

Haus der Nachhaltigkeit

Johanniskreuz, 08. September 2019

Wasserstoff – die Lösung der Energiefrage in der Klimakrise?

Japans Aufbruch in die „Wasserstoffgesellschaft“

Dipl.-Ing. Kurt K. Heinz

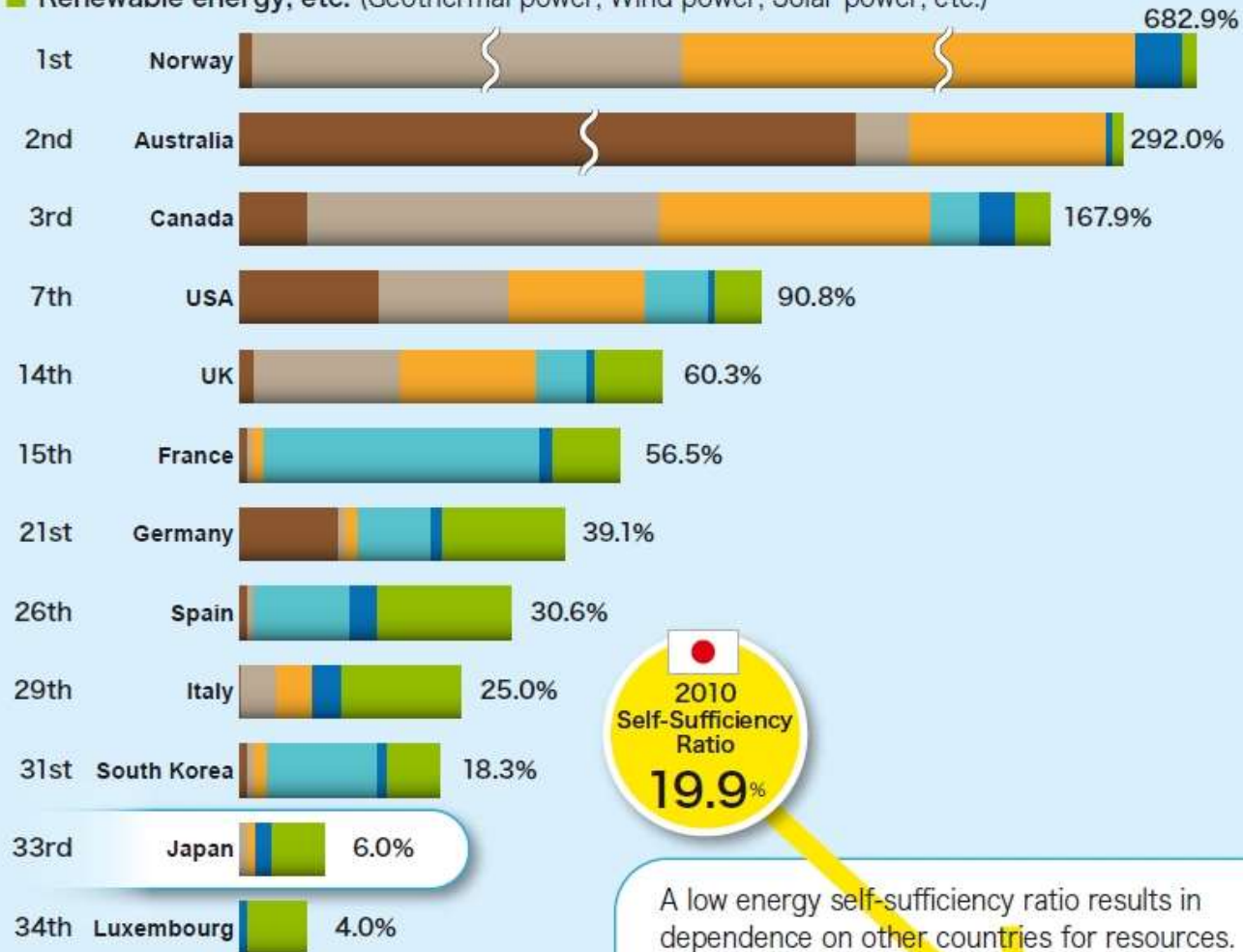
„TÜV emeritus“, Tokyo



Comparison of Primary Energy Self-Sufficiency Ratios of Major Countries (2014)

■ Coal
 ■ Crude oil
 ■ Natural gas
 ■ Nuclear power
 ■ Hydro

■ Renewable energy, etc. (Geothermal power, Wind power, Solar power, etc.)

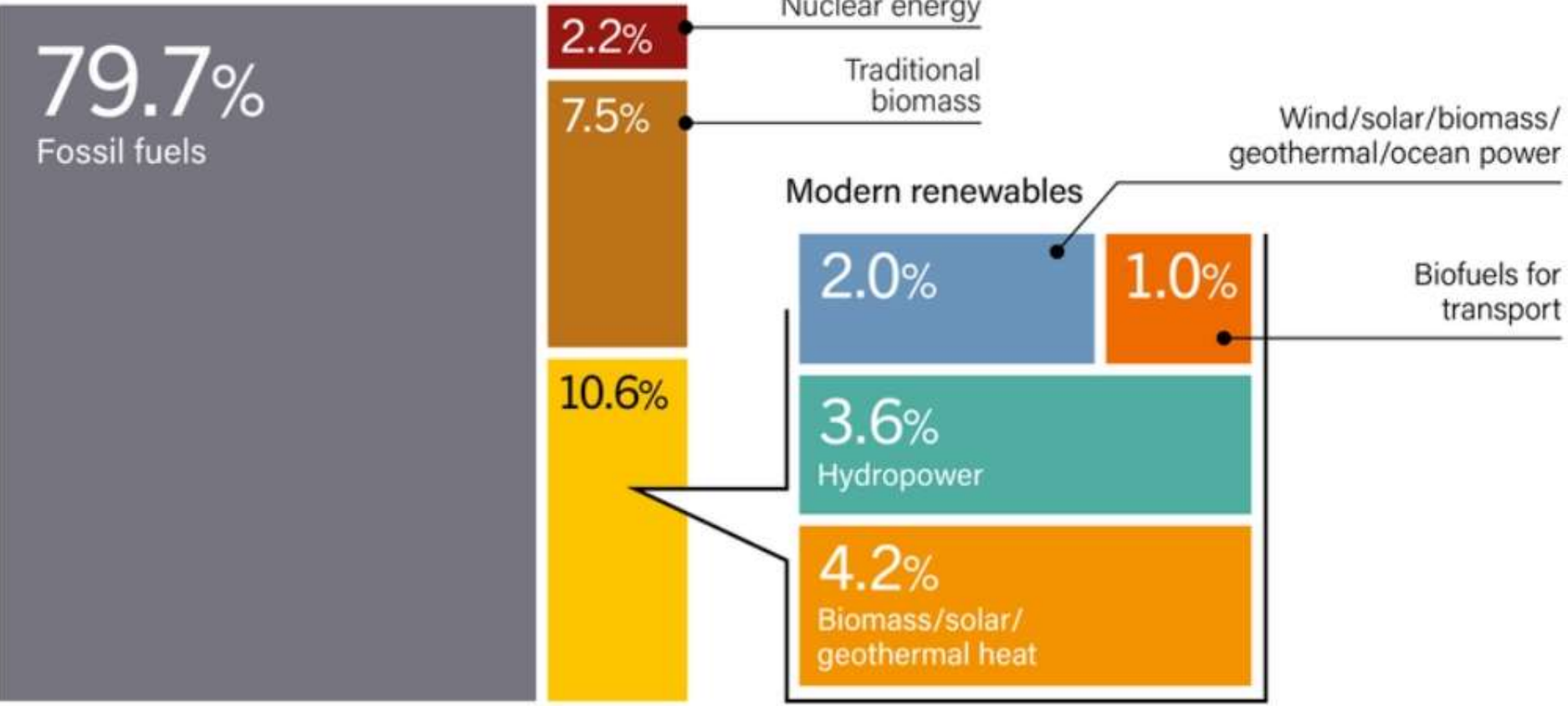



 2010
 Self-Sufficiency
 Ratio
19.9%

A low energy self-sufficiency ratio results in dependence on other countries for resources. Because of this, it's easy to be affected by the influence of international situations when securing resources, which raises concerns over stable energy supply.


 2014
 Self-Sufficiency
 Ratio
6.0%

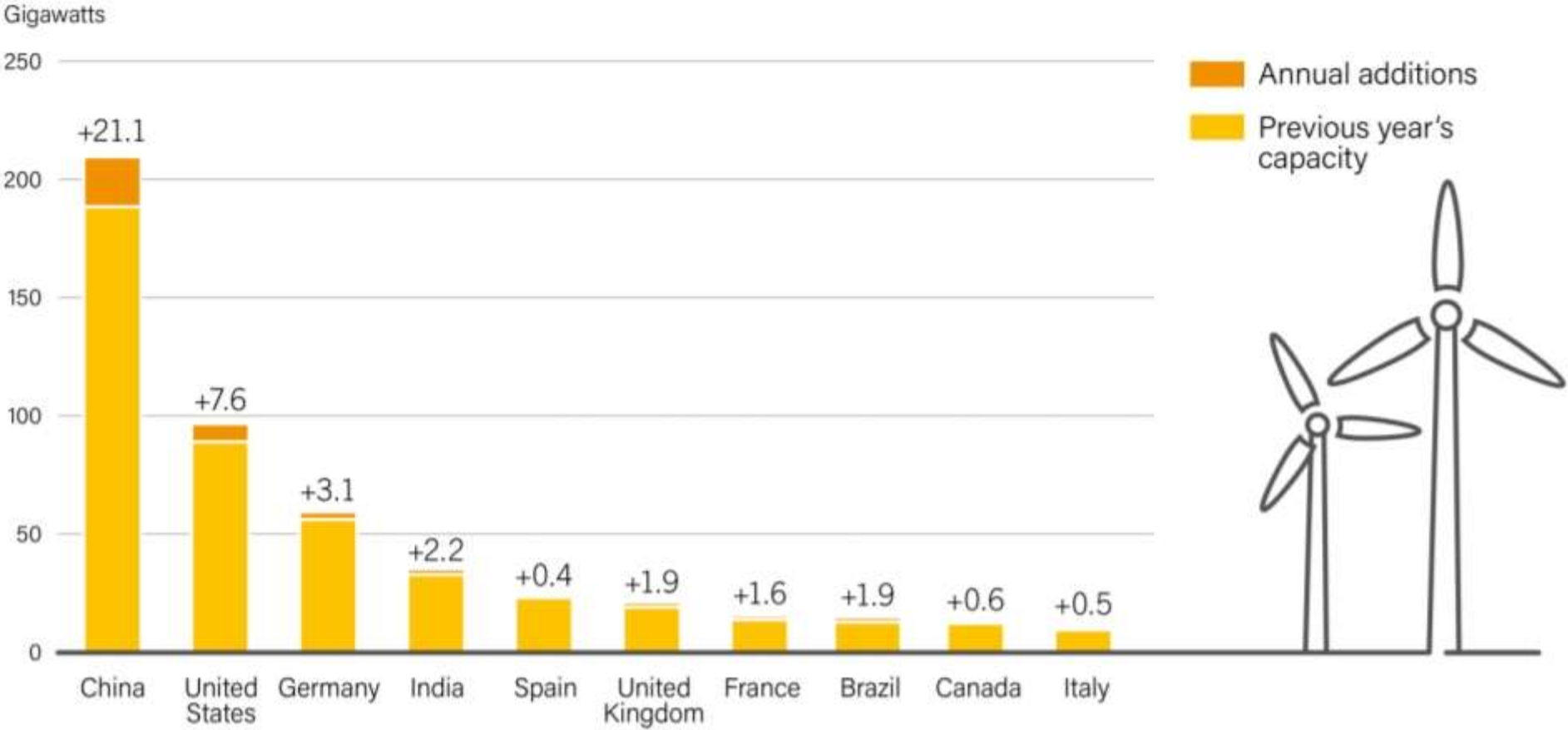
Estimated Renewable Share of Total Final Energy Consumption, 2017



Note: Data should not be compared with previous years because of revisions due to improved or adjusted data or methodology. Totals may not add up due to rounding.

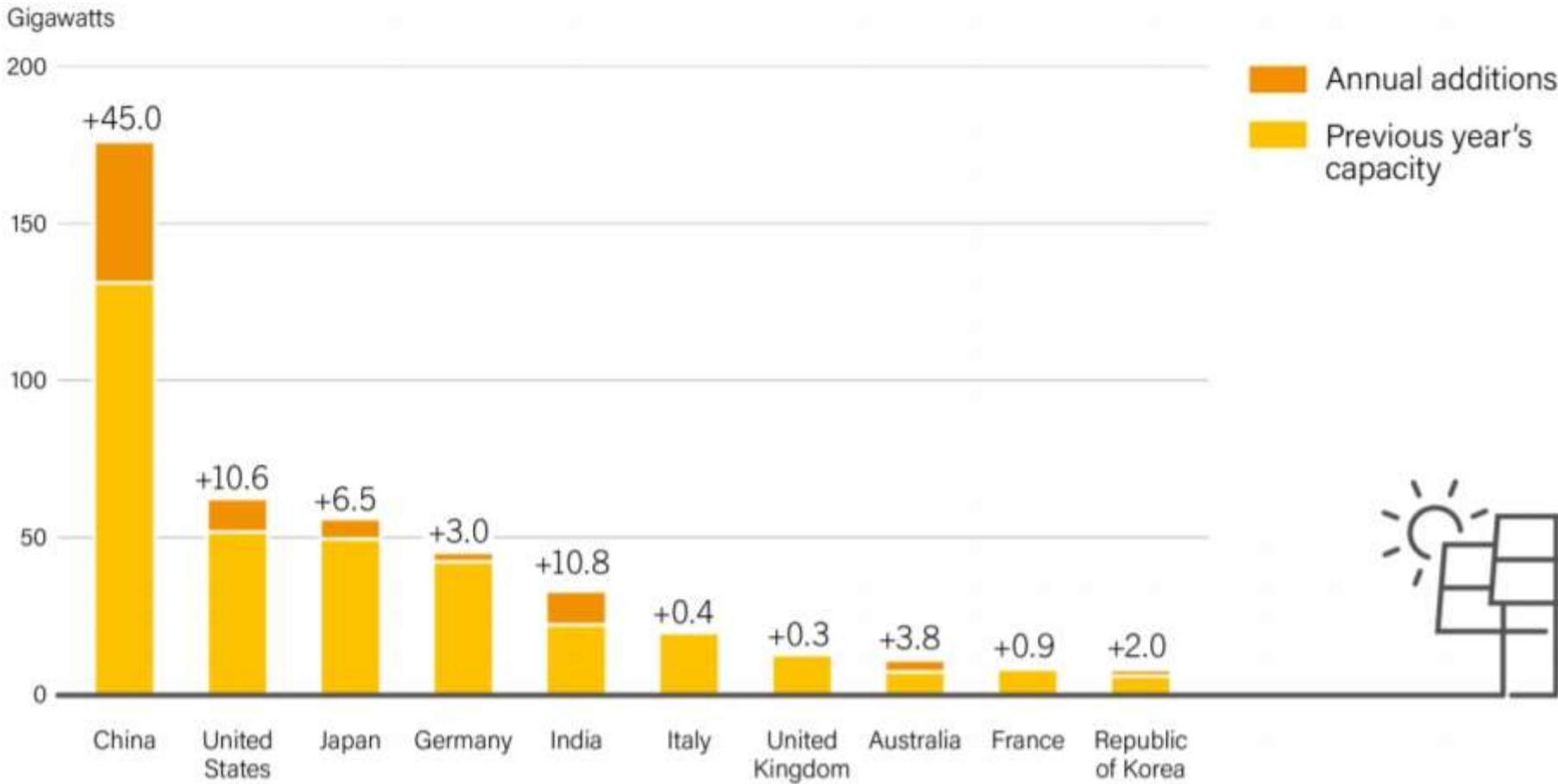
Source: Based on OECD/IEA and IEA SHC.

Wind Power Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2018



Note: Additions are net of decommissioning.

Solar PV Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2018



Note: Data are provided in direct current (DC).
Data for India are highly uncertain.

Teil B

Wasserstoffgesellschaft / Hydrogen Society

oder Ende der fossilen Brennstoff-“Kultur“

Yōichi Masuzoe, der Gouverneur von Tokyo, Austragungsort der Olympiade 2020, verkündet 2016:

*Die Olympischen Spiele 1964 in Tokio hinterließen als Erbe das Hochgeschwindigkeitszugsystem Shinkansen. Die bevorstehenden Olympischen Spiele hinterlassen eine **Wasserstoffgesellschaft** als Vermächtnis. Die Regierung der Metropolregion Tokio arbeitet bereits daran, dies zu verwirklichen.*

Die Regierung handelt (*Japan Times/Kyodo News*)

*Premierminister Shinzo Abe hat die Minister am Dienstag (11. April 2017) gebeten, bis Ende des Jahres eine **grundlegende Strategie für die Schaffung einer emissionsfreien „Wasserstoffgesellschaft“** zu formulieren und gleichzeitig größere Anstrengungen zu unternehmen, um die Nutzung erneuerbarer Energien zu verstärken.*

*Es wird erwartet, dass die Regierung ein System zur Beschleunigung des Baus von **Wasserstofftankstellen schafft, mit dem Ziel, bis 2020 40.000 Fahrzeuge mit Wasserstoffbrennstoffzellen auf die Straße zu bringen, auch durch Gesetzesänderungen.***

Challenges for Japan's Energy Transition

- Basic Hydrogen Strategy -

February 26
2019

Masana Ezawa

Agency for Natural Resources and Energy (ANRE),
Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), Japan

Mission/ Background

● Japan's Responsibility for Energy Transition

⇔ Energy trilemma

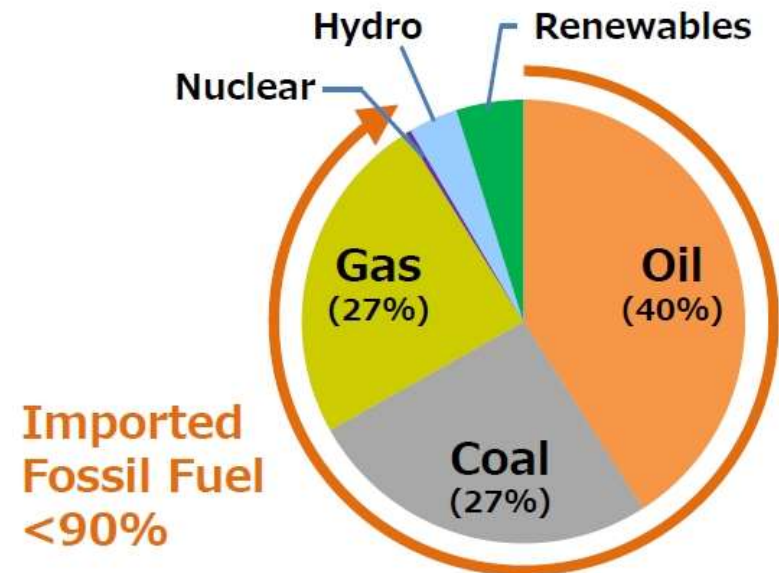
- ✓ **E**nergy security
- ✓ **E**nvironment (Sustainability)
- ✓ **E**conomic affordability (Cost)

} **3"E"** + **S**afety

● Measures;

- ✓ Energy saving
- ✓ Renewable energy
- ✓ Nuclear energy
- ✓ CCS + Fossil fuels
- ✓ **Hydrogen**

Japan's Primary Energy (FY2016)



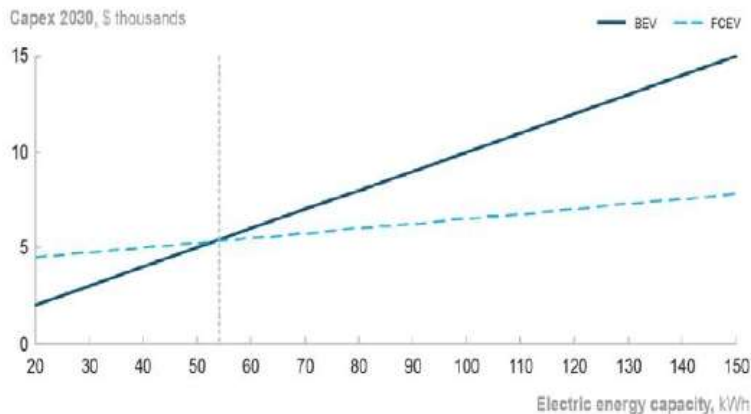
Why Hydrogen?

● Contribution to 3"E"

- ✓ Contribute **de-carbonization** (**E**nvironment)
 - ✓ Mitigate **dependence on specific countries** (**E**nergy security)
 - ✓ Enable to utilize **low cost feedstock** (**E**conomic affordability)
- + **Japan's edge in technology** since 1970s

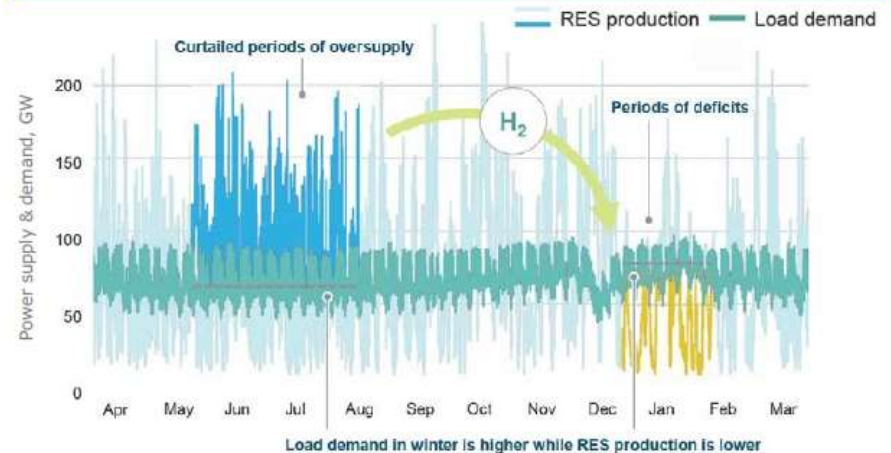
● Roles of H₂ in Electrified Mobility/ Generation Mix

Powertrain Costs Analysis for FCEVs & BEVs



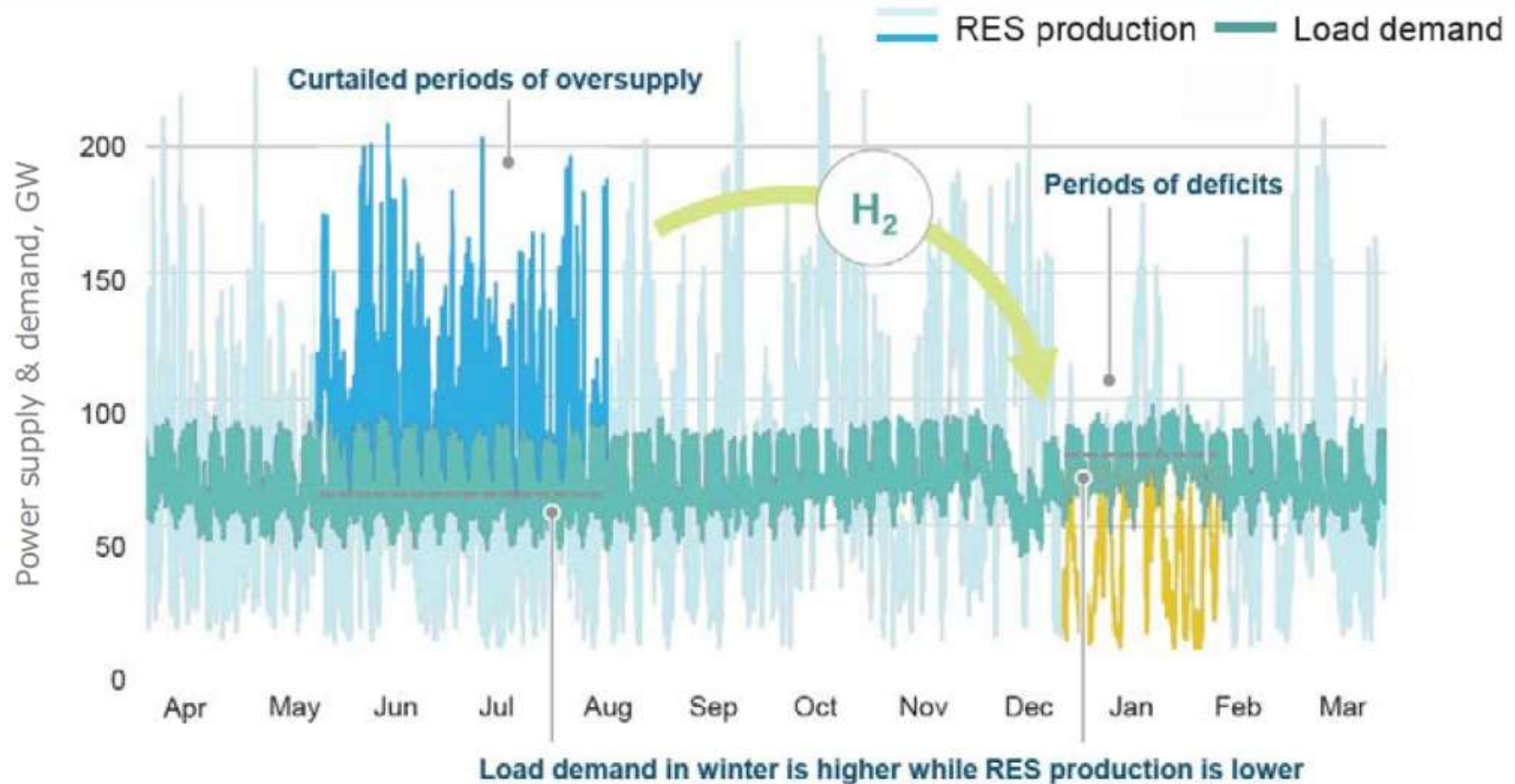
Source: "Hydrogen Scaling Up", Hydrogen Council (2017)

Power Supply & Demand Simulation for Germany in 2050



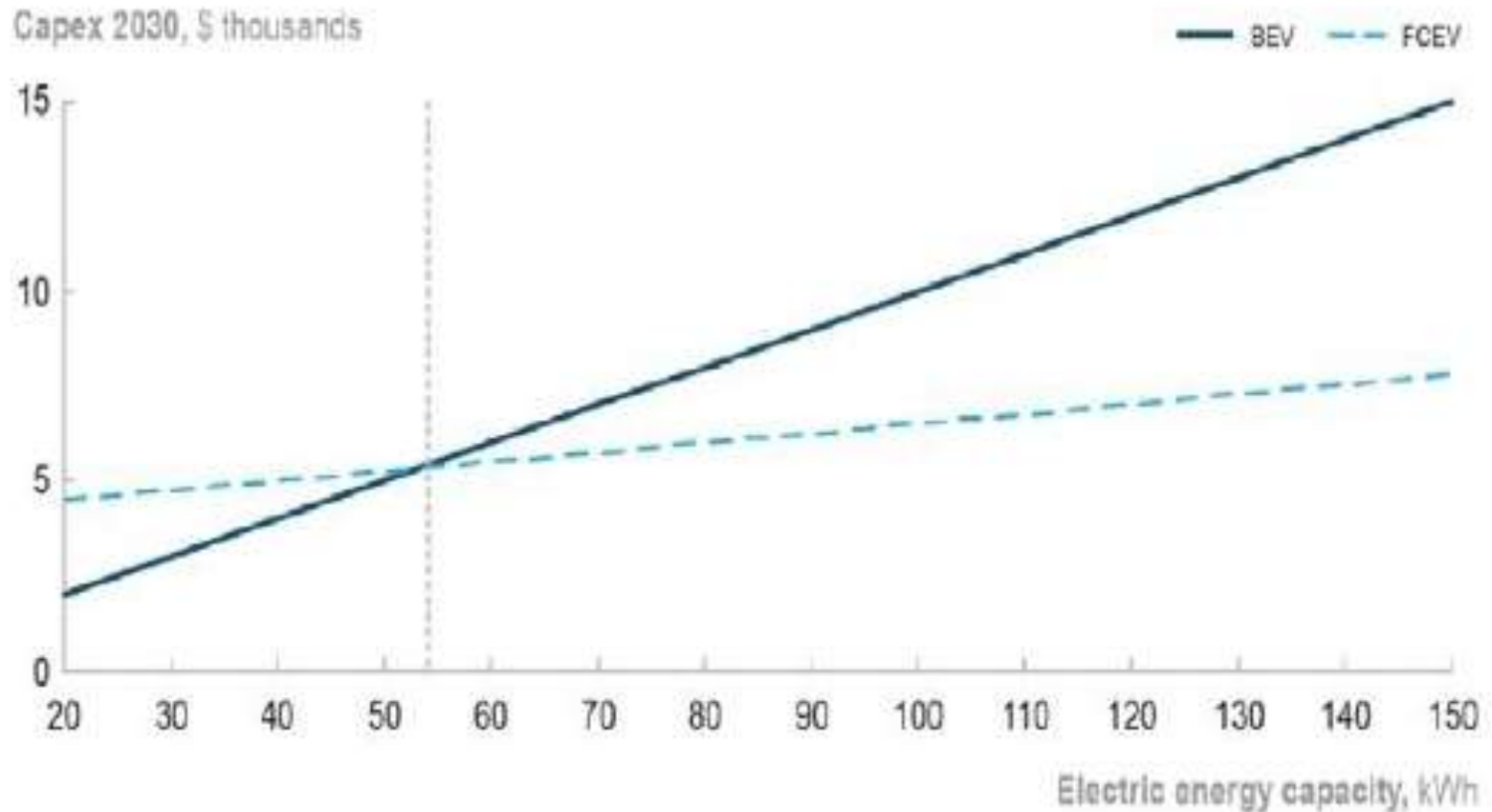
Source: "How Hydrogen Empowers the Energy Transition", Hydrogen Council (2017)

Power Supply & Demand Simulation for Germany in 2050



Source: "How Hydrogen Empowers the Energy Transition", Hydrogen Council (2017)

Powertrain Costs Analysis for FCEVs & BEVs



Source: "Hydrogen Scaling Up", Hydrogen Council (2017)

Capex (capital expenditure) vs. Energy capacity

● “Basic Hydrogen Strategy” (Prime Minister Abe’s Initiative)

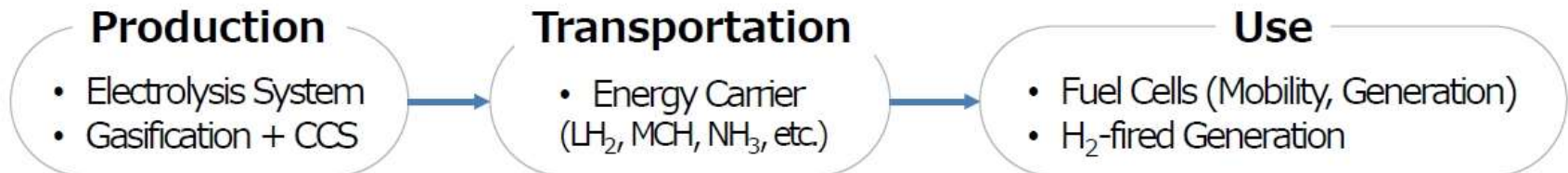
- ✓ World’s first national strategy
- ✓ 2050 Vision: position H₂ as a new energy option (following Renewables)
- ✓ Target: make H₂ affordable (\$3/kg by 2030 ⇒ \$2/kg by 2050)



3 conditions for realizing affordable hydrogen

- 【Supply】 { ① **Inexpensive feedstock** (unused resources, renewables)
② **Large scale H₂ supply chains**
- 【Demand】 ... ③ **Mass usage** (Mobility ⇒ Power Generation ⇒ Industry)

● Key Technologies to be Developed



Direction of Activities to Realize a "Hydrogen Society"

Production

Transportation and supply (supply chain)

Use

Domestic fossil fuels

City gas
LP gas

Reforming

Byproduct hydrogen

Future

Overseas unused energy

Brown coal

Gasification

CCS

Byproduct hydrogen

Overseas renewable energy

Water electrolysis

Renewable energy

Solar power

Water electrolysis

Wind power

*Use hydrogen as a means of energy storage (absorb fluctuations in intermittent RES)

— City gas pipeline/LPG supply network
— Liquefied hydrogen lorry
- - - Hydrogen pipeline

- Installation of 113 stations nationwide
- Promotion of regulatory reform for cost reduction

Hydrogen station

- Demonstration of the world's first international hydrogen supply chain in 2020

Large-scale hydrogen ocean Transportation network



- Demonstration of large-scale power-to-gas @Fukushima/aiming for use in the 2020 Tokyo Olympic and Paralympic Games

- 2,900 vehicles installed
- 40,000 vehicles by 2020

Fuel cell vehicles (FCV, FC bus, etc.)



- Entered service in Tokyo in March 2017
- 100 buses by 2020

Transportation

- Over 270,000 units installed

Fuel cell cogeneration (e.g. Ene-Farm)

Reforming



- For Business and Industry use, some models have already been launched in 2017

Power generation

Future

Hydrogen power generation (CO₂-free thermal power plants)



- Combined heat and power supply using hydrogen cogeneration in Kobe in early 2018

Use in the industrial sector (Power-to-X)

Other

Scenario



Supply



Volume (t/y)	200	4k	300k	5~10m
Cost (\$/kg)	~10		3	2

Demand

Gene-ration

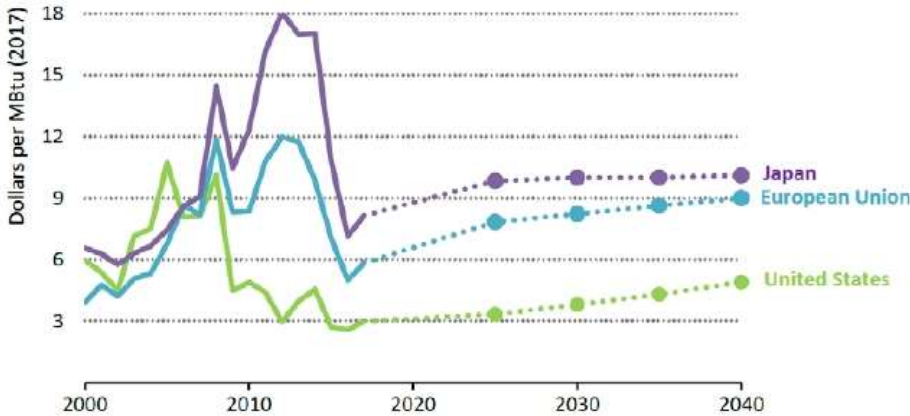
Mobility

Large Power Plant	-- (RD&D) ----->	1GW	→	15~30GW
FC CHP*	274k	1.4m	5.3m	→ Replace Old Systems
*Primary energy: natural gas.				
HRS	100	160	320	(900) → Replace Filling Stations
FCV	2.9k	40k	200k	800k → Replace Conventional Mobility
FC Bus	5	100	1.2k	→
FC FL	140	500	10k	→
Industry Use	----- (RD&D) ----->			Expand H ₂ Use

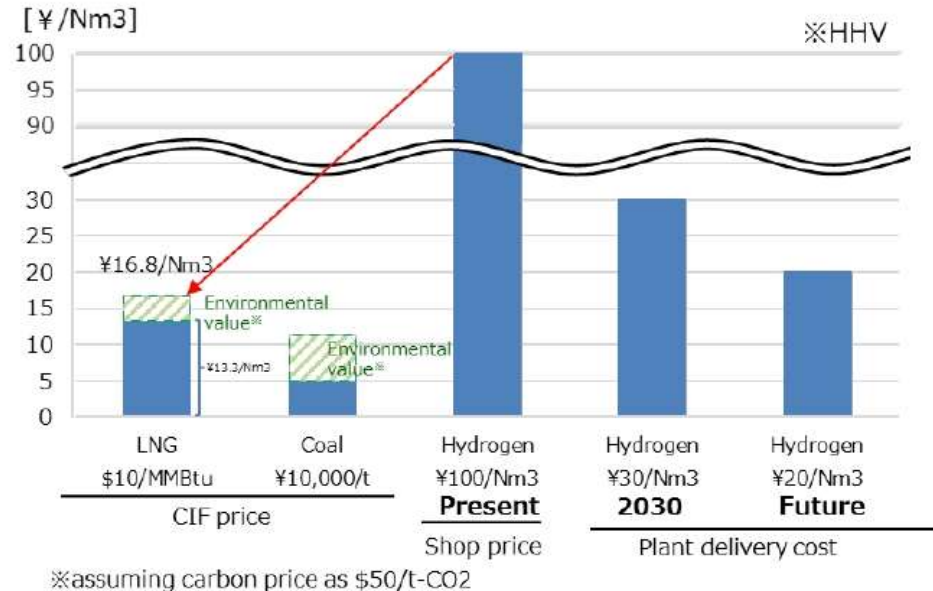
Hydrogen Cost Targets

- In order to achieve grid parity, Hydrogen cost is needed to be lower than price of natural gas.
- Target of hydrogen importing cost in Japan has to be ¥ 13/Nm³ in future (US\$1.3/kg, equivalent to US\$10/MMBtu).

Natural gas prices in key regions in the New Policies Scenario

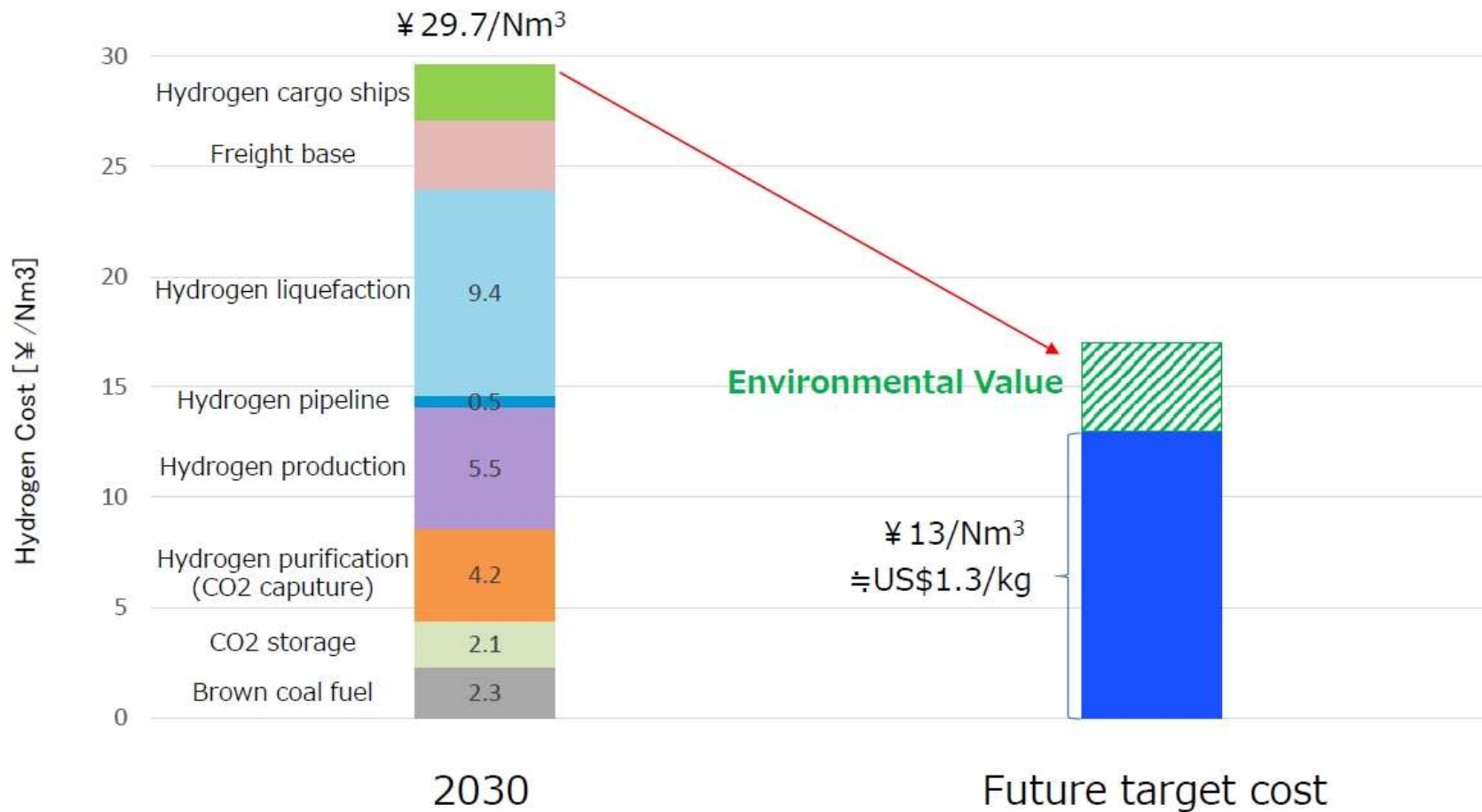


from World Energy Outlook 2018 (IEA)



Hydrogen Cost Perspective of the Supply Chain Project

- Target cost of hydrogen supply in 2030 is ¥ 30/Nm³.
- Natural gas price is unpredictable, however further cost reduction is needed.



Ongoing Projects (Supply-side)

International H₂ Supply Chain

Japan-Brunai Pilot Project

2020~



Off-gas



Steam Methane Reforming



Hydrogenation*
(TOL→MCH)



Chemical Tanker



Dehydrogenation*
(MCH→TOL)



* Image

Toluene → Methylcyclohexane

Japan-Australia Pilot Project

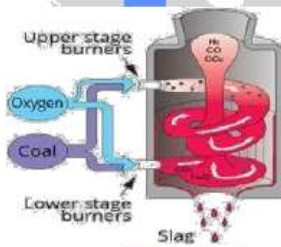
2020~



Brown Coal + CCS



Gasification



Liquefied H₂ Carrier*



Loading Facility*



Power-to-gas

Fukushima Renewable H₂ Project

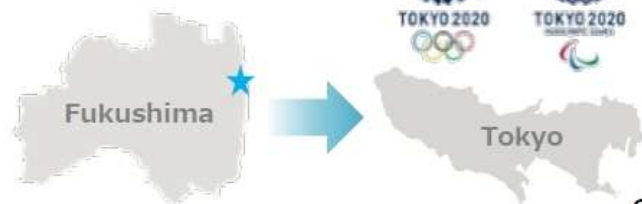
2020~



Power-to-Gas Plant*



Electrolysis System (Alkaline)



World's first liquid hydrogen carrier ship launches in Japan

Kawasaki Heavy's vessel will transport the next-generation fuel from Australia

MASAMICHI HOSHI, Nikkei staff writer

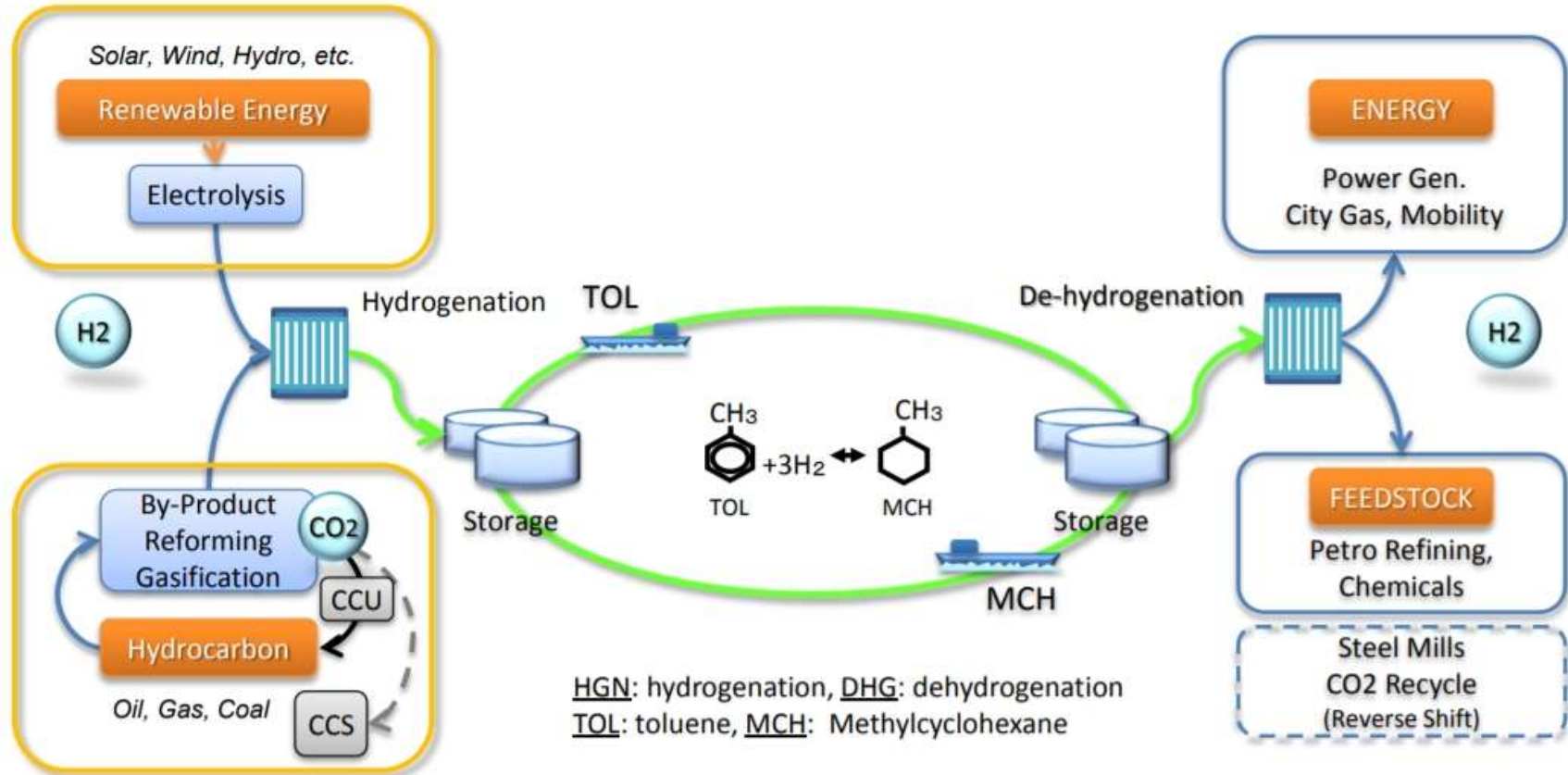
DECEMBER 12, 2019 06:40 JST



The Suiso Frontier, the world's first liquid hydrogen carrier, is unveiled Wednesday at a port in Kobe, Japan. (Photo by Maho Obata)

Hydrogen Storage & Transportation Technology

- Chiyoda has established an efficient and large scale hydrogen storage and transportation system.
- Methylcyclohexane (MCH), Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC), stays in liquid state under ambient temperature and pressure anywhere.



Key Technology is New Catalyst of Dehydrogenation.

Ongoing Projects (Demand-side)

H₂ Mobility

H₂ Station Network

2013~

*113 Stations
by November 2018



H₂ Applications

2016~



FC Bus

X 100 in 2020



FC Truck Demo

H₂ Power Generation

H₂ Co-generation Demonstration Project



Hydrogen Gas
Turbine (1MW class)

2018~



Joint Venture for H₂ Infrastructure Development

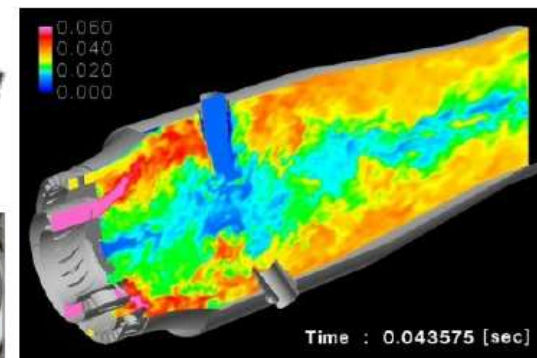
2018~

NISSAN JXTG Group
HONDA IDEMITSU
TOYOTA JAPAN H₂ MOBILITY Iwatani
DBI TOKYO GAS
TOYOTA TSUSHO AirLiquide

R&D of H₂ Burner Systems



For Power
Generation
<500MW



Burning Simulation
(H₂ + CH₄)

Hydrogen Energy Ministerial Meeting

- Date / Place : October 23rd, 2018 / Dai-ichi Hotel Tokyo
- Organized by : METI , New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO)
- Participants : 300 people including representatives from 21 countries, regions, international organizations, etc.*

*Japan, Australia, Austria, Brunei, Canada, China, France, Germany, Italy, the Netherlands, New Zealand, Norway, Poland, Qatar, South Africa, Korea, United Arab Emirates, United Kingdom, United States, European Commission, IEA Participants :

PROGRAM

- Ministerial Session
- Industry and International Organization Session
 - Plenary Session: Potential of Hydrogen Energy for Energy Transition
 - Session 1: Expansion of Hydrogen Use - Mobility & H₂ Infrastructure -
 - Session 2: Upstream & Global Supply-chain for Global Hydrogen utilization
 - Session 3: Renewable Energy Integration & Sectoral Integration

Tokyo Statement

We share the view that hydrogen can be a key contributor to the energy transitions underway to clean energy future and an important component of a broad-based, secure, and efficient energy portfolio. Also, we confirmed the value of collaborating on the following four agendas on “Tokyo Statement” to achieve a “Hydrogen Society” .

- ◆ Harmonization of Regulation, Codes and Standards
- ◆ Study and Evaluate Hydrogen’s Potential
- ◆ International Joint R&D emphasizing Safety
- ◆ Communication, Education and Outreach



The Future of Hydrogen



Seizing today's opportunities

- *Treffen der G20 Industrie- und Wirtschaftsminister in Karuizawa, 15. und 16. Juni 2019; mit dabei: Wasserstoffrat (**Hydrogen Council**)*
- *Treffen der G20 Staats- und Regierungschefs in Osaka, 28. und 29. Juni 2019*

Report prepared by the IEA
for the G20, Japan

G20 IN JAPAN: HYDROGEN TAKES CENTRE STAGE

G20 in Japan: Hydrogen Takes Centre Stage Marking the start of the 2019 G20 Summit in Japan, the mountain resort of Karuizawa was abuzz last weekend with discussions on how to solve the biggest issues facing the international energy community. At a time when hydrogen technologies are gaining unprecedented momentum and support from governments and...

#HydrogenNow



G202019 JAPAN

#HydrogenNow

Investing in the Energy Transition

SATURDAY, 15 JUNE 2019, 09:00 – 18:00 (JST)
Karuizawa, Nagano Prefecture, Japan

**Hydrogen
Council**

Wasserstoffrat (Hydrogen Council), Juni 2019



Deutsche Steering Member: Audi, BMW, Bosch, Daimler, Linde, thyssenkrupp
Deutsches Supporting Member: Liebherr

Executive Summary

- **Es ist an der Zeit, das Potenzial von Wasserstoff zu nutzen**, um eine **Schlüsselrolle für eine saubere, sichere und umweltfreundliche Umwelt und erschwingliche Energiezukunft** zu spielen. Auf Ersuchen der japanischen Regierung unter ihrer G20 Präsidentschaft hat die Internationale Energieagentur (IEA) diesen wegweisenden Bericht erstellt, um den aktuellen Stand von Wasserstoff zu analysieren und Hinweise für seine zukünftige Entwicklung zu geben ...
- **Wasserstoff kann bei der Bewältigung verschiedener kritischer Energieprobleme helfen**. Es bietet Möglichkeiten zur **Dekarbonisierung einer Reihe von Sektoren** - einschließlich Fernverkehr, Chemie sowie Eisen und Stahl -, in denen es schwierig ist, die Emissionen sinnvoll zu reduzieren ...
- **Wasserstoff ist vielseitig**. Bereits heute verfügbare Technologien ermöglichen es Wasserstoff, **Energie auf unterschiedliche Weise zu erzeugen, zu speichern, zu bewegen und zu nutzen**. Eine Vielzahl von Brennstoffen kann Wasserstoff produzieren, einschließlich erneuerbarer Energien, Kernkraft, Erdgas, Kohle und Öl ...
- **Mit Wasserstoff können erneuerbare Energien einen noch größeren Beitrag leisten**. Wasserstoff ist einer der führende Optionen für die **Speicherung von Energie aus erneuerbaren Quellen** und vielversprechende Optionen für die kostengünstigste Speicherung von Strom über Tage, Wochen oder sogar Monate ...
- **In der Vergangenheit gab es Fehlstarts für Wasserstoff. Derzeit könnte es anders sein**. Die jüngsten Erfolge bei Photovoltaik-, Wind-, Batterie- und Elektrofahrzeugen haben gezeigt, dass politische und technologische Innovationen die Kraft haben, eine **globale saubere Energieindustrie aufzubauen** ...
- **Wasserstoff kann viel umfangreicher verwendet werden**. Heutzutage wird Wasserstoff hauptsächlich zur Öltraffination und zur Herstellung von Düngemitteln verwendet. Damit er einen wesentlichen Beitrag zu einer sauberen Energiewende leistet, muss er auch **in Bereichen wie Verkehr, Gebäude und Energieerzeugung** eingesetzt werden, in denen er derzeit fast völlig fehlt.

Herausforderungen

- **Die Erzeugung von Wasserstoff aus kohlenstoffarmer Energie ist derzeit kostspielig.** Die IEA-Analyse ergab aber, dass die Kosten für die Herstellung von Wasserstoff aus erneuerbarem Strom bis 2030 um 30% sinken könnten ...
- **Die Entwicklung der Wasserstoffinfrastruktur verläuft schleppend** und hemmt die breite Akzeptanz. Die Wasserstoffpreise für Verbraucher hängen in hohem Maße davon ab, wie viele Tankstellen es gibt. Um dies in Angriff zu nehmen, ist wahrscheinlich eine Planung und **Koordinierung erforderlich, die nationale und lokale Regierungen, die Industrie und Investoren zusammenbringt.**
- **Wasserstoff wird heute fast ausschließlich aus Erdgas und Kohle gewonnen,** ... aber seine Produktion ist für die jährlichen CO₂-Emissionen verantwortlich, die denen Indonesiens und des Vereinigten Königreichs zusammen entsprechen ...
- **Vorschriften begrenzen derzeit die Entwicklung einer sauberen Wasserstoffindustrie.** **Regierung und Industrie müssen zusammenarbeiten,** um sicherzustellen, dass bestehende Vorschriften kein notwendiges Investitionshindernis darstellen. Der Handel wird von gemeinsamen internationalen Standards für die Sicherheit des Transports und der Lagerung großer Mengen Wasserstoff und für die Rückverfolgung der Umweltauswirkungen verschiedener Wasserstoffversorgungen profitieren.

Entscheidendes Jahr: Gelingt Wasserstoff endlich der Durchbruch?

Handelsblatt, *Martin Kölling*, 16.06.2019



Der globale Wasserstoffrat (Hydrogen Council) tritt bei der G20-Tagung der Energieminister auf. Gastgeberland Japan fördert den Vorstoß – in Deutschland herrscht aber noch Skepsis.

- *Karuizawa 8.+ 9. Juni 2019: Wasserstoffrat präsentiert FCEV LKW*
- *Wasserstoffrat (Hydrogen Council), vor zwei Jahren auf dem Weltwirtschaftsforum in Davos von BMW, Daimler und der Linde-Gruppe mitgegründet, von 13 auf mehr als 60 Firmen gewachsen;*
- *Jetzt auch Bosch-Konzern dabei; Serienfertigung von Brennstoffzellen bekannt gegeben. G20-Tagung der Umwelt- und Energieminister*
- *Ministerpräsident [Shinzo Abe](#) hat die Wasserstoffwirtschaft neben den großen Themen Klimaschutz und Plastikmüll mit auf die Umweltagenda der G20 gesetzt.*
- *Japan: mit der Wasserstoffwirtschaft neue, global wettbewerbsfähige Industrien aufbauen und die Energiesicherheit des Landes erhöhen.*
- *IEA International Energy Agency: Wasserstoffwirtschaft im kommenden Jahrzehnt zuerst auf große Häfen und Transportkorridore fokussieren. Hohe Nachfrage im Güterverkehr schafft Versorgung mit sauberem Wasserstoff; bestehende Infrastruktur wie Gaspipelines nutzen und internationalen Hydrogenhandel per Schiff aufbauen.*
- *Japan: Plan der Regierung sieht vor, dass Brennstoffzellenautos 2025 nur noch etwas mehr als Hybridautos kosten sollen*

FINANCIAL TIMES

Robin Harding, 17. Juni 2019

Japans Wasserstofftraum: Game Changer oder viel heiße Luft?

Das Land muss die Infrastruktur für seine Emissionsminderung aufbauen

- *Braunkohle in Australien zu kostengünstigem Wasserstoff vergasen, Kohlendioxid unter Tage zurückpumpen; außerdem Projekte in Brunei, Norwegen und Saudi-Arabien zur Beschaffung von Wasserstoff.*
- *Wasserstoff in riesigen Tankschiffen nach Japan transportiert und an ein landesweites Tankstellennetz verteilt.*
- *Falls erfolgreich, bietet Wasserstoff eine Möglichkeit, **Japans Transportsektor vollständig zu entkarbonisieren** mit Kraftstoff von zuverlässigen strategischen Verbündeten.*
- *Automobilindustrie erhält Wettbewerbsvorteil gegenüber internationalen Konkurrenten.*
- *Problem: diese visionäre Infrastruktur existiert noch nicht.*
- *Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass Japan den Wasserstofftraum aufgibt.*
- *Tetsuya Kaneko, Senior Consultant am Nomura Research Institute: "**Ich denke, Japan ist die am weitesten fortgeschrittene Nation der Welt für Wasserstoff. Warum? Weil Japan so wenige andere Möglichkeiten hat, seine CO₂-Emissionen zu reduzieren.**"*

Handelsblatt, 24.06.2019

Japans Wasserstoffstrategie zeigt, wie Industriepolitik funktioniert

Japan geht bei der Förderung von Wasserstoff strategisch vor – mit Erfolg. Das Vorgehen ist wegweisend, auch für die Industriepolitik in Deutschland.



Martin Kölling

- Experten loben implizit Japans Strategie, nicht zuerst auf die Massenherstellung von „grünem“ Wasserstoff zu warten, sondern möglichst schnell Nachfrage und eine globale Lieferkette aufzubauen.
- Bis 2030 soll die Nachfrage gesteigert werden auf 800.000 Brennstoffzellenautos im Transportwesen und 5,3 Millionen fest installierte Brennstoffzellen für die Heißwasser- und Stromgewinnung im Wohnsektor.
- Regierungschef Abe wirft sich als Chefverkäufer der Japan AG ins Zeug. So drastisch wie beim Wasserstoff ist er jedoch bisher nie aufgetreten.
- Die Regierung in Tokio weiß, dass nur durch einen globalen Boom genug Wasserstoff für das energiehungrige Land produziert werden kann.
- Ob diese Industriepolitik der kreativen Bewahrung langfristig bessere Resultate erzielt als die kreative Zerstörung, in der neue Unternehmen etablierte Spieler verdrängen, ist allerdings eine offene Frage.
- Japans Konservative glauben nicht an die Selbstheilungskraft des Markts.

Wasserstofftankstellen *oder* Wie zähmt man den flüchtigen Stoff?



Anzahl in Japan (Quelle: METI): **113**; Plan: **160** bis 2020, **320** bis 2025
(Stand Nov. 2018)

Anzahl in Deutschland: **71**; Plan: **100** bis 2020, **400** bis 2025
(Stand Juni 2019)

Quelle: www.automobil-produktion.de
BTW: in KL keine; nächste in Mannheim

Anmerkung:

- SAE J2600 (Society of Automotive Engineers) und sein ISO-Äquivalent für die Wasserstoffdüse und die FCEV-Fahrzeugaufnahme sind im Wesentlichen identisch und für 35MPa und 70MPa weltweit harmonisiert.

H2 Tankstellen in Japan und Deutschland



➤ Errichtungskosten

- *in Japan: ca. 400 Mio. Yen (ca. 3,2 Mio. Euro)*
- *in D: ca. 1 Mio. Euro (Bauvorhaben von EU zu 50 Prozent gefördert)*

➤ 1 kg Wasserstoff

- *in Japan ca. 1100 Yen/kg*
- *bei H2 Mobility 9,50 Euro*

➤ Reichweite: ca. 100km/kg;

BEV: Batteriegewicht: ca. 100kg für 85km Reichweite

- *Beispiel Tesla S: Batteriekapazität: 100kWh, Batteriegewicht 700 kg, Reichweite 600km; Verbrauch: ca. 20kWh/100km*

FCEV: schwerer Wasserstofftank, Verbrauch ca. 1kg Wasserstoff/100km

- *Beispiel Toyota Mirai: FC Gewicht ca. 40kg, 2 Tanks à 45kg; Druck: 70Mpa (700bar); Inhalt: je 2,5kg; Batterie: 1,6kWh; Wasser-“Produktion“: ca. 6 l/100km*

Toyota als Souffleur oder Die treibende “Wasserstoffkraft”



**IOC Präsident Thomas Bach mit Toyota Präsident Akio Toyoda; daneben: Toyota Mirai FCV
November 2018; Thema: Toyotas Mobilitätsinnovationen**

Quelle: IOC

Ankündigung durch Toyota Executive VP Terashi Shigeki am 7. Juni 2019:

Fünf Jahre früher als noch 2017 geplant will Toyota die Hälfte seiner Automobilproduktion auf elektrifizierte Fahrzeuge umstellen ...

*TOKYO - Toyota beschleunigt seine Pläne zur Einführung von Elektrofahrzeugen, setzt sich ein neues Ziel, 5,5 Millionen Elektrofahrzeuge innerhalb von fünf Jahren zu verkaufen, und strebt an, bis zum nächsten Sommer eine **Festkörperbatterie** (solid state battery) zu entwickeln, um auf die "plötzliche Zunahme" von Elektrofahrzeugen vorbereitet zu sein.*

Toyota will jetzt bis 2025 rund 5,5 Millionen herkömmliche benzinelektrische Hybride, Plug-in-Hybride, Elektrofahrzeuge und Wasserstoffbrennstoffzellenfahrzeuge verkaufen. Knapp 1 Million davon könnten reine Elektrofahrzeuge sein.

Shigeki Terashi, Executive Vice President von Toyota, erläuterte die neue Roadmap in einem Briefing am 7. Juni über die EV-Pläne des Unternehmens. Im Dezember 2017 hatte das Unternehmen angekündigt, bis 2030 so viele Elektrofahrzeuge verkaufen zu wollen, fünf Jahre später als der revidierte Ausblick.

<https://europe.autonews.com/>



Tim Hornyak, 26.02.2019

Wie Toyota Japan mit seinem milliarden schweren Vorstoß hilft, eine Gesellschaft mit Wasserstoff als Brennstoff aufzubauen.

- *Da nur ein Bruchteil des Nuklearsektors in Betrieb ist, setzt Japan auf Wasserstoff, um seine Wirtschaft zu befeuern und die Abhängigkeit von ausländischen Öl- und Gasimporten zu beenden.*
- *Toyota versucht, eine Veränderung herbeizuführen. In Zusammenarbeit mit dem niederländischen Institut für Energie-Grundlagenforschung entwickelt das Unternehmen ein Gerät, das mithilfe von Sonnenlicht Wasserstoff aus Wasserdampf erzeugt.*
- *Der Autohersteller stellte auf der Consumer Electronic Show CES), Las Vegas, mit Paccar den Prototyp eines Wasserstoff-Brennstoffzellen-LKW vor.*
- *Toyota und Honda verkaufen wasserstoffbetriebene Autos und haben sich zusammengeschlossen, um die Zahl der Wasserstofftankstellen im ganzen Land deutlich zu erhöhen.*
- *Bis 2050 will Toyota den weltweiten durchschnittlichen Kohlendioxid ausstoß seiner neuen Fahrzeuge im Vergleich zu 2010 um mindestens 90 Prozent senken.*



Forschung

WASSERSTOFFKRAFTSTOFF AUS DÜNNER LUFT

12. Februar 2019

Es klingt nach Magie: Sie setzen ein spezielles Gerät der Luft aus, setzen es dem Sonnenlicht aus und es produziert kostenlos Kraftstoff. Das ist der Grundgedanke der Grundlagenforschung, die das niederländische Institut für grundlegende Energieforschung **DIFFER** in Zusammenarbeit mit **Toyota Motor Europe** (TME) durchführt. Ziel der Partnerschaft ist es, ein Gerät zu entwickeln, das Wasserdampf aufnimmt und mit Hilfe der Sonnenenergie direkt in Wasserstoff und Sauerstoff aufspaltet. Der Forschungsvorschlag LIFT (Launchpad für innovative Zukunftstechnologien) wurde jetzt mit einem Zuschuss des NWO ENW PPS Fund (*Dutch Research Council*) ausgezeichnet.



Proton Exchange Membrane Fuel Cell

Proton Exchange Membrane Fuel Cells (PEMFCs) use a polymer membrane for its electrolyte and a precious metal, typically platinum, for its catalyst. What distinguishes these fuel cells from others is PEMFC's ability to operate at cooler temperatures relative to other types of fuel cells, between 80 to 200 degrees Fahrenheit. Pure hydrogen gas is the typical fuel for PEMFCs Due to their use of precious metals and lower operating temperatures.

PEMFCs operate between 40% to 60% efficiency and are capable of handling large and sudden shifts in power output. PEMFCs are well-suited for cars and other specialty vehicles such as forklifts that need to quickly start up or accelerate. Additionally, PEMFC's can be scaled in stationary applications for use in telecommunications, data centers, and residential markets.



Direct Methanol Fuel Cell (DMFC)

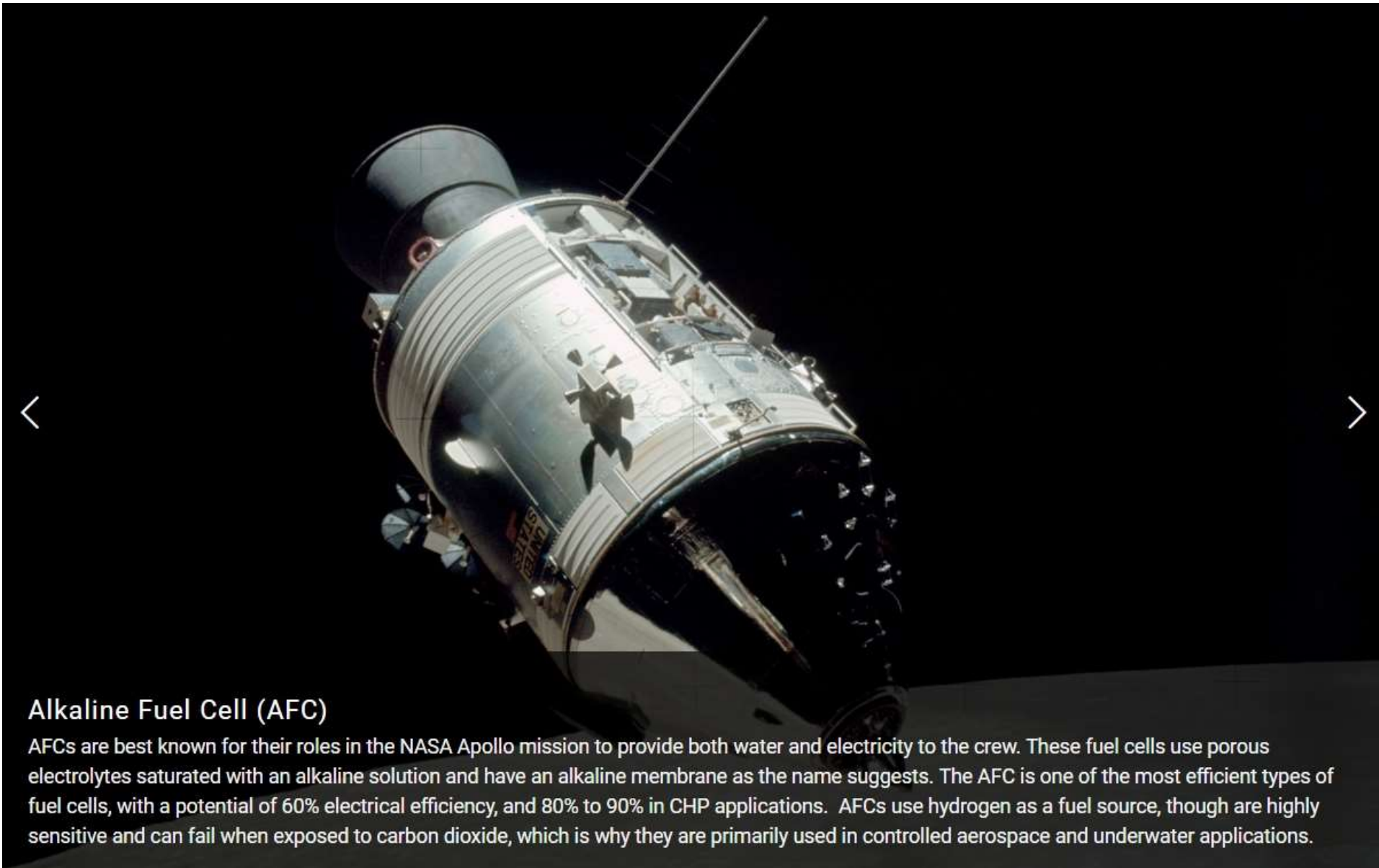
Much like PEMFCs, Direct Methanol Fuel Cells (DMFCs) use a polymer membrane as an electrolyte and commonly a platinum catalyst as well. However, unlike PEMFCs, DMFCs draw hydrogen from liquid methanol, rather than use direct hydrogen fuel. DMFCs also run at relatively cool temperatures, between 125 and 250 degrees Fahrenheit. . Applications of DMFCs range from small electronics, such as battery chargers and laptops, to larger applications like stationary power for telecommunications backup.



Solid Oxide Fuel Cell (SOFC)

SOFCs are the highest temperature fuel cells, operating at about 1800 degrees Fahrenheit. SOFCs use a dense layer of ceramic as an electrolyte, which at high temperatures allows for the conductivity of oxygen ions. Similar to the MCFCs, SOFCs also use a non-platinum catalyst utilizing internal reformation, and are commonly fueled by natural gas. Through this process, SOFCs can achieve electrical efficiencies of 50% to 60%, and 70%-80% in CHP applications. SOFCs are being used in a range of applications, from small residential auxiliary power units supplying heat and power to homes, to large-scale stationary power generators for larger buildings and businesses.

Foto: [Fuel Cell and Hydrogen Energy Association \(FCHEA\)](#)



Alkaline Fuel Cell (AFC)

AFCs are best known for their roles in the NASA Apollo mission to provide both water and electricity to the crew. These fuel cells use porous electrolytes saturated with an alkaline solution and have an alkaline membrane as the name suggests. The AFC is one of the most efficient types of fuel cells, with a potential of 60% electrical efficiency, and 80% to 90% in CHP applications. AFCs use hydrogen as a fuel source, though are highly sensitive and can fail when exposed to carbon dioxide, which is why they are primarily used in controlled aerospace and underwater applications.

Foto: Fuel Cell and Hydrogen Energy Association (FCHEA)



Molten Carbonate Fuel Cell (MCFC)

Molten Carbonate Fuel Cells (MCFCs) operate at temperatures upwards of 1200 degree Fahrenheit, utilizing a molten carbonate-salt mixture suspended in a ceramic matrix as an electrolyte. This high temperature allows for MCFCs to utilize non-platinum catalysts through a process called 'internal reforming,' decreasing overall system cost. MCFCs can also use natural gas directly as its fuel source, as its high temperatures allow internal reforming of the natural gas into hydrogen within the system itself. MCFCs can reach efficiencies of 50-60%, and 70% - 80% in CHP applications. These fuel cells are typically deployed in stationary applications, providing high-quality primary and back-up power to utilities and businesses.

Foto: Fuel Cell and Hydrogen Energy Association (FCHEA)



Phosphoric Acid Fuel Cell (PAFC)

PAFCs use a liquid phosphoric acid and ceramic electrolyte and a platinum catalyst. These fuel cells operate physically similar to the PEM fuel cell and at similar efficiency level. However, PAFCs run at a higher temperature, allowing them to handle small amounts of fuel impurities. PAFCs are typically used in a cogeneration mode to not only produce electricity, but also heat to be captured to assist heating and cooling. PAFCs are often seen in high-energy demand applications, such as hospitals, schools and manufacturing and processing centers.

Foto: Fuel Cell and Hydrogen Energy Association (FCHEA)

Wasserstoffherzeugung

Vier Hauptquellen für die kommerzielle Produktion von Wasserstoff weltweit:

Erdgas	48%
Öl	30%
Kohle	18%
Elektrolyse	4% („grüner“ Wasserstoff)

Elektrolyseur mit „100% Effizienz“ verbraucht **39,4 kWh** zur Erzeugung von 1 kg (142 MJ/kg) Wasserstoff.

In der Praxis: rotierender Elektrolyseur bei 15 bar Druck verbraucht **50kWh** pro kg (180 MJ) Wasserstoff und weitere **15 kWh** (54 MJ) für Kompression
Effizienz: 78,8% bzw. 60%

SPIEGEL ONLINE, 14. Juli 2019

Grüner Wasserstoff als Klimaschützer

Der Sauberstoff

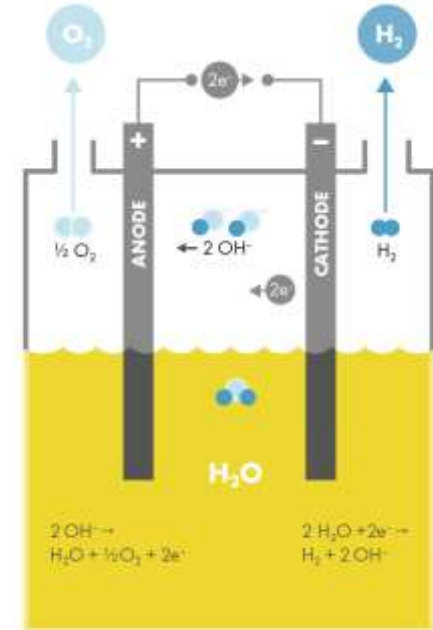
Wasserstoff, hergestellt aus Ökostrom, ist für die Industrie nahezu die einzige Möglichkeit, klimaneutral zu wirtschaften. Der Aufwand für Stahlwerke und Raffinerien wäre enorm, und die Hürden sind hoch.

*Anmerkung: ... **Zementindustrie** nicht zu vergessen ...*

Power-to-X

Umwandlung und Speicherung von überschüssiger erneuerbarer Energie

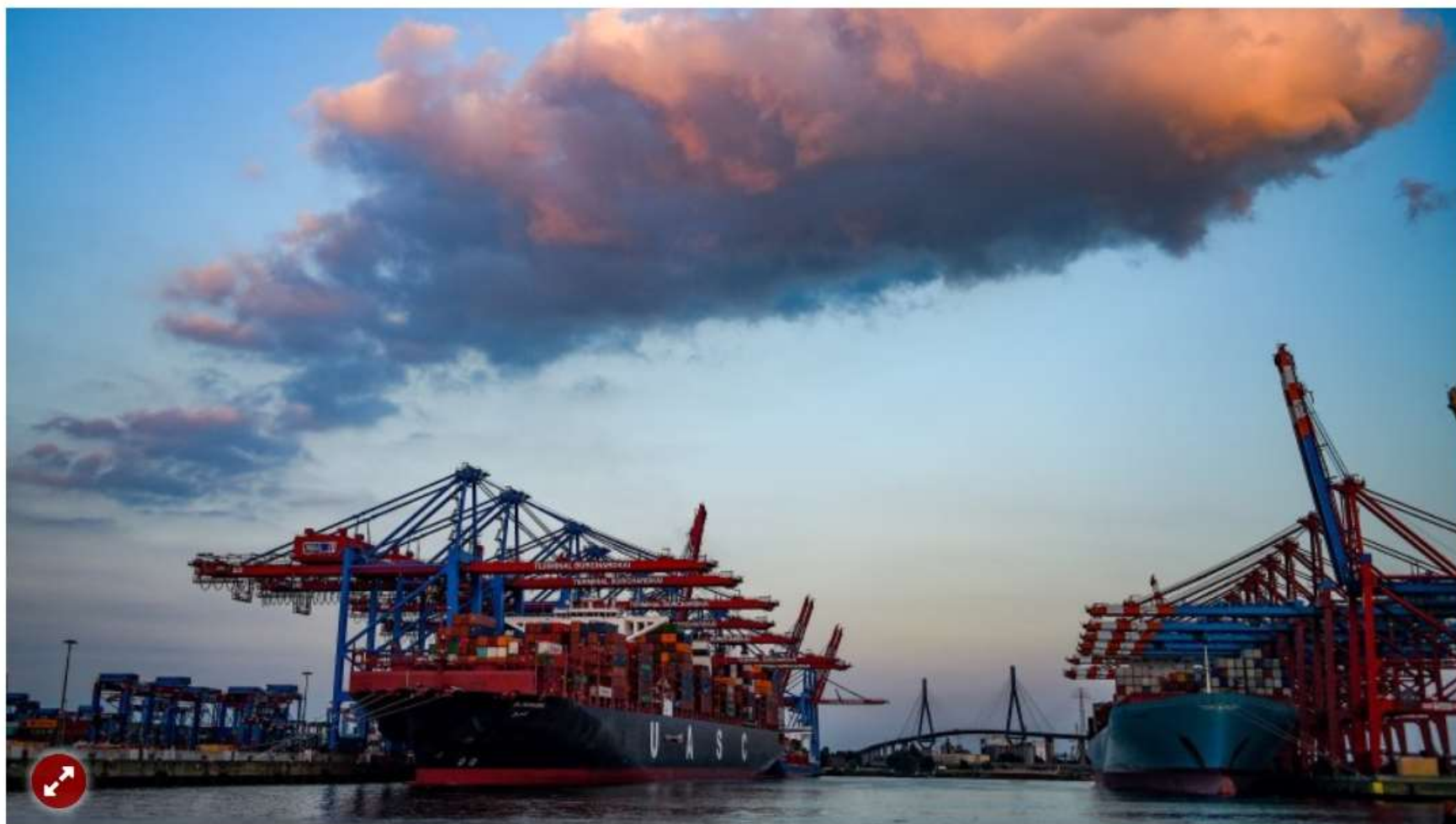
X = Gas (Ammoniak, Methan, Wasserstoff, Syngas, ...), Chemikalien, Kraftstoff, Wärme



Energiewende

Hamburg plant weltgrößte Anlage für Wasserstoff-Elektrolyse

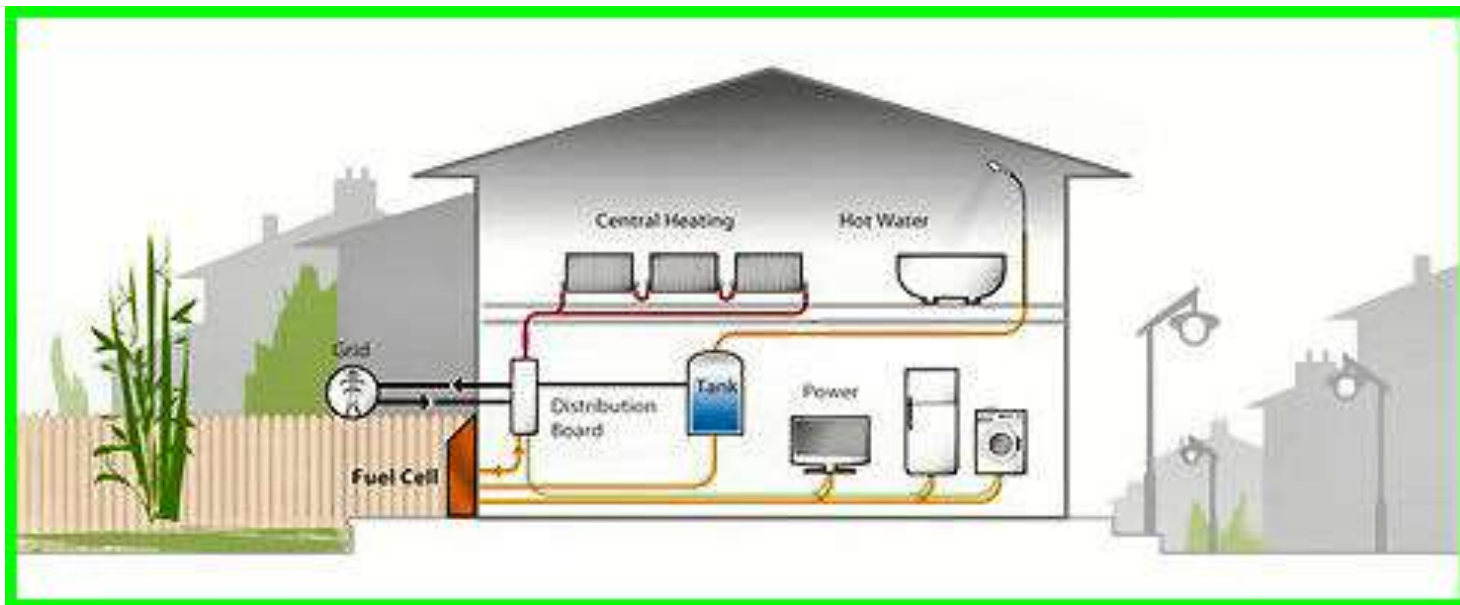
Wasserstoff aus Ökostrom könnte zu einem zentralen Baustein werden, um die Wirtschaft klimaneutral zu machen. Hamburg will nun eine weltweit einzigartige Anlage in den Hafen holen.



FC EXPO Technical Conference Program

Spread and Development Trend of ENE-FARM and Residential Fuel Cells
2019-03-01

ENE-FARM
STROM UND HEISSWASSER
PANASONIC UND TOKYO GAS
Brennstoffzelle für zu Hause





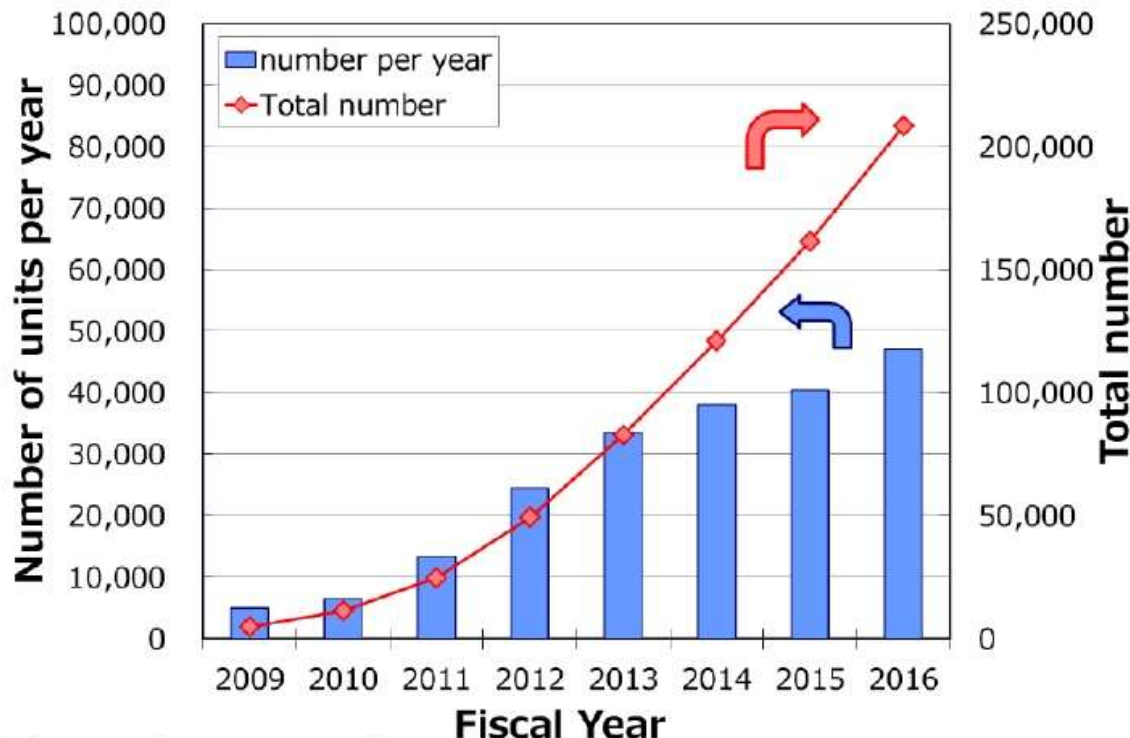
- Entwicklung seit 2009, METI-Projekt ENE-Farm
- In Japan über 200,000 Einheiten in Betrieb, in Deutschland 5700 (Quelle: KfW bundeseigene Förderbank)
- Brennstoff Stadtgas (Methan), Wasserstoff über “Reformer” erzeugt, 40% weniger CO₂ Ausstoß
- Wechsel von Gas-Brennwertheizung auf Brennstoffzellenheizung einfach;
- Kooperationen: Panasonic u. Viessmann; Bosch - AISIN Seiki SOFC Japan
- **Neu:** 6. Generation mit Wasserstoffbetrieb ab 2021; 5 kW; 97% Wirkungsgrad; Kosten: ca. 1 Mio. Yen (8000 Euro)
Quelle: WASSERSTOFF FÜR BRENNSTOFFZELLE ZUHAUSE

Status of the Ene-Farm in Japan

The home FC system, Ene-Farm, have been sold since 2009.

About 47,000 units were installed in 2016.

Over 200,000 units have been installed in Japan.



PEFC systems
Tokyo Gas
with Panasonic



SOFC systems
Osaka Gas with Aisin

Advanced cogeneration and energy utilization center JAPAN

<https://panasonic.biz/appliance/FC/>

<http://www.aisin.co.jp/cogene/enefarm.html>

About I²CNER

Research Divisions

Research

Seminars / Symposiums

Events

PR

Career Opportunities

Access

For Visitors

Links

Movie Contents



Upcoming events

SEMINAR SERIES
Schedule



2019 I²CNER Annual Symposium

Energy Transitions and the Role of CCS
toward a Carbon-Neutral Energy Society

Jan. 31, 2019

Thank you for your participation!

I²CNER focuses on science that underline technologies that hold promise for dramatic reductions in carbon emissions in the next 20 to 40 years. Our targets are ambitious, but by leveraging resources and intellectual talent from Japan and the rest of the world, we are optimistic that we can succeed.

[>>more](#)

News



- ▶ 2019.06.18
<Press Release> Want effect policy? Ask the locals

- ▶ 2019.06.04
Prof. Yasuyuki Takata appointed as the President of The Heat Transfer Society of Japan

Seminars & Symposiums



- ▶ 2019.07.03
NEW The 4th I²CNER Seminar Series will take place: Prof. Tetsu Tatsuma (2019.7.17)
- ▶ 2019.06.26
NEW "Kyushu-US Students Perspectives on International Exchange and Research" will take place.(2019.7.31)

**“End of stone age was
not due to the lack of stone”**

Die Steinzeit ging nicht zu Ende, weil es keine Steine mehr gab.

**The technological innovation and new idea
change the society.**

**石器時代が終わったのは
石が無くなったわけではない！**

技術革新と新しいアイデアが社会を変えるのだ