



OTROS
DOCUMENTOS

2022



Oportunidades de negocio del sector del hidrógeno en Alemania

Oficina Económica y Comercial
de la Embajada de España en Berlín

Este documento tiene carácter exclusivamente informativo y su contenido no podrá ser invocado en apoyo de ninguna reclamación o recurso.

ICEX España Exportación e Inversiones no asume la responsabilidad de la información, opinión o acción basada en dicho contenido, con independencia de que haya realizado todos los esfuerzos posibles para asegurar la exactitud de la información que contienen sus páginas.



OTROS
DOCUMENTOS

25 de febrero de 2022
Berlín

Este informe ha sido realizado por
Jesús Gómez Pérez

Bajo la supervisión de la Oficina Económica y Comercial
de la Embajada de España en Berlín

<http://Alemania.oficinascomerciales.es>

Editado por ICEX España Exportación e Inversiones, E.P.E.

NIPO: 114-22-015-3



Índice

1. Introducción	4
2. Principales datos del mercado alemán	6
2.1. Alemania saca adelante los planes para el hidrógeno	8
2.2. Clúster del Hidrógeno (<i>H2-Zukunftscluster Wasserstoff</i>)	9
2.3. Potenciales socios alemanes	9
2.4. <i>Startups</i> alemanas con potencial de crecimiento	10
3. Impulso para fomentar la producción y transporte de hidrógeno	12
3.1. Incentivos institucionales	12
3.2. Proyectos privados	14
3.3. La distribución del hidrógeno	17
4. Cooperación bilateral de Alemania con otros países	18
4.1. Cooperación franco-alemana	19
5. ANEXO. Proyectos internacionales	21
5.1. Australia	21
5.2. Nueva Zelanda	21
5.3. Ucrania	22
5.4. Chile	23
5.5. Islandia	23
5.6. Arabia Saudí	23
5.7. Rusia	24
5.8. Marruecos	25
5.9. Nigeria	25
5.10. Namibia	25
6. Bibliografía	27

1. Introducción

El hidrógeno es un elemento que tradicionalmente se ha usado sobre todo en la industria química y petroquímica, para el proceso de refinado de combustibles o para la síntesis de fertilizantes como el amoníaco.

En el sector se utiliza habitualmente un código de colores¹ para diferenciar las distintas formas de obtener hidrógeno dependiendo de su huella de carbono.

El hidrógeno verde no sólo tiene potencial para sustituir al hidrógeno gris y marrón en sus aplicaciones actuales, también se puede usar como vector energético. El uso del hidrógeno como vector energético es una solución que se conoce como **“Power-to-Gas”** o **“Power-to-X”**. Esta solución se atisba como fundamental para reducir las emisiones de CO₂ por dos razones: permite usar el hidrógeno para descarbonizar sectores difíciles de electrificar como la siderurgia o el transporte pesado y ofrece una solución para paliar la irregularidad de las renovables.

No obstante, la entrada en la economía del hidrógeno sólo tendrá éxito con una estrecha cooperación europea. Ningún Estado de la UE es capaz por sí solo de producir suficiente hidrógeno, construir la infraestructura y mantenerse en el mercado internacional. Pero con alianzas, el hidrógeno puede convertirse en una historia de éxito.

La Comisión Europea ha elaborado una estrategia sobre cómo el hidrógeno puede contribuir a reducir las emisiones de CO₂. Propone medidas para configurar las condiciones marco de inversión, regulación, desarrollo del mercado, investigación e innovación.

El objetivo principal de la estrategia del hidrógeno de la UE es fomentar la producción de hidrógeno verde. En un enfoque gradual, se instalarán electrolizadores con una capacidad de al menos 40 gigavatios y se producirán 10 millones de toneladas de hidrógeno verde para 2030. A corto y medio plazo, sin embargo, la estrategia de la UE dice que también son necesarias otras formas de hidrógeno de baja emisión de CO₂ para reducir rápidamente las emisiones y apoyar el desarrollo de un mercado viable.

¹ El color del hidrógeno determina la forma de producción de este, además de ser un indicador de la cantidad de emisiones que genera en el proceso. **Verde:** electrólisis del agua, aplicando una corriente eléctrica obtenida de energía solar y eólica al agua se consigue una liberación de electrones para separar el hidrógeno del oxígeno. **Gris:** reformado con vapor, se aplica al gas natural vapor de agua a alta temperatura y moderada presión, obteniendo como resultado de la reacción química hidrógeno y dióxido de carbono. **Marrón:** Se aplica vapor y oxígeno a alta presión al carbón para formar un gas sintético de monóxido de carbono e hidrogeno. Posteriormente se genera una reacción de este gas con vapor de agua para producir hidrógeno y dióxido de carbono. **Azul:** genera emisiones de CO₂, pero bajas. **Turquesa:** pirólisis del metal fundido. **Amarillo:** la energía para producirlo procede de fuentes mixtas (renovables y combustibles).



Para garantizar la disponibilidad de suficiente hidrógeno verde a largo plazo, es urgente seguir fomentando la expansión de las energías renovables también a nivel europeo. La energía eólica marina, en particular, ofrece un gran potencial, ya que aquí también tiene especial sentido un enfoque conjunto en Europa.

Por primera vez, la estrategia de la Comisión Europea para las energías renovables en alta mar formula unos objetivos claros de expansión europea de 300 GW de energía eólica en alta mar y 40 GW de energía marina para 2050.

Para apoyar la aplicación de la Estrategia del Hidrógeno de la UE, la Comisión ha puesto en marcha la "Alianza Europea del Hidrógeno Limpio". La principal tarea de esta alianza de Estados miembros de la UE, empresas, sociedad civil, asociaciones y ciencia es identificar proyectos de inversión a lo largo de la cadena de valor del hidrógeno. El BDEW, o Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., también forma parte de la alianza.



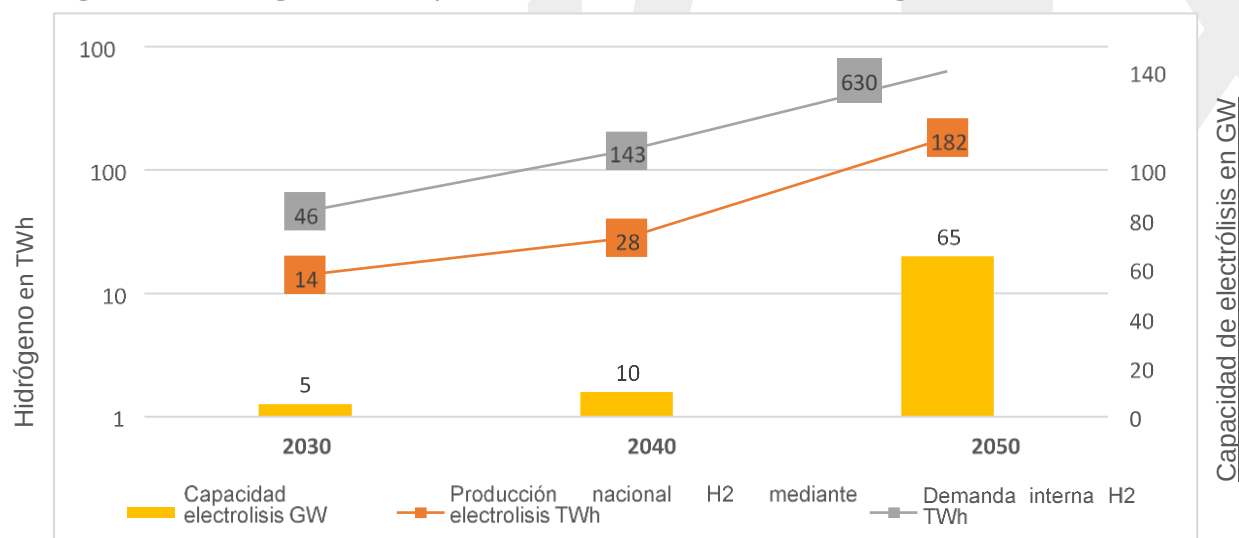
2. Principales datos del mercado alemán

Alemania apuesta por el hidrógeno como fuente de energía. En la **Estrategia Nacional del Hidrógeno** se recoge como objetivo una ampliación de la capacidad de electrólisis del país de 5 GW para 2030 y otros 5 GW adicionales antes de 2040. En el propio plan se estima una producción anual de hidrógeno de 14 TWh por cada 5 GW de capacidad instalada.

En el gráfico siguiente se muestra la capacidad de electrólisis proyectada en la Estrategia Nacional de 5 GW y 10 GW para 2030 y 2040, respectivamente, con la generación esperada de 14 TWh y 28 TWh. Para 2050 se ha seleccionado un estudio del Instituto Fraunhofer que prevé una capacidad de electrólisis instalada en Alemania de entre 50 y 80 GW.

PREVISIÓN DE CAPACIDAD INSTALADA, PRODUCCIÓN Y DEMANDA INTERNA DE HIDRÓGENO VERDE

1 kilogramo de hidrógeno tiene aproximadamente 33,3 kWh de energía



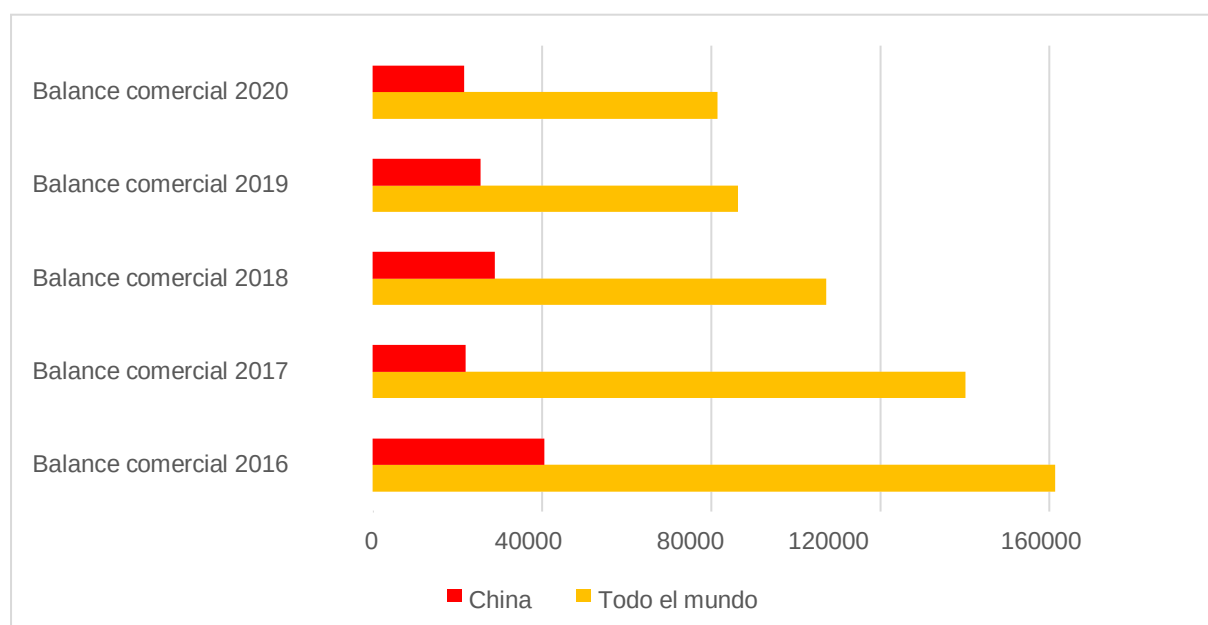
Fuente: Elaboración propia a partir de (DENA), *Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland* (Fraunhofer) y *Nationales Wasserstoffstrategie* (Gobierno federal).

Alemania necesitará aumentar sustancialmente su capacidad de electrólisis. El país germano es el segundo mayor exportador de equipos de electrólisis del mundo después de China. No obstante, su balanza comercial sigue una tendencia a convertirle en importador neto, en parte por la deslocalización de parte de la producción a países con mano de obra más barata, como China.

La demanda actual de hidrógeno en Alemania es de 57 TWh, de la cual sólo en torno al 5 % se obtiene mediante electrólisis. No obstante, se espera que el hidrógeno verde sustituya a otras formas de obtener hidrógeno en el futuro si se cumplen las previsiones de que el hidrógeno verde sea más económico que las alternativas en 2050. Por lo tanto, el crecimiento exponencial esperado de la demanda obligará a importar gran parte del hidrógeno verde de otros países. Previsiblemente Alemania **tendrá que importar en torno a un 70 %** del hidrógeno verde.

BALANCE COMERCIAL DE EQUIPOS DE ELECTRÓLISIS EN ALEMANIA

Miles de USD, TARIC (854330)



Fuente: Elaboración propia a partir de ITC, Trademap.

El sector de los electrolizadores en Alemania es muy competitivo con participación de varias empresas medianas y grandes, como por ejemplo una filial del conglomerado siderúrgico ThyssenKrupp AG.

Con el avance de la tecnología, el hidrógeno irá teniendo cada vez más aplicaciones, por lo que es previsible un crecimiento exponencial de su demanda en el futuro. Existen diversas estimaciones sobre el entorno en el que se moverán las cifras de consumo en Alemania: la mayor parte de las estimaciones varían en un rango de 200 TWh hasta 800 TWh. Las diferencias radican fundamentalmente en dos factores; el nivel de reducción de las emisiones de CO₂ o si se opta principalmente por la electrificación como vector energético en vez de una solución mixta con el hidrógeno.

2.1. Alemania saca adelante los planes para el hidrógeno

El Ministerio Federal de Economía aprobó el 23 de diciembre de 2021 la aplicación de 900 millones de euros para el instrumento denominado H2 Global. El objetivo del proyecto es fomentar la producción internacional del hidrógeno mediante el empleo del denominado procedimiento de la “doble subasta” (*Doppelauktionsverfahren*). Este mecanismo consiste en adquirir el hidrógeno o sus derivados fuera de la UE y después venderlo dentro de la UE, en ambos casos mediante subasta pública.

En un procedimiento competitivo se adquirirá hidrógeno fuera de la UE al precio más bajo, celebrándose con el vendedor un contrato de suministro de 10 años. El hidrógeno así adquirido se vende después al mejor postor en subastas públicas a corto plazo a empresas europeas y alemanas, que así podrán avanzar en sus procesos de descarbonización.



Las operaciones de compra y venta se gestionarán a través de un intermediario denominado HINT.CO, de *Hydrogen Intermediary Company*; HINT.CO es una filial de la Fundación H2Global² creada por empresas privadas.

Dado el elevado precio actual del hidrógeno, cabe esperar que los resultados de HINT.CO sean deficitarios durante los primeros años de funcionamiento, por lo que sus pérdidas serán cubiertas por el Gobierno federal durante un período máximo de 10 años. La previsión es que las pérdidas

² H2 Global Foundation es una organización sin ánimo de lucro, fundada por diversas empresas alemanas y europeas. Entre las empresas alemanas más importantes se encuentran varias de la energía como Uniper, RWE, VNG y Man Energy Solutions, pero también empresas metalúrgicas, como Salzgitter AG y Thyssenkrupp, o de infraestructuras como el Puerto de Hamburgo HHLA. Más información al respecto en este enlace: <https://www.h2global-stiftung.com/#Down>

irán disminuyendo conforme aumente la aceptación del hidrógeno en Europa. El instrumento ya ha sido aprobado por la Comisión europea y se espera acordar los primeros contratos de suministro a lo largo de 2022, aunque las primeras entregas de hidrógeno posiblemente no tengan lugar hasta 2024.

2.2. Clúster del Hidrógeno (*H2-Zukunftscluster Wasserstoff*)

Con la aparición del [Clúster del Hidrógeno](#), se pretende conectar a las partes interesadas de todos los ámbitos de la cadena de valor del hidrógeno, desde la producción, el almacenamiento y la distribución hasta su uso en actividades conjuntas de investigación y desarrollo.

El clúster aglutina la experiencia ya existente en el campo de la tecnología del hidrógeno en la zona de Aquisgrán y Jülich por parte de actores de la industria, la ciencia y la sociedad. Deben estudiar todo el ciclo de vida del hidrógeno, desde la producción hasta el almacenamiento y el uso. El punto de partida de la investigación es la energía eléctrica excedente, pero no continuamente disponible, procedente de fuentes de energía renovables. Para permitir una seguridad de suministro sostenible, también hay que investigar las instalaciones de almacenamiento central de gran volumen o las tecnologías de almacenamiento móvil y las infraestructuras de distribución eficientes.

Su visión es la creación de una economía energética internacional basada en el hidrógeno que utiliza predominantemente energías renovables para satisfacer las necesidades energéticas de los distintos sectores, utilizando materiales basados en el hidrógeno para el almacenamiento de energía química y como combustible. Los ciclos libres de carbono y neutros son para evitar las emisiones de CO₂ y, por tanto, el progresivo calentamiento global. Para lograrlo, los agentes regionales y suprarregionales de la industria, la ciencia y la sociedad deben trabajar en red en proyectos conjuntos y utilizar su experiencia combinada para transferir las tecnologías del hidrógeno desde la investigación y el desarrollo hasta su aplicación. A largo plazo, la región del clúster se convertirá en el "Valle de Innovación de las Tecnologías del Hidrógeno", caracterizado por una sólida red de actores, el progreso tecnológico, la rapidez de los procesos de desarrollo y producción, un alto grado de innovación, la diversificación, un elevado número de empresas nuevas y derivadas (*startups* y pymes), una excelente infraestructura, excelentes oportunidades de formación y de empleo (Wasserstoff, 2022).

2.3. Potenciales socios alemanes

Como se ha visto en el apartado de financiación privada, son muchas las empresas de origen alemán que están desarrollando proyectos de innovación basados en el uso u obtención de hidrógeno verde, que permite el correcto funcionamiento de sus actividades empresariales.

NÚMERO DETERMINADO DE EMPRESAS INNOVADORAS

Empresa	Sector
BASF	Químico
Covestro AG	Químico
Deutsche Bahn AG	Transporte
Deutz AG	Automoción
EnBW AG (EnBW Energie Baden-Württemberg)	Energía
E.ON Energie Deutschland GmbH	Energía
Open Grid Europe GmbH (OGE)	Energía
Proton Motor Power Systems PLC	Células de combustible
RWE AG	Energía
SFC Energy AG	Células de combustible
ThyssenKrupp AG	Acero
Salzgitter AG	Acero
Siemens Energy AG	Energía

Fuente: elaboración propia.

2.4. Startups alemanas con potencial de crecimiento

Alemania ha aumentado su número de empresas relacionadas con el hidrógeno desde 2015. Desde entonces 41 de las 57 *startups* creadas en este sector se mantienen. El clúster Ruhr y Múnich destaca con un 17,5 % cada uno. Al mismo tiempo, las inversiones en *startups* del sector aumentaron de 6 millones de euros en 2015 a 69 millones de euros en 2020. NRW y Bayern acumulan ya más de la mitad de las empresas del clúster del hidrógeno.

Por su parte, Estados Unidos, a pesar de no tener una estrategia del hidrógeno, está realizando inversiones de cientos de millones de euros para el sector privado.

Alemania ha establecido un punto de contacto universitario para todas estas empresas, fomentando las asociaciones entre empresas interesadas. Según el Monitor del Hidrógeno de la región del Ruhr, más de dos tercios de los 2.500 responsables en la toma de decisiones, creen posible que la UE sea líder mundial en tecnologías del hidrógeno, sin embargo, las empresas e instituciones, no pueden quedarse atrás.

Algunos ejemplos de *startups* que operan e investigan en el sector del hidrógeno:

- La empresa [Electrochea de Planegg](#) ganadora del premio alemán Start Up Energy Transition Award, se especializa en el almacenamiento de energía a través de almacenamiento de “electricidad a gas”. (deutschland.de, 2021)
- [Enapter](#) (Enapter, 2021) esta empresa ha creado el primer electrolizador escalable convirtiendo la electrólisis del agua (que separa hidrógeno de oxígeno) en un producto asequible, reemplazando los combustibles fósiles por energía a partir de hidrógeno verde. La *startup* es capaz de diseñar un dispositivo que genere suficiente energía para una de cada dos personas durante varios días. Actualmente cuenta con más de 100 proyectos en 33 países. (Business insider Mexico, 2021)
- La empresa de hidrógeno [Sunfire](#) de Dresde está ampliando su producción en Alemania. Con la adquisición del especialista en metales [MTV](#) y de sus instalaciones de producción en Solingen y Mülheim (Ruhr), la proyectada fábrica se pone en marcha. La empresa es una de las expertas en el recubrimiento funcional de superficies de grandes componentes y en el futuro producirá importantes componentes para la producción de electrolizadores de Sunfire en Dresde. Con la adquisición afirman haber acelerado en la creación de este gas verde. De este modo, la empresa de hidrógeno quiere alcanzar su objetivo de poner en marcha la primera fábrica de electrolizadores de Alemania con una capacidad de 500 megavatios para 2023. Después, está prevista una ampliación a un gigavatio anual. A finales del año pasado, Sunfire recaudó otros 109 millones de euros para su proyecto. Entre los financiadores están los inversores Lightrock, Planet First Partners (PFP) y Carbon Direct Capital Management.
- La *startup* [Hydrogenious LOHC Technologies](#), se caracteriza por haber desarrollado un proceso de almacenar hidrógeno en un aceite y facilitar así su transporte. Con el reciente acuerdo de *joint venture* firmado con la empresa [Emirates Spacialised Contracting Oilfield Services \(ESCO\)](#), se anuncia un nuevo proyecto basado en la construcción conjunta de una infraestructura de hidrógeno en Oriente Medio.

3. Impulso para fomentar la producción y transporte de hidrógeno

3.1. Incentivos institucionales

Tal y como anunció el anterior ministro Peter Altmaier, el hidrógeno se ve como el “aceite del futuro” por ello, Alemania impulsará proyectos de hidrógeno en otros países con hasta 350 millones de euros para 2024.

El nuevo ministro de Economía, Protección Climática y Energía, Robert Habeck, continuará con esta **Estrategia Nacional del hidrógeno (NWS)** que comenzó en el año 2021 y en la que también participa el Ministerio de Educación e Investigación (BMBF) (foerderdatenbank.de, 2021) Dentro de este proyecto, Alemania pretende construir nuevas centrales de hidrógeno con capacidad total de 5GV (deutschlad.de, 2021). Este año 2022, se actualizarán los presupuestos para fomentar las energías derivadas del hidrógeno verde y abaratar su coste, con el objetivo final de obtener una capacidad de electrólisis de unos 10 GW para 2030. (PV Magazine, 2021) Por el momento, el proyecto se divide en dos módulos, el primero recibirá hasta un máximo de 15 millones de euros por proyecto, incluyendo financiación para pymes, bajo condiciones; el segundo módulo, un máximo de 5 millones de euros. (foerderdatenbank.de, 2021).

Estas subvenciones podrían alcanzar hasta 15 millones de euros cada una (El periódico de la energía, 2021). Además, dentro del paquete económico de ayudas propuestas por Alemania, se encuentran 7.000 millones de euros para la estrategia nacional de hidrógeno. (BMWI, 2021). Alemania ya ha escogido 62 proyectos dentro de su territorio con un valor total de inversión de unos 33.000 millones de euros, de los que aproximadamente 8.000 millones serán fondos públicos. Para ello, el Gobierno alemán ha creado la plataforma (h2-global, 2021), **público-privada, que canaliza las ayudas, que ascienden a 900 millones de euros.**

Algunas organizaciones alemanas público-privadas que ayudan a proyectos relacionados con el hidrógeno como fuente de energía:

1. **Organización Nacional para la Tecnología del Hidrógeno y las Pilas de Combustible (NOW GmbH):** es la Organización Nacional de Tecnología de Hidrógeno y Pilas de Combustible, su principal función es coordinar proyectos y ayudas. Trabaja en nombre del Gobierno federal. NOW GmbH también apoya las iniciativas de Exportación de Tecnologías de Protección del Clima en el ámbito de la tecnología del hidrógeno y las pilas de combustible, así como la cooperación germano-japonesa en el ámbito de la economía del hidrógeno. En su [página web](#) se pueden ver los programas de financiación y proyectos activos.

Especialmente interesante es el proyecto de exportación de tecnologías ambientales, ya que financia la implementación e investigación en otros países, como podría ser el caso de España. (Exportinitiative Umwelttechnologien (H2/BZ), 2021). Respecto a los proyectos de hidrógeno que ya se están llevando a cabo, son 12, y entre ellos se encuentra el sector de aviación, embarcación, infraestructura y componentes y sistemas. Con una dotación máxima de 7.973.475,00 € para el sector del hidrógeno en embarcación y mínima de 301.093,00 € para infraestructura.

2. **Förderdatenbank:** El Ministerio de Economía y Energía tiene una base de datos centralizada para la búsqueda de financiación y subvenciones. [Estos son los 43 proyectos en los que está ayudando el Estado](#). Especialmente interesante es el [proyecto de hidrógeno internacional](#). Por último, a nivel federal, cada estado tiene sus propios incentivos.
3. Por su parte El **Banco Federal de Desarrollo (KfW)** financia proyectos de hidrógeno verde en Alemania y a nivel internacional. Esta financiación se enmarca en el programa medioambiental ([KfW-Umweltprogramm](#)) que financia proyectos medioambientales y sostenibles, para empresas alemanas y extranjeras, con hasta 25 millones de euros, y ofrece tipos de interés fijos del 0,14 % hasta el 7,36 % dependiendo del riesgo asociado y el tamaño de la empresa. A nivel federal cada estado también tiene sus propias iniciativas.

También subvenciona instalaciones de microgeneración de hidrógeno con pilas de combustible para los hogares (KfW, 2021), ya sea de hidrógeno a partir del gas natural usado en las calderas o hidrógeno verde con origen en instalaciones fotovoltaicas en el tejado. Esta ayuda contiene una cantidad fija de 6.800 euros, más 550 euros por cada 100 vatios de capacidad instalada. El máximo subvencionable es el 40 % (ICEX, 2021)

Otro de los proyectos financiados por el KfW es el proyecto piloto del conglomerado siderúrgico SalzgitterAG, llamado *Salzgitter Low CO₂-Steelmaking* (SALCOS®) para generar hidrógeno con parques eólicos cercanos a los altos hornos.

A continuación, se muestran algunos proyectos que ha puesto en marcha el Gobierno alemán con la colaboración de empresas privadas:

- **“H2Giga”.** Unión de empresas privadas, más de 110 socios con el objetivo de favorecer la producción en serie y a gran escala de electrolizadores.
- **H2 Mare.** Proyecto cofinanciado con empresas privadas enfocado en la producción de hidrógeno en los parques eólicos de alta mar.
- **TransHyDE.** Unión de cerca de 90 empresas pertenecientes a la industria, a las universidades y a la investigación sobre todo dedicado al transporte de hidrógeno.
- **Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking.** Asociación público-privada para la investigación y desarrollo de la economía del hidrógeno.

- **H2 Berlin.** Un proyecto exclusivo de la ciudad que plantea para 2050 reducir las emisiones de CO₂ en un 95 % con respecto a 1990. Junto con los principales proveedores y empresas de la ciudad, H2Berlin está trabajando para utilizar el hidrógeno como fuente de energía de una manera técnica, económica y socialmente sensata. La ciudad se quiere presentar como la pionera en aprovechar los beneficios del hidrógeno. Tres centros H2Berlin actuarán como núcleo para introducir hidrógeno como fuente de energía en toda la ciudad, un potencial para nuevos puestos de trabajo.
- **HySteel.** Este proyecto viene de la mano de la Asociación Alemana de Hidrógeno y Pilas de Combustible (DWV), una asociación intersectorial de empresas y organizaciones de los negocios y la ciencia. Los miembros persiguen conjuntamente el objetivo de desarrollar una estrategia para la producción de acero a base de hidrógeno y bajas emisiones en Alemania en 2045.

3.2. Proyectos privados

Por otra parte, existen numerosas empresas alemanas que están llevando a cabo sus proyectos de descarbonización mediante financiación propia o en colaboración con otra empresa privada.

En primer lugar, cabe destacar que el suministro de energía en Alemania es llevado a cabo por las tres compañías alemanas [E.ON](#), [EnBW](#) y [RWE](#), y la sueca Vattenfall. Con la creciente preocupación acerca del cambio climático, todas ellas han considerado de carácter necesario cambiar su estrategia empresarial, incorporando como materia prima a las energías renovables.

El grupo estadounidense-alemán Linde, el mayor productor de hidrógeno de la industria, anunció recientemente su intención de producir hidrógeno verde en Leuna. Para el año 2022 se pondrá en marcha el electrolizador de hidrógeno PEM más grande del mundo, con una potencia de 24 MW.

Junto con sus socios, **E.ON** tiene previsto construir su propia red de distribución y la correspondiente infraestructura para el hidrógeno y el amoníaco en la región del Ruhr. Con el proyecto "H2 Ruhr", las empresas de la región podrán acceder en el futuro al hidrógeno sin CO₂ y al amoníaco verde. El proyecto tiene como objetivo crear una cadena de valor europea del hidrógeno junto con las empresas energéticas Enel de Italia e Iberdrola de España. A partir de 2032, podrían estar disponibles hasta 80.000 toneladas de hidrógeno al año para los clientes regionales de la región del Ruhr. La electricidad verde se exportará desde Italia y se utilizará para la producción de hidrógeno en Alemania. Por otra parte, en Sajonia-Anhalt, la filial de Eon, Avacon, está probando la mezcla de hidrógeno en una sub-red de gas natural como parte de un proyecto de innovación. (IWR, 2021)

EnBW participa en el proyecto de investigación H₂Mare, que investiga el potencial de la producción de hidrógeno en los parques eólicos marinos. Este trabajo de investigación quiere sentar las bases del liderazgo tecnológico en la producción de grandes volúmenes en cuatro subproyectos con un total de 35 socios. La finalidad es apoyar los objetivos climáticos acelerando la descarbonización

de los sectores de industria, la calefacción y el transporte. Mediante la electrólisis del agua y la extracción de CO₂ del aire o del mar, la eléctrica quiere investigar la producción de productos Power-to-X como el metanol o el amoníaco junto con otros socios. (EnBW, 2021)

La compañía **RWE** quiere invertir 50.000 millones de euros en energía eólica marina y terrestre, energía solar, almacenamiento, capacidades flexibles e hidrógeno. Para ello, están ampliando su capacidad de producción propia hasta los 50 gigavatios. Al igual que las anteriores compañías eléctricas, RWE participa en un gran número de proyectos para acelerar la descarbonización e incentivar el uso de energías limpias. (RWE, 2022). Por ejemplo, Uniper puso en funcionamiento su primer electrolizador en 2013, aunque no llegó a utilizarse realmente más allá de una prueba piloto. A pesar de esto, Uniper y RWE ya están desarrollando los primeros electrolizadores con potencia de 100 MW, capaces de producir 1,7 toneladas de hidrógeno por hora. Esto permitiría producir 50.000 toneladas de acero menos contaminante.

Deutsche Bahn invierte en la creación de estaciones de carga a base de hidrógeno 100 % verde. El proyecto consiste en construir una infraestructura necesaria para aumentar el uso de accionamientos y combustibles alternativos. Han diseñado la primera estación de llenado de hidrógeno de DB para el ferrocarril. Su elemento central, un nuevo tipo de sistema de repostaje rápido que aún está en fase de prueba. La primera instalación de este tipo es un reto técnico: permitirá repostar rápidamente los trenes de hidrógenos en un tráfico local estrechamente programado en 15 minutos. En la actualidad este proceder sólo es posible con el repostaje de diésel convencional. Los socios industriales de este proyecto son Wenger Engineering, de Ulm, y la empresa familiar Wystrach, de Weeze, en el Bajo Rin. La primera estación de llenado de hidrógeno de DB Energie formará parte de un sistema global compuesto por una estación de llenado, un nuevo tren de cercanías diseñado por el socio del proyecto, Siemens Mobility, y una instalación de mantenimiento de DB Regio adaptada a los trenes de hidrógeno. (BD, 2021)

El sector químico también se apunta al reto hidrógeno, la empresa **BASF** en colaboración con la energética RWE presentaron el pasado mayo de 2021 una idea de proyecto para Ludwigshafen, que muestra cómo la producción industrial puede volverse sostenible y preparada para el futuro. Un parque eólico marino adicional con una potencia de 2 gigavatios (GW) suministrará electricidad verde a la planta química de Ludwigshafen y servirá para la producción de hidrógeno libre de CO₂. El objetivo es electrificar los procesos de producción de productos químicos básicos que antes se basaban en combustibles fósiles. Al hacerlo, se utilizarán tecnologías libres de CO₂, como los hornos de craqueo de vapor calentados eléctricamente para la producción de productos petroquímicos, en los que BASF ya está trabajando con socios. Para avanzar en el proyecto conjunto, los directores ejecutivos de BASF y RWE firmaron un plan de intención de cooperación de gran alcance para el desarrollo de capacidades adicionales para la electricidad renovable y para el uso de tecnologías innovadoras para la protección del clima. El proyecto podría evitar alrededor de 3,8 millones de toneladas de emisiones de CO₂ por año, hasta 2,8 millones de toneladas directamente en BASF en Ludwigshafen. Muestra muy específicamente cómo se pueden conciliar

la protección del clima y la competitividad en la industria química. No se requeriría apoyo financiero del sector público para la construcción del parque eólico. (BASF, 2021)

El fabricante de plásticos **Covestro**, con sede en Leverkusen, avanza en un gran acuerdo de suministro único de hidrógeno en la UE con la empresa australiana FFI. A partir de 2024, FFI suministrará a Covestro la materia prima verde. Australia es un país idóneo para la fabricación de productos porque allí se pueden producir grandes cantidades de energía renovable a precios razonables, debido a la abundancia de sol y energía eólica en las costas. En Alemania no sólo faltan las plantas correspondientes, los electrolizadores, sino también electricidad barata procedente de fuentes renovables. (TECHNIK, 2022)

Siemens Energy AG ofrece soluciones integradas de un solo proveedor. Quiere ofrecer una amplia gama de soluciones de hidrógeno y tiene la ventaja de que también puede suministrar turbinas eólicas, compresores y la infraestructura de energía de una sola fuente. En 2023, se espera que la próxima generación de electrolizadores PEM esté lista para el mercado, lo que volverá a reducir considerablemente los costes de producción de hidrógeno a gran escala. Además, a corto plazo se pondrá en marcha una planta de 9 megavatios en el Parque Energético de Wunsiedel, que aportará valiosos datos.

El grupo industrial **ThyssenKrupp** ha dado a conocer últimamente sus planes sobre la producción de hidrógeno verde. Como líder del mercado mundial en electrólisis de cloro-álcali, las posibilidades son también buenas para la electrólisis del agua. La dirección ha decidido sacar la división a bolsa con el nombre de ThyssenKrupp Nucera. Con sus futuros sistemas modulares de 20 megavatios producidos en serie y su posicionamiento global, la empresa se ve bien equipada para gestionar proyectos de cualquier tamaño a costes competitivos. Ya hay pedidos de 2 gigavatios de capacidad en marcha y las tuberías de distribución están llenas. Después de 2026, se encenderá la siguiente etapa. Entonces, la generación "2.0" de plantas estará lista para explotar todo el potencial del hidrógeno.

Por otro lado, la empresa **Salzgitter AG**, líder en Alemania, apuesta también por fabricar su propio hidrógeno verde con ayuda de las turbinas eólicas creando así el proyecto FALCOS. Este proyecto cuenta ya con 7 aerogeneradores, y a finales de año entrará en funcionamiento una planta para transformar hidrógeno a partir de agua con la ayuda de la energía eólica. El objetivo es que para 2050 la planta se mantenga íntegramente con hidrógeno, ahorrando con esto el 95 % de emisiones CO₂ y convirtiendo a Salzgitter en el emisor de únicamente el 1 % de las emisiones.

En el sector automovilístico, el fabricante de motores **Deutz**, con sede en Colonia, lanza su primer motor de hidrógeno, el TCG 7.8 H2. Utiliza el hidrógeno directamente como combustible y no requiere una desviación a través de una pila de combustible. Según Deutz, el nuevo motor cumple el límite de CO₂ de la UE de "cero emisiones" y, por tanto, está a la altura de los motores eléctricos. Deutz planea la producción en serie del motor para 2024, y ya ha completado con éxito las pruebas iniciales. El TCG 7.8 H2 de seis cilindros se basa en un concepto de motor existente. No sólo

funciona sin emisiones de CO₂, sino que también es muy silencioso y ya ofrece 200 kW de potencia. En principio, el motor es adecuado para todas las aplicaciones que Deutz ya atiende con su accionamiento convencional. Se trata, por ejemplo, de tractores, maquinaria de construcción, vehículos comerciales y ferroviarios. (Deutz, 2021)

Por último, el proyecto HyDeal Ambition que integra a un grupo de 30 empresas europeas y pioneras. Objetivo: suministrar hidrógeno verde en toda Europa a 1,5 EUR/ kg antes de 2030. Entre los integrantes, destaca la representación de la empresa alemana Open Grid Europe GmbH (OGE), que desempeña un papel clave como Gestora de Red de Transporte.

Para la búsqueda de oportunidades en el sector del hidrógeno verde, se recomienda utilizar las plataformas de licitaciones públicas [Ausschreibungen-Deutschland](#) y [eVergabe](#). Los proyectos son diversos, desde estudios sobre el hidrógeno, la cadena de valor y los servicios que ayudan al buen funcionamiento o a la utilización de la energía verde.

Aparte de la entrada mediante proyectos institucionales al mercado alemán, se recomienda la búsqueda de potenciales socios alemanes. El perfil de *partner* es variado. Se prevén oportunidades de negocio en distintos sectores, desde las principales compañías eléctricas suministradoras en el mercado germano hasta sectores industriales, químicos y automovilísticos.

Por último, cabe destacar el papel de las *startups* alemanas. Esta modalidad de organización ha experimentado un crecimiento exponencial durante las últimas décadas. Existen numerosas empresas innovadoras del hidrógeno en Alemania, que han alimentado la cadena de valor y el correcto desarrollo de esta energía.

3.3. La distribución del hidrógeno

Los operadores de gaseoductos de larga distancia (FNB) se han unido estableciendo una red de gaseoductos de 5.900 km que posibilita la distribución de hidrógeno, aprovechando el 90 % de los conductos hoy en día utilizados para el gas natural. Las nuevas rutas serán el 10 % entre ellas el conducto entre Munich y Stuttgart. Al mismo tiempo será necesario una red de estaciones de servicio, para ello el gigante DAX de Linde está construyendo ya una gasolinera para ferrocarriles en Bremervörde,

Por su parte Linde, se ha unido con el grupo Daimler, los franceses Air Liquide y Total, la austriaca OMV y la holandesa Royal Dutch Shell para establecer una red europea de estaciones de servicio para coches, llamado **H2Mobility**. Por el momento existen sólo 86 puntos de servicio de hidrógeno en Alemania y 10 están ya en construcción. La Unión Europea tiene un proyecto de otras 400 gasolineras para 2030.

4. Cooperación bilateral de Alemania con otros países

Alemania no puede satisfacer la demanda por sí sola. En el futuro Alemania necesitará obtener hidrógeno de otros países. En el [Anexo I](#) se puede ver un listado de algunos con los que ya ha entablado relaciones. Estas son las principales alianzas y proyectos internacionales de Alemania en el ámbito de la promoción del hidrógeno:

- **"H2Global"** está diseñado para estimular la inversión en la producción de hidrógeno a escala industrial fuera de la UE y en la cadena de suministro a Alemania. El Gobierno alemán lo financia con 900 millones euros.
- Proyecto **H2-Upp** de apoyo al sector privado a pequeña escala, proyectos del sector privado o la iniciación de proyectos en coordinación con la iniciativa de exportación de energía.
- El **"International PtX Hub"** en el marco de la Iniciativa Internacional sobre el Clima (IKI) trabaja en diálogo con varios países asociados en criterios de sostenibilidad, entre otros. Se centra en los sectores que no pueden utilizar directamente las energías renovables.
- Para garantizar el funcionamiento comercial de las cadenas de valor PtX³, el BMZ inició la Alianza Empresarial de la Energía en 2019. La alianza comprende más de 80 empresas y permite a la comunidad involucrarse en una fase temprana y para aspectos de la producción en los países socios hasta la aceptación final.
- Con Canadá, seis nuevas redes ya se han puesto en marcha proyectos de exploración sobre el hidrógeno verde.
- En Marruecos, se apoyó el desarrollo de la estrategia marroquí del hidrógeno en el marco de la asociación energética. Además, la producción de hidrógeno y PtX se desarrollará con una subvención de 88,5 millones de euros para proyectos hasta la fecha, en particular la construcción de una planta de referencia a gran escala con una capacidad de electrólisis de al menos 100 MW (ejecución retrasada).
- En Túnez, el establecimiento de un sector de PtX está siendo apoyado con 31 millones de euros, que se destinan a la consultoría para la creación de una estrategia nacional de hidrógeno y la construcción de una planta de demostración.
- En Argelia y Jordania, la preparación de las estrategias nacionales de hidrógeno se apoya, entre otras cosas, en análisis de potencial y en la evaluación de proyectos piloto.

³ Power-to-X: es una serie de vías de conversión, almacenamiento de energía y reconversión de electricidad que utilizan energía eléctrica excedente, generalmente durante períodos en los que la generación de energía renovable fluctuante supera la carga.

- En diciembre de 2020, Siemens Energy recibió una subvención de 8,23 millones de euros para el proyecto "Haru Oni" en Chile.
- En Arabia Saudí, ThyssenKrupp Uhde Chlorine Engineers recibió financiación federal para el proyecto "Element One" como parte de la futura región NEOM.
- El proyecto "HySupply" para realizar un estudio de viabilidad para la exportación de hidrógeno verde desde Australia a Alemania se puso en marcha en noviembre de 2020 y está financiado por parte alemana con unos 1,7 millones de euros
- En los países del Golfo, se apoyaron activamente varios proyectos y talleres sobre el agua a través de estudios bilaterales, por ejemplo, con los EAU y Arabia Saudí y la creación de grupos de trabajo interministeriales, incluyendo enfoques innovadores para la producción de parafina de aviación en los EAU, Omán y Arabia Saudí.
- También en Egipto, los proyectos de hidrógeno previstos se apoyan en el diálogo con el Gobierno.
- En la región de Asia-Pacífico se están estableciendo siete presencias de investigación alemanas en el campo de las tecnologías verdes del hidrógeno, con socios en Australia, Japón, Nueva Zelanda y Corea del Sur. Las infraestructuras conjuntas de investigación están siendo financiadas con hasta 760.000 euros, cada una durante una fase de desarrollo de tres años.
- Los programas "H2SouthAfrica" y "H2Brasil" están destinados a crear las condiciones marco para un aumento del mercado de PtX en Sudáfrica y Brasil. Cada uno de ellos dispone de 40 millones de euros para su aplicación.
- Desde principios de 2020, se ha elaborado un "Atlas del potencial del hidrógeno verde" en África. Los primeros resultados de África Occidental se presentaron a principios de mayo de 2021.
- Actualmente se está preparando la promoción de una red científica germano-rusa para la cooperación en el campo del hidrógeno.

4.1. Cooperación franco-alemana

En 2020 los gobiernos francés y alemán hicieron una declaración conjunta de intenciones para el desarrollo del hidrógeno verde en ambos países. En concreto, en una reunión del Consejo de ministros europeos de finanzas en Berlín, se habló de la construcción de una giga fábrica de producción de hidrógeno. Se trata de un proyecto financiado al 50 % por cada uno de los países y debería recibir el título de "Proyecto Importante de Interés Común Europeo" (PIICE). El primer borrador del diseño de la fábrica vio la luz en agosto de 2020, pero el proyecto no se ha materializado todavía.

Aunque todavía no ha tenido lugar un acuerdo de colaboración a nivel político entre los gobiernos de Alemania y Francia, ya hay en marcha una serie de iniciativas de empresas privadas de ambos lados del Rin. La más importante de ellas es la colaboración entre Siemens Energy y Air Liquide,

las cuales quieren sentar las bases para la producción en serie de electrolizadores en Europa, centrándose en Alemania y Francia. También anunciaron que colaborarán en la investigación y el desarrollo de la próxima generación de electrolizadores.

La francesa Lhyfe suministrará hidrógeno verde al operador ferroviario alemán Deutsche Bahn para su proyecto H2goesRail. **Lhyfe**, pionero mundial en la producción de hidrógeno verde renovable, ha firmado un acuerdo con el operador ferroviario nacional alemán, Deutsche Bahn, para construir y operar un electrolizador en Tübingen desde 2024, destinado a la producción de hidrógeno para alimentar un tren de hidrógeno como parte del proyecto H2goesRail. Hace un año, Deutsche Bahn y **Siemens Mobility** anunciaron una colaboración para construir trenes propulsados por hidrógeno para reemplazar los 1.300 trenes diésel del parque ferroviario para 2050.

El objetivo del proyecto, llamado H2goesRail, es garantizar un futuro para el transporte ferroviario alemán. El anuncio de Siemens y Deutsche Bahn también estuvo en línea con la voluntad política de Berlín de hacer más ecológico su sector de transporte. Deutsche Bahn, que es 100 % propiedad del Estado alemán, quiere lograr la neutralidad de carbono para 2050.

La empresa se ha especializado en el acoplamiento de electrolizadores y plantas de energías renovables. De esta manera, Lhyfe persigue el objetivo de establecer ecosistemas de hidrógeno locales y regionales y promover la protección del clima a nivel municipal. La empresa inauguró su primera planta de producción de hidrógeno verde industrial el 30 de septiembre en Vendée y cuenta con más de 60 proyectos en Francia y en el extranjero.

En cuanto a cooperaciones en otros ámbitos de la cadena de valor del hidrógeno, hay barreras que impiden su expansión. En concreto, faltan certificaciones unificadas, para permitir que el usuario final pueda saber qué tipo de hidrógeno recibe y en qué condiciones lo hace. Asimismo, las empresas francesas y alemanas demandan más certidumbre de inversiones, puesto que el montante de las inversiones necesarias es muy elevado.

Siemens Energy Air Liquide colabora con la producción de electrolizadores a escala industrial para la producción de hidrógeno verde. Ambas empresas quieren comenzar un proyecto europeo para la tecnología de electrolisis e hidrogeno y así lo han aceptado sendos gobiernos. Existen ya varios proyectos relacionados con electrolizadores, uno de ellos es el llamado H2V de Air Liquide ubicado en Normandía, con una capacidad de 200 MW.

Unido a esto, se plantea financiar también un proyecto dentro del Pacto Verde de la UE, y participación conjunta en el programa IPCEI sobre el hidrógeno.

5. ANEXO. Proyectos internacionales

5.1. Australia

El punto de partida para el proyecto de cooperación germano-australiano se denomina “HySupply” y comenzó a principios de diciembre de 2020. El proyecto, que tendrá una duración de dos años, está coordinado por la Academia Alemana de Ciencias e Ingeniería (Acatech) y la Federación de Industrias Alemanas (BDI). Sobre la base de los hallazgos, se desarrollarán modelos comerciales que favorezcan una asociación de hidrógeno a largo plazo. Por el lado corporativo, participan empresas como Thyssen-Krupp, BASF y Siemens Energy. El objetivo de los australianos es reducir los costes de producción por kilogramo de hidrógeno al equivalente de 1,50 euros.

En un área de 15.000 kilómetros cuadrados, aproximadamente el tamaño de Schleswig-Holstein, un consorcio de inversores en el estado de Australia Occidental planea un parque de energía renovable de 75.000 millones de AUD que establecerá nuevos estándares. Si los iniciadores se salen con la suya, la energía eólica y los sistemas solares generarán 50 gigavatios de electricidad en el futuro y, por lo tanto, podrán entregar hasta 3,5 millones de toneladas de hidrógeno verde por año, siete veces más de lo que Alemania se ha propuesto para 2030. Los desarrolladores del proyecto son InterContinental Energy (ICE) y CWP, especialistas en energías renovables. La industria alemana está observando el desarrollo con gran interés: no sólo está ayudando a instalar las plantas, sino que también quiere asegurar el acceso al hidrógeno australiano para cerrar futuras brechas en la demanda.

Por otro lado, un estudio del Energy Economics Institute de la Universidad de Colonia (EWI) llega a la conclusión de que el transporte de hidrógeno por barco conlleva elevados costes. En comparación, el EWI considera mucho más interesante desde el punto de vista económico el transporte desde el sur de España hasta Alemania a través de gasoductos reasignados.

- + Enorme potencial para el hidrógeno verde de la energía solar
- Transporte largo y costoso por barco.

5.2. Nueva Zelanda

Otro paso en esta dirección es la creación de una presencia investigadora germano-neozelandesa centrada en el “hidrógeno verde”. El BMBF apoya al investigador y coordinador de la parte alemana, el Dr. Paul Jerabek, del Instituto Hereon de Tecnología del Hidrógeno, con 768.000 euros durante un periodo de cinco años. Esto permitirá la construcción y adquisición de importantes equipos para

el laboratorio de investigación y el campo de pruebas de las nuevas tecnologías que se establecerá en la Universidad de Otago y que se explotará conjuntamente en un futuro próximo, así como actividades de creación de redes, visitas de investigación recíprocas de los científicos participantes y la organización de talleres en ambos países.

Nueva Zelanda quiere seguir su ejemplo en la transición hacia el hidrógeno verde como principal recurso futuro para la descarbonización. La demanda mundial de hidrógeno está creciendo, pero en este momento los 45 a 65 millones de toneladas de hidrógeno que se producen anualmente se generan casi en su totalidad a partir de combustibles fósiles, lo que provoca emisiones.

La profesora Sally Brooker, de la Universidad de Otago en Dunedin, coordina el proyecto por parte de Nueva Zelanda. Se describe a Alemania como un socio de cooperación ideal, ya que Nueva Zelanda quiere utilizar sus abundantes recursos de electricidad renovable para pasar rápidamente de los combustibles fósiles a las energías renovables y a las tecnologías verdes de hidrógeno, con el objetivo de convertirse en un exportador mundial de energías renovables.

Como parte del proyecto, también está previsto establecer un campus de Innovación de Hidrógeno Verde Alemania-Nueva Zelanda en la Isla Sur de Nueva Zelanda, que reunirá a socios de investigación académicos e industriales y se centrará en el desarrollo, las pruebas y la comercialización de las tecnologías del hidrógeno en Nueva Zelanda. Para ello, los coordinadores están trabajando con profesionales del sector privado en el "Consejo del Hidrógeno de Nueva Zelanda" para formar un "Equipo de Hidrógeno Verde" neozelandés. Entre otros, ya hay enlaces con el aeropuerto de Christchurch, Airbus y Air New Zealand. El proyecto abre nuevas perspectivas para los socios industriales participantes de Nueva Zelanda y Alemania y proporciona el modelo para la aplicación de la tecnología en todo el mundo.

5.3. Ucrania

Para la Agencia Alemana de Energía (Dena), Ucrania es un candidato prometedor para una asociación de hidrógeno. La infraestructura para transportar hidrógeno verde a Alemania y, por lo tanto, a la UE ya existe. Durante décadas, Ucrania ha sido el país de tránsito número uno para el suministro de gas natural ruso a la UE. Los gasoductos podrían usarse para transportar hidrógeno en el futuro.

Los años dorados del tránsito de gas han quedado atrás. Rusia está haciendo todo lo posible para evitar a Ucrania como país de tránsito. La mayor cantidad posible de gas natural ruso se entregará desde Rusia directamente a la UE, a través del gasoducto Nord Stream del mar Báltico y, en el futuro, también a través de Nord Stream 2.

+ Grandes áreas se pueden utilizar para energía eólica

+ Infraestructura de oleoductos existente. 120.000 millones de metros cúbicos de gas puede transportar el gasoducto Transgas por año. Conduce desde Ucrania a través de Eslovaquia y Austria hasta Alemania.

5.4. Chile

El desierto de Atacama en Chile tiene las mejores condiciones del mundo para la producción de electricidad a partir de sistemas fotovoltaicos. Chile ya ha logrado un éxito considerable. El país opera el parque eólico más grande de América del Sur con 273 megavatios (MW). En total se han instalado alrededor de dos gigavatios (GW) de energía eólica y fotovoltaica con más de tres GW.

Esto los prepara como un lugar predilecto para la electrólisis de hidrógeno. Alemania está ayudando a Chile a aprovechar el potencial y ha estado apoyando al estado en su transición energética desde 2008, con la Sociedad para la Cooperación Internacional (GIZ) de propiedad federal. Siemens Energy anunció recientemente un proyecto en Chile para utilizar electricidad de fuentes renovables para producir hidrógeno y luego convertirlo en metanol. Concretamente. Además, un aerogenerador de 3,4 MG de Siemens Gamesa, se instalará un electrolizador de Siemens Energy, para producir combustible evitando la contaminación, gracias a la energía eólica. Los combustibles serán aceptados por Porsche.

- + Grandes áreas para energía eólica y fotovoltaica
- + Experiencia con tecnología de hidrógeno

5.5. Islandia

Islandia tiene un gran potencial para la generación de electricidad verde a partir de energía hidroeléctrica y geotérmica, que supera significativamente la demanda interna. En este contexto, Islandia ya está construyendo una asociación con los Países Bajos.

El hidrógeno se importará a través del puerto de Rotterdam. El Ministerio Federal de Investigación está en conversaciones sobre un estudio de viabilidad para una cadena de suministro de hidrógeno verde entre Islandia y Alemania.

- + Gran potencial de hidrógeno a partir de energía geotérmica

5.6. Arabia Saudí

La generación de electricidad a partir de fuentes renovables es "extremadamente barata" en Arabia Saudí. El Ministerio de Economía señala que las subastas fotovoltaicas en Arabia Saudí se cobraron

recientemente a 1,4 centavos por kilovatio hora. A modo de comparación: en Alemania, el rango está actualmente entre cuatro y ocho centavos.

Para 2030, el 50 % de las necesidades eléctricas de este país se generarán a partir de energías renovables. El potencial de producción de hidrógeno verde en Arabia Saudí se encuentra *"entre los más atractivos del mundo"*, según el Ministerio Federal de Economía.

Thyssen Krupp está desarrollando uno de los módulos de electrólisis de agua más grandes del mundo con un tamaño de 20 MW con la planta "Element One". El módulo puede producir hasta nueve toneladas de hidrógeno por día. Sin embargo, el Ministerio Federal de Investigación (*Bundesforschungsministerium*) señala un problema: el agua dulce es escasa en Arabia Saudí. Se requieren diez litros de agua para producir un kilogramo de hidrógeno.

- + Grandes áreas para energía fotovoltaica
- + Conocimientos técnicos existentes en la industria energética
- Falta de agua dulce para la producción de hidrógeno

5.7. Rusia

El plan de acción ruso para el desarrollo de la economía del hidrógeno se ha centrado hasta ahora en el hidrógeno azul, turquesa y amarillo. El hidrógeno de color turquesa se utiliza cuando se produce mediante pirólisis de metano y podría cumplir con los requisitos alemanes, según el plan de hidrógeno verde del gobierno federal.

El hidrógeno verde, que está en el centro del debate en Alemania, hasta ahora sólo ha jugado un papel secundario en el debate ruso. Rusia también tiene una amplia experiencia en varios aspectos de la producción, transporte y uso de hidrógeno como transportador de energía, y tiene un gran interés en establecer una asociación de hidrógeno con Alemania. Esto se demostró recientemente, en la conferencia del Foro de Materias Primas Germano-Ruso, a la que asistieron más de 1.000 participantes de Rusia y alrededor de 700 participantes de Alemania.

La hoja de ruta germano-rusa para la cooperación en educación, ciencia, investigación e innovación con el tema de investigación prioritario "energías renovables y eficiencia energética" ofrece una buena base para ello. (bmbf, 2021)

Como primer paso, se está preparando un proyecto para conectar en red instituciones de investigación, universidades y empresas alemanas y rusas en el campo de la investigación del hidrógeno.

- + Gran interés en la producción de hidrógeno
- + Las tuberías existentes podrían usarse para transportar hidrógeno a Alemania
- El hidrógeno verde procedente de energías renovables apenas ha jugado un papel hasta ahora

5.8. Marruecos

Marruecos tuvo la tercera mayor capacidad instalada de energía eólica en África en 2019 con 1.200 MW y con capacidad de 4.200 MW previstos para la próxima década (4.560 MW de energía solar). El país tiene como objetivo lograr una proporción de electricidad verde de al menos el 50 % para 2030 y cuenta desde hace años con la ayuda alemana a la hora de ampliar las energías renovables.

El Ministerio Federal para la Cooperación y el Desarrollo Económico "ha comprometido casi 90 millones de euros en préstamos a Marruecos para la construcción conjunta de la primera planta a gran escala para la producción de hidrógeno verde". En la primera etapa de expansión, la planta tendrá una potencia de 200 megavatios de energías renovables y 100 megavatios de capacidad de electrólisis. La construcción no sólo está destinada a demostrar la viabilidad económica de los proyectos de hidrógeno a gran escala, sino que también es un modelo para la producción competitiva en los países socios a través de la cooperación al desarrollo.

- + Gran potencial para la producción de hidrógeno a partir de energía solar
- + Experiencia en cooperación al desarrollo con miras a energías renovables

5.9. Nigeria

Para conseguir la neutralidad climática en 2045, Alemania necesita grandes cantidades de hidrógeno. Por ello, la Estrategia Nacional del Hidrógeno del Gobierno alemán prevé promover la cooperación internacional además de crear un mercado nacional del hidrógeno.

En este marco, el Ministerio Federal de Asuntos Exteriores está abriendo oficinas de política exterior de hidrógeno en países de importancia estratégica. La inauguración de la Oficina Germano-Nigeriana del Hidrógeno en Abuja, la capital de Nigeria tuvo lugar con una "Formación Power-to-X" para los responsables nigerianos. Se trata de procesos para convertir la electricidad en combustibles, por ejemplo, para la industria. Su objetivo es conectar a los responsables de la toma de decisiones, expertos y empresas de ambos países y ofrecer asesoramiento especializado sobre las oportunidades y los retos de la economía del hidrógeno.

5.10. Namibia

El Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF) financia la identificación de lugares adecuados para la producción de hidrógeno verde en África, en el marco de un "Atlas del potencial del hidrógeno verde en África". <https://www.h2atlas.de/de/ueber-uns> Los primeros cálculos muestran que Namibia tiene condiciones óptimas para la generación de energía eólica y solar y, por tanto, también para la producción de hidrógeno verde.



Al mismo tiempo, Namibia es el país más seco de la región subsahariana. Si las soluciones para la desalinización del agua de mar y la producción de hidrógeno tienen éxito en estas condiciones extremas, podrán transferirse a otras regiones y sentar así las bases para el desarrollo mundial de la economía del hidrógeno. La desalinización del agua de mar es, por tanto, el eje de la cooperación germano-namibiana.

icex

6. Bibliografía

BASF. (2021). Obtenido de <https://www.basf.com/global/de/media/news-releases/2021/05/p-21-217.html>

BD. (enero de 2021). *Grüner Wasserstoff auf der Schiene: Schnellbetankung beginnt Testlauf*. Obtenido de <https://www.dbenergie.de/dbenergie-de/aktuelles/Gruener-Wasserstoff-auf-der-Schiene-Schnellbetankung-beginnt-Testlauf--6288506>

bmbf. (enero de 2021). *bmbf*. Obtenido de Deutsch-russische Roadmap für die Zusammenarbeit in Bildung, Forschung und Innovationen (10.12.2018)

BMWi. (enero de 2021). Obtenido de Koalitionsausschuss beschließt Marshallplan 2.0: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Wirtschaft/konjunkturpaket.html>

Business insider Mexico. (2021). Obtenido de https://businessinsider.mx/startup-alemana-producir-hidrogeno-verde-barato_tecnologia/

deutschlad.de. (2021). *La estrategia del hidrógeno*. Obtenido de <https://www.deutschland.de/es/topic/medio-ambiente/hidrogeno-la-clave-de-la-transicion-energetica>

deutschland.de. (2021). *El premio “Start Up Energy Transition Award”*. Obtenido de <https://www.deutschland.de/es/taxonomy/term/40/el-premio-start-up-energy-transition-award>

Deutz. (2021). Obtenido de <https://www.deutz.com/en/media/press-releases/deutz-hydrogen-engine-ready-for-the-market>

El periódico de la energía. (enero de 2021). Obtenido de <https://elperiodicodelaenergia.com/el-gobierno-aleman-apoya-proyectos-de-hidrogeno-verde-en-el-extranjero-con-350-millones-de-euros-para-2024/>

Enapter. (2021). Obtenido de <https://www.enapter.com/>

EnBW. (2021). Obtenido de <https://www.enbw.com/unternehmen/presse/artikel/gruener-wasserstoff-aus-windkraft.html>

Exportinitiative Umwelttechnologien (H2/BZ). (enero de 2021). Obtenido de <https://www.now-gmbh.de/foerderung/foerderfinder/exportinitiative-umwelttechnologien/>



- foerderdatenbank.de. (2021). Obtenido de <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/BMWi/internationale-wasserstoffprojekte.html>
- h2-global. (2021). Obtenido de <https://h2-global.de/>
- H2GLOBAL stiftung. (enero de 2021). Obtenido de Our mission: <https://www.h2global-stiftung.com/#Down>
- ICEX. (2021). *Estudio del mercado del hidrógeno en Alemania*. Obtenido de <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/estudios-de-mercados-y-otros-documentos-de-comercio-exterior/estudio-mercado-hidrogeno-alemania-2021-doc2021882941.html>
- ICEX. (2021). *Hidrógeno verde en Alemania, una apuesta a largo plazo*. Obtenido de <https://www.icex.es/icex/es/Navegacion-zona-contacto/revista-el-exportador/mercados/hidrogeno-alemania-rep2021892323.html>
- IWR. (2021). Obtenido de <https://www.iwr.de/news/eon-plant-reines-wasserstoff-verteilnetz-im-ruhrgebiet-und-wasserstoff-beimischung-im-gasnetz-in-sachsen-anhalt-news37663>
- KFW. (2021). Obtenido de [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie/F%C3%B6rderung/Produkte/Energieeffizient-Bauen-und-Sanieren-Zuschuss-Brennstoffzelle-\(433\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie/F%C3%B6rderung/Produkte/Energieeffizient-Bauen-und-Sanieren-Zuschuss-Brennstoffzelle-(433)/)
- now-gmbh. (2021). *Projektfinder*. Obtenido de https://www.now-gmbh.de/projektfinder/?_sfm_projektstatus=active&_sft_tech_kraft=wasserstoff
- PV Magazine. (2021). *El nuevo Gobierno de Alemania prevé instalar 200 GW fotovoltaicos para 2030*. Obtenido de <https://www.pv-magazine.es/2021/11/25/el-nuevo-gobierno-de-alemania-preve-instalar-200-gw-fotovoltaicos-para-2030/>
- RWE. (2022). Obtenido de <https://www.rwe.com/der-konzern/profil-und-strategie>
- TECHNIK, C. (2022). Obtenido de <https://www.chemietechnik.de/energie-utilities/covestro-kauf-gruenen-wasserstoff-vom-australischen-unternehmen-ffi-725.html>
- Wasserstoff, H. Z. (2022). Obtenido de <https://www.clusters4future.de/die-zukunftscluster/wasserstoff>



Si desea conocer todos los servicios que ofrece ICEX España Exportación e Inversiones para impulsar la internacionalización de su empresa contacte con:

Ventana Global

913 497 100 (L-J 9 a 17 h; V 9 a 15 h)

informacion@icex.es

Para buscar más información sobre mercados exteriores [siga el enlace](#)

www.icex.es

