

# Rotary Club Kaiserslautern

09. Oktober 2023

## 12 Jahre nach Fukushima: Die japanische Energiepolitik – Energiewende anders?

### Japans Aufbruch in die „Wasserstoffgesellschaft“

Dipl.-Ing. Kurt K. Heinz  
„TÜV emeritus“, Tokyo



*H*<sub>ein</sub>*z*<sup>2</sup>-*O* Stiftung  
Foundation  
財団法人

hin zur Wasserstoffgesellschaft  
towards the Hydrogen Society  
水素社会へ

クルト ケイ ハイッツ

Dipl.-Ing. *Kurt K. Heinz*

President 取締役社長

Office Germany TEL +49 173-452-0731

Office Japan TEL +81 90-3086-0444

[kurtkheinz@gmail.com](mailto:kurtkheinz@gmail.com)

Heinz2-O Foundation



## **Vorwort & roter Faden:**

(in Grün: Reaktion in D)

### **Warum und wieso hat Deutschland Japan nicht im Blick?**

- **Drittgrößte Industrienation, aber kein Benchmarking**
- **Großes und funktionierendes Eisenbahnsystem, nicht lernwillig**
- **Maglev Zugsystem (603km/h) in Realisierung, völliges Desinteresse**
- **Wärmepumpen überall, Unwissen**
- **Proklamation „Wasserstoffgesellschaft“ 2017, mildes Lächeln**
- **Innere Sicherheit, nicht vergleichbar**
- **Hohe Lebenserwartung, etc.**

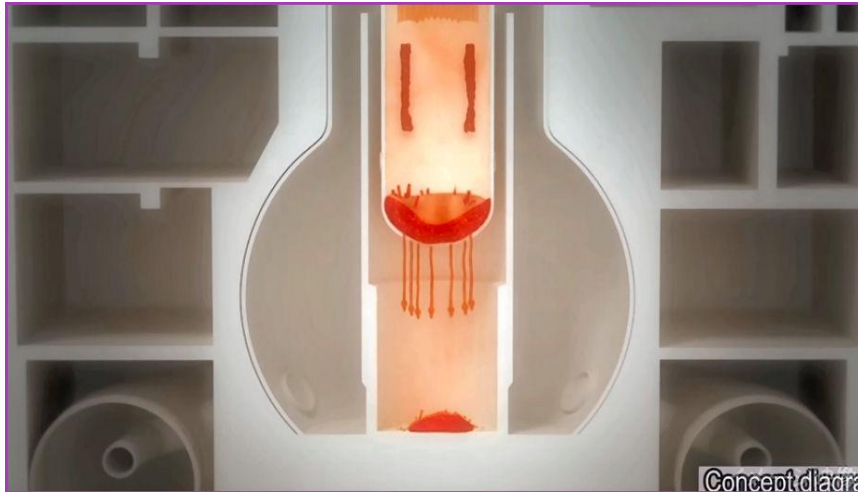
# 想定外

*sō tei gai*

*das Denken – permanent - außerhalb*

***unvorstellbar***

# Die japanische Energiepolitik - Ist Wasserstoff die Lösung?



## **Geschmolzene Träume** *oder* **Albtraum für 200 Jahre?**

- *Aufräumarbeiten im havarierten Atomkraftwerk*
- *Export von AKWs gescheitert*



## **Wasserstoff-Gesellschaft** **Hydrogen Society**

- *METI Programm*
- *Aktueller Stand der Energiewende in Japan*

*1000 riesige Wassertanks*



*Fukushima Daiichi, Juni 2018*





*unzählige Säcke voller Erdreich*





*Riesige Mengen von Mutterboden wurden entfernt. Dem Boden wurde Kalium zugesetzt, um das radioaktive Cäsium zu verdrängen und zu verhindern, dass es über die Wurzeln in die Pflanzen gelangt.*

*Quelle: [The Washington Post](#), Simon Denyer, 20. February 2019*

## Japan's aging nuclear power infrastructure

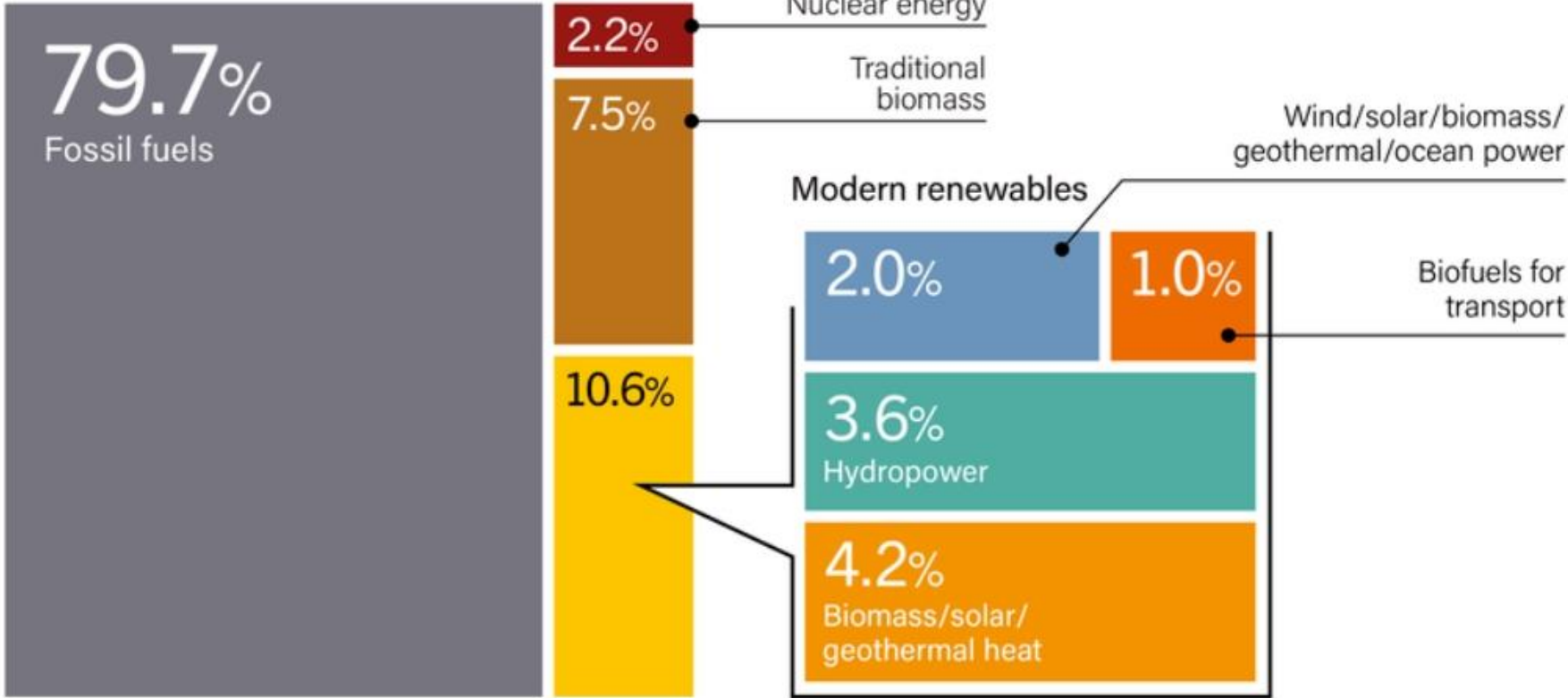
(reactors used for at least 30 years)

	REACTOR (PREFECTURE)	POWER OUTPUT (IN MILLIONS OF KILOWATTS)	YEARS OF USE
Kansai Electric Power	Oi No. 1 (Fukui) → To be scrapped	1.18	38
	Oi No. 2 → To be scrapped	1.18	37
	Takahama No. 1 (Fukui) → Life to be prolonged	0.83	42
	Takahama No. 2 → Life to be prolonged	0.83	41
	Takahama No. 3	0.87	32
	Takahama No. 4	0.87	32
	Mihama No. 3 (Fukui) → Life to be prolonged	0.83	40
Other utilities	Japan Atomic Power Tokai No. 2 (Ibaraki)	1.10	38
	Kyushu Electric Power Genkai No. 2 (Saga)	0.56	36
	Shikoku Electric Power Ikata No. 2 (Ehime)	0.57	35
	Tokyo Electric Power Fukushima Daini No. 1 (Fukushima)	1.10	35
	Tokyo Electric Power Fukushima Daini No. 2	1.10	33
	Tohoku Electric Power Onagawa No. 1 (Miyagi)	0.52	33
	Kyushu Electric Power Sendai No. 1 (Kagoshima)	0.89	33
	Tokyo Electric Power Fukushima Daini No. 3	1.10	32
	Tokyo Electric Power Kashiwazaki-Kariwa No. 1 (Niigata)	1.10	32
	Kyushu Electric Power Sendai No. 2	0.89	31
	Japan Atomic Power Tsuruga No. 2 (Fukui)	1.16	30
	Tokyo Electric Power Fukushima Daini No. 4	1.10	30
	Chubu Electric Power Hamaoka No. 3 (Shizuoka)	1.10	30

**Stand Okt. 2017**



# Estimated Renewable Share of Total Final Energy Consumption, 2017

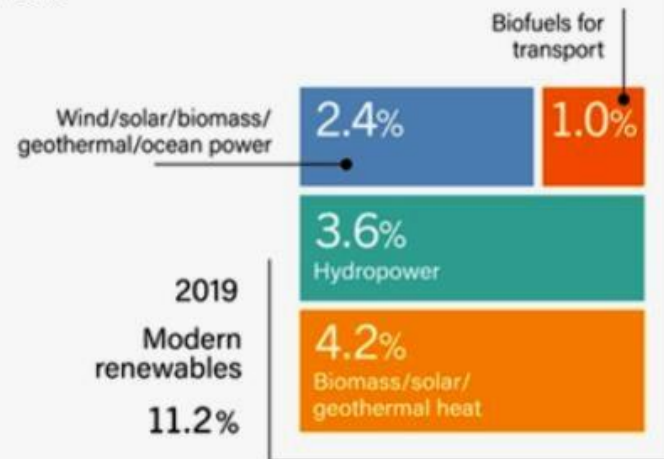
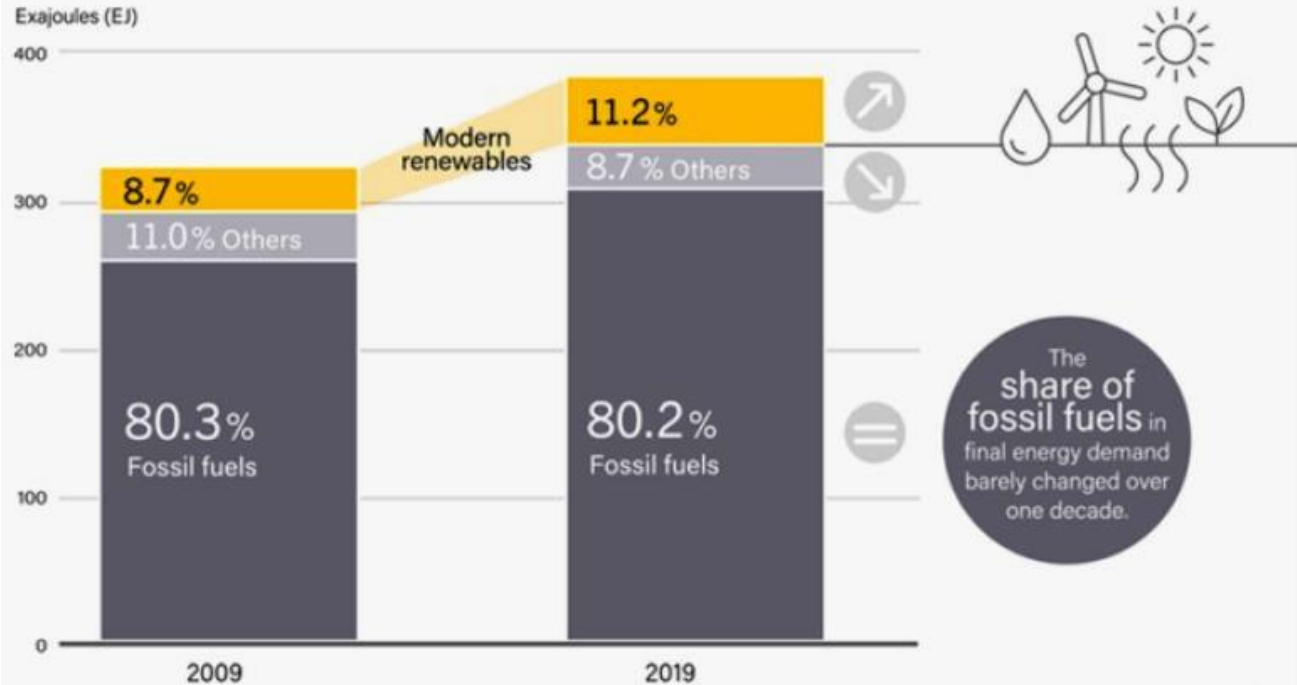


Note: Data should not be compared with previous years because of revisions due to improved or adjusted data or methodology. Totals may not add up due to rounding.

Source: Based on OECD/IEA and IEA SHC.



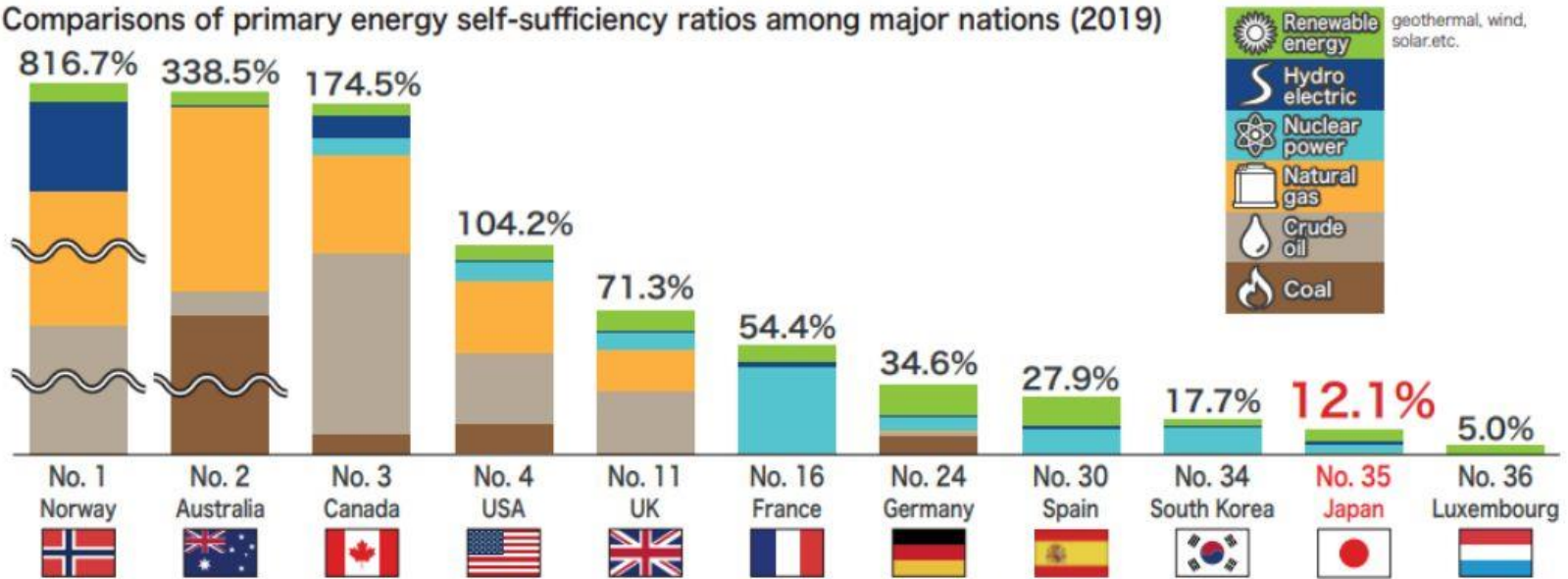
# Estimated Renewable Share of Total Final Energy Consumption 2009 and 2019



Note: Totals may not add up due to rounding. This figure shows a comparison between two years across a 10-year span. The result of the economic recession in 2008 may have temporarily lowered the share of fossil fuels in total final energy consumption in 2009. The share in 2008 was 80.7%.

Source: Based on IEA data.

## Comparisons of primary energy self-sufficiency ratios among major nations (2019)



Source: Estimates for 2019 from IEA "World Energy Balances 2020", except for data for Japan, which are confirmed values of FY 2019, derived from "Comprehensive energy statistics of Japan", Agency for Natural Resources and Energy. \* The ranks in the table are those of the 36 OECD member countries.

## Energy self-sufficiency ratio in Japan

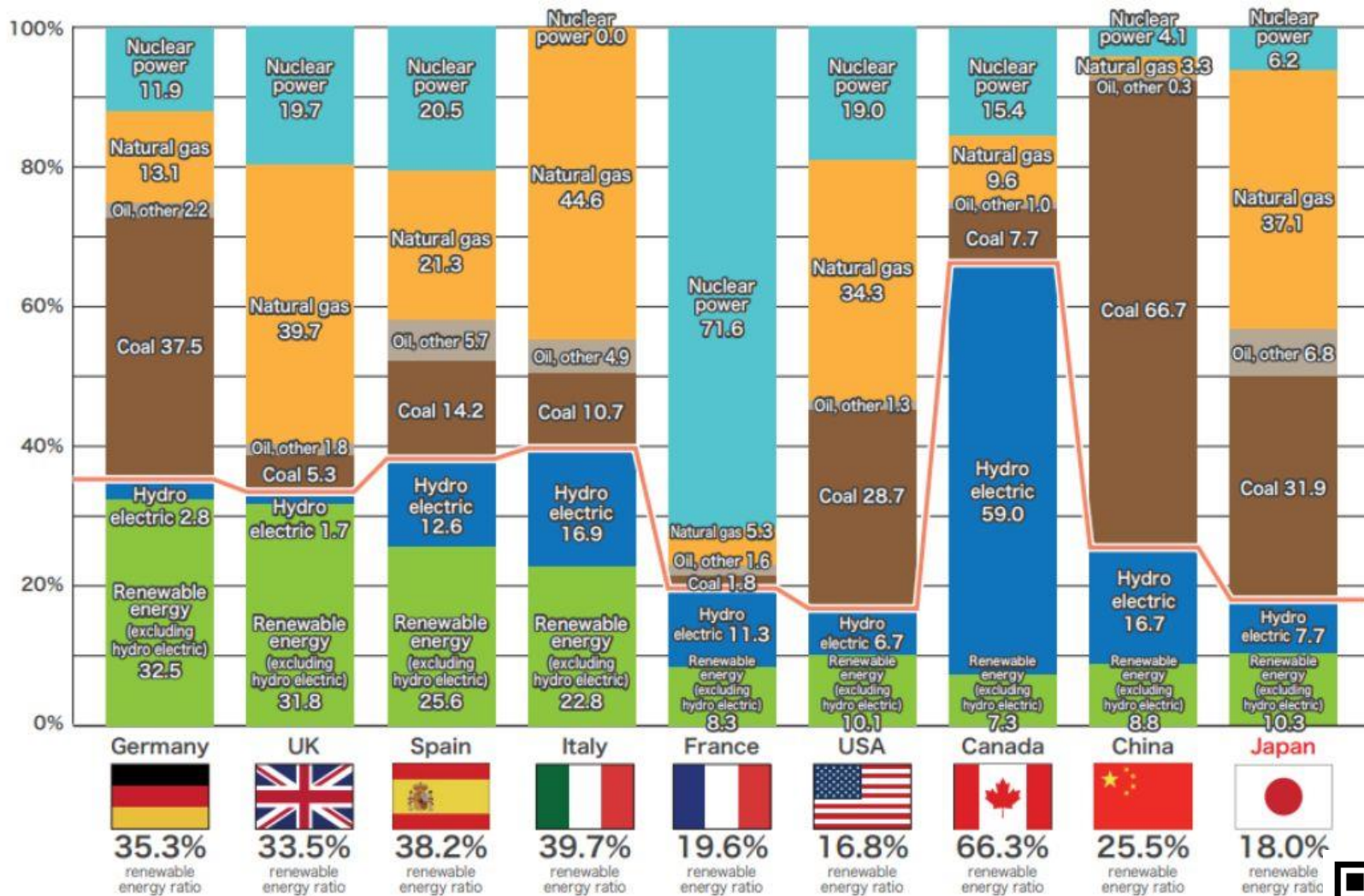


**Primary energy sources:** Primary forms of energy, including oil, natural gas, coal, nuclear power, solar power, and wind power.

**Energy self-sufficiency rate:** The percentage of the primary energy resources required for people's daily life and economic activities which can be produced or acquired in their own country.



# Comparison of percentages of renewable energy in total electric power generation in major nations (Percentage of total generated power), 2020

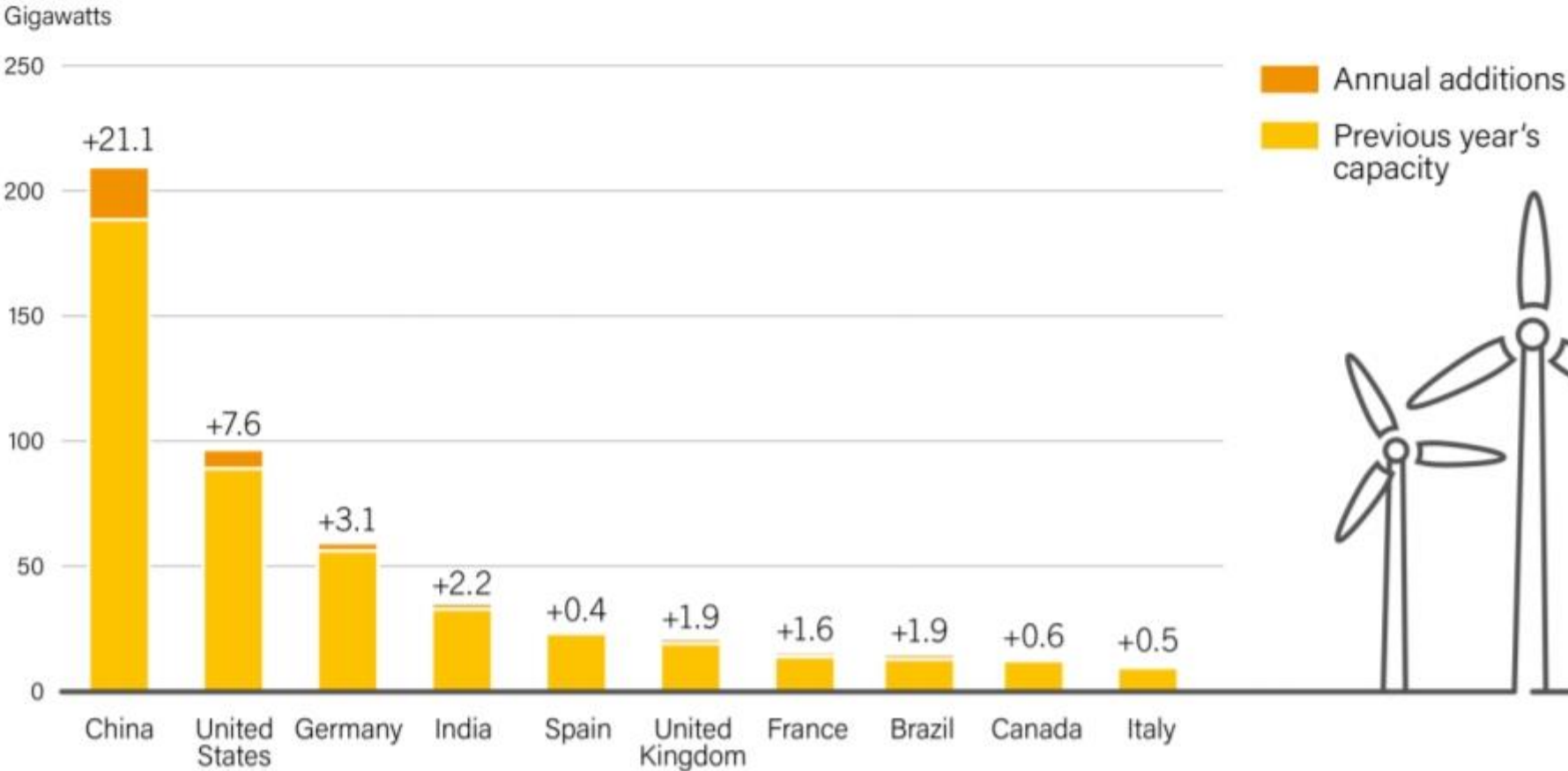


Source: Created by the Agency for Natural Resources and Energy based on IEA Data Services and other data published by respective countries

[https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/special/article/detail\\_172.html](https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/special/article/detail_172.html)

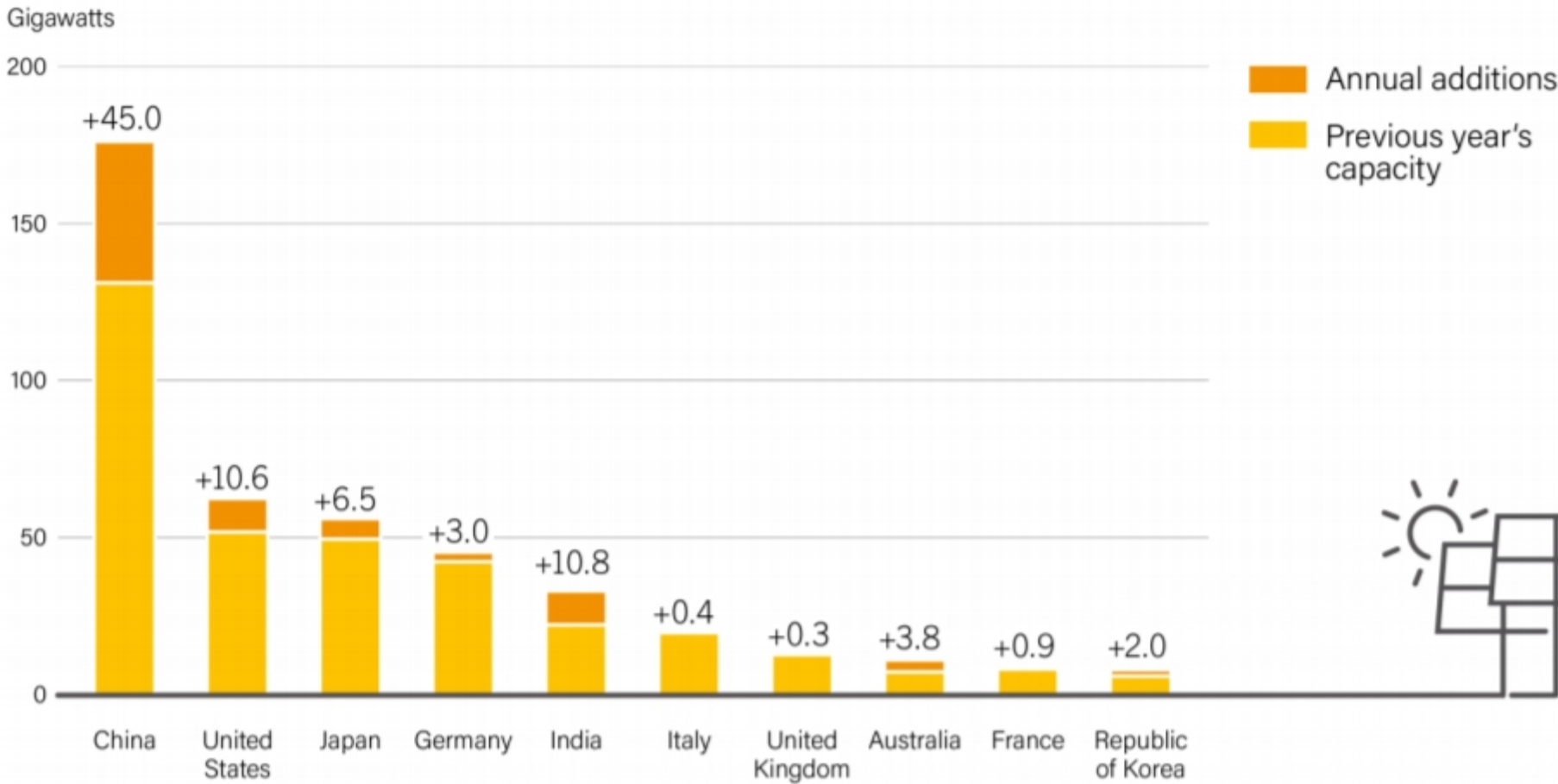


# Wind Power Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2018



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.



**(1000kg Wasserstoff ~ 33,33MWh Energie)**

## **H<sub>2</sub> Bedarf**

**12Mio. Tonnen ~ 400TWh Japan 2040**  
**1200TWh EU + GB 2040**

### **H<sub>2</sub> in Deutschland:**

Planung 2022: **100 – 200TWh 2040**  
neu seit 25. Juli 2023: **95 – 130 TWh 2030**  
**400 – 500TWh 2045**

### **Primärenergieverbrauch 2020**

(**Peta** (P) Präfix für 1 Billiarde = 1.000.000.000.000.000 = 10<sup>15</sup>)

**Welt: 160PWh**  
**Deutschland: 3,5PWh (2,2% Weltverbrauch)**  
**Japan: 4,7PWh (2,9% Weltverbrauch)**

**Elektroenergieverbrauch D in 2021: 0,49PWh (15%)**

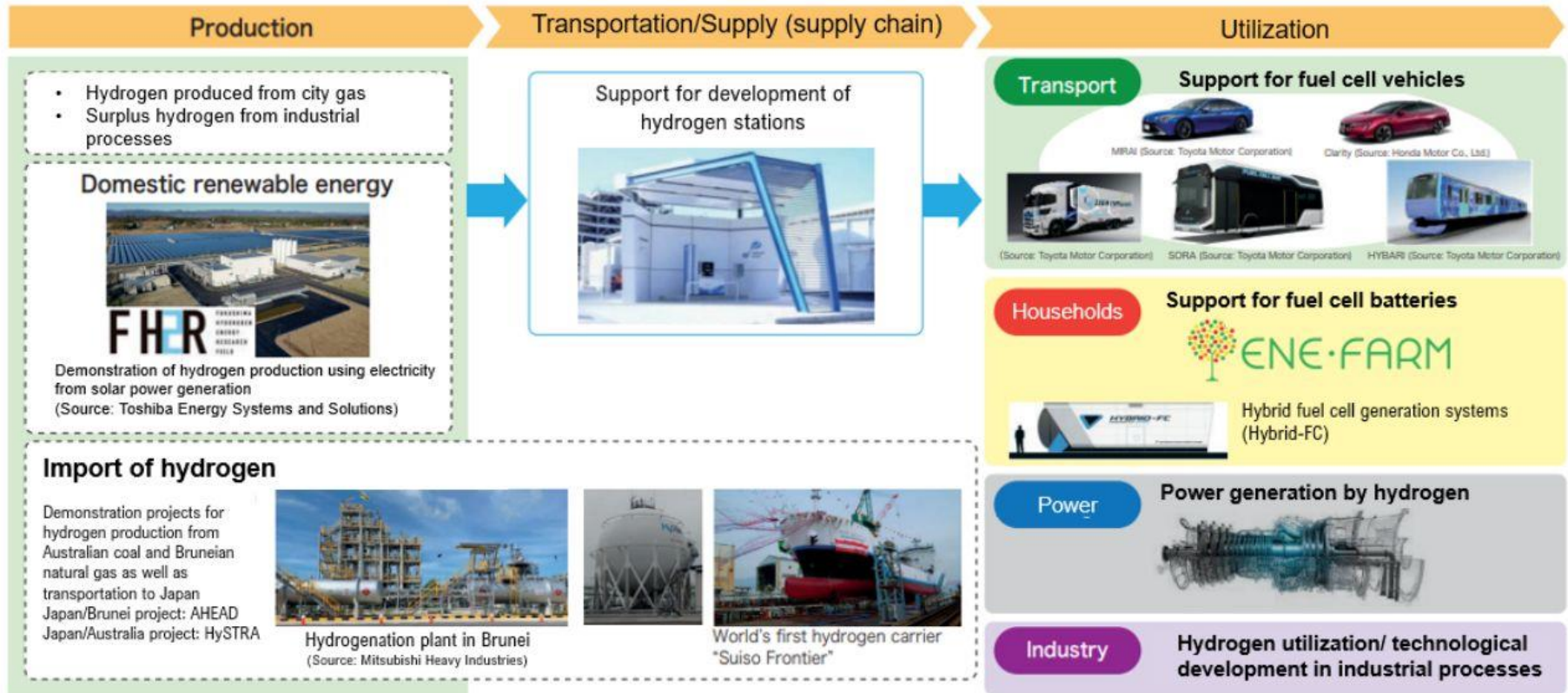
## Wasserstoffgesellschaft / Hydrogen Society / 水素社会 oder Ende der „fossilen Brennstoff-Kultur“

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.

# METI: Efforts toward realizing a hydrogen-based society „Wasserstoffgesellschaft“

Status 2020



[https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/special/article/detail\\_172.html](https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/special/article/detail_172.html)







# Challenges for Japan's Energy Transition

## - Basic Hydrogen Strategy -

June 24

Masana Ezawa

Director, Hydrogen and Fuel Cell Strategy Office,  
Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), Japan

# Mission/ Background

## ● Japan's Responsibility for Energy Transition

### ⇔ Energy trilemma

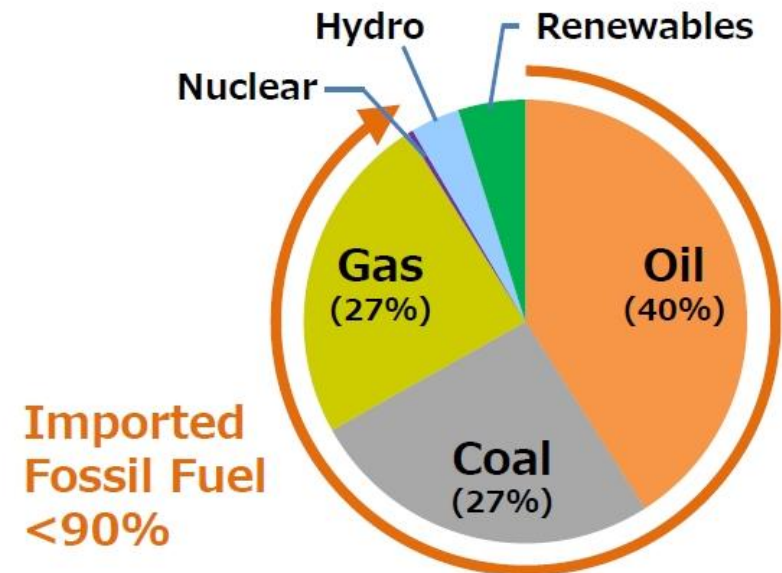
- ✓ **E**nergy security
- ✓ **E**nvironment (Sustainability)
- ✓ **E**conomic affordability (Cost)

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

## ● Measures;

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

Japan's Primary Energy (FY2016)



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

- ✓ World’s first national strategy
- ✓ 2050 Vision: position H<sub>2</sub> as a new energy option (following Renewables)
- ✓ Target: make H<sub>2</sub> 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 H<sub>2</sub> 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

Byproduct hydrogen

Reforming

Future

### Overseas unused energy

Brown coal

Gasification

CCS

Byproduct hydrogen

Overseas renewable energy

Water electrolysis

### Renewable energy

Solar power

Wind power

Water electrolysis

\*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 (CO<sub>2</sub>-free thermal power plants)



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

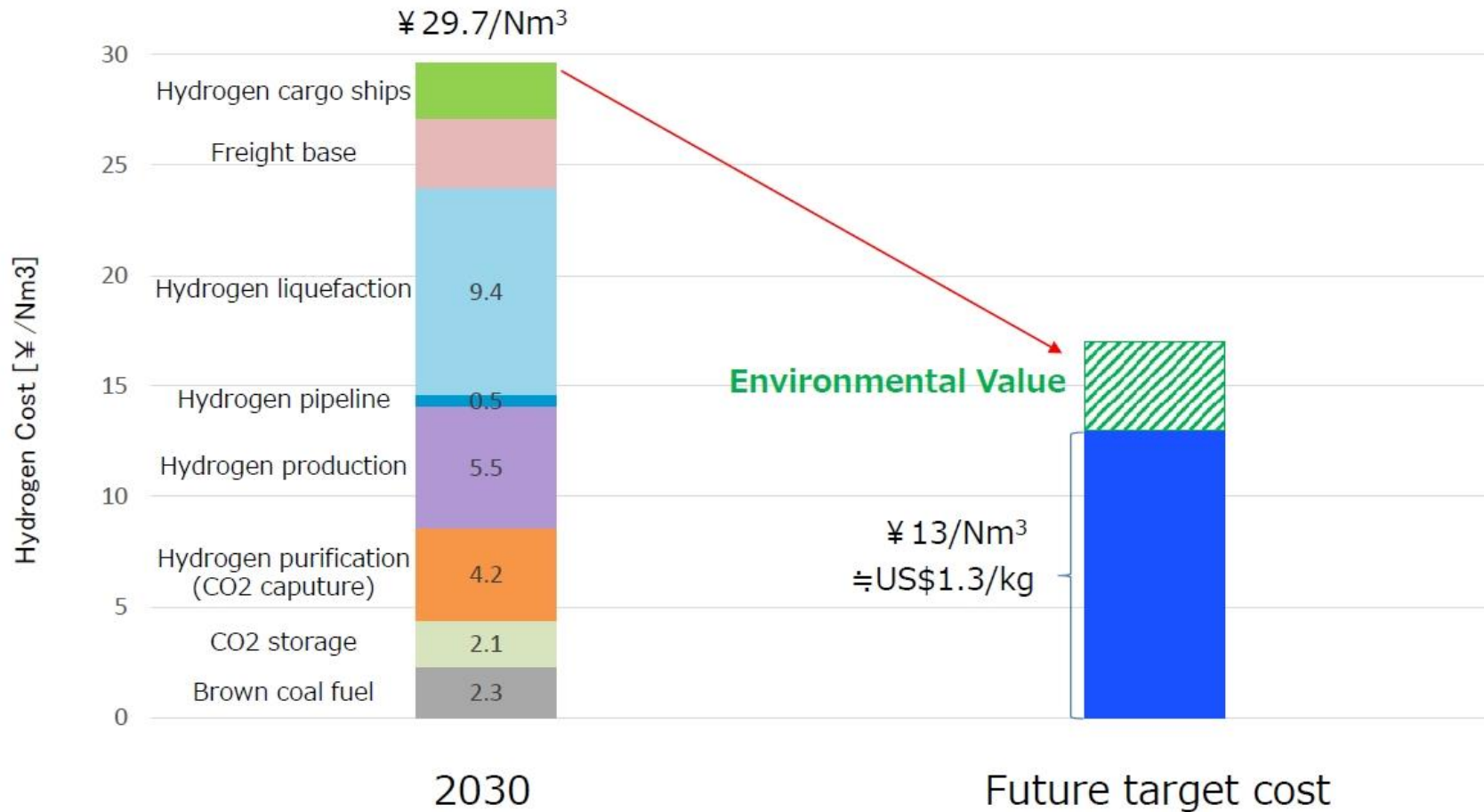
Use in the industrial sector (Power-to-X)

Other



# Hydrogen Cost Perspective of the Supply Chain Project

- Target cost of hydrogen supply in 2030 is ¥ 30/Nm<sup>3</sup>.
- Natural gas price is unpredictable, however further cost reduction is needed.



# Ongoing Projects (Supply-side)

## International H<sub>2</sub> Supply Chain

### Japan-Brunai Pilot Project

2020~ AHEAD

Off-gas



Steam Methane Reforming



Hydrogenation\*  
(TOL → MCH)



Chemical Tanker



Dehydrogenation\*  
(MCH → TOL)



\* Image

Toluene → Methylcyclohexane

### Japan-Australia Pilot Project

2020~ HYSTRA

Brown Coal + CCS



Gasification



Liquefied H<sub>2</sub> Carrier\*



Loading Facility\*



## Power-to-gas

### Fukushima Renewable H<sub>2</sub> Project

2020~ FHER FOCUS ON HYDROGEN ENERGY RESEARCH FIELD



Power-to-Gas Plant\*



Electrolysis System  
(Alkaline)





# Ongoing Projects (Demand-side)

## H<sub>2</sub> Mobility

### H<sub>2</sub> Station Network

2013~

\*113 Stations  
by November 2018



### H<sub>2</sub> Applications

2016~



FC Bus

X 100 in 2020



FC Truck Demo

## H<sub>2</sub> Power Generation

### H<sub>2</sub> Co-generation Demonstration Project



Hydrogen Gas  
Turbine (1MW class)

2018~



### Joint Venture for H<sub>2</sub> Infrastructure Development

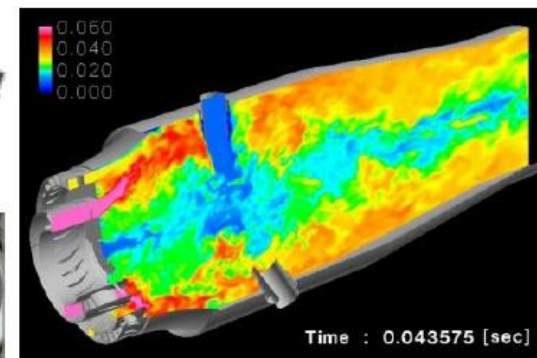
2018~



### R&D of H<sub>2</sub> Burner Systems



For Power  
Generation  
<500MW



Burning Simulation  
(H<sub>2</sub> + CH<sub>4</sub>)

# Japan reverses nuclear energy phase-out policy amid global fuel shortages, climate change

Posted Thu 22 Dec 2022 at 11:07am



<https://www.abc.net.au/news/2022-12-22/japan-nuclear-energy-phase-out-reversal/101803800>



**Kernpunkt:**

## **Atomenergie forcieren**

**Japan plant, die Nutzung seiner bestehenden Kernreaktoren zu maximieren, indem so viele wie möglich neu gestartet werden. In Umkehrung der bisherigen Politik wird argumentiert, dass die Kernenergie eine stabile Leistung liefert und „eine wichtige Rolle“ spielt.**

# After the Fukushima disaster, Japan swore to phase out nuclear power. But not anymore

December 22, 2022 - 11:12 AM ET

By The Associated Press



<https://www.npr.org/2022/12/22/1144990722/japan-nuclear-power-change-fukushima>

## TOKYO

- Japan hat am Donnerstag [22.12.2022] einen Plan verabschiedet, um die **Lebensdauer von Kernreaktoren** zu verlängern, die alten zu ersetzen und sogar neue zu bauen, eine große Veränderung in einem Land, das von der Katastrophe von Fukushima gezeichnet wurde und einst den Ausstieg aus der Atomenergie plante.
- Angesichts globaler Brennstoffknappheit, steigender Preise und des Drucks zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen hat Japans politische Führung begonnen, sich wieder der Kernenergie zuzuwenden, aber die Ankündigung war ihr bisher deutlichste Hinweis, nachdem sie sich zu heiklen Themen wie der Möglichkeit des Baus neuer Reaktoren nicht geäußert hatte.
- Im Rahmen der neuen Politik wird Japan die Nutzung bestehender Reaktoren maximieren, indem es so viele von ihnen wie möglich neu startet und die **Betriebsdauer älterer Reaktoren über eine Grenze von 60 Jahren hinaus verlängert.**

## ➤ Energievielfalt

- Japan als Inselstaat benötigt Energievielfalt, um eine stabile Stromversorgung zu gewährleisten;

## ➤ Fukushima Trauma

- Die Kernkraftherzeugung ist wichtig, aber das Trauma des Unfalls von Fukushima erschwert den Bau und Ausbau konventioneller Kernkraftwerke (Leichtwasserreaktoren);

## ➤ Hochtemperaturreaktor

- Dringender Bedarf an der Kommerzialisierung unfallfreier gasgekühlter Hochtemperaturreaktoren;

## ➤ HTGR-Technologie

- Japan weltweit führend. Sowohl Polen als auch das Vereinigte Königreich mit hohen Erwartungen an die technische Zusammenarbeit mit Japan.

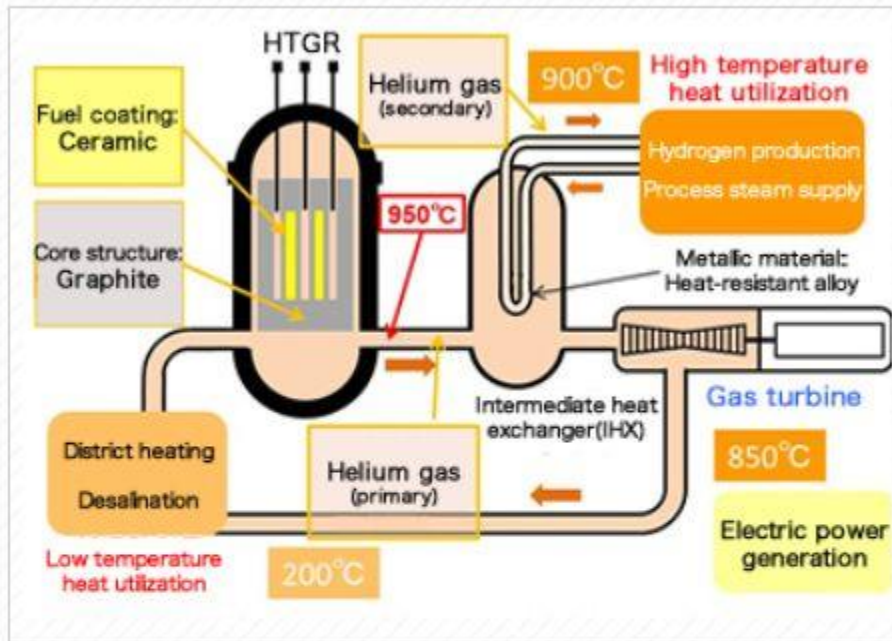
<https://www.sankei.c20210203-3EICBGIMXVPHTNBS35GRHPEGZUom/article/>

2021-02-03

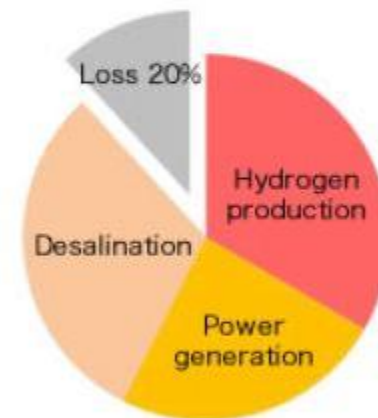




## What is High Temperature Gas-cooled Reactor (HTGR) ?



- Helium gas cooled reactor with outlet coolant temperature of 950°C.
- 80% of reactor thermal power can be utilized by a cascade energy system for hydrogen production, power generation and desalination.



*Japan Atomic Energy Agency*  
Oarai Research &  
Development Institute

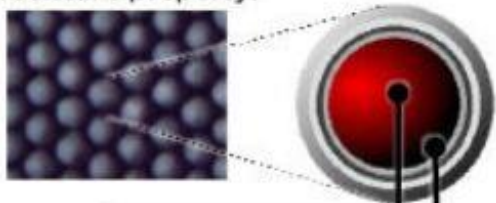


## Superior inherent safety



### Ceramic coated particle fuel

Hard to melt due to extremely heat-resistant property.

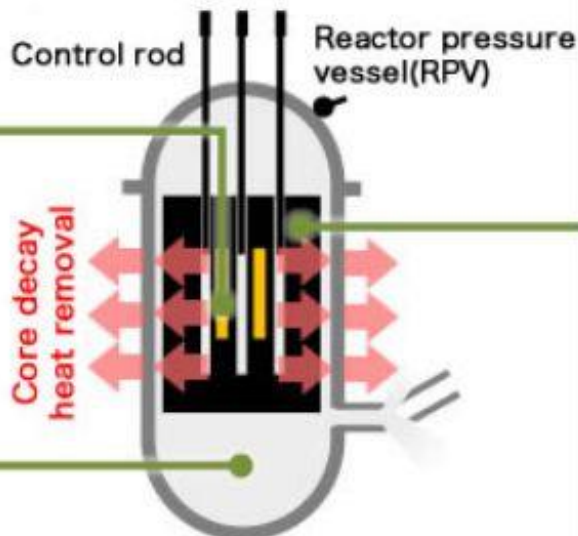


Fuel kernel

Ceramic coating

### Helium coolant

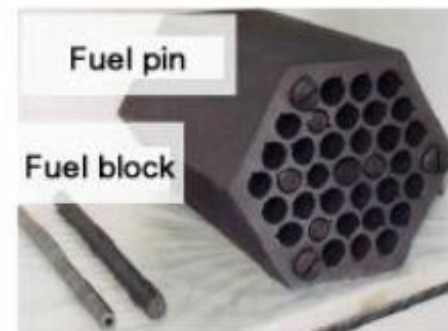
No hydrogen/vapor explosion due to chemical inertness and absence of phase change of helium.



Radionuclides can be retained within the plant by inherent reactor shutdown and core cooling without any equipment or operator action in case of loss of coolant accident or station blackout.

### Graphite moderator

Capable to keep the fuel temperature below the allowable limit due to high heat capacity and large thermal conductivity of graphite.



# 想定外

*sō tei gai*

*das Denken – permanent - außerhalb*

***unvorstellbar***

# Advanced HTGR

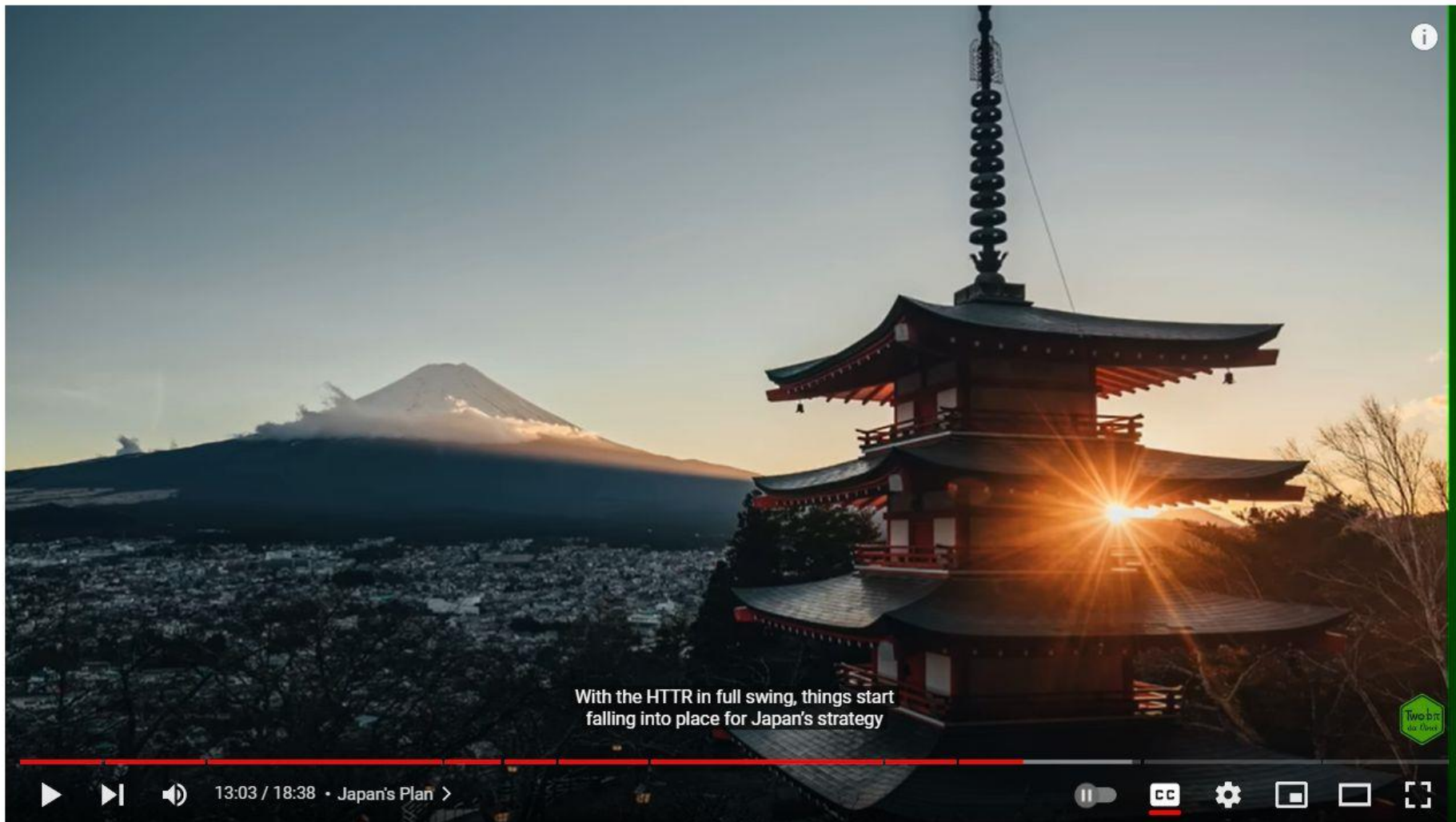
- Gasgekühlter Hochtemperaturreaktor „High Temperature Engineering Test Research Reactor“ (HTTR, Oarai, Präfektur Ibaraki) im Prinzip **frei vom Risiko einer Kernschmelze**.
- **950 Grad Celsius**, dreimal höher als die von gewöhnlichen Druckwasserreaktoren.
- Gasturbine zur Stromerzeugung, aber wichtiger: **IS (Jod-Schwefel)-Prozess** durch zyklisch ablaufende thermochemische Zersetzung von Wasser **Wasserstoffherzeugung**.
- Industrialisierung von **IS (Jod-Schwefel)-Prozess** schwierig, aber schon vor zwei Jahren kontinuierliche Wasserstoffproduktion von 150 Stunden, was Standard für den Langzeitbetrieb darstellt.

<https://www.sankei.com/article/20210203-3EICBGIMXVPHTNBS35GRHPEGZU>

2021-02-03







With the HTTR in full swing, things start falling into place for Japan's strategy

Japanese RED Hydrogen Breakthrough Will DESTROY Oil & Gas!

<https://www.youtube.com/watch?v=uTZWaJU6ho>





# Japan to update hydrogen energy strategy in push for carbon neutrality

Tuesday, April 4, 3:45



**(1000kg Wasserstoff ~ 33,33MWh Energie)**

## **H<sub>2</sub> Bedarf**

**12Mio. Tonnen ~ 400TWh Japan 2040**  
**1200TWh EU + GB 2040**

### **H<sub>2</sub> in Deutschland:**

Planung 2022: **100 – 200TWh 2040**  
neu seit 25. Juli 2023: **95 – 130 TWh 2030**  
**400 – 500TWh 2045**

### **Primärenergieverbrauch 2020**

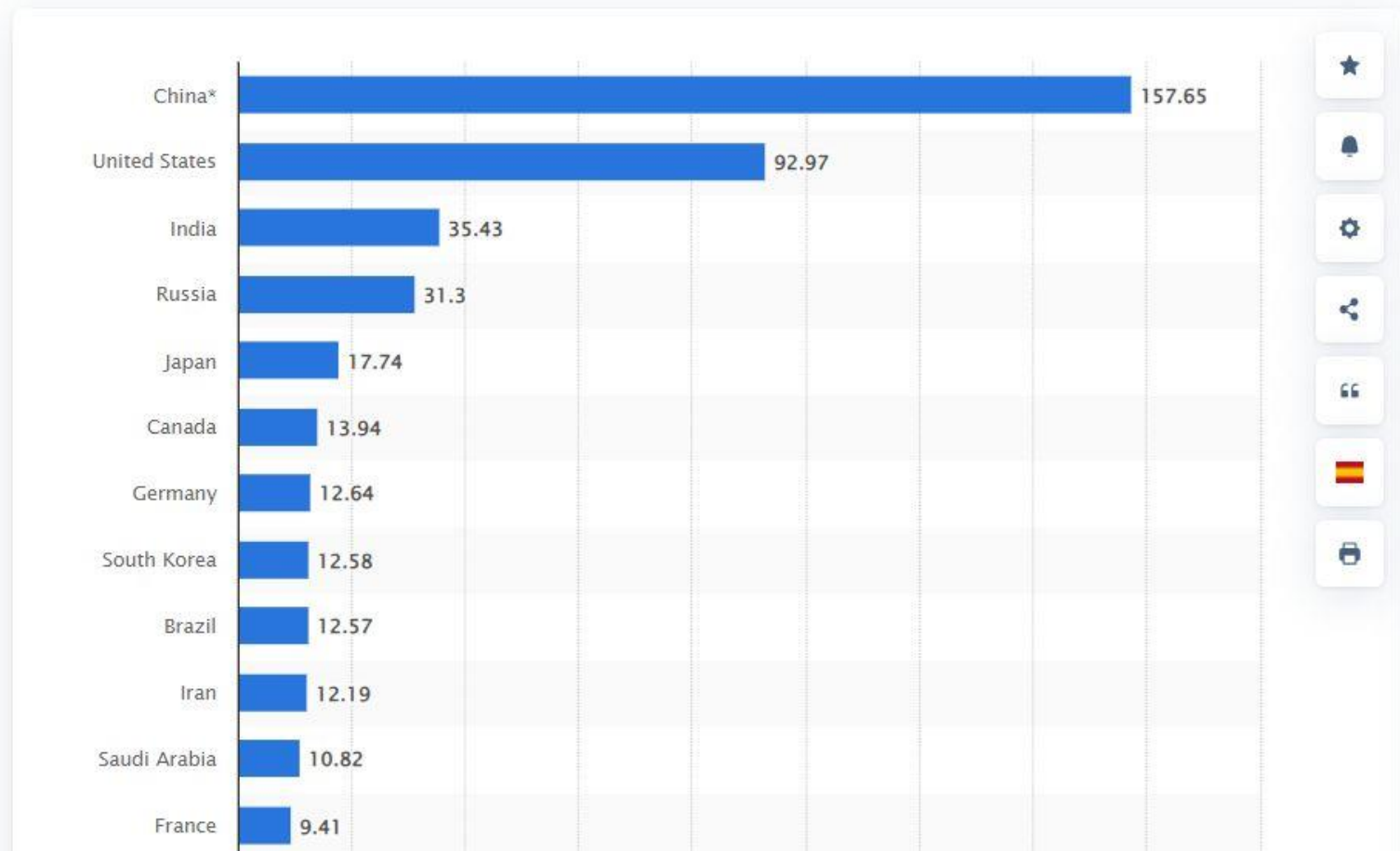
(**Peta** (P) Präfix für 1 Billiarde = 1.000.000.000.000.000 = 10<sup>15</sup>)

**Welt: 160PWh**  
**Deutschland: 3,5PWh (2,2% Weltverbrauch)**  
**Japan: 4,7PWh (2,9% Weltverbrauch)**

**Elektroenergieverbrauch D in 2021: 0,49PWh (15%)**

# Primary energy consumption worldwide in 2021, by country

(in exajoules)



10Exajoule = 2,7PWh

<https://www.statista.com/statistics/263455/primary-energy-consumption-of-selected-countries/>



## Überarbeitung der Wasserstoffstrategie 2023 in J und D

- **4. April:** Japan wird seine grundsätzliche Strategie zu Wasserstoff überarbeiten, mit dem Ziel, die Nutzung des klimafreundlichen Kraftstoffs stark zu erhöhen, um den Übergang zu einer CO<sub>2</sub>-neutralen Gesellschaft zu beschleunigen.
- **25. Juli:** Die Bundesregierung hat den Startschuss gegeben für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft. Am Mittwoch einigte sich das Kabinett auf eine neue Nationale Wasserstoffstrategie, mit der bereits bis 2030 die Rolle des Energieträgers erheblich gestärkt werden soll. Sogenannter "grüner" Wasserstoff (H<sub>2</sub>) ist ein entscheidender Baustein, um die fossilen Brennstoffe Öl, Gas und Kohle zu ersetzen und klimaneutral zu werden. **Nun sagte Habeck: "Wir fördern grün - und nehmen alles." Wenn man die Infrastruktur baue, müsse auch irgendwas durchlaufen.**

[https://www3.nhk.or.jp/nhkworld/en/news/20230404\\_13/](https://www3.nhk.or.jp/nhkworld/en/news/20230404_13/)

4. April 2023



- **4. April:** Premierminister Kishida Fumio hielt am Dienstag ein Treffen der zuständigen Kabinettsminister ab und sagte, er plane, die vor sechs Jahren ausgearbeitete Strategie bis Ende Mai zu überarbeiten. Das überarbeitete Dokument soll eine **Versechsfachung** des Wasserstoffverbrauchs auf rund 12 Millionen Tonnen (= 400TWh) bis 2040 fordern.
- **25. Juli:** Die Ampelregierung erhöht die Ziele bis 2030, bis dahin sollen jetzt 95 bis 130 Terawattstunden (TWh) H<sub>2</sub> bereitstehen. Bis 2045 rechnet sie mit einem Bedarf von 500 bis 600 TWh.
- **4. April:** Die Beamten erwägen auch die Einführung von Wasserstoffsubventionen, um die Differenz der Marktpreise von Kohle und Erdgas auszugleichen. Zur Finanzierung dieser Maßnahmen wird die überarbeitete Strategie voraussichtlich öffentliche und private Investitionen im Wert von rund 15 Billionen Yen oder etwa 113 Milliarden Dollar in den nächsten 15 Jahren erfordern.
- **25. Juli:** Am Mittwochnachmittag übergaben Habeck in Duisburg einen Förderbescheid von zwei Milliarden Euro an das Stahlunternehmen Thyssen-Krupp für die Umrüstung des Werks auf Wasserstoff.

## **Warum und wieso hat Deutschland Japan nicht im Blick?**

Lob erhielt die Regierung vom Branchenverband Hydrogen Europe: Die Strategie ermögliche in neun Jahren die breite Nutzung von grünem Wasserstoff. "Die Bundesrepublik wird auf dem Weltmarkt neben China der wichtigste Abnehmer sein", sagt Geschäftsführer Jorgo Chatzimarkakis.

<https://www.sueddeutsche.de/politik/wasserstoff-strategie-ampel-1.6067485>



## Warum der Übergang zu sauberer Energie für den G7-Vorsitzenden Japan so wichtig ist

19. Bis 21. Mai 2023 in Hiroshima

### ➤ WASSERSTOFF UND SEINE DEFINITION FÜR JAPAN?

- Japan ändert die Definition von Wasserstoff auf zwei Arten – **sauber** oder nicht sauber.

### ➤ BEDEUTUNG VON AMMONIAK?

- Japan wird die Lebensdauer seiner Kohlekraftwerke verlängern und seinem Brennstoffmix Ammoniak (NH<sub>3</sub>), ein giftiges Gas aus Stickstoff und Wasserstoff, hinzufügen.

### ➤ WIE KANN JAPAN DIE EMISSIONEN DES STROMSEKTORS REDUZIEREN?

- Japan, der fünftgrößte Emittent der Welt, bezieht rund ein Viertel seines Stroms aus sauberen Quellen, darunter Solar-, Wind-, Wasserkraft-, Biomasse- und **Atomenergie**.

### ➤ GIBT ES IN JAPAN EIN CO<sub>2</sub>-PREISSYSTEM?

- Japan führt ab diesem Monat schrittweise ein CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem ein, das Emissionshandel und eine CO<sub>2</sub>-Abgabe kombiniert, um Unternehmen zu ermutigen, die Umweltverschmutzung einzudämmen.



## Studie: Wasserstoffbedarf in Deutschland kann ab 2030 gedeckt werden

Er gilt als "Champagner der Energiewende". Doch eine aktuelle Analyse zeigt: Die Wasserstoffpreise werden bald drastisch sinken - auch weil große Mengen zur Verfügung stehen werden.

02.03.2022



# Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (seit 1859)

## **Wasserstoff auch für den Wärmemarkt**

„Das Argument, Wasserstoff sei der Champagner der Energiewende, ist somit widerlegt. Mit politischem Willen und den notwendigen Weichenstellungen können über die deutschen Verteilnetze ausreichende Mengen für alle Sektoren zur Verfügung stehen – für die Industrie und auch für die über 20 Millionen Haushalte, die heute mit Gas heizen. Es sollten also alle Sektoren für die Anwendung von Wasserstoff berücksichtigt werden“, lässt sich der DVGW-Vorstandsvorsitzender Gerald Linke in einer Pressemitteilung zitieren. Er unterstreicht damit die zwingende Technologieoffenheit und die Chance der mit einer Diversifizierung verbundenen Stärkung der Versorgungssicherheit. Für eine solche Transformation sei Deutschland mit seiner Infrastruktur gut aufgestellt und wasserstofftaugliche Endgeräte bereits entwickelt.

Der Umbau des Energiesystems sei nur zu schaffen, wenn alle Optionen ausgeschöpft werden – sowohl der Ausbau erneuerbarer Energien als auch der Hochlauf klimafreundlicher Gase. Nur so ließen sich die enormen Energiemengen decken, die heute noch mit fossilen Rohstoffen erzeugt werden. „Bei der Energiewende sollten neben der direkten Elektrifizierung auch die Importoptionen großer Mengen an erneuerbaren Energien durch Wasserstoff als Chance erkannt werden. Im Zusammenspiel mit grünen Elektronen bietet Wasserstoff eine zukunftsfähige und bezahlbare Lösung für alle Anwendungen. Nicht nur technische Ansätze sind wichtig, auch die Sozialverträglichkeit müssen wir im Blick behalten“, so Linke.

## **Heizen könnte billiger werden**

## Wasserstofftankstellen



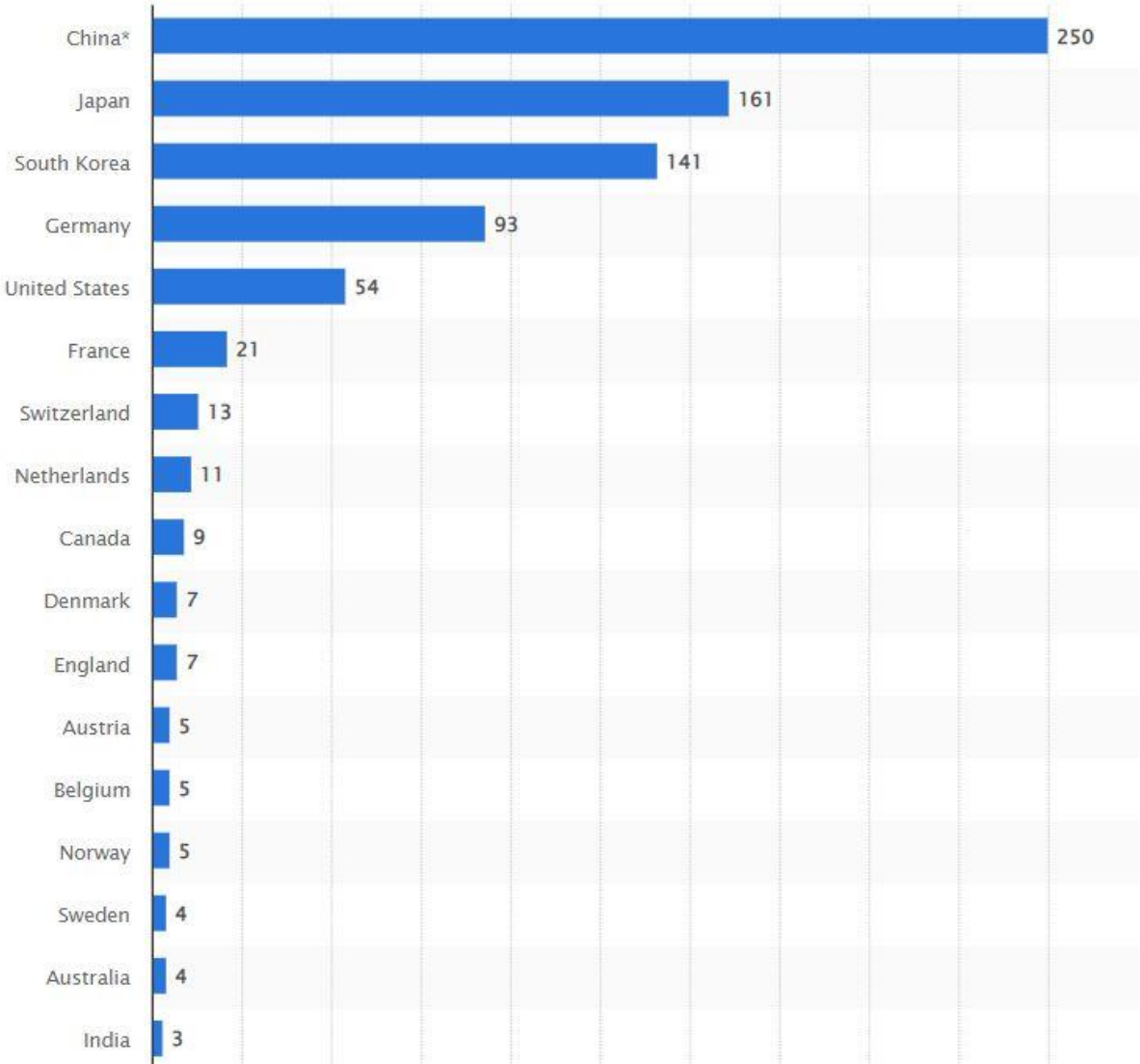
Anzahl in Japan (davon in Tokyo): **164 (23)** Plan: **1000** bis 2030  
(2023)

Anzahl in Deutschland: **93** Plan: **100** bis 2025  
(2022)

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.

# Number of hydrogen fueling stations for road vehicles worldwide as of 2022, by country



<https://www.statista.com/statistics/1026719/number-of-hydrogen-fuel-stations-by-country/>



## H2 Tankstellen in Japan und Deutschland



### ➤ 1 kg Wasserstoff

- in Japan ca. 1650 Yen
- bei H2 Mobility 13,85 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

## Beispiel für nicht systemischen Ansatz

### Spread and Development Trend of ENE-FARM and Residential Fuel Cells

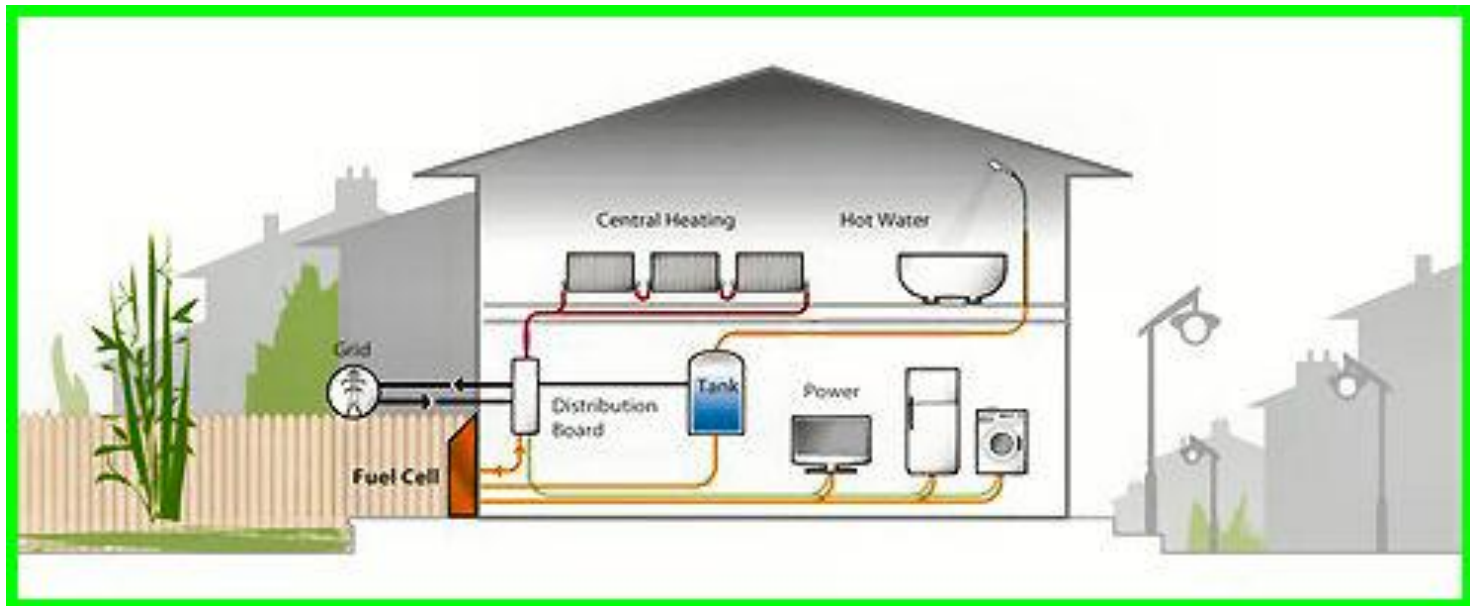
ENE-FARM

STROM UND HEISSWASSER

PANASONIC UND TOKYO GAS

Brennstoffzelle für zu Hause

Cogeneration | “Kraft-Wärme-Kopplung”



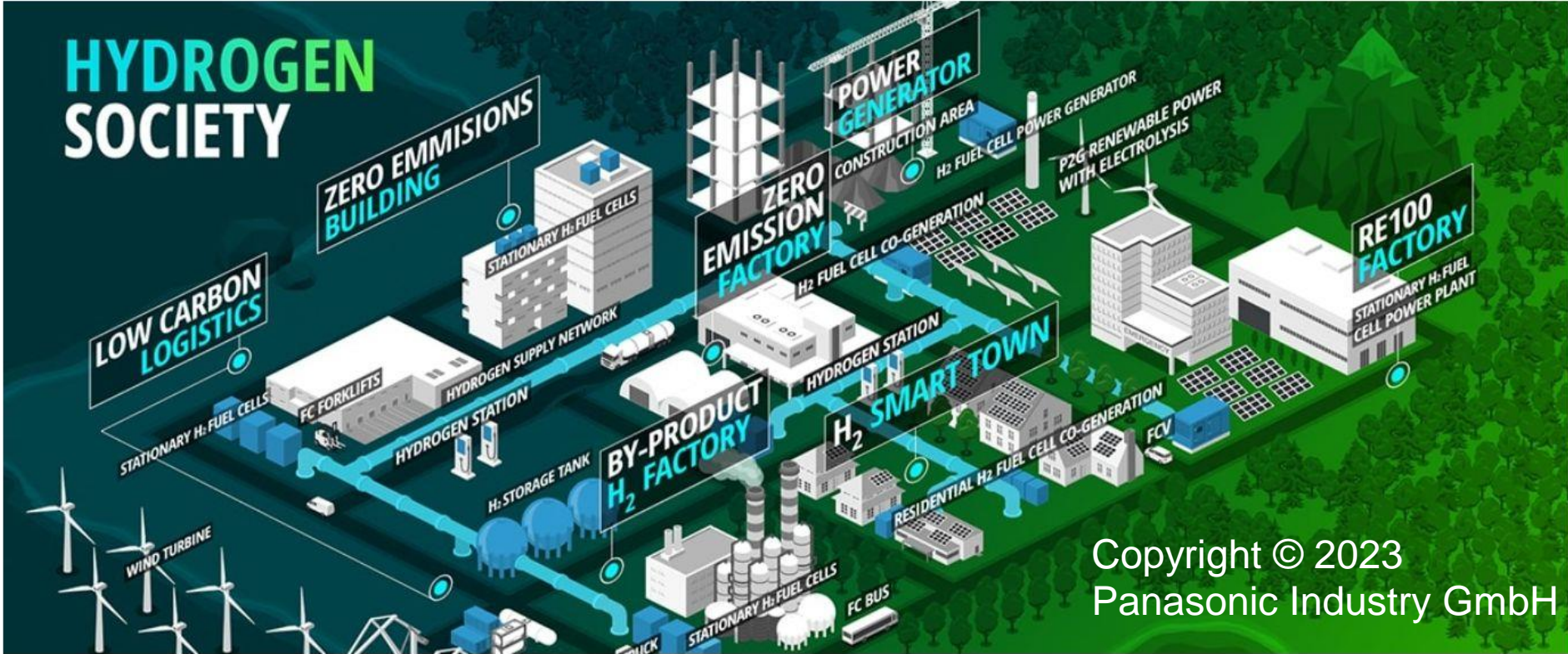


- Entwicklung seit 2009, METI-Projekt ENE-Farm
- In Japan über 400,000 Einheiten in Betrieb, in Deutschland 5700 (Quelle: KfW bundeseigene Förderbank)
- Brennstoff Stadtgas (Methan), Wasserstoff über “Reformer” erzeugt, 40% weniger CO<sub>2</sub> Ausstoß
- Wechsel von Gasheizung auf Brennstoffzellenheizung einfach;
- Kooperationen: Panasonic u. Viessmann; Bosch - AISIN Seiki SOFC Japan
- **Neu:** 6. Generation mit Wasserstoffbetrieb ab 2021; 5kW; 97% Wirkungsgrad; Kosten: ca. 1 Mio. Yen (8000 Euro)  
Quelle: WASSERSTOFF FÜR BRENNSTOFFZELLE ZUHAUSE



# Hydrogen Fuel Cells for Heat and Electricity

Read more [here](#).

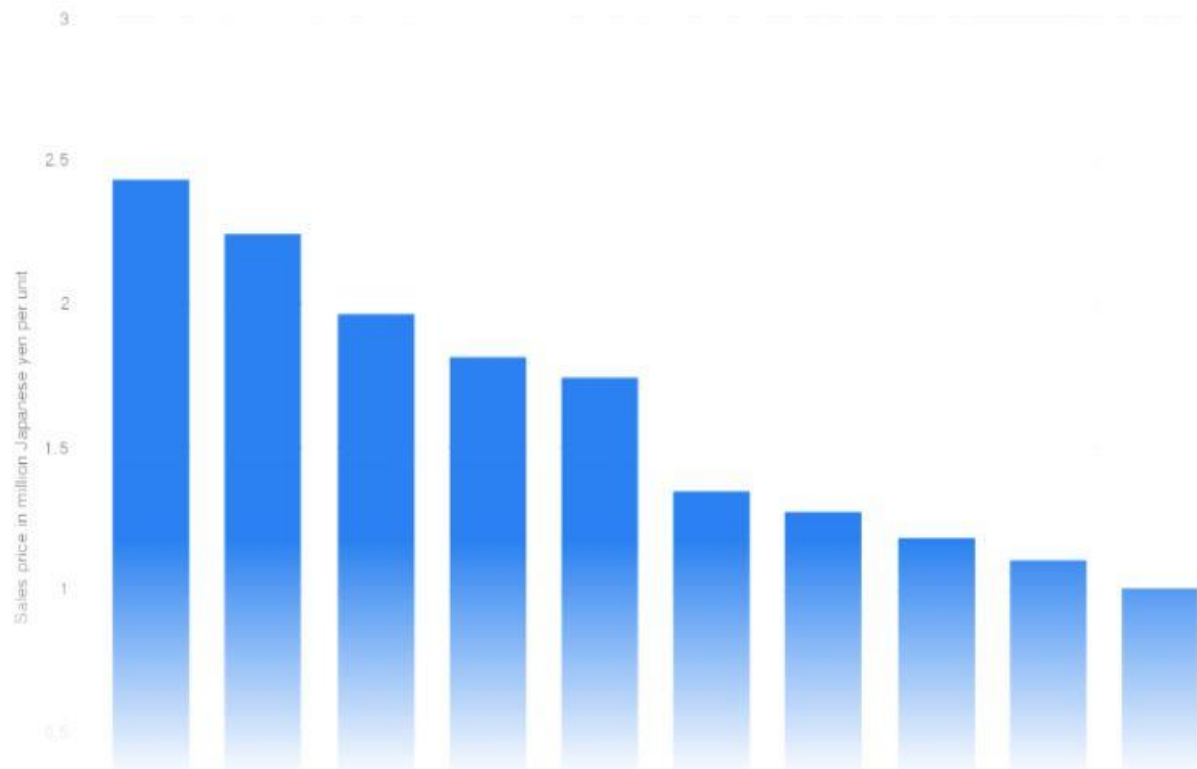


Copyright © 2023  
Panasonic Industry GmbH



# Sales price of ENE-FARM systems for solid oxide fuel cells (SOFC) in Japan from fiscal year 2011 to 2020

*(in million Japanese yen)*



[Additional Information](#)

© Statista 2023

[Show source](#)

# World's Smallest High Efficiency Household Fuel Cell Cogeneration System "Ene-Farm Mini" Developed

by FuelCellsWorks, 2019-10-14



**Dainichi**



FuelCellsWorks

# International Institute for Carbon-Neutral Energy Research



## 持続可能な低炭素社会に向けた水素のポテンシャル 世界はPower to Gas からPower To Xへ

*Das Potenzial von Wasserstoff für eine nachhaltige Gesellschaft mit  
geringem Kohlenstoffausstoß*

*Internationales Forschungsinstitut für CO<sub>2</sub>-neutrale Energie der Kyushu-  
Universität*

九州大学 カーボンニュートラルエネルギー国際研究所  
WPI 招聘教授

**Katsuhiko Hirose**



**KYUSHU UNIVERSITY**



**“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。**