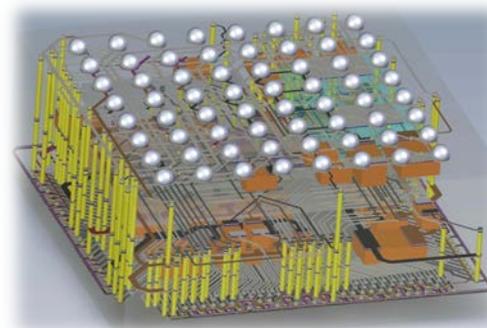
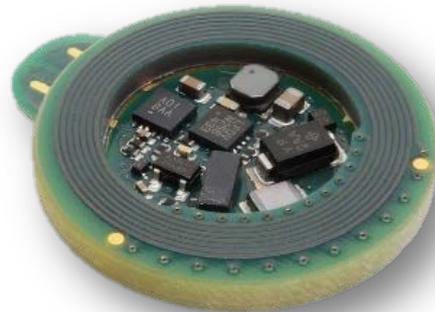


# 3D-Elektronik Technologien

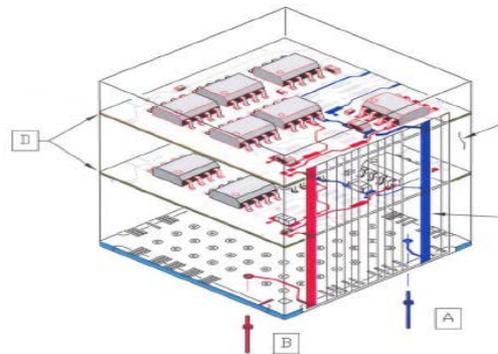
Vortrag des FED-Arbeitskreises 3D-Elektronik



Hanno Platz, Manuel Martin  
Co by FED Fachverband Elektronik Design e.V. 2018

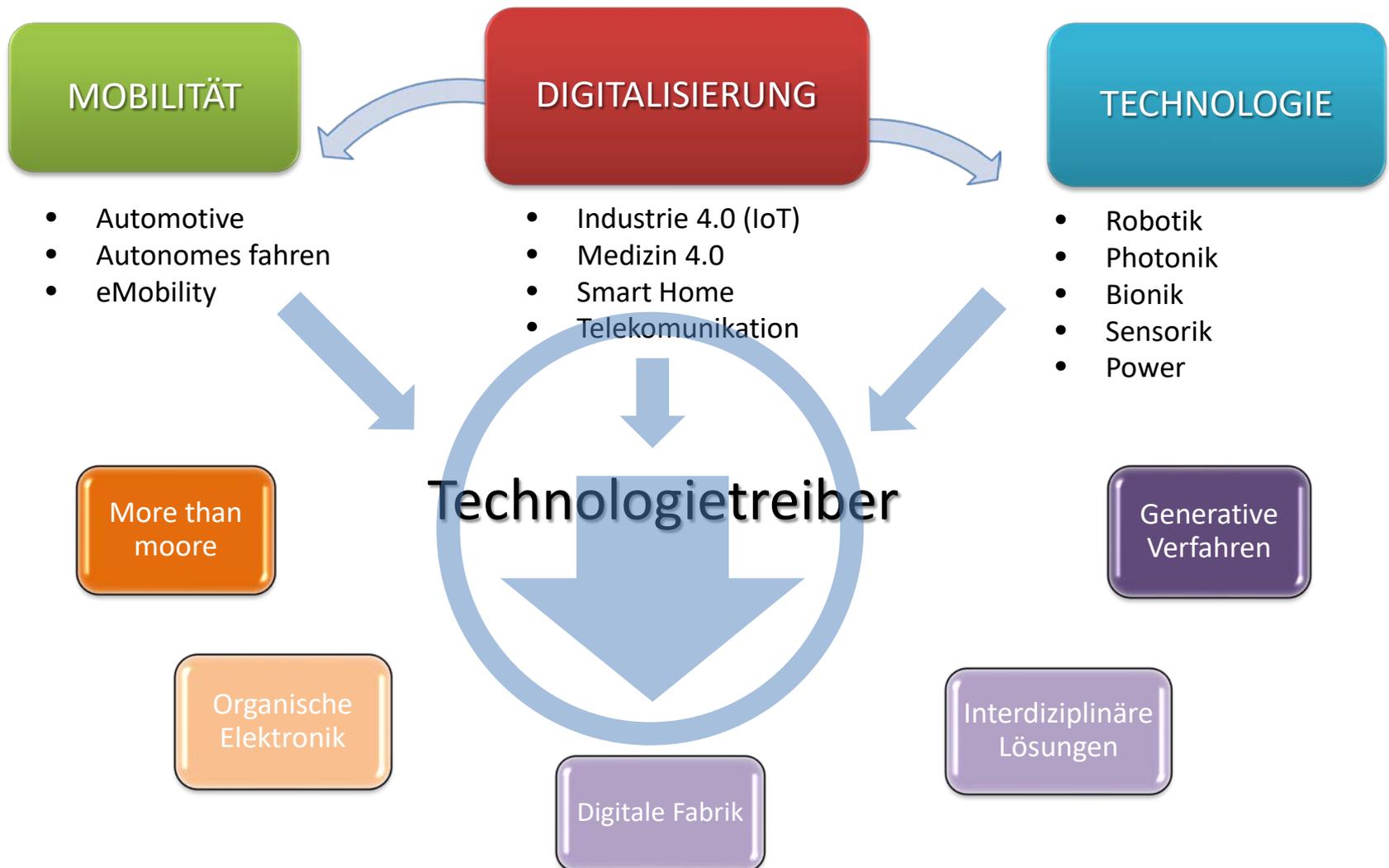
## Inhalt

- A. Die Technologietreiber - Warum brauchen wir neue 3D-Elektronik Konzepte
- B. Informationen zum FED-Arbeitskreis „3D-Elektronik“
- C. Verschiedene 3D-Aufbau- und Verbindungstechnologien
- D. 3D-Elektronik Integration, Lösungen & Technologiebeispiele



# A. Die Technologietreiber

Warum brauchen wir neue 3D-Elektronik Konzepte ?

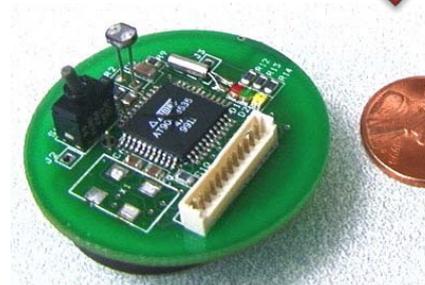
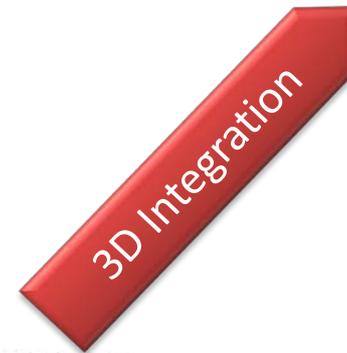
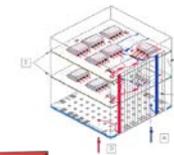


# Motivation AK 3D-Elektronik

Der Bedarf nach funktionaler Integration und der Steigerung der Leistungsdichte von elektronischen Bauteilen und Geräten nimmt permanent zu. Gleichzeitig steigen die Umwelt- und Zuverlässigkeitsanforderungen von Baugruppen bei gleichzeitigem Wunsch nach vereinfachter Produktion. Im Bereich der Halbleiter gibt es im Rahmen von „More than Moore“ bereits seit Jahren die Erweiterungen in die dritte Dimension. Bei den Leiterplatten und anderen Substratlösungen nehmen diese bereits seit Jahren bekannte Technologie allmählich ebenfalls Fahrt auf und die dritte Dimension wird vermehrt genutzt. Hinzu kommen ganz neue Lösungen wie der 3D-Elektronikdruck.

Die Kombination mit weiteren Funktionen, wie z.B. die Integration von Anschlüssen oder Entwärmung spannt ein noch größeres Feld an neuen Themenkomplexen auf, die es zu beherrschen gilt.

- **Formfaktor:**  
Reduzierter Bauraum Volumen und Gewicht  
Reduzierte Bauteilefootprints  
Freie und mehrdimensionale Substratformen
- **Performance:**  
Erprobte Integrationsdichte  
Reduzierte Verbindungslängen und dadurch optimierte EMV  
Erprobte Verbindungsstrukturen und Topologien für höhere Übertragungsraten  
Reduzierter Energieverbrauch
- **Funktionale Integration:**  
Anschlüsse und optimierte AVT  
Entwärmung  
Zuverlässigkeit  
Schutz vor Umwelteinflüssen  
Plagiatsschutz  
Interdisziplinäre Kombination



# Arbeit des AK 3D-Elektronik

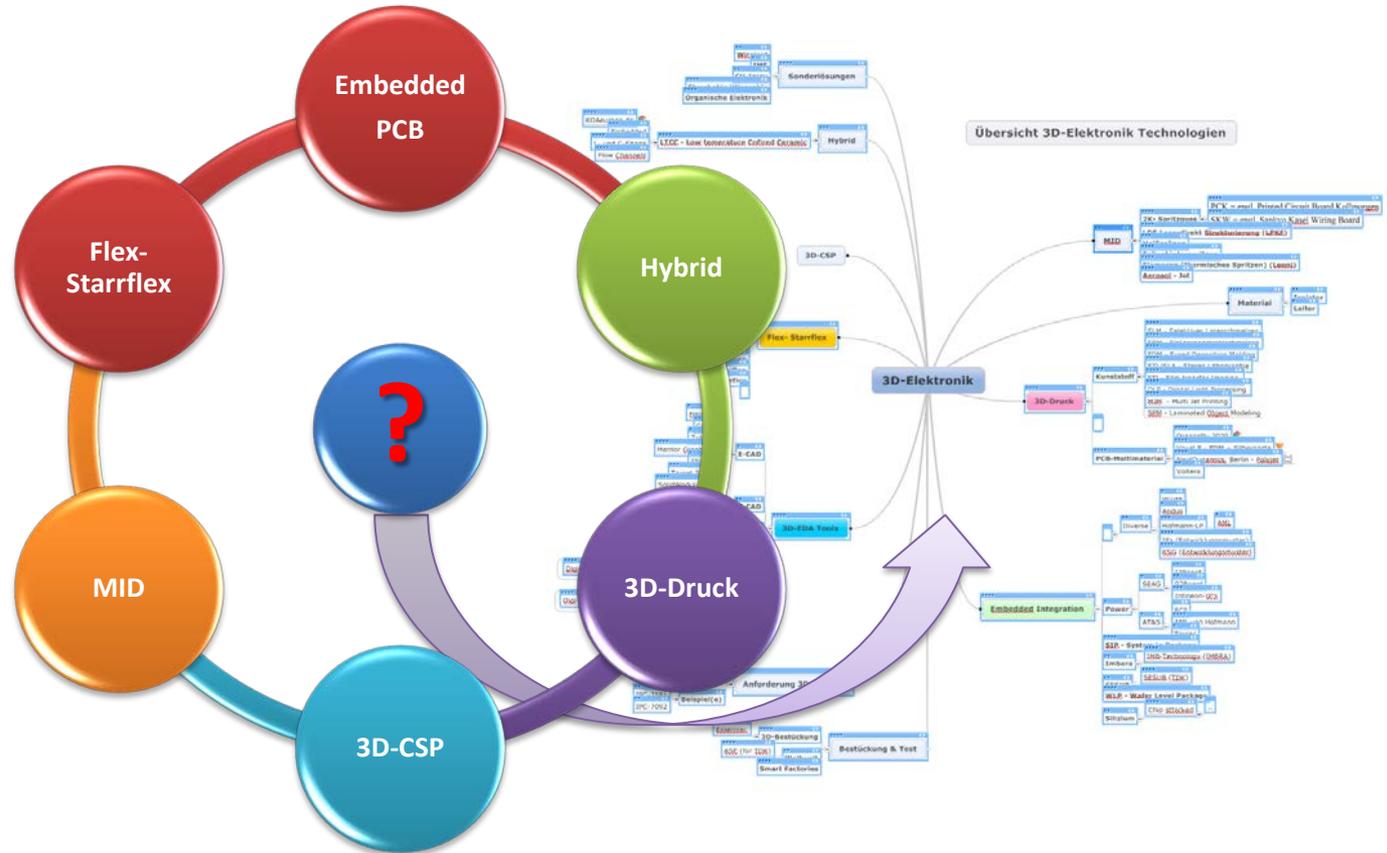
**Gegründet im November 2016 in Berlin**  
**In 2017 durchgeführte Arbeiten und Aktionen:**

- 1. Übersicht verschiedener 3D-Technologien
- 2. Übersicht von Datenformaten für die Produktion  
 der verschiedenen 3D-Integrationstechnologien
- 3. Übersicht von EDA-Tools mit 3D-Funktionalität, Funktionsanforderungen und Features
- 4. Fachbegriffssammlung für 3D-Technologien
- 5. Gründung eines geförderten „BMW-Innovationsnetzwerks“

STAND: 01.03.2018

ENGLISCH	DEUTSCH	BESCHREIBUNG	Embedded	FLEX	MID	3D-CSP	3D-Druck	MEMS
<b>E</b>								
embedded	eingebettet		X					
embedded capacitor	eingebetteter Kondensator	1. In die Leiterplatte eingebetteter Kondensator als diskretes Bauteil 2. In die Leiterplatte eingebetteter Kondensator als Leiterstruktur	X					
embedded chip	eingebetteter Chip		X					
embedded component PCB (embedded device)	In die Leiterplatte eingebettetes Bauteil	In die Leiterplatte eingebettetes elektronisches Bauteil 	X					
embedded integrated circuit (IC)	eingebetteter Schaltkreis	In die Leiterplatte eingebetteter integrierter Schaltkreis, ungehäust oder gehäust	X					
embedded Wafer Level Ball Grid Array (eWLB)	auf Wafer Level eingebettetes BGA	auf Wafer Level eingebettetes BGA 					X	

# 3D-Elektronik Technologien

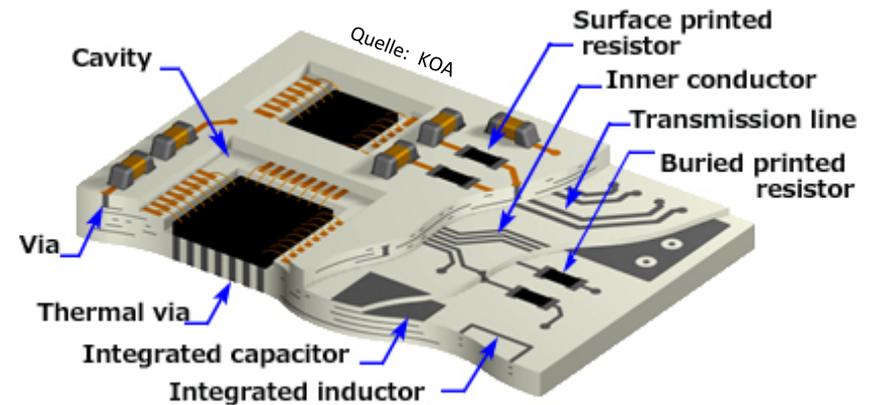
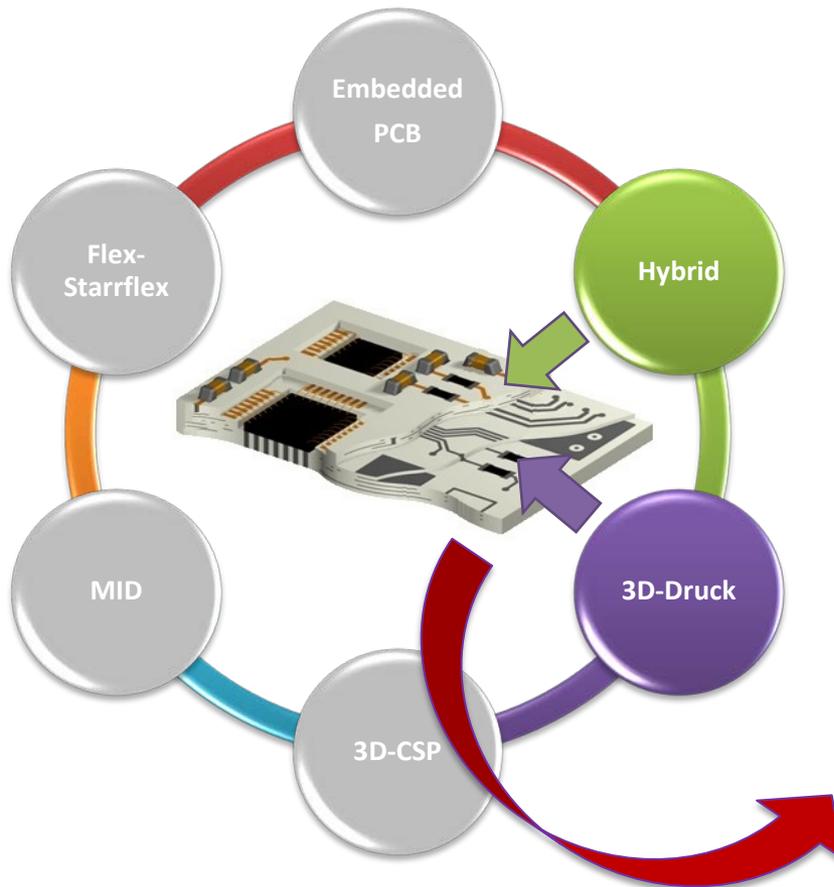


## Themengebiete:

Technologie – Substrat – Design - Materialien – Herstellung - Test – Maschinen – Verfahren  
 CAD-Tools - Datenformate - Standards & Normen - Ausbildung

# 3D-Elektronik Technologien

## Keramik – LTCC Technologie



### Low Temperatur Cofired Ceramics

- integrierte, gedruckte & vergrabene: Widerstände, Kondensatoren & Induktivitäten
- Kavitäten, innenliegende Kanäle (Pipelines)
- Thermal-Vias
- Bond- Verbindungen
- Hochtemperaturbeständig
- Hohe Spannungsfestigkeit (1 kV / 25µm)

# 3D-Elektronik Technologien

## Keramik – LTCC Technologie

### Elektrische / Elektronische / Elektromechanische:

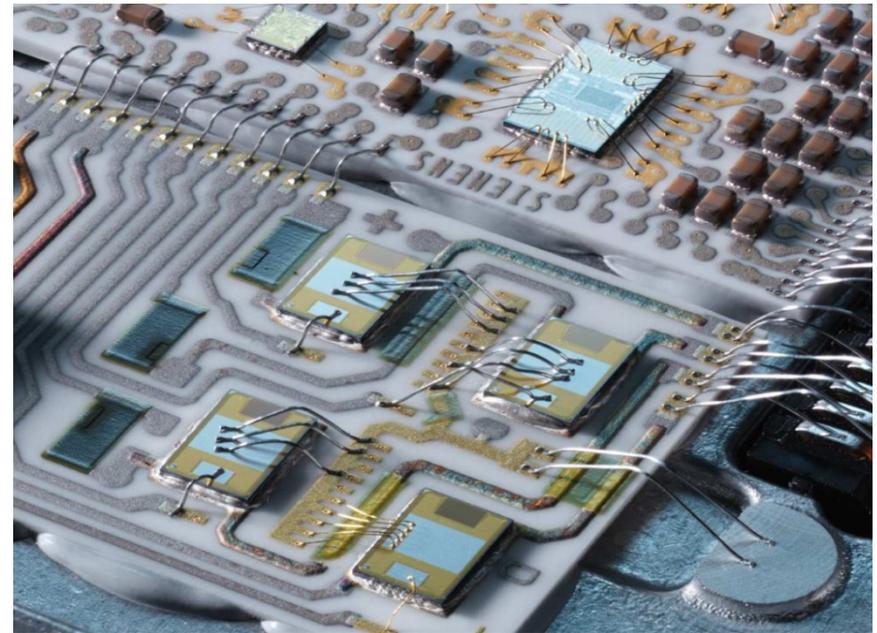
- Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_R$ : 7,5 ... 9.5
- sehr geeignet für HF-Anwendungen
- Temperaturbeständig
- Robust gegen mechan. & thermischen Stress

### Mechanische / Thermomechanische :

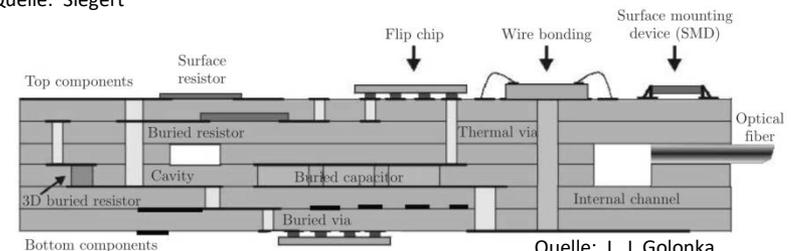
- CTE ca. 4 ... 7 ppm/K
- Wärmeleitfähigkeit 2 ... 4,5 (W/m x K)
- Durchschlagfestigkeit: 1kV / 25 $\mu$ m

### Aufbau- und Verbindungstechnik:

- Multilayer (bis zu 20 Lagen)
- Thermovias oder blind & buried vias
- Bondverbindungen möglich
- Gedruckte passive Bauteile (Innenlage): R, C, L
- Bauteile in Kavitäten
- Line / Spacing: 80/80  $\mu$ m

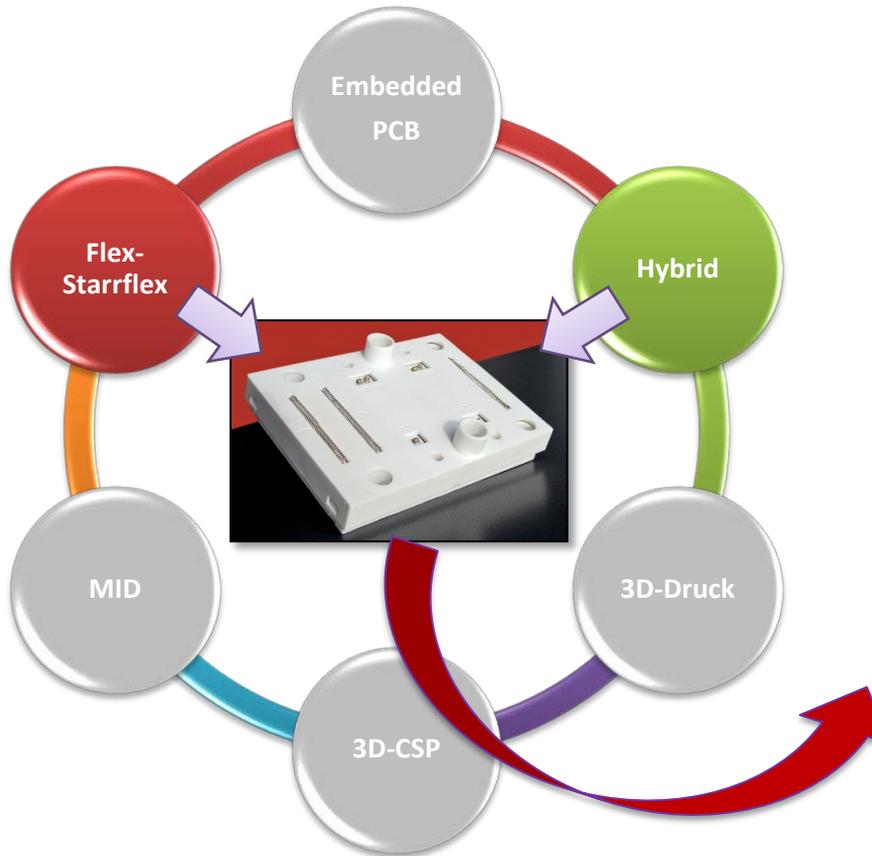


Quelle: Siegert

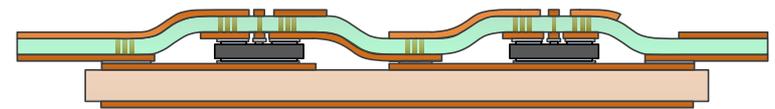


Quelle: L. J. Golonka

# 3D-Elektronik Technologien



## 1. Beispiel: Leistungselektronik



- Leistungsmodul: bis zu 400 A / 1.200 V
- Abmasse:
  - Modul 95 x 50 x 15 mm
  - DCB 51 x 46 mm (DCB)
- $T_{\text{junktion (chip)}}$  : 150° C
- niederinduktiv: << 5 nH
- SiC MOSFET Halbbrücke 2 x (8 x SiC)
- Keine Lötverbindung im Lastkreis!

**Vorstellung:**  
Full SiC Power Modul

**Herausforderung:**  
bis 400 A / 1.200 V

**Tools:**  
E-CAD, M-CAD, ...

# 3D-Elektronik Technologien

## Keramik – LTCC Technologie

### Elektrische / Elektronische / Elektromechanische:

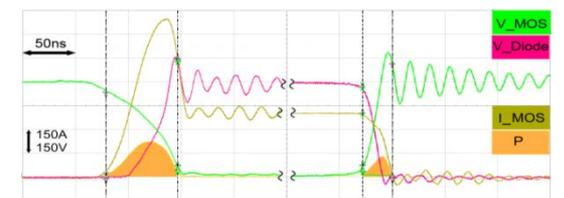
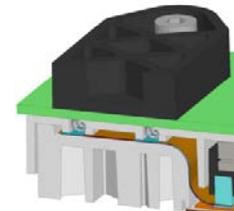
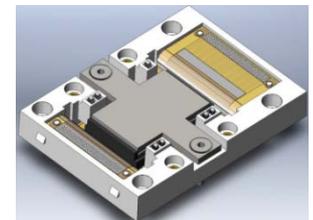
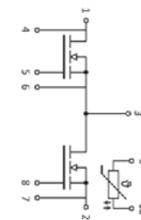
- Verringerung der Streuinduktivität auf  $\ll 5\text{ nH}$  (Standardmodule: 15....35 nH)
- Schaltfrequenzen bis zu 100 kHz
- Stromverteilung: bis zu 8 Chips parallel
- Stromdichte im Flexlayer bis über  $150\text{ A/mm}^2$
- Sichere Isolation bei bis zu  $1.200\text{ V}$
- Direkte Kontaktierung der Flexfolie durch Kundensaltung (Verstärkung nötig)

### Mechanische / Thermomechanische :

- Zuverlässigkeit aufgrund  $T_{\text{Junktion}} = 150^\circ\text{ C}$
- Keine Bondverbindung(en)
- Keine Lötverbindung(en)
- Niedriger  $R_{\text{th}}$  vom „Schaltpunkt“ durch DCB
- Verbesserte Entwärmung auf Chip-Top-Seite  
 -> „vollflächige“ Sinterverbindung (85 % der Oberfläche zu 21 % bei Bondungen)

### Aufbau- und Verbindungstechnik:

- Verzicht auf Lot als Temperaturbegrenzenden Faktor
- Sintern der Chips auf DCB
- Sintern der flexiblen LP auf Chip und DCB
- Keine Lötung der DCB auf Baseplate / Kühler durch Semikron DPD® Drucksystem
- Komplettaufbau der Module im Hause Semikron



Schaltverhalten bei:  $V_{\text{DC}}=600\text{V}$ ;  $I_{\text{load}}=400\text{A}$ ;  $T_{\text{J}}=150^\circ\text{C}$ ;  $R_{\text{Gon}}=1\Omega$ ;  $R_{\text{Goff}}=0,5\Omega$

**Vorstellung:**

Full SiC Power Modul

**Herausforderung:**

bis 400 A / 1.200 V

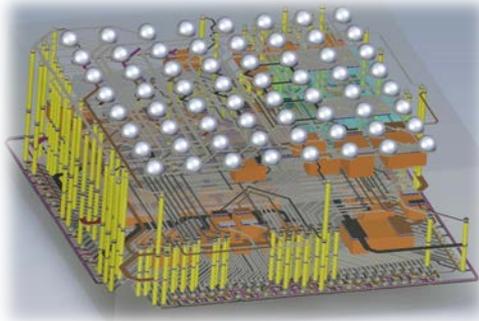
**Tools:**

E-CAD, M-CAD, ...

# 3D-Elektronik Technologien

## 3D-CSP (Chip Scale Package)

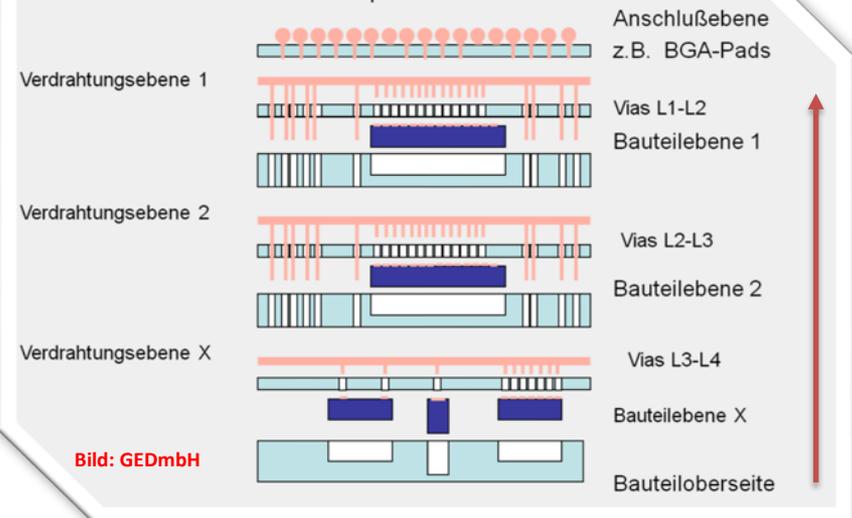
3D-Chip Scale Package (3D-CSP) ist ein Integrationsansatz für die hochdichte monolithische Chip-Integration. Ungehäuste Halbleiter-Chips (Die) und konventionelle SMD Bauteile ermöglichen eine hohe Integration von Elektronikmodulen und SIP's (System In Package) Im Unterschied zu den bereits seit langem hergestellten Multi-Chip-Modulen, die planar (also zweidimensional) aufgebaut sind, lässt sich in einem 3D-CSP auch die vertikale Integration von Komponenten realisieren (3D, 2,5D) Die Herstellung erfolgt durch schichtweises aufbringen von Foto-Polymerschichten mit jeweils 50µm Dicke. Die Bauteile werden in Kavitäten gelegt und mit nachfolgenden Metallisierungsschritten direkt an die Leiterbahnen angebunden. Leiterbreiten von bis zu 10µm sind realisierbar.



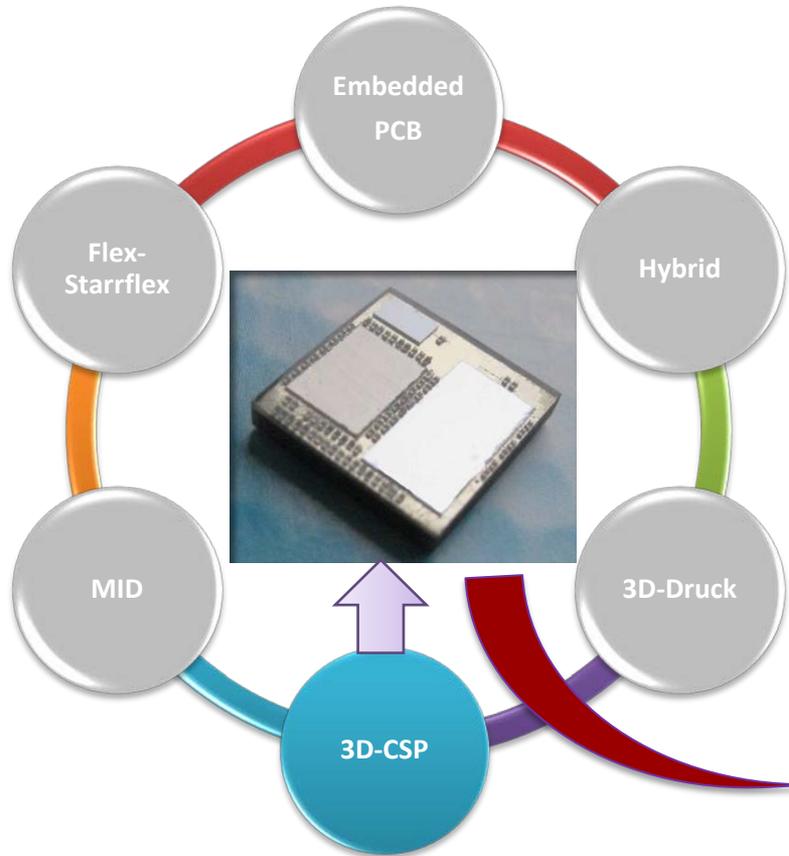
### Aufbau- und Verbindungstechnik:

- Flipchip Anschlußtechnik und SMD Bauteile
- Extrem kurze Leitungsverbindungen
- Bauteile übereinander, Keine Lötung
- Integration von Flexleitungen
- Integration von Antennen
- Integration von Kanälen, zB. Für LAB on Chip

Schematischer Aufbau von 3D-Chipmodulen



# 3D-Elektronik Technologien



## 2.Beispiel: 3D-CSP - $\mu$ Cameramodul

- 3D-Chipmodul:
- Abmessungen: 12 x12 x 2,3 mm
- Verlustleistung Modul : 1,45 Watt
- Leiterstrukturen: 10/ 50  $\mu$ m
- 2 Ebenen Bauteile
- Davinci DSP 144 pol Die – Flip Chip
- Chipmodul mit BGA Anschlüssen

**Vorstellung:**  
 Micro-Ceramomodul

**Herausforderung:**  
 Miniaturisierung

**Tools:**  
 E-CAD, M-CAD, ...

# 3D-Elektronik Technologien

## Elektrische / Elektronische / Elektromechanische:

- 3D-Chip Modul  
mit DSP, DDR-RAM, FPGA- $\mu$ C, Flash, 83 passiven BT
- 2 Bauteileebenen
- 14 Signallagen (10 / 50  $\mu$ m Leiterbreite)
- Highspeed Signale mit Längenausgleich
- Abschirm- und Entwärmungslage
- 1,45 Watt Verlustleistung
- Miniaturisierung 90%
- BGA244 Gehäuse
- Gewicht 5g

## Aufbau- und Verbindungstechnik:

- Flipchip Anschlußtechnik
- Extrem kurze Leitungsverbindungen
- Sehr hohe Integration
- Keine Lötung

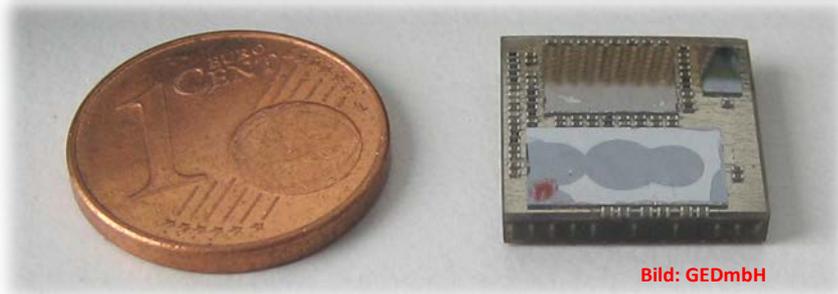
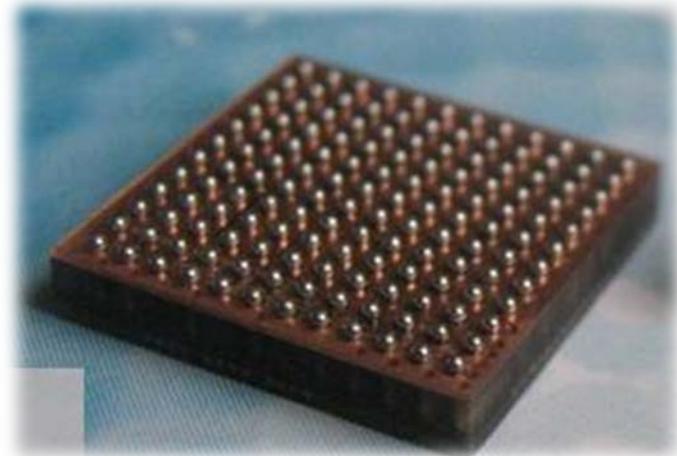


Bild: GEDmbH



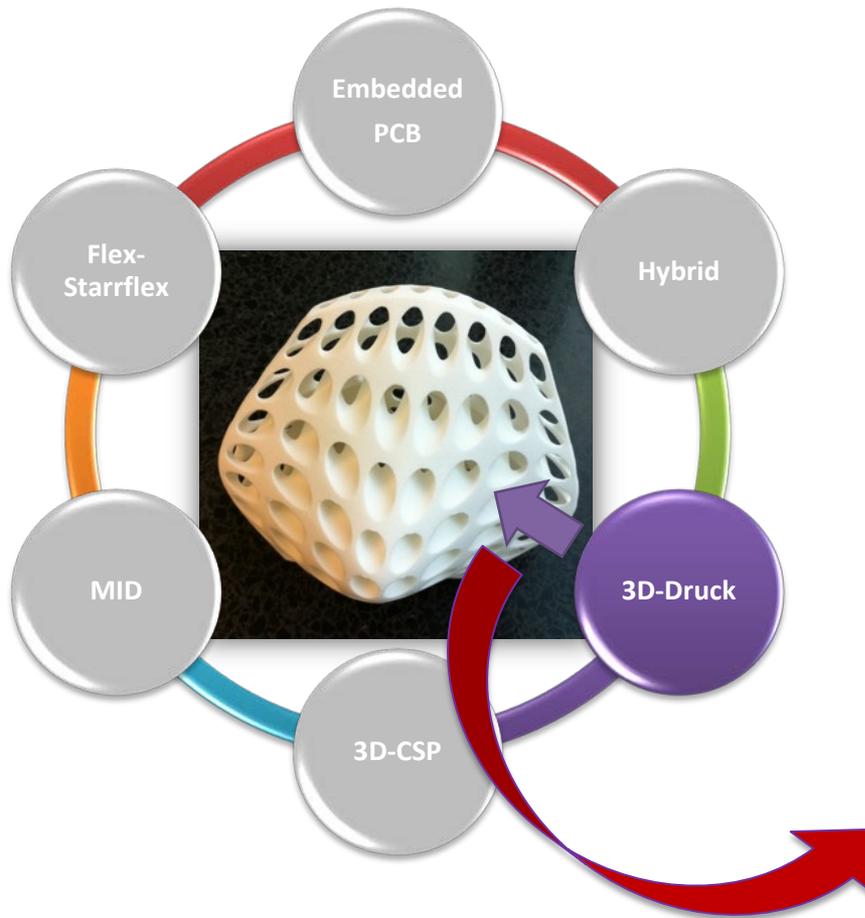
**Vorstellung:**  
Micro-Cameramodul

**Herausforderung:**  
Miniaturisierung > 70%

**Tools:**  
E-CAD, M-CAD, ...

# 3D-Elektronik Technologien

## 3D-Druck – generative Verfahren



Quelle: Voxel8

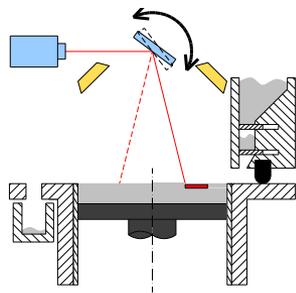
### Generative Verfahren:

- Vielzahl zur Verfügung stehender Verfahren (SLS, FDM, STL etc.)
- Weltweit Gegenstand der aktuellen Forschung
- Zahlreiche Vorteile gegenüber konventioneller Fertigung
- Additive Fertigung von Elementen aus Kunststoffen und Metallen
- Neue Verfahren ermöglichen generative Fertigung integrierter elektronischer Bauelemente

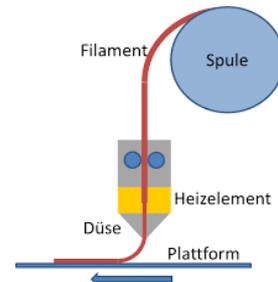
# 3D-Elektronik Technologien

## 3D-Druck – generative Verfahren

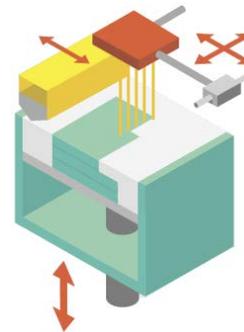
### Verfahren zur Kunststoffverarbeitung:



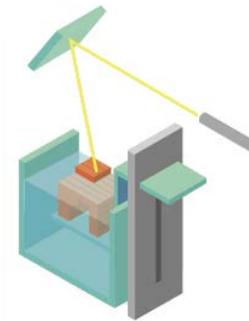
Selektives Lasersintern (SLS)



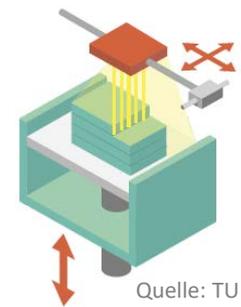
Strangablegeverfahren (FDM)



Binder Jetting

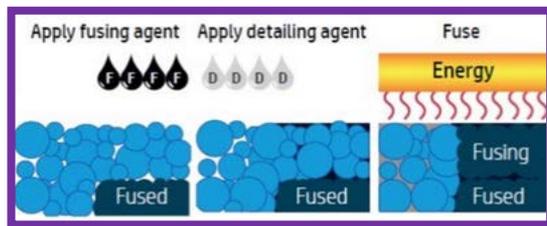


Stereolithografie (STL)



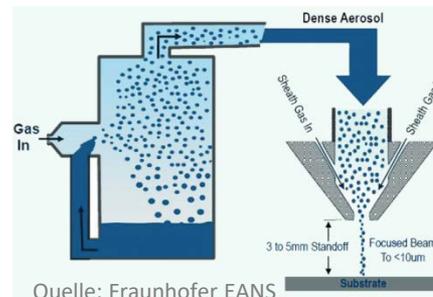
Tintenstrahl-UV-Druck [auch: Inkjet, Polyjet Process (PJP), Multijet-Printing (MJP)]

Quelle: TU Delft



Absorptionstintendruck (MJF)

Quelle: 3Faktur



Aerosol Jet Druck

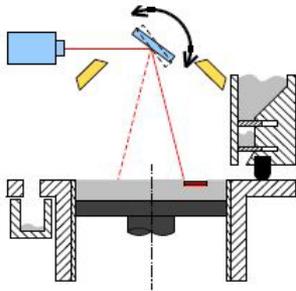
Quelle: Fraunhofer EANS

### Weitere Verfahren:

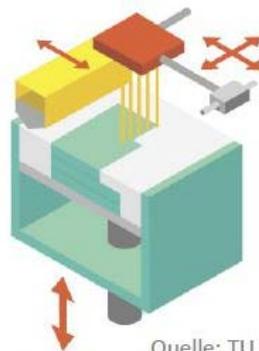
- Wachsdrukverfahren (PJM)
- Selektives Wärmesintern (SHS)
- Arburg Kunststoff-Freiformen (AKF)

# 3D-Elektronik Technologien

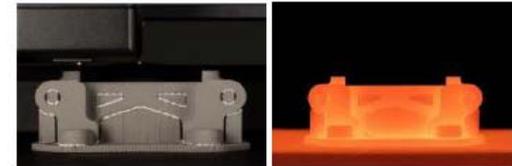
## 3D-Druck – generative Verfahren



Selektives Lasersintern/-schmelzen  
(SLS/SLM)



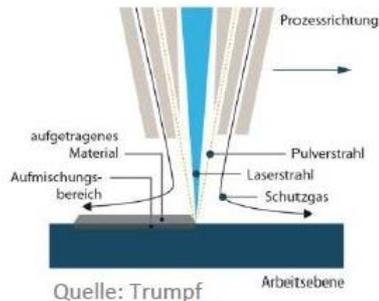
Quelle: TU Delft  
 Metal Binder Jetting



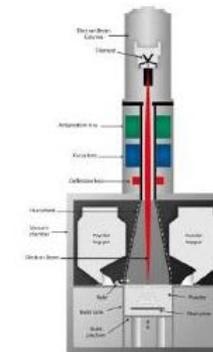
Quelle: Desktop Metal  
 Desktop Metal / Markforged  
 („Adam“)



Quelle: www.3dnatives.com  
 NanoParticle Jetting  
 (XJET)



Quelle: Trumpf  
 Laserauftragschweißen (LMD)

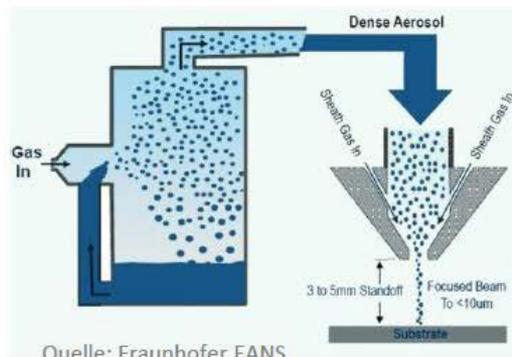


Quelle: Arcam  
 Electron Beam Melting  
 (EBM)

# 3D-Elektronik Technologien

## 3D-Druck – generative Verfahren

Verfahren zur additiven Herstellung elektrischer Bauteile:



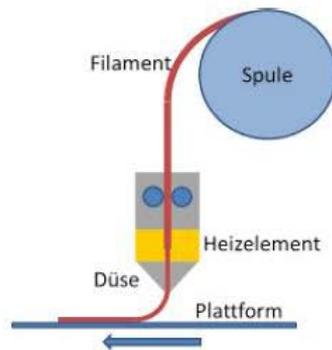
Quelle: Fraunhofer EANS

Aerosol Jet Druck

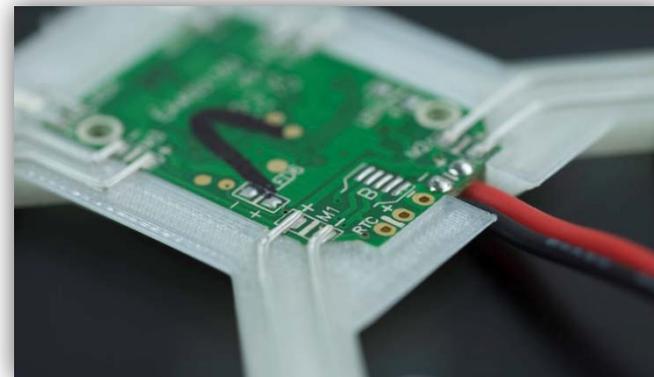


Quelle: OPTOMECC

Mit Aerosol Jet Druck integrierte Antenne



Strangablegeverfahren (FDM)



Quelle: Voxel8

FDM-gedruckte Leiterbahnen aus Silberleitpaste

# 3D-Elektronik Technologien

## 3D-Druck – generative Verfahren

### Vorteile:

- Wirtschaftliche Produktion kleiner Bauteilserien
- Wenige Grenzen in der konstruktiven Gestaltung (Hohlräume, Hinterschnitte etc.)
- Verkürzte Produktzyklen, kurzfristige Anpassungen möglich
- Individuelle Produktpassung (z.B. medizinische Prothesen)
- Funktionsintegration in Bauteile möglich (Scharniere, Gelenke etc.)
- Integration komplexer Bauteile und Baugruppen
- Ökologische Vorzüge (reduzierter Materialverbrauch, reduzierter Treibstoffverbrauch durch Leichtbau)

Quelle: Schmid 2015

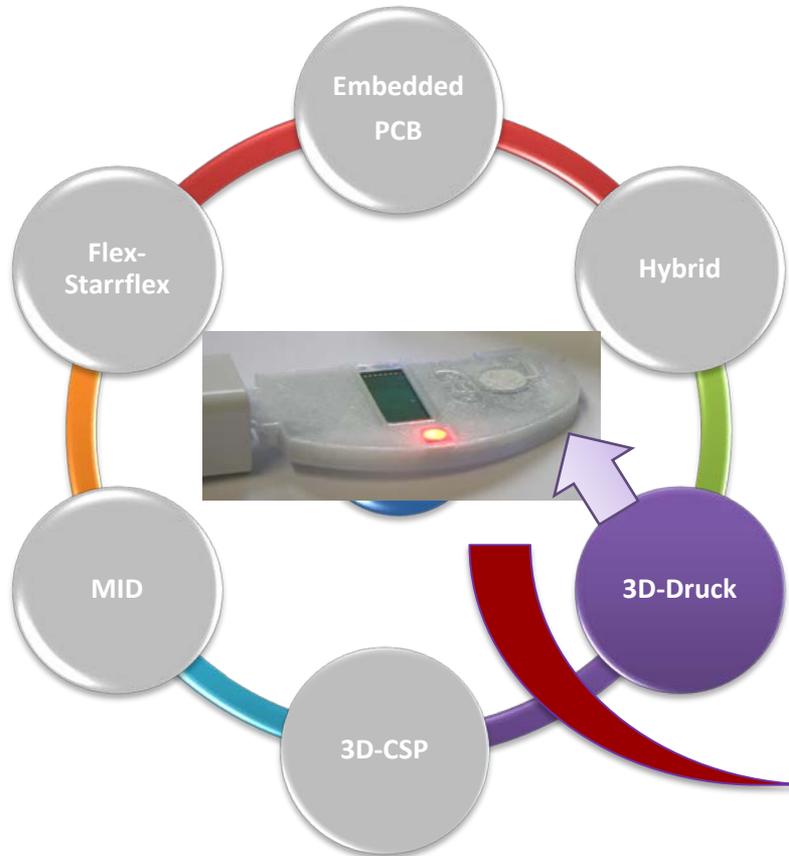
### Nachteile:

- Für Großserienproduktion derzeit nicht wirtschaftlich
- (Je nach Verfahren) schwer kontrollierbarer Prozess, erfordert gut geschultes Personal
- Derzeit noch wenig automatisiert



Airbus Innovation Cell & LZN

# 3D-Elektronik Technologien



## 3.Beispiel: IoT-Sensormodul

3D-Druck Kombination mit Leiterplatte:

- Abmessungen: 75 x 38 x 7 mm
- Leiterstrukturen 3 Druck: 250  $\mu$ m
- Im Gehäuse integrierte LED, Thermo Sensor
- Gedruckter kapazitiver Sensor
- Gedruckte Anschlüsse

**Vorstellung:**  
IoT-Sensormodul

**Herausforderung:**  
Miniaturisierung

**Tools:**  
E-CAD, M-CAD, ...

# 3D-Elektronik Technologien

## Elektrische / Elektronische / Elektromechanische:

Hybridlösung Leiterplatte und Gehäuse mit Bauteilen

Leiterplatte mit  $\mu$ Controller und NFC Spule

Gehäuse im 3D-Multimaterialdruck mit

- integrierter LED, Thermo Sensor
- Gedruckter kapazitiver Sensor
- Gedruckte USB-Anschlüsse

## Aufbau- und Verbindungstechnik:

- Anschluß der LP über 3D-Leiterbahndruck
  - Verdrahtung Sensor durch 3D-Leiterbahndruck
  - Keine Lötung
- Für Kleine und mittlere Serien geeignet

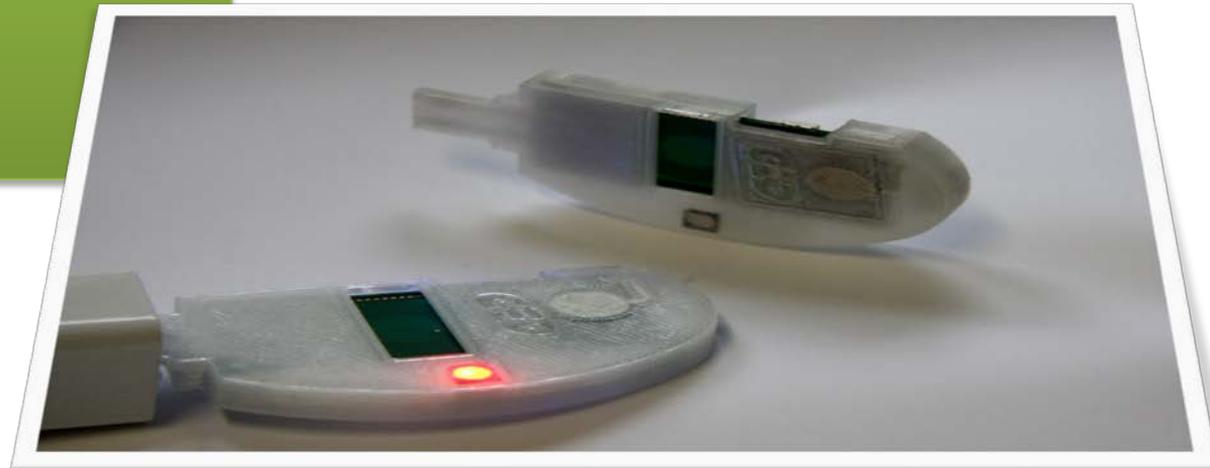


Bild: GEDmbH

Vorstellung:  
IoT-Sensormodul

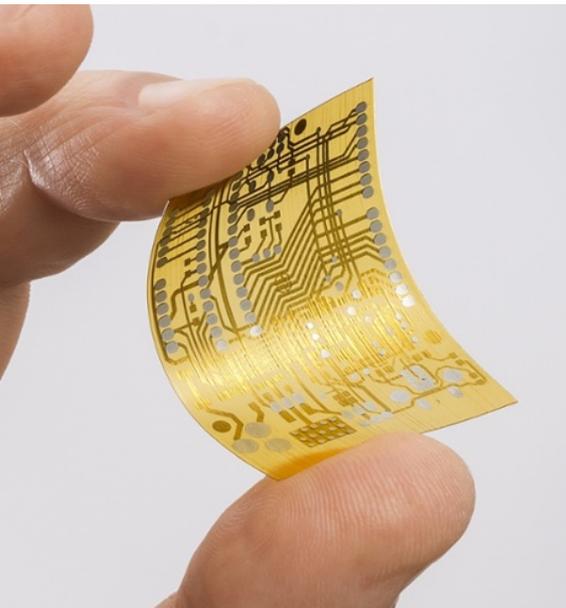
Herausforderung:  
Gehäuse & Elektronik

Tools:  
E-CAD, M-CAD, ...

# 3D-Elektronik Technologien

## Dragonfly 2020 – 3D-Drucker für Leiterplatten

Bei der Entwicklung elektronischer Komponenten entpuppt sich die Leiterplatten-Herstellung meist als Engpass. Abhilfe bietet der „Dragonfly 2020“, ein spezieller 3D-Drucker, der sogar mehrschichtige Platinen produziert.

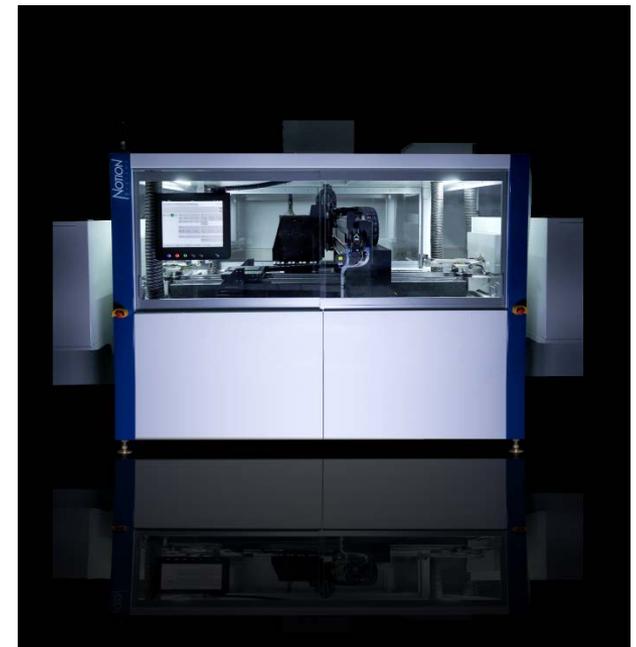


# 3D-Elektronik Technologien

Neueste 3D-Druck Systeme für die Elektronik

**NOTION**  
S Y S T E M S

- Stage size 210 x 210 mm  
up to 800 mm x 1200 mm
- Print speed Up to 1330 mm/s
- Print resolution Up to 5080 x 5080 dpi
- Drop placement 3 micron
- Print repeatability 1 micron

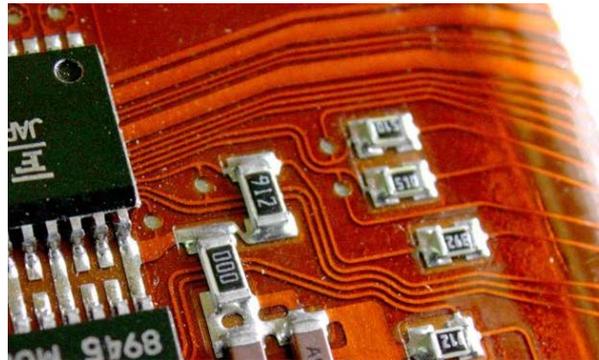


# 3D-Elektronik Technologien

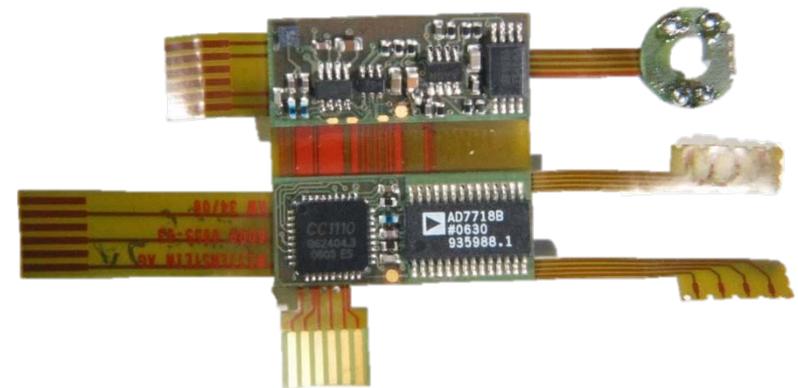
## Flexible- und Starrflexible Leiterplatten



Kabelersatz



Steckverbinderersatz



Miniaturisierung

# 3D-Elektronik Technologien

## Flexible- und Starrflexible Leiterplatten

2F (Flex)



2F-Ri (TWINflex)



4F mit Microvias1-2/2-3/3-4



### Zum Vergleich:

1F-Ri (TWINflex)



1F-0Ri (Starrflex)



- dünne Flexfolien PI/LCP
- bis zu 10 Kupferlagen
- partielle Verstärkung durch Stiffener möglich
- Abdeckung durch Flexlack bzw. Coverlay

1F-5Ri



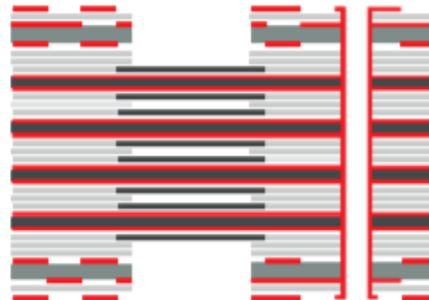
2F-2Ri



3Ri-2F-3Ri



3Ri-8F-3Ri

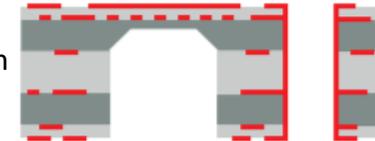


- bis zu 12 Kupferlagen
- außenliegende, bzw. symmetrisch angeordnete Flexlagen
- Abdeckung durch Flexlack bzw. Coverlay

ML4 Semiflex 1-lagig



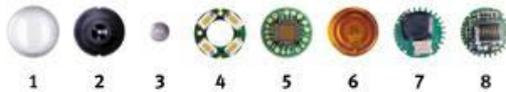
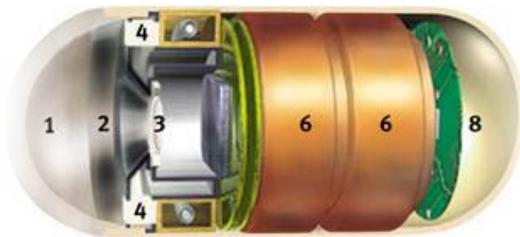
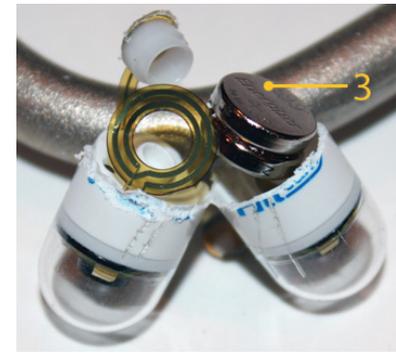
ML6 Semiflex 2-lagig



- Tiefengefräste, starre Leiterplatte -> Flex to Install
- kostengünstige Herstellung
- Einbausituation muss klar definiert sein, da großer Biegeradius
- Im Biegebereich sind mind. 2 Kupferlagen möglich. Abdeckung durch Flexlack oder Coverlay

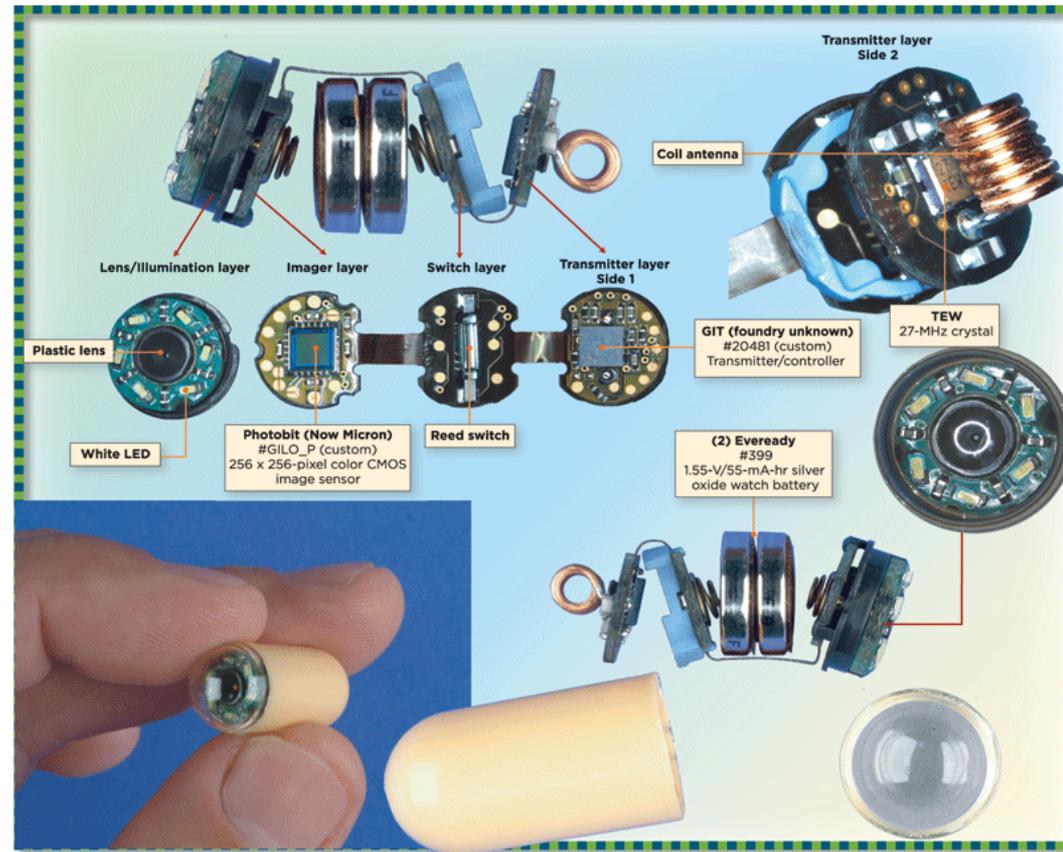
# PillCAM - endoscopy

The PillCam ESO video capsule measures 11 mm x 26 mm and weighs less than 4 grams. It contains an imaging device and light source at both ends of the video capsule and takes up to 14 images per second, or 2,600 color images

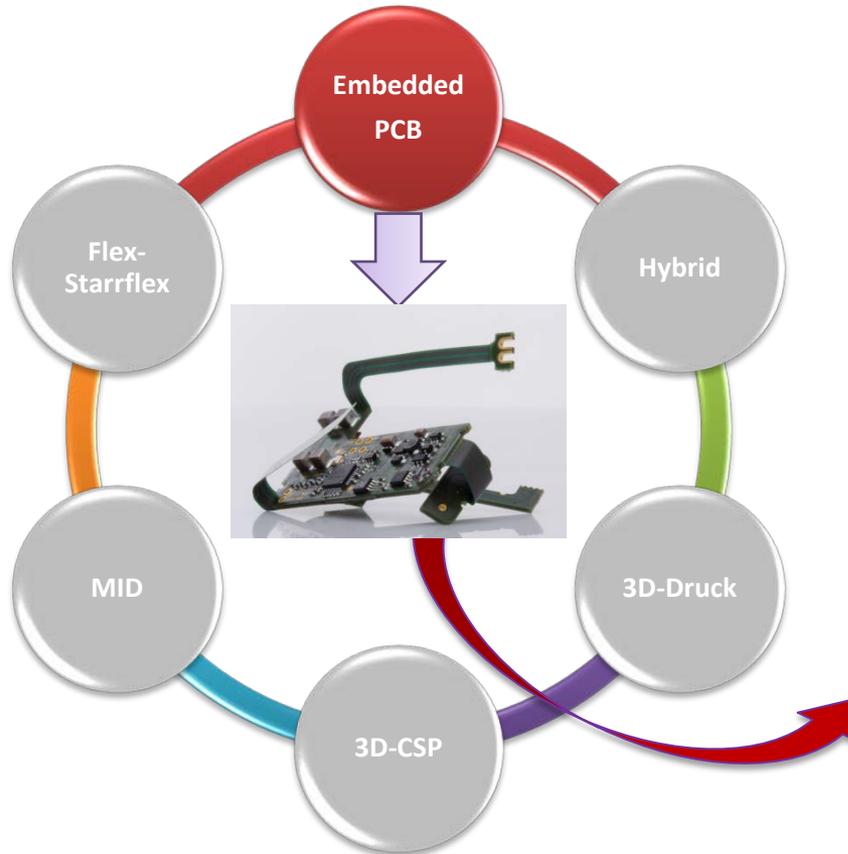


## INSIDE THE M2A™ CAPSULE

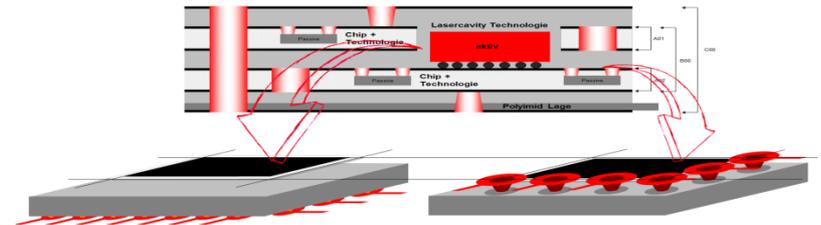
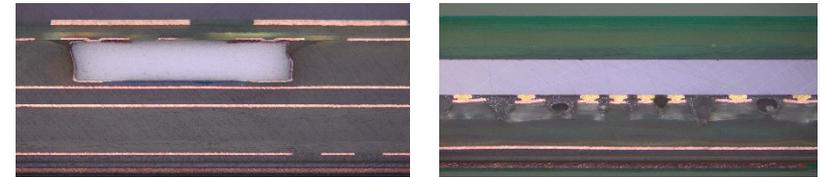
1. Optical dome
2. Lens holder
3. Lens
4. Illuminating LEDs (Light Emitting Diode)
5. CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) imager
6. Battery
7. ASIC (Application Specific Integrated Circuit) transmitter
8. Antenna



# 3D-Elektronik Technologien



## 4. Beispiel: Implantat (embedded)



Steuerelektronik mit ECT (aktiv und passiv)

- Abmaße:
 

2D-Fläche	50 x 110 mm
3D-Fläche	26 x 40 mm (gefaltet)
Volumen	26 x 40 x 16 mm (inkl. Aktoren und Sensoren)
- Embedded Asic über Thermokompression kontaktiert, Rs galvanisch angebunden

Quelle: WITTENSTEIN

**Vorstellung:**  
 Implantat künstlicher  
 Verschlussmuskel

**Herausforderung:**  
 Bauvolumen /  
 Störkonturen / AVT

**Tools:**  
 E-CAD, M-CAD, ...

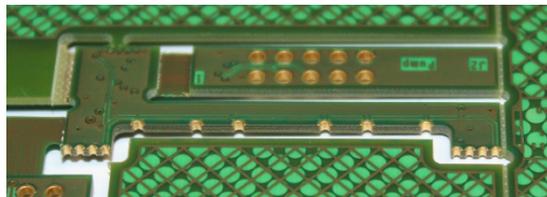
# 3D-Elektronik Technologien

## Elektrische / Elektronische / Elektromechanische:

- Kritische EMV da HF für Energie- und bidirektionale Datenübertragung onboard
- Frequenzen im Bereich bis 100 kHz, sowie im ISM/MICS-Band
- Analoge Sensorauswertung mit zugehörigen Filtern

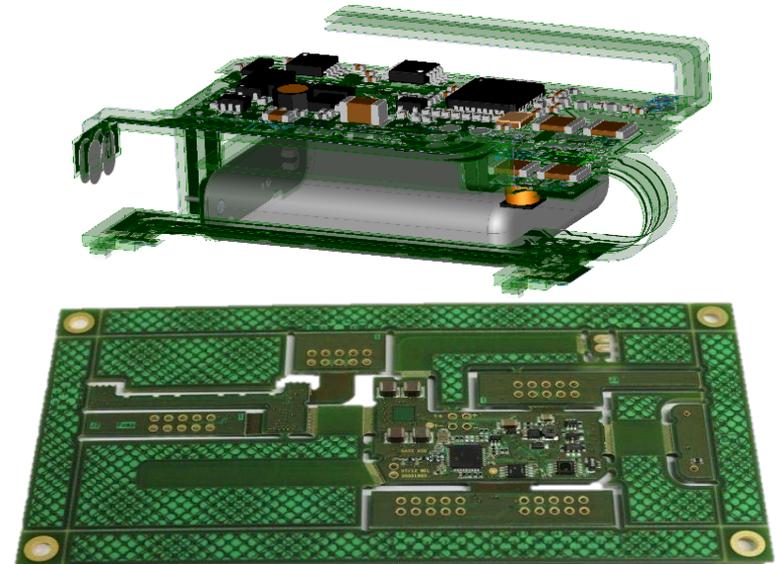
## Aufbau- und Verbindungstechnik:

- Direkter Anschluss von Aktoren und Sensoren um Steckverbinder zu eliminieren
- Teststruktur über Flex angebunden und somit nach Inbetriebnahme und Programmierung abtrennbar



## Mechanische :

- Komplexe Outline um 3D-Konstruktion realisieren zu können
- Hochzuverlässige Anbindung des Asics durch Thermokompression und der passiven Komponenten durch galvanische Kontaktierung



Quelle: WITTENSTEIN

**Vorstellung:**  
 Implantat künstlicher  
 Verschlussmuskel

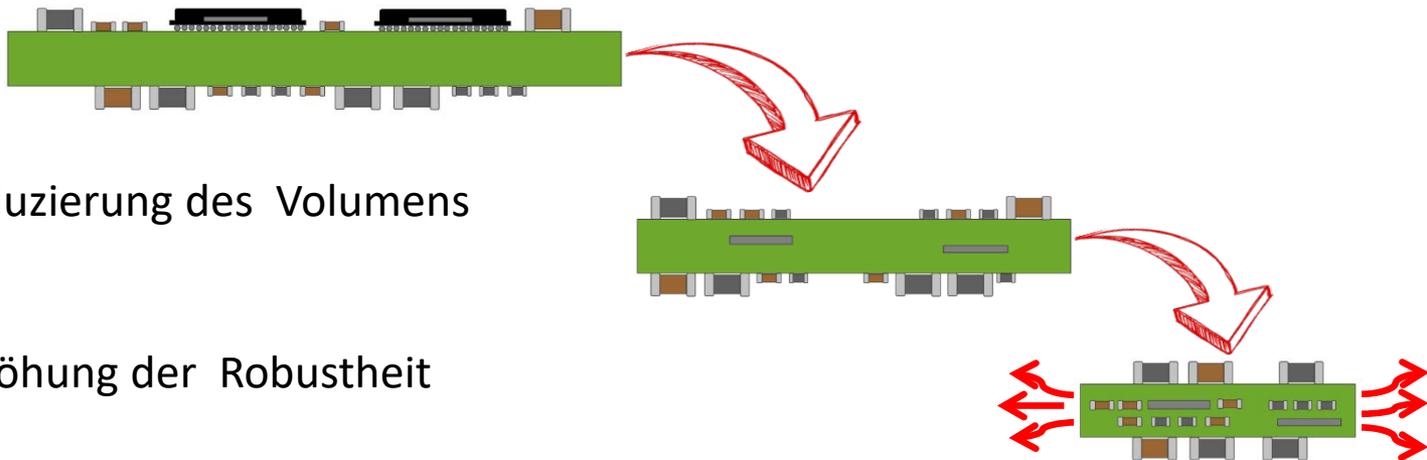
**Herausforderung:**  
 Bauvolumen /  
 Störkonturen / AVT

**Tools:**  
 E-CAD, M-CAD, ...

# 3D-Elektronik Technologien

## Embedded Components

### Vorteile:



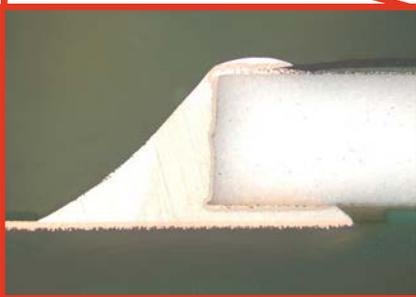
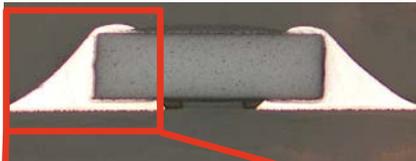
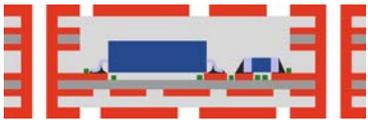
- Reduzierung des Volumens
- Erhöhung der Robustheit
- Verbesserung der thermischen Performance durch optimierte Wärmeleitung

# 3D-Elektronik Technologien

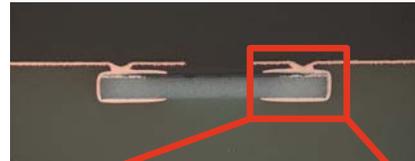
## Embedding Components

### Embedding Technology Varianten

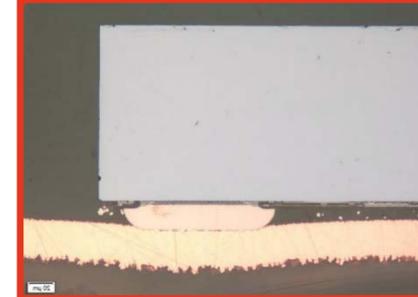
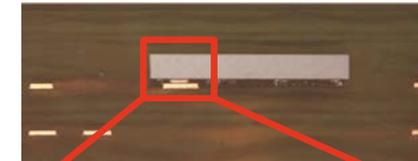
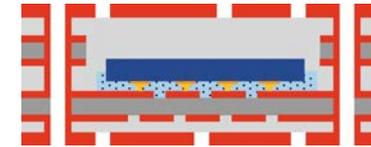
ET Solder



ET Microvia

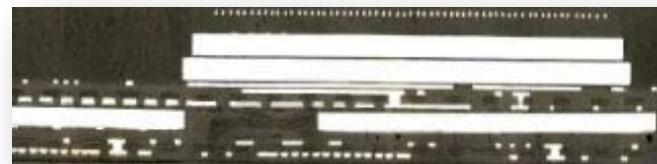
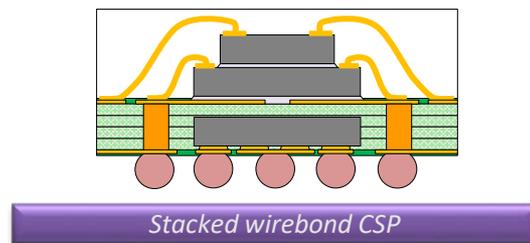
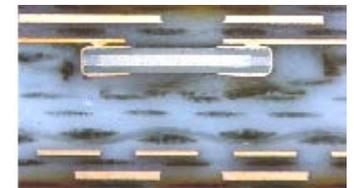
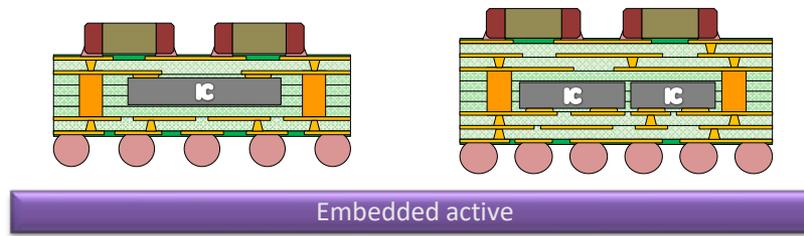
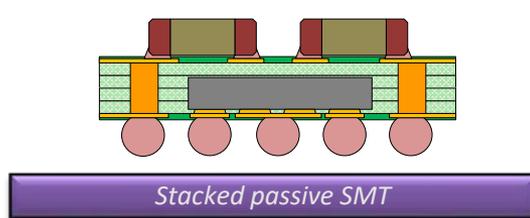
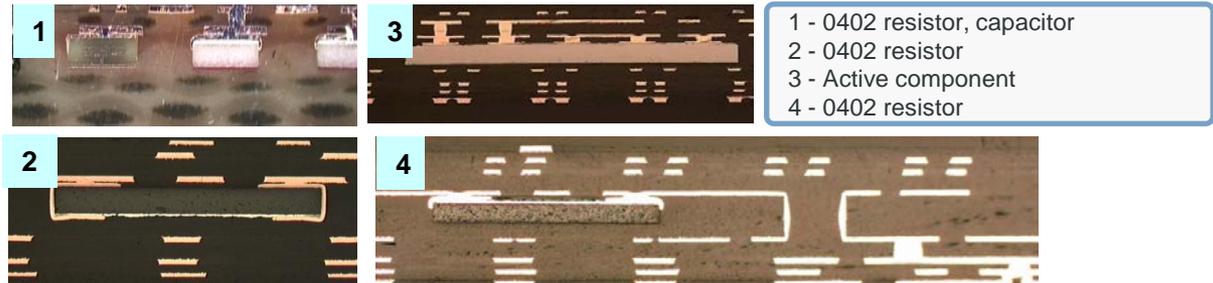
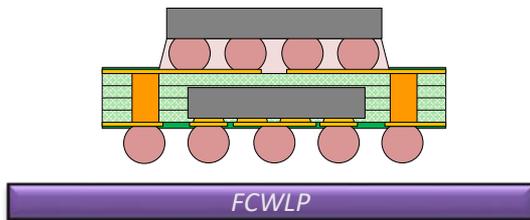


ET Flip-Chip

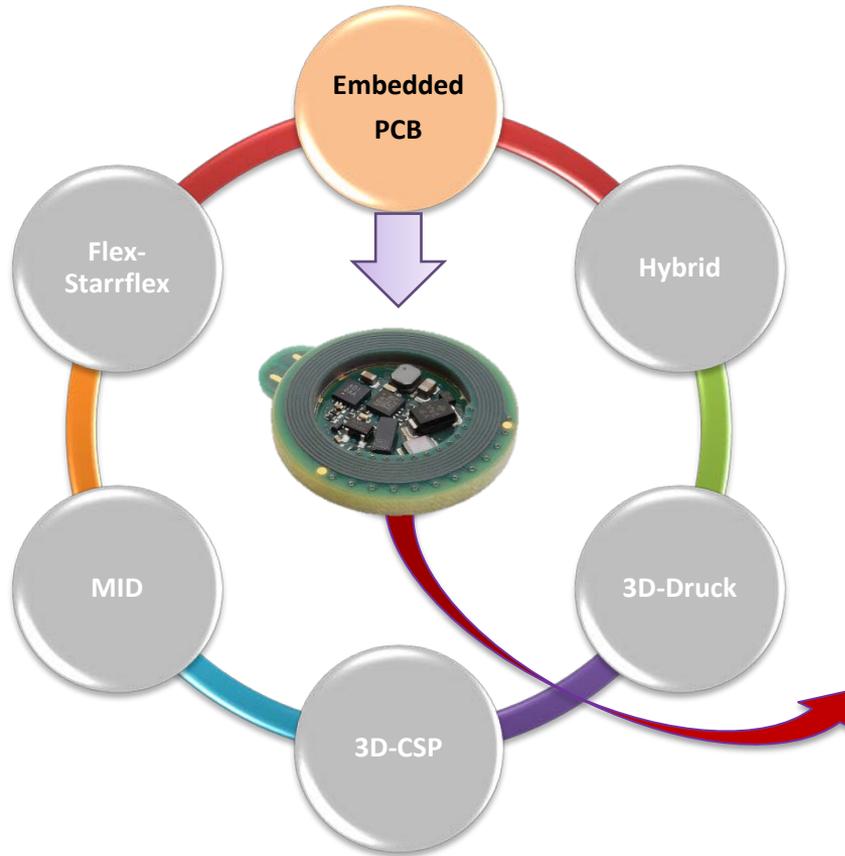


# 3D-Elektronik Technologien

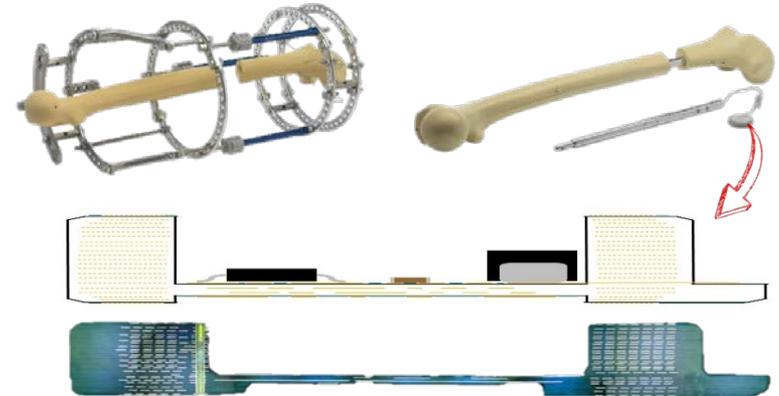
## Module concepts



# 3D-Elektronik Technologien



## 5. Beispiel: Implantat (Cavity)



Empfängerelektronik für implantierbares System zur Knochenverlängerung

- Abmaße:
  - Volumen PCB: 25 x 28 x 3,2 mm
  - Volumen Cavity: 15 x 15 x 2,3 mm
- Bestückung ausschließlich innerhalb der Kavität ohne Bauteileüberstand über Oberkante

Quelle: WITTENSTEIN

**Vorstellung:**  
Implantat künstlicher  
Verschlussmuskel

**Herausforderung:**  
Bauvolumen /  
Bestückungsfläche

**Tools:**  
E-CAD, M-CAD, ...

# 3D-Elektronik Technologien

## Embedded Components

### Elektrische / Elektronische / Elektromechanische:

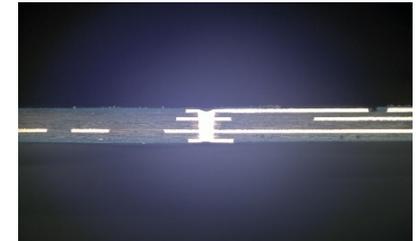
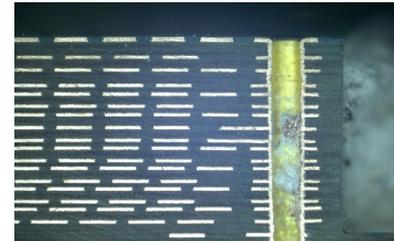
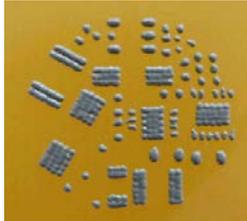
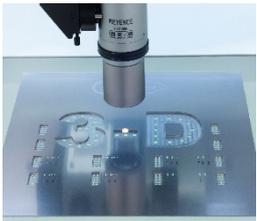
- Kritische EMV da HF für Energieübertragung onboard
- Vermeidung von Wirbelströmen
- Erreichen einer hohen Induktivität ausschließlich über Leiterplattentechnologie
- Sehr komplexer Stackup

### Mechanische / Thermomechanische :

- Sehr geringes Bauvolumen in Kavität zur Verfügung um Komponenten zu platzieren
- Schutz von Bauteilen sowie Vergussform durch Einsatz einer Kavität
- Kantenverrundung der PCB nötig um Verguss zu schützen

### Aufbau- und Verbindungstechnik:

- Auswahl eines geeigneten Verfahrens zur Lotpastenapplikation
- Teststruktur in zweiter Kavität untergebracht



Quelle: WITTENSTEIN

**Vorstellung:**  
 Implantat künstlicher  
 Verschlussmuskel

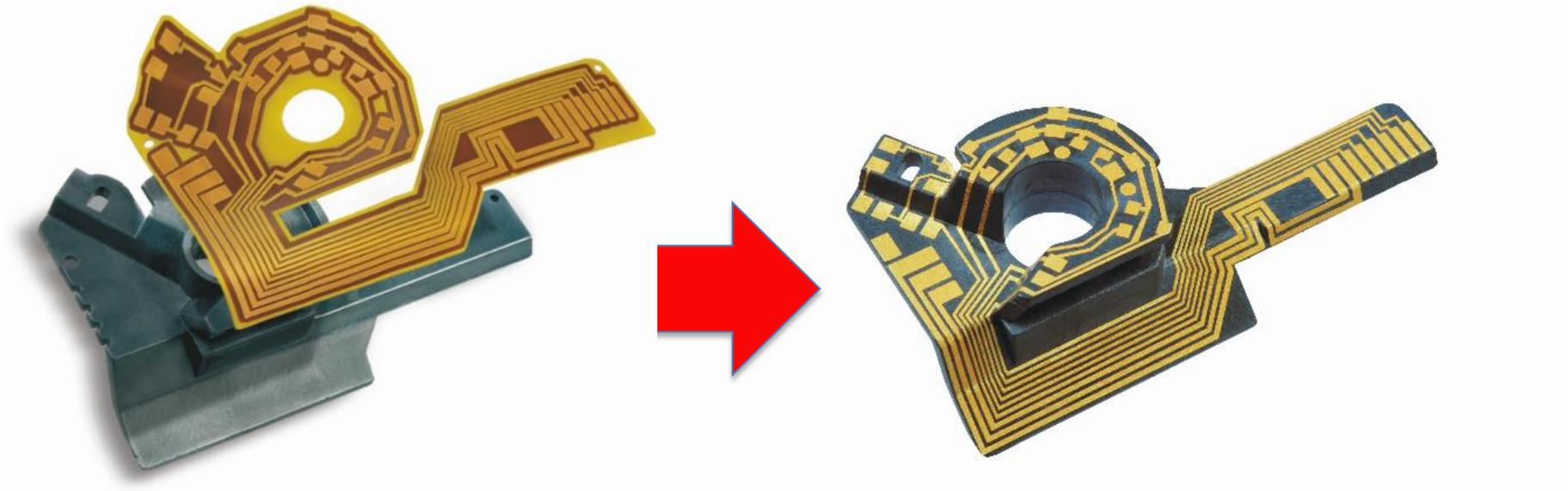
**Herausforderung:**  
 Bauvolumen /  
 Bestückungsfläche

**Tools:**  
 E-CAD, M-CAD, ...

# 3D-Elektronik Technologien

## MID – Moulded Integrated Device

### Was ist 3D-MID?



Quelle: LPKF

1. Gehäuse
2. Substrat
3. Verbindungen

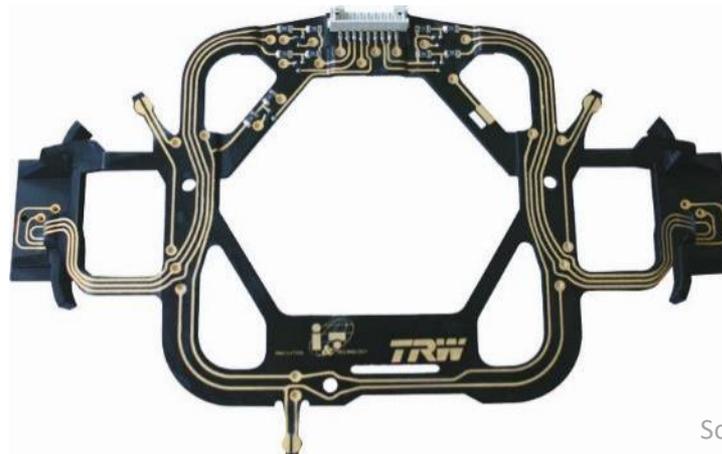
1. Gehäuse mit integrierten Verbindungen

# 3D-Elektronik Technologien

## MID – Moulded Integrated Device

### Warum 3D-MID?

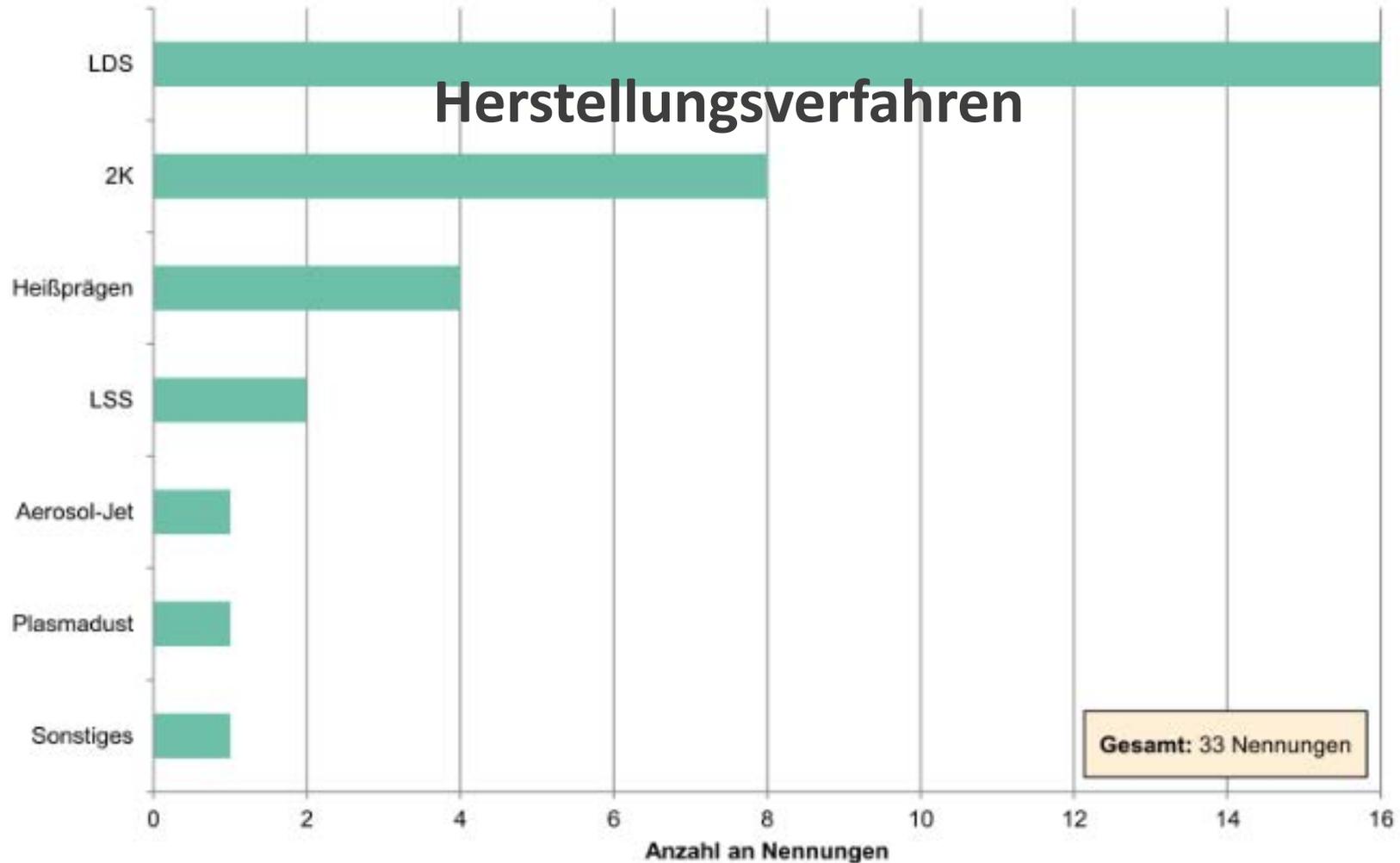
- Weniger Einzelteile
- Gewichtsreduzierung
- Miniaturisierung
- Hoch integrierte Systeme
- Effizientere Produktion
- Umweltfreundlich (Recycling)



Source: LPKF/Beta LAYOUT

# 3D-Elektronik Technologien

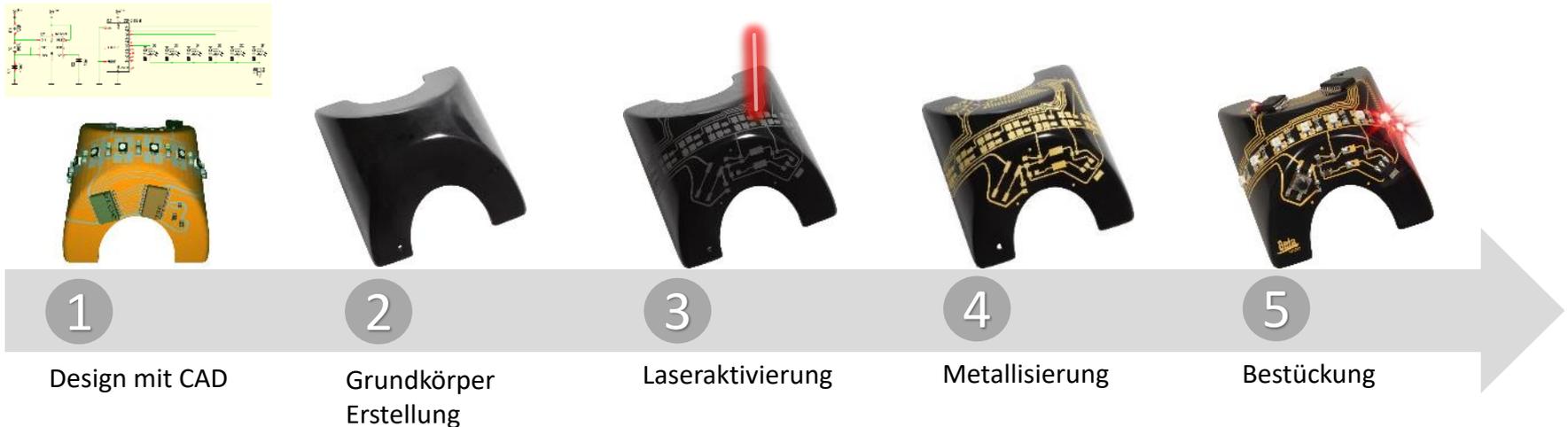
## MID – Moulded Integrated Device



# 3D-Elektronik Technologien

## MID – Moulded Integrated Device

### 3D-MID Fertigungsschritte beim LDS-Verfahren (LPKF)



# Kontakt Daten

## Leitung Arbeitskreis:

Hanno Platz, GED Gesellschaft für Elektronik und Design mbH  
Tel.: 02247 – 92 19 – 11  
Email: [h.platz@ged-pcb-mcm.de](mailto:h.platz@ged-pcb-mcm.de)

## Stellvertreter:

Michael Matthes, WITTENSTEIN cyber motor GmbH  
Telefon 07931 493-10384  
Email: [michael.matthes@wittenstein.de](mailto:michael.matthes@wittenstein.de)



## FED e.V.

Ihr Fachverband für Design,  
Leiterplatten- und Elektronikfertigung

Frankfurter Allee 73c  
10247 Berlin  
Tel. +49(0)30 340 6030-57  
Fax. +49(0)30 340 6030-61

<http://www.fed.de>  
<http://forum.fed.de>

## Mitglieder:

Michael Matthes, WITTENSTEIN cyber motor GmbH  
Michael Schleicher, Semikron Elektronik GmbH & Co KG  
Martin Schober, Rheinmetall Air Defence AG  
Wolfgang Kühn, FED e.V.  
Friedrich Proes, Fraunhofer Institut  
Manuel Martin, beta layout GmbH  
Nikolas Faust, AT&S  
Hanno Platz, GED Ges. für Elektronik und Design mbH

# Tool-Landschaft

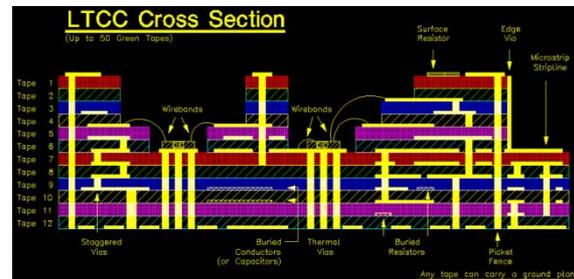
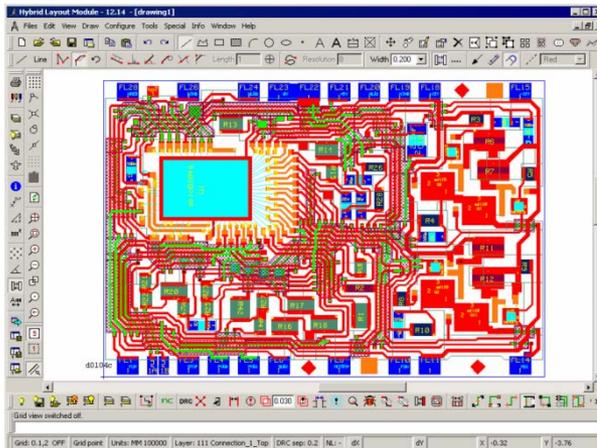
## Keramik – LTCC Technologie

### E-CAD Tool: HYDE Durst

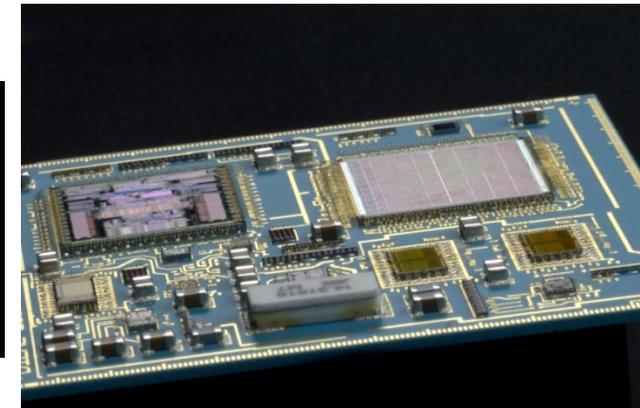
- Externe Stromlaufplaneingabe (one-way) z.B.: Orcad, Protel, PADS, CR5000, Intergraph...
- Bauteilplatzierung, Hybrid Resistor-Design
- Routing, Sonderstellung
- DRC-Check
- Datenausgabe: Gerber, Excellon, Sieb&Maier, ...

### M-CAD Tool:

- Direkte Übernahme der Daten von HP-ME
- Übernahme von Geometrien aus M-CAD-Tools:  
 bidirektional: DXF, DWG, HPGL, ...  
 Input: iges, Mi (HP-ME10)  
 output: Postscript, PCL, jpg, bmp...



Quelle: links/oben: Durst



Quelle: Dorazil

## Tool-Landschaft

### Keramik – LTCC Technologie

#### E-CAD Tool: Cadence Concept HDL & Allegro

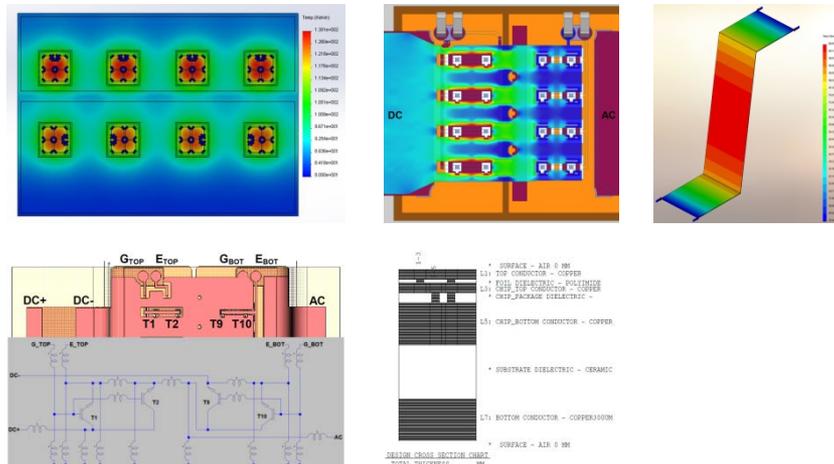
- Stromlaufplaneingabe
- Constraints
- Platzierung DCB / PCB
- Routing
- DRC-Check
- Übergabe zu Nextra (aus direkt aus Cadence)
- Datenausgabe: DCB, PCB & Fertigungshilfsmittel

#### M-CAD Tool: Dassault Solidworks, ANSYS

- Modulkonstruktion
- Flex-Layer Abwicklung
- Mechanische Simulation (Gehäuseeinbau)
- Konstruktion von Hilfs- & Prüfmitteln
- Übergabe an Simulationstool ANSYS:  
Thermosimulation des Moduls  
Elektrischen Simulation(en) des Moduls

#### E-CAD Tool: Nextra

- Einlesen des Projekts (Layout, Constraints)
- Überprüfung der Kriechstrecken
- Erstellung eines Komplett-3D-Modells,  
alle Layer mit entsprechenden Dicken, für  
Mechanische und Thermische Simulation



**Vorstellung:**  
Full SiC Power Modul

**Herausforderung:**  
bis 400 A / 1.200 V

**Tools:**  
E-CAD, M-CAD, ...

# Tool-Landschaft

## Embedded Components

### E-CAD Tool: Allegro Design Entry / PCB-Editor mit Miniaturisation Option

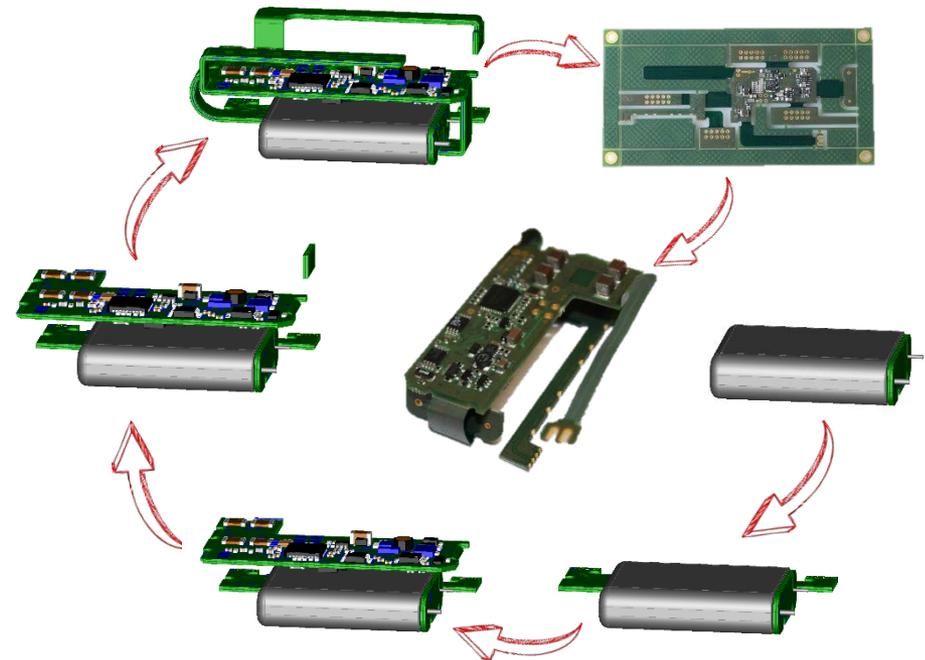
- Stromlaufplaneingabe
- Constraints (el. und mech. Regeln) ->Nextra
- Platzierung PCB ->Nextra
- Routing
- DRC-Check
- Übergabe des Boards zu Nextra
- Datenausgabe: PCB + Zusatzdokumentation

### E-CAD Tool: Nextra

- Komplette Konstruktion der Starrteile der PCB im zur Verfügung stehenden Bauraum
- Verbindung mit Flexbereichen an möglichen Positionen
- Abwicklung um 2D-Outline zu erhalten ->Allegro
- Import und erneutes Biegen der mit Komponenten versehenen 2D-Baugruppe zur 3D-Baugruppe mit Kollisionscheck ->Allegro

### M-CAD Tool: NX

- Gehäusekonstruktion
- Integration von Aktoren und Sensoren
- Konstruktion von Hilfs- & Prüfmitteln



Quelle: WITTENSTEIN

**Vorstellung:**  
 Implantat künstlicher  
 Verschlussmuskel

**Herausforderung:**  
 Bauvolumen /  
 Störkonturen / AVT

**Tools:**  
 E-CAD, M-CAD, ...

# Tool-Landschaft

## Embedded Components

### E-CAD Tool: Allegro Design Entry / PCB-Editor

Stromlaufplaneingabe

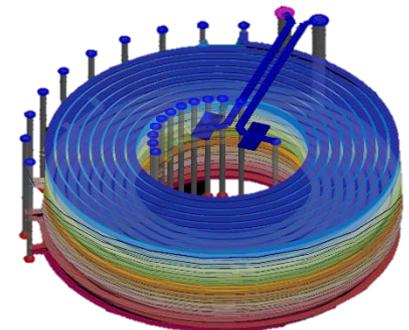
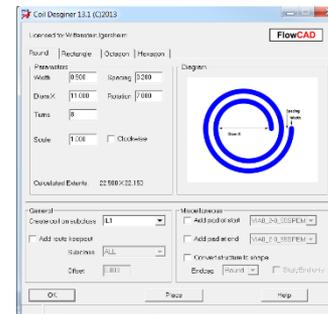
- Constraints (el. und mech. Regeln)
- Platzierung PCB
- Routing
- Generierung einer archimedischen Spule im PCB
- DRC-Check
- Übergabe des Boards zu Nextra
- Datenausgabe: PCB +++ Zusatzdokumentation

### M-CAD Tool: NX

- Konstruktion der Umspritzform
- Konstruktion von Prüfmitteln zur Aufnahme einzelner PCBs und deren Kontaktierung

### E-CAD Tool: Nextra

- Virtuelle Vorabkonstruktion der Baugruppe im 3D-Raum
- Eindesignen der Kavitäten im Hinblick auf maximale Bauteilhöhe unter Berücksichtigung des symmetrischen Lagenaufbaus
- Übertrag der mechanischen Anpassungen nach Allegro
- Abschätzung der Bestückbarkeit



Quelle: WITTENSTEIN

**Vorstellung:**  
 Implantat künstlicher  
 Verschlussmuskel

**Herausforderung:**  
 Bauvolumen /  
 Bestückungsfläche

**Tools:**  
 E-CAD, M-CAD, ...

# 3D-Elektronik Technologien

## 3D-Druck Multimaterial

### E-CAD Tool für Leiterplatte: Altium Designer

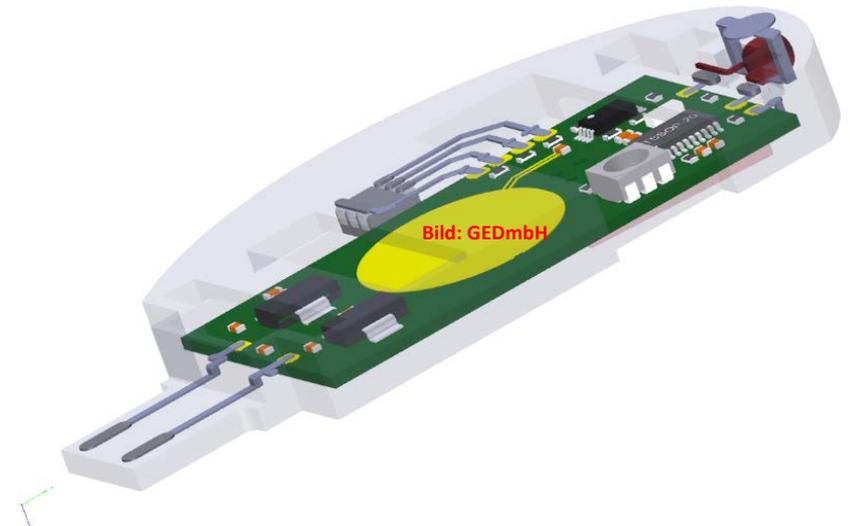
- Stromlaufplaneingabe
- Constraining
- Platzierung 2D
- Routing
- DRC-Check
- Datenausgabe: Gerberdaten für LEITERPLATTE

### M-CAD Tool: Dassault Solidworks

- Modulkonstruktion Gehäuse
- Integration Leiterplatte , ext. LED und Sensoren
- 3D Bauteile Positionierung
- Ausgabe Daten 3D-Druck Gehäuse :

### E-CAD Tool: Nextra

- Einlesen des Projekts (Layout, Constraints)
- Erstellung eines Komplett-3D-Modells,
- 3D Bauteile Platzierung
- Routing Leiterbahnen im und auf dem Gehäuse
- Ausgabe Daten für die Leiterstrukturen



**Vorstellung:**  
IoT-Sensormodul

**Herausforderung:**  
Gehäuse & Elektronik

**Tools:**  
E-CAD, M-CAD, ...

# 3D-Elektronik Technologien

## 3D-CSP (Chip Scale Package)

### E-CAD Tool: Mentor Graphics – Xpedition Pinnacle

- Stromlaufplaneingabe - DxDesigner
- Constraining - CES
- Platzierung 2D
- Routing
- DRC-Check
- Datenausgabe: Gerberdaten →

### M-CAD Tool: Dassault Solidworks

- Modulkonstruktion Gehäuse FBGA 233
- 3D Lagenaufbau, Höhenplanung
- 3D Bauteilepartitionierung Schaltungsteile
- Thermosimulation des Moduls
- Konvertierung Layoutdaten von Gerber -> GDS II

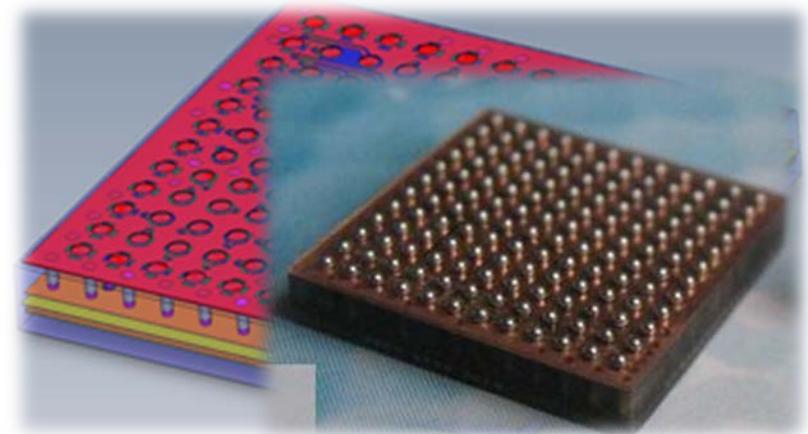
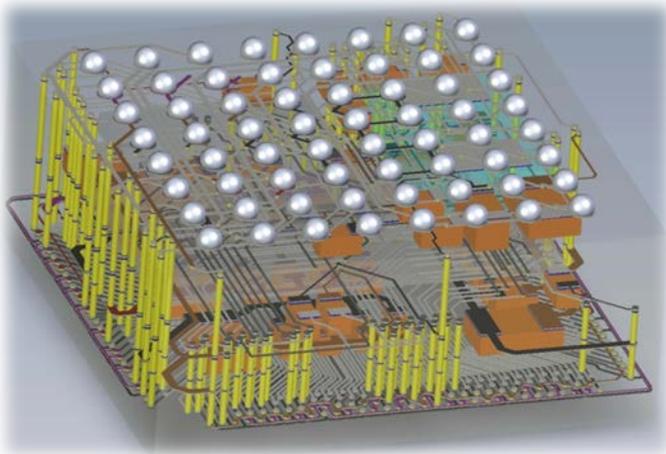


Bild: GEDmbH

**Vorstellung:**  
Full SiC Power Modul

**Herausforderung:**  
bis 400 A / 1.200 V

**Tools:**  
E-CAD, M-CAD, ...