

**DIN EN 60352-5**

ICS 31.220.10

**Entwurf**

Einsprüche bis 2018-09-27  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN 60352-5:2012-10 und  
DIN EN 60352-5  
Berichtigung 1:2014-12

**Lötfreie Verbindungen –  
Teil 5: Einpressverbindungen –  
Allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren und Anwendungshinweise  
(IEC 48B/2635/CD:2018);  
Text Deutsch und Englisch**

Solderless connections –  
Part 5: Press-in connections –  
General requirements, test methods and practical guidance  
(IEC 48B/2635/CD:2018);  
Text in German and English

Connexions sans soudure –  
Partie 5: Connexions insérées à force –  
Exigences générales, méthodes d'essai et guide pratique  
(IEC 48B/2635/CD:2018);  
Texte en allemand et anglais

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-07-27 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter [www.din.de/go/entwuerfe](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [dke@vde.com](mailto:dke@vde.com) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 64 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

## Inhalt

|                                        | Seite |
|----------------------------------------|-------|
| Nationales Vorwort.....                | 5     |
| Einleitung .....                       | 7     |
| 1 Anwendungsbereich .....              | 8     |
| 2 Normative Verweisungen .....         | 8     |
| 3 Begriffe .....                       | 9     |
| 4 Anforderungen.....                   | 10    |
| 4.1 Allgemeines .....                  | 10    |
| 4.2 Werkzeuge .....                    | 10    |
| 4.2.1 Allgemeines .....                | 10    |
| 4.2.2 Beurteilung der Werkzeuge.....   | 11    |
| 4.3 Einpressstifte .....               | 11    |
| 4.3.1 Werkstoffe .....                 | 11    |
| 4.3.2 Maße des Einpressbereiches.....  | 11    |
| 4.3.3 Oberflächenbehandlungen .....    | 11    |
| 4.4 Prüfleiterplatten .....            | 11    |
| 4.4.1 Allgemeines .....                | 11    |
| 4.4.2 Werkstoffe .....                 | 11    |
| 4.4.3 Prüfleiterplattendicke.....      | 11    |
| 4.4.4 Durchmetallisiertes Loch .....   | 12    |
| 4.5 Einpressverbindungen.....          | 14    |
| 4.6 Herstellerangaben .....            | 14    |
| 5 Prüfungen .....                      | 15    |
| 5.1 Allgemeine Bemerkungen .....       | 15    |
| 5.1.1 Allgemeines .....                | 15    |
| 5.1.2 Allgemeine Prüfbedingungen ..... | 15    |
| 5.1.3 Montage der Prüflinge .....      | 16    |
| 5.2 Prüf- und Messverfahren .....      | 16    |
| 5.2.1 Allgemeine Untersuchungen .....  | 16    |
| 5.2.2 Mechanische Prüfungen.....       | 16    |
| 5.2.3 Elektrische Prüfungen .....      | 19    |
| 5.2.4 Klimatische Prüfungen .....      | 20    |
| 5.3 Prüfprogramme.....                 | 21    |
| 5.3.1 Allgemeines .....                | 21    |
| 5.3.2 Beurteilungsprüfprogramm.....    | 21    |
| 5.3.3 Ablaufdiagramm .....             | 23    |
| 5.3.4 Anwendungsprüfprogramm .....     | 24    |
| 5.4 Prüfbericht .....                  | 25    |
| 5.4.1 Beurteilungsprüfbericht .....    | 25    |

|                                                                                                                 | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 5.4.2 Anwendungsprüfbericht .....                                                                               | 26    |
| Anhang A (informativ) Anwendungshinweise .....                                                                  | 27    |
| A.1 Allgemeines .....                                                                                           | 27    |
| A.2 Strombelastbarkeit .....                                                                                    | 27    |
| A.3 Angaben zu Werkzeugen .....                                                                                 | 27    |
| A.3.1 Einpresswerkzeug .....                                                                                    | 27    |
| A.3.2 Haltevorrichtung .....                                                                                    | 27    |
| A.3.3 Ausziehwerkzeug .....                                                                                     | 28    |
| A.4 Angaben zu Einpressstiften und Einpressverbindungen .....                                                   | 28    |
| A.4.1 Allgemeines .....                                                                                         | 28    |
| A.4.2 Gestaltungsmerkmale .....                                                                                 | 28    |
| A.4.3 Werkstoffe und Oberflächenbehandlungen .....                                                              | 28    |
| A.4.4 Einpressstifte mit Kontaktelementen für Steckverbinder .....                                              | 29    |
| A.4.4.1 Allgemeines .....                                                                                       | 29    |
| A.4.4.2 Axiale und radiale Festigkeit von Einpressverbindungen mit Kontaktelementen für<br>Steckverbinder ..... | 29    |
| A.4.4.3 Genaue Lage und Kontaktebene .....                                                                      | 29    |
| A.5 Angaben zu Leiterplatten .....                                                                              | 29    |
| A.5.1 Allgemeines .....                                                                                         | 29    |
| A.5.2 Durchmetallisiertes Loch .....                                                                            | 29    |
| A.5.3 Lochbemessung .....                                                                                       | 30    |
| A.5.4 Fertigung der Löcher, Beispielbohrung für FR4 .....                                                       | 31    |
| A.5.5 Fertigung der Löcher mit anderen Werkstoffen als FR4 .....                                                | 31    |
| A.6 Angaben zu Einpressverbindungen .....                                                                       | 31    |
| A.6.1 Allgemeines .....                                                                                         | 31    |
| A.6.2 Einpressverbindung .....                                                                                  | 31    |
| A.6.3 Reparatur von Einpressverbindungen .....                                                                  | 32    |
| A.6.4 Kombination von Einpressverbindungen und Lötverbindungen .....                                            | 33    |
| A.6.5 Korrosionseffekte durch bimetallische Elektrolyse .....                                                   | 33    |
| Literaturhinweise .....                                                                                         | 34    |
| <b>Bilder</b>                                                                                                   |       |
| Bild 1 – Durchmetallisiertes Loch .....                                                                         | 12    |
| Bild 2 – Beispiel von Lochbereichen .....                                                                       | 13    |
| Bild 3 – Lage und Beispiel des transversalen Schliffbilds zur Messung der Dicke der<br>Kupferbeschichtung ..... | 13    |
| Bild 4 – Prüfanordnung – Ausdrückkraft .....                                                                    | 17    |
| Bild 5 – Schliffbild einer Einpressverbindung in Querrichtung .....                                             | 18    |
| Bild 6 – Schliffbild einer Einpressverbindung in Längsrichtung .....                                            | 19    |
| Bild 7 – Prüfanordnung für den Durchgangswiderstand .....                                                       | 20    |
| Bild 8 – Beurteilungsprüfprogramm .....                                                                         | 24    |

|                                                                                    | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Bild A.1 – Prinzipdarstellung der Struktur einer vierlagigen Leiterplatte .....    | 30    |
| Bild A.2 – Beispiel für ein Ausziehwerkzeug .....                                  | 32    |
| <b>Tabellen</b>                                                                    |       |
| Tabelle 1 – Anforderungen an durchmetallisierte Löcher für Prüfleiterplatten ..... | 12    |
| Tabelle 2 – Schwingen, Vorzugsprüfschärfen .....                                   | 18    |
| Tabelle 3 – Beurteilungsprüfprogramm – Prüfgruppe AP .....                         | 21    |
| Tabelle 4 – Beurteilungsprüfprogramm – Prüfgruppe BP .....                         | 22    |
| Tabelle 5 – Beurteilungsprüfprogramm – Prüfgruppe CP .....                         | 22    |
| Tabelle 6 – Beurteilungsprüfprogramm – Prüfgruppe DP .....                         | 23    |
| Tabelle 7 – Anwendungsprüfprogramm – Prüfgruppe EP .....                           | 25    |
| Tabelle A.1 – Beispiel für die Bemessung des Loches .....                          | 31    |

## Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 48B/2635/CD:2018 „Solderless connections – Part 5: Press-in connections – General requirements, test methods and practical guidance“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 48B „Connectors“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 651 „Steckverbinder“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

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

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 60352-5:2012-10 und DIN EN 60352-5 Berichtigung 1:2014-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Redaktionelle Änderungen zur Erläuterung des Unterschieds zwischen den zwei Prüfprogrammen für die Beurteilung und die Anwendung;
- Änderung der oberen Grenze für die Dicke der Kupferbeschichtung des durchmetallisierten Loches zur Darstellung der tatsächlichen Markttrends und Herstellungspraktiken;
- Entfernung der Biegeprüfung, da diese Prüfung speziell für Anwendungen der Einpresstechnologie, die nicht mehr üblich sind, vorgesehen ist;

- d) Anforderung, die Einpresskraft in einer Grafik zu dokumentieren, ist neu, da dies eine verbreitete Prüfpraxis ist und weitere Erkenntnis zur mechanischen Leistung des Kontaktbereichs liefert;
- e) Anzahl der erforderlichen Prüflinge wurde verringert, da im vorigen Prüfplan die überwiegende Mehrheit der Prüflinge nicht berücksichtigt wurde;
- f) Änderungen zur Aufnahme jüngster Aktualisierungen in den IEC-Richtlinien für die Abfassung.

## Lötfreie Verbindungen – Teil 5: Einpressverbindungen – Allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren und Anwendungshinweise

### Einleitung

Dieser Teil von IEC 60352 enthält Anforderungen und relevante Prüfungen (normativ) sowie Anwendungshinweise in Anhang A (informativ) für **Einpressverbindungen**.

Zwei Prüfprogramme sind vorgesehen:

- a) Das **Beurteilungsprüfprogramm** gilt für einzelne Einpressverbindungen, um die Eignung des Einpressbereichs nachzuweisen.

Diese Einpressverbindungen werden nach den Festlegungen des Herstellers des Einpressstiftes (siehe 4.6) unter Berücksichtigung der Anforderungen von Abschnitt 4 geprüft.

Die **Beurteilung** ist unabhängig von der Anwendung des Einpressbereiches in einem Bauelement.

- b) Das Anwendungsprüfprogramm gilt für Einpressverbindungen, die Teil eines Bauelementes sind und bereits nach dem Beurteilungsprüfprogramm qualifiziert sind.

Der Prüfablauf richtet sich auf das Verhalten der Einpressverbindung, das durch die Realisierung in einem Bauelement beeinflusst wird.

Eine Eignung dieser Art von lötfreier Verbindung ist dann gegeben, wenn die Anforderungen und Prüfungen für alle Faktoren gelten, die bei der Herstellung von geeigneten ID-Verbindungen verwendet werden, d. h.

- den **Einpressstift**, der Teil eines Bauelements (z. B. eines mehrpoligen Steckverbinders) sein darf;
- die **Leiterplatte** (Maße der durchmetallisierten Löcher), für die der Anschluss sich eignet;
- die **Geräte und Ausrüstungen**, die erforderlich sind, um diese Art lötfreier Verbindung herzustellen.

Da der Hersteller des Einpressstiftes den größten Teil der für die Beurteilung erforderlichen Angaben liefern muss, wurde in der gesamten Norm zur Vereinfachung die Bezeichnung „der Hersteller“ benutzt. Die Hersteller anderer Produkte, die bei der Beurteilung von Einpressverbindungen eine Rolle spielen, sind gegebenenfalls als Leiterplattenhersteller oder Ausrüstungshersteller festgelegt.

Die Anwendungshinweise dienen als Leitfaden für die unter 4.1 erforderliche Verarbeitung. Es wird darauf hingewiesen, dass einige Branchen (z. B. Automobil-, Luftfahrt-, Raumfahrt-, Nuklear- und Rüstungsindustrie) über spezifische Verarbeitungsnormen und/oder Qualitätsanforderungen verfügen, die nicht im Anwendungsbereich dieser Normfamilie liegen.

IEC Guide 109 setzt sich dafür ein, dass die Auswirkungen eines Produkts auf die natürliche Umgebung über den Produktlebenszyklus verringert werden müssen.

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60352 gilt für lötfreie Einpressverbindungen für die Anwendung in Elektro- und Elektronikgeräten und Bauteilen.

Die Einpressverbindung besteht aus einem Einpressstift mit einem geeigneten Einpressbereich, der in ein durchmetallisiertes Loch einer zweiseitigen oder mehrlagigen Leiterplatte eingepresst ist.

Neben den Prüfverfahren sind Angaben über Werkstoffe und Daten aus der industriellen Erfahrung enthalten, damit elektrisch stabile Verbindungen unter vorgeschriebenen Umweltbedingungen hergestellt werden können.

Zweck dieses Teils der IEC 60352 ist die Bestimmung der Eignung von Einpressverbindungen unter den vom Hersteller der Einpressstifte festgelegten mechanischen, elektrischen und klimatischen Bedingungen sowie die Bereitstellung von Mitteln zum Vergleich der Prüfergebnisse für den Fall, dass zum Herstellen der Verbindungen Werkzeuge von unterschiedlicher Konstruktion und Herstellung verwendet werden.

## 2 Normative Verweisungen

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

IEC 60050(581):2008, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 581: Electromechanical components for electronic equipment*

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-42:19xx, *Environmental testing – Part 2-42*

IEC 60068-2-43:19xx, *Environmental testing – Part 2-43*

IEC 60352-1:1997, *Solderless connections – Part 1: Wrapped connections – General requirements, test methods and practical guidance*

IEC 60512-1-1:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 1-1: General examination – Test 1a: Visual examination*

IEC 60512-1-2:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 1-2: General examination – Test 1b: Examination of dimension and mass*

IEC 60512-1-100:2012, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 1-100: General – Applicable publications*

IEC 60512-2-1:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 2-1: Electrical continuity and contact resistance tests – Test 2a: Contact resistance – Millivolt level method*

IEC 60512-2-5:2003, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 2-5: Electrical continuity and contact resistance tests – Test 2e: Contact disturbance*

IEC 60512-6-4:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 6-4: Dynamic stress tests – Test 6d: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60512-11-1:1995, *Electromechanical components for electronic equipment – Basic testing procedures and measuring methods – Part 11: Climatic tests – Section 1: Test 11a – Climatic sequence*

IEC 60512-11-4:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-4: Climatic tests – Test 11d: Rapid change of temperature*

IEC 60512-11-7:20XX, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-7: Climatic tests – Test 11g: Flowing mixed gas corrosion*

IEC 60512-11-9:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-9: Climatic tests – Test 11i: Dry heat*

IEC 60512-1-100, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 1-100: General – Applicable publications*

IEC 61188-5-1, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-1: Attachment (land/joint) considerations – Generic requirements*

IEC 61249-2-4:2001, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-4: Reinforced base materials, clad and unclad – Polyester non-woven/woven fibreglass laminated sheet of defined flammability (vertical burning test), copper-clad*

IEC 62326-4:1996, *Printed boards – Part 4: Rigid multilayer printed boards with interlayer connections – Sectional specification*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

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

#### 3.1

##### **Einpressverbindung**

lötfreie Verbindung, die durch Einpressen eines Einpressstiftes in ein durchmetallisiertes Loch einer Leiterplatte hergestellt wird

[QUELLE: IEC 60050-581: 2008, 581-03-46]

#### 3.2

##### **Einpressstift (Einpresspfosten)**

Anschluss mit einem speziell geformten Bereich, der für die Herstellung einer lötfreien Einpressverbindung geeignet ist

[QUELLE: IEC 60050-581: 2008, 581-03-39]

#### 3.3

##### **massiver Einpressstift**

Einpressstift mit einem massiven Einpressbereich, welcher mit seiner anfänglichen Steifheit eine Krümmung des Durchgangsloches herbeiführt

[QUELLE: IEC 60050-581: 2008, 581-03-40, modifiziert]

#### 3.4

##### **elastischer Einpressstift**

Einpressstift mit einem elastischen Einpressbereich, welcher eine begrenzte Krümmung des Durchgangsloches und eine Verformung des Einpressbereiches bewirkt

[QUELLE: IEC 60050-581: 2008, 581-03-41, modifiziert]

**3.5****Einpressbereich**

speziell geformter Teil eines Einpressstiftes, der für die Herstellung einer Einpressverbindung geeignet ist

[QUELLE: IEC 60050-581: 2008, 581-03-52]

**3.6****Einpresswerkzeug**

Einrichtung zum Einpressen von Einpressstiften oder mit Einpressstiften bestückter Bauelemente in eine Leiterplatte

[QUELLE: IEC 60050-581: 2008, 581-05-22]

**3.7****Ausziehwerkzeug**

Einrichtung zum Herausziehen eines Einpressstiftes aus einer Leiterplatte

[QUELLE: IEC 60050-581: 2008, 581-05-23]

**3.8****Teilesatz**

ein Einpressstift und eine Prüfleiterplatte mit einem oder mehreren durchmetallisierten Löchern. Die Einpressstifte sind nicht in die Leiterplatte eingepresst

**3.9****Prüfling**

Leiterplatte oder Teil einer Leiterplatte mit einer eingepressten Einpressverbindung mit oder ohne Bauelementengehäuse

**3.10****Hersteller**

Hersteller des Einpressstiftes, der mit Hilfe von Prüfleiterplatten die Prüfungen nach dieser Norm durchführt

## 4 Anforderungen

### 4.1 Allgemeines

Die Verbindungen müssen sorgfältig und fachgemäß hergestellt werden und dem Stand der Technik entsprechen.

Anhang A (informativ) liefert Anwendungshinweise und kann als Benchmark für die Bewertung der Verarbeitung dienen.

ANMERKUNG Einige Branchen (z. B. Automobil-, Raumfahrt-, Schifffahrt-, Nuklear- und Rüstungsindustrie) verwenden spezifische Verarbeitungsnormen, die in Absprache zwischen Hersteller und Anwender berücksichtigt werden können.

Der Hersteller hat eine Anleitung zum Aufbau der Verbindungen zur Verfügung zu stellen.

### 4.2 Werkzeuge

#### 4.2.1 Allgemeines

Werkzeuge sind nach den Anweisungen und Maßen des Herstellers einzusetzen und zu überwachen.

Die Werkzeuge müssen gleichmäßig zuverlässige Verbindungen herstellen können.

Die Werkzeuge müssen so ausgeführt sein, dass sie bei einwandfreiem Gebrauch den Einpressstift oder die Leiterplatte nicht beschädigen.

#### 4.2.2 Beurteilung der Werkzeuge

Die Ausführung der Werkzeuge wird durch die Prüfung der Verbindungen beurteilt, die mit diesen Werkzeugen hergestellt worden sind. Die Prüfungen sind nach 4.5 und 5.1.2 durchzuführen. Die Anforderungen in 4.6d) und 5.2.1.3 sind einzuhalten.

### 4.3 Einpressstifte

#### 4.3.1 Werkstoffe

Der im Einpressbereich verwendete Werkstoff muss vom Hersteller festgelegt werden.

Zu Angaben über Werkstoffe siehe A.4.3.

#### 4.3.2 Maße des Einpressbereiches

Das Verhalten einer Einpressverbindung hängt von den Maßen des speziell geformten Einpressbereiches und den für den Einpressstift verwendeten Werkstoffen in Verbindung mit den Maßen und Werkstoffen des durchmetallisierten Loches in der Leiterplatte ab.

#### 4.3.3 Oberflächenbehandlungen

Der Einpressbereich des Einpressstiftes muss entweder blank oder metallisiert sein. Die Oberflächenbehandlung muss vom Hersteller festgelegt werden.

Die Oberfläche muss frei von schädlichen Verunreinigungen oder Korrosion sein.

### 4.4 Prüfleiterplatten

#### 4.4.1 Allgemeines

Für Prüfzwecke müssen Leiterplatten nach IEC 61188-5-1 und IEC 62326-4 oder nach Festlegung des Herstellers verwendet werden.

Für die Prüfung müssen vierlagige Prüfleiterplatten verwendet werden, wenn nichts anderes in der Bauelementespezifikation bzw. in den Festlegungen des Herstellers angegeben ist.

Bei Einpressbereichen für gelötete Leiterplatten sind die Prüfleiterplatten nach den Herstelleranweisungen vorzubereiten.

#### 4.4.2 Werkstoffe

Der Hersteller muss die Typen der Trägerwerkstoffe angeben, für die der Einpressbereich ausgelegt ist.

Beispiele von Trägerwerkstoffen sind in IEC 61249 angegeben.

#### 4.4.3 Prüfleiterplattendicke

Die Prüfleiterplattendicke muss jener entsprechen, für die die Einpressverbindung ausgelegt ist. Ist die Einpressverbindung für den Gebrauch mit unterschiedlichen Leiterplattendicken ausgelegt, muss die gewählte Prüfleiterplatte die dünnste Nenndicke haben, für welche die Einpressverbindung verwendet werden soll.

**ANMERKUNG** Ist eine Einpressverbindung für Leiterplattengrößen von 1,6 mm bis 2,4 mm ausgelegt, wird eine Prüfleiterplatte mit einer Nenndicke von 1,6 mm (innerhalb des Toleranzbereiches) verwendet.

#### 4.4.4 Durchmetallisiertes Loch

Vom Hersteller ist der Mindest- und Höchstdurchmesser des durchmetallisierten Loches, für den die Einpressverbindung vorgesehen ist, festzulegen. Der Toleranzbereich ist dann der Bereich zwischen dem Mindest- und Höchstdurchmesser des durchmetallisierten Loches.

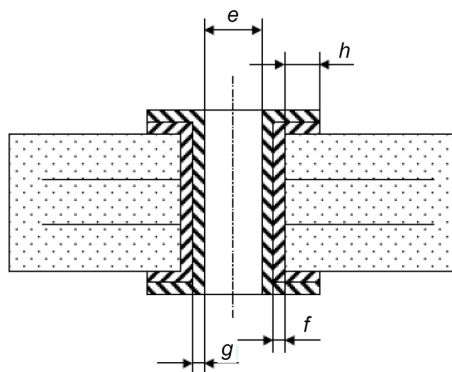


**Bild 1 – Durchmetallisiertes Loch**

Die durchmetallisierten Löcher müssen die Anforderungen nach Tabelle 1 erfüllen, in der die Buchstabenbeschreibung der von Bild 1 entspricht.

**Tabelle 1 – Anforderungen an durchmetallisierte Löcher für Prüflöcherplatten**

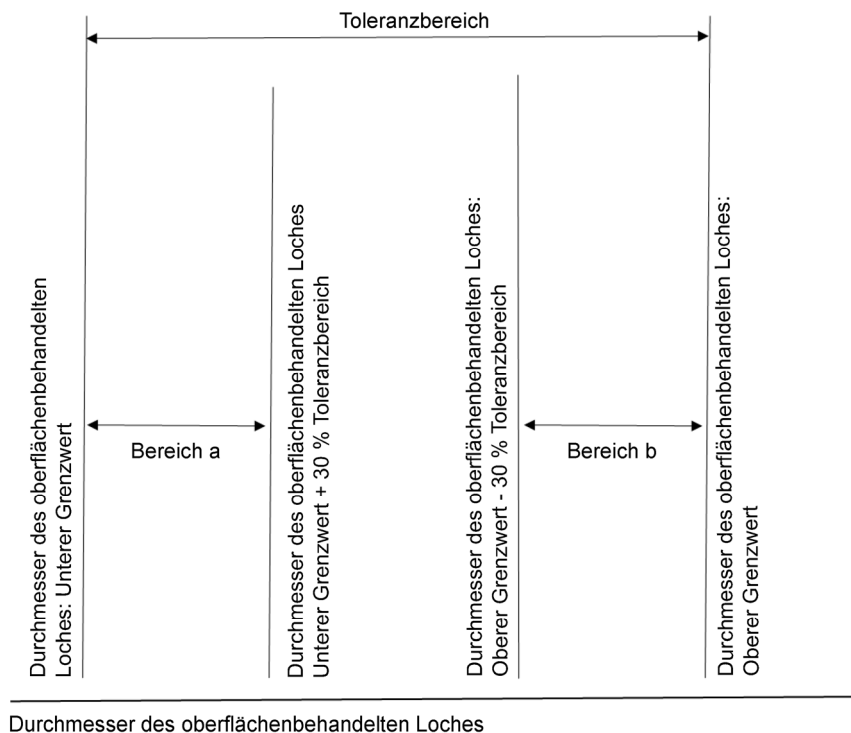
| Buchstabe nach Bild 1 | Beschreibung                    | Anforderung                                 |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|
| e                     | Bereich der Prüflöcher (Bild 2) | Bereich a: unter 30 % des Toleranzbereiches |
|                       |                                 | Bereich b: unter 30 % des Toleranzbereiches |
| f                     | Kupferdicke der Hülse1          | min. 25 µm, max. 50 µm                      |
| G                     | Endbeschichtung                 | Hinweise in A.4.3                           |
| H                     | Restringdicke                   | min. 0,15 mm                                |

ANMERKUNG falls vom Hersteller nicht anders festgelegt.

Der Toleranzbereich der metallisierten Löcher ist die Differenz zwischen Mindest- und Höchstdurchmesser der metallisierten Löcher. Für die Prüfung der Qualität des Stiftes selbst ist es notwendig, die dicht an den größten wie auch dicht an den kleinsten Löchern liegenden Kontakte zu prüfen. Die Löcher in der Prüflöcherplatte sind zu messen, und es ist festzustellen, welche Lochdurchmesser nach Bild 2 innerhalb des Bereiches a und welche innerhalb des Bereiches b liegen.

Die Maßeinteilung der Lochdurchmesser ist in Bild 2 dargestellt.

Bei einem Toleranzbereich < 0,06 mm (60 µm) muss der Lochdurchmesser innerhalb des Toleranzbereichs liegen. Dann ist es nicht erforderlich, die größten und kleinsten Löcher zu ermitteln.

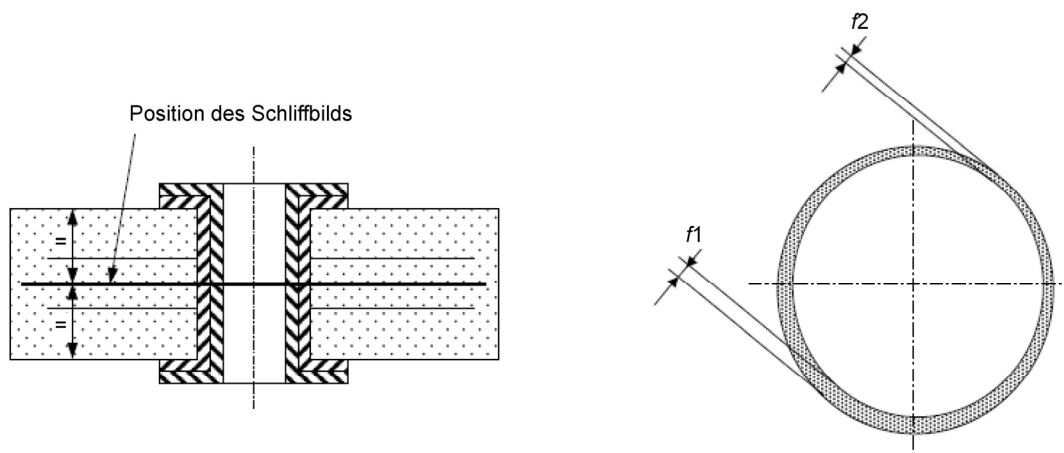


ANMERKUNG Nicht maßstabsgerecht.

**Bild 2 – Beispiel von Lochbereichen**

Weitere Anforderungen an die Metallisierung sind vom Hersteller anzugeben.

Die Dicke der Kupferhülse ist anhand eines transversalen Schliffbilds durch das Loch nach Bild 3 zu messen. Die Werte  $f_1$  und  $f_2$  müssen im vorgegebenen Bereich von  $f$  nach Tabelle 1 liegen.



### Legende

$f_1$  der gemessene Höchstwert der Kupferdicke

$f_2$  der gemessene Mindestwert der Kupferdicke

**Bild 3 – Lage und Beispiel des transversalen Schliffbilds zur Messung der Dicke der Kupferbeschichtung**

ANMERKUNG Es ist wichtig, dass alle Löcher einer Prüfleiterplatte die gleiche Kupferbeschichtungsdicke haben. Die Durchmesserunterschiede sind daher mittels unterschiedlicher Durchmesser der Bohrmaschinen bzw. Löcher in Spritzgussleiterplatten herzustellen. Es wird empfohlen, Prüfleiterplatten mit kleinsten und größten Löchern herzustellen, weil

dadurch ausgeschlossen werden kann, dass die Löcher unter normalen Fertigungsbedingungen unterschiedlich dicke Kupferbeschichtungen aufweisen.

#### 4.5 Einpressverbindungen

- a) Einpressstift, Leiterplatte und Einpresswerkzeug müssen aufeinander abgestimmt sein und vom Hersteller festgelegt werden.
- b) Der Einpressstift muss entsprechend den Angaben des Herstellers des Einpressbereiches einwandfrei in das durchmetallisierte Loch der Leiterplatte eingepresst werden.
- c) Beim Einpressvorgang darf sich das durchmetallisierte Loch verformen. Die Grenzen der Verformung nach 5.2.2.5 müssen eingehalten werden.
- d) Der gedruckte Leiter und/oder die Metallisierung des Loches dürfen durch das Einpresswerkzeug bzw. die Einpressvorrichtung nicht verformt werden.
- e) Der Einpressstift darf Risse und Verformungen aufweisen (z. B. durch Bewegung), sofern die vom Hersteller festgelegten Einfügungs- & Befestigungskräfte, die elektrische Leistung und die Maße eingehalten werden.
- f) Anschlussflächen dürfen nicht abgerissen oder abgehoben werden.
- g) Es darf keine Delaminierung, Blasenbildung oder kein Bruch der Leiterplattenlagen auftreten.
- h) Nach dem Einpressvorgang dürfen keine funktionsbeeinträchtigenden Metallisierungsteilchen sichtbar sein.
- i) Auf der der Einpressrichtung gegenüberliegenden Seite darf sich keine Metallisierung des Loches gelöst haben.

#### 4.6 Herstellerangaben

Vom Hersteller des Einpressbereiches und/oder des Bauelementes sind folgende Angaben zur Verfügung zu stellen:

- j) Angaben zu Leiterplatte und Löchern
  - Leiterplattenwerkstoff;
  - größte Anzahl leitender Lagen;
  - kleinste und größte Leiterplattendicke;
  - Metallisierungswerkstoff der Leiterplatte;
  - Maße der oberflächenbehandelten durchmetallisierten Löcher, einschließlich Grenzabmaße;
  - Eignung für lötfreie oder verlötete Leiterplatten.
- k) Angaben zum Einpressbereich
  - Werkstoff des Einpressstiftes;
  - Metallisierung.
- l) Angaben zur Einpressung
  - gerade oder rechtwinklige Einpressung;
  - rückseitiger Lochverschluss;
  - Wickelverbindung;
  - einzelne Einpressstifte;
  - Steckverbinder mit vormontierten Einpressstiften.
- m) Anweisungen und Werkzeuge für den Einpressvorgang
  - zu benutzende Werkzeuge;
  - Anzahl von Reparaturen mit einem neuen Einpressstift;
  - Stelle der Abweichung und Toleranzbereich.

- e) Kräfte
  - maximale Einpresskraft je Anschluss;
  - Mindestausdrückkraft je Anschluss nach den Prüfungen.
- f) Weitere wichtige Angaben.

## 5 Prüfungen

### 5.1 Allgemeine Bemerkungen

#### 5.1.1 Allgemeines

Wie in der Einführung erläutert, gibt es zwei Prüfprogramme, die nach folgenden Bedingungen anzuwenden sind.

- n) Einpressverbindungen nach den Anforderungen von Abschnitt 4 und den Festlegungen des Herstellers sind nach dem Beurteilungsprüfprogramm in 5.3.2 zu prüfen.

Dieses Prüfprogramm ist für einzelne Einpressstifte ohne Bauelementegehäuse vorgesehen.

- o) Einpressverbindungen, die Teil eines Bauelementes und bereits nach dem Beurteilungsprüfprogramm qualifiziert sind, sind nach dem Anwendungsprüfprogramm in 5.3.4 zu prüfen.

Dieses Prüfprogramm ist für vollständige Bauelemente mit mehreren Einpressstiften in einem Bauelementegehäuse vorgesehen.

Das Anwendungsprüfprogramm muss in der Bauartspezifikation des Bauelementes so realisiert sein, dass eine Wiederholung der Prüfungen vermieden werden kann.

Deshalb dürfen die Prüfabläufe in Prüfgruppe D (siehe 5.3.4.1) in jede Prüfgruppe der Bauelementespezifikation aufgenommen werden, wenn Ablauf, Beanspruchung und Umgebung den Anforderungen der vorliegenden Norm entsprechen.

#### 5.1.2 Allgemeine Prüfbedingungen

##### 5.1.2.1 Allgemeines

Soweit nicht anders festgelegt, sind alle Prüfungen unter den allgemeinen Prüfbedingungen nach IEC 60512-1 durchzuführen.

Die Umgebungstemperatur und die relative Luftfeuchte, bei denen die Messungen durchgeführt werden, sind im Prüfbericht anzugeben.

Im Falle einer Meinungsverschiedenheit über die Prüfergebnisse ist die Prüfung bei einem der Schiedsbedingungen nach IEC 60068-1 zu wiederholen.

##### 5.1.2.2 Vorbehandlung

Soweit nicht anders festgelegt, müssen die Verbindungen bei allgemeinen Prüfbedingungen nach den Anforderungen in IEC 60512-1 mindestens 24 h lang vorbehandelt werden.

##### 5.1.2.3 Nachbehandlung

Soweit nicht anders festgelegt, dürfen sich die Prüflinge nach der Beanspruchung mindestens 2 h lang bei allgemeinen Prüfbedingungen erholen.

### 5.1.3 Montage der Prüflinge

Beim Beurteilungsprüfprogramm bestehen Teilesätze aus Einpressstiften und einer Prüfleiterplatte mit durchmetallisierten Löchern. Wenn bei einer Prüfung die Montage gefordert wird, müssen die Teile mit der in der Herstellerfestlegung beschriebenen Montagetechnik befestigt werden.

Beim Anwendungsprüfprogramm müssen vollständige Bauelemente mit der üblichen Montagetechnik auf einer Leiterplatte eingepresst werden, wenn es in der Bauelementespezifikation oder der Herstellerfestlegung nicht anders angegeben ist.

ANMERKUNG Definitionen von Teilesätzen und Prüfling siehe 3.6 und 3.7.

## 5.2 Prüf- und Messverfahren

### 5.2.1 Allgemeine Untersuchungen

#### 5.2.1.1 Sichtprüfung an Teilen und Prüflingen

Die Prüfung muss nach IEC 60512-1-1 ausgeführt werden. Die Sichtprüfung ist mit 5-facher Vergrößerung durchzuführen, und alle Teile und Prüflinge müssen geprüft werden, um sicherzustellen, dass die zutreffenden Anforderungen in 4.5 erfüllt worden sind.

#### 5.2.1.2 Prüfungen der Maße

Die Prüfung muss nach IEC 60512-1-2 ausgeführt werden. Es müssen alle Teile geprüft werden, um sicherzustellen, dass die zutreffenden Anforderungen in 4.3 bis 4.6 erfüllt worden sind.

#### 5.2.1.3 Sichtprüfung der Werkzeuge

Die Werkzeuge müssen nach den Anweisungen und Festlegungen des Herstellers überprüft und kontrolliert werden, um sicherzustellen, dass die zutreffenden Anforderungen in 4.2 und 4.6 erfüllt worden sind.

### 5.2.2 Mechanische Prüfungen

#### 5.2.2.1 Einpresskraft

Die obere Grenze der Einpresskraft ist vom Hersteller festzulegen.

Die Oberkraft  $F$  ist zu messen und das Kraft-Weg-Diagramm zu dokumentieren.

Die empfohlene Geschwindigkeit für das Anwenden der Einpresskraft bei der Messung beträgt 25 mm/min bis 50 mm/min, falls vom Hersteller nicht anders festgelegt.

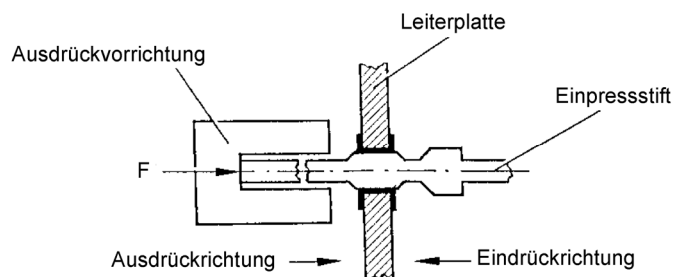
#### 5.2.2.2 Ausdrückkraft

Diese Prüfung gilt nur für das Beurteilungsprüfprogramm.

Zweck dieser Prüfung ist es, das Verhalten einer Einpressverbindung gegenüber der mechanischen Beanspruchung zu beurteilen, die durch eine in Längsrichtung auf den Einpressstift, d. h. in die entgegengesetzte Richtung, einwirkende Kraft verursacht wird.

Der Prüfling besteht aus einer Prüfleiterplatte mit einem eingepressten Einpressstift, wie in Bild 4 dargestellt.

Bevor die Ausdrückprüfung durchgeführt wird, darf sich der Prüfling nach dem Einpressvorgang für eine Dauer von mindestens 24 h erholen.

**Bild 4 – Prüfanordnung – Ausdrückkraft**

Falls der Hersteller die Geometrie der Ausdrückvorrichtung festgelegt hat, ist diese für die Prüfung zu verwenden. Wurde keine bestimmte Geometrie festgelegt, darf das Prüflabor eine passende Geometrie einrichten. Die Ausdrückvorrichtung ist zu dokumentieren.

Entgegengesetzt zur Einpressrichtung wird auf den Einpressstift eine Kraft  $F$  ausgeübt.

Es ist eine geeignete Einrichtung, z. B. eine Zugprüfmaschine, zu benutzen. Der Kopf der Zugprüfmaschine muss sich gleichmäßig mit einer Geschwindigkeit von  $< 12 \text{ mm/min}$  bewegen.

Die Prüfung ist so lange am Prüfling durchzuführen, bis sich der Einpressstift im durchmetallisierten Loch der Leiterplatte bewegt. Die Endbelastung ist zu messen.

Wenn im Zusammenhang mit der Ausdrückprüfung der Ausdrückvorgang aus technischen Gründen nicht durchführbar ist, darf auch ein Ausziehvorgang durchgeführt werden.

Die Oberkraft  $F$  ist bei Bedarf zu messen und das Kraft-Weg-Diagramm zu dokumentieren.

Weitere Hinweise bezüglich zusätzlicher mechanischer Beanspruchungen auf den Einpressstift, die aufgrund der Anwendung der Einpressverbindung auftreten, siehe A.6.1.

### 5.2.2.3 Schwingen

Diese Prüfung gilt nur für das Anwendungsprüfprogramm.

Die Prüfung muss nach IEC 60512-6-4 ausgeführt werden.

Die Prüflinge sind sicher auf einem Schwingtisch zu befestigen.

Eine geeignete Prüfanordnung für die Prüfung von Einpressverbindungen muss vom Hersteller in der Bauelementespezifikation festgelegt werden.

Unseren Erfahrungen nach bieten Bauelemente mit Serienherstellungstatus keine praktische Möglichkeit der Verbindung, um Kontaktstörungen zu messen. Leiterplatten verfügen über keine Prüfverbindungen und das Verlöten von Prüfleitungen in der Nähe einer Einpressverbindung ist nicht empfehlenswert.

Die Prüfanordnung muss eine Möglichkeit vorsehen, wie die Messmittel verbunden werden, z. B. mittels einer Prüfleiterplatte, alternativ ist eine andere Art der Überwachung zu bestimmen. Der Hersteller muss entscheiden, was für die geplanten Betriebsfälle nach 4.4. 4.4.4, wenn alles festgelegt ist, sinnvoll ist.

DIESER TEXT ENTHÄLT INFORMATIONEN FÜR DIE NATIONAL EN KOMITEES UND WIRD VOR DER VERÖFFENTLICHUNG ENTFERNT.

Bevorzugte Schärfegrade sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2 – Schwingen, Vorzugsprüfschärfen

| Frequenzbereich                                         | 10 Hz bis 55 Hz      | 10 Hz bis 500 Hz     | 10 Hz bis 2 000 Hz   |
|---------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Gesamtdauer                                             | 2 h $^{+5}_{-0}$ min | 6 h $^{+5}_{-0}$ min | 6 h $^{+5}_{-0}$ min |
| Auslenkungsamplitude unterhalb der Übergangsfrequenz    | 0,35 mm              | 0,35 mm              | 1,5 mm               |
| Beschleunigungsamplitude oberhalb der Übergangsfrequenz | –                    | 50 m/s <sup>2</sup>  | 200 m/s <sup>2</sup> |
| Prüfachsen                                              | 3 Achsen             | 3 Achsen             | 3 Achsen             |
| Anzahl der Frequenzzyklen je Richtung                   | 8                    | 10                   | 8                    |

Falls vom Hersteller oder in der zutreffenden Bauartspezifikation des Bauelementes nichts anderes festgelegt ist, ist die Prüfung im Bereich von 10 Hz bis 500 Hz durchzuführen.

#### 5.2.2.4 Schliffbild

##### 5.2.2.4.1 Allgemeines

Die Prüfung muss nach IEC 61188-5-1 ausgeführt werden.

##### 5.2.2.4.2 Schliffbild in Querrichtung

Ein erster Querschnitt ist ungefähr 0,3 mm unter der Oberseite der Leiterplatte durchzuführen.

Ein zweiter Querschnitt ist ungefähr in der Mitte des Einpressbereichs des Kontakts und des metallisierten Durchgangslochs vorzunehmen. Dieser Bereich wird vom Längsschnitt bestimmt und dokumentiert.

Die Verformung „a“ des Umrisses der Bohrung für das durchmetallisierte Loch darf höchstens 70 µm betragen.

Die kleinste Restdicke „b“ der Metallisierung muss mindestens 8 µm betragen. Die Metallisierung des Loches darf keine Risse aufweisen. Siehe Bild 5. Die Übereinstimmung wird durch Sichtprüfung und Messung geprüft.

Maße in Millimeter

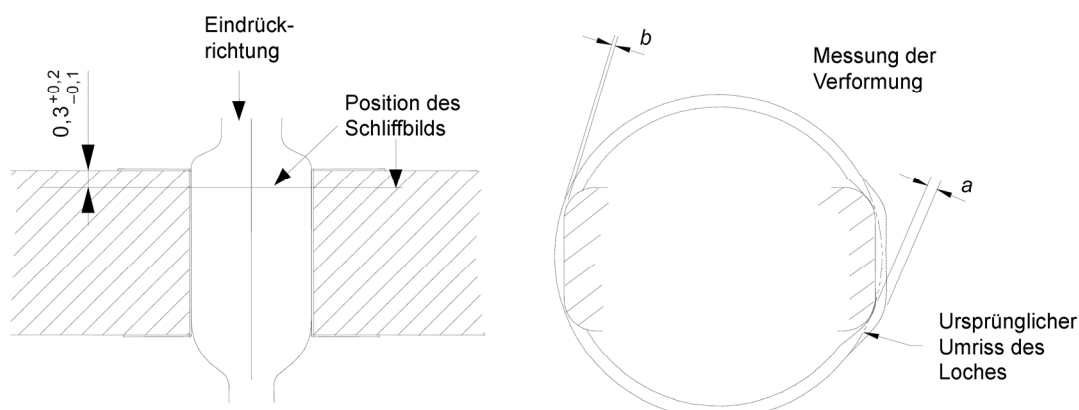


Bild 5 – Schliffbild einer Einpressverbindung in Querrichtung

#### 5.2.2.4.3 Schliffbild in Längsrichtung

Das Schliffbild muss genau durch die größte Verformung des Loches gehen. Die genaue Stelle ist anhand des ersten Querschnitts zu bestimmen.

Die Verformung „c“ des Leiterbildes des durchmetallisierten Loches darf höchstens 50 µm betragen (siehe Bild 6).

Weder die Metallisierung des Loches noch der Leiter darf Risse („d“) aufweisen. Bei doppelseitigen Leiterplatten gilt diese Anforderung für die äußeren Lagen. Die Einhaltung ist durch Prüfung, Messung und Sichtprüfung nach 5.2.1.1 zu kontrollieren. Die Messung ist aufzuzeichnen.

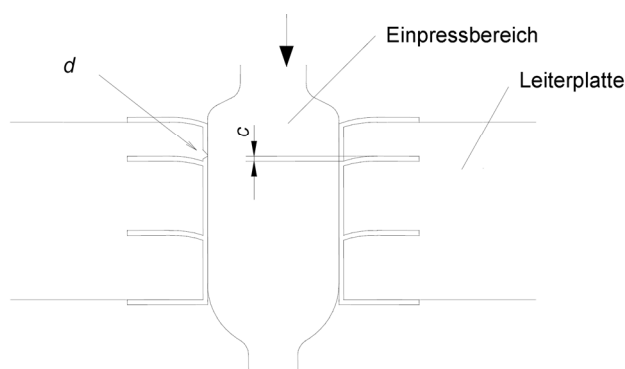


**Bild 6 – Schliffbild einer Einpressverbindung in Längsrichtung**

#### 5.2.2.5 Austausch (Reparatur)

Der Hersteller muss angeben, ob ein Austausch zulässig ist, und gegebenenfalls die zulässige Anzahl von Austauschvorgängen. Die Prüfung dafür, ob ein Einpressbereich einem Austausch standhält und danach das gleiche Verhalten zeigt, wird ausgeführt, indem ein Teil des Einpressbereiches ausgetauscht wird.

Ein Austausch erfolgt immer mit neuen Einpressstiften und mit den vom Hersteller festgelegten Werkzeugen. Es gelten die gleichen Anforderungen wie beim ersten Einpressvorgang. Die reparierten Teilesätze müssen überprüft werden. Es dürfen keine abgelösten Metallteile oder Risse in der Leiterplattenlage oder im Leiter sichtbar sein.

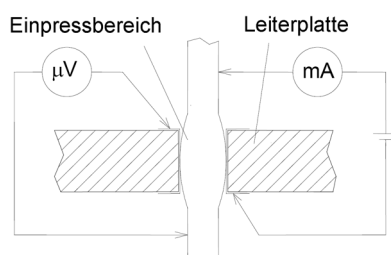
Wenn bei einem Bauelement der Austausch von Einpressstiften zulässig ist, sind Ablauf und Werkzeuge vom Bauelementehersteller oder in einer Bauartspezifikation festzulegen.

### 5.2.3 Elektrische Prüfungen

#### 5.2.3.1 Durchgangswiderstand

Die Prüfung des Durchgangswiderstandes muss nach IEC 60512-2-1 ausgeführt werden. Dabei müssen besonders die Auflösung des Mikrovoltmeters sowie Korrekturen der thermoelektrischen Spannung beachtet werden. Zur Verringerung des Volumenwiderstandes sollte der Abstand der Messpunkte so klein wie möglich sein.

Ein Beispiel für eine Prüfanordnung ist in Bild 7 dargestellt.

**Bild 7 – Prüfanordnung für den Durchgangswiderstand**

Anforderungen nach der mechanischen, elektrischen oder klimatischen Beanspruchung:

- Beurteilungsprüfprogramm: Die größte Änderung des Durchgangswiderstandes darf in jedem Prüf-  
ablauf höchstens 0,5 mΩ betragen.
- Anwendungsprüfprogramm: Die größte Änderung des Durchgangswiderstandes muss gegebenenfalls  
in der Bauartspezifikation des Bauelementes oder den Herstellerangaben festgelegt sein.

Wenn eine direkte Messung der Einpressverbindung nicht möglich ist, muss eine Gesamtmessung des Durchgangswiderstandes vorgesehen sein, und die Anforderung an die Einpressverbindung muss mit dem für das Bauelement geforderten Wert abgedeckt sein.

## 5.2.4 Klimatische Prüfungen

### 5.2.4.1 Allgemeines

Die für die folgenden Prüfungen vorgeschriebene obere (UCT) und untere (LCT) Temperaturklasse ist gegebenenfalls in der ausführlichen Produktnorm des Bauelementes oder den Herstellerangaben festzulegen.

Wenn die mit diesem Bauelement verbundene Leiterplatte eine andere Temperaturklasse hat, muss die klimatische Prüfung entweder mit der Temperaturklasse des Bauelementes oder der Leiterplatte durchgeführt werden, je nachdem, welcher Wert die geringere Prüfschärfe besitzt.

### 5.2.4.2 Rascher Temperaturwechsel

Die Prüfung muss nach IEC 60512-11-4 ausgeführt werden. Falls es vom Hersteller des Bauelementes oder in der ausführlichen Produktnorm nicht anders angegeben ist, gelten folgende Einzelangaben:

- untere Temperatur  $T_A$  – 40 °C (LCT)
- obere Temperatur  $T_B$  85 °C (UCT)
- Einwirkungsdauer  $t_1$  30 min
- Anzahl der Zyklen 10

### 5.2.4.3 Klimafolge

Die Prüfung muss nach IEC 60512-11-1 ausgeführt werden. Falls es vom Hersteller des Bauelementes oder in der Bauartspezifikation nicht anders angegeben ist, gelten folgende Einzelangaben:

- trockene Wärme, Prüftemperatur 85 °C (UCT)
- Kälte, Prüftemperatur – 40 °C (LCT)
- feuchte Wärme, zyklisch, restliche Zyklen 5

### 5.2.4.4 Trockene Wärme

Die Prüfung muss nach IEC 60512-11-9 ausgeführt werden. Falls es vom Hersteller des Bauelementes oder in der Bauartspezifikation nicht anders angegeben ist, gelten folgende Einzelangaben:

- Prüftemperatur 85 °C (UCT)
- Prüfdauer 1 000 h