



**Prinzip**

Die Hydrolyse von tert.-Butylchlorid in wässriger Lösung kann mit Hilfe der Leitfähigkeitsmessung verfolgt werden, da dabei Oxonium- und Chloridionen entstehen. Der Versuch wird mehrfach, wie Versuch D19, nur bei verschiedenen Temperaturen durchgeführt und die Daten unter reaktionskinetischen und energetischen Gesichtspunkten ausgewertet.

**Aufbau  
Vorbe-  
reitung**

**Vorbereitung des Versuches** siehe Arbeitsblatt D 19  
Zusätzlich Thermofühler am ALL-CHEM-MISST - Eingang T1  
**Vorbereitung am Computer** siehe Arbeitsblatt D 19

**Durch-  
führung**

Der Versuch wird nach Arbeitsblatt D19 bei unterschiedlichen Temperaturen: z.B.:10, 30, 40 und 50 Grad Celsius durchgeführt. Lesen Sie dazu die Temperatur am "ALL-CHEM-MISST" ab, messen Sie ebenfalls wieder die zeitunabhängigen Leitfähigkeiten und notieren Sie alles in der unten stehenden Tabelle.  
Bei den höheren Temperaturen können Sie den Versuch eher beenden, da die Reaktionsgeschwindigkeit deutlich höher ist. Vergessen Sie nicht, die Daten jeweils nach dem Versuch zu speichern. Dateiname z.B.: TBC0811 (bedeutet 0,8 mL Temperatur 11°C)

**Tabelle der Versuchsbedingungen / Ergebnisse**

Versuch	Temperatur K	Leitfähigkeit für t = 0 mS/cm	Leitfähigkeit für t = ∞ mS/cm	Geschwindigkeitskonstante 1/s
1				
2				
3				
4				
5				

**Auswer-  
tung**

- Führen Sie folgende Schritte entsprechend Arbeitsblatt D19 durch:
1. Laden der Versuchsdatei für eine bestimmte Temperatur
  2. Berechnung der Konzentration an tert. Butylchlorid
  3. Auswertung des Versuches durch den Graphen  $\ln c \rightarrow t$
  4. Ermittlung der Geschwindigkeitskonstanten (Steigung des Graphen)

Tragen Sie dann per Hand die jeweiligen Geschwindigkeitskonstanten in die oben stehende Tabelle ein!

**Bestimmung der Aktivierungsenergie und der Arrheniuskonstanten**

**y-Achse**

- ▶ Obergrenze: 0,06
- ▶ Zahlenformat: 0,00
- ▶ Messgröße: Geschw.-K
- ▶ Einheit: 1/s
- ▶ Beschr.: 10
- ▶ Gitter: 10
- ▶ Untergrenze: 0

**x-Achse**

- ▶ Untergrenze: 250
- ▶ Zahlenformat: 0,00
- ▶ Messgröße: Temperatur
- ▶ Einheit: K
- ▶ Beschr.: 10

▶ Gitter: 10

▶ Obergrenze: 350

Akzeptieren

▶ Werte eintippen: jeweils weiter mit [Enter]

Ende mit

⇨ Fenster Schließen





Entsprechend dem Arbeitsblatt ARK-01 (Gl. 12) gilt für die Abhängigkeit der Geschwindigkeitskonstanten von der Temperatur die Gleichung von Arrhenius

$$k = A \cdot e^{-E_A / R \cdot T}$$

Durch Logarithmieren lässt sich die Gleichung in folgende Form bringen:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_A}{R} \cdot \frac{1}{T}$$

Man trägt  $\ln k$  gegen  $1/T$  auf und kann aus der Steigung die Aktivierungsenergie berechnen.

Für die weitere Auswertung wurden folgende Werte benutzt:

Dateiname	Temperatur K	Leitfähigkeit für $t = 0$ mS/cm	Leitfähigkeit für $t = \infty$ mS/cm	Geschw.-Konstante 1/s
TBC0813	286.15		0.190	0.0024
TBC0824	297.15		0.210	0.0134
TBC0833	306.15		0.275	0.0371
TBC0838	311.15		0.290	0.0600

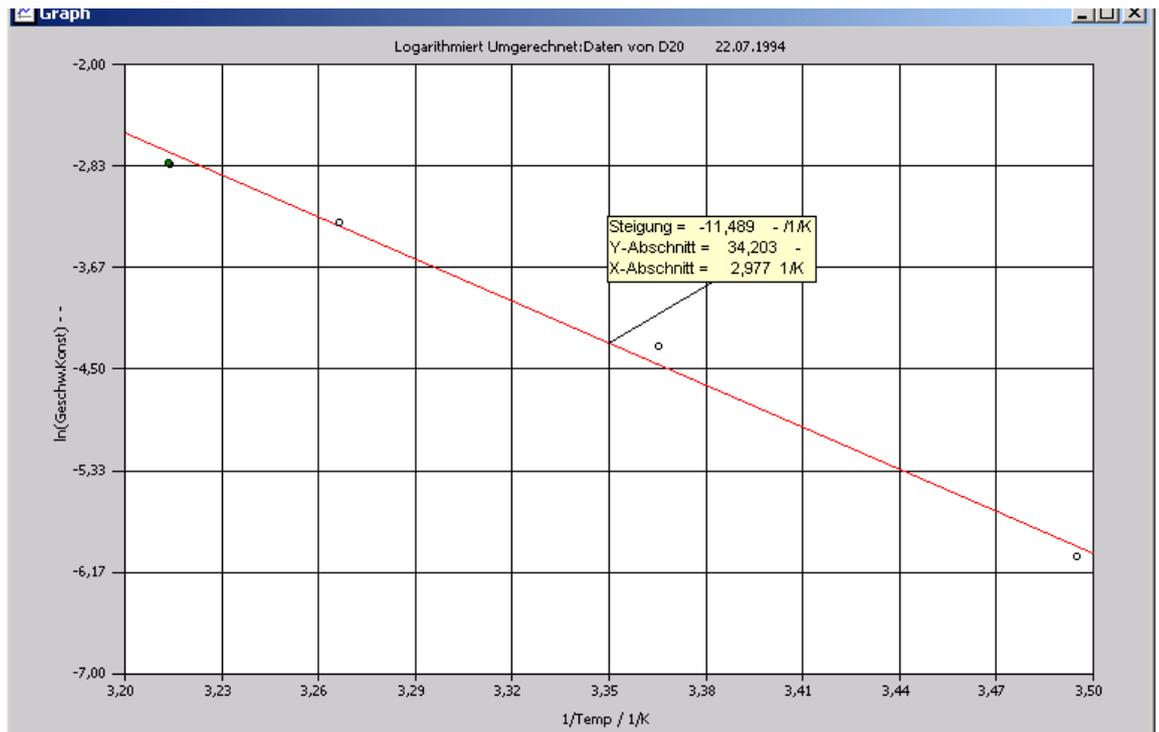
Um die x- Werte besser darstellen zu können, werden sie nach Umrechnung ( $1/T$ ) noch mit dem Faktor 1000 multipliziert.

- ▶ Hauptmenü: **AK Analytik 11** Start Messung Favoriten **Auswerten** Hinzufügen **Daten umrechnen**
- ▶ **Umrechnen mit einzugebender Funktion** **Eigene Funktion eingeben**
- ▶ **1/XA\*1000** ? **OK**
- ▶ **Klick auf das Farbpalettensymbol**
- ▶ x- Obergrenze: **3,5** y-Messgröße: **1/Temp** Einheit **1/K** x- Untergrenze: **3,2**
- ▶ **Akzeptieren** **Neue Datenreihe** **In aktuellen Graphen einzeichnen** **Akzeptieren**
- ▶ **Projekt** **Speichern unter**
- ▶ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **Hydrolyse** und **Akzeptieren**



Umrechnung der y-Werte (Logarithmieren)

- ▶ 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**



Notieren Sie die Steigung der Geraden  $(-11,49) \cdot (1000 \text{ K})$

Die Steigung des Graphen muss nun noch mit  $R = 8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$  multipliziert werden und man erhält die Aktivierungsenergie dieser Reaktion:  $95,61 \text{ kJ/mol}$  (direkt in kJ, weil der Faktor 1000 schon bei der reziproken Temperatur eingerechnet war).

- ▶ Favoriten im Hauptmenü **AK Analytik 11** Start Messung **Favoriten** Auswerten Hinzufügen
- ▶ **Rechner** Termeingabe: **-11,49\*8,314** **=**

Der Rechner liefert als Ergebnis :  $-98,52 \text{ kJ/mol}$

Literaturwert: ca.  $48 \text{ kJ/mol}^2$ ) bzw.  $88 \text{ kJ/mol}^1$ )

Beachten:



Entsorgung

Organische Halogenierte Abfälle

Literatur

1. L. Strohmaier, Verlauf chemischer Reaktionen, Seite 38 f, Schwann Verlag, Düsseldorf, 1978
2. W. Jansen et al., Reaktionskinetik und chemisches Gleichgewicht, Lehrerbuch Seite 41 ff, Aulis Verlag, Köln 1984