

Neuartige Katalysatoren für nachhaltige wärmeintensive Industrieprozesse

Dr. Steffi Hlawenka – Helmholtz-Zentrum Berlin

HZB Helmholtz
Zentrum Berlin

Prof. Dr. Ingo Hartmann – Deutsches Biomasseforschungszentrum



13. Oktober 2022

Neuartige Katalysatoren für nachhaltige wärmeintensive Industrieprozesse

Globale Einordnung und Herausforderungen

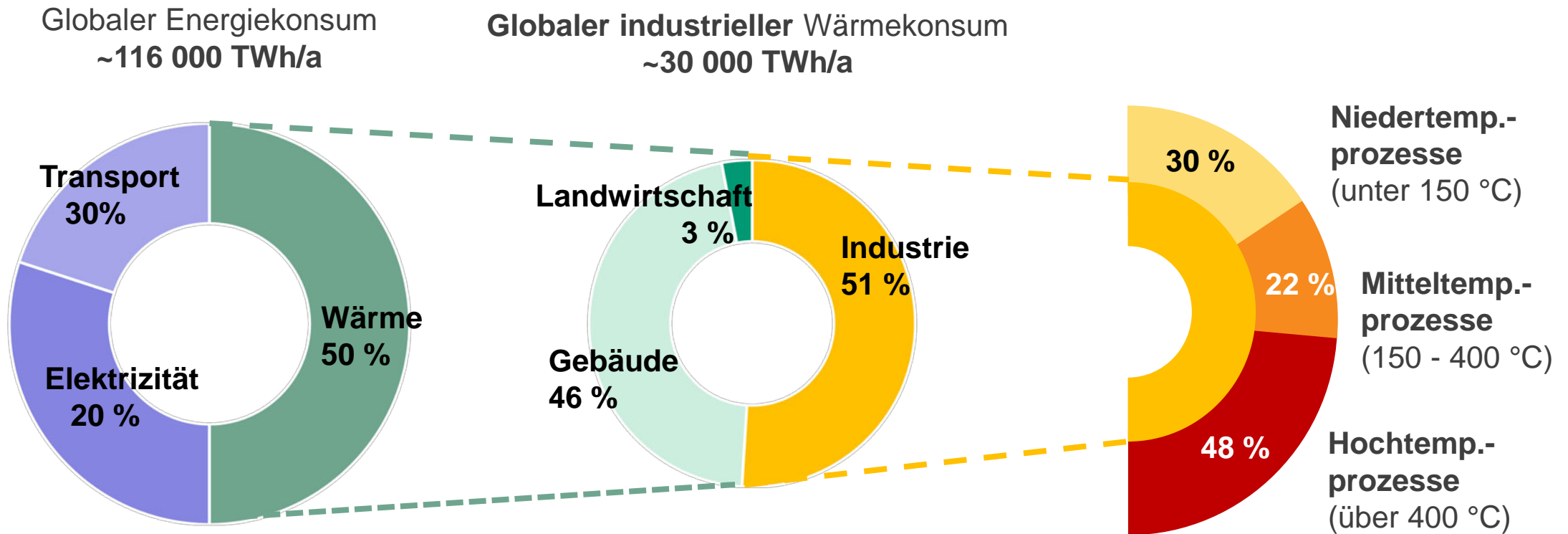
- Wie können wärmeintensive Industrieprozesse nachhaltig betrieben werden?
- Warum sind Katalysatoren für nachhaltige wärmeintensive Industrieprozesse nötig?

Neuartige Katalysatoren für chemische Energieumwandlung

- Warum sind konventionelle Katalysatoren unzureichend für die Transformation des Energiesystems?
- Wie sehen Alternativen aus?

Globale Einordnung und Herausforderungen

Daten basierend auf IEA World Energy Balances Highlights 2021,
 „Wärme“ beinhaltet Elektrizität die zum Heizen genutzt wurde.



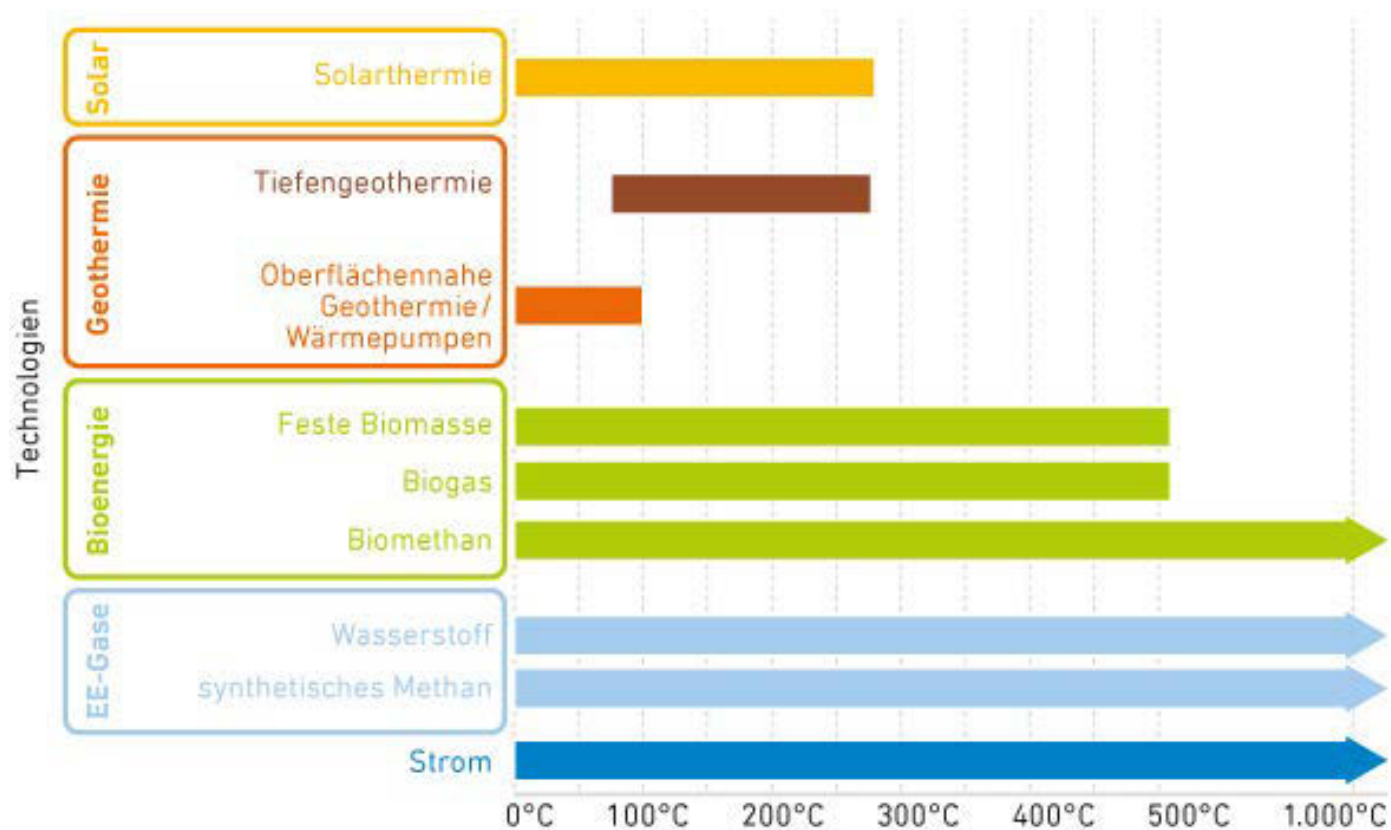
Industrielle Prozesswärme hauptsächlich auf Grundlage fossiler Energieträger gedeckt



Wie können wärmeintensive Industrieprozesse nachhaltig betrieben werden?

Globale Einordnung und Herausforderung

Erzielbare Temperaturen aus erneuerbaren Wärmequellen



Quelle: DLR 2016

Stand: 6/2017

© 2017 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.



1. Steigerung der Effizienz
2. Alternative Energiequellen

- Hochtemperaturprozesse benötigen andere Technologien
- Problem bei direkter Elektrifizierung:

Technologien für Prozesse über 1000 °C nicht ausgereift

Erneuerbare Elektrizität nicht immer überall verfügbar



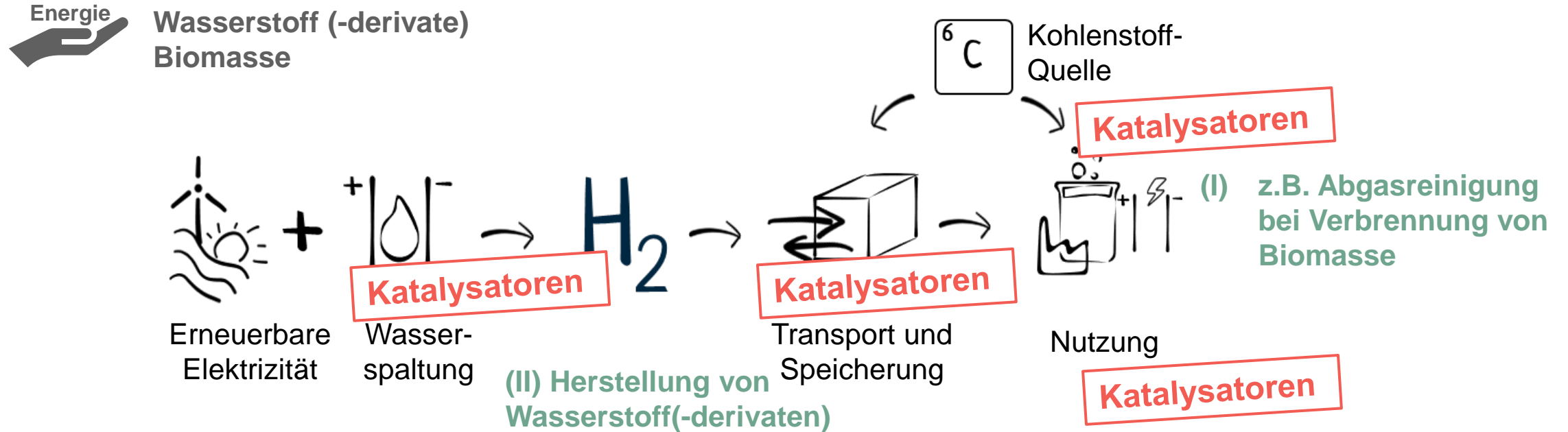
Notwendigkeit nachhaltiger stofflicher Energieträger



Notwendigkeit neuartiger Katalysatoren?

Neuartige Katalysatoren für chemische Energieumwandlung

Nachhaltige stoffliche Energieträger benötigen katalytische Energieumwandlungsprozesse



Warum sind konventionelle Katalysatoren unzureichend?

- unverstanden, daher schwer optimierbar
- basieren auf teuren und seltenen Materialien
- benötigen Reaktoren die durch Verbrennung fossiler Brennstoffe beheizt werden



Alternativen dringend benötigt!

Neuartige Katalysatoren für chemische Energieumwandlung



(I) Alternative Katalysatorsubstrate: Biogenes Silica



Verbrennung von Biomasse führt zu Emission von Treibhausgasen

(z.B. Methan bei der Verbrennung von Biomasse in BHKW)



Katalytische Umsetzung möglich: Totaloxidation von Methan zu (CO₂ und H₂O)

Anwendung von SiO₂ als Katalysatorträger¹



Industrielles Basisprodukt: Poröses Glas (Controlled Porous Glass = CPG)

Hoher Energieaufwand bei der Herstellung, sehr teuer und hohe THG-Emissionen



Alternative: Biogenes Silica: Festes Verbrennungsprodukt biogener Rohstoffe wie Getreidespelzen

- Energieproduktion bei der Herstellung, günstiger und niedrigere THG-Emissionen (LCA in Bearbeitung am DBFZ)
- Luftschadstoffminderung mittels speziellem Verbrennungsverfahren und Gewebefilter erforderlich
- Prototypähnliche Produktionsanlage im DBFZ-Technikum verfügbar



Grundlegende Untersuchungen zeigen **gute und vergleichbare Aktivität beider Systeme**²

¹Hoffmann, M.; Kreft, S.; Georgi, G.; Fulda, G.; Pohl, M.-M.; Seeburg, D.; Berger-Karin, C.; Kondratenko, E.V.; Wohlrab, S. Improved catalytic methane combustion of Pd/CeO₂ catalysts via porous glass integration. Appl. Catal. B Environ. 2015, 179, 313–320

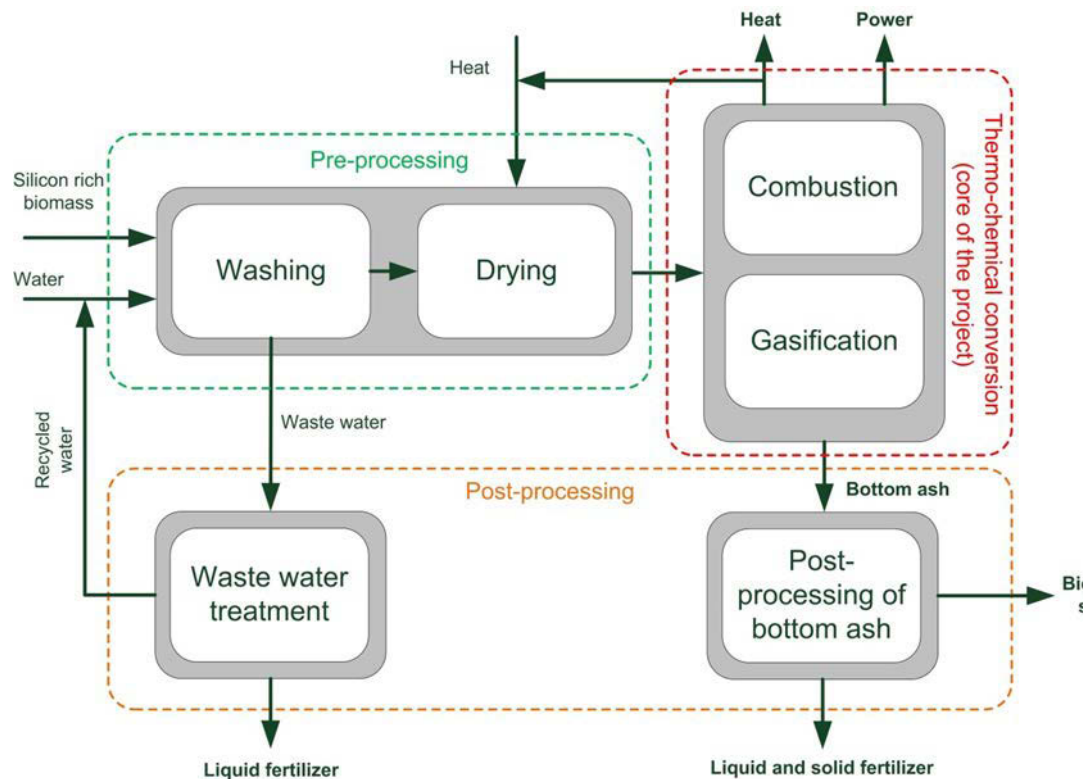
²Liu, D.; Seeburg, D.; Kreft, S.; Bindig, R.; Hartmann, I.; Schneider, D.; Enke, D.; Wohlrab, S. Rice Husk Derived Porous Silica as Support for Pd and CeO₂ for Low Temperature Catalytic Methane Combustion. Catalysts 2019, 9(1), 26; <https://doi.org/10.3390/catal9010026>

Neuartige Katalysatoren für chemische Energieumwandlung

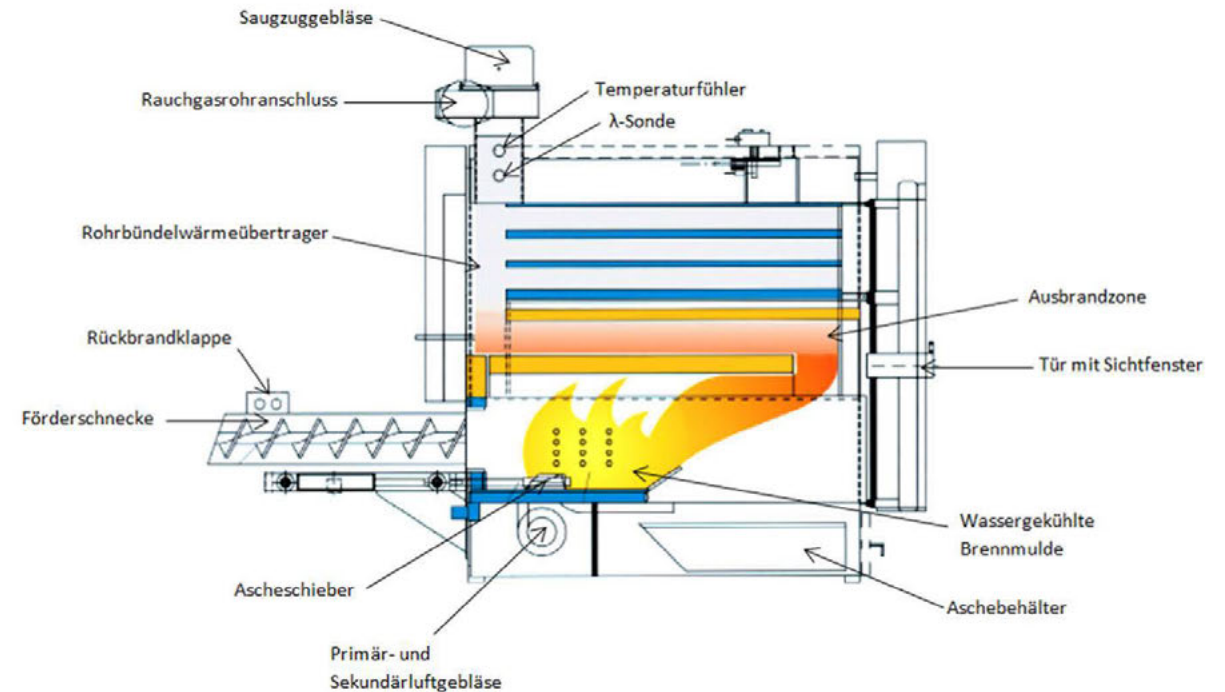
(I) Alternative Katalysatorsubstrate: Biogenes Silica



Prozess zur Herstellung von Biogenem Silica



Verbrennungskessel (Ökotherm C0, 49 kW)



Quelle: A.P. Bioenergietechnik, 2016, modifiziert

Neuartige Katalysatoren für chemische Energieumwandlung

(II) Alternative Konzepte:

Dünnschicht- und Nanotechnologie für die Wasserstoff(-derivat) herstellung

Herausforderungen

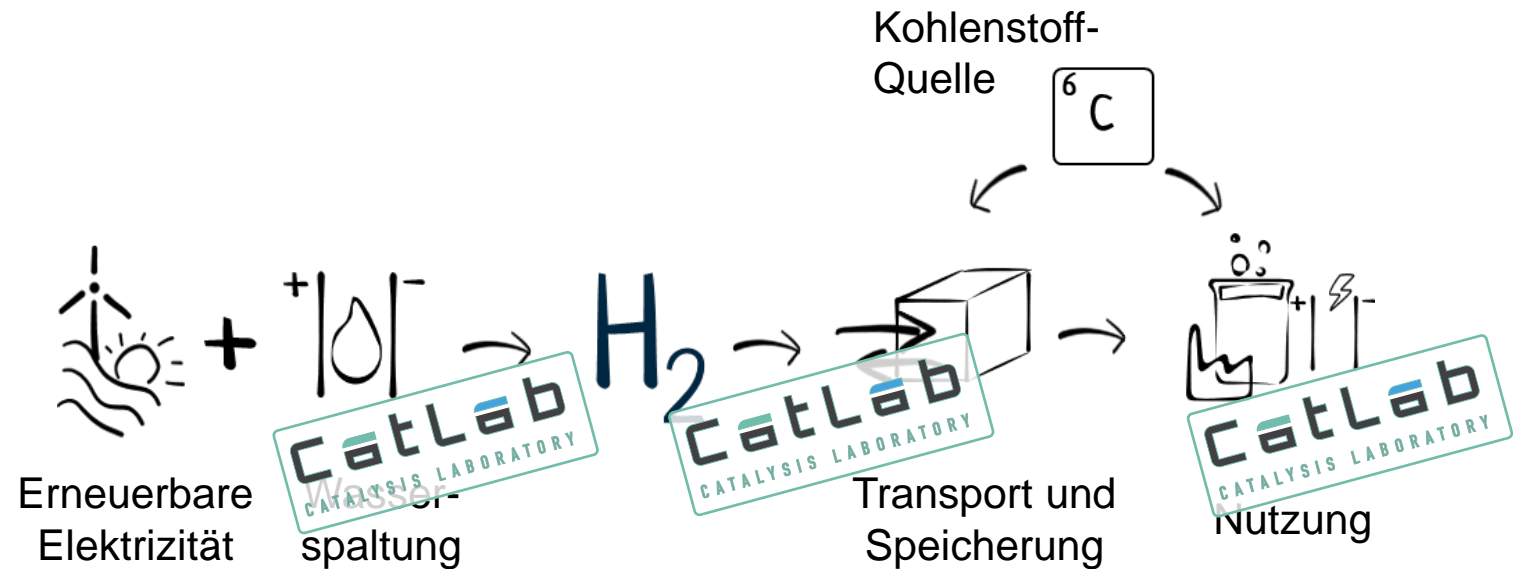
Massiver globaler Ausbau erneuerbarer Energien



Aufbau der notwendigen industriellen Infrastrukturen



Effiziente H-basierte Energieumwandlung



Katalysatorsysteme für Schlüsselprozesse eines nachhaltigen Energiesystems:
Maßgeschneidert, energie-, material- und kosteneffizient

Neuartige Katalysatoren für chemische Energieumwandlung



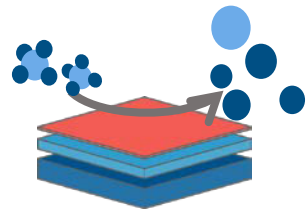
(II) Alternative Konzepte:

Dünnschicht- und Nanotechnologie für die Wasserstoff(-derivat) herstellung



Was?

Maßgeschneidert, funktionalisierte **2D-Katalysatoren** für die chemische Energieumwandlung mit erneuerbarem Strom



Wer?



Wie?

Bündelung des weltweit anerkannten Know-hows der Partner in den Bereichen **Dünnschichttechnologie, heterogene Katalyse** und deren Zugang zu **fortschrittlicher analytischer Infrastruktur**



Wo?

HZB Helmholtz Zentrum Berlin



seit 2021



FRITZ-HABER-INSTITUT
MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT



HZB Helmholtz Zentrum Berlin

Geplanter Bezug: 2025

*h4a Gessert + Randecker Architekten GmbH

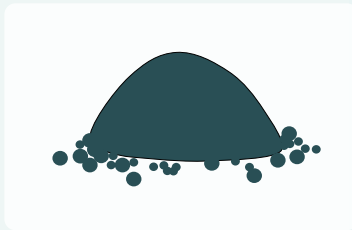
Förderzeitraum: 01/12/2020 – 30/11/2025, gefördert durch BMBF, Fördersumme: 58 Mio €

Neuartige Katalysatoren für chemische Energieumwandlung

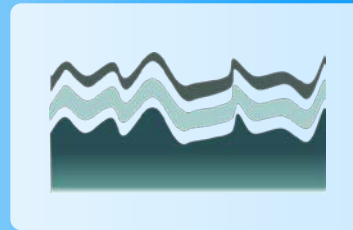
(II) Alternative Konzepte:

Dünnschicht- und Nanotechnologie für die Wasserstoff(-derivat) herstellung

Konventionelle Pulverkatalysatoren



Dünnschichtkatalysatoren



Aufskalierung



- **Vertiefung des Verständnisses** der heterogenen Katalyse
- Nutzung der aktuellen und zukünftigen Erkenntnisse für die **aktive Manipulation von Katalysator-Reaktor-Systemen**

- Verankerung der aktiven Phase auf funktionalen Trägerschichten
- **Selektive Stimulation** (z.B. durch induktives Heizen)

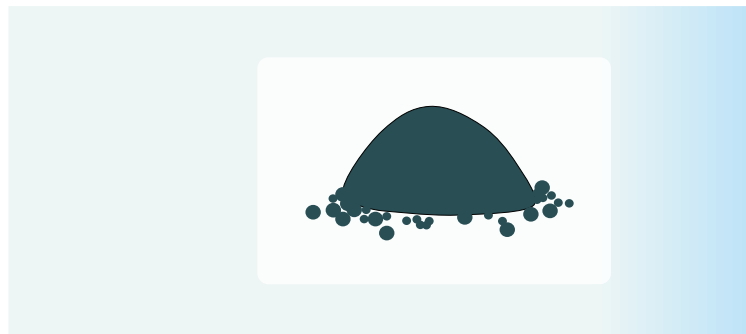
- **Strategische Partnerschaften mit Industrie** gleich zu früher R&D Phase
- **Demonstration und Aufskalierung** für die industrielle Anwendung

Neuartige Katalysatoren für chemische Energieumwandlung

(II) Alternative Konzepte:

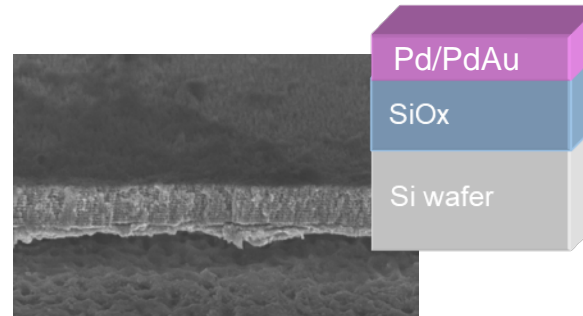
Dünnschicht- und Nanotechnologie für die Wasserstoff(-derivat) herstellung

Konventionelle Pulverkatalysatoren



- **Vertiefung des Verständnisses** der heterogenen Katalyse
- Nutzung der aktuellen und zukünftigen Erkenntnisse für die **aktive Manipulation von Katalysator-Reaktor-Systemen**

Dünnschicht-katalysatoren



Erste reale Reaktionstests mit maßgeschneiderten Schichten **übertreffen konventionelle Leistungs-katalysatoren um Größenordnungen**

Aufskalierung



- **Strategische Partnerschaften mit Industrie** gleich zu früher R&D Phase
- **Demonstration und Aufskalierung** für die industrielle Anwendung



Nachhaltige wärmeintensive Industrieprozesse benötigen

- massiver Ausbau Erzeugung erneuerbarer Elektrizität
- **nachhaltige chemische Energieträger**
- **Nachhaltige, energie- und materialeffiziente Umwandlungsprozesse durch maßgeschneiderte Katalysator-Reaktorsysteme**

Dr. Steffi Hlawenka – HZB
Prof. Dr. Ingo Hartmann – DBFZ