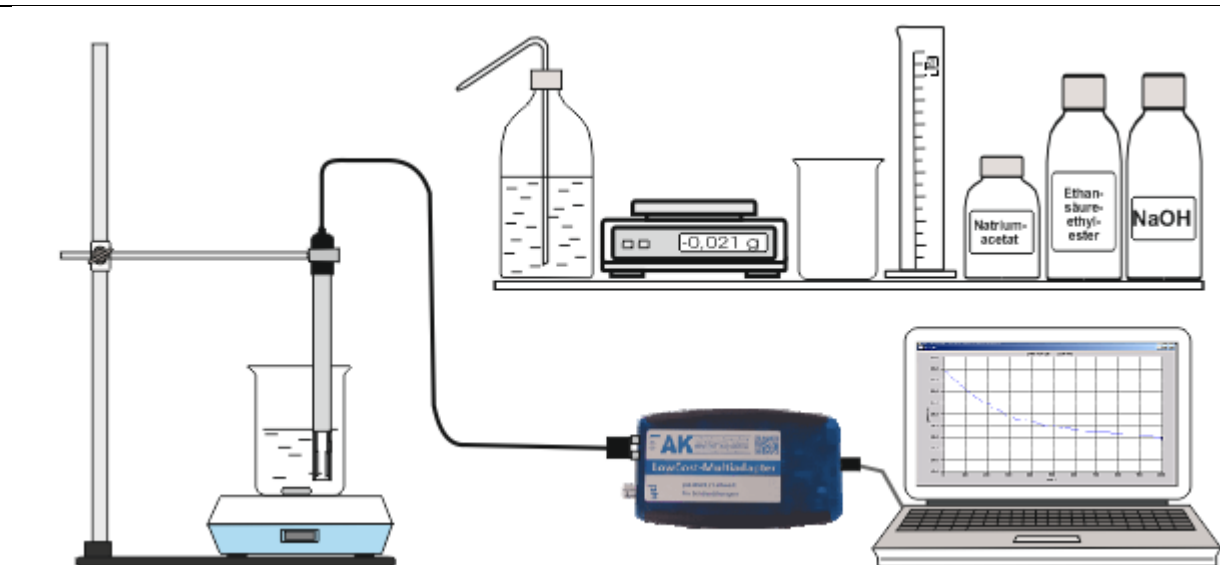


Prinzip

Bei der alkalischen Verseifung von Ethansäureethylester werden Hydroxidionen durch Acetationen ersetzt. Daher kann die Reaktion mit Hilfe der Leitfähigkeitsmessung verfolgt werden.

Aufbau und Vorbe- reitung



Benötigte Geräte

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> AK Low Cost Multiadapter pH/L | <input type="checkbox"/> Stativ |
| <input type="checkbox"/> USB-Kabel | <input type="checkbox"/> Muffe |
| <input type="checkbox"/> Tablet oder Laptop | <input type="checkbox"/> Elektrodenklemme |
| <input type="checkbox"/> LF-Elektrode | <input type="checkbox"/> Magnetrührer |
| <input type="checkbox"/> Becherglas, 100 mL | <input type="checkbox"/> Rührfisch |
| <input type="checkbox"/> "Spülbecherglas", 250 mL | <input type="checkbox"/> evtl. pneumat. Wanne |
| <input type="checkbox"/> Messzylinder, 50 mL | |

Verwendete Chemikalien

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Ethansäureethylester, $c=0,1\text{mol/L}$ | |
| 9,8 mL zu 1 L Lösung (mit Wasser) | |
| <input type="checkbox"/> Natronlauge, $c = 0,1 \text{ mol/L}$ | |
| <input type="checkbox"/> Natriumacetatlg., $c = 0,1 \text{ mol/L}$ | |
| 8,2 g zu 1 L Lösung (mit Wasser) | |
| <input type="checkbox"/> destilliertes Wasser | |

Vorbereitung des Versuchs

- ▶ Die Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen.
- ▶ (Will man einen Einfluss der Temperatur ausschließen, kann man eine große pneumatische Wanne mit entsprechend temperiertem Wasser auf den Magnetrührer stellen).
- ▶ Die Bananenstecker der LF- Elektrode in die entsprechenden LF- Buchsen stecken.

Vorbereitung am Tablet/ Laptop

- ▶ **AK Analytik 11** starten **Messen** mit **Geräte-Schnellstarter App** **AK LowCost Multiadapter**
- ▶ Anweisungen befolgen und 'abhaken' **Weiter**
- ▶ **Auswahl des Messkanals:** links oben neben dem blauen Multiadapter die Buchse **L** **Weiter**
- ▶ **Auf welche Weise möchten Sie messen:** **Auf Zeit**
- ▶ **Zeitintervall:** **10** s, **Gesamtzeit (Grafik):** **2500** s, **x-Komma** **0**
- ▶ **Darstellung der Kanäle im Graphen:** **Leitfähigkeit** **y-Untergrenze im Graphen** **0,00** mS/cm
- ▶ **y-Obergrenze** **10,00** mS/cm **y-Nachkomma** **2** – Bestätigen mit **Akzeptieren** dann **Weiter**



1. Bestimmung der zeitunabhängigen Leitfähigkeiten:

a) Natriumacetatlösung ($c = 0,05 \text{ mol/L}$) wird durch Verdünnen (1:1) der Lösung mit $c = 0,1 \text{ mol/L}$ hergestellt. Nach gründlichem Spülen (möglichst mit der Natriumacetatlösung) wird die Elektrode in das Becherglas getaucht, die elektrische Leitfähigkeit gemessen und notiert.

κ (NaAc ; $c = 0,05 \text{ mol/L}$): mS/cm

b) Natriumhydroxidlösung ($c = 0,5 \text{ mol/L}$) wird durch Verdünnen (1:1) der Lösung mit $c = 0,1 \text{ mol/L}$ hergestellt. Nach gründlichem Spülen (möglichst mit der Natriumhydroxidlösung) wird die Elektrode in das Becherglas getaucht, elektrische Leitfähigkeit gemessen und notiert.

κ (NaOH; $c = 0,05 \text{ mol/L}$): mS/cm

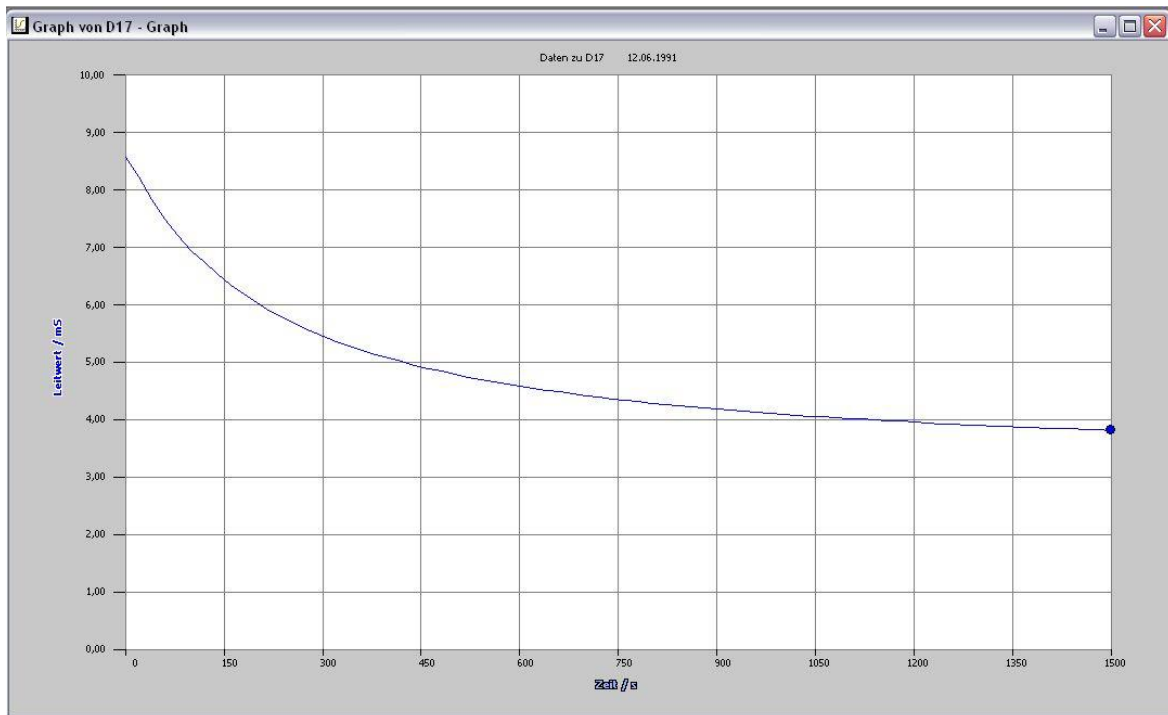
2. Verfolgung der Reaktion

- ▶ Mit Hilfe des Messzylinders 40 mL Ethanäureethylesterlösung ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) im 100 mL Becherglas vorlegen, die Elektrode eintauchen und befestigen.
- ▶ 40 mL Natronlauge ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) zugießen.
- ▶ Gleichzeitig mit **Aufzeichnen** oder mit der 's'-Taste die Messwertspeicherung starten.
- ▶ Nach ca. 1500 s den Versuch **Messung beenden** beenden.

Da der erste Messpunkt durch die Turbulenzen beim Zusammengeben der Lösungen sicher nicht richtig ist, wird er korrigiert und durch $\kappa(\text{NaOH})$ ersetzt.

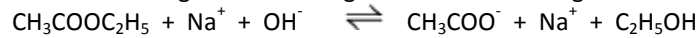
- ▶ Hauptmenü: **AK Analytik 11** Start Messung **Favoriten** Auswerten Hinzufügen **Tabelle**
- ▶ Bei dem y-Wert vom Wertepaar Nr. 1 **$\kappa(\text{NaOH})$**
- ▶ Projektamen eingeben (hier: Beispiel) **Mein erstes Projekt** und **Akzeptieren**

Durchführung



Auswertung

Ethansäureethylester wird mit Natronlauge im Stoffmengenverhältnis 1:1 umgesetzt:



Achtung: Beim Mischen verdünnen sich die beiden Lösungen jeweils auf die halbe Konzentration. Da bei sonst gleichbleibender Ionenkonzentration nur die schnelleren Hydroxid- durch langsame Acetationen ersetzt werden, lässt sich diese Reaktion über die Messung der elektrischen Leitfähigkeit gut verfolgen.

Die Berechnung der Konzentration der OH⁻ Ionen erfolgt nach folgender Gleichung:

$$c(\text{OH}^-) = \frac{\kappa - \kappa(\text{NaAc})}{\kappa(\text{NaOH}) - \kappa(\text{NaAc})} \cdot c(\text{NaOH}_{\text{Start}})$$

Hierin ist $\kappa(\text{NaOH})$ der Leitfähigkeit einer reinen Hydroxididlösung (Start der Reaktion) und $\kappa(\text{NaAc})$ die Leitfähigkeit einer vollständig verseiften Lösung (Ende der Reaktion).

Berechnung der Konzentration an Hydroxidionen (Essigsäureethylester)

Die Berechnung erfolgt nach obiger Gleichung.

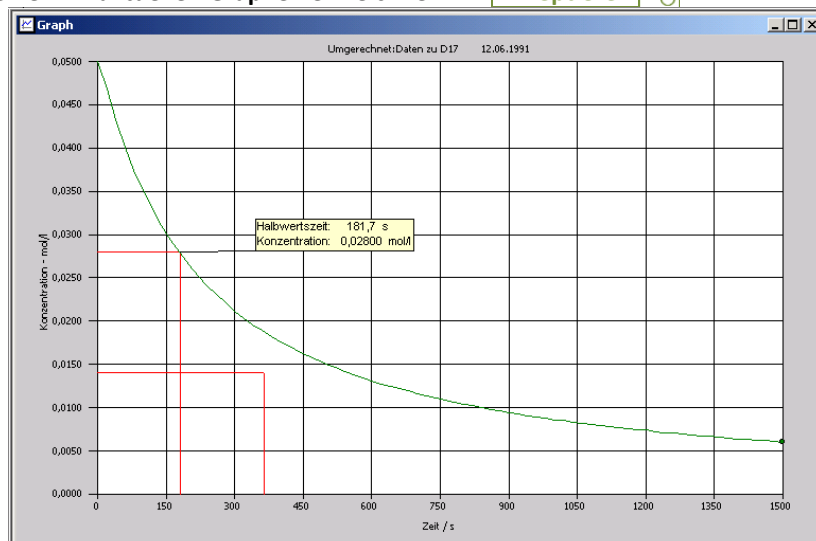
Beispielwerte: $\kappa(\text{NaAc}) = 3.16 \text{ mS}$, $\kappa(\text{NaOH}) = 8.57 \text{ mS}$, $c(\text{NaOH}_{\text{Start}}) = 0.05 \text{ mol/L}$

- ▶ Hauptmenü: AK Analytik 11 Start Messung Favoriten **Auswerten** Hinzufügen Daten umrechnen
- ▶ **Umrechnen mit einzugebender Funktion** **Eigene Funktion eingeben**
- ▶ $(YA-3.16)/(8.57-3.16)*0,05$? OK
- ▶ **Klick auf das Farbpalettensymbol**
- ▶ y- Obergrenze: **0,05** y-Messgröße: **Konzentration** Einheit: **mol/L** y- Untergrenze: **0**
- ▶ **Akzeptieren** **Neue Datenreihe** **In aktuellen Graphen einzeichnen** **Akzeptieren**
- ▶ **Projekt** **Speichern unter**
- ▶ Projektamen eingeben (hier: Beispiel) **Esterverseifung** und **Akzeptieren**

Das ist die Ausgangsdatenreihe für die Auswertungen .

Bestimmung der Reaktionsordnung: 1. Vorschlag: „Automatik für Kinetik“

- ▶ Hauptmenü: AK Analytik 11 Start Messung Favoriten **Auswerten** Hinzufügen weitere Ausw
- ▶ **Automatik für Kinetik** OK
- ▶ Der Rechner gibt die Summe der Fehlerquadrate an. Der kleinste Wert ist hier bei 2.Ordnung
- ▶ **Zeichnen** und **Beschriften** (evtl. Position ändern) und **Fertig**
- ▶ **Neue Datenreihe** **In aktuellen Graphen einzeichnen** **Akzeptieren**



Test für eine Reaktion erster Ordnung:

Der Punkt „Ein Viertel der Ausgangskonzentration“ - „doppelte Halbwertszeit“ liegt nicht auf dem Graphen)



Auswertung nach Reaktion 1. Ordnung

Auswertung nach Reaktion 1. Ordnung

Durch Integration der Geschwindigkeitsgleichung für die Reaktion erster Ordnung (vorige Seite) erhält man

$$c_t = c_0 \cdot e^{-k_1 \cdot t}$$

das bedeutet, bei Reaktionen erster Ordnung nimmt die Konzentration des Edukts exponentiell mit der Zeit ab. Logarithmiert man die Gleichung (6), so erhält man.:

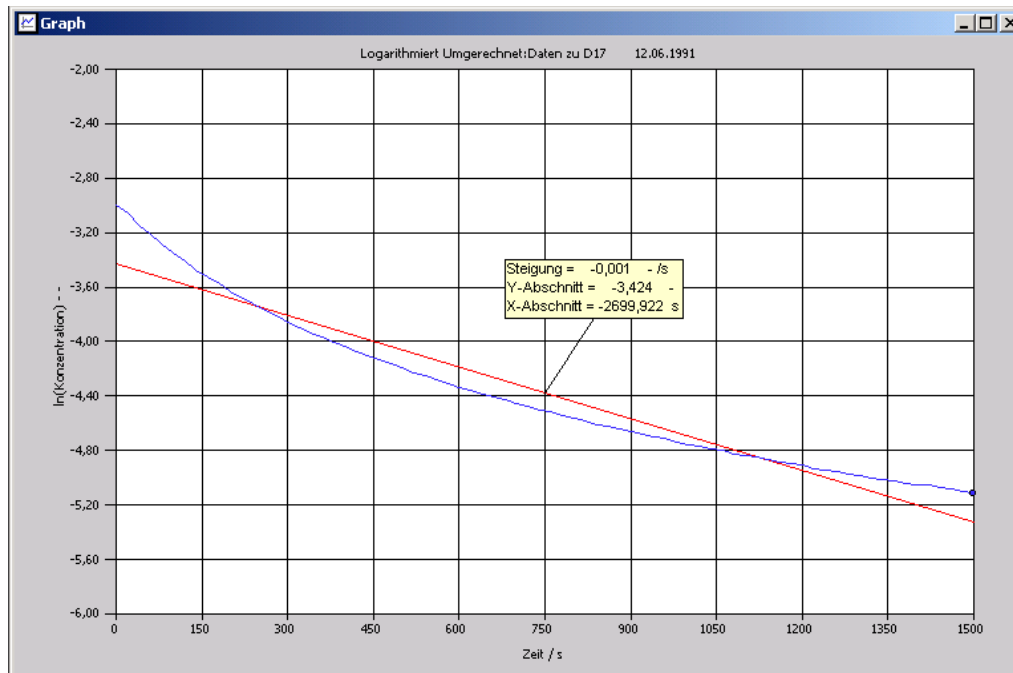
$$\ln c_t = \ln c_0 - k_1 \cdot t$$

Trägt man $\ln c$ gegen t auf, so muss sich eine Gerade ergeben:

Ausgangsdatereihe ist die Datenreihe mit der Konzentration – sie muss geladen und gewählt sein sein.

Vor-
schläge

- ▶ Hauptmenü: AK Analytik 11 Start Messung Favoriten **Auswerten** Hinzufügen **Daten umrechnen**
- ▶ **Umrechnen mit einzugebender Funktion** **Kinetik: Logarithmieren der y-Werte** **OK**
- ▶ **Neue Datenreihe** **In neuen Graphen einzeichnen** **Akzeptieren**
- ▶ **Zeichnen** und **Beschriften** (evtl. Position ändern) und **Fertig**



Der Korrelationskoeffizienten (-0.970) zeigt eine relativ große Abweichung und bestätigt das, was der Graph zeigt: Keine Reaktion erster Ordnung

Auswertung nach Reaktion 2. Ordnung

Die Geschwindigkeitsgleichung für eine Reaktion zweiter Ordnung lautet:

$$v = - \frac{dc}{dt} = k_2 \cdot c^2$$

Durch Integration der Gleichung erhält man

$$\frac{c_0}{c_t} = k_2 \cdot c_0 \cdot t + 1$$

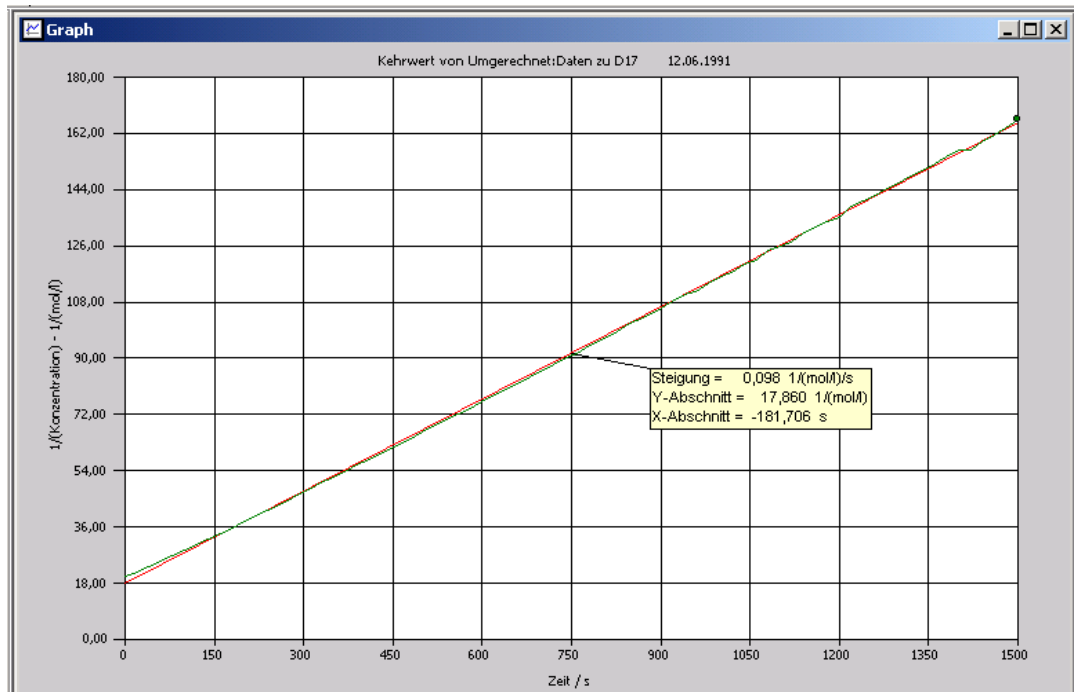
Formt man die Gleichung um, so erhält man:

$$\frac{1}{c_t} = k_2 \cdot t + \frac{1}{c_0}$$

Trägt man 1/c (y-Achse) gegen t (x-Achse) auf, müsste es bei Vorliegen einer Reaktion zweiter Ordnung eine Gerade ergeben. Man zeichnet eine Ausgleichsgerade und ermittelt die Steigung dieser Geraden.

Ausgangsdatenreihe ist die Datenreihe mit der Konzentration – sie muss gewählt sein.

- ▶ Hauptmenü: **AK Analytik 11** Start Messung Favoriten **Auswerten** Hinzufügen **Daten umrechnen**
- ▶ **Umrechnen mit einzugebender Funktion** **Kinetik: Kehrwert der y-Werte** **OK**
- ▶ **Neue Datenreihe** **In neuen Graphen einzeichnen** **Akzeptieren**
- ▶ **Zeichnen** und **Beschriften** (evtl. Position ändern) und **Fertig**



Der Korrelationskoeffizient (1.00) bestätigt die Reaktion 2. Ordnung.

Beachten:



Entsorgung

Organische Lösungsmittel

Literatur

L. Strohmeyer, Verlauf chemischer Reaktionen, S. 23 ff, Schwann Verlag Düsseldorf 1978