

Titration mit dem Tropfenzähler

Mit Hilfe des Tropfenzählers kann die Zahl von Tropfen gemessen werden. Hat man in einem Vorversuch das Volumen eines Tropfens bestimmt, kann über eine Formel in CASSY Lab das Volumen der zugetropften Flüssigkeit bestimmt werden. Der Tropfenzähler wird bei der Titration eingesetzt.

Hintergrund

Für das Messen von Flüssigkeitsvolumen gibt es keinen speziellen Sensor. Der Tropfenzähler ist eine Lichtschranke. Eine Lichtschranke zählt Ereignisse, hier die Zahl der Tropfen. Der Tropfenzähler wird daher auch über die Timer-Box oder den Timer S an CASSY angeschlossen.

Die zwei äußeren Bohrungen des Tropfenzählers enthalten zwei Leuchtdioden (LED) als Lichtquelle, die mittlere eine Photodiode, die das vom Tropfen reflektierte Licht detektiert. Die Stromversorgung des Tropfenzählers erfolgt über Sensor-CASSY oder Pocket-CASSY.

Um z.B. eine Titrationskurve aufnehmen zu können, ist für die pH-Elektrode noch ein zweiter Eingang erforderlich (Sensor-CASSY oder zwei Pocket-CASSY).

CASSY-Materialien

Computer mit CASSY Lab
Sensor-CASSY
Tropfenzähler
Timer-Box oder Timer S
pH-Adapter S od. Chemiebox
pH-Elektrode

Sonstige Materialien

Bürette, z.B. 50 ml
Stativ mit Klemme
Magnetrührer mit Rührfisch
Bechergläser
Vollpipette, Pipettierhilfe
Filterpapier

Chemikalien

- 0,1 molare Salzsäure
- 0,1 molare Natronlauge, C
- Pufferlösung pH 2 und pH 7 zum Eichen der Elektrode
- Indikator (optional)

Gefahren



Natronlauge ist ätzend und darf nicht in die Augen gelangen, da sonst Trübungen der Hornhaut die Folge sein können. Bei Kontamination der Augen mit der Augenduche spülen und zum Arzt gehen.

Schutzbrille tragen.

Titration mit dem Tropfenzähler

Versuchsaufbau



Aufbau des Tropfenzählers

- Tropfenzähler über Timerbox bzw. Timer S an CASSY anschließen.
- Cassy-Lab aufrufen und Timerbox aktivieren
- Versuchsaufbau nach der Abbildung aufbauen.

Zum Einstellen den Tropfenzähler am besten der tropfenden Bürette annähern, bis man mit dem Auge den fallenden Tropfen rot aufleuchten sieht, wenn er vor der Photodiode vorbeifällt. Der experimentell beste Abstand des Zählers zur Bürette beträgt 5-15 mm. Kleinere oder größere Abstände führen zu „Verwirrungen“, es wird teilweise doppelt oder dreifach detektiert.

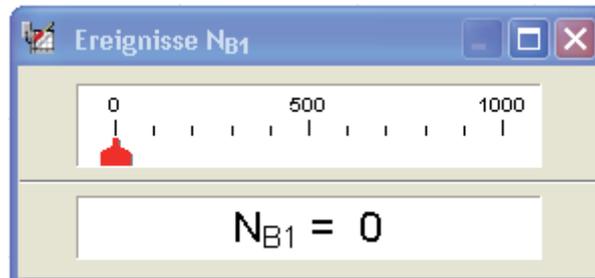
Einstellungen CASSY Lab

- Einstellungen Sensoreingang Timer-Box oder Timer S
 - Messgröße: Ereignisse NB1
 - Messbereich: 1000
 - Torzeit: 0
- Einstellungen Sensoreingang pH-Adapter S oder Chemie-Box
 - Messgröße: pH
 - Messbereich: 0 ... 14
- Messparameter
 - Automatische Aufnahme
 - Intervall: 2 s

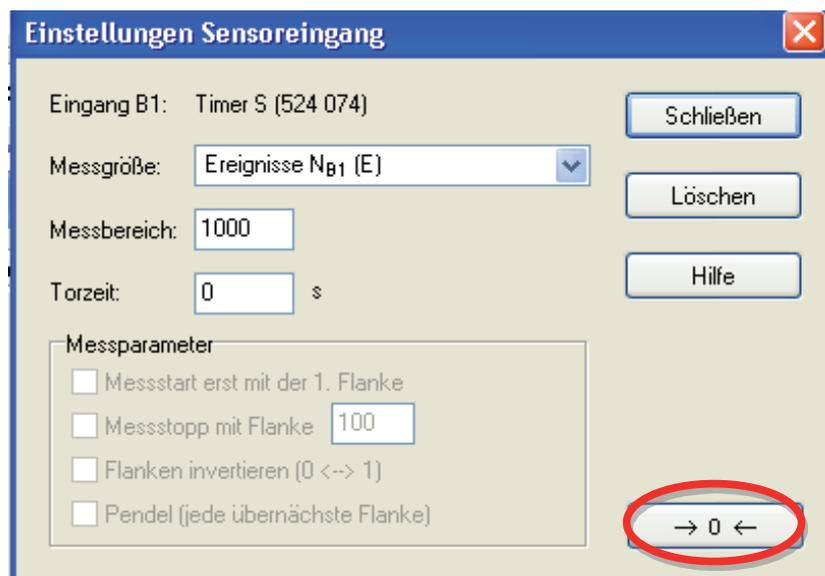
Titration mit dem Tropfenzähler

Bedienung des Tropfenzählers

Auf dem Bildschirm wird das „Zählfenster“ angezeigt. Damit der Tropfenzähler mit dem Zählen beginnt, muss keine Messung gestartet werden. Sobald ein Tropfen in der richtigen Entfernung vorbeifällt, wird gezählt.



Der Zähler lässt sich jederzeit wieder auf Null stellen. Dies erfolgt in *Einstellungen Sensoreingang* (unten rechts auf „→ 0 ←“ klicken).



Bestimmen der Tropfengröße

Damit die Tropfenzahl in das Volumen umgerechnet werden kann, muss die Tropfengröße bekannt sein. Dies muss für jede Bürette und für jede Konzentration einer Säure bzw. Lauge bestimmt werden.

Um die Tropfengröße zu berechnen, benötigt man für eine bestimmte Tropfenzahl das Gesamtvolumen dieser Tropfen. Dazu lässt man aus der Bürette eine bestimmte Menge austropfen, zählt die Tropfenzahl mit dem Tropfenzähler und liest das ausgetropfte Volumen an der Bürette ab.

Die folgende Tabelle zeigt eine Versuchsreihe zur Ermittlung des Tropfenvolumens:

Titration mit dem Tropfenzähler

Messung	Volumen	Anzahl Tropfen	Volumen Tropfen
1	100 ml	206	0,0485 ml
2	100 ml	218	0,0458 ml
3	97 ml	200	0,0485 ml
Mittelwert			0,0476 ml

Berechnung der neue Größe „Volumen“

Eine neue Größe wird im Fenster *Einstellungen* unter *Parameter/Formel/FFT* eingerichtet, indem man auf *neue Größe* klickt.

Um das zugetropfte Volumen zu berchnen, wird die Tropfenzahl mit dem Tropfenvolumen multipliziert:

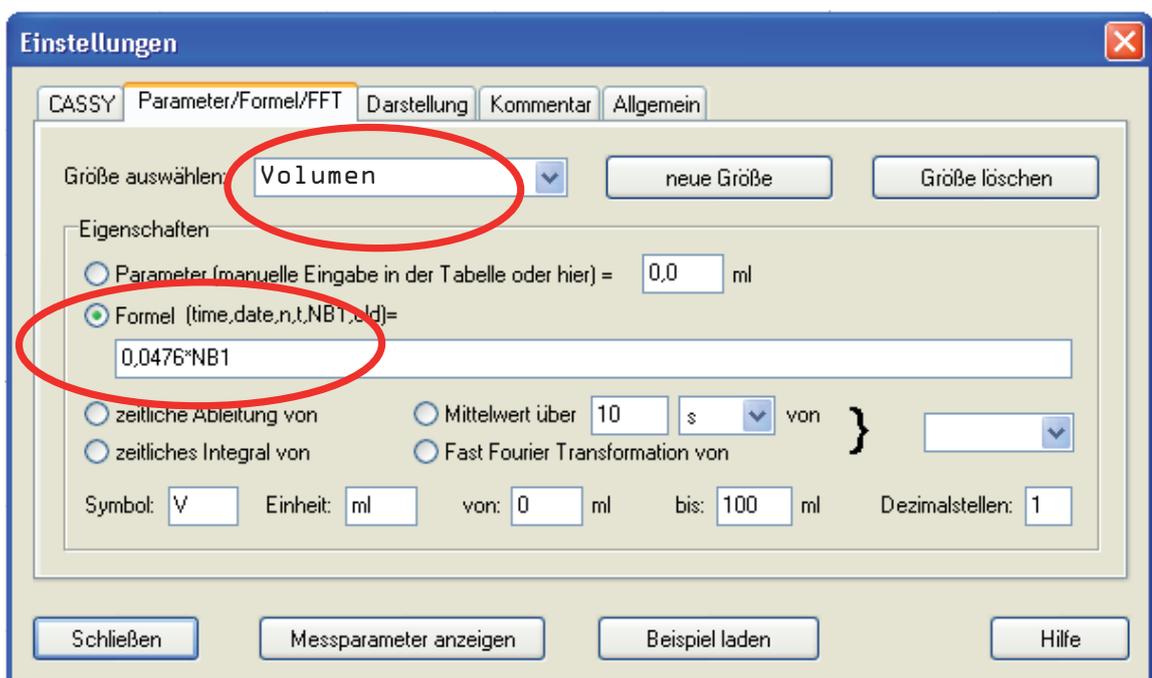
$$\text{Volumen (Gesamt)} = \text{Volumen (Tropfen)} \times \text{Tropfenzahl}$$

In das Formelfeld muss man nur folgende Zeile eingeben:

$$0,0476 \times \text{NB1}$$

Bei der Eingabe der Formel muss darauf geachtet werden, dass das Symbol für die *Messgröße Ereignis* genau übernommen wird, z.B. wird Nb1 vom Programm nicht anerkannt.

Das Malzeichen ist bei CASSY Lab das Sternzeichen, das sich über dem Pluszeichen befindet oder im Ziffernblock eine eigene Taste besitzt.



Titration mit dem Tropfenzähler

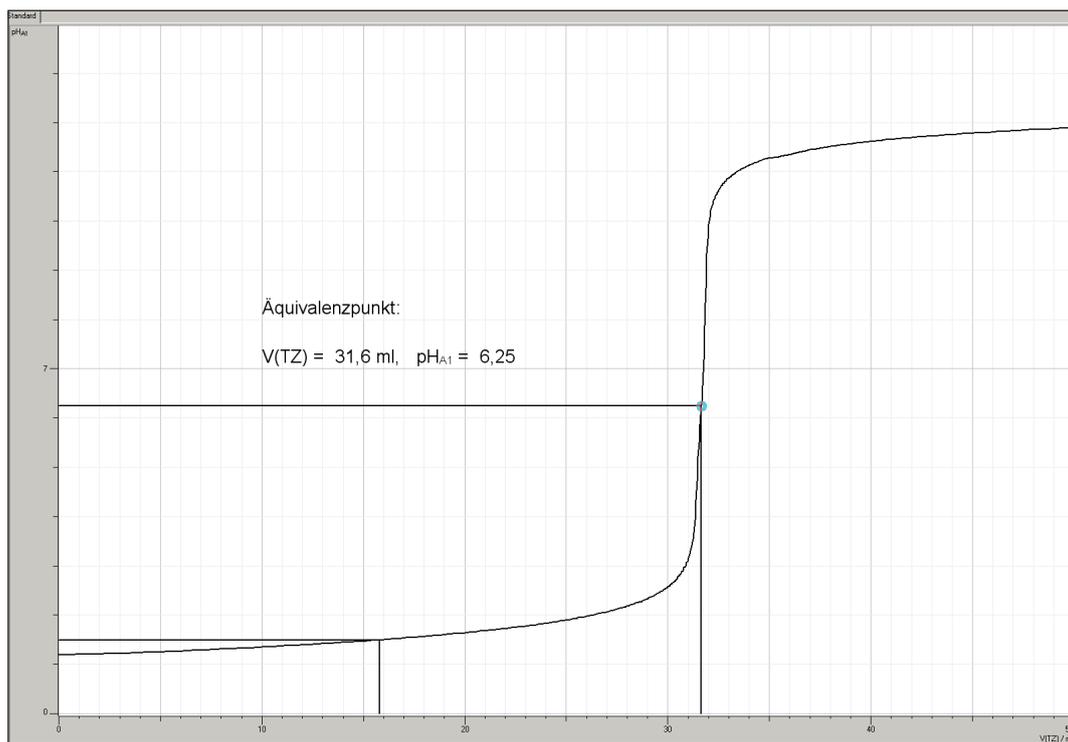
Um das Volumen auf der y-Achse und den pH-Wert auf der x-Achse angezeigt zu bekommen, wird unter *Einstellungen/Darstellung* die entsprechende Achsenbelegung vorgenommen.

x- Achse: V (Volumen)
y- Achse: pH (pH-Wert)

Durchführung einer Titration

- Bürette mit Natronlauge füllen, auf 0 ml einstellen.
- 30 ml Salzsäure vorlegen
- Magnetrührer anstellen
- pH-Elektrode eintauchen
- Messung mit F9 starten
- Langsam zutropfen lassen
- Wenn 50 ml zugetropft sind mit F9 Messung beenden.

Diagramm



Auswertung

Die Kurve zeigt einen typischen Verlauf (starke Säure und starke Base). Allerdings entspricht der experimentell über die Auswertefunktion von CASSY ermittelte Äquivalenzpunkt mit 31,6 ml nicht dem erwarteten Wert von 30 ml.

Ein entscheidender Fehler liegt in der Trägheit der pH-Elektrode und der immer langsamer tropfenden Bürette, je weniger hoch die Flüssigkeitssäule ist.

Titration mit dem Tropfenzähler

Der Tropfenzähler ist daher für den Demonstrationsversuch gedacht, wo es schnell eine Titrationskurve zu ermitteln gibt, und der Verlauf wichtiger ist, als der exakte Wert.

Auch mit dem Tropfenzähler können exakte Werte ermittelt werden, wenn die Flüssigkeit sehr langsam zutropft und so die pH-Elektrode genügend Zeit hat, sich einzustellen.

Die Bestimmung des Halbäquivalenzpunktes zur Ermittlung des pK_s - Wertes ist bei einer starken Säure nicht möglich und daher sinnlos.

In Lit.2 findet sich ein Anwendungsbeispiel für den Tropfenzähler, wo in die Formel das Endvolumen der zugetropften Lauge und die Tropfenzahl eingegeben wird. Dieses Beispiel kann man auch in CASSY Lab unter Einstellungen durch Klick auf „Beispiel laden“ aufrufen (Versuchsbeispiele Chemie/Analytische Chemie/C3.3.7.2 Automatische Titration (Tropfenzähler)).

Danksagung

Ich danke Herrn Christian Kohl, Student der Chemie und Geographie für das gymnasiale Lehramt, für die Überlassung der Daten und Unterlagen zum Arbeiten mit dem Tropfenzähler.

Literatur

- (1) Leybold Didactic GmbH: Gebrauchsanweisung, Tropfenzähler (337 4681), Hürth, 2007 (online unter: <http://www.ld-systeme.de/>)
- (2) Leybold Didactic GmbH: CASSY Handbuch 524 201. Hürth, 2007 (online unter: <http://www.ld-systeme.de/software/index.html>)