

# Aufgaben weiterentwickeln



Von Stefan Grabe und Wolf Kraus unter Mitarbeit von Karl Bögler, Dieter Fiedler, Martin Jochner, Axel Kisters, Claudia Schneider, Johann Staudinger

## Kompetenzen entwickeln anhand neuer Aufgaben

Aufgaben werden bislang hauptsächlich zum Einüben oder Prüfen von Fachwissen eingesetzt. Sie können und sollten aber auch zur Entwicklung individueller Kompetenzen beitragen, wie sie von den Bildungsstandards<sup>1</sup> gefordert werden. Bei der Weiterentwicklung der Aufgabenkultur geht es darum, aufbauend auf der bewährten Praxis, Aufgabenstellungen und Methoden der Aufgabenbearbeitung zu entwickeln, die die Eigenaktivität der Schülerinnen und Schüler fördern und verstärkt auf die Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung abzielen. Diese Aufgaben können dann als Lernaufgaben ins Zentrum des Unterrichts rücken, zu Unterrichtsbeginn als Impuls bzw. zur Weiterführung begonnener Denkprozesse eingesetzt werden oder in Übungsphasen zur Vernetzung von früher Gelerntem dienen.

<sup>1</sup>[www.kmk.org/schul/home1.htm](http://www.kmk.org/schul/home1.htm)

## Kennzeichen einer weiterentwickelten Aufgabenkultur

Weiterentwickelte Aufgaben weisen eines oder mehrere der folgenden Kennzeichen auf:

→ Sie tragen dazu bei, dass die Lernenden beim **Wissensaufbau aktiv** sein können und sich mit dem angebotenen Material auf ihre Weise beschäftigen. So können die Schülerinnen und Schüler z. B. aufgefordert werden, selbst neue Aufgaben zu erstellen oder fehlende Informationen durch Eigenrecherche zu beschaffen.

→ Sie vernetzen durch ihren **kumulativen Charakter** Grundwissen.

Beispiel: „Vergleiche das [dir neue] Handskelett der Haustaube mit dem [dir bekannten] des Menschen.“

→ Sie enthalten **offene Fragestellungen**, die Gelegenheit zur Entwicklung eigener Hypothesen und Lösungswege geben.

Beispiele: Erläutere an je einem Beispiel deiner Wahl die Fachbegriffe Homologie und Analogie.

Entwerfe ein Experiment, um herauszufinden, welche Farben Hunde sehen können.

Gegeben seien folgende zwei Kochrezepte zu Blaukraut [...]. Finde eine Hypothese, warum das „Kraut“ einmal blau und einmal rot gefärbt ist.

→ Sie animieren dazu, z. B. anhand von Quelltexten, Bildern, Karikaturen eigene Fragestellungen zu formulieren.



→ Sie beziehen sich auf vielfältige Materialien und fördern damit den Umgang mit unterschiedlichen Darstellungsformen (Text, Diagramm, ...) (vgl. Aufgabe „Katalysator aus dem All“ S. 102).

→ Sie stehen in einem aktuellen und motivierenden Kontext (Lebensweltbezug).

→ Sie fordern Kompetenzen aus mehreren Bereichen. Die Berücksichtigung der Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung wird im folgenden Abschnitt ausführlich erläutert (vgl. auch Aufgabe „Mykorrhiza“ S. 106).

Die Kompetenzbereiche der Bildungsstandards als Anregungen für vielseitige Aufgabenstellungen

## Erstellung „neuer“ Aufgaben

Zunächst soll in diesem Zusammenhang kurz auf die Kompetenzbereiche der Bildungsstandards eingegangen werden, da diese wichtige Anregungen für vielseitige Aufgabenstellungen liefern. Die KMK-Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss weisen für die naturwissenschaftlichen Fächer vier einheitliche Kompetenzbereiche aus, die in der folgenden Tabelle verkürzt dargestellt sind:

		Anforderungsbereiche		
		I	II	III
Kompetenzbereiche	Fachwissen	Wissen wiedergeben	Wissen anwenden	Wissen transferieren und verknüpfen
	Erkenntnisgewinnung	Fachmethoden beschreiben	Fachmethoden nutzen	Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden
	Kommunikation	Mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten	Geeignete Darstellungsformen nutzen	Darstellungsformen selbstständig auswählen und nutzen
	Bewertung	Vorgegebene Bewertungen nachvollziehen	Vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren	Eigene Bewertungen vornehmen



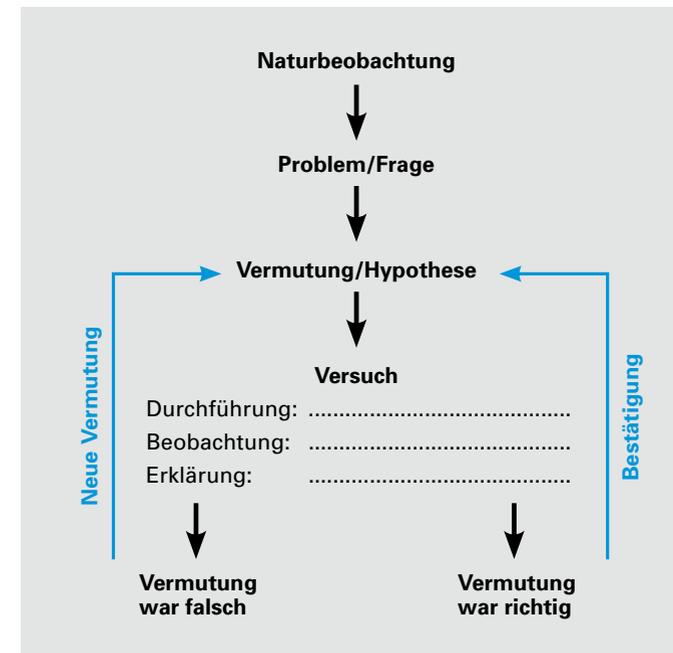
Hinweis: Eine ausführliche Tabelle und Erläuterungen zu den Anforderungsbereichen finden Sie unter [www.sinus-bayern.de](http://www.sinus-bayern.de).

Die Praxis zeigt, dass diese Kompetenzbereiche eine Fundgrube für vielseitige und anspruchsvolle Fragestellungen sein können. Dies soll im Folgenden aufgezeigt und an Beispielen erläutert werden.

Die verschiedenen Anforderungsprofile in Bezug auf rein fachwissenschaftliche Inhalte sind im schulischen Alltag seit jeher verankert (bisher: Reproduktion, Reorganisation, Transfer bzw. problemlösendes Denken). Neue Impulse liefert eine Verknüpfung von Faktenwissen mit den Basiskonzepten, die im Lehrplan in den Fachprofilen ausgewiesen sind.

Kompetenzbereich  
Fachwissen

Kompetenzbereich  
Erkenntnisgewinnung



Ein Einhängen an verschiedenen Stellen des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses ermöglicht eine Vielzahl von Fragestellungen:

- Welche Fragestellungen lassen sich aus dieser (Natur-) Beobachtung ableiten?
- Nenne verschiedene Hypothesen zu diesem Problem.
- Welche Hypothese verfolgte der Experimentator?
- Plane ein Experiment, um ...
- Welche weiteren Bedingungen müsstest du kennen bzw. konstant halten?
- Was lässt sich aus der Beobachtung dieses Experiments folgern?
- Welche weiteren Experimente wären nötig, um ...?

Sehr wichtig als Basis für ein vertieftes Verständnis ist es, den gezielten Wechsel zwischen verschiedenen Darstellungsformen einzuüben:

→ Erläutern und Interpretieren von Diagrammen, Karikaturen, ...

Kompetenzbereich  
Kommunikation

- Erstellen von Diagrammen, Mind-Maps, Strukturdiagrammen, ...
- Hefteintrag selbst entwerfen

Durch geeignete Unterrichtsformen sollte auch die Fähigkeit geübt werden, sach- und adressatengerecht zu argumentieren und Lösungsvorschläge zu begründen:

- Lernen durch Lehren (LDL)
- Expertenkongresse, Rollenspiele (planen), Diskussionen (z. B. bei Suchtprävention, Tierhaltung, Tierzucht, ...)

**Kompetenzbereich  
Bewertung**

Hier bieten sich im Unterricht Fragestellungen zu ambivalenten Themen an, die sowohl fachliche als auch wertbezogene Urteile erfordern, wie im folgenden Beispiel, das dem Abschnitt C<sub>NTG</sub> 10.1 des Chemielehrplans für das naturwissenschaftlich-technologische Gymnasium zugeordnet werden kann:

**Aufgabenbeispiel „Katalysator aus dem All“**

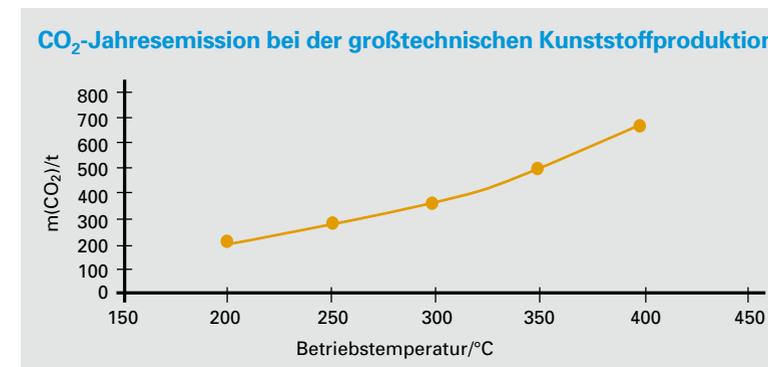
Material 1:

Zur großtechnischen Herstellung eines halogenhaltigen Kunststoffes wird u. a. ein bestimmter Metalloxid-Katalysator verwendet. Seit kurzem aber preisen entsprechende Fachzeitschriften für diesen Produktionsprozess einen neu entwickelten Polymer-Katalysator an und weisen zudem auf einen interessanten Meteoritenfund hin:

Dieser Meteorit enthält ein auf der Erde selten vorkommendes Metall, das sich nach ersten Tests mit geringsten Mengen ebenso als Katalysator für den oben genannten Prozess eignet. Bei der Verwendung der folgenden Katalysatoren wurde zudem festgestellt, dass in Abhängigkeit von der Temperatur unterschiedliche Nebenreaktionen ablaufen. Bei diesen Nebenreaktionen entstehen teilweise nicht unerhebliche Mengen an hochgiftigem Dioxin. Die im Vergleich der drei Katalysatoren erhobenen Daten wurden in folgender Tabelle dargestellt:

Katalysator	Kunststoffausbeute bei 200 °C	Kunststoffausbeute bei 400 °C	Katalysatorpreis pro kg	Nebenprodukt Dioxin in µg bei 200 °C	Nebenprodukt Dioxin in µg bei 400 °C
herkömmlicher Metalloxid-Kat.	35 %	50 %	270 €	nicht nachweisbar	> 3
neu entwickelter Polymer-Kat.	37 %	65 %	350 €	< 1	> 2
Meteorit-Kat. aus dem Meteoriten	50 %	40 %	---	nicht nachweisbar	> 2

Material 2:



Fragestellung

Bewerte die Eignung der drei Katalysatoren anhand der gegebenen Daten. *[Bewertung III]*

Erwartungshorizont:

Anzahl der Sichtweisen: ökonomisch, ökologisch; Anzahl der logischen Argumente

- Ökologisch: Umweltschutz fordert niedrige CO<sub>2</sub>-Emission: Meteorit oder neuer Katalysator bei niedrigen Temperaturen geeignet; Problem: Entstehung von Dioxin, Meteorit oder Metalloxid bei 200°C, aber sehr wenig für Großproduktion vorhanden (Meteorit)
- Ökonomisch: sehr gute Ausbeute bei 400°C aber höhere Kosten, Katalysator wird nicht „verbraucht“ (Polymerkatalysator)

Gewichtung der einzelnen Argumente nötig, da aus ökologischen Gesichtspunkten der Meteorit bzw. ein Metalloxid, aus ökonomischen Gesichtspunkten der neue Polymerkatalysator besser geeignet ist.

Weitere geeignete Themenbereiche sind Schädlingsbekämpfung (z. B. DDT gegen Überträger der Malaria), Tierhaltung, Gentechnik, Präimplantationsdiagnostik und Schwangerschaftsabbruch.

## Weitere Strategien bei der Aufgabenerstellung

### Verwendung von Operatoren

Eindeutige Arbeitsanweisungen (Operatoren), wie sie in den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA)<sup>2</sup> angegeben sind, machen die Aufgabenstellung klarer und liefern Anregungen bei der Erstellung der Fragen.

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
Ableiten	Auf der Grundlage wesentlicher Merkmale sachgerechte Schlüsse ziehen
Analysieren und Untersuchen	Wichtige Bestandteile oder Eigenschaften auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten; Untersuchen beinhaltet ggf. zusätzlich praktische Anteile.
Auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen
Begründen	Sachverhalte auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Beziehungen von Ursachen und Wirkung zurückführen
Beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben
Beurteilen	Zu einem Sachverhalt ein selbständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen
Bewerten	Einen Gegenstand an erkennbaren Wertkategorien oder an bekannten Beurteilungskriterien messen
Darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden etc. strukturiert und gegebenenfalls fachsprachlich wiedergeben
Diskutieren synonym wird verwendet: Erörtern	Argumente und Beispiel zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
Erklären	Einen Sachverhalt mit Hilfe eigener Kenntnisse in einen Zusammenhang einordnen sowie ihn nachvollziehbar und verständlich machen
Erläutern	Einen Sachverhalt veranschaulichend darstellen und durch zusätzliche Informationen verständlich machen
Ermitteln	Einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren
Hypothese entwickeln; synonym wird verwendet: Hypothese aufstellen	Begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren

<sup>2</sup>Aus: Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i. d. F. vom 05.02.2004

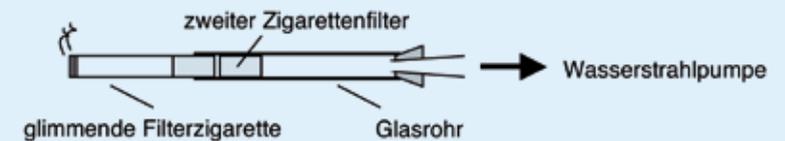
Interpretieren synonym wird verwendet: Deuten	Fachspezifische Zusammenhänge in Hinblick auf eine gegebene Fragestellung begründet darstellen
Nennen synonym wird verwendet: Angaben	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen aufzählen
Protokollieren	Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten detailgenau zeichnerisch einwandfrei bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben
Skizzieren	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert übersichtlich grafisch darstellen
Stellung nehmen	Zu einem Gegenstand, der an sich nicht eindeutig ist, nach kritischer Prüfung und sorgfältiger Abwägung ein begründetes Urteil abgeben
Überprüfen bzw. Prüfen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken
Vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln
Zeichnen	Eine möglichst exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen
Zusammenfassen	Das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen

Anhand einer Situation aus dem Schüleralltag sollen Aufgabenstellungen für die vier Kompetenzbereiche in den verschiedenen Anforderungsbereichen vorgestellt werden. Im Unterricht wird man nur wenige dieser Aufgaben auswählen können. Es bietet sich dadurch eine gute Möglichkeit zur Binnendifferenzierung.

### Aufgreifen von Alltagssituationen

## Gesundheitsgefährdung durch Rauchen

Beim Wandertag wird deine Schulklasse von einem Platzregen überrascht. Ihr findet glücklicherweise schnell ein Lokal, in dem ihr euch unterstellen und stärken könnt. Da die rauchfreie Gaststube zu klein ist und sich im Raucherraum nur ein Gast befindet, lässt euch euer Lehrer hier Platz nehmen. Obwohl euer Lehrer den Raucher scharf dazu auffordert, will dieser seine Zigarette nicht ausmachen. Am Tag danach greift der Lehrer das Thema Rauchen noch einmal auf und führt folgenden Versuch dazu durch:



Mögliche Aufgabenstellungen:

		Anforderungsbereiche		
		I	II	III
Kompetenzbereich	Fachwissen	Stelle die möglichen gesundheitlichen Folgen für den Raucher dar.	Stelle dar, welche Folgen die Entscheidung des Rauchers auf deine Gesundheit haben könnte.	Ein Mitschüler erklärt, dass er als Sportler lieber auf das Passivrauchen verzichten möchte. Erkläre, warum viele Sportler seine Einstellung teilen.
	Erkenntnisgewinnung	Protokolliere den Versuch sachgerecht.	Stelle eine Vermutung auf, die der Lehrer mit diesem Versuch überprüfen kann?	Ein Zigarettenhersteller behauptet, dass bei Wasserpfeifen, wo der Rauch vor dem Einatmen zunächst durch Wasser geleitet wird, sämtlicher in den Zigaretten enthaltene Teer vom Wasser aufgenommen wird. Plane einen einfachen Versuch, um diese Behauptung zu überprüfen.
	Kommunikation	Dein Banknachbar übernimmt im Rollenspiel die Rolle des Rauchers. Kläre ihn über die möglichen gesundheitlichen Folgen des Rauchens auf.	Nachdem du den Raucher über die wahrscheinlichen gesundheitlichen Schäden des Rauchens aufgeklärt hast, erwidert dieser, dass die Raucher in der Werbung schließlich auch wie das „blühende Leben“ aussehen. Nimm dazu Stellung.	Schlage dem Raucher im Lokal einen Kompromiss vor, um diese „verfähere“ Situation zu lösen.
	Bewertung	Gib die Beweggründe deines Lehrers wieder, den Gast aufzufordern das Rauchen einzustellen.	Als der Raucher auch dir eine Zigarette anbietet, schreitet der Lehrer ein. Bewerte das Verhalten deines Lehrers.	Nimm begründet Stellung zur beschriebenen Situation.

**Umkehrung und Variation bestehender Aufgaben** (z. B. aus alten Tests oder Schulbüchern)

**Aufgabenbeispiel „Mykorrhiza“**

Anregungen dazu bieten die folgenden Aufgabenvariationen zum Thema „Mykorrhiza“, die im achtjährigen Gymnasium z. B. dem Lehrplanabschnitt B 10.3 „Grundlegende Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen“ zugeordnet werden können:

Nach der Behandlung der Thematik „Mykorrhiza“ im Unterricht wurde folgende Aufgabe in einer schriftlichen Leistungserhebung in

der 8. Jahrgangsstufe (neunjähriges Gymnasium) gestellt:

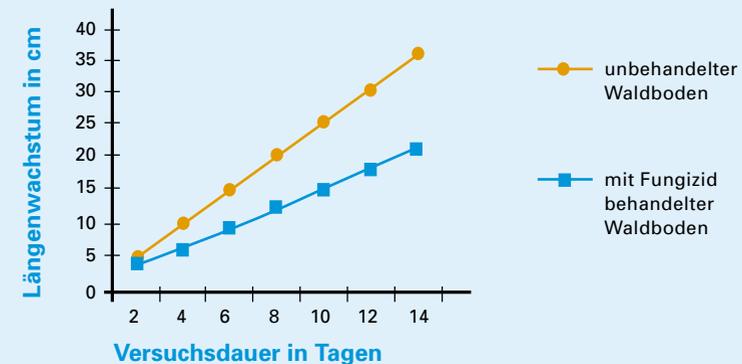
Aufgabe

In einem Forschungslabor wurde folgendes Experiment durchgeführt: 1000 Fichtenkeimlinge wuchsen unter gleichen Bedingungen. Allerdings wurde der Boden bei 500 Keimlingen vor dem Experiment mit einem Fungizid (= pilztötendes Mittel) behandelt. Diese Keimlinge wuchsen vergleichsweise schlechter. Erkläre diese Beobachtung.

Die Aufgabenstellung könnte mit dem Ziel der Berücksichtigung der vier Kompetenzbereiche der Bildungsstandards wie folgt verändert werden:

Aufgabenvariation 1:

In einem Forschungslabor wurde folgendes Experiment durchgeführt: Die Länge von 1000 Keimlingen einer Fichte wurde zwei Wochen lang alle zwei Tage gemessen. Vor dem Experiment wurde bei 500 Keimlingen der Boden mit einem Fungizid (= pilztötendes Mittel) behandelt. Alle 1000 Keimlinge wuchsen ansonsten unter gleichen Bedingungen, d. h. auch in demselben natürlichen Waldboden. Die Versuchsbeobachtungen sind in folgender Grafik dargestellt.



1. Beschreibe die Kurvenverläufe [Kommunikation I] und erkläre die Beobachtungen. [Fachwissen II]
2. Welche Fragestellung wollten die Wissenschaftler mit diesem Experiment überprüfen? [Erkenntnisgewinn III]
3. Nenne die Bedingungen, die bei diesem Experiment gleich gehalten werden müssen. [Erkenntnisgewinn II]
4. Bewerte den Fungizideinsatz auf Feldern in unmittelbarer Waldnähe. [Bewertung III]

Aufgabenvariation 2:

Aufgabentext wie oben.

Erstelle ein beschriftetes Diagramm zu den erwarteten Beobachtungen [Kommunikation III] und begründe die Kurvenverläufe. [Fachwissen II]

Aufgabenvariation 3:

Wissenschaftler möchten überprüfen, ob Mykorrhiza-Pilze auch das Wachstum von Fichtenkeimlingen beeinflussen. Plane ein geeignetes Experiment zur Überprüfung dieser Fragestellung. [Erkenntnisgewinn III]

Erwartungshorizont: Blindprobe, Fungizideinsatz, nur eine Variable, geeignete Versuchsdauer, evtl. höhere Stichprobenzahl

Weitere mögliche Varianten:

- Legende zuordnen; [Kommunikation II]
- einen Graph vorgeben, den zweiten dazuzichnen; [Kommunikation II]
- Vorteile hoher Stichprobenanzahl diskutieren; [Erkenntnisgewinn I]
- Wie geht Wachstum beim Keimling vonstatten? Was tragen Mykorrhiza-Pilze bei? [Fachwissen I]

**Erstellen neuer Aufgaben unter Zuhilfenahme fachlicher Sachverhalte**

Als Ausgangsmaterial können Quelltexte, Abbildungen, Diagramme aus Schul- oder Fachbüchern, Zeitschriften oder Zeitungen dienen.

**Aufgabenbeispiel „Mineralwasser“:**

Die Erstellung von Aufgaben mit Hilfe von Quelltexten soll am Beispiel des Artikels „Mineralwasser – Aus der Quelle in die Flasche“ in Spektrum der Wissenschaft August 2003 verdeutlicht werden. Die folgenden Aufgaben lehnen sich teilweise nicht direkt an das vorgegebene Material an. Der Text stellt vielmehr Anregungen zur Verfügung.

**Mögliche Aufgabenstellungen:**

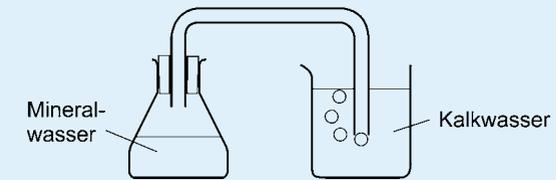
1. Stelle folgende Inhaltsangabe eines ausgewählten Mineralwassers mit Hilfe eines selbst gewählten, geeigneten Diagramms dar. [K II]

Angabe in mg/l: Kationen: Natrium 36,9; Kalium 4,6; Calcium 272,4; Magnesium 71,3; Mangan <0,05; Anionen: Fluorid <0,3; Chlorid 95,7; Nitrit <0,02; Nitrat <2; Sulfat 597,6; Hydrogencarbonat 390.

2. Gegeben sind drei verschiedenen Mineralwässer. Diskutiere auf Grundlage der Inhaltsangabe, welches Mineralwasser die höchste Qualität besitzt. [B II]

3. Folgendes Experiment wurde durchgeführt:

Ein Mineralwasser wird in einem Kolben bis zur Siedetemperatur erhitzt. Die ausgetriebenen Gase werden durch ein Glasrohr in Kalkwasser geleitet. Bei Einleitung der Gase wird eine Trübung des Kalkwassers beobachtet.



Welche Fragestellung könnte der Experimentator gehabt haben? [F I/E II]

Vier weitere Mineralwässer sollen miteinander durch den oben beschriebenen Versuch verglichen werden. Welche Faktoren müssen dabei konstant gehalten werden? [E II]

Welche Fragestellung könnte damit verbunden werden? [E II]

**Erzeugen von Problemen durch zu viele (unnötige) Angaben oder das Weglassen erforderlicher Informationen** (über- und unterbestimmte Aufgaben). Eine Aufgabe hierzu sowie die anderen Beispiele sind unter [www.sinus-bayern.de](http://www.sinus-bayern.de) zu finden.

