



Schriftliche Abiturprüfung
Schuljahr 2014/2015

Chemie

auf erhöhtem Anforderungsniveau

an allgemeinbildenden und beruflichen gymnasialen Oberstufen

Haupttermin

Mittwoch, 22. April 2015, 9.00 Uhr

Unterlagen für die Prüflinge

Allgemeine Arbeitshinweise

- Tragen Sie rechts oben auf diesem Blatt und auf Ihren Arbeitspapieren Ihren Namen sowie die Kursnummer ein.
- Kennzeichnen Sie bitte Ihre Entwurfsblätter (Kladde) und Ihre Reinschrift.

Fachspezifische Arbeitshinweise

- Die Arbeitszeit beträgt **300 Minuten**.
- Eine Lese- und Auswahlzeit von **30 Minuten** ist der Arbeitszeit **vorgeschaltet**. In dieser Zeit darf nicht mit der Bearbeitung begonnen werden.
- Erlaubte Hilfsmittel: Formelsammlung mit Periodensystem, Taschenrechner (nicht programmierbar), Rechtschreibwörterbuch.

Aufgabenauswahl

- Sie erhalten **drei** Aufgaben zu unterschiedlichen Schwerpunktthemen (**I**: Stoff- und Energiewechsel der Kohlenhydrate, **II**: Akkumulatoren als mobile Energiequellen, **III**: Eigenschaften und Synthese von Kunststoffen).
- Überprüfen Sie anhand der Seitenzahlen, ob Sie alle Unterlagen vollständig erhalten haben.
- Wählen Sie aus den Aufgaben **zwei** aus und bearbeiten Sie diese.
- Vermerken Sie hier auf dem Deckblatt und auf Ihrer Reinschrift, welche Aufgabe Sie ausgewählt und bearbeitet haben.

Ausgewählt wurden:

Nummer und Schwerpunktthema der Aufgabe

Aufgabe I, II oder III

Aufgabe I, II oder III

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
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
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, diskutieren	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, mithilfe 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

Erwartungshorizont und Bewertung

Bewertung:

Jeder Aufgabe sind 50 Punkte zugeordnet, insgesamt sind also 100 Punkte erreichbar. Bei der Festlegung von Notenpunkten gilt die folgende Tabelle.

Erbrachte Leistung (in Punkten)	Notenpunkte
≥ 95	15
≥ 90	14
≥ 85	13
≥ 80	12
≥ 75	11
≥ 70	10
≥ 65	9
≥ 60	8

Erbrachte Leistung (in Punkten)	Notenpunkte
≥ 55	7
≥ 50	6
≥ 45	5
≥ 40	4
≥ 33	3
≥ 26	2
≥ 19	1
< 19	0

Die zwei voneinander unabhängigen Aufgaben der Prüfungsaufgabe werden jeweils mit 50 Punkten bewertet. Die erbrachte Gesamtleistung ergibt sich aus der Summe der Punkte in den beiden Aufgaben.

Die Note „ausreichend“ (5 Punkte) wird erteilt, wenn annähernd die Hälfte (mindestens 45 Punkte) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden ist. Dazu müssen auch Leistungen im Anforderungsbereich II erbracht werden.

Die Note „gut“ (11 Punkte) wird erteilt, wenn annähernd vier Fünftel (mindestens 75 Punkte) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden sind. Dabei muss die Prüfungsleistung in ihrer Gliederung, in der Gedankenführung, in der Anwendung fachmethodischer Verfahren sowie in der fachsprachlichen Artikulation den Anforderungen voll entsprechen. Ein mit „gut“ beurteiltes Prüfungsergebnis setzt voraus, dass neben Leistungen in den Anforderungsbereichen I und II auch Leistungen im Anforderungsbereich III erbracht werden.

Bei erheblichen Mängeln in der sprachlichen Richtigkeit sind bei der Bewertung der schriftlichen Prüfungsleistung je nach Schwere und Häufigkeit der Verstöße bis zu zwei Notenpunkte abzuziehen. Dazu gehören auch Mängel in der Gliederung, Fehler in der Fachsprache, Ungenauigkeiten in Zeichnungen sowie falsche Bezüge zwischen Zeichnungen und Text.

I. Cyclodextrine und Mundgeruch

Schwerpunktthema: Stoff- und Energiewechsel der Kohlenhydrate



Knoblauch (Allium sativum)

Viele Menschen mögen gerne mit Knoblauch gewürztes Essen, leiden in der Folge aber unter starkem Mundgeruch. Die Ursache dieses Geruches sind schwefelhaltige Inhaltsstoffe des Knoblauchs, die sich auch durch Zähneputzen und Pfefferminzbonbons nicht entfernen oder überdecken lassen. Was allerdings gegen den Geruch hilft, sind Cyclodextrine.

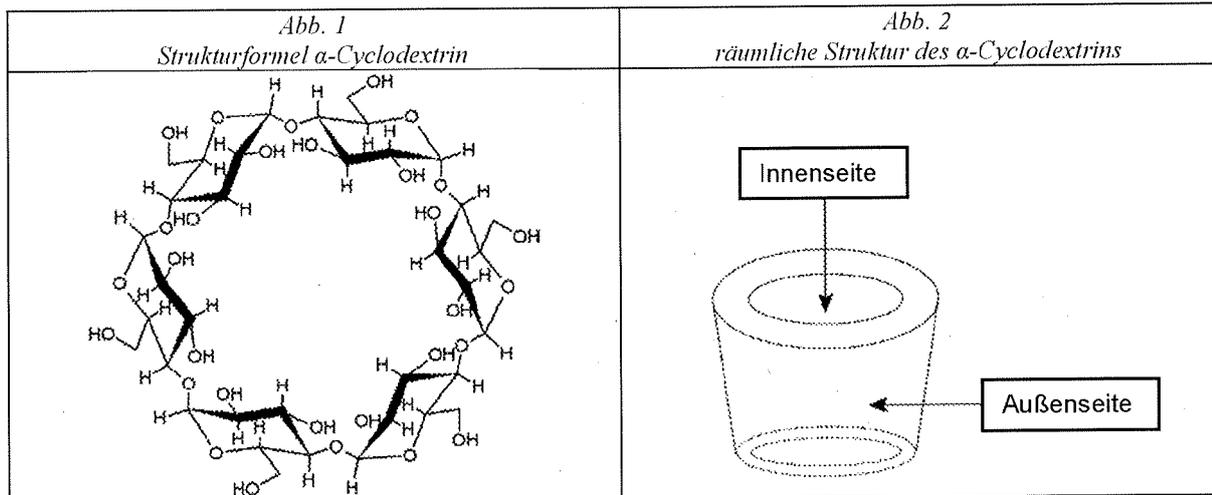
Aufgabenstellung

- Beschreiben Sie anhand des Aufbaus des α -Glucosemoleküls die Bezeichnungen D, L, (+), (-), α und β aus der Nomenklatur der Kohlenhydrate mithilfe von Strukturformeln. (9 P)
- Gängige Methoden zur Unterscheidung und zum Nachweis von Sacchariden sind die Fehling-Probe und die Probe mit Tollens-Reagenz (Silberspiegelreaktion). Beschreiben Sie die Durchführung entweder der Fehling- oder der Tollens-Probe mit Glucose und die dabei ablaufenden Reaktionen. (9 P)
- Untersuchen Sie den Aufbau des in Material M 1 dargestellten α -Cyclodextrins hinsichtlich einer eventuellen Reaktion des Moleküls bei der Tollens- oder der Fehling-Probe. (9 P)
- Vergleichen Sie α -Cyclodextrin, Amylose und Cellulose auf molekularer Ebene. (14 P)
- Erläutern Sie unter Bezugnahme auf die Materialien M 1 und M 2, wie das α -Cyclodextrin-molekül zu einer Reduzierung des durch Knoblauch verursachten Mundgeruchs führt. (9 P)

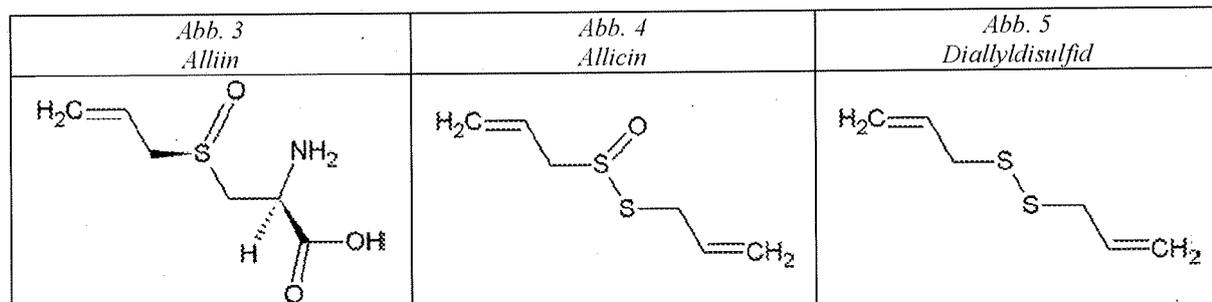
M 1: α -Cyclodextrin

Cyclodextrine sind bekannt für ihre Wirkung als Geruchsstopper. Cyclodextrine sind Abbauprodukte der Stärke und als Lebensmittelzusatzstoffe zugelassen.

Die geometrische Form des α -Cyclodextrins gleicht der Form eines offenen Kegelstumpfes (vergleichbar mit einem Blumentopf ohne Boden). Die Monosaccharid-Einheiten, aus denen das α -Cyclodextrin aufgebaut ist, orientieren sich dabei so, dass zur Innenseite hauptsächlich Wasserstoffatome weisen, während die Außenseite Hydroxygruppen besitzt.



M 2: Alliin und dessen Abbauprodukte



Alliin ist eine schwefelhaltige Aminosäure, die nicht in Proteinen vorkommt und Inhaltsstoff verschiedener Lauchpflanzen wie Bärlauch und vor allem Knoblauch ist.

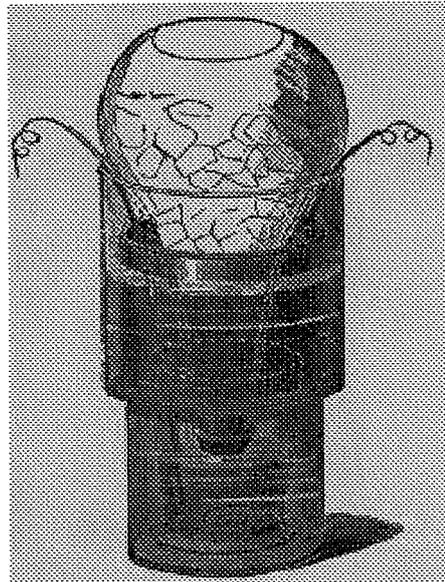
Wird die Knoblauchzehe angeschnitten, wandelt sich Alliin in Allicin um. Allicin ist allerdings nicht stabil und setzt sich weiter zu Diallyldisulfid um.

Erst das Diallyldisulfid ist für den unangenehmen Geruch verantwortlich. Diallyldisulfid ist eine übelriechende gelbliche Flüssigkeit, die in Wasser unlöslich ist.

II. Das Meidinger-Element

Schwerpunktthema: Akkumulatoren als mobile Energiequellen

Zu Beginn des elektrischen Zeitalters (Mitte bis Ende des 19. Jahrhunderts) beschäftigte sich eine Reihe von Erfindern mit der Konstruktion von Spannungsquellen. Insbesondere die elektrische Nachrichtenübermittlung erforderte einfache und zuverlässige Spannungsquellen. Bei den Eisenbahngesellschaften und in der Telegrafie wurde dafür häufig das 1859 vom deutschen Physiker Heinrich Meidinger erfundene Meidinger-Element eingesetzt.



Bildquelle: William Edward Ayrton: *Practical Electricity*, London, Cassell, 1891, Page 213, Chapter V, Figure 78. This image is in the public domain because its copyright has expired.

Aufgabenstellung

a) Betriebsverhalten

- Beschreiben Sie die Funktionsweise des Meidinger-Elements und die Veränderungen der Zelle beim Betrieb unter Berücksichtigung der Informationen aus Material M 1 und M 2.
- Ordnen Sie dabei das Meidinger-Element und zum Vergleich den Bleiakku den Begriffen Primär- bzw. Sekundärelement begründet zu. (10 P)

b) Betriebsspannung

- Berechnen Sie die Spannung des Elements unter der Annahme, dass die Konzentration in der Zinkhalbzelle einem Normalhalbelement entspricht und die Kupferhalbzelle mit einer gesättigten Lösung von Kupfersulfat gefüllt ist. Nutzen Sie M 3.
- Vergleichen Sie ihr Ergebnis mit der Angabe aus M 2. (8 P)

c) Zeitliche Änderung

- Begründen Sie, warum die Spannung nach M 2 im Laufe der Zeit zurückgeht, wenn die Zinksulfatlösung bzw. die Zinkelektrode nicht von Zeit zu Zeit ersetzt werden.
- Bestimmen Sie dazu auch das Potenzial der Zinkhalbzelle bei gesättigter Lösung und einer weiteren, von Ihnen gewählten Konzentration. (12 P)

d) Nach Aussage von M 1 und M 2 sind Meidinger-Elemente für den mobilen Einsatz ungeeignet.

- Beschreiben Sie den Aufbau des besser geeigneten Bleiakkus.
- Erläutern Sie mithilfe von Reaktionsgleichungen die hier ablaufenden Reaktionen beim Auf- und Entladen. (6 P)

e) Der Ladezustand des Meidinger-Elements kann außer durch Spannungsmessung nach M 2 auch visuell überprüft werden. Vergleichen Sie die im Text erwähnten Beobachtungen am Meidinger-Element und die Möglichkeiten der Zustandskontrolle am Bleiakku. (14 P)

M 1: Das Meidinger-Element

Quelle Text: *Wikipedia* gekürzt/verändert. Grafik Fig. 1: verbessert und coloriert nach: *Lueger, Otto: Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften, Bd. 4, Stuttgart, Leipzig 1906, S. 241-245. Permalink: www.zeno.org/nid/2000602565X* Lizenz: Gemeinfrei

Das Meidinger-Element, hier in Fig. 1 im Querschnitt illustriert, ist benannt nach dem Physiker Heinrich Meidinger.

- 5 Es besteht aus einem Gefäß *A* mit Verjüngung *b* und Deckel *c*, in dem im unteren Bereich ein oben offener Glaspf *d* steht, welcher mit gesättigter Kupfersulfatlösung gefüllt ist. In diese ragt der innen angebrachte Glastrichter *h* hinein. In dem Glaspf *d* befindet sich eine zylinderförmige Kupfer-Ringelektrode *e* (rot), deren elektrischer Anschluss *f* isoliert nach oben geführt ist.

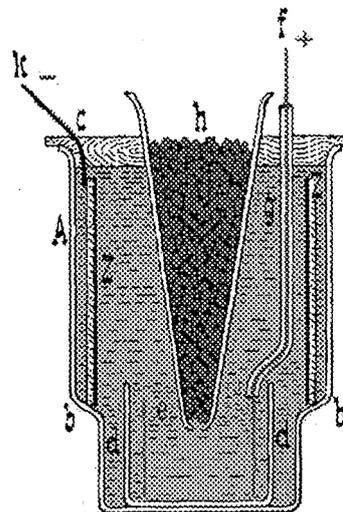


Fig. 1.

- 10 Im Glastrichter *h* befindet sich ein Vorrat an festem Kupfersulfat, welcher durch eine kleine Öffnung im unteren Bereich in die Kupfersulfatlösung übergehen kann.

- 15 Der Bereich oberhalb der Kupfersulfatlösung ist mit einer zunächst gering konzentrierten Zinksulfatlösung *g* gefüllt, die eine geringere Dichte als die Kupfersulfatlösung aufweist. In der Zinksulfatlösung befindet sich eine zylinderförmige Zink-Ringelektrode *Z*, deren elektrischer Anschluss *k* nach oben geführt ist. Die beiden Lösungen berühren sich, durchmischen sich anfänglich infolge der Dichteunterschiede aber nicht.

- 20 Das Meidinger-Element wurde in verschiedenen Formen gebaut. Allerdings sind diese Zellen empfindlich in Bezug auf Erschütterungen, können nur in senkrechter Lage betrieben werden und lassen sich im Betrieb nicht transportieren, womit mobile Anwendungen ausgeschlossen sind. Außerdem stellt der direkte Kontakt beider Lösungen ein Problem dar, das im Laufe der Zeit zur Verschlechterung der Leistung führt. Diese Zellen wurden daher unmittelbar vor der Inbetriebnahme zusammengestellt und der Becher langsam mit den Sulfatlösungen aufgefüllt, um eine Durchmischung zu vermeiden.

M 2: „Bedienungsanleitung“ des Meidinger-Elements

Quelle: *www.zeno.org*, aus *Röll: Enzyklopädie des Eisenbahnwesens, 1912, S.288/289, verändert/ergänzt*

- 5 Beim Ansetzen des Meidinger-Elements ist es wichtig, dass das Zink der Zinkelektrode metallisch rein ist. Für die gute Erhaltung der Zellen ist es wichtig, dass sich die dichtere Kupfersulfatlösung nicht mit der Zinksulfatlösung vermischt, damit das Kupfersulfat mit dem Zink nicht in Berührung kommt, weil sich dann das letztere mit Kupferniederschlag überzieht, wodurch die Spannung aufgehoben wird. Die Elemente dürfen deshalb im Betrieb nicht bewegt oder erschüttert werden. Im Interesse einer guten Erhaltung der Zellen ist es ferner nötig, dass etwa alle zwei Monate ein Teil des oberen Elektrolyts, der sich nach längerem Gebrauch vollständig mit Zinksulfat sättigt, mittels einer Pipette abgezogen und durch reines Wasser ersetzt wird, eine Arbeit, die ohne Außerbetriebsetzung der Zelle leicht ausgeführt werden kann. Geschieht das nicht, hört die Reaktion nach und nach auf und die Spannung geht mehr und mehr zurück. Der gute Zustand des Meidinger-Elements ist jederzeit daran zu erkennen, dass die Flüssigkeit im unteren Teil des Glases deutlich blau, im oberen farblos bis blass und dass das Zink nicht mit rotem Schlamm überzogen ist. Die Spannung beträgt annähernd 1 Volt. Bei einer Stromstärke von nicht über 0,02 Ampère (20 Milliampère) kann das Element ohne nennenswerten Rückgang seiner Leistungsfähigkeit 6 Monate lang ununterbrochen im Gebrauch bleiben, ehe eine Erneuerung der Elektroden erforderlich ist.
- 15

M 3: Daten und Informationen

Kupfersulfat: Konzentration in gesättigter Lösung 203 g/l bzw. 1,27 mol/l
Dichte der gesättigten Lösung 1,25 g/cm³

Zinksulfat: Konzentration in gesättigter Lösung 315 g/l bzw. 1,96 mol/l
Dichte der gesättigten Lösung 1,22 g/cm³

Spannungsreihe und Potenziale nach Tafelwerk:

Reduzierte Form	↔	Oxidierte Form	+	Z • e ⁻	E ₀ in Volt	
Zn _(s)	↔	Zn ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	-0,76	
Pb _(s)	↔	Pb ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	-0,13	
H _{2(g)} + 2 H ₂ O _(l)	↔	2 H ₃ O ⁺ _(aq)	+	2e ⁻	0,00	
Cu _(s)	↔	Cu ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	+0,35	
6 H ₂ O _(l)	↔	O _{2(g)} + 4 H ₃ O ⁺ _(aq)	+	4e ⁻	+1,23	bei pH = 0
Pb ²⁺ _(aq) + 6 H ₂ O _(l)	↔	PbO _{2(s)} + 4 H ₃ O ⁺ _(aq)	+	2e ⁻	+1,46	

Potenziale (real) im Bleiakku in 38 % H₂SO_{4(aq)}

Bleielektrode Pb/Pb²⁺ -0,35 V
Bleioxidielektrode Pb⁴⁺/Pb²⁺ +1,68 V

III. Superabsorber

Schwerpunktthema: Eigenschaften und Synthese von Kunststoffen

Superabsorber sind stark quellfähige Kunststoffe, die extrem viel Wasser aufnehmen können. Babywindeln gehören zu den bekanntesten Einsatzgebieten. Superabsorber werden aber auch in der Landwirtschaft und in der Wundbehandlung eingesetzt. Kein Naturstoff kann so viel Wasser aufnehmen wie diese Kunststoffe.

Aufgabenstellung

- a) Bildungsreaktionen von Kunststoffen allgemein
- Beschreiben Sie die grundlegenden Bildungsreaktionen von Kunststoffen in einer Übersicht.
 - Ordnen Sie die Acrylsäure als Monomer eines Kunststoffes in dieser Übersicht einer Bildungsreaktion zu. (15 P)
- b) Bildungsreaktionen: Nutzen Sie die Materialien M 1 und M 3.
- Stellen Sie den Mechanismus einer möglichen Bildungsreaktion des Basis-Kunststoffs aus den beiden Monomeren Acrylsäure und Natriumacrylat mithilfe von Strukturformeln dar.
 - Stellen Sie die Reaktion des Kernvernetzlers mit Monomeren dar. (13 P)
- c) Zeichnung
- Zeichnen Sie einen Ausschnitt aus einem Copolymer der beiden Monomere und des Kernvernetzlers mit stark vereinfachten Strukturformeln und einer Legende unter Nutzung von M 1 und M 3.
 - Erläutern Sie an dieser Zeichnung die in M 2 beschriebenen Eigenschaften. (13 P)
- d) Vergleichen Sie mithilfe von M 2 und M 4 die Eigenschaften des Superabsorbers mit denen von Cellulose in einer Tabelle. (5 P)
- e) Beurteilen Sie mithilfe von M 2, welche Auswirkungen über die Entsorgung freigesetzte oder als Wasserspeicher in der Landwirtschaft eingesetzte Superabsorbermoleküle auf die Umwelt haben. (4 P)

Material

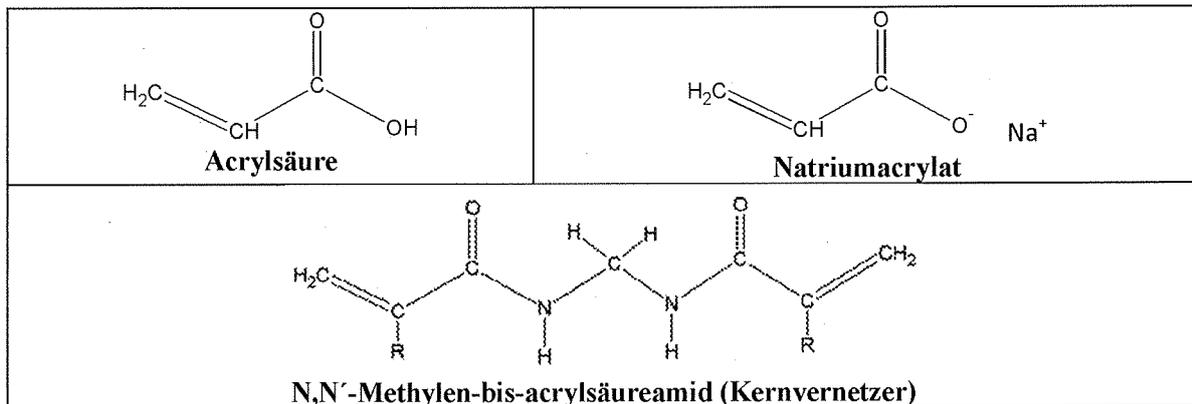
M 1: Aufbau Superabsorber

- Chemisch handelt es sich bei dem Superabsorber um ein Copolymer aus Acrylsäure und Natriumacrylat (Natriumsalz der Acrylsäure), wobei das Verhältnis der beiden Monomere zueinander variieren kann. Zusätzlich wird bei der Synthese eine kleine Menge sogenannter Kernvernetzer (z. B. N,N'-Methylen-bis-acrylsäureamid, siehe M 3) zugesetzt, welche die gebildeten langkettigen Polymermoleküle stellenweise mit relativ großem Abstand voneinander durch chemische Brücken verbinden („Vernetzung“). Durch diese Brücken wird das Polymer wasserunlöslich.

M 2: Eigenschaften und Einsatz von Superabsorbent

- Superabsorber sind pulverförmige und stark quellfähige Kunststoffe. Sie können je nach Produkt vom 250-fachen bis zum 2000-fachen ihres Eigengewichts an Wasser aufnehmen. Sie werden in Babywindeln und anderen Hygieneprodukten eingesetzt, ebenso in der Landwirtschaft als Bodenverbesserer in sehr trockenen Gebieten, da sie Wasser sehr nachhaltig speichern, unter trockenen Bedingungen aber auch langsam wieder abgeben. Als synthetische Polymere werden sie nur sehr langsam abgebaut. Versuche unter Idealbedingungen ergaben Abbauraten von 1 % bis 5 % nach 20 Wochen.

M 3: Strukturformeln



M 4: Cellulose

Cellulose bildet den Hauptbestandteil pflanzlicher Zellwände und ist das häufigste Polysaccharid (Vielfachzucker). Sie besteht aus unverzweigten Molekülketten aus mehreren hundert bis zehntausend β -D-Glucose-Moleküleinheiten.

