



Centro d'iniziativa per i MOtori, VEicoli e Tecnologie

Il ruolo dell'idrogeno nella transizione tecnologica ed ecologica dell'energia

17 dicembre 2021

Elettrolizzatori AEM Smart, Semplici, Scalabili



Enapter

Simone Perini
simone@enapter.com

LA NOSTRA AZIENDA

Enapter a colpo d'occhio

Enapter è un'azienda di tecnologia energetica in rapida crescita.

Sfruttiamo la tecnologia AEM (Anion Exchange Membrane) e i suoi vantaggi unici. Essa permette la produzione di massa di elettrolizzatori come **prodotti, non come progetti.**

L'imprenditore seriale Sebastian-Justus Schmidt ha avviato Enapter nel novembre 2017. Da allora abbiamo fatto grandi passi avanti nello sviluppo del prodotto e nella crescita fino ad oltre 200 dipendenti (dato aggiornato a Dicembre 2021).

Enapter è entrata nel mercato dei capitali nell'agosto 2020 attraverso una fusione inversa. Siamo sul mercato regolamentato delle borse di Francoforte e Amburgo (ISIN DE000A255G02).

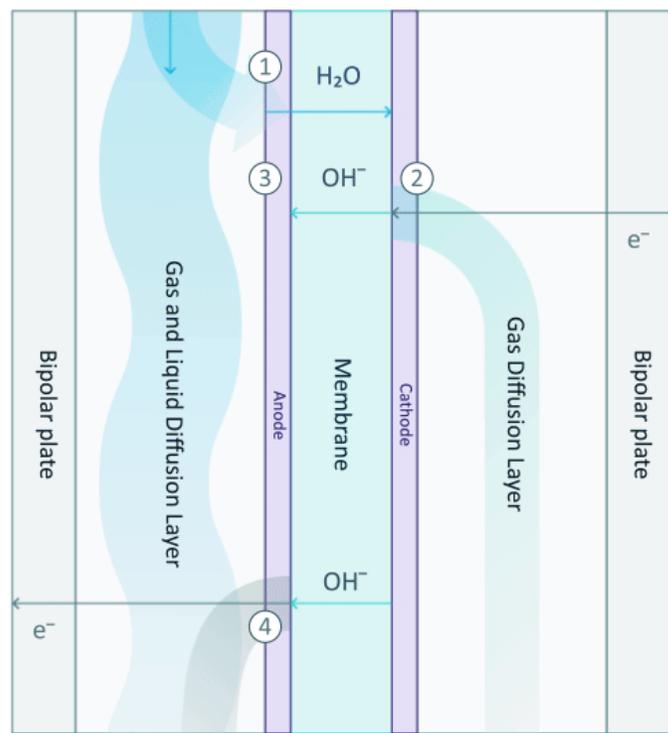
Prossimo passo: **scalare la nostra produzione** e produrre in massa i nostri elettrolizzatori AEM.



Il processo elettrolitico

I punti di forza della tecnologia AEM:

- ≡ Combina il meglio delle tecnologie concorrenti: alcalina e PEM
- ≡ Materiali e installazione a basso costo
- ≡ Alta efficienza
- ≡ Facile da installare e gestire
- ≡ Basso OPEX
- ≡ Copertura brevettuale ampia



- ① Water travels from the anode half-cell through the membrane.
- ② Hydrogen is produced at the dry cathode and released via the gas diffusion layer.
- ③ OH^- moves back to the anode via the membrane.
- ④ Oxygen is produced from OH^- at the anode and released via the gas and liquid diffusion layer.

■ Water Electrolyte Circulation
 ■ Electron Transport
 ■ Electron and Hydroxide Transport
 ■ Hydroxide Transport

COMBINARE IL MEGLIO DEI DUE MONDI

Vantaggi della tecnologia AEM

	PEM	Alkaline	 Enapter AEM
Idrogeno ad alta purezza	✓	✗	✓
Pressione di uscita	30 bar	30 bar	35 bar
Consumo elettrico (kWh/Nm ³ H ₂)	5.0	4.9	4.8
Elettrolita non caustico	✓	✗	✓
Componenti a basso costo	✗	✓	✓
Tempo di rampa veloce	✓	✗	✓
Compattezza	✓	✗	✓



Scalare la produzione



Riduzione massiccia dei prezzi attraverso la produzione su larga scala



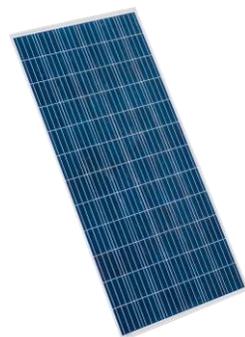
1981



today



2000



today

Nel corso della storia economica, niente ha visto una crescita e una riduzione dei costi più veloce di quella compiuta dai prodotti di massa.

I PC hanno rimpiazzato i mainframe alla fine del secolo scorso. Oggi i «blade computer» standardizzati e prodotti in massa incrementano la capacità di calcolo a prezzi sempre più bassi.

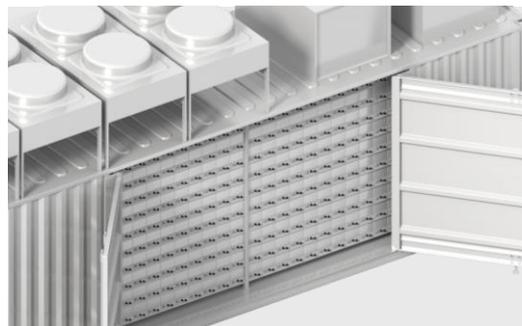
La distribuzione di energia solare modulare sempre più economica su scala sta riducendo e sostituendo la produzione di energia dai combustibili fossili.

È il turno dell'idrogeno verde.

Riduzione massiccia dei prezzi attraverso la produzione su larga scala



2019



2023

Invece di considerare elettrolizzatori come progetti di ingegneria individuale, Enapter sta imitando l'introduzione del PC o del pannello solare producendo un dispositivo che è **compatto, modulare e scalabile**.

L'approccio di Enapter è unico per la produzione di idrogeno verde - stiamo standardizzando e produrremo in massa gli elettrolizzatori e i loro nuclei, che **indurranno una veloce ed importante riduzione dei costi**.

Gli stack e gli elettrolizzatori AEM prodotti in massa possono essere **impilati per raggiungere qualsiasi dimensione**, dai kilowatt ai megawatt, per qualsiasi uso.



DOVE SIAMO OGGI

La crescita di Enapter

2017 - Il nostro primo edificio a Pisa. Lo abbiamo ristrutturato nel 2018, ora viene utilizzato esclusivamente per la R&S

2019 - Ulteriore edificio acquisito per la produzione in serie dei dispositivi

2020 - Ulteriore edificio acquisito nel settembre 2020 per l'ampliamento della R&S con 8 nuovi laboratori, una nuova area di test e una camera bianca

2021 - Edificio acquisito nel dicembre 2020 per incrementare la produzione chimica e degli stack



PROSSIMO PASSO

Produzione di massa

Il Campus Enapter ha posato la sua prima pietra a Settembre 2021.

La fabbrica localizzata nella comunità climatica di Saerbeck (North Reno Westfalia – Germania) sarà alimentata al 100% da energia rinnovabile prodotta localmente dal primo giorno.

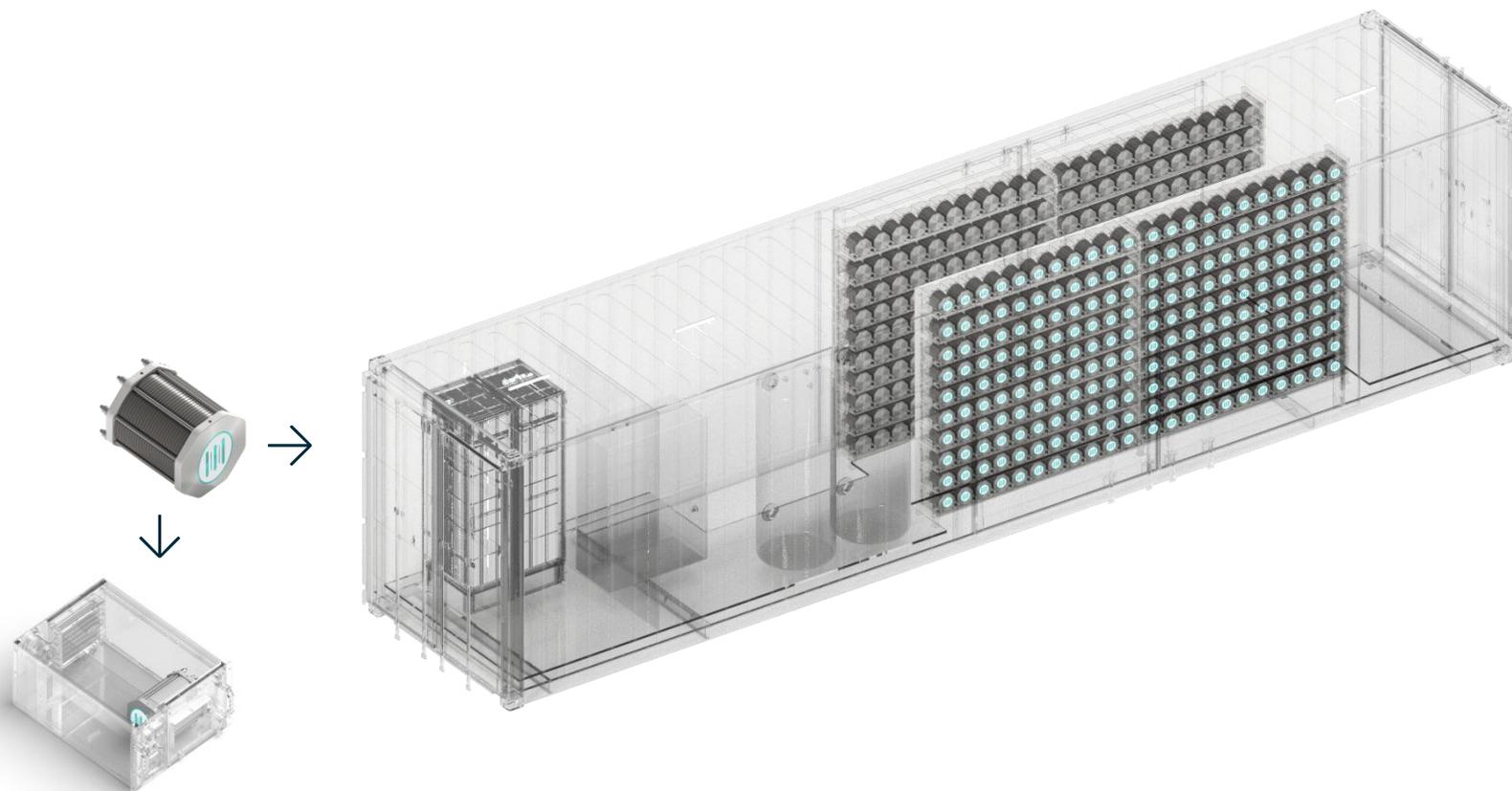
Capacità produttiva prevista nel 2023: 10.000 unità/mese.



Gli elettrolizzatori AEM



La piattaforma per la massima scalabilità



Il modulo "AEM stack" – un singolo nucleo ("core") – è la **base della piattaforma di prodotto Enapter.**

Il nostro stack AEM prodotto in serie forma il cuore del nostro elettrolizzatore AEM compatto e modulare, l'EL 2.1. Ma fornisce anche idrogeno verde su scala megawatt quando 420 di essi sono distribuiti nel nostro sistema AEM Multicore

Questo approccio alla piattaforma di prodotti ci permette di aumentare la nostra velocità di sviluppo dei prodotti, ridurre i costi di sviluppo e aumentare rapidamente la varietà dei prodotti.



Elettrolizzatore EL 2.1

Produzione di idrogeno:
500 NL/hr or 0.5 Nm³/hr

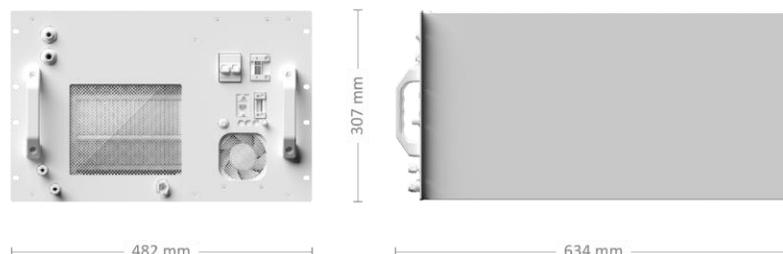
Efficienza
4.8 kWh for 1 Nm³ of H₂

Purezza idrogeno
~99.9%

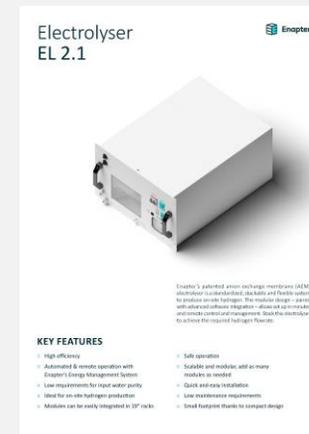
Consumo elettrico
2.4 kW

Purezza dell'acqua in ingresso
<20 µS/cm

Pressione di uscita idrogeno
35 bar



EL 2.1
La produzione di serie è iniziata nel
Marzo 2020



AEM Multicore™

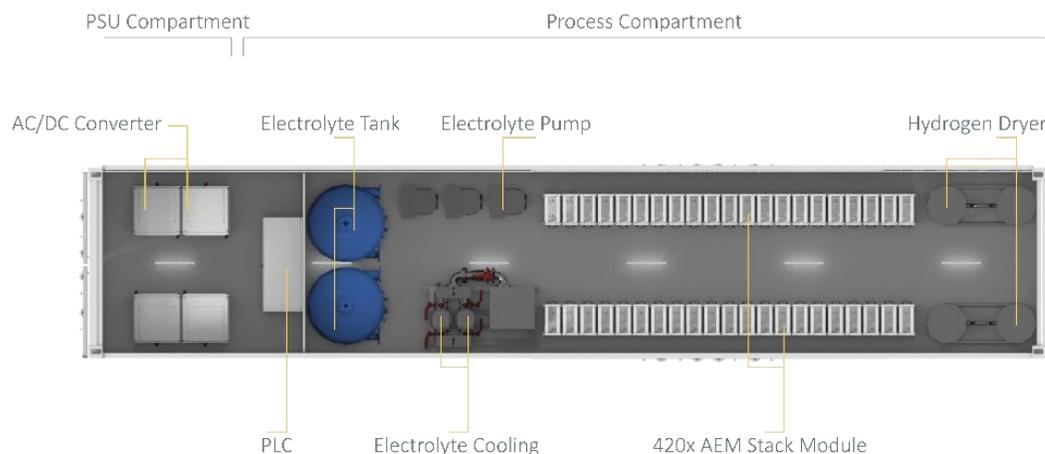
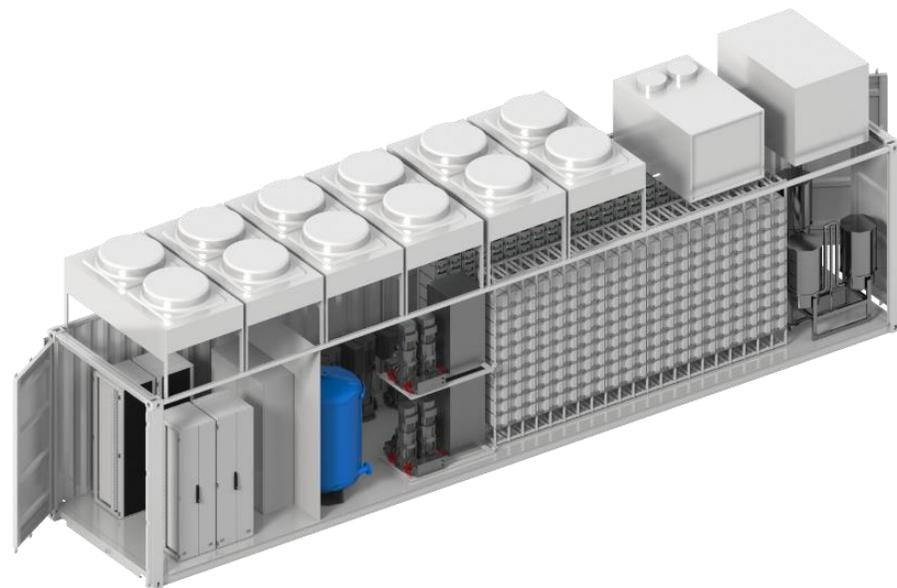
Produzione di idrogeno
210 Nm³/hr

Purezza dell'idrogeno
~99,8%, 99,999% con
essiccatore opzionale

Consumo di energia
1.008 kW

Efficienza
4,8 kWh/Nm³

Pressione di uscita
Fino a 35 bar



AEM Multicore
Serial Production planned in 2022



- ≡ Container modulare da 40 piedi
- ≡ Autosufficiente con:
 - Distribuzione di energia
 - Sicurezza H2
- ≡ Completamente automatico con EMS di Enapter e Modbus



ENERGY MANAGEMENT SYSTEM

In-built energy management

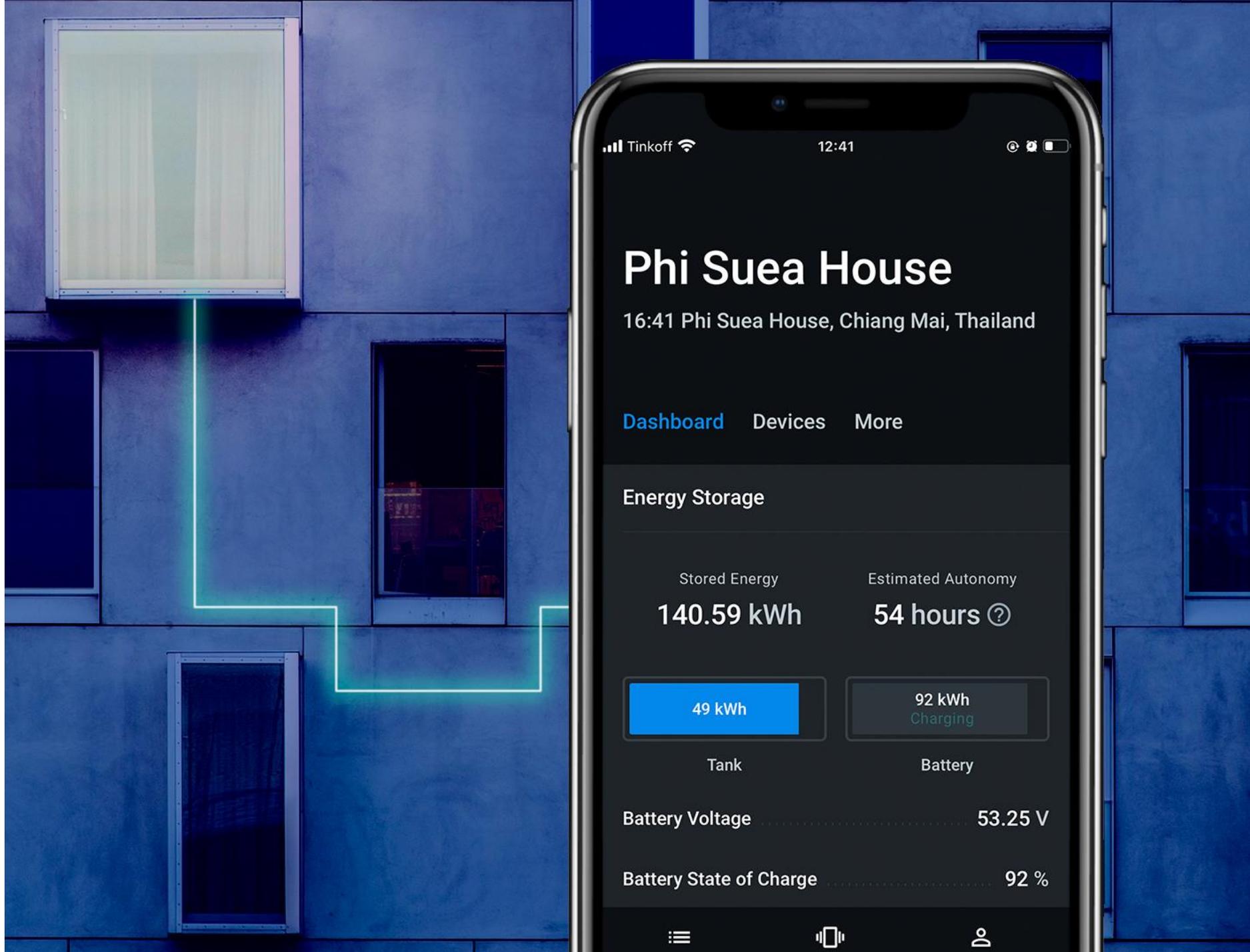
Enapter's AEM electrolyzers are hardware/software hybrids.

This, of course, allows the control of hydrogen production on the go with our mobile and web apps.

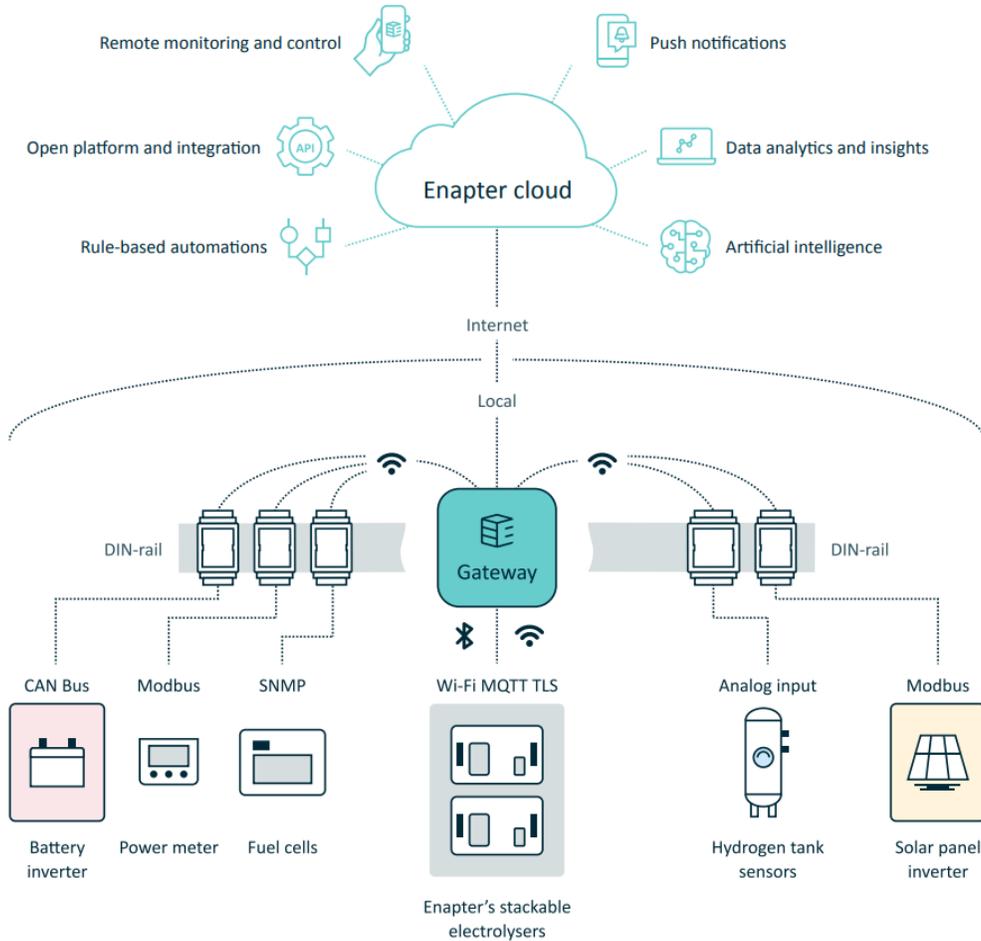
But our Energy Management System Toolkit also enables the planning, integration and automated control of energy generation, storage and transmission for any energy system.

We are not just building electrolyser firmware – we are developing an operating system for energy.

More reliability, more hydrogen, more information [here](#).



Creating your Energy Management System



Casi d'uso



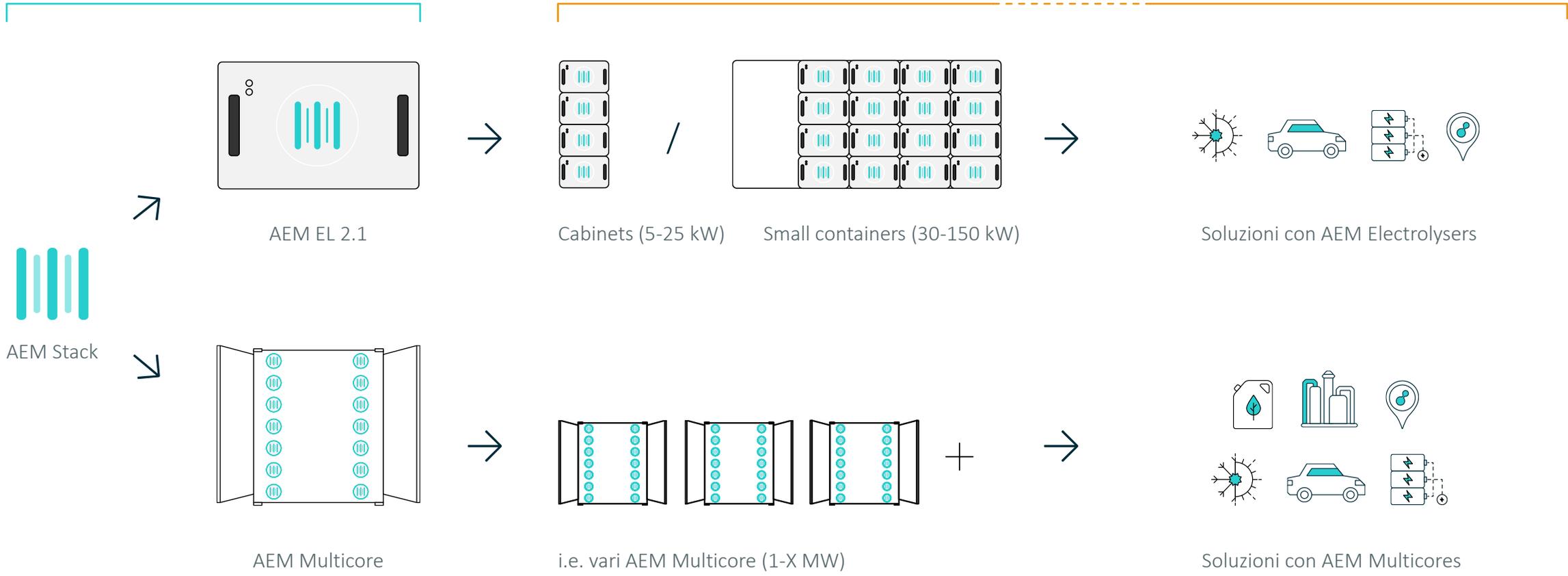
Noi forniamo i blocchi, gli integratori creano le soluzioni



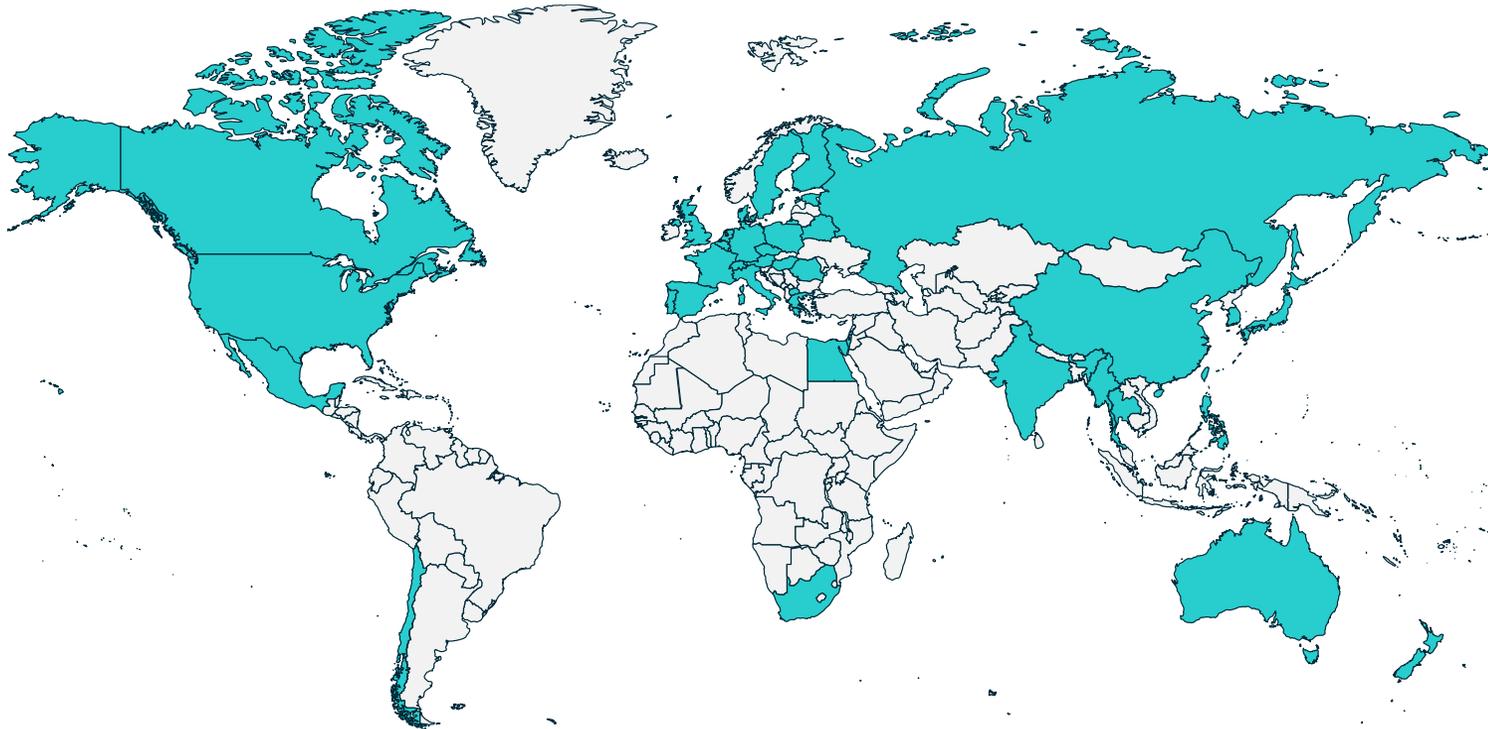
I prodotti Enapter...

...sono composti dagli integratori partner...

... che costruiscono le soluzioni per i clienti finali



La distribuzione globale dei prodotti Enapter



Finora abbiamo spedito
elettrolizzatori a **166 clienti in 40**
paesi.



ELECTRICITY STORAGE

The Phi Suea House

The Phi Suea House (Home of the Butterflies) is the world's first solar-hydrogen multi-house:

- ≡ Off-grid since 2015 in Thailand, it is a showcase for sustainable living
- ≡ Sunshine and rain cover all energy and water needs on the premises, facilitated by Enapter electrolyzers.
- ≡ In simple terms, the energy of the sun is transformed via solar panels into electricity. Any excess power will be converted and stored as hydrogen. When the sun doesn't shine, the stored hydrogen gas in tanks generates electricity by using fuel cells.
- ≡ Selected as a "Hydrogen Valley" on the Mission Innovation Platform. It is one of the world's most advanced H2 projects, and is the only one in Southeast Asia. Read more.



ELECTRICITY STORAGE

Lavo Hydrogen Battery

Lavo develops next generation green energy metal-hydride hydrogen storage.

- ≡ It's the world's first integrated hybrid hydrogen battery that combines with rooftop solar to deliver sustainable, reliable and renewable green energy to homes and businesses.
- ≡ Developed in partnership with UNSW, Sydney, Australia and Design + Industry, LAVO™ is a hydrogen hybrid battery that stores over 40kWh of electricity – enough to power the average Australian home for 2 days.
- ≡ Enapter provides the fitted AEM electrolyser. Together with Lavo, they work at the same speed and ambition to make a real dent in climate change.



ELECTRICITY STORAGE

Microgrid

Electrification of rural community with 100% renewable-based microgrid with hydrogen storage.

- ≡ PESTECH electrifies 100 community members in Malaysia using PV coupled with hydrogen energy storage system (ESS)
- ≡ AEM electrolyser produces hydrogen from excess PV during the daytime
- ≡ Hydrogen is stored and electricity is produced with a fuel cell to supply nighttime demand
- ≡ Read more about the economics of hydrogen microgrid [here](#)



Peak Shaving with Hydrogen

Delta Green is the first energy-independent office building in France, with energy production exceeding user consumption.

- ≡ The aim of Delta Green is to showcase complete energy autonomy.
- ≡ The energy mix is made up of PV, geothermal and hydrogen storage; with PowiDian integrating the hydrogen solution. Instead of using batteries, the tertiary building uses 2 Enapter electrolyzers to store hydrogen for peak shaving.
- ≡ The commercial benefit is that hydrogen is converted into electricity to fulfil demand and avoid demand spikes that would result in a higher electricity tariff



POWER TO HEAT

H2 Heating Solutions

In June 2019, the first hydrogen project for residential heating was officially opened in Rozenburg near Rotterdam in the Netherlands, planned by DNVGL.

- ⇒ Enapter deployed 8 AEM electrolyzers, showcasing their unique modularity and flexibility.
- ⇒ The produced hydrogen is safely transported to central boilers heating 25 apartments. 3 different hydrogen boilers are being tested in the setup.
- ⇒ Since gas production in the Netherlands (Groningen) is winding down, the country has ambitious hydrogen plans to replace natural gas.



H2 Mobility Solutions: Cars

Hydrogen vehicles are quickly gaining ground around the globe.

- ≡ On-site refueling for fuel cell drones, cars, planes or other vehicles is another use case for decentralized hydrogen production.
- ≡ Enapter is working with [Hyperion Motors](#) in the United States to supply the Hypercar with the clean fuel it needs for power.



ONSITE REFUELING

H2 Mobility Solutions: Cars

- ≡ Another H2 refueling station with on-site production of hydrogen by two units of Enapter's AEM electrolyser EL 2.1 was recently commissioned in the "[Milford Haven: Energy Kingdom](#)" project in Wales (UK)
- ≡ Objectives of this projects are to provide an example and roadmap to decarbonization using decentrally produced green hydrogen, stimulate local growth and investment as well as education and job creation



H2 Mobility Solutions: Airplanes

- ≡ The HyFlyer project aims to decarbonise medium range passenger aircrafts using hydrogen.
- ≡ The Hydrogen used for the test flights in UK are produced by Enapter electrolyzers, which are integrated into a refueling container and provide on-site hydrogen production



H2 Mobility Solutions: Drones

- ≡ Hydrogen Fuel Cell drones are getting more and more popular due to longer flight durations and heavier loads they can carry
- ≡ Several partners integrated our electrolyser into small refueling station for hydrogen powered drones
- ≡ ORCA 2 is refueling station developed in China by B-Shark. And includes a 0.5 nm³/hr to produce on-site hydrogen



Ammonia Production

Starfire Energy is developing modular systems to produce carbon-free Ammonia (NH₃) (read more [here](#))

- ≡ Ammonia has a high energy density and stores and transports cheaply using well-developed technologies, codes, and standards
- ≡ 10 kg/day is first of several iterations, the goal for them is to have a modular NH₃ system with a production capacity of 50 tonnes/day
- ≡ Modular systems reduce business risk for the customer, which is 100% in line with Enapter's approach



RESEARCH

Biocatalytic Power-to- Methane

- ≡ Electricity from solar energy is converted into hydrogen by electrolysis.
- ≡ Hydrogen is then converted into natural gas by biocatalysis using carbon dioxide.
- ≡ The produced methane can be stored in the existing infrastructure.
- ≡ Carbon dioxide is produced during alcoholic fermentation, for example in the production of spirits or beer, but also in the production of bioethanol, which is added to the fuel.

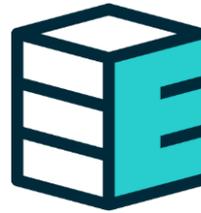


Nitrogen Purification

- ≡ Nitrogen gas is commonly generated by pressure swing adsorption (PSA). Depending on the size of the System, there will be a certain amount of impurities
- ≡ In Portugal our electrolyzers are integrated together on-site at a factory with a PSA system. The Hydrogen is then used to purify the nitrogen



Grazie per l'attenzione!



Simone Perini
simone@enapter.com

WWW.ENAPTER.COM

