

**Lötfreie elektrische Verbindungen**

Klammerverbindungen  
Begriffe, Anforderungen, Prüfungen

**DIN**  
**41 611**  
Teil 4

Solderless electrical connections; clip connections; terms, requirements, tests

Für den Anwendungsbereich dieser Norm bestehen keine entsprechenden regionalen oder internationalen Normen.

Diese Norm berührt Schutzrechte; Auskunft erteilt die Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE), Geschäftsstelle Frankfurt, Stresemannallee 15, 6000 Frankfurt am Main 70.

Diese Norm gehört zur Reihe nachstehend aufgeführter Normen über lötfreie elektrische Verbindungen:

- DIN 41 611 Teil 1    Lötfreie elektrische Verbindungen; Begriffe, klimatische Prüfklassen; Allgemeine Meß- und Prüfverfahren
- DIN 41 611 Teil 2    Lötfreie elektrische Verbindungen; Wickelverbindungen; Begriffe, Anforderungen, Prüfverfahren
- DIN 41 611 Teil 3    Lötfreie elektrische Verbindungen; Crimpverbindungen
- DIN 41 611 Teil 5    Lötfreie elektrische Verbindungen; Einpreßverbindungen; Begriffe, Anforderungen, Prüfungen
- DIN 41 611 Teil 6    Lötfreie elektrische Verbindungen; Schneidklemmverbindungen; Begriffe, Kennwerte, Anforderungen, Prüfungen
- DIN 41 611 Teil 7<sup>1)</sup>    Lötfreie elektrische Verbindungen; Federklemmverbindungen; Begriffe, Anforderungen, Prüfungen
- DIN 41 611 Teil 9<sup>1)</sup>    Lötfreie elektrische Verbindungen; Abisolierfreie Wickelverbindungen; Begriffe, Kennwerte, Anforderungen, Prüfungen

Maße in mm

**Inhalt**

	Seite		Seite
<b>1 Anwendungsbereich</b>	2	6.3 Klammer	7
<b>2 Zweck</b>	2	6.4 Klammerverbindung	8
<b>3 Begriffe</b>	2	<b>7 Meß- und Prüfverfahren</b>	8
3.1 Verbindungswerkzeug	2	7.1 Vor- und Nachbehandlung	8
3.2 Lösewerkzeug	2	7.2 Mechanische Prüfung	8
<b>4 Bezeichnung</b>	2	7.3 Elektrische Prüfung	9
<b>5 Kennwerte</b>	2	7.4 Klimatische Prüfung	9
5.1 Klimatische Kennwerte	2	7.5 Gasdichtheit	10
5.2 Elektrischer Kennwert (Strombelastbarkeit)	3	7.6 Prüfung auf Verschiebbarkeit	10
5.3 Mechanischer Kennwert	3	<b>8 Prüfprogramm</b>	10
<b>6 Anforderungen für das Kurz-Prüfprogramm</b>	3	8.1 Allgemeines	10
6.1 Stift	3	8.2 Prüfprogramm für Einzelteile	10
6.2 Leiter	7	8.3 Kurz-Prüfprogramm	11
		8.4 Lang-Prüfprogramm	11
		<b>Anhang A</b>	13

<sup>1)</sup> Z. Z. Entwurf

Fortsetzung Seite 2 bis 14

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für lötfreie elektrische Klammerverbindungen mit elektrischen Leitern. Eingeschlossen sind Empfehlungen für Werkstoffe zur Ergänzung der Prüfungen.

2 Zweck

Zweck dieser Norm ist es, Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren für die Beurteilung von fertigen Klammerverbindungen und deren Einzelteile festzulegen. Darüber hinaus soll sichergestellt werden, daß bei Verwendung von Klammern und zugehörigen Werkzeugen verschiedener Hersteller vergleichbare Prüfergebnisse erzielt werden. Um Einschränkungen bei der Herstellung zu vermeiden, wurde darauf verzichtet, Angaben zum Fertigungsverfahren und über zu verwendende Werkzeuge zu machen.

3 Begriffe

Die Begriffe in dieser Norm werden im gleichen Sinne verwendet wie in DIN IEC 50 Teil 581.

Anmerkung: In dieser Norm wird die Benennung Klammerstift mit „Stift“ abgekürzt.

3.1 Verbindungswerkzeug für Klammerverbindungen

Ein Verbindungswerkzeug nach dieser Norm ist ein Werkzeug, bei dem nach Einführung des Leiters in das Werkzeug die Abisolierung und gleichzeitig das Aufschieben der Klammer mit dem Leiter auf den Stift erfolgt.

3.2 Lösewerkzeug

Ein Lösewerkzeug nach dieser Norm ist ein Werkzeug zum Lösen einer Klammer vom Stift.

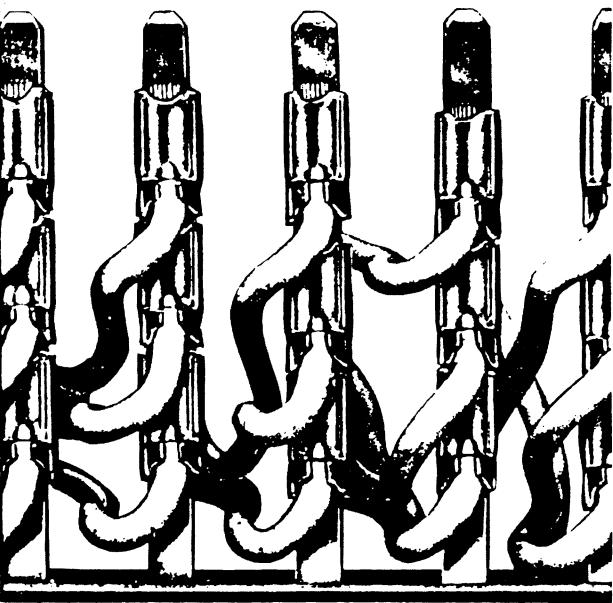


Bild 1. Beispiel für Klammerverbindungen

4 Bezeichnung

Anmerkung: Zur Erweiterung als Bestellbezeichnung sind weitere Angaben erforderlich.

B = Buchstaben

N = Zahlen

Benennung DIN 41 611 – 4 – NN – B – B – B – N, NNN – N, NN

Klammerverbindung

DIN-Hauptnummer

Teilnummer

Stift-Kennzahl (siehe Tabelle 2)

Form der Stiftspitze (Form A oder B) (siehe Abschnitt 6.1.3.5)

Stift ohne Loch (Kennbuchstabe A) (siehe Abschnitt 6.1.3.5)

Stift mit Loch (Kennbuchstabe B)

Art des anschließbaren Leiters (siehe Tabelle 1)

Leiterdurchmesser bei eindrätigem Leiter, Leiterquerschnitt bei mehrdrätigen Leitern (siehe Tabelle 8)

Nennaußendurchmesser der Isolierhülle (siehe Tabelle 8)

Tabelle 1. Kennbuchstaben für Art der anschließbaren Leiter

A	eindrätige Leiter
B	Mehdrätige Leiter

Bezeichnung einer Klammerverbindung nach DIN 41 611 Teil 4 (4), bestehend aus einer Klammer nach Abschnitt 6.3, einem Stift mit einem Nennquerschnitt von 0,8 × 1,6 (16), mit einer Stiftspitze Form A, ohne Rastloch (A) für Leiterdurchmesser 0,50 mm und einem Nennaußendurchmesser der Isolierhülle von 1,1 mm (1,1):

Klammerverbindung DIN 41 611 – 4 – 16 – A – A – 0,50 – 1,1

Bezeichnung eines Stiftes für Klammerverbindungen nach DIN 41 611 Teil 4 (4) mit einem Nennquerschnitt von 0,8 × 1,6 (16), mit einer Stiftspitze Form A, ohne Rastloch (A):

Klammerstift DIN 41 611 – 4 – 16 – A – A

Anmerkung: Nur der Stift 0,8 × 2,4 kann mit oder ohne Rastloch geliefert werden.

5 Kennwerte

5.1 Klimatische Kennwerte

Die Auswahl der Prüfkategorie von Klammerverbindungen wird im wesentlichen vom Federverhalten der Klammer bestimmt (siehe Abschnitt 6.4.5).

## 5.2 Elektrischer Kennwert (Strombelastbarkeit)

Ermittlung der Strombelastbarkeit nach DIN 41 640 Teil 3.

Anmerkung: Die Strombelastbarkeit einer Klammerverbindung wird in Kombination von den Eigenschaften der Klammer, des Stiftes und des angeschlossenen Leiters bestimmt.

## 5.3 Mechanischer Kennwert

Die Mindestabzugsfestigkeit des Leiteranschlusses wird zerstörungsfrei als Abzugskraft ermittelt (Abschnitt 6.4.6.1).

## 6 Anforderungen für das Kurz-Prüfprogramm

Klammerverbindungen, die die nachfolgenden Anforderungen erfüllen, werden nach dem Kurz-Prüfprogramm beurteilt. Andere Klammerverbindungen, die davon abweichen, müssen nach dem Lang-Prüfprogramm beurteilt werden.

### 6.1 Stift

Anmerkung: Die Stifte können sowohl für Hand- als auch für vollautomatische Verdrahtung eingesetzt werden.

#### 6.1.1 Werkstoffe

- Kupfer-Zink-Legierungen
  - Kupfer-Zinn-Legierungen
  - Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen
  - Kupfer-Beryllium-Legierungen oder
  - Nickel-Kupfer-Legierungen
- } nach Wahl des Herstellers

Vickershärte: 150 HV 30 bis 220 HV 30 nach DIN 50 133.

#### 6.1.2 Oberfläche

Eine unbehandelte Oberfläche des Stiftes ist zulässig. Oberflächenbehandlungen können als Schutzmaßnahme vorgenommen werden. Geeignete Oberflächen sind:

- vernickelt, Schichtdicke  $0,75^{+0,8}_0 \mu\text{m}$
- verzinkt, vorzugsweise feuerverzinkt, Schichtdicke  $2^{+1}_0 \mu\text{m}$
- vergoldet, Schichtdicke max.  $0,3 \mu\text{m}$ .

Die Überzüge müssen fest haften, sauber, glatt, blasenfrei und ohne Wulstbildung sein.

Bei galvanischer Verzinnung ist die Verträglichkeit mit dem Grundwerkstoff zu beachten (Whisker-Bildung).

Die Oberflächenrauheit entspricht  $R_a=0,8 \mu\text{m}$  bis  $R_a=0,2 \mu\text{m}$ , festgelegt nach VDI/VDE 2601 Blatt 1.

#### 6.1.3 Maße

##### 6.1.3.1 Stiftquerschnitt

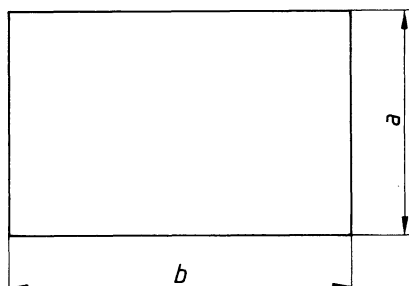


Bild 2. Stiftquerschnitt

##### 6.1.3.2 Stiftlänge

Sie muß so bemessen sein, daß die geforderte Anzahl von Klammerverbindungen aufgebracht werden kann.

Die Stiftlänge  $L_4$  errechnet sich aus:

$$L_4 = L_3 + S_3$$

Der Mindestklammerbereich  $L_2$  errechnet sich bei 3 Klammern aus:

$$L_2 = 3 \times L_1 + 2 \times S_1$$

Tabelle 2.

Stiftkennzahl	a	b
09	$0,6^{+0,02}_{-0,054}$	$0,9^{+0,1}_{-0,01}$
16	$0,8^{+0,008}_{-0,025}$	$1,6 \pm 0,05$
24	$0,8^{+0,008}_{-0,025}$	$2,4 \pm 0,05$

Maße a und b einschließlich der Oberflächenbeschichtung

Die nutzbare Länge  $L_3$  errechnet sich bei 3 Klammern aus:

$$L_3 = L_2 + S_2$$

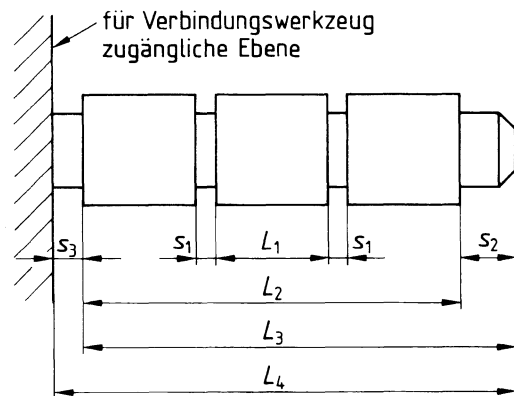


Bild 3. Stiftlänge

Hierbei bedeuten:

$L_1$  = Länge der Klammer (siehe Tabelle 3)

$L_2$  = Mindestklammerbereich für mehrere Klammern

$L_3$  = Nutzbare Länge

$L_4$  = Stiftlänge (in Tabelle 3 empfohlene Länge)

$S_1$  = Abstand zwischen benachbarten Klammern (siehe Tabelle 3)

$S_2$  = Abstand der Klammer von der Spitze des Stiftes, vom Verbindungswerkzeug vorgegeben

$n$  = Anzahl der geforderten Klammern im Klammerbereich.

Tabelle 3.

Stiftkennzahl	$L_1$ max.	$S_1$ min.	$S_3$ <sup>2)</sup> min.	$S_2$ min.	$L_4$ $\pm 0,5$
09	3	0,5	0,8	1,5	13
16	4,7	0,5	1,7	2,5	20
24	6,4	0,5	1,7	3,5	26

<sup>2)</sup>  $S_3$  = Abstand der unteren Klammer von der Ebene = Durchmesser der Isolierung des gewählten Leiters.

6.1.3.3    Kantenradius und Kantengrad

Maximaler Kantenradius     $r = 0,08 \text{ mm}$   
Maximale Kantengrathöhe    $h = 0,04 \text{ mm}$

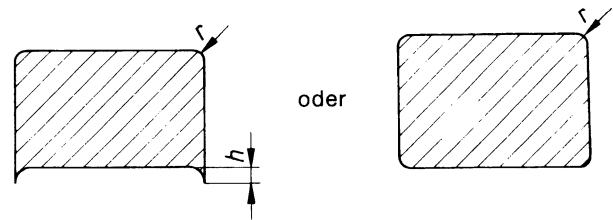


Bild 4.    Kantenradius und Kantengrad

6.1.3.4    Parallelität, Ebenheit

Die Parallelitätstoleranz der kontaktgebenden Flächen darf über die Länge  $L_3$  die in der Tabelle 4 angegebenen Werte  $t$  nicht überschreiten (siehe Bild 5), mit der weiteren Einschränkung, daß sich der Stift in Aufschieberichtung nicht verjüngen darf. Die Parallelitätstoleranz der nicht kontaktgebenden Flächen darf die in Tabelle 4 angegebenen Werte  $t_b$  nicht überschreiten. Die Ebenheitstoleranz der kontaktgebenden Flächen darf über die Länge  $L_3$  die in der Tabelle 4 angegebenen Werte  $d$  nicht überschreiten (siehe Bild 6).

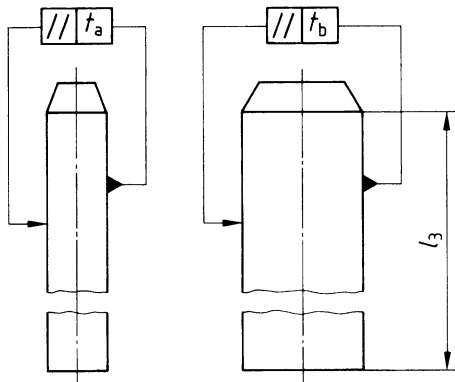


Bild 5.    Parallelitätstoleranz

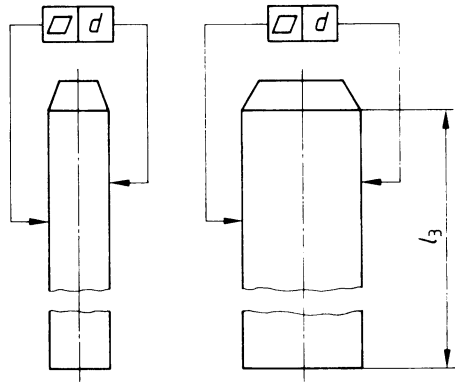


Bild 6.    Ebenheitstoleranz

Tabelle 4.

Stift- kennzahl	Parallelitätstoleranz		Ebenheits- toleranz <i>d</i>
	<i>t<sub>a</sub></i> mm	<i>t<sub>b</sub></i> mm	
09	0,033	0,1	0,13
16	0,033	0,16	0,13
24	0,033	0,26	0,13

6.1.3.5 Stiftspitzen

Die Spitze des Stiftes ist entsprechend Bild 7 oder Bild 8 auszuführen.

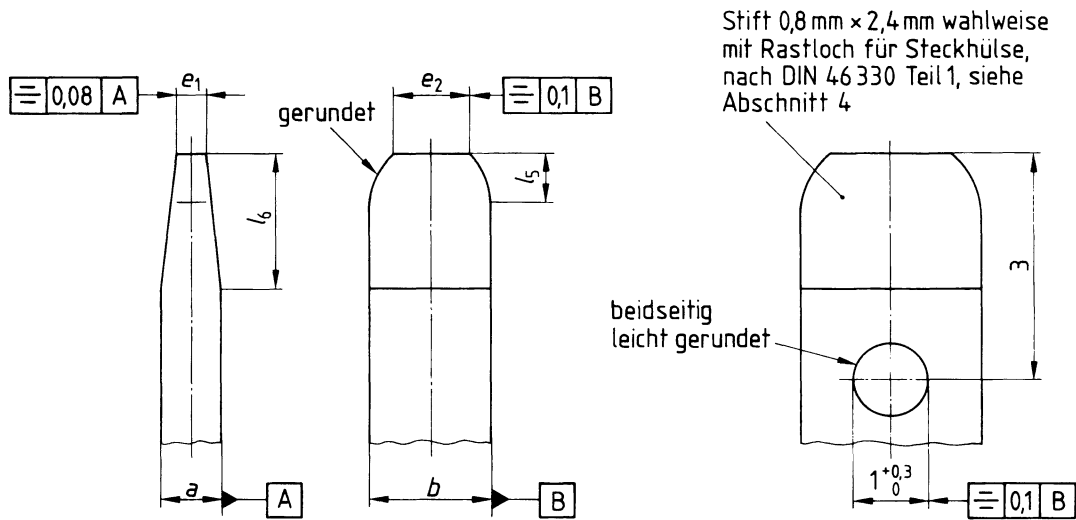


Bild 7. Stiftspitze, Form A

Tabelle 5.

Stift-kennzahl	$e_1$	$e_2$	$l_5$ $\pm 0,2$	$l_6$
09	$0,25 \pm 0,07$	$0,43 \pm 0,1$	0,55	$1,2 \pm 0,4$
16	$0,4 \pm 0,1$	$1,02 \pm 0,12$	0,65	$1,8 \pm 0,8$
24	$0,4 \pm 0,1$	$1,52 \pm 0,12$	0,9	$1,8 \pm 0,8$

Anmerkung: Die Stifte 16 und 24 sind auch für Wickelverbindungen nach DIN IEC 48(CO)256 (z. Z. Entwurf) geeignet.

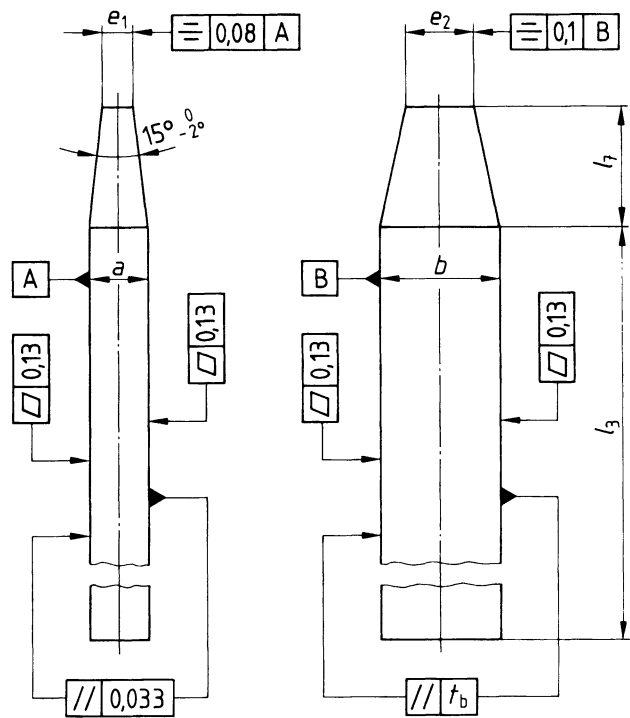


Bild 8. Stiftspitze, Form B

Tabelle 6.

Stift-kennzahl	$e_1$	$e_2$ $+0,1$ $0$	$l_7$ $+0,1$ $0$	$t_b$
09	$0,25 \begin{smallmatrix} +0,005 \\ -0,02 \end{smallmatrix}$	0,35	1,3	0,1
16	$0,4 \begin{smallmatrix} +0,05 \\ +0,02 \\ -0,02 \end{smallmatrix}$	0,9	1,6	0,16
24	$0,4 \begin{smallmatrix} +0,05 \\ -0,02 \end{smallmatrix}$	1,4	1,6	0,26

6.1.4 Sonstige Anwendungshinweise

6.1.4.1 Befestigung

Die Stifte sind so zu befestigen, daß mindestens die in der Tabelle 7 angegebenen zulässigen Kräfte des Aufschiebens oder Verschiebens der Klammer aufgenommen werden können. Beim Nachrüsten oder bei Änderungen der Klammerposition auf dem Stift ist jeweils nur eine Klammer zu bewegen.

Tabelle 7.

Stift-kennzahl	Zulässige Kraft in Längsrichtung des Stiftes	Positionstoleranz Z (Stiftspitze nach Bild 10)		Mittenabstand der Stifte <sup>3)</sup> $t_{\min}$	Höhtoleranz $e$
	N max.	Handverdrahtung	Maschinen-verdrahtung		
09	80	1	0,86	2,5	0,57
16	150	1,5	1,26	3,75	0,64
24	180	1,5	1,26	5	0,64

<sup>3)</sup> Positionstoleranz an der Stiftbasis 0,05 mm bis 0,1 mm, je nach Bauform des Bauelementes (vergleiche als Beispiel auch DIN 41 612 Teil 2).

6.1.4.2 Lageabweichung

Bei Verwendung der Stifte für Hand- und Maschinenverdrahtung darf die Stiftspitze um nicht mehr als  $1/2 \times Z$  nach Tabelle 7 von der theoretischen Lage des Rasterpunktes abweichen. Die Stiftspitzen im Verdrahtungsfeld dürfen die Höhtoleranz  $e$  nach Tabelle 7 nicht überschreiten (siehe Bild 10).

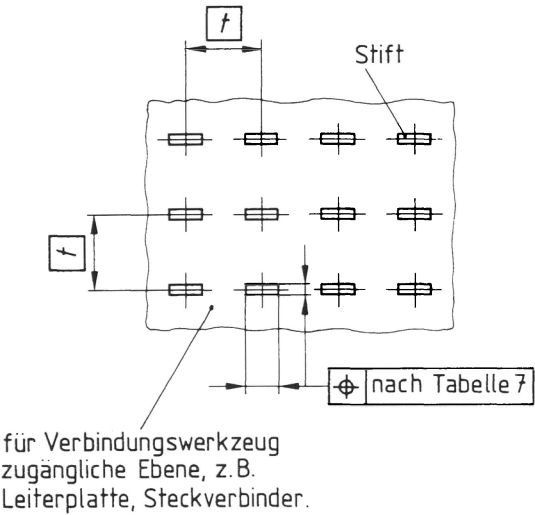


Bild 9. Lagetoleranzen

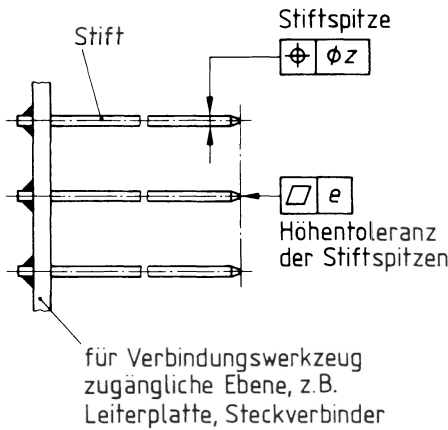


Bild 10. Höhtoleranzen

### 6.1.4.3 Mittenabstände

Die Mittenabstände  $t$  (siehe Bild 9) der Stifte sind nach Tabelle 7 einzuhalten.

## 6.2 Leiter

Klammerverbindungen können mit Schalt draht oder mit 7drähtiger Schaltlitze ausgeführt werden. Toleranzen nach DIN VDE 0881.

### 6.2.1 Werkstoffe, Oberfläche

Entsprechend Tabelle 8 werden für Klammerverbindungen Schaltdrähte und Schaltlitzen nach DIN VDE 0881 empfohlen. Ausnahmen: Typen 7Y, Li 7Y, YV 4Y und LiY 4Y nach DIN VDE 0881, sowie FEP Zweischicht-Isolierungen.

Anmerkung: Es empfiehlt sich, bei hoher Betriebstemperatur Eignungsuntersuchungen durchzuführen, bevor bestimmte Werkstoffe verwendet werden. Leiter, die aus anderen Werkstoffen als E-Cu 58 F 21 nach DIN 40 500 Teil 4 Oberflächenbeschichtungen bestehen, können für Klammerverbindungen geeignet sein; bestimmend dafür sind die thermischen und metallurgischen Eigenschaften, sowie die Verträglichkeit mit dem Stift- und Klammerwerkstoff. Sie sind nach dem Lang-Prüfprogramm zu prüfen.

### 6.2.2 Durchmesser

Die geeigneten Nennaußendurchmesser der Leiter einschließlich ihrer Zuordnung zu den Stiften sind aus Tabelle 8 zu sehen. Die Durchmessertoleranz der Leiter ist in Übereinstimmung mit der Klammer und dem Verbindungswerkzeug zu wählen.

Tabelle 8.

Stift- kennzahl	Schaltdraht oder Schallitze			
	Oberfläche	Durchmesser $d$	Querschnitt $A$ $\text{mm}^2$	Außendurchmesser der Isolierhülle $d$
09	blank, verzinkt, versilbert	0,27 bis 0,39	0,035 bis 0,079	0,48 bis 0,74
16		0,32 bis 0,78	0,079 bis 0,340	0,56 bis 1,58
24		0,50 bis 0,99	0,196 bis 0,560	0,74 bis 1,65
Toleranzen nach DIN VDE 0881				

## 6.3 Klammer

### 6.3.1 Werkstoffe

Für Klammern werden Kupfer-Zinn-Legierungen verwendet, z. B. CuSn6.

### 6.3.2 Oberfläche

Eine Oberflächenbehandlung der Klammern wird als Schutzmaßnahme vorgenommen.

Geeignete Oberflächen sind:

- vernickelt, Schichtdicke min. 0,75  $\mu\text{m}$
- verzinkt, vorzugsweise feuerverzinkt, Schichtdicke min. 2  $\mu\text{m}$
- vergoldet, Schichtdicke max. 0,3  $\mu\text{m}$

Die Überzüge müssen fest haften, sauber, glatt, blasenfrei und ohne Wulstbildung sein, Schnittkanten dürfen blank sein.

Bei galvanischer Verzinnung ist die Verträglichkeit mit dem Grundwerkstoff zu beachten (Whisker-Bildung).

Die Oberflächenrauheit entspricht  $R_a=0,8 \mu\text{m}$  bis  $R_a=0,2 \mu\text{m}$  (nach VDI/VDE 2601 Blatt 1).

### 6.3.3 Form und Maße

Die Form muß sicherstellen, daß

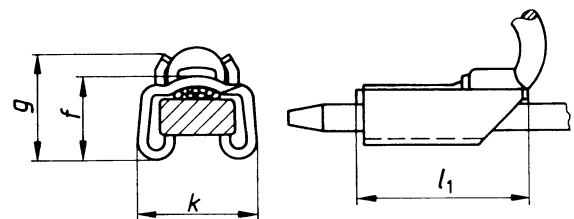
- ein Verschieben der Klammer in Längsrichtung möglich ist (siehe Abschnitt 6.4.2). Dabei darf die Lage des umfaßten Schalt drahtes bzw. der 7drähtigen Schaltlitze zur Klammer und das Federverhalten der Klammer nicht verändert und die Isolierung nicht beschädigt werden.
- die Klammer beim Aufschieben oder Nachschieben den Stift symmetrisch umfaßt.

- die Klammer den Abstand zwischen benachbarten Klammern nach Abschnitt 6.1.3.2 einhält.
- die Klammer nach Herstellen der Klammerverbindung die Maße der Tabelle 9 nicht überschreitet (siehe Bild 11).

Tabelle 9.

Stift- kennzahl	$f$ max.	$g$ max.	$k$ max.	$l_1$ max.
<b>09</b>	1,4	1,6	1,5	3
<b>16</b>	1,7	2	2,5	4,7
<b>24</b>	2,3	3,1	3,4	6,35

Die Klammer braucht der bildlichen Darstellung nicht zu entsprechen; nur die angegebenen Maße sind einzuhalten.



- $f$  = Höhe der Klammer ohne Isolierungshalterung  
 $g$  = Höhe der Klammer mit Isolierungshalterung  
 $l_1$  = Länge der Klammer  
 $k$  = Breite der Klammer

Bild 11. Klammer

## 6.4 Klammerverbindung

Verbindungswerkzeuge für das Herstellen von Klammerverbindungen und Lösewerkzeuge für das Lösen von Klammerverbindungen sind entsprechend den Angaben der Werkzeughersteller zu benutzen.

### 6.4.1 Lösen der Klammerverbindung

Eine Klammerverbindung kann durch Aufbiegen der Klammer mit dem Lösewerkzeug gelöst werden. Die Klammer wird dabei beschädigt und darf nicht wieder verwendet werden. Mit einer neuen Klammer kann auf dem Stift eine neue Verbindung hergestellt werden, dabei wird die Wiederverwendung des abisolierten Leiterendes nicht empfohlen.

### 6.4.2 Verschieben der Klammerverbindung

Die Klammerverbindung muß in Längsrichtung des Stiftes um den Weg  $s = 2 \cdot (L_1 + s_2)$  verschoben werden können, entsprechend Abschnitt 6.1.3.2. Dabei müssen die Anforderungen nach Abschnitt 6.4.3 und Abschnitt 6.4.8 weiterhin erfüllt werden.

Anmerkung: Die Verschiebbarkeit ist notwendig, um bei Änderungen in einem Verdrahtungsfeld für neu hinzukommende Klammerverbindungen den oberen Klammerbereich am Stift freizumachen.

### 6.4.3 Kontaktzone der Klammerverbindung

Nach Lagerung in der Prüfatmosphäre entsprechend Abschnitt 7.5 und Entfernen der Klammer muß zwischen der Kontaktzone und der verfärbten Restoberfläche ein Farbkontrast vorhanden sein. Die nicht verfärbte Oberfläche (Kontaktzone) muß mindestens dem angeschlossenen Leiterquerschnitt entsprechen.

### 6.4.4 Ausführung der Klammerverbindung

- Mit einer Klammer darf nur ein Leiter angeschlossen werden.
- Die Klammerverbindung darf die in Tabelle 9 angegebenen Maße nicht überschreiten.
- Der Schalt draht oder die 7dräftige Schaltlitze muß vollständig unter der Klammer durchgeführt und am anderen Ende der Klammer deutlich sichtbar sein (siehe Bild 12).
- Die Isolierhülle muß von der dafür vorgesehenen Halterung an der Klammer gefaßt sein.
- Die Klammer muß so auf dem Stift sitzen, daß beide Federbeine auf dem Stift voll aufliegen (siehe Bild 13).
- Die Isolierhülle des Leiters darf an keiner Stelle durchbrochen werden.
- Reste der Isolierhülle dürfen sich nicht zwischen Leiter und Stift befinden.
- Der Leiter darf durch weitere Klammern nicht beschädigt werden.
- Die Klammern dürfen nicht übereinandergeschoben sein (siehe Bild 14).
- Die Klammern dürfen nicht verkantet aufgeschoben werden.

### 6.4.5 Prüfklasse

Prüfklasse 55/125/56 nach DIN IEC 68 Teil 1.

Die nachfolgenden Anforderungen müssen nach der Entspannung, Abschnitt 7.4.2, erfüllt werden:

### 6.4.6 Mechanische Anforderungen

#### 6.4.6.1 Statische Anforderungen, Abzugskraft

Die Klammerverbindung darf sich bis zu den in der Tabelle 10 angegebenen Werten, mit einem Werkzeug nach Abschnitt 7.2.1, auf dem Stift um nicht mehr als  $0,5 L_1$  verschieben lassen.

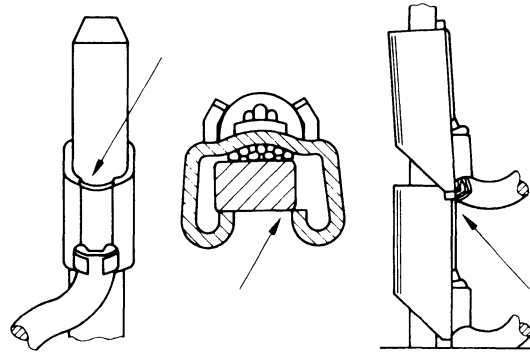


Bild 12.

Bild 13.

Bild 14.

Fehlerhafte Klammerverbindungen

Tabelle 10.

Stiftkennzahl	Abzugskraft $F$ N min.
09	2,3
16	11
24	11

### 6.4.6.2 Dynamische Anforderungen

Schwingen, Prüfung  $F_c$  nach DIN IEC 68 Teil 2–6.

Die Klammerverbindung muß einer Beschleunigung von  $20 g$  ( $196 m/s^2$ ) bei 10 bis 2000 Hz während 6 Stunden standhalten (je 2 Stunden in den drei Hauptachsen).

### 6.4.7 Elektrische Anforderungen

Die Klammerverbindung muß 1 Stunde der 1,5fachen und 1 Minute der 4fachen Strombelastung standhalten.

Eine generelle Angabe des Anfangswertes des Durchgangswiderstandes ist wegen der vielen zulässigen Werkstoffe und Maße nicht möglich. In der Regel liegt der Anfangswert des Durchgangswiderstandes bei  $0,5$  bis  $2 m\Omega$ .

### 6.4.8 Klimatische Anforderungen

#### 6.4.8.1 Rascher Temperaturwechsel

Nach der Beanspruchung nach Abschnitt 7.4.1 darf sich der Durchgangswiderstand um höchstens  $2 m\Omega$  geändert haben.

## 7 Meß- und Prüfverfahren

### 7.1 Vor- und Nachbehandlung

Nach DIN IEC 68 Teil 1, jeweils 2 Stunden

### 7.2 Mechanische Prüfung

#### 7.2.1 Statische Prüfung

Bei der Prüfung der Abzugskraft wird festgestellt, ob die Klammer auf dem Stift genügend fest sitzt und die Werte nach Abschnitt 6.4.6.1 eingehalten werden.

Anmerkung: Diese Prüfung kann zur Fertigungsüberwachung herangezogen werden. Der zeitliche Abstand zur Wiederholung dieser Prüfung ist vom Anwender festzulegen.

Die Klammer wird an der dem Leiter gegenüberliegenden Seite des Stiftes mit einer Federwaage erfaßt (Bild 15). Die Abziehgeschwindigkeit beträgt etwa  $5 mm/s$ .

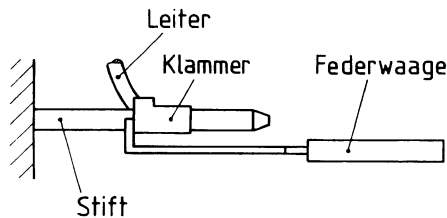


Bild 15. Prüfung der Abzugskraft

### 7.2.2 Dynamische Prüfung

Für die Prüfung soll die Anordnung der Prüflinge (Stift mit Klammern; Führung und Befestigung der Leiter) dem in der Praxis vorliegenden Anwendungsfall entsprechen.

#### 7.2.2.1 Schwingen

Durchführung nach DIN IEC 68 Teil 2-6: Prüfung Fc, Schwingen, sinusförmig. Schärfegrad nach DIN IEC 68 Teil 2-6, Anhang B. Nach dem Schwingen wird die Änderung des Durchgangswiderstandes nach Abschnitt 7.3.1 gemessen.

## 7.3 Elektrische Prüfung

### 7.3.1 Durchgangswiderstand

Nach DIN 41 640 Teil 5. Einzelfestlegungen siehe Bild 16. Die Abstände  $m_1$  und  $m_2$  sollen so kurz wie möglich gehalten werden.

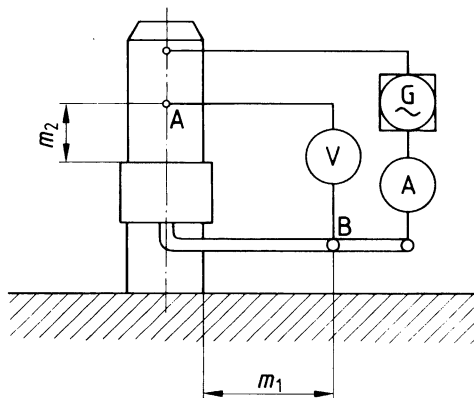


Bild 16. Anordnung zur Messung des Durchgangswiderstandes

Die jeweils gemessenen Anfangswerte sind die Bezugswerte für die nachfolgenden Messungen laut Prüfprogramm.

Der Spannungsabfall muß in aufeinanderfolgenden Messungen zwischen den gleichen Punkten gemessen werden. Es wird empfohlen, eine zweckentsprechende Vorrichtung zu benutzen, die Abstand und Lage der Meßpunkte ausreichend genau festlegt.

Der Prüfstrom muß einer Stromdichte von etwa  $1 \text{ A/mm}^2$ , bezogen auf den Querschnitt des angeschlossenen Leiters, über den der Meßstrom zugeführt wird, entsprechen. Der Strom ist 3 bis 5 Sekunden anzulegen.

Anmerkung: Wahlweise kann die 20-mV-Methode nach DIN 41 640 Teil 4 angewendet werden.

### 7.3.2 Elektrische Belastung bei hoher Temperatur

Nach DIN 41 640 Teil 22

max. Betriebstemperatur:  $125^\circ\text{C}$

Prüfdauer: 500 h

max. Betriebsstrom:  $10 \text{ A/mm}^2$

## 7.4 Klimatische Prüfung

### 7.4.1 Rascher Temperaturwechsel

Nach DIN 41 640 Teil 28, Prüfung 11 d

Prüfbedingungen:

Untere Temperatur  $T_A$   $-55^\circ\text{C}$

Obere Temperatur  $T_B$   $125^\circ\text{C}$

Verweildauer  $t_1$  15 min

(für jede der beiden Temperaturen)

Umlagerungszeit  $t_2$  max. 3 min

### 7.4.2 Entspannung

Die Klammerverbindungen sind einer Temperatur/Zeitkombination auszusetzen, die zu einem 50%igen Spannungsabbau führen. Die Klammerverbindungen werden z. B. 3 Stunden bei einer Temperatur von  $(175 \pm 5)^\circ\text{C}$  entspannt. Bei niedrigeren Temperaturen ist die Prüfzeit entsprechend Bild 17 zu verlängern.

Die mechanische Spannung der Klammerverbindung fällt in 40 Jahren auf etwa 50%, wenn sie einer Temperatur von  $68^\circ\text{C}$  ausgesetzt wird; die Klammerverbindung ist dann immer noch als gut zu betrachten.

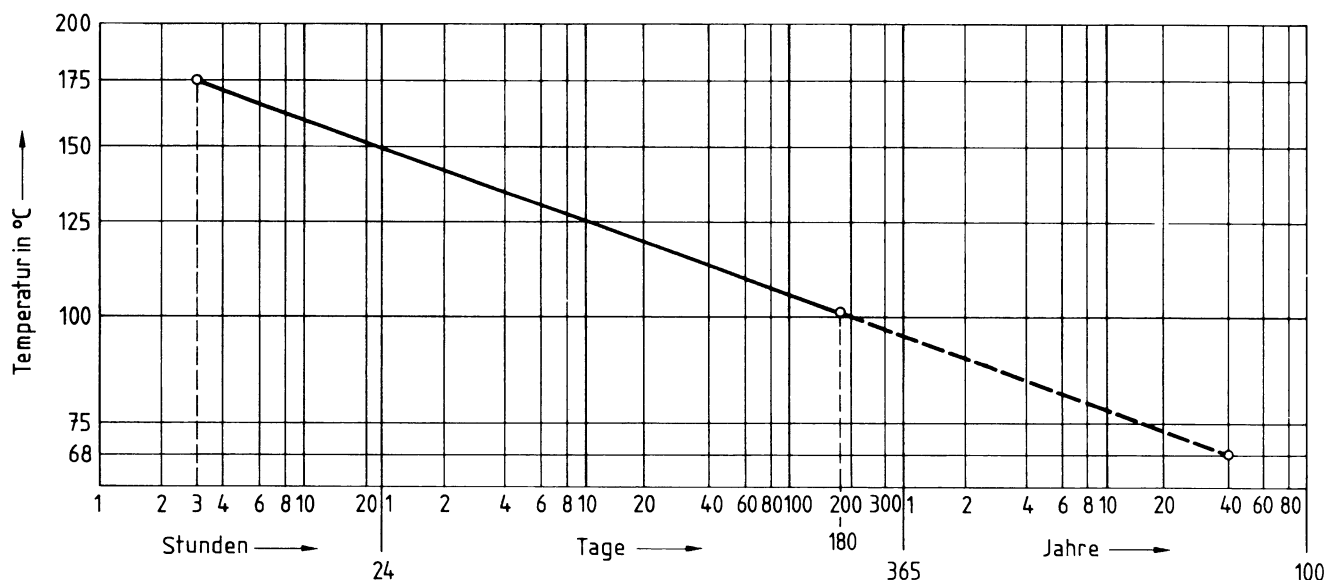


Bild 17. Entspannungszeit in Abhängigkeit von der Temperatur

Wenn die Klammerverbindung für lange Zeitabschnitte bei Temperaturen über 90°C bis zur Grenztemperatur der Klammer von 125°C arbeiten soll, muß für Schaltdraht und -litze auf geeignete Werkstoffe zurückgegriffen werden, die bei diesen Temperaturen weniger Spannungsabbau zeigen als Kupfer, z. B. geglühte Beryllium-Kupfer-Drähte oder andere Kupferlegierungen.

## 7.5 Gasdichtheit

Die Klammerverbindung wird einer Atmosphäre ausgesetzt, die eine Verfärbung auf der freien Fläche von Leiter und Stift verursacht. Die Verfärbung muß ausreichend sein, um einen Farbkontrast zwischen den Oberflächen und den Kontaktzonen zu zeigen. Nach der Konditionierung ist die Klammer und der Schaltdraht oder die Schallitze sorgfältig vom Stift zu lösen. Die gasdichten Flächen werden einer Sichtprüfung, Prüfung 1 a nach DIN 41 640 Teil 2, unterzogen.

Die Verfärbung der Klammerverbindung geschieht durch Ammonium-Sulfid-Dampf, nachdem sie dem Dampf von Königswasser ausgesetzt worden war.

- a) Ein Stift mit einer Klammerverbindung wird für eine Dauer von 10 Minuten in eine geschlossene Röhre von 16 mm × 150 mm, die 1 bis 2 cm<sup>3</sup> Königswasser (50 % Salpetersäure und 50 % Salzsäure) enthält, eingehängt. Die Lösung darf nicht mit der Klammerverbindung und dem Stift in Berührung kommen.

- b) Die Klammerverbindung wird dann in eine zweite Röhre mit gleichen Maßen gegeben, in der sich etwa 1 cm<sup>3</sup> einer Lösung von konzentriertem Ammonium-Sulfid befindet. Die Lösung darf nicht mit der Klammerverbindung in Berührung kommen, in der verschlossenen Röhre bleibt die Klammerverbindung dieser Atmosphäre ausgesetzt, bis sich der sichtbare Teil des Stiftes verfärbt.

- c) Die Klammerverbindung wird dann getrocknet und die Klammer mit Leiter sorgfältig vom Stift gelöst, damit der Kontrast zu den nicht verfärbten Kontaktzonen sichtbar wird.

## 7.6 Prüfung auf Verschiebbarkeit

Nach Ansetzen eines geeigneten Werkzeuges wird die Klammer mit dem Leiter, entsprechend den Angaben in Abschnitt 6.4.2, verschoben.

## 8 Prüfprogramm

### 8.1 Allgemeines

Es sind zwei selbständige Prüfprogramme für die Typprüfung angegeben: ein Kurz- und ein Lang-Prüfprogramm. Bei Einhaltung der in Abschnitt 6 genannten Anforderungen kann das Kurz-Prüfprogramm angewendet werden. Bei Abweichung von diesen Anforderungen ist das Lang-Prüfprogramm durchzuführen.

Wenn in den nachfolgenden Abschnitten nichts anderes angegeben ist, sind alle Messungen und Prüfungen im „Normalklima für Prüfungen“ nach DIN IEC 68 Teil 1 auszuführen.

## 8.2 Prüfprogramm für Einzelteile

Tabelle 11.

Nr	Prüfling	Messung Beanspruchung Prüfung	Prüfung und Prüfbedingungen nach	Prüfanforderungen nach
1	Verbindungswerkzeug	Sicht- und Maßprüfung	DIN 41 640 Teil 2	Eignung für vorgesehenen Stift, Leiter und Klammer
2	Stift			Abschnitt 6.1, an 20 Prüflingen
3	Klammer			Abschnitt 6.3, an 20 Prüflingen
4	Leiter			Abschnitt 6.2, an 20 Prüflingen

### 8.3 Kurz-Prüfprogramm

Tabelle 12.

Nr	Prüfling	Messung Beanspruchung Prüfung	Prüfung und Prüfbedingungen nach	Prüfanforderungen nach
1	Klammer- verbindung	Sicht- und Maßprüfung	DIN 41 640 Teil 2	Abschnitt 6.4.4
2		Abzugskraft	Abschnitt 7.2.1	Abschnitt 6.4.6.1, an 100 Prüflingen
3		Durchgangswiderstand	Abschnitt 7.3.1	Bezugswert für nachfolgende Messung an 100 Prüflingen
4		Verschiebbarkeit	Abschnitt 7.6	Abschnitt 6.4.2, Beanspruchung für nachfolgende Messung an 100 Prüflingen
5		Durchgangswiderstand	Abschnitt 7.3.1	Abweichung vom Bezugswert, Nr 3, $\leq 0,5 \text{ m}\Omega$

### 8.4 Lang-Prüfprogramm

Im Anschluß an die Prüfung der Einzelteile nach Abschnitt 8.2 werden zunächst je 20 Prüflinge der Abzugsprüfung nach Abschnitt 7.2.1 unterzogen. Bei positivem Befund werden je 100 Prüflinge für die Messungen nach Abschnitt 8.4, Los 1 bis Los 4 hergestellt (siehe Anhang A).

#### 8.4.1 Anfangsprüfung

Durchzuführen an 20 Prüfmustern.

Tabelle 13.

Nr	Messung Beanspruchung Prüfung	Prüfung und Prüfbedingungen nach	Prüfanforderungen nach
1	Abzugsprüfung	Abschnitt 7.2.1	Abschnitt 6.4.6.1

Durchzuführen an allen 400 Prüfmustern.

Tabelle 14.

Nr	Messung Beanspruchung Prüfung	Prüfung und Prüfbedingungen nach	Prüfanforderungen nach
1	Vorbehandlung	Abschnitt 7.1	—
2	Sicht- und Maßprüfung	DIN 41 640 Teil 2	Abschnitt 6.4.4
3	Durchgangswiderstand	Abschnitt 7.3.1	Bezugswert für nachfolgende Messung (Nr 7)
4	Entspannung	Abschnitt 7.4.2	—
5	Nachbehandlung	Abschnitt 7.1	—
6	Verschiebbarkeit	Abschnitt 7.6	Abschnitt 6.4.2
7	Durchgangswiderstand	Abschnitt 7.3.1	Abweichung vom Bezugswert (Nr 3) $\leq 0,5 \text{ m}\Omega$ (= neuer Bezugs- wert für nachfolgende Messungen Los 2 bis Los 4)

**8.4.2 Los 1**

Tabelle 15.

Nr	Messung Beanspruchung Prüfung	Prüfung und Prüfbedingungen nach	Prüfanforderungen nach
1	Gasdichtheit	Abschnitt 7.5	Abschnitt 6.4.3
2	Sichtprüfung	DIN 41 640 Teil 2	Abschnitt 7.5

**8.4.3 Los 2**

Tabelle 16.

Nr	Messung Beanspruchung Prüfung	Prüfung und Prüfbedingungen nach	Prüfanforderungen nach
1	Elektrische Belastung bei hoher Temperatur	Abschnitt 7.3.2	Abschnitt 6.4.7
2	Nachbehandlung	Abschnitt 7.1	—
3	Durchgangswiderstand	Abschnitt 7.3.1	Abweichung siehe Tabelle 14, Nr 7

**8.4.4 Los 3**

Tabelle 17.

Nr	Messung Beanspruchung Prüfung	Prüfung und Prüfbedingungen nach	Prüfanforderungen nach
1	Schwingen	Abschnitt 7.2.2.1	Abschnitt 6.4.6.2
2	Durchgangswiderstand	Abschnitt 7.3.1	siehe Tabelle 14, Nr 7
3	Sichtprüfung	DIN 41 640 Teil 2	Abschnitt 6.4.4

**8.4.5 Los 4**

Tabelle 18.

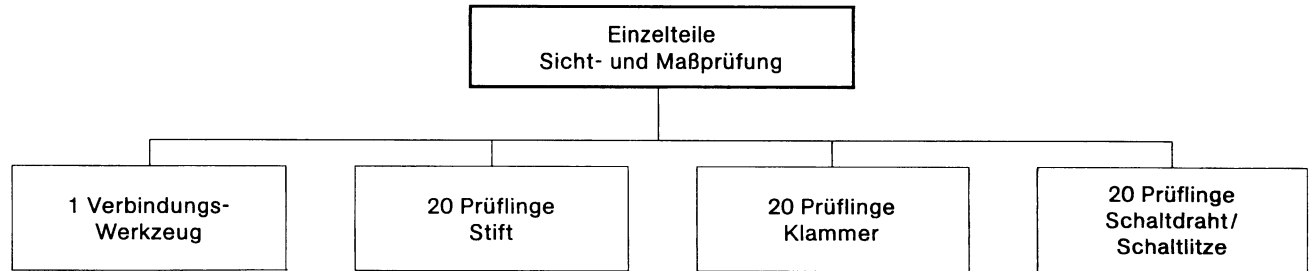
Nr	Messung Beanspruchung Prüfung	Prüfung und Prüfbedingungen nach	Prüfanforderungen nach
1	Rascher Temperaturwechsel	Abschnitt 7.4.1	Abschnitt 6.4.8.1
2	Nachbehandlung	Abschnitt 7.1	—
3	Durchgangswiderstand	Abschnitt 7.3.1	siehe Tabelle 14, Nr 7

## Anhang A

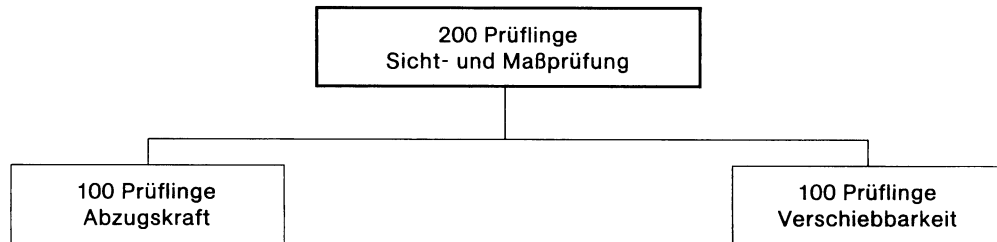
### A.1 Orientierungsplan der Prüfprogramme

Zur schnelleren Orientierung werden die Prüfprogramme, die in den Abschnitten 8.2, 8.3 und 8.4 ausführlich angegeben sind, hier in Form von Diagrammen in vereinfachter Weise wiederholt:

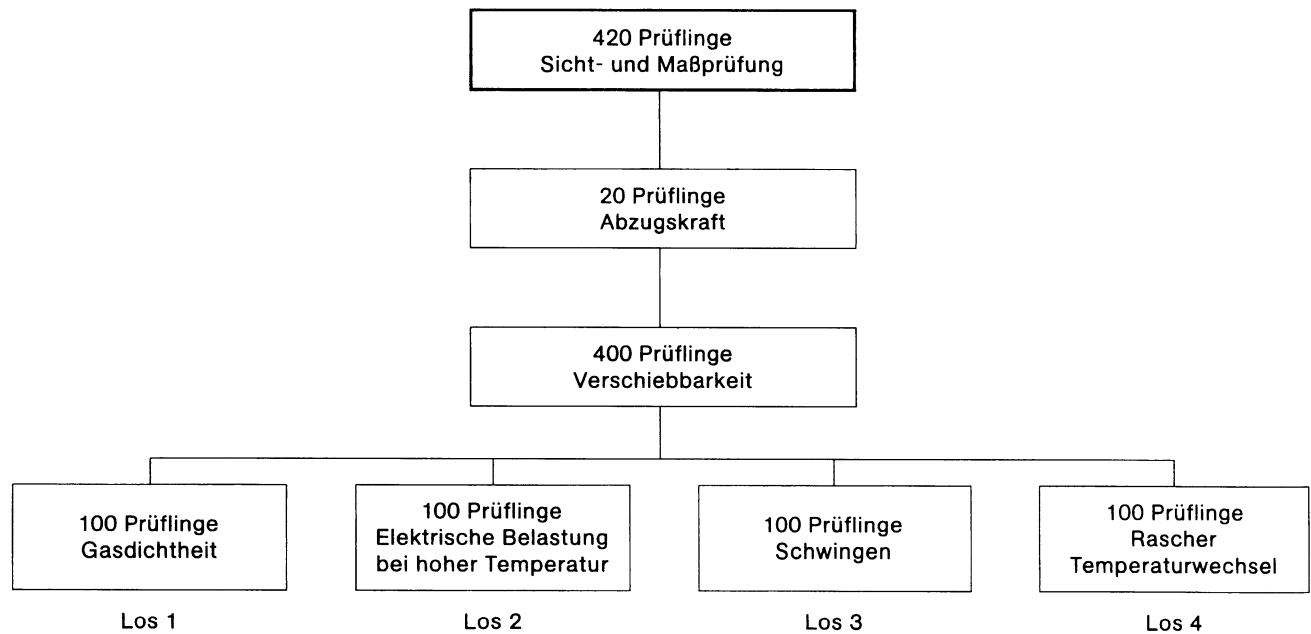
### A.2 Prüfprogramm für Einzelteile (Abschnitt 8.2)



### A.3 Kurz-Prüfprogramm (Abschnitt 8.3)



### A.4 Lang-Prüfprogramm (Abschnitt 8.4)



## Zitierte Normen und andere Unterlagen

DIN 40500 Teil 4	Kupfer für die Elektrotechnik; Drähte aus Kupfer und silberlegiertem Kupfer, Technische Lieferbedingungen
DIN 41612 Teil 2	Steckverbinder für gedruckte Schaltungen, indirektes Stecken; Rastermaß 2,54 mm, Maße der Bauformen B, C und D
DIN 41640 Teil 2	Meß- und Prüfverfahren für elektrisch-mechanische Bauelemente; Prüfung 1 a: Sichtprüfung, Prüfung 1 b: Maß- und Gewichtsprüfung
DIN 41640 Teil 3	Meß- und Prüfverfahren für elektrisch-mechanische Bauelemente; Prüfung 5b: Strombelastbarkeit
DIN 41640 Teil 4	Meß- und Prüfverfahren für elektrisch-mechanische Bauelemente; Prüfung 2a: Durchgangswiderstand, Millivoltmethode
DIN 41640 Teil 5	Meß- und Prüfverfahren für elektrisch-mechanische Bauelemente; Prüfung 2b: Durchgangswiderstand, mit vorgeschriebenem Strom
DIN 41640 Teil 22	Meß- und Prüfverfahren für elektrisch-mechanische Bauelemente; Prüfung 9b: Elektrische Belastung bei hoher Temperatur
DIN 41640 Teil 28	Meß- und Prüfverfahren für elektrisch-mechanische Bauelemente; Prüfung 11d: Rascher Temperaturwechsel (Zweikammerverfahren)
DIN 46330 Teil 1	Kurze Steckhülse ohne Isolierhülse, für Steckerbreite 2,4
DIN 50133	Prüfung metallischer Werkstoffe; Härteprüfung nach Vickers; Bereich HV 0,2 bis HV 100
DIN VDE 0881	VDE-Bestimmung für Schaltdrähte und Schaltlitzen mit erweitertem Temperaturbereich
DIN IEC 48(CO)256	(z. Z. Entwurf) Lötfreie Wickelverbindungen (Überarbeitung der IEC-Publikation 352)
DIN IEC 50 Teil 581	Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch; Teil 581: Elektrisch-mechanische Bauelemente
DIN IEC 68 Teil 1	Elektrotechnik; Grundlegende Umweltprüfverfahren; Allgemeines und Leitfaden, Identisch mit IEC 68-1, Ausgabe 1982
DIN IEC 68 Teil 2–6	Elektrotechnik; Grundlegende Umweltprüfverfahren; Teil 2: Prüfungen; Prüfung Fc und Leitfaden: Schwingen, sinusförmig
VDI/VDE 2601 Blatt 1	Anforderung an die Oberflächengestalt zur Sicherung der Funktionstauglichkeit spanend hergestellter Flächen; Zusammenstellung der Meßgrößen

## Erläuterungen

Diese Norm wurde ausgearbeitet vom Unterkomitee 651.1 „Elektrische Verbindungstechniken“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE).

Sie legt u. a. Anforderungen und Prüfungen an Klammerverbindungen und an deren Einzelteile fest. Um Einschränkungen bei der Herstellung zu vermeiden, wurde darauf verzichtet, Angaben zum Fertigungsverfahren und über Werkzeuge zu machen.

In Anlehnung an DIN 41611 Teil 2, Teil 3 und Teil 5 wird auch hier aus wirtschaftlichen Gründen neben dem Lang- auch ein Kurz-Prüfprogramm angeboten, das bei Einhaltung bestimmter Anforderungen – die auf dem Stand erprobter Techniken basieren und die gesicherte Technologien berücksichtigen – für bewährte Klammerverbindungen angewendet werden kann.

Es ist damit zu rechnen, daß die Anzahl der mit dem Kurz-Prüfprogramm zu qualifizierenden Verfahren im Laufe der Zeit zunimmt.

Es wird in jedem Falle angestrebt, mit **beiden** Prüfprogrammen das gleiche Qualitätsniveau sicherzustellen, wobei im Zweifelsfall immer das Lang-Prüfprogramm zu bevorzugen ist.

Auf Angaben über Isolationswiderstand, Spannungsfestigkeit und kapazitive Kopplungen zwischen benachbarten Verbindungen wurde verzichtet, da sich diese Norm nur auf die physikalische Verbindungsstelle zwischen Leiter, Klammer und Klammerstift bezieht. Anforderungen, die sich auf Trägereile oder den Isolierkörper (konfektionierte Bauteile) beziehen, sind nicht Bestandteil dieser Norm.

## Internationale Patentklassifikation

H 01 R 4/28

H 01 R 43/04

G 01 R 31/04



