



# Wasserstoffherzeugung auf dem Meer

## H<sub>2</sub>Mare

Grüner Offshore Wasserstoff und Power-to-X Produktion von Windkraftanlagen – offshore!

[www.youtube.com/H2Mare](https://www.youtube.com/H2Mare)

**Für die zukünftige Offshore-Produktion von Grünem Wasserstoff muss zunächst getestet werden, wie sich die rauen Bedingungen auf dem Meer auf die Erzeugung und Effizienz auswirken.**

Wasserstoff ist einer der großen Hoffnungsträger der Energiewende. Entlang der gesamten Wasserstoffwertschöpfungskette – von der Erzeugung über Transport und Speicherung bis hin zur Verwertung – steigen die Investitionen von Unternehmen ins „neue Öl“ rasant an. Dabei geht es nicht nur um die Erschließung neuer Märkte. Im Vordergrund steht die Dekarbonisierung von Industrien mit großem Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, wie der Stahl- und der chemischen Industrie.

Bislang wird Wasserstoff hauptsächlich aus fossilem Erdgas gewonnen. Auf diesen sogenannten grauen Wasserstoff entfallen derzeit noch rund 90 Prozent des produzierten Wasserstoffs, der vorwiegend in der chemischen Industrie zum Einsatz kommt. Durch klimaneutral, z. B. durch Windenergie, erzeugten Wasserstoff, könnten im Jahr 2050 schätzungsweise 54 Mio. Tonnen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) allein im Chemiesektor eingespart werden. Eine effektive Möglichkeit zur Erzeugung von Windenergie bieten dabei Offshore-Windenergieanlagen, z. B. in der Nord- oder Ostsee. Ihr Vorteil: Abseits von Festland und Küste weht der Wind beständiger und stärker als an Land. Das sorgt pro Flächeneinheit für einen drei- bis viermal höheren Energieertrag und bildet damit die Basis für einen effizienten Gesamtprozess.

Ein positiver Aspekt ist zudem, dass bei Windenergieanlagen auf dem Meer weniger Interessenskonflikte bei der Flächennutzung durch Windenergieanlagen zu erwarten sind als an Land, wo Energiewendeprojekte nicht selten auf Skepsis und Widerstand stoßen.

### Effizienz durch Meerwassernutzung

Die Herstellung von Wasserstoff direkt auf See ist relativ simpel: Ein Elektrolyseur spaltet Wasser mithilfe von erneuerbarem Strom aus Windenergieanlagen in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff auf. Der Wasserstoff wird zwischengespeichert, der Sauerstoff wird in die Luft entlassen. Die Herausforderung liegt darin, dieses einfach klingende Prinzip in robuste technische Verfahren, Anlagen und Gesamtlösungen zu übersetzen, die möglichst wirtschaftlich sind.

Forschung und Industrie untersuchen im Wasserstoff-Leitprojekt H<sub>2</sub>Mare die dezentrale Wind-Wasserstoffherzeugung, bei der Windenergieanlagen direkt mit einem Elektrolyseur auf See gekoppelt sind. Dezentral bedeutet dabei, dass jede Windenergieanlage direkt mit einer Elektrolyseplattform am Turm ausgestattet ist. Allerdings ist für die Elektrolyse Reinstwasser in Pharmaziequalität, mit einem sehr geringen elektrischen Leitwert nötig. Dafür muss Meerwasser,



das einen hohen elektrischen Leitwert hat, vorbehandelt und entsalzt werden. Wasserorganismen, die natürlicherweise im Meerwasser vorkommen, oder Verunreinigungen müssen herausgefiltert werden. Innerhalb des Projektes werden deshalb verschiedene Techniken der direkten Kopplung von Meerwasserentsalzungsanlagen an einen Elektrolyseur getestet. Die Idee ist es, die bei der Elektrolyse entstehende Abwärme zu nutzen, um die benötigte Prozesswärme für eine Entsalzungsanlage bereitzustellen. Hierdurch könnte sich der Wirkungsgrad der Wasserstofferzeugung deutlich erhöhen. Robustheit, Verlässlichkeit und Korrosionsbeständigkeit sind weitere wichtige Aspekte für den maritimen Einsatz. Außerdem ist entscheidend, dass die Einleitung des bei der Meerwasserentsalzung übrigbleibenden Salzkonzentrats keine Auswirkungen auf die lokale marine Umwelt haben darf.

Wenngleich noch einige Entwicklungsschritte und Hürden bis zur marktreifen Umsetzung zu nehmen sind, ist diese Technik realisierbar und nicht nur aufgrund der Effizienz vorteilhaft.

#### Geringere Kosten durch Elektrolyse-Plattform

Während reine Windkraftanlagen je nach Wetterlage mal mehr und mal weniger Energie produzieren, ermöglicht die Kopplung mit Wasserstofftechnologien,

die so gewonnene Energie direkt in Form von Grünem Wasserstoff in Tanks zu speichern. Damit steht auch bei anhaltender Windflaute Energie zur Verfügung, die sich wiederum verlustarm über weite Strecken transportieren und vielseitig nutzen lässt.

Die Kosten der Wasserstoffproduktion werden durch die direkt auf See installierte Elektrolyse-Plattform gesenkt. Wo ansonsten viele Seekabel benötigt werden, um den Windpark an das Stromnetz anzubinden, reicht eine einzige Rohrleitung bzw. ein Tankschiff. Es kommen darüber hinaus Elektrolyseure zum Einsatz, die besonders kompakt sind, um die Kosten der Gesamtkonstruktion möglichst gering zu halten. Hohe Stückzahlen, wie sie eine zukünftige Serienproduktion ermöglichen würde, können die Kosten weiter absenken. Entscheidend für den Erfolg des Vorhabens wird am Ende aber auch sein, einen politischen Konsens über die zukünftige Nutzung der Nord- und Ostsee zu erreichen. Die schrittweisen Ausbaupläne des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie gehen von einem Zeitraum von zehn bis 15 Jahren aus. Das ist vor dem Hintergrund des Klimawandels viel Zeit, die aber auch dazu dient, Chancen zu erkennen und die Zukunft der Nord- und Ostsee mit all ihren Nutzergruppen gemeinsam zu gestalten.

Sylvia Schattauer  
Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme

#### Grüner Wasserstoff

...gilt als unverzichtbar für das Erreichen der Klimaziele. Er wird durch Elektrolyse hergestellt. Dabei wird Wasser unter Zufuhr von Strom aus erneuerbaren Energien in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten. Wasserstoff ist das leichteste und am häufigsten vorkommende Element im Universum. Das Gas kommt auf der Erde natürlich fast ausschließlich in gebundener Form, als  $H_2O$ , vor. Außerdem ist es Bestandteil von fossilen Rohstoffen, wie Erdgas und Erdöl, und einer Vielzahl von Mineralien.



Aufbau der H<sub>2</sub>Mare-Anlage mit Elektrolyseur-Containern am Turmfuß. Der gewonnene Wasserstoff wird durch eine Pipeline abgeführt oder für die Herstellung von Folgeprodukten genutzt, die sich leichter transportieren lassen.