

## Arbeitsblatt zum chemischen Praktikum

Bestimmung der Toleranzgrenzen von  
Volumenmessgeräten mittels Titration

## Aufgabe

Unter Zuhilfenahme eines Messzylinders und einer Vollpipette soll je ein Verdünnungsschritt vorgenommen werden. Durch anschließende Titration der verdünnten Lösungen soll die Genauigkeit der beiden Volumenmessgeräte bestimmt werden.

## Theoretische Grundlagen

Das Verdünnen von Lösungen ist in der chemischen Laborpraxis ein wesentlicher Bestandteil. Zu vermessende Proben müssen in ein genau definiertes Volumen gebracht werden um ein exaktes Berechnen der Inhaltsstoffe zu ermöglichen. Wie jeder Arbeitsschritt ist auch dieser mit einem gewissen Maß an Ungenauigkeit (Fehler) behaftet. Um diesen Fehler so gering wie möglich zu halten ist die richtige Wahl der eingesetzten Arbeitsgeräte nötig, da ein jedes Arbeitsgerät ein Mindestmaß an Toleranz (Abweichung) aufweist.

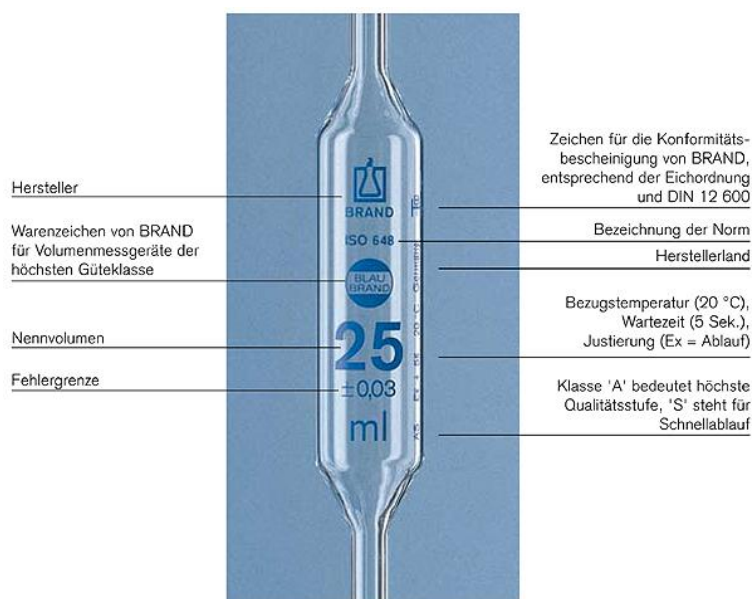


Abb. 1: Vollpipette 25 mL

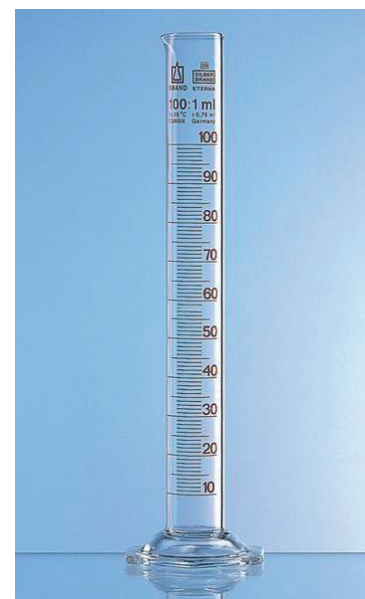


Abb. 2: Messzylinder 100 mL

Systematischer Fehler:

Diese Fehler werden als Messfehler bezeichnet die sich bei wiederholter Messung nicht im Mittel aufheben. Typische systematische Fehlerquellen sind:

- falsche Kalibrierung des Messgerätes (z.B. Temperaturunterschied)
- schräges Ablesen der Volumenskala (Parallaxefehler)

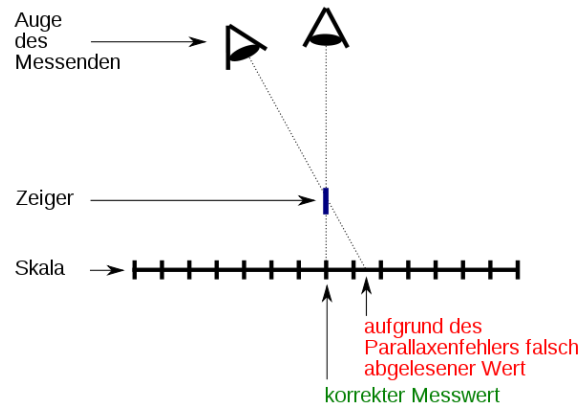


Abb. 3: Schematisch Darstellung des Parallaxefehlers

Systematische Fehler lassen sich kaum durch Wiederholung der Messung verringern! Deswegen ist diese Art von Fehler in Kauf zu nehmen und durch eine Toleranz anzugeben.

Zufälliger Fehler:

Diese Fehler sind Abweichungen die sich trotz gleicher Bedingungen ergeben. Typische zufällige Fehlerquellen sind:

- exaktes erkennen der Farbänderung eines Indikators
- "Tropfenfehler" an der Bürette
- zurückbleibende Probelösung beim Umfüllen

Zufällige Fehler lassen sich durch Wiederholen der Messung verringern! Mit steigender Anzahl der Messwerte nähert sich der Mittelwert dem Erwartungswert → "**Gesetz der großen Zahlen!**"

**Experimentelles***Arbeitsmaterialien*

Probelösung (Natronlauge, NaOH), Titrationslösung (Salzsäure, HCl), 10 mL Vollpipette, 100 mL Messkolben, 25 mL Bürette, 100 mL Messzylinder, Stativ mit Bürettenklammer, Pipettierhilfe (Peleusball), Indikator (Phenophtalein), Titrierkolben

*Durchführung*

Zur Bestimmung der Genauigkeit von Volumen-Messgeräten wird die ausgegebene Probelösung (NaOH) einmal unter Zuhilfenahme eines Messzylinders und einmal unter Zuhilfenahme einer Vollpipette verdünnt. Mit jedem Messgerät werden 10 mL Probelösung abgemessen, in einen 100 mL Messkolben überführt und bis zur Marke aufgefüllt.

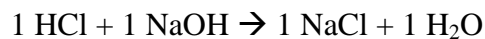
Aus diesem Messkolben werden wiederum 10 mL Probelösung (NaOH) heraus pipettiert, in einen Titrierkolben gegeben, mit 20 mL destilliertem Wasser verdünnt, 2 Tropfen Indikator

zugegeben und gegen eine Salzsäurelösung (HCl) bis zum Farbumschlag (von violett auf farblos) titriert.

Es wird eine Doppelbestimmung der einzelnen Verdünnungen durchgeführt, die Messdaten notiert und für die Auswertung herangezogen.

Berechnungsgrundlage des Versuchs:

Die Reaktion von Natronlauge (NaOH) mit Salzsäure (HCl) verläuft in gleichen Teilen. Das heißt, dass 1 Teil NaOH und 1 Teil HCl zu einem Teil NaCl reagieren.



Aufgrund des Reaktionsverlaufes sollten 10 mL Probelösung mit 10 mL Titrationslösung reagieren. In der Differenz der Messwerte wird die Ungenauigkeit der Volumenmessgeräte gezeigt.

1. Messwert: 8,5 mL

2. Messwert: 8,7 mL

Mittelwert: 8,6 mL  $\rightarrow$  Differenz = 10,0 mL – 8,6 mL = 1,4 mL

$$\text{Abweichung in Prozent} = \frac{\text{Differenzwert}}{\text{Sollwert}} \times 100$$

$$\text{Abweichung in Prozent} = \frac{1,4 \text{ mL}}{10,0 \text{ mL}} \times 100 = \mathbf{14\% \text{ Abweichung}}$$

### Literatur

- Matthias Otto, Analytische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim 2006
- Andreas Berger, Einführung in das analytische Praktikum Band 1, Schulbuch-Nr.: 7467, Wien 1972