

Dr. Lothar Mennicken, Referatsleiter Wissenschaft und Technologie, Deutsche Botschaft Tokyo  
Stand: Mai 2022

### Zusammenfassung

Als Hochtechnologieland ist Japan im Bereich Wasserstofftechnologien ein wichtiger und lohnender Forschungs- und Innovationspartner für Deutschland. Der Bundeskanzler hat bei seinem Besuch in Tokyo Ende April gegenüber PM Kishida die bilaterale Kooperation zu Wasserstoff ausdrücklich hervorgehoben und ein Projekt der Chiyoda Corporation zum Import von Wasserstoff auf dem Seeweg besichtigt. Beide Länder wollen künftig ihre Kooperation zum Aufbau von Lieferketten für den Import von (grünem) Wasserstoff stärker ausbauen.

Bei der Erreichung der Kohlenstoffneutralität in Japan bis 2050 kommt Wasserstoff eine zentrale Rolle zu. Nachdem Japan bereits 2017 seine Vision einer Wasserstoff-Gesellschaft und wichtige Meilensteine zu deren Verwirklichung im Rahmen der „Basic Hydrogen Strategy“ und konkreter Roadmaps ausgelegt hatte, wurden 2020 mit der „Green Growth Strategy towards 2050 Carbon Neutrality“ (Juni 2021 aktualisiert) neue Zielmarken gesetzt: Bereits 2030 soll ein jährliches Versorgungsvolumen von mind. 3 Mio. t Wasserstoff (100 TWh) bzw. 2050 bis zu 20 Mio. t erreicht werden (2020: <2 Mio. t H<sub>2</sub>). Eine Erhöhung auf 10 Mio. t Wasserstoff bis 2030 wird derzeit geprüft. Der 6. Strategische Energieplan, der im Oktober 2021 beschlossen worden ist, sieht einen Anteil von 1 % Wasserstoff/Ammoniak an der Gesamtenergieversorgung Japans im Haushaltsjahr 2030 vor.

Um diese Ziele zu erreichen, sollen die Produktionskosten auf unter 2 USD/kg Wasserstoff bis 2050 gesenkt werden. Japan verfügt über keine Definition von „grünem“ Wasserstoff. Langfristig soll jedoch der Anteil „grünen“ Wasserstoffs, der in Japan ausdrücklich auch Wasserstoff aus fossilen Energieträgern in Verbindung mit CCUS (Carbon Capture, Utilisation and Storage) umfasst, nach japanischen Angaben noch über der von Deutschland angestrebten Menge liegen. Auch Wasserstoff-Derivate sollen künftig eine stärkere Rolle spielen: Demonstrationsprojekte für Ammoniak als Schiffstreibstoff (2025) sowie Entwicklung kommerziell nutzbarer Technologie für die Herstellung von eFuels (2030) sind geplant. Wasserstoff und Ammoniak sollen auch bei der Dekarbonisierung der Stromerzeugung eine stärkere Rolle spielen – einerseits durch Mitverbrennung in Kohlekraftwerken und andererseits als Energiequelle für neue bzw. umgerüstete Thermische Kraftwerke.

Für seine etablierte F&E-Landschaft im Bereich der Wasserstofftechnologien sieht Japan dabei nicht nur ambitionierte Ziele, sondern auch zusätzliche Förderung vor: Die Einrichtung eines Regierungsfonds in Höhe von 2 Bio. JPY (ca. 16 Mrd. €) ab dem Haushaltsjahr 2021 für einen Zeitraum von 10 Jahren für die Entwicklung grüner Technologien sowie Steuervergünstigungen für einschlägige F&E-Investitionen sollen weitere Investitionen in der Privatwirtschaft zur Erreichung des Kohlenstoffneutralitätsziels mobilisieren (siehe unter „Green Innovation Fund“). Im Fokus der Forschung und Entwicklung stehen Technologien zur Kostensenkung bei der Wasserstoffherzeugung, insb. der Elektrolyseverfahren. Voraussichtlich noch im Laufe dieses Jahres soll eine aktualisierte Fassung der „Basic Hydrogen Strategy“ vorgestellt werden.

Die deutsch-japanische Forschungszusammenarbeit auf diesem Gebiet wird derzeit ausgebaut. Zwei deutsche Forschungspräsenzen in Japan werden mit Förderung durch das BMBF derzeit eingerichtet: „ECatPEMFCgate“ der TU Braunschweig an der Universität Yamanashi (nächste Generation Elektrodenmaterialien für Brennstoffzellen) sowie „H<sub>2</sub>-Lab“ der Ruhr-Universität Bochum an der Universität Osaka (Grundlagenforschung Biobrennstoffzelle). Darüber hinaus stellen BMBF und JST Mittel für eine weitere laufende Forschungsfördermaßnahme (2+2 Call) mit den Themen Materialforschung sowie maritime Antriebe mit grünem Wasserstoff bereit, in deren Rahmen drei Projekte zur Förderung ausgewählt worden sind (Start 2022 bzw. 2023 geplant). Die European

Interest Group (EIG) CONCERT Japan, an der u.a. Deutschland (BMBF) und Japan (JST) beteiligt sind, hat am 10. Mai 2021 eine Förderbekanntmachung zu Wasserstofftechnologieforschung veröffentlicht. Deutschland ist an drei von sechs zur Förderung vorgesehenen Projekten beteiligt, die 2022 starten sollen.

Im Rahmen der Deutsch-Japanischen Energiepartnerschaft zwischen BMWK und METI befasst sich die AG Wasserstoff, zuletzt im April 2022 mit einschlägigen Themen der Zusammenarbeit. Am 04. Oktober 2021 war das Wirtschaftsministerium (METI) erneut Gastgeber des jährlichen „Hydrogen Energy Ministerial“.

Ein Überblick über Forschungscluster und industrielle Demonstrationsprojekte in Japan sowie Kooperationsprojekte mit Deutschland wird vorgelegt.

### Im Einzelnen

In Japan können folgende wichtige Erzeugungs-, Transport-, Speicher- und Nutzungstechnologien für Wasserstoff (H<sub>2</sub>) identifiziert werden:

- a. **Erzeugungstechnologien:** Alkalische-, PEM- (Toray), SOEC-Elektrolyse (Toshiba); H<sub>2</sub>-Recycling (H<sub>2</sub>-/Ammoniak-Erzeugung) aus Kunststoffabfällen; Künstliche Photosynthese (Grundlagenforschung);
- b. **Langstreckentransporttechnologien** (Spezialtanker): Flüssiggas (H<sub>2</sub>), Ammoniak, LOHC/ Methylcyclohexan-MCH (Import aus Brunei, Australien, Saudi Arabien und Russland)
- c. **Speichertechnologien:** H<sub>2</sub>-Hochdruckgas, Ammoniak oder Speicherlegierung/Metallhydrid (geplant; Förderung NEDO / MOE)
- d. **Brennstoffzellen:** a) Mobilität: PKW (Toyota Mirai, Honda), Bus (Toyota), LKW (Fuso/Mercedes-Benz, Toyota/Hino/Isuzu), Schiff, Flugzeug; b) Dezentral/ stationär: Blockheizkraftwerk für private Haushalte „ENE-FARM“ (Panasonic, Toshiba ESS)
- e. **Gasturbinen** zur Stromerzeugung mit Wasserstoff/ Ammoniak (Kawasaki Heavy Industries)
- f. **Stahlerzeugung:** Direktreduktion
- g. **Kohlenstoffrecycling/CCU** (Synthesegas H<sub>2</sub>+CO)

### (1) Lieferketten-Pilotprojekte – mit ersten Erfolgen

Japan hat bereits frühzeitig einen Fokus auf den Aufbau von Importstrukturen und die Entwicklung von Technologien in den Bereichen Wasserstofftransport und -lagerung gesetzt. Die initiierten Lieferketten-Pilotprojekte melden bereits erste Erfolge, darunter u.a.

- den **weltweit ersten erfolgreichen Transport von organisch gebundenem „blauem“ Wasserstoff** (LOHC/ Methylcyclohexan-MCH; aus Erdgas gewonnen) von Brunei nach Japan (Chiyoda Corp., SPERA Hydrogen Technology) sowie dessen Einsatz in einem Gaskraftwerk in der Stadt Kawasaki, Präfektur Kanagawa im Rahmen des NEDO-geförderten Demonstrationsprojekts „AHEAD“ („Advanced Hydrogen Energy Chain Association for Technology Development“), 03.2020-12.2020;

- den **weltweit ersten erfolgreichen Transport von „blauem“ Ammoniak** aus Saudi-Arabien (09.2020) und Russland nach Japan sowie den versuchsweisen Einsatz von Ammoniak/Wasserstoff in einem Kohlekraftwerk in Yokohama (Präf. Kanagawa); Start des weltweit ersten Demonstrationsprojekts zur Ko-Verbrennung von größeren Mengen Ammoniak (20 %) in einem 1 GW-Kohlekraftwerk in Hekinan (Präf. Aichi) durch JERA Co. (Joint venture von TEPCO und Chubu Electric Power Co.; 06.2021-03.2025). Machbarkeitsstudien mit IDN und VAE sowie Forschungsk Kooperation mit AUS 2021 sind vereinbart (diverse Partner).

- den **weltweit ersten erfolgreichen Langstreckentransport flüssigen Wasserstoffs auf dem Seeweg** aus Australien nach Japan, dem die Aufnahme des **Probetriebs des weltweit ersten Frachtabfertigungsterminals für flüssigen „blauen“ Wasserstoff** „Hytouch Kobe“ im Rahmen des Pilotprojekts „HySTRA“ („CO<sub>2</sub>-free Hydrogen Energy Supply-chain Technology Research Association“); Vorausgegangen waren die Schiffstaufe des **weltweit ersten für den Transport von Wasserstoff konzipierten Spezialtankers „Suiso Frontier“** (L: 120 m, Kawasaki Heavy Industries-KHI) und Installation eines für den Seetransport konzipierten Flüssigwasserstofftanks (1250 m<sup>3</sup>) auf dem Schiff mit Komponenten der Bremer Fa. Saacke Marine Systems (wasserstoffkompatible Gas Combustion Unit-GCU). Der erste Tanker mit flüssigem Wasserstoff, gewonnen aus Braunkohle in Australien, lief am 25.02.2022 im Hafen Kobe (Japan) ein. KHI plant bereits den Bau eines Großtankers (L: 300m, B: 50 m), der gleichzeitig mit Wasserstoff angetrieben wird und große Mengen Wasserstoff (40.000 m<sup>3</sup>) transportieren kann. Bei Baukosten von rund 460 Mio. EUR ist die Fertigstellung im HHJ 2026 vorgesehen. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Inst. für Technische Thermodynamik, hat sich mit dem großskaligen Wasserstofftransport von Australien nach Japan beschäftigt (Publikation „Comparative techno-economic assessment of a large-scale hydrogen transport via liquid transport media“ 2020) und ist an japanischen Partnern für eine künftige Zusammenarbeit interessiert ([Link](#)). Die Städte Hamburg und Kobe vereinbarten im April 2021 eine Zusammenarbeit u.a. bei Wasserstofftechnologien. Die Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA) plant eine Zusammenarbeit mit Chiyoda Corporation.

Auch in deutsch-japanischer Kooperation wird aktiv zu Technologien für Lagerung und Transport von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten geforscht, darunter

- Forschungszentrum Jülich (FZJ; Prof. Dr. Ernst-Arndt Reinecke) und Kwansai Gakuin University mit weiteren europäischen Partnern im Rahmen des EIG CONCERT-Japan-Projekts „Towards Safe Storage and Transportation of Cryogenic Hydrogen (STACY)“;
- Fraunhofer IKTS (Dr. Mihail Kusnezoff) und National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) im Rahmen des bilateral (von BMBF und JST) geförderten Projekts „Green ammonia synthesis and utilization for maritime transport through SOC technology“.

### **(2) Regionale Forschungshubs und Demonstrationsprojekte**

Im Bereich der Forschung zu Wasserstofftechnologien stechen besonders die folgenden regionalen Forschungshubs hervor:

#### Präfektur Fukuoka: Wasserstoffforschung im Umfeld der **Kyushu-Universität**

Im Umfeld der renommierten Kyushu-Universität im Süden Japans hat sich ein Forschungshub mit einer Reihe von Instituten entwickelt, die zu unterschiedlichsten Aspekten von Wasserstoff arbeiten, darunter u.a.

- Hydrogen Technology Research Center
- Research Center for Hydrogen Industrial Use and Storage „HYDROGENIUS“ (Forschung zu Materialien und Werkstoffen im Zusammenhang mit Wasserstoff);
- Hydrogen Energy Test and Research Center „HyTREc“
- International Institute for Carbon-Neutral Energy Research „I<sup>2</sup>CNER“
- International Research Center for Hydrogen Energy (Inkubator für Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologien);
- Next-Generation Fuel Cell Research Center „NEXT-FC“ (Forschung zu Brennstoffzellen).

Im Rahmen des „Hydrogen Energy and Fuel Cell Forum in Kyushu 2021“ (28.-29.01.2021) bekräftigten die beteiligten Institute und Unternehmen ihren Anspruch als Modellregion für Wasserstoff von der Grundlagenforschung bis zur praktischen Anwendung in Japan und darüber hinaus (Mitgestaltung internationaler Normen).

Gemeinsam mit der University of Oslo arbeitet das DLR Institut für Technische Thermodynamik seit April 2018 mit der Kyushu-Universität in Fukuoka und der Tohoku-Universität in Sendai an der Entwicklung von innovativen metall-gestützten Brennstoffzellen unter Verwendung von Protonenleitenden Keramiken (Projekt „DAICHI“, BMBF-gefördert, EIG Concert Japan Call „Functional Porous Materials“). FZJ und die Kyushu-Universität stärkten ihre Kooperation Ende 2020 im Bereich Werkstoffsynthese und Herstellungsverfahren. In einem aktuellen Forschungsprojekt (FZJ Eigenmittel) wird die Entwicklung von protonenleitenden (H<sup>+</sup>) Membranen vorangetrieben für Wasserstoffabtrennung und Brennstoffzellen. Ebenfalls in Kooperation mit der Kyushu-Universität forscht die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (Dr. Thomas Gradt) künftig zu dem Thema „Sustainable and hydrogen-compatible sealing materials: key element in ensuring the safety and diversity of the hydrogen supply system“ (bilateral gefördert durch BMBF und JST).

### Präfektur Fukushima: Fukushima Hydrogen Energy Research Field (FH2R) und Fukushima Renewable Energy Institute (FREA)/AIST

Unter dem Kürzel „FH2R“ steht in der Präfektur Fukushima ein 10-MW-Demonstrationsprojekt zur Herstellung von „grünem“ Wasserstoff (27-180 kg/h) aus Solarenergie mit einer der weltweit größten alkalischen Wasserelektrolyseanlagen (Asahi Kasei, Toshiba Engineering, Tohoku Electric Power, gefördert durch das Wirtschaftsministerium (METI/NEDO). Die Anlage ist seit April 2020 in Betrieb. Im Rahmen des Wiederaufbaus der Region nach der Dreifachkatastrophe von 2011 wurde 2014 das Fukushima Renewable Energy Institute (FREA)/AIST gegründet, welches u. a. zur Konversion erneuerbarer Energien in Wasserstoff und Wasserstoffträger sowie zur Nutzbarmachung von Überschussstrom für die Wasserstoffproduktion forscht. DLR und Fraunhofer ISE unterhalten enge Beziehungen zu FREA. Die Energieagentur der Präfektur Fukushima ([link](#)) pflegt eine gute Zusammenarbeit mit NRW und Hamburg.

### Präfektur Yamanashi: Yamanashi Fuel Cell Valley und Power-to-Gas-Demonstrationsprojekt

Großes Potenzial misst die Präfektur Yamanashi dem Bereich der Brennstoffzellentechnologien bei und fördert gezielt deren Forschung, Entwicklung und Verbreitung mit einer eigenen Roadmap und Demonstrationsprojekten wie einer 1,5-MW-PtG-Anlage. Neben Forschungsprojekten mit Industriebeteiligung unter dem Banner des „Yamanashi Fuel Cell Valley“ nimmt die Universität Yamanashi, mit Forschungsinstituten wie dem Clean Energy Research Center oder dem Fuel Cell Nanomaterials Center, eine zentrale Stellung ein. Mit dem Fuel Cell Nanomaterials Center ist das FZJ (Computergestützte Modellierung von Energiematerialien) und das DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme verbunden. FZJ ist auch im Verband FC Cubic Technology Research Association engagiert. Die Einrichtung einer Forschungspräsenz der TU Braunschweig an der Universität Yamanashi, Fuel Cell Nanomaterials Center/ Clean Energy Research Center mit Förderung durch das BMBF ist gestartet (ECatPEMFC<sup>gate</sup>). Ziel ist es gemeinsam die nächste Generation an Elektrodenmaterialien für die Brennstoffzelle zu entwickeln.

### Präfektur Ibaraki, Stadt Tsukuba: Global Zero Emission Research Center (GZR), AIST

Wasserstofftechnologien (Produktion und Lagerung) und Brennstoffzellen sind Forschungsschwerpunkte im 2020 neu gegründeten **Global Zero Emission Research Center (GZR)** in Tsukuba. Die Eröffnung des neuen Forschungszentrums unter Leitung des Nobelpreisträgers Akira Yoshino erfolgte im Juni 2021. Internationale Zusammenarbeit ist ausdrücklich erwünscht. Das GZR gehört zum renommierten National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) im Geschäftsbereich des japanischen Wirtschaftsministeriums (METI) und der Förderagentur NEDO- New Energy and Industrial Technology Development Organization. Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) steht in engem Kontakt zum GZR. Die DLR Institute für Technische

Thermodynamik (TT) in Stuttgart und Solarforschung (SF) in Köln-Porz haben im Frühjahr 2020 eine Kooperation mit dem AIST Research Institute for Energy Conservation in Tsukuba angestoßen, welches wiederum in das neugegründete AIST Global Zero Emission Research Centre integriert ist. Im Mittelpunkt stehen Festoxidbrennstoffzellen (SOFC) und Festoxid-Elektrolysezellen (SOEC) sowie reversibel betriebene Festoxidbrennstoffzellen (Reversible-SOC), die sowohl für die Produktion von Wasserstoff als auch für die Erzeugung von Elektrizität aus Wasserstoff genutzt werden können. Auf Seiten von AIST soll die Zusammenarbeit über Programm-Mittel von NEDO finanziert werden. Auf Initiative des DLR-Instituts für Solarforschung (DLR SF) schloss sich das AIST Research Institute for Energy Conservation im Sommer 2020 außerdem einem internationalen Expertennetzwerk zu Elektrolyseuren des DLR, der University of Adelaide (Center for Energy Technology) und der Victoria University of Wellington (School of Engineering and Computer Science) an. **Kohlenstoffrecycling** (Carbon Capture and Utilisation) unter Nutzung von Wasserstoff sowie **Künstliche Photosynthese** zur Wasserstofferzeugung sind weitere Forschungsschwerpunkte des GZR.

Unter dem Dach des **Green Innovation Fund** für die Entwicklung grüner Technologien (Projektträger: NEDO) beschäftigen sich gleich mehrere Projekte mit der Entwicklung von Wasserstofftechnologien:

1. **Hydrogen Production through Water Electrolysis Using Power from Renewables** ([Link](#))  
Drei Projekte mit Beteiligung u. a. von Asahi Kasei K.K., JGC Holdings Corporation, Präfektur Yamanashi, TEPCO/TEPCO Energy Partner, Toray Industries, Hitachi Zosen Corporation, Siemens Energy, AIST
2. **Large-scale Hydrogen Supply Chain Establishment** ([Link](#))  
Acht Projekte mit Beteiligung u. a. von ENEOS Corporation, Iwatani Corporation, National Institute for Materials Science - NIMS, Kawasaki Heavy Industries, JERA, Kansai Electric
3. **Next-generation Aircraft Development** ([Link](#))  
Drei Projekte zu H<sub>2</sub>-Antrieb für die Luftfahrt mit Beteiligung von Kawasaki Heavy Industries
4. **Next-generation Ship Development** ([Link](#))  
Ein Projekt zu H<sub>2</sub>-Antrieb für die Schifffahrt mit Beteiligung von Kawasaki Heavy Industries, Yanmar Power Technology, Japan Engine Corporation
5. **Hydrogen Utilization in Iron and Steelmaking Processes** ([Link](#))  
Vier Projekte mit Beteiligung von Nippon Steel Corporation, JFE Steel Corporation, Kobe Steel Group und das Japan Research and Development Center for Metals

Weitere interessante Forschungsergebnisse könnten auch für Deutschland von Bedeutung sein, z.B. effiziente **elektrochemische Wasserspaltung** in Säure mit anisotropen nanoskalierten Ruthenium-Iridium-Katalysatoren (Kyoto University); **photokatalytische Wasserspaltung** (Shinshu University, Research Initiative for Supra-Materials u. a.) sowie Gamma-Manganoxid-**Katalysatoren** für die PEM-Elektrolyse (RIKEN Center for Sustainable Resource Science, Yokohama). Forschungsergebnisse zur energieeffizienten **Verflüssigung von Wasserstoff** für Transport und Lagerung auf der Basis von magnetokalorischer Kühlung mittels Holmiumdiborid (NIMS) wurden 2020 veröffentlicht; **Ammoniak** als H<sub>2</sub>-Derivat und Transportmedium ist ebenfalls ein intensiv bearbeitetes Thema. Die renommierte University of Tokyo, Graduate School of Engineering (Prof. Yoshiaki Nishibayashi) hat zuletzt ein neues disruptives energieeffizientes Verfahren der Ammoniaksynthese veröffentlicht. <https://www.jst.go.jp/EN/achievements/research/bt2020-04.html>; <https://doi.org/10.1038/s41557-019-0293-y>; <https://doi.org/10.1038/s41467-021-20956-4>

Zwischen dem DLR-Institut für Solarforschung und der Niigata Universität besteht seit März 2019 ein MoU über die Zusammenarbeit bei der Erforschung von **solaren Brennstoffen** mit Schwerpunkt auf Wasserstoff sowie der Speicherung von Wärmeenergie. Gemeinsam mit dem Unternehmen Mitaka Kohki gibt es Überlegungen, in diesem Bereich Summer Schools zu organisieren. Großunternehmen wie die Sumitomo Corp. oder die IHI Corp. sind ebenfalls an einer Zusammenarbeit zu solaren Brennstoffen mit dem DLR interessiert. H<sub>2</sub>-Antrieb für die **Schifffahrt** ist ein potenzielles künftiges



Kooperationsthema mit dem National Maritime Research Institute in Tokyo. Insgesamt sind 19 Forschungsinstitute des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt im Bereich Wasserstoffforschung mit Japan verbunden (siehe auch Helmholtz Competence Map Hydrogen [Link](#)). Japan Airlines Corp. plant den Einsatz von grünem Wasserstoff für Kleinflugzeuge ab 2035 mit Unterstützung des METI. Bis 2030 sollen 10 % nachhaltige **Flugzeugkraftstoffe** (sustainable aviation fuels – SAF) in Japan eingesetzt werden. Synthetische Kraftstoffe aus CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub> könnten dabei den größten Anteil (40%) stellen.

Im Bereich Elektrochemische Verfahrenstechnik kooperiert das Forschungszentrum Jülich (FZJ) eng mit der Yokohama National University (Graduate school of Engineering Science, Department of Chemical and Energy Engineering) und bei der Optimierung des Polymermembranträgers als Host für die protische ionische Flüssigkeit in **Brennstoffzellen** mit Toyota Motors Europe.

In der Grundlagenforschung zu einer **Biobrennstoffzelle** arbeiten die Ruhr-Universität Bochum (Prof. Dr. Thomas Happe) und die Universität Osaka (Prof. Dr. Genji Kurisu) zusammen. Die Universität Osaka hat 2018 ein International Joint Lab an der RUB eingerichtet. Eine Forschungspräsenz der Universität Bochum an der Universität Osaka („H<sub>2</sub>-Lab“) mit Förderung durch das BMBF ist gestartet.

Im Bereich **Materialforschung** kooperiert die TU Braunschweig (Prof. Daniel Schröder) mit der Kyoto-Universität in einem von BMBF und JST geförderten bilateralen Forschungsprojekt zu „Durable and Efficient Compound Electrodes for Hydrogen Generation in PEM Electrolysis“.

Im Rahmen des Horizont 2020 Projekts „Sun-to-X“, in dem es um den Einsatz von Solarenergie für die Erzeugung von **kohlenstofffreien Flüssigbrennstoff** geht, kooperiert das Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB) u.a. mit der Toyota Motor Corporation und weiteren Partnern ([Link](#)). Toyota Motor Corp. kündigte am 22. April 2021 an, darüber hinaus in Zukunft auch Autos mit Wasserstoff-Verbrennungsmotoren für den Massenmarkt zu entwickeln – beginnend im Rennsport.

### (3) Industrielle Demonstrationsprojekte in Japan:

#### 1. Präfektur Chiba: **Kimitsu-Stahlwerk**

NEDO fördert ein F&E Projekt („COURSE 50“), zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen um 30% in dem der in dem Koksofengas enthaltene Wasserstoff verstärkt und der Anteil an Koks reduziert werden soll (Thyssen Krupp). Darüber hinaus entwickelt NEDO eine Technologie, mit der unter Nutzung der in den Hochöfen erzeugten Abwärme CO<sub>2</sub> vom Hochofengas getrennt und gespeichert wird (CCUS).

#### 2. Präfektur Hyogo, Stadt Kobe: **H<sub>2</sub>-Gasturbine** (1 MW)

In Zusammenarbeit mit Kawasaki Heavy Industries Ltd. (KHI) und Obayashi Corporation entwickelt NEDO eine zu 100 % mit Wasserstoff betriebene Gasturbine mit einer Leistung von 1 MW zur Versorgung eines Stadtviertels in Kobe mit Wärme und Elektrizität. Im Mai 2020 wurde mit dem Testbetrieb begonnen.

#### 3. Präfektur Tokyo, Stadt Tokyo: **100 H<sub>2</sub>-Linienbusse im Einsatz, 100.000 PKWs geplant bis 2025**

In Tokyo werden Brennstoffzellen-Busse von Toyota im regulären Linienverkehr durch städtische und private Betreiber eingesetzt. Seit Ersteinführung von FC-Bussen auf einer Linie zwischen dem Bhf. Tokyo und dem Stadtviertel Odaiba Ende März 2017 ist die Flotte der H<sub>2</sub>-Linienbusse zwischenzeitlich auf 100 angewachsen (Stand Juli 2021). Bis 2030 soll die Flotte der Nullemissionsbusse (FC- und E-Busse) auf über 300 Busse erhöht werden. Problematisch sind die extrem hohen fixen und variablen Kosten; die Stadt Tokyo unterstützt Buslinienbetreiber daher mit Zuschüssen zu den Anschaffungs- und Betriebskosten.

Bis 2025 sollen zudem 80 H<sub>2</sub>-Tankstellen in der Hauptstadt entstehen und 100.000 Brennstoffzellenfahrzeuge in der Metropolregion angemeldet sein. Bis 2030 sollen in ganz Japan 1.000 Wasserstofftankstellen errichtet und 800.000 FCEV-Fahrzeuge zugelassen werden. Das virtuelle Research Center for a Hydrogen Energy-Based Society (ReHES) arbeitet an der Umsetzung dieses Plans, entwickelte z.B. Protonenmembranen mit höherer Hitzetoleranz und besseren Katalysatoren mit deutlich verringertem Platingehalt zur effizienten Umwandlung von Methanol in Wasserstoff mit einem deutlich höheren Wirkungsgrad (knapp 50 %) sowie der erforderlichen Systemintegration. Die Massenproduktion soll in 2-5 Jahren erfolgen.

#### 4. Präfektur Kanagawa, Stadt Kawasaki: **H<sub>2</sub>-Recycling aus Kunststoffabfällen**

In der Stadt Kawasaki, King Skyfront Tokyu REI Hotel werden in einem Demonstrationsvorhaben aus Kunststoffabfällen gewonnener Ammoniak und Wasserstoff mittels Brennstoffzelle verstromt (Showa Denko K.K. und Toshiba ESS).

Weitergehende umfangreiche Informationen (Stand 2019):

[https://www.eu-japan.eu/sites/default/files/publications/docs/hydrogen\\_and\\_fuel\\_cells\\_in\\_japan.pdf](https://www.eu-japan.eu/sites/default/files/publications/docs/hydrogen_and_fuel_cells_in_japan.pdf)

#### 5. Präfektur Osaka: **Passagierschiff (in Planung)**

Iwatani Corporation gab im Nov. 2020 den Start einer Feasibility Study bekannt für die Entwicklung eines mittels Wasserstoffbrennstoffzellen angetriebenen Schiffs (Länge: ca. 30 m, Bruttoreaumzahl: 60 t, Transport von bis zu 100 Passagieren) mit geplantem Einsatz als Passagierschiff während der EXPO 2025 in Osaka gemeinsam mit Kansai Electric Power, Namura Shipbuilding, Development Bank of Japan und Tokyo University of Marine Science and Technology u.a.. Auch die Entwicklung einer Wasserstofftankstelle für Schiffe werde ins Auge gefasst.

Die japanische Regierung möchte bis 2028 die weltweit erste Generation von **Nullemissionsschiffen** entwickeln. Neben Übergangslösungen im Bereich LNG werden Ansätze für den Einsatz klimaneutral herstellbarer Kraftstoffe, namentlich Wasserstoff (für kleinere Schiffe, s.o.) und Ammoniak verfolgt. Die Industrie arbeitet an mehreren großen Projekten für **Ammoniak-Schiffe**, so bildeten Imabari, Mitsui, Itochu und MAN im März 2020 eine Allianz für Bau und Betrieb eines Schiffes inkl. Treibstoff-Infrastruktur.

#### 6. Präfektur Hokkaido: **Offshore Windpark und PtG (in Planung)**

Japans größte Power-to-Gas (PtG) Anlage zur Produktion von grünem Wasserstoff (bis zu 550 t p.a.) ist auf der nördlichen Insel Hokkaido geplant und soll bereits im Jahr 2024 in Betrieb gehen. Ein 110-Megawatt-Offshore Windpark und die Wasserstoffanlage werden in der Küstenstadt Ishikari (nördlich von Sapporo) gebaut, dem Standort anderer geplanter grüner Wasserstoffprojekte. Mit der neuen, größeren Anlage soll die lokale Wasserstoffproduktion auf 2500 Tonnen p.a. gesteigert werden. An dem Projekt sind Hokkaido Electric Power, der Entwickler erneuerbarer Energien Green Power Investment, Nippon Steel Engineering und der Industriegaslieferant Air Water beteiligt.

### **(4) Exemplarische deutsch-japanische Kooperationsprojekte zu Wasserstoff in Deutschland:**

1. RWE und Kawasaki Heavy Industries Ltd. (KHI) planen gemeinsam den Bau einer Wasserstoffbetriebenen **Gasturbine** in Lingen, Niedersachsen (Projektlaufzeit 11.2020 bis 03.2026). Am 9. Dezember 2021 erfolgte der Startschuss zur Errichtung des weltweit ersten Graskraftwerks mit rein wasserstoffbetriebener Gasturbine dieser Größe (34-MW-Anlage), die Rückverstromung von Wasserstoff ermöglicht. KHI wird mit einer brennstoffflexiblen Gasturbine das Herzstück der Anlage liefern. Für den Elektrolyseprozess wird mit Anlagen des Dresdener Start-ups Sunfire (10 MW Druck-Alkali-Elektrolyse) bzw. Linde (4 MW PEM-Elektrolyse) CO<sub>2</sub>-freier Wasserstoff mit

Hilfe von Windstrom hergestellt. Es wird erwartet, dass Testläufe ab 2024 durchgeführt werden können. Im Rahmen ihrer „Growing Green“ Strategie plant RWE, CO<sub>2</sub>-neutrale Gaskraftwerke in einem Umfang von mindestens 2 GW zu errichten. Nicht nur neue Anlagen sollen grün betrieben werden, sondern bestehende Anlagen grün umgerüstet werden. Von 2015 bis 2018 hatte KHI zusammen mit Obayashi Gumi im Rahmen eines NEDO-geförderten Projekts bereits eine 1-MW-Gasturbine in Kobe errichtet und Know-How im Bereich der wasserstoffbetriebenen Gasturbinen aufgebaut.

2. Darüber hinaus planen Shell, Mitsubishi Heavy Industries (MHI), Vattenfall und Wärme Hamburg den Bau einer **Power-To-X-Anlage** mit einer Leistung von mindestens 100 MW zur Herstellung von grünem Wasserstoff in Hamburg-Moorburg. Produktionsstart ist für 2025 vorgesehen. Eine Anerkennung als europäisches „Important Project of Common European Interest (IPCEI)“ soll eine stärkere Förderung aus nationalen Mitteln ermöglichen.
3. Asahi Kasei ist ein führender Anbieter Chlor-alkalischer Elektrolyse-Anlagen. Im April 2018 startete Asahi Kasei ein Demonstrationsprojekt (h<sub>2</sub>erten) zur Produktion von grünem Wasserstoff in Herten, NRW. Dabei soll die Herstellung von „grünem“ Wasserstoff aus (fluktuierender) Windenergie simuliert werden und zur Erzeugung von Dimethylether (DME) oder Methanol bzw. Flugtreibstoff dienen. Ausgangspunkt für die DME-Synthese ist CO<sub>2</sub>, das aus dem Rauchgas des Braunkohlenkraftwerks Niederaußem (RWE) abgeschieden wird. Die von Mitsubishi Power Europe entworfene **Power-to-X-Forschungsanlage** ist in der Lage, den Herstellungsprozess für DME so zu vereinfachen, dass mit Hilfe einer von Asahi Kasei entwickelten alkalischen Elektrolyse-Anlage bis zu 50 kg Roh-DME pro Tag produziert werden können. Das Projekt wird von der Landeswirtschaftsförderung NRW.INVEST und ihrer japanischen Tochtergesellschaft, der NRW Japan K.K., und der Energieagentur NRW betreut und ist ein wesentlicher Bestandteil des europäischen Forschungsprojektes „ALIGN-CCUS“ (2017-2020) bzw. TAKE-OFF (2021-2024). NRW und die Präfektur Osaka fördern im Rahmen ihrer Partnerschaft ebenfalls die Zusammenarbeit bei Wasserstoff.
4. Die Greenerity GmbH, ein Tochterunternehmen von Toray Industries, Inc., baut ein neues Werk in der bayerischen Stadt Alzenau (Spatenstich am 02.03.2020). Zehn Kilometer südlich des bisherigen Hauptsitzes in Hanau werden ab November 2021 katalysatorbeschichtete Membranen und Membran-Elektroden-Einheiten gefertigt. Beides sind Schlüsselkomponenten für **Wasserstoff-Brennstoffzellen**.
5. Mitsubishi Power Europe GmbH und das Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. (GWI) bauen eine Demonstrationsanlage für ein **Hybrid-Feststoffoxid-Brennstoffzellensystem** (Hybrid-SOFC) in Essen, die Anfang 2022 in Betrieb gehen soll (Grundsteinlegung 02.07.2021). Das europaweit erste Hybrid-Feststoffoxid-Brennstoffzellensystem kann mit Erdgas, Biogas und H<sub>2</sub> betrieben werden und stellt Strom und Wärme bereit. Das Projekt ist Teil des Verbundprojektes „KWK.NRW 4.0“ und wird von der EU und NRW gefördert (ca. 5,8 Mio. €).
6. Murata Machinery Ltd. und das Institut für Textiltechnologie (ITA) der RWTH Aachen entwickeln gemeinsam Druckbehälter, z.B. **Wasserstofftank** mit Hilfe des Multifilament-Wickelfahrens.

### (5) Industrieverbände

Die **Japan Hydrogen Association (JH2A)**, gegründet im Dezember 2020 in Tokyo, soll die internationale Zusammenarbeit beim Aufbau einer Wasserstoff-Lieferkette fördern. Den Vorsitz haben Toyota, die Großbank Sumitomo Mitsui Financial Group und das Gasunternehmen Iwatani



Corporation. Bisher gehören dem Verband 88 hauptsächlich japanische Unternehmen an (Ausnahmen: Air Liquide, General Electric), Daimler ist über Daimler Trucks Asia/Mitsubishi Fuso Bus & Trucks beteiligt. Fuso stellte bereits 2019 auf der Tokyo Motor Show einen Brennstoffzellenlaster vor; die Serienproduktion ist bis Ende der 2020er-Jahre angekündigt.

In Arbeitsgruppen sollen Vorschläge zur Kommerzialisierung und Deregulierung erarbeitet sowie die Zusammenarbeit mit anderen Organisationen und F&E gefördert werden. Darüber hinaus gibt es mit dem **Hydrogen Utilization Council** und der **Hydrogen Utilization Study Group** regionale Verbände in den Regionen Kansai und Chubu, die durch Demonstrationsprojekte die Nutzung von Wasserstoff mit Hilfe der dort ansässigen Industrieunternehmen wie Toyota und Kobe Steel erforschen sollen.

Vom 16.-18. März 2022 fand in Tokyo die **FC Expo** mit ca. 1000 Ausstellern als Hybrid-Veranstaltung statt. Die nächste FC Expo findet vom 31.08.-02.09.2022 in Tokyo statt. Nach jüngsten Erleichterungen der Einreisebeschränkungen ist die Teilnahme aus Deutschland grundsätzlich wieder möglich.

### (6) Dialog auf Regierungsebene

Im Rahmen der **Deutsch-Japanischen Energiepartnerschaft** zwischen BMWK und METI fand am 5. April d. J. das zweite Treffen der AG Wasserstoff statt. Hauptthemen waren neben neuesten Entwicklungen in der Wasserstoffpolitik beider Länder auch Herausforderungen beim Aufbau eines Wasserstoff-Hubs sowie die Förderung von internationalen Wasserstoff-Lieferketten. Auf Seiten von METI besteht Interesse an der Struktur der H2Global Stiftung, um in Japan ein ähnliches Modell aufzubauen. Weitere Themen von Interesse sind das staatliche Gremium zum Markthochlauf, die Sicherheitsstandards bei Wasserstoff-Pipelines und die Zertifizierung von Wasserstoff. Zu diesen Themen sollen Expertentreffen, Workshops und Studienreisen geplant werden. Ebenso von Interesse ist die Nutzung von Derivaten wie Methanol und Ammoniak.

METI ist darüber hinaus Gastgeber des jährlich stattfindenden **Hydrogen Energy Ministerial Meeting**, welches Gelegenheit zum hochrangigen Austausch bietet, zuletzt am 4. Oktober 2021.