

Teste dein Wissen mit Aufgaben aus der ChemieOlympiade! Amine – von Gammelfleisch und Leichengift zu schöneren Dingen

Amine sind in der Schule unbeliebt, weil sie meistens sehr unangenehm riechen. Unter anderem entstehen sie beim Verwesen von Fleisch: Wird zum Beispiel bei der Aminosäure Lysin die Carboxylgruppe abgespalten, so entsteht 1,5-Diaminopentan, das auch unter dem Namen Cadaverin bekannt ist (Abb. 1).



Abb. 1: Lysin wird zu 1,5-Diaminopentan decarboxyliert

Lebensmittelchemiker beurteilen die Qualität von frischem Fleisch unter anderem anhand des Putrescin-Gehaltes, der je nach Länge der Lagerung beständig zunimmt. Putrescin hat den systematischen Namen 1,4-Diaminobutan und entsteht ebenso wie sein chemischer Verwandter Cadaverin durch Decarboxylierung. Zusammen mit anderen Zerfallsprodukten, die bei der Verwesung von Tieren oder Menschen entstehen, wurde es früher als Bestandteil des „Leichengifts“ bezeichnet – dieser Begriff wird jedoch in der wissenschaftlichen Literatur nicht mehr verwendet, weil er sich als Unfug

her ausgestellt hat: „Ein Leichnam ist nicht giftiger als ein totes Huhn“, heißt es sinngemäß in einem Trauerratgeber [1]. Auch wenn es kein Leichengift gibt, so ist dennoch bei Aminen Vorsicht anzuraten. Da es sehr viele Amine gibt (primäre, sekundäre, tertiäre und quartäre sowie Mono-, Di-, Tri- Poly-Amine), sollen hier zur Vereinfachung die ersten fünf primären Monoamine genauer betrachtet werden. In der folgenden Tabelle sind einige Daten zu ihren Gefährdungen aufgeführt und durch ein Ampelschema farblich verdeutlicht.

Tab. 1: Primäre n-Alkylamine und ihre Stoffeigenschaften

ZVG	CAS	Molmasse g/mol	H-Sätze	Freisetzungsverhalten von 0,025 mol/L (Ausgasen) bei 62°C	Gefahr beim Einatmen	Gefahr bei Hautkontakt	Gefahr bei Augenkontakt	Gefahr beim Verschlucken	Umweltgefahren	Schwangerschaftsgruppe C	Keine Hautresorption möglich	
Methylamin	16060	74-89-5	31,06	H220 H280 H332 H315 H318 H335	vernachlässigbare Gefahr T (2hPa) = 65°C T (10hPa) >100°C	mittlere Gefahr H332 H335	geringe Gefahr H315	mittlere Gefahr H318	vernachlässigbare Gefahr	mittlere Gefahr WGK 2	Ja	Ja
Ethylamin	20540	75-04-7	45,08	H220 H280 H332 H315 H319 H335	geringe Gefahr T (2hPa) = 53°C T (10hPa) >100°C	mittlere Gefahr H332 H335	geringe Gefahr H315	geringe Gefahr H319	vernachlässigbare Gefahr	geringe Gefahr WGK 1	Nein	Ja
Propylamin	38390	107-10-8	59,11	H225 H290 H302 H311 H331 H314 H335	geringe Gefahr T (2hPa) = 49°C T (10hPa) = 76°C T (50hPa) >100°C	hohe Gefahr H331 H335	hohe Gefahr H311 H314	mittlere Gefahr H302	geringe Gefahr WGK 1	Nein	Nein	
Butylamin	10750	109-73-9	73,14	H225 H302 H311 H331 H314	geringe Gefahr T (2hPa) = 44°C T (10hPa) = 69°C T (50hPa) = 97°C	hohe Gefahr H331	hohe Gefahr H311 H314	mittlere Gefahr H302	geringe Gefahr WGK 1	Ja	Nein	
Pentylamin	38610	110-58-7	87,16	H225 H302 H312 H331 H314 H412	mittlere Gefahr T (2hPa) = 40°C T (10hPa) = 62°C T (50hPa) = 88°C	hohe Gefahr H331	mittlere Gefahr H312 H314	mittlere Gefahr H302	mittlere Gefahr H412 WGK 1	Nein	Nein	

Hier noch einige Erläuterungen zur Tab. 1:

- Jeder chemische Stoff hat eine ZVG- und CAS-Nummer, mit der man den Stoff exakt zuordnen und weitere Daten über ihn finden kann.
- Das Freisetzungsverhalten zeigt, in welchem Umfang die in Wasser gelösten Amine bei 62°C aus ihrer Lösung in die Luft des Fachraums ausgasen. Dabei gilt folgender Zusammenhang: Je länger die Alkylkette desamins ist, desto unpolarer ist das Amin und umso stärker gast es aus seiner polaren wässrigen Lösung aus [2].
- Die H-Sätze kennst du aus dem Chemiebuch, dort sind sie meist im Anhang abgedruckt. Du kannst sie aber auch ganz einfach im Internet abfragen.
- WGK bedeutet Wassergefährdungskategorie, 1: schwach, 2: deutlich, 3: stark wassergefährdend.
- Schwangerschaftsgruppe C bedeutet: Wird Luft eingeatmet, die bis zu einem bestimmten Gehalt (Luftgrenzwert) diesen Stoff enthält, wird weder die Gesundheit der Erwachsenen und Jugendlichen noch bei Schwangeren die von ihren ungeborenen Kindern geschädigt [3].
- Wenn Stoffe hautresorptiv sind, können sie bei Hautkontakt die Haut durchdringen und gegebenenfalls die Gesundheit der Erwachsenen, Jugendlichen und -bei Schwangeren- die von ihren ungeborenen Kindern chronisch schädigen.

Wenn für einen Versuch mehrere geeignete Stoffe zur Auswahl stehen, dann muss davon stets der Stoff ausgewählt werden, der am wenigsten gefährlich ist [4]. Dies ist in unserer Tab. 1 das Methylamin. Methylamin ist zwar bei Raumtemperatur ein Gas und müsste normaler in einer Druckgasflasche bevorratet werden, aber mit einem einfachen Trick wird es zu einem Salz, das sich wesentlich leichter handhaben

lässt (Abb. 2). Dieses Salz heißt Methylamin-Hydrochlorid oder auch Methylammoniumchlorid.



Abb. 2: Methylamin und Chlorwasserstoff reagieren zu Methylamin-Hydrochlorid

CHEMKON FÜR SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER

In dem folgenden Beispiel wird es in einer Konzentration von $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ angewendet. Wie du schon gelesen hast, gast es ein wenig aus und es riecht auch ein wenig nach „zwei Tage lang getragener Socke“, nichtsdestotrotz solltest du am Abzug oder bei guter Lüftung arbeiten und die Nase nicht zu

dicht daran halten. In einer derart geringen Konzentration geht aber vom Methylamin keine Gefährdung mehr aus; die auf dem Etikett stehen müsste. Die Hauptgefährdung durch die Fertiglösung besteht in der stark alkalischen Lösung, die den pH-Wert 13 hat.

Versuch 1: Disaccharid-Nachweis mit Fearon's Test

Fearon's Test



GHS07

Signalwort: **Achtung**

H-Sätze:

H315: Verursacht Hautreizungen.

H319: Verursacht schwere Augenreizung.

P-Sätze:

Im Jahr 1942 beschrieb der irische Forscher *William Robert Fearon*, wie man mit einer Lösung von Methylamin-Hydrochlorid Disaccharide vom Maltose-Typ nachweisen kann [5]. Diese Lösung nennt sich „Fearon's Reagenz“; sie sollte vor dem eigentlichen Experiment durch Lösen von 1,25 g Methylamin-Hydrochlorid und 5 g Natriumhydroxid in 250 ml entionisiertem Wasser hergestellt und gut beschriftet werden. In einer Braunglasflasche ist Fearon's Reagenz ca. 12 Monate haltbar, nebenstehende Abb. 3 zeigt das entsprechende Etikett für die fertige Lösung.

Geräte und Chemikalien: 10 baugleiche Reagenzgläser, 1 Becherglas 500 mL, eine Heizplatte, die sich auf $70 \text{ }^\circ\text{C}$ einstellen lässt, 1 Thermometer, 1 wasserfester Stift, Pipetten, (Smartphone-) Kamera, deionisiertes Wasser, jeweils 10 mg von folgenden Zuckern: Glucose, Galactose, Fructose, Maltose, Lactose, Cellobiose, Saccharose, sowie je 2 mL Vollmilch, lactosefreie Milch, Kefir oder Ayran

Durchführung: Gib in das 500 mL-Becherglas ca. 200 mL deionisiertes Wasser und heize auf $70 \text{ }^\circ\text{C}$ auf.

Hinweis: Sollte an deiner Schule kein Methylamin-Hydrochlorid vorhanden sein, aber 1,6-Diaminohexan (auch Hexamethyldiamin genannt) aus der Nylon-Herstellung mit Sebacinsäuredichlorid, so lässt sich der Versuch auch damit durchführen [6]. Ggf. muss das verklumpte 1,6-Diaminohexan ähnlich wie auskristallisierter Honig erst in einem Wasserbad erwärmt werden, dann nimmt man ca. 1 mL flüssiges Diaminohexan mit einer Einmalpipette auf und tropft davon 0,73 g in eine austarierte Braunglasflasche, die auf einer Waage steht. Anschließend kommen 250 mL Natronlauge ($c = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$) hinzu. Nach dem vollständigen Lösen kann die Mischung wie Fearon's Reagenz verwendet werden.



Abb. 4: Reagenzgläser im Wasserbad am Ende der Farbreifung von Fearon's Test

Nummeriere die Reagenzgläser mit dem wasserfesten Stift und gib in die Reagenzgläser 1 bis 7 jeweils 10 mg Zucker und 2 mL deionisiertes Wasser, in die Reagenzgläser 8 bis 10 jeweils 2 mL der Milchgetränke.

Füge dann zu jedem Reagenzglas 2 mL Fearon's Reagenz hinzu. Stelle alle Reagenzgläser zeitgleich in das Wasserbad und beobachte für 15 Minuten. Dokumentiere den Reaktionsverlauf mit der Kamera (alle 60 Sekunden ein Bild, ggf. Zeitrafferfunktion).

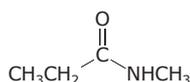
Ergebnis: Die Reagenzgläser mit den reduzierenden Disacchariden färben sich kirschrot, die reduzierenden Monosaccharide färben sich gelb, die nicht-reduzierende Saccharose-Lösung bleibt farblos. Die Milchgetränke färben sich je nach Lactosegehalt gelb bis rosa.

Zusatzexperiment: Falls in deiner Schule ein UV-Vis-Spektrometer vorhanden ist, gib die kalten Zucker-Lösungen in eine Küvette und messe die Extinktion von 450-650 nm. Bei den roten Lösungen sollte ein Maximum bei 541 nm erreicht werden.

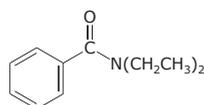
Wenn ein Amin mit einem Carbonsäurechlorid reagiert, entsteht ein Amid.

Hierzu eine Aufgabe aus der ChemieOlympiade 2011 in Ankara:

Folgende zwei Amide sollen jeweils aus einem Säurechlorid und einem Amin synthetisiert werden:

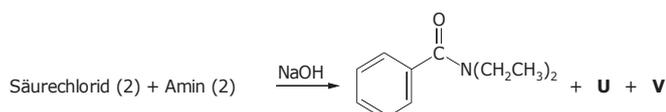
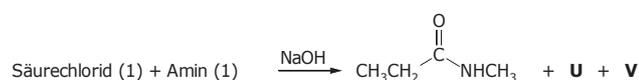


Amid 1



Amid 2

a) Ergänzen Sie in den unten stehenden Gleichungen die Säurechloride 1 und 2, die Amine 1 und 2 sowie U und V.



b) Benennen Sie die beiden Amide.

Zum Nachlesen und Nachschlagen

[1] <https://aspetos.com/de/post/sind-leichen-giftig/32>

[2] Die Formeln und Daten zur Berechnung stammen aus <http://satellite.mpic.de/henry/index.html>

[3] <https://www.ruhr-uni-bochum.de/safety/gevo/muttersch/index.html>

[4] Siehe §7 (3) https://www.gesetze-im-internet.de/gefstoffv_2010/_7.html

[5] Fearon, R.W. <https://doi.org/10.1039/AN9426700130>

[6] Ruppertsberg, K., Klemeyer, H. (2020). Lactose-Schnelltest: Wie kann man in 60 Sekunden Milchzucker nachweisen? CHEMKON 27, S. 199-202, DOI 10.1002/ckon.201900064

Viel Spaß wünschen Klaus Ruppertsberg, Horst Klemeyer und die Redaktion!

