



Materials to
RePowerEU
Innovationen für die Wasserstoffwirtschaft

Safety first!

»Werkstoffe sind grundsätzlich wasserstofffähig«
Resümee Online-Veranstaltung 24. Januar 2023

Abschlussveranstaltung »Materials to RePower EU«, 14. Juli 2023
Dr.-Ing. Christiane Bucher, Materials Valley

Materials to RePower EU

»Sicherheit und Zuverlässigkeit von Materialien und Bauteilen«, 24. Januar 2023

Netze und Leitungen

Leitungen für den Wasserstofftransport!
Wie „ready“ sind unsere Rohrleitungssysteme?

FRIATEC

SPIRAL

Fraunhofer ISC

The Supraparticle Group FAU

**Seeing H₂ in Colors:
Smart Indicator Additives for a Safe H₂ Economy**

Jakob Reichstein, Benedikt Schug and Karl Mandel

Materials to RePowerEU, Materials Valley, 24.01.2023
„Sicherheit und Zuverlässigkeit von Materialien und Bauteilen der Wasserstoffwirtschaft“

H₂

DANGER

WW mit H₂ und Versprödung

Leitprojekt H₂Giga

Wasserstoff

METHODEN ZUR MESSUNG MECHANISCHER WERKSTOFFEIGENSCHAFTEN IN DRUCK

Technische Universität Darmstadt
Zentrum für Konstruktionswerkstoffe
Materialprüfanstalt (MPA)
Institut für Werkstoffkunde (IFW)

Zuverlässigkeit von hochfesten Werkstoffen im Kontakt zu Wasserstoff

Prof. Dr.-Ing. Matthias Oechsner
Dr.-Ing. Holger Hoche

MASCHINENBAU
We engineer future

Materials to RePowerEU

Fraunhofer LBF

Bauteile

SCHAEFFLER

Fraunhofer LBF

Mate

Prof. Dr.-Ing. SVP Central

Materials Valley

January 24, 2023

J. Decker, P. Töws, M. Matthes, J. Käsgen

mefex

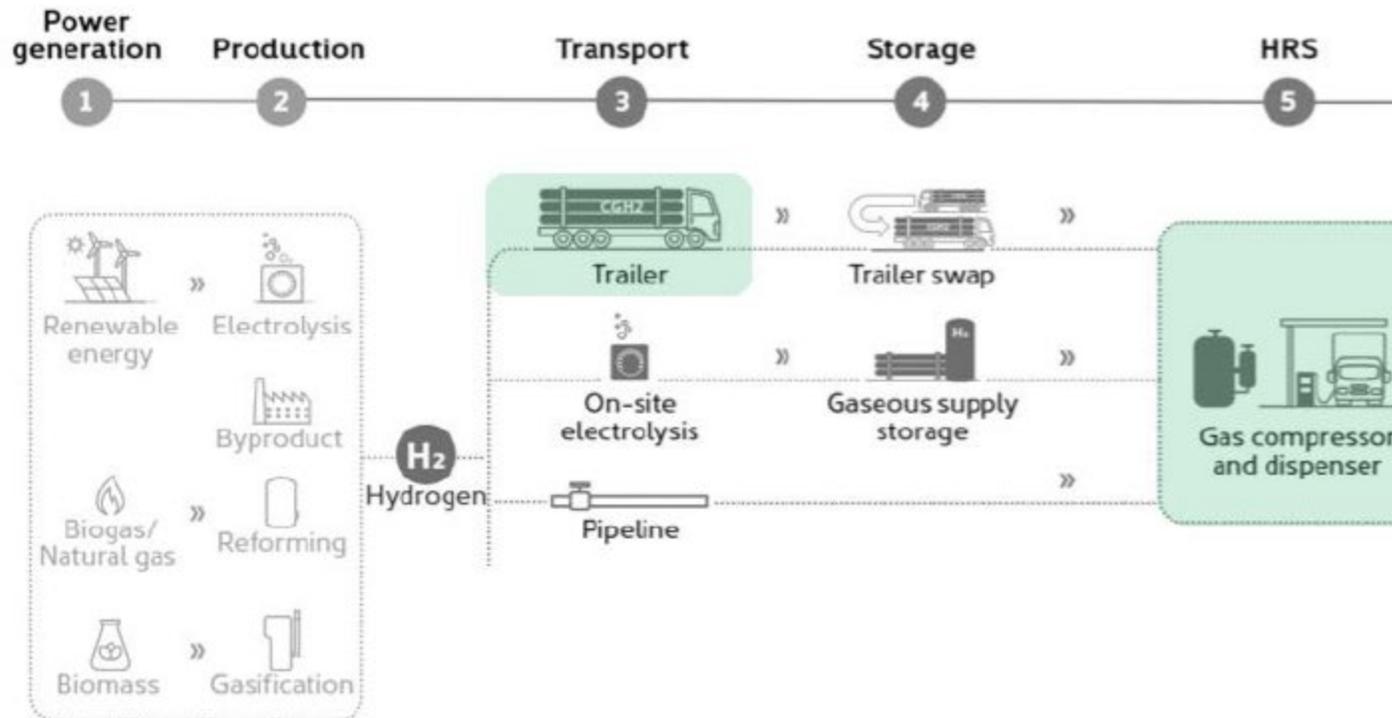
Faserablage in Wasserstoffdrucktanks:
Realistischere Behältermodellierung durch exakte Materialbeschreibung

Dr.-Ing. Daniela Feldtner mefex GmbH Materials Valley 24/01/2023

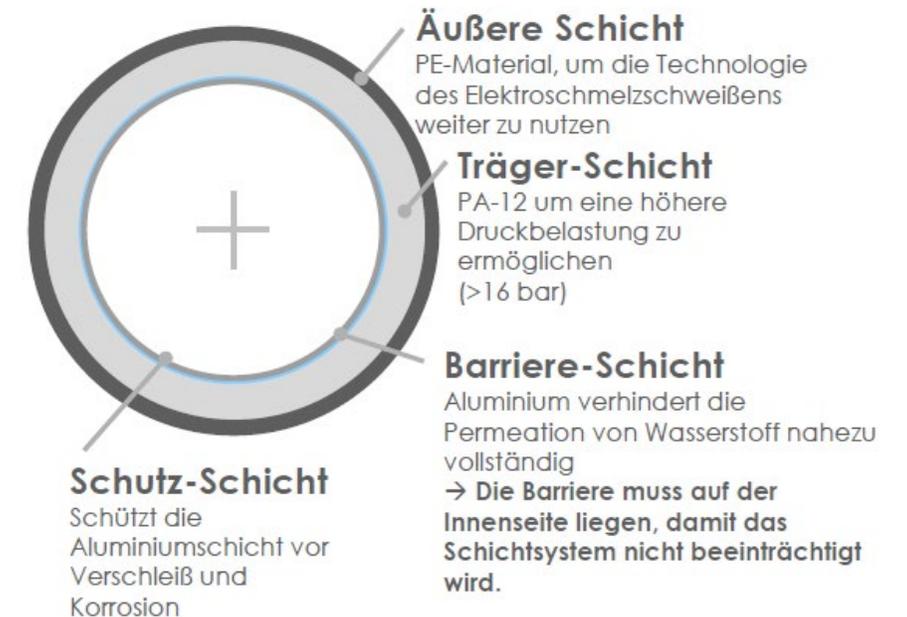
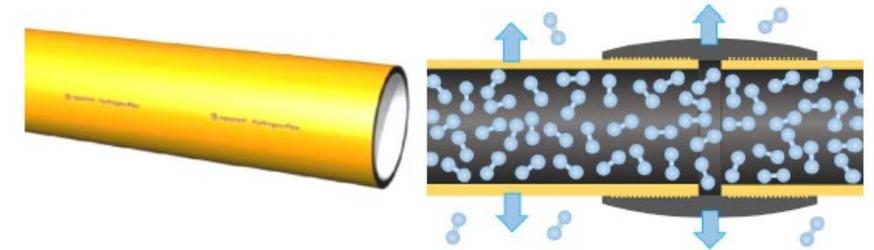
»Sind die Netze H₂-ready?«

Aliaxis, Stefan Griesheimer und Spirstar, Markus Eberle

HYDROGEN SUPPLY CHAIN



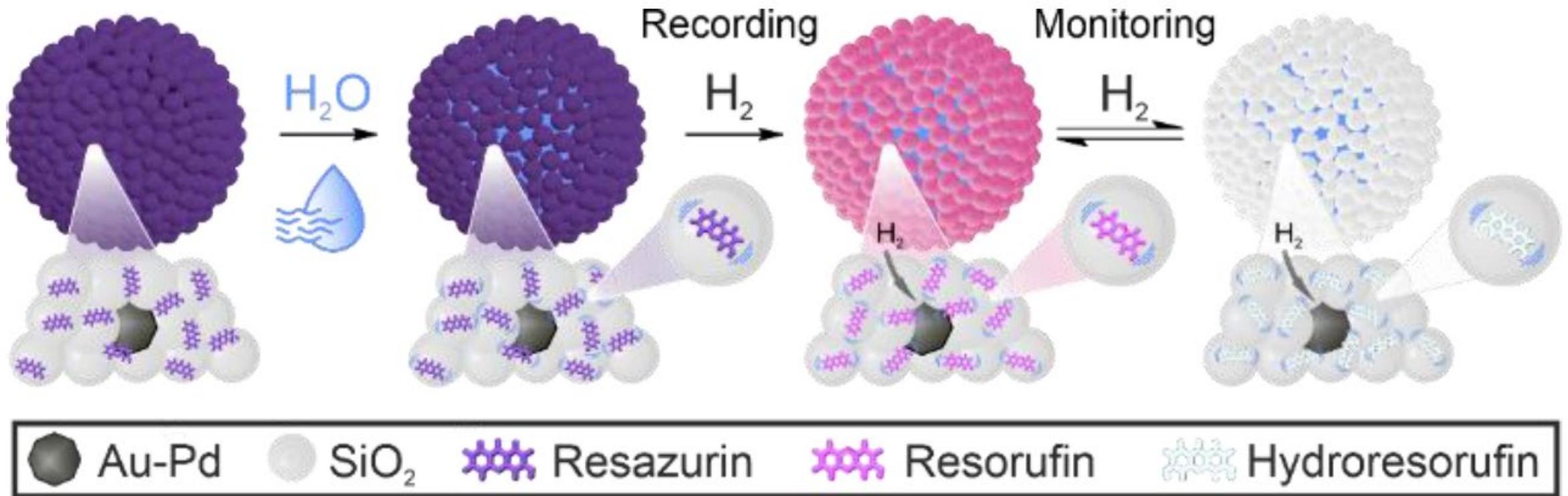
Quelle: SPIRSTAR



Quelle: Egeplast – Kunststoffrohre in den Wasserstoffnetzen / Spaeth & Greven, Egeplast International GmbH

»Wasserstoff in Farbe sehen«

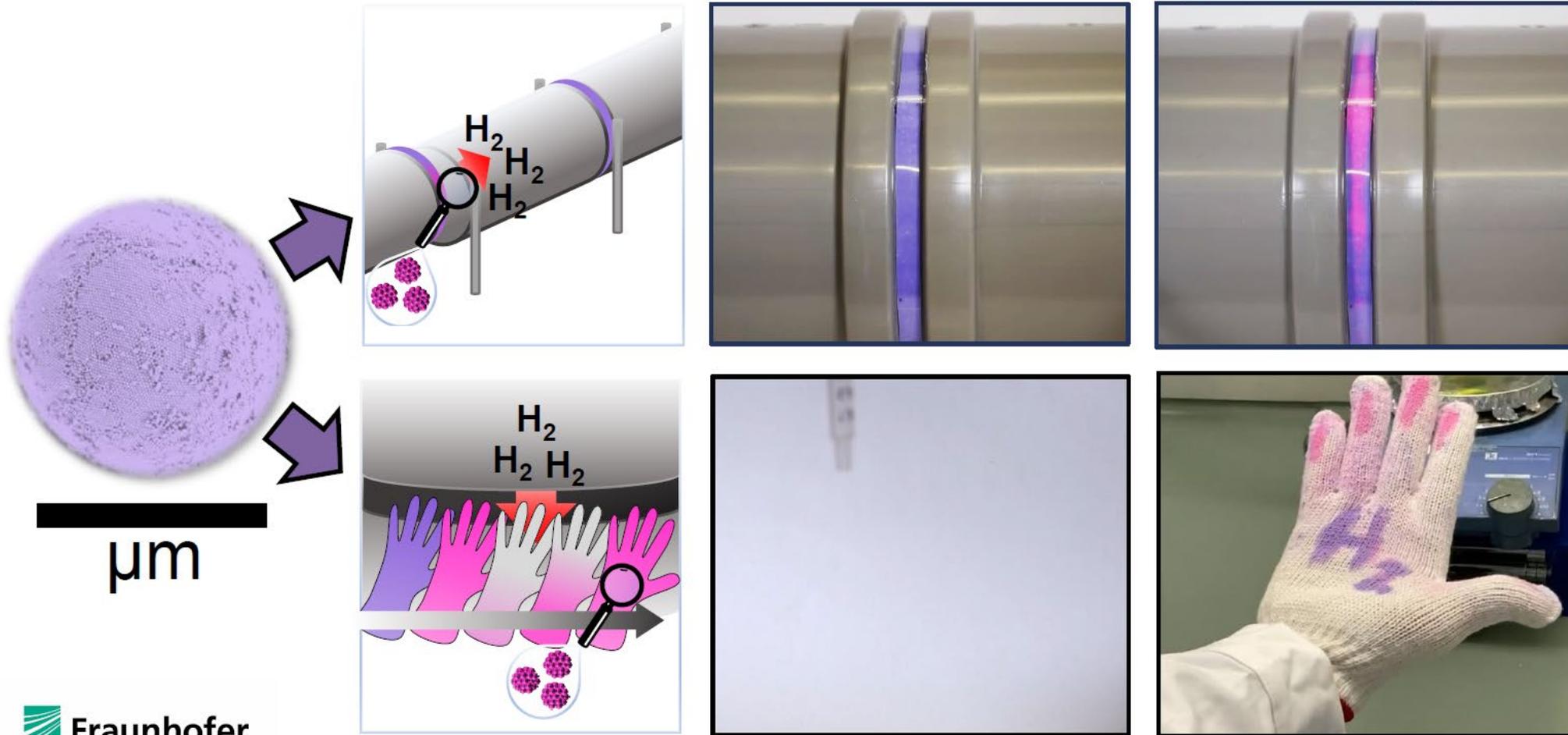
Fraunhofer ISC und FAU, Karl Mandel und Jacob Reichstein



Quelle: Reichstein et al., *Adv. Funct. Mater.* **2022**, 32, 2112379.

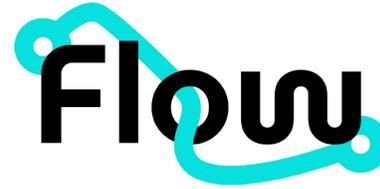
»Wasserstoff in Farbe sehen«

Fraunhofer ISC und FAU, Karl Mandel und Jacob Reichstein



»Sind die Netze H2-ready?«

Wasserstoff-Verteilnetze

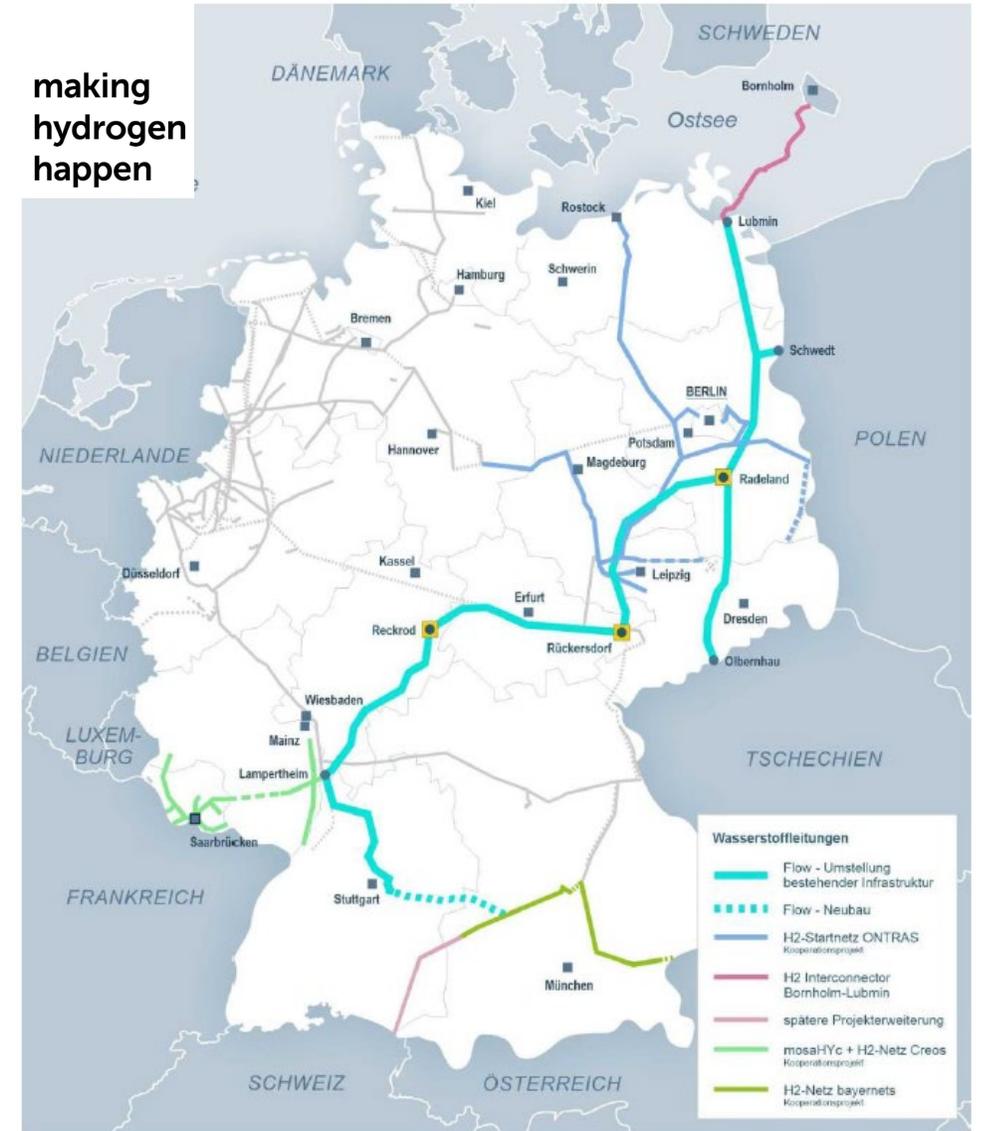


- **Nutzung bestehender Erdgaspipelines – 1100 km!** (bis zum Ukrainekrieg Transport von russischem Erdgas von der Ostseeküste durch die ostdeutschen Bundesländer und Hessen bis Stuttgart).
- Ist Teil einer **europäischen H₂-Transport-Infrastruktur**
 - Anbindung des **Saarlandes** u. a. für **Defossilisierung** der **Stahlproduktion**.
- **TÜV** hat für erste Abschnitte die **Eignung** für den **H₂-Transport bestätigt**.
 - **Umstellung** soll nicht schleichend, sondern **ad hoc** mit reinem H₂ passieren.
- **2025**: Transport bis **Rückersdorf** in **Thüringen**.
- Bis **2028**: **Reckerod** in **Osthessen**.
- **2030-2035**: H₂ auch **in die Fläche** (Verteilnetze).

<https://www.flow-hydrogen.com/>

<https://www.hna.de/lokales/hnanews-sti874156/ausstieg-aus-erdgas-nicht-ploetzlich-92387636.html>

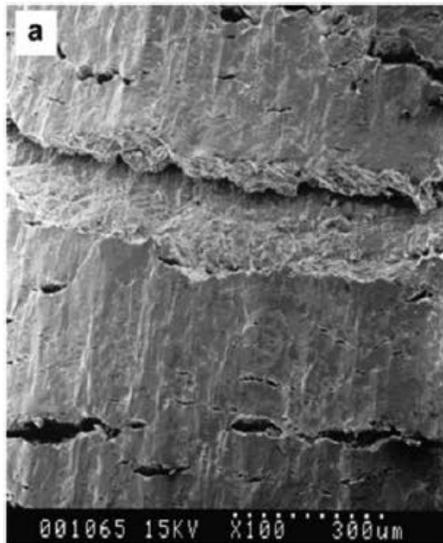
making
hydrogen
happen



»Diffusion macht Material müde«

DECHEMA Forschungsinstitut, Jean Francois Drillet

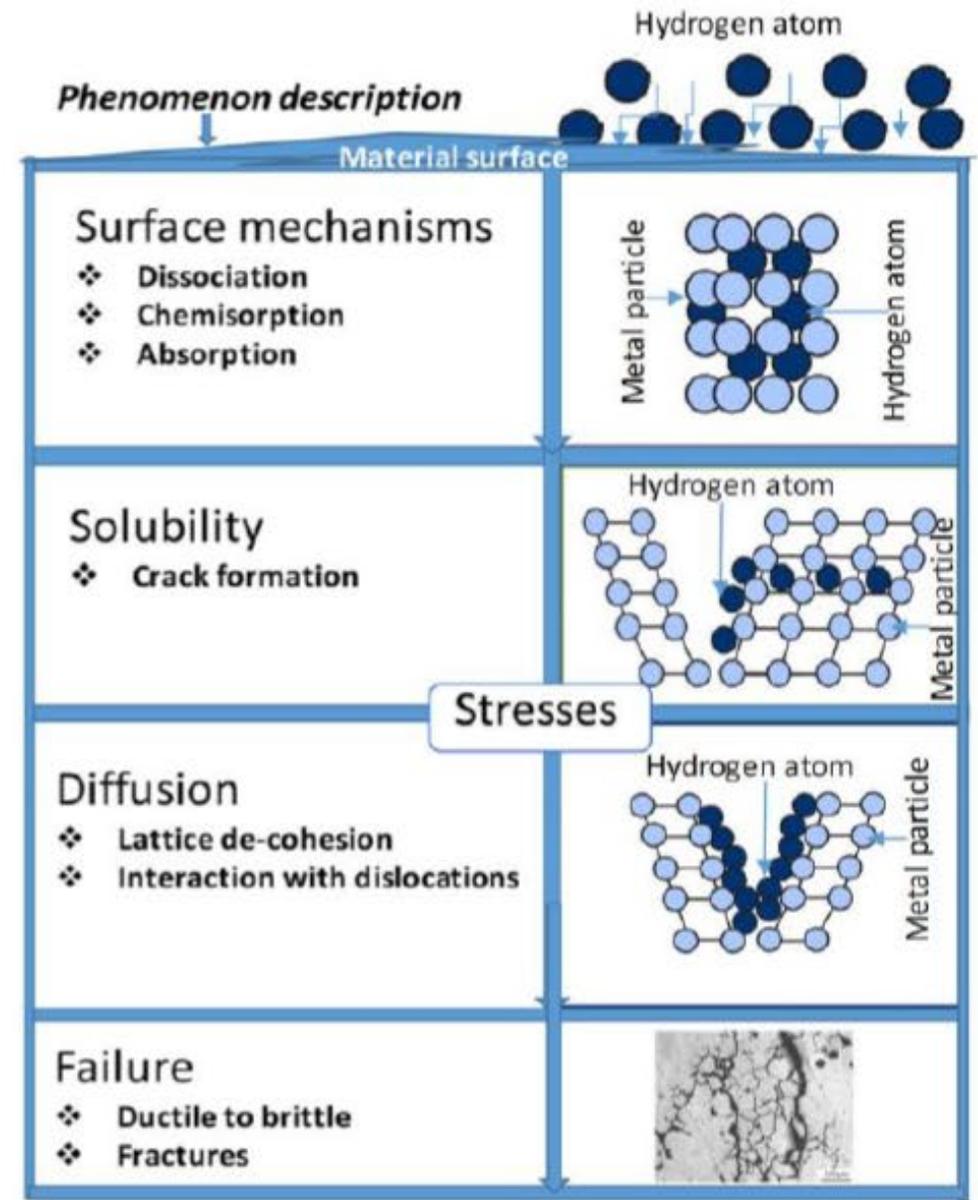
H2 embrittlement



Diffusible Hydrogen responsible for **material embrittlement!**

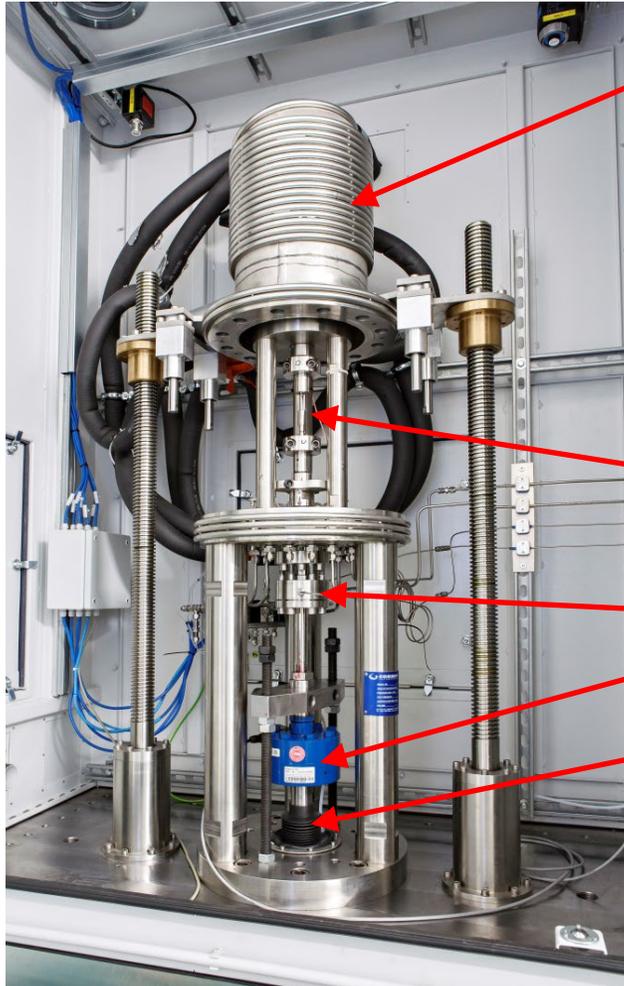
Pre-strained & cathodic H₂-charged Super Duplex Stainless Steel SDSS (austenite & ferrite)

❖ Jean-F. Drillet • 069 7564-476 • jean.drillet@dechema.de



»Prüfkörper im Test«

Fraunhofer LBF Steffen Schönborn und Fraunhofer IWM, Thorsten Michler



Autoklav

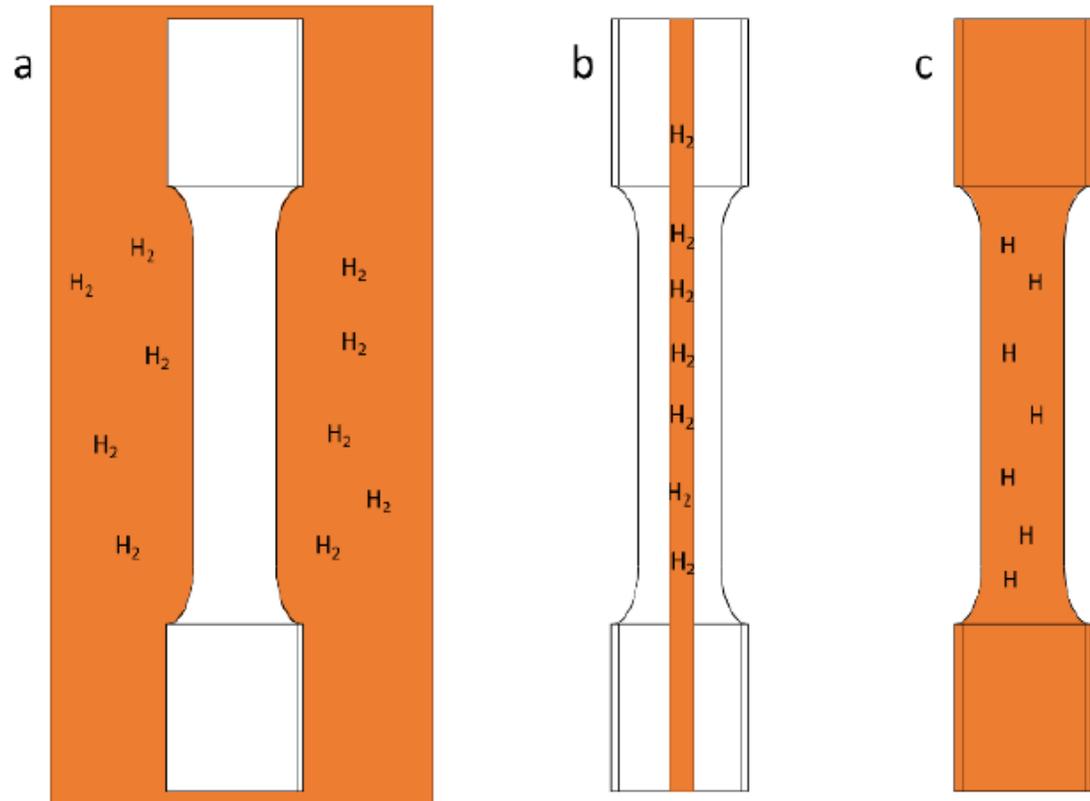
Ortsfeste
Proben-
einspannung

Probe

Dichtungspaket

Kraftmessdose

Zylinderkolben



Quelle: Steffen Schönborn, Fraunhofer LBF und Thorsten Michler, Fraunhofer IWM

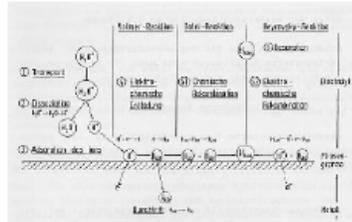
»Wenn Stähle in die Knie gehen«

BOSCH, Kathrin Bauer-Troßmann und MPA, Matthias Oechsner

Schädigungsergang bei einer wasserstoffinduzierten Spannungsrisskorrosion (H-SpRK)



Wasserstoffaufnahme



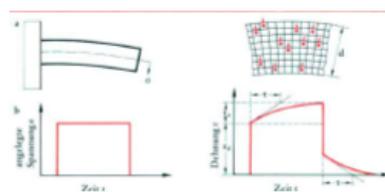
Woher?

- Fertigungsbedingt
- Betriebsbedingt

Einflussfaktoren

- H-Angebot
- Chem. Zusammensetzung
- Vergütungszustand

Diffusion im Bauteil



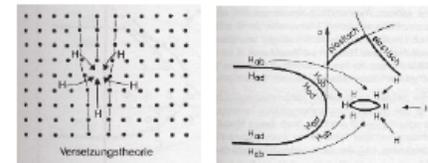
Wohin?

- Max. Mehrachsigkeit
- Max. Gitteraufweitung

Einflussfaktoren

- Nur diffusibler H
- Traps (Falle) = f(Gefüge) = Behinderung d. H-Diffusion

Degradation der mech. Eigenschaften



Welche Mechanismen?

- HEDE: Hydrogen Enhanced Decohesion
- HELP: Hydrogen Enhanced Local Plasticity

⇒ Zeitverzögerter Sprödbbruch

»Alles für eine Platte«

Schaeffler AG, Central Technologies, Prof. Dr.-Ing. Tim Hosenfeldt

Material and Coating Development

Integrated development approach enables tailored coating - base material system for bipolar plates

SCHAEFFLER

Requirements from pH regime and potential conditions

Corrosion protection Fuel Cell/Electrolysis

Electric Conductivity Fuel Cell/Electrolysis

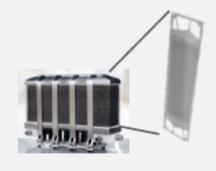
Mechanical stability Stack assembly

Transfer to product

Electrolysis (PEMEL)



Fuel Cell (PEMFC)



**Enertect-coatings →
Enabler for H₂ as energy carrier**

PEMEL: Polymer Electrolyte Membrane Electrolyser
PEMFC: Proton Exchange Membrane Fuel Cell

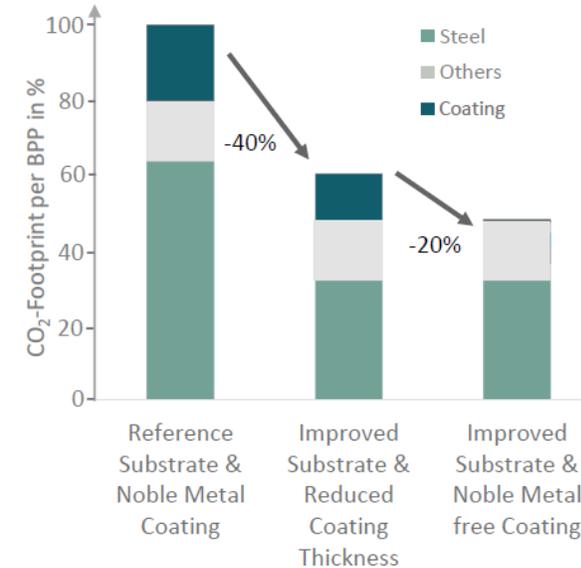


Substrate	Steel	Formability	Stability ⁵⁾	CO ₂
	1.4404	✓	✓	100 %
	Steel 1	✓	✓	82%
	Steel 2	✓	✓	89%
	Steel 3	✗	✓	62%
	Steel 4	✗ (✓)	✓	50%

⁵⁾Ex-situ in combination with coating

Coating	Coating	CO ₂
	Noble metal based	100%
	Noble metal free	1%

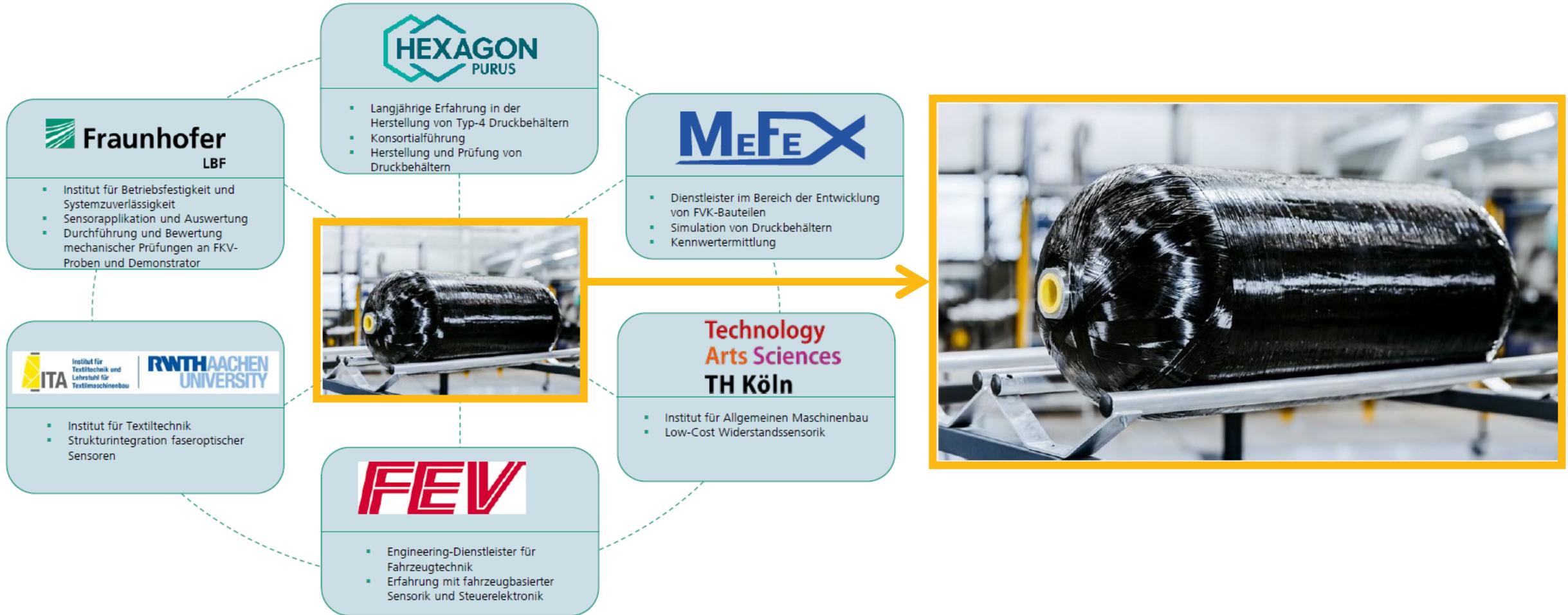
➤ Up to 99% reduction of coating related CO₂-footprint



**Material and Surface
Technology Innovation with
best performance to cost and
sustainability ratio in
product & process.**

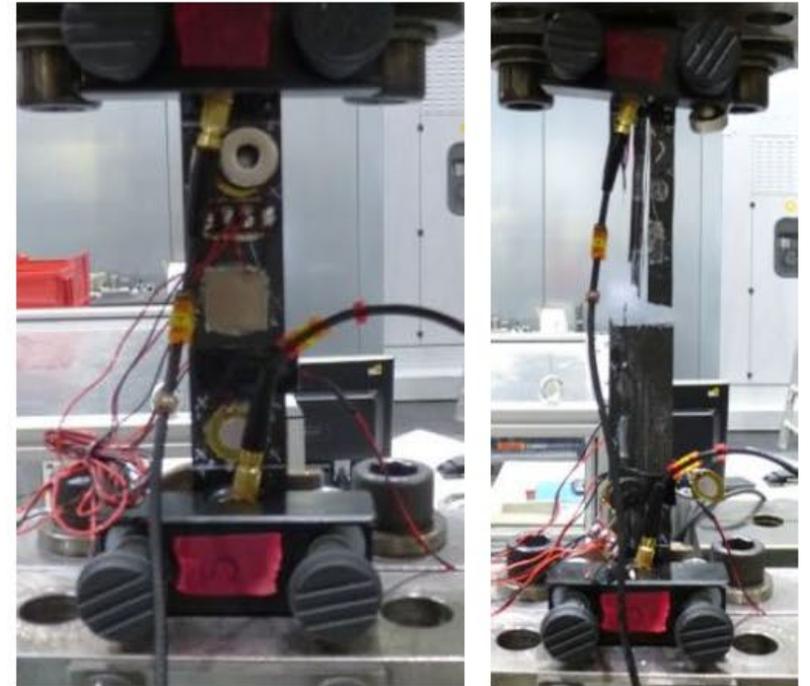
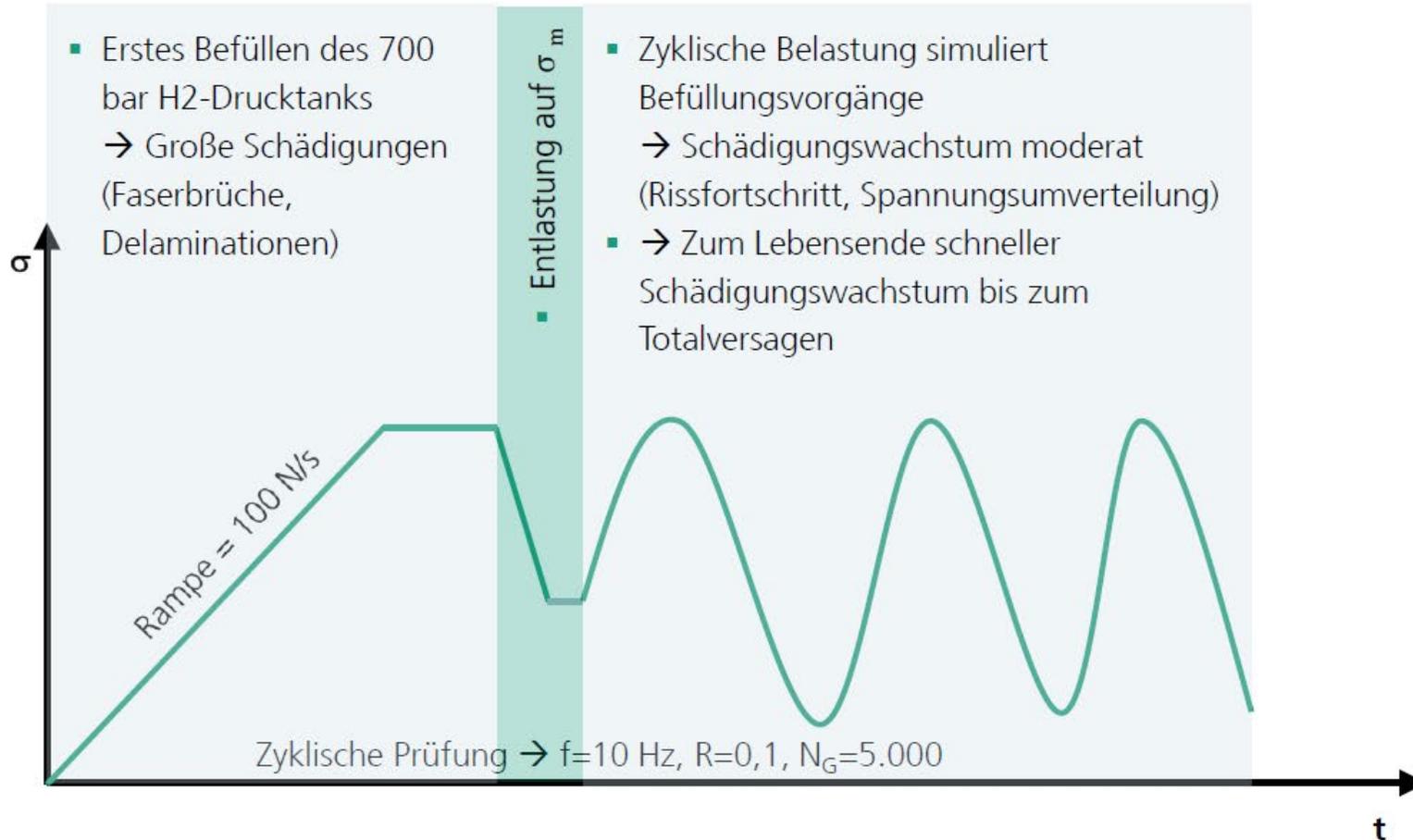
»Smarte Tanks unter Hochdruck«

Fraunhofer LBF, Julia Decker und MeFeX, Daniela Feldten



»Smarte Tanks unter Hochdruck«

Fraunhofer LBF, Julia Decker und MeFeX, Daniela Feldten



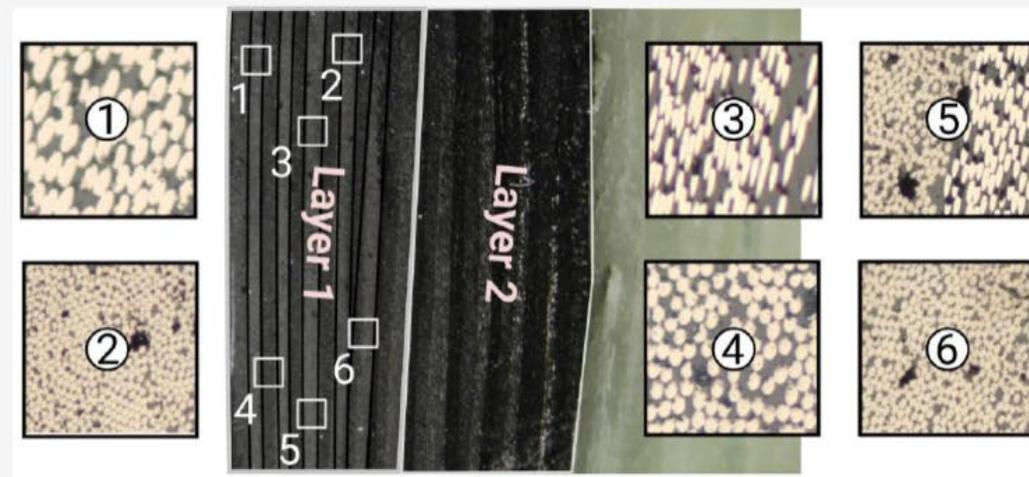
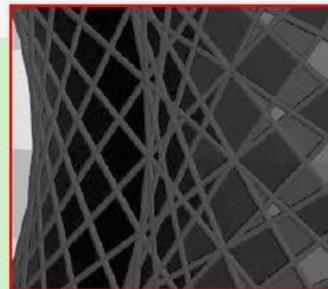
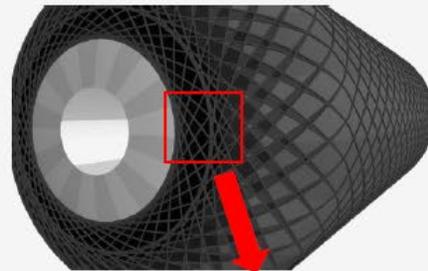
Zyklischer Versuch an CFK-Probe, vorher (links) und nachher (rechts), Quelle Fraunhofer LBF

»Smarte Tanks unter Hochdruck«

Fraunhofer LBF, Julia Decker und MeFeX, Daniela Feldten

Fiber angles in the vessel

Optical investigation of cross section shows varying angles inside the layers – microscopy of the layers near the fitting. The difference to the standard theory where this section is calculated to 90°, even though there are different angles found in the real vessel.



One layer - many band angles

© 2023 mefex GmbH. All rights reserved.

Determination of fiber angles



The winding simulation is used to calculate all bands and fiber angles. This leads to way more accurate estimations of stiffnesses and strengths in the vessel model.

gemeinsam # Wasserstoffwirtschaft
Materialien sind grundsätzlich wasserstofffähig

