

Koncepcja

Wykorzystanie wodoru w lokalnym transporcie publicznym

2023 – Energiequelle GmbH, Rozwój biznesu

Wiatr



Przyłączenie
do sieci



Fotowoltaika



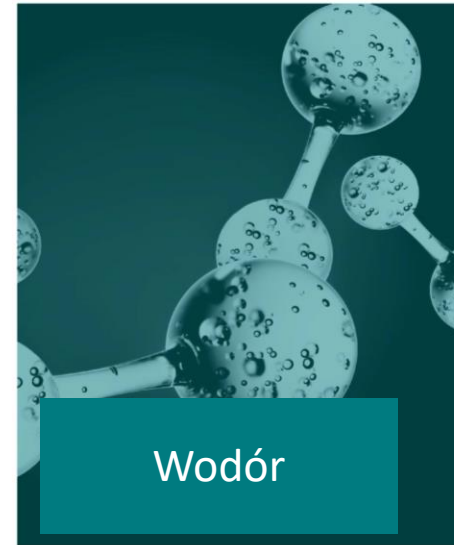
Biogazownie



Magazyn
energii

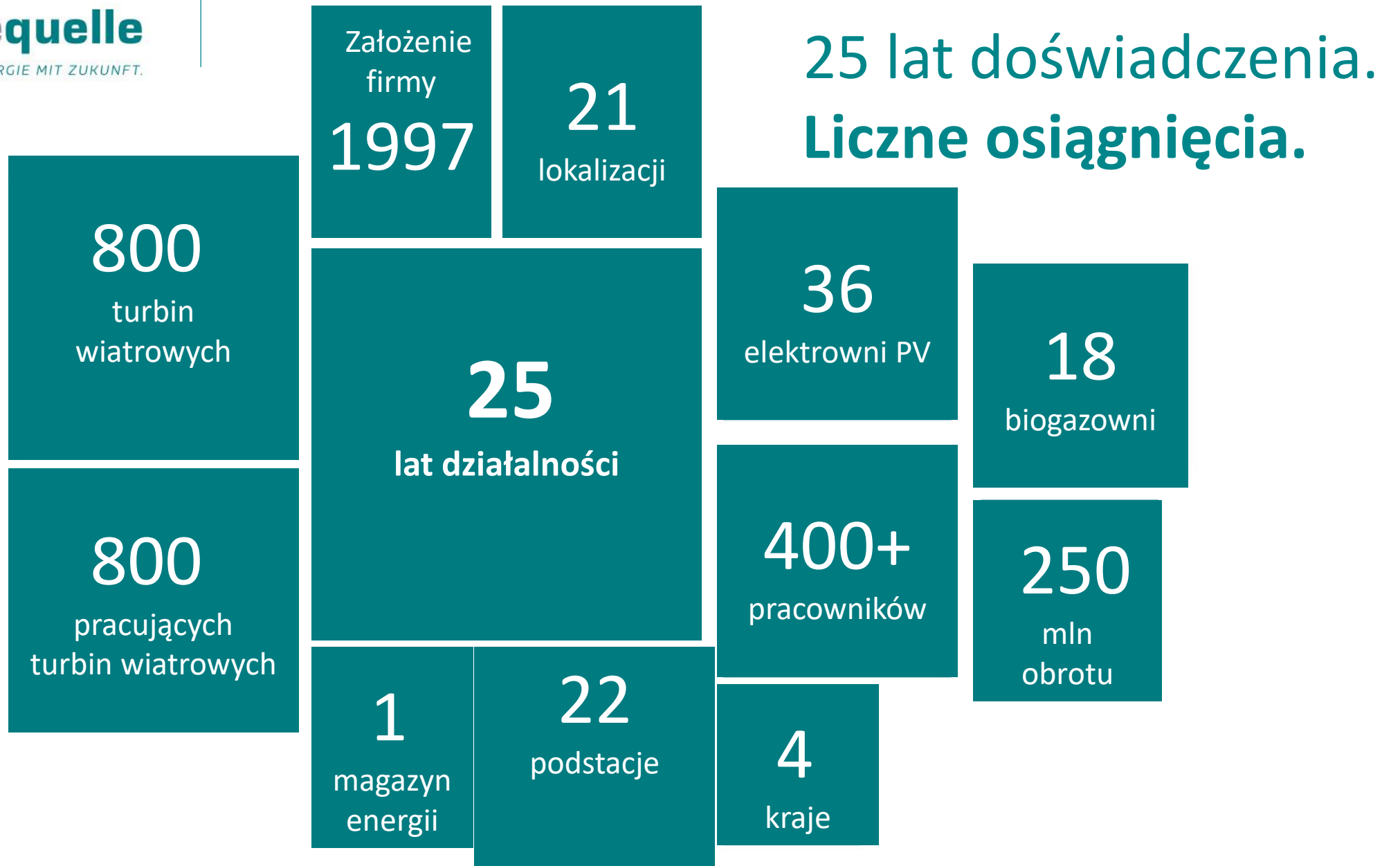


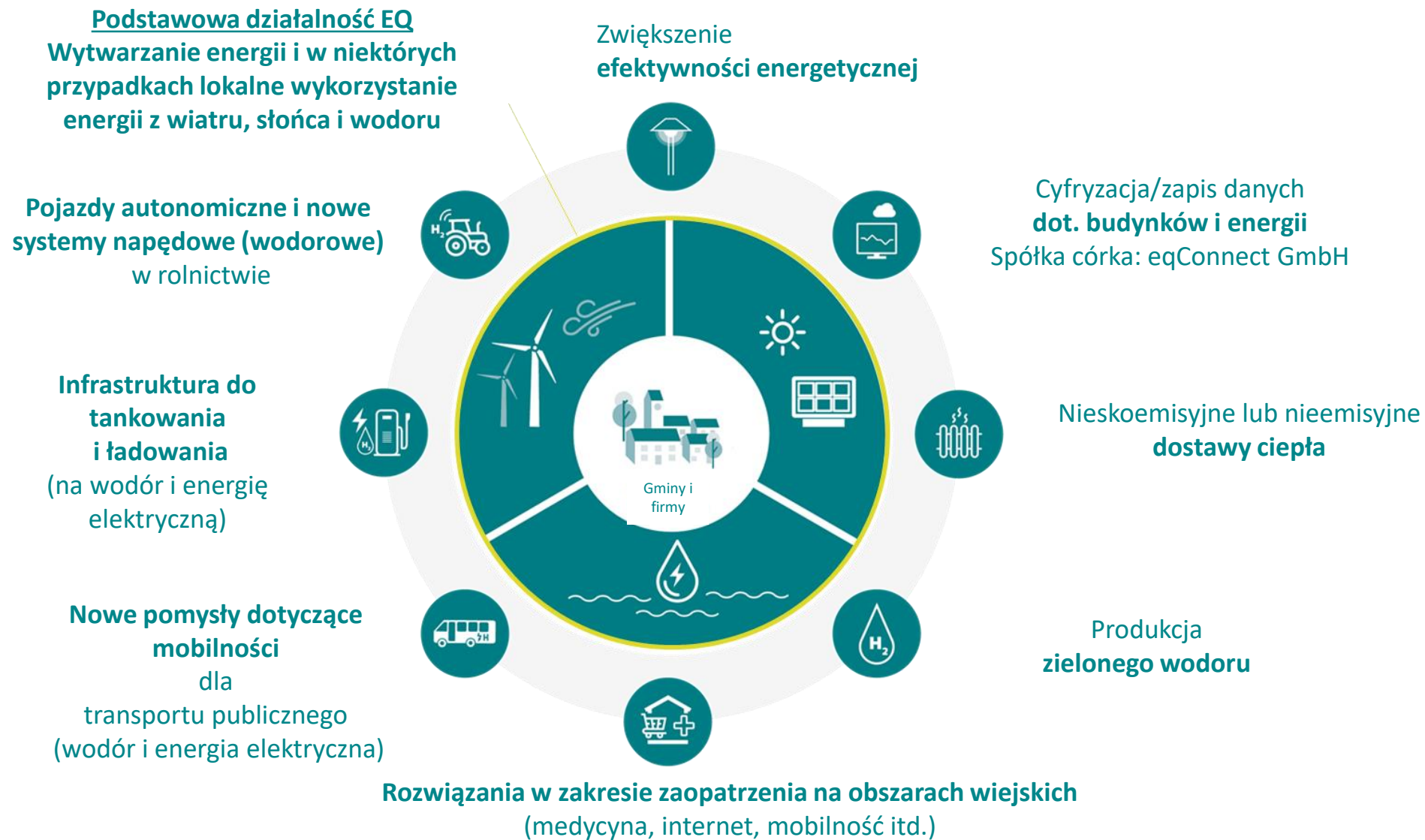
Wodór



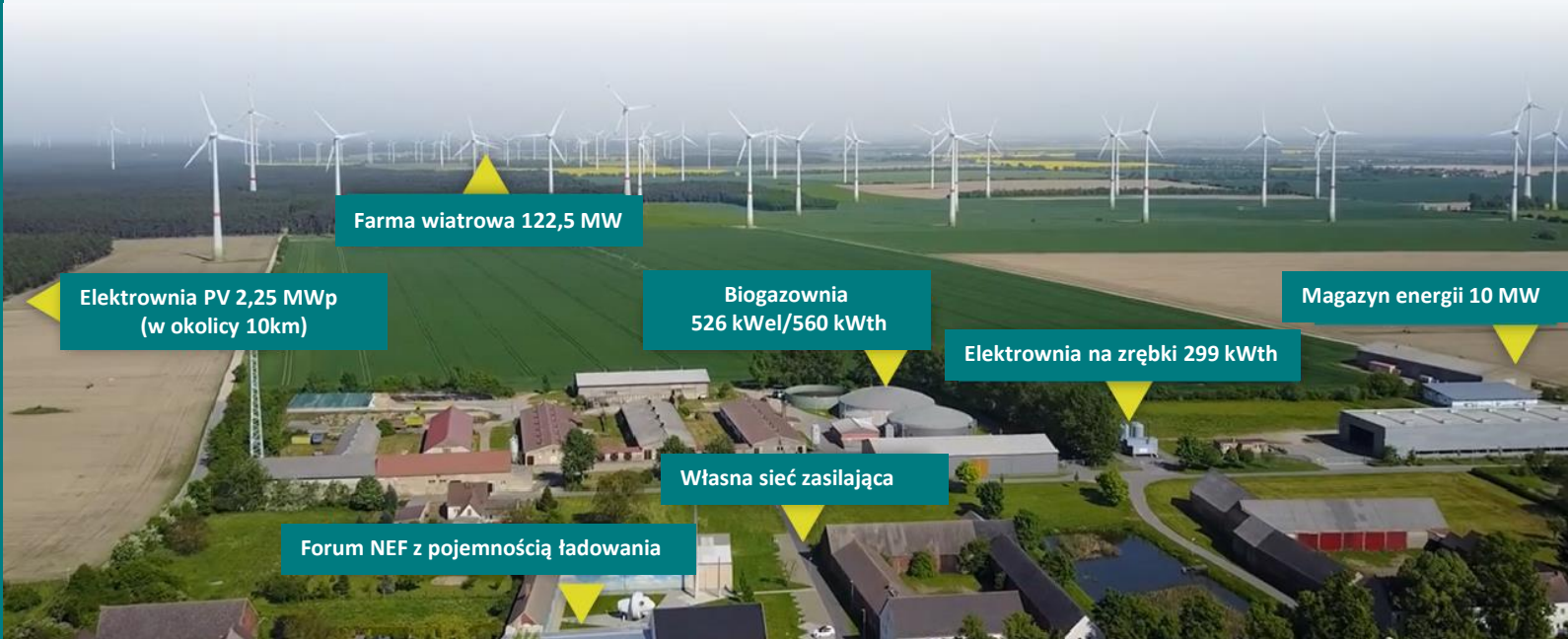
Koncepcje
energetyczne







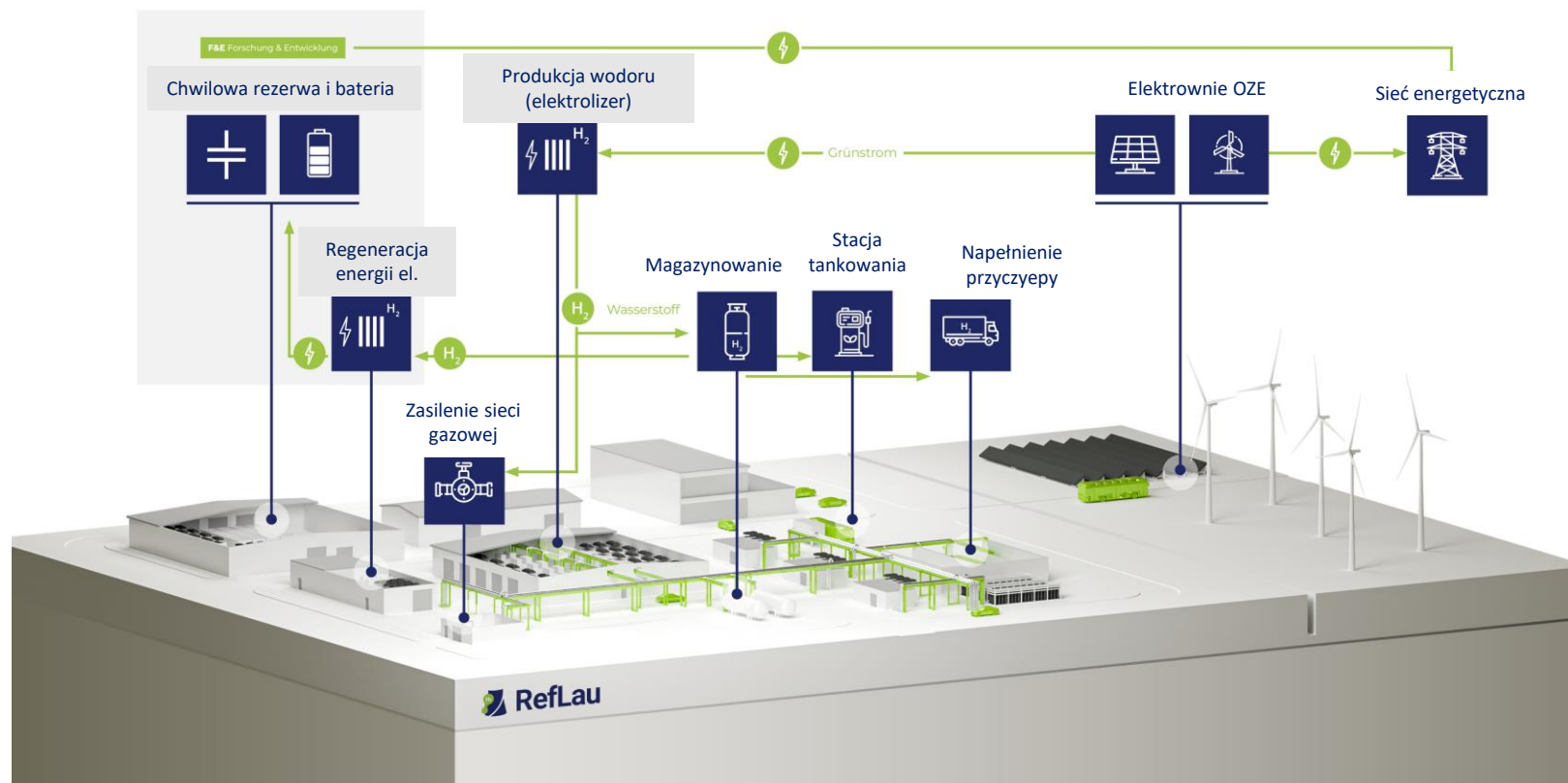
Nasza wizytówka transformacji energetycznej. Dziś i w przyszłości.



Fakty dotyczące projektu

- Od ponad 20 lat Feldheim jest wizytówką branży energetycznej pod hasłem "Energy turnaround to touch".
- NEF (New Energies Forum) co roku odwiedza około 3000 gości z całego świata.
- Warunki lokalizacyjne są tej formie unikalne w Niemczech
- Położenie: zaledwie 83 km na południowy zachód od Berlina
- Pomysł polega na dalszym rozwoju tego miejsca w centrum edukacji i technologii w dziedzinie odnawialnych źródeł energii (tytuł roboczy "Feldheim 4.0").

Koncept techniczny elektrowni wodorowej



**Prawdziwe
laboratorium
transformacji
energetycznej**

- Produkcja zielonego wodoru z energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych i fotowoltaicznych
- Dekarbonizacja sektorów: przemysł, transport (ciężki, publiczny itp.) i ciepłownictwo
- Stabilizacja sieci poprzez magazynowanie i ponowne przekształcanie wodoru w energię elektryczną
www.reflau.com



1. Regionalny zakup energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii
2. Wytwarzanie energii na miejscu
3. Dostawa zielonego wodoru za pomocą przyczepy
4. Magazynowanie H₂ i regulacja ciśnienia
5. Stacja tankowania H₂ dla autobusów
6. Infrastruktura magazynowania energii i ładowania autobusów

Cele projektowe

1. Widoczny zielony wizerunek dzięki dekarbonizacji
2. Koncepcja zrównoważonej energii
3. Ekonomiczny model biznesowy

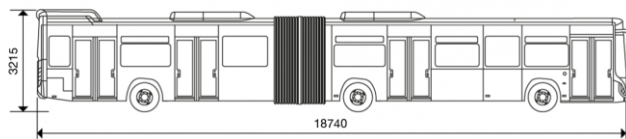
Autobus jednoczłonowy



580K – 650K €

- ca. 12 m długości
- **H₂- zużycie**
7,5 – 9 kg/100km
(Autobus hybrydowy na ogniwa paliwowe)

Autobus przegubowy



800K – 850K €

- ca. 18 m długości
- **H₂- zużycie**
11 – 12 kg/100km
(Autobus hybrydowy na ogniwa paliwowe)

Różna długość trasy

- Autobus miejski
- Autobus komunikacji międzymiastowej
- Autokar

Różne technologie napędowe

- Napęd elektryczny z ogniwami paliwowymi i akumulatorem buforowym (autobus hybrydowy z ogniwami paliwowymi)
- Napęd akumulatorowo-elektryczny z ogniwem paliwowym zwiększającym zasięg (magistrala REX z ogniwem paliwowym)

W autobusie hybrydowym z ogniwami paliwowymi ogniwo paliwowe służy jako główne źródło energii. Autobus REX z ogniwami paliwowymi może być podłączony do sieci i ładowany na stacji ładowania.



H₂- zapotrzebowanie

Założenie: Liczba autobusów na wodór: **16**
Liczba dni roboczych na autobus : **350 d/a**
ca. H₂-zużycie: **11 kg/100km**
ca. długość trasy na autobus: **300 km/d**

H₂-zużycie: **16 · 11 kg/100km · 300 km/d · 350 d/a**
= 184.800 kg/a
Roczne zapotrzebowanie na wodór dla 16 autobusów w tym przykładzie wynosi ok. **185 t**



Wymagana moc elektrolizy

Założenie: produkcja H₂ przy mocy elektrolizy 2 MW: 37,5 kg/h
Liczba godzin pełnego obciążenia w zakładzie z odpowiednią nadbudową instalacji OZE: 5 000 h/a

Produkcja H₂: **37,5 kg/h · 5000 h/a = 187 500 kg/a**
Roczna produkcja wodoru przy zainstalowanej mocy elektrolizy wynoszącej 2 MW i pracy przez 5000 godzin przy pełnym obciążeniu wynosi około 187,5 tony.

W tym przykładzie roczne zapotrzebowanie na wodór 16 autobusów z ogniwami paliwowymi może być pokryte przez produkcję wodoru przez elektrolizer o mocy 2 MW.



Elektrolizer

3 Mio. €

- **Założenie**
Konkretne koszty inwestycji w elektrolizer: ok. 1,5 mln €/MW
- **Suma inwestycji w przykładzie**
 $2 \text{ MW} \cdot 1,5 \text{ mln €/MW} = 3 \text{ mln €}$ Koszty inwestycji wynoszą około 3 mln € dla czystej elektrolizy.



H₂-stacja ładowania

- Wykorzystanie wodoru w sektorze mobilności wymaga budowy i obsługi stacji tankowania H₂.
- Tankowanie autobusów odbywa się pod ciśnieniem 350 barów

W tym przykładzie koszty inwestycji w elektrolizer wynoszą ok. 3 mln €. Systemy peryferyjne wymagane oprócz stacji tankowania H₂ zależą częściowo od koncepcji operacyjnej i kanałów dystrybucji.

Dodatkowe urządzenia peryferyjne

Obowiązkowe

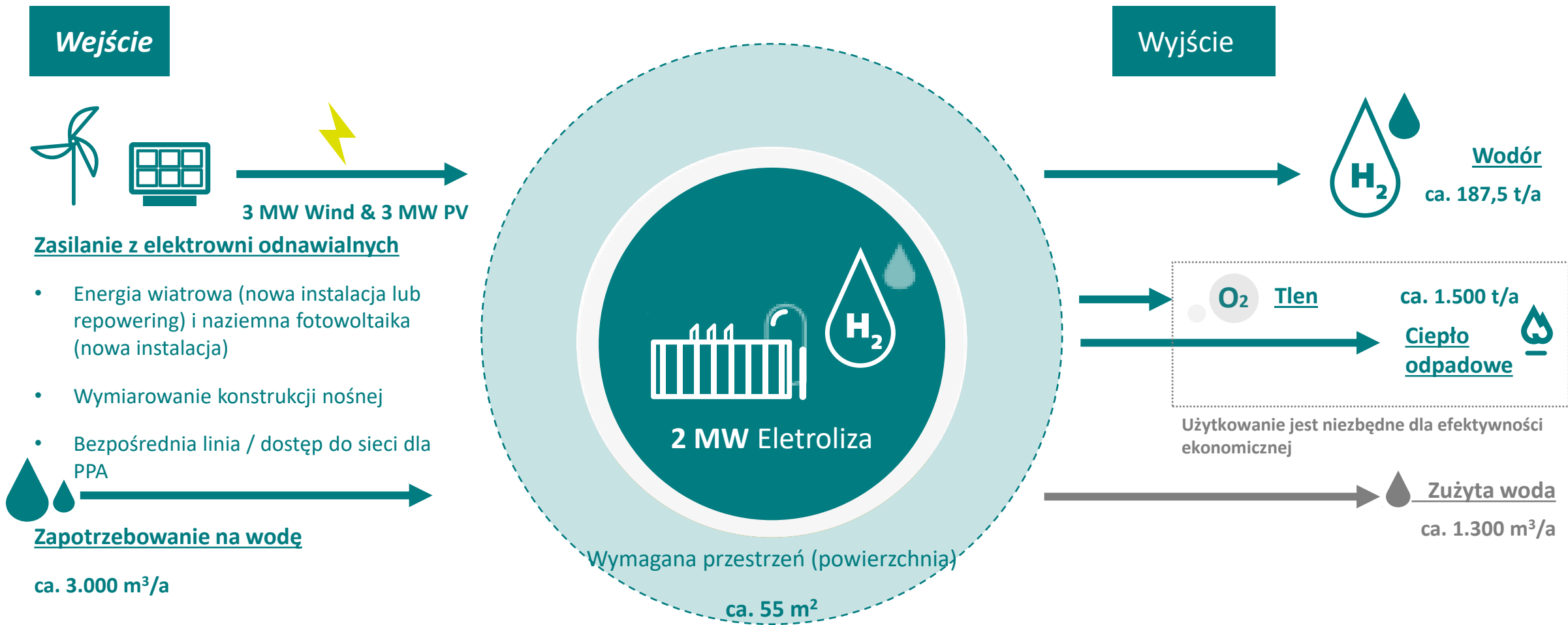
- Transformatory
- Uzdatnianie wody do wody ultraczystej
- Rurociągi
- Magazyn buforowy wodoru

W zależności od koncepcji działania zakładu

- Magazyn baterii
- Sprężarka
- Wysokociśnieniowy magazyn wodoru

W zależności od kanału dystrybucji wodoru

- Dostęp do rurociągów dalekosiężnych
- Stacje napełniania przyczep



Decydującym czynnikiem dla produkcji zielonego wodoru jest zasilanie elektrolizera zieloną energią elektryczną z elektrowni odnawialnych poprzez bezpośrednią linię lub dostęp do sieci.

Producent	Kraj	Model	Napęd	Ogniwa paliwowe	Silnik	Strona internetowa
Van Hool	Belgien	A Fuel Cell Exqui.City Fuel Cell	ogniwo paliwowo-el.	Ballard	Siemens Elektromotor	https://www.vanhool.com/de/fahrzeuge/linienbusse/wasserstoff
Caetano/ Toyota	Portugal	H2.City Gold	ogniwo paliwowo-el.	Toyota	Siemens Elektromotor	https://caetanobus.pt/en/urban-zero-emissions/?produto=h2-city-gold-en
Solaris	Polen	Urbino hydrogen	ogniwo paliwowo-el.	Ballard	ZF Elektroachse	https://www.solarisbus.com/de/fahrzeuge/zero-emissions/hydrogen
Mercedes-Benz	Deutschland	eCitaro Fuel Cell	bateria/el.	Toyota	ZF Elektroachse	https://www.mercedes-benz-bus.com/de_DE/models/ecitaro-fuel-cell.html
Hyundai	Korea	ELEC CITY Fuel Cell	ogniwo paliwowo-el.	Hyundai	ZF Elektrozentral- antrieb	https://trucknbus.hyundai.com/hydrogen/de/hydrogen-vehicles/elec-city-fuel-cell
Safra	Frankreich	HYCITY	ogniwo paliwowo-el.	Symbio (Michelin/Faurecia)	ZF Elektroachse	https://safra.fr/en/manufacturer
Karsan	Türkei	e-ATA HYDROGEN	ogniwo paliwowo-el.	k.A.	Elektronaben- motor	https://www.karsan.com/de/e-ata-hydrogen/e-ata-hydrogen-highlights

NOW GmbH, Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie | eBusTOOL
(Krajowa Organizacja Technologii Wodorowych i Ogniw Paliwowych)

<https://www.ebustool.de/>

Technischen Hochschule Köln | Elektrolyse-Rechner (Uniwersytet Techniczny w Kolonii | Kalkulator elektrolizy)

<https://elektrolyserechner.web.th-koeln.de/>

H-Tec Systems GmbH | 2 MW Elektrolyseur

<https://www.h-tec.com/produkte/detail/h-tec-pem-elektrolyseur-hcs/2-mw-hcs/>



Jesteśmy Waszą energią. Przyszłości.

Gunter Carqué
Experte Power to X
carque@energiequelle.de

Ronja Assmann
Projektsteuerung
assmann@energiequelle.de

André Möckel
Abteilungsleiter Geschäftsentwicklung
a.moeckel@energiequelle.de

Energiequelle GmbH
Hauptstr. 44
15806 Zossen OT Kallinchen

www.energiequelle.de