



Kofinanziert durch das
Programm Erasmus+
der Europäischen Union



Naturwissenschaften Brückenkurs

Kapitel CH1 – Laborleitfaden



In diesem Modul werden die folgenden Themen besprochen:

- Molarität
- Molare Lösungen
- Methoden zur Herstellung von Lösungen
- Gesättigte Lösungen
- Säure-Base-Lösungen

Definition:

Eine Lösung ist ein homogenes Gemisch aus einem oder mehreren gelösten Stoffen, die in einem Lösungsmittel gelöst sind. Ein gelöster Stoff ist eine Substanz, die in einem flüssigen Lösungsmittel aufgelöst wird, um eine Lösung zu erzeugen.

Die Konzentration einer Lösung bezieht sich auf die Menge des gelösten Stoffes, die in einer bestimmten Menge des Lösungsmittels oder der Lösung gelöst ist.

Methoden zur Berechnung und Herstellung von Lösungen:

1. Konzentration in Molen pro Liter, molare Konzentration oder Molalität (mol/L, mol L⁻¹, M)
2. Konzentration in Prozent (entweder % w/v oder % v/v, oder % w/w)
3. Konzentration in Gramm pro Liter (g/L, oder g L⁻¹)
4. Herstellen von Lösungen durch Verdünnung
5. Herstellen von gesättigten Lösungen

Das Mol

Das Mol ist eine Maßeinheit, die zur Beschreibung der Menge chemischer Stoffe (Atome, Moleküle, Ionen, Elektronen usw.) verwendet wird.

Ein Mol enthält 6.022×10^{23} Teilchen = **Avogadrozahl**

Das Gewicht eines Mols einer Substanz in Gramm ist das Molekulargewicht (MW) oder die molare Masse dieser Substanz. Um die Anzahl der Mole, n , in einer bestimmten Menge eines Stoffes zu bestimmen, dividiert man die gegebene Menge des Stoffes durch das molare Molekulargewicht:

$$n = \frac{\text{Masse einer Substanz (g)}}{\text{Molekulargewicht (g/mol)}} = \frac{m}{MW}$$

Molarität

Die Molarität gibt die Anzahl der Mole des gelösten Stoffes in einem Liter einer Lösung an, das Symbol ist M , die Einheit Mol pro Liter (mol/L).

Die Konzentration einer Lösung in mol/L kann mit folgender Formel berechnet werden

$$c = \frac{n}{V} \quad (\text{Mol pro Liter})$$

$$\text{Konzentration} = c = \frac{\text{Molzahl gelöster Stoff (mol)}}{\text{Volumen (L)}}$$

c Konzentration der Lösung in Mol pro Liter (mol/L)

n Menge an Mol der Lösung (mol)

V Volumen der Lösung in Liter (L)



Task: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/molarity>

Frage:

Was entscheidet die Konzentration einer Lösung?

- Lernen Sie die Beziehungen zwischen Mol, Liter und Molarität kennen, indem Sie die Menge der gelösten Stoffe und das Lösungsvolumen anpassen. Tauschen Sie gelöste Stoffe aus, um verschiedene chemische Verbindungen in Wasser zu vergleichen.
- Beschreiben Sie die Beziehungen zwischen Volumen und Menge des gelösten Stoffes und der Konzentration.
- Erklären, wie Lösungsfarbe und Konzentration zusammenhängen.
- Berechnen der Konzentration von Lösungen in Einheiten der Molarität (mol/L).
- Die Molarität zur Berechnung der Verdünnung von Lösungen verwenden.
- Löslichkeitsgrenzen zwischen gelösten Stoffen vergleichen.

[molarity-html-guide.pdf](#)

Eine molare Lösung

Bei molaren Lösungen wird das Molekulargewicht eines gelösten Stoffes verwendet, um die molare Konzentration in einem Liter der Lösung zu berechnen.

Das Molekulargewicht kann auf dem Etikett der Chemikalienflasche, in einem Datenbuch oder Sicherheitsdatenblatt angegeben werden oder durch Addition der Atomgewichte aller Atome, die in der chemischen Formel des Stoffes enthalten sind.

Beispiel:

NaCl: 1 Natriumatom $1 \times 22.9 \text{ g} = 22.99 \text{ g}$, 1 Chloratom $1 \times 35.45 \text{ g} = 35.45 \text{ g}$,
Molekulargewicht = 58.44 g.

Eine 1-M-Lösung von Natriumchlorid besteht also aus 58,44 g NaCl, das in 1 l Wasser gelöst ist.

!! Wenn Sie ein hydratisiertes Salz verwenden, müssen Sie das/die Hydratationsflüssigkeit(en) in die Berechnung des Molekulargewichts einbeziehen. !!

Wir können die Kombination von zwei Gleichungen verwenden:

$$c = \frac{n}{V}$$

und

$$n = \frac{m}{MW}$$

$$\Rightarrow m = c \times V \times MW,$$

wobei

m = Masse der gelösten Substanz in Gramm (g)

c = Konzentration der Lösung in Molen pro Liter (mol/L)

V = Volumen der Lösung in Liter (L)

MW = Molekulargewicht des gelösten Stoffes in Gramm (g)

1M-Lösung... wird als *einmolare Lösung* (manchmal auch: *molare Lösung*) bezeichnet und enthält das Molekulargewicht einer in einem Liter Wasser gelösten Chemikalie

2M-Lösung ... wird als zweimolare Lösung bezeichnet und hat das doppelte Molekulargewicht einer in einem Liter Wasser gelösten Chemikalie

Beispiel:

Berechnung zur Herstellung von 1 Liter einer 0,5 M Kupfer(II)sulfatlösung

Man verwendet Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Molekulargewicht = $MW = 63,55 + 32,06 + (4 \times 15,99) + 5((2 \times 1,008) + 15,99)) = 249,68 \text{ g}$

Konzentration $c = 0,5 \text{ M}$

Volumen $V = 1 \text{ L}$

Die Menge an festem Kupfersulfat-Pentahydrat, die zur Herstellung von 1 l einer 0,5 M-Lösung erforderlich ist

$$m = c \times V \times MW = 0,5 \times 1 \times 249,68 = 124,84 \text{ g}$$

Beispiel:

Berechnung für die Herstellung von 250 mL einer 0,2 M Lösung von Natriumcarbonat unter Verwendung des wasserfreien Salzes (Na_2CO_3)

$MW = 109.99 \text{ g}$

$c = 0.2 \text{ M}$

$V = 0.25 \text{ KL}$

$$m = 0.2 \times 0.25 \times 105.99 = 5.30 \text{ g}$$

Verfahren zur Herstellung einer Lösung aus einer festen Chemikalie in 1 l destilliertem oder deionisiertem Wasser

- Berechnen Sie die Menge der Chemikalie, die erforderlich ist, um 1 L Lösung mit der gewünschten Molarität herzustellen.
- Wiegen Sie die Chemikalienmenge mit einer elektronischen Waage auf einem sauberen, trockenen Uhrglas oder Wägeschiffchen.
- Überführen Sie die gewogene Chemikalie vorsichtig in ein Becherglas, das etwa zwei Drittel des endgültigen Lösungsvolumens an destilliertem oder deionisiertem Wasser enthält (etwa 500-650 ml). Bei der Herstellung von Lösungen wird der gelöste Stoff in einem Teil des benötigten Gesamtvolumens aufgelöst und dann auf das benötigte Volumen aufgefüllt
- Mit einer Waschflasche, die entweder destilliertes oder entionisiertes Wasser enthält, wird das Uhrglas oder das Wägeschiffchen in ein Becherglas gespült, um alle Spuren der eingewogenen Chemikalie zu entfernen.
- Zum Auflösen mit einem Rührstab oder auf einer magnetischen Rührplattform rühren
- Eventuell muss die Lösung leicht erwärmt werden, um das Auflösen des Salzes zu beschleunigen.
- Nach dem Auflösen die Lösung in einen 1-L-Messzylinder oder Messkolben umfüllen
- Becherglas, Rührstab und Filtertrichter mit einer Waschflasche spülen und das Washwasser in den Messzylinder oder Messkolben überführen
- Füllen Sie mit destilliertem oder entionisiertem Wasser auf 1 l auf. Sicherstellen, dass das Gefäß und die Lösung Raumtemperatur haben und dass die Wasseroberfläche

(unterer Teil) mit der Markierung am Hals des Messkolbens mit der 1-L-Markierung am Messzylinder übereinstimmt

- Verschließen und gründlich mischen
- Leeren Sie die Lösung in eine beschriftete Reagenzienflasche.

Achtung! Wird eine Lösung direkt mit einem Messkolben hergestellt, sollte das Endvolumen bei Raumtemperatur gemessen werden, da dies die Temperatur ist, bei der Messgeräte kalibriert werden. Wird die Lösung erhitzt, sollte ein Becherglas oder ein Erlenmeyerkolben und kein Messkolben verwendet werden, da das Erhitzen von Messgeräten die Kalibrierung beeinträchtigen kann.

Konzentration in Prozent

Die Konzentration einer Lösung kann als prozentuale Konzentration in %w/v oder %v/v oder %w/w angegeben werden.

Handelt es sich bei dem gelösten Stoff um einen Feststoff, wird der prozentuale Gewichtsanteil pro Volumen %w/v verwendet. Dies ist die Masse des gelösten Stoffes (Feststoffs) in Gramm, gelöst in 100 ml Lösung

$$\% \frac{w}{v} = \frac{\text{Masse des gelösten Stoffes (g)}}{\text{Volumen der Lösung (mL)}} \times 100\%$$

%w/v = Masse des gelösten Stoffes (g) in 100 mL der Lösung

Beispiel:

Eine 2 %ige Natriumchloridlösung wird aus 2 g in Wasser gelöstem Natriumchlorid hergestellt und auf ein Volumen von 100 ml aufgefüllt, wobei der gelöste Stoff ein flüssiger Volumenprozentatz %v/v ist. Dies ist das Volumen des gelösten Stoffes (Flüssigkeit) in Millilitern pro 100 ml der Lösung.

$$\% \frac{v}{v} = \frac{\text{Volumen des gelösten Stoffe (mL)}}{\text{Volumen der Lösung (mL)}} \times 100\%$$

%v/v = Volumen des gelösten Stoffes (mL) in 100 mL der Lösung

Beispiel:

Eine 5%ige wässrige Ethanolösung wird hergestellt, indem 5 ml reines Ethanol mit Wasser auf ein Volumen von 100 ml verdünnt werden.

Gewichtsprozent %w/w ist die Masse des gelösten Stoffes in Gramm pro 100 g der Lösung. \it wird häufig in wässrigen kommerziellen Zubereitungen verwendet, zum Beispiel in konzentrierten Lösungen von Säuren. Eine gewichtsprozentuale Konzentration hat den Vorteil, dass die Lösung unabhängig von der Temperatur hergestellt werden kann. Im Allgemeinen wird sie in der Schulwissenschaft nicht verwendet.

$$\% \frac{w}{w} = \frac{\text{Masse des gelösten Stoffes (g)}}{\text{Masse der Lösung (g)}} \times 100 \%$$

%w/w = Masse des gelösten Stoffes (g) in 100 g der Lösung

Konzentration in Gramm pro Liter



Eine Lösung kann durch Auflösen einer bekannten Masse oder eines bekannten Volumens des gelösten Stoffes in einer bekannten Menge an Lösungsmittel hergestellt werden.

Die Konzentration wird in Gramm des gelösten Stoffes in einem Liter Lösung angegeben.

Beispiel:

Berechnung zur Herstellung von 300 mL einer Saccharoselösung mit einer Konzentration von 5 g/L.

Da nur 300 mL der Lösung benötigt werden, wird nur ein Bruchteil der 5 g benötigt. Um die benötigte Menge an Saccharose zu ermitteln, wird die Konzentration mit dem Bruchteil der benötigten Liter multipliziert:

$$m = 5 \text{ g/L} \times 0,3 \text{ L} = 1,5 \text{ g}$$

Diese Menge Saccharose wird abgewogen und in so viel Wasser gelöst, dass das Volumen auf insgesamt 300 mL aufgefüllt wird.

Aufgabe: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/concentration>

- Beobachte, wie sich die Farbe deiner Lösung verändert, wenn du die Chemikalien mit Wasser mischst. Überprüfe dann die Molarität mit dem Konzentrationsmessgerät. Auf welche Weise kannst du die Konzentration deiner Lösung verändern? Tausche die gelösten Stoffe aus, um verschiedene Chemikalien zu vergleichen und herauszufinden, wie hoch die Konzentration sein kann, bevor man in die Sättigung kommt!
- Beschreiben Sie die Beziehungen zwischen Volumen und Menge des gelösten Stoffes und der Konzentration der Lösung.
- Erkläre, wie Farbe und Konzentration der Lösung zusammenhängen.
- Vorhersagen, wie sich die Lösungskonzentration bei jeder Aktion (oder Kombination von Aktionen) ändert, bei der Wasser, gelöster Stoff oder Lösung hinzugefügt oder entfernt wird, und erkläre, warum.
- Entwerfen Sie ein Verfahren zur Herstellung einer Lösung mit einer bestimmten Konzentration.
- Entwerfen und begründen Sie ein Verfahren, um eine Lösung von einer Konzentration in eine andere umzuwandeln.
- Erkennen, wann eine Lösung gesättigt ist, und vorhersagen, wie sich die Konzentration bei jeder Handlung oder Kombination von Handlungen, bei denen sich Wasser oder gelöster Stoff verändern, ändern wird.

[concentration-html-guide_en.pdf](#)

Herstellen von Lösungen durch Verdünnung

Lösungen können durch Verdünnen einer Lösung mit bekannter höherer Konzentration hergestellt werden, um Lösungen mit niedrigerer Konzentration zu erhalten. Bei der Verdünnung wird ein bestimmtes Volumen der konzentrierten Lösung abgemessen und in einen Messkolben mit dem erforderlichen Volumen gegeben, dann wird so viel Lösungsmittel zugegeben, dass die Eichmarke erreicht wird.

Die Berechnung des erforderlichen Volumens der konzentrierten Ausgangslösung zur Herstellung der verdünnten Lösung basiert auf der Tatsache, dass die Anzahl der Mole der gelösten Stoffe vor und nach der Verdünnung gleich ist.

$$n = c V,$$

n Menge an Mol der gelösten Substanz (mol)

cKonzentration der Lösung in Mol pro Liter (mol/L)

VVolumen der Lösung in Liter (L)

Da sich die Molzahl des gelösten Stoffes nicht ändert, kann das Volumen der konzentrierten Lösung wie folgt berechnet werden.

$$n_1 \text{ (Anzahl der Mole vor der Verdünnung)} = n_2 \text{ (Anzahl der Mole nach der Verdünnung)}$$

$$c_1 V_1 = c_2 V_2$$

$$V_1 = c_2 V_2 / c_1$$

V_1Ausgangsvolumen bzw. Volumen der konzentrierten Lösung (in Liter)

c_1 Konzentration der Ausgangslösung oder der konzentrierten Lösung

V_2 ... Endvolumen bzw. Volumen der verdünnten Lösung (in Liter)

c_2 ... Konzentration der endgültigen oder verdünnten Lösung

Beispiel:

Herstellung von 500 mL 0,5 M Salzsäure (HCl) aus einer 2 M Lösung von HCl

$$2 \times V_1 = 0.5 \times 500$$

$$V_1 = 0.125 \text{ or } 125 \text{ mL}$$

Dieses Volumen an 2 M HCl wird abgemessen und in einen 500-mL-Messkolben mit etwa 250 mL destilliertem Wasser gegeben. Dann wird so viel destilliertes Wasser hinzugefügt, dass die 500-mL-Marke erreicht ist. Die Lösung sollte gut gemischt werden, um eine homogene Lösung von 0,5 M HCl zu erhalten.

Beispiel:

Verdünnen von Wasserstoffperoxid (H₂O₂)-Lösung

Die Stärke (Konzentration) von Wasserstoffperoxid wird häufig in Volumen angegeben. Dies bezieht sich auf das Volumen des Wasserstoffperoxids und die Anzahl der Volumina an Sauerstoffgas, die es bei der Zersetzung erzeugen kann.

Wasserstoffperoxid zersetzt sich zu Wasser (2H₂O) und Sauerstoff (O₂)

- 1 Volumen (1 mL) von 20 Volumen Wasserstoffperoxid erzeugt 20 Volumen (20 mL) Sauerstoff als Gas
- Nimmt man 10 mL von 20 Volumen Wasserstoffperoxid, so entstehen bei der Zersetzung des Wasserstoffperoxids $20 \times 10 \text{ mL} = 200 \text{ mL}$ Sauerstoffgas

Sowohl 100 Volumen (30%ige Lösung) als auch 120 Volumen (35%ige Lösung) sind im Handel erhältlich. Die Konzentration von 20 Volumenprozent (6%) ist die übliche Stärke von Wasserstoffperoxid, die für wissenschaftliche Untersuchungen in Schulen verwendet wird.

Berechnung für die Herstellung von 1 L einer 20-volumigen (6%igen) Wasserstoffperoxidlösung aus einer 100-volumigen (30%igen) Lösung. 100 Volumen ist die Anfangskonzentration und 20 Volumen ist die Endkonzentration.

$$1 = c_2V_2$$

$$V_1 = c_2V_2/c_1 = 20 \times 1/100 \text{ mL} = 200 \text{ mL}$$

200 ml Wasserstoffperoxid (100 Vol.) werden mit etwa 500 ml destilliertem Wasser auf 1 l aufgefüllt. Die verdünnte Lösung ist gut zu mischen.

Verwendung der prozentualen Konzentrationen: $V_1 = 6\% \times 1/30\% = 0,2 \text{ L} = 200 \text{ mL}$



Gesättigte Lösungen

Die Löslichkeit eines gelösten Stoffes ist die maximale Menge, die sich bei einer bestimmten Temperatur in einem bestimmten Volumen eines bestimmten Lösungsmittels auflösen kann. Die Löslichkeit hängt von

der Art des gelösten Stoffes, der Art des Lösungsmittels und der Temperatur ab.

Eine gesättigte Lösung liegt vor, wenn bei einer bestimmten Temperatur kein gelöster Stoff mehr in dem Lösungsmittel gelöst werden kann.

Die Löslichkeit der meisten Feststoffe nimmt mit steigender Temperatur zu, so dass eine gesättigte Lösung, die bei einer hohen Temperatur hergestellt wird, mehr gelöste Stoffe enthält als bei einer niedrigeren Temperatur.

Eine Löslichkeitskurve vergleicht die Menge des gelösten Stoffes, die sich in einer bestimmten Menge des Lösungsmittels bei verschiedenen Temperaturen auflöst. Im Allgemeinen ist das Lösungsmittel Wasser und die Konzentration wird in Gramm des gelösten Stoffes in 100 g Lösungsmittel angegeben. Die Löslichkeitskurven sind für verschiedene Chemikalien unterschiedlich.

Beispiel:

Die Löslichkeit von Saccharose bei 20 °C beträgt 203,9 g/100 mL Wasser. Die Löslichkeit von Saccharose bei 100 °C beträgt etwa 500 g/100 mL Wasser.

Wenn man versucht, 220 g Saccharose in 100 mL Wasser bei 20 °C zu lösen, dann lösen sich 203,9 g und bilden eine gesättigte Lösung, während sich die restlichen 16,1 g auf dem Boden des Becherglases absetzen. Die ungelöste Substanz kann durch Filtration von der gesättigten Lösung getrennt werden.

Säure-Base-Lösungen

Aufgabe: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/acid-base-solutions>

- Wie unterscheiden sich starke und schwache Säuren? Finden Sie es mit den Laborwerkzeugen auf deinem Computer heraus! Tauchen Sie das Papier oder die Sonde in die Lösung, um den pH-Wert zu messen, oder setzen Sie die Elektroden ein, um die Leitfähigkeit zu messen. Finden Sie dann heraus, wie sich Konzentration und Stärke auf den pH-Wert auswirken.
- Kann eine schwach saure Lösung denselben pH-Wert haben wie eine stark saure Lösung?

- Zeigen Sie anhand von Säuren oder Basen gleicher Konzentration, dass Sie die Stärke von Säuren und Basen verstehen, indem Sie: 1. die Stärke einer Säure oder Base mit dem Ausmaß ihrer Dissoziation in Wasser in Beziehung setzen 2. alle Moleküle und Ionen identifizieren, die in einer bestimmten Säure- oder Basenlösung vorhanden sind 3. Vergleich der relativen Konzentrationen von Molekülen und Ionen in Lösungen mit schwacher und starker Säure (oder Base). 4. die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen starken Säuren und schwachen Säuren bzw. starken Basen und schwachen Basen zu beschreiben.
- Demonstration des Verständnisses von Lösungskonzentration durch: 1. die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen konzentrierten und verdünnten Lösungen beschreiben. 2. die Konzentrationen aller Moleküle und Ionen in konzentrierten und verdünnten Lösungen einer bestimmten Säure oder Base vergleichen.
- Sowohl die Stärke der Säure oder Base als auch die Konzentration ihrer Lösung verwenden, um: 1. in Worten und Bildern (Diagrammen oder Molekularzeichnungen) zu beschreiben, was es bedeutet, wenn man eine: Konzentrierte Lösung einer schwachen Säure (oder Base) oder Konzentrierte Lösung einer starken Säure (oder Base) oder andere Kombinationen. 2. verschiedene Kombinationen von Säurestärken/Konzentrationen zu untersuchen, die zu gleichen pH-Werten führen.
- Beschreiben, wie gängige Hilfsmittel (pH-Meter, Leitfähigkeit, pH-Papier) dabei helfen, festzustellen, ob es sich bei einer Lösung um eine Säure oder eine Base, eine starke oder schwache und eine konzentrierte oder verdünnte Lösung handelt.

[acid-base-solutions-html-guide.pdf](#)

Literatur:

Science ASSIST: Laboratory notes: Preparing chemical solutions

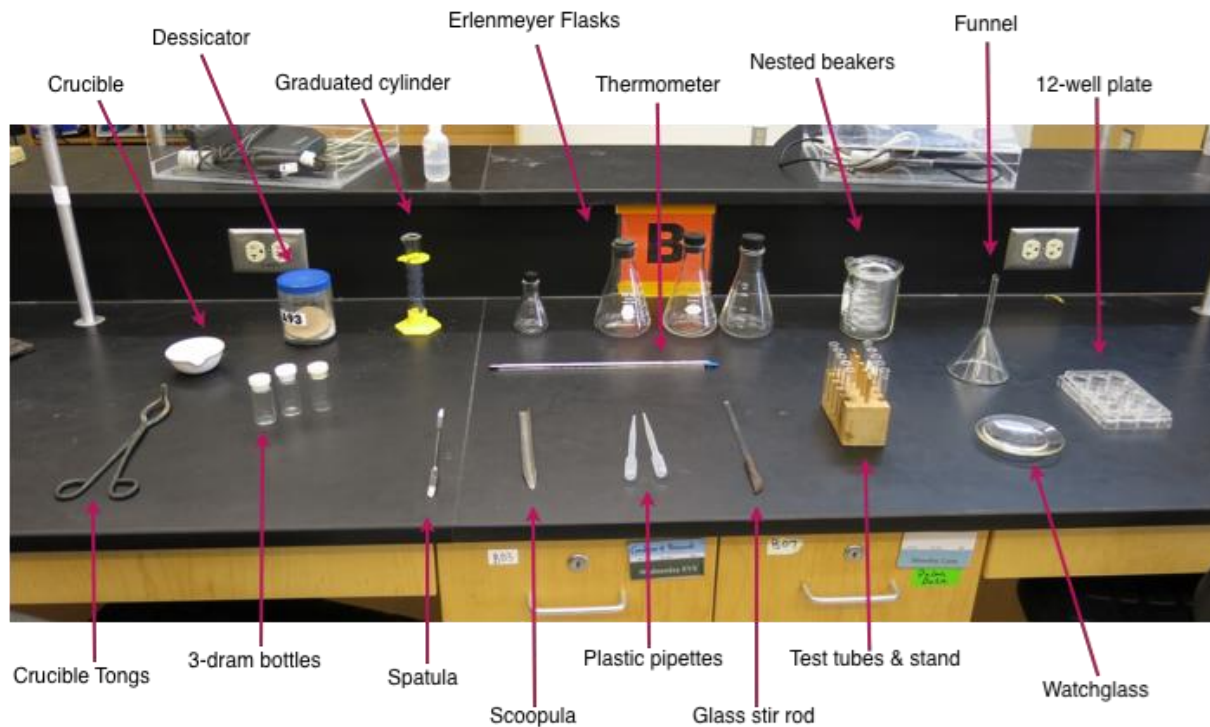
Laboratory solution preparation. Flinn Scientific website

<https://www.flinnsci.com/laboratory-solution-preparation/dcat016/>

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=chemistry&sort=alpha&view=grid>

Laborgeräte

General Chemistry Drawer Equipment



https://www.pngitem.com/middle/hJwbmo_general-chemistry-lab-drawer-equipment-laboratory-equipment-in/



Beaker



Erlenmeyer flask



Liquid funnel



Burette



Graduated pipet



Volumetric pipet



Graduated cylinder



Test tube rack



Test tube



Test tube holder



Crucible and cover



Evaporating dish



Watch glass



Crucible tongs



Stirring rods



Wash bottle



Spatula



Weighing paper



Ring stand



Utility clamp



Thermometer clamp



Double burette clamp

T



Safety goggles



Safety glasses



Balance



Vortex mixer

Literatur:

<https://blog.biomall.in/a-way-towards-safe-science-chemical-lab-safety-rules/>

<https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck-12-middle-school-physical-science-flexbook-2.0/section/1.33/primary/lesson/safety-in-science-ms-ps>