

Energieformen

Am Beispiel der Synthese und Analyse von Wasser lässt sich zeigen, wie chemische Energie in andere Energieformen umgewandelt werden kann bzw. andere Energieformen zum Aufbau von chemischer Energie genutzt werden können.

Hintergrund

Bei dieser Reaktion sind mit den Mitteln der Schulchemie verschiedene Reaktionswege möglich, bei denen die unterschiedlichen Energieformen mehr oder weniger deutlich in den Vordergrund treten und wahrgenommen werden können.

Gefahren



Signalwort: Gefahr

Schutzbrille tragen. Wasserstoff ist hochentzündlich, an gut belüfteten Orten arbeiten. Offenes Feuer vermeiden. Sauerstoff ist brandfördernd. Umgang mit Druckgasflaschen beachten, auf sicheren Stand achten. Vorsicht vor der über 2000°C heißen Knallgasflamme. Keinen Luftballon mit Knallgas füllen, Knallgas nur in Seifenschaum in kleinen Mengen zünden.

Chemikalien

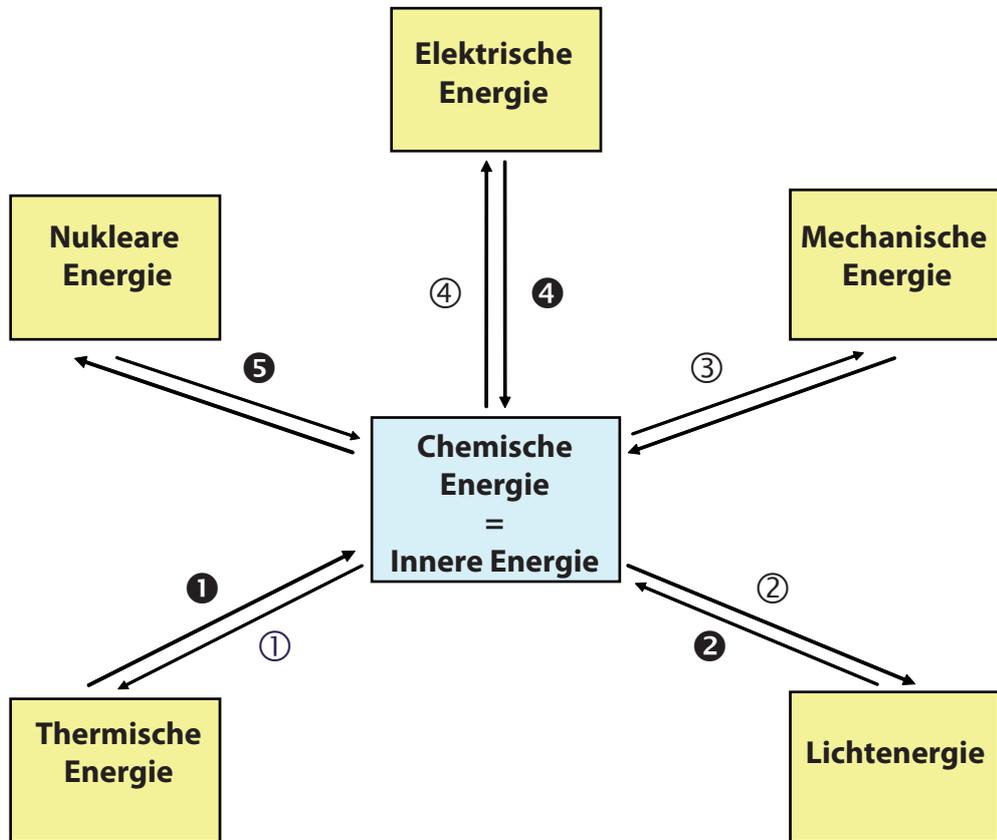
Wasserstoff (Druckgasflasche mit Rückschlagsicherung), H 220
 Sauerstoff (Druckgasflasche mit Rückschlagsicherung), H 270
 Dest. Wasser
 Wasser, angesäuert mit Schwefelsäure oder Natriumcarbonatlösung H 319
 Spülmittel

Materialien

Daniellhahn (Modell für einen Schneidbrenner) ①
 Glasrohr 8mm Ø, ausgezogene Spitze, Rückschlagsicherung aus Kupferdrahtnetz ①,②
 Gasanzünder ①,②
 Luftballon und Bindfaden (damit der Wasserstoffballon nicht wegfiegt) ①,②, ③
 Kerze am langen Stock (zum Zünden des Wasserstoffballons) ①,②
 Vorrichtung zur Erzeugen von Knallgasseifenblasen z.B. Schagerscher Apparat ③, ④
 Porzellanschale ③
 Holzstab, zum Zünden der Knallgasseifenblasen, ③
 Wasserstoff-Sauerstoffbrennstoffzelle (bzw. Wasserstoff-Luftzelle) ④
 Verbraucher zur Brennstoffzelle, z.B. Propeller ④
 Hoffmann-Apparatur mit Kohle- oder Platinelektroden ④
 Netzgerät (Gleichspannung) mit Strippen ④

Energieformen

Überblick über die Versuche (Schema nach Lit. 1)



Die Durchführung der Versuche wird nicht im einzelnen vorgestellt. Für den erfahrenen Lehrer gehören die Versuche zum Standartrepertoire. Auf manche Versuche wird nur hingewiesen.

Synthese von Wasser	①	Daniellhahn	Wärme kann zum Schmelzen, z-B. von Glas, verwendet werden
		Wasserstoffballon	Wärmefreisetzung in den vorderen Reihen spürbar
	②	Wasserstoffflamme	Flamme (Licht) deutlich wahrnehmbar, im abgedunkelten Raum besonders effektiv.
		Wasserstoffballon	
	③	Wasserstoffballon	Druckwelle ist zu spüren
		Knallgas im Seifenschaum	Zum Teil so laut, dass die Ohren schmerzen (Druck). Manchmal zerspringt die Porzellanschale
		Knallgasrakete	PET-Flasche wird hochgeschossen
	④	Brennstoffzelle	Mit dem erzeugten Strom kann ein Propeller angetrieben werden.
Analyse von Wasser	①	Thermolyse	Wasserdampf wird über glühendem Platindraht gespalten
	②	Photolyse	Wasserspaltung im Rahmen der Photosynthese
	④	Elektrolyse	Entwicklung der Gase an den Elektroden deutlich zu beobachten
	⑤	Radiolyse	Spaltung von Wasser durch radioaktive Strahlung

Energieformen

Erläuterung zu den Versuchen

Der Versuch *Knallgasrakete* ist unter www.fachreferent-chemie.de abrufbar. Die Thermolyse von Wasser ist experimentell nur sehr aufwendig vorzuführen (Wasserspaltung an einer glühenden Platindrahtspirale), auf die Radiolyse muss aus leicht verständlichen Gründen verzichtet werden. Die Photolyse findet ständig um uns herum statt, als erster Schritt der Photosynthese wird Wasser gespalten, so dass, wie den Schülern aus dem Biologieunterricht bekannt sein dürfte, Sauerstoff als Abfallprodukt entsteht.

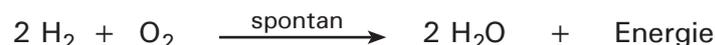
Nicht unerwähnt soll bleiben, dass bei Knallgasexplosionen früher auch schon einmal Fensterglasscheiben zu Bruch gegangen sind (Mechanische Energie, Druck). Die Beschränkung auf Knallgas im Seifenschaum sollte dies aber verhindern. Will man Licht als Energieform vorführen, die bei einer chemischen Reaktion als einzige Energieform freigesetzt wird, muss man auf den *Luminol-Versuch* ausweichen (www.fachreferent-chemie.de) oder als Schnellversion einen Light-Stick verwenden. Diese Versuche findet man in der Literatur als *Kaltes Licht* beschrieben.

Erwähnt werden soll noch der Schagersche Apparat, der eine Zeit lang über den Lehrmittelhandel erhältlich war. Es ist eine Elektrolyseapparatur, die gleich nach der Bildung von Knallgas dieses wieder zu Wasser umsetzt. Die Apparatur lässt sich sehr vielseitig im Unterricht einsetzen, wie z.B. zur Knallgasproduktion, zur kontinuierlichen Wassersynthese oder zur Demonstration der Knallgasflamme.

Erklärung

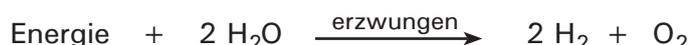
Die Analyse und Synthese von Wasser ist ein Beispiel für eine umkehrbare Reaktion, die experimentell leicht durchführbar ist.

Die Synthese von Wasser läuft spontan ab, oft allerdings so langsam, dass eine merkliche Reaktion erst nach Zuführung von Aktivierungsenergie einsetzt. Die nötige Aktivierungsenergie ist sehr gering, schon ein Funke (z.B. Gasanzünder) reicht, um Wasserstoffgas zu entzünden (daher H₂O extrem entzündbares Gas).



In der Brennstoffzelle scheint keine Aktivierungsenergie nötig zu sein, doch reicht die Energie der Raumtemperatur aus, dass beide Gase miteinander reagieren.

Die Spaltung von Wasser verläuft nur erzwungen, durch dauernde Energiezufuhr, z.B. durch elektrische Energie (Elektrolyse). Da die Leitfähigkeit von Wasser sehr gering ist, wird die Elektrolyse im sauren oder alkalischen Milieu durchgeführt. Bei der Elektrolyse in einer PEM -Elektrolyseur darf nur destilliertes Wasser verwendet werden.

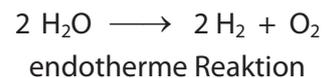
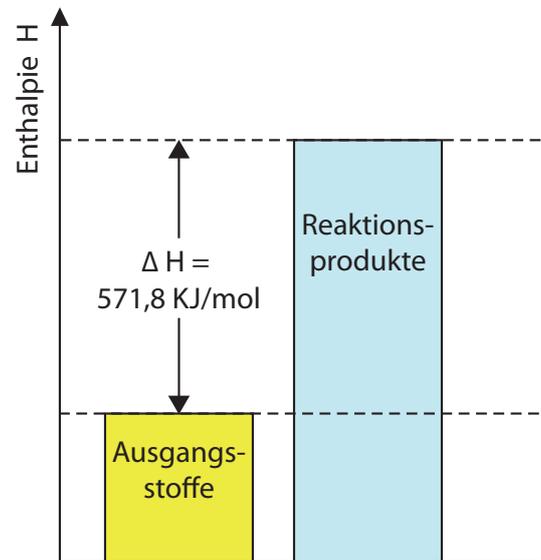
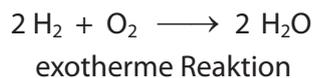
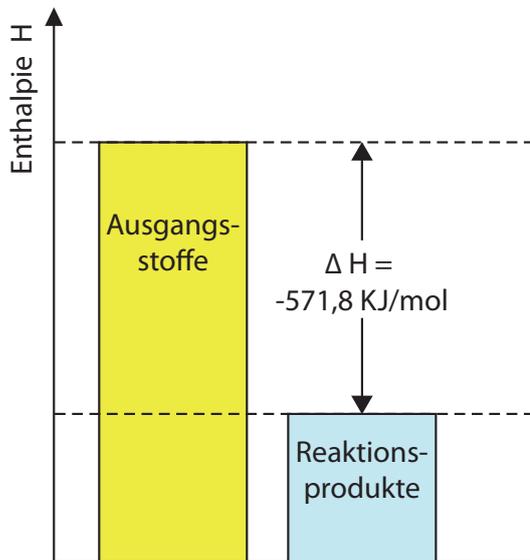


Für die Synthese und Analyse von Wasser ist der Energiebetrag gleich groß, allerdings jeweils mit umgedrehten Vorzeichen. Dieser Energiebetrag kann je nach Reaktionsführung als unterschiedliche Energieform freigesetzt bzw. dem System zugeführt werden.

Bei einer chemischen Reaktion wird nur die Energiedifferenz zwischen Ausgangs- und Endstoffen betrachtet, messbar ist also nur die Änderung der inneren Energie.

Energieformen

Energieschema Wassersynthese und Wasserzersetzung (nach Lit. 2)



Oft ist eine Energieform nur ein unerwünschtes Nebenprodukt, wenn man z.B. an die Verbrennung von Benzin im Ottomotor denkt. Für den Antrieb des Autos ist nur mechanische Energie zu gebrauchen, während die ebenfalls freigesetzte Wärmeenergie höchstens im Winter für die Autoheizung genutzt wird, sonst aber verpufft. Anhänger der Elektroautos bezeichnen Autos mit Verbrennungsmotor als fahrende Heizung.

Entsorgung

Es gibt keine Entsorgungsprobleme (Wasser), die kleinen Mengen Wasserstoff und Sauerstoff werden z.B. für Nachweisreaktionen verbraucht oder können in die Zimmerluft entsorgt werden.

Literatur

- (1): Wink, Donald J.: The conversion of chemical energy: Part 1. Technological examples. J. Chem. Educ. **1992**, *69*, 108-111
- (2): Lange, Peter (Leiter des Autorenkollektivs): Chemie Lehrbuch für Klasse 8. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin, 1989, S. 93