

Protokoll 18

Versuch zur Bestimmung des Einflusses des pH-Wertes des Elektrolyts auf die Stromausbeute und Stoffausbeute bei einer Laufzeit von 1 h und einer Stromdichte von 100 mA/cm²

Paula Kaltwasser, Albert-V. Meyer, Joshua Schraud

Mittwoch, den 28.05.2025

12. Klasse – Spezialschulteil am ASG Erfurt

Hypothese

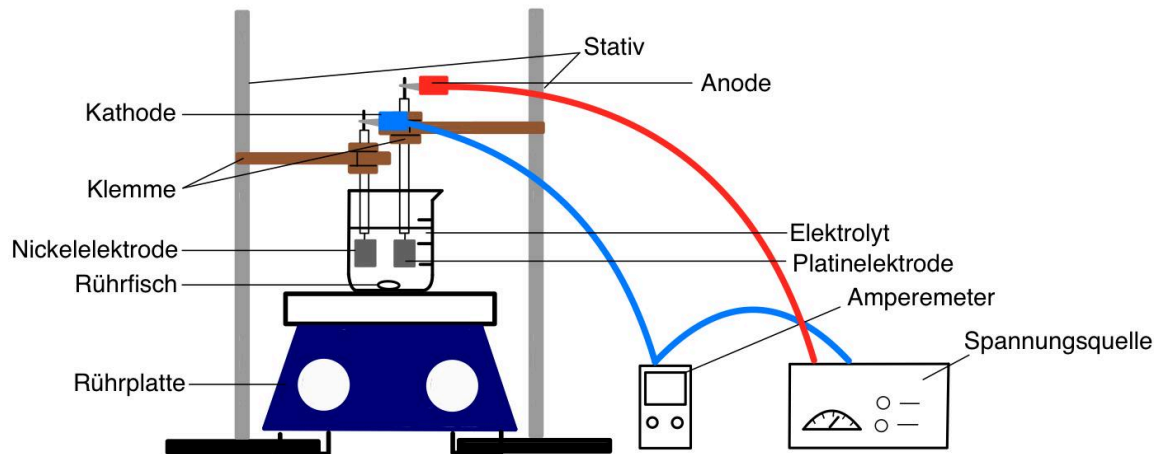
Vermutlich werden die Ausbeute und die Stromdichte der Elektrolyse bei gleicher Laufzeit und Stromdichte nicht vom pH-Wert beeinflusst.

Geräte und Chemikalien

Geräte: Becherglas, Feinwaage, Rührplatte mit Magnetrührer, 2 Stative, 2 Klemmen, 2 Muffen, Spannungsquelle, Amperemeter, 2 Krokodilklemmen, 3 Stromkabel, Platinelektrode, Nickelelektrode

Chemikalien: 12,97 g Caprylsäure, 4,8 g Natriumhydroxid, 90 ml destilliertes Wasser

Versuchsaufbau

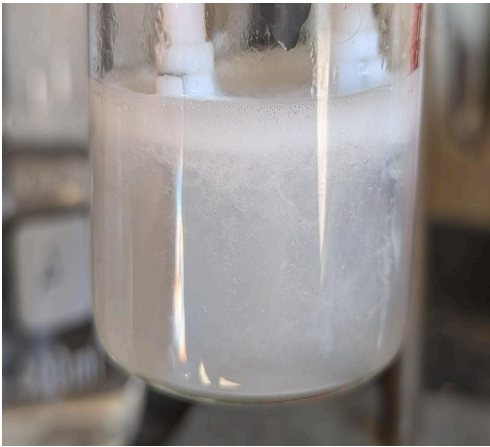


Durchführung

- Zunächst werden in drei Bechergläsern jeweils drei unterschiedliche Lösungen hergestellt:
 - 1) zu 4,3 g Caprylsäure werden 3 g Natriumhydroxid gegeben
 - 2) zu 4,3 g Caprylsäure werden 1,2 g Natriumhydroxid gegeben
 - 3) zu 4,3 g Caprylsäure werden 0,6 g Natriumhydroxid gegeben
- Anschließend werden jeweils 30 ml destilliertes Wasser zu den einzelnen Ansätzen gegeben und die Gemische werden mit Hilfe eines Magnetrührers gerührt, bis jeweils homogene Lösungen entstanden sind.
- Danach wird jeweils der pH-Wert mithilfe einer pH-Elektrode ermittelt und aufgezeichnet.
- Die (Nickel- und Platin-) Elektroden werden mittels Stativen, Klemmen und Muffen befestigt, sodass sich diese vollständig innerhalb der Lösung befinden.
- An die Elektroden wird nun eine Spannung angelegt, sodass die Stromstärke 0,97 Ampere beträgt, und die Elektrolyse wird für 60 Minuten durchgeführt. Mit einer Elektrodenoberfläche von $9,68 \text{ cm}^2$ ergibt sich so eine Stromdichte von 100 mA/cm^2 .
- Abschließend wird, für jeden Ansatz, die entstandene organische Phase (aus Tetradecan) mittels eines Scheidetrichters abgetrennt und gewogen.

Messdaten:

- a) pH = 6,75 , Stromstärke: I = 0,97 A nicht erreicht – Bildung einer gallertartigen Masse:



- b) pH = 11,70, Stromstärke: I = 0,97 A – Masse der organischen Phase: 1,90 g
 c) pH = 11,86, Stromstärke: I = 0,97 A – Masse der organischen Phase: 1,64 g

Auswertung

Die Ausbeute lässt sich durch das Verhältnis der Stoffmenge bzw. Masse des entstandenen Produkts zur theoretisch möglichen Stoffmenge bzw. Masse des Produkts berechnen:

$$\omega = \frac{n(\text{Produkt, real})}{n(\text{Produkt, theoretisch})} \cdot 100\%$$

Die theoretisch möglichen Massen betragen:

$$\text{a) } m(\text{Tetradecan}) = n(\text{Tetradecan}) \cdot M(\text{Tetradecan}) = 0,015 \text{ mol} \cdot 198,39 \text{ g/mol} \approx 2,98 \text{ g}$$

Die Formel zur Berechnung der Stromdichte lässt sich folgendermaßen herleiten:

$$\eta = \frac{Q_{\text{nutz}}}{Q_{\text{zu}}} \cdot 100\%$$

$$Q = I \cdot t = F \cdot n \cdot z$$

$$Q_{\text{nutz}} = \frac{\eta \cdot Q_{\text{zu}}}{100\%} = \frac{\eta \cdot I_{\text{zu}} \cdot t}{100\%} = F \cdot n \cdot z$$

$$\eta = \frac{F \cdot n \cdot z}{I_{\text{zu}} \cdot t} \cdot 100\%$$

Somit ergeben sich für die verschiedenen Konzentrationen folgende Stoff- und Stromausbeute:

a) pH = 6,75

ω und η nicht bestimmt (gewünschte Stromstärke konnte aufgrund hoher Viskosität nicht erreicht werden)

b) pH = 11,70

ω = 63,85 %

η = 52,94 %

c) pH = 11,86

ω = 55,11 %

η = 45,68 %

Messfehler

Zufällige Fehler:

- Verunreinigung an den Geräten (z. B. Elektroden, Bechergläser)
- ungenaues Ablesen der Spannung an der Spannungsquelle

Systematische Fehler:

- Fertigungstoleranz der Feinwaage

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Hypothese hat sich nicht bestätigt. So hatte der pH-Wert einen deutlichen Einfluss

auf die Stoff- und Stromausbeute. Bei einem Ansatz mit pH-Wert unter 7 ließ sich nicht die notwendige Stromstärke von 0,97 A einstellen. Hierbei steht zu vermuten, dass dies aufgrund des hohen Widerstandes der Lösung der Fall ist. So dürfte nicht die gesamte Caprylsäure in Lösung gegangen sein. Dieser Versuch müsste mit zu jetzigem Stand von uns nicht erreichbarer, deutlich höherer Spannung wiederholt werden. Außerdem scheint ein deutlicher Überschuss an Hydroxid-Ionen geringere Stoff- und Stromausbeuten zu verursachen. Hierbei ist zu vermuten, dass dies der Fall ist, da an der Anode statistisch häufiger Hydroxid vorzufinden sind. Dies würde dafür sorgen, dass die unerwünschte Anodenreaktion zur Bildung von Sauerstoff häufiger stattfindet.