

AllMeSa-Days 2022



Roadmap der europäischen Leiterplatten-Technologie und die wichtigsten Zukunftstrends

Referent: Dipl.-Ing. (FH) Ralph Fiehler

Agenda

1 Einführung

2 HDI-SBU-Leiterplattentechnologien

- Integration von Funktionalitäten

3 Leiterplattentechnologien für HF-Anwendungen

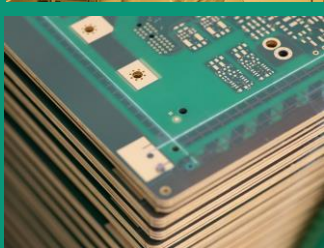
4 Flexible-/ Starrflex-Leiterplattentechnologien

Einführung

Kurzporträt KSG-Gruppe



950
Mitarbeiter



123
Mio. € Umsatz 2021



1.000
Kunden



46.000
m² Fertigungsfläche



Standort Gornsdorf (DE)

**ZWEI STANDORTE
EINE PHILOSOPHIE**

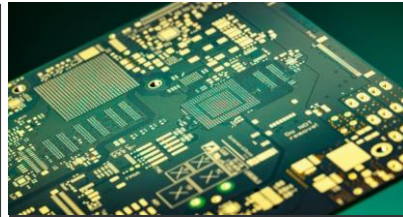


Standort Gars am Kamp (AT)

Einführung



HDI / SBU



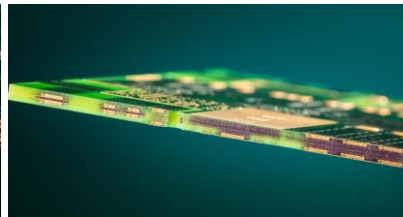
Multilayer Leiterplatten



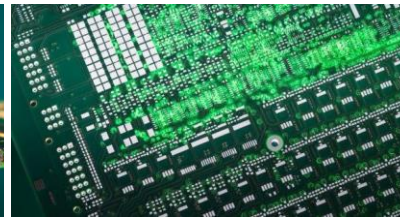
Hochfrequenz-Schaltungen



**Dickkupfer
Leiterplatten**



HSMtec®



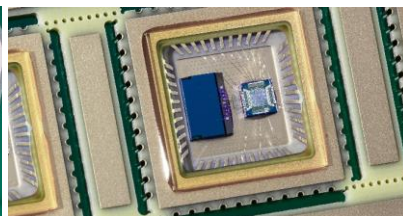
**Iceberg®
Leiterplatten**



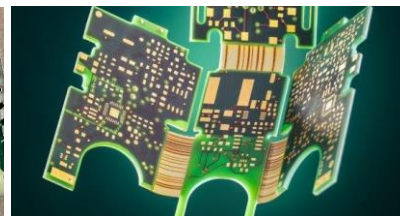
**Starrflexible
Leiterplatten**



Eingabesysteme



Embedded technology



**Semiflexible
Leiterplatten**



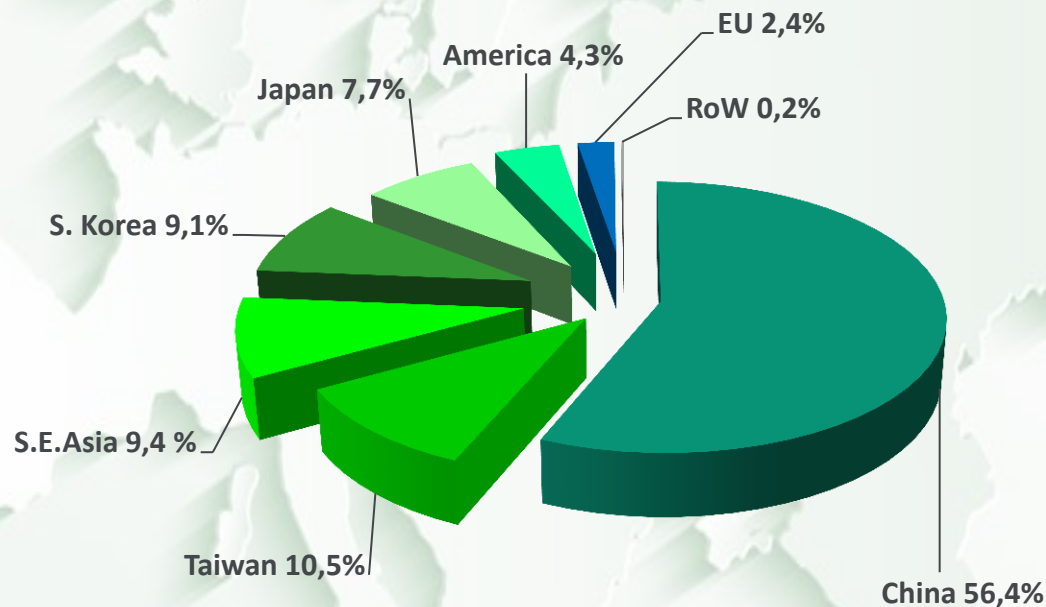
**Doppelseitige
Leiterplatten**

Einführung

Weltproduktion 2020



Gesamtproduktion 2020: 74.350 Mio. USD

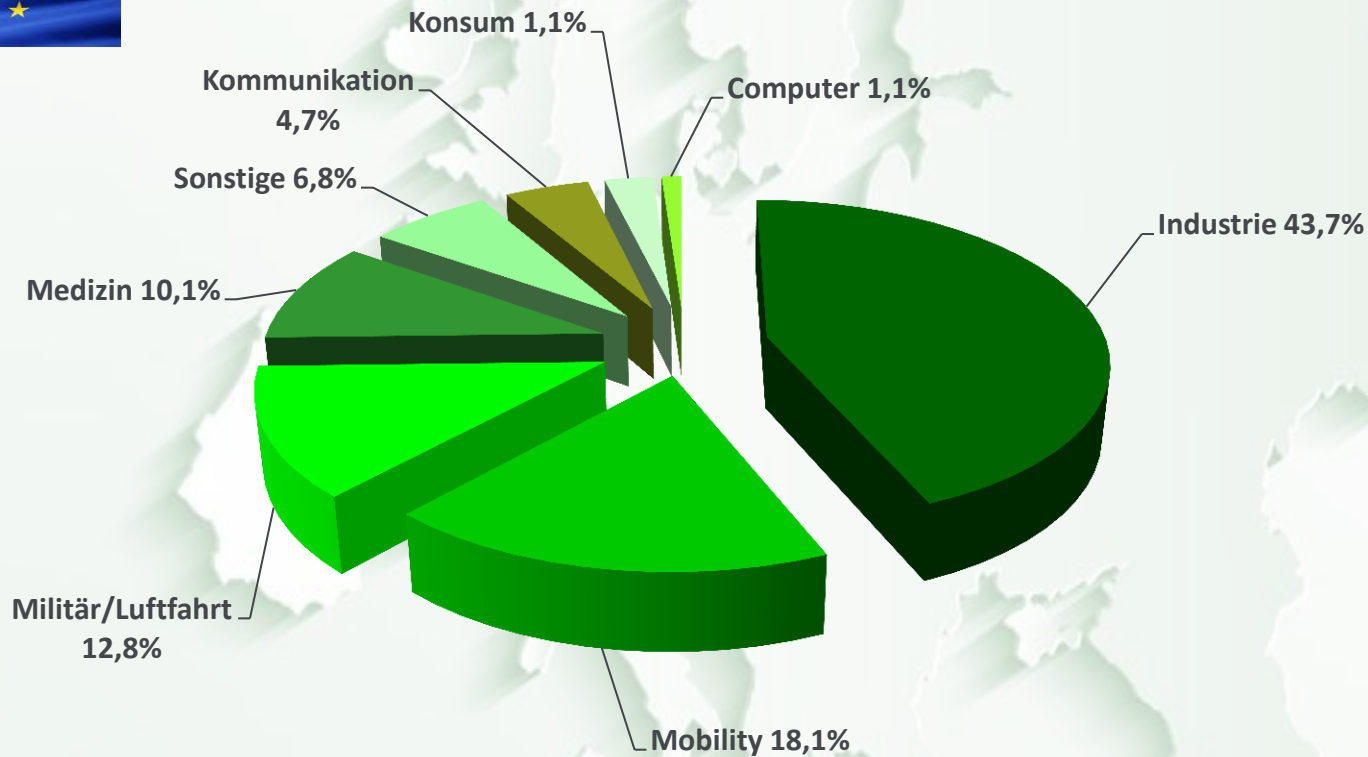


Quelle: Data4PCB



Einführung

Branchenverteilung Europa 2020

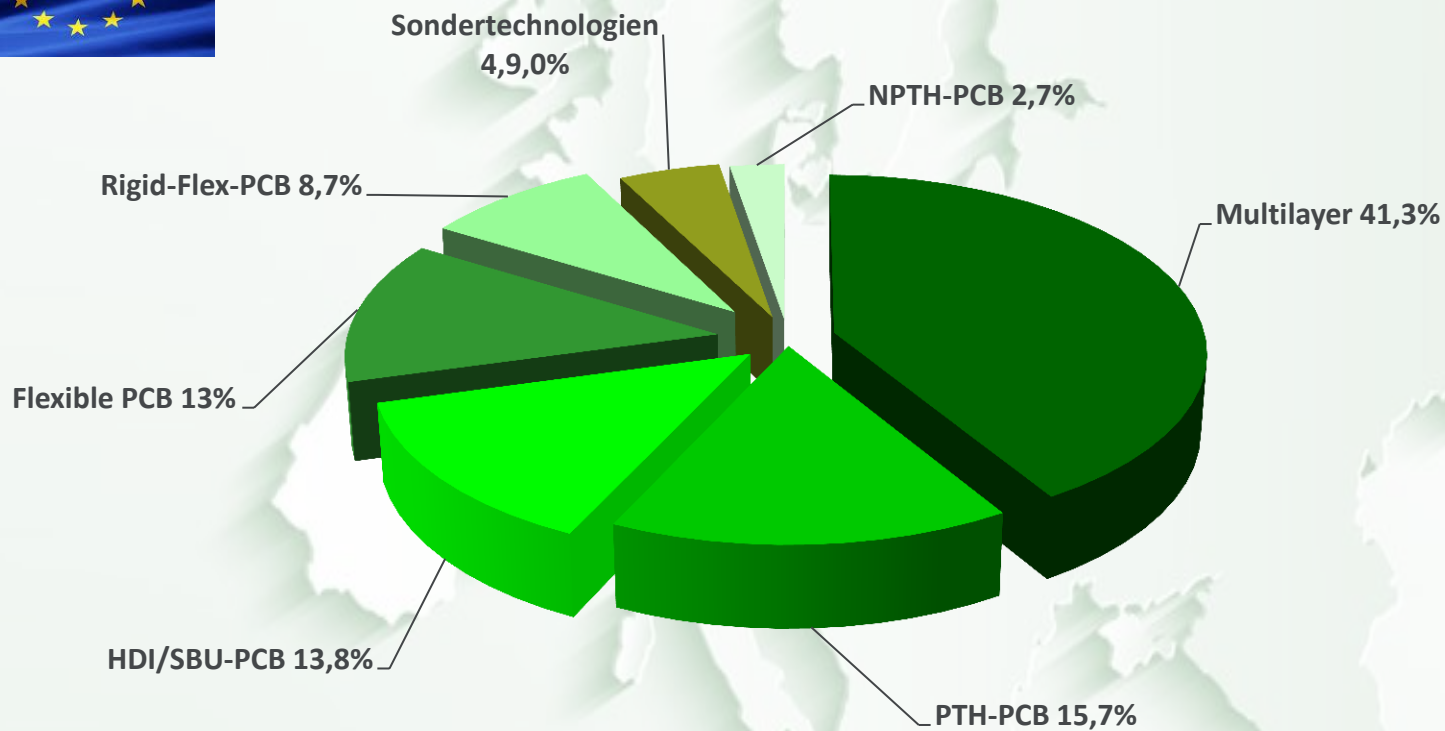


Quelle: Data4PCB

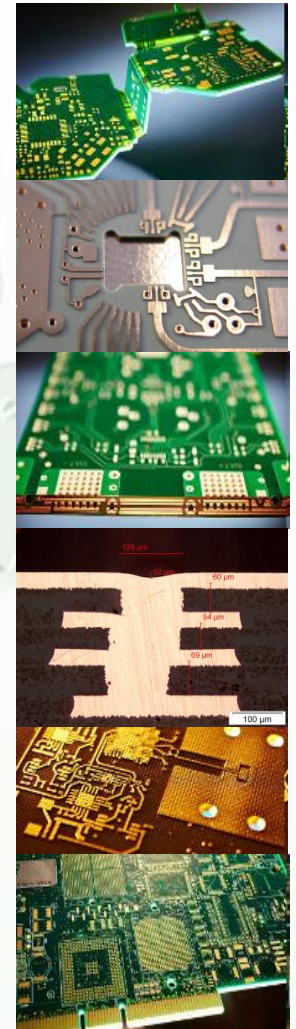


Einführung

Technologieverteilung Europa 2020



Quelle: Data4PCB



Einführung

Katalysatoren der Leiterplatten-Technologieentwicklung

Konnektivität / Digitalisierung

Künstliche Intelligenz

Internet der Dinge (IoT)

Smart Home Devices

Big Data

Mobilität

Autonomes Fahren

Car2Car Kommunikation

Alternative Antriebskonzepte

Demographischer Wandel

Connected Patient Monitoring Systems

E-Health

Smart Watches & Glasses

Wearable Electronics

Digitalisierung

Industrie 4.0

Maschine-Maschine- Kommunikation

Sensorik

Robotics

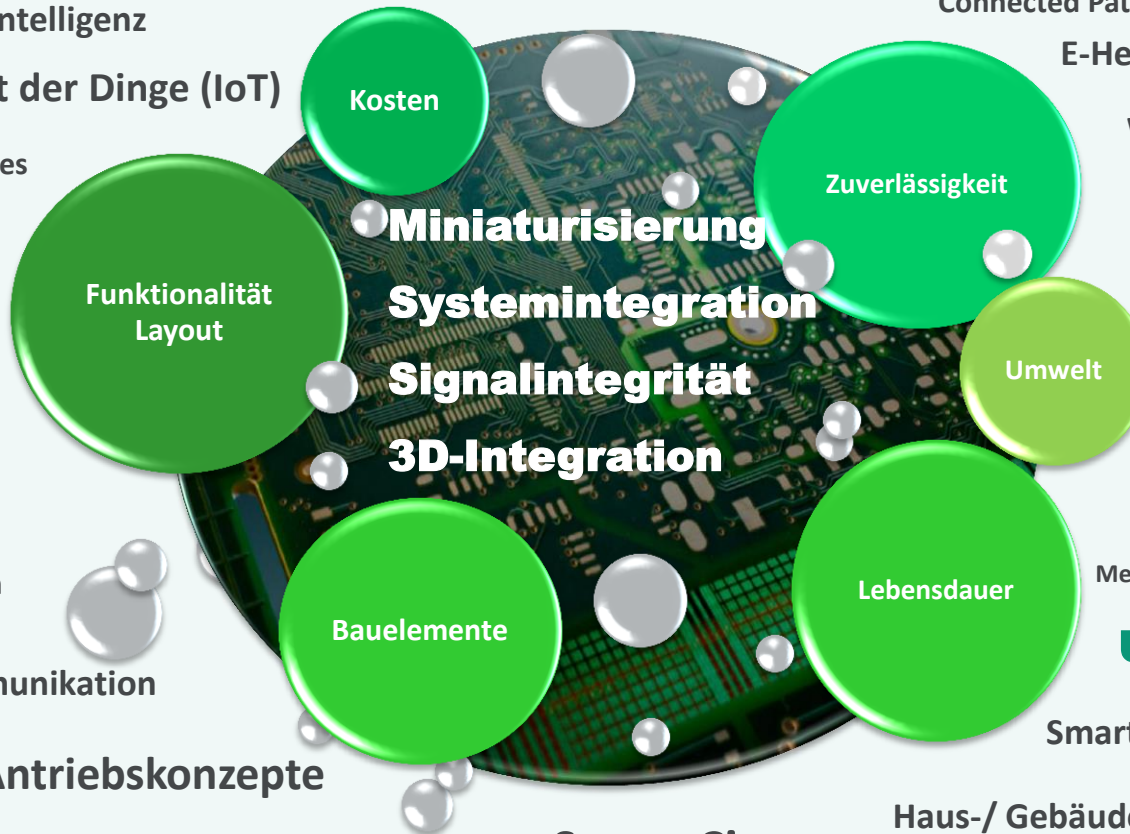
Mensch-Maschine- Interaktion

Urbanisierung

Smart Home Lighting

Haus-/ Gebäude Automatisierung

Smart Citys





FED-Webinar

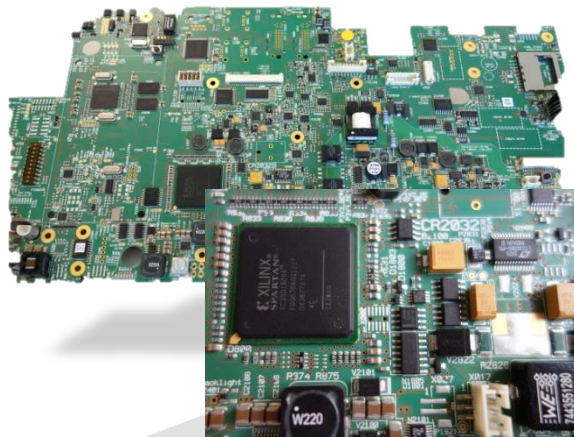
HDI- / SBU- Leiterplattentechnologien

HDI-/ SBU-Technologien

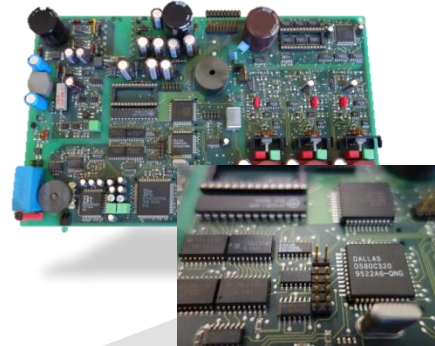
Entwicklung Integrationsdichte

Die Hauptfunktion der Leiterplatte besteht darin - **Träger und elektrisches Verbindungselement** für elektronische Bauelemente zu sein.

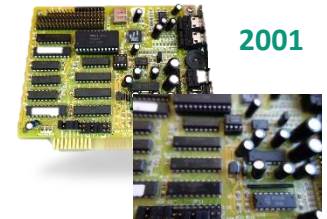
Die Auswirkungen auf die Herstellungstechnologie des Schaltungsträgers bei fortschreitender Miniaturisierung und Komplexität der Bauelemente werden dabei immer größer.



2021



2011



2001

Höhere Zuverlässigkeit

Steigende Anschlussdichte

Kleinere Anschlussflächen

Kleinere Bauformen (01005)

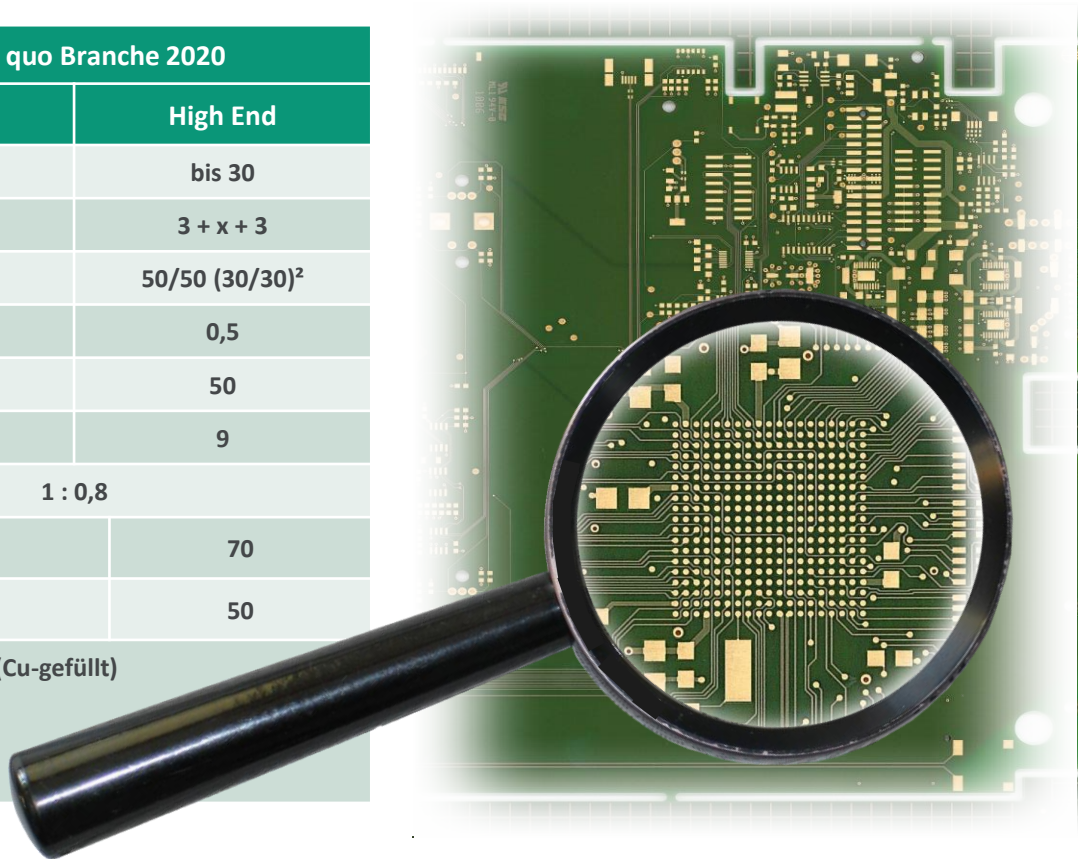
Geringerer Bauraum

Integration von Funktionalitäten

HDI-/ SBU-Technologien

Status quo Branche 2020

Merkmal	Status quo Branche 2020	
	Standard ¹	High End
Lagenanzahl	4 bis 10	bis 30
SBU Aufbauten	2 + x + 2	3 + x + 3
Line/Space (µm)	100/100	50/50 (30/30) ²
BGA Pitch (mm)	0,8 / 0,65	0,5
Dicke Innenlage (µm)	100	50
Dicke Basis-Cu (µm) Microvia-Lage	18	9
AR Blind Microvias (Ø/Tiefe)	1 : 0,8	
Breite Stopplacksteg (µm)	100	70
Stopplackfreistellung Pad (µm)	100	50
Umverdrahtungstechnologien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Blind Microvia (Cu-gefüllt) ▪ Buried Vias ▪ Staggered Vias ▪ Stacked Vias 	



Legende: ¹ Volumenproduktion, ² Niveau wird nur spezialisierten Herstellern erreicht

Quelle: ZVEI-Roadmap

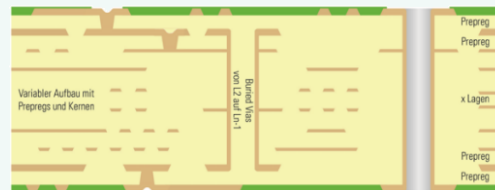
HDI-/ SBU-Technologien

Status quo Branche 2020

Typische Lagenaufbauten und Fülltechnologien

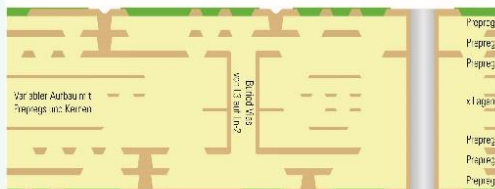
SBU 1-x-1

Zwei Microvia-Lagen in Kombination mit Buried Vias und Durchgangsbohrungen



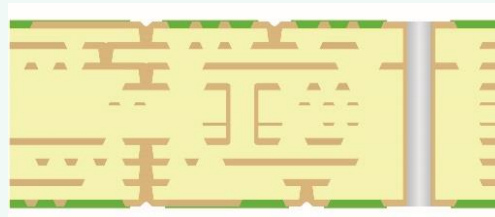
SBU 2-x-2

Stacked Microvia-Bohrungen in Kombination mit Buried Vias und Durchgangsbohrungen



SBU 3-x-3

Staggered und/oder Stacked Microvia-Bohrungen in Kombination mit Buried Vias und Durchgangsbohrungen



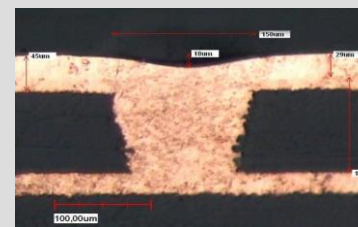
Cu-Filling von Microvias



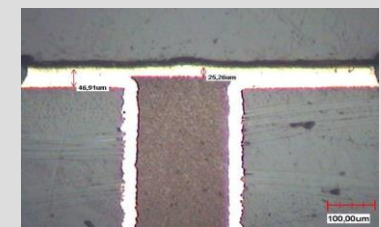
Füllen von Vias mit Harz



Filling + Capping von Buried Vias



Filling + Capping von Durchgangsvias



HDI-/ SBU-Technologien

Trends

Merkmal	Prognose 2025	
	Standard ¹	High End
Lagenanzahl	4 bis 12	bis 30
SBU Aufbauten	3 + x + 3	≥ 4 + x + 4
Line/Space (µm)	75/75	30/30 (15/15) ²
BGA Pitch (mm)	0,5	0,4
Dicke Innenlage (µm)	100	25
Dicke Basis-Cu (µm) Microvia-Lage	18	5
AR Blind Microvias (Ø/Tiefe)	1 : 1,2	
Breite Stopplacksteg (µm)	70	50
Stopplackfreistellung Pad (µm)	50	< 50
Umverdrahtungstechnologien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cu-gefüllte PTH (THF) ▪ Blind Microvia (Cu-gefüllt) ▪ Buried Vias ▪ Staggered Vias ▪ Stacked Vias 	

Legende: ¹ Volumenproduktion, ² Niveau wird nur spezialisierten Herstellern erreicht

Trends

Basismaterial

Anstieg des Materialanteils:

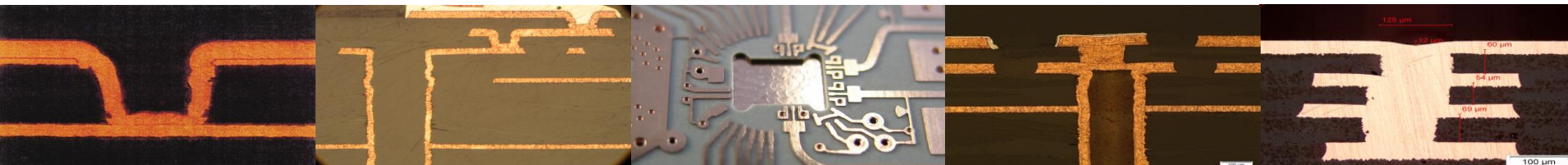
- von Mittel-/ Hoch-Tg-Basismaterialien
- von halogenfreien Basismaterialien
- CAF-beständigen Basismaterialien

Leiterplattenmerkmale

- Anstieg der Lagenanzahl
- Senkung Innenlagen- und PCB-Dicke
- Geringeres Line/Space
- Erhöhung Bohrungsdichte und des Aspect Ratio
- impedanzkontrollierte Aufbauten
- Minimierung der mechanischen Toleranzen
- Minimierung der Leiterbild- und Stopplacktoleranzen
- Einsatz von Mischaufbauten



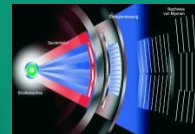
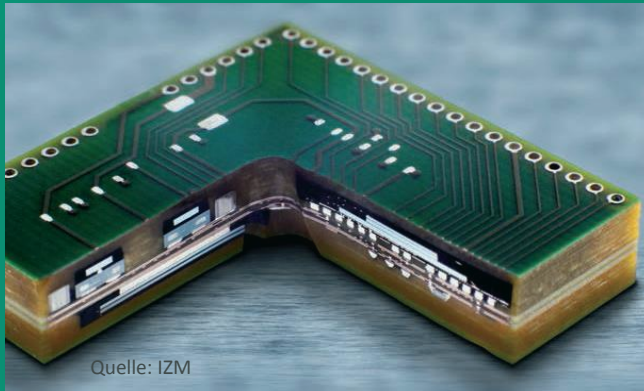
Quelle: ZVEI-Roadmap



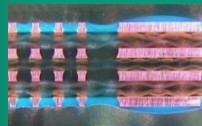
HDI-/ SBU-Technologien

Status quo 2020 - Integration von Funktionalitäten

Integrationsfelder



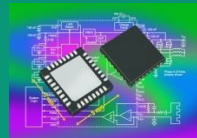
**Elektro-optische Elemente
(Emitter, Detektoren)**



**Thermische Elemente
(Wärmespreizer)**



**Sensorik
(Temperatur, Druck, ...)**



Aktive elektrische BE (IC's)



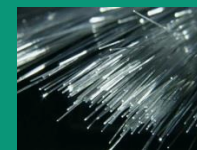
**Elektromechan. Elemente
(Piezo Aktoren)**



**Fluidische Komponenten
(Pumpen)**



**Elektro.-chem. Elemente
(Batterien)**



**Optische Elemente
(Lichtwellenleiter,
Koppelemente)**



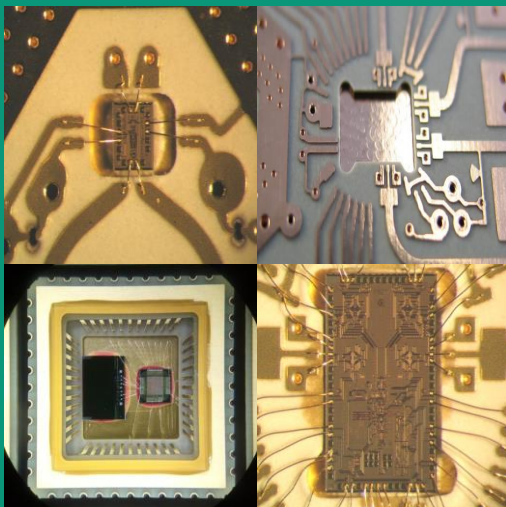
**Passive elektr. BE
(R-, L-, Cs)**

HDI-/ SBU-Technologien

Status quo Branche 2020 - Integration von Funktionalitäten

Tiefenfräsung

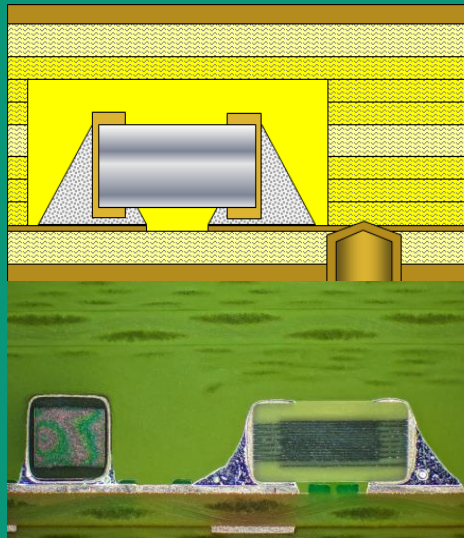
Kavernen durch Tiefenfräsen/ Laser,
Kontaktierung mittels AVT



Eingebetteter MEMS und ASIC, Nackt-Chip-Montage auf Innenlage 400µm

Embedded Solder IC

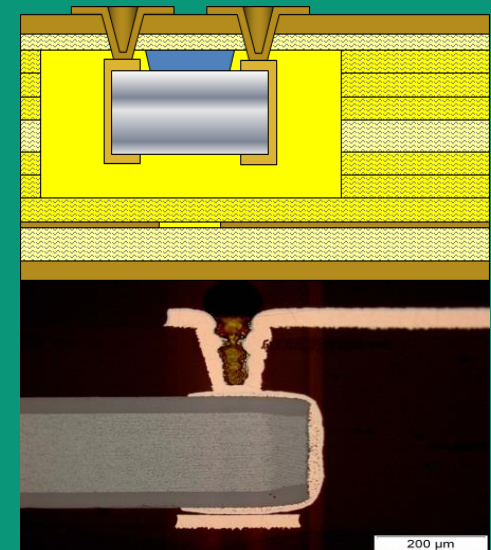
Kontaktierung durch Löten



Eingebettete passive Bauelemente

Direct Cu Interconnects

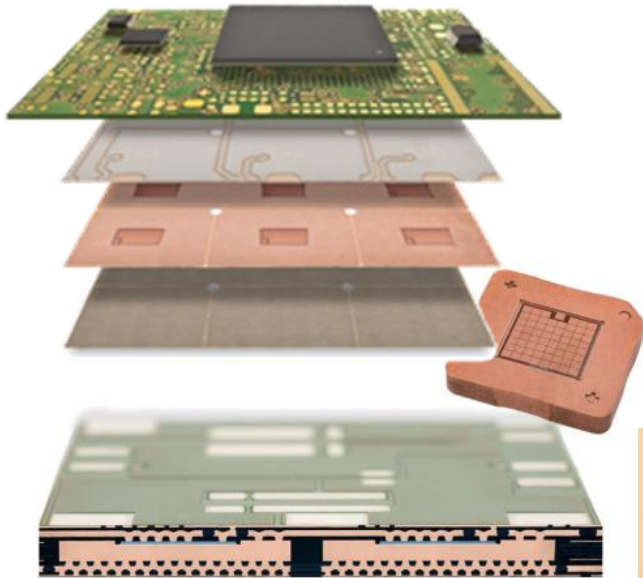
Kontaktierung durch Laser-Vias



Eingebettete passive Bauelemente

HDI-/ SBU-Technologien

Trends

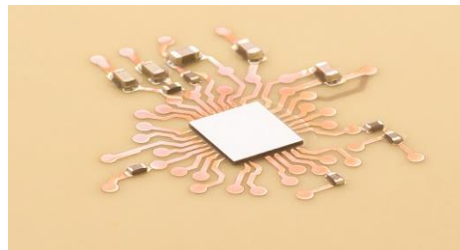
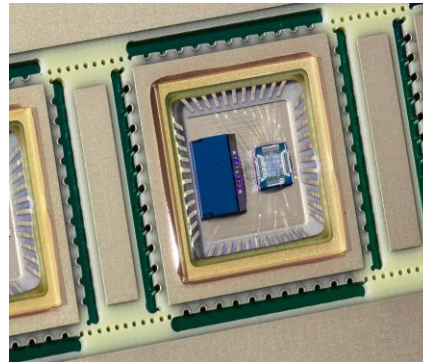


p² Pack-Technologie (Quelle: SEAG)

- Embedding von Leadframes in Kavitäten
- Kombination Logik + Leistungselektronik

Frästechnologie (KSG GmbH)

Eingebetteter Inertialsensor (MEMS)



i² Board – Technologie (Quelle: SEAG)

Nackchip + passive BE bestückt auf Interposer

Trends

- Einsatz dünnerer Substrate
- Reduzierung der Leiterbahndicke für Build-up Substrate
- Reduzierung Line/ Space
- Reduzierung der Via-Durchmesser
- Anstieg der thermo-mechanischen Anforderungen
- Anstieg des Embedding von aktiven Bauelementen

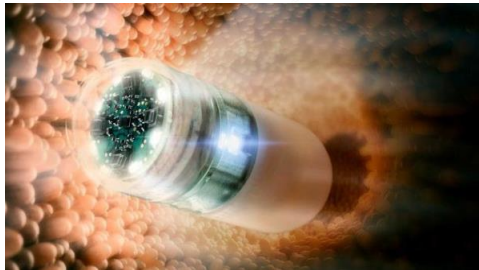
Weil Qualität
nicht relativ
sein kann.



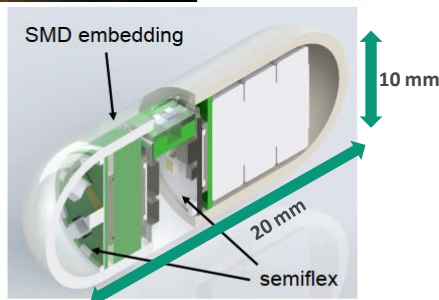
HDI-/ SBU-Technologien

Trends - Miniaturisierung / Systemintegration

Capsule Endoscope – Hardware Concept



- 5 front cameras with integrated lens
- LED for illumination
- 1 side camera (movement tracer)
- FPGA for image compression
- flash memory for image storage
- microcontroller
- 3 batteries



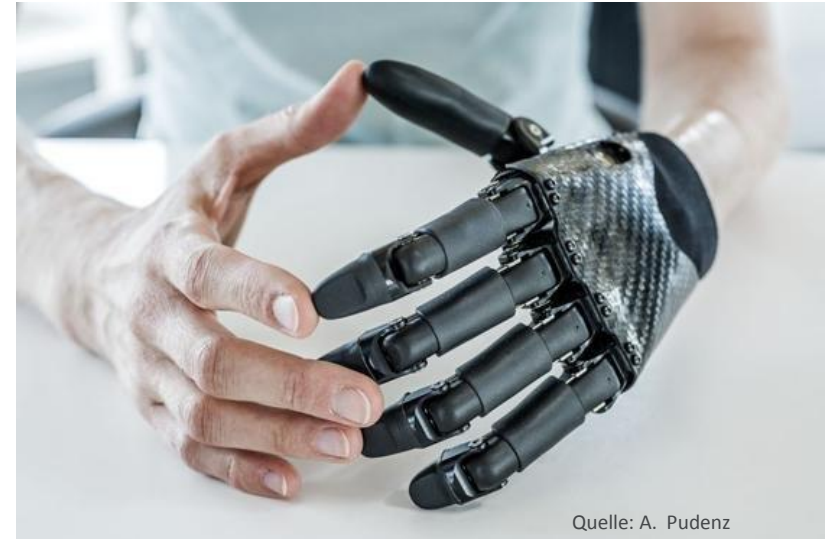
andreas.ostmann@izm.fraunhofer.de



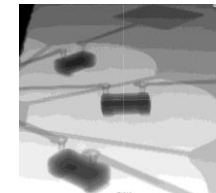
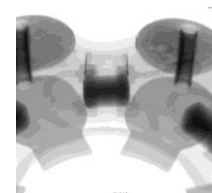
Quelle: FhG IZM

Miniaturisiertes Kapsel-Endoskop

Modul Stacking, eingebettete Bauelemente, Semiflex



Quelle: A. Pudenz



Mikroantriebe Prothetik (KSG)

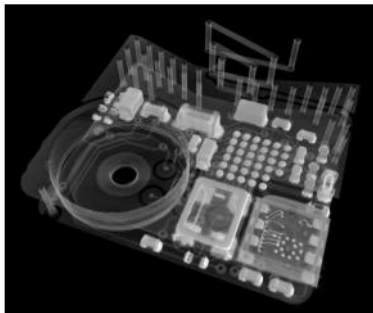
Eingebettete passive Bauelemente in der Steuerelektronik

HDI-/ SBU-Technologien

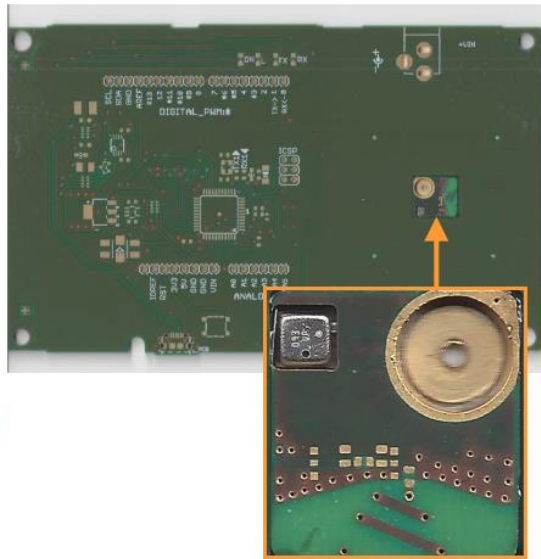
Trends - Miniaturisierung / Systemintegration

Projekt PCB 4.0

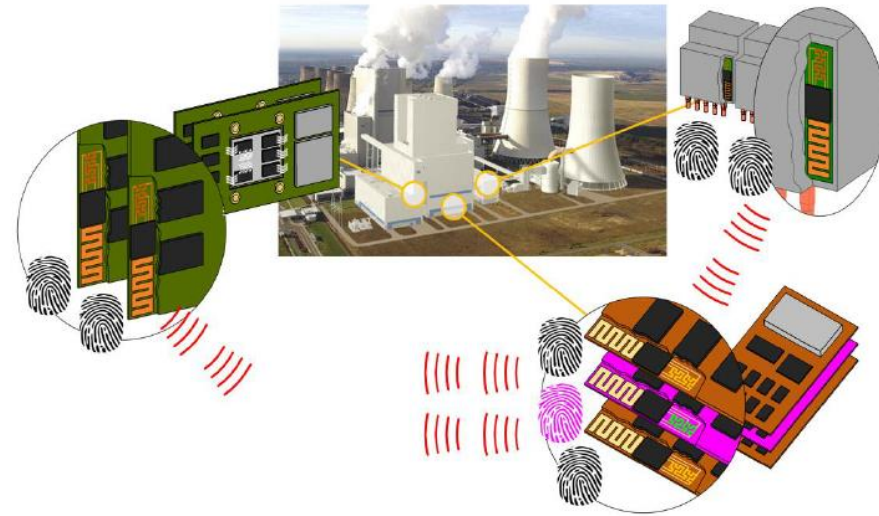
Entwicklung eines hochintegrierte IoT-Funksensormoduls zur vernetzten Überwachung von Betriebszuständen während der Fertigung und der Produktlebenszeit.



Zielgröße IOT-Sensor < 0,2 cm³
embedded in PCB



Embedding IoT-Funksensor-Modul in Test-Motherboard



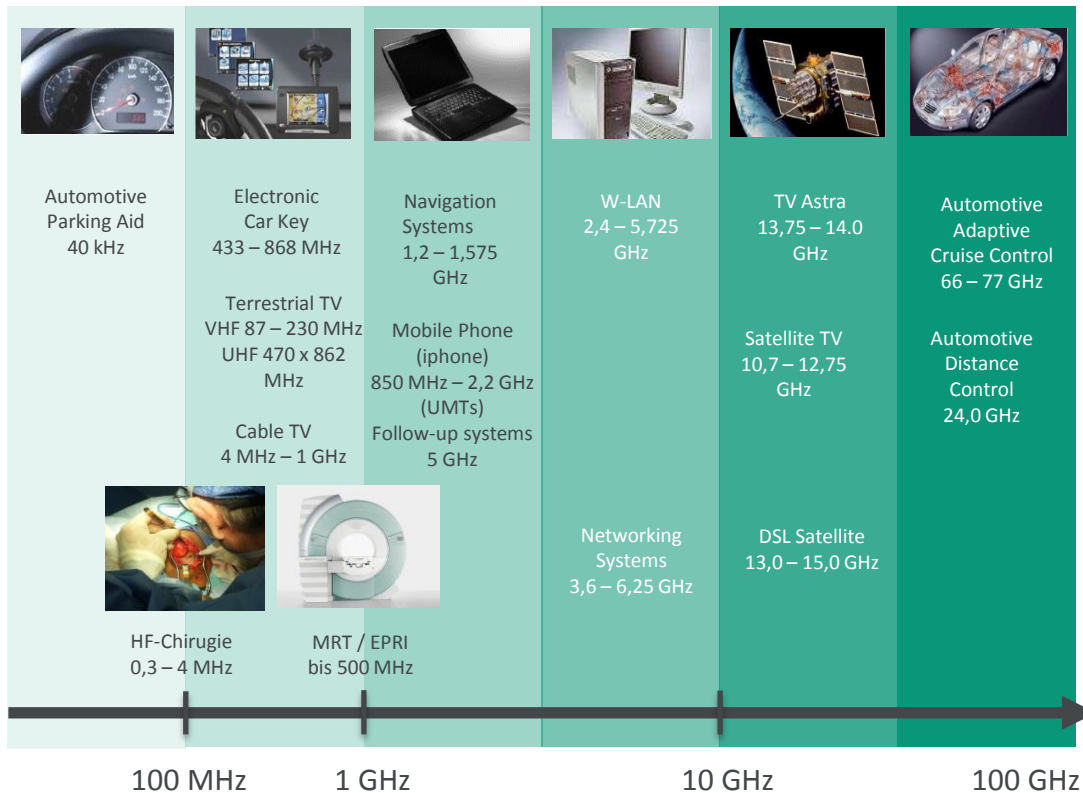


FED-Webinar

Leiterplattentechnologien für HF-Anwendungen

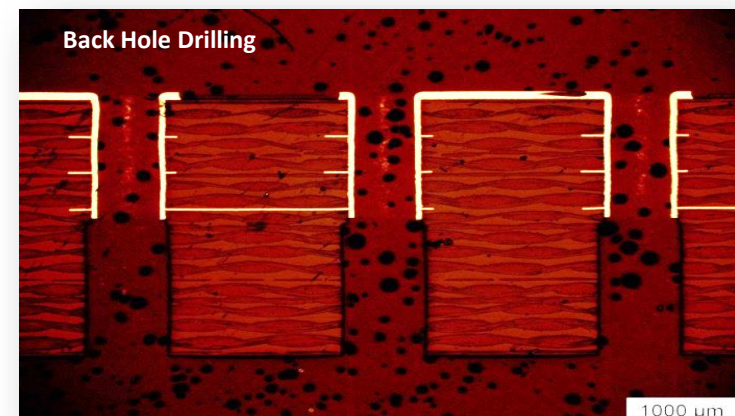
PCB-Technologien für HF-Anwendungen

Status quo 2020



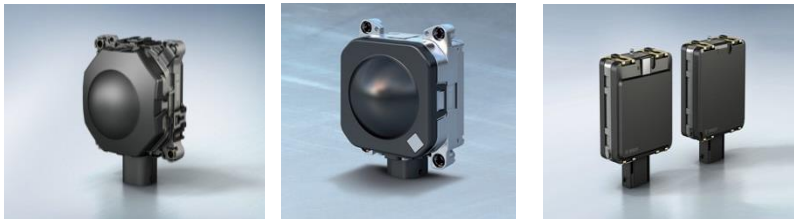
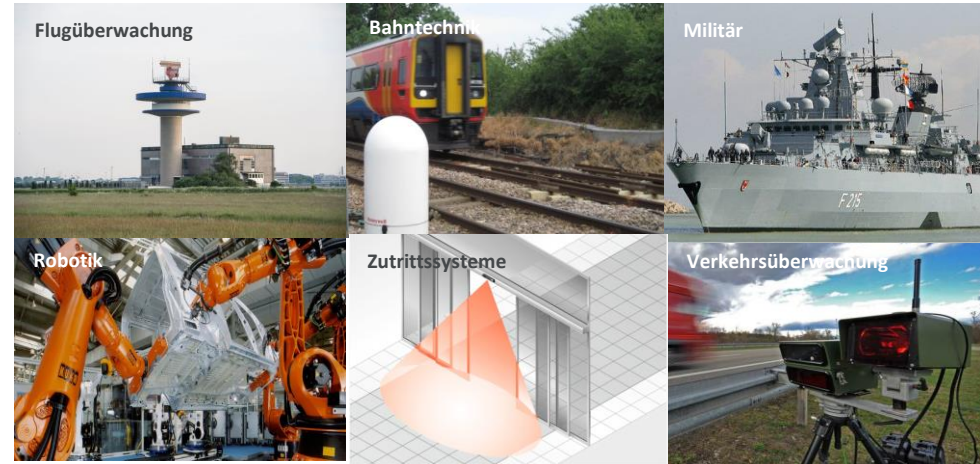
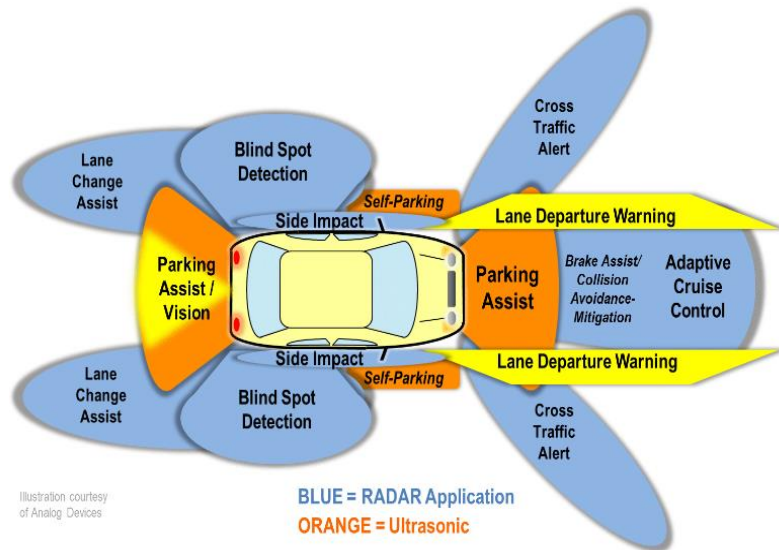
Charakteristik

- Eingengezte Leiterbild-/ Dickentoleranzen und mechanische Toleranzen
- Einsatz von unsymmetrischen Hybridaufbauten (FR4-PTFE)
- Einsatz von nicht glasfaser-verstärkten PTFE-Basismaterialien
- Einsatz von Sondertechnologien – Back Hole Drilling



PCB-Technologien für HF-Anwendungen

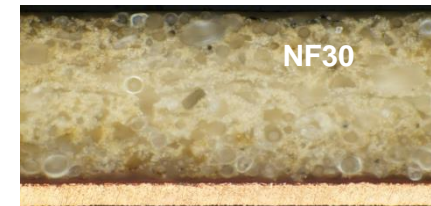
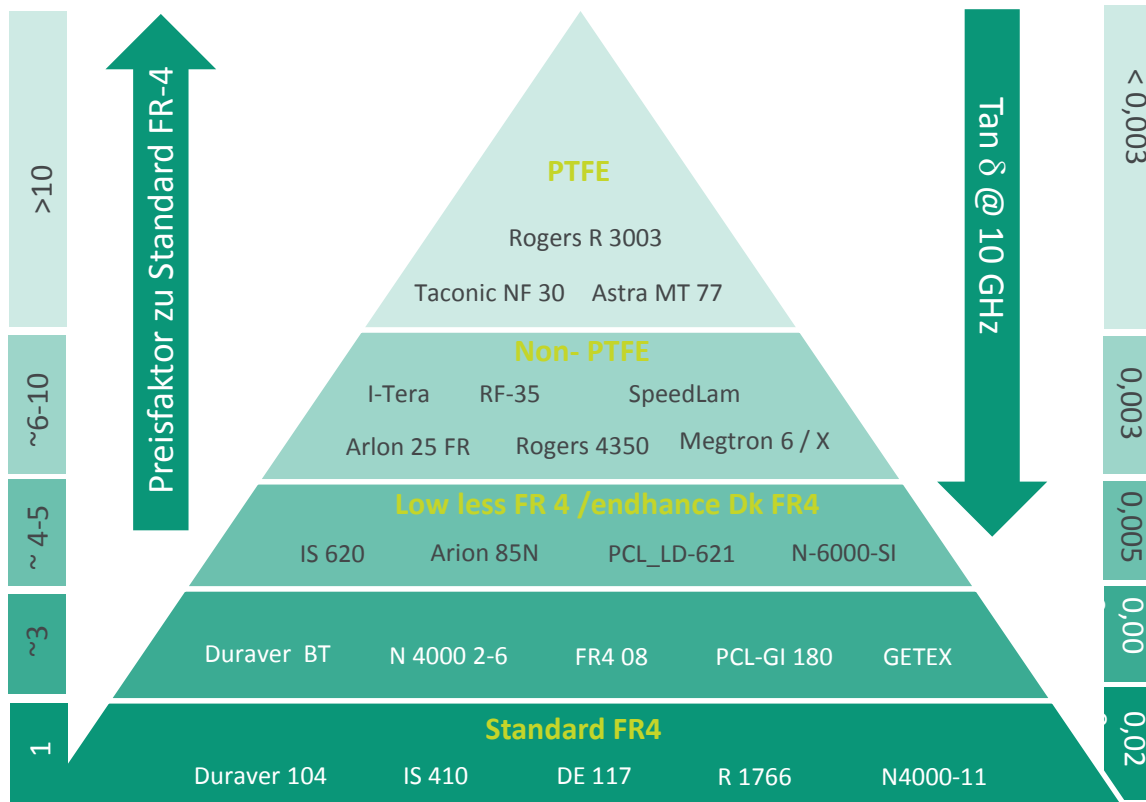
Status quo 2020 - Anwendungsfelder



Long Range Radar 3. und 4. Generation, sowie Mid Range Radar
Quelle: <http://products.bosch-mobility-solutions.com>

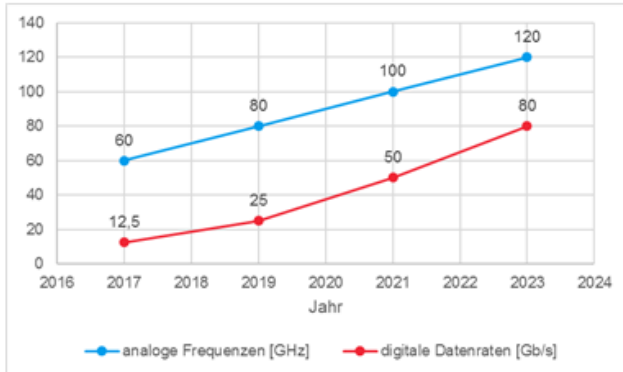
PCB-Technologien für HF-Anwendungen

Status quo 2020 – Materialienperformance vs. Kosten

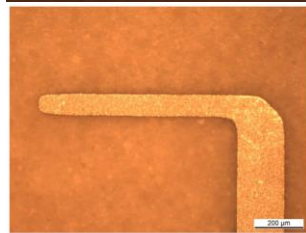


PCB-Technologien für HF-Anwendungen

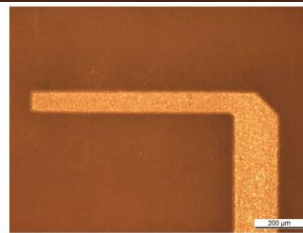
Trends



Prognose Entwicklung der Frequenzen
Quelle: Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG



Etched

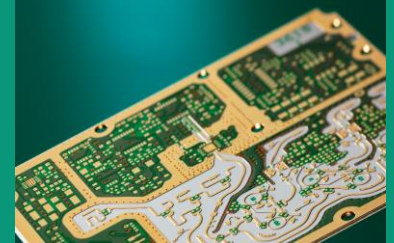


Embedded Antenna process

Embedded Antennensystem
Quelle: Schweizer Elektronik AG

Trends

Basismaterial

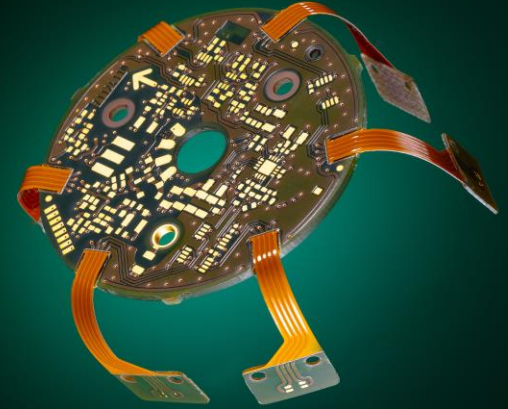


- Entwicklung neuer PTFE-Materialsysteme für Anforderungen von 80 – 100 GHz mit:
 - ✓ geringerem Verlustfaktor / Dielektrizitätskonstante
 - ✓ eingeschränktem Toleranzbereich
 - ✓ geringerem Kupfertreatment

Leiterplattenmerkmale

- Anstieg der Lagenanzahl
- Minimierung der Ätztoleranzen / Verbesserung der Leiterzuggeometrie
- Senkung Innenlagen- und Leiterplatten-Dicke
- Geringeres Line/Space
- Erhöhung Bohrungsdichte
- Erhöhung des Aspect Ratio
- Minimierung der Leiterbild- und Stopplacktoleranzen
- Einsatz alternativer Oberflächen z.B. ISIG

FED-Webinar



Flex-/ Starrflex- Leiterplattentechnologien

Flex-/ Starrflex-Technologien

Anwendungsfelder Medizintechnik

Patientenüberwachung

EKG-Geräte

Blutzuckermessgeräte

Blutdruckmessgeräte

Medizinische Therapie

Hörgeräte

Herzschrittmacher

Stimulatoren

Prothesen

Medizinische Ausrüstungen

Beleuchtungssysteme Zahnmedizin

Endoskope

Wearables

E-Pflaster/ - Bandagen

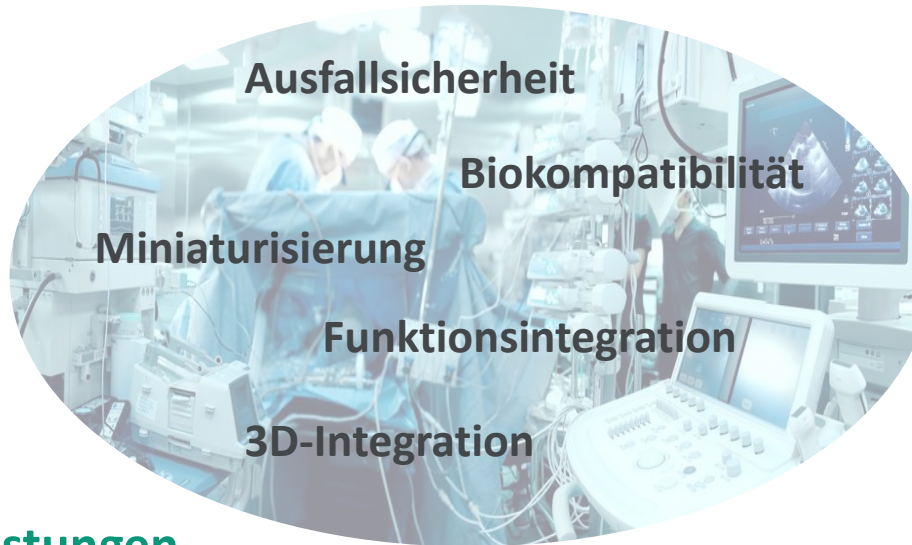
Diagnose/ Bildgebung

Röntgen

MRT

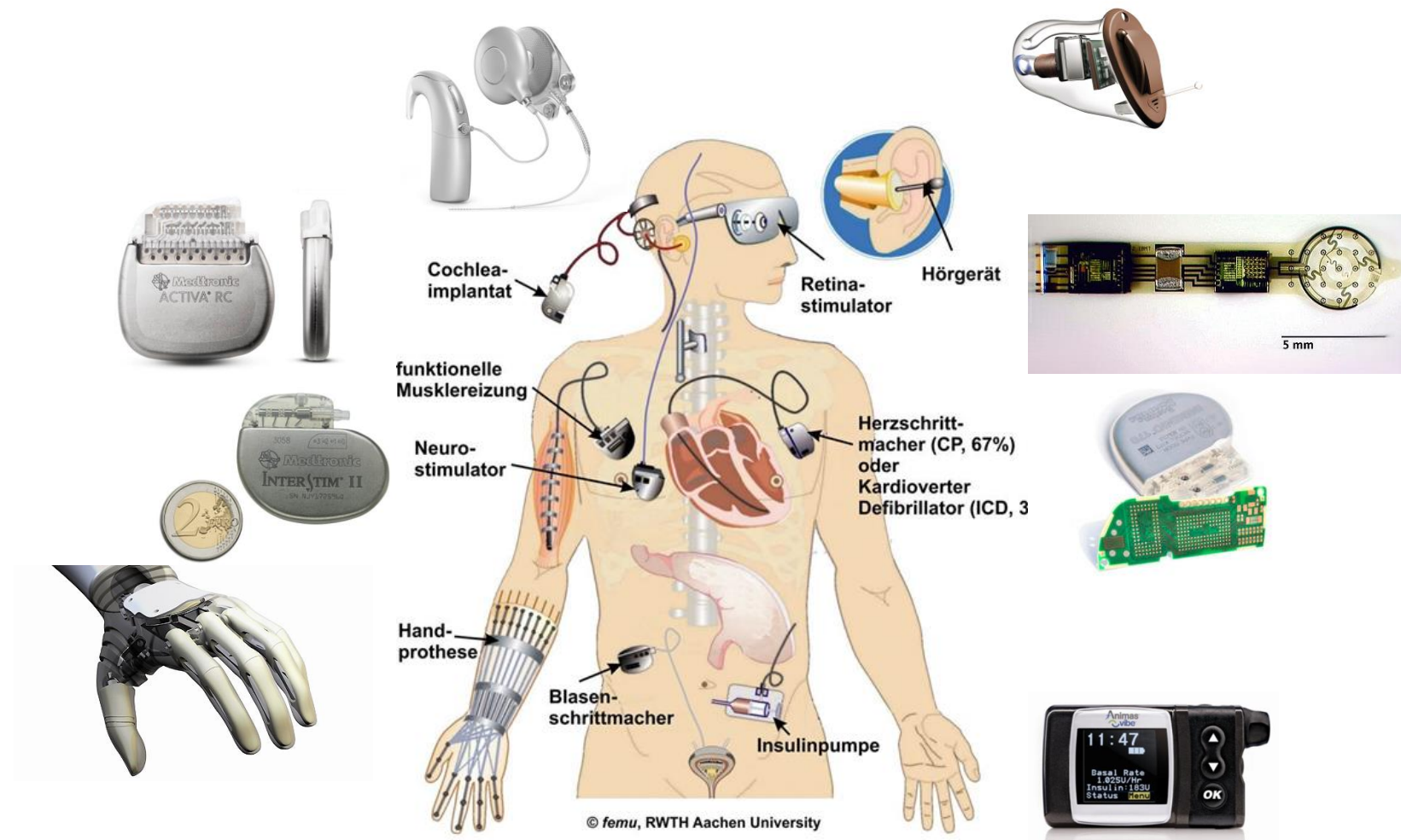
CT

Endoskope



Flex-/ Starrflex-Technologien

Intra-/extrakorporale Anwendungen



Quelle: AT&S, Cicor, O. Bock, Activa, Oticon, Collofong

Flex-/ Starrflex-Technologien

Status quo Branche 2020

Merkmal	Status quo Branche 2020	
	Standard	High End
Lagenanzahl starrer Bereich	4 - 8	16
Lagenanzahl flexibler Bereich	2	4
Besonderheiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kombination Starrflex mit HDI Lagen - Staggered HDI Aufbauten - Dünne Fullflex 2-8 lagige Aufbauten mit mehrstufigen Biegezonon 	

Basismaterial

Flexible Laminate

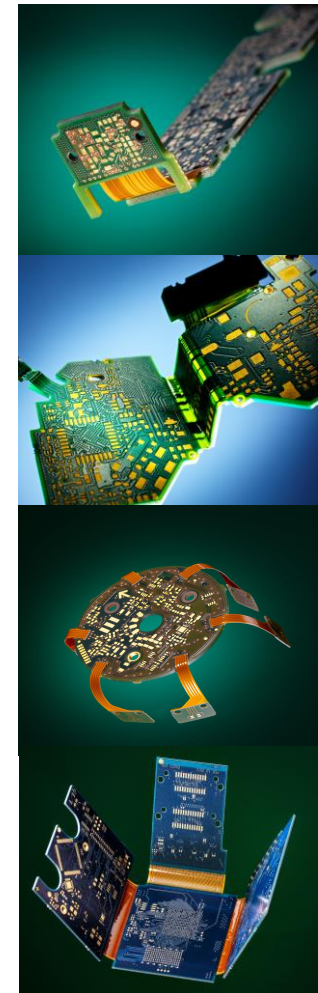
- Polyimid
- Polyester (PET, PEN)
- Liquid Crystal Polymer (LCP)
- Acrylklebersysteme, kleberlose Systeme
- Walz-Cu, elektrolytisch abgeschiedenes Cu

Starre Laminate

- Standardmaterialien im Mittel-/ Hoch-Tg-Bereich

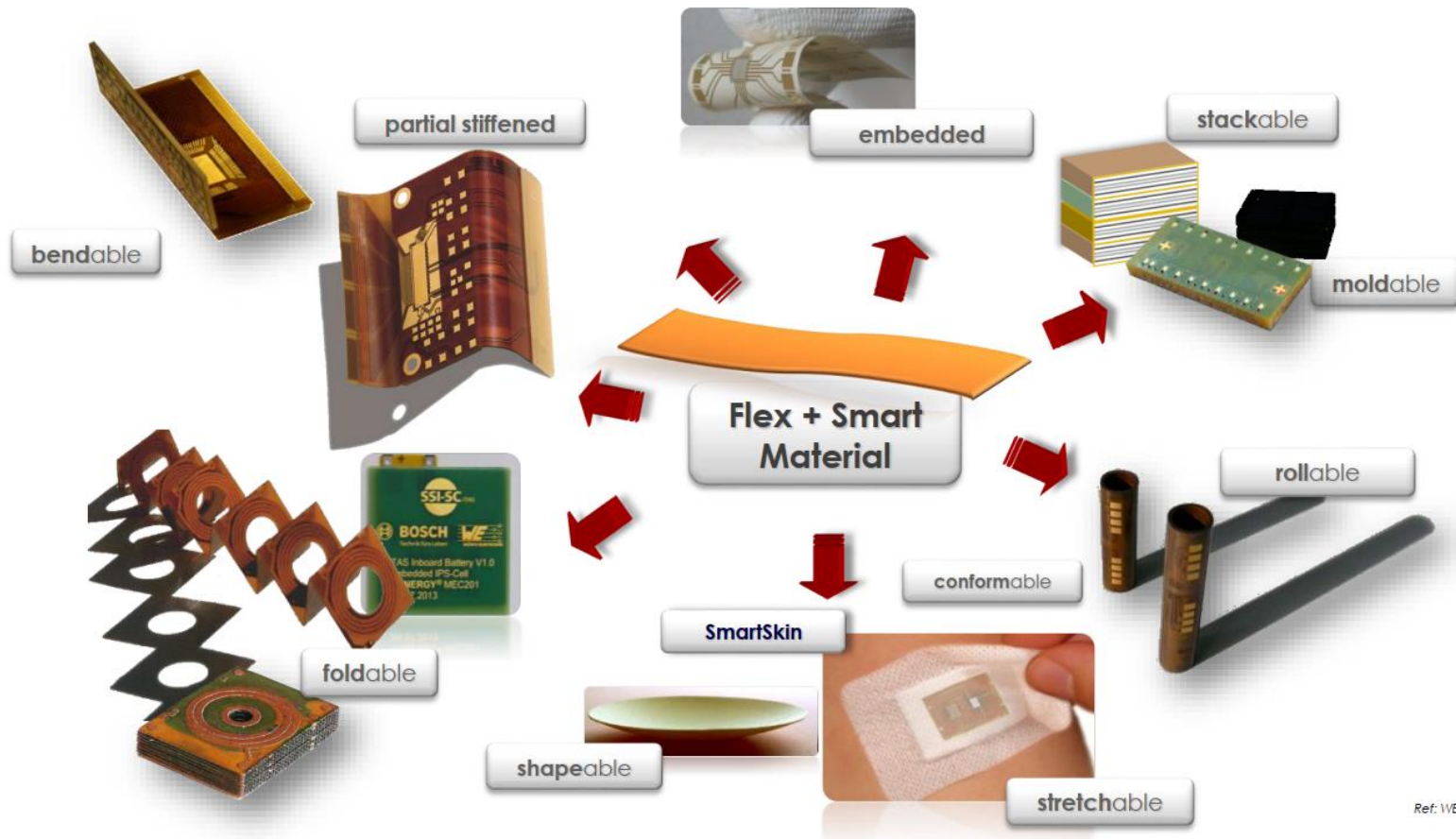
Technologien (Starrflex)

- unsymmetrische/ symmetrische Anordnung der flexiblen Lage
- Buchbinder Technologie
- Stiffener-Verstärkung
- Coverlay-Abdeckung oder Flexlackbeschichtung



Flex-/ Starrflex-Technologien

Trends - Systeme in Flex



Quelle: Würth Elektronik

Flex- /Starrflex-Technologien

Trends - Vom Dienstleister zum Systemlieferanten

Dienstleister -Leiterplatte

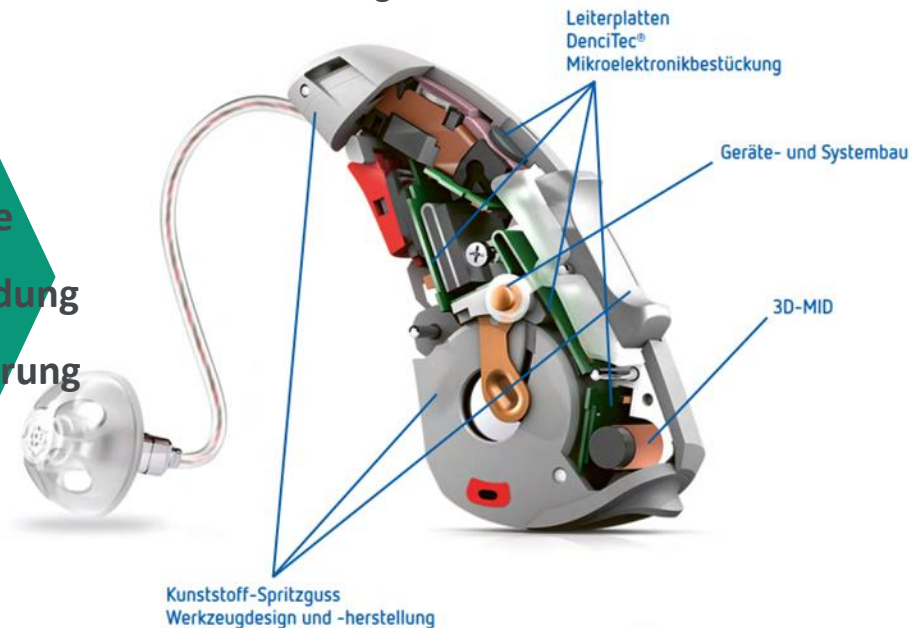
- Leiterplattenfertigung



Erhöhung Wertschöpfung
Erschließung neuer Märkte
Intensivierung Kundenbindung
Know-how-Gewinn/-Sicherung

Systemlieferant

- Entwicklungsleistung
- Leiterplattenfertigung
- Komponentenfertigung
- Bestückung
- Montage



Quelle: Cicor, Multi CB

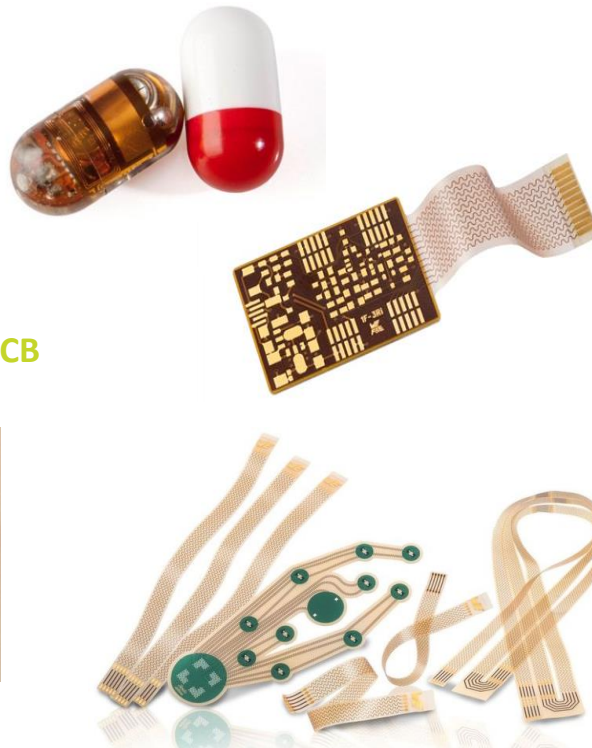
Flex- /Starrflex-Technologien

Trends

Systemintegration - Chip in Foil



Miniaturisierung - SMART E-Pills



Funktionalisierung – Falt-/ rollbare PCB



Quelle: Würth Elektronik, CRADL-Projekt

Funktionalisierung - Dehnbare flexible PCB

Elastische PCB zur Messung Herz-Lungenfunktion
(EU-Projekt CRADL: Würth Electronic, IZM, Swisstom)

ADULT CRADL



CRADL Project

Continuous Regional Analysis Device for neonate Lung
(CRADL)

Flex-/ Starrflex-Technologien

Trends

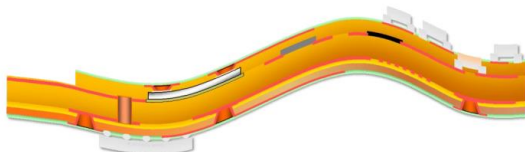
Merkmal	Trend bis 2025	
	Standard ¹	High End
Lagenanzahl starrer Bereich	4 - 12	> 16
Lagenanzahl flexibler Bereich	≤ 4	> 4
Besonderheiten	<ul style="list-style-type: none"> - Starrflex mit embedded IC's und Inlays - Stacked HDI Aufbauten - Übergang zu Fullflex mit abgedünnten Biegezonen (100 µm gesamt mit 25 µm Biegezone) 	

Multifunktional und formbar



x Flex

Ein System zum Falten, Rollen, Stapeln, Stretchen



Quelle: Würth Elektronik

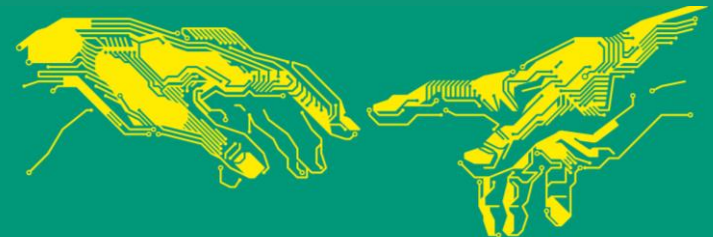
Trends

Basismaterial

Anforderungen zur Dehnbarkeit, Flexibilität, Hautverträglichkeit erfordern den Einsatz neuer Materialien wie z.B. Polyurethan

Leiterplattenmerkmale

- Anstieg der Lagenanzahl im starren und flexiblen Bereich
- Anstieg von Embedded-Lösungen
- Minimierung der mechanischen Toleranzen
- Minimierung der Leiterbild- und Stopplacktoleranzen



Vision

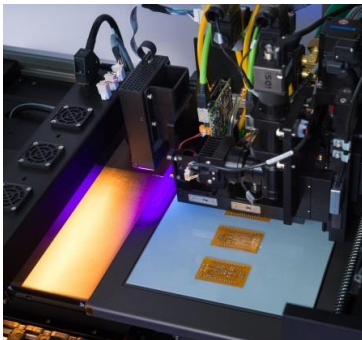
Additive Fertigungstechnologien

PCB on Demand

3D-Drucker der Fa. Nano Dimension (Israel) zur Herstellung von PCB-Prototypen/ -Funktionsmustern

Materialien: Dielektrikum = Polymer; Leiterbahnen/DK = Silbertintensystem)

Digitale
Revolution?
Nur mit der
richtigen
Technologie.



**NANO
DIMENSION**
3D PRINTED ELECTRONICS



Winner of the
productronica
innovation award 2017

Quelle: Nano Dimension

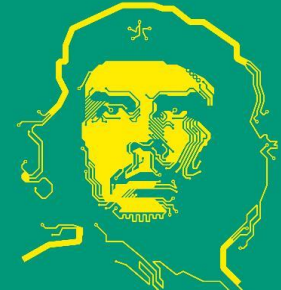
Additive Fertigungstechnologien

Soldermask Inkjetting

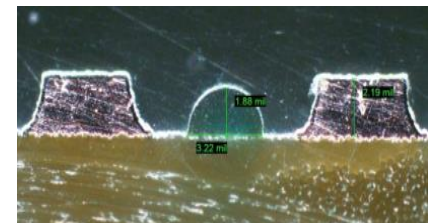
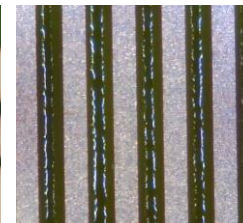
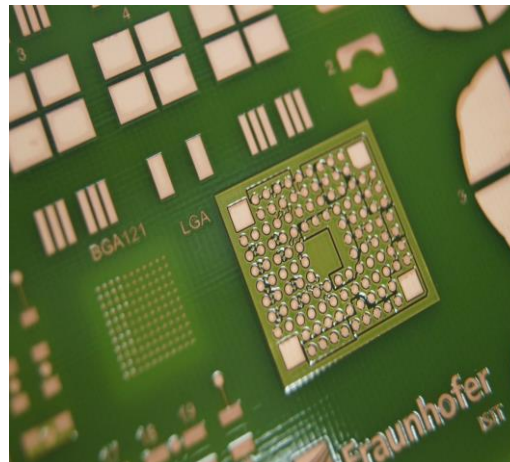
Digital Applikation der Stopplackmaske

- Reststegbreiten < 70 µm
- höhere Registriergenauigkeit
- Einsparung von Prozessschritten

**Digitale
Revolution?
Nur mit der
richtigen
Technologie.**



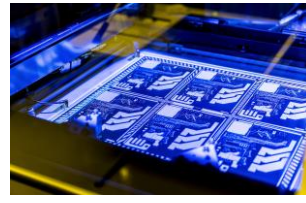
InkJet-System n.jet (Notion)



Quelle: Notion

Quelle: Nano Dimension

Vielen DANK ...



... für Ihre Aufmerksamkeit!

Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte nur mit ausdrücklicher Genehmigung der KSG GmbH.

Referent



Dipl.-Ing. (FH) Ralph Fiehler
Leiter Entwicklung

Phone +49 (0)3721 266-275
ralph.fiehler@ksg-pcb.com

KSG GmbH
Auerbacher Straße 3 - 5
09390 Gornsdorf
www.ksg-pcb.com