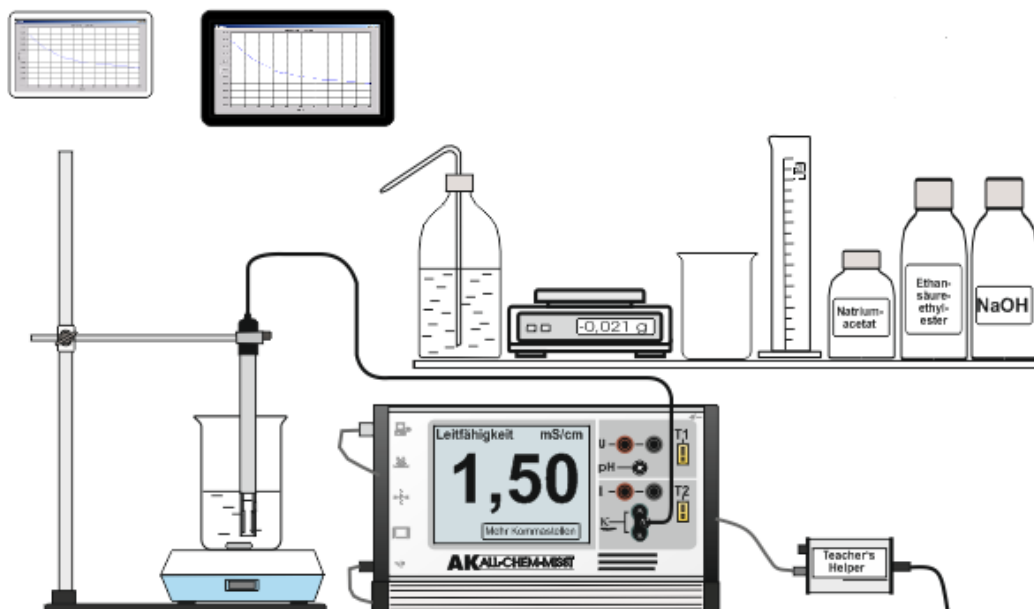




Prinzip

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"/> ALL-CHEM-MISST / Netzteil | <input type="checkbox"/> Stativ |
| <input type="checkbox"/> USB- Kabel | <input type="checkbox"/> Muffe |
| <input type="checkbox"/> Teacher's Helper /Netzteil | <input type="checkbox"/> Elektrodenklemme |
| <input type="checkbox"/> Tablet/Laptop oder Smartphone | <input type="checkbox"/> Magnetrührer |
| <input type="checkbox"/> LF-Elektrode | <input type="checkbox"/> Rührfisch |
| <input type="checkbox"/> Becherglas, 100 mL | <input type="checkbox"/> evtl. pneumat. Wanne |
| <input type="checkbox"/> "Spülbecherglas", 250 mL | |
| <input type="checkbox"/> Messzylinder, 50 mL | |

Verwendete Chemikalien

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Ethansäureethylester c = 0,1 mol/L
9,8 mL zu 1 L Lösung (mit Wasser) | |
| <input type="checkbox"/> Natronlauge, c = 0,1 mol/L | |
| <input type="checkbox"/> Natriumacetatlsg., c = 0,1 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 an den Tablets/ Laptops (Clients)

- Am Tablet / Laptop / Smartphone Einstellungen oder mit **WLAN** eine Verbindung herstellen: **ak.net** anwählen und warten bis die Verbindung eingebucht ist.
- Browser z.B. **Firefox/Safari** aufrufen, in die Adresszeile (URL-Zeile) - nicht in der (Google-Suchzeile!!) **http://labor.ak** eingeben. - Es erscheinen 4 Bildschirme.
- AK MiniAnalytik** wählen. Im erscheinenden Bild können die Menüicons neben- oder (bei kleinen Bildschirmen) untereinander angeordnet sein.
- Icon 'Messen' (2. Von links) und **Mit Messgerät verbinden** auswählen
- Messgrößen-Auswahl:** **Leitfähigkeit(L)**
- Konfiguration-Methode** y-Achse L Min **0,0 mS/cm** und Max **10,0 mS/cm**
Nachkomma **2** und Linie **ja**
- x- Achse: Zeit**
- x-Achse Zeit Intervall **2 s** und Zeit Max **1500 s**
Nachkomma **0** und
- Der Messbildschirm wird aufgebaut und Werte angezeigt



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

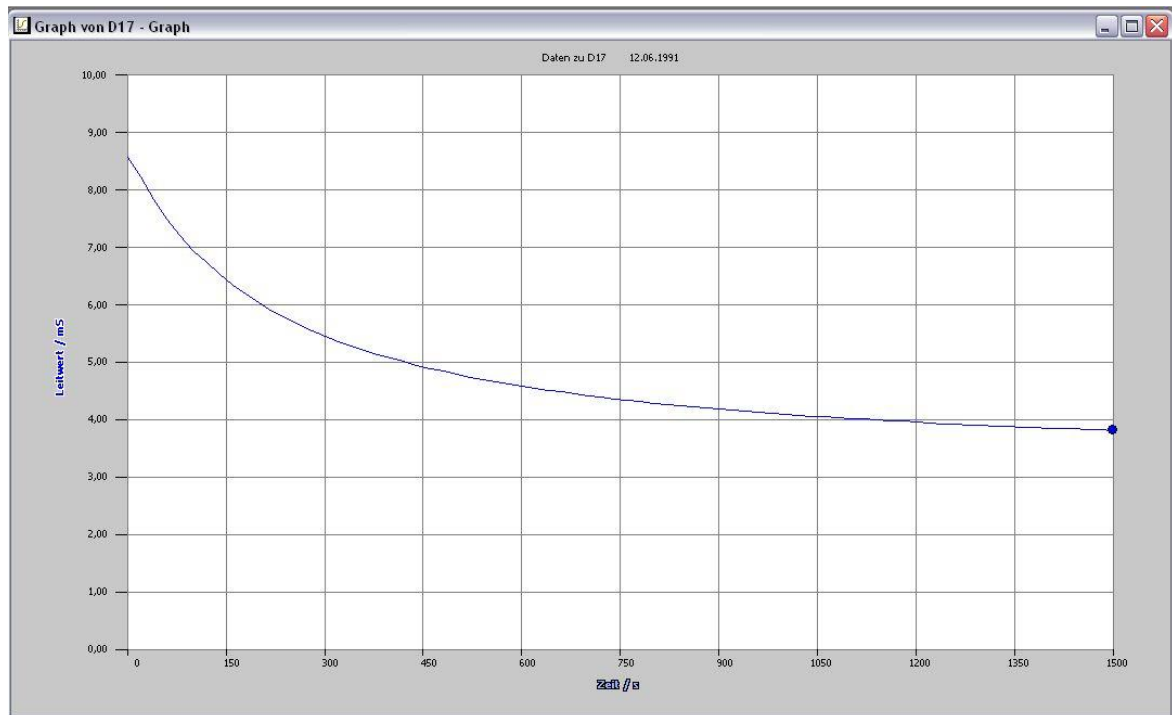
b) Natriumhydroxidlösung ($c = 0,5 \text{ mol/L}$) wird durch Verdünnen (1:1) der Lösung mit $c = 0,1 \text{ mol/L}$ hergestellt. Nach gründlichem Spülen (möglichst mit der Natriumhydroxidlösung) wird die Elektrode in das Becherglas getaucht, elektrische Leitfähigkeit gemessen und notiert.

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

2. Verfolgung der Reaktion

- ▶ Mit Hilfe des Messzylinders 40 mL Ethansäureethylesterlösung ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) im 100 mL Becherglas vorlegen, die Elektrode eintauchen und befestigen.
- ▶ 40 mL Natronlauge ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) zugießen.
- ▶ Gleichzeitig mit **Aufzeichnung starten** die Messwertspeicherung starten.
- ▶ Nach ca. 1500 s den Versuch mit **Stoppen** 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.
- ▶ auf **Wertetabelle** (rechts neben 'Datenreihen'), auf das Wertepaar **1**, dann **Editieren der Werte**
- ▶ Bei dem y-Wert vom Wertepaar Nr. 1 den Kapa Wert NaOH eingeben und **OK**

Durch-
führung





Speichern

- ▶ Icon oben links und **Speichern unter** wählen
 - ▶ Unter ‚Projekt Speichern‘ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **D17 User** und **OK**

Excel-Export

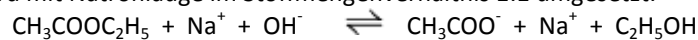
- ▶ Icon oben links und **Datenreihen exportieren** wählen
- ▶ Unter ‚Datenreihen Speichern‘ Projekt **D17 User** auswählen und **Speichern**
- ▶ Je nach Gerät mit „Speichern unter“ noch Pfad aussuchen und bestätigen!

Öffnen bei Bedarf

- ▶ Ist der Teacher's Helper nicht mehr zu erreichen: Browser z.B. **Firefox/Safari** aufrufen, in die Adresszeile (URL-Zeile) - nicht in der (Google-Suchzeile!!) **http://labor.ak** eingeben. -
- ▶ Icon oben links und **Laden** "Projekt Laden" **D17 User** direkt auswählen und → anklicken

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.

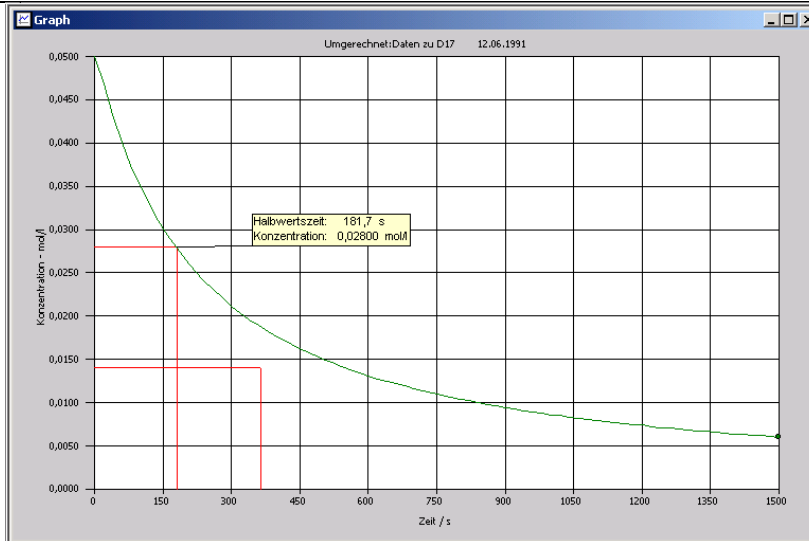
Beispielwerte: $\kappa(\text{NaAc}) = 3.16 \text{ mS}$, $\kappa(\text{NaOH}) = 8.57 \text{ mS}$, $c(\text{NaOH}_{\text{Start}}) = 0.05 \text{ mol/L}$

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **y-Werte umrechnen** und **bel. Funktion**
- ▶ **(Y-3.16)/(.57-3.16)*0,05** ? **OK**
- ▶ **Datenreihen** (links neben 'Wertetabelle') und dann auf Icon 'Menü' und **Eigenschaften**
- ▶ **y- Achse** Messgröße:
 - Konzentration** Einheit **mol/L** Untergrenze: **0** Obergrenze: **0,05** **OK**
- ▶ Neue Datenreihe wird automatisch eingezeichnet
- ▶ Icon oben links und **Speichern unter** wählen
- ▶ Unter ‚Projekt Speichern‘ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **Esterverseifung** und **OK**

Das ist die Ausgangsdatenreihe für die Auswertungen

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

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **Automatik Kinetik**
- ▶ Der Rechner gibt die Summe der Fehlerquadrate an. Der kleinste Wert ist hier bei 2.Ordnung
- ▶ **Zeichnen** und (evtl. Position ändern) und **Fertig**
- ▶ Neue Datenreihe wird automatisch eingezeichnet



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.:

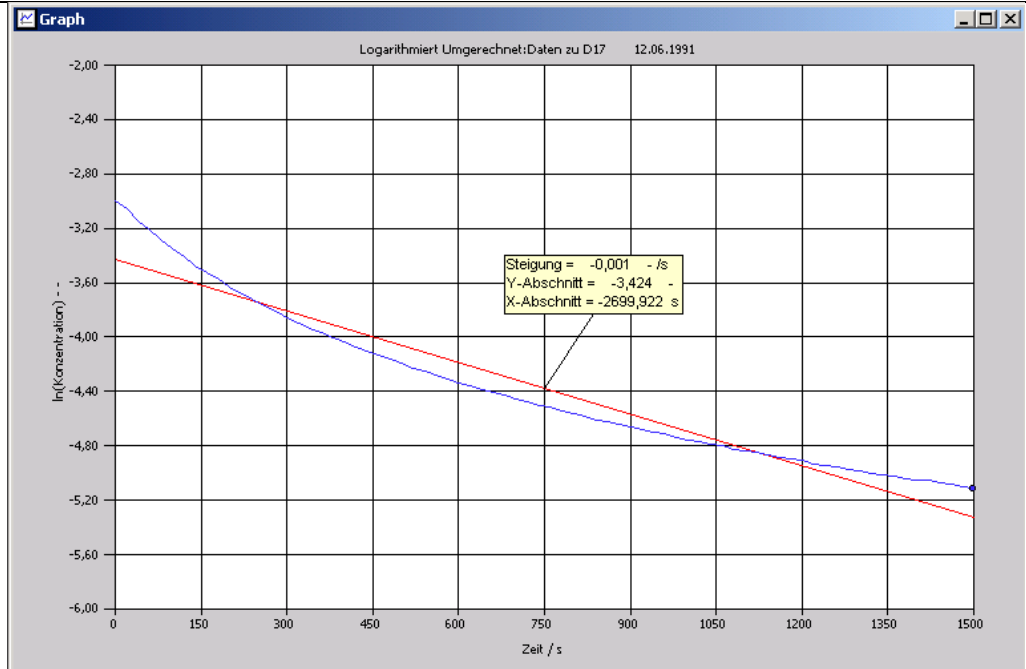
$$\ln c_t = \ln c_0 - k_1 \cdot t$$

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

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

- ▶ Icon 'Auswerten'  (3. von links) und **y-Werte umrechnen** und **Logarithmus** **OK**
- ▶ Neue Datenreihe wird automatisch eingezeichnet
- ▶ Wieder unter Icon 'Auswerten'  (3. von links) und **Automatik Kinetik**
- ▶ **Zeichnen** und (evtl. Position ändern) und **Fertig**

Vor-
schläge



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

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

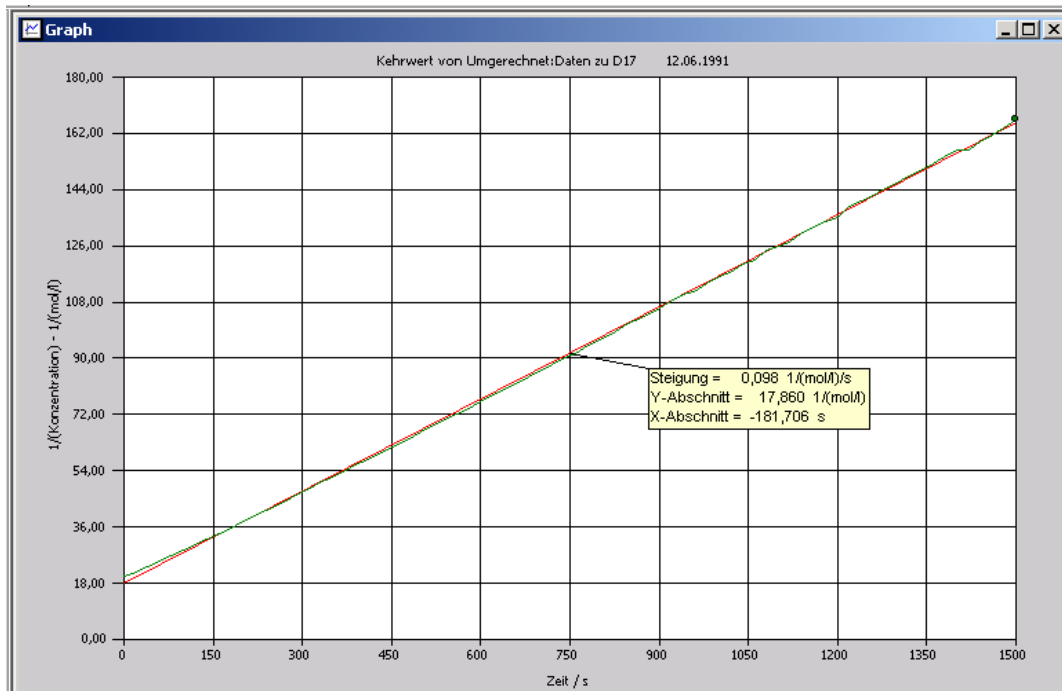
Formt man die Gleichung um, so erhält man:

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

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.

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **y-Werte umrechnen** und **Kehrwert**
- ▶ Neue Datenreihe wird automatisch eingezeichnet
- ▶ Wieder unter Icon 'Auswerten' (3. von links) und **Automatik Kinetik**
- ▶ **Zeichnen** und (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