



DIE FIREBUSTERS

WIE MAN WASSERSTOFF ERZEUGEN KANN!

Wasserstoff ist als Energieträger eine der größten Zukunftshoffnungen der Menschheit. Schon seit vielen Jahren wird dieses Gas vor allem bei den unterschiedlichsten großindustriellen Anwendungen genutzt. Doch die Erzeugung von Wasserstoff ist heute noch zu teuer und vor allem nicht umweltschonend. Mit der künftigen Erzeugung von grünem, klimaneutralem Wasserstoff kann jedoch der große Wurf gelingen! In einem Firebuster-Experiment wollen wir zeigen, wie Wasserstoff mit einfachen Mitteln erzeugt werden kann.



Wasserstoff wird mithilfe der sogenannten Knallgasprobe in einem Reagenzglas nachgewiesen

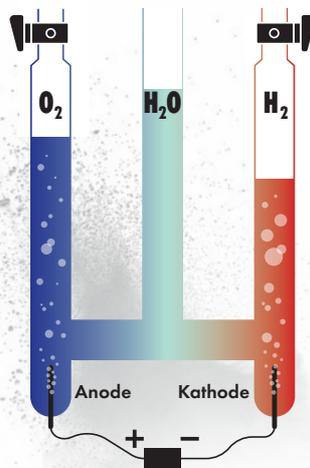


August Wilhelm Hofmann.

Schon zu Beginn des 19. Jahrhunderts entdeckte man, dass Wasser durch elektrischen Strom (Elektrolyse) in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten werden kann. Der deutsche Chemiker August Wilhelm Hofmann (1818 – 1892) hat dann den nach ihm benannten Wasserzersetzungsapparat erstmals in seinem 1866 erschienenen Lehrbuch beschrieben. Hofmann besuchte ab 1836 in Gießen die Chemievorlesungen des berühmten Chemikers Justus von Liebig und wurde sein Assistent. Er forschte in Deutschland und England im Bereich der organischen Chemie und gründete die Deutsche Chemische Gesellschaft.

Hofmanns Erfindung. In dem von Hofmann erfundenen Wasserzersetzungsapparat wird, durch Anlegen einer Gleichspannung an eine Platin- und Kohlelektrode, Wasser (H_2O) in Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) zerlegt. Die entstehenden Gase sammeln sich in zwei Messrohren und können mithilfe eines Hahns entnommen werden. Dabei entsteht die doppelte Menge an Wasserstoff gegenüber Sauerstoff, was

aufgrund der chemischen Struktur (zwei Wasserstoffatome werden von einem Sauerstoffatom gebunden) plausibel erklärt werden kann. Da Wasser eine schlechte elektrische Leitfähigkeit besitzt, wird meistens verdünnte Schwefelsäure als Elektrolyt verwendet.



SCHEMATISCHE DARSTELLUNG EINES ELEKTROLYSEAPPARATS

Wasser als „Brennstoff“! Der bekannte französische Science-Fiction-Autor Jules Verne hat bereits im Jahr 1874 vermutet, dass die Zerlegung von Wasser in seine Bestandteile die Lösung der Energieprobleme der Zukunft sein könnte. In seinem Roman „Die geheimnisvolle Insel“ legte er damals seinem Ingenieur Cyrus Smith folgende Wörter in den Mund: „Ich bin davon überzeugt, meine Freunde, dass das Wasser dereinst als Brennstoff Verwendung findet, dass Wasserstoff und Sauerstoff, seine Bestandteile, zur unerschöpflichen und bezüglich ihrer Intensität ganz ungeahnten Quelle der Wärme und des Lichts werden. Das Wasser ist die Kohle der Zukunft!“

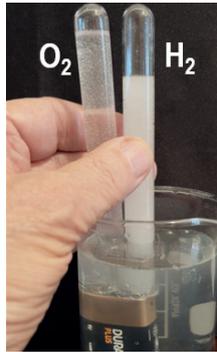
Die Elektrolyse. Wie Hofmann nachgewiesen hat, kann man Wasser unter Stromwirkung in seine beiden Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegen. Dies geschieht in einem Elektrolyseapparat (auch Elektrolyseur genannt). Wenn man den dazu erforderlichen Strom aus regenerativen Energien, wie Solar- oder Windenergie, erzeugt wird, spricht man von grünem Wasserstoff (bei diesem Prozess wird kein Treibhausgas, wie CO_2 , freigesetzt).



EXPERIMENT NR. 58 ELEKTROLYSE EINFACH GEMACHT!

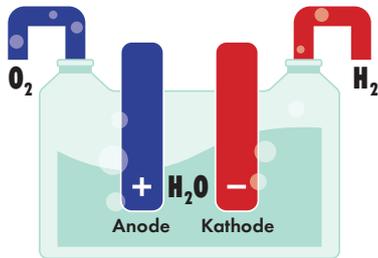
Eigenschaften. Wasserstoff ist das leichteste und mit einem Massenteil von etwa 70 % auch das häufigste Element im Universum. Er ist in allen Fixsternen zu finden. Auf der Erde kommt Wasserstoff nur zu etwa 0,87% vor – vor allem im Wasser unserer Ozeane. Er ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas, welches nicht atomar, sondern in Form eines H_2 -Moleküls auftritt. Dieses Gas kann aber mit Sauerstoff oxidiert

SO GEHT'S:



Im folgenden Experiment wollen wir mit einem einfachen Elektrolyseapparat Wasser (H_2O) in seine chemischen Bestandteile Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) zerlegen und mit Epruvetten auffangen. Mit der bekannten Knallgas- bzw. Glimmspanprobe weisen wir die Brennbarkeit bzw. oxidierende Wirkung dieser Gase nach.

Experiment: In einen kleinen Glasbecher stellen wir eine 9-Volt-Batterie und füllen diesen mit der 5 %-igen Natriumsulfat-Lösung zu zwei Drittel des Volumens an. Sofort stellen wir eine intensive Gasbildung an den beiden Polen der Batterie fest. Nun stülpen wir die mit dem Elektrolyten gefüllten Epruvetten über die Pole und fangen die beiden Gase auf. Mit der Knallgasprobe können wir den Wasserstoff durch ein ploppendes Geräusch nachweisen und mit der Glimmspanprobe den Sauerstoff.

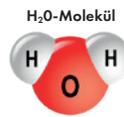


SCHEMA DES HOFFMANN'SCHEN ZERSETZUNGSAPPARATES

werden, wobei als Verbrennungsprodukt Wasser auftritt. Wasserstoff wurde von seinem Entdecker, dem britischen Naturwissenschaftler Henry Cavendish, ursprünglich auch als brennbare Luft bezeichnet, weil es brennbar und explosiv ist. Später taufte er es als Hydrogen, was so viel wie „Wassererzeuger“ bedeutet. Dadurch eignet es sich hervorragend für den Betrieb einer Brennstoffzelle, wobei – wie bei der Verbrennung organischer Stoffe, wie Benzin, Diesel und Methan – kein Kohlendioxid (Treibhausgas) frei wird. ●

Erklärung: Die in den Standzylinder eingebrachte Batterie erzeugt im Elektrolyten eine Spannung von 9 Volt. Dadurch können Ladungen fließen und Wasser (H_2O) wandelt sich an den Elektroden in Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) um:

- **Kathode (Minus-Pol)**
Hier entsteht Wasserstoff
- **Anode (Plus-Pol)**
Hier entsteht Sauerstoff



Das Wassermolekül wird durch die Einwirkung des elektrischen Stroms chemisch zerlegt. Die chemische Formel dazu lautet:

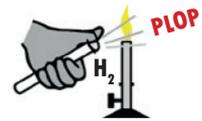


Dabei entsteht die doppelte Zahl von H_2 -Molekülen gegenüber jenen von O_2 -Molekülen, was sich volumenmäßig bei der Gasproduktion deutlich zeigt.

Nachweis der Zersetzungsgase. Zum Nachweis der beiden bei der Elektrolyse des Wassers entstehenden Gase verwenden wir zwei bewährte, einfache Methoden:

• Knallgasprobe

Dient zum Nachweis von Wasserstoff. Sie wird zur Überprüfung der Reinheit des Wasserstoffs verwendet, um eine Explosion bei seiner späteren Verwendung zu vermeiden. Ein lauter Knall bedeutet, dass ein Wasserstoff-Luftgemisch vorliegt. Bei reinem Wasserstoff macht es PLOP!



• Glimmspanprobe

Dient zum Nachweis von Sauerstoff. Hält man einen glimmenden Holzspan, der nach dem Entzünden ausgeblasen wurde, in das Gefäß mit dem zu überprüfenden Gas, so flammt der Holzspan bei Anwesenheit von Sauerstoff auf und brennt wieder. Da Sauerstoff das einzige Gas ist, das diese brandfördernde Wirkung zeigt, ist dieser Nachweis eindeutig.



Der Elektrolyt. In unserem Versuch wird Natriumsulfat-Lösung als Elektrolyt verwendet. Es ist ein neutrales Salz und dient lediglich dazu, die Leitfähigkeit des Wassers zu erhöhen. Anmerkung: Versuche mit gewöhnlichem Wasser bzw. Salzwasser haben nur geringe Erfolge gebracht!

Vorsicht! Weder Salzsäure noch Natriumchlorid sind als Elektrolyt geeignet, denn dabei würde an der Anode Chlor entstehen, und dies könnte mit dem an der Kathode gebildeten Wasserstoff ein hochexplosives Gemisch bilden.

! WARNHINWEIS !
Keine leicht brennbare Unterlage verwenden! Alle dargestellten Versuche bergen bei unsachgemäßer Ausführung Gefahren in sich. Bei Unfällen wird seitens der Redaktion keine Haftung übernommen.

MATERIAL

