

Protokoll 12

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

Paula Kaltwasser, Albert-V. Meyer, Joshua Schraud

Mittwoch, den 09.04.2025

12. Klasse – Spezialschulteil am ASG Erfurt

Hypothese

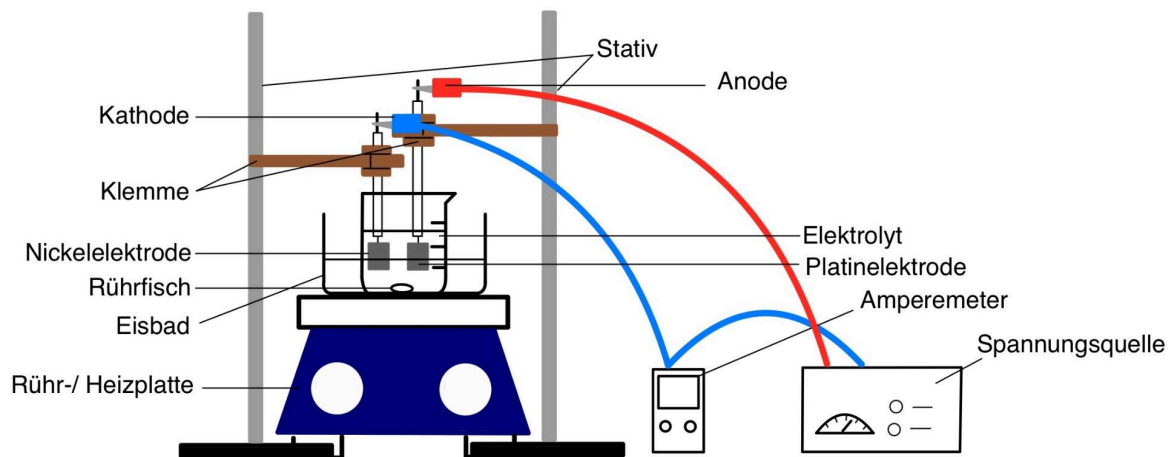
Es ist zu vermuten, dass sich die Stoffausbeute aufgrund einer steigenden Temperatur erhöhen wird, da die Moleküle über eine höhere kinetische Energie verfügen und es daher häufiger zu Zusammenstößen zwischen den Radikalen kommt. Daher könnten höhere Temperaturen auch für eine größere Stromausbeute sorgen. Die niedrigste im Experiment eingestellte Temperatur sollte demnach die kleinsten Werte für die Stoff- bzw. Stromausbeute liefern.

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: 17,31 g Caprylsäure, 3 g Natriumhydroxid, 120 ml destilliertes Wasser, Eiswürfel

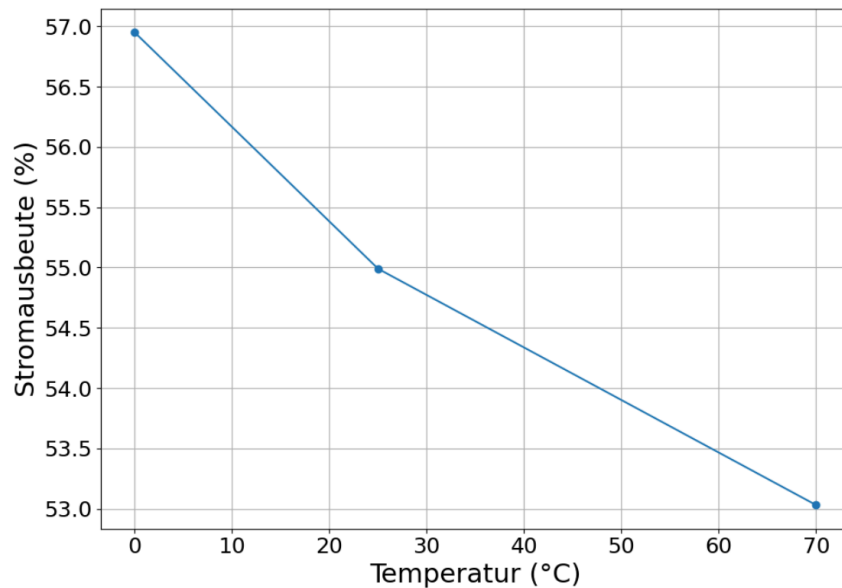
Versuchsaufbau



Durchführung

- Zunächst werden 5,77 g Capronsäure und 1 g Natriumhydroxid mit der Feinwaage abgewogen und in das Becherglas gegeben.
- Währenddessen wird das Eisbad vorbereitet; in eine Glasschale werden Wasser sowie Eiswürfel gefüllt und die Temperatur mit einem Thermometer kontrolliert, so lange, bis sich die Temperatur im Bereich von 0 - 10 Grad Celsius befindet.
- Anschließend wird das destillierte Wasser in das Becherglas gegeben und dieses in das Eisbad gestellt. 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 0,968 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 zunächst ohne Eisbad wiederholt, um die Reaktion bei Zimmertemperatur (ca. 25 Grad Celsius) durchzuführen. In einem weiteren Durchgang wird mit Hilfe einer Heizplatte (und ggf. einem Eisbad zur besseren Temperaturregulierung) eine Temperatur von 70 Grad Celsius eingestellt.

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:

$$\text{a) } m(\text{Tetradecan}) = n(\text{Tetradecan}) \cdot M(\text{Tetradecan}) = 0,02 \text{ mol} \cdot 198,39 \text{ g/mol} \approx 3,9678 \text{ g}$$

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 Temperaturen folgende Stoff- und Stromausbeute:

a) Temperatur: 0 - 10 Grad Celsius

$$\omega = 51,39 \%$$

$$\eta = 56,95 \%$$

b) Temperatur: 25 Grad Celsius

$$\omega = 49,62 \%$$

$$\eta = 54,99 \%$$

c) Temperatur: 70 Grad Celsius

$$\omega = 47,86 \%$$

$$\eta = 53,03 \%$$

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

Entgegen den Erwartungen zeigte die niedrigste Temperatur, welche zwischen 0 und 10 Grad gehalten wurde, für sowohl die Strom- als auch die Stoffausbeute die höchsten Werte und mit steigender Temperatur nahmen beide Größen ab.

Zurückzuführen sind diese Ergebnisse darauf, dass es zwar, wie in der Vorüberlegung erläutert, vermehrt zu Zusammenstößen der Radikale kommt, dies jedoch auch bei Konkurrenzreaktionen, wie beispielsweise der Wasser-Elektrolyse, auftritt. Es wird also aufgrund der höheren kinetischen Energie weniger von dem gewünschten Reaktionsprodukt gebildet, was auch zu einer Verringerung der Stromausbeute führt.