

KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT



Abitur
April/Mai 2004

Chemie
(Grundkurs)

Einlesezeit: 30 Minuten
Bearbeitungszeit: 210 Minuten

Thema 1

Elemente der IV. Hauptgruppe

Thema 2

Struktur und Reaktionsverhalten
ausgewählter Stoffklassen

Thema 3

Stickstoffverbindungen

Thema 1: Elemente der IV. Hauptgruppe

1 Anorganische und organische Kohlenstoffverbindungen

- 1.1 Kohlenstoff ist in der Natur in einen Kreislauf eingebunden. Der größte Teil kommt in organischen Verbindungen vor, die durch Lebewesen und ihre Lebensprozesse ineinander umgewandelt werden können.

Entnehmen Sie das Arbeitsblatt und tragen Sie in Abbildung 1.1 „Kohlenstoffdioxid im Kreislauf“ in die freien Felder folgende Begriffe ein: heterotrophe Lebewesen (Mensch, Tier), autotrophe Lebewesen (Pflanzen), abgestorbene Organismen und Saprophyten (Fäulniserreger).

Verbinden Sie die Felder durch Pfeile, um die Richtung der Umwandlung der Kohlenstoffverbindungen zu verdeutlichen. Geben Sie eine mögliche Reaktionsgleichung an und ordnen Sie dieser Reaktion einen Pfeil im Schema zu.

- 1.2 Organische Verbindungen enthalten außer den Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff häufig noch Sauerstoff. Bei gleicher Summenformel können die Verbindungen aber sehr unterschiedliche Eigenschaften aufweisen.

Erläutern Sie diese Aussage am Beispiel von zwei Verbindungen mit der Summenformel $C_4H_8O_2$ verschiedener Stoffklassen. Benennen Sie die von Ihnen gewählten Isomeren.

Experiment

n-Pentan und Butan-1-ol werden jeweils mit einer verdünnten schwefelsauren Kaliumpermanganat-Lösung gemischt und vorsichtig erwärmt.

Werten Sie die Beobachtungsergebnisse unter Einbeziehung der chemischen Zeichensprache aus.

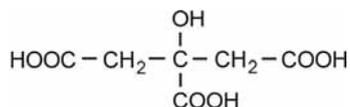
Beide Verbindungen unterscheiden sich in ihrem Verhalten gegenüber Natrium. Erklären Sie diesen Sachverhalt auch unter Einbeziehung einer Reaktionsgleichung.

- 1.3 Aus 4 mol Säure und 3 mol Alkohol soll Ethansäurebutylester hergestellt werden. Die Gleichgewichtskonstante K nimmt den Wert $K = 4,2$ an.

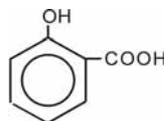
Entwickeln Sie die Reaktionsgleichung und berechnen Sie die Ausbeute an Ester.

- 1.4 Funktionelle Gruppen bestimmen das Reaktionsverhalten der Stoffe.

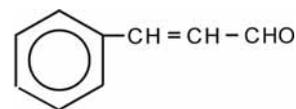
Nennen Sie vier funktionelle Gruppen und ordnen Sie diese den folgenden organischen Verbindungen zu:



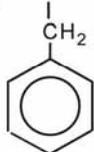
Citronensäure (a)



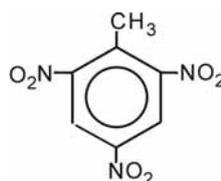
Salicylsäure (b)



Zimtaldehyd (c)



Phenylalanin (d)



Trinitrotoluol (e)

Diese Verbindungen gehen mit geeigneten Partnern Reaktionen ein.

Formulieren Sie für Redoxreaktion, Addition, Substitution und Veresterung jeweils eine Reaktionsgleichung unter Verwendung der oben genannten Stoffe.

2 Zinn

- 2.1 Zinn – ein weiteres Element der IV. Hauptgruppe – ist ein Schwermetall, das in drei verschiedenen Modifikationen vorkommt.

Nennen Sie zwei Verwendungszwecke für Zinn.

Zur Herstellung reinen Zinns aus dem entsprechenden Erz (z. B. Kassiterit/Zinnstein) wird zunächst das Erz auf einen Zinn(IV)-oxidgehalt von 60 – 90 % angereichert und anschließend mit Koks reduziert. Dabei entsteht bei einer Temperatur von $\vartheta \approx 1100 \text{ }^\circ\text{C}$ neben Zinn Kohlenstoffmonoxid.

Berechnen Sie die Masse an Koks als Reduktionsmittel (Kohlenstoffgehalt $w = 92 \%$), die zur Herstellung von 1 t Zinn notwendig ist.

- 2.2 Metalle können durch verschiedene Metallüberzüge vor Korrosion geschützt werden.

Vergleichen Sie die Vorgänge der Säurekorrosion, die an einer auf Eisen aufgetragenen zerstörten Zink- bzw. Zinnschicht ablaufen. Verwenden Sie dazu auch die chemische Zeichensprache und entwickeln Sie je eine vereinfachte Skizze.

- 2.3 Da Zinn in der Natur nur sehr selten vorkommt und Naturressourcen geschont werden müssen, werden Dosen, die mit einer Zinnschicht versehen sind (Weißblechdosen), recycelt. Dazu werden sie zu Paketen gepresst und im Druckbehälter mit flüssigem Chlor versetzt. Eisen wird nicht angegriffen, aber Zinn(IV)-chlorid entsteht und geht in Lösung über. Nachdem das Zinn(IV)-chlorid abdestilliert wurde, kann das Metall durch Elektrolyse mit einer Kohlenstoffanode und einer Zinnkathode zurückgewonnen werden.

Beschriften Sie auf dem Arbeitsblatt die in Abbildung 1.2 „Elektrolyse von Zinn(IV)-chlorid“ vorgegebene vereinfachte Skizze und beschreiben Sie die an Anode und Kathode ablaufenden Reaktionen.

Arbeitsblatt zum Thema: Elemente der IV. Hauptgruppe

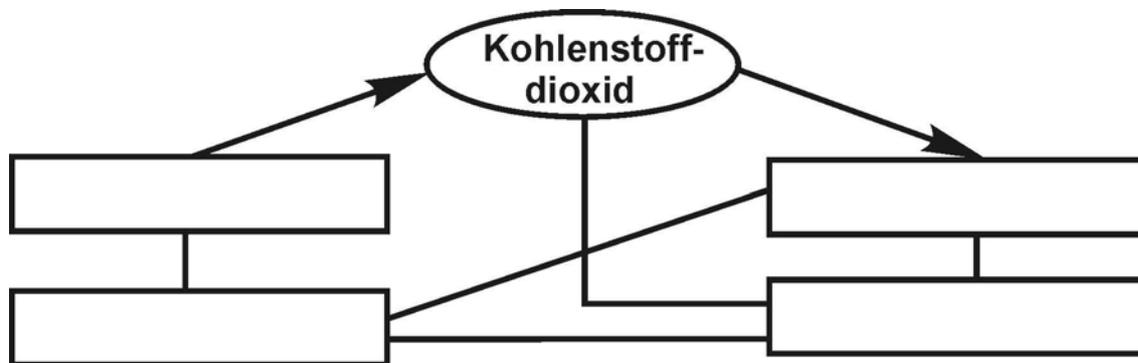


Abb. 1.1: Kohlenstoffdioxid im Kreislauf

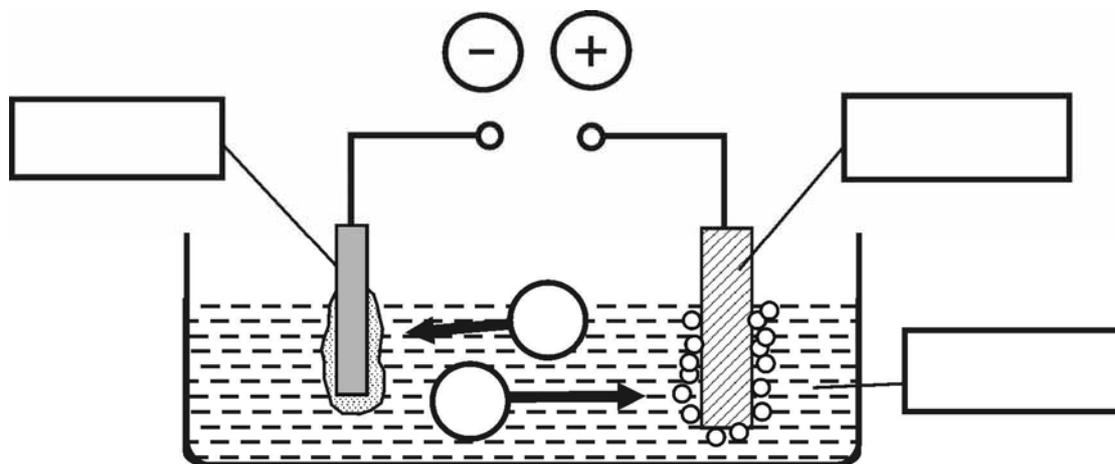


Abb. 1.2: Elektrolyse von Zinn(IV)-chlorid

Thema 2: Struktur und Reaktionsverhalten ausgewählter Stoffklassen

1 Metalle

- 1.1 Im Jahre 1836 wurde von dem englischen Chemiker DANIELL das nach ihm benannte galvanische Element erfunden. Ihm gelang es, die Oxidations- und Reduktionsreaktionen in zwei getrennten Räumen (Halbzellen) ablaufen zu lassen.

Erklären Sie unter Verwendung einer beschrifteten Skizze und der chemischen Zeichensprache die Entstehung einer Potenzialdifferenz in einem solchen Zink-Kupfer-Element.

Erläutern Sie an diesem Beispiel die Merkmale einer Redoxreaktion. Berechnen Sie die Zellspannung eines DANIELL-Elementes unter Standardbedingungen.

- 1.2 Wird Eisen z. B. zur Konstruktion von Brücken verwendet, unterliegt es ungeschützt sehr stark der Korrosion. Es werden Säure- und Sauerstoffkorrosion unterschieden.

Vergleichen Sie auch unter Verwendung der chemischen Zeichensprache beide Korrosionsarten des Eisens.

Bei Stahlkonstruktionen können u. a. die in der Abbildung 2.1 „Querschnitte von Profilen“ dargestellten Stahlprofile Verwendung finden.

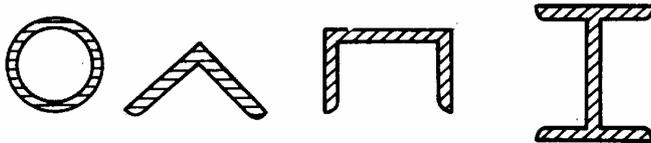


Abb. 2.1: Querschnitte von Profilen

Erläutern Sie drei verschiedene Möglichkeiten des Korrosionsschutzes.

Begründen Sie, dass fachgerecht ausgeführte geschweißte Stahlkonstruktionen weniger korrosionsanfällig sind als genietete Stahlkonstruktionen.

- 1.3 Ein Metall A soll in eine Salzlösung des Metalles B getaucht werden, wobei das Metall B ausfallen soll.

Geben Sie für die Auswahl der Metalle A und B eine notwendige Bedingung an.

Experiment

Führen Sie folgende Experimente durch:

- Ein polierter Eisennagel wird in eine Kupfer(II)-sulfat-Lösung getaucht.
- Ein blankes Kupferblech wird in eine Magnesiumsulfat-Lösung gegeben.
- Auf ein blankes Kupferblech wird etwas Silbernitrat-Lösung getropft.

Notieren Sie alle Beobachtungen und werten Sie diese auch mithilfe der chemischen Zeichensprache aus.

2 Wasser – eine Molekülsubstanz

- 2.1 Erläutern Sie an drei Beispielen den Zusammenhang zwischen der Struktur der Wassermoleküle, den herrschenden Bindungskräften und den Eigenschaften. Interpretieren Sie dazu auch die Abbildung 2.1 „Dichte des Wassers“.

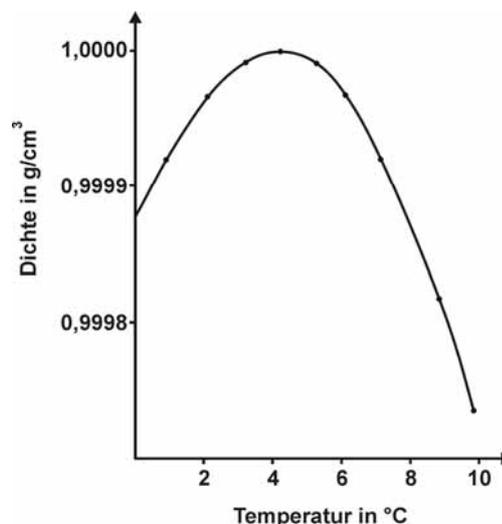


Abb. 2.1: Dichte des Wassers

- 2.2 Für viele im Wasser ablaufende Prozesse ist das Autoprotolysegleichgewicht von Bedeutung.

Entwickeln Sie die entsprechende Reaktionsgleichung und leiten Sie unter Anwendung des Massenwirkungsgesetzes das Ionenprodukt des Wassers her.

- 2.3 Wasserfreies Kupfer(II)-sulfat ist weiß. Nimmt es fünf Moleküle Wasser in seine Kristallstruktur auf, wechselt es zu blauer Farbe. Dieser Vorgang wird zum Wassernachweis genutzt. Die Reaktion lässt sich mit folgender Gleichung beschreiben:

$$\text{CuSO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$$

Berechnen Sie die Reaktionswärme für die Reaktion von 100 g wasserfreiem Kupfer(II)-sulfat mit Wasser unter Verwendung folgender molarer Standardbildungsenthalpien:

$$\Delta_{\text{B}}H_{\text{m}}^{\circ} (\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) = -2280 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_{\text{B}}H_{\text{m}}^{\circ} (\text{CuSO}_4) = -771 \text{ kJ/mol}$$

3 Organische Verbindungen

- 3.1 Die Eigenschaften der Verbindungen werden sehr stark durch ihren Bau (Art, Anordnung und Zusammenhalt der Teilchen) bestimmt.

Wählen Sie je ein unverzweigtes Alkanol, einen Alkansäurealkylester und eine unverzweigte Alkansäure annähernd gleicher molarer Masse aus. Ordnen Sie diese Verbindungen zum einen nach abnehmender Wasserlöslichkeit und zum anderen nach sinkender Siedetemperatur. Begründen Sie Ihre Angaben.

- 3.2 Die Stoffe Ethen, Monochlorethen und Propen reagieren mit unterschiedlicher Geschwindigkeit mit elementarem Brom. Eine hohe Elektronendichte begünstigt die Reaktionsfähigkeit der Doppelbindung.

Entwickeln Sie die Reaktionsgleichungen und ordnen Sie die Verbindungen begründet nach steigender Geschwindigkeit der Bromierung.

Thema 3: Stickstoffverbindungen**1 Ammoniak-Synthese**

Ammoniak wird großtechnisch aus Wasser, Erdgas und Luft gewonnen. Aus Erdgas und Wasserdampf werden in der ersten Aufarbeitungsstufe Kohlenstoffmonooxid und Wasserstoff hergestellt. In der zweiten Aufarbeitungsstufe reagiert nicht umgesetztes Erdgas mit Luft ebenfalls zu Kohlenstoffmonooxid und Wasserstoff. Die sich anschließende exotherme Konvertierung setzt das Kohlenstoffmonooxid mithilfe von Wasser in Kohlenstoffdioxid um. Eine Gaswäsche entfernt das Kohlenstoffdioxid aus dem Synthesegas. Das Synthesegas wird anschließend nach dem HABER-BOSCH-Verfahren bei einer Temperatur $\vartheta = 400 - 450 \text{ °C}$ und einem Druck $p = 30 - 40 \text{ MPa}$ am Eisenmischoxidkatalysator in 30 Sekunden zu 11 % in Ammoniak umgewandelt.

Entnehmen Sie das Arbeitsblatt und ergänzen Sie in der linken Spalte alle beschriebenen Reaktionsgleichungen.

Geben Sie das Massenwirkungsgesetz für die Synthese von Ammoniak aus den Elementen und die Einheit der Gleichgewichtskonstanten K_p an.

Berechnen Sie jeweils die molare Standardreaktionsenthalpie für die erste und die zweite Aufarbeitungsstufe.

Begründen Sie die Anwendung des Prinzips des Wärmeaustausches durch Gegenstrom, des Kreislaufprinzips sowie die Verwendung von Katalysatoren bei der Ammoniak-Synthese.

2 Düngemittel

2.1 Ammoniak ist eine bedeutende Grundchemikalie, die zu einem großen Teil zur Düngemittelherstellung verwendet wird.

Ergänzen Sie auf dem Arbeitsblatt die Reaktionsgleichungen zur Herstellung des Düngemittels Ammoniumsulfat.

2.2 Bekannte Düngesalze sind Ammoniumsulfat, Ammoniumnitrat (Ammonsalpeter) und Kaliumnitrat (Kalisalpeter). Nach dem Einsatz dieser Düngemittel wird häufig Kalk (Calciumcarbonat) auf den Boden aufgebracht.

Begründen Sie die Notwendigkeit des Kalkens der Böden bei der Verwendung von Ammoniumsulfat oder Ammoniumnitrat als Düngemittel.

2.3 Experiment

In der Tabelle 3.1: „Mineraldünger“ sind die Zusammensetzungen verschiedener Mineraldünger dargestellt. Sie erhalten einen dieser Dünger.

Weisen Sie drei Ionenarten in dem Düngemittel nach.

Fordern Sie die Geräte und Chemikalien an. Protokollieren Sie ihre Experimente.

Mineraldünger	einige enthaltene Salze
Stickstoffdünger (N-Dünger)	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4NO_3
Phosphatdünger (P-Dünger)	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
Kalidünger (K-Dünger)	KCl , K_2SO_4
Volldünger (NPK-Dünger)	NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, CaHPO_4 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, KCl , CaSO_4

Tab. 3.1: Mineraldünger

2.4 Beschreiben Sie den Stickstoffkreislauf mithilfe der Abbildung 3.1 „Stickstoffkreislauf“. Beginnen Sie dabei mit der Aufnahme der Nährstoff-Ionen aus dem Boden. Beziehen Sie in Ihre Beschreibung drei mögliche Reaktionsgleichungen ein und bestimmen Sie die jeweilige Reaktionsart.

Die von Weizen aus Stickstoffverbindungen aufgenommene Masse an Stickstoff entspricht $m(\text{N}_2) = 120 \text{ kg}$ pro Hektar und Jahr.

Berechnen Sie aus den Prozentzahlen in der Abbildung 3.1 „Stickstoffkreislauf“ den Verlust an Stickstoff in kg pro Hektar und die vom Bauern auszubringende Masse an Ammoniumnitrat pro Hektar.

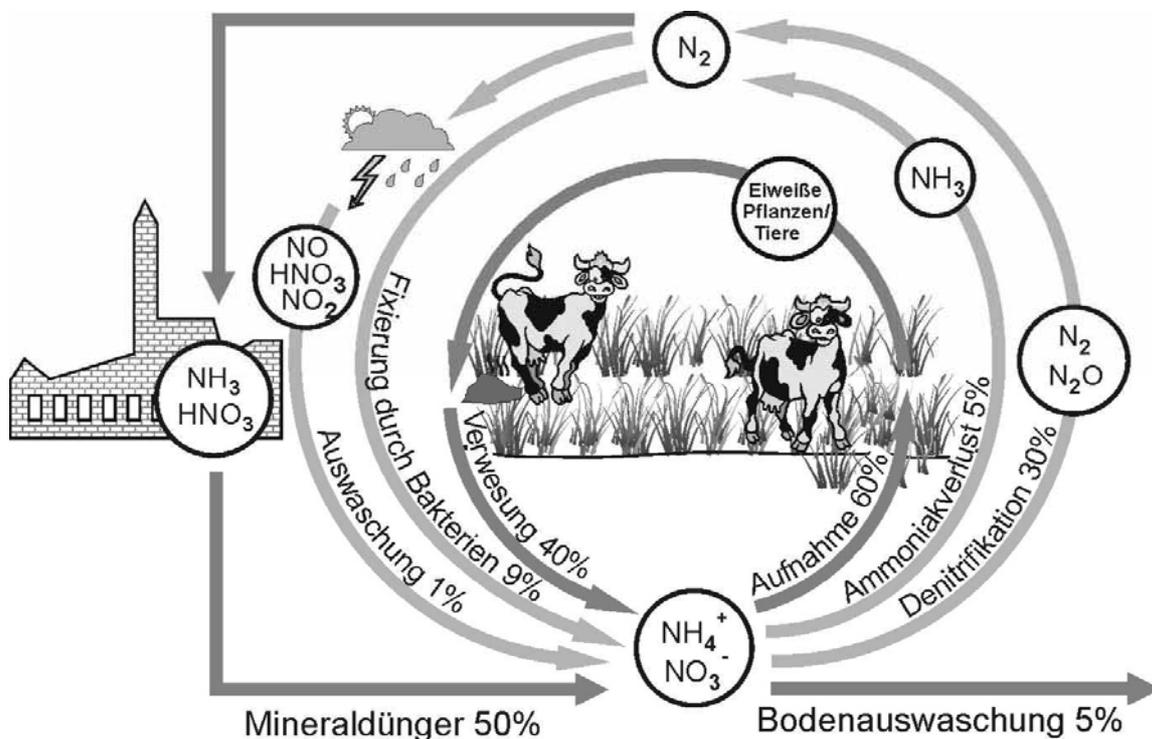


Abb. 3.1: Stickstoffkreislauf

3 Protolysereaktionen

3.1 Es gibt verschiedene Säure-Base-Definitionen. Die bekanntesten sind die von ARRHENIUS und BRÖNSTED.

Erläutern Sie die Grundaussagen der Theorie nach BRÖNSTED.

Entscheiden Sie begründet, welches der folgenden Teilchen ein Ampholyt ist:

Ammoniakmolekül; Ammonium-Ion; Nitrat-Ion

3.2 Das Salz Ammoniumchlorid wird nach einer der Darstellungen in Abbildung 3.2 „Thermische Zersetzung von Ammoniumchlorid“ stark erhitzt.

Das an der Öffnung befestigte, feuchte rote Lackmuspapier färbt sich blau. Das feuchte blaue Lackmuspapier färbt sich rot.

Werten Sie die beschriebenen Beobachtungen unter Einbeziehung von Reaktionsgleichungen aus. Ordnen Sie allen ablaufenden Reaktionen eine Reaktionsart zu. Entscheiden Sie begründet, welche Experimentieranordnung die oben getroffene Aussage erfüllt.

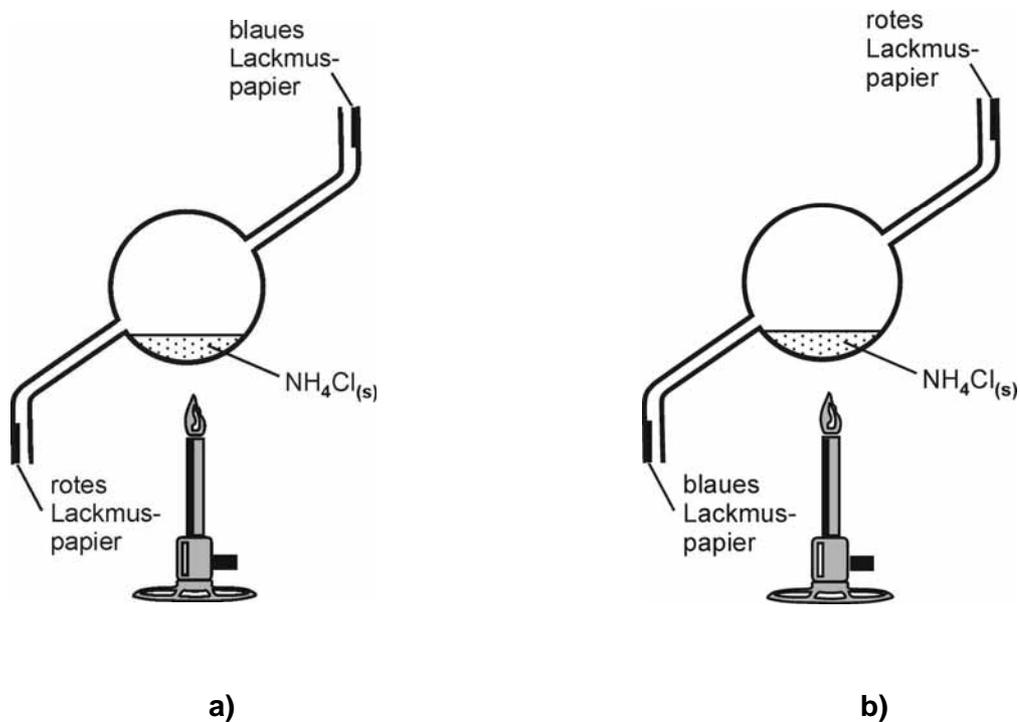


Abb. 3.2: Thermische Zersetzung von Ammoniumchlorid

Arbeitsblatt zum Thema: Stickstoffverbindungen

