



HC·H2
Helmholtz-Cluster
Wasserstoff



Demonstrationsvorhaben
Multi-SOFC

Neue Wirtschaftskraft schaffen

Das Helmholtz-Cluster für nachhaltige und infrastrukturkompatible Wasserstoffwirtschaft (HC-H2) befindet sich mitten in einem der größten Klimaschutzprojekte der Welt, dem Ausstieg aus der Braunkohleverstromung im Rheinischen Revier. Es ist das größte Braunkohlerevier in Europa.

Mit dem Kohleausstieg gelangen zwar viel weniger klimawirksame Gase wie CO₂ in die Atmosphäre. Gleichzeitig bedeutet das aber, dass hier im Rheinischen Revier Arbeitsplätze wegfallen.

Um einen Beitrag im Kampf gegen die Erderwärmung zu leisten und dem Wegfall der Arbeitsplätze entgegenzuwirken, fördern das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt und das Land NRW das HC-H2 bis 2038.

Das HC-H2 besteht im Kern aus dem Institute für a sustainable Hydrogen Economy (IHE) des Forschungszentrums Jülich, das 2021 unter dem Namen Institut für nachhaltige Wasserstoffwirtschaft gegründet wurde.

Aus der Zusammenarbeit des IHE mit weiteren Partnern entsteht das Cluster.

„Jeder Fortschritt beginnt mit einer **guten Idee** und **mutigen Partnern**. In Erkelenz zeigen wir eine **neuartige Wasserstoff-Technologie**, die überall auf der Welt zum Einsatz kommen kann.“



Dr.-Ing. Michael Alders,
Leiter des HC-H2 Demonstrationsvorhabens Multi-SOFC Erkelenz

Was sind unsere Ziele?

Das Helmholtz-Cluster für nachhaltige und infrastrukturkompatible Wasserstoffwirtschaft (HC-H2) hat zwei große Ziele: Wir wollen neue Wasserstoff-Technologien demonstrieren, damit der Mensch auf das Verbrennen von fossilen Energieträgern verzichten kann.

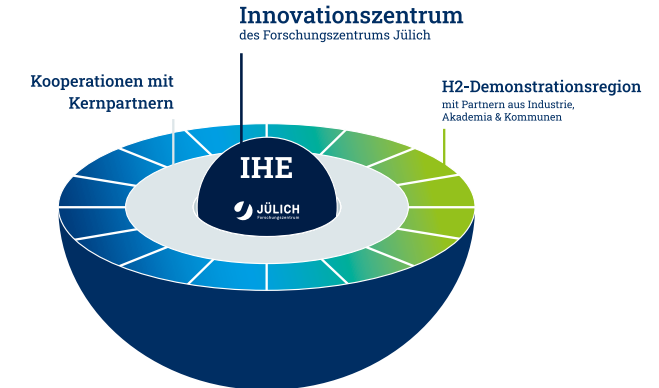
Zweitens arbeitet das HC-H2 mit seinen Projektpartnern daran, dass mit diesen neuen klimafreundlichen Technologien so schnell wie möglich neue Wirtschaftskraft im Rheinischen Revier entsteht, als Gegengewicht zu den Folgen des Braunkohleausstiegs.

Je früher es den im HC-H2 assoziierten Partnern gelingt, klimafreundliche Energietechnologien auf dem Markt zu etablieren, desto größer ist die Hebelwirkung für den Klimaschutz und desto größer ist die Chance, dass das Rheinische Revier und Deutschland zu Exportregionen für Wasserstoff-Technologien werden.

Wie sind wir aufgebaut?

Den Kern des HC-H2 bildet das 2021 gegründete Institute for a sustainable Hydrogen Economy (IHE) des Forschungszentrums Jülich.

Ein Kernthema am IHE ist die chemische Speicherung von Wasserstoff mithilfe verschiedener Moleküle wie Methanol, Ammoniak, LOHC oder Dimethylether. Neben vier Institutsbereichen für Grundlagenforschung am IHE gibt es den Bereich für die Demonstrationsregion. Diese koordiniert die Demonstrationsvorhaben und ist die Schnittstelle zu anderen Partnern aus Forschung, Industrie, Wirtschaft und Verwaltung.



Wo sieht man was?

Mit den Demonstrationsvorhaben im Rheinischen Revier wollen die im HC-H2 verbundenen Partner schneller werden: Das betrifft den Kampf gegen die globale Erwärmung und den Wettkampf um neue Arbeitsmärkte, die mit der Energiewende entstehen.



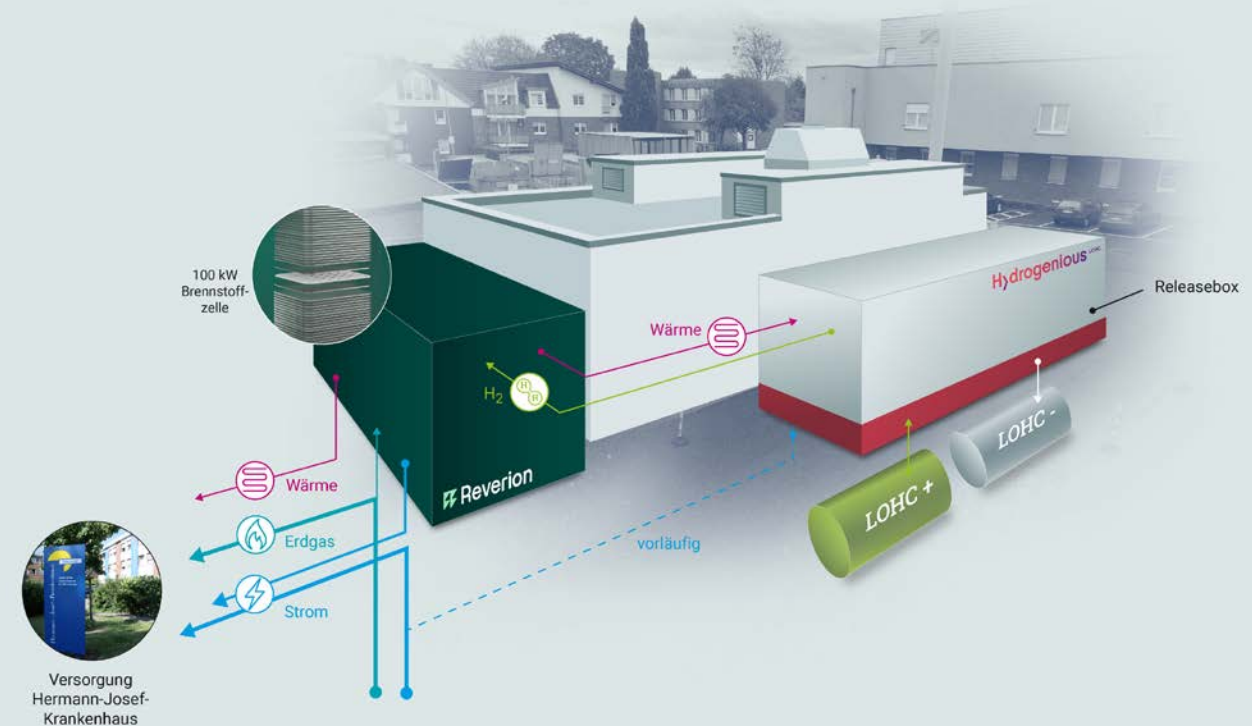
Das Vorhaben am Krankenhaus Erkelenz liefert bereits erste Ergebnisse. Weitere Demonstrationsvorhaben sind gestartet, andere befinden sich in der Vorbereitung. Mit diesen Demonstratoren wollen wir die Umsetzung in marktfähige Technologien beschleunigen.

Das Forschungszentrum Jülich und die Partner im HC-H2 setzen sich mit ihren Demonstrationsvorhaben das Ziel, die Funktionalität und Wirtschaftlichkeit neuer Technologien schnell, kostengünstig und auf Basis der vorhandenen Infrastruktur zu zeigen.

Multi-SOFC

Demonstrations- vorhaben

am Hermann-Josef-Krankenhaus Erkelenz



Das nachhaltige Krankenhaus als Ziel

Die **Reverion GmbH** und die **Hydrogenious LOHC NRW GmbH** zeigen am HJK zum ersten Mal die Kopplung neuer Wasserstoff-Technologien in einer wirtschaftlich relevanten Größenordnung. So soll die Versorgung des Hauses klimafreundlicher und kostengünstiger werden.

Das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt fördert das Vorhaben mit **23,6 Millionen Euro**.

Das Hermann-Josef-Krankenhaus Erkelenz (HJK) ist aufgrund seines rund um die Uhr hohen Bedarfs an Strom und Wärme ideal geeignet als HC-H₂-Demonstrator. Hier lässt sich mithilfe von Wasserstoff-Technologien die zukunftsfähige Energieversorgung einer kritischen Infrastruktur zeigen.

Das Reverion-Kraftwerk ergänzt das 130-kW-Blockheizkraftwerk (BHKW) sowie eine 206-kWp-Photovoltaik-Anlage. Insgesamt soll das Festoxid-System 20 Prozent des Bedarfs am HJK abdecken. Das Kraftwerk kann mit unterschiedlichen Brenngasen wie Erdgas oder Wasserstoff betrieben werden. Für den nächsten Projektabschnitt ist geplant, dass das Kraftwerk von Reverion mit Wasserstoff versorgt wird, der vor Ort mithilfe eines flüssigen organischen Trägers (Liquid Organic Hydrogen Carrier, LOHC) bereitgestellt wird. Wasserstoff wird an LOHC gebunden angeliefert, vor Ort freigesetzt und in das Festoxid-System eingespeist.

Der Energiebedarf am Krankenhaus



Der Bedarf an Strom und Erdgas des Hermann-Josef-Krankenhauses Erkelenz entspricht dem von 400 Einfamilienhäusern. Trotzdem gehört das HJK im bundesweiten Vergleich in puncto Energieeffizienz zu den besten 25 Prozent. Mit der Teilnahme am Multi-SOFC-Demonstrationsvorhaben will das Haus seine Energieeffizienz und Nachhaltigkeit weiter verbessern.

Das HJK ist als akademisches Lehrkrankenhaus der RWTH Aachen ein Akutkrankenhaus mit 409 Betten. Als großer Arbeitgeber im Heinsberger Land beschäftigt die Hermann-Josef-Stiftung über 1.400 Menschen. Unter dem Dach der Stiftung befinden sich zudem ein Pflegeheim, ein ambulantes Pflegezentrum, ein Hospiz und eine Pflegeschule.

In den unterschiedlichen Fach-Kliniken des HJK werden jährlich ca. 19.000 Patientinnen und Patienten stationär und 45.000 ambulant behandelt.

Das reversible Kraftwerk von Reverion

Die Nutzung von Wasserstoff als nachhaltiger Energieträger erfordert integrierte Lösungen, die Erzeugung, Speicherung und energetische Verwertung intelligent miteinander verbinden. Im Projekt übernimmt Reverion diese Aufgabe und bringt seine Technologie für hocheffiziente reversible Brennstoffzellenkraftwerke ein. Das Unternehmen setzt dabei auf Hochtemperatur-Brennstoffzellen (Solide Oxide Fuel Cells, SOFC). In den Kraftwerken sind hunderte solcher Zellen zu Stacks verschaltet. Mehrere Stacks kombiniert bilden das Herz des Kraftwerks.

Im Projekt Multi-SOFC kommt das containerisierte Kraftwerk Reverion M-100/250 mit einer elektrischen Leistung von 100 kW zum Einsatz. Mit einem elektrischen Wirkungsgrad von bis zu 80 % stellt es dem HJK Strom und Wärme aus wasserstoff- oder methanhaltigen Energieträgern zur Verfügung. Das innovative Anlagendesign ermöglicht es, das Kraftwerk auch im Elektrolysemodus zu betreiben. Damit wird dem HJK die Möglichkeit offengehalten, zukünftig überschüssigen PV-Strom in Form von Wasserstoff für spätere Nutzung zu speichern.



Hier gibts weitere Infos

Daten und Fakten

Reverion-Kraftwerke sind modulare, skalierbare und standardisierte Container-Einheiten. Sie sind für eine Plug&Play-Installation konzipiert, um konventionelle Technologien einfach zu ersetzen und so die Energieversorgung der Zukunft zu ermöglichen.



Das Reverion-Kraftwerk ist derzeit im Vorserienstadium. Die aufgeführten fachlichen Informationen stellen geplante technologische Zielsetzungen für das Serienprodukt dar.

Funktionsprinzip SOFC und Reverion Kraftwerk

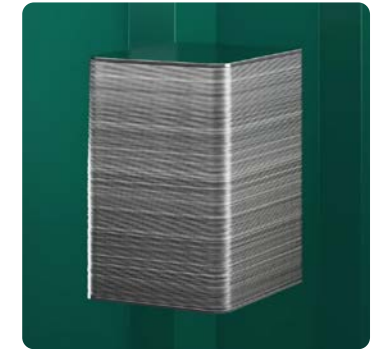
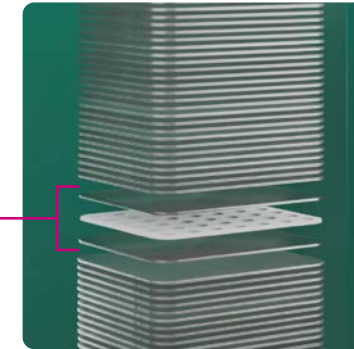
Zur Verdeutlichung der Strom- und Wärmeerzeugung aus Erdgas, Biomethan oder Wasserstoff ist ein Blick auf die Funktionsweise einer Brennstoffzelle hilfreich.

Im Inneren der Zelle laufen zwischen den Elektroden, der Anode und der Kathode, elektrochemische Prozesse ab, bei denen stofflich gebundene Energie in elektrische Energie überführt wird. In einer Festoxid-Brennstoffzelle werden sowohl die Moleküle des Brenngases Wasserstoff als auch die des Sauerstoffs in ihre Bestandteile zerlegt und reagieren anschließend miteinander. Dabei handelt es sich um eine Redoxreaktion, bei der Sauerstoffionen übertragen werden. Auf diese Weise wird Gleichstrom erzeugt, der mithilfe eines Inverters in Wechselstrom umgewandelt werden kann. Zusätzlich entstehen als Reaktionsprodukte Wärme und Wasser.

Die dabei freiwerdende Abwärme lässt sich vielfältig nutzen, unter anderem zur Versorgung einer LOHC-Freisetzungsanlage, wie sie im Demonstrationsprojekt Multi-SOFC erprobt wird. Die elektrochemischen Vorgänge finden bei Betriebstemperaturen von etwa 500 bis 700 Grad Celsius statt. Charakteristisch für diese Art der Energieumwandlung sind die sehr geringen Emissionen; beim Einsatz von reinem Wasserstoff als Brennstoff entsteht zudem kein Kohlenstoffdioxid.

Damit weist die Brennstoffzellentechnologie im Vergleich zu konventionellen Kraftwerken deutliche Vorteile hinsichtlich der Nachhaltigkeit auf.

Die **kleinste Einheit** in Brennstoffzellenkraftwerken ist die **Zelle** (links), die zu hunderten verbaut einen **Brennstoffzellen-Stack** (rechts) bildet.



In der Festoxid-Brennstoffzelle reagieren **Wasserstoff-** (H_2) und **Sauerstoffmoleküle** (O_2) elektrochemisch miteinander, wobei Sauerstoffionen fließen und gleichzeitig elektrische Energie in Form von **Gleichstrom** sowie **Wärme** und Wasser entstehen.

Hydrogenious LOHC Technologies

Viele Länder, darunter auch Deutschland, sind auf den Import von nachhaltig erzeugtem grünem Wasserstoff angewiesen, um ihren erheblichen Energiebedarf zu decken und die Dekarbonisierung von Industrie und Mobilität voranzutreiben. Wasserstoff in Reinform ist jedoch extrem flüchtig und daher schwer zu lagern oder zu transportieren. Hier bietet sich der Einsatz von flüssigen organischen Wasserstoffträgern (Liquid Organic Hydrogen Carrier, LOHC) als sichere, schnell umsetzbare und kostengünstige Lösung an. Das Technologieunternehmen Hydrogenious LOHC Technologies aus Erlangen ist der deutsche Pionier auf diesem Gebiet und Partner im Multi-SOFC-Vorhaben in Erkelenz. Das Tochterunternehmen Hydrogenious LOHC NRW mit Sitz in Neuss entwickelt die Technologie für das Vorhaben in Erkelenz weiter.



Hier gibts weitere Infos

Was die LOHC-Technologie in Erkelenz so besonders macht

LOHC sind organische Verbindungen, die Wasserstoff in einem chemischen, katalytischen Prozess (Hydrierung) aufnehmen und in einem weiteren chemischen Prozess (Dehydrierung) wieder abgeben können. Der Wasserstoff wird nicht in reiner Form gespeichert und transportiert, sondern an ein LOHC gebunden, das dann per Tankwagen, Bahn, Tankschiff oder Binnenschiff sicher zum Verbraucher transportiert wird. Dort kann der Wasserstoff wieder aus dem LOHC freigesetzt werden und steht dann in hoher Reinheit zur Verfügung.

Im Multi-SOFC-Vorhaben in Erkelenz wird als LOHC Benzyltoluol (LOHC-BT) eingesetzt, das als Wasserstoffträger besonders positive Eigenschaften aufweist. Es handelt sich um ein nicht explosives, schwer entflammbares Thermalöl mit einem vergleichbaren Gefährdungspotenzial wie Diesel, das bereits seit Jahrzehnten in der Industrie als Wärmeträgeröl eingesetzt wird. Dieses LOHC kann über längere Zeit bei Umgebungstemperatur und -druck in der gleichen Infrastruktur wie herkömmliche flüssige Brennstoffe gelagert werden, ohne dass Wasserstoff verloren geht.

Alleinstellungsmerkmale der LOHC-Technologie:



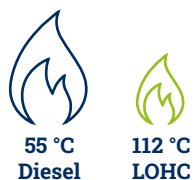
Einfache Handhabung

unter Umgebungstemperatur
und -druck



Wiederverwendbares Trägermaterial

nach dem Pfandflaschenprinzip



Hoher Flammpunkt

macht LOHC äußerst sicher. Es ist schwer entflammbar und nicht explosiv.



Hohe Effizienz

dank der Nutzung vorhandener Infrastruktur für fossile Brennstoffe.

H₂ in Brennstoffzellen-qualität

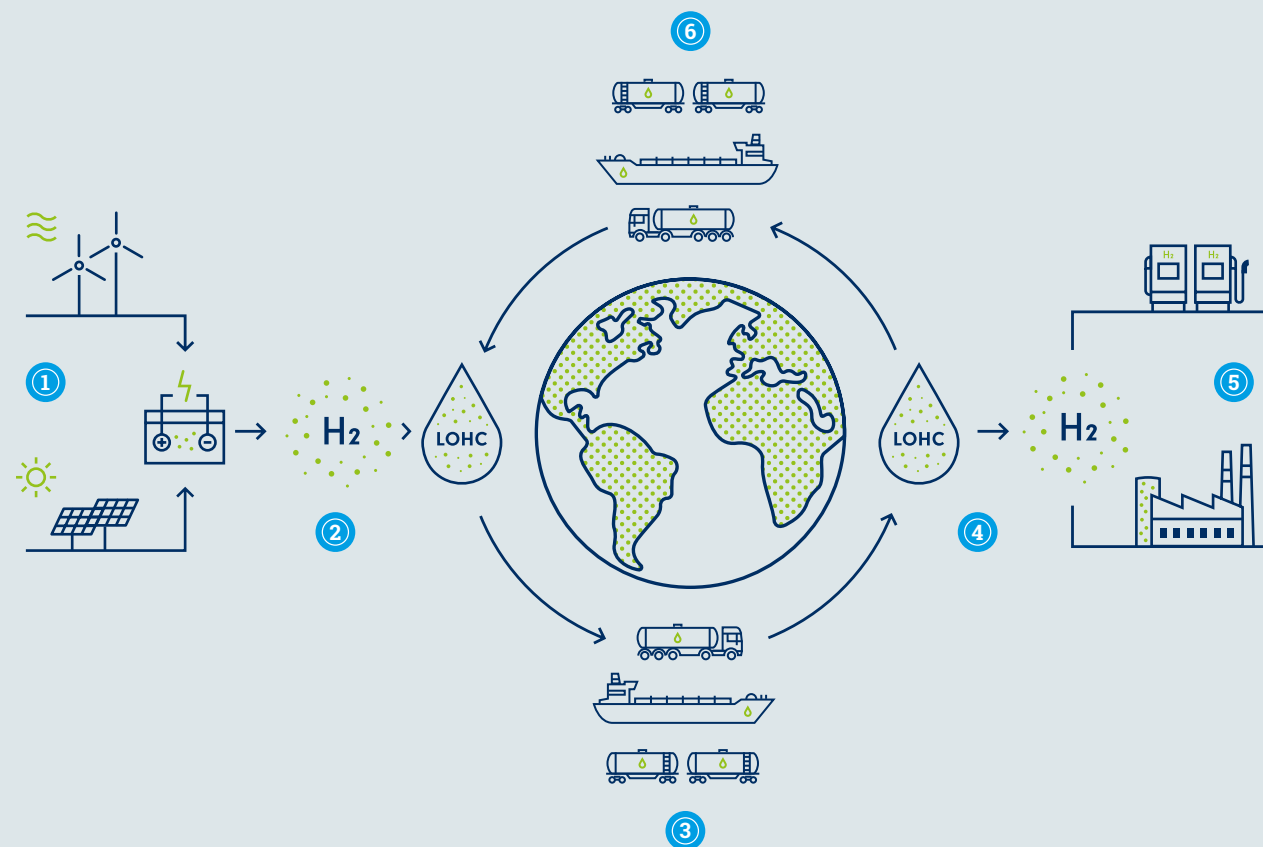
nach ISO 14687-2

Sicher, effizient und nachhaltig Wasserstoff transportieren

Insbesondere im urbanen Umfeld oder für die Wasserstoff-Speicherung in der Nähe kritischer Infrastrukturen wie dem HJK in Erkelenz stellt das LOHC von Hydrogenious damit eine besonders sichere – und nachhaltige – Lösung für den Umgang mit Wasserstoff dar: Nach der Freisetzung des Wasserstoffs aus dem LOHC wird das Trägermaterial nicht verbraucht, sondern an den Ort der Wasserstoff-Produktion zurücktransportiert und wie eine Pfandflasche mehrere hundert Mal wiederverwendet.

Während bei der Einspeicherung von Wasserstoff überschüssige Wärmeenergie entsteht (die genutzt werden kann), wird bei der Freisetzung zusätzliche Energie in Form von Wärme benötigt. Das Multi-SOFC-Vorhaben am Krankenhaus Erkelenz nutzt daher die Abwärme der Brennstoffzellen, um gleichzeitig die Freisetzungsanlage mit thermischer Energie zu versorgen – was die Energie-Effizienz der Anlage erhöht. Was für ein Krankenhaus funktioniert, ist auch in großen Industrieanlagen mit hoher Prozesswärme, wie z. B. Stahlwerken oder Glashütten, möglich – daher ist das Vorhaben in Erkelenz auch ein Vorbild für die Anwendung der Technologie im industriellen Maßstab.

Der LOHC-Kreislauf



① Erzeugung von sauberem Wasserstoff

② Speicherung von Wasserstoff in LOHC-BT

③ Sicherer Transport in bestehender Infrastruktur

④ Freisetzung von Wasserstoff aus LOHC-BT

⑤ Wasserstoffnutzung in Industrie und Mobilität

⑥ Rücktransport und Wiederverwendung von LOHC-BT

Kontakte und Informationen

Projektleitung

Forschungszentrum Jülich:

Dr.-Ing. Michael Alders
Institute for a sustainable
Hydrogen Economy (IHE)
An der Deutschen Welle 7a
52428 Jülich
info.hch2@fz-juelich.de
www.hch2.de



Reverion GmbH:

Dr.-Ing. Andreas Hanel
andreas.hanel@reverion.com
www.reverion.com

Hermann-Josef-Krankenhaus:

Jann Habbinga
jhabbinga@hjk-erkelenz.de
www.hjk-erkelenz.de

Hydrogenious LOHC NRW GmbH:

Celine Swoboda
info@hydrogenious.net
www.hydrogenious.net

Wir freuen uns sehr, wenn wir Ihr Interesse geweckt haben. Gerne können Sie sich unser erstes Demonstrationsvorhaben live in Erkelenz ansehen, das geht auch in kleineren Gruppen. Bitte melden Sie sich dazu vorher bei der Projektleitung unter der angegebenen Mail-Adresse des HC-H2 an.

Weitere Informationen zum Projekt gibt es direkt bei unseren Projektpartnern oder unter den jeweils angegebenen Links (QR-Codes).



 **Multi-SOFC**
HC-H2
Demonstrationsvorhaben

 **Hermann-Josef-Krankenhaus Erkelenz**
Tenholter Str. 43

 **Parkhaus**
am Krankenhaus

IMPRESSUM

Herausgeber:

Helmholtz-Cluster für nachhaltige und
infrastrukturkompatible Wasserstoffwirtschaft (HC-H2)
An der Deutschen Welle 7a
52428 Jülich
info.hch2@fz-juelich.de
www.hch2.de

Redaktion/Konzept:

Dr. Susanne Spörler, Guido Jansen, Clarissa Reisen

Autor:innen:

Guido Jansen (Forschungszentrum Jülich): S. 1 – 9;
Dr. Andreas Hanel (Reverion GmbH): S. 10 – 13;
Hydrogenious LOHC NRW GmbH: S. 14 – 17

Grafik und Layout:

Clarissa Reisen

Bildnachweis:

Ralf-Uwe Limbach (Forschungszentrum Jülich): S. 3,
Guido Jansen (Forschungszentrum Jülich): S. 7, S. 9,
Reverion GmbH: S. 7, S. 11, S. 13

Druck:

Schloemer & Partner GmbH

Papier:

gedruckt auf 100 % Altpapier

Auflage:

500



www.blauer-engel.de/uz195

Dieses Druckerzeugnis ist mit dem
Blauen Engel ausgezeichnet.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt



HC·H2

Helmholtz-Cluster
Wasserstoff

Wir fangen gerade erst an ...

Hier können Sie sehen, wie es
weitergeht in der Wasserstoff-
welt im Rheinischen Revier:

