



PhaST



Pharmazie-Studieneignungstest

Informationen zur Bearbeitung

und

Beispielaufgaben mit Lösungen



Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines zur Bearbeitung des PhaST	3
1.1	Aufgabengruppen des PhaST	3
1.2	Sinnvolle Bearbeitungstechniken	4
2	Beispielaufgaben	5
2.0	Verknüpfen komplexer Daten (Lernphase)	6
2.1	Arbeitspräzision und Konzentration	7
2.2	Verständnis und Anwendung komplexer Regeln	9
2.3	Verknüpfen komplexer Daten (Abrufphase)	14
2.4	Textverständnis	16
2.5	Räumliches Denken	19
2.6	Qualitative Stoffanalyse	21
2.7	Interpretieren naturwissenschaftlicher Abbildungen und Tabellen	25
2.8	Analyse quantitativer Zusammenhänge	28
2.9	Mathematik und Physik	30
2.10	Biologie	32
2.11	Chemie	33
3	Lösungen zu den Beispielaufgaben	35
4	Lösungshinweise zu den Beispielaufgaben	36
4.1	Arbeitspräzision und Konzentration	36
4.2	Verständnis und Anwendung komplexer Regeln	37
4.3	Verknüpfen komplexer Daten	40
4.4	Textverständnis	41
4.5	Räumliches Denken	43
4.6	Qualitative Stoffanalyse	44
4.7	Interpretieren naturwissenschaftlicher Abbildungen und Tabellen	47
4.8	Analyse quantitativer Zusammenhänge	49
4.9	Mathematik und Physik – Biologie – Chemie	51

1 Allgemeines zur Bearbeitung des PhaST

Der PhaST ist ein fachspezifischer Studierfähigkeitstest, der die Studieneignung von Bewerbenden für den Studiengang Pharmazie prüft. Mit dem Test werden Fähigkeiten erfasst, die für ein erfolgreiches Studium wichtig sind. Er ist ein objektives eignungsdiagnostisches Instrument, das an alle Bewerbenden dieselben Anforderungen stellt. Der Test hat eine Gesamtdauer von ca. vier Stunden. Für das Lesen der einführenden Informationen und die Bearbeitung der Beispielaufgaben (exklusive Nachvollziehen der Lösungshinweise) sollten Sie in etwa eine Stunde als Bearbeitungszeit veranschlagen.

1.1 Aufgabengruppen des PhaST

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die 11 Aufgabengruppen des PhaST:

Nr.	Aufgabengruppen des PhaST
0	Verknüpfen komplexer Daten (Lernphase)
1	Arbeitspräzision und Konzentration
2	Verständnis und Anwendung komplexer Regeln
3	Verknüpfen komplexer Daten (Abrufphase)
4	Textverständnis
5	Räumliches Denken
6	Qualitative Stoffanalyse
7	Interpretation naturwissenschaftlicher Abbildungen und Tabellen
8	Analyse quantitativer Zusammenhänge
9	Mathematik und Physik
10	Biologie
11	Chemie

Zur Vorbereitung auf den Test finden Sie auf den folgenden Seiten eine Zusammenstellung sinnvoller Bearbeitungstechniken sowie jeweils drei Beispielaufgaben für die Aufgabengruppen des PhaST mit Lösungen und Lösungshinweisen.

1.2 Sinnvolle Bearbeitungstechniken

Obwohl für das Abschneiden im Test Genauigkeit und Richtigkeit des Problemlösens von größerer Bedeutung sind als die Geschwindigkeit des Lösungsprozesses, ist es wichtig, die Bearbeitungszeit gut einzuteilen und zu nutzen. Ein gleichmäßiges und sorgfältiges, aber dennoch zügiges Arbeiten verspricht den besten Erfolg.

Genaues Lesen der textbasierten Aufgaben ist eine wichtige Voraussetzung für ein gutes Ergebnis; allzu leicht übersieht man beim bloßen Überfliegen der Texte eine für die Lösung bedeutsame Information.

Da die ersten Aufgaben einer Aufgabengruppe im Durchschnitt leichter sind als die folgenden, empfiehlt es sich, die Aufgaben in der Reihenfolge zu bearbeiten, in der sie im Testheft vorgegeben sind. Dadurch lässt sich ein gewisser **Übungseffekt** erzielen und nutzen. Für Aufgaben, die Sie extrem schwierig oder ungewohnt finden, sollten Sie **nicht zu viel Zeit verwenden**. Sie sollten diese Zeit lieber zur Lösung anderer Aufgaben nutzen, die Ihnen eher zusagen. Jedenfalls sollten Sie nicht davon ausgehen, dass Sie, wenn Sie eine Aufgabe einer bestimmten Aufgabengruppe nicht gelöst haben, die nächsten Aufgaben dieser Aufgabengruppe ebenfalls nicht bewältigen werden. Die Schwierigkeit der einzelnen Aufgaben wird nämlich nicht von allen Personen gleich empfunden. Es kommt durchaus vor, dass jemand, der eine Aufgabe mit einem niedrigen Schwierigkeitsgrad nicht lösen kann, die folgenden Aufgaben mühelos meistert, obgleich diese der Mehrheit der Bearbeitenden schwerer fallen. Halten Sie sich bei der Bearbeitung stets vor Augen: Der Test ist so konzipiert, dass die meisten Teilnehmenden 30 bis 70 Prozent der Aufgaben richtig lösen. Es ist somit fast unmöglich, alle Aufgaben zu lösen!

Bei manchen Aufgaben ist es am günstigsten, **zunächst selbst nach der Lösung zu suchen** und erst dann nachzusehen, ob sich die eigene Lösung unter den vorgegebenen Antworten befindet. Verfährt man umgekehrt, betrachtet man also zunächst die angebotenen Lösungsvorschläge, so wird man leicht verwirrt, denn die falschen Antworten sind teilweise so gewählt, dass sie vordergründig plausibel erscheinen.

Gelingt Ihnen die Lösung einer Aufgabe nicht, so können Sie „**auf dem Ausschlussweg**“ versuchen, diejenigen Lösungsvorschläge herauszufinden, die mit großer Wahrscheinlichkeit falsch sind. Oft fällt die Entscheidung leichter, wenn nur noch ein Teil der vorgegebenen Antworten in Frage kommt.

Sollten Sie in Zeitnot kommen, gibt es noch die Möglichkeit, nach einer kurzen und eher oberflächlichen Betrachtung der Aufgabenstellung die als richtig erachtete Antwort zu markieren bzw. **nach Zufall** zu antworten! **Für falsche Antworten wird kein Punkt abgezogen.**

2 Beispielaufgaben

Auf den folgenden Seiten werden Sie bekannt gemacht mit...

- den Bearbeitungshinweisen zu den einzelnen Aufgabengruppen. Daraus erfahren Sie, was mit der jeweiligen Aufgabengruppe erfasst wird und was dabei zu tun ist.
- drei Beispielaufgaben zu jeder Aufgabengruppe; diese Beispiele geben Ihnen einen Eindruck über Inhalt, Schwierigkeit und sonstige Charakteristika des betreffenden Aufgabentyps.

Hier noch einige Hinweise zur Bearbeitung der Testaufgaben sowie für die Vorbereitung auf den Test:

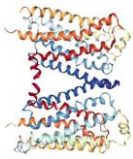
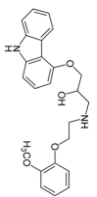
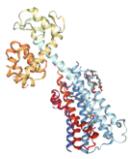
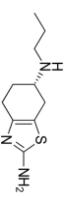
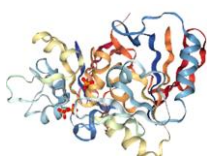
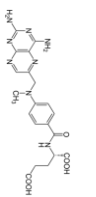
- Nutzen Sie nur Möglichkeiten, die sich Ihnen auch am Testtag als Bearbeitungshilfen bieten werden. Verwenden Sie also keine weiteren Hilfsmittel!
- Vergleichen Sie Ihre Antworten mit den am Ende dieser Broschüre angegebenen Lösungen und Lösungshinweisen.
- Versuchen Sie aber nicht, aus dieser „Auswertung“ unmittelbare Schlüsse auf Ihre Chancen im Test selbst zu ziehen.
- Eventuell beruhen einige Ihrer Falschantworten auf Missverständnissen bezüglich der Bearbeitungshinweise oder der Inhalte einzelner Aufgaben.
- Lesen Sie die Instruktionen sorgfältig durch. Die Instruktionen ähneln den eigentlichen Testinstruktionen, sodass Sie dank guter Vorbereitung später bei der eigentlichen Testabnahme mit diesen Instruktionen bereits vertraut sind und die Bearbeitungszeit vollständig für das Lösen der Aufgaben verwenden können. Insbesondere die Regeln der Namensgebung einer Struktur der Aufgabengruppe „Verständnis und Anwendung komplexer Regeln“ sowie die Festlegungen der Aufgabengruppe „Qualitative Stoffanalyse“ sind identisch zum Originaltest.

2.0 Verknüpfen komplexer Daten (Lernphase)

Bearbeitungszeit für Informationen in dieser Broschüre zu insgesamt 3 Aufgaben: **5 Minuten**

Bearbeitungszeit im Originaltest* für Informationen zu insgesamt 12 Aufgaben: **15 Minuten**

Bitte prägen Sie sich die folgenden Informationen ein. Später sollen Sie korrekte Zuordnungen treffen können.

Krank- heit	Pathophysiologie	Biologisches Target	Biologisches Target	Wirkstoff	Strukturformel	Halb- werts- zeit	Biover- fügbar- keit	Unerwünschte Wirkungen
[Text]	[Text]	[Text]	[Bild]	[Text]	[Formel]	[Zahl]	[Zahl]	[Text]
Herz- in- suffizienz	Unzureichende Pumpleistung mit kompensatori- scher Steigerung der Herzfrequenz und Verringerung der Koronar- durchblutung	β 1- Adrenozeptor		Carvedilol		8 h	25 %	Gewichtszunahme, Depression, Dyspnoe
Morbus Parkinson	Mangel des Neurotransmitters Dopamin durch den Untergang von Neuronen in der Substantia Nigra	D2-Rezeptor		Pramipexol		12 h	90 %	Übelkeit, Tagesschläfrigkeit, Knöchelödeme
Akute Leukämie	Maligne Vermehrung einer Blutzeilreihe und in Folge Störung der Blutzellbildung	Dihydrofolat- reduktase		Methotrexat		24 h	100 %	Schleimhautschäden, Haarausfall, Knochenmark- suppression

*Die Tabelle dient lediglich zu Übungszwecken. Sie enthält nur eine Teilmenge der Informationen, die im Originaltest zu memorieren sind.

2.1 Arbeitspräzision und Konzentration

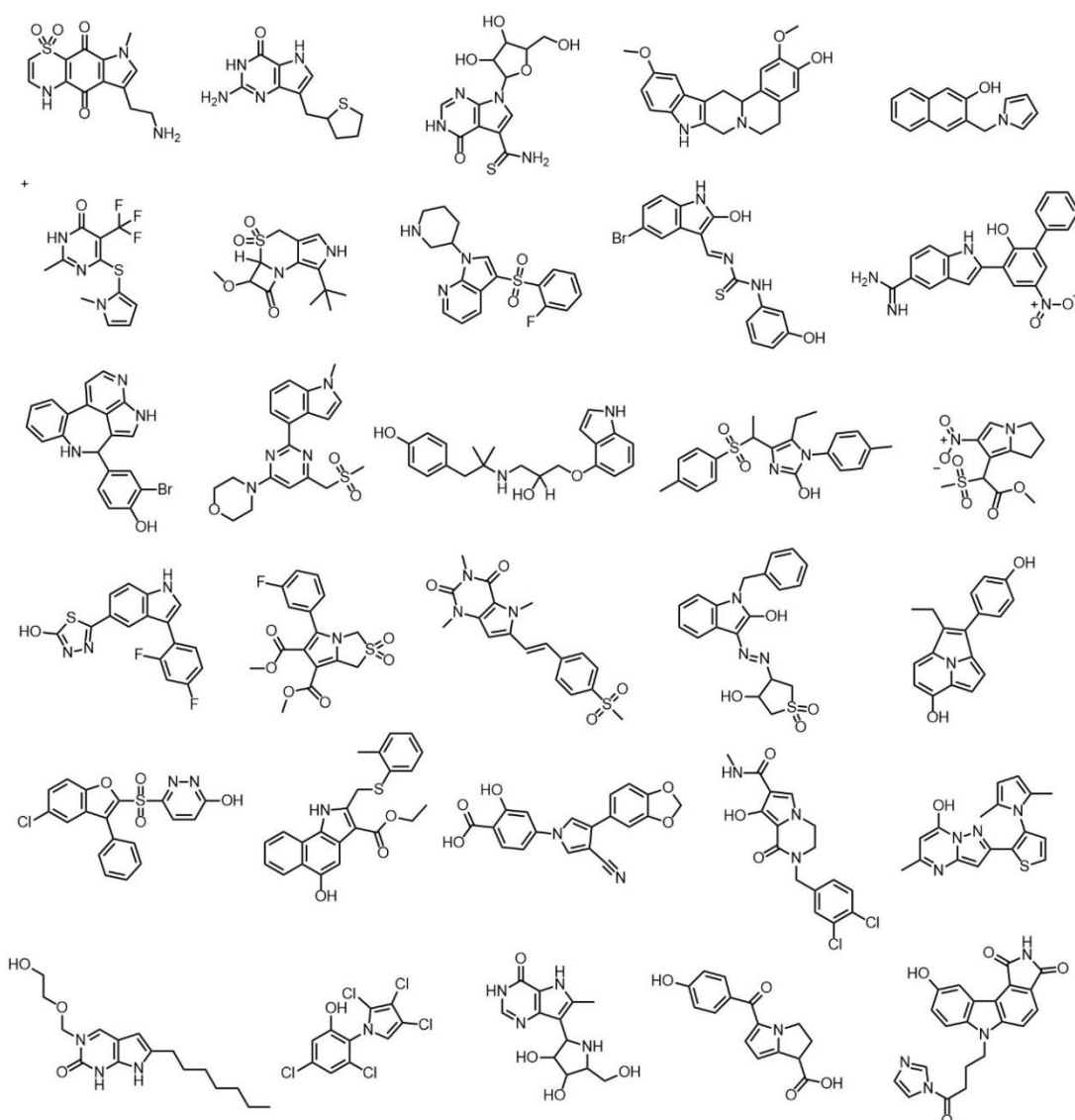
Bearbeitungszeit für die folgenden 3 Aufgaben in dieser Broschüre: **5 Minuten**

Bearbeitungszeit im Originaltest für insgesamt 15 Aufgaben: **25 Minuten**

Mit den folgenden Aufgaben wird Ihr Konzentrationsvermögen und Ihre Fähigkeit zum präzisen Arbeiten – auch unter Zeitdruck – geprüft.

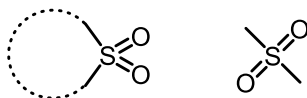
In der folgenden Aufgabengruppe wird Ihre Fähigkeit geprüft, sich unter Zeitdruck auf Fragestellungen zur quantitativen Zusammensetzung einer Matrix von organischen Molekülen konzentrieren zu können. Die Zeit ist so bemessen, dass sie nicht ausreichen wird, um sich explizit abzählend mit jeder Frage und jedem Molekül auseinanderzusetzen. Sie müssen deshalb Strategien entwickeln, sich auf die entscheidenden Aspekte der Frage und die entscheidenden Charakteristika der Moleküle zu fokussieren. Schließen Sie schnell Fälle von der konkreten Betrachtung aus, die im Rahmen einer groben Abschätzung des Ergebnisses klar nicht infrage kommen.

Beantworten Sie zu der nachfolgenden Matrix von 30 organischen Molekülen (fünf Spalten x sechs Reihen) die im Anschluss gestellten Fragen:



- 1. Wie viele der in der Matrix gezeichneten 30 organischen Moleküle enthalten mindestens ein zyklisches oder lineares Sulfon?**

zyklische und lineare Sulfone:



- (A) 9
- (B) 10
- (C) 11
- (D) 12
- (E) 13

Schwierigkeit: niedrig bis mittel

- 2. Wie viele der in der Matrix gezeichneten 30 organischen Moleküle enthalten mindestens ein Stickstoff- und ein Schwefelatom?**

- (A) 15
- (B) 16
- (C) 17
- (D) 18
- (E) 19

Schwierigkeit: mittel

- 3. Wie viele der in der Matrix gezeichneten 30 organischen Moleküle enthalten weniger als 21 Atome, die schwerer sind als Wasserstoff?**

- (A) 8
- (B) 10
- (C) 12
- (D) 14
- (E) 16

Schwierigkeit: hoch

2.2 Verständnis und Anwendung komplexer Regeln

Bearbeitungszeit für die folgenden 3 Aufgaben in dieser Broschüre: **5 Minuten**

Bearbeitungszeit im Originaltest für insgesamt 15 Aufgaben: **25 Minuten**

Mit den folgenden Aufgaben wird Ihre Fähigkeit zum Umgang mit komplexen Regeln und Ihr Konzentrationsvermögen – auch unter Zeitdruck – geprüft.

Diese Aufgabengruppe befasst sich mit der Benennung und Erkennung von n -gliedrigen Polygonsystemen und prüft darüber das Verständnis und die Anwendung komplexer Regeln. Vollziehen Sie dazu die nachfolgenden Benennungsregeln für n -gliedrige Polygonsysteme nach und wählen Sie im Anschluss daran unter den mit (A) bis (E) gekennzeichneten Lösungsvorschlägen jeweils die richtige Benennung bzw. das richtige Polygonsystem aus.

Regeln der Namensgebung einer Struktur:

- (1.) Identifiziere das Stammsystem als den Ring mit den meisten Ecken (regulär konvexes Polygon mit der höchsten Wertigkeit) und der höchsten Farbenpriorität.
- (2.) Die Farbenpriorität ist umso höher, je kleiner die Prioritätenzahl ist. Die Priorität nimmt also von Rot nach Violett ab.
- (3.) Beginne die Namensgebung mit dem Stammsystem als erste Basis.
- (4.) Jeder Substituent (verknüpftes Polygon) an der Basis wird in Klammern vor der Basisbezeichnung angegeben.
- (5.) Innerhalb der Klammern erfolgt die Namensgebung des Substituenten nach den folgenden Punkten:
 - a) Substitutionsposition an der Basis (siehe 7.)
 - b) Ggf. alle weiteren Substituenten am aktuell betrachteten Substituenten (natürlich ohne die vorhergehende Basis nochmals zu berücksichtigen!)
 - c) Ringbezeichnung des betrachteten Substituenten (siehe 9.)
- (6.) Alle Substituenten sollen nach ihrer Position an der Basis numerisch geordnet sein: die erste Position an erster Stelle bis hin zur letzten direkt vor der Bezeichnung des Stammsystems.
- (7.) Die Substitutionsposition am Stammsystem wird wie folgt bestimmt:
 - a) Die Ecke mit dem Polygon als Substituent, das die höchste Wertigkeit (Eckenzahl) aufweist, erhält die Position 1. Bei gleicher Wertigkeit mehrerer Substituenten entscheidet die Farbpriorität wie unter (2.) definiert.
 - b) Nummeriere von Position 1 beginnend die folgenden Ecken einmal im Uhrzeigersinn und einmal im Gegenuhrzeigersinn aufsteigend mit ganzen Zahlen.
 - c) Addiere die so entstandenen Indizes für alle Substituenten des Systems einmal auf Basis der Nummerierung im Uhrzeigersinn, einmal auf Basis der Nummerierung im Gegenuhrzeigersinn. Die kleinere Summe gibt die korrekte Zählrichtung vor.

- d) Im Falle einer gleichen Summe der Indizes aller Substituenten im Uhrzeigersinn und Gegenuhrzeigersinn, wähle die Richtung, in der der zweite Substituent die höhere Priorität nach (1.) & (2.) hat.
 - e) Die Substitutionsposition ist dann der Index der Ecke, welche mit dem Substituenten verbunden ist, aufwärts gezählt ab der Position 1 entlang der gewählten Richtung.
- (8.) Die Namensgebung aller Substituenten des aktuell betrachteten Substituenten (siehe 5b) folgt nun Regeln (4.) & (5.), wobei der aktuell betrachtete Substituent jetzt als neue Basis gilt und die Position 1 der neuen Basis die Ecke der Basis ist, welche mit der vorherigen Basis verbunden ist (ersetzt Regel 7a).
- (9.) Jede Ringbezeichnung ist aufgebaut aus dem Farbnamen (3 kleine Buchstaben, siehe Legende), der Eckenzahl (als Ziffer angegeben) und dem Buchstaben „E“ (für „Eck“). Innerhalb dieser Ringbezeichnung kommen keine Leerzeichen vor.
- (10.) Ansonsten werden alle Elemente in dem Prozess der Namensgebung mit einem Bindestrich („-“) voneinander getrennt. Eine Ausnahme davon ist die Verbindung von Namensteilen innerhalb der Klammern zur Klammer selbst.

Priorität: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
Farbton:       
Farbname: rot org glb grn hbl dbl vio

Lösung:

Lösungsweg:

Aus (1.) folgt, dass als Stammsystem das rote oder dunkelblaue Achteck in Frage kommt.

Aus (2.) folgt, dass „rot“ die Priorität 1 hat und damit gegenüber „dunkelblau“ (Priorität 6) bevorzugt wird. Das Stammsystem ist also das rote Achteck und bildet die erste Basis. Am Ende der Nomenklatur wird nach (3.) das Stammsystem genannt.

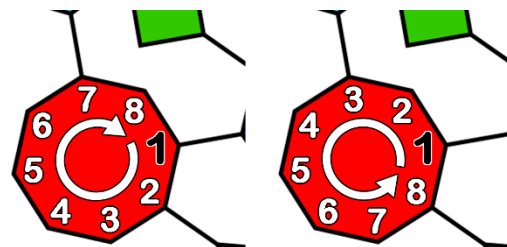
Die Ringbezeichnung lautet nach (9.): „rot8E“. Vor diesem Namen für das Stammsystem wird nach (4.) jeder Substituent des Stammsystems in Klammern genannt: „(-)-(-)-rot8E“.

Nach (10.) werden dabei die Substituenten durch Bindestriche voneinander getrennt.

Die Nomenklatur der Substituenten erfolgt nach (5.): Zuerst die Substitutionsposition (a), dann ggf. weitere Substituenten am aktuell betrachteten Substituenten (b) und die Ringbezeichnung des Substituenten (c).

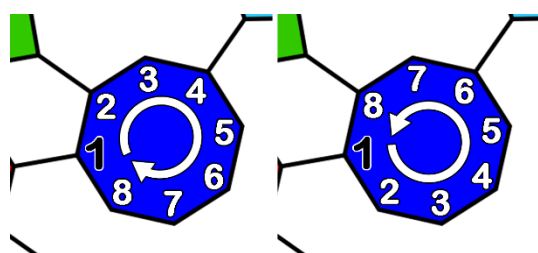
Dabei werden nach (6.) die Substituenten nach aufsteigender Positionszahl geordnet.

Diese wird nach (7.) ermittelt: Das Polygon mit der höchsten Wertigkeit am roten Achteck ist das dunkelblaue Achteck. Diese Position am roten Achteck erhält nach (7a) die Positionszahl 1. Nun wird nach (7b) im Uhrzeiger- und Gegen- uhrzeigersinn durchnummeriert (siehe Abbildung rechts).



Im Uhrzeigersinn erhalten die Substituenten die Indizes 1, 2 und 7, deren Summe nach (7c) $1 + 2 + 7 = 10$ ergibt. Die Summe im Gegen- uhrzeigersinn lautet: $1 + 3 + 8 = 12$. Somit sind nach (7c) die Zählung und die Indizes im Uhrzeigersinn korrekt.

Die Substituenten sind nach (6.) in der Reihenfolge ihrer Positionen zu nennen: „(1-(-)-(-)-dbl8E)-(2-grn3E)-(7-hbl7E)-rot8E“. Es fehlen nur noch die beiden Substituenten am dunkelblauen Achteck, die in den runden Klammern nach der Substitutionsposition des dunkelblauen Achtecks am roten Achteck „1“ und der Bezeichnung des dunkelblauen Achtecks „dbl8E“ jeweils geordnet nach Substitutionspositionen am dunkelblauen Achteck in den runden Klammern zu nennen sind.



genommen: „2-grn4E“ und „4-hbl5E“.

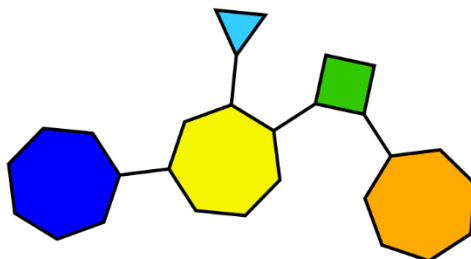
Nach (8.) wird das dunkelblaue Achteck dafür zur neuen Basis und die Verknüfungsposition mit dem roten Achteck zur neuen Position 1. Die Summe der Indizes im Uhrzeigersinn ist: $1 + 2 + 4 = 7$. Im Gegen- uhrzeigersinn beträgt die Summe der Indizes: $1 + 6 + 8 = 15$. Somit werden erneut die Indizes im Uhrzeigersinn als Positionsangaben der Substituenten

Der Gesamtname ist nun etabliert mit:

„(1-(2-grn4E)-(4-hbl5E)-dbl8E)-(2-grn3E)-(7-hbl7E)-rot8E“

1. Benennen Sie das folgende 5-gliedrige Polygonsystem:

Priorität: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 Farbton: ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
 Farbname: rot org glb grn hbl dbl vio



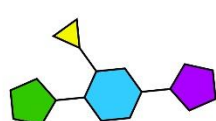
- (A) (1-(5-(2-org7E)-grn4E)-(6-hbl3E)-glb7E)-dbl8E
- (B) (1-(3-hbl3E)-(4-(2-org7E)-grn4E)-glb7E)-dbl8E
- (C) (1-(3-hbl3E)-(4-(2-org7E)-grn4E)-dbl7E)-glb7E
- (D) (1-(2-(2-hbl3E)-(4-dbl7E)-glb7E)-grn4E)-org7E
- (E) (1-(3-(2-hbl3E)-(4-dbl7E)-glb7E)-grn4E)-org8E

Schwierigkeit: niedrig

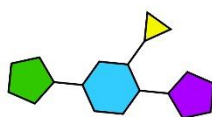
2. Erkennen Sie das korrekte 4-gliedrige Polygonsystem zu folgendem Namen:

(1-grn5E)-(2-glb3E)-(4-vio5E)-hbl6E

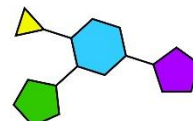
Priorität: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 Farbton: ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
 Farbname: rot org glb grn hbl dbl vio



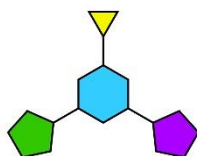
A



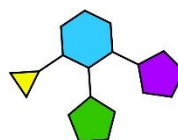
B



C



D

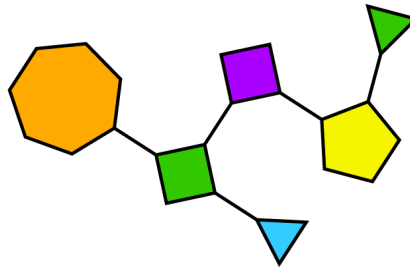


E

Schwierigkeit: niedrig

3. Benennen Sie das folgende 6-gliedrige Polygonsystem:

Priorität: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 Farbton: ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
 Bezeichner: rot org glb grn hbl dbl vio



- (A) (1-(2-(2-(2-grn3E)-glb5E)-vio4E)-(3-hbl3E)-grn4E)-org7E
- (B) (1-(2-(2-grn3E)-glb5E)-vio4-E)-(3-hbl3E)-grn4-E)-org7E
- (C) (1-(2-(2-grn3E)-glb5E-)-vio4E)-(3-hbl3-E)-grn4E)-org7E
- (D) (1-(2-(2-(2-grn3E)-glb5E-)-vio4E)-(3-hbl3E)-grn4E)-org7E
- (E) (1-(2-(2-grn3E)-glb5E)-vio4-E)-(3-hbl3E)-grn4E)-org7E

Schwierigkeit: mittel bis hoch

2.3 Verknüpfen komplexer Daten (Abrufphase)

Bearbeitungszeit für die folgenden 3 Aufgaben in dieser Broschüre: **1,5 Minuten**

Bearbeitungszeit im Originaltest für insgesamt 12 Aufgaben: **5 Minuten**

Mit den folgenden Aufgaben wird Ihr Gedächtnis und Ihre Fähigkeit zur Verknüpfung von Informationen verschiedener Darstellungsmodi geprüft.

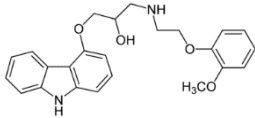
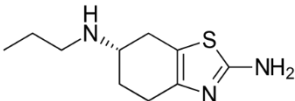
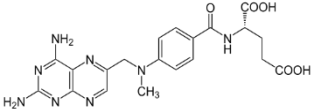
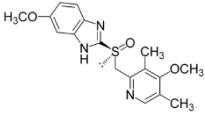
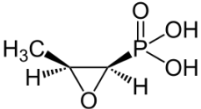
Die folgenden Aufgaben beziehen sich auf die in der Datenmatrix dargestellten Informationen, die Sie sich zu Beginn der Testung eingeprägt haben. Wählen Sie unter den mit (A) bis (E) gekennzeichneten Lösungsvorschlägen jeweils denjenigen aus, der die richtige Antwort auf die gestellte Frage beinhaltet.

1. Welche unerwünschte Wirkung wurde beim Wirkstoff Pramipexol aufgelistet?

- (A) Gewichtszunahme
- (B) Depression
- (C) Knöchelödeme
- (D) Haarausfall
- (E) Knochenmarksuppression

Schwierigkeit: niedrig bis mittel

2. Mit welchem der unten angegebenen Wirkstoffe kann eine Herzinsuffizienz therapiert werden?

- (A) 
- (B) 
- (C) 
- (D) 
- (E) 

Schwierigkeit: mittel

- 3. Einer der Wirkstoffe bindet an das unten abgebildete Target. Welche Bioverfügbarkeit weist dieser Wirkstoff auf?**



- (A) 12 %
- (B) 25 %
- (C) 60 %
- (D) 90 %
- (E) 100 %

Schwierigkeit: mittel bis hoch

2.4 Textverständnis

Bearbeitungszeit für die folgenden 3 Aufgaben in dieser Broschüre: **5 Minuten**

Bearbeitungszeit im Originaltest für insgesamt 15 Aufgaben: **25 Minuten**

Mit den folgenden Aufgaben wird Ihre Fähigkeit zum Verstehen von Sachtexten und zum schlussfolgernden und kombinatorischen Denken geprüft.

Die Aufgaben entstammen dem Bereich der Biologie. Zur Beantwortung der Fragen verwenden Sie bitte nur die in den jeweiligen Texten angegebenen Informationen. Meist sind mehrere Aufgaben auf einen Text bezogen. Wählen Sie unter den mit (A) bis (E) gekennzeichneten Lösungsvorschlägen jeweils denjenigen aus, der die richtige Antwort auf die gestellte Frage beinhaltet.

Text zu den Aufgaben 1 bis 3:

Zu den Aufgaben der Schilddrüse gehören Bildung, Speicherung und Freisetzung der jodhaltigen Hormone Trijodthyronin (T_3) und Thyroxin (T_4). In der Schilddrüse befinden sich zahlreiche Hohlräume, Follikel genannt, deren Wände von einer Schicht sogenannter Epithelzellen gebildet werden. Diese Follikel sind mit einer Substanz gefüllt, in der die Hormone T_3 und T_4 als inaktive Speicherformen enthalten sind. Beim Menschen ist in den Follikeln so viel T_3 und T_4 gespeichert, dass der Organismus damit für etwa 10 Monate versorgt werden kann.

Das für die Hormonbildung erforderliche Jod entstammt der Nahrung und wird von den Epithelzellen als Jodid aus dem Blut aufgenommen. Die Jodidaufnahme erfolgt an der äußeren Zellmembran der Epithelzellen durch eine sogenannte Jodpumpe. Diese wird durch ein Hormon aus der Hirnanhangsdrüse, das TSH, stimuliert und kann pharmakologisch durch die Gabe von Perchlorat gehemmt werden. Ferner gibt es erbliche Schilddrüsenerkrankungen, bei deren Vorliegen die Jodpumpe nicht funktioniert.

Bei Gesunden wird das in die Epithelzellen aufgenommene Jodid im nächsten Schritt unter dem Einfluss eines Enzyms in freies Jod umgewandelt und in die Follikel abgegeben. Die Aktivität dieses Enzyms kann ebenfalls pharmakologisch gehemmt werden.

Die letzten Schritte der Hormonbildung finden in den Follikeln, also außerhalb der einzelnen Epithelzellen, statt. In dort vorhandene sogenannte Tyrosin-Reste (des Thyreoglobulins) wird zunächst ein Jodatombau eingebaut. So entstehen Monojodtyrosin-Reste (MIT), von denen ein Teil durch die Bindung je eines weiteren Jodatoms in Dijodtyrosin-Reste (DIT) umgewandelt wird. Durch die Verknüpfung von je zwei DIT-Resten entsteht schließlich T_4 , während aus der Verbindung je eines MIT-Restes mit einem DIT-Rest T_3 hervorgeht. T_3 und T_4 werden dann in den Follikeln gespeichert und bei Bedarf über die Epithelzellen ins Blut freigesetzt.

Diese Freisetzung von T_3 und T_4 ins Blut (Sekretion) wird über die Hirnanhangsdrüse und den Hypothalamus, einen Teil des Zwischenhirns gesteuert: Das erwähnte Hormon TSH stimuliert außer der Bildung auch die Sekretion von T_3 und T_4 ; es ist hinsichtlich seiner eigenen Sekretionsrate jedoch abhängig von der Stimulation durch das hypothalamische Hormon TRH. Die TRH-Sekretion wiederum wird z. B. durch Kälte stimuliert, während Wärme hemmend wirken kann. Neben diesen übergeordneten Steuerungsmechanismen existiert noch ein sogenannter Rückkopplungsmechanismus: Eine hohe Konzentration von T_3 und T_4 im Blut hemmt die TSH- und die TRH-Sekretion, eine niedrige Konzentration stimuliert sie. Bei den an der Steuerung der Schilddrüsenhormon-Sekretion beteiligten Arealen von Hirnanhangsdrüse und Hypothalamus können krankheitsbedingte Störungen auftreten, die zu einer Über- oder Unterfunktion der Schilddrüse führen.

Eine der Hauptwirkungen von T_3 und T_4 ist die Beeinflussung des Energieumsatzes durch eine Steigerung des Sauerstoffverbrauchs in stoffwechselaktiven Organen. Entsprechend senkt eine zu niedrige Konzentration der beiden Hormone im Blut (Hypothyreose) den Energieumsatz bzw. die Stoffwechselaktivität unter den normalen Wert, während bei einer zu hohen Konzentration (Hyperthyreose) die Stoffwechselaktivität gesteigert wird. Die Hormone T_3 und T_4 können ebenso wie TSH und TRH für diagnostische und therapeutische Zwecke synthetisch hergestellt werden.

1. Welcher der folgenden Vorgänge gehört nicht zu den im Text beschriebenen Schritten, die zur Bildung von T_3 führen?

- (A) Transport von Jod aus den Epithelzellen in die Follikel
- (B) Umwandlung von Jod in Jodid in den Follikeln
- (C) Transport von Jodid aus dem Blut in die Epithelzellen
- (D) Verknüpfung von MIT- und DIT-Resten in den Follikeln
- (E) Verknüpfung von Jod und Tyrosin-Resten in den Follikeln

Schwierigkeit: niedrig

2. Durch welche(n) der nachstehenden Sachverhalte kann dem Text zufolge eine verminderte Stoffwechselaktivität bedingt sein?

- I. Operative Entfernung der Schilddrüse
- II. Mehrjährig verminderte Jodaufnahme über die Nahrung
- III. Funktionsstörung in der Hirnanhangsdrüse

- (A) Nur durch Sachverhalt I kann sie bedingt sein.
- (B) Nur durch die Sachverhalte I und II kann sie bedingt sein.
- (C) Nur durch die Sachverhalte I und III kann sie bedingt sein.
- (D) Nur durch die Sachverhalte II und III kann sie bedingt sein.
- (E) Durch alle drei Sachverhalte kann sie bedingt sein.

Schwierigkeit: niedrig

3. Welche der folgenden Aussagen über die T_3 - und T_4 -Sekretion lässt bzw. lassen sich aus dem Text ableiten?

Eine Steigerung der T_3 - und T_4 -Sekretion kann bedingt sein durch eine...

- I. vorangegangene zu niedrige T_3 - und T_4 -Sekretion.
- II. Verringerung des Energiebedarfs.
- III. Überfunktion der Jodpumpe.

- (A) Nur Aussage I lässt sich ableiten.
- (B) Nur Aussage II lässt sich ableiten.
- (C) Nur Aussage III lässt sich ableiten.
- (D) Nur die Aussagen I und III lassen sich ableiten.
- (E) Keine der drei Aussagen lässt sich ableiten.

Schwierigkeit: mittel bis hoch

2.5 Räumliches Denken

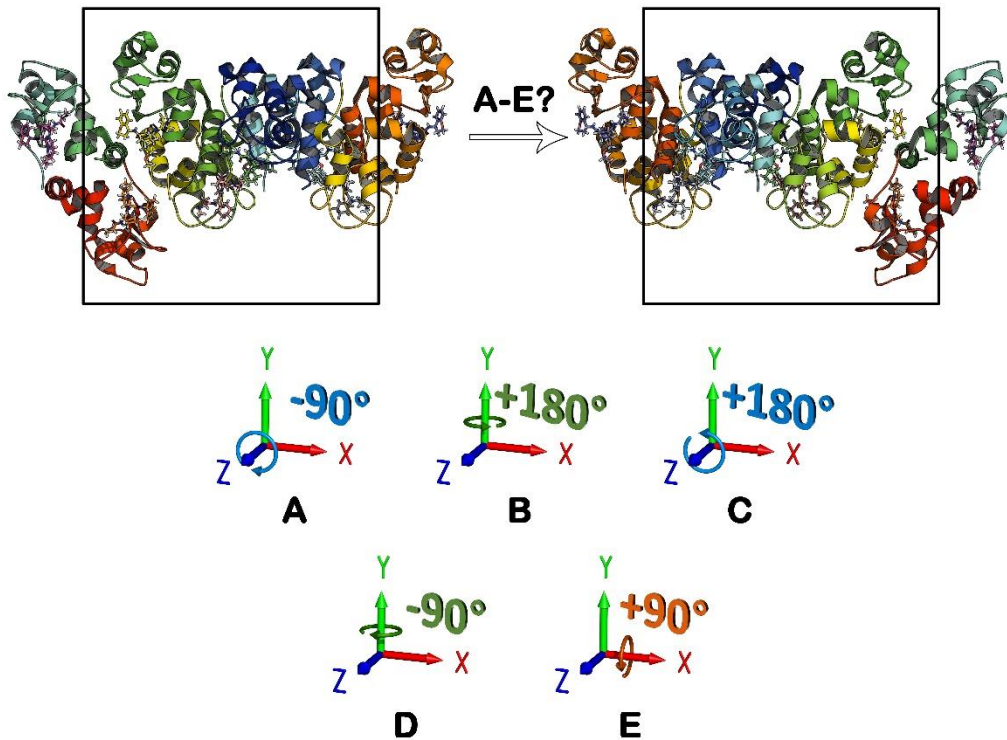
Bearbeitungszeit für die folgenden 3 Aufgaben in dieser Broschüre: **3 Minuten**

Bearbeitungszeit im Originaltest für insgesamt 15 Aufgaben: **15 Minuten**

Mit den folgenden Aufgaben wird Ihr räumliches Vorstellungsvermögen geprüft.

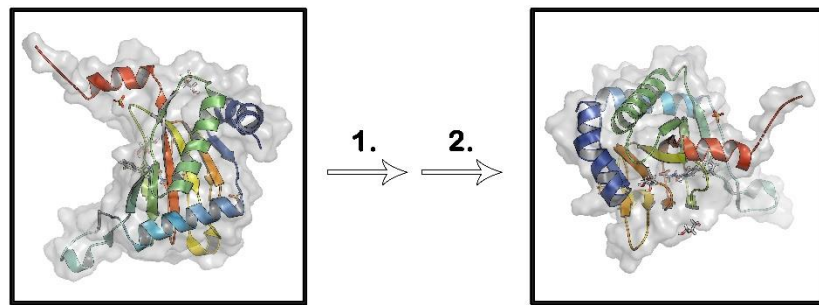
Die folgenden Aufgaben prüfen Ihr räumliches Vorstellungsvermögen. Wählen Sie unter den mit (A) bis (E) gekennzeichneten Lösungsvorschlägen jeweils denjenigen aus, der die richtige Antwort auf die gestellte Aufgabe beinhaltet.

1. Welche der Rotationen (A) bis (E) überführt das erste Bild in das zweite Bild?



Schwierigkeit: niedrig

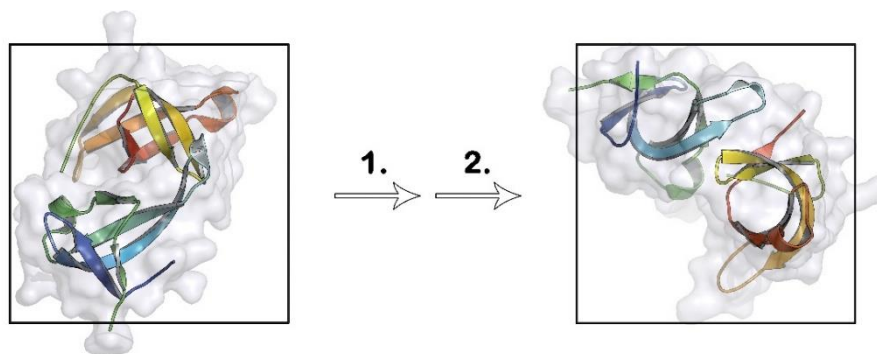
2. Welche Kombination von Rotationen (A) bis (E) überführt das erste Bild in das zweite Bild?



- 1.
- 2.
- A B C D E

Schwierigkeit: mittel

3. Welche Kombination von Rotationen (A) bis (E) überführt das erste Bild in das zweite Bild?



- 1.
- 2.
- A B C D E

Schwierigkeit: hoch

2.6 Qualitative Stoffanalyse

Bearbeitungszeit für die folgenden 3 Aufgaben in dieser Broschüre: **5 Minuten**

Bearbeitungszeit im Originaltest für insgesamt 15 Aufgaben: **25 Minuten**

Mit den folgenden Aufgaben wird Ihre Fähigkeit geprüft, zu konkretisieren und experimentieren.

In den folgenden Aufgaben werden Probleme der analytischen Chemie behandelt.

In der analytischen Chemie erkennt man Stoffteilchen durch Zugabe von Reagenzien, wobei in Lösungen charakteristische Niederschläge (= ↓) gefällt (erzeugt) werden oder Farbreaktionen auftreten.

Außerdem können Lösungen verdampfen, wobei sichtbare Dämpfe (= ↗) entstehen.

Alle Aufgaben dieser Aufgabengruppe können mit Hilfe der Informationen gelöst werden, die in der folgenden Tabelle zusammengefasst sind. Diese Tabelle wird innerhalb dieses Untertests einige Male in unveränderter Form wiederholt, um die Übersicht zu erleichtern.

	sauer			alkalisch		
	+X	+Y	+Z	+X	+Y	+Z
A	AX blau	AY ↓rot	AXZ ↗	AX ↓gelb	AY ↓rot	AZ ↓blau
B	BX ↓gelb	BY rot	-	BX violett	BXY gelb	BZ rot
C	CX ↓rot	CXY ↗	CYZ ↗	CX violett	CY rot	CYZ ↗
D	DX rot	DXY gelb	DXYZ ↗	-	DY ↓grün	-
E	EX rot	EY ↓	-	EX ↓	EY gelb	EZ grün
F	FX gelb	FY ↓blau	FZ ↓gelb	FX rot	FXY ↗	FXZ gelb
G	-	GY ↓grün	GZ gelb	GX ↓gelb	GXY blau	-
H	HX ↓	HY ↓grün	HYZ ↗	HX rot	HY ↓	-

Wie aus der Tabelle hervorgeht, zeigen die Stoffteilchen A bis H mit den Reagenzien X bis Z in saurer und alkalischer Lösung verschiedene Reaktionen. Die im Sauren auftretenden Reaktionen werden hier nochmals in Worten dargestellt:

Aus den Lösungen der Stoffteilchen B und C mit Reagenz X fällt ein gelber Niederschlag (↓gelb) BX bzw. roter Niederschlag (↓rot) CX aus. HX fällt als farbloser Niederschlag (↓) aus. Die Lösung AX ist blau, FX ist gelb, DX und EX sind rot gefärbt.

Mit Reagenz Y wird das vorher rote DX zum nunmehr gelben DXY. Der rote Niederschlag CX löst sich auf, wobei sichtbare Gasentwicklung (CXY↗) entsteht. BY färbt die Lösung rot. AY fällt als roter (↓rot), EY als farbloser (↓), FY als blauer (↓blau), GY und HY als grüner Niederschlag (↓grün) aus.

AX, CY, DXY und HY entweichen bei Zugabe von Z unter Gasentwicklung ($\nearrow$) und sind dann als Farbanteile bzw. als Niederschlag in der Lösung nicht mehr vorhanden. FZ fällt als gelber Niederschlag ($\downarrow$ gelb) aus, die Lösung GZ ist gelb gefärbt.

Die in der Tabelle gemachten Angaben über die Reaktionen im Alkalischen sind analog zu deuten.

Außerdem gelten für diese Aufgabengruppe folgende Festlegungen:

- *Ohne Zugabe von Reagenzien zeigen die Stoffteilchen A bis H keinerlei spezifische Merkmale.*
- *Gleiches gilt für die Kombinationen von Stoffteilchen und Reagenzien, über die in der Tabelle keine Angaben gemacht werden.*
- *Bei den Aufgaben, in denen die Identifizierung von Stoffteilchen verlangt wird, werden zwar alle zur Identifizierung notwendigen, nicht aber unbedingt alle möglichen Beobachtungen berichtet.*
- *Werden einem Stoffteilchen mehrere Reagenzien hinzugefügt und sind keine besonderen Interaktionen angegeben, so treten die Reaktionen, die bei Zugabe jedes einzelnen Reagenzes auftreten würden, zusammen auf. Gibt man zum Beispiel im Säuren dem Stoffteilchen G die Reagenzien Y und Z zu, so bildet sich eine gelbe Lösung mit grünem Niederschlag.*
- *Sind aufgrund einer bestimmten Kombination von Teilchen und Reagenzien mehrere Beobachtungen zu erwarten, so gelten für die Farbe der resultierenden Lösung die üblichen Gesetze der Farbmischung. Tritt Farbmischung auf, so wird angenommen, dass der Einfluss jedes an der Färbung beteiligten Stoffteilchens gleich groß ist. (Beispiele: aus je einem Teil „rot“ und „gelb“ entsteht „orange“; aus je einem Teil „gelb“ und „farblos“ entsteht „gelblich“; aus je einem Teil „rot“ und „violett“ entsteht „purpurfarben“; aus zwei Teilen „rot“ und einem Teil „gelb“ entsteht „rotorange“.)*
- *Farblose und farbige Niederschläge hingegen können ungemischt, also einzeln beobachtet werden.*

	sauer			alkalisch		
	+X	+Y	+Z	+X	+Y	+Z
A	AX blau	AY ↓rot	AXZ ↗	AX ↓gelb	AY ↓rot	AZ ↓blau
B	BX ↓gelb	BY rot	-	BX violett	BXY ↓gelb	BZ rot
C	CX ↓rot	CXY ↗	CYZ ↗	CX violett	CY rot	CYZ ↗
D	DX rot	DXY gelb	DXYZ ↗	-	DY ↓grün	-
E	EX rot	EY ↓	-	EX ↓	EY gelb	EZ grün
F	FX gelb	FY ↓blau	FZ ↓gelb	FX rot	FXY ↗	FXZ gelb
G	-	GY ↓grün	GZ gelb	GX ↓gelb	GXY blau	-
H	HX ↓	HY ↓grün	HYZ ↗	HX rot	HY ↓	-

1. Welche Beobachtungen können insgesamt an einer Mischung der Teilchen A bis D bei Zugabe von Reagenz X in saurer Lösung gemacht werden?

- (A) blaue und rote Lösung, gelber und roter Niederschlag
- (B) blaue und rote Lösung, orangefarbener Niederschlag
- (C) violette Lösung, gelber und roter Niederschlag
- (D) violette Lösung, orangefarbener Niederschlag
- (E) violette Lösung, gelber, farbloser und roter Niederschlag

Schwierigkeit: niedrig

2. In einer Mischung können die Teilchen D bis H enthalten sein. Sie wollen eindeutig nachweisen, ob F enthalten ist. Ihnen steht dafür eine Lösung zur Verfügung, von der Sie nicht wissen, ob sie sauer oder alkalisch ist.

Wenn Sie so wenig verschiedene Reagenzien wie möglich verwenden, welche(s) Reagenz(ien) sind (ist) dann hinreichend, um in jedem Fall diesen Nachweis zu ermöglichen?

- (A) X
- (B) Z
- (C) X und Y
- (D) Y und Z
- (E) X, Y und Z

Schwierigkeit: mittel

3. Eine Mischung, in der alle Teilchen A bis H enthalten sein können, färbt sich bei Zugabe von Reagenz X violett (Beobachtung 1). Außerdem fällt ein gelber Niederschlag aus (Beobachtung 2). Gibt man der Lösung, in der das Reagenz X schon enthalten ist, das Reagenz Y zu, so lässt sich nach Abschluss aller auftretenden Reaktionen keinerlei Veränderung beobachten (Beobachtung 3). Die Beobachtungen werden entweder alle nur im Säuren oder alle nur im Alkalischen gemacht; in welchem von beiden, ist nicht angegeben.

Welche(r) Bestandteil(e) können (kann) damit eindeutig nachgewiesen werden?

- (A) nur B
- (B) nur G
- (C) nur A und B
- (D) nur C und G
- (E) nur B, C und G

Schwierigkeit: hoch

2.7 Interpretieren naturwissenschaftlicher Abbildungen und Tabellen

Bearbeitungszeit für die folgenden 3 Aufgaben in dieser Broschüre: **5 Minuten**

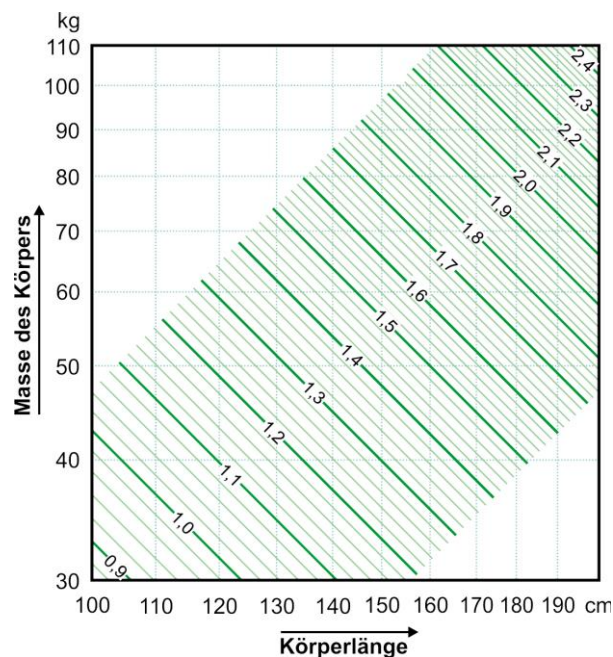
Bearbeitungszeit im Originaltest für insgesamt 15 Aufgaben: **25 Minuten**

Mit den folgenden Aufgaben wird Ihre Fähigkeit geprüft, mit formalisierten Informationen in grafischer Form umzugehen.

Die folgenden Aufgaben befassen sich mit der Interpretation von Abbildungen. Wählen Sie unter den mit (A) bis (E) gekennzeichneten Lösungsvorschlägen jeweils denjenigen aus, der die richtige Antwort auf die gestellte Frage beinhaltet.

- 1.** Bei Stoffwechseluntersuchungen kann es wichtig sein, die Oberflächengröße eines Organismus zu kennen.

Im folgenden Diagramm ist die Körperlänge und die Masse des Körpers („Körpergewicht“) abgetragen; der Schnittpunkt beider Linien erlaubt die Schätzung der Körperoberfläche eines Menschen in m^2 .

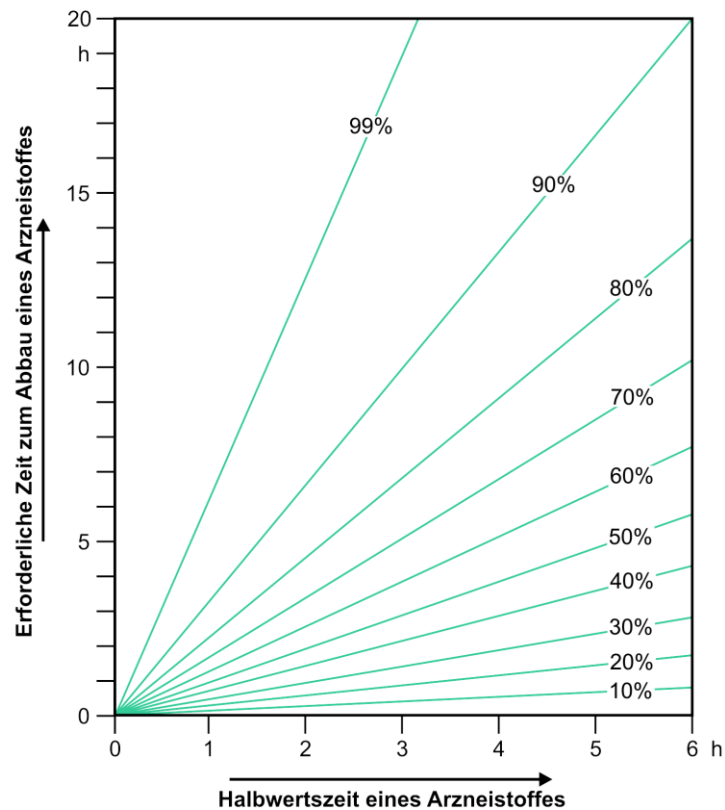


Wie groß ist ungefähr laut Diagramm die Körperoberfläche eines 152 cm großen Menschen mit einer Masse des Körpers von 55 kg?

- (A) $1,20 \text{ m}^2$
- (B) $1,50 \text{ m}^2$
- (C) $1,80 \text{ m}^2$
- (D) $2,00 \text{ m}^2$
- (E) $2,20 \text{ m}^2$

Schwierigkeit: niedrig

2. Die folgende Grafik kann Verwendung finden, wenn festgestellt werden soll, welche Halbwertszeit ein Arzneistoff haben muss, wenn er nach einer bestimmten Zeit zu einem bestimmten Prozentsatz abgebaut sein soll.



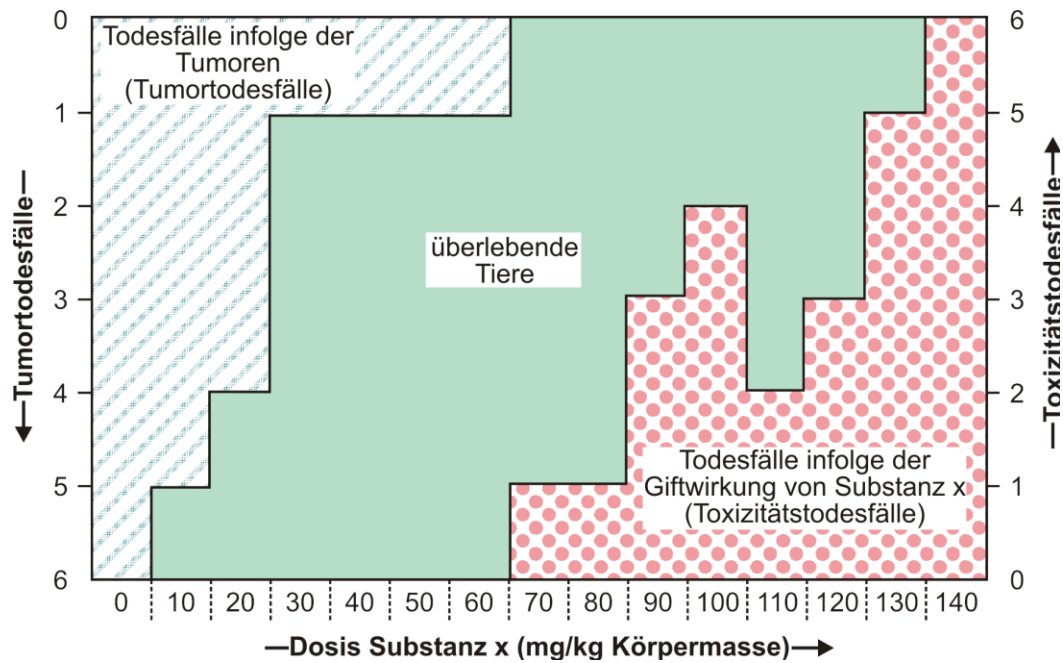
Welche der folgenden Aussagen ist unter Berücksichtigung der Grafik zutreffend?

- (A) Ein Arzneistoff mit der Halbwertszeit 2 h ist nach 3 h zu 80 % abgebaut.
- (B) Ein Arzneistoff ist nach 4 h zu 50 % abgebaut, wenn er die Halbwertszeit 3 h hat.
- (C) Ein Arzneistoff ist nach 5 h zu 70 % abgebaut, wenn er die Halbwertszeit 4 h hat.
- (D) Ein Arzneistoff mit der Halbwertszeit 1 h ist nach 1 h bereits zu 70 % abgebaut.
- (E) Ein Arzneistoff mit der Halbwertszeit 3 h braucht 7 h, bis er zu 80 % abgebaut ist.

Schwierigkeit: niedrig bis mittel

3. Die Eigenschaft einer Substanz x, Tumorstadium zum Stillstand zu bringen, wurde an Mäusen getestet. Dazu wurden 90 Mäuse mit einem Tumorstamm geimpft und 24 Stunden später, eingeteilt in 15 Gruppen mit je 6 Mäusen, mit der Substanz x in verschiedenen Dosen von 0 bis 140 mg pro kg Körpermasse behandelt.

Es ergab sich folgendes Resultat:



Wenn man 110 mit dem Tumorstamm geimpfte Mäuse, eingeteilt in 11 Gruppen mit je 10 Mäusen, mit der Substanz x in steigenden Dosen, beginnend mit 20 und endend bei 120 mg pro kg Körpermasse, behandelte, wie viele Mäuse würden voraussichtlich überleben?

- (A) ca. 36
- (B) ca. 62
- (C) ca. 56
- (D) ca. 73
- (E) ca. 93

Schwierigkeit: hoch

2.8 Analyse quantitativer Zusammenhänge

Bearbeitungszeit für die folgenden 3 Aufgaben in dieser Broschüre: **5 Minuten**

Bearbeitungszeit im Originaltest für insgesamt 15 Aufgaben: **25 Minuten**

Mit den folgenden Aufgaben wird Ihre Fähigkeit geprüft, mit Größen, Regeln und Formeln umzugehen.

Die folgende Aufgabengruppe prüft Ihre Fähigkeit zur Zahlenverarbeitung und Ihr Verständnis für quantitative Zusammenhänge. Wählen Sie unter den mit (A) bis (E) gekennzeichneten Lösungsvorschlägen jeweils denjenigen aus, der die richtige Antwort auf die gestellte Aufgabe beinhaltet.

- 1.** Sie stellen 20 Coffein-Tabletten mit einem Coffeinanteil von 50 mg pro Tablette her. Insgesamt besteht jede Tablette aus:

- 20 % Wirkstoff
- 70 % Füllstoff
- 10 % Bindemittel + FST-Komplex (Fließregulierungs-, Schmier-, Formtrennmittel)

Wie viel Füllstoff müssen Sie mindestens abwiegen?

(Masseverluste durch das Herstellungsverfahren werden vernachlässigt.)

- (A) 1 g
- (B) 3,5 g
- (C) 4 g
- (D) 5 g
- (E) 7,5 g

Schwierigkeit: niedrig bis mittel

2. Der HLB-Wert (hydrophilic-lipophilic-balance) dient der Charakterisierung von Tensiden anhand ihrer hydrophilen und lipophilen Eigenschaften und ihrer Löslichkeit in der jeweiligen Phase. In seine Berechnung nach Griffin mit

$$HLB = 20 \cdot \left(1 - \frac{M_L}{M_G}\right)$$

gehen die molare Masse des lipophilen Anteils (M_L) und die molare Masse des gesamten Moleküls (M_G) von nichtionischen Tensiden ein. Der HLB-Wert berechnet nach Griffin kann Zahlenwerte zwischen 0-20 einnehmen.

Welche Aussage trifft zu?

- (A) Tenside mit einem HLB Wert von > 15 weisen eine größere molare Masse des lipophilen Anteils gegenüber der molaren Masse des hydrophilen Anteils auf.
- (B) Tenside mit einem HLB Wert von 20 lösen sich besser in unpolaren Lösungsmitteln als in polaren.
- (C) Der HLB-Wert wird in der Einheit g/mol angegeben.
- (D) Tenside mit einem HLB Wert von < 5 verfügen über eine bessere Wasserlöslichkeit als Tenside mit höheren HLB Werten.
- (E) Tenside mit einem HLB Wert von 10 weisen gleich große Anteile an hydrophilen und lipophilen Teilstrukturen auf.

Schwierigkeit: mittel bis hoch

3. Im Wasser gelöste Farbstoffpartikel verteilen sich dort durch eine Wanderung (Diffusion) derart, dass ihre Konzentration überall gleich wird. In der folgenden Tabelle ist die Strecke x eingetragen, die ein Farbstoffpartikel in Wasser unter bestimmten Bedingungen in der Zeit t zurücklegt.

t (in min)	0,5	2	4,5	8	12,5	18
x (in mm)	1	2	3	4	5	6

Welche der folgenden Beziehungen zwischen x und t gilt für diese Werte?

- (A) $x \sim t$
- (B) $x \sim \frac{1}{t}$
- (C) $x^2 \sim t$
- (D) $x^2 \sim \frac{1}{t}$
- (E) $x^3 \sim t$

Schwierigkeit: mittel bis hoch

2.9 Mathematik und Physik

Bearbeitungszeit für die folgenden 3 Aufgaben in dieser Broschüre: **3 Minuten**

Bearbeitungszeit im Originaltest für insgesamt 15 Aufgaben: **15 Minuten**

Mit den folgenden Aufgaben werden Ihre Schulkenntnisse aus der Mathematik und der Physik geprüft.

Die folgenden Aufgaben entstammen den Bereichen der Mathematik und der Physik. Wählen Sie unter den mit (A) bis (E) gekennzeichneten Lösungsvorschlägen jeweils denjenigen aus, der die richtige Antwort auf die gestellte Frage beinhaltet.

1. Eine Reihenschaltung besteht aus 3 Widerständen mit den Werten:

$$R_1=50\ \Omega,$$

$$R_2=25\ \Omega \text{ und}$$

$$R_3=25\ \Omega.$$

Welchen Gesamtwiderstand hat die angegebene Reihenschaltung?

(A) 10 Ω

(B) 25 Ω

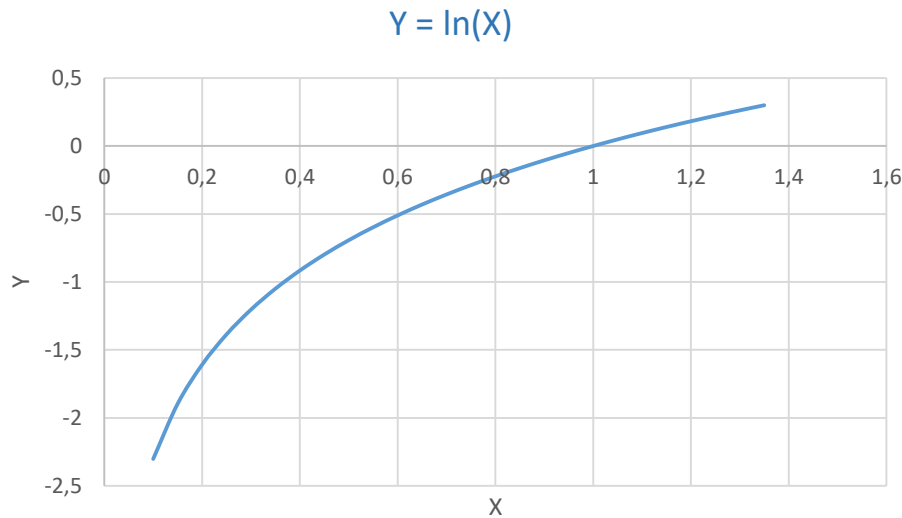
(C) 50 Ω

(D) 100 Ω

(E) 500 Ω

Schwierigkeit: niedrig bis mittel

2. Das folgende Schaubild zeigt die Funktion $Y = \ln(X)$.



In Gleichungen für Lösungen kommt oft der Ausdruck $\ln(X)$ vor, wobei X für den Stoffmengenanteil des Lösungsmittels steht. In verdünnten Lösungen ist dieser Anteil nahezu 100 %, also $X \approx 1$.

Wie kann dieser Ausdruck näherungsweise vereinfacht werden?

- (A) $\ln(X) \approx X$
- (B) $\ln(X) \approx -X$
- (C) $\ln(X) \approx 1 + X$
- (D) $\ln(X) \approx X - 1$
- (E) $\ln(X) \approx X^2$

Schwierigkeit: hoch

3. Sie vergleichen einen Körper mit der Masse m , der sich einmal auf der Erde und einmal auf dem Mond befindet.

Welche Aussage trifft nicht zu?

- (A) Die Schwerkraft, die auf den Körper einwirkt, ist auf der Erde größer als auf dem Mond.
- (B) Die Masse m dieses Körpers ist auf dem Mond kleiner als auf der Erde.
- (C) Die Dichte dieses Körpers ist bei identischer Temperatur auf dem Mond und auf der Erde gleich.
- (D) Mit zunehmender Entfernung des Körpers von der Mondoberfläche nimmt die auf ihn wirkende Anziehungskraft des Mondes ab.
- (E) Auf einen Körper mit der dreifachen Masse würde jeweils die dreifache Anziehungskraft von Mond bzw. Erde wirken.

Schwierigkeit: hoch

2.10 Biologie

Bearbeitungszeit für die folgenden 3 Aufgaben in dieser Broschüre: **2 Minuten**

Bearbeitungszeit im Originaltest für insgesamt 15 Aufgaben: **10 Minuten**

Mit den folgenden Aufgaben werden Ihre Schulkenntnisse aus der Biologie geprüft.

Die folgenden Aufgaben entstammen dem Bereich der Biologie. Wählen Sie unter den mit (A) bis (E) gekennzeichneten Lösungsvorschlägen jeweils denjenigen aus, der die richtige Antwort auf die gestellte Frage beinhaltet.

1. Ordnen Sie die Schritte der Proteinbiosynthese!

- (A) Gen - Translation - mRNA - Transkription - Protein
- (B) Gen - Transkription - Protein - Translation - mRNA
- (C) Gen - Translation - Protein - Transkription - mRNA
- (D) Gen - Transkription - mRNA - Translation - Protein
- (E) Gen - mRNA - Transkription - Translation - Protein

Schwierigkeit: niedrig bis mittel

2. Welche Aussage zur Immunisierung ist richtig?

- (A) Bei der aktiven Immunisierung werden Antikörper gegeben.
- (B) Bei der passiven Immunisierung werden Antigene gegeben.
- (C) Die passive Immunisierung kann zur Therapie genutzt werden.
- (D) Die aktive Immunisierung kann nicht zur Prophylaxe genutzt werden.
- (E) Jede Immunisierung kann aktiv oder passiv durchgeführt werden.

Schwierigkeit: hoch

3. Welches Organ gehört nicht zum Immunsystem?

- (A) Milz
- (B) Rachenmandeln
- (C) Thymusdrüse
- (D) Lymphknoten
- (E) Weißes Knochenmark

Schwierigkeit: hoch

2.11 Chemie

Bearbeitungszeit für die folgenden 3 Aufgaben in dieser Broschüre: **2 Minuten**

Bearbeitungszeit im Originaltest für insgesamt 15 Aufgaben: **10 Minuten**

Mit den folgenden Aufgaben werden Ihre Schulkenntnisse aus der Chemie geprüft.

Die folgenden Aufgaben entstammen dem Bereich der Chemie. Wählen Sie unter den mit (A) bis (E) gekennzeichneten Lösungsvorschlägen jeweils denjenigen aus, der die richtige Antwort auf die gestellte Frage beinhaltet.

- 1.** Die elektrochemische Spannungsreihe beschreibt das Standardpotential von Redoxreaktionen.

Was bedeutet es, wenn ein Stoff ein sehr positives Standardpotential besitzt? Der Stoff ist ...

- (A) ein starkes Reduktionsmittel
- (B) ein starkes Oxidationsmittel
- (C) eine starke Säure
- (D) ein Katalysator
- (E) eine starke Base

Schwierigkeit: mittel

- 2.** Aromatische Systeme werden unter anderem über die Hückelregel definiert. Wie lautet diese?

Die Anzahl an π -Elektronen in einem aromatischen System wird durch die folgende Formel berechnet:

- (A) $2n + 2$
- (B) $4n$
- (C) $2n + 4$
- (D) $4n + 4$
- (E) $4n + 2$

Schwierigkeit: hoch

3. Sie setzen 1-Brompropan mit Kaliumcyanid in einem polaren Lösungsmittel um.

Welche der folgenden Reaktionen findet überwiegend statt?

- (A) Nukleophile Substitution
- (B) Eliminierung
- (C) Addition
- (D) Elektrophile Substitution
- (E) Umlagerungsreaktion

Schwierigkeit: hoch

3 Lösungen zu den Beispielaufgaben

1. Arbeitspräzision und Konzentration

Aufgabe	Lösung
1	B
2	C
3	A

2. Verständnis und Anwendung komplexer Regeln

Aufgabe	Lösung
1	D
2	A
3	A

3. Verknüpfen komplexer Daten

Aufgabe	Lösung
1	C
2	A
3	E

4. Textverständnis

Aufgabe	Lösung
1	B
2	E
3	A

5. Räumliches Denken

Aufgabe	Lösung
1	B
2	D
3	D

6. Qualitative Stoffanalyse

Aufgabe	Lösung
1	C
2	C
3	E

7. Interpretation naturwissenschaftlicher Abbildungen und Tabellen

Aufgabe	Lösung
1	B
2	E
3	D

8. Analyse quantitativer Zusammenhänge

Aufgabe	Lösung
1	B
2	E
3	C

9. Mathematik und Physik

Aufgabe	Lösung
1	D
2	D
3	B

10. Biologie

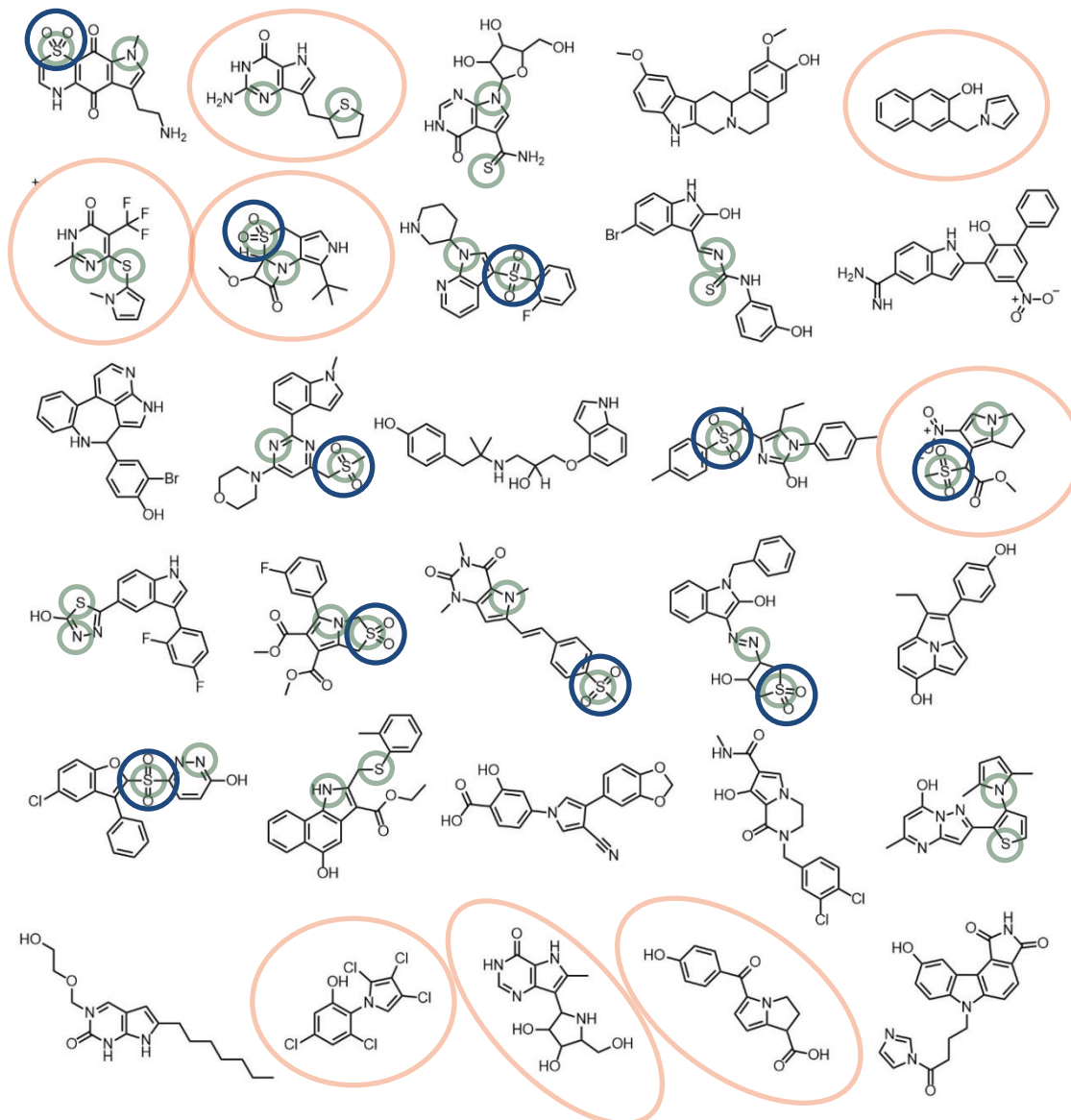
Aufgabe	Lösung
1	D
2	C
3	E

11. Chemie

Aufgabe	Lösung
1	B
2	E
3	A

4 Lösungshinweise zu den Beispielaufgaben

4.1 Arbeitspräzision und Konzentration



Zu Aufgabe 1.1: Alle in der Matrix befindlichen zyklischen und linearen Sulfone sind in der Abbildung oben **blau** umkreist. Insgesamt enthalten somit 10 Moleküle in der Matrix die erfragte Struktur. Antwortoption B ist damit richtig.

Zu Aufgabe 1.2: In der Abbildung oben sind mögliche Paarungen von Schwefel- und Stickstoffatomen **grün** umkreist. Insgesamt enthalten somit 17 Moleküle in der Matrix die erfragte Struktur. Antwortoption C ist damit richtig.

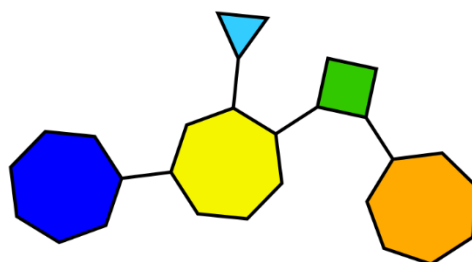
Zu Aufgabe 1.3: Die Moleküle der Matrix, die weniger als 21 Atome, die schwerer sind als Wasserstoff, enthalten, sind in der Abbildung oben **orange** umkreist. Insgesamt entsprechen somit 8 Moleküle in der Matrix der erfragten Struktur. Antwortoption A ist damit richtig.

4.2 Verständnis und Anwendung komplexer Regeln

Zu Aufgabe 2.1:

Dieser Aufgabentyp erfordert die korrekte Benennung des abgebildeten Polygonsystems.

Priorität: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
Farbton: ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Farbname: rot org glb grn hbl dbl vio



Aus (1.) folgt, dass als Stammsystem das dunkelblaue, gelbe oder orangefarbene Siebeneck in Frage kommt.

Aus (2.) folgt, dass „orange“ die Priorität 2 hat und damit gegenüber „gelb“ (Priorität 3) und „dunkelblau“ (Priorität 6) bevorzugt wird. Das Stammsystem ist also das orangefarbene Siebeneck und bildet die erste Basis. Am Ende der Nomenklatur wird nach (3.) das Stammsystem genannt.

Die Ringbezeichnung lautet nach (9.): „org7E“. Vor diesem Namen für das Stammsystem wird nach (4.) jeder Substituent des Stammsystems in Klammern genannt: „(-)org7E“. Nach (10.) werden dabei die Substituenten durch Bindestriche voneinander getrennt. (Man beachte, dass die Lösung der Aufgabe bereits an dieser Stelle mittels Ausschlussverfahren möglich ist. Im Sinne der Vollständigkeit wird untenstehend dennoch die vollständige Namensbestimmung beschrieben.)

Die Nomenklatur der Substituenten erfolgt nach (5.): Zuerst die Substitutionsposition (a), dann ggf. weitere Substituenten am aktuell betrachteten Substituenten (b) und die Ringbezeichnung des Substituenten (c). Dabei werden nach (6.) die Substituenten nach aufsteigender Positionszahl geordnet.

Diese wird nach (7.) ermittelt: Das einzige Polygon (und damit automatisch das Polygon mit der höchsten Wertigkeit bzw. Eckenzahl) am orangefarbenen Siebeneck ist das grüne Viereck. Diese Position am orangefarbenen Siebeneck erhält nach (7a) die Positionszahl 1: „(1-(-)-grn4E)-org7E“

Nun wird nach (7e) und (7b) für das gelbe Siebeneck als Substituent des grünen Vierecks im Uhrzeiger- und Gegenuhrzeigersinn durchnummeriert. Im Uhrzeigersinn erhält der gelbe Substituent den Index 2, der gleichzeitig der Summe nach (7c) entspricht. Der Index im Gegenuhrzeigersinn ist 4. Somit ist nach (7c) die Zählung bzw. der Index im Uhrzeigersinn korrekt: „(1-(2-(-)-(-)-glb7E)-grn4E)-org7E“

Es fehlen nur noch die beiden Substituenten am gelben Siebeneck, die in den runden Klammern nach der Substitutionsposition des gelben Siebenecks am grünen Viereck „2“ und der Bezeichnung des gelben Siebeneck „glb7E“ jeweils geordnet nach Substitutions-

positionen (siehe 6.) am gelben Siebeneck in den runden Klammern zu nennen sind. Nach (8.) wird das gelbe Siebeneck dafür zur neuen Basis und die Verknüpfungsposition mit dem grünen Viereck zur neuen Position 1.

Die Summe der Indizes im Uhrzeigersinn ist: $1 + 5 + 7 = 13$. Im Gegenuhrzeigersinn beträgt die Summe der Indizes: $1 + 2 + 4 = 7$. Somit werden dieses Mal die Indizes im Gegenuhrzeigersinn als Positionsangaben der Substituenten genommen: „2-hbl3E“ und „4-dbl7E“.

Der Gesamtname ist nun etabliert mit: „(1-(2-(2-hbl3E)-(4-dbl7E)-glb7E)-grn4E)-org7E“.

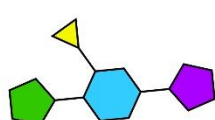
Antwortoption D ist damit richtig.

Zu Aufgabe 2.2:

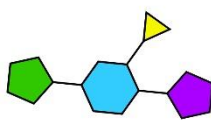
Dieser Aufgabentyp erfordert das Erkennen des korrekten Polygonsystems unter den abgebildeten Polygonsystemen zu einem vorgegebenen Namen.

(1-grn5E)-(2-glb3E)-(4-vio5E)-hbl6E

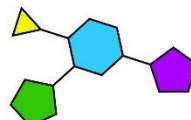
Priorität: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
Farbton: ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Farbname: rot.org.glb.grn.hbl.dbl.vio



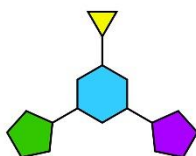
A



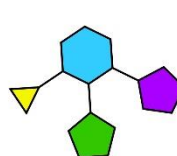
B



C



D



E

Hier bietet es sich an, die abgebildeten Polygone nach Inkompatibilitäten zum vorgegebenen Namen abzusuchen. Solche Inkompatibilitäten können beispielsweise eine falsche Eckenzahl, eine falsche Ringverknüpfung oder ein falscher Lokantenansatz sein.

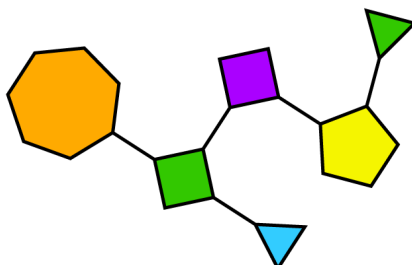
Ein Abgleich der abgebildeten Polygone mit dem vorgegebenen Namen ergibt, dass Polygon A die Lösung ist. Bei Antwortalternative B ist das gelbe Dreieck falsch verknüpft (Index 3 anstelle von 2), bei Antwortalternative C und E das violette Fünfeck (Indizes 5 bzw. 2 anstelle von 4). Im Falle von Antwortalternative D sind sowohl das gelbe Dreieck (Index 5 anstelle von 2) als auch das violette Fünfeck (Index 3 anstelle von 4) falsch verknüpft.

Antwortoption A ist damit richtig.

Zu Aufgabe 2.3:

Dieser Aufgabentyp erfordert die korrekte Benennung des abgebildeten Polygonsystems.

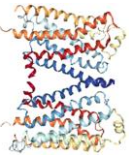
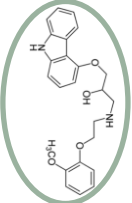
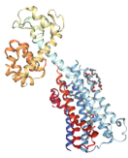
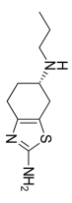
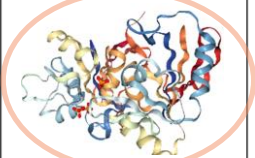
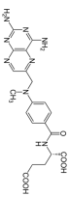
Priorität:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Farbton:							
Bezeichner:	rot	org	gib	grn	hbl	dbl	vio



Wie in Aufgabe 2.1 können der Gesamtname und damit auch die Lösung der Aufgabe durch Anwendung des umfangreichen Regelwerks bestimmt werden. Eine genaue Betrachtung der verschiedenen Antwortalternativen offenbart jedoch, dass sich diese lediglich durch die Position der Bindestriche unterscheiden. Daher bietet es sich in dieser Aufgabe an, die vorgegebenen Antwortalternativen auf die korrekte Anwendung der Regeln (9.) und (10.) zu überprüfen. Diese Überprüfung ergibt, dass die Antwortalternativen B, C und E durch Bindestriche zwischen der Eckenzahl (als Ziffer angegeben) und dem Buchstaben „E“ (für „Eck“) als Lösung ausscheiden. Antwortalternative D verletzt (genau wie C) Regel (10.), indem dort ein Bindestrich als Verbindung von Namensteilen innerhalb der Klammern zur Klammer selbst gesetzt wurde.

Nach dem Ausschlussverfahren (und nach Anwendung des umfangreichen Regelwerks) ist Antwortoption A damit richtig.

4.3 Verknüpfen komplexer Daten

Krankheit	Pathophysiologie	Biologisches Target	Biologisches Target	Wirkstoff	Strukturformel	Halbwertszeit	Bioverfügbarkeit	Unerwünschte Wirkungen
[Text]	[Text]	[Text]	[Bild]	[Text]	[Formel]	[Zahl]	[Zahl]	[Text]
Herzinsuffizienz	Unzureichende Pumpleistung mit kompensatorischer Steigerung der Herzfrequenz und Verringerung der Koronardurchblutung.	β 1-Adrenozeptor		Carvedilol		8 h	25 %	Gewichtszunahme, Depression, Dyspnoe
Morbus Parkinson	Mangel des Neurotransmitters Dopamin durch den Untergang von Neuronen in der Substantia Nigra.	D2-Rezeptor		Pramipexol		12 h	90 %	Übelkeit, Tagesschläfrigkeit, Knöchelödeme
Akute Leukämie	Maligne Vermehrung einer Blutzellreihe und in Folge Störung der Blutzellbildung.	Dihydrofolatreduktase		Methotrexat		24 h	100 %	Schleimhautschäden, Haarausfall, Knochenmarksuppression

Zu Aufgabe 3.1: Es wird die Verknüpfung des Wirkstoffs Pramipexol und einer dazugehörigen unerwünschten Wirkung (Knöchelödemen) gefragt. Diese ist in der Abbildung oben **blau** umkreist. Antwortoption C ist damit richtig.

Zu Aufgabe 3.2: Es wird die Verknüpfung der Krankheit Herzinsuffizienz und der Strukturformel des dazugehörigen Wirkstoffs Carvedilol gefragt. Diese ist in der Abbildung oben **grün** umkreist. Antwortoption A ist damit richtig.

Zu Aufgabe 3.3: Es wird die Verknüpfung der Abbildung des Biologischen Targets Dihydrofolatreduktase und der dazugehörigen Bioverfügbarkeit von 100 % gefragt. Diese ist in der Abbildung oben **orange** umkreist. Antwortoption E ist damit richtig.

4.4 Textverständnis

Die im Text beschriebene Hormonbildung könnte wie folgt skizziert werden:

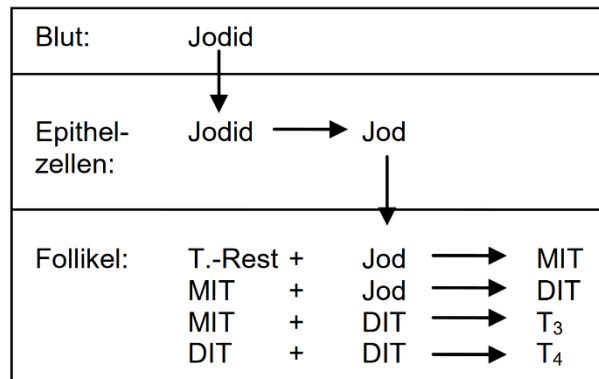


Abbildung 1. Hormonbildung

Das im Text beschriebene Regulationssystem lässt sich vereinfacht wie folgt schematisieren, wobei $\oplus$ für eine Stimulation und $\ominus$ für eine Hemmung steht:

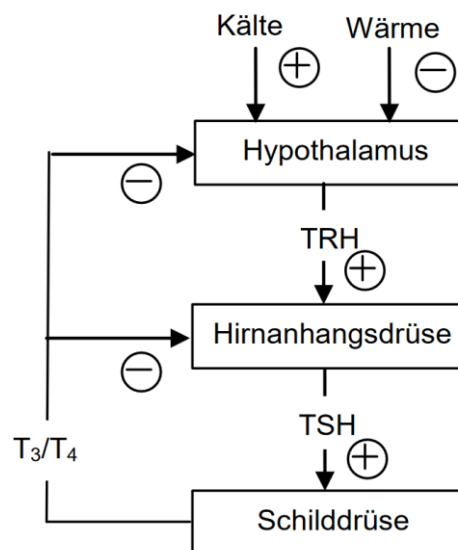


Abbildung 2. Regulationssystem

Zu Aufgabe 4.1:

Bei dieser Aufgabe haben Sie fünf verschiedene Vorgänge daraufhin zu überprüfen, ob diese im Rahmen der T₃-Bildung auftreten. Ferner ist für jeden Vorgang zu ermitteln, ob er dem richtigen Ort zugeordnet ist. Ein Blick auf Abbildung 1 zeigt, dass der unter (B) genannte Vorgang als ein einziger nicht zu den im Text beschriebenen Schritten der T₃-Bildung gehört: Der Text sagt nichts über eine Umwandlung von Jod in Jodid in den Follikeln aus. Auch der umgekehrte Prozess, die Umwandlung von Jodid in Jod, findet nicht in den Follikeln statt, sondern in den Epithelzellen.

Antwortoption B ist damit richtig.

Zu Aufgabe 4.2:

In dieser Aufgabe sind drei Vorgänge daraufhin zu überprüfen, ob sie eine verminderte Stoffwechselaktivität verursachen können. Eine verminderte Stoffwechselaktivität tritt dem Text zufolge bei einer zu niedrigen Konzentration der beiden Hormone T_3 und T_4 im Blut (Hypothyreose) auf (siehe letzter Absatz). Diese Konzentration ist dann niedrig, wenn die hormonbildenden Prozesse gestört bzw. gehemmt werden. Die Aussagen I und III lassen sich gut über Abbildung 2 nachvollziehen. Da die Hormone T_3 und T_4 in der Schilddrüse gebildet werden, führt eine operative Entfernung der Schilddrüse direkt zu einer stark verminderten Konzentration von T_3 und T_4 ; Aussage I ist also richtig. Genauso führt die ausbleibende Stimulierung der Schilddrüse bei einer Funktionsstörung der Hirnanhangsdrüse über TSH zu einer verminderten Konzentration von T_3 und T_4 ; Aussage III ist damit auch richtig. Aussage II lässt sich gut über Abbildung 1 und eine Information aus dem Text nachvollziehen. Ohne Aufnahme von Jod über die Nahrung, das dann in Form von Jodid vom Körper aufgenommen wird, kann kein T_3 und T_4 gebildet werden. Zwar kann die nötige Konzentration für ca. 10 Monate mit gespeichertem inaktivem T_3 und T_4 gesichert werden, über mehrere Jahre jedoch kann dieser Ausgleich nicht gesichert werden und es kann zur Hypothyreose kommen.

Antwortoption E ist damit richtig.

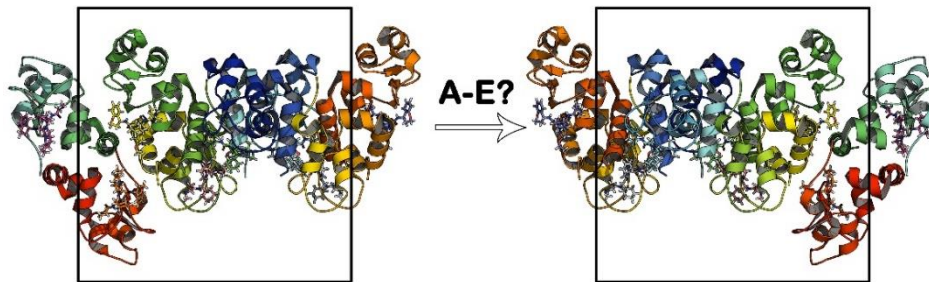
Zu Aufgabe 4.3:

Eine besondere Schwierigkeit liegt bei dieser Aufgabe in der Beurteilung von Aussage III. Hier erliegen zahlreiche Bearbeitende dem Trugschluss, ein überhöhtes Jodidangebot in den Epithelzellen habe eine Steigerung der T_3/T_4 -Sekretion zur Folge. Dies lässt sich jedoch weder dem Text entnehmen, noch ist es faktisch zutreffend. Von den drei Sachverhalten kann dem Text zufolge somit nur der erstgenannte eine Steigerung der T_3/T_4 -Sekretion bedingen.

Antwortoption A ist damit richtig.

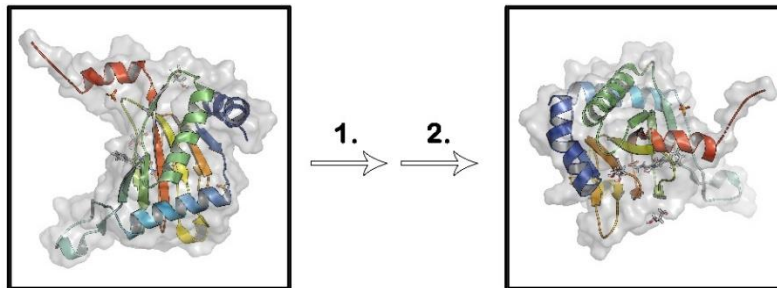
4.5 Räumliches Denken

Zu Aufgabe 5.1:



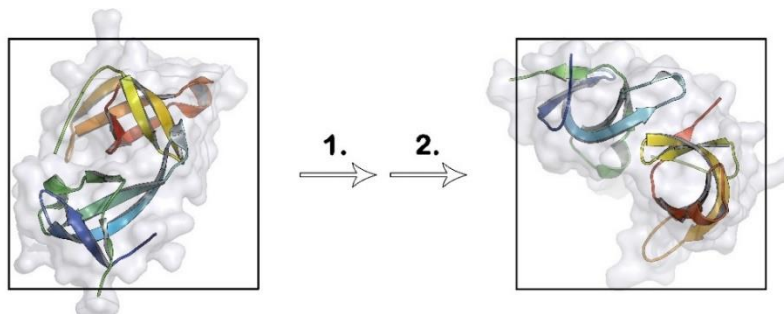
Die Rotation lässt sich gut anhand des Farbverlaufs im Biomolekül nachvollziehen. Das Molekül wird um 180° um die Y-Achse gedreht. Diese Bewegung kann man sich beispielsweise als Umblättern in einem Buch vergegenwärtigen. Antwortoption B ist damit richtig.

Zu Aufgabe 5.2:



Das Zustandekommen des Ergebnisbilds lässt sich an der rotorangen Helix im oberen linken Bereich des Biomoleküls gut nachvollziehen: Zunächst muss eine Komponente der Drehung um die X-Achse (-90°) stattfinden, damit sich die Helix mittig in der Horizontalen befindet. Sie liegt dann jedoch rückseitig im Molekül – eine Drehung um 180° um die Y-Achse überführt die rotorange Helix (wie im Ergebnisbild erkennbar) in den Vordergrund. Antwortoption D ist damit richtig.

Zu Aufgabe 5.3:



Für die seitliche Sicht des Ergebnisbilds muss eine Komponente der Drehung um die Y-Achse stattfinden. Nur D und E ergeben die zylindrische Seitenansicht der Betafaltblätter. Nur bei D ist die kleine orange Minihelix im Vordergrund. Dementsprechend muss erst -90° um die Y-Achse, dann -90° um die Z-Achse gedreht werden. Antwortoption D ist damit richtig.

4.6 Qualitative Stoffanalyse

Zu Aufgabe 6.1:

Bei diesem Aufgabentyp müssen die Beobachtungen infolge der Reaktionen eines Reagenzes oder mehrerer Reagenzien (X, Y bzw. Z) mit mehreren Stoffteilchen (A bis H) erschlossen werden. Diese Reaktionen fallen in sauren und alkalischen Lösungen unterschiedlich aus.

Die konkrete Aufgabe erfordert die Bestimmung der Beobachtungen, die an einer Mischung der Stoffteilchen A, B, C und D bei Zugabe von Reagenz X in saurer Lösung gemacht werden. Betrachtet man zunächst die auftretenden Niederschläge, so lässt sich aus der Tabelle entnehmen, dass Stoffteilchen B mit Reagenz X einen gelben Niederschlag und Stoffteilchen C mit Reagenz X einen roten Niederschlag bildet. Beachten Sie, dass das Stoffteilchen H nicht in der Lösung enthalten ist, sodass neben den beiden genannten kein weiterer Niederschlag ausfällt. Die Antwortoptionen mit orangefarbenem Niederschlag kommen gemäß der letzten Festlegung in den Instruktionen – Niederschläge können ungemischt beobachtet werden – als Lösung nicht infrage. Im Gegensatz zu den Niederschlägen gelten für die Farbe der resultierenden Lösung die üblichen Gesetze der Farbmischung (vgl. vorletzte Festlegung in den Instruktionen). Da Stoffteilchen A mit Reagenz X eine blaue Lösung bildet und die Lösung DX rot ist, wird durch die Farbmischung eine violette Lösung zu beobachten sein. Antwortoption C ist damit richtig.

Zu Aufgabe 6.2:

Bei diesem Aufgabentyp muss mit möglichst wenig verschiedenen Reagenzien der eindeutige Nachweis eines bestimmten Stoffteilchens erfolgen.

In der konkreten Aufgabe ist dabei nicht bekannt, ob die zur Verfügung stehende Lösung sauer oder alkalisch ist. Daher muss ein eindeutiger Nachweis durch die Reaktionen der entsprechenden Stoffteilchen mit dem jeweiligen Reagenz bzw. den jeweiligen Reagenzien sowohl anhand der Beobachtungen in saurer als auch alkalischer Lösung möglich sein. Im Lösungsprozess bietet es sich an, die in den Antwortoptionen benannten (Kombinationen von) Reagenzien nacheinander auf ihre Tauglichkeit zum eindeutigen Nachweis des Stoffteilchens zu überprüfen. Dabei ist es sinnvoll, mit der jeweils geringsten Anzahl an Reagenzien zu starten, da die prinzipielle Tauglichkeit einer Kombination verschiedener Reagenzien nicht unbedingt die richtige Antwort auf die Aufgabe indiziert. In der Aufgabe ermöglicht die Verwendung der drei Reagenzien X, Y und Z beispielsweise einen eindeutigen Nachweis von Stoffteilchen F, jedoch lässt sich ebenso mit weniger Reagenzien ein Nachweis erbringen, sodass Antwortoption E nicht die richtige Antwort ist. Zur Illustration werden nun die übrigen Antwortoptionen überprüft und exemplarische Gedankengänge wiedergegeben:

Antwortoption A: Allein mit Reagenz X lässt sich das Stoffteilchen F unter der Voraussetzung des unbekannten Milieus der zur Verfügung stehenden Lösung nicht eindeutig nachweisen. Wenn gesichert wäre, dass eine saure Lösung zur Verfügung stünde, wäre das Stoffteilchen F eindeutig nachweisbar – dann hätte die Lösung eine gelbe oder (falls die Mischung die Stoffteilchen D und/oder E ebenso enthielte) eine rotorangefarbene oder orangefarbene Färbung, sofern Stoffteilchen F in der Mischung enthalten wäre; andernfalls wäre der gelbe Farbanteil der Lösung nicht zu beobachten. Darüber wäre eine Unterscheidbarkeit in den Beobachtungen gegeben, die eine eindeutige Schlussfolgerung erlaubt, ob Stoffteilchen F in der Mischung enthalten ist oder nicht. In alkalischer

Lösung ist dies nicht der Fall: Hier kann neben FX auch HX zu einer roten Färbung der Lösung führen. Damit ist es nicht möglich, das Stoffteilchen F allein mit Reagenz X in alkalischer Lösung eindeutig nachzuweisen. Sollte eine rote Färbung auftreten, kann diese sowohl auf das Vorhandensein von Stoffteilchen F als auch auf das Vorhandensein von Stoffteilchen H zurückgehen.

Antwortoption B: Allein mit Reagenz Z lässt sich das Stoffteilchen F unter der Voraussetzung des unbekannten Milieus der zur Verfügung stehenden Lösung nicht eindeutig nachweisen. Wenn gesichert wäre, dass eine saure Lösung zur Verfügung stünde, wäre das Stoffteilchen F eindeutig nachweisbar – dann fiel ein gelber Niederschlag aus, sofern es in der Mischung enthalten wäre; andernfalls wäre der gelbe Niederschlag nicht zu beobachten. Darüber wäre eine Unterscheidbarkeit in den Beobachtungen gegeben, die eine eindeutige Schlussfolgerung erlaubt, ob Stoffteilchen F in der Mischung enthalten ist oder nicht. In alkalischer Lösung ist dies nicht der Fall: Hier kommt es bei Zugabe von Reagenz Z lediglich bei Vorhandensein von FX zu einer gelben Färbung der Lösung; FZ zeigt keine spezifische Reaktion und weist diese charakteristische Färbung somit nicht auf. Damit ist es nicht möglich, das Stoffteilchen F allein mit Reagenz Z in alkalischer Lösung eindeutig nachzuweisen.

Antwortoption C: Mit den Reagenzien X und Y lässt sich das Stoffteilchen D auch unter der Voraussetzung des unbekannten Milieus der zur Verfügung stehenden Lösung eindeutig nachweisen. Stünde eine saure Lösung zur Verfügung, wäre das Stoffteilchen F unter Verwendung von Reagenz X eindeutig nachweisbar (siehe Beschreibung der Antwortoption A). Alternativ würde auch Reagenz Y in saurer Lösung eine eindeutige Nachweisbarkeit von F über das Vorhandensein eines blauen Niederschlags ermöglichen. Darüber wäre im Falle einer sauren Lösung eine Unterscheidbarkeit in den Beobachtungen gegeben, die eine eindeutige Schlussfolgerung erlaubt, ob Stoffteilchen F in der Mischung enthalten ist oder nicht. Dies ist – unter kombinierter Verwendung beider Reagenzien X und Y – auch in alkalischer Lösung der Fall. Stünde eine alkalische Lösung zur Verfügung, wäre das Stoffteilchen F unter Verwendung von Reagenz X und anschließender Zugabe von Reagenz Y eindeutig nachweisbar – dann wäre eine Gasentwicklung zu beobachten, sofern es in der Mischung enthalten wäre; andernfalls wäre die Gasentwicklung nicht zu beobachten. Insgesamt ist also in beiden Milieus eine Unterscheidbarkeit in den Beobachtungen gegeben, die eine eindeutige Schlussfolgerung erlaubt, ob Stoffteilchen F in der Mischung enthalten ist oder nicht. Antwortoption C ist damit richtig (und Antwortoption E kann endgültig ausgeschlossen werden).

Antwortoption D: Mit der Kombination der Reagenzien Y und Z lässt sich das Stoffteilchen F unter der Voraussetzung des unbekannten Milieus der zur Verfügung stehenden Lösung hingegen nicht eindeutig nachweisen. Wenn gesichert wäre, dass eine saure Lösung zur Verfügung stünde, wäre das Stoffteilchen F eindeutig nachweisbar (siehe Beschreibungen der Antwortoptionen B und C). Darüber wäre eine Unterscheidbarkeit in den Beobachtungen gegeben, die eine eindeutige Schlussfolgerung erlaubt, ob Stoffteilchen F in der Mischung enthalten ist oder nicht. In alkalischer Lösung ist dies nicht der Fall: Hier zeigt neben FZ (siehe Beschreibung der Antwortoption B) auch FY ohne vorherige Zugabe von X keine spezifische Reaktion. Auch die mit beiden Reagenzien herstellbare Kombination FYZ zeigt keine spezifische Reaktion. Damit ist es nicht möglich, das Stoffteilchen F mit den Reagenzien Y und Z in alkalischer Lösung eindeutig nachzuweisen, da in allen Fällen keine Reaktion auftritt. Antwortoption C ist damit eindeutig richtig.

Zu Aufgabe 6.3:

Bei diesem Aufgabentyp muss anhand der vorgegebenen Beobachtungen erschlossen werden, welche Bestandteile in einer Mischung eindeutig nachgewiesen werden können.

Sofern es die Beobachtungen zulassen, kann ein erster Schritt im Lösungsprozess sein, zu bestimmen, ob die Reaktionen im Sauren oder im Alkalischen prinzipiell wie dargestellt ablaufen können. In der vorliegenden Aufgabe ist dies zwar nicht anhand der Beobachtungen 1 und 2, jedoch anhand der Beobachtung 3 möglich: So bildet im Sauren eine Kombination der Stoffteilchen A und B mit D oder E zwar die ersten beiden Beobachtungen ab; Beobachtung 3 jedoch kann im Sauren unter gleichzeitigem Auftreten der Beobachtungen 1 und 2 nicht eingehalten werden, da die für die Beobachtungen 1 und 2 notwendigen Stoffteilchen bei Zugabe von Reagenz Y zu einer Veränderung (Farbe der Lösung oder Niederschlag) führen, die wiederum Beobachtung 3 widerspricht. Daraus wird deutlich, dass die Reaktionen alle im Alkalischen abgelaufen sein müssen.

Im Alkalischen können bei Zugabe von Reagenz X ausschließlich die Stoffteilchen A, B, C und G die beiden Beobachtungen 1 und 2 abbilden. Stoffteilchen A kann jedoch nicht in der Mischung enthalten sein, da bei anschließender Zugabe von Reagenz Y ein roter Niederschlag entstünde, der wiederum Beobachtung 3 widerspricht. Daher können maximal die Stoffteilchen B, C und G eindeutig nachgewiesen werden. Tatsächlich sind alle drei Stoffteilchen eindeutig in der Mischung enthalten: Zwar scheinen die Reaktionen von BX, CX und GX mit Reagenz Y auf den ersten Blick zu entscheidenden Veränderungen zu führen und somit widersprüchlich zu Beobachtung 3 zu sein; eine genaue Betrachtung zeigt jedoch: Sind alle drei Stoffteilchen B, C und G in der Mischung enthalten, dann – und nur dann – führt die Zugabe der Reagenzien X und Y zu einer violetten Lösung mit gelbem Niederschlag. Zwar verschwindet bei Zugabe von Reagenz Y zunächst der gelbe Niederschlag und ein blauer Farbanteil wird der Lösung hinzugefügt ($GX \downarrow \text{gelb} \rightarrow GXY \text{ blau}$); der blaue Farbanteil mischt sich mit dem roten CY jedoch wieder zu violett, sodass die violette Färbung der Lösung erhalten bleibt. Auch der gelbe Niederschlag wird nach Abschluss aller auftretenden Reaktionen weiterhin zu beobachten sein, da er aus dem ehemals violetten BX nach Zugabe von Reagenz Y als BXY ausfällt ($BX \text{ violett} \rightarrow BXY \downarrow \text{gelb}$). Schlussendlich bleibt somit auch bei Zugabe von Reagenz Y eine violette Lösung mit gelbem Niederschlag erhalten, wie unter Beobachtung 3 gefordert. Antwortoption E ist damit richtig.

4.7 Interpretieren naturwissenschaftlicher Abbildungen und Tabellen

Zu Aufgabe 7.1:

Bei dieser Aufgabe wird in einem Diagramm die Masse des Körpers (in kg) gegen die Körperlänge (in cm) eines Menschen abgetragen. Die Kombination dieser beiden Größen erlaubt die Schätzung der Körperoberfläche (in m^2), die in der vorliegenden Aufgabe anhand des Diagramms ermittelt werden soll.

In diesem Fall ist die Lösung durch simples Ablesen zu bestimmen. Dazu kann etwa eine vertikale Linie, die die x-Achse bei einer Körperlänge von 152 cm schneidet, gezeichnet werden. Anschließend kann eine horizontale Linie, die die y-Achse bei einer Körpermasse von 55 kg gezogen werden. Zu beachten ist dabei die nicht-lineare Skalierung der y-Achse. Der Schnittpunkt der beiden Linien liegt in etwa auf der Diagonalen, die eine Körperoberfläche von $1,50 \text{ m}^2$ angibt.

Antwortoption B ist damit richtig.

Zu Aufgabe 7.2:

Bei dieser Aufgabe wird in einem Diagramm die erforderliche Zeit zum Abbau eines Arzneistoffs (in h) gegen die Halbwertszeit eines Arzneistoffes (in h) abgetragen. In der Diagrammfläche repräsentieren verschiedene Linien den prozentualen Abbau eines Arzneistoffes in Abhängigkeit der beiden Größen. Nun sollen die vorgegebenen Aussagen unter Berücksichtigung der Grafik auf ihre Richtigkeit überprüft werden. Dabei kann das Ableseverfahren aus Aufgabe 7.1 analog angewendet werden:

Aussage A ist falsch: Ein Arzneistoff mit einer Halbwertszeit von 2 h ist nach 3 h nicht zu 80 %, sondern lediglich zu 70 % abgebaut. Ein 80 %-iger Abbau erfordert eine höhere Halbwertszeit und/oder eine längere Zeit zum Abbau des Arzneistoffs.

Aussage B ist falsch: Ein Arzneistoff ist nach 4 h zu 50 % abgebaut, wenn er eine Halbwertszeit von 4 h hat bzw. ein Arzneistoff mit einer Halbwertszeit von 3 h ist bereits nach 3 h zu 50 % abgebaut.

Aussage C ist falsch: Der Grafik ist zu entnehmen, dass ein Arzneistoff mit einer Halbwertszeit von 4 h eine längere Zeit als 5 h zum Abbau benötigt, um zu 70 % abgebaut zu sein.

Aussage D ist falsch: Ein Arzneistoff mit einer Halbwertszeit von 1 h ist nach 1 h nicht zu 70 %, sondern lediglich zu 50 % abgebaut. Ein 70 %-iger Abbau erfordert eine höhere Halbwertszeit und/oder eine längere Zeit zum Abbau des Arzneistoffs.

Aussage E ist richtig: Ein Arzneistoff mit einer Halbwertszeit von 3 h braucht 7 h, bis er zu 80 % abgebaut ist.

Antwortoption E ist damit richtig.

Zu Aufgabe 7.3:

Bei dieser Aufgabe wird in einem Diagramm wird die Anzahl der Tumortodesfälle und Toxizitätstodesfälle von Mäusen gegen die Dosis einer Substanz x (in mg/kg Körpermasse) abgetragen. Die Fragestellung verlangt, die Anzahl der überlebenden Mäuse für mehrere Gruppen in Abhängigkeit der Dosis von x zu bestimmen.

Dafür muss – wie von der Fragestellung gefordert – bei einer Dosis von 20 mg/kg Körpermasse mit dem Ablesen begonnen werden. Der Grafik ist zu entnehmen, dass 4 von 6 Mäusen an einem Tumor gestorben sind, während es keine Toxizitätstodesfälle gab. Somit überleben 2 von 6 Mäusen bei einer Dosis von 20 mg/kg, was hochgerechnet auf Gruppen von 10 Mäusen ca. 3,3 Mäusen entspricht. Zu beachten ist die Notwendigkeit dieser Hochrechnung, da die abgebildete Grafik sich auf Gruppen mit je 6 Mäusen bezieht (siehe Aufgabentext über der Grafik), während die Fragestellung von Gruppen mit je 10 Mäusen ausgeht. Analog muss für die übrigen Dosen bis einschließlich 120 mg/kg Körpermasse verfahren werden, bei der 3 von 6 Mäusen überleben, was hochgerechnet auf eine Gruppe von 10 Mäusen 5 Mäusen entspricht. Da die Lösung die Summe der Anzahl überlebender Tiere bei Anwendung der einzelnen Dosen ist, muss diese im letzten Schritt bestimmt werden. Sie ergibt sich aus $3,3 + 8,3 + 8,3 + 8,3 + 8,3 + 8,3 + 8,3 + 5 + 3,3 + 6,7 + 5 = 73,1 \approx 73$ Mäuse.

Antwortoption D ist damit richtig.

4.8 Analyse quantitativer Zusammenhänge

Zu Aufgabe 8.1:

Bei der Herstellung von 20 Coffein-Tabletten mit einem Coffein-Anteil von je 50 mg, benötigt man insgesamt 1000 mg (also 1 g) Coffein. Diese 1000 mg Coffein entsprechen auch dem Wirkstoffanteil von 20 %. Das Gewicht von 70 % Füllstoff errechnet sich folglich wie folgt: 1 g (entspricht dem Wirkstoffanteil) / 2 · 7 = 3,5 g. Antwortoption B ist damit richtig.

Zu Aufgabe 8.2:

Die Grundlage zur Bearbeitung dieser Aufgabe stellt die angegebene Formel zur Berechnung des HLB-Wertes nach Griffin dar:

$$HLB = 20 \cdot \left(1 - \frac{M_L}{M_G}\right)$$

Aussage A ist falsch: Die gesamte molare Masse eines Moleküls ergibt sich aus der molaren Masse des lipophilen und der des hydrophilen Anteils. Damit ein HLB-Wert von über 15 über die Formel nach Griffin errechnet werden kann, muss der Term $\left(1 - \frac{M_L}{M_G}\right)$ mindestens $\left(1 - \frac{1}{4}\right) = 0,75$ ergeben. Somit liegt der lipophile molare Masseanteil bei $\frac{1}{4}$ und der hydrophile molare Masseanteil bei $\frac{3}{4}$. Letzterer ist also der größere Anteil.

Aussage B ist falsch: In unpolaren Lösungsmitteln lösen sich Tenside umso besser, je höher ihr lipophiler Anteil ist. Damit ein HLB-Wert von 20 über die Formel nach Griffin errechnet werden kann, muss der Term $\left(1 - \frac{M_L}{M_G}\right) = 1, \frac{M_L}{M_G}$ entsprechend 0 ergeben. Folglich muss der lipophile molare Masseanteil gleich 0 sein. Ein Tensid mit einem HLB-Wert von 20 löst sich also in polaren Lösungsmitteln deutlich besser als in unpolaren.

Aussage C ist falsch: Die Einheit des HLB-Wertes kann in der Formel nach Griffin nur über den Term $\frac{M_L}{M_G}$ ermittelt werden. Da jedoch die Einheit von M_L gleich der Einheit von M_G ist (g/mol), kürzen sich die beiden Einheiten heraus, der HLB-Wert hat also keine Einheit.

Aussage D ist falsch: In Wasser lösen sich Tenside umso besser, je höher ihr hydrophiler Anteil ist. Damit ein HLB-Wert von unter 5 über die Formel nach Griffin errechnet werden kann, muss der Term $\left(1 - \frac{M_L}{M_G}\right)$ mindestens $\left(1 - \frac{3}{4}\right) = 0,25$ ergeben. Somit liegt der lipophile molare Masseanteil bei $\frac{3}{4}$ und der hydrophile molare Masseanteil bei $\frac{1}{4}$. Da der lipophile molare Masseanteil höher ist als der hydrophile, löst sich ein solches Tensid nicht sonderlich gut in Wasser, für einen HLB unter 5 und gegen 0 müsste sich der lipophile molare Masseanteil sogar noch erhöhen. Damit verfügen Tenside mit höheren HLB Werten über eine bessere Wasserlöslichkeit als Tenside mit einem $HLB < 5$.

Aussage E ist richtig: Damit ein HLB-Wert von über 10 über die Formel nach Griffin errechnet werden kann, muss der Term $\left(1 - \frac{M_L}{M_G}\right)$ genau $\left(1 - \frac{1}{2}\right) = 0,5$ ergeben. Somit liegt der lipophile und der hydrophile molare Masseanteil bei $\frac{1}{2}$, sie sind also gleich. Antwortoption E ist damit richtig.

Zu Aufgabe 8.3:

Um das Verhältnis von der Strecke x zur Zeit t einschätzen zu können, müssen die jeweils gepaarten Werte in der Tabelle angeschaut werden. Betrachtet man dabei z. B. die Werte für t bei $x = 1, 2$ und 4 ($t = 0,5, 2, 8$), weil hier die Werte für x von 1 zu 4 jeweils verdoppelt werden, so sieht man, dass sich die zugehörigen Differenzen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Werten für t ($8 - 2 = 6$; $2 - 0,5 = 1,5$) bei Verdopplung der Werte für x vervierfachen. Diese Beobachtung entspricht weder einer linearen Beziehung (wie in Antwortoption A), da hier eine Verdopplung der Werte für x zu einer Verdopplung der Differenzen zwischen den Werten für t führen müsste, noch einer reziproken Beziehung (wie in Antwortoptionen B und D), da hier die Werte für t mit steigendem Wert für x sinken müssten. Auch der Beziehung $x^3 \sim t$ (wie in Antwortoption E) entspricht sie nicht, da hier eine Verdopplung der Werte für x zu einer Vervielfachung der Differenzen zwischen den Werten für t führen müsste. Die Vervielfachung dieser Differenzen entspricht genau der Proportionalitätsbeziehung $x^2 \sim t$. Antwortoption C ist damit richtig.

4.9 Mathematik und Physik – Biologie – Chemie

Zu Aufgaben der Aufgabengruppen „Mathematik und Physik“, „Biologie“ und „Chemie“ werden keine Lösungshinweise gegeben. Da es sich hier um reine Wissensaufgaben handelt, gibt es im engeren Sinne keine durch die Mechanismen der Aufgabengruppe bestimmten Lösungswege. Die richtige Lösung muss entsprechend und im Gegensatz zu den vorhergehenden Aufgabengruppen nicht „erarbeitet“, sondern gewusst werden.