

6-9 Sulfonierung von Polystyrol

Reaktionstyp: Elektrophile aromatische Substitution

Arbeitstechniken und Methoden: Standardverfahren,

Geräte: Standardgeräte, Bürette, Fritten- oder Soxhlet-Extraktor

Chemikalien:

Umsetzung: Chlorsulfonsäure (50 ml), Polystyrol (15 g),
70 %-ige Schwefelsäure (25 ml, selbst herstellen),
Natriumhydroxid (30 g), Natriumcarbonat

Titration: Kochsalz, 0,1 m Natronlauge, pH-Indikator

Hinweise: Verwenden Sie das in Versuch 4-14 hergestellte Polystyrol. **Die Substanz sollte aus kleinen Perlen von maximal 1 mm Durchmesser bestehen.** Wenn Sie selbst keine geeignete Substanz hergestellt haben, fragen Sie bei den Assistenten nach, ob Ihnen geeignete Substanz zur Verfügung gestellt werden kann. **Es ist sinnlos, den Versuch mit großen Brocken durchzuführen.**

Zweck dieses Versuchs:

Sie stellen in diesem Versuch etwas her, was eine ganz praktische Anwendung hat. Sie werden das gut finden. Leider braucht man dazu eine Chemikalie, die es in sich hat. Sie werden das gar nicht gut finden. Bedenken Sie, dass es zum Job gehört, auch solche Dinge beherrschen zu können. Das ist bei der Chlorsulfonsäure eigentlich nicht schwer, wenn man nur peinliche Hygiene und strikten Wasserausschluss praktiziert, sowie die Augen offenhält und bei jedem Handgriff vorher überlegt, was passiert, wenn man ihn ausführt. Lassen Sie sich helfen, wenn Sie unsicher sind!

Warnhinweise:

Chlorsulfonsäure ätzt noch stärker als Oleum! Die Substanz entwickelt an der Luft ätzenden Rauch. Mit vielen Substanzen reagiert sie geradezu **bösartig**, indem jeder Kontakt zu sofortigem heftigen Verspritzen führt. Auch mit **Wasser** reagiert sie in dieser Weise!

Handhaben Sie die Substanz ausschließlich in dem Abzug, in dem Sie auch die Umsetzung durchführen! Benutzen Sie den Rückflusskühler der Apparatur **ohne Wasserkühlung!** Entfernen Sie auch das **Restwasser in den Kühlschlangen!** Achten Sie sorgfältig darauf, dass alle Geräte und Gefäße, die mit der Chlorsulfonsäure in Berührung kommen, **vollkommen trocken sind.** Wenn z.B. der Messzylinder, in dem Sie abmessen wollen, noch Wasserspuren enthält, wird es Ihnen beim Eingießen tüchtig entgegenfauchen. Auch wenn das wegen geringer Menge an sich nicht gefährlich ist, könnten Sie sich dabei so erschrecken, dass Sie die Flasche fallen lassen oder etwas verschütten. Auch Ihr in Versuch 4-14 hergestelltes Harz muss natürlich absolut trocken sein.

Einmalhandschuhe sind gar nicht, dickwandigere Haushaltshandschuhe nur wenige Sekunden beständig. Wenn die Handschuhe mehr als nur ein paar vereinzelte „Sommerprossen“ abbekommen haben, ziehen Sie die Handschuhe sofort aus. „Sofort“ heißt, dass Sie bitte nichts fallen lassen, sondern das, was Sie gerade in der Hand haben, noch sicher abstellen und dann mit dem Ausziehen nicht trödeln. Spülen Sie die Hände prophylaktisch mit Wasser. Da die Substanz auf der Haut sofort schmerzende Wunden verursacht, können Sie aber davon ausgehen, dass Sie nichts abbekommen haben, wenn Ihnen nichts weh tut.

Entsorgungshinweise:

Die Versuchsvorschrift beinhaltet bereits die Vernichtung der eingesetzten Chlorsulfonsäure. Grundsätzlich ist hierbei wie folgt zu verfahren:

Die Substanz wird in einem Rundkolben mit aufgesetztem Tropftrichter und Gasableitung unter dauernder Kühlung zunächst vorsichtig mit ca. 70% Schwefelsäure versetzt. Die angegebene Konzentration ist ein Kompromiss: Bei höheren Konzentrationen ist die Reaktion milder, erfordert dafür aber einen höheren Einsatz an Schwefelsäure. Bei niedrigeren Konzentrationen ist sie heftiger, dafür aber ressourcenschonender. Am besten wird die Konzentration allmählich verringert, wenn die Heftigkeit der Reaktion abzuklingen beginnt.

Die entstehenden Gase werden in einem Gaswäscher (Siehe

http://www.bcp.fu-berlin.de/chemie/chemie/sicherheit/entsorgung/individuellechemikalien/saure_gase.html)

aufgefangen.

- *Verwenden Sie **ausschließlich** die auf **Rundkolben** basierenden Konstruktionen! Achten Sie darauf, dass das Einleitungsrohr sich zwar dicht oberhalb der Absorptionsflüssigkeit befindet, jedoch **auf gar keinen Fall dort eintaucht!** Ihnen kann sonst Wasser in die Apparatur zurücksteigen!*
- *Verwenden Sie einen 500-ml-Rundkolben und lösen Sie die angegebene Menge Natriumhydroxid in ca. 250 ml Wasser. Für alle Schlauchverbindungen sind **PVC-Schläuche** zu verwenden.*

Nachdem die Chlorsulfonsäure mit Schwefelsäure zersetzt ist, wird mit Eis versetzt. Die erhaltene wässrige Säure sowie die noch basische Absorptionslösung dürfen erst nach Neutralisation ins Abwasser gegeben werden. Vereinigen Sie dazu beide Lösungen mit der nötigen Vorsicht! (*Falls nötig, weiter verdünnen oder Eis hinzufügen.*) Wenn Sie für die Neutralisation der danach wahrscheinlich sauer reagierenden Mischung Natriumhydrogencarbonat verwenden, indiziert sich das Neutralisationsende von selbst. (*Vorsicht! Worauf müssen Sie achten?*)

Hilfe, ich habe etwas verschüttet!

- *Wenn das außerhalb des Abzuges passiert: Raus aus dem Raum. **Alle!** Das weitere wird draußen besprochen.*
- *Wenn das innerhalb des Abzuges passiert: **Cool bleiben!** Irgendwo ein ganz kleines bisschen werden Sie **bestimmt** verschütten, das ist nicht ungewöhnlich. Ist es wenig, nehmen Sie ein Stück **Zellstoff**, greifen es mit einer Tiegelfange und putzen es weg.*
- *Raucht es hingegen sehr, schließen Sie erst mal den **Frontschieber**. Sortieren Sie erforderlichenfalls kontaminiertes von nicht kontaminiertem und räumen **nicht kontaminiertes** weg. Liegt die Substanz als **Film auf der Arbeitsfläche**, können Sie vorsichtig mit der Spritzflasche – am besten von den Rändern her – Wasser hinzufügen. **Ja, es geht dann die Post ab!** Aber weil der Film dünn ist und überdies eine exzellente Kühlung durch den Untergrund erfährt, spritzt in diesem Fall nichts durch die Gegend, sondern es faucht und raucht nur tüchtig, weshalb das kein Widerspruch zur Warnung vor Wasserzutritt ist. Freilich entsteht reichlich HCl-Gas, dessen Menge der geschwindigkeitslimitierende Faktor Ihres Tätigwerdens ist. Wenn Ihnen das zu unheimlich ist, bitten Sie einen Assistenten dazu. Wenn sich alles ausgefaucht hat, verdünnen Sie weiter mit Wasser und spülen alles in den Ausguss. **Erst jetzt kommt das schlimmste:** Bevor Sie weiter arbeiten können, muss alles wieder trocken sein. Nicht einfach nur abgewischt, sondern **knochentrocken!!***

Ausführung:Umsetzung von Polystyrol mit ChlorsulfonsäureHinweise:

- *Überschreiten Sie weder die angegebene Temperatur noch die Reaktionszeit! Lassen Sie insbesondere das Harz nicht in der Chlorsulfonsäure über Nacht stehen! Sie brauchen einen langen Praktikumstag, um diese Reaktion durchzuführen!*
- *Heizen Sie alle Apparaturbestandteile im **Trockenschrank** aus! Schütteln oder saugen Sie Restwasser aus dem **Dimrothkühler**, bevor Sie diesen in den Trockenschrank stellen, sonst können die Kühlschlangen reißen! Wenn Sie den Versuch an einem Montag beginnen wollen, können Sie die Geräte schon in der Vorwoche in den Trockenschrank stellen, da dieser zeituhrgesteuert ist und Ihnen die Geräte am Montag pünktlich zum Praktikumsbeginn ausgeheizt serviert.*
- *Arbeiten Sie in einem **eigenen Abzug**, der nur Dinge enthält, die Sie für die Arbeit unmittelbar brauchen. Die Arbeitsfläche muss trocken und sauber sein. Bringen Sie den Warnhinweis (letzte Seite dieses Skripts) am Frontschieber an!*

Die Apparatur besteht aus einem 500-ml-Dreihalskolben (verwenden Sie keinen kleineren Kolben!) mit Rückflusskühler (ohne Wasserkühlung!) und Tropftrichter. Der Tropftrichter wird mit einem Stopfen verschlossen. An den Kühler wird eine Gasableitung aus PVC-Schlauch angeschlossen. Die aus der Apparatur entweichenden Gase werden wie oben in den Entsorgungshinweisen beschrieben über Natronlauge aufgefangen.

- *Bauen Sie **kein Trockenrohr** zwischen Apparatur und Waschflüssigkeit! Es kann passieren, dass die Gasentwicklung in der Apparatur so kräftig ist, dass Ihr Trockenrohr das nicht verkraften kann und ein **Druckstau** in der Apparatur entsteht! Springt die Apparatur dann irgendwo auf, gibt es Scherben und Sie stehen in **Salzsäurenebeln**! Sorgen Sie ganz im Gegenteil für eine **freie Ableitung der Gase** (Keine Knickstellen im Schlauch etc.).*
- *Achten Sie auf die **Bauform Ihres Tropftrichters**! Manche kann man nicht mit einer **Gabelklemme** sichern, weil die Gabelklemme den Tropftrichter ein kleines Stück aus dem Schriff heraushebt! Prüfen Sie, ob der Tropftrichter im Schriff „wackelt“. Tut er das, bauen Sie die Gabelklemme aus, weil aus dem Spalt sonst später die Säurenebel herauskommen. Stecken Sie einen solchen Tropftrichter nur einfach in den Schriff.*

In dem Dreihalskolben werden 15 g Polystyrol vorgelegt. Durch den Tropftrichter werden vorsichtig 50 ml Chlorsulfonsäure hinzugegossen.

- **Spannen** Sie den Messzylinder zum Abmessen der Chlorsulfonsäure ein, damit er nicht umkippen kann.
- Verwenden Sie einen **Trichter**.
- Setzen Sie **beim Gießen** die Flasche auf den Trichter auf. Tropfen, die sonst außen an der Flasche entlanglaufen, werden so durch den Trichter gefangen.
- Rechnen Sie beim Ausgießen damit, dass irgendwo doch noch drei Moleküle Wasser übrig sind und die Chlorsulfonsäure deshalb einmal ganz böse aber harmlos **wuff** macht!
- Rollen Sie ein kleines Stückchen **Zellstoff** zu einem Bällchen von ca 1 bis 2 cm Durchmesser zusammen. Greifen Sie beim Gießen dieses Bällchen mit der **Tiegelzange** und halten Sie es beim Gießen unter die Flasche. Sollte irgendetwas irgendwo herunterlaufen, wo es nicht herunterlaufen soll, putzen Sie es mit dem Bällchen ab.

*Insbesondere beim **Absetzen der Flasche** läuft ganz bestimmt noch ein bisschen außen an der Flasche herunter.*

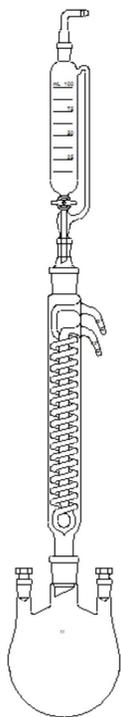
- *Verschließen Sie nach dem Absetzen erst mal die **Vorratsflasche**.*
- *Kontrollieren Sie, ob Sie irgendetwas **verschüttet** haben. Das ist in diesem Fall ganz leicht an den Rauchwölkchen zu erkennen, die die Substanz bei Kontakt mit Luft entwickelt. Putzen Sie alles weg, bevor Sie fortfahren. (Beachten Sie die o.a. Hinweise zum Verschütten.) Vor allem den Messzylinder wollen Sie nicht – auch nicht mit Handschuhen anfassen, wenn dort Chlorsulfonsäure an der Außenwand entlanggelaufen ist.*
- *Spannen Sie den Messzylinder aus! Fassen Sie den Trichter **nicht mit der Hand** an!*
- *Bewegen Sie den Messzylinder dicht an die **Öffnung des Tropftrichters** und überführen Sie den Trichter **mit der Tiegelzange** auf kürzestmöglichem Weg in den Tropftrichter. Achten Sie auf Substanzreste im **Auslaufrohr** des Trichters und darauf, dass Sie den Trichter beim Greifen mit der **Tiegelzange** nicht versehentlich gegen die Innenwand des Messzylinders drücken, sonst schnippt er aus dem Messzylinder heraus und kann dabei den Restinhalt des Auslaufrohrs umherschleudern.*
- *Jetzt **wiederholen** sich die Dinge: Messzylinder fest auf den Trichter auflegen und gleichmäßig ausgießen, dabei mit einem Zellstoffbällchen sichern.*
- *Nicht gleich absetzen, sondern den Messzylinder ganz im Gegenteil zum Schluss **ganz senkrecht** über den Trichter halten, entspannt durchatmen und **in aller Ruhe auslaufen** lassen.*
- *Wenn alles ausgelaufen ist, wird der Messzylinder unter sorgfältiger Bewachung durch das Zellstoffbällchen so hingelegt, dass die Öffnung dicht vor dem **Abzugschacht** liegt.*
- *Nehmen Sie irgendetwas, wo Sie den **Trichter hineinstellen** können (z.B. ein 250-ml-Becherglas), halten Sie dieses dicht neben den Trichter und – jawohl: Nicht mit den Fingern, sondern mit der **Tiegelzange** wird der Glastrichter übergeführt. Stellen Sie alles zusammen dicht an den Abzugschacht.*
- *Verschließen Sie den Tropftrichter mit einem **Stopfen**. Der verschlossene Tropftrichter verbleibt auf der Apparatur, weil er noch gebraucht wird.*

Die Mischung wird auf 90 °C erwärmt und bei dieser Temperatur 5 Stunden gerührt. Es kann sein, dass dabei etwas Polystyrol an die Kolbenwand spritzt und damit nicht in der gleichen Weise zur Reaktion kommt, wie der Rest des Harzes. Daran können Sie nichts ändern. Das Harz färbt sich durch die Reaktion dunkelbraun.

Nach dem Abkühlen werden zur Zersetzung der überschüssigen Chlorsulfonsäure durch den Tropftrichter unter Rühren 25 ml 70 %ige Schwefelsäure langsam zugegossen.

- **VORSICHT! NACHDEM ZUNÄCHST KAUM EINE REAKTION ZU BEMERKEN IST, KOMMT ES SCHLIESSLICH ZU EINER MASSIVEN GASENTWICKLUNG MIT STARKEM AUFSCÄUMEN!** (Warum? Welches Gas entweicht?) Geben Sie die Schwefelsäure daher zu Beginn ganz langsam zu, auch wenn Sie noch keine Gasentwicklung feststellen! Wenn Sie ein Gefühl für die Heftigkeit der Reaktion bekommen haben, können Sie die Säure so rasch hinzugeben, wie dies möglich ist, ohne dass der Schaum in den Kühler hochsteigt.
- **Kühlen Sie nicht mit einem Eisbad**, bevor nicht wenigstens 20 ml der Schwefelsäure hinzugegeben worden sind. Im Falle eines Kolbenbruchs wäre die Reaktion der Mischung mit dem Eisbad sonst verheerend! Achten Sie auf einen stets geschlossenen Frontschieber!

Wenn die Schwefelsäure zugegeben worden ist, wird aus dem Tropftrichter vorsichtig mit weiteren 50 ml eiskaltem Wasser versetzt.



- Es kann sinnvoll sein, die Apparatur dazu umzubauen, indem z.B. der Tropftrichter statt auf den Seitenhals besser oben auf den Kühler montiert wird. Der Tropftrichter muss dazu unbedingt einen Druckausgleich haben, damit die gebildeten Gase weiterhin entweichen können. Die Gasableitung wird dann auf den Tropftrichter aufgesetzt und der Seitenhals des Dreihalskolbens wieder verschlossen. Der Sinn dieses Umbaus besteht darin, dass das nunmehr durch den Kühler herabströmende Wasser aufsteigenden Schaum zurückdrängt und den Kühler sowie den mittleren Kolbenhals immer wieder spült. (Siehe Abbildung)

Nach Abklingen der Reaktion wird in einem Becherglas auf weitere 50 g Eis gegossen und gut durchgerührt.

- Sie sollten die Desaktivierung der Reaktionsmischung möglichst hierher schaffen! Rechnen Sie mit mindestens 40 Minuten ab dem Beginn der Zugabe der Schwefelsäure! Sie sollten also – weil Sie ja noch aufräumen müssen – spätestens eine Stunde vor Praktikumsschluss mit der Desaktivierung beginnen.

Wenn das Eis geschmolzen ist, wird das Produkt abgesaugt und mit dest. Wasser gründlich nachgewaschen.

Entsorgung:

- Filtrat und Absorptionslösung werden gemäß den Entsorgungshinweisen entsorgt.
- Lassen Sie alle Gerätschaften, die mit der Chlorsulfonsäure in Kontakt gekommen sind, einfach über Nacht im Abzug liegen. Anderntags ist die Hydrolyse vollständig, es gibt dann zwar noch einen Schwefelsäurefilm auf der Glaswand, der sich aber problemlos mit Wasser abspülen lässt.
- Die Flasche mit der Chlorsulfonsäure ist bitte hinterher wieder so sauber, dass man sie ohne Handschuhe anfassen kann. Abspülen mit fließendem Wasser ist auf den ersten Blick gut geeignet – aber stellen Sie sich vor, die Flasche rutscht Ihnen dabei aus der Hand und zerschellt im Waschbecken. Die Hölle, in der Sie sich dann befinden, können Sie sich nicht vorstellen!! Also dann doch besser so, dass Sie die Flasche im Abzug in eine Plastikschüssel stellen und aus einer Spritzflasche rundherum mit Wasser abspritzen. Das Wasser auf der Flasche trocknet entweder über Nacht alleine ab oder die Flasche wird mit Zellstoff trockengewischt.
- Als Letztutzer der Chlorsulfonsäureflasche sind Sie verantwortlich dafür, dass die Flasche hinterher wieder ordnungsgemäß verschlossen ist. Manchmal geht das nicht mehr, weil der Verschluss durchgeätzt ist. Holen Sie sich dann einen neuen Flaschendeckel!

Aufarbeitung des Harzes:

Das erhaltene rotbraune Harz wird mit heißem „destilliertem“ Wasser so lange gespült, bis alle Säure ausgewaschen ist. Beachten Sie, dass destilliertes Wasser unter präparativen Bedingungen gewissermaßen „keinen pH-Wert hat“, weil es vollkommen ungepuffert ist und Spuren von Säure den pH-Wert schon stark verschieben. Sie werden es also niemals erleben, dass das pH-Papier „grün“ bleibt und Ihnen einen pH-Wert von „7“ signalisiert¹.

Zum Neutralwaschen gibt es mehrere Möglichkeiten.

- Waschen mit Hand
Sie werden reichlich Zeit und viele Liter dest. Wasser einkalkulieren müssen, bis das pH-Papier endlich wenigstens „6“ zeigt. Schlämmen Sie immer wieder mit reichlich dest. Wasser auf und rühren Sie gut durch. Warten Sie danach, bis sich das Produkt wieder abgesetzt hat und dekantieren Sie den Überstand.²

Wenn Sie den Waschvorgang automatisieren wollen, können Sie dazu einen Soxhletextraktor verwenden. Allerdings darf der Soxhletextraktor unter keinen Umständen mit einer Papphülle betrieben werden, weil diese nicht säurebeständig ist und sich bei der Extraktion auflösen würde, wodurch Sie ein schön gleichmäßig verteiltes Gemenge aus Papphülenschnipseln, Ihrem Produkt und dem Extraktionswasser erhalten würden. Verwenden Sie deshalb einen Soxhletextraktor mit Glasfritteneinsatz! Wenn die Glasfritte zu klein ist, dann spülen Sie halt nur einen Teil Ihres Produkts und geben den Rest als Rohprodukt ab!

Isolieren Sie sorgfältig das seitliche Rohr. Andernfalls kondensiert Ihnen dort ständig das Wasser und das Spülen ist ineffektiv! Prüfen Sie mit pH-Papier! Auch mit einem Extraktor sollten Sie das Wasser mehrere Male wechseln.

Im Soxhletextraktor kann die Extraktion vorteilhaft auch über Nacht laufen.

Holen Sie den Glasfritteneinsatz nicht mit Tiegelzange oder Pinzette aus dem Extraktor. **Sie werden dabei den Fritteneinsatz zerbrechen!** Biegen Sie stattdessen eine Büroklammer ganz auseinander, so dass Sie ein langes Stück Draht erhalten. Das eine Ende biegen Sie zu einem kleinen Haken um. Diesen Haken stecken Sie in die Öse des Glasfritteneinsatzes, um ihn herauszuziehen. (Siehe Abbildung)



Das gereinigte Harz wird abgesaugt und im Vakuum getrocknet. (Vorsicht: Die Substanz kann möglicherweise stark ätzende Dämpfe entwickeln, vor allem, wenn nicht richtig gewaschen wurde.)

Verwenden Sie keinen Vakuumtrockenschrank!

Bestimmen Sie die Auswaage.

Kapazitätsbestimmung

10 g des erhaltenen Reaktionsprodukts werden zum Quellen mit dest. Wasser überschichtet. Nach etwa 30 Minuten wird das Gemisch in eine Chromatografiesäule gegeben und - falls

¹ Testen Sie mal das „destillierte“ Wasser, was aus dem Hahn kommt. Sie werden sehen, dass auch das schon einen pH-Wert von „6“ hat – vermutlich weil noch ein bisschen Kohlendioxid gelöst ist.

² Der Vorgang ähnelt dem Waschen von Reis.

erforderlich – noch einmal mit dest. Wasser neutralgewaschen. Darauf lässt man eine konzentrierte Kochsalzlösung langsam (!) so lange durch die Säule laufen, bis das Eluat wiederum neutral reagiert. (Es gilt das gleiche wie oben: Einen pH-Wert von 7 werden Sie niemals erreichen!) Von dem Eluat (*durchrühren nicht vergessen!*) wird 2 Mal ein Aliquot von etwa einem Fünftel entnommen und mit 0,1 m Natriumhydroxidlösung und einem geeigneten Indikator titriert. (*Gibt es Indikatoren, die ungeeignet wären?*)

Hinweise:

- 0,1 m Natriumhydroxidlösung sollte als Maßlösung in Raum 31.05 ausstehen. Wenn Sie die Lösung selbst ansetzen müssen, verwenden Sie eine "Titrisol"-Ampulle und informieren Sie sich über deren Anwendung!
- Auch Indikatorlösungen stehen meist schon aus. Wenn Sie eine Indikatorlösung selbst ansetzen müssen, lösen Sie **wenig** Indikator in Ethanol und tropfen von der erhaltenen Lösung wenige Tropfen hinzu!

Nachfolgende Berechnungen gehören normalerweise ins Laborjournal. Hier im Praktikum müssen Sie bitte den Rechengang auch im Protokoll transparent machen. Sie können sich dazu an der Tabelle orientieren, wie man die Rechnung übersichtlich präsentieren könnte.

Gesamtvolumen des erhaltenen Eluats:.....ml				
Entnommenes Aliquot	1. Titration:	ml	2. Titration:	ml
Verbrauchte Menge der Natronlauge	1. Titration:	ml	2. Titration:	ml
Mittelwert:	ml Natronlauge/ml Eluat =		meq/ml Eluate	
Aus dem Harz freigesetzte Säuremenge:		meq		
Kapazität des Harzes:		meq/g Harz		

Fragen vor Ausführung des Versuchs:

1. Formulieren Sie Reaktionsgleichung und Mechanismus.

Aufgaben nach Ausführung des Versuchs:

2. Welche Anwendung findet das Produkt? Erläutern Sie das Funktionsprinzip in Stichworten!
3. Berechnen Sie aus der Gewichtszunahme der Substanz den molaren Sulfonsäuregehalt pro Gramm Harz! Vergleichen Sie das Ergebnis mit der titrimetrischen Kapazitätsbestimmung! Sie werden feststellen, dass beide Werte sich deutlich unterscheiden. Versuchen Sie Erklärungen

Hinweis:

Von der Substanz darf kein IR-Spektrum angefertigt werden! Die Substanz ist zu hart und kann den Kristall zerstören!

Zum Nachdenken:

Was Sie hier lesen ist eine sehr untypische Vorschrift. Wenn Sie diese Reaktion in der Literatur finden würden, würde die Vorschrift ungefähr so lauten:

Zu 15 g Harz werden 50 ml Chlorsulfonsäure hinzuge tropft und die Mischung anschließend 5 Stunden zum Sieden erhitzt. Nach dem Abkühlen wird zunächst mit 25 ml 70%iger Schwefelsäure und dann mit 50 ml Eiswasser gequantscht und schließlich auf 50 g Eis gegossen und abgesaugt.

Es wäre Ihr Job, diesen Text in konkrete Handlungen umzusetzen! Noch ist das nicht Ihr Job, aber es dauert nicht mehr lange, bis das so ist. Lernen Sie zu verstehen, was vor Ihrer Nase im Abzug passiert! Akkumulieren Sie Kenntnisse über das Verhalten von Substanzen, am besten auch gleich Substanzklassen! In diesem Versuch haben Sie es mit der Substanzklasse „Säurechlorid“ zu tun bekommen. Nicht alle Säurechloride reagieren gleich heftig, aber alle Säurechloride sind reaktiver als die korrespondierenden Säuren. Die Strategien, die Sie in diesem Versuch lernen, um Flüssigkeiten sicher umzufüllen, sind auf andere Gefährdungsarten übertragbar, also z.B. für krebserzeugende Flüssigkeiten. Sind diese nicht ätzend, aber volatil, kommen auch Spritzen in Frage.

Chemisch zu experimentieren bedeutet: Vorschriften **umzusetzen** und nicht nur Zeile für Zeile abzuarbeiten. Es bedeutet: Erwartungen an das Geschehen zu haben und aufgrund der Erwartungen einen Plan zu haben aber trotzdem wachsam zu sein, um bei jedem Problem mit einer passenden Strategie reagieren zu können.

Versuch 6-9

In diesem Abzug wird **Chlorsulfonsäure** gearbeitet.

Chlorsulfonsäure ist **stark ätzend** und

reagiert explosionsartig mit Wasser.

Es darf gleichzeitig **keine weitere Apparatur** in diesem Abzug betrieben werden.

Name:

Datum: