



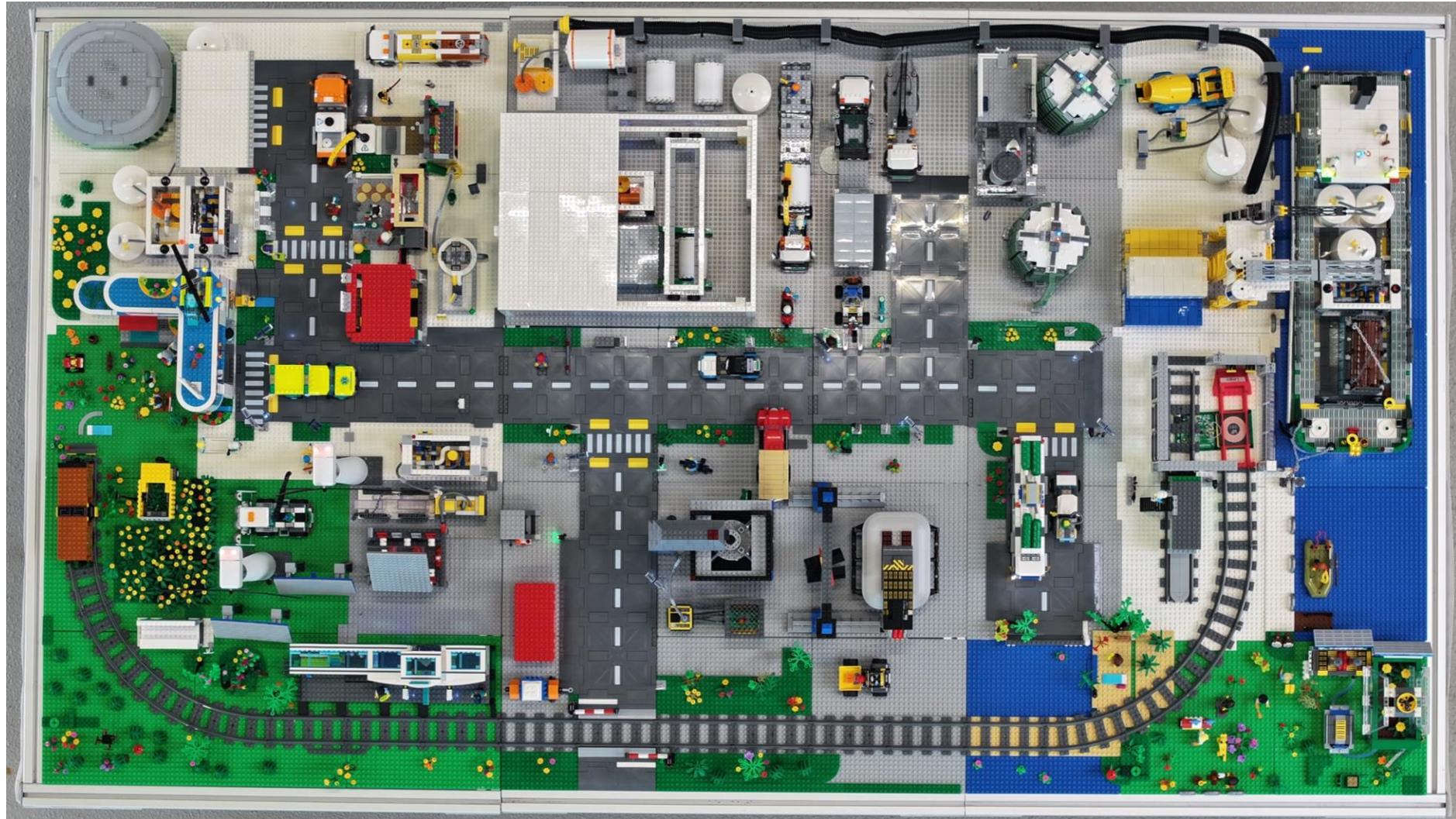
HC·H<sub>2</sub>

Helmholtz-Cluster  
Wasserstoff

Das Legomodell

# HELMHOLTZ-CLUSTER WASSERSTOFF (HC-H2)

## Das Legomodell



# Das Legomodell

Das Legomodell des Helmholtz-Clusters Wasserstoff (HC-H2) zeigt konkrete Projekte, Projektideen und Bereiche im künftigen grünen Energiesystem, die von den Stärken der Wasserstofftechnologien profitieren können. Das 2021 gestartete HC-H2 hat das Ziel, innovative Wasserstofflösungen zuerst im Rheinischen Revier zu demonstrieren. Dafür tun sich Partner aus Forschung, Industrie und Verwaltung zusammen. Den Kern des HC-H2 bildet das Institut für nachhaltige Wasserstoffwirtschaft des Forschungszentrums Jülich. Die im HC-H2 zusammengeschlossenen Partner arbeiten daran, das Rheinische Revier zu einem Schaufenster für Wasserstofftechnologien von morgen zu machen. Hier vor Ort sollen diese Technologien entwickelt, aufgebaut und demonstriert werden. Das Ziel ist, dass die Welt zu Gast im Revier ist, um hier die Technologien der Partner zu erleben und diese anschließend zu kaufen. Weil das HC-H2 noch am Anfang seines Weges steht und viele Projektideen zwar in der Mache sind, aber noch nicht kommuniziert werden dürfen und weil die späteren Demonstratoren in der Region rund um die Tagebaue und Kraftwerke verteilt werden, ist das Legomodell an einer Stelle komprimiert im Miniaturformat ein Fenster in die Zukunft.



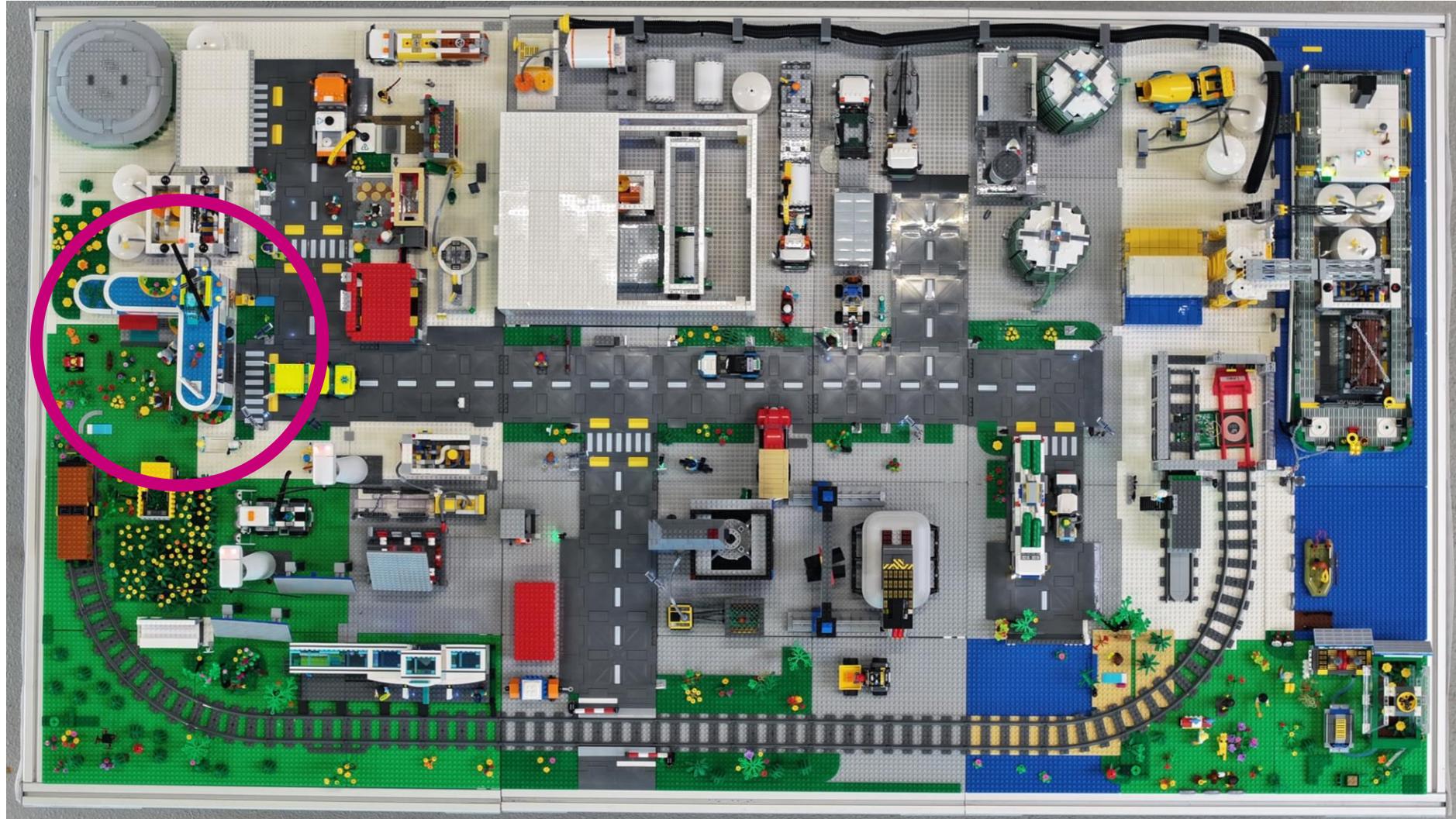
# HC·H2

Helmholtz-Cluster  
Wasserstoff

Das erste Projekt: Multi-SOFC am  
Krankenhaus Erkelenz

# WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Multi-SOFC Erkelenz

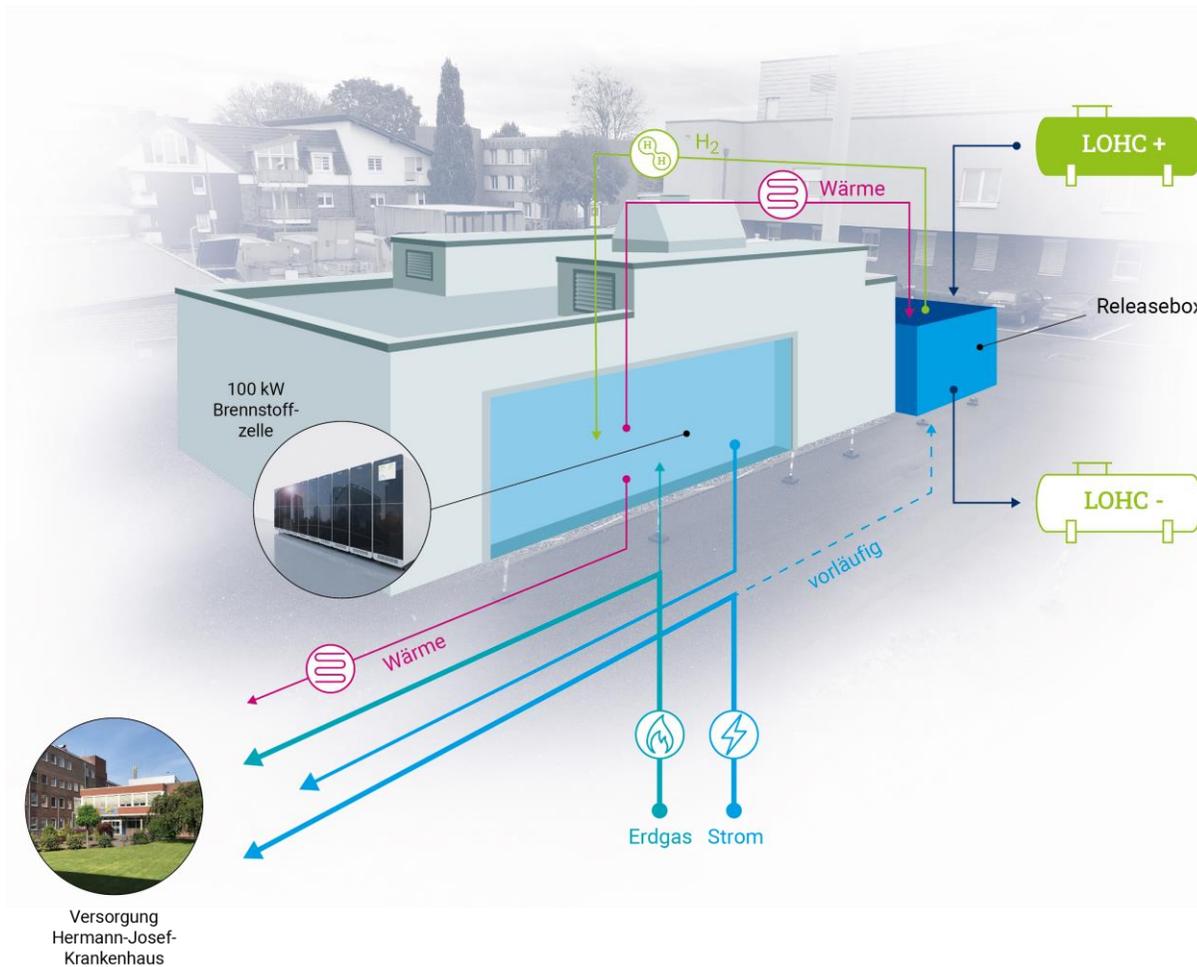


# WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER Multi-SOFC Erkelenz



# WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Multi-SOFC Erkelenz



### Das erste Projekt: Multi-SOFC Erkelenz

- Kooperation zwischen dem Krankenhaus Erkelenz, Bosch, Hydrogenious LOHC NRW und dem HC-H2
- **Erstmalige Kombination zweier neuartiger Wasserstofftechnologien**, nämlich eines SOFC-Brennstoffzellen-Vorserientyps von Bosch und der LOHC-Technologie
- **Ziele:** Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, Nachweis der Wirtschaftlichkeit und eines Synergieeffekts zwischen beiden Technologien

# Multi-SOFC Erkelenz

Seit März 2024 ist das dezentrale Brennstoffzellensystem der Robert Bosch GmbH am Hermann-Josef-Krankenhaus (HJK) Erkelenz in Betrieb. Die zehn Brennstoffzellen-Units sind die erste Stufe im Demonstrationsvorhaben Multi-SOFC Erkelenz. 2025 wird das SOFC-Brennstoffzellensystem mit der LOHC-Technologie der Hydrogenious LOHC Technologies GmbH kombiniert. Die Projektpartner versorgen das HJK dann mit einer erstmals gezeigten Kombination von Wasserstofftechnologien. Damit entsteht in Erkelenz ein Leuchtturmprojekt, das eine weitreichende Strahlkraft entwickeln kann.

2024 wird das SOFC-System mit Erdgas versorgt. Schon hier erwarten die Projektpartner eine signifikant verbesserte Klimabilanz im Vergleich zur konventionellen Stromversorgung des HJK mit einem Blockheizkraftwerk. Denn im Betrieb mit Erdgas spart das Brennstoffzellensystem bis zu 40 Prozent CO<sub>2</sub>-Emissionen ein. Der Grund hierfür ist der höhere elektrische Wirkungsgrad. Im Erdgas-Betrieb generiert das Bosch-Brennstoffzellensystem einen elektrischen Wirkungsgrad von bis zu 60 Prozent. Im Vergleich dazu erreicht das Blockheizkraftwerk nur etwa 36 Prozent.

2024 beginnen die Projektpartner, dem Erdgas Wasserstoff beizumischen, dessen Anteil sie Schritt für Schritt steigern. Der Wasserstoff wird zuerst unter Druck in Gasflaschen bereitgestellt. Der Anteil im Gasgemisch steigt im Verlauf auf bis zu 20 Prozent. Das ermöglicht Erkenntnisse für eine spätere Weiterentwicklung einer ausschließlich auf Wasserstoff basierenden Versorgung. 2025 folgt dann die Umstellung auf die LOHC-Technologie, bei der der Wasserstoff an einer Trägerflüssigkeit gebunden bereitgestellt wird.



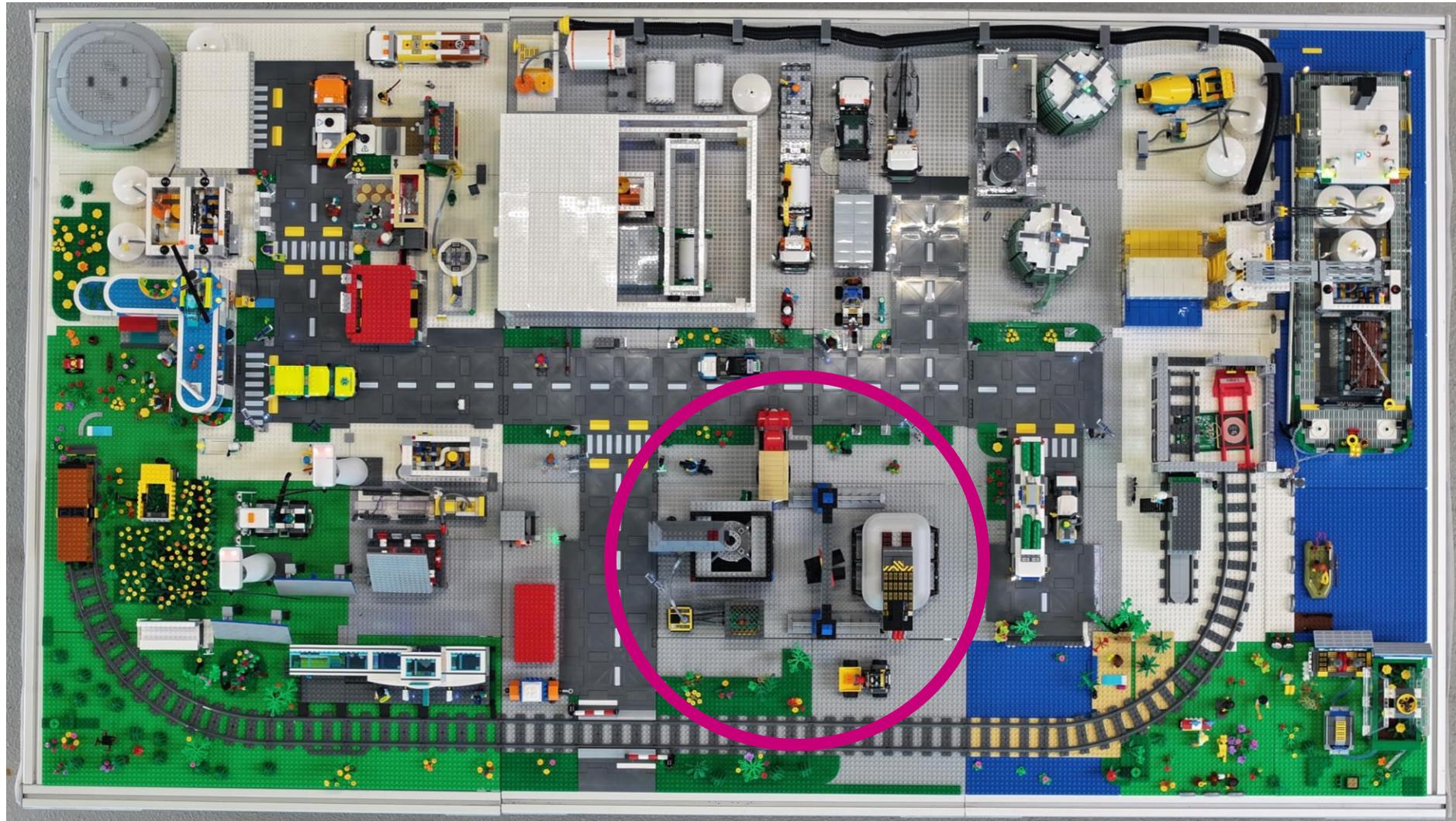
HC·H2

Helmholtz-Cluster  
Wasserstoff

Die Stahlindustrie

# MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Die Stahlindustrie



# MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Die Stahlindustrie



## MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

# Die Stahlindustrie

- **Produziert rund um die Uhr** mit hohem Energieverbrauch. Ist mit dem Hochofenverfahren auf Koks-Basis ein zweifacher Emittent von klimaschädlichen Gasen: Sowohl der Brennstoff setzt Abgase frei als auch der Werkstoff
- Weltweit wird der stahlverarbeitenden Industrie ein **Anteil von rund acht Prozent** bei den Emissionen zugeschrieben



# Die Stahlindustrie

Die Stahlindustrie verursacht aktuell etwa acht Prozent der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Der überwiegende Teil dieser Emissionen entsteht über Hochöfen, die Kohle und Koks nutzen, um Eisenerze zu flüssigem Roheisen umzuwandeln. Eine klimafreundliche Alternative zu diesem Verfahren ist die sogenannte Direktreduktion mit Wasserstoff, die weltweit eine große Wirkung im Kampf gegen den Klimawandel haben kann. Dabei werden die Eisenerze mittels Wasserstoffs im festen Zustand direkt zu Eisen umgewandelt.

Anstatt des klimaschädlichen Kohlenstoffdioxids (CO<sub>2</sub>) entsteht bei dieser Reaktion Wasserdampf. Anschließend wird das Eisen in elektrischen Aggregaten eingeschmolzen und zu Stahl weiterverarbeitet. Durch den Betrieb dieser Aggregate mit grünem Strom kann auch in diesem Schritt ein Großteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen eliminiert werden.

Dieser Prozess ist insgesamt sehr energieintensiv. Der Ersatz von Koks mit Wasserstoff spart damit große Mengen CO<sub>2</sub> ein. Für die Wasserstoff-basierte Stahlproduktion tkH2Steel in Duisburg hat Betreiber Thyssenkrupp im Vollbetrieb ab 2029 einen Wasserstoffbedarf von rund 380 Tonnen täglich angekündigt. Etwa 2,3 Millionen flüssiges Roheisen sollen so pro Jahr produziert werden. Das entspricht laut der Wirtschaftsvereinigung Stahl in etwa zehn Prozent der aktuellen Produktion in Deutschland.

Es gibt mehrere Verfahren der Direktreduktion mit Wasserstoff. Denkbar ist, alternativ zu tkH2Steel weitere Möglichkeiten zu zeigen.



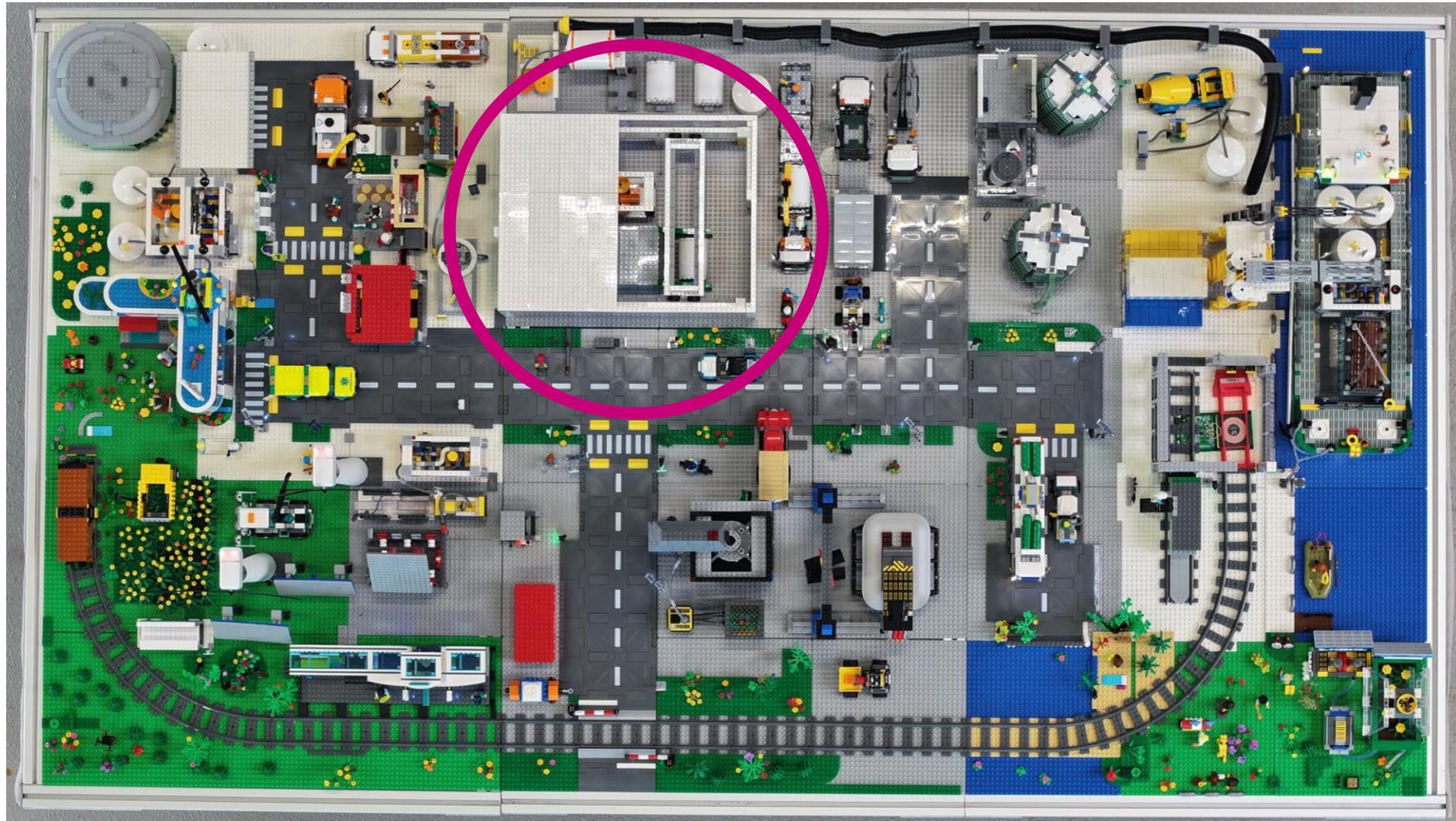
HC·H2

Helmholtz-Cluster  
Wasserstoff

Die Papierindustrie

# MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Die Papierindustrie



# MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Die Papierindustrie



# MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Die Papierindustrie

- **Produziert rund um die Uhr** mit hohem Energieverbrauch, unter anderem für die Trocknung der Papierbahnen auf den massiven, sich drehenden und erhitzten Metallzylindern
- **Erzeugt Biomasse** mit Altpapier, dessen Fasern zu kurz sind, um recycelt zu werden. Biomasse kann in einem Reaktor mithilfe eines Meeresenzym Wasserstoff freisetzen.



# Die Papierindustrie

Die Papierindustrie steht vor der Herausforderung, ihre Produktion und ihren konstant hohen Energiebedarf auch in Zukunft sicherstellen und bedienen zu müssen, wenn die Energie mehr und mehr aus Sonnenlicht und Wind gewonnen wird. Wie bei anderen Industriezweigen muss hier der Gegensatz aufgehoben werden, der aus der schwankenden Verfügbarkeit von Wind und Sonne auf der einen und dem konstant hohen Energiebedarf der Produktion auf der anderen Seite entsteht.

Batteriespeicher können eine kurzfristige Möglichkeit sein. Müssen längere Zeitspannen überbrückt werden, in denen vergleichsweise wenig regenerativer Strom produziert wird, braucht die Papierindustrie ein Backup, damit sie nicht zum Stehen kommt. Wasserstoff kann hier eine wichtige Lösung sein, weil er und Derivate als Langzeitspeicher für größere Mengen Energie besser geeignet sind.

Die Papierindustrie hat darüber hinaus die Möglichkeit, selbst zum Wasserstoffproduzenten zu werden. Nicht mehr verwertbare Altpapierreste stellen eine Biomasse dar, die in einem Biogasreaktor mithilfe eines Meeresenzymen reagieren und dabei unter anderem Wasserstoff freisetzen kann.



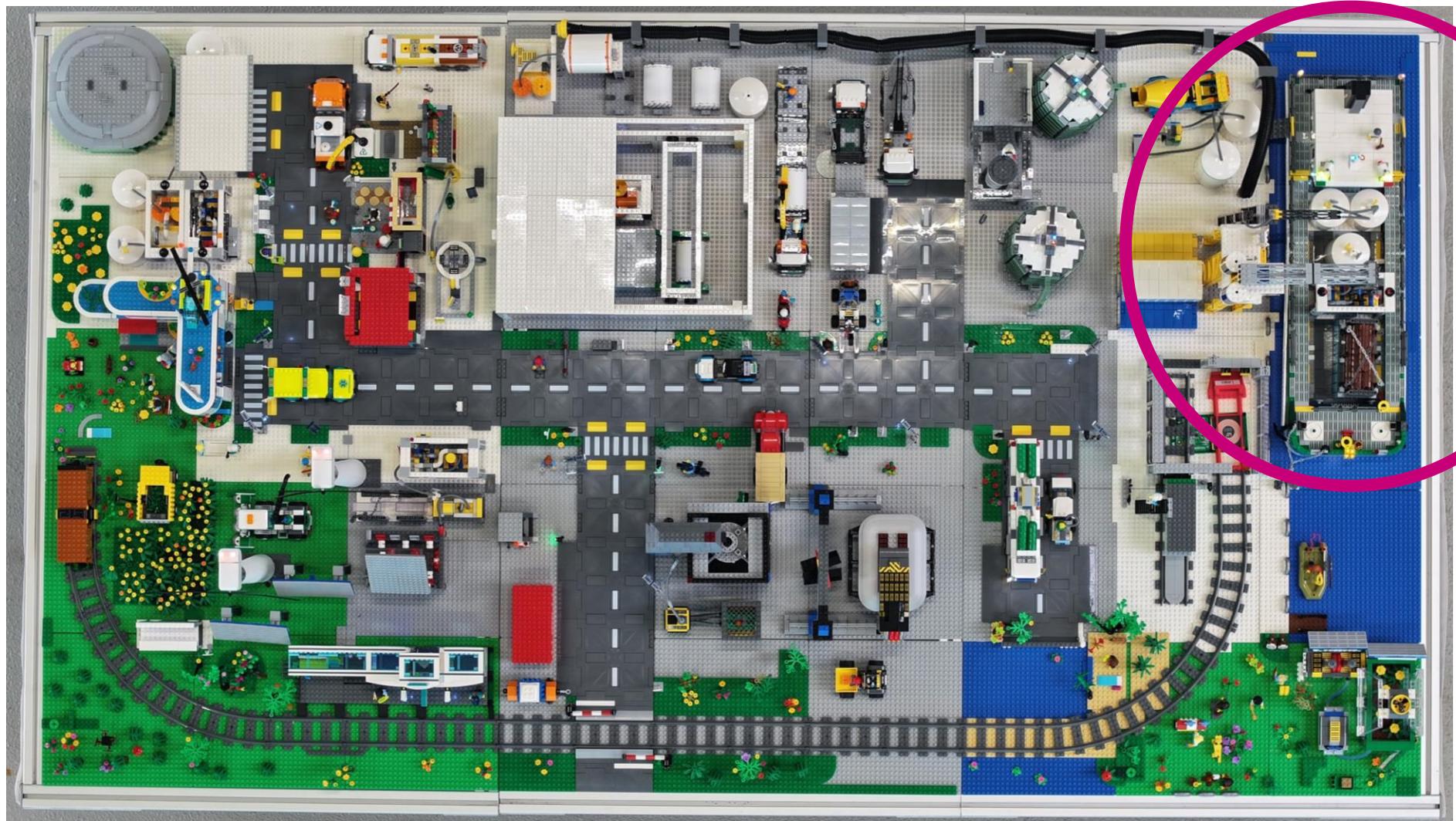
HC·H<sub>2</sub>

Helmholtz-Cluster  
Wasserstoff

Die (Binnen)Schifffahrt

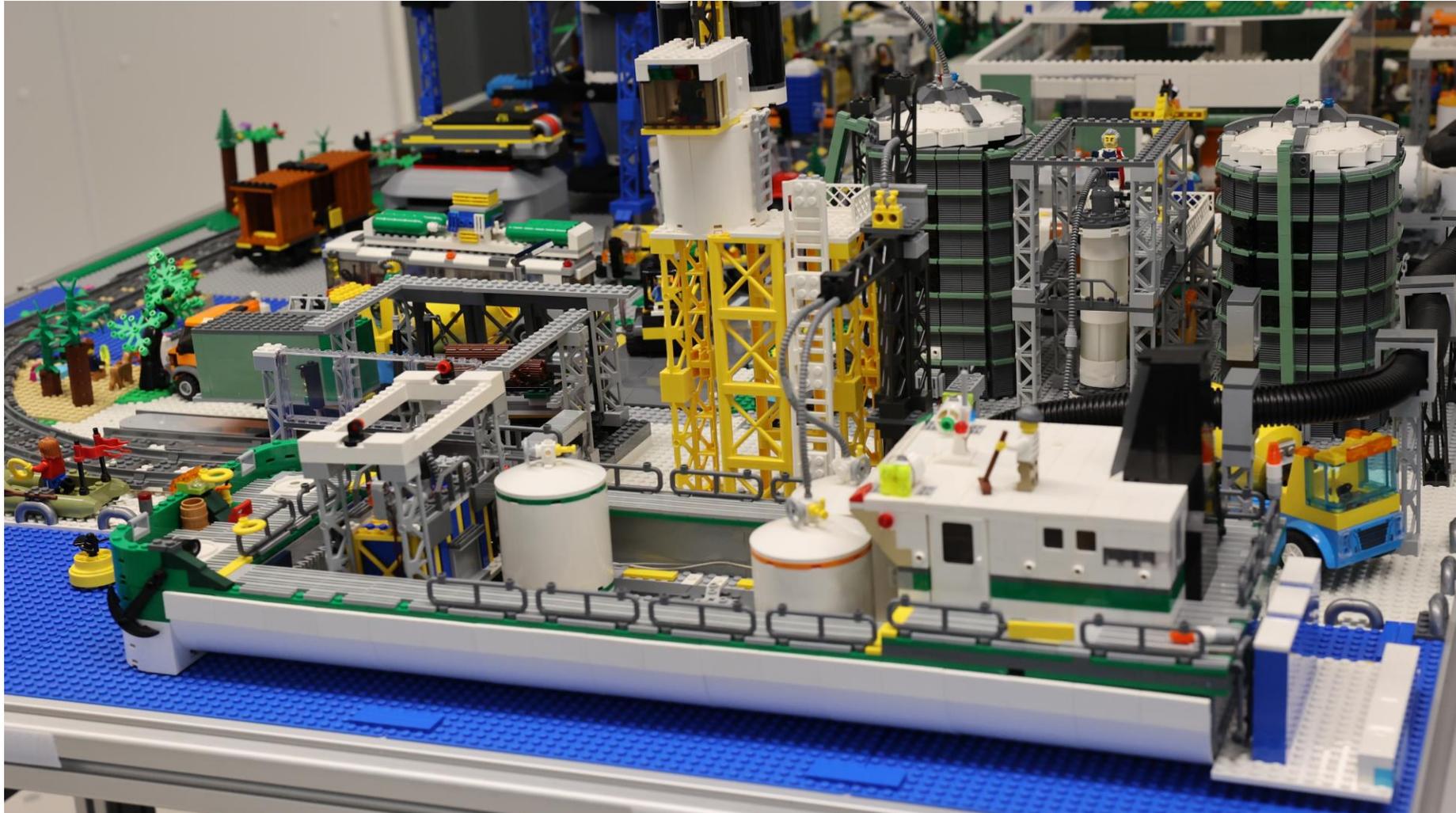
# MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Die (Binnen)Schifffahrt



# MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Die (Binnen)Schifffahrt



# MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Die (Binnen)Schifffahrt

- Schifffahrt ist laut dem Umweltbundesamt für **2,6 Prozent der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich**
- **Antriebe** vor allem auf langen Strecken können auf Wasserstoff umgestellt werden, Wasserstoff-Derivate können anstelle von fossilen Trägern **neues Transportgut** sein



# Die (Binnen)Schifffahrt

Einer der weltweit größten Emittenten an CO<sub>2</sub> ist die Schifffahrt. Laut Umweltbundesamt ist die Schifffahrt auf den Meeren für 2,6 Prozent aller Emissionen verantwortlich. Schiffe, die lange, transatlantische Strecken zurücklegen, können nicht mit Batterien betrieben werden, da ihr Energiebedarf hoch und vor allem zu lange andauernd ist. Die Batterien müssten so groß und schwer sein, dass die Kapazität der Schiffe, Fracht aufzunehmen, zu stark abnimmt.

Wasserstoff kann hier eine Lösung sein, da er und seine Derivate die Möglichkeit bieten, die Energie aus einem leichteren und kleineren Speicher zu nehmen. Energie ist nicht nur für den Antrieb der Schiffe wichtig, sondern auch als Transportgut. Bisher haben sie auf den großen Flüssen Braunkohle und über die Meere Steinkohle transportiert, beispielsweise von Australien nach Europa. Mit dem Ausstieg aus diesen Technologien fallen der Schifffahrt wichtige Transportgüter weg.

Als Gegengewicht dazu bieten sich Wasserstoff-Derivate wie Ammoniak, Methanol, LOHC oder Dimethylether an, die teilweise nicht nur für den Antrieb der Schiffe genutzt werden können, sondern auch als Träger, um den Wasserstoff vom Standort der Produktion in die Region zu transportieren, in der er verbraucht wird.



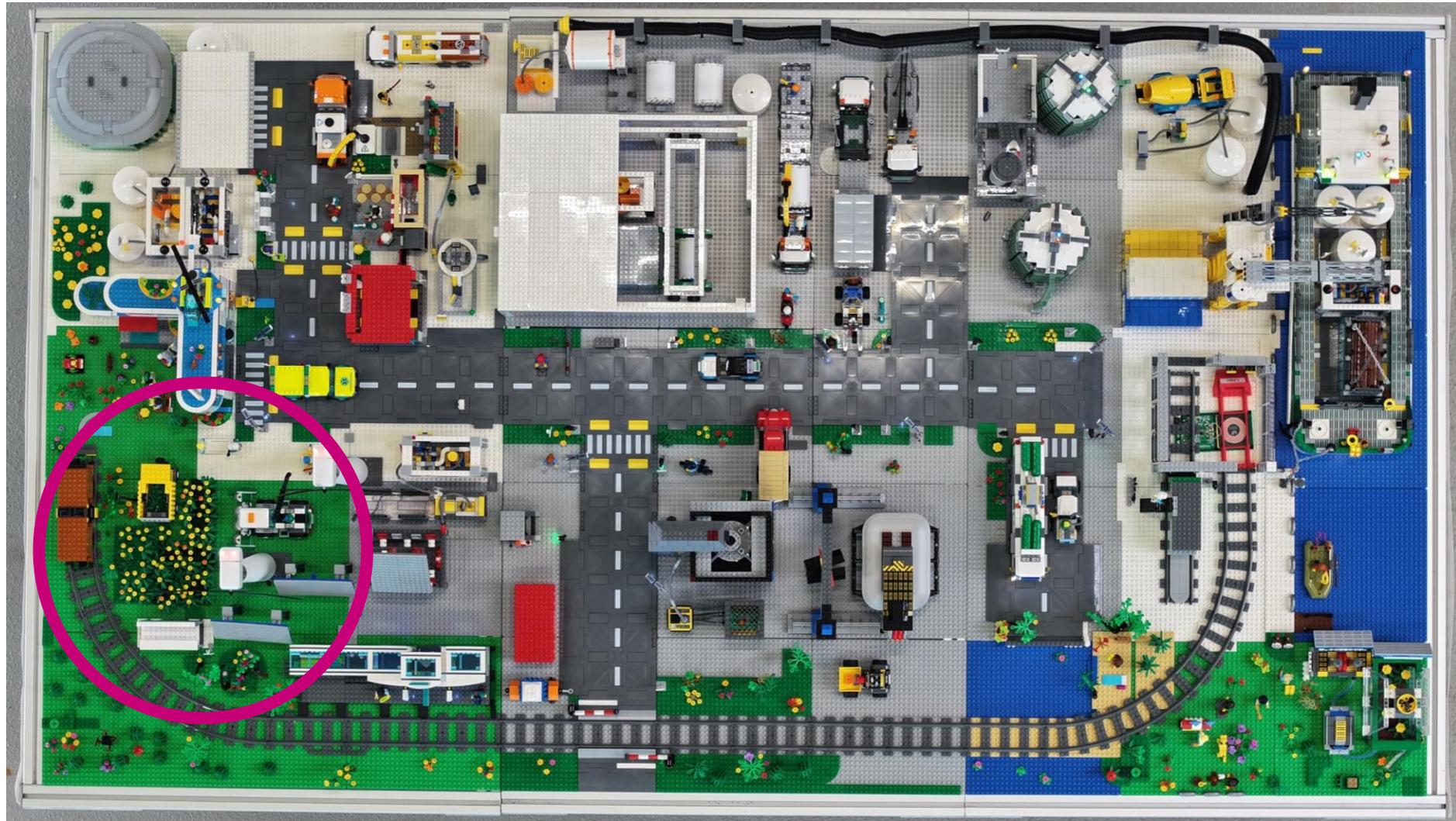
HC·H<sub>2</sub>

Helmholtz-Cluster  
Wasserstoff

Die Landwirtschaft

# MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Die Landwirtschaft



# MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Die Landwirtschaft



# MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Die Landwirtschaft

- Großes Potenzial, um einen **Teil des Eigenbedarfs herzustellen**. Viel Fläche auf Stallungen und mit Ländereien, um grünen Strom zu produzieren
- **Schwere, heute Diesel-basierte Fahrzeuge**, die im Dauereinsatz sind und mit Batterien entweder wegen Ladung zu lange ausfallen oder aufgrund der Größe der Batterie zu schwer werden



# Die Landwirtschaft

Die Landwirtschaft hat großes Potenzial, um in Zukunft wenigstens einen Teil seines Energiebedarfs selbst herzustellen. Große Dach- und Freiflächen bieten die Möglichkeit, Sonnen- und Windenergie zu gewinnen. Ein Großteil des Fuhrparks kann in Zukunft sicher mit Batterien versorgt werden.

Einige große, schwere landwirtschaftliche Geräte wie Mähdrescher oder Rübenroder haben einen konstant hohen Energieverbrauch. Während der Erntesaison sind sie beinahe rund um die Uhr auf dem Feld. Batterien, die den langfristigen Betrieb sicherstellen, können so schwer sein, dass die Geräte nicht mehr auf das Feld fahren können.

Hier können auf Wasserstofftechnologien basierende Antriebe eine Lösung sein. Sie sind leichter und der Tankprozess ist kürzer als das Aufladen der großen Batterien.



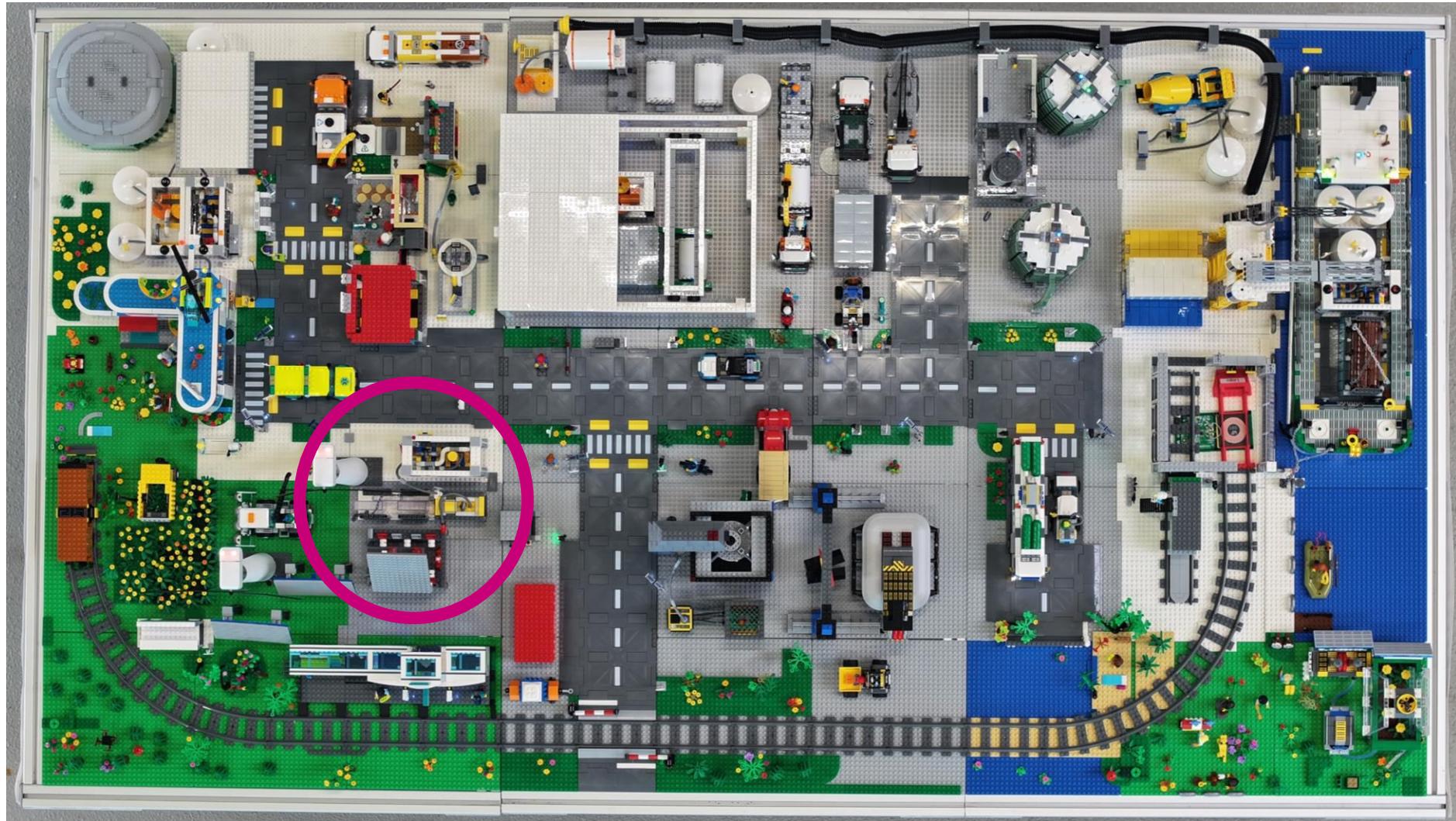
HC·H2

Helmholtz-Cluster  
Wasserstoff

Die Glasindustrie

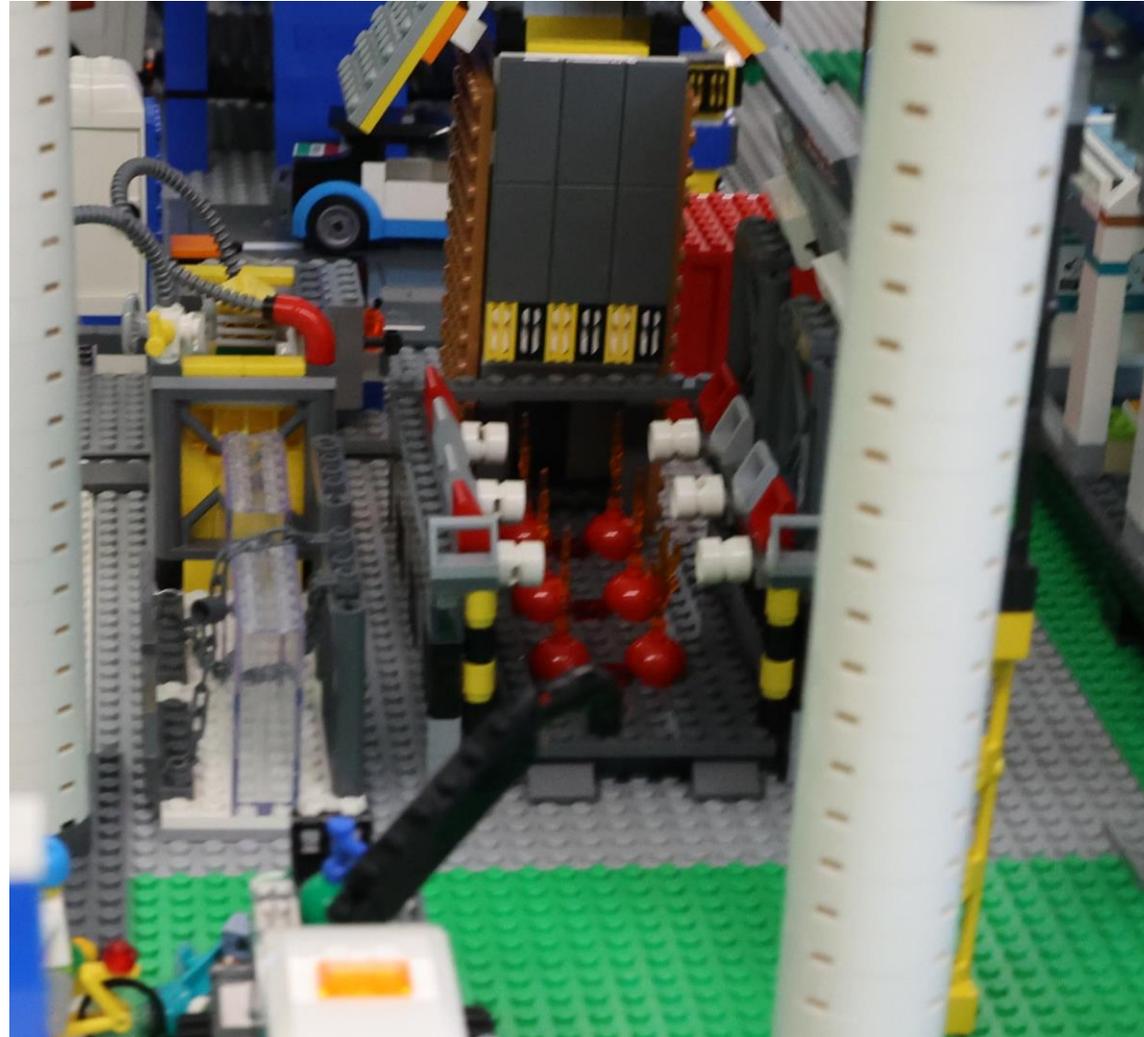
# MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Die Glasproduktion



# MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Die Glasproduktion



## MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

# Die Glasproduktion

- **Glasschmelze** ist ein hochenergetischer Prozess, der rund um die Uhr läuft. Das Brenngas Methan verursacht Emissionen, genauso wie der karbon-haltige Werkstoff
- Wasserstoff kann sowohl das **Methan ersetzen** also auch als die **Phasen überbrücken**, in denen zu wenig grüner Strom produziert wird, um den elektronischen Schmelzprozess zu versorgen.

Foto: Schott AG



# Die Glasindustrie

Die Glasindustrie steht mit Blick auf das grüne Energiesystem der Zukunft vor mehreren Herausforderungen. Heute findet die Glasschmelze überwiegend mit Erdgas als Brenngas statt. Das verursacht CO<sub>2</sub>-Emissionen, die in Zukunft vermieden werden sollen. Wasserstoff verbrennt bei ähnlichen oder sogar höheren Temperaturen und kann das Erdgas ersetzen. Die elektrische Glasschmelze ist für die Glasindustrie in Zukunft aber mutmaßlich die günstigere Variante.

Sie funktioniert allerdings nicht alleine. Ein kleiner Teil der Schmelze muss mit Verbrennung passieren, damit das Produkt keine Fehler aufweist. Außerdem ist Wasserstoff enorm wichtig als Absicherung. Die Glasschmelze ist ein sehr energieintensiver Prozess. Das Glas in der Schmelzwanne – der zentralen und teuersten Anlage im Herstellungsprozess, die 20 bis 25 Jahre lang im Betrieb ist – darf nicht fest werden. Kühlt das Glas ab, ist die Schmelzwanne nicht mehr zu gebrauchen. Batterien, die die Flaute überbrücken könnten, sind groß und teuer. Um den konstanten Schmelzbetrieb auch dann zu gewährleisten, wenn wenig Sonnen- und Windenergie zur Verfügung stehen, bietet sich Wasserstoff als Backup an. Entweder, indem die Verbrennung hochgefahren wird, oder indem die für die elektrische Schmelze notwendige Energie aus Wasserstoff gewonnen wird.



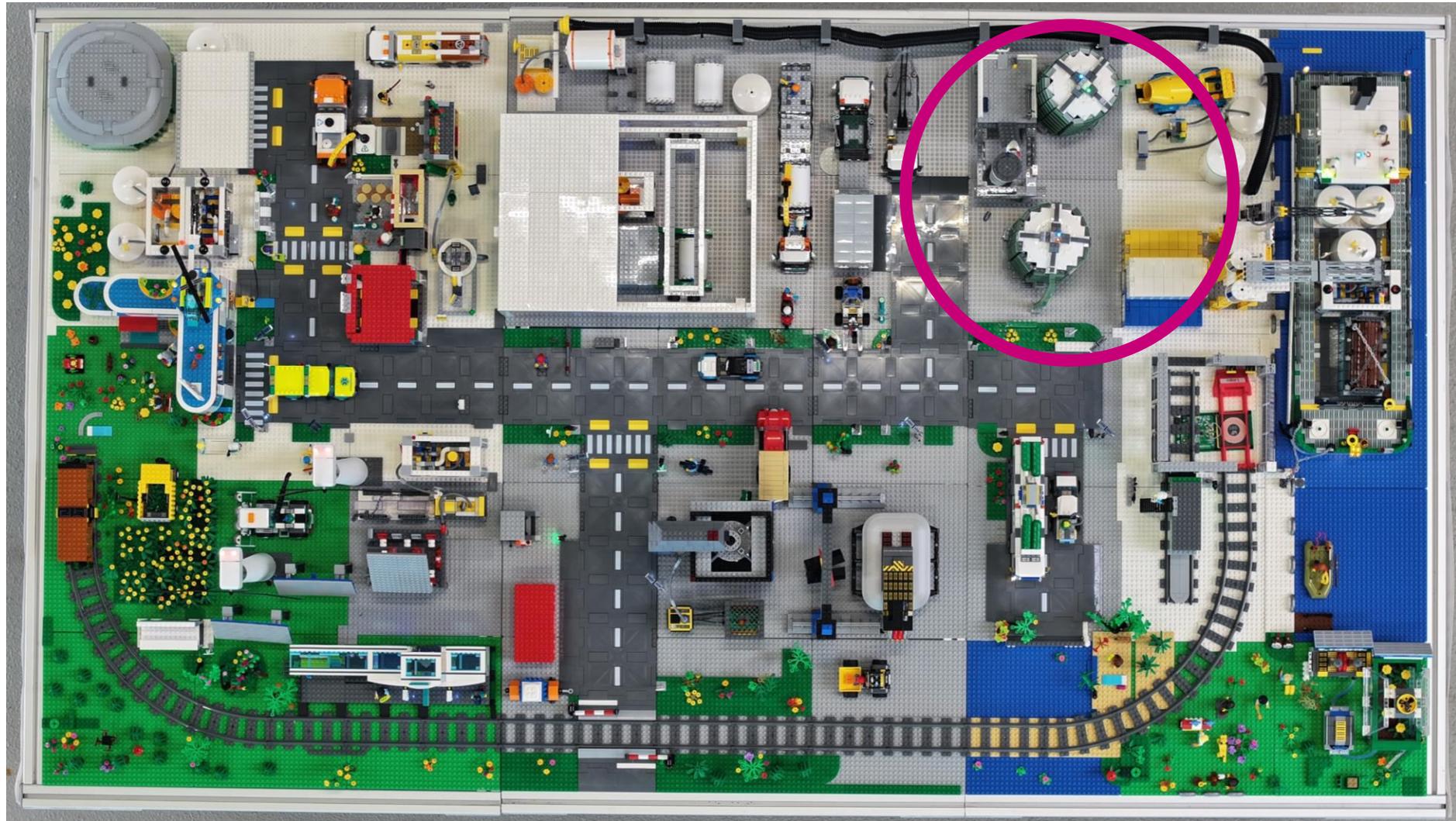
HC·H<sub>2</sub>

Helmholtz-Cluster  
Wasserstoff

Das Vorhaben Hector in Dormagen

# MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## Hector - LOHC-Speicher



# MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

## HECTOR - LOHC-Speicher

Im Chempark Dormagen entsteht Europas größte und erste **Speicheranlage für Wasserstoff** im industriellen Maßstab, die Benzyltoluol als Speichermedium nutzt. Hier sollen täglich fünf Tonnen grüner Wasserstoff in eine Speicherflüssigkeit namens LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier, flüssiger organischer Wasserstoffträger) eingelagert werden. Der grüne Wasserstoff entsteht vor Ort als Nebenprodukt der sogenannten Chlor-Alkali-Elektrolyse.



## MÖGLICHERE WEITERE WASSERSTOFF-SCHAUFENSTER

# HECTOR – LOHC-Speicher

Im Chempark Dormagen entsteht Europas größte und erste Speicheranlage für Wasserstoff im industriellen Maßstab, die Benzyltoluol als Speichermedium nutzt. Bei dem Projekt mit dem Namen HECTOR sollen täglich fünf Tonnen grüner Wasserstoff in eine Speicherflüssigkeit namens LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier, flüssiger organischer Wasserstoffträger) eingelagert werden. Als LOHC nutzen die Projektpartner hier Benzyltoluol.

Der grüne Wasserstoff entsteht vor Ort als Nebenprodukt bei der Herstellung der Chemikalien Chlor und Natronlauge mittels der sogenannten Chlor-Alkali-Elektrolyse.

Mit HECTOR wird der Wasserstoff in die Trägerflüssigkeit eingespeichert und anschließend von Dormagen zum Hafen Rotterdam transportiert. Dort wird der Wasserstoff freigesetzt und als Energiequelle genutzt. Die entstehende Wärme, die während des Beladeprozesses in Dormagen entsteht, wird dabei in das Dampfnetz des Chemparks integriert.

Das Forschungszentrum Jülich übernimmt innerhalb des Projekts die wissenschaftliche Begleitforschung und fokussiert sich dabei schwerpunktmäßig auf Fragen rund die Identifikation, Abtrennung und Auswirkungen von Verunreinigungen auf den Beladeprozess sowie mögliche Ursachen dieser störenden Verunreinigungen.

Die neu gegründete Tochter von Hydrogenious LOHC Technologies, die LOHC Industrial Solutions NRW GmbH mit Sitz in Krefeld, übernimmt die Projektsteuerung und den Betrieb der Anlage. Die Muttergesellschaft aus Erlangen liefert dazu ihre patentierte und hochinnovative LOHC-Technologie. Die Covestro Deutschland AG stellt in Dormagen die Standortfläche zur Verfügung und liefert künftig grünen Wasserstoff. Wissenschaftlicher Partner ist das Forschungszentrum Jülich mit seinem Institut für Energie- und Klimaforschung. Mit dem niederländischen Co-Investor Royal Vopak wird außerdem eine Verbindung zum Hafen Rotterdam vorbereitet.



# HC·H2

Helmholtz-Cluster  
Wasserstoff

Helmholtz-Cluster für nachhaltige und infrastruktur-  
kompatible Wasserstoffwirtschaft (HC-H2)

Am Brainergy Park 4  
52428 Jülich

[www.hch2.de](http://www.hch2.de)

Kontakt:

Guido Jansen

Referent für Öffentlichkeitsarbeit  
und Wissenschaftsmarketing

[g.jansen@fz-juelich.de](mailto:g.jansen@fz-juelich.de), Mobil: 0151-42145181



Ministerium für  
Kultur und Wissenschaft  
des Landes Nordrhein-Westfalen



Ministerium für Wirtschaft,  
Industrie, Klimaschutz und Energie  
des Landes Nordrhein-Westfalen

