

# Protokoll 8

*Versuch zur Bestimmung der Stromausbeute und Stoffausbeute in  
Abhängigkeit von der Stromdichte bei einer Laufzeit von 34 min*

***Paula Kaltwasser, Albert-V. Meyer, Joshua Schraud***

Mittwoch, den 09.04.2025  
12. Klasse – Spezialschulteil am ASG Erfurt

## **Hypothese**

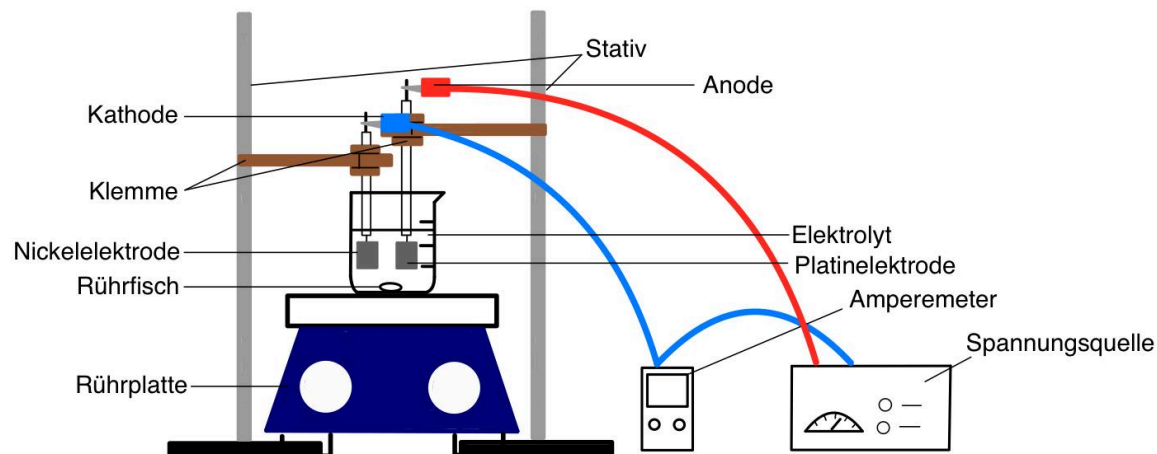
Vermutlich wird die Ausbeute mit steigender Stromdichte größer, da eine höhere Stromdichte die elektrochemische Reaktion beschleunigt. Gleichzeitig könnte eine höhere Stromdichte die Stromausbeute, den Wirkungsgrad der Elektrolyse, verringern, da eine größere Überspannung auftreten könnte.

## **Geräte und Chemikalien**

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

Chemikalien: 4,21 g Caprylsäure, 1,2 g Natriumhydroxid, 30 ml destilliertes Wasser

## **Versuchsaufbau**



## Durchführung

- Zunächst werden 4,21 g Capronsäure und 1,2 g Natriumhydroxid mit der Feinwaage abgewogen und in das Becherglas gegeben.
- Anschließend wird das destillierte Wasser hinzugegeben und das Gemisch wird mit Hilfe eines Magnetrührers 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 0,484 Ampere beträgt, und die Elektrolyse wird für 34 Minuten durchgeführt. Mit einer Elektrodenoberfläche von  $9,68 \text{ cm}^2$  ergibt sich so eine Stromdichte von  $50 \text{ mA/cm}^2$ .
- Abschließend wird die entstandene organische Phase (aus Tetradecan) mittels eines Scheidetrichters abgetrennt und gewogen.
- Die ersten fünf Schritte werden anschließend für Stromstärken 0,73 Ampere (Stromdichte:  $75 \text{ mA/cm}^2$ ); 0,968 Ampere ( $100 \text{ mA/cm}^2$ ), 1,452 Ampere ( $150 \text{ mA/cm}^2$ ) und 1,936 Ampere ( $200 \text{ mA/cm}^2$ ) wiederholt.

## Messdaten:

- a) Stromstärke:  $I = 0,48 \text{ A}$  – Masse der organischen Phase: 0,55 g
- b) Stromstärke:  $I = 0,73 \text{ A}$  – Masse der organischen Phase: 0,82 g
- c) Stromstärke:  $I = 0,97 \text{ A}$  – Masse der organischen Phase: 1,07 g
- d) Stromstärke:  $I = 1,45 \text{ A}$  – Masse der organischen Phase: 1,57 g
- e) Stromstärke:  $I = 1,94 \text{ A}$  – Masse der organischen Phase: 2,00 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 mögliche Masse beträgt 2,98 g:

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

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 Stromdichten folgende Stoff- und Stromausbeute:

a) Stromstärke:  $I = 0,48 \text{ A}$

$$\omega = 18,38 \%$$

$$\eta = 54,18 \%$$

b) Stromstärke:  $I = 0,73 \text{ A}$

$$\omega = 27,56 \%$$

$$\eta = 53,56 \%$$

c) Stromstärke:  $I = 0,97 \text{ A}$

$$\omega = 35,96 \%$$

$$\eta = 52,70 \%$$

d) Stromstärke:  $I = 1,45 \text{ A}$

$$\omega = 52,76 \%$$

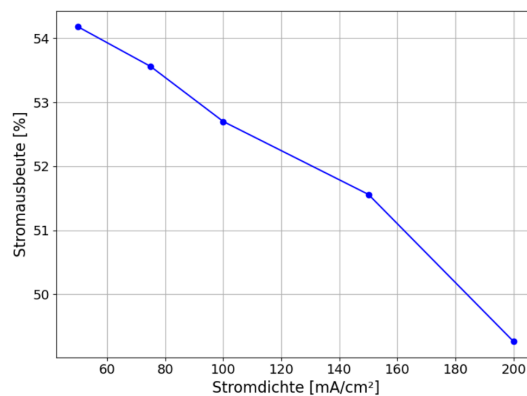
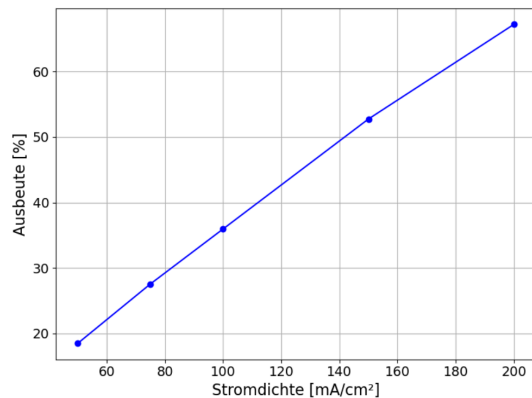
$$\eta = 51,56 \%$$

e) Stromstärke:  $I = 1,94 \text{ A}$

$$\omega = 67,21 \%$$

$$\eta = 49,26 \%$$

Das lässt sich in folgenden Diagrammen veranschaulichen:



Die Stoff- und Stromausbeute sind hier in Abhängigkeit von der Stromdichte dargestellt.

## Messfehler

Zufällige Fehler:

- Verunreinigung an den Geräten (z. B. Elektroden, Bechergläser)
- ungenaues Ablesen der Spannung an der Spannungsquelle
- eventuelle Verunreinigungen in der organischen Phase werden bei Bestimmung der Ausbeute mit gewogen

Systematische Fehler:

- Fertigungstoleranz der Feinwaage

## **Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Wie vermutet, wurde die Stoffausbeute bei steigender Stromdichte immer größer. Die Stromausbeute nahm hingegen – wie ebenfalls vermutet – mit steigender Stromdichte ab. Diese Abnahme war allerdings sehr gering. So ist die Stromausbeute bei einer Stromdichte von 200 mA/cm<sup>2</sup> weniger als 5 % geringer als bei einer Stromdichte von 50 mA/cm<sup>2</sup>. Auf ein Maximum der Strom- und Stoffausbeute kann geschlossen werden, wenn Daten bei verschiedenen Elektrolysedauern aufgenommen wurden.