

# KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT



Abitur  
April/Mai 2004

Chemie  
(Leistungskurs)

Einlesezeit: 30 Minuten  
Bearbeitungszeit: 300 Minuten

---

Thema 1

Zink und Zinkverbindungen

Thema 2

Alkohole

Thema 3

Einige Salze

## Thema 1: Zink und Zinkverbindungen

### 1 Freiwillige und erzwungene chemische Reaktionen

#### 1.1 Experiment

Elektrolysieren Sie ca. 6 min eine Zinksulfat-Lösung ( $c = 1 \text{ mol/L}$ ) mit einer Spannung  $U = 6 \text{ V}$  unter Verwendung einer Kupferanode und einer Kohlenstoffkathode.

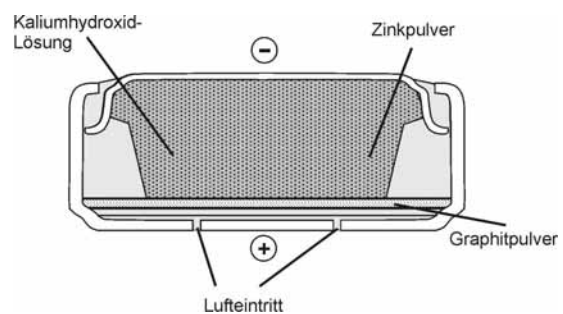
Messen Sie nach dem Abschalten der Spannungsquelle die auftretende Spannung. Erklären Sie Ihre Beobachtungen unter Einbeziehung der chemischen Gleichungen für die Elektrodenreaktionen.

#### 1.2 Die Verlaufsrichtung einer chemischen Reaktion wird durch Triebkräfte bestimmt.

Erläutern Sie diese unter Einbeziehung von Berechnungen für die im DANIELL-Element ablaufende chemische Reaktion und weisen Sie deren Freiwilligkeit unter Standardbedingungen nach.

#### 1.3 Ein lange lagerfähiges Primärelement ist das Zink-Luft-Element. Diese Zelle wird u. a. zur Baustellenbeleuchtung eingesetzt und in Form von Knopfzellen in Hörgeräten angewendet.

Beschreiben Sie unter Verwendung von Abbildung 1.1: „Aufbau einer Zink-Luft-Knopfzelle“ die Wirkungsweise dieser Zelle. Geben Sie dabei auch die chemischen Gleichungen für die Elektrodenreaktionen an.



Die Zellspannung dieser Knopfzelle beträgt  $1,4 \text{ V}$ .

Berechnen Sie das Elektrodenpotenzial der Akzeptorhalbzelle.

Abb. 1.1: Aufbau einer Zink-Luft-Knopfzelle

### 2 Gewinnung von Zink

Das wichtigste Zinkerz ist die Zinkblende ( $\text{ZnS}$ ). Zur Gewinnung des Metalls wird das angereicherte Zinksulfid durch Rösten in Zinkoxid überführt, das anschließend durch die Behandlung mit Schwefelsäure in lösliches Zinksulfat übergeht. Die erhaltene Lösung wird gründlich gereinigt. Verunreinigungen wie Kupfer(II)- oder Blei(II)-Ionen werden durch Zugabe von Zinkstaub ausgefällt.

Geben Sie chemische Gleichungen für die vier beschriebenen Reaktionen an.

Ordnen Sie die Reaktion des Zinkoxids mit Schwefelsäure begründet einer Reaktionsart zu.

Begründen Sie die Möglichkeit der Reinigung der Zinksulfat-Lösung mit Zinkstaub.

Zur Herstellung von 99,99 %igem Feinzink erfolgt die Elektrolyse der Zinksulfat-Lösung in einem Bad mit mehreren parallel zueinander angeordneten Bleianoden und Aluminiumkathoden bei einer Spannung  $U = 3,5 \text{ V}$ .

Berechnen Sie den Bedarf an Elektroenergie für die Produktion einer Masse  $m = 1 \text{ t}$  Zink bei einer Stromausbeute  $\eta = 90 \%$ .

## 3 Reaktionsverhalten

- 3.1 Berechnen Sie den pH-Wert, bei dem Zink-Ionen in der wässrigen Lösung bei Zusatz einer Base als schwerlösliches weißes Zinkhydroxid ausfallen.

Zinkhydroxid hat amphoteren Charakter. Dies zeigt sich u. a. darin, dass es sowohl in Säuren als auch in Basen löslich ist. Mit Chlorwasserstoffsäure setzt es sich zu Zinkchlorid um und mit Natriumhydroxid-Lösung bildet sich eine Natriumtetrahydroxozincat(II)-Lösung.

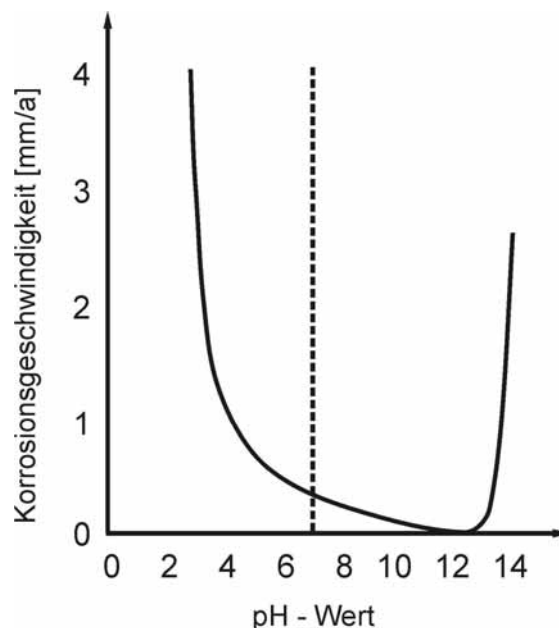
Wenden Sie auf die beschriebenen Reaktionen das Donator-Akzeptor-Prinzip an. Beschreiben Sie die chemische Bindung im Tetrahydroxozincat(II)-Ion und schätzen Sie begründet dessen Stabilität ein.

- 3.2 Dem Metall Zink kommt im Korrosionsschutz von Eisen und Stahl große Bedeutung zu. Geben Sie zwei konkrete Einsatzbeispiele an.

In der Atmosphäre bilden sich auf dem Zink Deckschichten aus Zinkhydroxid und Zinkcarbonat.

Schätzen Sie die Stabilität dieser Deckschichten durch Interpretation der Abbildung 1.2 „Korrosion des Zinks bei 30 °C in Abhängigkeit vom pH-Wert des Korrosionsmediums“ ein.

Entwickeln Sie zwei Gleichungen für mögliche Reaktionen der Zerstörung der Deckschichten in entsprechender Atmosphäre.



**Abb. 1.2:** Korrosion des Zinks bei 30 °C in Abhängigkeit vom pH-Wert des Korrosionsmediums

- 3.3 Schlagen Sie jeweils ein einfaches Experiment vor, mit dem die folgenden Aussagen bestätigt werden können. Begründen Sie, ausgehend von den zu beobachtenden Phänomenen, die Eignung Ihrer Vorschläge.

A: Zink ist ein unedles Metall.

B: Zinkchlorid ist ein echter Elektrolyt.

C: In der wässrigen Lösung polarisieren die Zink-Ionen die Wassermoleküle ihrer Hydrathülle derart, dass es zur Bindungsspaltung kommt.

## Thema 2: Alkohole

Um Männchen auf sich aufmerksam zu machen, nutzen die Weibchen des Feldmaikäfers die Anziehungskraft von Alkohol. Herausgefunden haben dies Biologen an der Freien Universität Berlin, wie NATIONAL GEOGRAPHIC DEUTSCHLAND berichtete. Die Maikäferweibchen knabbern das Laub von Eiche, Hain- und Rotbuche an. An den Fraßstellen setzen die Blätter gasförmige Aldehyde, Ester und verschiedene Alkoholverbindungen frei, die die umherschwärmenden Männchen anlocken. Mit ihren fächerförmigen Antennen nehmen diese kleinste Duftkonzentrationen wahr, die ihnen – gegen den Wind fliegend – den Weg zu den fressenden Weibchen weisen.

### 1 Struktur und Eigenschaften

#### 1.1 Alkohole können formal als Derivate des Wassers betrachtet werden.

Begründen Sie diese Aussage, beziehen Sie dabei Betrachtungen zu Molekülbau, chemischen Bindungen und sich daraus ableitenden Eigenschaften mit ein.

#### 1.2 Die Siedetemperaturen isomerer Butanole betragen 82 °C, 99 °C, 108 °C und 117 °C.

Geben Sie die Strukturformeln aller Isomeren des Butanols an und benennen Sie diese. Ordnen Sie begründet der niedrigsten und der höchsten Siedetemperatur das entsprechende Isomer zu.

### 2 Reaktionsarten

#### 2.1 Alkohole sind Ampholyte.

Begründen Sie diese Aussage. Erläutern Sie in diesem Zusammenhang die Säure-Base-Theorie von BRÖNSTED.

#### 2.2 Ein häufig verwendetes Reagenz zur Oxidation von primären Alkanolen ist Kaliumdichromat ( $K_2Cr_2O_7$ ), wobei Chrom(III)-Ionen entstehen.

Entwickeln Sie die chemischen Gleichungen der Teilreaktionen für eine Umsetzung von Ethanol mit Kaliumdichromat in saurer Lösung. Geben Sie auch die Gesamtreaktionsgleichung in verkürzter Ionenschreibweise an.

Erläutern Sie, dass es sich bei dieser Reaktion um eine Redoxreaktion handelt.

#### 2.3 Mithilfe einer anderen Redoxreaktion kann im Labor Chlor in kleinen Mengen durch Reaktion von Natriumchlorid-Lösung mit angesäuerter Kaliumpermanganat-Lösung hergestellt werden.

Leiten Sie unter Verwendung der thermodynamischen Grundgleichung eine Bedingung für den freiwilligen Verlauf dieser Reaktion her. Formulieren Sie die chemischen Gleichungen für die Teilreaktionen.

Interpretieren Sie die Abbildung 2.1 „pH-Abhängigkeit von Redoxpotenzialen“ und bestimmen Sie dabei den Bereich, in dem Permanganat-Ionen Chlorid-Ionen oxidieren können. Bestätigen Sie den ermittelten Bereich rechnerisch unter Verwendung der Beziehung

$$E(\text{Mn}^{2+} / \text{MnO}_4^-) = 1,51 \text{ V} - \frac{8 \cdot 0,059 \text{ V}}{5} \cdot \text{pH}$$

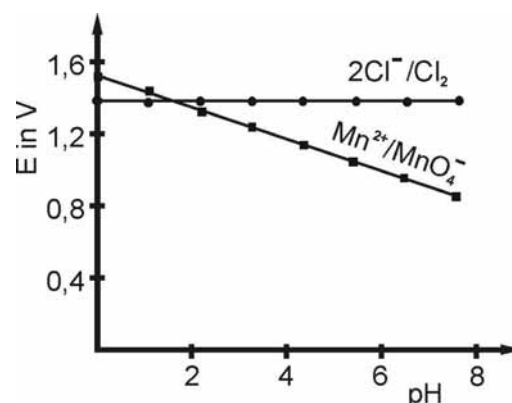


Abb. 2.1: pH-Abhängigkeit von Redoxpotenzialen

## 3 Reaktionen

## 3.1 Experiment

Planen Sie ein Experiment zur Darstellung von Propansäurepropylester, fordern Sie Geräte und Chemikalien an, führen Sie dieses Experiment durch und werten Sie Ihre Beobachtungen aus.

Unter bestimmten Reaktionsbedingungen stellt sich das Gleichgewicht bei einer Gleichgewichtskonstanten  $K_C = 4$  ein.

Berechnen Sie die Esterstoffmenge im Gleichgewicht, wenn im Gleichgewichtszustand jeweils gleiche Stoffmengen  $n = 2$  mol von Propansäure und Propanol vorliegen. Das Gesamtvolumen aller Stoffe soll  $V = 1$  L betragen.

Geben Sie unter Einbeziehung des Massenwirkungsgesetzes begründet zwei Möglichkeiten an, die Ausbeute an Ester zu erhöhen.

3.2 Erläutern Sie unter Verwendung der Abbildung 2.2 „Reaktionen von Alkoholen“ sowohl die Bildung von Ethen als auch die des Borsäuretriethylesters und geben Sie die Reaktionsgleichungen an.

Formulieren Sie die Bildungsgleichung für den Ethansäureester des Ethanols.

Vergleichen Sie beide Esterbildungsreaktionen.

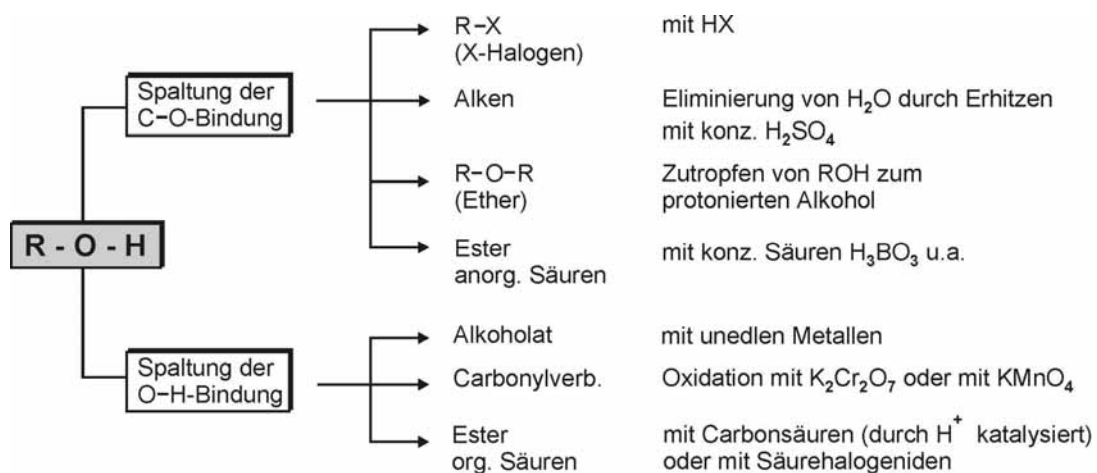


Abb. 2.2: Reaktionen von Alkoholen

**Thema 3: Einige Salze****1 Qualitative und quantitative Analysen****1.1 Experiment**

Führen Sie mit Teilen der gegebenen Salzlösung die folgenden Experimente a) – d) mit dem Ziel der Bestimmung enthaltener Ionen und der Beschreibung des Reaktionsverhaltens dieser Ionen durch. Notieren Sie Ihre Beobachtungen und werten Sie diese unter Einbeziehung der chemischen Zeichensprache aus.

- Geben Sie einige Tropfen Kaliumhexacyanoferrat(II)-Lösung zu.
- Geben Sie zunächst einige Tropfen Silbernitrat-Lösung zu und versetzen Sie anschließend mit Ammoniak-Lösung.
- Prüfen Sie den pH-Wert.
- Setzen Sie Kaliumiodid-Lösung zu und schütteln Sie das Reaktionsgemisch mit einem von Ihnen anzufordernden unpolaren Lösungsmittel.

**1.2** Der Gehalt an Eisen(II)-Ionen einer Lösung lässt sich durch Redox titration manganometrisch bestimmen. Dabei reagieren Eisen(II)-Ionen in schwefelsaurer Lösung mit Permanganat-Ionen.

Begründen Sie die sichere Möglichkeit der Äquivalenzpunkterkennung bei dieser Redox titration. Berechnen Sie die Konzentration an Eisen(II)-Ionen in einer Lösung, wenn ein Volumen  $V = 10 \text{ mL}$  dieser Lösung mit einem Volumen  $V = 18 \text{ mL}$  Kaliumpermanganat-Lösung ( $c = 0,02 \text{ mol/L}$ ) umgesetzt wird.

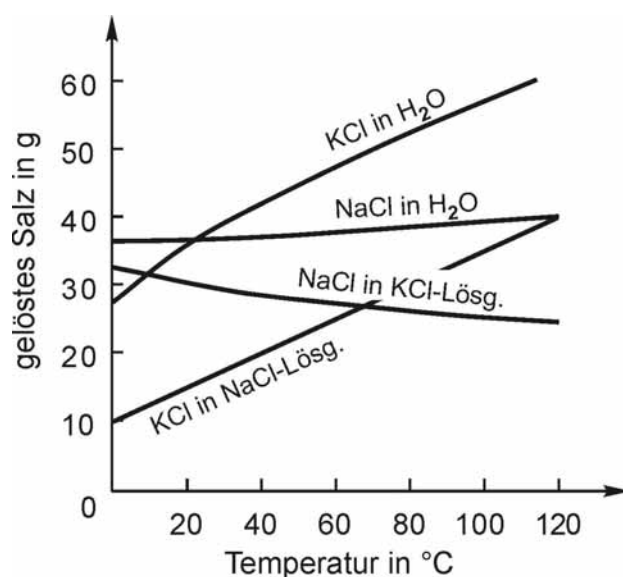
Prüfen Sie durch Berechnung, ob die beschriebene Reaktion auch in essigsaurer Lösung ( $\text{pH} = 3$ ) ablaufen kann. (Hinweis: Für die Berechnung sind ein Verhältnis der Permanganat-Ionen-Konzentration zur Konzentration des korrespondierenden Partners von  $1000 : 1$  und eine Temperatur  $\vartheta = 25 \text{ }^\circ\text{C}$  anzunehmen.)

**2 Bau und Eigenschaften von Salzen**

**2.1** Geben Sie drei gemeinsame Eigenschaften der Stoffe Natriumchlorid, Kaliumhydroxid und Kaliumhexacyanoferrat(II) an und führen Sie diese auf entsprechende Gemeinsamkeiten in der Struktur bzw. in der chemischen Bindung zurück.

**2.2** Sylvinit ist ein wichtiges Kalirohsalz. Zur Verarbeitung dieses Gemenges aus Kaliumchlorid und Natriumchlorid wird das bergmännisch gewonnene Rohsylvinit in heißer Mutterlauge (Lösung von Kaliumchlorid und Natriumchlorid) gelöst, der feste Rückstand abgetrennt, die Lösung abgekühlt und das dabei ausfallende Salz gewonnen.

Beschreiben Sie mithilfe der nebenstehende Abbildung 3.1 „Löslichkeitsverhältnisse“ das Löseverhalten von Natriumchlorid und Kaliumchlorid. Begründen Sie, dass eine Trennung von Kaliumchlorid und Natriumchlorid in der beschriebenen Art und Weise möglich ist.



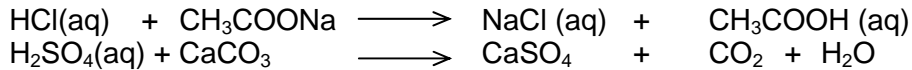
**Abb. 3.1:** Löslichkeitsverhältnisse

2.3 Begründen Sie unter Einbeziehung der chemischen Zeichensprache bzw. entsprechender physikalisch-chemischer Größen die folgenden Aussagen:

(1) Bei der Elektrolyse einer wässrigen Kupfer(II)-chlorid-Lösung mit Kohleelektroden wird an der Kathode Kupfer abgeschieden, aber bei der Elektrolyse einer wässrigen Aluminiumchlorid-Lösung entsteht kein Aluminium.  
Hinweis: vereinfachend werden Standardbedingungen angenommen

(2) Die Salze Ammoniumphosphat, Ammoniumchlorid und Ammoniummethanoat (Ammoniumacetat) können anhand der pH-Werte ihrer wässrigen Lösungen unterschieden werden.

(3) Die folgenden Reaktionen weisen zwei Gemeinsamkeiten auf



(4) Enthält eine Lösung Sulfat-Ionen mit einer Massekonzentration  $\beta = 0,5 \text{ mg/L}$ , so können diese mit Bariumchlorid-Lösung der Konzentration  $c = 0,1 \text{ mol/L}$  nachgewiesen werden.

3 Gewinnung von Natriumcarbonat (Soda)

Soda wird in der Seifen-, Farben-, Textil-, Papier- und Glasindustrie verbraucht. Die großtechnische Gewinnung nach dem Ammoniak-Soda-Verfahren wurde 1863 von SOLVAY entwickelt.

In eine gereinigte wässrige Lösung von Natriumchlorid wird im Absorber Ammoniak eingeleitet, wobei Ammoniak protolysiert. Die entstehenden Hydroxid-Ionen bilden im Fällturm mit Kohlenstoffdioxid, das durch thermische Zersetzung von Calciumcarbonat entsteht, Hydrogencarbonat-Ionen. Es kommt zur Ausfällung von Natriumhydrogencarbonat, das durch thermische Zersetzung in Soda übergeht. Die als Filtrat anfallende Ammoniumchlorid-Lösung wird mit dem gebildeten Calciumhydroxid zur Reaktion gebracht.

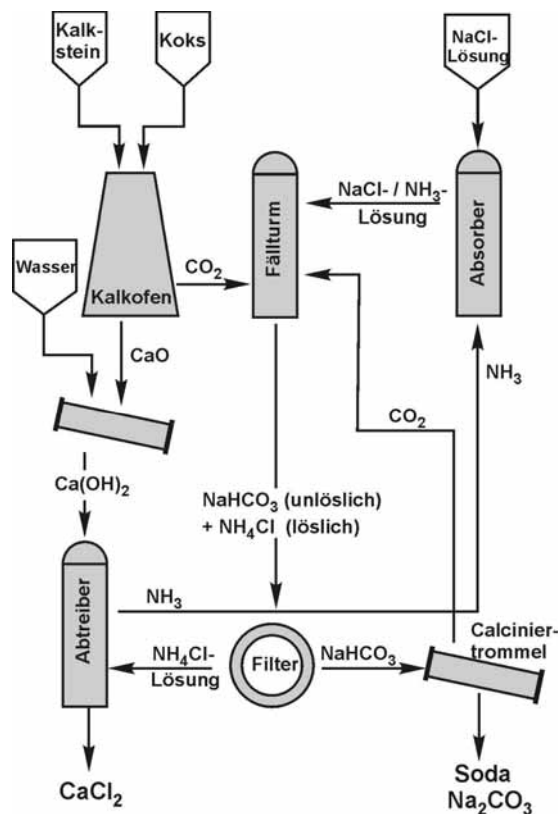


Abb. 3.2: SOLVAY-Verfahren

Entwickeln Sie sechs Reaktionsgleichungen für die beschriebenen und in der Abbildung 3.2 „SOLVAY-Verfahren“ dargestellten Teile des Prozesses.

Begründen Sie den Einsatz des Rohstoffes Koks.

Berechnen Sie die zur Herstellung von 10 t Calciumoxid nötige Masse an Koks mit einem Heizwert  $H = 29 \text{ MJ/kg}$ .

Erläutern Sie anhand der Abbildung 3.2 „SOLVAY-Verfahren“ Vorteile der Prozessführung.

**Konstantenanhang**

Löslichkeitsprodukt:  $K_L[\text{Zn}(\text{OH})_2] = 5 \cdot 10^{-17} \text{ mol}^3/\text{L}^3$

Thermodynamische Grundgleichung:  $\Delta_R G = - z \cdot F \cdot \Delta E$

Thermodynamische Daten:

	<b>molare Standardentropie in J/(K · mol)</b>	<b>molare Standardbildungs- enthalpie in kJ/mol</b>
Cu	33	0
Cu <sup>2+</sup> (aq)	- 100	65
Zn	42	0
Zn <sup>2+</sup> (aq)	- 112	- 154