**Versuchsprotokoll des Experiments zur elektrischen Leitfähigkeit von Säuren und Laugen vom 02.03.2015 aus dem Buch „elemente chemie 2“, S. 203 Versuch 1**

*Fragestellung:*

Wie hoch ist die elektrische Leitfähigkeit von Salzsäure, Essigsäure, Natronlauge, Ammoniaklösung und von destilliertem Wasser unter gleichen Bedingungen?

*Chemikalien:*

100 mL Salzsäure (c = 0,1mol/l), 100 mL Essigsäure (c = 0,1mol/l), 100 mL Natronlauge (c = 0,1mol/l), 100 mL Ammoniaklösung (c = 0,1 mol/l) und 100 mL destilliertes Wasser

*Unfallverhütung:*

Natronlauge: H [314](http://www.seilnacht.com/Chemie/hpsaetze.html#h314)[[1]](#footnote-1), [290](http://www.seilnacht.com/Chemie/hpsaetze.html#h290)[[2]](#footnote-2)

 P [280.1-4](http://www.seilnacht.com/Chemie/hpsaetze.html#p280)[[3]](#footnote-3), [301+330+331](http://www.seilnacht.com/Chemie/hpsaetze.html#p301+330+331), [303+361+353](http://www.seilnacht.com/Chemie/hpsaetze.html#p303+361+353), [305+351+338](http://www.seilnacht.com/Chemie/hpsaetze.html#p305+351+338), [309+310](http://www.seilnacht.com/Chemie/hpsaetze.html#p309)[[4]](#footnote-4)

Gemäß P 280.3 ist ein Augenschutz (= eine Schutzbrille) zu tragen, trotz der niedrigen Konzentration von „nur“ 0,1 mol/l.

*Entsorgung:*

Gemäß E 1[[5]](#footnote-5) können alle Chemikalien auf Grund ihrer relativ geringen Konzentrationen und Mengen bedenkenlos in den Ausguss gegeben werden. Obendrein neutralisieren sich die verwendeten Laugen und Säuren sowieso zu Salzwasser im Ausguss.

*Geräte:* 1 Wechselstromquelle 10 Volt (Netzgerät), 1 Multimeter (Amperemeter), 3 Verbindungskabel, 1 Becherglas 250 mL mit Deckel, 2 Graphitelektroden (C)

*Aufbau:*

**

[[6]](#footnote-6)

Der Stecker für das Netzgerät wird in eine externe Stromquelle (Steckdose) eingestöpselt.

Zwei Kabel werden – mit den Farben Blau (Minuspol) und Rot (Pluspol) – in die zwei entsprechend farbig markierten Büchsen des Netzgeräts mit der Aufschrift „AC“ für Wechselstrom gesteckt. Das Kabel für den Pluspol (Position: links am Netzgerät) wird dabei in eine Büchse des Deckels einer der zwei im Becherglas befindlichen Graphitelektroden gesteckt, das Kabel für den Minuspol (Position: rechts am Netzgerät) wird in die Büchse ganz links am Multimeter eingesteckt. Über die zweite Büchse – von rechts – am Multimeter wird ein weiteres Kabel mit der anderen Graphitelektrode verbunden.

*Durchführung:*

100 mL der jeweiligen Chemikalie wird in das Becherglas gegeben. Danach wird der Deckel auf dem Becherglas befestigt und die zwei Kabel für die Graphitelektroden werden eingesteckt. Nun wird am Multimeter die Anzeige auf „A“ für Ampere gestellt. (Achtung: Wird die Anzeige sofort auf „mA“ für Milliampere gestellt, könnten nach Stromdurchfluss – siehe nächster Absatz – die Sicherungen „durchgebrannt“ sein!) Außerdem muss sichergestellt sein, dass das Multimeter die Buchstaben „AC“ anzeigt. Falls nicht, muss mittels Drücken des grünen Knopfes oben rechts der Wert „DC“ (Gleichstrom) in den Wert „AC“ (Wechselstrom) umgeschaltet werden. Gemäß Aufbau (s.o.) wird das Multimeter in Reihe geschaltet.

Das Netzgerät wird eingeschaltet und auf 10 Volt Spannung gebracht. Der Wert für die Stromstärke kann nun am Multimeter abgelesen werden. Liegt dieser allerdings nur im Tausendstelbereich (z. B. 0,005 A), sollte der Genauigkeit halber und wegen der so später besseren Vergleichbarkeit der Messwerte untereinander die Multimeteranzeige auf „mA“ gestellt werden.

Nach Notierung des Messwertes wird die Probe in den Ausguss gegeben und das Becherglas mit destilliertem Wasser ausgespült, das die verbliebenen Ionen eliminiert und somit vor verfälschten Messergebnissen der anderen Proben schützt. Nacheinander sollen alle fünf Lösungen auf ihre Leitfähigkeit hin durch die gleiche Prozedur untersucht werden.

*Beobachtung:*

Leitfähigkeitsmessung: Stromstärke I in mA

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Stoff | Gruppe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| destilliertes Wasser | 0,05 | 0,01 | 0,08 |  |  | 0,03 |
| Salzsäurec = 0,1 mol/l |  | 587 | 450 |  | 730 | 828 |
| Natronlaugec = 0,1 mol/l | 415,8 | 397,2 |  | 370 | 385 |  |
| Ammoniaklösungc = 0,1 mol/l | 12,57 | 12,54 |  | 12,59 |  |  |
| Essigsäurec = 0,1 mol/l | 0,01 |  | 0,07 | 0,01 |  |  |

Weitere Beobachtungen, neben der Feststellung der Messwerte, bezüglich des Aussehens, Geruch oder Geräusche konnten nicht gemacht werden.

*Auswertung:*

Die fünf untersuchten Chemikalien lassen sich – bezüglich Stromstärke und damit Leitfähigkeit – grob in drei Gruppen einteilen. Die Prämisse dafür ist folgender Zusammenhang: Je niedriger der gemessene Wert, desto schwächer der Strom, der durch die Probe fließt, und desto niedriger die Leitfähigkeit der Probe.

Da sich auf dasselbe Volumen bezogen wird und die Werte dadurch vergleichbar sind, werden das Volumen und die molare Masse (Letzteres ist irrelevant beim dest. Wasser) im Folgenden außer Acht gelassen. Dieselben Stoffmengenkonzentrationen machen die Werte ebenfalls vergleichbar.

Gruppe 1: Destilliertes Wasser – geringfügige bzw. äußerst geringe Leitfähigkeit

Destilliertes Wasser ist praktisch nicht leitfähig, da die Werte gegen 0 stagnieren. Der Grund dafür, dass destilliertes Wasser elektrischen Strom (so gut wie) nicht leitet, ist, dass es industriell de-ionisiert und von Ionen weitestgehend befreit wurde, und: je weniger Ionen frei gelöst sind, desto schlechter leitfähig ist die chemische Lösung.

Gruppe 2: Ammoniaklösung und Essigsäure – nur geringe Leitfähigkeit

Im Vergleich zu Salzsäure und Natronlauge besitzen Ammoniaklösung (12,54 bis 12,59 mA) und Essigsäure (0,01 bis 0,07 mA) eine starke abfallende Leitfähigkeit.

Gruppe 3: Salzsäure und Natronlauge – vergleichsweise gute Leitfähigkeit

Mit Werten von 450 bis 828 mA bei der Salzsäure und Werten von 370 bis 415,8 mA bei der Natronlauge lassen sich beide in einer Kategorie mit relativ guter Leitfähigkeit verorten. Aus den Werten ableitbar ist: Salzsäure und Natronlauge besitzen im Vergleich zu den anderen Chemikalien die beste Leitfähigkeit.

Fehler und Abweichungen:

Zu beachten bei der Interpretation der Messergebnisse gilt, dass nicht ausreichendes Ausspülen des Becherglases mit destilliertem Wasser mit anschließendem Auffüllen desselben Becherglases mit einer anderen Probe die Messergebnisse verfälscht haben könnten, da Ionen verbleiben können – die Leitfähigkeit also höher scheint als sie tatsächlich ist. Dasselbe gilt bezüglich der Reinigung der Graphitelektroden, die häufig vergessen wurde. Im Einzelfall ist auch denkbar, dass mehr bzw. weniger als 100 mL ins Becherglas gefüllt wurden, was die Leitfähigkeit wegen der im Verhältnis zu den Referenzproben mehr/weniger vorhandenen leitungsfähigen Ionen erhöht oder vermindert haben könnte. So lassen sich Abweichungen und Messungenauigkeiten der Werte der Gruppen 1 bis 6 innerhalb der jeweils untersuchten Stoffe erklären.

Die Handlungsanweisung für die erneute Durchführung des Experiments lautet, noch sauberer zu arbeiten, obwohl die Abweichungen zwischen den Vergleichswerten nicht signifikant sind. Einzig bei der Salzsäure gibt es größere Messdifferenzen, welche sich durch o. g. Punkte erklären lassen.

Reaktionsgleichungen:

Begriffe: NaOH = Natriumhydroxid, das unter Protolyse Natronlauge bildet

 HCl = Chlorwasserstoff, welches unter Protolyse Salzsäure bildet

 NH3 = Ammoniak

 H3CCO2H = Essigsäure

 OH- = Baseteilchen (Hydroxid-Ionen)

 H+ = Säureteilchen (Protonen bzw. H3O+-Ionen bzw. Oxonium-Ionen)



NaOH Na+ + OH- NH3  OH- + Ammonium-Ionen



HCl H+ + Cl- H3CCO2H H+ + Acetation-Ion

Salzsäure gilt als starke Säure, denn starke Säuren setzen in Wasser mehr Ionen frei als schwache Säuren (Essigsäure), welche wiederum nur wenige Ionen freisetzen. Die Freisetzung vieler Ionen bedeutet eine Steigerung der Leitfähigkeit der Lösung, die Freisetzung weniger Ionen führt zu geringer Leitfähigkeit.

Die Ammoniaklösung fungiert als schwache Lauge, weil Ammoniak in Wasser gelöst wenige Ionen freisetzt. Starke Laugen wie die Natronlauge hingegen setzen viele Ionen frei. Entsprechend leitet Natronlauge den elektrischen Strom gut, die Ammoniaklösung allerdings ist ein schlechter Leiter.

Die starken Säuren und Laugen Salzsäure und Natronlauge übertragen mehr Protonen (H+-Ionen) an das Wasser als die schwachen Säuren und Laugen Essigsäure bzw. Ammoniaklösung.

1. H-Sätze – Hazard Statements. 3: Gesundheitsgefahren. <http://www.seilnacht.com/Chemie/hpsaetze.html#p280>.

 abgerufen: 02.03.2015 [↑](#footnote-ref-1)
2. H-Sätze. Hazard Statements. 2: Physikalisch-chemische Gefahren.

 <http://www.seilnacht.com/Chemie/hpsaetze.html#p280>. abgerufen:

 02.03.2015 [↑](#footnote-ref-2)
3. P-Sätze – Precautionary Statements. 2: Vorbeugung. <http://www.seilnacht.com/Chemie/hpsaetze.html#p280>. abgerufen:

 02.03.2015 [↑](#footnote-ref-3)
4. P-Sätze – Precautionary Statements. 3: Gegenmaßnahmen. <http://www.seilnacht.com/Chemie/hpsaetze.html#p280>. abgerufen:

 02.03.2015 [↑](#footnote-ref-4)
5. E-Sätze. Entsorgungsratschläge – E-Sätze. <http://www.bs-wiki.de/mediawiki/index.php/E-S%C3%A4tze>. abgerufen: 02.03.2015 [↑](#footnote-ref-5)
6. Abb. aus: Elektrische Leitfähigkeit. Leitfähigkeitsmessung. http://www.bs-

 wiki.de/mediawiki/index.php/Datei:Leitfaehigkeit.jpg. abgerufen: 05.03.2015 [↑](#footnote-ref-6)