

# La emergente economía global de hidrógeno verde

Oportunidades, riesgos e interrogantes para los países del Sur

**CINPE, Heredia / Costa Rica**

**Dr. Andreas Stamm**  
**Bonn, 11.07.2023**

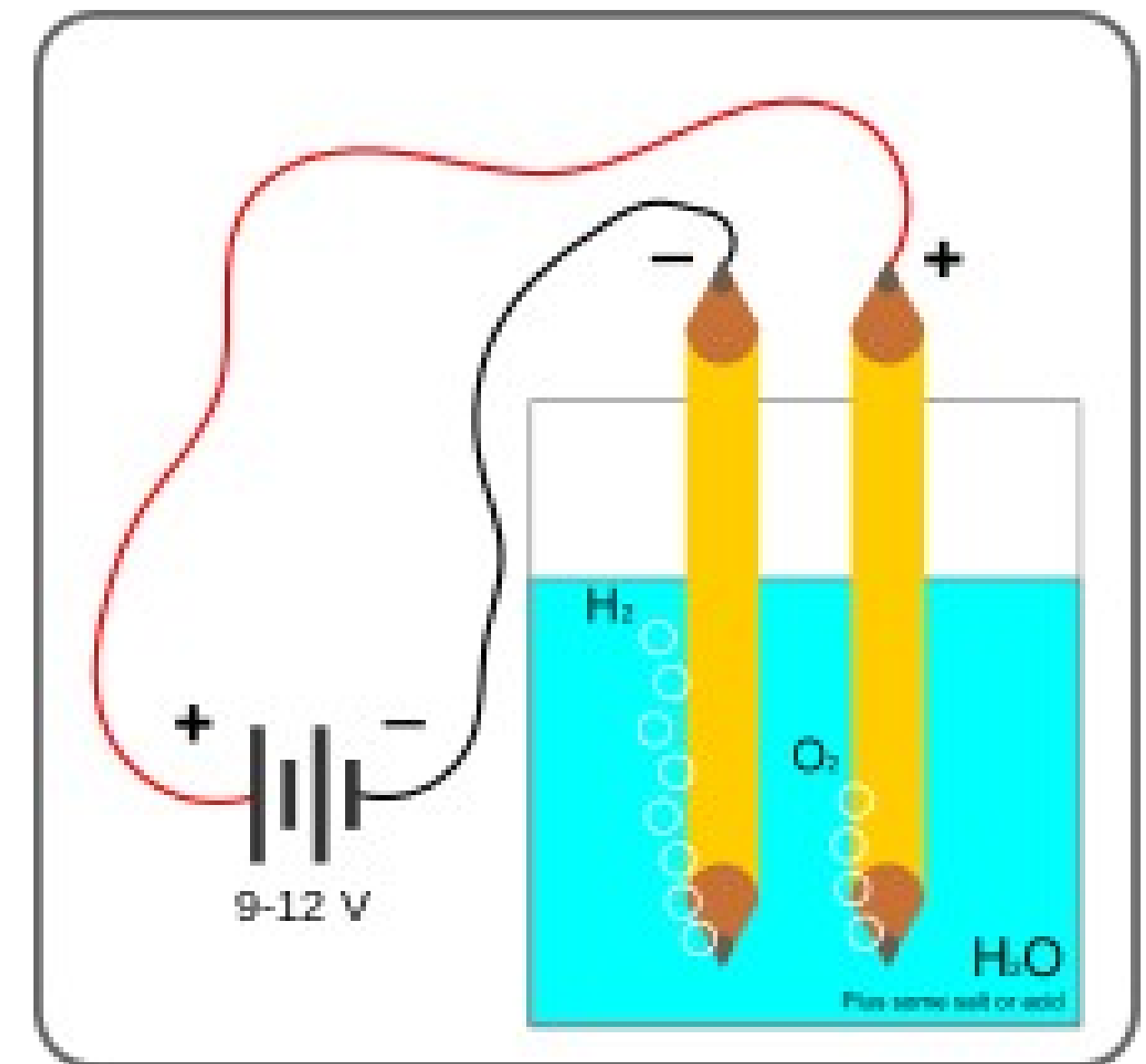
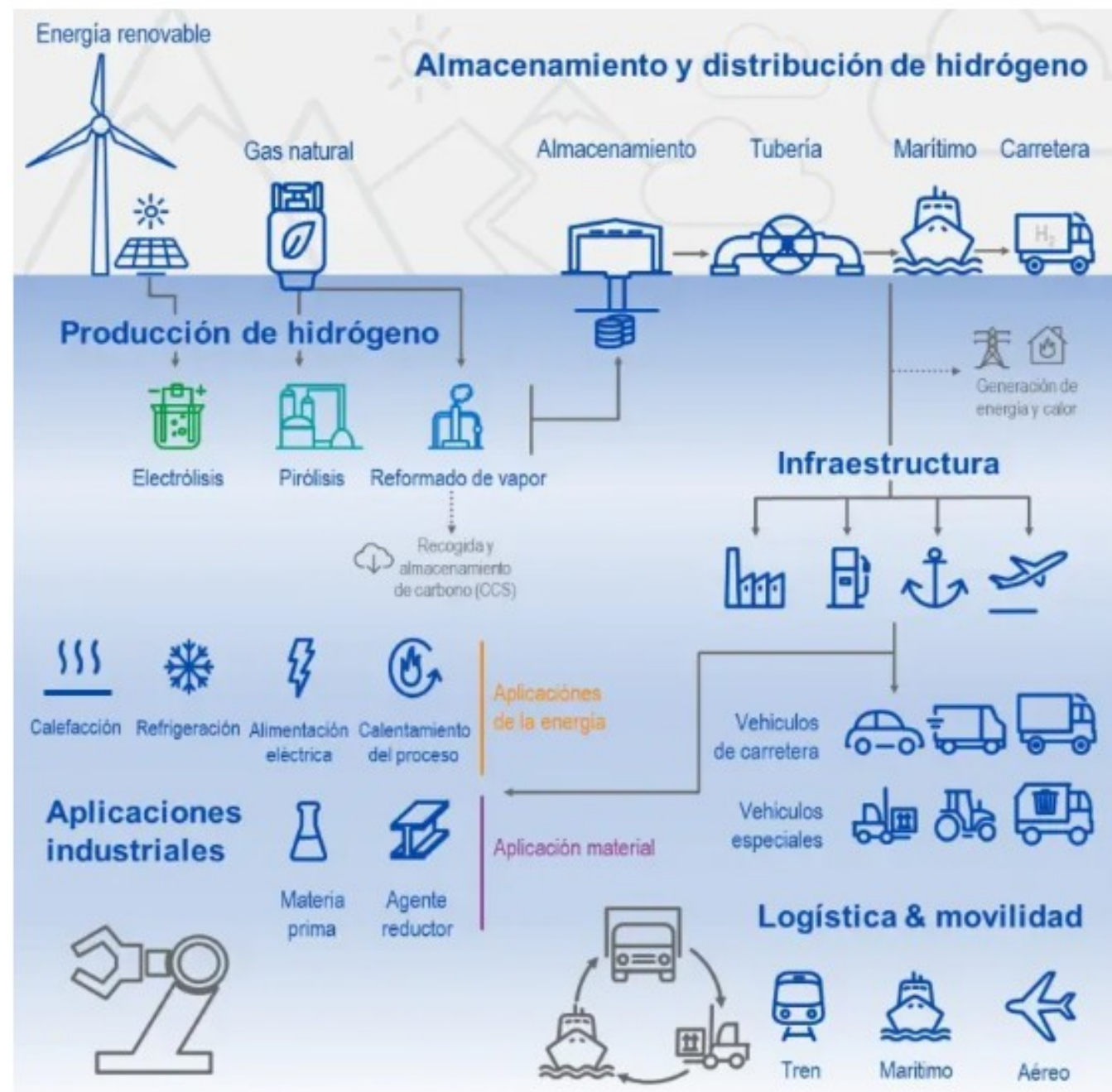
- ... se fundó en 1964 en Berlín con el nombre de Instituto Alemán de Desarrollo / Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE) y se rebautizó en 2022**
- ... tiene su sede en Bonn, ciudad de las Naciones Unidas, desde 2000**
- ... combina la investigación aplicada en redes internacionales con el asesoramiento político y la formación a nivel de postgrado**
- ... se financia con fondos públicos, pero mantiene altos niveles de autonomía**
- ... cuenta con más de 120 investigadores**



# H2V: ¿Una opción para acelerar la transición energética?

- El hidrógeno (H<sub>2</sub>) ya es una materia prima importante en la industria: en 2020 se demandaron unos 90 millones de toneladas de H<sub>2</sub>, principalmente para la producción de amoníaco y la refinería.
- Hasta ahora, el H<sub>2</sub> se produce mediante reformado al vapor de gas natural o carbón ("hidrógeno gris o marrón"): 830 Mt de emisiones de CO<sub>2</sub> en 2021.

- El hidrógeno verde (GH<sub>2</sub>) se produce a partir de energías renovables mediante electrólisis del agua.**
- La ciencia detrás del electrólisis se conoce desde el año 1800.**
- H<sub>2</sub> azul (H<sub>2</sub> convencional +CCS) como tecnología (puente) importante.**



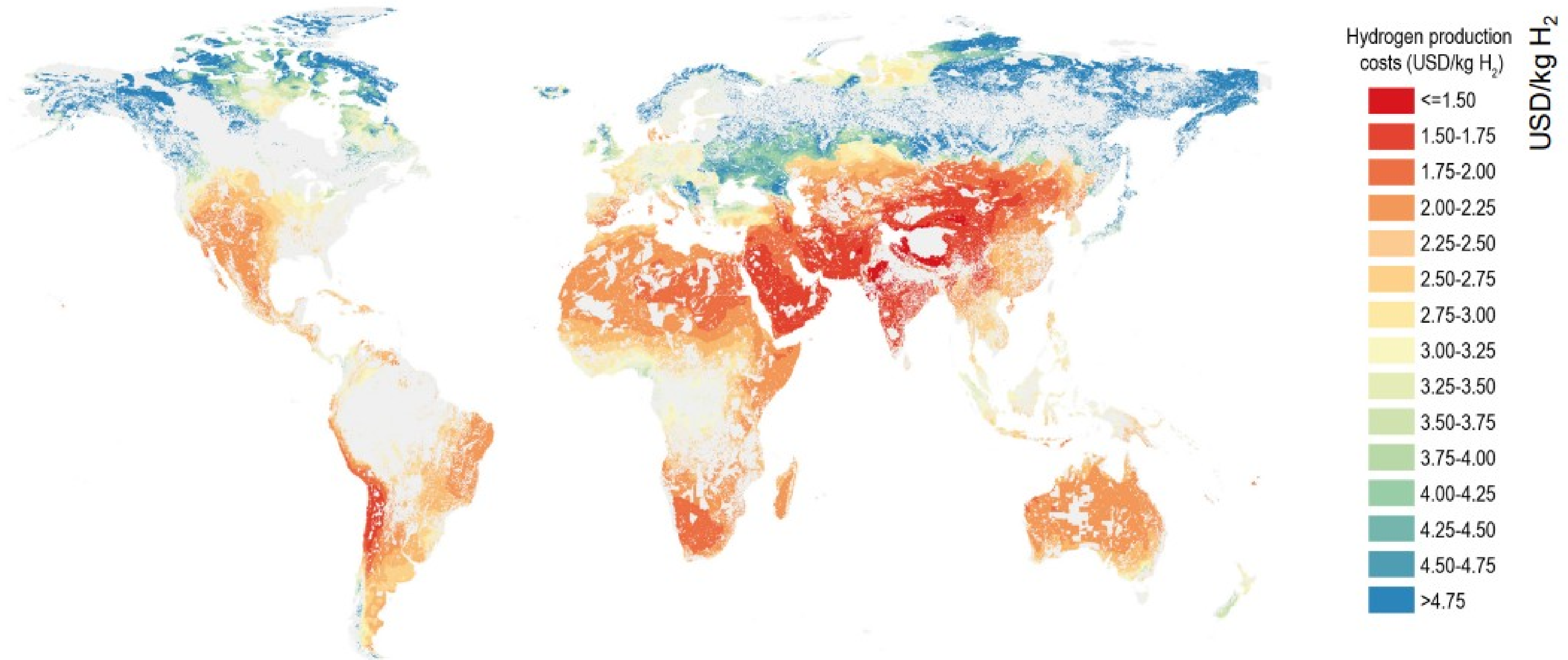
<https://www.tuvsud.com/es-es/temas/hidrogeno/cadena-valor-hidrogeno>

# ¿En qué sectores puede contribuir H2V al desacoplamiento?

- La electrificación directa con energías renovables suele ser la mejor opción, por ejemplo en la industria ligera y los vehículos ligeros
- Importante: Acero, cemento, refinerías, abonos.
- La producción de **cemento** representa actualmente **más del 8%** de las emisiones mundiales de GEI. La población africana crecerá en 350 millones de personas de aquí a 2030
- **Abono** nitrogenado para la seguridad alimentaria de la creciente población mundial
- Combustible para el creciente **transporte de carga** y personas por tierra y agua



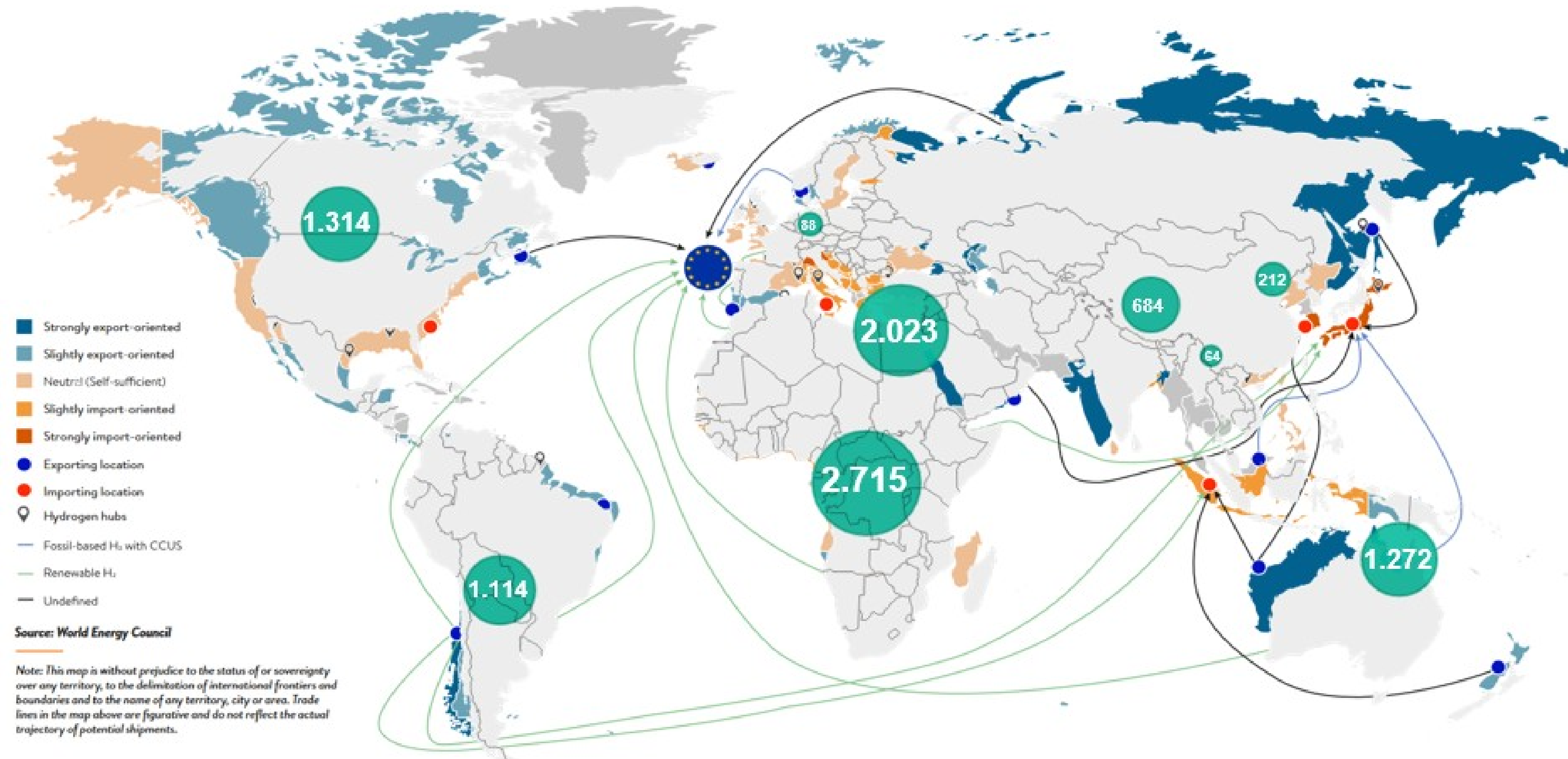
# Potential para la producción a bajo costo de H2V en el 2030



Hydrogen production costs from hybrid solar PV and wind systems for a minimum load of 40%, 2030

Source: International Energy Agency 2022: 97

# Primer “croquis” de una nueva geografía energética mundial



*Grandes potenciales en África, Oriente medio, Australia y partes de Latinoamérica.*

*Gran demanda de importaciones en Europa, Japón y Korea del Sur.*

*Norteamérica y China como posibles autoabastecedores*

Potencial de producción de GH2 por debajo de 1,5 USD/kg en 2050, en EJ

Fuente: IRENA (2022).

# El auge de las estrategias del hidrógeno desde 2020



En el Sur Global:

Chile: Nov. / 2020

Colombia: Sept. / 2021

Marueccos: Nov. / 2021

Africa del Sur: Feb. / 2022

Uruguay: Aug. / 2022

Costa Rica: Dec. / 2022

India: Jan. / 2023

Argentina: en proceso

# El reto de las grandes dimensiones y la alta velocidad

Demanda de H<sub>2</sub>V en Alemania:

- en 2030: 56 - 93 TWh = **1.5 – 2.6 Mio toneladas**
- en 2050: 964 - 1.364 TWh = **29 – 41 Mio toneladas**

La nueva geografía energética mundial ofrece nuevas oportunidades para el Sur Global.

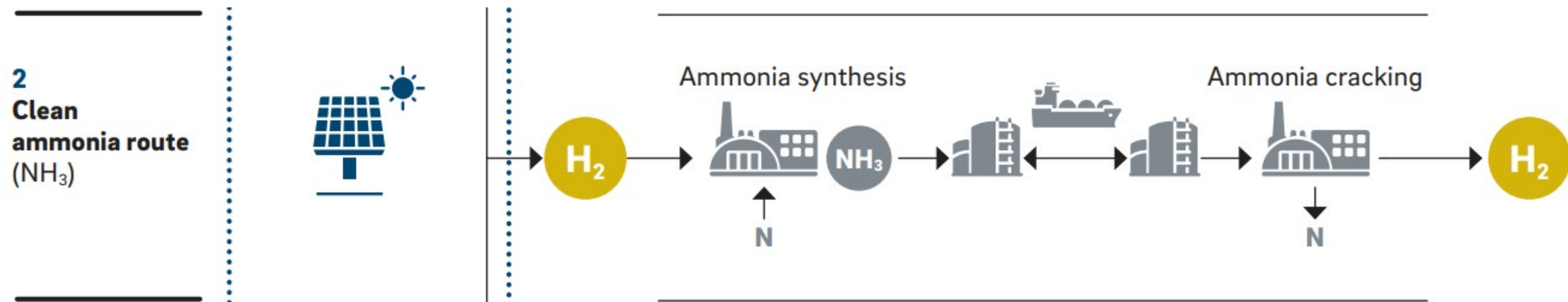
... sin embargo ...

... se requiere establecer un nuevo “Gran sistema técnico” en poco tiempo

Thomas Hughes (1983) describe la formación y la transformación en el tiempo de **Grandes sistemas técnicos (GST)** y analiza la complejidad de los procesos (técnicos y sociales).

El GST del H<sub>2</sub>V destaca por dos razones:

- 1) El principal motor es la política (climática)
- 2) Tiene dimensiones globales desde el principio





**Algunos elementos tecnológicos deben transferirse del laboratorio a la aplicación a gran escala en un breve periodo de tiempo, por ejemplo:**

- El **electrolizador** más potente de Alemania se encuentra en una refinería Shell cerca de Colonia. Tiene una capacidad de **10 MW**. El Gobierno alemán pretende disponer de **10 GW** de capacidad de electrólisis en 2030 (factor \* 1000). Europa: **40 GW**
- La opción más probable para el transporte marítimo de GH2 es en forma de amoníaco (NH<sub>3</sub>). La re-conversión del amoníaco (*ammonia cracking*) en hidrógeno aún no se ha hecho a escala comercial.

**Hay que construir una infraestructura de transporte a gran escala en muy poco tiempo.**

- Gaseoductos para transportar el hidrógeno de plantas de producción a los usuarios (max. 3.000 – 5.000 km)
- Buques de carga de gas, suficientemente grandes, en suficientes números y con tecnologías de propulsión no contaminantes.
- Instalaciones de almacenamiento de gas
- Facilidades para conversión y re-conversión de H<sub>2</sub> (NH<sub>3</sub>)



## Incertidumbres:

- ¿Durarán los compromisos del Norte Global de comprar cantidades muy grandes de GH2?
- ¿Cambiarán los clientes al hidrógeno azul, que puede transportarse por tuberías desde Oriente Medio, por ejemplo?
- ¿A qué precio podré vender mi H2V a clientes de Europa, Japón o Corea a largo plazo? En el momento no hay un precio objetivo, las estimaciones hablan de 3 -5 US\$/kg, EE.UU. quiere llegar a 1 dólar por kg en unos años.
- ¿En qué compuesto químico o estado agregado se transportará el hidrógeno (NH3, liquid-organic hydrogen carrier LOHC, H2 líquido, LH2)?

## Riesgos:

- Competencia por los recursos naturales (tierra y agua)
- Uso de energía para electrólisis versus transición energética local
- Activos bloqueados debido a incertidumbres sistémicas y mala gestión de las expectativas



Noor Ouarzazate III. Fuente: DLR.

## Desempleo juvenil en países potencialmente exportadores de GH2

Algeria	31 %
Argentina	30 %
Brasil	31 %
Chile	25 %
Costa Rica	41 %
Kenya	14 %
Mexico	8 %
Namibia	40 %
Arabia Saudita	28%
Túnez	38 %
Türkiye	25 %
Uruguay	34 %

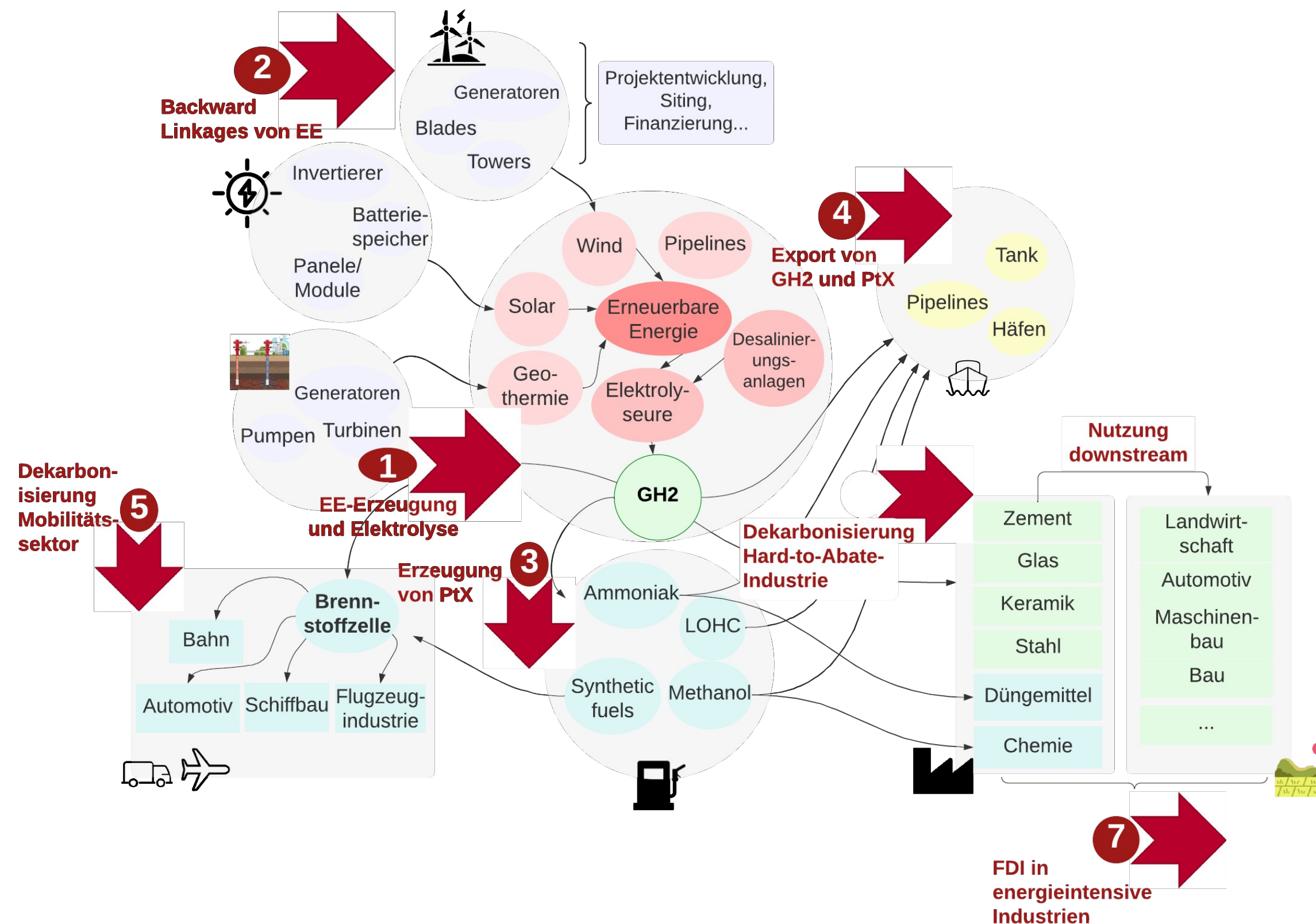


Datos de grandes proyectos de energías renovables indican que el efecto sobre el empleo directo es limitado (ejemplo Oarzazate, Marruecos)

# Aumentar valor agregado y empleo mediante vínculos hacia atrás y hacia delante

## Potencial para valor agregado y empleo

1. Plantas de energía renovable (eólica, solar, geotérmica)
2. Producir elementos de la economía de H2V y energías renovables
3. Procesamiento del hidrógeno (PtX)
4. Infraestructura de exportación
5. Descarbonizar sector de transporte
6. Descarbonizar industria local (cemento, fertilizante)
7. Atracción de industrias de gran consumo de energía



Mögliche Wertschöpfungspfade einer Wasserstoffwirtschaft. Eigene Darstellung.

- La transición a una economía de H2V es compleja y está plagada de muchas incertidumbres, pero es imperativa porque sólo ella puede conducir a una economía mundial libre de GEI.
- Por parte de la ciencia y la sociedad civil, debemos preparar el terreno para una **Transición Energética Justa**. ¿Qué significa esto, aparte de que es un eslogan que suena bien?
- ¡Transparencia absoluta! Todas las partes implicadas tienen **derecho a la información** más completa posible, por ejemplo, sobre los avances tecnológicos actuales que pueden cambiar el futuro de la “geografía mundial del hidrógeno”.
- Cooperación ampliada Norte-Sur en ciencia, tecnología e innovación,
- Los sistemas científicos del Sur tienen que desarrollar sus propias capacidades de **technology foresight y technology assessment**. Es esencial evaluar hoy cómo puede ser el mundo del hidrógeno del mañana.

# Estrategías duales y graduales

**Estrategía gradual:** Empezar con proyectos limitados, para “aprender haciendo” y “aprender interactuando”. Construir al mismo tiempo una sólida base de conocimientos propios y redes internacionales.

**Estrategía dual:** Aprovechar opciones de exportación de H<sub>2</sub>V, para generar economías de escala, bajar los costos y atraer inversiones internacionales



<https://renewafrica.biz/>



## GLOBAL HYDROGEN POTENTIAL ATLAS

Sustainable locations in the world for the green hydrogen economy of tomorrow: technical, economic and social assessment of green hydrogen potential

[www.hypat.de](http://www.hypat.de)

<https://www.idos-research.de/andreas-stamm>



**Muchas  
gracias!**

**German Institute of Development  
and Sustainability (IDOS)**

Tulpenfeld 6

53113 Bonn

Deutschland

Telefon +49

228 94 927-

182

[andreas.sta  
mm](mailto:andreas.stamm@idos-research.de)

[@idos-  
research.de](https://www.idos-research.de)



**IDOS** | [www.idos-research.de](https://www.idos-research.de) German Institute  
of Development  
and Sustainability



## Esta oportunidad se materializará en 3 oleadas distintivas

La **primera oleada** serán consumos domésticos de gran escala con demanda establecida.

Las oportunidades de más corto plazo son el reemplazo de amoníaco importado por producción local y el reemplazo del hidrógeno gris utilizado en las refinerías del país. Luego, el uso en transporte de pasajeros y carga pesada de larga distancia se volverá atractivo.

En la **segunda mitad de la década** veremos más usos de transporte y el inicio de la exportación.

Una producción de hidrógeno más competitiva desplazará a combustibles líquidos en el transporte terrestre en nuevas aplicaciones, como en la minería, y a combustibles gaseosos en redes de distribución. En paralelo, se abre una clara oportunidad de exportación de hidrógeno y sus derivados a mercados internacionales.

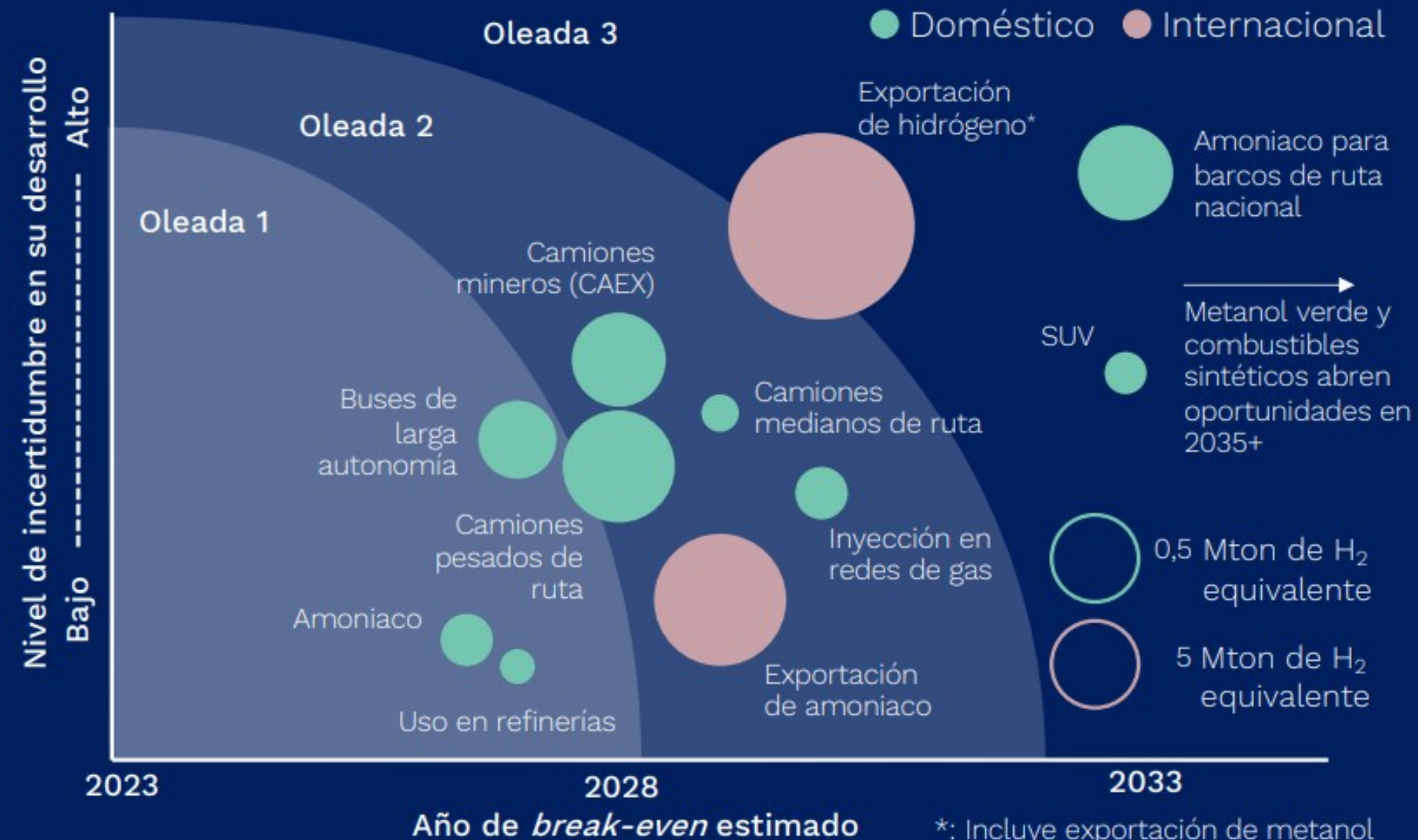
En el **largo plazo**, se abrirán nuevos mercados de exportación para escalar.

Los sectores del transporte marítimo y aéreo podrán ser descarbonizados mediante combustibles derivados del hidrógeno, tanto en rutas locales como internacionales. Además a medida que otros países se descarbonicen, crecerán los mercados de exportación.

### Desarrollo proyectado de aplicaciones del hidrógeno verde

Nivel de incertidumbre, tamaño de mercado y año de *break-even* de algunas de las aplicaciones del hidrógeno en Chile. No considera precio al carbono.

Fuente: McKinsey & Company.



\*: Incluye exportación de metanol verde y combustibles sintéticos.

## Costa Rica backs away from leading oil and gas phaseout coalition

Published on 03/11/2022, 12:43pm

Costa Rica, a founding member of the Beyond Oil and Gas Alliance, won't prioritize it at Cop27 climate talks after a change of government



POLÍTICA

### Gobierno rechaza propuesta de CINDE y mantiene decisión de terminar convenio

POR **JUAN JOSÉ HERRERA** | Hace 1 mes