

FIT4H2

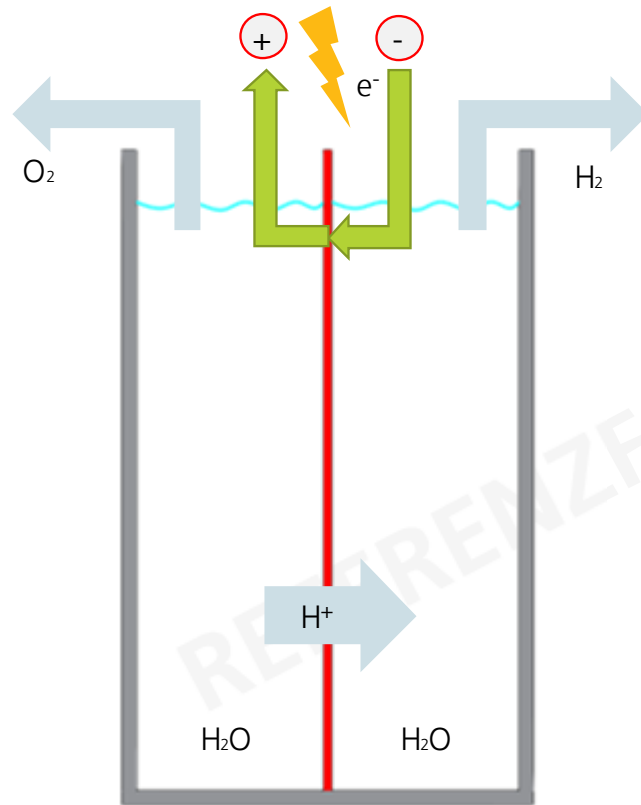
Brennstoffzelle und Elektrolyseur

- Allg. Funktionsweise
- Zell-Komponenten
- Stack Aufbau

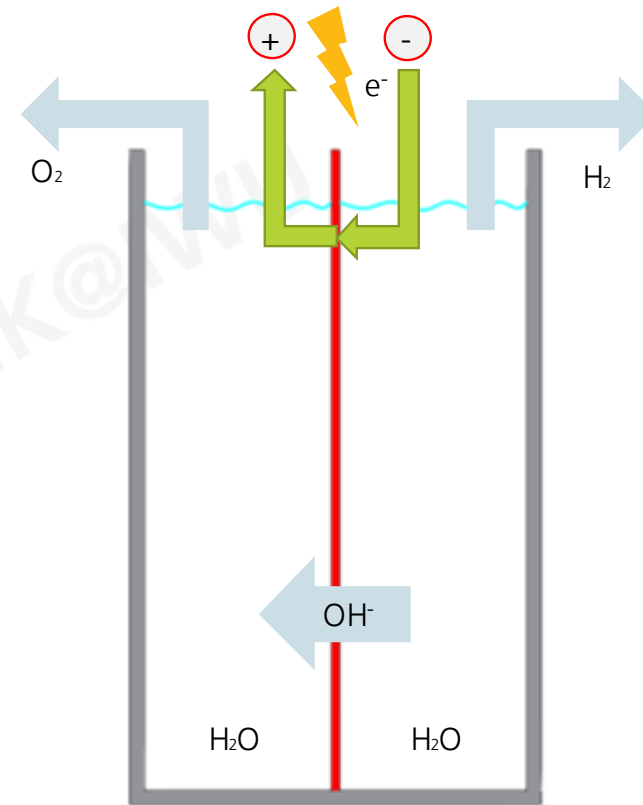


FUNKTIONSWEISE

PEM- und AEM-Elektrolyseure



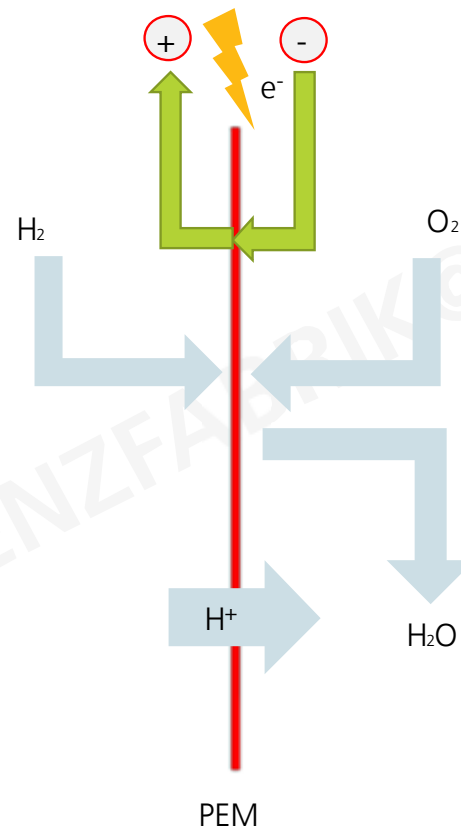
PEM



AEM

FUNKTIONSWEISE

PEM- Brennstoffzelle



GRUNDAUFBAU

Membran

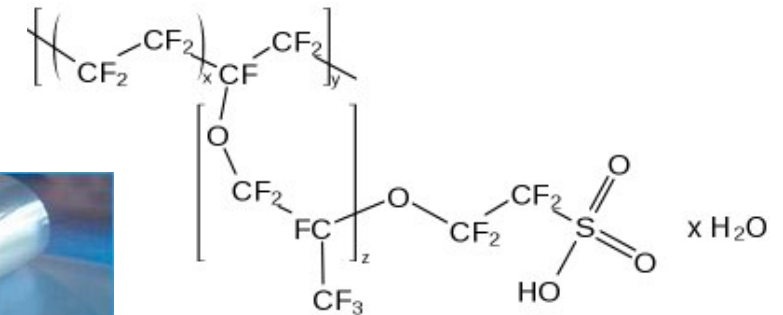
REFERENZFABRIK@IWU



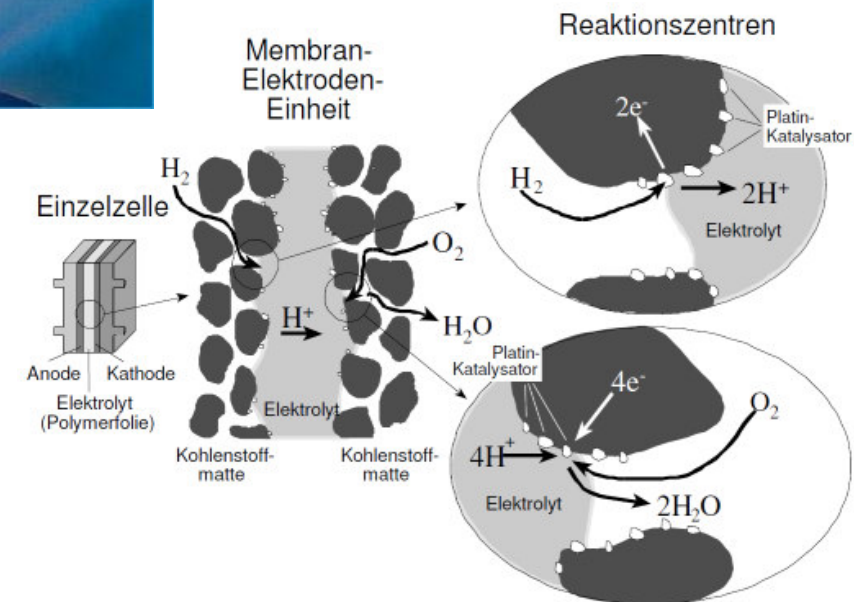
GRUNDAUFBAU

Membran

- Ionenleitfähige Membran = Elektrolyt
- Kunststoffolie mit rel. hohem Widerstand -> muss feucht sein
- Beschichtung mit Kohlenstoffelektroden mit Katalysatorpartikel



	PEM	AEM
Membranmaterial	Nafion® (DuPont)	Duraion® (Evonik)
Millieu	Stark sauer	Stark alkalisch
Katalysator	Platin + Iridium	Nickel + Mangan
Austausch-Ion	H ⁺	OH ⁻



GRUNDAUFBAU

Pol-Platte



GRUNDAUFBAU

Pol-Platte

- Platten aus 90% Graphit + PP-Binder
- Herstellung als Platte + Fräsen
- Herstellung im Spritzguss
- Sehr gute chem/el. Haltbarkeit
- Geringe mechanische Belastbarkeit
- Mind. Dicke für Stabilität



Industrial mixer



Extruder



+



=



Graphites + Thermoplastic Resins = Compound



ZBT

GRUNDAUFBAU

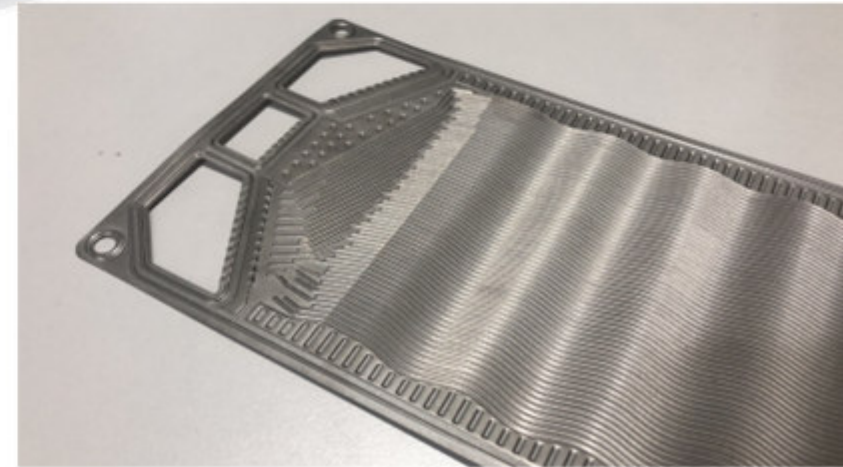
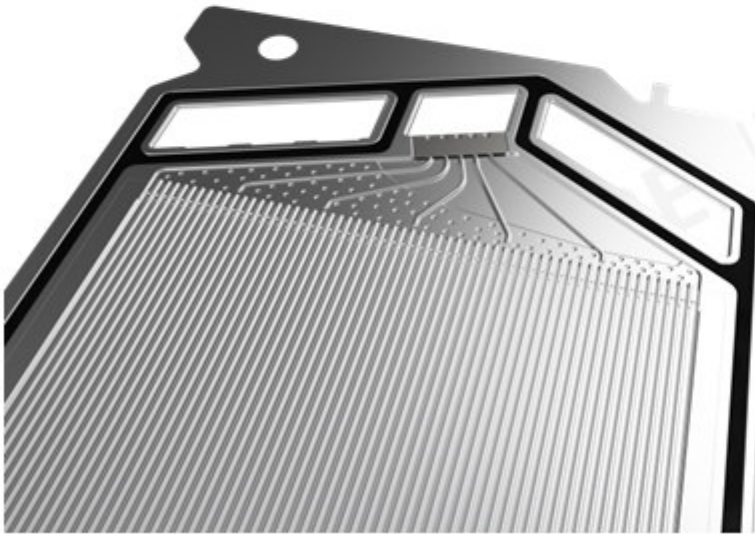
Pol-Platte



GRUNDAUFBAU

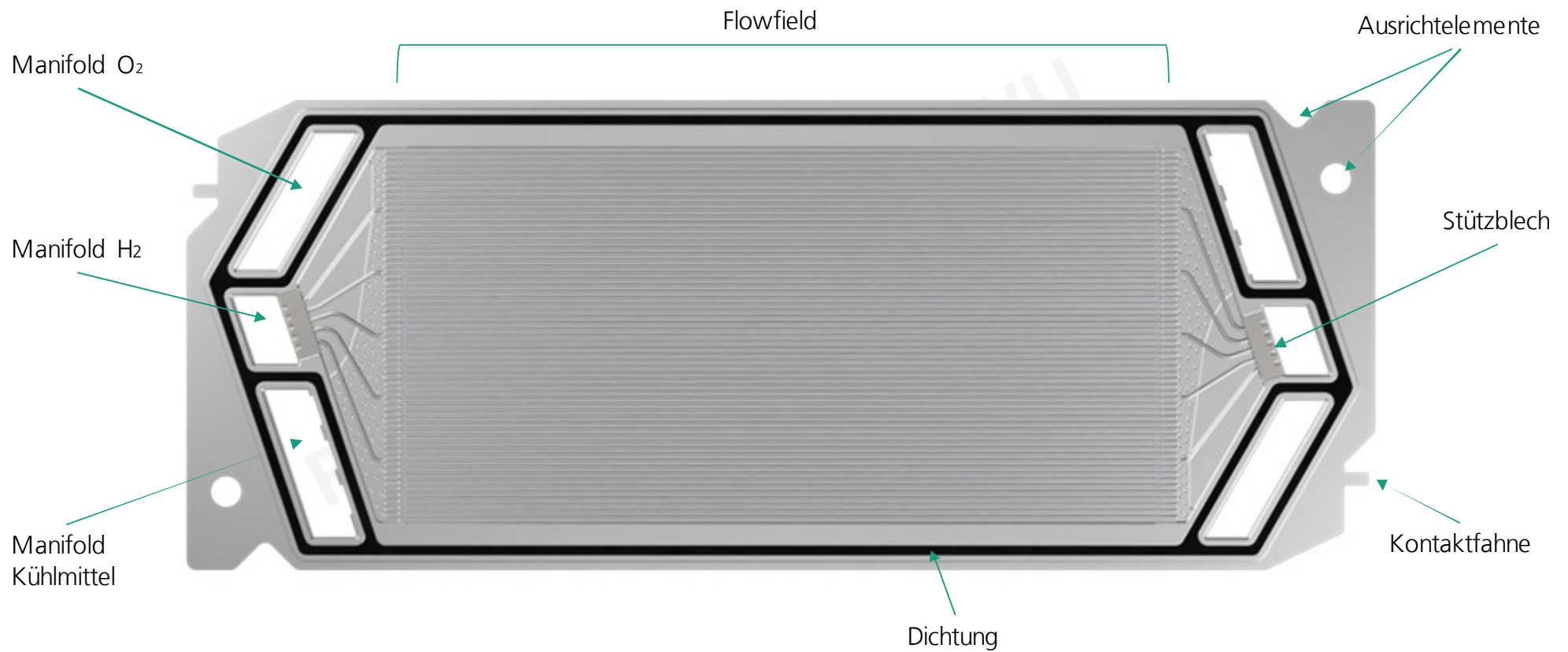
Pol-Platte

- Platten aus Edelstahl + Beschichtung oder rein Titan
- Gute mechanische Stabilität
- Geringe Bauhöhe



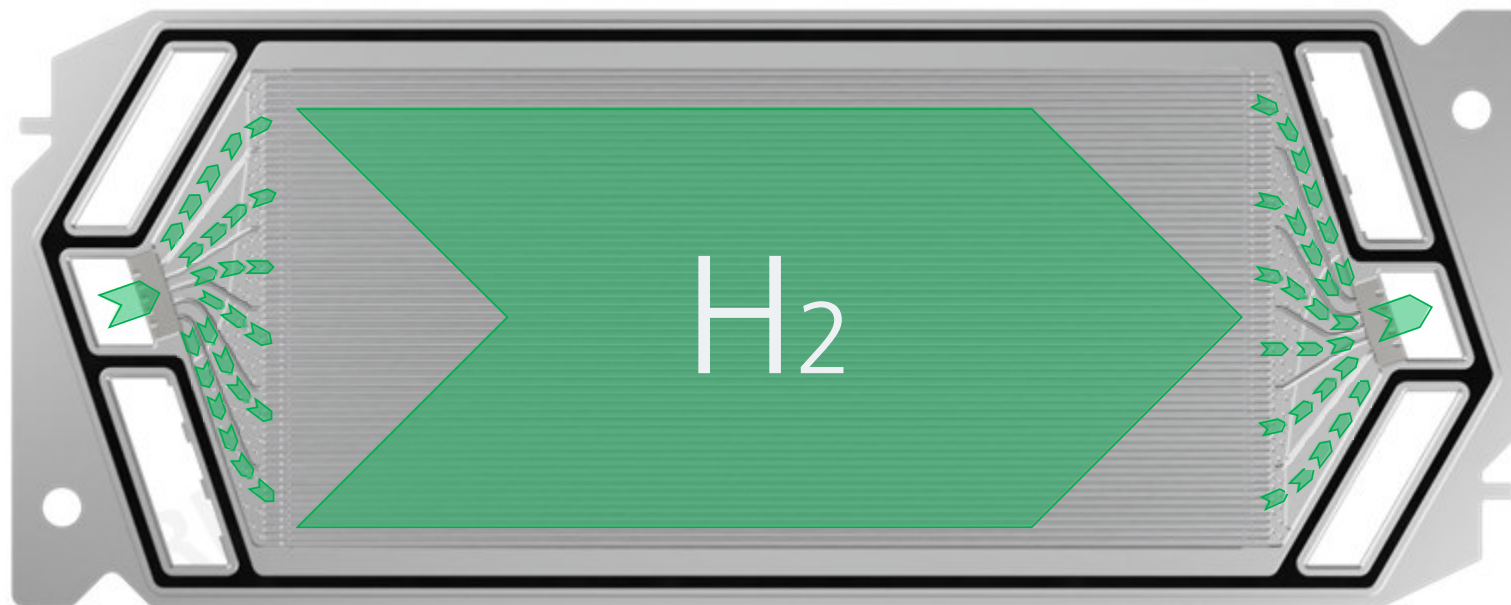
GRUNDAUFBAU

Pol-Platte



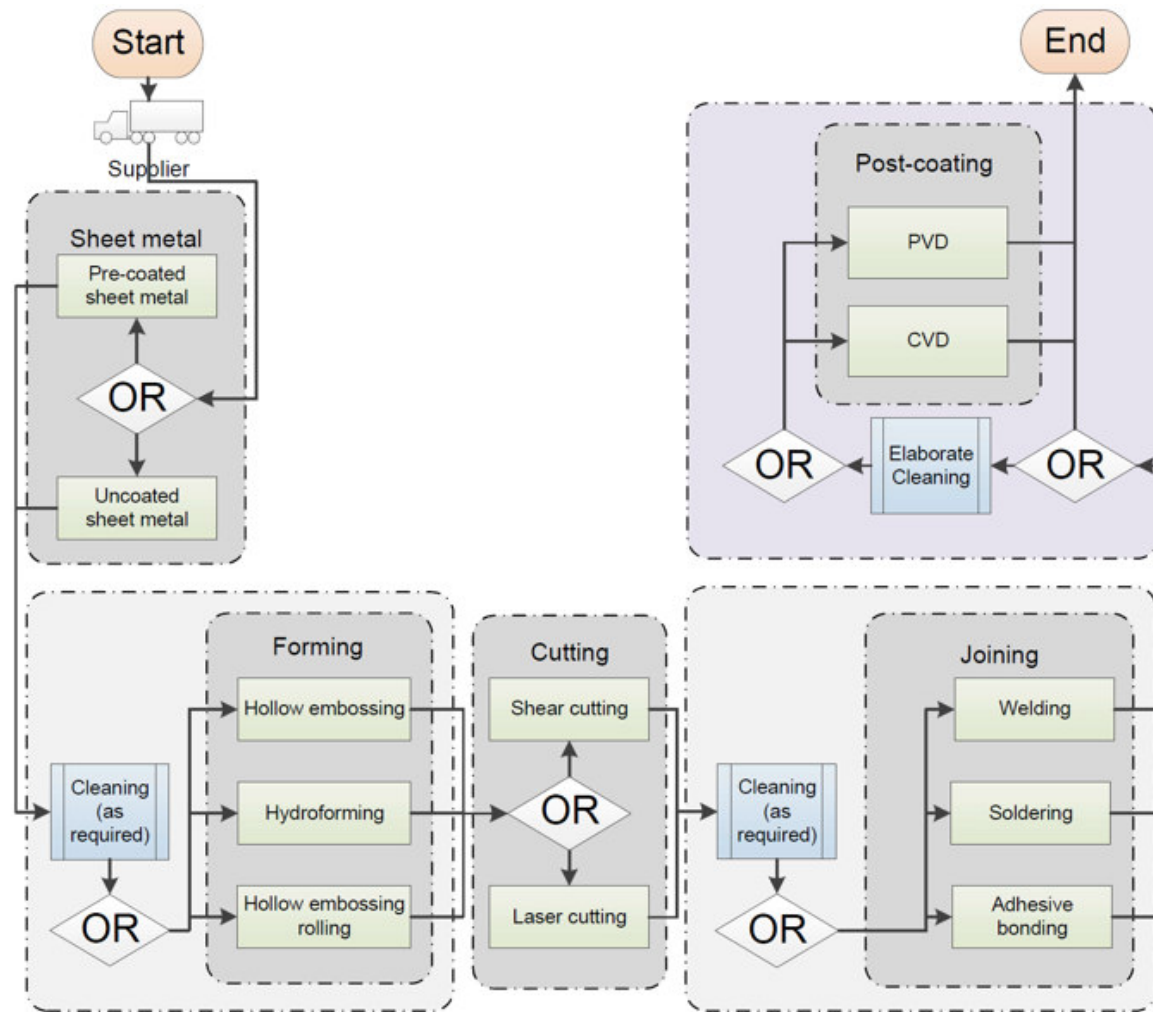
GRUNDAUFBAU

Pol-Platte



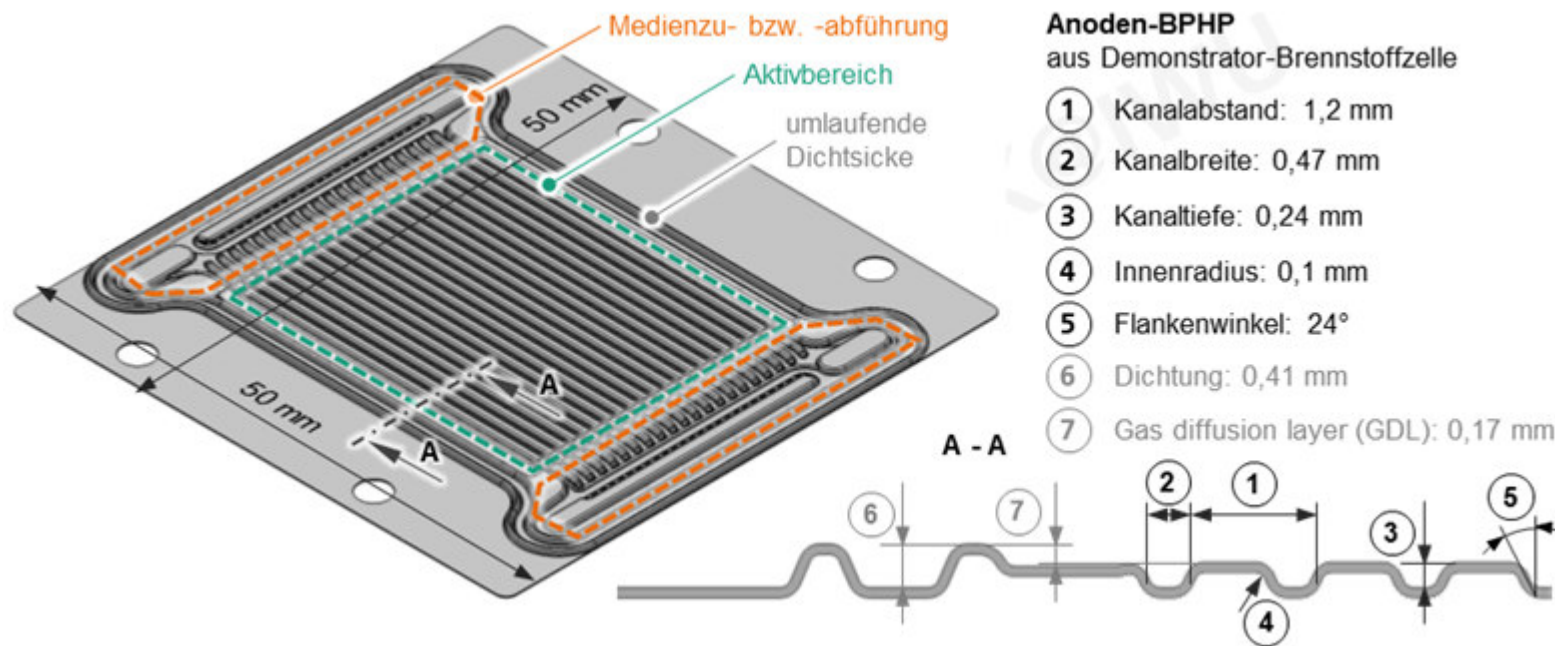
GRUNDAUFBAU

Pol-Platte



GRUNDAUFBAU

Pol-Platte

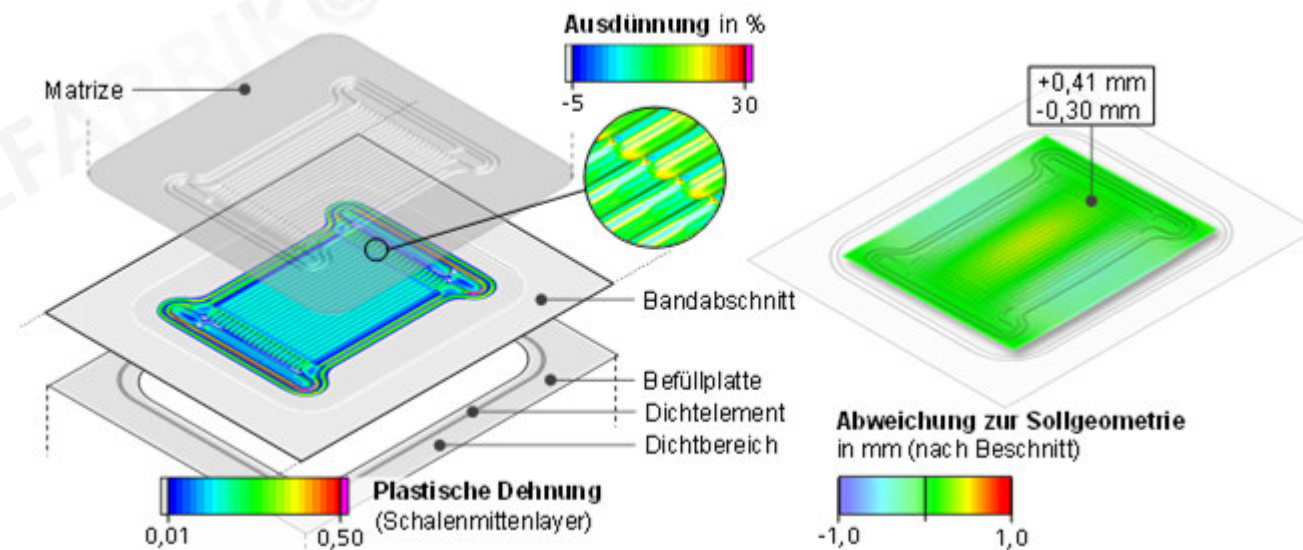


GRUNDAUFBAU

Pol-Platte

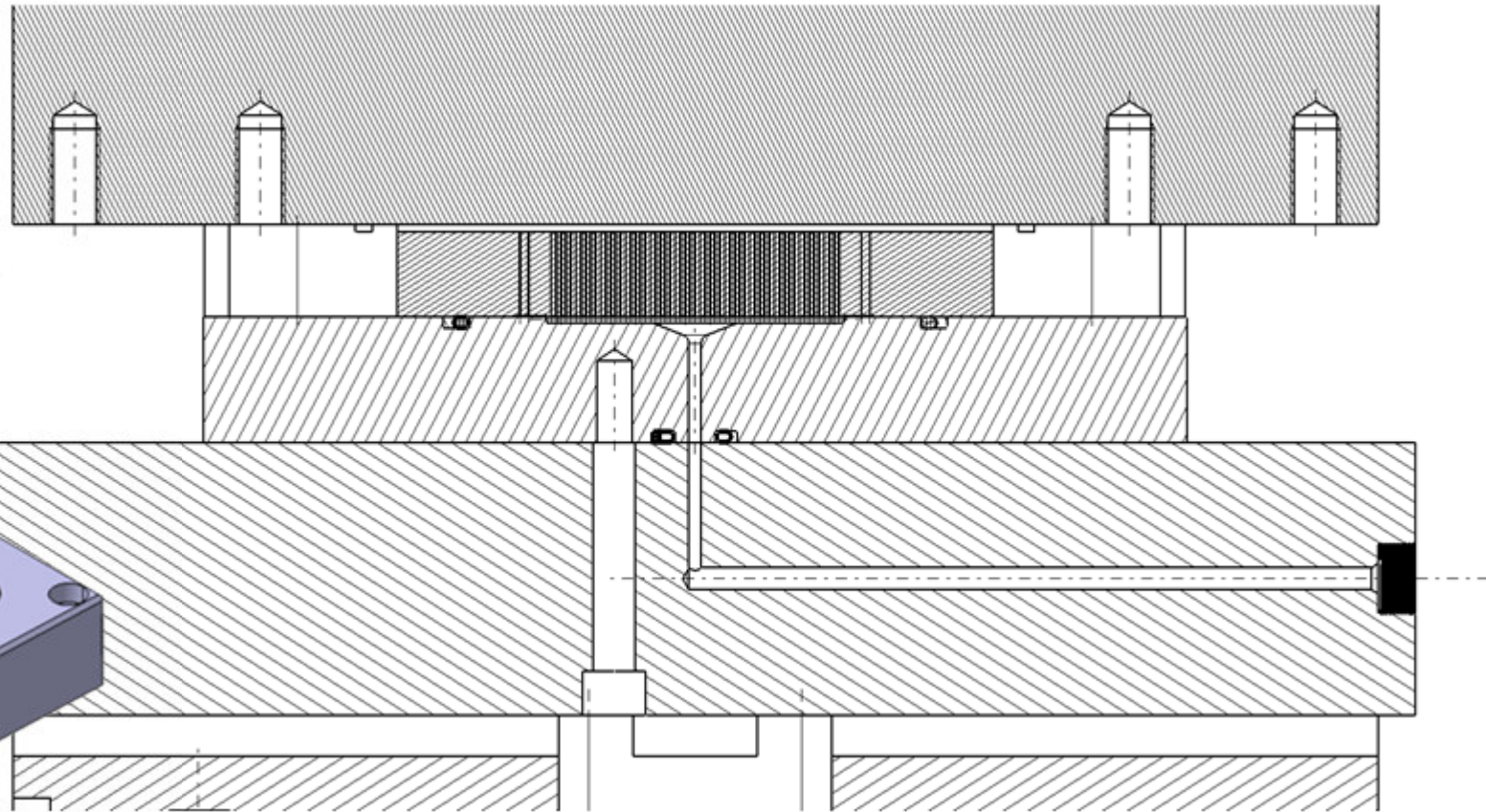
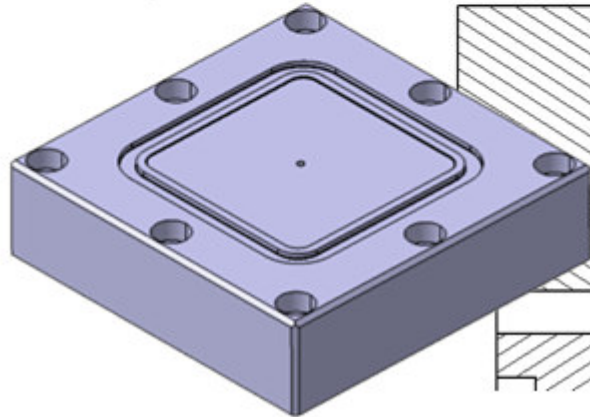
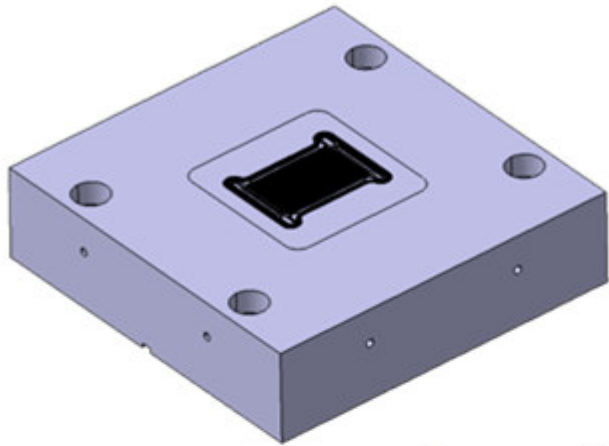
Herstellung von BPP durch Hochdruckblechumformung (HBU)

- Verfahrensvorteile:
 - nur ein Werkzeugaktivteil notwendig
 - schnelle Prototypenfertigung
 - hohe Plattenebenheit
- Ideale Produktionsmenge: 1-1.000 Stück
- Entwicklungsansätze:
 - Anlagentechnik (Dichtungskonzepte)
 - Technologie des passiven HBU
 - auf verschiedensten Pressen realisierbar
 - kein externer Druckübersetzer
 - Steigerung der Produktionsrate



GRUNDAUFBAU

Pol-Platte

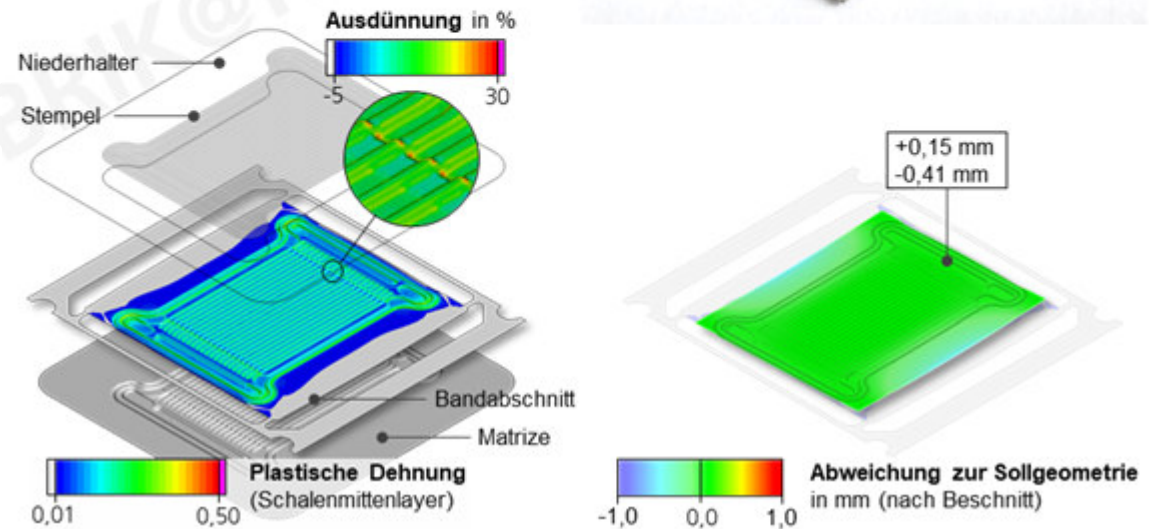


GRUNDAUFBAU

Pol-Platte

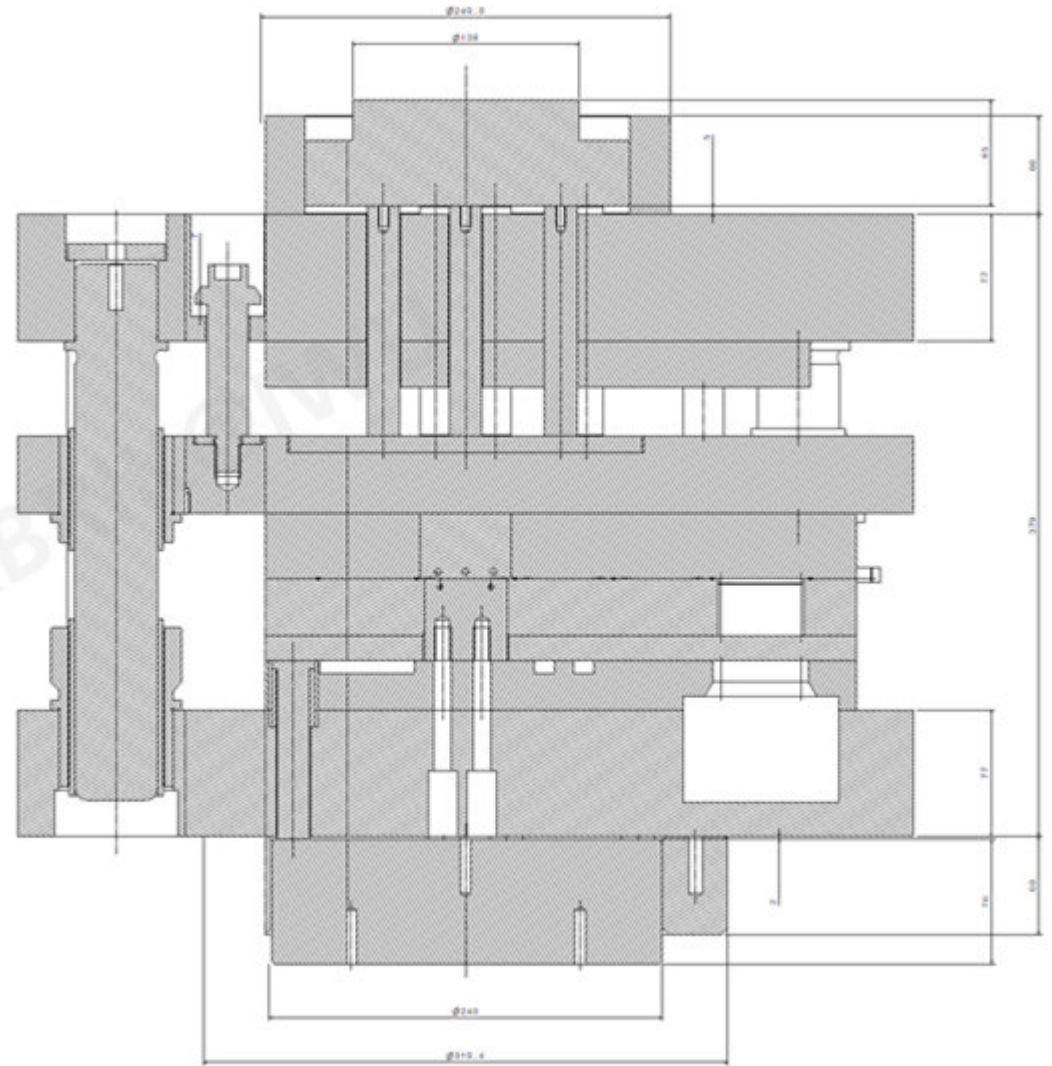
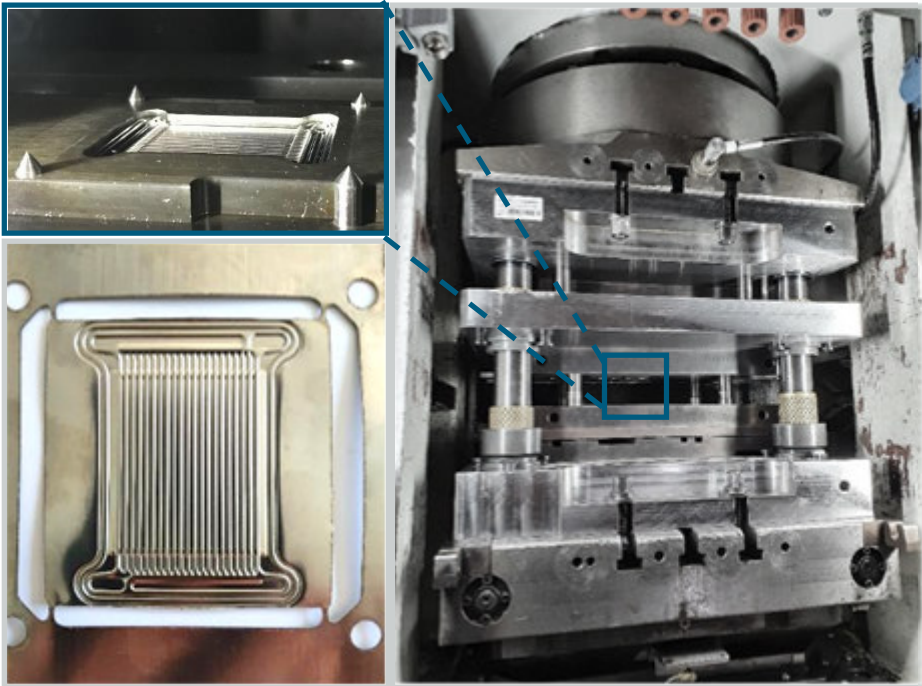
Herstellung von BPP durch Hohlprägen (HP)

- Verfahrensvorteile:
 - Hohe Produktionsgeschwindigkeit
 - Automatisierter Transport
 - gute Plattenebenheit
- Ideale Produktionsmenge: 10.000-10.000.000 Stück
- Entwicklungsansätze:
 - Standmenge Aktivteile
 - Werkzeugausrichtung
 - Pressentechnik (Kraft vs. Tischgröße)



GRUNDAUFBAU

Pol-Platte

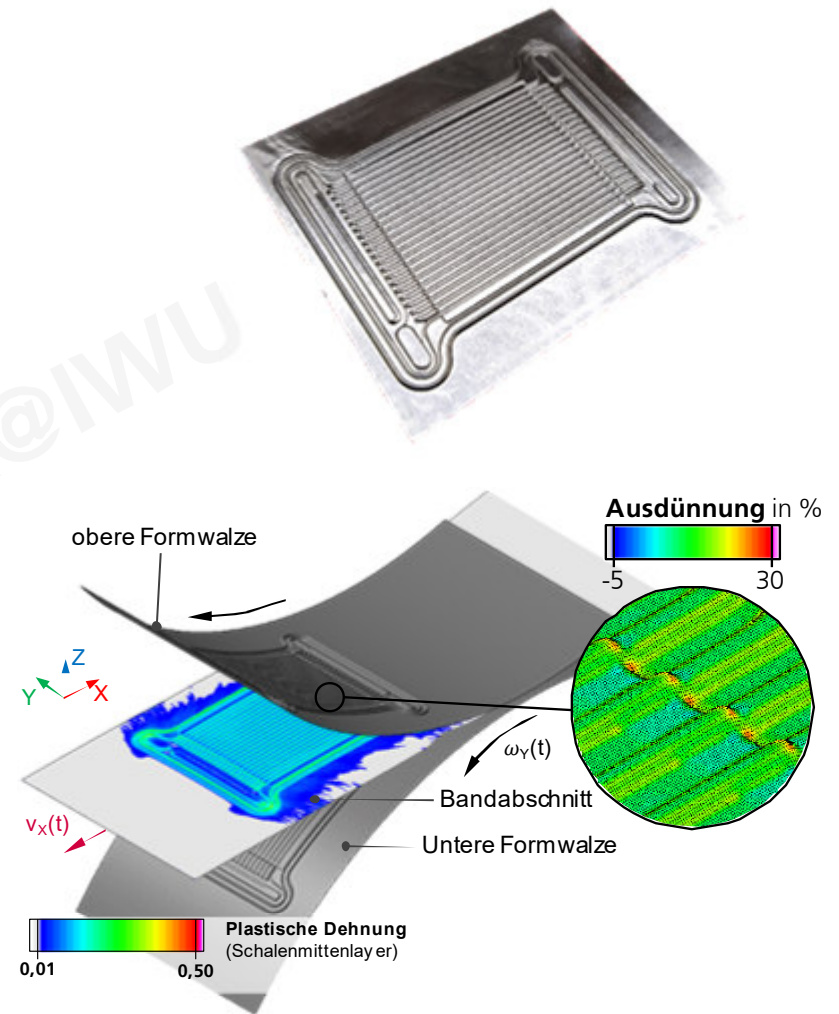


GRUNDAUFBAU

Pol-Platte

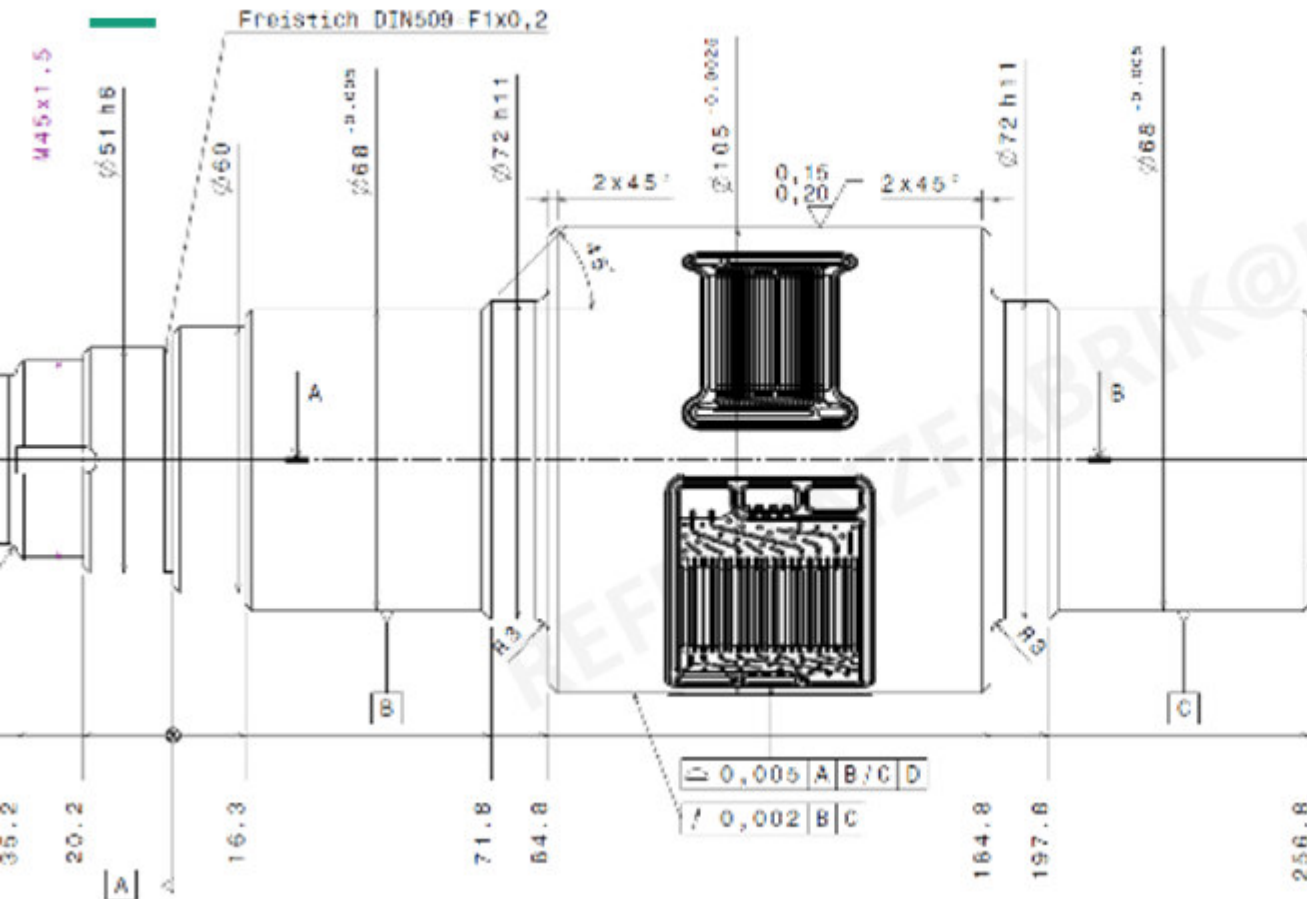
Herstellung von BPP durch Hohlprägewalzen (HPW)

- Verfahrensvorteile:
 - Extrem Hohe Produktionsgeschwindigkeit
 - Rolle-zu-Rolle-Prozess
 - Niedrige Prozesskräfte
- Ideale Produktionsmenge: >100.000.000 Stück
- Entwicklungsansätze:
 - Robustheit des Umformprozesses
 - Steigerung der Plattenqualität (Ebenheit)
 - Synchronisierung mit Folgeprozesse (Schnitt)



GRUNDAUFBAU

Pol-Platte

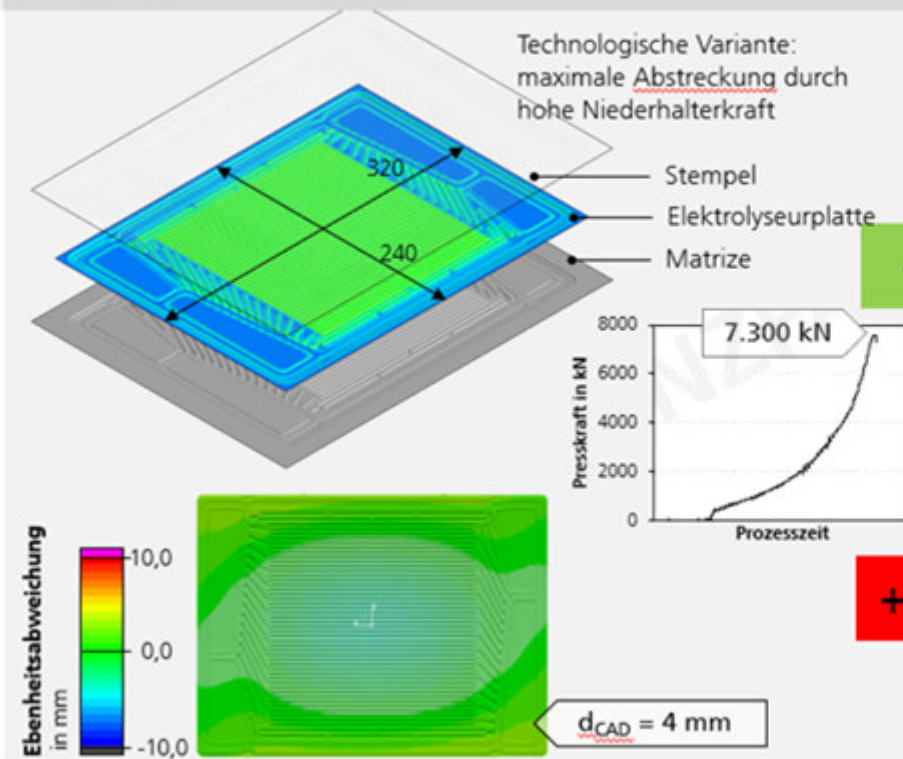


GRUNDAUFBAU

Pol-Platte

Szenario: FRHY-Demonstrator, 1.4404, $s_0 = 0,5 \text{ mm}$

Hohlprägen



-97 %

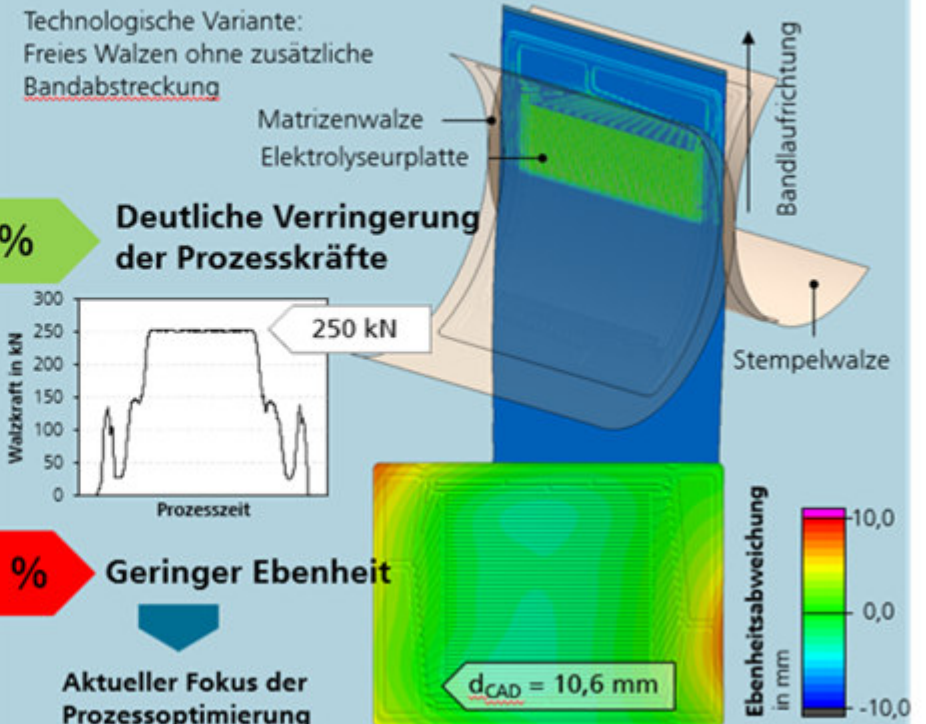
Deutliche Verringerung der Prozesskräfte

+165 %

Geringer Ebeneheit

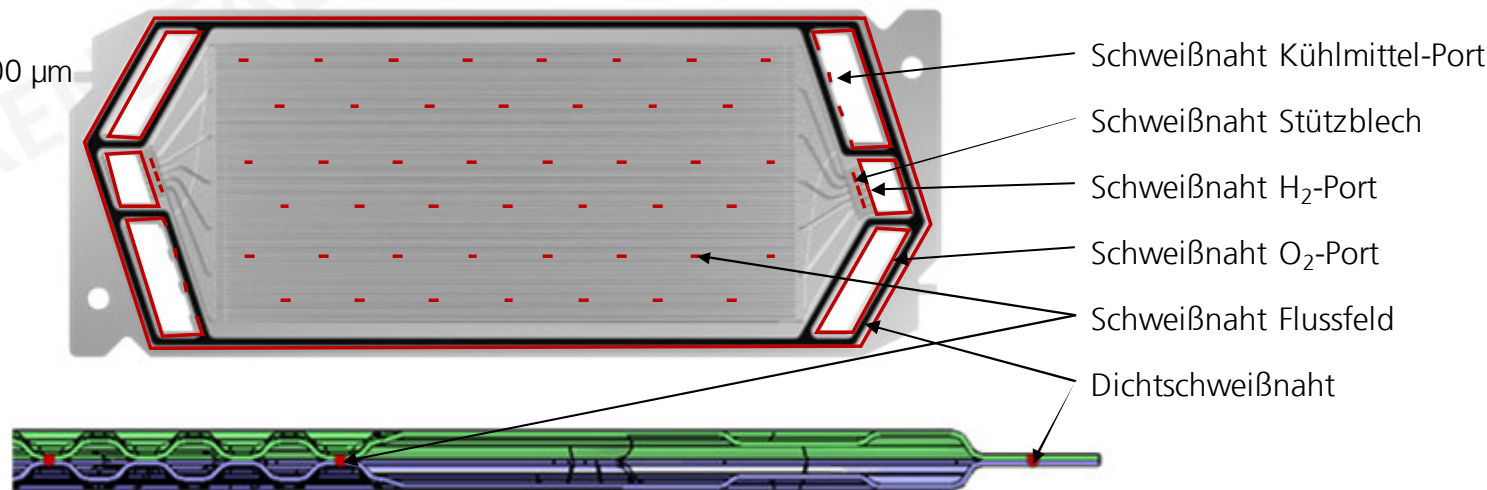
Aktueller Fokus der Prozessoptimierung

Hohlprägewalzen



Pol-Platte

- Anforderungen:
 - Materialdicken: 70 .. 150 μm
 - Schweißnahtlängen: > 1,0 m
 - Schweißgeschwindigkeiten: 10 .. 60 m/min
 - Nahtbreiten: 50 .. 200 μm
 - Detektierbare Nahtfehlergrößen: < 200 μm
 - Schweißzeiten: 1 .. 6 s

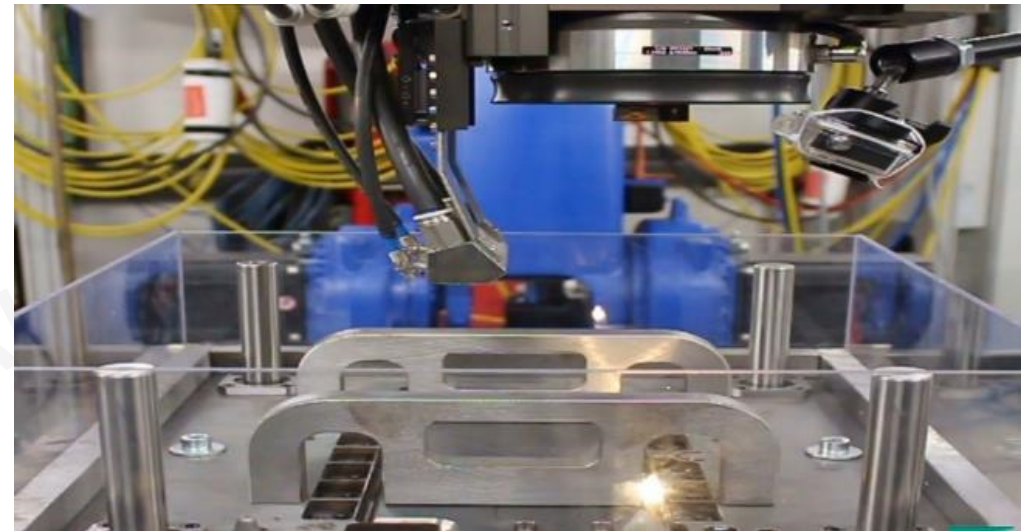
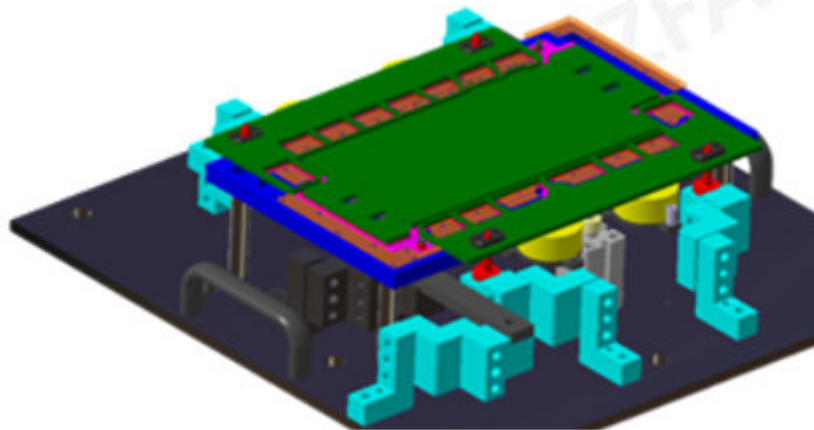


GRUNDAUFBAU

Pol-Platte

Fügen von BPP durch Laserschweißen

- Schweißvorrichtung:
 - Ebenes Spannen zweier unebener Platten
 - Erreichbarkeit aller Schweißstellen
 - Ausrichtung zweier Platten zueinander

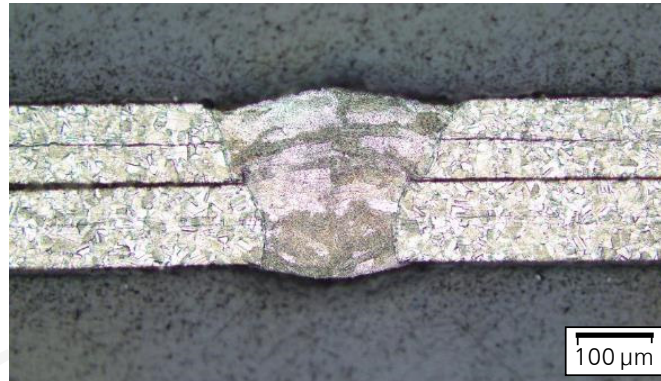


GRUNDAUFBAU

Pol-Platte



> 10 m/min



Schweißgeschwindigkeit



> 60 m/min

> 120 W

Laserleistung

> 1000 W

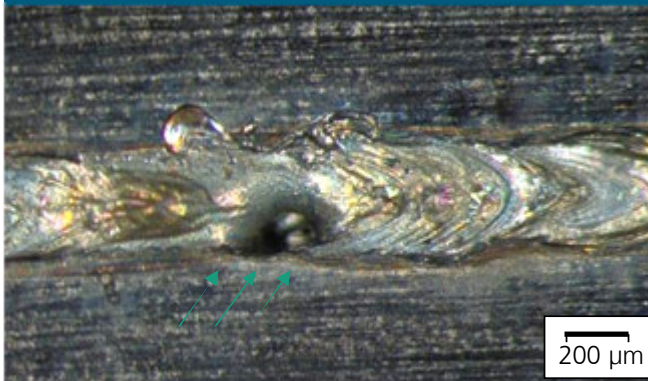
Prozessrobustheit

GRUNDAUFBAU

Pol-Platte

Fehlerbilder

Löcher



„falscher Freund“ / Bindefehler



Humping-Effekt



Ursachen

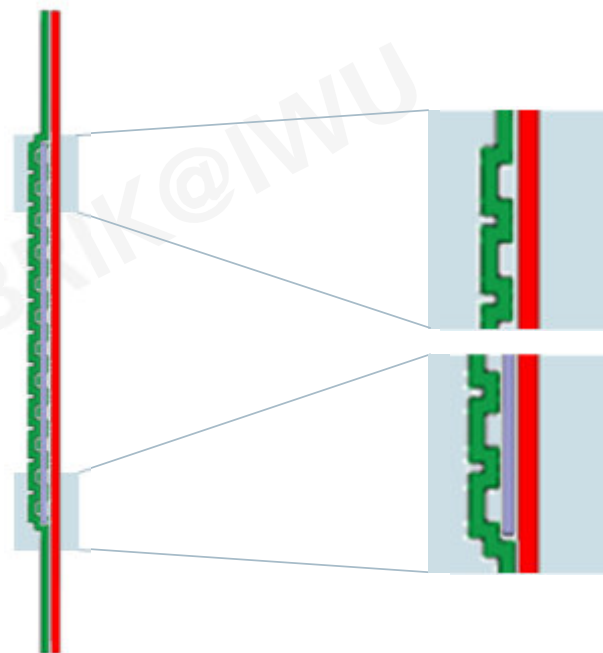
- ungünstige Spannsituation
- zu hoher Fügspalt
- Verunreinigungen
- ungünstige Prozessparameter

- ungünstige Spannsituation
- Fügspalt ist größer 15 % der Blechdicke
- mangelhafte Spaltüberbrückbarkeit

- zu hohe Schweißgeschwindigkeit ($> 60 \text{ m/min}$)
- ungünstiges Verhältnis der Schmelzbadlänge/-breite zum Fokussdurchmesser

GRUNDAUFBAU

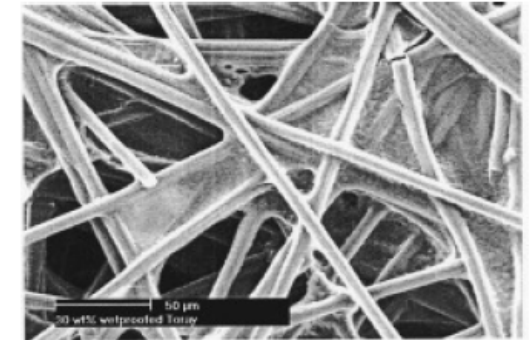
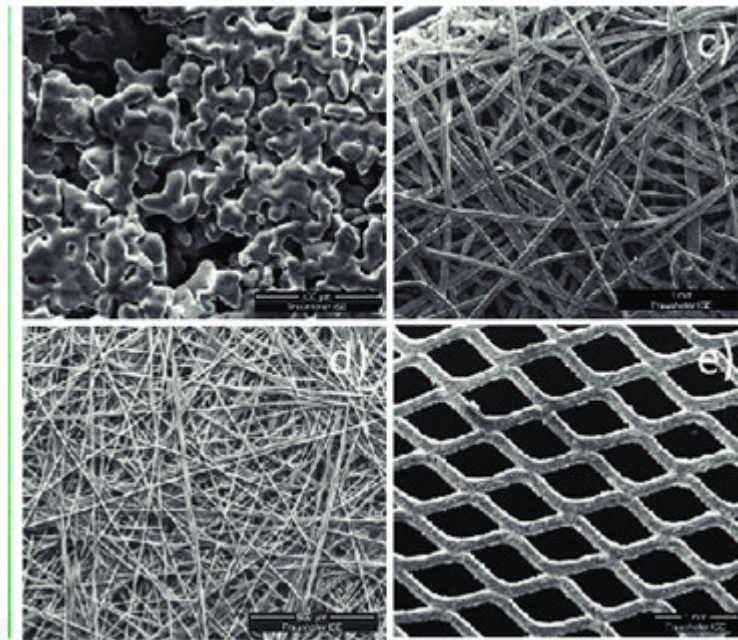
GDL/PTL



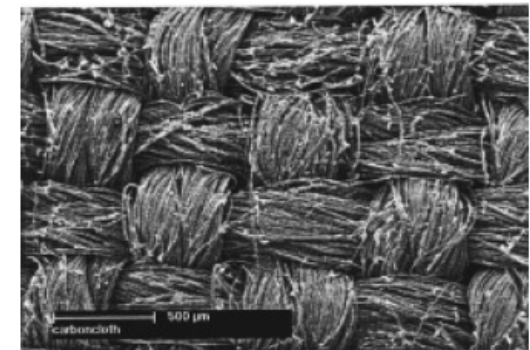
GRUNDAUFBAU

GDL/PTL

- Leitfähige, poröse/netzartige Struktur
- Verteilung der Medien zur Membran
- Kontaktierung der Elektroden mit der BPP



(a) SEM of Toray Paper GDL



(b) SEM of Carbon Cloth GDL

	PEM	AEM	FC
Material	Titan	Stahl / Nickel	Kohlenstoff
Dicken	1-5mm	1-5mm	250µm
Typ	Sinter/Streckmetall	Sinter/Streckmetall	Kohlepapier/ Filz

GRUNDAUFBAU

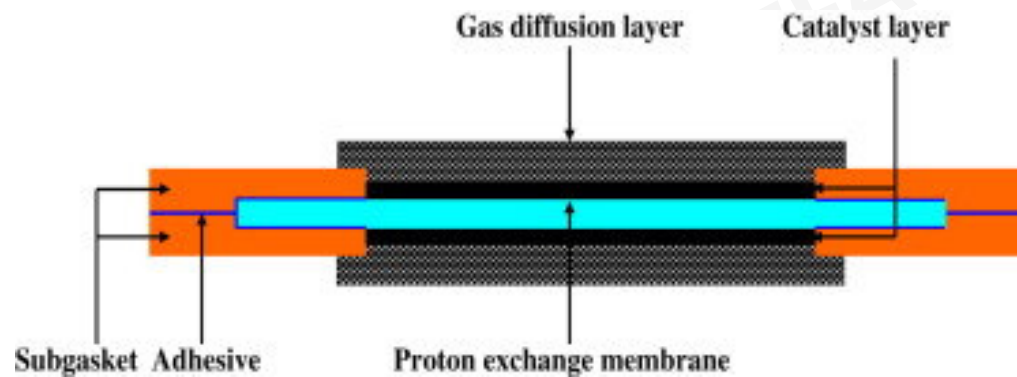
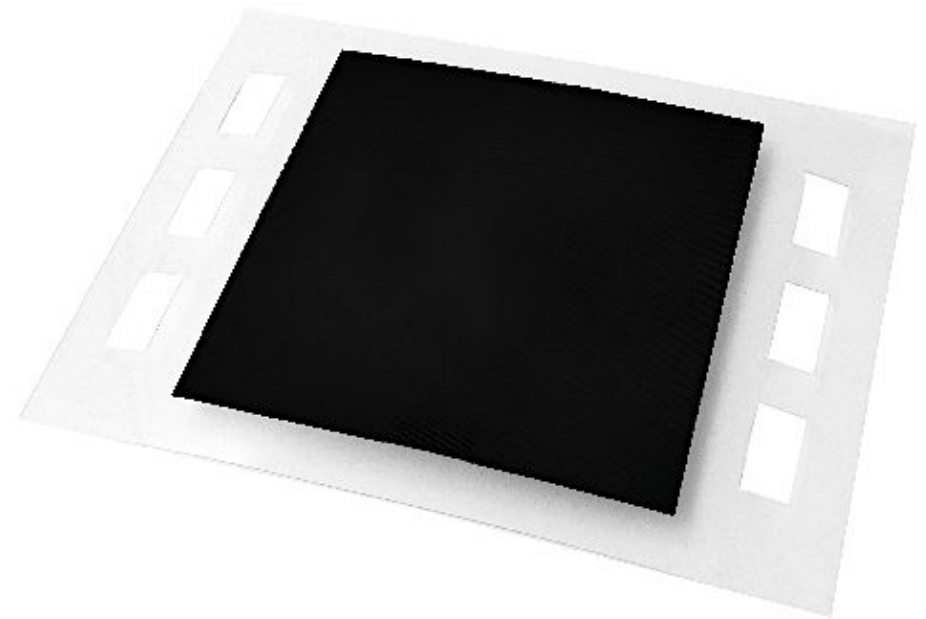
Subgasket



GRUNDAUFBAU

Subgasket

- Verlängerung der Membran bis zum Aussenrand der Zelle
- Material: PEN oder PET
- Günstigeres Material mit besseren mech. Eigenschaften
- Evtl Anbindung Dichtung



GRUNDAUFBAU

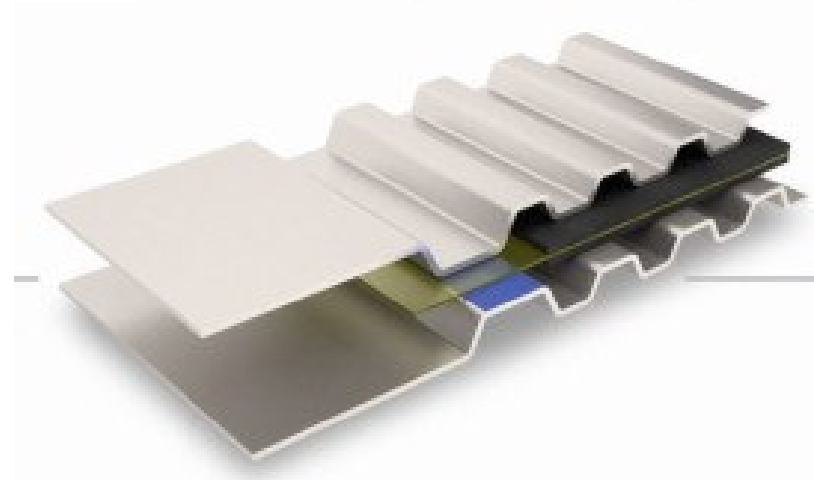
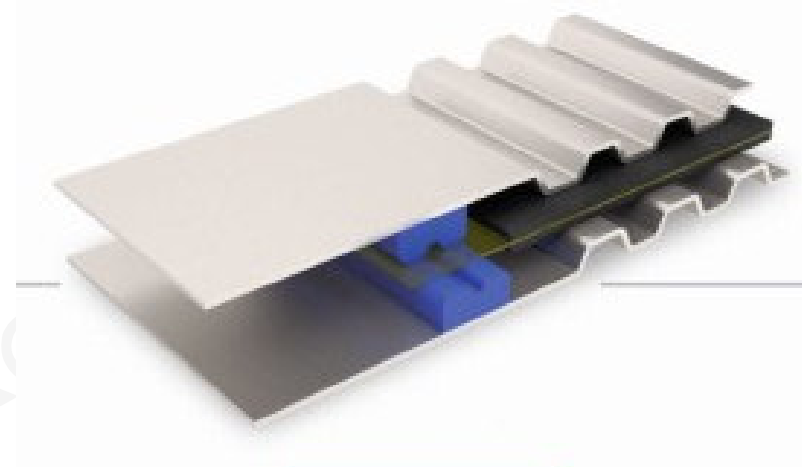
Dichtung



GRUNDAUFBAU

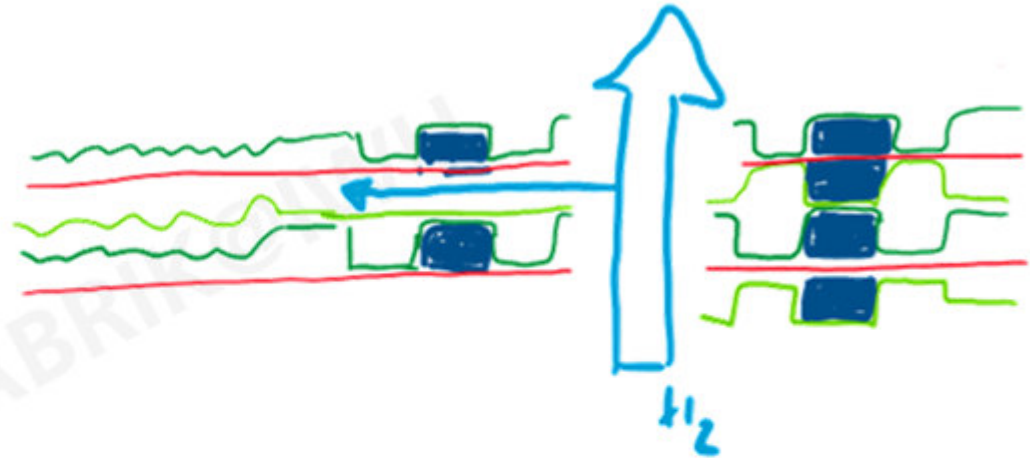
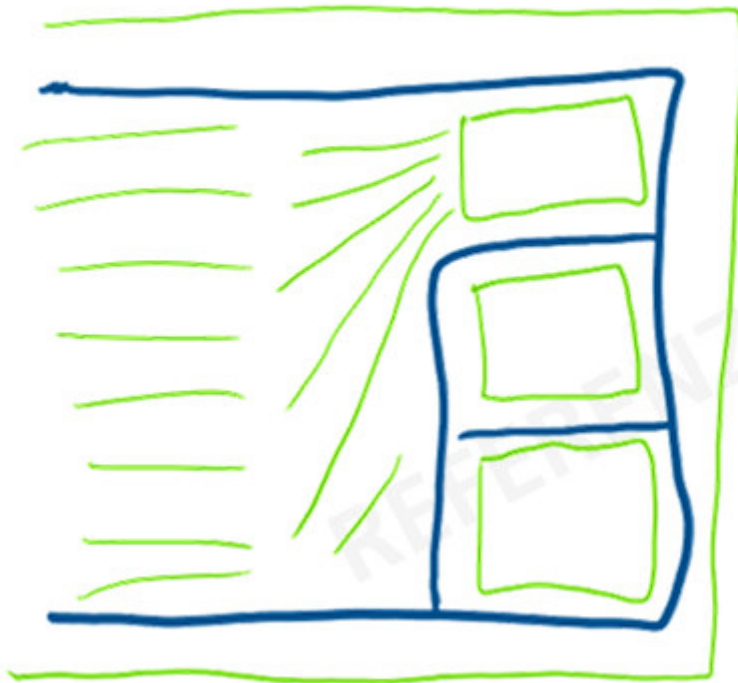
Dichtung

- Abdichtung der Zelle nach aussen und zu den Medienports
- Varianten:
 - Metallische Dichtung
 - Elastomere Dichtung
 - Verklebte Dichtung
- Materialien:
 - EPDM-Derivate
 - FKM-Derivate
 - Silikone
 - Polyurethane



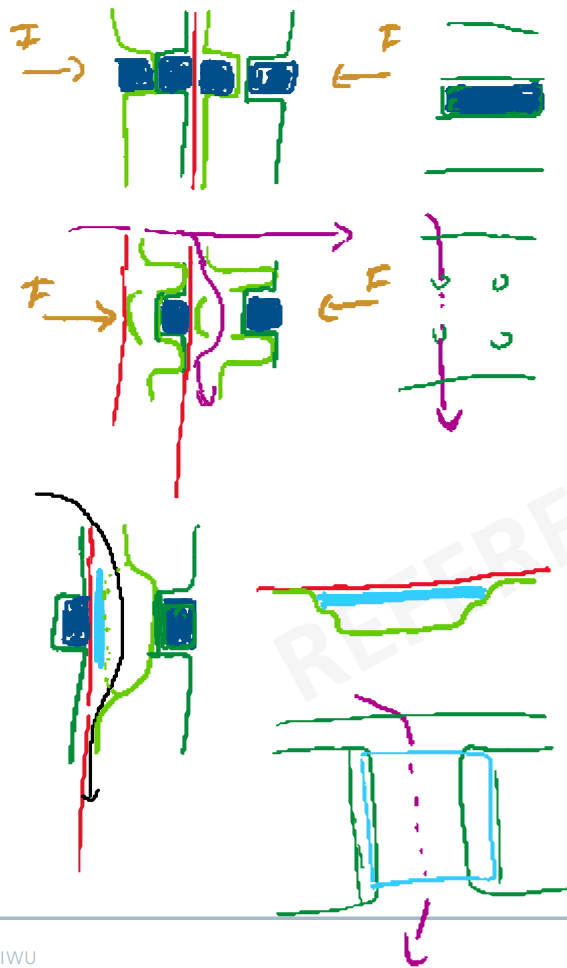
GRUNDAUFBAU

Dichtung

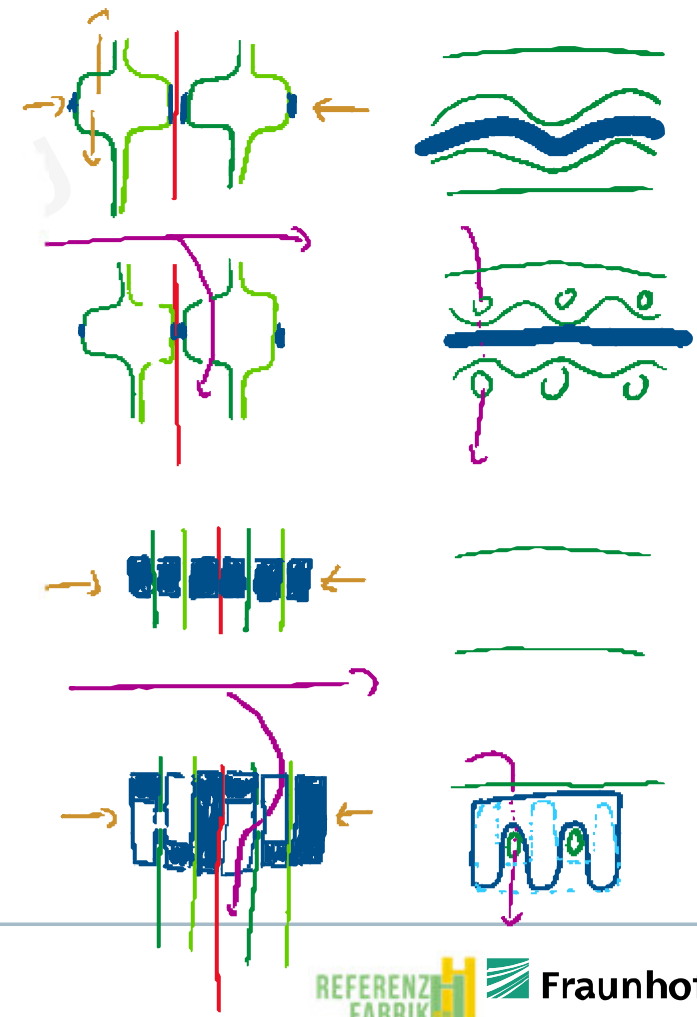


GRUNDAUFBAU

Dichtung



Bipolarplatte Anode
 Bipolarplatte Kathode
 Dichtung
 Membran
 Medienfluss
 Deckblock
 Kräfte

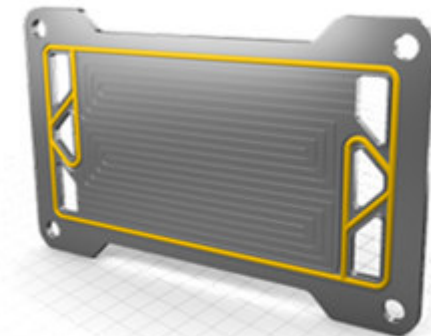
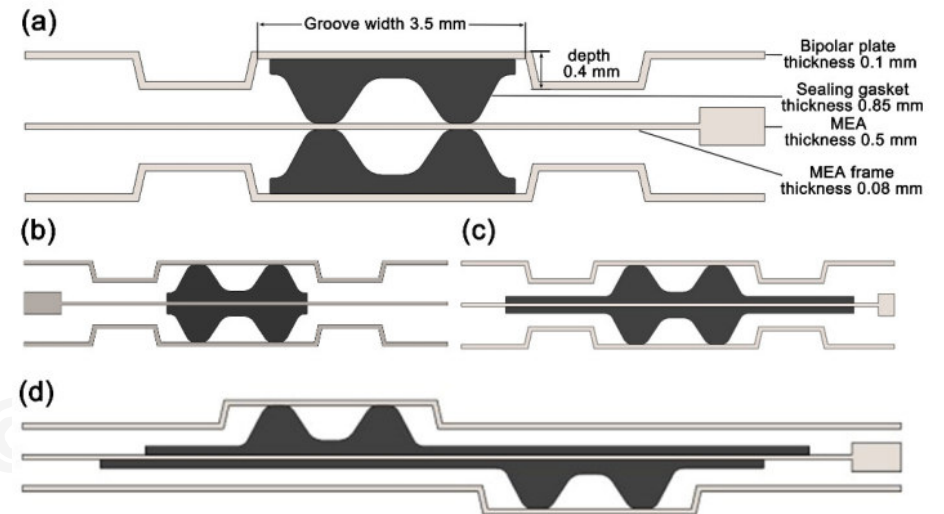
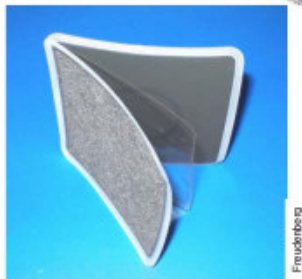
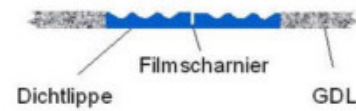
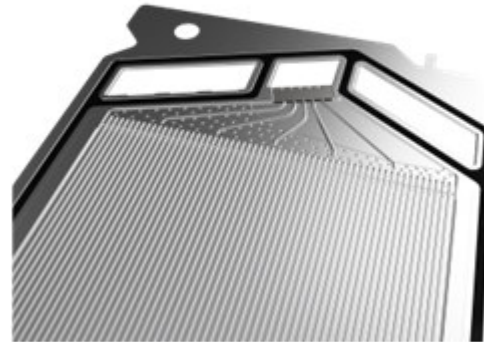


GRUNDAUFBAU

Dichtung

▪ Applikationsort:

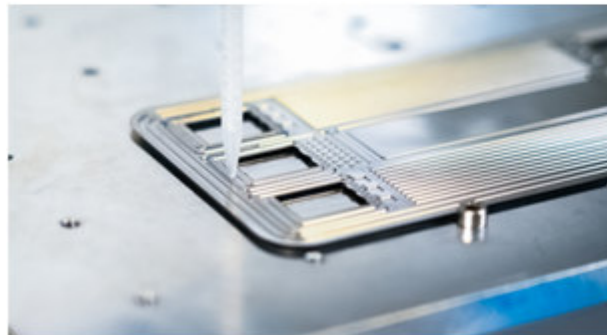
- Auf BPP
- Auf MEA
- An GDL



GRUNDAUFBAU

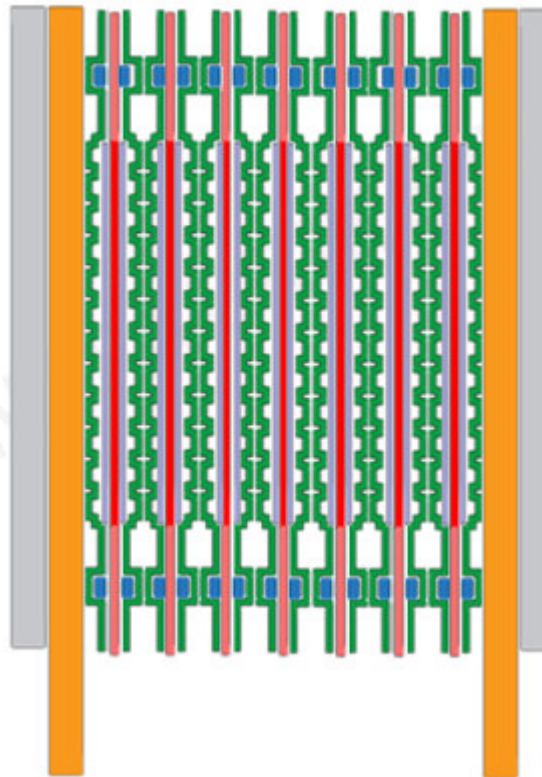
Pol-Platte

- Applikationsverfahren:
 - Einlegedichtung
 - Anspritzen
 - Siebdruck
 - Dispensing



GRUNDAUFBAU

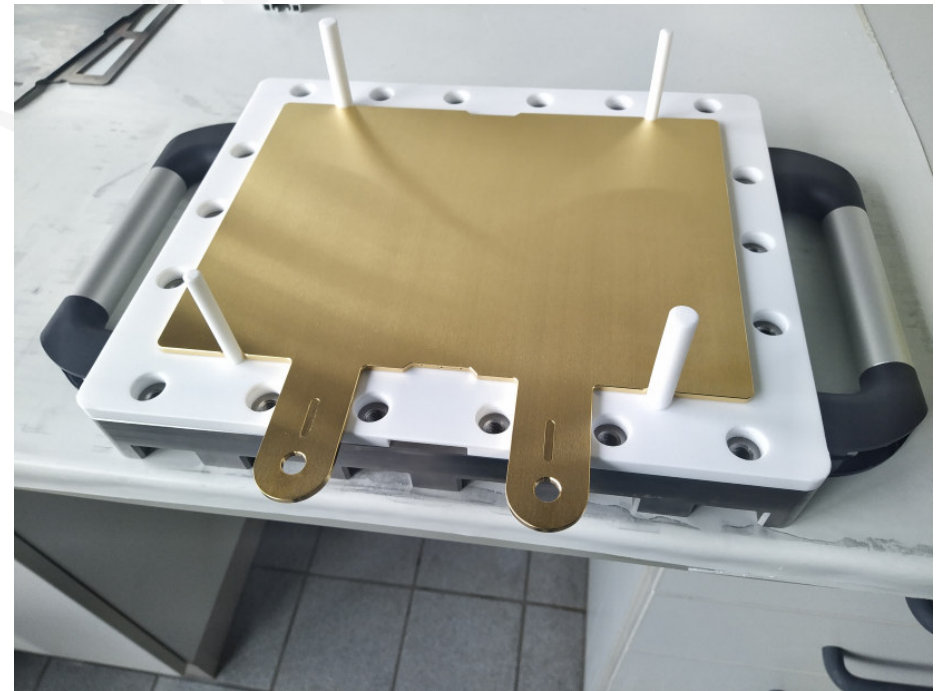
Stack



GRUNDAUFBAU

Stack

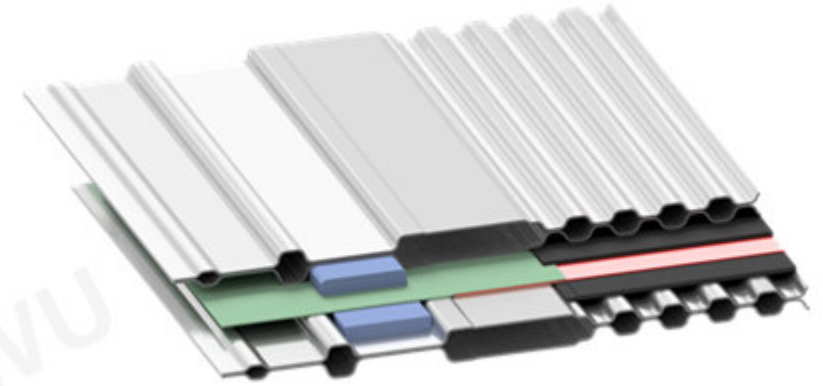
- Kontaktplatten
 - Material: Kupfer (*Beschichtung)
 - Kontaktierung der Bipolarplatten nach außen
 - Leitung großer Ströme
- Isolationsplatten
 - Material: PTFE, PSU, PP
 - Isolation der inneren Stack-Komponenten gegenüber Gehäuse
 - Durchführung der Medien



GRUNDAUFBAU

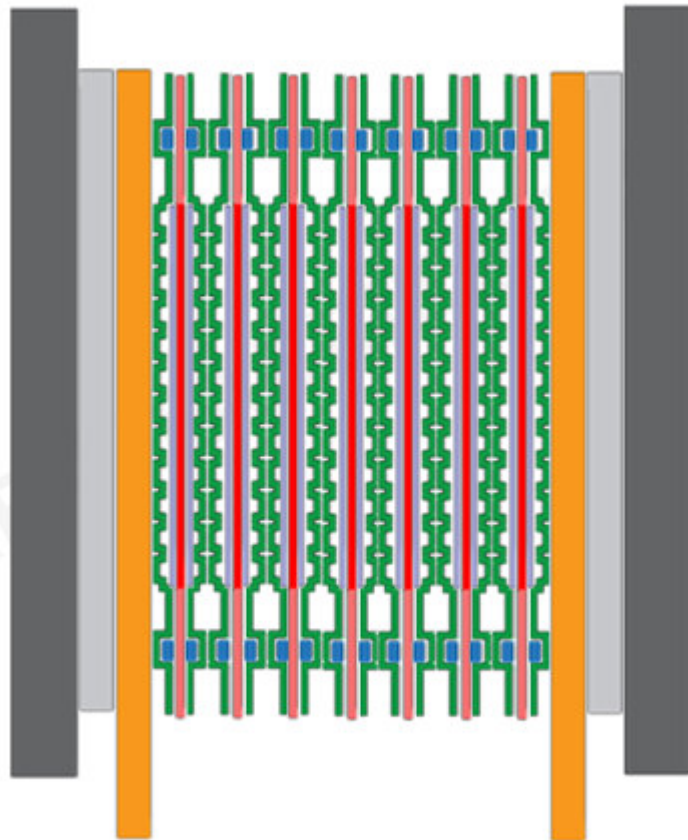
Stack

- Stapelung der einzelnen Zell-Komponenten
- Verpressen der Dichtungen
- Verpressen der GDL/PTLs



GRUNDAUFBAU

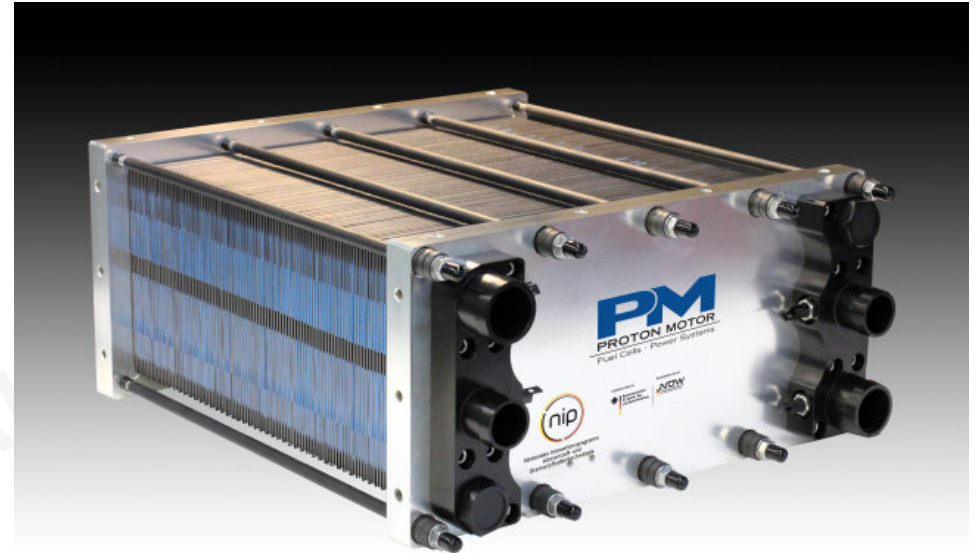
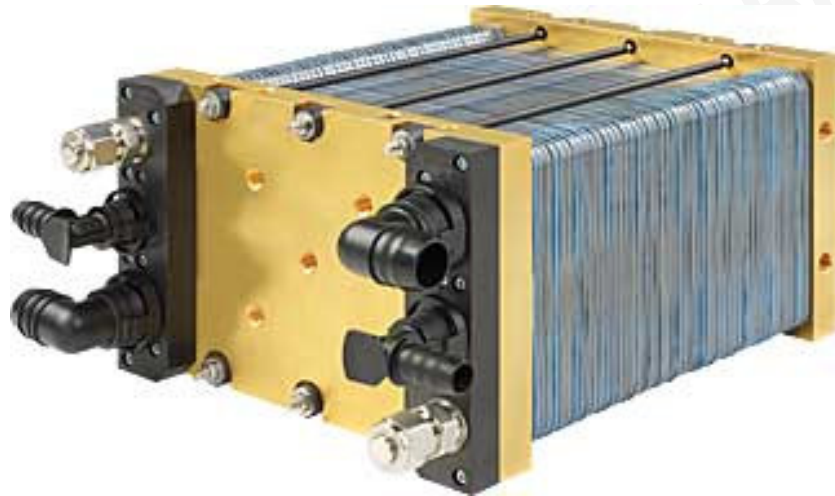
Stack



GRUNDAUFBAU

Stack

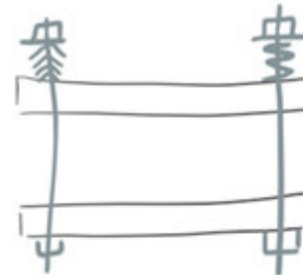
- Verspannplatten
 - Medienanschlüsse
 - Montageelemente
 - Verspannsystem



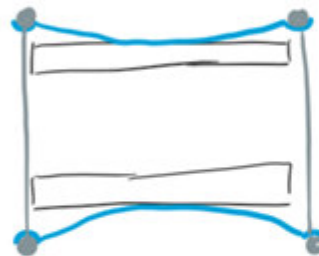
GRUNDAUFBAU

Stack

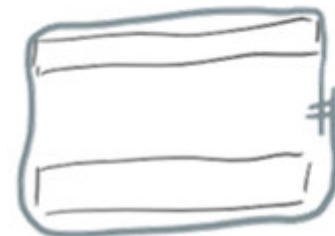
- Verspannsystem
 - Gleichmäßiger Anpressdruck über Fläche
 - Ausgleich therm. Dehnung
 - Ausgleich Druckniveaus
- Typen
 - Spindel + Federn
 - Spannbänder
 - Bandfedern
 - Tellerfedern



gewindestange + Feder



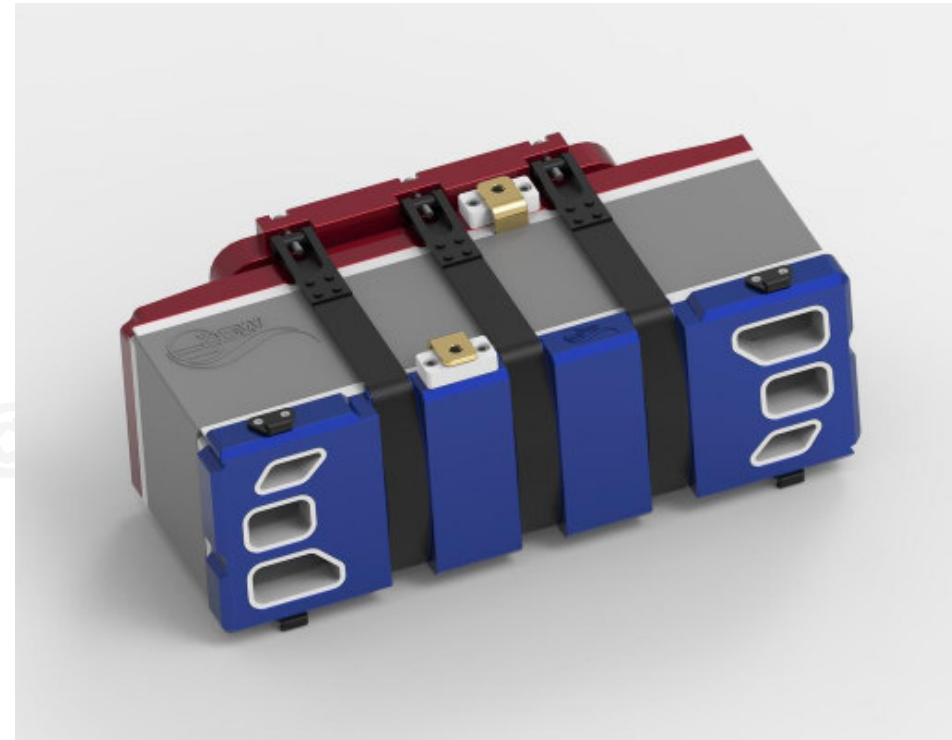
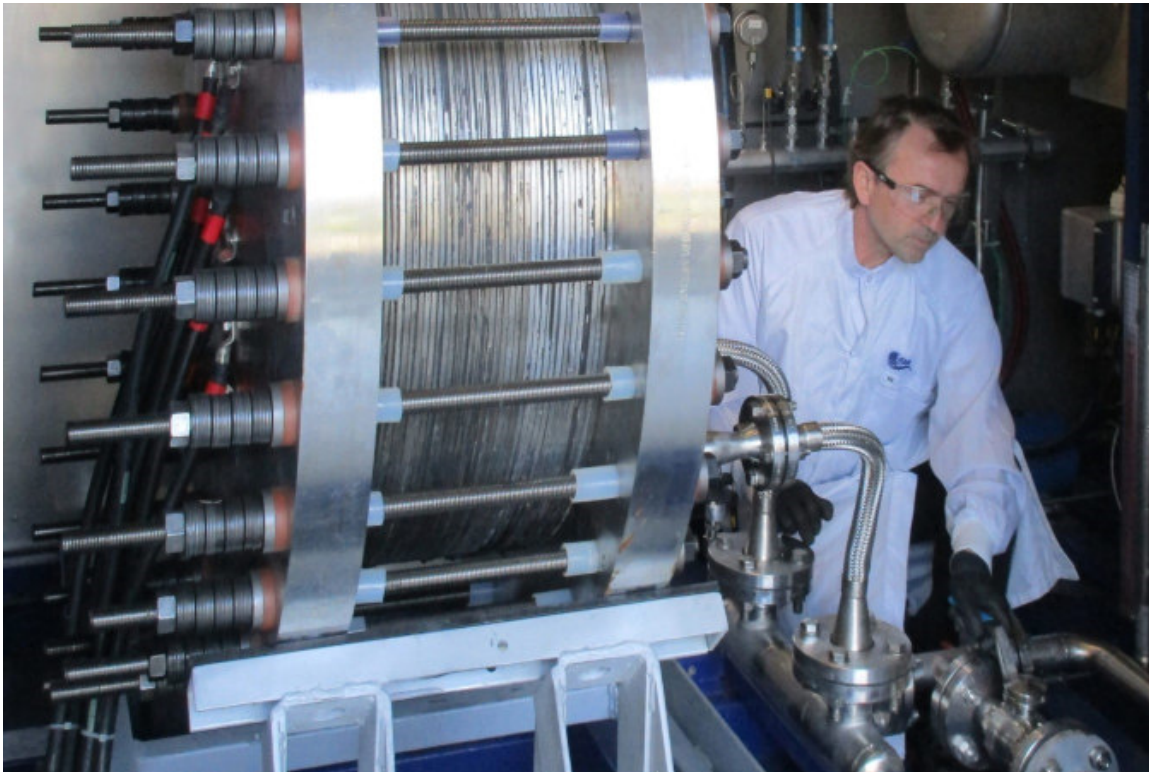
Ballfeder + Zuganker



Zugband

GRUNDAUFBAU

Stack



GRUNDAUFBAU

Elektrolyseur vs. Brennstoffzelle

	Elektrolyseur	Brennstoffzelle
Funktion	El. Energie -> Wasserstoffgas	Wasserstoffgas -> el. Energie
Kühlung	Durch Eduktwasser (400:1)	zus. Kühlkreislauf zwischen Bipolarplatten
Befeuchtung	Durch Eduktwasser	Durch Produktwasser
Eingangs-Medien	Wasser (DI oder KOH)	H ₂ und O ₂ (Luft)
Systemdruck	Anode: ca 2bar Kathode: bis 35bar	Anode: 1,3bar Kathode 1bar
Material	BPP: Titan (PEM) oder Stahl (AEM) PTL: Titan (PEM) oder Stahl (AEM) GDL: Kohlepapier oder 1.4404	BPP: 1.4404 + Beschichtung GDL: Kohlepapier



Kontakt

Sebastian Melzer
Referenzfabrik.H2
Tel. +49 371 5397-1725
sebastian.melzer@iwu.fraunhofer.de

info@referenzfabrik.de
www.referenzfabrik.de

Fraunhofer IWU
Reichenhainer Straße 88
09126 Chemnitz
www.iwu.fraunhofer.de



Fraunhofer-Institut für Werkzeug-
maschinen und Umformtechnik IWU

