

Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Schule und Berufsbildung

Schriftliche Abiturprüfung

Chemie

Hinweise und Beispiele zu den
zentralen schriftlichen Prüfungsaufgaben

Impressum

Herausgeber:

Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Schule und Berufsbildung
Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung
Felix-Dahn-Straße 3, 20357 Hamburg

Referatsleitung Unterrichtsentwicklung

mathematisch-naturwissenschaftlich-technischer Unterricht: Werner Renz

Fachreferentin Chemie: Claudia Körper

Diese Veröffentlichung beinhaltet Teile von Werken, die nach ihrer Beschaffenheit nur für den Unterrichtsgebrauch in Hamburger Schulen sowie für Aus- und Weiterbildung am Hamburger Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung bestimmt sind.

Eine öffentliche Zugänglichmachung dieses für den Unterricht an Hamburger Schulen bestimmten Werkes ist nur mit Einwilligung des Landesinstituts für Lehrerbildung und Schulentwicklung zulässig.

Veröffentlicht auf: www.li.hamburg.de/publikationen/abiturpruefung

Hamburg 2012

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
1 Regelungen für die schriftliche Abiturprüfung	5
2 Liste der Operatoren	6
3 Aufgabenbeispiele	8
3.1 grundlegendes Anforderungsniveau	8
Aufgabe I: Kohlenhydrate in der Ernährung	8
Aufgabe II: Die Batterie im Auto, gestern - heute - morgen	13
3.2 erhöhtes Anforderungsniveau	18
Aufgabe I: Kohlenhydrate in der Ernährung	18
Aufgabe II: Die Batterie im Auto, gestern - heute - morgen	23

Vorwort

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,

ab dem Schuljahr 2013/2014 wird die Zahl der Fächer mit zentral gestellten Aufgaben in der Abiturprüfung u.a. um die MINT-Fächer Biologie, Chemie, Informatik und Physik erweitert. Die schriftlichen Abituraufgaben für diese Fächer werden zentral von der Schulbehörde erstellt. Sie beziehen sich auf Themen, die etwa 50 % des Unterrichts in der Studienstufe ausmachen und in den Rahmenplänen bereits verbindlich geregelt sind. Damit bleibt in der Profiloberstufe eine vernünftige Balance zwischen schulisch geprägten Themen und zentralen Leistungsanforderungen erhalten. Die fachspezifischen Hinweise im so genannten A-Heft, den „Regelungen für die zentralen schriftlichen Prüfungen“ für das Abitur 2014 (siehe Internet <http://www.hamburg.de/abitur-2014/hamburg/3365184/start.html>) informieren über die Schwerpunkte und Anforderungen der Prüfungsaufgaben. Sie ermöglichen damit eine langfristige Unterrichtsplanung.

Neu ab dem Abitur 2014 ist zudem die Wahlmöglichkeit für die zu bearbeitenden Prüfungsaufgaben durch die Schülerinnen und Schüler in allen MINT-Fächern. In den naturwissenschaftlichen Fächern und Informatik werden jeweils drei Aufgaben vorgelegt, von denen die Schülerinnen und Schüler zwei zur Bearbeitung auswählen.

Auf den nachfolgenden Seiten finden Sie zu Ihrer Orientierung Beispiele für zentrale Prüfungsaufgaben im Fach Chemie, in denen neben der Aufgabenstellung auch der Erwartungshorizont und die zugeordneten Bewertungseinheiten beschrieben sind.

In der Hoffnung, dass die vorliegende Handreichung hilfreich für Sie und Ihre Unterrichtsarbeit ist, wünsche ich Ihnen und Ihren Schülerinnen und Schülern eine erfolgreiche Vorbereitung auf die schriftliche Abiturprüfung.

Den Mitgliedern der Arbeitsgruppe, die diese Handreichung erstellte, danke ich herzlich für die geleistete Arbeit.

Werner Renz

1 Regelungen für die schriftliche Abiturprüfung

Der Fachlehrerin, dem Fachlehrer

- werden **drei** Aufgaben (I, II und III) zu unterschiedlichen Schwerpunkten vorgelegt. Die jeweiligen Schwerpunktthemen entnehmen Sie bitte den *Regelungen für die zentralen schriftlichen Prüfungsaufgaben* des entsprechenden Jahrgangs.

Die Abiturientin, der Abiturient

- erhält alle **drei** Aufgaben,
- wählt davon **zwei** Aufgabe aus und bearbeitet diese,
- vermerkt auf der Reinschrift, welche Aufgabe sie / er bearbeitet hat,
- ist verpflichtet, die Vollständigkeit der vorgelegten Aufgaben vor Bearbeitungsbeginn zu überprüfen (Anzahl der Blätter, Anlagen usw.).

Aufgabenarten:	<p>Für die schriftliche Abiturprüfung im Fach Physik sind Aufgabenstellungen geeignet, die</p> <ul style="list-style-type: none"> • vorgeführte oder selbst durchgeführte Experimente beschreiben und auswerten lassen, • fachspezifisches Material (z. B. Diagramme, Tabellen, dokumentierte Experimente) auswerten, kommentieren, interpretieren und bewerten lassen, • fachspezifische Fragen beantworten lassen, • Formeln kommentiert herleiten lassen und kommentierte Berechnungen fordern, • fachliche Sachverhalte in historische Bezüge oder aktuelle Kontexte einordnen lassen, • begründete Stellungnahmen zu Aussagen oder vorgelegtem Material einfordern, • strukturiertes Fachwissen in einem größeren Zusammenhang darstellen lassen, • mehrere Lösungswege ermöglichen.
Arbeitszeit:	<p>Grundlegendes Niveau: 240 Minuten Erhöhtes Niveau: 300 Minuten</p>
	<p>Eine Lese- und Auswahlzeit von 30 Minuten ist der Arbeitszeit vorgeschaltet. In dieser Zeit darf noch nicht mit der Bearbeitung begonnen werden.</p>
Hilfsmittel:	<p>Taschenrechner, Formelsammlung, gegebenenfalls Periodensystem</p>

Die in den zentralen schriftlichen Abituraufgaben verwendeten **Operatoren** werden in Kapitel 3 genannt und erläutert.

Grundlage der schriftlichen Abiturprüfung ist der Rahmenplan in der Fassung von 2010 mit den folgenden curricularen Vorgaben, Konkretisierungen und Schwerpunktsetzungen. Für die Schwerpunktthemen ist jeweils eine Unterrichtszeit von der Hälfte, höchstens aber von zwei Dritteln eines Semesters vorgesehen.

Es besteht grundsätzlich Themengleichheit zwischen Kursen auf grundlegendem und erhöhtem Niveau. Für das erhöhte Niveau wird ein – auch qualitatives – Additum angegeben.

Es werden **drei** Schwerpunktthemen benannt, die verschiedene Bereiche der Chemie abdecken und in etwa die Hälfte des Unterrichts bestimmen. Eine Prüfungsaufgabe muss sich auf alle vier im Rahmenplan Chemie beschriebenen Kompetenzbereiche erstrecken. Daher sollten Kontexte als Ausgangspunkt genommen werden, wobei die Aufgabenstellung nicht unnötig komplex werden sollte. Aus den Kontexten leiten sich chemisch relevante Themen und Fragestellungen ab.

2 Liste der Operatoren

Die in den zentralen schriftlichen Abituraufgaben verwendeten Operatoren werden in der folgenden Tabelle definiert und inhaltlich gefüllt. Entsprechende Formulierungen in den Klausuren der Studienstufe sind ein wichtiger Teil der Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf das Abitur.

Neben Definitionen und Beispielen enthält die Tabelle auch Zuordnungen zu den Anforderungsbereichen I, II und III, wobei die konkrete Zuordnung auch vom Kontext der Aufgabenstellung abhängen kann und eine scharfe Trennung der Anforderungsbereiche nicht immer möglich ist.

Operatoren	AB	Definitionen
analysieren, untersuchen	II-III	Unter gezielten Fragestellungen Elemente und Strukturmerkmale herausarbeiten und als Ergebnis darstellen
angeben, nennen	I	Ohne nähere Erläuterungen wiedergeben oder aufzählen
anwenden, übertragen	II	Einen bekannten Sachverhalt, eine bekannte Methode auf eine neue Problemstellung beziehen
auswerten	II	Daten oder Einzelergebnisse zu einer abschließenden Gesamtaussage zusammenführen
begründen	II-III	Einen angegebenen Sachverhalt auf Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen
Operatoren	AB	Definitionen
benennen	I	Elemente, Sachverhalte, Begriffe oder Daten (er)kennen und angeben
beobachten	I-II	Wahrnehmen unter fachspezifischen Gesichtspunkten
berechnen	I-II	Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend durch Rechenoperationen gewinnen
beschreiben	I-II	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge unter Verwendung der Fachsprache in eigenen Worten veranschaulichen
bestimmen	II	Einen Lösungsweg darstellen und das Ergebnis formulieren
beurteilen	III	Hypothesen bzw. Aussagen sowie Sachverhalte bzw. Methoden auf Richtigkeit, Wahrscheinlichkeit, Angemessenheit, Verträglichkeit, Eignung oder Anwendbarkeit überprüfen
bewerten	III	Eine eigene Position nach ausgewiesenen Normen oder Werten vertreten
darstellen	I-II	Zusammenhänge, Sachverhalte oder Arbeitsverfahren strukturiert und gegebenenfalls fachsprachlich einwandfrei wiedergeben oder erörtern

Beispielaufgaben für die schriftliche Abiturprüfung im Fach Chemie

einordnen, zuordnen	II	Mit erläuternden Hinweisen in einen Zusammenhang einfügen
entwickeln	II-III	Eine Skizze, eine Hypothese, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen
erklären	II-III	Rückführung eines Phänomens oder Sachverhalts auf Gesetzmäßigkeiten
erläutern	II-III	Ergebnisse, Sachverhalte oder Modelle nachvollziehbar und verständlich veranschaulichen
erörtern	III	Ein Beurteilungs- oder Bewertungsproblem erkennen und darstellen, unterschiedliche Positionen und Pro- und Kontra-Argumente abwägen und mit einem eigenen Urteil als Ergebnis abschließen.
herausarbeiten	II-III	Die wesentlichen Merkmale darstellen und auf den Punkt bringen
interpretieren	II-III	Phänomene, Strukturen, Sachverhalte oder Versuchsergebnisse auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und diese gegeneinander abwägend darstellen
prüfen	III	Eine Aussage bzw. einen Sachverhalt nachvollziehen und auf der Grundlage eigener Beobachtungen oder eigenen Wissens beurteilen
skizzieren	I-II	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse kurz und übersichtlich darstellen mit Hilfe von z.B. Übersichten, Schemata, Diagrammen, Abbildungen, Tabellen
vergleichen, gegenüberstellen	II-III	Nach vorgegebenen oder selbst gewählten Gesichtspunkten Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln und darstellen
zeichnen	I-II	Eine hinreichend exakte bildhafte Darstellung anfertigen

3 Aufgabenbeispiele

3.1 grundlegendes Anforderungsniveau

Aufgabe I

Kontext *Ernährung und Gesundheit*

Stoff- und Energiewechsel der Kohlenhydrate

Kohlenhydrate in der Ernährung

- a) Stellen Sie die Bezeichnungen D-, L-, α - und β - aus der Nomenklatur der Kohlenhydrate mithilfe geeigneter Strukturformeln an den Beispielen Glucose und Fructose dar. (20 P)

- b) Erläutern Sie mithilfe einer geeigneten Nachweisreaktion, dass es sich beim süß schmeckenden Abbauprodukt der Amylose aus dem Brot nicht um das gleiche Kohlenhydrat handelt wie beim Haushaltszucker. (15 P)

- c) Nehmen Sie im Hinblick auf gesunde Ernährung begründet Stellung zu je zwei Aussagen von Max und seiner Mutter (siehe Anlage). (15 P)

Anlage zur Aufgabe „Kohlenhydrate in der Ernährung“

Heute Abend vor dem Fußballspiel esse ich eine große Portion Nudeln, um gut durchzuhalten.

Ich esse lieber kein Brot, damit ich im Sommer wieder in mein Kleid passe.

Für die Energieversorgung esse ich über den Tag verteilt immer wieder ein Stück Traubenzucker.

Nur weil Brot nach langem Kauen süß schmeckt, ist das noch lange nicht das Gleiche wie Haushaltszucker.

Kohlenhydrate? Da kann ich aber genauso gut Zuckerwürfel frühstücken; die schmecken mir besser als das Brot!

Das Frühstück ist die wichtigste Mahlzeit. Das hält für den ganzen Tag!

Du musst aber dein Brot frühstücken, dein Körper benötigt die Energie aus den Kohlenhydraten für den Tag!

Erwartungshorizont

	Lösungsskizze	Zuordnung, Bewertung		
		I	II	III
a)	<p>D- und L- in der Benennung der Kohlenhydrate</p> <p>Kohlenhydrate sind Polyalkohole mit einer Aldehyd- oder Ketogruppe. Sie enthalten chirale Kohlenstoffatome, die vier verschiedene Substituenten aufweisen.</p> <p>Zeichnet man das Molekül eines solchen Kohlenhydrates mit dem höchst-oxidierten Kohlenstoffatom oben in der sogenannten Fischer-Projektion, bestimmt die Lage der Hydroxylgruppe am untersten chiralen Kohlenstoffatom die Benennung nach D- (rechts) oder L- (links).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p><i>D-Glucose</i></p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p><i>D-Fructose</i></p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p><i>L-Glucose</i></p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p><i>L-Fructose</i></p> </div> </div> <p><u>Glucose</u> ist eine Aldohexose, enthält also eine Aldehydgruppe. In der natürlich vorkommenden Glucose ist die Hydroxylgruppe so konfiguriert, dass sie in der Fischer-Projektion rechts liegt. Es handelt sich damit um D-Glucose.</p> <p><u>Fructose</u> ist eine Keto-hexose, enthält also eine Ketogruppe. Für die natürlich vorkommenden Fructose gilt dasselbe wie für die Glucose: Sie kommt als D-Fructose vor.</p> <p>α- und β- in der Benennung der Kohlenhydrate</p> <p>Kohlenhydrate liegen nur in Lösung und auch dann nur zu einem sehr geringen Anteil in der oben dargestellten Kettenform vor. Im kristallinen Form liegen sie als geschlossene Ringe (Fünf- oder Sechsringe) vor.</p> <p>Diese intramolekulare Ringbildung erfolgt über das Kohlenstoffatom der Aldehydgruppe und das Sauerstoffatom der Hydroxylgruppe eines der chiralen Kohlenstoffatome unter Ausbildung einer Sauerstoffbrücke.</p>			

	Lösungsskizze	Zuordnung, Bewertung		
		I	II	III
	<p>Dabei wird die Aldehydgruppe in eine Hydroxylgruppe umgewandelt. Die Lage dieser neuen Hydroxylgruppe bestimmt die Benennung nach α- oder β-.</p> <p>Liegt die neu entstandene Hydroxylgruppe auf der gleichen Seite, auf der die bestimmende Hydroxylgruppe für die D-/L-Benennung lag, so wird dies mit α- gekennzeichnet, im umgekehrten Fall mit β-.</p> <p>Am Beispiel der D-Glucose:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>α-D-Glucose</i></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>β-D-Glucose</i></p> </div> </div> <p>Am Beispiel der Fructose:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>α-D-Fructose</i></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>β-D-Glucose</i></p> </div> </div> <p><i>Alternative korrekte Darstellungen sind als gleichwertig anzusehen.</i></p>	15	5	
b)	<p>Amylose als Bestandteil der Stärke (Amylose ca. 20%, Amylopektin ca. 80%) besteht aus α-(1,4)-glykosidisch verknüpften D-Glucoseeinheiten. Diese wird enzymatisch in das entsprechende verknüpfte Disaccharid Maltose gespalten.</p> <p>Beim Haushaltszucker Saccharose sind ein α-D-Glucosemolekül und ein β-D-Fructosemolekül 1-2 miteinander verknüpft.</p> <p>Für eine geeignete Redoxreaktion als Nachweisreaktion muss die offenkettige Molekülform vorliegen (können).</p> <p>In einer Redoxreaktion kann Saccharose nicht oxidiert werden, da die offenkettige Molekülform aufgrund der 1,2 Verknüpfung nicht entstehen kann.</p> <p>Im Maltosemolekül kann eine Aldehydgruppe durch Ringöffnung gebildet werden und oxidiert werden.</p>			

	Lösungsskizze	Zuordnung, Bewertung		
		I	II	III
	<p>Durch das unterschiedliche Reaktionsverhalten kann gezeigt werden, dass es sich nicht um die gleichen Disaccharide handelt.</p> <p>Als geeignete Nachweisreaktionen sind die Fehling-Reaktion oder die Silber-spiegelreaktion möglich.</p> <p>Fehling-Reaktion</p> $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{R} \end{array} + 2 \text{Cu}^{2+} + 4 \text{OH}^- \rightarrow \begin{array}{c} \text{HO} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{R} \end{array} + \text{Cu}_2\text{O} + 2 \text{H}_2\text{O}$ <p>Silberspiegelreaktion</p> $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{R} \end{array} + 2 \text{Ag}^+ + 2 \text{OH}^- \rightarrow \begin{array}{c} \text{HO} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{R} \end{array} + 2 \text{Ag} + \text{H}_2\text{O}$ <p><i>Die Darstellung der Reaktionsgleichung soll je nach unterrichtlicher Ausrichtung erfolgen. Alternative korrekte Darstellungen sind als gleichwertig anzusehen.</i></p>		15	
c)	<p>Max hat mit seiner Aussage, dass er statt des Brotes auch Würfelzucker zu sich nehmen könnte, zumindest teilweise recht. Auch die Amylose im Brot (und das Amylopektin) bestehen aus Monosacchariden und werden bei der Verdauung wieder in solche zerlegt, bevor sie zu Kohlendioxid und Wasser oxidiert werden. Allerdings macht es für den Organismus einen erheblichen Unterschied, ob er Amylose verdaut und nach und nach Glucose zur sofortigen Veratmung zur Verfügung steht oder in Form von Glycogen gespeichert wird. Die alternative rasche Zufuhr von Zucker kann den Organismus auf Dauer überfordern und steht in Verdacht, schon in der Jugend die früher als Altersdiabetes bezeichnete Typ-2-Diabetes zu begünstigen.</p> <p>Seine Mutter hat sicherlich Recht damit, dass ein kohlenhydrat-basiertes Frühstück die Glycogen-Speicher für den Tag auffüllt und für einen Teil des Vormittags die notwendige Energie bereitstellt. Ewig hält dies aber auch nicht vor, so dass eine Zwischenmahlzeit am Vormittag Sinn macht.</p> <p>Ihre Idee, das Brot wegzulassen, um zum Sommer wieder das Kleid tragen zu können, ist nur bedingt richtig. Eine Kontrolle des Körperfettanteils erfolgt in erster Linie über die gesamte über Nahrung aufgenommene Energie. Übersteigt diese den Bedarf, so ist es egal, aus welcher Quelle sie stammt.</p> <p>Max hat sicherlich Unrecht damit, wenn er kurz vor dem Spiel noch eine Portion Nudeln zum Auffüllen seiner Speicher essen will. Diese Umsetzung dauert eine Weile und er wird hauptsächlich einen vollen Magen haben und durch den akuten Verdauungsvorgang eher träge sein, so dass es sicherlich kein erfolgreiches Spiel wird.</p>		5	10
	Insgesamt 50 BWE	15	25	10

4.1 grundlegendes Anforderungsniveau

Aufgabe II

Kontext *Nachhaltigkeit und Umweltchemie*

Akkumulatoren als mobile Energiequellen

Die Batterie im Auto, gestern – heute – morgen

- a) Erläutern Sie die Funktionsweise und den Aufbau des klassischen Bleiakкумуляtors mithilfe von Reaktionsgleichungen und einer Schnittzeichnung. (20 P)
- b) Berechnen Sie mithilfe der Spannungsreihe die zu erwartende Spannung für eine Zelle des Akkumulators. (5 P)
- c) Vergleichen Sie die in der Tabelle in der Anlage aufgeführten Akkumulatoren und stellen Sie schematisch die ihnen zugrunde liegenden Reaktionen dar. (15 P)
- d) Erläutern Sie, welche Eigenschaften neben der aufgeführten Kapazität zur Beurteilung eines Akkumulators für seinen Einsatz in Automobilen noch herangezogen werden. (10 P)

Anlage zur Aufgabe „Die Batterie im Auto, gestern – heute – morgen“

Tabelle Akkumulatoren:

	Kapazität
Bleiakkumulator	30 Wh/kg
Nickel-Cadmium-Akkumulator	50 Wh/kg
Nickel-Metallhydrid-Akkumulator	70 Wh/kg
Lithium-Ionen-Akkumulator	150 Wh/kg

Erwartungshorizont

	Lösungsskizze	Zuordnung, Bewertung		
		I	II	III
a)	<p>Ein Bleiakkumulator besteht aus mehreren in Reihe geschalteten Zellen, deren Halbzellen Elektroden aus metallischem Blei und aus Blei(IV)-Oxid in 37%-iger Schwefelsäure haben. Der Bleiakkumulator liefert den elektrischen Strom, der zum Starten des Motors benötigt wird.</p> <p>Ihm liegt die reversible Redoxreaktion von Blei(IV)-Ionen und metallischem Blei zu Blei(II)-Ionen zugrunde. Dabei handelt es sich um eine unter Energieabgabe ablaufende Synproportionierung.</p> <p>Die bei der Reaktion vom metallischen Blei zu den Blei(IV)-Ionen übertragenen Elektronen liefern den elektrischen Strom für den Startvorgang.</p> <p>Beim Ladevorgang mittels einer äußeren Stromquelle werden aus den Blei(II)-Ionen wieder metallisches Blei und Blei(IV)-Ionen gebildet. Dabei handelt es sich um eine unter Energieaufnahme ablaufende Disproportionierung.</p> <p><u>Reaktionsgleichungen:</u></p> <p>Beim Entladevorgang des Akkumulators bildet das metallische Blei die Anode: <u>Oxidation:</u> $\text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 \text{e}^-$</p> <p>Das Blei(IV)oxid bildet die Kathode: <u>Reduktion:</u> $\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}$</p> <p>Somit ergibt sich eine Gesamtreaktionsgleichung: $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{PbSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$</p> <p>Beim Ladevorgang sind die Verhältnisse umgekehrt. Die Bleielektrode bildet die Kathode: <u>Reduktion:</u> $\text{PbSO}_4 + 2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$</p> <p>Das Bleioxid bildet die Anode: <u>Oxidation:</u> $\text{PbSO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2\text{e}^-$</p> <p><i>Alternative korrekte Darstellungen sind als gleichwertig anzusehen.</i></p> <p><i>Die Zeichnung soll mit Bleistiften, Buntstiften und Lineal angefertigt werden. Sie soll gemäß der Definition des Operators hinreichend exakt sein.</i></p>	5	10	5
b)	<p>Der Spannungsreihe sind für die beiden Halbzellen folgende Werte zu entnehmen:</p> <p>$E^\circ(\text{Pb}/\text{PbSO}_4) = -0,36 \text{ V}$</p> <p>$E^\circ(\text{PbO}_2/\text{PbSO}_4) = +1,67 \text{ V}$</p> <p>Daraus resultiert durch Differenzbildung eine Spannung von 2,03 V für jede der Zellen.</p> <p><i>Je nach Formelsammlung sind abweichende Werte und leicht unterschiedliche Darstellungen zu finden. Diese sind gleichwertig zu behandeln.</i></p>	3	2	

	Lösungsskizze	Zuordnung, Bewertung		
		I	II	III
c)	<p>Die vier Akkumulatortypen aus M1 unterscheiden sich vor allem in ihrer Kapazität, das heißt der Energiemenge ($W_s = J$), die sie pro Kilogramm Eigenmasse im geladenen Zustand enthalten.</p> <p>Gleichzeitig sind sie auch historisch geordnet. Der Bleiakкумуляtor ist der älteste Typ, beim Lithium-Ionen-Akku handelt es sich um den neuesten Typ. Er wird in vielen mobilen Geräten eingesetzt, so z.B. in Mobiltelefonen und mp3-Playern. Die Nickel-Cadmium-Akkumulatoren sind in der EU aufgrund der Giftigkeit des Cadmiums nur noch für wenige Anwendungen erlaubt.</p> <p>Reaktionen bei der Entladung:</p> <p><u>Bleiakkumulator:</u> Reduktion: $Pb(+IV) + 2 e^- \rightarrow Pb(+II)$ Oxidation: $Pb \rightarrow Pb(+II) + 2 e^-$</p> <p><u>Nickel-Cadmium:</u> Reduktion: $Ni(+III) + e^- \rightarrow Ni(+II)$ Oxidation: $Cd \rightarrow Cd(+II) + 2 e^-$</p> <p><u>Nickel-Metallhydrid:</u> Reduktion: $Ni(+III) + e^- \rightarrow Ni(+II)$ Oxidation: $M(+I)H(-I) \rightarrow M + H^+ + e^-$</p> <p><u>Lithium-Ionen:</u> Reduktion: $Li^+ + \text{Trägermaterial} + e^- \rightarrow Li$ (in Trägermaterial) Oxidation: $Li(\text{in Graphit}) \rightarrow Li^+ + \text{Graphit} + e^-$</p> <p>Beim Trägermaterial handelt es sich um Anionen aus Nebengruppenelementen und Sauerstoff. Die Lithiumionen wandern im Elektrolyten durch den Separator von der Anode zur Kathode.</p> <p><i>Alternative Darstellungen sind gleichwertig zu behandeln.</i></p>	7	5	3

	Lösungsskizze	Zuordnung, Bewertung		
		I	II	III
d)	<p>Ein Akkumulator soll ein Fahrzeug über möglichst lange Strecken mit Energie versorgen. Seine Ladezeit soll möglichst kurz sein, seine Lebensdauer möglichst hoch. Weder am Gesamtgewicht noch am Preis des Fahrzeugs soll sein Anteil hoch sein. Des Weiteren und nicht zuletzt soll er recyclingfähig und seine Bestandteile möglichst umweltverträglich sein.</p> <p>Neben der Kapazität (in die das Gewicht ja schon eingeht) ist also der Preis von Interesse, wobei dieser in Bezug gesetzt werden muss zur Langlebigkeit des Akkus. Diese wiederum hängt an der Anzahl der Ladezyklen, die der Akku ohne Kapazitätsverlust durchlaufen kann.</p> <p>Die Ladezeit im Vergleich zum Tanken eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor ist ein erhebliches Argument. Da diese immer größer sein wird als die Tankdauer müssen Ladezyklen über Nacht oder während des Parkens stattfinden, was wiederum eine erhebliche Investition in die Infrastruktur notwendig macht. Außerdem wird dafür eine intelligente Steuerung notwendig, um ein Altern des Akkus durch Laden bei nur teilweisem Entladezustand zu minimieren.</p> <p>Gegenüber dem Bleiakkumulator weist der Lithium-Ionen-Akkumulator eine fünffache Kapazität auf. Mit der gleichen Akku-Zuladung hat das Fahrzeug die fünffache Reichweite. Der Akku schlägt auch in Hinsicht auf die Umweltverträglichkeit sowohl den Bleiakku als auch den Nickel-Cadmium-Akku, da es sich bei Blei und Cadmium um giftige Schwermetalle handelt.</p> <p><i>Alternative Darstellungen sind gleichwertig zu behandeln.</i></p>		5	5
	Insgesamt 50 BWE	15	22	13

3.2 erhöhtes Anforderungsniveau

Aufgabe I

Kontext *Ernährung und Gesundheit*

Stoff- und Energiewechsel der Kohlenhydrate

Kohlenhydrate in der Ernährung

- a) Stellen Sie die Bezeichnungen D-, L-, α - und β - aus der Nomenklatur der Kohlenhydrate mithilfe geeigneter Strukturformeln am Beispiel der Saccharose und ihrer beiden Bausteine dar. (20 P)
- b) Erläutern Sie mithilfe einer geeigneten Nachweisreaktion, dass es sich beim süß schmeckenden Abbauprodukt der Amylose aus dem Brot nicht um das gleiche Kohlenhydrat handelt wie beim Haushaltszucker. (15 P)
- c) Nehmen Sie im Hinblick auf gesunde Ernährung begründet Stellung zu je zwei Aussagen von Max und seiner Mutter (siehe Anlage) und führen Sie zwei eigene Argumente zur gesunden Ernährung hinzu, die über die in der Anlage aufgeführten hinausgehen. (15 P)

Anlage zur Aufgabe „Kohlenhydrate in der Ernährung“

Heute Abend vor dem Fußballspiel esse ich eine große Portion Nudeln, um gut durchzuhalten.

Ich esse lieber kein Brot, damit ich im Sommer wieder in mein Kleid passe.

Für die Energieversorgung esse ich über den Tag verteilt immer wieder ein Stück Traubenzucker.

Nur weil Brot nach langem Kauen süß schmeckt, ist das noch lange nicht das Gleiche wie Haushaltszucker.

Kohlenhydrate? Da kann ich aber genauso gut Zuckerwürfel frühstücken; die schmecken mir besser als das Brot!

Das Frühstück ist die wichtigste Mahlzeit. Das hält für den ganzen Tag!

Du musst aber dein Brot frühstücken, dein Körper benötigt die Energie aus den Kohlenhydraten für den Tag!

	Lösungsskizze	Zuordnung, Bewertung		
		I	II	III
	<p>Der jeweilige Ringschluss erfolgte durch das Sauerstoffatom der Hydroxylgruppe des chiralen Kohlenstoffatoms, das vom höchst-oxidierten Kohlenstoffatom am weitesten entfernt ist. Da beide rechts lagen, handelt es sich um D-Glucose beziehungsweise um D-Fructose.</p> <p>Die jeweilige L-Glucose beziehungsweise L-Fructose ist in Bezug auf die Hydroxylgruppen der chiralen Kohlenstoffatome spiegelbildlich zur D-Form.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>L-Fructose</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>L-Glucose</p> </div> </div> <p>Die Bezeichnung α- und β- ergeben sich aus der Lage der neu entstandenen Hydroxylgruppe am ersten (Glucose) beziehungsweise am zweiten (Fructose) Kohlenstoffatom. Liegt diese, wie bei der Glucose, auf der gleichen Seite wie die Hydroxylgruppe, die die Zuordnung nach D- und L- bestimmt, so liegt ein α-Zucker vor. Bei der Fructose ist dies umgekehrt, es liegt ein β-Zucker vor.</p> <p><i>Alternative korrekte Darstellungen sind als gleichwertig anzusehen.</i></p>	15	5	
b)	<p>Amylose als Bestandteil der Stärke (Amylose ca. 20%, Amylopektin ca. 80%) besteht aus α-(1,4)-glykosidisch verknüpften D-Glucoseeinheiten. Diese wird enzymatisch in das entsprechende verknüpfte Disaccharid Maltose gespalten.</p> <p>Beim Haushaltszucker Saccharose sind ein α-D-Glucosemolekül und ein β-D-Fructosemolekül 1-2 miteinander verknüpft.</p> <p>Für eine geeignete Redoxreaktion als Nachweisreaktion muss die offenkettige Molekülform vorliegen (können).</p> <p>In einer Redoxreaktion kann Saccharose nicht oxidiert werden, da die offenkettige Molekülform aufgrund der 1,2 Verknüpfung nicht entstehen kann.</p> <p>Im Maltosemolekül kann eine Aldehydgruppe durch Ringöffnung gebildet werden und oxidiert werden.</p> <p>Durch das unterschiedliche Reaktionsverhalten kann gezeigt werden, dass es sich nicht um die gleichen Disaccharide handelt.</p> <p>Als geeignete Nachweisreaktionen sind die Fehling-Reaktion oder die Silber-spiegelreaktion möglich.</p> <p>Fehlingreaktion</p> $ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{R} \end{array} + 2 \text{Cu}^{2+} + 4 \text{OH}^- \rightarrow \begin{array}{c} \text{HO} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{R} \end{array} + \text{Cu}_2\text{O} + 2 \text{H}_2\text{O} $			

	Lösungsskizze	Zuordnung, Bewertung		
		I	II	III
	<p>Silberspiegelreaktion</p> $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{R} \end{array} + 2 \text{Ag}^+ + 2 \text{OH}^- \rightarrow \begin{array}{c} \text{HO} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{R} \end{array} + 2 \text{Ag} + \text{H}_2\text{O}$ <p><i>Die Darstellung der Reaktionsgleichung soll je nach unterrichtlicher Ausrichtung erfolgen. Alternative korrekte Darstellungen sind als gleichwertig anzusehen.</i></p>		15	
c)	<p>Max hat mit seiner Aussage, dass er statt des Brotes auch Würfelzucker zu sich nehmen könnte, zumindest teilweise recht. Auch die Amylose im Brot (und das Amylopektin) bestehen aus Monosacchariden und werden bei der Verdauung wieder in solche zerlegt, bevor sie zu Kohlendioxid und Wasser oxidiert werden. Allerdings macht es für den Organismus einen erheblichen Unterschied, ob er Amylose verdaut und nach und nach Glucose zur sofortigen Veratmung zur Verfügung steht oder in Form von Glycogen gespeichert wird. Die alternative rasche Zufuhr von Zucker kann den Organismus auf Dauer überfordern und steht in Verdacht, schon in der Jugend die früher als Altersdiabetes bezeichnete Typ-2-Diabetes zu begünstigen.</p> <p>Seine Mutter hat sicherlich Recht damit, dass ein kohlenhydrat-basiertes Frühstück die Glycogen-Speicher für den Tag auffüllt und für einen Teil des Vormittags die notwendige Energie bereitstellt. Ewig hält dies aber auch nicht vor, so dass eine Zwischenmahlzeit am Vormittag Sinn macht.</p> <p>Ihre Idee, das Brot wegzulassen, um zum Sommer wieder das Kleid tragen zu können, ist nur bedingt richtig. Eine Kontrolle des Körperfettanteils erfolgt in erster Linie über die gesamte über Nahrung aufgenommene Energie. Übersteigt diese den Bedarf, so ist es egal, aus welcher Quelle sie stammt.</p> <p>Max hat sicherlich Unrecht damit, wenn er kurz vor dem Spiel noch eine Portion Nudeln zum Auffüllen seiner Speicher essen will. Diese Umsetzung dauert eine Weile und er wird hauptsächlich einen vollen Magen haben und durch den akuten Verdauungsvorgang eher träge sein, so dass es sicherlich kein erfolgreiches Spiel wird.</p> <p>Zusatzargumente: In Hinblick auf eine gesunde Ernährung sei Max noch empfohlen, nicht Weißbrot, sondern Vollkornbrot zu essen. Dieses enthält für den Menschen unverdauliche Cellulose, die als Ballaststoff eine gleichmäßige Verdauung fördert. Hinzu kommen Mineralstoffe und Vitamine aus der Gruppe der B-Vitamine, die in den Hüllschichten der Getreidekörner enthalten sind.</p> <p>Seiner Mutter sei zur Erreichung der Sommerfigur eine kontrollierte Nahrungszufuhr zu geplanten Zeiten empfohlen. Dies reicht häufig, um eine Überversorgung zu vermeiden. Diese geschieht oft unabsichtlich durch unkontrollierte Aufnahme von eher zuckerlastigen Lebensmitteln während der täglichen Arbeit. Da so auf Dauer kein Sättigungsgefühl entsteht, wird dann im Anschluss doch noch eine vollständige Mahlzeit eingenommen, so dass es zur Überversorgung kommt.</p> <p><i>Alternative korrekte Darstellungen sind als gleichwertig anzusehen.</i></p>		5	10
	Insgesamt 50 BWE	15	25	10

3.2 erhöhtes Anforderungsniveau

Aufgabe II

Kontext *Nachhaltigkeit und Umweltchemie*

Akkumulatoren als mobile Energiequellen

Die Batterie im Auto, gestern – heute – morgen

- a) Erläutern Sie die Funktionsweise und den Aufbau des klassischen Bleiakкумуляtors mithilfe von Reaktionsgleichungen und einer Schnittzeichnung. (10 P)
- b) Berechnen Sie mithilfe der Spannungsreihe die zu erwartende Spannung für eine Zelle des Akkumulators und zeigen Sie, wie die Gesamtspannung erreicht wird. (5 P)
- c) Zeigen Sie mithilfe der NERNST-Gleichung, wie die Spannung des Bleiakкумуляtors von der Konzentration der Säure abhängig ist. (15 P)
- d) Vergleichen Sie die in der Tabelle in der Anlage aufgeführten Akkumulatoren und stellen Sie schematisch die ihnen zugrunde liegenden Reaktionen dar. (10 P)
- e) Erläutern Sie, welche Eigenschaften neben der aufgeführten Kapazität zur Beurteilung eines Akkumulators für seinen Einsatz in Automobilen noch herangezogen werden. (10 P)

Anlage zur Aufgabe „Die Batterie im Auto, gestern – heute – morgen“

Tabelle Akkumulatoren:

	Kapazität
Bleiakkumulator	30 Wh/kg
Nickel-Cadmium-Akkumulator	50 Wh/kg
Nickel-Metallhydrid-Akkumulator	70 Wh/kg
Lithium-Ionen-Akkumulator	150 Wh/kg

Erwartungshorizont

	Lösungsskizze	Zuordnung, Bewertung		
		I	II	III
a)	<p>Ein Bleiakkumulator besteht aus mehreren in Reihe geschalteten Zellen, deren Halbzellen Elektroden aus metallischem Blei und aus Blei(IV)-Oxid in 37%-iger Schwefelsäure haben. Der Bleiakkumulator liefert den elektrischen Strom, der zum Starten des Motors benötigt wird.</p> <p>Ihm liegt die reversible Redoxreaktion von Blei(IV)-Ionen und metallischem Blei zu Blei(II)-Ionen zugrunde. Dabei handelt es sich um eine unter Energieabgabe ablaufende Synproportionierung.</p> <p>Die bei der Reaktion vom metallischen Blei zu den Blei(IV)-Ionen übertragenen Elektronen liefern den elektrischen Strom für den Startvorgang.</p> <p>Beim Ladevorgang mittels einer äußeren Stromquelle werden aus den Blei(II)-Ionen wieder metallisches Blei und Blei(IV)-Ionen gebildet. Dabei handelt es sich um eine unter Energieaufnahme ablaufende Disproportionierung.</p> <p><u>Reaktionsgleichungen:</u></p> <p>Beim Entladevorgang des Akkumulators bildet das metallische Blei die Anode: <u>Oxidation:</u> $\text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 \text{e}^-$</p> <p>Das Blei(IV)oxid bildet die Kathode: <u>Reduktion:</u> $\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}$</p> <p>Somit ergibt sich eine Gesamtreaktionsgleichung: $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{PbSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$</p> <p>Beim Ladevorgang sind die Verhältnisse umgekehrt. Die Bleielektrode bildet die Kathode: <u>Reduktion:</u> $\text{PbSO}_4 + 2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$</p> <p>Das Bleioxid bildet die Anode: <u>Oxidation:</u> $\text{PbSO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2\text{e}^-$</p> <p><i>Alternative korrekte Darstellungen sind als gleichwertig anzusehen.</i></p> <p><i>Die Zeichnung soll mit Bleistiften, Buntstiften und Lineal angefertigt werden. Sie soll gemäß der Definition des Operators hinreichend exakt sein.</i></p>	7	3	
b)	<p>Der Spannungsreihe sind für die beiden Halbzellen folgende Werte zu entnehmen:</p> <p>$E^\circ(\text{Pb}/\text{PbSO}_4) = -0,36 \text{ V}$</p> <p>$E^\circ(\text{PbO}_2/\text{PbSO}_4) = +1,67 \text{ V}$</p> <p>Daraus resultiert eine Spannung von 2,03 V (also etwa 2V) für jede der Zellen.</p> <p>Eine PKW-Batterie hat eine Gesamtspannung von 12 V, eine LKW-Batterie sogar von 24 V. Dies erreicht man durch eine Reihenschaltung von sechs, bzw. zwölf Zellen in der Batterie, die damit ihren Namen (Batterie = Verbund mehrerer gleicher Elemente) verdient.</p>			

	Lösungsskizze	Zuordnung, Bewertung		
		I	II	III
	<p>Bei einer Reihenschaltung (Pluspol an Minuspol) addieren sich die Spannungen der einzelnen Zellen zu einer Gesamtspannung.</p> $U_{\text{gesamt}} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$ <p><i>Je nach Formelsammlung sind abweichende Werte und leicht unterschiedliche Darstellungen zu finden. Diese sind gleichwertig zu behandeln.</i></p>	5		
c)	<p>Vereinfacht lautet die NERNST-Gleichung zur Beschreibung der Spannung einer Halbzelle:</p> $E = E^\circ + \frac{0,059 \text{ V}}{n} * \log \frac{[\text{oxidierte Form}]}{[\text{reduzierte Form}]}$ <p>Dies lässt sich auf die beiden Teilreaktionen anwenden:</p> <p><u>Zuerst auf das System Bleisulfat/Bleioxid</u></p> $E(\text{Pb(II)/Pb(IV)}) = E^\circ_{\text{II/IV}} + \frac{0,059 \text{ V}}{2} * \log \frac{[\text{PbO}_2][\text{H}_2\text{SO}_4][\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{PbSO}_4][\text{H}_2\text{O}]^4}$ <p>Feststoffe und Wasser sind konzentrationsunabhängige Faktoren und werden gleich 1 gesetzt.</p> $E(\text{Pb(II)/Pb(IV)}) = E^\circ_{\text{II/IV}} + \frac{0,059 \text{ V}}{2} * \log [\text{H}_2\text{SO}_4][\text{H}_3\text{O}^+]^2$ <p><u>Jetzt auf das System Blei/Bleisulfat</u></p> $E(\text{Pb(0)/Pb(II)}) = E^\circ_{\text{0/II}} + \frac{0,059 \text{ V}}{2} * \log \frac{[\text{PbSO}_4][\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{Pb}][\text{H}_2\text{SO}_4][\text{H}_2\text{O}]^2}$ <p>Wieder gilt: Feststoffe und Wasser sind konzentrationsunabhängige Faktoren und werden gleich 1 gesetzt.</p> $E(\text{Pb(0)/Pb(II)}) = E^\circ_{\text{0/II}} + \frac{0,059 \text{ V}}{2} * \log \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{H}_2\text{SO}_4]}$ <p>Nun wird die Differenz gebildet:</p> $\Delta E = \left(E^\circ_{\text{II/IV}} + \frac{0,059 \text{ V}}{2} * \log [\text{H}_2\text{SO}_4][\text{H}_3\text{O}^+]^2 \right) - \left(E^\circ_{\text{0/II}} + \frac{0,059 \text{ V}}{2} * \log \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{H}_2\text{SO}_4]} \right)$ <p>Es wird ausgeklammert und umgestellt:</p> $\Delta E = E^\circ_{\text{II/IV}} - E^\circ_{\text{0/II}} + \frac{0,059 \text{ V}}{2} * \log [\text{H}_2\text{SO}_4][\text{H}_3\text{O}^+]^2 - \frac{0,059 \text{ V}}{2} * \log \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{H}_2\text{SO}_4]}$ <p>Jetzt wird ausmultipliziert:</p> $\Delta E = \Delta E^\circ + \frac{0,059 \text{ V}}{2} * \left(\log [\text{H}_2\text{SO}_4][\text{H}_3\text{O}^+]^2 - \log \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{H}_2\text{SO}_4]} \right)$			

	Lösungsskizze	Zuordnung, Bewertung		
		I	II	III
	<p>Die Logarithmen von Produkt und Quotient werden aufgetrennt:</p> $\Delta E = \Delta E^\circ + \frac{0,059 V}{2} * (\log [H_2SO_4] + \log [H_3O^+]^2 - \log [H_3O^+] + \log [H_2SO_4])$ <p>Jetzt kann addiert und subtrahiert werden:</p> $\Delta E = \Delta E^\circ + \frac{0,059 V}{2} 2 * \log [H_2SO_4]$ <p>Zum Schluss wird noch einmal gekürzt:</p> $\Delta E = \Delta E^\circ + 0,059 V * \log [H_2SO_4]$ <p>Somit sieht man zum Schluss: Die Spannung des Bleiakkumulators ist nur von der Konzentration der Schwefelsäure abhängig, auch wenn diese Abhängigkeit nicht sehr groß ist.</p> <p><i>Alternative Darstellungen sind gleichwertig zu behandeln. Die Temperaturabhängigkeit wird ignoriert.</i></p>		15	
d)	<p>Die vier Akkumulatortypen aus M1 unterscheiden sich vor allem in ihrer Kapazität, das heißt der Energiemenge ($Ws = J$), die sie pro Kilogramm Eigenmasse im geladenen Zustand enthalten.</p> <p>Gleichzeitig sind sie auch historisch geordnet. Der Bleiakkumulator ist der älteste Typ, beim Lithium-Ionen-Akku handelt es sich um den neuesten Typ. Er wird in vielen mobilen Geräten eingesetzt, so z.B. in Mobiltelefonen und mp3-Playern. Die Nickel-Cadmium-Akkumulatoren sind in der EU aufgrund der Giftigkeit des Cadmiums nur noch für wenige Anwendungen erlaubt.</p> <p>Reaktionen bei der Entladung:</p> <p><u>Bleiakkumulator:</u> Reduktion: $Pb(+IV) + 2 e^- \rightarrow Pb(+II)$ Oxidation: $Pb \rightarrow Pb(+II) + 2 e^-$</p> <p><u>Nickel-Cadmium:</u> Reduktion: $Ni(+III) + e^- \rightarrow Ni(+II)$ Oxidation: $Cd \rightarrow Cd(+II) + 2 e^-$</p> <p><u>Nickel-Metallhydrid:</u> Reduktion: $Ni(+III) + e^- \rightarrow Ni(+II)$ Oxidation: $M(+I)H(-I) \rightarrow M + H^+ + e^-$</p> <p><u>Lithium-Ionen:</u> Reduktion: $Li^+ + \text{Trägermaterial} + e^- \rightarrow Li(\text{in Trägermaterial})$ Oxidation: $Li(\text{in Graphit}) \rightarrow Li^+ + \text{Graphit} + e^-$</p> <p>Beim Trägermaterial handelt es sich um Anionen aus Nebengruppenelementen und Sauerstoff. Die Lithiumionen wandern im Elektrolyten durch den Separator von der Anode zur Kathode.</p> <p><i>Alternative Darstellungen sind gleichwertig zu behandeln.</i></p>	3	7	

	Lösungsskizze	Zuordnung, Bewertung		
		I	II	III
e)	<p>Ein Akkumulator soll ein Fahrzeug über möglichst lange Strecken mit Energie versorgen. Seine Ladezeit soll möglichst kurz sein, seine Lebensdauer möglichst hoch. Weder am Gesamtgewicht noch am Preis des Fahrzeugs soll sein Anteil hoch sein. Des Weiteren und nicht zuletzt soll er recyclingfähig und seine Bestandteile möglichst umweltverträglich sein.</p> <p>Neben der Kapazität (in die das Gewicht ja schon eingeht) ist also der Preis von Interesse, wobei dieser in Bezug gesetzt werden muss zur Langlebigkeit des Akkus. Diese wiederum hängt an der Anzahl der Ladezyklen, die der Akku ohne Kapazitätsverlust durchlaufen kann.</p> <p>Die Ladezeit im Vergleich zum Tanken eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor ist ein erhebliches Argument. Da diese immer größer sein wird als die Tankdauer müssen Ladezyklen über Nacht oder während des Parkens stattfinden, was wiederum eine erhebliche Investition in die Infrastruktur notwendig macht. Außerdem wird dafür eine intelligente Steuerung notwendig, um ein Altern des Akkus durch Laden bei nur teilweisem Entladezustand zu minimieren.</p> <p>Gegenüber dem Bleiakkumulator weist der Lithium-Ionen-Akkumulator eine fünffache Kapazität auf. Mit der gleichen Akku-Zuladung hat das Fahrzeug die fünffache Reichweite. Der Akku schlägt auch in Hinsicht auf die Umweltverträglichkeit sowohl den Bleiakku als auch den Nickel-Cadmium-Akku, da es sich bei Blei und Cadmium um giftige Schwermetalle handelt.</p> <p><i>Alternative Darstellungen sind gleichwertig zu behandeln.</i></p>			10
	Insgesamt 50 BWE	15	25	10