



Dr. Martin Roeb ist kommissarischer Abteilungsleiter für solarchemische Verfahrensentwicklung im Institut für Future Fuels im Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt e. V. (DLR) in Köln

„Bei der HYDROSOL-Technologie kommt Hightech aus vielen Disziplinen zusammen. Die Beteiligung an Verbundprojekten erleichtert uns die Zusammenarbeit mit allen wichtigen Partnern, vor allem, um die Industrie in unsere Forschung einzubinden.“

Herr Dr. Roeb, Sie und Ihr DLR-Institut haben einen entscheidenden Schritt dazu beigetragen, aus Sonnenlicht Wasserstoff herzustellen. Haben Sie eine Strategie für Ihr Institut beziehungsweise in der Technologieentwicklung?

Wir wollen mittelfristig die Technologie so weit entwickeln, dass sie für die Industrie wirtschaftlich umsetzbar wird. Deshalb binden wir auch jetzt schon Partner aus der gewerblichen Wirtschaft ein, die bei einer denkbaren industriellen Umsetzung eine Rolle spielen könnten.

Wir haben bisher gezeigt, dass die Technologie funktioniert, auch mit größeren Reaktoren. Momentan arbeiten wir an der betriebswirtschaftlichen Machbarkeit des Prozesses, das heißt an dessen Effizienz, an der Verbesserung der Komponenten und auch an den Kosten, um langfristig ein Verfahren anbieten zu können, mit dem man Wasserstoff zu konkurrenzfähigen Marktpreisen herstellen kann.

Welchen Anteil haben die verschiedenen Förderprogramme an der bisherigen Entwicklung?

Einen sehr großen, muss man sagen. Vieles an der HYDROSOL-Technologie ist Hightech aus verschiedenen Disziplinen, wie zum Beispiel Werkstofftechnologie, Automatisierungstechnik oder konzentrierende Solartechnik. Hier brauchen wir die Unterstützung nationaler und internationaler Spezialisten als Partner in verschiedenen Projekten. In regionalen Projekten konnten wir konkrete Aspekte angehen, die sich im Zuge der Forschung als Hindernisse herausstellten, wie etwa Komponenten zur Wärmerückgewinnung oder optische Komponenten.

Wir haben im Labormaßstab begonnen und uns bis zur Demonstration auf dem Solarturm entwickelt. Die Weiterentwicklung der Technologie ist noch im Gange, um sie für die industrielle Anwendung praktikabler zu machen. Ohne die Förderprogramme hätte es diese Entwicklung nicht gegeben. Insbesondere die Einbindung von Partnern aus der Industrie wird durch die Förderprogramme erleichtert.

Die DLR-Solarforschung ist langjähriger Partner der spanischen Großforschungseinrichtung CIEMAT in Almería. Vor einigen Jahren kamen einige Großanlagen am Standort Jülich dazu. Welche Bedeutung haben diese Anlagen für Ihre Forschung?

Von diesen Anlagen profitieren wir sehr. Die Partnerschaft mit CIEMAT ermöglichte es uns schon Anfang der 2000er-Jahre, Tests in größerem Maßstab unter Bedingungen durchzuführen, die denjenigen der Zielländer der HYDROSOL-Technologie – also den sonnenreichen Ländern – sehr ähnlich sind. Dass wir jetzt auch Testanlagen „vor der Haustür“ in Jülich haben, ist für uns optimal. Der weitere DLR-Standort wurde durch eine Mischförderung unter Beteiligung des Bundes und des Landes Nordrhein-Westfalen realisiert. Ohne diese Anlagen hätte es eine Vielzahl von aktuell laufenden Projekten nicht gegeben. Dadurch, dass auch viele externe Kunden die Anlagen nutzen, profitiert die ganze Region davon.

Wie gehen Sie mit den administrativen Hürden verschiedener Förderprogramme um? Haben Sie noch Tipps für andere Antragstellende/Forschende?

Klar, die Antragstellung und Abrechnung der Projekte sind zum Teil mühsam. So fragt man sich manchmal, warum so vieles noch nicht in digitaler Form machbar ist oder warum teilweise auch bei kleinsten Beschaffungen Begründungen zur Projektrelevanz abgegeben werden müssen. Am Ende jedoch hat sich bisher bei jedem Projekt der Aufwand gelohnt, und wir sind immer einen großen Schritt weitergekommen. Auch hat sich mittlerweile eine Routine entwickelt, und unsere kaufmännischen Mitarbeitenden können mit dem administrativen Aufwand sehr gut umgehen. Am besten ist es, wenn man von Anfang an eng mit dem Projektträger zusammenarbeitet und viel kommuniziert.

Wie geht es bei Ihnen weiter? Was sind die nächsten und langfristigen Schritte/Ziele?

Wir arbeiten in den laufenden Projekten an der Prozessoptimierung und an einer modellbasierten Regelung der Anlage, die wir zu diesem Zweck im Moment auf der Forschungsebene des Solarturms aufbauen. Auch mit der Funktionalität und der Lebensdauer der Komponenten beschäftigen wir uns weiterhin. Außerdem wollen wir den automatisierten Betrieb der Anlage demonstrieren. Mittel- und langfristig wollen wir Partner gewinnen, mit denen wir Konzepte für Anlagen in der Größenordnung von 50 Megawatt und mehr entwickeln können – eine Größenordnung, mit der die Herstellung von Wasserstoff zu wettbewerbsfähigen Preisen möglich sein wird.

Stand: August 2022

Bildrechte: © DLR Institut für Future Fuels

Best Practice – Innovationsfeld Energie
HYDROSOL: mit der Hitze der Sonne zum Wasserstoff



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) Institut für Future Fuels Solarchemische Verfahrensentwicklung (SVE) Linder Höhe | 51147 Köln www.DLR.de/energie

Konzentriertes Sonnenlicht erzeugt auf der „Plataforma Solar de Almería“ (PSA) im HYDROSOL-Verfahren unter großer Hitze Wasserstoff

Dringender denn je benötigt die Menschheit speicherbare Energieträger. Sie sollen aus erneuerbaren Quellen kommen und bezahlbar sein. Das DLR Institut für Future Fuels in Köln forscht seit mehr als 20 Jahren an einer solchen Technologie. Durch die strategische Nutzung verschiedener Fördermittel aus der EU, dem Bund und dem Land entwickelten die Forschenden zusammen mit Partnerinnen und Partnern aus dem In- und Ausland ein Verfahren, bei dem aus konzentriertem Sonnenlicht und Wasser Wasserstoff erzeugt wird.

Das HYDROSOL-Verfahren

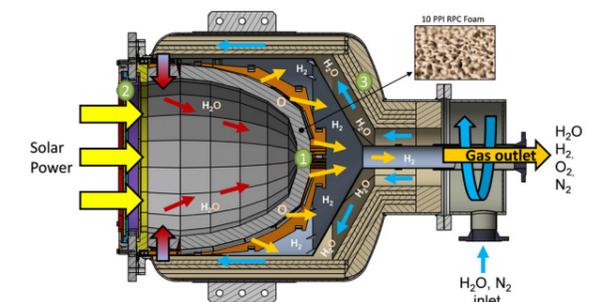
In Almería scheint die Sonne bis zu 14 Stunden täglich. Beste Voraussetzungen, um das sogenannte HYDROSOL-Verfahren zu testen. Die Technologie beruht auf einem thermochemischen Prozess, der sehr hohe Temperaturen benötigt, wie sie etwa durch konzentriertes Sonnenlicht erzeugt werden. Über den spanischen Forschungspartner CIEMAT (Centre for Energy, Environmental and Technological Research) besteht Zugang zum größten europäischen Testzentrum für konzentrierende Solartechnologien, die „Plataforma Solar de Almería“ (PSA). Dort fangen zahlreiche vor einem Turm positionierte Spiegel das Sonnenlicht auf und reflektieren es auf einen gemeinsamen Brennpunkt. An dieser Stelle steht das eigentliche Kernstück der Anlage, der Reaktor, in dem der Prozess abläuft. Als reaktives Material benötigt man ein Metalloxid, also eine Verbindung aus einem Metall und Sauerstoff. Diesem Metalloxid entzieht man zunächst bei extrem hohen Temperaturen von bis zu 1.500 Grad Celsius einen Teil seines Sauerstoffs, bevor die Metallverbindung mit heißem Wasserdampf in Kontakt gebracht wird. Dies führt dazu, dass sich das Material den Sauerstoff aus den Wassermolekülen, bestehend aus Wasserstoff und Sauerstoff, zurückholt und das Wassermolekül so spaltet, dass Wasserstoff übrigbleibt. Dieser kann dann aufgefangen und gespeichert werden.

Synergien bereiten den Weg für die Innovation

Angefangen hatte es 2002 im „Sonnenofen“ des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR): In dem von der EU geför-

terten Projekt HYDROSOL konnte das Team um Dr. Martin Roeb erstmals in Laborversuchen auf dem DLR-Gelände in Köln-Porz nachweisen, dass die bisher nur auf theoretischen Überlegungen beruhende thermochemische Wasserspaltung in der Praxis machbar ist. Es folgte eine ganze Reihe von Projekten an der PSA. Diese wurden zunächst vorwiegend von der Partnerschaft „Joint Undertaking Fuel Cells Hydrogen“ (JU FCH) unterstützt – finanziert über Horizont 2020. Die Projekte verbesserten die Technologie stetig und machten sie effizienter. Ergänzt wurden die EU-Projekte seit 2014 mit Förderprojekten aus dem Bund und dem Land NRW. Ein Beispiel ist der Bau des „Modularen Hochleistungsstrahlers“ am solarthermischen Versuchskraftwerk Jülich, dem zweiten Institutsstandort in direkter Nachbarschaft zum Forschungszentrum Jülich.

Studien zeigen, dass in ein paar Jahren mit dieser Technologie Wasserstoff-Erzeugerpreise auf konkurrenzfähigem Niveau erzielt werden könnten. Das DLR Institut für Solarforschung versteht sich als Brückenbauer von der Grundlagenforschung zur großtechnischen Umsetzung und zur Anwendung in der Industrie. Aus dem Institut entstanden bisher vier Unternehmen, die die technischen Innovationen des Instituts vermarkten und weiterentwickeln.



Funktionsprinzip des Receiver-Reaktors zur solar-thermochemischen Wasserspaltung

Bildrechte: © DLR Institut für Future Fuels

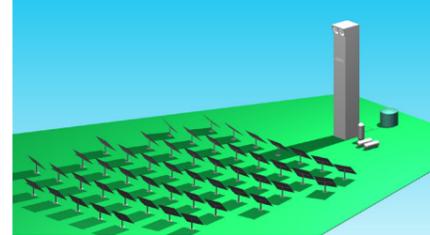
www.synergien-nrw.de

Forschungs- und Innovationsprojekte zum HYDROSOL-Verfahren am Institut für Future Fuels im DLR Köln

- Forschungsförderung der EU
- Forschungsförderung des Bundes
- Regionalförderung (EFRE)



2002–2004: „HYDROSOL“ (EU): erste Laborversuche im DLR-Sonnenofen zur thermochemischen Wasserspaltung – Machbarkeit erwiesen



2010–2014: „HYDROSOL 3D“ (EU): Studie für eine 1-MW-Pilotanlage auf einem Solarturm



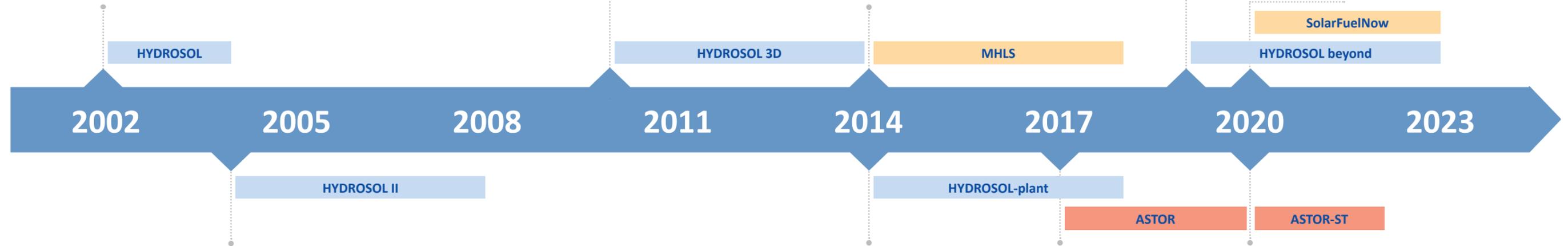
2014–2018: „MHLS“ (NRW MULNV, BMWi): Bau des „Modularen Hochleistungsstrahlers Jülich“ und erste Versuche mit einem 250-kW-Reaktor zur thermochemischen Wasserstoffherzeugung



2019–2023: „HYDROSOL -beyond“ (EU): Weiterentwicklung der 750-kW-Anlage auf der PSA in Richtung Wärmerückgewinnung und Automatisierung



2020–2023: „SolarFuelNow“ (BMWi/BMWK): experimentelle Optimierung eines Multireaktor-Betriebs auf dem Solarturm in Jülich

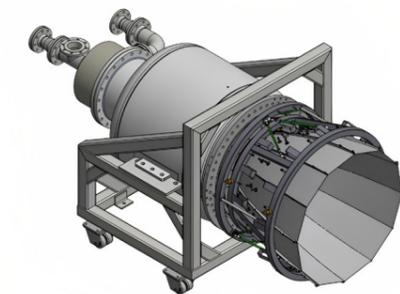


2004–2008: „HYDROSOL II“ (EU): kontinuierliche H₂-Produktion mit zwei 100-kW-Reaktoren auf der Plataforma Solar de Almería (PSA) des CIEMAT

2014–2018: „HYDROSOL-plant“ (EU): Aufbau und Betrieb einer 750-kW-Anlage auf der PSA



2017–2020: „ASTOR“ (EFRE, NRW): Aufbau einer 250-kW-Anlage im Synlight, der größten künstlichen Sonne der Welt



2020–2022: „ASTOR-ST“ (EFRE/NRW): Aufbau einer 250-kW-Anlage auf dem Solarturm Jülich

HYDROSOL – wissenschaftliche Zusammenarbeit für den Rohstoff der Zukunft

✓ Insgesamt 17 internationale Partnerinstitutionen aus 7 europäischen Ländern sind an der Entwicklung in den verschiedenen Projekten beteiligt.

✓ Auf Landesebene gab es Kooperationen mit 6 unterschiedlichen Partnern.

✓ Über 20 Jahre kontinuierliche Förderung hat die strategische Entwicklung des HYDROSOL-Verfahrens bausteinartig begleitet.