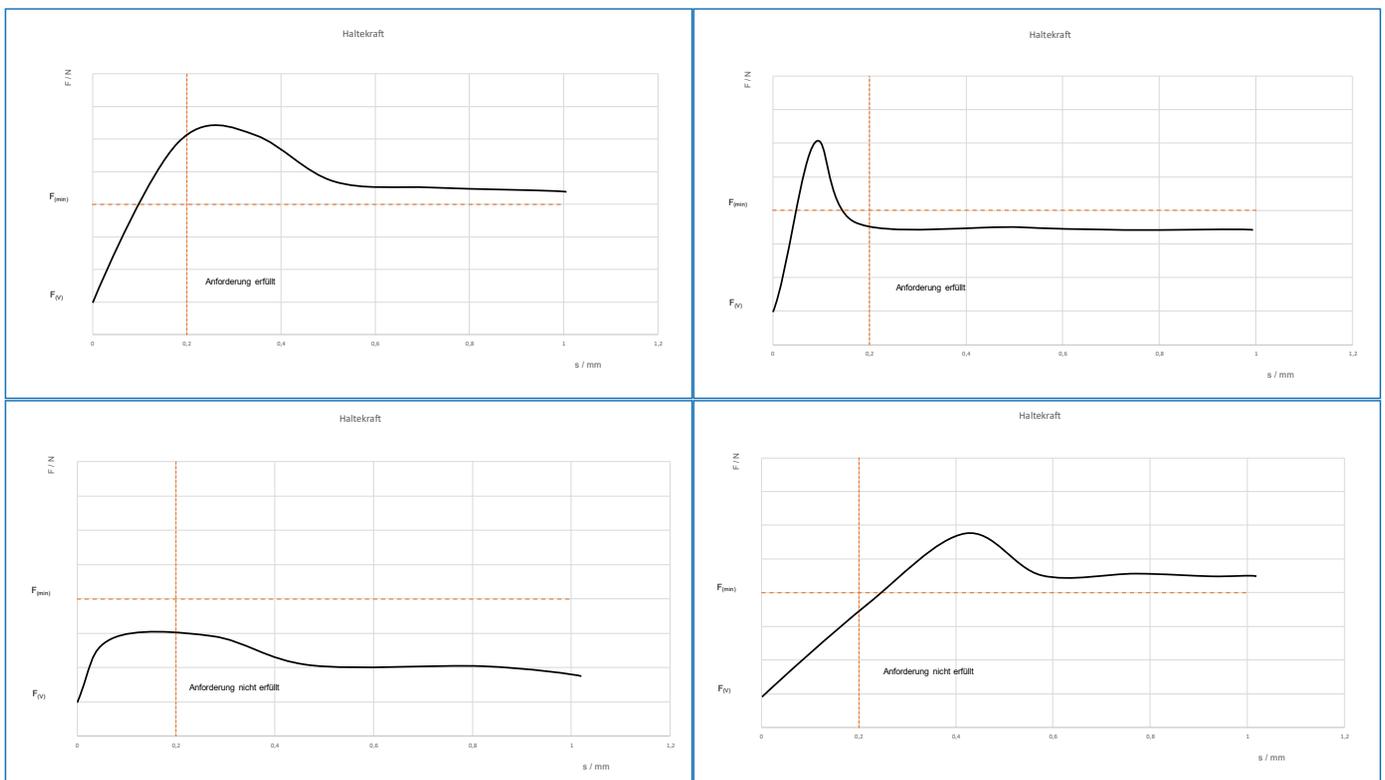


Abbildung PG 31-3: beispielhafte Ausprägungen der Haltekraft (Quelle: Aptiv Services Deutschland)

# 38 PG 60 Überwachungsfähigkeit von Crimp-Kontakten (Headroom-Fähigkeit)

## Zweck:

Verarbeitbarkeit und Zuverlässigkeit der Prozessüberwachung von lötfreien, elektrischen Crimpverbindungen.

## Anwendungsbereich:

Diese Prüfgruppe gilt für Crimpkontakte (Bandware) von 0,13 mm<sup>2</sup> bis einschließlich 6 mm<sup>2</sup> Leitungsquerschnitt und den Leitungen nach TLF 0112-1 oder TLF 0112-4.

Die Prüfgruppe kann von Kontaktteilherstellern und Konfektionären gleichermaßen angewendet werden.

## Prüfmethode Crimpkraftüberwachung:

Die Crimpkraftüberwachung ist eine Kraft- (oder Signal-) über Weg- (oder Zeit-) Messung beim Arbeitshub des Crimpwerkzeuges.

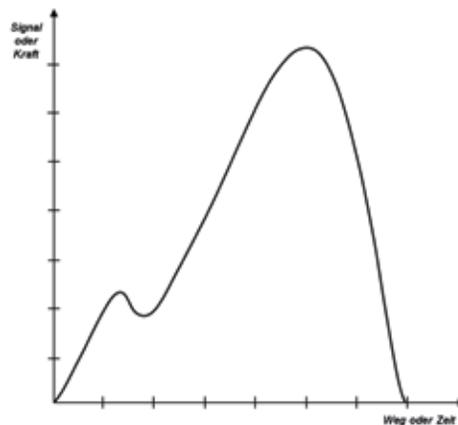


Abbildung 60-1: Crimpkraftkurve (Quelle: Schleuniger)

## Prüfung:

### Allgemeine Hinweise:

#### Schneidemaschine:

Für diese Prüfung sind Schneidemaschinenausführungen vorgesehen, die vorzugsweise den Serienstand einer Kabelkonfektion abbilden.

#### Crimpwerkzeuge:

Für diese Prüfung sind originale Crimpwerkzeuge oder vom Kontakt Hersteller freigegebene Crimpwerkzeuge zu verwenden.

#### Crimpkraft-Monitoring-Equipment:

Die Prüfung ist mit dem maschinentypgebundenen Überwachungssystem und vorzugsweise dem dazugehörigen Standardprüfparametersatz durchzuführen.

Vornehmlich sollen Kontaktteile und Meterware einem neuwertigen Lieferzustand entsprechen.

Es werden nur Einzelanschläge geprüft. Innerhalb einer Kontaktfamilie müssen nur die Kontakte geprüft werden, die sich bzgl. der eingesetzten Stanz-Biege-Werkzeuge, der Materialien im Crimpbereich und der Beschnitt-Geometrie unterscheiden. Die Prüfung bzgl. der Verarbeitbarkeit der Kontakte muss bei Nachfolge-Werkzeugen nur bei Änderung der Nachfolge-Stanzmethode (z. B. auf 2-fach fallend) erneut nachgewiesen werden.

Für die Bewertung der Überwachungs-Kriterien ist der kleinste zulässige Leitungsquerschnitt des jeweiligen Kontaktteils zu verwenden.

#### Zuverlässigkeit der Fehlererkennung:

Die Zuverlässigkeit der Fehlererkennung wird hauptsächlich beeinflusst durch die Kontaktteilausführung und dessen Verarbeitungsparameter, die Meterware, die Verarbeitungsmaschine, das Crimpwerkzeug, sowie der ordnungsgemäßen Prüfungsdurchführung.

#### Ausreichende Fehlererkennung:

Die zu prüfende Anwendung wird entsprechend dem Prüfablauf durchgeführt. Sollten dabei die Grenzwerte nicht überschritten werden, ist eine ausreichende Fehlererkennung nachgewiesen.

#### Anforderungen:

Die zu prüfende Anwendung muss die Grenzwerte für Scheinfehlerrate, fehlendes Leitungsmaterial und Crimpen auf Isolation in den Einzelnachweisen erfüllen. Die Verarbeitbarkeit bzgl. der Prozessfähigkeit in den Grenzwerten ist nachzuweisen.

#### Probenbeschreibung für Prüfablauf gemäß der Abbildung 60-2:

Die Prüflinge müssen gemäß der Verarbeitungsspezifikation des Kontaktteilherstellers erzeugt werden, z. B. Einrichtung der nominalen Crimphöhe, Verwendung eines freigegebenen Crimpwerkzeuges, Verwendung der spezifizierten Meterware und des zu prüfenden Leitungsquerschnittes.

Prüfablauf:

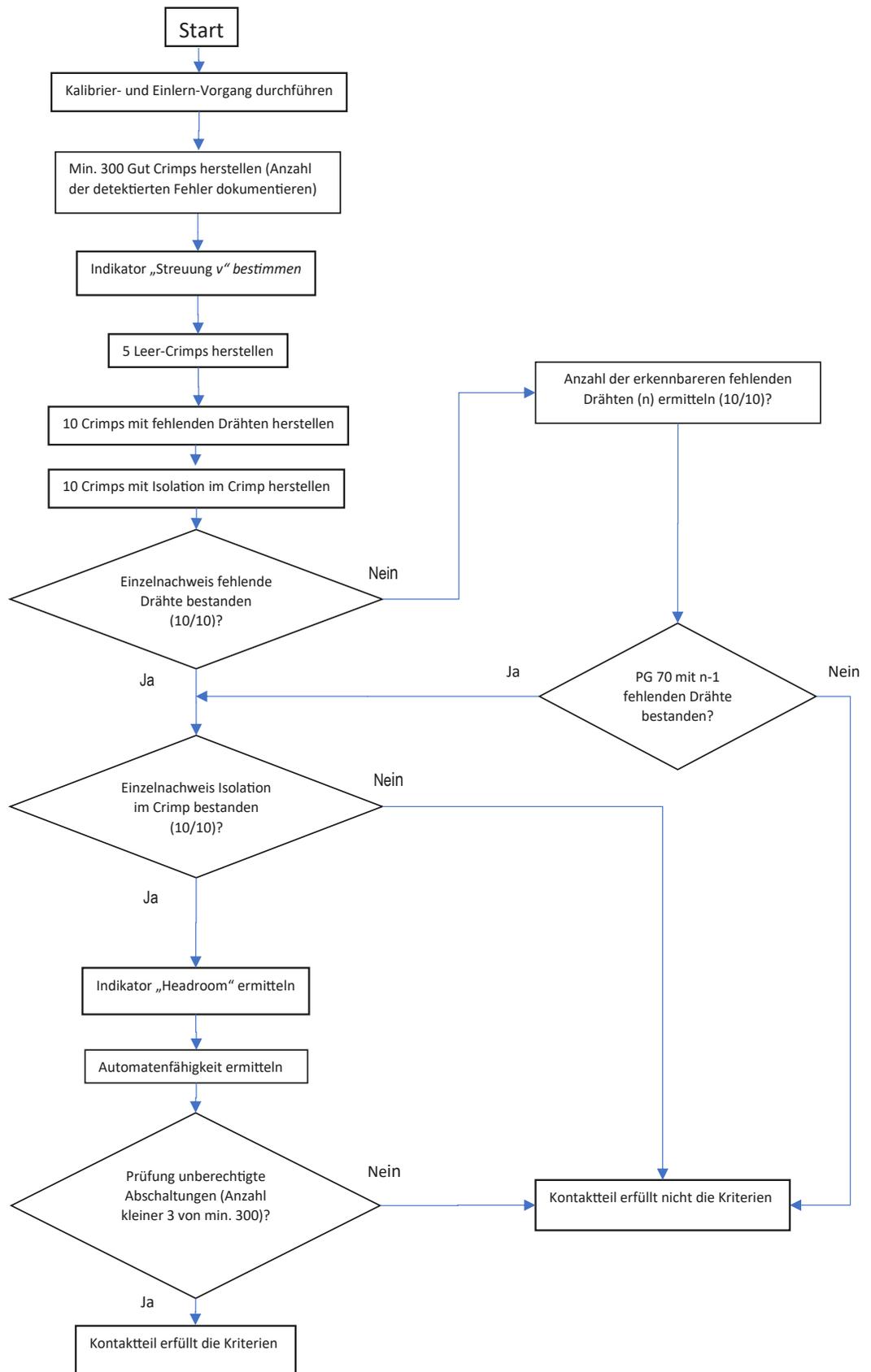


Abbildung PG 60-2 (Quelle: Schleuniger)

### Fehlererkennung:

Die Fehlererkennung teilt sich in die Bereiche fehlende Einzeldrähte und eingecrimpte Isolation auf.

### Erkennung von fehlenden Einzeldrähten:

Der Einzelnachweis für „fehlende Drähte“ muss folgendes Kriterium erfüllen.

Beim Crimpvorgang muss der Fehler, verursacht durch die geforderte Anzahl der fehlenden Einzeldrähte (allgemein in Prozent angegeben), mit Hilfe der Crimpkraftüberwachung zu 100 Prozent erkannt werden.

### Berechnungsbeispiel:

Für Leitungsaufbau: mit Anzahl der Einzeldrähte = 19 (Leitungsaufbau TYP-A, 0,75 mm<sup>2</sup>).

Forderung: Erkennung von 10 Prozent fehlender Einzeldrähte → 10 Prozent von 19 Einzeldrähten = 1,90 Einzeldrähte. Der Wert wird für die Durchführung der Prüfung ausschließlich ganzzahlig aufgerundet (hier auf 2 Einzeldrähte).

### Erkennung von 30 Prozent eingecrimpter Isolation:

Der Einzelnachweis für „Isolation im Crimp“ muss folgendes Kriterium erfüllen.

Beim Crimpvorgang muss der Fehler, verursacht durch den geforderten Prozent-Wert für eingecrimpte Isolation im Drahtcrimpbereich mit Hilfe der Crimpkraftüberwachung zu 100 Prozent erkannt werden.



Abbildung PG 60-3: Isolationsendeposition für Fehler „eingecrimpte Isolation“  
(Quelle: Kostal Kontakt Systeme)

### Legende

A: Drahtcrimplänge (entspricht 100 Prozent)

B: Isolationsende ragt zu 30 Prozent der Drahtcrimplänge (A) in den Drahtcrimp

### Automatenfähigkeit und Zuverlässigkeit der Fehlererkennung:

Die Automatenfähigkeit ist gegeben, wenn bei der Durchführung von mindestens 300 Gut-Crimpungen weniger als 3 Abschaltungen auftreten.

Die Zuverlässigkeit der Fehlererkennung wird durch mindestens 300 Gut-Crimpungen und deren Auswertung festgestellt und dokumentiert.

### Scheinefferrate:

Die von der Crimpkraftüberwachung als nicht in Ordnung bewerteten Crimpverbindungen werden untersucht. Weisen diese Prüfmuster dennoch keine Abweichung von der Produktspezifikation des Kontaktteilherstellers auf (= Gut-Crimpungen), handelt es sich um Scheinfehler. Die Scheinefferrate muss kleiner als 1 Prozent der Gut-Crimpungen betragen.

### Headroom-Ermittlung:

Der Headroom ist ein Indikator für die Überwachungsfähigkeit einer Crimpverbindung. Er dient zur Abschätzung, ob beim Crimp-Vorgang die Zustände „fehlende Drähte“ und „Isolation im Crimp“ erkannt werden können. Bei einem errechneten Headroomwert grösser 35 Prozent wird in der Regel die erwartete Überwachungsfähigkeit erreicht.

### Erweiterter Prüfumfang bei Nichterreichen des Kriteriums „Fehlende Einzeldrähte“:

Wird bei dem Einzelnachweis die geforderte Anzahl zu erkennender Einzeldrähte nicht zu 100 Prozent als Fehler erkannt, muss in weiteren Einzelnachweisprüfungen die Anzahl n der Drähte ermittelt werden, die sicher als Fehler erkannt werden (10/10).

Anschließend werden Prüflinge mit einer Anzahl von n-1 fehlenden Einzeldrähten erzeugt. Diese Prüflinge werden mit nominaler Crimphöhe angefertigt und in Anschluss einer Zusatzprüfung „PG 70“ unterzogen.

### Berechnungsbeispiel:

Leitungsaufbau: Anzahl der Einzeldrähte = 19 (Leitungsaufbau TYP -A, 0,75 mm<sup>2</sup>).

Forderung: Erkennung von 10 Prozent fehlender Einzeldrähte → 10 Prozent von 19 Einzeldrähten = 1,90 Einzeldrähte. Fehler mit n = 2 wird nicht zuverlässig erkannt. → n auf 3 Einzeldrähte erhöhen und Einzelnachweis erneut durchführen. Fehler werden mit n = 3 zuverlässig erkannt (10/10). → Erzeugung der Prüflinge für PG 70 mit n-1 = 2 fehlenden Einzeldrähten.

### Glossar und Formelwerk:

#### Headroom:

Der Headroom ist der Abstand des gemittelten Spitzenwertes des Gut-Crimp und des gemittelten Spitzenwertes des Leer-Crimp als prozentuale Angabe.

Die Angabe des Headroom dient zur Abschätzung, ob beim Crimp-Vorgang die Zustände „fehlende Drähte“ und „Isolation im Crimp“ erkannt werden.

$$\text{Headroom} = \left(1 - \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}}\right) \cdot 100\%$$

mit:

$\bar{x}_1$  = arithmetischer Mittelwert der Spitzenwerte der Leer-Crimpungen

$\bar{x}$  = arithmetischer Mittelwert der Spitzenwerte der Gut-Crimpungen

### Relative Streuung:

Die relative Streuung ist ein Indikator für die Prozessstabilität. Bei einer errechneten relativen Streuung kleiner oder gleich 1,2 Prozent wird in der Regel die erwartete Überwachungsfähigkeit erreicht. Sie errechnet sich aus der Standardabweichung der Messwerte relativ zum gemittelten Spitzenwert der Gut-Crimps.

$$\text{Standardabweichung: } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n - 1)}}$$

(entspricht der Funktion „STABW.S“ in MS Excel)

$$\text{Relative Streuung in Prozent: } v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

mit:

x = jeweilige Einzelwerte (Gut-Crimpungen)

$\bar{x}$  = arithmetischer Mittelwert der Spitzenwerte der Gut-Crimpungen

$\sigma$  = Standardabweichung

n = Anzahl der Messwerte

v = relative Streuung

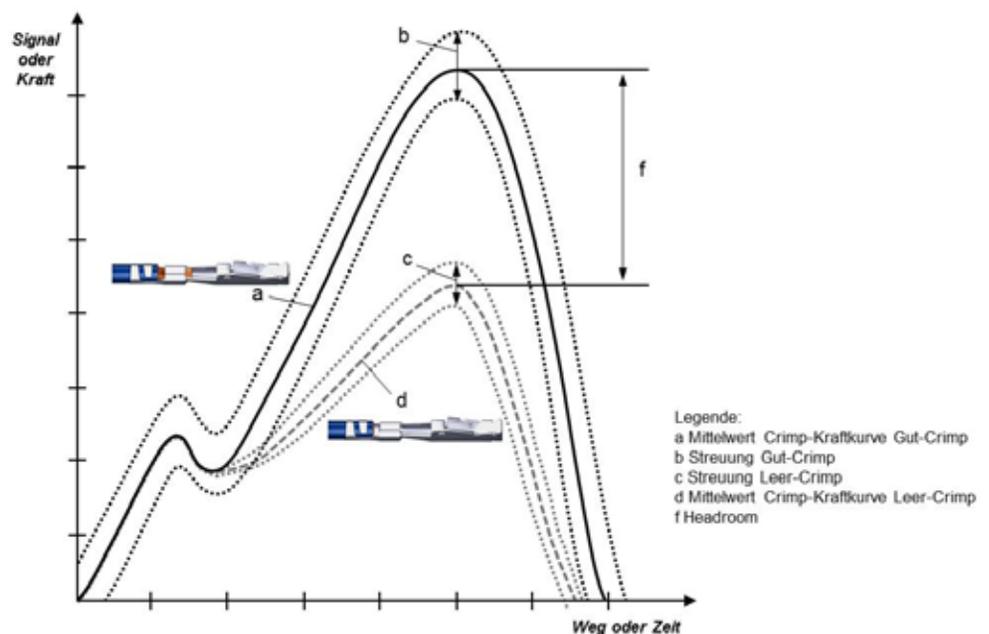


Abbildung PG 60-4: Crimp-Kraftverlauf von Gut- und Leer-Crimps sowie Definition „Headroom“

(Quelle: Schleuniger)

# 39 PG 70 Crimpvalidierung – Slow – Motion – Prüfung

## Zweck:

Die hier beschriebene Prüfung dient als standardisiertes Verfahren zur Validierung einer Crimpverbindung (= Verbindung von einem Kontaktteil zu einer elektrischen Leitung):

Die Prüfung gilt vorrangig für die Verbindung eines Kontaktteils mit offenen Crimphülsen in Form eines F-Crimp (= B-Crimp) und einer einadrigen Kupfer-Litzenleitung (z. B. gemäß ISO 6722) mit Nenngröße des Leitungsquerschnitts von 0,13 mm<sup>2</sup> bis 50 mm<sup>2</sup>. Größere Querschnitte sind separat bezüglich Testaufbau und -durchführung abzustimmen.

## Prüfgegenstand:

### Losgrößen 10 Stück + 1 Referenzteil:

- Alle in der Verarbeitungsspezifikation des Kontaktteils genannten Leitungsquerschnitte.
- Prüfmuster werden mit minimaler Verpressung hergestellt (das Prüfziel kann auch mit Prüfmustern mit von den Vorgaben abweichenden größeren Crimphöhen nachgewiesen werden).

Es sind folgende Übertragungen von Prüfergebnissen auf andere Kontakt Sachnummern zulässig:

### Voraussetzung:

Die betreffenden Crimphülsen sind im Drahtcrimp gemäß Zeichnungsvorgaben bezüglich Geometrie (insbesondere Materialdicke und Drahtcrimplänge) und Basismaterial gleich und es werden die gleichen Crimpverarbeitungsabmessungen und Leitungsquerschnitte verwendet.

- **Zulässige Übertragbarkeiten:** (jeweils nur in genannter Richtung)
  - Von Crimphülse mit galvanischer Beschichtung (Sn / Ag) mit Ni-Unterschicht auf andere Beschichtungen (insbesondere feuerverzint und galvanisch (Sn / Ag) ohne Ni-Unterschicht).
  - Von Crimphülse ohne Isolationsfassung auf Crimphülse mit Fassung für Einzelleiterdichtung auf Crimphülse mit Isolationsfassung.
  - Unterschied der Nenn-Festigkeit des Basismaterials der Crimphülse beträgt nicht mehr als 15 Prozent.

## Ausrichtung der Prüflinge:

Die Richtung der Leitungsbewegung ist parallel zur größten Ausdehnung der Crimpverbindung zu legen (bezogen auf einen Schnitt quer zur Leitungsachse). Für F- bzw. B-Crimp gemäß Abbildung PG 70-1 somit in Richtung der Crimpbreite.

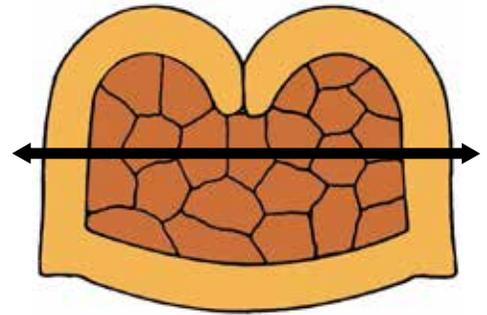


Abbildung PG 70-1: Richtung der Leitungsbewegung (Quelle: TE Connectivity Germany)

## Fixierung der Prüflinge:

Die zu prüfenden Kontaktteile sind in einem zugehörigen Gehäuse bestückt und können sich im Rahmen des Kammerspiels bewegen. Kontakte mit Dichtungselement (z. B. Einzelleitungsabdichtung) werden mit zugehöriger Dichtung und dazu zugehörigem Gehäuse verbaut und getestet.

Das Gehäuse ist fest eingespannt, unter Beachtung der Ausrichtung der Prüflinge.

Alternativ statt Gehäusen können Kontakt-Halte-Kämme verwendet werden, welche die Kammerkontur nachbilden.

## Prüfablauf:

### Die Belastungen im Prüfablauf umfassen:

- Voralterung der Prüflinge mittels Temperaturschock (siehe Kapitel 39.1).
- Anschließend Bewegungsphase mit überlagertem Temperaturwechsel (siehe Kapitel 39.2).

Widerstandsmessungen erfolgen über die angebrachten Messleitungen.

### 39.1 Voralterung mittels Temperaturschock

Die Voralterung erfolgt an den fertig aufgebauten Prüflingen (d. h. Kontakte im Gehäuse bestückt, alle Messleitungen angebracht, Bewegungsschlitten ist eingefädelt etc.).

Die Widerstandswerte werden durchgängig erfasst inklusive der Widerstandsmessung 30 Minuten bei Raumtemperatur (RT) vor und nach den Temperaturschocks.

**Parameter:**

Obere Temperatur:  $T_o = 125\text{ °C}$

Untere Temperatur:  $T_u = -40\text{ °C}$

Umlagerungszeit: < 10 Sekunden

Haltezeit:  $t_o = t_u = \frac{1}{2}\text{ h}$

Anzahl Zyklen: 100

Gesamtdauer: 100 Stunden

Abschluss letzter Zyklus Schranktemperatur auf RT bringen und für 30 Minuten halten.

Zwischen Ende „Voralterung“ und Beginn „Bewegungsphase“ sollten maximal 72 Stunden liegen.

### 39.2 Bewegungsphase mit überlagertem Temperaturwechsel

Die Bewegungsphase erfolgt an dem wie bereits in der Voralterung verwendetem Aufbau, ggf. mit ergänztem Bewegungsapparat, in einem Temperaturschrank.

Die Widerstandswerte (Abtastrate 0,1 bis 1 Hz) werden durchgängig erfasst inklusive der Widerstandsmessung 30 Minuten bei RT vor und nach der Bewegungsphase.

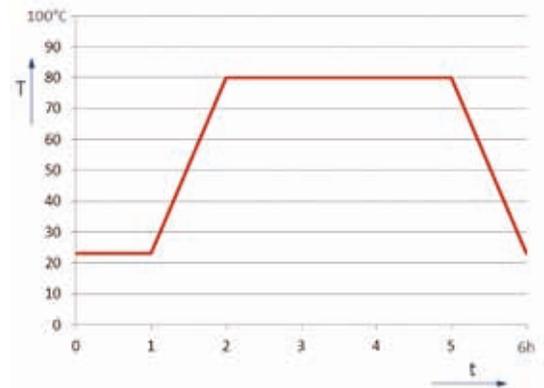


Abbildung PG 70-3: Ein Temperaturwechsel (TW) (Quelle: TE Connectivity Germany)

Der Temperaturwechsel (TW) gemäß Abbildung PG 70-3 ist in der Bewegungsphase überlagert.

**Parameter:**

Bewegungsamplitude (effektiv):  $w = \pm(25 \pm 2)\text{ mm}$

Bewegungsverlauf: sinusartig

Dauer: 1 Sekunde / alle 15 Minuten

Bewegungspause: in Mittelstellung der Leitung

Anzahl Bewegungszyklen:  $n = 720$  / Gesamtdauer: 180 Stunden

Temperaturwechsel (TW):

$T_u = RT / t_u = 1\text{ Stunde}$

$T_o = 80\text{ °C} / t_o = 3,5\text{ Stunde}$

Gradient 1,33 K/min (→ 45 Minuten Wechselzeit) →

1 TW dauert 6 Stunden

Anzahl TW-Zyklen: 30 / Gesamtdauer: 180 Stunden

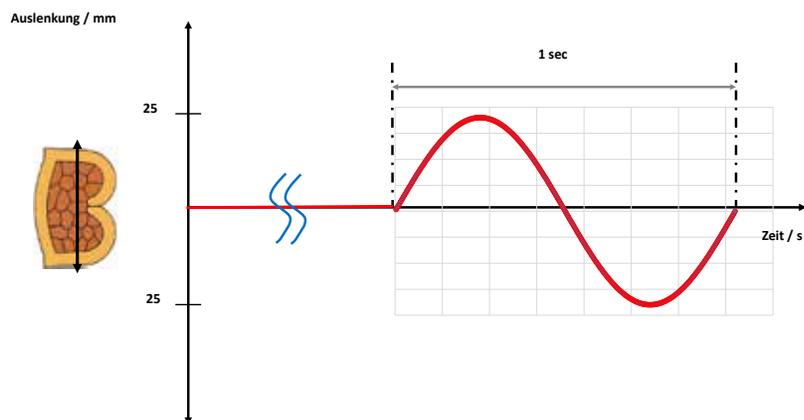


Abbildung PG 70-2: Ein Bewegungszyklus (Quelle: TE Connectivity Germany)

**Vergleich, Bewertung und Akzeptanzgrenzwerte:**

Die Vergleichs- und Bewertungsgrößen sind zu ermitteln aus den gemessenen Widerstandswerten der Prüflinge. Dafür sind ausschließlich die Widerstandsmessungen bei RT in den Ruhephasen zwischen den Bewegungen heranzuziehen. Für die Bewertung ist der arithmetische Mittelwert der Messwerte bei der Referenztemperatur (23 °C ± 1 °C) heranzuziehen.

Alle 10 Prüflinge müssen die Bewertungs-Kriterien erfüllen, um die Prüfung für eine Crimp-Kombination zu bestehen.

**39.3 Definition der Vergleichs- und Bewertungsgrößen**

Die Vergleichs- und Bewertungsgrößen sind als Unterschied zwischen definierten Widerstandswerten zu errechnen. Die für die jeweilige Vergleichs- bzw. Bewertungsgröße zu verwendenden definierten Werte sind in Tabelle PG 70-1 genannt. Die Ermittlung der definierten Werte ist nachfolgend beschrieben.

Die Bewertung auf Bestehen der Prüfung erfolgt anhand der Bewertungsgrößen und deren Grenzwerte. Die Vergleichsgrößen dienen nur zum Vergleich zu Prüfungen anderer Crimp-Kombinationen und nicht zur Bewertung.

Es gibt 5 zu betrachtenden Größen (jeweils bezogen auf Widerstandsmessung bei RT):

ΔR1	Vergleichsgröße (ohne Bewertung)	Unterschied der Anfangswerte des Widerstands	über alle 10 Prüflinge	im Neuzustand
ΔR2	Bewertungsgröße	Widerstandsänderung Endwert – Anfangswert	je Prüfling	über den gesamten Testverlauf
ΔR2v	Vergleichsgröße (ohne Bewertung)	Widerstandsänderung nach Voralterung – Anfangswert	je Prüfling	über die Voralterung
ΔR3	Bewertungsgröße	Widerstandsänderung Höchstwert – Anfangswert	je Prüfling	über den gesamten Testverlauf
ΔR4	Bewertungsgröße (fallspezifisch)	Widerstandsänderung Höchstwert – niedrigster Wert	je Prüfling	über 2. Hälfte der Bewegungsphase

Tabelle PG 70-1: Vergleichs- und Bewertungsgrößen (Quelle: ZVEI)

ung vor der Voralterung).

- ΔR2 wird je Prüfling ermittelt. Es ist die Differenz dessen Widerstandswertes zwischen Ende der Bewegungsphase (Testende) und vor der Voralterung (Neuzustand), jeweils bei RT.
- ΔR2v wird je Prüfling ermittelt. Es ist die Differenz dessen Widerstandswertes zwischen Ende der Voralterung und vor der Voralterung (Neuzustand), jeweils bei RT.
- ΔR3 wird je Prüfling ermittelt. Es ist die Differenz dessen höchsten gemessenen Widerstands während der Bewegungsphase und dessen Widerstandswertes vor der Voralterung (Neuzustand), jeweils bei RT.
- ΔR4 wird fallspezifisch je Prüfling ermittelt. Es ist die Differenz dessen höchsten Widerstands zu dessen geringsten Widerstands in der 2. Hälfte der Bewegungsphase.

In Abbildungen PG 70-4 bis PG 70-6 sind schematisch die Bewertungskriterien dargestellt (vereinfacht auf je nur 4 Temperatur-Zyklen und (in Abbildung PG 70-4) 4 Prüflinge).

**Definition von Anfangswert, Endwert, nach Voralterung, Höchstwert und niedrigster Wert:**

- ΔR1 wird über alle Prüflinge ermittelt. Es ist der maximale Unterschied der Anfangswerte des Widerstands der Prüflinge im Neuzustand (größter Wert abzüglich kleinster Wert über alle Prüflinge aus der 30 Minuten Widerstandsmess-

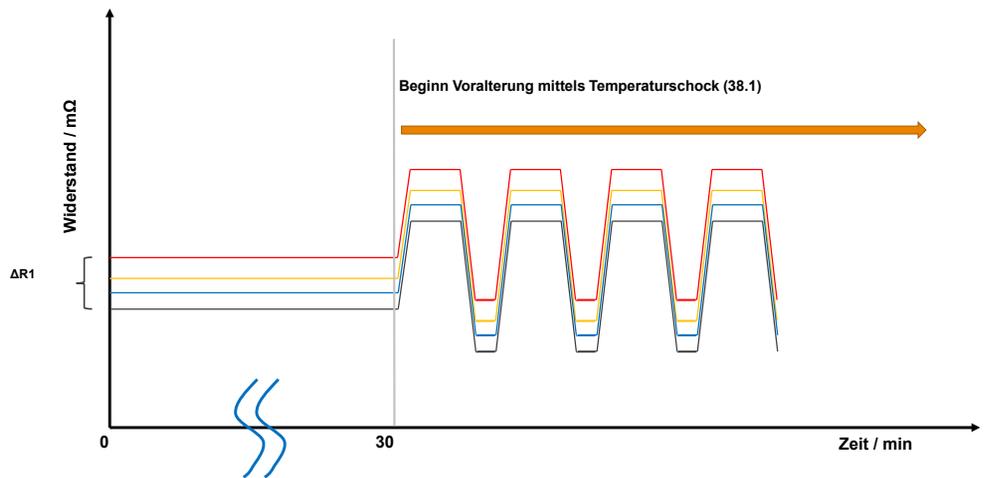


Abbildung PG 70-4:  $\Delta R1$  (schematisch)  
 (Quelle: TE Connectivity Germany)

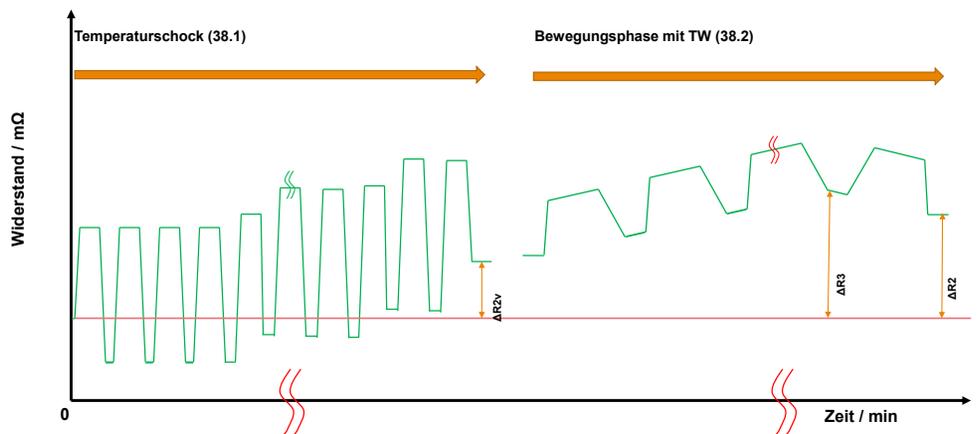


Abbildung PG 70-5:  $\Delta R2$ ,  $\Delta R2v$  und  $\Delta R3$  (schematisch) – Höchstwert in Mitte der Bewegungsphase  
 (Quelle: TE Connectivity Germany)

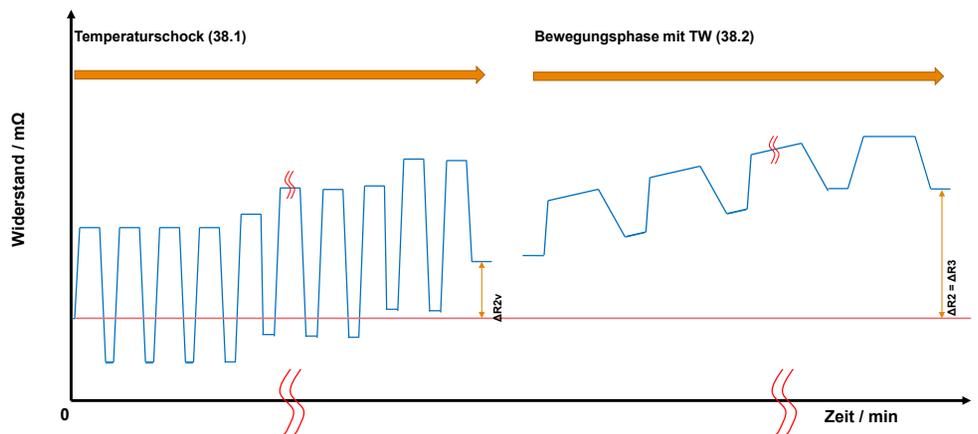


Abbildung PG 70-6:  $\Delta R2$ ,  $\Delta R2v$  und  $\Delta R3$  (schematisch) – Höchstwert am Ende der Bewegungsphase  
 (Quelle: TE Connectivity Germany)

### 39.4 Auswertung des Widerstands-Verlaufs (Stabilitätskriterium)

Für den Verlauf des Widerstandswerts während der Bewegungsphase ist zu unterscheiden zwischen zum Ende steigendem Verhalten oder zum Ende stabilen Verhalten.

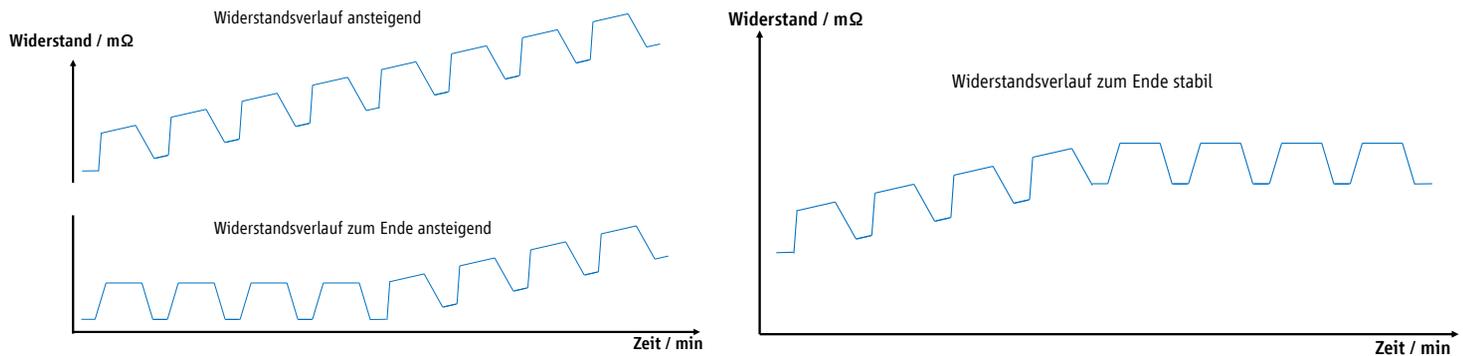


Abbildung PG 70-7: Beispiele: zum Ende steigend / zum Ende stabil (Quelle: TE Connectivity Germany)

Um die Stabilität des Widerstandsverlaufs in die Akzeptanzbewertung einzubeziehen wird das Stabilitätskriterium  $\Delta R4$  vorgesehen und angewendet, wenn  $\Delta R2$  oder  $\Delta R3$  jeweils das Doppelte ihres Grenzwertes nicht übersteigen.

#### Bewegungsphase mit überlagertem Temperaturwechsel (38.2)

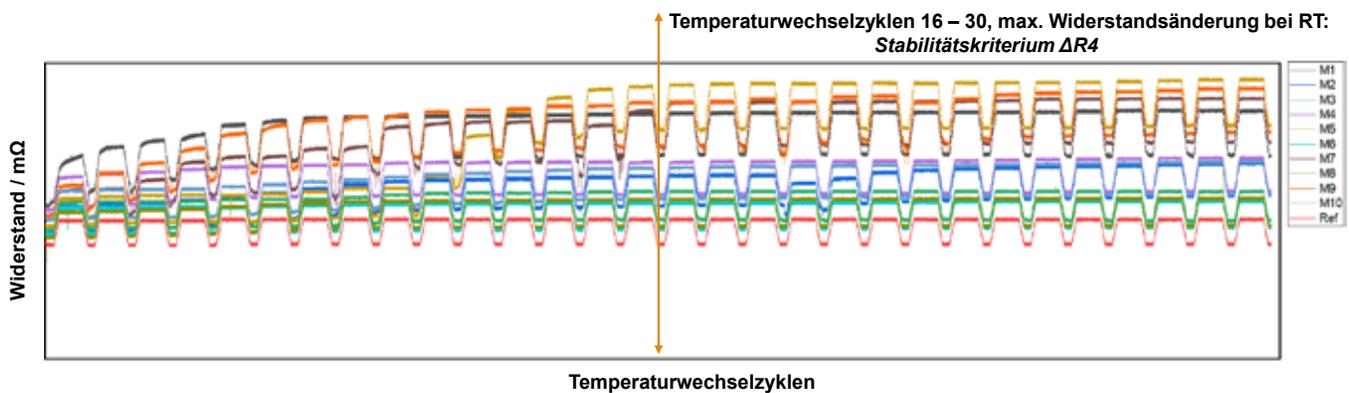


Abbildung PG 70-8: Stabilitätskriterium  $\Delta R4$  (Quelle: TE Connectivity Germany)

Die Ermittlung  $\Delta R4$  erfolgt aus den Widerstandsmessungen bei Raumtemperatur, beginnend bei dem 16. Temperaturzyklus, welcher in der Bewegungsphase überlagert ist, bis zum Ende des 30. Temperaturzykluses und darf zu keinem Zeitpunkt 50 Prozent der Grenzwerte für  $\Delta R2$  oder  $\Delta R3$  übersteigen.

### 39.5 Vergleichswerte & Grenzwerte

Leitungsnenn- querschnitt / mm <sup>2</sup>	Rcrimp – nur Info / mΩ	Grenzwert für ΔR2 & ΔR3 Vergleichswert für ΔR2v / mΩ	Mess-Strom / A
0,13 – 0,17	6,2	4,6	0,1
0,22 – 0,35	3,4	2,9	0,1
0,5	2,3	1,9	0,1
0,75	1,7	1,4	0,1
1	1,3	1,2	1
1,5	0,9	0,9	1
2,5	0,61	0,59	1
4	0,41	0,42	1
6	0,29	0,31	5
10	0,19	0,21	5
16	0,12	0,14	5
25	0,084	0,10	5
35	0,063	0,076	10
50	0,047	0,057	10
70*	0,035	0,043	10
95* und größer*	0,027	0,032	20

\* mit dem Auftraggeber gesondert abzu prüfen

Tabelle PG 70-2: Vergleichswerte und Grenzwerte für ΔR(i) und Mess-Ströme (Quelle: ZVEI)

Unter Einbeziehung des Stabilitätskriterium ΔR4 ergeben sich für die Bewertung einer Slow Motion Bending Prüfung folgende mögliche Fälle:

ΔR2 und ΔR3	ΔR4	Prüfung Ergebnis
≤ Grenzwert	-	bestanden
> Grenzwert	≤ 1/2 ΔR3 Grenzwert	bestanden
≤ 2x Grenzwert	> 1/2 ΔR3 Grenzwert	nicht bestanden
> 2x Grenzwert	-	nicht bestanden

Tabelle PG 70-3: Bewertung mit Einbeziehung Stabilitätskriterium ΔR4 (Quelle: ZVEI)

# Anlage A: Widerstandsgrenzwerte

- Die angegebenen Widerstände sind gültig bei einer Leitfähigkeit des Kontaktwerkstoffes > 20 Prozent IACS. Bei kleineren Leitfähigkeiten ist ein Korrekturfaktor nach DIN EN 60352-2 anzuwenden.
- Leitungen nach TLF 0112 (Leitungsprüfvorschrift, Niederspannungsleitungen).
- Gilt für alle Oberflächen (z. B. Au, Ag, Sn).
- Messung der Widerstände nach DIN EN 60512-2-1.
- Die Werte beinhalten: Kontaktdurchgangswiderstand plus 2 mal Crimpdurchgangswiderstand, gemessen nach DIN EN 60512-2-1.

Für Aggregatanschlüsse sind die gleichen Grenzwerte anzuwenden.

Maximale Grenzwerte des Durchgangswiderstands in mΩ bei Raumtemperatur.

Leitungsquerschnitt / mm <sup>2</sup> \ Kontaktgröße / mm	≤ 0,13	0,22	0,35	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4	6	10	16	> 16
≤ 0,63	30	30	15	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2	20	20	15	15	15	15	10	-	-	-	-	-	-
1,5	-	15	15	15	15	15	10	10	-	-	-	-	-
2,8	-	15	15	15	15	15	10	10	5	-	-	-	-
4,8 – 6,3	-	10	10	8	8	8	5	5	3	3	2	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	2	2	-
≥ 9,5	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	2	1	1

Tabelle Anlage A-1: Widerstandsgrenzwerte (Quelle: ZVEI)

Bei nicht aufgeführten Leitungsquerschnitten sind die Grenzwerte des nächstkleineren aufgeführten Querschnitts anzuwenden.

# Anlage B: Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AES	Atomemissionsspektrometrie
AgI	versilberte Oberfläche mit Anlaufschutz (für Grenztemperatur < 150 °C 0,1 – 0,5 µm Ag)
AgII	versilberte Oberfläche mit Anlaufschutz (für Grenztemperatur ≥ 150 °C 3 – 6 µm Ag über 1 – 3 µm Ni)
AK POK	Arbeitskreis Prozessoptimierung Kabelbaum
CT	Computertomografie
EDX	Energiedispersive Röntgenspektroskopie
ELA	Einzelleiterabdichtung
F	Kraft
F <sub>Block</sub>	CPA Blockierkraft
FIB	Focussed Ion Beam
F <sub>(max 0,2)</sub>	Ermittelte maximale Kraft auf einem Weg von 0,2mm
F <sub>(min)</sub>	Minimale geforderte Haltekraft
F <sub>O</sub>	Öffnungskraft
F <sub>prim</sub>	Primärverriegelungshaltekraft
F <sub>S</sub>	Schließkraft
F <sub>sek</sub>	Sekundärverriegelungshaltekraft
F <sub>Steck</sub>	Steckkraft
F <sub>(V)</sub>	Anfangskraft (Vorkraft)
I	Elektrischer Strom
I <sub>Prüf</sub>	Prüfstrom
I <sub>Prüf PG 15</sub>	anzuwendender Prüfstrom während der PG 15
L <sub>Apeak</sub>	Spitzenpegel des Schallpegels mit Frequenzbewertung A
n	Anzahl der Messwerte
p <sub>0</sub>	Maximal auftretender Innendruck
p <sub>max</sub>	Maximaler Druck
REM	Rasterelektronenmikroskop
RFA / XRF	Röntgenfluoreszenzanalyse
R <sub>isol</sub>	Isolationswiderstand
RT	Raumtemperatur
ΔR1	Unterschied der Anfangswerte des Widerstands
ΔR2	Widerstandsänderung Endwert – Anfangswert
ΔR2v	Widerstandsänderung nach Voralterung – Anfangswert
ΔR3	Widerstandsänderung Höchstwert – Anfangswert
ΔR4	Widerstandsänderung Höchstwert – niedrigster Wert
σ	Standardabweichung
s	Weg
S <sub>(0 mm)</sub>	Nullpunkt Weg
SnI	galvanische Verzinnung mit Nickelunterschicht
SnII	Feuerverzinnung
SoR	Sine on Random
T <sub>Grenz</sub>	Grenztemperatur
T <sub>Grenz Steckverbinder</sub>	Grenztemperatur des Steckverbinders
T <sub>max</sub>	Maximale Temperatur gemäß Temperaturklasse
T <sub>O</sub>	Obere Prüftemperatur

$T_{OF}$	obere Zyklustemperatur Feuchte
$t_o$	Obere Haltezeit
TOF-SIMS	Sekundärionen-Massenspektrometrie
$T_U$	Untere Temperatur
$T_{UF}$	untere Zyklustemperatur Feuchte
$T_{Umg}$	Umgebungstemperatur
$t_U$	Untere Haltezeit
$\Delta T$	Temperaturdifferenz
U	Spannung
$v$	relative Streuung
$v$	Geschwindigkeit
w	Bewegungsamplitude
x	jeweilige Einzelwerte (Gut-Crimpungen)
$\bar{x}$	arithmetischer Mittelwert der Spitzenwerte der Gut-Crimpungen
XPS	Röntgenphotoelektronenspektroskopie

# Anlage C: Normensverzeichnis / Mitgeltende Unterlagen

Norm	Ausgabe	Titel	Alternativ/Äquivalent	Ausgabe
<b>DIN EN 60068-2-1</b>	2008/01	Umgebungseinflüsse Teil 2-1: Prüfverfahren Prüfung A: Kälte	EN 60068-2-1 IEC 60068-2-1 VDE 0468-2-1	2007 2007/03 2008/01
<b>DIN EN 60068-2-2</b>	2008/05	Umgebungseinflüsse Teil 2-2: Prüfverfahren Prüfung B: Trockene Wärme	EN 60068-2-2 IEC 60068-2-2 VDE 0468-2-2	2007 2007/07 2008/05
<b>DIN EN 60068-2-6</b>	2008/10	Umgebungseinflüsse Teil 2-6: Prüfverfahren Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig)	EN 60068-2-6 IEC 60068-2-6 VDE 0468-2-6	2008 2007/12 2008/10
<b>DIN EN 60068-2-13</b>	2000/02	Umweltprüfungen Teil 2: Prüfungen Prüfung M: Niedriger Luftdruck	EN 60068-2-13 IEC 60068-2-13	1999 1983/01
<b>DIN EN 60068-2-14</b>	2010/04	Umgebungseinflüsse Teil 2-14: Prüfverfahren Prüfung N: Temperaturwechsel	EN 60068-2-14 IEC 60068-2-14 VDE 0468-2-14	2009 2009/01 2010/04
<b>DIN EN 60068-2-27</b>	2010/02	Umgebungseinflüsse Teil 2-27: Prüfverfahren Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken	EN 60068-2-27 IEC 60068-2-27 VDE 0468-2-27	2009 2008/02 2010/02
<b>DIN EN 60068-2-30</b>	2006/06	Umgebungseinflüsse Teil 2-30: Prüfverfahren Prüfung Db: Feuchte Wärme, Zyklisch (12 + 12 Stunden)	EN 60068-2-30 IEC 60068-2-30	2005 2005/08
<b>DIN EN 60068-2-31</b>	2009/04	Umgebungseinflüsse Teil 2-31: Prüfverfahren Prüfung Ec: Schocks durch raue Handhabung, vornehmlich für Geräte	EN 60068-2-31 IEC 60068-2-31 VDE 0468-2-31	2008
<b>DIN EN 60068-2-52</b>	1996/10	Umweltprüfungen Teil 2: Prüfverfahren Prüfung Kb: Salznebel, Zyklisch (Natriumchloridlösung)	IEC 60068-2-52	2017/11
<b>DIN EN 60068-2-64</b>	2009/04	Umgebungseinflüsse Teil 2-64: Prüfverfahren Prüfung Fh: Schwingen, Breitbandrauschen (digital geregelt und Leitfaden)	EN 60068-2-64 IEC 60068-2-64 VDE 0468-2-64	2019 2008/04 2009/04
<b>DIN EN 60068-2-78</b>	2002/09	Umgebungseinflüsse Teil 2-78: Prüfverfahren Prüfung Cab: Feuchte Wärme, Konstant (IEC 60068-2-78:2012)	EN 60068-2-78 IEC 60068-2-78 VDE 0468-2-78	2013 2012/10 2013/01

<b>DIN EN 60512-1-1</b>	2003/01	Steckverbinder für elektronische Einrichtungen, Mess- und Prüfverfahren Teil 1-1: Allgemeine Untersuchungen Prüfung 1a: Sichtprüfung	EN 60512-1-1 IEC 60512-1-1	2002 2002/02
<b>DIN EN 60512-1-2</b>	2003	Steckverbinder für elektronische Einrichtungen, Mess- und Prüfverfahren Teil 1-2: Allgemeine Untersuchungen Prüfung 1b: Maß- und Gewichtsprüfung	EN 60512-1-2 IEC 60512-1-2	2002 2002/02
<b>DIN EN 60512-2-1</b>	2003/01	Steckverbinder für elektronische Einrichtungen, Mess- und Prüfverfahren Teil 2-1: Prüfungen des elektrischen Durchgangs und Durchgangswiderstandes Prüfung 2A: Durchgangswiderstand, Millivoltmethode	EN 60512-2-1 IEC 60512-2-1	2002 2002/02

<b>DIN EN 60512-2-2</b>	2004/01	Steckverbinder für elektronische Einrichtungen, Mess- und Prüfverfahren Teil 2-2: Prüfungen des elektrischen Durchgangs und Durchgangswiderstands Prüfung 2b: Durchgangswiderstand mit vorgeschriebenem Strom	EN 60512-2-2 IEC 60512-2-2	2003 2003/05
<b>DIN EN 60512-3-1</b>	2003/01	Steckverbinder für elektronische Einrichtungen, Mess- und Prüfverfahren Teil 3-1: Prüfungen der Isolation Prüfung 3a: Isolationswiderstand	EN 60512-3-1 IEC 60512-3-1	2002 2002/02
<b>DIN EN 60512-5-1</b>	2003/01	Steckverbinder für elektronische Einrichtungen, Mess- und Prüfverfahren Teil 5-1: Prüfungen der Strombelastbarkeit Prüfung 5a: Temperaturerhöhung	EN 60512-5-1 IEC 60512-5-1	2002 2002/02
<b>DIN EN 60512-5-2</b>	2003/01	Steckverbinder für elektronische Einrichtungen, Mess- und Prüfverfahren Teil 5-2: Prüfungen der Strombelastbarkeit Prüfung 5b: Strombelastbarkeit (Derating-Kurve)	EN 60512-5-2 IEC 60512-5-2	2002
<b>DIN EN 60512-11-7</b>	2004/06	Steckverbinder für elektronische Einrichtungen, Mess- und Prüfverfahren Teil 11-7: Klimatische Prüfungen Prüfung 11g: Korrosionsprüfung mit strömendem Mischgas	EN 60512-11-7 IEC 60512-11-7	2003 2003/05
<b>DIN EN 60512-13-5</b>	2006/11 2008/11 Cor	Steckverbinder für elektronische Einrichtungen, Mess- und Prüfverfahren Teil 13-5: Prüfungen der mechanischen Bedienbarkeit Prüfung 13e: Polarisation und Kodierung	EN 60512-13-5 IEC 60512-13-5	
<b>DIN EN 60512-14-5</b>	2006/11	Steckverbinder für elektronische Einrichtungen, Mess- und Prüfverfahren Teil 14-5: Prüfungen der Dichtheit Prüfung 14e: Tauchen bei Unterdruck	EN 60512-14-5 IEC 60512-14-5	2006 2006/03
<b>DIN EN 60512-15-6</b>	2009-03	Steckverbinder für elektronische Einrichtungen, Mess- und Prüfverfahren Teil 15-6: Mechanische Prüfungen an Steckverbindern Prüfung 15f: Wirksamkeit von Steckverbinderverriegelungen	EN 60512-15-6 IEC 60512-15-6	2008 2008/05

<b>ISO 20653</b>	2013/02	Strassenfahrzeuge Schutzarten (IP-Code) Schutz gegen Fremde Objekte, Wasser und Kontakt Elektrische Ausrüstungen		
------------------	---------	---	--	--

<b>TLF 0112-1</b>	2019/01	Elektrische Leitungen für Kraftfahrzeuge Teil 1: Kupferleitung, einadrig, ungeschirmt, ZVEI.		
-------------------	---------	---	--	--

<b>TLF 0112-4</b>		Elektrische Leitungen für Kraftfahrzeuge Leitungen aus Kupferlegierung, einadrig, ungeschirmt, ZVEI.		
-------------------	--	---	--	--

<b>Formblatt: AK POK</b>		Arbeitskreis POK Dokumentation Überwachungsfähigkeit Kontaktteil, Verarbeitungsfreigabe und Automatenfähigkeit (Red. Formblatt ist bekannt als „Verarbeitungsfreigabe und Automatenfähigkeit des Arbeitskreis POK“)		
--------------------------	--	---	--	--

# Notizen

# Notizen

# Notizen



ZVEI-Zentralverband Elektrotechnik  
und Elektronikindustrie e.V.  
Lyoner Straße 9  
60528 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69 6302-0  
Fax: +49 69 6302-317  
E-Mail: [zvei@zvei.org](mailto:zvei@zvei.org)  
[www.zvei.org](http://www.zvei.org)