HYDROGEN

- *KLIMALØSNINGEN FOR SJØMATNÆRINGEN?*

Miljømarin, Trondheim 16.11.2016



Steffen Møller-Holst
Markedsdirektør
H_2-teknologi
SINTEF

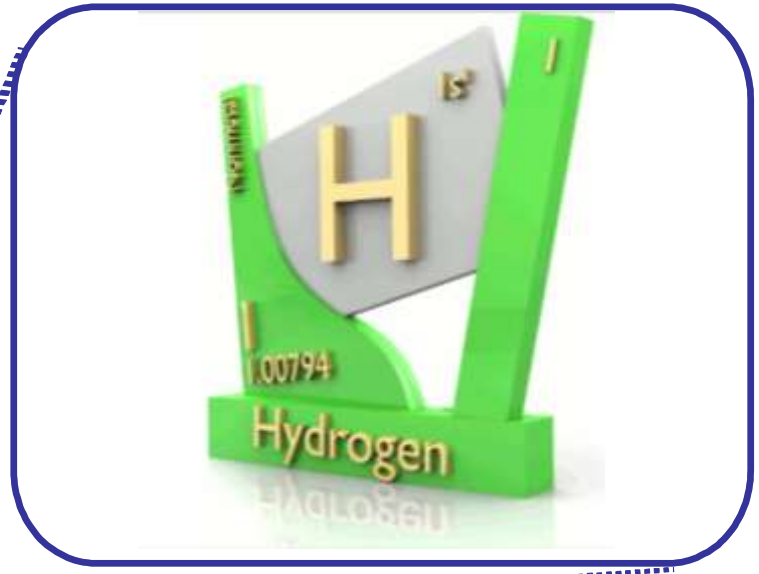
Norsk Hydrogenforum
Styreleder

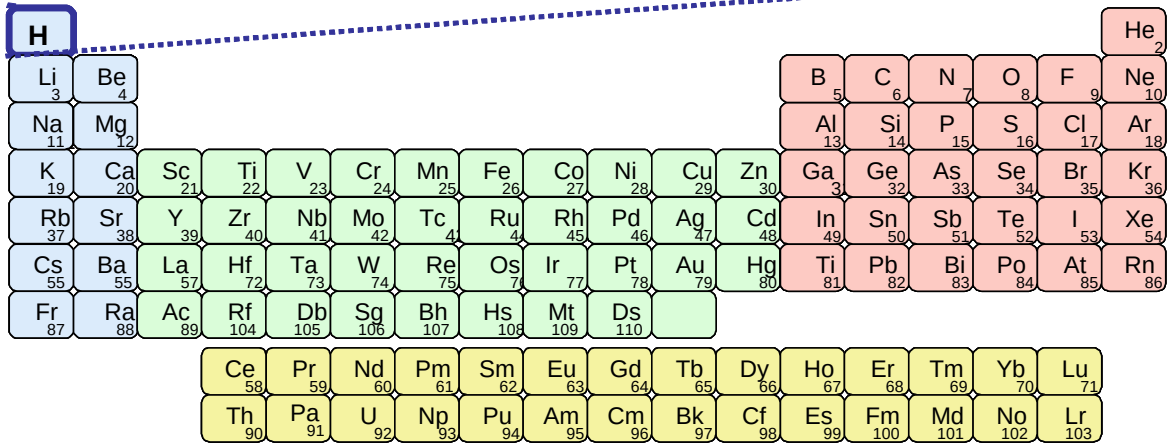
Chairman for Transport,
EU-programme FCH JU

Hydrogen - *minste atom, store muligheter*

1. Universets vanligste element (~78 %)

2. Utgjør 10 % av levende organismer:
   – *vann, protein, fett.*

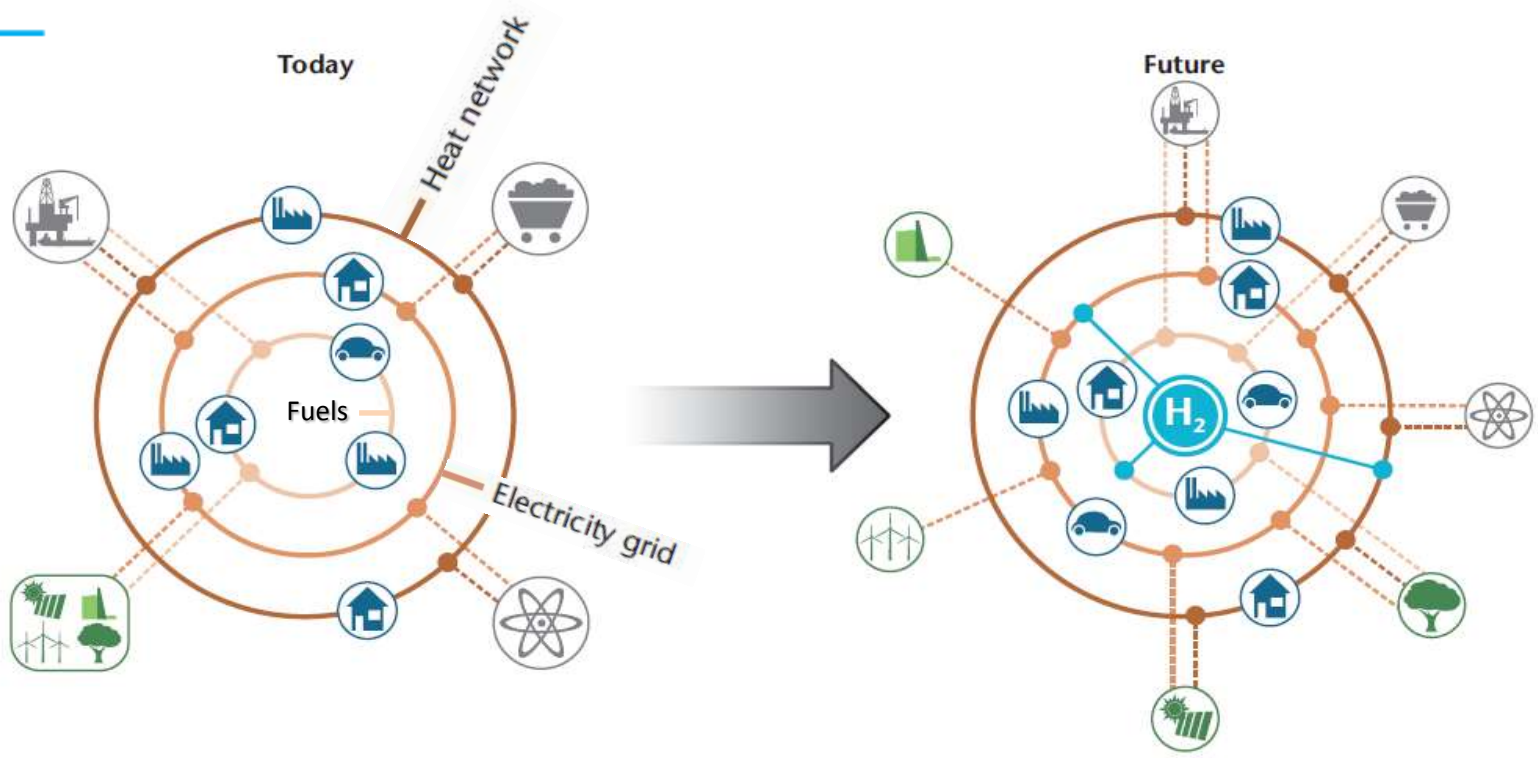




3. Brorparten av energien på jorda genereres på sola ved at hydrogen smelter sammen til helium og dette avgir store mengder energi.

SINTEF

Hydrogens rolle og funksjon



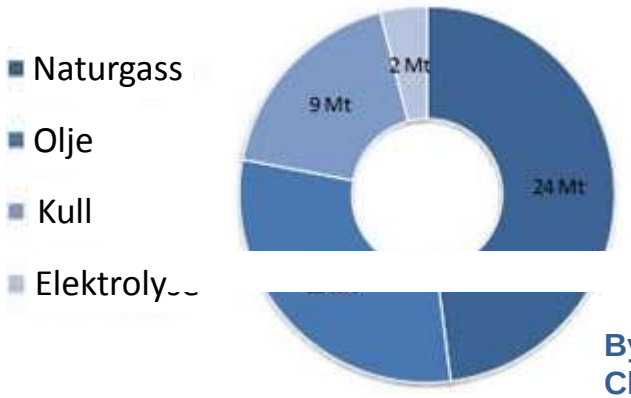


KEY POINT: Hydrogen can link different energy sectors and energy T&D networks and thus increase the operational flexibility of future low-carbon energy systems.

SINTEF

Hydrogen - Kilder og Anvendelser

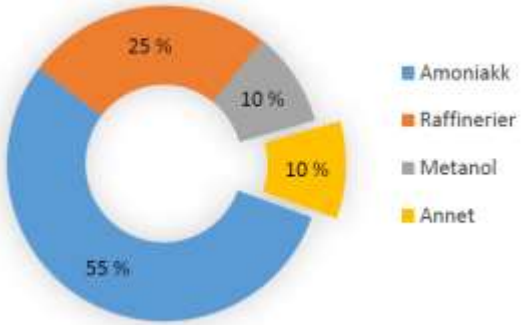
- Dagens H_2-produksjon (~50 Mtonn/år)



Industrial applications



Globalt hydrogenforbruk



By-product from Chemical Industry





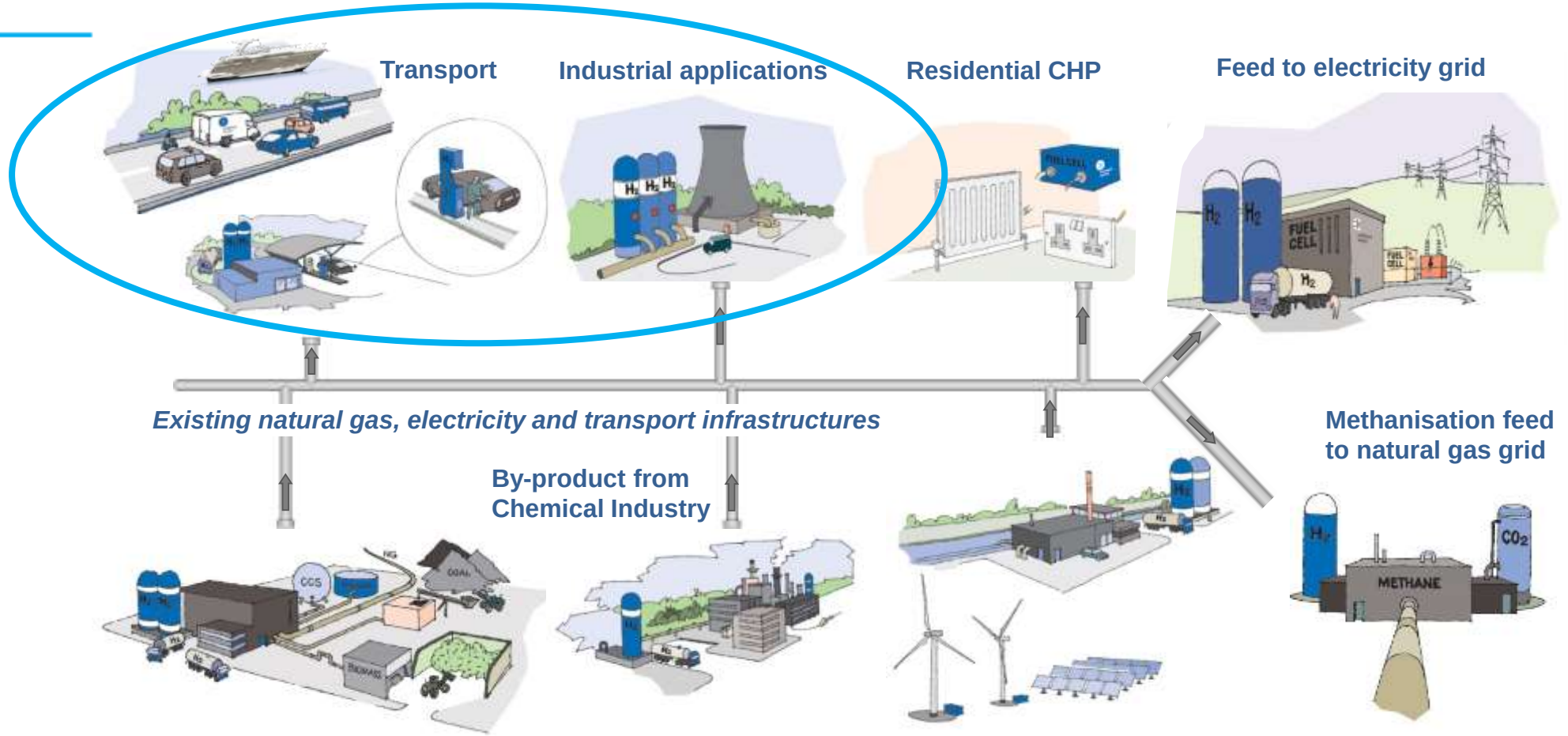


Natural gas, biogas, coal, biomass

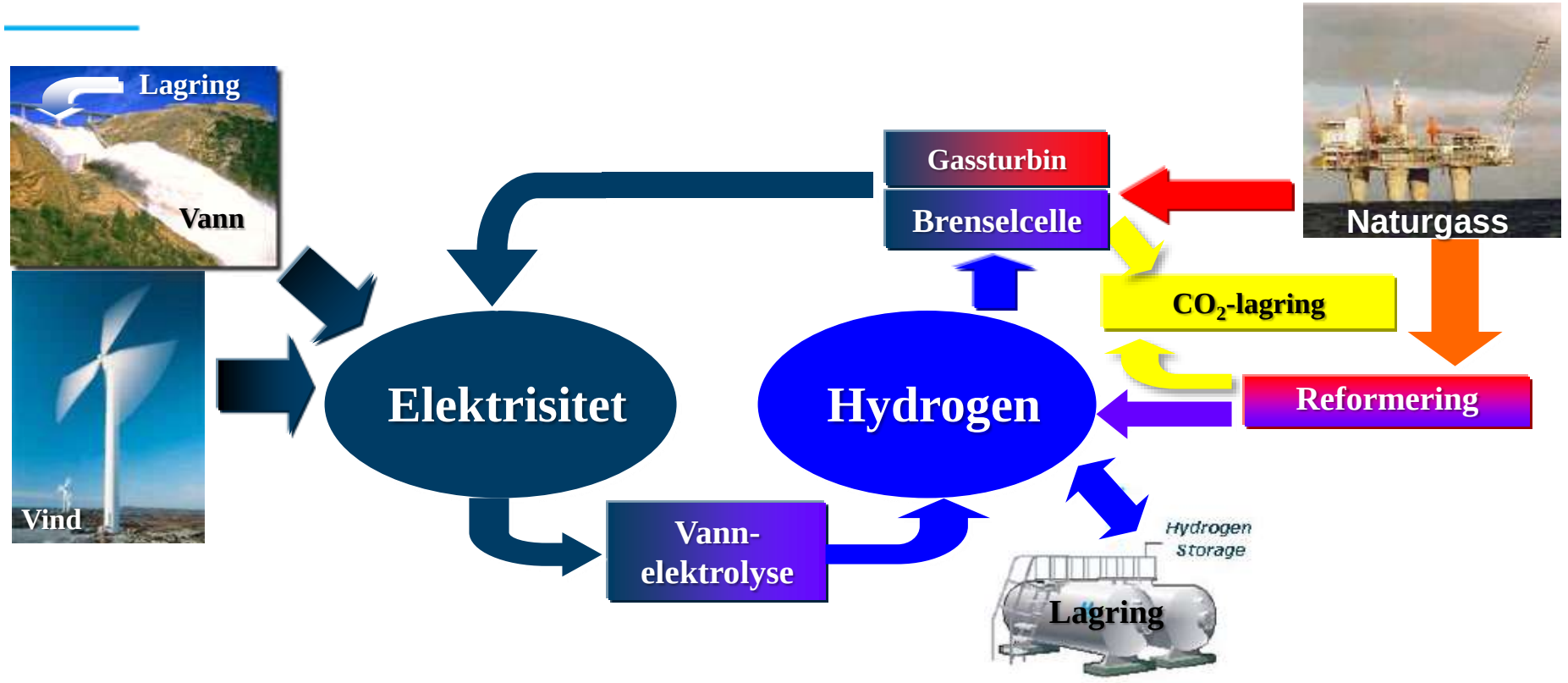
Renewable generation, storage and 'buffering'

SINTEF

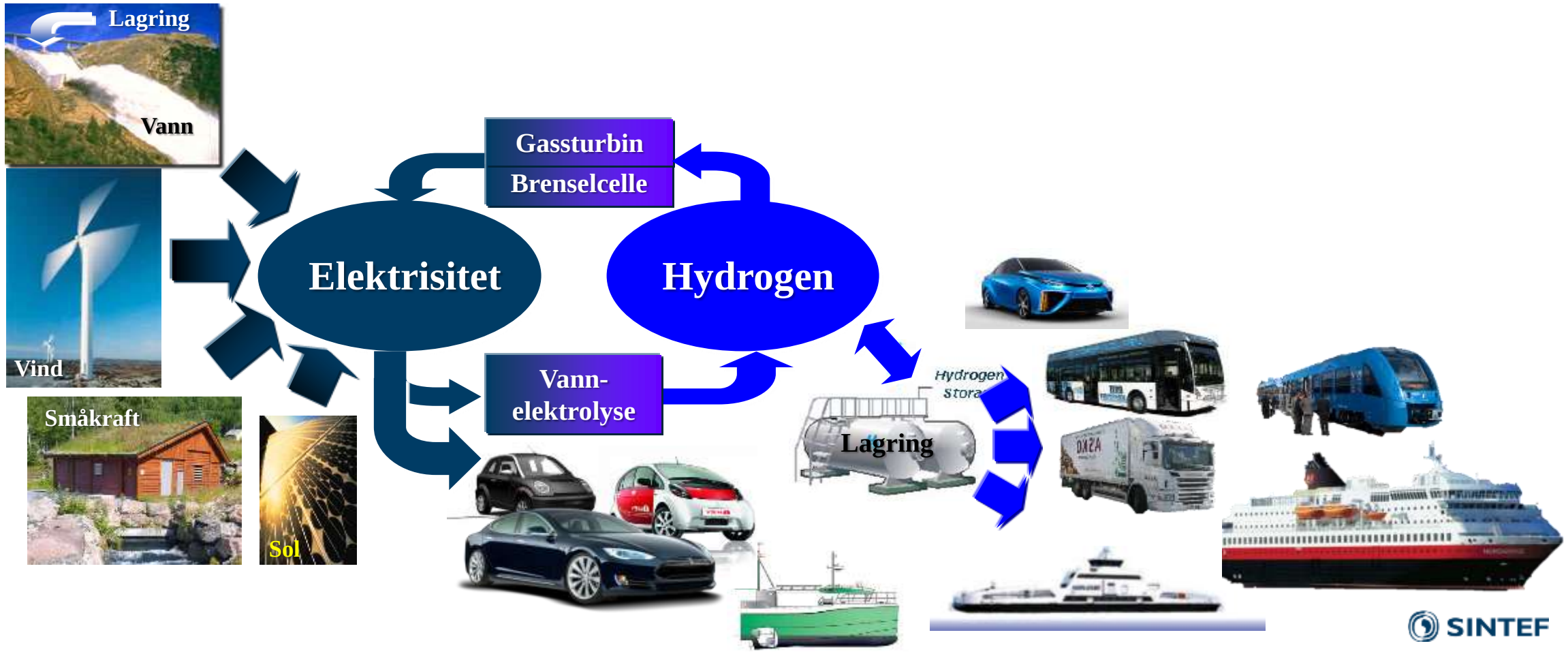
Hydrogen - Kilder og Anvendelser



Hydrogen som energibærer

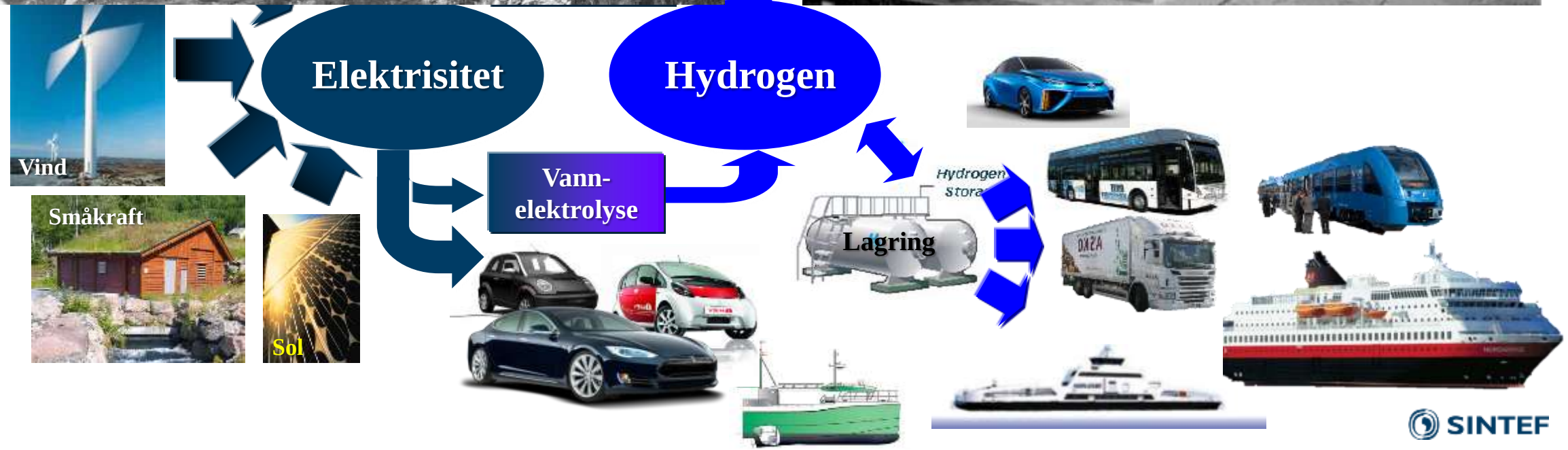


Hydrogen som energibærer




«..fossen er ikke borte;
den er satt til å gjøre
nyttig arbeid for menneskene»
Sam Eyde


Verdens største Rjukan/Glomfjord
1940 & 1953: 70 tonn H_2/dag


Vind
Småkraft
Sol
Elektrisitet
Hydrogen
Vann-
elektrolyse
Lagring
Hydrogen
Stora
SINTEF

50 MW PLANT (10 800 Nm^3/hr)



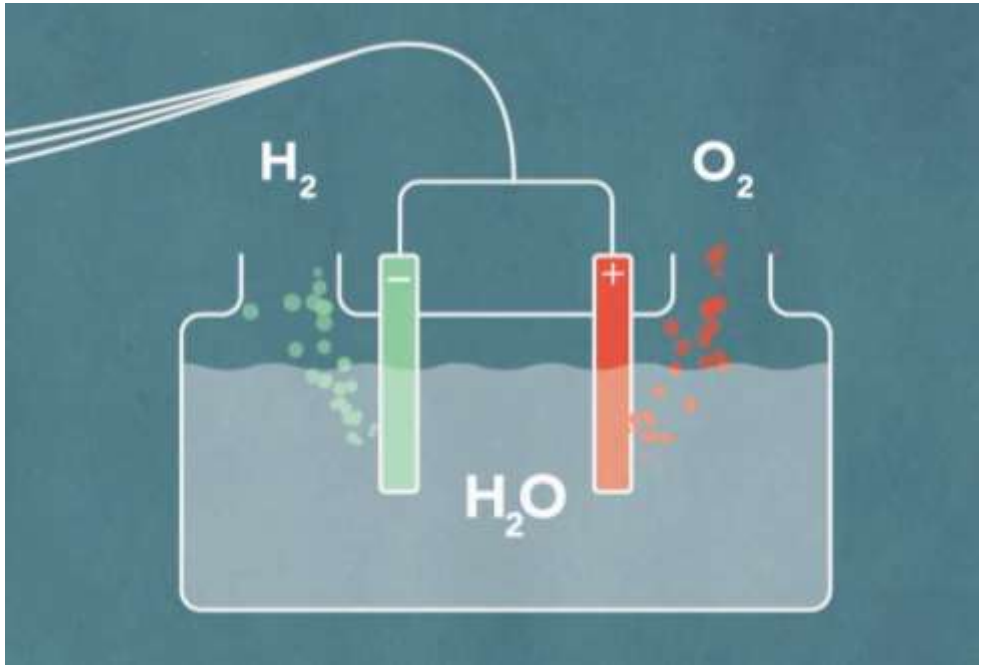
NEL ASA: Announces reestablishment of large-scale hydrogen production in Glomfjord

(Oslo, 21 April 2016) NEL ASA (NEL), through a subsidiary, announced today that it has entered into a Letter of Intent with Meløy Energi AS and Meløy Næringsutvikling AS to establish Glomfjord Hydrogen AS (Glomfjord Hydrogen), for the potential development of a large-scale, low-cost hydrogen production facility in Glomfjord Industrial Park in Meløy, Norway.

"We are very excited to start working with our partners in Meløy in an area that historically has played such an important role in Norwegian hydrogen production. The project allows us to tap into extremely good energy access in the form of clean hydropower and take advantage of existing infrastructure in the Glomfjord Industrial Park." says Jon André Løkke, CEO of NEL ASA.

Prinsipp elektrolyse – hydrogen fra vann

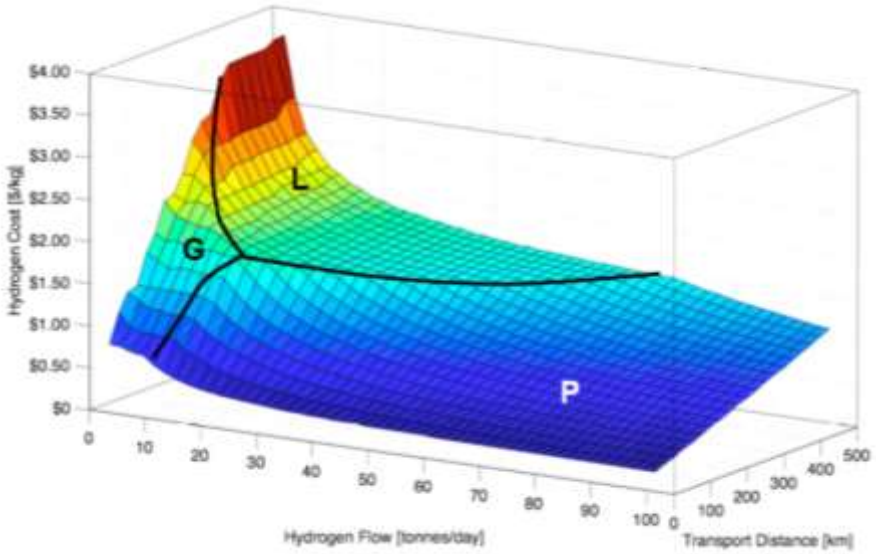
- Lydløse
- Miljøvennlige
- Effektive
- Modulære
- Rask respons



$$H_2O + \text{Elektrisitet} \Rightarrow H_2 + \tfrac{1}{2}O_2 + \text{Varme}$$

SINTEF

Distribusjon av hydrogen



- Lastebil, gass (G), opptil tusen km
- Båt, flytende (L), inter-kontinentale avstander
- Rør (P=pipeline), gass, lokalt og regionalt



170 tonn H_2, Tokyo OL 2020

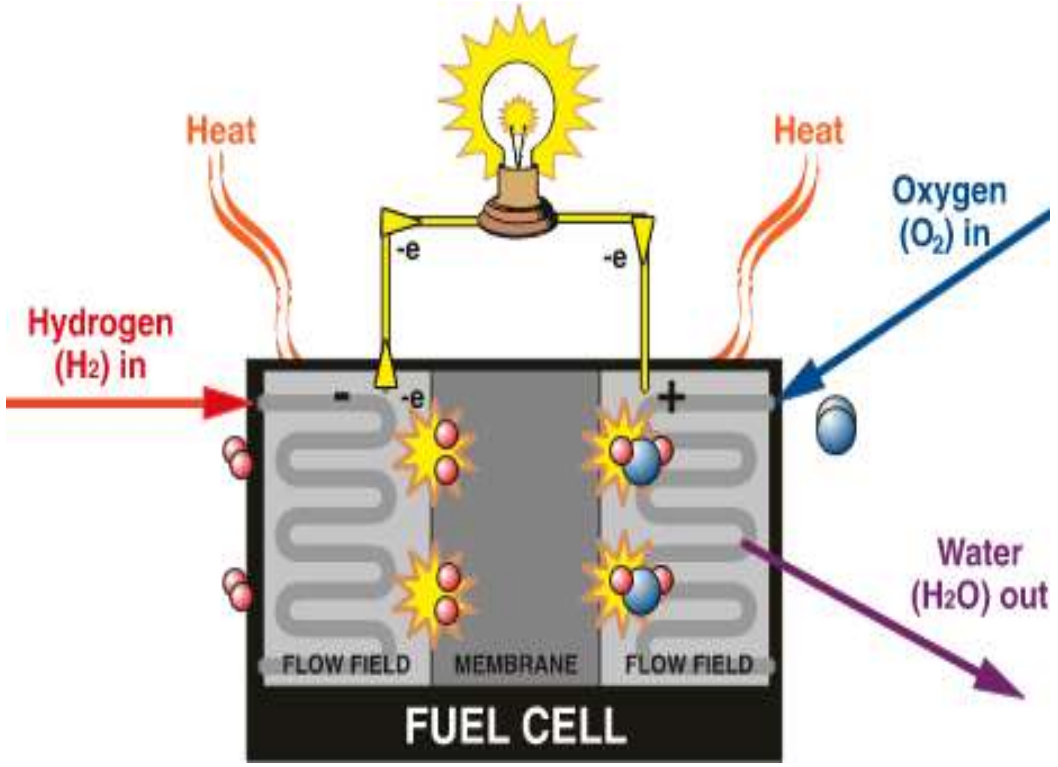




SINTEF

Brenselcelleprinsipp – fra hydrogen til strøm

- Lydløse
- Miljøvennlige
- Effektive
- Modulære
- Rask respons



Source: Zhu

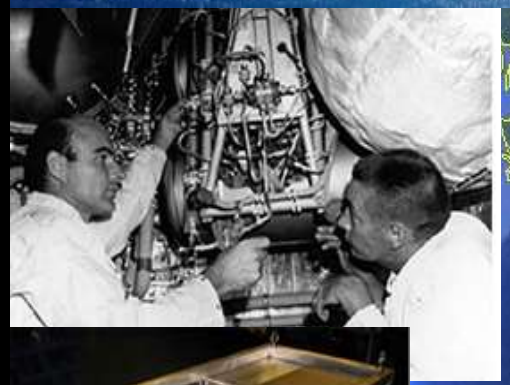
$$H_2 + ½O_2 => H_2O + \text{Elektrisitet} + \text{Varme}$$

SINTEF

Brenselceller – første applikasjoner



Gemini 1966







US Dept of State Geographer
© 2014 Google
Image Landsat
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Bildedato: 4/10/2013 62°00'00.00" N 10°00'00.01" Ø

SINTEF

Brenselceller – anvendelse innen veitransport


1960s



1994



1996



1999



Courtesy:
Daimler

1997




Source: GM

SINTEF

Teknologi-status, lastebiler

- Nikola One, 

200 kW brenselcelle, flytende H_2?
- 40 tonns lastebil under testing i Sveits, 100 kW brenselcelle og H_2-tanker


ESORO fuel cell truck with trailer


100kW fuel cell system by SwissHydrogen and ESORO with a PowerCell fuel cell stack.


Electric engine


High-pressure storage unit for truck

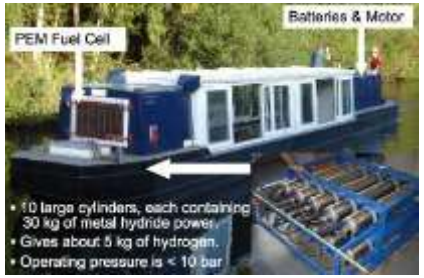
SINTEF

Teknologi-status, maritime applikasjoner

- Fartøyer der hydrogen og brenselceller er demonstrert (opptil ~ noen 100 kW)
  - Passasjerbåter
  - Ferger
  - Lektere
  - Seilbåt
  - Supply-skip (LNG)









  - Ubåter (AIP) 2002→
    - Tyskland
    - Italia
    - Japan



SINTEF

Teknologi – MW-klassen

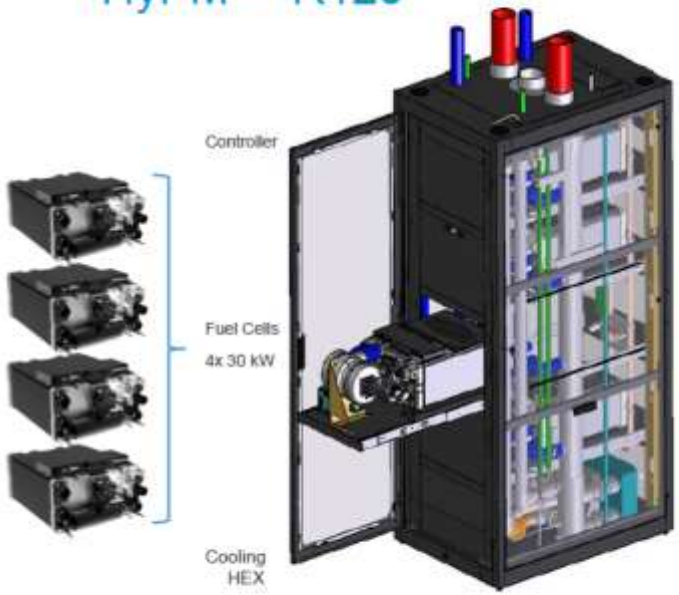
HYDROGENICS
SHIFT POWER | ENERGIZE YOUR WORLD

HyPM™-R1000



HYDROGENICS
SHIFT POWER | ENERGIZE YOUR WORLD

HyPM™-R120





(2) HyPM™-R120 installed within sea container (240 kW$_{gross}$)

SINTEF

Elektrifisering av transportsektoren







Passenger vehicles, 5,6 mill tonnes

CO_2

Vans and heavy duty vehicles 4,4 mill tonnes

Domestic maritime and fishing, 3.7 mill tonnes

Other mobile sources 2.3 mill tonnes

Domestic air traffic 1,3 million tonnes

Motor bikes and scooters 0,1 million tonnes

Railroads 0,05 million tonnes











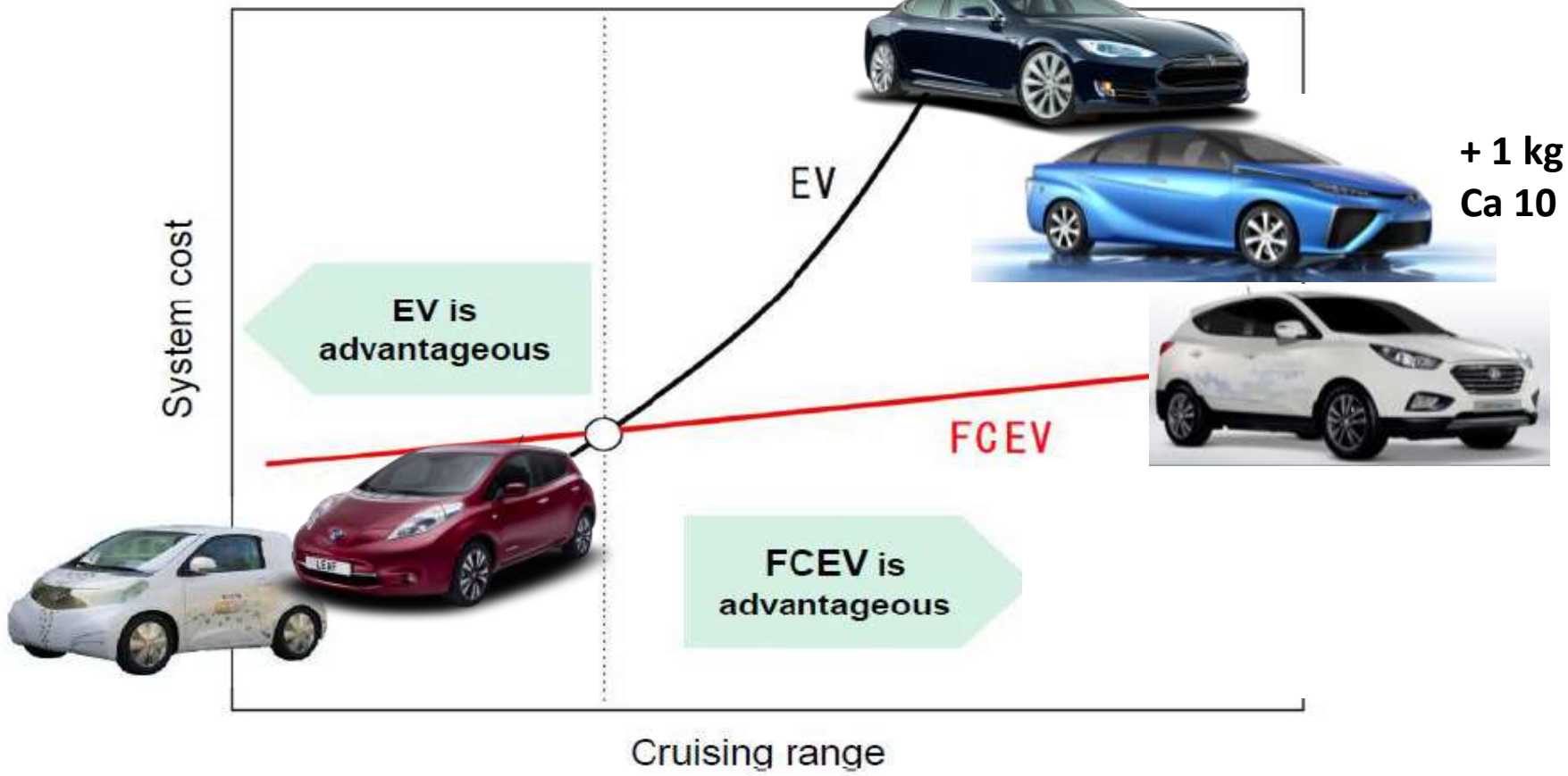
H_2-refuelling @ Oslo Airport

SINTEF

Elektrifisering, batteri eller hydrogen?

Ja takk, begge deler!

+ > 100 kg battery / 100 km



+ 1 kg H_2 / 100 km
Ca 10 kg tank/kg H_2

Drivstoffer i ulike transportsegmenter

	Vegtransport						Luftfart	Jernbane	Sjøtransport		
	Persontransport			Vare- og godstransport					 		
Rekkevidde→	Kort/By	Medium	Lang>500km	Kort	Medium	Lang			Kort	Kystnær	Lang
Naturgass	LNG							LNG		(LNG)	LNG
Elektrisitet											
Biodrivstoff											
Hydrogen											LH_2

Drivstoffet egner seg godt i transportsegmentet / biodrivstoff er en begrenset ressurs

Drivstoffet er mindre egnet, men kan anvendes i transportsegmentet

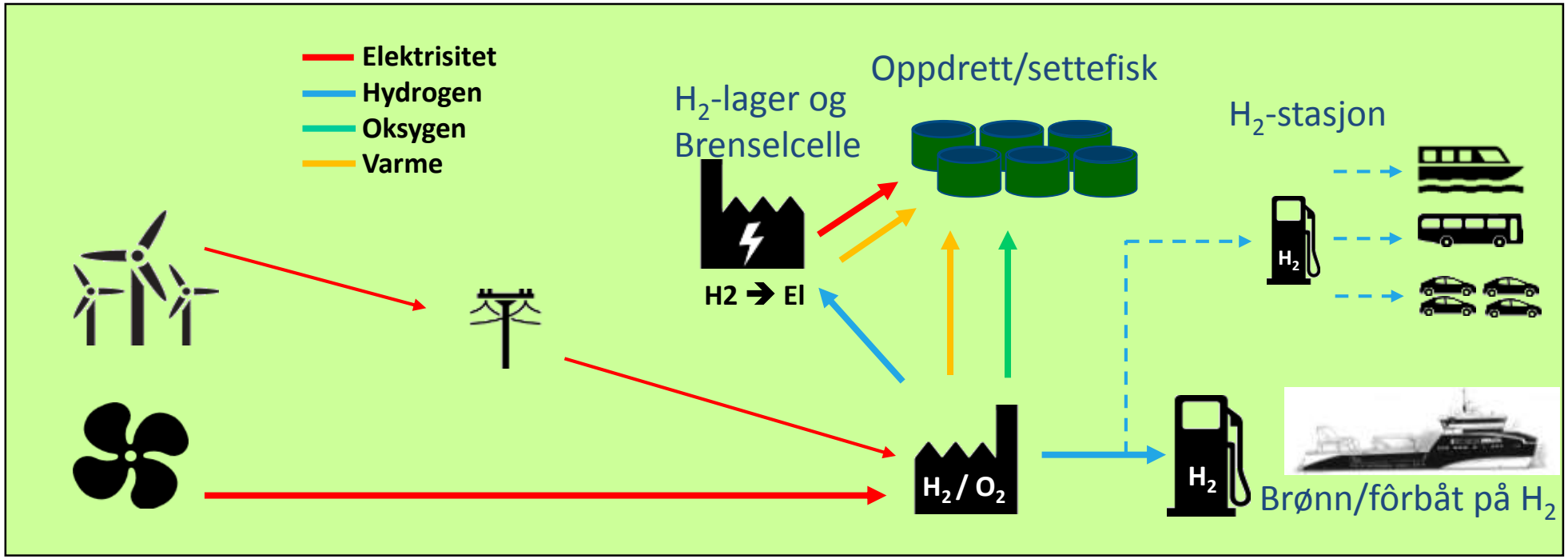
Drivstoffet forventes ikke å være egnet i transportsegmentet i tidsperspektivet (2025)

* teknologiene er under kontinuerlig utvikling og bildet vil kunne endre seg betydelig innen 2030 og fram mot 2050

SINTEF

Hydrogen i oppdretts- og settefiskanlegg

- Eks oppdrettsanlegg: ~200-300 tonn H_2/år per anlegg (10 merder (APU) + 1 fôrbåt)
  => ~1600 - 2400 tonn O_2/år fra vannspalting: H_20 => H_2 + ½ O_2



SINTEF

Oppdrettsanlegg, havmerder


SALMAR / Ocean Farming



SINTEF

Utfordringer

- Regelverksutvikling
  - Tidkrevende prosesser (etablering av regelverk for LNG tok 8 år)
  - Dialog mellom Sjøfartdirektoratet (og IMO), DnV GL, DSB, fagmiljøer og Standard Norge er initiert
- Kvalifisering av brenselceller for maritime anvendelser (MW-størrelse)
- Tilgjengelighet av hydrogen som drivstoff (komprimert gass / flytende)
- Løsninger for bunkring av drivstoff/lagring av hydrogen om bord i fartøyer
- Høye kostnader for hydrogen og hydrogenteknologier i en tidlig fase

Oppsummering

- Hydrogen som drivstoff kan gjøre deler av maritim næring utslippsfri
- Hydrogenteknologiene er kommersielt tilgjengelige, elektrolyse gir "billig" oksygen
- Så langt kun mindre hydrogenfartøy demonstrert (opp til noen 100 kW), nå MW+
- Verdiskaping: Norske teknologileverandører innen vannelektrolyse og lagringstanker
- Fokus på etablering av regelverk (nasjonalt og internasjonalt)
- Økt engasjement (både politisk og i industrien) og en rekke initiativer innen
  - bruk H_2 som drivstoff i fiske- og hurtigbåter, ferger, cruiseskip mm
  - fiskeri og havbruk ('fler'bruk: hydrogen, oksygen og varme)
- Betydelige støttemekanismer i Norge (EnergiX, Pilot- E, NFR, Enova, Innovasjon Norge)

Takk for oppmerksomheten!

SINTEF

Teknologi for et bedre samfunn