

PEM ELEKTROLYSE IM GW- BEREICH – DIE NOTWENDIGKEIT VON IRIDIUM EINSPARUNGEN

Heraeus Hydrogen Systems | Materials Valley 2021-03-02



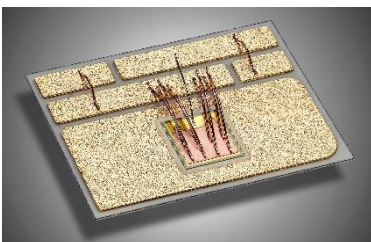
AGENDA

- 1 | HERAEUS & HERAEUS PRECIOUS METALS
- 2 | TRANSPORTSEKTOR – DECARBONISIERUNG & H₂
- 3 | IRIDIUMKATALYSATOREN FÜR DIE PEM WASSERELEKTROLYSE

HERAEUS BUSINESS PORTFOLIO – LEADING IN GLOBAL MARKETS



**Heraeus
Precious
Metals**



**Heraeus
Electronics**



**Heraeus
Nexensos**



**Heraeus
Epurio**



**Heraeus
Medical**



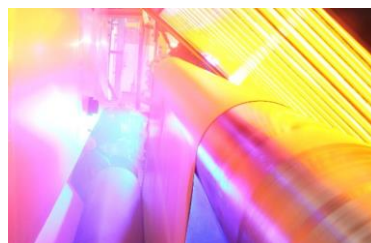
**Heraeus
Medical
Components**



**Heraeus
Conamic**



**Heraeus
Comvance**



**Heraeus
Noblelight**



**Heraeus
Electro-Nite**



**Heraeus
Photovoltaics**

OUR PRECIOUS METALS PRODUCTS AND SERVICES FOR YOUR BENEFIT

Precious Metals Services



Sale and purchase of physical/non physical precious metals



Precious Metals risk management, pool accounts, transfers



Recycling & Refining

Precious Metals Products



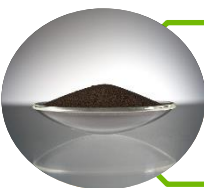
Chemical Products



Catalytic Gauzes



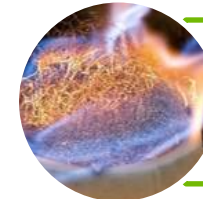
Chemical Catalysts & Emission Catalysts



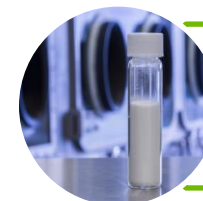
Hydrogen Solutions



Semi-finished products



Functional Materials



Pharmaceutical Ingredients



Precious Coatings

EDELMETALLE UND DIE WASSERSTOFFWIRTSCHAFT



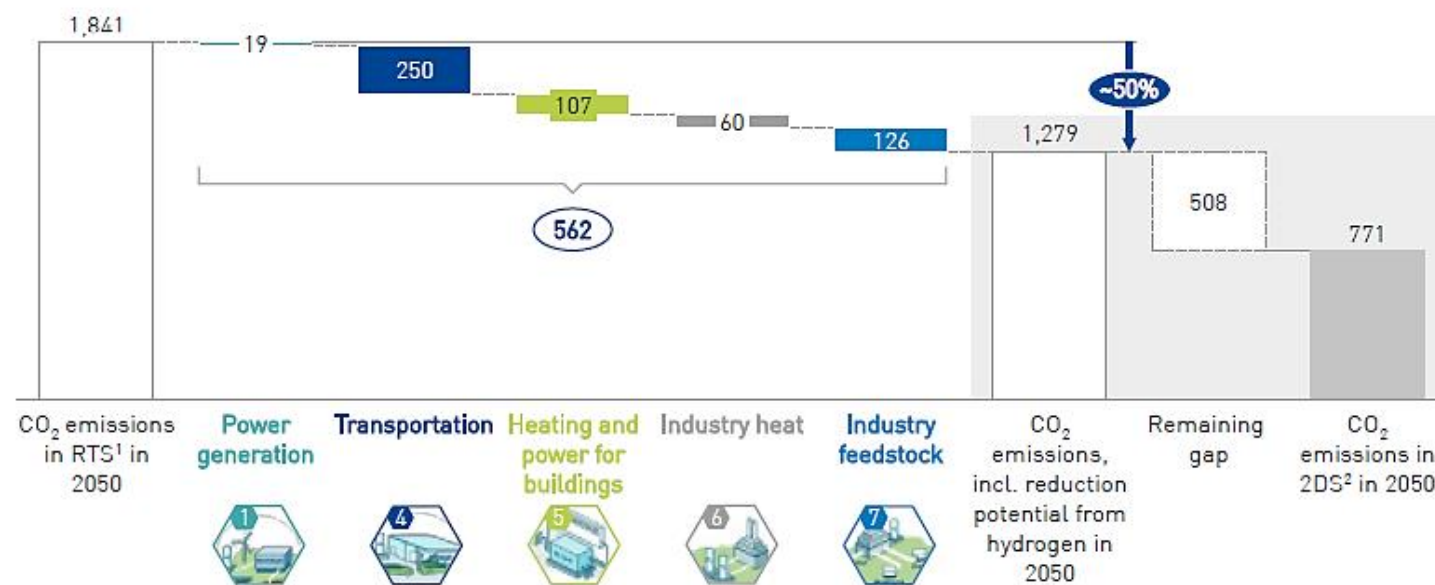
AGENDA

- 1 | HERAEUS & HERAEUS PRECIOUS METALS
- 2 | TRANSPORTSEKTOR – DECARBONISIERUNG & H₂
- 3 | IRIDIUMKATALYSATOREN FÜR DIE PEM WASSERELEKTROLYSE

CO₂ – TRANSPORT – H₂

- Industrie und Transport besitzen größte Hebelwirkung für CO₂ Einsparungen

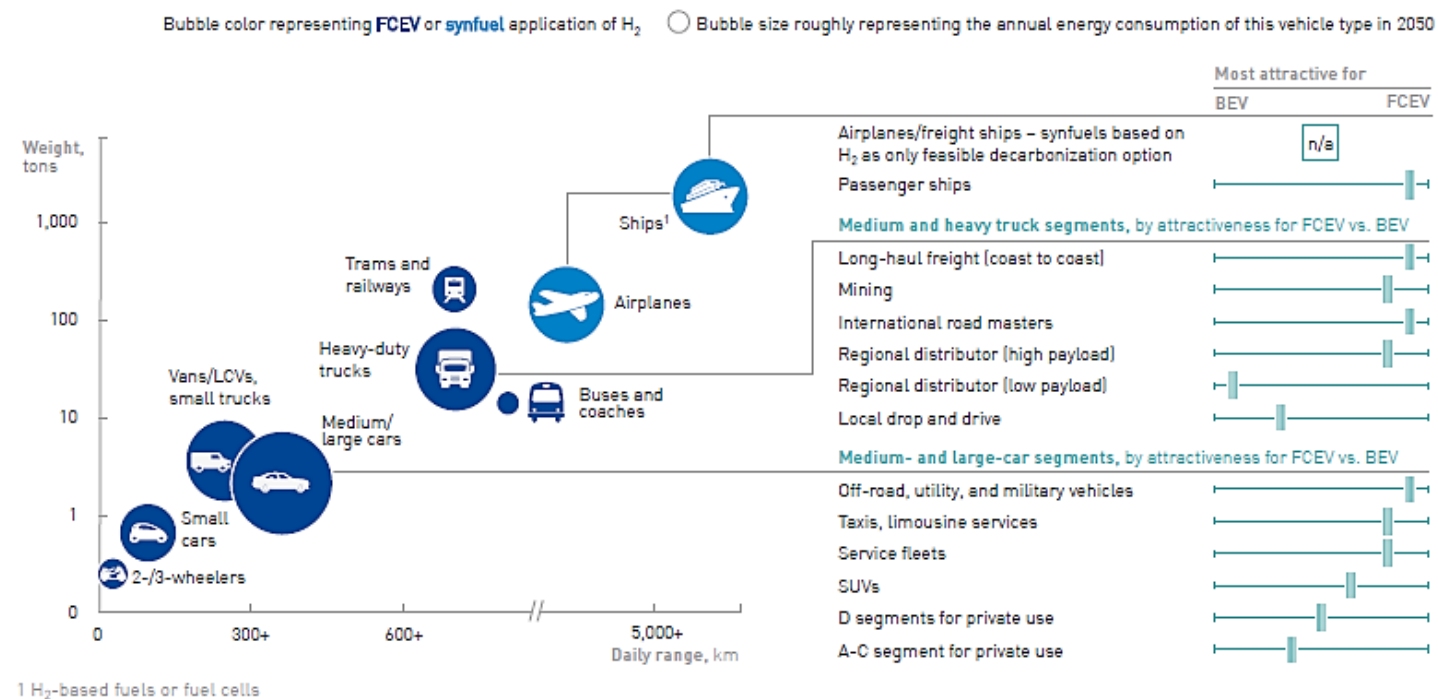
CO₂ avoidance potential by segment, 2050, Mt



¹ Reference Technology Scenario, reductions in this scenario via energy efficiency, etc.; ² 2-degree scenario

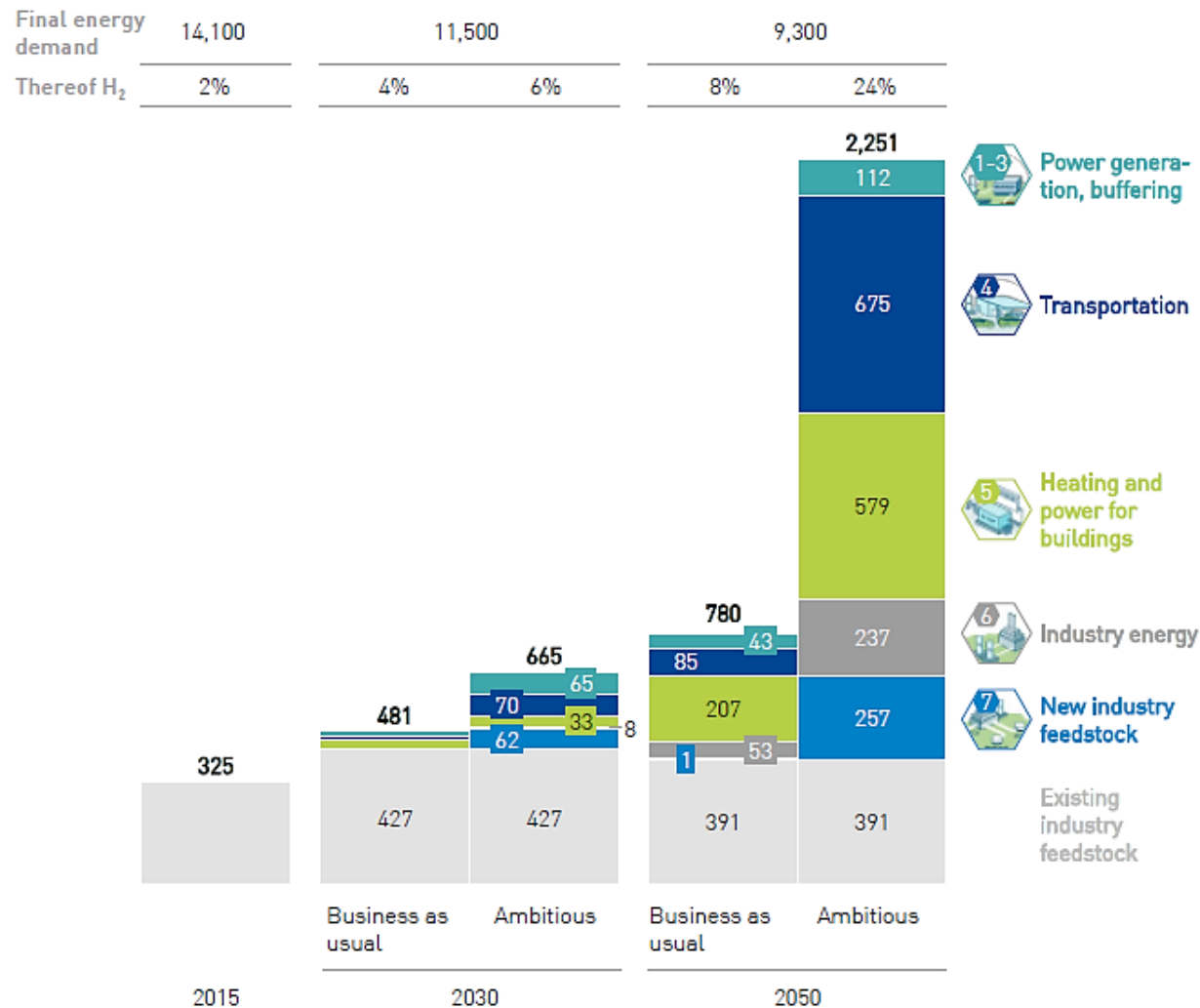
CO₂ – TRANSPORT – H₂

- Industrie und Transport besitzen größte Hebelwirkung für CO₂ Einsparungen
- Technologie zur Decarbonisierung des Transportsektors ist eine Anwendungsfrage



CO₂ – TRANSPORT – H₂

- Industrie und Transport besitzen größte Hebelwirkung für CO₂ Einsparungen
- Technologie zur Decarbonisierung des Transportsektors ist eine Anwendungsfrage
- Der Wasserstoffbedarf allein in diesem Sektor ist riesig

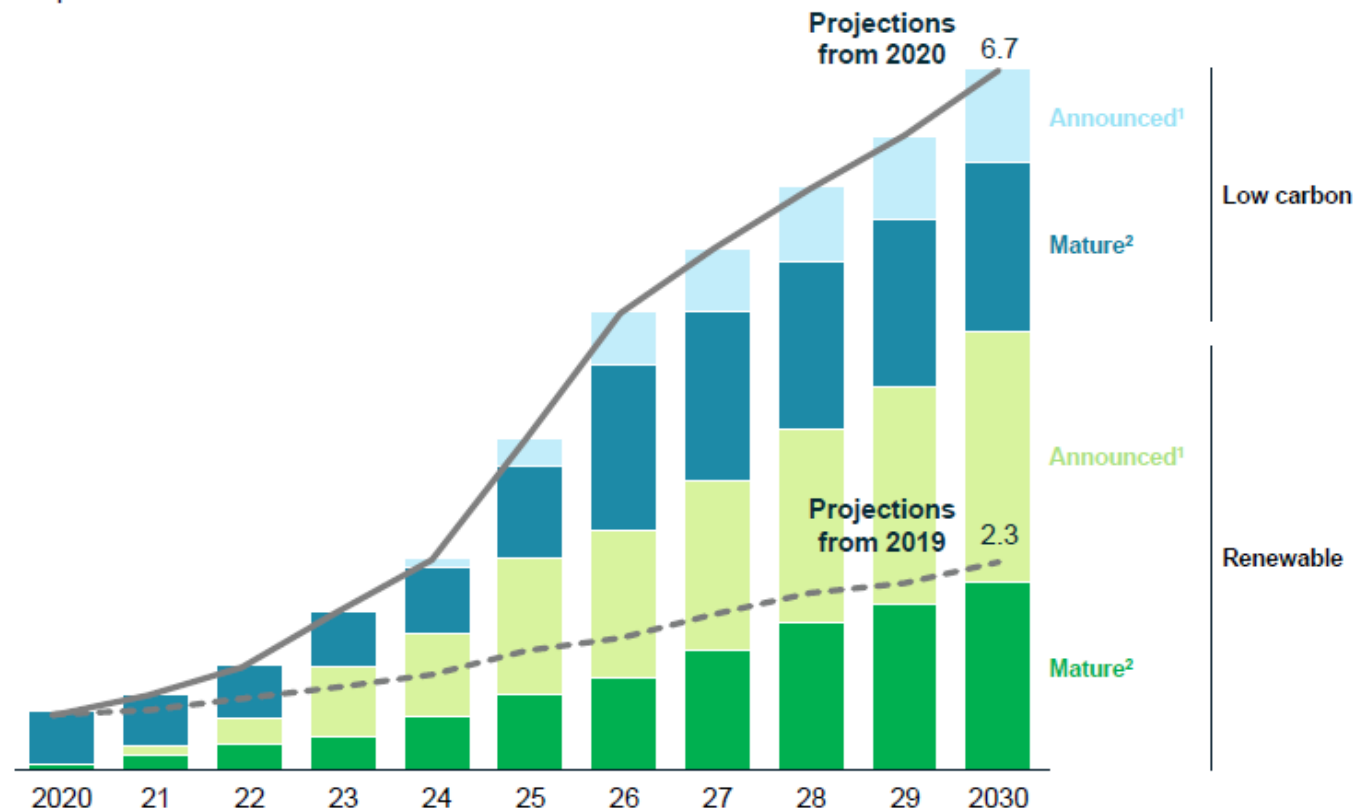


Hydrogen Roadmap Europe (2019)

WASSERSTOFFERZEUGUNG – ELEKTROLYSE IM GW-BEREICH

- Ausbau der Elektrolysekapazität (REN H2 in 2030 4.2 Mt – angekündigt) in 2030 auf 3.2 GW (EU 40 GW Ziel)
- Technologie-Teilung AEL zu PEM EL 50:50
- Für PEM Elektrolyse bedeutet das einen Anstieg des EM-Bedarfs, insbesondere von Iridium

Cumulative production capacity
Mt p.a.



1. Includes projects at preliminary studies or at press announcement stage
 2. Includes projects that are at the feasibility study or front-end engineering and design stage or where a final investment decision (FID) has been taken, under construction, commissioned or operational

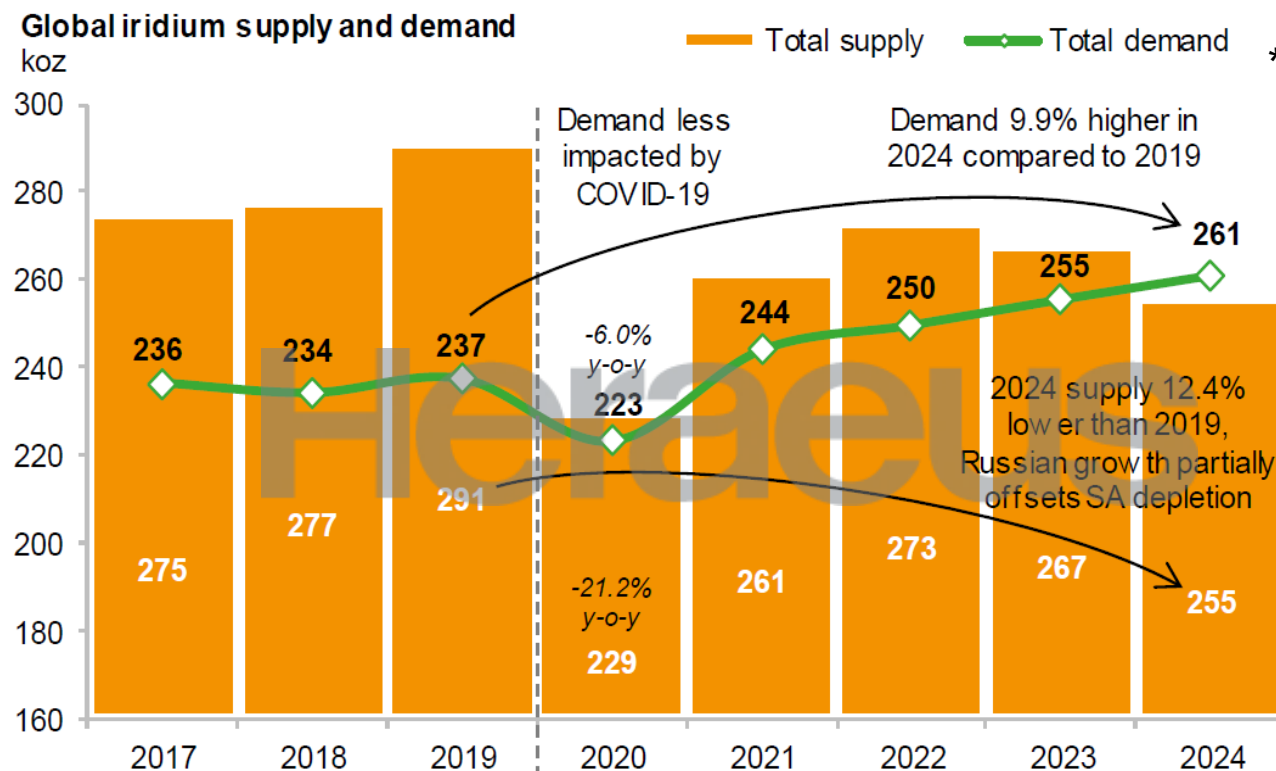
AGENDA

- 1 | HERAEUS & HERAEUS PRECIOUS METALS
- 2 | TRANSPORTSEKTOR – DECARBONISIERUNG & H₂
- 3 | IRIDIUMKATALYSATOREN FÜR DIE PEM WASSERELEKTROLYSE

IRIDIUM NACHHALTIGKEIT



- Sehr rares Edelmetall
- Anwendung v.a. in der Elektronik, Chemie und Elektrochemie
- Bedarf an Iridium momentan bei etwa **6.8 t/a** (ohne Anstieg der Nachfrage durch PEM EL)

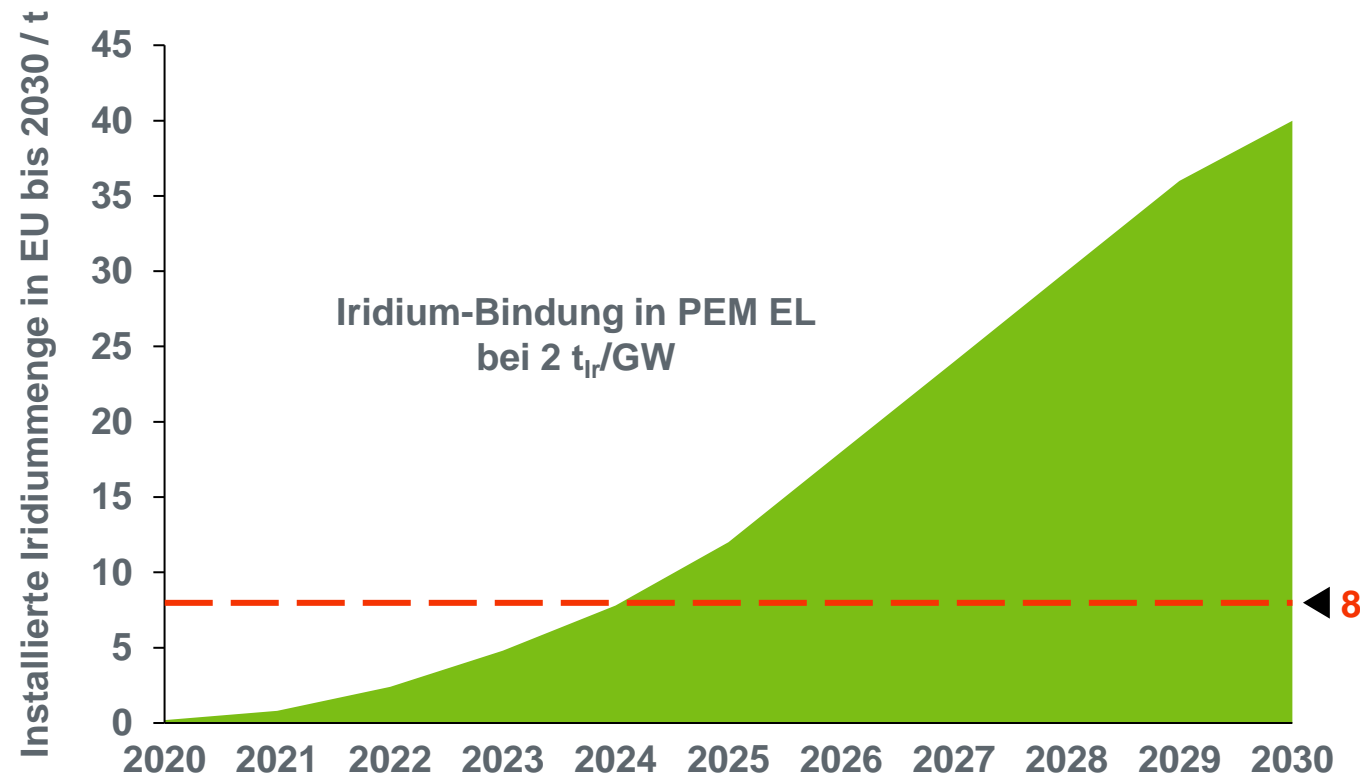


*) Analysis by SFA Oxford

Kritikalität von Ir durch Materialentwicklung, Edelmetallmanagement & -recycling gemindert werden

GRÜNER H2 – AMBITIONIERTE ZIELE FÜR 2030

- Steigende Kapazität → EU Ziel von 40 GW in 2030
- Alkali EL und PEM EL mit gleichem Anteil für 2030
- Benötigte Ir-Menge für 2030 in PEM EL könnte dem gesamten Ir-Marktbedarf entsprechen (heutzutage 1 bis 2 t Ir pro GW)



GRÜNER H2 – AMBITIONIERTE ZIELE FÜR 2030

- Steigende Kapazität → EU Ziel von 40 GW in 2030
- Alkali EL und PEM EL mit gleichem Anteil für 2030
- Benötigte Ir-Menge für 2030 in PEM EL könnte dem gesamten Ir-Marktbedarf entsprechen (heutzutage 1 bis 2 t Ir pro GW)

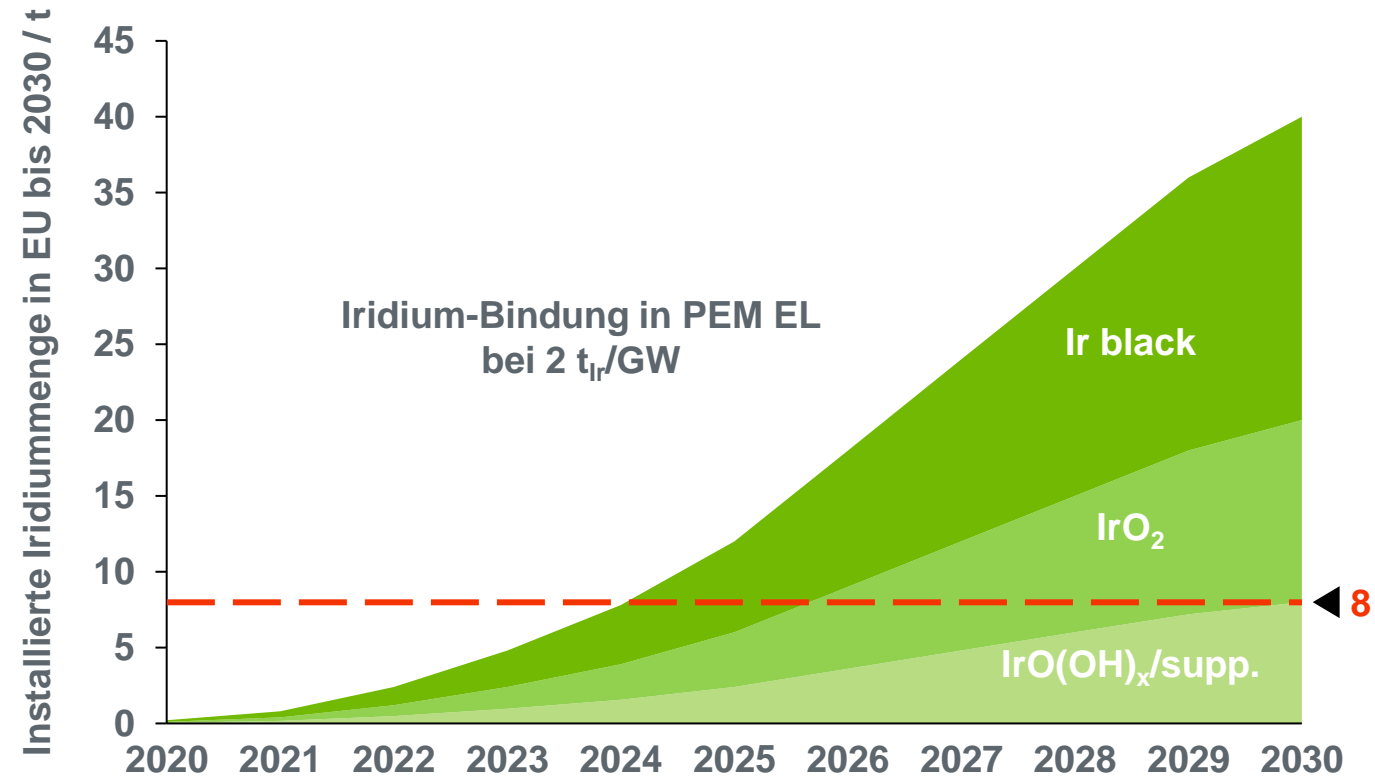
⇒ Materialkonzepte zu **besseren Ir-Nutzung**

→ Weg vom **reinem Ir** Katalysator zu:

a) **IrO₂**

b) **Geträgertes, Ir-basiertes** Material

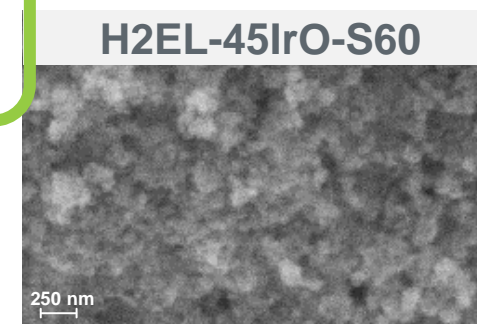
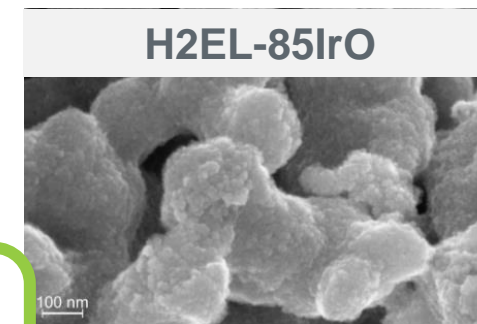
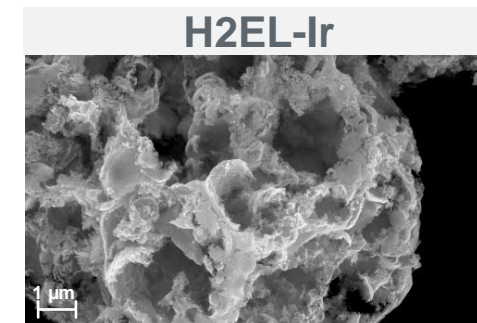
⇒ Planung von **Recyclingstrategien** bereits am Beginn der PEM EL Hochlaufphase



Ir-arme Elektrokatalysatoren und effiziente Recyclingwege stehen in den Startlöchern

HERAEUS PRODUKTE FÜR DIE PEM ELEKTROLYSE

Katalysator	Details	Eigenschaften
H2EL-Ir	Ir black, 100 wt.% Ir	Etabliertes Produkt, hohe Metallreinheit
H2EL-85IrO	IrO ₂ , 80 bis 86 wt.% Ir	Hohe Stabilität, Effizienz & Oberfläche (> 180 m²/g) → Gesteigerte Leistung bei 50% Beladung
H2EL-xxIrO-S	IrO(OH) _x geträgert, 10 bis 50 wt.% Ir	Hohe Aktivität, niedriger Ir-Gehalt → Verringerung der Ir-Beladung auf < 0.4 g/kW möglich

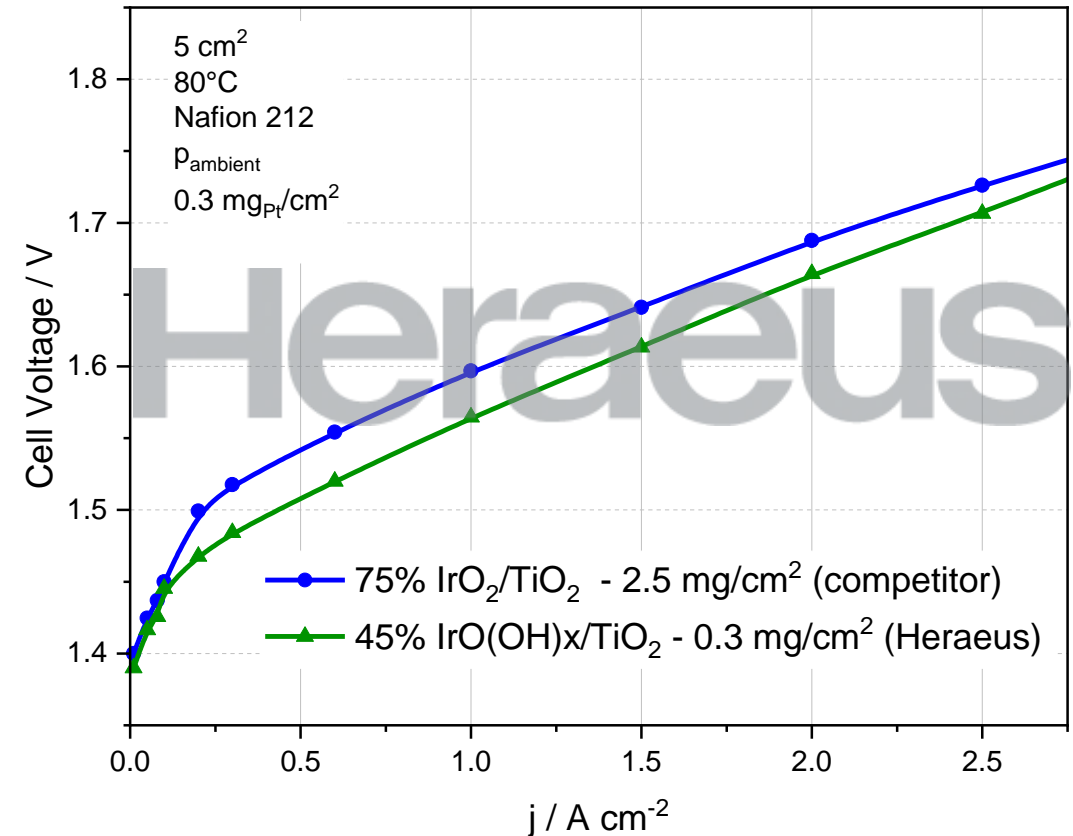


NEXT GEN Ir ANODENMATERIAL – PERFORMANCE



IrO(OH)_x/TiO₂:

- Elektrolyse bei **~0.3 mg_{Ir}/cm²** und **gleicher Leistung** wie kommerzielle Referenz mit **~2.5 mg_{Ir}/cm²***.



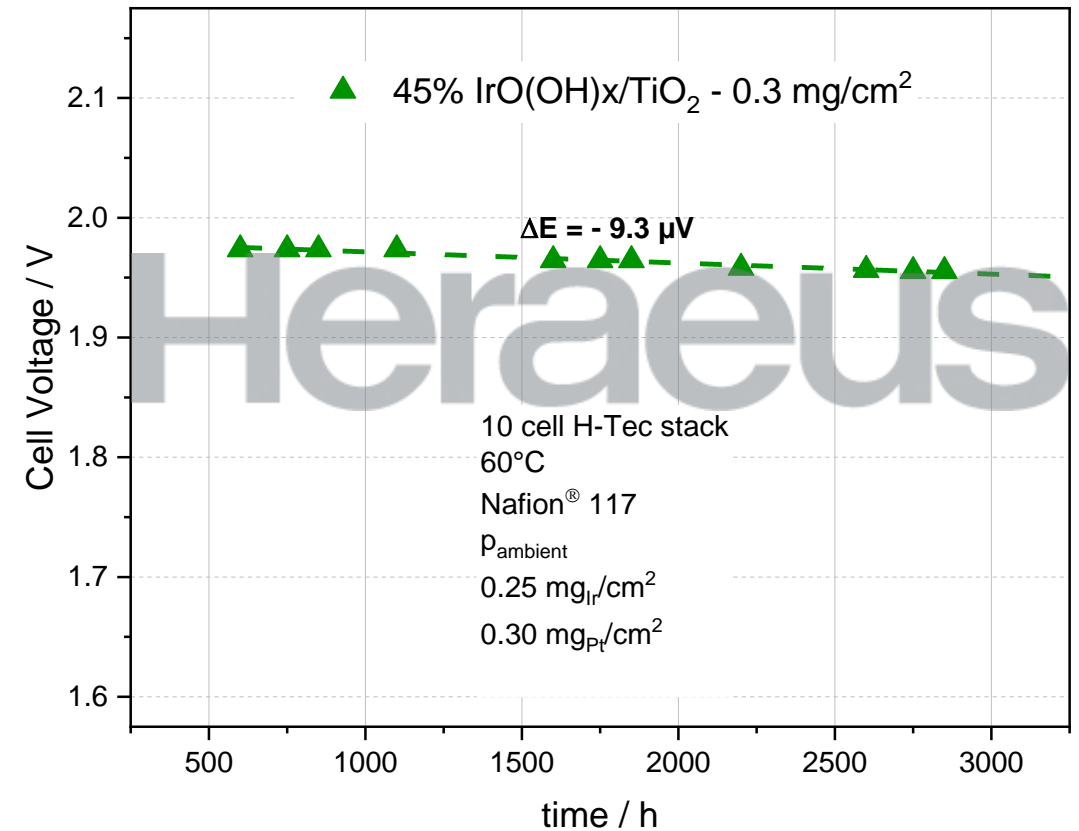
*) M. Bernt et al., *Chem. Ing. Tech.* 92 (2020) 31

NEXT GEN Ir ANODENMATERIAL – PERFORMANCE



IrO(OH)_x/TiO₂:

- Elektrolyse bei **~0.3 mg_{Ir}/cm²** und **gleicher Leistung** wie kommerzielle Referenz mit **~2.5 mg_{Ir}/cm²***.
- **Stabilität & Performance im Langzeittest** im Elektrolyse Short-Stacks validiert (Greenerity – MEAs, H-TEC – Hardware, ZAE – Measurement)



*) M. Bernt et al., Chem. Ing. Tech. 92 (2020) 31



Ir-Beladungen < 0.4 g/kW → Verringerung des CAPEX & Nachhaltigkeit bei der Ir-Verwendung

PEM ELEKTROLYSE IM GW-BEREICH - DECARBONISIERUNG DURCH H₂

- ➔ **Optimierung des O₂-aktiven Materials Iridium**
- ➔ **Verwendung von Ir-armen, geträgertem IrO(OH)_x/TiO₂**
- ➔ **Verringerung des CAPEX mit Beladungen von 0.4 g_{Ir}/kW**
- ➔ **Nachhaltiges Edelmetallmanagement im Edelmetallhandel und dem Recycling**

DISCLAIMER

This presentation has been created using information obtained from sources that Heraeus believes to be reliable. As Heraeus is not able to verify every information obtained from such sources, Heraeus does not warrant the accuracy and completeness of such information that is contained in this presentation.

Heraeus assumes no liability for any losses or damages of whatsoever kind, resulting from whatever cause, through the use of or reliance on any information contained in this document. However, in so far as a liability claim exists under German law, Heraeus shall have unlimited liability for willful or grossly negligent breach of duty. Unless expressly permitted by law, neither this document nor any part of it may be redistributed or reproduced in any manner without written permission of Heraeus. Heraeus accepts no liability whatsoever for the actions of third parties in reliance on this document.

The analysis and opinions set out in this presentation include forward-looking statements, which are based on the plans, assumptions, targets and projections as of the date of the document and which are subject to inherent risks, uncertainties and other factors which could cause actual results to differ materially from the projected results. Heraeus does not undertake to update any of the forward-looking statements to reflect developments which differ from those anticipated.

CHALLENGE US – SOLUTIONS FOR YOUR NEEDS ALL AROUND THE GLOBE



CONTACT US

Heraeus Deutschland GmbH & Co. KG
 Heraeus Precious Metals
 Head of R&D Hydrogen Systems
 Dr. Christian Gebauer

Heraeusstr. 12-14
 63450 Hanau
 Phone +49 6181 35-3902
 E-Mail christian.gebauer@heraeus.com
 Web www.heraeus-precious-metals.com

Heraeus, the technology group headquartered in Hanau, Germany, is an international family-owned company formed in 1851. With a focus on innovations, operational excellence and an entrepreneurial leadership, we strive to continuously improve the businesses of our customers around the world.

Heraeus Precious Metals (HPM) – a global business unit within the Heraeus group – is a world-wide leading provider of precious metals services and products. We combine all activities related to our comprehensive expertise in the precious metals loop – from trading to precious metals products to recycling