



**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 Vorbereitung** **Vorbereitung des Versuches** siehe Arbeitsblatt D 19  
Zusätzlich Thermofühler am AK Low Cost Multiadapter T-T " Eingang T1  
**Vorbereitung am Computer** siehe Arbeitsblatt D 19

**Durchführung** 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 " AK Low Cost Multiadapter T-T " 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	Leitfähigkeit für t = 0	Leitfähigkeit für t = ∞	Geschwindigkeitskonstante
	K	mS/cm	mS/cm	1/s
1				
2				
3				
4				
5				

**Auswertung** Führen Sie folgende Schritte entsprechend Arbeitsblatt D19 durch:

- ▶ Laden der Versuchsdatei für eine bestimmte Temperatur
- ▶ Berechnung der Konzentration an tert. Butylchlorid
- ▶ Auswertung des Versuches durch den Graphen  $\ln c \rightarrow t$
- ▶ 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**

- ▶ Icon 'Messen' (2. Von links) und **Werte manuell eingeben** auswählen
- ▶ Die Daten für die Auswertung entsprechend eingeben und bestätigen mit **OK**

Eigenschaften der Datenreihe

Name	Neue Datenreihe	
	X-Achse	Y-Achse
Messgröße:	Temperatur	Geschw.-K.
Einheit:	K	1/s
Untergrenze:	250,00	0,0000
Obergrenze:	350,00	0,0600
Nachkommastellen:	2	4
Beschriftungen:	10	10
Gitter:	10	10

- ▶ Die Wertepaare nacheinander eingeben.
- ▶ Evtl. auf und **Wertetabelle** mit Klick auf „2+“ das nächste Wertepaar eintippen usw.



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	Leitfähigkeit für $t = 0$	Leitfähigkeit für $t = \infty$	Geschw.-Konstante
	K	mS/cm	mS/cm	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.

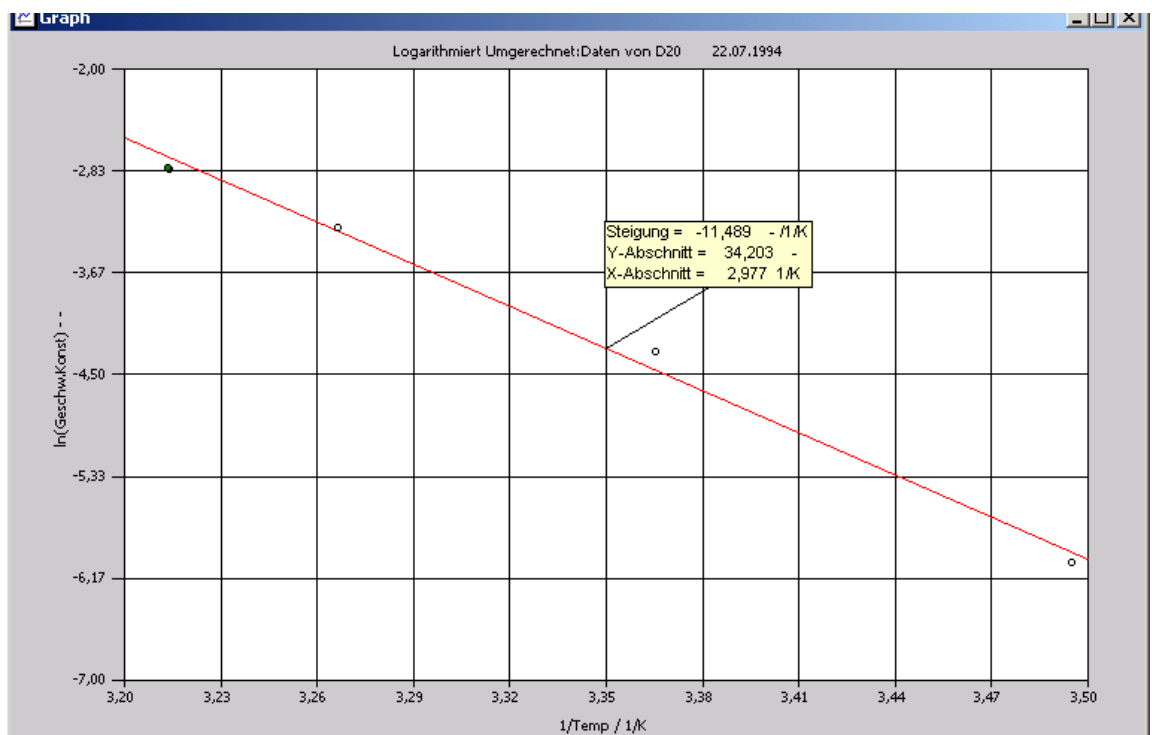
- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **Werte umrechnen** und **bel. Funktion** **OK**
- ▶ **X=** **X=** **1/X\*1000** **OK**
- ▶ **Datenreihen** (links neben 'Wertetabelle') und dann auf Icon 'Menü' und **Eigenschaften**
- X- Achse** Messgröße: **1/Temp** Einheit **1/K**
- Untergrenze: **3,20** Obergrenze: **03,50** Nachkommastellen: **2** **OK**
- ▶ Neue Datenreihe wird automatisch eingezeichnet

### Speichern

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

Umrechnung der y-Werte (Logarithmieren)

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **Werte umrechnen** und **Y=** und **Logarithmus** **OK**
  - ▶ Neue Datenreihe wird automatisch eingezeichnet
  - ▶ Icon Auswerten **Ein-Geraden-Methode**
- Folgen Sie den Anweisungen: Mit Maus oder Finger links auf den ersten Punkt der Datenreihe, durch die die Ausgleichsgerade gelegt werden soll, tippen, **gedrückt halten** und ziehen bis zum rechten Punkt und loslassen
- ▶ **Berechnen** anklicken. Die Steigung wird angegeben.



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).

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **Werte umrechnen** und **bel. Funktion** **OK**
- ▶ **Nur 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