

DAS MAGAZIN FÜR WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLEN

HZwei



20

→ DIE HZWEI FEIERT IHR 20-JÄHRIGES JUBILÄUM

→ ÜBERSICHT AKTUELLER BRENNSTOFFZELLENHEIZGERÄTE



INHALTSVERZEICHNIS

3 Impressum

4 Editorial

5 Meldungen

Silke Frank startet Mission Hydrogen
Hydrogen Council wächst
Viessmann schließt Hexis
HZwei wird zwanzig

8 Messen

9 Hausenergie

Hersteller präparieren sich für reine H₂-Netze
Brennstoffzellen-BHKW aus China
Übersicht BZ-Heizgeräte

16 Politik

Ministeriengerangel um die Themenhoheit
Ein Green-Deal bietet sich an

20 Energiespeicherung

H₂-Produktion mitten im Meer
Interview mit dena-Chef Andreas Kuhlmann
Fortschrittliche Metallhydrid-Verbundwerkstoffe

30 Elektromobilität

DVGW-Studie belegt das Marktpotential
Studie von Fraunhofer ISE und H2 Mobility
Binnenschiffe können mehr als Diesel

40 Entwicklung

Zertifizierung von nachhaltig erzeugtem Wasserstoff
Pyrolyse als Pfad zur Wasserstoffproduktion
Messung und Zulassung von H₂-Tankstellen

46 Markt

Aktienanalyse von Sven Jösting

51 Produktmeldungen

52 International

Briten rüsten sich für Wasserstoff
Chile – der heimliche Champion
Übersicht über die Tätigkeiten der FCH JU
Solar-, H₂- und BZ-Technik auf Schwedisch

61 Terminkalender

62 Firmenverzeichnis



6+9 BZ-Heizgeräte – neue kommen, alte gehen



44 Zulassung von Wasserstofftankstellen



54 Chile – der heimliche Champion der H₂-Wirtschaft

3

<p>IMPRESSUM HZwei</p> <p>ISSN: 1862-393X Jahrgang: 20. (2020) / Heft 2, April 2020</p> <p>Verlag: Hydrogeit Verlag Inh. Sven Geitmann, Gartenweg 5 D - 16727 Oberkrämer</p> <p>USTID.: DE 221143829</p> <p>ViSP: Dipl.-Ing. Sven Geitmann Tel./Fax: +49 (0)330955 – 21322/20 E-Mail: kontakt@hydrogeit.de Internet: www.hydrogeit-verlag.de, www.hzwei.info Redaktion, Mitarbeit: Sven Geitmann, Michael Jensen, Sven Jösting, Edgar Lange, Uta Mummert</p>	<p>DAS MAGAZIN FÜR WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLEN</p> <p>HZwei</p> <p>Design: Dipl.-Des. Andreas Wolter, Weimar Satz: Dipl.-Des. Henrike Hiersig, Berlin</p> <p>Anzeigen: Uta Mummert, creating relations, Leipzig Lektorat: Dione Gutzmer, Berlin</p> <p>Druck: Printec Offset – medienhaus, Kassel PEFC-zertifiziertes Papier</p> <p>Druckauflage: 4.500 Stück (plus 20.000 Downloads/Jahr) Erscheinungsweise: 4 x jährlich</p> <p>Einzelpreis (Inland): 8,00 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 2,00 € Versand) Jahrespreis (Inland): 30,00 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 7,00 € Versand) Einzelpreis (Europa): 8,00 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 4,00 € Versand) Jahrespreis (Europa): 30,00 Euro (inkl. MwSt. zzgl. 16,00 € Versand)</p> <p>Studenten: 50 % Ermäßigung Kündigung: jederzeit möglich, 6 Wochen vor nächster Ausgabe</p>	<p>Namentlich gekennzeichnete Beiträge spiegeln die Meinung der Autoren wider und entsprechen nicht unweigerlich der Meinung der Redaktion.</p> <p>Inhalte der Zeitschrift sowie der Homepage sind urheberrechtlich geschützt und dürfen nur nach ausdrücklicher Zustimmung des Hydrogeit Verlages vervielfältigt oder anderweitig veröffentlicht werden. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Fotos wird keine Haftung übernommen.</p> <p>H₂HYDROGEIT Alle technischen Angaben in dieser Zeitschrift wurden von den Autoren, der Redaktion und dem Verlag mit größter Sorgfalt erarbeitet und zusammengestellt. Trotzdem sind Fehler nicht vollständig auszuschließen. Der Hydrogeit Verlag weist ausdrücklich darauf hin, dass er keine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen kann.</p> <p>Titelbild: HZwei wird zwanzig. [Quellen: Hydrogeit Verlag]</p>	<p>PEFC</p>
--	--	---	-------------

CH₂ILE – DER HEIMLICHE CHAMPION

Wiedergutmachung für die chilenische Wirtschaft

1883 endete der sogenannte „Salpeterkrieg“ mit dem Sieg Chiles über Peru und Bolivien. Die Regionen Tarapacá und Antofagasta wurden ins chilenische Staatsgebiet eingegliedert. Warum aber hatte man in der trockensten Wüste der Welt Krieg geführt? Der Grund war Gold, allerdings nicht das klassische Gold, sondern das *weiße Gold* oder *Chilesalpeter*. Mit der Unterstützung des Britischen Weltreichs wurde Chile zum weltweit größten Exporteur für Salpeter oder Natriumnitrat, das ein natürliches Düngemittel ist und zudem als Schießpulver nutzbar ist, wenn es mit einem Reduktionsmittel gemischt wird. Chile hielt fast vier Jahrzehnte lang buchstäblich ein Monopol, errichtete neue Unternehmen und Städte und zog Investoren aus der ganzen Welt an.

Und wo Geschäfte sind, ist oft auch ein Deutscher beteiligt. Henry B. Sloman (1848 – 1931) war ein deutscher Geschäftsmann, der nach Chile ausgewandert war, um sein eigenes Salpeterunternehmen in Tocopilla aufzubauen. 1889 kehrte er als wohlhabender Mann nach Hamburg zurück. 1923 galt er als einer der reichsten Bürger Hamburgs. Seinem Erfolg zu Ehren hat Sloman 1924 das „Chilehaus“ in Auftrag gegeben, ein zehnstöckiges Bürogebäude in Hamburg, das heute zum UNESCO-Weltkulturerbe gehört.

Die Salpeterexporte haben die chilenische Wirtschaft auf beispiellose Weise angekurbelt. Doch nichts ist für die Ewigkeit. Ab 1904 gelang es Fritz Haber an der Hochschule Karlsruhe (heute KIT), Ammoniak direkt aus Wasserstoff und Stickstoff herzustellen. Zwischen 1910 und 1913 konnte Carl Bosch von BASF in Ludwigshafen diesen Prozess erweitern und industrialisieren. Ihre Entdeckungen brachten beiden später den Nobelpreis in Chemie ein. Zum ersten Mal in der Geschichte war es seitdem möglich, Stickstoff auf einem stabilen Ammoniakmolekül zu binden. Haber und Bosch konnten so einen günstigeren Ersatz für das *chilenische weiße Gold* chemisch herstellen.

Im Ersten Weltkrieg 1914 war dieses neue Verfahren für die deutschen Kriegsanstrengungen entscheidend. Das gleiche Britische Weltreich, das Chile im Salpeterkrieg unterstützte, begann, den deutschen Import von Salpeter zu blockieren und damit die deutsche Landwirtschaft und den Schießpulversektor zu gefährden. Für das Deutsche Reich stellte der Mangel an Salpeter eine Krise dar, die gelöst werden musste. Und mit einer Krise kamen Finanzpläne und Innovation. Ein zwischen der deutschen Regierung und der Chemieindustrie geschlossener Vertrag ermöglichte die Errichtung neuer Ammoniak-Produktionsanlagen (*Salpetersprechen*). Deutschland und seine Alliierten waren somit in der Lage, Schießpulver und Düngemittel herzustellen, ohne auf Salpeterimporte angewiesen zu sein.

Mit diesen synthetischen Salpeter-Alternativen und aufgrund der fehlenden Innovation in der chilenischen Industrie war es nur eine Frage der Zeit, bis das Monopol des Chilesalpeters zusammenbrach. Dies geschah schließlich während der „Großen Depression“ zwischen 1929 und 1932. Der starke Rückgang des Salpeterbedarfs und das zunehmende Aufkommen von Harnstoff bedeuteten das Ende der Industrie. Das südamerikanische Land hatte den Gewinn aus dem weißen Gold nicht verwendet, um die Wirtschaft

zu diversifizieren oder in Forschung und Entwicklung zu investieren. Dieser Fehler ließ die chilenische Wirtschaft zusammenbrechen.

DIE WIEDERGUTMACHUNG Fast hundert Jahre später kann der gleiche chemische Prozess, der die chilenische Wirtschaft einbrechen ließ, eine bedeutende Rückkehr auf den Weltmarkt ermöglichen. Nur dieses Mal wird die Entwicklung auf moderner Technologie, sauberer erneuerbarer Energie und umweltfreundlichem „grünem“ Wasserstoff basieren. Willkommen zur größten Wiedergutmachung für die chilenische Wirtschaft.

Chile hat weltweit eines der größten Potentiale für die Produktion erneuerbarer Energien. Mit einer Länge von mehr als 4.200 km von Nord nach Süd, also einer Strecke vom nördlichen Skandinavien bis zum nördlichen Afrika, liegt es zwischen dem Pazifik und den Anden. Laut dem 2018 Bloomberg New Energy Finance Climate Scope ist Chile das weltweit attraktivste Land für Investitionen in saubere Energien (von insgesamt 103 aufstrebenden Märkten). Es besitzt ein Potential für die Produktion von 1.380 bis 1.860 GW erneuerbare Energie, einschließlich Solar-PV-, Solar-CSP- und Windenergie. Das entspricht rund dem 70-fachen der aktuell installierten elektrischen Leistungskapazität. Dies hat den Weltenergieat-Deutschland e. V. dazu veranlasst, das Land in seinem 2018 erschienenen Bericht „Internationale Aspekte einer Power-to-X-Roadmap“ als „heimlichen Champion“ zu bezeichnen.

WIE RÜTTELT MAN DIESEN „HEIMLICHEN CHAMPION“ WACH? Wasserstoff ist natürlich kein neues Element für Chile. Er wird seit Jahrzehnten in industriellen Anwendungen genutzt, die von Ölraffinerien über die Flachglasherstellung bis zum gehärteten Pflanzenöl reichen. Die jüngste Aufwertung von grünem Wasserstoff in Chile kann jedoch auf die Bemühungen der Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit, GIZ, im Auftrag des deutschen Bundesumweltministeriums zurückgeführt werden, das mit dem chilenischen Energieministerium und CORFO, der Wirtschaftsentwicklungsgesellschaft, zusammenarbeitet.

Da der Bergbau die wichtigste Wirtschaftsaktivität in Chile ist, hat die Kommission für Solarenergie und technologische Innovation von CORFO 2017 mit der Mitfinanzierung von zwei Projekten für industrielle Wasserstoffanwendungen in diesem Sektor begonnen. Das erste Projekt führt die duale Wasserstoffverbrennung in 300-t-Großmuldenkippern ein (s. Foto Seite 3). Das zweite hat die Nutzung von Brennstoffzellen in großen unterirdischen Förderfahrzeugen zum Ziel.

Die GIZ nahm darüber hinaus eine entscheidende Rolle bei der Organisation der ersten internationalen Wasserstoffseminare in Chile im Mai 2017 und September 2018 ein, die die Aufmerksamkeit von Schlüsselpersonen aus Regierung, Industrie und Wissenschaft weckten. Auch eine privat-private Partnerschaft entstand. Zusammenarbeit ist wichtig, um die Technologie auszubauen, und so haben ENGIE (französischer Versorger) und ENEAX (chilenischer Importeur für Ammoniak für Bergbausprenge Stoffe) sich zusammengesetzt, um das erste umweltfreundliche Ammoniakprojekt in Chile zu entwickeln.

Unbestrittener Höhepunkt war bislang die Gründung von H₂ Chile, der chilenischen Wasserstoffgesellschaft, im Januar 2018. Ihr Ziel ist die Förderung von grünem Wasserstoff als nachhaltigem Energievektor für die Kohlendioxidreduzierung des chilenischen Wirtschaftssektors und längerfristig für die weltweite Lieferung von umweltfreundlicher Energie, indem Wasserstoff und seine Ableitungen ins Ausland versendet werden. So entsteht eine ganz neue Chemieindustrie, die auf Aufbauinvestitionsprojekten basiert.

In den letzten beiden Jahren gab es eine steigende Zahl von Veranstaltungen, bei denen dieser alte Newcomer Wasserstoff in speziellen Schulungsaktivitäten, Kongressen, Seminaren, Zeitungen, Fachartikeln und Berichten, einschließlich Fernsehinterviews, vorgestellt und beworben wurde, um das öffentliche Bewusstsein für dieses Thema zu steigern.

WIE SIEHT DIE PROGNOSE FÜR CHILE AUS? In ihrem Bericht vom Juni 2019 mit dem Titel „Die Zukunft der Wasserstoffwirtschaft“ bestätigte die IEA (International Energy Agency), dass Chile über geeignete Rahmenbedingungen verfügt, um Wasserstoff zu den weltweit niedrigsten Kosten zu produzieren (< 1,60 US-\$/kg). Dies liegt an der außergewöhnlichen Sonneneinstrahlung in Chile, vor allem in der nördlichen Atacama-Wüste. Aufgrund des kalten Humboldtstroms bilden sich in diesem Gebiet an mehr als 300 Tagen und Nächten im Jahr keine Wolken, was dazu führt, dass sich hier mehr als 70 Prozent der weltweiten Himmelsbeobachtungseinrichtungen befinden. Dagegen bietet der südliche Teil Chiles, einschließlich der stets windigen Patagonia-Region, phänomenale Anlagenvoraussetzungen für Onshore-Windparks.

Erneuerbare elektrische Energie kann auch mithilfe von Erdwärme erzeugt werden. Chile gehört zum pazifischen Feuerring und hat sehr viele Vulkane, was darauf hinweist, dass sich heiße Lava in der Nähe der Erdoberfläche befindet. Die rund 5000 km lange Küste sorgt dafür, dass alle Arten von Gezeiten- und Wellenenergie genutzt werden können (Potential von 240 GW). Darüber hinaus besteht ein beträchtliches Potential für Biomasse und Wasserkraft in den mittleren/südlichen Regionen.

Aber wie viel grüner Wasserstoff kann produziert werden? Ausgehend von seinem Potential für erneuerbare Energie könnte Chile bis zu 200 Mio. t Wasserstoff pro Jahr herstellen. Das wäre das rund Dreifache der aktuellen weltweiten jährlichen Wasserstoffproduktion von rund 70 Mio. t. Der Wert dieser elementaren umweltfreundlichen Energie kann bis zu mehrere hundert Milliarden Dollar pro Jahr betragen. Diese neue Industrie hat die gleiche Größenordnung wie das aktuelle Bruttozialprodukt Chiles.

2017 hat die Washington Post Chiles Potential für erneuerbare Energie mit den Ölexporten Saudi-Arabiens verglichen. Saudi-Arabiens Erdölexporte von 2,7 Mrd. Barrel pro Jahr entsprechen 16,5 EJ/Jahr Wärmeenergie, was nach der Umrechnung in elektrische Energie einen Wert von 5,5 EJ/Jahr ergibt. Wie oben beschrieben, beläuft sich allein Chiles Potential für Solarenergie auf 6,1 PWh/Jahr, was 22,1 EJ/Jahr als grünen Wasserstoffs gespeicherter Energie entspräche. Daraus könnten 12,1 EJ/Jahr Regenerativstrom mithilfe von Brennstoffzellen erzeugt werden. Das ist mehr als das Doppelte der thermoelektrisch erzeugten Energie, die aus den aktuellen Erdölexporten Saudi-Arabiens gewonnen werden kann. Ein weiterer Vorteil ist, dass der umweltfreundliche Wasserstoff Chiles keine Treibhausgasemissionen produzieren würde. Er ist zudem ein erneuerbarer Energieträger, der nicht von Quellen abhängig ist, die versiegen könnten.

WAS KOMMT ALS NÄCHSTES? 2019 war ein spannendes Jahr für die chilenische Wasserstoffproduktion, die durch die COP25 vorangetrieben wurde, die ursprünglich in dem langgestreckten Land stattfinden sollte. Es gab zahlreiche Seminare zum Thema Wasserstoff. Zudem wurde die chilenische Wasserstoffstrategie diskutiert und festgelegt, nachdem landesweite Arbeitssitzungen mit der Industrie, Wissenschaft, Regierung und Zivilgesellschaft stattfanden. Sie wurde von der Kommission für Solarenergie und technische Innovation der Wirtschaftsentwicklungsgesellschaft CORFO bekannt gegeben. Auch wenn die COP25 letztendlich in Madrid stattfand, konnte Chile eine neue Veranstaltung rund um den Wasserstoff unter dem Vorsitz des Geschäftsführers von H₂ Chile organisieren, an der zahlreiche Spezialisten aus der ganzen Welt teilnahmen.

2020 werden zahlreiche Seminare und Workshops namens Mission Cavendish (zu Ehren der Entdeckung von elektrolytischem Wasserstoff vor zweieinhalb Jahrhunderten) veranstaltet, um Wissenslücken zu schließen und Wasserstoffprojekte zu fördern. Das Energieministerium, das von der GIZ und von nationalen wie auch internationalen Beratern unterstützt wird, erarbeitet zurzeit eine offizielle chilenische Wasserstoffnorm, die im Laufe des Jahres fertig werden soll. Diese Einrichtungen arbeiten mit CORFO und dem Wissenschaftsministerium zusammen, um eine internationale Wasserstofftagung im Juni 2020 zu organisieren. Ein weiterer Höhepunkt wird das Forum „2020 Clean Energy Ministerial and Mission Innovation Ministerial (CEM11/MI-5)“ sein, das in Viña del Mar, Chile, vom 2. bis 4. Juni 2020 abgehalten wird.

MASSNAHMEN Chile könnte Deutschland maßgeblich dabei unterstützen, seine Ziele für saubere Energie zu erreichen. Der vor Kurzem veröffentlichte Entwurf der deutschen Wasserstoffrichtlinie fordert, dass umweltfreundlicher Wasserstoff importiert wird, um die Kohlendioxidreduzierung der Wirtschaft zu beschleunigen. Chile hat das erforderliche Potential, um sauberen, nachhaltigen grünen Wasserstoff zu den geringstmöglichen Kosten zu produzieren. Es muss eine riesige Industrie für saubere Energie in Chile aufgebaut werden, für die Technologie, Know-how und Kapital aus Deutschland dringend benötigt werden. Geht man einen Schritt weiter, könnte auch eine ganz neue, nachhaltige Chemieindustrie in Chile entstehen, um unter anderem umweltfreundliches Ammoniak und umweltfreundliche Düngemittel zu exportieren.

Gern würden wir den heutigen visionären Henry B. Sloman einladen, nach Chile zu kommen und den Haber-Bosch-Prozess anzuwenden, dieses Mal mit grünem Wasserstoff, um das neue, erneuerbare „grüne Gold Chiles“ herzustellen. ||

Autoren:

Hans-Werner Kulenkampff, Präsident H₂ Chile

Dr. Erwin Plett

Vorsitzender der Energiekommission, Chilean Engineering Society; Low Carbon Chile SpA

