

FED-Regionalgruppe Stuttgart

Dornstadt, 11. Juli 2018

## **Nutzentrennung in der Baugruppenfertigung**

### **- Notwendiges Übel oder eine potentielle Gefahr für die Wertschöpfung**

**Helge Schimanski**

Fraunhoferstr. 1, D-25524 Itzehoe  
Tel. 04821 17-4639, Fax 04821 17-4250  
email: [helge.schimanski@isit.fraunhofer.de](mailto:helge.schimanski@isit.fraunhofer.de)  
internet: <http://www.isit.fraunhofer.de>



© Fraunhofer ISIT

### **Inhalt**

---

- Vorstellung ISIT
- Erwartungen und Probleme beim Nutzentrennen
- Richtlinien zum Thema Nutzentrennung
- Nutzentrennverfahren
- Dehnungsmessung beim Nutzentrennen
- Layoutempfehlungen
- Zusammenfassung

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution,  
as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## Fraunhofer ISIT

### Forschungs- Entwicklungs- und Dienstleistungszentrum für Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik

Forschungs- und Entwicklungszentrum für Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik

In Itzehoe seit 1995

Erstinvestition: 125 Mio. €

Gesamtinvest bis 2017: ca. 400 Mio. €

Mitarbeiter: 150

Zertifiziert nach ISO 9001:2008



Institutsleiter: Dr. Axel Müller-Groeling

Vertreter: Prof. Bernhard Wagner

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## Fraunhofer ISIT

Vishay Offices

Clean room I (Front End of Line, Power Electronics)



X-FAB Offices

ISIT Offices

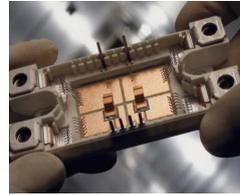
Clean room II (Back End of Line, MEMS)

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018

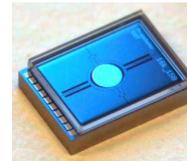


## ISIT-Geschäftsfelder

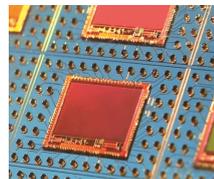
- Leistungselektronik  
hocheffiziente Leistungstransistoren  
LE für regenerative Energiesysteme  
Batteriesysteme für Spezialanwendungen
- MEMS-Anwendungen  
Optische und akustische Systeme  
Mikroantriebe und hochempfindliche Sensorsysteme
- Mikro-Fertigungsverfahren  
WL Packaging und Prozesse  
Prozessintegration und Pilotfertigung  
Modul-Services: QZ und AVT



Leistungsmodul



Mikrospiegel



Waferlevel-Packaging

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## Modul-Services – Qualität, Zuverlässigkeit und AVT elektronischer Baugruppen und Komponenten

Fortschrittliche Fehleranalyse ist die Grundlage für Innovation, Geschwindigkeit, Qualität, Zuverlässigkeit und garantierte Funktion über Lebensdauer

- Material- und Schadensanalysen, Kontaminations-, Korrosions- und Rückstandsuntersuchungen
- Bewertung der Herstellungsqualität nach Industriestandards
- Zuverlässigkeits- und materialkundliche Bewertung
- Einführung neuer Technologien
- Prototyping und Vorserienfertigung
- Prozessoptimierung, Bauteil- und Materialqualifizierung (Lötwärmebeständigkeit, Lotpastenbewertung, u.a.)
- Rework komplexer Baugruppen
- Seminare und In-House-Schulungen



Whisker-, Tombstone- (oben) und Rissbildungen (unten) an elektronischen Bauelementen



ISIT SMT-Testbord

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## Erwartung an Nutzentrennverfahren

---

### Kostengünstige Produktion erfordert:

- Maximale Ausnutzung der Leiterplattenfläche  
(randnahe Platzierung von Bauelementen)
- Schnelle Nutzentrennung
- Zuverlässige Nutzentrennung
- Staubfreies und stressarmes Verfahren  
(Schonung hochempfindlicher Bauteile)
- Einfache Bedienung
- Geringer Investitions- und Wartungsaufwand

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution,  
as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## Probleme,

---

### wenn der Nutzen nicht den Erfordernissen entspricht

- Leiterplatten lassen sich nicht trennen (Stege zu groß, LP zu dick, Bauelemente im Konturbereich, Leiterbild zu dicht an Kontur, verwendete Materialien ...)
- hohe mechanische Belastung und Beschädigung der Leiterplatte (z.B. Delamination)
- Mikrorisse in Bauteilen
- Lötverbindungen werden zerstört
- Lackbeschädigungen
- Lotbrückenbildung beim Wellenlöten (wenn einzelne Platinen im Nutzen um 90° gedreht werden)
- instabil (zu tief geritzt, zu wenige Haltestege; LP zu dünn für die gewählte Nutzengröße, zu viele Ritzungen bzw. Fräsungen)
- Fehlpositionierung von Haltestegen (Bauteilplatzierung, Leiterbild beachten)

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution,  
as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## Richtlinien mit Inhalten

---

### zum Thema Nutzengestaltung / -trennung

- IPC-2221B, Kap. 5.4.3.1 - 5.7 (Nutzengestaltung)
- IPC-2222A, Kap.5.3.1 – 5.4.1 (Nutzengestaltung)
- IPC-7351B, Kap. 3.4.8 Designregeln Nutzenbildung
- FED 22-02A, Seite 9/10 (Ritzen, Fräsen)
- IPC-A-600J (Leiterplattenkanten, Kap. 2.1)
- IPC-A-610G (Laminatzustände Vereinzelung Kap 10.2.8)
- IPC-6012D, Kap. 3.3.1 Edges

(kein Anspruch auf Vollständigkeit)

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution,  
as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## Auszug aus IPC 2222, 5.3.1

---

### Bestückung, Nutzenanordnung und Test

#### Hinweis:

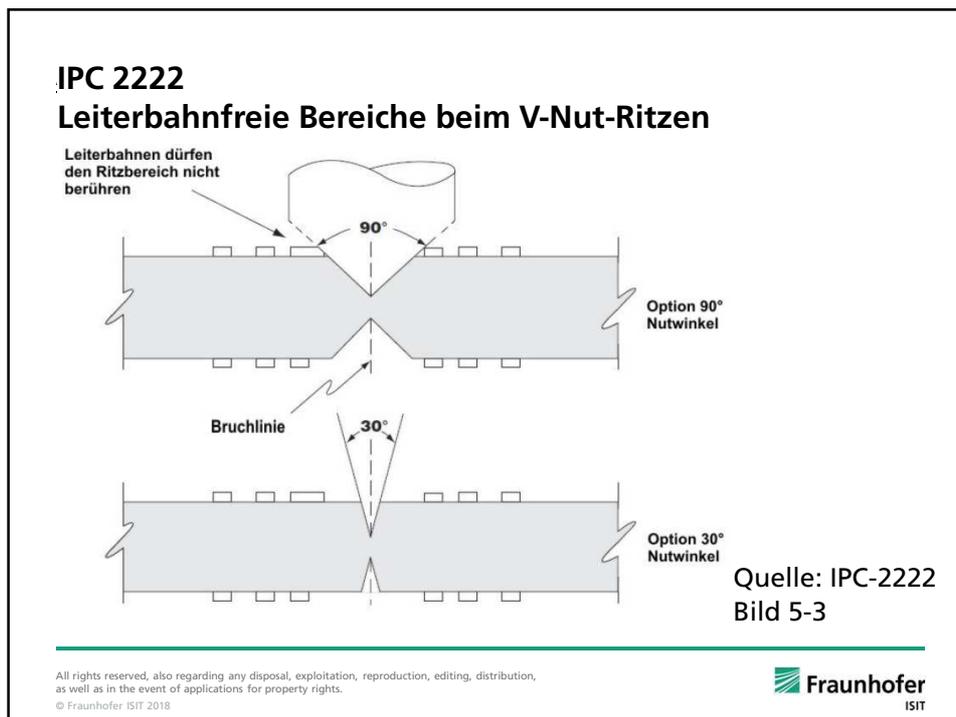
An der Sollbruchstelle verbleibt ein dünner Restbereich an Leiterplattenmaterial.

Im Bereich der V-Nut **muss** ebenfalls eine freie Fläche vorgesehen werden. Leiterbahnen, die zu nahe an der V-Nut verlaufen, können freigelegt oder beschädigt werden. Siehe Bild 5-3.

Raue Kanten [nach dem Trennen] **müssen** leicht geschmiegelt werden, um Grate und Faserpartikel zu entfernen.

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution,  
as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018





### **Fehlerkriterien IPC-A-600J** **(Leiterplattenkanten, Kap. 2.1)**

Fehler wie **Grate**, **Einkerbungen** oder **Hofbildung** entlang der Leiterplattenkante sind zulässig, sofern sie die unten aufgeführten Grenzwerte nicht überschreiten.

#### **nichtmetallische Grate**

zulässig: Kantenzustand – rau, jedoch nicht ausgefranst.

Kantenzustand – lose Grate beeinflussen weder Passgenauigkeit noch Funktion.

**Metallische Grate** sind nicht erlaubt.

**Einkerbungen** dürfen nicht größer als 50% des Abstands zwischen der Leiterplattenkante und dem nächsten Leiter bzw. max. 2,5 mm [0,0984 in] sein, wobei der niedrigere Wert gilt.

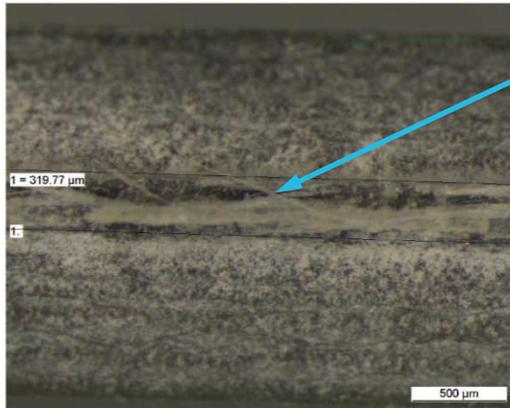
Bei der **Hofbildung** ist der Abstand zwischen der hofbildenden Durchdringung und dem nächsten Leiter nicht kleiner als der seitliche Leitermindestabstand oder (falls dieser nicht spezifiziert ist) 100 µm [0,3937 µin].

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018

Quelle: IPC-A-600J  
Kap. 2.1

**Fraunhofer**  
ISIT

### Gratbildung nach Trennvorgang



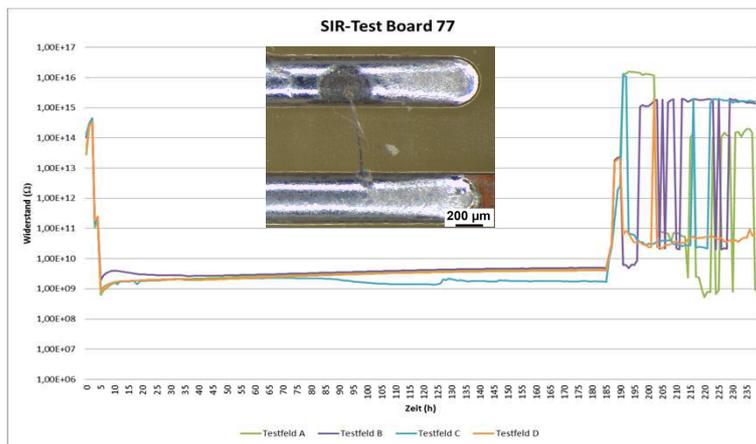
Ausgefranzte Glasfasern im gebrochenen Trennsteg  
 → Können rausbrechen und auf der Leiterplatte vagabundieren  
 Folge:  
 - Kriechströme  
 - reduzierte Oberflächen-Isolationswiderstände  
 - negativer Einfluss auf Hochfrequenzverhalten

Bild / Figure 50 DB#: 2008-Macro\_001702

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
 © Fraunhofer ISIT 2018



### SIR-Test: Kriechstrom durch nicht leitfähigen Partikel



Verbindung zwischen zwei Leiterbahnen durch Fremdkörper  
 => Widerstand sinkt (Testfeld C, blaue Linie)

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
 © Fraunhofer ISIT 2018



## Nutzenausführungen

---

- Ritz- oder Kerbnutzen
- Fräsnutzen mit Haltestegen  
(enthalten oftmals zusätzlich Bohrungen in den Haltestegen;  
einfaches Heraustrennen der Einzelplatinen und minimierter  
mechanischer Stress)
- Kombination aus Ritz- und Fräsnutzen  
(abhängig von der Leiterplattenkontur,  
Bauteilplatzierung usw.)

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution,  
as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## Nutzentrennung

---

### Klassifikation nach Trennverfahren

- Zerteilende, nicht spanende (= brechende, schneidende,  
scherende, stanzende,...) Nutzentrennung
- Spanende Nutzentrennung (Säge oder Fräse)
- Lasernutzentrennung

### Klassifikation nach Einbindung in den Produktionsprozess

- Inline-Nutzentrenner
- Offline-Nutzentrenner
  - nicht in eine Produktionslinie eingebunden
  - Be- und Entladung erfolgt i.a. manuell

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution,  
as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## Zerteilende Nutzentrennverfahren

---

- Herausbrechen von Hand  
(ohne Hilfsmittel, über Brechschiene oder Brechvorrichtungen )
- Mittels Seitenschneider , Handzangen  
(abhängig von Frässlitzbreite )
- Nutzentrennung mit Rollenmesser („Pizza-Cut“-) Verfahren  
Trennung über vorgeritzte Nut (zur Führung, Ausrichtung und der Reduzierung der Schnitttiefe) über ein oder zwei Rollenmesser getrennt.
- Nutzentrennung mit Stanzeinrichtung „Nutzenstanze“  
Komplettstanze: Der komplette Nutzen wird ausgestanzt.  
Stegtrenner: Nur Reststege werden ausgestanzt.
- Nutzentrennung mit Keilmesser  
Nutzen (meist mit vorgeritzter Nut zur Führung, Ausrichtung und Reduzierung der Schnitttiefe) wird mit zwei keilförmigen Messern (ein bewegliches Messer oberhalb, ein feststehendes Messer unterhalb des Nutzens) getrennt.

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## Spanende und Laser-Nutzentrennverfahren

---

- Trennsägen  
Leiterplattennutzen (mit vorgeritzten Nuten) werden durch eine dünne Diamanttrennscheibe vereinzelt.
- Fräsen  
Leiterplattennutzen werden durch einen flexiblen Fräser vereinzelt, der hohe Qualitätsanforderungen und hohe Flexibilität bei hoher Trenngenauigkeit (kameraunterstützte Lagekorrektur ) bietet.
- Lasernutzentrennen  
Leiterplatte wird unter einer Laserquelle positioniert und mit dem flexibel positionierbaren Laserstrahl getrennt

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## ASYS DIVISIO - Technologien zum Nutzentrennen

Technologie	ASYS Lösung	Applikation	Schnitt	Schnitt-Genauigkeit
Sägen	DIVISIO 2000 DIVISIO 3100 DIVISIO 4000	FR4	0,5...0,8 mm	± 80 µm
Fräsen	DIVISIO 1000 DIVISIO 2000 DIVISIO 3100 DIVISIO 4000 DIVISIO 5000 DIVISIO 6000	FR4	1,6 mm 2,0 mm 2,4 mm	± 80 µm
Laser	DIVISIO 8000 DIVISIO 8100	FR4	<<100 µm	± 10 µm
		PI	20 µm	
Laser	DIVISIO 7000	IMS DCB	<100µm	± 50 µm

ASYS  
GROUP

## Lasernutzentrennung, Funktionsweise

- Monochromatisches, gerichtetes Licht einheitlicher Phasenlage.
- Laserstrahlführung über Scannerspiegel. Der Nutzen wird unter einer Laserquelle positioniert und mit dem positionierbaren Laserstrahl getrennt.
- Hohe Pulsenergien verdampfen das Material (Laser-Ablation).
- CO<sub>2</sub>-Laser (ca. 10 µm Wellenlänge) mit reduziertem thermischen Eintrag.
- UV-Laser mit z.B. 355nm Wellenlänge für die Feinstrukturierung von empfindlichen Leiterplattenmaterialien.
- Mit fokussiertem Laserstrahl (ca. 20µm Strahl-Ø) auf definierte Eindringtiefen schneiden (z.B. Coverlayer öffnen).

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018

 **Fraunhofer**  
ISIT

## Lasernutzentrennung, Vor- und Nachteile

### Vorteile

- Saubere Schnittkanten, ohne Grat- und Staubbildung.
- Kein mechanischer Stress auf der Baugruppe, keine Vibrationen/Oszillation durch berührungslose Trennung.
- Hohe Präzision mit geringer Trennbreite und flexiblen Konturen, praktisch radienfreie Innenkanten.
- Großer Arbeitsabstand → hohe Bauteile stören nicht.

### Nachteile

- Hohe Anschaffungskosten.
- Gefahr der „Carbonisierung“ (verbrannte Schnittkanten) bzw. unvollständig getrennter Nutzen bei Dickentoleranzen der Nutzen-LP (abhängig vom Lasertyp und Parametereinstellung).
- Gefahr von Schweißstaublagerungen auf der Leiterplatte dadurch Kriechpfade, Leckströme und Kurzschlüsse möglich.

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## DIVISIO 8000 Laser

### Je nach Anforderung kommen verschiedene Laser zum Einsatz

#### CO<sub>2</sub>-Laser

- Schneiden von Polyimiden (Flexschaltungen), Schnelles FR4 Nutzentrennen
- therm. Zersetzen (Risiko von Karbonisierung und leitfähigen Rückständen)

#### UV-Laser

- Trennen dünner starrer oder flexibler LP, Mikromaterialbearbeitung (Sensoren, MEMS)
- Photoablation (Aufbrechen der inter-molekularen Bindungen)
- 1/10 des Schnittspaltes von CO<sub>2</sub>, Beschränkung auf ca. 0,8 mm dickes Material
- Verfärbung abhängig vom Substratmaterial - keine leitfähigen Rückstände

#### GR (grüner) -Laser

- Schnelles Nutzentrennen von dickem LP-Material, FR4 ≥0.4mm
- Direktes Zersetzen der inter-molekularen Bindungen, 1/5 des Schnittspaltes von CO<sub>2</sub>
- Verfärbung abhängig vom Substratmaterial - keine leitfähigen Rückstände

#### QCW-Faserlaser

- Laser-Trennschneiden von Metall und Keramik

ASYS  
GROUP

## Oberflächendehnung einer Leiterplatte

### 3-Punkt-Biegeversuch

- Geometrie Testleiterplatte (90 mm Auflagerabstand, 40 mm Breite, 1.6 mm Dicke)
- Ergibt maximale Oberflächendehnung einer idealen Biegelinie folgend etwas über 1000 ppm pro mm Durchbiegung
- Defekt im Keramikkondensator je nach Bauteilgröße und Material ab ca. 1.5 bis 3 mm Durchbiegung der Testleiterplatte festgestellt

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018

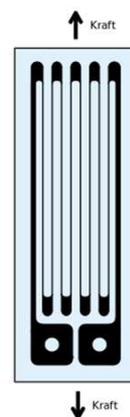


## Dehnungsmessstreifen (DMS)

- Messeinrichtungen zur Erfassung von dehrenden und stauchenden Verformungen
- Der Widerstand  $R$  des unbelasteten DMS ist:

$$R = \rho \frac{l}{A} = \rho \frac{4 \cdot l}{D^2 \cdot \pi}$$

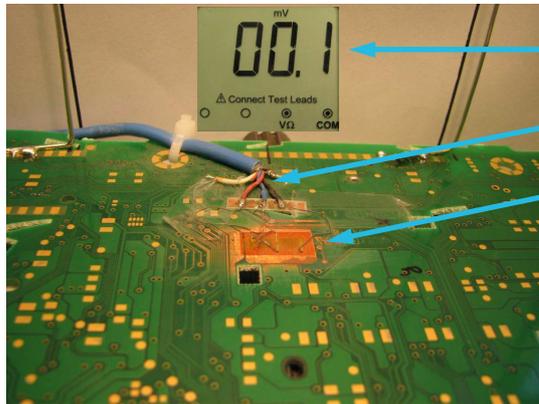
- - →  $\rho$ : spezifischer Widerstand
  - →  $l$ : Drahtlänge
  - →  $A$ : Querschnittsfläche
  - →  $D$ : Durchmesser des Drahtes



All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



### Verformungsmessung



Spannungssignal

Verkabelung

DMS

Ausgangszustand:  
LP unbelastet

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



### Verformungsmessung



Spannungssignal

Verkabelung

DMS

LP-Biegung  
führt zu einer  
Oberflächendehnung  
von + 3200ppm

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## Verformungsmessung



Spannungssignal

Verkabelung

DMS

LP-Biegung  
führt zu einer Oberflächenstauchung  
von - 2700ppm

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution,  
as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018

**Fraunhofer**  
ISIT

## Grenzwerte für die Oberflächendehnung

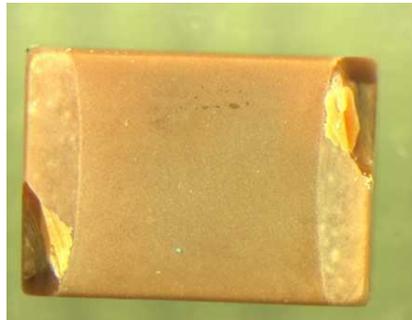
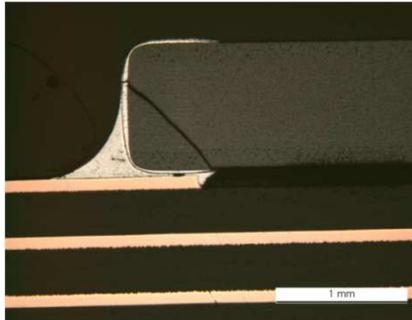
### von Keramikkondensatoren

- Kondensatorbrüche sind ab 1500 ppm Dehnung an der LP Oberfläche zu erwarten. (Informationsschrift „Capacitance Monitoring While Flex Testing“ [www.Kemet.com](http://www.Kemet.com))
- Untersuchungsergebnisse der Fa. Murata: für Chipkondensatoren Baugröße C1206 maximal zulässige Dehnung der Leiterplatte ca. 1300 ppm (Bending Strength Technical Data, No. C05E)
- Zu berücksichtigen sind: Baugröße, Steifigkeit des Trägermaterials, Lotvolumen, Belastungsgeometrie, Belastungsgeschwindigkeit u.a.m.
- Schnellere Belastung führt zu höheren Kräften, bei langsamer Belastung kann die Lötstelle durch Kriechen nachgeben
- **Incl. Sicherheitsfaktors erscheint eine Dehnung/Stauchung von 500 ppm als zuverlässiger Grenzwert.**

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution,  
as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018

**Fraunhofer**  
ISIT

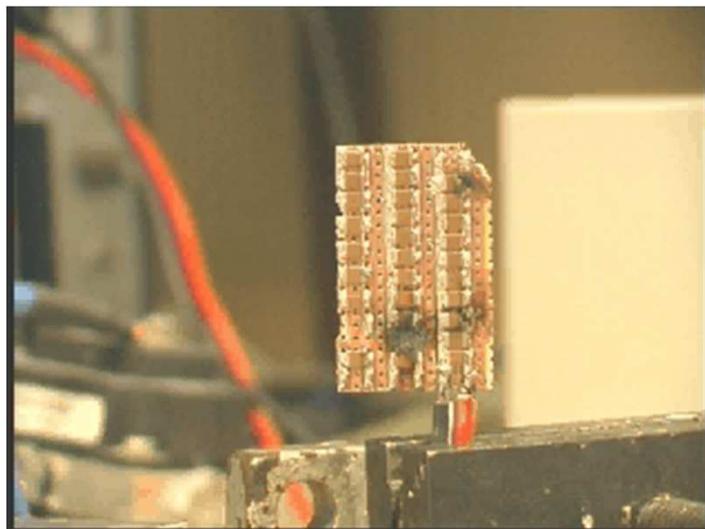
### Folgen durch mechanische Einwirkung



All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



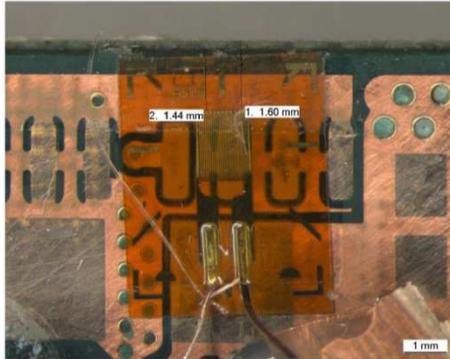
### Folgen durch mechanische Einwirkung



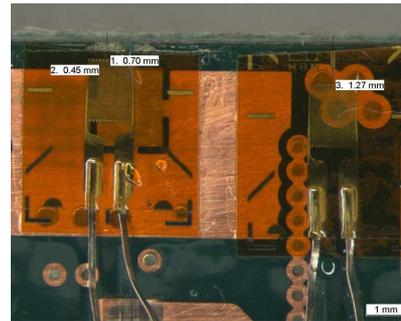
All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



### Beispiele applizierter Dehnungsmessstreifen (DMS)



Applizierte DMS

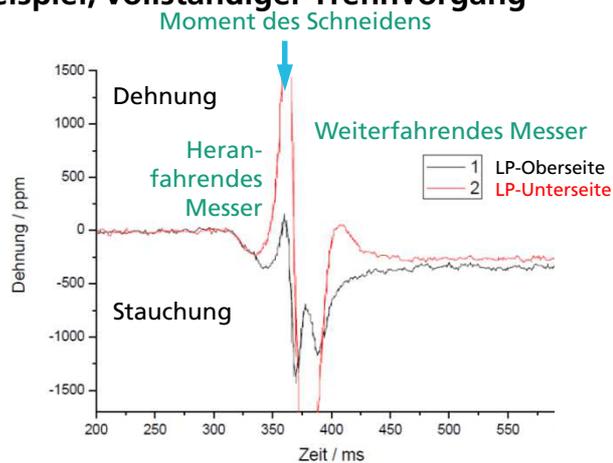


All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



### Dehnungsverlauf bei Rollen-Linearmessertrennung

#### 1. Beispiel, vollständiger Trennvorgang



Die einseitig angeschrägte Messerseite sorgt im gemessenen Fall durch das verdrängte Leiterplattenmaterial für Dehnungsamplituden deutlich über **1500 ppm**.

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## Trennvorgang mit Rollen-Linearmesser

---

### 1. Beispiel, vollständiger Trennvorgang

- Zulässiger Grenzwert für Keramikkondensatoren ist auf der Seite des feststehenden Messers grundsätzlich überschritten.
- Belastung auf der Seite des rollenden Messers ist um ca. die Hälfte kleiner als auf der anderen Seite  
→ auf Bestückungsseite schneiden.
- Fazit: Ungeeignet für kritische Bestückung.

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## Trennvorgang mit Rollen-Linearmesser

---

### 2. Beispiel, Trennung bis auf Reststeg

- Durchführung: Vorgeritzte Leiterplatte.
- Trennung nur bis zu einer Reststärke von ca. 300µm.
- Reststeg wird manuell gebrochen.
- Bedienung und Einstellung erfolgt durch geschulten und erfahrenen Mitarbeiter.
- Ergebnisse:  
Kritische Dehnungsgrenze für Schädigung von C (1200ppm) nicht erreicht, jedoch Sicherheitsgrenzwert von 600ppm deutlich überschritten.
- Kritische Dehnungswerte bei zu tiefer Messereinstellung.
- Manuelles Abbrechen ergibt maximale Verbiegung von 400ppm.
- Glasfasern teilweise ausgefranst.

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



### Trennvorgang mit Rollen-Linearmesser

#### 2. Beispiel

Bruchkante  
in Ordnung      ausgefranst

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018

### Anordnung von Chipkondensatoren

[Component Direction]

Locate chip horizontal to the direction in which stress acts

Chip parallel zur Biege-Achse anordnen

[Chip Mounting Close to Board Separation Point]

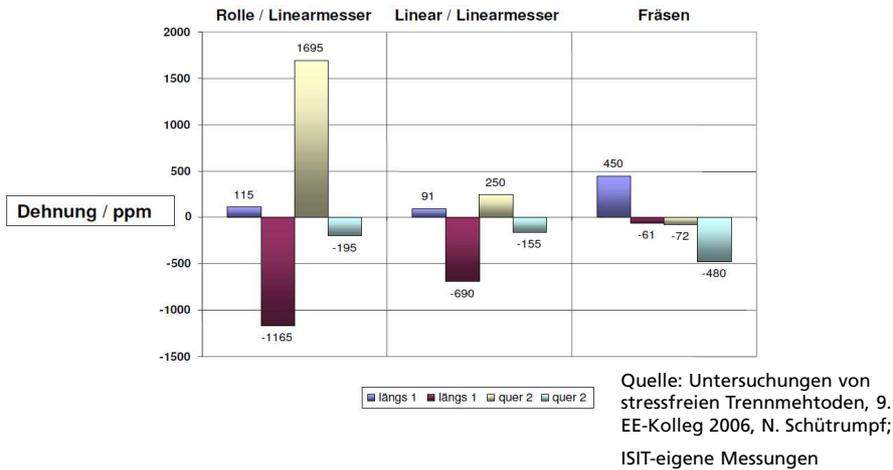
Chip arrangement Worst A-C-(B≈D) Best

Chip-Anordnung:  
A: übelst  
C: kaum besser  
B, D: am besten

Quelle:  
Chip Monolithic Ceramic Capacitors  
Murata Catalog No. C02E-9

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018

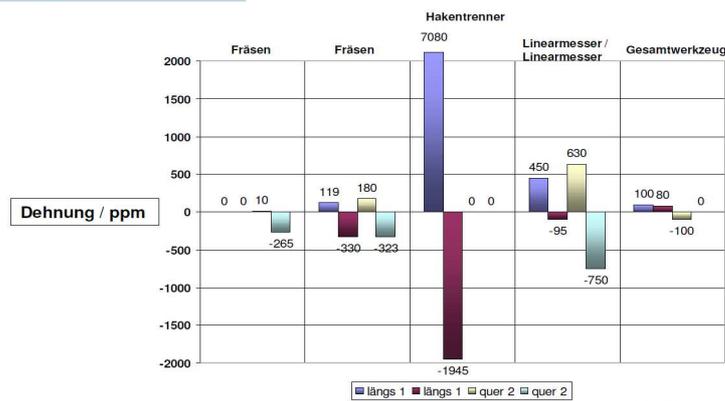
### Ergebnisse einer Untersuchung verschiedener Nutzentrenverfahren I



All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



### Ergebnisse einer Untersuchung verschiedener Nutzentrenverfahren II



All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



## Zusammenfassung

---

- Die Nutzentrennung liegt fast am Ende der Wertschöpfungskette, somit ist ein sicherer Baugruppen schonender Prozess unerlässlich.
- Toleranzen im Reststeg führen zu ungleichmäßigem Trennergebnis.
- Grenzwert für die Dehnungs-/ Stauchungsbelastung von Keramikcondensatoren liegt in der Automobilindustrie bei 500 ppm.
- Geeignete Bauteilanordnung minimiert mechanischen Stress. Konstruktiv durchdachte Sollbruchstellen reduzieren die Krafteinwirkung auf die LP beim Nutzentrennen; Stabilität des Nutzen für weitere Prozesse beachten.
- Geschultes Personal zur Nutzentrennung einsetzen (Arbeitsanweisungen), manuelle Prozesse verursachen Prozess- und Qualitätsschwankungen.
- Mechanisch stressarme Trennmethode sind Sägen/Fräsen, Trennen mit Schneidmessern im Gesamtschnitt (Reststegstanze) und Lasern.
- Vibrationsempfindliche Komponenten separat prüfen.
- Kritische Bauteilbelastungen durch Dehnungsmessungen ermitteln und Trennprozesse qualifizieren. ISIT unterstützt mit Messtechnik und Wissen.

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018



Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit 0

H. Schimanski

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.  
© Fraunhofer ISIT 2018

