

# Kompetenzorientierte Aufgaben für Leistungsnachweise im Chemieunterricht der Realschule

## 1. Vorwort

Die folgende Aufgabensammlung ergab sich aus dem Bedürfnis der Fachmitarbeiter der Ministerialbeauftragten für die bayerischen Realschulen für das Fach Chemie, gute Beispielaufgaben zur Verfügung zu haben, die sich für den Einsatz bei Leistungsnachweisen eignen. Ausgangssituation war die Problematik, dass die Fachmitarbeiter bei der Respizienz einzelner Schulen immer wieder Niveauunterschiede bei den Aufgaben und deren Schwierigkeitsgraden feststellen. Sie wollten sich auf ein, auf der Basis des Lehrplans allen angemessen erscheinendes, gemeinsames Niveau für schriftliche Leistungsnachweise verständigen und dieses durch Beispielaufgaben verdeutlichen. Ziel ist es, Lehrkräften dadurch Anregungen und Hilfestellungen für die eigene Arbeit zu geben. Gleichzeitig sollen auch die Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss und die Berücksichtigung der Kompetenzorientierung bei Aufgabenstellungen mehr ins Blickfeld gerückt werden.

Mein herzlicher Dank für die engagierte Mitarbeit gilt (in alphabetischer Reihenfolge):

Johannes Baumann (ZFL)	Via-Claudia-Realschule Königsbrunn
Franz Eschlberger (RSR)	Staatliche Realschule Thannhausen
Bertram Freundl (RL)	Staatliche Realschule Nabburg
Gregor Gunzenheimer (RL)	Staatliche Realschule Hirschaid
Horst Haberl (RL)	Staatliche Realschule Amberg
Alfred Heinz (RL)	Staatliche Realschule Landau
Günter Höfler (RL)	Senefelder-Schule Treuchtlingen (RS-Zug)
Manfred Huther (RSR)	Staatliche Realschule Obernburg
Dagmar Schecklmann (RLin)	Staatliche Realschule Trostberg
Armin Thefeld (RL)	Staatliche Realschule Weilheim

Elisabeth Dünzl

## Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort .....	1
2. Zur Klassifikation der Aufgaben .....	3
3. Zur Bewertung der Aufgaben .....	3
4. Beispielaufgaben .....	4
4.1 Zuordnung der Beispielaufgaben zu den verschiedenen Lehrplaninhalten der Ebene 3 des Lehrplans im Fach Chemie für die bayerische Realschule .....	5
4.2 Zuordnung der Beispielaufgaben zu den verschiedenen Kompetenzen der KMK-Bildungsstandards in Chemie für den mittleren Bildungsabschluss .....	8
4.2.1 Zuordnung der Aufgaben zum Kompetenzbereich Fachwissen .....	9
4.2.2 Zuordnung der Aufgaben zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung .....	12
4.2.3 Zuordnung der Aufgaben zum Kompetenzbereich Kommunikation .....	13
4.2.4 Zuordnung der Aufgaben zum Kompetenzbereich Bewertung .....	15
4.3 Beispielaufgaben, Fragestellungen und Lösungsvorschläge	
4.3.1 Trennverfahren .....	16
4.3.2 Höhlenforscher .....	19
4.3.3 Vorstellungen vom Atombau .....	21
4.3.4 Klärwerk .....	24
4.3.5 Grubengas.....	26
4.3.6 Isomerie bei Alkanen .....	29
4.3.7 Struktur und Siedepunkte der Verbindungen Ethan, Ethanol und Essigsäure	30
4.3.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen .....	32
4.3.9 Biodiesel .....	39
4.3.10 Biomoleküle .....	41
5. Ausblick .....	43

## 2. Zur Klassifikation der Aufgaben

Die vorliegenden Aufgaben werden hinsichtlich zweier Bezugssysteme eingeordnet.

Die Aufgabensammlung ist in erster Linie als Orientierung, Anregung und Hilfestellung für Lehrkräfte gedacht. Deshalb erfolgt die Klassifikation bezüglich des gültigen Lehrplans für die sechsstufige Realschule in Bayern und zwar nach den bei dieser Aufgabe im Vordergrund stehenden Lehrplanthemen in den einzelnen Wahlpflichtfächergruppen. Dadurch wird sowohl eine inhaltliche als auch eine zeitliche Einordnung der Aufgabe im Schuljahr vorgenommen. Grundwissen aus vorangegangenen Lehrplanthemen (zum Beispiel die Benennung von Verbindungen oder das Aufstellen von chemischen Wort- und Formelgleichungen) kann jedoch ohne weitere Erwähnung des Punktes im Lehrplan Bestandteil einer Aufgabenstellung sein.

Außerdem werden jeder Aufgabe die im Vordergrund stehenden einzelnen Kompetenzen und Kompetenzbereiche zugeordnet, die zur Beantwortung notwendig sind.

## 3. Zur Bewertung der Aufgaben

Bei der Bepunktung einer Aufgabe soll ganz allgemein darauf geachtet werden, dass den erforderlichen Gedankengängen der Schüler, dem benötigten Zeitaufwand bei der Bearbeitung, sowie der Komplexität einer Aufgabe Rechnung getragen wird. Die Punkte einer Aufgabe bzw. Teilaufgabe müssen den Stellenwert der einzelnen Aufgabe bzw. Teilaufgabe im Hinblick auf die restlichen Aufgaben des gesamten Leistungsnachweises vor dem Hintergrund des Lehrplans für die sechsstufige Realschule widerspiegeln.

Ob nur ganze Punkte vergeben werden oder ob eine Teilleistung auch mit einem halben Punkt bewertet werden kann, wird von der Gesamtpunktzahl des jeweils zugrunde liegenden Leistungsnachweises abhängen. Werden z. B. nur ganze Punkte vergeben, wird die Gesamtpunktzahl eines Leistungsnachweises im Regelfall höher liegen, als wie wenn eine Leistung noch durch halbe Punkte differenziert wird. Im Rahmen der hier veröffentlichten Beispielaufgaben sind Vorschläge für jede der beiden Varianten vertreten.

Bei der Bewertung einer Aufgabe gibt es grundsätzlich zwei gegensätzliche Herangehensweisen, die hier anhand zweier Beispiele kurz vorgestellt werden sollen, das additive Verfahren und das subtraktive Verfahren. Im Normalfall trifft man sich bei ein und derselben Schülerleistung mit beiden Verfahren bei derselben Punktezahl.

### Das additive Bepunktungsverfahren

Jedem einzelnen Teilschritt, der zur Bearbeitung einer Aufgabe nötig ist, wird eine vorher festgelegte Zahl von Punkten zugeordnet. Die Gesamtwertung der Schülerleistung ergibt sich aus der Summe der bei den einzelnen Teilschritten erreichten Punkte.

Beispiel: Aufgabe 4.1.6 Grubengas 1 – Verbrennungsgleichung

Fragestellung: Formuliere die Gleichung der vollständigen Verbrennung des brennbaren Bestandteils des Grubengases in Summenformeln. Benenne alle auftretenden Stoffe.

Erwartete Lösung:  $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + E$   
Methan Sauerstoff Kohlenstoffdioxid Wasser

Bewertungsvorgabe: Ausgangsstoffe<sub>a</sub> Produkte<sub>a</sub> Benennung<sub>a</sub> Ausgleichen<sub>a</sub>

Fiktive Schülerantwort:  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
Methan Sauerstoff Kohlenstoffdioxid Wasser

- Bewertung:
- ▶ Der Schüler erhält 1 Punkt für die richtigen Ausgangsstoffe.
  - ▶ Der Schüler erhält 0,5 Punkte für die Reaktionsprodukte, da die Kennzeichnung der Reaktion als exotherme Reaktion durch die Angabe der frei werdenden Energie auf der Seite der Produkte fehlt.
  - ▶ Der Schüler erhält 1 Punkt für die richtige Benennung aller auftretenden Stoffe.
  - ▶ Der Schüler erhält 0 Punkte aus dem Bereich „ausgleichen“, da die Gleichung stöchiometrisch nicht richtig gestellt wurde.
  - ▶ Für die gesamte Schülerleistung ergibt sich eine Punktezahl von 2,5 Punkten.

#### Das subtraktive Bepunktungsverfahren:

Einer Aufgabe wird eine Gesamtpunktzahl zugeordnet. Pro fehlerhaftem oder fehlendem Teilschritt wird eine vorher dafür festgelegte Anzahl von Punkten abgezogen. Die Gesamtwertung der Schülerleistung ergibt sich aus der Differenz der für diese Aufgabe maximal erreichbaren Punkte und der Summe der Punktabzüge.

Beispiel: Aufgabe 4.1.5 Klärwerk – Neutralisationsgleichung

Fragestellung: Gib eine Möglichkeit an, wie das Abwasser (Bemerkung: ph-Wert 3) fachgerecht behandelt werden kann, damit eine Einleitung in das Belebtecken möglich ist. Begründe Deine Antwort (...) mit einer chemischen Reaktionsgleichung. (Gruppe I Wort- und Formelgleichung).

Erwartete Lösung:  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^- + \text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{E}$  a a a  
Salzsäure + Natronlauge → Wasser + Kochsalz + Energie a

Bewertungsvorgabe: Die Formelgleichung für die Neutralisation wird mit insgesamt drei Punkten, die Wortgleichung mit einem Punkt bewertet. Pro Fehler oder fehlendem Teil wird ein halber Punkt abgezogen.

Fiktive Schülerantwort:  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^- + \text{Na} + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Na} + \text{Cl}^-$   
Salzsäure + Natronlauge → Wasser + Kochsalz

- Bewertung:
- ▶ Die positive Ladung bei Na (statt  $\text{Na}^+$ ) fehlt. → – 0,5 Punkte,
  - ▶ Die Gleichung ist stöchiometrisch nicht richtig gestellt. → – 0,5 Punkte,
  - ▶ Die Kennzeichnung der Reaktion als exotherme Reaktion durch die Angabe der frei werdenden Energie auf der Seite der Produkte fehlt. → – 0,5 Punkte
  - ▶ Bei der Wortgleichung fehlt wie bei der Formelgleichung die Kennzeichnung der Reaktion als exotherme Reaktion durch die Angabe der frei werdenden Energie auf der Seite der Produkte. Da diese fehlende Angabe schon bei der Formelgleichung zu einem Punktabzug geführt hat, wird hier kein Punkt mehr abgezogen.
  - ▶ Für die gesamte Schülerleistung ergibt sich eine Punktezahl von 2,5 Punkten.

#### **4. Beispielaufgaben**

Alle folgenden Beispielaufgaben basieren auf den Vorschlägen der Fachmitarbeiter für das Fach Chemie bei den Ministerialbeauftragten an Realschulen und wurden (mit Ausnahme der Aufgabe 4.3.2 „Höhlenforscher“) bei zwei Treffen gemeinsam überarbeitet und verbessert.

#### 4.1 Zuordnung der Beispielaufgaben zu den verschiedenen Lehrplaninhalten der Ebene 3 des Lehrplans im Fach Chemie für die bayerische Realschule

##### Zuordnung der Aufgaben zum Fachlehrplan der Wahlpflichtfächergruppe I (Ebene 3)

Lerninhalte der Ebene 3 im Lehrplan	Beispielaufgabe
<b>8.2 Stoffe, Experimente:</b> ein erster Blick in die Chemie ► Eigenschaften von Stoffen im Überblick ► Reinstoffe und Gemische, Trennverfahren	4.1.1 Trennverfahren
<b>8.5 Oxidation und Reduktion als Sauerstoffübertragung</b> ► Luft als Gasgemisch ► Verbrennung als Sauerstoffaufnahme ► Sauerstoff (...): Eigenschaften und Bedeutung ► besondere Verbrennungserscheinungen	4.1.2 Höhlenforscher
<b>8.7 Atombau und Periodensystem</b> ► Einführung der Modellvorstellung zum Bau der Atome ► Kern-Hülle-Modell nach Bohr, Protonen, Neutronen, Elektronen	4.1.3 Vorstellungen vom Atombau
<b>9.3 Säuren und Basen</b> ► pH-Wert und pH-Skala ► Neutralisation; Bedeutung in Natur und Technik	4.1.4 Klärwerk
<b>9.5 Kohlenwasserstoffe</b> ► Methan: Vorkommen, Eigenschaften, Verwendung <b>9.6 Chemische Reaktionen der Kohlenwasserstoffverbindungen</b> ► Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Gefahren für die Umwelt und Gegenmaßnahmen	4.1.5 Grubengas
<b>9.5 Kohlenwasserstoffe</b> ► Alkane: Namen und Formeln bis Decan, homologe Reihe, Isomerie und Nomenklatur	4.1.6 Isomerie
<b>9.5 Kohlenwasserstoffe</b> ► Alkane: Kettenlänge und Aggregatzustand, homologe Reihe <b>10.2 Sauerstoffhaltige organische Verbindungen</b> ► Bedeutung funktioneller Gruppen für die Eigenschaften organischer Stoffe ► Ethanol: funktionelle Gruppe, Polarisierung, Wasserstoffbrücken ► homologe Reihe der Alkanole, Eigenschaften im Vergleich ► Carboxylgruppe als funktionelle Gruppe der Carbonsäuren	4.1.7 Struktur und Siedepunkte der Verbindungen Ethan, Ethanol und Essigsäure

<p><b>9.5 Kohlenwasserstoffe</b>                  ► Alkane: Kettenlänge und Aggregatzustand, homologe Reihe</p> <p><b>10.2 Sauerstoffhaltige organische Verbindungen</b>                  ► Bedeutung funktioneller Gruppen für die Eigenschaften organischer Stoffe                  ► Ethanol: funktionelle Gruppe, Polarisierung, Wasserstoffbrücken                  ► homologe Reihe der Alkanole, Eigenschaften im Vergleich                  ► mehrwertige Alkohole, Eigenschaften und Verwendung                  ► Aldehyde im Überblick                  ► Carboxylgruppe als funktionelle Gruppe der Carbonsäuren</p>	<p>4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen</p>
<p><b>10.2 Sauerstoffhaltige organische Verbindungen</b>                  ► Ester: Herstellung einfacher Ester, Kondensation und Hydrolyse, Vorkommen und Verwendung</p> <p><b>10.3 Chemie der Biomoleküle</b>                  ► Fette: Struktur und Funktion</p>	<p>4.1.9 Biodiesel</p>
<p><b>10.3 Chemie der Biomoleküle</b>                  ► Bauprinzipien, Eigenschaften und Reaktionsweisen                  ► Fette, Kohlenhydrate und Proteine</p>	<p>4.1.10 Biomoleküle</p>

Zuordnung der Aufgaben zum Fachlehrplan der Wahlpflichtfächergruppe II / III (Ebene 3)

Lerninhalte der Ebene 3 im Lehrplan	Beispielaufgabe
<p><b>9.2 Stoffe, Experimente:</b>                  ein erster Blick in die Chemie                  ► Eigenschaften von Stoffen im Überblick                  ► Reinstoffe und Gemische, Trennverfahren</p>	<p>4.1.1 Trennverfahren</p>
<p><b>9.5 Oxidation und Reduktion als Sauerstoffübertragung</b>                  ► Verbrennung als Sauerstoffaufnahme                  ► Sauerstoff (...): Eigenschaften und Bedeutung                  ► besondere Verbrennungserscheinungen</p>	<p>4.1.2 Höhlenforscher</p>
<p><b>9.6 Atombau und Periodensystem</b>                  ► Einführung der Modellvorstellung zum Bau der Atome                  ► Kern-Hülle-Modell nach Bohr, Protonen, Neutronen, Elektronen</p>	<p>4.1.3 Vorstellungen vom Atombau</p>
<p><b>9.8 Säuren und Laugen</b>                  ► pH-Skala                  ► Neutralisation, Bedeutung in Natur und Technik</p>	<p>4.1.4 Klärwerk</p>

<p><b>10.3 Kohlenwasserstoffe</b> ▶ Methan: Vorkommen, Eigenschaften, Verwendung</p> <p><b>10.4 Chemische Reaktionen der Kohlenwasserstoffverbindungen</b> ▶ Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Gefahren für die Umwelt und Gegenmaßnahmen</p>	4.1.5 Grubengas
<p><b>10.3 Kohlenwasserstoffe</b> ▶ Alkane: Namen und Formeln bis Decan, homologe Reihe, Isomerie und Nomenklatur</p>	4.1.6 Isomerie
<p><b>10.3 Kohlenwasserstoffe</b> ▶ Alkane: Kettenlänge und Aggregatzustand, homologe Reihe</p> <p><b>10.5 Sauerstoffhaltige organische Verbindungen</b> ▶ Bedeutung funktioneller Gruppen für die Eigenschaften organischer Stoffe ▶ Ethanol: funktionelle Gruppe, Polarisierung, Wasserstoffbrücken ▶ homologe Reihe der Alkanole, Eigenschaften im Vergleich ▶ Carboxylgruppe als funktionelle Gruppe der Carbonsäuren</p>	4.1.7 Struktur und Siedepunkte der Verbindungen Ethan, Ethanol und Essigsäure
<p><b>10.5 Sauerstoffhaltige organische Verbindungen</b> ▶ Ester: Herstellung einfacher Ester, Kondensation, Vorkommen und Verwendung</p> <p><b>10.6 Chemie der Biomoleküle</b> ▶ Fette: Struktur und Funktion</p>	4.1.9 Biodiesel

## **4.2 Zuordnung der Beispielaufgaben zu den verschiedenen Kompetenzbereichen und Kompetenzen der Bildungsstandards im Fach Chemie für den mittleren Schulabschluss**

Die Zuordnung der verschiedenen Kompetenzbereiche und der einzelnen Kompetenzen zu einer Beispielaufgabe wurde in dem Bewusstsein vorgenommen, dass zur Bearbeitung einer Aufgabe immer mehrere Kompetenzen aus verschiedenen Kompetenzbereichen gleichzeitig nötig sind. Die Abgrenzung zwischen einzelnen Kompetenzen ist allerdings nicht immer trennscharf, so dass die Zuordnung einer Aufgabe zu einzelnen Kompetenzen oft nicht eindeutig ist, da sich Kompetenzen teilweise überschneiden und ineinander verschwimmen. Die hier vorgeschlagenen Zuordnungen sind als Diskussionsgrundlage zu verstehen.

Manche grundlegenden Kompetenzen tauchen in nahezu allen Aufgaben auf. So wird die Kompetenz K 2 („Die Schülerinnen und Schüler wählen themenbezogene und aussagekräftige Informationen aus“) nahezu immer zur Erfassung der Aufgabenstellung sowie K4 („Die Schülerinnen und Schüler beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und / oder mit Hilfe von Modellen und Darstellungen“) immer bei der Beantwortung einer Fragestellung notwendig sein. .

Doch nicht jede Kompetenz eignet sich gleichermaßen für eine Überprüfung im Rahmen eines Leistungsnachweises der hier zugrunde gelegten, herkömmlichen Art. Ein besonders offensichtliches Beispiel dafür ist die Kompetenz K1 aus dem Kompetenzbereich der Kommunikation: „Die Schülerinnen und Schüler recherchieren zu einem chemischen Sachverhalt in unterschiedlichen Quellen.“ Diese Kompetenz, während eines Leistungsnachweises unter Beweis gestellt, wird in diesem Zusammenhang auch als „Unterschleif“ bezeichnet und mit der Note „ungenügend“ bewertet. Auch andere Kompetenzen wie z. B. K 10 („Die Schülerinnen und Schüler planen, strukturieren, reflektieren und präsentieren ihre Arbeit als Team.“) können in einer herkömmlichen schriftlichen Prüfung nicht so ohne weiteres abgebildet werden. Hierfür eignen sich andere Unterrichtsformen, wie bewertete Projekte oder Referate, wesentlich besser.

Auf eine Zuordnung der Anforderungsbereiche wird hier bewusst verzichtet. Diese bleibt jeder einzelnen Lehrkraft auf der Basis ihrer professionellen Erfahrung selbst überlassen. Damit soll der Tatsache Rechnung getragen werden, dass die Anforderungsbereiche von Klasse zu Klasse variieren können. Eine Aufgabe dieser Sammlung kann, je nach besprochenen Unterrichtsinhalten, für den Unterricht ausgewählten Beispielaufgaben und der Vorbereitung der Schüler auf die Aufgabenstellungen, verschiedene Funktionen haben. Sie kann entweder der Reproduktion besprochener Inhalte dienen, oder eine Aufgabe sein, bei der es für den Schüler erforderlich ist, selbstständig Kenntnisse auszuwählen und anzuwenden. Sind die Inhalte einer Aufgabe in dieser Form im Unterricht noch gar nicht besprochen worden, so kann es auch sein, dass zur Bearbeitung ein Transfer bzw. eine Reflexion geleistet werden muss. Zudem wird in Kürze ein an den Universitäten Gießen und Duisburg-Essen erarbeitetes Kompetenzstrukturmodell veröffentlicht, das die Klassifikation der Aufgaben nach Anforderungsbereichen voraussichtlich ersetzen wird.

#### 4.2.1 Zuordnung der Aufgaben zum Kompetenzbereich Fachwissen

Zugeordnete Kompetenzen	Beispielaufgabe
<p><b>F 1 Stoff-Teilchen-Beziehung:</b>  <b>F 1.1</b> Bedeutsame Stoffe mit ihren typischen Eigenschaften nennen und beschreiben</p>	<p>4.1.1 Trennverfahren            4.1.2 Höhlenforscher            4.1.4 Klärwerk            4.1.5 Grubengas            4.1.6 Isomerie            4.1.7 Struktur und Siedepunkte von Ethan, Ethanol und Essigsäure            4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen            4.1.9 Biodiesel            4.1.10 Biomoleküle</p>
<p><b>F 1 Stoff-Teilchen-Beziehung:</b>  <b>F 1.2</b> Modellhaft den submikroskopischen Bau ausgewählter Stoffe beschreiben</p>	<p>4.1.3 Vorstellungen vom Atombau            4.1.6 Isomerie            4.1.7 Struktur und Siedepunkte von Ethan, Ethanol und Essigsäure            4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen            4.1.10 Biomoleküle</p>
<p><b>F 1 Stoff-Teilchen-Beziehung:</b>  <b>F 1.3</b> Den Bau von Atomen mit Hilfe eines geeigneten Atommodells beschreiben</p>	<p>4.1.3 Vorstellungen vom Atombau</p>
<p><b>F 1 Stoff-Teilchen-Beziehung:</b>  <b>F 1.4</b> Bindungsmodelle zur Interpretation von Teilchenaggregationen, räumlichen Strukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen verwenden</p>	<p>4.1.6 Isomerie            4.1.7 Struktur und Siedepunkte von Ethan, Ethanol und Essigsäure            4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen</p>
<p><b>F 1 Stoff-Teilchen-Beziehung:</b>  <b>F 1.5</b> Die Vielfalt der Stoffe auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Teilchen erklären</p>	<p>4.1.6 Isomerie            4.1.7 Struktur und Siedepunkte von Ethan, Ethanol und Essigsäure</p>
<p><b>F 2 Struktur-Eigenschafts-Beziehungen</b>  <b>F 2.1</b> Ordnungsprinzipien für Stoffe beschreiben und begründen, z. B. mit ihren typischen Eigenschaften oder mit charakteristischen Merkmalen der Zusammensetzung und Struktur der Teilchen</p>	<p>4.1.2 Höhlenforscher            4.1.3 Vorstellungen vom Atombau            4.1.4 Klärwerk            4.1.5 Grubengas            4.1.6 Isomerie            4.1.7 Struktur und Siedepunkte von Ethan, Ethanol und Essigsäure            4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen            4.1.9 Biodiesel            4.1.10 Biomoleküle</p>

Zugeordnete Kompetenzen	Beispielaufgabe
<p><b>F 2 Struktur-Eigenschafts-Beziehungen</b>  <b>F 2.2</b> Ein geeignetes Modell zur Deutung von Stoffeigenschaften auf Teilchenebene nutzen</p>	<p>4.1.1 Trennverfahren            4.1.3 Vorstellungen vom Atombau            4.1.6 Isomerie            4.1.7 Struktur und Siedepunkte von Ethan, Ethanol und Essigsäure            4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen            4.1.10 Biomoleküle</p>
<p><b>F 2 Struktur-Eigenschafts-Beziehungen</b>  <b>F 2.3</b> Aus den Eigenschaften der Stoffe auf ihre Verwendungsmöglichkeiten und auf damit verbundene Vor- und Nachteile schließen</p>	<p>4.1.2 Höhlenforscher            4.1.4 Klärwerk            4.1.5 Grubengas            4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen            4.1.9 Biodiesel</p>
<p><b>F 3 chemische Reaktion</b>  <b>F 3.1</b> Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen beschreiben</p>	<p>4.1.2 Höhlenforscher            4.1.4 Klärwerk            4.1.5 Grubengas            4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen</p>
<p><b>F 3 chemische Reaktion</b>  <b>F 3.2</b> Stoff- und Energieumwandlungen hinsichtlich der Veränderung von Teilchen und des Umbaus chemischer Bindungen deuten</p>	<p>4.1.2 Höhlenforscher            4.1.4 Klärwerk            4.1.5 Grubengas            4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen            4.1.9 Biodiesel</p>
<p><b>F 3 chemische Reaktion</b>  <b>F 3.3</b> In ausgewählten Donator-Akzeptor-Reaktionen die Übertragung von Teilchen kennzeichnen und die Reaktionsart bestimmen</p>	<p>4.1.4 Klärwerk            4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen</p>
<p><b>F 3 chemische Reaktion</b>  <b>F 3.4</b> Reaktionsschemata/Reaktionsgleichungen durch Anwendung der Kenntnisse über die Erhaltung der Atome und die Bildung konstanter Atomzahlenverhältnisse in Verbindungen erstellen</p>	<p>4.1.2 Höhlenforscher            4.1.4 Klärwerk            4.1.5 Grubengas            4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen</p>
<p><b>F 3 chemische Reaktion</b>  <b>F 3.5</b> Die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen beschreiben</p>	

Zugeordnete Kompetenzen	Beispielaufgabe
<b>F 3 chemische Reaktion</b> <b>F 3.6</b> Beispiele für Stoffkreisläufe in Natur und Technik als Systeme chemischer Reaktionen beschreiben	
<b>F 3 chemische Reaktion</b> <b>F 3.7</b> Möglichkeiten der Steuerung chemischer Reaktionen durch Variation von Reaktionsbedingungen beschreiben	
<b>F 4 energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen</b> <b>F 4.1</b> Angeben, dass sich bei chemischen Reaktionen auch der Energieinhalt des Reaktionssystems durch Austausch mit der Umgebung verändert	4.1.2 Höhlenforscher 4.1.4 Klärwerk 4.1.5 Grubengas
<b>F 4 energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen</b> <b>F 4.2</b> Energetische Erscheinungen bei chemischen Reaktionen auf die Umwandlung eines teils der in Stoffen gespeicherten Energie in andere Energieformen zurückführen	4.1.5 Grubengas
<b>F 4 energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen</b> <b>F 4.3</b> Die Beeinflussbarkeit chemischer Reaktionen durch den Einsatz von Katalysatoren beschreiben	

Zuordnung der Aufgaben zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Zugeordnete Kompetenzen	Beispielaufgabe
<b>E 1</b> Fragestellungen erkennen und entwickeln, die mit Hilfe chemischer Kenntnisse und Untersuchungen, insbesondere durch chemische Experimente, zu beantworten sind	4.1.1 Trennverfahren 4.1.2 Höhlenforscher 4.1.10 Biomoleküle
<b>E 2</b> Geeignete Untersuchungen zur Überprüfung von Vermutungen und Hypothesen planen	4.1.1 Trennverfahren 4.1.2 Höhlenforscher 4.1.10 Biomoleküle
<b>E 3</b> Qualitative und einfache quantitative experimentelle und andere Untersuchungen durchführen und diese protokollieren	
<b>E 4</b> Beim Experimentieren Sicherheits- und Umweltaspekte berücksichtigen	
<b>E 5</b> Bei Untersuchungen, insbesondere in chemischen Experimenten, relevante Daten erheben oder recherchieren	4.1.2 Höhlenforscher 4.1.3 Vorstellungen vom Atombau
<b>E 6</b> In erhobenen oder recherchierten Daten Trends, Strukturen und Beziehungen finden, diese erklären und geeignete Schlussfolgerungen ziehen	4.1.2 Höhlenforscher 4.1.3 Vorstellungen vom Atombau 4.1.4 Klärwerk 4.1.5 Grubengas 4.1.6 Isomerie 4.1.7 Struktur und Siedepunkte von Ethan, Ethanol und Essigsäure 4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen 4.1.9 Biodiesel
<b>E 7</b> Geeignete Modelle (z. B. Atommodelle, Periodensystem der Elemente) nutzen, um chemische Fragestellungen zu bearbeiten	4.1.1 Trennverfahren 4.1.3 Vorstellungen vom Atombau 4.1.5 Grubengas 4.1.6 Isomerie 4.1.7 Struktur und Siedepunkte von Ethan, Ethanol und Essigsäure 4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen 4.1.9 Biodiesel 4.1.10 Biomoleküle
<b>E 8</b> Exemplarisch Verknüpfungen zwischen gesellschaftlichen Entwicklungen und Erkenntnissen der Chemie aufzeigen	4.1.5 Grubengas

Zuordnung der Aufgaben zum Kompetenzbereich Kommunikation

Zugeordnete Kompetenzen	Beispielaufgabe
<b>K 1</b> Zu einem chemischen Sachverhalt in unterschiedlichen Quellen recherchieren	-----
<b>K 2</b> Themenbezogene und aussagekräftige Informationen auswählen	4.1.1 Trennverfahren 4.1.2 Höhlenforscher 4.1.4 Klärwerk 4.1.5 Grubengas 4.1.6 Isomerie 4.1.7 Struktur und Siedepunkte von Ethan, Ethanol und Essigsäure 4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen 4.1.9 Biodiesel 4.1.10 Biomoleküle
<b>K 3</b> Darstellungen in Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit prüfen	4.1.5 Grubengas 4.1.7 Struktur und Siedepunkte von Ethan, Ethanol und Essigsäure
<b>K 4</b> Chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und/oder mit Hilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären	<b>Alle Aufgaben</b>
<b>K 5</b> Zusammenhänge zwischen chemischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen herstellen und dabei bewusst Fachsprache in Alltagssprache und umgekehrt übersetzen	4.1.1 Trennverfahren 4.1.2 Höhlenforscher 4.1.4 Klärwerk 4.1.5 Grubengas 4.1.6 Isomerie 4.1.7 Struktur und Siedepunkte von Ethan, Ethanol und Essigsäure 4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen 4.1.9 Biodiesel
<b>K 6</b> Den Verlauf und die Ergebnisse von Untersuchungen und Diskussionen in angemessener Form protokollieren	4.1.2 Höhlenforscher
<b>K 7</b> Den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit situationsgerecht und adressatenbezogen dokumentieren und präsentieren	

Zugeordnete Kompetenzen	Beispielaufgabe
<b>K 8</b> Fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren	4.1.1 Trennverfahren 4.1.2 Höhlenforscher 4.1.4 Klärwerk 4.1.5 Grubengas 4.1.6 Isomerie 4.1.7 Struktur und Siedepunkte von Ethan, Ethanol und Essigsäure 4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen 4.1.9 Biodiesel 4.1.10 Biomoleküle
<b>K 9</b> Standpunkte zu chemischen Sachverhalten vertreten und Einwände selbstkritisch reflektieren	4.1.4 Klärwerk
<b>K 10</b> Die Arbeit als Team planen, strukturieren, reflektieren und präsentieren	-----

Zuordnung der Aufgaben zum Kompetenzbereich Bewertung

Zugeordnete Kompetenzen	Beispielaufgabe
<b>B 1</b> Anwendungsbereiche und Berufsfelder darstellen, in denen chemische Kenntnisse bedeutsam sind	
<b>B 2</b> Fragestellungen erkennen, die einen engen Bezug zu anderen Unterrichtsfächern aufweisen und diese Bezüge aufzeigen	4.1.4 Klärwerk
<b>B 3</b> Fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten nutzen, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen	4.1.1 Trennverfahren 4.1.2 Höhlenforscher 4.1.4 Klärwerk 4.1.5 Grubengas 4.1.6 Isomerie 4.1.7 Struktur und Siedepunkte von Ethan, Ethanol und Essigsäure 4.1.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen
<b>B 4</b> Aktuelle, lebensweltbezogene Fragestellungen entwickeln, die unter Nutzung fachwissenschaftlicher Kenntnisse der Chemie beantwortet werden können	
<b>B 5</b> Gesellschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven diskutieren und bewerten	4.1.5 Grubengas
<b>B 6</b> Chemische Zusammenhänge in Problemzusammenhänge einbinden, Lösungsstrategien entwickeln und diese anwenden	4.1.1 Trennverfahren 4.1.2 Höhlenforscher 4.1.4 Klärwerk

## 4.3.1 Trennverfahren

### Aufgabenstellung mit Lösung

Ein Stoffgemisch, das aus Eisennägeln, Holzspänen, Kochsalz und Sand besteht, soll in seine einzelnen Bestandteile getrennt werden.

Nenne die Trennverfahren, die notwendig sind, und begründe deine Auswahl.

Achte dabei auch auf eine sinnvolle Reihenfolge der verwendeten Trennverfahren.

	Erwartete Lösung	Kompetenzbereiche			
		F	E	K	B
	<p><b><u>Lösungsvariante A</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sieben des Gemisches. a Begründung: Unterschiedliche Teilchengröße von Holzspänen / Eisennägeln einerseits und Sand / Kochsalz andererseits. a</li> <li>▶ Die Eisennägel werden mit Hilfe eines Magneten aus dem Holzspan/Eisennägel-Gemisch entfernt. a Begründung: Eisen ist magnetisch. a</li> <li>▶ Das Sand/Kochsalz-Gemisch wird in Wasser gegeben. a Begründung: Unterschiedliche Löslichkeit von Kochsalz und Sand. a</li> <li>▶ Das Sand-Salzwasser-Gemisch wird filtriert bzw. dekantiert. a Begründung: Sand und Wasser bzw. gelöstes Kochsalz unterscheiden sich in der Größe ihrer Teilchen bzw. in ihrer Dichte. a Der Sand bleibt im Filter zurück.</li> <li>▶ Das Salz kann aus dem Filtrat (Salzwasser) heraus getrennt werden, indem man das Wasser verdunsten bzw. verdampfen lässt. a Begründung: Unterschiedliche Siedepunkte von Wasser und Kochsalz. a</li> </ul> <p><b><u>Lösungsvariante B</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Die Eisennägel werden mit Hilfe eines Magneten aus dem Gemisch entfernt. a Begründung: Eisen ist magnetisch. a</li> <li>▶ Das restliche Gemisch wird in Wasser geschüttet. a Begründung: Unterschiedliche Löslichkeit von Kochsalz, Sand und Holzspänen. a (Kochsalz ist in Wasser löslich und löst sich auf. Sand hat eine größere Dichte als Wasser und sinkt auf den Boden. Die Holzspäne haben eine geringere Dichte als Wasser und schwimmen auf der Wasseroberfläche.)</li> <li>▶ Holzspäne schwimmen wegen ihrer geringeren Dichte auf dem Wasser a und werden abgeschöpft. a</li> <li>▶ Das Sand-Salzwasser-Gemisch wird filtriert bzw. dekantiert. a Begründung: Sand und Wasser bzw. gelöstes Kochsalz unterscheiden sich in der Größe ihrer Teilchen bzw. in ihrer Dichte. a Der Sand bleibt im Filter zurück.</li> <li>▶ Das Salz kann aus dem Filtrat (Salzwasser) heraus getrennt werden, indem man das Wasser verdunsten bzw. verdampfen lässt. a Begründung: Unterschiedliche Siedepunkte von Wasser und Kochsalz. a</li> </ul>	<p>1.1 2.2</p>	<p>1 2 7</p>	<p>2 4 5 8</p>	<p>3 6</p>

Hinweis zur Bewertung

Bei dieser Aufgabe werden nur ganze Punkte vergeben. Ein Punkt auf das jeweilige Trennverfahren wird nur gegeben, wenn das Verfahren an einer hinsichtlich der Reihenfolge nach sinnvollen Stelle genannt wird.

**Alternative Fragestellung zur Aufgabe „Trennverfahren“**

**Aufgabenstellung mit Lösung**

Ein Stoffgemisch, das aus Eisennägeln, Holzspänen, Kochsalz und Sand besteht, soll so in seine einzelnen Bestandteile getrennt werden, dass die Eisennägel, der Sand und das Salz wieder verwendet und die Holzspäne fachgerecht entsorgt werden können.

- a) Nenne die Trennverfahren, die notwendig sind, und begründe deine Auswahl.
- b) Lege eine Reihenfolge der Trennverfahren fest und begründe deine Vorgehensweise.

	Erwartete Lösung	Kompetenzbereiche			
		F	E	K	B
a) Nenne die Trennverfahren, die notwendig sind, und begründe deine Auswahl.	<p><b><u>Lösungsvariante A</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Die Eisennägel werden mit Hilfe eines Magneten aus dem Gemisch entfernt. a Begründung: Eisen ist magnetisch. a</li> <li>▶ Das restliche Gemisch wird in Wasser geschüttet. a Begründung: Unterschiedliche Löslichkeit von Kochsalz, Sand und Holzspänen. a (Kochsalz ist in Wasser löslich und löst sich auf. Sand hat eine größere Dichte als Wasser und sinkt auf den Boden. Die Holzspäne haben eine geringere Dichte als Wasser und schwimmen auf der Wasseroberfläche.)</li> <li>▶ Holzspäne schwimmen wegen ihrer geringeren Dichte a auf dem Wasser und werden abgeschöpft. a</li> <li>▶ Das Sand-Salzwasser-Gemisch wird filtriert oder dekantiert. a Begründung: Sand und Wasser bzw. gelöstes Kochsalz unterscheiden sich in der Größe a ihrer Teilchen bzw. in ihrer Dichte. a Der Sand bleibt im Filter zurück.</li> <li>▶ Das Salz kann aus dem Filtrat (Salzwasser) heraus getrennt werden, indem man das Wasser verdunsten bzw. verdampfen lässt. a Begründung: Unterschiedliche Siedepunkte von Wasser und Kochsalz. a</li> </ul>	1.1 2.2	1 2 7	2 4 5 8	3 6

	Erwartete Lösung	Kompetenzbereiche			
		F	E	K	B
<p>a) Nenne die Trennverfahren, die notwendig sind, und begründe deine Auswahl.</p>	<p><b><u>Lösungsvariante B</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sieben des Gemisches. a Begründung: Unterschiedliche Teilchengröße von Holzspänen / Eisennägeln einerseits und Sand / Kochsalz andererseits. a</li> <li>▶ Die Eisennägel werden mit Hilfe eines Magneten aus dem Holzspan/Eisennägel-Gemisch entfernt. a Begründung: Eisen ist magnetisch. a</li> <li>▶ Das Sand/Kochsalz-Gemisch wird in Wasser gegeben.<sup>a</sup> Begründung: Unterschiedliche Löslichkeit von Kochsalz und Sand. a</li> <li>▶ Das Sand-Salzwasser-Gemisch wird filtriert bzw. dekantiert. a Begründung: Sand und Wasser bzw. gelöstes Kochsalz unterscheiden sich in der Größe ihrer Teilchen. a Der Sand bleibt im Filter zurück.</li> <li>▶ Das Salz kann aus dem Filtrat (Salzwasser) heraus getrennt werden, indem man das Wasser verdunsten bzw. verdampfen lässt. a Begründung: Unterschiedliche Siedepunkte von Wasser und Kochsalz. a</li> </ul>	<p>1.1 2.2</p>	<p>1 2 7</p>	<p>2 4 5 8</p>	<p>3 6</p>
<p>b) Lege eine Reihenfolge der Trennverfahren fest und begründe deine Vorgehensweise.</p>	<p>Bei der Wahl der Reihenfolge sind zwei Dinge zu beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Die Eisennägel dürfen nicht in Wasser geschüttet werden. a Begründung: Wenn Eisen mit Wasser in Berührung kommt, beginnt es relativ schnell zu rosten und damit sind die Nägel nicht mehr verwendbar. a</li> <li>▶ Es muss eine in sich logische Reihenfolge gewählt werden (z. B. Verdampfen als letzter Schritt). a a a</li> </ul>	<p>1.1 2.2</p>	<p>1 2 7</p>	<p>2 4 5 8</p>	<p>3 6</p>

## 4.3.2 Höhlenforscher

### Aufgabenstellung mit Lösung

Höhlenforscher tragen zum Teil heute noch eine Carbidlampe mit einer brennenden Flamme bei sich. Wenn die Flamme erlischt, verlassen sie trotz vorhandener elektrischer Lampen fluchtartig die Höhle.

- a) Gib eine ausführliche Erklärung dafür, warum sich Höhlenforscher so verhalten.
- b) Beschreibe ein Experiment (Versuchsaufbau – ggf. mit Skizze, Versuchsdurchführung, Beobachtungen und Schlussfolgerungen), mit dem du deine Erklärung für das Erlöschen der Flamme beweisen kannst.
- c) Das Gas, das in der Carbidlampe verbrennt, besteht hauptsächlich aus den Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff.  
 Formuliere die Verbrennungsgleichungen dieser beiden Elemente in Summenformeln und benenne die Reaktionsprodukte.  
 Gib Namen und Definition des Reaktionstyps dieser Reaktion an.
- d) In der Höhle wird ein Eisenteil gefunden, das rotbraune Verfärbungen zeigt.  
 (Eisen: Fe, 3-wertig)  
 Erkläre, worum es sich bei dieser Verfärbung handelt und wie sie entstanden ist; verwende dabei ggf. Fachbegriffe und definiere sie.  
 Formuliere die Reaktionsgleichung für diesen Vorgang in Summenformeln und benenne das Reaktionsprodukt möglichst genau.

	Erwartete Lösung	Kompetenzbereiche			
		F	E	K	B
a)	Für eine Verbrennung ist Sauerstoff notwendig. a Die übrigen Bestandteile der Luft unterstützen die Verbrennung nicht. a Wenn nicht mehr genug Sauerstoff in der Höhlenluft vorhanden ist, dann erlischt die Flamme. a Da Menschen zum Atmen Sauerstoff benötigen, und bei Sauerstoffmangel Lebensgefahr besteht a , sollte man die Höhle sofort verlassen, wenn die Flamme erlischt.	1.1 2.1 2.3	1 5 6	2 4 5 8	3
b)	Vermutung: Nur ein Teil der Luft, der Sauerstoff, unterstützt die Verbrennung. z. B.: <u>Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung:</u> Eine Kerze wird auf einem Korken befestigt und in eine Glasschale mit Wasser gesetzt. a Nun wird ein Glaszylinder so über die schwimmende Kerze gesetzt, dass diese keinen Kontakt mehr mit der Außenluft hat. a <u>Beobachtungen:</u> In dem abgeschlossenen Luftvolumen erlischt die Kerze nach kurzer Zeit. a In dem Zylinder hat das Gasvolumen um weniger als 20% abgenommen. a <u>Schlussfolgerung:</u> Da die Luft zu ca. 20% aus Sauerstoff besteht, muss Sauerstoff der Teil der Luft sein, der zur Verbrennung notwendig ist. a  <i>Auch für andere logische und folgerichtige Versuchsbeschreibungen wird die volle Punktzahl gegeben. Die Punkteverteilung erfolgt dann entsprechend.</i>	1.1 2.1 2.3	1 2 6	2 4 5 6 8	3 6

	Erwartete Lösung	Kompetenzbereiche			
		F	E	K	B
c)	$\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{E} \quad \text{a a}$ <p style="text-align: center;">Kohlenstoffdioxid a</p> $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{E} \quad \text{a a} \quad \text{Ausgleichen a}$ <p style="text-align: center;">Wasser a</p> <p>Reaktionstyp: Oxidation a                      Definition: Vereinigung eines Stoffes mit Sauerstoff a</p> <p><i>Bepunktungshinweis für die Gleichungen:                      Ein Punkt für die richtige Formel des Reaktionsprodukts,                      je ein halber Punkt für die Nennung von O<sub>2</sub> und der Energiebeteiligung.</i></p>	3.1 3.2 3.4 4.1		2 4	
d)	<p>Bei der Verfärbung des Eisenteils handelt es sich um Rost. a                      Rost entsteht durch stille Oxidation von Eisen. a Dies ist eine langsame                      Verbrennung ohne Feuererscheinung unterhalb der Entzündungstemperatur. a</p> $4 \text{Fe} + 3 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{E} \quad \text{a a} \quad \text{Ausgleichen a}$ <p style="text-align: center;">Dieisentrioxid</p> <p><i>Bepunktungshinweis für die Gleichung:                      Ein Punkt für die richtige Formel des Reaktionsprodukts,                      je ein halber Punkt für die Nennung von O<sub>2</sub> und der Energiebeteiligung.</i></p>	1.1 3.1 3.2 3.4 4.1		2 4 5 8	3

**Variation zu Aufgabenteil c)**

Wenn im Unterricht die Verbrennung von Kohlenwasserstoffen geübt wurde, kann die Formel von Ethin (CH<sub>2</sub>) angegeben und die entsprechende Verbrennungsgleichung verlangt werden.

Die Fragestellung würde dann wie folgt lauten:

- c) Das Gas, das in der Carbidlampe verbrennt, besteht hauptsächlich aus Ethin (Summenformel CH<sub>2</sub>). Formuliere die Verbrennungsgleichung in Summenformeln und benenne die Reaktionsprodukte. Gib Namen und Definition des Reaktionstyps dieser Reaktion an.

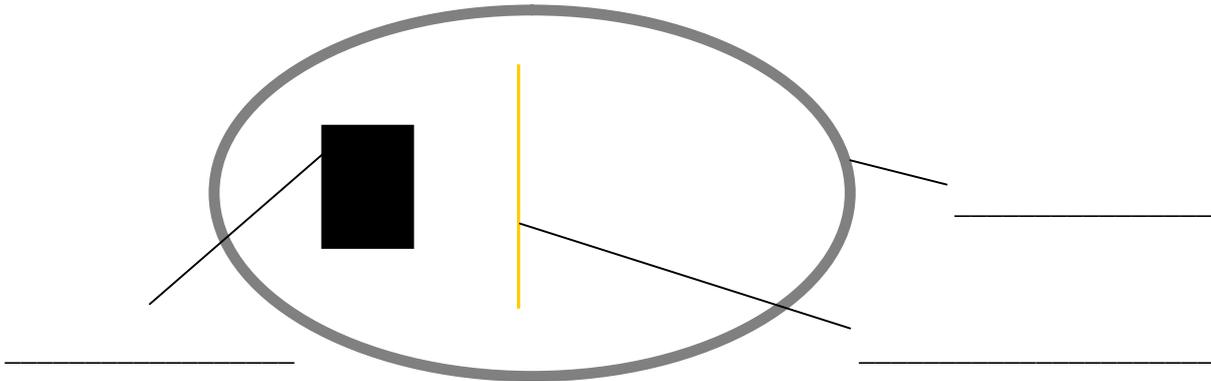
	Erwartete Lösung	Kompetenzbereiche			
		F	E	K	B
c)	$2 \text{CH}_2 + 5 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{E} \quad \text{a a a} \quad \text{Ausgleichen a}$ <p style="text-align: center;">Kohlenstoffdioxida    Wassera</p> <p>Reaktionstyp: Oxidation a                      Definition: Vereinigung eines Stoffes mit Sauerstoff a</p> <p><i>Bepunktungshinweis für die Gleichungen:                      Jeweils ein Punkt für die richtige Formel der Reaktionsprodukte,                      je ein halber Punkt für die Nennung von O<sub>2</sub> und der Energiebeteiligung.</i></p>	3.1 3.2 3.4 4.1		2 4	

## 4.3.3 Vorstellungen vom Atombau

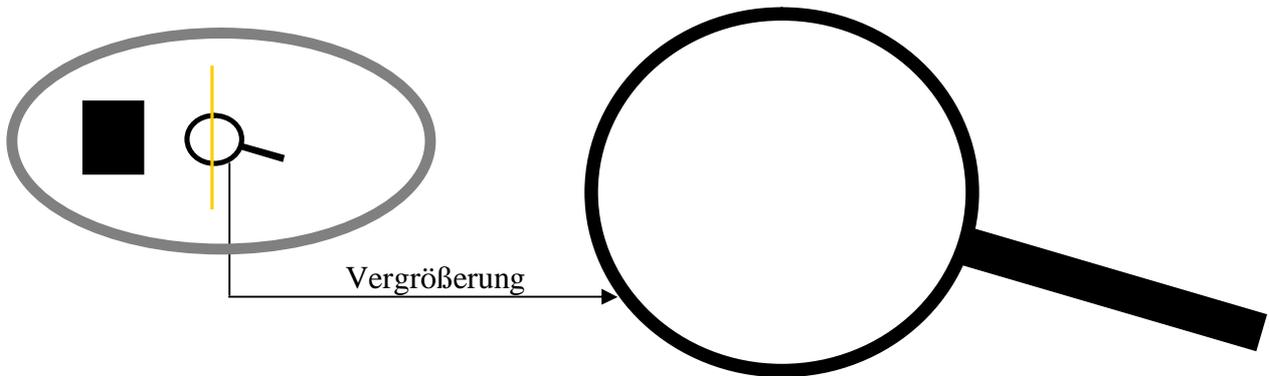
### Aufgabenstellung mit Lösung

Im Jahr 1911 konnte der Neuseeländer Ernest Rutherford mit Hilfe eines Experimentes die bis dahin gültige Vorstellung vom Atombau von John Dalton weiterentwickeln.

- a) Stelle kurz in Worten dar, wie sich John Dalton den Bau der Atome vorstellte.
- b) Die Skizze zeigt modellhaft den Aufbau des Versuchs von Rutherford. Beschrifte die Skizze, beschreibe kurz die Versuchsdurchführung und zeichne die von Rutherford dabei gemachten Versuchsbeobachtungen ein.



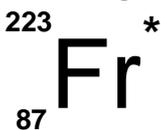
- c) Verdeutliche mit Hilfe einer Zeichnung, die die submikroskopisch vergrößerte, modellhafte Ebene darstellt, worauf Rutherford seine Beobachtungen zurückführte.



- d) Stelle kurz in Worten dar, welche Schlussfolgerungen den Bau der Atome betreffend Rutherford aus den Ergebnissen seines Experimentes zog. Wie wird dieses Atommodell genannt?
- e) Ergänze die folgende Tabelle.

		Symbol	relative Ladung	relative Masse
		p <sup>+</sup>	+1	
Atomkern				1
	Elektron		-1	

- f) Gib sechs Aussagen an, die man aus folgender Schreibweise herauslesen kann.



Erwartete Lösung		Kompetenzbereiche			
		F	E	K	B
a)	<p>Alle Elemente bestehen aus Atomen. Atome sind kleinste, unteilbare Teilchen, die sich in Größe und Masse unterscheiden.</p>	1.3			
b)	<div data-bbox="255 582 1133 940" data-label="Diagram"> <p>Rutherford schoss winzige, positiv geladene Teilchen auf eine sehr dünne Goldfolie.</p> <p>Strahlengang nach Auftreffen der Teilchen auf die Goldfolie.</p> </div>		5	4	
c)	<p>Z. B.:</p> <div data-bbox="399 1276 1053 1680" data-label="Diagram"> <p>Ein Punkt für die Darstellung der Goldatome (Kern-Hülle) und je ein Punkt pro möglichem Strahlenverlauf.</p> </div>	1.2 1.3 2.1 2.2	6 7	4	
d)	<p>Kern-Hülle-Modella :          Atome bestehen aus einem winzigen, positiv geladenen Atomkern, der fast die gesamte Masse enthält und einer weit ausgedehnten, negativ geladenen Atomhülle.</p>	1.3	7		

Erwartete Lösung		Kompetenzbereiche																							
		F	E	K	B																				
e)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Symbol</th> <th>relative Ladung</th> <th>relative Masse</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Atomkern</td> <td>Proton</td> <td>p<sup>+</sup></td> <td>+1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Atomkern</td> <td>Neutron</td> <td>n oder n<sup>0</sup></td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Atomhülle</td> <td>Elektron</td> <td>e<sup>-</sup></td> <td>-1</td> <td>fast Null</td> </tr> </tbody> </table>			Symbol	relative Ladung	relative Masse	Atomkern	Proton	p <sup>+</sup>	+1	1	Atomkern	Neutron	n oder n <sup>0</sup>	0	1	Atomhülle	Elektron	e <sup>-</sup>	-1	fast Null	1.2 1.3 2.1	7	4	
			Symbol	relative Ladung	relative Masse																				
	Atomkern	Proton	p <sup>+</sup>	+1	1																				
	Atomkern	Neutron	n oder n <sup>0</sup>	0	1																				
Atomhülle	Elektron	e <sup>-</sup>	-1	fast Null																					
Pro richtig ergänzter Zeile ein Punkt. a a a																									
f)	<p>Z. B.: Der Name des Elements ist Francium  Ein Atom dieses Elements hat die Atommasse 223  Ein Atom dieses Elements hat die Ordnungszahl 87  Ein Atom dieses Elements besitzt 87 Protonen.  Ein Atom dieses Elements besitzt 87 Elektronen.  Ein Atom dieses Elements besitzt 136 Neutronen.  Francium ist radioaktiv.</p> <p>Für jede richtige Aussage 0,5 Punkte; das ergibt insgesamt 3 Punkte.  Für jede falsche Aussage 0,5 Punkte Abzug</p>	1.2 1.3 2.1	7	4																					

## 4.3.4 Klärwerk

### Aufgabenstellung mit Lösung

In der Kläranlage eines Chemiewerks wird vor der Einleitung in das so genannte Belebtecken (dort „verstoffwechseln“ unzählige Bakterien den Schmutz aus den Abwässern) auch der pH-Wert gemessen. In dem 10 000 Liter fassenden Vorhaltebecken für das Abwasser wurde ein pH-Wert von 3 ermittelt.

- a) Kreuze an, welche der genannten Stoffe diesen pH-Wert verursacht haben könnten.
- |                                    |                                     |  |                                       |
|------------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Salzsäure | <input type="checkbox"/> Salzwasser | <input type="checkbox"/> Natronlauge   | <input type="checkbox"/> Zuckerwasser |
| <input type="checkbox"/> Rotwein   | <input type="checkbox"/> Kalilauge  | <input type="checkbox"/> Schwefelsäure | <input type="checkbox"/> Kalkwasser   |
- b) Warum können diese 10 000 Liter Abwasser nicht ohne Vorbehandlung in das Belebtecken eingeleitet werden?
- c) Lehrling Sigi Sorglos schlägt vor, das Abwasser vor der Einleitung in das Belebtecken mit frischem Wasser aus dem nahe gelegenen Fluss zu verdünnen. Begründe, warum Sigis Methode nicht sinnvoll ist.
- d) Gib eine Möglichkeit an, wie das Abwasser fachgerecht behandelt werden kann, damit eine Einleitung in das Belebtecken möglich ist. Begründe Deine Antwort in Worten und auch mit einer chemischen Reaktionsgleichung. (Gruppe I Wort- und Formelgleichung, Gruppe II ggf. nur Wortgleichung.)

	Erwartete Lösung	Kompetenzbereiche			
		F	E	K	B
a)	<p>► Salzsäure und Schwefelsäure sind anzukreuzen. a a</p> <p><i>Falsche Kreuze führen zu Punktabzug (z. B. 1 richtiges, 1 falsches → 0 Punkte)</i></p>	1.1	6	2	
b)	<p>► Das Abwasser ist zu sauer. a</p> <p>Dadurch könnten die Bakterien im Belebtecken geschädigt werden. a</p>	1.1	6	2 4 5 8	2 3
c)	<p>► Eine Verdünnung mit Wasser ist in der Praxis nicht sinnvoll, weil man riesige Mengen Wasser bräuchte, um 10 000 Liter Abwasser mit dem pH-Wert 3 auf eine nicht schädliche Konzentration zu verdünnen. (Gruppe II/III) a</p> <p><i>Zusätzlich bei Gruppe I ggf. zu erwarten: Es wären z. B. 10 Millionen Liter Flusswasser nötig für eine Verdünnung auf einen pH-Wert von 6 und 100 Millionen Liter Flusswasser für eine Verdünnung auf einen pH-Wert von 7 (neutrale Lösung).</i></p>	1.1 2.1	6	2 4 5 8 9	3
d)	<p>► Die vorliegende Säure wird mit einer Lauge neutralisiert a , so dass der pH-Wert ungefähr den Wert 7 erreicht. a</p> <p>► Für den niedrigen pH-Wert sind die Oxoniumionen (<math>\text{H}_3\text{O}^+</math>-Ionen) a der wässrigen Säurelösung verantwortlich. Diese werden durch die Reaktion mit Hydroxid-Ionen (<math>\text{OH}^-</math>-Ionen) a aus der Lauge neutralisiert. a Dabei entsteht Wasser. a</p> <p>► z. B.</p> <p>Salzsäure + Natronlauge → Wasser + Kochsalz + Energie a</p> <p>Gruppe I:  <math>\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^- + \text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{E}</math> a a a</p> <p>oder:</p> <p>Schwefelsäure + Kalilauge → Wasser + Dikaliumsulfat + Energie</p> <p>Gruppe I:  <math>2 \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{K}^+ + 2 \text{OH}^- \rightarrow 4 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{K}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{E}</math></p> <p><i>Die Formelgleichung für die Neutralisation wird mit insgesamt 3 Punkten bewertet. Pro Fehler oder fehlendem Teil wird ein halber Punkt abgezogen.</i></p>	1.1 2.1 2.3		2 4 5 8	3 6
		3.1 3.2 3.3 3.4 4.1			

## 4.3.5 Grubengas

### Aufgabenstellung mit Lösung

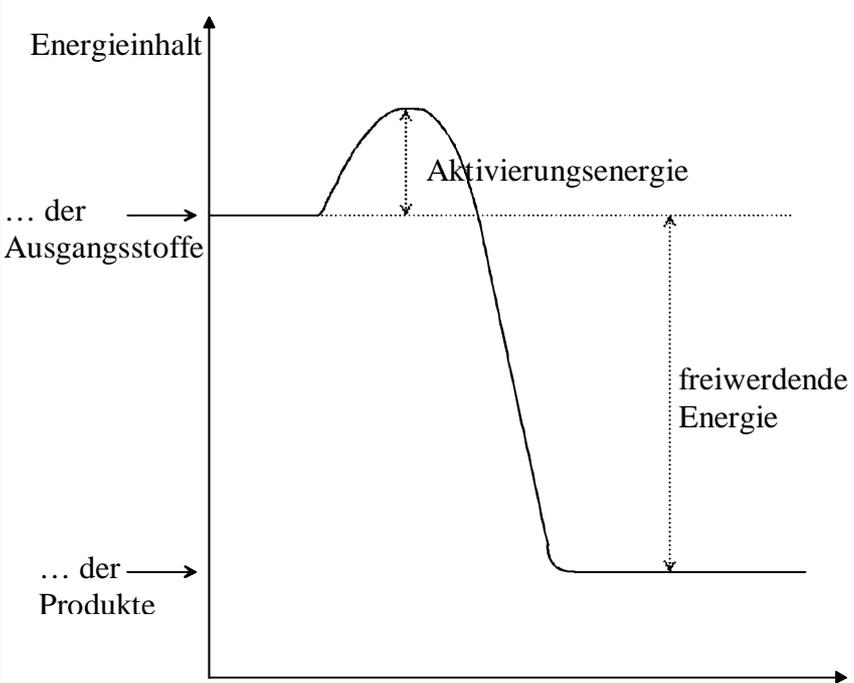
#### Aus den Medien:

##### **Schweres Grubenunglück in der Ukraine**

**KIEW.** Bei einer Schlagwetterexplosion, die sich am Freitag in einer Kohlengrube der ukrainischen Bergarbeiterstadt Donezk ereignete, sind nach Angaben von Rettungskräften bis zu 100 Bergleute ums Leben gekommen. Helfer bargen bis heute Nachmittag die Leichen von 77 Arbeitern aus einer Tiefe von fast 1100 Metern. Nach ersten Erkenntnissen soll bei Bohrungen zur Vorbereitung von Sprengungen am frühen Sonntagmorgen Grubengas, das sich in mehr als 1000 Metern Tiefe angesammelt hatte, durch einen Funken

- a) Du kennst das im Artikel angesprochene Grubengas. Erläutere seine Zusammensetzung und sein Reaktionsverhalten.
- b) Formuliere die Gleichung der vollständigen Verbrennung des brennbaren Bestandteils des Grubengases in Summenformeln. Benenne alle auftretenden Stoffe.
- c) Stelle den Reaktionsverlauf in einem Energiediagramm graphisch dar und beschrifte das Diagramm.
- d) Nenne anhand der Produkte, die bei der Verbrennung von Methan entstehen, zwei Vorteile und einen Nachteil der Verwendung von Methan als Energieträger.
- e) In Biogas ist Methan enthalten. Du sollst zuhause Biogas herstellen. Nenne einen Ausgangsstoff für die Herstellung von Biogas und beschreibe die Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, damit Methan entsteht.

Anmerkung: Je nach Schwerpunktsetzung im Unterricht kann bei Aufgabenteil d) auch noch die Nennung weiterer Vor- bzw. Nachteile verlangt werden.

	Erwartete Lösung	Kompetenzbereiche			
		F	E	K	B
a)	Als Grubengas bezeichnet man ein Methan-Luft-Gemisch. a Es ist auf Grund des Sauerstoffanteils der Luft hochexplosiv. a	1.1 2.1 2.3 3.1	6	2 3 4 5 8	
b)	$\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{E}$ Methan Sauerstoff Kohlenstoffdioxid Wasser Ausgangsstoffea Produktea Benennunga Ausgleichen a	3.1 3.2 3.4 4.1		5	
c)	 <p>Achsen mit Beschriftung a Kurvenverlauf a a Beschriftung a a</p>	3.1 4.1 4.2	7	4	
d)	Kohlenstoffdioxid und Wasser sind ungiftig. a Allerdings ist Kohlenstoffdioxid maßgeblich verantwortlich für die globale Erderwärmung (Klimawandel), da es den natürlichen Treibhauseffekt verstärkt. a Dennoch ist Methan anderen fossilen Energieträgern vorzuziehen, da seine Verbrennung nahezu vollständig verläuft und so eine maximale Energieausbeute erzielt werden kann. a	1.1 2.1 2.3	8	8	3 5
e)	Methan entsteht aus organischen Substanzen, z. B. Gülle a durch Zersetzung mit Hilfe von Bakterien a ohne Anwesenheit von Sauerstoff a (Alternativ: ... durch anaerobe bakterielle Zersetzung).	1.1		2 4 8	

**Alternative Fragestellung zur Aufgabe „Grubengas“ (etwas leichter)**

**Aufgabenstellung mit Lösung**

**Aus den Medien:**

**Schweres Grubenunglück in der Ukraine**

**KIEW.** Bei einer Schlagwetterexplosion, die sich am Freitag in einer Kohlengrube der ukrainischen Bergarbeiterstadt Donezk ereignete, sind nach Angaben von Rettungskräften bis zu 100 Bergleute ums Leben gekommen. Helfer bargen bis heute Nachmittag die Leichen von 77 Arbeitern aus einer Tiefe von fast 1100 Metern. Nach ersten Erkenntnissen soll bei Bohrungen zur Vorbereitung von Sprengungen am frühen Sonntagmorgen Grubengas, das sich in mehr als 1000 Metern Tiefe angesammelt hatte, durch einen Funken

- a) Ein Bestandteil des Grubengasgemisches ist Methan. Welcher weitere Bestandteil des Gemisches führt zu seiner hochexplosiven Wirkung?
- b) Methan ist auch Hauptbestandteil von Biogas. Beschreibe die natürliche Entstehung von Biogas und nenne zwei weitere mögliche Vorkommen von Methan.
- c) Nenne drei Vorteile, wenn man Biogas als Energielieferanten nutzt. Formuliere auch aussagekräftige Reaktionsgleichungen (Summenformeln und Wortgleichung) dazu.

	Erwartete Lösung	Kompetenzbereiche			
		F	E	K	B
a)	Der in der Luft enthaltene Sauerstoff. a	1.1			
b)	Methan entsteht aus organischen Substanzen a durch Zersetzung mit Hilfe von Bakterien a ohne Anwesenheit von Sauerstoff a (Alternativ: ... durch anaerobe bakterielle Zersetzung). Z. B. Sumpfgas a oder Deponiegas. a	1.1		2 4 8	
c)	Kohlenstoffdioxid und Wasser als Verbrennungsprodukte sind ungiftig. a Methan verbrennt nahezu vollständig und man erzielt eine maximale Energieausbeute. a Außerdem ist es regenerierbar, d.h. es kann als Biogas immer wieder neu gewonnen werden. a $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{E}$ Methan + Sauerstoff $\longrightarrow$ Kohlenstoffdioxid + Wasser + Energie Ausgangsstoffe a Produkte a Benennung a Ausgleichen a	1.1 2.1 2.3  3.1 3.2 3.4 4.1	8	8	3

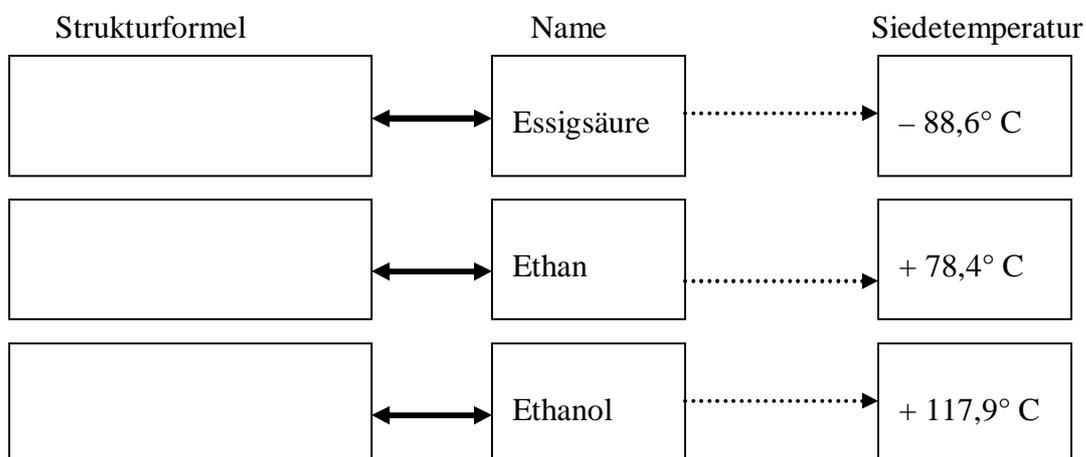


## 4.3.7 Struktur und Siedepunkte der Verbindungen Ethan, Ethanol und Essigsäure

### Aufgabenstellung mit Lösung

Im folgenden Schaubild sind den drei Reinstoffen Essigsäure, Ethan und Ethanol drei Temperaturangaben zugeordnet. Es handelt sich dabei um Siedepunkte.

- Gib die Strukturformeln der einzelnen Stoffe in den dafür vorgesehenen Kästchen an.
- Überprüfe, ob die Zuordnung der Siedepunkte richtig ist und verbessere sie gegebenenfalls. Streiche dazu falsche Zuordnungspfeile durch und ordne den angegebenen Stoffen mit Hilfe von eigenen Pfeilen die richtigen Siedepunkte zu.
- Begründe Deine Zuordnung der Siedepunkte zu den Stoffen unter Verwendung der Strukturformeln der drei Stoffe ausführlich.



	Erwartete Lösung	Kompetenzbereiche			
		F	E	K	B
a) und b)	<p>Alle Zuordnungspfeile sind falsch und müssen durchgestrichen werden.</p> <p> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{C} \\    \quad // \\  \text{H} \quad \text{O} \\  \quad \quad \backslash \\  \quad \quad \text{O}-\text{H}  \end{array}  </math> <math>\xrightarrow{\text{a}}</math> Essigsäure <math>\xrightarrow{\text{a}}</math> <math>+ 117,9^\circ \text{C}</math> </p> <p> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  </math> <math>\xrightarrow{\text{a}}</math> Ethan <math>\xrightarrow{\text{a}}</math> <math>- 88,6^\circ \text{C}</math> </p> <p> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  </math> <math>\xrightarrow{\text{a}}</math> Ethanol <math>\xrightarrow{\text{a}}</math> <math>+ 78,4^\circ \text{C}</math> </p>	1.1 1.2 1.4 1.5 2.1 2.2	7	3 4	3
c)	<p>Der Siedepunkt ist von der Stärke der zwischenmolekularen Kräfte der kleinsten Teilchen der flüssigen Phase abhängig. Je stärker diese Kräfte sind, desto höher ist der Siedepunkt. a</p> <p>Zusätzlich zu den van-der-Waals-Kräften, die bei allen drei Stoffen wirken a, existieren zwischen Ethanolmolekülen und Essigsäuremolekülen starke polare Kräfte. a</p> <p>Deshalb muss Ethan der niedrigste der angegebenen Siedepunkte, also <math>- 88,6^\circ \text{C}</math>, zugeordnet werden. a</p> <p>Die polaren Kräfte zwischen den Ethanolmolekülen entstehen durch die Wasserstoffbrücken. a</p> <p>Bei der Essigsäure wirken sowohl die stärksten van-der-Waals-Kräfte als auch die stärksten polaren Kräfte. Deshalb hat Essigsäure den höchsten Siedepunkt. a</p>	1.1 1.2 1.4 1.5 2.1 2.2	6 7	2 4 5 8	3

## 4.3.8 Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen

### Aufgabenstellung mit Lösung

In einem Labor stehen Flaschen mit folgenden 10 Verbindungen herum, die Du zur Herstellung einiger Verbindungen benutzen möchtest.

Ethen            Butandiol            Hexan            Propantriol            Ethanal  
Ethansäure    Octanol            Pentanal            Ethanol            Ethansäurebutylester

a) Ordne die Verbindungen nach Stoffklassen. Ergänze dazu die folgende Tabelle.

Stoffklasse	Verbindung
Alkene	Ethen

- b) Welcher der oben genannten Stoffe wird sowohl als Lebensmittelzusatz als auch als Frostschutzmittel verwendet? Wie heißt der Stoff mit anderem Namen?
- c) Welche der oben genannten Verbindungen sind kaum wasserlöslich? Begründe Deine Entscheidung.

- d) **Variante A:** Ordne zuerst den angegebenen Stoffen ihre Siedepunkte zu.  
Zur Auswahl stehen die folgenden Werte:  
**21° C ; 78° C ; 118° C ; 230° C ; 290° C.**  
Begründe Deine Zuordnung.

Siedepunkt	Stoff	Begründung
<input type="text"/>	Butandiol	
<input type="text"/>	Propantriol	
<input type="text"/>	Ethanal	
<input type="text"/>	Ethansäure	
<input type="text"/>	Ethanol	

- e) Nun möchtest Du folgende Stoffe herstellen: **Pentansäure Butanol**  
Du hast alle oben aufgeführten Stoffe zur Verfügung.  
Beschreibe kurz in Worten, wie Du vorgehst und gib zu jeder Stoffherstellung eine chemische Gleichung (Strukturformeln) an. Benenne die Stoffe in den Gleichungen.

Eine leichtere Möglichkeit für den Aufgabenteil d) stellt die folgende Fragestellung dar, da hier die Begründungen schon vorgegeben sind und nur noch zugeordnet werden müssen.

- d) **Variante B:** Ordne zuerst den angegebenen Stoffen ihre Siedepunkte zu.  
Zur Auswahl stehen die folgenden Werte:

**21° C ; 78° C ; 118° C ; 230° C ; 290° C.**

Ordne jetzt den Verbindungen und Siedepunkten die richtigen Erklärungen zu, indem Du sie mit Hilfe eines Lineals verbindest.

Siedepunkt	Stoff	Begründung
<input type="text"/>	← Butandiol	kleine Oberfläche, geringe van-der-Waals-Kräfte, schwache Dipolkräfte zwischen C=O – Doppelbindung
<input type="text"/>	← Propantriol	kleine Oberfläche, geringe van-der-Waals-Kräfte, stärkere Dipolkräfte, Wasserstoffbrücken
<input type="text"/>	← Ethanal	etwas größere Oberfläche, etwas stärkere van-der-Waals-Kräfte, stärkere Dipolkräfte, da C=O – Doppelbindung zusätzlich zu Wasserstoffbrücken
<input type="text"/>	← Ethansäure	wesentlich größere Oberfläche, wesentlich stärkere van-der- Waals-Kräfte, größere Anzahl von Wasserstoffbrücken
<input type="text"/>	← Ethanol	größere Oberfläche, stärkere van-der-Waals-Kräfte, noch größere Anzahl von Wasserstoffbrücken

	Erwartete Lösung	Kompetenzbereiche																			
		F	E	K	B																
a)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Stoffklasse</th> <th>Verbindung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alkene</td> <td>Ethen</td> </tr> <tr> <td>Alkane</td> <td>Hexan</td> </tr> <tr> <td>Alkanole bzw. Alkohole</td> <td>Ethanol, Octanol</td> </tr> <tr> <td>Mehrwertige Alkohole bzw. mehrwertige Alkanole</td> <td>Propantriol, Butandiol</td> </tr> <tr> <td>Alkanale bzw. Aldehyde</td> <td>Ethanal., Pentanal</td> </tr> <tr> <td>Gesättigte Carbonsäuren bzw. Alkansäuren</td> <td>Ethansäure</td> </tr> <tr> <td>Ester</td> <td>Ethansäurebutylester</td> </tr> </tbody> </table> <p>Pro richtig genannter Stoffklasse mit den jeweiligen Zuordnungen 1 Punkt a a a a a a</p>	Stoffklasse	Verbindung	Alkene	Ethen	Alkane	Hexan	Alkanole bzw. Alkohole	Ethanol, Octanol	Mehrwertige Alkohole bzw. mehrwertige Alkanole	Propantriol, Butandiol	Alkanale bzw. Aldehyde	Ethanal., Pentanal	Gesättigte Carbonsäuren bzw. Alkansäuren	Ethansäure	Ester	Ethansäurebutylester	1.1 2.1	6	2	
Stoffklasse	Verbindung																				
Alkene	Ethen																				
Alkane	Hexan																				
Alkanole bzw. Alkohole	Ethanol, Octanol																				
Mehrwertige Alkohole bzw. mehrwertige Alkanole	Propantriol, Butandiol																				
Alkanale bzw. Aldehyde	Ethanal., Pentanal																				
Gesättigte Carbonsäuren bzw. Alkansäuren	Ethansäure																				
Ester	Ethansäurebutylester																				
b)	Propantriola , Glyzerina	1.1 2.3		2																	
c)	<p>Ethen und Hexana : Sie enthalten keine hydrophile Gruppe. a</p> <p>Octanola : Bei langkettigen Alkoholen überwiegt der Einfluss des hydrophoben Kohlenwasserstoffrestes gegenüber dem der hydrophilen OH-Gruppe. a</p> <p>Pentanala : Der Einfluss des hydrophoben Kohlenwasserstoffrestes überwiegt gegenüber dem der polaren Aldehydgruppe. a</p> <p>Ethansäurebutylestera : Der Einfluss der hydrophoben Kohlenwasserstoffreste überwiegt gegenüber der polaren</p> $\begin{array}{c}   \\ \text{C} = \text{O} \\   \end{array} \text{-Gruppe. a}$	1.1 1.2 1.4 2.1 2.2	7	2 4 5 8	3																

	Erwartete Lösung	Kompetenzbereiche																											
		F	E	K	B																								
d)	<p><b><u>Variante A:</u></b></p> <table border="0"> <thead> <tr> <th>Siedepunkt</th> <th>Stoff</th> <th>Begründung</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>230° C</td> <td>Butandiol</td> <td>wesentlich größere Oberfläche, wesentlich stärkere van-der-Waals-Kräfte, größere Anzahl von Wasserstoffbrücken</td> <td>a</td> </tr> <tr> <td>290° C</td> <td>Propantriol</td> <td>größere Oberfläche, stärkere van-der-Waals-Kräfte, noch größere Anzahl von Wasserstoffbrücken</td> <td>a</td> </tr> <tr> <td>21° C</td> <td>Ethanal</td> <td>kleine Oberfläche, geringe van-der-Waals-Kräfte, schwache Dipolkräfte zwischen C=O – Doppelbindung</td> <td>a</td> </tr> <tr> <td>118° C</td> <td>Ethansäure</td> <td>etwas größere Oberfläche, etwas stärkere van-der-Waals-Kräfte, stärkere Dipolkräfte, da C=O – Doppelbindung zusätzlich zu Wasserstoffbrücken</td> <td>a</td> </tr> <tr> <td>78° C</td> <td>Ethanol</td> <td>kleine Oberfläche, geringe van-der-Waals-Kräfte, stärkere Dipolkräfte, Wasserstoffbrücken</td> <td>a</td> </tr> </tbody> </table> <p>Für jede richtige Zuordnung des Siedepunktes 0,5 Punkte und für jede richtige Begründung 0,5 Punkte.</p>	Siedepunkt	Stoff	Begründung		230° C	Butandiol	wesentlich größere Oberfläche, wesentlich stärkere van-der-Waals-Kräfte, größere Anzahl von Wasserstoffbrücken	a	290° C	Propantriol	größere Oberfläche, stärkere van-der-Waals-Kräfte, noch größere Anzahl von Wasserstoffbrücken	a	21° C	Ethanal	kleine Oberfläche, geringe van-der-Waals-Kräfte, schwache Dipolkräfte zwischen C=O – Doppelbindung	a	118° C	Ethansäure	etwas größere Oberfläche, etwas stärkere van-der-Waals-Kräfte, stärkere Dipolkräfte, da C=O – Doppelbindung zusätzlich zu Wasserstoffbrücken	a	78° C	Ethanol	kleine Oberfläche, geringe van-der-Waals-Kräfte, stärkere Dipolkräfte, Wasserstoffbrücken	a	1.1 1.4 2.1 2.2	6 7	2 4 5 8	
Siedepunkt	Stoff	Begründung																											
230° C	Butandiol	wesentlich größere Oberfläche, wesentlich stärkere van-der-Waals-Kräfte, größere Anzahl von Wasserstoffbrücken	a																										
290° C	Propantriol	größere Oberfläche, stärkere van-der-Waals-Kräfte, noch größere Anzahl von Wasserstoffbrücken	a																										
21° C	Ethanal	kleine Oberfläche, geringe van-der-Waals-Kräfte, schwache Dipolkräfte zwischen C=O – Doppelbindung	a																										
118° C	Ethansäure	etwas größere Oberfläche, etwas stärkere van-der-Waals-Kräfte, stärkere Dipolkräfte, da C=O – Doppelbindung zusätzlich zu Wasserstoffbrücken	a																										
78° C	Ethanol	kleine Oberfläche, geringe van-der-Waals-Kräfte, stärkere Dipolkräfte, Wasserstoffbrücken	a																										

	Erwartete Lösung	Kompetenzbereiche			
		F	E	K	B
e)	<p><u>Herstellung von Pentansäure durch Oxidation a von Pentanal:</u></p> <p>Pentanal + Sauerstoff → Pentansäure  <del>1 4 4 4 4 4 2 4 4 4 4 4 B</del></p> <p>a (Nennung der Ausgangsstoffe)</p> $  \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{O} & \text{a} \\   &   &   &   &    & \\ 2 & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\   &   &   &   & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \end{array} + \text{O}_2 \rightarrow \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{O} & \text{a} \\   &   &   &   &    & \\ 2 & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{O}-\text{H} \\   &   &   &   & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \end{array}  $ <p>Je ein halber Punkt für die Nennung von O<sub>2</sub> in der Gleichung und für die stöchiometrische Richtigstellung der Gleichung. a</p> <p><u>Herstellung von Butanol durch Esterspaltung (Hydrolyse) von Ethansäurebutylester:</u></p> <p>Ethansäurebutylester a + Wasser → Ethansäure + Butanol</p> $  \begin{array}{c} \text{H} & \text{O} & & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{a} \\   &    & &   &   &   &   & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{O} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{H} \\   & & &   &   &   &   & \\ \text{H} & & & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \end{array} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \begin{array}{c} \text{H} & \text{O} & \text{a} \\   &    & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{O}-\text{H} \\   & & \\ \text{H} & & \end{array}  $ <p>(Ethansäure)</p> <p>+</p> $  \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{a} \\   &   &   &   & \\ \text{H}-\text{O}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{H} \\   &   &   &   & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \end{array}  $ <p>(Butanol)</p> <p>Ein Punkt für die Nennung von Wasser als Ausgangsstoff und die Formel von Wasser in der Reaktionsgleichung. a</p>	1.1 1.2 3.1 3.2 3.3 3.4	7	2 4 8	

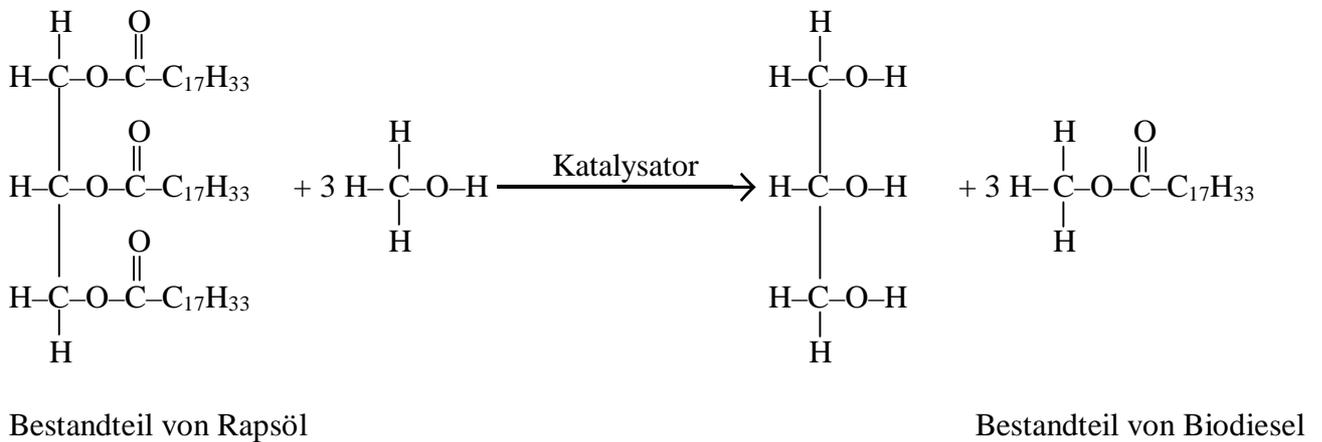
	Erwartete Lösung	Kompetenzbereiche																					
		F	E	K	B																		
d)	<p><b>Variante B:</b></p> <table border="0"> <thead> <tr> <th>Siedepunkt</th> <th>Stoff</th> <th>Begründung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>230° C</td> <td>Butandiol</td> <td>kleine Oberfläche, geringe van-der-Waals-Kräfte, schwache Dipolkräfte zwischen C=O – Doppelbindung</td> </tr> <tr> <td>290° C</td> <td>Propantriol</td> <td>kleine Oberfläche, geringe van-der-Waals-Kräfte, stärkere Dipolkräfte, Wasserstoffbrücken</td> </tr> <tr> <td>21° C</td> <td>Ethanal</td> <td>etwas größere Oberfläche, etwas stärkere van-der-Waals-Kräfte, stärkere Dipolkräfte, da C=O – Doppelbindung zusätzlich zu Wasserstoffbrücken</td> </tr> <tr> <td>118° C</td> <td>Ethansäure</td> <td>wesentlich größere Oberfläche, wesentlich stärkere van-der-Waals-Kräfte, größere Anzahl von Wasserstoffbrücken</td> </tr> <tr> <td>78° C</td> <td>Ethanol</td> <td>größere Oberfläche, stärkere van-der-Waals-Kräfte, noch größere Anzahl von Wasserstoffbrücken</td> </tr> </tbody> </table> <p>Für jede richtige Zuordnung des Siedepunktes 0,5 Punkte und für jede richtige Zuordnung der Begründung 0,5 Punkte.</p>	Siedepunkt	Stoff	Begründung	230° C	Butandiol	kleine Oberfläche, geringe van-der-Waals-Kräfte, schwache Dipolkräfte zwischen C=O – Doppelbindung	290° C	Propantriol	kleine Oberfläche, geringe van-der-Waals-Kräfte, stärkere Dipolkräfte, Wasserstoffbrücken	21° C	Ethanal	etwas größere Oberfläche, etwas stärkere van-der-Waals-Kräfte, stärkere Dipolkräfte, da C=O – Doppelbindung zusätzlich zu Wasserstoffbrücken	118° C	Ethansäure	wesentlich größere Oberfläche, wesentlich stärkere van-der-Waals-Kräfte, größere Anzahl von Wasserstoffbrücken	78° C	Ethanol	größere Oberfläche, stärkere van-der-Waals-Kräfte, noch größere Anzahl von Wasserstoffbrücken	<p>1.1 1.4 2.1 2.2</p>	<p>6 7</p>	<p>2 4 5 8</p>	
Siedepunkt	Stoff	Begründung																					
230° C	Butandiol	kleine Oberfläche, geringe van-der-Waals-Kräfte, schwache Dipolkräfte zwischen C=O – Doppelbindung																					
290° C	Propantriol	kleine Oberfläche, geringe van-der-Waals-Kräfte, stärkere Dipolkräfte, Wasserstoffbrücken																					
21° C	Ethanal	etwas größere Oberfläche, etwas stärkere van-der-Waals-Kräfte, stärkere Dipolkräfte, da C=O – Doppelbindung zusätzlich zu Wasserstoffbrücken																					
118° C	Ethansäure	wesentlich größere Oberfläche, wesentlich stärkere van-der-Waals-Kräfte, größere Anzahl von Wasserstoffbrücken																					
78° C	Ethanol	größere Oberfläche, stärkere van-der-Waals-Kräfte, noch größere Anzahl von Wasserstoffbrücken																					

## 4.3.9 Biodiesel

### Aufgabenstellung mit Lösung

In einer naturwissenschaftlichen Zeitung findest Du in einem Artikel über die Herstellung von Biodiesel aus Rapsöl unter anderem folgenden Text mit der chemischen Gleichung:

Pflanzenöle bilden den Ausgangsstoff für Biodiesel. Die wichtigste Ölpflanze stellt in Deutschland der Raps dar. Grundsätzlich können aber auch andere Ölpflanzen wie Sonnenblumen und Sojabohnen für die Herstellung von Biodiesel eingesetzt werden. Nach der Ernte wird die Rapssaat in Ölmöhlen zu Rapsöl gepresst. Je Hektar können ca. 1 500 Liter Pflanzenöl produziert werden. Der anfallende Rapsschrot geht als Eiweißlieferant in die Futtermittelindustrie. Danach wird das gepresste Pflanzenöl durch eine einfache chemische Reaktion zu Biodiesel umgewandelt.



- Benenne die beiden anderen Stoffe in der oben stehenden Reaktionsgleichung chemisch exakt.
- Nenne die Stoffgruppen, denen die Bestandteile von Rapsöl und die von Biodiesel zugeordnet werden.
- Bei der Herstellung von Biodiesel entsteht in großen Mengen ein Nebenprodukt. Nenne vier Beispiele, wofür dieser Stoff verwendet werden kann.
- Überlege Dir einen möglichen Ablauf für die in der Reaktionsgleichung dargestellte Reaktion und beschreibe ihn mit eigenen Worten.
- Die zunehmende Verwendung von Biodiesel als Treibstoff bringt Vor- und Nachteile. Nenne je zwei Vorteile und zwei Nachteile.

	Erwartete Lösung	Kompetenzbereiche			
		F	E	K	B
a)	Methanol $\alpha$ und Propantriol bzw. Glycerin $\alpha$	1.1	6	2	
b)	Beides sind Ester $\alpha$ Rapsöl ist ein Fett $\alpha$	1.1 2.1	6	2	
c)	z. B. zur Herstellung von Kunststoffen oder von Nitroglycerin, als Salbengrundlage, als Lebensmittelzusatz, als Frostschutzmittel, als Bremsflüssigkeit  Jeweils ein halber Punkt $\alpha \alpha$	1.1 2.3		2	
d)	Mit Hilfe des Katalysators wird das Rapsöl in Glycerin und drei Fettsäuremoleküle gespalten. $\alpha$ <i>(In der Wahlpflichtfächergruppe I kann auch der Begriff Hydrolyse verlangt werden.)</i> Diese werden mit dem hinzugefügten Methanol verestert. $\alpha$	3.2	6 7	2 4 8	
e)	Z. B.: Vorteile: - Biodiesel wird aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen. $\alpha$ - Das bei der Verbrennung entstehende Kohlendioxid wird vorher beim Wachstum der Pflanzen der Luft entzogen. $\alpha$  Nachteile: - Großer Flächenbedarf beim Anbau der Rohstoffe. $\alpha$ - Auch für die Herstellung von Biodiesel wird viel Energie benötigt. $\alpha$	1.1 2.3		2 4 5 8	3



Erwartete Lösung		Kompetenzbereiche			
		F	E	K	B
a)	Kohlenhydrate oder Zuckera Fettea Proteine oder Eiweißstoffe a	1.1 1.2			
b) und c)	$  \begin{array}{ccccccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{OHH} & \text{O} & \\  &   &   &   &   &    & \\  \text{H} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{H} \\  &   &   &   &   &   & \\  & \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} & \text{H} & \text{OH} &   \end{array}  $ <p>ist ein Kohlenhydrat / Zucker. a</p> <p><u>Begründung:</u> In dem Molekül sind mehrere Hydroxygruppen und gleichzeitig eine Aldehydgruppe vorhanden. a</p> $  \begin{array}{ccccccc}  & \text{H} & & \text{O} & & & \\  &   & &    & & & \\  \text{H} & -\text{C} & -\text{O} & -\text{C} & -\text{C}_{17}\text{H}_{35} & & \\  &   & & & & & \\  & \text{H} & & \text{O} & & & \\  &   & &    & & & \\  \text{H} & -\text{C} & -\text{O} & -\text{C} & -\text{C}_{17}\text{H}_{35} & & \\  &   & & & & & \\  & \text{H} & & \text{O} & & & \\  &   & &    & & & \\  \text{H} & -\text{C} & -\text{O} & -\text{C} & -\text{C}_{17}\text{H}_{35} & & \\  &   & & & & & \\  & \text{H} & & & & &   \end{array}  $ <p>ist ein Fett. a</p> <p><u>Begründung:</u> Es liegt ein Ester vor, der aus Glycerin und drei Molekülen Fettsäure aufgebaut ist. a</p> $  \text{CH}_3 - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{N} - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{N} - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{OH}  $ <p>ist ein Protein. a</p> <p><u>Begründung:</u> Das Molekül besteht aus mehreren Aminosäuren, die durch Peptidbindungen miteinander verknüpft sind. a</p>	1.1 1.2 2.1	7	4 8	
d)	<p>z. B. Kohlenhydrate:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fest bei Zimmertemperatur a</li> <li>- reduzierende Wirkung a</li> <li>- süßer Geschmack a</li> </ul> <p>Grund: Häufung von Hydroxygruppen a</p> <p>z. B. reduzierende Wirkung:</p> <p>Glucose wird in einer (ammoniakalischen) Silbernitratlösung gelöst und in einem Glasgefäß erwärmt a , die Silberionen werden zu Silber und verspiegeln die Innenwand des Glasgefäßes. a</p>	1.1 2.1 2.2	1 2 7	2 4 8	

### **Ausblick**

Diese Beispielsammlung soll Anregungen geben, sich neben dem Schwierigkeitsgrad und Niveau von Aufgaben für Leistungsnachweise auch mit den KMK-Bildungsstandards auseinanderzusetzen. Den Autoren ist bewusst, dass dies erst der Beginn eines langen Prozesses ist. Wir wünschen allen Kolleginnen und Kollegen viel Kreativität und Freude beim Erstellen weiterer Aufgaben, die die vielen anderen hier noch nicht abgedeckten Kompetenzen der Standards berücksichtigen.