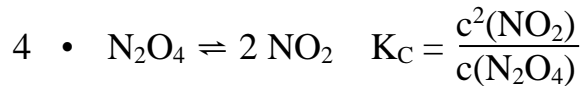


Aufgabe 1

- 1 • Strukturformel von Hydrazin:
- $$\begin{array}{ccc}
 \text{H} & \delta^- & \text{H} \\
 \diagdown & | & / \\
 & \text{N} - \text{N} & \\
 / & | & \diagdown \\
 \text{H} & & \text{H} \\
 & \delta^+ &
 \end{array}$$
- Wegen der polaren N-H-Bindungen mit partiell positiv geladenem H und partiell negativ geladenem N können Wasserstoffbrücken mit H₂O ausgebildet werden. N₂H₄ ist also sehr gut wasserlöslich.
 - N₂H₄ löst sich nicht nur in H₂O, zwischen N₂H₄ und H₂O kommt es auch zu einer Protolyse:

$$\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^-$$
 - $\text{p}K_{\text{B}}(\text{NH}_3) = 14 - \text{p}K_{\text{S}}(\text{NH}_4^+) = 14 - 9,24 = 4,76$
 $\text{p}K_{\text{B}}(\text{NH}_3) = 4,76$; $\text{p}K_{\text{B}}(\text{N}_2\text{H}_4) = 6,07$
 → N₂H₄ ist eine schwächere Base als NH₃,
 d.h. N₂H₄ kann nicht so leicht protoniert werden wie NH₃.
 Ursache:
 In NH₃ ist wegen dreier polarer N-H-Bindungen die Elektronendichte am N-Atom höher als in N₂H₄, in welchem nur zwei polare N-H-Bindungen vorliegen. 7 VP
- 2 • $\begin{array}{ccccccccc} -\text{III} & -\text{III} & \pm 0 & & -\text{II} & & & & -\text{I} \\ \text{H}_2\text{N-CO-NH}_2 & + \text{Cl}_2 & + 4 \text{NaOH} & \rightarrow & \text{N}_2\text{H}_4 & + \text{Na}_2\text{CO}_3 & + 2 \text{NaCl} & + 2 \text{H}_2\text{O} \end{array}$
- Die Oxidationszahl von N steigt von –III auf –II, N gibt also ein e[–] ab,
 → N-Atome des Harnstoffs werden oxidiert.
 Die Oxidationszahl von Cl sinkt von ±0 auf –I, Cl nimmt also ein e[–] auf,
 → Cl-Atome werden reduziert. 5 VP
- 3 • $2 \text{N}_2\text{H}_4 + \text{N}_2\text{O}_4 \rightarrow 3 \text{N}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$
 Aus 2 Mol N₂H₄ \triangleq 64 g N₂H₄ können 3 Mol N₂ \triangleq 3 · 22,4 L N₂ = 67,2 L N₂ frei gesetzt werden.
 64 g N₂H₄ liefern 67,2 L N₂.
 1 g N₂H₄ liefert (67,2 / 64) L N₂ = 1,05 L N₂.
 1000 g N₂H₄ liefern 1000 · 1,05 L N₂ = 1.050 L N₂. 3 VP



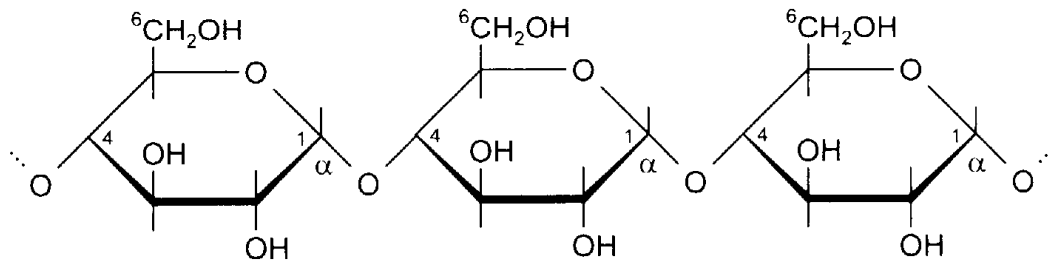
•
$$K_C = \frac{(1,42 \cdot 10^{-2}) (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^2}{4,27 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = \frac{2,0164 \cdot 10^{-4}}{4,27 \cdot 10^{-2}} \text{ Mol} \cdot \text{L}^{-1}$$
$$= 0,472 \cdot 10^{-2} \text{ Mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4,72 \cdot 10^{-3} \text{ Mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

- Die Braunfärbung zeigt an, dass mehr NO_2 entstanden ist, das Gleichgewicht hat sich also nach rechts verschoben. Die Bildung von NO_2 verläuft demnach endotherm. Die Bildung von N_2O_4 verläuft unter Volumenverminderung. Nach LE CHATELIER wird die N_2O_4 -Bildung demnach durch Druckerhöhung begünstigt.

5 VP
20 VP

Aufgabe 2

1.1



Amylose

500 – 5.000 Glu-Einheiten,

die α -(1,4)-glykosidisch
miteinander verknüpft sind

Die Glu-Einheiten
liegen als Helix vor
mit ca. 6 Glu-Einheiten
pro Windung.

Amylopektin

bis zu 1.000.000 Glu-Einheiten,

die α -(1,4)-glykosidisch
miteinander verknüpft sind;
etwa jede 25. Glu-Einheit ist
zusätzlich α -(1,6)-glykosidisch
mit einer Seitenkette
aus Glu-Einheiten verknüpft.

Die Seitenketten erschweren
die Ausbildung
einer helicalen Struktur.

3 VP

1.2 Glucose gelangt direkt durch die Dünndarmwand ins Blut. Verdauungsprozesse finden nicht statt. Stärke muss erst enzymatisch hydrolysiert werden, bevor Glucose vorliegt. Dies beansprucht eine gewisse Zeit.

Nachweis für Glucose: z.B. Glucose-Oxidase-Test (GOD-Test)

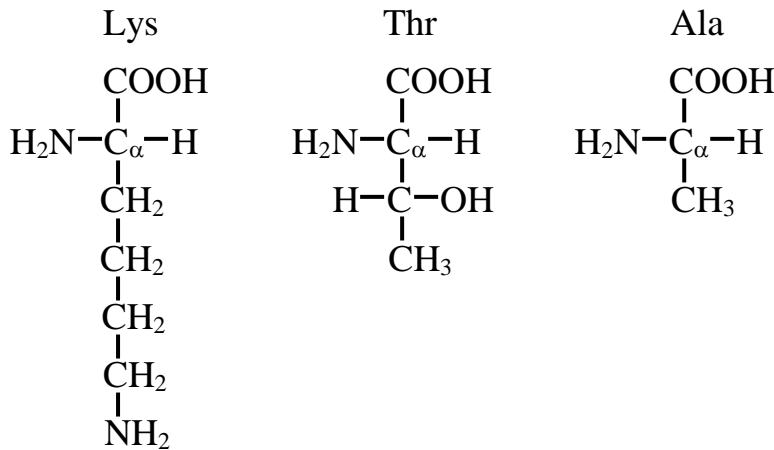
Glucose-Oxidase ist ein Enzym, das an der Glucose die Oxidation des C1-Kohlenstoffatoms katalysiert. Bei dieser Reaktion entstehen Gluconsäure und Wasserstoffperoxid. In einer nachgeschalteten Reaktion wird H_2O_2 mittels Peroxidase (POD) enzymatisch zu H_2O reduziert und ein Farbstoff, ABTS, oxidiert. In reduzierter Form ist ABTS farblos, in oxidiertem Zustand blau. Die Blaufärbung dient als Nachweis für das Vorhandensein von H_2O_2 und damit von Glucose. (Gelb eingefärbte GOD-Teststreifen ergeben mit der blauen Farbreaktion eine grüne Mischfarbe.)

Nachweis für Amylose: z.B. Iod-Stärke-Reaktion

Nach Zugabe von LUGOL'scher Lösung (Iodiodkali-Lösung = Lösung von I₂ in einer KI-Lösung) ist bei Amylose-Anwesenheit eine tief blauschwarze Verfärbung zu beobachten. Diese kommt durch eine veränderte Lichtabsorption zustande, weil I₂-Moleküle in die Wendeln der Helix eingelagert werden (Iod-Stärke-Einschlussverbindung).

3 VP

2.1

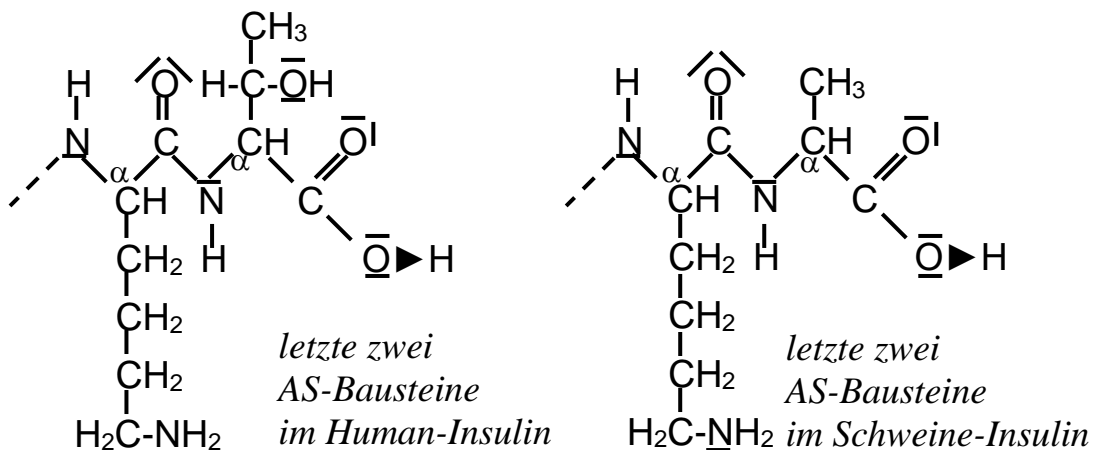


- Um Aminosäuren handelt es sich, weil die Moleküle sowohl mindestens eine Aminogruppe als auch mindestens eine Carboxylgruppe besitzen.
- Um α-Aminosäuren handelt es sich, weil die Aminogruppe in α-Stellung gebunden ist, also an demjenigen C-Atom, das der Carboxylgruppe direkt benachbart ist.
- Um L-Aminosäuren handelt es sich, weil in der FISCHER-Projektion die Aminogruppe am α-C-Atom links (lat. laevis) steht.

Nach diesen Definitionen handelt es sich bei Lysin, Threonin und Alanin durchweg um L-α-Aminosäuren.

3 VP

2.2



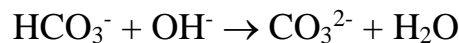
Der Lysinrest hat mit seiner Seitenkette Bedeutung für die Tertiärstruktur eines Proteins. Die Seitenkette stabilisiert die Tertiärstruktur

- durch die Kohlenwasserstoffkette mithilfe der VAN-DER-WAALS-Kräfte,
- durch die Aminogruppe mithilfe von Wasserstoffbrücken
- bzw. mithilfe von ionischen Wechselwirkungen, falls die Aminogruppe protoniert vorliegt.

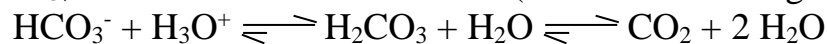
4 VP

- 3.1 Ausschlaggebend für die gute Pufferwirkung des Kohlensäurepuffers ist der leichte Übergang der Kohlensäure in Kohlenstoffdioxid sowie die leichte Flüchtigkeit der Kohlensäure bzw. des Kohlenstoffdioxids.

Ist der pH-Wert des Blutes zu hoch, so gibt H_2CO_3 ein H^+ an H_2O ab, es entstehen H_3O^+ und HCO_3^- . Bei Zugabe von OH^- entsteht H_2O .

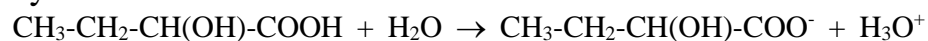


Ist der pH-Wert hingegen zu niedrig, so bindet HCO_3^- H^+ und wird zu H_2CO_3 , das zu H_2O und CO_2 zerfällt. (Das CO_2 wird abgeatmet.)



3 VP

- 3.2 Überzuckerung führt zu einer Übersäuerung des Blutes durch Anstieg der Konzentration verschiedener Stoffwechselprodukte, z.B. 2-Hydroxybutansäure.



Die korrespondierenden Säure-Base-Paare des Kohlensäure-Blutpuffers sind $\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{HCO}_3^-$ und $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$. Der Puffer entfaltet seine optimale Wirkung bei einem $\text{pH} = \text{pK}_\text{S} \pm 1$. Die Obergrenze des Puffers liegt im vorliegenden Fall demnach bei

$$n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{H}_3\text{O}^+) = 10 : 1,$$

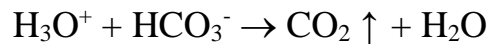
die Untergrenze bei

$$n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{H}_3\text{O}^+) = 1 : 10.$$

Eine zu starke Erhöhung der $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ verändert das Konzentrationsverhältnis des korrespondierenden Säure-Base-Paares $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$ so stark, dass die Pufferkapazität überschritten wird, der pH-Wert kann nicht mehr konstant einreguliert werden. Es kommt zur Übersäuerung des Blutes (Azidose).

Die Übersäuerung wird aber durch Ausatmen von CO_2 vermieden. Das bei der Abpufferung von H_3O^+ gebildete CO_2 steht im Gleich-

gewicht mit dem CO₂ der Atemluft der Lunge. Das Puffersystem kann also nicht nur H₃O⁺-Ionen abpuffern, sondern auch das Reaktionsprodukt CO₂ aus dem Gleichgewicht entfernen:

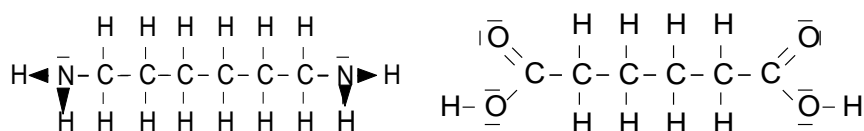


CO₂ verlässt das System und tritt von der Lösung in die Gasphase über (offenes Puffersystem).

In der Folge sinkt die Konzentration an HCO₃⁻ und H₃O⁺, denn nach LE CHATELIER führt die Entfernung eines Produkts (hier CO₂) aus dem Gleichgewicht dazu, dass es vom Gleichgewicht nachgeliefert wird (Verschiebung des Gleichgewichts nach rechts). Der pH-Wert steigt wieder an.

4 VP
20 VP

Aufgabe 3

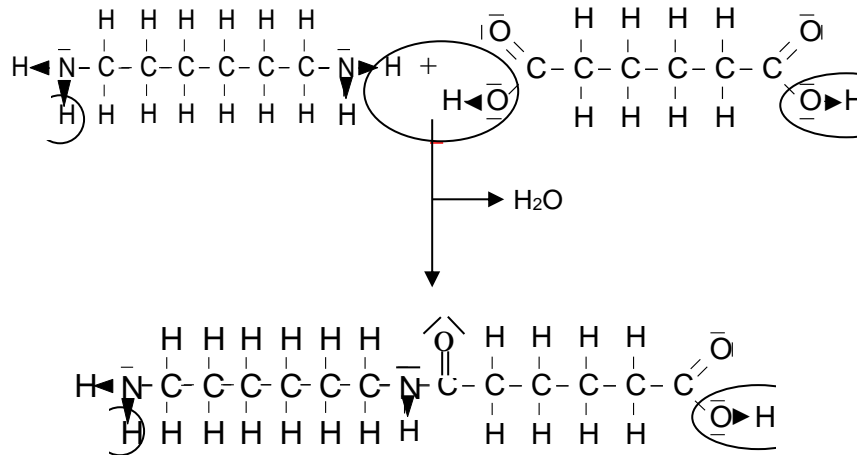


1.1 •

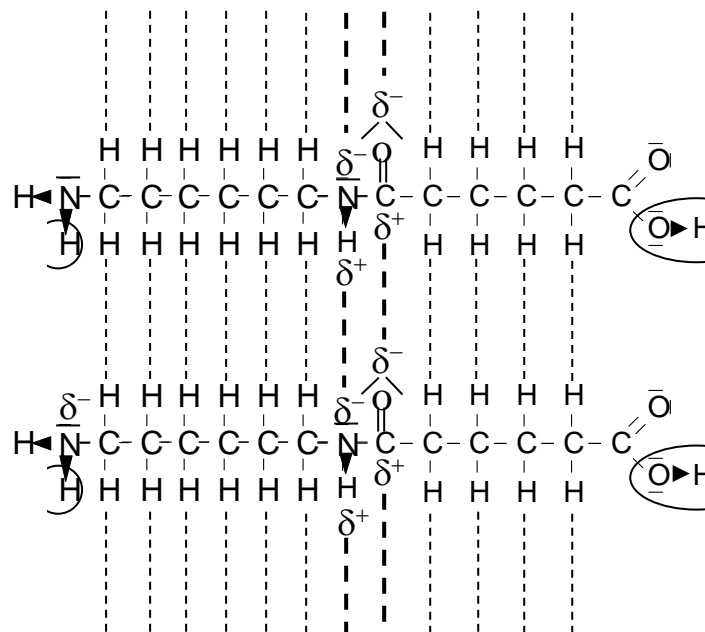
1,6-Diaminohexan

Hexandisäure

- Reaktionstyp zur Herstellung des Polymers:
Polykondensation

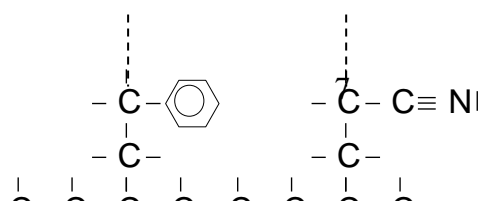


- Zwischen den benachbarten Polymerketten sind wegen der vielen polaren Gruppen ($\delta^+ - \text{C}=\text{O} \delta^-$ und $\delta^- - \text{N}-\text{H} \delta^+$) viele Wasserstoffbrücken möglich. Auch die Ausbildung vieler VAN-DER-WAALS-Kräfte zwischen den benachbarten Kohlenstoffketten trägt zur Zug- und Reißfestigkeit der Polyamide mit bei.



9 VP

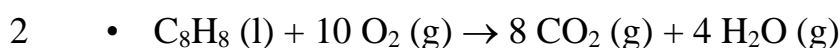
1.2 • Möglicher Strukturformelausschnitt von ABS:



- ABS wird über eine Pfropf-Copolymerisation hergestellt: An den Polybutadien-Radikalen (entstanden aus den Doppelbindungen der Butadien-Monomere) werden Acrylnitril und Styrol polymerisiert (seitlich „aufgefropft“). 3 VP

1.3	Polyamid, ABS	Karosserieblech
Rohstoffverfügbarkeit	⊖ Erdöl nicht unbegrenzt verfügbar	⊕ Erze langfristig eher verfügbar als Erdöl
Energiebilanz	⊕ Polymerisationen stark exotherm	⊖ Hochofenprozess zur Gewinnung von Roheisen stark Energieverbrauchend
Verarbeitungsfähigkeit	⊕ Polymerisate und Copolymerisate nach Wunsch polymerisierbar, auch im Hinblick auf eine gewünschte Art der Verarbeitung	⊕ Karosserieblech durch Walzen, Ziehen, Pressen, Biegen, Stanzen, Prägen usw. sehr leicht bearbeitbar
Recycling	⊕ Wiederverwendung als Rohstoff beim <i>werkstofflichen Recycling</i> oder Einsparung fossiler Energieträger beim Einsatz zur Erzeugung von Fernwärme und Strom bei der <i>thermischen Verwertung</i>	⊕ Wiederverwendung als Rohstoff beim <i>Recycling von Altmetall</i>

3 VP



$$\begin{aligned}
 \Delta_r H^0 (\text{C}_8\text{H}_8 = \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2) & \\
 &= -1 \text{ mol} \cdot \Delta_f H^0 (\text{C}_8\text{H}_8) + 8 \text{ mol} \cdot \Delta_f H^0 (\text{CO}_2) + 4 \text{ mol} \cdot \Delta_f H^0 (\text{H}_2\text{O g}) \\
 &= - (+ 104) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 8 (- 394) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 4 (- 242) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \\
 &= - 104 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 3152 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 968 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \\
 &= \underline{- 4.224 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}
 \end{aligned}$$

- $1.000 \text{ M} (\text{C}_8\text{H}_8) = 8 \cdot 12 \text{ kg} + 8 \cdot 1 \text{ kg} = 104 \text{ kg}$

1 Mol $\text{C}_8\text{H}_8 \triangleq 104 \text{ g}$ C_8H_8 liefert 4.244 kJ

104 kg C_8H_8 liefern 4.244.000 kJ = 4.244 MJ

1 kg C_8H_8 liefert $(4.244 / 104) \text{ MJ} = \underline{40,81 \text{ MJ}}$

Der Heizwert von Styrol ($40,81 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$) liegt somit fast bei dem von Heizöl und ist bedeutend günstiger als der von Erdgas, Steinkohle und Holz.

- Aus einem Molekül C_8H_8 und 10 Molekülen O_2 entstehen 12 neue Moleküle, 8 Moleküle CO_2 und 4 Moleküle H_2O , also insgesamt 1 Molekül mehr.

Aus einem flüssigen und 10 gasförmigen Molekülen entstehen 12 gasförmige Moleküle, also insgesamt 2 gasförmige Moleküle mehr.

Wegen der steigenden Anzahl der Moleküle und der Zunahme des gasförmigen Zustandes nimmt die Unordnung und damit die Entropie zu, die ein Maß für die Unordnung ist.

Mithilfe der Tabelle der Entropiewerte kann man die Entropiedifferenz auch quantitativ beziffern:

$$\begin{array}{r}
 S^0 [\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}] \\
 \text{C}_8\text{H}_8 (l) + 10 \text{ O}_2 (g) \rightarrow 8 \text{ CO}_2 (g) + 4 \text{ H}_2\text{O} (g) \\
 180 \quad + 10 \cdot 205 \quad \quad 8 \cdot 214 \quad + 4 \cdot 189 \\
 \underbrace{\hspace{10em}} = \underbrace{\hspace{10em}} \\
 S^0 (\text{Edukte}) \quad \quad \quad S^0 (\text{Produkte}) \\
 = 2.230 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \quad = 9.300 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}
 \end{array}$$

$$\Delta S^0 = 7.070 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

5 VP

20 VP

$$= 1,68 \text{ V} - (-0,36 \text{ V}) = \underline{2,04 \text{ V}}$$

- Zum Aufladen wird eine Gleichspannungsquelle benötigt. Der Ladevorgang ist im Prinzip eine Umkehrung des Entladevorgangs. Hierfür muss die Gleichspannung an den Elektroden so angelegt werden, dass sich die Fließrichtung des Stroms umkehrt. Am Minuspol wird Pb(II) wieder zu Pb(0) reduziert und am Pluspol Pb(II) zu Pb(IV) oxidiert.

[Die Elektrolyse der verdünnten Schwefelsäure beim Laden zu H₂ und O₂ (H₂ an der Pb-Elektrode, O₂ an der PbO₂-Elektrode) ist durch eine hohe Überspannung stark behindert, so dass bevorzugt Pb²⁺-Ionen an den Elektroden reagieren.]

Solange an beiden Polen noch festes PbSO₄ vorhanden ist, besteht mit der Pb²⁺-Lösung, in die die Elektroden eintauchen, ein Lösungsgleichgewicht, die Konzentration der Pb²⁺-Ionen in der Lösung bleibt unverändert. Erst gegen Ende des Aufladens nimmt die Konzentration an Pb²⁺-Ionen schlagartig ab und Wasser wird elektrolysiert: Der Akku gast.]

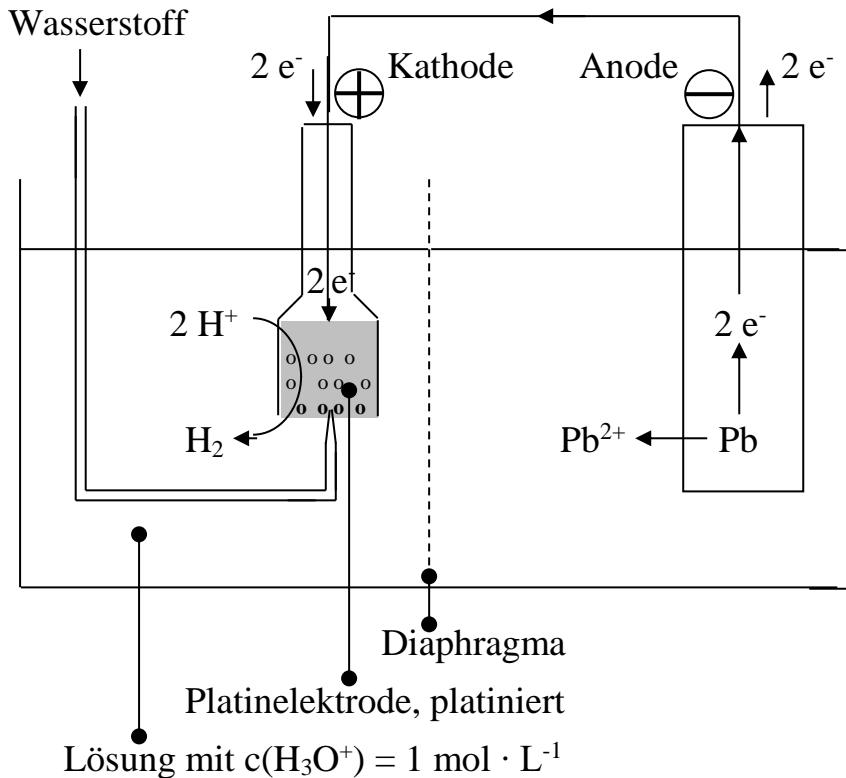
In der Elektrochemie wird die Elektrode, an der die Oxidation erfolgt, als Anode bezeichnet, an der Kathode erfolgt die Reduktion. Damit ist bei der Elektrolyse der Pluspol als Anode und der Minuspol als Kathode definiert (Laden des Akkus). Da beim Entladen die Fließrichtung des Stroms derjenigen beim Laden gegenläufig ist, sind die Begriffe Anode und Kathode vertauscht. 6 VP

- 3 • Ein einzelnes Elektrodenpotenzial kann nicht gemessen werden, wohl aber die Potenzialdifferenz zwischen zwei Elektroden. Einzelne Elektrodenpotenziale können aber experimentell bestimmt werden, wenn man als zweite Elektrode immer den gleichen Elektrodentyp verwendet, dessen Potenzial auf 0 V festgelegt wird. Diese Bezugselektrode ist die Normal-Wasserstoff-Elektrode (NHE).

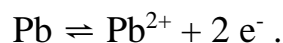
Die Standard-Wasserstoff-Elektrode besteht aus einem mit fein verteiltem Platin überzogenen Platin-Blech. Unterhalb dieser „platinieren“ Platin-Elektrode wird Wasserstoff aus der Stahlflasche in die Lösung geleitet, so dass die Platin-Elektrode ständig vom Gas umströmt wird. Der Wasserstoff wird an der Oberfläche des Platins adsorbiert, so dass der Wasserstoff als Elektrode fungieren kann. Die Konzentration der Säure beträgt 1 mol · L⁻¹. Da die Lage des Elektroden-Gleichgewichts (H₂ / 2 H⁺) von der Temperatur und im

Fälle von Gasen auch vom Druck abhängt, müssen Standardbedingungen eingehalten werden: $T = 298 \text{ K}$ ($25 \text{ }^\circ\text{C}$), $p = 1013 \text{ hPa}$.

$T = 298 \text{ K}$ ($25 \text{ }^\circ\text{C}$), $p = 1013 \text{ hPa}$



- Zwischen $Pb(0)$ und $Pb(II)$ besteht ein Gleichgewicht:



Da $PbSO_4$ schwer löslich ist und so gut wie ausschließlich als Feststoff vorliegt, werden beim Entladen des Akkus laufend Pb^{2+} -Ionen aus dem Gleichgewicht entfernt.

$$\Rightarrow U^0 (Pb / Pb^{2+}) < U^0 (Pb / PbSO_4 (s)) \quad 6 \text{ VP}$$

- 4 Beim DANIELL-Element handelt es sich um eine Zink/Kupfer-Zelle.

$$U^0 (Zn / Zn^{2+}) = -0,76 \text{ V}$$

$$U^0 (Cu / Cu^{2+}) = +0,34 \text{ V}$$

$$U^0 (H_2 / 2 H^+) = 0,00 \text{ V}$$

Versucht man das DANIELL-Element durch Anlegen einer Spannung, die den Stromfluss umkehrt, aufzuladen, so scheidet sich auf Grund des im Vergleich zu $U^0 (Zn / Zn^{2+})$ höheren Standardpotenzials des Wasserstoffs am Minuspol Wasserstoff ab, nicht Zink.

2 VP
20 VP