

Versuch 5.1: Reaktion von Chlorwasserstoff-Gas mit Wasser (Demonstrationsversuch)

Materialien:

Leitfähigkeitsprüfer (z.B. LabQuest2 mit Leitfähigkeitssensor), Thermofühler (z.B. LabQuest2 mit Temperatursensor), Becherglas (300 mL, niedrige Form), passender Trichter, Gasbrenner, Dreifuß, Keramikdrahtnetz, Erlenmeyerkolben mit durchbohrtem Stopfen, Glasstab, gebogenes Glasrohr, Silikonschlauchstücke (ca. 3 cm) oder Heidelberger Verlängerung (5 cm), Kolbenprober oder Kunststoffspritze (60 mL), passender Dreiwegehahn, Stativmaterial, Filtrierpapier oder Zigarettenfilter, ggf. Gummiringe, Tropfpipetten, Reagenzglas (z.B. 160 x 16 mm), Reagenzglas (z.B. 200 x 30 mm), 2 gerade Glasrohre (250 mm);
Chlorwasserstofflösung ($w = 37\%$, GHS 5, 7), Universalindikatorlösung, Silbernitratlösung ($w < 1\%$; GHS 9), Salpetersäure ($w = 5\%$; GHS 5, 7), Aceton (GHS 2, 7).

Durchführung:

a) Entwickeln von Chlorwasserstoffgas (Abzug!)

Der Erlenmeyerkolben wird zu 1/3 mit der Chlorwasserstofflösung gefüllt und mit dem durchbohrten Stopfen mit gebogenem Glasrohr verschlossen. Der Kolben wird auf den Dreifuß mit Keramiknetz gestellt und am Stativ standsicher befestigt. Über Silikonschlauchstücke wird der Dreiwegehahn und der Kolbenprober bzw. die Kunststoffspritze mit dem Glasrohr verbunden. Der Hahn muss so eingestellt sein, dass beim Erhitzen die sich zunächst ausdehnende Luft frei ausströmen kann. Die Chlorwasserstofflösung im Kolben wird mit dem Brenner erhitzt, bis eine Gasentwicklung einsetzt. Nachdem die Luft in Kolben verdrängt wurde, wird der Hahn umgelegt, sodass das freigesetzte Chlorwasserstoffgas sich im Kolbenprober bzw. der Spritze sammeln kann. Durch vorsichtiges Herausziehen des Kolbens lässt sich die Spritze gut mit Chlorwasserstoff füllen. Abschließend wird der Dreiwegehahn wieder so eingeregelt, dass der Kolbenprober bzw. die Spritze verschlossen sind und Chlorwasserstoff aus dem Schlauch weiter ausströmen kann.

b) Einleiten von Chlorwasserstoffgas in Wasser mit Indikatorzusatz (Abzug)

Das Becherglas wird bis etwa 2 cm unten den Rand mit demin. Wasser gefüllt und mit etwa 10 Tropfen Universalindikatorlösung versetzt. Mit dem Leitfähigkeitsprüfer wird die Leitfähigkeit der Lösung bestimmt. Der Trichter wird mit dem Silikonschlauch bzw. der Heidelberger Verlängerung verbunden und so in das Becherglas mit Wasser gehängt, dass der Trichterrand sich etwa 5 mm über der Oberfläche der Lösung befindet. Es muss darauf geachtet werden, dass der Trichter nicht in das Wasser eintaucht. Nun wird das freie Ende des Schlauchs mit der mit Chlorwasserstoffgas gefüllten Spritze bzw. dem Kolbenprober verbunden und das Gas vorsichtig auf die Oberfläche der Lösung geleitet. Es zeigen sich Schlieren und der zugesetzte Indikator schlägt von grünlich-blau nach rot um. Abschließend kann wiederum die Leitfähigkeit der entstandenen Chlorwasserstofflösung gemessen werden.

c) Nachweis des exothermen Charakters des Löseprozesses (Abzug)

Die Spitze des Temperaturfühlers wird mit einem Stück Filtrierpapier umwickelt. Alternativ kann ein Zigarettenfilter aufgesteckt werden. Ggf. muss die Wicklung mit einem Gummiring am Thermoelement fixiert werden (Abb. 2). Der Temperaturwert wird abgelesen und notiert. Nun lässt man ein kleines Volumen Chlorwasserstoffgas (10 mL) aus der Spritze auf die ummantelte Spitze des Thermofühlers strömen und misst die Temperatur erneut. Mit einem zweiten entsprechend präparierten Thermofühler verfährt man ebenso, nur, dass dieses Mal das Papier bzw. der Filter mit zwei bis drei Tropfen Wasser befeuchtet werden. Es zeigt sich, dass nur die Temperatur ansteigt, wenn Chlorwasserstoffgas auf das feuchte Filtrierpapier bzw. den feuchten Zigarettenfilter strömt. Dies belegt den exothermen Prozess unter Beteiligung von Wasser.

d) Nachweis von Chlorid-Ionen in der Lösung

In einem Reagenzglas wird eine kleine Probe der Chlorwasserstofflösung aus Versuchsteil b) mit drei Tropfen Salpetersäure angesäuert und anschließend mit fünf Tropfen Silbernitratlösung versetzt. Die entstehende Fällung von Silberchlorid weist Chlorid-Ionen in der Lösung nach.

Literatur:

Sieve, B., Schanze, S. und Stroh, X. (2016). Chlorwasserstoffgas und Wasser - Verschiedene Experimente zur Protolyse. *Unterricht Chemie* 155, 22-27