

An die Medien

Ulm, 31. März.2026

Wasserstoff-Power für die maritime Energiewende: ZSW präsentiert Konzept für weltweit größten PEM- Brennstoffzellen-Stack

Schiffe über lange Distanzen emissionsfrei und effizient anzutreiben, ist ein zentraler Schritt für die maritime Energiewende. Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) hat dafür einen großformatigen PEM-Brennstoffzellen-Stack entwickelt, der speziell für die Schifffahrt sowie für stationäre Anwendungen konzipiert ist und mit Wasserstoff betrieben wird. Mit einer aktiven Fläche von 1.300 Quadratzentimetern pro Zelle können bis 500 Kilowatt Gesamtleistung pro Stack erreicht werden. Erste Leistungs- und Sensitivitätstests wurden erfolgreich im hauseigenen Brennstoffzellentestzentrum in Ulm durchgeführt. Die Messergebnisse bestätigten die zuvor simulierten Leistungsdaten des Stapels und unterstreichen die technologische Reife des Demonstrators.

Das ZSW präsentiert die Neuentwicklung und weitere Innovationen rund um Wasserstoff, Brennstoffzellen und Elektrolyse vom 20. bis 24. April 2026 auf der Hannover Messe, Halle 11, Stand E07.

Brennstoffzellen für die Schifffahrt entwickeln

Neben Lkw und Pkw ist auch die Schifffahrt ein zukünftiges Anwendungsgebiet für Brennstoffzellen-Stacks (deutsch Brennstoffzellen-Stapel). Für Schiffsantriebe werden jedoch hohe Leistungen von mehreren Megawatt benötigt. Aktuelle Stack-Designs, die für Pkw und Lkw entwickelt wurden, liegen typischerweise jedoch nur bei Leistungen unter 200 Kilowatt. Für einen Schiffsantrieb müssten somit zahlreiche derartige Stacks kombiniert werden, was aufwändige Verschaltungen und hohe Kosten verursachen würde. Das vom ZSW entwickelte großformatige Hochleistungs-Stackdesign kann auf bis zu 500 Kilowatt skaliert werden. Das spart nicht nur Platz und Kosten, sondern erleichtert auch deutlich die Integration und zukünftige Wartung derartiger Brennstoffzellenantriebssysteme in Schiffen.

„Mit diesem großen Stack-Design zeigen wir, dass emissionsfreie Schifffahrt – künftig mit grünem Wasserstoff – technisch machbar und wirtschaftlich attraktiv ist. Die Tests bestätigen die Leistungsfähigkeit unseres Stacks, der Maßstäbe für die gesamte Brennstoffzellenindustrie setzt“, sagt Prof. Dr. Markus Hölzle, ZSW-Vorstandsmitglied und Leiter des Geschäftsbereichs Elektrochemische Energietechnologien in Ulm.

Zentrum für Sonnenenergie-
und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg (ZSW)

Standort: Lise-Meitner-Straße 24
89081 Ulm

Herzstück Bipolarplatte: Warum das Design zählt

Am Beginn der Entwicklung stand das Design der sogenannten Bipolarplatte. Sie sorgt im Stack nicht nur für die elektrische Leitfähigkeit, sondern verteilt vielmehr die Reaktionsgase Wasserstoff und Luftsauerstoff gleichmäßig über die gesamte aktive Fläche der Brennstoffzelle. Zudem übernimmt sie auch die Kühlung des Stacks.

Gerade bei derart großen Aktivflächen ist insbesondere die Kühlfunktion von entscheidender Bedeutung, da entsprechend mehr Abwärme möglichst gleichförmig abgeführt werden muss. Die medienführenden Strukturen der in diesem Fall aus Graphit bestehenden Bipolarplatte wurden daher von den Forschenden mithilfe von CFD-Simulationen iterativ optimiert. Nach zahlreichen Optimierungsschleifen konnten schließlich Bipolarplatten mit einer aktiven Fläche von über 1.300 Quadratzentimetern hergestellt werden.

Um eine zuverlässige Dichtigkeit und eine stabile elektrische Kontaktierung zwischen Bipolarplatte und Gasdiffusionslage zu gewährleisten, werden die gestapelten Platten mit einer Kraft von rund 150 Kilonewton verspannt, das sind rund zehn bar Druck. Das dafür entwickelte Verspannungssystem aus Tellerfedern, Gewindestangen und Endplatten haben die ZSW-Forschenden mittels FEM-Simulationen ausgelegt und anschließend im Auftrag des ZSW von spezialisierten Unternehmen fertigen lassen.

Demonstrator überzeugt auf dem Teststand

Im Fertigungsbereich der HyFaB-Forschungsfabrik – der Forschungsfabrik für Wasserstoff-Brennstoffzellen am ZSW in Ulm – haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Dichtungen mithilfe eines präzisen Jet-Dispensverfahren direkt auf die Bipolarplatten aufgebracht und anschließend thermisch ausgehärtet. Auch die siebenlagigen Membran-Gasdiffusionslagen-Einheiten, die für den Brennstoffzellenaufbau benötigt werden, fertigte das ZSW-Team selbst.

Auf Basis dieser Entwicklungen wurde ein erster sogenannter Kurz-Stack mit 15 Zellen aufgebaut und im hauseigenen HyFaB-Testzentrum validiert. Dabei wurde eine Stack-Leistung von rund 25 Kilowatt demonstriert. Unter diesen Bedingungen erzeugt der Stapel einen elektrischen Strom von über 3.000 Ampere. Hochgerechnet auf einen Voll-Stack mit 300 Zellen entspricht dies dann einer Leistung von 500 Kilowatt. Die Testergebnisse am ZSW bestätigten den stabilen Betrieb des Brennstoffzellenstapels bei dieser hohen Leistung, ohne dass es zu lokaler Überhitzung des Stacks kommt.

Der maritime Brennstoffzellen-Stack ist auch Thema eines Vortrages des ZSW-Forschers Frank Häußler auf der Hannover Messe in der Hydrogen + Fuel Cells Europe - Masterclass: www.hannover-messe.de/veranstaltung/hydrogen-fuel-cells-europe-master-class/mc/71538.

Maximale Leistung durch die Optimierung von Fläche und Höhe

Brennstoffzellen bestehen aus aufeinandergestapelten Einzelzellen, bestehend aus einer Katalysator-Membran-Einheit und einer Bipolarplatte. Werden hohe Leistungen gefordert, wird zuerst die aktive Fläche, also die Größe dieser Baueinheiten vergrößert, denn mit größerer Fläche steigt auch der Stromfluss durch die Brennstoffzelle. Für diese Vergrößerung gibt es jedoch Grenzen, so dass in einem zweiten Schritt mehrere Lagen aufeinandergestapelt werden. Hierdurch steigt die Spannung des Brennstoffzellenstapels an. Das Produkt aus Strom und Spannung ergibt die Leistung, die sich somit über die Fläche und die Höhe des Stapels vergrößert.

Im Automotive-Bereich kommen meist Bipolarplatten aus Edelstahl zum Einsatz, da sie leicht sind und sehr dünn gefertigt werden können. Für großflächige Brennstoffzellen, wie sie in der Schifffahrt benötigt werden, benötigt man hingegen graphitische Bipolarplatten, da diese auch in großen Flächenformaten noch formstabil und plan gefertigt werden können, was bei Edelstahlplatten ab einer gewissen Größe nur schwer zu erreichen ist.

Langjährige Erfahrung und führende Infrastruktur

Das ZSW in Ulm verfügt über mehr als 30 Jahre Erfahrung in Forschung und Entwicklung von Brennstoffzellen und hat in diesem Zeitraum über 1.600 Stacks im Leistungsbereich von 50 Watt bis 150 Kilowatt realisiert. In der Brennstoffzellen-Forschungsfabrik HyFaB betreibt das ZSW eines der größten Testzentren Europas mit 50 Testständen für Leistungstests bis 250 Kilowatt sowie das HyLaB-Labor; eines von weltweit nur drei unabhängigen Laboren zur Analytik von Wasserstoff.

Das ZSW stellt mit der Eigenentwicklung „Generischer Stack“ ein offenes, skalierbares Stack-Design für Forschung und Entwicklung bereit, das über 150 Kilowatt Leistung abbildet und sowohl stationäre als auch mobile Anwendungen unterstützt. Die Plattform dient als Standard für Forschungsprojekte mit Industriepartnern.

Die enge Zusammenarbeit mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft – unter anderem dem Fraunhofer ISE in Freiburg und dem



Zentrum für Sonnenenergie-
und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg (ZSW)

Standort: Lise-Meitner-Straße 24
89081 Ulm

VDMA, die ebenfalls an HyFaB beteiligt sind – sichert den Technologievorsprung und erleichtert die schnelle Überführung von Forschungsergebnissen in industrielle Anwendungen.

PEM-Brennstoffzellen: sauber, effizient und vielseitig

PEM-Brennstoffzellen (Proton Exchange Membrane) wandeln Wasserstoff und Sauerstoff direkt in elektrische Energie um, wobei nur Wasser als Produkt im Betrieb entsteht. Ihre hohe Leistungsdichte, schnelle Dynamik und Modularität macht sie ideal für mobile Anwendungen in Lkw, Bussen, Pkw und Schiffen sowie für die stationäre Energieversorgung. Mit dem großformatigen 1.300-Quadratzentimeter-Stackkonzept liefert das ZSW einen entscheidenden technologischen Impuls für die Nutzung von PEM-Brennstoffzellen in Anwendungen wie der klimaneutralen Schifffahrt. Darüber hinaus eignet sich das Stackkonzept auch für stationäre Anwendungen, etwa zur Rückverstromung von Wasserstoff.

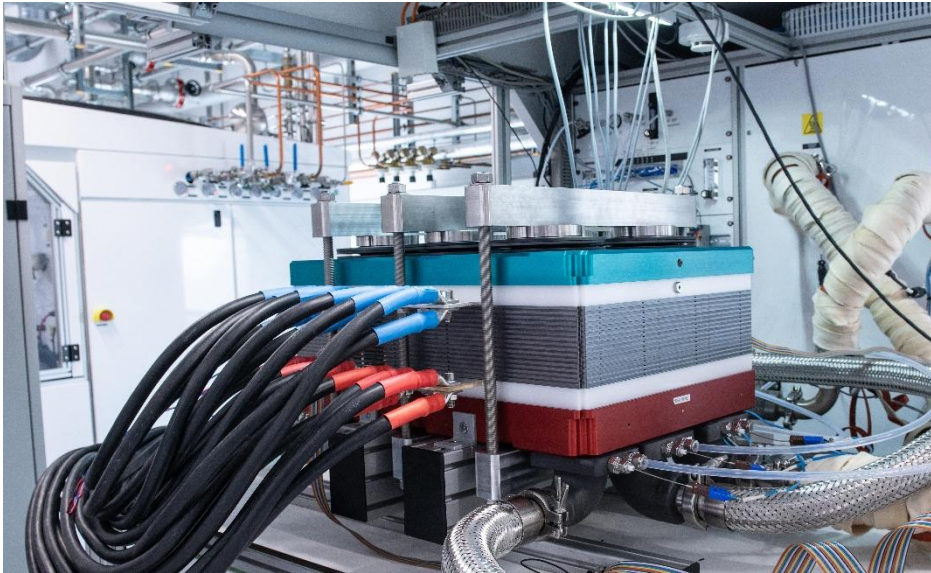
Über das ZSW

Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) gehört zu den führenden Instituten für angewandte Forschung in den großen Themen der Energiewende: Photovoltaik, Windenergie, Batterien, Brennstoffzellen, Elektrolyse, eFuels, Circular Economy, Politikberatung sowie die Nutzung von KI zur Prozess- und Systemoptimierung. Gemeinsam mit der Industrie ebnen wir neuen Technologien den Weg in den Markt. An den ZSW-Standorten Stuttgart und Ulm arbeiten dafür mehr als 300 Kolleginnen und Kollegen sowie rund 100 wissenschaftliche und studentische Hilfskräfte. Das ZSW betreibt ein Testfeld für Windenergie und ein weiteres Testfeld für PV-Anlagen. Das ZSW ist Mitglied der Innovationsallianz Baden-Württemberg (innBW), einem Bündnis aus zehn wirtschaftsnahen Forschungseinrichtungen.

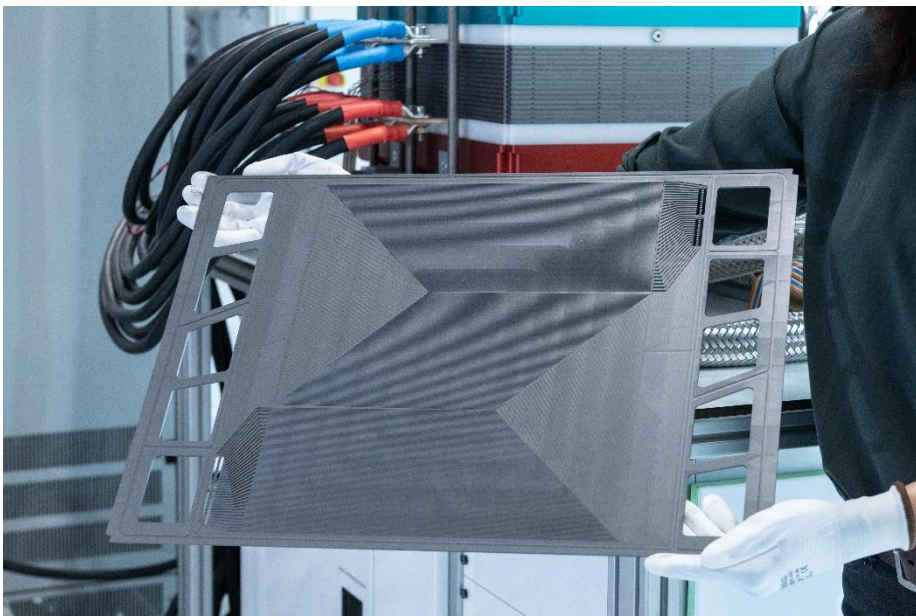
Medienkontakt ZSW:

Tiziana Bosa, Zentrum für Sonnenenergie- und
Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW),
Tel.: +49 731 9530-601, tiziana.bosa@zsw-bw.de, www.zsw-bw.de

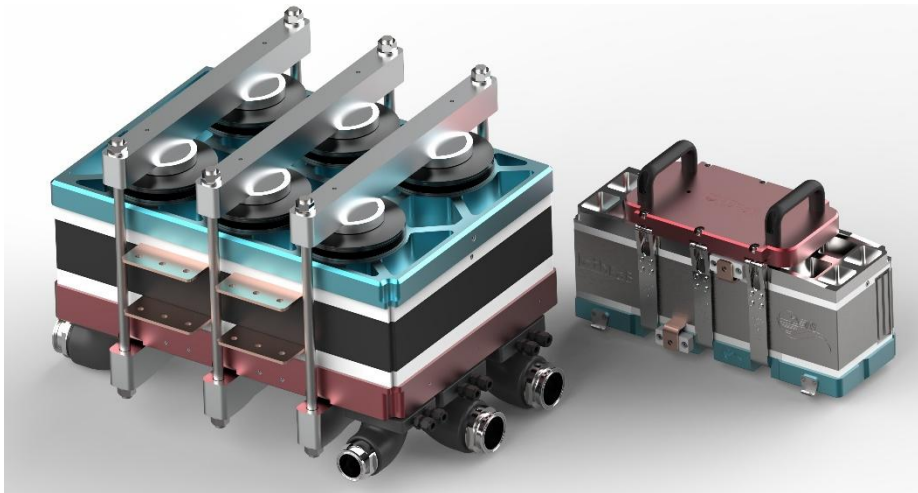
Axel Vartmann, PR-Agentur Solar Consulting GmbH,
Tel.: +49 761 380968-23, vartmann@solar-consulting.de,
www.solar-consulting.de



ZSW präsentiert Konzept für weltweit größten PEM-Brennstoffzellen-Stack mit 1.300 Quadratzentimetern Aktivfläche. Abgebildet ist der 15-zellige Demonstrator im Teststand in HyFaB. Bild: ZSW / Elvira Eberhardt.



ZSW präsentiert Konzept für weltweit größten PEM-Brennstoffzellen-Stack mit 1.300 Quadratzentimetern Aktivfläche: Abgebildet ist die 1.300 Quadratzentimeter große grafitische Bipolarplatte. Foto: ZSW / Elvira Eberhardt.



ZSW präsentiert Konzept für weltweit größten PEM-Brennstoffzellen-Stack mit 1.300 Quadratcentimetern Aktivfläche: Abgebildet ist der 1.300 Quadratcentimeter-Stack als Kurz-Stapel mit 15 Zellen im Größenvergleich zum Generischen Stack mit 100 Zellen. CAD-Design: ZSW