



WIE WIRD WASSERSTOFF HERGESTELLT?



In Korea gibt es den Brauch, dass Brautpaare von Verwandten mit Holzenten beschenkt werden. Warum? Weil den Wasservögeln eine besonders starke Bindung nachgesagt wird. Die Holzenten sollen damit stellvertretend für die Ehe der Frischvermählten stehen. Auch Elemente gehen enge Bindungen ein. Etwa der Wasserstoff mit dem Sauerstoff. Beide zusammen bilden Wasser. Um sie zu trennen, ist ein hoher Aufwand und viel Energie vonnöten. Wasserstoff selbst ist allerdings überaus flüchtig. Normalerweise ist er farb- und geruchslos. Sein gasförmiges Molekül besteht aus zwei Atomen und ist unter hohem Druck zu lagern – am besten in penibel abgedichteten Tanks oder Gasflaschen. Genau genommen will Wasserstoff aber allen voran eines: zum Sauerstoff zurückkehren und auf diese Weise zum flüssigen Wasser werden. Die Energie, die für seine Trennung aufgewendet werden musste, setzt der Wasserstoff dabei teilweise wieder frei. Dieser Effekt lässt sich innerhalb eines Kreislaufs nutzen, um Energie klimaneutral zu erzeugen und zu nutzen.

STATION 1 GRUNDLAGE WASSER

Wie erwähnt, setzt sich Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammen. Ein Sauerstoffatom und zwei Wasserstoffatome bilden ein Wassermolekül. Zumeist enthält es in der Natur gelöste Anteile von Gasen, organischen Verbindungen und Salzen. Insgesamt ist 71 Prozent der Erdoberfläche mit Wasser bedeckt. Das Wasservolumen beträgt 1,4 Milliarden Kubikkilometer; davon sind 3,5 Prozent Süßwasser. Das wiederum entspricht 48 Millionen Kubikkilometern. Wenn man diese Menge in einem Würfel komprimieren würde, dann würde dieser über eine Kantenlänge von sage und schreibe 363 Kilometern verfügen. Wasser ist auf der Erde also massenhaft vorhanden, es ist nur ungleich verteilt.

STATION 2 KLIMANEUTRALE STROMERZEUGUNG

Grüner Strom lässt sich unter Zuhilfenahme von Wasserkraft, aber auch durch Sonnen- oder Windenergie erzeugen. Industrie und Privatverbraucher nehmen die so gewonnene Elektrizität ab. Bei günstigen Wetterlagen – etwa in sonnenreichen Phasen oder an windigen Herbsttagen – kann mehr Strom erzeugt werden als benötigt wird. Ein Effekt, der durch den Ausbau regenerativer Anlagen innerhalb eines Landes noch verstärkt wird. Das Übermaß an Strom muss dann entweder unmittelbar verarbeitet werden, oder aber gespeichert. Und hier kommt der Wasserstoff ins Spiel. Überschüssiger Strom lässt sich in speziellen Anlagen per Elektrolyse zur Produktion von Wasserstoff nutzen.

STATION 3 ELEKTROLYSE-ANLAGE

Was passiert nun in einer solchen Elektrolyse-Anlage genau? In ihr wird Wasser mit dem Strom zusammengeführt. Die elektrische Energie spaltet das Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff auf. In der Regel wird hierbei Süßwasser verwendet. Doch es gibt bereits Katalysatoren, die Meerwasser für eine Wasserstoff-Elektrolyse nutzbar machen. Viele der heute gängigen Anlagen greifen auf ein Verfahren zurück, bei dem eine Membran im Zentrum steht, die lediglich für Protonen durchlässig ist. Die Membran fungiert als Separator, der zwischen Kathode und Anode angebracht ist, im Endeffekt eine Brennstoffzelle, nur rückwärts. Wird dann eine Spannung von außen angelegt, führt dies zur Zersetzung des Wassers an der Anode. Als Resultat entstehen Wasserstoff-Ionen, freie Elektronen und Sauerstoff. Lediglich die Wasserstoff-Ionen gelangen durch die Membran zur Kathode. Dort verbinden sie sich mit den freien Elektronen zu Wasserstoff.

STATION 4 WASSERSTOFF-TRANSPORT

Mit dem Wasserstoff lassen sich beispielsweise Fahrzeuge mit Brennstoffzellen antreiben. Dafür muss er aus der Elektrolyse-Anlage hin zum Verbraucher geliefert werden. Dafür bietet sich der Transport in speziellen Tankwagen auf der Schiene und der Straße an. In ihnen wird komprimierter Wasserstoff als Druckgas gespeichert. Daneben gibt es Tankwagen, mit denen sich auf -253 Grad Celsius verflüssigter Wasserstoff transportieren lässt. Mit dem Ziel einer möglichst klimaneutralen Welt vor Augen, müssten diese LKW oder Züge jedoch mit regenerativem Strom betrieben werden oder mit aus diesem erzeugten Kraftstoff. Eine weitere Variante ist es, das Gas über große Distanzen durch Pipelines zu schicken und dabei mit vergleichsweise wenig Energieeinsatz auszukommen.

STATION 6 BRENNSTOFFZELLEN-Fahrzeuge

Auch wenn der Tankvorgang dem beim Verbrennungsmotor ähnelt, so treibt der Wasserstoff Elektrofahrzeuge an. Sie verfügen über eine Brennstoffzelle, die den Wasserstoff in Strom umwandelt und damit einen E-Motor versorgt. Auf die Masse bezogen, hat der Wasserstoff eine immens hohe Energiedichte. Das hat den Vorteil, dass LKW und Busse mit ihm die erforderlichen Strecken zurücklegen können. Es gibt allerdings auch einen nennenswerten Nachteil: Wasserstoff ist sehr leicht. Auf das Volumen bezogen ist seine Energiedichte sehr niedrig. Das macht es erforderlich, ihn sehr stark zu komprimieren. Doch selbst dann benötigen seine Tanks immer noch mehr Platz als konventionelle Treibstofftanks. Im Vergleich zu heutigen Lithium-Ionen-Batterien brauchen sie wiederum deutlich weniger Raum.

STATION 5 WASSERSTOFF-TANKSTELLE

Der Tankvorgang mit Wasserstoff hält für heutige Fahrzeugbesitzer recht wenig Neues bereit. Lediglich die Tanksäulen sind im Vergleich zu den gewohnten Zapfsäulen ein wenig anders zu bedienen. Zu beachten ist, dass ein Brennstoffzellen-Auto oder LKW mit recht hohem Druck betankt werden muss. Mit rund 700 bar strömt der Wasserstoff vom Vorratsspeicher in das Fahrzeug. Dabei ist der Tankschlauch fest mit einer vorhandenen Kupplung zu verriegeln, die am Tankstutzen des Fahrzeugs angebracht ist. Anschließend wird der Tankschlauch automatisch und druckdicht angezogen. Eine Infrarotschnittstelle überträgt die für den Tankvorgang wichtigen Fahrzeugdaten an die Zapfsäule. In bis zu vier Minuten ist ein PKW betankt. Nur wenig länger also, als beim vergleichbaren Tanken mit Diesel oder Benzin. Die Reichweite fällt jedoch bei mit Wasserstoff.

STATION 7 BRENNSTOFFZELLE

Die Brennstoffzelle funktioniert wie folgt: Die positiv geladenen Wasserstoff-Ionen wandern in ihr von der Anode zur Kathode. Dabei passieren sie eine Polymer-Elektrolyt-Membran. Dort reagieren sie mit Luftsauerstoff, sodass Wasser übrig bleibt. Im Zuge dieses Prozesses entstehen an der Anode negativ geladene Wasserstoff-Elektronen im Übermaß. Verbindet man jetzt diese Wasserstoff-Elektronen über einen gesonderten Stromkreis mit der Kathode, wandern sie dorthin. Das bedeutet: Elektrischer Strom fließt – jedoch nur rund 50 Prozent des Stroms, der ursprünglich eingesetzt wurde, um Wasserstoff herzustellen. Das führte zur Suche nach einer effizienteren Lösung. Freudenberg entwickelte eine Gasdiffusionslage, mit der die Gase möglichst homogen dem Reaktionsprozess zugeführt werden. An die Umwelt wird infolgedessen nur Wasserdampf abgegeben. Und damit schließt sich der Kreislauf.

STATION 8 = STATION 1 WASSER Kreislauf geschlossen.

