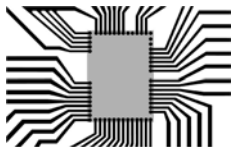


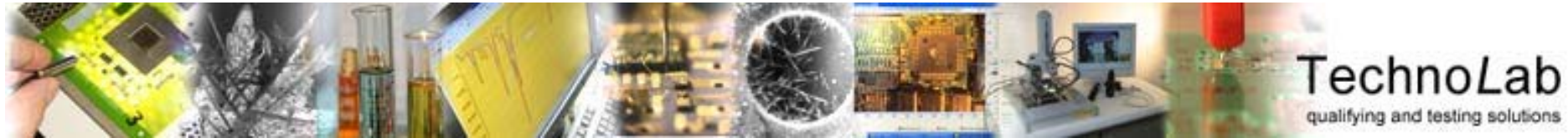
Bewertung von Lötverbindungen auf Leiterplatten

FED-Regionalgruppe Berlin 2009-01-27

Lutz Bruderreck
TechnoLab GmbH
Am Borsigturm 46 13507 Berlin

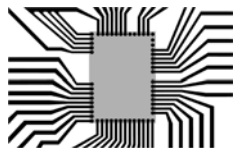
www.technolab.de
Lutz.Bruderreck@technolab.de
Tel.: 030-4303 3162
FAX: 030-43033169

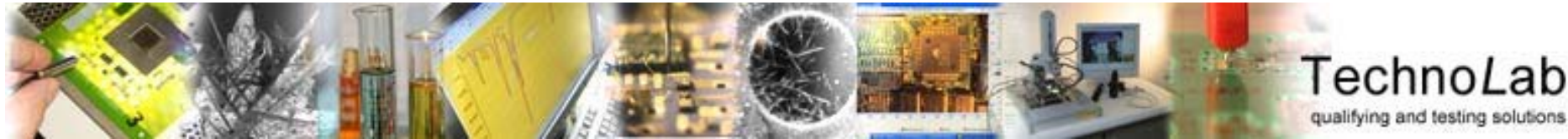




Zielsetzung

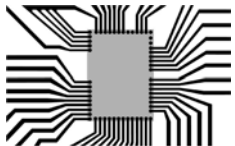
Der Trend zur Miniaturisierung der Lötverbindungen erfordert die Bewertung der inneren Struktur dieser Lötverbindungen. Hinzu kommt bei verdeckt liegenden Lötverbindungen die weitgehend fehlende Möglichkeit einer visuellen Inspektion. Die thermische, mechanische und thermomechanische Stabilität der Lötverbindungen werden durch eine Anzahl von Faktoren beeinflusst, die sich über die verschiedenen Analyseverfahren unterschiedlich gut nachweisen lassen.

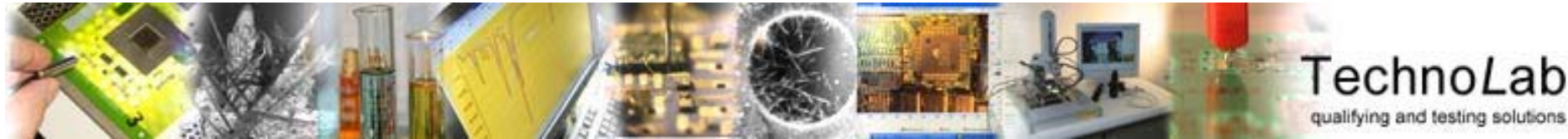




Bewertungsrelevante Grössen (1)

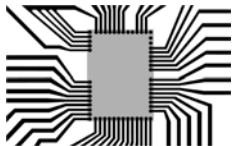
- 1) Geometrie der Lotfüllung
- 2) Benetzungswinkel zwischen der Lotfüllung und den Oberflächen der Fügepartner
- 3) Dicke der Intermetallischen Zonen
- 4) Zustand der Intermetallischen Zone (Geschlossenheit, Dicke, Struktur, Bestandteile)
- 5) Eingelagerte Intermetallische Phasen im Lotgefüge
- 6) Ansammlungen von Intermetallischen Phasen um Fehlstellen im Lotgefüge herum
- 7) Fehlstellen (Voids+Risse)
- 8) Hohlräume, die beim Erstarren wieder mit Lot gefüllt wurden
- 9) Risse mit unterschiedlich dicht aufeinanderliegenden Rissflanken
- 10) Struktur der Lotfüllung (dendritische Erstarrung von Gefügebestandteilen, Vorliegen und Verteilung von eutektischen Gefügebestandteilen, Korngrösse)

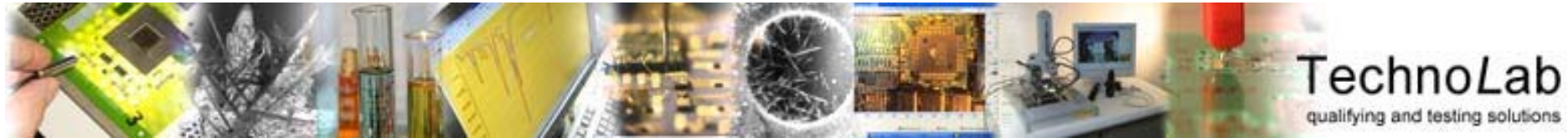




Bewertungsrelevante Grössen (2)

- 11) Vorhandenseins und Verteilung von unerwünschten Gefügebestandteilen (speziell Gold – Ursache für Gold-Embrittlement und Blei in bleifreien Loten)
- 12) Vorliegen von sehr kleinen Ausscheidungen entlang der Intermetallischen Zone und an Korngrenzen
- 13) Dicke des Lotspalts unter den Anschlüssen oder den Terminierungen der Bauelemente
- 14) Vorhandensein von Lotgefüge bei sehr engen Lotspaltweiten oder gealterten Lötverbindungen
- 15) Struktur des Finishs der Leiterplatte
- 16) Struktur der Oberfläche von Fehlstellen
(Voids+Gaseinschlüsse mit meist glatter Oberfläche, Risse und Schwindungslunker meist mit zerklüfteter Oberfläche)





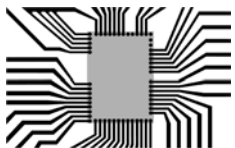
Bewertungsverfahren

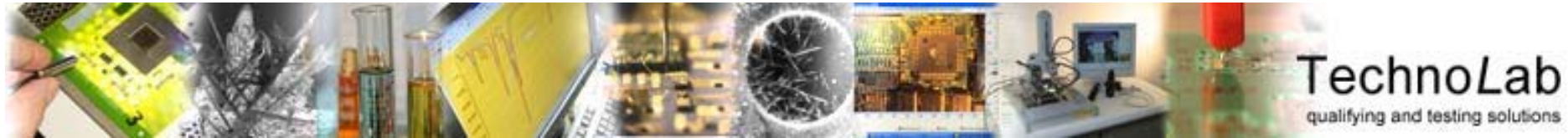
Zerstörungsfreie Prüfungen:

- Optische Inspektion mit unbewaffnetem Auge
- Optische Inspektion im makroskopischen Bereich
- Optische Inspektion im mikroskopischen Bereich (Stereomikroskop)
- Akustische Inspektion - Sonographie
- Röntgeninspektion
- Elektrische Messungen (Widerstand)
- Thermographische Verfahren

Zerstörende Prüfungen:

- Metallographische Präparation
- Sheartest
- Pulltest
- Bending-Test
- Drop-Test
- Zyklischer Sheartest





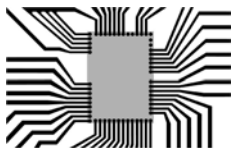
Röntgeninspektion

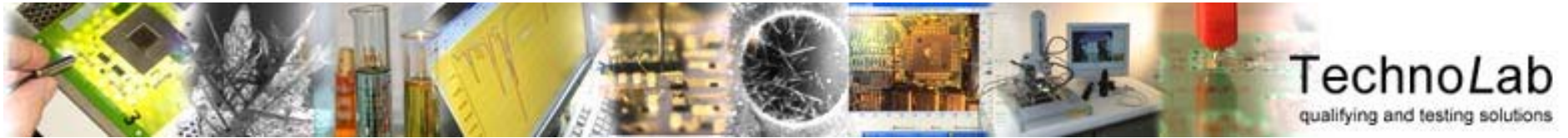
Das Wort Röntgen (nach dem Physiker Wilhelm Conrad Röntgen) steht für den Prozess des Durchstrahlens eines Körpers mit Röntgenstrahlen unter Verwendung eines Röntgenstrahlers sowie die Darstellung der Durchdringung des Körpers, etwa mittels eines fluoreszierenden Schirms oder eines Bildverstärkers (Durchleuchtung). Die Bilder werden entweder auf geeignetem Filmmaterial (Radiografie), Phosphorplatten oder mittels elektronischer Sensoren, zum Beispiel CCDs (digitale Radiografie), sichtbar. Röntgen ist ein weit verbreitetes bildgebendes Verfahren.
(Quelle: Wikipedia)

Bei Einsatz in der Elektrotechnik und Elektronik:

Verfahrenstypisch zerstörungsfrei gegen Lötverbindungen

Bei Einsatz auf der Baugruppenebene ist Röntgendurchstrahlung lediglich kritisch bei Vorliegen von Speicherbausteinen.





Röntgeninspektion - allgemein

Wichtige Parameter:

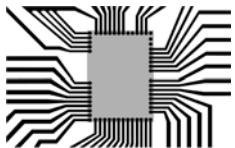
Auflösung und Dynamik:

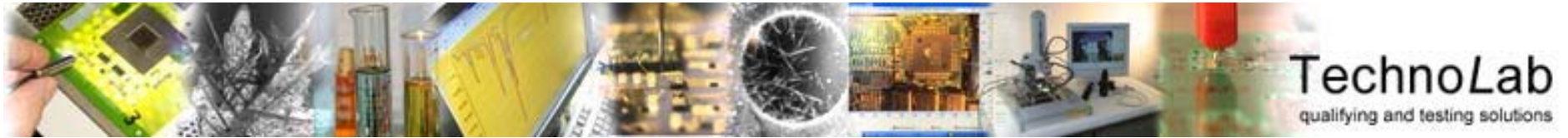
Je grösser die Auflösung, desto kleinere Bilddetails werden unterscheidbar dargestellt
Angabe in Linienpaare pro mm

Dynamik:

Verhältnis aus grösster und kleinster Intensität der Röntgenstrahlung, die ein System gleichzeitig aufzeichnen kann .

Je grösser die Dynamik (Angabe meist in Bit), desto grösser wird der Belichtungsspielraum





Röntgeninspektion - Analogfilme

Analogfilm:

Kontrastverhältnis lediglich ca. 100:1

etwa 400 wahrnehmbare Tonwerte (Graustufen) bei Polaroidfilmen

optimal bis etwa 2000 Graustufen möglich

verhältnismäßig geringe Dynamik

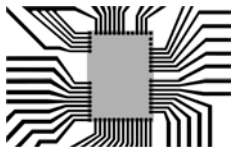
Größenordnung 10 Bit

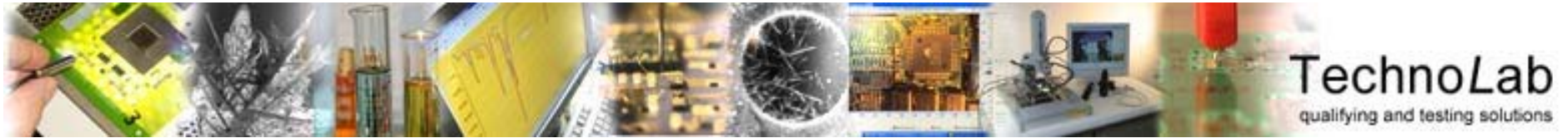
bemerkbare Nichtlinearität

Empfindlichkeit gegen Lagerbedingungen

Empfindlichkeit gegen Handling

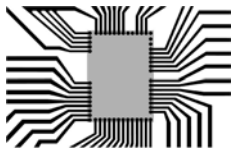
(Kratzer, Wasserflecken, Temperatur)



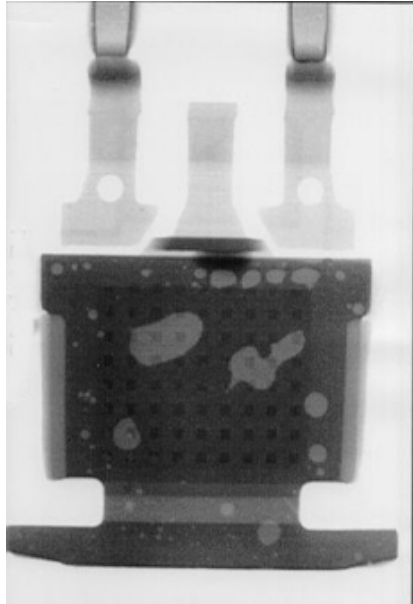


Röntgeninspektion - digital

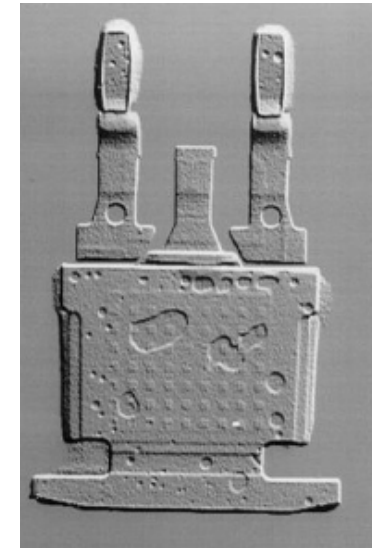
Bildgebung über digitale Halbleitersensoren
Im Vergleich zu Analogfilmen höhere Dynamik
Größenordnung derzeit 14 Bit
Fülle von objektangepassten Verfahren
Kratzerfrei
Vollständiger ready-check
Verfahrensvarianten
Vegrößerung
Hintergrundausbldung
Beeinflussung des Röntgenspektrums
Tomographie
Zeitauflösende Röntgen-Mikroskopie



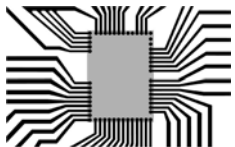
Röntgeninspektion - Verfahrensvergleich

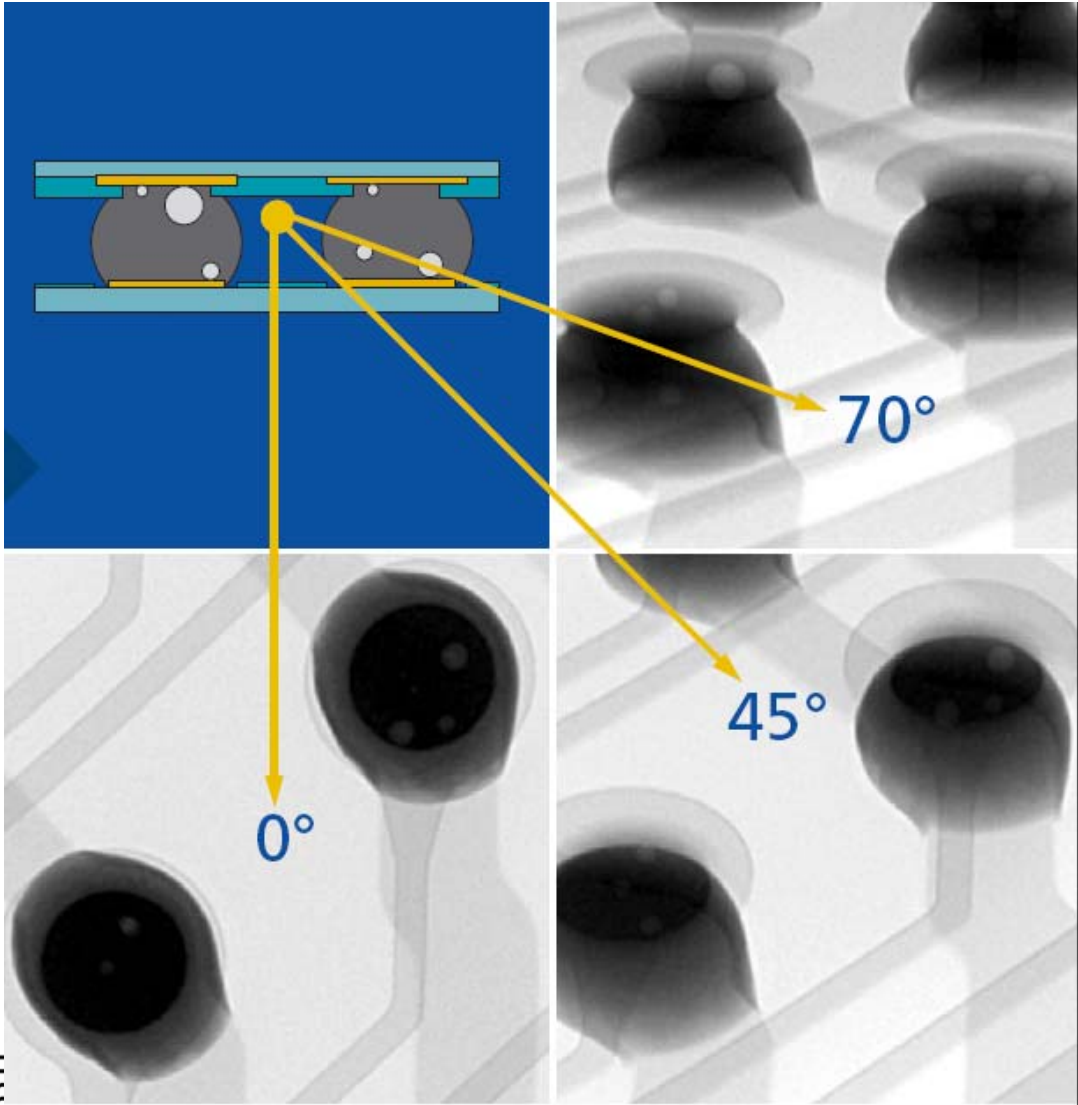


„klassisch“ analog gegen Film
Physikalische Auflösung wird
bestimmt durch die Größe der
Ag Br Kristalle:
0.02 - 0.5 μ m bei AR Filmen
0.2 - 3 μ bei X-Ray Filmen

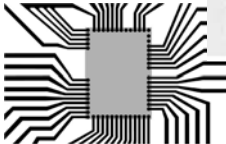


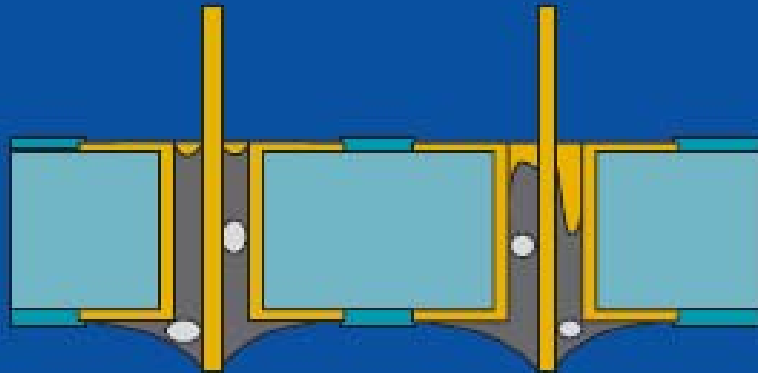
mit hochfokussierender Röntgenröhre
und digitalem Bildsensor
Fokus 5 μ m
Sensor bis etwa 5 μ m



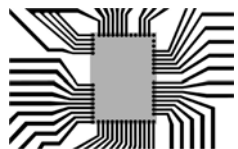
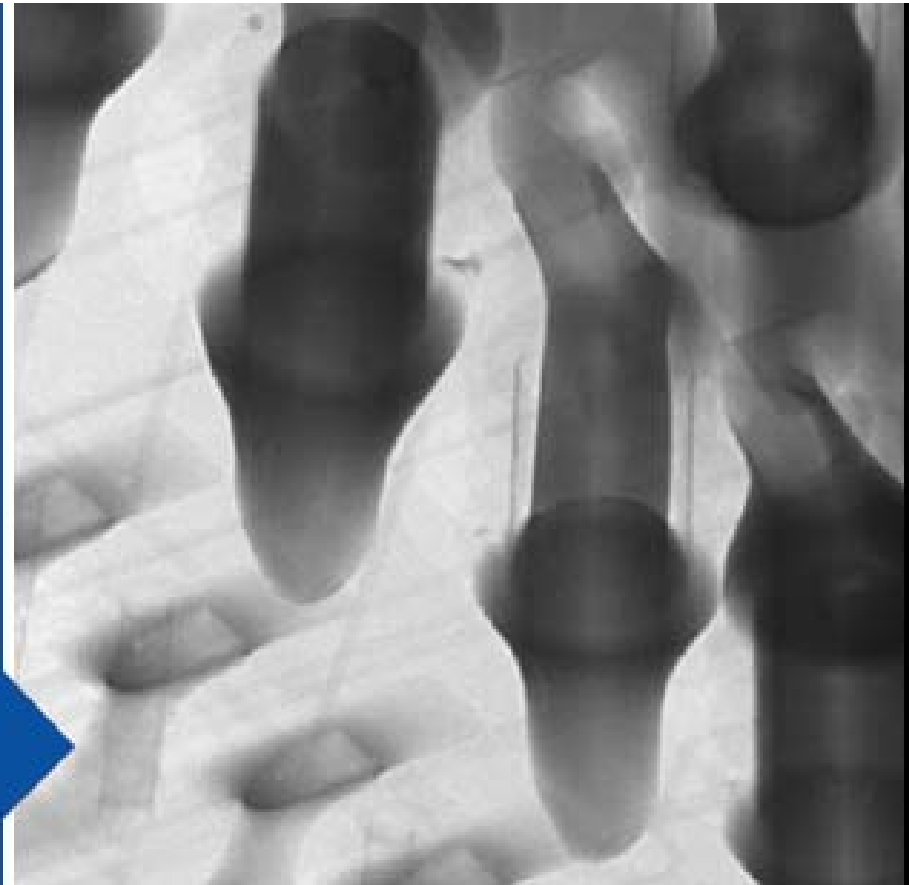


Schrägdurchstrahlungen („Seitenansicht“) bis zu 70° bei Vergrößerungen bis 10.000fach sind möglich. (Quelle: Fa. BHS / Phoenix-X-Ray, auch Folgeseiten)

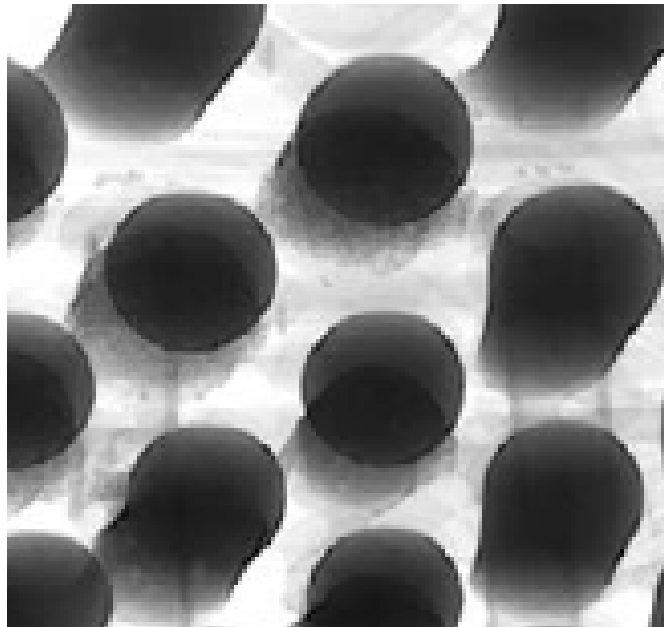




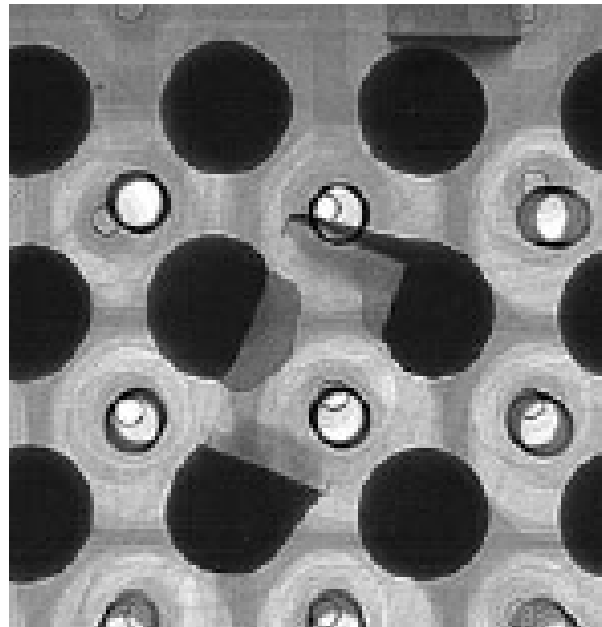
Schema von THT-Lötstellen und Ihre Inspektion mit Schrägdurchstrahlung: eine Durchkontaktierung ist nicht gefüllt und die Wandmetallisierung ist nicht vom Lot benetzt.



Unvollständiges Umschmelzen

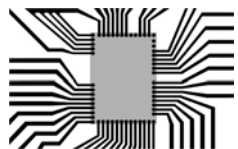


Bestückungsfehler

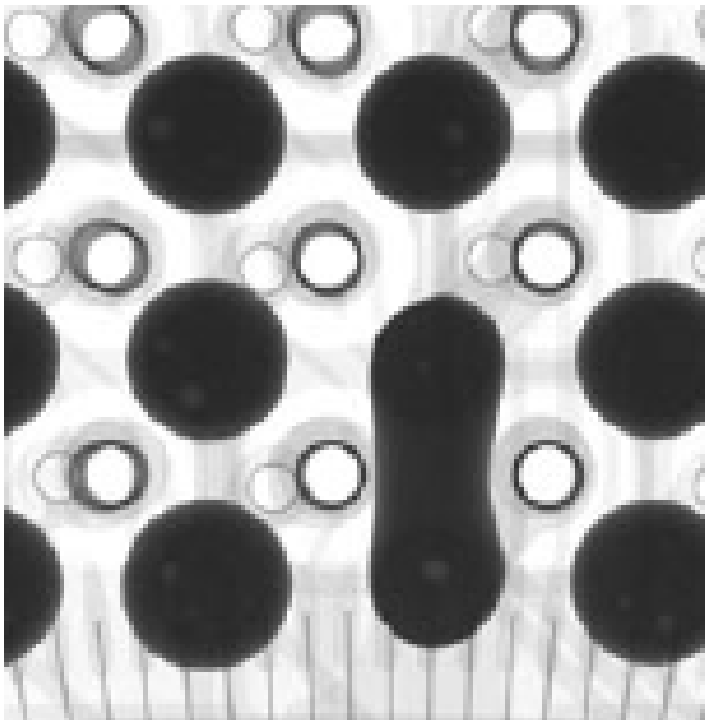


Von der Röntgeninspektion zur effizienten BGA-Lötprozesskontrolle

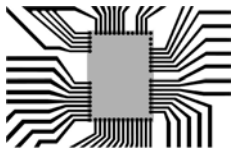
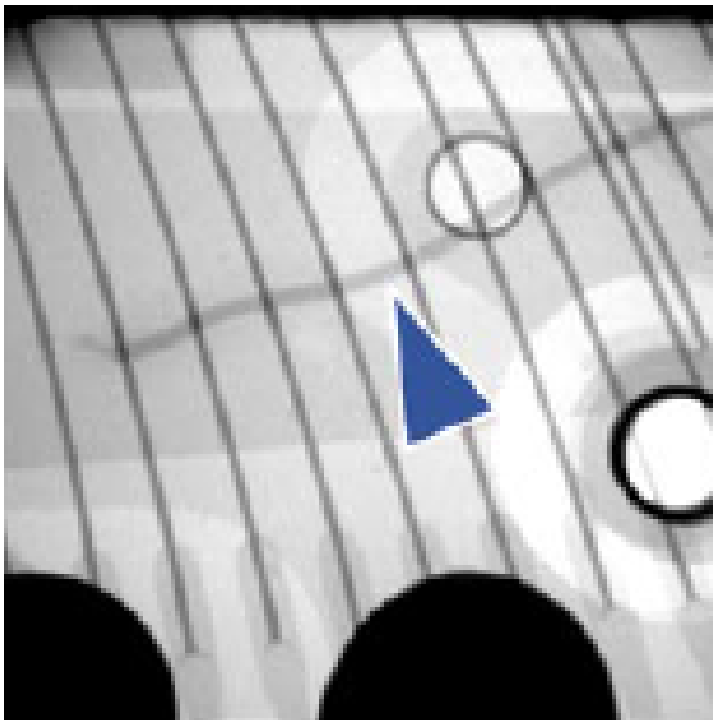
Da alle Abmessungen und Merkmale der Lötstellen (Durchmesser, Dicke, Kontaktflächen, Poren etc.) abgebildet werden, ist es möglich eine Vielzahl von Fehlern nachzuweisen



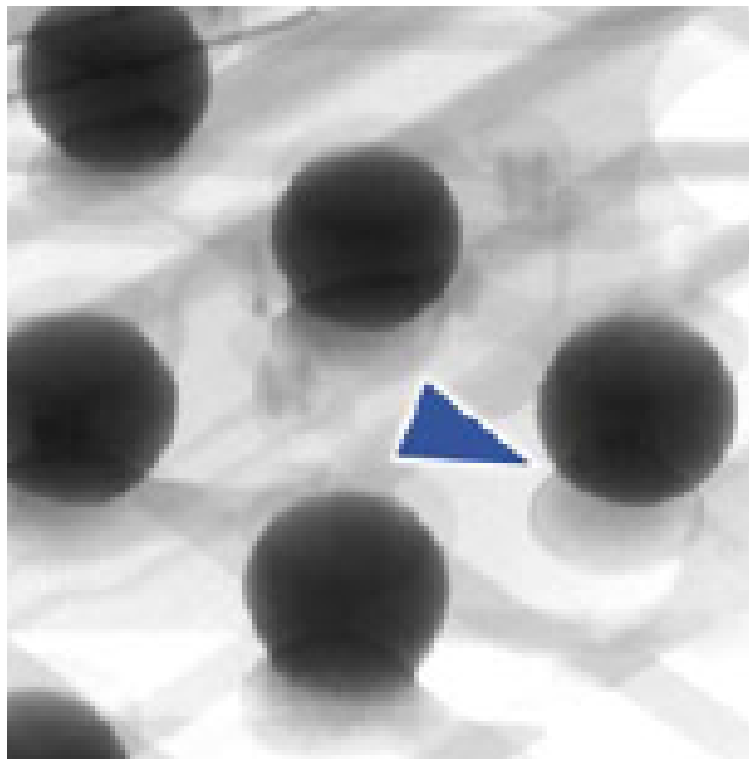
Lotbrücken



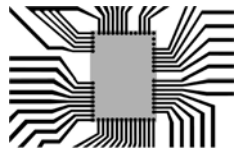
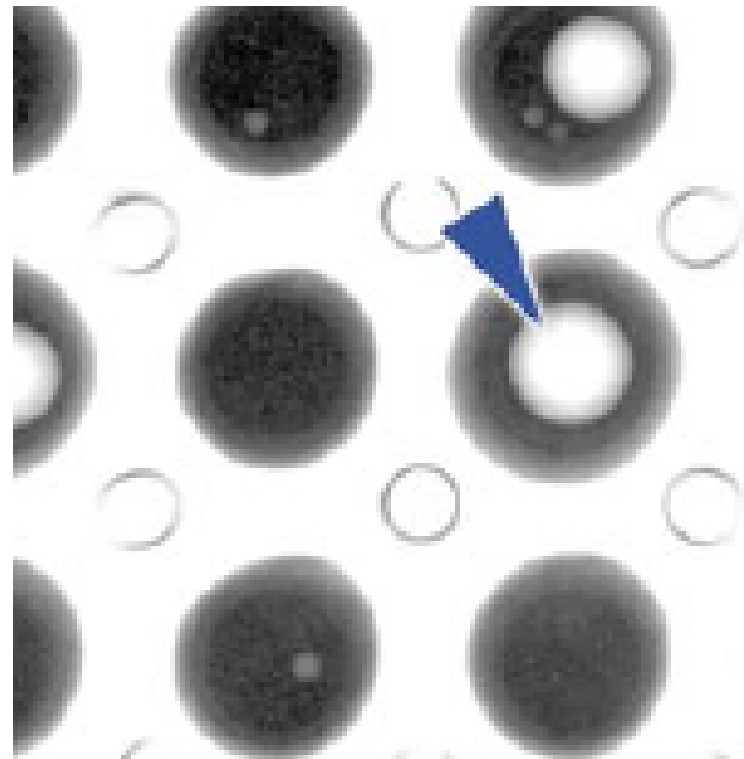
Bonddrahtfehler

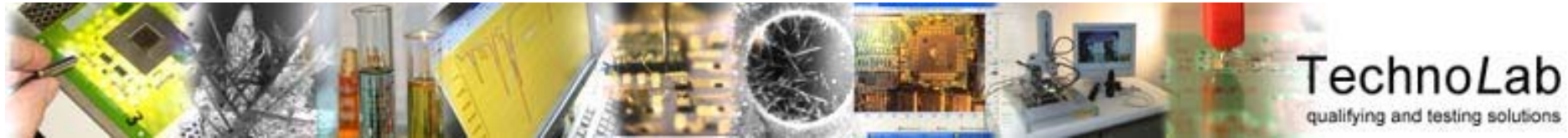


Offene Lötstellen



Lunkergröße (Porenanteil)





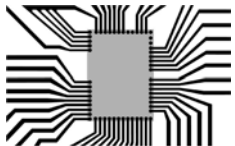
Röntgeninspektion: Begleitende Standards

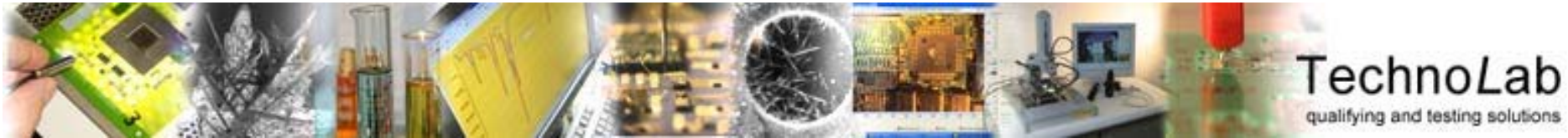
IEC 61191-6, Ed. 1: Printed board assemblies – Part 6: Evaluation criteria for voids in soldered joints of BGA and LGA

IPC-TM-650 - Test Methods Manual - Method 2.6.10 X-Ray (Radiography), Multilayer Printed Wiring

IPC-7095 Design and Assembly Process Implementation for BGAs

MIL-STD-1580-B-Test method standard-Destructive physical analysis for electronic, electromagnetic and electromechanical parts





Metallographische Präparation - Materialographie

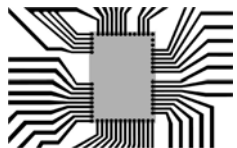
Die Metallographie bzw. -graphie ist die Lehre vom Gefügebau der Metalle und stellt damit eine Disziplin der Metallkunde dar.

Die Tätigkeit wird von einem Metallographen ausgeübt.

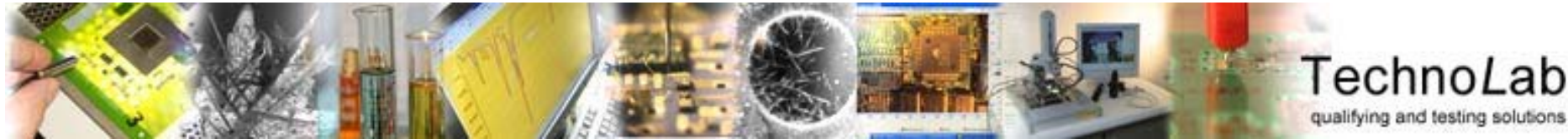
Aufgabe der Metallographie ist die qualitative und quantitative Beschreibung des Gefüges metallischer Werkstoffe mit Hilfe mikroskopischer Verfahren. Um das Gefüge eines metallischen Werkstoffes im Mikroskop zu erkennen, muss es präpariert werden. Die Kenntnisse über die Eigenschaften und die Verarbeitung eines Metalls ist wichtig, um Fehler bei der Präparation und Gefügebeurteilung zu vermeiden.

Aufgrund der zunehmenden Anzahl von Verbundwerkstoffen, sowie dem Aufkommen neuer, weiterentwickelter Werkstoffe (Keramik/Metall-Systeme, Metall/Kunststoff-Systeme, etc.) wird mittlerweile die Bezeichnung „Materialographie“ bevorzugt, da diese das gesamte Werkstoffspektrum abdeckt. (Quelle: Wikipedia)

Objekte der Elektrotechnik/ Elektronik:



Meist zeitgleiche Präparation von Partnern mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften



Metallographische Präparation - Materialographie

**Oberbegriff für eine Reihe von Untersuchungen allgemein:
Zertrennen von Untersuchungsobjekten und gezieltes Abtragen auf verschiedene
Schliffebenen.**

**Über Variation der Verfahrensparameter lässt sich eine Anpassung der
Präparationsmethodik an das Untersuchungsziel erreichen:**

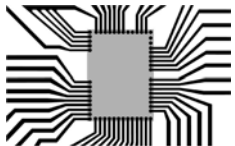
- **Präparation auf Strukturdefekte**
- **Betonen von Strukturen**

Das umfasst auch die vorbereitenden Schritte:

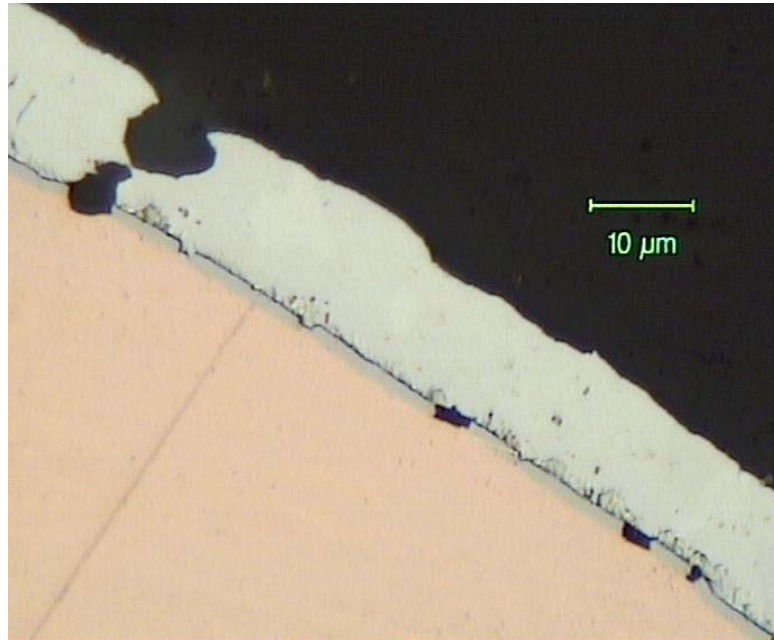
- **Probentrennung**
- **Einbettung**

**Das metallographisch präparierte Objekt ist Ausgangspunkt für weitere
Untersuchungen**

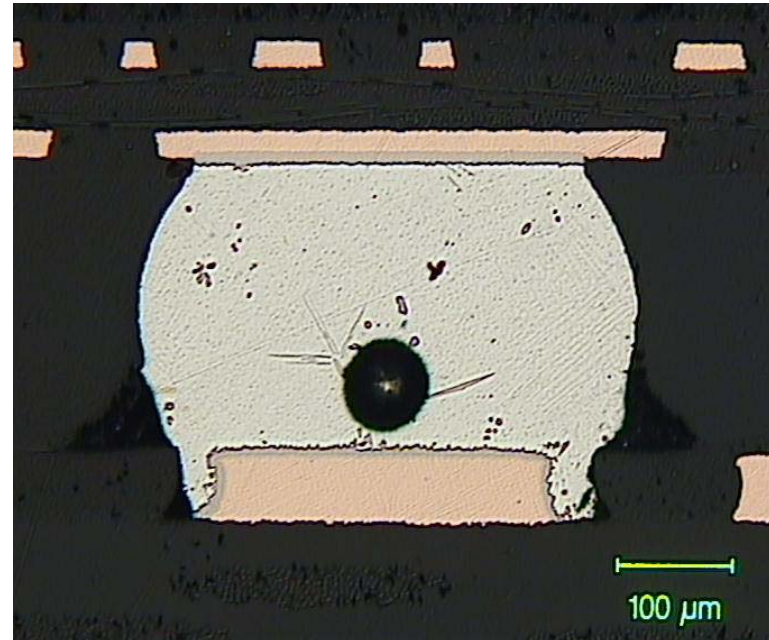
- **Optische Inspektion**
- **Härtemessung**
- **Inspektion im REM, Analytik mittels EDX**



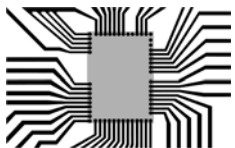
Typische metallographische Befunde



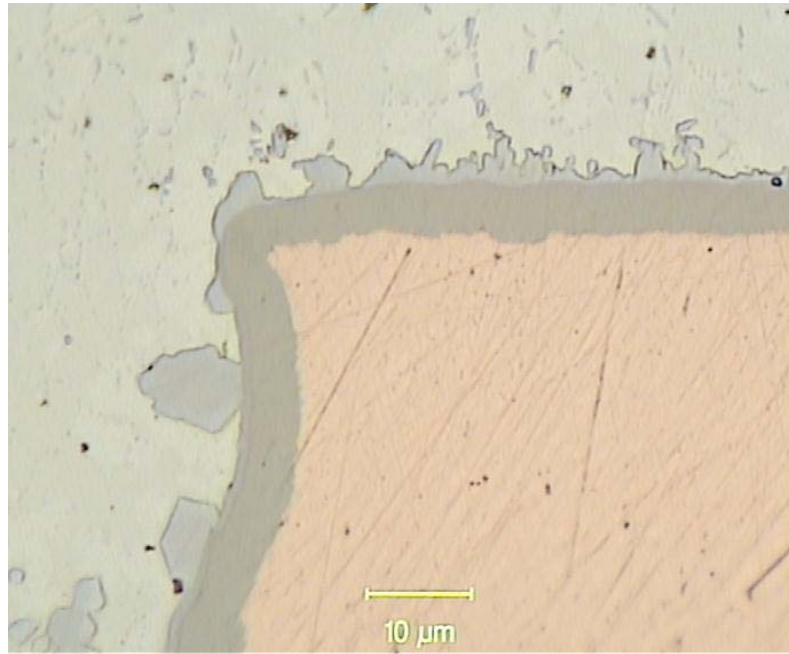
1. Risse in der Nickelsperrschicht über Basiskupfer als Ansatzpunkt für Benetzungsmängel -> Heel-Lötung



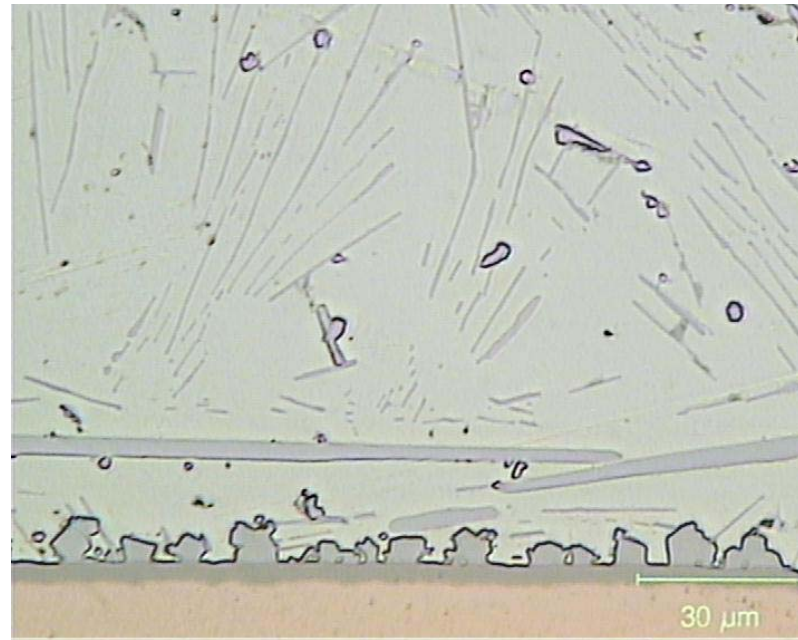
2. Void mit angelagerten Intermetallischen Phasen als Ausgangspunkt für Risse



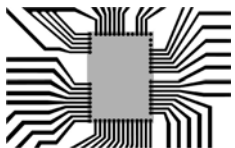
Typische metallographische Befunde



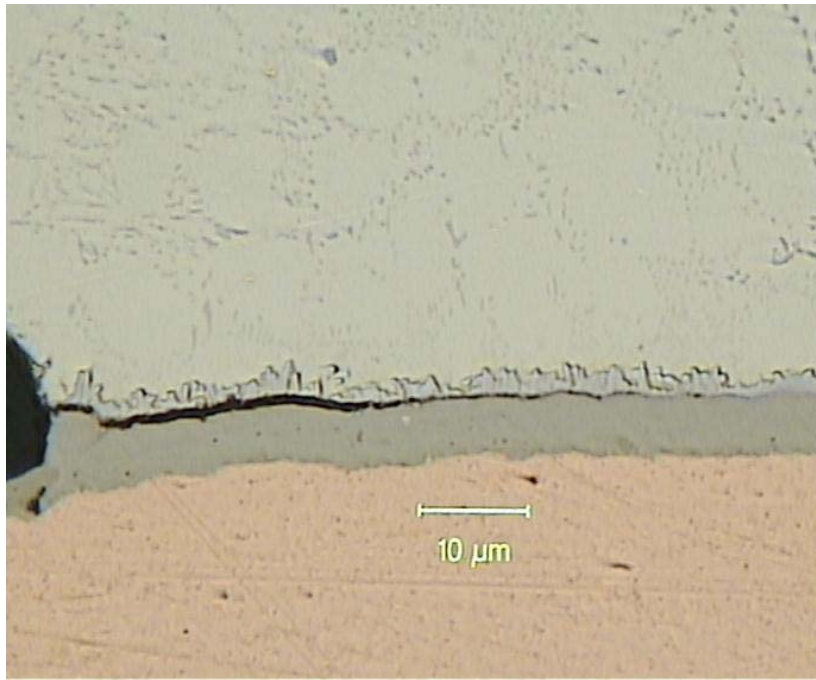
3. Finish chemisch Nickel-Gold mit stark zerklüfteter Intermetallischer Zone



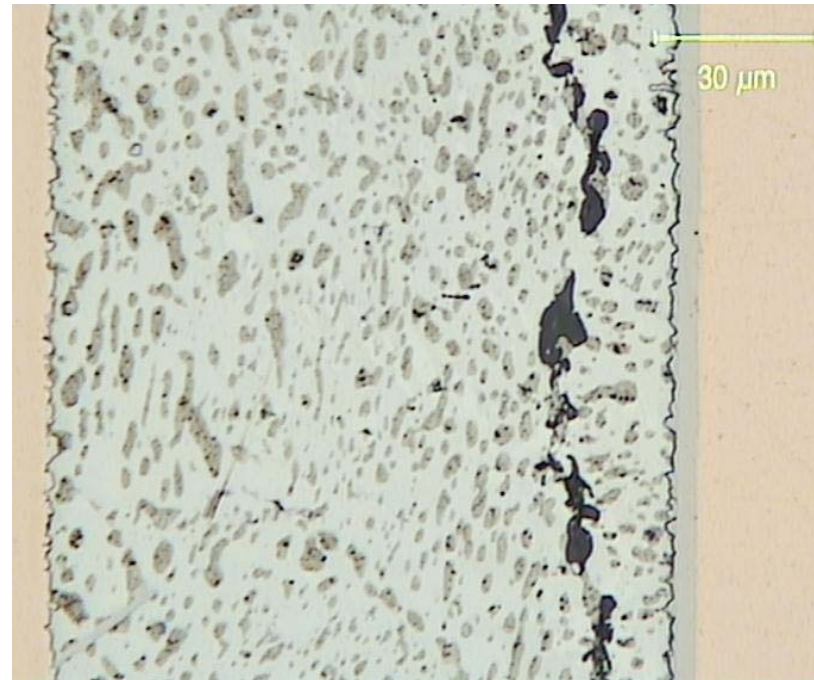
4. Eingelagerte SnCu und SnAg-Phasen im Lotgefüge über Finish chemisch Nickel Gold



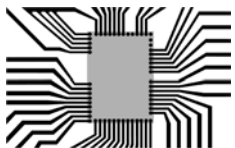
Typische metallographische Befunde



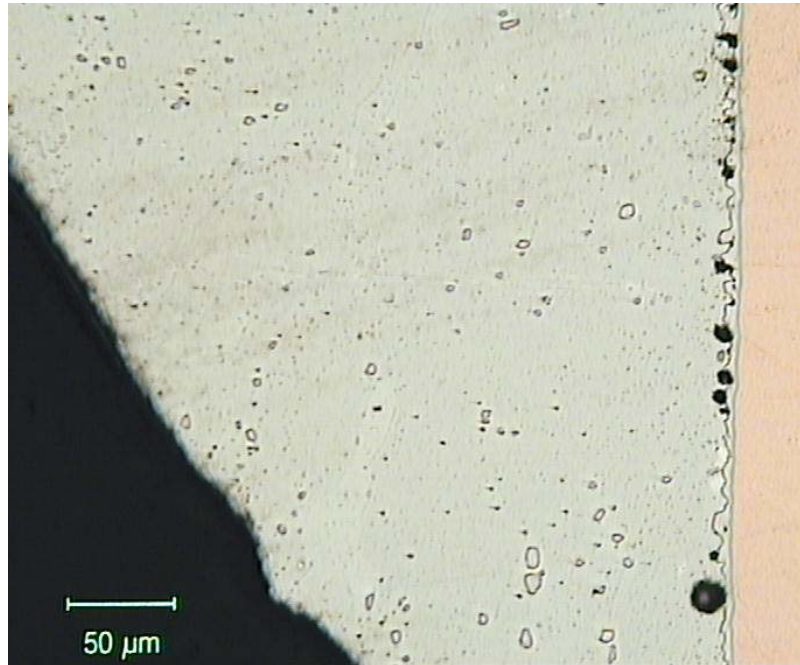
5. Finish chemisch Nickel Gold mit beginnender Abhebung der Intermetallischen Phase



6. Voidketten als Anzeichen für ausgasende galvanische Aufbauten



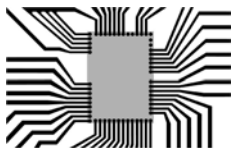
Typische metallographische Befunde



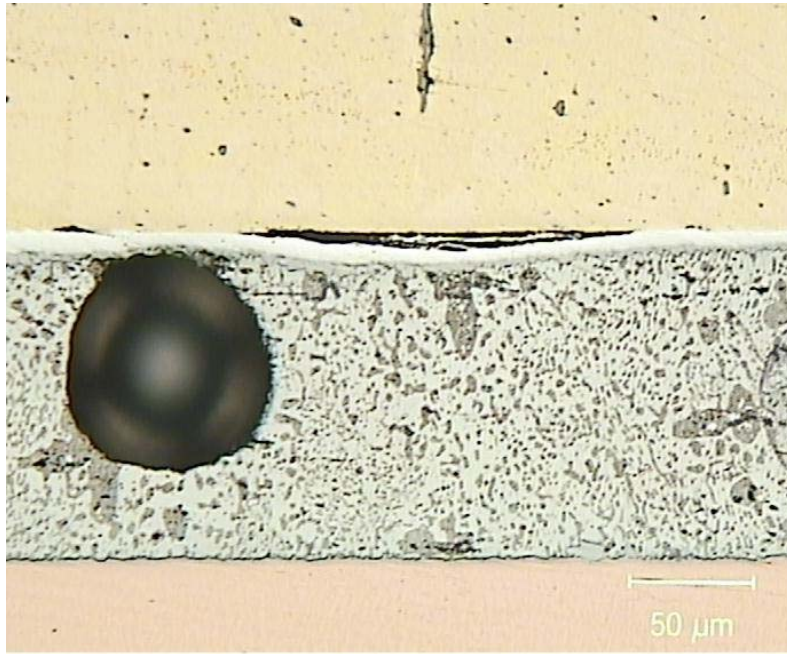
7. Voids und Einschlüsse entlang der Intermetallischen Zone zum Cu-Pin



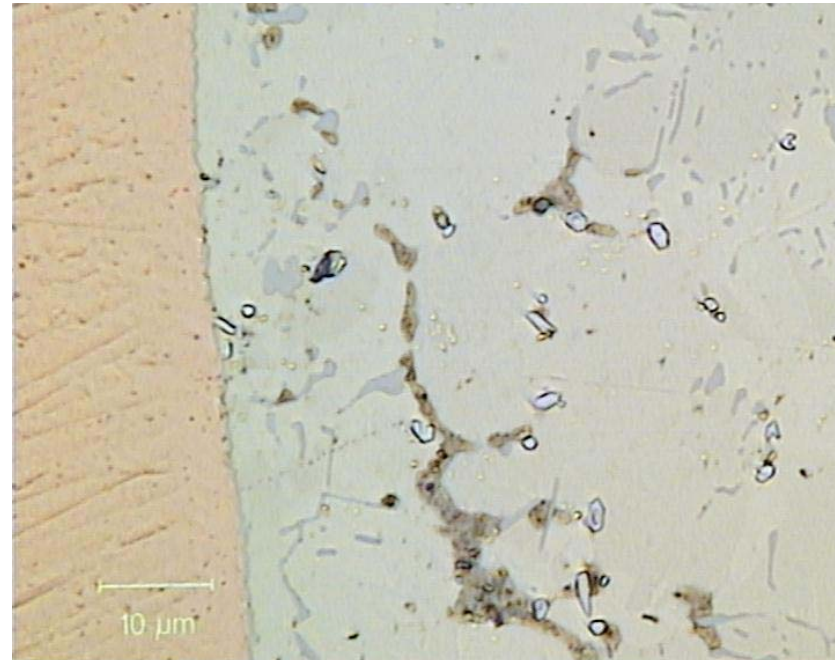
8. Intermetallische Zonen nach thermischer Alterung, freier Zinn im Lotspalt fast aufgezehrt



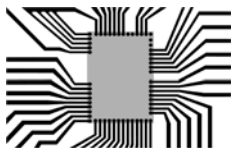
Typische metallographische Befunde



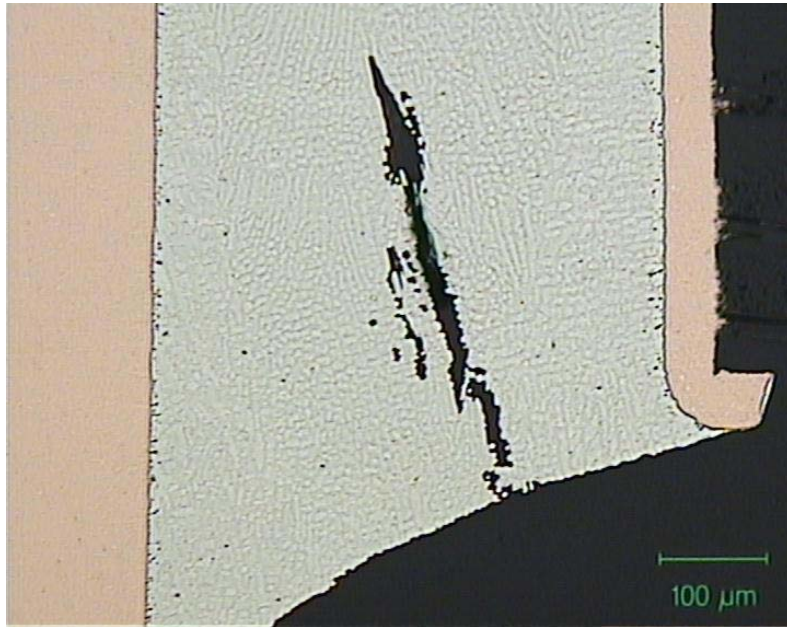
9. lokale Trennung zwischen Messing-Grundwerkstoff und Versilberung



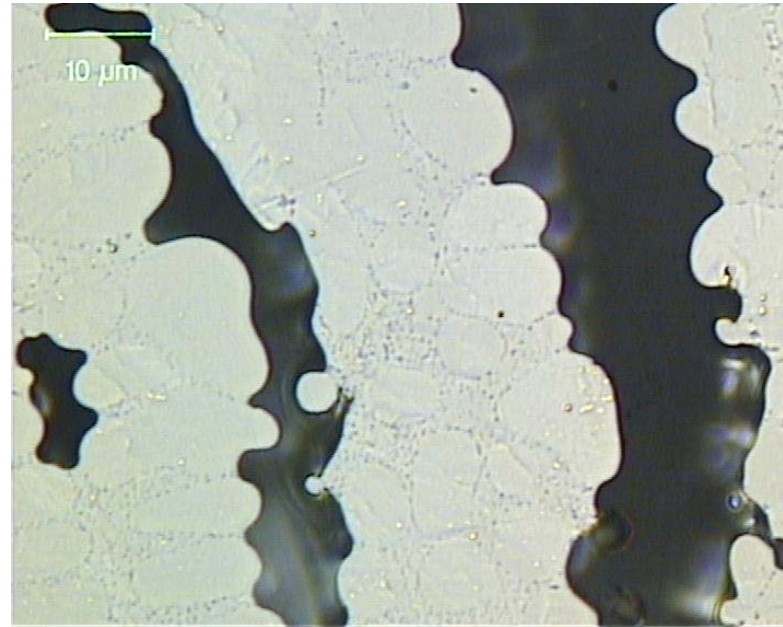
10. Kontamination SAC-Lot durch Blei



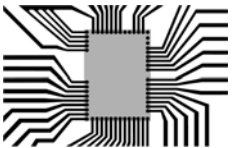
Typische metallographische Befunde

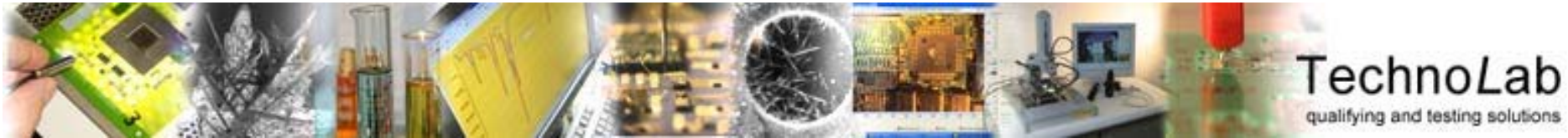


11. Dendritische Erstarrung des SAC-Lots mit Schwindungslunkern



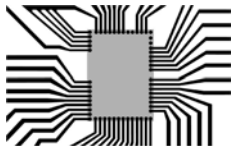
12. Detail : Schwindungslunker

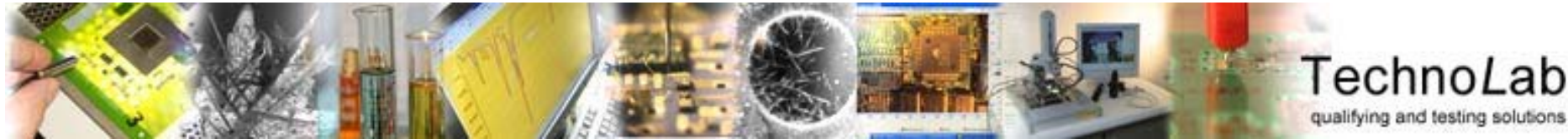




Metallographische Präparation – Materialographie Begleitende Standards

IPC-TM-650 - Test Methods Manual Method 2.1.1 Microsectioning, Manual Method





Röntgeninspektion – Materialographie (1)

Beide Verfahren verfolgen eine unterschiedliche Systematik:

Die metallographische Präparation setzt auf das schichtweise Abtragen der Probe bis zur gewünschten Ebene. Die Präparationsebene wird als flächenhaftes Gebilde inspiziert und ausgewertet.

Der Befund ist prinzipiell zweidimensional. Effekte, die nicht in der Präparationsebene liegen, lassen sich nur unzureichend beurteilen (speziell Risse).

Das schichtweise Abtragen ist Ursache für eine mechanische Beanspruchung des Präparats.

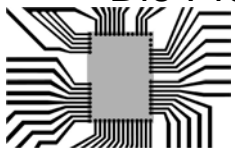
Es besteht die Gefahr der Beschädigung der Oberfläche durch Schleifkörner und durch präparationsbedingte Artefakte.

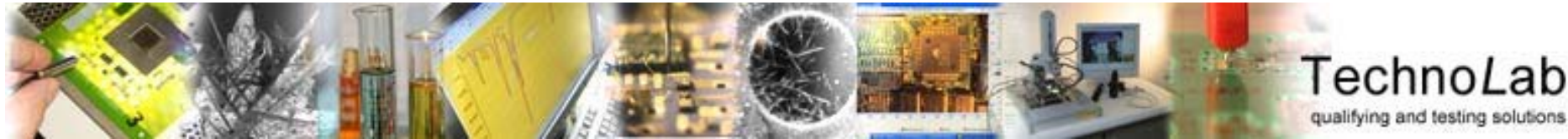
Es besteht die Notwendigkeit, alle Zwischenschritte bis zum Präparationsziel zu dokumentieren. Durch die Präparation abgetragenes Material ist rettungslos verloren!

Es besteht die Gefahr, dass durch das Abtragen von zuviel Material das Präparationsziel verfehlt wird.

Das Präparat wird in der Regel durch Nasspräparation bearbeitet. Das eingesetzte Wasser mit und ohne Zusätze kann Grenzflächenphänomene von Metallen mit unterschiedlichen Potentialen in der elektrochemischen Spannungsreihe bewirken.

Die Präparationsmethode lässt sich an das Probengut anpassen (Erfahrungsbetont).





Röntgeninspektion – Materialographie (2)

Das metallographische Präparat ist Ausgangspunkt für weitere Analyseverfahren:

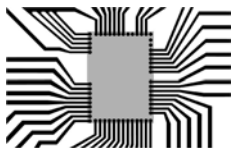
- Mikrohärtemessung
- Höherauflösende Inspektion (SEM, SE oder BSE-Modus)
- Materialzusammensetzung (EDX-WDX)

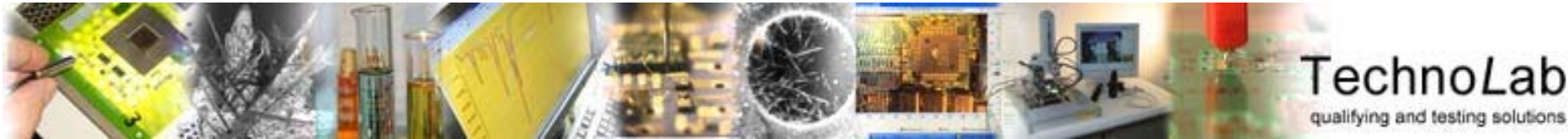
Mit der Reduzierung der Anschlussgrößen steigen die Anforderungen die metallographische Präparation hinsichtlich:

- der Grösse der Präparationsziele (z.B. einzelne Bondstellen)
- der geometrischen Ausrichtung (z.B. Bump-Reihen bei Flip-Chip-Aufbauten).

Dies erfordert eine exakte Festlegung der Präparationsebenen unter Zuhilfenahme der Röntgeninspektion.

Hinsichtlich der Art der Proben ist festzustellen, dass eine metallographische Präparation stets einen festen Zustand der Proben voraussetzt. Die Lötverbindung liegt damit stets im erstarrten Zustand.





Röntgeninspektion – Materialographie (3)

Im Vergleich dazu gestattet die Röntgeninspektion innerhalb der Grenzen des Bauraums der Anlagentechnik auch die dynamische Inspektion.

Der Aufschmelz- und Benetzungsvorgang kann sequentiell dargestellt werden. Das ist insbesondere dann von Interesse, wenn die Oberflächen der Fügepartner eine verzögerte Benetzung zeigen oder wenn der Benetzungsverlauf punktuell gestört ist.

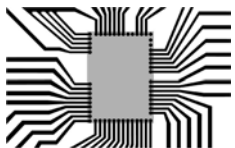
Allgemein ist zu sagen, dass die Röntgeninspektion eine Volumeninspektionsmethode ist. Das dreidimensionale Prüfobjekt wird von den Röntgenstrahlen durchdrungen und als zweidimensionales Schattenbild auf die Detektoroberfläche projiziert. Die Röntgenstrahlen werden auf dem Weg von der Röntgenquelle zum Detektor durch die Strukturen im Objektvolumen unterschiedlich stark abgeschwächt. Als Folge entsteht im Detektorbild ein Grauwertmuster. Dieses Grauwertmuster ist dann Gegenstand einer weiteren Interpretation.

Die Wahl der Röntgenparameter

- Beschleunigungsspannung in der Röntgenröhre
- Durchstrahlungswinkel
- Sensorauflösung

gestatten die Anpassung an das Objekt und eine Optimierung des Bildkontrast. Auch

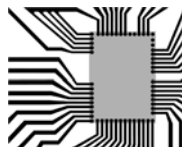
Objekte mit geringer Ausdehnung und geringem Unterschied in der Röntgendichte lassen sich darüber noch erkennen.



Röntgeninspektion – Materialographie (4)

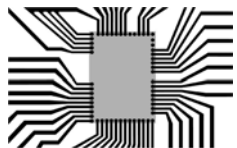
Die Bewertungsgrößen von Lötverbindungen lassen sich tendenziell unterschiedlich gut nachweisen: - schlecht +++ sehr gut

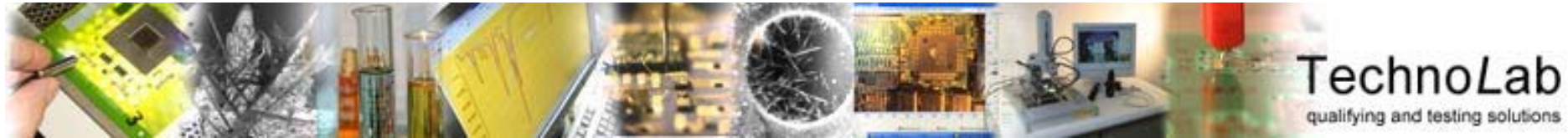
		Metallo	X-Ray
1)	Geometrie der Lotfüllung Abb. 2	+	++
2)	Benetzungswinkel zwischen der Lotfüllung und den Oberflächen der Fügepartner Abb. 2	+++	++
3)	Dicke der Intermetallischen Zonen Abb. 4, 8	+++	-
4)	Zustand der Intermetallischen Zone (Geschlossenheit, Dicke, Struktur, Bestandteile) Abb. 3, 4	+++	-
5)	Eingelagerte Intermetallische Phasen im Lotgefüge Abb. 2	+++	-
6)	Ansammlungen von Intermetallischen Phasen um Fehlstellen im Lotgefüge herum Abb. 2	+++	-
7)	Fehlstellen im Gefüge (Voids) Abb. 2, 6, 7	+	+++
8)	Hohlräume, die beim Erstarren wieder mit Lot gefüllt wurden	+++	-



Röntgeninspektion – Materialographie (5)

9)	Risse mit unterschiedlich dicht aufeinanderliegenden Rissflanken Abb. 5, 8, 9	+	-
10)	Struktur der Lotfüllung (dendritische Erstarrung von Gefügebestandteilen, Vorliegen und Verteilung von eutektischen Gefügebestandteilen, Korngrösse) Abb. 2	+++	-
11)	Vorhandenseins und Verteilung von unerwünschten Gefügebestandteilen (speziell Gold – Ursache für Gold-Embrittlement und Blei in bleifreien Loten) Abb. 10	+++	-
12)	Vorliegen von sehr kleinen Ausscheidungen entlang der Intermetallischen Zone und an Korngrenzen Abb. 7	++	-
13)	Dicke des Lotspalts zwischen Fügepartnern Abb. 8	+++	+++
14)	Vorhandensein von Lotgefüge bei sehr engen Lotspaltweiten oder gealterten Lötverbindungen Abb. 8	+++	-
15)	Struktur des Finishs von Leiterplatte oder Bauteilanschluß Abb.1	+++	+
16)	Struktur der Oberfläche von Fehlstellen (Voids durch Gaseinschlüsse mit meist glatter Oberfläche, Risse und Schwindungslunker meist mit zerklüfteter Oberfläche) Abb. 11, 12	+	-





Mechanische Festigkeit: Standards

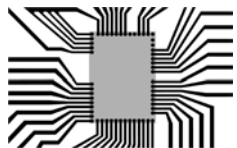
DIN IEC 62137-1-1:2005-10 Oberflächenmontage-Technik - Verfahren zur Prüfung auf Umgebungseinflüsse und Prüfung der Haltbarkeit von Oberflächen-Lötverbindungen - Teil 1-1: Zugfestigkeitsprüfung

DIN IEC 62137-1-2:2005-10 Oberflächenmontage-Technik - Verfahren zur Prüfung auf Umgebungseinflüsse und zur Prüfung der Haltbarkeit von Oberflächen-Lötverbindungen - Teil 1-2: Scherfestigkeitsprüfung

DIN IEC 62137-1-3:2006-12 Oberflächenmontage-Technik - Verfahren zur Prüfung auf Umgebungseinflüsse und Prüfung der Haltbarkeit von Oberflächen-Lötverbindungen - Teil 1-3: Zyklische Fallprüfung

DIN IEC 62137-1-4:2007-10 Oberflächenmontage-Technik - Verfahren zur Prüfung auf Umgebungseinflüsse und Prüfung der Haltbarkeit von Oberflächen-Lötverbindungen - Teil 1-4: Zyklische Biegeprüfung

DIN IEC 62137-1-5:2007-10 Oberflächenmontage-Technik - Verfahren zur Prüfung auf Umgebungseinflüsse und Prüfung der Haltbarkeit von Oberflächen-Lötverbindungen - Teil 1-5: Prüfung der Ermüdung durch mechanische



Scherbeanspruchung

Zugfestigkeitsprüfung (Pull-Test, Peel-Strenght-Test)

DIN IEC 62137-1-1: „8.1 Reihenfolge der Prüfungen

Sofern nichts anderes festgelegt ist muss die Reihenfolge der Prüfungen Bild 5 entsprechen.

ANMERKUNG Diese Prüfung ist eine zerstörende Prüfung. Geprüfte Prüflinge dürfen während des Ablaufs der Prüfungen nicht für weitere Prüfungen verwendet werden. ..“

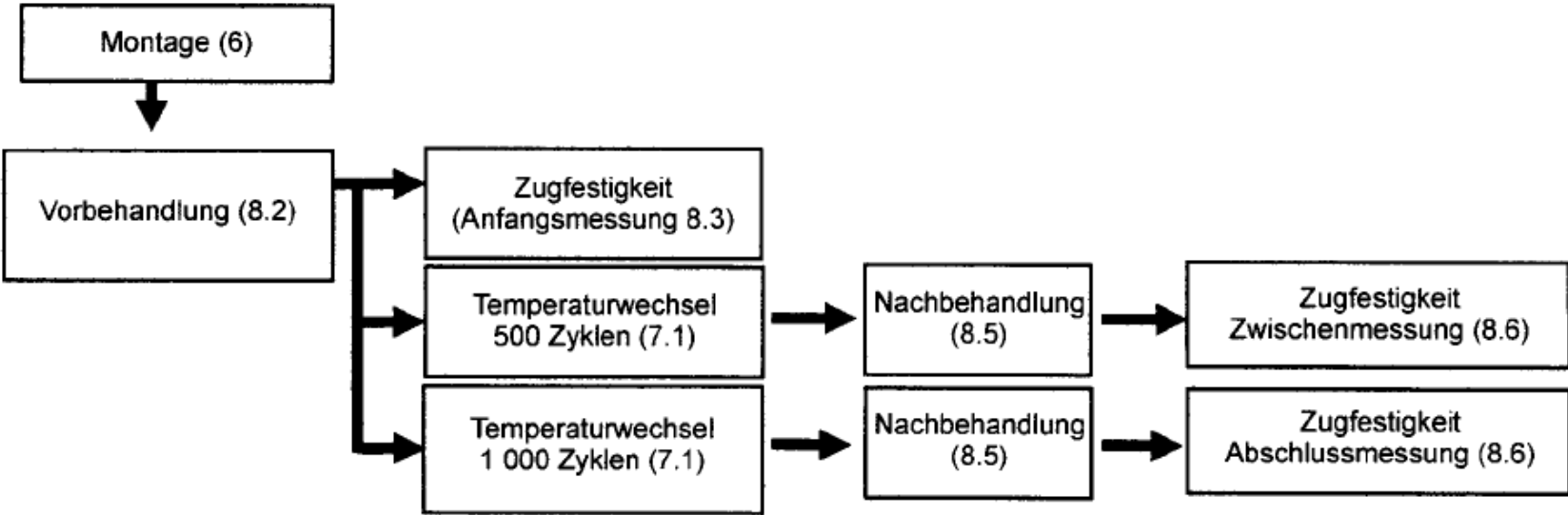
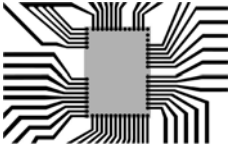
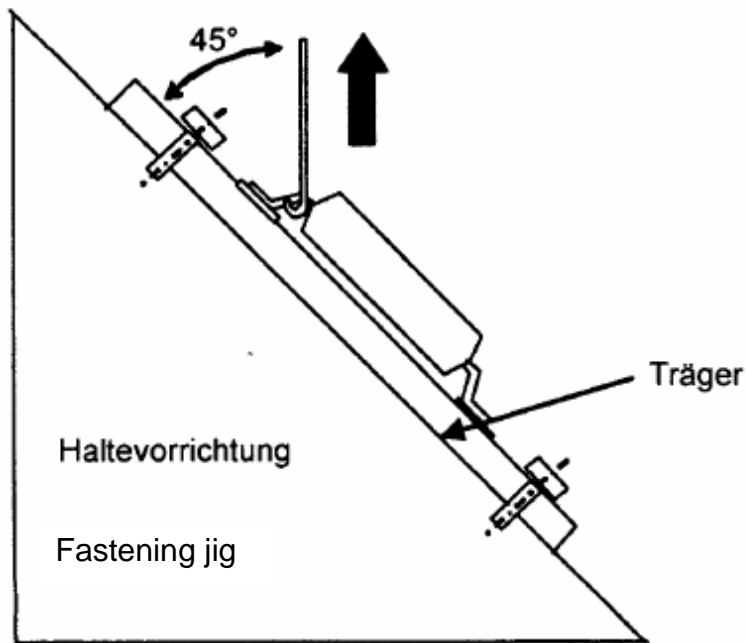


Bild 5 – Prüfablauf



Zugfestigkeitsprüfung (Pull-Test, Peel-Strenght-Test)

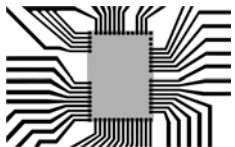


Gullwing-leads

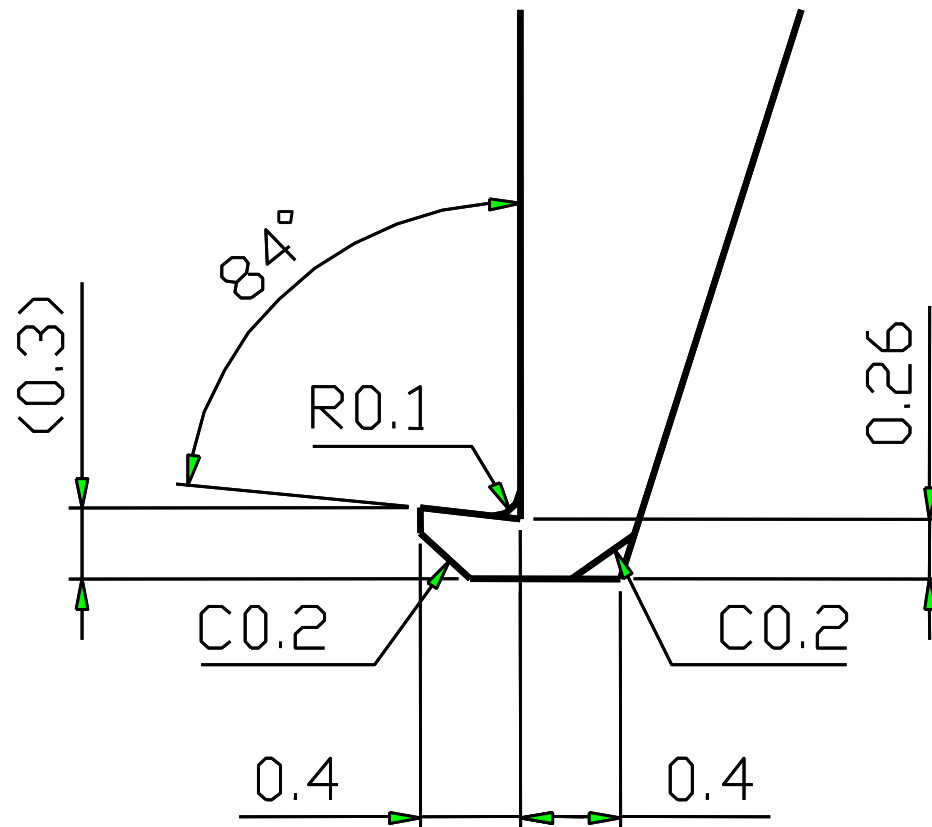
•SOIC

•SOT

Bild A.1 – Zugfestigkeitsprüfung

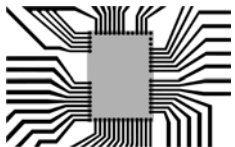


Zugfestigkeitsprüfung (Pull-Test, Peel-Strenght-Test)

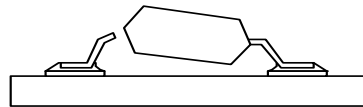


**Bild A.2 -Beispiel für die Form
vom Ende einer Ziehvorrichtung**

**An example of the shape of the
tip of the pulling jig**



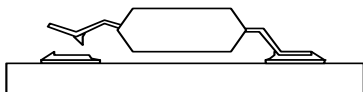
Ausfallarten bei der Zugfestigkeitsprüfung



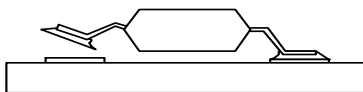
Beschädigung des Bauelements
Failure of component



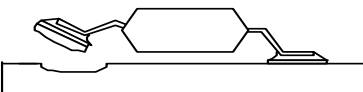
Schnittstelle Bauelement-Lot
Component-solder interface



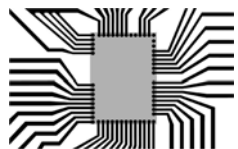
Lot
Failure in solder



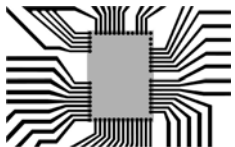
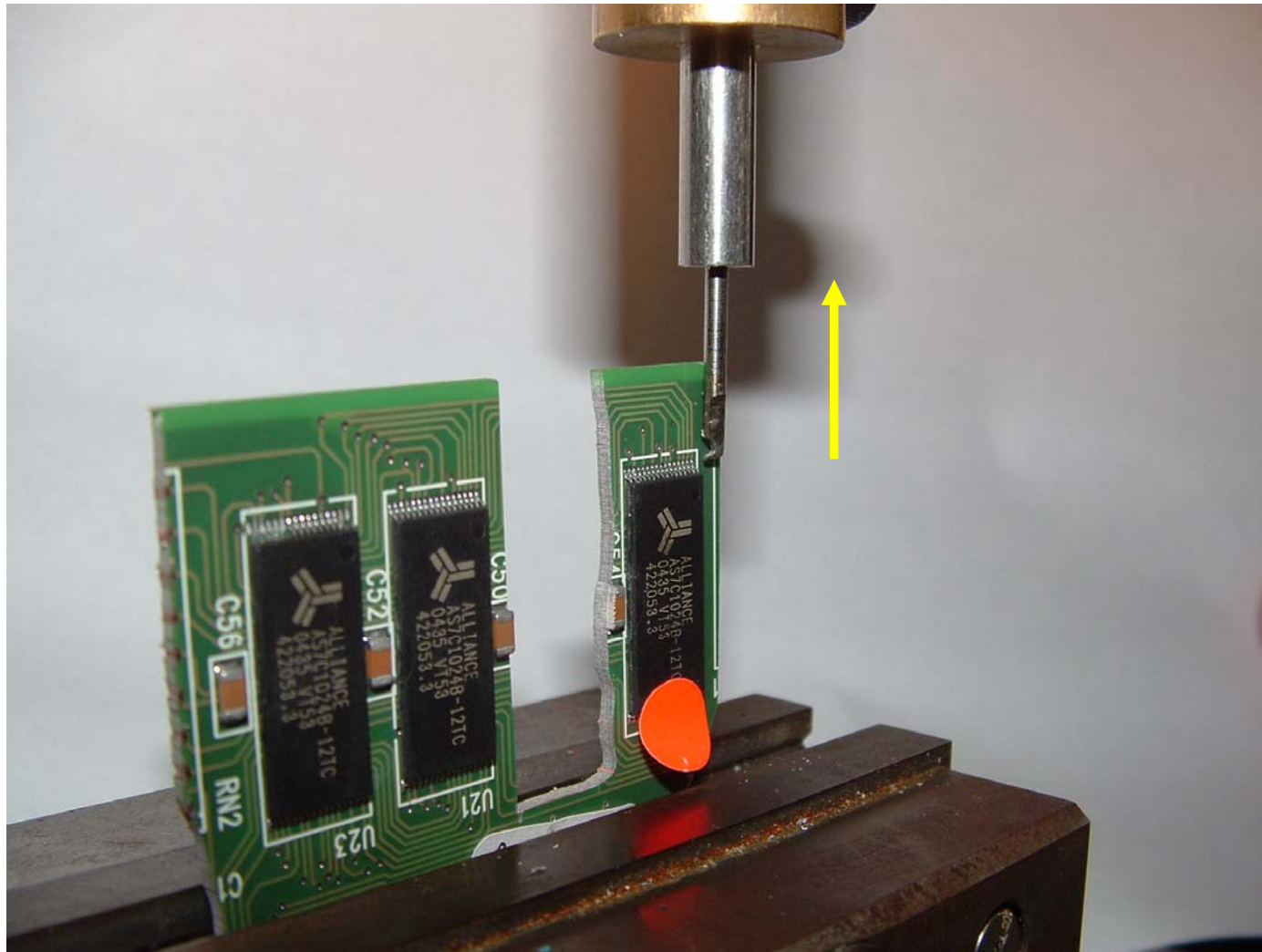
Schnittstelle Lot-Anschlussfläche
Solder-Land interface



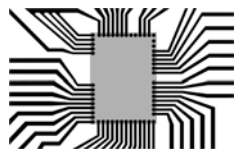
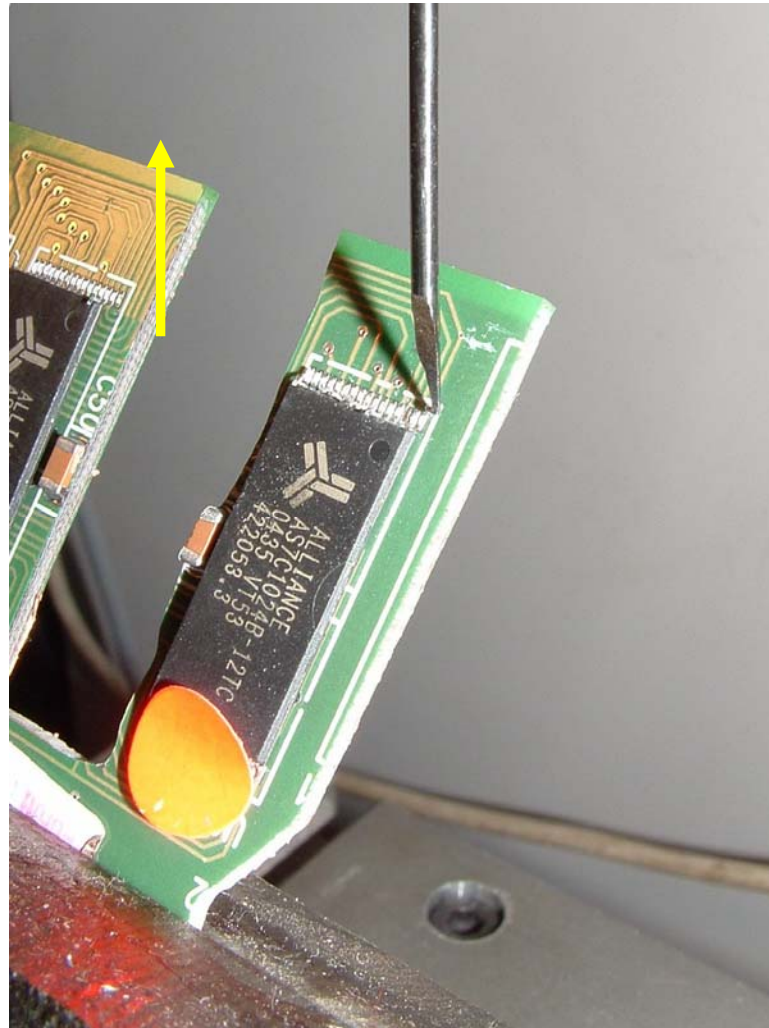
Abziehen der Anschlussflächen
Peeling off of land

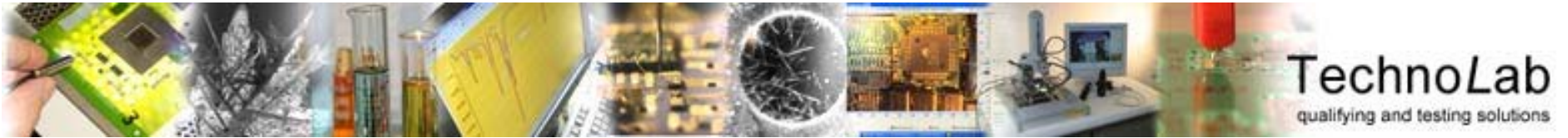


Versuchsdurchführung

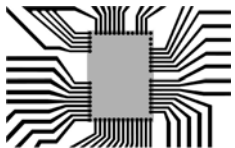
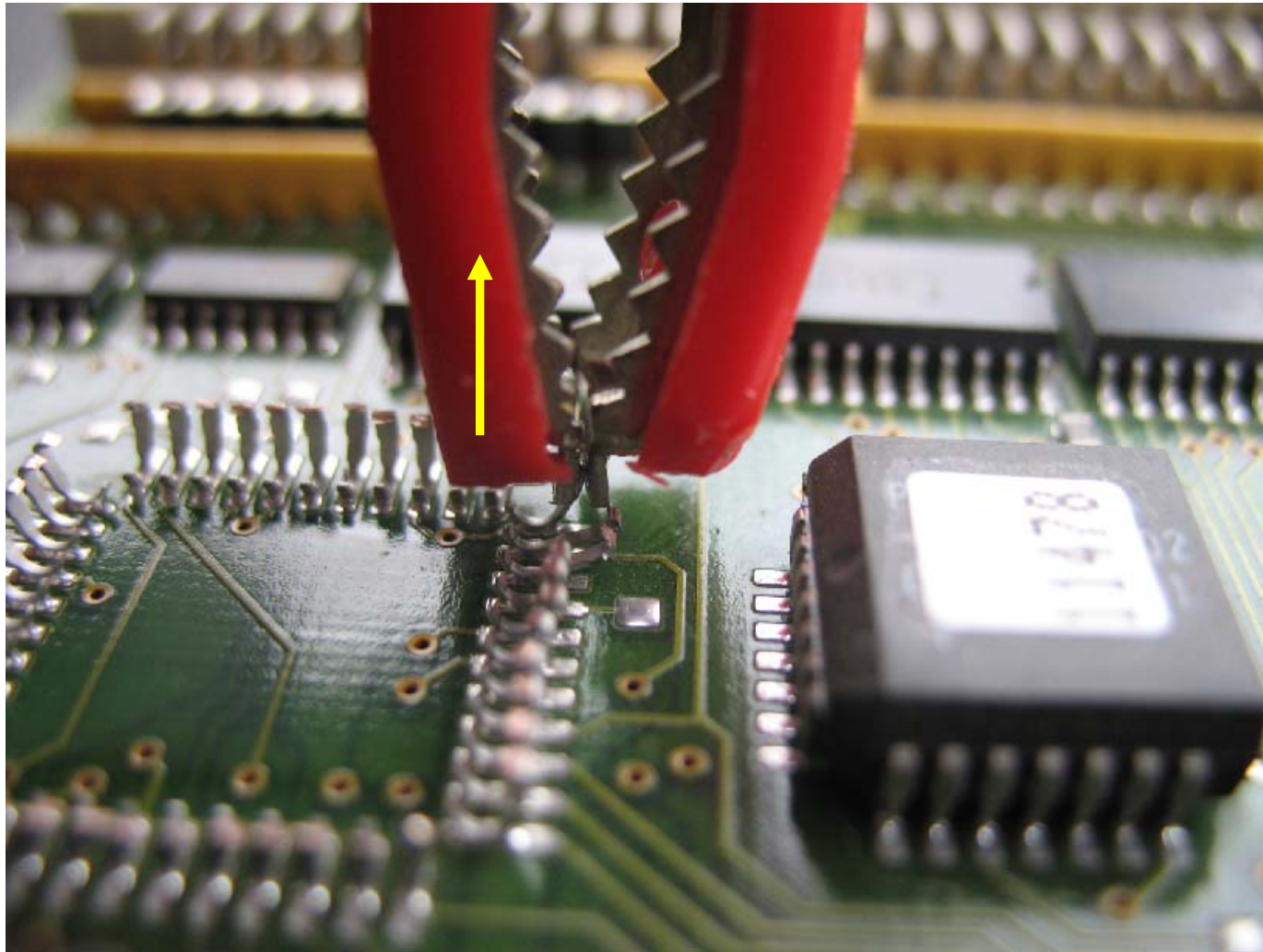


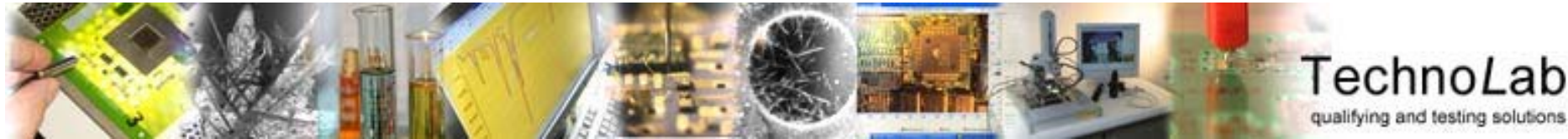
Versuchsdurchführung





Versuchsdurchführung





Scherfestigkeitsprüfung (Shear-Test, Shear-Strenght-Test)

DIN IEC 62137-1-2: „8.1 Reihenfolge der Prüfungen

Sofern nichts anderes festgelegt ist muss die Reihenfolge der Prüfungen Bild 3 entsprechen.

ANMERKUNG Diese Prüfung ist eine zerstörende Prüfung. Geprüfte Prüflinge dürfen während des Ablaufs der Prüfungen nicht für weitere Prüfungen verwendet werden. ..“

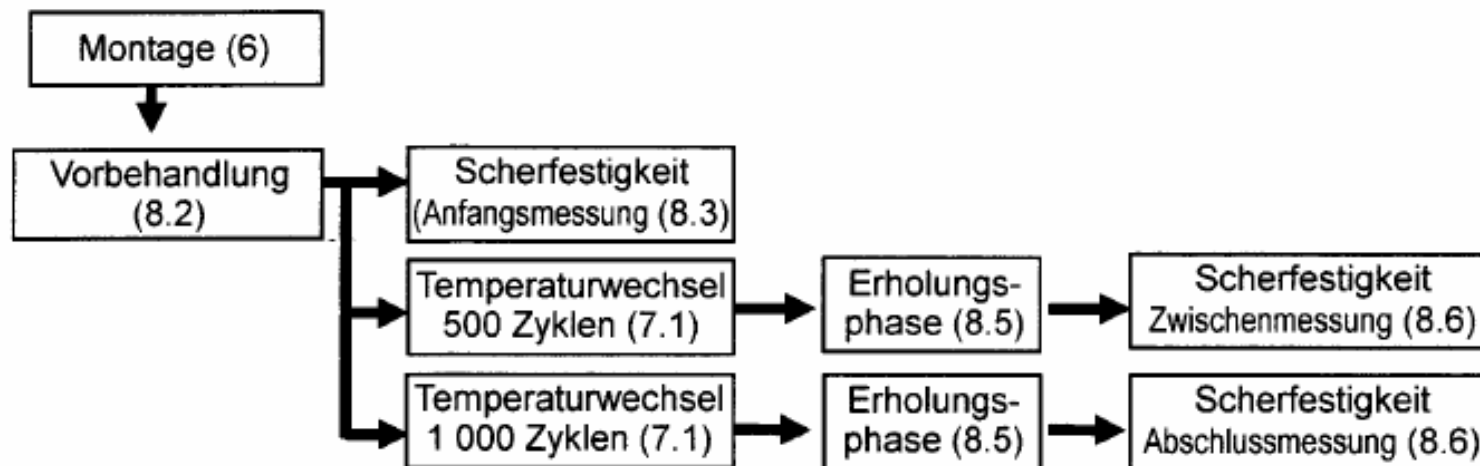
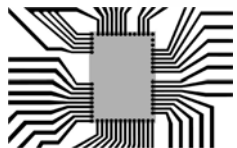


Bild 3 — Prüfablauf



Ausfallarten bei der Scherfestigkeitsprüfung

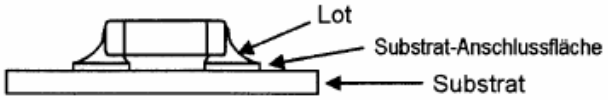

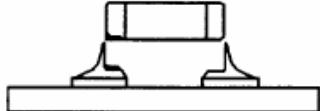
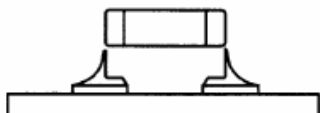
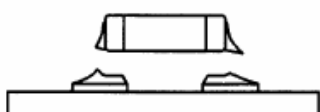
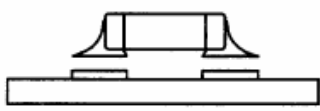
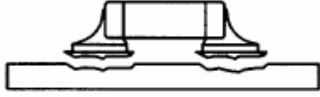
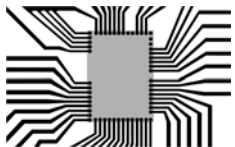
Code	Ausfallart	Beispiel
	Montierter Prüfling	
1A	Bauteilkörper	
1B	Bauteilkörper — Elektrode	
2	Bauteil-Lot-Schnittstelle	
3	Lot	
4	Lot-Anschlussfläche-Schnittstelle	
5	Abreißen der Anschlussfläche	

Bild 4 — Ausfallarten bei der Scherfestigkeitsprüfung (fünfseitige Elektroden)



Ausfallarten bei der Scherfestigkeitsprüfung

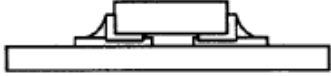





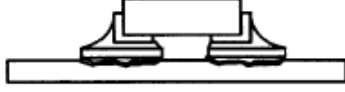
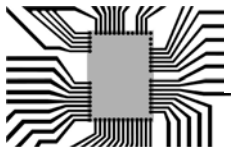
Code	Ausfallart	Beispiel (Tantalkondensator)
	Montierter Prüfling	
1A	Bauteilkörper	Bruch des Anschlusses am Körperkontakt 
1B	Bauteilkörper	Zerstörung durch das Grundmetall 
2	Bauteil-Lot-Schnittstelle	
3	Lot	
4	Lot-Anschlussfläche-Schnittstelle	
5	Abreißen der Anschlussfläche	

Bild 5 — Ausfallarten bei der Scherfestigkeitsprüfung (zweiseitige Elektroden)



Ausfallarten bei der Scherfestigkeitsprüfung



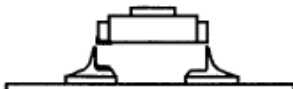
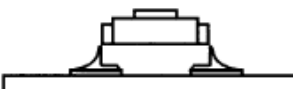



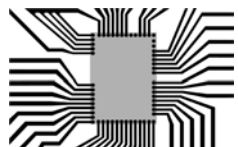
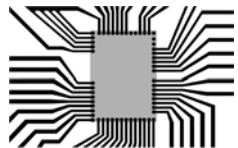
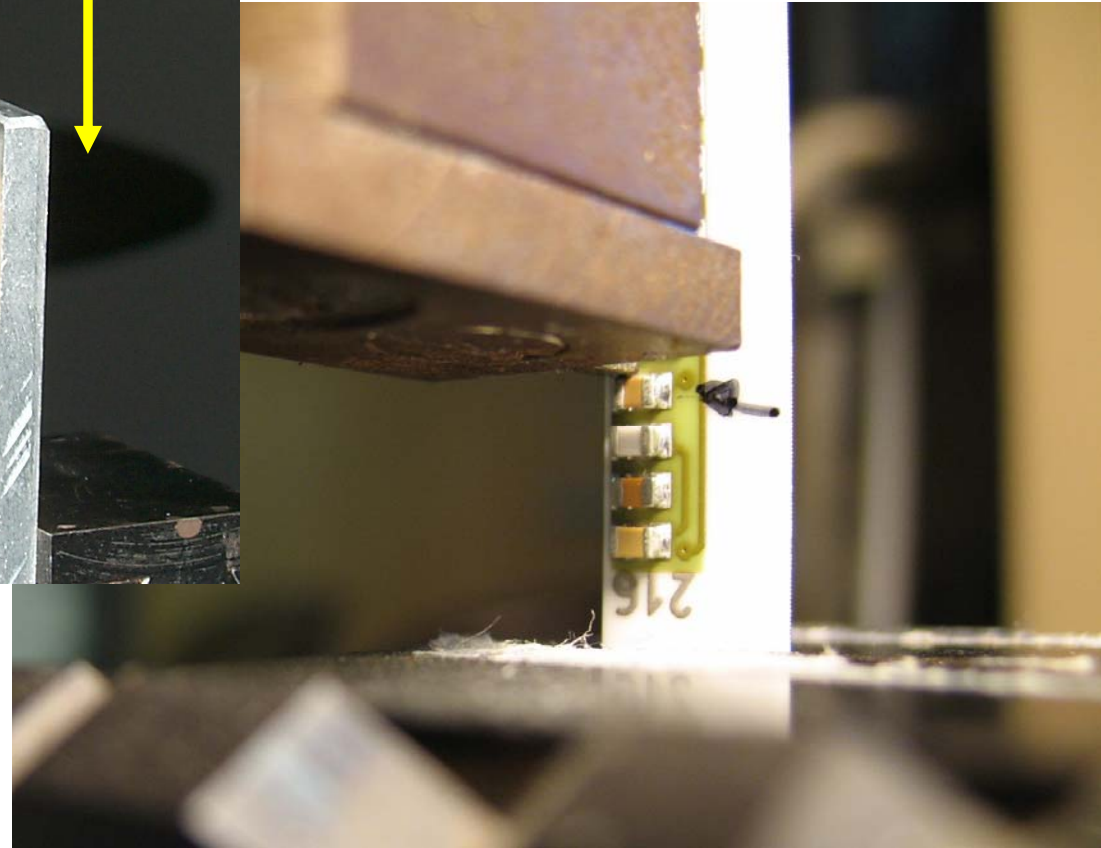
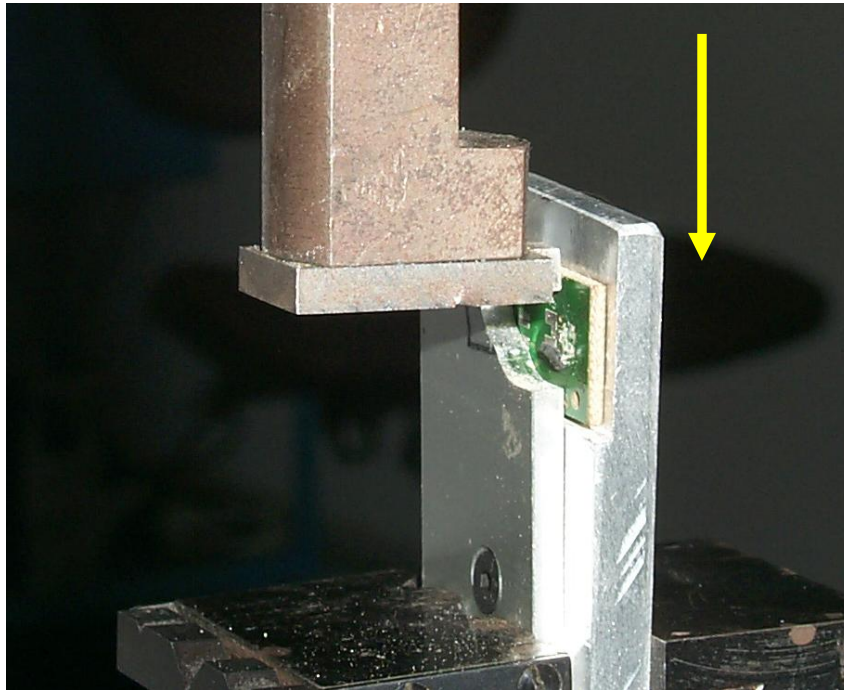
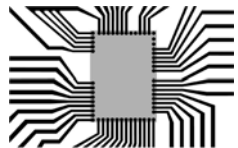
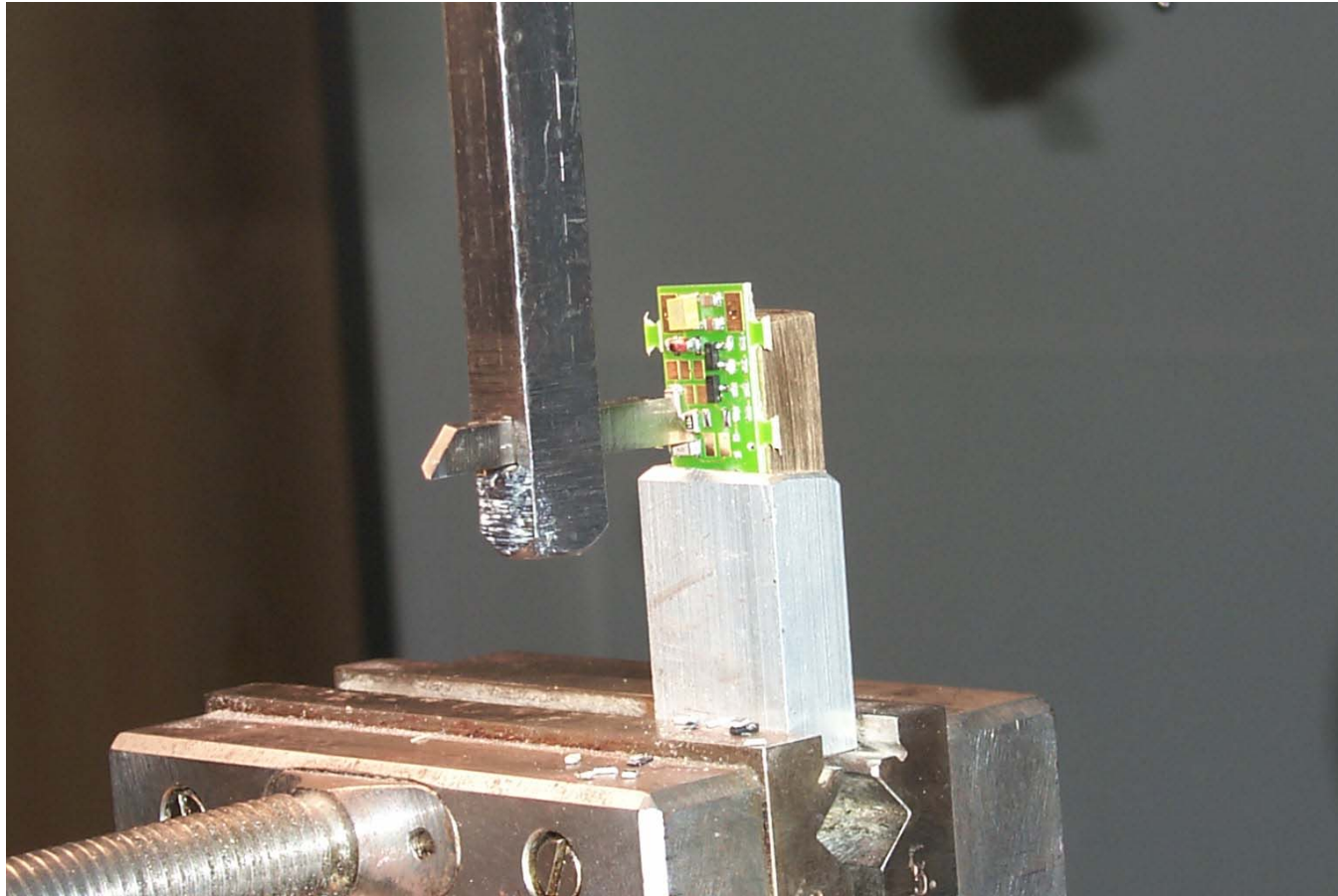
Code	Ausfallart	Beispiel (Schalter)
	Montierter Prüfling	
1A	Bauteilkörper	
1B	Bauteilkörper — Elektrode	
2	Bauteil-Lot-Schnittstelle	
3	Lot	
4	Lot-Anschlussfläche-Schnittstelle	
5	Abreißen der Anschlussfläche	

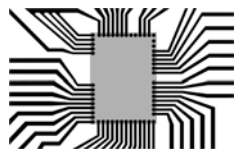
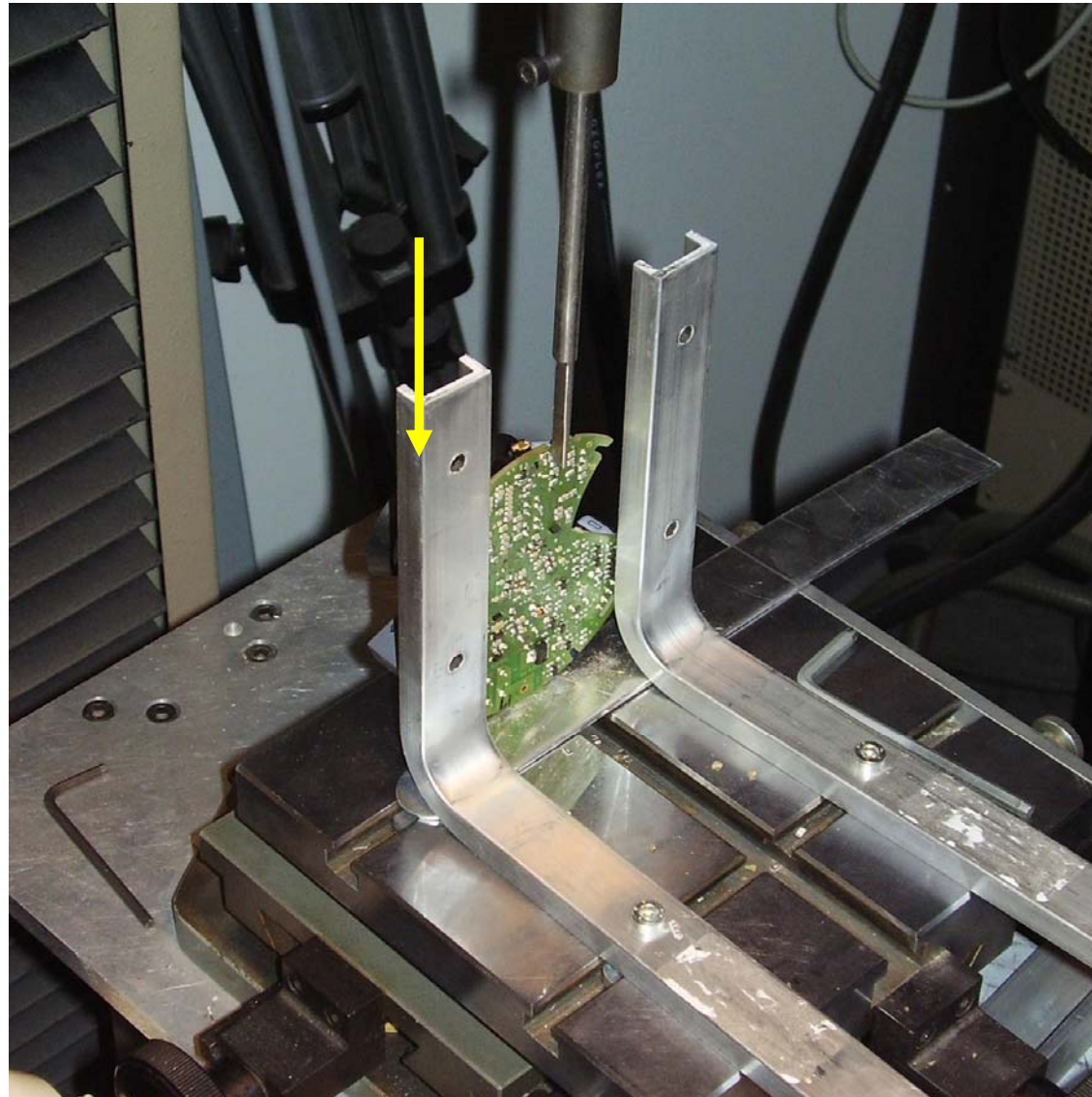
Bild 6 — Ausfallarten bei der Scherfestigkeitsprüfung (Schalter)



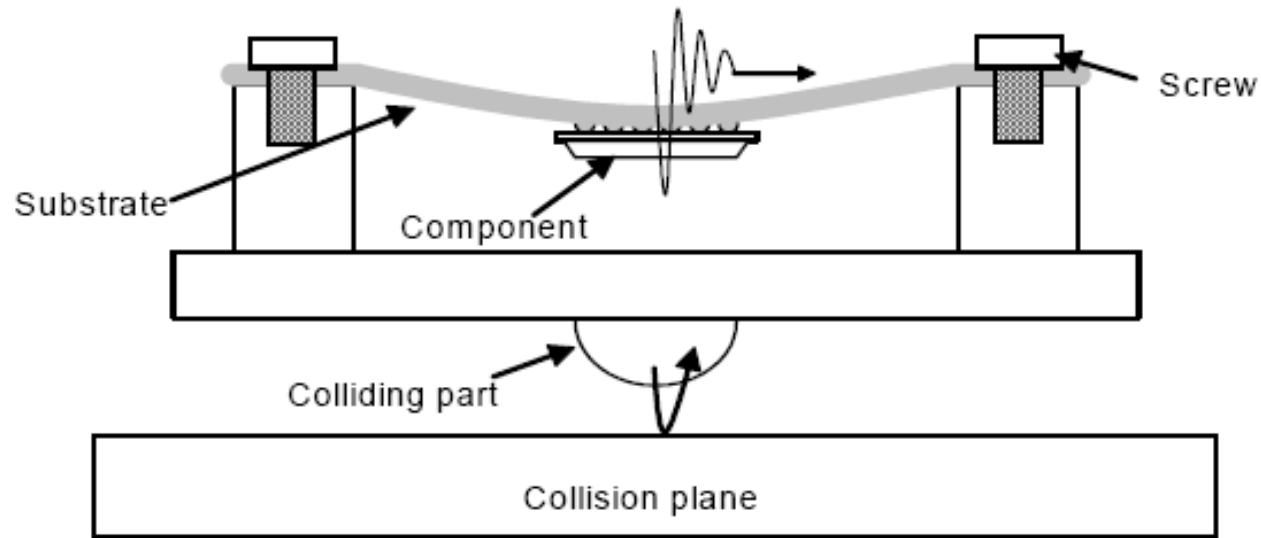
Scherfestigkeitsprüfung (Shear-Test, Shear-Strenght-Test)





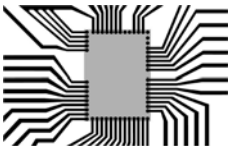


Zyklische Fallprüfung Cyclic Drop Test)



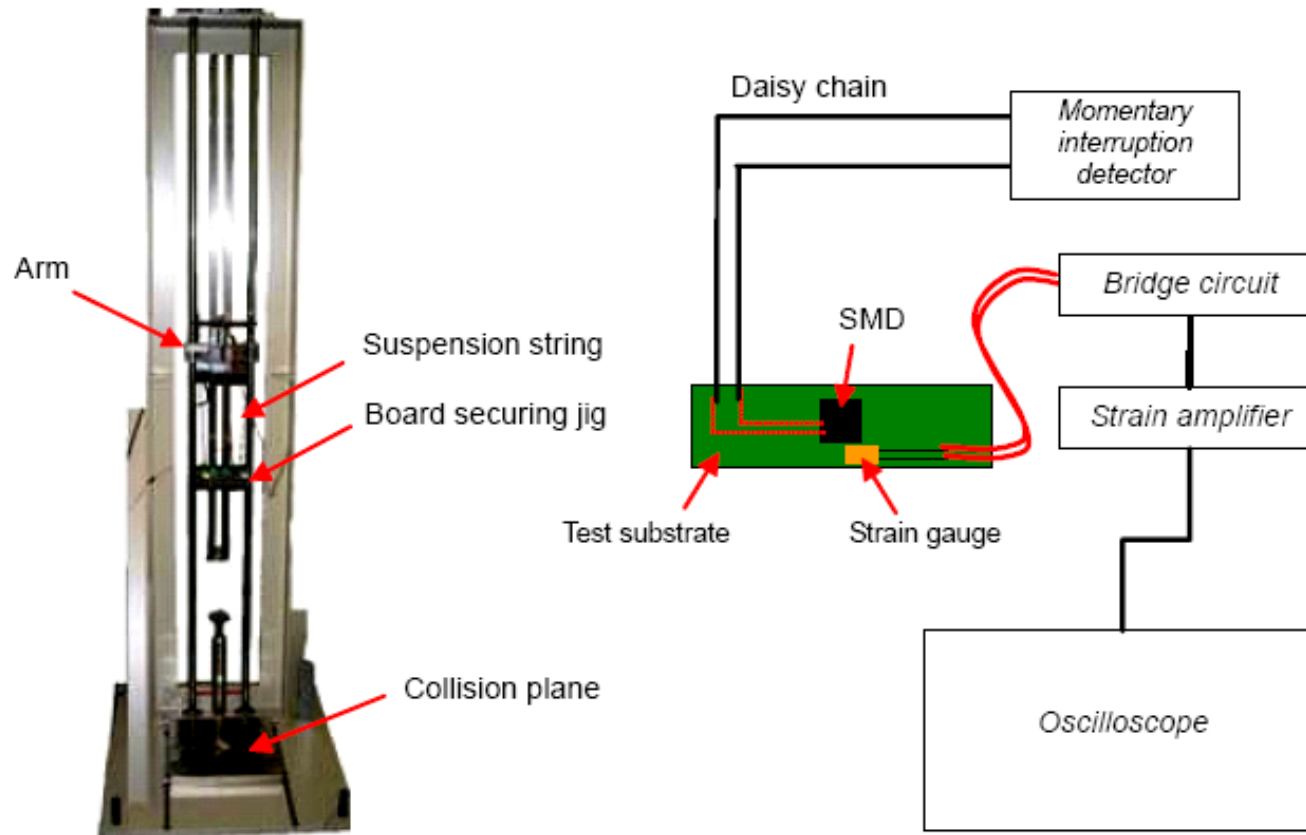
Annex A Figure 1 Conceptual Illustration of a Substrate Securing Jig (Reference)

Prinzipskizze Probenadaptierung

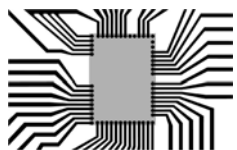


Tester

Example of connections



Annex C Figure 1 Example of Drop Impact Test Equipment and Connections for Testing



Zyklische Biegeprüfung (Cyclic Bending Test)

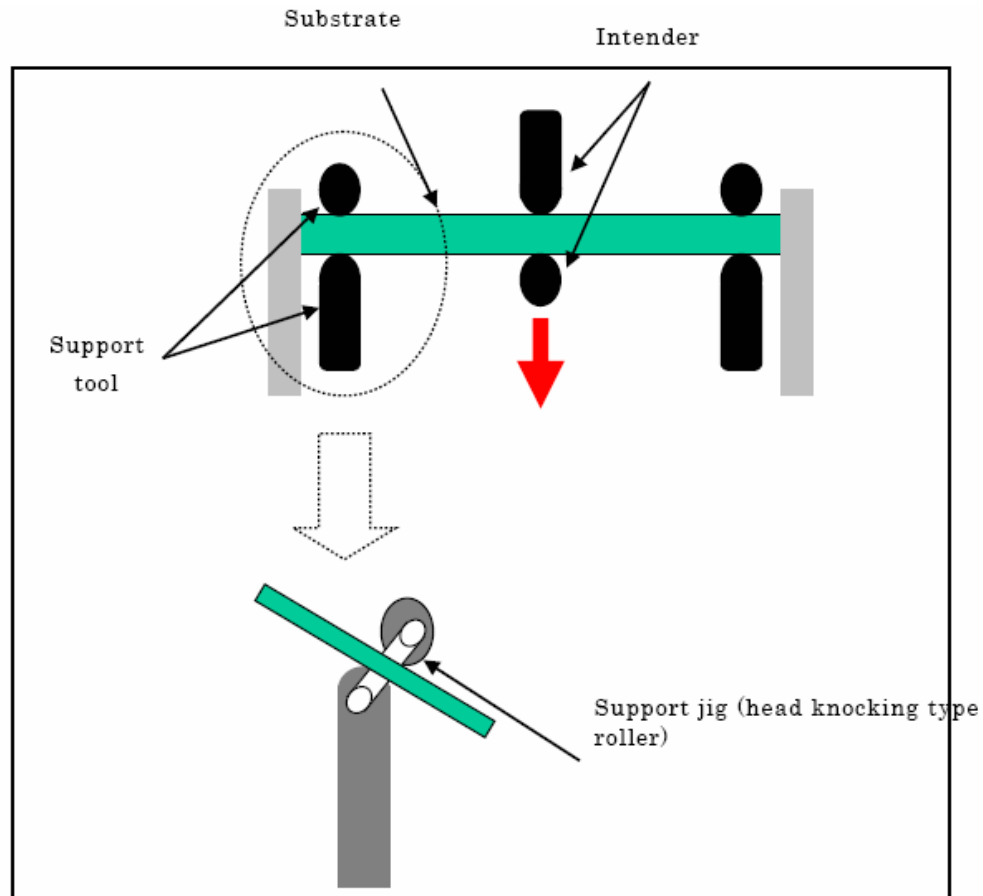
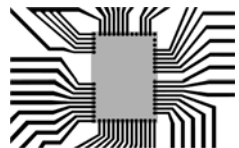
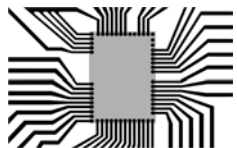
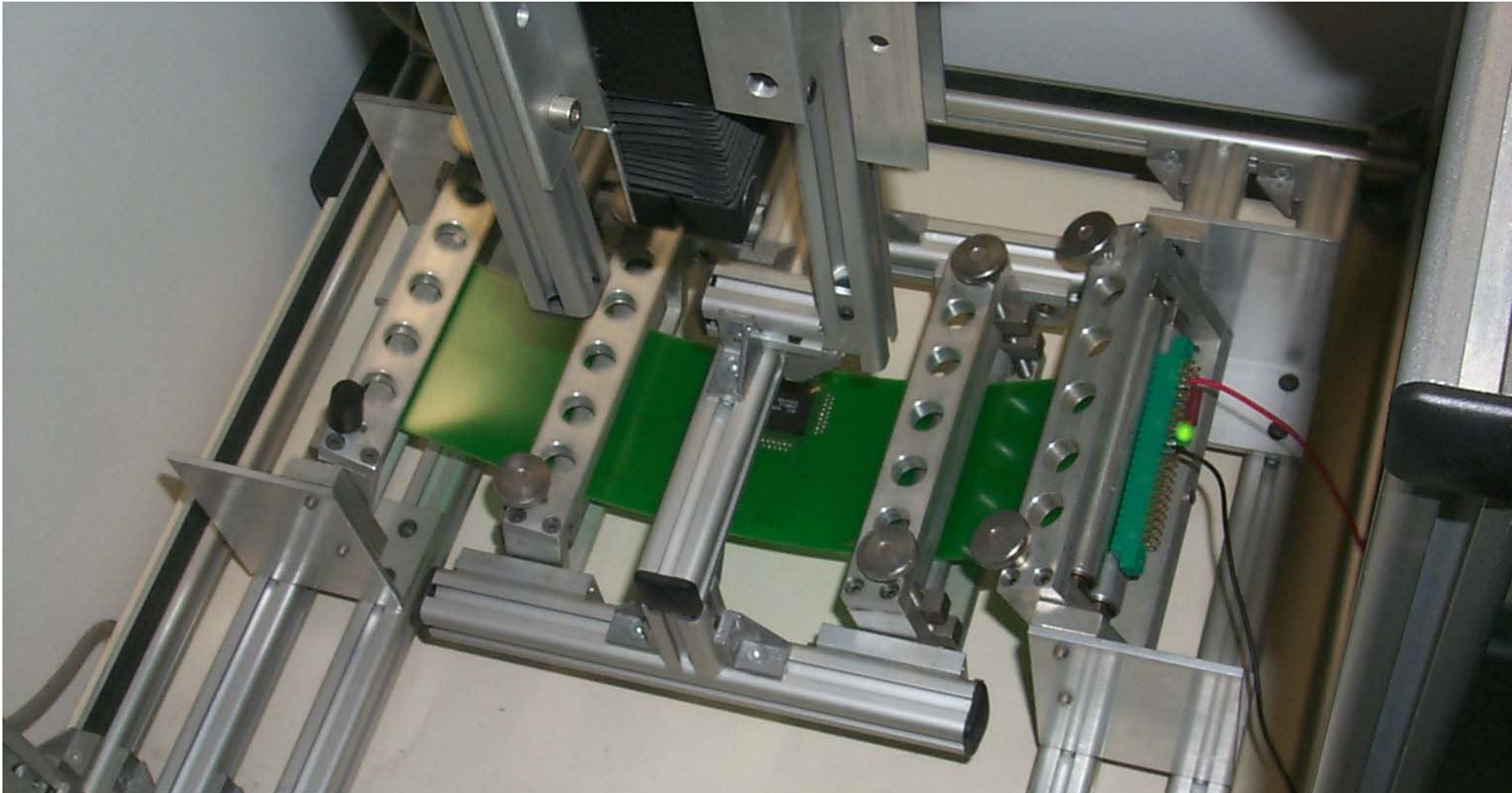
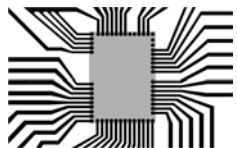
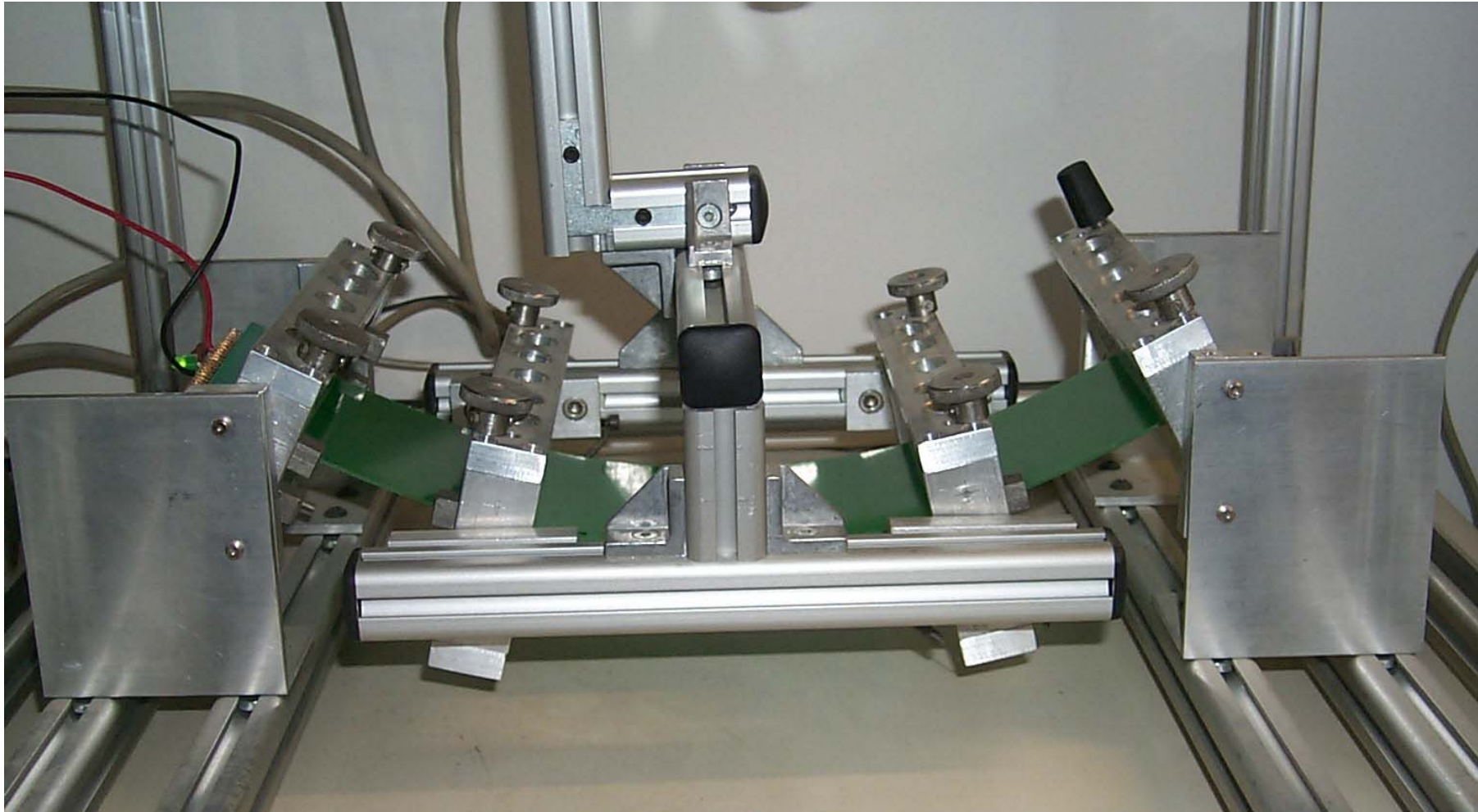
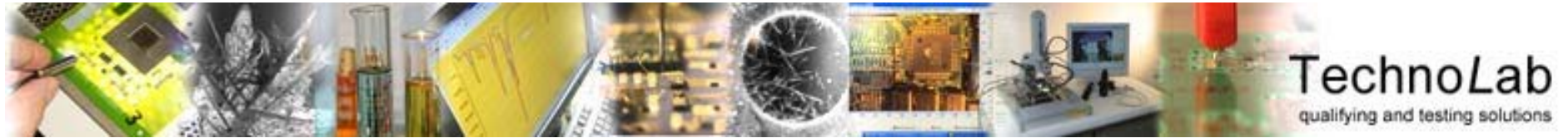


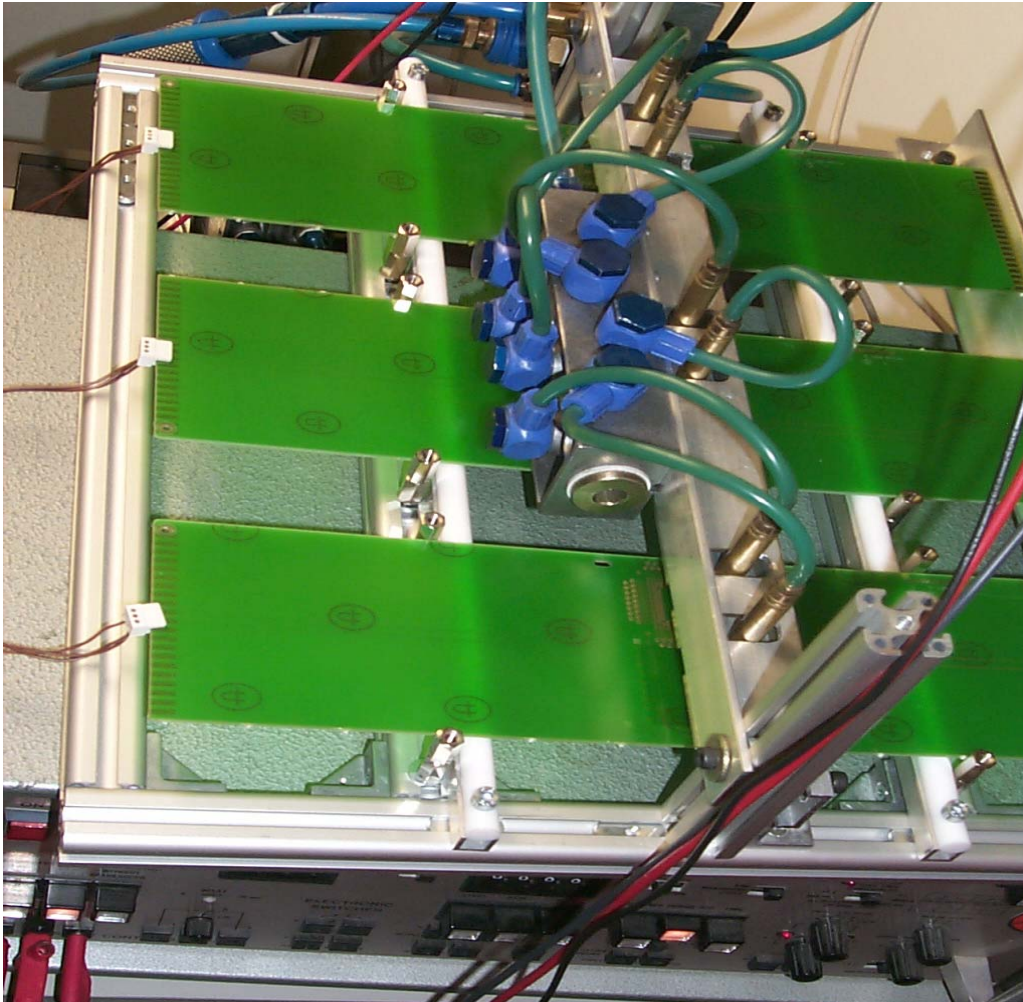
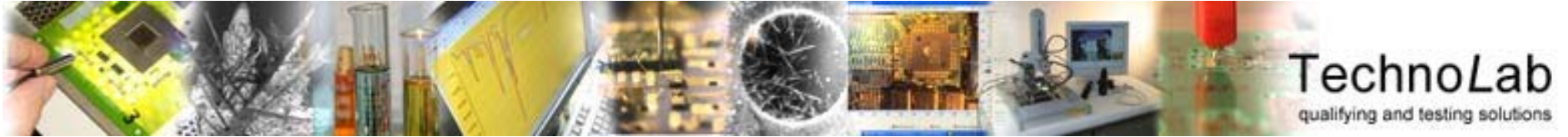
Figure A.1 - A sample structure of substrate bending jig



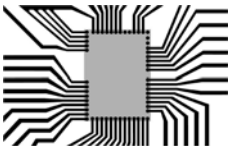


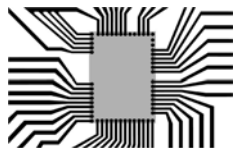
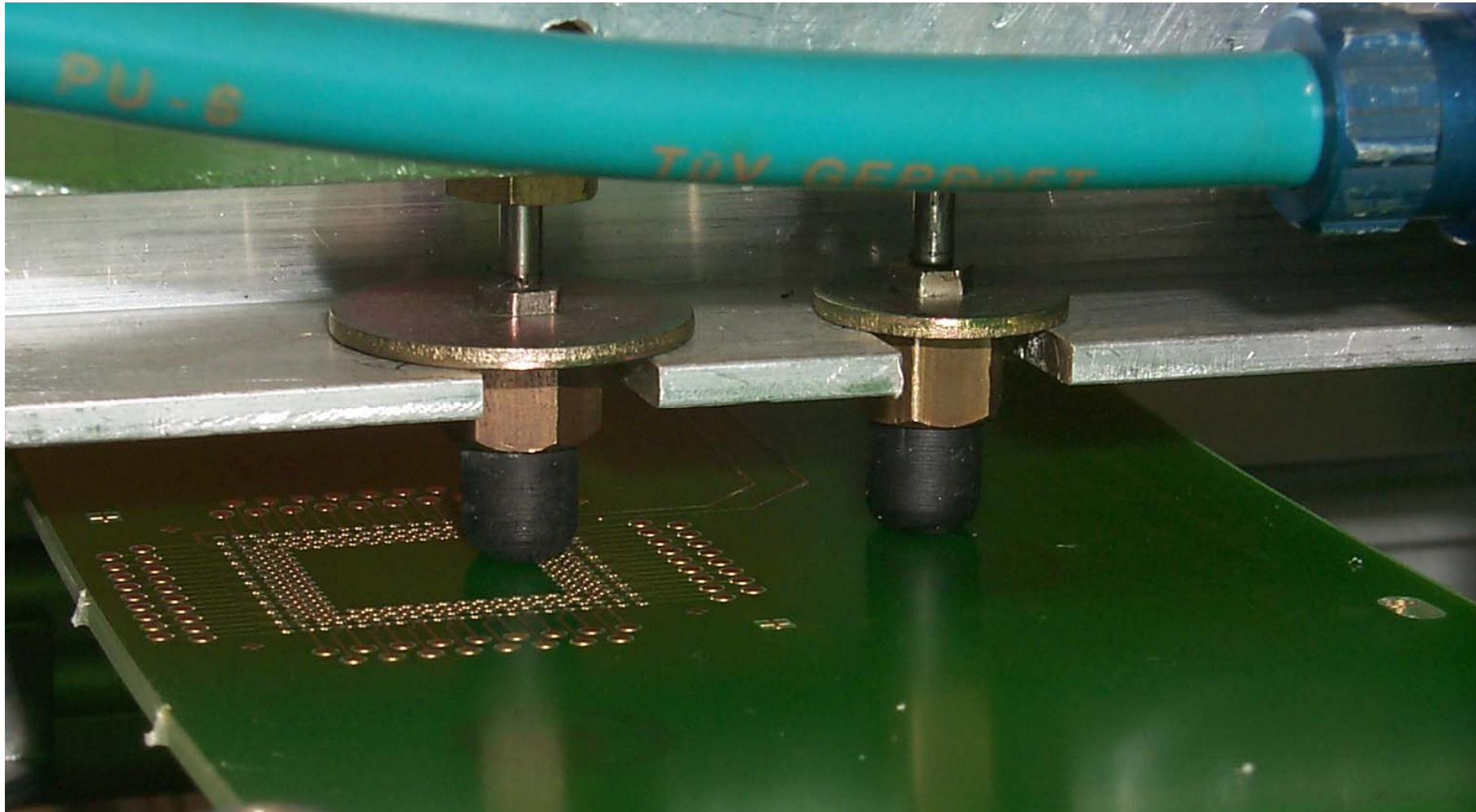
Versuchspraktische Umsetzung: Biegeboard mit BGA-Dummy





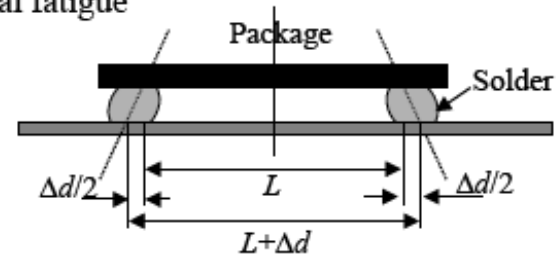
**Versuchsmodifikation:
Zyklische Durchbiegung durch
Impulsanregung
(Pneumatikstößel)**





Ermüdung durch mechanische Scherbeanspruchung (Mechanical Shear Fatigue Test)

Thermomechanical fatigue



$$\Delta d = L \cdot (\alpha_{substrate} - \alpha_{package}) \cdot \Delta T$$

Δd : Relative displacement
 ΔT : Temperature range
 α : Coefficient of thermal expansion

Mechanical fatigue

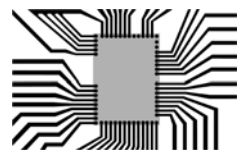
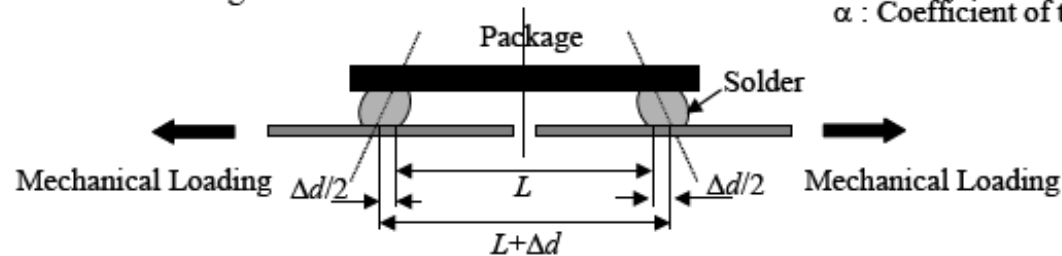
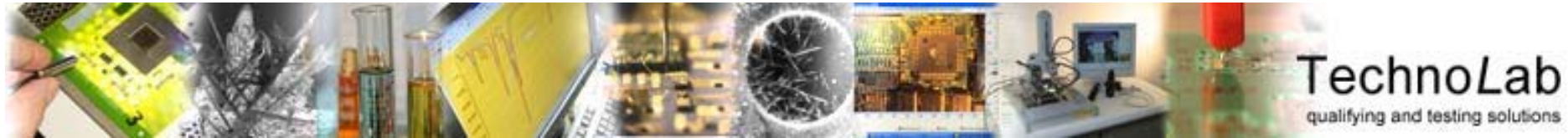


Figure 2 Schematic illustrations of thermomechanical fatigue and Mechanical fatigue for solder joint



Zusammenfassung Tests Mechanische Festigkeit

Teil 1-1: Zugfestigkeitsprüfung

Eignung für Testboards und Feldboards

Beste Detektion von spröden Verbindungen (-> ENIG)

Diffiziles Probenhandling

Teil 1-2: Scherfestigkeitsprüfung

Eignung für Testboards und Feldboards

Weniger gute Detektion von spröden Verbindungen (->ENIG)

Teil 1-3: Zyklische Fallprüfung

Bei strenger Einhaltung des Standards nur für Testboards

Ohne DMS hervorragender Schnelltest

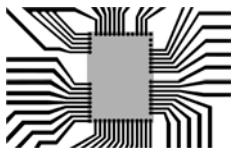
Teil 1-4: Zyklische Biegeprüfung

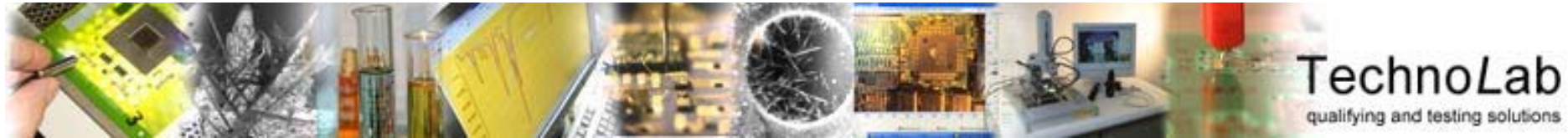
Eignung praktisch nur für Testboards

In Verfahrensmodifikation gut zur Simulation von Handlingprozessen (-> Bestücker)

Teil 1-5: Prüfung der Ermüdung durch mechanische Scherbeanspruchung

Eignung praktisch nur für Testboards





Fazit

Es gibt keine klaren Trennlinien in der Anwendung zwischen zerstörender Prüfung und zerstörungsfreier Prüfung.

Beide Bewertungsverfahren sind etablierte und anerkannte Bewertungsverfahren. Beide Verfahren haben nebeneinander ihre Daseinberechtigung und ihre verfahrensspezifischen Stärken und Schwächen.

Eine Kombination der Vorteile des X-Ray wie:

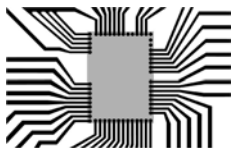
hoher Probendurchsatz bei automatischer Röntgeninspektion (AXI),

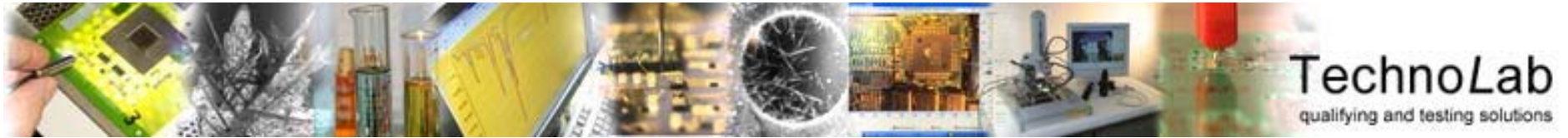
Vorselektion von auffälligen Verbindungen,

exakte Erkennung verdeckt liegenden Präparationszielen

wird kombiniert mit der selektiv anzuwendenden metallographischen Präparation und der Darstellung von Bewertungsgrößen mit geringem Röntgenkontrast.

Bei der Bewertung der Lötstellen liefert die mechanische Festigkeit eine ergänzende Aussage.





Vielen Dank für Ihre freundliche
Aufmerksamkeit !

Ich bitte um Ihre Fragen oder
Anregungen

