

海外動向調査 北部ドイツ水素関連プロジェクト

＜訪問先＞

8月22日(月) : ブレーメン州、ニーダーザクセン州
8月23日(火) : ブレーメン州
8月24日(水) : シュレスヴィヒ・ホルシュタイン州
8月25日(木) : メクレンブルク・フォアポンメルン州
8月26日(金) : ハンブルグ州

北ドイツのウインドファーム風景
(シュレスヴィヒ・ホルシュタイン州)

2022/08/24 11:44

2022年10月21日 (金)
(一財)エネルギー総合工学研究所
松本俊一

海外動向調査の概要（１）

○期間：令和４年８月21日（日）～８月28日（日）

○場所：北ドイツ５州

1.シュレースビヒ・ホルシュタイン州、2.メクレンブルク・フォアポンメルン州、3.ハンブルク州、4.ブレーメン州、5.ニーダーザクセン州

○目的：ドイツ北部の５州は2019年11月に「北ドイツ水素戦略」を策定し、2035年までにグリーン水素経済の確立を目指していることから、現地で行われている水素関連プロジェクト等の実施状況等について、関連施設の視察や関係者との意見交換により調査する。

○出張者：松本俊一

○名称：2022年北ドイツ視察ツアー 水素関連プロジェクト・セクターカップリング事業

企画：在日ドイツ商工会議所

助成：ドイツ貿易・投資振興機関（GTAI）、北ドイツ５州（政府機関、他）

参加者：日本出発；10名（自治体；神戸市、企業；千代田化工建設、日立造船、岩谷産業、加地テック、神鋼、三井造船）

現地合流；6名（企業の海外事務所；英国２名（伊藤忠、川重）、ドイツ；4名（トクヤマ、神鋼））

同時通訳者：２名（レシーバ使用）

○渡航概要：

- ・移動：往路；羽田→ミュンヘン→ブレーメン、復路；ハンブルグ→フランクフルト→羽田、ドイツ国内はバス移動

ウクライナの南側を迂回するコースで往路は国際便14時間半＋国内便１時間。

- ・空港内：コロナ前に戻った様に混雑しており、チェックイン、セキュリティ検査、出入国審査などは行列が続く。

- ・市内：都市部は、夏のバカンスシーズンのため、観光客、家族連れ、学生グループなどが多い。

為替レート(141円/€)、物価(サンドイッチ；約５€、飲み物；２～５€。食事(中華料理店)；45€、トイレ；～１€など）。

- ・COVID19関連：日本出国からドイツ入国－出国時は何もなし。日本帰国の際に72時間前までのPCR検査での陰性証明を示す必要あり。

＜ドイツでのPCR検査は、早朝、サッカー場の入り口付近に設置されたコンテナで受付、検体採取を実施（喉と鼻）。後日、証明書pdfがメール送付された。事前にスマホ、iPadなどにMySOSをダウンロードしてワクチン接種（３回分）を登録しておけば、陰性証明をアップロードすることで画面が青に変わる。日本に入国する際には、青い画面を見せるだけで、止められることなくスムーズに入国できた。＞

なお、出張中に日本帰国時のPCR陰性証明の提示が、ワクチン接種完了を条件に9月7日から免除されることが決まった。

海外動向調査の概要（２）

○背景

- 欧州では、2050年までのカーボンニュートラル達成に向けて非化石エネルギーへの転換政策を進めており、再生可能エネルギーの導入や水素エネルギーへの移行に向けた様々な取り組みを推進している。水素エネルギーへの移行には、サプライチェーン全般にわたる技術面、経済面などの多くの課題があり、産学官が連携して、**製造コストの低減化、輸送・貯蔵インフラや利用機器類の整備**などとともに、**法規類の整備やPA対応**など、様々な取り組みが進められている。また、ウクライナ危機以降、エネルギーセキュリティの重要性が高まり、**水素エネルギーへの移行政策が加速**されている。
- ドイツは、欧州域内で最も先進的に脱炭素化政策を推進しており、**水素サプライチェーンに関連する国家プロジェクトとして62件を認定**しており、今後、**EUの補助プログラム（IPCEIなど）**によって本格的な展開が期待される。ドイツ北部は、工業地域が多い南部と比較して、立地上のメリット（風況に恵まれた北海・バルト海に面しており、風力発電設備が多く、港湾施設を備えた物流・経済の中心地）を活用し、**2035年までに水素経済の確立**を目指している。

○主な成果

- 連邦政府関連機関や各州の担当者の同行のもとに北部5州で実施されているプロジェクトサイトを訪問し、プロジェクトの技術的な内容（設備仕様、稼働状況、課題等）を確認するとともに、関係者との意見交換により、政策的な支援状況、将来的な事業化の見通し、当面の優先課題などを確認できた。
- 各州では、立地条件や既存インフラなどの地域の特色を活用したプロジェクトを進めており、多くは初期段階であるが、EUの補助プログラムも決まりつつあり、一部は商用化に向けた取り組みが進められ、日本企業とのコラボに期待してる。

○その他

- 日本側参加者に水素ビジョン研究会の公開資料を提供し、欧州・ドイツの水素関連動向の理解が深まるように支援した。
- 同行した通訳者2名は、国際会議の同時通訳、NHKドイツ語講座の講師など、経験豊富な超ベテランであり、専門用語などにもスムーズに対応していただいた。

<参考>

日本側の参加機関等

| | |
|---------------------|---|
| 神戸市 | 医療・新産業本部 新産業部；関西企業と欧州企業のビジネスマッチング |
| 伊藤忠（英） | 欧州CIS化学Gr.；水素及びアンモニア、欧州での水素産業の現状と動向の把握、ビジネスチャンスの発掘 |
| 岩谷産業 | 水素本部；ドイツのグリーン水素プロジェクトの方向性の理解（海上輸送や大規模水素サプライチェーンの構築に向けての取り組み状況）、協業の可能性の探索 |
| 加地テック | エンジニアリング部、営業部；圧縮機の市場調査、協業の可能性の探索（2名） |
| 川崎重工（英、独） | 現地法人；RWE社と水素ガスタービン発電事業での協業、潜在的な顧客との意見交換 |
| 神戸製鋼所 KOBALCO Eu | 技術開発本部、機械事業本部；水素利用による工場の脱炭素化、液化水素の冷熱利用（気化器）、ハイブリッド型水素ガス供給システム、水素ガス圧縮機（日本から2名、欧州事務所から3名） |
| 千代田化工建設 | 事業創造部炭素循環事業室；CCU研究開発プロジェクトを実施中 |
| トクヤマ（独） | ECO事業部；アルカリイオン水の電解、水素製造装置でのドイツ市場への進出可能性探索 |
| 日立造船 | 脱炭素化事業本部；水電解事業（NEDO－GI事業でMW級水電解水素製造装置を実証）、他にはメタン化、脱硝、風力発電など。 |
| 三井造船 | 産業機械サービス事業部；水素圧縮機、ドイツの水素産業でのビジネスチャンスの調査 |

<参考>

ドイツ側の機関等

| | |
|---------------------------------------|---|
| Germany Trade & Invest (GTAI) | ドイツ連邦共和国の経済振興機関。ドイツ国内・海外に50以上のオフィスを持ち、世界中にパートナーのネットワークを有する。海外市場におけるビジネスチャンスとリスクを顧客ごとに分析し、グローバルな競争を展開するドイツの中小企業をサポートする。120カ国以上に関する包括的な情報により、ドイツの輸出経済の成功のための知識の基礎を提供する。 |
| Hydrogen Office Bremen | 水素オフィスは、ブレーメン市とブレーマーハーフェン市において、企業、科学、政府・非政府組織の地域・国内・国際パートナーとともに、水素経済の活性化を促進する活動を開始、調整、実施する。 |
| Bremen invest | ブレーメン・インベスト社は、ドイツ・ブレーメン州の経済開発公社（WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH）の国際部門である。水素サプライチェーン分野での新規開発に注力 |
| Hamburg Invest | ハンブルク市の公式なビジネス開発機関として、あらゆる問題に関して、ビジネスコミュニティのための中心的で有能な、そして秘密厳守の窓口となっている。ビジネス部門全体、特に中小企業に対して、情報、アドバイス、サポートを提供している。 |
| Invest in Mecklenburg-Vorpommern GmbH | メクレンブルク・フォアポンメルン州経済開発局は、幅広い知識と確立されたネットワーク、そして長年の経験により、投資家の皆様の計画の実行を初期段階からサポートする。州内の金融機関や企業、関連する政府機関や団体とコンタクトを取り、企業立地のオファーを作成し、企業の立地選定をサポートする。 |
| Invest in Niedersachsen | グリーン水素製造のための風力発電、経験豊富な研究者、産業界のユーザー、ドイツのエネルギー転換を実現するための輸出入に重要な役割を果たす港など、ニーダーザクセンには水素経済を成功させるためのすべてが揃っている。 |
| WTSH GmbH | シュレスヴィヒ・ホルシュタイン州におけるビジネス開発および技術移転に関するあらゆる事柄を扱う中心的な窓口。 |
| | |
| enviacon international | ドイツ/欧州諸国への市場参入のためのパートナーとなり、コンサルタントとアナリストの専門チームが、公的機関や民間企業の顧客のために、国際市場開発、市場分析、立地マーケティングに関する中心的なサービスを提供 |
| Makoto Takeda (Interpreter) | 的確な言語橋渡しと賢明な文化相談を通じて、日本とドイツのテクノロジー企業間の長期的な協力関係を成功させるための、信頼できるパートナー。様々な技術やビジネス分野で18年の経験を持ち、多国籍企業や中小企業から厚い信頼を得ている。 |
| Mai Rapsch (Interpreter) | 再生可能エネルギー業界でキャリアをスタートし、ベルリン日独センターではプロジェクトマネージャーとして、東京のドイツ大使館ではスタッフ通訳として業務。現在はフリーランスの会議通訳者。 |

調査の概要

ドイツ連邦共和国 Federal Republic of Germany

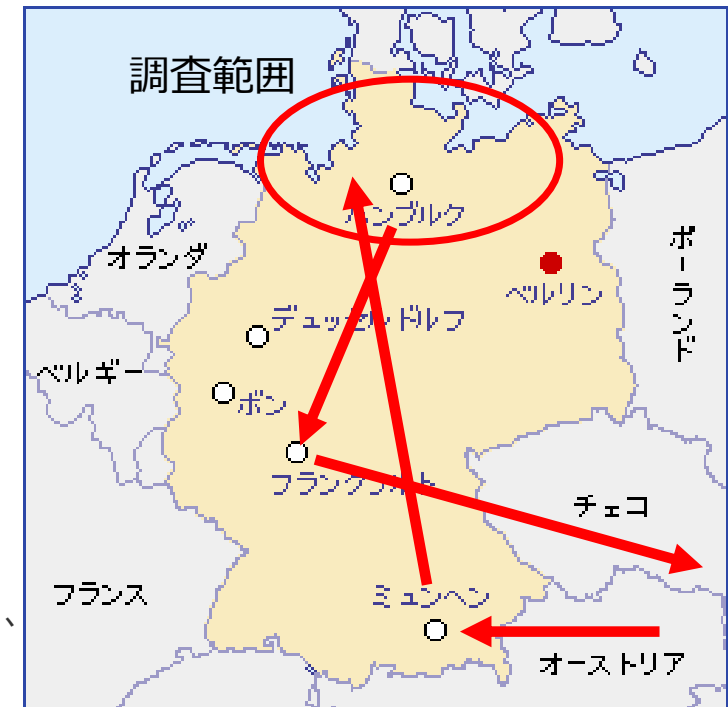


一般事情

- 1 人口 : 約8,319万人 (2020年9月、独連邦統計庁)、人口密度 : 約237人/km² (2018年、世銀)
- 2 面積 : 35.7万km² (日本の約94%、ベルギー、オランダ、ルクセンブルク、フランス、オーストリア、スイス、チェコ、ポーランド、デンマークの9か国と国境を接する)
- 3 首都 : ベルリン (約367万人) (2019年、ベルリン・ブランデンブルク統計庁)
- 4 言語 : ドイツ語
- 5 宗教 : カトリック (27.2%)、プロテスタント (24.9%)、ユダヤ教 (0.1%) (連邦統計庁)

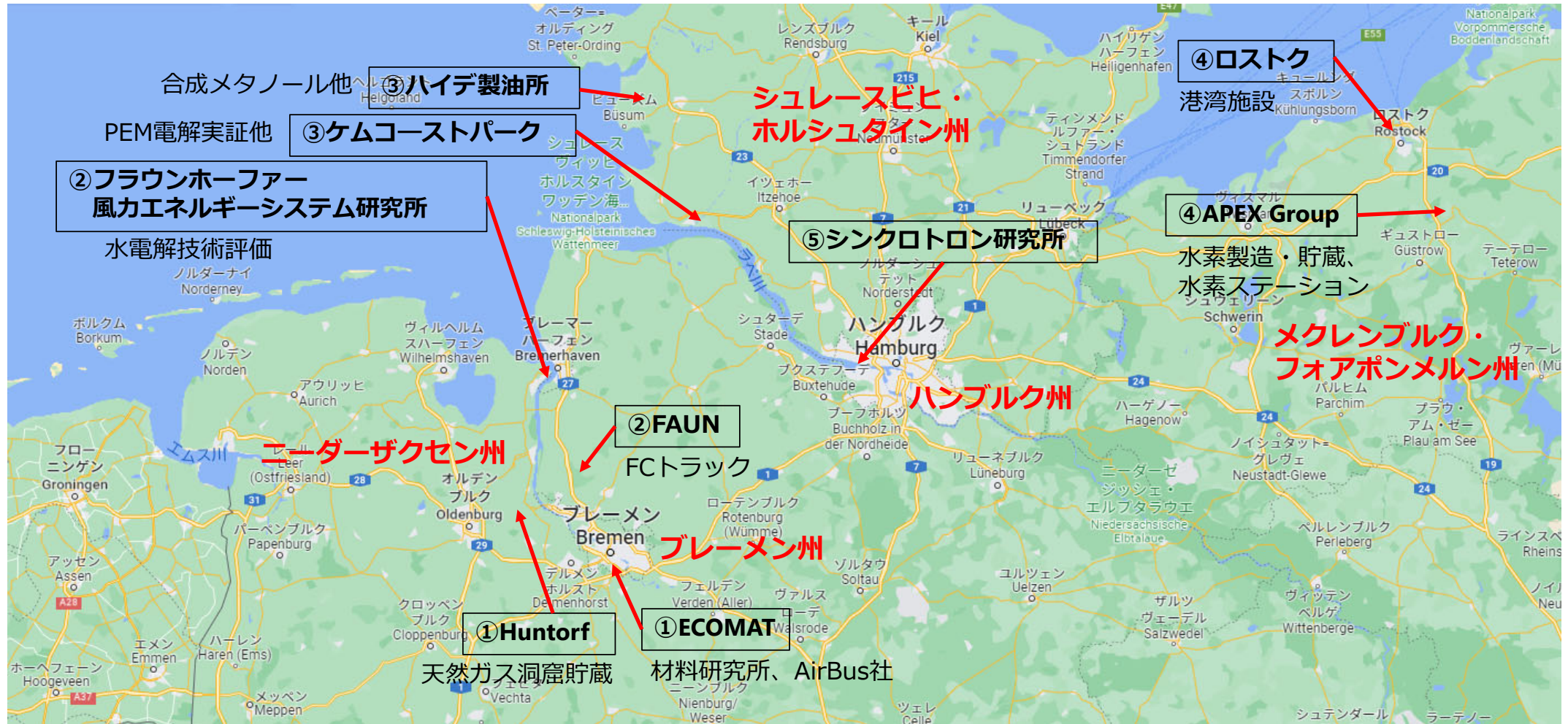
政治体制

- 1 政体 : 連邦共和制
(16州 : 旧西独10州、旧東独5州及びベルリン州, 1990年10月3日東西両独統一)
- 2 元首 : フランク＝ヴァルター・シュタインマイヤー大統領 (2017年2月12日選出、3月19日就任。任期5年)
- 3 議会 : 二院制 (但し、連邦議会と比べ連邦参議院の権限は限られている。)



<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/germany/index.html>

北ドイツ 5 州の訪問先Map



8月22日（月）1日目：ブレーメン州、ニーダーザクセン州

9:30 ミーティング@ECOMAT（素材研究所）

- ドイツ貿易・投資振興機関(GTAI)：プログラムの主旨説明
- enviacon：5日間の訪問スケジュール等の説明
- ブレーメン州：HY-5 北ドイツにおける水素戦略
- ブレーメン州：ブレーメン州の水素経済
- 航空関連事業における水素活用事例（ゼロエミッション航空機の開発）
- 液体水素(LH2)試験センターの紹介（液体水素の展開に向けた部品や機器の試験）

11:30 施設見学

- ECOMAT：炭素繊維強化材料の開発、次世代材料としてのCFRP開発他
- Airbus社：ロケット開発施設、国際宇宙ステーションモデル、航空機製造工場他

14:00 移動（フントルフ(Huntorf)のEWE社まで）農村地帯、製鉄所、多くの風力発電

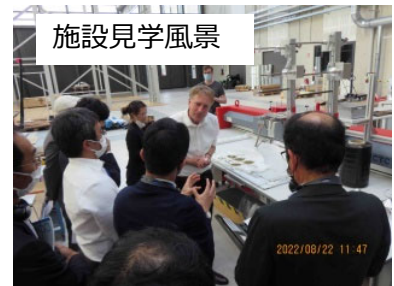
15:00 ミーティング@EWE社（ガス事業者）

- Clean Hydrogen Coastline (IPCEI)プロジェクト（水素製造・貯蔵・活用）
- RWE社・川崎重工業株式会社共同プロジェクト（RWEの水素製造、KHIの水素ガスタービン発電34MW@Lingen）
- Get H2 Nukleus (IPCEI)プロジェクト（グリーン水素インフラ）
- エムスランド地方の水素プロジェクト（45件、再エネ、陸上風力、太陽光、バイオマス発電、熱供給他）
- ニーダーザクセン州副首相挨拶：2019年の訪日がいっかげで「北ドイツ水素戦略」を策定し、グリーン水素経済を目指している。州内に風力発電、岩塩洞窟、港湾施設があり、学術専門家が多いことがメリット。日独共同プロジェクトを推進中。さらなる協力を期待。

16:45 施設見学@EWE社

- 天然ガス貯蔵システム：2系統（オランダからのLガス及びHガスを受け入れて岩塩洞窟に貯蔵し、TSOライン（高圧ガス導管）に供給。Lガスシステムを水素に転換するための検討により、実用化の見通しを得ている。）

18:15 ホテル着、移動→19:00レセプション会場→23:10ごろHotel着



EcoMaT

Center for eco-efficient materials and technologies



Topics for R&D:

- Lightweight structures
- (Smart) materials & processes
- Functional surfaces
- Innovative product designing



Your tour through Northern Germany



Europe's leading hydrogen region



Hydrogen Opportunities in Bremen & Bremerhaven

The frame and approaches for the hydrogen economy

Our common aim:
hydrogen as one solution that will contribute to carbon neutrality and
that will facilitate the transformation processes of the economy

Example Northern Germany:

5 Federal States of Northern Germany Join Forces to
Promote a Green Hydrogen Economy

Aim: make Northern Germany the leading future
region for green hydrogen in Europe and to complete the
value chain for green hydrogen.



Example of the “Hydrogen Hanseatic League”



Hydrogen Strategy for the state of
Bremen 21. 12. 2021



Cooperation on a regional level,
e.g. Northern Germany (HY5)

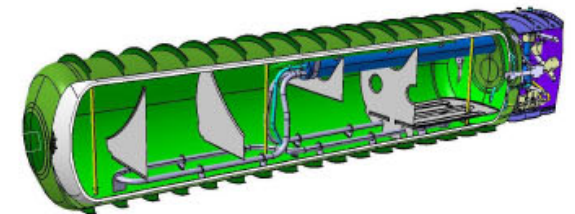
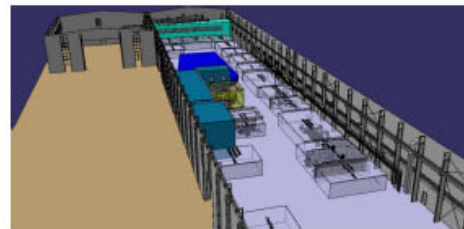
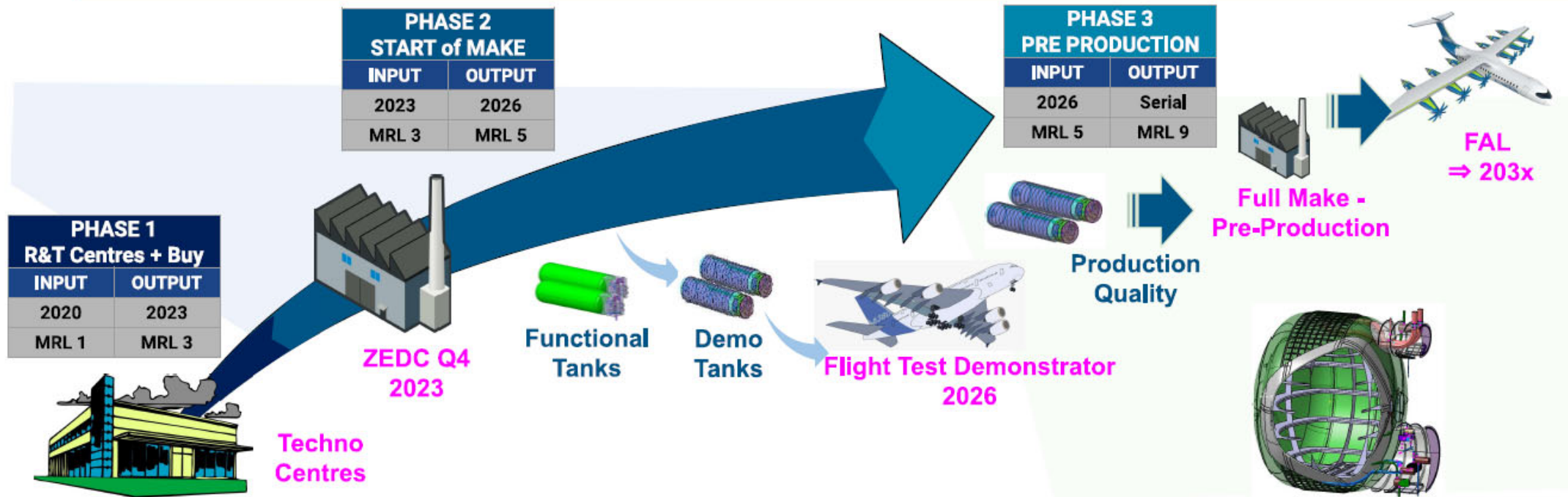


Cooperation within the Hydrogen
Strategy on National Level



Cooperation between regions and on
international level (e.g. EU hydrogen
strategy, IPCEI framework, HorizonEurope)

ZEROe - Industrial Capability Co-Development - LH2 Tank Systems



AIRBUS

Northwest Europe for an initial pipeline grid

Perfect conditions to start the development of the H2-Backbone

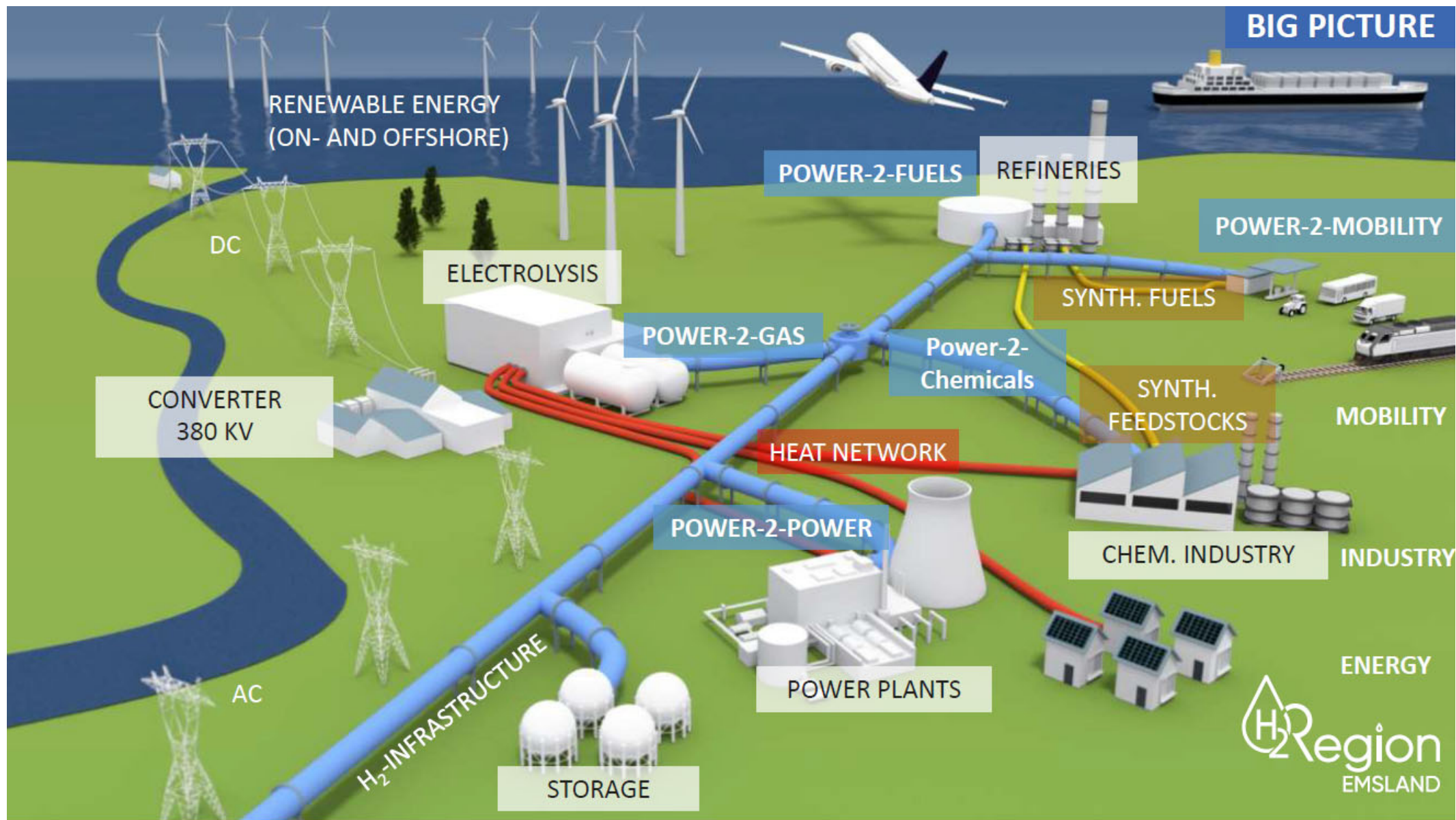


Image: Extending the Hydrogen Backbone, April 2021



Northwest Europe as starting point

- Transforming existing pipelines for the transport of Hydrogen
- Initial pipeline grid HyPerLink by Gasunie
- Connecting the Netherlands, Lower-Saxony, Bremen and Hamburg



The research and production Power-to-Gas facility in Werlte, Germany



1
3x2 MW
electrolyzers



2
Biogas treatment plant



3
Methanation reactor



4
Liquefier and e-LNG filling
Station



5
Hydrogen filling station



6
Grid injection plant

天然ガス貯蔵システム

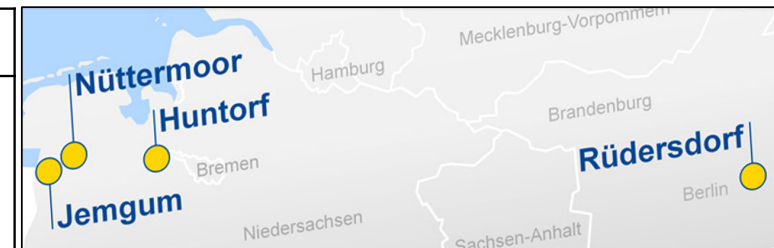
EWE GASSPEICHER GmbH (フントルフ、Huntorf)

EWE社はドイツおよび欧州のガス市場の主要な**貯蔵施設オペレーター**の1つである。本社はオルデンプルクにあり、天然ガス貯蔵能力は、ドイツ北西部のJemgum、Nüttormoor、Huntorf、およびベルリン近くのRüdersdorfの天然ガス岩塩洞窟貯蔵庫に分割され、合計で約20億m³の貯蔵能力を有する。

| 天然ガス貯蔵施設 | 概要 |
|--------------------------------|--|
| イエムグム、 ニュッテルムーア (東フリジア) | イエムグムは、ドイツとオランダの天然ガス市場で優れた立地場所にある。ドイツの市場エリアである Trading Hub Europe (THE) からオランダの TTF まで、多くの大規模な輸送システムと高カロリーガスの輸入ポイントへのアクセスを提供している。 ニュッテルムは、21 の岩塩洞窟で構成され、大部分はLガス貯蔵用に設計されている(約1/5がHガス貯蔵)。 |
| フントルフ (ヴェーザーマールシュ地区) | フントルフは、L-ガス貯蔵能力のために設計された 7 つの洞窟で構成されている。 |
| リューダードルフ (メルキッシュ・オダーランド地区) | 2007年12月操業開始 |

Jemgum、Nüttormoor、Huntorfはエムス・ヴェーザー・エルベ地域の輸送系統に、Rüdersdorfはブランデンブルク州の輸送系統にそれぞれ接続されている。

<https://www.ewe-gasspeicher.de/home/unternehmen>



Huntorfサイト

8月23日（火）2日目：ブレーメン州

- 9:00 **ミーティング**@ファウン・ウンベルトテクニーク社(廃棄物収集・清掃車メーカー)
輸送分野（FC車両等）での水素利用
- ニーダーザクセン州：水素エネルギーへの取り組み概要の説明
 - ニーダーザクセン州イノベーションセンター：助成金の審査、技術リスク評価を実施
 - 水素ネットワーク：「水素の国」ニーダーザクセンでは80のプロジェクトを推進
 - FAUNグループ：会社概要、燃料電池で走るごみ収集車「Bluepower」の製造
 - 水素技術の農業への展開：風力発電や農業残差による水素製造、農業機械での利用
- 10:30 **施設見学**
- FAUN社：廃棄物収集車（FC車両）の試乗、生産工場の見学
- 12:30 移動（ブレーマーハーフェンへ）
- プロジェクトサイトの視察**
- 13:15 ●**フラウンホーファー風力エネルギーシステム研究所**
水電解装置試験場（風力発電と各種電解装置を組み合わせるための試験施設）
- 14:00 移動
- 14:20 ●**ttzブレーマーハーフェン**
E-Fuel関連プロジェクトサイト（反応触媒等の開発）
- 15:00 移動
- 15:20 ●**マイクログリッド試験センター**@ブレーマーハーフェン単科大学
再エネ電力による水素製造・貯蔵・発電システムをコンテナ内に設置・運用
- 16:30 移動（ハンブルクへ）
- 18:40 ハンブルク着
- 19:00 州関係者とのネットワーキング→21:??



フラウンホーファー研究所



マイクログリッド試験センター



P2G2P実証

Green Hydrogen in Niedersachsen

Niedersachsen is committed to the global and national climate protection goals. If greenhouse gases are to be reduced sustainably, the energy transition must be implemented in all sectors (electricity, transport, heating and industrial).

Developing a hydrogen industry is a key element in the process towards achieving the climate policy goals.



Niedersachsen Ministry of Economic Affairs,
Employment, Transport and Digitalisation

Invest in  Niedersachsen

Testing Equipment for the Development of CFRP at Cryogenic Condition

- tensile-testing-machine in liquified Nitrogen at -196°C , in operation
- dynamic and static tensile-testing-machines in liquified Hydrogen at -253°C , available 11/22
- permeation testing device at cryogenic condition (Helium) and under dynamic tensile, available 3/23
- measurement of the Coefficient of Thermal Expansion between -268°C and $+350^{\circ}\text{C}$, available 10/22
- ...

Ongoing and planned CFRP-LH2 Projects

- development of a type V CFRP-tank für pressurized H₂ (ongoing)
- development of an LH₂ container with CTC Stade (start 9/22)
- cryogenic material testing for a LH₂-tank with AIRBUS (start 10/22)
- investigation & modeling of micro-crack propangation with LH₂ (start 1/23)
- monitoring LH₂ tanks made from CFRP using acustic emission (start 1/23)
- investigation of innovative fibre gaskets for LH₂-tank application (start 3/23)
- ...



8月24日（水）3日目：シュレスヴィヒ・ホルシュタイン州

9:30 ミーティング@ハイデ製油所ビジターセンター

- ハイデ製油所の概要：石油化学やセメントなどの産業におけるCO₂排出の削減に向けたプロジェクトを推進
- HyScale100：大規模合成メタノール生産（IPCEI決定後に実施予定）
- Westküste100/西海岸100：30MW電解設備（ドイツ最大、スタックサイズは3 MW、補助事業として実施中）

10:20 施設見学

- ハイデ製油所（バス内から）

11:20 移動（ブルンスビュッテルへ）至る所に風車あり。所々にPV。

12:30 ミーティング@ケムコーストパーク

- 現地プロジェクトの紹介：産業集積地、LNG及びグリーンNH₃の輸入基地、パイプラインの整備計画
- Aquaventus：洋上風力発電由来の水素製造
- Yara社：肥料産業におけるグリーンアンモニアの活用

14:20 施設見学@ケムコーストパーク内

- Hydrogenics社のPEM電解設備：2スタックで450Nm³-H₂/h, 30bar。製造した水素は、隣接する水素ステーションで利用、60barに加圧して天然ガス導管（TSO）に供給（規制上限は10%-H₂）。

15:50 移動（ロストックへ）

19:30 ホテル着→移動→20:00レセプション会場→23:00ごろHotel着



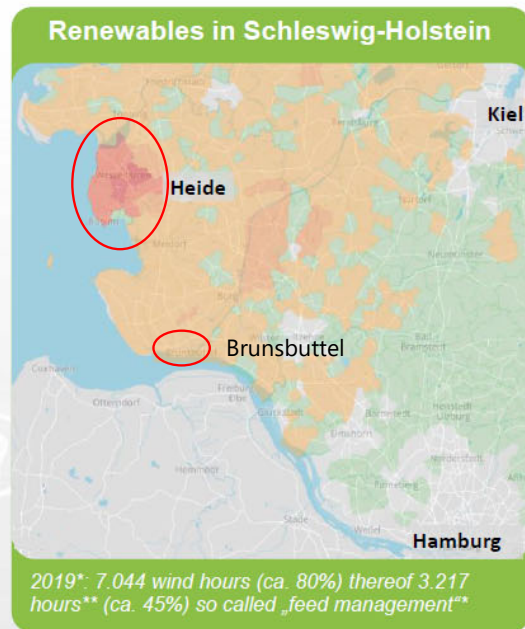
TSO: (Gas) Transmission System Operator、ガス輸送事業者（高圧導管の運営会社）

Heide地域の概要

Hydrogen Region West Coast

Our starting point and our motivation

- ・ サイト内の380kv変圧器ステーション
- ・ 岩塩洞窟でのオンサイト水素貯蔵
- ・ 地域需要先への水素供給
- ・ Brunsbüttelへの水素のパイプライン接続

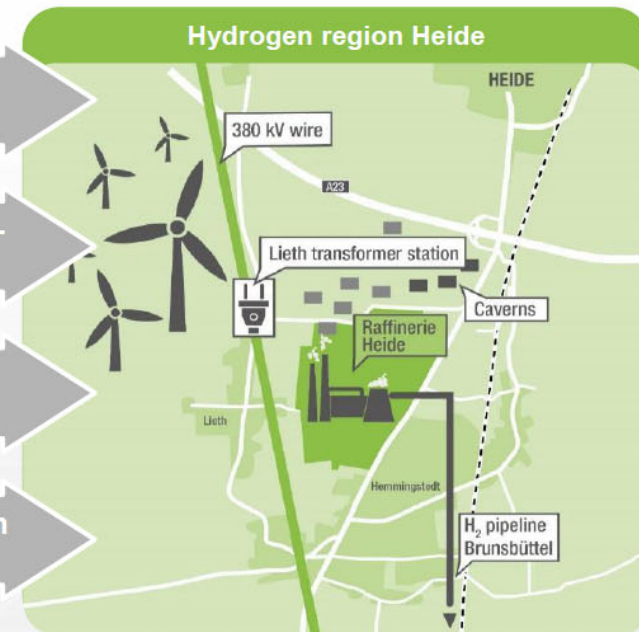


380 kV transformer station within sight

Cavern system for potential on-site storage of H₂

Local hydrogen demands supplied from here

Connection to hydrogen system in Brunsbüttel via pipeline



Our projects: Green hydrogen and decarbonization on an industrial scale

* source SH-Netz/TenneT; ** Gebiet: Oesterwuth

3

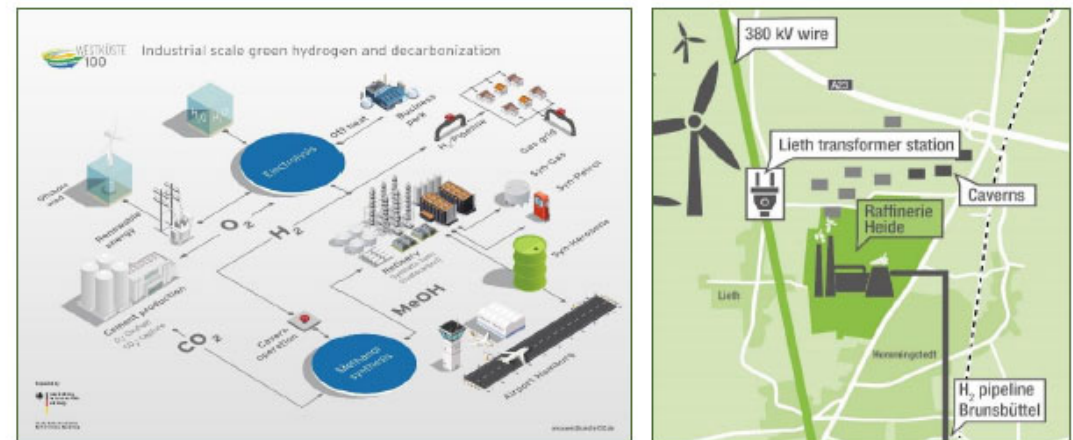
Heide Region

Inter-Municipal Program 2020 - 2030

A) Sustainable Economic Development



B) Innovative P-t-X Cluster Management



C) Public Services and Social Infrastructure

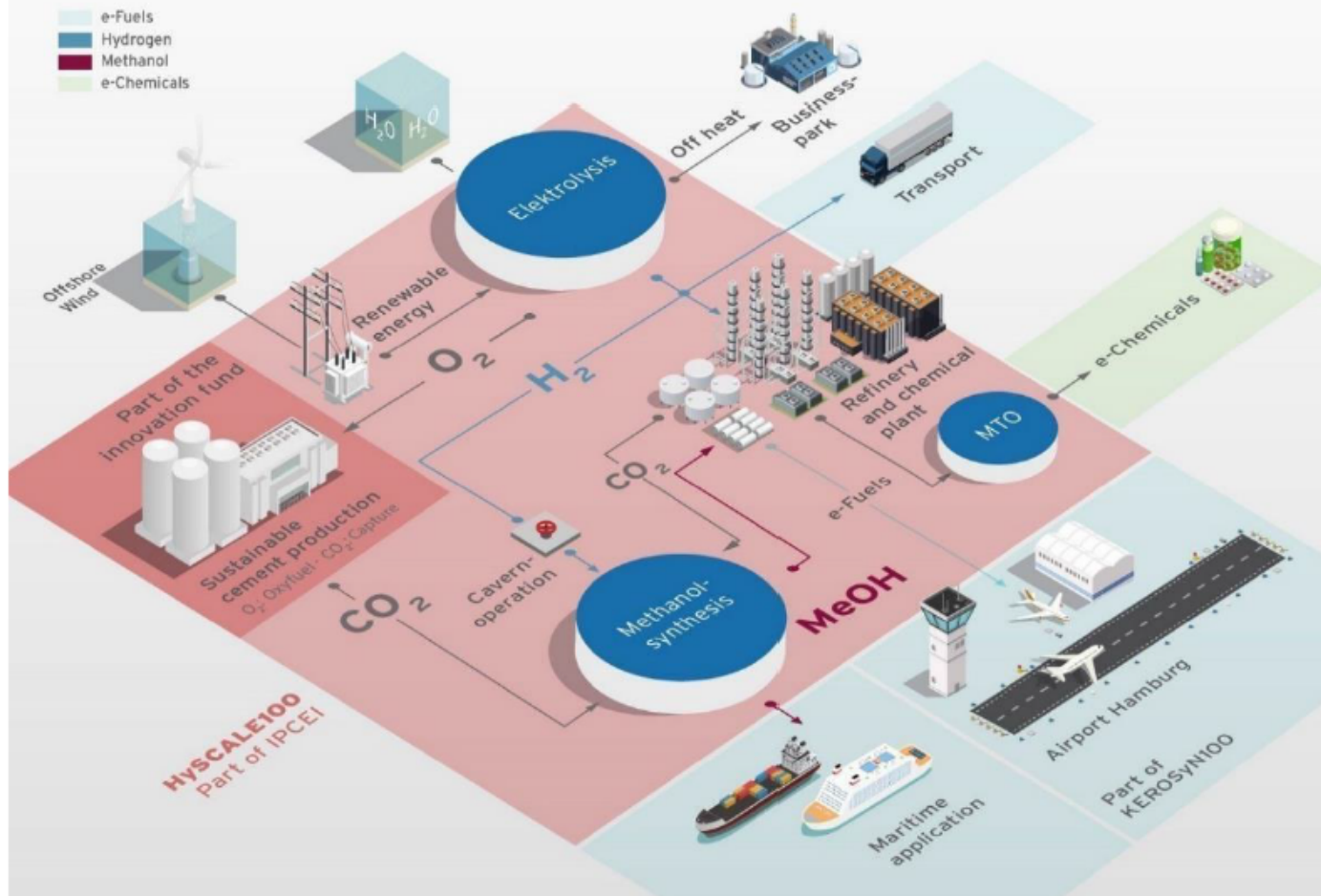


D) Affordable Housing in urban and rural areas



HySCALE100: e-Chemicals and e-Fuels from green Hydrogen

ハイデ地域の 2 つの重要な産業である石油化学とセメントを脱炭素化するための水素と e-メタノールの大規模生産を実現するためのプロジェクト（EUレベル）



HySCALE100 Phase 1

500 MW Electrolyser
on renewable power

+

206 kt/yr CO₂
from refineries chemical plant

+

125 kt/yr
unavoidable CO₂ from cement plant

=

91 kt/a e-Fuel and
61.5 kt/a e-Chemicals

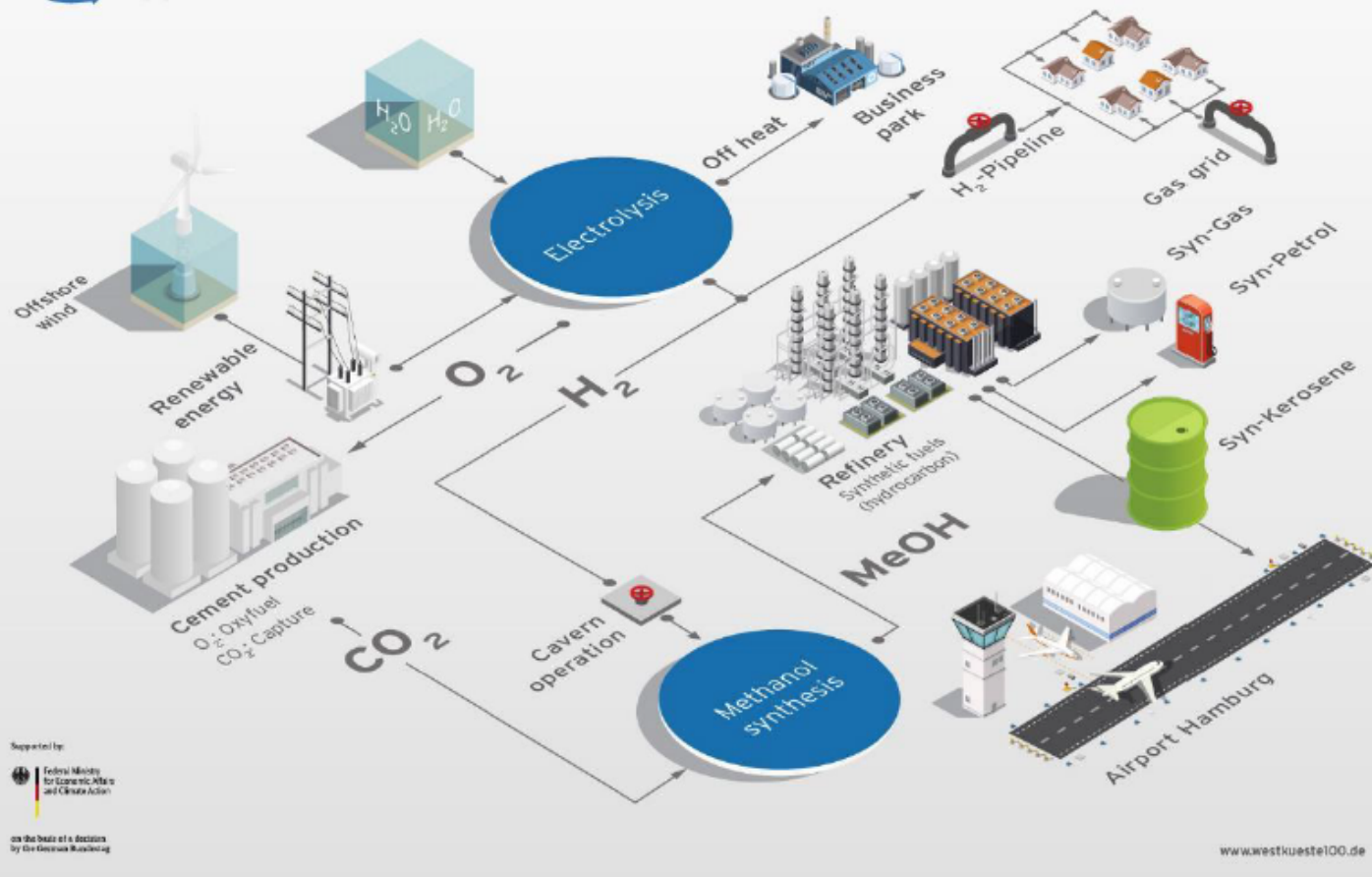
- achieving green house gas savings of 253 kt CO₂/yr compared to fossil references for methanol, ethylene and propylene production
- Status: Awaiting approval from Brussel on IPCEI funding; funding of 645 m€ announced by German Government

WESTKÜSTE100

地域の水素経済を産業規模にマッピングし、スケールアップする異業種パートナーシップによる検討



Industrial scale green hydrogen and decarbonization



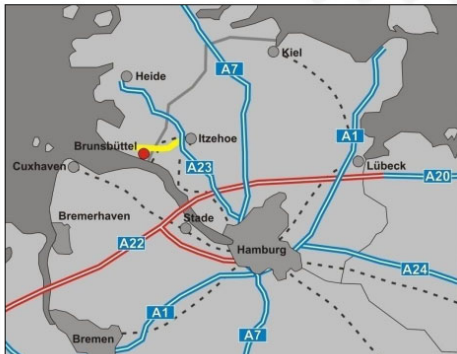
- Research on 30 MW electrolysis
- Consideration of H_2 - O_2 – heat
- Research on H_2 cavern storage
- Test of urban gas supply network
- Integration of cement industry as an unavoidable source of CO_2
- Engineering of scaling up to several hundred MW electrolysis
- Integration of offshore wind power
- Overall economic scenarios
- Regulatory learning
- Transfer of society

ブルンスビュッテルの概要@ケムコーストパーク

産業集積地、LNG及びグリーンNH3の輸入基地、パイプラインの整備計画

Location

- 80 km / 45 minutes west of Hamburg
- 30 nautical miles downstream of Port of Hamburg at the intersection of Elbe and Kiel-Canal
- Connected via industrial railway-link, motorway B5 and highway A23 / A7
- 3 ports for seagoing vessels of up to 14.80 m depth



ChemCoast Park Brunsbüttel – Site Presentation

2



Ports



Oilport

- Mineral oil
- Oil related products



Port of Ostermoor

- Ammonia
- Urea
- Various other chemicals
- Fertilizer
- Oil

Elbehafen

- Universal all-purpose port
- General / bulk cargo
- Container
- Project - logistics
- Oil / LPG

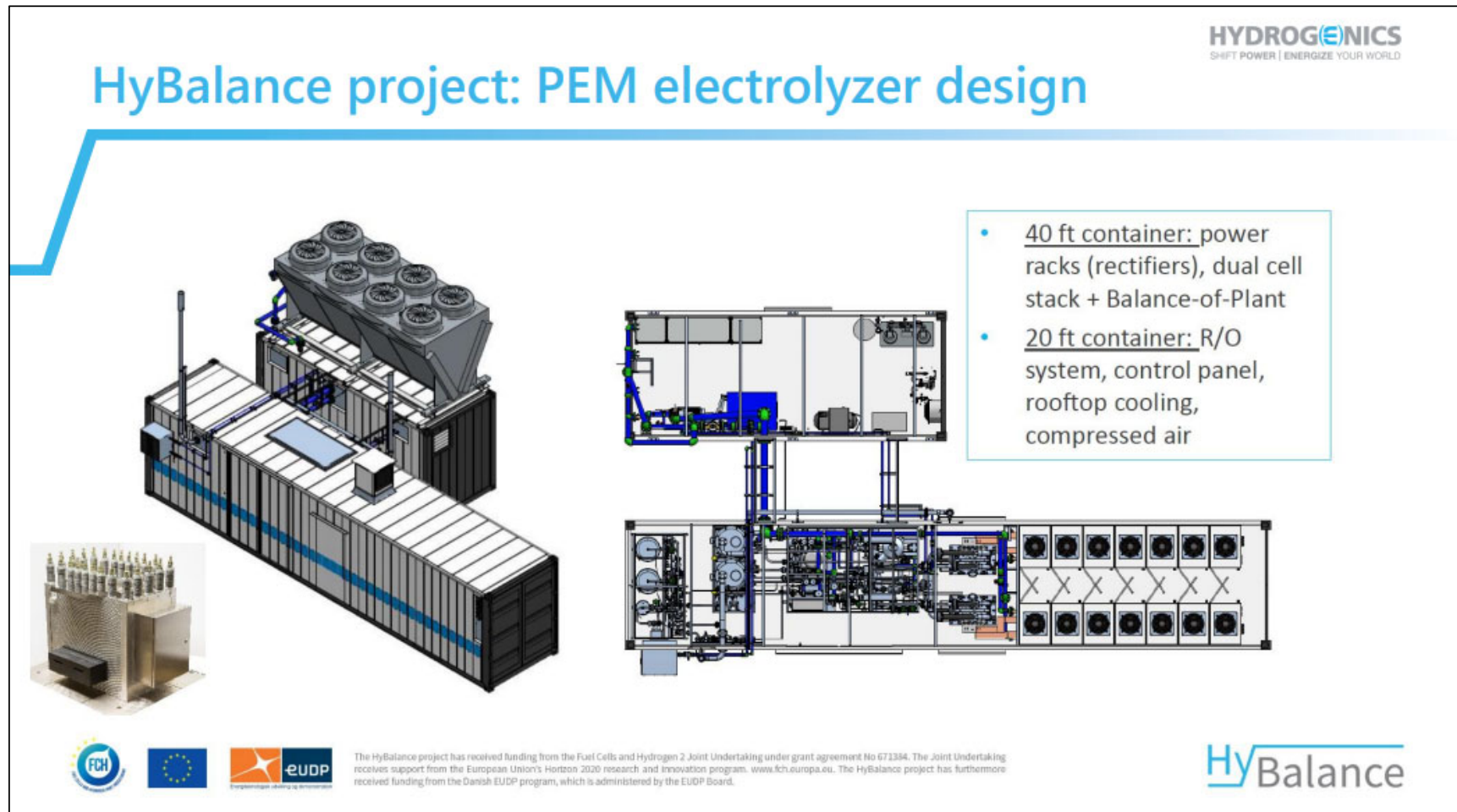


ChemCoast Park Brunsbüttel – Site Presentation

8

Hydrogenics社のPEM電解設備（参考資料）

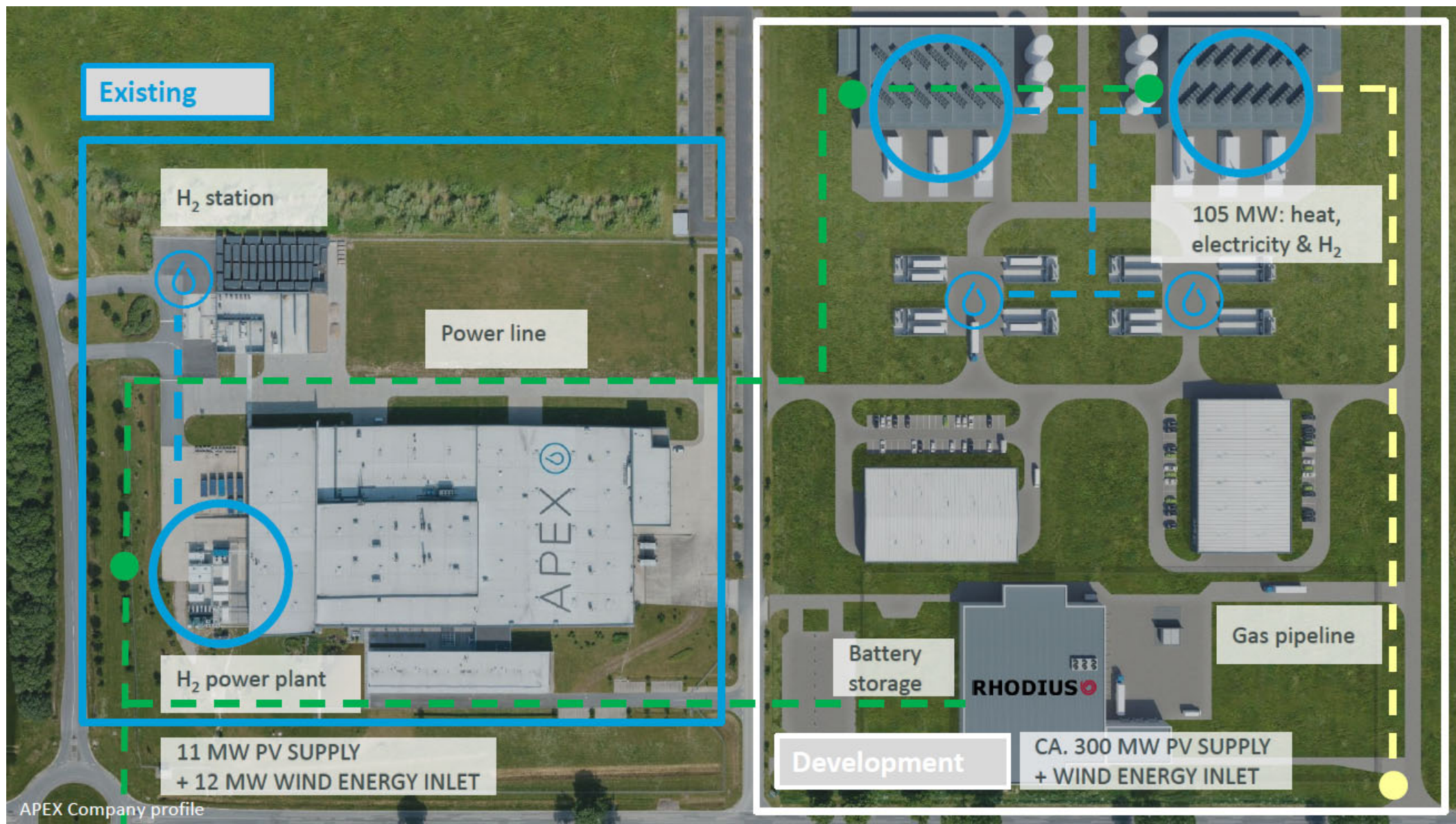
Brunsbüttelに設置された設備（2.4MW、2017年）と類似の設備構成



8月25日(木) 4日目：メクレンブルク・フォアポンメルン州

- 7:45 PCR検査
- 8:45 **港湾施設見学**（ロストック河川港からロストック港まで）
ロストック港湾会社CEO、インベスト・イン・メクレンブルク・
フォアポンメルン州経済振興公社担当者が案内
- 10:30 **ロストック港周辺の産業エリアの視察**
100MW級の水電解装置、洋上風力発電由来の水素製造テスト・フィールド
- 11:00 移動（ラーゲヘ）
- 11:35 **ミーティング**@APEX Energy社
●水素ハブを構成する水素製造・貯蔵技術の紹介
- 11:50 **工場内の見学**
●水素貯蔵タンク類：タイプ 4 (60bar, 150bar)
●水素製造設備：アルカリ電解(2MW) 3年前に設置。現在はPEMを採用。
●水素ステーション：FCV及びFCトレーラ用
- 14:15 **ミーティング**@APEX Energy社
メクレンブルク・フォアポンメルン州の企業・機関による水素プロジェクトの紹介
●WEMAG社：グリーン水素燃料で走る商用車・市バス
●INPグライフスヴァルト、ライプニッツ・プラズマサイエンス&テクノロジー研究
所：再生可能エネルギーによる分散型アンモニア生産
●ロストック再生可能エネルギー研究所(IWEN)：洋上風力発電所、水素蓄電システム
●メクレンブルク・フォアポンメルン州の企業とのネットワーキング
- 15:30 **RHODIUS社**：自動車用部品工場（APEXからの水素によるCN工場として整備中）
- 16:00 移動（ハンブルグヘ）
- 18:40 ハンブルグ着→19:00レセプション会場→22:00ごろHotel着





PRESENTATION: GERMANY

H2-Leitungen (Projektfokus)
durchgezogen = IPCEI Projektfokus
gestrichelt = mögliche Erweiterungen

- HyPerLink (Gasunie)
- GET H2 IPCEI (Nowega/Open Grid Europe/ThyssenGas/Evonik)
- Green Octopus Mitteldeutschland & LHVE (ONTRAS)
- AquaDuctus (GASCADE/Gasunie)
- doing hydrogen (GASCADE/ONTRAS)
- H2-Leitung (Perspektive)

Elektrolyse

Raffinerie

Chemieparks

Gasspeicher

Stahlindustrie

Zementindustrie

KWK-Anlage

Hafenterminal

Produktion von grünem Wasserstoff auf See – Windkraftwerke, kombiniert mit Elektrolyseanlagen

* In Abhängigkeit des Erdgasbedarfs: 2028 ggf. durch Neubau bzw. 2030 ggf. unter Nutzung von Bestandsleitung

** Anschlüsse an das Festland (Brunsbüttel und Wilhelmshaven) sind für den Zeitraum 2028-2035 geplant. Sie sind vorläufig und alternativ.

APEX Company profile

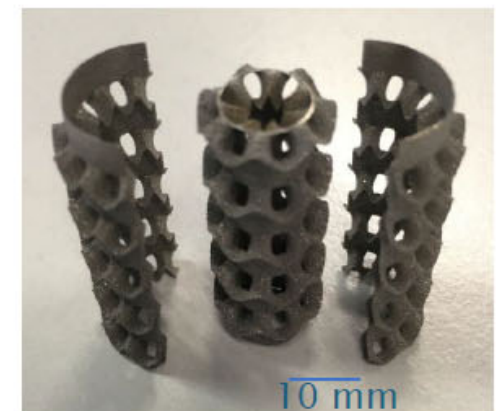
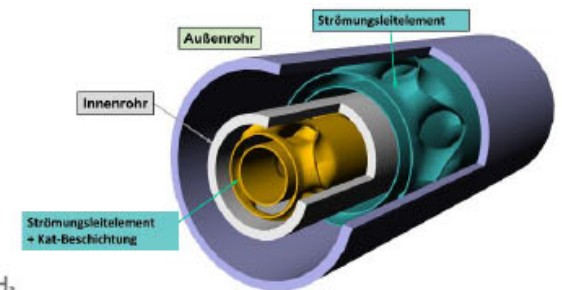
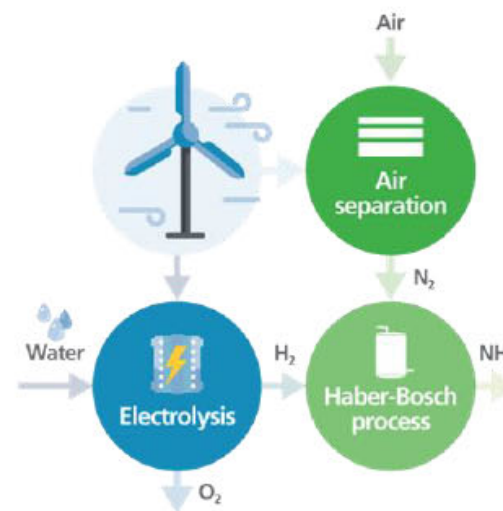


Power -2- Ammonia



Development of a decentralized generation technology for green ammonia for the storage of renewable energy

- Microstructured Haber-Bosch reactor with constant falling temperature profile
- Plant concept for dynamic load-flexible medium-load ammonia generation plant
- Membrane-based nitrogen generation with oxygen storage materials for fine purification
- Membrane-based ammonia electrochemical synthesis and gas separation
- Synthesis and testing of ammonia catalysts



Kruth & Wartmann, CAMPFIRE, 25.08.2022

Green Ammonia Technology Park Poppendorf with CAMPFIRE Open Innovation Lab



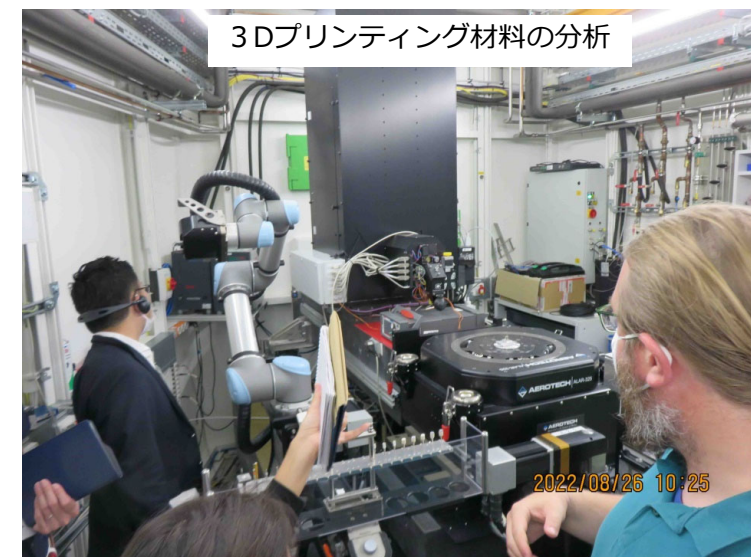
New industrial research and development site near Rostock offering unique and cost-effective infrastructure and test facilities for the full Power-2-Ammonia and Ammonia-2-Power ecosystem from mid 2023

- Large-scale ammonia and hydrogen supply (up to 100 MW)
- Test sites for heavy duty and maritime drives development of ammonia cracker (MW-Scale) for hybridisation with internal combustion engines and fuel cell systems
- Test sites for high temperature / high pressure electrolyseurs (10 MW) and micro-Haber-Bosch
- Test sites for new concepts of on- and off-shore ammonia and hydrogen refuelling stations
- Development of an international trade platform with cooperational partners
- Standardisation and certification



8月26日（金）5日目：ハンブルク州

- 9:00 **ミーティング**@ドイツ電子シンクロトロン研究所
- 研究所のR&Dプロジェクト
 - ハンブルグ地域の水素社会構築に向けた取り組み概要
 - 産学連携の実施例
- 10:00 **シンクロトロン施設見学**（X線放射光施設 PETRA III）
- 11:00 **ミーティング**@ドイツ電子シンクロトロン研究所
- DLRにおける水素航空機関連の開発
 - FCトラックの製造
- 12:15 移動（Hamburg Hafen Klubへ）
- 13:15 **ハンブルク州の企業関係者との交流会**
- 14:00 **総括ミーティング**
- 15:00 閉会の挨拶、ホテルへ移動
- 16:00 解散（自由行動）→PCR検査結果のアップロード、資料整理など
- 18:50 **日本チームの解散会（有志）**→繁華街の散策→22:00ホテル着



<https://iwen-energy.org/en/index.html>

IAE The Institute of Applied Energy

Copyright; 2022 IAE. All rights reserved.

Hydrogen – Nothing New for Hamburg

Electrolyser Reitbrook Power to Gas

- Pilot project with first PEM-H2-electrolyser of 1 megawatt class
- H2 used for mobility applications and storage



(2013)

Energie des Nordens Power to Gas

- Electrolyser producing H2 to avoid grid congestion
- Produced H2 is fed into the local gas grid
- Part of NEW4.0 project



(2020)

HafenCity H2- Fueling-Station H2 Mobility

- Combines H2 electrolyser, compression and refuelling
- Fueling station for H2-buses of public transportation company



(2005, 2009)

eFarm/GP Joule H2 Mobility

- 5 H2-producing locations with 1.125 MW of total power from wind parks
- 2 H2-fueling stations, 2 H2-buses and 30 fuel cell cars



(2021)

mySMARTLife H2 Heat Supply

- Funded project
- H2 heat supply of residential development area via natural gas grid
- Share of H2 is varied during project time to gain important experiences



(2020)

Cluster Profile

Actors map Hydrogen



Project Developers / Customers for RE/green H2

- Utilities active in renewable energies, hydrogen infrastructure, grid and storage projects
- Strong multinational focus (purchase and offtakers)
- High level of market force that requires a high level of QM, ICT, contract terms



Manufacturers / Suppliers for H2 Technology, Transport

- International Headquarters and Subsidiaries
- Product development & Project Management Hydrogen
- International Sales
- Material Procurement (Logistics, Interfaces)
- Supply & Supplier Management



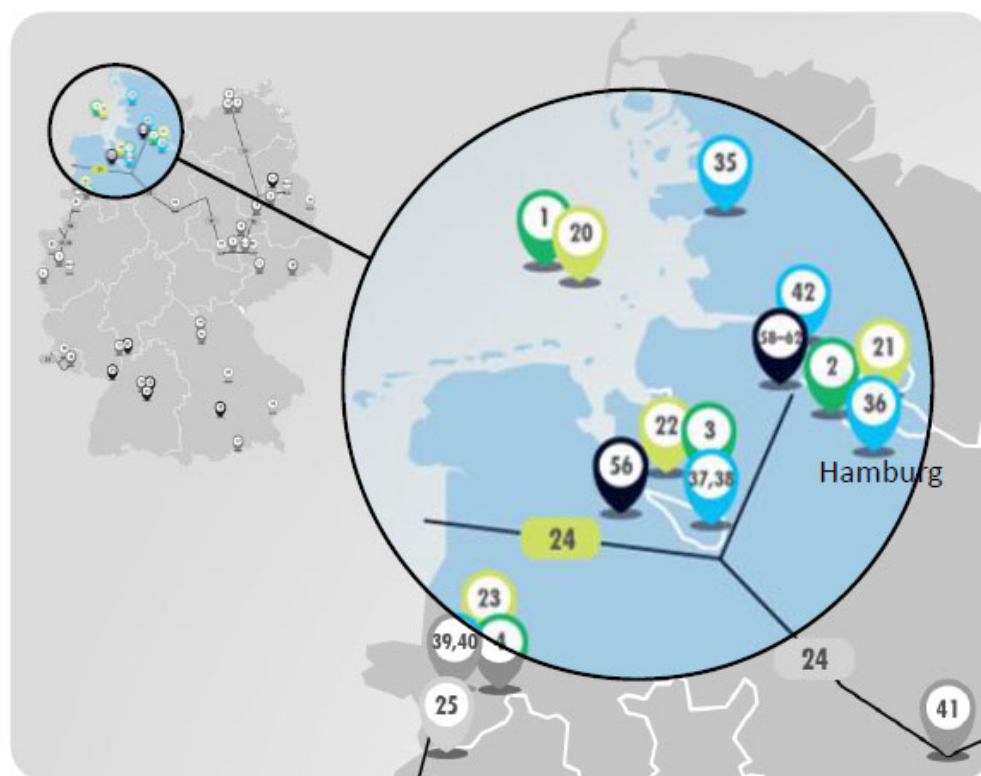
Service Providers, Know-How SMEs and Universities

- Leading in Certification (Projects, technical)
- RE/Hydrogen Law and regulatory framework (national/international)
- Finance and Insurance
- Technical Services / Engineering
- Components, Special applications

23.08.2022 Renewable Energy Hamburg Cluster Agency

6

EU-IPCEI: Hamburg+Region successful



PRODUCTION

- AquaVentus, Heligoland – RWE Renewables (1)
- HGHH Hamburg Green Hydrogen Hub, Hamburg – Shell, Hamburger Energiewerke, Mitsubishi Heavy Industries (2)

INFRASTRUCTURE

- AquaVentus, Helgoland – Gascade (20)
- HH-WIN, Hamburg – Gasnetz Hamburg (21)
- HYPERLINK – Gasunie (24)

INDUSTRIAL USE

- HyScale100, Heide – Holcim, Hynamics, Ørsted, Refinery Heide (35)
- H2H, Hamburg – ArcelorMittal (36)
- E-Methanol, Stade – DOW (42)

MOBILITY USE

- WIPLiN, Hamburg – Airbus Operations (58)
- H2LOAD, Hamburg – Hamburger Hafen und Logistik AG (59)
- HyPA, Hamburg – Hamburg Port Authority (60)
- H2 HADAG, Hamburg – HADAG Seetouristik und Fährdienst (61)
- H2SB, Hamburg – Green Plug (62)

THE IPCEI FUNDING SCHEME

SCOPE AND PRESENT STATUS

1. Demonstrably overcome important market failures;
2. Involvement of 21 Member States
3. Deliver **specific spill-over effects** benefiting the EU economy and society on the level of Member States and industries;
4. The IPCEI approach has been successfully realized in **Microelectronics and Battery Production (Giga Factories)**
5. IPCEI hydrogen is ongoing:

Due to the high number of admitted project proposals, the measures will be bundled and EU-notified as “wave schemes”:

- Technology and Industry waves are in the notification process
- A Grid-Operators and a Mobility & Transport waves are in preparation

hy SOLUTIONS
Innovative Antriebe für Hamburg



IPCEIスキーム

- 1.重要な市場の失敗を実証的に克服すること
- 2.21の加盟国の関与
- 3.加盟国や産業界レベルでEU経済・社会に貢献する具体的な波及効果を実現
- 4.マイクロエレクトロニクスと電池生産（ギガファクトリー）でIPCEIアプローチが成功
- 5.IPCEI水素は現在も進行中

採択されたプロジェクトの数が多いため、対策は「波動スキーム」として束ねられ、EUに通知される予定。
-テクノロジーとインダストリーの波が通知プロセスに入っている。
-グリッド・オペレーターとモビリティ&トランスポートは準備中。

WINDOW OF OPPORTUNITY

THE PATH TOWARDS A EUROPEAN HYDROGEN ECO-SYSTEM



2024年までにEU内に6 GWの電解設備の導入を支援し、水素100万トンを生産

From now to 2024, we will support the **installation of at least 6GW of renewable hydrogen electrolyzers in the EU**, and the production of **up to 1 million tonnes** of renewable hydrogen.

From 2025 to 2030, hydrogen needs to **become an intrinsic part of our integrated energy system**, with at least 40GW of renewable hydrogen electrolyzers and the production of **up to 10 million tonnes** of renewable hydrogen in the EU.

From 2030 onwards, **renewable hydrogen will be deployed at a large scale** across all hard-to-decarbonise sectors.

2030年以降、再生水素は、脱炭素が困難なすべての分野で代子簿に導入される。

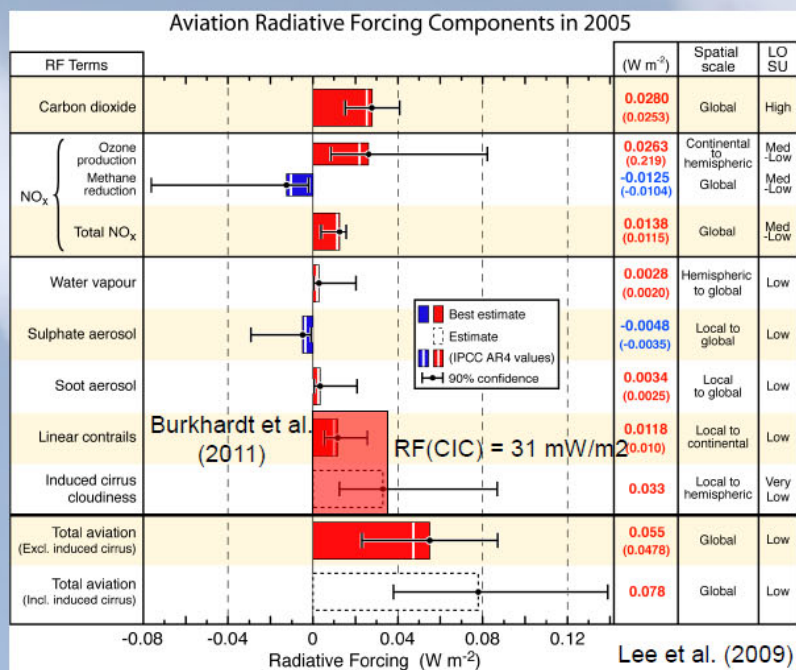
2025年から2030年にかけて、少なくとも40GWの再生可能水素電解槽と、EU域内で最大1000万トンの再生可能水素を製造し、水素が統合エネルギーシステムの本質的な一部となる必要がある。

https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-system-integration/hydrogen_en

DLR資料 航空がもたらす気候への影響のうち、CO2排出によるものは半分以下

DLR.de • Chart 2 > Climate-Neutral Flying: Opportunities and Potential of Hydrogen in Hamburg as a Center for Aviation > Dr. Björn Nagel • Hamburg > 17.08.2022

Less than half of the climate impact of aviation is driven by CO2 emissions.



Climate Impact depends on:

- Species of emissions
- Amount of emissions
- Altitude
- Latitude
- Atmospheric conditions

気候への影響要因：

- 排出物の種類
- 排出物の量
- 高度
- 緯度
- 大気条件



World's first measurements of 100% SAF (HEFA) behind large passenger aircraft 2021
ECLIF3, DLR/AIRBUS/Rolls Royce/Neste, A350/Falcon

In-Flight Measurement of Hydrogen Combustion

Blue Condor Project, 2022, Lead: Airbus Up Next



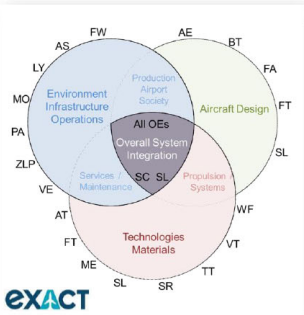
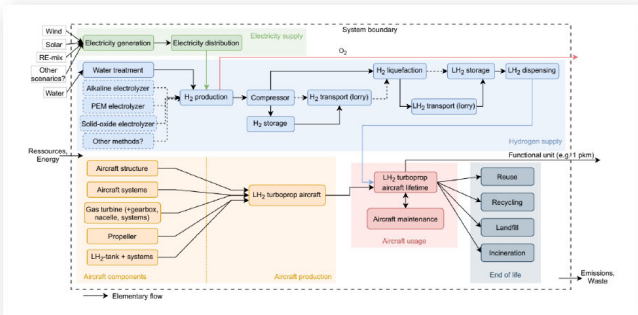
Credits: Airbus



Credits: AV Experts



Optimizing Climate Neutral Aviation for Life Cycle Values



EXACT



Very different Technology Options offer similar Climate Impact Reduction



Turboprop
Sustainable Aviation Fuel
Entry Into Service < 2040
250 Passengers
Mach 0.62



Turboprop & Fuel Cell
Liquid Hydrogen
Entry Into Service < 2040
250 Passengers
Mach 0.62



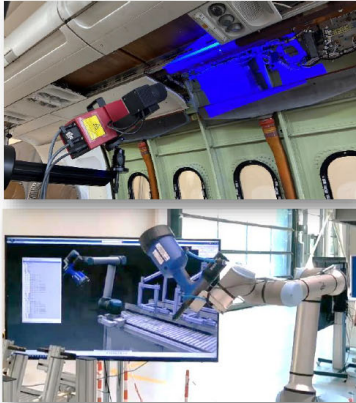
Fuel Cell & Battery
Liquid Hydrogen
Entry Into Service < 2040
70 Passengers
Mach 0.55



EXACT



Validation of Industrial Concepts & Co-Design

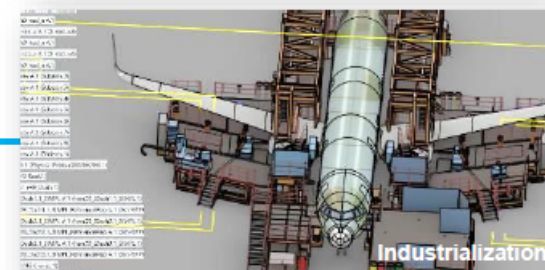
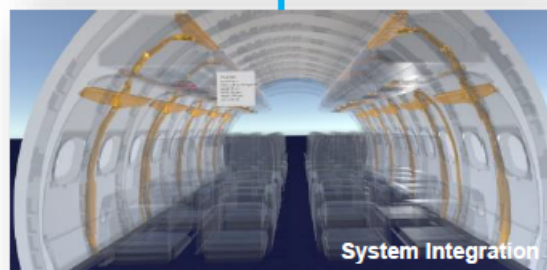
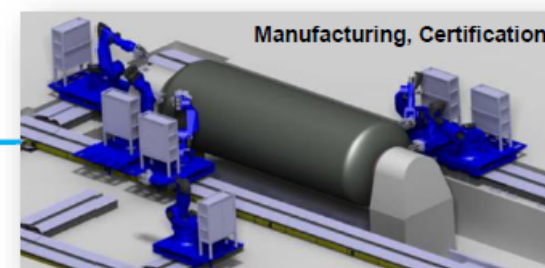
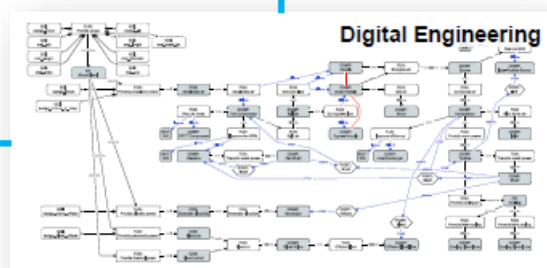
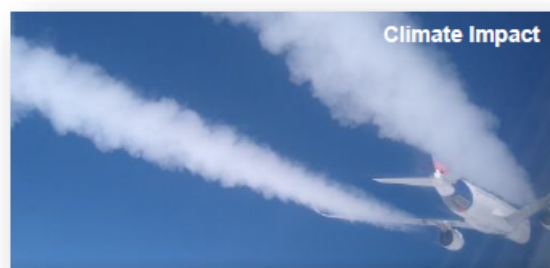
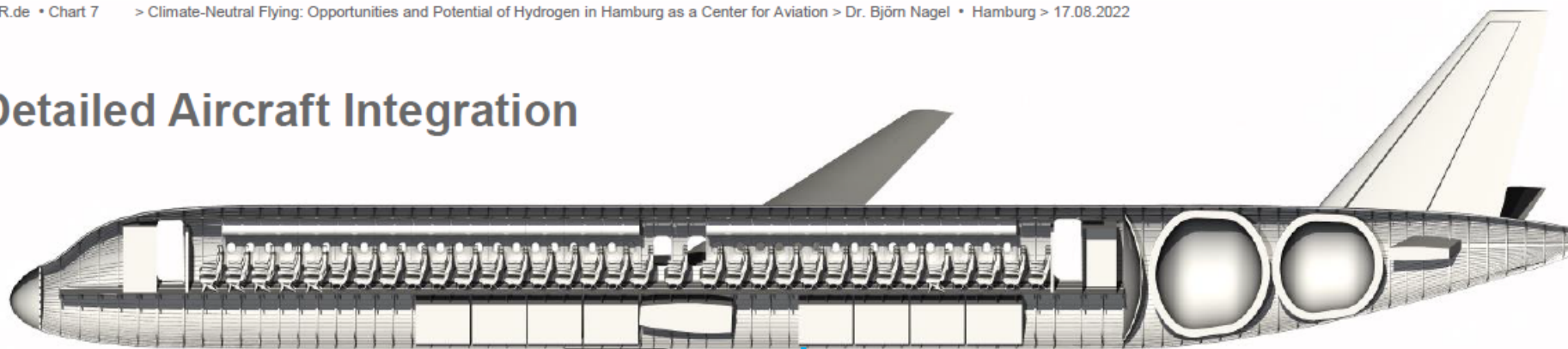


The Institute of Applied Energy

注：打合せ時のプレゼン資料より抜粋引用

Copyright; 2022 IAE. All rights reserved.

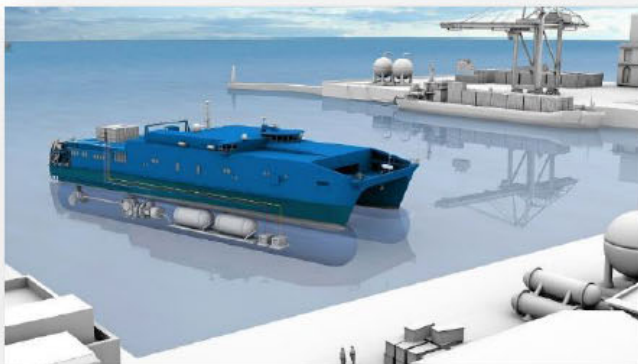
Detailed Aircraft Integration



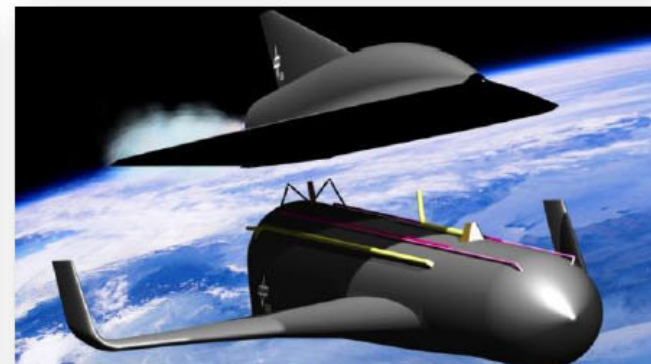
Technology Cross-Culmination in Hamburg and the North of Germany



Aviation



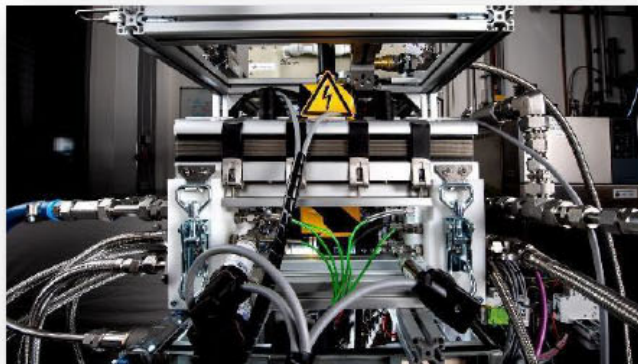
Maritime



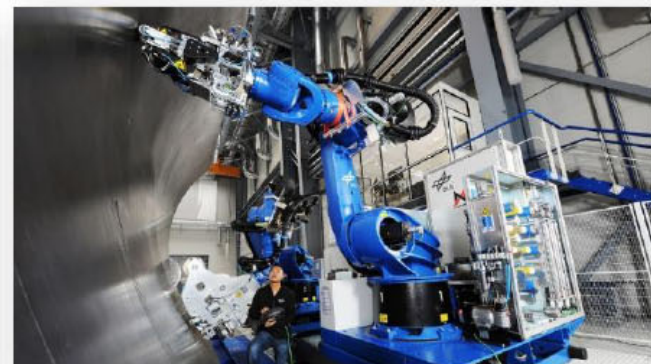
Space



Wind Energy



Fuel Cells & (L)H2 Systems



Manufacturing



DLR

CLEAN LOGISTICS MAKES TRUCKS AND BUSES FIT FOR THE FUTURE

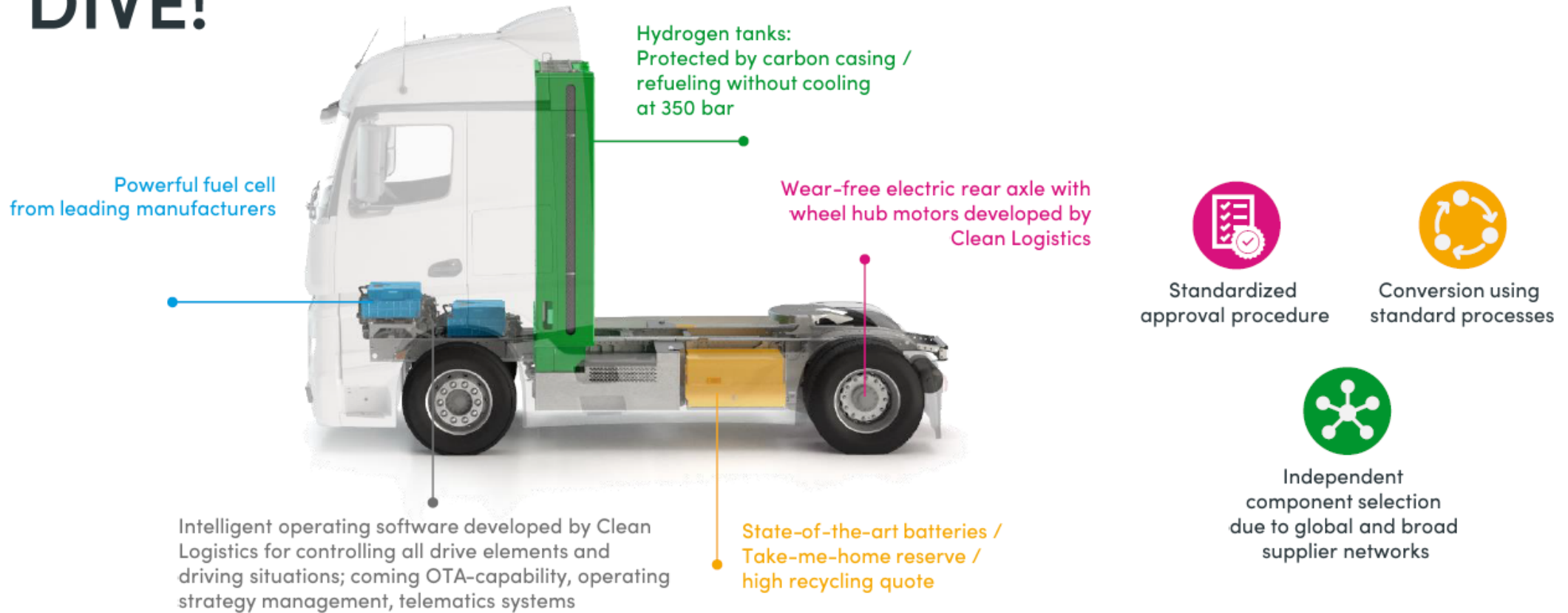


OUR MISSION

- » Clean Logistics decarbonises the transport sector by converting conventional buses and semitrailer tractors to hydrogen drive.
- » Clean Logistics replaces the conventional diesel drive of existing vehicles with emission-free drive technology and innovative control technology.
- » In this way, we are moving heavy duty transport and public transport into a climate neutral future.

Clean Logistics SE | Confidential | 08/2022 | DLE

FYURIANT TRUCK: THE TECHNICAL DEEP DIVE!



→ HYDROGEN FUEL-CELL ELECTRIC CONVERSION KIT, SUITABLE FOR ALL RELEVANT TRUCK APPLICATIONS

Clean Logistics SE | Confidential | 08/2022 | DLE

まとめ

○北ドイツ 5 州で行われている水素関連の取り組み状況を把握することができた。

各州の立地条件や既設インフラを活用しながら、水素サプライチェーンに関する多くのプロジェクトが計画・推進されており、今後の水素社会構築に向けて、日本との協力を期待していることを確認した。

○水素サプライチェーン全般に関する具体的な取り組み状況

- ・ 再エネ由来の水素製造（アルカリ及びPEM電解）と水素の導管供給（TSOレベルの水素ブレンド）
- ・ 海外からの輸入のための港湾整備（計画）
- ・ 水素貯蔵システム開発（天然ガス用岩塩洞窟の水素への転換）
- ・ 各種の水素利用技術の開発と商用化
 - ー産業分野；水素発電、熱利用、産業用FC、カーボンニュートラル生産設備の整備（自動車部品工場）
 - ー輸送分野；大型FCトラック、船舶（アンモニア利用）、航空機（液水利用）
 - ー民生分野；民生用FC

所感

- ・ 2020年2月の欧州出張から2年半ぶりの海外出張であった。
- ・ ドイツ政府関係機関が主催するツアーに参加し、行程、訪問先などロジ関連の対応がスムーズであり、効率的な情報収集を行うことができた。（盛りだくさんでタイトな行程でもあった。）
- ・ 各州とも、国と地域の関係機関（産学官）が連携し、水素社会の構築に向けて積極的に取り組んでいることを実感した。EU補助（IPCEI）の決定が進み始めており、今後、様々なプロジェクトが本格的に開始されることから、さらなる進展と課題の顕在化やその対策に関する検討が進むことが期待される。
- ・ これらの動向を参考に、日本の実情に応じた水素社会の構築に向けて取り組む必要があると考える。

ご清聴ありがとうございました。

ハンブルグ_エルベ川の風景



2022/08/26 15:04

参考資料

- 北ドイツ 5 州の水素戦略
- ドイツの再生可能エネルギーの普及
- ドイツにおける電力網の拡張
 - 2035年までに高圧送電網の巨大な拡張が必要
- 新たな水素インフラ
 - ドイツの産業界に供給するためのパイプラインネットワーク
- ドイツのケミカルパーク
- 水素IPCEI 欧州共通の重要プロジェクト
- エネルギー転換期における水素技術
 - 1.アクアヴェンタス洋上電解プラント構想
 - 2.リンデによる世界最大の水素電解槽の建設
 - 3.シュレスヴィヒ・ホルシュタイン州の実証試験場「Westküste 100」

北ドイツ 5 州の水素戦略

Norddeutsche Wasserstoff strategie (2019年11月7日)

北ドイツ水素戦略は、国家を超えた集中的な協力と、産業界、科学界、行政界の精力的な関係者の広範かつ建設的な参加の結果であり、2035年までに水素経済の実現を目指す。

北ドイツは、グリーン水素経済を構築するための独自の立地上の利点がある。

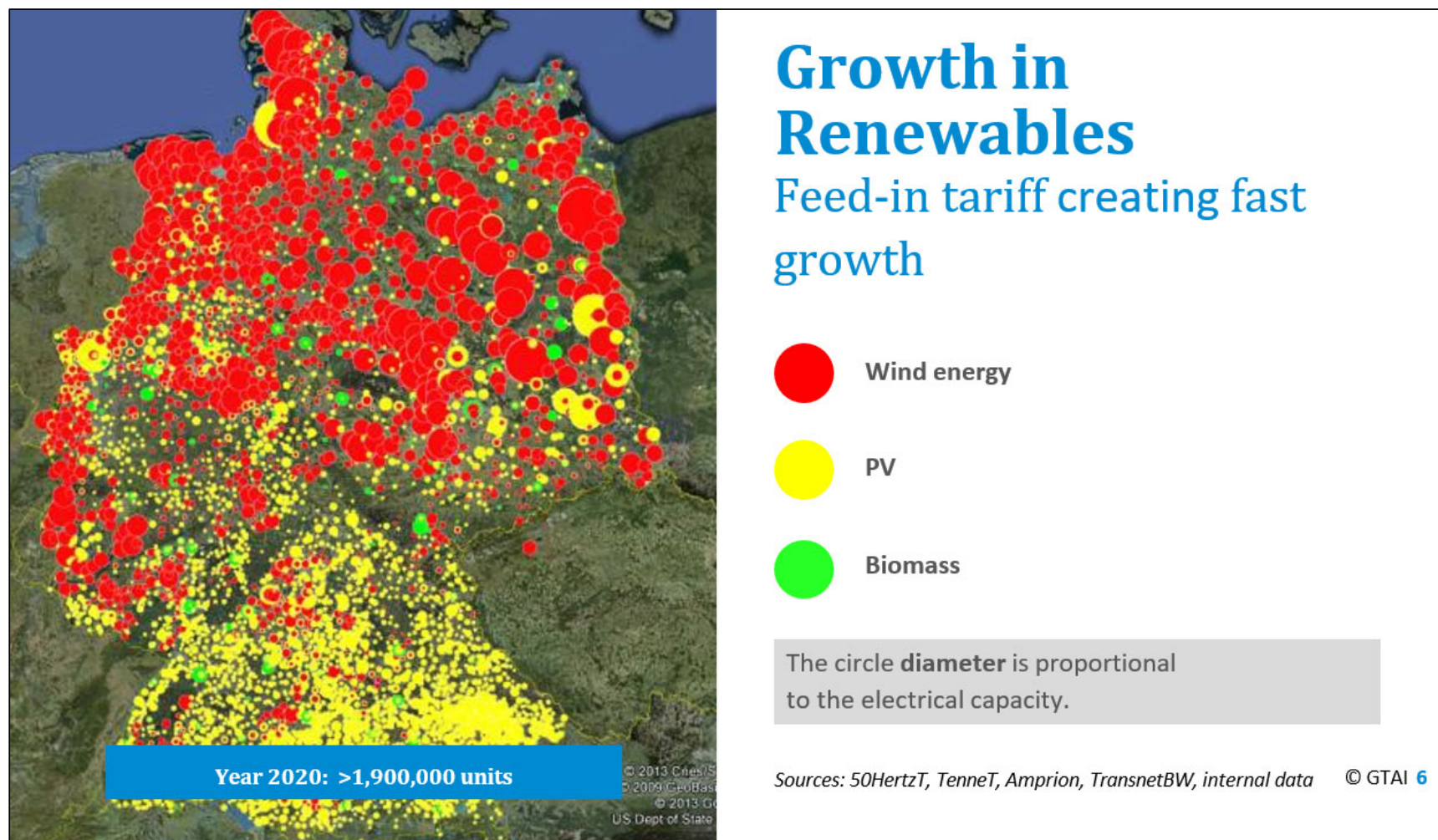
- ・ 陸上・洋上風力発電の発電能力が高く、さらなる拡大の可能性
- ・ 水素貯蔵のための地下地層
- ・ 輸入ターミナルを持つ物流・経済の中心地である港湾施設は、今後、グリーン水素や合成エネルギー源の輸入・流通、水素の利用、水素技術・部品の輸出において重要な役割を果たす
- ・ 海運会社と科学的専門知識
- ・ 北ドイツにある6つの「エネルギー転換の実験場 (Reallaboren der Energiewende)」では、水素の取り扱いについて豊富な経験を持つ企業が、さらなるノウハウを蓄積していく

北ドイツ 5 州は、経済政策によって、この地域に拠点を置く企業やこれから設立する企業に魅力的な立地条件を提供し、この地域における価値創造と適格な雇用を維持し、新たな雇用を創出することを目指す。イノベーションと経済成長のためのインセンティブを提供し、ビジネス拠点としての北ドイツを強化する。グリーン水素経済の発展は、野心的な経済政策の継続でもある。



北ドイツ 5 州：1.シュレースビヒ・ホルシュタイン、2.メクレンブルク・フォアポンメルン、3.ハンブルク、4.ブレーメン、5.ニーダーザクセン
<https://norddeutschewasserstoffstrategie.de/wp-content/uploads/2020/11/norddt-H2-Strategie-final.pdf>

ドイツの再生可能エネルギーの普及



THE GERMAN ENERGY MARKET - Current Status and Opportunities -, AUGUST 2022, Heiko Staubit, Germany Trade & Invest

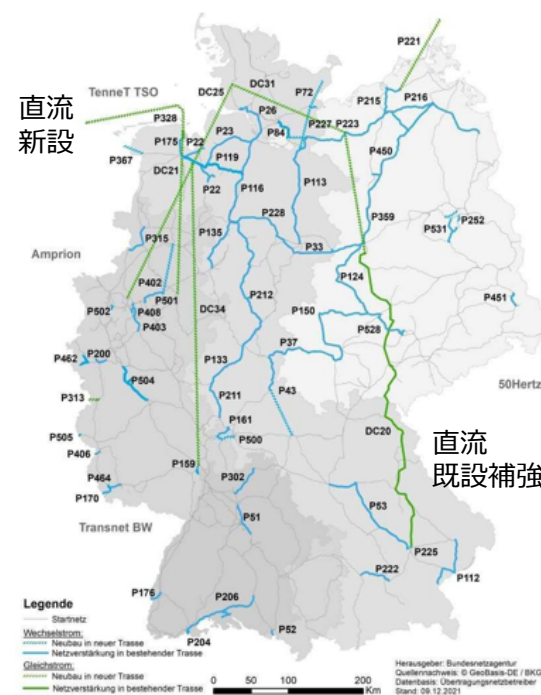
| Grid Expansion | Distance in Km. |
|-----------------------|-----------------|
| AC-New Construction | 450 |
| DC-New Construction | 2,150 |
| DC-Interconnections | 250 |
| AC-Interconnections | 50 |
| AC-Grid Reinforcement | 3450 |
| Total | 6,650 |

Onshore grid estimated investment:

Offshore grid estimated investment:

| | |
|-------|---------|
| Total | 33 bn € |
|-------|---------|

青色：交流
綠色：直流
實踐：既設補強
破線：新設



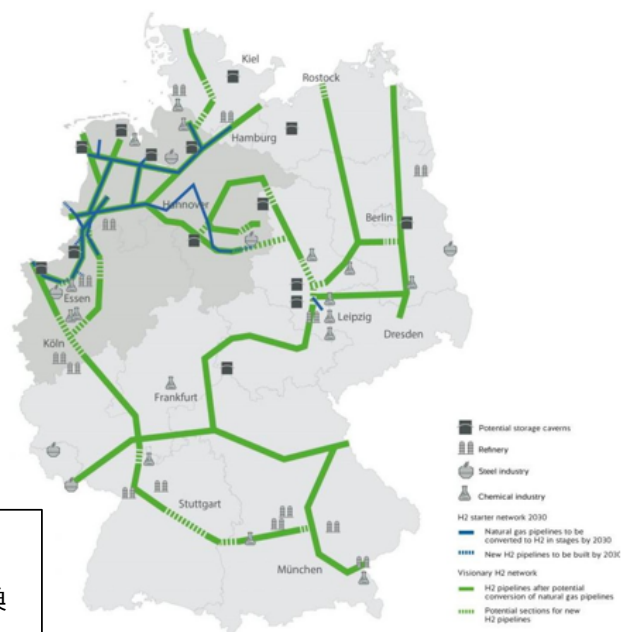
© GTAI 13

新たな水素インフラ ドイツの産業界に供給するためのパイプラインネットワーク

New Hydrogen Infrastructure

A pipeline network to supply the German industry

H₂ starter network 2030



- Wind (offshore) will play an important role for the generation of H₂
- The NG infrastructure will be repurposed for hydrogen transport in connection with the European hydrogen backbone
- Storage capacity and 2 H₂ pipeline networks already exist and will be further developed
- H₂-ready LNG terminals are being built to import gas and H₂ from overseas

© GTAI 30

Source: BMWK 2021, FNB Gas 2021, [Chemical Parks in Germany \(gtai.de\) 2022](#)

THE GERMAN ENERGY MARKET - Current Status and Opportunities -, AUGUST 2022, Heiko Staubitz, Germany Trade & Invest

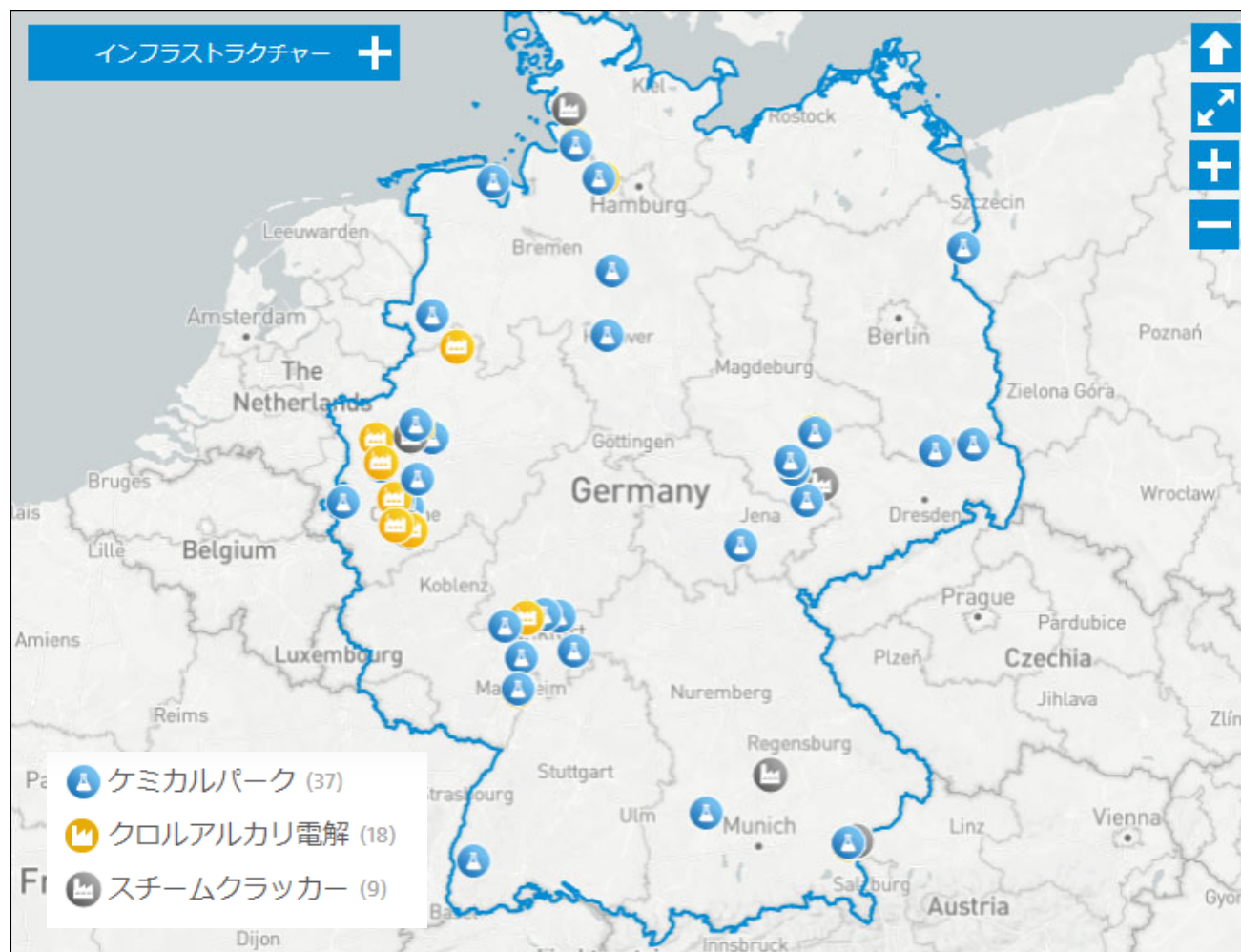
参考資料

ドイツのケミカルパーク

ドイツの化学製品生産環境は、クラス最高の物流インフラの恩恵を受けている。主要な化学炭素源である原油は、パイプラインの高度なネットワークによって分配される。年間1億1,500万トンの総生産能力を持つ13の製油所と、世界の生産能力の3%に相当する8つのスチームクラッカーが、国の化学産業に必要なすべての構成要素を供給している。

ドイツで毎年輸送される1億4,500万トンの化学物質のうち、36%がパイプラインで輸送されている。主要なケミカルパークは、国内でエチレンなどの原材料を輸送するパイプラインを介して相互に接続されており、ベルギーやオランダを経由して近隣の化学生産センターやヨーロッパの北西部の港に接続されている。また、水素、一酸化炭素、塩化ビニルモノマー (VCM)、および酸素のパイプラインが、専門的な生産に焦点を当てたケミカルパーク間にある。

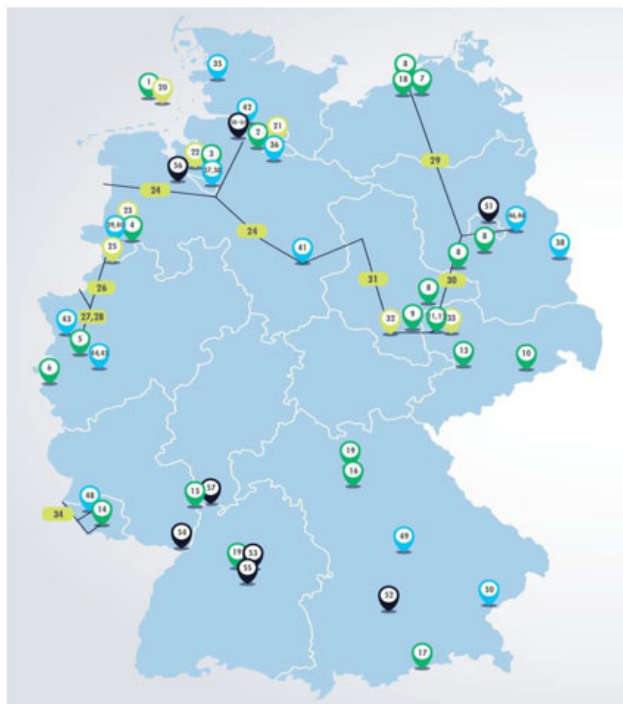
ケミカルパークマップは、各生産拠点で利用可能な原材料リソースの概要を示し、個々のケミカルパークの場所に関する詳細にアクセスできる。



<https://www.gtai.de/en/invest/industries/industrial-production/chemicals-materials/chemical-parks-in-germany>

水素IPCEI 欧州共通の重要プロジェクト

Hydrogen IPCEI Important Projects of Common European Interest



Source: BMWI 2021

- BMWi and BMVI have selected 62 large-scale hydrogen projects to receive government funding
- Over 8 billion EUR available in federal and state funding
- The projects represent the entire value chain of the hydrogen market
- A major step on the way to climate neutrality for Germany's economy

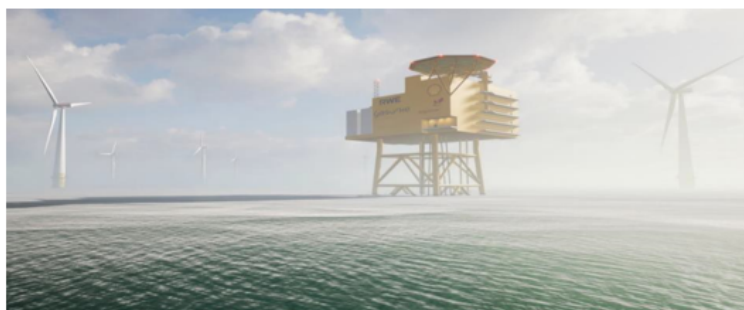


© GTAI 40

エネルギー転換期における水素技術

1. アクアヴェンタス洋上電解プラント構想

Hydrogen Technologies in the Energy Transition Initiative AquaVentus offshore electrolysis plant



Key Parameters

- Project name: AquaVentus
- Generation capacity: 10 GW for green hydrogen
- Green hydrogen production: 1 million tons/year
- End of construction: 2028 (2035)
- Funding: Up to €12.48 Million from the Federal Ministry of Education and Research (Germany)

Goals

- Set up the first offshore hydrogen park until 2028
- Reach the planned generation capacity for green hydrogen from offshore wind energy on the island of Helgoland and transport it on land
- Aiming for a long-term integration into the European hydrogen market

Partners (selection)

- | | | |
|--------------|------------------|--------------|
| • AVIA | • Hitachi Energy | • RWE |
| • EnBW | • J-Power | • Shell |
| • E.ON | • Linde | • Siemens |
| • Fraunhofer | • Marubeni | • RWE |
| • GASCADE | • MHI Vestas | • Vattenfall |

Source: <https://www.aquaventus.org/>

© GTAI 41

エネルギー転換期における水素技術 2. リンデによる世界最大の水素電解槽の建設

Hydrogen Technologies in the Energy Transition Linde's construction of the world's largest hydrogen electrolyser



Goals

- Commissioning the world's largest PEM hydrogen electrolyser in Leuna
- powered by certified green electricity and later by renewable energy generated nearby
- Construction of a new hydrogen liquefier in addition to the plant

Key Parameters

- Input power: 24 MW
- Hydrogen production: 3,200 tons/year
- Start of operation: 2022 (second half)
- Funding: €15 million from the FGR

Partners

- Linde
- ITM Power

© GTAI 42

エネルギー転換期における水素技術

3. シュレスヴィヒ・ホルシュタイン州の実証試験場「Westküste 100」

Hydrogen Technologies in the Energy Transition

Real-world laboratory “Westküste 100” in Schleswig-Holstein



Key Parameters

- Project name: Westküste 100
- Input power: 30 MW
- Project period: 2020 – 2025
- Funding: €30 million from the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

Goals

- Map and scale a regional hydrogen economy on an industrial scale
- Produce green hydrogen from offshore wind energy and use the resulting waste heat
- Hydrogen can then be fed into gas grids and used for the production of climate-friendly fuels for aircraft

Partners

- | | |
|----------------|--------------------|
| • Hynamics | • Ørsted |
| • Thyssenkrupp | • Raffinerie Heide |
| • FH Westküste | • Region Heide |
| • Holcim | • Thüga |
| • OGE | • Stadtwerke Heide |

© GTAI 43