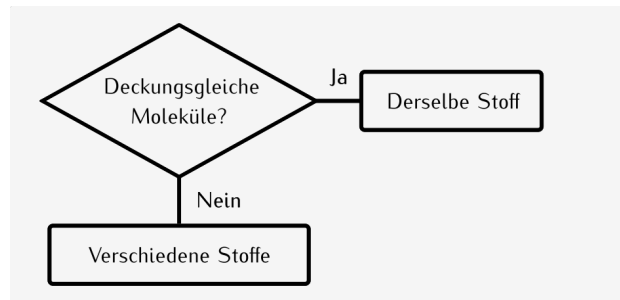


## 15 Isomerie

### 15.1 Verschiedene Stoffe oder derselbe Stoff? [Seite 165 sorgfältig lesen](#)

Verschiedene Stoffe haben verschiedene Eigenschaften und ihre Moleküle (Teilchen) sind verschieden aufgebaut. Die Atome ihrer Teilchen lassen sich nicht zur Deckung bringen.

Die Eigenschaften eines Stoffes sind unveränderlich. Alle seine Moleküle (Teilchen) haben denselben Aufbau. Sie sind identisch. Die Atome ihrer Teilchen lassen sich durch Drehung von Einfachbindungen zur Deckung bringen.



### 15.2 Isomere oder nur verschiedene Stoffe? [Seite 166 sorgfältig lesen](#)

Isomere sind verschiedene Stoffe derselben Zusammensetzung.

#### Aufgabe 15.1

Recherchieren Sie für folgende Paarungen, ob es sich um Isomere, denselben Stoff oder verschiedene nicht isomere Stoffe handelt.

(a) Baldriansäure, Valeriansäure

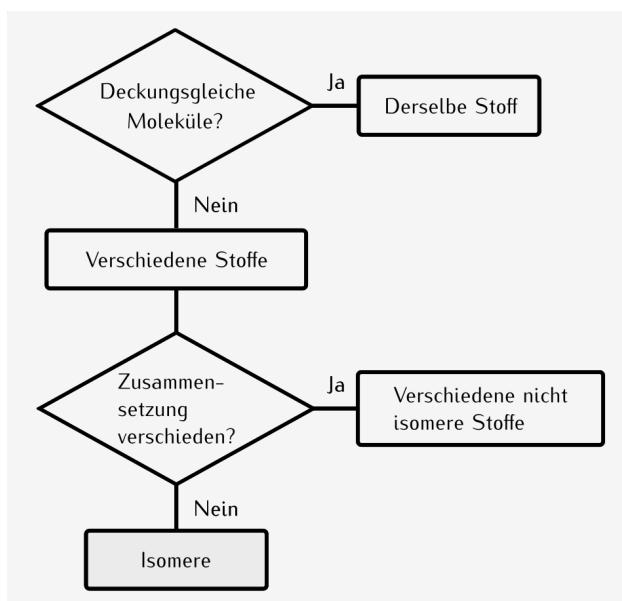
(d) GHB, Milchsäuremethylester

(b) Valerensäure, Valeriansäure

(e) E 270, Dihydroxyaceton

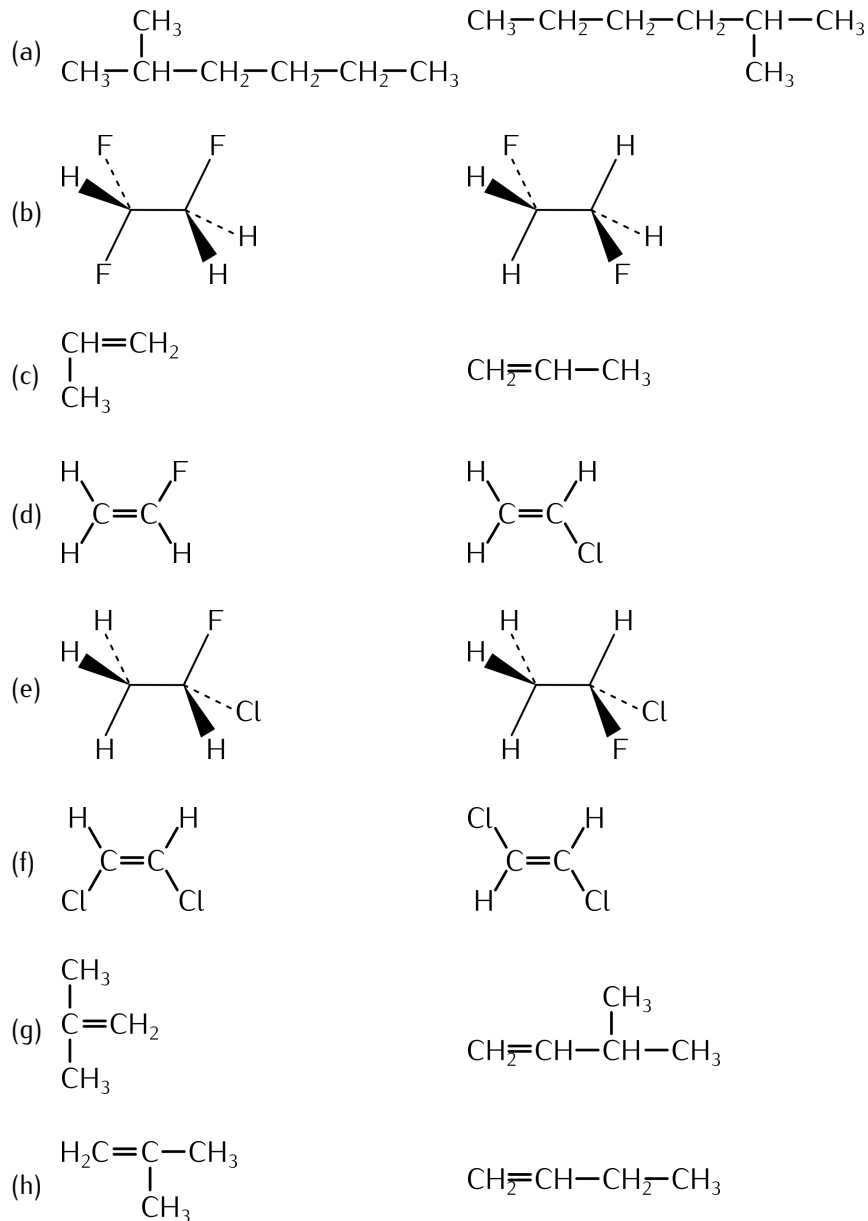
(c) Isovaleriansäure

(f) Milchsäure, Glycerinaldehyd



#### Aufgabe 15.2

Bestimmen Sie für folgende Paarungen, ob es sich um den denselben Stoff, Isomere oder verschiedene nicht isomere Stoffe handelt. Das Flussdiagramm zeigt den Lösungsweg.



### 15.3 Konstitutions- oder Konfigurationsisomere? [siehe auch Seite 167](#)

Isomere sind verschiedene Stoffe mit verschiedenen Molekülen. Unterscheiden sich Isomere in ihrer Konstitution, werden sie als Konstitutionsisomere bezeichnet. Andernfalls unterscheiden sie sich in ihrer Konfiguration und werden als Konfigurationsisomere bezeichnet.

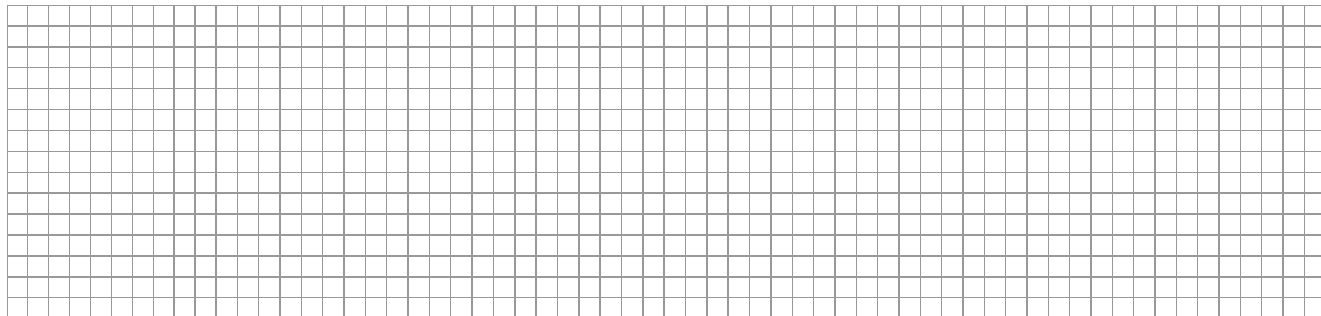
Konstitutionsisomere sind Isomere verschiedener Konstitution.  
Konfigurationsisomere sind Isomere gleicher Konstitution.

Die Konstitutionen oder Verknüpfungen lassen sich am einfachsten an den rationalen Formeln vergleichen. Sie kennt keine Richtung oder Bindungswinkel. Sie enthält als Information nur welche Atome miteinander verbunden sind. Die Formeln können zum Vergleich beliebig gedreht oder verdreht werden ohne Bindungen zu brechen.

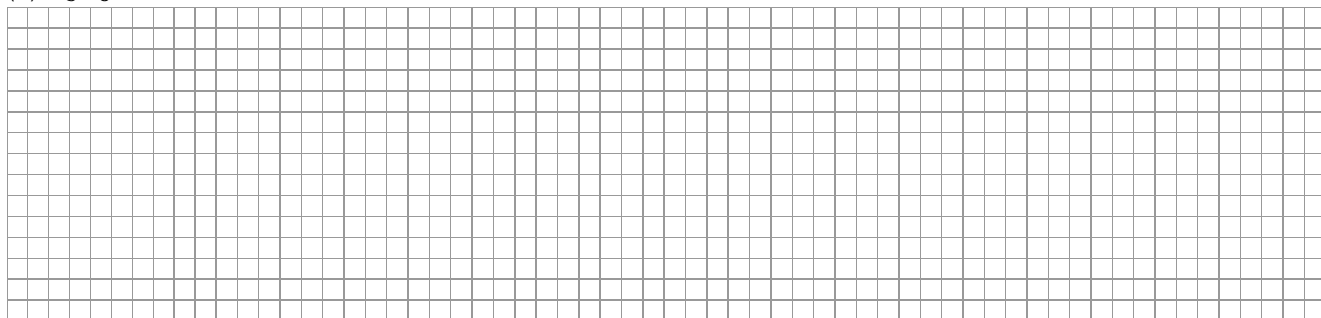
**Aufgabe 15.3**

Erstellen Sie die Konstitutionsformel (rationelle Formel und Skelettformel) dreier Konstitutionsisomere für Verbindungen mit folgenden Zusammensetzungen.

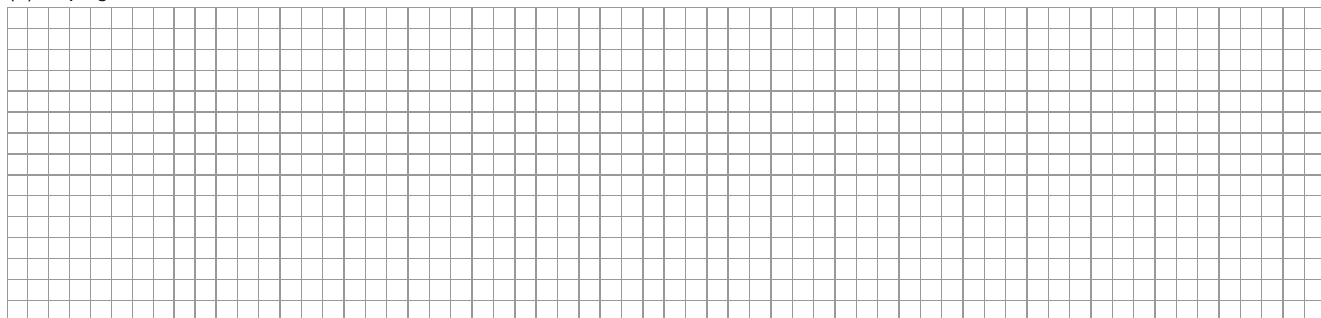
(a)  $C_6H_{14}$



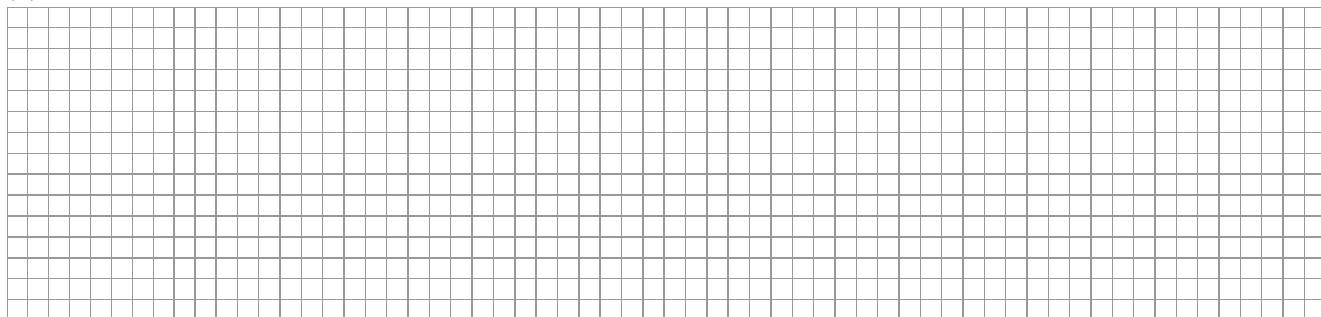
(b)  $C_3H_8O$



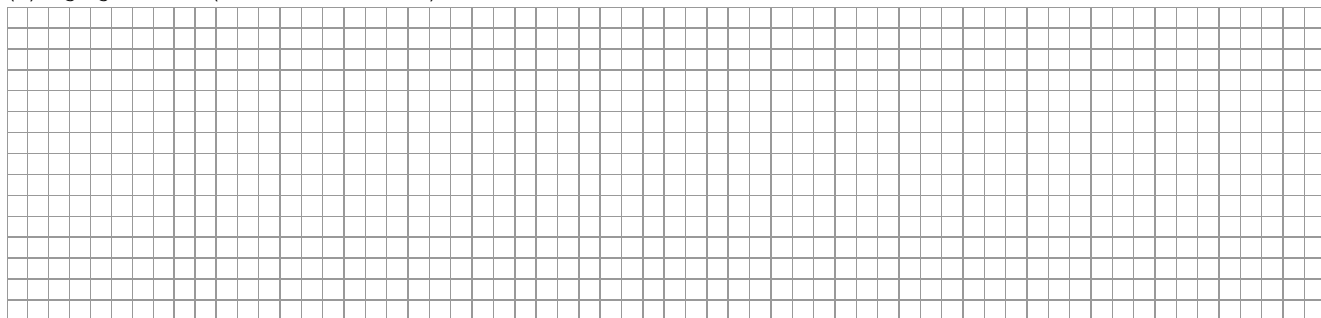
(c)  $C_4H_8$



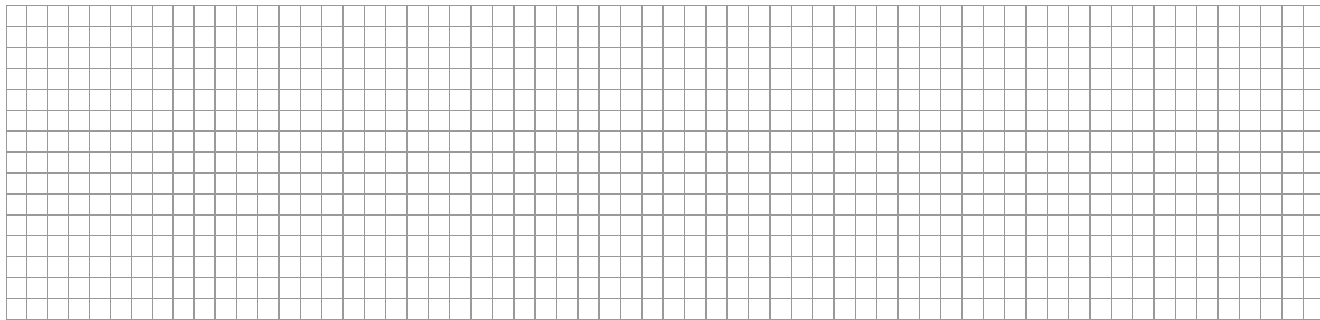
(d)  $C_4H_{11}N$



(e)  $C_3H_5-COOH$  (nur Carbonsäuren)

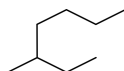
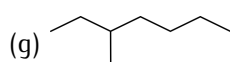
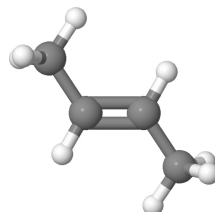
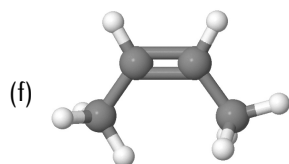
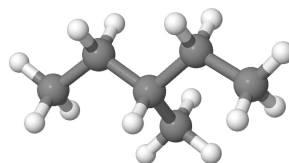
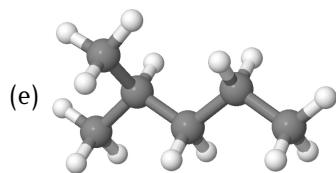
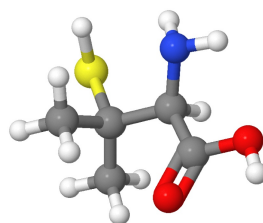
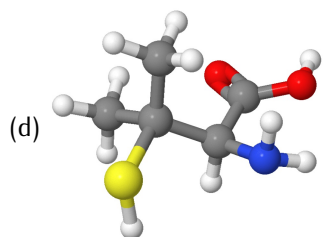
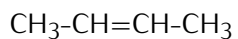
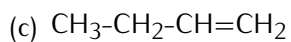
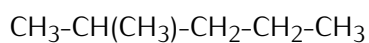
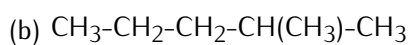
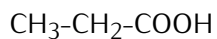
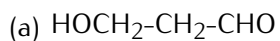


(f)  $C_5H_{10}O_2$  (nur Carbonsäuren)



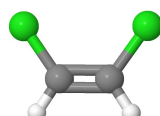
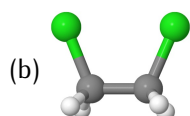
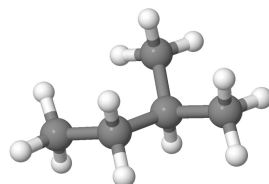
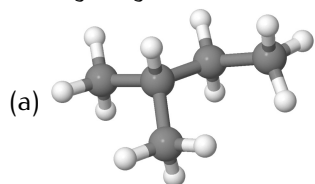
#### Aufgabe 15.4

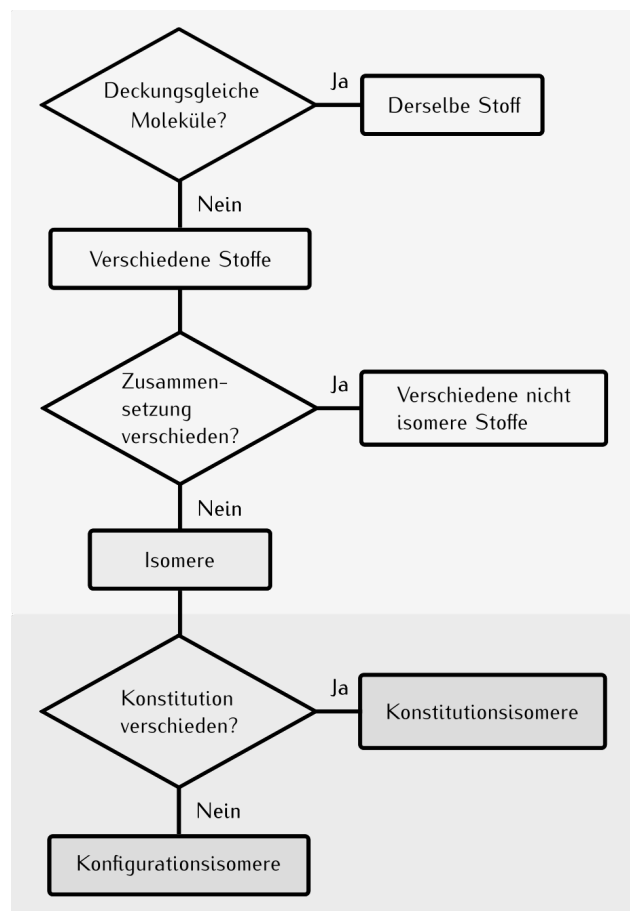
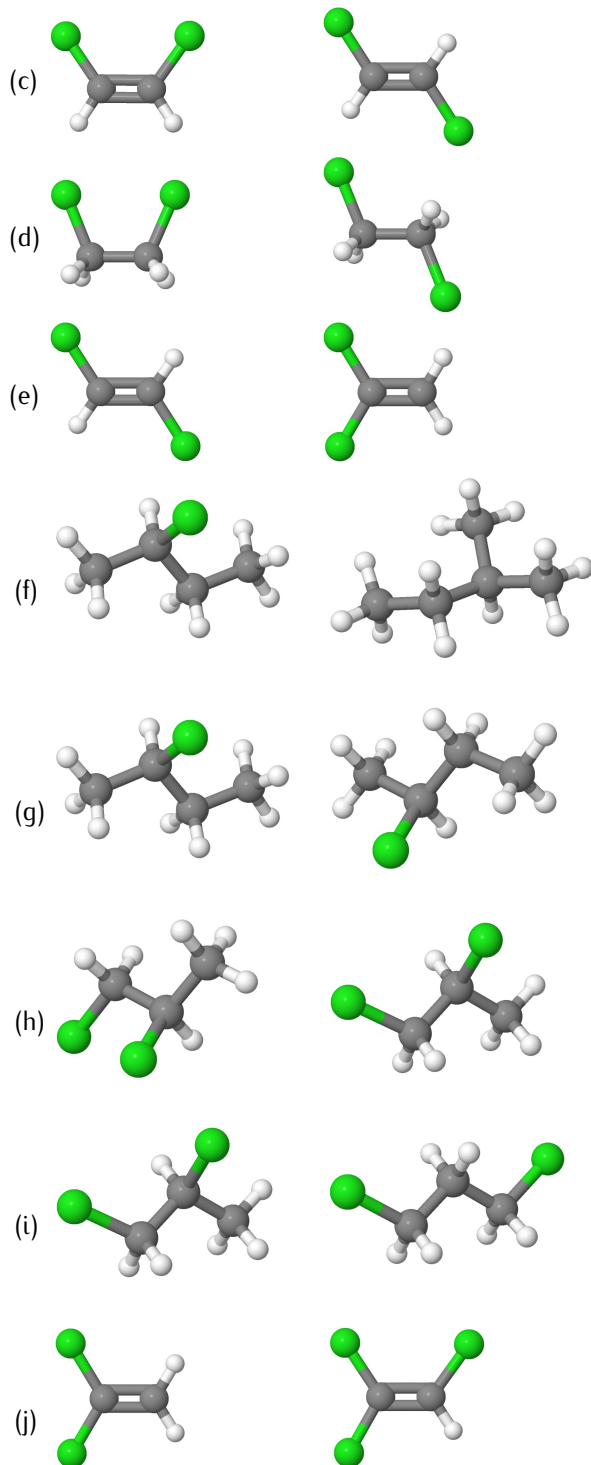
Folgende Paarungen haben jeweils dieselbe Zusammensetzung. Prüfen Sie ob sie dieselben oder verschiedene Konstitutionen haben.



#### Aufgabe 15.5

Bestimmen Sie für folgende Stoffpaare ob es sich um denselben Stoff, verschiedene nicht isomere Stoffe, Konstitutionsisomere oder Konfigurationsisomere handelt. Das unten abgebildete Flussdiagramm zeigt den Lösungsweg.





#### 15.4 Funktions-, Ketten- oder Stellungsisomere? [siehe auch Seite 169](#)

Konstitutionsisomere unterscheiden sich in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften. Wie stark sie sich unterscheiden hängt davon ab ob sie sich in ihren funktionellen Gruppen, der Kohlenstoffkette oder der position der funktionellen Gruppe unterscheiden.

##### 15.4.1 Funktionsisomere

Funktionsisomere haben unterschiedliche funktionelle Gruppen.

[Beispiel: siehe Seite 169](#)

Funktionsisomerie führt zu großen Unterschieden in den chemischen und physikalischen Eigenschaften.

### 15.4.2 Kettenisomere

Kettenisomere haben verschiedene Kohlenwasserstoffgerüste.

Beispiel: siehe Seite 170

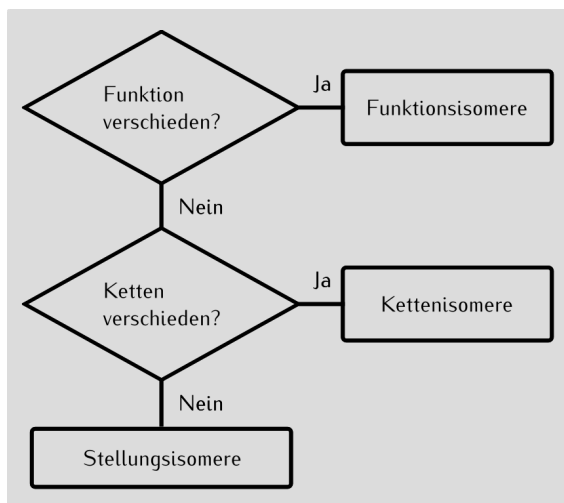
Die chemischen Eigenschaften reiner Kettenisomerie sind ähnlich. Die physikalischen Eigenschaften ändern leicht mit dem Verzweigungsgrad der Kette.

### 15.4.3 Stellungsisomere

Stellungsisomere unterscheiden sich in der Position der funktionellen Gruppe in ihrer (gleichen) Kohlenwasserstoffkette.

Beispiel: siehe Seite 170

Die chemischen Eigenschaften reiner Stellungsisomere sind ähnlich. Die physikalischen Eigenschaften ändern leicht mit der Position auf der Kohlenwasserstoffkette.



### Aufgabe 15.6

Folgende Paarungen sind Konstitutionisomere. Bestimmen Sie ob es sich um Funktions-, Ketten- oder Stellungsisomere handelt. Das Flussdiagramm zeigt den Lösungsweg.

(a) 2-Chlorpropan und 1-Chlorpropan

(b) Pentansäure und 3-Methylbutansäure

[illegible]

(c) Propanon und Propanal

[illegible]

### Aufgabe 15.7

Bestimmen Sie für folgende Stoffpaare ob es sich um denselben Stoff, verschiedene nicht isomere Stoffe, Konfigurationsisomere oder Konstitutionsisomere handelt. Geben Sie gegebenenfalls an, um welche Art der Konstitutionsisomerie es sich handelt.

(a)  $\text{HOCH}_2\text{—CH}_2\text{—CHO}$

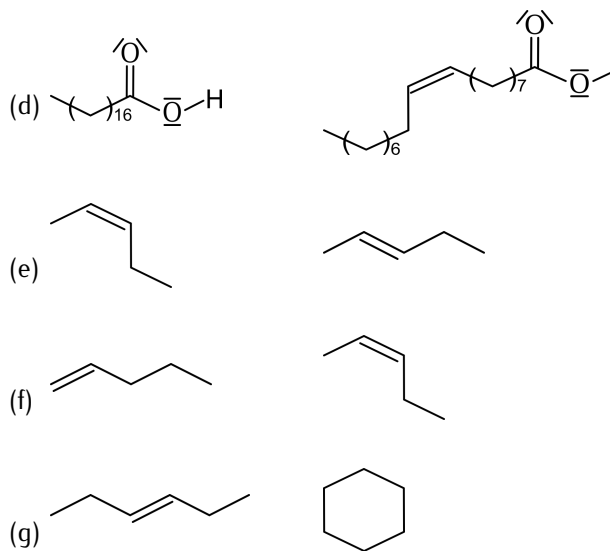
$$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$$

(b)  $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}(\text{CH}_3)\text{--CH}_3$

$$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$$

(c)  $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH=CH}_2$

$$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$$



### 15.5 Enantiomere oder Diastereoisomere?

#### 15.5.1 Zwei Arten von Konfigurationsisomeren

[Beispiel Diastereoisomere: siehe Seite 171](#)

[Beispiel Enantiomere: siehe Seite 172](#)

Diastereomere unterscheiden sich in allen physikalischen Eigenschaften. Sie können durch physikalische Trennverfahren getrennt werden. Weil dieselben funktionellen Gruppen vorhanden sind ähneln sie sich in ihren chemischen Eigenschaften.

Bei Enantiomeren sind fast alle physikalischen und chemischen Eigenschaften identisch. Sie sind über gängige physikalische Trennverfahren nicht trennbar.

Konfigurationsisomere können entweder spiegelbildliche Enantiomere oder nicht spiegelbildliche Diastereomere sein.

#### 15.5.2 Enantiomere

##### A Definition Enantiomere

Enantiomere sind verschiedene spiegelbildliche Verbindungen.

Da es nur ein Bild und ein Spiegelbild geben kann, treten Enantiomere immer nur paarweise auf. Sie haben identische physikalische und chemische Eigenschaften (Schmelzpunkte, Siedepunkte, etc.). Sie unterscheiden sich lediglich in ihrer Wechselwirkung mit polarisiertem Licht, ihrer Reaktion mit chiralen Verbindungen und gegebenenfalls ihren physiologischen Eigenschaften. Ein äquimolares (1:1) Gemisch von Enantiomeren wird als Racemat bezeichnet. Die Trennung ist aufgrund der identischen physikalischen Eigenschaften aufwendig.

[Beispiel: siehe Seite 173](#)

##### B Chiralität

Die Existenz von Enantiomeren stellt bestimmte Bedingungen an die Symmetrie des Moleküls. Diese wird durch den Begriff Chiralität umschrieben.

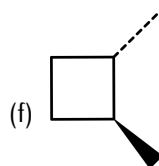
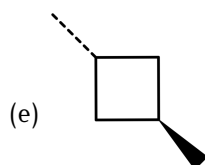
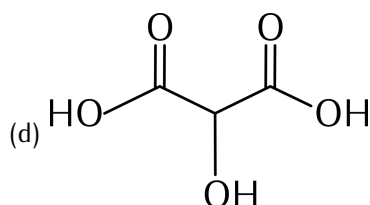
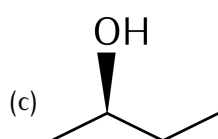
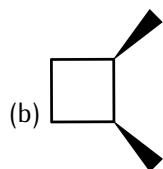
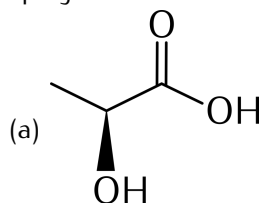
Chiralität ist die Eigenschaft eines Gegenstandes, sich von seinem Spiegelbild zu unterscheiden.





**Aufgabe 15.10**

Stellen Sie fest ob folgende Moleküle chiral oder achiral sind. Bauen Sie hierfür Modelle von Bild und Spiegelbild und versuchen Sie diese zur Deckung zu bringen.

**C Erkennen von Enantiomeren: Chiralitätselemente****I. Chiralitätszentrum**

Ein Chiralitätszentrum oder asymmetrisches Zentrum ist ein Atom mit vier verschiedenen tetraedisch angeordneten Substituenten.

Bei organischen Verbindungen handelt es sich meist um Kohlenstoffatome. Diese werden als asymmetrische C-Atome bezeichnet. Für ein Kohlenstoffatom mit vier verschiedenen Substituenten gibt es zwei mögliche Konfigurationen ([siehe auch Seite 176](#)), die spiegelbildlich sind und nicht durch Drehung zur Deckung gebracht werden können.

In Formeln können Chiralitätszentren mit \* angezeigt werden.

Moleküle mit einem Chiralitätszentrum sind immer chiral.

Beispiel: Butan-2-ol ([siehe Seite 177](#))

Moleküle mit mehreren Chiralitätszentren sind nicht notwendigerweise chiral.

Beispiel: *meso*-Weinsäure ([Seite 177 lesen](#))

Moleküle mit einer Spiegelebene sind nicht chiral.

### Aufgabe 15.12

Bezeichnen Sie alle asymmetrischen Zentren folgender Moleküle mit einem Stern.

(a) 2-Brombutan

(b)  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_3$

(c)  $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CHCl}-\text{CH}_3$

(d)  $\text{HOOC}-\text{CHOH}-\text{COOH}$

(e)  $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CHNH}_2-\text{COOH}$

(f)  $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHO}$

## II. Chiralitätsaxe ([siehe Seite 178](#))

### D Nomenklatur der Konfiguration chiraler Zentren

Für die Benennung der Konstitution von Verbindungen werden die [im Kapitel 14.3 Nomenklatur organischer Verbindungen Seite 161](#) beschriebenen Nomenklaturregeln verwendet. Zur Unterscheidung von Konfigurationsisomeren werden dem Namen der Verbindung Deskriptoren vorangestellt.

Ein Deskriptor ist ein Präfix vor dem systematischen Substanznamen, der die Konfiguration des Moleküls beschreibt.

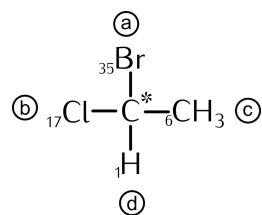
### I. Absolute Konfiguration chiraler Zentren: CIP-Konvention

Genau wie für die Helices, die Links- oder Rechtsgängigkeit für jede einzelne Helix bestimmt werden kann, besteht auch die Möglichkeit die absolute Konfiguration für asymmetrische Zentren zu bestimmen.

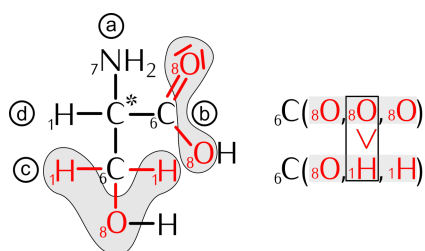
Die Vorgehensweise dazu wurde im Jahr 1966 von Robert Sidney CAHN, Christopher Kelk INGOLD und Vladimir PRELOG vorgeschlagen und wird als CIP-Konvention bezeichnet.

Die vier verschiedenen Substituenten des asymmetrischen Zentrums werden nach absteigenden Prioritäten (a, b, c, d) geordnet:

1. Die direkt an das Chiralitätszentrum gebundenen Atome werden nach absteigender Ordnungszahl geordnet.

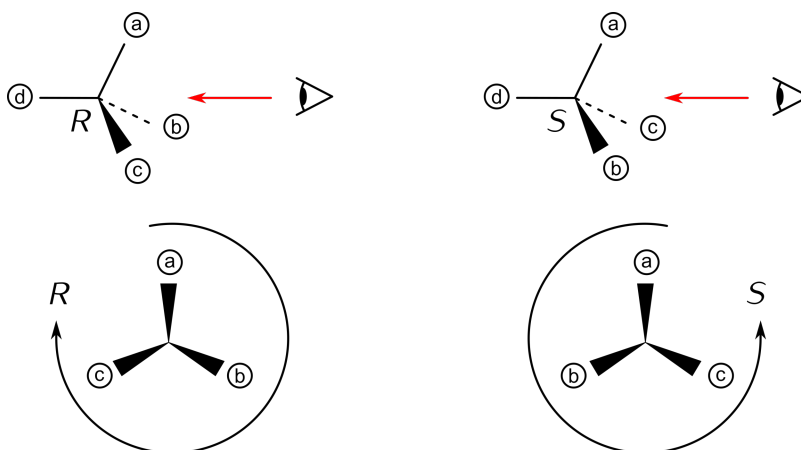


2. Bei identischen Atomen werden jeweils die als nächste an diese gebundenen Atome nach absteigender Ordnungszahl geordnet. Doppelt gebundene Atome werden zweimal und dreifach gebundene werden dreimal aufgelistet. Die Listen werden nach Rangfolge Atom für Atom verglichen. Für das erste Atom mit höherer Ordnungszahl erhält der Substituent die höchste verbleibende Priorität.



3. Bei identischen Listen wird mit Listen der als nächsten gebundenen Atome entsprechend Punkt zwei vorgegangen.

Der Substituent mit der niedrigsten Priorität wird nach hinten gedreht. Die verbleibenden drei Substituenten werden nach absteigender Priorität kreisförmig abgezählt. Bei Drehung im Uhrzeigersinn (nach rechts) wird die Konfiguration mit (R) bezeichnet. Bei Drehung entgegen dem Uhrzeigersinn (nach links) wird sie mit (S) bezeichnet.



Der Deskriptor wird dem Namen zwischen Klammern mit Bindestrich vorangesetzt. Wenn mehrere asymmetrischen Zentren vorhanden sind, werden die Positionen der Zentrums den Deskriptoren unmittelbar vorangesetzt. Deskriptoren werden durch Kommata getrennt und zusammen in Klammern gesetzt.

Beispiel 1: Enantiomere von Butan-2-ol ([siehe Seite 179](#))

Beispiel 2: Systematischer Name von D-Glycerinaldehyd ([siehe Seite 180](#))

Beispiel 3: Systematische Benennung der L-Weinsäure ([siehe Seite 181](#))

**Aufgabe 15.13**

Zeichnen Sie die Konstitutionsformel (rationelle Formel und Skelettformel) folgender Verbindungen und markieren Sie das chirale Zentrum. Geben Sie die Konfigurationsformeln der Enantiomere und die absolute Konfiguration nach CIP an.

(a) Pentan-2-ol

(b) 3-Methylhexan

(c) 3-Brompentan

(d) 3-Brom-3-methylhexan

(e) 1-Chlor-3-methylpentan-3-ol

(f) 3-Brom-2,3-dichlorpentan



## E Chiralität und optische Aktivität

### I. Licht

### II. Linear polarisiertes Licht [Seite 187 sorgfältig lesen](#)

### III. Optische Aktivität

Optische Aktivität ist die Eigenschaft, die Polarisationsrichtung des Lichts zu drehen.

In optisch aktiven Medien wird die Schwingungsebene des Lichtes gedreht. Mit normalem unpolarisiertem Licht fällt es nicht auf, weil vorher wie nachher alle Richtungen vertreten sind.

Mit polarisiertem Licht ist die Änderung des Winkels direkt messbar. Beim Durchgang von polarisiertem Licht durch ein optisch aktives Medium wird die Polarisationssebene des Lichts gedreht.

Die optische Aktivität ist die physikalische Eigenschaft chiraler Moleküle. Chirale Stoffe sind optisch aktiv.

Die Lösung eines chiralen Stoffes ist ein optisch aktives Medium.

### IV. Polarimeter [Seite 188 lesen](#)

### V. Der spezifische Drehwinkel

Der Drehwinkel vergrößert sich mit jedem chiralen Teilchen auf dem Weg des Lichts. Je größer die Konzentration und je länger der Weg umso größer ist der Drehwinkel. Der gemessene Drehwinkel,  $\alpha$ , ist proportional zur Konzentration und der Schichtdicke,  $d$ .

$$\alpha \propto \beta \cdot d$$

Die Proportionalitätskonstante, ist der spezifische Drehwinkel des Stoffes.

$$\alpha = [\alpha] \cdot \beta \cdot d \quad \text{Biot-Gesetz}$$

Der spezifische Drehwinkel eines Stoffes hängt vom Lösungsmittel, der Temperatur und der Wellenlänge des verwendeten Lichtes ab.

	Größe	übliche Einheit
$[\alpha]_{\lambda}^{\theta} = \frac{\alpha}{\beta \cdot d}$	Drehwinkel $\alpha$	°
	Schichtdicke $d$	dm
	Massenkonzentration $\beta$	g/ml
$[\alpha]_{\lambda}^{\theta}$	spezifischer Drehwinkel $[\alpha]_{\lambda}^{\theta}$	°·mL·dm <sup>-1</sup> ·g <sup>-1</sup>
	Wellenlänge $\lambda$	nm
	Temperatur $\theta$	°C

Üblicherweise wird das gelbe Licht der Natriumdampflampe verwendet  $\lambda = 589 \text{ nm}$ . Angabe: 589 oder D für Natrium-D-Linie. Häufig ist die Temperatur 20 oder 25 °C. Diese wird oft ohne die Einheit °C angegeben. Das Lösungsmittel wird in Klammern hinter dem spezifischen Drehwinkel angegeben.

Der spezifische Drehwinkel von Enantiomeren hat jeweils den exakt gleichen Wert bei umgekehrtem Vorzeichen. Die Richtung des Drehwinkels kann als Deskriptor im Namen der Substanz mit (+) oder (–) angegeben werden. Unterschieden wird zwischen rechtsdrehenden (+) (Polarisationsebene beobachterseitig im Uhrzeigersinn gedreht) und linksdrehenden (–) Substanzen.

Der spezifische Drehwert ist eine experimentell feststellbare Eigenschaft chiraler Stoffe. Es gibt keine beständige Beziehung zwischen absoluter Konfiguration (*R*, *S* oder *D*, *L*) und der Drehrichtung des polarisierten Lichts.

Beispiel ([siehe Seite 189](#))

## VI. Drehwinkel von Gemischen optisch aktiver Stoffe

In Gemischen verschiedener chiraler Verbindung addieren sich die Drehwinkel.

$$\alpha = [\alpha]_1 \cdot \beta_1 \cdot d + [\alpha]_2 \cdot \beta_2 \cdot d \dots$$

In Gemischen mit gleich konzentrierten Enantiomerenpaaren ergeben 0 als Drehwinkel weil  $\beta_1 = \beta_2$  und  $[\alpha]_2 = -[\alpha]_1$ .

$$\alpha = [\alpha]_1 \cdot \beta_1 \cdot d + (-[\alpha]_1) \cdot \beta_1 \cdot d = 0$$

In Lösungen mit einem Überschuss an einem Enantiomer ergibt sich ein geringerer Drehwinkel als für die Lösung des reinen Enantiomeren. Mit Hilfe der Polarimetrie kann so die Enantiomerenreinheit festgestellt werden.

Ein racemisches Gemisch oder Racemat ist eine equimolare Mischung eines Enantiomerenpaares. Das Racemat ist optisch inaktiv. Racemate werden oft mit den Prefixen rac- oder ( $\pm$ ) bezeichnet. Zum Beispiel bezeichnet ( $\pm$ )-Weinsäure oder rac-Weinsäure die Traubensäure, das Racemat der Weinsäure.

### Aufgabe 15.25

Bestimmen Sie ob die folgenden Aussagen falsch (F) oder richtig sind (R).

- (a) Alle Verbindungen von D-Serien haben einen positiven spezifischen Drehwert
- (b) Verbindungen mit (*R*) als absoluter Konfiguration haben rechtsdrehende spezifische Drehwinkel
- (c) (*S*)-Butan-2-ol ist linksdrehend
- (d) (–)-Campher hat einen spezifischen Drehwert von  $[\alpha]_D^{20}(\text{Ethanol}) = -44^\circ \text{ mL dm}^{-1} \text{ g}^{-1}$
- (e) Der spezifische Drehwert der  $\alpha$ -Aminosäure Glycin,  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$  ist null
- (f) (*R*)-(+)-2-Hydroxybutanal ist das Enantiomer von (*S*)-(+)-2-Hydroxybutanal
- (g) D-Alanin ist das Enantiomer von (+)-Alanin
- (h) ( $\pm$ )-Campher hat einen spezifischen Drehwert von 0
- (i) *meso*-Butan-2,3-diol hat einen spezifischen Drehwert von 0, weil es ein Racemat ist
- (j) L-Milchsäure ist die optisch linksdrehende Milchsäure



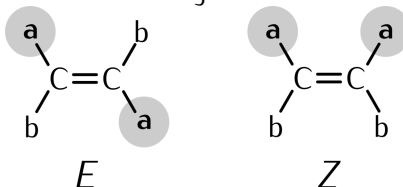


## Aufgaben

(ii) *E-Z*-Deskriptoren nach CIP

Bei allen geometrischen Isomeren, kann die CIP-Priorisierung der Substituenten verwendet werden.

Für jedes C-Atom wird festgestellt welcher der beiden Substituenten nach CIP prioritär ist ① und welcher nicht ②. Die relative Stellung der jeweils prioritären Substituenten wird bezeichnet als *Z*, zusammen, auf der gleichen Seite, oder *E*, entgegen, auf gegenüberliegenden Seiten der Doppelbindung. Die *E-Z*-Deskriptoren werden auch dem Namen mit Bindestrich und in Klammern vorangestellt. Mehrere Deskriptoren werden durch Kommata getrennt und es wird ihnen ein Lokant vorangestellt.



Die uneingeschränkt anwendbaren und eindeutigen (*E*)-(*Z*)-Deskriptoren sind den *cis-trans*-Deskriptoren vorzuziehen.

Beispiel ([siehe Seite 196](#))

### Aufgabe 15.31

Recherchieren Sie die Konfigurationsformeln von Maleinsäure und Fumarsäure und benennen Sie diese systematisch.

[illegible]

### Aufgabe 15.32

Zeichnen Sie die Konfigurationsformeln beider geometrischen Isomere von 1,2-Dibromethen und benennen Sie diese.

[illegible]

### Aufgabe 15.33

Zeichnen Sie die Konfigurationsformeln aller drei Isomere von  $C_2H_2F_2$ , benennen Sie diese und geben sie die Isomeriearten aller Paarungen an.

[illegible]

### Aufgabe 15.34

Zeichnen Sie alle die Konfigurationsformeln aller drei Isomere von Butensäure, benennen Sie diese und geben sie die Isomeriearten aller Paarungen an.

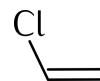
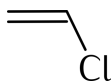
Zeichnen Sie die Konfigurationsformeln aller drei Isomere von  $C_2H_2F_2$ , benennen Sie diese und geben sie die Isomeriearten aller Paarungen an.

A large grid of graph paper, consisting of 20 columns and 10 rows of squares, intended for drawing a picture.

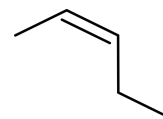
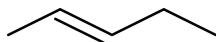
### Aufgabe 15.35

Zeigen Sie welche Molekelpaare folgender Konfigurationsformeln keine geometrischen Isomere sind und benennen Sie alle Stoffe.

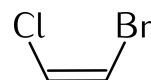
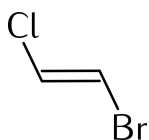
(a)

[illegible]

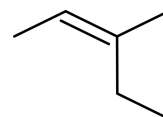
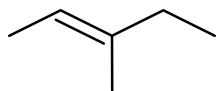
(b)

[illegible]

(c)

[illegible]

(d)

[illegible]

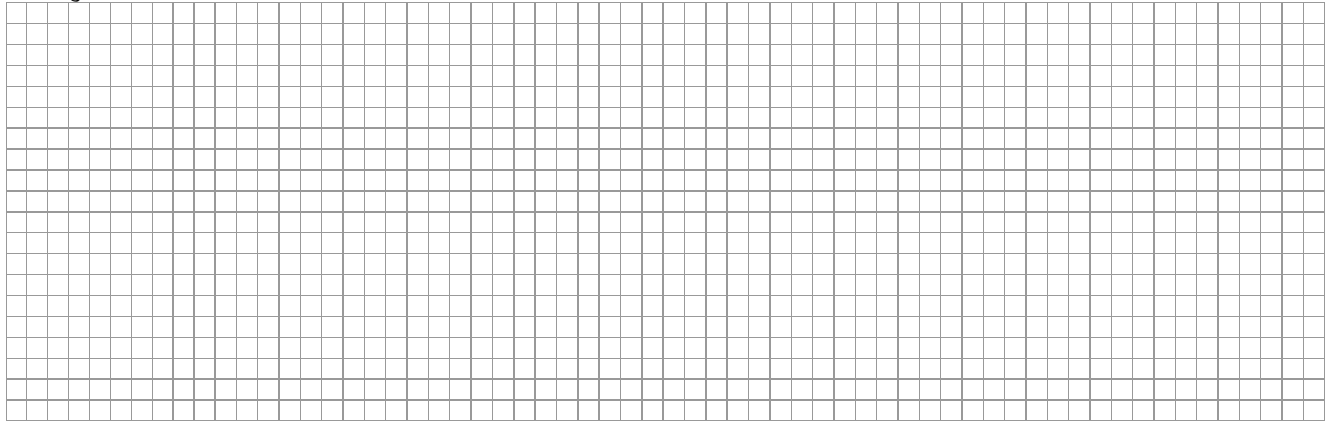




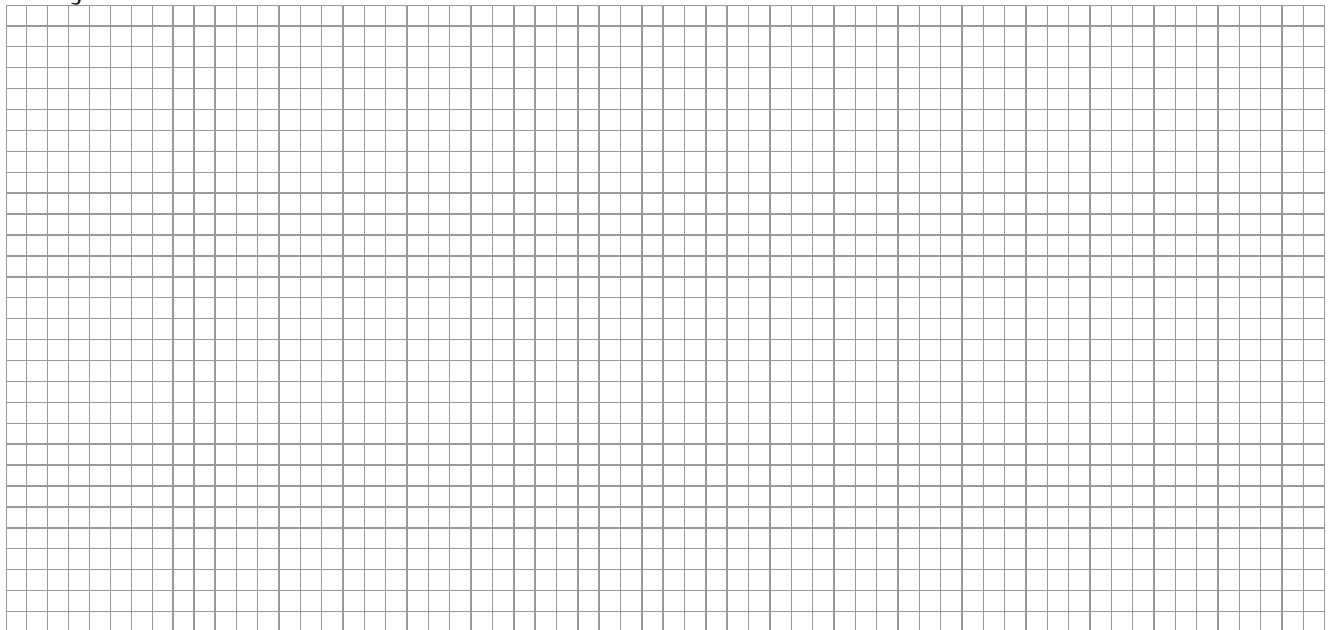


**Aufgabe 15.46**

Carnosin ist ein Dipeptid, aufgebaut aus den Aminosäuren  $\beta$ -Alanin und L-Histidin. Carnosin ist in Muskel- und Hirngewebe vorhanden. Identifizieren Sie das asymmetrische Zentrum und bestimmen Sie dessen absolute Konfiguration.

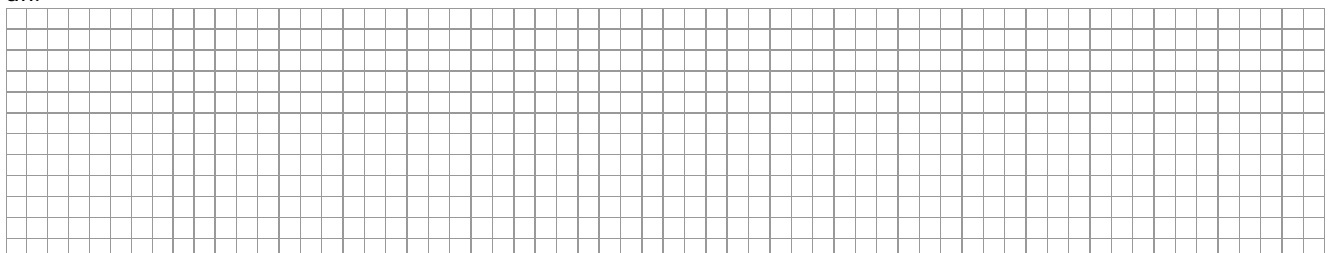
**Aufgabe 15.47**

Vitamin B5, oder Panthotensäure, ist ein wasserlösliches Vitamin und ein Derivat von  $\beta$ -Alanin. Das in der Natur vorkommende Isomer der Panthotensäure ist das reine (*R*)-Enantiomer. Erstellen Sie dessen Konfigurationsformel.

**Aufgabe 15.48**

L-(+)-Ascorbinsäure oder Vitamin C, dessen Mangel sich bei Menschen als Skorbut manifestiert, ist von der Bezeichnung der Krankheit, *scorbutus*, mit der verneinenden Vorsilbe a- abgeleitet. Sie wird als Lebensmittelzusatz E 300 verwendet.


(a) Bestimmen Sie die asymmetrischen Kohlenstoffatome und geben Sie die Anzahl an Konfigurationsisomeren an.








(b) Erklären Sie die Bedeutung des Deskriptors *rac*.



(c) Erstellen Sie die Konfigurationsformel der wirksamen Substanz. Erklären Sie welche die nicht wirksame Komponente des Arzneistoffes ist.



(d) Bestimmen Sie welchem Stoff die  $(\pm)$ -4-Aminohex-5-ensäure und die  $(-)$ -4-Aminohex-5-ensäure entspricht.

[illegible]