

Elektrolyse made in  
Baden-Württemberg

Workshop 1 **BW-Elektrolyse** 19.10.2020

Sensorisierung von Elektrolysezellen

Volker Kible & Florian Janek  
Hahn-Schickard  
Stuttgart, Germany

- Motivation und Herausforderung
- Vorgehen
- Dünnschichtsysteme
- Platzsparende Auswerteelektronik
- Signalbus
- Zusammenfassung

- Bisher nur Kenntnisse über physikalische Parameter der Medien vor dem Einlass in den Block bzw. nach dem Auslass aus dem Block.  
→ Der Block selbst ist eine „Black Box“.
- Erfassung von physikalischen Parametern (Temperaturverteilung, Zellspannung) unterstützt Blockentwicklung und kann zur Überwachung von Parametern zur Steigerung der Anlagenverfügbarkeit und des Wirkungsgrads beitragen.

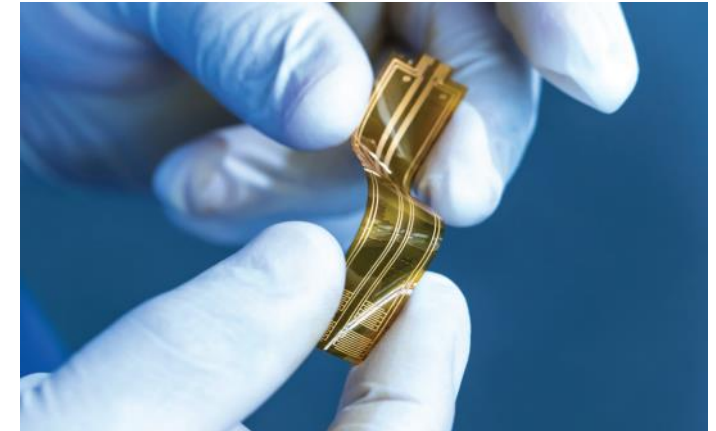
- Engster Bauraum
- Hohe Temperatur (lokal bis  $> 90^{\circ}\text{C}$ )
- Hoher Prozessdruck (bis 30 bar)
- Aggressive Medien (KOH,  $\text{O}_2$ )
- Explosive Gase (im Störfall  $\text{H}_2$ - $\text{O}_2$ -Gemisch)



1. Aufbau der Sensorik als Dünnschichtsystem
2. Platzsparende Auswerteelektronik mit niedrigem Strombedarf
3. Entwicklung Signalbus: Einfache Aufbautechnik mit Auslegung zur Stapelfähigkeit

# 1. Dünnschichtsysteme

- Dünnschicht Sensordaten auf elektrisch isolierenden Kunststofffolien
- Formgebung beinahe beliebig gestaltbar, abhängig von Schweißkontakten bzw. den Stromübertragern
- Nutzung der gesamten zur Verfügung stehenden Fläche einer Elektrodenplatte für Temperaturmessung möglich
- Sensorsysteme aufgebaut durch Kombination von
  - 1) Leiterplattentechnik für Flex-Leiter,
  - 2) gedruckte Sensorstrukturen und Leiterbahnen sowie
  - 3) dünnen Bauteilen in Siliziumtechnologie.



Oben: Sensorsystem auf Kunststoffolie, flexibel und dünn

Unten: Schaltungsträger auf Kunststoffolie, bereit für Bauteilbestückung

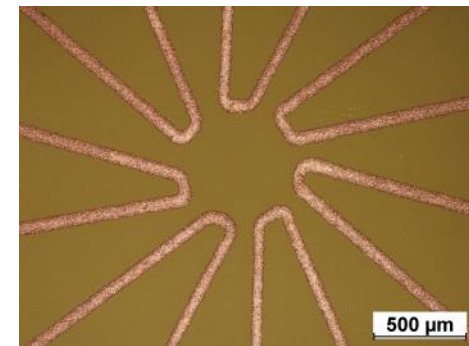
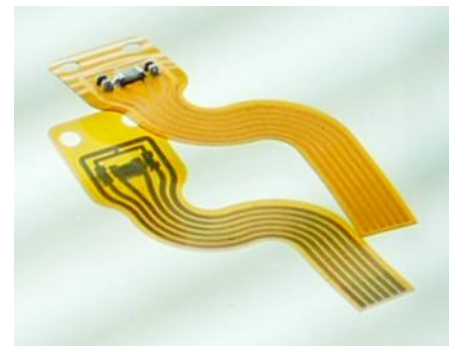
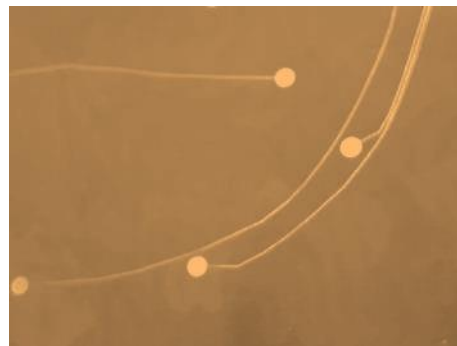
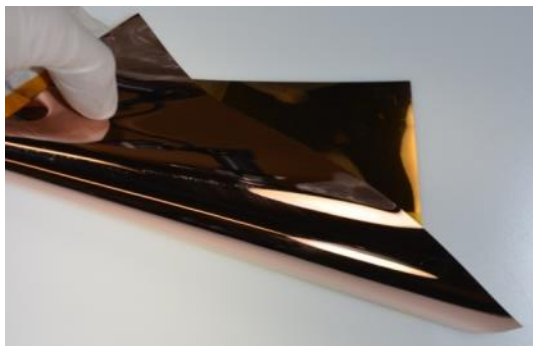
## 1. Ausgangsprodukt: Kupfer auf Kunststofffolie

## 2. Strukturierung der Kupferfolie

- Kontaktpads für Sensorik-Bauteile, dann Fügen von Bauteilen

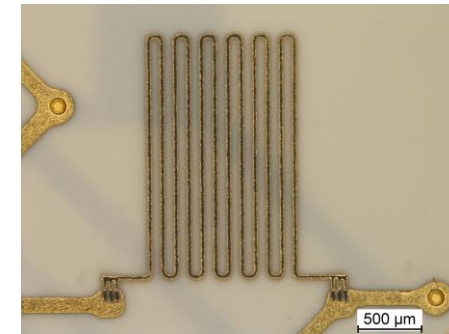
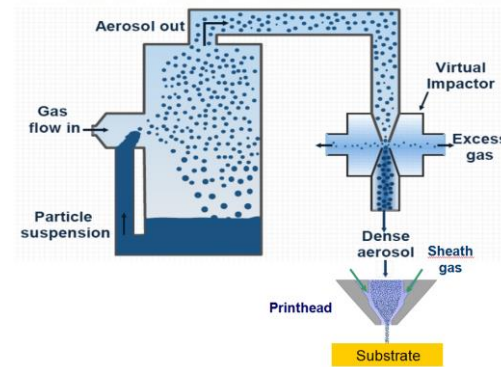
## 3. Aufbau eines Mäanders aus einem zusätzlichen Metall

- Temperaturabhängiger Widerstand → resistiver Sensor



# Aufbau von Sensoren und Leiterbahnen mittels Drucktechnologie

- Inkjet-Druck sowie Aerosol Jet-Druck



- Tinten mit elektrisch leitfähigen Nanopartikeln in Lösungsmitteln:

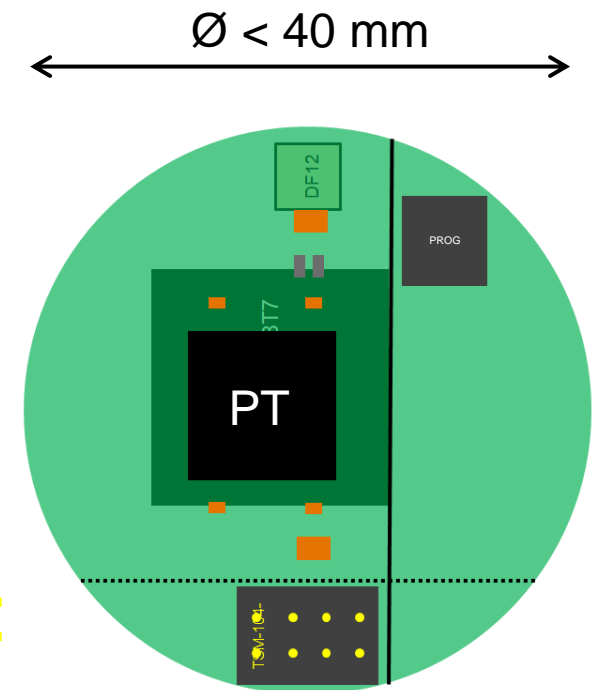
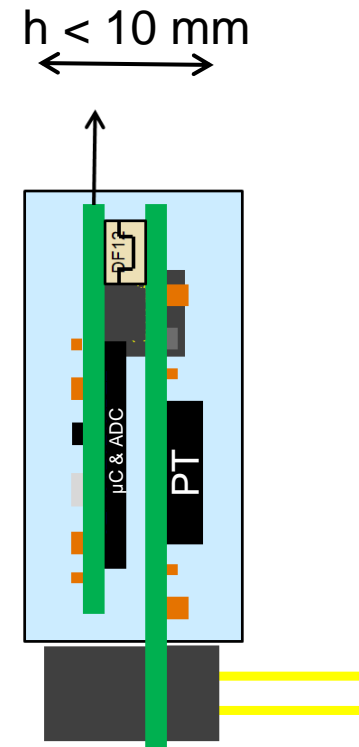
- Silber
- Gold
- Kupfer
- Kohlenstoff
- (weitere in Entwicklung)

- Anschließend Ausheizen der Lösungsmittel und Sintern der Partikel

Gedruckte Mäander für unterschiedliche Sensoren auf verschiedenen Materialien

## 2. Platzsparende Auswerteelektronik

- Auslesung der Sensorsignale durch Mikrocontroller mit integriertem, hochauflösenden A-D-Wandler
- Potentialtrennung auf jeder Platine
- Mikrocontroller setzt Signale für Bus um
- Nach Aufbau: Elektronik wird durch Verguss vor Medien geschützt (KOH-beständiger Kunststoff)

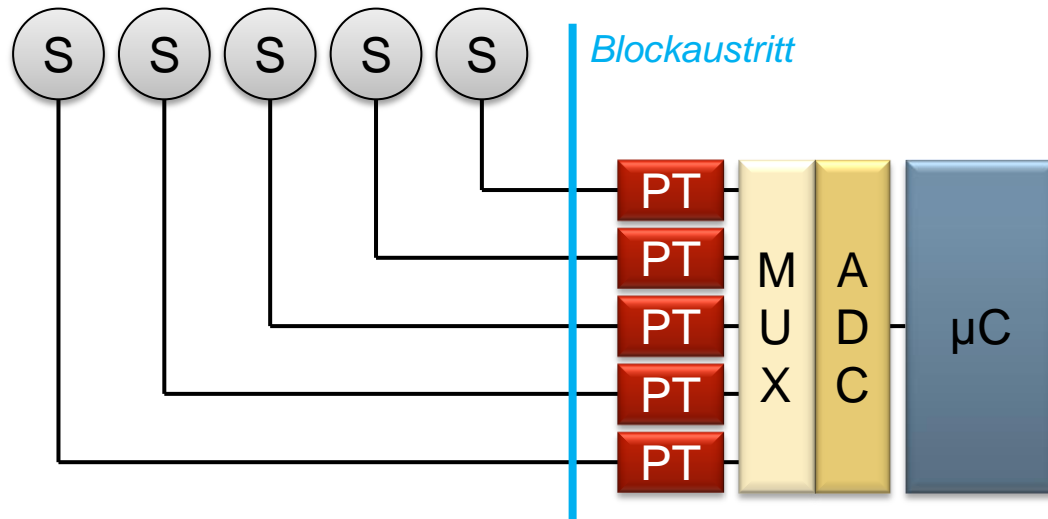




# 3. Signalbus: Ausgangspunkt einzelne Kabel, parallel

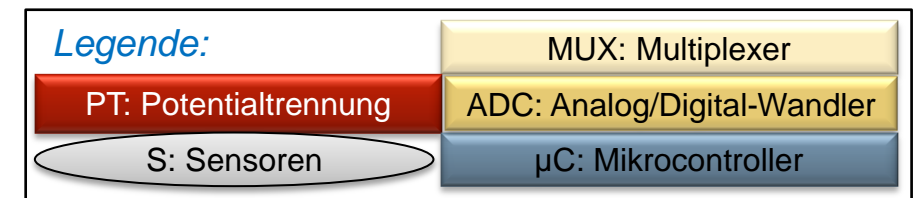
## Vorteile

1. Technisch einfach
2. Schnelle Auslesung theoretisch möglich
3. Elektronische Komplexität kann außerhalb des Elektrolyseblockes sitzen



## Nachteile

1. Schwierige Verkabelung, platzintensiv, schwer stapelbar
2. ADC und analoge Potentialtrennung o.ä. mit sehr vielen Kanälen erforderlich
3. Lange analoge Verbindungen: stör anfällig, widerspricht Grundsatz, der Digitalisierung so nah wie möglich am Sensor
4. Ggf. außerhalb dennoch Bus-Lösung notwendig

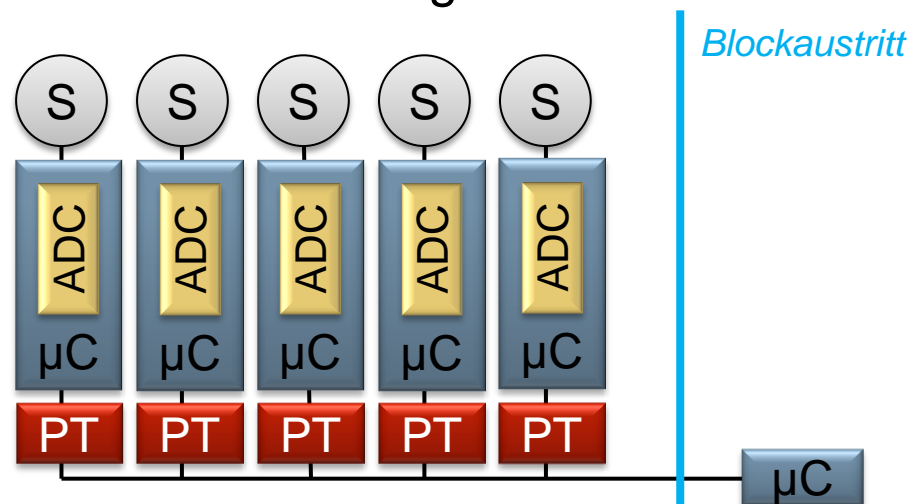


# 3. Signalbus: Lösung vollseriell / adressiert

Favorit

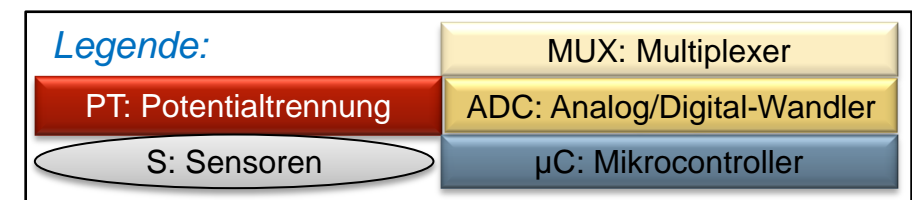
## Vorteile

- 1. Digitalisierung direkt am Ort der Signalentstehung, störungsarm
- 2. Potentialtrennung einfach und zuverlässig zu realisieren, digital
- 3. Verkabelung einfach und platzsparend
- 4. Flexibelste Lösung



## Nachteile

- 1. Höhere technische Komplexität in/an der Zelle  
→ Anzahl Bauteile minimieren
- 2. Alle Bauteile müssen erhöhte Temperaturen (80°C) aushalten:  
→ PT und µC mögl. bis 125/105°C
- 3. Auslesegeschwindigkeit kann problematisch sein (Zeitmultiplex)  
→ Optimiertes Protokoll



- Sensorik in der Elektrolysezelle unterstützt die Blockentwicklung und ermöglicht die Kontrolle über den Zustand eines Elektrolyseblocks
- Mittels Dünnschichtsensorik soll das Temperaturprofil einer Zelle sowie die Zellspannung gemessen werden
- Mittels Bus-System sollen die Messdaten effizient nach außen übertragen werden
- Die Anforderung an die Elektronik sind hoch: korrosive Medien bei Temperaturen bis 90°C



**Hahn**  
**Schickard**

Visions to Products