



Marco Luniak

Anwendung polymerer Dickschichtpasten

Gliederung

Einführung

Applikationen

Einschränkungen

Ausblick

Verfahren zur Herstellung kostengünstiger Hybrid-Schaltungen

- Additiver Strukturaufbau
- Geringer Materialaufwand
- Effizienter Trocknungsprozess
- Große Substratvielfalt
- Mehrlagenfähigkeit
- Integrationsmöglichkeit von passiven Bauelementen

Polymere Dickschichtpasten:

Partikel aus Funktionswerkstoffen, eingebettet in eine Polymermatrix:

Standardpasten:	Leit-, Widerstands- und Isolationspasten
Sonderpasten:	Elektrolumineszenz-, Sensor- und ferroelektrische Pasten, Pasten für organische Solarzellen und Batterien

Konventionelle Dickschichttechnik**Polymere Dickschichttechnik**

500..1000°C	Prozess- temperatur	20..200°C
30..120 min.	Prozess- zeiten	5 sec..30min
Glas, Glaskeramik	Pastenmatrix	Epoxydharz, Silikon
Sintern	Bindungs- mechanismen	Polyaddition, Polykondensation
Glas, Keramik, Stahl	Substrat- materialien	PVC, PET, FR4, Papier

Füllstoffe der Dickschichtpasten

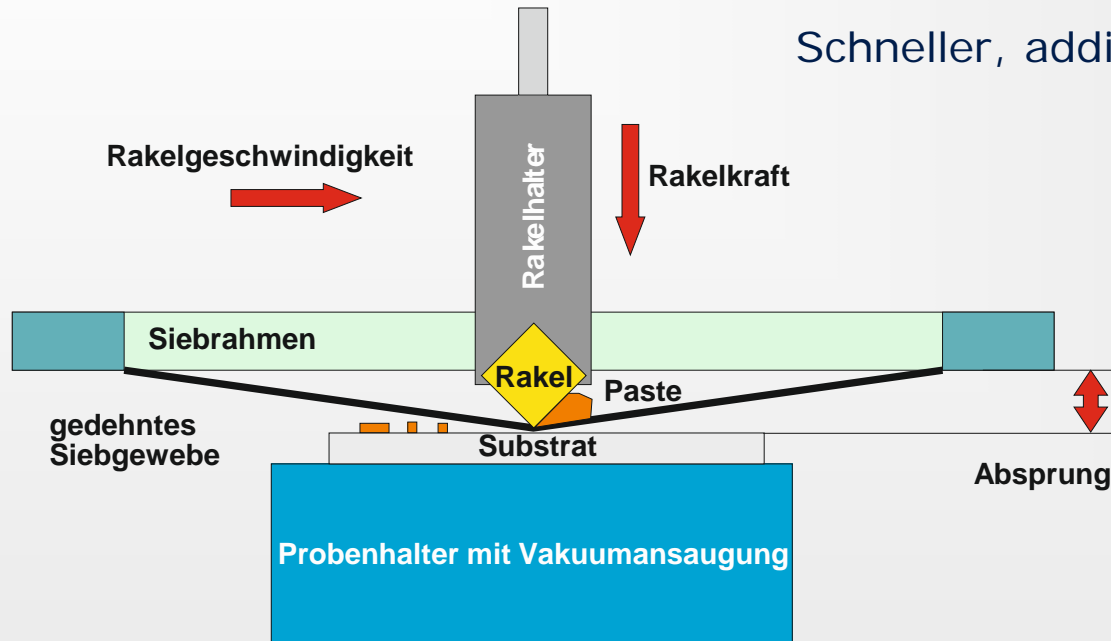
Konventionelle Dickschichttechnik

Polymere Dickschichttechnik

Gold, Silber, Kupfer, Platin	Leitpasten	Silber, Kupfer, Karbon
Rutheniumoxid, Iridiumoxid	Widerstands- pasten	Karbon
Glas, Glaskeramik	Isolations- pasten	Polymere (z.T. gefüllt)

Technischer Siebdruck

Schneller, additiver Prozess

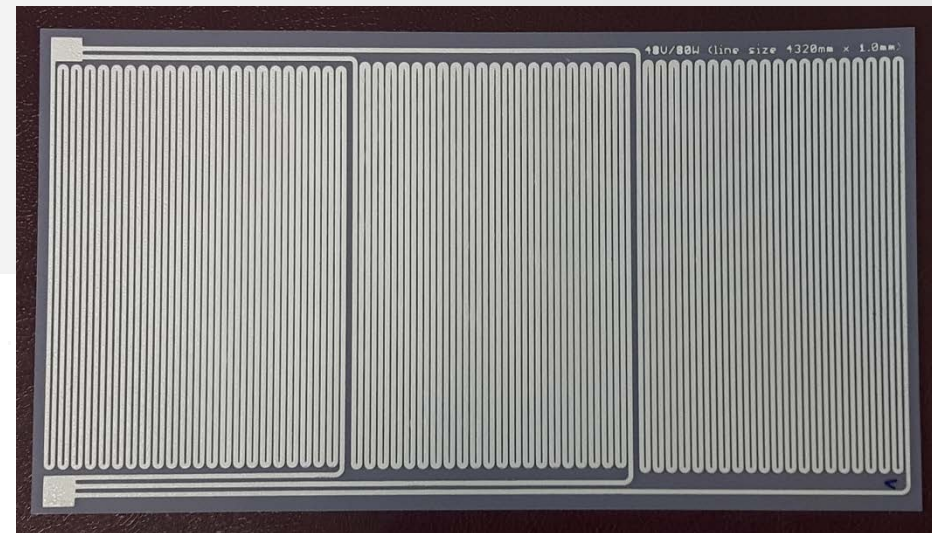


Typische Schichtdicken $> 5\mu\text{m}$
Min. Line/Space-Auflösung $< 120\mu\text{m}$ ($50\mu\text{m}$)



Anwendungen

Einfache Schaltungen
Multilayer
Folientastaturen
Heizer



80W-Folienheizer zur Temperierung
der Röntgenröhre im CT nanotom

RFID

Multifunktionale SmartCard (EU-Projekt FORMAT)



- flexible Batterie (aufladbar)
- flexibles Display
- Display-Treiber
- biometrischer Sensor
- Tastatur
- Dual Interface (RFID, Kontakt)

RFID-Fahrkarte



Siebgedruckte doppelseitige Antenne

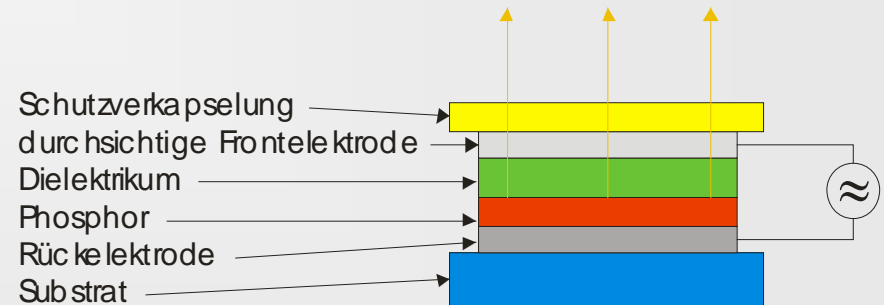
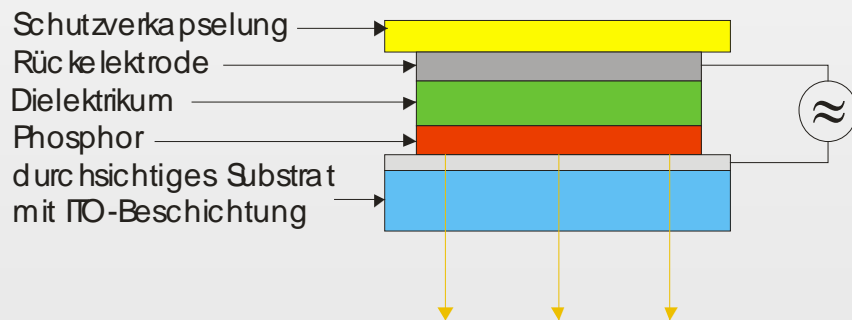
Elektrolumineszenzpasten

Silberleitpasten, transparente Leitpasten (ITO, PEDEOT)

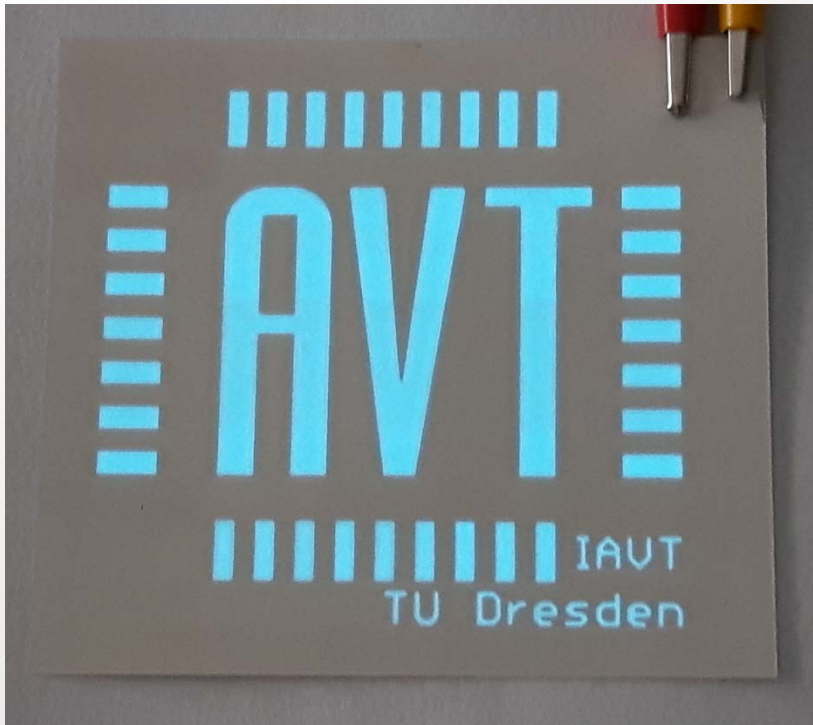
Dielektrikumpasten

Phosphor-Pasten (bestimmen die Leuchtfarbe)

Wechselspannungsanregung 30..150 V, 300..1000 Hz



Aufbauvarianten



Strukturierter Druck
des Phosphor-Layers

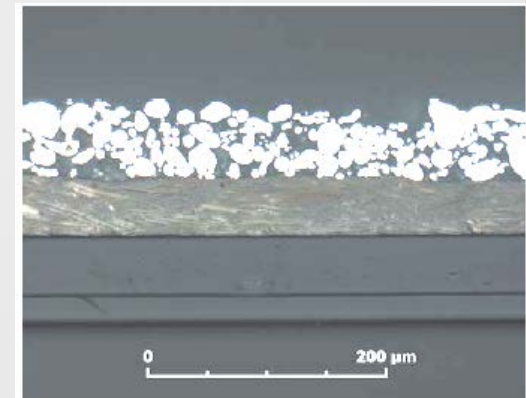
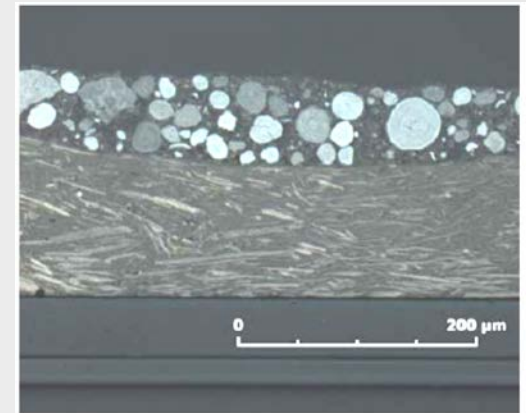
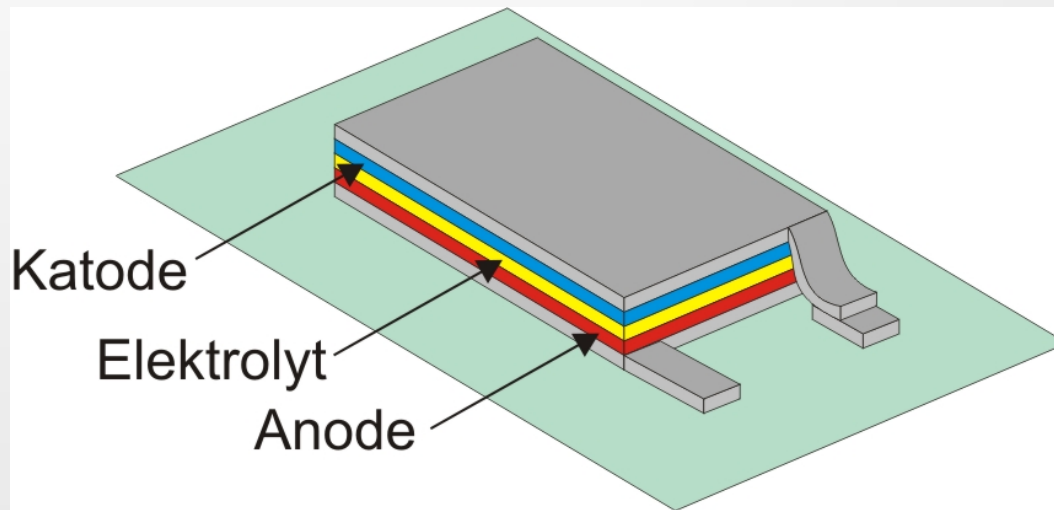
Laserabtrag der Rückelektrode
ohne Beschädigung des
Dielektrikums

Pastensysteme für gedruckte Batterien

Nennspannung 1,5 V

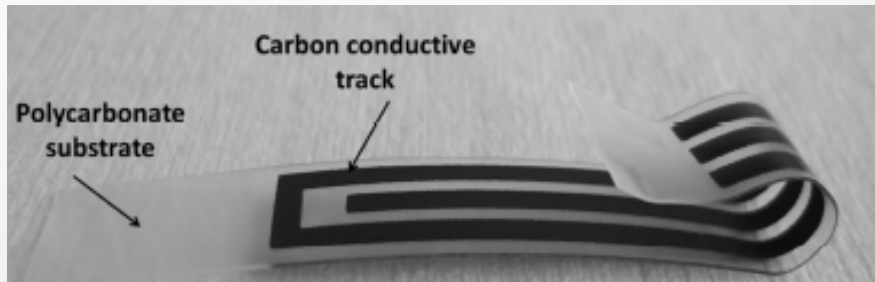
Kapazität 15 mAh

Dicke 0,6 mm

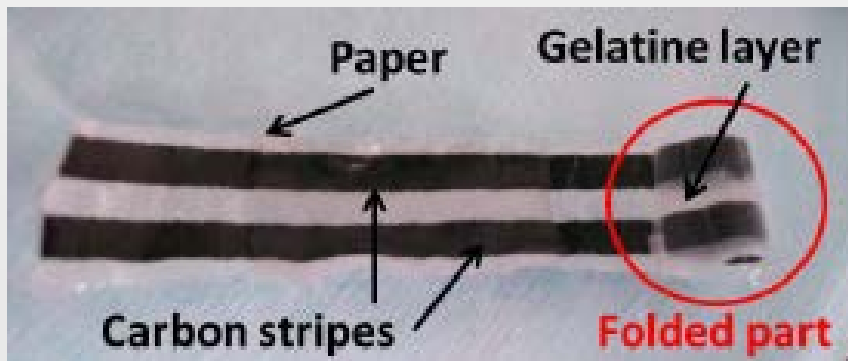


Anwendungen in der Medizin

Elektroden zur Überwachung und Stimulation von Nervenbahnen

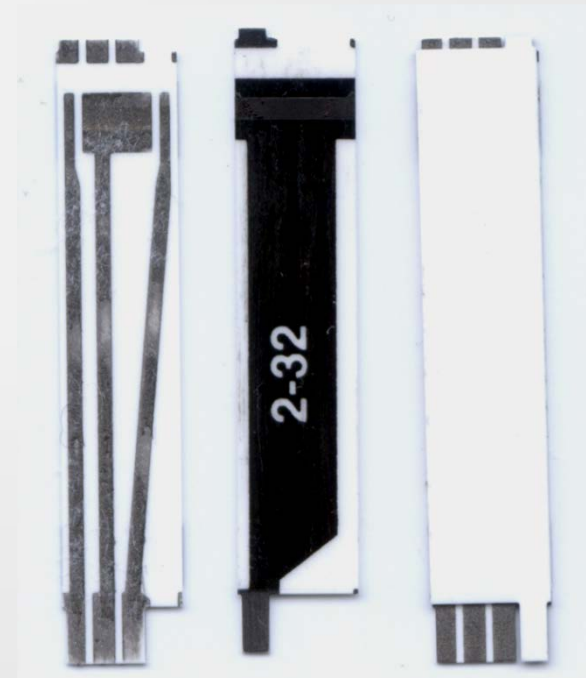


- Druck auf flache Folien und Umformen des thermoplastischen Substrats



- Realisierung einer selbstfaltenden Elektrode

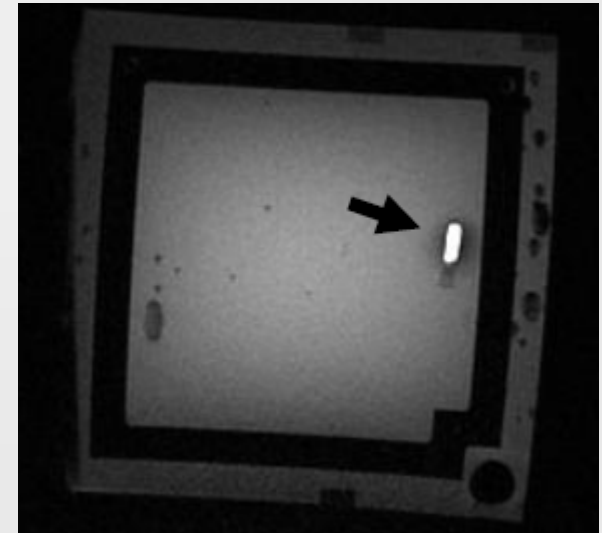
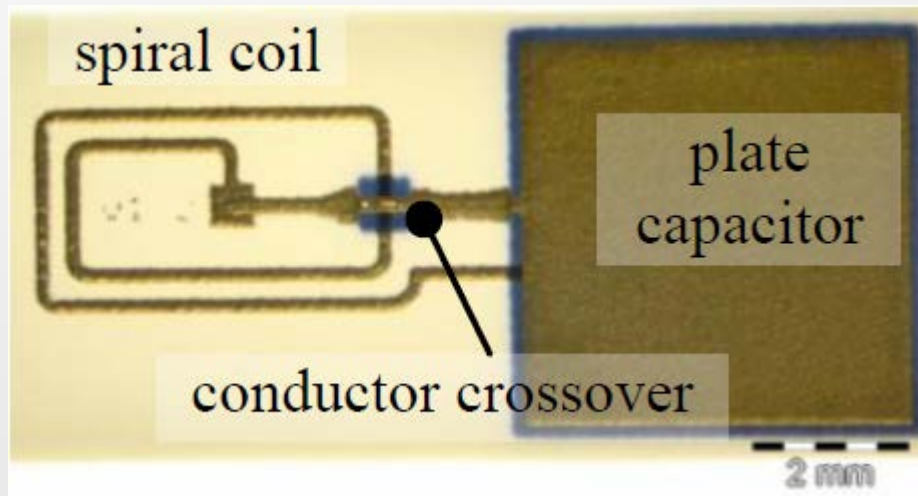
Blutzucker-Messstreifen



- Kohlen-Elektroden, Ag-Kontakte
- Ag/AgCL-Referenzelektroden

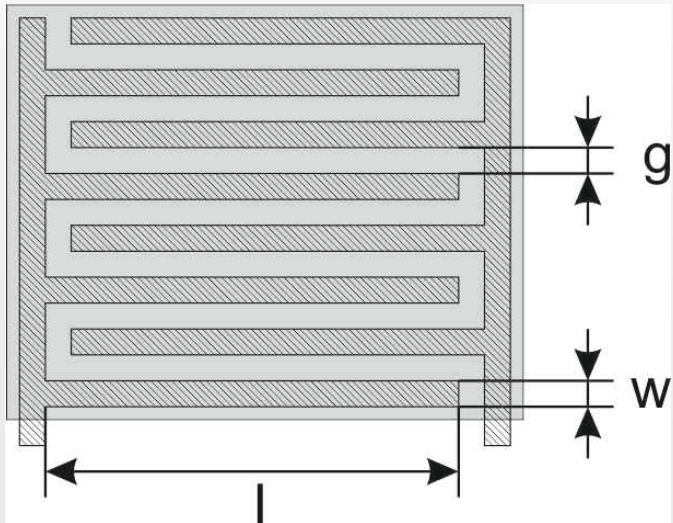
Planare Resonanz-Marker

- Zusammenarbeit mit der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Visualisierung von medizinischen Instrumenten im MRT



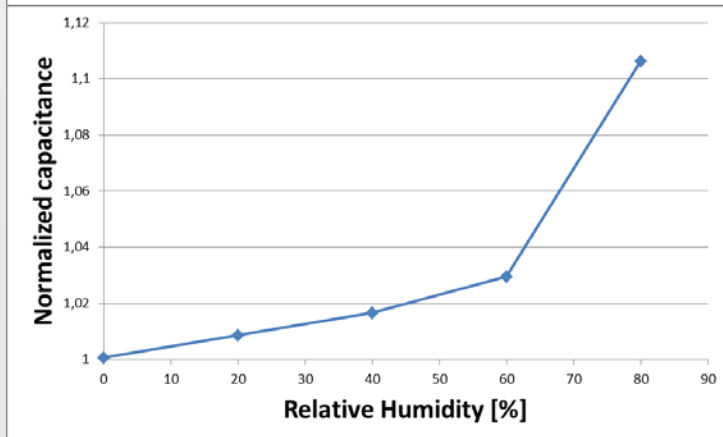
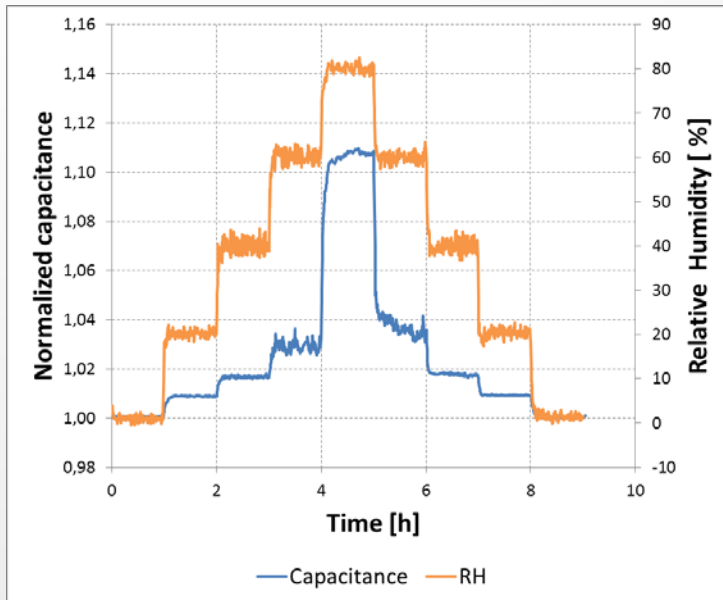
Feuchtesensoren für SHM-Anwendungen

- Planarer Interdigital-Kondensator mit feuchtesensitiver Abdeckung

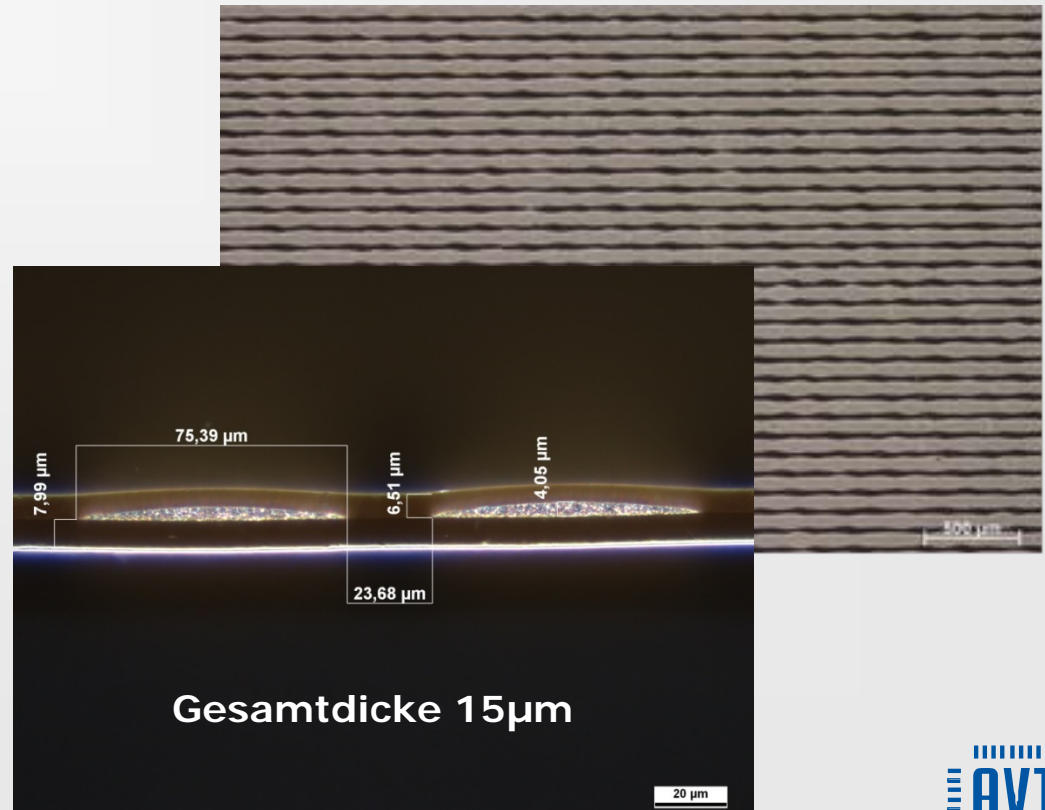


- Substrate: Polyimid-Folie (8 μm)
Kapton® von Du Pont™
- IDC: Silberpaste
CA 2503-4 von Daiken Chemical Co., Ltd.
- Abdeckpaste: Polyimid-Paste
Pyralin® PI-2574 von HD microsystems™
- Fingerbreite 35 μm
- Fingerzwischenraum 65 μm
- Sensorfläche 17,5mm x 17,5mm
- Fingerpaare 88

Experimentelle Ergebnisse

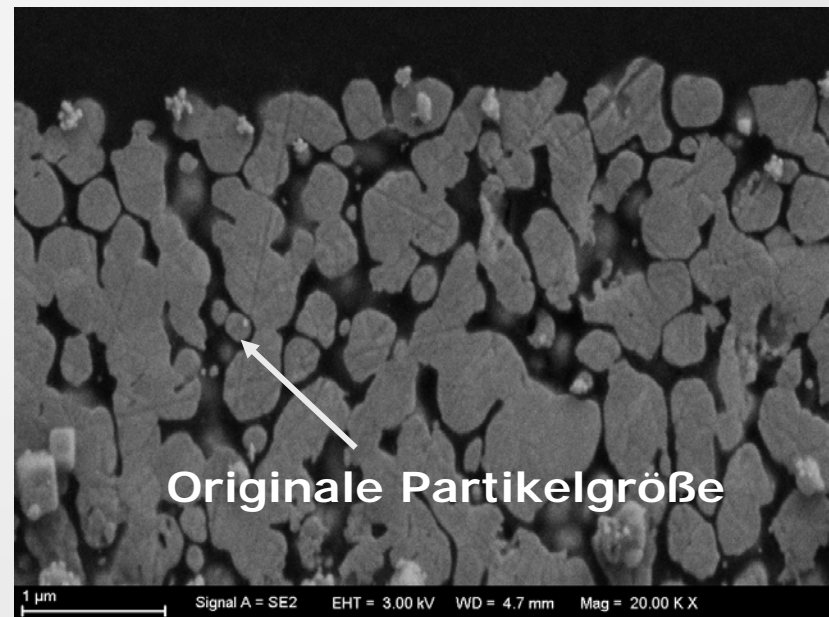
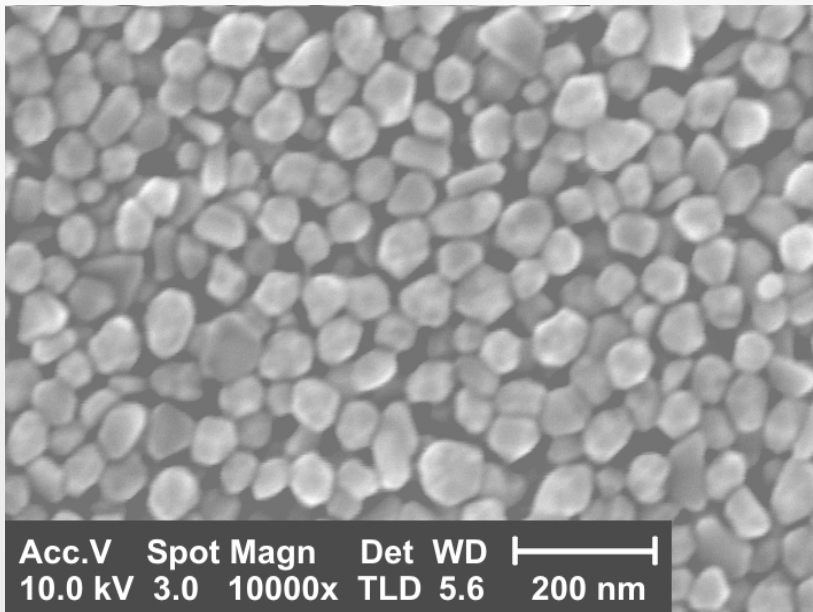


- Siebdruck einer Fineline-Silberpaste
- Aushärtung: 200°C, 60min
- Spin-coating eines Polyimid-Precursors
- Vernetzung: 320°C, 60min



Postcure-Effekte

Erhöhung der Leitfähigkeit eines Testmäanders um 30%



Pastenoberfläche nach Aushärtung

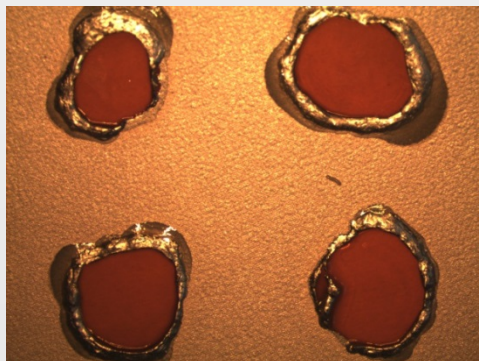
Querschnitt nach Vernetzung bei 320°C

Partielle Versinterung der Silberpartikel

ABER

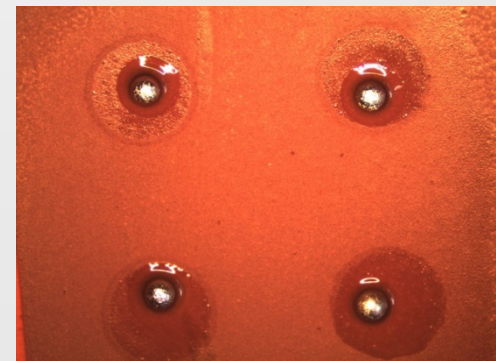
- Geringere Leitfähigkeit
- Geringere Stromtragfähigkeit
- Geringere Substrathaftung / Abriebfestigkeit
- Stark eingeschränkte AVT

	Metallischer Leiter	Polymerpaste
Silber	0,65 mΩ/□	5..200 mΩ/□
Kupfer	0,7 mΩ/□□	500..2000 mΩ/□



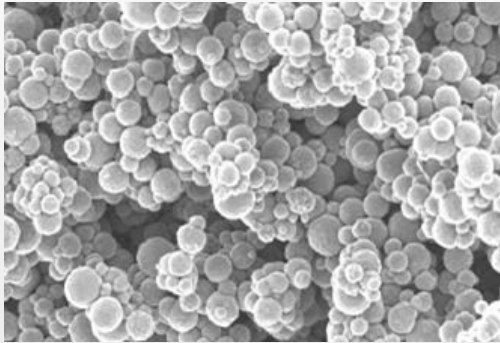
Polymere Silberleitpaste
Ablegieren

Polymere Kupferpaste
Vollständige Entnetzung

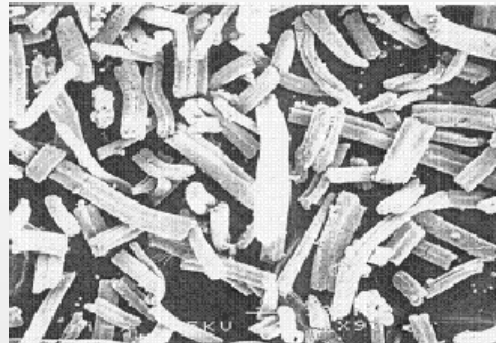


Abhängigkeit der Leitfähigkeit in Polymerleitpasten

- Material des Füllstoffes
- Konzentration der Füllpartikel (üblicherweise 70 ... 80 %)
- Größe und Geometrie der Füllpartikel



Kugeln



Fasern (Filamente)



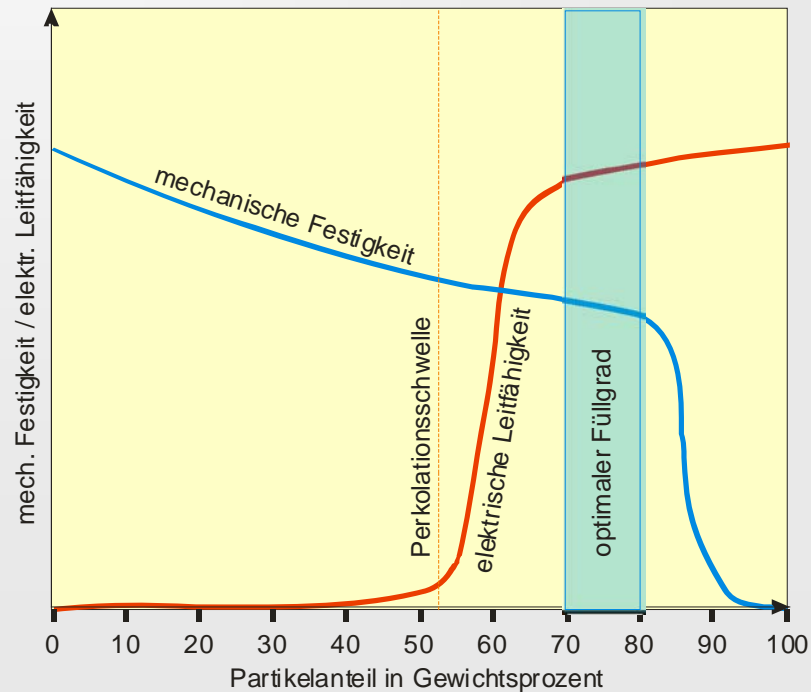
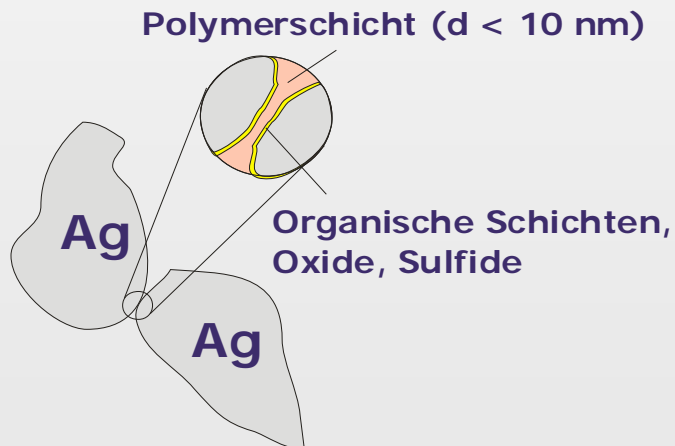
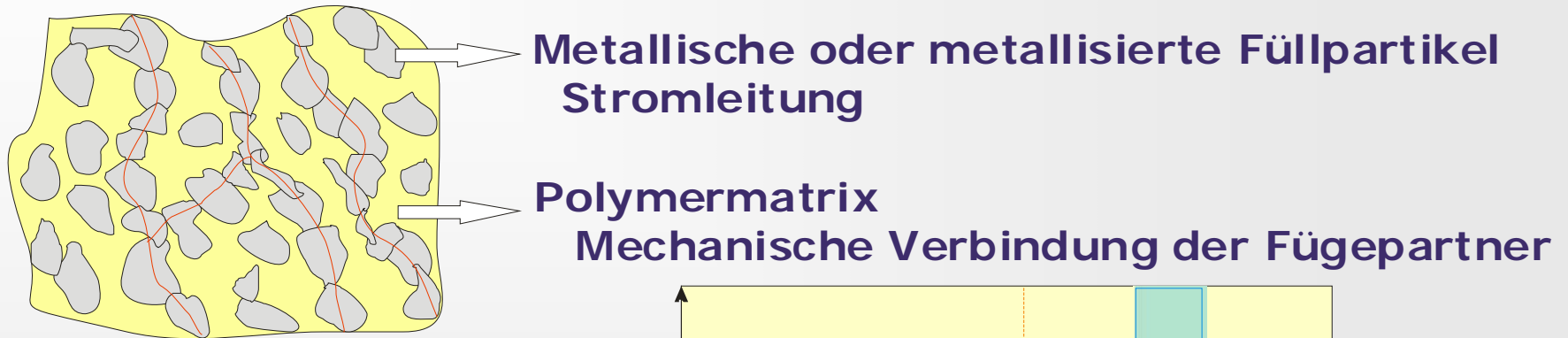
Plättchen (Flakes)

Die resultierende elektrische Leitfähigkeit ist in jedem Fall wesentlich geringer als die des reinen Füllstoffes



**Unterschiedliche
Leitungsmechanismen**

Aufbau polymerer Leitpasten

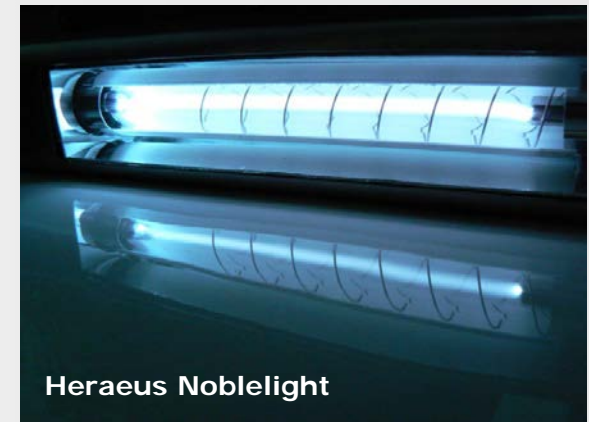


SMART Sintering

Hochtemperaturprozesse auf Niedertemperaturmaterialien

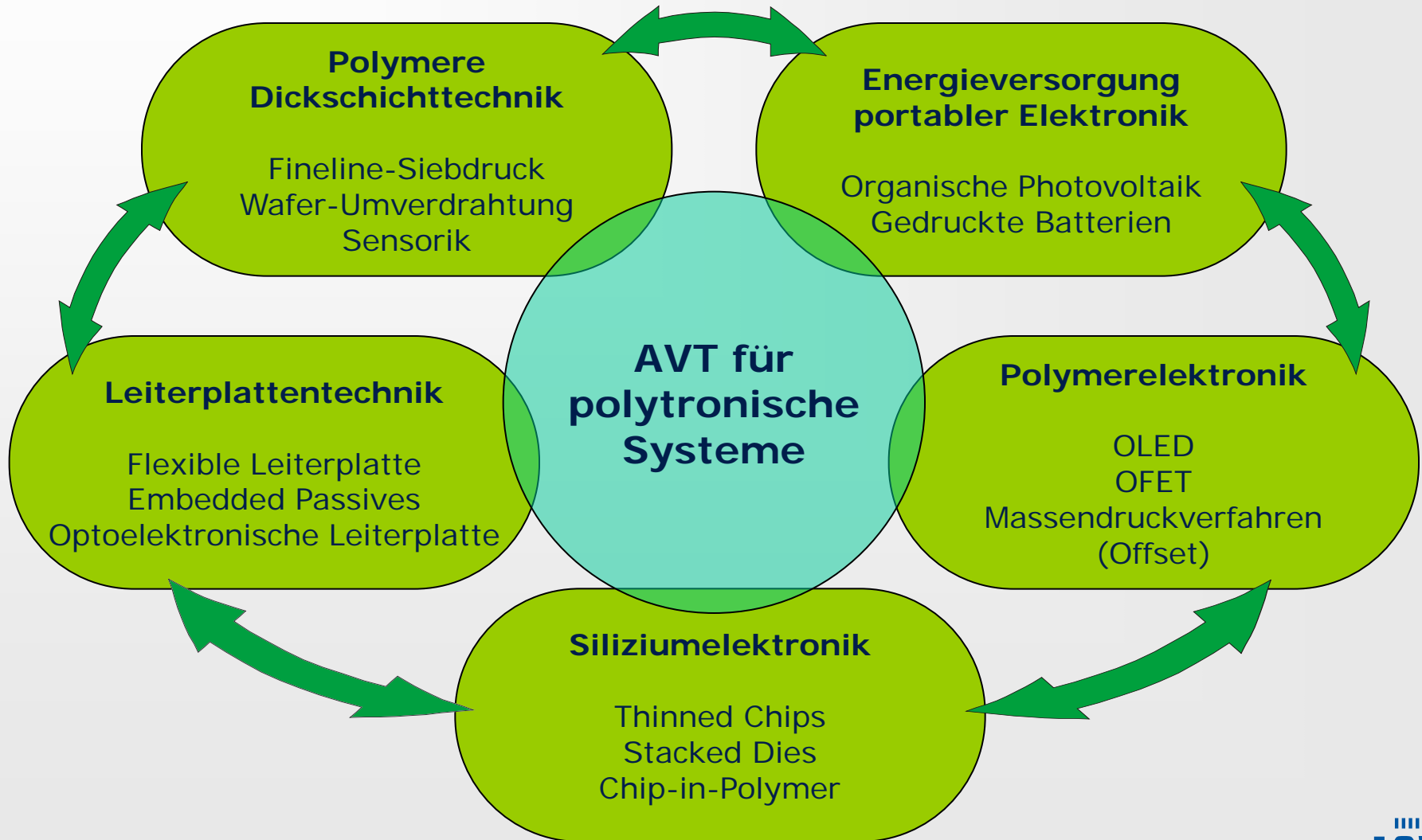
Entwicklung eines Verfahrens zum Photonischen Sintern

- UV- oder IR-Spektrum
- Hohe Leistungsspitzenimpulse – Megawatt/cm²
- Kurze Pulsdauer – Mikrosekunden
- Hohe Wiederholraten – Kilohertz
- Verarbeitung wärmeempfindlicher Substrate



Projektziel

- Verbesserung der Leitfähigkeit siebgedruckter Leitstrukturen
- Verringerung von Prozesszeiten
- Ersatz galvanisches Prozesse
- Entwicklung eines Lötprozesses für Niedertemperatursubstrate



Ausrüstung Dickschichttechnik

Technologien

CERMET-Dickschichttechnik auf Al_2O_3 -Keramiken (Edelmetall- und Kupfersysteme)

Low Temperature Cofired Ceramic Technology (LTCC)

Polymerdickschichttechnik auf flexiblen organischen Trägern

Equipment

Sieb- und Schablonenherstellung

Fotoplotter (Gerber-Format)

Siebe mit Kapillaremulsion (Edelstahl- und Polyestergewebe, Standard/Fein)

Kupferschablonen (doppelseitig geätzt), Edelstahlschablonen (lasergeschnitten)

Lasertechnik

3D-Micromac microCUT ms10.6: CO_2 -Laser, 200 W + Faser-Laser, 20 W

Bohren von Vias in Keramiksubstrate

Schneiden von Konturen und Ritzen zum Trennen der Nutzen

Siebdrucktechnik

MPM – Typ SPM, EKRA X5 STS

Sintertechnik

Programmierbarer Quarzrohrföfen ATV PEO 603 (Luft- und N_2 -Betrieb)

Durchlauföfen BTU TFF92 (Luft- und N_2 -Betrieb)