

Aufgabenstellung mit Experiment: Chemie der Propenderivate

Aufgabe 1: Propen in Synthesen

- 1.1** Zeichnen Sie die Strukturformeln der in **M2** angegebenen Stoffe und nennen Sie die zugehörigen Stoffklassen.
Erklären Sie, welche prinzipiellen Ordnungskriterien dem Fließschema zugrunde gelegt sind. Entwickeln Sie es mit den in **M1** zusätzlich genannten Verbindungen weiter (nur Verbindungsnamen und –klassen).
- 1.2** Erläutern Sie für die Reaktion von Propen zu Propan-1-ol und Propan-2-ol den Reaktionsmechanismus unter Verwendung von Strukturformeln. Begründen Sie, welches der beiden Produkte bevorzugt gebildet wird.
- 1.3** Planen Sie ein Experiment zur Unterscheidung von Propanal und Propanon. Geben Sie die zugehörige(n) Beobachtung(en) und Reaktionsgleichung(en) an.

Aufgabe 2: Propansäure in Reaktionen

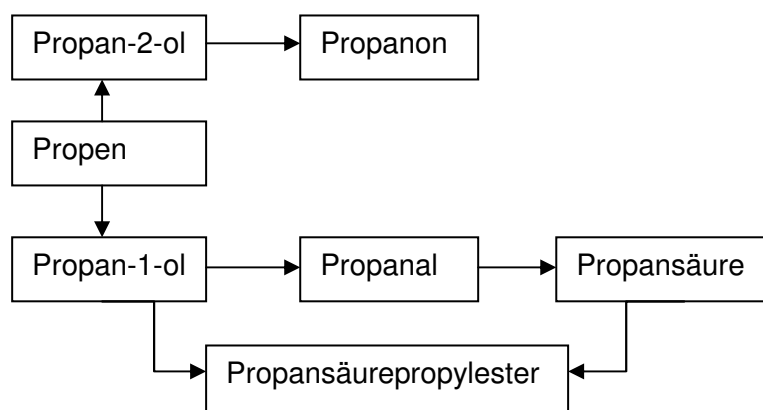
- 2.1** Beschreiben Sie die Unterschiede der in **M3** dargestellten Reaktionen (A) und (B). Begründen Sie die Eigenschaften der Produkte mithilfe ihrer Molekülstrukturen(**M3**).
- 2.2 Experimenteller Aufgabenteil:**
Führen Sie den in **M4** beschriebenen Versuch durch und protokollieren Sie Ihre Messungen.
Hinweis: Wenn Ihnen Ihr Versuchsergebnis unbrauchbar erscheint, können Sie zur Weiterarbeit Messwerte bei der aufsichtführenden Lehrkraft anfordern. Damit erhielten Sie für diesen Aufgabenteil keine Bewertungseinheiten.
- 2.3** Zeichnen und interpretieren Sie die Titrationskurve aus den Messwerten des Versuchs. Berechnen Sie die Konzentration der Propansäure.
- 2.4** Erklären Sie den Einfluss des pH-Wertes auf die Wirksamkeit der Propionsäure als Konservierungsmittel. Nehmen Sie Stellung zur Verwendung von Propionsäure und Propionaten als Konservierungsstoffe. (**M5**)
- 2.5** Erläutern Sie, wie lediglich aus dem Propan-1-ol und geeigneten Oxidationsmitteln der in der Riechstoffindustrie eingesetzte Propionsäurepropylester hergestellt werden kann. Berechnen Sie danach, wie viel Gramm des Esters aus 120 g Propan-1-ol mit geeigneten Oxidationsmitteln unter der Annahme einer vollständigen Umsetzung maximal erhalten werden können.

Material

M1 C₃-Verbindungen

Organische Verbindungen, deren Moleküle drei in einer Kette angeordnete Kohlenstoffatome enthalten, findet man in Natur und Technik in zahlreichen Varianten. In den Crackgasen des Erdöls findet man Propen (Propylen), das als Ausgangsstoff für die Herstellung des Kunststoffes Polypropylen verwendet wird. Glycerin ist ein Baustein der Fette und wird zudem als Lösungs- und Frostschutzmittel verwendet. Propensäure (Acrylsäure) wird bei der Herstellung von Plexiglas benötigt. Propansäure (Propionsäure) und deren Salze werden als Konservierungsmittel (E280 – E283) verwendet. Propansäurepropylester ist ein wohlriechender Aromastoff, der für die Riechstoffindustrie von Interesse ist. Propanon (Aceton) ist ein universelles Lösungsmittel, selbst hartnäckige Flecken und Nagellack können damit entfernt werden.

M2 Fließschema: Produkte des Propens



M3 Propansäure und ihre Reaktionsprodukte

Im Folgenden sollen die Reaktionen (A) und (B) sowie deren Reaktionsprodukte genauer betrachtet werden:

- (A) Propansäure reagiert mit Propan-1-ol zu Propansäurepropylester (auch Propylpropanoat).
 (B) Propansäure reagiert mit einer Natriumhydroxidlösung zu Natriumpropanoat.

Eigenschaften der Reaktionsprodukte Propansäurepropylester und Natriumpropanoat:

Propansäurepropylester	Natriumpropanoat
nicht wasserlöslich	sehr gut wasserlöslich
–	alkalische Lösung
Geruch nach Birne	geruchlos
Schmelztemperatur -76 °C	Schmelztemperatur 285 °C
Siedetemperatur 123 °C	Zersetzung vor dem Sieden

M4 Experiment

Achten Sie auf die allgemeinen Sicherheitsregeln beim Experimentieren.

Schutzbrille benutzen!

Versuch: Titration einer Propansäurelösung unbekannter Konzentration**Materialien:**

Erlenmeyerkolben, pH-Elektrode, ggf. Magnetrührer mit Rührmagnet, Stativmaterial, Bürette, 10 mL-Pipette mit Pipettierhilfe

Chemikalien: Probe (Propansäurelösung), Natronlauge ($c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

Durchführung: Legen Sie 10 mL Propansäurelösung unbekannter Konzentration vor, verdünnen Sie sie mit etwa 50 mL destilliertem bzw. demineralisiertem Wasser und titrieren Sie die Lösung mit Natronlauge ($c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$).

Lesen Sie dabei nach je 1 mL Laugenzugabe den pH-Wert ab. Gehen Sie ab 8 mL Laugenzugabe in 0,5 mL-Schritten vor, bis der Äquivalenzpunkt eindeutig überschritten ist.

Entsorgung: Säure-Base-Restbehälter

M5 Propionsäure und ihre Salze als Konservierungsmittel**Propionsäure** (Propansäure, E280), **Konservierungsstoffe**

Freie Propionsäure hat als Konservierungsstoff aus geschmacklichen Gründen nur für Futtermittel Bedeutung. In der Lebensmittel-Industrie werden ausschließlich die etwas weniger wirksamen, aber dafür fast geruch- und geschmacklosen Natrium- und Calciumsalze eingesetzt. Die antimikrobielle Wirkung der Propionsäure ist im Vergleich zu anderen Konservierungsstoffen schwach, weshalb höhere Dosierungen zur Konservierung angewendet werden müssen. Wie bei anderen Konservierungssäuren ist die Wirksamkeit von Propionsäure pH-abhängig.

Die meisten Konservierungsstoffe reagieren schwach sauer. Da aber nur neutrale, undissoziierte Moleküle die Zellmembran passieren und in das Zellinnere der Mikroben gelangen können, sind diese Konservierungsstoffe nur in stärker sauren Lebensmitteln verwendbar. Je niedriger der pH-Wert in einem solchen Lebensmittel und je kleiner die stoffspezifische Dissoziationskonstante des jeweiligen Konservierungsstoffes ist, umso größer ist der undissoziierte, antimikrobiell wirksame Anteil des Konservierungsstoffes.

Wegen des günstigen pK_S -Wertes von 4,87 vermag die Propionsäure ihre Wirkung v. a. gegen Schimmelpilze schon bei pH-Werten um 5 zu entfalten. Gram-negative Bakterien werden ebenfalls gehemmt, dagegen ist die Wirkung gegen Hefen sehr gering. Aufgrund dieser Eigenschaften sind die Propionate zur Konservierung von Brot u. a. hefegetriebenen Backwaren (0,1 – 0,3 %) geeignet.

In der Bundesrepublik Deutschland waren Propionsäure und ihre Salze bis 1988 als Konservierungsstoffe für vorgebackene Backwaren, Brot mit krustenloser Seitenfläche, Scheibenbrot, bestimmte Feine Backwaren und Kuchen [...] zugelassen (Höchstmenge: 3 g/kg Lebensmittel). Mit dem Hinweis auf Ergebnisse von Fütterungsversuchen (Induktion von Tumoren im Vormagen der Ratte) wurden Propionsäure und ihre Salze durch die Änderungs-Verordnung vom 2.3.88 [...] aus der Liste der zugelassenen Konservierungsstoffe gestrichen.

Demgegenüber sind Propionsäure und die Propionate in einigen anderen Industrie-Staaten als Konservierungsstoffe zugelassen und dürfen Lebensmitteln zum Teil ohne Mengenbegrenzung oder Deklaration zugesetzt werden. [...]

zusammengestellt nach: RÖMPP Lexikon Lebensmittelchemie, Georg Thieme Verlag Stuttgart 1995

Hilfsmittel

1. Taschenrechner
2. Eine von der Schule eingeführte für das Abitur zugelassene Formelsammlung
3. Ggf. die Abbildung oder der Abdruck des Periodensystems
4. Millimeterpapier