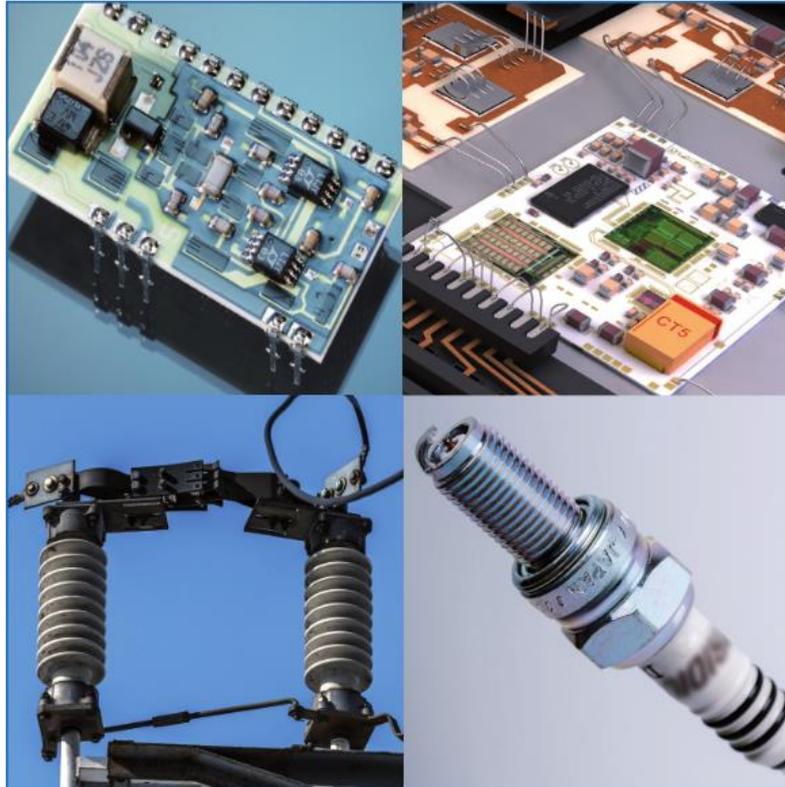


ZVEI Fachgruppe Integrierte Schichtschaltungen

# **Keramik – das Multitalent**

Vortrag auf der electronica 2016, SMT Hybrid Packaging 2017 und Productronica 2017



Bildnachweis unten: vasilovich, hbmuc / Fotolia.com

## Einführung und Motivation

**Dirk Schönherr, Lust Hybrid-Technik**

- **Branche:** Elektronikfertigung
- **Mitarbeiter:** 95 Mitarbeiter
- **Standort:** Thüringen in Technologieregion Jena



- **Dienstleistungen:**

Entwicklung, Qualifikation und Industrialisierung miniaturisierter Elektronik und Mikrosystemtechnik, Fertigung elektronischer Baugruppen

- **Technologien:**

Dickschichttechnik, Baugruppenfertigung, Chip on Board- Baugruppen; Mikrosystemtechnik

- **Zertifizierungen:**

ISO 9001:2008, ISO 14001, EN ISO 13485:2012, TS 16949:2009;

- 1. Einführung und Motivation**  
Dirk Schönherr, Lust Hybrid-Technik
- 2. Technologieübersicht**  
Franz Bechtold, Via electronic
- 3. Materialien und Applikationen**  
Stefan Flick/Christina Modes, Heraeus Deutschland  
Walter Distler/André Kießig, Siegert electronic  
Dr. Josef Weber/Dr. Peter Tauber, Robert Bosch
- 4. Diskussion und Schlussworte**

# Einführung und Motivation

## Wo und wie organisieren sich unsere Unternehmen im ZVEI?

Fachgruppe – **Integrierte Schichtschaltungen** – im Fachverband „PCB & Electronic Systems“

Organisation halbjährlicher *meetings* in Forschungsinstituten und bei Geschäftspartnern zum Austausch zu technischen Innovationen und Marktentwicklungen

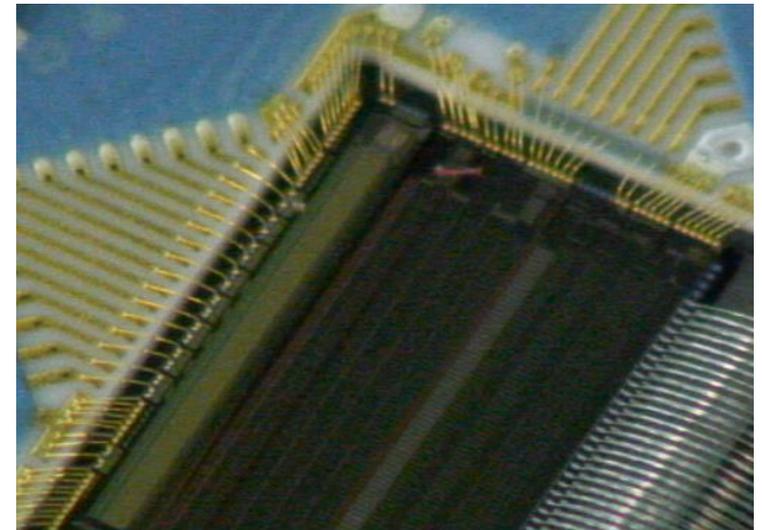
Mitarbeit in Marktkommission zur Standortbestimmung der Branche im globalen Markt der Elektronik- / Systemfertigung

Zusammenarbeit im Verband zwecks *Erhöhung der öffentlichen Wahrnehmung* der Unternehmen durch Publizierung der spezifischen Anwendervorteile beim Einsatz der Integrierten Schichtschaltungen (ISS):

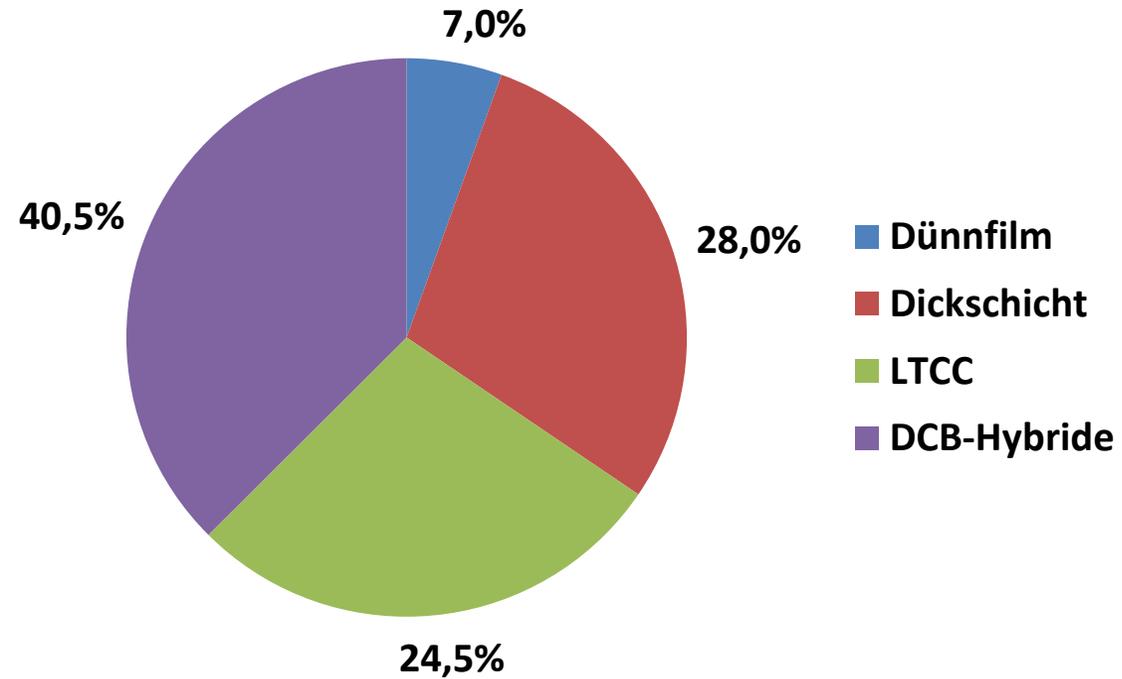
Wie: Plattform des ZVEI; Messeauftritte + „*Gemeinsame Imagebroschüre*“

# Einführung und Motivation

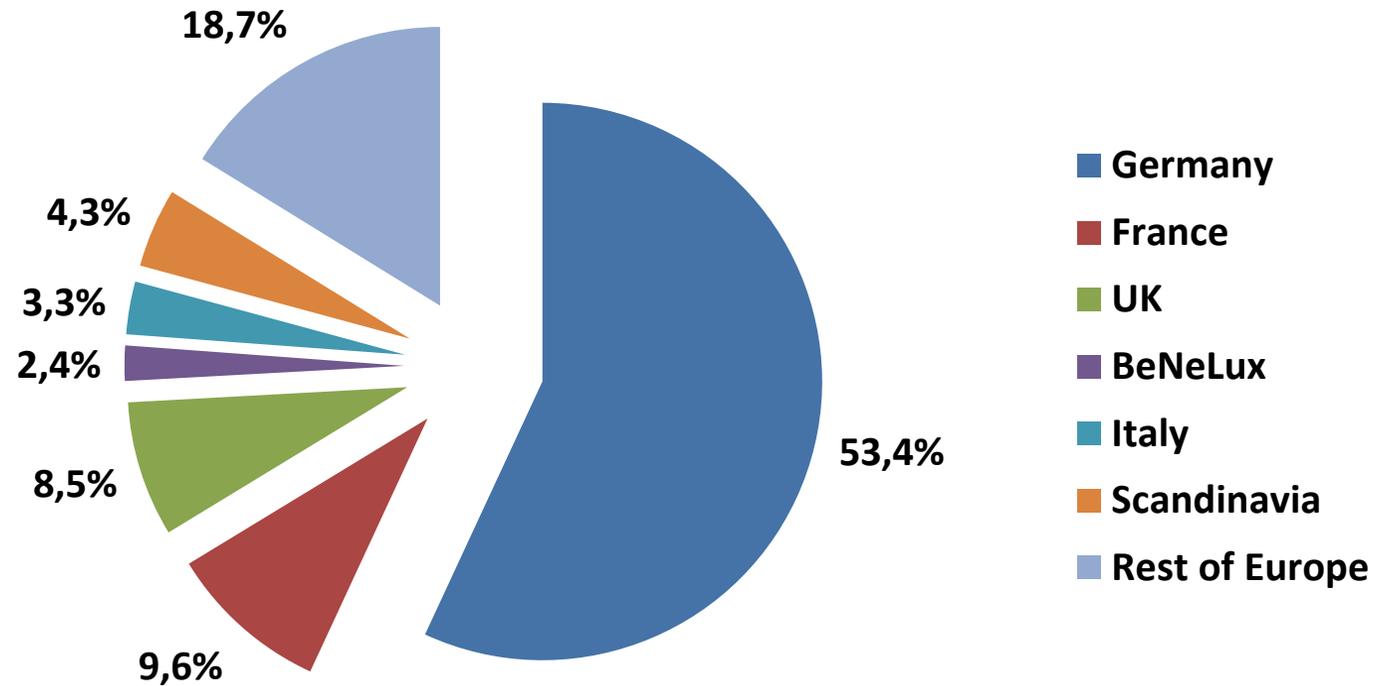
- Kommerzialisierete Hochtechnologie seit mehr als 40 Jahren
- Entwicklung und Fertigung durch ca. 25 Firmen ca. 2000 Mitarbeitern in Deutschland
- Anbieterstruktur: Großunternehmen mit ca. 80 % Marktanteil sowie Mittelstandsunternehmen (inhabergeführt/ Unternehmensgruppen) mit ca. 20%
- Hauptanwendungsgebiete:
  - Automobilelektronik
  - Industrieelektronik
  - Sensortechnik
  - Medizintechnik
  - Kommunikationstechnik



2016 = 475 Mio. € **Marktvolumen ISS in Deutschland**



2016 = 890 Mio. €    **Verteilung des europäischen Marktvolumens für ISS in 2016**



# Einführung und Motivation

## Was interessiert den Anwender?

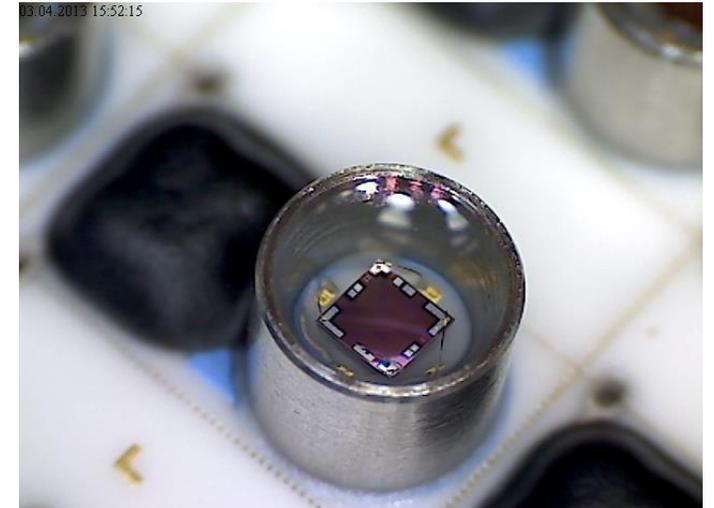
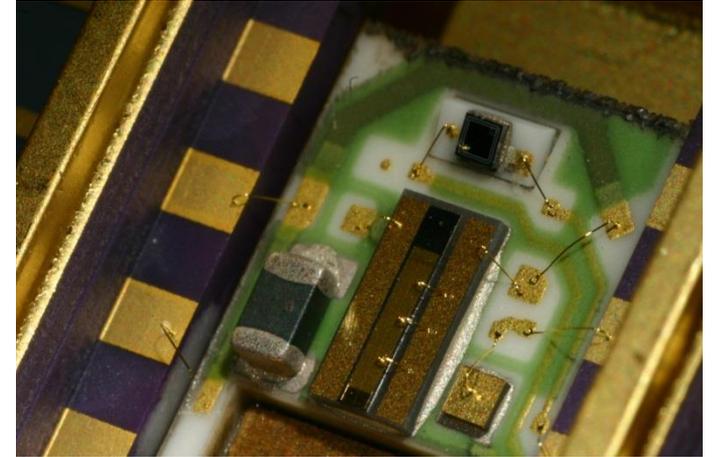
Sie benötigen *zuverlässige Systeme* für den Einsatz bei *hohen Temperaturen* oder in harscher Umgebung?

Sie stehen vor der Aufgabe, *den Wärmehaushalt* Ihrer *Leistungsbaugruppe* in den Griff zu bekommen?

Sie suchen einen auf Ihre *Halbleiterkomponenten* optimal *angepassten Schaltungsträger* ?

Ihre Elektronik benötigt einen *langzeitstabilen Schaltungsträger*?

*Hochfrequente Signale* mit extrem *kurzen Laufzeiten* sollen stabile Ergebnisse erzielen?



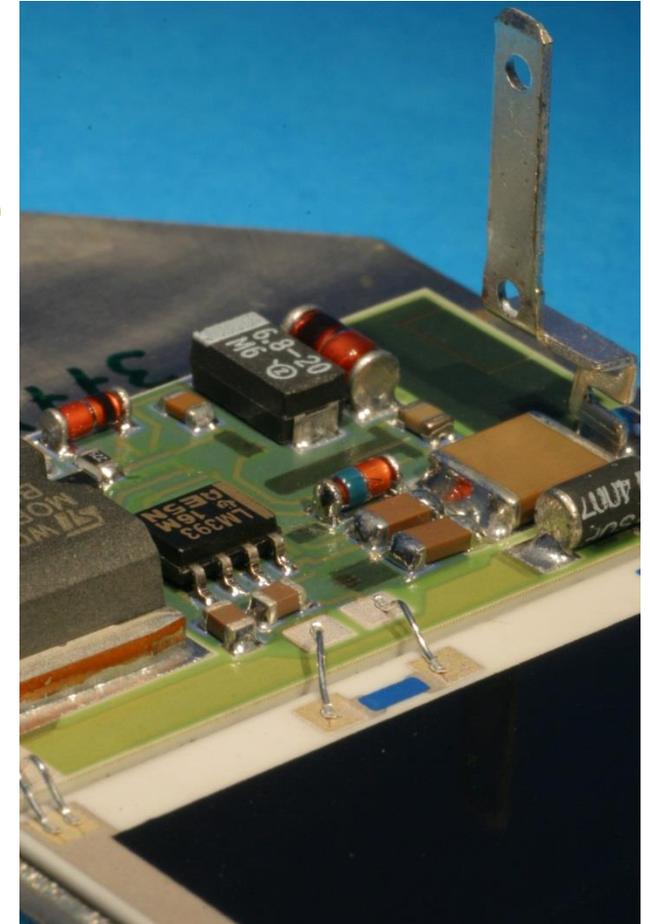
# Einführung und Motivation

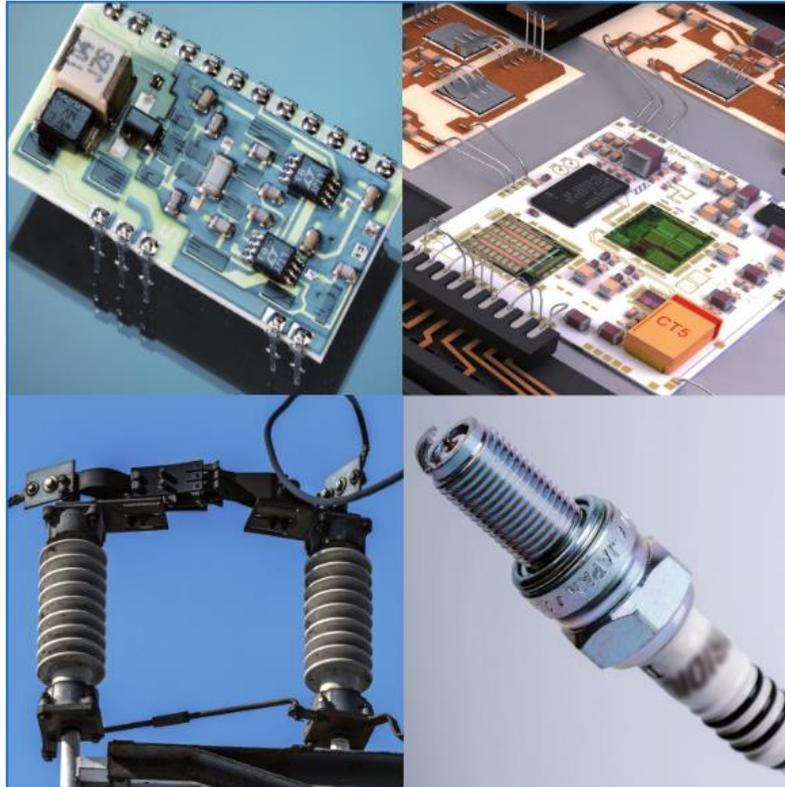
## Welche Lösungsansätze & Antworten kann die ISS liefern ?

- **Keramik** ist robust und thermisch resistent
- Besitzt exzellente **Wärmeeigenschaften**
- Optimal angepasst an die Erfordernisse der **Halbleitermontage**
- **Biokompatibel** und inert im Verhalten
- Besitzt **hervorragende HF-Eigenschaften**

### Prädestiniert für den Einsatz in Baugruppen/Systemen:

- Hoher Funktionsdichte (Schichtintegration; Mehrlagenaufbau)
- Unter extremen Temperaturbedingungen (> 200°C)
- Wenn es gilt das Thermomanagement zu optimieren
- Eine hohe Systemzuverlässigkeit gefordert ist
- Eigenschaften des organischen Trägermaterials in die Funktionalität des Systems eingebunden werden.





Bildnachweis unten: vasilovich, hbmuc / Fotolia.com

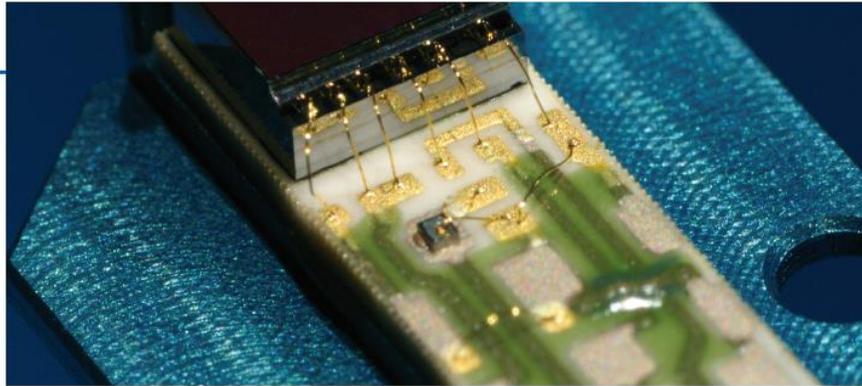
## Technologieübersicht

**Franz Bechtold, Via electronic**

- **Branche:** Elektronikfertigung
- **Mitarbeiter:** 20 Mitarbeiter
- **Standort:** Thüringen in Technologieregion Jena
- **Dienstleistungen:**  
Entwicklung und Fertigung keramischer Schichtschaltungen in innovativer LTCC Technologie
- **Technologien:**  
LTCC Linie, Dickschichttechnik, Vakuumlöten, SMT Labor
- **Zertifizierungen:**  
ISO 9001:2008

- Dickschichttechnik
- Dünnschichttechnik
- Direkt kupferbeschichtete Keramik
- Mehrlagenkeramik (LTCC/HTCC)
- Aufbau- und Verbindungstechnik

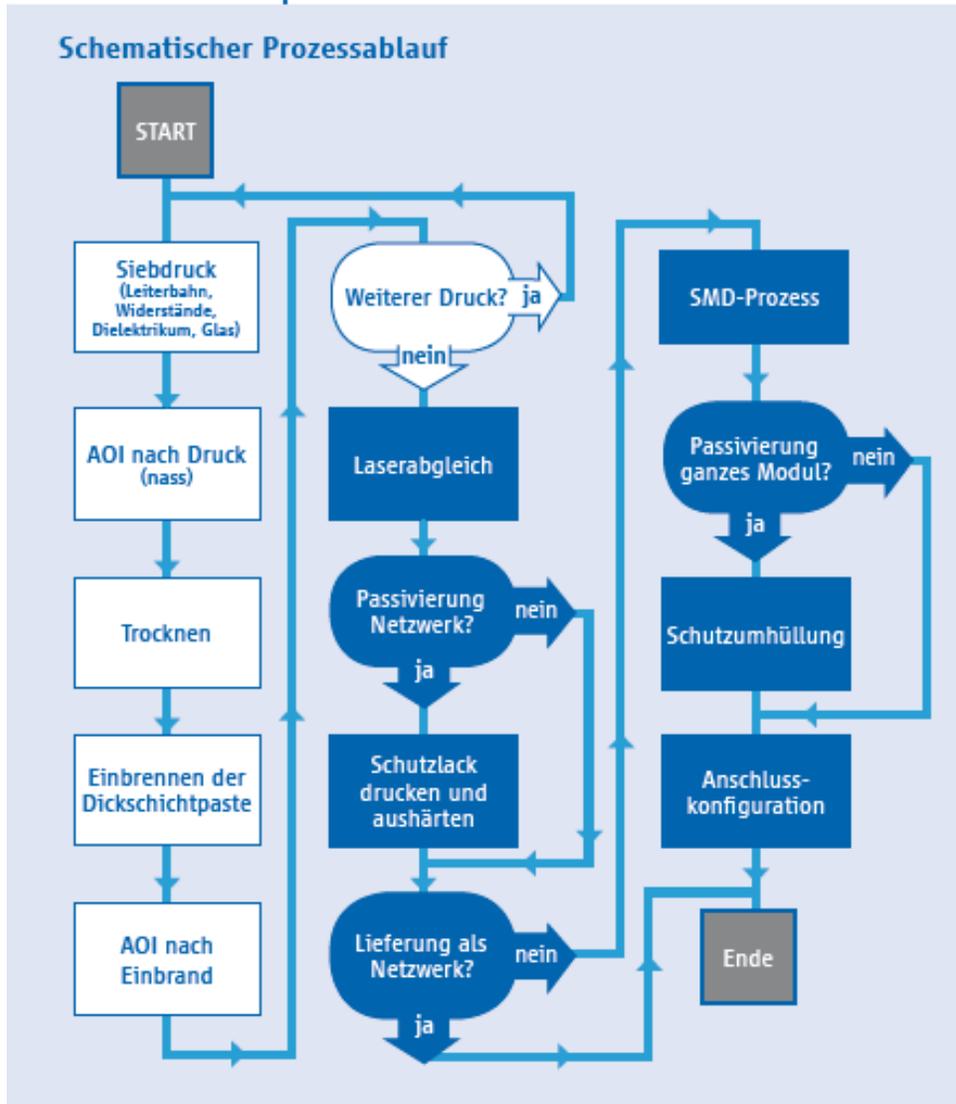
## Dickschichttechnik



Die Herstellung der integrierten Schichtschaltung erfolgt durch Bedrucken eines keramischen Substrates mit pastösen funktionellen Werkstoffen und anschließendem Einbrennen zur Erzeugung der spezifizierten Eigenschaften

### Hauptanwendungsgebiete:

Steuerungstechnik,  
Leistungselektronik und Sensorik  
für Industrie, Automobil und Luftfahrt.



## Erzeugte Strukturen:

- Leitungen
- Durchkontaktierung zur Rückseite
- Isolationsschichten zwischen Leitungen
- Vias zwischen Isolationsschichten
- Widerstände
- Abschirmungen
- Sensorische Elemente
- Schutzschichten Glas und Polymer

## Kenngößen Keramiksubstrat

Typischer Werkstoff	96% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Typische Abmessung	150x100x0,63mm
Wärmeleitfähigkeit	17 W/m*K
Isolationswiderstand	>10 <sup>14</sup> Ohm/mm
Oberflächenrauigkeit ra	< 0,8µm
Durchbiegung	<200µm

## Kenngrößen Pasten

Leiter	Interface Funktion	Typische Schichtdicke	Typischer Breite/Abstand	Flächen-Widerstand
Gold	Bonden	10µm	200 µm	< 5 mOhm
Silber	Kleben	10µm	250µm	<5 mOhm
AgPt	Löten	10µm	250µm	< 30 mOhm

## Kenngößen Pasten

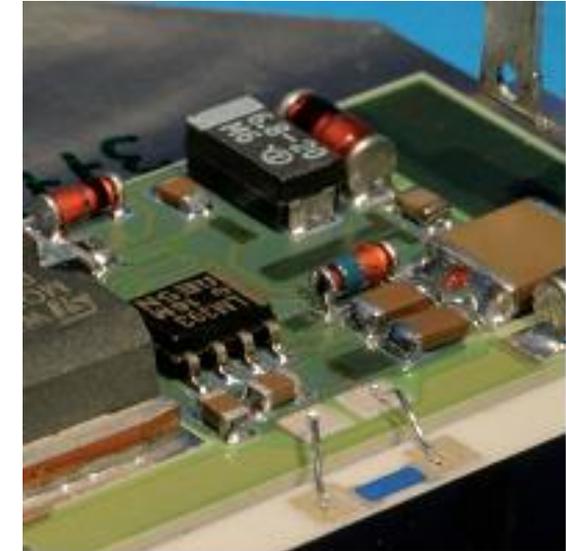
Isolatoren	Typische Schichtdicke	Typische Via Größe	Isolationswiderstand
Dielektrikum	40 µm	400 µm	$>10^{12}$ Ohm
Schutzglas	10µm	entfällt	$>10^{12}$ Ohm

## Kenngrößen Pasten

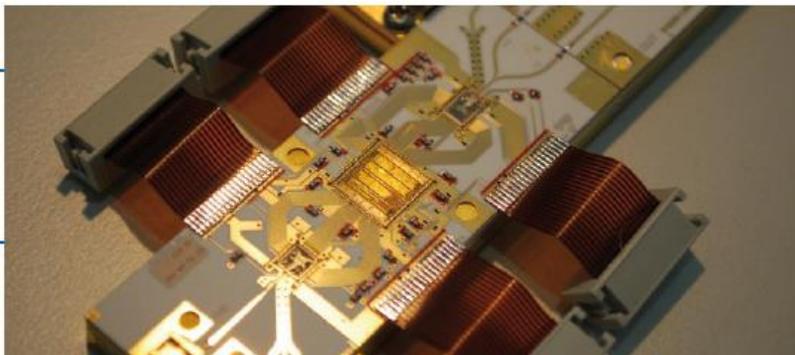
	Bereich	Genauigkeit Nach Abgleich	Stabilität 1000h 150°C	TK -
Widerstand	100mOhm bis 10MOhm	2 %	0,5%	+ - 150 ppm

## Herausragende Eigenschaften:

- Gute thermische Leitfähigkeit
- Ausdehnungskoeffizient ist an Halbleitermaterial angepasst
- Hohe Integrationsdichte
- Verbindung zwischen Metall und Keramik verhindert die laterale Ausdehnung des Metalls
- gute elektrische Isolationseigenschaft



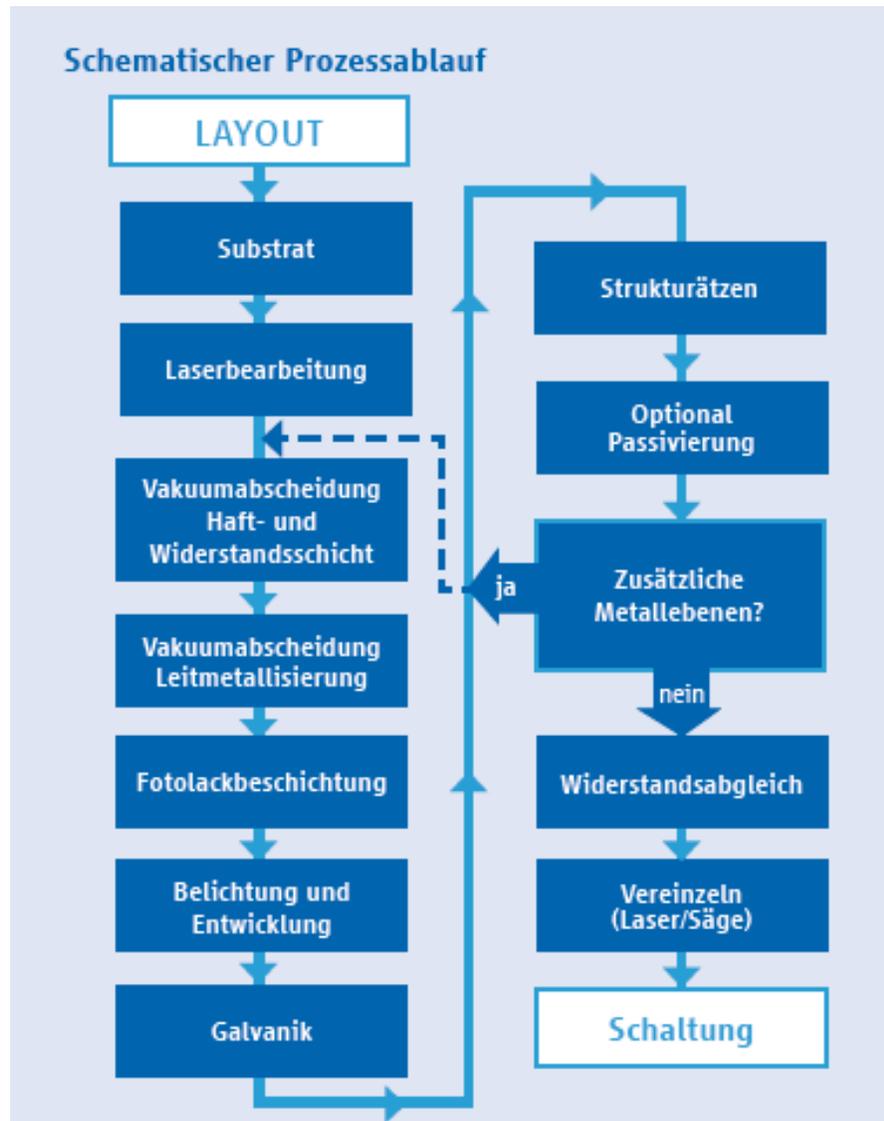
## Dünnschichttechnik



### Hauptanwendungsgebiete:

Radarsysteme  
Raumfahrt  
Sensorik  
Medizintechnik  
Telekommunikationstechnik

Die Herstellung der integrierten Schichtschaltung erfolgt durch Vakuumbedampfen oder Sputtern der funktionellen Werkstoffe auf ein keramisches Substrat und die anschließende photolithographische Strukturierung. Nach galvanischer Verstärkung und Passivierung sind die spezifizierten Eigenschaften erreicht.



## Erzeugte Strukturen:

- Leitungen
- Widerstände
- Sensorische Elemente
- Passivierungsschichten
- Kondensatoren

## Kenngößen Keramik

Typischer Werkstoff	99,6 % $\text{Al}_2\text{O}_3$
Typische Abmessung	100x100x0,63mm
Wärmeleitfähigkeit	20 W/m*K
Isolationswiderstand	$>10^{14}$ Ohm/mm
Oberflächenrauigkeit $r_a$	$< 0,2\mu\text{m}$
Durchbiegung	$<100\mu\text{m}$

## Kenngrößen Schichten

	Funktion	Typische Schichtdicke	Typischer Breite/Abstand	Flächen-Widerstand
NiCr	Haftung Widerstand	0,02µm	25µm	< 250 Ohm
Ni	Diffusions- barriere	0,1µm	25µm	<250 Ohm
Al	Leiter	1µm	25µm	< 0,1 Ohm
Au	Leiter	0,1µm	25µm	<1 Ohm
Cu	Leiter	0,3µm	25µm	<1 Ohm

## Kenngrößen Schichten

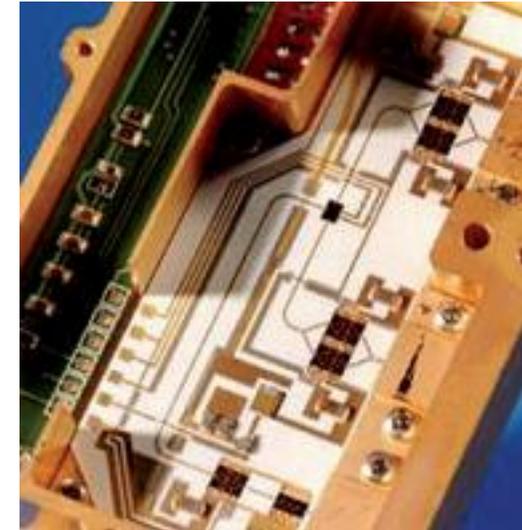
	Funktion	Typische Schichtdicke	Typischer Breite/Abstand
SiO	Dielektrikum	1 $\mu$ m	25 $\mu$ m
SiO <sub>2</sub>	Passivierung	1 $\mu$ m	25 $\mu$ m

## Kenngroße Widerstand

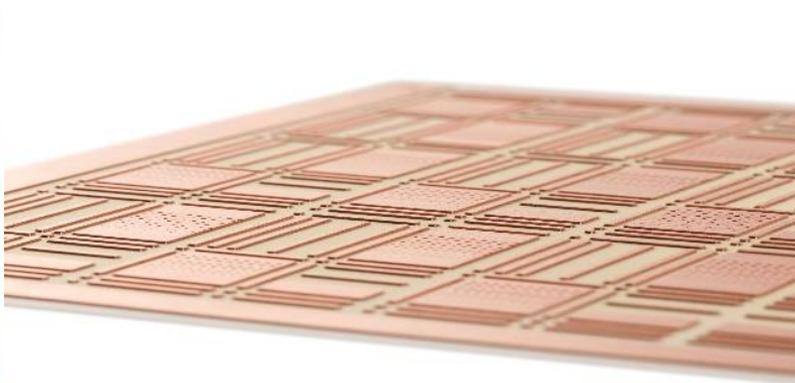
Bereich	Genauigkeit	Stabilität	TK
mOhm bis kOhm	< 0,1% nach Abgleich	<0,2 %	-100 -+100

## Herausragende Eigenschaften:

- Höchste Integrationsdichte
- Hervorragende HF-Eigenschaften
- Präzise Bauelemente
- Gute thermische Leitfähigkeit
- Ausdehnungskoeffizient ist an Halbleitermaterial angepasst



## Direkt kupferbeschichtete Keramik (DCB)



### Hauptanwendungsgebiete:

Leistungselektronik für Industrie-  
Anwendungen (Frequenzumrichter)

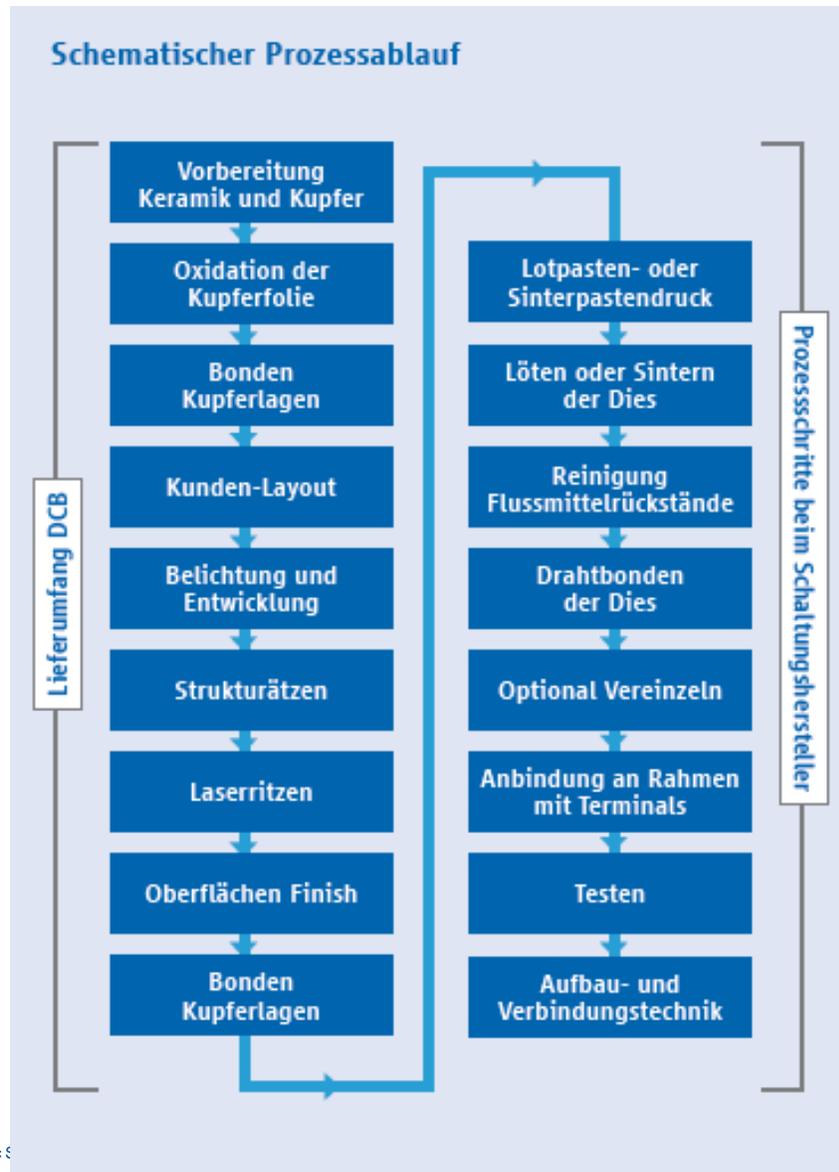
Elektrofahrzeuge

Windkraft

Traktion

Solar

Die Herstellung der integrierten Schichtschaltung erfolgt durch reaktives Aufsintern einer Kupferfolie auf ein Keramiksubstrat und die anschließende Strukturierung durch Ätzen. Nach einem galvanischen Finishing sind die spezifizierten Eigenschaften erreicht.



## Erzeugte Strukturen:

- Leitungen
- Wärmespreizer
- Wärmespeicher
- Wärmesenken

## Der direkte Beschichtungsprozess:

- Eingesetzt für die Verbindung von Metall und Keramik
- Bei ca. 1070°C verbindet sich Kupferoxid mit der Keramik
- Keine zusätzlichen Verbindungsmaterialien nötig
- Kupferschichten bis 0,6mm

## Alternative Beschichtungstechniken und Substrate

### AMB-Prozess:

- Kupfer bei 800 – 1000°C wird auf die Keramik aufgelötet (Active Metal Brazed)

### TPC-Prozess:

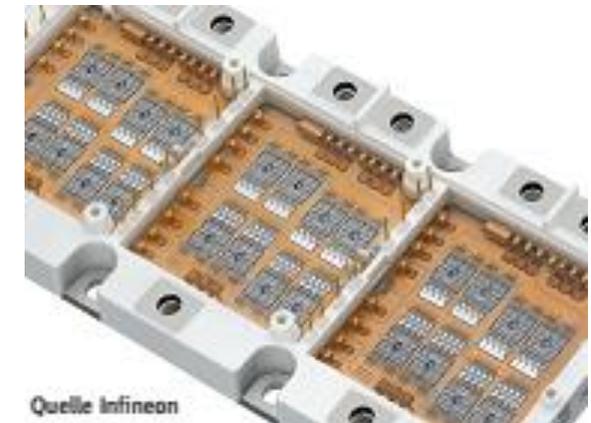
- Kupfer wird als Dickdruck auf die Keramik aufgesintert (Thick Print Copper)

### Substratmaterialien:

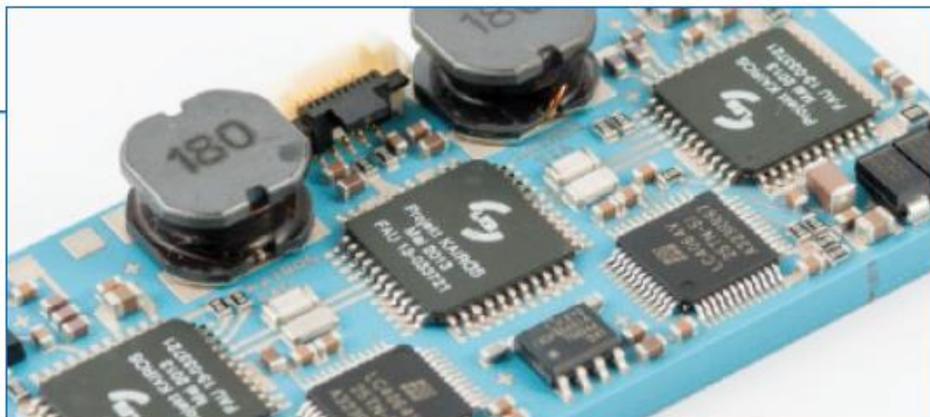
- AlN, Zr-dotiertes Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>

## Herausragende Eigenschaften:

- Exzellente thermische Leitfähigkeit und thermisches Management
- Ausdehnungskoeffizient ist an Halbleitermaterial angepasst
- Starke Verbindung zwischen Metall und Keramik reduziert die laterale Ausdehnung des Metalls und reduziert bei Lastwechseln die Scherkräfte auf die Halbleiter
- Konstante, sehr gute elektrische Isolationseigenschaft über die ganze Lebensdauer, auch bei sehr hohen Spannungen



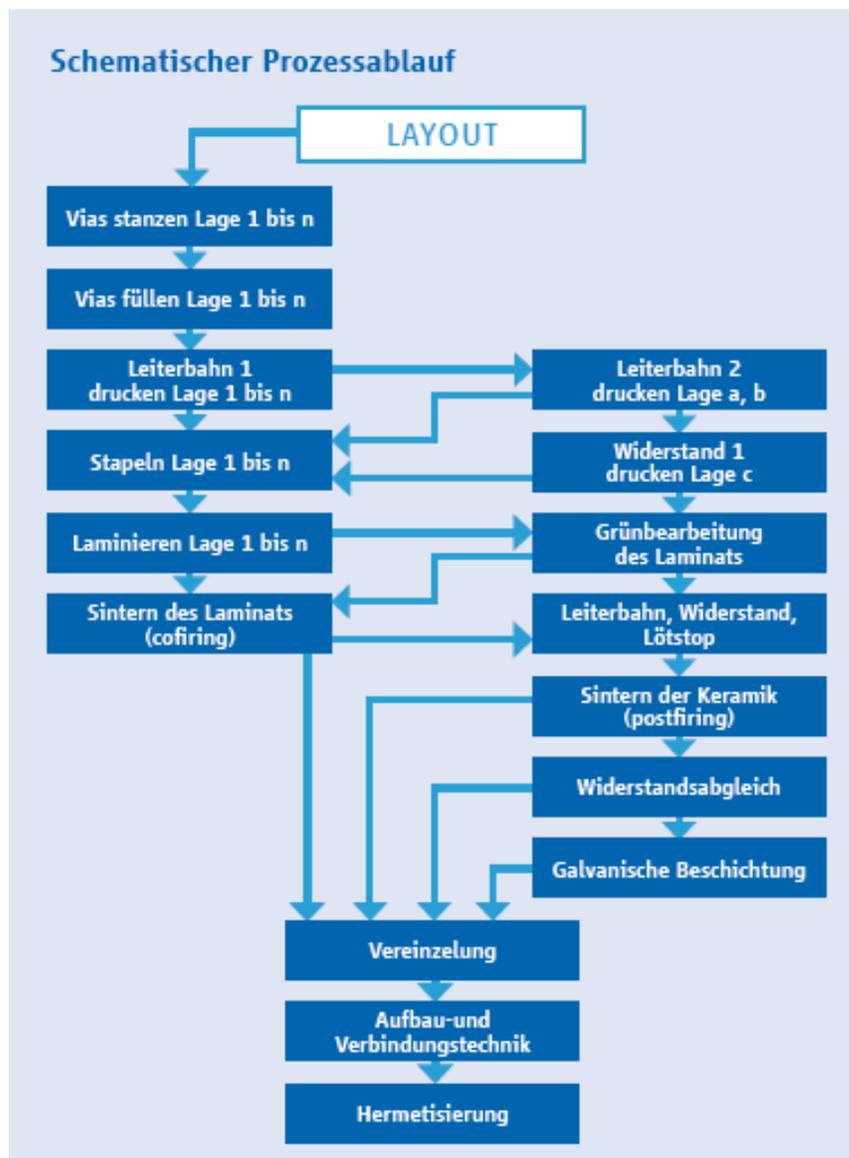
## Mehrlagenkeramik (LTCC/HTCC)



### Hauptanwendungsgebiete:

- Kommunikationssysteme
- Automobile
- Steuerungstechnik
- Gehäusetechnik
- Radarmodule

Die Herstellung der integrierten Schichtschaltung erfolgt durch die Erzeugung von Vias in ungebrannten Keramikfolien, Bedrucken der Folien mit Leitpasten, Heissverpressen der Folien zum Laminat und dem gemeinsamen Versintern des Verbundes. Nachfolgende Dickschicht- und ggf. Galvanikprozesse ergänzen den Verbund zur Erzeugung der spezifizierten Eigenschaften.



## Erzeugte Strukturen:

- Leitungen
- Gefüllte Vias
- Abschirmungen
- Begrabene Komponenten R, L, C
- Widerstände
- Sensorische Elemente
- Versenkte Einbauplätze
- Mehrere Bondebene

<b>Kenngroßen Keramikfolie</b>	<b>LTCC (850°C)</b>	<b>HTCC (1600°C)</b>
Typischer Werkstoff	Glaskeramik Komposit	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Typische Abmessung	150x200x0,2 mm	100x100x0,3 mm
Wärmeleitfähigkeit	2 W/m*K	17 W/m*K
Isolationswiderstand	>10 <sup>14</sup> Ohm/mm	>10 <sup>14</sup> Ohm/mm
Oberflächenrauigkeit ra	< 0,5µm	< 0,8µm
Durchbiegung	<200µm	<200µm

## Kenngößen Pasten

Leiter LTCC	Interface Funktion	Typische Schichtdicke	Typischer Breite/Abstand	Flächen- Widerstand
Gold	Bonden	7 $\mu\text{m}$	150 $\mu\text{m}$	< 5 mOhm
Silber	Kleben	7 $\mu\text{m}$	150 $\mu\text{m}$	<5 mOhm
AgPt	Löten	10 $\mu\text{m}$	150 $\mu\text{m}$	< 30 mOhm
AuPt	Brazing	40 $\mu\text{m}$	250 $\mu\text{m}$	< 20 mOhm

**Bondbare und lötbare Schichten werden auch durch elektrochemische Beschichtung mit PdNiAu erzeugt**

<b>Leiter HTCC</b>	<b>Typische Schichtdicke</b>	<b>Typische Breite/Abstand</b>	<b>Flächen-Widerstand</b>
Mn	7 $\mu\text{m}$	150 $\mu\text{m}$	< 20 mOhm
W	7 $\mu\text{m}$	150 $\mu\text{m}$	<20 mOhm
Pt	7 $\mu\text{m}$	150 $\mu\text{m}$	< 100 mOhm

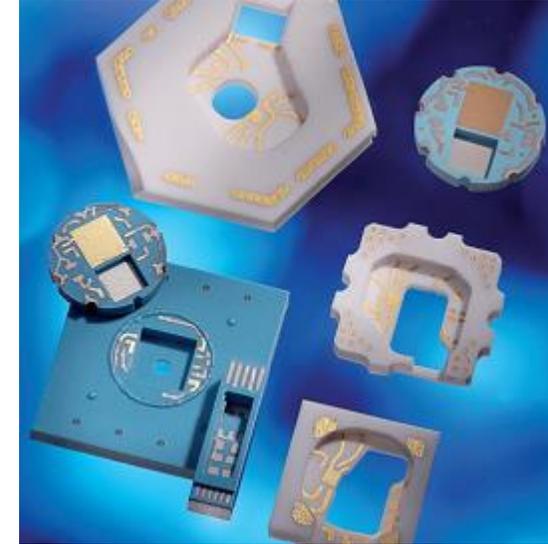
**Bondbare und lötbare Schichten werden durch elektrochemische Beschichtung mit NiAu erzeugt**

## Kenngroßen Pasten

Nur LTCC	Bereich	Genauigkeit Nach Abgleich	Stabilität 1000h 150°C	TK
Widerstand Oberfläche	100 mOhm bis 100 MOhm	+/- 2%	0,5%	+/- 150 ppm/°K
Widerstand begraben	10 Ohm bis 10kOhm	+/-25% nach Druck	<0,5%	+/- 250 ppm/°K

## Herausragende Eigenschaften:

- Hohe Integrationsdichte
- Ausdehnungskoeffizient ist an Halbleitermaterial angepasst
- gute elektrische Isolationseigenschaften



## LTCC:

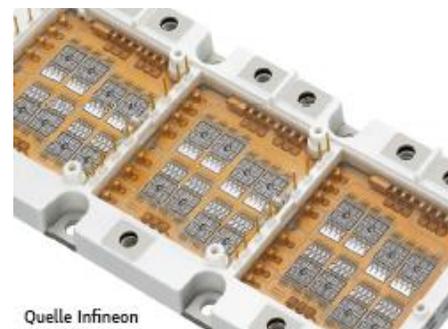
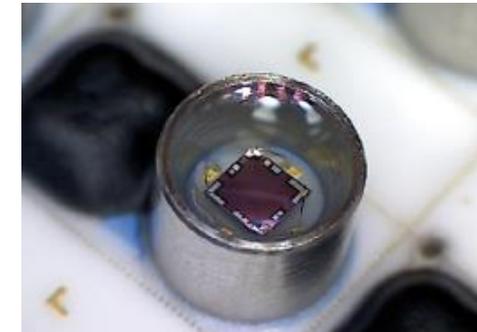
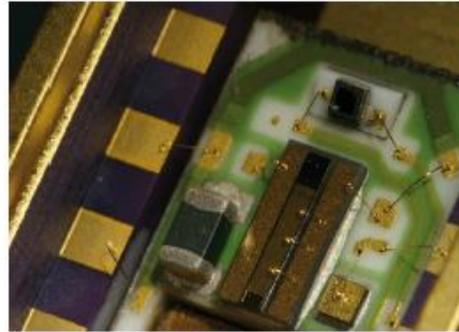
- Gutes Thermisches Management
- Gute HF Eigenschaften
- Integration von HF Bauelementen
- Integration passiver Bauelemente

## HTCC:

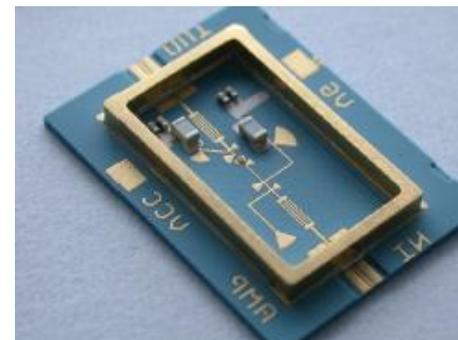
- Gute thermische Leitfähigkeit
- Exzellente mechanische Stabilität
- Exzellente chemische Stabilität

### Prozesse:

- Nackt-chip Montage
- Drahtbonden
- Flip-chip Bonden
- SMT-Technologie
- Vakuumlöten
- Hermetisieren
- Umhüllen
- Vergießen

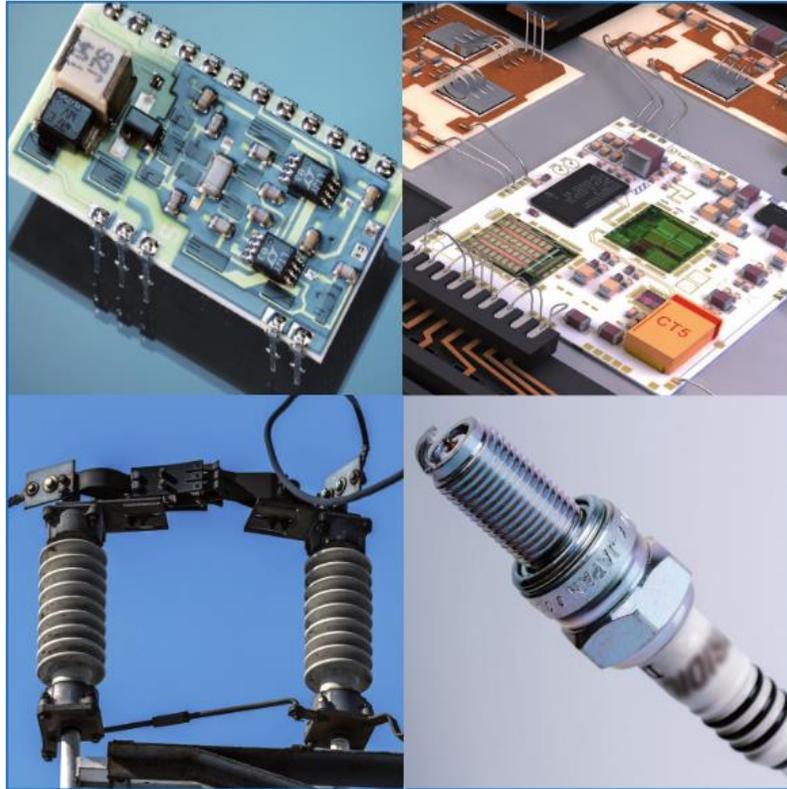


Quelle Infineon



### Anwendungsoptimierter Aufbau hybridintegrierter Baugruppen:

- Thermomechanische Optimierung durch angepasste Ausdehnungskoeffizienten
- Hohe Temperaturbeständigkeit und lange Lebensdauer durch Drahtbondverbindung der Halbleiter zum Substrat
- Thermisches Management mit integrierter und diskreter Wärmespreizung und Wärmesenkung
- Optimale thermische Übergänge durch Reduzierung von Lunkern im Lot mittels Vakuumlöten
- Hermetische dichte Verbindungen durch Vakuumlöten von Komponenten zur Häusung und Wärmeableitung
- Schutz vor Umgebungseinflüssen durch Abdeckung, Umhüllung und Vergießen mit Polymeren



Bildnachweis unten: vasilovich, hbmuc / Fotolia.com

## Materialien und Applikationen

**Stefan Flick/Christina Modes, Heraeus Deutschland**

- **Fachgebiete:**  
Umwelt, Energie, Gesundheit, Mobilität und Industrielle Anwendungen  
→ „Wir schaffen hochwertige Lösungen für unsere Kunden und stärken nachhaltig ihre Wettbewerbsfähigkeit, indem wir Material-Kompetenz mit Technologie-Know-how verbinden.“
- **Produkte des Bereichs Heraeus Electronics:** Dickfilmpasten, Bonddrähte, Assembly Materialien, DCB Substrate, walzplattierte Bänder und gestanzte Leadframes. Ausführliche Info → [www.heraeus-electronics.com](http://www.heraeus-electronics.com)
- **Historie:**  
Gegründet 1851 in Familienbesitz, HQ in Hanau nahe Frankfurt am Main
- **Standorte:** >100 Niederlassungen in 38 Ländern
- **Kennzahlen:** 12,9 Mrd. € Umsatz, weltweit rund 12.500 Mitarbeiter
- **Zertifizierungen Heraeus Electronics:**  
ISO TS 16949: 2009, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004

## Dickschichtpaste?

- Relativ zähe Paste (hohe Viskosität)
- Hoher Feststoffgehalt (75 - 92%)
- Thixotropes Verhalten (Ketchup)
- Siebdruck, ggf. Schablonendruck auf Keramiksubstrat
- Elektrische Eigenschaften nach dem Sintern bei 500°C bis 850°C
- Gebrannte Schichtdicke 8 – 40 µm
  - Sonderanwendungen mit Cu-Paste bis 300 µm (nach Mehrfach-Druck und -Einbrand)



**Silber-Leitpaste**

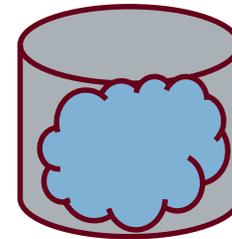
# Applikationen und Materialien

## Inhaltstoffe

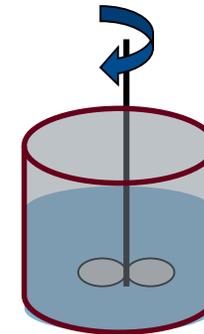


## Herstellprozess

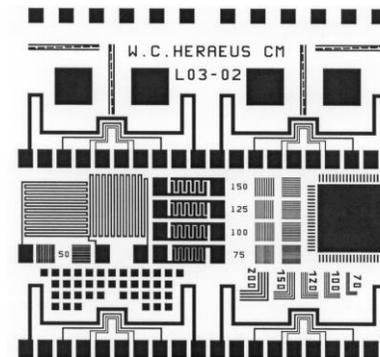
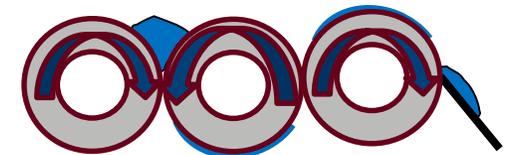
Einwaage  
Inhaltstoffe



Mischen

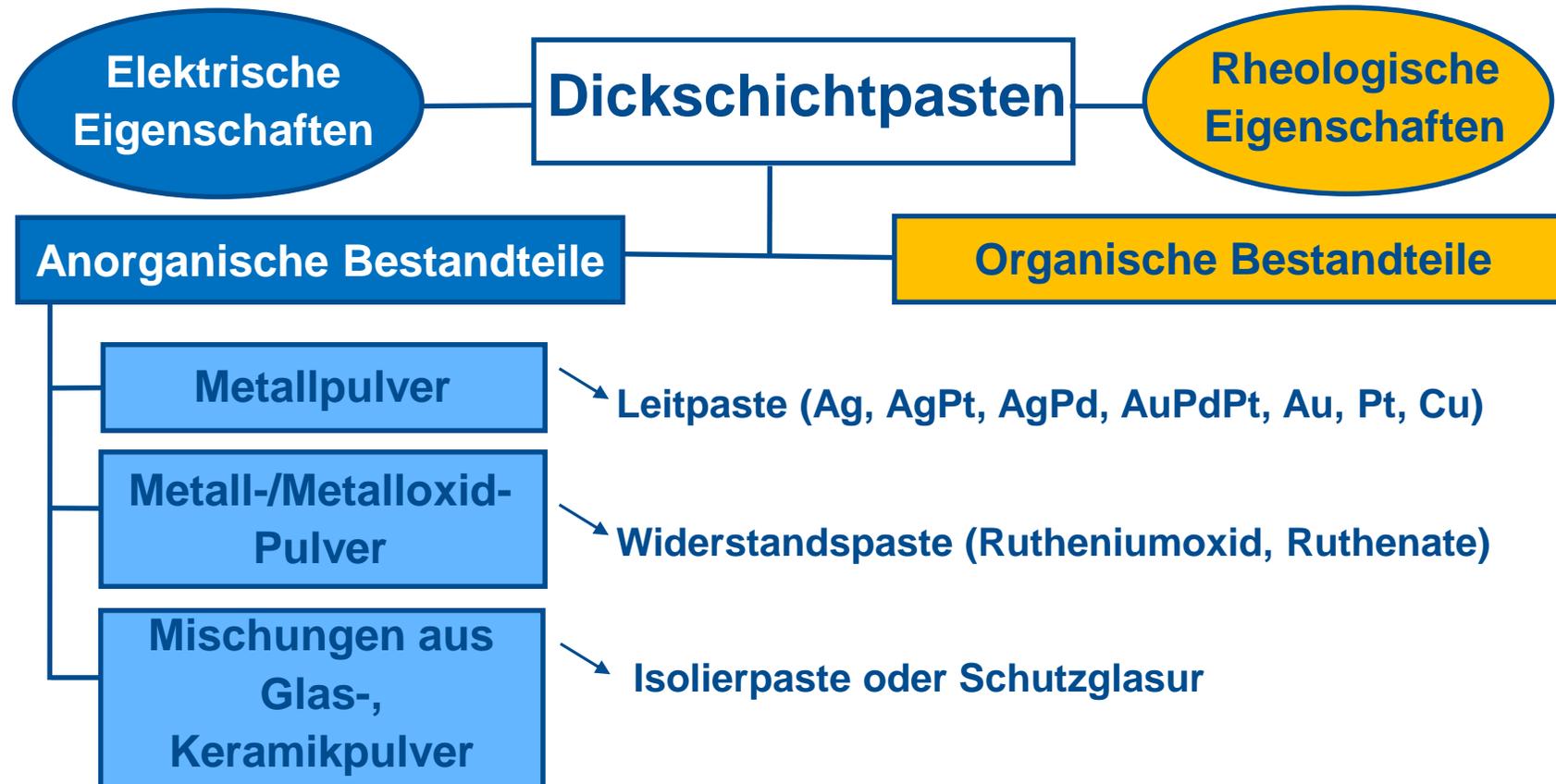


Dispergieren



Qualitätskontrolle  
(u.a. Probedruck + Auswertung)

- Allgemeine Zusammensetzung von Dickfilmpasten



## Forderung an Eigenschaften

- Stabile Viskosität
  - Gute Druckbarkeit
- } **Rheologische Eigenschaften**
- Nach Sintern (850°C): Ausbildung der elektrischen Eigenschaften
    - Leitpasten: Flächenwiderstand, Lötbarkeit, Lotannahme, Bondbarkeit
    - Isolationspasten: Isolationswiderstand, Durchschlagfestigkeit, Via-Auflösung
    - Widerstandspasten: Flächenwiderstand, Temperaturkoeffizient, Stabilität nach Lagerung, Trimmbarkeit
    - Schutzglasuren: Dichtigkeit, Kompatibilität, Trimmbarkeit
- } **Elektrische Eigenschaften**



**Dickschichtpaste in Gebinden**

**Elektrische Eigenschaften**

# Materialien

## Ein paar Zahlen

## Produktumfang

- ca. 200 Pasten

## Produktionsmengen Hanau 2014

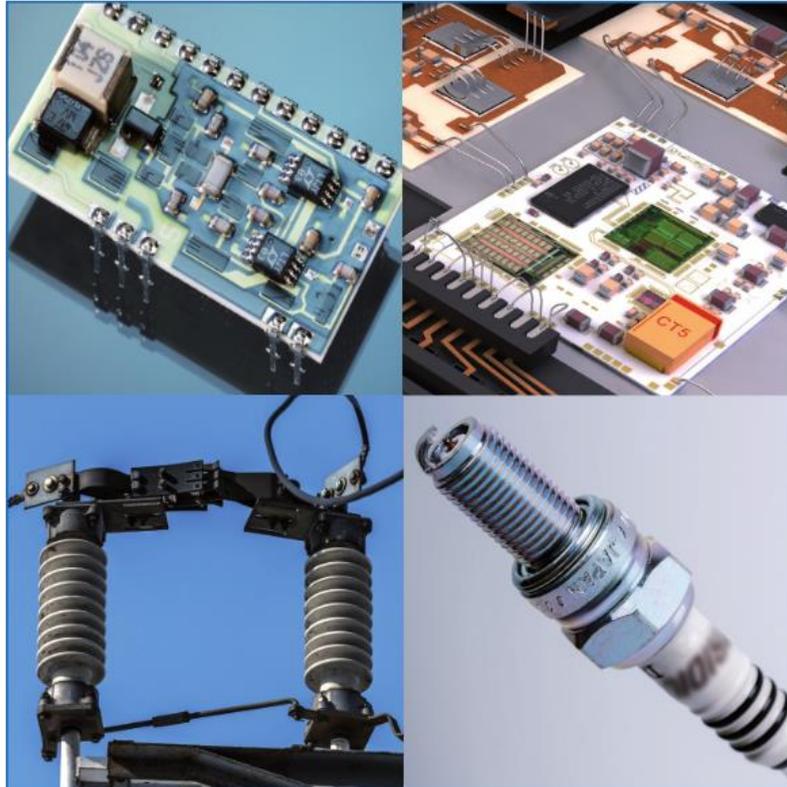
- Pasten: > 12.000 kg

## Verbrauch

- 0,013 g Leitpaste/ cm<sup>2</sup> (bei 12 µm gebr. Schichtdicke)
- 50 g = 4000 cm<sup>2</sup>



**Silberpaste**



## Materialien und Applikationen

Walter Distler/André Kießig, Siegert electronic

- **Branche:** EMS: Electronics Manufacturing Services
- **Dienstleistungen:**
  - Entwicklung und Produktion kundenspezifischer Dickschicht-Netzwerke und Hybride
  - SMT- und Bonddienstleistungen auf Keramik und PCB
  - Entwicklung und Produktion kompletter Sub-Module und Systeme
  - Ausführliche Info → [www.siegert.de](http://www.siegert.de)
- **Historie:** Gründung 1945 – Umfirmierung 1995
- **Standort:** Cadolzburg – 15 km westlich von Nürnberg
- **Kennzahlen:** Fabrikfläche ca. 5.000 qm, 160 Mitarbeiter
- **Zertifizierungen:**  
ISO/TS 16949, ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001

- Dickschichttechnik

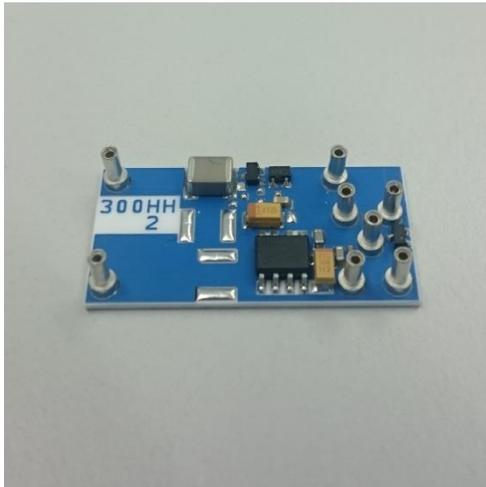
Passive Schaltungsstrukturen wie Leiterbahnen, Isolations- und Widerstands- sowie Schutzschichten werden mittels Siebdrucktechnik auf Keramiksubstrate aufgebracht und eingebrannt.

- Hybrid

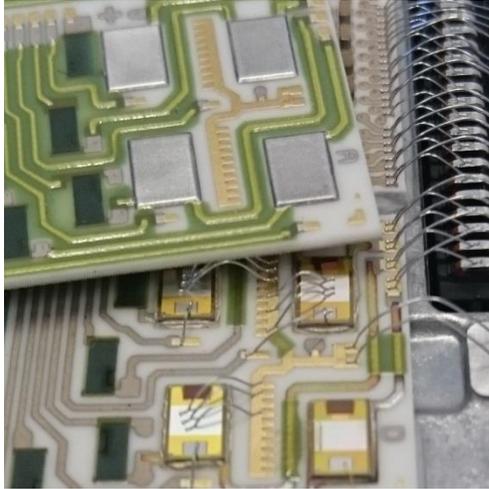
Mit unterschiedlichen Assemblierungsverfahren (Löten, Bonden, Kleben) werden elektronische und mechanische Bauteile auf die Dickschichtkeramik aufgebracht.



- **Branche:** Automobil
- **Applikation:** Zündelektronik für Benzinmotoren
- **Eigenschaften:** vakuumgelötete Dickschicht-Hybrid-Schaltung  
gedruckter Shunt-Widerstand (15 mΩ, 1%, TK 50)  
wärmeleitend geklebt auf Alu-Blech  
Kontaktierung zum Gehäuse durch Dickdrahtbonden
- **Stückzahlen:** 5 Mio. / Jahr



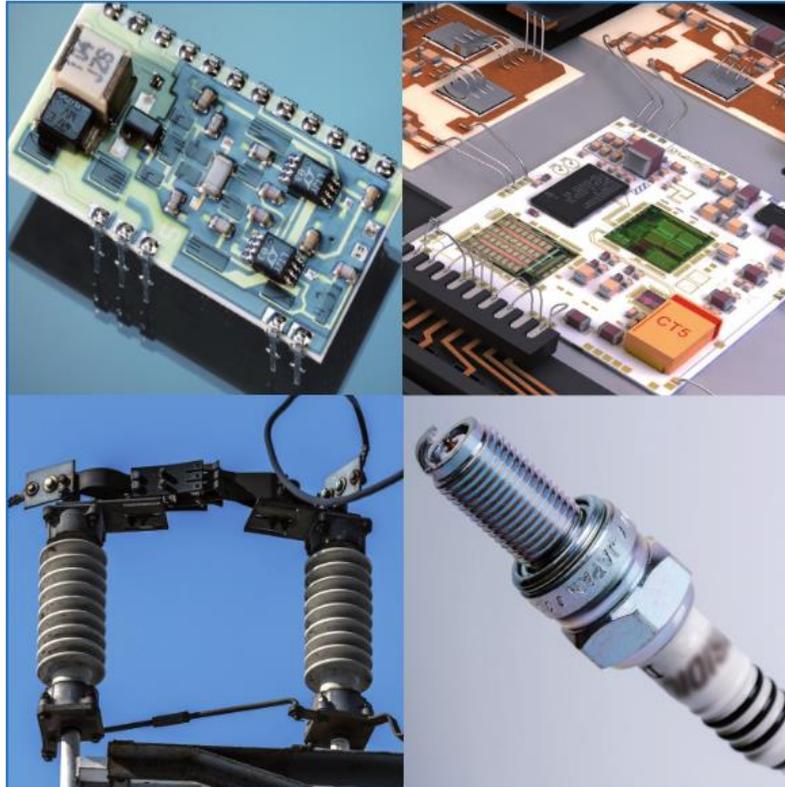
- **Branche:** Industrieelektronik
- **Applikation:** Fehlerstrom-Schalter
- **Eigenschaften:** einseitig bestücktes Dickschichtybrid  
gedruckte pulsfeste Widerstände (Fläche ca.12 mm<sup>2</sup>)  
(8,2 kV Spannungsfestigkeit)
- **Stückzahlen:** 2 Mio. / Jahr



- **Branche:** Automobil
- **Applikation:** Getriebesteuerung
- **Eigenschaften:** vakuumgelötete Dickschicht-Hybrid-Schaltung  
PTF-Technologie (= **P**ower **T**hick **F**ilm)  
Schichtdicke Silber 150 µm
- **Stückzahlen:** 200.000 / Jahr



- **Branche:** Industrieelektronik
- **Applikation:** Aufspannvorrichtung für Wafer-Scheiben
- **Eigenschaften:** zweiseitig bedrucktes Dickschichtnetzwerk  
runde Keramikform (Durchmesser 150 mm)  
Spannungsfestigkeit 3,6 kV / 75µm
- **Stückzahlen:** 100 / Jahr



Bildnachweis unten: vasilovich, hbmuc / Fotolia.com

## Materialien und Applikationen

**Dr. Josef Weber/Dr. Peter Tauber, Robert Bosch**

## Robert Bosch GmbH, Stuttgart Kenndaten 2015\*

### Bosch-Gruppe gesamt

- ▶ 70,6 Mrd. EUR Umsatz
- ▶ 374 778 Beschäftigte

#### Mobility Solutions

- ▶ Einer der weltweit größten Zulieferer von Kraftfahrzeugtechnik

59 % Umsatzanteil



#### Industrial Technology

- ▶ Führend in Antriebs- und Steuerungstechnologie
- ▶ Verpackungs- und Prozesstechnik



#### Energy and Building Technology

- ▶ Führender Hersteller von Sicherheitstechnik
- ▶ Weltmarktführer von Heizungsprodukten und Warmwasserlösungen

41 % Umsatzanteil



#### Consumer Goods

- ▶ Führender Anbieter von Elektrowerkzeugen und -zubehör
- ▶ Führender Anbieter von Hausgeräten



1

Q/CCB; C/CCD | April 2016

© Robert Bosch GmbH 2015. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.



\* Stand 12.15

## Automotive Electronics, Reutlingen Headquarter



2

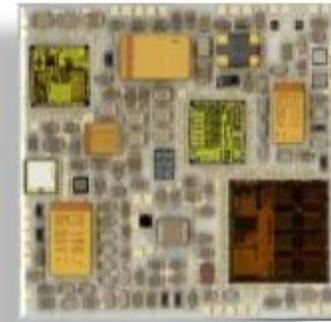
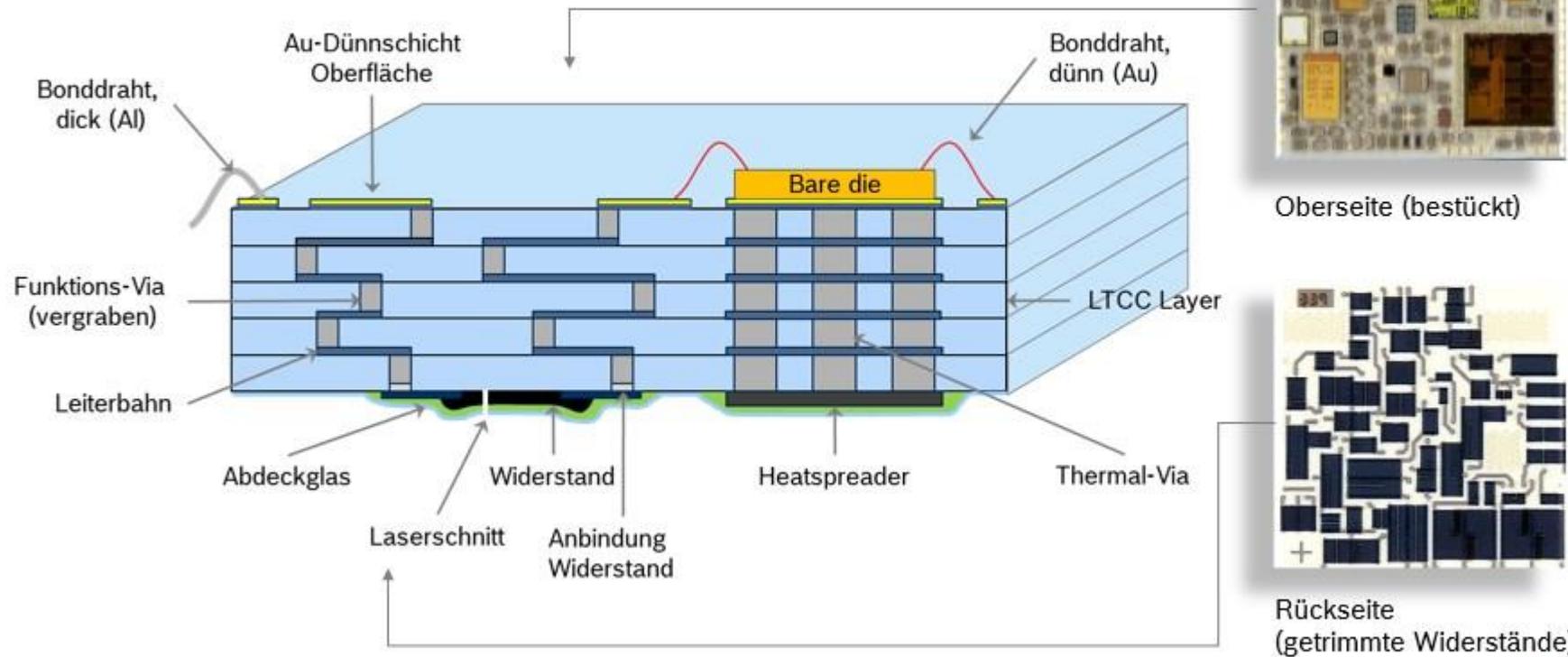
AE/OFE-P | August 2016

© Robert Bosch GmbH 2016. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.

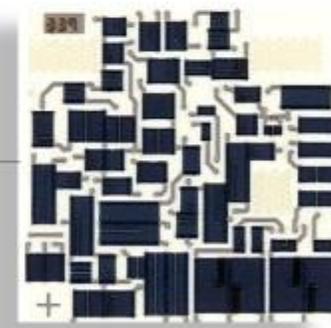


# Applikationen und Materialien

## LTCC Multilayertechnologie Substrataufbau



Oberseite (bestückt)



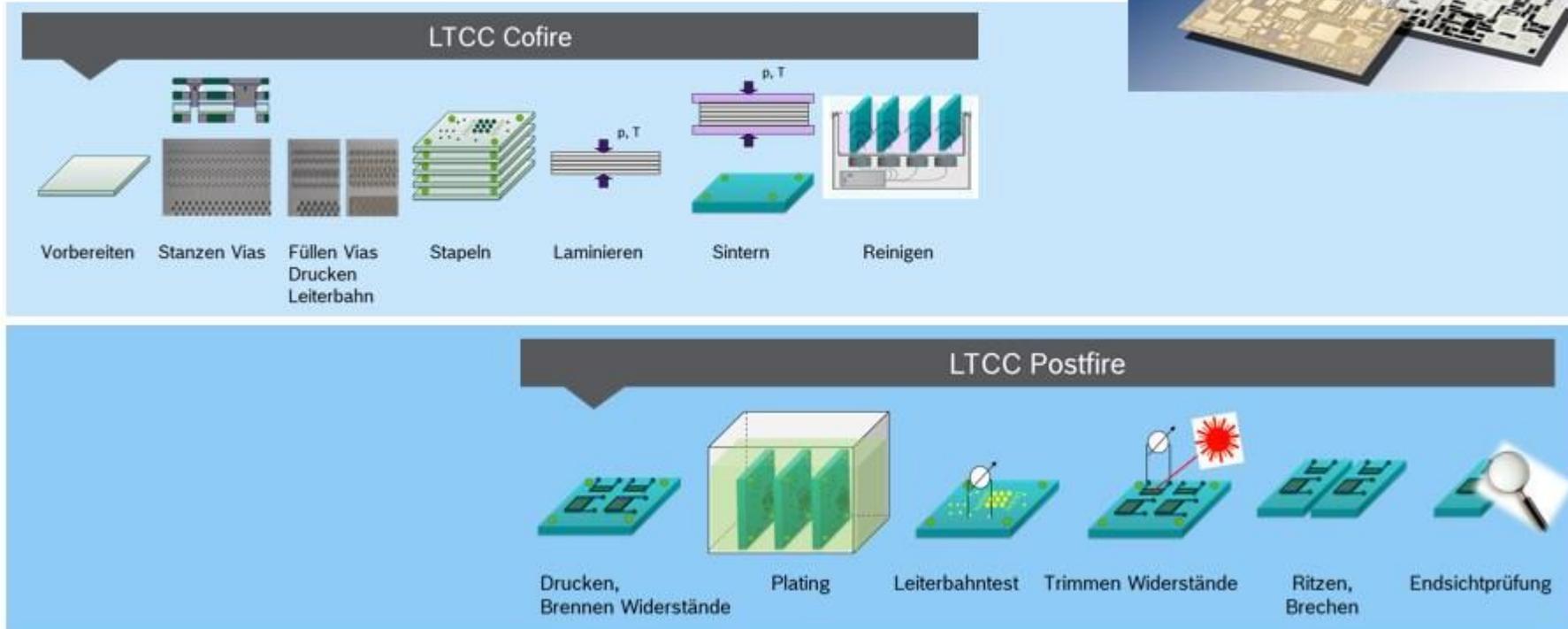
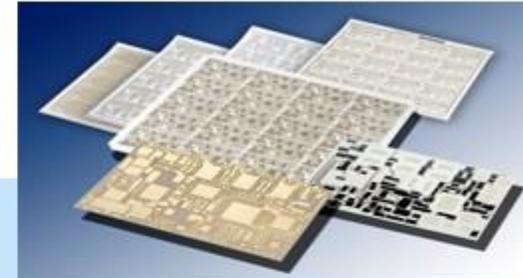
Rückseite (getrimmte Widerstände)

3

Automotive Electronics | AE/ETC1 | 09.11.2016  
© Robert Bosch GmbH 2016. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.



## LTCC Multilayertechnologie Prozesskette



4

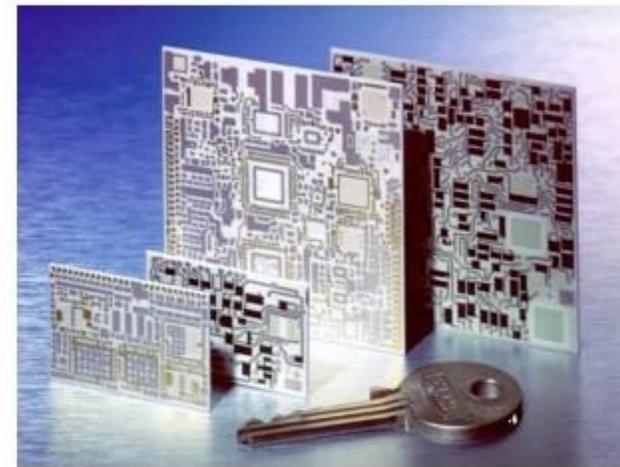
Automotive Electronics | AE/ETC1 | 09.11.2016  
© Robert Bosch GmbH 2016. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.



# Applikationen und Materialien

## LTCC Multilayertechnologie Designmerkmale Schaltungsträger

Designmerkmale	
Großnutzen (Fertigungsformat)	200x220 mm
Anzahl Keramiklagen	4 – 7
Dicke Keramiklage (gebrannt)	125 µm, 155 µm
Dicke Substrat	0,5 – 1 mm
Einzelnutzengröße	25 mm <sup>2</sup> – 250 mm <sup>2</sup>
Metallisierung Line/ Space	75/ 75 µm
Durchkontaktierungen (via), Ø	80 µm
Viaraster	240 µm
Bondland, Breite	110 µm
Bondraster (effektiv)	40 µm



5

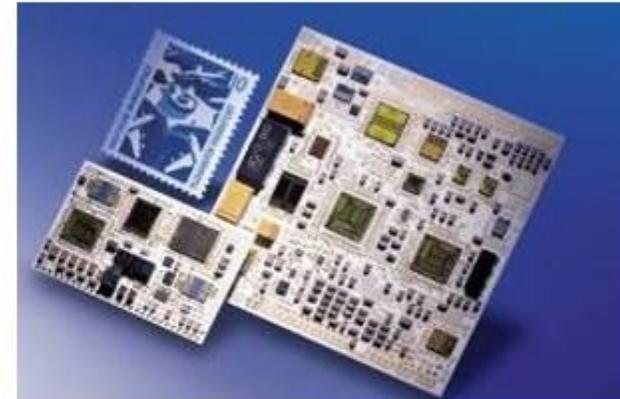
Automotive Electronics | AE/ETC1 | 09.11.2016  
© Robert Bosch GmbH 2016. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Vervielfältigung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.



## LTCC Multilayertechnologie Leistungsmerkmale Schaltungsträger

### Leistungsmerkmale

Einsatztemperatur, $T_{\max}$	+ 175 °C
Temperaturwechsel, pTW -40/ +150 °C, 15/ 15 min -55/ +175 °C, 15/ 15 min	3000 1500
Schüttelbelastung	80 g
Wärmeleitfähigkeit (therm. Via arrays), $\lambda$	25 W/mK
Dickschichtwiderstände, $R_{\square}$	10 m $\Omega$ – 100 k $\Omega$
Temperaturkoeffizient Widerstände, TCR (typ.)	< $\pm$ 150 ppm/ K
Stabilität Widerstände	< 1 %
Stromtragfähigkeit Leiterbahn (100 $\mu$ m/ 1 ms), $I_{\max}$	4,5 A
El. Widerstand Leiterbahn, $\rho_{el}$	$\leq$ 3,5 m $\Omega$
Temperaturkoeffizient Leiterbahn	3700 ppm/ K



## LTCC Multilayertechnologie Anwendungen Schaltungsträger



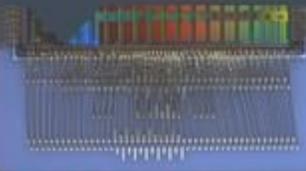
7

Automotive Electronics | AE/ETC1 | 09.11.2016  
© Robert Bosch GmbH 2016. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Vervielfältigung, Verbreitung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.



## LTCC Multilayertechnologie Entwicklungsschwerpunkte

**Funktionsdichte**



**Miniaturisierung  
Power Integration  
(One Board)**

Line/ Space  
50 µm/ 50 µm  
Hochstrom-Leiter  
40 A

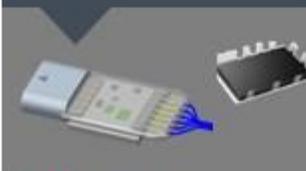
**Verbindungs-  
technik**



**Alternative Aussen-  
kontaktierungen**

BGA, PGA,  
DIL-Pin, SMT-Pin,  
Flex-Leiter

**Verpackung**



**Modullösungen**

Verguss mit  
organischen und  
anorganischen Massen

**Hochtemperatur**



**Zuverlässigkeit**

> 175 °C ... 250 °C

**Kosten**



**Wettbewerbs-  
fähigkeit**

Minimaler  
Materialeinsatz  
Intelligentes Design  
Prozessoptimierung

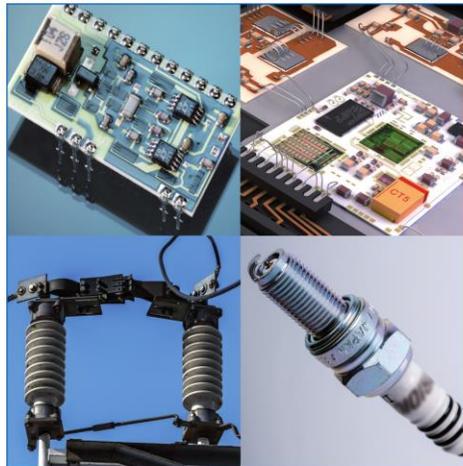
# Imagebroschüre Integrierte Schichtschaltungen



Fachgruppe Integrierte Schichtschaltungen

## Erfolgslösungen mit Keramik

Basistechnik für elektronische Mikrosysteme



Fachverband PCB and Electronic Systems

# Profitieren Sie von unserer Fachkompetenz



**Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit!**