

# Praktikum Chemie

## Titration

Bei der Titration versucht man zu bestimmen, mit welcher Konzentration eine Substanz in einer Probe vorhanden ist. Die Titration ist ein Verfahren zur sogenannten quantitativen Analyse. D.h. die Erfassung von Informationen geschieht zahlenmäßig. Im Gegensatz zu einer qualitativen Analyse ist man nicht nur an einer ja/nein-Antwort interessiert, sondern fragt auch *wie viel*.

Zunächst muss man zwischen Massenkonzentration  $\beta$  und Stoffmengenkonzentration  $c$  unterscheiden. Welche davon Verwendung findet, ist eigentlich belanglos, denn mit der Formel  $\beta = Mc$  lässt sich die eine in die andere umrechnen. Bei  $M$  handelt es sich um die molare Masse der betrachteten Substanz. Da man schon weiß, nach welcher Substanz man sucht, kann  $M$  natürlich immer als bekannt vorausgesetzt werden.

Zunächst beschränkt man sich zur Vereinfachung auf die Titration einer starken Säure mit einer starken Base. Als Beispiel zur Einführung wird immer die Titration von HCl mit NaOH gewählt. Bei HCl handelt es sich dabei um die zu analysierende Substanz (Index A), und bei NaOH handelt es sich um die Maßlösung (Index M).

Für die Messung ist es wesentlich, dass die Stoffmengenkonzentration der Maßlösung möglichst genau bekannt ist. Für sehr genaue Messungen wird man sich diese Konzentration eventuell über eine sogenannte Titerbestimmung beschaffen, da sich die Konzentration im Laufe der Zeit ändern kann.

Sei  $c_0$  die genaue Stoffmengenkonzentration der Maßlösung. Es hat sich eingebürgert, nur den näherungsweise Wert  $c$  der Konzentration anzugeben. Man kann nun schreiben  $c_0 = ct$  wobei  $t$  der Korrekturfaktor ist. Dieser Korrekturfaktor  $t$  wird *Titer* genannt. Der Titer liegt normalerweise nahe bei eins.

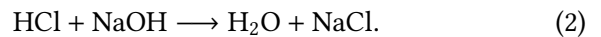
Bei der Durchführung der Titration lässt man mit einer Bürette Maßlösung in ein Becherglas mit der Probe tropfen. Auf irgendeine Art und Weise muss dabei der sogenannte Äquivalenzpunkt bestimmt werden. Zur Bestimmung des Äquivalenzpunkts gibt es mehrere Möglichkeiten: Verwendung eines Indikators, Konduktometrie oder Potenziometrie.

Man macht nun einen Stoffmengenansatz. Am Äquivalenzpunkt ist

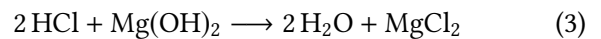
$$n(A) = n(M), \quad (1)$$

mit M: Maßlösung und A: Substanz in der Probe. Dies funktioniert bei HCl mit Maßlösung NaOH. Die Reak-

tionsgleichung ist



Bei der Reaktion



benötigt man für 2 HCl jedoch nur ein  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ . Man wird weniger mol Maßlösung  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  brauchen, um die HCl zu neutralisieren. Der Äquivalenzpunkt liegt dann also bei  $n(A) = 2n(M)$ . Wir führen eine Zahl  $z$  ein. Unsere Gleichung lautet dann allgemein

$$z(A)n(A) = z(M)n(M). \quad (4)$$

Mit  $m = Mn$  und  $n = cV$  erhält man

$$z(A) \frac{m(A)}{M(A)} = z(M)c(M)V(M). \quad (5)$$

Wir können die Indizes bei der Maßlösung entfernen, um uns kurz zu halten. Die Gleichung lautet dann

$$z(A) \frac{m(A)}{M(A)} = zcV. \quad (6)$$

Umformen bringt

$$m(A) = \frac{z}{z(A)} M(A) c V. \quad (7)$$

Ersetzt man nun  $c$  gegen  $c_0$  und dann  $c_0 = ct$ , so lautet die Gleichung

$$m(A) = \frac{z}{z(A)} M(A) c t V. \quad (8)$$

Verwendet man nicht die gesamte zu untersuchende Lösung, sondern nur einen Teil  $V_1 = (1/10)V(A)$ , so errechnet man auch nur  $m_1 = (1/10)m(A)$ . Wir nennen  $a = 10$  den aliquoten Teil. Sei also  $a := V(A)/V_1$ , wobei  $V_1$  das Teilvolumen von  $V(A)$  ist, das titriert wird.

Bei  $V_1 = V(A)$  kann  $a$  offensichtlich entfallen. Wir berücksichtigen  $a$  noch in der Gleichung und erhalten die *Titrationsgleichung*

$$m(A) = \frac{z}{z(A)} M(A) c t V a. \quad (9)$$

Anschließend lässt sich die Massenkonzentration  $\beta(A)$  berechnen. Es ist  $\beta(A) = m(A)/V(A)$ . Normalerweise wird  $\beta(A)$  in  $\text{g}/(100 \text{ mL})$  angegeben. Substituiert man  $a$  in der Titrationsgleichung, so lässt sich  $V(A)$  herauskürzen und es ergibt sich

$$\beta(A) = \frac{z}{z(A)} M(A) c t \frac{V}{V_1}. \quad (10)$$

Dieser Text steht unter der Lizenz Creative Commons CC0.