

Protokoll 16

Versuch zur Bestimmung des Einflusses von magnetischem Rühren auf die Stromausbeute und Stoffausbeute der Kolbe-Elektrolyse von Natriumcaprylat bei einer Laufzeit von 1 h

Paula Kaltwasser, Albert-V. Meyer, Joshua Schraud

Dienstag, den 27.05.2025
12. Klasse – Spezialschulteil am ASG Erfurt

Hypothese

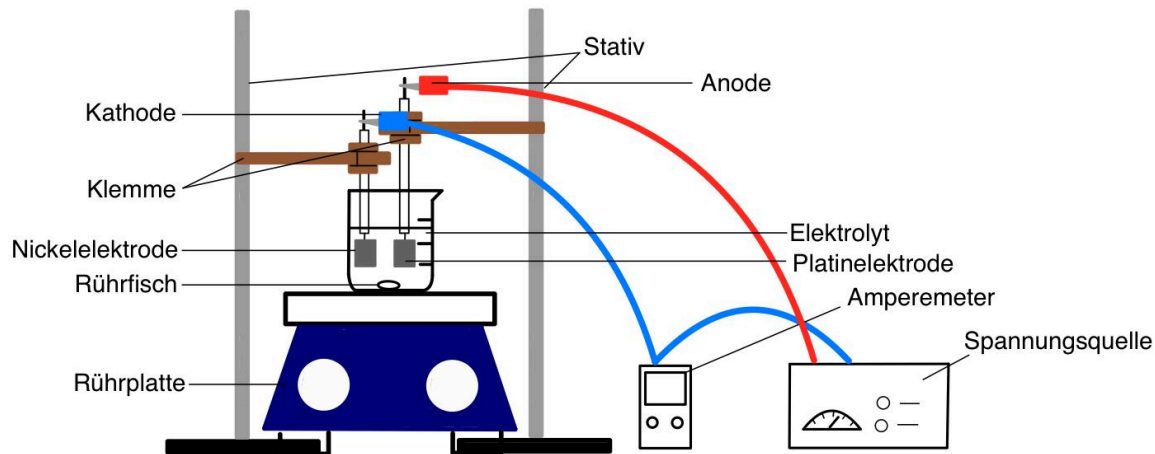
Vermutlich werden die Ausbeute und die Stromdichte der Elektrolyse bei gleicher Laufzeit und Stromdichte mit Rühren jeweils höher sein als ohne Rühren.

Geräte und Chemikalien

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

Chemikalien: 21,64 g Caprylsäure, 6 g Natriumhydroxid, 150 ml destilliertes Wasser

Versuchsaufbau



Durchführung

- Zunächst werden 10,82 g Caprylsäure und 3 g Natriumhydroxid mit der Feinwaage abgewogen und in das Becherglas gegeben.
- Anschließend werden 75 ml destilliertes Wasser hinzugegeben und das Gemisch gerührt, bis eine homogene Lösung entstanden ist.
- Die 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 die entstandene organische Phase (aus Tetradecan) mittels eines Scheidetrichters abgetrennt und gewogen.
- Die ersten fünf Schritte werden anschließend mit gleicher Stromstärke wiederholt. Jedoch wird bei dem zweiten Durchlauf eine magnetische Rührung vorgenommen, wobei das Elektrolyt für die gesamte Dauer der Elektrolyse ausreichend stark gerührt wird (sichtbare Durchmischung, keine Schlierenbildung mehr erkennbar).

Messdaten:

- a) ohne Rühren, Stromstärke: $I = 0,97 \text{ A}$ – Masse der organischen Phase: 2,07 g
- b) mit Rühren, Stromstärke: $I = 0,97 \text{ A}$ – Masse der organischen Phase: 2,30 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:

$$\text{a) } m(\text{Tetradecan}) = n(\text{Tetradecan}) \cdot M(\text{Tetradecan}) = 0,075 \text{ mol} \cdot 198,39 \text{ g/mol} \approx 14,88 \text{ g}$$

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) ohne Rühren

$$\omega = 13,91 \%$$

$$\eta = 57,68 \%$$

b) mit Rühren

$$\omega = 15,46 \%$$

$$\eta = 64,09 \%$$

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

Sowohl Stoff- als auch Stromausbeute waren wie vermutet beim Ansatz mit Rühren höher. Ursächlich hierfür dürfte eine verbesserte Durchmischung der Lösung sein. So ergab sich durch die relativ statischen elektrochemischen Doppelschichten sowie die dichten Gasschichten an beiden Elektroden möglicherweise eine hohe Überspannung für die jeweiligen Reaktionen. Durch das Rühren wird die Bildung dieser Schichten erschwert und die Überspannungen sinken. Außerdem dürfte die Wahrscheinlichkeit, dass Caprylat-Ionen an die Anode gelangen, durch Rühren steigen, sodass die Kolbe-Kupplung häufiger stattfindet.