

# Protokoll 9

*Versuch zur Bestimmung der Stromausbeute und Stoffausbeute in  
Abhängigkeit von der Stromdichte bei einer Laufzeit von 60 min.*

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

Montag, den 26.05.2025

12. Klasse – Spezialschulteil am ASG Erfurt

## Hypothese

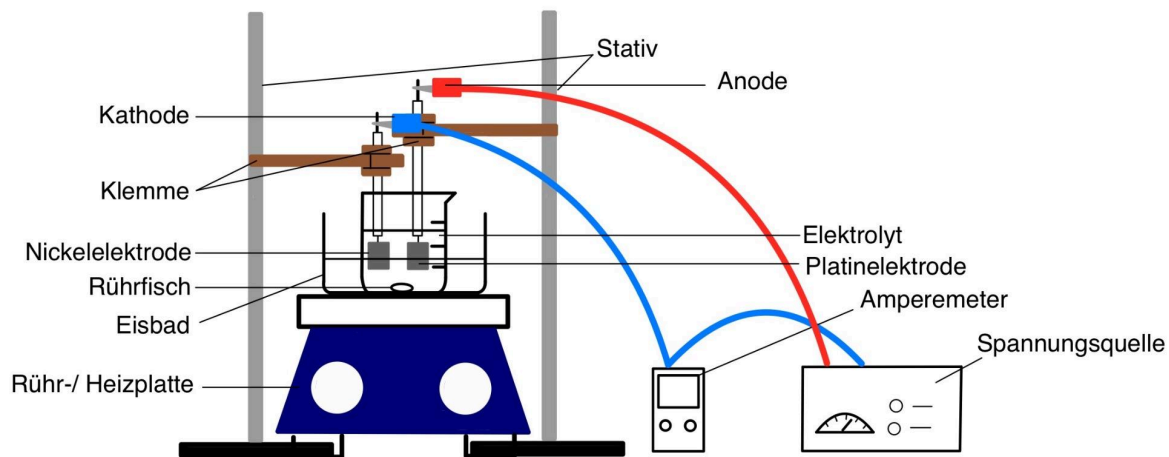
Es ist zu vermuten, dass sich sowohl die Stoffausbeute als auch die Stromausbeute bei einer längeren Laufzeit erhöhen werden.

## Geräte und Chemikalien

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

Chemikalien: 21,63 g Caprylsäure, 12 g Natriumhydroxid, 150 ml destilliertes Wasser

## Versuchsaufbau



## Durchführung

- Zunächst werden 4,325 g Capronsäure und 2,4 g Natriumhydroxid mit der Feinwaage abgewogen und in das Becherglas gegeben.
- 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 90 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 Tetradecean) mittels eines Scheidetrichters abgetrennt und gewogen.
- Die ersten fünf Schritte werden anschließend für Spannungen von 0,968 A (Stromdichte von  $100 \text{ mA/cm}^2$ ), 1,45 A (Stromdichte von  $150 \text{ mA/cm}^2$ ) und 1,936 A (Stromdichte von  $200 \text{ mA/cm}^2$ ).

## Messdaten:

## 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 des entstandenen Tetradecans beträgt:

$$\text{a) } m(\text{Tetradecan}) = n(\text{Tetradecan}) \cdot M(\text{Tetradecan}) = 0,015 \text{ mol} \cdot 198,39 \text{ g/mol} \approx 2,975 \text{ g}$$

Die Formel zur Berechnung der Stromdichte lässt sich folgendermaßen herleiten:

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

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

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

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

Masse der entstandenen Produkte:

- a) Masse des entstandenen Tetradecan:  $\approx 1,13 \text{ g}$
- b) Masse des entstandenen Tetradecan:  $\approx 1,94 \text{ g}$
- c) Masse des entstandenen Tetradecan:  $\approx 2,20 \text{ g}$
- d) Masse des entstandenen Tetradecan:  $\approx 2,30 \text{ g}$

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

- a) Stromstärke: 0,484 A, Stromdichte: 50 mA/cm<sup>2</sup>

$$\omega = 37,80 \%$$

$$\eta = 63,08 \%$$

- b) Stromstärke: 0,968 A, Stromdichte: 100 mA/cm<sup>2</sup>

$$\omega = 65,19 \%$$

$$\eta = 54,15 \%$$

c) Stromstärke: 1,45 A, Stromdichte: 150 mA/cm<sup>2</sup>

$$\omega = 73,93 \%$$

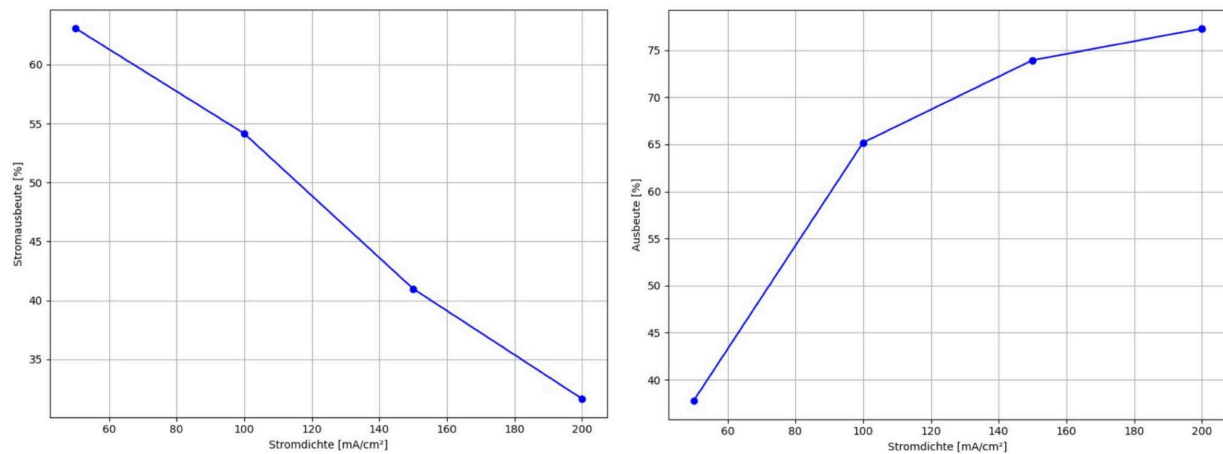
$$\eta = 40,99 \%$$

d) Stromstärke: 1,936 A, Stromdichte: 200 mA/cm<sup>2</sup>

$$\omega = 77,29 \%$$

$$\eta = 31,66 \%$$

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

Systematische Fehler:

- Fertigungstoleranz der Feinwaage

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Stoffausbeute ist tatsächlich mit steigender Stromdichte größer geworden und erreichte dabei bei einer Stromdichte von  $200 \text{ mA/cm}^2$  das Maximum des gesamten Versuchs. Während der Elektrolyse bei jener Stromdichte konnte folglich eine gute Leitfähigkeit beibehalten werden, sodass die Bildung von Produkt gewährleistet werden konnte.

Die Stromdichte nahm mit steigender Stromdichte ab, da zwar die Stoffmenge des entstandenen Tetradecans zunimmt, jedoch auch die Stromstärke erhöht wurde. Nach der oben aufgeführten Formel nimmt demnach der Wert für die Stromausbeute ab.