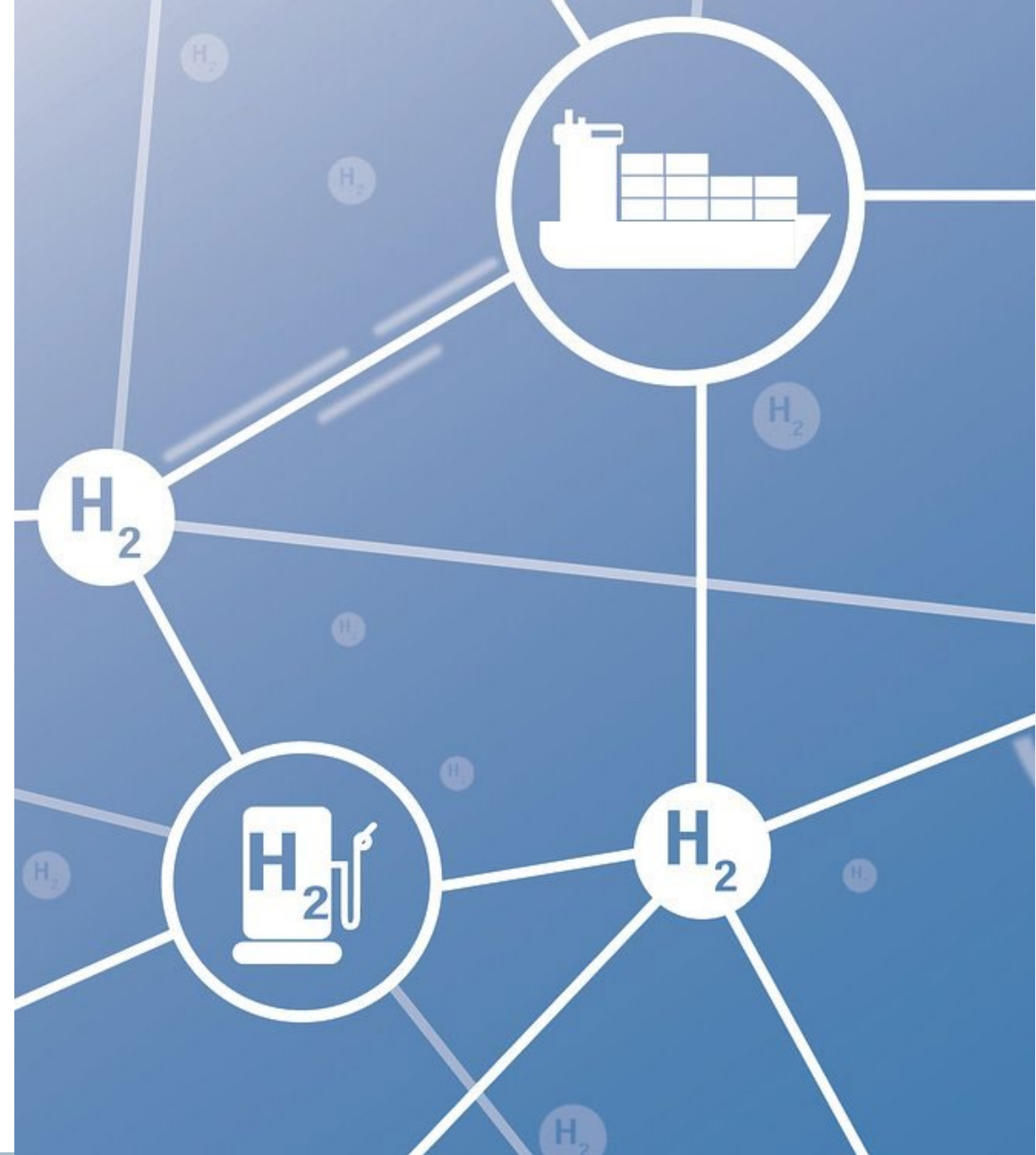


Maritime Innovation Insights 2022

H2-Logistik für industrielle Großverbraucher

Agenda

- Ports and Transport Markets
- Wasserstoff-Logistik für die Roheisenproduktion: Herausforderungen, aktueller Stand
- Bedarf Wasserstoff der DRI-Anlagen und Transportkapazitäten
- Aufbau Wasserstoff Pipeline-Netz
- Logistiknetzwerke für Wasserstoff & Simulation



Ports and Transport Markets

- Datenaufbereitung und statistische Analysen von Verkehrsvolumina und Transportnachfragen
- Simulationsbasierte Ermittlung von Verkehrsprognosen für die strategische Infrastrukturentwicklung
- Kosten-Nutzen-Analysen sowie Infrastruktur- und Technologiebewertungen
- Einsatz von Planungstischen für die visuell unterstützte Hafen- und Terminalplanung
- Softwareanwendungen zur Prozessmodellierung und zur Logistiksimulation



Wasserstoff für Hochöfen – H2-Logistik

Transformation der deutschen Stahlindustrie

- **Grüner Stahl nutzt die Direkt-Reduzierung von Eisenerz zu Roheisen**
- **DRI-Anlagen je nach Bauart können sowohl Wasserstoff als auch Erdgas nutzen**
- **Kontinuierlicher Versorgung der DRI-Anlage mit Energie (Wasserstoff und/oder Erdgas)**
- **Bedarf an Wasserstoff steigt bis zum Jahr 2050**
- **Wie kann die Wasserstoff-Nachfrage an den DRI-Anlagen zuverlässig befriedigt werden?**
- **Design der Logistiknetzwerke**



Les Meloures - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0



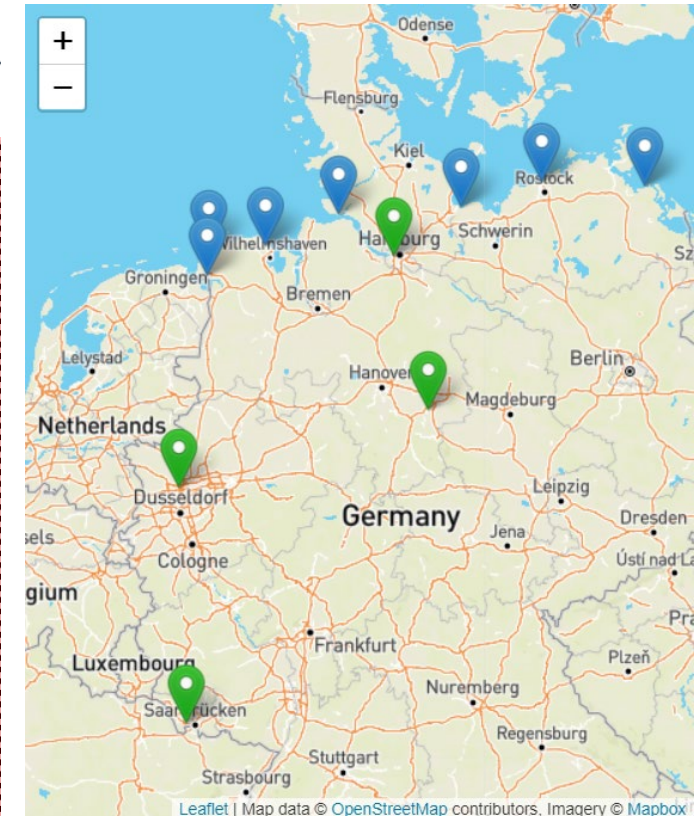
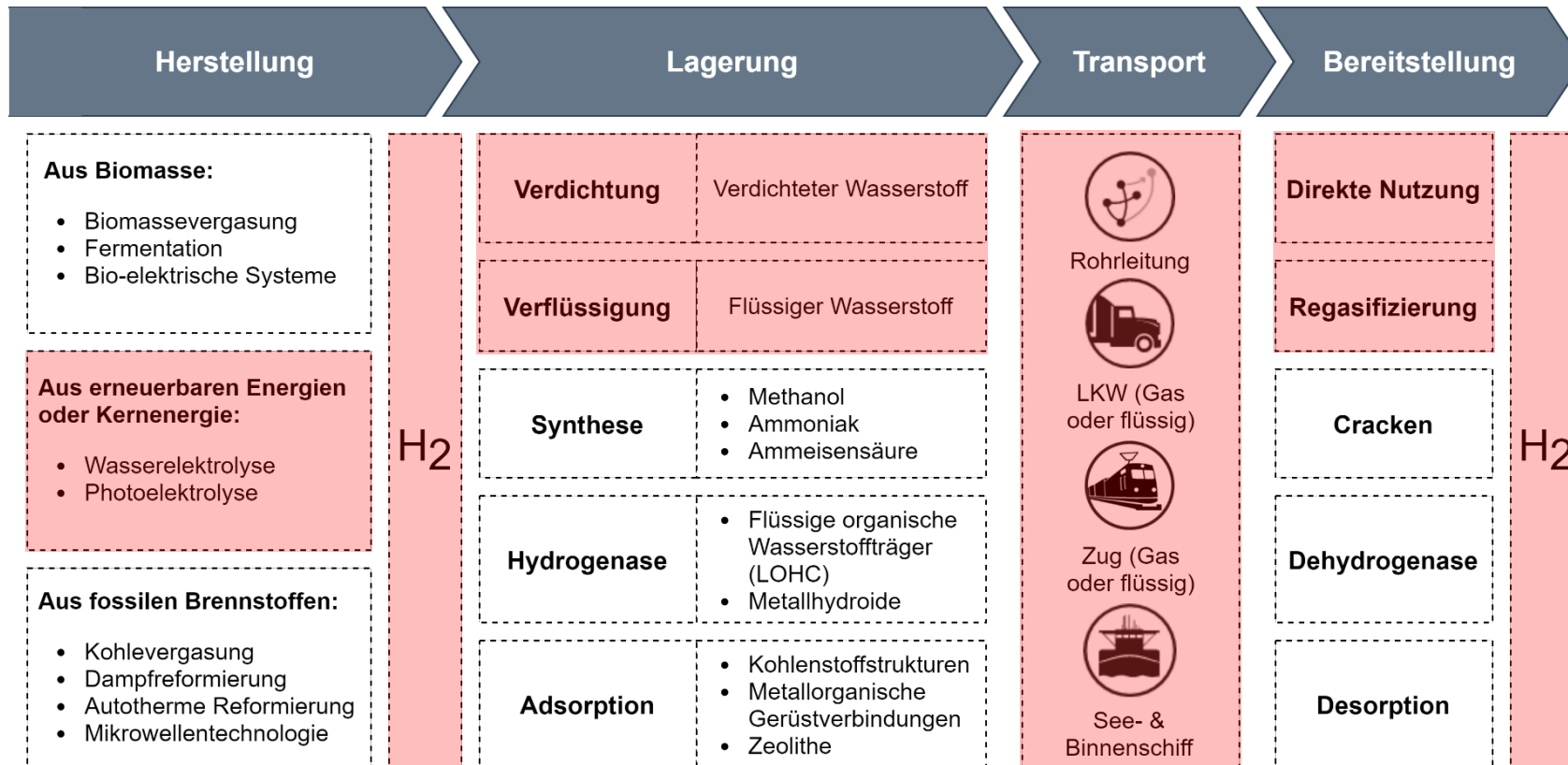
Bobo11 - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0



Borvan53 — Travail personnel, CC BY-SA 3.0

Wasserstoff-Wertschöpfungskette

Offshore-Windenergie für die Wasserstoff-Produktion



Grün: Verbrauch, Blau: Einspeisung

Standort der Elektrolyse

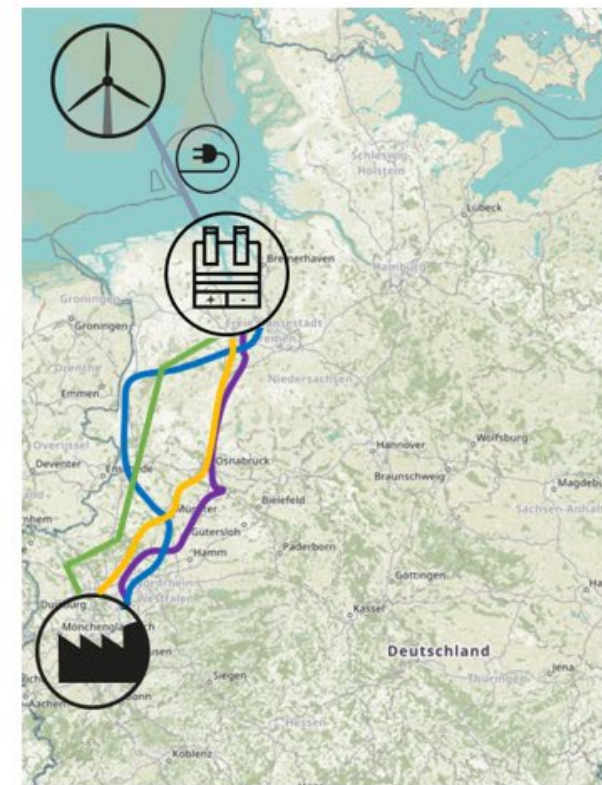
Option 1: HGÜ/ HDÜ



Option 2: H2



Option 3: HGÜ/HDÜ - H2



- HGÜ/
HDÜ
- Schiff
Pipeline
- Binnen-
schiff
- Straße
- Schiene
- Pipeline
(Land)



Prozesskette Wasserstoff-Transport Schiene

Komprimierter Wasserstoff und flüssiger, tiefkalter Wasserstoff

Komprimierter Wasserstoff

Offshore		Land							Hütte
Windpark	Konverter + HGÜ/ HDÜ	Elektrolyse	Kompression	Speicher	Befüllung (Kompressor)	Transport Straße	Entleerung	Speicher	Einspeisung DRI (Kompression)
100 % Energie	Übertragungsverlust	Energieverlust	Energieverlust	Ladungsverlust Permeation Boil-Off	Energieverlust	Ladungsverlust Permeation Boil-Off	Energieverlust	Ladungsverlust Permeation	Energieverlust

Flüssiger Wasserstoff

Offshore		Land							Hütte	
Windpark	Konverter + HGÜ/ HDÜ	Elektrolyse	Verflüssigung	Speicher	Befüllung	Transport Straße	Entleerung	Speicher	Verdampfung	Einspeisung DRI (Kompression)
100 % Energie	Übertragungsverlust	Energieverlust	Energieverlust	Ladungsverlust Permeation Boil-Off	Energieverlust	Ladungsverlust Permeation Boil-Off	Energieverlust	Ladungsverlust Permeation	Ladungsverlust	Energieverlust

Bedarf Wasserstoff Hochöfen

H2-Kapazitäten der Transportmittel

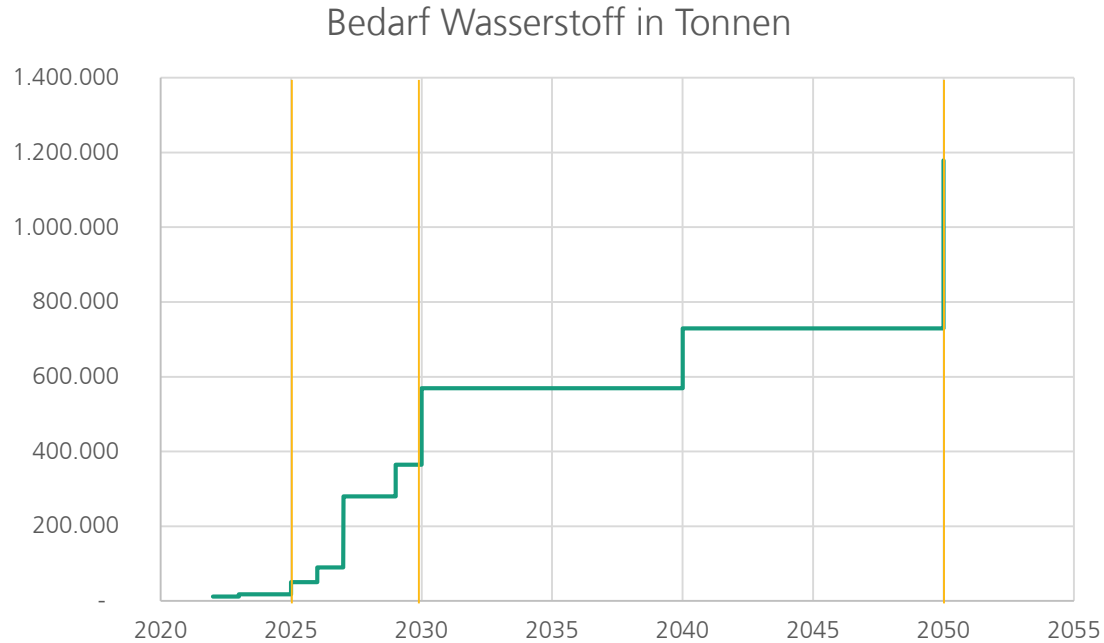
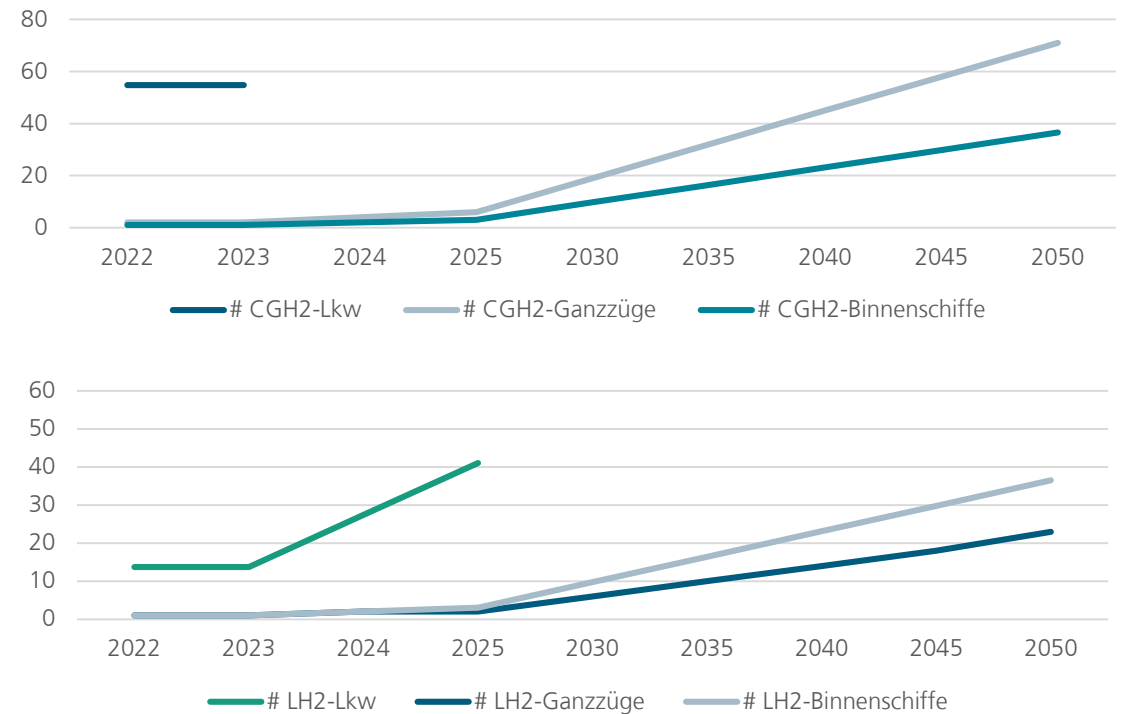


Abbildung: Bedarf der Jahre 2022 bis 2050 aller folgenden Roheisenproduktionsstätten: tke, Duisburg; Salzgitter, Salzgitter; Saarstahl, Völklingen/Dillingen; ArcelorMittal, Hamburg

— Zeitpunkt für die Entwicklung des Pipeline-Netzes

Versorgung des Standorts tke, Duisburg, beginnend mit 20.000 t Wasserstoff pro Jahr



Pipeline-Netz für Hochöfen

- Ausbauplanung in Deutschland
- Integration in das Konzept des Hydrogen Backbone Europe
- Bundesnetzentwicklungsplan
- Entwicklung des dt. Gas-Netzes nach §15a EnWG
- Nicht alle untersuchten Standorte werden schnell an eine Pipeline angeschlossen.

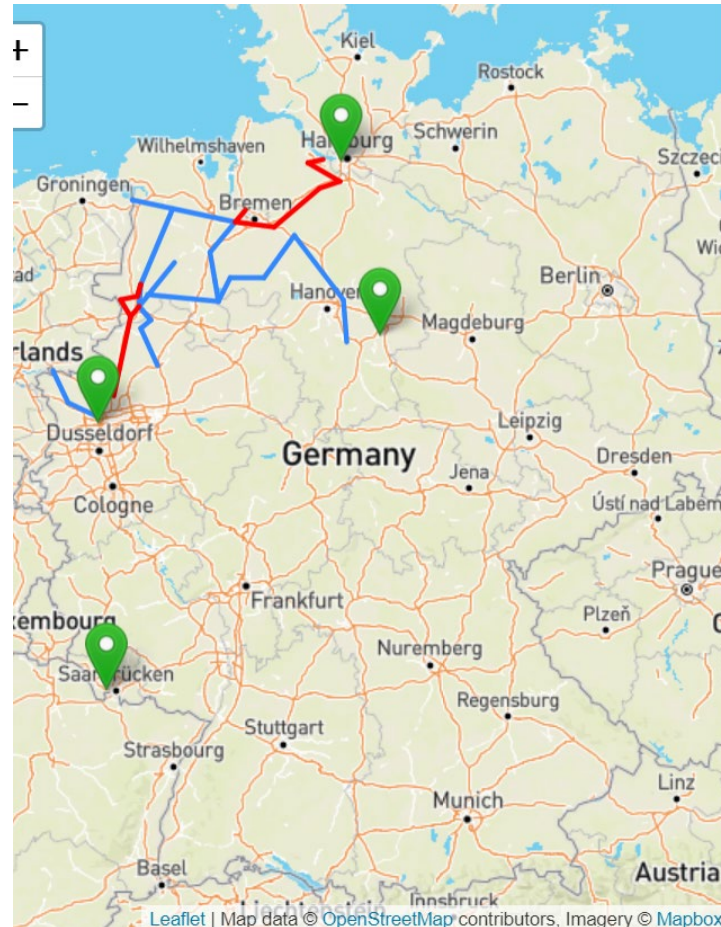


Abbildung: H2-Start Netz; Rot: 2025, Blau: 2030



Abbildung: H2 Netz-2050 [6]

H2-Logistiknetzwerk für DRI-Anlagen

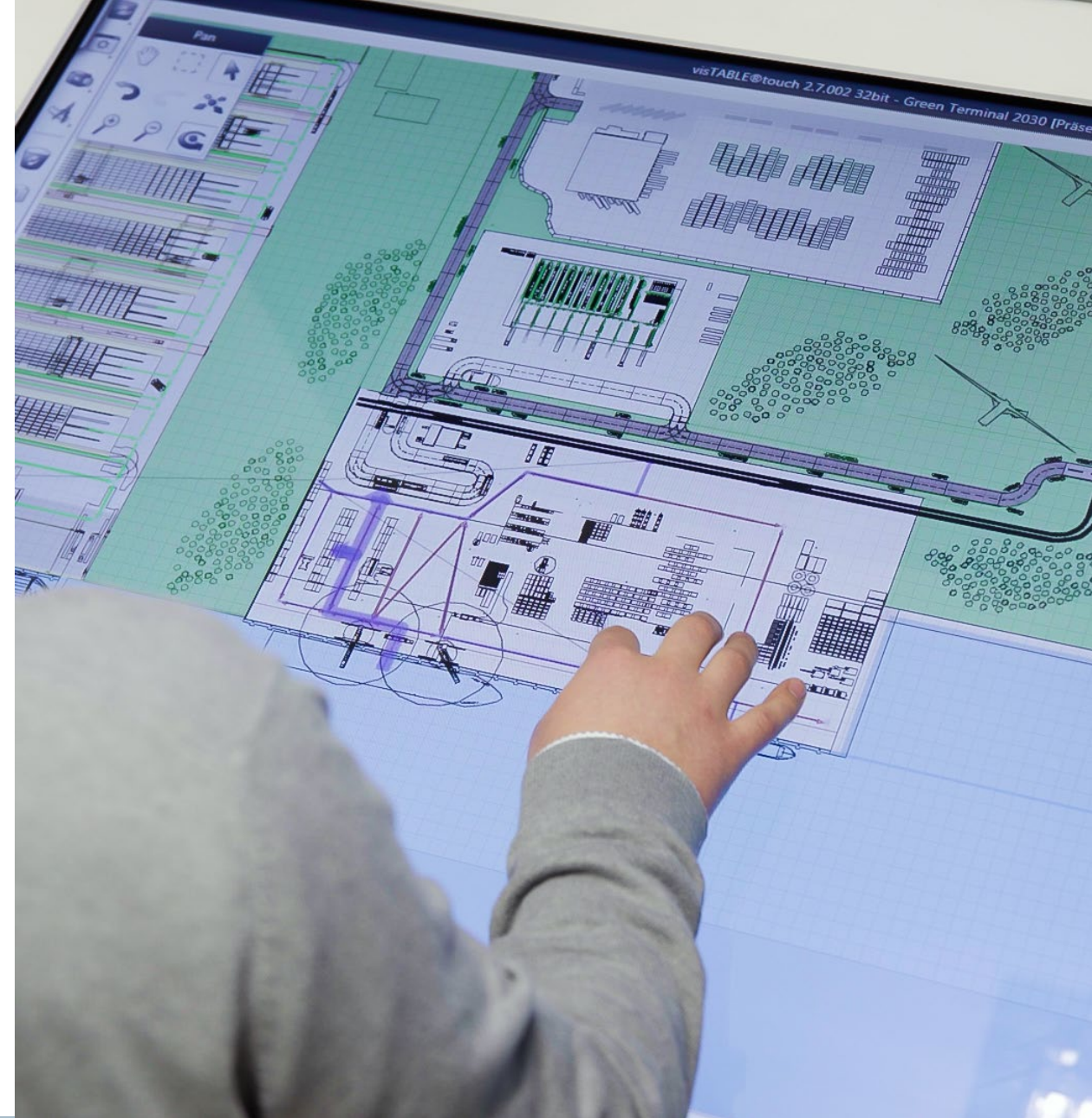
Bewertung mit Simulation

- **Ziel: Kann Bedarf Wasserstoff an DRI-Anlage mit Angebot Windenergie zuverlässig befriedigt werden?**
- **Implementierung:**
 - Auftragsvergaberegeln
 - Lagerhaltungsstrategien
 - Kapazitäten und Transportwege
 - Berechnung der Energie- und Ladungsverluste parallel in MatLab
- **Randbedingungen wie z.B. Gefahrgutverordnungen**



Ausblick

- **Wasserstoffversorgung für Netze mit wenigen Verbräuchen, aber mit großem Bedarf**
- **Dagegen: Wasserstoffversorgung für Netze mit vielen, aber niedrigem Bedarf, z.B. Tankstellen**
- **Unterschiedliche Netzausprägungen**
- **Untersuchung mittels Simulation in den Phasen eines Logistiknetzwerks:**
 - Planung: Validierung des Planungsstand
 - Hochlauf: Schneller Hochlauf des Systems
 - Betrieb (Optimierung): Aufzeigen von Bottle-Necks und Effizienzpotentials



Kontakt

M.Sc. Patrick Zimmerman
Ports and Transport Markets
Tel. +49 40 42878-4397

Patrick.zimmerman@fraunhofer.de

Fraunhofer Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML
Am Schwarzenberg-Campus 4, Gebäude D
21073 Hamburg
www.cml.fraunhofer.de



Fraunhofer-Center für Maritime
Logistik und Dienstleistungen CML

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit
