

## Von Schneckenkönigen und Schneckennudeln: Der Chiralität auf der Spur

Dr. Hans-Peter Haseloff, Esslingen

**Niveau:** Sek. II

**Dauer:** 4 Unterrichtsstunden

### Bezug zu den KMK-Bildungsstandards

**Fachwissen:** Einführung der Chiralität als Eigenschaft von Objekten und Molekülen. Die Chiralität wird als Grundlage der Stereoisomerie dargestellt, das asymmetrische Kohlenstoffatom als häufigste Ursache für chiralen Molekülbau erarbeitet. Grundlagen der Benennung von Enantiomeren nach dem D/L-System von Emil Fischer.

**Erkenntnisgewinnung:** Durch Arbeit mit Molekülmodellen kann das asymmetrische Kohlenstoffatom als eine mögliche Voraussetzung für Chiralität bei Molekülen selbst gefunden werden. Da die Konfiguration der spiegelbildlichen Moleküle gleich ist, ergibt sich die Notwendigkeit der genauen Bezeichnung der Isomere.

**Kommunikation:** Beim Einsatz der Arbeitsblätter sind unterschiedliche Unterrichtsformen möglich, die Gruppendiskussionen, gemeinsame Lösungsvorschläge und verschiedene Präsentationstechniken ermöglichen. Der Beitrag zeichnet sich besonders durch zwei außergewöhnliche Vorschläge als Einstieg in die Thematik der Chiralität und der Stereochemie aus.

### Der Beitrag enthält Materialien für:

- ✓ offene Unterrichtsformen
- ✓ fachübergreifenden Unterricht
- ✓ Lehrerversuche
- ✓ außerschulisches Lernen

II/C

### Hintergrundinformationen

Betrachtet man die Natur, stellt man fest, dass sie einerseits einem Maximum an Entropie zustrebt (Gesteine verwittern, organische Stoffe zerfallen und zersetzen sich), andererseits gibt es aber auch extreme Ordnungsprinzipien: Paradebeispiele sind Mineralien mit ihren hochorganisierten kristallinen Strukturen oder die im submikroskopischen Bereich liegenden Nanostrukturen.

Auffallend ist, dass immer wieder Ordnungsprinzipien zu beobachten sind, die sich bei Lebewesen in Bestimmungskriterien niederschlagen. Bei Pflanzen sind die Symmetrieverhältnisse der Blüten ein wichtiges Bestimmungsmerkmal. Manche Pflanzen haben keinen stabilen Stängel, sondern winden sich an festen Gegenständen oder an anderen Pflanzen nach oben. Hopfen zum Beispiel ist stets rechtswindend [1].

Die meisten Schneckenhäuser sind im Uhrzeigersinn gedreht. Schaut man von vorne auf das Schneckenhaus einer der größten einheimischen Schnecken (Weinbergschnecke – *Helix pomatia*), sodass man in die Öffnung des Schneckenhauses hineinsieht, dann liegt die Öffnung rechts. Das Schneckenhaus ist rechtsgängig (rechtsdrehend) bzw. im Uhrzeigersinn gewendet. In extrem seltenen Fällen kann man aber einmal eine Schnecke finden, deren Haus genau den entgegengesetzten Drehsinn besitzt, d. h., es ist linksgängig. Dies bezeichnet man als Schneckenkönig. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens linksdre-



Links: rechtsgängiges „normales“ Schneckenhaus, rechts: linksgängiges Schneckenhaus: „Schneckenkönig“

Foto: Dr. Hans-Peter Haseloff

## M 2 Herstellung eines Schneckenudel-Racemats mit Blätterteig

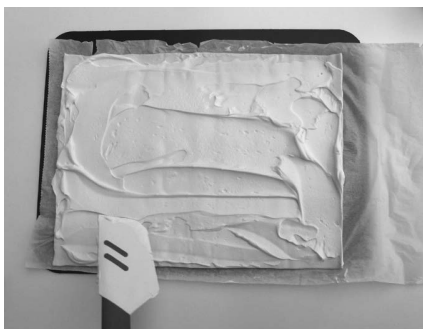
Einen Schneckenkönig zu finden ist ein höchst seltenes Ereignis! Um das Phänomen der Chiralität auf eine besondere Art und Weise einzuführen, kann man sich aber sehr einfach ein „künstliches Schneckenhaus-Racemat“ herstellen: Man backt Schneckenudeln!



Im Folgenden ein Rezept auf Blätterteigbasis, das besonders schnell geht. Die Zahlenangaben beziehen sich auf die Abbildungen.

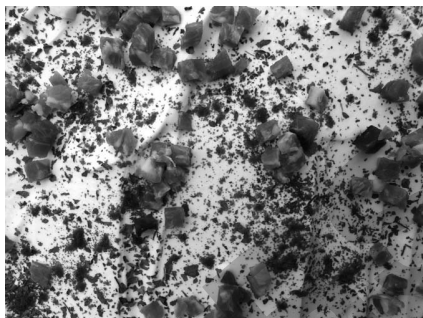
II/C

1



- Die Zutaten und alles, was man benötigt, herrichten (Blätterteig bis zur Verwendung im Kühlschrank aufbewahren).

2



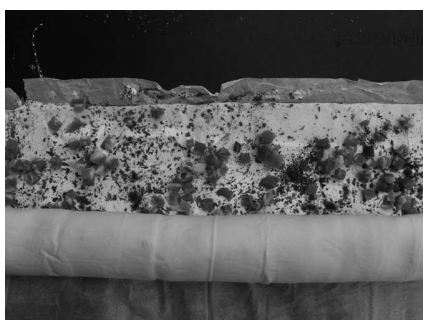
- Den Backherd auf 220 °C vorheizen (Einstellung: Umluft).
- Die gekühlte Blätterteigrolle samt dem anhaftenden Papier auf einer Unterlage auseinanderrollen und flächig ausbreiten.
- Auf den Blätterteig ca. 100 g Schmand geben und mit einem Teigschaber in dünner Schicht auf der gesamten Fläche verteilen (1).

3



- Möglichst gleichmäßig Paprikapulver, getrocknete Petersilie (oder Schnittlauch, je nach Geschmack), etwas Salz und ca. 75 Gramm magere Speckwürfel auf den Blätterteig streuen (2).
- Der Belag ist nun fertig. Jetzt wird der Blätterteig eingerollt.

4



- Man beginnt am breiten Rand, zieht den Teig mit dem Papier hoch (3) und rollt ihn vorsichtig ein (4). Das Papier beim Einrollen nach und nach ablösen und nicht mit einrollen (5)!

- Nun schneidet man die Teigrolle in etwa 1,5 cm dicke Scheibchen.

- Zum Ausbacken legt man ein Backblech mit Backpapier aus.

5



alle Fotos: Dr. Hans-Peter Haseloff

## M 4 Chiralität in der Chemie

Auch in der Chemie kommt Chiralität vor, insbesondere in der organischen Chemie: Moleküle können chiral gebaut sein.


### Aufgabe 1

Ermitteln Sie mithilfe von Molekülmodellen die Bedingung, die den häufigsten Fall der Chiralität bei organischen Molekülen darstellt.

#### Anleitung

- Bauen Sie ein Methanmolekül (Kohlenstoffatom: schwarze Kugel, Wasserstoffatome: weiße Kugeln).
- Ersetzen Sie nacheinander die Wasserstoffatome durch andersfarbige Atomkugeln.
- Bauen Sie zu jedem Molekül auch das Spiegelbild-Molekül.
- Kontrollieren Sie in allen Fällen, ob das Spiegelbild-Molekül durch eine entsprechende Drehung mit dem Original zur Deckung gebracht werden kann. Ist dies möglich, sind die Moleküle nicht chiral (= achiral); ist es nicht möglich, sind die Moleküle chiral.
- Zeichnen Sie unten die chiralen Moleküle ein und ermitteln Sie durch Vergleich mit den anderen Molekülen die Ursache für die Chiralität.

II/C



Chiralitätsbedingung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Aufgabe 2

Recherchieren Sie unter Verwendung geeigneter Hilfsmittel und definieren Sie die folgenden Fachausdrücke:

Asymmetrisches Kohlenstoffatom: \_\_\_\_\_

Asymmetriezentrum: \_\_\_\_\_

Chiralitätszentrum: \_\_\_\_\_

## M 5 Stereoisomerie bei Kohlenhydraten: D- und L-Form

Unter bestimmten Bedingungen können Moleküle so gebaut sein, dass bei Spiegelung des Originalmoleküls Bild und Spiegelbild nicht zur Deckung gebracht werden können. Die beiden Moleküle haben dann die gleiche Summenformel und die gleiche Verknüpfung der Atome (= Konstitution), aber trotzdem eine unterschiedliche räumliche Anordnung der Atome (= Konfiguration). Somit sind die beiden Moleküle isomer zueinander. Diese besondere Form der Isomerie bezeichnet man als **Stereoisomerie** (früher auch Bild-Spiegelbild-Isomerie).



II/C

Sie tritt in der organischen Chemie auf, wenn ein Molekül mindestens ein **asymmetrisches Kohlenstoffatom** besitzt (Kohlenstoffatom, das mit vier verschiedenen Resten verbunden ist) und das Molekül sonst keine Symmetrie aufweist (dies kann auftreten, wenn zwei oder mehrere asymmetrische Kohlenstoffatome im Molekül vorliegen).

Stereoisomere Moleküle besitzen die gleichen chemischen Eigenschaften. Allerdings können Enzyme oft nur eine der beiden Formen umsetzen. Die beiden Formen, die sich wie Bild und Spiegelbild zueinander verhalten, bezeichnet man als **enantiomer** zueinander, sie bilden zusammen ein Enantiomerenpaar.

Auch die physikalischen Eigenschaften der beiden Enantiomere sind bis auf eine Ausnahme gleich: Sie unterscheiden sich darin, wie sie die Schwingungsebene von linear polarisiertem Licht beeinflussen können.

Prof. Emil Fischer, der bahnbrechende Forschungen zur Strukturaufklärung bei Kohlenhydraten durchgeführt hat, machte auch einen Vorschlag, wie man Enantiomere eindeutig bezeichnen kann.

Als Bezugssystem verwendete er das einfachste Kohlenhydrat: Glycerinaldehyd (2,3-Dihydroxypropanal).

Befindet sich die Hydroxylgruppe bei Projektion des Moleküls in die Ebene auf der rechten Seite, handelt es sich um eine D-Form (lateinisch: dexter – rechts), befindet sie sich auf der linken Seite, liegt eine L-Form vor (lateinisch: laevus – links). Die Angabe der Konfiguration (D bzw. L) wird der Verbindungsbezeichnung vorangestellt.

**Aufgabe:** Zeichnen Sie die Spiegelbildformen der beiden unten abgebildeten Moleküldarstellungen und geben Sie die genaue Bezeichnung an.

