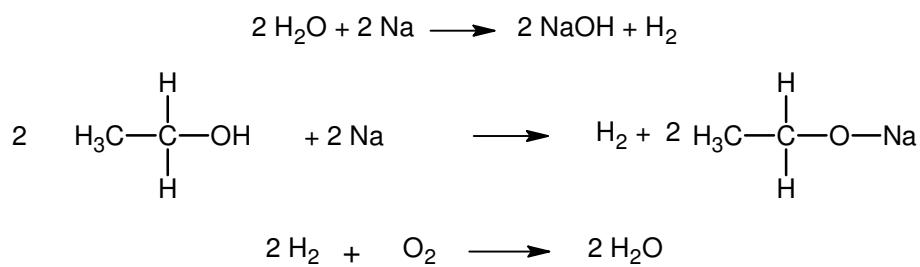


Versuchsprotokoll

Reaktion von Natrium mit Ethanol

Gruppe 6, Typ: Assiversuch

1. Reaktionsgleichung



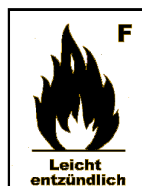
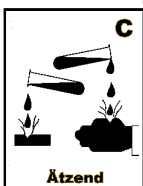
2. Zeitbedarf

	Teil 1
Vorbereitung	10 min
Durchführung	5 min
Nachbearbeitung	5 min

3. Chemikalien

Name	Summenformel	Gefahrensymbol	R-Sätze	S-Sätze	Einsatz in der Schule
Spiritus (Ethanol + Vergällungsmittel)	-	F	11	7, 16	S I
Natrium	Na	F, C	14/15, 34	5, 8, 43, 45	LV

Gefahrensymbole



4. Materialien/Geräte

Reagenzglas, durchbohrter Stopfen, Pipette, Eisenwolle, Pinzette, Feuerzeug, Stativmaterial

5. Versuchsaufbau

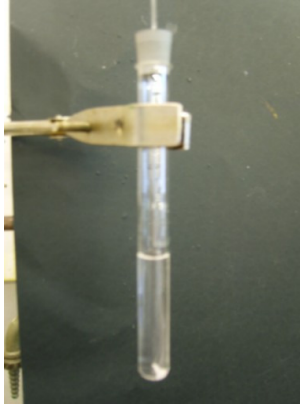


Abb. 1: Versuchsaufbau

6. Versuchsdurchführung

Man füllt das Reagenzglas zu Hälfte mit Spiritus und gibt ein kleines Stückchen Natrium hinzu. Anschließend wird das Reagenzglas mit einem durchbohrten Stopfen, in dem die Pipette mit einem kleinen Knäuel Eisenwolle steckt, verschlossen. Nach wenigen Sekunden wird das ausströmende Gas am Ende der Pipette angezündet.

7. Beobachtung

Nach Zugabe des Natriums steigen Gasblasen auf, die über der Flüssigkeit weiß-gelbliche Nebelschwaden bilden. Versucht man das Gas anzuzünden, so verbrennt dieses mit sehr kleiner gelber Flamme.



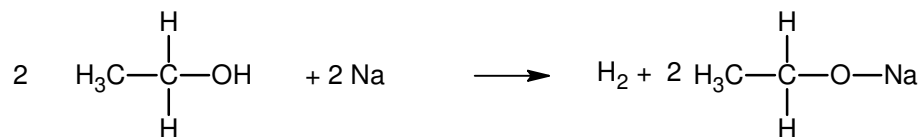
Abb. 2: Brennendes Gas

8. Entsorgung

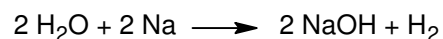
Wenn sich das Natrium vollständig gelöst hat wird die Lösung neutral in den Behälter für organische Lösungsmittel gegeben.

9. Fachliche Analyse

Gibt man Natrium in Ethanol, so spaltet sich das Wasserstoffatom der Hydroxy-Gruppe ab und bildet mit einem zweiten Wasserstoffatom Wasserstoffgas. Der fehlende Substituent am Sauerstoff wird durch das Natriumion ausgeglichen.

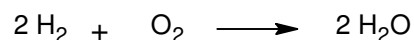


In diesem Versuch wurde nicht reiner Ethanol verwendet, sondern Spiritus. Dieser besteht zwar aus über 90 % Ethanol, jedoch sind ihm gewisse Bestandteile beigemischt, wie z.B. 2-Butanon, Petrolether, Cyclohexan oder Phthalsäurediethylester, um den Ethanol ungenießbar zu machen, damit er nicht konsumiert wird und somit keine Alkoholsteuer erhoben werden muss. Im Spiritus sind auch geringe Mengen Wasser enthalten. Natrium reagiert mit Wasser heftiger als mit Ethanol.



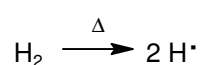
Diese beiden Reaktionen zeigen, dass Natrium nur das Wasserstoffatom einer Hydroxy-Gruppe ersetzen kann. Aus diesem Grund wird das Metall in Petroleum aufbewahrt, denn dieses besteht nur aus Kohlenwasserstoffen, die nicht mit dem Natrium reagieren. Die Reaktion von Ethanol mit Natrium verläuft viel langsamer als die mit dem Wasser. Dies liegt wahrscheinlich daran, dass die elektronenziehende Wirkung der Hydroxy-Gruppe am Alkohol durch die Alkylkette eingeschränkt wird und die Reaktion dadurch abgeschwächt wird. Die entstehende Wärme bei der exothermen Reaktion von Natrium und Wasser beschleunigt die Reaktion des Ethanols mit dem Natrium.

Das entstehende Wasserstoffgas (sowohl aus der Reaktion mit Wasser, als auch aus der mit Ethanol) wird anschließend gezündet. Dabei reagiert der Wasserstoff mit dem Luftsauerstoff zu Wasser.

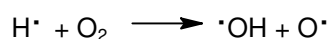


Diese Reaktion wird auch als Knallgasreaktion bezeichnet. Der Anteil von Wasserstoffgas muss dabei zwischen 4 und 77 % liegen, damit eine Zündung des Sauerstoff-Wasserstoffgemisches zu einer Explosion führt. In diesem Versuch wurde das Wasserstoffgas jedoch kontrolliert abgebrannt. Deshalb entstand hier „nur“ eine Knallgasflamme und keine Explosion.

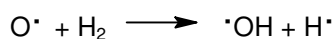
Die Knallgasreaktion folgt dem Radikalkettenmechanismus. Unter Energiezufuhr, z.B. Wärme, wird zuerst der Wasserstoff homolytisch gespalten (Kettenstart):



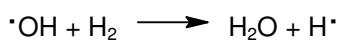
Im nächsten Schritt greift der radikalische Wasserstoff den Sauerstoff an (Kettenfortpflanzung):



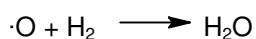
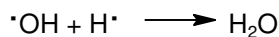
Der radikalische Sauerstoff greift wiederum das Wasserstoffgas an (weitere Kettenfortpflanzung):



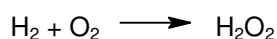
Ebenso greift die radikalische Hydroxy-Gruppe das Wasserstoffgas an. Dadurch entsteht Wasser und erneut ein Wasserstoff-Radikal (weitere Kettenfortpflanzung):



Die Reaktion stoppt, wenn zwei Radikale aufeinander treffen, oder das Wasserstoffgas verbraucht ist.



Als Nebenprodukt entsteht außerdem Wasserstoffperoxid, das bei den herrschenden Reaktionsbedingungen (Wärme) jedoch sofort wieder zersetzt wird:



Die Knallgasprobe wird in der Chemie als Nachweisverfahren für Wasserstoff eingesetzt. da jedoch beispielsweise auch Methan mit Sauerstoff auf gleiche Art reagiert, ist dieser Nachweis nicht spezifisch. Er wird jedoch eingesetzt, um den Luftgehalt einer Apparatur zu überprüfen, die Wasserstoff produziert.

Wasserstoff wird heute ganz unterschiedlich verwendet. Einerseits dient er als Treibstoff, im Haber-Bosch-Verfahren zu Herstellung von Ammoniak, in der Kohlehydrierung zur Herstellung von künstlichen Benzenen und Heizöl, als Kühlmittel und in vielen anderen Bereichen. Wasserstoff war z.B. auch für das große Unglück des Luftschiffes Hindenburg verantwortlich, als dies Feuer fing.

Natrium ist ein sehr weiches Metall und lässt sich mit dem Messer schneiden. Aus oben genanntem Grund wird es stets in Petroleum aufbewahrt und nicht in Wasser. Petroleum dient außerdem als Schutzflüssigkeit vor der Reaktion des Natriums mit dem Luftsauerstoff und Kohlenstoffdioxid. Aufgrund dieser großen Reaktionsfähigkeit kommt Natrium in der Natur nicht elementar, sondern z.B. als Natriumchlorid im Meerwasser vor. 1 L Meerwasser enthält durchschnittlich 11 g Natriumionen. Allein daraus wird deutlich, dass dieses Metall einen hohen Anteil auf der Erde besitzt, nämlich 2,4 %. Es kommt außerdem in dem Gesteinsbildenden Mineral Albit und in Salzlagerstätten vor, wie z.B. dem Steinsalz, welches durch Austrocknung von Meeresgebieten entsteht. Die größten und bekanntesten deutschen Salzlagerstätten sind Salzgitter, Bad Reichenhall und Stade.

Eines der bekanntesten Natriumminerale ist Soda, das Dekahydrat des Natriumcarbonats. Es wird hauptsächlich zu Glasherstellung verwandt.

Gewonnen wird Natrium aus Natriumchlorid, die größte Menge des Natriumchlorids wird jedoch zu Speisesalz weiterverarbeitet. Die Herstellung von Natrium geschieht in einer Schmelzflusselektrolyse nach dem Downs-Verfahren (Abb. 3). Darin scheidet sich das Natrium in der Schmelze vom Chlorid ab. Das gasförmige Chlorid wird als Chlorgas abgesaugt. Da reines Natrium eine geringere Dichte als die Natriumchloridschmelze hat steigt dieses durch ein Überlaufrohr auf und kann so abgeleitet werden.

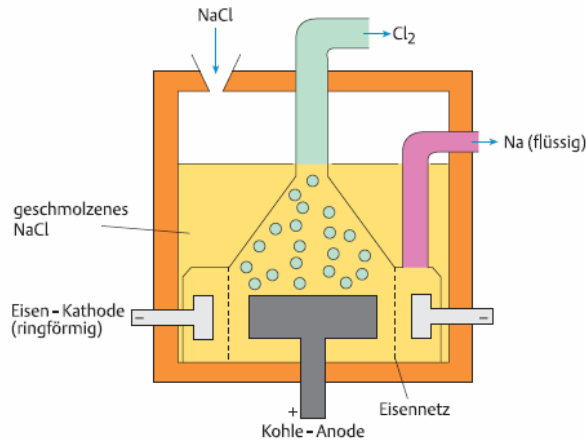


Abb. 3: Schematische Darstellung einer Downs-Zelle für die Schmelzflusselektrolyse von Natriumchlorid^[4]

Für den Menschen ist Natrium als Na⁺-Ion zum Überleben enorm wichtig. Er sollte ca. 1-3 g Natrium zu sich nehmen, dieses entspricht ca. 5 g Natriumchlorid. Ist der Natriumgehalt zu gering wird von einer Hyponatriämie gesprochen, bei zu viel hingegen von einer Hypernatriämie. Beide Vorfälle wirken sich negativ auf die Gehirnfunktionen aus und es kann zu epileptischen Anfällen und Bewusstseinsstörungen bis hin zum Koma kommen.

10. Didaktische Analyse

Dieser Versuch ist laut Raabits-Ordner für die Sekundarstufe II für das Thema Ethanol vorgesehen. Sie wollen mit Hilfe dieser Analyse die Struktur von Ethanol herleiten. Jedoch steht in der Versuchsanordnung auch, dass es kaum möglich ist, den Versuchsaufbau völlig dicht zu bekommen und außerdem das Natrium sich mit einer Natriumethanolatschicht überzieht und sich der Versuch daher nicht als quantitativer Versuch eignet. Sie schlagen deshalb vor ihn als qualitativen Versuch durchzuführen und evt. fiktive Ergebnisse vorzugeben.

Ich habe diesen Versuch mit reinem Ethanol und mit Brennspritus durchgeführt. Der entstehende Wasserstoff konnte im Versuch mit reinem Ethanol nicht angezündet werden, war mit dem Petroleum jedoch sehr gut sichtbar. Aus diesem Grund würde ich vorschlagen diesen Versuch nicht als organischen Versuch, sondern als anorganischen in Klasse 8 vorzustellen, unter dem Thema „Die chemische Reaktion“. An dieser Stelle kann besonders Wert auf die Entstehung des Wasserstoffgases und seine Eigenschaften gelegt werden. Hier kann auch die explosive Knallgasprobe durchgeführt werden. Im nächsten Atemzug kann auf die Bedeutung und Eigenschaften des Wassers auch im Bezug auf die Umwelt eingegangen werden.

Eine weitere Möglichkeit wäre diesen Versuch in Klasse 9 unter dem Thema „Elementgruppen“ zu nutzen. An dieser Stelle wird das Element Natrium vorgestellt und sicherlich auch die Reaktion mit reinem Wasser. Um die Reaktionsgeschwindigkeiten zu vergleichen, können die Reaktion von Natrium mit Wasser mit der von Petroleum verglichen werden. Bei zweitem erfolgt die Reaktion nicht ganz so heftig und es kann getrost das Wasserstoffgas entzündet werden, womit gleichzeitig noch ein

Nachweis für die Reaktionsprodukte geliefert wird. An dieser Stelle kann das Element Natrium als Alkalimetall vorgestellt werden. Auch die Herstellung durch die Schmelzflusselektrolyse in der Downs-Zelle kann behandelt werden.

So oder so eignet sich dieser Versuch auf jeden Fall für den Schulunterricht. Er dauert nicht lange und benötigt weder viele noch ungewöhnliche Geräte bzw. Aufbauten. Leider ist er auf Grund des Natriums nur als Lehrerversuch zugelassen, aber dennoch sehr anschaulich. Die starke Reaktion des Natriums sorgt unter den Schülern sicher erst mal für Staunen und verlangt somit nach einer Erklärung. Da Natrium eines der häufigsten Elemente auf der Erde ist, eignet sich auch hier ein kleiner Exkurs über die Vorkommen und Bedeutung dieses Elements für die Erde und den Menschen.

11. Literatur

Versuchsquelle:

[1] Raabits II/C, Kapitel 12, S. 15, *Reaktion von Natrium mit Ethanol*

Fachquellen:

[2] Fachinformationszentrum Chemie, <http://www.chemgapedia.de> (letzter Zugriff: 26.11.08, 15:09 Uhr)

[3] *Lehrplan Chemie für die Jahrgangsstufen G7 bis G12* des hessischen Kultusministeriums, 2005 (http://www.kultusministerium.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2)

[4] Mortimer, Charles E., *Chemie*, 7., korrigierte Auflage, Thieme, Stuttgart, 2001

[5] Riedel, E., *Anorganische Chemie*, 6. Auflage, Walter de Gruyter, Berlin, 2004

[6] Wikimedia Foundation Inc., <http://de.wikipedia.org> (letzter Zugriff: 26.11.08, 15:09 Uhr)