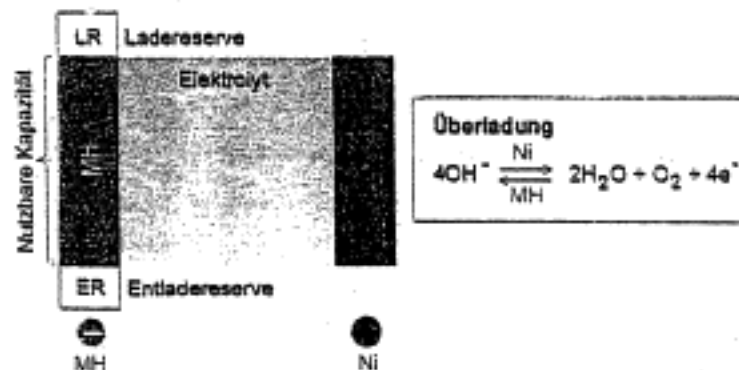


1. Chemie-Klausur 13.2

1. Aufgabe:

Als Autobatterie wird häufig der Bleiakku verwendet.

- 1.1 Was versteht man allgemein unter einem Akku?
- 1.2 Schreibe die Reaktionsgleichungen im einzelnen an Plus- und Minuspol für das Laden und das Entladen auf.
- 1.3 Um den Ladezustand eines Bleiakkus ständig kontrollieren zu können, besitzt der Akku einen „Schwimmer“. Erkläre anhand der auftretenden Verbindungen, warum auf diesem Wege der Ladezustand überprüft werden kann.
- 1.4 Nenne einen weiteren bekannten Akkumulator und gib die darin ablaufenden Redoxvorgänge an.
- 1.5 Zur Verhinderung einer Knallgasreaktion beim Überladen wird auch in der **Nickel- Metallhydrid-Zelle** eine Ladereserve eingebaut.  
Was versteht man darunter?  
Gib mit Hilfe der Skizze an, was in diesem speziellen Fall auf Stoffebene passiert.



2. Aufgabe:

Ein häufig verwendeter Werkstoff ist Aluminium. Für Verpackungszwecke wird Reinstaluminium verwendet, das man aus „Hüttenaluminium“ (mit den Verunreinigungen Zink, Eisen, Mangan und Kupfer) durch elektrolytische Raffination herstellt. Sie findet als eine Dreischichtenelektrolyse bei einer Temperatur von 750 °C statt. Die unterste Schicht, flüssiges Hüttenaluminium, dient als eine Elektrode. Darüber liegt die zweite Schicht, eine Elektrolytschmelze aus Aluminiumfluorid, Bariumchlorid, Natriumfluorid und Natriumchlorid. Die oberste Schicht bildet das flüssige Reinstaluminium. Diese stellt gleichzeitig die andere Elektrode dar.

- 2.1 Das für die Elektrolytschmelze benötigte Aluminiumfluorid wird durch Umsetzung von Aluminiumoxid mit Fluorwasserstoff hergestellt. Formuliere die Reaktionsgleichung. Nenne den Namen des Reaktionstyps.
- 2.2 Wie müssen für die Raffination die Elektroden gepolt sein? Gib die Gleichungen der an den Elektroden ablaufenden Reaktionen an.
- 2.3 Begründe, warum bei diesem Prozess aus dem verunreinigten Hüttenaluminium und der daraus entstehenden Elektrolytschmelze Reinstaluminium entsteht.

- 2.4 In einem weiteren Verfahren wird Aluminium ursprünglich aus Bauxit gewonnen. Erläutere kurz unter Angabe der entsprechenden Reaktionen den **Aufschluss nach Bayer**.

### 3. Aufgabe:

Michael Faraday erarbeitete Mitte des 19. Jahrhunderts die beiden Faradayschen Gesetze, die auch heute noch in vielen großtechnischen Synthesen von Bedeutung sind.

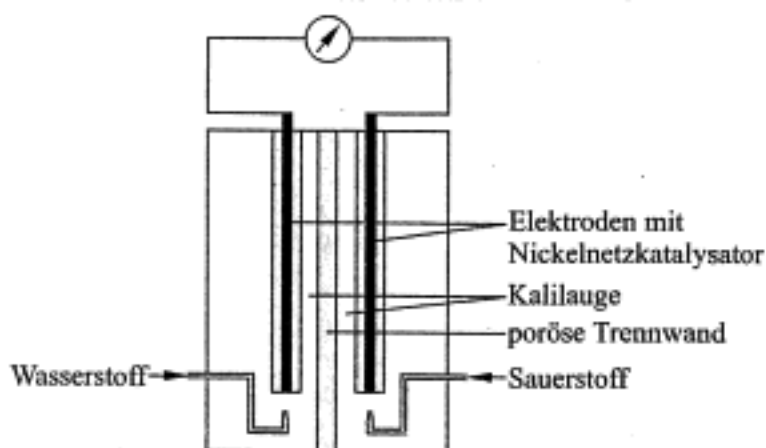
- 3.1 Nenne das erste Faraday-Gesetz und erkläre kurz mit eigenen Worten, durch welchen Versuch der Wissenschaftler eine solche Gesetzmäßigkeit entdeckt hat.
- 3.2 Berechne die Stromkosten für die Gewinnung einer Tonne Kupfer durch Elektrolyse, bei einem Strompreis von 18,5 Ct/kWh und einer Spannung von 5V.

### 4. Aufgabe:

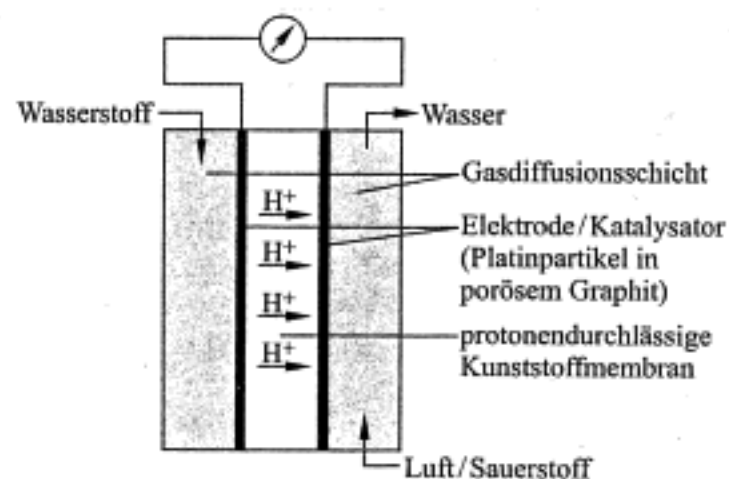
Gegenwärtig werden als mobile Energiequellen Brennstoffzellen weiterentwickelt. Zwei verschiedene Brennstoffzelltypen sind in der nachstehenden Abbildung dargestellt.

- 4.1 Formuliere die Reaktionsgleichungen für die Elektrodenreaktionen der beiden Brennstoffzelltypen. Berücksichtige und erläutere dabei kurz deren unterschiedlichen Bau.
- 4.2 Gib die Reaktionsgleichung für die Gesamtreaktion in den beiden Brennstoffzellen an.
- 4.3 Ein unumstrittenes Problem beim Einsatz von Wasserstoffbrennstoffzellen ist die Bereitstellung des dazu nötigen Wasserstoffs aus Wasser, welche in der Regel immer noch unter Umsetzung fossiler Brennstoffe stattfindet. Worin liegt hier das Problem und welche Alternative zur oben genannten Wasserstoffgewinnung wäre möglich?

Fertige **EINE** Skizze an, in der du eine großtechnische Anlage mit Kopplung einer **alternativen Wasserstoffgewinnung** aus Wasser mit **der Energiegewinnung durch die Wasserstoffbrennstoffzelle** (vereinfachte Darstellung sämtlicher benötigter Schläuche, Kabel und Geräte etc. mit jeweiliger Beschriftung) darstellst.



Alkalische Brennstoffzelle AFC



Kunststoffmembran PEMFC

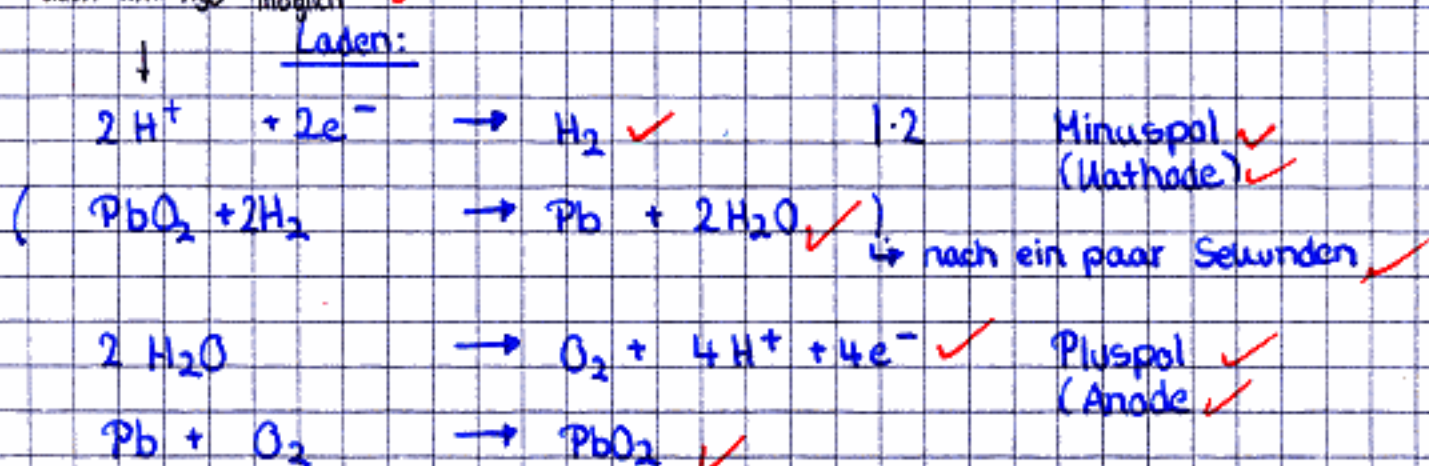
**Viel Erfolg bei deiner LETZTEN Chemie-Klausur!**



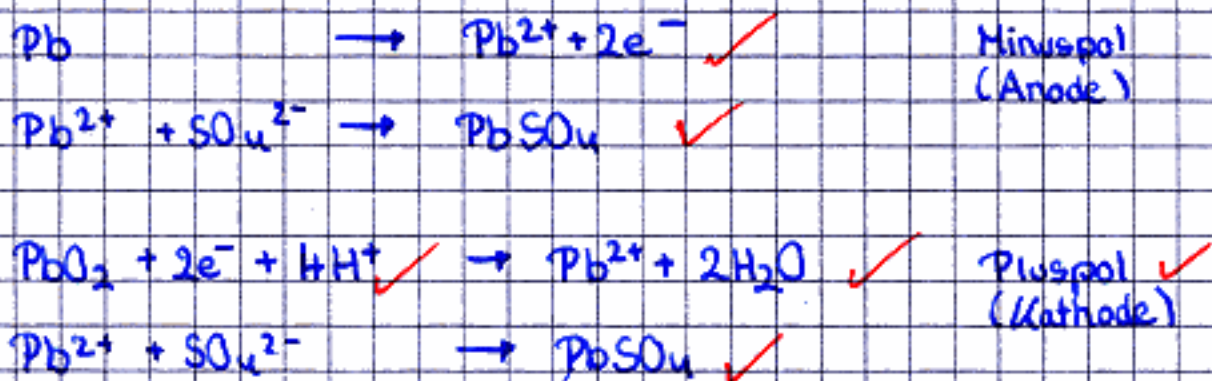
1.1. Ein Akkumulator ist ein Sekundärelement, welches durch Anschluss an eine Spannungsquelle aufgeladen werden kann (Elektrische Energie wird in chem. Energie umgewandelt). Durch Anschluss an einen Verbraucher (im geladenen Zustand) kann der Akkumulator auch wieder entladen werden (durch ablaufen chem. Reaktionen an den Elektronen findet ein Stromfluss durch den Verbraucher statt). Dabei wird chem. Energie wieder in elektrische Energie umgewandelt.

auch mit  $H_2O^+$  möglich ✓

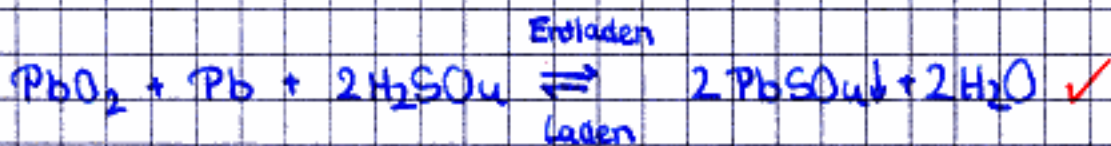
1.2.



Entladen



Gesamt:





1.3. Beim Entladen des Akkumulators wird Schwefelsäure verbraucht. Außerdem entsteht  $PbSO_4$  welches sich an den Elektroden

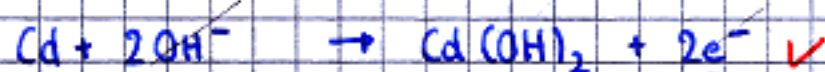
absetzt und teilweise ausfällt. ✓ und es wird beim Entladen  $H_2O$  gebildet.

Je nachdem wie tief der Schwimmer in die Lösung taucht, kann auf die Dichte bzw. Konzentration und Ladungszustand des Akkus geschlossen werden. ✓

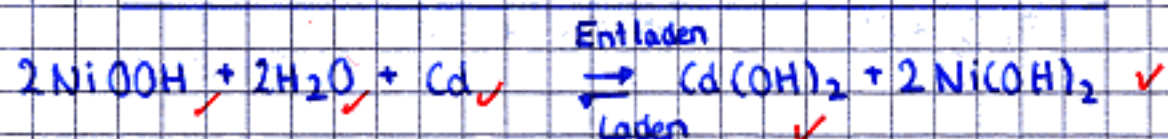
Da die Dichte der  $H_2SO_4$  somit abnimmt ✓ kann man über den Schwimmer erkennen welchen Ladungszustand die Batterie noch besitzt. Die geringste Dichte besitzt der Elektrolyt im entladene Zustand. ✓ Auch das Anlagern des  $PbSO_4$  an die Elektroden beeinflusst den Schwimmer.

1.4. Der Nickel-Cadmiumakkumulator ✓

Kathode (+)



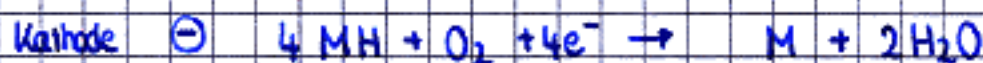
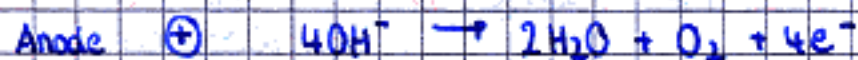
Anode (-)



1.5. Ladereserve:

17.5/19 Eine Ladereserve bindet entstehende Gase im Akkumulator die beim „Überladen“ entstehen. Dadurch wird das Entstehen von explosiven Gasen (Unalngas) oder Überdruck verhindert.

Realisiert wird dies meist durch eine höhere Menge an Kathodenmaterial ✓ und dadurch Umsetzung des entstehenden  $O_2$



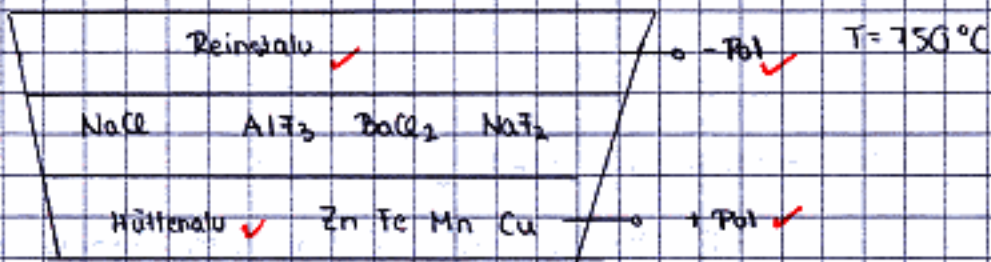
→ Das Metallhydrid ✓ ist im Überschuss vorhanden.

Sauerstoff der durch die Reaktion an der Anode entsteht wandert zur Kathode und wird dort durch das Metallhydrid gebunden. Dadurch entsteht kein Überdruck im Akkumulator, und es kann sich kein Unalngas entwickeln.

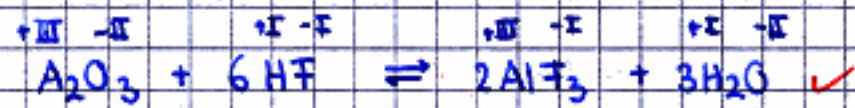
In diesem Fall entsteht „Hydroxid“ (siehe Skizze)



## Aufgabe 2



2.1.



Protolyse: keine Änderung der Oxidationszahlen

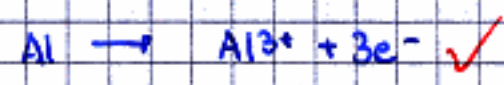
2.2.

Reinstalu - Pol (Absetzen des Aluminiums)



16,5 / 17

Hüttenalu + Pol (Aluminium geht in Lösung)



2.3.

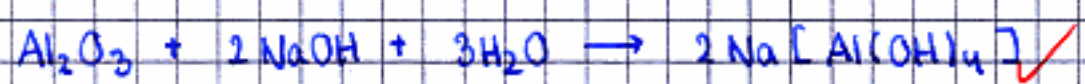
Im Hüttenaluminium besitzt Aluminium das negativste Potential  $E_0 = -1,67 V$ , geht damit also zuerst in Lösung

Das nun in der Schmelze befindliche  $Al^{3+}$  besitzt im Vergleich zu Barium und Natrium nun das positivere Potential. Natrium und Barium bleiben in der Schmelze zurück, Aluminium wird an der Kathode abgeschieden.

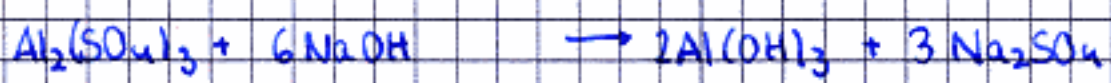
2.4.

### Aufschluss nach Bayer:

(gemahlener Bauxit wird mit NaOH unter hoher Temperatur und Druck versetzt)



In unserem Versuch



\* Es entsteht Tonerde  $Al_2O_3$

→ Natriumtetrhydroxialuminat ist amphoter und geht in Lösung. Eisenoxid ( $Fe_2O_3$ ),  $SiO_2$  und  $TiO_2$  werden später als Rotschlamm abgetrennt. Durch Druckerniedrigung / Impulskristalle fällt  $Al(OH)_3$  aus welches calciniert wird \*



# Aufgabe 3

## 3.1. Das erste Faradaysche Gesetz: $n \sim V$

Die bei einer Elektrolyse abgeschiedene Stoffmenge  $n$  ist proportional zu der durch den Elektrolyten geflossenen Ladungsmenge  $Q = I \cdot t$

Deshalb gilt: Je höher Strom oder Elektrolysezeit, desto mehr Stoff wird an der Elektrode abgeschieden.

Faraday verwendete den Hoffmanschen Zersetzungsapparat.

Er elektrolysierte dabei eine 0,5 molare Schwefelsäure

für etwa 8-10 Minuten. Liest man bei konstantem

Strom die Werte des Wasserstoffvolumens im Glasrohr

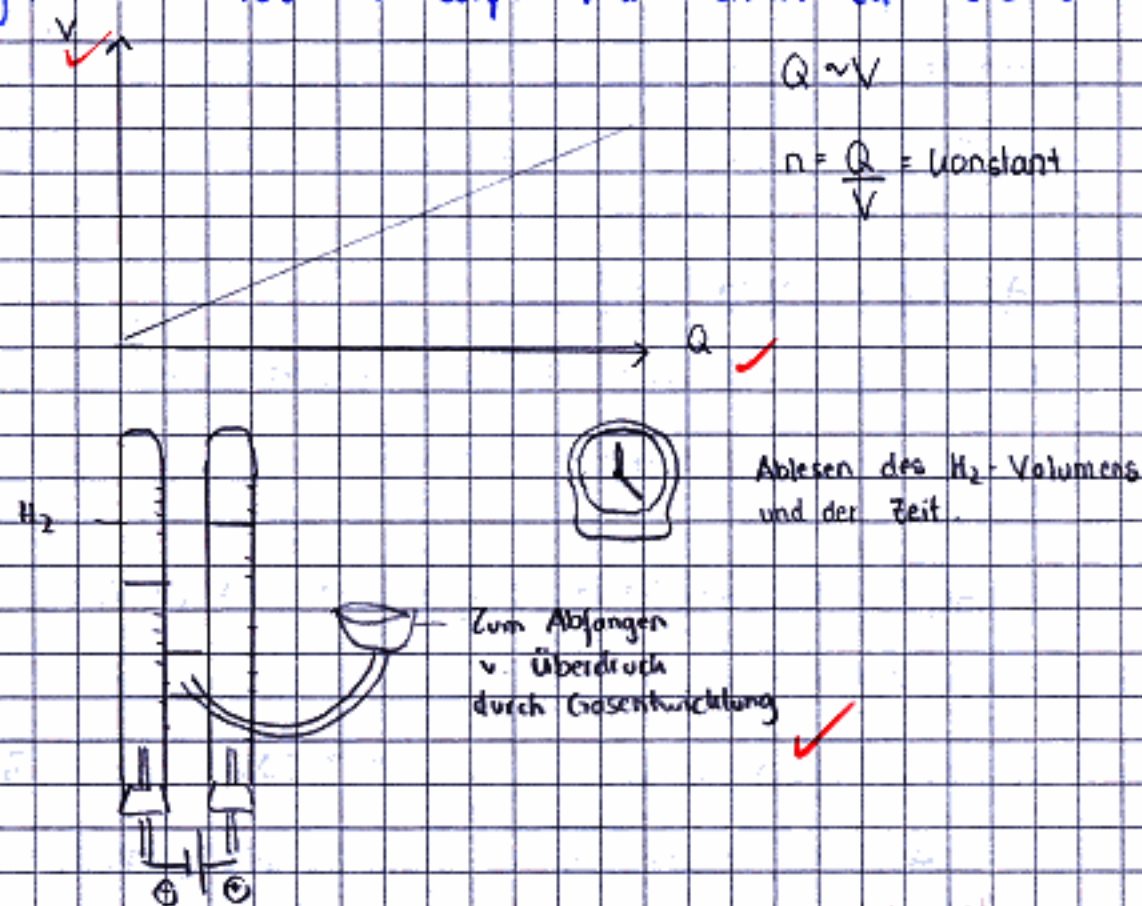
in zeitlichen Abständen von ca. 30 sek. ab, so kann

man die Proportionalität von  $n$  und  $Q$  in einem Diagramm

feststellen. Dabei berechnet man  $Q$  über  $Q = I \cdot t$  für

die jeweilige Zeit und trägt die Ladung gegen das jeweilig

gemessene Volumen auf. Man erhält eine Gerade (Proportionalität)





$$3.2 \quad m(\text{Cu}) = 1000\,000 \text{ g}$$

$$U = 5 \text{ V}$$

$$\text{Strompreis: } 18,5 \frac{\text{ct}}{\text{kWh}}$$

$$z(\text{Cu}) = 2$$

$$W = Q \cdot U = I \cdot t \cdot U = 3062984127 \text{ As} \cdot 5 \text{ V} = 1,5314 \cdot 10^{10} \text{ Ws} \\ = 4254,145 \text{ kWh}$$

$$Q = F \cdot n \cdot z = 96484 \frac{\text{As}}{\text{mol}} \cdot 15873,015 \text{ mol} \cdot 2 = 3062984127 \text{ As}$$

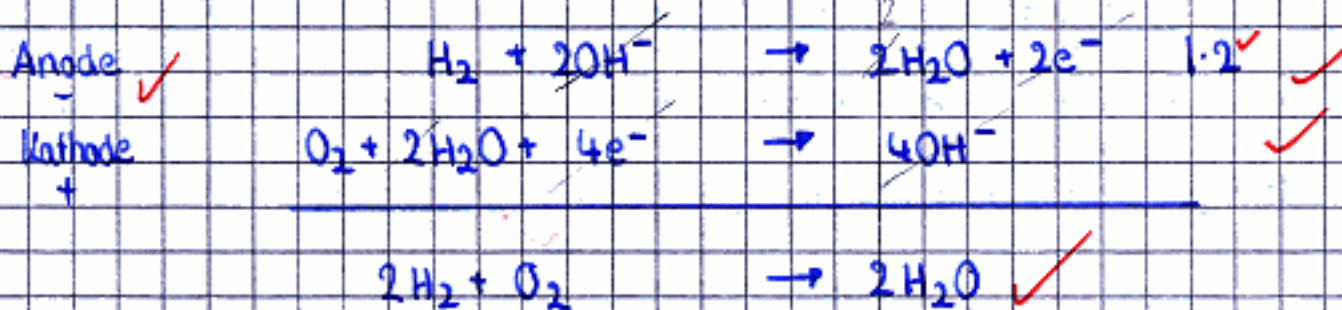
$$n(\text{Cu}) = \frac{m}{M} = \frac{1000\,000 \text{ g}}{63 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 15873,01587 \text{ mol}$$

$$\text{Preis } 4254,145 \text{ kWh} \cdot 18,5 \frac{\text{ct}}{\text{kWh}} = 78701,67 \text{ ct} \\ = 787 \text{ €}$$

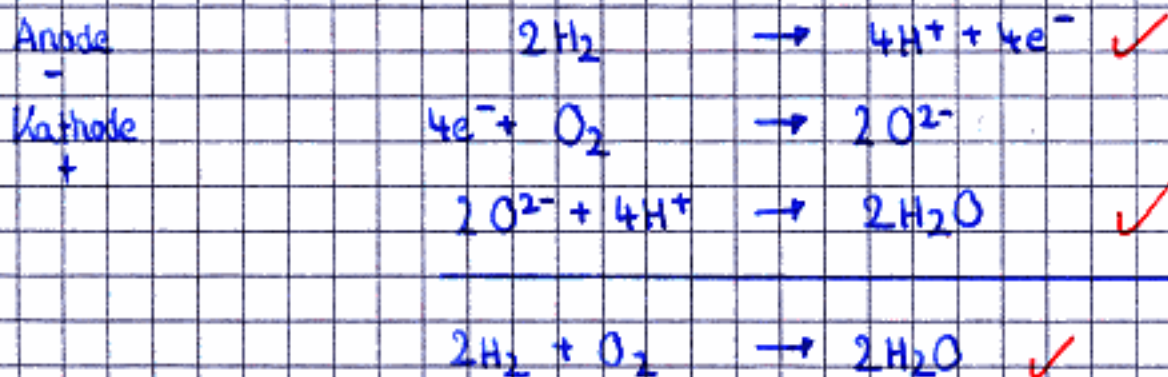
Die Stromkosten betragen 787 €

#### Aufgabe 4

##### 4.1: AFC

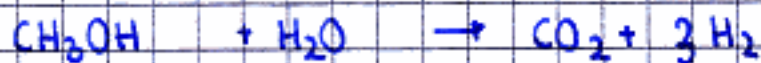


##### PEMFC





#### 4.3. Problem beim Umsetzen fossiler Brennstoffe in $H_2$



Beispiel: Methanol wird umgesetzt

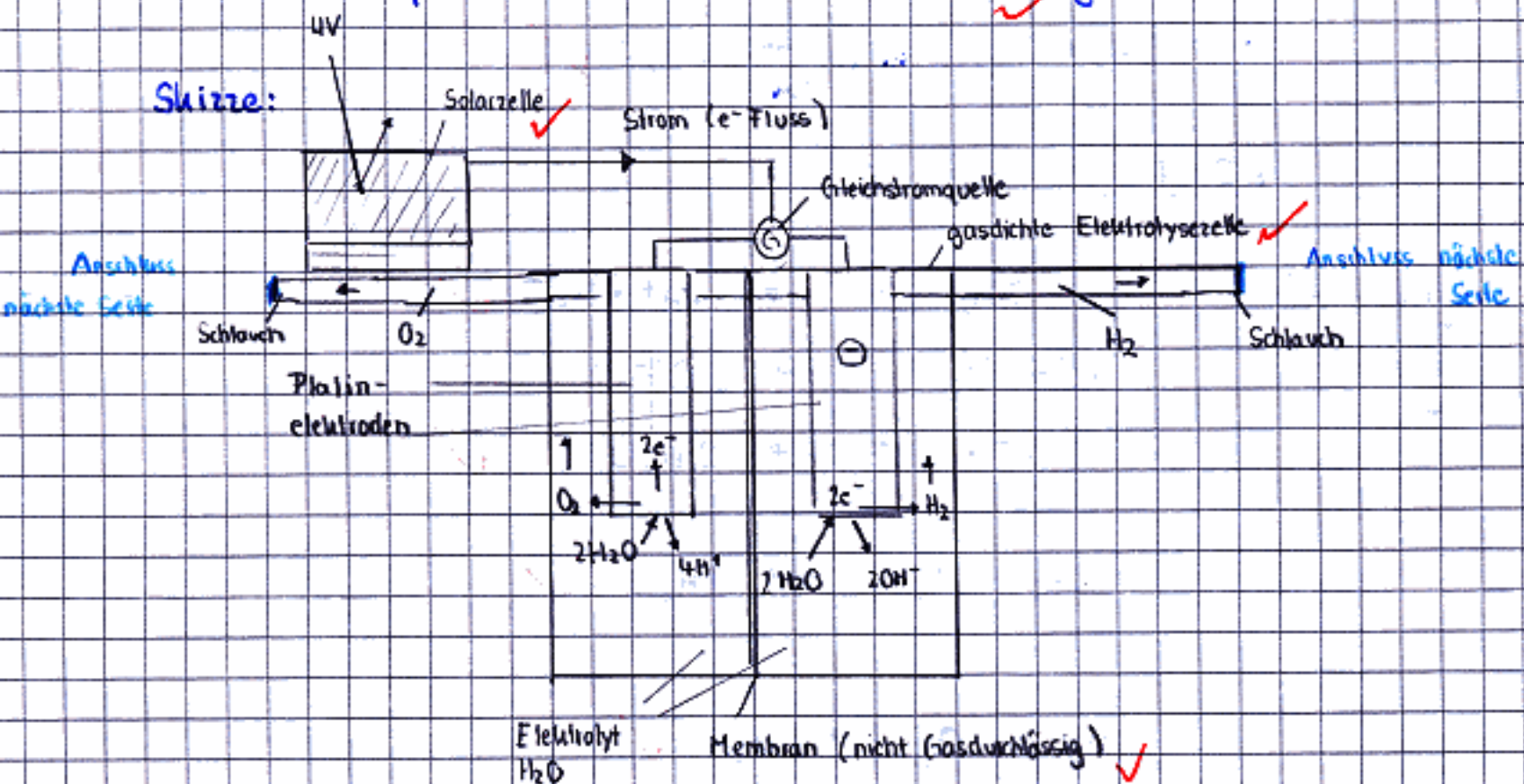
Es entsteht dabei  $CO_2$  (Treibhausgas), welches die Umwelt schädigt und in anderen Motoren als Abpuffgas entweicht. Somit liegt die Ökologie der Brennstoffzelle nicht mehr weit vom normalen Motor entfernt.

Auch muss zuerst Energie aufgewendet werden, damit der Wasserstoff verwendet werden kann (Herstellung / Aufbereitung / Reinigung ...). Somit ist auch ein Kostenfaktor zu berücksichtigen.

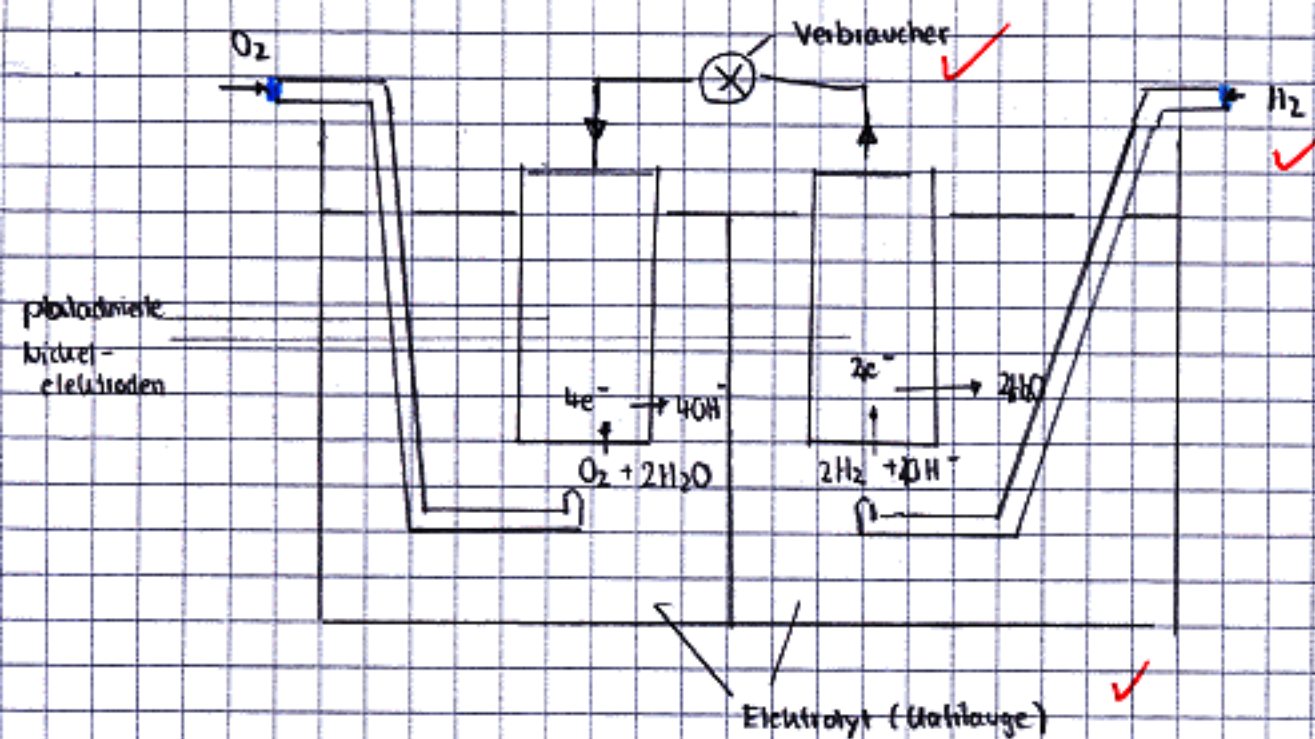
Alternative:

Solarzellen zum Energiegewinn und anschließend eine elektrolytische Spaltung von Wasser in seine Elemente. Dadurch könnte  $H_2$  ökologisch und ohne großen Aufwand mithilfe von Solarzellen / Photovoltaik gewonnen werden.

Skizze:







#### 4.1. Unterschiedlicher Bau:

- Die AFC besitzt einen flüssigen Elektrolyten aus  $\text{KOH}$  (aq) mithilfe von Zuführung von  $\text{H}_2$  und  $\text{O}_2$  als Brennstoff und Oxidant ( $\text{H}_2$ ) können Elektronen durch den Verbraucher fließen
- Die PEMFC besitzt einen Feststoffelektrolyten, aus einer mit Platin beschichteten Kunststoffmembran (Proton Exchange Membran) durch welche die Protonen migrieren. Die Elektroden sind durchlässig für die jeweiligen Gase

58/60 Punkten

sehr gut (15)