

## K.2.12

### Biomoleküle – Kohlenhydrate und optische Aktivität

## Stereochemie von Naturstoffen – Chiralität und Stereoisomerie im Kontext eines Kriminalfalls

Nach einer Idee von Silke Schreiber



© RAABE 2025

© natatravel/istock/Getty Images Plus

Wurde Baron von Pilsener tatsächlich mit synthetisch hergestelltem Fliegenpilzgift (Muscarin), einem optisch inaktiven Isomerat, vergiftet? Oder hat er sich doch unabsichtlich mit Fliegenpilzen, die optisch aktives L-Muscarin enthalten, vergiftet? Diesen Fragen gehen Ihre Schülerinnen und Schüler mit dieser Unterrichtseinheit zur Stereochemie auf den Grund. Als Rahmenhandlung dient ein Kriminalfall, bei dem die Lehrkraft den Ausgang frei bestimmen kann. Die Lernenden erwerben unter anderem neue Kenntnisse über die D-/L-Nomenklatur, Enantiomere der Natur und über Polarimetrie, die sie dann in den noch folgenden Unterrichtsreihen über Kohlenhydrate oder Proteine anwenden können.

---

## KOMPETENZPROFIL

<b>Klassenstufe:</b>	11,12,13
<b>Dauer:</b>	8–12 Stunden
<b>Kompetenzen:</b>	1. Fachkompetenz; 2. Erkenntnisgewinnungskompetenz 3. Bewertungskompetenz; 4. Kommunikationskompetenz
<b>Methoden:</b>	Einzelarbeit, Partnerarbeit, Schülerversuch, Laborm- Übung, Internetrecherche
<b>Inhalt:</b>	Stereoisomerie, Enantiomere, Chiralität, Fischer-Projektion, D-/L-Nomenklatur, Polarimetrie, (+)/(-)-Nomenklatur, R-/S-Nomenklatur, CIP-Regeln

---

## Fachliche Hinweise

Chirale Moleküle und deren Eigenschaften sind faszinierend, insbesondere da das Thema wichtige und eindrucksvolle Bezüge zu unserem täglichen Leben aufweist. Des Weiteren steckt ein relativ neuer und hochaktueller Zweig der chemischen/mmedizinischen Forschung hinter dem Gebiet der Enantiomere, für welches zwei Nobelpreise (1990 und 2001) verliehen wurden.

Schülerinnen und Schüler sind von diesem Themengebiet begeistert und beeindruckt: Ein Vergleich mit Alltagsgegenständen (z. B. Schuhe) und dem eigenen Körper (z. B. Hände) veranschaulicht die chemischen Inhalte eindrucksvoll, und wer dem Hintergrund des Contergan-Skandals auf die Spuren kommt und die Zusammenhänge versteht, wird dies nicht wieder vergessen.

Die vorliegenden Materialien vermitteln die Lerninhalte rund um die Stereoisomerie anhand eines fiktiven Todesfalles, den die Lernenden klären sollen: Hat Baron von Pilz tatsächlich den essbaren Perlpilz mit dem giftigen Fliegenpilz verwechselt oder wurde er von seinem Enkel mit dem synthetischen Fliegenpilzgift Muscarin vergiftet? In einen spannenden Kontext eingebettet, der stets den Bezug zur Chemie des alltäglichen Lebens beibehält, eignen sich die SchülerInnen und SchülerInnen für mehr fachliche und experimentelle Kompetenzen an, durch die sie schließlich in der Lage sein werden, den Fall aufzuklären.

**Giftige/mmedizinische Fakten:** Die Giftwirkung des Muscarins besteht darin, dass es in den Synapsen von Nervenzellen wie der körpereigene Neurotransmitter Acetylcholin wirkt. Dadurch kommt es zu einer gefährlichen Dauererregung, die eine starke Gefäßerweiterung, einen damit verbundenen Abfall des Blutdrucks und eine Verlangsamung des Herzschlages nach sich zieht. Als Gegenmaßnahme wird zunächst der Magen-Darm-Trakt geleert und dann Atropin als Gegengift verabreicht. Heute weiß man, dass nicht das Muscarin das tödliche Gift in Fliegenpilzen ist: Fliegenpilze enthalten zu wenig Muscarin, um einen Menschen zu

## Auf einen Blick

### Vorbemerkung



Die GBU zu den verschiedenen Versuchen finden Sie als Download im Zusatzmaterial.

### Tragischer Unfall oder Mord? – Detektive nutzen die Stereochemie

- M 1** Der Tod von Baron von Pilz
- M 2** L-(+)-Milchsäure in Joghurt
- M 3** Spiegelbildisomerie und Chiralität
- M 4** Stereochemie näher betrachtet
- M 5** Welche Eigenschaften und Auswirkungen haben chirale Moleküle?
- M 6** Enantiomere im menschlichen Körper
- M 7a** Die Stereochemie der Weinsäure
- M 7b** Die CIP-Regeln – R-/S-Nomenklatur
- M 8a** Mord oder Unfall? – Lösung des Todes von Baron von Pilz
- M 8b** Tandem-Übung zur Stereochemie

Benötigt:  Molekülbaukasten  
 Spiegel

### Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.				
	einfaches Niveau		mittleres Niveau		schwieriges Niveau
	Zusatzaufgabe		Alternative		

## Der Tod von Baron von Pilz

M 1

In Ihrer Klasse beschließen Sie, ein kleines Detektiv-Büro zu eröffnen, und der erste Fall lässt nicht lange auf sich warten:

Baron Piet von Pilz wird tot in seiner Villa aufgefunden. Sie werden von Baron von Pilz Pia von Pilz an den Tatort gebeten, um den Fall zu klären. War Baron von Pilz Tod ein tragischer Unfall oder heimtückischer Mord? Verwechselte der passionierte und kompetente Pilzsammler tatsächlich den essbaren Perlpilz (*Amanita rubescens*) mit dem giftigen Fliegenpilz (*Amanita muscaria*), wie die Polizei vermutet? Oder wurde er von seinem Enkel Peter von Pilz mit synthetischem Fliegenpilzgift vergiftet?



Grafik: Julia Wenzel

Die Polizei findet am Tatort das letzte Pilzgericht, das sich Piet von Pilz zubereitet hatte. Auch in seinem Mageninhalt wird dieses letzte Pilzgericht gefunden. Qualitative chemische Untersuchungen der Gerichtsmedizin ergeben, dass beides eindeutig Muscarin enthielt. Die Polizei schließt den Fall als tragischen Unfall ab, da es sich bei Muscarin um Fliegenpilz-Gift handelt. Die Beamten gehen davon aus, dass Piet von Pilz den essbaren Perlpilz mit dem giftigen und tödlichen Fliegenpilz verwechselt hat und Letzteren zu einem Mahl zubereitet hat. Mit gerichtsmedizinischen Methoden lässt sich das Muscarin aus dem letzten Mahl und dem Mageninhalt extrahieren.

Sie geben sich jedoch mit diesen Ermittlungsergebnissen nicht zufrieden: Zu gut kannte sich Piet von Pilz laut den verlässlichen Aussagen seiner Frau Pia von Pilz mit seinen Pilzen aus – eine Verwechslung ist für sie ausgeschlossen. Der Enkel Peter von Pilz arbeitet jedoch als Pharmareferent und hat Zugang zu zahllosen Chemie- und Biochemikalien – und damit zu unzähligen Chemikalien – er könnte seinem Großvater synthetisches, also künstlich hergestelltes Muscarin unter sein letztes Pilzgericht gemischt haben. Ein Motiv hat er auch: Er würde einen beträchtlichen Geldbetrag von seinem Großvater erben, was ihm in seiner derzeitigen miserablen finanziellen Lage sehr zuträglich wäre. Der Enkel hat übrigens von Pilzen so wenig Ahnung, dass er noch nicht einmal einen Fliegenpilz von einem Champignon unterscheiden könnte.

### Aufgabe

Wie können Sie herausfinden, ob das Fliegenpilz-Gift Muscarin in dem letzten Mahl des Barons von einem echten Fliegenpilz stammt oder ob es sich um synthetisches Muscarin handelt? **Stellen Sie Hypothesen auf.**



#### Hinweis

In einem Pilz-Lexikon erfahren Sie, dass es sich bei dem Fliegenpilz-Gift echter Fliegenpilze um das sogenannte „L-(+)-Muscarin“ handelt.

### M 3 Spiegelbildisomerie und Chiralität

Die verschiedenen Milchsäure-Moleküle haben Ihre Neugier geweckt, und Sie wollen mehr über solche Substanzen erfahren, die vom chemischen Aufbau her gleich sind, sich aber wie Bild und Spiegelbild verhalten. Sie gehen in die nächstgelegene Bibliothek, durchsuchen mehrere Lexika und Chemie-Werke und finden Folgendes heraus:

Substanzen, deren Bild sich wie Bild und Spiegelbild verhalten und die nicht deckungsgleich sind, heißen **Spiegelbildisomere** oder **Enantiomere** (aus dem Griechischen: *enantios* = entgegengesetzt).

Allgemein nennt man Objekte, die mit ihrem Spiegelbild nicht identisch sind, **chiral** (aus dem Griechischen: *cheir* = Hand).

#### Regeln der D-/L-Nomenklatur

Um Enantiomere oder Spiegelbildisomere namentlich voneinander unterscheiden zu können, wurden verschiedene Nomenklaturen entwickelt. Die Milchsäure ist ein Beispiel für ein chirales Molekül. Zeichnet man das „Kohlenstoffgerüst“ senkrecht auf, so dass das höchstoxidierte Kohlenstoffatom oben steht, ergeben sich zwei Möglichkeiten zum einzeichnen der Hydroxygruppe: Sie kann sich auf der rechten oder auf der linken Seite des Kohlenstoffgerüsts befinden. Wenn sich die Hydroxygruppe auf der rechten Seite, so nennt man sie D-Milchsäure (lateinisch *dexter* = rechts), steht die OH-Gruppe auf der linken Seite, so ist es die L-Milchsäure (lateinisch *laevus* = links). Manche Moleküle enthalten mehrere chirale C-Atome. In solch einem Fall ist das chirale C-Atom, das am weitesten vom dem höchstoxidierten C-Atom entfernt ist für die für die D-/L-Nomenklatur entscheidend.

Nicht immer muss es eine Hydroxygruppe sein, welche bestimmt, ob die D- oder L-Form vorliegt. Andere Atome oder funktionelle Gruppen wie z. B. Aminogruppen (-NH<sub>2</sub>) fallen bei der Anwendung der D-/L-Regeln genau so ins Gewicht.

#### Aufgaben

1. Finden Sie Gegenstände und Dinge aus Ihrem Alltag, die sich wie Bild und Spiegelbild verhalten und nicht deckungsgleich sind, die also chiral sind!
2. Recherchieren Sie im Internet, wo im Alltag „rechts“ und „links“ noch eine wichtige Rolle spielen. Geben Sie dazu in einer Suchmaschine beispielsweise „Von Händen und Handschuhen – links und rechts in der Chemie“. Dort kommen Sie auf zahlreiche Internetseiten, auf denen Sie zahlreiche Informationen über Chiralität im Alltag bekommen.
3. Zeichnen Sie die beiden Spiegelbildisomere der Milchsäure und benennen Sie sie in der D-/L-Nomenklatur!

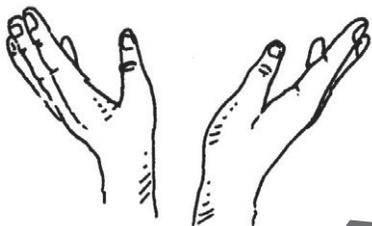
## M 5 Welche Eigenschaften und Auswirkungen haben chirale Moleküle?

Um der Lösung des Falles wieder ein kleines Stückchen näher zu kommen, müssen Sie noch klären, ob man die Enantiomerenpaare voneinander unterscheiden kann.

Folgendes finden Sie heraus:

Das chemische und physikalische Verhalten (z. B. Schmelzpunkt, Siedepunkt, Löslichkeit, Viskosität, Brennbarkeit) zweier Enantiomere ist gleich. Unterscheiden kann man sie nur, wenn sie mit weiteren Enantiomeren reagieren.

*Anschaulich bedeutet dies:* Ihre beiden Hände sind identisch aufgebaut, sie können beide das Gleiche, sind gleich schwer, haben die gleiche Farbe und den gleichen Aufbau. Aber wenn man versucht, die rechte Hand in einen linken Handschuh zu stecken oder die rechte Hand an den linken Arm zu operieren, merkt man, dass das nicht funktioniert, weil hier zwei chirale Objekte aufeinandertreffen.



Grafik: Julia Lenzmann

spiele für das Vorkommen vorwiegend einer Enantiomerenform.

In noch einem weiteren Punkt lassen sich zwei Enantiomere voneinander unterscheiden: Auf **polarisiertes Licht** (Licht nur einer einzigen Schwingungsebene) reagieren verschiedene Enantiomere unterschiedlich. Dies wird durch ein „+“ bzw. ein „-“ in der Bezeichnung der Stoffe verdeutlicht. Nicht chirale Stoffe zeigen diese Stoffeigenschaft, das polarisierte Licht zu drehen, nicht.



### Schüler-/ Lehrerverfahren: Eigenschaften und Auswirkungen chiraler Moleküle Chemikalien

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> D-(+)-Glucose, 25 g    | <input type="checkbox"/> Glycin, 25 g         |
| <input type="checkbox"/> L-(-)-Milchsäure, 25 g | <input type="checkbox"/> Destilliertes Wasser |
| <input type="checkbox"/> D-(-)-Fructose, 25 g   |   |

### Geräte

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Demonstrations-Polarimeter für den Tageslichtprojektor mit Küvetten | <input type="checkbox"/> Waage                   |
| <input type="checkbox"/> 4 Bechergläser (100 ml)   | <input type="checkbox"/> 4 Messzylinder (100 ml) |
| <input type="checkbox"/> 4 Glasröhre   | <input type="checkbox"/> 4 Spatellöffel          |
|  | <input type="checkbox"/> Schutzbrillen           |

# Mehr Materialien für Ihren Unterricht mit RAAbits Online

Unterricht abwechslungsreicher, aktueller sowie nach Lehrplan gestalten – und dabei Zeit sparen.  
Fertig ausgearbeitet für über 20 verschiedene Fächer, von der Grundschule bis zum Abitur: Mit RAAbits Online stehen redaktionell geprüfte, hochwertige Materialien zur Verfügung, die sofort einsetz- und editierbar sind.

- ✓ Zugriff auf bis zu **400 Unterrichtseinheiten** pro Fach
- ✓ Didaktisch-methodisch und **fachlich geprüfte Unterrichtseinheiten**
- ✓ Materialien als **PDF oder Word** herunterladen und individuell anpassen
- ✓ Interaktive und multimediale Lerneinheiten
- ✓ Fortlaufend **neues Material** zu aktuellen Themen



Testen Sie RAAbits Online  
14 Tage lang kostenlos!

[www.raabits.de](http://www.raabits.de)

