

# RECYCLING VON PEMFC- STACKS FÖRDERPROJEKT BEST4HY

Anna Marchisio, Hensel Recycling  
Michael Götz, EKPO Fuel Cell GmbH

**EKPO** FUEL CELL  
TECHNOLOGIES



 **hensel**  
recycling

JOINT VENTURE

# Creating a world leader in fuel cell technology

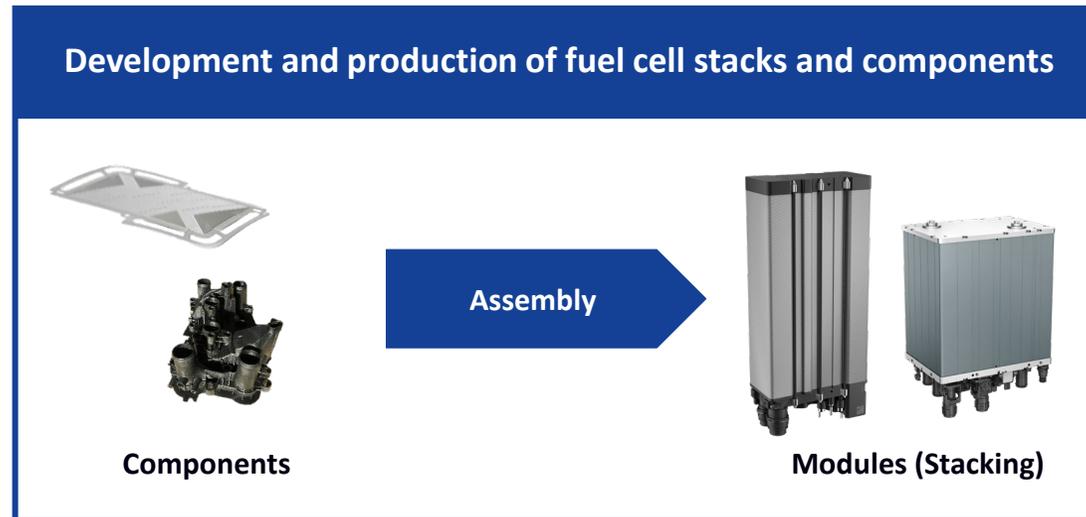


**EKPO** FUEL CELL TECHNOLOGIES



**Technology leadership  
in fuel cells**

Fuel cell stacks  
PEMFC bipolar plates  
End and media modules



**Development  
Industrialization  
Capital**

# The mobility turnaround



Headquartered in **DETTINGEN/ERMS**, close to Stuttgart (Germany)



More than **190 EMPLOYEES**



Addressing **GLOBAL FUEL CELL** business

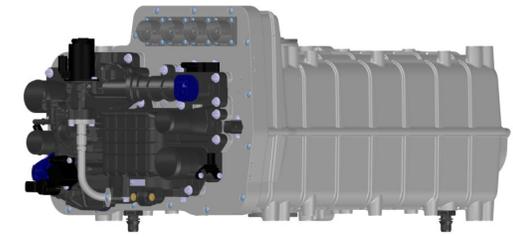


Initial production capacity of up to **10,000 UNITS** per year



More than **150 PATENTS**

# NM5evo, NM12 single, NM12 twin



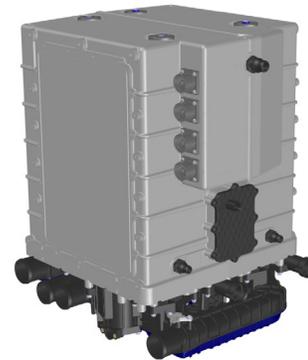
## Description

- / PEM Fuel Cell stack modules for high volume applications, heavy duty and automotive
- / Highly compact stack modules with integrated functionalities



## Key facts

- / Rated stack power:
  - / 76 kW<sub>el</sub> – NM5evo
  - / 123 kW<sub>el</sub> – NM12 single
  - / 204 kW<sub>el</sub> – NM12 twin
- / Power density up to 6.2 kW/l \*<sup>1</sup>  
(cell block | 2.5 bara | 0.6 V)
- / Operating pressure up to 2.5 bara
- / Homogeneous cell voltage distribution and low degradation



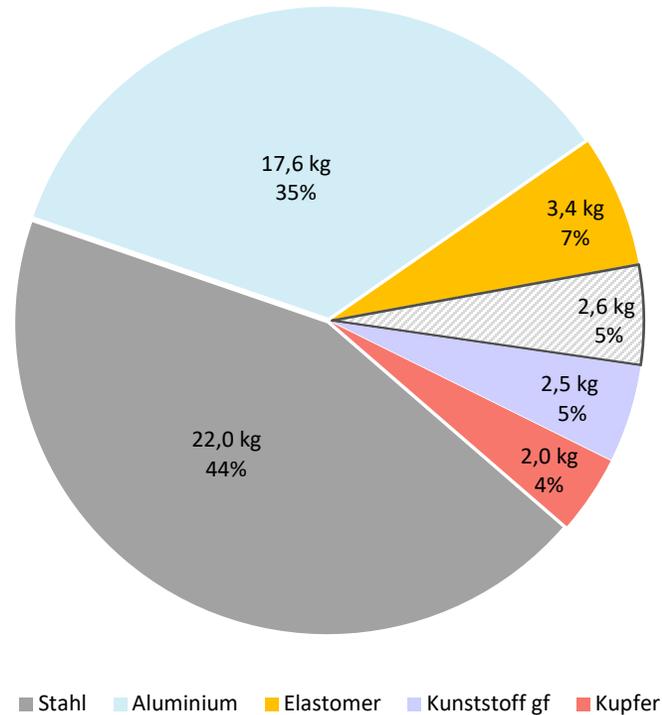
## Product profile

- / IP (6KX, X6K, X7) housing with EMC shielding
- / Compact integrated cell voltage monitoring (CVM)
- / Integrated media control, monitoring and water separation
- / Robust Sensors and Actuators acc. to automotive standards
- / Stack module validated acc. to IEC 62282 and GB/T 33978

\*<sup>1</sup> based on bipolar plate contour

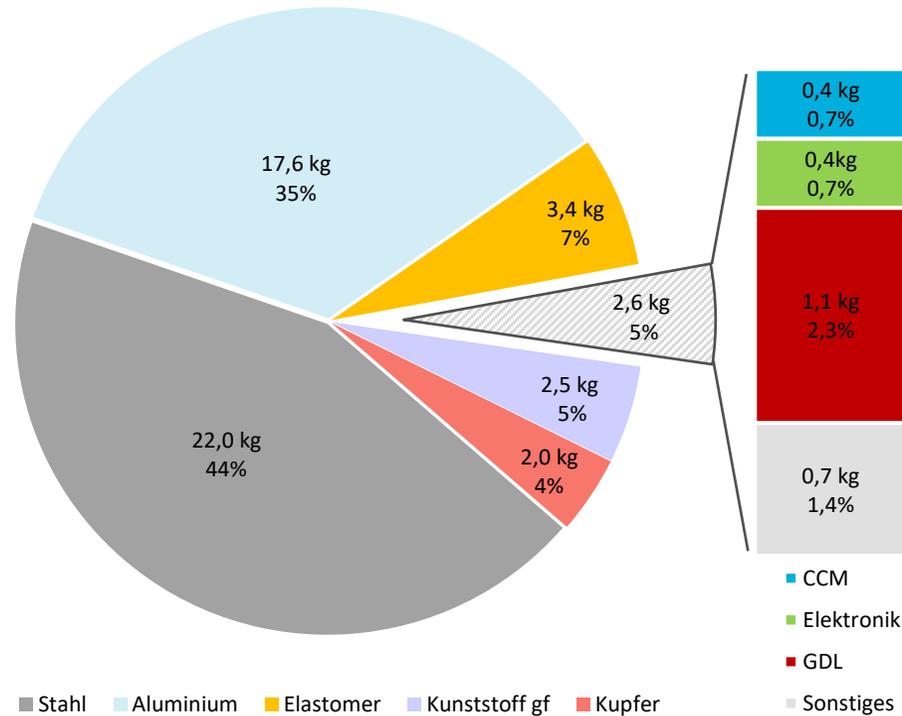
# Materialien im PEMFC-Modul incl. Gehäuse

Gewichtsverteilung PEMFC-Stackmodul



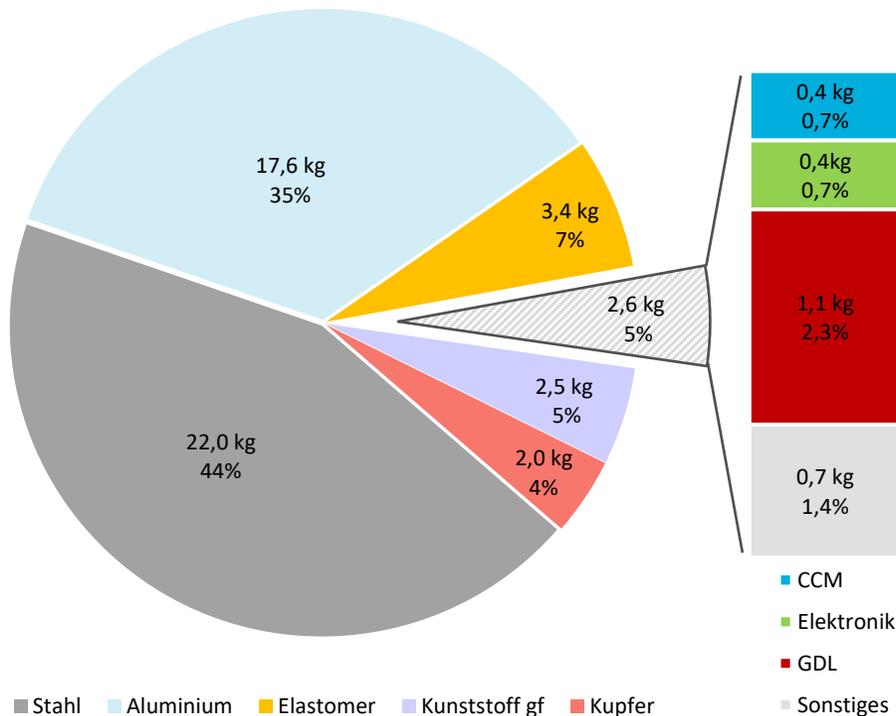
# Materialien im PEMFC-Modul incl. Gehäuse

Gewichtsverteilung PEMFC-Stackmodul



# Materialien im PEMFC-Modul incl. Gehäuse

## Gewichtsverteilung PEMFC-Stackmodul

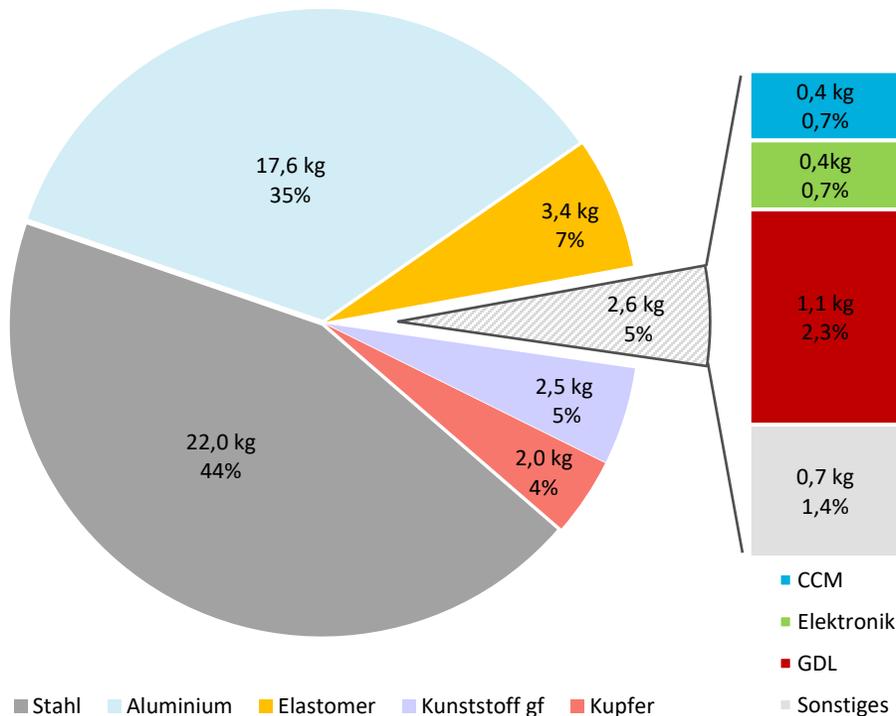


## Recycling Eigenschaften

- Aluminium – gut, etablierter Prozess
- Stahl – sehr gut, etablierter Prozess
- Elastomer – schlecht, keine Konzepte bekannt
- Kunststoff gf – gut, etablierter Prozess
- Kupfer – sehr gut, etablierter Prozess
- CCM – in Entwicklung, Rückgewinnung Pt in kleinem Maßstab umgesetzt
- GDL – schlecht, keine Konzepte bekannt
- Elektronikkomponenten: mittel, etablierte Prozesse vorhanden

# Materialien im PEMFC-Modul incl. Gehäuse

## Gewichtsverteilung PEMFC-Stackmodul

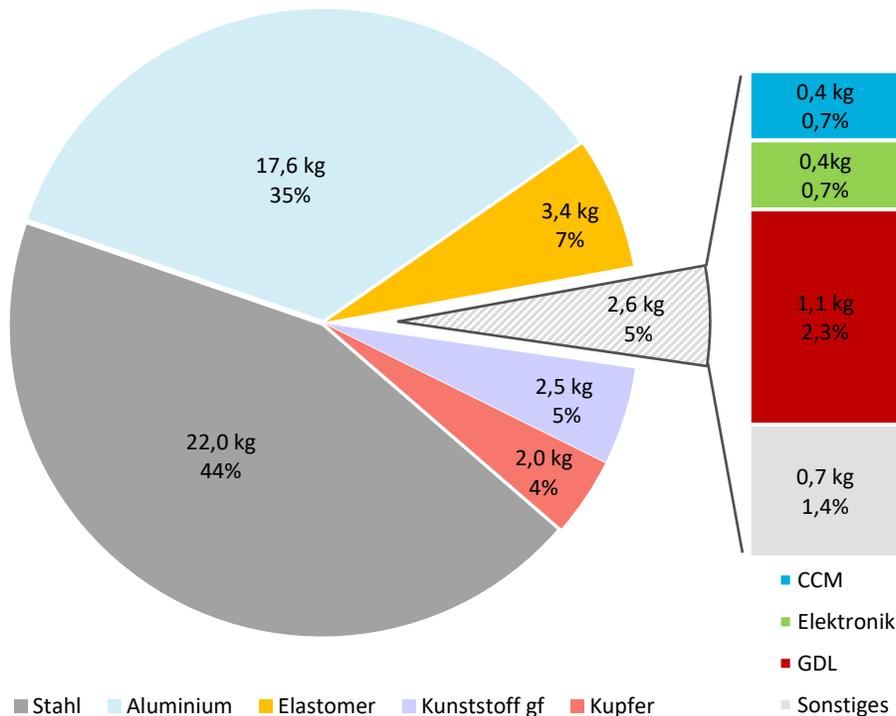


## Recycling Eigenschaften

- Aluminium – gut, etablierter Prozess
- Stahl – sehr gut, etablierter Prozess
- Elastomer – schlecht, keine Konzepte bekannt
- Kunststoff gf – gut, etablierter Prozess
- Kupfer – sehr gut, etablierter Prozess
- **Katalysator – in Entwicklung, Prozesse für Pt existieren**
- **Membran / Ionomer - in Entwicklung**
- GDL – schlecht, keine Konzepte bekannt
- Elektronikkomponenten: mittel, etablierte Prozesse vorhanden

# Materialien im PEMFC-Modul incl. Gehäuse

## Gewichtsverteilung PEMFC-Stackmodul



## Weitere Fragestellungen

- Wie kann der Stack gefahrlos zerlegt werden?
- Wie kann die Trennung der Komponenten erfolgen?
- Trennverfahren im Serienprozess?
- Welche Teile gehen ins Recycling?
- Wie können die Recyclingaspekte im Stackkonzept berücksichtigt werden?

# Hensel Recycling Group

- Gründung 1998
- Hauptsitz Aschaffenburg, Germany
- Mitarbeiter 220
- Niederlassungen Australien, Österreich, Frankreich, England, Malaysia, Südkorea, USA, China (Joint Venture)
- Gründung von IDO-Lab GmbH 2014, eigenes nasschemisches Labor
- Vertriebsbüros Südafrika, Tschechien
- Services Ankauf, Umarbeitung, Schnellabrechnung, Analyse & Wertbestimmung, Logistik, Edelmetall-Management,
- Materialien Katalysatoren aus automobiler / industrieller Anwendung, Dieselpartikelfilter, Lambdasonden, Elektronikschrotte, Kabelbäume, Alufelgen etc.
- Zertifizierungen Zertifizierter Entsorgungsfachbetrieb nach § 56 (KrWG), Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), DIN EN ISO 9001, DIN EN ISO 14001, DIN EN ISO 45001
- Verbände ARA, BIR, BVSE, FVEM, IPMI, VDA





# HRD Beitrag: Schwerpunkte des Projektes



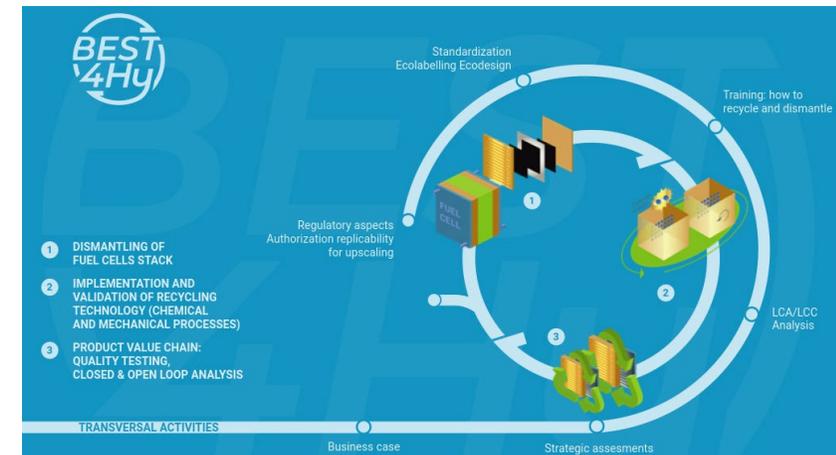
• Rückgewinnung des Ionomers aus PEM Recycling



• Rückgewinnung des Pt aus PEM Recycling



• Hauptziel: Wiederverwendung des Pt im Closed Loop Recycling





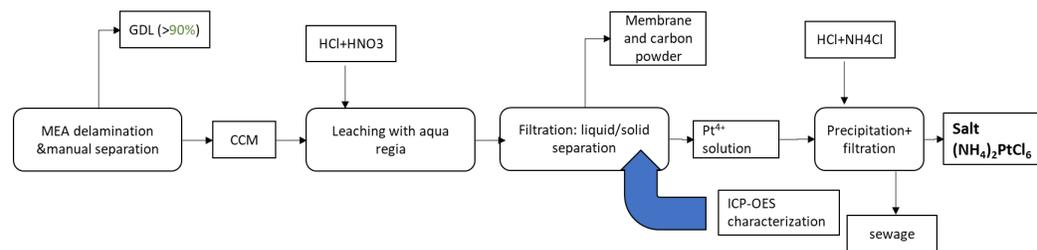
# Von der Zerlegung des Stacks...



<https://best4hy-project.eu/lab-scale-optimization-results-for-pem-recycling/>



Hydrometallurgisches Verfahren bei IDO-Lab





# ... bis zur Rückgewinnung des Pt

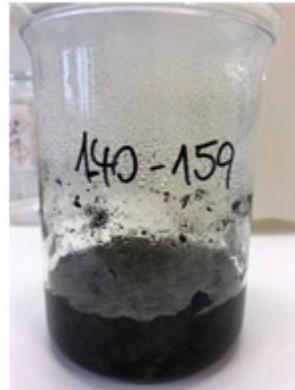
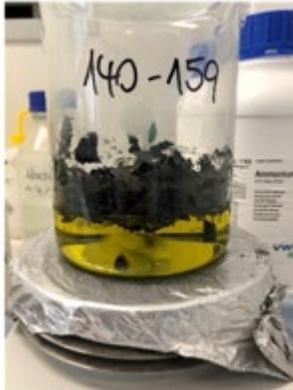


## Leaching with aqua regia

initial weight of 1 batch : 10-20 g

150mL HCl  
+ 50mL HNO<sub>3</sub>

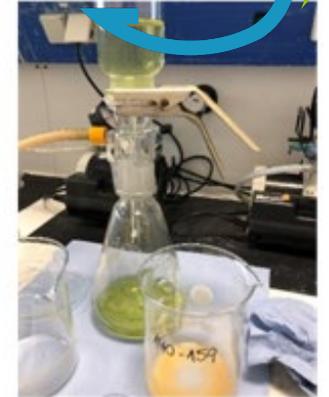
100°C ; 1 hour



## Precipitation

+50mL NH<sub>4</sub>Cl

Vacuum filtration  
with 0,2 µm  
cellulose nitrate  
membrane filter



## Solid/liquid separation

Blue ribbon filter  
paper

Pt<sup>4+</sup> solution

ICP-OES →  
Pt-concentration  
→ theoret. yield



## (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub>

Drying over night  
at 50°C in a  
laboratory oven





# Skalierung von TRL3 bis TRL5 für die Rückgewinnung von Pt als Salz (Diammonia Hexachloroplatinat)

Zusammenarbeit mit SOLVAY für die Rückgewinnung des Ionomers

Main issues during laboratory optimization	before	after
Batch size before: max. 5 g in flask after: 50-100 g in beaker glass		
Filtration: choice of filter paper	white ribbon	blue ribbon
Choice of Filtration technique: before: Buchner funnel after: Vacuum Filtration		
Vacuum Filtration: mesh size of membrane filter paper	0,45µm	0,2µm

## Centrifugation



Before centrifugation



After centrifugation

- Conditions: 1 h, 10.000 rpm, T: 4°C
- An additional run doesn't improve the separation
- Centrifugation seems not to be the best method to separate the crude
- Most likely, (micro)filtration could be the most suitable technique for separation

Clear and transparent liquid

Liquid containing small particles in suspension

Black solid



# Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt Daten des BEST4Hy Projektes: <https://best4hy-project.eu/>

Kontakt Daten bei HRD



**Hensel Recycling GmbH**  
Mühlweg 10  
D-63743 Aschaffenburg

**Telefon** +49 6028 12 09 0  
**E-Mail** [info@hensel-recycling.com](mailto:info@hensel-recycling.com)

**Henning Huth**  
Key Account Manager  
**Telefon** +49 6028 12 09 526  
**E-Mail** [h.huth@hensel-recycling.com](mailto:h.huth@hensel-recycling.com)

**Anna Marchisio**  
Business Development Manager  
**Telefon** + 49 6028 12 09 525  
**E-Mail** [a.marchisio@hensel-recycling.com](mailto:a.marchisio@hensel-recycling.com)

*your first choice*



**Project coordinators**

**Sabina Fiorot**  
[sabina.fiorot@envipark.com](mailto:sabina.fiorot@envipark.com)

**Iliaria Schiavi**  
[ilari.schiavi@envipark.com](mailto:ilari.schiavi@envipark.com)

ENVIRONMENT PARK S.P.A.  
Via Livorno, 60 10144 - Turin, Italy



[www.best4hy-project.eu](http://www.best4hy-project.eu)

EKPO FUEL CELL  
TECHNOLOGIES

