Forschungsstellen

DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
German Aerospace Center

HVG-DGG
Service und Forschung für die Glasherstellung

Ferdinand Drünert (HVG)

Assoziierte Partner

SCHOTT
glass made of ideas

ArdaghGlass

Linde
Making our world more productive

Kohlenstoffkreisläufe für eine CO_2-neutrale Glasindustrie

GEFÖRDERT VOM

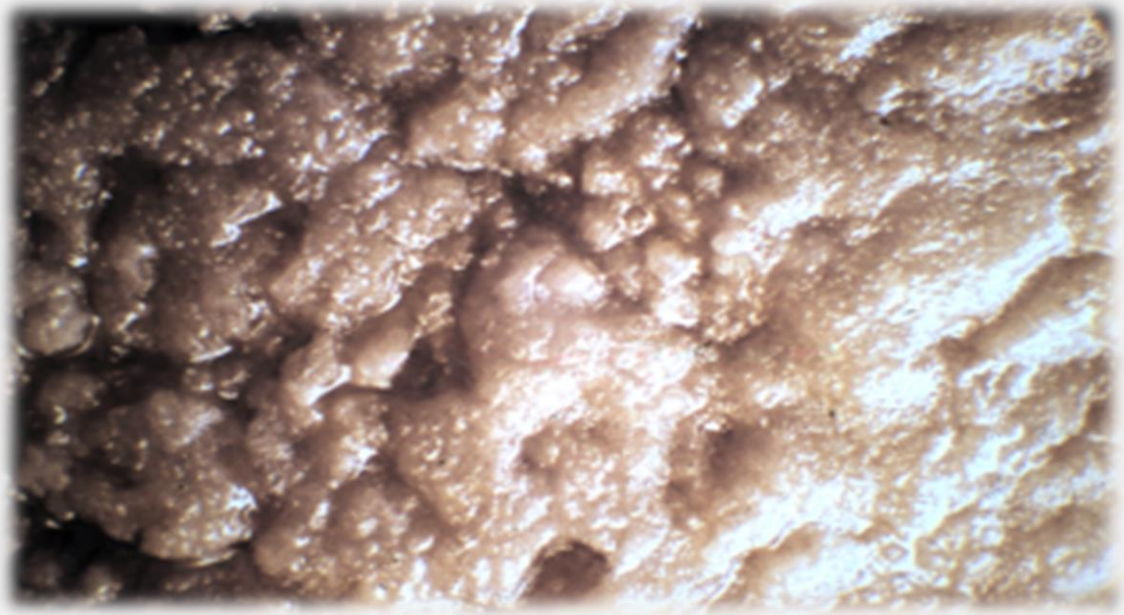
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU

KLIMPRO BMBF 01LJ2005 (A+B)

CO_2-QUELLEN
der Glasproduktion

Primärquelle: Flamme



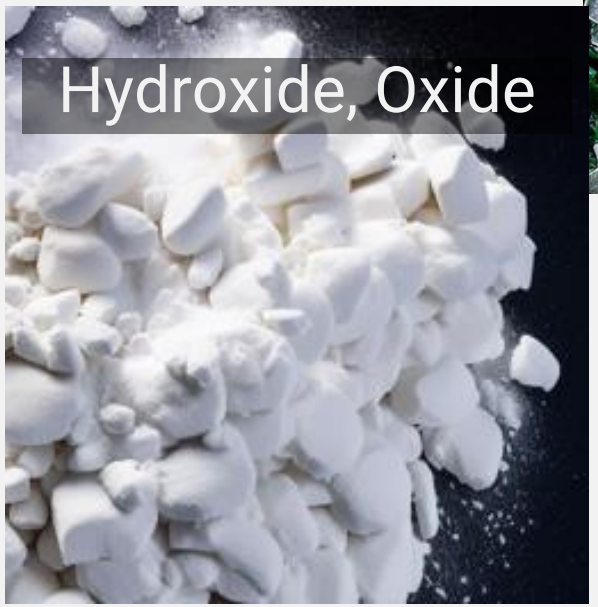
Sekundärquelle: Gemenge

VERMEIDUNG VON CO_2

Strategien und Ansätze

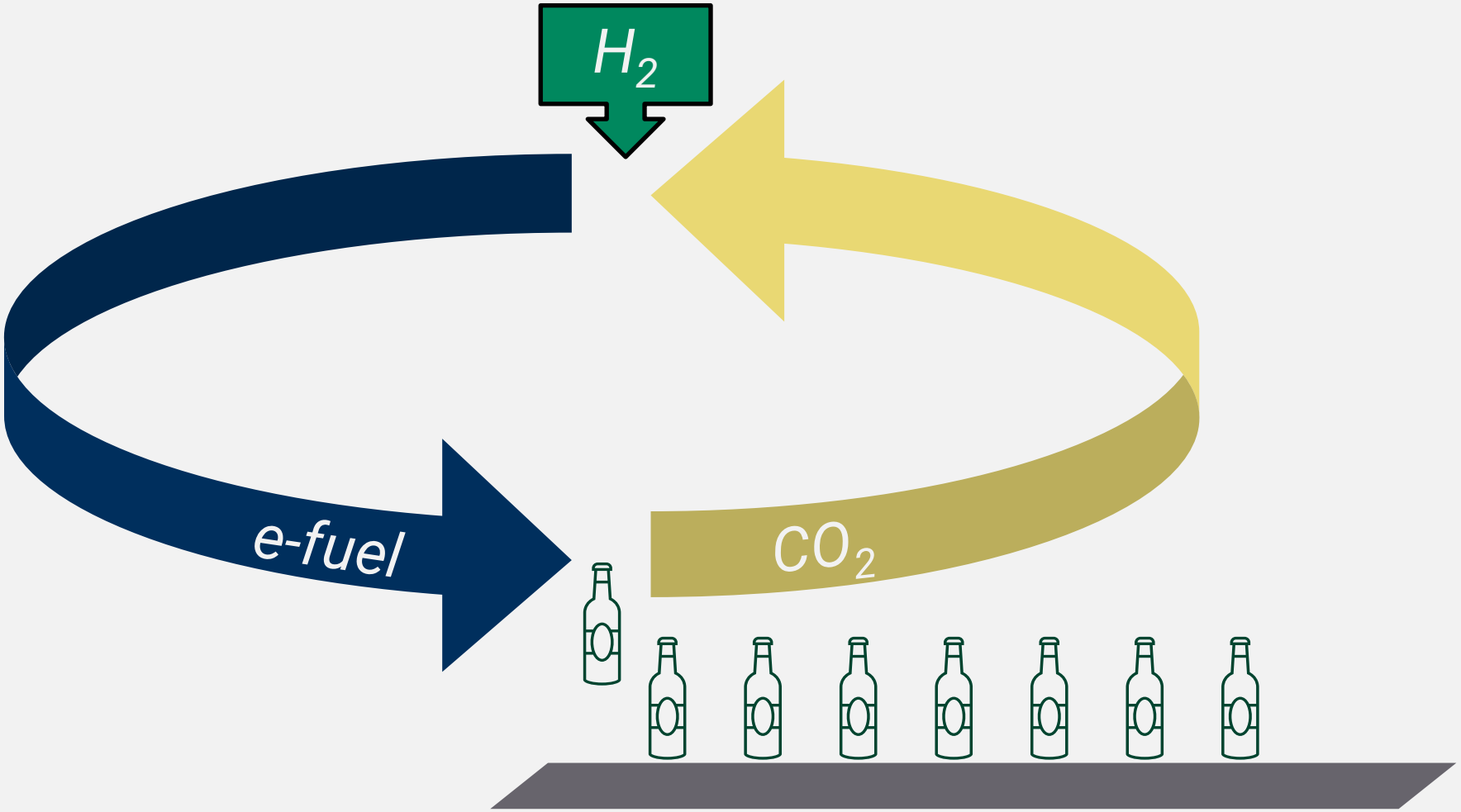
CO_2-neutrale Beheizung

CO_2-neutrale Rohstoffe



CARBON CAPTURE AND UTILIZATION (CCU)

Kohlenstoff-Kreislaufprozess für die Glasproduktion



CCU KOHLENSTOFFKREISLAUF
Vor- und Nachteile

HVG-DGG
Service und Forschung für die Glasherstellung

Keine CO_2-Emissionen

Modularer Aufbau

Sehr komplex

Niedriger Wirkungsgrad

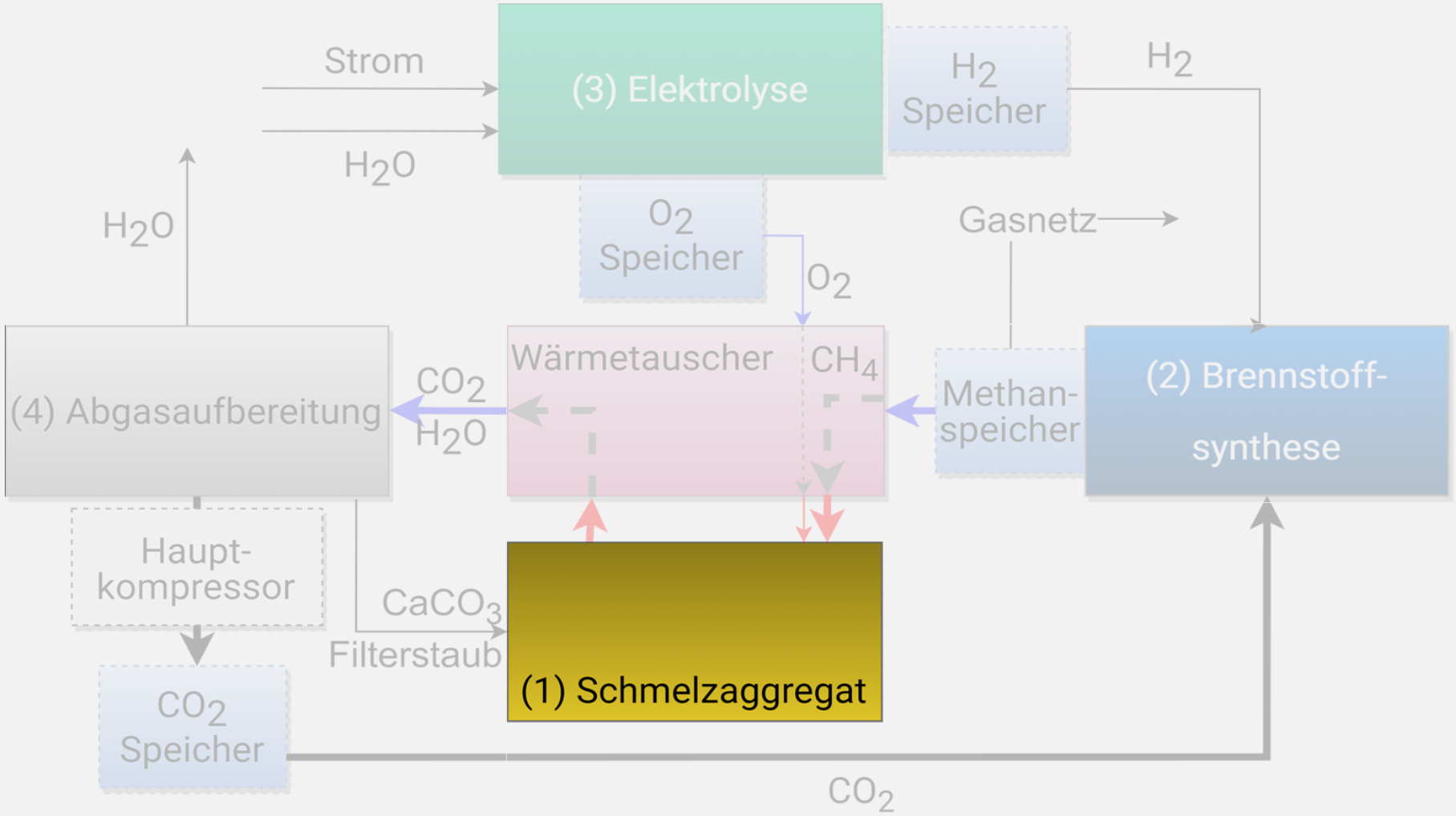
Nur von Strom abhängig

wertvolles Neben-produkt

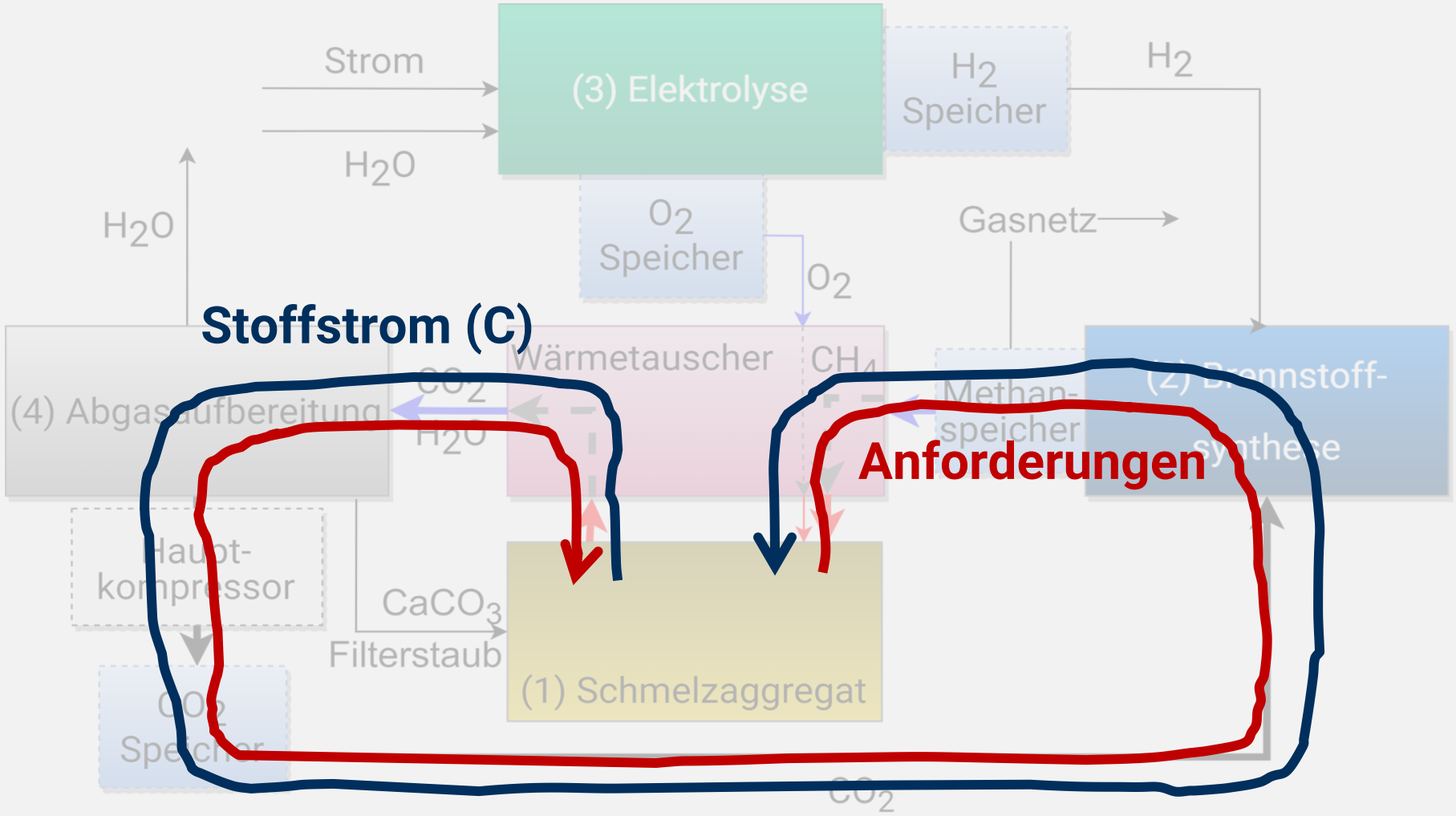
Kosten-intensiv

CCU KREISLAUF IN DER GLASPRODUKTION

Aufbau eines Kohlenstoffkreislaufs



CCU IN DER GLASPRODUKTION
Kriterien für den Kohlenstoffkreislauf



CCU KREISLAUF IN DER GLASPRODUKTION

Synthese von E-Fuel: Methan

$$CO_2 + 4\,H_2 \rightleftharpoons CH_4 + 2\,H_2O$$

H_2

CO_2

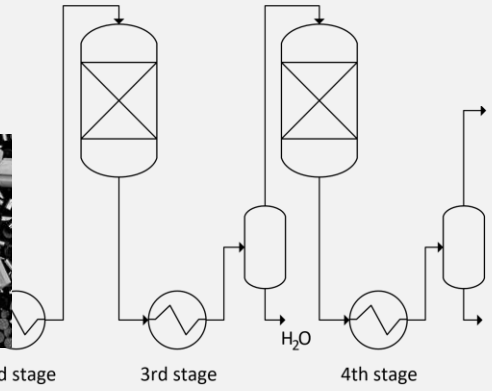
~~SO_x~~

~~Halogenide~~

~~Staub~~

~~O_2~~

Katalysator



CH_4

H_2O

TREMP™-Prozess (4 Stufen)

Grenzwert: ppb-Bereich

CCU KREISLAUF IN DER GLASPRODUKTION

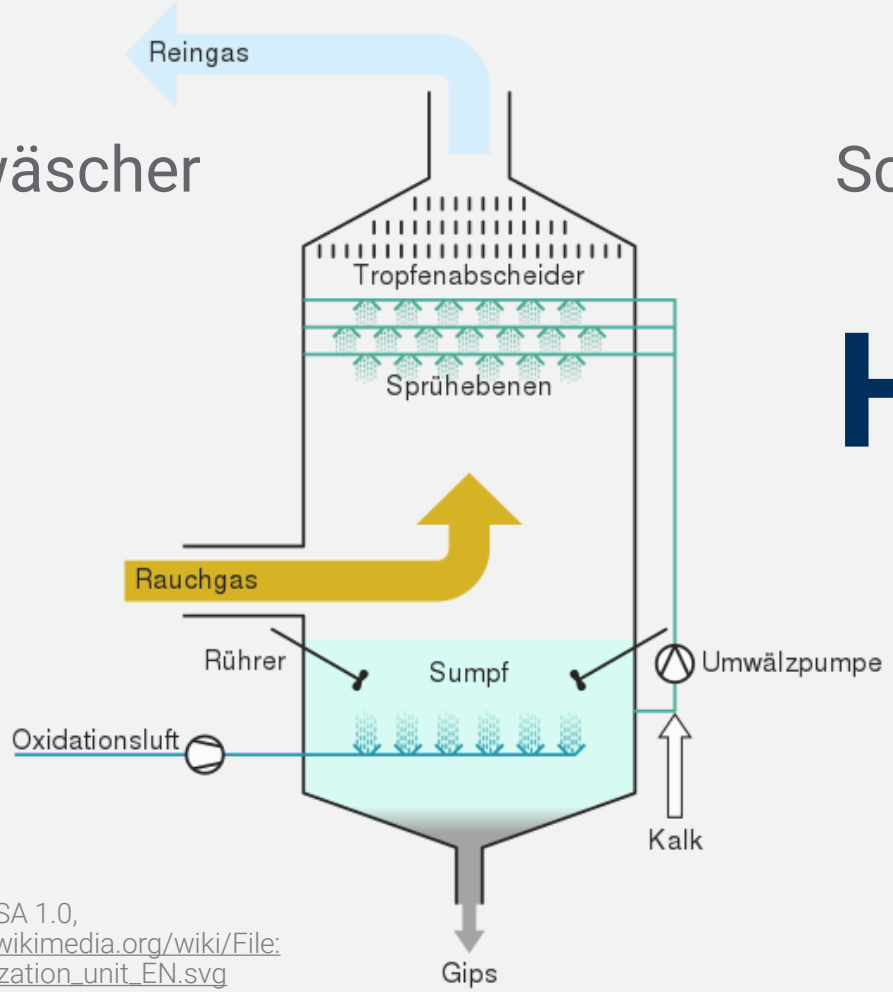
Anforderungen an die Abgaszusammensetzung

CCU KREISLAUF IN DER GLASPRODUKTION

Anforderungen an die Abgasaufbereitung

HVG-DGG
Service und Forschung für die Glasherstellung

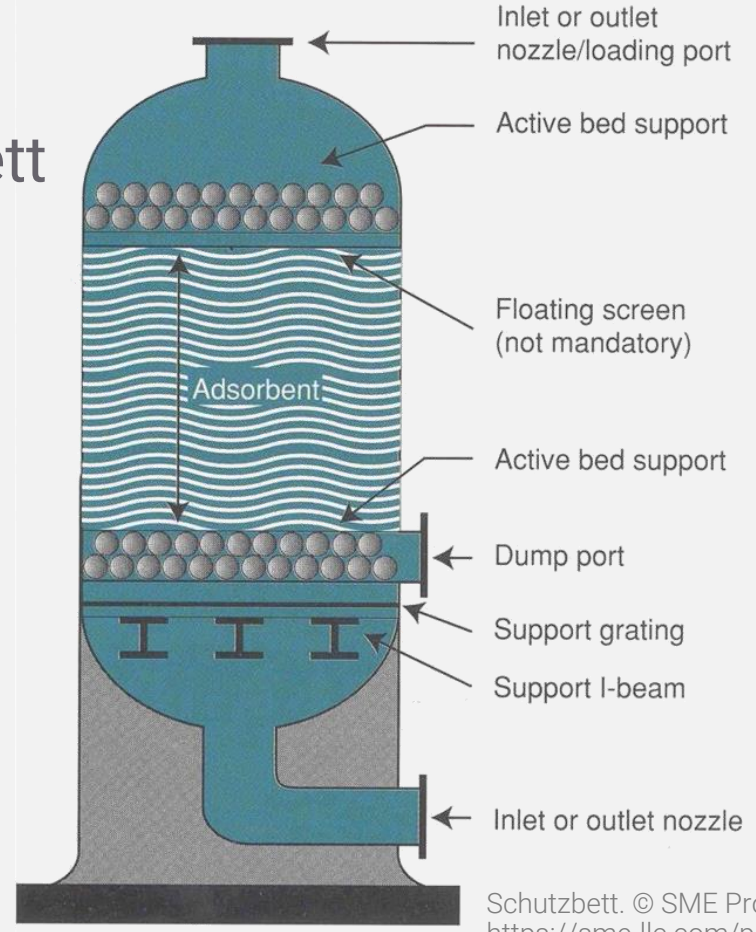
Nasswäscher



Nasswäscher. CC-SA 1.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flue_gas_desulfurization_unit_EN.svg

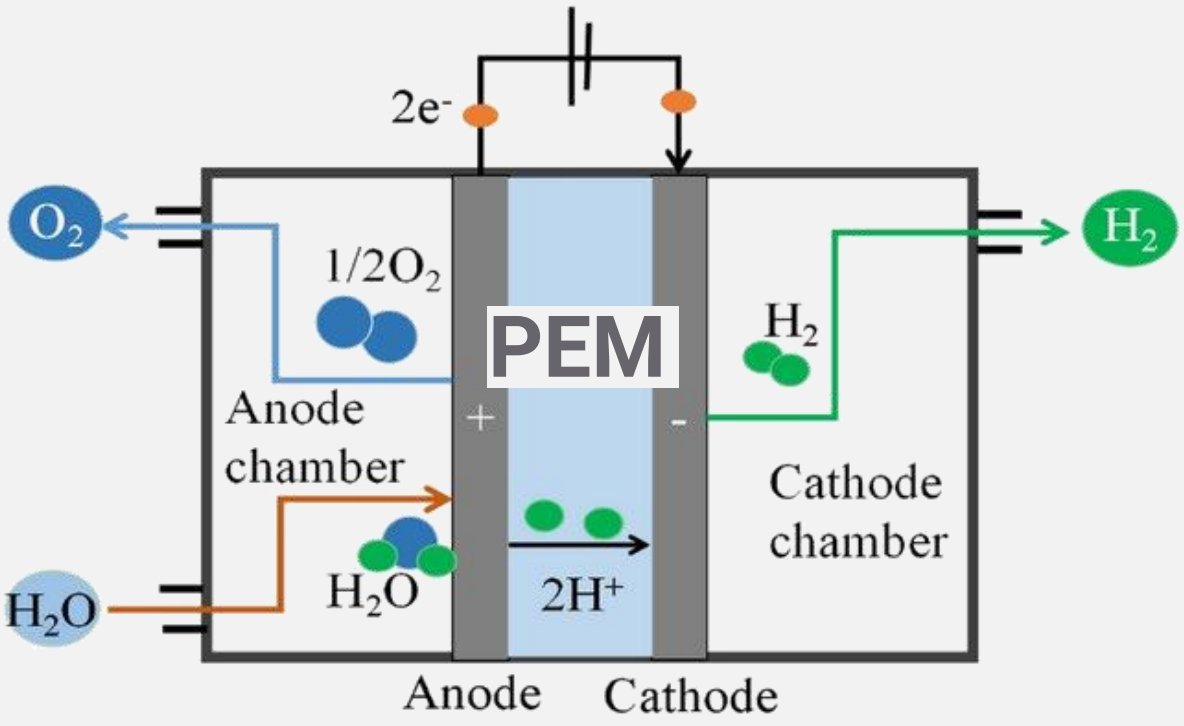
Schutzbett

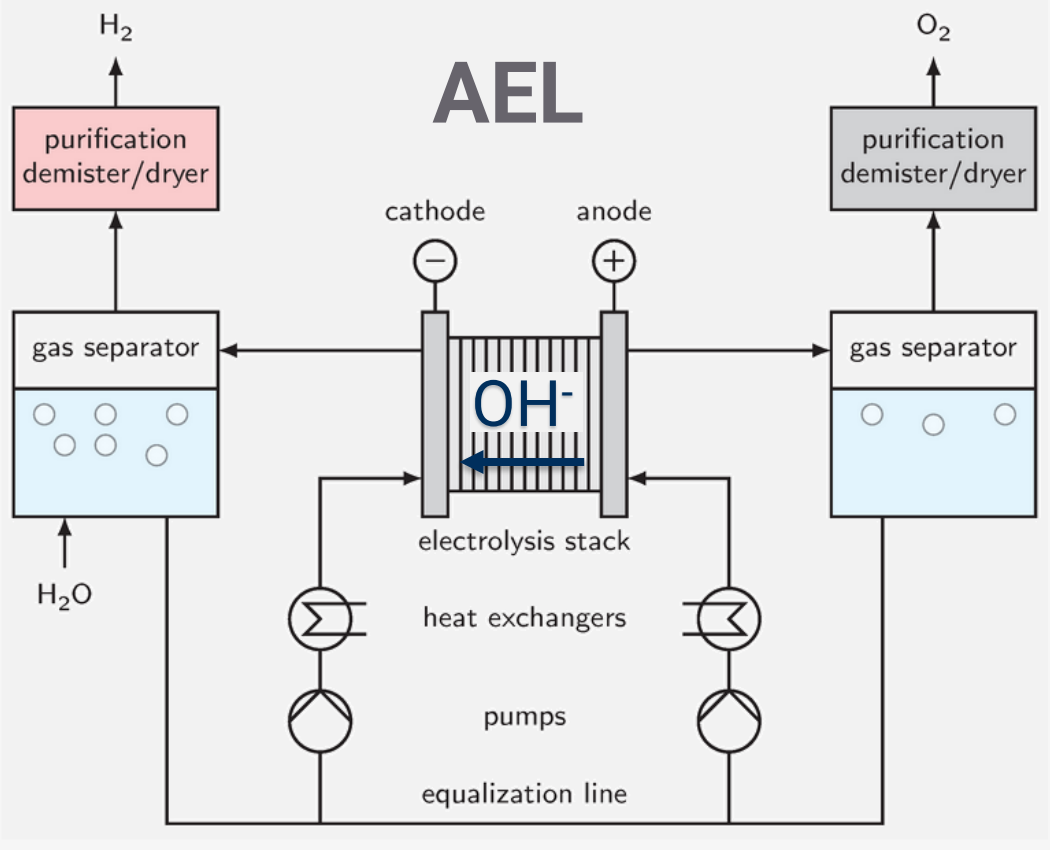
H_2



Schutzbett. © SME Process Solutions, https://sme-llc.com/product/hga-mercury-removal/

CCU KREISLAUF IN DER GLASPRODUKTION
Wasserstoffsynthese





Chai *et al.*,Clean Technologies and Environmental Policy 23 (2021) 1931 – 1946

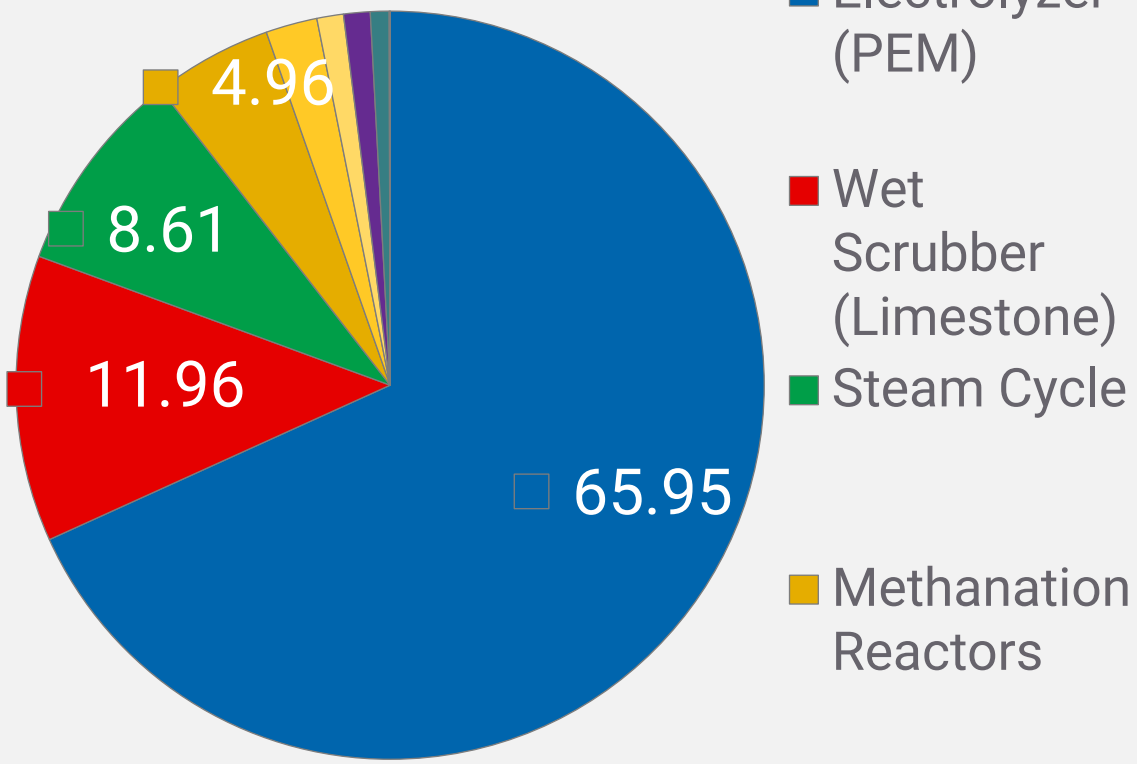
J. Brauns, T. Turek, Processes (2020) 8 (2)

CCU KREISLAUF IN DER GLASPRODUKTION

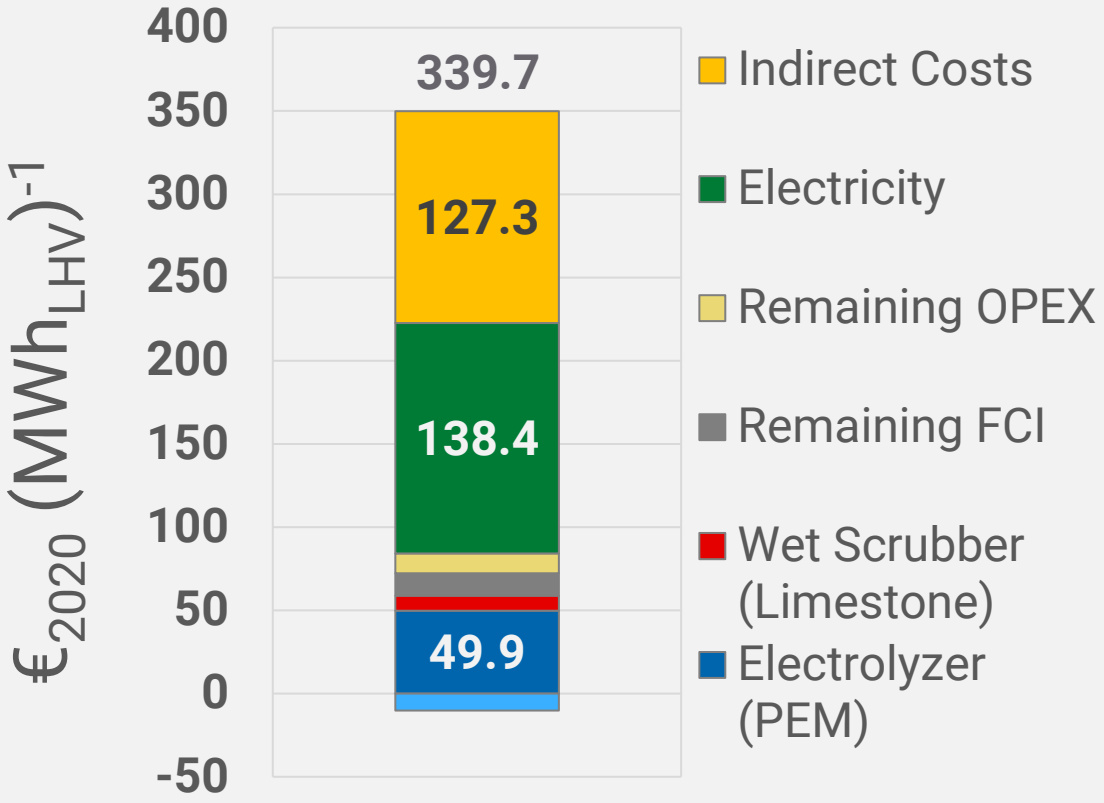
Techno-ökonomische Betrachtung

HVG-DGG
Service und Forschung für die Glasherstellung

Investitionsbedarf (96,7 Mio €)

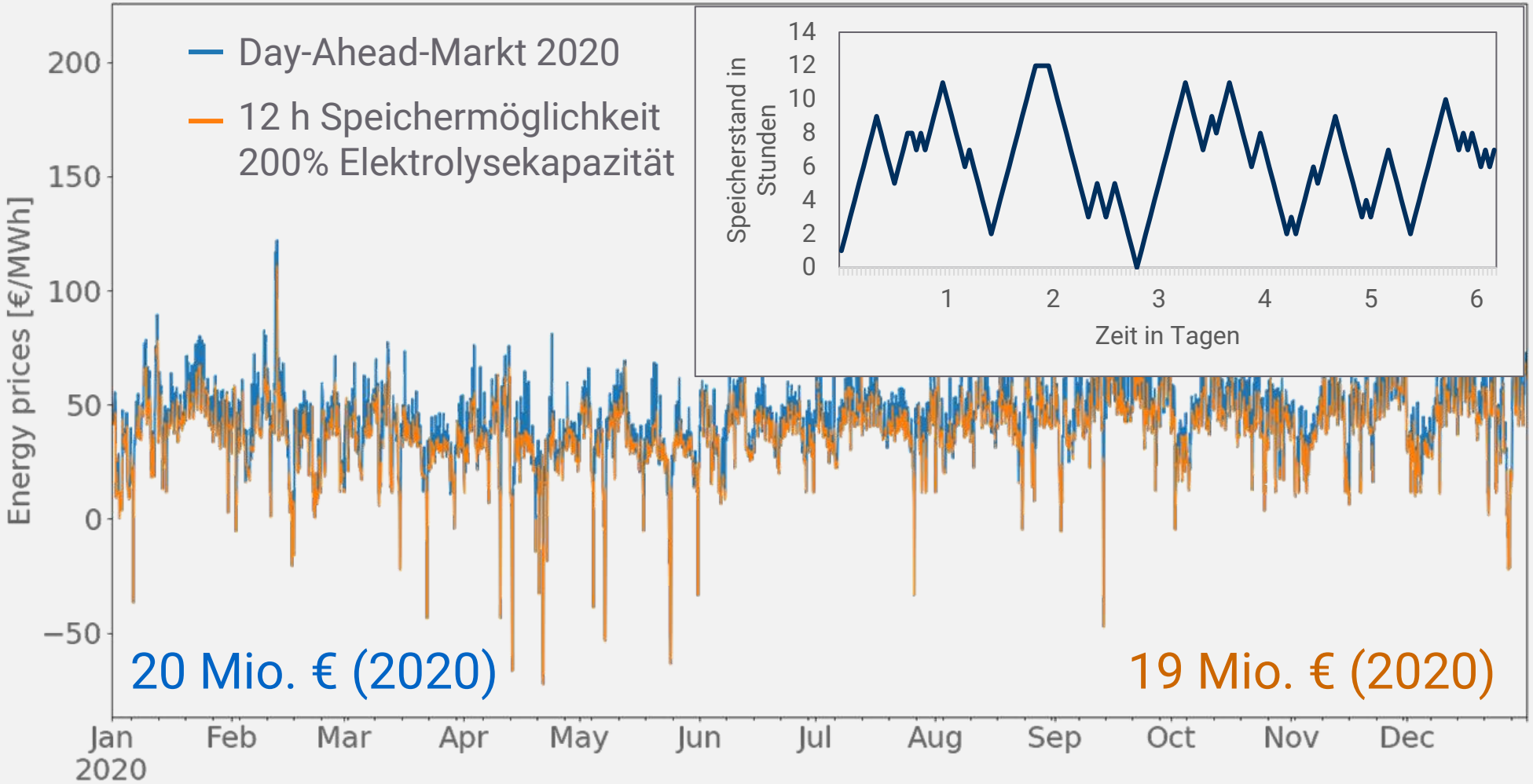


Nettoproduktionskosten



CCU KREISLAUF IN DER GLASPRODUKTION

Volatile Energieverfügbarkeit



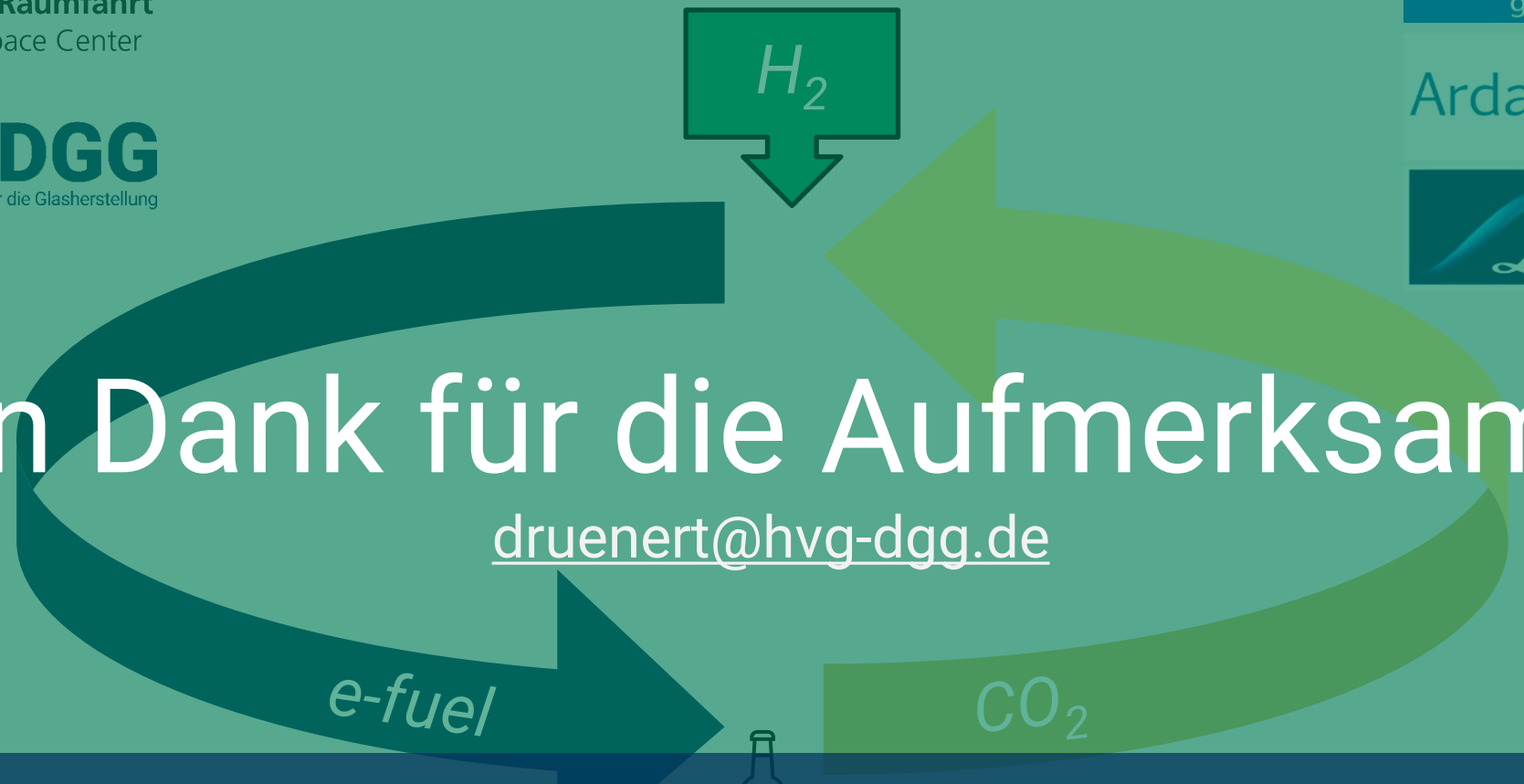
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt
German Aerospace Center

HVG-DGG
Service und Forschung für die Glasherstellung

SCHOTT
glass made of ideas

ArdaghGlass

Linde
Making our world more productive



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

druenert@hvg-dgg.de

Co-Autoren:
(HVG) P. Boehm, D. Walter, N.-H. Löber, B. Fleischmann
(DLR)J. Weyand, Y. Rahmat, F. Moser, S. Maier, R.-U. Dietrich