



Pressemitteilung ZG-1605, 09.06.2016



Komplexe Metallhydride - Wasserstoffspeicher der Zukunft

BOR4STORE B4S-SM/MM Feststofftank

erster semi-kommerzieller Borhydrid Feststoff-Wasserstoffspeicher fertiggestellt

H₂-Speicherung > 8 wt.% und > 80 kg H₂/m³ im Speicherwerkstoff

Wenden/Olpe

Der aus 9 Europäischen Partnern bestehenden Forschungsgruppe "BOR4STORE" [1, 2] ist es gelungen, erstmals einen semi-kommerziellen Borhydrid Feststoffspeicher zu entwickeln. Das Konsortium wurde dazu über 3,5 Jahre von der EU unterstützt, Koordinator war das Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG) und bei Zoz in Wenden wurden entsprechende Tanks konstruiert und das Model B4S-SM in dieser Woche ausgeliefert.



Der B4S-SM stellt dabei die Einzelmodulversion des in der Zielsetzung multi-modularen Tanks B4S-MM dar. Das ist der erste funktionsfähige, wenn auch noch nicht wirtschaftliche aber doch quasi serienreife LiBH₄-Speichersystem und kann bei Zoz inklusive aller Zulassungen ab 1. August 2016 bestellt werden. Möglich wurde dieser technologische Durchbruch durch die Zusammenarbeit mit der Gruppe von Prof. Klassen, Dr. Dornheim, Dr. Bellosta von Colbe, Dr. Taube und Dr. Capurso am HZG, die seit Jahren auf dem Gebiet reaktiver Hydrid-Komposite (RHC) forschen und bereits erste Testtanks fertiggestellt haben. Der Beladeprozess mit Wasserstoff in diesem Speichermaterial ist vollständig reversibel und die H₂-Freisetzung wird dabei ausschließlich thermisch aktiviert.

Hintergrund:

In der ganzen Welt bemüht man sich um kostengünstige, effiziente Energiespeicher für schnelle, saubere und massenhafte Energiespeicherung, insbesondere um Überschussenergie dezentral speichern und damit eine flächendeckende Energieversorgung und emissionsfreie Mobilität bereitstellen zu können. Wasserstoff (H₂) ist dabei attraktivster Kandidat, um z. B. mittels Strom aus PV- oder Windenergieanlagen diesen herzustellen und zeitversetzt, nämlich dann, wenn die Sonne nicht scheint oder der Wind nicht weht, z. B. mittels Brennstoffzelle aus H₂ wieder Strom zu generieren. Dazu muss H₂ jedoch kostengünstig und effektiv gespeichert und auch wieder freigesetzt werden können [2, 3].

Sogenannte komplexe Metallhydride [3-5] könnten absehbar eine Klasse der besten Wasserstoff-Energiespeicher der Zukunft repräsentieren. Die größte bekannte Speicherkapazität besitzt dabei Lithium-Borhydrid (LiBH₄) mit einer theoretischen H₂-Kapazität von 18,3 Gew.-% [6, 7]



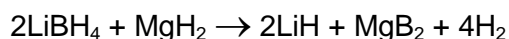
und liegt damit etwa 6x höher als heute bekannte Raumtemperaturhydride mit 2-4 Gew.-%. Um diese Möglichkeiten kommerziell verfügbar zu machen, sind jedoch noch große Forschungsanstrengungen nötig.

Einen hervorragenden Beitrag dazu leistete von April 2012 bis September 2015 das Europäische Projektkonsortium BOR4STORE [2], bestehend aus: HZG - Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (D), Abengoa Hidrógeno S. A. (ES), Katchem Spol. S. R. O. (CZ), Aarhus Universitet (DK), Institut for Energietechnik (NO), Università del Studio de Torino (I), EMPA - Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (CH), National Centre for Scientific Research "Demokritos" (GR) und der Zoz GmbH (D) mit Sitz in Wenden.

Das "BOR4STORE"-Projekt wurde im Rahmen der Europäischen Public-Private Partnership "Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking" [1] (FCH JU, Gemeinschaftsunternehmen Brennstoffzellen und Wasserstoff) mit ca. 2,1 MioEuro gefördert. Die Zielsetzung lag hierbei auf der Erlangung eines grundlegenden wissenschaftlichen Verständnisses von Bor-basierenden Wasserstoffspeicherwerkstoffen jenseits der 8 Gew.-% Kapazität sowie der Untersuchung möglichst kostengünstiger Synthese- und Produktionsmöglichkeiten solcher Materialien. Als ambitionierte Zielsetzung stand als Projekt-Ergebnis/Demonstrator eine voll funktionsfähige Einheit eines Feststofftanks mit thermischer Anbindung an eine SOFC-Brennstoffzelle auf dem Plan.

Im Projekt wurde viel erreicht, auch wenn z. B. der Tankbau sowohl nach Kosten wie auch nach Zeitaufwand für so simpel scheinende Dinge wie Materialbeschaffung und Zertifizierung völlig unterschätzt wurde.

So wurde der reaktive Hydrid-Komposite-Werkstoff (RHC) bestehend aus Lithium-Bor- und Magnesiumhydrid (LiBH₄ + MgH₂) mit einer H₂-Kapazität von ca. 9 Gew.-% [9]:



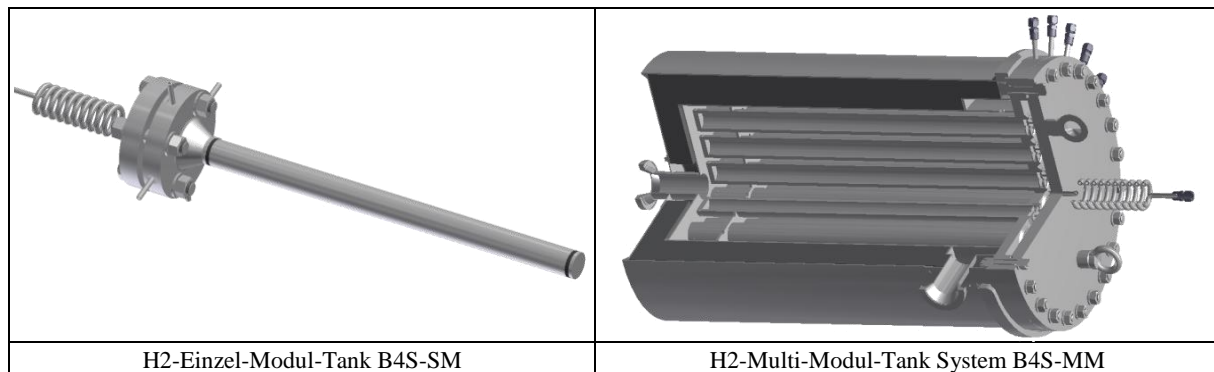
als vielversprechendstes System identifiziert. Insbesondere in Anbetracht der hohen Sorptionstemperatur im Bereich mehrerer 100°C wurden Modellierungen von Struktur- bis Thermodynamik erstellt und Phasendiagramme konstruiert. Inkludiert waren auch Kostenanalysen, Aufbau einer SOFC-Brennstoffzelle sowie die Konstruktion von zwei Tanksystemen.

Der Tankbau war die Kernaufgabe von Zoz und hier stellte sich als besondere Herausforderung die Kombination von hoher Temperatur und vergleichsweise hohem Druck, Präsenz von Wasserstoff und notwendiger Sicherheitszertifizierung.

Aufgrund der im Projektverlauf gewonnenen völlig neuen Erkenntnisse stellten sich die Kosten von 2 geplanten Tanks als vielfach höher als bei der Projektbeantragung angesetzt heraus und auch die Zeitschiene war nicht einzuhalten. So hat z. B. die Beschaffung des

Rohmaterials für die Tankhülle nicht einige Wochen sondern mehrere Monate in Anspruch genommen und der schließlich in Wenden angekommene Spezialstahl war über 2 Kontinente zurückzuverfolgen. Um beinahe ein Jahr hat sich die TÜV-Abnahme verzögert, da auch hier völliges Neuland betreten wurde.

Innerhalb des Projektes konnten beide Tanks zwar komplett ausgelegt und berechnet werden, jedoch waren hier insofern eben nur die Konstruktionspläne der B4S-Tanks das Projektergebnis:



Da Zoz an dieser Technologie allerdings größtes Interesse hat, und da man als Ergebnis des Projekts genau weiß, wie ein solcher Tank zu realisieren ist, wurde der Einzel-Modul-Tank B4S-SM nach offiziellem Ende des Projektes in Eigenregie Ende 2015 / Anfang 2016 fertiggestellt und im Februar 2016 vom TÜV-Süd abgenommen.

Der B4S-SM-Tank wiegt bei etwa einen Meter Baulänge ca. 25kg, ist für einen Betrieb bis 650°C bei einem maximalen Belade-/Betriebsdruck von 100bar mit Testdruck von 325 bar ausgelegt und speichert ca. 50g Wasserstoff.

Im Vergleich z. B. zu den RT-Hydrid-basierenden H2Tank2Go® [10] von Zoz, welche bei einer Baulänge von ca. 30cm, einem Gewicht von ca. 4kg bei Raumtemperatur bei einem Betriebsdruck <10bar mit Prüfdruck 80bar und zu einem Bruchteil der Kosten mehr Wasserstoff speichern können, mutet das Ergebnis ernüchternd an. Ist es aber nicht ! Zoz dazu: "wir stehen hier quasi ganz am Anfang einer Technologie, die zur stationären wie mobilen Energiespeicherung weit höhere Potentiale in Aussicht stellt, als dass das Raumtemperaturhydride, H2-Druckgassysteme oder auch elektrochemische Energiespeicher / Batterien nach heutigem Kenntnisstand leisten können".



Der B4S-SM-Tank wurde erstmalig "im nahezu fertigen Zustand" im Rahmen der OZ-16 im März 2016 im Wendener Rathaus vorgestellt [11]. Hier waren auch Vertreter der BOR4STORE-Projektpartner mit Beiträgen und als Aussteller vertreten: Prof. Wolfgang Kaysser und Prof. Thomas Klassen von HZG, Prof. Andreas Züttel von der EMPA sowie die Doktoranden Frau Priscilla Huen und Seyedhosein Payandeh von der Aarhus University sowie Frau Anna Wolczyk von der Universität Turin. Ferner konnte der Tank bereits der "Wasserstoffwelt" vorgestellt werden, so auch Dr. Klaus Bonhoff, Geschäftsführer der NOW GmbH, der Nationalen Organisation Wasserstoff.



OZ-16 v.l.n.r.: Prof. Klassen und Prof. Kaysser am Continental-Messestand (Löwenzahn-Autoreifen), Alina Zoz (Airbus Defense & Space) mit Prof. Züttel an der Fotowand, Prof. Zoz und Dr. Bonhoff am B4S-SM-Tank und an der Fotowand.

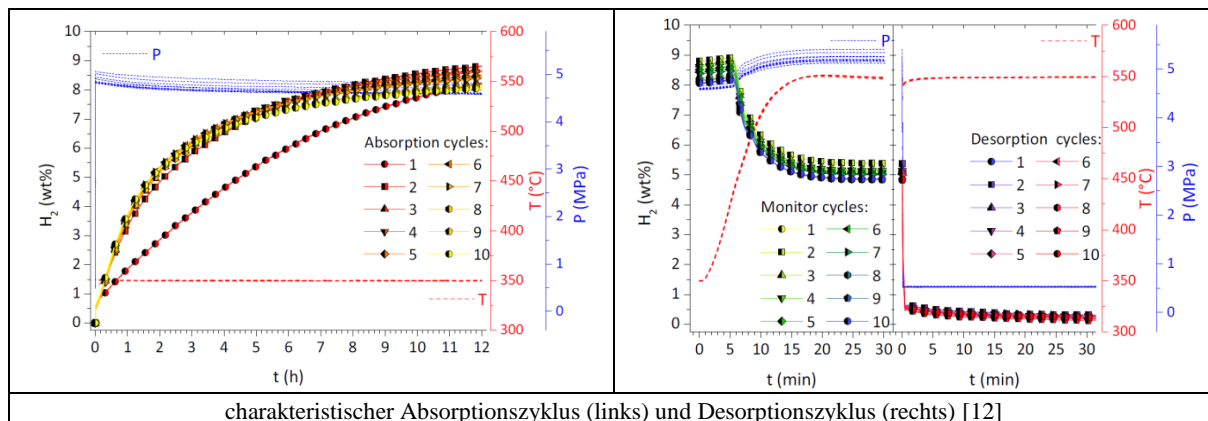
Es fehlte hierbei noch die Steuerung für die für die ersten Tanktests vorgesehenen Widerstandsheizung, Ansteuermodul und Schnittstelle. Darum zwischenzeitlich am Zoz-Stammsitz in Hünsborn (HQH) komplettiert, wurde der Tank am vergangenen Montag an das HZG, welches nicht von ungefähr im Zoz Technology Center (ZTC) in Olpe eine Außenstelle unterhält, ausgeliefert. Die Befüllung und weitere Untersuchung/Erprobung wird allerdings nicht in Olpe, sondern in Geesthacht erfolgen. Langfristig ist geplant, die Temperierung des Tanks mit der Abwärme einer Hochtemperaturbrennstoffzelle (SOFC) vorzunehmen. Eine entsprechende Vorrichtung wird derzeit am HZG konzipiert.



H2-Tank System B4S-SM am ZTC in Olpe sowie innen im Helmholtz HZG - Hydrogen Technology Centre vor dem Simoloyer[®] CM100-s2 zur Herstellung komplexer Metallhydride

Die Eckdaten dieses ersten semi-kommerziell verfügbaren Wasserstoff-Tanks auf Basis von Borhydrid Reaktiven Hydrid Kompositen stellen sich wie folgt dar:

H2-Tank System BOR4STORE - B4S-SM			
B4S-SM Tankmodul		B4S-SM Gesamtsystem	
Speichersystem	LiBH4/MgH2 RHC	Abmessungen LxBxH	2.100x800x630mm
H2-Kapazität	~ 50g	Gesamtgewicht	140 kg
H2 gravimetrisch RHC	~ 10 Gew.-%	Heizleistung elektrisch/Abwärme	2,5 kW
H2 volumetrisch RHC	> 80 kg H ₂ /m ³		
Isolator	Glasgewebe	Isolator	20 kg Perlite Isoself [®]
Tankvolumen, netto	712 cm ³	Oberflächentemperatur	< 60°C bei RT
Tankgewicht, netto	25,5 kg		
Betriebsdruck	3-100bar	Steuerung	B4S-SM-a
Betriebstemperatur	max. 650°C	Anschluss	Stecker CEE16A
Beladedruck	50-60bar	Absicherung	400V/10A
Beladetemperatur	max. 350°C	Schnittstelle	USB - Jumo 322
Testdruck	325bar		
Prüfabnahme	AD-2000 (TÜV-Süd)	Prüfabnahme	CE



Quellennachweise:

- [1] <http://www.fch-ju.eu>
- [2] <http://www.bor4store.eu>, Grant Agreement FCH JU 303428
- [3] Prof. Dr. Andreas Züttel: The role of nanostructure for hydrogen storage; Proceedings OZ-16, 9th International | German-Japanese Symposium on Nanostructures, (2016).
- [4] T. Klassen, H. Gutzmann, M. Schieda, T. Emmler, R. Just, N. Bergemann, F. Karimi, S. Boerries, H. Cao, A.-L. Chaudary, A. Santoru, L. Thi Tu, G. Gizer, J. Jepsen, G. Capurso, C. Horstmann, O. Metz, J. Bellosta von Colbe, K. Taube, C. Pistidda, F. Gärtner, M. Villa-Vidaller, M. Dornheim: Nanostructured Materials for Hydrogen Technology as Key to Sustainable Mobility; Proceedings OZ-16, 9th International | German-Japanese Symposium on Nanostructures, (2016).
- [5] Dr. José M. Bellosta von Colbe: Hydrides for Energy Storage; Proceedings OZ-14, 7th International | German-Japanese Symposium on Nanostructures, (2014).
- [6] Prof. Dr. Etsuo Akiba: Hydrogen storage by Mg-based compounds; Proceedings OZ-11, 4th International | German-Japanese Symposium on Nanostructures, (2011).
- [7] Züttel, A.; Wenger, P.; Rentsch, S.; Sudan, P.; Mauron, Ph.; Emmenegger, Ch. J. Power Sources 118, 1, 2003.
- [8] Joydev, M.; Manvendra, V.; Pratibha, S., Int. J. Energy f. Clean Environment 11, 1-4, 2010.
- [9] L. Schlapbach; A. Züttel, Nature 414, 353, 2001.
- [10] <http://oz.zoz-group.de>
- [11] <http://www.zoz.de>
- [12] Unveröffentlichte Messdaten, HZG mit freundlicher Unterstützung der Universität Padua.