

CZECH BIOFUELS TECHNOLOGY PLATFORM

Power to X

Leos Gal
The Head of Steering Committee
Czech Biofuels Technology Platform
leos.gal@seznam.cz
00420-736505012

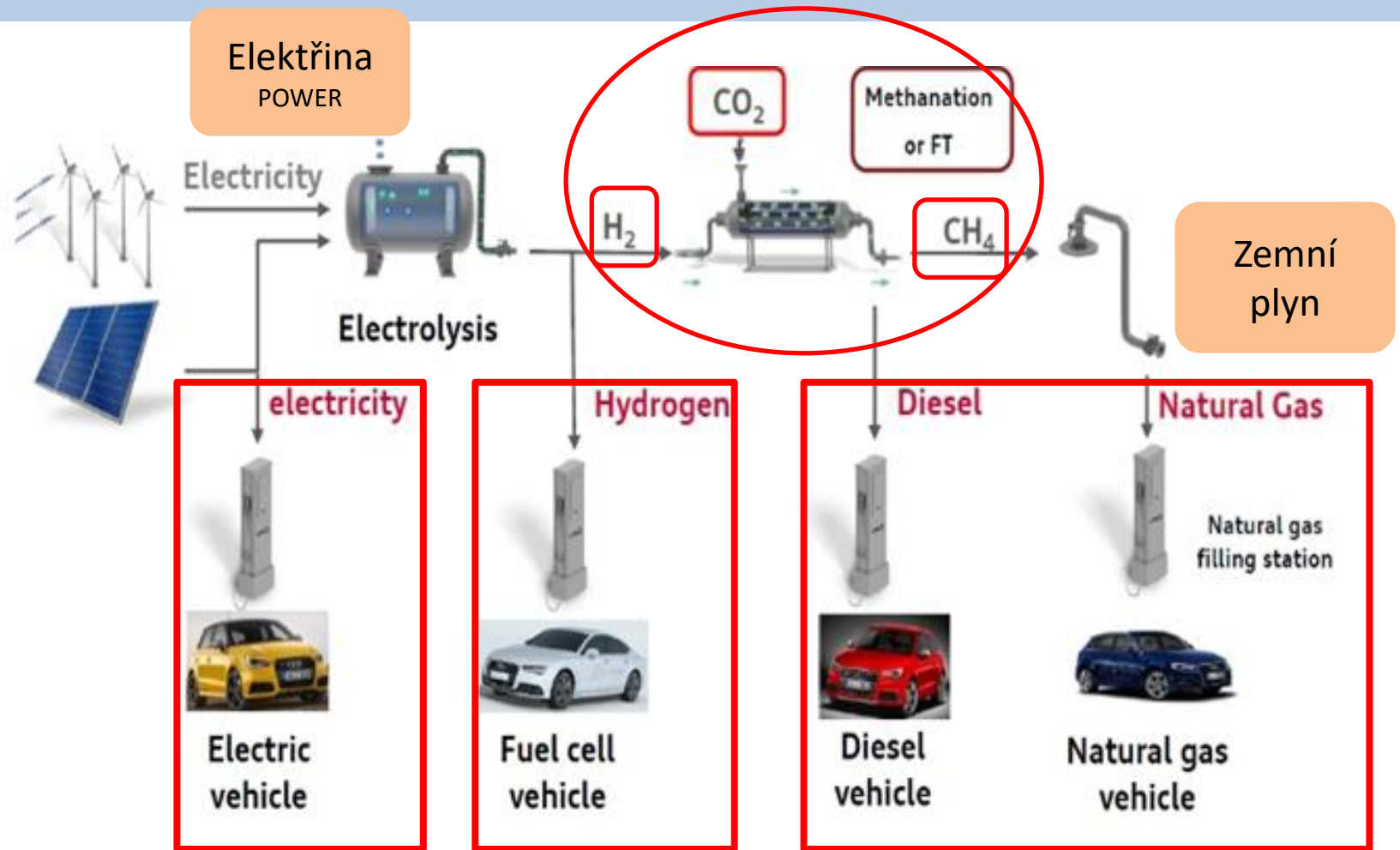
7. 3. 2019

Technologické centrum
Akademie věd

SECTOR COUPLING - SEKTOROVÉ PROVÁZÁNÍ

Elektrina do zemního plynu

Power to Metan transfer CO₂ a H₂



Elektrochemické konverze v Evropě

Transfer elektrické energie - komplexnější přístup **Power to X (PtX)**:

Power-to – **Gas (methane)**
Power-to – **Liquid (metanol)**

Power-to – **Chemicals**
(ammonia, formic acid, etylen...)

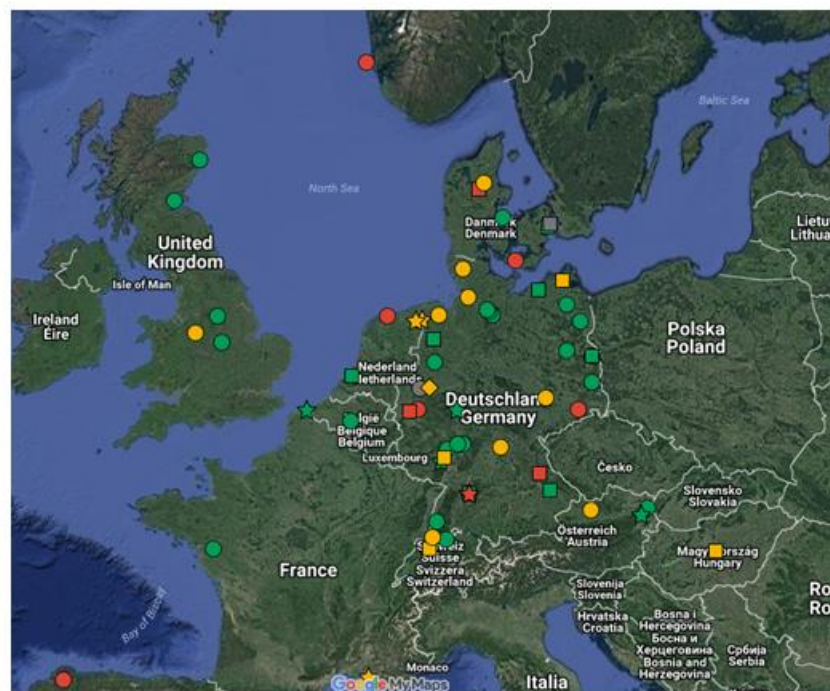
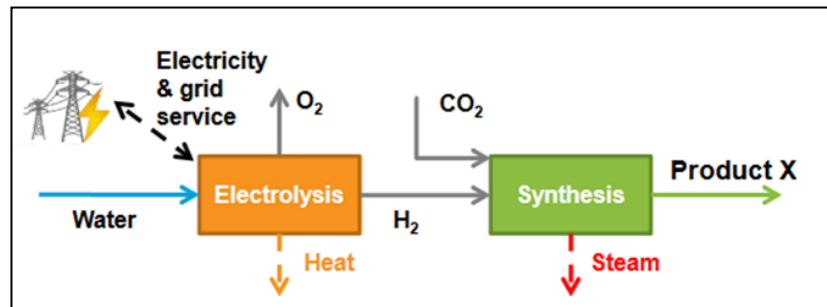
Power-to – **Fuels**

Power-to – **Syngas**

Power-to – **Hydrogen**

Power-to – **Mobility**

Power-to – **Heat**



- ☒ Operational
 - Hydrogen
 - Methane
 - ★ Hydrogen / Methane
- ☒ Planned
 - Hydrogen
 - ★ Hydrogen / Methane
 - Methane
- ☒ Project finished
 - Methane
 - Hydrogen
- ☒ Unknown
 - Hydrogen
 - Methane

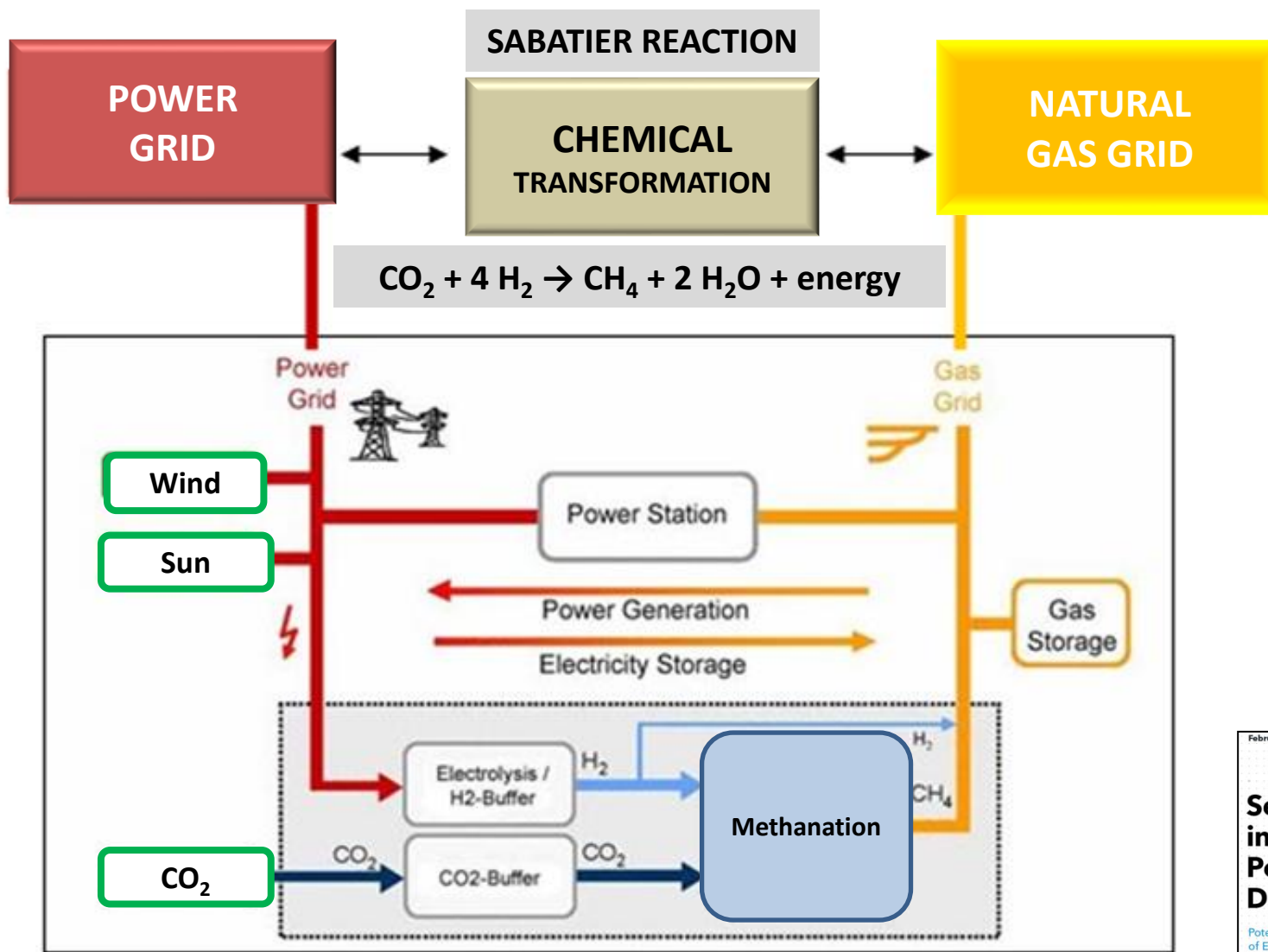
Aktuální otázka blízké budoucnosti:

**PROČ, JAK, JESTLI
a do jaké míry**

je (bude) efektivní měnit
dnešní fungování trhů
s elektrickou energií ???

Power to gas –aktuální mapa běžících či plánovaných demonstračních projektů (2017)¹⁶⁵

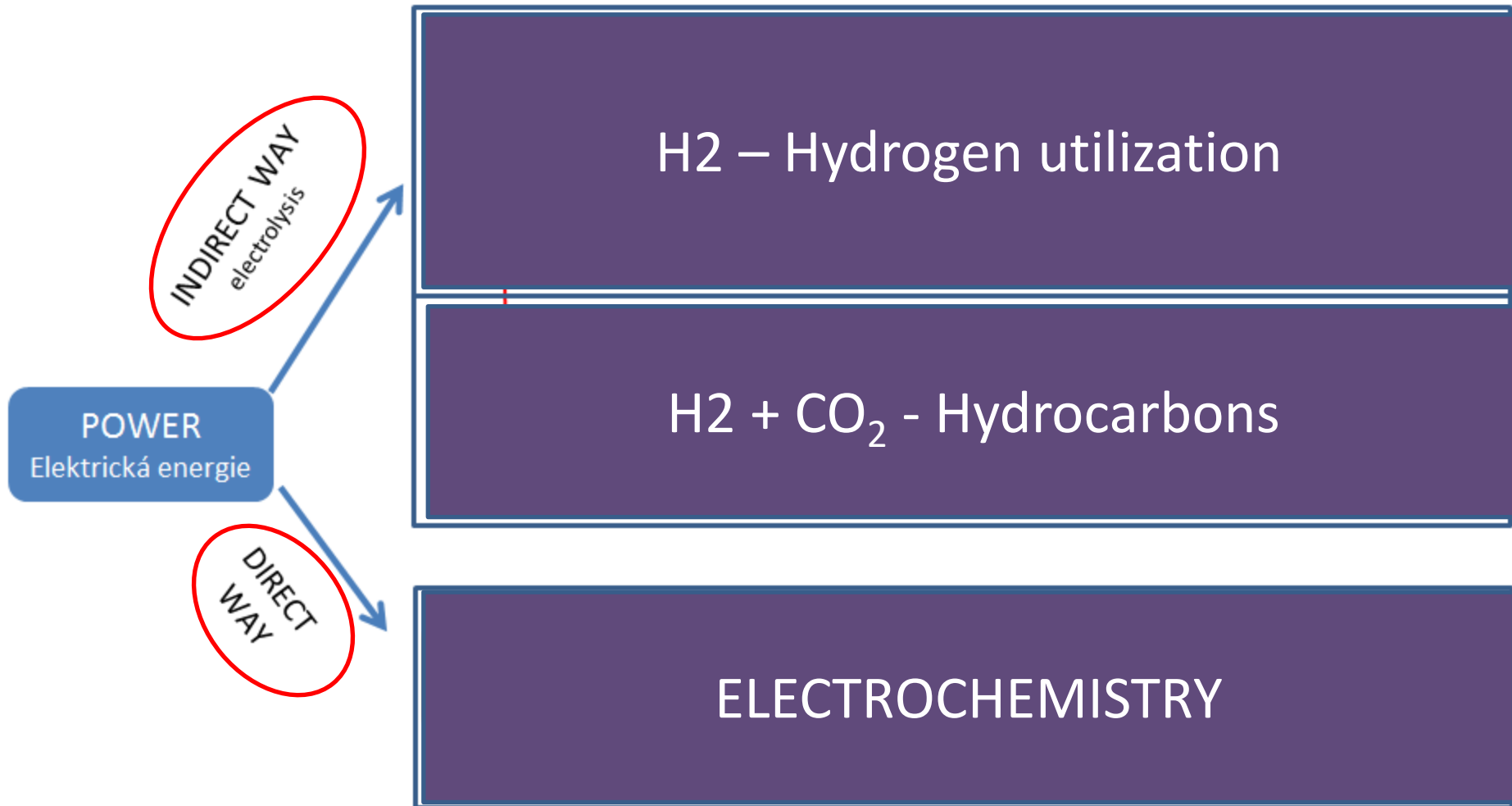
SECTOR COUPLING – sektorové provázání



P2Gas - všestranná, meziodvětvová technologie
podporuje integraci volatility OZE do stabilní energetiky

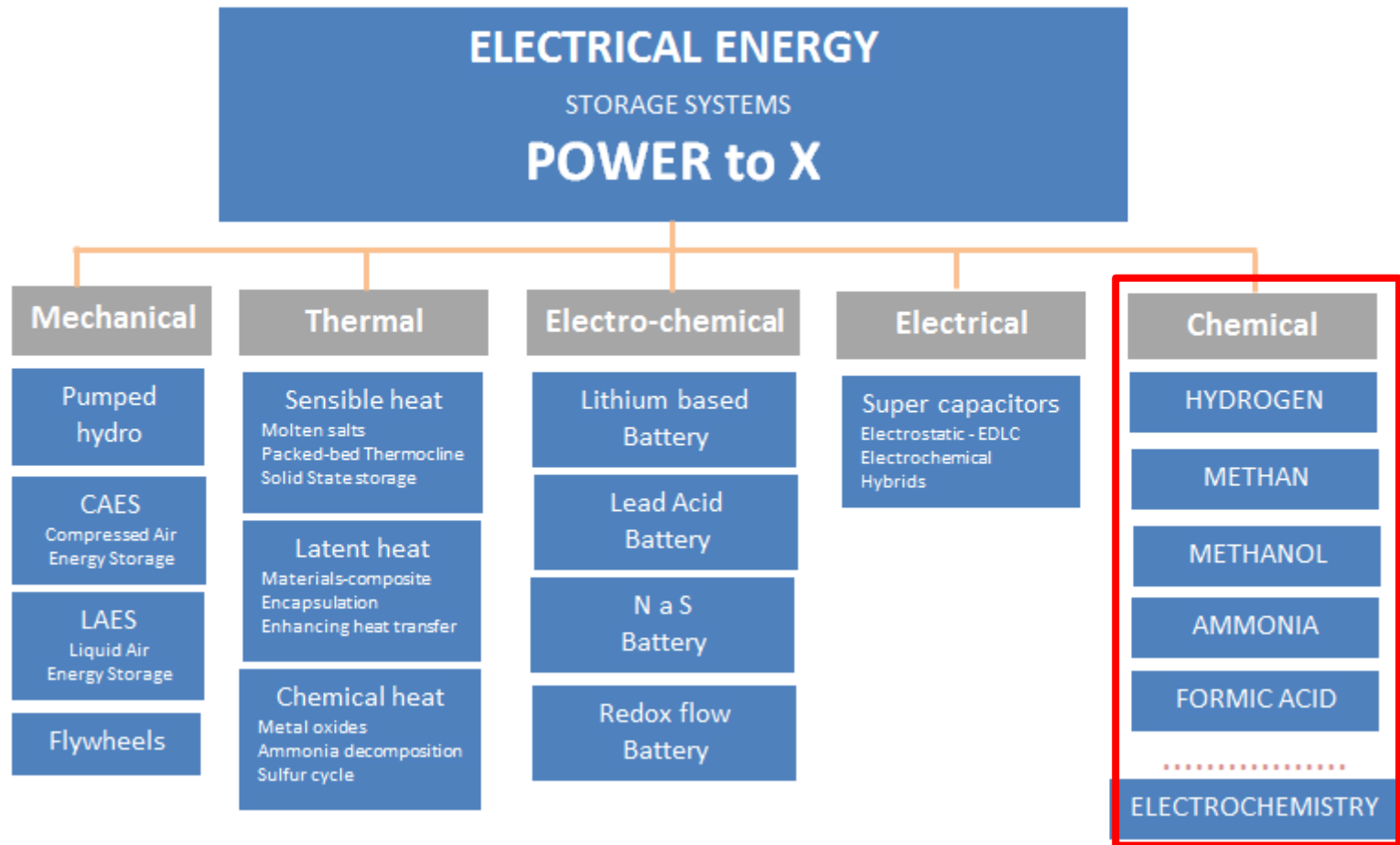
Možnosti využití elektrické energie

POWER to X



HLAVNÍ VÝZVA: EFEKTIVNÍ AKUMULACE ENERGIE

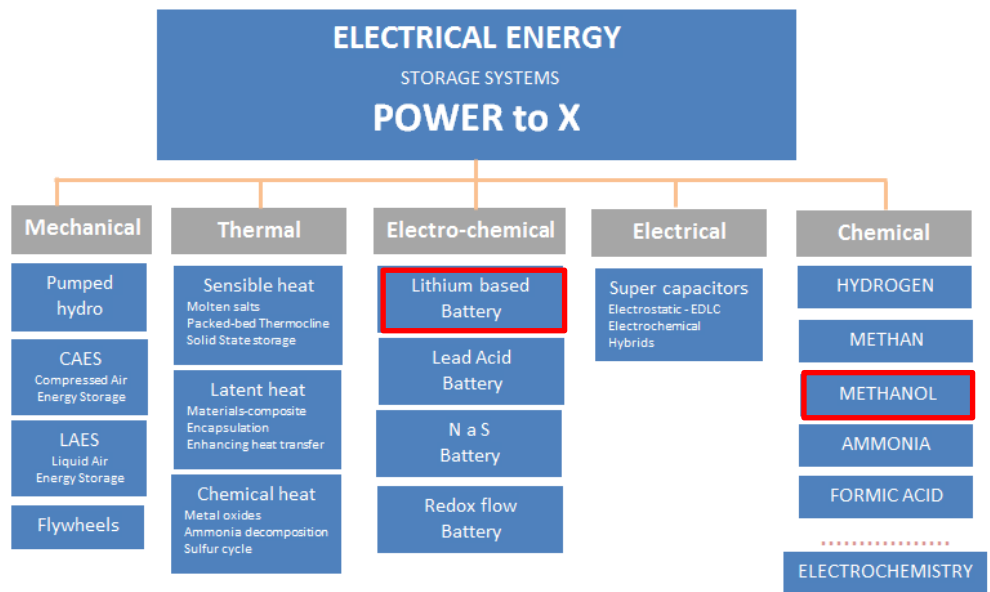
Storage pathways



AREVA H2Gen electrolyze
10 Nm³ H₂ /h

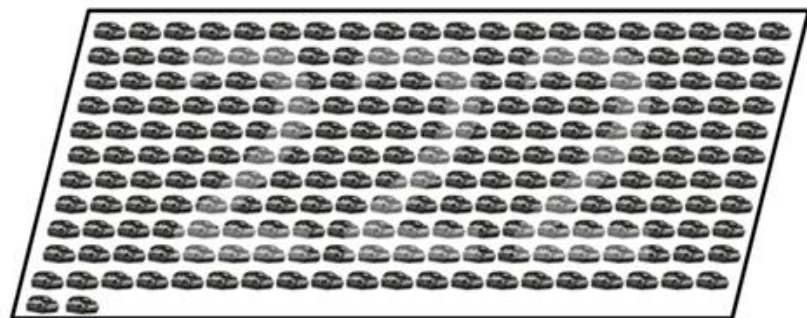


Electro chemical versus chemical power storage effectivity



1 m³
Methanol
4.4 kWh/l

=



*Storage capacity of one BMW i3 battery is 21,6 kWh.

1 cubic meter of liquefied power (E-Methanol) compares with 222 BMW i3



ELEKTROMOBILY - akční rádius

Prvotní nosič elektrické energie

Elektrická baterie	20kg	dojezd režim 10.15	17km
Benzin	20kg	dojezd režim 10.15	340km
Palivový článek H ₂	20kg	dojezd režim 10.15	540km
methanol	20kg	dojezd režim 10.15	1020km
bor-natrium	20kg	dojezd režim 10.15	?
zinek	20kg	dojezd režim 10.15	?

CENA

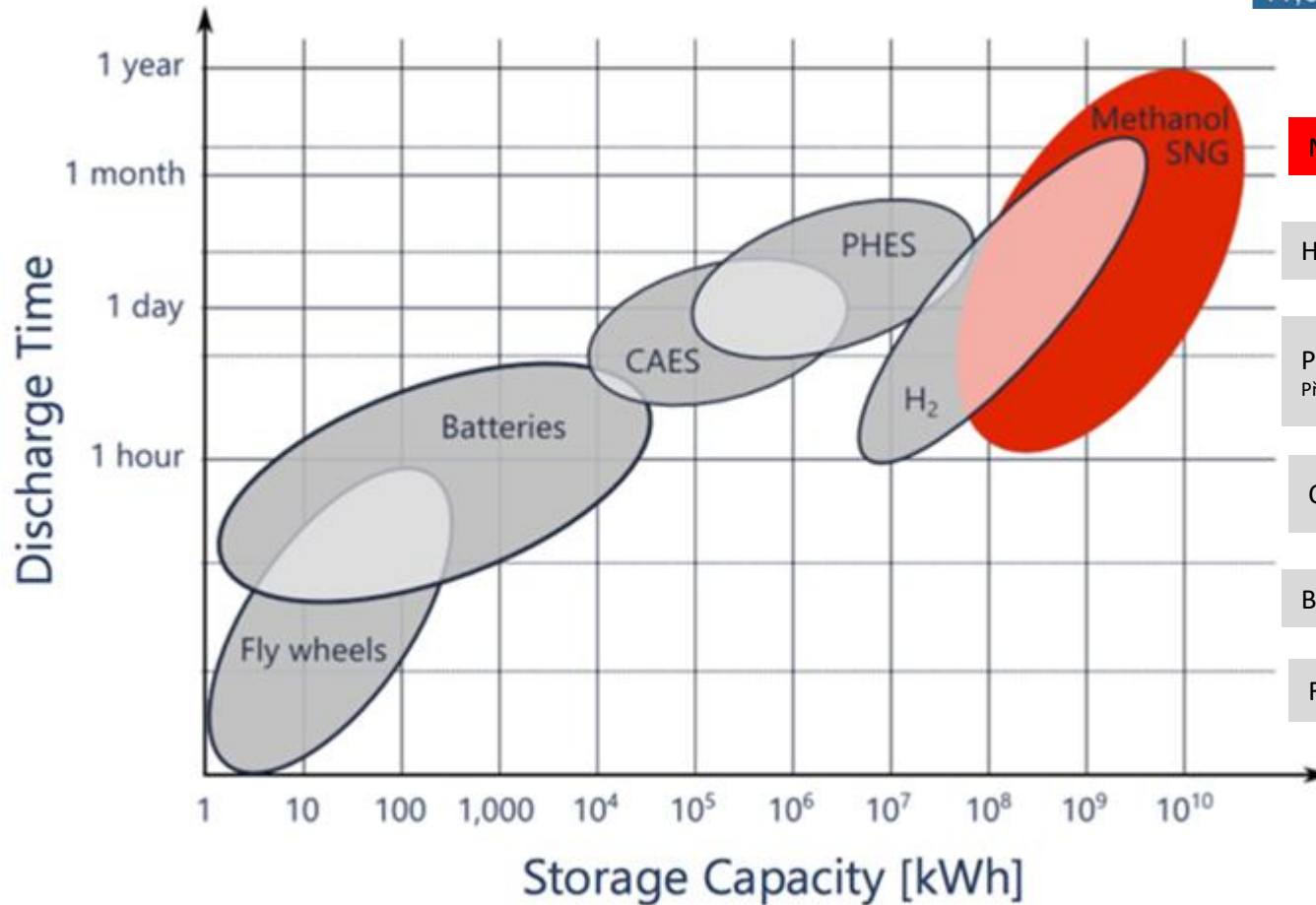
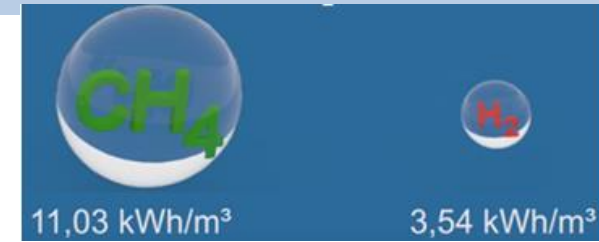


Elektromobily a hybridní pohony



Electric energy effective storage

BASF + bse Engineering



Metan - metanol

H₂ - hydrogen

PHES - Pumped Heat Electrical Storage
Přečerpávací stanice (reverzní teplotní výměníky)

CAES – Compressed air energy storage

Batteries

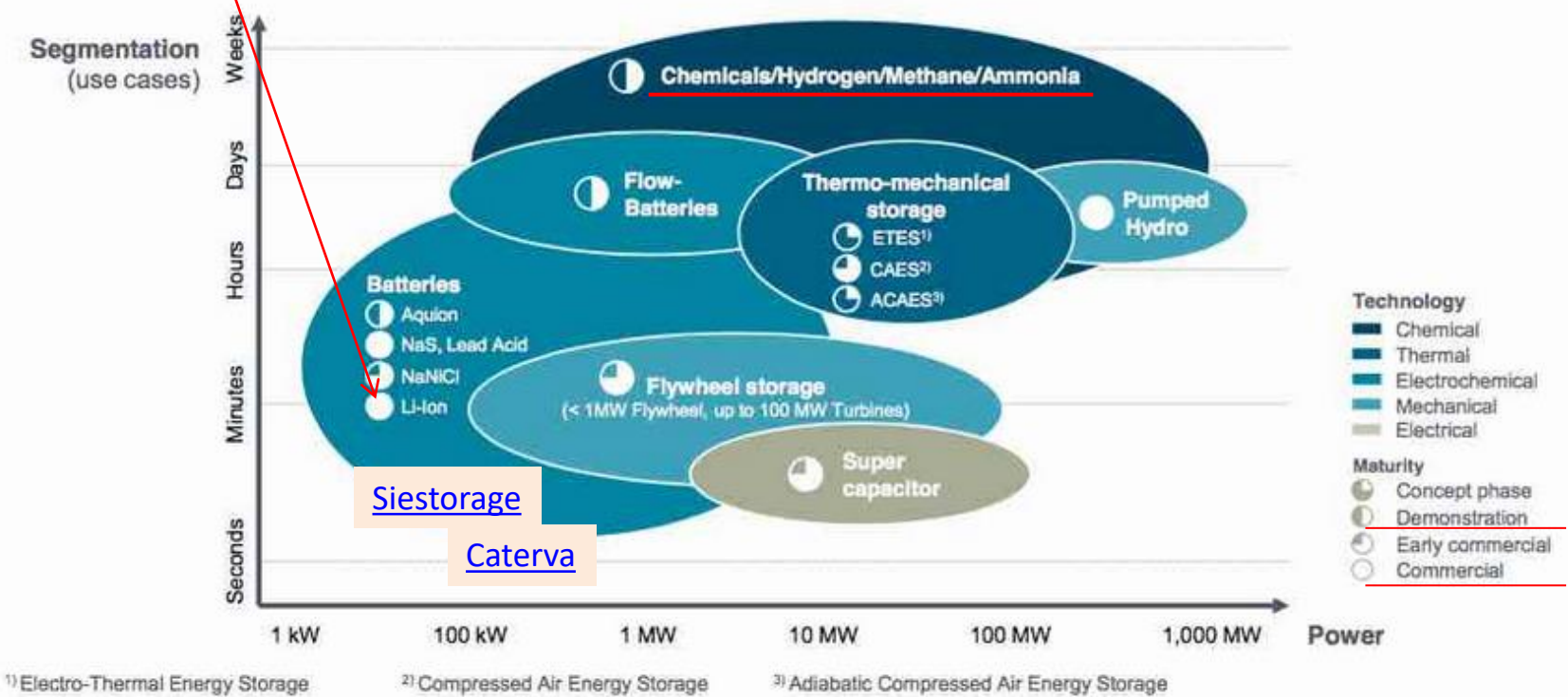
Fly wheels

Electric energy effective storage SIEMENS

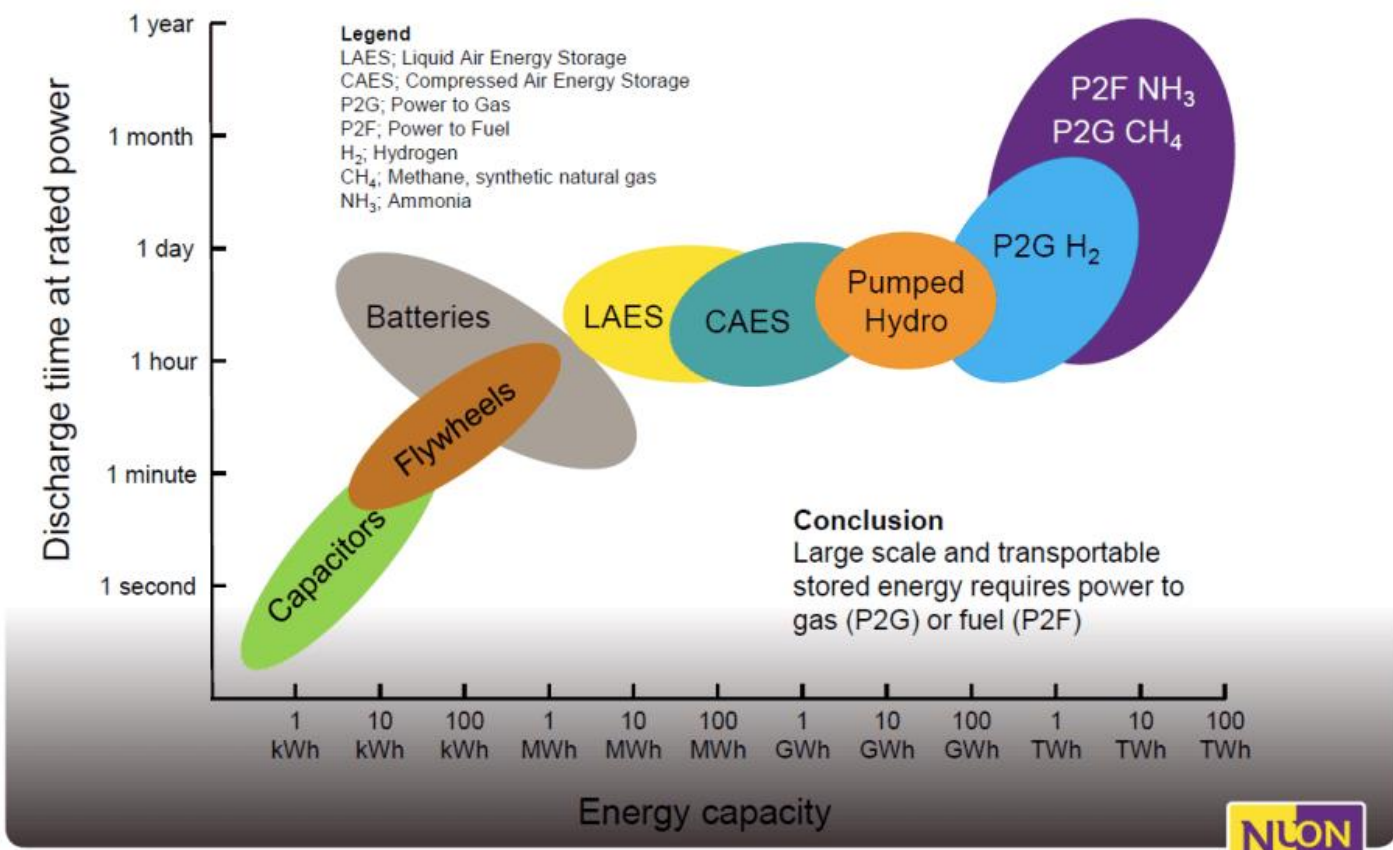
UMSICHT a IWES Fraunhofer :
„Germany 2030 demand 50 GW storage capacity“



Energy Storage: Selecting the best technology depends on the Application



Energy Storage - Technologies



Plánované stavby velké produkce H₂ – 100 MW !!!

HOLANDSKO - 100 MW

HOLANDSKO - 100 MW

NĚMECKO - 100 MW + Hamburg

<https://fuelcellsworld.com/news/hamburg-to-build-the-worlds-largest-hydrogen-plant-in-its-port/>

<https://renewablesnow.com/news/tennet-gas-grid-partners-aim-to-build-100-mw-power-to-gas-plant-in-germany-630396/>

NĚMECKO - 50 - 100 MW

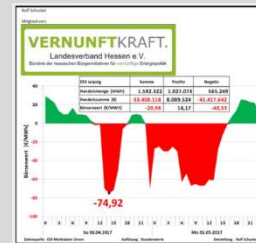
UK – 100 MW

Norsko největší výrobce hydrolyzérů

RES VOLATILITY and HYDROGEN PRODUCTION

Záporné ceny elektřiny - Německo 2017:

- Celkem **146 hodin**1,6% z celkového času
- Průměrná záporná cena mínus 27 €/MWh
- Roční produkce v záporných cenách **mínus 40 Mio €**



1.) ČEZ strategie – předpoklad 2030: 1 000 hodin levné energie/rok

2.) Fotovoltaika je již dnes nejlevnějším zdrojem energie [Řeřábek](#) (únor 2019)

Alkalická elektrolýza

s tekutým bazickým
elektrolytem

(Audi e-gas)

2 MW – 220 V, 9 000 A



Werlte Germany (AUDI e-gas)

3 elektrolýzéry (3 x 2 MW) = 6 MW
Produkce H₂ - 1 300 Nm³/h (117 kg/h)

PEM - polymerní membránová elektrolýza

(Siemens SILYZER 6 MW)



Siemens (Silyzer 300) - 6 MW

Produkce H₂ - (100 – 2 000 kg/h)



plánuje 50 to 100 MW

Reakční doba - milisekundy

Platinum + vzácné kovy

SOC - Solid Oxide Cell

SOFC Solid Oxide Fuel Cell

Prívod páry do elektrolýzéry

VYSOKOTEPLTNÍ 700 - 1 000 °C



Sunfire –low cost 150 kW

Využívá odpadní páru

Produkce 40 Nm³/h

Sunfire-SynLink

Přímá produkce SYNGAS

[Institutu DLR pro technickou termodynamiku](#)

mini-vodíková elektrárna

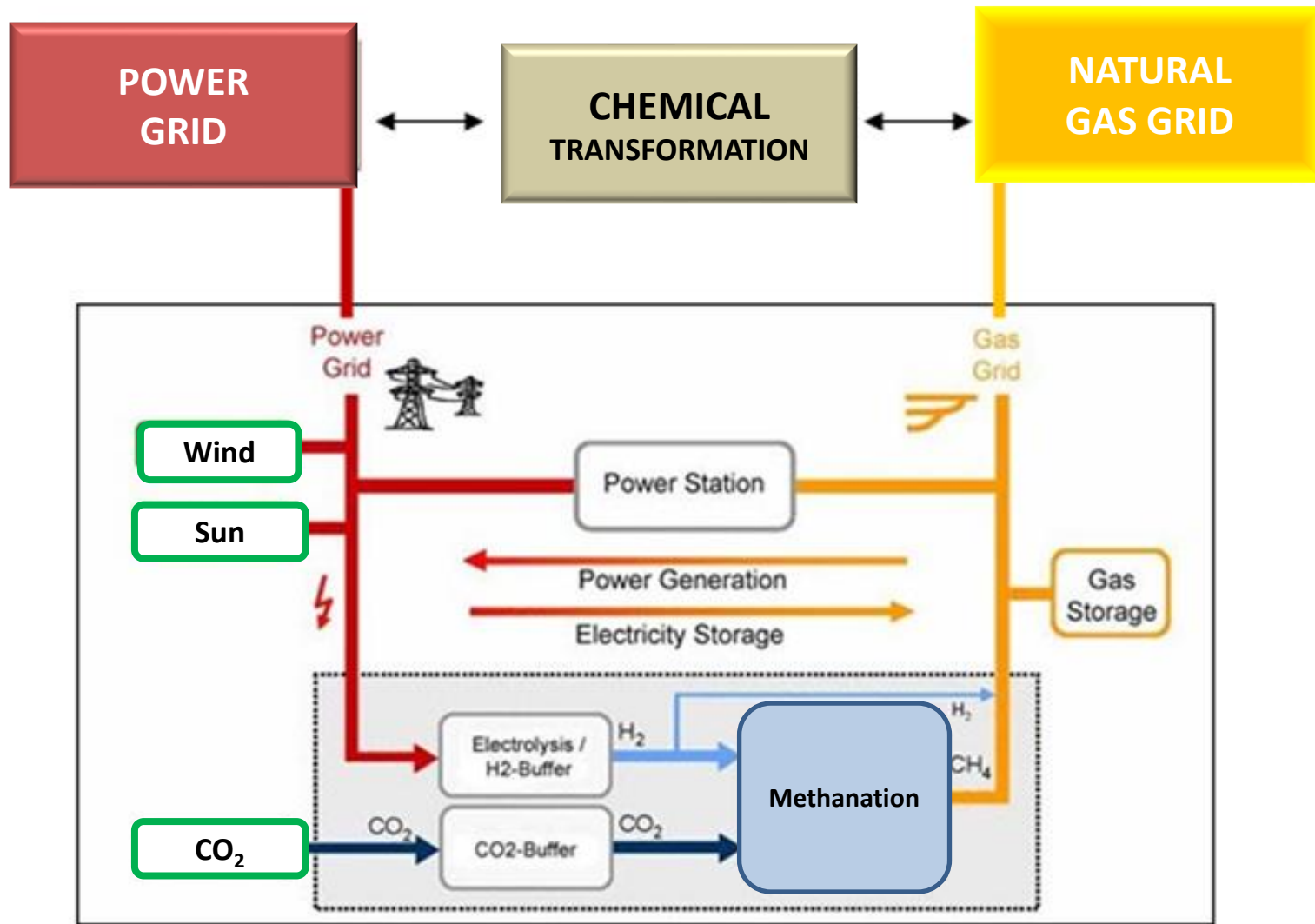
Pravděpodobný vývoj ALK a PEM (IRENA)

Technology		ALK		PEM	
	Unit	2017	2025	2017	2025
Efficiency	kWh of electricity/ kg of H ₂	51	49	58	52
Efficiency (LHV)	%	65	68	57	64
Lifetime stack	Operating hours	80 000 h	90 000 h	40 000 h	50 000 h
CAPEX – total system cost (Incl. power supply and installation costs)	EUR/kW	750	480	1 200	700
OPEX	% of initial CAPEX/year	2 %	2 %	2 %	2 %
CAPEX – stack replacement	EUR/kW	340	215	420	210
Typical output pressure*	Bar	Atmospheric	15	30	60
System lifetime	Years	20		20	

Table 3. Techno-economic characteristics of different electrolyser technologies

	Alkaline electrolyser			PEM electrolyser			SOEC electrolyser		
	Today	2030	Long term	Today	2030	Long-term	Today	2030	Long term
Electrical efficiency (% LHV)	63–70	65–71	70–80	56–60	63–68	67–74	74–81	77–84	77–90
Operating pressure (bar)	1–30			30–80			1		
Operating temperature (°C)	60–80			50–80			650 – 1 000		
Stack lifetime (operating hours)	60 000	90 000	100 000	30 000	60 000	100 000	10 000	40 000	75 000
	– 90 000	– 100 000	– 150 000	– 90 000	– 90 000	– 150 000	– 30 000	– 60 000	– 100 00
Load range (%, relative to nominal load)	10–110			0–160			20–100		
Plant footprint (m ² /kW _e)	0.095			0.048					
	Alkaline electrolyser			PEM electrolyser			SOEC electrolyser		
	Today	2030	Long term	Today	2030	Long-term	Today	2030	Long term
Electrical efficiency (% LHV)	63–70	65–71	70–80	56–60	63–68	67–74	74–81	77–84	77–90
CAPEX (USD/kW _e)	500	400	200	1 100	650	200	2 800	800	500
	– 1400	– 850	– 700	– 1 800	– 1 500	– 900	– 5 600	– 2 800	– 1 000

UP SCALE SECTOR COUPLING – sektorové provázání



20-30 testovacích center < 6MW



Market launch
Large-scale technical and economic availability of the Power to Gas system solution

2012

2014

2015

2020

2022

Plánované stavby velké produkce H₂ – 100 MW !!!



HOLANDSKO - 100 MW

HOLANDSKO - 100 MW

TenneT + Gasunie + Thyssengas - projekt „**Element One**“ transfer větrného parku na zelený vodík. Produkce 2022
Dolní Sasko. (Operátor elektrické sítě + 2 operátoři plynové soustavy)

<https://renewablesnow.com/news/tennet-gas-grid-partners-aim-to-build-100-mw-power-to-gas-plant-in-germany-630396//>

Amprion + Open Grid Europe (OGE) - Lower Saxony , North Rhine-Westphalia (50-100 MW)

<https://www.open-grid-europe.com/cps/rde/SID-5A2B33B0-82D2398A/oge-internet/hs.xsl/NewsDetail.htm?rdeLocaleAttr=en&newsId=6C8DB0B6-B4BF-48D3-94FA-202BEE27373E&rdeCOQ=SID-E48F26ED-9F4358C5>

UK – 100 MW

Norsko největší výrobce hydrolyzérů



Kopernikus - vybudována národní výzkumná platforma pro tuto oblast.

Coordinators

↗ RWTH Aachen University

↗ Forschungszentrum Jülich GmbH

↗ Dechema e.V.

Other partners

↗ Areva H2Gen GmbH

↗ Audi AG

↗ Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern)

↗ Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) (in German)

↗ Chemieanlagenbau Chemnitz GmbH (in German)

↗ Clariant AG

↗ Climeworks AG

↗ Covestro AG

↗ Dechema Forschungsinstitut

↗ German Institute for Economic Research (DIW)

↗ German Aerospace Center

↗ ERC Additiv GmbH

↗ Evonik Creavis GmbH

↗ Ford Germany (in German)

↗ Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE)

↗ Fraunhofer Institute for Mechanics of Materials (IWM)

↗ Friedrich Alexander Universität Erlangen/Nürnberg

↗ Greenerity GmbH

↗ Helmholtz-Zentrum Berlin

↗ Heraeus GmbH

↗ Hydrogenious Technologies GmbH

↗ IneraTec - Innovative Reactor Technology

↗ Institute for Energy and Environmental Research (ifeu)

↗ Karlsruhe Institute of Technology

↗ Leibniz Institute for Catalysis (LiKAT)

↗ Linde AG

↗ Ludwig-Maximilians-Universität München

↗ Öko-Institut e. V.

↗ Siemens AG

↗ Sunfire GmbH

↗ Technical University of Munich

↗ Thyssenkrupp Industrial Solutions AG

↗ TU Bergakademie Freiberg

↗ Berlin Social Science Center (WZB)

↗ Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie

↗ WWF Deutschland (in German)

↗ Center for Solar Energy and Hydrogen Research Baden-Württemberg (ZSW)

Associate Partners

↗ Arge-Netz GmbH & Co. KG (in German)

↗ BASF SE

↗ Chemieanlagenbau Chemnitz GmbH

↗ GETEC green energy AG

↗ GETEC heat & power AG

↗ Innogy SE

↗ OMV Refining & Marketing GmbH

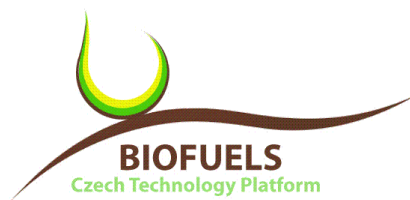
↗ Shell Global Solutions GmbH

↗ Volkswagen AG

↗ Wacker Chemie

<https://www.kopernikus-projekte.de/en/home>

CZECH BIOFUELS TECHNOLOGY PLATFORM



Thank you for your attention

Leos Gal
The head of Steering Committee
Czech Biofuels Technology Platform
leos.gal@seznam.cz
00420-736505012