

## Das Legomodell



Das Legomodell ist unser Blick in die Zukunft: Hier zeigen wir Projekte oder Projektideen, die wir im Rheinischen Revier bis 2038 umsetzen wollen. Jedes Projekt soll ein weithin sichtbarer Demonstrator dafür sein, wie Wasserstoff zu einem wichtigen Bestandteil der klimafreundlichen Energieversorgung der Zukunft werden kann.

Wichtig für uns: Das Legomodell kann in drei Teile zerlegt werden und ist, wenn eine Reihe von Hinweisen berücksichtigt werden, ganz gut transportabel. Damit wird es für uns zu unserem Aushängeschild für Messen und Veranstaltungen.

### Inhalte

- Hector
- Papierfabrik
- Binnenschifffahrt
- Landwirtschaft
- Stahlindustrie
- Glasproduktion
- Multi-SOFC Erkelenz

- Inhalte ohne unmittelbaren Bezug zum HC-H2

### Transport

- Wichtige Grundregeln/Checkliste
- Der Transport selbst

### Pflege

### Management-System

## Inhalte

Wichtig zu wissen ist, dass wir diese Projekte bereits umsetzen, gerade planen oder in Zukunft für umsetzbar halten. Wir machen jedes dieser Projekte nur einmal. Das wird beispielsweise an unserem ersten Projekt Multi-SOFC in Erkelenz deutlich. Einen weiteren Demonstrator, an dem wir zeigen, dass große Gebäude mit einem konstant hohen Energieverbrauch mit dieser Technologie sinnvoll versorgt werden können, werden wir nicht aufbauen.

Apropos Demonstrationsregion: Wir wollen dahin kommen, dass Interessenten uns besuchen und wir mit ihnen in ein paar Jahren zu den Demonstratoren fahren können, um ihnen verschiedene Technologien zu zeigen, die innovativ sind und schon in der Anwendung funktionieren. Peter Wasserscheid erklärt immer gerne, dass die Energieminister verschiedener Länder auf Shoppingtour im Rheinischen Revier unterwegs sind. Wenn es den Partnern aus dem HC-H2-Cluster später gelingt, die gemeinsamen Projekte erfolgreich zu vermarkten und zu verkaufen, dann entstehen so neue Arbeitsplätze.

## HECTOR

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.

## Papierfabrik

Die Papierindustrie hat eine große Bedeutung im Kreis Düren mit mehr als 10.000 Arbeitsplätzen. Das HC-H2 kann sich die Papierindustrie aus zwei Gründen als Projektpartner vorstellen: Die Papiererzeugung ist ein energieintensiver Prozess. Die nassen Papierbahnen beispielsweise müssen



innerhalb weniger Sekunden getrocknet werden. Da die Produktion oft rund um die Uhr läuft, ist der Energiebedarf konstant hoch. Deswegen ist in Zukunft vorstellbar, dass die Energieversorgung mit Hilfe von Wasserstofftechnologien sichergestellt wird, wenn keine direkt erzeugte regenerative Energie zur Verfügung steht. Außerdem ist die Papierindustrie ein Produzent von Biomasse. Papierfasern, die nach mehreren Recycling-Kreisläufen zu kurz sind, um erneut wiederverwertet zu werden, können genutzt werden, um Wasserstoff herzustellen.

## Binnenschifffahrt

Binnenschiffe bieten mehrere Anwendungsmöglichkeiten für Wasserstoff. So können Brennstoffzellen in Zukunft die herkömmlichen Schiffsdiesel-Antriebe ersetzen. Der Betrieb der Schiffe kann somit klimaneutral dargestellt werden. Binnenschiffe können mit chemisch gespeichertem Wasserstoff betankt werden. Sie sind groß genug für die Installation der Reaktoren, mit deren Hilfe Wasserstoff aus dem chemischen Träger freigesetzt wird. Das ermöglicht einen Betrieb, der logistisch dem aktuell noch üblichen Schiffsdiesel-Betrieb ähnlich ist.



Weiter können Binnenschiffe mit ihren Frachtkapazitäten eine entscheidende Rolle bei der Verteilung von Wasserstoff spielen. Das tun sie aktuell auch noch bei fossilen Energieträgern wie Kohle oder Öl.

## Landwirtschaft

Die Landwirtschaft hat das Potenzial, sowohl Nutzer als auch Produzent von Wasserstoff zu sein. Landwirtschaftliche Betriebe verfügen oft über große Flächen, auf denen regenerative Energie gewonnen werden kann. Diese Energie kann in Zukunft, wenn sie nicht gebraucht wird, um den akuten Bedarf zu decken, genutzt werden, um Wasserstoff herzustellen. Der so gewonnene Wasserstoff kann dann genutzt werden, um die schweren Maschinen anzutreiben. Mit Wasserstoff als Speicher ist so ein energieautarker und klimaneutraler landwirtschaftlicher Betrieb denkbar.



Landwirtschaftliche Betriebe produzieren zudem große Mengen an Biomasse, die in Zukunft genutzt werden kann, um in Biogasreaktoren Wasserstoff herzustellen.

## Stahlindustrie

Ein wesentlicher Produktionsschritt bei der Herstellung von Stahl ist das Reduzieren des Eisenerzes, indem im Erz enthaltener Sauerstoff entfernt wird. Diese Reduktion wird bisher meistens mit Koks vorgenommen, wodurch große Mengen  $\text{CO}_2$



entstehen. Ein großes Ziel ist, Koks mit Wasserstoff zu ersetzen. Denn Wasserstoff kann ebenso eingesetzt werden, um den Sauerstoff zu entfernen. Das Reaktionsprodukt der Stahlreduktion mit Wasserstoff ist damit Wasserdampf statt  $\text{CO}_2$ .

Dieser Prozess ist insgesamt sehr energieintensiv. Der Ersatz von Koks mit Wasserstoff spart damit große Mengen  $\text{CO}_2$  ein.

## Glasproduktion

Das Herstellen von Glas benötigt hohe Temperaturen. Glas wird bei etwa 1500 Grad geschmolzen. Als Brennstoff dafür nutzt die Glasindustrie Erdgas. Damit werden bei der Glasherstellung große Mengen  $\text{CO}_2$  freigesetzt. Diese Emissionen wollen wir verhindern, indem wir Erdgas mit Wasserstoff ersetzen, der diese Temperaturen ebenfalls ermöglicht und bei dessen Verbrennung keine klimawirksamen Emissionen freigesetzt werden.



## Multi-SOFC Erkelenz

Unser erstes Projekt findet am Krankenhaus Erkelenz statt. Da kombinieren wir mit den Projektpartner Hermann-Josef-Krankenhaus Erkelenz, Bosch und Hydrogenious zwei neuartige Wasserstofftechnologien. Das Ziel des Projekts ist, zu zeigen, dass das Krankenhaus in Zukunft mit Wasserstoff versorgt werden kann, dabei Emissionen einspart und auf längere Sicht auch Kosten. Im ersten Schritt verbaut Bosch den Vorserientypen einer SOFC-Brennstoffzelle, die im Betrieb Energie und Wärme liefert und dabei weniger CO<sub>2</sub> freisetzt als ein vergleichbarer Gasmotor. Das ist auch dann schon der Fall, wenn die Brennstoffzelle im ersten Schritt mit Erdgas versorgt wird. Anschließend soll Wasserstoff beigemischt und der Anteil Schritt für Schritt erhöht werden. Das Ziel ist, dass die SOFC-Brennstoffzelle und die LOHC-Technologie einen Synergieeffekt erzielen. Wasserstoff wird an LOHC gebunden angeliefert und benötigt Energie in Form von Wärme, um aus dem Wärmeträgeröl freigesetzt zu werden. Diese Wärme muss im Projekt nicht extra investiert werden, sondern wird aus dem Prozess bei der SOFC entnommen. Dieses Zusammenspiel ist neu.



## Inhalte ohne unmittelbaren Bezug zum HC-H2

Das Legomodell zeigt auch Inhalte, die (noch) nicht zu unseren Projekten gehören. Windräder und PV-Anlagen gehören nicht zu unserer Kernkompetenz. Aber natürlich zeigen wir sie, um deutlich zu machen, dass wir von grünem Wasserstoff reden, der mit Hilfe grüner Energie hergestellt wird.

Es gibt einen Zug im Legomodell, aber absehbar kein Zug-Projekt beim HC-H2. Trotzdem zeigen wir einen Zug, weil Wasserstoff-getriebene Züge durchaus sinnvoll sein können auf Zugstrecken, die nicht elektrifiziert sind und auch nur mit unverhältnismäßigem Aufwand elektrifiziert werden können.



## Transport

### Wichtige Grundregeln/Checkliste

Die Teilnahme an einer Veranstaltung ist nur möglich, wenn:

- An- und Abtransport mit einem Fahrzeug mit Hebebühne passieren
- der Weg vom Transporter zur Ausstellungsfläche ebenerdig ist und Etagen mit Aufzügen überwunden werden (muss vorher mit dem Ausstellungsort geklärt werden)
- die Maße des zerlegten Legomodells (80 cm breit, 1,40 Meter tief und 1,60 Meter hoch) durch jede Türe sowie jede andere Engstelle passen. (muss vorher mit dem Ausstellungsort geklärt werden)
- der Veranstalter falls notwendig eine Überwachung für die Zeit außerhalb der offiziellen Öffnungszeiten gewährleistet (muss vorher mit dem Ausstellungsort geklärt werden)
- Die Ausstellungsfläche eben ist
- Wünschenswert ist ein Stromanschluss. Das Legomodell kann grundsätzlich mit der eingebauten Powerbank betrieben werden. Die müsste aber nach einem Messe/Ausstellungstag geladen werden.

Sind die ersten fünf Punkte nicht erfüllt, können wir das Legomodell nicht bei der Veranstaltung zeigen.

### Der Transport selbst

1. Das Legomodell wird für den Transport in seine drei Teile zerlegt. Das geschieht ganz einfach, indem ihr die Mesh-Verkleidung abnehmt, aufrollt und unten in einem der Wagen verstaut.
2. Falls noch nicht geschehen, schaltet ihr die Powerbank aus., Anschließend trennt ihr die Steckverbindungen unterhalb, die die beiden Platten ohne Powerbank mit Strom versorgen. Merkt euch die Steckplätze für den späteren Aufbau vor Ort.
3. Die Spanngurte, die die drei Wagen unten zusammenhalten, müssen gelöst werden. Später vor Ort werden die Wagen wieder mit dem Spanngurten verbunden.
4. Die Plexiglashauben bleiben beim Transport auf dem jeweiligen Wagen. Vor dem Transport werden sie in Luftpolsterfolie eingehüllt. Sehr wichtig: Die Hauben werden nur mit einfachen Spanngurten gesichert, und zwar senkrecht und maximal mit mäßiger Kraft. Dabei ist wichtig, darauf zu achten, dass die Gurte die Elektronik unter den Platten nicht beschädigen. Auf dem Transporter fixiert werden die einzelnen Wagen am Gestell des Wagens. Hier kommen Spanngurte mit Ratsche zum Einsatz. Die Hauben werden niemals am Wagen/einem anderen Gegenstand fixiert.
5. Denkt immer daran, die beauftragte Spedition oder den Transporterverleih darauf hinzuweisen, dass wir - falls so etwas nicht serienmäßig verbaut ist, was häufig vorkommt - Aufnahmen brauchen, mit denen die Spanngurte an der Wand des Transporters festgezurrert werden können.
6. Wenn die einzelnen Wagen stehen und verzurrt sind, können zudem die Arretierungen der Räder festgesetzt werden.
7. Achtet dringend darauf, dass die Plexiglashauben keiner Spannung ausgesetzt sind und dass sie nicht von anderen Gegenständen beschädigt werden können.
8. Die Wagen sind zu schwer und zu unhandlich, um sie zu heben. Sie werden nur gerollt.

9. In den drei Wagen gibt es unten viel Stauraum. Plant vorher, was ihr mitnehmen und dort unterbringen wollt.
10. Ganz wichtig: Immer, wenn ihr die Plexiglashauben demontieren müsst, benutzt ihr dafür ausschließlich die Tragehilfen mit den Saugnäpfen. Die Hauben müsst ihr wie rohe Eier mit großer Vorsicht behandeln. Jeder kleine Kratzer mehr stört den optischen Eindruck.
11. Es kann sein, dass ihr beim Zusammenbau des Modells merkt, dass die Legoaufbauten – beispielsweise die Schienen – nicht exakt ineinanderpassen und sich gegenseitig hochschieben. Dann müsst ihr ggfs. zwei der Hauben entfernen (nur die mittlere allein ist schwierig). Dafür bitte nur die Saugnäpfe nutzen.
12. Wenn ihr die drei Teile mit den Spanngurten verbindet, dann achtet darauf, dass die Ratschen innen liegen, weil sie sonst später zu sehr hinter dem Mesh zu sehen sind.
13. Der vorletzte Schritt ist das Wiederverbinden der Stecker für die Stromversorgung. Anschließend schaltet ihr die Powerbank ein und müsst dann die drei kleineren Knöpfe jeweils zweimal drücken, bevor die einzelnen Sektoren der Powerbank aktiv sind und die drei Platten mit Strom versorgen.
14. Zum Schluss bringt ihr die Mesh-Bahnen wieder an.

## **Pflege**

Macht nach dem Aufbau oder am Morgen jedes Ausstellungstages eine **Sichtkontrolle der Plexiglashauben**. Wenn sie verunreinigt sind (Fingerabdrücke, Staub ....), dann sollten sie geputzt werden. Bitte benutzt **nur die unten im Modell gelagerten Putzmittel**. Es ist enorm wichtig, dass die Tücher und Schwämme **verpackt gelagert** werden und nach der Benutzung **grob gereinigt** und dann **wieder verpackt** werden. So können wir verhindern, dass sie sich mit Staubkörnern oder anderen Fremdkörpern zusetzen, die beim Putzen das Plexiglas beschädigen.

Hin und wieder müssen die Klettverschlüsse erneuert werden, die das Mesh festhalten. Ihr könnt die Klett-Gegenstücke am Mesh festtackern und das entsprechende Gegenstück am Gestell ankleben. Kontrolliert das vor einem Transport oder sorgt wenigstens dafür, dass ein geladener Tacker und Klettband an Bord sind.

## **Management-System**

Im Moment sind wir hier noch in einem Schwebezustand.

Aktuell angedacht ist ein Ticket-System für das Legomodell, das entweder interessierte Aussteller oder wir selbst ausfüllen können. Das Ticket ist mit Smartsheet erstellt und ermöglicht den Entscheidern, zu schauen, ob ein Ausstellen möglich ist. In dem Ticket werden unter anderem die Voraussetzungen für den Transport abgefragt, der Zeitraum, der Personalaufwand, die Verpflegungssituation, die Art der Veranstaltung sowie unsererseits intern eine Bewertung, wie hoch die Priorität der Veranstaltung ist. Nach außen hin sichtbar sind dann auch die Zeiträume, zu denen das Modell schon angefragt oder bereits fest verplant ist.

Astrid Cremer verwaltet das Ticket-System und ist nach einer Entscheidung für die Buchungen (Transporter, Zugfahrt, Hotel ect...) zuständig. Die technische Betreuung verantwortet Leon Gruhn. Als Manager im Hintergrund kann Guido Jansen fungieren.

Wichtig ist, dass **genügend Personal** für den Lego-Einsatz vorhanden ist. Es ist sinnvoll, dass die Verantwortung für die Personalplanung bei einem Mitglied des jeweiligen Teams liegt, das den Einsatz initiiert hat. Da wir viele Anfragen von außerhalb haben, sollten wir außerdem eine Gruppe von Verantwortlichen definieren, aus der Einzelne im Wechsel als Head of Mission für den jeweiligen Einsatz verantwortlich sind. Das Ziel ist, die koordinativen Abläufe (auch mithilfe von Smartsheet ect) zu automatisieren, dass en Teil der Abläufe nur überwacht werden muss.

Wichtiger Hinweis an alle Einsatz-Verantwortlichen: Wenn wir einen Transporter mieten und selbst fahren (was durchaus sinnvoll ist, weil wir dann besser gewährleisten können, dass das Modell unbeschadet ankommt), dann stellt frühzeitig sicher, dass **ihr genügend Personen zur Hand habt, die sich zutrauen, den 3,5-Tonner zu fahren.**