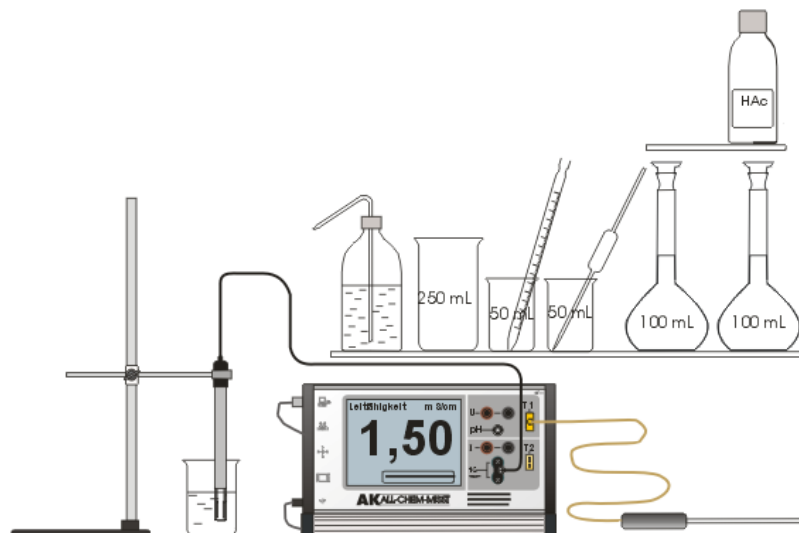


Prinzip: Die Versuchsdurchführung verläuft völlig analog zu Arbeitsblatt D03. Auf diesem ist auch schon eine Spalte für die Versuchsergebnisse dieses Arbeitsblattes vorgesehen. Die Auswertung geschieht hier allerdings unter Einbeziehung des MWG (Massen- Wirkungs- Gesetzes).

Versuchsaufbau:



Materialliste:

Geräte:		Chemikalien:
1	ALL-CHEM-MISST II	Essigsäure, $c = 0.1 \text{ mol/L}$
1	Netzteil	dest. Wasser
	evtl. Beamer mit Kabeln	
	Computer / Laptop	evtl. Kalibrierlösung (siehe D03)
1	LF - Elektrode	
1	Temperaturfühler	
1	Becherglas, 250 mL	
n	Becherglas, 50 mL	
n	Messkolben, 100 mL	
1	Stativ	
1	Muffe	
1	Greifklemme, klein	
1	Pipette ,10 mL	
1	Pipette ,20 mL	
1	Pipettierhilfe	

Vorbereitung des Versuches:

- Die Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen.
- Die Leitfähigkeitsmesszelle in ein mit etwa 150 mL dest. Wasser gefülltes 250 mL Becherglas stellen.
- Sie wird auch zwischen den Messungen hier aufbewahrt.
- Die Bananenstecker der LF- Elektrode in die entsprechende LF - Buchse am ALL-CHEM-MISST II stecken.
- Das Stativ zur Erleichterung des Probenwechsels "falsch herum" hinstellen.
- Zur Temperaturkontrolle den Temperaturfühler in die Buchse T1 stecken.

Herstellen der Messlösungen

Von der Ausgangslösung ($c = 0.1 \text{ mol/L}$) werden die angegebenen Volumina entnommen und im 100 mL Messkolben mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt und geschüttelt.

Volumen der Stamm- lösung	Konzentration der verdünnten Lösung	Leitwert der verdünnten Lösung
mL	mol/L	mS/cm
5	0.005	
10	0.010	
20	0.020	
40	0.040	
60	0.060	
80	0.080	
100	0.100	

Durchführung des Versuches:

- Falls möglich die Lösungen bei 25°C thermostatisieren.
- Beginnend mit der verdünntesten Lösung etwa 30 mL in ein 50 mL Becherglas geben, die Leitfähigkeitselektrode eintauchen und damit umrühren.
- Danach die Lösung weggießen, erneut etwa 30 mL einfüllen und mit der Elektrode umrühren.
- Den Messwert ablesen und in die Tabelle (Seite 1/7) eintragen.
- Die Leitfähigkeitselektrode gut spülen und in das 250 mL Becherglas zurückstellen.
- Die Messung mit den anderen Verdünnungen wiederholen.

- Zuletzt eventuell in der gleichen Weise die Kalibrierlösung messen, zusätzlich die Temperatur der Kalibrierlösung messen und beide Werte notieren.

Leitwert der Eichlösung:	Temperatur der Eichlösung:
--------------------------	----------------------------

Beispielwerte: Leitwert der Kalibrierlösung: 1.103 mS/cm - Temperatur: 25°C.

Auswertung der Versuche:

Aus dem Leitwert erhält man normalerweise keine stoffspezifischen Aussagen, deshalb bezieht man ihn auf die Konzentration (siehe: Arbeitsblatt D00) und errechnet die Äquivalentleitfähigkeit Λ . Diese ist bei genügend kleinen Konzentrationen bei starken Elektrolyten proportional zur Konzentration.

Zeichnet man einen solchen Graphen und extrapoliert gegen $c = 0$ mol/L, so erhält man bei starken Elektrolyten die nur vom Stoff abhängige Größe „Äquivalentleitfähigkeit bei unendlicher Verdünnung“ Λ_{∞} (Grenzleitfähigkeit).

Computerprogramm: AK Analytik 32.NET (→ Messen/Neu → Messwerte eintippen)

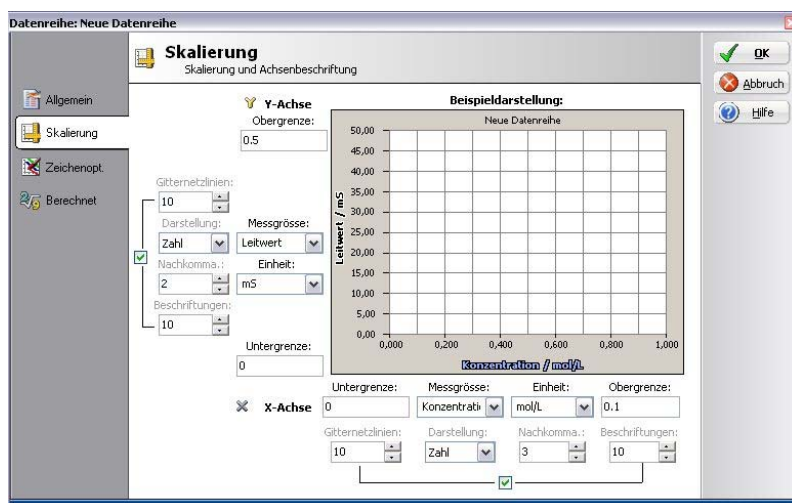
Skalierung

y-Achse :

- Gitternetzlinien: ⇒10
- Nachkomma: ⇒2
- Beschriftungen: ⇒10
- Obergrenze: ⇒0,5
- Messgröße: ⇒Leitwert
- Einheit: ⇒mS

X-Achse:

- Messgröße: ⇒Konzentration
- Einheit: ⇒mol/L
- Obergrenze: ⇒0,1
- Gitternetzlinien: ⇒10
- Nachkomma: ⇒3
- Beschriftungen: ⇒10



Werte eintippen: jeweils weiter mit [Enter] Ende mit ⇒Fenster Schließen


Geben Sie entsprechend der aufgeführten Tabelle mit Beispielwerten die Daten für die HAC - Lösung ein.

Konzentration mol/L	Leitwert der HAC-Lsg. mS/cm
0.005	0.124
0.010	0.175
0.020	0.248
0.040	0.358
0.060	0.441
0.080	0.506

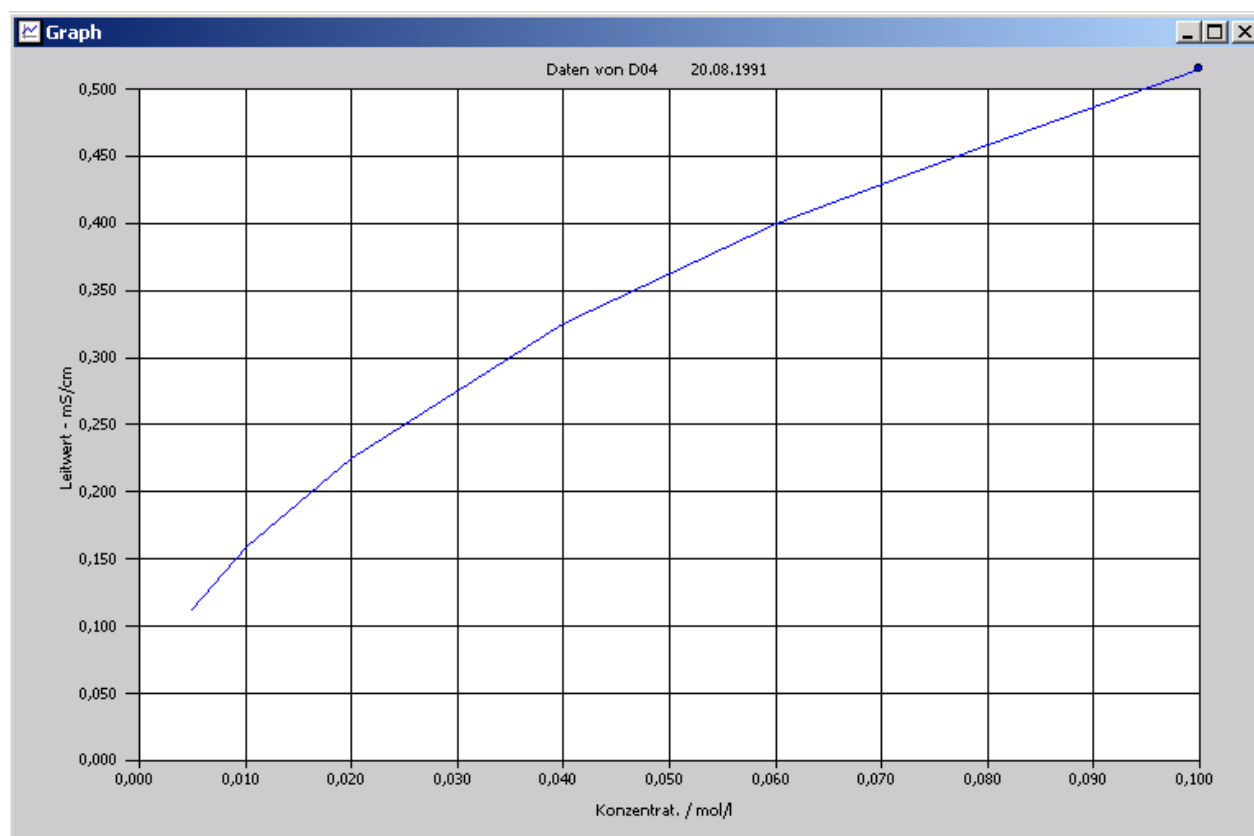
0.100	0.568
-------	-------

Da die Proben thermostatisiert waren, kann man mit Hilfe des Leitwertes der Kalibrierlösung die Korrektur sehr einfach vornehmen:

$$\text{Leitwert}_{(\text{wirklich})} = \text{Leitwert}_{(\text{gemessen})} * \frac{\text{Leitwert}_{(\text{Kalibrierlösung - Soll})}}{\text{Leitwert}_{(\text{Kalibrierlösung - gemessen})}}$$


Umrechnung aufrufen mit  oder im Hauptmenü: ⇨ Rechnen ⇨ „Umrechnen mit einzugebender Funktion“			
Bei: Eigene Funktion den Term eingeben: <u>Y= YA*1 / 1.103 (Achtung: Beispiel)</u>			
<input checked="" type="checkbox"/> OK	Was wollen Sie mit der soeben erzeugten Datenreihe tun?	Als neue Datenreihe anlegen	<input checked="" type="checkbox"/> OK

Zeichnen des Graphen spezifische Leitfähigkeit κ gegen c



Laut Arbeitsblatt (D00) muss der Leitwert durch die jeweilige Konzentration dividiert werden, um die Äquivalentleitfähigkeit zu erhalten. (hier gilt immer: $z^* = 1$)

$$\Lambda = \frac{\kappa}{z^* \cdot c}$$

Umrechnung aufrufen mit  oder im Hauptmenü: ⇨ Rechnen ⇨ „Umrechnen mit einzugebender Funktion“			
Bei: Eigene Funktion den Term eingeben: <u>Y= YA / XA</u>		Als neue Datenreihe anlegen	Ja <input checked="" type="checkbox"/> OK

Dann müssen die Achsenbeschriftungen und die Maximalwerte geändert werden.


Skalierung ändern:

⇒ Rechte Maustaste	⇒ Eigenschaften	⇒ entsprechende Datenreihe markieren und anklicken
⇒ Eigenschaften	⇒ <i>y-Achse Bezeichnung: Äqu.leitf</i>	⇒ <i>y-Achse- Einheit: S*cm²/mol</i>
y- Achse Obergrenze: <u>25</u>	⇒OK	⇒OK

Der Graph Λ_c gegen \sqrt{c} , Bestimmung von Λ_∞ bzw. des Kohlrausch-Faktors

Zu Linearisierung wird nach Kohlrausch (Arbeitsblatt D00) Λ_c gegen \sqrt{c} aufgetragen,

$$\Lambda_c = \Lambda_\infty - A \cdot \sqrt{c}$$

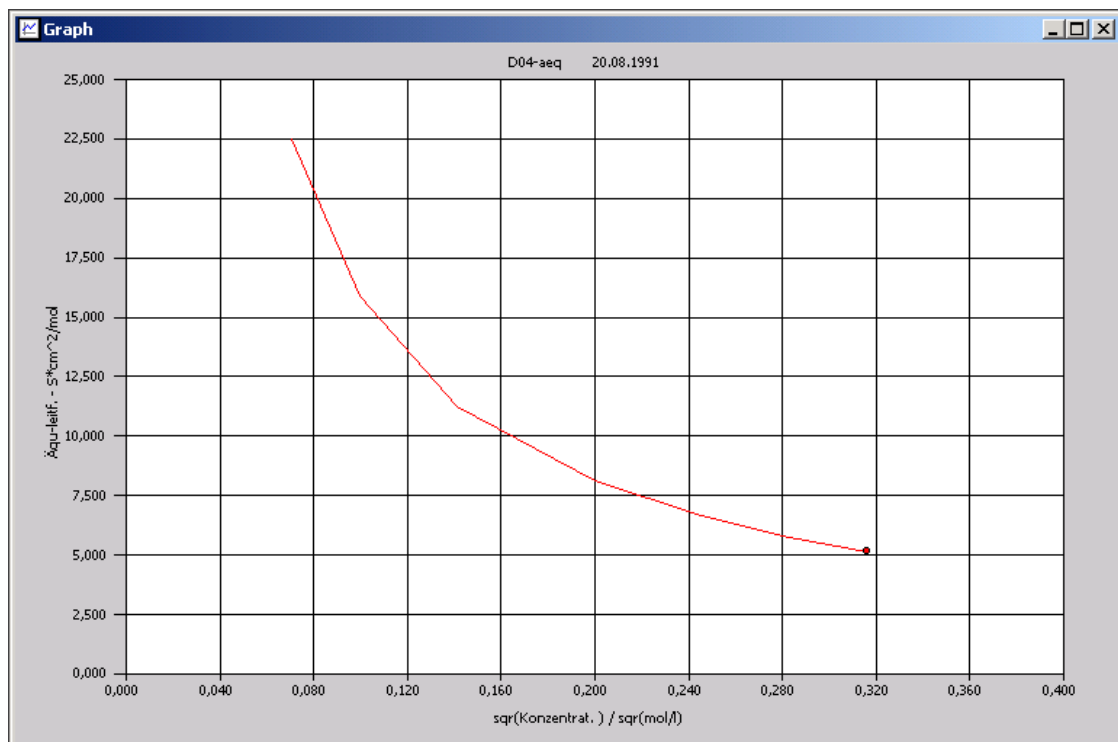
Umrechnung aufrufen mit 	oder im Hauptmenü: ⇒ Rechnen ⇒ „Umrechnen mit einzugebender Funktion“
Bei: Eigene Funktion den Term eingeben: X= <u>sqr(XA)</u>	Als neue Datenreihe anlegen Ja <input checked="" type="checkbox"/> OK

Dann müssen die Achsenbeschriftungen und die Maximalwerte geändert werden.

Skalierung ändern:

⇒ Rechte Maustaste	⇒ Eigenschaften	⇒ entsprechende Datenreihe markieren und anklicken
⇒ Eigenschaften	⇒ <i>x-Achse Messgröße: sqr(Konzentr.)</i>	⇒ <i>x-Achse- Einheit: sqr(mol/l)</i>
x- Achse Obergrenze: <u>0,4</u>	⇒OK	⇒OK

Anmerkung: sqr bedeutet (square-root) Wurzelzeichen



Im Falle der Essigsäure (siehe vorige Seite) erhält man keine Gerade, das bedeutet, die Grenzleitfähigkeit ist auf diesem Wege nicht bestimmbar, da die Essigsäure ein schwacher Elektrolyt ist.

Bestimmung der Grenzleitfähigkeiten von Essigsäure

Über die Additivitäten der Grenzleitfähigkeiten für die Ionen kann man jedoch aus den Ergebnissen von Versuch D03 die Grenzleitfähigkeit der Essigsäure berechnen:

$$\Lambda_\infty(\text{HAc}) = \Lambda_\infty(\text{HCl}) + \Lambda_\infty(\text{NaAc}) - \Lambda_\infty(\text{NaCl})$$

Aus den Versuchsergebnissen von D03 (Beispiel) erhält man

$$\Lambda_{\infty}(\text{HAc}) = 423 \text{ S} \cdot \text{cm}^2/\text{mol} + 91 \text{ S} \cdot \text{cm}^2/\text{mol} - 122 \text{ S} \cdot \text{cm}^2/\text{mol} = 392 \text{ S} \cdot \text{cm}^2/\text{mol}.$$

Literaturwert: $390.7 \text{ S} \cdot \text{cm}^2/\text{mol}$.

Ermittlung der Dissoziationskonstanten der Essigsäure

1. Berechnung des Dissoziationsgrades

Aus den theoretischen Überlegungen (Arbeitsblatt D00 - Seite 5 Gleichung 8) lässt sich der Dissoziationsgrad α als Quotient aus der Äquivalentleitfähigkeit und der Grenzleitfähigkeit leicht ermitteln und daraus die Dissoziationskonstante berechnen:

$$\text{Dissoziationsgrad} \quad \alpha = \frac{\Lambda_c}{\Lambda_{\infty}}$$

Umrechnung aufrufen mit oder im Hauptmenü: \Rightarrow Rechnen \Rightarrow „Umrechnen mit einzugebender Funktion“

Bei: Eigene Funktion den Term eingeben: $Y = \frac{YA}{392}$ Als neue Datenreihe anlegen Ja **OK**

Berechnung der Gleichgewichtskonstanten

nach Gleichung 7 von Arbeitsblatt D00 (Seite 5) gilt:

$$K_S = \frac{\alpha^2}{1 - \alpha} \cdot c_0$$

Umrechnung aufrufen mit oder im Hauptmenü: \Rightarrow Rechnen \Rightarrow „Umrechnen mit einzugebender Funktion“

Eigene Funktion den Term eingeben: $Y = \frac{(YA * YA)}{(1 - YA) * XA}$ Als neue Datenreihe anlegen Ja **OK**

Skalierung ändern:

\Rightarrow Rechte Maustaste \Rightarrow Eigenschaften \Rightarrow entsprechende Datenreihe markieren und anklicken \Rightarrow Eigenschaften \Rightarrow y-Achse Messgröße: Gleichgew.-K \Rightarrow y-Achse- Einheit: ??

Sie können die Datenreihe und den Graphen in Graph / Daten von HAc-GLE umbenennen (GLE = Gleichgewicht)

Schauen Sie sich die Werte an (evtl. Nachkommastellen erhöhen oder y-Werte als Exponentdarstellung):

HAC Gleichgewichtskonstante - Tabelle			
Nr	X-Werte	Y-Werte	
	Konzentrat.	Gleichgew.-K	
	mol/l	??	
1	0,005	1,75E-05	
2	0,010	1,71E-05	
3	0,020	1,69E-05	
4	0,040	1,75E-05	
5	0,060	1,76E-05	
6	0,080	1,74E-05	
7	0,100	1,75E-05	
	

Innerhalb der Toleranzbreite müssten jetzt die y - Werte bei allen Konzentrationen etwa $10^{-4.76}$ also etwa $1.74 \cdot 10^{-5}$ betragen. Eine schöne Demonstration für das MWG.

Literatur: Praktikumsunterlagen des Chem. Inst. Dr. Flad Stuttgart, 1990