



# Anforderungen an die Herstellung von bioelektrischen Systemen und zukünftige Kostenoptimierungen

Dr. Rouven Henkel  
Eisenhuth GmbH & Co. KG

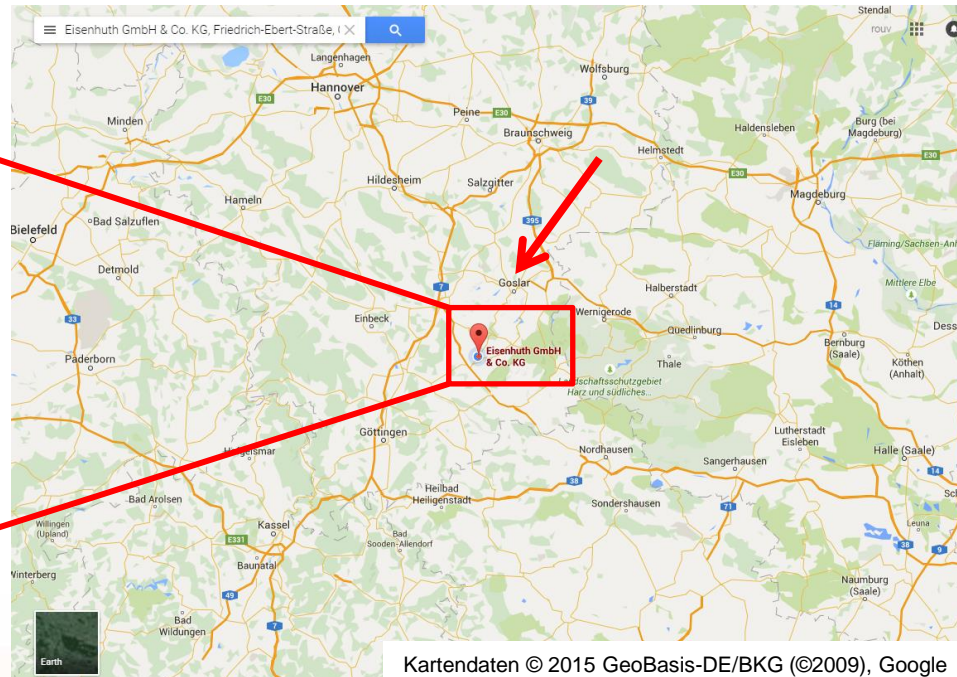
GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# Eisenhuth GmbH & Co. KG

- **Gründung:** 1945
- **Sitz:** 37520 Osterode am Harz (OT: Lerbach)
- **Mitarbeiter:** ca. 65 → klassisches **KMU**



Kartendaten © 2015 GeoBasis-DE/BKG (©2009), Google



# Eisenhuth GmbH & Co. KG

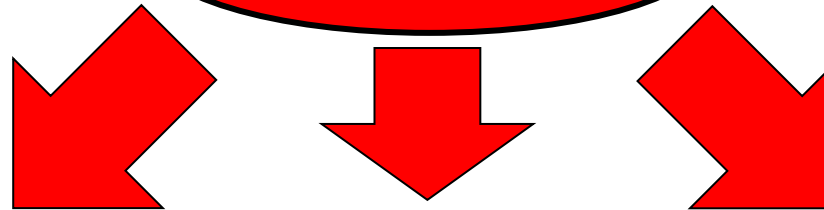
## Spritzguss



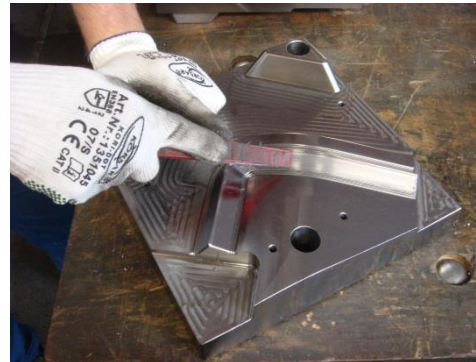
Produktion von  
Kunststoffteilen in Klein-  
und Mittelserien:

Gummi / Kunststoff /  
Silikon für Automotive,  
Maschinenbau, Health  
Care Industry

## 3 Hauptbereiche

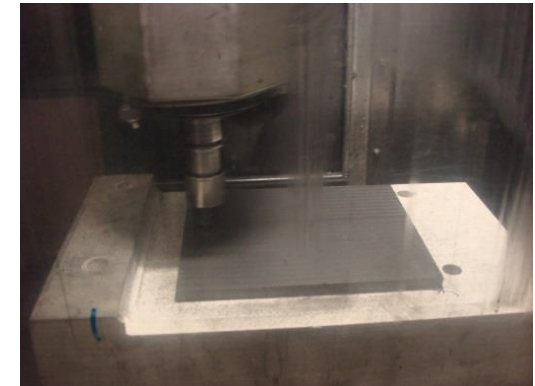


## Formenbau



Formenbau für  
Spritzguss- und  
Heißpressanwendungen

## Bipolarplattenproduktion



Produktion von  
Komponenten für  
Brennstoffzellen und  
Batterien:

Bipolarplatten (BPP),  
Dichtungen

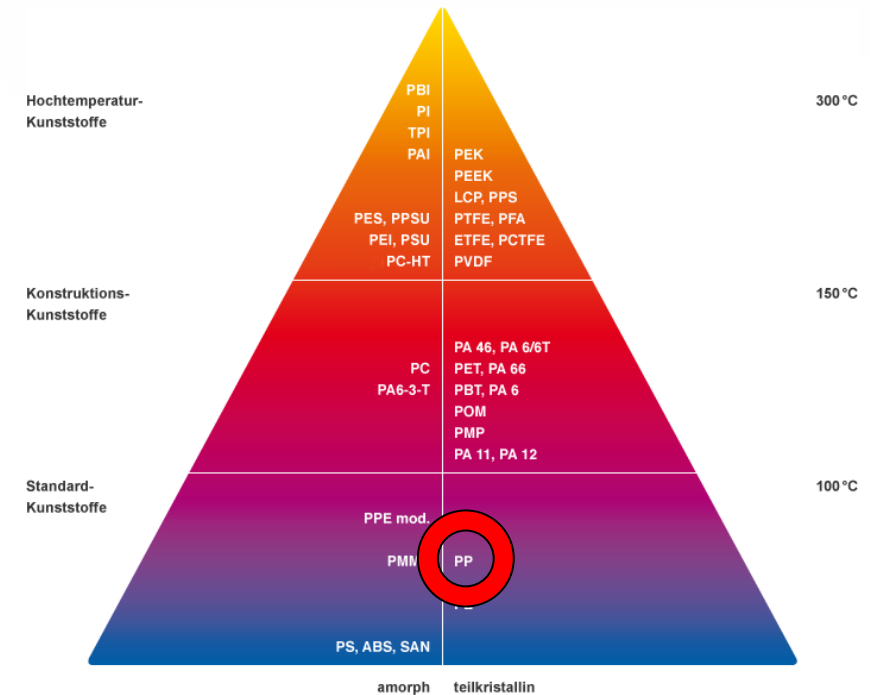


# Anforderungen

- Material:
  - ➔ hohe Leitfähigkeiten
  - ➔ keine für Mikroorganismen schädlichen Substanzen
  - ➔ gut zu verarbeiten
  - ➔ langzeitstabil/geringe Korrosion
  - ➔ geringe Kosten
- Prozesse:
  - ➔ hohe Stückzahlen ermöglichen
  - ➔ große Flächen ermöglichen
  - ➔ Nachbearbeitung der Oberflächen ermöglichen
  - ➔ kostengünstig umsetzbar sein

# Material

- Compound-Material
- günstiger Kunststoff
- günstiger Füllstoff
- recyceltes Compound



# Die Wertschöpfungskette und Prozesse

## 1. Compounding



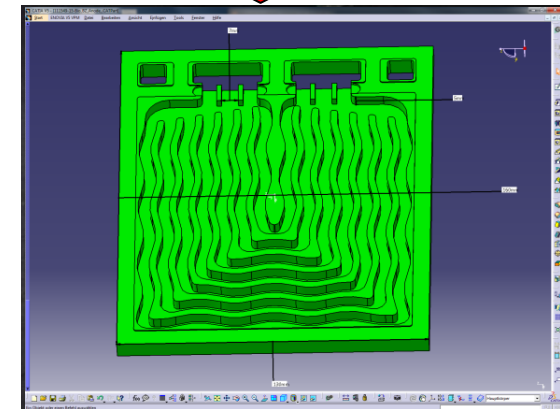
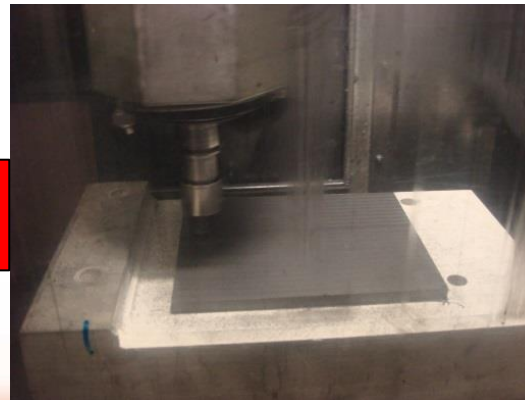
## 2. Produktion der Rohplatten



## 4. fertige Platte



## 3. Endbearbeitung





# Compound

## ■ Recycling von Spritzguss-Material



# Materialuntersuchung

- Unterschied: PPG86 und RePPG86

- Oberflächenwiderstand

➔ PPG86: 20,9 mΩ

➔ RePPG86: 28,7 mΩ

- Durchgangswiderstand

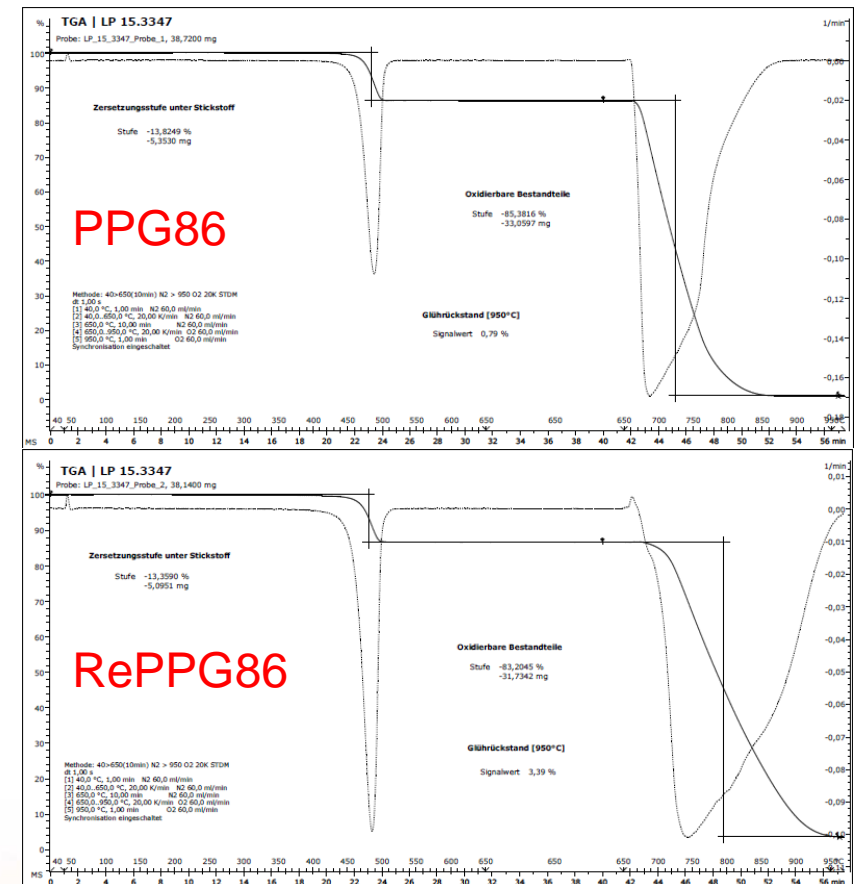
➔ PPG86: 28,5 mΩ

➔ RePPG86: 30,8 mΩ

- TGA - Glührückstand

➔ PPG86: 1%

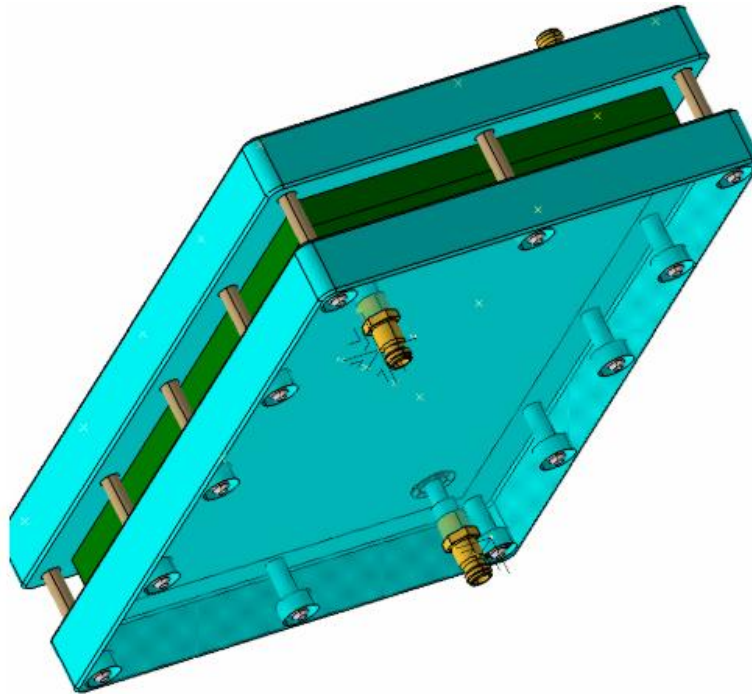
➔ RePPG86: 3%



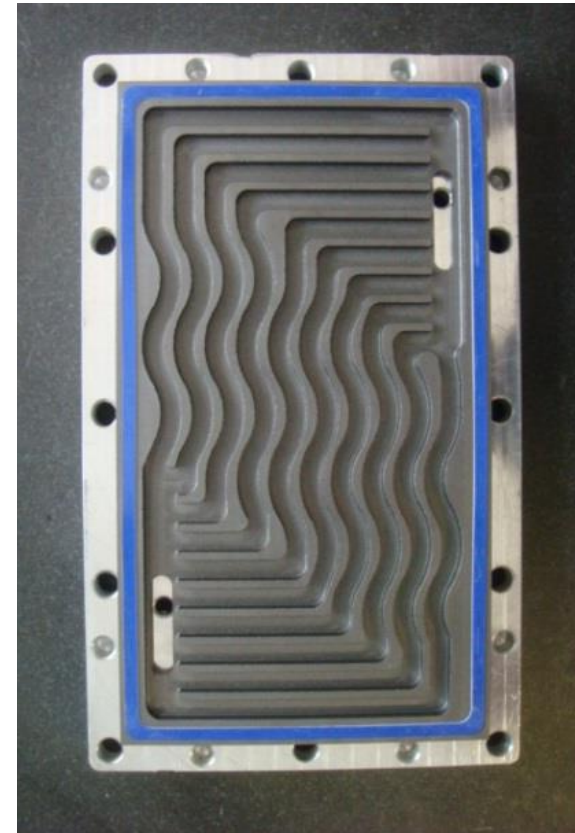


# Zellen-Evolution

- Bio-BZ Generation 1.0
  - ➔ als Einzelzelle ausgelegt



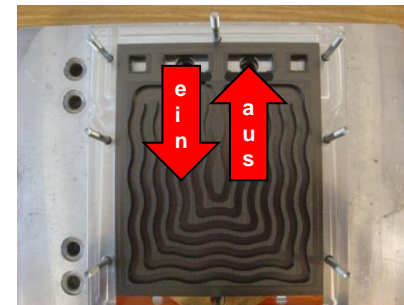
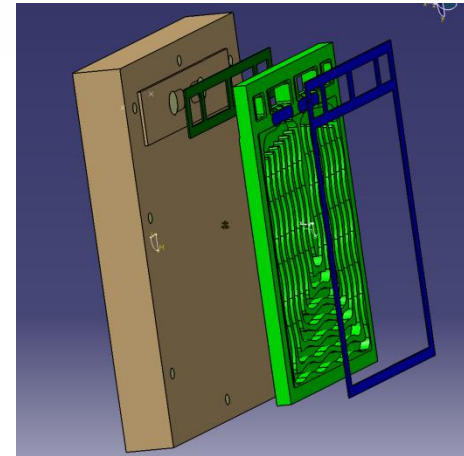
Bipolarplatte mit Dichtung auf Endplatte



- Nachteile: Dichtung und elektrische Isolierung

# Zellen-Evolution

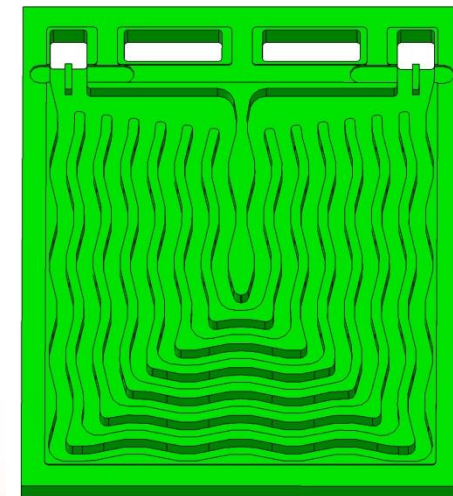
- Bio-BZ Generation 2.0
- Vorteile:
  - ➔ besseres Dichten
  - ➔ Stacking möglich
  - ➔ Stromabnahmekonzept
- Schwachpunkte:
  - ➔ Kurzschlüsse
  - ➔ für Luftkathode anderes Kathodendesign benötigt
  - ➔ langwieriges Fräsen



Anode



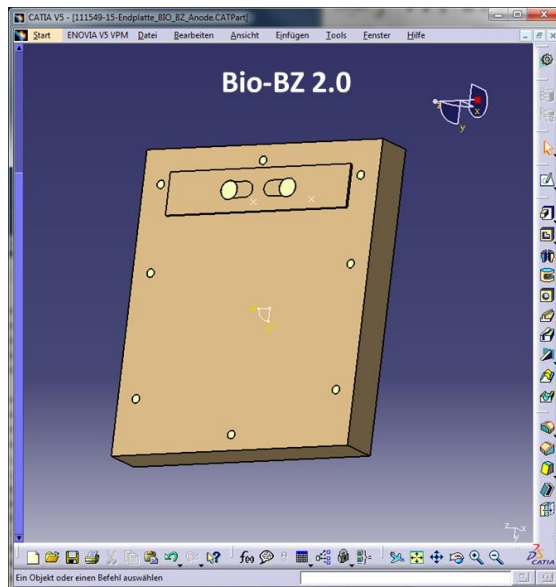
Kathode



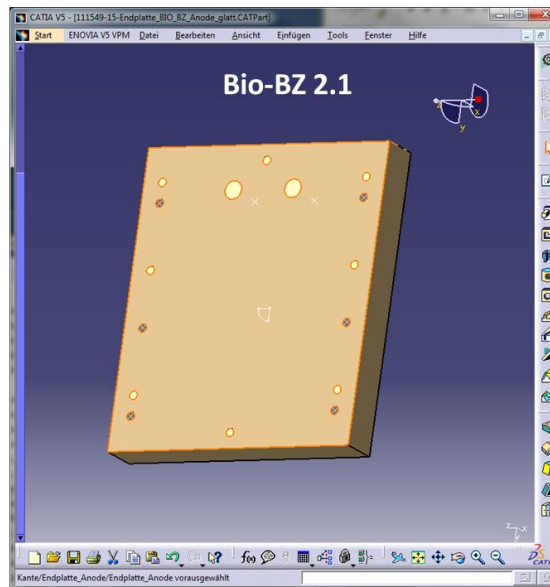
# Zellen-Evolution

## ■ Bio-BZ Generation 2.1

Aluminium mit Absatz



Kunststoff ohne Absatz



Luftkathode

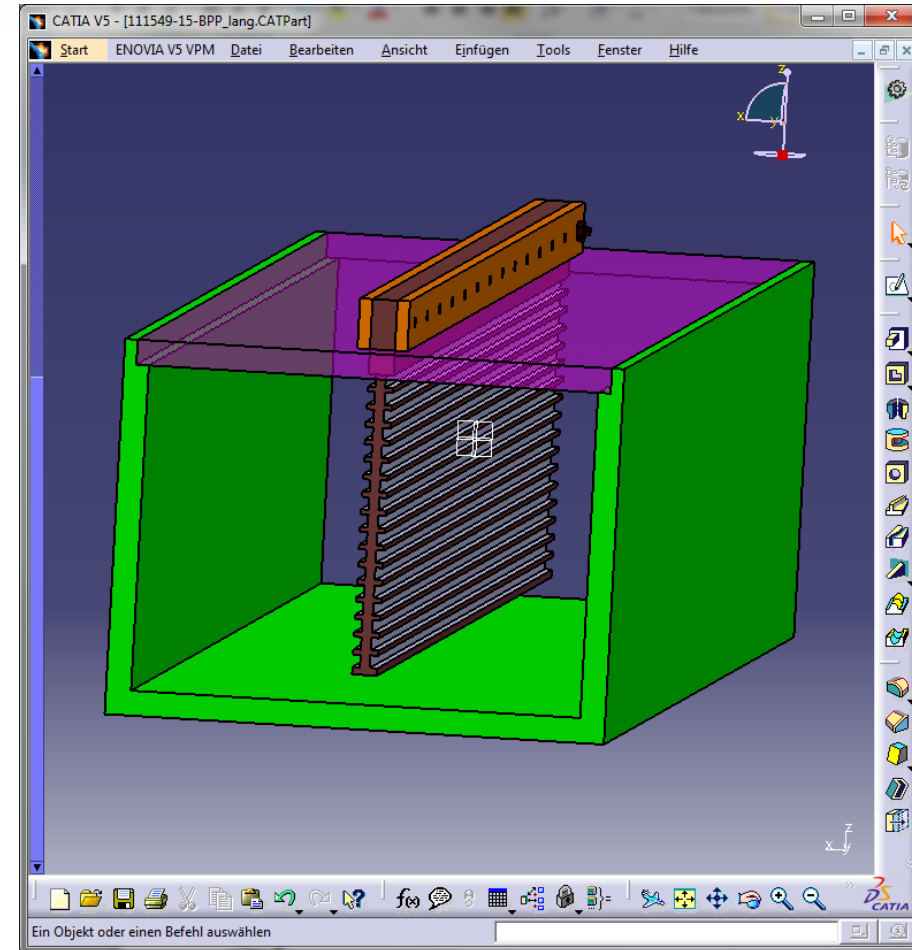


- weitere Schwachpunkte:
  - ➔ geringe Elektrodenoberfläche
  - ➔ Einzelzellenkonzept erwies sich als stabiler



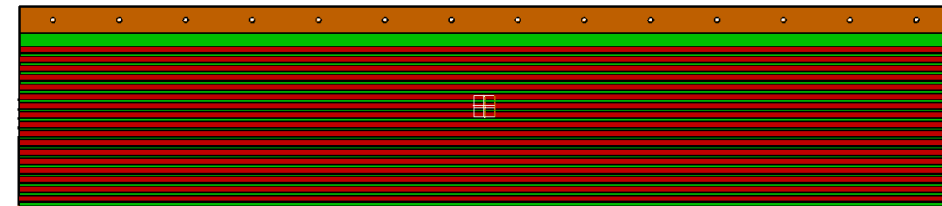
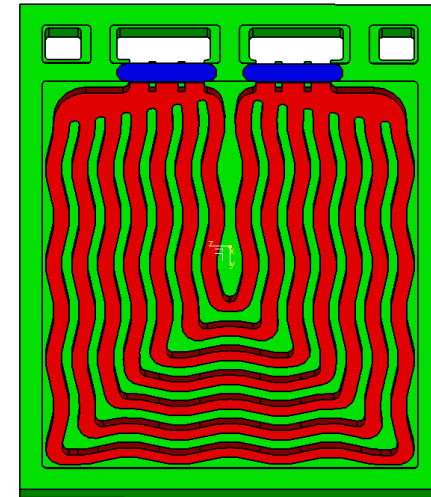
# Zellen-Evolution

- Bio-BZ Generation 3.0
  - ➔ wieder Einzelzellenkonzept
  - ➔ größere Oberfläche
  - ➔ beidseitig nutzbar
- Kathode ist leistungsbegrenzend
  - ➔ völlig neues Kathodenkonzept an der TU Clausthal entwickelt



# Zellen-Evolution

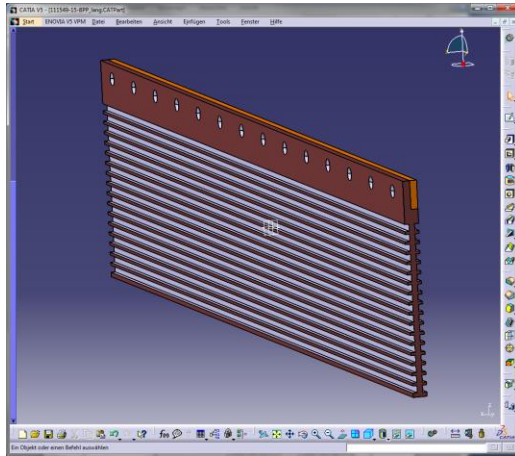
- Bio-BZ Generation 2.1
  - ➔ Maße: 160x130x8 mm
  - ➔ Kanaldimensionen: 5x5 mm
  - ➔ **Kanaloberfläche**: ca. 260 cm<sup>2</sup>
- Bio-BZ Generation 3.0
  - ➔ Maße: 700x150x10 mm
  - ➔ Kanaldimensionen: 5x3 mm
  - ➔ **Kanaloberfläche**: ca. 1300 cm<sup>2</sup>



- aktive Fläche Bio-BZ 3.0 ist ca. 5 mal größer als Bio-BZ 2.1
- theoretisch sogar 10 mal größer: da beidseitig Kanäle!

# Zellen-Evolution

## ■ Bio-BZ Generation 3.1



- Nachteile:
  - ➔ gefräste Strukturen
  - ➔ viele Verschraubungen
  - ➔ viel Materialverbrauch
  - ➔ in der Größe limitiert



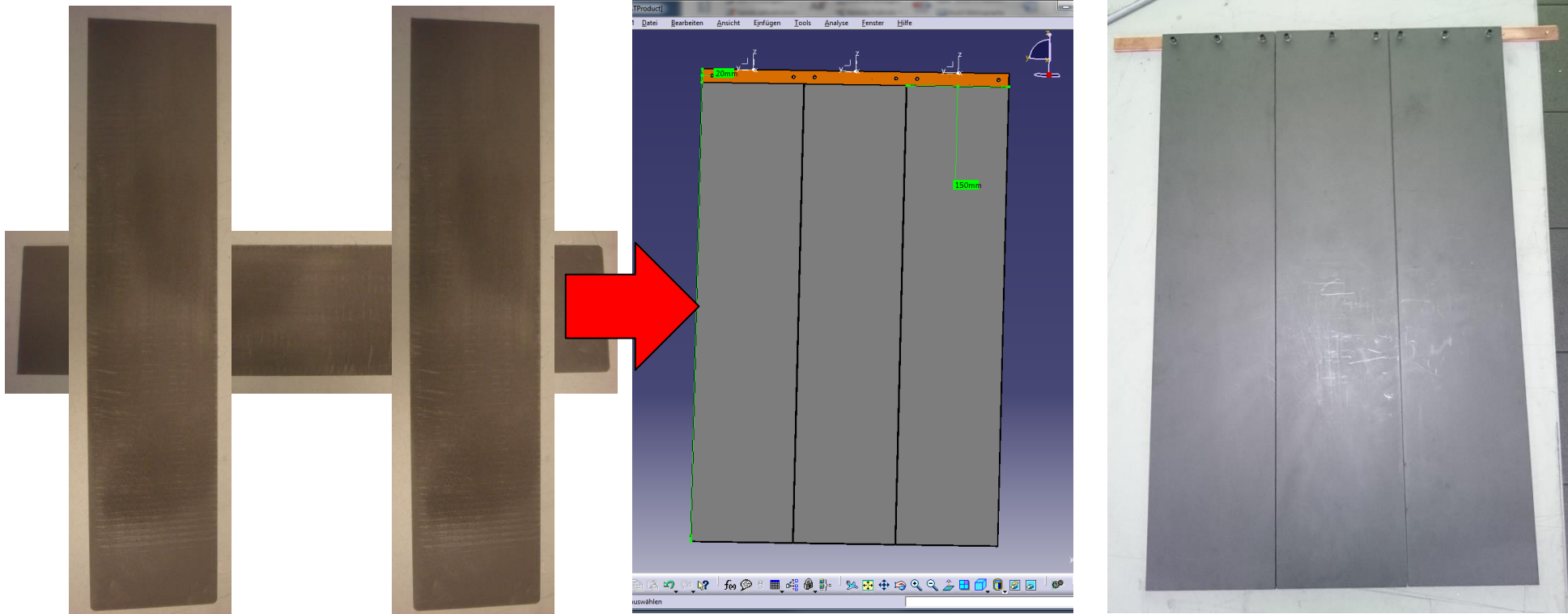
Messemodell IFAT 2016





# Zellen-Evolution

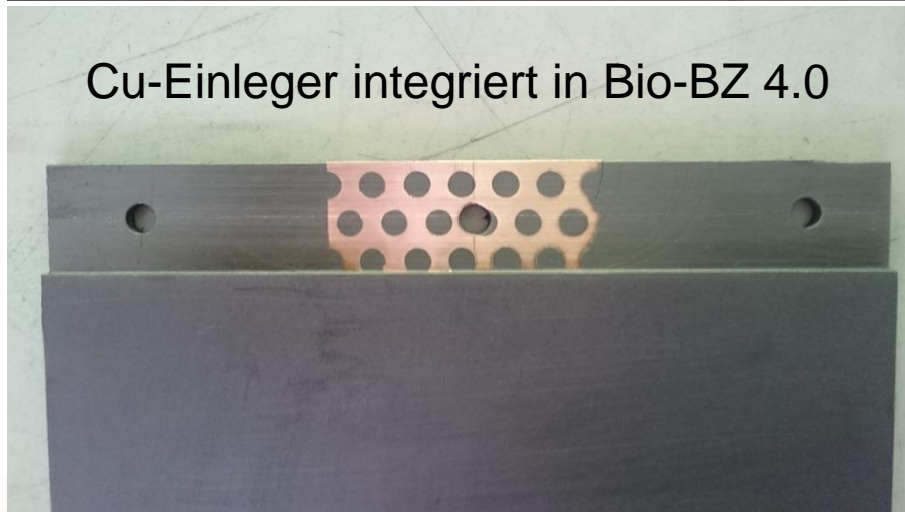
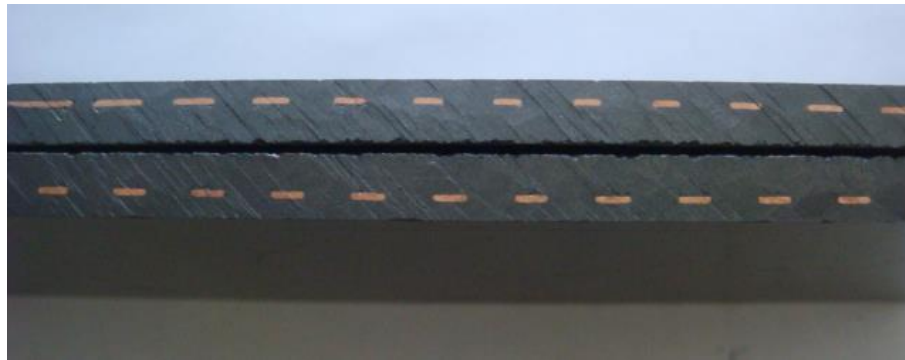
- Bio-BZ Generation 4.0 für Demonstrator



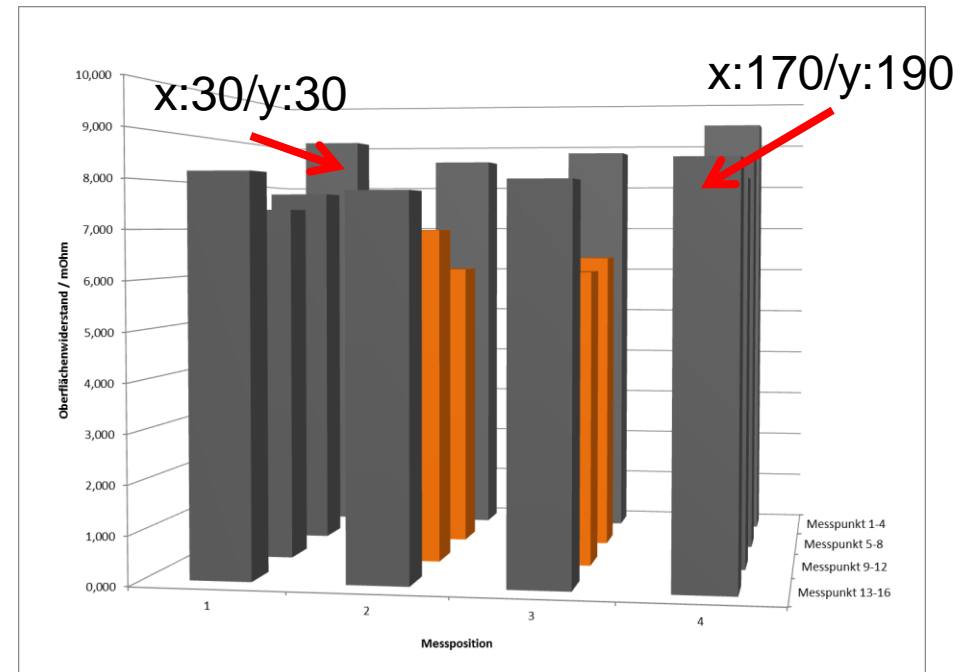
- aktive Fläche ca. 6300 cm<sup>2</sup> → ca. 5 mal größer als Bio-BZ 3.1

# weitere Entwicklungen

## ■ Kupfereinleger als Stromsammler



Oberflächenwiderstände

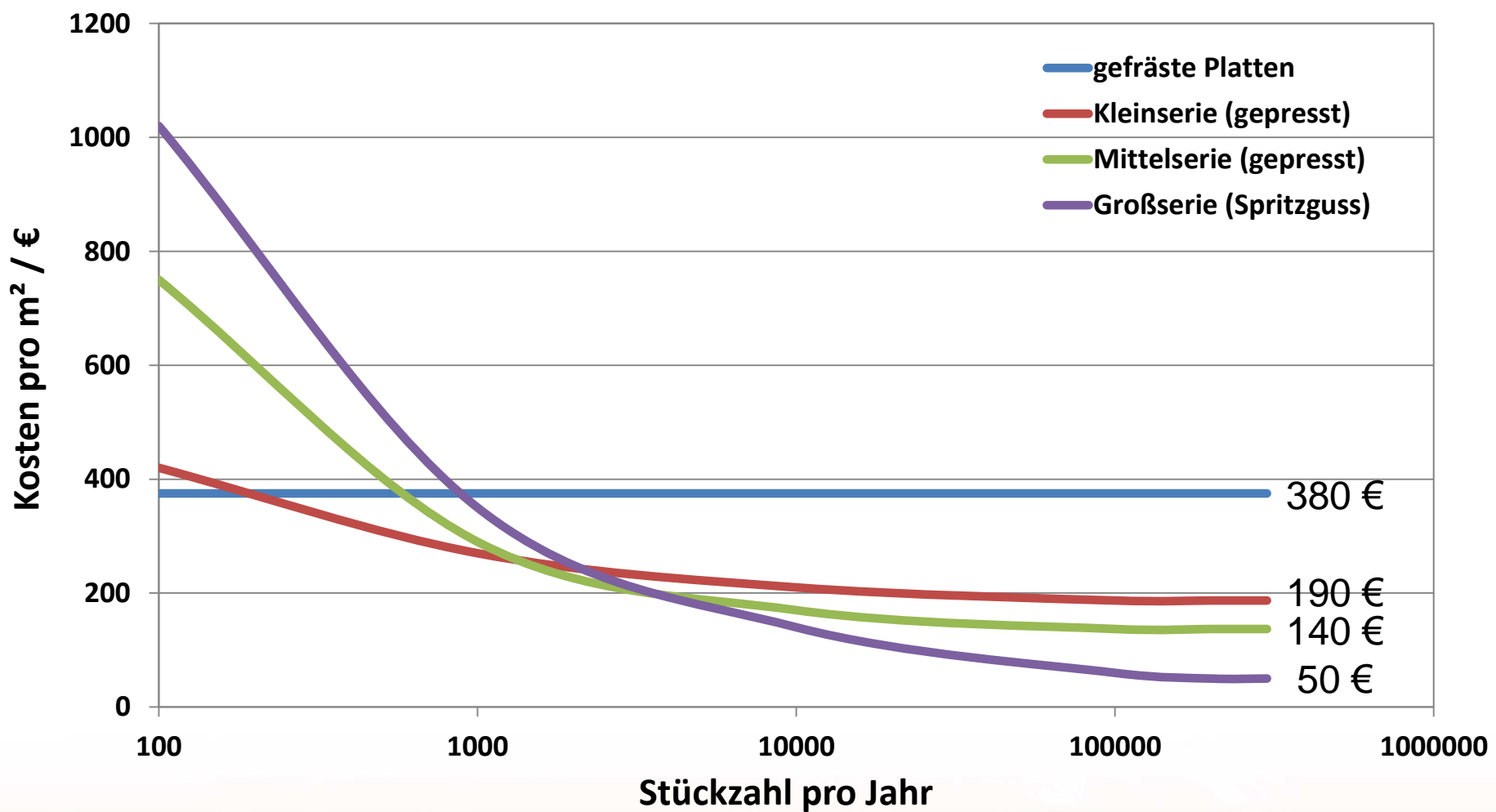


# Kostenbewertung

- Es sind 4 unterschiedliche Modelle betrachtet worden
- Entwicklung der Kosten über die Stückzahl der Anodenplatten
- Zu den aufgezeigten Szenarien sind folgende Anmerkungen zu machen
- Derzeitige Größe: 700 x 150 mm : ca. 5 Platten pro Quadratmeter
  - ➔ Kleinserie: 250 Platten = ca. 50 Quadratmeter
  - ➔ Mittelserie: 30.000 Platten = ca. 6000 Quadratmeter
  - ➔ Großserie: 150.000 Platten = ca. 30.000 Quadratmeter
- Im Folgenden wird auf den Quadratmeterpreis bezogen



# Kostenbewertung



# Kostenbewertung

- Kathodenmembran-Einheit: ca. 50 €/m<sup>2</sup> möglich
- Stromwandler- und Speichergruppe
  - ➔ Kleinserie: 20 €/Stk
  - ➔ Großserie: 5 €/Stk
- auf Basis aktueller Materialverbrauchs- und Versuchsdaten  
Gesamtkosten: ca. 120 €/m<sup>2</sup>
- bei einer 5000 EW KA (GK2) wären 5000 m<sup>2</sup> nötig
- schlüsselfertige Anlage: ca. 1,2 Mio. €

# zukünftige Kostenoptimierungen

- Realisierung weiterer Kostenoptimierungen beim Anoden-Material nur schwierig durchführbar:
  - ➔ Recycling-Compound aktuell günstigstes verfügbares Material
- großes Einsparpotential bei der Kathodenmembran-Einheit
  - ➔ Membranmaterial
- Prozesse:
  - ➔ Automatisierung
  - ➔ Scale-Up (Stk.-Zahl, m<sup>2</sup>)
  - ➔ völlig neuartige Prozesse: Extrusion



Quelle: Zentrum für Brennstoffzellen-Technik (ZBT)



# Zusammenfassung

- die Anforderungen, die an das Material gestellt werden können schon jetzt erfüllt werden
- im Laufe des Projekts ist schon ein erheblicher Scale-Up beim Zelldesign erfolgt
- Kostenoptimierungen sind vor allem durch Optimierung der Verarbeitungsprozesse sowie hohe Stückzahlen erreichbar



Chlor-Alkali-Elektrolyse, Quelle: <http://www.chemnitz-zieht-an.de/de/unternehmen/chemieanlagenbau-chemnitz>, 16.11.2016



# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**NaWaM**  
Nachhaltiges Wassermanagement



**ERWAS**



**FONA**  
Forschung für Nachhaltige  
Entwicklung  
BMBF