



Sicherheit im chemischen Laboratorium

Vorbemerkung

Ohne eine ausführliche Arbeits-, Gesundheits- und Brandschutzbelehrung darf in chemischen Laboratorien – also auch in einem Schullabor – nicht gearbeitet werden. Daher die einführenden Stunden zum Arbeitsschutz und der anschließende Sicherheitstest. Sicheres Arbeiten im Laboratorium setzt ausgiebige Kenntnisse der Funktionsweise von Geräten sowie der chemischen und toxikologischen Eigenschaften der verwendeten Substanzen voraus. Damit sollen Grundkenntnisse vermittelt werden, um:

- Gefahren durch Chemikalien zu erkennen und richtig zu bewerten;
- Vorsorge zu treffen, damit Menschen und Umwelt kein Schaden zugefügt wird;
- bei Storfällen notwendige und richtige Maßnahmen zu treffen.

Alle Teilnehmer des Praktikums sind durch Unterschrift zur Einhaltung der Laboratoriumsordnung sowie zur Befolgung der korrekten Versuchs- und Sammelvorschriften (für Abfälle) verpflichtet. Nichtbeachtung dieser Vorschriften führt zum sofortigen Ausschluß aus dem Praktikum.

Gefahrstoffe und Gefahrstoffklassen

Seit einigen Jahren ist das sogenannte „Global Harmonized System“ zur Klassifizierung und Kennzeichnung von Chemikalien eingeführt. Damit soll weltweit ein Standard geschaffen werden. Allerdings halten sich bislang nur die EU und China an das System, wichtige Länder wie Kanada und die USA haben weiterhin eigene Systeme.

Man kennzeichnet die Stoffe durch einheitliche Gefahrensymbole (vgl. Abb.). Diese sind zusammen mit den Hinweisen auf besondere Gefahren (H-Sätze - H: Hazard) und Sicherheitsratschlägen (P-Sätze - Precaution) auf den Gefäßen angebracht. Im Antestat von Versuchen sind Risiken und Sicherheitshinweise für die verwendeten Substanzen anzugeben.

Die gesetzlichen Grundlagen für den Umgang mit Gefahrstoffen findet man z.B. im Internet im jeweiligen Artikel der Wikipedia – oder – noch ausführlicher – in der GESTIS-Datenbank (<http://gestis.itrust.de>) in der Gesetzlichen Unfallversicherung. Dort findet man ausführliche Informationen zu allen Aspekten der von einer Substanz ausgehenden Gefährdung.

Es ist obligatorisch, vor der Durchführung eines Versuchs die GESTIS-Seite oder den Artikel in der Wikipedia anzuschauen, um einen gewissen Eindruck von den Gefahren zu bekommen, die von einer im Praktikum verwendeten Substanz ausgehen.

Es ist fahrlässig, im Praktikum erst über Gefährdungen und/oder den Versuchsablauf nachzulesen und kann zum

Ausschluss vom Praktikumstermin führen, auf jeden Fall wird derartiges Verhalten negative Auswirkungen auf die Praktikumsnote haben.

Bedeutung der GHS-Piktogramme

Piktogramm		Bedeutung
	GHS01	Flüssigkeiten, Feststoffe und Gemische, die durch Schlag, Reibung, Erwärmung, Feuer oder andere Zündquellen (z.B. elektronische Kontakte) explodieren. Stoffbeispiele: Nitroglycerin, Dibenzoylperoxid
	GHS02	Entzündbare Gase, Flüssigkeiten, Aerosole und Feststoffe. Stoffe und Gemische, die bei Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln, selbstentzündliche und selbstersetzliche Flüssigkeiten und Feststoffe, selbsterhitzungsfähige Stoffe und Gemische. Stoffbeispiele: Propan, Butan, Acetaldehyd
	GHS03	Oxidierende und entzündend wirkende Feststoffe, Flüssigkeiten und Gase. Stoffbeispiele: Sauerstoff, Hypochlorit
	GHS04	Gase und Gasgemische, die in einem Behältnis enthalten sind, verdichtete Gase (unter Druck), verflüssigte Gase, gelöste und tiefgekühlt verflüssigte Gase. Stoffbeispiele: Flüssiggase, Druckgasflaschen
	GHS05	Stoffe und Gemische, die auf Metall korrosiv wirken und sie beschädigen oder zerstören können. Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden. Stoffbeispiele: Natronlauge, Salzsäure, Flusssäure
	GHS06	Chemikalien, die bereits in geringen Mengen nach dem Verschlucken, Einatmen oder beim Kontakt mit der Haut schwere Gesundheitsschäden hervorrufen oder zum Tode führen. Akute Toxizität. Stoffbeispiele: Blausäure, Brom
	GHS07	Weniger stark gesundheitsgefährdende Stoffe und Gemische. Akut gesundheitsschädlich nach Einatmen, Verschlucken oder Hautkontakt, Reizung der Haut und Augen, Sensibilisierung der Haut (verursachen allergische Hautreaktionen), Reizung der Atemwege bzw. betäubende Wirkung. Stoffbeispiele: Kohlenwasserstoffe, Limonen
	GHS08	Stoffe und Gemische mit organspezifischen Giftwirkungen oder langfristig gesundheitsgefährlichen Eigenschaften wie krebserregende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Wirkung. Flüssigkeiten, die nach Verschlucken schwere Lungenschäden verursachen (Aspirationsgefahr) und Stoffe, die beim Einatmen Allergien oder Atembeschwerden verursachen können (Sensibilisierung der Ate wege) sowie spezifische Organtoxizität bei einmaliger oder wiederholter Exposition zeigen. Stoffbeispiele: Benzol, Methanol
	GHS09	Stoffe und Gemische, die akute und /oder längerfristige Schädwirkung auf Wasserorganismen zeigen d.h. akut bzw. chronisch gewässergefährdend sind. Stoffbeispiele: Insektizide, Ammoniak

* Zu beachten ist, dass die meisten, als Stoffbeispiel aufgeführten Chemikalien, mehrere GHS-Piktogramme besitzen. Hier wird jeder Chemikalie nur eines zugeordnet.

Die Schwere der Gefährdung wird durch ein zusätzlich angegebenes Signalwort ausgedrückt. Geringere Gefahren werden durch das Wort „Achtung“ ausgedrückt. Ein größeres Gefahrenpotenzial zeigt dagegen das Wort „Gefahr“ an.

Anmerkungen zu individuellen Gefahren, die von einzelnen Substanzen ausgehen können

1. Ätzende Stoffe

Ätzende Stoffe können schwere Schäden bewirken. Gase, Dämpfe, Nebel und Stäube wirken auf Augen, Schleimhäute und Atmungsorgane ätzend. Bei Hautkontakt sind bereits nach wenigen Minuten schwere Schädigungen möglich. Säuren können in konzentrierter Form mit Basen, einige sogar mit Wasser, einige auch mit organischen Verbindungen heftig und unkontrolliert reagieren und dadurch schwere Verätzungen oder sogar Brände und Explosionen auslösen können. Ähnliche Gefahren drohen beim Umgang mit Basen, insbesondere konzentrierten Basen. Hier ist die Gefahr für Haut, Schleimhaut und Augen sogar noch größer.

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Behälter stets mit Substanzbezeichnung und Gefahrenhinweisen beschriften.

Berührung mit Augen, Haut und Schleimhäuten vermeiden. Vorschriftsmäßigen Augenschutz, geschlossenes Schuhwerk (also keine Flip-Flops) und ggf. säurefeste Handschuhe tragen.

Feststoffe (Phosphorpentoxid, Natriumhydroxid o.ä.): Staubentwicklung beim Um- und Einfüllen vermeiden, Behälter nach Entnahme sofort wieder gut verschließen!

Konzentrierte Säuren: Zum Verdünnen stets die Säure langsam in Wasser einrühren, nie umgekehrt vorgehen!

Verhalten bei Unfällen :

Sofort andere warnen, Lehrer informieren. Verschüttete Stoffe aufnehmen und entsorgen; verunreinigte Fußböden und Arbeitsflächen gründlich reinigen.

Erste Hilfe

Verunreinigte Haut gründlich mit viel Wasser reinigen. Nach Berührung mit den

Augen: Lange (15 Minuten) mit viel Wasser spülen und Augenarzt aufsuchen. Verunreinigte Kleidung ablegen, bei großflächiger Kontamination Notdusche verwenden.

Sachgerechte Entsorgung

Nicht mit wassergefährdenden anderen Substanzen verunreinigte saure oder basische Abfälle werden nach Verdünnen ins Abwasser gegeben.

2. Giftige Stoffe

Gifte sind Substanzen, die nach Aufnahme in den Körper mehr oder weniger schwere, schlimmstenfalls tödliche Wirkung haben können. Je nach Wirksamkeit eines Gifts (d.h. je nach akut toxischer Dosis) unterscheidet man zwischen sehr giftigen (lebensgefährlichen), giftigen und gesundheitsschädlichen Stoffen. Zu den Giften zählen ebenfalls krebserzeugende, frucht- und erbgutschädigende Substanzen. In Schülerpraktika ist allerdings die Verwendung von lebensgefährlich giftigen sowie eindeutig krebserzeugenden Substanzen *verboten*.

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Behälter mit Substanzbezeichnung und Gefahrenhinweisen beschriften.

Einatmen, Verschlucken und Berührung mit Augen, Haut und Schleimhäuten vermeiden.

Schutzhandschuhe und *Augenschutz* tragen. Behälter nach Verwendung sofort wieder gut verschließen.

Leicht flüchtige Substanzen *unter dem Abzug* handhaben.

Verhalten bei Unfällen

Sofort andere warnen, erste Hilfe leisten! Lehrer informieren. Verschüttete Stoffe aufnehmen und entsorgen.

Verunreinigte Fußböden und Arbeitsflächen gründlich reinigen.

Erste Hilfe

Verunreinigte Haut gründlich mit viel Wasser reinigen, evtl. Arzt aufsuchen oder Giftinformationszentrale anrufen.

Bei giftigen Gasen: zunächst viel frische Luft, dann (Spätschäden möglich) Arzt aufsuchen/Rettungswagen rufen. Verunreinigte Kleidung ablegen, bei großflächiger Kontamination Notdusche verwenden, unbedingt Arzt hinzuziehen (Giftnotruf).

Sachgerechte Entsorgung

Abfälle in den bereitstehenden Gefäßen sammeln, ggf. nach besonderer Anweisung vernichten.

3. Leicht entzündliche Substanzen

Leicht entzündliche Substanzen sind oftmals leicht flüchtige Verbindungen, die im Labor meist als Lösemittel verwendet werden. Die entweichenden Dämpfe sind schon bei sehr niedrigen Temperaturen zündfähig, im Gemisch mit Luft ggf. explosionsfähig. Zur Zündung reichen Funken aus, u.U. bereits der Zünder einer Leuchtstoffröhre. Aber auch heiße Heizplatten und statische Aufladungen können Lösemitteldämpfe zünden. Eine weitere große Gefahr besteht im Zurückschlagen von Flammen in geöffnete Flaschen mit Lösemitteln, was zur Explosion und dann schnell zu größeren Bränden führt. Viele Lösemittel sind nicht mit Wasser mischbar, daher ist Wasser meistens kein geeignetes Löschmittel!

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Behälter dicht geschlossen halten und jede Zündquelle fernhalten. Statische Aufladungen verhindern, nur explosions sichere Kühlschränke verwenden. Nie größere Mengen von brennbaren Lösemitteln am Arbeitsplatz lagern. Immer Schutzbrille und Kittel tragen.

Verhalten bei Unfällen

Sofort alle Personen aus dem Gefahrenbereich entfernen, alle weiteren brennbaren Lösemittel entfernen. Not-Aus-Taste betätigen, Brandbekämpfung mit Feuerlöscher (Pulver, CO₂ oder Schaum) oder Sand, kein Wasser. Lehrer informieren, ggf. Hausalarm auslösen bzw. Feuerwehr rufen.

Erste Hilfe

Brennende Personen neigen dazu, in Panik wegzulaufen, es besteht akute Lebensgefahr. Zu Fall bringen und Kleidung löschen (auf dem Boden wälzen, Löschdecke, Notdusche). Alle Verbrennungen lange unter fließendem Wasser kühlen, dann steril abdecken. Bei schwereren Verbrennungen unbedingt Arzt zuziehen, Infektionsgefahr beachten!

Sachgerechte Entsorgung

Brennbare Lösemittel werden in Sammelbehältern für wasserlösliche bzw. wasserunlösliche Stoffe getrennt gesammelt.

Im Praktikum häufig verwendete Stoffe

Generell gilt: Hier werden nur einige oft gebrauchte Verbindungen eingesetzt. Für genaue Anweisungen sind die Recherchen für die Antestate notwendig!

Die Substanzen in der Chemiesammlung sind zusätzlich wie in einer Apotheke in unterschiedlichen Farben beschriftet: Relativ ungefährliche Substanzen besitzen ein Etikett mit schwarzer Schrift auf weißem Grund (Apotheke: „Indifferentia“). Gefährliche Substanzen haben ein Etikett mit roter Schrift auf weißem Grund („Separanda“), sehr gefährliche Substanzen, die auch unbedingt unter Verschluss gehalten werden müssen, tragen ein Etikett mit weißer Aufschrift auf schwarzem Grund („Venena“). Letztere werden Sie in Schülerübungen jedoch nicht verwenden.

1. Säuren

Salzsäure (HCl,aq) mit einem Gehalt bis 12,5% HCl wird als *verdünnt* und *reizend*, solche mit einem Gehalt von mehr als 25% als *konzentriert* und *ätzend* bezeichnet. Die laborübliche Salzsäure ist ca. 10%ig. – Salzsäure ist ein *starkes Gift*, auf der Haut führt sie zu heftigen Hautreizungen, bei Augenkontakt drohen schwere Schädigungen. Konzentrierte Salzsäure (37% HCl) wird auch als rauchende Salzsäure bezeichnet, da sie stechend riechendes, ätzendes Chlorwasserstoffgas abgibt. Mit konzentrierter HCl *nur unter dem Abzug* arbeiten!

Schwefelsäure (H₂SO₄) kommt hauptsächlich in drei verschiedenen Formen in den Handel: als verdünnte Säure (5-10%), als konzentrierte Säure (96-98%, am üblichsten) und – in der Schule fast nie – als sog. „Oleum“, eine Lösung von Schwefeltrioxid, SO₃, in konz. Schwefelsäure mit einem Gehalt von 20-65% SO₃.

Verdünnte Lösungen der Schwefelsäure mit Konzentrationen über 15% gelten als *ätzend*, solche unter 15% als *reizend*.

Besondere Vorsicht beim Verdünnen der konzentrierten Schwefelsäure!

Es tritt eine starke Erwärmung auf, weshalb die Säure unter Umrühren im dünnen Strahl ins Wasser zu gießen ist, nie umgekehrt, da das plötzliche Verdampfen eines Teils des Wassers zum Verspritzen der Säure führen kann.

Schwefelsäure ist sehr gefährlich, sie verursacht innerhalb kurzer Zeit schwere Verätzungen auf der intakten Haut, die nur schlecht heilen. Beim Umgang mit konzentrierter Schwefelsäure ist die hohe Dichte der Substanz ($\rho=1,84\text{g/cm}_3$) zu beachten.

Salpetersäure (HNO₃) ist ähnlich gefährlich. Die konzentrierte Salpetersäure ist eine 65%ige Lösung von HNO₃ in Wasser. Hinzu kommt jedoch noch die Gefahr der erstickend riechenden nitrosen Gase, die die konz. Lösung stets abgibt. Die konzentrierte Säure ist *nur unter dem Abzug* zu öffnen.

Heiße konzentrierte Salpetersäure ist außerdem stark brandfördernd, sie kann u.U. organische Materialien (Baumwolltücher) in Brand setzen!

Essigsäure (CH₃COOH) ist eine schwache Säure und besitzt einen charakteristischen, stechenden Geruch. Ihre Salze heißen Acetate. Konzentrierte Lösungen oberhalb von 25% sind ätzend, Lösungen mit 5-6% sind als Essig im Handel und als Lebensmittel nicht kennzeichnungspflichtig. Konzentrierte Lösungen können jedoch Haut- und Augenschäden verursachen, die Dämpfe lösen heftigen Reizhusten aus. Ähnliches gilt für Ameisensäure, HCOOH.

Oxalsäure (HOOC-COOH) ist eine stärkere Säure als Essigsäure. Ihre Salze heißen Oxalate. Oxalsäure und Oxalate sind giftig; die Gefahr besteht darin, dass sie im Körper mit Calciumionen (Ca²⁺) unlösliches Calciumoxalat bilden, was die Nierenkanäle verstopfen kann.

2. Basen

Natronlauge und Kalilauge sind Lösungen von Natrium- bzw. Kaliumhydroxid (NaOH bzw. KOH) in Wasser; Konzentrationen ab 5% wirken ätzend. Basen wirken sehr stark und rasch auf Haut, Schleimhäute und Augen. **Unbedingt Schutzbrille tragen!** Besondere Gefahr besteht beim Erhitzen basischer Lösungen, die plötzlich aus Reagenzgläsern herausspritzen können. Heiße Lösungen wirken stets stärker ätzend als kalte.

Ammoniak ist ein bereits in kleinsten Mengen stark stechend riechendes Gas mit der chemischen Formel NH₃. Die Lösung heißt Ammoniakwasser oder Salmiakgeist. Üblich sind Lösungen mit 25% NH₃, sie wirken reizend auf Haut, Augen und Atmungsorgane.

3. Oxidationsmittel

Oxidationsmittel sind Stoffe, die sehr reaktiv sind. Sie geben nehmen bereitwillig Elektronen von anderen Stoffen auf, werden dabei also selbst reduziert. Da derartige RedOx-Vorgänge oftmals heftig ablaufen, sind starke Oxidationsmittel oft selbst potenziell gefährliche Stoffe.

Kaliumpermanganat (KMnO_4) ist ein starkes Oxidationsmittel. Im Gemisch mit organischen Verbindungen wirkt es brandfördernd. Beim Verschlucken ist es gesundheitsschädlich, auf der Haut verursacht Kaliumpermanganat hartnäckige braune Flecken (Braunsteinflecken). Auch in Glasgeräten hinterlässt KMnO_4 derartige Flecken, die sich jedoch in konz. Salzsäure leicht lösen. – Vorsicht, dabei entsteht sehr giftiges Chlorgas!

Wasserstoffperoxid (H_2O_2) ist ein starkes Oxidationsmittel, das in Lösungen >3% ätzend wirkt. Im Gemisch mit organischen Verbindungen kann es heftig reagieren, u.U. explosiv.

Iod (I_2) ist ein mäßig starkes Oxidationsmittel, das bereits bei Raumtemperatur verdampft (sublimiert). Die Dämpfe haben einen charakteristischen Geruch, die Substanz ist in größeren Mengen gesundheitsschädlich.

Brom- und Chlorwasser sind giftig und ätzend und dürfen nur unter dem Abzug hantiert werden. Außerdem zerfallen die Lösungen schnell, daher die Gefäße nicht lange offen stehen lassen.

3. Organische Lösemittel

Generell sind die meisten organischen Lösemittel leicht flüchtig und leicht entzündlich, daher sind die Behälter stets verschlossen zu halten und von allen möglichen Zündquellen fernzuhalten. Dampf/Luft-Gemische sind explosiv (vgl. „Alsdorfer Unglück“ von 1997). Dazu kommen Gesundheitsgefahren bei einigen Lösemitteln:

Methanol (CH_3OH) ist ein starkes Gift. Die Aufnahme von ca. 10 mL reinem Methanol wirken u.U. bereits tödlich. Die Substanz kann auch durch die Haut aufgenommen werden. Außerdem ist Methanol leicht brennbar.

Diethylether ($(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$) hat einen Siedepunkt von 34°C und ist extrem leicht brennbar. Außerdem neigt Ether zur Bildung von *hochexplosiven* Peroxiden. Niemals über offener Flamme erhitzen. Das Einatmen der charakteristisch riechenden Dämpfe wirkt erst in großen Konzentrationen narkotisch.

Methylenchlorid (CH_2Cl_2) ist gesundheitsschädlich beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut und es steht im Verdacht, krebserzeugend zu sein. Nur mit Handschuhen und unter dem Abzug hantieren.

4. Verschiedene Verbindungen

Silbernitrat (AgNO_3) ist als ätzend eingestuft und wirkt antiseptisch und antibakteriell. Es ist nicht besonders giftig, allerdings verursacht es nach Hautkontakt sehr lang anhaftende schwarze Flecken.

Lösliche Schwermetallsalze z.B. von Barium, Kupfer und Silber, die im Praktikum verwendet werden, sind giftig beim Verschlucken. Außerdem sind sie umweltbelastend, daher sind sie getrennt zu sammeln und gehören keinesfalls ins Abwasser.

Phenolphthalein gilt seit einiger Zeit als krebserregender Arbeitsstoff. Sofern wir im Praktikum diesen Indikator noch einsetzen, werden stark verdünnte Lösungen (0,1%) verwendet, von denen nach aktuellem Kenntnisstand keine Gefahren mehr ausgehen. Als Ersatzstoff kann das chemisch sehr ähnliche, aber harmlose Thymolphthalein verwendet werden.

Hinweise zur Laborpraxis

Im Praktikum gilt das Gebot zum Tragen von Schutzkittel aus reiner Baumwolle und Schutzbrille, je nach Arbeitsanweisung auch von Schutzhandschuhen. Merke: dünne Latex-Handschuhe sind gegenüber chemischen Substanzen wirkungslos, gut brauchbar sind Nitrilhandschuhe.

Außerdem sind geschlossene Schuhe angesagt, ebenso lange Hosen.

Vor Beginn der Versuche sind unbedingt Informationen über die Gefährlichkeit der verwendeten Substanzen einzuholen.

Man informiere sich aktiv über Brandschutzeinrichtungen und weitere Sicherheitseinrichtungen im Labor.

Fluchtwege sind freizuhalten und nicht mit Hockern oder Taschen zu versperren.
Im Praktikum sind Essen, Trinken und Rauchen sowie Schminken streng untersagt.

Die Sauberkeit am Arbeitsplatz ist oberstes Gebot. Obligatorisch sind das Leerräumen der Arbeitsfläche am Ende eines Praktikumstermins: Chemikalienreste, Papier, Glasbruch etc. werden in die bereitstehenden Abfallbehälter gegeben, verspritzte Flüssigkeiten müssen sofort beseitigt werden.

Bei Beendigung der Arbeit sind Gashähne zu schließen und die Gasschläuche abzuziehen.

Vor dem Verlassen des Praktikums sind die Hände gründlich mit Wasser und Seife zu waschen.

Chemikalien dürfen *nie* mit der Haut in Berührung kommen, dürfen daher auch *nicht angefasst* werden. Die Entnahme von Chemikalien aus Vorratsgefäßen darf nur mit *sauberen Spateln* erfolgen.

Zurückfüllen nicht verwendeter Chemikalien in Vorratsgefäße ist *grundsätzlich untersagt*. Verringerung des Chemikalienverbrauchs ist ein Beitrag zum Umweltschutz.

Waagen sind *peinlich* sauber zu halten!

Eigenmächtig durchgeführte Versuche sind grundsätzlich strikt untersagt.

Es ist nicht erlaubt, Geräte oder Chemikalien aus dem Praktikum zu entfernen.

Gasbrenner dürfen niemals so dicht an Tischkanten stehen, dass z.B. Kittel entflammt werden können. Bei zurückschlagender Flamme ist sofort der Gashahn zu schließen.

Beim Erhitzen von Reagenzgläsern müssen diese ständig geschüttelt werden, um einen Siedeverzug zu vermeiden, da sonst die ganze Flüssigkeit durch plötzliches Aufkochen herauspritzen kann. Die Öffnung eines Reagenzglases darf man niemals auf sich oder eine andere Person richten. Besondere Vorsicht ist beim Aufkochen basischer Lösungen angebracht, da diese stark zu Siedeverzügen neigen.

Es sind hier *Siedesteine* zu verwenden!

Das *fahrlässige Verursachen eines Unfalls zieht in jedem Fall disziplinarische Maßnahmen* nach sich und kann evtl. sogar *strafrechtliche Konsequenzen* haben.

Mit Tropfpipetten, die nach dem Versuchstermin entsorgt werden, bitte sparsam umgehen und eindeutig zuordnen.

Besondere Hinweise zum Reinigen von Glasgeräten

In chemischen Laboratorien werden in der Regel Glasgeräte eingesetzt. Nach Verwendung müssen sie *peinlich genau* gespült werden, um Verunreinigungen und Verfälschungen der nachfolgenden Versuche zu vermeiden. Ist ein Glasgerät vor Verwendung nicht einwandfrei sauber, so muss man es (leider) spülen.

Beachten Sie, dass Sie im qualitativen Teil nach Ionensorten fahnden, so dass es sehr ärgerlich sein kann, wenn sie eine Verunreinigung im Glas nachweisen, die nicht zu Ihrer Analyse gehörte.

Im quantitativen Teil sollen Ihre Ergebnisse nach Möglichkeit nur 1-2mg von den tatsächlichen Werten abweichen. Gerade dort sind saubere Glasgeräte unbedingt erforderlich. – Im Normalfall reicht der folgende „Dreischritt“ zum Spülen von Gläsern aus:

Spülen mit warmen Wasser und Spülmittel – Verunreinigungen ggf. mit einer Bürste entfernen –

erst mit Leitungswasser, dann mit destilliertem Wasser nachspülen – zum Trocknen am Trockenbrett aufhängen.

Beschriftungen mit Filzstift lösen sich in der Regel ebenfalls mit etwas warmen Wasser, Spülmittel und einer Glasbürste leicht ab (ganz ohne Aceton)