
Schriftliche Abiturprüfung Grundkursfach Chemie

Abiturähnliche Musteraufgaben

1 Vorbemerkungen und Hinweise zum Aufgabenmuster

Der Beschluss der Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife in den Fächern Biologie, Chemie und Physik durch die Kultusministerkonferenz am 18. Juni 2020 bedingt auch Änderungen bei Struktur und Inhalten der schriftlichen Abiturprüfungen in den genannten Fächern.

Die abiturähnliche Musterklausur soll wesentliche Veränderungen der Abiturprüfungen ab 2024/25 illustrieren und als Hilfe für alle Fachlehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler bei der Vorbereitung auf die schriftliche Abiturprüfung dienen.

Neben Abbildung der neuen Abitur- und Aufgabenstruktur sollen die Musteraufgaben auf neue Lerninhalte, die Nutzung der angepassten Operatorenliste, die größere Bedeutung von neben der Sachkompetenz im Fachunterricht erworbener Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenzen sowie exemplarisch auf die mögliche Verwendung verschiedener alternativer Fachtermini für den gleichen Fachinhalt in den Aufgabenstellungen hinweisen. Beispielhaft sind hier genannt: Ausgangsstoffe/Edukte, Hydronium-Ion/Oxonium-Ion, vereinfachte Struktur-formel/Halbstrukturformel, Wesen einer Redox- bzw. Säure-Base-Reaktion/Anwenden des Donator- und Akzeptor-Prinzips auf Redox- und Säure-Base-Reaktionen.

Die verwendeten themengleichen Aufgaben in den Mustern für Grundkurs und Leistungskurs veranschaulichen zudem einige mögliche Unterschiede in den Anforderungen.

Mit der Abiturprüfung 2024/25 besteht für Prüflinge die Möglichkeit, sich beim Misslingen eines Experiments oder einer anderen fachpraktischen Tätigkeit, Teillösungen gegen Abzug von Bewertungseinheiten zur Verfügung stellen zu lassen. Die Umsetzung dessen wird hier ebenfalls illustriert.

Dem Muster sind folgende Dokumente zugrunde gelegt:

- Bildungsstandards in den Fächern Biologie, Chemie, Physik für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020)
- Lehrpläne für allgemeinbildende Gymnasien in den Fächern Chemie, Biologie und Physik in der Fassung vom 01.08.2022
- Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums für Kultus zur Vorbereitung auf die Abiturprüfung und die Ergänzungsprüfungen 2025 an allgemeinbildenden Gymnasien, Abendgymnasien und Kollegs im Freistaat Sachsen
- Grundstock von Operatoren (IQB, Stand 31.03.2022)

Beim Zusammenstellen der Aufgaben für die Musterklausur wurde im Wesentlichen auf illustrierende Abituraufgaben des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) zurückgegriffen. Änderungen bei der Verteilung der Bewertungseinheiten hinsichtlich der Anforderungsbereiche sind künftig möglich.

Weitere Aufgabenvorschläge sind zu finden unter: <https://www.iqb.hu-berlin.de/abitur/sammlung/naturwissenschaften/chemie/>

Gegenüber den bisherigen sächsischen Abiturprüfungen ergeben sich folgende Strukturveränderungen:

Pflichtaufgaben 1 und 2

- materialgestützte Aufgaben ohne fachpraktischen Anteil
- Anzahl der zu erreichenden Bewertungseinheiten ist bei beiden Aufgaben gleich

Wahlaufgabe 3

- besteht aus zwei Aufgaben mit fachpraktischem Anteil, von denen nur eine bearbeitet werden muss
- fachpraktische Aufgaben sind zusätzlich mit Material angereichert
- bei Bearbeitung der Wahlaufgabe ist die gleiche Anzahl an Bewertungseinheiten erreichbar wie auch bei den Pflichtaufgaben 1 oder 2

Je bearbeiteter Aufgabe können im Grundkursfach 30 BE und damit bei der Prüfung insgesamt 90 BE erreicht werden.

Zwei der vier dem Prüfling vorgelegten Aufgaben werden **unverändert** dem gemeinsamen Abituraufgabenpool der Länder beim Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen entnommen sein. Alle weiteren Aufgaben stellt die sächsische Abituraufgabenauswahlkommission bereit. Bestimmend für das Erstellen aller Aufgaben sind die Vorgaben für die Abituraufgabenerstellung des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen.

Zugelassene Hilfsmittel können zur Lösung jeder Aufgabe uneingeschränkt genutzt werden. Der Einsatz bundesweit einheitlicher Hilfsmittel ist in Sachsen ab dem Abitur 2025/26 vorgesehen.

Es ist davon auszugehen, dass pro Aufgabe zwei Seiten Material beigelegt sind.

Jede der Aufgaben einer Prüfung bezieht sich in komplexer Weise hauptsächlich auf einen der in den Bildungsstandards genannten Inhaltsbereiche. Eine Vernetzung mit anderen Inhaltsbereichen erfolgt nur in geringem Umfang.

Von einer Bezugnahme auf die vier Kompetenzbereiche: Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz sowie auf die in den Bildungsstandards genannten Basiskonzepte ist bei allen Prüfungsaufgaben auszugehen.

Prüflinge müssen zudem in der Lage sein, grundlegende Kompetenzen, welche in Sekundarstufe I erworben wurden, beim Lösen von Aufgaben anwenden zu können.

2 Hinweise zur Durchführung fachpraktischer Aufgaben

Sächsisches Staatsministerium
für Kultus

ab Schuljahr 2024/25

Geltungsbereich:
- allgemeinbildendes Gymnasium
- Abendgymnasium und Kolleg
- schulfremde Prüflinge

Schriftliche Abiturprüfung Grundkursfach Chemie

- ABITURÄHNLICHE MUSTERAUFGABEN -

Vorinformationen für die prüfende Fachlehrkraft

Maßnahmen zur materiellen Sicherstellung der Prüfung

Für die Prüflinge ist kariertes Papier bereitzustellen.

Im Wahlteil 3 der schriftlichen Prüfung hat jeder Prüfling die Wahl zwischen zwei Aufgaben (3.1 und 3.2), die jeweils eigene experimentelle Tätigkeit unter Einhaltung der geltenden Sicherheitsbestimmungen erfordern.

Dafür sind hinreichend viele Experimentierplätze einzurichten. Für die Beaufsichtigung und Bewertung der experimentellen Tätigkeit der Prüflinge ist eine **Fachlehrkraft** einzusetzen, die in der Lage ist, die Durchführung der Experimente zu kontrollieren, einzuschätzen und zu protokollieren.

Zu diesem Zweck ist der **am Morgen des Prüfungstags** erhaltene **Beobachtungsbogen für jeden Prüfling** zu vervielfältigen und mit der Chiffre der Bildungseinrichtung als auch der Kennzahl des Prüflings zu versehen.

Der von der Aufsicht führenden Fachlehrkraft ausgefüllte **Beobachtungsbogen** (Erfüllungsgrad des jeweiligen Schwerpunktes, ggf. erteilte Hilfe bzw. Hinweise) ist nach der Prüfung den **korrigierenden Fachlehrkräften** zugänglich zu machen.

Ersatzergebnisse, Ersatzmesswerte oder Ersatzbeobachtungen, die ein Prüfling beim Misslingen eines Experiments oder einer anderen fachpraktischen Tätigkeit gegen Abzug von Bewertungseinheiten erhalten kann, werden zusammen mit dem Beobachtungsbogen am **Morgen des Prüfungstags** zum Download bereitgestellt.

Es ist sicherzustellen, dass alle geltenden Sicherheitsbestimmungen beim experimentellen Arbeiten eingehalten werden können.

Die praktischen Tätigkeiten sind von der prüfenden Fachlehrkraft vorher selbst durchzuführen.
Für jeden Arbeitsplatz sind Geräte, Materialien und Chemikalien wie folgt zu planen:

Grundkurs Wahlaufgabe 3.1

Material für qualitative Analyse

Geräte: (Die Liste ist als beispielhaft anzusehen; wenn es nötig und sinnvoll erscheint, können auch andere Geräte verwandt werden.)

- Reagenzgläser im Reagenzglasständer
- Stopfen
- Tropfpipetten
- Spatel
- Uhrgläser

Chemikalien:

- Ammoniumnitrat*, ca. 1 g
- Calciumcarbonat*, ca. 1 g
- Ammoniumsulfat*, ca. 1 g
- destilliertes Wasser

* Die genannten Salze sind in nummerierten Gefäßen bereitzustellen.

Folgende Chemikalien sind anzufordern:

- Salzsäure, $c \approx 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, ca. 10 mL
- Bariumhydroxid-Lösung (gesättigt), ca. 10 mL
- Natriumhydroxid-Lösung ca. 10 %ig, ca. 10 mL
- Bariumchlorid-Lösung, $c \approx 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, ca. 10 mL
- Universalindikatorpapier

Hinweise:

Die Aufsicht führende Fachlehrkraft muss im Beobachtungsbogen ein **verbales Urteil** zum Experimentieren abgeben.

Sollten die Untersuchungen aus von einem Prüfling nicht selbst zu verantwortenden Gründen keine oder nachweisbar beeinträchtigte Beobachtungen liefern, ist seitens der Aufsicht führenden Fachlehrkraft für Ersatzmaterialien oder -geräte zu sorgen. Alternativ werden von dieser Lehrkraft die Ersatzbeobachtungen dem Prüfling zur Verfügung gestellt.

Prüflinge können sich überdies gegen Abzug von Bewertungseinheiten auf eigenes Verlangen die Versuchsergebnisse zur weiteren Bearbeitung der Aufgabe vorlegen lassen. Bei der vorliegenden Aufgabe erfolgt in diesem Fall der **Abzug von 3 BE**.

Grundkurs Wahlaufgabe 3.2

Auf eine zweite Wahlaufgabe wurde in diesem Muster verzichtet.

Weiterer Hinweis:

Notwendige Gefährdungsbeurteilungen werden zentral am Morgen des Prüfungstages zum Download bereitgestellt.

3 Prüfungsaufgabenmuster

Sächsisches Staatsministerium
für Kultus

ab Schuljahr 2024/25

Geltungsbereich:
- allgemeinbildendes Gymnasium
- Abendgymnasium und Kolleg
- schulfremde Prüflinge

Schriftliche Abiturprüfung Grundkursfach Chemie

- Abiturähnliche Musteraufgaben -

Material für den Prüfling

Pflichtaufgabe 1, Pflichtaufgabe 2 und Wahlaufgabe 3

Allgemeine Arbeitshinweise

Pflichtaufgabe 1 und Pflichtaufgabe 2 sind von allen Prüflingen zu bearbeiten. Bei Wahlaufgabe 3 ist nur eine der zur Auswahl stehenden Aufgaben 3.1 oder 3.2 zu lösen.

Ihre Gesamtarbeitszeit beträgt **270 Minuten**. Diese Angabe schließt bereits zusätzliche 15 Minuten für die Aufgabenauswahl und das Einrichten des Experimentierplatzes mit ein.

Die im **Anhang** angegebenen Daten sind für Berechnungen zu verwenden. Werden GTR-Programme genutzt, so muss in der Darstellung des Lösungsweges deutlich werden, aus welchen Eingabedaten mit Hilfe des Programms welche Ergebnisse gewonnen wurden.

Bei jeder der zu bearbeitenden Aufgaben sind jeweils 30 Bewertungseinheiten (BE) erreichbar.

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
- Tabellen- und Formelsammlung
- Zeichengeräte
- grafikfähiger, programmierbarer Taschenrechner mit oder ohne Computer-Algebra-System. Die Software eines solchen Taschenrechners oder eine vergleichbare Software kann auch auf einer anderen geschlossenen Plattform verwendet werden.
- Computer oder ein computergestütztes Messwerterfassungssystem im Rahmen einer geschlossenen Plattform im Falle einer entsprechenden Aufgabenstellung zur möglichen Nutzung. Es muss die jeweilige Software installiert sein, die der Prüfling im Unterricht für die Erfassung und Auswertung von Messwerten genutzt hat. Das Hilfsmittel wird für die experimentelle oder praktische Tätigkeit benötigt.

Handelt es sich bei den Hilfsmitteln um Wörterbücher, sind jeweils nichtelektronische und elektronische Wörterbücher zugelassen, sofern sie geschlossene Systeme ohne Möglichkeit der Speichererweiterung sind. Internetfähige Hilfsmittel sind ausgeschlossen.

Prüflinge, deren Herkunftssprache nicht oder nicht ausschließlich Deutsch ist, können zusätzlich in allen Prüfungsfächern ein zweisprachiges Wörterbuch (Deutsch-Herkunftssprache/Herkunftssprache-Deutsch) verwenden.

Prüfungsinhalt

Pflichtaufgabe 1

Offshore-Windparks¹

Korrosion ist ein großes Problem an den Eisen-Stützkonstruktionen von Offshore-Windenergie-Anlagen. Deshalb sind in diesem Zusammenhang bestehende und zukünftige Korrosionsschutz-Systeme von enormer Bedeutung.

	BE
1 Formulieren Sie die Teilgleichungen zu den Redoxprozessen bei der Sauerstoffkorrosion von Eisenteilen. Beschreiben Sie das zugrundeliegende Donator-Akzeptor-Konzept.	5
2 Ordnen Sie begründet die drei in Abb. 2 dargestellten Eisenteile nach Zunahme der Korrosionsbeständigkeit (M 1).	7
3 Erklären Sie die Funktion der Zinkblöcke in den tieferen Wasserschichten anhand einer Skizze, die die Vorgänge auf Teilchenebene darstellt (M 1).	5
4 Vergleichen Sie die Benetzbarkeit der Platten nach den Arbeitsschritten 2 und 3 (M 2). Begründen Sie die Unterschiede unter Beachtung der zwischenmolekularen Kräfte.	7
5 Beurteilen Sie die Anwendbarkeit der Ergebnisse des Experiments für einen Korrosionsschutz im Spritzwasserbereich der Offshore-Windenergie-Anlagen. Berücksichtigen Sie dabei drei relevante Kriterien (M 2).	6

¹ Offshore = vor der Küste

Prüfungsinhalt

Material Pflichtaufgabe 1

Material 1: Korrosion an Offshore-Windenergie-Anlagen

Offshore-Windparks in der Nord- und Ostsee sind wichtige Stützpfiler der Energiewende. Das offene Meer mit starken Winden, hohem Wellengang und Salzwasser bietet aber ideale Bedingungen für Schädigungen der Eisenkonstruktionen, mit denen die Windenergieanlagen im Meeresboden verankert sind.

Je nach Meerestiefe sind dabei unterschiedliche Korrosionsprozesse relevant. Im Spritzwasserbereich überwiegt die Sauerstoffkorrosion. In größeren Meerestiefen mit geringerem Sauerstoffgehalt kommt es in gewissem Umfang zur Säurekorrosion. Deshalb werden die Eisenstützen von Offshore-Windenergie-Anlagen mit verschiedenartigen Verfahren vor Korrosion geschützt (siehe Abb. 1).

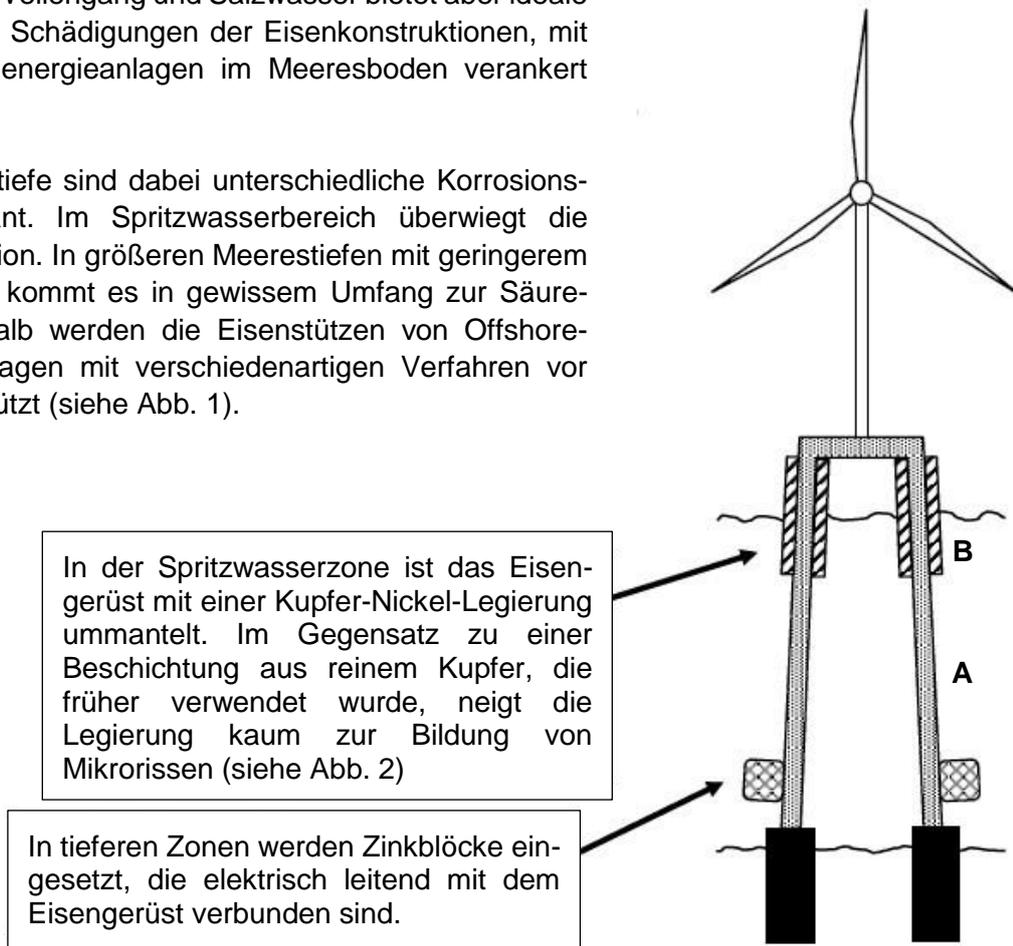


Abb. 1: Offshore-Windenergie-Anlage mit Verankerung (schematisch), IQB

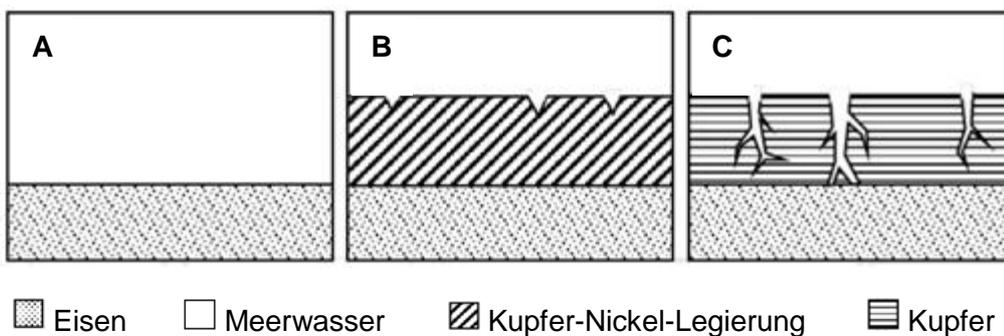


Abb. 2: Dem Meerwasser ausgesetzte Eisenteile, IQB

Material 2: Experiment zum Korrosionsschutz

Korrosionsprozesse an Metallteilen werden durch die Benetzbarkeit der Oberfläche mit Wasser beeinflusst. Dabei gilt: Je größer die Benetzbarkeit einer Oberfläche ist, desto besser können Korrosionsprozesse ablaufen. Die Benetzbarkeit wird über den Kontaktwinkel β eines Wassertropfens zu der untersuchten Oberfläche gemessen (siehe Abb. 3).

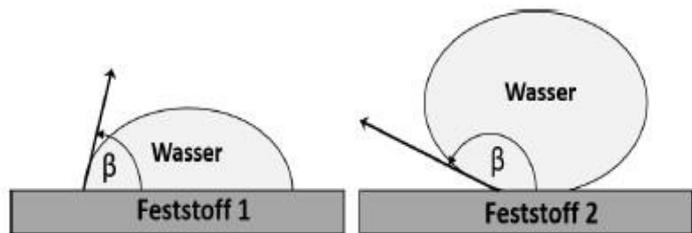


Abb. 3: Beispiele für die Bestimmung des Kontaktwinkels eines Flüssigkeitstropfens auf einem Festkörper, in Anlehnung an Bethke, C. & Schwarzer, R. (2017).

Zur Beeinflussung der Benetzbarkeit einer Kupferoberfläche wird folgendes Experiment durchgeführt:

Schritt 1: Die Oberfläche einer Kupferplatte wird mit feinem Schmirgelpapier aufgeraut und mit Ethanol gereinigt.

Schritt 2: Die gereinigte Platte wird mit einem starken Oxidationsmittel behandelt. Dadurch bilden sich kristalline Bereiche von Kupfer(II)-hydroxid ($\text{Cu}(\text{OH})_2$) auf der Oberfläche der Platte.

Schritt 3: Die oxidierte Platte wird für 30 min in eine Lösung mit Dodecansäure ($\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_2$) getaucht.

Nach jedem Arbeitsschritt wird mit einer Platte der Kontaktwinkel β beim Benetzen der Oberfläche mit Wasser gemessen (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Gemessene Kontaktwinkel

Schritt	Kontaktwinkel β
1	60°
2	4°
3	160°

Quelle: IQB, in Anlehnung an Bethke, C. & Schwarzer, R. (2017).

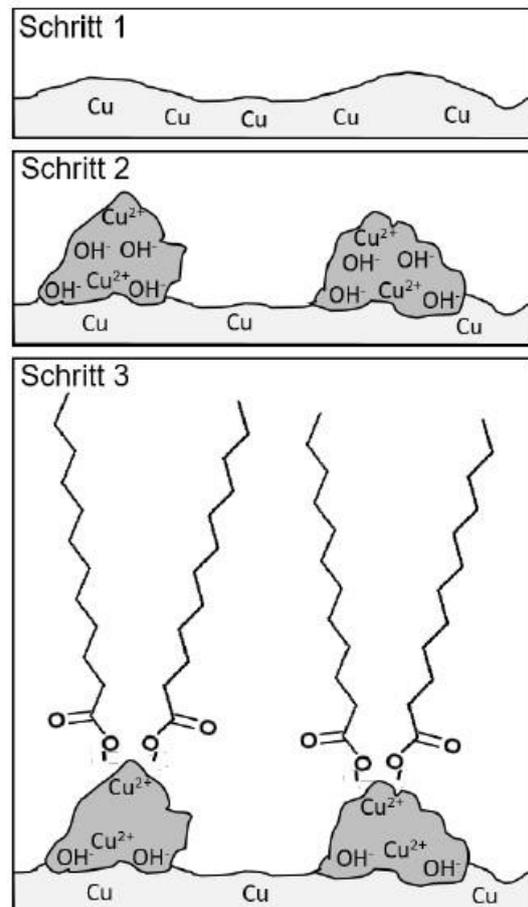


Abb. 4: Vereinfachte Darstellung der Oberfläche der Kupferplatte nach jedem Behandlungsschritt, in Anlehnung an Bethke, C. & Schwarzer, R. (2017).

Prüfungsinhalt

Pflichtaufgabe 2

Polyurethanschaum in Medizintechnik und als Verpackungsmaterial

Kunststoffe sind als Werkstoffe von einer enormen Vielfalt gekennzeichnet. Ihr Einsatz erstreckt sich über praktisch alle Bereiche der Lebens- und Arbeitswelt. So wird z. B. Polyurethanschaum in der Wundbehandlung sowie als Verpackungsmaterial eingesetzt.

	BE
1 Erläutern Sie auf Grundlage von Abb. 5 die Eigenschaften der dargestellten Kunststoffklassen und begründen Sie anhand dreier Aspekte die notwendige Zugehörigkeit der Wundheilungsschäume auf Polyurethanbasis zu der Klasse der Elastomere (M 3).	7
2 Formulieren Sie die Reaktionsgleichung zur Synthese eines Diisocyanats aus Phosgen. Schätzen Sie den Bindungswinkel α im Phosgen-Molekül (Abb. 6) ab (M 4).	6
3 Leiten Sie ab, welches Gas beim Aufschäumen des Polyurethans entsteht und formulieren Sie zur Bildung dieses Gases eine Reaktionsgleichung (M 5). Beschreiben Sie ein Experiment, mit dem man dieses Gas im Labor nachweisen kann.	6
4 Beschreiben Sie den elektrophilen Additionsmechanismus am Beispiel einer Carbonyl-Gruppe im sauren Milieu (Abb. 8 in M 6). Stellen Sie dar, inwiefern sich dieser von einem nucleophilen Additions-Mechanismus zur Synthese von Stoffen mit Urethan-Gruppe (Abb. 7 in M 6) unterscheidet.	7
5 Bewerten Sie die Herstellung und den Einsatz von Polyurethanschaumnetzen zur Verpackung von empfindlichen Früchten hinsichtlich der Kriterien „Lebensmittel-Wertigkeit“, „Umwelt“ und „Gesundheit“ (M 4 und M 7).	4

Prüfungsinhalt

Material Pflichtaufgabe 2

Material 3: Polyurethanschaum in der Wundheilung

Kunststoffe, umgangssprachlich auch Plastik genannt, werden entsprechend ihrer Eigenschaften in Thermoplaste, Duromere und Elastomere eingeteilt. Diese Eigenschaften sind bei spezifischen Anwendungen von Kunststoffen von großer Bedeutung, was man sehr gut am Beispiel von Polyurethanschaum mit Eigenschaften eines Elastomers zur Behandlung von großflächigen oder komplizierten Hautwunden verdeutlichen kann. Solche Hautwunden, wie sie bei Verbrennungen oder bei chronischen Erkrankungen vorkommen, können als Wundheilungshilfe mit Polyurethanschaum versorgt werden. Polyurethanschaum fungiert hier nicht nur als schützende Wundabdeckung. Er dient vielmehr zusätzlich teilungsfähigen Hautstammzellen als Anheftungs- und Gerüstsubstanz. Die Hautstammzellen wandern aus tieferliegenden Hautschichten in den Polyurethanschaum ein, um dort die Haut neu zu bilden und damit die Wunde zu schließen. Die Besonderheit der eingesetzten Polyurethanprodukte in der Wundversorgung liegt darin, dass sie in der Hautwunde nach und nach abgebaut werden.

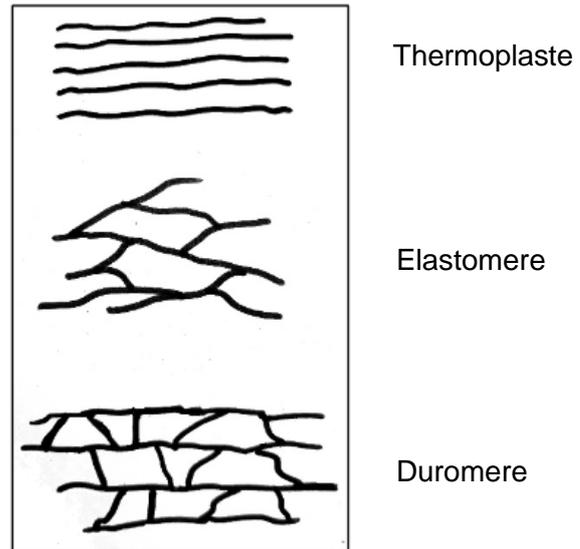


Abb. 5: Schematische Darstellung der Strukturen von Kunststoffen, IQB

Material 4: Monomere des Polyurethans

Zur Synthese von Polyurethan werden zwei Monomer-Typen benötigt.

Monomer 1 ist ein Isocyanat, welches zwei bis vier Isocyanat-Gruppen (R-NCO) enthält. Dieses wird durch Reaktion eines Diamins $H_2N-R_1-NH_2$, (R_1 beliebiger Rest) mit Phosgen (Cl_2CO , Abb. 6) hergestellt, wobei im Nebenprodukt Chlorwasserstoff (HCl) entsteht. Phosgen und auch die Isocyanat-Produkte sind stark giftige Substanzen. Monomer 2 ist ein Polyol, welches zwei bis vier Hydroxy-Gruppen aufweist.

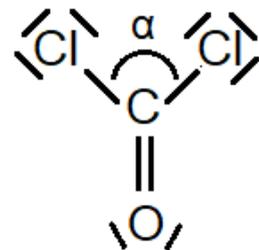


Abb. 6: Phosgen-Molekül (Lewis-Formel, Molekülgeometrie: trigonal-planar), IQB

Material 5: Schaumbildung im Polyurethanschaum

Im Herstellungsprozess des Polyurethanschaumes wird dem Gemisch der Edukte stets eine gewisse Menge Wasser beigefügt. Dies dient der Regulierung der Porenbildung des Schaumes. Wasser reagiert dabei mit der im Überschuss zugegebenen Isocyanat-Komponente (Monomer 1) unter Bildung eines als Treibgas fungierenden Stoffes, welches die Aufschäumung des Produktes bewirkt. Dieses Treibgas ist farb- und geruchlos und nicht brennbar.

Material 6: Polyurethansynthese

Die Monomere 1 und 2 reagieren miteinander unter Bildung der für das Produkt Polyurethan kennzeichnenden Urethan-Gruppe (Abb. 7). Reaktionen der Carbonyl-Gruppen (R-CO-R, R = beliebiger Rest), wozu hier auch die Isocyanatgruppe gehört, sind Additionsreaktionen. Die Additionsreaktion kann grundsätzlich nucleophil (Abb. 7) oder elektrophil (Abb. 8) ablaufen.

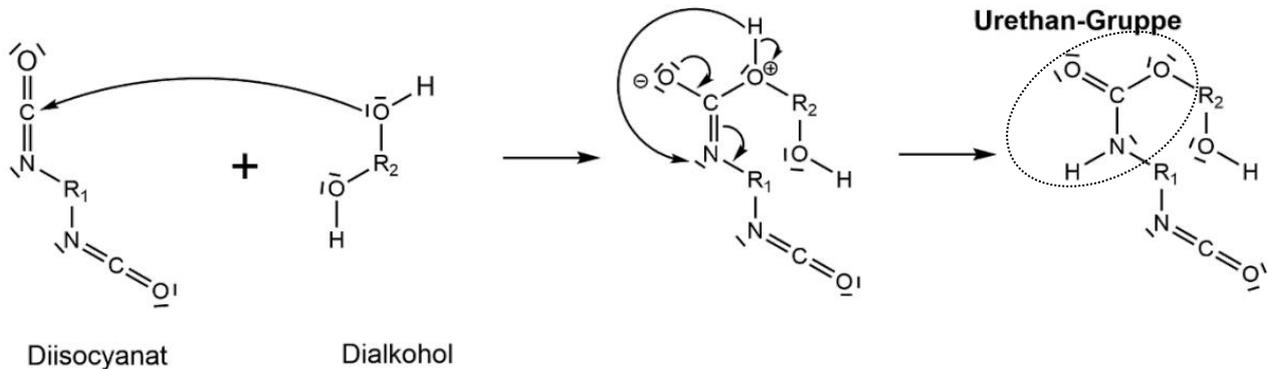


Abb. 7: Reaktionsmechanismus der nucleophilen Addition zur Herstellung des Polyurethans. Die Urethan-Gruppe ist markiert. Vereinfacht wird hier von jeweils bifunktionellen Molekülen ausgegangen, IQB

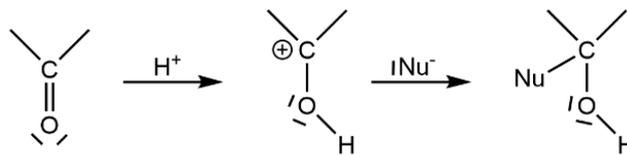


Abb. 8: Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition an einer Carbonylgruppe, IQB

Material 7: Polyurethanschaum als Verpackungsmaterial

Eine weitere Anwendung von Polyurethanschaum liegt in der Verpackung von Lebensmitteln, z. B. von Obst oder Gemüse. Empfindliche exotische Früchte, die über lange Strecken transportiert werden sollen, werden etwa durch ein Polyurethanschaumnetz vor mechanischer Belastung geschützt (Abb. 9). Hier werden bislang aromatische Monomere eingesetzt, die nicht nur dazu führen, dass die Produkte nicht abbaubar sind, sondern auch dazu, dass sie toxisch sind. Bei Aromaten handelt es sich um ringförmige organische Verbindungen.



Abb. 9: Einzelnen mit Polyurethanschaumnetzen verpackte Früchte, IQB

Prüfungsinhalt

Wahlaufgabe 3

Wählen Sie zwischen den Aufgaben 3.1 und 3.2. Bearbeiten Sie nur **eine** dieser.

Aufgabe 3.1

Segen und Fluch von Mineraldüngern

Die ständig wachsende Weltbevölkerung steht vor der Herausforderung, auf der ihr zur Verfügung stehenden Ackeranbaufläche genügend Nahrungsmittel zu produzieren. Deshalb werden dem Boden mithilfe von Mineraldüngern verschiedene Nährstoffe zugeführt, die aber bei falscher Dosierung auch eine Belastung der Umwelt mit sich bringen können.

	BE
1 Formulieren Sie die beiden Reaktionsgleichungen zur Herstellung von Ammoniumnitrat (M 8). Begründen Sie die Verwendung des Stoffes Ammoniumnitrat als Düngemittel mithilfe Ihrer Kenntnisse über eine ausgewählte Stoffeigenschaft und die zugrunde liegende Struktur.	7
2 Ermitteln Sie mithilfe von Nachweisreaktionen, in welchem Gefäß sich welcher Düngemittelbestandteil befindet. Planen Sie Ihr experimentelles Vorgehen und fordern Sie benötigte Chemikalien schriftlich an. Führen Sie das Experiment durch und werten Sie Ihre Beobachtungen auch unter Verwendung von Reaktionsgleichungen in Ionenschreibweise aus (M 9). <i>Hinweise:</i> <i>Bei der Zuordnung der Gefäße darf nicht im Ausschlussverfahren gearbeitet werden.</i> <i>Sollte Ihnen die Planung des Experiments nicht gelingen, so können Sie gegen den Abzug von 3 BE die Hilfekarte erhalten.</i>	12
3 Begründen Sie unter Angabe von Reaktionsgleichungen, dass auch bei Überdüngung mit Ammoniumnitrat in Binnengewässern die Gefahr des Fischsterbens besteht (M 10 a und M 10 b).	6
4 Interpretieren Sie die Grafik aus Abb. 11 unter dem Gesichtspunkt der Folgen von Überdüngung mit Ammoniumnitrat für die Umwelt (M 11).	5

Prüfungsinhalt

Material Aufgabe 3.1

Material 8: Stickstoffverbindungen in Mineraldüngern

Stickstoffverbindungen spielen für das Pflanzenwachstum eine große Rolle, da sie zur Bildung von Proteinen und damit zum Zellstoffwechsel und Zellwachstum unentbehrlich sind. Ca. 80 % der Luft sind reiner Stickstoff, welchen die Pflanzen in dieser Form jedoch nicht nutzen können. Stickstoff kann von den Pflanzen nur in Form von Nitrat- oder Ammonium-Ionen aufgenommen werden. Um anorganischen Dünger herzustellen, nutzt man den Stickstoff aus der Luft. Im ersten Schritt wird dabei Stickstoff in Ammoniak (NH_3) überführt und aus diesem stellt man anschließend durch Reaktion mit Salpetersäure (HNO_3) Ammoniumnitrat (NH_4NO_3) her. Ammoniumnitrat ist Hauptbestandteil des Mineraldüngers Kalkammonsalpeter. Die Nitrat-Ionen werden von den Pflanzen leicht in großen Mengen aufgenommen und stehen ihnen direkt zur Verfügung. Die Ammonium-Ionen dagegen können die Pflanzen nur in geringen Mengen aufnehmen, weil diese an Bodenpartikel gebunden werden. Diese Ammonium-Ionen stehen im Bodenwasser mit Ammoniak-Molekülen im chemischen Gleichgewicht.

Material 9: Experimenteller Nachweis von Salzen in Mineraldüngern

Neben Ammoniumnitrat bestehen Mineraldünger auch aus den Salzen Calciumcarbonat und Ammoniumsulfat.

Chemikalien in nummerierten Gefäßen:

- Ammoniumnitrat
- Calciumcarbonat
- Ammoniumsulfat

weitere Chemikalien:

- destilliertes Wasser

Geräte:

- Reagenzgläser im Reagenzglasständer
- Stopfen
- Tropfpipetten
- Spatel
- Uhrgläser

Material 10 a: Fischsterben in der Jagst

Immer wieder liest und hört man in den Nachrichten von durch erhöhte Ammoniakkonzentrationen in Gewässern ausgelöste Fischsterben.

Ende August 2015 kam es im Landkreis Schwäbisch Hall zu einem Großbrand in einer Mühle. In Folge der Löscharbeiten gelangte eine große Menge handelsüblicher Mineraldünger (Ammoniumnitrat) in die Jagst, was ein dramatisches Fischsterben – es wurden ca. 20 t tote Fische geborgen – zur Folge hatte.



Abb. 10: Fischsterben in der Jagst. Hohenloher Tagblatt, Anna Berger, 25.08.2015.

Material 10 b: Erforderliche Daten

Tab. 2: Säure- und Basenkonstanten

Säurekonstante K_S	$K_S(\text{NH}_4^+) = 5,6 \cdot 10^{-10} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
Basekonstante K_B	$K_B(\text{NO}_3^-) = 4,8 \cdot 10^{-16} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

Quelle: Das große Tafelwerk interaktiv 2.0, 2011, S. 157.

Material 11: Düngemittel und ihre Auswirkungen

Verschiedene Stickstoffverbindungen in der Luft und im Wasser belasten die Gesundheit der Menschen sowie die Qualität des Grundwassers und gefährden Ökosysteme. Die Lachgas-Emissionen schaden dem Klima, da das Gas Distickstoffmonooxid um ein Vielfaches schädlicher als Kohlenstoffdioxid ist und außerdem sehr stabil in der Atmosphäre verweilt. Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft strebt in der Düngemittelverordnung die Reduzierung der Düngemittelmenge an, um die Stickstoff-Emissionen aus der Landwirtschaft effektiv einzudämmen.

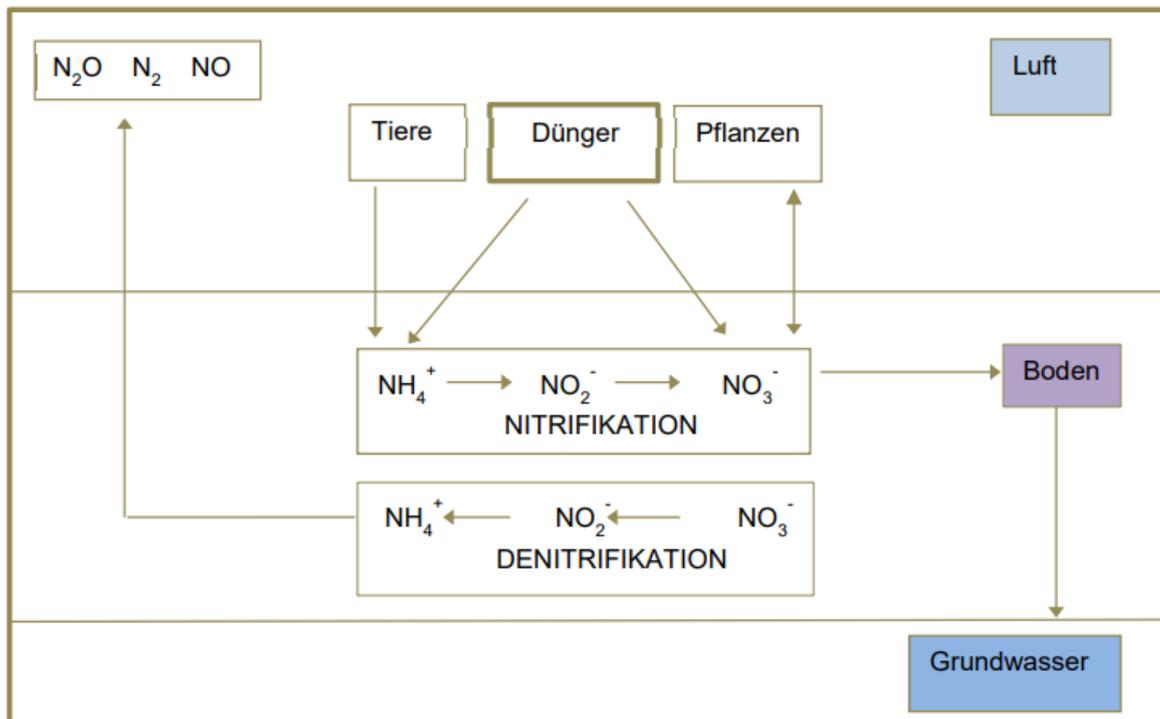


Abb. 11: Mögliche Wege des Stickstoffs in der Natur, IQB

Prüfungsinhalt

Wahlaufgabe 3

Wählen Sie zwischen den Aufgaben 3.1 und 3.2. Bearbeiten Sie nur **eine** dieser.

Aufgabe 3.2

Auf eine zweite Wahlaufgabe wurde in diesem Muster verzichtet.

4 Beobachtungsbögen und Ersatzlösungen

Chiffre:

Kennzahl:

Beobachtungsbogen Grundkurs Chemie

Wahlaufgabe 3.1: Segen und Fluch von Mineraldünger

Schwerpunkte	Einschätzung der Fachlehrkraft	
<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Experiments <ul style="list-style-type: none"> - Anforderung notwendiger Chemikalien für den Nachweis 	→	
<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung des Experiments <ul style="list-style-type: none"> - planmäßig - selbstständig 	→	
<ul style="list-style-type: none"> • Beachtung von Sicherheitsrichtlinien z. B. <ul style="list-style-type: none"> - Verwendung der Schutzbrille 	→	
<ul style="list-style-type: none"> • Planungshilfe vom Prüfling gegen Abzug von 3 BE angefordert 	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>

Besondere Hinweise

.....

.....

.....

.....

Ersatzergebnisse

Hilfekarte: Planung des Vorgehens

- Identifizierung der Ammonium-Ionen im Ammoniumnitrat und Ammoniumsulfat mit Natriumhydroxid-Lösung und Universalindikatorpapier
- Identifizierung der Sulfat-Ionen in der Ammoniumsulfat-Lösung mit verdünnter Salzsäure und Bariumchlorid-Lösung
- Identifizierung der Carbonat-Ionen im festen Calciumcarbonat mit verdünnter Salzsäure und Bariumhydroxid-Lösung

Folgende Chemikalien sollen verwendet werden:

- Salzsäure, $c \approx 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- Bariumhydroxid-Lösung (gesättigt)
- Natriumhydroxid-Lösung ca. 10 %ig
- Bariumchlorid-Lösung, $c \approx 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- Universalindikatorpapier

Bei Nutzung der Planungshilfe entfallen 3 BE.

5 Erwartungshorizonte

Erwartungshorizont Pflichtaufgabe 1: Offshore-Windparks

Der Erwartungshorizont stellt für jede Teilaufgabe **eine mögliche Lösung** dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

		BE/AFB		
		I	II	III
1	<p>Formulieren Sie die Teilgleichungen zu den Redoxprozessen bei der Sauerstoffkorrosion von Eisenteilen. Beschreiben Sie das zugrundeliegende Donator-Akzeptor-Konzept.</p> <p>Ox: $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$ Red: $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-$</p> <p>Beschreibung des Prinzips der Elektronenübertragung bei Redoxreaktionen an obigem Beispiel.</p>	1 1 3		
2	<p>Ordnen Sie begründet die drei in Abb. 2 dargestellten Eisenteile nach Zunahme der Korrosionsbeständigkeit (M 1).</p> <p>Ordnung: C – A – B</p> <p>Begründung: C Beschleunigte Korrosion durch Bildung eines Lokalelements: Mikrorisse in Kupferbeschichtung; Meerwasser kann zum Eisen vordringen; Elektronenübertragung von Eisen über Kupfer zu Sauerstoff möglich.</p> <p>A Korrosion ohne zusätzliche Einflussfaktoren.</p> <p>B Kaum/Keine Korrosion aufgrund von passivem Korrosionsschutz: Nickel-Kupfer-Legierung verhindert Kontakt von Meerwasser und Sauerstoff.</p>	1 1 1 1	1 1 1	1
3	<p>Erklären Sie die Funktion der Zinkblöcke in den tieferen Wasserschichten anhand einer Skizze, die die Vorgänge auf Teilchenebene darstellt (M 1).</p> <p>Beispielhafte Skizze zu den Vorgängen auf Teilchenebene</p>		3	

	Erklärung des Prinzips der Opferanode (bzw. des kathodischen Korrosionsschutzes): unedleres Metall wird leichter oxidiert und sorgt für Schutz des Eisens		2	
4	<p><i>Vergleichen Sie die Benetzbarkeit der Platten nach den Arbeitsschritten 2 und 3 (M 2). Begründen Sie die Unterschiede unter Beachtung der zwischenmolekularen Kräfte.</i></p> <p>Schritt 2: Geringer Kontaktwinkel: starke Benetzung der Oberfläche</p> <p>Begründung: Ionen an der Oberfläche der Kupferhydroxid-Kristalle können mit den Wassermolekülen in Wechselwirkung treten (z. B. über Ion-Dipol-Wechselwirkungen).</p> <p>Schritt 3: Großer Kontaktwinkel: geringe Benetzung der Oberfläche</p> <p>Begründung: Dodecansäure-Anionen bilden Ion-Ion-Wechselwirkungen zu Kupfer-Kationen aus, unpolare Kohlenwasserstoff-Reste der Dodecansäure-Anionen bilden Van-der-Waals-Wechselwirkungen untereinander aus; aufgrund der Abschirmung durch unpolare Kohlenwasserstoffketten keine Wechselwirkungen der polaren Wassermoleküle mit der Oberfläche möglich.</p>	1	2	
5	<p><i>Beurteilen Sie die Anwendbarkeit der Ergebnisse des Experiments für einen Korrosionsschutz im Spritzwasserbereich der Offshore-Windenergie-Anlagen. Berücksichtigen Sie dabei drei relevante Kriterien (M 2).</i></p> <p>Bildung eines Sachurteils unter Beachtung von drei relevanten Kriterien.</p> <p>Beispiele für mögliche fachliche Kriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Benetzbarkeit wird deutlich verringert; Wasser kann kaum als Elektrolyt wirken; Korrosion wird erschwert; - starke Wechselwirkungen zwischen den Kupfer-Ionen und den Fettsäure-Anionen; lange Haltbarkeit der wasserabweisenden Schicht möglich; - zusätzliche Behandlung nötig; Kostensteigerung gegenüber herkömmlichem Korrosionsschutz; - Witterungsbeständigkeit der Schutzschicht aus Fettsäure-Anionen unklar; Benetzbarkeit wäre nach deren Entfernung deutlich erhöht; Korrosion begünstigt. <p><i>Hinweise für die Lehrkraft: Einige der Kriterien erscheinen widersprüchlich. Dies ist aber damit zu erklären, dass hier verschiedene schlüssige Argumentationsbeispiele genannt sind, die Prüflingen aufgrund des fachlichen und allgemeinen</i></p>			1
			3	2

	<i>Vorwissens einfallen können. Bei der Bewertung durch die Lehrkraft soll auch auf die Qualität der Kriterien geachtet werden. Es ist anzunehmen, dass die Prüflinge keine drei Kriterien so darstellen, dass auch immer AFB III beinhaltet ist. So soll beispielsweise auch mit zwei sehr guten und einer nur passenden Darstellung trotzdem volle Punktzahl ermöglicht werden.</i>			
Summe		10	15	5
Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent		33,3	50	16,7

Standardbezug²

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	7, 16			
2	2, 9	3		
3			7, 10	
4	6, 13		2	
5				6

² Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß *Bildungsstandards für das Fach Biologie/Chemie/Physik für Allgemeine Hochschulreife* zu nennen, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind.

Erwartungshorizont Pflichtaufgabe 2: Polyurethanschaum in Medizintechnik und als Verpackungsmaterial

Der Erwartungshorizont stellt für jede Teilaufgabe **eine mögliche Lösung** dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

		BE/AFB		
		I	II	III
1	<p><i>Erläutern Sie auf Grundlage von Abb. 5 die Eigenschaften der dargestellten Kunststoffklassen und begründen Sie anhand dreier Aspekte die notwendige Zugehörigkeit der Wundheilungsschäume auf Polyurethanbasis zu der Klasse der Elastomere (M 3).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Thermoplaste (oben): bei Zimmertemperatur hart, bei Erwärmung verformbar, da die schwachen zwischenmolekularen Wechselwirkungen zwischen den unverzweigten Molekül-Ketten leicht überwunden werden können; - Elastomere (Mitte): elastisch, gehen nach mechanischer Beanspruchung wieder in Ausgangsform zurück, da weitmaschig-vernetzte Molekül-Ketten mit schwachen Wechselwirkungen gut gegeneinander verschiebbar sind; - Duromere (unten): hart und spröde, keine Verformbarkeit, zerspringen bei mechanischer Belastung, zersetzen sich bei höheren Temperaturen, da hoher Vernetzungsgrad der Molekül-Ketten. <p>Wundheilungsschäume sind Elastomere, denn sie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - betten sich elastisch in die Wunde ein; - folgen flexibel der Bewegung des Patienten; - nehmen nach Druck auf die Wunde wieder ihr ursprüngliches Volumen und ihre Form ein 	4	3	
2	<p><i>Formulieren Sie die Reaktionsgleichung zur Synthese eines Diisocyanats aus Phosgen. Schätzen Sie den Bindungswinkel α im Phosgen-Molekül (Abb. 6) ab (M 4).</i></p> <p>Reaktionsgleichung Synthese Diisocyanat:</p> $\text{H}_2\text{N-R}_1\text{-NH}_2 + 2 \text{Cl}_2\text{CO} \rightarrow \text{OCN-R}_1\text{-NCO} + 4 \text{HCl}$ <p>Bindungswinkel α in Phosgen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kohlenstoffatom hat drei Bindungspartner, Bindungswinkel theoretisch 120°; - Abstoßungskräfte der Doppelbindung $\text{C}=\text{O}$ wirken stärker; - Winkel aufgrund dessen kleiner als 120°. 		2	3 1

	<p>- Kriterium „Gesundheit“ (Risiken, Toxizität), z. B.: Die Herstellung der Verpackung kann Schaden hervorrufen: Einsatz giftiger Substanzen in der Herstellung, Freisetzung von gefährlichem Chlorwasserstoffgas, Risiko für im Prozess beteiligte Arbeitskräfte.</p> <p>eigenes Werturteil formulieren</p> <p><i>Hinweis: Für vier Bewertungseinheiten müssen Aspekte dreier verschiedener Kriterien wertend herausgearbeitet sein.</i></p>	1	3	
	Summe	7	19	4
	Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent	23,3	63,3	13,3

Standardbezug³

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	1, 2			7
2	16	7		
3	3, 16		10	
4	14		8	
5			8	6, 13

³ Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß *Bildungsstandards für das Fach Biologie/Chemie/Physik für Allgemeine Hochschulreife* zu nennen, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind.

Erwartungshorizont Wahlaufgabe 3.1: Segen und Fluch von Mineraldüngern

Der Erwartungshorizont stellt für jede Teilaufgabe **eine mögliche Lösung** dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

		BE/AFB		
		I	II	III
1	<p>Formulieren Sie die beiden Reaktionsgleichungen zur Herstellung von Ammoniumnitrat (M 8). Begründen Sie die Verwendung des Stoffes Ammoniumnitrat als Düngemittel mithilfe Ihrer Kenntnisse über eine ausgewählte Stoffeigenschaft und die zugrunde liegende Struktur.</p> <p>$\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3$</p> <p>$\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{NO}_3$</p> <p>Ausgewählte Stoffeigenschaft, z. B.: Wasserlöslichkeit ist die Voraussetzung für die Verwendung des Salzes Ammoniumnitrat in Düngemitteln.</p> <p>Erklärung dieser Stoffeigenschaft anhand der Struktur, z. B. aufgrund starker elektrostatischer Wechselwirkungen zwischen den Dipol-Molekülen des Wassers und den Ionen des Ammoniumnitrats.</p>	4		3
2	<p>Ermitteln Sie mithilfe von Nachweisreaktionen, in welchem Gefäß sich welcher Düngemittelbestandteil befindet. Planen Sie Ihr experimentelles Vorgehen und fordern Sie benötigte Chemikalien schriftlich an. Führen Sie das Experiment durch und werten Sie Ihre Beobachtungen auch unter Verwendung von Reaktionsgleichungen in Ionenschreibweise aus (M 9).</p> <p>Hinweis: Bei der Zuordnung der Gefäße darf nicht im Ausschlussverfahren gearbeitet werden. Sollte Ihnen die Planung des Experimentes nicht gelingen, so können Sie gegen den Abzug von 3 BE die Hilfekarte erhalten.</p> <p>Planung des Vorgehens, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifizierung der Ammonium-Ionen im Ammoniumnitrat und Ammoniumsulfat mit Natriumhydroxid-Lösung und Universalindikatorpapier. - Identifizierung der Sulfat-Ionen in der Ammoniumsulfat-Lösung mit verdünnter Salzsäure und Bariumchlorid-Lösung. - Identifizierung der Carbonat-Ionen im festen Calciumcarbonat mit verdünnter Salzsäure und Bariumhydroxid-Lösung. <p>Durchführung (entsprechend Beobachtungsbogen)</p>		1	3

	<p>Beobachtungen entsprechend der Planung: Gefäße 1 und 3: Geruch nach Ammoniak, Blaufärbung des Universalindikatorpapiers</p> <p>Gefäß 2: Gasentwicklung, Trübung</p> <p>Gefäß 3: fein kristalliner Niederschlag</p> <p>Auswertung: Aufgrund der Beobachtungen werden den Gefäßen 1, 2 und 3 folgende Salze zugeordnet: 1: NH_4NO_3; 2: CaCO_3; 3: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$</p> <p>Ammonium-Ionen: $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{Na}^+ + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$</p> $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ <p>Carbonat-Ionen: $\text{CaCO}_3 + 2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2 \text{Cl}^- + 3 \text{H}_2\text{O}$</p> $\text{CO}_2 + \text{Ba}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ <p>Sulfat-Ionen: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4$</p>	3	5	
3	<p><i>Begründen Sie unter Angabe von Reaktionsgleichungen, dass auch bei Überdüngung mit Ammoniumnitrat in Binnengewässern die Gefahr des Fischsterbens besteht (M 10 a und M 10 b).</i></p> <p>z. B. Überschüssiges Ammoniumnitrat löst sich im Binnengewässer auf: $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$</p> <p>Ammonium-Ionen unterliegen der Protolyse: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$</p> <p>Protolyse der Nitrat-Ionen kann vernachlässigt werden, da $K_B = 4,8 \cdot 10^{-16} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ zu gering ist.</p> <p>Schlussfolgerung: Es entsteht giftiges Ammoniak, welches u. a. für das Fischsterben verantwortlich gemacht werden kann.</p>		4	2
4	<p><i>Interpretieren Sie die Grafik aus Abb. 11 unter dem Gesichtspunkt der Folgen von Überdüngung mit Ammoniumnitrat für die Umwelt (M 11).</i></p> <p>Die Überdüngung führt zu einem erhöhten Gehalt an Ammonium- und Nitrat-Ionen.</p>			

	Die Nitrat-Ionen reichern sich im Boden (auch durch Nitrifikation aus Ammonium-Ionen) an. Überschüssige Nitrat-Ionen können durch Denitrifikation in Ammonium-Ionen umgewandelt werden, die wiederum zum klimaschädlichen Gas Distickstoffmonoxid reagieren. Gleichzeitig werden Nitrat-Ionen auch aus dem Boden ausgewaschen und reichern sich im Grundwasser an.		5	
	Summe	7	18	5
	Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent	23,3	60	16,7

Standardbezug⁴

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	2, 16		10	
2	16	4,5		
3	16		10	
4			2	10

⁴ Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß *Bildungsstandards für das Fach Biologie/Chemie/Physik für Allgemeine Hochschulreife* zu nennen, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind.

6 Bewertungshinweise

Die Bewertung der erbrachten Prüfungsleistungen hat sich für jede Teilaufgabe nach der am rechten Rand der Aufgabenstellung angegebenen Anzahl maximal erreichbarer Bewertungseinheiten (BE) zu richten.

Für die Bewertung der Gesamtleistung eines Prüflings ist folgendes Bewertungsraster⁵ vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

Notenpunkte	mindestens zu erreichender Anteil an den insgesamt zu erreichenden Bewertungseinheiten in %	mindestens zu erreichende Anzahl an Bewertungseinheiten bei 90 BE
15	95 %	86
14	90 %	81
13	85 %	77
12	80 %	72
11	75 %	68
10	70 %	63
9	65 %	59
8	60 %	54
7	55 %	50
6	50 %	45
5	45 %	41
4	40 %	36
3	33 %	30
2	27 %	25
1	20 %	18
0	0 %	0

⁵ Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.